

สารบัญ

คำนำ	
สารบัญ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของระบบประปา	1
1.2 ระบบประปา	2
1.2.1 องค์ประกอบของระบบประปา	3
1.2.2 ระบบประปาชุมชน	5
1.3 จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงคุณภาพน้ำ	6
1.4 หลักการทางเคมีเบื้องต้น	8
1.4.1 น้ำหนักอะตอม (Atomic Weight)	8
1.4.2 เวเลนซี (Valency)	8
1.4.3 มวลโมเลกุล (Molecular Weight)	8
1.4.4 น้ำหนักสมมูล (Equivalent Weight)	9
1.4.5 ความเข้มข้นของสารละลาย (Solution Concentration)	9
1.4.6 ค่าคงที่ของสมดุลเคมี (Equilibrium Constant)	9
1.4.7 สารประกอบในงานน้ำประปาและน้ำเสีย	11
1.5 คำถามท้ายบท	12
บทที่ 2 คุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำ	15
2.1 คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำ	15
2.1.1 ของแข็งในน้ำ (Solids)	15
2.1.2 ความขุ่น (Turbidity)	16
2.1.3 สี (Colour)	16
2.1.4 กลิ่นและรส (Taste and Odour)	16
2.2 คุณลักษณะทางเคมีของน้ำ	17
2.2.1 กลุ่มของสารที่ไม่มีพิษต่อสิ่งมีชีวิต	17
2.2.2 กลุ่มของสารที่มีพิษต่อสิ่งมีชีวิต	21
2.2.3 คุณลักษณะอื่น ๆ	24

2.3	คุณลักษณะทางชีววิทยาของน้ำ	25
2.3.1	พวกที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic Microorganism)	25
2.3.2	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria)	25
2.3.3	พวกที่ทำให้เกิดปัญหา (Nuisance Organisms)	26
2.4	มาตรฐานคุณภาพน้ำ	27
2.4.1	การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำ	27
2.4.2	มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	27
2.4.3	มาตรฐานคุณภาพน้ำดิบเพื่อการประปา	31
2.4.4	มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม	32
2.5	คำถามท้ายบท	38

บทที่ 3	ระบบประปา	39
3.1	ข้อพิจารณาในการออกแบบระบบประปา (Design Consideration)	39
3.2	ประเภทของการใช้น้ำ (Purposes of Water Usage)	40
3.2.1	การใช้น้ำในบ้านเรือน (Domestic Use)	40
3.2.2	การใช้น้ำในเขตธุรกิจหรือร้านค้า (Commercial Use)	41
3.2.3	การใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม (Industrial Use)	41
3.2.4	การใช้น้ำเพื่อการเกษตร (Agricultural Use)	42
3.2.5	การใช้น้ำเพื่อกิจการสาธารณะ (Public Use)	42
3.2.6	การใช้น้ำที่ไม่ได้ตั้งใจ หรือน้ำที่สูญเสียน้ำ (Water Unaccounted For or Loss)	43
3.3	ปริมาณน้ำใช้ (Water Demand)	44
3.3.1	อัตราการใช้น้ำต่อวัน (Daily Consumption)	44
3.3.2	อัตราการใช้น้ำประเภทอื่น ๆ (Non-Domestic Water Consumption)	47
3.3.3	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน (Average Daily Water Consumption)	47
3.3.4	ความผันแปรของอัตราการใช้น้ำ (Variation in Water Consumption)	49
3.3.5	ขนาดของระบบประปาสำหรับการออกแบบ (Design Capacity)	50
3.4	อายุการใช้งานของระบบประปา (Design Period)	55
3.5	การทำนายจำนวนประชากร (Population Estimates)	56
3.5.1	การทำนายระยะสั้น (Short-term Estimates)	56
3.5.2	การทำนายระยะยาว (Long-term Estimates)	58

3.6	แหล่งน้ำดิบ (Sources of Water)	60
3.6.1	น้ำผิวดิน (Surface Water)	61
3.6.2	น้ำใต้ดิน (Groundwater)	63
3.6.3	การเลือกแหล่งน้ำดิบ (Selection of Water Sources)	68
3.6.4	ความจุของอ่างเก็บน้ำดิบ (Storage of Reservoir)	70
3.7	จุดรับน้ำดิบ (Raw Water Intake)	76
3.7.1	หน้าที่ของจุดรับน้ำดิบ (Functions of Water Intake)	76
3.7.2	ลักษณะของจุดรับน้ำดิบ (Types of Raw Water Intake)	77
3.7.3	การแยกชั้นของน้ำในอ่างเก็บน้ำลึก (Water Stratification in Deep Lake)	78
3.8	ระบบขนส่งน้ำ (Water Transmission System)	80
3.8.1	การไหลตามแรงโน้มถ่วง (Gravity Flow)	81
3.8.2	การไหลภายใต้แรงดัน (Pressurised Flow)	86
3.9	ระบบการจ่ายน้ำ (Water Distribution System)	99
3.9.1	วิธีการจ่ายน้ำประปา (Methods of Water Distribution)	99
3.9.2	ความจุของถังจ่ายน้ำประปา (Capacity of Distributing Reservoir)	104
3.10	การออกแบบระบบท่อจ่ายน้ำ (Design of Distribution System)	109
3.10.1	ระบบท่อจ่ายน้ำประปา (Types of Distribution System)	109
3.10.2	เกณฑ์ในการออกแบบ (Design Criteria)	110
3.10.3	การออกแบบโดยวิธีท่อสมมูล (Equivalent Pipe Method)	112
3.10.4	การออกแบบโดยวิธีของ Hardy Cross (Hardy Cross Method)	120
3.11	คำถามท้ายบท	126
บทที่ 4	ระบบผลิตน้ำประปา	129
4.1	ประเภทของระบบผลิตน้ำประปา (Types of Treatment Plant)	129
4.2	ข้อพิจารณาในการออกแบบระบบผลิตน้ำประปา	130
4.2.1	การเลือกที่ตั้งระบบผลิตน้ำประปา (Treatment Plant Site Selection)	131
4.2.2	การเลือกกระบวนการผลิตน้ำประปา (Selection of Treatment Processes)	131
4.3	การผลิตน้ำประปาจากน้ำใต้ดิน (Treatment of Groundwater)	132
4.4	การผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน (Treatment of Surface Water)	133
4.5	การเติมอากาศและกำจัดแก๊สระเหย (Aeration and Deaeration)	135

4.6	การกำจัดเหล็กและแมงกานีส (Iron and Manganese Removal)	138
4.6.1	สถานะของเหล็กและแมงกานีสในน้ำ	139
4.6.2	วิธีกำจัดเหล็กและแมงกานีสออกจากน้ำ	140
4.6.3	ระบบที่ใช้ในการกำจัดเหล็กและแมงกานีสออกจากน้ำ	142
4.7	คอลลอยด์และความขุ่น (Colloids and Turbidity)	145
4.7.1	คุณสมบัติของคอลลอยด์	146
4.7.2	การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ (Colloid Destabilisation)	149
4.8	การสร้างแกนตะกอน (Coagulation)	151
4.8.1	โคแอกกูแลนต์ (Coagulants)	151
4.8.2	โคแอกกูแลนต์เอ็ด (Coagulant Aid)	155
4.8.3	ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการสร้างแกนตะกอน	158
4.8.4	หลักของการผสม (Principle of Mixing)	158
4.8.5	ถังกวนเร็วแบบชลศาสตร์ (Hydraulic Rapid Mixer)	160
4.8.6	ถังกวนเร็วแบบเครื่องกล (Mechanical Rapid Mixer)	161
4.8.7	เครื่องกวนเร็วในเส้นท่อ (In-Line Rapid Mixer)	164
4.9	จาร์เทส (Jar Testing)	166
4.10	การรวมตะกอน (Flocculation)	168
4.10.1	ถังกวนช้าแบบให้แผงกั้น (Baffled Channel Flocculator)	170
4.10.2	ถังกวนช้าแบบเครื่องกล (Mechanical Flocculator)	178
4.11	การตกตะกอน (Sedimentation)	181
4.11.1	ทฤษฎีการตกตะกอน	182
4.11.2	การตกตะกอนในถังตกตะกอน	183
4.11.3	การออกแบบถังตกตะกอน	184
4.11.4	ทางน้ำเข้า (Water Inlet)	186
4.11.5	ทางน้ำออก (Water Outlet)	187
4.11.6	รูปร่างถังตกตะกอน	189
4.11.7	การตกตะกอนแบบท่อ (Tube Settling)	191
4.11.8	ถังตกตะกอนแบบสัมผัส (Solid Contact Clarifier)	193
4.12	การกรอง (Filtration)	198
4.12.1	กลไกในการกรองน้ำ (Filtration Mechanism)	199
4.12.2	ระบบทรายกรองเร็ว (Rapid Sand Filtration)	201

4.12.3	ระบบทรายกรองช้า (Slow Sand Filtration)	210
4.12.4	ระบบกรองด้วยไดอะตอมไมต์ (Diatomaceous Earth Filtration)	216
4.12.5	ระบบกรองโดยตรง (Direct Filtration)	220
4.13	การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)	221
4.13.1	การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน (Chlorination)	222
4.13.2	การฆ่าเชื้อโรคด้วยแก๊สโอโซน (Ozonation)	228
4.13.3	การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Light Disinfection)	229
4.14	การเติมสารเคมี (Chemical Feeding)	231
4.14.1	การเติมเป็นสารละลาย (Solution Feeding)	231
4.14.2	การเติมสารเคมีแห้ง (Dry Feeding)	232
4.14.3	การเติมในลักษณะของแก๊ส (Gas Feeding)	233
4.15	คำถามท้ายบท	234

บทที่ 5	กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำแบบพิเศษ	237
5.1	การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange)	237
5.1.1	ซีโอไลต์	239
5.1.2	เรซิน	239
5.2	การดูดติดผิว (Adsorption)	243
5.2.1	สารดูดติดผิว (Adsorbent)	244
5.2.2	การใช้งานถ่านกัมมันต์	245
5.3	การกำจัดความกระด้างในน้ำ (Water Softening)	246
5.3.1	การกำจัดความกระด้างด้วยปูนขาวและโซดาแอช	246
5.3.2	การกำจัดความกระด้างด้วยโซดาไฟ	248
5.3.3	กระบวนการกำจัดความกระด้าง	249
5.4	ออสโมซิสย้อนกลับ (Reverse Osmosis)	250
5.4.1	หลักการของออสโมซิส (Osmosis) และออสโมซิสย้อนกลับ (Reverse Osmosis)	250
5.4.2	ส่วนประกอบของระบบออสโมซิสย้อนกลับ	252
5.4.3	ปัจจัยที่มีผลต่อการกรองด้วยระบบออสโมซิสย้อนกลับ	253
5.4.4	ข้อพิจารณาในการใช้งานระบบออสโมซิสย้อนกลับ	253

5.4.5 พารามิเตอร์สำหรับการออกแบบและควบคุมระบบออสโมซิสย้อนกลับ	254
5.4.6 กระบวนการเมมเบรนแบบอื่น	255
5.5 คำถามท้ายบท	257

บทที่ 6 เครื่องสูบน้ำและท่อ **259**

6.1 ระบบสูบน้ำ (Pumping System)	259
6.1.1 ชนิดของเครื่องสูบน้ำ (Types of Pump)	260
6.1.2 กำลังของเครื่องสูบน้ำ (Pump Capacity)	262
6.1.3 กราฟแรงดันและอัตราการไหล (Head-Capacity Curve)	269
6.1.4 กราฟเสดของระบบ (System Head Curve)	270
6.1.5 ข้อพิจารณาในการเลือกเครื่องสูบน้ำ (Pump Selection Consideration)	272
6.1.6 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำเป็นชุด (Multiple Pump Systems)	276
6.2 วัสดุท่อ (Pipe Materials)	277
6.2.1 ชนิดของท่อ (Types of Pipe)	278
6.2.2 ชนิดของข้อต่อท่อ (Pipe Fittings)	281
6.2.3 การเลือกใช้งานท่อชนิดต่าง ๆ (Selection of Type of Pipes)	284
6.3 วาล์วและอุปกรณ์ท่อในระบบท่อจ่ายน้ำ (Valves and Piping Components)	285
6.4 การกัดกร่อนของท่อ (Pipe Corrosion)	290
6.4.1 การควบคุมการกัดกร่อนของท่อ (Pipe Corrosion Control)	290
6.4.2 การกัดกร่อนของท่อคอนกรีต (Corrosion of Concrete Pipe)	291
6.5 คำถามท้ายบท	292

บทที่ 7 การแก้ปัญหาในทางปฏิบัติของผู้ใช้น้ำ **295**

7.1 สาเหตุที่น้ำประปาไหลอ่อน	295
7.2 การแก้ปัญหาน้ำประปาไหลอ่อนของผู้ใช้น้ำ	296
7.2.1 วิธีแก้ปัญหากรณีน้ำประปาไหลอ่อนตลอดเวลา	296
7.2.2 วิธีแก้ปัญหากรณีน้ำประปาไหลอ่อนเป็นบางเวลา	299
7.2.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	300
7.3 ถังเก็บน้ำสำรอง	300
7.4 ถังน้ำแรงดัน	302
7.5 คำถามท้ายบท	303

บทนำ

สารบัญ

เนื้อหาในเล่มนี้... (The text in this section is extremely faint and illegible, appearing to be a preface or introduction.)

ชื่อ
8 น.อ. 54

ทวีศักดิ์ วัจไพศาล

วิศวะกรรมกรประปา / ทวีศักดิ์ วัจไพศาล

1. ประปา.

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



1110013557

628.14

ISBN 978-974-03-2841-4

สหพ. 1544



สรรคุณคำวิชาการ ผู้สังคม
www.ChulaPress.com
Knowledge to All

เลขหมู่ 628.14
ท 17
2554
เลขทะเบียน 1857๗
วันที่ 09/พ.ย./2554
113324

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 2,000 เล่ม พ.ศ. 2554

การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้นต้องได้รับ
อนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้จัดจำหน่าย ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

สาขา

ศาลาพระแก้ว โทร. 0-2218-7000-3 โทรสาร 0-2255-4441

สยามสแควร์ โทร. 0-2218-9881-2 โทรสาร 0-2254-9495

ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก โทร. 0-5526-0162-4 โทรสาร 0-5526-0165

ม.เทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา โทร. 0-4421-6131-4 โทรสาร 0-4421-6135

ม.บูรพา จ.ชลบุรี โทร. 0-3839-4855-9 โทรสาร 0-3839-3239

โรงเรียนนายร้อย จปร. จ.นครนายก โทร. 0-3739-3023 โทรสาร 0-3739-3023

จัตุรัสจามจุรี (CHAMCHURI SQUARE) ชั้น 4 โทร. 0-2160-5301-2 โทรสาร 0-2160-5304

รัตนานิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9 โทรสาร 0-2950-5405

Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433 <http://www.chulabook.com>

เครือข่าย

ศูนย์หนังสือ ม.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย โทร. 0-5391-7020-4 โทรสาร 0-5391-7025

ศูนย์หนังสือ ม.วลัยลักษณ์ จ.นครศรีธรรมราช โทร. 0-7567-3648-51 โทรสาร 0-7567-3652

ร้านหนังสือบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) รามคำแหง 43/1 โทร. 0-2538-2573 โทรสาร 0-2539-7091

ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ โทร. 0-5377-6000

ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี โทร. 0-4535-3140, 0-4528-8400-3 ต่อ 1803
โทรสาร 0-4535-3145

ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี โทร. 0-7735-5466, 0-7791-3333
โทรสาร 0-7735-5468

ศูนย์หนังสือโรงเรียนเทคโนโลยีไออาร์พีซี จ.ระยอง โทร. 0-3889-9130-2 ต่อ 331 โทรสาร 0-3889-9130 ต่อ 301

ร้านค้า, หนังสือเข้าชั้นเรียน ติดต่อแผนกขายส่ง สาขารัตนานิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9 โทรสาร 0-2950-5405

กองบรรณาธิการ : จุฑามาศ ตั้งจิตพิสัย

พิสูจน์อักษร : ปุณณิสา บุญเปี่ยม

ออกแบบปกและรูปเล่ม : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ขอบและท่า โทร. 0-2447-2464, 08-1642-0419

พิมพ์ที่ : บริษัท วี.พี.เอ็นท์ (1991) จำกัด โทร. 0-2451-3010 โทรสาร 0-2451-3014

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี