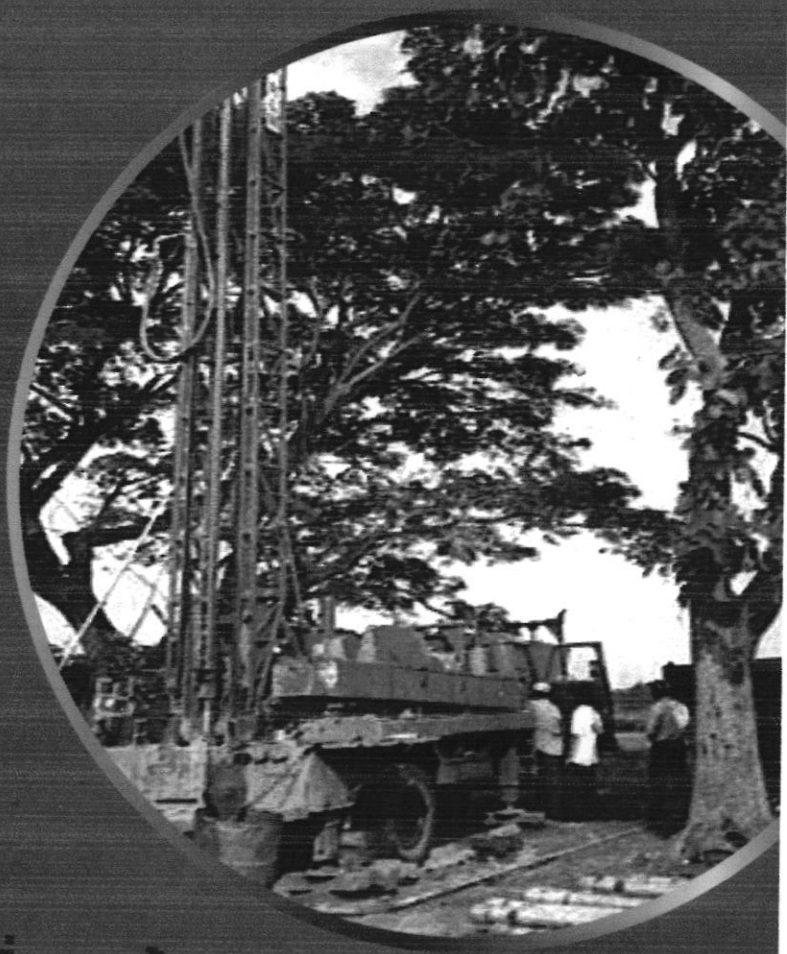
คู่มือ

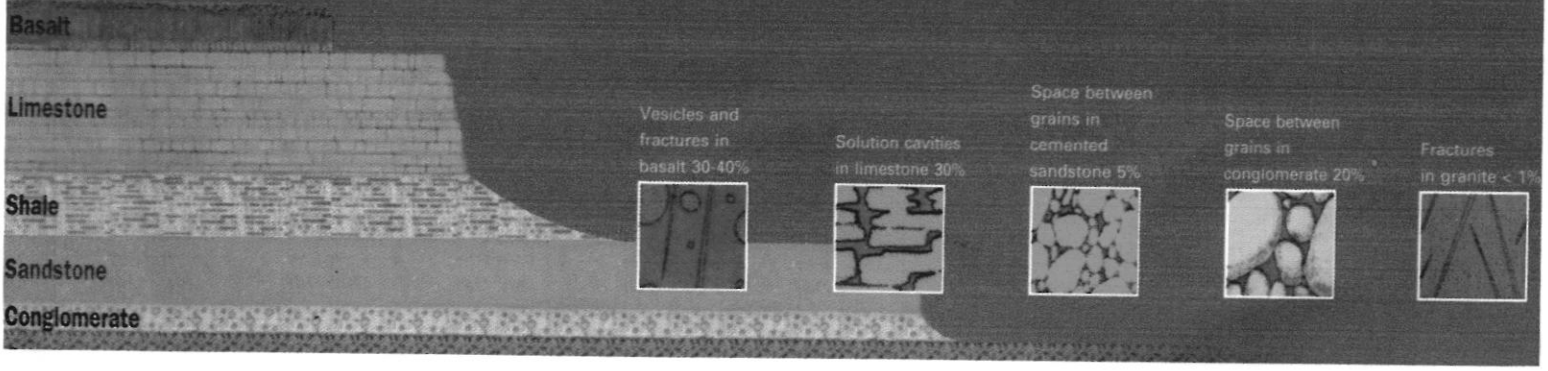
เทคโนโลยีการพัฒนาน้ำบาดาล

โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนา ซ่อมบำรุงรักษาบ่อน้ำบาดาล และระบบประปาชนบทให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น



กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 อุทกธรณีวิทยาเบื้องต้น

1.1 วัฏจักรของน้ำ 1
1.2 การเกิดของน้ำบาดาล 3
1.3 ชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำ 4
1.4 คุณสมบัติของชั้นหินกักเก็บน้ำบาดาล 4
1.5 ประเภทของชั้นหินอุ้มน้ำบาดาล 7
1.6 แผนที่น้ำบาดาล 8
1.7 การสำรวจแหล่งน้ำบาดาล 11
1.8 การอนุรักษ์ ฟื้นฟูและบำรุงรักษาแหล่งน้ำบาดาล 17
1.8.1 ผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล 17
1.8.2 การอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลโดยควบคุมการใช้น้ำแบบสมดุล 20
1.8.3 การอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลโดยการอุดกลบบ่อน้ำบาดาล 20
1.8.4 การฟื้นฟูและการบำรุงรักษาแหล่งน้ำบาดาล 22

บทที่ 2 การเจาะน้ำบาดาล

2.1 ความหมายของบ่อน้ำบาดาล 23
2.2 การเลือกที่เจาะ 23
2.3 การเจาะน้ำบาดาล 25
2.4 ชนิดของเครื่องเจาะ 26
2.4.1 การเจาะแบบหัวตอก 26
2.4.2 เครื่องเจาะแบบใช้น้ำพ่น 27
2.4.3 เครื่องเจาะแบบกระแทก 29
2.4.4 เครื่องเจาะแบบหมุนตรง 34
2.4.5 เครื่องเจาะหมุนแบบดูดกลับReverse Rotary Rig 39
2.4.6 เครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม 41
2.5 การเลือกใช้เครื่องเจาะ 44

บทที่ 3 การทำบ่อ

3.1 การออกแบบบ่อ 45
3.2 การใส่ท่อกรุท่อกรอง 46
3.3 การกรุกรวด 48

บทที่ 4 การพัฒนาบ่อ 50
4.1 วิธีการตักน้ำ 50
4.2 วิธีการสูบน้ำ 51
4.3 วิธีการกวนน้ำ 51
4.4 วิธีการเป่าล้างด้วยลม

บทที่ 5 การทดสอบปริมาณน้ำ 53

บทที่ 6 เครื่องสูบน้ำบาดาล 58
6.1 เครื่องสูบประเภทใช้ลูกสูบ 60
6.2 เครื่องสูบประเภทหอยโข่ง 63
6.3 เครื่องสูบประเภทเจต

บทที่ 7 การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำบาดาล 71
7.1 เครื่องสูบมือโยก 72
7.2 เครื่องสูบกังหันลม 73
7.3 เครื่องสูบแบบแกนตั้ง 74
7.4 เครื่องสูบเทอร์ไบน์ 76
7.5 เครื่องสูบไฟฟ้าแบบจุ่มใต้น้ำ 77
7.6 เครื่องสูบแบบเจต 77
7.7 เครื่องสูบลม

บทที่ 8 การบำรุงรักษา 79
8.1 การบำรุงรักษาบ่อน้ำบาดาล 81
8.2 การบำรุงรักษาเครื่องสูบ

เอกสารอ้างอิง

รูปที่ 28 ลักษณะการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต 64
รูปที่ 29 Performance Curve ของเครื่องสูบเทอร์ไบน์ 70
รูปที่ 30 ส่วนประกอบของเครื่องสูบมือโยก 72
รูปที่ 31 เครื่องสูบแบบกังหันลม 73

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 1	วัฏจักรของน้ำ	2
รูปที่ 2	ประเภทของน้ำใต้ดิน	3
รูปที่ 3	การกักเก็บน้ำในช่องว่างของเนื้อหิน	7
รูปที่ 4	ประเภทของชั้นหินอุ้มน้ำ	8
รูปที่ 5	การสำรวจโดยวิธี Vertical depth sounding	14
รูปที่ 6	เครื่องมือหยั่งธรณีหลุมเจาะและวิธีการสำรวจ	16
รูปที่ 7	ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการสำรวจด้วยเครื่องหยั่งธรณีหลุมเจาะ	16
รูปที่ 8	การแทรกตัวของน้ำเค็มสู่แหล่งน้ำจืด	18
รูปที่ 9	การแพร่กระจายมลพิษจากชุมชนลงสู่แหล่งน้ำบาดาล	19
รูปที่ 10	หัวตอกแบบต่าง ๆ	27
รูปที่ 11	เครื่องเจาะแบบใช้น้ำพ่น	28
รูปที่ 12	เครื่องเจาะแบบกระแทก	31
รูปที่ 13	ระบบการทำงานเครื่องเจาะแบบกระแทก	32
รูปที่ 14	เครื่องเจาะแบบหมุนตรง	34
รูปที่ 15	ส่วนประกอบของเครื่องเจาะแบบหมุนตรง	35
รูปที่ 16	ลักษณะการทำงานการเจาะแบบหมุนตรง	35
รูปที่ 17	เครื่องเจาะหมุนแบบดูดกลับ	40
รูปที่ 18	เครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม	42
รูปที่ 19	ชุดหัวเจาะด้วยลม	42
รูปที่ 20	การกรุกรวด	49
รูปที่ 21	การจัดตั้งเครื่องมือสำหรับพัฒนาบ่อด้วยลม	52
รูปที่ 22	ลักษณะของกรวยน้ำลดและกรวยความดันลดในชั้นน้ำบาดาล	55
รูปที่ 23	การแย่งน้ำระหว่างบ่อต่อบ่อ	57
รูปที่ 24	เครื่องสูบแกนตั้ง	59
รูปที่ 25	เครื่องสูบเทอร์ไบน์แบบขับด้วยมอเตอร์	62
รูปที่ 26	เครื่องสูบเทอร์ไบน์แบบขับด้วยเครื่องยนต์และหัวเกียร์	62
รูปที่ 27	เครื่องสูบแบบ Submersible Pump	63

คำนำ

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาบุคลากร ให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานในความรับผิดชอบ จึงได้จัดทำ "โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนา ซ่อมบำรุงรักษาบ่อน้ำบาดาลและระบบประปาชนบท ให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น" ขึ้น เพื่อทำการฝึกอบรมให้ความรู้แก่บุคลากรขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยทั่วถึงและรวดเร็ว

เอกสารฝึกอบรมและสัมมนาหลักสูตร "เทคโนโลยีการพัฒนาน้ำบาดาล" เล่มนี้จะให้ความรู้ทางด้านวิชาการ ด้านปฏิบัติการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลโดยเฉพาะ เป็นประโยชน์สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในการแก้ปัญหาขาดแคลนน้ำใช้เพื่ออุปโภค บริโภค การเกษตรและอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
พ.ศ.2548

บทที่ 1

อุทกธรณีวิทยาเบื้องต้น

การพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล (Groundwater development) นั้น ได้มีการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ตั้งแต่โบราณกาล น้ำบาดาลจะเกิดอยู่ในชั้นหินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งน้ำเหล่านี้จะแทรกตัวอยู่ในช่องว่างในหินประเภทต่าง ๆ เช่นระหว่างเม็ดกรวดทราย ในระหว่างรอยต่อของชั้นหิน หรือ รอยแตก หรือโพรงหิน ช่องว่างเหล่านั้นจะต้องมีปริมาณมากพอสมควร และสามารถติดต่อถึงกันได้ เพื่อให้น้ำบาดาลมีการถ่ายเทหรือไหลได้ หินที่มีช่องว่างมากแต่ไม่ติดต่อถึงกัน ถึงแม้จะเก็บกักน้ำไว้ได้มาก ก็ไม่ถือว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลที่ดีเพราะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ง่าย

การไหลของน้ำบาดาลจะมีลักษณะและทิศทางเหมือนกับน้ำในแม่น้ำลำธาร คือไหลจากที่ที่มีแรงดันสูงไปสู่ที่ที่มีแรงดันต่ำกว่า แต่จะมีอัตราการไหลที่ช้ามากเพราะเป็นการไหลของน้ำผ่านช่องว่างเล็กๆ ในชั้นหิน การไหลของน้ำบาดาลจึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของหินบางประการ โดยเฉพาะความพรุน (Porosity) และความซึมได้ (Permeability) สำหรับความพรุนนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณช่องว่างในหิน และเป็นค่าที่จะบอกให้เราทราบว่าชั้นหินสามารถเก็บน้ำไว้ได้มากน้อยเพียงไร ส่วนค่าความซึมได้นั้นจะเป็นตัวที่บ่งบอกให้ทราบว่า ชั้นหินจะยอมให้น้ำไหลผ่านได้เร็วหรือช้า ในทางอุทกธรณีวิทยานั้น หินที่สามารถเก็บหรืออุ้มน้ำไว้ได้มาก และมีค่าความซึมมาก สามารถพัฒนาเอาน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ จะเรียกว่าชั้นหินอุ้มน้ำบาดาล (Aquifer)

1.1 วัฏจักรของน้ำ (Hydrologic Cycle)

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญมากต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิต น้ำในธรรมชาติจะหมุนเวียนกันอยู่ในรูปของวัฏจักรมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน อาจจะอยู่ในสภาพของเหลว ของแข็ง และก๊าซ ไม่ว่าจะอยู่ในบรรยากาศ บนผิวดิน หรือภายใต้ผิวโลกซึ่งในทางอุทกวิทยาจะแบ่งน้ำออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. น้ำในบรรยากาศหรือน้ำฟ้า หมายถึง น้ำที่อยู่ในบรรยากาศหรืออยู่สูงกว่าระดับผิวดินขึ้นไป ประกอบด้วยน้ำที่อยู่ในสถานะเป็นไอ เช่น หมอก เมฆ น้ำที่อยู่ในสถานะเป็นของเหลว เช่น ฝน และน้ำค้าง น้ำที่มีสถานะเป็นของแข็ง เช่น ลูกเห็บ และหิมะ
2. น้ำผิวดิน หมายถึง น้ำที่ได้จากการกลั่นตัวของน้ำในบรรยากาศตกลงบนพื้นโลกไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง สระ ทะเล ทะเลสาบและมหาสมุทร
3. น้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำที่ไหลไปกักเก็บอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ของดินและหินจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำในดินและน้ำบาดาล

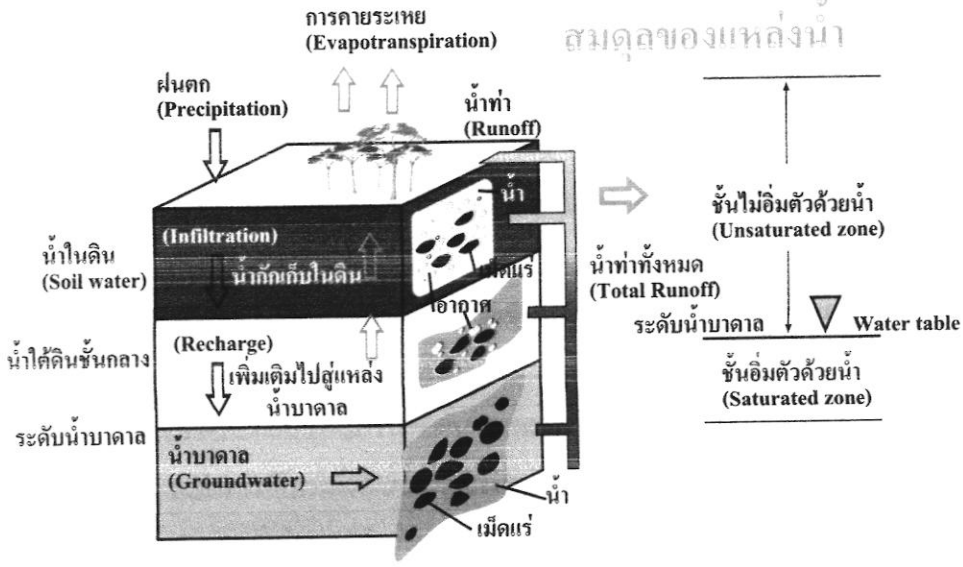
1.2 การเกิดของน้ำบาดาล (Origin of groundwater)

น้ำบาดาลมีต้นกำเนิดมาจาก 3 ทางใหญ่ ๆ คือ

1. น้ำจากบรรยากาศ (Meteoric water) ได้แก่ ฝน น้ำค้าง ลูกเห็บ และหิมะ น้ำเหล่านี้เมื่อตกลงสู่พื้นโลก บางส่วนจะไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ หรือมหาสมุทร กลายเป็นน้ำผิวดิน แต่บางส่วนจะไหลลงไปใต้ดินและถูกกักเก็บไว้ในดินและในหิน เกิดเป็นน้ำใต้ดิน

น้ำที่ซึมลงไปใต้ดิน แบ่งออกได้เป็นสองส่วน ส่วนบนเรียกว่าโซนสัมผัสอากาศ (Zone of aeration) และส่วนล่างเรียกว่า โซนอิ่มตัวด้วยน้ำ (Zone of saturation)

โซนสัมผัสอากาศแบ่งออกเป็น 3 แถบ เรียกว่าแถบดินชุ่มน้ำ แถบกลาง และแถบแรงดึงดูดอณู (Capillary fringe) เรียงลำดับจากบนลงล่าง



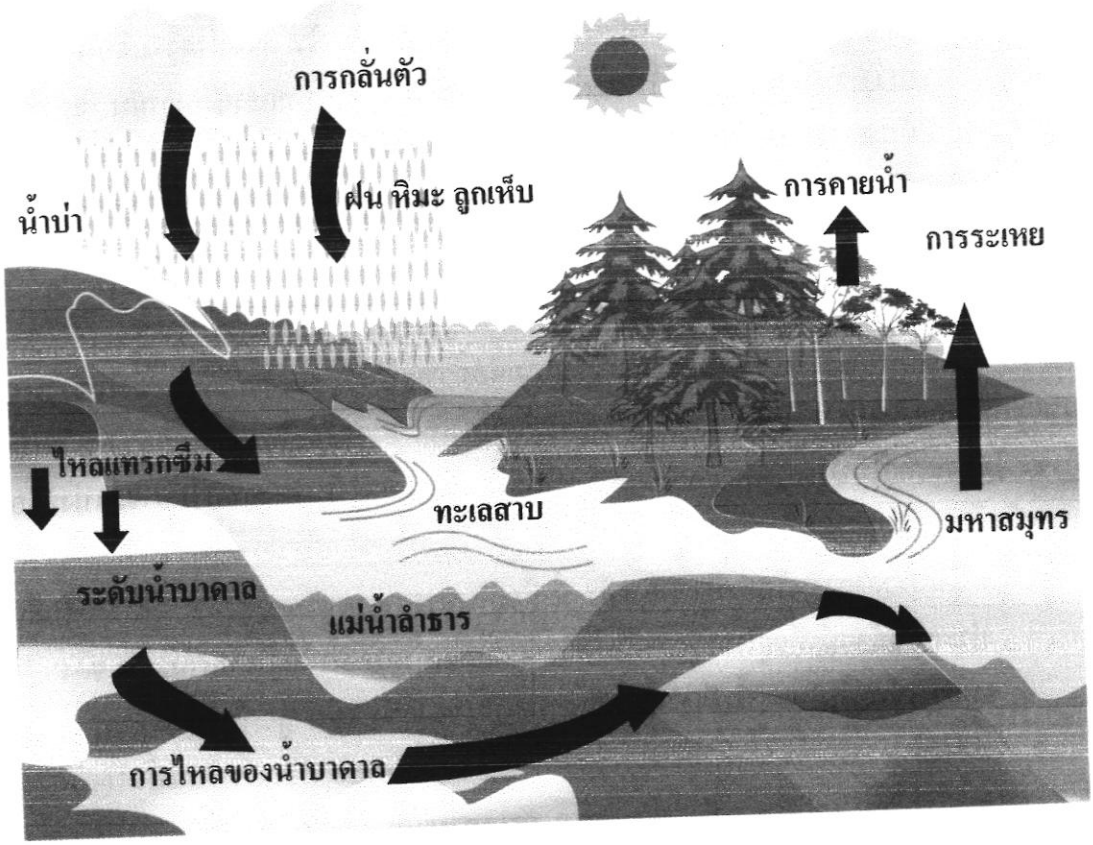
รูปที่ 2 ประเภทของน้ำใต้ดิน

ในแถบดินชุ่มน้ำจะมีน้ำประเภทซึมซาบอยู่ใต้ผิวดิน ซึ่งมีความลึกเท่าที่รากพืชจะหยั่งลงไปถึง เป็นชั้นน้ำสำหรับการเกษตร และการยังชีพของพืช น้ำบางส่วนจากชั้นแถบดินชุ่มน้ำนี้อาจจะแห้งหายไปเมื่อไม่มีฝนตกมาเพิ่มเติม หรือถูกแดดเผาจนระเหยเป็นไอ บ่อขุดที่มีน้ำใช้ในฤดูฝน แต่แห้งในฤดูแล้งก็ได้น้ำจากน้ำชั้นนี้ น้ำที่เหลือจากที่ดินดูดไว้จะไหลซึมลึกลงสู่แถบกลาง ซึ่งรากพืชหยั่งไม่ถึงแต่เป็นแถบที่พืชใช้ประโยชน์ได้ น้ำที่ผ่านแถบกลางไปได้ก็จะลงสู่แถบแรงดึงดูดอณูน้ำบางส่วนจะถูกดูดเก็บไว้ในระหว่างอณู (Capillarity) ความหนาของแถบนี้อาจจะมีตั้งแต่ 1 นิ้วถึง 10 ฟุต ขึ้นอยู่กับขนาดของช่องว่าง และรูปร่างของสารประกอบที่เป็นชั้นหิน น้ำที่อยู่ในชั้นนี้จะอยู่คงที่ไม่สามารถไหลไปไหนได้ ยกเว้นบางแห่งที่ไม่มีแถบกลาง มีแต่แถบดินชุ่มน้ำบาง ๆ น้ำจากแถบแรงดึงดูดอณูจะสูญหายไปเนื่องจากการระเหยเป็นไอโดยตรงหรือจากการถ่ายเทเป็นไอเนื่องจากรากพืชดูดซึม แล้วขับถ่ายออก น้ำที่เหลือจากการดูดเก็บจากแถบทั้งสองจะไหลไปกักเก็บรวมไว้ในส่วนถัดไป คือ โซนอิ่มตัวด้วยน้ำ โซนอิ่มตัวด้วย

น้ำในดิน หมายถึง น้ำที่แทรกอยู่ตามรูพรุนของเม็ดแร่ต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของดิน ชั้นน้ำในดินเป็นชั้นน้ำที่ยังไม่อิ่มตัว และจะสะสมอยู่เหนือระดับน้ำอิ่มตัวที่เรียกว่า ระดับน้ำบาดาล (Water Table) น้ำในดินนี้รวมไปถึงความชื้นในดินซึ่งรากพืชหยั่งลงไปได้

น้ำบาดาล หมายถึง น้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่าง รอยแตก หรือโพรงของหิน วัตถุตัวกลางหรือชั้นหินที่กักเก็บน้ำเรียกว่า ชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer) ลักษณะของน้ำบาดาลจะกักเก็บอยู่ในชั้นน้ำที่อิ่มตัวตลอดเวลา และโดยทั่วไปจะมีปริมาณมากกว่าน้ำในดิน

ขบวนความสัมพันธ์ต่อเนื่องตามธรรมชาติของน้ำเริ่มต้นที่น้ำจากทะเล แม่น้ำ พืชบนดิน ระเหยกลายเป็นไอเข้าสู่บรรยากาศ เมื่อกระทบกับความเย็น จึงรวมตัวเป็นก้อนเมฆแล้วกลั่นเป็นหยดน้ำ และตกลงมาเป็นฝนลงสู่ผิวโลก ส่วนหนึ่งที่ตกลงมาสู่ผิวดินอาจถูกดึงดูดไปใช้โดยต้นไม้ บางส่วนกลายเป็นน้ำไหลล้นลงสู่แม่น้ำลำธาร หรือมหาสมุทร และบางส่วนก็ซึมลงใต้ผิวดินกลายเป็นน้ำใต้ดินและน้ำบาดาล ในที่สุดเมื่อน้ำเหล่านี้ได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ก็จะระเหยกลายเป็นไอกลับไปสู่บรรยากาศอีกครั้ง และจะคงหมุนเวียนเป็นวัฏจักรอยู่เช่นนี้เรื่อยไป



รูปที่ 1 วัฏจักรของน้ำ

น้ำนี้มักประกอบด้วยชั้นกรวดทรายหรือดินเนื้อพรุนน้ำซึมได้ หรือที่ว่าง ช่องว่าง รอยแตกหรือโพรงน้ำที่เก็บอยู่ในโซนอิ่มตัวด้วยน้ำนี้เรียกว่า น้ำบาดาล ที่ระดับผิวบนของน้ำบาดาลหรือตรงรอยต่อระหว่างแถบแรงดึงดูดอณู กับโซนอิ่มตัวด้วยน้ำเรียกว่าระดับน้ำบาดาลหรือระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่าโซนอิ่มตัวด้วยน้ำลงไปจะเป็นหินเนื้อแน่น น้ำไม่มีโอกาสไหลซึมลงไปได้ โซนอิ่มตัวด้วยน้ำจึงเป็นจุดสุดท้ายที่จะหาน้ำบาดาลได้

2. น้ำบาดาลที่มาจากการเย็นตัวของหินหลอมเหลว (Juvenile Water) ภายใต้ผิวโลกวัตถุหลอมเหลวต่าง ๆ ที่อยู่ภายใต้เปลือกโลกประกอบไปด้วยก๊าซและไอน้ำปริมาณมากมาย เมื่อหินอัคนีมีการเย็นตัวลงไอน้ำต่าง ๆ จะกลายเป็นน้ำ ในขณะที่แร่ต่าง ๆ มีการตกผลึก น้ำจะแทรกตัวตามรอยต่อโพรงอากาศ และช่องว่างของหิน–แร่ต่าง ๆ

3. น้ำบาดาลที่เกิดขึ้นพร้อมกับการกำเนิดของหินชั้น (Connate Water) ในขณะที่แร่ธาตุต่าง ๆ เกิดการตกตะกอนและแข็งตัวกลายเป็นหินในที่สุด น้ำจะเกิดการขังตัวหรือแทรกตัวตามรูพรุนที่อยู่ในเนื้อหิน เช่น น้ำบาดาลที่เกิดขึ้นในชั้นกรวด–ทราย ในบริเวณลุ่มแม่น้ำต่าง ๆ ในขณะที่น้ำพัดพาเอาตะกอนต่าง ๆ ไปทับถมกัน เช่น ชั้นน้ำที่ได้จากทางน้ำเก่า เป็นต้น

1.3 ชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำ (Types of Aquifer)

ชั้นหินอุ้มน้ำที่พบโดยทั่ว ๆ ไป มี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ หินร่วนและหินแข็ง

1.3.1 หินร่วน (Unconsolidated Rocks)

หินร่วน หมายถึง หินที่ประกอบด้วยตะกอนต่าง ๆ ที่รวมตัวกันแต่ยังไม่แข็งตัว เช่น กรวด ทราย ดินเหนียว โคลนตม และเศษหินที่สะสมตัวตามแอ่ง ทุ่งราบ หุบเขา ริมแม่น้ำ และริมทะเล หินร่วนดังกล่าวนี้เป็นที่กักเก็บน้ำบาดาลได้ดี การหาแหล่งน้ำบาดาลโดยทั่ว ๆ ไป แล้วจะต้องหาจากแหล่งกรวดทรายไว้ก่อนหินชนิดอื่นเสมอทั้งนี้เพราะ

- เจาะง่าย
- ระดับน้ำบาดาลในชั้นกรวดทราย มักจะอยู่ตื้นกว่าในหินชนิดอื่น ๆ ง่ายแก่การที่จะสูบขึ้นมาใช้

1.3.2 หินแข็ง

หินแข็ง หมายถึง หินที่ประกอบด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ ที่รวมตัวกันและมีสารมาเชื่อมประสานจนกลายเป็นหินแข็ง เช่น หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินปูน หินกรวด หินชนวน หินควอร์ตไซต์ หินแกรนิต และหินบะซอลต์ เป็นต้น

1.4 คุณสมบัติของชั้นหินกักเก็บน้ำบาดาล

น้ำบาดาลเกิดอยู่ในชั้นหินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของหินที่จะเก็บน้ำไว้จนอิ่มตัวได้จึงได้แก่ช่องว่างที่เกิดขึ้นในหิน ช่องว่างในหินมีอยู่หลายประเภท เช่น ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนที่สะสมกันอย่างในกรณีกรวดหรือทราย ช่องว่างอันเป็นรอยต่อระหว่างชั้นต่อของหิน ช่องว่างที่เกิดจากรอยแตก

ของหิน ช่องว่างที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ พร้อม ๆ กับการเกิดหินบางชนิด เช่น หินภูเขาไฟ และช่องว่างประเภทโพรงหินปูนเหล่านี้เป็นต้น หินที่จะเก็บน้ำได้ดีมีปริมาณมากจะต้องมีจำนวนช่องว่างมาก ช่องว่างแต่ละช่องต้องมีขนาดใหญ่ และติดต่อถึงกันเพื่อให้น้ำบาดาลไหลถ่ายเทได้ หินที่มีช่องว่างขนาดใหญ่แต่ไม่ติดต่อถึงกัน ถึงแม้เก็บน้ำไว้ได้มากก็ไม่มีประโยชน์ในการเป็นแหล่งน้ำบาดาล เพราะเปรียบเหมือนน้ำที่กักขังอยู่ในแอ่งในลำธาร ซึ่งน้ำไม่ไหลในฤดูแล้ง น้ำในแอ่งเหล่านี้เมื่อถูกใช้ไปชั่วระยะเวลาหนึ่งก็จะหมดไป ไม่เหมือนน้ำในลำธารที่มีน้ำไหลตลอดปีมีโอกาสที่จะสูบหรือตักเอาไปใช้ตลอดเวลา

การไหลของน้ำบาดาลมีลักษณะและทิศทางเหมือนน้ำในแม่น้ำลำธาร คือ ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ มีทะเลเป็นจุดสุดท้าย อัตราการไหลเป็นไปอย่างเชื่องช้า เพราะการไหลผ่านหินซึ่งโดยทั่ว ๆ ไป จะขึ้นอยู่กับว่าไหลผ่านหินที่มีช่องว่างขนาดเล็ก หรือผ่านหินเนื้อพรุน ฉะนั้น การไหลของน้ำ จึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของชั้นหินหลายประการ แต่ที่สำคัญที่สุด ได้แก่ ความพรุน (Porosity) และความซึมได้ (Permeability) ความพรุนเป็นตัวชี้ว่าหินจะเก็บน้ำไว้ได้มากหรือน้อย ส่วนความซึมได้เป็นตัวชี้ว่าชั้นหินจะยอมให้น้ำไหลผ่านไปได้เร็วหรือช้า หินอุ้มน้ำที่มีความพรุนมาก และความซึมได้สูงจะพัฒนาเอาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้มาก โดยสรุป คุณสมบัติของชั้นหินกักเก็บน้ำบาดาล ที่จัดว่าเป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่ดี ต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1.4.1 ช่องว่างในหิน (Pore or Interstices)

ช่องว่างในหินแต่ละชนิดหรือชนิดเดียวกันมีความแตกต่างกันทั้งขนาดรูปร่าง และการวางตัว ช่องว่างอาจจะมีขนาดใหญ่ เช่น ถ้ำหินปูน หรือเล็กจนมองไม่เห็น รูปร่างของช่องว่างโดยทั่ว ๆ ไป ไม่มีความแน่นอนอาจจะขรุขระ หรือราบ กลมมน เป็นเหลี่ยมเป็นมุมขึ้นอยู่กับคุณสมบัติอื่น ๆ ของหินแต่ละชนิด ส่วนมากหินมีช่องว่างติดต่อกันน้ำในช่องว่างอันหนึ่งจึงมีโอกาสไหลไปสู่อีกอันหนึ่งได้ตลอดเวลา ทำให้หินชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นหินอุ้มน้ำที่ดี เช่น กรวด ทราย ส่วนหินบางชนิดเป็นหินอุ้มน้ำที่เลว ได้แก่ หินภูเขาไฟชนิดที่มีโพรงอากาศ ซึ่งโพรงอากาศเหล่านี้ไม่มีความต่อเนื่องกัน

ช่องว่างในหินที่มีอิทธิพลต่อน้ำบาดาลโดยตรง แบ่งออกได้เป็น 2 พวกคือ

1) ช่องว่างที่เกิดขึ้นพร้อมกับการกำเนิดหิน (Original Interstices)

2) ช่องว่างที่เกิดขึ้นภายหลังการกำเนิดหิน (Secondary Interstices)

ช่องว่างที่เกิดขึ้นพร้อมกับการกำเนิดหิน ช่องว่างพวกนี้อาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทซึ่งแบ่งโดยอาศัยการกำเนิดของหิน คือ พวกหินตะกอนและหินอัคนี

ช่องว่างในหินตะกอน เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการทับถมสะสมตัวและการเรียงตัวของตะกอนตลอดจนการสมานตัวของตะกอนภายใต้สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้ลักษณะและขนาดของช่องว่างผิดแผกแตกต่างกัน

ส่วนช่องว่างในหินอัคนี เกิดขึ้นเนื่องจากการตกผลึกและการเย็นตัวของเม็ดแร่ประกอบหิน การตกผลึก และการเย็นตัวของเม็ดแร่ทำให้เกิดช่องว่าง หรือโพรงอากาศในหิน เช่น ในหินบะซอลท์ ช่องว่างเหล่านี้ไม่ต่อเนื่องกัน

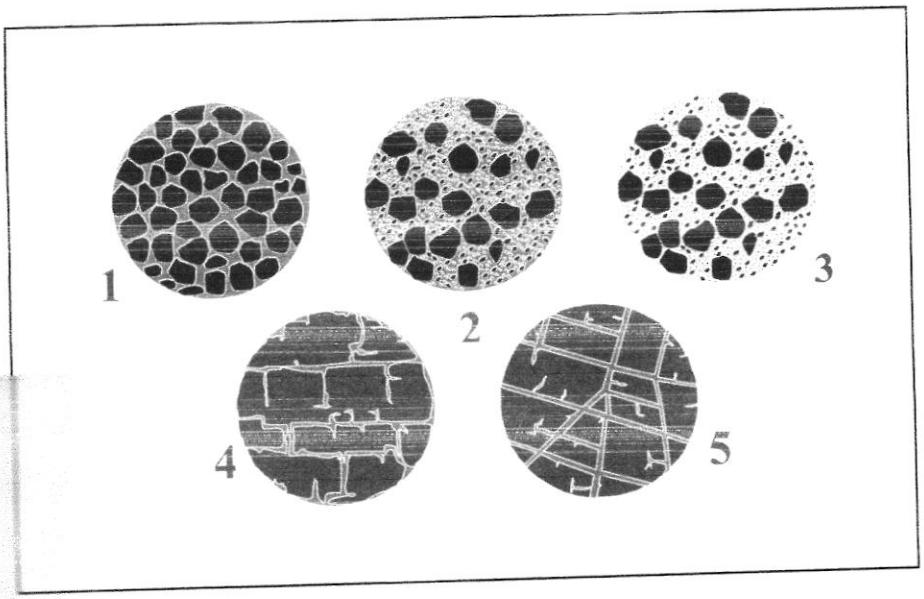
ช่องว่างที่เกิดขึ้นภายหลังการกำเนิดหิน เกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยาที่เป็นไปในทางทำลายหิน ซึ่งเกิดขึ้นมาก่อน ขบวนการนี้ประกอบด้วยแรงกดดันภายในโลกทำให้หินแตกร้าวหรือโค้งงอเกิดเป็นช่องว่างขึ้นในรอยเลื่อน (Fault) รอยแตก (Joint) และรอยร้าว (Fracture) น้ำบาดาลที่เกิดในโครงสร้างพวกนี้จะพบในหินแข็ง ขบวนการทางธรณีวิทยาอีกอย่างหนึ่งคือ การสึกกร่อน และละลายเนื้อหิน ทำให้รอยแตกร้าวเดิมขยายกว้างออกไป เช่น ถ้ำหินปูน

1.4.2 ความพรุน (Porosity)

ความพรุนของหินโดยทั่วไป หมายถึง คุณสมบัติของหินที่มีช่องว่าง ฉะนั้นหินที่มีความพรุนมาก เรียกว่า หินเนื้อพรุน (Porous Rock) ส่วนหินที่มีความพรุนน้อยหรือไม่มีเลย เรียกว่าหินเนื้อแน่น (Massive Rock) แต่โดยทางทฤษฎีความพรุนหมายถึง ส่วนหนึ่งของหิน (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด) ที่เป็นช่องว่างหรือส่วนหนึ่งของหินที่ไม่ได้เป็นเนื้อหิน เช่น ทรายถังหนึ่งมีปริมาตรรวม 0.00164 ลูกบาศก์เมตร แต่ทรายถังนี้มีช่องว่างคิดเป็นปริมาตรเท่ากับ 0.00033 ลูกบาศก์เมตร เรียกว่าทรายถังนี้มีความพรุน 20 เปอร์เซ็นต์ โดยนัยนี้เรากล่าวว่า หินชนิดหนึ่งอิ่มตัวด้วยน้ำได้เมื่อมีน้ำบรรจุอยู่เต็มทุกช่องว่างในหินนั้น ฉะนั้น ความพรุนของหินที่อิ่มตัวด้วยน้ำก็หมายถึงส่วนหนึ่งของหิน (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด) ที่มีน้ำบรรจุอยู่เต็ม ความพรุนของหินตะกอน (รวมทั้งชั้นกรวดทรายและหินร่วนอื่นๆ) จะมีมากเมื่อ

1. เม็ดตะกอนประกอบหินมีรูปร่างกลมมน และเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ
2. ตะกอนเม็ดใหญ่คลุกเคล้ากันอย่างดี และแยกตัวออกจากตะกอนเม็ดเล็ก
3. ไม่มีน้ำประสานไปสมานเม็ดตะกอนจนเหนียวแน่นและต่อเนื่องเป็นเนื้อเดียวกัน
4. หินมีโพรงเนื่องจากหินถูกชะล้างละลายออกไปมาก
5. มีรอยแตกมากมายทุกทิศทาง

ด้วยเหตุนี้กรวดทรายที่เรียงตัวคลุกเคล้ากันอย่างไม่มีระเบียบ เม็ดเล็กเข้าไปอุดอยู่ระหว่างเม็ดใหญ่ เม็ดเล็กลงไปอีกเข้าไปอุดอยู่ในระหว่างเม็ดใหญ่กว่าเรื่อย ๆ ลงไปตามลำดับ ความพรุนก็จะลดน้อยลง ดังเช่น หินกรวดมน (Conglomerate) หรือแหล่งสะสมในหุบเขา (Fill Deposits) ซึ่งประกอบด้วยเม็ดแร่ต่างชนิด ต่างขนาดถูกชะล้างพัดพามาทับถมกัน



รูปที่ 3 การกักเก็บน้ำในช่องว่างของเนื้อหิน

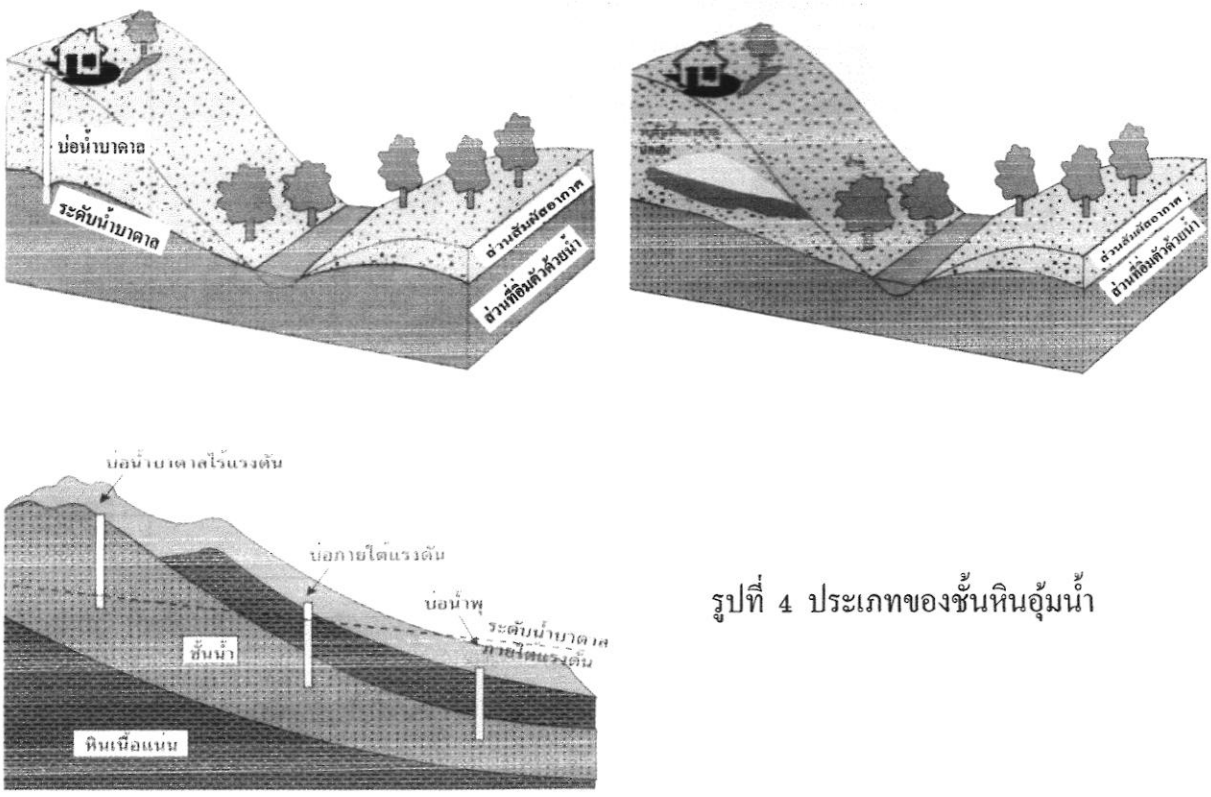
1. การเรียงตัวและคัดขนาดดี
2. การเรียงตัวไม่ดีและคัดขนาดไม่ดี
3. การเรียงตัวไม่ดีและมีดินเหนียวแทรก
4. รอยต่อในชั้นหิน
5. รอยแตกในชั้นหิน

1.5 ประเภทของชั้นหินอุ้มน้ำบาดาล สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1.5.1 ชั้นหินอุ้มน้ำไร้แรงดัน (Unconfined Aquifer) หมายถึงชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ไม่ได้อยู่ภายใต้ความกดดัน และมีระดับน้ำบาดาลอยู่ตอนบนของส่วนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ระดับน้ำบาดาลจะมีความลาดชันไม่แน่นอน อาจจะสูงขึ้นหรือต่ำลงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ถูกเก็บจะอยู่ในส่วนที่อิ่มตัวด้วยการไหลของน้ำบาดาลจะไหลไปตามความลาดชัน หรือเอียงเทของระดับน้ำบาดาล โดยทั่วไปจะสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ กล่าวคือจะไหลไปตามความดันน้ำและแรงดึงดูดของโลกในพื้นที่ที่ต่ำกว่า (รูปที่ 4)

1.5.2 ชั้นหินอุ้มน้ำมีแรงดัน (Confined Aquifer) หมายถึงชั้นหินอุ้มน้ำที่อยู่ภายใต้แรงดันหรือกักขัง ซึ่งเกิดจากชั้นหินเนื้อแน่นวางปิดทับอยู่ทั้งข้างบนและข้างล่างซึ่งจากผลของแรงกดดันจากชั้นหินที่ปิดทับขนาดนี้จะทำให้น้ำบาดาลและชั้นหินอุ้มน้ำอยู่ภายใต้ความกดดันมากกว่าหนึ่งบรรยากาศ ระดับน้ำที่ปรากฏในบ่อที่เจาะผ่านชั้นหินอุ้มน้ำภายใต้แรงดันนี้ จะมีระดับสูงกว่าส่วนที่อิ่มตัวด้วยน้ำของชั้นหินอุ้มน้ำอิสระเสมอ แนวหรือระดับสมมุติ ที่แสดงความกดดันที่เท่ากันนี้เรียกว่า ระดับความกดดัน (Piezometric surface)

1.5.3 ชั้นหินอุ้มน้ำปลอม (Perch Aquifer) หมายถึง ชั้นดินเหนียวหรือดินดานวางตัวโค้งงอเป็นแอ่งกักเก็บน้ำอยู่ตอนใดตอนหนึ่ง ในส่วนที่สัมผัสอากาศเหนือส่วนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ บางส่วนจะถูกกักเก็บอยู่ในแอ่งนี้เหมือนน้ำบาดาลทั่วไป แต่เมื่อสูบน้ำมากๆ นานๆ เข้าน้ำก็จะหมด



รูปที่ 4 ประเภทของชั้นหินอุ้มน้ำ

1.6 แผนที่น้ำบาดาล

1.6.1 รายละเอียดของแผนที่

แผนที่น้ำบาดาลเป็นแผนที่ที่แสดงถึงปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล ที่มีความเกี่ยวพันกับชั้นหินอุ้มน้ำ รายละเอียดต่าง ๆ ที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพแหล่งน้ำ

ข้อมูลที่รวบรวมไว้ในแผนที่ สามารถแยกออกได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

1) ข้อมูลผิวดิน

ได้แก่ ตำแหน่งของหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ตลอดจนขอบเขตของจังหวัด ถนนสายหลักและแม่น้ำสายใหญ่ ทะเลสาบ สระน้ำขนาดใหญ่ เขื่อน และอ่างเก็บน้ำ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ ได้จากแผนที่ภูมิประเทศของแผนที่ทหาร ซึ่งใช้เป็นแผนที่หลักในการทำ รวมทั้งข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐ และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยสัญลักษณ์ใช้แทนข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ จะอธิบายไว้ในส่วนของคำอธิบายของแผนที่

2) ชั้นหินที่ให้น้ำ

ชั้นหินที่สำคัญที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล จะใช้สัญลักษณ์ของหินที่เป็นลายเส้นแสดงไว้บนแผนที่ และรายละเอียดการเกิดของน้ำบาดาลของหินแต่ละชนิด จะมีบอกไว้ในส่วนคำบรรยายของแผนที่ ข้อมูลเหล่านี้ ได้จากข้อมูลการเจาะบ่อน้ำบาดาลของหน่วยงานราชการทุกหน่วยที่เกี่ยวข้อง หน่วยงานเอกชน และแผนที่อุทกธรณีวิทยามาตราส่วนขนาดเล็กที่มีผู้จัดทำไว้แล้วด้วย

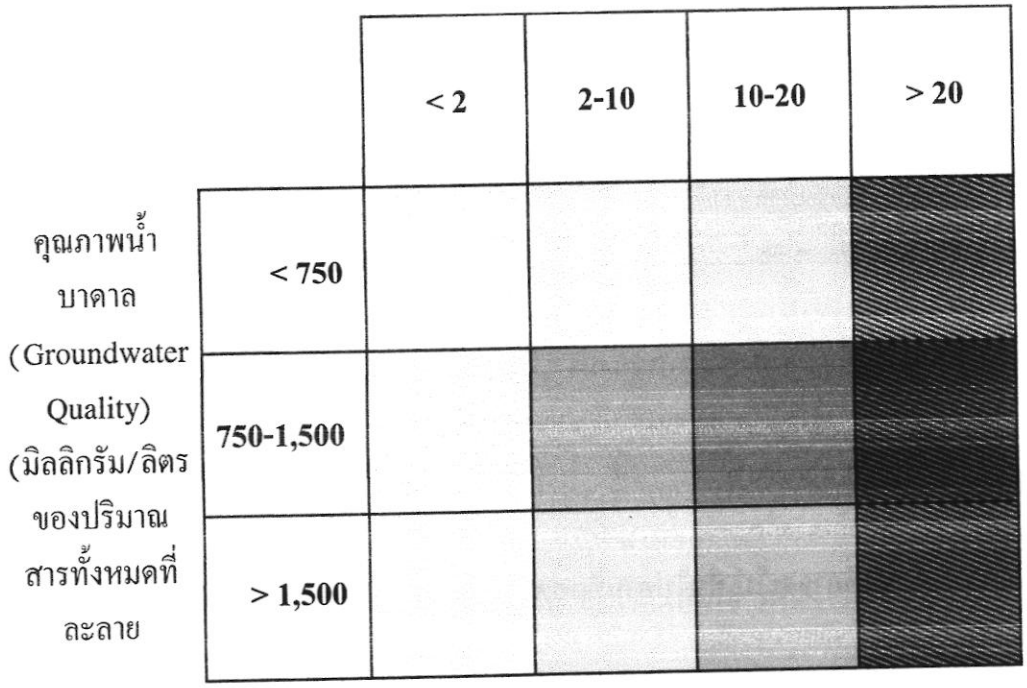
3) คุณภาพและปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้

คุณภาพและปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ จะใช้ความเข้มของสีต่าง ๆ ที่อยู่ในตารางดัชนีแสดงถึงน้ำบาดาลที่หาได้และสามารถอธิบายได้คือ หากสีต่างกัน คุณภาพน้ำจะไม่เหมือนกันและความเข้มของสีจะแสดงถึงปริมาณน้ำที่ต่างกัน ดังนี้

ดัชนีแสดงถึงน้ำบาดาลที่หาได้

ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะพัฒนาได้ (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

Expected Well Yield (m^3/hr)



ข้อมูลเหล่านี้ ได้จากข้อมูลการเจาะบ่อบาดาลของหน่วยงานราชการทุกหน่วยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งหน่วยงานเอกชน รวมถึงการเก็บตัวอย่างจากบ่อน้ำบาดาลที่อยู่ในพื้นที่จัดทำแผนที่นำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำอีกครั้ง เพื่อความแน่นอนของข้อมูลที่อาจคลาดเคลื่อนหรือเปลี่ยนแปลงไป

4) สภาพน้ำบาดาลเฉพาะแห่ง

รายละเอียดสภาพน้ำบาดาลแต่ละพื้นที่ (อาจเป็นหมู่บ้าน หรือตำบล หรืออำเภอ) จะบอกถึงความลึก ชั้นน้ำ ชนิดของหินให้น้ำ และค่าเฉลี่ยของระดับน้ำปกติ ข้อมูลทั้งหมดจะใส่ไว้ในตารางคำบรรยายของแผนที่ ระดับน้ำบาดาลที่ใส่ไว้จะเป็นค่าเฉลี่ยของระดับน้ำของแต่ละพื้นที่ในช่วงที่เก็บข้อมูลทำแผนที่ ไม่ถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยทั้งปี

5) โครงสร้างทางธรณีวิทยา

ปริมาณและการไหลของน้ำบาดาล จะมีผลจากโครงสร้างทางธรณีวิทยาเป็นตัวกำหนด น้ำบาดาลจะพบในบริเวณที่เป็นรอยแตก หรือรอยแยกในชั้นหิน ด้วยเหตุนี้ แนวที่เป็นเส้นตรงหรือบริเวณที่เป็นหินโค้งรูปประทุนคว่ำ หินโค้งรูปประทุนหงาย จะเป็นพื้นที่ที่จะพบรอยแตกของหินมากกว่าบริเวณอื่น ซึ่งสามารถกักเก็บน้ำบาดาลได้มากด้วย ข้อมูลโครงสร้างทางธรณีวิทยาได้มาจากการสำรวจภาคสนามประกอบกับการศึกษาสภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ การแปลข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ และจากแผนที่ธรณีวิทยาที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว

6) มาตราส่วนของแผนที่

โดยมากแผนที่อุทกธรณีวิทยาระดับจังหวัดที่ทำกันอยู่ มีมาตราส่วน 1 : 100,000 หมายความว่า 1 เซนติเมตร บนแผนที่ เท่ากับ 1 กิโลเมตร หรือ 1,000 เมตร บนพื้นที่จริงในสนาม และมาตราส่วนขนาดนี้ สามารถบอกรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับสภาพน้ำบาดาลโดยทั่ว ๆ ไปได้อย่างพอเพียง และอีกเหตุผลหนึ่งคือในการจัดทำแผนที่ดังกล่าว เราใช้แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 เป็นพื้นฐานในการจัดทำ ซึ่งจะง่ายในการถ่ายทอดข้อมูล

7) แผนที่แสดงถึงการวางตัวของหินชั้นต่าง ๆ ที่ให้น้ำ ตามแนวที่กำหนดหรือแผนที่แสดงภาพตัดขวางของชั้นหิน

8) แผนที่แสดงปริมาณคลอไรด์ ปริมาณเหล็ก ปริมาณความกระด้าง

เป็นแผนที่ที่แสดงถึงคุณภาพของน้ำ ที่แบ่งเป็นคุณสมบัติแต่ละชนิด ในด้านคลอไรด์ เหล็ก ความกระด้าง ซึ่งจะทำให้เห็นขอบเขตและปริมาณของแต่ละชนิดได้ง่ายและชัดเจนขึ้น

1.6.2 ข้อจำกัดของแผนที่

ผู้จัดทำและผู้ใช้แผนที่ควรจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับข้อจำกัดของการทำ และการใช้แผนที่สภาพน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่อาจจะไม่เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแผนที่ ฉะนั้นการใช้แผนที่จึงต้องคำนึงถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1) จำนวนของข้อมูลที่ได้และความเชื่อถือได้ของข้อมูล

ในบางบริเวณอาจมีข้อมูลบ่อบาดาลน้อย ข้อมูลที่ได้อาจจะไม่เพียงพอ ข้อมูลจากบางแหล่งอาจไม่น่าเชื่อถือ

2) การเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา

สภาพน้ำบาดาลในหินต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ในแต่ละพื้นที่จะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านชนิดของหินให้น้ำ คุณภาพน้ำ และปริมาณน้ำ แม้ว่าระยะทางในพื้นที่ในสนามจะไม่มากก็ตาม เช่น ในบางพื้นที่ระยะแค่ 10 – 15 เมตร ก็มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว มาตราส่วนที่แสดงบนแผนที่ระยะ 1 มิลลิเมตร จะเท่ากับระยะ 100 เมตร ในสนาม ดังนั้นค่าต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแผนที่ ณ จุดใดจุดหนึ่งจะเป็นค่าประมาณที่ใกล้เคียงมากที่สุดของจุดนั้น

3) ขอบเขตของสภาพแหล่งน้ำบาดาล

ขอบเขตของสภาพน้ำบาดาลที่แตกต่างกันไปในแต่ละแห่ง ขึ้นอยู่กับการแปลความหมายของข้อมูลในขณะที่มีการทำแผนที่ ซึ่งบางครั้งจะไม่สามารถบอกรายละเอียดได้ในทุก ๆ จุด

4) บริเวณที่จะพบน้ำบาดาล

น้ำบาดาลสามารถเกิดได้ในหินชนิดต่าง ๆ ได้หลายแบบด้วยกัน เช่น น้ำบาดาลจะเกิดในบริเวณที่เป็นรอยต่อของชั้นหิน แนวเลื่อน และรอยแตกในหินแข็ง ลักษณะอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งอยู่ใต้พื้นดิน บางครั้งเราไม่อาจแสดงไว้ในแผนที่ได้

การแปลค่าข้อมูลต่าง ๆ ตลอดจนการศึกษาถึงลักษณะของชั้นหินที่ได้จากการเจาะบ่อบาดาล หรือจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ จะสามารถบ่งบอกถึงบริเวณที่มีรอยแตกหรือแนวเส้นตรง แนวหินโค้งรูปประทุนคว่ำ และแนวหินโค้งรูปประทุนหงายในชั้นหินได้ ซึ่งในแผนที่จะแสดงด้วยแนวของเส้นตรงหนาสีดำ

5) การแสดงภาพของแผนที่ในสองมิติ

ข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแผนที่จะอยู่ในรูปของพื้นที่ หรือขอบเขตของบริเวณที่มีสภาพน้ำบาดาลแตกต่างกันออกไป ซึ่งในที่นี้จะแสดงไว้ใน 2 ทิศทาง คือ ความกว้างและความยาว ส่วนความลึกและการไหลของน้ำบาดาลในปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานใดเสนอไว้ในแผนที่ได้ มีเพียงอธิบายไว้ในตารางเท่านั้น ซึ่งต่อไปอาจมีรูปแบบใหม่ที่อาจจะเสนอไว้ในแผนที่ได้ในอนาคต

1.6.3 สรุป

แผนที่น้ำบาดาล เป็นแผนที่ที่รวบรวมข้อมูลด้านธรณีวิทยา และด้านอุทกวิทยาไว้อย่างเป็นระบบ จัดเป็นหมวดหมู่และแปลค่า แล้วนำมาแสดงไว้ในแผนที่ สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ชัดเจน และรวดเร็ว สะดวกต่อการใช้งานซึ่งเป็นประโยชน์เบื้องต้นในการตัดสินใจ หรือวางแผนในการพัฒนาแหล่งน้ำใต้ดินในระดับต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

หมายเหตุ** แผนที่น้ำบาดาลรายจังหวัดแสดงในภาคผนวก

1.7 การสำรวจแหล่งน้ำบาดาล

ก่อนที่จะทำการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลหรือเจาะบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ใด ๆ สิ่งสำคัญอันดับแรกคือการตรวจสอบข้อมูลน้ำบาดาลบริเวณนั้นว่ามีศักยภาพเพียงใด มีชั้นน้ำบาดาลหรือไม่ อยู่ลึกเท่าใด และชั้นให้น้ำนั้นเป็นชั้นหินชนิดใด น้ำมีคุณภาพน้ำเป็นอย่างไร เพื่อที่จะประเมินว่าแหล่งน้ำบาดาลที่มีอยู่สามารถเอาไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ และจะคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจหรือไม่ จะต้องวางแผนการเจาะอย่างไร ต้องมีการบำบัดน้ำก่อนจะนำมาใช้หรือไม่ วิธีการสำรวจสภาพแหล่งน้ำบาดาลทั่ว ๆ ไปมี 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น การสำรวจข้อมูลอุทกธรณีวิทยาในสนาม และการสำรวจธรณีฟิสิกส์

1.7.1 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับธรณีวิทยาของพื้นที่ ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่อุทกธรณีวิทยา ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม ลักษณะลำน้ำ น้ำพุ บ่อน้ำบาดาล ประกอบด้วยที่ตั้ง ความลึกของชั้นน้ำ ระดับน้ำบาดาล ปริมาณน้ำบาดาล คุณภาพของน้ำบาดาล ข้อมูลหลุมเจาะ และข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่

1) ธรณีวิทยา (Geology) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับชั้นหิน ชนิดหิน การวางตัว โครงสร้าง แหล่งทรัพยากรต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะได้จากแผนที่ธรณีวิทยา แผนที่แหล่งแร่ ข้อมูลหลุมเจาะและอื่น ๆ

2) ลักษณะภูมิสัณฐานวิทยา (Geomorphology) เป็นลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางน้ำและภูเขา เป็นต้น ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่ธรณีสัณฐาน

3) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geography) ประกอบด้วยสถานที่ตั้ง ขอบเขต และการเดินทางเข้าสู่พื้นที่ ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ รวมทั้งข้อมูลภูมิอากาศเกี่ยวกับ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นและอุณหภูมิ หาได้จากสถานีตรวจอากาศในพื้นที่สำรวจ

4) ทรัพยากรน้ำผิวดิน (Water Resources) ได้แก่ ปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำ และปริมาณน้ำไหลบ่า และอัตราการไหลของแม่น้ำในพื้นที่ที่เวลาต่าง ๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ข้อมูลเหล่านี้ได้จากสถานีตรวจระดับน้ำ

5) ทรัพยากรน้ำบาดาล (Groundwater Resources) ข้อมูลประกอบด้วย ชนิดชั้นหินอุ้มน้ำ ลักษณะหินอุ้มน้ำ ความลึกและความหนาของชั้นน้ำ ระดับน้ำบาดาล ปริมาณน้ำบาดาล คุณภาพน้ำบาดาล ขอบเขตของแหล่งน้ำบาดาล ข้อมูลการใช้น้ำบาดาล ข้อมูลหลุมเจาะเกี่ยวกับธรณีวิทยา ลักษณะบ่อน้ำบาดาล และเครื่องสูบน้ำบาดาล เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้อาจหาได้จากแผนที่อุทกธรณีวิทยา แผนที่ธรณีวิทยา รายงานการเจาะบ่อน้ำบาดาล รายงานการใช้น้ำบาดาล รายงานการวิจัยอื่น ๆ และข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่อยู่บริเวณใกล้เคียง

6) ข้อมูลอื่น ๆ เช่น ข้อมูลการใช้น้ำ ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น การกำจัดของเสีย และน้ำเสีย ทั้งปริมาณและวิธีการ เป็นต้น

1.7.2 การสำรวจข้อมูลอุทกธรณีวิทยาในสนาม (Hydrogeology Investigation)

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ที่จะพัฒนาน้ำบาดาล ตรวจสอบควบคู่ไปกับข้อมูลเบื้องต้นที่ได้รวบรวมไว้ เช่น ตำแหน่งที่ตั้งบ่อบาดาล ลักษณะหินและโครงสร้างทางธรณีวิทยา เป็นต้น ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยาจะให้ภาพคร่าว ๆ เกี่ยวกับลักษณะชั้นหิน หรือชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer) ชั้นทึบน้ำ (Aquiclude) ขอบเขตของชั้นน้ำบาดาล พื้นที่รับน้ำบาดาล (Recharge Area) ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับน้ำบาดาลในพื้นที่ที่จะเจาะบ่อน้ำบาดาล นับตั้งแต่ความลึกของบ่อ ความลึกระดับน้ำบาดาล เครื่องสูบน้ำ ปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ ตลอดจนระบบไฟฟ้าที่ใช้ในบริเวณนั้น สามารถจะให้ภาพที่ดีเกี่ยวกับน้ำบาดาลจากแหล่งดังกล่าวทั้งด้านการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ การขุดเจาะและออกแบบบ่อน้ำบาดาล และเครื่องสูบน้ำ

1.7.3 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ (Geophysics Investigation)

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ เป็นการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ วัดคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกโลก เพื่อค้นหาลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา ชนิดของหินหรือแร่ธาตุ โดยการใช้เครื่องมือตรวจวัดความแตกต่าง หรือค่าผิดวิสัย (Anomaly) เป็นหลัก เช่น วัดความหนาแน่น (Density) ความเป็นสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic) คุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity) ความยืดหยุ่น (Seismic) และการปล่อยรังสี (Radio active) เป็นต้น

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ที่นิยมใช้กับการสำรวจน้ำบาดาล แบ่งง่าย ๆ 2 แบบ คือ

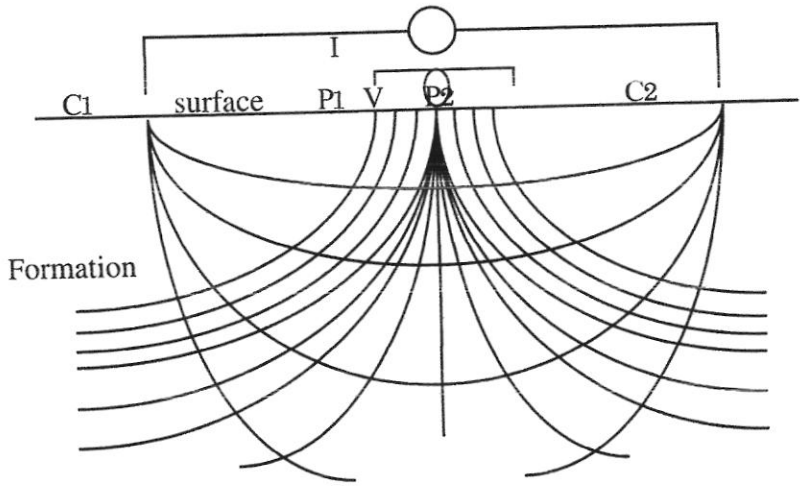
1) การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน (Surface Geophysics Investigation) ที่นิยมใช้มากที่สุด คือ การสำรวจความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Electrical resistivity method) ซึ่งความต้านทานไฟฟ้าของหินเป็นตัวจำกัดปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จะไหลผ่านชั้นหินนั้น ๆ ในทางปฏิบัติกระแสไฟฟ้าจะถูกส่งลงสู่ดินผ่านขั้วไฟฟ้าสองขั้ว ซึ่งมีผลทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างขั้วศักย์ไฟฟ้าอีก 2 ขั้ว ซึ่งอยู่แนวเส้นตรงเดียวกัน เราสามารถทราบค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะของชั้นดิน หินได้ โดยการคำนวณจากค่ากระแสไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ ณ จุดความลึกใด ๆ ในแนวดิ่งของตำแหน่งที่สำรวจ ความต้านทานไฟฟ้าของหินแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดของแร่ที่ประกอบขึ้นเป็นหิน ความหนาแน่นของเนื้อหิน ช่องว่างและขนาดรูปร่างของช่องว่าง สิ่งที่แทรกในช่องว่าง ปริมาณความชื้นของหิน คุณภาพของน้ำที่แทรกอยู่ในเนื้อหิน และอุณหภูมิ โดยทั่วไปชั้นหินแข็งจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าสูง หินร่วนที่มีขนาดตะกอนใหญ่กว่าจะมีความต้านทานไฟฟ้าสูงกว่าชนิดที่มีเม็ดตะกอนเล็กกว่า แต่ปริมาณน้ำที่แทรกและคุณสมบัติทางไฟฟ้าของน้ำ จะเป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะทำให้ความต้านทานไฟฟ้าของหินเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น การสำรวจหาแหล่งน้ำบาดาลวิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยความรู้จากวิชาการด้านธรณีวิทยา อุทกวิทยาและธรณีฟิสิกส์ประกอบกัน ทั้งนี้เพราะน้ำบาดาลมีความสัมพันธ์กับสภาพธรณีวิทยาและอุทกวิทยาอย่างใกล้ชิด การทราบคุณลักษณะสภาวะแวดล้อมทางธรณีวิทยา โครงสร้างของชั้นหิน ลักษณะคุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำ หรือชั้นให้น้ำ (Aquifer) จะทำให้เรา สามารถพิจารณาหาแหล่งน้ำบาดาลที่ดีที่สุดได้

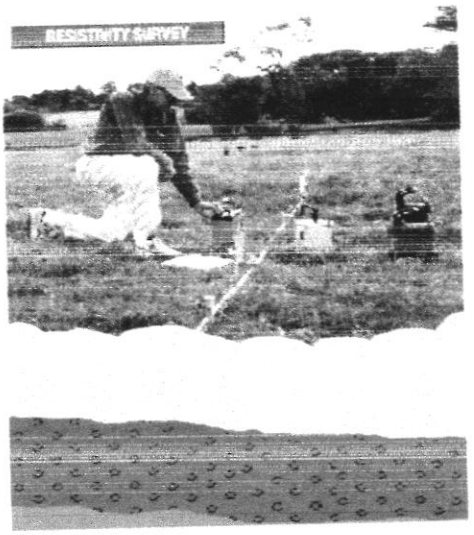
ปัจจัยต่าง ๆ ที่ควบคุมค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Factors Controlling Resistivity)

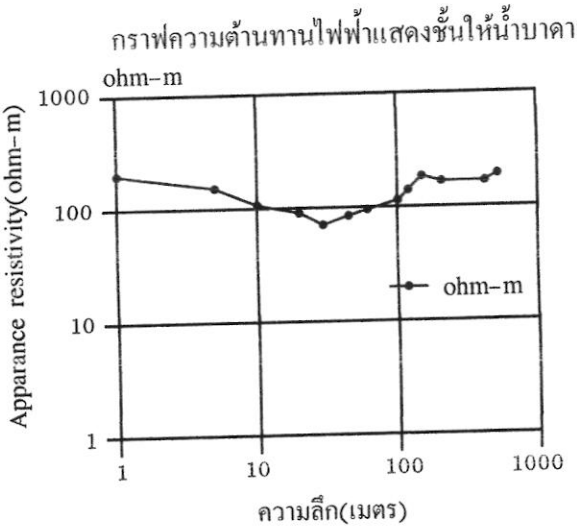
1. สัดส่วนของน้ำหรือของเหลวในเนื้อวัตถุ (ในรูพรุน หรือในรอยแตก)
2. ความเค็มหรือปริมาณเกลือที่มีอยู่ในน้ำหรือของเหลว (ปริมาณอิออนที่ละลายอยู่ในน้ำ)
3. ความต่อเนื่องของรูพรุน (สามารถให้น้ำหรือของเหลวซึมผ่านได้)
4. อุณหภูมิ

สรุปในสภาพทั่วไปได้ดังนี้

1. วัสดุที่ไม่มีรูพรุน จะแสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะสูง เช่น หินปูนเนื้อแน่น ไม่มีรอยแตก หินแปรและหินอัคนีส่วนใหญ่ เป็นต้น
2. วัสดุที่มีรูพรุนแต่ไม่มีน้ำในรูพรุน ก็จะแสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะสูง เช่น ทราย กรวด หรือดินที่แห้ง
3. วัสดุพรุน มีน้ำในรูพรุนแต่ไม่มีสารละลายเกลืออยู่ ก็จะแสดงค่าความต้านทานจำเพาะปานกลาง จนถึงสูง เช่น ทรายหรือกรวดสะอาดที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (จืด)
4. วัดสุอื่นที่นอกเหนือจากลักษณะตามข้อ 1, 2, 3 ข้างต้น จะแสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะปานกลางจนถึงต่ำ โดยเฉพาะ ถ้าหากมีส่วนประกอบของดินเหนียว หรือแร่ดินเหนียวอยู่ด้วย เช่น หินผุ ดินเหนียว ดินตะกอนที่มีส่วนประกอบเป็นดินเหนียว หรือมีสารละลายเกลือในวัสดพรุน







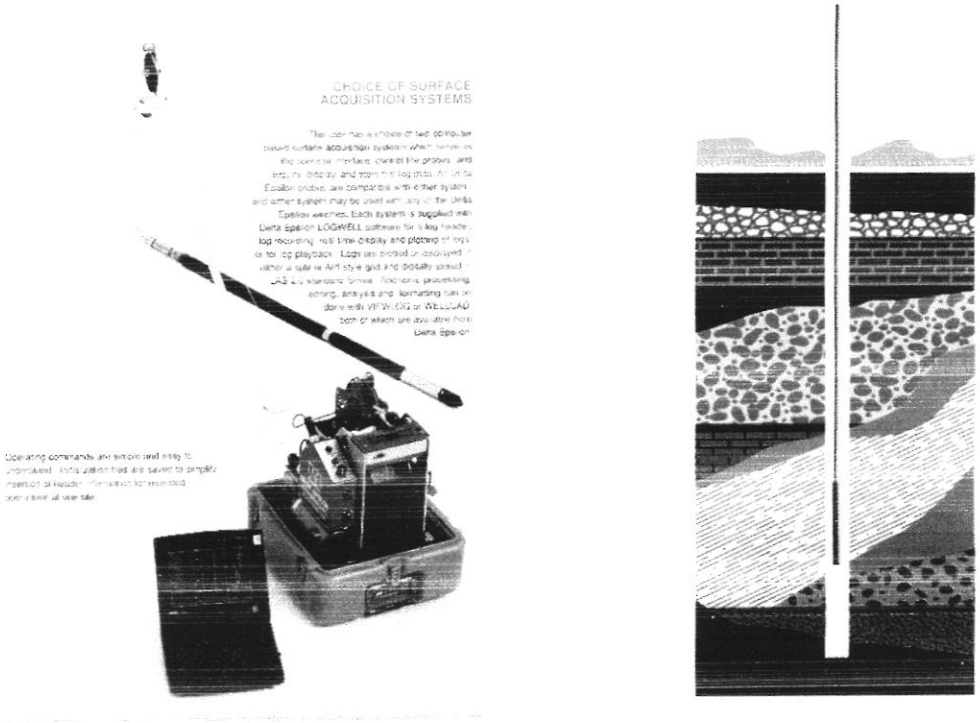
รูปที่ 5 การสำรวจโดยวิธีการ VERTICAL DEPTH SOUNDING

2) การสำรวจธรณีฟิสิกส์ใต้ผิวดิน (Subsurface Geophysics Investigation) เป็นวิธีการสำรวจโดยการหย่อนอุปกรณ์สำหรับวัดค่าทางฟิสิกส์ลงไปในหลุมเจาะ เพื่อหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินและชั้นหิน คุณภาพน้ำ ปริมาณน้ำ ความลึกและความหนาของชั้นน้ำ หรือโครงสร้างทางกายภาพของหลุมเจาะ การหยั่งธรณีฟิสิกส์ใต้ผิวดินอาจประกอบด้วยเทคนิคมากมายหลายวิธี ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลต่อเนื่องจากผิวดินถึงก้นหลุมเจาะ สามารถหาความสัมพันธ์หรือเปรียบเทียบกับ ตัวอย่างที่เก็บจากหลุมเจาะนั้น ข้อมูลสามารถแสดงออกเป็นกราฟในจอคอมพิวเตอร์หรือเก็บบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้แล้วนำไปแปลความหมายของกราฟต่อไป ซึ่งการสำรวจธรณีฟิสิกส์ใต้ผิวดินที่นิยมใช้กับการสำรวจชั้นน้ำบาดาล คือ การหยั่งความต้านทานไฟฟ้าหลุมเจาะ (Borehole resistivity log) ขั้วกระแสไฟฟ้าและขั้วต่างศักย์ไฟฟ้าสามารถหย่อนลงในหลุมเจาะที่ยังไม่ได้ลงท่อกรุบ่อหรือท่อกันพัง เพื่อวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัตถุที่อยู่รอบ ๆ หลุมเจาะ ซึ่งวิธีนี้เรียกว่า การหยั่งความต้านทานไฟฟ้าหลุมเจาะ (Resistivity log) ซึ่งการหยั่งดังกล่าวค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จะเป็นผลเนื่องจากลักษณะของเหลวภายในหลุมเจาะ ลักษณะชั้นหินและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลุมเจาะ บางครั้งเรียกว่า Electric Log ถ้ารวมการหยั่งความต้านทานไฟฟ้ากับ spontaneous potential log พร้อมกันด้วยหัววัด (Probe) อันเดียวกัน

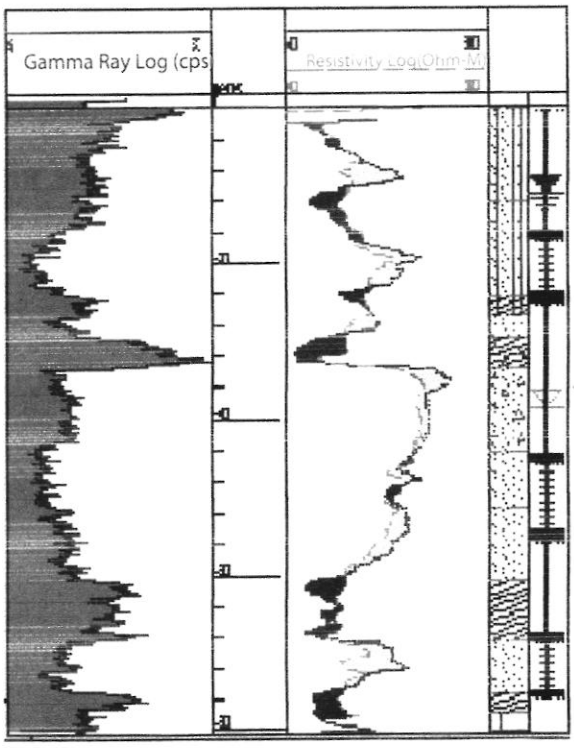
การหยั่งความต้านทานไฟฟ้าหลุมเจาะจะช่วยให้การออกแบบบ่อน้ำบาดาลมีประสิทธิภาพ ให้ข้อมูลที่ดีเกี่ยวกับลักษณะชั้นหิน และความหนาของชั้นหินต่าง ๆ นอกจากนี้ยังบอกถึงคุณภาพน้ำจากค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏรอบ ๆ บ่อเจาะทำให้สามารถติดตั้งท่อกรองหรือท่อเซาะร่องได้ตรงกับชั้นน้ำ และทำการซีลบ่อด้วยดินเหนียวหรือซีเมนต์ เพื่อปิดกั้นชั้นน้ำที่ไม่ต้องการ (ชั้นน้ำเค็ม น้ำกร่อย) ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

การหยั่งศักย์ไฟฟ้า (Spontaneous Potential) ศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติ (Natural Potential) ของชั้นหินหรือชั้นดินเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางฟิสิกส์ของสสารต่างกันสองชนิดที่สัมผัสกัน เช่น การเกิดศักย์ไฟฟ้าระหว่างแนวสัมผัสของชั้นดินเหนียวและชั้นทราย หรือระหว่างชั้นทรายกับชั้นหินอัคนี เป็นต้น สำหรับในหลุมเจาะศักย์ไฟฟ้าจะเกิดระหว่างชั้นหินกับน้ำโคลนที่ใช้ในการเจาะ และระหว่างน้ำโคลนกับโคลนที่ฉาบผนังบ่อ (Mud Cake)

เมื่อเอาขั้วไฟฟ้าหย่อนลึกลงไปในหลุมเจาะหรือดึงขั้วไฟฟ้าขึ้นจากก้นหลุมเจาะ ศักย์ไฟฟ้าที่แปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของชั้นหินที่ขั้วไฟฟ้าเคลื่อนผ่านจะแสดงผลบนจอภาพของเครื่องมือหรือถูกเขียนเป็นเส้นกราฟลงบนกระดาษ ค่าความต่างศักย์มีค่าตั้งแต่ศูนย์จนถึงหลายร้อยมิลลิโวลท์ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างค่าความเค็มของน้ำโคลนที่ใช้ในการเจาะกับน้ำในชั้นหิน



รูปที่ 6 เครื่องมือหยั่งธรณีหลุมเจาะและวิธีการสำรวจ



รูปที่ 7 ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการสำรวจด้วยเครื่องหยั่งธรณีหลุมเจาะ

1.8 การอนุรักษ์ ฟื้นฟู และบำรุงรักษาแหล่งน้ำบาดาล

1.8.1 ผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล

การพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากเกินปริมาณน้ำที่จะสามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ รวมทั้งการพัฒนาน้ำขึ้นมาใช้ไม่ถูกหลักวิชาการ จะทำให้เกิดการสูญเสียดุลยภาพตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ และก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และชุมชนโดยรวม ก่อให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) การทรุดตัวของแผ่นดิน

แผ่นดินทรุด เป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นจากวิกฤตการณ์น้ำบาดาลกรณีหนึ่ง ที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม และภาวะทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากเกินไปเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการทรุดตัวของแผ่นดิน ลักษณะการทรุดตัวของพื้นที่ที่เกิดจากการสูบน้ำบาดาลจะเป็นรูปกระทะหรือเป็นแอ่งขนาดใหญ่โดยมีการทรุดตัวมากที่สุดในบริเวณศูนย์กลางที่มีการใช้น้ำบาดาลมากเกินไป และมีอัตราการลดลงของระดับน้ำสูงสุด การทรุดตัวจะแผ่ขยายออกไปกว้างแต่ภายในพื้นที่ไม่อาจสังเกตเห็น เพราะแต่ละจุดจะทรุดตัวลงไปเกือบเท่า ๆ กัน

การทรุดตัวของแผ่นดินเนื่องจากการสูบน้ำบาดาลมากเกินไปในหลายแห่ง เช่นกรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑล มีสิ่งหนึ่งที่เหมือนกันคือ เกิดขึ้นในบริเวณที่มีการสะสมตัวของหินร่วนเป็นชั้นหนา ๆ โดยมีชั้นกรวดทรายวางตัวสลับชั้นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย

วิธีการป้องกันปัญหา การทรุดตัวของแผ่นดิน โดยการเพิ่มปริมาณน้ำเข้าสู่แหล่งเก็บน้ำและการควบคุมการใช้น้ำ

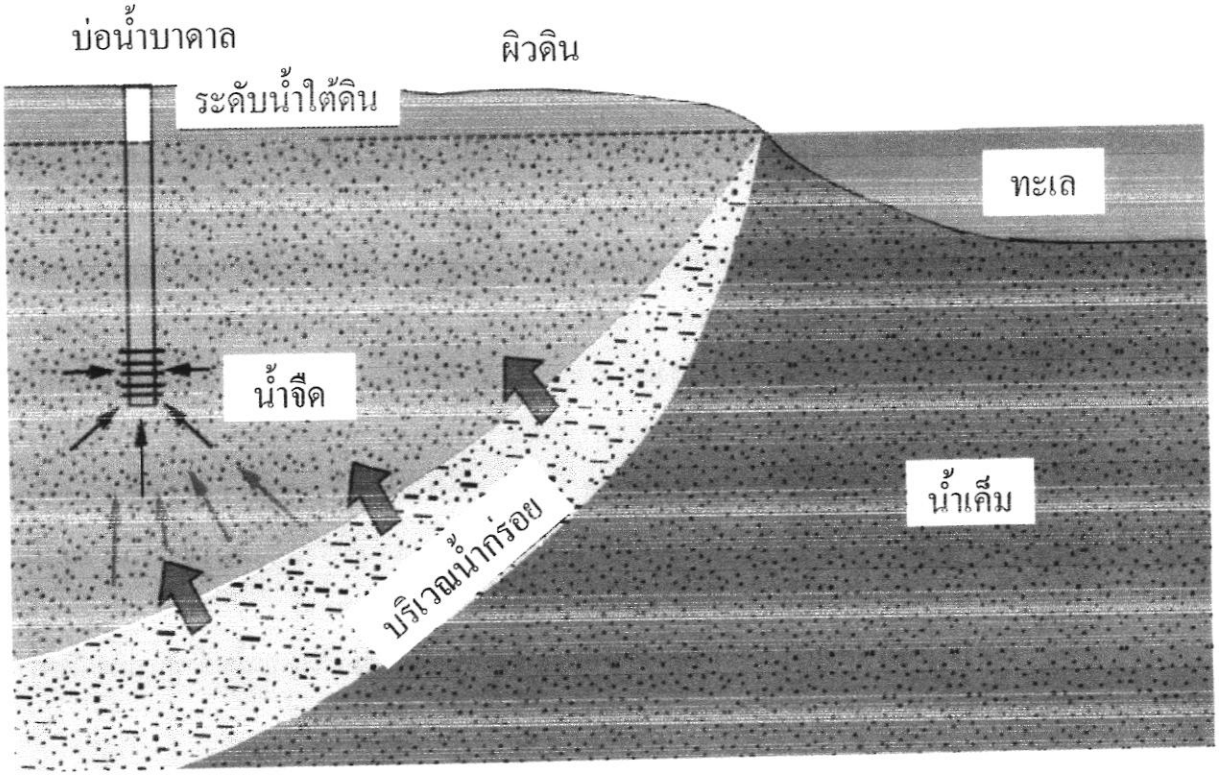
2) การไหลของน้ำเค็มเข้าสู่แหล่งน้ำจืด

การไหลของน้ำเค็มเข้าสู่แหล่งน้ำจืด เกิดขึ้นเมื่อมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ทำให้ความดันน้ำในชั้นน้ำบาดาลลดลง น้ำเค็มในชั้นน้ำเดียวกันจากบริเวณที่ยังมีแรงดันสูงกว่า จะไหลเข้าสู่แหล่งน้ำจืด

ผลกระทบที่เกิดจากการที่น้ำเค็มไหลเข้าสู่แหล่งน้ำจืดก็คือ ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลง โดยปริมาณความเข้มข้นของสารละลายทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น ปริมาณสารต่าง ๆ เช่น คลอไรด์ ซัลเฟต โซเดียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ปริมาณคลอไรด์ในน้ำบาดาลจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าได้มีการไหลของน้ำเค็มเข้าสู่แหล่งน้ำจืด ต้นกำเนิดของน้ำเค็มมาจากหลายทาง คือ

1. เกิดจากน้ำทะเลไหลเข้าไปในชั้นน้ำจืดหรือแม่น้ำ
2. น้ำทะเลซึ่งเข้าไปกักเก็บอยู่ในชั้นกรวดทรายพร้อมกับการเกิดการทับถมของชั้นกรวดทราย
3. เกลือจาก Salt dome หรือชั้นเกลือบาง ๆ ที่แทรกอยู่ในชั้นดิน
4. น้ำเค็มซึ่งเกิดจากการระเหยไปของน้ำในทะเลสาบปิด
5. การไหลของน้ำที่ใช้ในการชลประทานลงสู่แม่น้ำ
6. น้ำเสียที่เป็นน้ำเค็มจากการกระทำของคน

วิธีการควบคุม และแก้ไขปัญหาน้ำเค็มไหล เข้าสู่แหล่งน้ำจืดมีหลายวิธี เช่น การควบคุมการสูบน้ำ การอัดน้ำจากผิวดินลงไปใต้น้ำ การควบคุมลิ่มน้ำจืด การสร้างแนวป้องกันใต้ดิน การอุดกลบบ่อที่เลิกใช้แล้ว เป็นต้น



รูปที่ 8 การแทรกตัวของน้ำเค็มสู่แหล่งน้ำจืด

3) มลภาวะน้ำบาดาล

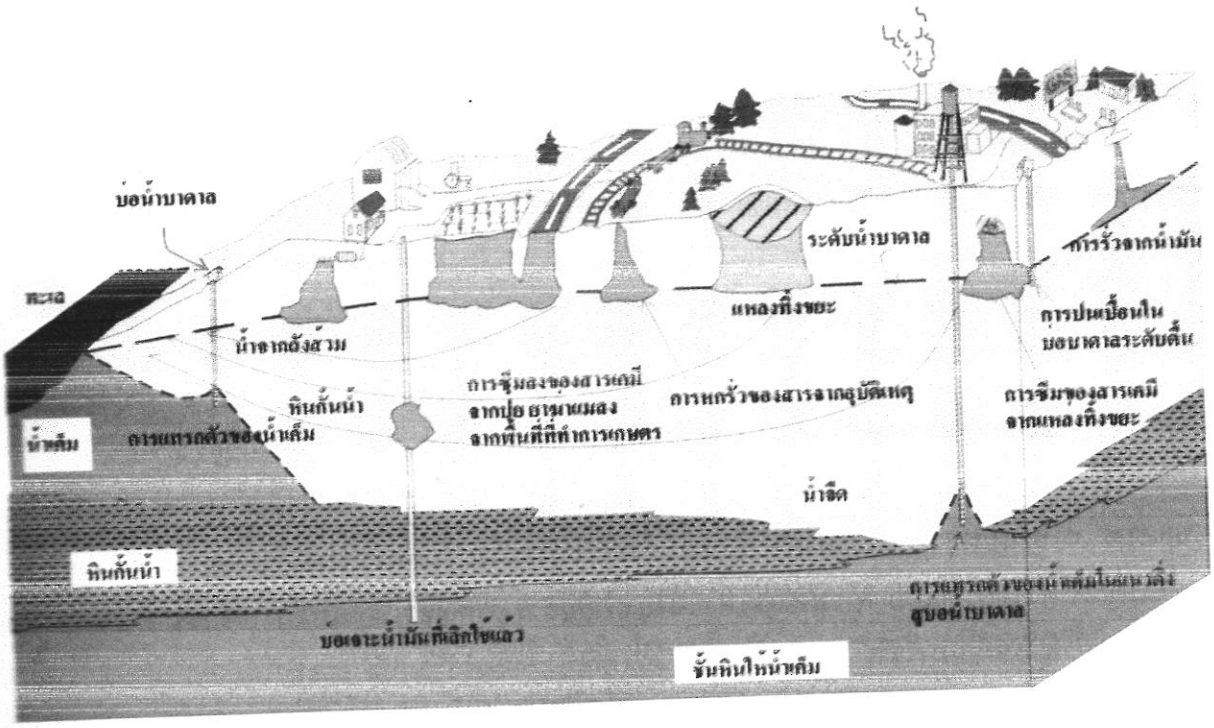
น้ำบาดาลโดยทั่วไปเป็นน้ำที่ปลอดภัยสำหรับใช้อุปโภคบริโภค เว้นแต่คุณภาพน้ำอาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากเกิดมลพิษหรือของเสีย น้ำเสียจากภายนอกไหลเข้าไปปะปน ทำให้คุณภาพน้ำเสียไป ปัจจุบันปัญหาการเกิดมลพิษในน้ำบาดาลเป็นปัญหาใหญ่อันหนึ่งทางด้านสิ่งแวดล้อม เพราะเป็นการยากที่จะติดตามหรือกำจัดออกไปได้ง่ายๆ ถึงแม้บางครั้งจะกำจัดแหล่งที่เป็นมลพิษออกไปได้ แต่มลพิษที่ลงไปแล้วก็จะคงอยู่ในแหล่งน้ำนั้นต่อไปเป็นระยะเวลานาน

แหล่งกำเนิดมลพิษ ได้แก่ แหล่งหรือที่ทิ้งขยะหรือของเสีย แหล่งน้ำเสียบนดิน การเกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

การควบคุมและป้องกันมลพิษ ไม่ให้เกิดมลพิษกับแหล่งน้ำบาดาล จะต้องควบคุมจากต้นกำเนิดแหล่งของเสีย หรือแหล่งมลพิษที่จะไหลซึมลงไปยังแหล่งน้ำบาดาล

4) การสูญเสียทางเศรษฐกิจ

ผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล อีกกรณีหนึ่ง คือ การสูญเสียทางเศรษฐกิจเนื่องจากการทิ้งบ่อหรือเลิกใช้บ่อบาดาลเพราะคุณภาพน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำเค็ม และกรณีที่เกิดจากระดับน้ำบาดาล ลดลง ซึ่งทำให้บ่อบาดาลเดิมซึ่งตั้งเครื่องสูบไว้ตื้น ๆ จำเป็นต้องเสียเงินซื้อท่อสูบมาต่อให้ลึกลงไป และคอยซื้อท่อต่อเพิ่มไปเรื่อย ๆ แต่ถ้าเครื่องสูบเดิมไม่มีคุณสมบัติเหมาะสมให้ต่อท่อลึกลงไปได้ ก็ต้องซื้อเครื่องสูบใหม่มาเปลี่ยน หรือถ้าบ่อน้ำบาดาลมีขนาดไม่เหมาะสมกับเครื่องสูบที่จะติดตั้งใหม่ ก็อาจจะต้องเลิกใช้บ่อเดิมและเจาะบ่อใหม่ทดแทน



รูปที่ 9 การแพร่กระจายมลพิษจากชุมชนลงสู่แหล่งน้ำบาดาล

1.8.2 การอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลโดยควบคุมการใช้น้ำแบบสมดุล มักจะกระทำเมื่อเกิดวิกฤตการณ์ระดับน้ำบาดาลลดลงมาก จนแผ่นดินทรุดหรือน้ำทะเลหนุนเข้าสู่แหล่งน้ำบาดาล หรือน้ำบาดาลลดลงมาก จนเป็นเหตุสุดวิสัยที่จะสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ถูกต้องตามหลักเศรษฐกิจ เพราะไม่คุ้มกับค่าเครื่องสูบที่ต้องเปลี่ยนบ่อย ๆ เพื่อให้สูบน้ำได้ลึกยิ่งขึ้น เหมือนหลาย ๆ แห่งในภาคตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกาในปัจจุบัน การควบคุมการใช้น้ำนี้ เป็นไปในรูปของกฎหมายน้ำบาดาล ตามกฎหมายควบคุมการใช้น้ำในท้องที่ซึ่งเกิดวิกฤตการณ์ดังกล่าว ทุกคนไม่มีสิทธิ์ที่จะเจาะหรือสูบน้ำบาดาลไปใช้ โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางราชการ เพราะถ้าปล่อยให้ใช้กันโดยอิสรเสรี ก็จะไม่มีผู้ใดคำนึงถึงความเสียหายส่วนรวมที่จะเกิดขึ้น ในปัจจุบันนี้มีหลายประเทศทั่วโลกออกกฎหมายควบคุม ก็เพื่อการอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลดังกล่าวแล้ว

กฎหมายน้ำบาดาลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันพอจะแบ่งได้ 3 ประเภท ประเภทแรกใช้ในประเทศที่มีแหล่งน้ำสมบูรณ์ โดยให้สิทธิเด็ดขาดแก่ผู้ใช้น้ำ ซึ่งหาได้ในที่ของตนเอง เพราะถือว่าเจ้าของที่ดินเป็นเจ้าของทรัพย์สิน ซึ่งอยู่ทั้งบนดินและใต้ดิน มีสิทธิที่จะใช้ทรัพย์สินเหล่านั้นโดยไม่มีขอบเขต ประเภทที่สองใช้ในประเทศที่แหล่งน้ำไม่ค่อยสมบูรณ์ ให้สิทธิทุกคนใช้น้ำได้มากที่สุด เท่าที่มีเหตุผลตามความจำเป็น แต่ต้องไม่กระทบกระเทือนต่อสิทธิของผู้อื่น หากมีกรณีแย่งกันใช้น้ำ จะต้องใช้น้ำตามที่ได้รับการแบ่งสรรปันส่วนตามกฎหมาย ประเภทที่สาม ใช้ในประเทศที่ขาดแคลนน้ำ ถือว่าแหล่งน้ำเป็นของรัฐ ผู้ใดจะเอาไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตไม่ได้ รัฐจะเป็นผู้จัดสรรปันส่วนให้ประชาชนได้ใช้ตามความเหมาะสม การเจาะบ่อหรือสูบน้ำจะทำไม่ได้โดยเด็ดขาด ถ้าไม่ได้รับอนุญาต

1.8.3 การอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลโดยการอุดกลบบ่อน้ำบาดาล

น้ำบาดาลในปัจจุบัน มีคุณภาพลดลง เนื่องจากการกระทำของมนุษย์ ธรรมชาติ และมลภาวะ ทำให้ไม่สามารถนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากสารพิษ เชื้อโรคและความกร่อยเค็ม การพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลมีส่วนสำคัญทำให้เกิดมลภาวะในชั้นน้ำบาดาล เมื่อมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากเกินความสมดุลของธรรมชาติ อาจทำให้มีการแทรกตัวของชั้นน้ำเค็ม โดยเฉพาะการใช้น้ำบาดาลบริเวณชายฝั่งทะเลหรือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะแหล่งน้ำบาดาลที่จืดจะอยู่ใกล้กับชั้นน้ำเค็ม นอกจากนี้ในบางครั้งการใช้น้ำบาดาลหลาย ๆ ชั้น ในแอ่งน้ำบาดาลเดียวกันจะมีผลให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำ ในแต่ละชั้นด้วย โดยเฉพาะบ่อบาดาลเก่าที่มีอายุการใช้งานมาก อาจทำให้เกิดการรั่วซึมได้ง่ายหรือบ่อบาดาลที่หมดอายุ บ่อแตก บ่อชำรุด ถ้าไม่ทำการอุดกลบจะทำให้น้ำเสียไหลปะปนสู่ชั้นน้ำที่มีคุณภาพดีได้

หน่วยงานราชการได้ดำเนินการสำรวจขุดเจาะ และพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่ออุปโภค บริโภค และการเกษตรกรรมแก่ประชาชน ครอบคลุมพื้นที่ทุกหมู่บ้านทั่วประเทศ แต่มีบ่อบาดาลจำนวนมากชำรุดจนไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากการใช้งานมานานจนสภาพบ่อมีความผุกร่อน คุณภาพน้ำของบ่อบาดาลเกิดการเปลี่ยนแปลงจากการแทรกซึม ของชั้นน้ำเค็มหรือ

การปนเปื้อนของเสีย สารเคมีต่าง ๆ จนไม่สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคได้ ซึ่งหากไม่ดำเนินการแก้ไข โดยการอุดกลบบ่อบาดาลที่ชำรุดเหล่านั้น จะทำให้ของเสียและสารเคมีต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนลงไปในน้ำแพร่กระจายไปในแหล่งน้ำบาดาล จนทำให้เกิดการสูญเสียแหล่งน้ำอย่างถาวร

วัตถุประสงค์การอุดกลบบ่อบาดาล

1. เพื่ออนุรักษ์ชั้นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดีให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุดและยั่งยืน
2. เพื่อรักษาความสมดุลของชั้นน้ำบาดาล
3. เพื่อลดการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนต่างๆในชั้นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดี
4. เพื่อป้องกันมิให้แหล่งน้ำบาดาลถูกปนเปื้อนจากของเสียและสารเคมีต่าง ๆ
5. เพื่อแก้ไขและฟื้นฟูแหล่งน้ำบาดาลที่ถูกปนเปื้อนจากของเสียมิให้แพร่กระจายออกไปจนทำลายแหล่งน้ำบาดาลอย่างถาวร

วัสดุในการอุดกลบบ่อน้ำบาดาลที่ชำรุดที่ใช้โดยทั่วไปคือดินเหนียวหรือซีเมนต์ ซึ่งวิธีการอุดกลบ มีดังนี้

1. การอุดกลบบ่อด้วยดินเหนียว ใช้ดินเหนียวน้ำจืดเนื้อเนียนบริสุทธิ์ ไม่มีทรายหรือสารอินทรีย์ที่เป็นชิ้นหรือก้อนเจือปน นวดให้เข้ากันดีแล้ว ปั้นเป็นลูกกลม ๆ ขนาดลูกปิงปองผึ่งแดดให้แห้ง แล้วหย่อนลงในบ่อให้ต่อเนื่องกันตลอดเวลา หากมีการติดค้างของลูกดินเหนียวภายในบ่อ ห้ามใช้ท่อหรือวัสดุอื่นใดกระทุ้งหรือแหย่ลงในบ่อ แต่ให้ใช้น้ำจืดสะอาดกรอกลงไปเป็นจังหวะ จนกว่าลูกดินที่ติดค้างจะหลุดออกจากกันและเลื่อนลงสู่ก้นบ่อแล้วเติมลูกดินเหนียวลงไปจนเต็มปากบ่อ สำหรับปริมาตรลูกดินเหนียวที่ใส่ลงในบ่อจะต้องตวงด้วยภาชนะที่ทราบปริมาตรแน่นอนและจดบันทึกไว้ เพื่อตรวจสอบว่าปริมาตรดินเหนียวที่ใส่ลงไปนั้น ใกล้เคียงกับปริมาตรภายในของบ่อ

2. การอุดกลบบ่อด้วยซีเมนต์ ให้ผสมซีเมนต์ด้วยเครื่องผสมซีเมนต์ ในอัตราส่วนน้ำจืด 30 ลิตรต่อซีเมนต์ 1 ถุง (50 กก.) อัดซีเมนต์ลงในบ่อด้วยเครื่องสูบอัดซีเมนต์ ที่สามารถอัดซีเมนต์ได้ภายใต้ความดันไม่น้อยกว่า 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในอัตราสูบไม่น้อยกว่า 50 แกลลอนต่อนาที โดยอัดผ่านทางท่อที่ต่อลงไปจนเกือบสุดความลึกของบ่อ และอัดเป็นช่วง ๆ ช่วงละประมาณ 30 เมตร จนกระทั่งซีเมนต์เต็มบ่อ หากซีเมนต์ยุบตัว ให้เติมซีเมนต์ลงในบ่อจนกว่าซีเมนต์เต็มบ่อและหยุดการยุบตัว

เมื่อทำการอุดกลบเสร็จแล้วให้ทำการปรับพื้นที่บริเวณที่ตั้งบ่อน้ำบาดาลให้เรียบร้อยสู่สภาพเดิมและให้ตัดท่อกรุให้ต่ำกว่าระดับดินเดิม 20 – 30 ซม. และเทซีเมนต์ผสมทรายปิดทับด้านบนโดยเสมอพื้นดินเดิม เพื่อจะได้ไม่กีดขวางในการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ต่อไป

หมายเหตุ ** ขั้นตอนการอุดกลบบ่อบาดาลแสดงในภาคผนวก **

1.8.4 การฟื้นฟูและการบำรุงรักษาแหล่งน้ำบาดาล

การบำรุงรักษาแหล่งน้ำกับอนุรักษ์แหล่งน้ำมีความหมายเหมือนกัน หลักใหญ่ในการบำรุงรักษาอยู่ที่การสูบน้ำขึ้นมาใช้ให้พอเหมาะพอควรกับปริมาณที่แหล่งน้ำได้รับเพิ่มเติม (Recharge) หรือใช้น้ำอยู่ภายในขอบเขต (Safe yield) เพื่อให้แหล่งน้ำอยู่ในภาวะสมดุล ดังที่ได้กล่าวแล้วในตอนต้น ๆ การบำรุงรักษาหรือการอนุรักษ์แหล่งน้ำนั้นโดยปกติเป็นภาระของรัฐบาลที่จะต้องศึกษาและจัดการให้ถูกต้อง การอนุรักษ์เท่าที่ทำอยู่ในปัจจุบันนี้มี 2 วิธี คือ การเพิ่มปริมาณน้ำเข้าสู่แหล่งเก็บน้ำ (Artificial recharge) และการควบคุมการใช้น้ำ

การเพิ่มปริมาณน้ำ เป็นวิธีการที่เอาน้ำจากที่อื่น มาเพิ่มเข้าสู่แหล่งน้ำบาดาลที่ต้องการอนุรักษ์ ทั้งนี้เพื่อรักษาให้แหล่งน้ำเกิดดุลยภาพอยู่ตลอดเวลา และมีโอกาสที่จะสูบหรือพัฒนาเอาน้ำขึ้นมาใช้ได้นานเท่าที่ต้องการ วิธีการเพิ่มน้ำมีหลักใหญ่ ๆ อยู่ 2 วิธี คือ เอาน้ำจากที่อื่นมากักขังไว้บนผิวดิน เพื่อให้น้ำซึมลงไปสู่แหล่งน้ำใต้ดิน วิธีนี้เรียกว่าวิธี Water Spreading ซึ่งมีวิธีการย่อยออกไปอีกหลายวิธี วิธีที่สอง ใช้บ่อบาดาลที่มีอยู่แล้วหรือเจาะขึ้นมาใหม่ โดยเอาน้ำจากที่อื่นมาสูบอัดลงไปในบ่อให้น้ำไหลเข้าสู่ชั้นน้ำโดยตรง วิธีการนี้เรียกว่า Recharge through well เป็นวิธีที่นิยมกันมากที่สุด รายละเอียดวิธีการทำการเพิ่มปริมาณน้ำนี้ อยู่นอกเหนือขอบข่ายของหนังสือเล่มนี้ จึงไม่ขอกล่าวถึง แต่จะยกวิธีการดำเนินการอยู่ในประเทศอิสราเอลมาเป็นตัวอย่างไว้ที่นี่ด้วย แหล่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่ของอิสราเอล อยู่ในบริเวณที่ราบริมฝั่งทะเลเมดิเตอเรเนียน น้ำบาดาลแหล่งนี้ถูกสูบใช้อย่างหนักในช่วงแรก ๆ ของการตั้งประเทศ และในระยะหลังระดับน้ำใต้ดินลดลง ทำให้น้ำทะเลหนุน (Intruded) เข้ามาในแหล่งน้ำบาดาลมากจนบางแห่งต้องเลิกใช้บ่อ นักอุทกวิทยาน้ำบาดาลได้ศึกษาเรื่องว่า ถ้าสามารถจะยกระดับน้ำบาดาลให้สูงขึ้นเท่าเดิม ก็จะยับยั้งการหนุนของน้ำเค็มได้ การจะยกระดับน้ำบาดาลทำได้โดยเอาน้ำใส่เพิ่มเติมลงไป แหล่งน้ำจืดเพื่อการนี้ได้มาจากทะเลสาปกาลิลี ซึ่งอยู่ห่างไปทางเหนือเกินกว่า 200 ไมล์ กับน้ำในแม่น้ำสายเล็กๆ อีก 1 สายใกล้ ๆ เมืองเทลวีฟ น้ำทั้ง 2 แหล่งนี้ สูบเข้าท่อมาด้วยกัน เพื่อใช้ทั้งการสาธารณูปโภค การเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ในฤดูฝน ฝนตกมาก การเกษตรกรรมจึงได้น้ำฝนช่วย น้ำที่ส่งมาตามท่อจึงเหลือใช้ รัฐบาลจึงตกลงให้เอาน้ำที่เหลือใช้นี้ สูบอัดลงไปเพิ่มปริมาณในแหล่งน้ำบาดาล ครั้นถึงฤดูแล้ง การเกษตรกรรมต้องการน้ำจากท่อมากก็หยุดสูบใส่บ่อ และจะสูบใส่อีกในฤดูฝนที่มาถึงใหม่ ดำเนินการอยู่เช่นนี้เพียง 3 – 4 ปี ระดับน้ำบาดาลก็จะสูงขึ้น ปัจจุบันสามารถจะควบคุมการหนุนของน้ำเค็มได้เด็ดขาด และยังได้ใช้น้ำบาดาลอีกต่อไป ภายใต้กฎหมายแหล่งน้ำ (Water law) ทุกวันนี้น้ำบาดาลมีส่วนในการเกษตรกรรมของอิสราเองอยู่มาก และจะไม่เกิดวิกฤตการณ์น้ำลดอีกต่อไป เพราะสามารถรักษาดุลยภาพของน้ำบาดาลไว้ได้ใหม่ การเพิ่มปริมาณน้ำหลังจากที่สูบน้ำบาดาลออกไปใช้ทุก ๆ ฤดูแล้งแล้ว ก็ยังทำอยู่ทุก ๆ ฤดูฝน

บทที่ 2

การเจาะน้ำบาดาล

2.1 ความหมายของบ่อน้ำบาดาล (Ground Water Well)

ในทางวิชาการ หมายถึง รูหรือปล่องที่ขุดหรือเจาะลงไปถึงชั้นน้ำบาดาล เพื่อประสงค์ที่จะเอาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ ฉะนั้น ในทางวิชาการจึงไม่กำหนดความลึกของบ่อเอาไว้ว่าบ่อลึกเท่าใด จึงจะเรียกว่าบ่อน้ำธรรมดา บ่อลึกเท่าใดจึงจะเรียกว่าบ่อบาดาล ผู้อ่านที่อ่านเรื่องการกำเนิดและชั้นน้ำบาดาลมาแล้วคงจะยังจำได้ว่า ชั้นน้ำบาดาลและระดับน้ำใต้ดินนั้นอาจจะอยู่เสมอระดับผิวดิน ต่ำกว่าผิวดินเพียง 2-3 ฟุต หรือร้อยๆ ฟุตก็ได้ ฉะนั้น บ่อทุกบ่อไม่ว่าลึกเท่าใดหากขุดหรือเจาะลงไปถึงชั้นน้ำก็เรียกว่า บ่อบาดาลได้ แต่ในทางความเข้าใจของคนทั่วไป คำว่า "บาดาล" ให้ความรู้สึกว่าอยู่ลึก แต่จะลึกเท่าใดไม่มีมาตรการใดจะบอกได้ จึงให้ความเห็นหรือความหมายของบ่อบาดาลแตกต่างกันไป เท่าที่พอจะหาหลักฐานมาอ้างอิงได้ เคยมีผู้ให้ความหมายบ่อบาดาลว่าเป็นบ่อที่ลึกเกินกว่า 30 เมตร หรือ 100 ฟุต เพราะระดับลึกเกินกว่าที่กล่าวนี้ สุดที่มนุษย์จะใช้แรงขุดลงไปได้ มีผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้ ไม่เห็นด้วยในเรื่องนี้ เพราะมีบางแห่งในประเทศไทย เช่น ในเขตตัวเมืองอุบลราชธานีบ่อที่เจาะส่วนใหญ่มีความลึกเฉลี่ยประมาณ 75 ฟุต บ่อเหล่านี้เจาะในชั้นน้ำบาดาลแน่ ๆ เพราะมีน้ำตลอดปี และสามารถบันทึกการเคลื่อนไหวขึ้นลงของระดับน้ำได้แน่นอนทุกๆ ปี ฉะนั้น ในความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ บ่อบาดาล ตามความหมายที่คนทั่วไปเข้าใจได้น่าจะหมายถึงบ่อทุกประเภทที่ใช้เครื่องเจาะ เจาะลงไปเพื่อเอาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ โดยมีปริมาณเพอใช้ตลอดปี

การมีหรือการเจาะบ่อบาดาลและสูบน้ำออกมาได้ตามความมุ่งหมาย ถือเป็นจุดหมายปลายทางของงานน้ำบาดาลที่ได้เริ่มต้นมาตั้งแต่การสำรวจ การวางแผน และการเจาะ บ่อบาดาลที่ดีจะต้องเป็นผลเนื่องมาจากการสำรวจและวางแผนได้ดี ใช้เครื่องเจาะถูกต้อง พัฒนาบ่อถูกหลักและนำน้ำขึ้นมาใช้ด้วยวิธีการที่เหมาะสมตามหลักการด้านชลศาสตร์ของบ่อต่อไปนี้ จะได้กล่าวถึงสาระสำคัญของบ่อน้ำบาดาลเป็นเรื่อง ๆ ไปโดยย่อ

2.2 การเลือกที่เจาะ

การเลือกที่เจาะที่ถูกหลัก ในท้องที่ที่ไม่เคยเจาะน้ำบาดาลมาก่อน หรือในท้องที่ที่ชั้นน้ำเป็นหินแข็ง จะต้องใช้ความรู้ทางวิชาการประกอบกับผลที่ได้จากการสำรวจด้วยวิธีการต่างๆ ที่กล่าวข้างต้น วิชาการส่วนใหญ่ที่ใช้ประกอบในการเลือกที่เจาะ คือ ความรู้ทางธรณีวิทยา และอุทกวิทยาน้ำบาดาลในบริเวณที่จะเจาะ การเจาะบ่อขนาดใหญ่ที่ต้องการน้ำมาก ๆ ในบางแห่งยังต้องมีการเจาะบ่อทดสอบ (Test hole) ดูเสียก่อน 2 - 3 บ่อ การเจาะบ่อทดสอบมีวัตถุประสงค์ที่จะหาความลึกของแหล่งน้ำบาดาล จุดที่ชั้นน้ำบาดาลหนาที่สุด จุดที่น้ำบาดาลมากที่สุด คุณภาพน้ำที่ดีที่สุด ผลจากการทดสอบและรายละเอียด

การตรวจสอบอื่นๆ เช่น การตรวจสอบชั้นหิน การตรวจชั้นน้ำด้วยเครื่องมือไฟฟ้า และการทดสอบปริมาณน้ำ เมื่อมาประเมินให้ถูกหลักก็จะกำหนดจุดเจาะให้ได้ผลดีที่สุดได้ แต่ในบางกรณีผู้ที่จะเจาะน้ำบาดาลหรือผู้ที่อยากได้บ่อบาดาลไม่มีประสบการณ์หรือขาดความรู้ หรือขาดทุนทรัพย์ที่จะดำเนินการดังกล่าวข้างต้นได้ การเลือกที่เจาะจึงมักจะไม่ค่อยถูกหลัก ยิ่งกว่านั้นบางรายมักจะไปจ้างพ่อมดหมอผี หรือคนทรงนั่งทางในมาเลือกที่เจาะหรือขุดให้ บางรายก็ประสบผลสำเร็จ บางรายก็เสียเงินเปล่า ที่สำเร็จนั้นส่วนใหญ่มักจะเป็นที่ซึ่งไม่จำเป็นต้องให้ใครเลือกให้ หรือไม่จำเป็นต้องใช้หมอผี จะขุดตรงไหนก็ได้น้ำ ข้อแนะนำข้างล่างนี้ให้ไว้สำหรับประชาชนทั่วไป ไม่ใช่เพื่อนักวิชาการและหลักการที่ให้ไว้นี้ ก็เป็นหลักทั่วๆไป ไม่ใช่เฉพาะแห่งหนึ่งแห่งใด การเลือกใช้ข้อหนึ่งข้อใดเป็นแนวทาง ควรที่จะเลือกใช้ลักษณะภูมิประเทศของที่นั้นๆ มาร่วมพิจารณาด้วย

1) พื้นที่ใดมีลักษณะเป็นทุ่งราบ ถามนักธรณีวิทยาได้ความรู้ว่า พื้นที่นั้นรองรับด้วยแหล่งกรวด ทราย หนาเกินกว่า 25 เมตร จากผิวดินลงไป ตรวจดูบ่อชาวบ้านถ้ามีบ่อน้ำใช้ตลอดปี ระดับน้ำในบ่อไม่ลึกมาก และกรวดทรายที่ชาวบ้านขุดขึ้นมามีลักษณะกลมมน พื้นที่นั้นๆ มักจะเป็นแหล่งน้ำ จะเลือกเจาะที่ไหนก็ได้

2) พื้นที่ใดมีลักษณะเหมือนในข้อ 1 แต่กรวดทรายที่ชาวบ้านขุดขึ้นมาไม่กลมมน แต่มีเหลี่ยม มีแง่หรือมุม มีดินเหนียวขาว ๆ ปนอยู่ทั่วไป ลักษณะท้องที่นั้น มักจะไม่มีแหล่งน้ำ ทุกจุดที่เจาะการเลือกที่เจาะควรปรึกษานักวิชาการน้ำบาดาลดีกว่าที่จะเลือกเอง

3) พื้นที่ใดเป็นทุ่งราบหรือหุบเขา มีแม่น้ำลำธารไหลผ่าน ตัวน้ำคดเคี้ยวไปมา และมีหาดทรายกว้างขวาง ฤดูฝนมักจะมีน้ำล้นฝั่ง ฤดูแล้งมีน้ำไหล ท้องที่นั้นจะเป็นแหล่งน้ำบาดาลอย่างดี จะเจาะตรงไหนก็ได้ไม่จำเป็นต้องไปจ้างคนทรงให้มานั่งทางในชี้จุดเจาะให้

4) พื้นที่ใดเป็นคุ้งน้ำ ควรเลือกเจาะบริเวณคุ้งน้ำด้านที่มีหาดทราย ด้านตรงข้ามซึ่งมีตลิ่งชันและน้ำเซาะไม่ควรเจาะ

5) ท้องที่ใดมีลักษณะเป็นทุ่งราบกว้างขวางริมทะเล จะเจาะที่ไหนก็ได้น้ำบาดาล แต่อย่าเจาะให้ลึกเกินไป อาจได้น้ำเค็ม

6) พื้นที่ใดมีลักษณะเป็นที่ราบลานเทขั้นบันไดหลายชั้น ควรเลือกเจาะในบริเวณที่อยู่ระดับที่ต่ำที่สุด ที่ราบอยู่ระดับสูงๆ ถึงแม้จะมีน้ำก็จะมีระดับลึก

7) โดยปกติจะมีชั้นดินเหนียวสลับอยู่ในชั้นกรวดทราย การขุดบ่อในที่ใด ถ้าพบดินเหนียวไม่มีน้ำก็อย่าเพิ่งหมดหวัง ถ้ามีความสามารถจะขุดลึกลงไปอีก ก็จะถึงชั้นทรายมีน้ำ

8) บ่อเจาะ หรือขุด ควรอยู่ห่างจากแหล่งน้ำโสโครก เช่น ส้วม หรือ ท่อระบายน้ำ ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ กระทรวงสาธารณสุขสหรัฐอเมริกาแนะนำว่า บ่อขุดควรอยู่ห่างจากส้วมไม่น้อยกว่า 50 ฟุต

9) พื้นที่ใดเป็นทุ่งราบแล้ง แต่มีต้นไม้ขึ้นเขียวชอุ่มเป็นแนวยาว เป็นตอน ๆ ตลอดปี แสดงว่าบริเวณนั้นมีแหล่งน้ำบาดาล ซึ่งอาจจะอยู่ในบริเวณร่องน้ำเก่า ๆ ก็ได้ ถ้าจะเจาะน้ำบาดาลบริเวณที่มีป่าไม้ก็จะได้ผล

10) พื้นที่ใดเป็นหินไม่ว่าจะเป็นแบบโผล่ให้เห็นบนผิวดิน หรือฝั่งตื้นๆ อยู่ใต้ผิวดิน การเลือกเจาะน้ำบาดาลในบริเวณนั้นควรจะให้นักวิชาการเลือกให้ หรือให้คำแนะนำ เพราะแหล่งน้ำบาดาลในหินมิได้มีอยู่ทั่ว ๆ ไปเหมือนในกรวดทราย การเลือกจุดเจาะต้องอาศัยข้อมูลทางธรณีวิทยาเป็นหลัก แต่ถ้าจำเป็นต้องเลือกเองจริง ๆ ก็ควรจะเลือกในบริเวณต่ำ ๆ ยิ่งถ้ามีที่เจาะในที่ซึ่งเป็นหุบแนวยาว ๆ ด้วย ก็ยิ่งมีโอกาสได้น้ำ

11) พื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำเค็ม หรือแหล่งเกลือ ดังเช่น ในที่ราบตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ควรจะเลือกที่เจาะในบริเวณที่เป็นเนินสูง ๆ มีป่าหรือพุ่มไม้ทั่วไป เพราะอาจมีโอกาสได้น้ำจืด

12) พื้นที่ซึ่งเป็นภูเขา มีหินแข็งโผล่ให้เห็นทั่วไป ชั้นหินก็เอียงเทลงไปทางเชิงเขา ไม่ควรอย่างยิ่งที่จะเจาะน้ำบาดาลในบริเวณนั้น แต่ถ้าต้องการน้ำจริงๆ ก็ควรเลื่อนที่เจาะลงไปทางเชิงเขาอาจจะได้น้ำ และน้ำอาจจะพุ

2.3 การเจาะน้ำบาดาล

การเจาะบ่อเป็นเรื่องทางเทคนิคของช่างเจาะโดยเฉพาะ แต่การเจาะจะได้ผล ต้องอยู่ที่ผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ ด้วยไม่ว่าจะเป็นเจ้าของบริษัทผู้รับเหมาเจาะ หรือผู้จ้างเจาะ หรือแม้แต่ผู้วางแผนการเจาะ ปัญหาสำคัญประการแรกที่เกี่ยวข้อง ได้แก่การเลือกใช้เครื่องเจาะให้ถูกต้อง การเลือกประเภทเครื่องเจาะนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญหลายประการ เช่น วัตถุประสงค์ที่จะเอาน้ำมาใช้ ปริมาณน้ำที่ต้องการ ความลึกของน้ำบาดาล สภาพความแข็งและการวางตัวของชั้นหิน และงบประมาณค่าใช้จ่าย ปัญหาเรื่องการเลือกใช้เครื่องเจาะไม่ถูกหลักนี้มีบ่อย ๆ ในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น ครั้งหนึ่งบริษัทผู้รับเหมาไปเจาะบ่อในแหล่งหินปูนบริเวณอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้เครื่องเจาะแบบ Reverse rotary เครื่องเจาะประเภทนี้เราทราบกันดีอยู่แล้วว่าไม่อาจจะเจาะในหินแข็ง เช่น หินปูน ซึ่งโพรงมากมายได้ ฉะนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงมิใช่เฉพาะแต่เจาะไม่ลงอย่างเดียว ยังมีปัญหาเรื่องน้ำที่ต้องใช้มากมาย แต่ซึมหายลงไปในโพรงหมดด้วย เมื่อพบปัญหาเรื่องนี้ผู้รับเหมาจึงเปลี่ยนเครื่องมาใช้เครื่องเจาะเพชร ซึ่งก็เจาะได้ลึกถึง 600 ฟุต ตามต้องการ แต่เจาะได้รูขนาด 2 นิ้ว จะคว้านรูโตขึ้นเพื่อใส่ท่อกรุก็ไม่ได้ เพราะเครื่องเจาะหัวเพชรไม่ใช่เครื่องเจาะน้ำบาดาล รวมเวลาที่เสียไปเพราะใช้เครื่องเจาะไม่ถูกต้องนี้ประมาณ 6 เดือน ต่อมากรมทรัพยากรธรณีได้รับคำร้องขอจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องให้ไปช่วยแก้ไข กรมทรัพยากรธรณีนำเครื่องเจาะแบบใช้ลมเจาะ ไปดำเนินการให้ และเจาะเสร็จภายใน 20 วัน

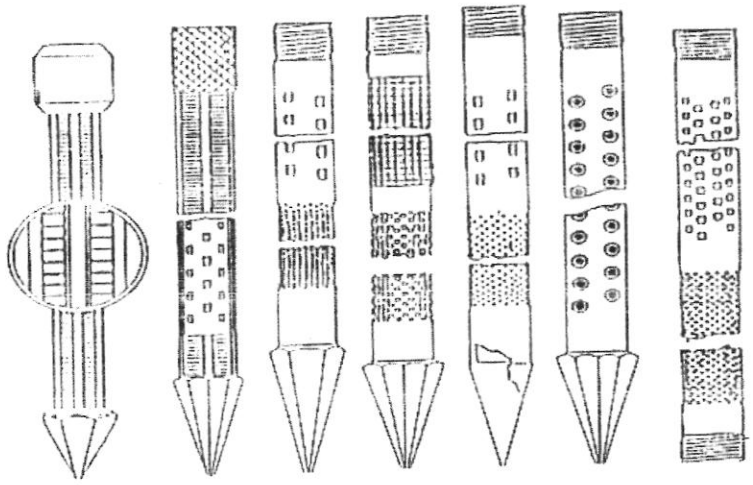
2.4 ชนิดของเครื่องเจาะ

เครื่องเจาะน้ำบาดาลมีมากมายหลายแบบ แต่ละแบบก็มีคุณสมบัติ หรือส่วนดี ส่วนเสีย แตกต่างกัน การเลือกใช้เครื่องเจาะแต่ละชนิด จึงจำเป็นต้องเลือกให้ถูกต้องตามสภาพของชั้นหินที่เจาะ ปริมาณน้ำที่ต้องการ ประสิทธิภาพ คุณภาพของเครื่องเจาะ และราคาค่าเจาะ การบรรยายเรื่องเครื่องเจาะในที่นี้จะไม่กล่าวถึงรายละเอียดทางด้านเทคนิค แต่จะกล่าวเฉพาะหลักการเจาะ และวิธีเลือกใช้เครื่องเจาะอย่างกว้าง ๆ พอที่ผู้อ่านจะเข้าใจและสร้างมโนภาพให้เห็นของจริงได้

2.4.1 การเจาะแบบหัวตอก (Drived point)

หัวตอกที่กล่าวถึงนี้ความจริงไม่น่าจะเรียกว่าเครื่องเจาะ เพราะไม่ได้เป็นเครื่องยนต์กลไกแต่อย่างใด ตัวหัวตอกประกอบด้วยหัวเหล็กแหลมยาว 4 – 6 นิ้ว ต่อเข้ากับท่อเหล็กเจาะรูพันตะแกรงลวดทองเหลืองหรือลวดเหล็ก ยาวประมาณ 5 ฟุต มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 – 3 นิ้ว (บางแห่งใช้ขนาด 4 นิ้ว ยาวถึง 15 ฟุต ก็มี) (รูปที่ 10) ในการเจาะบ่อใช้หลักง่ายๆ โดยการตอกหรือขับหัวตอกนี้ลงไปในชั้นน้ำ แรงขับอาจใช้แรงคนตอกด้วยสามเกลอ หรือใช้ลูกตุ้มแบบตอกเสาเข็ม เมื่อตอกหัวตอกลงไปเกือบจะจมมิด ก็เอาท่อแป๊บธรรมดายาว 5–10 ฟุต ต่อเข้า แล้วตอกต่อไปอีกและเพิ่มจำนวนท่อแป๊บเข้าเรื่อยๆ จนตอกหัวตอกลงไปถึงชั้นน้ำ แป๊บที่ต่อเข้าไปจะทำหน้าที่เป็นท่อกรุบ่อน้ำ น้ำเข้าบ่อทางรูตะแกรงของหัวตอก และสูบขึ้นมาใช้ได้ โดยต่อท่อดูดของเครื่องสูบเข้ากับท่อกรุ หรือใส่ลงไปในท่อกรุตามความเหมาะสมบ่อใช้ตัวตอกนี้ใกรๆ ก็เจาะได้ เพราะไม่มีอะไรยุ่งยากดังกล่าวมาแล้ว ราคาหัวตอกก็ถูก ค่าแรงงานต่างๆ ก็ไม่มาก แต่อย่างไรก็ตาม การเจาะบ่อวิธีนี้มีขอบเขตจำกัด และส่วนดีส่วนเสียอยู่หลายประการ เช่น

1) ตอกได้เฉพาะในกรวดทรายหรือดินเท่านั้น
2) ความลึกขึ้นอยู่กับแรงงานที่ใช้ตอก ถ้าใช้แรงคนหัวตอกขนาด 2 นิ้ว อาจจะได้ความลึกไม่เกิน 50 ฟุต แต่ถ้าใช้ลูกตุ้มแบบตอกเข็มก็จะได้ลึกกว่า
3) ขนาดท่อที่ใช้ปกติไม่เกิน 3 นิ้ว แต่ที่นิยมกันมากในเมืองไทยขนาด 1–2 นิ้ว
4) ถ้าชั้นน้ำเป็นทรายปนดินเหนียว มักจะได้ผลเพราะดินเหนียวจะเข้ามาอุดรูตะแกรง
5) เหมาะสมที่สุดในการเจาะบริเวณชายหาด หรือแหล่งกรวดทรายสะอาด
6) ได้น้ำพอเหมาะที่จะใช้เฉพาะในครัวเรือน
7) การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของระดับน้ำบาดาล อาจจะกระทบกระเทือนต่อปริมาณที่สูบได้ เพราะบางครั้งระดับน้ำอาจจะลดต่ำกว่าระดับตัวหัวตอก

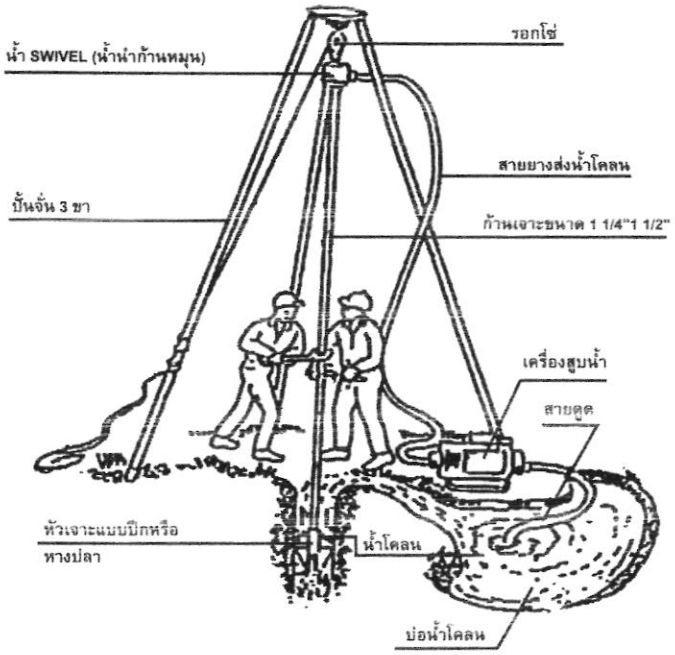


รูปที่ 10 หัวตอก (DRIVE POINT) แบบต่างๆ

2.4.2 เครื่องเจาะแบบใช้น้ำพ่น (Jet Drilling Rig)

เครื่องเจาะแบบนี้มีวิวัฒนาการดีขึ้นกว่าแบบหัวตอก เพราะเอาพลังดันของน้ำมาช่วยในการเจาะแต่ยังเป็นเครื่องเจาะประเภทง่าย ๆ ทำขึ้นใช้เองได้ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากนัก การใช้งานก็ยังมีขอบเขตจำกัด เพราะเจาะได้เฉพาะในแหล่งกรวดทราย เช่นเดียวกับแบบหัวตอก หลักการมีอยู่ว่าถ้าฉีดน้ำตามแนวดิ่งลงไปในดิน แรงดันของน้ำจะดันเอาดินส่วนที่ถูกฉีดให้แตก ไหลปนกับน้ำขึ้นมาสู่ผิวดิน ฉะนั้น ในการเจาะควรขุดรูนำลงไปในดินก่อน แล้วต่อท่อหรือแป๊บน้ำลงไปในรูที่ขุดรูไว้ ปลายท่อด้านบนมีสายยางต่อไปเข้าเครื่องสูบน้ำ ที่มีแรงดันสูง ๆ เช่นสูบหอยโข่ง ปลายท่อด้านล่างต่อไว้ด้วยหัวเจาะ ทำขึ้นเอง ในรูปร่างต่างๆตามที่เหมาะสม เช่นทำเป็นรูปสิ่ว หรือรูปหางปลา 2–3 แฉก เมื่อสูบน้ำอัดลงไปตามท่อผ่านหัวเจาะแรงดันของน้ำจะฉีดและดันเอากรวดทรายหรือดินขึ้นมารอบ ๆ ท่อจนถึงปากบ่อ ในขณะที่ฉีดน้ำอยู่นี้ ต้องคอยหมุนท่อไปด้วย หัวเจาะก็จะคอยตะกุยดินหรือกรวดทรายให้ร่วนซุย และถูกดันขึ้นมารอบๆ ท่อ พร้อมกับน้ำทำให้เจาะได้ลึกและเร็วขึ้น เมื่อหมดท่อหรือแป๊บแต่ละท่อน ก็ต่อท่อเพิ่มเติมเข้ามาใหม่ได้แบบต่อท่อน้ำธรรมดา จนถึงความลึกที่ต้องการ หรือจนถึงที่เจาะต่อไปไม่ได้เพราะเจาะเข้าไปจนถึงหินแข็งในบางกรณีใช้แรงหมุนและแรงน้ำแต่อย่างเดียวคงไม่พอ เพราะอาจจะเจาะไปถึงชั้นดินเหนียวหรือกรวดทรายที่อัดตัวกันแน่น วิธีแก้ทำได้โดยการยกท่อกระแทกลงไปในดินให้หัวเจาะกัดดินหรือทรายโดยตรง ฉะนั้นในการเตรียมเครื่องมือ จึงควรจะมีสามขาแขวนรอกสำหรับยกท่อเจาะขึ้นลงด้วย (รูปที่ 11) ในบางท้องที่น้ำที่จะใช้เจาะหายาก จึงจำเป็นต้องประหยัดน้ำ โดยการใช้น้ำหมุนเวียน กล่าวคือน้ำที่ไหลกลับคืนขึ้นมาจากก้นบ่อ ควรปล่อยให้ไหลไปเก็บในบ่อพักน้ำ เมื่อเศษดินหรือทรายนอนตัวในก้นบ่อแล้วก็สูบเอาน้ำใสข้างบนไปใช้ได้ใหม่ ในบางกรณีเมื่อหยุดสูบน้ำ หรือดึงท่อเจาะขึ้นบ่อจะพัง อาจจะต้องแก้ไขโดยการผสมโคลนเข้ากับน้ำที่ใช้เจาะ เพื่อให้น้ำข่นข้นมากขึ้น ตะกอนโคลนในน้ำจะไปฉาบผนังบ่อกันไม่ให้บ่อพังได้ชั่วคราว โคลนที่ใช้จะเป็นโคลนในท้องนา หรือโคลนวิทยาศาสตร์ก็ได้

เมื่อเจาะบ่อได้ลึกตามที่ต้องการแล้ว ตั้งท่อเจาะที่เตรียมใส่ท่อกรองไว้ทางปลายแล้ว ใช้เป็นท่อกรุบ่อได้ ช่องว่างระหว่างท่อกรุกับผนังบ่อให้เอากรวดหรือทรายหยาบใส่ลงไปให้เต็ม โดยเว้นระยะตอนบนไว้เพื่อเอาดินเหนียวหรือซีเมนต์อุดให้แน่น กับน้ำสกปรกข้างบนไหลลงไปปน ในบางกรณีท่อเจาะมีขนาดเล็กแต่เจาะบ่อได้ขนาดใหญ่ เพราะใช้หัวเจาะและเครื่องสูบมีกำลังแรงดันน้ำสูง และต้องการใส่ท่อกรุท่อกรองขนาดใหญ่ด้วย ในกรณีเช่นนี้จำเป็นต้องดึงท่อเจาะขึ้นมาเสียก่อน แล้งจึงจะใส่ท่อกรุท่อกรองขนาดที่ต้องการลงไปภายหลัง



รูปที่ 11 เครื่องเจาะแบบใช้น้ำพ่น (Jet drilling rig)

ปัจจุบันนี้ คนไทยได้ปรับปรุงเครื่องเจาะแบบใช้แรงคน ให้เครื่องยนต์ทำงานแทน กล่าวคือ ได้ติดตั้งแท่นหมุนก้านเจาะขึ้น 1 แท่น โดยเอาเฟืองท้ายรถยนต์มาดัดแปลงใช้งาน แรงหมุนแท่นดังกล่าวนี้ได้มาจากเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าที่ต่อเพลาตรงเข้าหากันโดยผ่านกระปุกเกียร์ ฉะนั้นการที่จะให้ก้านเจาะหมุนเร็วหรือช้าก็กระทำได้ง่าย โดยการเปลี่ยนเกียร์เหมือนขับรถยนต์ เครื่องเจาะที่ปรับปรุงใหม่นี้ จึงกลายเป็นเครื่องยนต์กลไกชนิดหนึ่งซึ่งคนไทยคิดขึ้นเอง และมีใช้แพร่หลายในกรุงเทพซึ่งผู้รับเหมาเจาะน้ำบาดาลรับจ้างเจาะบ่อในราคาถูก ๆ แต่เจาะได้ลึกถึง 600 ฟุตก็มี บ่อบาดาลส่วนใหญ่ที่ใช้เครื่องเจาะแบบนี้จะขนาดตั้งแต่ 2 ถึง 4 นิ้ว และบางแห่งเจาะได้โตถึงขนาด 6 นิ้ว เท่าที่ได้อธิบายมา การเจาะด้วยวิธีนี้เป็นวิธีง่ายๆ แต่ในการปฏิบัติจริงๆ ก็มีปัญหาหลายประการเกิดขึ้น ส่วนดีและส่วนเสียตลอดจนปัญหาต่างๆ พอจะประมวลได้ดังนี้

1) เครื่องเจาะประเภทนี้ใช้ได้เฉพาะในแหล่งกรวดแหล่งทราย หรือแหล่งหินร่วนเท่านั้น หินแข็งเจาะไม่ลง
2) โดยทั่วๆ ไปเจาะบ่อได้ขนาด 3-6 นิ้ว ลึกเกินกว่า 50 ฟุต แต่ในบางกรณีอาจจะเจาะได้บ่อโตถึง 12 นิ้ว (บ่อที่เจาะได้ลึกที่สุดในประเทศไทยโดยใช้แรงคนหมุนเท่าที่ทราบประมาณ 300 ฟุต และที่ใช้เครื่องยนต์หมุน เจาะได้ลึกถึง 600 ฟุต มีขนาดใหญ่พอที่จะใส่ท่อกรุขนาด 6 นิ้วได้)
3) อัตราการเจาะเป็นไปได้อย่างเชื่องช้า ยิ่งมีปัญหาเรื่องบ่อพัง และเจาะผ่านชั้นดินเหนียวแข็ง หรือชั้นทรายอัดแน่นก็จะยิ่งช้าลงไปอีก
4) ได้น้ำไม่มาก คงเพียงพอแต่การใช้สอยเฉพาะในครัวเรือน ยกเว้นในบางกรณี ที่เจาะถึงชั้นน้ำอย่างดี ก็อาจจะได้น้ำมากขึ้น เช่นในกรณีของภาคกลาง
5) อุปกรณ์เครื่องมือมีน้อยชิ้นจึงง่ายแก่การขนส่ง ฉะนั้น บางครั้งอาจใช้เครื่องเจาะแบบนี้ในการสำรวจได้

2.4.3 เครื่องเจาะแบบกระแทก (Percussion rig หรือ Cable tool)

เครื่องเจาะกระแทกเป็นเครื่องเจาะน้ำบาดาลขนาดใหญ่ ใช้ในการเจาะบ่อขนาดใหญ่หรือบ่อลึก ที่ต้องการปริมาณน้ำมากๆ จึงใช้กันทั่วไปในโครงการพัฒนาน้ำบาดาล และในการรับเหมาเจาะบ่อเพื่อเอาน้ำใช้ในกิจการสาธารณูปโภค การเกษตรกรรม และการชลประทาน เพราะสามารถจะเจาะบ่อขนาดใหญ่ได้ถึง 24 นิ้ว ในหินแข็งทุกประเภท ฉะนั้น เครื่องเจาะประเภทนี้จึงไม่อาจจะเอาไปเปรียบเทียบกับเครื่องเจาะ 2 ประเภทแรกได้ หลักการใหญ่ๆ ของเครื่องเจาะแบบนี้ได้แก่การใช้ลวดสลิงไปร้อยกับหัวเจาะ ซึ่งมีลักษณะเหมือนสิ่ว แต่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก แล้วยกสลิงหรือหัวเจาะขึ้นลง เพื่อกระแทกให้หินแตกและใช้จังหวะการบิดตัวของลวดสลิงหมุนหัวเจาะคว้านให้รูกลม เศษหินที่เจาะแตกออกแล้วนำขึ้นมาสู่ผิวดินโดยการตักด้วยกระบอกตัก หัวเจาะส่วนใหญ่ออกแบบให้แข็งเป็นพิเศษ และมีขนาดใหญ่เล็กหลายขนาดจึงสามารถจะเจาะได้ในหินทุกชนิด ตามขนาดที่ต้องการได้ การทำงานใช้เครื่องยนต์และเครื่องผ่อนแรงเป็นระบบอัตโนมัติ

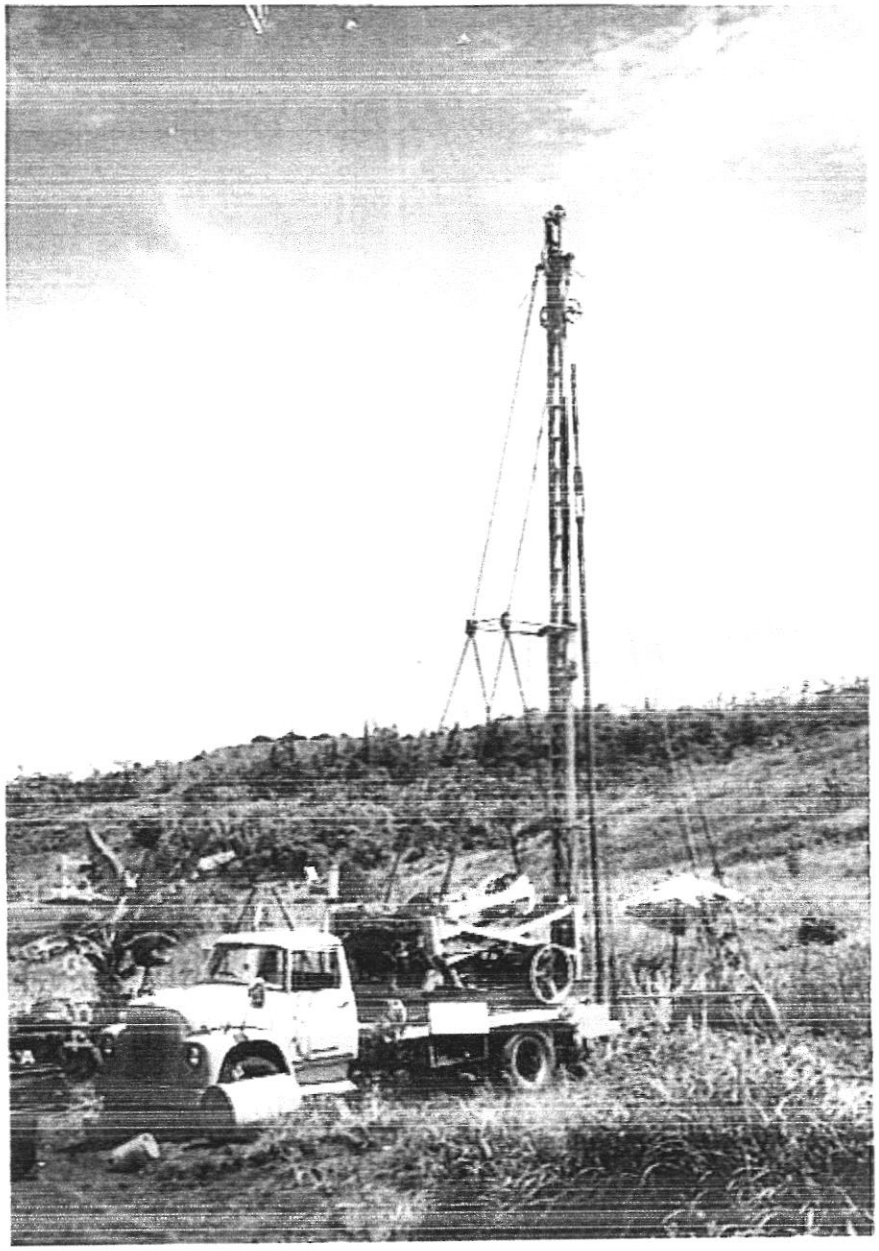
ประวัติการวิวัฒนาการของเครื่องเจาะแบบนี้น่าสนใจ เพราะผู้ค้นคิดขึ้นมาได้หาใช่ฝรั่งไม่ ประเทศที่คิดได้และเจาะบ่อได้ครั้งแรกคือประเทศจีน ตามประวัติกล่าวว่า เครื่องเจาะของจีนในสมัยนั้นใช้ไม้ไผ่และไม้ธรรมดาล้วน ๆ บ่อแรกที่เจาะเป็นบ่อน้ำเกลือ ลึกถึง 5,000 ฟุต เริ่มเจาะตั้งแต่สมัยปู่ แล้วเสร็จในสมัยหลาน เครื่องเจาะของจีนในสมัยนั้น ไม่อาจจะคาดคะเนได้ว่ามีรูปร่างอย่างไร แต่ก็คงถ่ายทอดเป็นมรดกกันมาจนถึงคนจีนปัจจุบัน หลักการใหญ่ๆ ของเครื่องเจาะแบบโบราณนั้น ประกอบด้วยตัวเครื่องเจาะเป็นคันโพง เหมือนที่ทางภาคเหนือหรือภาคอีสานใช้ตักน้ำ รูปการเจาะบ่อบาดาลบ่อแรกโดยใช้ไม้ไผ่โดยชาวจีน จากบ่อโคนคันโพงมีน้ำหนักถ่วง ที่ปลายคันโพงมีเชือกซึ่งผูกติดกับหัวเจาะแขวนไว้

ตรงกลางมีไม้ค้ำเวลาเจาะใช้น้ำหนักตัวคนกระโดดขึ้นลงจากตัวคันโพงดานโคนๆ จังหวะการขวิดขึ้นลงของโคนคันโพง เพราะแรงคนกระแทกจะยกหัวเจาะขึ้น และกระแทกลงตลอดเวลา

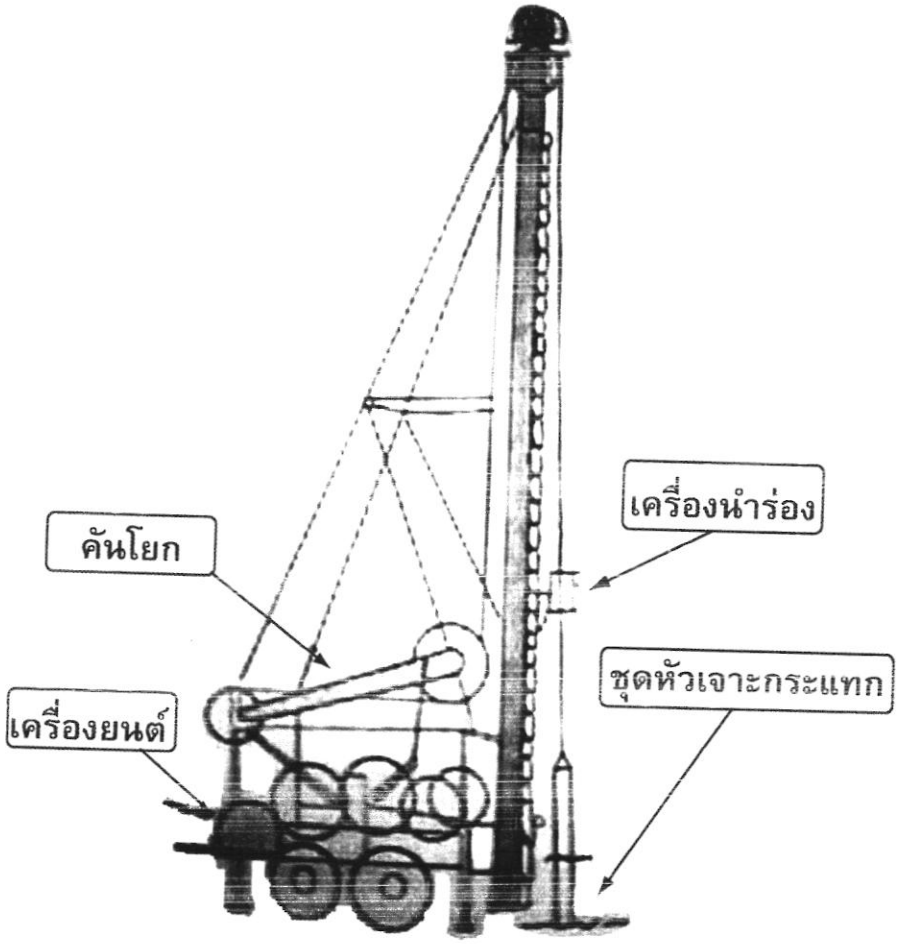
อเมริกาลอกแบบเครื่องเจาะจีนไปใช้เจาะน้ำมันครั้งแรกในปี 2382 แต่เจาะได้ลึกเพียง 65 ฟุต เครื่องเจาะคันโพงของอเมริการุ่นแรก ใช้หลักการอย่างเดียวกับของจีน แต่ทำให้คนยืนโยกคันโพงติดไว้กับเส้นเชือก จังหวะการดึงเชือกขึ้นลงจึงค่อยสะดวกกว่าของจีน แต่ในระยะต่อๆ มาได้ค่อยๆ ดัดแปลงแก้ไขให้สะดวกและมีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่นให้กำลังเครื่องจักรไอน้ำแทนแรงคน ใช้คันโยก (Walking beam) แทนคันโพง และใช้ลวดสลิงแทนเชือกมะนิลา จนถึงปัจจุบันใช้ระบบเครื่องยนต์กลไกแบบอัตโนมัติเกือบทุกอย่าง ช่างเจาะคอยทำหน้าที่แต่เพียงควบคุมจังหวะขึ้นลงของลวดสลิง และบังคับเครื่องยนต์ การเจาะลึกเพียง 5,000 ฟุต อาจใช้เวลาเพียงเป็นเดือน แทนที่จะใช้เวลาถึง 3 ชั่วคนเหมือนคนจีน แต่อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าเครื่องเจาะกระแทกจะวิวัฒนาการก้าวหน้าไปอย่างไร หลักการเจาะขั้นต้นก็ยังเป็นแบบของจีนอยู่ (รูปที่ 13) การเจาะกระแทกในปัจจุบันมิได้ใช้เฉพาะหัวเจาะโดดๆ เพราะมีอุปกรณ์อื่นๆเพิ่มเติมเข้าไปเพื่อให้การเจาะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในที่นี้จะเรียกว่าระบบหัวเจาะ (Drilling tools) ประกอบด้วยอุปกรณ์ 4 ส่วน นับตั้งแต่ตอนบนสุดซึ่งต่อกับลวดสลิงไปจนถึงหัวเจาะจริง คือข้อต่อสลิง (Rope socket) ตะบัน (Jars) ก้านเจาะ (Drill stem) และหัวเจาะ (Drilling bit) ทั้งหมดนี้ต่อรวมกันเป็นทอด ๆ โดยเกลียวตัวผู้และตัวเมีย มีน้ำหนักรวมกันเป็นพัน ๆ ปอนด์ เพราะทำด้วยเหล็กกล้า ส่วนสำคัญที่สุดในระบบหัวเจาะนี้ได้แก่ หัวเจาะ ซึ่งเป็นตัวกระแทกและกัดหิน มีความยาวตั้งแต่ 3–10 ฟุต หนักสูงสุดถึง 3,000 ปอนด์ (1.5 ตัน) หัวเจาะโดยปกติมีลักษณะแบนๆ มนๆ ส่วนปลายที่กัดหินตกแต่งให้เป็นรูปต่างๆ ตามความเหมาะสมของชั้นหิน เช่นถ้าเจาะในหินแข็งไม่มากก็ทำปลายให้ค่อนข้างคมคล้ายสิ่ว ถ้าเจาะหินแข็งก็ค่อนข้างป้านๆ ทู่ๆ ตัวก้านเจาะมีลักษณะเป็นเหล็กตันท่อนยาวๆ ทำหน้าที่เป็นตัวเพิ่มน้ำหนักให้กับหัวเจาะและบังคับให้หัวเจาะตั้งตรงในแนวดิ่ง จึงมีความยาวมาก บางแห่งยาวถึง 30 ฟุต และมีขนาดตั้งแต่ 1 – 6 นิ้ว หนักตั้งแต่ 100 ถึง 300 ปอนด์ ตะบัน (Jars) ประกอบด้วยเหล็ก 2 ท่อนต่อกันด้วยห่วงยาว ๆ สองห่วงคล้ายห่วงลูกโซ่ จึงยืดให้ยาวหรือหดให้สั้นได้เท่ากับความยาวของห่วง ซึ่งโดยปกติน้อยกว่า 6 นิ้ว ตะบันไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเจาะ แต่ใช้สำหรับช่วยจังหวะการดึงของสลิง เมื่อหัวเจาะติดในหิน กล่าวคือในขณะมีสลิงยกระดับหัวเจาะขึ้นในจังหวะปกติ ตัวตะบันจะยืดออกเท่าความยาวของห่วง ในจังหวะที่สลิงปล่อยหัวเจาะลง ตัวตะบันจะหดเข้าให้ห่วงซ้อนกัน ส่วนข้อต่อสลิงมีหน้าที่โดยตรงในการต่อระบบหัวเจาะเข้ากับสลิงปล่อยหัวเจาะลง ตัวตะบันจะหดเข้าให้ห่วงซ้อนกันแน่นหนา หลุดหรือขาดไม่ได้

ของ

พียง
โพง
ปลง
ing
มมัติ
การ
างไร
งจีน
าไป
ารณ์
ะบัน
วตัว
าะนี้
นดต์
มาะ
านๆ
งให้
หนัก
ล้าย
ม่มี
ณะ
อย
กับ



รูปที่ 12 เครื่องเจาะกระแทก



รูปที่ 13 ระบบการทำงานเครื่องเจาะแบบกระแทก

ได้กล่าวข้างต้นแล้วว่า เศษหินที่หัวเจาะกระแทกและคว้านออกที่ก้นบ่อนั้น ตักขึ้นมาทิ้งด้วยกระบอกตัก (Bailer) ตัวกระบอกตักประกอบด้วยท่อเหล็กธรรมดา มีความยาวต่าง ๆ กัน แต่ทั่วๆ ไป ยาว 10–30 ฟุต ขนาดตั้งแต่ 3–6 นิ้ว หรือ 8 นิ้ว ปลายด้านล่างมีลิ้นเปิดให้น้ำเข้าออก ปลายตอนบนทำหูหิ้วสำหรับผูกกับสลิง เพื่อดึงขึ้นลง หลักการตักน้ำก็เหมือนการใช้เชือกผูกกระป๋องตักน้ำในบ่อธรรมดา เพียงแต่ใช้ระบบกว้านเครื่องยนต์แทน เมื่อหย่อนกระบอกตักลงไปถึงก้นบ่อ ลิ้นจะเปิดให้เศษหินซึ่งปนอยู่กับน้ำเข้าไปทางก้นกระบอก (ในขณะเจาะ ถ้ายังไม่ถึงชั้นน้ำ ต้องหาน้ำใส่ในบ่อตลอดเวลา เพื่อให้เศษหินแตกปนอยู่ในน้ำและใช้น้ำหล่อลื่นหัวเจาะด้วย) ในจังหวะที่ยกขึ้น ลิ้นจะเปิด เมื่อมาถึงผิวดินก็ถ่ายเทเอาเศษหินปนน้ำออกทางก้นกระบอกเช่นกัน โดยการกระแทกให้ลิ้นเปิดออก

ตัวเครื่องเจาะกระแทกประกอบด้วยเสากระโดง (Mast) รอกคู่ ระบบคันโยก (Walking beam) และเครื่องยนต์ ทั้งหมดนี้อาจจะประกอบวางอยู่บนล้อเลื่อน หรือวางบนรถยนต์ขนาดใหญ่ เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย สมัยก่อนใช้เจาะน้ำมัน จึงมีขนาดใหญ่และเจาะได้เกินกว่า 5,000 ฟุต ปัจจุบันไม่นิยมใช้เจาะน้ำมัน จึงเอามาดัดแปลงให้ขนาดเล็กลงเพื่อใช้เจาะน้ำบาดาล มีความสามารถเจาะได้ลึกตั้งแต่

500 – 5,000 ฟุต บางเครื่องเจาะได้ลึกถึง 7,500 ฟุต เครื่องเจาะในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้เสากระโดงแบบยืดได้ (Telescopic mast) มีความสูงตั้งแต่ 30–50 ฟุต ทั้งนี้เพื่อให้มีช่วงสูงพอที่จะยกระดับหัวเจาะขึ้นลงและยกท่อกรุใส่บ่อได้ เมื่อหดเข้าแล้วก็สามารถพับนอนลง ง่ายแก่การเคลื่อนย้าย ระบบคันโยกมีหน้าที่ในการดึงระบบหัวเจาะขึ้นลง เพื่อเจาะกระแทกโดยใช้ลวดสลิงซึ่งม้วนเก็บไว้ยาวเท่า ๆ หรือมากกว่าความลึกของบ่อที่เจาะ และร้อยผ่านรอกคู่ที่ติดอยู่กับปลายยอดเสากระโดง ช่วงชักขึ้นลง (Stroke) ของคันโยกมีระบบบังคับและตั้งให้สั้นหรือยาวได้ ตั้งแต่ 10–40 นิ้ว ความเร็วของการเจาะหรือความเร็วในการชักขึ้นลงบังคับด้วยระบบเฟืองเกียร์ และคลัทช์ซึ่งโดยปกติใช้ความเร็วชักขึ้นลง 30–60 ครั้งต่อนาที

เทคนิคในการเจาะด้วยเครื่องเจาะกระแทก ถ้าดูแต่เพียงผิวเผินก็รู้สึกว่าจะง่าย แต่ในการเจาะจริงๆ ต้องใช้ช่างเจาะที่ชำนาญจริงๆ จึงจะได้ผล เริ่มแรกอยู่ที่การเลือกใช้หรือตกแต่งหัวเจาะให้เหมาะสมกับลักษณะชั้นหิน เพราะถ้าเลือกไม่ถูกก็เจาะไม่ลง เช่น ใช้หัวเจาะป้านๆ ทื่อๆ เจาะในดินเหนียวก็มีค่าเท่ากับเอาค้อนไปทุบดินเหนียวแทนที่จะเจาะ ถัดมาได้แก่การเลือกใช้ระยะความยาวช่วงชักให้ถูกต้องกับความแข็งของหิน เป็นต้นว่า ในหินแข็งต้องใช้ช่วงชักสั้นๆ ถ้าหินไม่ค่อยแข็งจึงใช้ช่วงชักยาวๆ เครื่องเจาะธรรมดามักจะมีที่ให้เปลี่ยนช่วงชักได้ 3 ขนาดเท่านั้น เช่น 10, 14, 16, นิ้ว หรือ 12, 16, 20 นิ้ว โดยปกติเวลาเจาะไม่มีเครื่องวัดว่า ขณะนั้นได้หย่อนยาวเกินไปจนลวดสลิงตกท้องช้าง ทำให้หัวเจาะเอียงจนบ่อคด ฉะนั้น จึงต้องใช้ความชำนาญเป็นเครื่องวัด ความชำนาญดังกล่าวนี้สังเกตรู้สึกได้จากลวดสลิงเวลาเจาะ โดยทั่วไปจะเห็นช่างเจาะคอยจับสลิงไว้ การจับนี้ไม่ใช่ไม่มีความหมาย แต่จับเพื่อให้เกิดความรู้สึกจากความตึง และการบิดตัวของลวดสลิงว่าในขณะนั้นหัวเจาะกำลังเจาะหินอยู่จริง ๆ หรือเจาะอยู่เหนือระดับหิน เรื่องการจับสลิงนี้มีความสำคัญมาก ผู้ใดมีความรับผิดชอบหรือมีเครื่องเจาะประเภทนี้ใช้ และให้ช่างเจาะนำไปเจาะบ่อ หากพบว่าช่างเจาะปล่อยให้เครื่องกระแทกอยู่โดยไม่มีคนคุมก็น่าที่จะเปลี่ยนช่างเจาะใหม่ได้แล้ว

ปัญหาสำคัญอีกอย่างหนึ่งในการเจาะกระแทก คือถ้าเจาะในแหล่งหินร่วน เช่น กรวด ทราย หรือดินเหนียว มักจะมีกรณีบ่อพังเสมอๆ วิธีแก้ทำได้โดยใส่ท่อกันพัง ท่อกันพังนี้ต้องให้มีขนาดใหญ่กระชับแน่นกับผนังบ่อ การใส่ท่อจึงจำเป็นต้องตอกขับลงไปด้วยเครื่องมือที่มีอยู่ประจำเครื่องเจาะ จนปลายท่อด้านล่างลงไปอยู่ใกล้ๆ กับก้นบ่อ การใส่ท่อกันพังนี้มีประโยชน์ในการป้องกันไม่ให้บ่อคด (Crooked) ด้วย เพราะบ่อคดทำให้เกิดปัญหาเรื่องการใส่ท่อกรุ และการติดตั้งเครื่องสูบในภายหลัง จากรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้ว พอสรุปส่วนดีส่วนเสีย สำหรับเครื่องเจาะแบบนี้ได้ว่า

ส่วนดี

1) สามารถจะเจาะได้ในหินทุกชนิดทุกประเภท ไม่ว่าแข็งหรืออ่อน
2) เหมาะสมในการเจาะสำรวจ เพราะสามารถจะเก็บตัวอย่างหินได้ถูกต้องกว่าวิธีอื่น (ยกเว้นเครื่องเจาะหัวเพชร)
3) เจาะถึงชั้นน้ำเมื่อใดรู้ได้ทันที และสามารถจะทดสอบหาปริมาณน้ำในชั้นน้ำแต่ละชั้นได้ง่าย

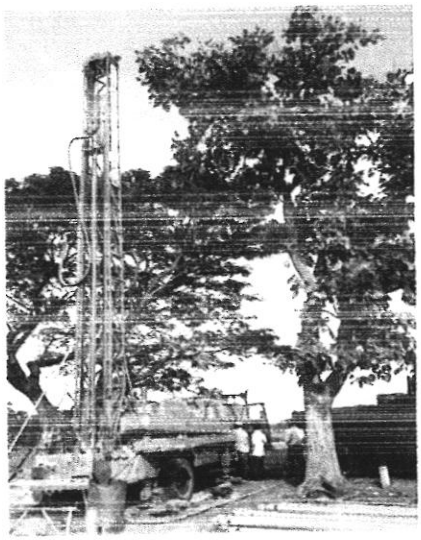
4) ไม่ต้องใช้น้ำเพื่อการเจาะมาก เมื่อเจาะถึงชั้นน้ำแล้วก็ไม่ต้องเติมน้ำอีก จึงเหมาะสมต่อการเจาะในท้องที่ซึ่งหาน้ำได้ยากหรือเหมาะที่จะเจาะในหินที่เป็นโพรงมาก เช่น หินปูน

ส่วนเสีย

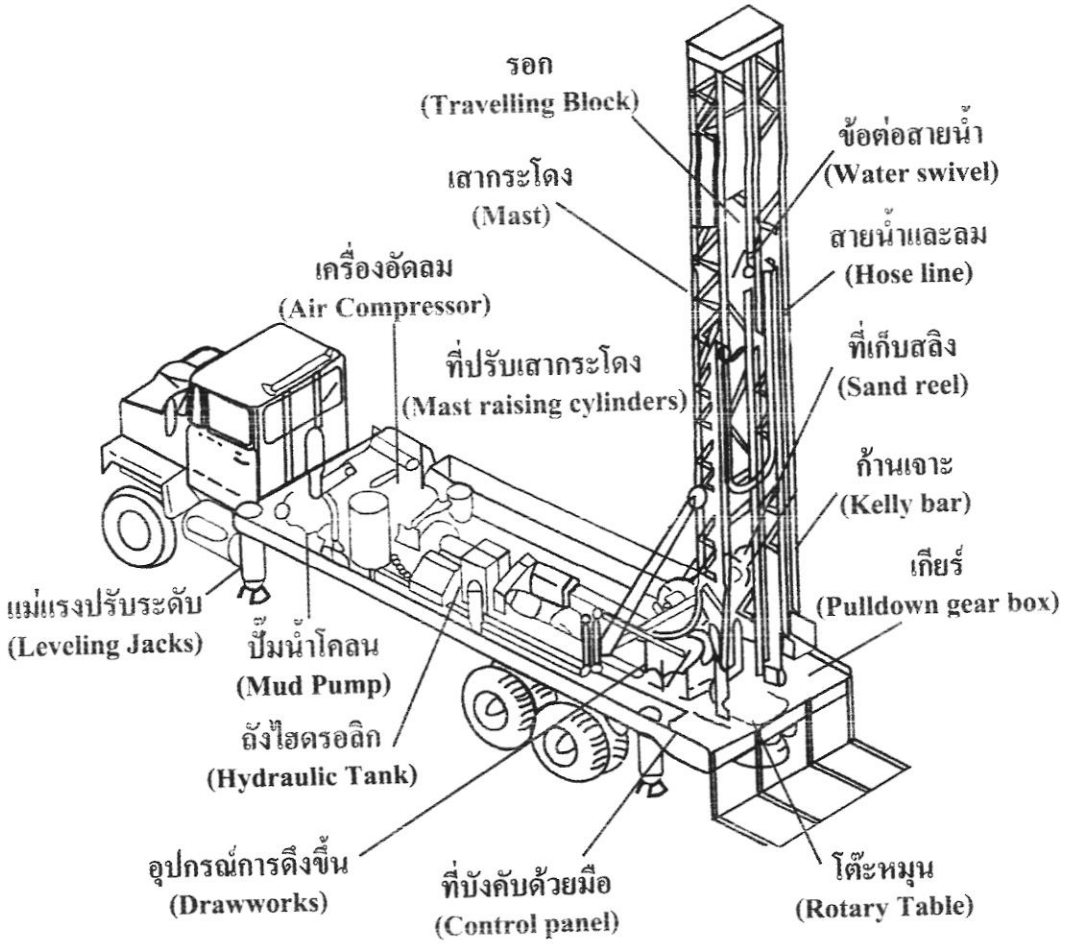
1) เจาะได้ช้า ยิ่งเจาะในแหล่งหินร่วนก็จะยิ่งช้าลงเพราะปัญหาเรื่องบ่อพัง
2) การติดตั้งเครื่องเจาะได้ยาก เสียเวลามาก เพราะต้องมีสายสะเตดึงเสากระโดงไว้เพื่อกันไม่ให้เครื่องเจาะล้ม
3) การเจาะในหินแข็งที่วางตัวเป็นชั้นและเอียงเท มักจะได้บ่อคด บางครั้งจนถึงกับต้องทิ้งบ่อเพราะแก้ไขไม่ได้
4) การเจาะในหินแข็งมักจะได้บ่อไม่กลม แต่มักจะมีแง่หินเป็นเหลี่ยม เป็นมุมยื่นเข้ามาในบ่อ ทำให้ยากแก่การใส่ท่อกรุ และติดตั้งเครื่องสูบ

2.4.4 เครื่องเจาะแบบหมุนตรง (Direct Rotary Rig)

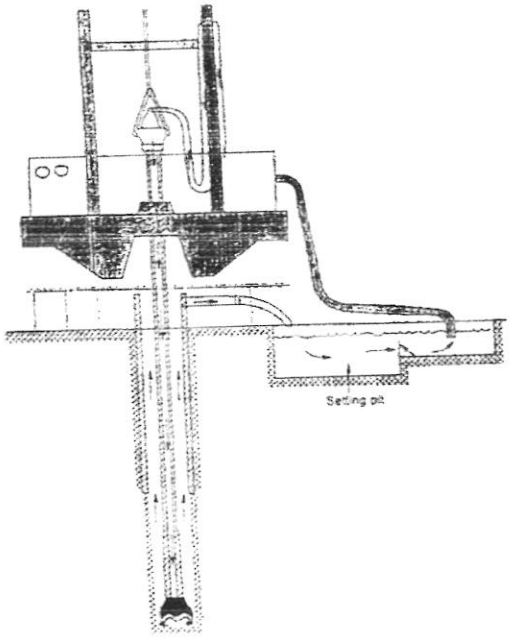
เครื่องเจาะหมุนนี้นิยมใช้กันมากที่สุดทั้งในแบบขนาดใหญ่ใช้เจาะน้ำมัน และขนาดเล็กใช้เจาะน้ำบาดาล และเจาะสำรวจ วิศวกรชาวเยอรมันเป็นผู้ค้นคิดและทำขึ้นครั้งแรกในปี 2409 อเมริกานำไปดัดแปลงใช้เจาะน้ำมันในปี 2453 และยอมรับใช้กันทั่วไปตั้งแต่ปี 2463 เป็นต้นมา ปัจจุบันประมาณกันว่าเกือบ 80% ของเครื่องเจาะในโลกเป็นเครื่องเจาะประเภทนี้ เหตุที่ได้รับความนิยมกันมากเพราะเจาะได้เร็วกว่าแบบอื่น ๆ เพราะมีประสิทธิภาพในการเจาะสูง เคลื่อนย้ายได้สะดวก และมีอุปกรณ์ครบชุดในตัวที่จะใช้ในการพัฒนาบ่อได้ทันที เครื่องเจาะขนาดใหญ่ เจาะได้ลึกถึง 10,000 ฟุต เครื่องขนาดกลางที่ใช้เจาะน้ำบาดาล เจาะได้ลึกตั้งแต่ 1,000–5,000 ฟุต ขนาดเล็กใช้เจาะสำรวจระยะตื้น เจาะได้ตั้งแต่ 500–1,000 ฟุต เครื่องขนาดกลางและขนาดเล็ก อาจมีทั้งแบบติดตั้งบนรถยนต์ และแบบติดตั้งแบบล้อเลื่อน เครื่องขนาดใหญ่แยกกันอยู่เป็นชิ้น ๆ เมื่อจะเจาะที่ใด ก็ต้องไปประกอบเข้าด้วยกันในที่นั้น



รูปที่ 14 เครื่องเจาะแบบหมุนตรง Direct Rotary



รูปที่ 15 ส่วนประกอบของเครื่องจักรแบบหมุนตรง



รูปที่ 16 ลักษณะการทำงานการเจาะแบบหมุนตรง

หลักการเบื้องต้นของเครื่องแบบนี้ ผิดกับเครื่องกระแทกที่ใช้การหมุนหัวเจาะพร้อมๆ กับมีแรงกดให้หัวเจาะกัดหินเป็นรูกลม ฉะนั้นหลักสำคัญจึงเหมือนเครื่องเจาะแบบใช้พ่นทุกประการ เพียงแต่ใช้เครื่องจักรกลแรงคนและมีขนาดใหญ่มากกว่า แรงหรือพลังงานที่ใช้ในการหมุนมาจากเครื่องยนต์และถ่ายทอดไปสู่หัวเจาะทางระบบก้านเจาะ (Drill string) ซึ่งประกอบด้วยก้านนำเจาะ (Kelly) ก้านเจาะ (Drill pipe) และหัวเจาะ (Drill bit) ตามลำดับ ทั้งหมดนี้ทำด้วยเหล็กกล้าอย่างดี ทนแรงบิดและแรงดึงสูง ต่อเข้าด้วยกันด้วยข้อต่อ (Substitute & tool joints) แบบต่าง ๆ เศษหินที่เจาะได้จากก้นบ่อเอาขึ้นมาบนผิวดินได้โดยแรงดันของน้ำ แบบเดียวกับเครื่องเจาะแบบใช้น้ำพ่นที่กล่าวถึงข้างต้น นั่นคืออัดน้ำโคลนลงไปทางรูก้านเจาะให้ทะลุผ่านออกจากหัวเจาะ น้ำโคลนภายใต้แรงดันจะไหลกลับเข้าขึ้นสู่ผิวดิน ทางช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับผนังบ่อ และจะอุ้มเอาเศษหินขึ้นมาพร้อมๆ กัน แล้วจึงไหลลงไปสู่บ่อน้ำโคลน (Mud pit) เศษหินซึ่งมีน้ำหนักกว่าจะตกลงไปก้นบ่อ ส่วนน้ำโคลนที่เหลือก็จะถูกสูบใช้หมุนเวียนกลับลงไปในบ่อเจาะผ่านทางรูก้านเจาะอีกอุปกรณ์และส่วนประกอบของเครื่องเจาะหมุนมีมาก และยุ่งยากต่อการศึกษา ยิ่งเป็นเครื่องขนาดใหญ่เจาะได้ลึกมาก ๆ ก็จะทวีความยุ่งยากมากขึ้น ในที่นี้จึงขอกล่าวถึง เฉพาะส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ อันเป็นหลักเบื้องต้นของเครื่องเจาะทุกขนาด คือ เสาปั้นจั่น (Derrick) ระบบกว้าน (Draw works) สูบน้ำโคลน (Mud pump) ระบบเครื่องยนต์ขับ (Prime mover) ระบบก้านเจาะ (Drill string) และหัวเจาะ (Bits) รายละเอียดของส่วนประกอบที่จะบรรยายต่อไปนั้น จะอ้างอิงถึงเครื่องเจาะประเภทที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย (Portable) เพราะติดตั้งไว้บนรถยนต์หรือบนรถพ่วง มีประสิทธิภาพเจาะได้ลึก ตั้งแต่ 1,000–5,000 ฟุต นิยมกันมากในการเจาะน้ำบาดาลทั้งในประเทศหรือต่างประเทศ ส่วนเครื่องขนาดเล็กและเจาะได้น้อยกว่า 1,000 ฟุต มักไม่นิยมใช้เจาะบาดาล เพราะมีอุปกรณ์และส่วนประกอบอื่นๆ ไม่เหมาะสม นิยมใช้กันเฉพาะการเจาะสำรวจประเภทอื่นๆ สำหรับเครื่องที่เจาะได้ลึกเกินกว่า 5,000 ฟุต ใช้เฉพาะการเจาะน้ำมัน ไม่เหมาะกับการเจาะน้ำบาดาล เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายต่าง ๆ สูงมาก

เสาปั้นจั่น (Derrick) ข้อแตกต่างระหว่างเสาปั้นจั่นของเครื่องเจาะหมุน กับเสากระโดงของเครื่องกระแทก อยู่ตรงที่เสาปั้นจั่นประกอบด้วยโครงเหล็กเหมือนกับเสาปั้นจั่นตอกเสาเข็ม ตอนล่างบางตอนปลายค่อย ๆ สอบเข้าหากัน จึงสามารถที่จะยกขึ้นวางตั้งขึ้นอยู่ได้โดยไม่ล้ม และไม่ต้องมีสายยึดไว้กับดินคล้ายสะเต วางตั้งขึ้นเหมือนสายกระโดงเรือ จึงจำเป็นต้องมีสายสะเตดึงไว้กับพื้นไม่ให้ล้ม เหมือนสายสะเตยึดเสาอากาศของสถานีส่งวิทยุหรือโทรทัศน์ ฉะนั้นการติดตั้งเสาปั้นจั่นจึงง่ายกว่า เสาปั้นจั่นประกอบด้วยระบบไฮดรอลิค เสาก็วางตั้งขึ้นได้โดยง่ายไม่เสียเวลา เสาปั้นจั่นประกอบด้วยเสาหลักเป็นเหล็กกลวงกลมหรือเหลี่ยม ต่อเข้าด้วยกันแบบโครงเหล็ก มีความสูงตั้งแต่ 32–56 ฟุต (สำหรับเครื่องเจาะที่ได้ 1,000 ถึง 5,000 ฟุต) มีหน้าที่สำหรับเป็นช่องที่จะยก หรือหย่อนก้านเจาะ หรือท่อกรุท่อกรอง หรือชิ้นส่วนอื่นๆ ขึ้นลงในบ่อ จึงต้องมีระบบรอกพวง (Crown blocks) ตั้งแต่ 3–4 รอก ติดอยู่ที่ปลายบนสุด ตัวเสาปั้นจั่นต้องมีความแข็งแรงพอที่จะทนแรงดึงในแนวดิ่งได้มาก ตัวอย่างเช่น ขนาดมาตรฐานสูง 32–33 ฟุต จะทนแรงดึงในแนวดิ่งได้เกินกว่า 15 ตัน ตัวเสาปั้นจั่นวางอยู่ทางตอนหลังสุดของเครื่องเจาะ

ตำแหน่งยืนทำงานของช่างเจาะส่วนใหญ่อยู่ใต้ปลายเสาพอดี การออกแบบเสาจึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของคนทำงานด้วย

ระบบกว้าน (Draw works) ระบบกว้านเป็นหัวใจของเครื่องเจาะ เพราะเป็นศูนย์รวมของการปฏิบัติงานของช่างเจาะ จึงประกอบด้วยระบบ 2 ประเภท คือ ระบบการบังคับเครื่อง เช่น คลัทช์ เฟือง โซ่ คันบังคับต่าง ๆ และระบบลวดสลิง ซึ่งหมุนเข้าหมุนออกได้ในเวลายกก้านเจาะหรืออุปกรณ์อื่นๆ ลงหรือขึ้นจากบ่อ สลิงจากระบบนี้มี 2 ประเภท คือ สลิงเจาะ (Drilling line) และสลิงยกของ (Sand line) ลวดสลิงทั้งสอง ต่อจากกว้านผ่านขึ้นไปทางระบบรอกบนยอดเสาปั้นจั่น แล้วจึงห้อยลงมาสู่ระบบรอกอีกชุดหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นรอกเดี่ยวหรือรอกคู่ รอกชุดนี้ดึงขึ้นลงได้ด้วยการบังคับของระยะกว้าน จึงเรียกว่า Traveling blocks ในที่นี้จะเรียกว่ารอกโตงเตง ที่โครงของรอกโตงเตงมีตะขอ (Hook) ติดไว้เพื่อใช้เกี่ยวหรือแขวนสิ่งของที่ต้องการจะยกหรือหย่อนต่อไป

เครื่องสูบน้ำโคลน (Mud pump) เครื่องสูบน้ำโคลนมีหน้าที่โดยตรงในการสูบน้ำโคลนให้หมุนเวียนผ่านก้านเจาะลงไปทางหัวเจาะ แล้วอุ้มเศษหินไหลกลับขึ้นข้างบนทางช่องว่างระหว่างก้านเจาะและผนังบ่อลงไปสู่บ่อน้ำโคลน แล้วสูบนำโคลนจากบ่อน้ำโคลนลงไปในบ่ออีกตลอดเวลาที่ทำการเจาะ นอกนั้นยังใช้ปูนซีเมนต์ เพื่อการอุดบ่อและพัฒนาอย่างอื่น ๆ ที่จะกล่าวถึงในเรื่องบ่อน้ำบาดาล เครื่องสูบที่ใช้มักเป็นแบบลูกสูบชัก (Reciprocation pistons) ตั้งแต่ 2 สูบขึ้นไป ความยาวของช่วงชัก ขนาดลูกสูบ และความเร็วในการชักเข้าออกของลูกสูบ จะเป็นตัวบอกปริมาณและแรงดันของน้ำโคลนที่สูบได้ โดยปกติเครื่องเจาะขนาดเจาะได้ลึก 1,000–1,500 ฟุต ใช้ลูกสูบที่มีลูกสูบขนาด 5 นิ้ว 2 สูบ ช่วงชัก 6–8 สูบได้น้ำโคลนประมาณ 150 แกลลอนต่อนาที มีแรงดันประมาณ 310 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เครื่องที่มีขนาดเล็กต่ำกว่า 1,000 ฟุต ก็อาจจะใช้สูบแบบเดียวกัน แต่ขนาดลูกสูบและช่วงชักเล็กลง เช่น ลูกสูบ 4 นิ้ว ช่วงชัก 5 นิ้ว ส่วนเครื่องเจาะขนาดใหญ่ใช้เจาะน้ำมัน ก็ใช้ขนาดใหญ่ขึ้นตามความเหมาะสม เช่น ลูกสูบขนาด 8 นิ้ว ช่วงชัก 18 นิ้ว เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เครื่องเจาะขนาดเล็ก ๆ อาจใช้สูบหอยโข่ง (Centrifugal pump) แบบแรงดันสูงแทนลูกสูบชักได้ แต่โดยทั่ว ๆ ไปนิยมใช้แบบลูกสูบชักเพราะ

1) สามารถจะสูบน้ำที่มีเศษหิน ที่มีความกัดกร่อนสูงหรือต่ำปนอยู่ได้
2) สามารถจะสูบเศษหินก้อนโตๆ ผ่านเครื่องสูบได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อเครื่องสูบ
3) ง่ายแก่การเดินเครื่องและการบำรุงรักษาชิ้นส่วนบางชิ้น เช่น ปลอกกระบอกสูบ ลูกสูบและลิ้น อาจถอดเปลี่ยนได้ง่ายและสะดวก
4) สามารถเลือกหรือดัดแปลงให้สูบได้ปริมาณน้ำโคลน และแรงดันต่างๆ กันได้ โดยเพียงแต่เปลี่ยนขนาดปลอกกระบอกสูบและลูกสูบ

ส่วนเสียของลูกสูบแบบลูกสูบชักที่สำคัญ ได้แก่การสูบน้ำออกเป็นจังหวะๆ หรือสูบน้ำออกทำให้ดันท่อกระแทกกระทั้นได้

ระบบเครื่องยนต์ขับ (Prime mover) สมัยก่อนนิยมใช้เครื่องจักรไอน้ำเป็นต้นกำลังของเครื่องเจาะแต่ในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องยนต์เบนซินหรือดีเซลเป็นส่วนใหญ่ ส่วนน้อยที่อยู่ใกล้พลังไฟฟ้าแรงสูงก็ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแทน เครื่องออกใหม่แบบล่าสุดในอเมริกาขณะนี้ ใช้แรงลมอัด (Compressed air) ไปหมุนมอเตอร์แทนไฟฟ้า จึงต้องมีเครื่องอัดลมเพิ่มเข้าอีกเครื่องหนึ่ง แต่ยังไม่นิยมใช้กันทั่วไป เพราะเครื่องมีขนาดใหญ่เกินกว่าธรรมดามาก พลังงานจากเครื่องยนต์เอาไปใช้งานใหญ่ ๆ 2 ประเภท คือ ใช้ฉุดเครื่องสูบน้ำ และใช้ฉุดระบบกว้านต่าง ๆ รวมทั้งให้หมุนก้านเจาะ เครื่องยนต์ที่ใช้จึงต้องมีแรงม้าสูง ๆ เช่น เครื่องเจาะที่เจาะได้ประมาณ 1,000 ฟุต ก็อาจจะใช้เครื่องยนต์ฉุดที่มีแรงม้าเกิน 150 แรงม้า เป็นต้น เครื่องเจาะที่ติดตั้งบนรถยนต์อาจจะใช้เครื่องของรถยนต์มาฉุดเครื่องเจาะ ส่วนเครื่องที่ติดตั้งบนล้อเลื่อนประเภทฉุดลากจะต้องมีเครื่องยนต์ของตัวเอง

ระบบก้านเจาะ (Drill string) ส่วนประกอบต่างๆในระบบก้านเจาะนี้เป็นอุปกรณ์ราคาแพงและต้องเปลี่ยนใหม่บ่อย ๆ จึงจำเป็นต้องบำรุงรักษาอย่างดี สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดการชำรุดเสียหายที่ความคดงอที่อาจจะเกิดได้ง่าย ๆ และที่เกลียวต่าง ๆ ซึ่งใช้ในการต่อชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเข้าด้วยกัน เกลียวที่ชำรุด อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการสึกกร่อนของตัวเกลียวเอง หรือเนื่องจากแรงบิดแรง ๆ หรือเนื่องจากการใช้ไม่ถูกต้อง ส่วนประกอบของก้านเจาะประกอบด้วย

1) ก้านนำเจาะ (Kelly) ก้านนำเจาะ เป็นเหล็กท่อนบนสุดของระบบก้านเจาะ โดยต่อตรงเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่า Swivel มีลักษณะคล้ายข้องอ 90° ปลายข้างหนึ่งต่อเข้ากับสายสูบน้ำโคลน อีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับก้านเจาะ ข้อต่อด้านก้านเจาะมีอุปกรณ์บังคับให้ Swivel อยู่กับที่เมื่อตัวก้านนำเจาะหมุน

2) ก้านเจาะ (Drill pipe) ก้านเจาะ เป็นเหล็กกลวงกลมทำด้วยเหล็กเหนียวอย่างดี จึงสามารถจะทนแรงบิด และแรงดึงได้มาก โดยปกติก้านเจาะมีความยาว 10 – 30 ฟุต ตามขนาด และความสูงของเสาปั้นจั่น มีขนาดที่นิยมใช้เจาะบ่อบาดาลกันมากคือ 2 3/8" นิ้ว 3 7/8" และ 3 1/2" นิ้ว ก้านเจาะท่อนบนสุดจะต่อติดอยู่กับก้านนำเจาะ ฉะนั้น ก้านนำเจาะหมุน ก้านเจาะจึงหมุนตามไปด้วย

3) ท่อถ่วง (Drill collar) น้ำหนักของก้านเจาะอย่างเดียวไม่อาจจะช่วยกดให้ หัวเจาะกัดลึกลงในหินแข็งได้เร็ว แต่ถ้าได้ต่อท่อถ่วงเพิ่มเติมเข้าไประหว่างก้านเจาะและหัวเจาะแล้ว น้ำหนักของท่อถ่วงจะช่วยกดหัวเจาะให้เจาะได้เร็วขึ้น และยังทำให้สามารถเจาะบ่อได้ตรงด้วย

4) หัวเจาะ (Bits) หัวเจาะของเครื่องเจาะหมุนแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ Drag bit และแบบ Roller bit หัวประเภทแรกมีรูปร่างคล้ายหางปลา ตอนปลายบานเป็นปีก ตั้งแต่ 2 ถึงหลายปีก ปลายและคมปีกแต่ละปีกชุบแข็งหรือฝังโลหะแข็ง เช่น ทังสะเตนคาร์ไบด์ เพื่อให้มีความแข็งแรง และทนแรงเสียดทานกัดกร่อนได้ยิ่งขึ้น รูหรือร่องน้ำของหัวเจาะประเภทนี้ออกตรงมาทางปีก ทั้งนี้เพื่อให้น้ำโคลนฉีดล้างทำความสะอาดและหล่อเย็นอยู่ตลอดเวลา ในขณะเจาะ หัวเจาะจะหมุนไปทั้งตัวโดยไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งแยกกันหมุน หัวเจาะประเภทนี้เหมาะสมที่จะเจาะในหินร่วนประเภทกรวดทราย และดินเหนียวเท่านั้น ในหินแข็งเจาะไม่ลง หัวเจาะแบบ Roller bit หรือนิยมเรียกกันว่า Rock bit มีลักษณะ

แตกต่างกับแบบแรก และเวลาเจาะชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนของหัวเจาะจะแยกหมุนโดยอิสระ ส่วนที่แยกหมุนนี้มีลักษณะเป็นลูกกลิ้งเหมือนลูกข่างแบนๆ มีฟันคลายฟันเฟืองออกรอบด้าน ยกเว้นด้านหัว ซึ่งจะติดอยู่กับโครงหัวเจาะ หัวเจาะหนึ่งอาจจะมีลูกกลิ้ง 2 ลูก 3 ลูก หรือ 4 ลูก ตามความเหมาะสมที่บริษัทผู้ผลิตจะกำหนดไว้ รูที่จะให้น้ำโคลนไหลออก ส่วนใหญ่อยู่ตรงกลางหัวเจาะ หัวเจาะประเภทนี้คิดขึ้นโดย H.R.Hugher ในปี 2452 เพื่อใช้เจาะหินแข็งให้ได้ผลอย่างเดียวกับหัวเจาะกระแทก ในปัจจุบันหัวเจาะประเภทนี้มีวิวัฒนาการไปมาก มีแบบที่เจาะได้ในหินร่วน หินแข็งน้อย แข็งปานกลาง และแข็งมาก ยิ่งกว่านั้นรูสำหรับให้น้ำโคลนไหลออกก็ถูกดัดแปลงจากจุดกึ่งกลางไปอยู่ทางข้างๆ และเพิ่มปริมาณขึ้นเป็น 3 รู แต่ละรูทำเป็นช่องให้น้ำไหลออกเป็นลำเล็กๆมีแรงดันสูงขึ้นกว่าปกติ ทำให้การเจาะมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น (หัวเจาะประเภทนี้เรียก Jet bit)

ปัจจุบันนี้ใช้เครื่องเจาะหมุนกันอย่างกว้างขวาง ทั้งในการเจาะน้ำมัน และเจาะน้ำบาดาล ทั้ง ๆ ที่ในระยะประมาณ 30 ปีก่อนนี้ ยังใช้เครื่องเจาะกระแทกกันมาก สาเหตุส่วนใหญ่เนื่องมาจากได้ปรับปรุงแก้ไขเครื่องเจาะหมุนจนใช้ได้ผลดีกว่า ส่วนดีส่วนเสียของเครื่องเจาะหมุนพอจะสรุปได้ ดังนี้

ส่วนดี

1) ในหินร่วนเจาะได้เร็วมากและมักจะไม่มีปัญหาเรื่องบ่อพัง เพราะน้ำโคลนที่สูบอัดลงไปจะช่วยฉาบ ผนังบ่อไว้ จึงไม่ต้องยุ่งยากในการใส่ท่อกันพัง
2) เคลื่อนย้ายได้สะดวก และติดตั้งเจาะได้รวดเร็ว
3) เจาะในชั้นหินที่แทรกสลับกันด้วยหินแข็งมาก และหินแข็งน้อยได้ผลดีกว่าเจาะโดยใช้เครื่องเจาะกระแทก
4) มีอุปกรณ์ในการพัฒนาบ่อได้ดีกว่าเครื่องเจาะกระแทก เช่น มีสูบน้ำโคลนในการอุดบ่อด้วยซีเมนต์ เป็นต้น
5) เจาะได้ลึกกว่าเครื่องเจาะกระแทก และมีปัญหาเรื่องบ่อคดน้อยกว่า

ข้อเสีย

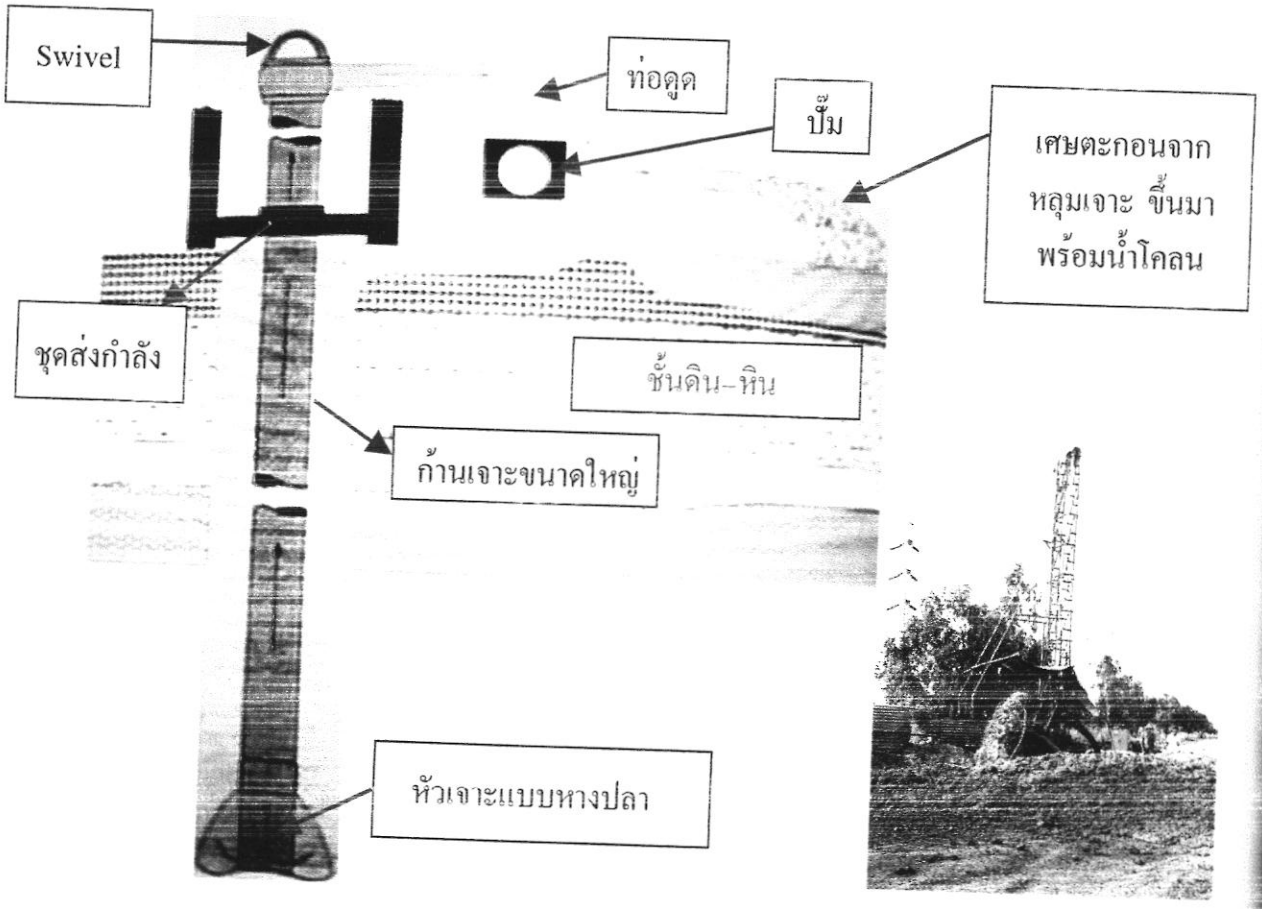
1) ในหินแข็งมากๆ เจาะได้ช้ากว่าเครื่องเจาะกระแทก
2) ใช้คนงานในการเจาะมากกว่าเครื่องเจาะกระแทก
3) ใช้น้ำเพื่อการเจาะมากกว่าเครื่องเจาะกระแทก
4) การเจาะสำรวจชั้นหินหรือชั้นน้ำมักจะได้ผลแน่นอนไม่เท่าเครื่องเจาะกระแทก

2.4.5 เครื่องเจาะหมุนแบบดูดกลับ (Reverse Rotary Rig)

เครื่องเจาะหมุนแบบนี้ เป็นเครื่องที่ดัดแปลงมาจากวิธีการของเครื่องเจาะหมุนตรงที่กล่าวแล้วข้างต้น กล่าวคือ ในระบบเครื่องเจาะหมุนธรรมดา ทำการอัดน้ำโคลนที่มีแรงดันสูงผ่านลงไปทางก้านนำเจาะ ก้านเจาะ และหัวเจาะ แล้วให้ไหลกลับพร้อมกับอุ้มเศษหินขึ้นทางช่องว่างระหว่างผนังบ่อ แต่ในเครื่องเจาะหมุนแบบ Reverse Rotary นี้ เราปล่อยให้น้ำไหลลงไปเองทางช่องว่างระหว่างผนังบ่อ

กับก้านเจาะ แล้วดูดน้ำโคลนพร้อมทั้งเศษหินเล็ก ๆ ที่ยังไม่ตกตะกอนจะถูกปล่อยให้ไหลกลับลงไปในบ่อเก็บน้ำ ให้เศษหินตกลงก้นบ่อ ด้วยเหตุนี้ เครื่องเจาะประเภทนี้จึงต้องมีก้านเจาะขนาดใหญ่ (ตามธรรมดาไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว) และหัวเจาะขนาดใหญ่ เพื่อให้มีรูโตพอที่จะดูดเศษหินก้อนโต ๆ ขึ้นมาได้หมด ตัวเครื่องเจาะโดยปกติมีหลักการและส่วนประกอบเหมือนกับเครื่องเจาะหมุนธรรมดาทุกประการ ยกเว้นแต่หัวเจาะซึ่งมีรูปร่างเหมาะสมเฉพาะการเจาะในหินร่วน และเครื่องสูบน้ำเปลี่ยนเป็นแบบสูบหอยโข่งเพราะมีแรงดูดมาก และสูบน้ำได้ปริมาณมาก ๆ

ส่วนดีของเครื่องเจาะแบบนี้ได้แก่การเจาะบ่อขนาดใหญ่ (บางแห่งเจาะได้ถึง 48 นิ้ว หรือ 60 นิ้ว) ใส่ท่อได้ทุกขนาด และมักจะได้บ่อน้ำที่มีปริมาณน้ำมากกว่าบ่อที่เจาะด้วยเครื่องเจาะหมุนธรรมดา ส่วนเสีย ได้แก่การเจาะได้เฉพาะในแหล่งหินร่วน และต้องใช้น้ำมาก เพราะในขณะเจาะต้องให้น้ำเต็มบ่ออยู่ตลอดเวลา มิฉะนั้นบ่อจะพัง มีข้อเสียอีกประการหนึ่งคือ มีอุปกรณ์เพื่อการพัฒนาบ่อไม่ค่อยครบ การเจาะแบบนี้ไม่ต้องใส่ท่อกันพัง เพราะน้ำซึ่งมีอยู่เต็ม และตะกอนเศษหินหรือทรายขนาดเล็ก จะช่วยพยุงมิให้บ่อพัง ในกรณีที่ไม่สามารถป้องกันได้ ก็อาจจะเอาโคลนจากท้องนาผสมกับน้ำ ให้มีความแน่นหนาขึ้นอีกก็ได้ การเจาะบ่อในกรุงเทพฯ ส่วนใหญ่ใช้เครื่องเจาะแบบนี้ เพราะราคาค่าเจาะไม่แพง เดินเครื่องได้ง่าย และได้บ่อขนาดใหญ่ดังกล่าวแล้ว



รูปที่ 17 เครื่องเจาะหมุนแบบดูดกลับ

ส่วนดี

1) เจาะได้ดีในชั้นหินร่วนหรือชั้นดินอ่อน
2) สามารถเจาะได้บ่อขนาดใหญ่
3) ก่อสร้างบ่อได้ง่าย เนื่องจากหลุมเจาะมีขนาดใหญ่
4) บ่อน้ำบาดาลที่เจาะมักจะได้ปริมาณน้ำมากกว่าการเจาะแบบอื่น
5) ไม่จำเป็นต้องใช้ท่อกันพังและโคลนผงช่วยในการเจาะ ยกเว้นในกรณีที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกไม่เกิน 3 เมตร
6) ถ้าบ่อพังอาจใช้น้ำโคลนจากดินเหนียวธรรมชาติแทนโคลนผงได้
7) ไม่มีปัญหาหลุมเจาะคด
8) ความพรุนและค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำ เปลี่ยนแปลงน้อยมาก
9) ใช้เวลาในการพัฒนา และทำได้ง่ายกว่าการเจาะแบบอื่น ๆ

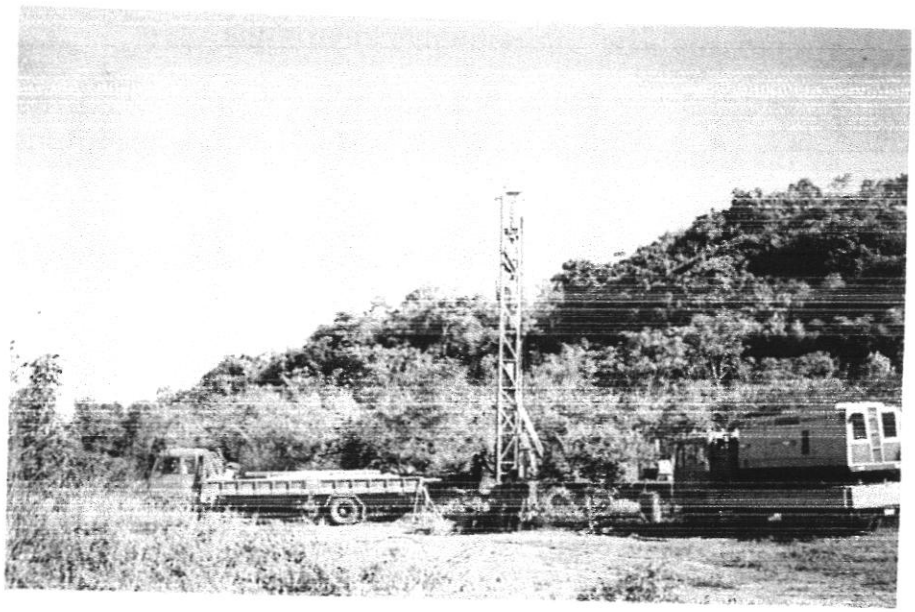
ส่วนเสีย

1) ไม่สามารถเจาะในชั้นหินแข็งได้ พื้นที่ทำการเจาะมีจำกัดบริเวณ
2) ใช้น้ำในการเจาะมาก เพราะต้องให้มีน้ำเต็มบ่ออยู่ตลอดเวลา
3) ต้องขุดบ่อดักตะกอน และบ่อพักน้ำขนาดใหญ่มาก ทำให้เสียทั้งเวลาและแรงงาน
4) ใช้เจ้าหน้าที่มากกว่าการเจาะแบบอื่น ๆ
5) ค่าใช้จ่ายในการเจาะสูง

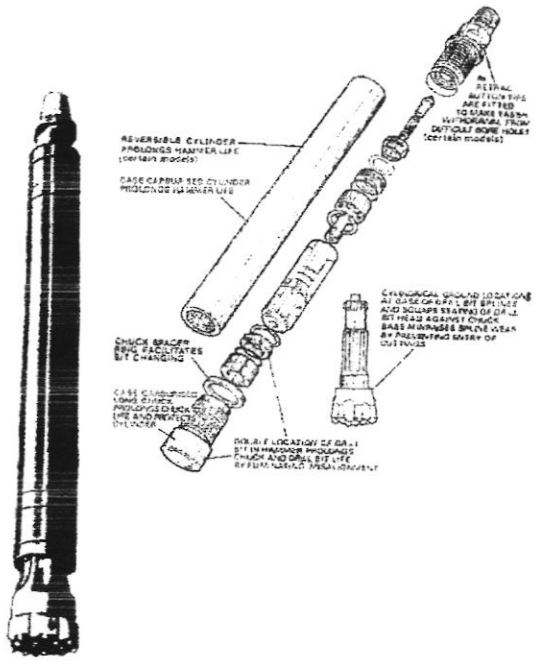
2.4.6 เครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม (Direct Rotary and Down The Hole Hammer)

ได้กล่าวมาในตอนต้นๆ แล้วว่า ชั่วระยะเวลาไม่กี่สิบปี การวิวัฒนาการของเครื่องเจาะได้เป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น แต่เครื่องเจาะทุกประเภท ยังมีส่วนเสียซึ่งไม่อาจจะแก้ไขได้ เช่น เครื่องเจาะกระแทกเจาะในทุกประเภทได้ก็จริง แต่เจาะได้ช้าและมีปัญหาเรื่องบ่อพัง เครื่องเจาะหมุนแบบธรรมดาเจาะได้เร็ว แต่ในหินแข็งมาก ๆ ก็เจาะได้ช้ามาก เครื่องเจาะแบบ Reverse Circulation เจาะได้บ่อขนาดใหญ่ก็จริง แต่เจาะได้เฉพาะในหินร่วน เหล่านี้เป็นต้น ผู้ใช้เครื่องเจาะส่วนใหญ่ต้องการจะได้เครื่องเจาะที่สามารถจะเจาะในหินทุกประเภทได้รวดเร็ว และได้บ่อขนาดใหญ่ ๆ แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อย ฉะนั้นในปัจจุบัน การออกแบบหรือผลิตเครื่องเจาะ จึงมุ่งไปในด้านเอาวิธีการเจาะหลายวิธีมารวมไว้ในเครื่องเจาะเดียวกัน เพื่อสับเปลี่ยนวิธีการเจาะได้ตามความเหมาะสม เครื่องเจาะที่ได้ จึงเรียกว่า เครื่องเจาะแบบผสม การนำเครื่องเจาะมากกว่าหนึ่งแบบมาผสมกันนี้ บางแบบก็มียังไม่นิยมกันแพร่หลาย เพราะมีจุดอ่อนหลายอย่างที่ทำให้การปฏิบัติงานล่าช้าไปกว่าเดิม หรือเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น ขณะนี้นิยมเอาวิธีการเจาะมาผสมกันเป็น 3 แบบ คือ แบบผสมของเครื่องเจาะหมุนกับเครื่องเจาะแบบ

กระแทก เครื่องเจาะหมุนธรรมดากับเครื่องเจาะหมุน Reverse Rotary และเครื่องเจาะหมุนแบบใช้น้ำกับลม



รูปที่ 18 เครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม



รูปที่ 19 ชุดหัวเจาะด้วยลม (Down THE HOLE Hammer)

ในระยะประมาณ 30 ปี ที่ผ่านมา ได้มีผู้คิดดัดแปลงเครื่องเจาะหมุนธรรมดามาใช้ลมแรงดันสูงแทนน้ำโคลน โดยใช้หลักการและวิธีการเหมือนเดิม ลมแรงดันสูงนี้ได้มาจากเครื่องอัดลม (Air compressor) ขนาดใหญ่ ปรากฏว่าการเจาะด้วยลมนี้ ทำให้เจาะได้เร็วกว่าเดิมหลายเท่า และสามารถจะรู้ได้ทันที เมื่อเจาะไปถึงชั้นน้ำแต่ละชั้นว่าจะมีปริมาณมากน้อยเท่าใด จึงเหมาะสมอย่างยิ่งในการเจาะสำรวจ ยิ่งกว่านั้นยังได้ดัดแปลงหัวเจาะเดิมให้มีรูปร่างคล้ายหัวเจาะกระแทก และให้การทำงานแบบกระแทกและหมุนไปพร้อม ๆ กัน โดยใช้กำลังลมอัดดัน ที่ปลายหรือคมของหัวเจาะฝังโลหะแข็ง เช่น ทังสะเตนคาร์ไบด์ เพื่อให้เจาะหินแข็งมาก ๆ ได้ หัวเจาะชุดหนึ่ง ๆ มีลักษณะและหลักการเหมือนกับเครื่องเจาะคอนกรีตที่เราเห็นพนักงานซ่อมถนนใช้อยู่ทั่วไป หัวเจาะชุดนี้ เมื่อเอาติดกับก้านเจาะของเครื่องเจาะหมุนธรรมดา และใช้ลมแรงดันสูงจากเครื่องอัดลม ผ่านทาง Swivel ก้านนำเจาะ และก้านเจาะ เหมือนน้ำโคลนแล้วก็จะเจาะในหินแข็งได้เร็วกว่าและดีกว่าเจาะด้วยเครื่องเจาะกระแทกธรรมดาหลายเท่า ตัวอย่างเช่น ในหินหินปูนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ถ้าเจาะด้วยเครื่องเจาะหมุน ใช้น้ำโคลนธรรมดาก็จะเจาะได้ในอัตราวันละประมาณ 2-3 ฟุต ถ้าเจาะด้วยเครื่องเจาะกระแทก เจาะได้วันละประมาณ 6-7 ฟุต แต่ถ้าเจาะด้วยลมก็จะได้ชั่วโมงละ 10-15 ฟุต ฉะนั้นในปัจจุบันนี้จึงไม่มีเครื่องเจาะประเภทใดดีกว่าเครื่องเจาะลม แต่อย่างไรก็ดี ยังมีข้อเสียตรงที่เจาะในหินร่วนหรือหินแข็งน้อยไม่ค่อยได้ผล เพราะลมที่ขึ้นมาจากก้นบ่อจะหายเข้าไปในชั้นหินเสียก่อนที่จะพยุงเศษหินขึ้นมาถึงผิวดินได้

ข้อเสียของวิธีการเจาะโดยใช้ลมที่กล่าวข้างบนนั้น เป็นจุดเด่นของวิธีการเจาะโดยใช้น้ำโคลน และในทำนองเดียวกัน ข้อเสียของวิธีการเจาะโดยใช้น้ำโคลนที่ไม่อาจจะเจาะในหินแข็งได้เร็วกลับเป็นข้อเด่นของวิธีการเจาะด้วยลม ฉะนั้นถ้าเอาเครื่องเจาะทั้ง 2 แบบมาใช้ร่วมกันเป็นเครื่องเจาะแบบผสม จะได้เครื่องเจาะที่ดีที่สุดเท่าที่มนุษย์จะคิดค้นขึ้นมาได้ในปัจจุบัน

เครื่องเจาะหมุนแบบใช้น้ำโคลนธรรมดาทุกแบบทุกขนาด สามารถที่จะดัดแปลงเป็นเครื่องเจาะลมได้ โดยเพียงแต่หาเครื่องอัดลมมาเพิ่มอีก 1 เครื่อง และหัวเจาะลมอีก 1 หัว หัวเจาะแบบใช้น้ำโคลนประเภทที่เรียก Jet Bit ก็ใช้เจาะด้วยลมได้ แต่เจาะได้เฉพาะในหินแข็งน้อย ๆ หรือแข็งปานกลางเท่านั้น สำหรับหินแข็งมาก ๆ ต้องใช้หัวเจาะลม (Down the hole tool) เครื่องอัดลมที่ใช้เจาะต้องเลือกเครื่องขนาดใหญ่ พอที่จะมีปริมาตรและความดันของลมอุ้มเศษหินขึ้นมาในช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับผนังบ่อได้ ตัวอย่างเช่น เครื่องเจาะผสมแบบลมและน้ำ ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีความสามารถเจาะด้วยน้ำโคลน ได้ลึกประมาณ 1,000 ฟุต โดยใช้หัวเจาะขนาด 6 นิ้ว และก้านเจาะขนาด 2 7/8 นิ้ว เมื่อเจาะด้วยลมและใช้ก้านเจาะเดิม 2 7/8 นิ้ว ก็ต้องใช้เครื่องอัดลมที่สามารถอัดลมได้นาทีละ 600 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (CFM) โดยมีแรงดัน 100-125 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่ถ้าใช้ก้านเจาะขนาด 4 นิ้ว ก็ใช้เครื่องอัดลมขนาดเล็กลงมาคือเครื่องขนาด 350 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเช่นกัน

หมายเหตุ : การใช้งานเครื่องเจาะกระแทกได้เสื่อมความนิยมลงตามลำดับ เพราะจุดด้อยหลายๆ ประการที่กล่าวถึงข้างต้น อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับการเจาะโดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมน้ำมัน จึงได้ให้ความสนใจการวิจัยและพัฒนาทั้งด้านเทคนิคการเจาะ และการปรับปรุงเครื่องเจาะแบบหมุน

โดยมีเป้าหมายหลักในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและลดค่าใช้จ่ายในการเจาะ ผลที่ได้เป็นที่ยอมรับกันในระยะไม่น้อยกว่า 20 ปีที่ผ่านมา ได้แก่การปรับปรุงและดัดแปลงระบบขับ–หมุนของระบบก้านเจาะ ซึ่งเดิมใช้ระบบฟันเฟืองของแท่นหมุน (Rotary table) และก้านนำเจาะ (Kelly) ไปจับก้านเจาะให้หมุน การปรับปรุงใหม่นี้ ได้นำระบบไฮดรอลิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือใช้ Hydraulic motor ไปจับก้านเจาะแทน Kelly ก้านเจาะจึงถูกหมุนและควบคุมการหมุนด้วยมอเตอร์โดยตรง เครื่องเจาะแบบใหม่นี้ จึงไม่ต้องมีทั้ง Rotary table และ Kelly เรียกวิธีการเจาะแบบนี้ว่า Hydraulic Top Drive ซึ่งนิยมกันแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งในการเจาะน้ำมันและน้ำบาดาล

2.5 การเลือกใช้เครื่องเจาะ

การขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลนั้นมีอยู่หลายวิธี ทำให้ได้บ่อน้ำบาดาลชนิดต่าง ๆ ทั้งบ่อน้ำบาดาลตื้น บ่อน้ำบาดาลลึก และบ่อน้ำบาดาลลึกมาก หรืออาจจะเป็นบ่อขุด บ่อตอก บ่อเจาะด้วยสว่าน บ่อใช้น้ำพ่น บ่อเจาะกระแทกกึ่งหมุนและใช้น้ำพ่น และบ่อเจาะ ซึ่งการที่จะได้บ่อน้ำบาดาลชนิดใด เราจำเป็นต้องเลือกเครื่องเจาะให้เหมาะสมด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง ได้แก่

– จุดประสงค์การสร้างบ่อน้ำบาดาล และการใช้ประโยชน์ เช่น ปริมาณน้ำที่ต้องการ การนำน้ำไปใช้ประโยชน์ เพื่ออุปโภคบริโภคในครัวเรือน สำหรับหมู่บ้าน หรือเขตเมือง การเกษตรหรืออุตสาหกรรม เป็นต้น

– ลักษณะชั้นดินและหินที่เจาะผ่าน และชั้นให้น้ำ โดยพิจารณาว่าเป็นชั้นอ่อน ชั้นแข็งปานกลางหรือแข็งมาก

– ขนาดความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อและความลึกของบ่อ

– งบประมาณหรือเครื่องเจาะที่มีอยู่ รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อ

– ความเร็วในการขุดเจาะส่วนใหญ่เครื่องที่เจาะได้เร็ว จะต้องเสียค่าใช้จ่ายแพง เพราะเครื่องต้องมีคุณภาพดี

– ลักษณะภูมิประเทศที่จะเข้าไปเจาะ เป็นเมือง ที่ราบ ที่เนิน ภูเขา หรือป่าไม้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการตั้งเครื่องเจาะและการเคลื่อนย้ายเครื่องเจาะเข้าสู่จุดที่ตั้งบ่อน้ำบาดาล

– ปริมาณน้ำที่จะใช้ในการขุดเจาะ ซึ่งได้แก่ น้ำที่ใช้ผสมโคลนสำหรับเครื่องเจาะหมุนหรือเติมลงก้นหลุมในกรณีถ้าใช้เครื่องเจาะแบบกระแทก

– อุปกรณ์การเจาะและบุคลากรที่มีอยู่ หรือซึ่งสามารถจะหาได้

บทที่ 3

การทำบ่อ (Well Completion)

การทำรูเจาะ (Hole) ให้เป็นบ่อน้ำ (Water Well) พร้อมที่จะพัฒนาเอาน้ำขึ้นมาใช้ได้ เรียกว่า การทำบ่อ (Well Completion) ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบบ่อ (Well Design) การใส่ท่อกรุท่อกรอง และการกรุกรวด (Gravel Packing)

3.1 การออกแบบบ่อ (Well Design)

การออกแบบบ่อ หมายถึง การนำรายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้จากการเจาะบ่อนั้น ๆ มาวางแผนการทำบ่อให้ได้ผลที่สุด ทั้งด้านปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ หลักใหญ่ของการออกแบบ อยู่ที่การใส่ท่อกรุและท่อกรอง ให้ถูกขนาดและถูกตำแหน่งที่ควรจะอยู่ เช่น ท่อกรองจะต้องมีความยาวอย่างน้อย 2/3 ของความหนาของชั้นน้ำ ตำแหน่งของท่อกรองจะต้องอยู่ตรงกับชั้นน้ำ ในกรณีที่บ่อนั้นเจาะผ่านชั้นน้ำเค็ม ก็ต้องกำหนดวิธีการอุดหรือกันน้ำเค็มไม่ให้ปนกับน้ำจืด และเข้ามาในบ่อ เหล่านี้เป็นต้น เพื่อเป็นอุทาหรณ์ใคร่จะนำการออกแบบบ่อจริง ๆ บ่อหนึ่งมาเป็นตัวอย่างดังนี้

บ่อกรมทรัพยากรธรณีบริเวณใกล้เคียงอำเภอพระประแดง เจาะลึก 900 ฟุต ด้วยหัวเจาะขนาด Ø 6 1/4 นิ้ว มีจุดประสงค์ที่จะเจาะสำรวจสภาพน้ำบาดาลและชั้นหิน และพัฒนาเอาน้ำจืดขึ้นมาใช้ด้วย บ่อนี้เจาะชั้นกรวดทราย และดินเหนียวสลับกันไปถึงก้นบ่อ จากการตรวจด้วยเครื่องตรวจชั้นน้ำแบบไฟฟ้า และแบบกัมมันตภาพรังสี ปรากฏว่า มีชั้นทรายน้ำจืดอยู่ที่ความลึก 252–307 ฟุต

1. ค้วานบ่อด้วยหัวเจาะ 15 นิ้ว เพื่อใส่ท่อกรุและท่อกรองขนาด 8 นิ้ว

2. ค้วานบ่อลงไปจนถึง 350 ฟุต ปล่อยให้เศษดิน กรวดทรายลงไปถมถึง 900 ฟุต หากไม่เต็มก็ต้องหาดินหรือทรายจากภายนอกใส่เพิ่มเข้าไปจนเต็มถึงระดับ 350 ฟุต

3. อุดซีเมนต์ในบ่อที่ค้วานขนาด 15 นิ้วนี้แล้ว จาก 295 ฟุต ไปจนถึง 350 ฟุต เพื่อไม่ให้น้ำเค็ม ชั้นล่างเข้ามาปนน้ำจืด (ระยะจาก 295–307 ฟุต ซึ่งเป็นชั้นน้ำจืดนั้นอุดซีเมนต์ไว้ด้วย เพื่อให้การอุดมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น)

4. ใส่ท่อกรุขนาด 8 นิ้ว จากผิวดินลงไปจนถึงความลึก 270 ฟุต จาก 270–290 ฟุต ใส่ท่อกรองขนาดเดียวกัน โดยใช้ท่อกรองขนาดช่องว่าง 50/1000 นิ้ว จากระดับ 290–295 ฟุต อันเป็นระดับซีเมนต์ก้นบ่อ ใส่ท่อกรุอีกท่อนหนึ่งขนาดเดียวกัน ปลายท่อกรุล่างสุดปิด

5. ใส่กรวดคัดขนาด 1/8 – 1/4 นิ้ว รอบ ๆ ท่อกรองและท่อกรุ จากระดับ 265–295 ฟุต

6. ช่องว่างระหว่างท่อกรุกับผนังบ่อ ตั้งแต่ผิวดินจนถึง 265 ฟุต อุดไว้ด้วยซีเมนต์อีกครั้งเพื่อกันน้ำเค็มตอนบนลงไปปนน้ำจืด

7. ซีเมนต์ที่ใช้ทั้งหมดคำนวณได้ 18 ตัน ผลการทำบ่อนี้ ปรากฏว่า เมื่อพัฒนาบ่อเสร็จแล้วได้น้ำจืดตามความประสงค์

3.2 การใส่ท่อกรุท่อกรอง

ท่อกรุเป็นเหล็กเหนียวใช้ใส่ในบ่อเพื่อเป็นผนังถาวรของบ่อ และเป็นเรือนรับหัวดูดของเครื่องสูบน้ำบาดาลด้วย บ่อทุกบ่อที่จะเจาะในหินร่วนต้องใส่ท่อกรุเพื่อกันไม่ให้บ่อพัง บ่อเจาะในหินแข็งซึ่งเมื่อถูกน้ำแช่นาน จะแตกเปื่อยยุ่ย เช่น หินดินดานก็ต้องใส่ท่อกรุด้วย ส่วนบ่อที่เจาะในหินแข็งซึ่งสามารถจะทรงตัวอยู่ได้ไม่ว่าจะมีน้ำหรือไม่มี ก็ไม่จำเป็นต้องใส่ บ่อที่ไม่ใส่ท่อกรุเรียกว่า บ่อเปิด (Open Hole)

ท่อกรุบ่อน้ำบาดาลส่วนใหญ่ยาวประมาณ 20 ฟุต โดยเฉลี่ยมีหลายขนาดตั้งแต่ 4 นิ้ว จนถึง 24 นิ้ว การเลือกใช้ท่อกรุ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะใช้น้ำ เช่น ถ้าใช้น้ำสำหรับครัวเรือนก็ใช้ขนาดเล็ก 4–6 นิ้ว ถ้าใช้น้ำเพื่อกิจการอื่น ๆ ที่ต้องการน้ำมาก ๆ ก็ใช้ขนาดตั้งแต่ 8 นิ้วขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การติดตั้งเครื่องสูบที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ตารางข้างล่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดท่อกรุกับปริมาณน้ำที่จะสูบใช้ได้มากที่สุด โดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์ (โดยมีข้อแม้ว่าชั้นน้ำจะให้น้ำได้มากเท่ากับหรือเกินค่าที่กำหนดไว้ในตาราง)

ท่อกรุขนาด(นิ้ว)	สูบน้ำได้มากที่สุด(แกลลอน/นาที)
4	132
6	200
8	500
10	800
12	1,200
14	2,000
16	3,000

หมายเหตุ อัตราการสูบน้ำ 4.4 แกลลอนต่อนาที (gpm) เท่ากับอัตราสูบ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m3/h)

ท่อกรุบ่อบาดาลที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เป็นเหล็กเหนียวที่เรียกว่า line Pipe (วัตถุประสงค์ดั้งเดิมในการผลิต line Pipe คือใช้เป็นท่อส่งน้ำมัน) ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตตามมาตรฐานของสถาบันปิโตรเลียมแห่งอเมริกา (API) เพราะเป็นท่อที่มีความแข็งแรงทนทาน และมีอายุการใช้งานนาน เหมาะสมสำหรับน้ำบาดาล ท่อนิยมใช้รองลงมาเป็นท่อเหล็กเหนียวเช่นกัน แต่เป็นท่อที่เรียกว่า Standard Pipe ซึ่งปกติจะผลิตตามมาตรฐานของสมาคม ASTM แห่งอเมริกา ในการกำหนดรายละเอียดที่ใช้กับบ่อบาดาล โดยปกติจะกำหนดหมายเลขมาตรฐานการผลิตท่อเป็นเกณฑ์ ท่อที่นิยมใช้ดังกล่าวข้างต้นนั้น ประกอบด้วยมาตรฐานต่อไปนี้อย่างใดอย่างหนึ่ง คือ API–5L, ASTM A–53 หรือ ASTM A–120 และในการกำหนดขนาดท่อนั้น มักบอกขนาดนิยม (Nominal Size) เป็นเกณฑ์ทั้ง ๆ ที่ขนาดจริง ๆ วัดขนาดภายนอกและภายในท่อเป็นหลัก ยิ่งกว่านั้นท่อแต่ละท่อต้องยึดถือความหนาเป็นหลักด้วยตารางข้างล่างนี้ให้ไว้เป็นหลักในการเลือก

บทที่ 3

การทำบ่อ (Well Completion)

การทำรูเจาะ (Hole) ให้เป็นบ่อน้ำ (Water Well) พร้อมที่จะพัฒนาเอาน้ำขึ้นมาใช้ได้ เรียกว่า การทำบ่อ (Well Completion) ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบบ่อ (Well Design) การใส่ท่อกรุท่อกรอง และการกรุกรวด (Gravel Packing)

3.1 การออกแบบบ่อ (Well Design)

การออกแบบบ่อ หมายถึง การนำรายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้จากการเจาะบ่อนั้น ๆ มาวางแผนการทำบ่อให้ได้ผลที่สุด ทั้งด้านปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ หลักใหญ่ของการออกแบบ อยู่ที่การใส่ท่อกรุและท่อกรอง ให้ถูกขนาดและถูกตำแหน่งที่ควรจะอยู่ เช่น ท่อกรองจะต้องมีความยาวอย่างน้อย 2/3 ของความหนาของชั้นน้ำ ตำแหน่งของท่อกรองจะต้องอยู่ตรงกับชั้นน้ำ ในกรณีที่บ่อนั้นเจาะผ่านชั้นน้ำเค็ม ก็ต้องกำหนดวิธีการอุดหรือกันน้ำเค็มไม่ให้ปนกับน้ำจืด และเข้ามาในบ่อ เหล่านี้เป็นต้น เพื่อเป็นอุทาหรณ์ใคร่จะนำการออกแบบบ่อจริง ๆ บ่อหนึ่งมาเป็นตัวอย่างดังนี้

บ่อกรมทรัพยากรธรณีบริเวณใกล้เคียงอำเภอพระประแดง เจาะลึก 900 ฟุต ด้วยหัวเจาะขนาด Ø 6 1/4 นิ้ว มีจุดประสงค์ที่จะเจาะสำรวจสภาพน้ำบาดาลและชั้นหิน และพัฒนาเอาน้ำจืดขึ้นมาใช้ด้วย บ่อนี้เจาะชั้นกรวดทราย และดินเหนียวสลับกันไปถึงก้นบ่อ จากการตรวจด้วยเครื่องตรวจชั้นน้ำแบบไฟฟ้า และแบบกัมมันตภาพรังสี ปรากฏว่า มีชั้นทรายน้ำจืดอยู่ที่ความลึก 252–307 ฟุต

1. ค้ำนบ่อด้วยหัวเจาะ 15 นิ้ว เพื่อใส่ท่อกรุและท่อกรองขนาด 8 นิ้ว

2. ค้ำนบ่อลงไปจนถึง 350 ฟุต ปล่อยให้เศษดิน กรวดทรายลงไปถมถึง 900 ฟุต หากไม่เต็มก็ต้องหาดินหรือทรายจากภายนอกใส่เพิ่มเข้าไปจนเต็มถึงระดับ 350 ฟุต

3. อุดซีเมนต์ในบ่อที่ค้ำนขนาด 15 นิ้วนี้แล้ว จาก 295 ฟุต ไปจนถึง 350 ฟุต เพื่อไม่ให้น้ำเค็ม ชั้นล่างเข้ามาปนน้ำจืด (ระยะจาก 295–307 ฟุต ซึ่งเป็นชั้นน้ำจืดนั้นอุดซีเมนต์ไว้ด้วย เพื่อให้การกรุมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น)

4. ใส่ท่อกรุขนาด 8 นิ้ว จากผิวดินลงไปจนถึงความลึก 270 ฟุต จาก 270–290 ฟุต ใส่ท่อกรองขนาดเดียวกัน โดยใช้ท่อกรองขนาดช่องว่าง 50/1000 นิ้ว จากระดับ 290–295 ฟุต อันเป็นระดับซีเมนต์ก้นบ่อ ใส่ท่อกรุอีกท่อนหนึ่งขนาดเดียวกัน ปลายท่อกรุล่างสุดปิด

5. ใส่กรวดคัดขนาด 1/8 – 1/4 นิ้ว รอบ ๆ ท่อกรองและท่อกรุ จากระดับ 265–295 ฟุต

6. ช่องว่างระหว่างท่อกรุกับผนังบ่อ ตั้งแต่ผิวดินจนถึง 265 ฟุต อุดไว้ด้วยซีเมนต์อีกครั้งเพื่อกันน้ำเค็มตอนบนลงไปปนน้ำจืด

7. ซีเมนต์ที่ใช้ทั้งหมดคำนวณได้ 18 ตัน ผลการทำบ่อนี้ ปรากฏว่า เมื่อพัฒนาบ่อเสร็จแล้วได้น้ำจืดตามความประสงค์

3.2 การใส่ท่อกรุท่อกรอง

ท่อกรุเป็นเหล็กเหนียวใช้ใส่ในบ่อเพื่อเป็นผนังถาวรของบ่อ และเป็นเรือนรับหัวดูดของเครื่องสูบน้ำบาดาลด้วย บ่อทุกบ่อที่จะเจาะในหินร่วนต้องใส่ท่อกรุเพื่อกันไม่ให้บ่อพัง บ่อเจาะในหินแข็งซึ่งเมื่อถูกน้ำแช่นาน จะแตกเปื่อยยุ่ย เช่น หินดินดานก็ต้องใส่ท่อกรุด้วย ส่วนบ่อที่เจาะในหินแข็งซึ่งสามารถจะทรงตัวอยู่ได้ไม่ว่าจะมีน้ำหรือไม่มี ก็ไม่จำเป็นต้องใส่ บ่อที่ไม่ใส่ท่อกรุเรียกว่า บ่อเปิด (Open Hole)

ท่อกรุบ่อน้ำบาดาลส่วนใหญ่ยาวประมาณ 20 ฟุต โดยเฉลี่ยมีหลายขนาดตั้งแต่ 4 นิ้ว จนถึง 24 นิ้ว การเลือกใช้ท่อกรุ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะใช้น้ำ เช่น ถ้าใช้น้ำสำหรับครัวเรือนก็ใช้ขนาดเล็ก 4-6 นิ้ว ถ้าใช้น้ำเพื่อกิจการอื่น ๆ ที่ต้องการน้ำมาก ๆ ก็ใช้ขนาดตั้งแต่ 8 นิ้วขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การติดตั้งเครื่องสูบที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ตารางข้างล่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดท่อกรุกับปริมาณน้ำที่จะสูบใช้ได้มากที่สุด โดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์ (โดยมีข้อแม้ว่าชั้นน้ำจะให้น้ำได้มากเท่ากับหรือเกินค่าที่กำหนดไว้ในตาราง)

ท่อกรุขนาด(นิ้ว)	สูบน้ำได้มากที่สุด(แกลลอน/นาที)
4	132
6	200
8	500
10	800
12	1,200
14	2,000
16	3,000

หมายเหตุ อัตราการสูบน้ำ 4.4 แกลลอนต่อนาที (gpm) เท่ากับอัตราสูบ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m3/h)

ท่อกรุบ่อบาดาลที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เป็นเหล็กเหนียวที่เรียกว่า line Pipe (วัตถุประสงค์ดั้งเดิมในการผลิต line Pipe คือใช้เป็นท่อส่งน้ำมัน) ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตตามมาตรฐานของสถาบันปิโตรเลียมแห่งอเมริกา (API) เพราะเป็นท่อที่มีความแข็งแรงทนทาน และมีอายุการใช้งานนาน เหมาะสมสำหรับน้ำบาดาล ท่อนิยมใช้รองลงมาเป็นท่อเหล็กเหนียวเช่นกัน แต่เป็นท่อที่เรียกว่า Standard Pipe ซึ่งปกติจะผลิตตามมาตรฐานของสมาคม ASTM แห่งอเมริกา ในการกำหนดรายละเอียดที่ใช้กับท่อบาดาล โดยปกติจะกำหนดหมายเลขมาตรฐานการผลิตท่อเป็นเกณฑ์ ท่อที่นิยมใช้ดังกล่าวข้างต้นนั้น ประกอบด้วยมาตรฐานต่อไปนี้อย่างใดอย่างหนึ่ง คือ API-5L, ASTM A-53 หรือ ASTM A-120 และในการกำหนดขนาดท่อนั้น มักบอกขนาดนิยม (Nominal Size) เป็นเกณฑ์ทั้ง ๆ ที่ขนาดจริง ๆ วัดขนาดภายนอกและภายในท่อเป็นหลัก ยิ่งกว่านั้นท่อแต่ละท่อต้องยึดถือความหนาเป็นหลักด้วยตารางข้างล่างนี้ให้ไว้เป็นหลักในการเลือก

ข้างต้นนั้น ประกอบด้วย มาตรฐานต่อไปนี้ อย่างใดอย่างหนึ่งคือ API-5L, ASTM A-53 หรือ ASTM A-120 และในการกำหนดขนาดท่อนั้นมักบอกขนาดนิยม (Nominal Size) เป็นเกณฑ์ทั้งๆ ที่ขนาดจริงๆ วัดขนาดภายนอกและภายในท่อเป็นหลัก ยิ่งกว่านั้นท่อแต่ละท่อต้องยึดถือความหนาเป็นหลักด้วย ตารางข้างล่างนี้ให้ไว้เป็นหลักในการเลือกซื้อท่อกรุ (ทั้ง 3 มาตรฐานที่กล่าวข้างบนมีขนาดเดียวกัน แต่ท่อAPI มีคุณภาพดีกว่าและมีน้ำหนักมากกว่าเล็กน้อย จึงเลือกใช้มาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งก็ได้)

ขนาดนิยม (นิ้ว)	ขนาดภายนอก (นิ้ว)	ขนาดภายใน (นิ้ว)	ความหนา (นิ้ว)
4	4.5	4.026	0.237
6	6.625	6.065	0.280
8	8.625	8.071 หรือ 7.981	0.277 หรือ 0.322
10	10.750	10.020	0.365
12	12.750	12.000	0.375
14	14.000	3.250	0.375
16	16.000	15.250	0.375

ท่อที่มีขายในท้องตลาดอีกประเภทหนึ่งที่ชาวบ้านนิยมใช้เป็นท่อกรุบ่อ คือท่อเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized steel pipe) หรือที่เรียกกันโดยทั่วๆ ไปว่าแป๊บน้ำ ท่อดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานของอังกฤษที่เรียก British standard (BS) และที่มีขายมักเป็นมาตรฐาน BS 1387 ซึ่งผลิตเป็น 3 แบบคือ แบบบาง (Light grade) แบบหนาปานกลาง (Medium grade) และแบบหนา (Heavy grade) โดยมีราคาสูงขึ้นตามลำดับ ท่อแบบนี้ใช้กรุบ่อได้ไม่ทน ยิ่งน้ำบาดาลมีฤทธิ์กัดกร่อนมากก็จะผุผังได้เร็วมาก บ่อบาดาลราคาถูกๆ ในกรุงเทพฯ ใช้ท่อประเภทนี้ หากจำเป็นต้องใช้ท่อประเภทนี้จริงๆ ต้องเลือกใช้แบบหนาปานกลางหรือแบบหนา เพื่อที่จะให้อายุใช้งานได้นานขึ้น ให้ทายางมะตอยหรือทาฟลิ้นโค้ทภายนอกท่อก่อนที่จะใส่ลงในบ่อ ก็จะยิ่งมีความทนทานมากขึ้น ท่อแบบบางไม่ควรใช้เป็นท่อกรุบ่อบาดาล

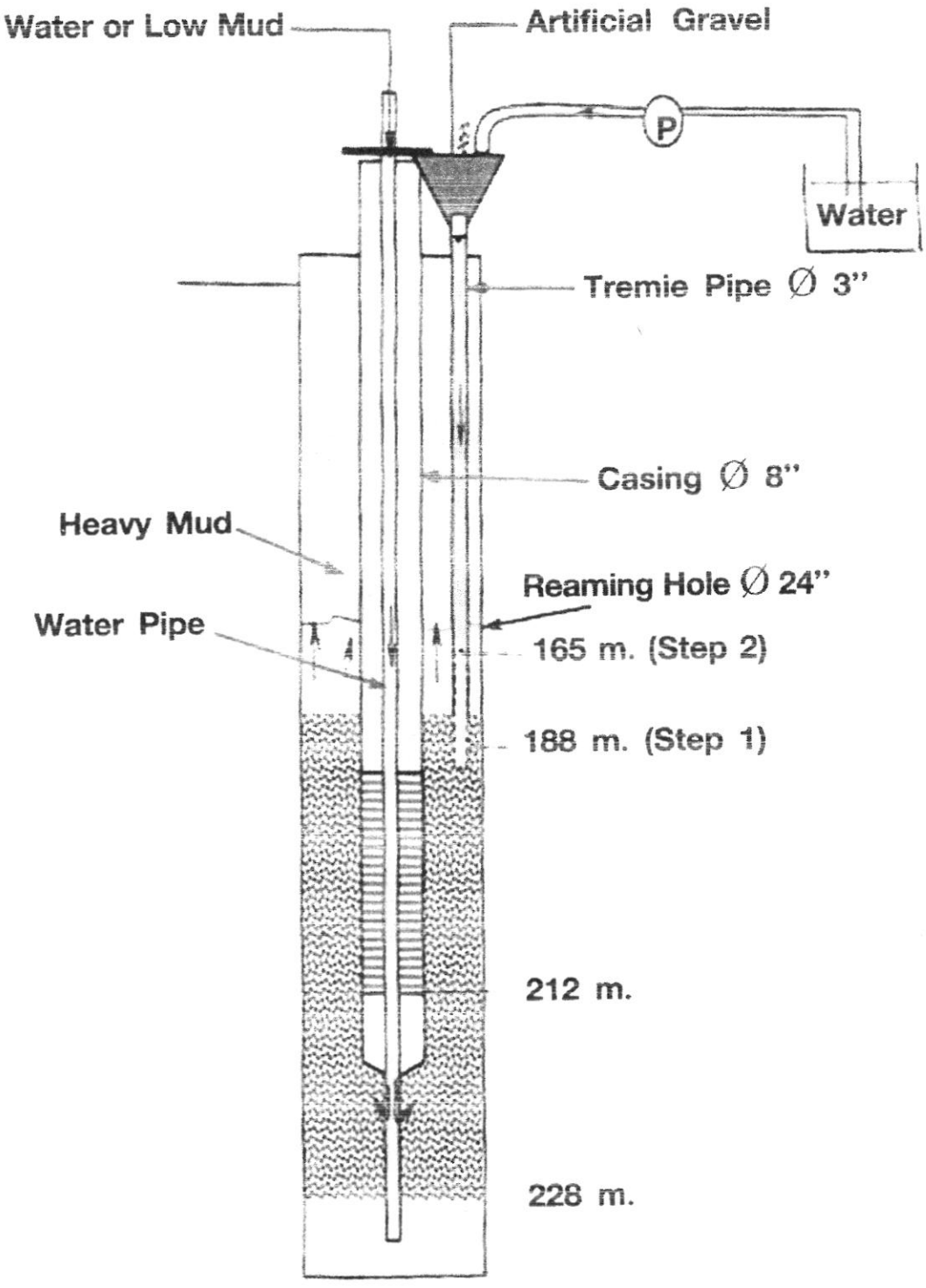
ในการทำบ่อ บางกรณีใส่ท่อกรุตลอดตั้งแต่ปากบ่อจนถึงก้นบ่อ ที่ระยะลึกๆ อาจลดขนาดท่อลงเพื่อประหยัดเงิน บริเวณที่เป็นชั้นน้ำจะเจาะรู (Slotted) หรือเซาะร่อง (Perforated) ไว้ให้เป็นทางน้ำไหลเข้าบ่อการใช้ท่อกรุแบบเจาะรูหรือเซาะร่องนี้มีส่วนดี ที่ราคาถูกกว่าท่อกรองมาก และยังทำได้ง่าย เพราะเจาะหรือเซาะเอาเองได้โดยใช้เครื่องเจาะหรือเครื่องเซาะร่อง (Perforator) หรือใช้หัวตัดไฟแก๊ส ข้อเสียของท่อเซาะร่องอยู่ที่ไม่อาจจะเซาะให้รูถี่มากๆ จำนวนช่องว่างที่จะให้น้ำไหลเข้าบ่อจึงมีน้อย และไม่อาจจะเซาะให้รูเล็กๆ พอที่จะกันไม่ให้ทรายเม็ดเล็กลอดเข้าไปในบ่อ บ่อบาดาลที่สูบน้ำปนออกมากับทราย มีผลเนื่องจากเหตุนี้

บ่อที่ต้องการประสิทธิภาพสูง สูบน้ำได้มาก และไม่มีทรายปน จะต้องใช้ท่อกรอง (Screen) แทนท่อเซาะร่อง ท่อกรองทำขึ้นจากการเอาลวดเหลี่ยม ซึ่งมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู พันรอบๆ โครงเหล็กกลมหรือเหลี่ยม หรือพันรอบๆ ท่อเหล็กซึ่งเจาะรูขนาดใหญ่ โดยใช้ด้านหน้ากว้างของ

เส้นลวด อยู่ด้านนอกช่องว่างระหว่างเส้นลวดมีขนาดต่างๆ กัน คิดเป็นเศษของ 1000 ส่วนของนิ้ว และเรียกช่องว่างขนาดต่างๆ นี้ว่า Slot Number ฉะนั้น ท่อกรองขนาด Slot No.50 หมายความว่ามีช่องว่างขนาด 50/1000 นิ้ว หรือท่อกรองขนาด Slot No.20 หมายความว่ามีช่องว่างขนาด 20/1000 นิ้ว เป็นต้น วัสดุที่เอามาใช้ทำท่อกรอง มีมากมายหลายชนิดทั้งประเภทที่ทนความกัดกร่อนและไม่ทนความกัดกร่อนหรือสนิม แต่ที่นิยมใช้กันมักทำด้วยโลหะผสมที่เรียกว่า Red brass, Stainless Steel หรือ Evader Metal ความยาวของท่อกรองแต่ละท่อนที่ใช้กันทั่วๆ ไปมีตั้งแต่ 5 ฟุต 10 ฟุต และ 20 ฟุต และมีขนาดแตกต่างกันเหมือนท่อกรุ ท่อกรองใช้ร่วมกับท่อกรุได้ ทั้งแบบต่อกันโดยใช้ข้อต่อ หรือใช้สวมเข้าไปในท่อกรุ แบบสวมในท่อกรุจะมีช่องว่างระหว่างปลายซึ่งเหลื่อมกันอยู่ ช่องว่างนี้อุดให้แน่นด้วยตะกั่วหรือยางส่วนดีของท่อกรองอยู่ที่ใช้ได้ดีที่สุดในชั้นน้ำประเภททรายขนาดต่างๆ ปนกัน หรือในชั้นทรายปนกรวดในการเลือกใช้ท่อกรองให้ถูกต้องจำเป็นต้องรู้ขนาดต่างๆของเม็ดทรายเสียก่อน แล้วจึงเลือกใช้ท่อที่มีขนาดช่องว่างเหมาะสม โดยถือหลักว่ายอมให้เม็ดทรายละเอียดผ่านรูท่อกรองเข้าไปได้ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ทรายเม็ดหยาบหรือกรวดที่ค้างอยู่นอกท่อจะทำตัวเป็นชั้นน้ำ ที่มีความพรุนและความซึมได้สูงน้ำจึงไหลผ่านได้มาก ทั้งยังช่วยกรองน้ำได้ด้วย ข้อเสียของท่อกรองส่วนใหญ่เกี่ยวกับราคาซึ่งมักจะแพงกว่า ท่อกรุเซาะร่องธรรมดาไม่น้อยกว่า 15 เท่า

3.3 การกรุกรวด (Gravel Packing) ได้กล่าวในตอนต้นแล้วว่าช่องว่างระหว่างผนังบ่อกับท่อกรองต้องใส่กรวดไว้โดยรอบ กรวดเหล่านี้ทำหน้าที่เหมือนกับบ่ออีกบ่อหนึ่งหุ้มบ่อจริงไว้ บ่อเทียมนี้ประกอบด้วยกรวดที่มีความพรุนและความซึมได้สูง จึงยอมให้น้ำไหลผ่านได้มากที่สุด นอกนั้นยังช่วยกรองตะกอนต่างๆ ไม่ให้เข้าไปในบ่อจริงๆ และช่วยกันไม่ให้ดินหรือทรายจากส่วนอื่นๆ พังลงไปทับท่อกรุหรือท่อกรองด้วย กรวดที่กรุลงไปข้างๆ บ่อนี้ ถ้าทำได้ถูกต้องจริงๆ จะทำให้น้ำไหลเข้าบ่อมากกว่าธรรมดา และแก้ไขปัญหาเรื่องทรายเข้าบ่อได้โดยเด็ดขาด ฉะนั้นการใช้กรวดที่ถูกขนาดและได้สัดส่วนกับรูของท่อกรอง หรือท่อเซาะร่องและขนาดเม็ดทรายในชั้นน้ำ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ขนาดเม็ดทรายในชั้นน้ำหาได้แน่นอน โดยใช้วิธีการแยกส่วนโดยใช้ตะแกรงร่อน ส่วนขนาดรูท่อกรองรู้ได้โดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมักปั๊มเลขขนาดรูเอาไว้ที่ตัวท่อกรองแล้ว แต่อย่างไรก็ตามการแยกส่วนเม็ดกรวดทรายโดยให้ตะแกรงร่อนมักจะทำกันไม่ได้ทั่วไป จึงกำหนดขนาดเม็ดกรวดที่ใส่รอบๆ บ่อไว้ว่าถ้าได้ขนาดตั้งแต่ทรายหยาบไปจนถึงกรวดขนาด 1/4 นิ้ว ก็จะได้ผลดี

ความหนาของกรวดกรุรอบๆ บ่อ ไม่จำเป็นต้องมีขอบเขตอยู่ที่ผนังบ่อ แต่ยิ่งหนาได้เท่าไรก็จะยิ่งดีขึ้นเท่านั้น ในการพัฒนาบ่อมีวิธีการที่จะให้ผนังบ่อตรงชั้นน้ำขยายกว้างออกไป จึงเป็นช่องทางที่จะให้เติมกรวดเพิ่มให้มีความหนามากขึ้น บ่อที่มีกรวดกรุรอบๆ หนามาก จะสูบน้ำได้มากกว่าบ่อที่มีกรวดกรุบางๆ เสมอไป



รูปที่ 20 การกรุกรวด

บทที่ 4

การพัฒนาบ่อ (Well Development)

การพัฒนาบ่อเป็นงานขั้นสุดท้ายในการทำบ่อก่อนที่จะสูบน้ำจากบ่อออกไปใช้ การพัฒนาบ่อมีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้บ่อมีน้ำเพิ่มมากขึ้น ป้องกันไม่ให้ทรายเข้าบ่อ และทำให้อายุการใช้งานของบ่อ ยืนยาวขึ้นการที่จะได้ผลดังกล่าวข้างต้น ต้องดำเนินการด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งให้ตะกอน หรือทรายละเอียดจากชั้นน้ำไหลแทรกผ่านกรวดกรุ แล้วทะลุรูท่อเซาะร่องหรือท่อกรองเข้าไปในบ่อ เพื่อสูบหรือตักทิ้งไป ทรายละเอียดเหล่านี้ยิ่งออกไปได้หมดเท่าไรก็ยิ่งดีเท่านั้น งานพัฒนาบ่อเสร็จเมื่อสามารถสูบน้ำจากบ่อได้เต็มที่ตลอดเวลา โดยไม่มีทรายหรือตะกอนปนออกมากับน้ำ

วิธีการพัฒนาบ่อมีหลายวิธี ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีง่ายๆ และนิยมใช้กันทั่วไป คือ วิธีการตักน้ำ (Bailing) วิธีการสูบน้ำ (Pumping) วิธีการกวนน้ำ (Surging) และวิธีการเป่าล้างด้วยลม (Injection of compressed air)

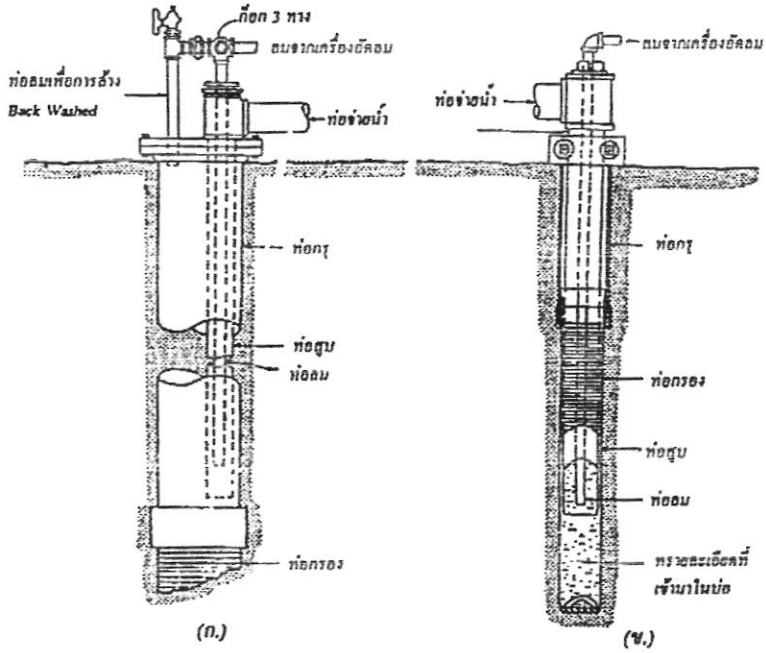
4.1 วิธีการตักน้ำ (Bailing) การตักน้ำเป็นวิธีการพัฒนาบ่อขั้นมูลฐาน หมายถึงการใช้กระบอกตักน้ำ (Bailer) ซึ่งใช้ประจำรถเจาะ หย่อนลงไปตักน้ำถึงก้นบ่อขึ้นมาทิ้ง แรงดันของกระบอกตักตอนหย่อนลงและแรงดึงตอนดึงขึ้น จะทำให้น้ำกระเพื่อมผ่านรูท่อกรองหรือท่อเซาะร่องออกจากบ่อและเข้าบ่ออย่างแรง ทรายเม็ดละเอียดรอบ ๆ กรวดกรุจึงตามน้ำเข้ามาด้วย ทรายหรือตะกอนเม็ดละเอียดมาก ๆ จะลอยแขวนอยู่ในน้ำ ส่วนเม็ดใหญ่จะตกตะกอนที่ก้นบ่อ ตักขึ้นทิ้งได้ต่อไป การพัฒนาบ่อด้วยวิธีนี้สะดวกและรวดเร็ว แต่ไม่อาจจะทำสำเร็จทีเดียว ต้องอาศัยวิธีอื่นมาช่วยทีหลัง การหย่อนกระบอกตักขึ้นลงต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะกระบอกอาจจะไปกระแทกท่อกรองซึ่งบอบบางกว่าท่อกรุ ทำให้ขาดหรือแตกได้

4.2 วิธีการสูบน้ำ (Pumping) การพัฒนาบ่อวิธีนี้ทำได้โดยการสูบน้ำด้วยเครื่องสูบ มีหลักการขั้นต้นอยู่ที่ต้องใส่ท่อดูด (Suction Pipe) ของเครื่องสูบลงไปถึงประมาณกึ่งกลางของท่อเซาะร่อง หรือท่อกรองและเริ่มสูบน้ำปริมาณน้อย ๆ ก่อน จนกว่าน้ำจะใส จึงเพิ่มความเร็วของเครื่องสูบขึ้นทีละขั้น จนสูบน้ำได้ปริมาณสูงสุดเท่าที่เครื่องสูบจะสูบได้ เมื่อน้ำใสแล้วจึงหยุดสูบ ให้ระดับน้ำคืนตัวขึ้นมาอยู่ระดับเดิมแล้วจึงเริ่มลงมือสูบใหม่ การสูบน้ำปริมาณไม่สม่ำเสมอ และสูบไม่ติดต่อกัน จะยังผลให้เกิดการกวนน้ำในชั้นน้ำ ทรายหรือตะกอนละเอียดจากชั้นน้ำจะถูกดูดปนเข้ามาในบ่อ และถูกดูดออกมาทิ้งไปส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งตกลงไปก้นบ่อและอาจจะตักออกทิ้งได้ภายหลัง

4.3 วิธีการกวนน้ำ (Surging) วิธีนี้ใช้อุปกรณ์ที่เรียก Plunger หรือ Swab ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับลูกสูบ ขนาดพอเหมาะพอดีกับรูในของท่อกรุ ใส่ลงไปในบ่อเหนือระดับท่อกรองและดึงขึ้นลงเร็ว ๆ ขณะที่ดึงลูกสูบขึ้น น้ำจากชั้นน้ำพร้อมกับทรายละเอียด จะไหลผ่านกรวดกรุเข้ามาในบ่อ ตอนดันลูกสูบลง น้ำในบ่อจะถูกดันกลับเข้าไปในชั้นน้ำ น้ำที่ไหลเข้าไหลออกนี้ จะไปกวนให้ตะกอน และทรายละเอียด แยกตัวออกจากทรายหยาบหรือกรวดในชั้นน้ำ แล้วไหลปนกับน้ำเข้ามาในบ่อ เมื่อทรายเข้ามามาก ๆ แล้ว ดึงลูกสูบขึ้นจากท่อ ตักน้ำปนทรายออกด้วยกระบอกตัก แล้วจึงเริ่มต้นกวนน้ำต่อไป จนกว่าจะไม่มีทรายเข้าบ่ออีก การใช้ลูกสูบแบบนี้มีวิธีการปลีกย่อยไปอีกหลายแบบ บางแบบใช้ลูกสูบมีรูกลวง (Surge Block) ต่อเข้ากับก้านเจาะของเครื่องเจาะหมุน แล้วหย่อนลงไปจนถึงกึ่งกลางของท่อกรอง ดึงขึ้นลงช้า ๆ พร้อม ๆ กับสูบน้ำใสอัดลงไปทางก้านเจาะ บางวิธีใช้ลูกสูบกลวงเหมือนกันแต่ต่อเข้ากับท่อดูดของเครื่องสูบ หย่อนลงไปเหนือระดับท่อกรองดึงขึ้นลงพร้อม ๆ กับดูดน้ำออกจากบ่อ บางวิธีมีลิ้นปิดเปิดที่ตัวลูกสูบ ในช่วงที่ดึงลูกสูบขึ้นลิ้นจะเปิด ลูกสูบจึงทำหน้าที่ดึงน้ำนอกบ่อเข้ามาในบ่อ ในช่วงดันลูกสูบลงลิ้นที่ลูกสูบจะเปิด น้ำในบ่อจะไหลดันผ่านลิ้นขึ้นมาข้างบน วิธีการเหล่านี้ต้องดัดแปลงให้เหมาะสมกับท้องที่และความชำนาญของช่างเจาะแต่ละคน ผลที่ได้ดีกว่า 2 วิธีแรก

4.4 วิธีการเป่าล้างด้วยลม วิธีนี้มีเครื่องอัดลมขนาดกลาง หรือขนาดใหญ่มาใช้ (ควรเลือกขนาดทำลมได้ไม่น้อยกว่า 100 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) โดยต่อท่อลม (Air Line) ลงไปในท่อสูบน้ำ (Drop Pipe) ซึ่งใส่ไว้ในบ่อแล้ว ทั้งท่อลมและท่อสูบน้ำต้องมีที่หิ้วเพื่อดึงขึ้นลงได้สะดวก เริ่มแรกโดยหย่อนท่อทั้งสองลงไปถึงปลายสุดของท่อกรอง หรือให้จมอยู่ใต้ระดับน้ำประมาณ 2/3 ของความยาวของท่อกรุทั้งหมด แล้วจึงปล่อยลมซึ่งมีความดันสูงตั้งแต่ 100–125 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ลงไปในบ่อทางท่อลม ปริมาณลมที่ถูกอัดดันลงไปในบ่อจะไปผสมกับน้ำ น้ำผสมจะมีน้ำหนักเบา จึงถูกแรงดันของลมดันออกมาทางท่อจ่ายน้ำ แรงดันของลมดังกล่าวนี้ จะทำให้ตะกอนและทรายเม็ดเล็กรอบ ๆ บ่อหลุดเข้ามาในบ่อแล้วจึงถูกดันขึ้นข้างบนทางท่อจ่ายน้ำตลอดเวลาที่ลมยังมีแรงดันสูง การเป่าล้างด้วยวิธีนี้ต้องคอยดึงท่อขึ้น หรือลงเป็นช่วง ๆ ไปจนกว่าทรายละเอียดจะไม่เข้ามาในบ่ออีกต่อไป

ในบางกรณี วิธีการปล่อยลมอาจจะผิดไปกว่าที่กล่าวถึงข้างบนได้บ้างตามความเหมาะสม เช่น เมื่อล้างด้วยวิธีการปกติจนน้ำไม่มีทรายแล้ว อาจปิดท่อจ่ายน้ำไม่ให้น้ำออกมา น้ำซึ่งไม่มีทางออก ข้างบนก็จะไหลลงข้างล่าง ผ่านท่อกรองออกไปกวนกรวดทรายในชั้นน้ำอย่างรุนแรง ครั้นเมื่อเปิดท่อจ่ายน้ำ น้ำและตะกอนทรายจะไหลกลับคืนเข้าบ่อ และไหลออกทางท่อจ่ายน้ำอย่างรุนแรงเช่นกัน วิธีการเช่นนี้ควรจะทำเฉพาะการพัฒนาแรก ๆ เท่านั้น หลังจากกรวดทรายในชั้นน้ำและกรวดกรุอัดอยู่ตัวแล้วไม่ควรทำ



รูปที่ 21 แสดงการจัดตั้งเครื่องมือสำหรับพัฒนาบ่อด้วยลม
(ก) แบบ Back washed และ (ข) แบบธรรมดา

วิธีการใช้ลมอีกอย่างหนึ่งที่นิยมกัน เรียกว่าวิธี Back wash วิธีนี้จัดเครื่องมือเหมือนวิธีธรรมดา แต่ท่อลมที่ปากบ่อมีท่อแยกออกไปอีกท่อหนึ่ง ปลายท่อนี้ใส่ลงไปในบ่อทางด้านนอกของท่อจ่ายน้ำเพียงระยะตื้น ๆ ที่ปากบ่อต้องอุดให้แน่นไม่มีช่องว่าง การเป่าล้างเริ่มด้วยการปิดท่อลมที่แยกออกให้แน่นและอัดลมด้วยวิธีธรรมดาจนน้ำใส แล้วจึงหยุดเครื่อง ปล่อยน้ำในบ่อไหลกลับคืนสู่ระดับปกติ จากนั้นจึงเริ่มการ Back washing โดยปิดท่อลมสายตรงให้แน่น ปล่อยให้ลมแรงดันสูงออกทางท่อแยก ลมจะดันน้ำจากระดับปกติลงไป จนไหลย้อนขึ้นมาทางท่อจ่ายน้ำ พร้อมกับอุ้มเอาตะกอนทรายขึ้นมาด้วย เมื่อน้ำหยุดไหล แต่มีลมออกมาแทนก็หยุด และเริ่มการเป่าล้างแบบธรรมดาสลับกันไปจนน้ำใสสะอาด

วิธีการเป่าล้างด้วยลมนี้ ไม่ต้องมีการตักเอาทรายที่ตกลงไปในก้นบ่อขึ้นเหมือนวิธีอื่นเพราะทรายเหล่านั้นสามารถจะเป่าไล่ขึ้นมาจากก้นบ่อด้วยลมได้ วิธีการนี้จึงเหมาะแก่การล้างทำความสะอาดบ่อที่ใช้มานาน ๆ แล้วด้วย

บทที่ 5

การทดสอบปริมาณน้ำ (Testing wells for yield)

บ่อที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วถือว่าพร้อมที่จะติดตั้งเครื่องสูบ สูบน้ำขึ้นมาใช้ แต่ในทางปฏิบัติควรจะทดสอบปริมาณน้ำ (Pumping test) เสียก่อน เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่จะสูบขึ้นมาได้ และเพื่อหาข้อมูลสำหรับการเลือกใช้เครื่องสูบให้ถูกต้อง การทดสอบแบบธรรมดาทำได้โดยการหาเครื่องสูบมาสูบน้ำออกให้ได้มากที่สุด พร้อมกับวัดระดับน้ำในบ่อก่อนที่จะสูบ ในขณะสูบ และหลังจากหยุดสูบ ตัวเลขที่ได้เอาไปคำนวณหาขนาดเครื่องสูบได้ การทดสอบแบบนี้ไม่ค่อยจะได้ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของบ่อ หรือของชั้นน้ำมากนัก วิธีที่จะได้ข้อมูลจริง ๆ ต้องทดสอบให้ถูกหลักทางอุทกวิทยาน้ำบาดาลที่เรียกว่า Aquifer test ซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยย่อ ๆ ต่อไป แต่ก่อนจะเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีผู้อ่านควรจะมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับชลศาสตร์ของบ่อน้ำ (Hydraulics of wells) ไว้เป็นพื้นฐานเสียก่อน

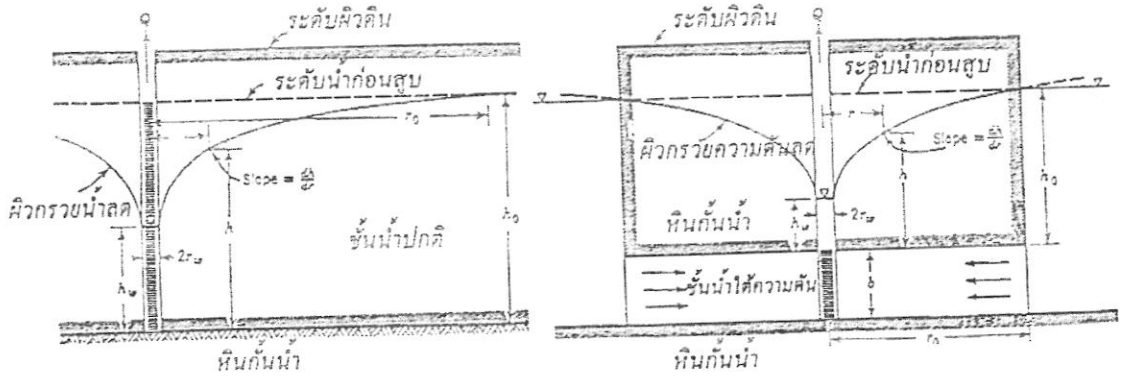
ได้กล่าวในตอนต้น ๆ แล้วว่า แหล่งน้ำบาดาลเกิดขึ้นได้ 2 แบบ แบบแรกชั้นน้ำอยู่ในโซนอิ่มตัวด้วยน้ำ มีระดับน้ำเรียกว่า ระดับน้ำใต้ดิน การไหลหลั่งของน้ำบาดาลเป็นไปตามแรงความโน้มถ่วงของโลกหรือไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำ เหมือนน้ำในแม่น้ำลำคลอง บ่อบาดาลที่เจาะในแหล่งน้ำแบบนี้เรียกว่า Water table well น้ำบาดาลแบบที่สองเกิดอยู่ในหินอุ้มน้ำซึ่งถูกห่อหุ้มทั้งข้างบนและล่างด้วยหินเนื้อแน่นที่เรียกว่า หินกันน้ำ ระดับน้ำบาดาลอยู่เหนือชั้นน้ำเพราะมีแรงดัน จึงเรียกว่าระดับผิดความดัน บ่อบาดาลที่เจาะในแหล่งน้ำแบบนี้เรียกว่า Artesian well ซึ่งแบ่งแยกออกได้อีกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีแรงดันมาก ๆ ทำให้น้ำพุขึ้นมาเหนือผิวดิน กับชนิดที่มีแรงดันต่ำ น้ำขึ้นมาอยู่เหนือระดับชั้นน้ำ แต่ไม่เกินระดับผิวดิน บ่อชนิดแรกเรียกว่า บ่อพุบาดาล (Artesian flowing well) บ่อชนิดหลังยังไม่มีคำแปลในภาษาไทยแต่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Artesian non – flowing well บ่อบาดาลทุกบ่อในกรุงเทพฯ จัดเป็นบ่อชนิดหลังนี้

เมื่อเจาะบ่อบาดาล ณ ที่ใดที่หนึ่ง น้ำในบ่อจะมีระดับคงที่ ณ จุดใดจุดหนึ่งเสมอ ไม่ว่าบ่อนั้นจะเป็น Water table well หรือ Artesian well ระดับน้ำคงที่นี้ เรียกว่าระดับน้ำปกติ (Static water level) เมื่อสูบน้ำออกจากบ่อ ระดับน้ำจะค่อย ๆ ลดลง ๆ จนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งลดลงน้อยจนแทบจะสังเกตไม่ได้ ระดับน้ำที่เกือบจะไม่ลดลงนี้เรียกว่าระดับน้ำลด (pumping level) ระยะน้ำที่ลดจากระดับน้ำปกติลงไปจนถึงระดับน้ำลดนี้เรียกว่า ระยะน้ำลด (Draw down) การหาค่าระยะน้ำลดจึงคิดได้ง่าย ๆ โดยเอาค่าระดับน้ำปกติไปลบออกจากค่าระดับน้ำลด อัตราการสูบค่าหนึ่ง ๆ (คิดเป็นอัตราการสูบ เช่น แกลลอนต่อนาที หรือลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ฯลฯ) จะต้องมีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนกับค่าของระยะน้ำลด โดยปกติถ้าสูบน้ำน้อย ระยะน้ำลดก็น้อย ซึ่งหมายถึงว่าระดับน้ำลดก็จะน้อยด้วย และถ้าอัตราสูบน้ำมาก ระยะน้ำลดก็มาก และระดับน้ำลดก็จะมากไปด้วย

อัตราส่วนระหว่างอัตราการสูบกับระยะน้ำลด เป็นคุณสมบัติประจำตัวของบ่อแต่ละบ่อ ซึ่งเรียกว่า ปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific capacity) หาได้โดยเอาค่าระยะน้ำลดไปหารค่าอัตราปริมาณน้ำที่สูบและมีหน่วยวัดคิดเป็นหน่วยของอัตราสูบต่อระยะน้ำลด 1 หน่วย ตัวอย่าง เช่น ถ้าสูบน้ำในอัตรา 50 แกลลอนต่อนาที มีระยะน้ำลด 5 ฟุต ปริมาณน้ำจำเพาะจะมีค่าเท่ากับ 50 หารด้วย 5 หรือ 10 แกลลอน ต่อนาที ต่อระยะน้ำลด 1 ฟุต ซึ่งเมื่อตีความหมายคุณสมบัติของบ่อนี้จะได้ความจริงว่า ถ้าสูบน้ำในอัตรา 10 แกลลอนต่อนาที บ่อนี้จะมีระยะน้ำลด 1 ฟุต หรือถ้าสูบน้ำให้มีระยะน้ำลดเพียง 1 ฟุต ก็จะสูบน้ำได้ 10 แกลลอนต่อนาที แต่มิได้หมายความว่า ถ้าสูบน้ำ 100 แกลลอนต่อนาที ควรมีระยะน้ำลด 10 ฟุต หรือถ้าสูบน้ำ 1,000 แกลลอนต่อนาทีควรมีระยะน้ำลด 100 ฟุต ซึ่งเป็นผลการคำนวณด้วยวิธีบัญญัติไตรยางศ์ ความจริงค่าที่คำนวณออกมานี้มีส่วนใกล้เคียงมาก ค่าที่แท้จริงหรือค่าที่ผิดไปต้องหาเอาโดยวิธี Aquifer test ที่กล่าวข้างต้น แต่อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์ที่ผ่านมา พอจะถือได้ว่า ถ้าบ่อนั้นเป็นบ่อ Artesian well ค่าที่คำนวณได้ก็เกือบจะถูกต้อง แต่ถ้าบ่อนั้นเป็น Water table well ค่าที่คำนวณได้โดยวิธีบัญญัติไตรยางศ์ เมื่อบวกกับค่ากันผิด (Safety factor) เข้าไปอีกประมาณ 20–25 เปอร์เซ็นต์ ก็เกือบจะได้ค่าที่แท้จริง ค่าต่าง ๆ เหล่านี้เป็นหลักการขั้นต้นที่จะใช้ในการคำนวณ หรือเลือกใช้เครื่องสูบให้ถูกต้องกับคุณสมบัติของบ่อ

สาเหตุที่ Artesian well หรือ Water table well มีคุณสมบัติต่างกันจนใช้วิธีการคำนวณจากค่าปริมาณน้ำจำเพาะผิดกัน ดังตัวอย่างข้างต้นนั้น เนื่องมาจากพฤติการณ์การไหลของน้ำเข้าสู่บ่อไม่เหมือนกัน กล่าวคือ น้ำที่สูบขึ้นมาจากบ่อประเภท Water table well เกิดจากการไหลของน้ำรอบ ๆ บ่อ เข้าสู่บ่อได้เพราะระดับน้ำในบ่ออยู่ต่ำกว่า การไหลนี้มีลักษณะเหมือนกับน้ำซึม น้ำทุก ๆ หยดในบริเวณระดับน้ำใต้ดินรอบ ๆ บ่อ จะซึมเข้าไปสู่บ่อก่อนที่น้ำจากจุดซึ่งไกลออกไปจะซึมเข้าไปถึง และบริเวณที่น้ำซึมออกไปแล้วนี้จะแห้งไปชั่วระยะหนึ่งในตอนที่สูบน้ำอยู่ ฉะนั้น ถ้าวัดระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์จำนวนมาก ๆ รอบ ๆ บ่อซึ่งกำลังสูบน้ำ จะพบว่าบริเวณรอบในใกล้บ่อสูบ ระดับน้ำจะลดลงมากกว่าบริเวณที่อยู่ไกล ๆ และยิ่งไกลออกไป ระยะน้ำลดจะยิ่งน้อยลง ๆ จนถึงจุดหนึ่งน้ำจะไม่ลดลงเลย ผิวระดับน้ำลดทั้งในบ่อที่กำลังสูบและบริเวณรอบ ๆ นี้ ถ้าสามารถมองทะลุลงไปได้ ก็จะเห็นว่ามีรูปร่างเหมือนกรวยหงาย ยอดกรวยอยู่ที่ระดับน้ำลดในบ่อสูบ ฐานกรวยก็คือระดับน้ำใต้ดินเดิม ขอบกรวยก็คือระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์เริ่มต้นแต่จุดใกล้บ่อที่กำลังสูบ ไปจนถึงบ่อสุดท้ายที่น้ำไม่ลด ทางวิชาการเรียกกรวยนี้ว่า กรวยน้ำลด (Cone of depression) (ดูรูปที่ 18) ระยะทางระหว่างบ่อที่กำลังสูบน้ำไปถึงจุดแรกที่น้ำไม่ลดนี้เรียกว่า รัศมีกรวยน้ำลด (Radius of influence)

เมื่อเข้าใจการเกิดกรวยน้ำลดของบ่อประเภท Water table แล้วก็พอจะกล่าวได้ว่าน้ำทุก ๆ แกลลอน หรือทุกลิตรที่สูบออกมาจากบ่อนั้น มาจากน้ำที่อยู่ในกรวยน้ำลด ซึ่งไหลเข้าสู่บ่อได้ เพราะว่าแรงโน้มถ่วงของโลกดูดให้ไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำ ฉะนั้นเมื่อสูบน้ำในอัตราเพิ่มขึ้น กรวยน้ำลดก็ต้องขยายออกไป เพราะต้องเสียน้ำไปให้บ่อมากขึ้น การที่กรวยน้ำลดขยายออกนี้ หมายความว่าระยะทางที่น้ำจะไหลย่อมจะไกลขึ้น แรงเสียดทานต่าง ๆ เนื่องจากการไหลผ่านชั้นหินก็ย่อมมีมากขึ้นกว่าเดิม น้ำแต่ละหยดจึงไปถึงบ่อได้ช้า การไปถึงช้านี้เป็นเหตุให้ระดับน้ำในบ่อลดลงมากกว่าที่ควรจะเป็น ฉะนั้นถ้ายิ่งสูบน้ำมากขึ้น ระยะน้ำลดก็จะยิ่งมากกว่าที่ควรจะคำนวณได้โดยวิธีบัญญัติไตรยางศ์ จากค่าปริมาณน้ำจำเพาะทุกครั้งไป สาเหตุดังกล่าวนี้ทำให้ต้องมีการบวกค่ากันผิด (Safety factor) เข้าไปด้วย



รูปที่ 22 ลักษณะของกรวยน้ำลดในชั้นน้ำบาดาลประเภทชั้นน้ำปกติ และชั้นน้ำภายใต้ความดัน

การสูบน้ำในบ่อ Artesian well จะมีลักษณะการลดของระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์เหมือนกับกรณีของบ่อ Water table well แต่กรวยที่เกิดขึ้นมีฐานกว้างกว่า และการกำเนิดกรวยมาจากสาเหตุที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ถ้าเปรียบเทียบน้ำบาดาลในชั้นน้ำประเภทนี้ เหมือนกับน้ำที่ไหลอยู่เต็มท่อประปาดังที่เคยอุปมามาในตอนต้น ๆ การเจาะบ่อหลาย ๆ บ่อ ก็เหมือนกับการเจาะรูในท่อหลาย ๆ รู แล้วเอาหลอดแก้วปักลงไป จะเห็นว่าในหลอดแต่ละหลอดมีน้ำขึ้นมาอยู่เหนือระดับผิวท่อเพราะแรงดันในท่อ ถ้าดูดน้ำออกจากหลอดหนึ่งหลอดใด จะเห็นว่าระดับน้ำในหลอดอื่น ๆ พลอยลดลงไปด้วย ทั้ง ๆ ที่น้ำยังไหลอยู่เต็มท่อ ระดับน้ำที่ลดลงนี้มีสาเหตุอย่างเดียวกัน ฉะนั้น การเกิดกรวยน้ำลดในกรณีนี้ จึงมีผลเนื่องมาจากการลดความดัน ไม่ใช่เพราะน้ำไหลออกจากกรวย เหมือนดังบ่อ Water table well กรวยประเภทนี้จึงมีชื่อเรียกว่ากรวยความดันลด (Cone of pressure relief) ส่วนการไหลของน้ำ จากชั้นน้ำเข้าสู่บ่อ ในระหว่างที่ทำการสูบในอัตราต่าง ๆ กัน มาจากชั้นน้ำที่หนาเท่ากัน ผ่านตัวกลางหรือช่องว่างในหินอย่างเดียวกันตลอดเวลา ความเสียดทานต่าง ๆ จึงมีค่าเท่ากัน ค่าปริมาณน้ำจำเพาะจึงมีเท่ากันเสมอ ไม่ว่าจะสูบในอัตราเท่าใด การคำนวณจึงไม่ต้องมีค่ากันผิด (Safety factor)

การทดสอบบ่อที่เจาะเสร็จใหม่ ๆ เพื่อให้รู้ปริมาณน้ำบาดาลที่จะสูบได้ มีวิธีการแบบธรรมดา ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่การทดสอบในทางอุทกธรณีวิทยาจริง ๆ ต้องดำเนินการให้ละเอียดลงไปอีก คือ ตลอดระยะเวลาที่ทำการสูบ จะต้องสูบให้ได้อัตราคงที่สม่ำเสมอ และต้องวัดระดับน้ำในบ่อที่ค่อย ๆ ลดลงไปตลอดเวลา จนกว่าน้ำจะไม่ลดลงต่อไปอีก การวัดระดับน้ำพร้อมทั้งจดเวลาที่ใช้สูบน้ำ จนน้ำไม่ลดลงนี้ บางที่ต้องใช้เวลาติดต่อกันถึง 7 วัน 7 คืน หลังจากหยุดสูบแล้วจะต้องคอยวัดระดับน้ำที่คืนตัว (Recovery) ขึ้นมาอีก กล่าวคือ เมื่อสูบน้ำ น้ำจะลดลง แต่เมื่อหยุดสูบ ระดับน้ำจะคืนตัวกลับมาอยู่ที่เดิมเสมอ ทั้งนี้ หมายรวมถึงบ่อสังเกตการณ์ หรือบ่อใกล้เคียงที่น้ำในบ่อลดลงไปทั้ง ๆ ที่มิได้สูบ แต่ลดลงเนื่องจากอิทธิพลการสูบ หรือเนื่องจากอยู่รัศมีกรวยน้ำลดด้วย

การวัดระดับน้ำในบ่อบาดาลอาจทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่แน่นอนได้แก่การวัดด้วยเทปวัดระยะ เทปที่ใช้มี 2 ประเภท คือเทปเหล็ก และเทปไฟฟ้า การวัดด้วยเทปเหล็กทำได้โดยหย่อนเทปลงทางช่องว่าง

ช่องว่างในบ่อ โดยกะให้ปลายเทปจมอยู่ในน้ำ พร้อม ๆ กับอ่านค่าตัวเลขที่เทปที่ปากบ่อหรือปากท่อกรุ แล้วดึงเทปขึ้นมาอ่านตัวเลขส่วนที่จมน้ำหรือเปียกน้ำตอนบนสุด ตัวเลข 2 ค่านี้ เมื่อลบกันก็จะได้ความลึกของระดับน้ำนับจากปากบ่อ ส่วนการวัดปริมาณน้ำนั้น ได้กล่าวในตอนต้นแล้วว่าเป็นการวัดอัตราการไหลของน้ำจึงคิดเป็นแกลลอนต่อนาที หรือลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง อย่างใดอย่างหนึ่ง การวัดปริมาณน้ำมีหลายวิธีเช่นเดียวกัน แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีง่าย ๆ ที่เรียกว่า วิธีการตวง กล่าวคือ ใช้ภาชนะที่รู้ปริมาตรแน่นอนไปรองรับน้ำจากเครื่องสูบ พร้อมทั้งจับเวลาที่น้ำไหลลงสู่ภาชนะตั้งแต่ต้นจนน้ำเต็ม จำนวนวินาทีหรือนาทีที่น้ำไหลเต็มภาชนะ ซึ่งรู้ความจุที่แน่นอนแล้วนี้ เมื่อเปรียบเทียบบัญญัติไตรยางศ์โดยคิดเป็นเวลา 1 นาที หรือ 1 ชั่วโมง ก็จะได้ค่าปริมาณน้ำที่ไหลได้ ภาชนะที่ใช้ได้ดีได้แก่ ปี๊บน้ำมันก๊าด แบบมาตรฐาน ซึ่งเรียกกันว่าปี๊บ 20 ลิตร (จุน้ำได้ 5.5 แกลลอน) หรือถังน้ำมันที่เรียกถัง 200 ลิตร (จุน้ำได้ 55 แกลลอน) ตัวอย่างเช่น ใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร (ความจริง 208 ลิตร) ในการตรวจตวงน้ำ และตวงได้เต็มภายในเวลา 11 วินาที เมื่อเทียบบัญญัติไตรยางศ์ ก็ปรากฏว่าใน 1 นาที จะมีน้ำไหล 55 คูณด้วย 60 หารด้วย 11 = 300 แกลลอน ฉะนั้น ปริมาณน้ำที่สูบในขณะนั้น จึงเท่ากับ 300 แกลลอนต่อนาที เป็นต้น การวัดปริมาณน้ำด้วยวิธีนี้ จะได้ค่าที่ถูกต้องแน่นอน เมื่อจับเวลาได้ถูกต้อง เวลาที่จับต้องคิดเป็นวินาทีเสมอไป

ในการทดสอบทางอุทกวิทยา จำเป็นจะต้องวัดบ่อสังเกตการณ์อย่างน้อย 1 บ่อเสมอ การวัดระดับน้ำลดและระดับน้ำคืนตัวก็ทำเช่นกันและพร้อม ๆ กันกับบ่อที่สูบน้ำ ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้เมื่อนำเอาไปศึกษาและแปลค่า ก็จะได้ข้อมูลในการคำนวณรายละเอียดต่าง ๆ ได้หลายประการดังนี้

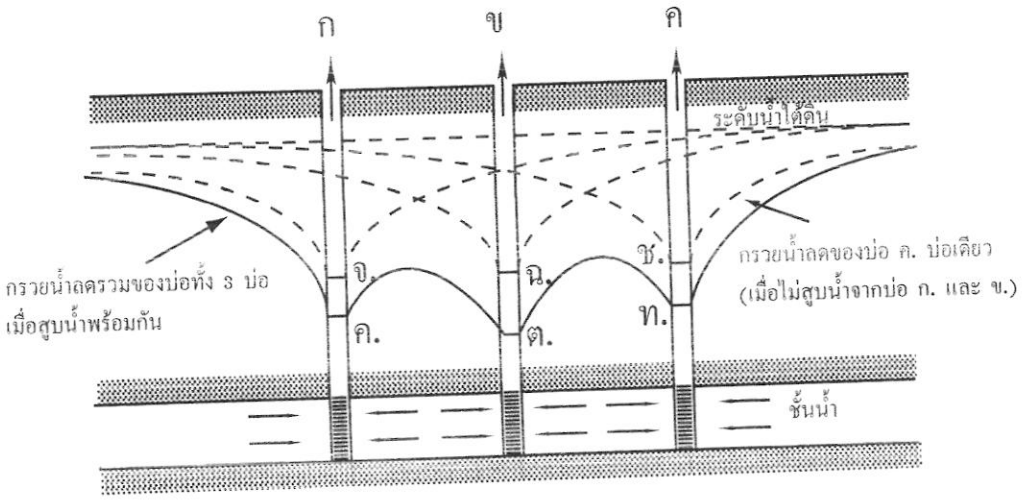
1. หาปริมาณน้ำที่จะสูบได้มากที่สุดในบ่อแต่ละบ่อ ไม่ว่าจะสูบเป็นระยะเวลานานเท่าใดหรือคำนวณปริมาณที่ควรจะสูบได้ เมื่อต้องการให้มีระยะน้ำลดระยะหนึ่งระยะใด หรือคำนวณได้ว่า ถ้าสูบน้ำปริมาณอย่างหนึ่งอย่างใด จะมีระยะน้ำลดเท่าใด เหล่านี้เป็นต้น ค่าต่าง ๆ ที่ได้นี้มีประโยชน์หรือสะดวกกว่าการที่จะต้องเอาเครื่องสูบไปสูบทดลองทุกครั้งที่มีข้อสงสัยเกิดขึ้น และมีประโยชน์โดยตรงต่อการเลือกซื้อเครื่องสูบได้ถูกต้อง

2. คำนวณหารัศมีของกรวยน้ำลด หรือกรวยความดันลด ได้โดยไม่ต้องเสียเวลา หรือเสียเงินลงทุนเจาะบ่อสังเกตการณ์มาก ๆ ความรู้เรื่องรัศมีของกรวยน้ำลดนี้ มีประโยชน์ในการเลือกที่เจาะบ่อใหม่ เพราะถ้าเจาะไว้ในรัศมีของบ่อเดิม ระดับน้ำในบ่อใหม่จะลดลงไปเฉย ๆ โดยไม่ต้องสูบน้ำ หรือถ้าสูบน้ำในบ่อใหม่พร้อม ๆ กับบ่อเก่า บ่อใหม่ก็มีกรวยน้ำลดหรือกรวยความดันลดเช่นเดียวกัน เมื่อกรวย 2 กรวยวิ่งเข้าหากันก็จะคาบเกี่ยวหรือเหลื่อมกัน จึงเกิดแย่งน้ำ (Interference effect) กันขึ้น (ดูรูปที่ 19) ผลเสียหายที่เกิดขึ้นกับปริมาณน้ำที่จะสูบได้จากบ่อแต่ละบ่อน้อยลง แต่ระดับน้ำลดมากขึ้น เป็นเหตุให้บางครั้งถึงกับต้องเจาะบ่อใหม่ หรือเปลี่ยนเครื่องสูบใหม่

3. อันเนื่องมาจากข้อ 2 ผลการทดสอบทางอุทกวิทยา สามารถคำนวณได้ว่า ถ้าจะเจาะบ่อใหม่ควรจะเจาะที่ใด จึงไม่เกิดการแก่งแย่งน้ำ บ่อใหม่ควรจะสูบได้มากน้อยเท่าใด ควรจะใช้เครื่องสูบขนาดไหน และถ้าจำเป็นจะต้องเจาะบ่อในบริเวณกรวยน้ำลดของบ่อแรก ก็พอจะคำนวณได้ด้วยว่า บ่อใหม่จะได้น้ำมากที่สุดเท่าใด

4. สามารถจะพยากรณ์สภาพบ่อของบ่อในอนาคตได้ว่า ระดับน้ำจะลดลงมากน้อยเท่าใด

5. สามารถจะเอาข้อมูลจากการทดสอบนี้ ไปคำนวณร่วมกับสถิติข้อมูลอื่น ๆ หาปริมาณน้ำบาดาลในแหล่งน้ำทั้งหมด ปริมาณน้ำที่ควรจะพัฒนาใช้ได้ประจำปี ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเพิ่มเติม ปริมาณน้ำบาดาลที่สูญหายเพราะไหลไปสู่แอ่งน้ำบาดาลอื่น ๆ หรือพูดง่าย ๆ ว่าสามารถเอาไปศึกษาเรื่องดุลยภาพของแหล่งน้ำ (Water balance) ได้



รูปที่ 23 การแย่งน้ำระหว่างบ่อต่อบ่อ

คำอธิบาย

- สมมติว่าบ่อ ก. ข. และ ค. ห่างกันเท่าๆ กัน และสูบน้ำออกด้วยอัตราสูบเท่ากัน
- ถ้าสูบน้ำจากบ่อ ๆ เดียว (โดยหยุดสูบอีก 2 บ่อ) ระดับน้ำบาดาลในบ่อนั้นจะอยู่ที่ จ. หรือ ฉ. หรือ ช. และแต่กรณี และมีกรวยน้ำลด ดังแสดงด้วยเส้นประ
- เมื่อสูบน้ำพร้อมๆ กัน กรวยน้ำลดของแต่ละบ่อ (แสดงด้วยเส้นประ) จะคาบเกี่ยวและเหลื่อมกัน และจะยังผลให้ระดับน้ำลดต่ำลงไปอีก คือลงไปอยู่ที่ ค. ต. และ ท.
- บ่อ ข. จะถูกแย่งน้ำมากที่สุด และมีระดับน้ำลดจริง ๆ มากที่สุด

ก่อนจบเรื่องบ่อบาดาลใคร่จะกล่าวย้ำว่า ความรู้หรือตัวเลขเกี่ยวกับระยะน้ำลด (Draw down) และระดับน้ำปกติเป็นเรื่องสำคัญที่สุดของบ่อแต่ละบ่อปราศจากตัวเลขเหล่านี้ ไม่อาจจะซื้อเครื่องสูบขนาดที่ต้องการใช้ได้ยืนนาน และได้รับผลประโยชน์จากบ่อเต็มที่ได้

บทที่ 6

เครื่องสูบน้ำบาดาล (Deep Well Pump)

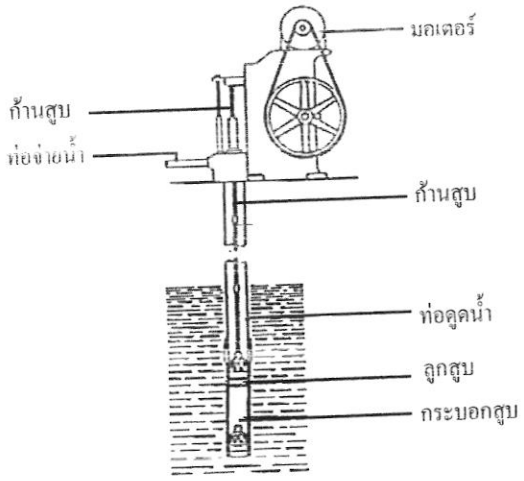
เครื่องสูบน้ำที่ขายอยู่ในท้องตลาดขณะนี้ มีมากมายหลายแบบ แต่เครื่องสูบที่จะใช้กับบ่อบาดาลให้ได้ผลดีจริง ๆ มีอยู่ไม่กี่แบบ การเลือกซื้อหรือเลือกใช้เครื่องสูบให้ถูกต้องจริง ๆ จึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับหลักการการทำงาน และคุณสมบัติของเครื่องสูบแต่ละแบบไว้บ้างพอสมควร เครื่องสูบที่นิยมใช้กันในปัจจุบันออกแบบจากหลักการใหญ่ ๆ 4 ประเภทคือ ประเภทหอยโข่ง (Centrifugal pump) ประเภทใช้ลูกสูบ (Piston pump) ประเภทเจต (Jet pump) และประเภทสูบลม (Air lift pump) ทั้ง 4 ประเภทนี้มีรายละเอียดปลีกย่อยในการออกแบบ และวิธีการทำงานแตกออกไปเป็นเครื่องสูบหลายชนิด แต่ละชนิดมีความสามารถแตกต่างกัน อาจจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์อื่น ๆ ขับ บางประเภทก็ดัดแปลงใช้แรงคนฉุดหรือโยก หรือให้กำลังลมปั่น หลักใหญ่ ๆ ของเครื่องสูบทั้ง 4 แบบ พอจะประมาณได้ดังนี้

6.1 เครื่องสูบประเภทใช้ลูกสูบ

เครื่องสูบประเภทนี้ มีหลักในการสูบน้ำโดยแรงดูดของลูกสูบที่อยู่ภายในกระบอกสูบ เหมือนสูบดูดน้ำมันก๊าด น้ำที่ผ่านเข้ามาในกระบอกสูบจะถูกอัดดันผ่านกระบอกสูบ หรือลูกสูบทางระบบลิ้น (Valves) แรงอัดดันนี้จะส่งน้ำขึ้นสู่ระดับสูง ๆ ได้ ตัวกระบอกสูบและลูกสูบอาจจะอยู่บนผิวดิน หรือแช่อยู่ในน้ำหรืออยู่เหนือระดับน้ำก็ได้ แต่มีหลักอยู่ว่า ถ้ากระบอกสูบอยู่เหนือระดับน้ำเกินกว่า 25 ฟุต ลูกสูบจะดูดน้ำไม่ขึ้น และถ้าน้อยกว่า 20 ฟุต ก็จะดูดได้มาก สาเหตุที่ดูดน้ำขึ้นหรือไม่ขึ้นนี้จะได้กล่าวถึงในบทที่ว่าด้วยคุณสมบัติของเครื่องสูบ

สูบน้ำโคลนแบบลูกสูบชักที่กล่าวถึงแล้ว ในเรื่องเครื่องเจาะน้ำบาดาล ก็จัดอยู่ในประเภทนี้ สูบแกนนอน (Reciprocating pump) ขนาดเล็กและใหญ่ ที่ใช้กันตามบ้านทั่วไป ก็จัดอยู่ในประเภทนี้เช่นกัน ถ้าสังเกตให้ดี จะเห็นว่าส่วนประกอบของสูบแกนนอนประกอบด้วย หัวสูบ ซึ่งข้างในมีระบบเฟืองเกียร์ จากหัวสูบจะมีแกนสูบต่อออกมา และเข้าไปต่อกับลูกสูบภายในกระบอกสูบ ที่กระบอกสูบจะมีท่อต่อออก 2 ท่อ ท่อหนึ่งสำหรับดูดน้ำ (Suction) อีกท่อหนึ่งสำหรับจ่ายน้ำ (Discharge) ที่สูบเข้ามาแล้วไปสู่ท่อเมน การทำงานของเครื่องสูบ เริ่มต้นด้วยการใช้เครื่องมอเตอร์ไฟฟ้า ไปหมุนระบบเกียร์ภายในหัวสูบ ในระบบเกียร์นี้มีลูกเบี้ยวและอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับเปลี่ยนแรงหมุน ให้เป็นแรงดึงและดันในแกนสูบ การดึงและการดันของแกนสูบจะทำให้ลูกสูบเคลื่อนเข้าออกเป็นจังหวะ ๆ ภายในกระบอกสูบ ที่กระบอกสูบด้านที่ต่อกับท่อดูด จะมีลิ้นเปิดปิดได้ ฉะนั้น ในจังหวะที่หัวสูบดึงลูกสูบ แรงดูดจะดูดน้ำผ่านลิ้นเข้าไปในกระบอกสูบ ในจังหวะที่หัวสูบดันลูกสูบ หรือในจังหวะอัด ลิ้นท่อดูดจะปิด น้ำที่เกิดแรงดันสูงจะไหลผ่านลิ้นอีกลิ้นหนึ่งออกทางท่อจ่ายน้ำ ในจังหวะถัดไป คือหัวสูบดึงลูกสูบ ลิ้นท่อจ่ายปิด แต่ลิ้นท่อดูดเปิดให้น้ำเข้าต่อ ๆ กันไป เครื่องสูบแบบนี้เหมาะที่สูบน้ำในบ่อตื้น ๆ ที่ระดับน้ำลึกไม่เกิน 20 ฟุต บ่อบาดาล

ที่เมื่อสูบแล้วระดับน้ำลด (Pumping level) ไม่เกิน 20 ฟุตจากปากท่อก็ใช้ได้ ในกรณีที่ระดับน้ำลดเกินกว่า 20 ฟุตจากปากท่อ ก็มีเครื่องสูบแบบใช้ลูกสูบเหมือนกัน เรียกว่า สูบน้ำลึกแบบแกนตั้ง (Deep well plunger pump) มีอุปกรณ์เหมือนสูบแกนนอนทุกอย่าง ยกเว้นแต่ยกเอาส่วนที่เป็นกระบอกสูบและลูกสูบใส่ลงไปในบ่อ เอาท่อจ่ายน้ำต่อเชื่อมเข้าระหว่างหัวสูบซึ่งอยู่บนดินกับกระบอกสูบซึ่งอยู่ในบ่อ ส่วนก้านสูบใส่ไว้ข้างในท่อจ่ายน้ำ ฉะนั้นกระบอกสูบของเครื่องแบบแกนตั้ง จึงอยู่ในแนวดิ่ง ที่ปลายกระบอกสูบด้านล่างสุด มีลิ้นให้น้ำเข้าทางเดียว (Check valve) ตัวลูกสูบที่ทำงานแบบดึงขึ้นดันลงในแนวดิ่ง ภายในกระบอกสูบมีลิ้นให้น้ำออกแบบไหลทางเดียว (Check valve) เช่นกัน การทำงานของเครื่องสูบแกนตั้งเริ่มด้วย เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนระบบเกียร์ภายในหัวสูบ ระบบเกียร์เปลี่ยนแรงหมุนให้เกิดการดึงและดันลูกสูบโดยส่งแรงผ่านทางก้านสูบ ในจังหวะที่ดึงลูกสูบขึ้น แรงดูดภายในกระบอกสูบจะดูดน้ำเข้าสู่กระบอกสูบผ่านลิ้นน้ำเข้า ในจังหวะที่ดันลูกสูบลง ลิ้นน้ำเข้าจะปิดแรงดันในกระบอกสูบจะดันให้น้ำออกจากกระบอกสูบทางลิ้นน้ำออกที่ตัวลูกสูบ จังหวะถัดไปเมื่อดึงลูกสูบขึ้น ลิ้นน้ำออกที่ลูกสูบจะปิด ส่วนลิ้นน้ำเข้าจะเปิด น้ำจากบ่อจะถูกดูดเข้าไปอีก เป็นอย่างนี้เรื่อยๆ ไป น้ำที่ไหลออกจากลูกสูบจะถูกดันขึ้นมาออกทางท่อจ่ายน้ำซึ่งมีอยู่ที่หัวสูบพื้นดิน (ดูรูปที่ 24) การติดตั้งเครื่องสูบแบบนี้มักจะใส่ลูกสูบไว้ใต้ระดับน้ำ ถ้าจะให้อยู่เหนือระดับน้ำก็ทำได้แต่ต้องต่อท่อจากปลายกระบอกสูบด้านล่างลงไปในน้ำ ที่ปลายท่อควรจะมีลิ้นแบบกันน้ำไหลกลับ (Foot valve) ไว้อีกตัวหนึ่ง และระดับลูกสูบจะต้องอยู่เหนือระดับน้ำลดในบ่อไม่เกิน 20 ฟุต เช่นกัน



รูปที่ 24 เครื่องสูบแกนตั้ง (Plunger Pump)

ข้อเสียของเครื่องสูบแบบใช้ลูกสูบ นอกเหนือจากการดูดน้ำได้ในระยะสั้น ๆ แล้ว น้ำที่ถูกสูบออกจะไหลดันออกเป็นช่วง ๆ (Pulsating discharge) ตามจังหวะการปิดเปิดของลิ้นจ่ายน้ำ แรงดันเป็นช่วง ๆ นี้จะสังเกตเห็นได้ชัดถ้าใช้ท่อจ่ายน้ำเป็นท่อยาง ข้อเสียอีกข้อหนึ่งเป็นปริมาณน้ำที่สูบได้มักจะไม่มาก ถึงแม้จะเปลี่ยนขนาดลูกสูบให้ใหญ่ขึ้น ก็ได้น้ำไม่มากเท่าเครื่องสูบแบบอื่น ๆ ที่มีแรงม้าเท่า ๆ กันส่วนข้อดี

ก็มีอีกหลายอย่างเหมือนกัน เช่น สามารถส่งน้ำได้ระดับสูงมีแรงดันมาก ราคาไม่แพง และดูแลรักษาได้ง่าย เสียค่าบำรุงน้อย เป็นต้น

6.2 เครื่องสูบประเภทหอยโข่ง

เครื่องสูบแบบนี้มีขายทั่วไปในท้องตลาด ตั้งแต่ขนาดเล็ก ๆ หอบหิ้วคนเดียวได้เหมือนที่ชาวนาใช้สูบเข้านา ไปจนถึงขนาดใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือการชลประทาน หลักใหญ่ของเครื่องสูบแบบนี้ได้แก่การทำให้ใบพัด (Impeller) หมุนอยู่ภายใต้ตัวสูบ โดยแรงหมุนจากเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า ตัวใบพัดมีลักษณะเหมือนหมวกปีกใหญ่ 2 ใบ วางซ้อนกันให้มีช่องว่างพอประมาณ หมวกใบบนตัดยอดออก แต่ยอดใบล่างเจาะรูให้โตพอเหมาะที่จะสอดแกนสูบเข้าไปในให้ติดแน่นได้ ช่องว่างระหว่างปีกหมวก 2 ใบมีปีกเหล็กค้ำยันกันไว้แน่น ทั้งแกน สูบและตัวใบพัดติดไว้ในกระพ้อ (Bowl) ซึ่งมีรูปร่างกลมแบนและงอเหมือนเปลือกหอยโข่ง ตรงบริเวณก้นหอยของกระพ้อ จะอยู่ในแนวเดียวกับปากใบพัด ส่วนที่เป็นยอดหมวกที่ตัดออกดังกล่าวแล้ว จากก้นหอยของกระพ้อ มีท่อดูดต่อลงไปในน้ำ ปลายท่อดูดต้องมีลิ้นกันน้ำไหลกลับเช่นกัน ที่ปากกระพ้อซึ่งเปรียบเสมือนปากเปลือกหอย ต่อท่อจ่ายน้ำเพื่อส่งน้ำไปใช้ การสูบน้ำเริ่มด้วยแรงดูดของใบพัดดูดน้ำผ่านท่อดูดเข้ามาทางปากใบพัดด้วยความเร็วสูง แล้วปล่อยให้ไหลเข้าไปสู่กระพ้อทางปีกใบพัด ซึ่งเปรียบเหมือนช่องว่างระหว่างปีกหมวก ที่กล่าวข้างต้น น้ำที่ไหลเข้าสู่กระพ้อจะค่อย ๆ ลดความเร็วลงพร้อมกับมีแรงดันสูงขึ้น แล้วไหลออกทางท่อจ่ายน้ำด้วยแรงดันสูง

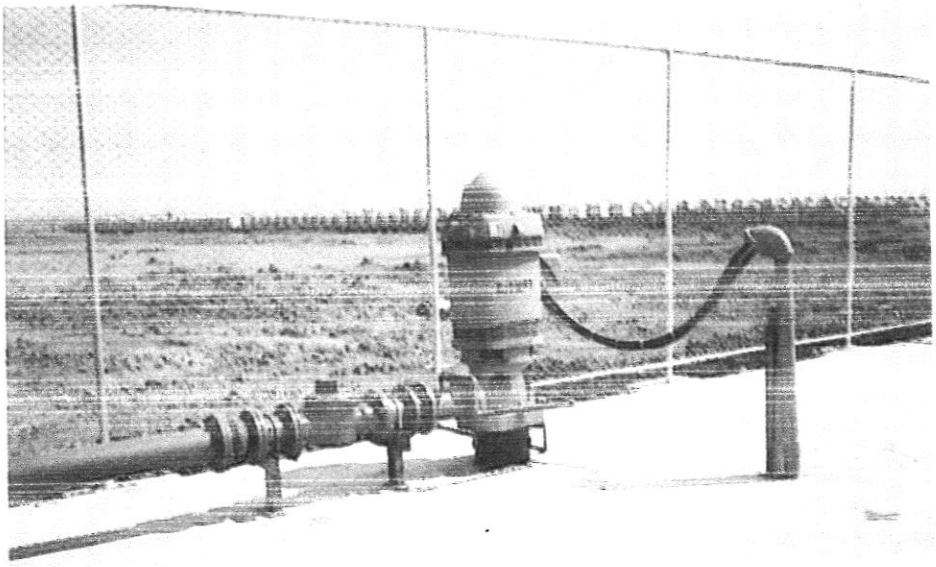
ความแรงของเครื่องสูบแบบหอยโข่งอยู่ที่การออกแบบใบพัด ถ้าออกแบบได้ดีก็จะสูบน้ำได้มากแรงดันมาก แต่โดยปกติ แรงดันของสูบหอยโข่งมักจะน้อยกว่าเครื่องสูบแบบลูกสูบ การแก้ไขให้มีความดันมากขึ้นทำได้โดยเพิ่มจำนวนใบพัดให้มากขึ้น ใบพัดแต่ละใบต้องมีกระพ้อของตัวเอง ใบพัด 1 ตัว และกระพ้อ 1 ตัว มีชื่อเรียกว่า 1 สเตจ (Stage) ถ้าใบพัด 2 ตัว และกระพ้อ 2 ตัว ก็เรียกว่า 2 สเตจ ฉะนั้นเครื่องสูบที่เรียกว่ามีเท่านั้นเท่านี้สเตจ ก็หมายความว่าเป็นเครื่องสูบที่มีใบพัดและกระพ้อเท่านั้นเท่านี้ตัว เครื่องสูบที่มีตั้งแต่ 2 สเตจขึ้นไปเรียกว่า Multistage pump ออกแบบโดยเอากระพ้อตั้งแต่ 2 กระพ้อขึ้นไปมาร้อยต่อเข้าด้วยกัน โดยให้ใบพัดทั้งหมดสวมอยู่ในแกนเดียวกัน การทำงานของเครื่องสูบหลายสเตจมีหลักการเหมือนกับสูบสเตจเดียว เพียงแต่น้ำที่ออกจากสเตจแรก จะถูกส่งไปยังสเตจที่สองและต่อ ๆ กันไปจนออกทางท่อจ่ายน้ำ ผลที่เกิดจากการมีหลายสเตจ ทำให้แรงดันมากขึ้นเท่าจำนวนแรงดันของแต่ละสเตจรวมกัน แต่ปริมาณน้ำที่ได้คงเท่ากับน้ำที่สเตจแรกสูบได้ ตัวอย่างเช่น สูบเครื่องหนึ่งมี 3 สเตจ แต่ละสเตจสูบน้ำได้ 100 แกลลอนต่อนาที และได้แรงดันคิดเป็นความสูง 30 ฟุต สูบเครื่องนั้นจะสูญน้ำได้จริง ๆ 100 แกลลอนต่อนาที แต่มีแรงดันสูง 90 ฟุต

ส่วนเสียของเครื่องสูบหอยโข่งส่วนใหญ่ ได้แก่ การดูดน้ำได้ลึกเพียงประมาณ 20 ฟุต จึงไม่เหมาะกับบ่อบาดาลที่ระดับน้ำลึกมากกว่า 20 ฟุต ก่อนการสูบเกือบทุกครั้งต้องมีการล่อน้ำ (Water priming) โดยการใส่น้ำให้เต็มกระพ้อและท่อดูดเสียก่อนจึงจะดูดน้ำขึ้น และปริมาณน้ำที่สูบได้ยังต้อง

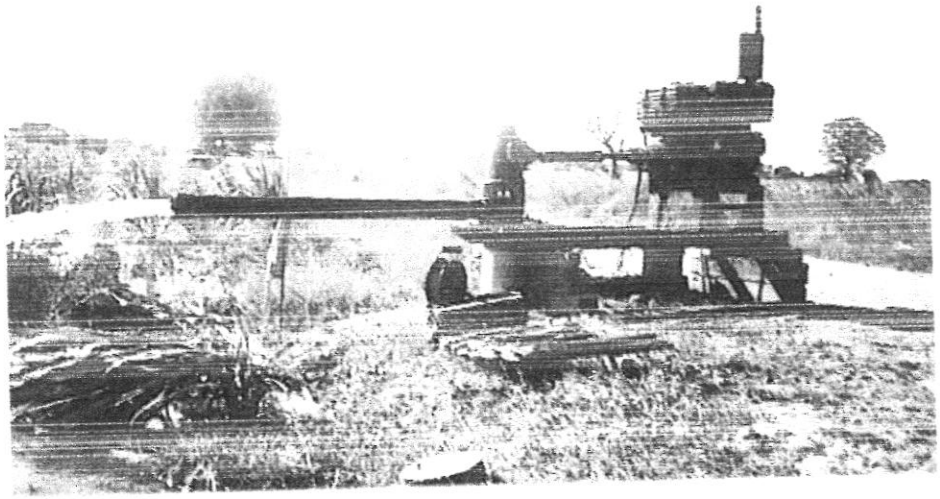
ขึ้นอยู่กับความเร็วของใบพัดด้วย การแก้ไขข้อบกพร่องในเรื่องที่สูบน้ำไม่ได้ลึก ยังผลให้เกิดเครื่องสูบอีกชนิดหนึ่งในตระกูลเดียวกัน เรียกว่า เครื่องสูบเทอร์ไบน์ (Turbine pump) เครื่องสูบชนิดนี้มีหลักการเหมือนกับเครื่องสูบหอยโข่งธรรมดา เพียงแต่แยกเอาตัวสูบออกจากหัวสูบและเครื่องยนต์ ยกเอากระพ้อและใบพัดหลาย ๆ สเตจ ลงไปในบ่อ ให้แกนอยู่ในแนวดิ่ง กระพ้อและใบพัดที่อยู่ในน้ำนี้ เรียกเป็นศัพท์เฉพาะว่า หัวดูด (Pump bowl) ตัวสูบและหัวดูดต่อเข้าด้วยกันด้วยกันด้วยท่อสูบ (Pump column) แกนสูบ (Line shaft) จากใบพัดต่อสูงขึ้นมาภายในท่อสูบ จนถึงระบบเฟืองขับที่หัวสูบ ซึ่งเรียกว่า Gear head หรือหัวเกียร์ ฉะนั้นเมื่อมีเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าไปขับเฟืองเกียร์ เฟืองเกียร์ก็หมุนแกนสูบได้โดยตรง น้ำที่ออกจากหัวดูดจะถูกส่งขึ้นตามท่อสูบจนถึงหัวสูบ แล้วจึงมีทางแยกส่งน้ำออกจากเครื่องสูบต่อไป

เครื่องสูบแบบนี้ดีที่สุดและประสิทธิภาพสูงสุดในการสูบน้ำบาดาล เพราะสามารถจะออกแบบใบพัดและกระพ้อให้เหมาะสมที่จะสูบน้ำปริมาณน้อย ๆ หรือมาก ๆ ได้โดยมีแรงดันแตกต่างกันเท่าที่จะเพิ่มจำนวนสเตจต่อนาที และมีแรงส่งได้สูงตั้งแต่ประมาณ 20 แกลลอนต่อนาที จนเกินกว่า 5,000 แกลลอนต่อนาที และมีแรงส่งได้สูงตั้งแต่น้อย ๆ ไปจนถึงประมาณ 1,000 ฟุต จำนวนสเตจอาจจะมีตั้งแต่ 1 สเตจ ไปจนถึง 30 สเตจ ข้อเสียของเครื่องสูบเทอร์ไบน์อยู่ที่จุดอ่อนหลายประการโดยเฉพาะระบบเกียร์ที่หัวสูบ ระบบแกนสูบที่ต่อลงไปลึก ๆ และระบบใบพัดในหัวดูด ฉะนั้นการดูแลรักษาเครื่องสูบแบบนี้จึงต้องมีความรู้ความชำนาญพอประมาณ

ในปัจจุบัน ได้มีพัฒนาระบบการขับเคลื่อนของเครื่องสูบเทอร์ไบน์ไปมาก กล่าวคือได้เปลี่ยนแปลงระบบหัวเกียร์ที่ทำงานคล้ายเฟืองท้ายรถยนต์ (โดยทำการถ่ายทอดกำลังจากแรงขับที่อาจจะเป็นเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ ผ่านเพลาซึ่งต่อตรงไปยังหัวเกียร์ และให้ระบบเกียร์เป็นตัวจับแกนสูบหมุนในแนวดิ่ง) เป็นการตัดหัวเกียร์ออก แล้วใช้มอเตอร์แบบแกนกลวง (Hollow shaft motor) สวมคร่อมแกนสูบลงไปโดยยึดมอเตอร์ติดแน่นอยู่กับหัวสูบที่ระดับดิน และล็อกแกนสูบให้ติดแน่นกับตัวโรเตอร์ของมอเตอร์ เมื่อโรเตอร์หมุน แกนสูบก็จะหมุนไปด้วย การปรับปรุงอีกแบบหนึ่ง คือแทนที่จะใช้มอเตอร์ก็ใช้สายพานแทน โดยใช้มู่เล่ (Mulley) และตุ๊กตารับมู่เล่ (Sprocket) สวมคร่อมแกนสูบลงไปเช่นกัน แรงขับสายพานอาจจะเป็นเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ราคาถูก ๆ ก็ได้ การปรับปรุงทั้งสองอย่างนี้สามารถกำจัดเฟืองเกียร์ออกจากระบบเครื่องสูบเทอร์ไบน์ได้โดยเด็ดขาด ทำให้ลดราคาเครื่องสูบเทอร์ไบน์ ซึ่งโดยปกติแพงที่สุดในบรรดาเครื่องสูบทั้งหลายลงได้



รูปที่ 25 เครื่องสูบเทอร์ไบน์แบบขับด้วยมอร์เตอร์ (Vertical Hollow – shaft)

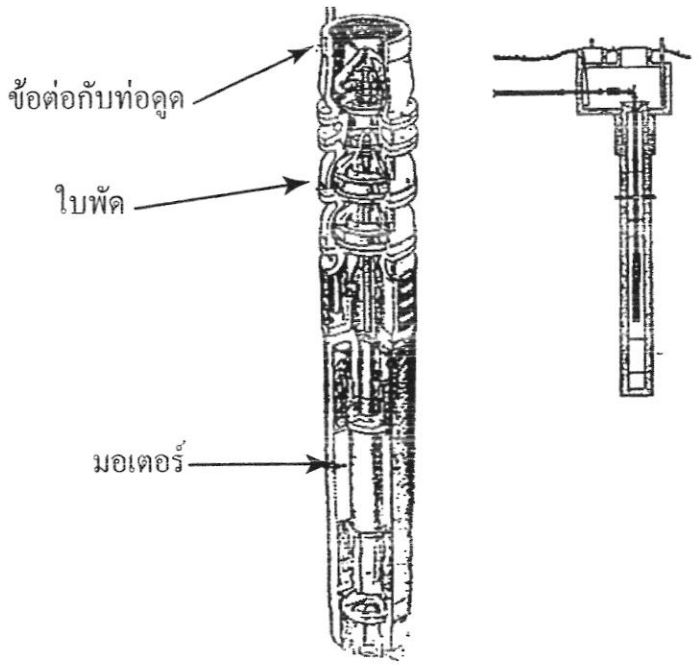


รูปที่ 26 เครื่องสูบเทอร์ไบน์แบบขับด้วยเครื่องยนต์และหัวเกียร์

ยิ่งกว่านั้นได้มีการพัฒนาเครื่องสูบเทอร์ไบน์ออกไปอีกเป็นหลายแบบ เพื่อความสะดวกในการใช้และให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ที่นิยมใช้กันแบบหนึ่งได้แก่การใช้ Rotor แทนใบพัด Rotor เป็นท่อนเหล็กผสมมีรูปร่างเหมือนสปริงตอนยืดออก และวางอยู่ในเบาะยาง (Stator) ที่มีรูปเหมือนสปริงยืดเช่นเดียวกันแต่มีแนวการยืดไปคนละทางกันกับ Rotor ฉะนั้น เมื่อใส่ Rotor เข้าไปในเบาะยาง ร่องในเบาะยางบางร่องรับกับความโค้งของ Rotor พอดี แต่บางร่องไม่พอดี จึงเกิดช่องว่างขึ้น เมื่อต่อ Rotor เข้ากับแกนสูบแล้วใช้แรงขับไปหมุนตัว Rotor ก็จะรีดน้ำให้ไหลขึ้นไปตามร่องของเบาะยาง จนน้ำขึ้นไปถึงท่อสูบ ฉะนั้น ทั้ง Rotor และเบาะยางจึงใช้แทนใบพัดและกระพ้อได้ ส่วนดีของเครื่องสูบแบบนี้อยู่ที่

สามารถส่งน้ำได้สูงกว่าแบบเทอร์ไบน์ธรรมดา และถ้าน้ำมีทรายปนก็จะไม่มีการกัดกร่อนเหมือนกัดใบพัด ข้อเสียที่เห็นเด่นชัดคือเครื่องสูบสั่นมากและต้องใช้แรงม้ามาก เมื่อเปรียบเทียบเครื่องสูบเทอร์ไบน์ที่สูบน้ำได้เท่า ๆ กัน

อีกแบบหนึ่งที่พัฒนามาจากสูบเทอร์ไบน์ได้แก่เครื่องสูบที่เรียก Submersible pump สูบแบบนี้ใช้แต่พลังงานไฟฟ้าอย่างเดียว แต่เอามอเตอร์ที่ใช้หมุนแกนสูบไปต่อกับแกนใบพัดที่ปลายล่างของหัวดูด เมื่อติดตั้งเครื่องสูบ ก็ต้องหย่อนมอเตอร์ให้จมลงไปในน้ำ ท่อสูบที่ต่อกับปลายบนของหัวดูด ก็ต่อออกจากบ่อน้ำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องผ่านหัวสูบ และไม่ต้องมีแกนสูบติดอยู่ข้างใน ข้อดีของเครื่องสูบแบบนี้ อยู่ที่ไม่ต้องมีหัวสูบ จึงประหยัดเนื้อที่และไม่มีเสียงดังให้รำคาญ และไม่ต้องมีแกนสูบต่อขึ้นมา เครื่องสูบจึงมีราคาถูกกว่าเทอร์ไบน์และติดตั้งได้ในบ่อคด ๆ ข้อเสียส่วนใหญ่เกิดจากมอเตอร์ ซึ่งแม้จะมีที่กันน้ำและใช้น้ำหล่อเย็นอยู่ข้างนอกก็ตาม โอกาสที่จะไหม้มีได้ง่าย ๆ และเมื่อไหม้แล้วมักจะซ่อมไม่ได้ ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งตัว

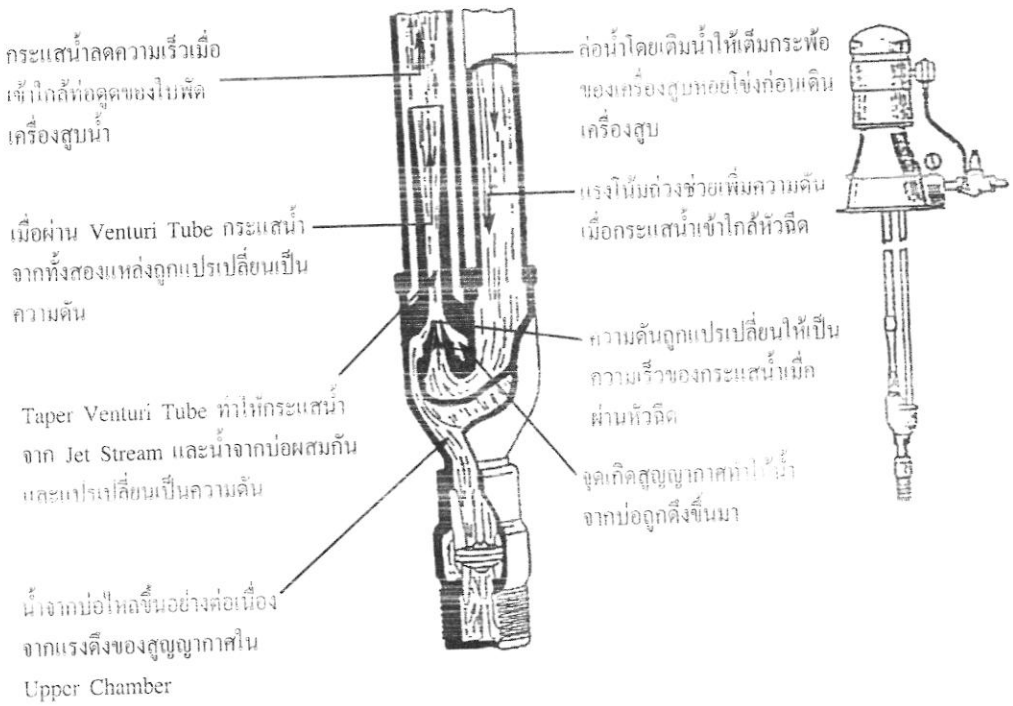


รูปที่ 27 เครื่องสูบแบบ Submersible pump

6.3 เครื่องสูบแบบเจต

เครื่องสูบเจตเป็นเครื่องสูบแบบผสม ระหว่างสูบหอยโข่งธรรมดา กับหัวฉีดแบบที่ใช้ในเหมืองแร่ อุปกรณ์ประกอบด้วยท่อน้ำ 2 ท่อ ใส่ลงไปในบ่อ ปลายท่อทั้งสองที่อยู่ด้านล่างต่อไว้กับเรือนหัวฉีด (Ejector) เรือนหัวฉีดมีลักษณะคล้ายข้อต่อ 3 หางรูปตัว Y หางตัว Y เป็นส่วนที่จะต่อท่อดูดน้ำ

น้ำจากบ่อ ข้อต่อที่เป็นหัวตัว Y ข้างหนึ่งมีหัวฉีด (nozzle) โผล่ขึ้นมาตรงกลาง โดยมีช่องว่างระหว่างตัวหัวฉีดกับตัวข้อต่อพอประมาณ โคนของหัวฉีดดังกล่าวโค้งงอไปต่อกับช่องว่างในข้อต่อที่เป็นหัวตัว Y อีกข้างหนึ่งอย่างแนบสนิทไม่มีรูรั่ว ปลายตอนบนของท่อทั้งสองเอาไปต่อไว้กับเครื่องสูบ ให้ท่อที่ต่อจากเรือนหัวฉีดด้านที่เป็นโคนหัวฉีดต่อเข้ากับส่วนหนึ่งส่วนใดของกระพ้อเครื่องสูบก่อนสูบต้องล่อน้ำ (Water priming) โดยเติมน้ำลงไปให้เต็มกระพ้อของสูบหอยโข่ง เมื่อใบพัดดันน้ำออกทางท่อจ่ายน้ำ น้ำส่วนหนึ่งจะถูกดันให้ไหลลงไปทางท่อที่ต่อกับโคนหัวฉีด และจะถูกดันต่อไปให้ออกทางหัวฉีด แรงดันของน้ำจากหัวฉีดจะทำให้ความดันบรรยากาศในท่อบริเวณหัวฉีดลดลง จนเกือบจะเป็นสูญญากาศ ความดันของน้ำรอบ ๆ ท่อดูดซึ่งเท่ากับความดันบรรยากาศ จึงดันน้ำเข้าไปในบริเวณที่เป็นสูญญากาศ แรงดันของน้ำจากหัวฉีดจะสูบออกตามปกติ น้ำที่สูบได้ส่วนหนึ่งจะออกทางท่อจ่ายน้ำ อีกส่วนหนึ่งจะวนกลับคืนลงไปข้างล่าง อีกต่อ ๆ ไป เครื่องสูบเจต ใช้สูบน้ำบาดาลได้ลึกประมาณ 100 ฟุต มีส่วนดีที่จะสูบน้ำได้มากพอประมาณและติดตั้งได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องวางเครื่องสูบไว้เหนือบ่อเหมือนเครื่องสูบน้ำลึกแบบอื่น ๆ ข้อเสียส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อข้อต่อต่าง ๆ ไม่แน่น อากาศเข้าไปในท่อได้ เครื่องสูบจะดูดน้ำไม่ขึ้น เพราะไม่มีสูญญากาศในระบบหัวฉีด หรือถ้าให้หัวฉีดอยู่เหนือระดับเกินกว่า 20 ฟุต ก็จะดูดน้ำไม่ขึ้นเช่นกัน และถ้าสูบน้ำลึกเกินไปปริมาณน้ำจะออกน้อยลง



รูปที่ 28 ลักษณะการทำงานของเครื่องสูบแบบเจต

คุณสมบัติของเครื่องสูบ

เท่าที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องสูบทุกประเภททุกชนิดประกอบด้วย ปริมาณน้ำที่สูบได้ (Yield) กับแรงดูด แรงดัน ซึ่งรวมกันเรียกว่าแรงส่ง (Total head) คุณสมบัติเพียง 2 ประการนี้ ยังไม่พอที่จะตัดสินได้ว่าเครื่องสูบชนิดหนึ่งชนิดใดดีเลวอย่างไร เพราะยังมีเรื่องเกี่ยวกับประสิทธิภาพ (Efficiency) และจำนวนแรงม้า (Brake horsepower) ที่ใช้ฉุดเครื่องสูบเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วย คุณสมบัติทั้ง 4 ประการนี้ มีความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน ฉะนั้น เพื่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกซื้อหรือเลือกใช้เครื่องสูบให้ถูกต้อง จะกล่าวถึงคุณสมบัติทั้ง 4 ประการโดยย่อ ๆ ดังนี้

แรงส่ง (Total head)

แรงส่งในที่นี้ หมายถึงความสูงทั้งหมดที่เครื่องสูบแต่ละชนิดสามารถจะสูบน้ำตั้งแต่ระดับผิวน้ำในบ่อไปจนถึงระดับผิวบนสุดของน้ำในหอถังสูง หรือที่ปลายท่อส่งน้ำ รวมกับแรงแห่งความฝืดในท่อดูด ท่อส่งและข้อต่อข้องอต่าง ๆ ซึ่งคิดออกมาเป็นความสูง ฉะนั้นจึงเขียนค่าของแรงส่งได้ง่าย ๆ ว่า

แรงส่ง (Total head) = แรงดูด (Suction head) + แรงดัน (Discharge head) + แรงฝืดในท่อ (Friction loss)

แรงต่าง ๆ ในที่นี้มีหน่วยเป็นหน่วยความสูง ฉะนั้นถ้าต้องการจะทราบเป็นหน่วยความดัน (Pressure) ก็ต้องแปลค่าความสูงให้เป็นค่าความดัน โดยใช้ค่าคงที่จำนวนหนึ่งไปคูณ ตัวอย่างเช่น ถ้าจะเปลี่ยนความสูงเป็นฟุตให้เป็นความปอนด์ต่อตารางนิ้ว ก็ต้องเอา 0.433 ไปคูณ หรือถ้าจะแปลงความดันเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้วให้เป็นความสูงเป็นฟุต ก็เอา 2.31 คูณ เพื่อความเข้าใจง่าย ๆ ขออธิบายความหมายของแรงดูด แรงดัน และแรงฝืดในท่อเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. แรงดูด การคิดค่าแรงดูดของเครื่องสูบน้ำแต่ละชนิด มักจะไม่เหมือนกัน เครื่องสูบหอยโข่งธรรมดา และเครื่องสูบแกนนอน คิดค่าแรงดูดตั้งแต่ระดับผิวน้ำในบ่อ หรือในสระที่จะดูดน้ำขึ้นไปจนถึงจุดกึ่งกลางของท่อจ่ายน้ำที่ตัวสูบ แรงดูดของเครื่องสูบทั้งสองชนิดนี้ เป็นแรงดูดที่ใบพัดหรือลูกสูบทำให้เกิดเป็นสุญญากาศขึ้นในกระพ้อหรือกระบอกสูบ เมื่อภายในกระพ้อหรือกระบอกสูบไม่มีแรงดัน ความดันบรรยากาศ (ประมาณ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้วที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง) ที่มีต่อน้ำรอบ ๆ ท่อดูด จึงดันให้น้ำไหลขึ้นไปในบริเวณสุญญากาศ คือในกระพ้อหรือลูกสูบ ความสูงที่ถูกดันขึ้นได้นี้ มีค่าในทางทฤษฎีเท่ากับความดันบรรยากาศ ที่คิดเป็นความสูง คือ 33.96 ฟุต (14.7 x 2.31) แต่ในทางปฏิบัติจริง ๆ ความสูงที่น้ำจะขึ้นไปได้จะน้อยกว่า 33.96 ฟุต เสมอ เพราะใบพัดหรือลูกสูบไม่สามารถจะทำให้เกิดสุญญากาศได้จริง ๆ จึงมักมีความดันหลงเหลือคอยต้านทานการไหลของน้ำอยู่บ้าง ยิ่งกว่านั้นระดับพื้นที่ที่ตั้งเครื่องสูบอุณหภูมิของน้ำ ความฝืดในท่อ จะเป็นตัวการให้แรงดูดของเครื่องสูบลดลง เครื่องสูบแกนนอนและเครื่องสูบหอยโข่งจึงมีแรงดูดได้จริง ๆ เพียงประมาณ 25 ฟุต และ 20 ฟุต ตามลำดับ

แรงดูดจริง ๆ ของเครื่องสูบแกนตั้ง เทอร์ไบน์ และเจต มีค่าเหมือนกับเครื่องสูบแกนนอนและหอยโข่ง แต่ในการติดตั้งเครื่องสูบ เรามักจะให้ลูกสูบหรือใบพัดแช่อยู่ในน้ำ หรืออยู่เหนือน้ำไม่เกิน 20 ฟุต น้ำที่ถูกดูดขึ้นมาได้จะถูกส่งขึ้นมายังหัวสูบซึ่งอยู่บนบ่อที่ผิวดิน ในกรณีนี้จึงคิดแรงดูด (Suction

head) ตั้งแต่ผิวระดับน้ำลด (Pumping level) ในบ่อไปจนถึงกึ่งกลางท่อจ่ายน้ำที่หัวสูบ ฉะนั้น เครื่องสูบสองแบบนี้ จึงมีแรงดูดที่คิดเป็นความสูงมากเท่าที่จะเพิ่มใบพัดหรือความเร็วการชักลูกสูบขึ้นได้ เช่น สูบเทอร์ไบน์จะดูดได้ลึกถึง 500 ฟุต เหล่านี้เป็นต้น

2. แรงดัน แรงดันในที่นี้หมายถึงความสูงในแนวดิ่งที่เครื่องสูบสามารถจะส่งขึ้นไปที่ระดับสูง ๆ ได้ โดยนับจุดเริ่มต้นจากจุดกึ่งกลางของท่อจ่ายน้ำที่หัวสูบ ค่าแรงดันของเครื่องสูบแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์อยู่กับคุณสมบัติอื่นของเครื่องสูบ เช่น เครื่องสูบแบบหอยโข่ง ไม่ว่าชนิดธรรมดาหรือเทอร์ไบน์จะมีความสูงเปลี่ยนแปรไปตามปริมาณน้ำที่จะสูบได้ กล่าวคือ ถ้าจะส่งน้ำให้ถึงระดับสูงมาก ๆ ปริมาณน้ำที่ไหลออกก็จะน้อย แต่ถ้าส่งน้ำสู่ระดับเตี้ย ๆ ปริมาณน้ำก็จะได้มาก และถ้าจำเป็นต้องให้ได้น้ำมากและให้ส่งสูงด้วยก็ต้องเพิ่มความเร็วของใบพัดให้เร็วขึ้น แต่โดยปกติมักจะไม่เพิ่มความเร็วให้สูงเกินกว่าที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ การเพิ่มความเร็วสูง ๆ ทำให้อายุการใช้งานของเครื่องสูบน้อยลง

เครื่องสูบแบบลูกสูบ ไม่ว่าแบบแกนตั้งหรือแกนนอน สามารถจะส่งน้ำขึ้นสู่ระดับสูงหรือต่ำได้โดยยังคงได้ปริมาณน้ำเท่าเดิม ส่วนที่เปลี่ยนก็คือจำนวนแรงม้าที่จะใช้ฉุดเครื่องสูบ ถ้าต้องการจะส่งน้ำสู่ระดับสูง จำเป็นต้องเลือกเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ที่มีแรงม้ามาก แต่ถ้าส่งในระดับเตี้ย ๆ ก็ใช้แรงม้าน้อยลงการเลือกซื้อเครื่องสูบชนิดนี้ จึงจำเป็นต้องทราบความสูงที่จะสูบน้ำขึ้นไปเสียก่อน แล้วจึงเลือกซื้อเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ประกอบเครื่องสูบได้ถูกต้องทีหลัง

3. แรงฝืด แรงฝืดหมายถึงแรงเสียดทานหรือต้านทานที่มีต่อการไหลของน้ำในท่อ ความต้านทานดังกล่าวนี้ มีผลให้ความสูงที่เครื่องสูบจะดูดน้ำขึ้นจากบ่อ หรือส่งน้ำขึ้นไปสู่ปลายทางลดลง และถ้ามีมาก ๆ ก็จะเป็นเหตุให้คุณสมบัติของเครื่องสูบเปลี่ยนแปลงไป อาจจะถึงขั้นที่ต้องเปลี่ยนขนาดเครื่องสูบให้มีแรงส่งมากขึ้นหรือเพิ่มแรงม้าให้แก่เครื่องสูบมากขึ้นก็ได้ ในระบบการสูบน้ำหรือส่งน้ำไปตามท่อ ความต้านทานในข้อต่อ ข้องอและแกนสูบต้องเอามารวมคิดด้วย ค่าแรงฝืดที่คิดออกเป็นความสูงนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ความขรุขระ หรือความราบเรียบภายในท่อ และปริมาณน้ำที่ไหลภายในท่อ ท่อชนิดเดียวกันปริมาณน้ำไหลเท่ากัน แรงฝืดในท่อใหญ่ย่อมน้อยกว่าในท่อเล็ก ในทำนองเดียวกัน ท่อชนิดเดียวกันขนาดเดียวกัน แต่ปริมาณน้ำไหลไม่เท่ากัน แรงฝืดในท่อที่น้ำไหลมากจะมากกว่าแรงฝืดที่น้ำไหลน้อย ท่ออย่างเดียวกันแต่อายุไม่เท่ากันจะมีแรงฝืดต่างกัน คือท่อเก่าจะมีแรงฝืดมากกว่าท่อใหม่ ค่าของแรงฝืดนี้ โดยปกติคิดเป็นจำนวนฟุต ต่อความยาวจริง ๆ ของท่อ 100 ฟุต เช่นในท่อเหล็กหล่อที่มีอายุมาก ๆ ขนาด 3 นิ้ว น้ำไหลผ่านในอัตรา 100 แกลลอนต่อนาที จะมีค่าแรงฝืดประมาณ 5.5 ฟุตต่อความยาว 100 ฟุต แต่ถ้าน้ำไหลผ่านในอัตรา 200 แกลลอนต่อนาที แรงฝืดจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 19 ฟุต ต่อ 100 ฟุต ตัวเลขต่าง ๆ เหล่านี้จะค้นหาได้จากตำราชลศาสตร์ (Hydraulics) ทั่ว ๆ ไป

จากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่กล่าวแล้ว จะเห็นได้ว่า ก่อนที่จะเลือกใช้หรือเลือกซื้อเครื่องสูบนั้น จำเป็นที่จะต้องรู้ความสูงในแนวดิ่ง นับตั้งแต่จุดที่จะสูบน้ำขึ้นไปเก็บหรือใช้ จนถึงระดับน้ำลดในบ่อ และความยาวและขนาดของท่อที่ใช้ในระบบการส่งน้ำหรือการสูบ ความสูงและแรงฝืดทั้งหมดรวมกันจึงจะเป็นค่าแรงส่งทั้งหมดของเครื่องสูบที่เราต้องการ

ปริมาณน้ำที่สูบ (Yield หรือ Discharge)

ปริมาณน้ำที่สูบเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของเครื่องสูบ ที่จะบอกให้รู้ว่ามีความสามารถสูบน้ำได้มากน้อยเท่าใด โดยมากคิดเป็นอัตราการสูบ มีหน่วยเป็นแกลลอนต่อนาที (gpm.) หรือแกลลอนต่อชั่วโมงหรือลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m3/h.) (1 แกลลอนอเมริกัน เท่ากัน 3.785 ลิตร และ 1 m3/h. = 4.4 gpm.) อัตราการสูบของเครื่องสูบชนิดหนึ่งชนิดใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง แต่เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย ๆ จะกล่าวถึงหลักสำคัญ ๆ ดังนี้

เครื่องสูบแบบใช้ลูกสูบจะมีอัตราการสูบได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดลูกสูบ ลูกสูบขนาดใหญ่จะต้องสูบน้ำได้มากกว่าลูกสูบเล็กเป็นธรรมดา แต่ถ้าช่วงชัก (Stroke) ของลูกสูบสั้นก็อาจจะสูบไม่ได้มาก ฉะนั้น ความยาวช่วงชักของลูกสูบก็เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของเครื่องสูบประเภทนี้ ยิ่งกว่านั้นความเร็วในการชักของลูกสูบก็ยังมีผลต่อปริมาณน้ำที่สูบออกมาได้ด้วย เพราะลูกสูบที่ถูกดึงเร็ว ๆ จะดูดน้ำได้เร็วด้วย การเลือกซื้อเครื่องสูบชนิดนี้จึงจำเป็นจะต้องตรวจดูให้ถี่ถ้วนด้วยว่า ที่ผู้ขายบอกว่าจะสูบน้ำได้เท่าใดนั้น เนื่องมากจากลูกสูบโต หรือช่วงชักยาว หรือความเร็วของการชักลูกสูบ เครื่องสูบที่มีลูกสูบที่มีลูกสูบโตและช่วงชักยาว ๆ มักมีขนาดใหญ่ อาจจะไม่เหมาะกับบ่อขนาดเล็ก ๆ ส่วนเครื่องสูบที่ความเร็วสูงถึงแม้จะมีขนาดเล็กและสูบน้ำได้มากก็จริง แต่การสึกหรอที่ลูกสูบมีมาก ต้องเปลี่ยนลูกสูบหรือถ้วยลูกสูบบ่อย ๆ

ปริมาณน้ำที่เครื่องหอยโข่งทุกแบบจะสูบได้มากหรือน้อย ขึ้นกับแรงส่งดังกล่าวข้างต้น กล่าวคือ ถ้าจะสูบให้น้ำขึ้นถึงระดับสูง ๆ ปริมาณน้ำที่ได้ก็จะน้อยลง การสูบน้ำให้ได้มาก ๆ และแรงส่งสูง ๆ โดยใช้เครื่องสูบหอยโข่ง จึงจำเป็นต้องใช้แบบที่มีใบพัดเกินกว่า 1 สเตจเสมอไป ยิ่งกว่านั้นเครื่องสูบน้ำประเภทนี้อาจจะสูบน้ำได้มากขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วในการหมุนใบพัด แต่วิธีนี้มักจะไม่ค่อยใช้กัน เพราะมักจะมีปัญหาเรื่องต้องเพิ่มแรงม้าของมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ฉุดมาเกี่ยวข้อง และทำให้เครื่องสูบสึกหรอง่ายด้วย

แรงม้า (Brake Horsepower)

แรงม้าในที่นี้หมายถึง พลังงานที่จะต้องใช้ในการขับเครื่องสูบให้สูบน้ำได้ปริมาณ และแรงส่งตามที่ต้องการ ค่าแรงม้าที่ต้องขับให้เครื่องสูบหมุนหรือดันและดึงลูกสูบ คิดได้โดยเอาค่าปริมาณน้ำที่สูบได้คูณด้วยแรงส่งที่ต้องการ แล้วหารด้วยประสิทธิภาพของเครื่องสูบ หรือเขียนเป็นสูตรง่าย ๆ ดังนี้

$$BHP = \frac{G \times H}{3{,}960\ E}$$

เมื่อ BHP = จำนวนแรงม้า

G = ปริมาณน้ำที่ต้องการสูบ คิดเป็นแกลลอนต่อนาที

H = แรงส่ง คิดเป็นฟุต

E = ประสิทธิภาพเครื่องสูบ คิดเป็นส่วนในร้อย เช่น ถ้ามีประสิทธิภาพ 70 % ก็เท่ากับ 70/100

3,960 = ค่าคงที่

เราต้องการทราบค่าแรงม้าของเครื่องสูบเพื่อจะได้รู้ว่า เมื่อซื้อเครื่องสูบได้ขนาดที่ต้องการแล้ว ควรจะเลือกซื้อเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ขนาดมีแรงม้าเท่าใด จึงจะพอเพียงที่จะขับเครื่องสูบ เพราะถ้าซื้อเล็กเกินไป ก็จะสูบน้ำไม่ได้ตามต้องการ แต่ถ้าใหญ่เกินไป ก็จะเสียทั้งค่าเครื่องและค่าน้ำมันเชื้อเพลิงหรือกระแสไฟฟ้าแพงโดยเกินความจำเป็น แต่โดยปกติเราไม่จำเป็นต้องมานั่งคำนวณหาค่าแรงม้าตามสูตรข้างบนเพราะผู้ผลิตเครื่องสูบทุกชนิดจะบอกจำนวนแรงม้าที่ต้องการไว้แล้ว เวลาซื้อจึงควรที่จะสอบถามผู้ขายให้แน่นอน ยิ่งได้สมุดคู่มือเครื่องสูบมาด้วยก็ยิ่งดี

ประสิทธิภาพ (Efficiency)

ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ หมายถึงอัตราส่วนระหว่างจำนวนแรงม้าทางทฤษฎีที่จะสูบน้ำให้ได้ปริมาณและแรงส่งตามที่ต้องการ กับจำนวนแรงม้าจริง ๆ ที่ต้องใช้สำหรับสูบน้ำให้ได้ปริมาณและความสูงดังกล่าว ค่าประสิทธิภาพมีหน่วยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Water horse power} \times 100}{\text{BHP}}$$

ค่า Water horse power หาได้โดยเอาค่าปริมาณน้ำที่ต้องการสูบ เมื่อคิดเป็นแกลลอนต่อนาที คูณด้วยความสูงหรือแรงส่งที่ต้องการ เมื่อคิดเป็นฟุต แล้วหารด้วย 3,960 ค่าแรงม้าตามทฤษฎีน้อยกว่าค่า BHP เพราะในการสูบน้ำจริง ๆ มีความฝืด และแรงเสียดทาน ทั้งของเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์มาเกี่ยวข้อง จึงต้องให้ พลังงานเพิ่มขึ้น เพื่อเอาชนะความฝืด หรือแรงเสียดทานเหล่านี้ เครื่องสูบแบบลูกสูบมักมีการออกแบบ ผิดแผกแตกต่างกันที่หัวสูบ ประสิทธิภาพจึงขึ้นอยู่กับการออกแบบ แต่ส่วนใหญ่จะมีประสิทธิภาพประมาณ 60–70% เครื่องสูบหอยโข่งธรรมดา มักมีประสิทธิภาพต่ำ ตั้งแต่ประมาณ 40–70% ส่วนเครื่องสูบเทอร์ไบน์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อยู่ในเกณฑ์ประมาณ 55–85%

การออกแบบเครื่องสูบแต่ละชนิด จะกำหนดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อสูบน้ำได้จำนวนหนึ่ง และมีแรงส่งที่แน่นอนอีกค่าหนึ่งเท่านั้น การใช้เครื่องสูบน้ำหรือมีแรงส่งผิดไปจากที่กำหนดไว้ จะทำให้ประสิทธิภาพต่ำใช้ไม่ได้ผลดี ฉะนั้น ในการเลือกซื้อเครื่องสูบ ควรจะคำนึงถึงหลักการข้อนี้ด้วย เพราะถึงแม้เครื่องสูบที่เห็นวางขายอยู่นั้น จะถูกต้องตามความต้องการ แต่มีประสิทธิภาพต่ำ ก็น่าจะหาเครื่องอื่น ๆ ในประเภทเดียวกัน ที่ถูกทั้งความต้องการและมีประสิทธิภาพสูง

ได้กล่าวในตอนต้นแล้วว่าผู้ผลิตเครื่องสูบแต่ละชนิด จะมีคู่มือ หรือแคตตาล็อคบอก คุณสมบัติของเครื่องไว้ประจำเครื่องทุกเครื่อง แคตตาล็อคเหล่านี้ประโยชน์มากที่สุด ในการพิจารณา ตกลงใจซื้อจึงใคร่จะอธิบายหลักการไว้ด้วยดังนี้

1. แคตตาล็อกเครื่องสูบแบบใช้ลูกสูบ

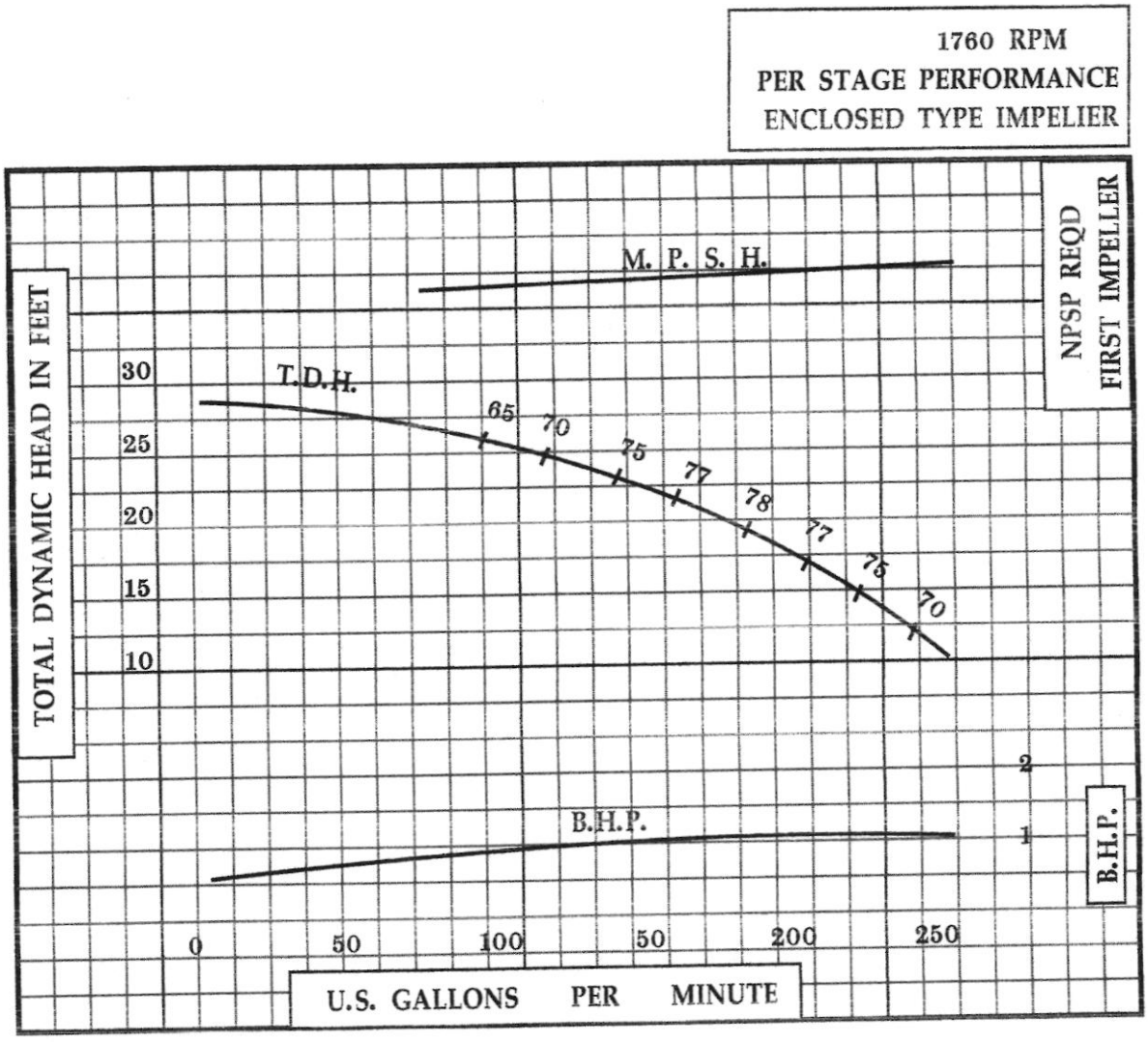
คู่มือแบบนี้ให้ตัวเลขต่าง ๆ ไว้ในตาราง (Table) จากตารางเหล่านี้เราสามารถจะรู้คุณสมบัติของเครื่องสูบได้ทั้งปริมาณน้ำที่สูบได้ (Capacity) ขนาดลูกสูบและช่วงชัก (Cylinder size and stroke) จำนวนครั้งต่อนาทีที่สูบชัก (Strode per minute) แรงส่ง (Head) และแรงม้า (Hp) ที่ต้องใช้ขับเครื่องสูบ ดังตัวอย่างคู่มือเครื่องสูบแกนตั้งผลิตในประเทศออสเตรเลียยี่ห้อหนึ่ง ตามตารางข้างล่างนี้

Stroke (in.)	Stroke Per minute	Hp Required	Cylinder (in.) Gallons per hour	3 520	$3\frac{1}{2}$ 710	4 930	$4\frac{1}{2}$ 1174	5 1450
9	40	2	Head, ft.	226	178	143	117	96
		3	Head, ft.	315	256	211	176	148
		5	Head, ft.	377	307	253	211	178

จากตารางข้างบนเราจะทราบคุณสมบัติของเครื่องสูบเครื่องนั้นว่า สามารถใช้ลูกสูบขนาดต่างๆ ได้ ตั้งแต่ 3 นิ้ว จนถึง 5 นิ้ว ลูกสูบแต่ละขนาดจะมีช่วงชักภายในกระบอกสูบยาว 9 นิ้ว และจะชัก 40 ครั้งต่อนาที ลูกสูบแต่ละขนาด ถ้าใช้แรงม้าขนาดต่าง ๆ กันมาสูบชักจะได้น้ำเท่ากัน แต่จะมีแรงส่งต่างกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าเลือกใช้ลูกสูบขนาด $3^1/_2$ นิ้ว จะสูบน้ำได้ 710 แกลลอนต่อชั่วโมง เมื่อใช้แรงม้าขนาด 2, 3, 5 แรงม้าไปขับ จะมีแรงส่งสูง 178, 256, 307 ฟุตตามลำดับ ยิ่งกว่านั้นถ้าใช้แรงม้าเท่าเดิม แต่เปลี่ยนขนาดลูกสูบ ปริมาณน้ำและแรงส่งจะเปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างเช่น เลือกใช้เครื่องยนต์มีแรงขับเครื่องยนต์มีแรงขับเครื่องสูบจริง ๆ 3 แรงม้า ไปขับเครื่องสูบเครื่องเดียวกันแต่ลูกสูบมีขนาด 3, $3^1/_2$, 4, $4^1/_2$ หรือ 5 นิ้ว ก็จะได้น้ำ 520 , 710, 930, 1,174, หรือ 1450 แกลลอนต่อชั่วโมง และได้แรงส่ง 351, 356, 211, 176 หรือ 148 ฟุต ตามลำดับ ฉะนั้นจากตัวเลขเหล่านี้ ถ้ารู้ความต้องการปริมาณน้ำและแรงส่งที่ แน่นอน เราก็พอจะเลือกเครื่องตามขนาดที่ถูกต้องได้

2. แคตตาล็อกเครื่องสูบหอยโข่งและเทอร์ไบน์

ในคู่มือเครื่องสูบทั้ง 2 แบบนี้ จะมีกราฟแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกันหรือเปลี่ยนแปรไปด้วยกัน ดังกล่าวไว้แล้วในตอนต้น ๆ กราฟดังกล่าวนี้เรียกว่า Performance curve เวลาซื้อควรจะต้องเรียกหากราฟแผ่นนี้จากผู้ขาย ในกราฟทุกกราฟ จะมีตัวเลขเกี่ยวกับน้ำที่สูบได้ (Discharge) แรงส่ง (Head) แรงม้า (B.H.P.) และประสิทธิภาพ (Efficiency) ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 29 Performance Curve ของเครื่องสูบเทอร์ไบน์

จากกราฟ จะรู้ความจริงเกี่ยวกับเครื่องสูบว่าถ้าสูบน้ำในอัตรา 175 แกลลอนต่อนาที เครื่องสูบจะมีแรงส่ง 20.5 ฟุต ต้องการแรงม้า 1.2 แรงม้าไปขับ และจะได้ประสิทธิภาพ 78% ซึ่งเป็นประสิทธภาพสูงสุด และยังรู้ต่อไปว่าถ้าใช้เครื่องสูบนี้ให้มีแรงส่ง 25 ฟุต จะสูบน้ำได้เพียง 125 แกลลอนต่อนาที จะมีแรงส่งเพียง 14.5 ฟุต ต้องการแรงขับ 1.15 แรงม้า และได้ประสิทธิภาพ 72% เหล่านี้เป็นต้น ตัวเลขต่างๆ จากกราฟข้างบนนี้ เป็นตัวเลขสำหรับใบพัดเพียง 1 ตัว หรือ 1 สเตจ เท่านั้น ถ้าต้องการเครื่องสูบหลายสเตจ เช่น 2 หรือ 3 สเตจ แรงส่งและแรงม้าจะเพิ่มขึ้น 2 หรือ 3 เท่า ตามลำดับดังกล่าวข้างต้น แต่ค่าปริมาณน้ำที่สูบได้และประสิทธิภาพไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเพิ่มจำนวนสเตจให้มากขึ้นเท่าใดก็ตาม

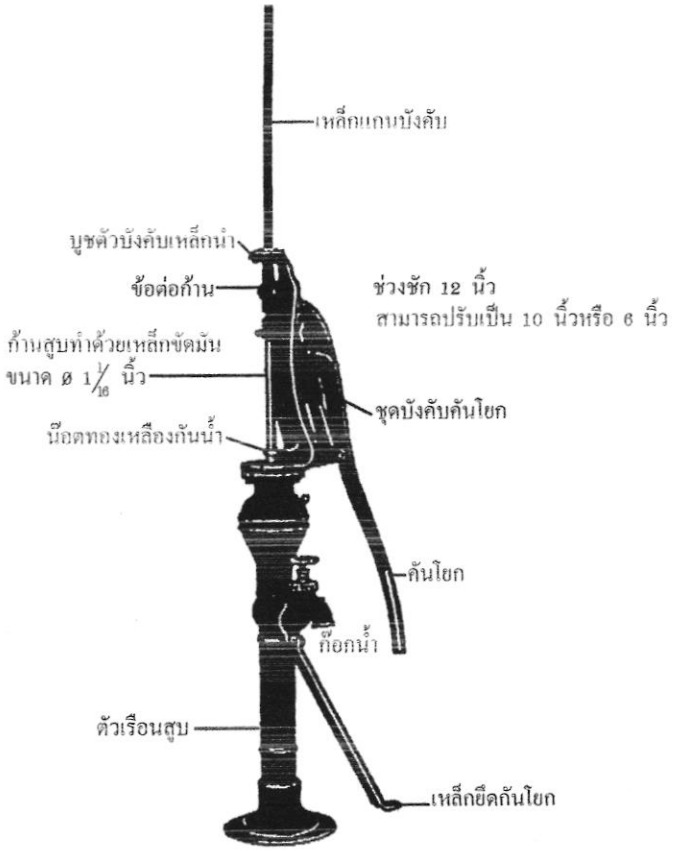
บทที่ 7

การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำบาดาล

บ่อบาดาลทั่ว ๆ ไปมีขนาดตั้งแต่ 4 – 24 นิ้ว มีระดับน้ำลด (Pumping level) ส่วนใหญ่เกินกว่า 25 ฟุต, ฉะนั้นจึงไม่ควรที่จะเลือกใช้เครื่องสูบหอยโข่งธรรมดา หรือเครื่องสูบแกนนอน ซึ่งมีแรงดูดลึกไม่เกิน 25 ฟุต มีกรณีพิเศษบางแห่งที่ระดับน้ำบาดาลไม่ลึก ใช้เครื่องสูบ 2 ประเภทที่กล่าวนี้ได้ แต่ถ้าพิจารณาใช้ในระยะยาว ซึ่งระดับน้ำบาดาลอาจลดลงได้ เนื่องจากเกิดการแก่งแย่งน้ำ หรือเป็นการลดระดับตามฤดูกาลก็ไม่เป็นการสมควรที่จะใช้เครื่องสูบทั้ง 2 แบบ เครื่องสูบที่เหมาะสมกับบ่อบาดาลจึงจัดอยู่ในประเภทเครื่องสูบบ่อลึก (Deep well pump) ซึ่งมักมีหัวดูดหรือลูกสูบอยู่ในบ่อ เครื่องสูบบ่อลึกที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีเครื่องสูบแกนตั้ง (Deep well plunger pump) แบบต่าง ๆ เครื่องสูบเทอร์ไบน์ (Turbine pump) แบบต่าง ๆ เครื่องสูบเจต (Jet pump) และเครื่องสูบลม (Air lift pump) เครื่องสูบ 2 แบบแรกต้องตั้งเครื่องสูบไว้บนบ่อ แต่ 2 แบบหลังจะตั้งเครื่องสูบไว้ที่ใดก็ได้ จึงมีส่วนดีส่วนเสียกว่ากันหลายประการ แต่เรื่องที่ควรเอามาประกอบพิจารณาในการเลือกใช้เป็นอันดับแรกคือ ราคา คุณภาพ ค่าเดินเครื่องและค่าบำรุงรักษา ซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยย่อ ๆ เป็นชนิด ๆ ไปดังนี้

7.1 เครื่องสูบมือโยก (Hand Pump)

เครื่องสูบมือโยกเป็นเครื่องสูบแกนตั้งแบบง่าย ๆ ใช้แรงคนโยกลูกสูบแทนการใช้เครื่องยนต์ ฉะนั้นจึงไม่มีกลไกยุ่งยาก เพียงแต่มีคันโยกติดอยู่กับแกนสูบ ซึ่งต่อเข้ากับแกนลูกสูบภายในตัวกระบอกสูบ ตัวกระบอกสูบซึ่งอยู่ในน้ำหรือเหนือน้ำไม่เกิน 20 ฟุต ต่อเข้ากับท่อสูบซึ่งต่อไปยังหัวสูบที่ปากบ่ออีกทีหนึ่ง จังหวะโยกลูกสูบขึ้น เป็นจังหวะดูดน้ำจากบ่อเข้าในกระกอบสูบ จังหวะดันลูกสูบลง เป็นจังหวะดันน้ำออกจากกระบอกสูบเข้าไปในท่อสูบ และไหลออกทางก๊อกที่หัวสูบ ประสิทธิภาพของเครื่องสูบนี้ขึ้นอยู่กับแรงคนที่จะโยก แรงโยกมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับขนาดลูกสูบ หรือช่วงชักของลูกสูบ และความลึกที่ติดตั้งเครื่องสูบที่มีลูกสูบขนาด 3 นิ้ว ช่วงชักประมาณ 6 – 8 นิ้ว ควรติดตั้งไม่เกิน 60 ฟุต และจะโยกได้น้ำประมาณ 3 – 5 แกลลอนต่อนาที ถ้าตั้งลึกกว่า 60 ฟุต แรงคนไทยมักจะโยกได้ไม่นาน ส่วนดีของเครื่องสูบโยกได้แก่ราคาถูก ติดตั้งง่าย เดินเครื่องได้ง่าย เพราะไม่มีเครื่องกลไกยุ่งยาก และถ้าใช้ให้ถูกต้องก็ไม่ต้องเสียค่าบำรุงดูแลแพง ส่วนเสียได้แก่การสูบน้ำได้น้อยประมาณ 3–5 แกลลอนต่อนาที จึงเหมาะสมเฉพาะการใช้เฉพาะครัวเรือนหรือหมู่บ้านเล็ก ๆ การใช้ก็ไม่สะดวกเพราะต้องใช้คนโยก ชิ้นส่วนบางอย่างชำรุดสึกหรอหรือแตกหักง่าย

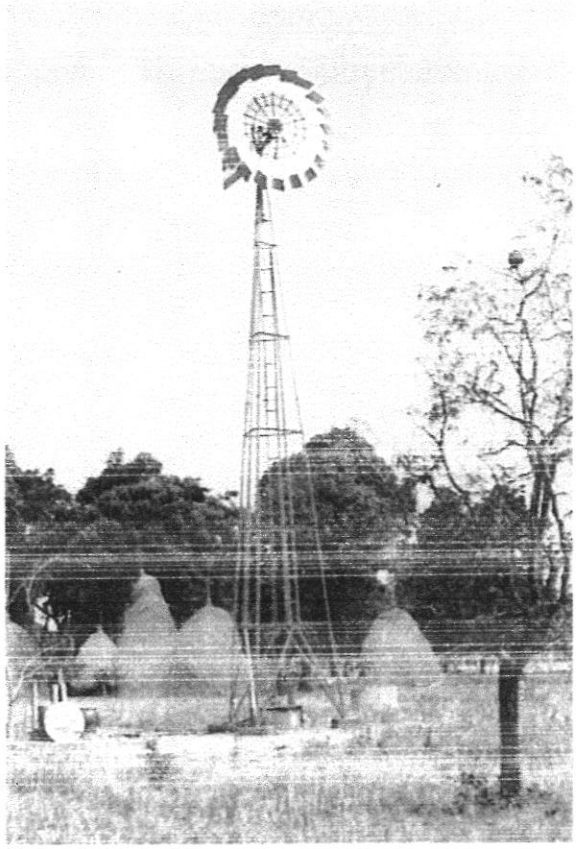


รูปที่ 30 ส่วนประกอบของเครื่องสูบมือโยก

7.2 เครื่องสูบกังหันลม (Windmill Pump)

เครื่องสูบกังหันลม มีหลักการและส่วนประกอบของตัวสูบ หรือลูกสูบ เหมือนสูบมือโยกทุกประการ ยกเว้นแต่ใช้แรงลมแทนแรงคน การใช้แรงลม จำเป็นต้องมีกังหันใบพัดลมบนโครงเหล็กที่อยู่เหนือปากบ่อ การถ่ายทอดกำลังทำได้โดยต่อแกนสูบขึ้นไปสู่ระบบเฟืองเกียร์บนยอดโครงเหล็กโดยตรง คุณสมบัติที่สำคัญ คือ ใบพัดขนาดใหญ่และโครงเหล็กสูง จะมีแรงโยกสูบได้แรงกว่าใบพัดขนาดเล็กหรือโครงเหล็กต่ำ เพราะได้รับแรงลมมากกว่า ส่วนเสียของเครื่องสูบแบบนี้มีหลายประการ แต่ที่สำคัญที่สุดได้แก่กำลังลม เพราะถ้าไม่มีลมหรือตั้งอยู่ในที่อับลม เครื่องสูบจะไม่ทำงาน ถ้าแรงลมน้อยความเร็วในการชักสูบน้อย สูบน้ำได้ไม่มาก ฉะนั้นน้ำที่สูบได้จึงไม่คงที่แน่นอน แรงส่งก็จะพลอยเปลี่ยนแปรสูงต่ำไปตามแรงลมด้วย ราคาเครื่องสูบก็แพงกว่าสูบมือโยก เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโครงเหล็ก ใบพัดกังหันลม และระบบเฟืองเกียร์เพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำที่สูบได้เต็มที่ก็ไม่มาก จึงเหมาะสมเฉพาะใช้กับครัวเรือนหรือหมู่บ้านเล็ก ๆ ส่วนดีอยู่ที่ไม่ต้องใช้เวลาหรือเสียค่าบำรุงรักษามาก เพียงแต่เติมน้ำมันหล่อลื่นให้แก่หัวเกียร์ของกังหันลมปีละครั้ง ครั้งละประมาณ 1 แกลลอนเท่านั้น และถ้าตั้งอยู่ในที่มีลมแรงตลอดปี ก็จะ

ได้น้ำใช้ตลอดปีโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องด้วยก่อนการเลือกใช้เครื่องสูบแบบนี้จะต้องตรวจดูความเร็วของลมในท้องที่ ๆ จะใช้เสียก่อน หากมีลมแรงตลอดปี เช่น บริเวณทุ่งราบขนาดใหญ่ หรือริมทะเล การเลือกให้สูบกังหันลมจะไม่ผิดหวัง



รูปที่ 31 เครื่องสูบแบบกังหันลม

7.3 เครื่องสูบแบบแกนตั้ง

เครื่องสูบแบบนี้ มีหลักการและส่วนประกอบเหมือนเครื่องสูบมือโยก และเครื่องสูบกังหันลม เพียงแต่ดัดแปลงและปรับปรุงให้ใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้ามาขับ เหมือนที่ได้กล่าวมาแล้วในบทต้นๆ ส่วนสำคัญที่สุดของเครื่องสูบแกนตั้ง อยู่ที่หัวสูบที่ตั้งอยู่บนบ่อ กับลูกสูบที่อยู่ในบ่อ ภายในหัวสูบมีระบบเกียร์และลูกเบี้ยว ที่จะเปลี่ยนการหมุนให้เป็นการชักขึ้นลง แรงขับอาจจะได้จากเครื่องยนต์ต่าง ๆ ทั้งแบบเบนซินและแบบดีเซล หรือได้จากมอเตอร์ไฟฟ้า การถ่ายทอดกำลังจากเครื่องขับไปยังเครื่องสูบ ส่วนใหญ่ใช้สายพาน การใช้มอเตอร์ไฟฟ้า มีส่วนดีที่สามารถจะตั้งให้เครื่องหยุดหรือเดินได้โดยอัตโนมัติ เครื่องสูบแบบนี้มักจะสูบน้ำได้น้อย ทั้ง ๆ ที่ตัวสูบขนาดใหญ่กว่าเครื่องสูบแบบอื่น ถ้าจะให้ได้น้ำมากต้องใช้ตัวเครื่องสูบใหญ่ขึ้น ซึ่งราคาก็ย่อมแพงขึ้น และต้องการเนื้อที่สำหรับการติดตั้งมากขึ้น แต่โดยปกติ ถ้าต้องการน้ำเกินกว่า 20 แกลลอนต่อนาที ก็มักจะไม่เลือกใช้ ส่วนดีอยู่ที่สามารถจะสูบน้ำได้แรงส่งสูง จุดอ่อนต่าง ๆ มีน้อย จึงง่ายแก่การบำรุงรักษา ตัวหัวสูบซึ่งเป็นหัวใจของเครื่องต้องการเพียงเติมน้ำมันหล่อลื่น

เฟืองเกียร์ให้เพียงพอ เติมครั้งหนึ่ง ๆ ประมาณ 1 แกลลอน และใช้ไปได้นานโดยไม่ต้องเปลี่ยน (ถ้าไม่มีน้ำรั่วเข้าไปในห้องเกียร์) จึงเหมาะที่จะติดตั้งในชนบทซึ่งผู้ดูแลรักษาเครื่องไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องเครื่องยนต์มากนัก

ในการเลือกซื้อเครื่องแบบนี้จำเป็นจะต้องรู้ค่า BHP ของเครื่องให้แน่นอนเพราะค่า BHP น้อยจะสูบและส่งน้ำได้ไม่สูง และจะต้องรู้ขนาดลูกสูบ กระบอกสูบและท่อสูบให้แน่นอน เพราะบางทีเครื่องสูบที่สูบน้ำได้ตามที่ต้องการ อาจจะมีกระบอกสูบโตกว่าขนาดบ่อก็ได้ ส่วนก้านสูบนั้นผู้ผลิตจะทำทั้งแบบเหล็กและไม้ ก้านเหล็กมีอายุคงทนถาวรแต่มีน้ำหนัก ต้องการแรงม้ามาขับสูง ก้านไม่เบาแต่อายุการใช้งานไม่นาน

7.4 เครื่องสูบเทอร์ไบน์

ปัจจุบันนี้เครื่องสูบเทอร์ไบนใช้ได้ดีที่สุดและนิยมกันมากที่สุดสำหรับสูบน้ำบาดาล เพราะมีประสิทธิภาพสูงสุด และผู้ผลิต ผลิตออกมาหลายแบบหลายขนาด เลือกซื้อหาให้เหมาะสมตามความต้องการได้โดยปกติหัวสูบหัวหนึ่งสามารถที่จะไปใช้กับหัวดูด (Pump bowl) หลายขนาดได้ หัวดูดประกอบด้วยใบพัดและกระพ้อหลาย ๆ ตัวมาต่อกันเป็นสเตจ ๆ เครื่องสูบน้ำที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด มักจะออกแบบให้สูบได้สเตจละ 20–40 ฟุต ฉะนั้นถ้าต้องการสูบให้มีแรงส่งมาก ๆ ต้องเพิ่มจำนวนสเตจขึ้นตามความเหมาะสม เช่น ถ้าสเตจหนึ่งสูบได้ 35 ฟุต แต่ต้องการแรงส่ง 350 ฟุต ก็จำเป็นต้องซื้อหัวดูดขนาด 10 สเตจ จำนวนสเตจที่ต่อเพิ่มขึ้นนี้ต่อได้ง่าย ผู้ผลิตหรือผู้ขายมักจะมีเครื่องมือทำให้ได้ แต่เมื่อเพิ่มสเตจมากขึ้นแรงม้าที่ใช้พลอยมากตามไปด้วย

ผู้ที่ใช้เครื่องสูบเทอร์ไบน์ ควรมีความรู้เรื่องส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ ของเครื่องสูบเสียก่อนที่จะซื้อ ส่วนประกอบเหล่านี้มีจุดดีจุดเด่นและจุดอ่อนอยู่หลายอย่าง หากใช้ไม่ถูกต้องก็จะได้ผลไม่คุ้มค่า เพราะราคาเครื่องสูบแพงที่สุดในบรรดาเครื่องสูบทั้งหลาย ที่ใช้สูบน้ำบาดาลอยู่ในขณะนี้ ส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ พอจะกล่าวได้โดยย่อดังนี้

ก) ระบบตัวสูบ ตัวสูบในที่นี้หมายถึงตัวเครื่องสูบที่อยู่บนผิวดิน และคร่อมไว้บนบ่อ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ หัวสูบ (Pump head) กับฐานสูบ (Pump base) หัวสูบเป็นจุดรวมของระบบการถ่ายทอดกำลังหมุนให้แก่ใบพัด และมีชื่อเรียกตามลักษณะการถ่ายทอดกำลังมาจากเครื่องขับได้ 3 อย่าง คือเรียกว่าหัวมอเตอร์ (Motor head) เมื่อถ่ายทอดกำลังโดยตรงจากมอเตอร์ เรียกว่าหัวเกียร์ (Right angle gear head) เมื่อถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์โดยใช้เพลา(Flexible shaft) และเรียกว่าหัวสายพาน (Belt head) เมื่อถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์โดยใช้สายพาน แบบหัวมอเตอร์ไม่มีส่วนประกอบยุ่งยากเพียงแต่ใช้มอเตอร์แกนกลวง (Hollow shaft motor) สวมคร่อมแกนสูบแกนบนสุดและล็อกแกนสูบให้ติดกับโรเตอร์ของมอเตอร์ก็ใช้ได้ แบบหัวสายพานก็เช่นกัน เพียงแต่สวมและล็อกมู่เล่สายพานให้ติดกับแกนสูบ ก็ต่อสายพายไปยังเครื่องยนต์ขับได้ ส่วนแบบหัวเกียร์ต้องทำพิเศษ ภายในหัวเกียร์จะมีเฟืองเกียร์ 2 ตัว ขบกันในแนวตั้งฉาก ตัวหนึ่งมีแกนต่อออกไปสำหรับต่อกับเพลา ซึ่งเป็นตัวถ่ายทอดกำลังจาก

เครื่องยนต์ เฟืองตัวนี้เรียก Pinion อีกตัวหนึ่งมีรูกลวงสำหรับสวมและล็อกติดกับแกนสูบ มีชื่อเรียกว่า Gear ฉะนั้น เมื่อเครื่องยนต์ขับหมุนเพลาและหมุน Pinion ตัว Gear ก็จะถูกขับให้หมุน แกนสูบซึ่งต่ออยู่กับ Gear ก็จะถูกขับให้หมุน แกนสูบซึ่งต่ออยู่กับ Gear ก็จะหมุนตามไปด้วย ทั้ง Pinion และ Gear อาจจะออกแบบให้หมุนจำนวนรอบไม่เท่ากันได้ตามความเหมาะสม เช่นให้ Pinion หมุนเพียง 1 รอบ แต่ Gear หมุน 2 รอบ (เรียกว่ามี Gear Ratio 1:2) หรือ Pinion หมุน 2 รอบ Gear หมุน 3 รอบ (เรียกว่ามี Gear Ratio 2:3) หรือ Pinion หมุน 1 รอบ Gear หมุน 1 รอบ (เรียกว่ามี Gear Ratio 1:1) เหล่านี้เป็นต้น การออกแบบให้ Gear Ratio ต่าง ๆ กัน มีวัตถุประสงค์จะให้รอบของเครื่องสูบ กับรอบของเครื่องยนต์ขับสมดุลกัน เช่น เครื่องสูบมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อหมุน 3600 รอบ แต่เรามีเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุดเช่นกัน เมื่อหมุน 1800 รอบ ในกรณีเช่นนี้ถ้าใช้ Gear Ratio 1:2 ก็จะพอดีใช้กันได้

ฐานสูบเป็นส่วนล่างของตัวสูบ มีหน้าที่ 2 อย่างคือ เป็นตัวปล่อยให้น้ำที่สูบขึ้นจากบ่อไหลออก (บางคนจึงเรียกฐานสูบนี้ว่า Discharge head) และเป็นโครงรองรับหัวสูบ ฉะนั้นฐานสูบจึงต้องแข็งแรงและมีระบบการอัดจาระบี หรือประเก็นกันไม่ให้น้ำไหลรั่วออกมาข้างนอกหรือรั่วเข้าสู่มอเตอร์หรือหัวเกียร์ข้างบนมาด้วย

ข) ระบบแกนสูบ ในที่นี้หมายถึงแกนที่ต่อจากหัวสูบไปหมุนใบพัดในบ่อ โดยปกติทำด้วย Stainless steel หรือ Carbon steel แกนนี้ใส่ไว้ในท่อสูบ (Pump column) โดยมีแบริ่งโลหะหุ้มยางรองรับอยู่ภายในท่อสูบเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสม เช่น ถ้าสูบรอบต่ำ (ไม่เกิน 2200 รอบต่อนาที) ก็ใช้แบริ่ง ช่วงละ 10 ฟุต แต่ถ้าสูบรอบสูง (เกิน 2200 รอบต่อนาที) ก็ใช้แบริ่งช่วงละ 5 ฟุต ระบบการหล่อเย็นอาจใช้น้ำมัน ระบบใช้น้ำทำได้โดยให้น้ำที่สูบได้ไหลท่วมแกนขึ้นมาโดยตรง ฉะนั้นถ้าเครื่องสูบเสีย ใบพัดส่งน้ำไม่ขึ้น แกนสูบก็มีโอกาสจะสึกหรอหรือไหม้ได้ ส่วนระบบใช้น้ำมันจะต้องมีปลอกเหล็กอีกปลอกหนึ่งสวมไว้ตลอดความยาวของแกนสูบ และใส่น้ำมันลงไปในช่องว่าง ข้อเสียของระบบน้ำมันหล่อเย็นก็คือ ถ้าลืมเติมน้ำมันให้เต็มปลอกสวม แกนจะไหม้ หรือถ้าปลอกเหล็กรั่ว น้ำมันก็จะไหลปนไปกับน้ำ ใช้น้ำไม่ได้

ท่อสูบที่จะใช้กับเครื่องสูบเทอร์ไบน์ ต้องเป็นท่อเหล็กเหนียวผลิตขึ้นตามมาตรฐาน API-5L, ASTM-A53, หรือ ASTM-A120 อย่างใดอย่างหนึ่ง ท่อเหล็กที่ผลิตตามมาตรฐานอังกฤษ (British Standard) ถึงแม้จะใช้กันอยู่บ้างก็ไม่เป็นที่นิยมมากนัก เพราะเป็นท่อบาง ส่วนท่อเหล็กชุบสังกะสีไม่ควรใช้โดยเด็ดขาดเพราะมีความแข็งแรงทนทานไม่พอ

ในการซื้อเครื่องสูบเทอร์ไบน์ จำเป็นจะต้องเลือกใช้ขนาดแกนสูบ และท่อสูบให้ถูกต้อง การใช้แกนสูบขนาดใหญ่เกินไปจะเป็นการเปลืองแรงม้าในการสูบ และถ้าใช้ท่อสูบใหญ่เกินไป นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่คุ้มค่าแล้ว อาจจะใส่ลงในบ่อบาดาลไม่ได้ด้วย หลักการเลือกขนาดท่อสูบและแกนสูบ กำหนดไว้ว่าต้องใช้ขนาดซึ่งเมื่อน้ำไหลผ่านแล้วจะมีแรงฝืดไม่เกิน 5 ฟุต ต่อความยาวท่อคูด 100 ฟุต

ตารางข้างล่างนี้แสดงขนาดที่เหมาะสมทั้งในแง่เศรษฐกิจและวิชาการ

ปริมาณน้ำที่จะสูบ(gpm)	ขนาดท่อสูบ(นิ้ว)	ขนาดแกนสูบ(นิ้ว)
30	2 1/2	3/4
50	3	3/4
100–200	4	3/4
200–400	5	1
400–700	6	1
700–1300	8	1 1/2

ค) ระบบหัวดูด รายละเอียดเกี่ยวกับหัวดูดได้กล่าวในตอนต้นแล้ว แต่มีข้อสังเกตอีกอย่างหนึ่งว่า แกนใบพัดในกระพ้อเลื่อนขึ้นลงภายในหัวดูดได้ประมาณ 1/2 – 3/4 นิ้วเสมอ ทั้งนี้เพื่อให้ปรับช่องว่างระหว่างใบพัดกับขอบด้านบนและล่างของกระพ้อได้ถูกต้อง ใบพัดที่อยู่ห่างขอบกระพ้อด้านล่างมากเกินไปจะสูบน้ำได้น้อยกว่าที่ควร ฉะนั้นเมื่อซื้อหัวดูด ควรจะลองดึงแกนใบพัดที่หัวดูดดู หากเลื่อนขึ้นลงได้ก็หมายความว่าเครื่องสูบอยู่ในสภาพเรียบร้อย หากดึงขึ้นลงก็ไม่ได้แสดงว่าต้องมีส่วนหนึ่งส่วนใดในหัวดูดบกพร่อง

เมื่อทราบลักษณะสำคัญ ๆ ของเครื่องสูบเทอร์ไบน์แล้ว จะเห็นว่าการดูแลรักษาหรือซ่อมเครื่องสูบชนิดนี้มิใช่ของง่ายๆ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องสูบบ้างตามสมควร ข้อเสียของสูบเทอร์ไบน์ได้แก่เครื่องขนาดเล็ก ๆ สูบน้ำได้น้อยและมีประสิทธิภาพต่ำ ฉะนั้น จึงมักหาขนาด 10–20 แกลลอนต่อนาทีในท้องตลาดได้ง่ายนัก เครื่องสูบเทอร์ไบน์ขนาดเล็ก ๆ ดังกล่าวมักจะทำแบบ Submersible ดังกล่าวแล้วในตอนต้น ๆ แต่อย่างไรก็ดี ยกเว้นราคาแพง ติดตั้งลำบาก และดูแลรักษายากแล้ว เครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์เป็นเครื่องสูบที่ดีพร้อมสำหรับสูบน้ำบาดาล

7.5 เครื่องสูบไฟฟ้าแบบจุ่มใต้น้ำ (Submersible Pump)

เครื่องสูบแบบนี้เป็นสูบเทอร์ไบน์ประเภทหนึ่งซึ่งใช้มอเตอร์ขับ แต่เอาตัวมอเตอร์ไปต่อไว้กับหัวดูดและแช่ไว้ด้วยกันในบ่อ ส่วนดีและเสียของเครื่องสูบชนิดนี้ได้กล่าวไว้บ้างแล้วในตอนต้น ๆ ที่จะเพิ่มเติมในที่นี้ได้แก่ราคา ซึ่งโดยปกติจะถูกกว่าสูบเทอร์ไบน์ การออกแบบก็มักจะให้สูบน้ำได้แรงส่งสูงๆ หรือให้มีขนาดเล็กแต่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนดีอีกอย่างหนึ่งได้แก่การที่ไม่ต้องมีแกนสูบขึ้นไปต่อกับหัวสูบข้างบน จึงไม่ต้องมีหัวสูบทำให้ไม่เปลืองที่ และติดตั้งในบ่อคด ๆ ได้โดยไม่มีปัญหายุ่งยาก การบำรุงรักษาจึงทำได้ง่าย และราคาถูกมากเมื่อเทียบกับเทอร์ไบน์ ข้อเสียที่สำคัญของสูบชนิดนี้ คือการใช้น้ำหล่อเย็นตัวมอเตอร์ ฉะนั้น ถ้าสูบน้ำจนน้ำแห้งไม่มีน้ำมาหล่อมอเตอร์จะไหม้ทันที การซื้อเครื่องสูบชนิดนี้จึงต้อง

มีสวิตช์อัตโนมัติ สำหรับตัดกระแสไฟฟ้าทันทีที่น้ำแห้ง ยิ่งกว่านั้นใบพัดของเครื่องใบพัดของเครื่องขนาดเล็ก ๆ มักทำด้วยยางไนล่อน แทนที่จะทำด้วยบร็อนซ์หรือเหล็กเหมือนเครื่องขนาดใหญ่ หรือเครื่องเทอร์ไบน์ธรรมดาเครื่องเล็ก ๆ เช่นนี้ ถ้าสูบที่มีทรายปนขึ้นมาด้วย มักจะเสียดสีใบพัดให้เกิดความร้อนจนละลาย หรือไม่ทรงรูปเดิม ทำให้คุณภาพของเครื่องสูบเปลี่ยนไป และถ้ามีทรายมาก ๆ ทรายมักจะล็อคใบพัดไม่ให้หมุนทั้ง ๆ ที่มอเตอร์ยังคงหมุนเต็มที่ จึงเป็นเหตุให้มอเตอร์ไหม้ได้เช่นกัน

7.6 เครื่องสูบแบบเจต (Jet Pump)

ลักษณะการทำงาน ส่วนประกอบและส่วนดีส่วนเสียของเครื่องสูบเจตได้กล่าวในตอนต้น ๆ แล้ว จึงไม่กล่าวซ้ำอีกในที่นี้ แต่ในการใช้เครื่องสูบเจตกับบ่อบาดาล ต้องระลึกไว้เสมอว่าจะสูบน้ำได้น้อย แต่ราคาถูกกว่าสูบแกนตั้ง ข้อเสียส่วนใหญ่เกิดจากหัวฉีด ซึ่งถ้าน้ำมีทรายปนอยู่ ทรายจะกัดหัวฉีดให้รูกว้างออก หัวฉีดที่รูกว้าง ๆ จะไม่ค่อยมีประสิทธิภาพในการสูบน้ำ นอกนั้นก็เกี่ยวกับแรงส่งซึ่งคิดเป็นความดันได้ไม่เกิน 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือคิดเป็นความสูงประมาณ 115 ฟุต แรงส่ง 115 ฟุต นี้จะมีค่าแรงดูด (Suction head) รวมอยู่ไม่เกิน 100 ฟุต ส่วนการดูแลรักษาก็ไม่มีความยุ่งยากมากมายนัก

7.7 เครื่องสูบลม (Airlift Pump)

ผู้อ่านคงจะจำเรื่องการพัฒนาบ่อโดยใช้เครื่องอัดลมเป่าล้างได้เครื่องสูบชนิดนี้ดัดแปลงวิธีการดังกล่าวมาใช้ และค่อนข้างจะนิยมใช้กับบ่อบาดาลขนาดเล็ก และระดับน้ำในบ่อไม่ลึกนัก เช่นบ่อที่ใช้ตามบ้านเพราะราคาถูกกว่าแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ค่าใช้จ่ายขั้นต้นมีเฉพาะค่าเครื่องอัดลม 1 เครื่อง กับค่าท่อ 2 ท่อ ที่สวมไว้ด้วยกันในบ่อ ท่อใหญ่หรือท่อสูบใช้เป็นท่อจ่ายน้ำจากบ่อได้เลย โดยไม่ต้องมีหัวสูบ ส่วนท่อเล็กหรือท่อลม (Air line) ต่อออกจากเครื่องอัดลมแล้วสอดเข้าไปในท่อสูบลงไปในบ่อเช่นกัน แต่ต้องอยู่ตื้นกว่าระดับปลายท่อสูบไม่ต่ำกว่า 10 ฟุต ท่อทั้ง 2 แบบนี้ใช้แป๊บน้ำธรรมดาได้เป็นอย่างดี ราคาถูก

หลักการของเครื่องสูบชนิดนี้มีอยู่ว่า ลมความดันสูงที่อัดจากเครื่องอัดลมลงไปทางท่อลมนั้น เมื่อออกจากปลายท่อแล้วจะผสมกับน้ำ ทำให้มีน้ำหนักเบากว่าน้ำที่อยู่รอบ ๆ ท่อสูบ น้ำผสมลมจึงถูกอัดดันขึ้นมาทางท่อ ปริมาณน้ำที่จะสูบได้และแรงส่งที่เกิดขึ้น จึงขึ้นอยู่กับความดันลมและปริมาตรลมที่อัดลงไป การติดตั้งเครื่องสูบจึงต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการพอประมาณ

หลักการประการแรก ได้แก่ความยาวของท่อลมส่วนที่จมไปใต้น้ำ เมื่อเทียบส่วนกับความยาวทั้งหมดของท่อ (ส่วนที่จมอยู่ใต้น้ำเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความยาวท่อลมทั้งหมด เรียกว่า Percent of Submergence) จะเป็นตัวการให้การให้สูบน้ำได้มากหรือน้อย กล่าวคือ ถ้าให้จมลงไปเป็นเปอร์เซ็นต์น้อยๆ ก็จะสูบน้ำได้น้อยและเครื่องทำงานมีประสิทธิภาพต่ำ ตามธรรมดามักจะให้จมลงไปในน้ำประมาณ 50–60% จึงจะสูบน้ำได้มากที่สุด ส่วนแรงส่งของเครื่องสูบที่จะส่งน้ำได้สูงมากหรือน้อย ย่อมขึ้นอยู่กับความดันของลม ความดันของลมที่จะใช้โดยปกติประมาณ 80–125 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว

หลักการประการที่สอง ได้แก่ปริมาตรของลมที่จะใช้ เพราะถ้าต้องการจะใช้สูบน้ำได้ มาก ๆ ก็จะต้องใช้เครื่องอัดลมที่ทำลมได้มาก โดยปกติปริมาตรลม 1 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที จะทำให้สูบน้ำได้ปริมาณ 1.5 – 2.5 แกลลอนต่อนาที และมีแรงส่งประมาณ 100 – 200 ฟุต (เครื่องอัดลมที่ใช้สูบตามบ้านในกรุงเทพฯ ส่วนใหญ่จะใช้ขนาดทำลมได้ 10–15 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

หลักการประการที่สาม ได้แก่การเลือกใช้ท่อสูบและท่อลมให้ถูกต้อง เพราะขนาดท่อทั้งสองมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณน้ำที่จะสูบได้ ขนาดท่อที่ให้ไว้ข้างล่างนี้พิสูจน์แล้วว่าใช้ได้ผลดี

ขนาดท่อสูบ(นิ้ว)	ขนาดท่อลม(นิ้ว)	ปริมาณน้ำที่จะสูบได้(gpm)
2	1/2	10–25
2 1/2	3/4	25–50
3	1	50–80
4	1 1/4	80–150
5	1 1/2	150–250
6	2	250–400
8	2 1/2	400–600

เครื่องสูบลมมีส่วนดีอยู่หลายประการ เช่น ในบ่อขนาดเล็กสามารถจะสูบน้ำขึ้นมาได้มากกว่าใช้เครื่องสูบธรรมดา บ่อที่คดก็สามารถติดตั้งเครื่องสูบได้ น้ำที่มีทรายปน ก็สูบได้โดยไม่ทำความ เสียหายให้แก่เครื่องสูบ และเครื่องอัดลมเครื่องหนึ่งอาจจะแบ่งลมไปสู่น้ำบ่ออื่น ๆ ที่ใกล้เคียงยิ่งกว่านั้น ถ้าตัวท่อกรุบ่อบาดาลมีขนาดเหมาะสม ก็สามารถจะใช้ท่อสูบได้เลย ส่วนข้อเสียนอกเหนือจากประสิทธิภาพต่ำประมาณ 30–40% สูบน้ำในบ่อที่มีระดับน้ำลึก ๆ ไม่ค่อยได้ผล เพราะบ่ออาจจะไม่ลึกพอที่จะใส่ท่อดูดให้จมน้ำลงไปได้มาก ๆ และไม่อาจจะยักย้ายให้สูบน้ำได้มากหรือน้อยตามความพอใจได้

บทที่ 8

การบำรุงรักษา

ในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล ต้องใช้ความรู้ทั้งวิชาการ เทคนิคการปฏิบัติงาน ละการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชนิด ที่จะให้ได้มาซึ่งน้ำดังที่ได้กล่าวมาแล้วตั้งแต่ต้น องค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการพัฒนานี้มี แหล่งน้ำบาดาล บ่อบาดาล และเครื่องสูบ ทั้งสามอย่างนี้ หากรู้จักแต่ใช้ ไม่รู้จักบำรุงรักษา ก็มีโอกาสชำรุดเสียหาย หรือใช้การไม่ได้อีกต่อไป จึงใคร่จะกล่าวถึงการบำรุงรักษาไว้พอสังเขปดังนี้

8.1 การบำรุงรักษาบ่อน้ำบาดาล

บ่อน้ำบาดาลเปรียบได้กับเครื่องยนต์เครื่องหนึ่ง การสูบน้ำใช้ไปนาน ๆ ก็เหมือนการใช้งานของเครื่องยนต์ในเวลายาวนาน ปริมาณน้ำที่สูบได้ก็เหมือนแรงม้าของเครื่องที่ผลิตออกมาได้ ฉะนั้นเมื่อใช้บ่อนาน ๆ ก็ย่อมมีการชำรุดหรือสึกหรอเหมือนกัน ความชำรุดของบ่ออาจเป็นได้ทั้งในรูปการผุพังของท่อกรุ ท่อกรอง หรือปริมาณน้ำลด หรือคุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลง การบำรุงรักษาบ่อจึงเป็นของจำเป็นบ่อบาดาลไม่ว่าจะเจาะในหินร่วนหรือหินแข็ง ถ้าใช้ไปนาน ๆ มักจะมีตะกอนนอนก้น ตะกอนเหล่านี้อาจจะเป็นได้ทั้งทรายหรือเศษหินที่ไหลลอดรูท่อเซาะร่องเข้ามา ยิ่งบ่อนั้นเป็นบ่อในหินร่วนประเภทกรวดทราย โอกาสที่ทรายจากชั้นน้ำ จะไหลผ่านเข้ามาในบ่อย่อมมีมากขึ้น จนบางครั้งทับถมสูงขึ้นมาจากก้นบ่อจนเกือบครึ่งท่อกรอง ทำให้ปริมาณน้ำลดลง หรือมีทรายปนขึ้นมากับน้ำ ทำความรำคาญให้กับผู้ใช้น้ำ ฉะนั้น จึงยึดถือเป็นหลักได้ว่าบ่อทุกบ่อ เมื่อสูบน้ำใช้มาเป็นเวลานานพอสมควร ก็ควรที่จะเป่าล้างทำความสะอาด (Redeveloped) เสียครั้งหนึ่ง ระยะเวลาพอสมควรในที่นี้ ไม่อาจบอกได้ว่านานสักเท่าใด เพราะขึ้นอยู่กับการพัฒนาบ่อเมื่อเจาะเสร็จใหม่ ๆ บ่อที่พัฒนาไว้อย่างดี จะไม่มีร่องรอยที่ทรายละเอียดหรือตะกอนอื่น ๆ ลอด ผ่านกรวดกรุและท่อกรองมาได้ ไม่ว่าจะสูบน้ำมากน้อยเท่าใด บ่อเช่นนี้มักจะใช้ได้นาน ๆ ถึง 4-5 ปี โดยไม่ต้องเป่าล้างทำความสะอาด ส่วนบ่อที่พัฒนาไม่ดี อาจจะจำเป็นต้องเป่าล้างทันทีที่เริ่มสูบน้ำใช้ หรือใช้ไปแล้ว 2-3 เดือนเท่านั้น ตัวอย่างเช่น มีบ่อบ่อหนึ่งที่นครราชสีมาผู้รับเหมาเจาะน้ำบาดาลเจาะพัฒนาแล้วทดสอบได้น้ำ 300 แกลลอนต่อนาที เมื่อติดตั้งสูบน้ำขนาด 250 แกลลอนต่อนาทีแล้ว สูบน้ำไปนานวันเข้า ปริมาณน้ำค่อย ๆ ลดลง ๆ จนเหลือ 50 แกลลอน ต่อนาที ภายในระยะเวลา 3 เดือน เมื่อตรวจดูภายหลัง ปรากฏว่ามีทรายเข้ามาเกือบครึ่งบ่อ เพราะตอนแรกพัฒนาบ่อไว้ไม่ดี ยิ่งกว่านั้นมีบ่อบางบ่อสูบน้ำเป็นตะกอนขึ้นมาตลอดเวลา บ่อเหล่านี้ถ้าตรวจดูวิธีพัฒนาบ่อ จะพบว่าใช้ดินเหนียวกรุไว้ระหว่างผนังบ่อกับท่อกรุเกือบตลอดความลึกของบ่อ ยกเว้นบริเวณที่เป็นท่อกรองจึงจะใส่กรวดกรุ บ่อที่กรุไว้ด้วยดินเหนียวมีอันตรายอยู่ 2 ประการ คือ เมื่อใช้ไปใช้ไป ดินเหนียวจะค่อยๆ ละลายออกมาก ดินเหนียวตรงบริเวณเหนือกรวดกรุถูกน้ำละลายออกไปหมด จึงเกิดเป็นโพรงขึ้น ทรายและกรวดจากชั้นน้ำจะไหลทะลักเข้ามาในโพรง ทรายละเอียดบางส่วนจึงมีโอกาสไหลผ่านกรวดกรุเข้าไป

ในบ่อ ทำให้บ่อตื้นหรือตัน สูบน้ำมีทรายปนออกมา ตัวบ่อเองก็จะยุบหรือถล่มลึกลง หรือมิฉะนั้นพื้นที่บริเวณรอบ ๆ บ่ออาจจะยุบลงไปแทนอันตรายของดินเหนียวประการที่สอง ได้แก่คุณภาพน้ำที่อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากสารหรือแร่ธาตุบางชนิดละลายออกจากดินเหนียวเข้ามาปน

การที่ปริมาณน้ำจากบ่อใดบ่อหนึ่งลดลง มีสาเหตุนานาประการ ประการสำคัญที่สุดได้แก่ การลดของระดับน้ำบาดาล เนื่องมาจากการสูบน้ำใช้จนเกินขอบเขตดังกล่าวข้างต้น ในกรณีเช่นนี้ไม่มีทางแก้เพราะถึงแม้จะเปลี่ยนเครื่องสูบใหม่ ก็จะสูบใช้อยู่ได้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง เมื่อระดับน้ำลดน้อยลงไปอีกก็อาจจะต้องเปลี่ยนอีก และเมื่อระดับน้ำลดลงไปมาก ๆ ปริมาณน้ำที่สูบได้ก็จะยิ่งน้อยลง ๆ ยิ่งในกรณีบ่อประเภท Water table well ด้วยแล้ว การลดระดับน้ำบาดาล หมายถึงการลดความหนาของชั้นน้ำ และลดปริมาณน้ำในแหล่งเก็บ เมื่อลดลงถึงขีดสุดก็จะใช้บ่อต่อไปอีกไม่ได้

มีข้อสังเกตอีกอย่างหนึ่งเกี่ยวกับเรื่องปริมาณน้ำในบ่อ กล่าวคือบ่อทุกบ่อจะมีค่าปริมาณน้ำมากที่สุดที่จะสูบได้เพียงค่าเดียว ค่านี้พิจารณาจากระยะน้ำลด (Drawdown) บ่อทุกบ่อจะสูบน้ำได้มากที่สุดเมื่อค่าระยะน้ำลดมากที่สุด หากสูบเกินกว่านั้นนอกจากน้ำจะแห้งแล้วยังจะทำให้บ่อชำรุดด้วย ค่าต่างๆ เหล่านี้ นักอุทกวิทยาหรือช่างเจาะผู้ชำนาญงาน จะเป็นคนพิจารณา ผู้ใช้ควรจะเชื่อถือ ไม่ควรจะสูบน้ำให้เกินกว่าที่กำหนดให้ บ่อชำรุดเพราะสาเหตุนี้มีบ่อย ๆ ยกตัวอย่าง เช่นมีบ่อไม่น้อยกว่า 3 บ่อ ในนครราชสีมาที่สูบน้ำได้สูงสุดไม่เกิน 150 แกลลอนต่อนาที แต่ผู้ที่ใช้ไม่อาจจะหาเครื่องสูบขนาด 150 แกลลอนต่อนาทีหรือเล็กกว่านั้นได้ จึงได้เอาเครื่องขนาด 300 แกลลอนต่อนาทีที่มีอยู่แล้วไปติดตั้ง เมื่อสูบน้ำไปประมาณ 10–15 นาที น้ำก็แห้ง มิหนำซ้ำยังดูดเอาทรายเข้ามาในบ่อด้วย

บ่อที่ชำรุดเนื่องจากท่อกรุมักจะมีบ่อย ๆ สาเหตุส่วนใหญ่ เนื่องมาจากท่อขาดเพราะสนิมหรือเพราะเหตุอื่น ๆ สนิมที่เกิดกับท่อกรุได้ มักจะเนื่องจากน้ำมีฤทธิ์เป็นกรด หรือท่อกรุสัมผัสอยู่กับน้ำเค็มตอนใดตอนหนึ่ง ในกรณีเช่นนี้จำเป็นต้องพัฒนาบ่อด้วยวิธีพิเศษผิดกว่าธรรมดา เช่น อุดไม่ให้น้ำเค็มเข้าสัมผัสกับท่อในบริเวณช่องว่างระหว่างท่อกับผนังบ่อด้วยวัสดุที่ทนแรงกัดกร่อนจากสนิม เช่น ซีเมนต์ หรือยางมะตอยเป็นต้น หรือใช้ท่อประเภททนสนิมได้ เช่น ท่อเหล็กหล่อ ท่อพลาสติก หรือท่อคอนกรีต เหล่านี้เป็นต้น

ท่อกรองก็มีส่วนอย่างมากที่จะทำให้บ่อชำรุดหรือให้น้ำน้อยลง สาเหตุส่วนใหญ่นอกเหนือไปจากการเกิดสนิมแล้ว ได้แก่การเกิดตะกรัน (Incrustation) ไปอุดรูหรือช่องว่าง ท่อกรองที่เกิดสนิมมักจะไม่มีทางแก้ นอกจากจะเลือกใช้ท่อที่ทำด้วยวัสดุทนสนิม ส่วนตะกรันนั้นพอจะแก้ไขได้เพราะสาเหตุเกิดขึ้นเนื่องจากความดันบริเวณรอบ ๆ ท่อกรองลดลง น้ำจึงหมดสมรรถภาพที่จะอุ้มแร่ธาตุบางชนิดให้อยู่ในสภาพเป็นสารละลายได้ จึงต้องยอมให้ตกผลึกไปติดอยู่ตามท่อกรองทั้งด้านนอกและในรูหรือช่องว่าง แร่ส่วนใหญ่ที่เกิดด้วยวิธีการดังกล่าวนี้ ได้แก่แร่ปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต และแร่ประเภท ซัลเฟต บางชนิด ยิ่งกว่านั้น บางครั้งท่อกรองที่อยู่ในน้ำซึ่งมีแร่ธาตุเหล็กปริมาณมาก ๆ จะมีแบคทีเรียของเหล็ก (Iron bacteria) ลักษณะเหมือนวุ้นสีน้ำตาลแดง ที่เรียก Crenothrix ไปเกาะติดอยู่รอบ ๆ ท่อด้วย เมื่อตะกรันเหล่านี้ไปปิดรูท่อกรอง ปริมาณน้ำที่จะสูบได้จากบ่อก็ย่อมลดลง ฉะนั้นก่อนที่จะตัดสินว่าบ่อชำรุดเพราะเหตุอื่น หรือเพราะเครื่องสูบไม่ดี หรือใส่ท่อดูดไว้ตื้นเกินไป ก็ควรจะนึกถึงสาเหตุดังกล่าวนี้ไว้บ้าง

วิธีแก้ตะกรันเหล่านี้ทำได้โดยการใส่น้ำกรดลงไปในบ่อ (Acid treatment) กรดเกลือเข้มข้นที่มีขายในท้องตลาดเหมาะที่สุด การใส่น้ำกรดอาจจะเทลงไปในบ่อเฉย ๆ หรือเททางท่อเหล็กให้เต็มขึ้นมาอยู่เหนือระดับท่อกรอง แล้วกวนน้ำทุก 2 ชั่งโมง หลังจากใส่น้ำกรดแล้วประมาณ 16 ชั่วโมง ก็ทำการล้างบ่อได้โดยใช้กระบอกตักขึ้นมา หรือใช้ลมเป่า จากนั้นจึงใช้เครื่องสูบดูดน้ำขึ้นมาจนกระทั่งหมดฤทธิ์กรด จึงจะใช้น้ำได้ ส่วนแบคทีเรียของเหล็กกำจัดได้โดยการเติมคลอรีนลงไปฆ่าในบ่อ

8.2 การบำรุงรักษาเครื่องสูบ

ในบทที่ว่าด้วยเครื่องสูบน้ำบาดาล ได้บรรยายรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบ จุดอ่อนต่าง ๆ และการบำรุงรักษาควบคู่กันไปแล้ว ในที่นี้จะไม่กล่าวถึงรายละเอียดเหล่านี้อีก แต่ใคร่จะย้ำว่าเครื่องสูบเป็นเครื่องยนต์ประเภทหนึ่งเหมือนกัน แต่เป็นเครื่องยนต์ 2 เครื่อง 2 ระบบ คือระบบตัวสูบกับระบบเครื่องยนต์ขับ ฉะนั้นการดูแลรักษาก็เหมือนการดูแลเครื่องยนต์ธรรมดาทั่วไป ซึ่งถือว่าน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่นและระบบหล่อเย็นเป็นเรื่องสำคัญที่สุด เครื่องยนต์ใดถ้าปล่อยให้น้ำมันเชื้อเพลิงหมด เครื่องดับ หากปล่อยให้น้ำมันหล่อลื่นแห้ง แบริ่งต่าง ๆ ก็จะละลาย หากปล่อยหม้อน้ำไม่มีน้ำถึงขั้นประเก็นต่าง ๆ หรือแม้แต่ตัวเครื่องก็จะแตก เครื่องสูบน้ำก็เช่นเดียวกัน จากประสบการณ์ที่ได้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาลเกือบจะทุกชนิด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือไว้ให้ประชาชนใช้นับร้อย ๆ เครื่องพบว่าสาเหตุที่เครื่องสูบหรือเครื่องยนต์ชำรุดเนื่องมาจาก ความประมาทเลินเล่อ รู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือความขี้เกียจของผู้ดูแลรักษาเครื่องสูบเสียเกือบทั้งหมด มีอยู่เพียงไม่กี่ครั้งที่สาเหตุเนื่องมาจากความบกพร่องของตัวเครื่องสูบหรือเครื่องยนต์ ตัวอย่างของความประมาท เช่น เดินเครื่องสูบให้สูบน้ำไว้แล้วตัวเองกลับบ้าน โดยไม่คอยดูแลว่าเครื่องจะทำงานเรียบร้อยหรือไม่ กลับมาดูอีกครั้งก็ต่อเมื่อเครื่องสูบหรือเครื่องยนต์ดับไปแล้ว หรือก้านสูบขาดไปแล้ว เพราะเด็กมาเล่น ตัวอย่างของความเลินเล่อที่พบมาเช่น เติมน้ำมันเครื่องไปในช่องเติมน้ำมันเชื้อเพลิงและเติมน้ำมันเชื้อเพลิงลงไปในช่องเติมน้ำมันเครื่อง ตัวอย่างของความรู้เท่าไม่ถึงการณ์เกิดขึ้นบ่อย ๆ ในกรณีเครื่องสูบเทอร์ไบน์ เช่น ได้อบรมแนะนำและสั่งผู้ดูแลไว้ว่า น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้เติมลงไปในหัวเกียร์นั้นใช้น้ำมันเครื่องรถยนต์ไม่ได้โดยเด็ดขาด หรือแม้แต่น้ำมันเกียร์แท้ ๆ ของรถยนต์ก็เติมไม่ได้ จะต้องเติมน้ำมันสำหรับหัวเกียร์โดยเฉพาะ อยู่มาไม่นานก็มีเรื่องเกี่ยวกับหัวเกียร์ชำรุด ก็เป็นอันเดาได้ว่าคนดูแลเครื่องเอาน้ำมันเครื่องรถยนต์ใส่เข้าไปแล้ว ตัวอย่างของความขี้เกียจ เช่น ถึงเวลาติดเครื่องก็ไม่ต้องตรวจดูน้ำมันเครื่อง มาถึงก็ติดเครื่องสูบเลย กว่าจะรู้ก็ต่อเมื่อเครื่องชำรุดไปแล้ว ตัวอย่างเหล่านี้เป็นเรื่องจริงที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ และมักจะแก้ไขไม่หาย ตามความเป็นจริงแล้ว การดูแลรักษาเครื่องสูบหรือเครื่องยนต์ไม่ใช่ของยากหากเอาใจใส่ และสนใจจริง ๆ โอกาสที่เครื่องสูบชำรุดก็มีได้ยาก หลักการสำคัญที่น่าจะอบรมดูแลรักษา ก็คือความรับผิดชอบและการปฏิบัติตามคำแนะนำ ไม่ว่าจากผู้ไปติดตั้งเครื่องให้ หรือจากคู่มือประจำเครื่อง ปืนข้อเตือนใจสำหรับผู้ที่สนใจหรือผู้ที่มีหน้าที่โดยตรง จะขอสรุปจุดสำคัญ ๆ ของเครื่องสูบแต่ละชนิดไว้ดังนี้ (ส่วนเครื่องยนต์ขับจะไม่กล่าวถึง)

เครื่องสูบมือโยก

1) จุดอ่อนที่สุดอยู่ที่วิธีการโยก ซึ่งจะต้องโยกในแนวดิ่งเสมอ ห้ามมิให้โยกเอียง ๆ มิฉะนั้นคันโยกจะไปดันชิ้นส่วนอื่นหัก

2) ข้อต่อหรือสลักต่าง ๆ ต้องอัดหรือทาจาระบีเสมอ ๆ

3) การสูบน้ำไม่ขึ้นแต่โยกได้เบา แสดงว่าแกนสูบขาด ถ้าโยกหนักมือ และต้องโยกอยู่นานน้ำถึงจะไหล แสดงว่าลิ้นต่าง ๆ ในกระบอกสูบชำรุด ต้องดึงขึ้นมาตรวจ

4) ถ้าสูบน้ำได้น้อยกว่าปกติ แสดงว่าลูกสูบสึกหรอ จะต้องเปลี่ยนใหม่

เครื่องสูบแกนตั้ง

1) จุดอ่อนอยู่ที่หัวสูบ ซึ่งมีทั้งเกียร์ลูกเบี้ยวและส่วนอื่น ๆ ซึ่งถ้าชิ้นหนึ่งชิ้นใดหักก็อาจจะไปขัดกับชิ้นอื่นให้พลอยหักไปด้วย หากได้ยินเสียงดังผิดปกติให้ไปเปิดดู

2) เติมน้ำมันเครื่องธรรมดาที่หัวเกียร์ให้อยู่ในระดับที่กำหนดไว้ ถ้าถ่ายน้ำมันเครื่องต้องเติมใหม่ 1–2 แกลลอนตามขนาดหัวสูบ

3) ถ้าสูบน้ำไม่ขึ้นแสดงว่าส่วนหนึ่งส่วนใดที่อยู่ในน้ำ เช่น ก้านสูบ ท่อสูบ หรือลูกสูบชำรุด ควรดึงขึ้นมาตรวจใหม่

4) ถ้าสูบน้ำได้น้อยกว่าปกติ แสดงว่าลูกสูบสึกหรอจะต้องเปลี่ยนใหม่

เครื่องสูบเทอร์ไบน์

1) หัวเกียร์สำคัญที่สุด ถ้าเติมน้ำมันผิดเกรด หรือผิดชนิด ลูกปืนจะแตกทันที เฟืองเกียร์อาจจะแตกทีหลัง น้ำมันเครื่องธรรมดาห้ามใช้เด็ดขาด

2) เติมน้ำมันเกียร์ที่ผู้ติดตั้งให้ไว้ประจำเครื่อง ให้ถึงระดับที่กำหนดไว้ ถ้าน้ำมันเกียร์หมดต้องการซื้อใหม่ ควรใช้ Turbo oil เบอร์ 28 (ของเชลล์) หรือ Terresso เบอร์ 56 (ของเอสโซ่) หากหาไม่ได้จริง ๆ ใช้น้ำมันไฮดรอลิคแทนได้ชั่วคราวแทน

3) หากน้ำมันเกียร์ที่หัวเกียร์มีสีขาวขุ่นข้น แสดงว่าน้ำเข้าไปในหัวเกียร์ ต้องเปลี่ยนน้ำมันทันที

4) ถ้าหัวสูบเป็นมอเตอร์ เวลาเดินเครื่องมีเสียงดังมาก หรือร้อนจัด หรือมอเตอร์หยุด หรือมีกลิ่นเหม็นไหม้ ให้ปิดสวิตช์ทันที ถ้าไม่มีความรู้เรื่องมอเตอร์ห้ามแก้ไขเอง

5) ที่แกนสูบตรงฐานสูบจะมีที่อัดจาระบี หรือมีที่ปรับประเก็น เพื่อกันไม่ให้น้ำรั่ว หากน้ำรั่วให้เห็นต้องอัดจาระบีเพิ่ม หรือปรับประเก็นให้แน่นลงไปอีก มิฉะนั้นน้ำจะรั่วเข้าไปในหัวเกียร์หรือมอเตอร์

6) ถ้าสูบน้ำได้น้อยกว่าปกติ ควรจะลองปรับใบพัดดู โดยการหมุนน็อตล็อคก้านสูบที่หัวเกียร์ หากไม่มีความรู้จริง ๆ ไม่ควรทำ

7) ถ้าสูบน้ำไม่ขึ้น แสดงว่าอุปกรณ์ที่อยู่ในบ่อชำรุด ส่วนใดส่วนหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นเพราะแกนสูบขาด ท่อดูดขาด หรือใบพัดหลุดก็ได้ ถ้ามีเครื่องมือก็ถอดเครื่องสูบขึ้นมาตรวจดูได้ แต่ถ้าเครื่องมือไม่ครบห้ามถอดเด็ดขาด เพราะมีบ่อย ๆ ที่ซ่อมโดยเครื่องมือไม่ครบแล้วทำท่อดูดทั้งชุดตกลงไปในก้นบ่อ

เครื่องสูบเจ็ต

1) ติดเครื่องแล้วจะต้องตรวจดูเข็มความดันที่ตัวสูบเสมอ ๆ หากความดันเพิ่ม แสดงว่าน้ำออกมาน้อยกว่าปกติ หากความดันลดลง แสดงว่าน้ำออกมามากกว่าปกติ ลองหมุนปุ่มสำหรับปรับความดันดู หากยังปรับได้ถูกต้องตามที่ต้องการ หากปรับไม่ได้ แสดงว่าหัวฉีดข้างล่างชำรุด

2) ไม่ควรเพิ่มหรือลดความเร็วเครื่องยนต์ให้มากหรือน้อยกว่าปกติ เมื่อรู้ว่าหัวฉีดข้างล่างชำรุดเพราะจะไม่มีอะไรดีขึ้น

3) เมื่อเดินเครื่องสูบตามปกติ ความดันที่ใช้มักจะไม่เกิน 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หากต้องการให้น้ำออกมากขึ้น ก็ลดลงมาได้แต่ไม่ควรต่ำกว่า 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้

เอกสารอ้างอิง

Johnson driller Jr. Bullation No. 1033 Revised December 1959.

Edward E. Johnson,Iuc.Saint Faul,Missesota., Johnson Driller Jr., November – December 1958, Groundwater and wells, published by First Edition 1966.

Stow, A.H. and Lenner, L. "Acidizing Boreholes " Jr. of the institution of Water Enganeering Nov. 1965.

Johnson Driller Jr. "Maintaining the yeild of Water Wells " January – February 1965.

Benjamin C. Craft William R. Holden and Ernest D. Graves Jr. " Well Design, Drilling and Production " Prentice Hall, Inc. 1962.

"Subsurface geologic methods " Colorada School of Mine. 1951.

Johnson Driller Jr. " Double Disc Packer Aide Development "January – February 1967.

Golany Zav. " Developing Water by Acidizing " TAHAL (Water supply planning of lsracl) October 1966.

Dikman Z. and Ben Nev. " well developing by Acidizing of Ein Karam Well 12 Jerusalem 1, TAHAL, April 1969.

เจริญ เพียรเจริญ, น้ำบาดาล – บ่อบาดาล, กรมทรัพยากรธรณี 2540

JICA, สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท, ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล คณะเทคโนโลยีธรณี มหาวิทยาลัยขอนแก่น, สัมมนาเรื่องการบริหารและจัดการทรัพยากรน้ำใต้ดิน, 2542

บริษัท วอเตอร์ รีซอร์ช เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด, เทคนิคการเจาะ – พัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก และประสบการณ์น้ำบาดาล, 2544

สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท, คู่มือช่างเจาะบ่อน้ำบาดาล, 2534

กรมโยธาธิการ, คู่มือและมาตรฐานการเจาะบ่อน้ำบาดาล, 2545

พิมพ์ที่ : บริษัท วัน แฟมมิลี่ ปริ้นติ้ง เซอร์วิส จำกัด 259 ม.3 ซ.5 ต.โคกปีบ อ.ศรีมโหสถ จ.ปราจีนบุรี 25190 โทร.037-276200

รายนามคณะผู้จัดทำ

ประธานที่ปรึกษา

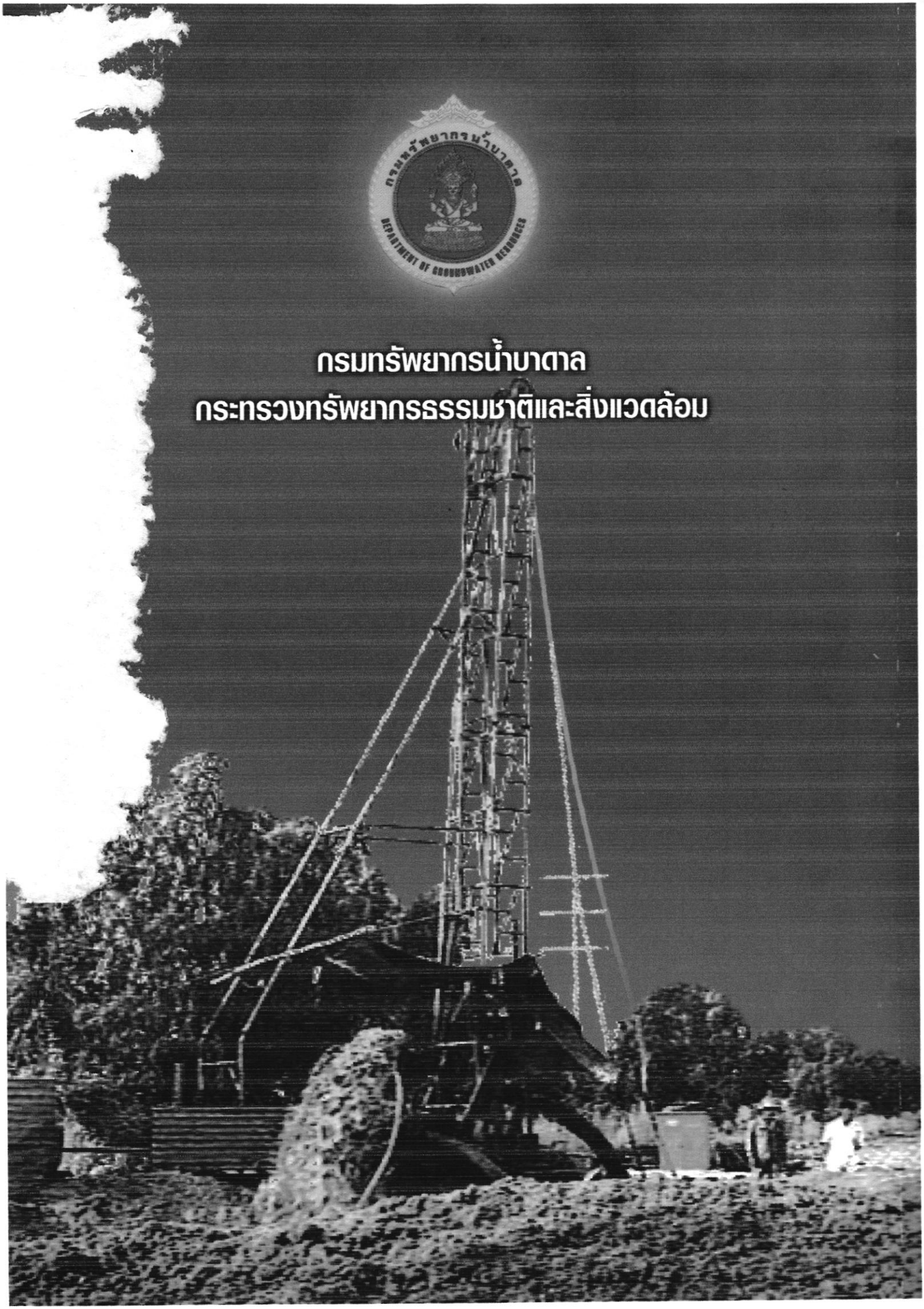
นายเกษม จันทจรูญพงษ์ อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำ รักษาราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

คณะที่ปรึกษา

1. นายณัฐวุฒิ อยู่สมบูรณ์ รักษาราชการแทน รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
2. นางสาวสมคิด บัวเพ็ง รักษาราชการแทน รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
3. นายอนันต์ เกตุเอม รักษาราชการแทน ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาน้ำบาดาล
4. นายสุพจน์ เจิมสวัสดิพงษ์ ผู้ตรวจราชการกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

คณะผู้จัดทำ

1. นายอติศักดิ์ อุ่นปิติพงษา	ประธานคณะทำงาน
2. นายรังสรรค์ วงษ์ประยูร	คณะทำงาน
3. นายสุดใจ วงชารี	คณะทำงาน
4. นายอุโรม แก้วจันทร์	คณะทำงาน
5. นายกุศล โชติรัตน์	คณะทำงาน
6. นายปมุข พลเยี่ยม	คณะทำงาน
7. นายพัฒนวิทย์ จิตต์พิทักษ์	คณะทำงาน
8. นางวราภรณ์ เศรษฐพฤกษา	คณะทำงาน
9. นายเมธีพงษ์ นารอง	คณะทำงาน
10. นายบัณฑิต ศิริขันธ์แสง	คณะทำงาน
11. นายยศไกร ศรีพัชรรุ่งเรือง	คณะทำงาน
12. นายเฉลิมพล พรประสิทธิ์	คณะทำงาน
13. นายอำนาจ เยาวสุต	คณะทำงาน
14. นายธานี กุลเศรษฐ์	คณะทำงาน
15. นายสาโรจน์ มูลลักษณ์	คณะทำงาน
16. นายอานนท์ ผงกุลา	คณะทำงาน
17. นายสมนึก จิรัฐจินดางกูร	คณะทำงาน
18. นางสาววิลาวัณย์ ไทยสงคราม	คณะทำงานและเลขานุการ



กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม