

● 教、学、做一体化教材

国家示范院校重点建设专业

给排水工程技术专业课程改革系列教材

给排水工程运行 与管理

◎ 主 编 胡 昊
◎ 副主编 李 涛 洪 林 张思梅
◎ 主 审 满广生 汤 峰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

● 教、学、做一体化教材

国家示范院校重点建设专业

给排水工程技术专业课程改革系列教材

给排水工程运行 与管理

-
- ◎ 主 编 胡 昊
 - ◎ 副主编 李 涛 洪 林 张思梅
 - ◎ 主 审 满广生 汤 峰

内 容 提 要

本教材为国家示范建设专业——给排水工程技术专业课程系列教材之一，作者本着高职高专教育特色，依据国家示范院校重点建设专业人才培养方案和课程建设的目标和要求，按照校企专家多次研究讨论后制定的课程标准进行编写。

本教材包括6个学习项目，分别是：给水管网运行与管理、给水厂运行与管理、排水管网运行与管理、污水厂运行与管理、中水工厂运行与管理、建筑给排水管网管理与维护。

本教材突出高职高专教育特色，加大实训运用力度，基础内容具有系统性、全面性，具体内容具有针对性、实践性，满足专业特点和要求。

本教材为给排水工程技术专业的教学用书，也可作为土建类相关专业和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

给排水工程运行与管理 / 胡昊主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010.3

(国家示范院校重点建设专业、给排水工程技术专业课程系列教材)

ISBN 978-7-5084-7335-2

I. ①给… II. ①胡… III. ①建筑工程: 给水工程—高等学校: 技术学校—教材②建筑工程: 排水工程—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TU82

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第038538号

书 名	国家示范院校重点建设专业 给排水工程技术专业课程系列教材 给排水工程运行与管理
作 者	主 编 胡 昊 副主编 李 涛 洪 林 张思梅 主 审 满广生 汤 峰
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 14.25印张 347千字
版 次	2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前言

水是生命之源，是城市发展的血液，维系着城市人民生存和社会经济发展的命脉。随着人口的增长，经济的发展，世界用水量在大幅度增长，同时污水的排放量与日俱增，水污染严重使可供利用的水资源减少，更加重了水资源的供需矛盾。目前，全球性的水污染问题对人类的生存和经济发展构成了越来越严重的威胁，防治水体恶化，保护水资源，可持续发展的道路已成为人类共同追求的目标。水资源短缺和水环境污染使我国水工业面临双重压力，严重制约着我国社会经济的发展。

水在自然界中是唯一不可替代的资源，也是唯一可以重复利用的资源。科学用水和排水是人类社会发展史上最重要的社会活动和生产活动内容之一，特别是随着人类居住和生产的城市化进程，给排水工程已经发展成为城市建设和工业生产的重要基础设施，成为人类生命健康安全和工农业科技与生产发展的基础保障。因此，大力发展给排水工程；净化水质，控制水污染，保障城市供水的水量、水质、水压；强化给排水工程的运行控制与管理；提高给排水工程的运行效率、安全可靠性和最大限度地降低运行、维护和管理费用；解决城市水资源危机；使水资源实现良性社会循环；实现经济、环境、社会效益的三统一，具有重要的现实意义。

本教材是依据国家示范院校重点建设专业——给排水工程技术专业的人才培养方案和课程建设目标、要求进行编写的。本专业的课程改革是基于工作过程为导向，以项目为载体进行的。人才培养方案和课程重构建设方案由校企等多方面的专家经过多次研讨论证形成。根据课程教学基本要求，按照以学习情境代替学科为框架体系的编排结构，在教材风格上形成理论与实践相结合的鲜明特色。与以往教材对比，本教材理论知识本着适度的原则，在此基础上大幅度增加实训内容，着重培养学生解决工程实际问题的能力。

本教材由安徽水利水电职业技术学院胡昊任主编，编写人员及分工为：安徽水利水电职业技术学院李涛（学习项目1、学习项目3），胡昊（学习项目2、学习项目4），张思梅（学习项目5），洪林（学习项目6）。本教材由安徽水利水电职业技术学院满广生副教授、合肥市供水集团汤峰高工任主审。

在编写过程中，有关院校和单位的同行对本书提出了许多宝贵意见和热情协助，尤其得到了合肥市供水集团的大力支持，在此一并表示感谢。限于作者水平，书中难免存在欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2010年1月

前言

学习项目 1 给水管网运行与管理	1
学习情境 1.1 给水工程概述	1
学习情境 1.2 取水水源与构筑物运行与管理	4
1.2.1 取水水源运行与管理	4
1.2.2 取水构筑物的运行与管理	5
学习情境 1.3 输配水管网运行与管理	11
1.3.1 管材、附件和附属构筑物	11
1.3.2 管网技术资料	16
本项目学习小结	23
思考题与习题	23
学习项目 2 给水厂运行与管理	24
学习情境 2.1 混凝工艺的运行与管理	24
2.1.1 混凝工艺概述	24
2.1.2 混凝工艺运行控制与管理	32
2.1.3 混凝工艺常见故障原因分析与对策	35
学习情境 2.2 沉淀工艺的运行与管理	36
2.2.1 沉淀工艺概述	36
2.2.2 沉淀工艺运行控制与管理	39
2.2.3 沉淀工艺常见故障原因分析与对策	41
学习情境 2.3 过滤工艺的运行与管理	41
2.3.1 过滤工艺概述	41
2.3.2 滤池工艺运行控制与管理	50
2.3.3 滤池常见故障原因分析与对策	52
学习情境 2.4 消毒工艺的运行与管理	54
2.4.1 消毒工艺概述	54
2.4.2 加氯消毒工艺运行控制与管理	56
2.4.3 其他消毒方法	58
学习情境 2.5 水质分析、检测与给水厂的自动化控制	60
2.5.1 水质分析与检测	60
2.5.2 给水的自动化控制	63

学习情境 2.6 给水厂运行保养、维护与检修	66
2.6.1 供水设施的保养、维护与检修	66
2.6.2 主要机电设备的保养、维护与检修	69
2.6.3 仪器仪表保养、维护与检修	71
本项目学习小结	73
思考题与习题	73
学习项目 3 排水管网运行与管理	75
学习情境 3.1 排水工程概述	75
3.1.1 城市排水系统	75
3.1.2 工业废水的厂内治理与城市污水的集中处理	76
3.1.3 城市污水处理的基本方法	76
3.1.4 城市污水处理的基本工艺	77
3.1.5 几种典型工艺流程	78
学习情境 3.2 排水管网系统材料与附属构筑物	78
3.2.1 排水管渠的材料及接口	78
3.2.2 排水管渠系统的附属构筑物	80
学习情境 3.3 排水管网系统运行与管理	82
3.3.1 管理和养护的任务	82
3.3.2 排水管渠的疏通	82
3.3.3 排水管渠的修理	84
本项目学习小结	84
思考题与习题	84
学习项目 4 污水厂运行与管理	85
学习情境 4.1 预处理系统的运行与管理	85
4.1.1 格栅的运行控制与管理	85
4.1.2 沉砂池的运行控制与管理	87
4.1.3 污水泵站的运行控制与管理	89
4.1.4 预处理系统对后续工艺的影响	91
学习情境 4.2 初沉池的运行与管理	91
4.2.1 初沉池工艺概述	91
4.2.2 初沉池工艺参数控制与管理	92
学习情境 4.3 活性污泥处理系统的运行与管理	95
4.3.1 活性污泥法工艺概述	95
4.3.2 活性污泥工艺种类	102
4.3.3 活性污泥系统工艺运行控制与管理	105
4.3.4 活性污泥的培养驯化	114
4.3.5 活性污泥工艺的常见故障原因分析与对策	116

学习情境 4.4 生物膜法处理系统的运行与管理	122
4.4.1 生物膜法工艺概述	122
4.4.2 生物膜的培养驯化	122
4.4.3 生物滤池工艺的运行控制与管理	124
4.4.4 生物转盘工艺的运行控制与管理	129
学习情境 4.5 污泥处理与处置系统的运行与管理	132
4.5.1 污泥浓缩工艺的运行控制与管理	133
4.5.2 污泥厌氧消化工艺的运行控制与管理	135
4.5.3 污泥脱水工艺的运行控制与管理	138
4.5.4 污泥的资源化利用	142
学习情境 4.6 污水厂处理系统运行效果检测与自动化控制	144
4.6.1 实验室的配备	144
4.6.2 检测项目、方法与频率	144
4.6.3 污水厂的自动化控制	146
学习情境 4.7 污水厂运行保养、维护与检修	152
4.7.1 污水厂处理设施的保养、维护与检修	153
4.7.2 主要机电设备的保养、维护与检修	157
4.7.3 仪器仪表保养、维护与检定	160
本项目学习小结	161
思考题与习题	161
学习项目 5 中水工厂运行与管理	163
学习情境 5.1 常见中水处理工艺与设备	163
5.1.1 中水处理工艺	163
5.1.2 中水处理技术	165
5.1.3 中水处理设备	166
学习情境 5.2 常见中水处理工艺运行与管理	166
5.2.1 混凝工艺	166
5.2.2 过滤工艺	167
5.2.3 活性炭吸附工艺	168
5.2.4 膜分离技术	169
5.2.5 消毒工艺	170
学习情境 5.3 中水管道系统管理与维护	171
5.3.1 中水原水集水管道系统	171
5.3.2 中水供水管道系统	172
5.3.3 中水系统的安全防护	172
本项目学习小结	172
思考题与习题	173

学习项目 6 建筑给排水管网管理与维护	174
学习情境 6.1 建筑给水管网管理与维护	174
6.1.1 给水系统和给水方式	174
6.1.2 升压设备	177
6.1.3 水表	181
6.1.4 室内给水系统的设置、维修和管理	184
6.1.5 消防给水	191
学习情境 6.2 建筑排水管网管理与维护	194
6.2.1 室内排水系统的分类和组成	194
6.2.2 室内排水管道的设置及检修	196
6.2.3 卫生器具	200
学习情境 6.3 泵房的管理与维护	210
6.3.1 离心水泵的基本构造和工作原理	210
6.3.2 离心水泵的基本参数	211
6.3.3 离心水泵的引水设备	212
6.3.4 离心水泵的布置	213
6.3.5 水泵的运行与管理	215
本项目学习小结	218
思考题与习题	218
参考文献	219

学习项目 1 给水管网运行与管理

学习目标：学生通过本学习项目的学习，能够了解给水工程的概况；掌握取水水源与构筑物运行与管理的方法；熟练掌握输配水管网运行与管理技能。

学习情境 1.1 给水工程概述

我国水资源严重短缺，而人口增加、工农业生产发展需水量的日益提高，且对水质标准要求越来越高，这就更需要加强对给水工程的各个子系统的运行与管理。整个给水工程或给水系统是包括水源取水工程、给水管网工程、给水处理工程三部分。

(1) 水源取水工程。包括水资源（如江河、湖泊、水库、海洋等地表水资源，潜水、承压水和泉水等地下水资源，复用水资源）、取水设施、提升设备和输水管渠等。

(2) 给水管网工程。包括输水管渠、配水管网、水压调节设施（泵站、减压阀）及水量调节设施（清水池、水塔等）等，又称为输水与配水系统，简称输配水系统或输配水工程。

(3) 给水处理工程。包括各种采用物理、化学、生物等方法的水质处理设备和构筑物。生活饮用水一般采用反应、絮凝、沉淀、过滤和消毒处理工艺和设施；工业用水一般有冷却、软化、淡化、除盐等工艺和设施。

其中水质问题是给水工程目前需解决的科技难题。下面就给水处理对象、目的、基本原则、方法与工艺流程作简要介绍。

1. 给水处理对象

本书所讲的给水处理对象仅限于天然淡水水源，主要有来自地表的江河水、湖泊水和水库水、地下水（井水）等三大类。

江河水是降水经地面径流汇集而成的，是敞开流动的水体，其水质受地区、气候、生物活动以及人类活动的影响而有较大的变化。江河水一般均夹带有泥沙悬浮物而有浑浊度，从数十到数百度，随季节变化很大；河水的盐浓度一般在 $100\sim 200\text{mg/L}$ ，一般不超过 500mg/L ，某些内陆河流也可达到很高的矿化度；河水中各主要离子的比例，一般是 $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ ；河水一般情况下是一种含碳酸水类型的水质体系，化学成分有一定的稳定性。

湖泊水是由河流及地下水补给而成的，它的水质与补给水水质、气候、地质及生物等条件有密切关系，同时流入和排出的水量、日照和蒸发强度等也在很大程度上影响湖水的水质；水库水实际上是一种人造湖，其水质也与流入的河水水质和地质特点有关，但最终会形成与湖泊相似的稳定状态。

地下水是由降水经过土壤地层的渗流而形成的。地下水水质悬浮物质含量少、水比较清澈透明、有机物和细菌含量较少、受地面污染的影响小、溶解盐含量高、硬度和矿化度



较大，水温基本保持稳定。地下水按其深度可以分为表层水、间层水和深层水，水层越深，地下水的特征就越明显。表层水是不透水层以上的地下水，受外界的影响比较大；间层水是指不透水层以下的中层地下水，受外界的影响较小，水质成分稳定，具有明显的地下水特征，一般较大的供水水源或深井取水都是利用此类水层；深层水是指与外界完全隔绝的地下水层，一般有很高的矿化度或特种盐类。

2. 给水处理目的

去除或降低原水中的悬浮物质、胶体、细菌、微生物及其他有害杂质，使处理后的水质满足用户需要和要求。

3. 给水处理基本原则

(1) 充分利用现有技术、方法和手段来净化水质，一般遵循先易后难、先简后繁的原则，即先去除容易去除的物质，然后再去除难去除的物质，先采用简单的方法然后再采用复杂的方法。

(2) 应采用尽可能低的工程造价建造水处理构筑物及建筑物。

(3) 应采用合理的工艺流程，在达到水质要求的条件下，尽量降低运行成本。

4. 给水处理方法

给水处理通常采用的方法有：

(1) 自然沉淀。去除水中粗大颗粒杂质。

(2) 混凝沉淀。使用药剂、泥淀或澄清去除水中胶体、悬浮物等杂质。

(3) 过滤。使水通过细孔型滤料层，截留前述工艺单无剩余细微杂质。当原水水质较好时，可不经沉淀，直接加药、混凝、过滤（称为接触过滤法），去除水中胶体及悬浮物。

(4) 消毒。杀灭水中细菌和病毒，保证用水的卫生和安全。

(5) 软化。降低水中硬度，减少 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等，使水质软化。

(6) 除铁除锰，去除地下水中过量铁锰，改善水质。

5. 给水处理工艺流程

影响给水处理工艺流程选择的因素主要有原水水质、处理后水应达到的水质要求、处理规模——水量及技术经济指标等。选择水处理工艺流程时，最好参考条件相近的水处理厂的运行经验。在确定工艺流程过程中，常会遇到同时有几个方案都能达到目的的情况，此时需要进行技术经济比较，择优选用。

以地表水为水源时，生活饮用水处理通常采用混合、絮凝、沉淀（澄清）、过滤和消毒的工艺流程；以地下水为水源的生活用水，处理工艺通常比较简单，依水质确定工艺环节；特殊原水水质（如含藻、含铁锰、微污染水）为水源时，则需要特殊处理。

(1) 一般水源净化处理工艺流程。一般水源是指原水水质基本符合 GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》规定的水源，其净水工艺流程及适用条件如下：

1) 原水—简单处理（筛网隔滤或消毒）。此工艺适用于水质好或水质要求不高的情况下，如冷却用水。

2) 原水—混凝、沉淀或澄清。此工艺适用于进水悬浮物浓度小于 $2000\sim 3000\text{mg/L}$ ，短时间允许 $5000\sim 10000\text{mg/L}$ ，出水浊度约为 $10\sim 20\text{NTU}$ 的情况，一般用于水质要求不高的工业用水。

3) 原水—接触过滤—消毒。此工艺适用于：①浊度、色度较低的湖泊和水库水；



②进水浊度小于 50NTU，水质稳定变化小且无藻类繁殖情况。

4) 原水—混凝、沉淀(澄清)—过滤—消毒。此工艺是一般地表水水处理厂广泛采用的常规处理流程。当进水悬浮物浓度小厂 3000mg/l，出水浊度小于 3NTU 时常采用。低浊度无污染的水可不加絮凝剂或跨越沉淀直接过滤。含藻、低温低浊水处理时沉淀工艺可采用气浮池或浮沉池。

(2) 高浊度水处理工艺流程。高浊度水一般浊度高，含沙最大，砂峰持续时间较长，其所用工艺主要是加强预沉，可供选择的工艺流程如下：

- 1) 原水—预沉—混凝沉淀(澄清)—过滤—消毒。
- 2) 原水—沉沙池—混凝沉淀(澄清)—过滤—消毒。
- 3) 原水—调蓄池—混凝沉淀(澄清)—过滤—消毒。
- 4) 原水—混凝沉淀(澄清)—沉淀调蓄池—过滤—消毒。
- 5) 原水—混凝沉淀(澄清)—沉淀调蓄池—过滤—消毒—清水调蓄水池。

上述工艺的适用条件说明如下：

1) 工艺中二级沉淀(澄清)工艺适用于含砂量大，砂峰持续时间长的原水。
2) 预沉后原水含砂量应降到 1000m/L 以下。
3) 在采用沉砂池、人字形折板絮凝池和组合沉淀池(平流沉淀池分为两段，前段平流区完成初沉，后段设为斜管沉淀)进水悬浮物浓度 1000mg/L 时，出水浊度一般在 10~15NTU 以下。

4) 高浓度水处理沉淀(澄清)池池型选择：一级沉淀构筑物，大中水厂用辐流式沉淀池、水力循环澄清池；二级沉淀构筑物，大水厂一般用组合沉淀池，中小水厂多采用机械搅拌澄清池。

5) 中小型水厂有时在滤池后建造清水调蓄池以适应用水量变化。

6) 对沉淀池排泥问题，若地形允许，采用重力流大口径直管就近排泥；限于地形无法重力排泥时，可采用泥浆泵压力排泥。

(3) 含藻水处理工艺流程。水库、湖泊水原水往往浊度较低、含藻较高。在除浊的同时还要考虑除藻，其常见的净水工艺流程及适用条件如下：

- 1) 原水—气浮—过滤—消毒。
- 2) 原水—微滤—接触过滤—消毒。
- 3) 原水—微滤—微絮凝接触过滤—消毒。

上述 3 种工艺主要用于低温原水，进水浊度小于 100NTU 的情况。

4) 原水—混凝—气浮—过滤—消毒。此工艺适用于以富营养型湖泊、水库水为水源，且浑浊度常年小于 100NTU 的原水。

5) 原水—混凝—直接过滤—消毒。此工艺以贫—中营养或中—富营养型湖泊、水库为水源，且浊度小于 20NTU 的原水。

6) 原水—杀藻—混凝沉淀(澄清)—过滤—消毒。此工艺用于一般原水。

(4) 除铁、除锰水处理工艺流程。当水中铁、锰含量超过现行 GB 5749—2006 的规定或超过工业用水水质要求时，应对原水进行除铁、除锰处理。除铁、除锰净水工艺流程及适用条件如下：

1) 原水曝气—接触氧化过滤。当原水只含铁不含锰时采用该工艺，但要求曝气后水



的 pH 值在 6.0 以上。

- 2) 原水曝气—氧化—过滤。要求曝气后水的 pH 值在 7.0 以上。
- 3) 原水曝气—混凝—过滤。适用于原水含铁、锰量不很高的地下水。
- 4) 原水曝气—混凝—沉淀—过滤。适用于地表水含铁、锰又需要去除浊度时采用。
- 5) 原水曝气—单级过滤。适用于原水含铁、锰量高于标准不大情况。
- 6) 原水曝气—一次过滤除铁—二次过滤除锰。适用于原水含铁高，含锰不高的情况。
- 7) 原水曝气—一次过滤除铁—曝气—二次过滤除锰。适用于原水含铁、锰量均较高的情况。

(5) 微污染水源水处理工艺流程。根据水源水质的具体情况，对于微污染水源水可选择下列工艺流程，作为给水处理工艺：

- 1) 原水—生物预处理—混凝沉淀—过滤—消毒。
- 2) 原水—生物预处理—混凝沉淀—过滤—活性炭吸附—消毒。
- 3) 原水—混凝沉淀—生物处理—过滤—消毒。
- 4) 原水—混凝沉淀—生物处理—过滤—活性炭吸附—消毒。
- 5) 原水—预臭氧氧化—生物处理—混凝沉淀（气浮）—过滤—颗粒活性炭（GAC）吸附—消毒。
- 6) 原水—预臭氧氧化—生物处理—混凝沉淀（气浮）—过滤—消毒。

当水源水浊度和色度较低时，可选择工艺 1)；如果需要更好的水质，可选择工艺 2)；当水的浊度和色度较高时，可选择工艺 3) 或工艺 4)；对于富营养化水源水，当其藻类数量不是很高、致变活性较强时，可选择工艺 2)；如水的致变活性不强时，可选择工艺 1)；当水中藻类数量很高、致变活性较强时，可选择工艺 5)；如水的致变活性不强时，可选择工艺 6)。

学习情境 1.2 取水水源与构筑物运行与管理

1.2.1 取水水源运行与管理

1.2.1.1 地表水源的管理

1. 水量管理

(1) 认真观察和记录取水口附近河流流量的水位，每日一次；洪水期间适当增加次数。对江河水源可由当地水文部门协助测量，对湖泊和水库水源，可请当地水文部门协助测量，测绘出水位—水库关系曲线，并在水塔附近设立水位标尺，根据水位变化，推算出进水量、出水量和库容。

(2) 记录当天总取水量和取水流量。

(3) 记录当天气温和降雨情况。

(4) 水库（湖泊）水源还应增加观测记录进水量、出水量和库容。

(5) 防汛期间应及时了解上游水文变化和洪水情况。

(6) 地表水水源的水量管理由进水泵房或取水设施值班人员负责观察和记录，每月由厂部主管生产技术人员汇总，每年有专人对所有资料整理与分析。

(7) 进行一次分析整理，绘制河水流量与水位的变化曲线，寻求对策。



2. 水质管理

(1) 认真分析和记录取水口附近,河(湖)水的浊度、pH 值及水温,每日一次,在水质变化频繁的季节要适当增加分析次数和内容。

(2) 每月或每季度对取水口附近的河(湖)水水质选择有代表性的几个重要理化指标进行一次常规分析,分析项目有:浊度、色度、臭和味、肉眼可见物、叫值、总碱度、氨氮、亚硝酸氨、硬度、溶解氧、耗氧量、细菌总数、大肠菌群、水库和湖泊水源要增加氮、磷等项目的监测。

(3) 每季或每半年对取水口附近河(湖)水按 GB 5749—2006 规定的所有项目进行一次全分析。

(4) 每年应对取水口上游进行水源污染调查。

(5) 水库与湖泊水源每 3 个月还要对不同深度的水温和浊度进行一次检测,并要分析检测藻类与浮游生物含量,在水质变化频繁季节,适当增加检测次数。

(6) 每日的浊度、pH 值及水温可由进水泵房或进水操作人员进行常规分析,全分析由厂化验室进行,如无化验条件的可以委托当地卫生部门或其他有条件的水厂进行。

(7) 整理与分析所有分析资料,应由专人进行分析、整理。发现异常情况,应立即即分析研究,查找原因,寻求对策。每年都要写出水质分析的书面总结,所有资料应当存档保存。

1.2.1.2 地下水源的管理

地下水源的管理基本同地表水源的管理,但尚有其特殊性。

1. 水量管理

(1) 记录每天出水量,井内水位、水温。

(2) 经常了解其他周围水井水位变化,研究由于抽水造成的地下水位降漏斗的范围。

(3) 靠近河水附近取水的地下水源要观察河水流量与水位变化对地下水源取水量的影响,通过观察了解和分析,及时预测取水量可能发生的变化趋势。

2. 水质管理

水质管理同地表水源水质管理。

每日做一次细菌项目分析,每月做一次常规分析,每年做一次全分析,同时,应严格做好水源的卫生防护工作。

1.2.2 取水构筑物的运行与管理

取水构筑物是给水工程的重要组成部分之一,它的任务是从水源取水并送至水厂或用户。取水构筑物可分为地下水取水构筑物和地表水取水构筑物。

1.2.2.1. 地下水取水构筑物分类

由于地下水类型、埋藏深度、含水层性质等各不相同,开采和取集地下水的方法和取水构筑物形式也各不相同。常见的取水构筑物有管井、大口井、辐射井、复合井及渗渠等。其中以管井和大口井最为常见,大口井井径 2~10m,常用 3~6m,井深在 20m 以内,常用 6~15m。大口井广泛应用于取集浅层地下水,地下水埋深通常小于 10m,含水层厚度在 5~15m 之内。管井井径 50~1000mm,常用 150~600mm,井深 20~1000m,常用 300m 以内。管井用于开采深层地下水。渗渠直径 450~1500mm,常用 600~1000mm,埋深在 10m 以内,常用 4m。渗渠可用于取集含水层厚度在 4~6m、地下水埋



深小于 8m 的浅层地下水。辐射井是由集水井和若干水平铺设的辐射形集水管组成。集水井直径 4~6m, 辐射管直径 50~300mm, 常用 75~150mm, 集水井井深常用 3~12m。辐射井一般用于取集含水层厚度较薄而不能采用大口井的地下水。复合井是大口井与管井的组合, 适用于地下水位较高、厚度较大的含水层。

地下水取水构筑物的位置主要取决于水文地质条件、地质环境和用水要求, 应选择在水质良好, 不宜受污染的富水地段; 应尽可能靠近主要用水区; 应有良好的卫生防护条件, 为避免污染, 城市生活饮用水的取水点应设在地下水的上游; 应考虑施工、运箍、维护管理方便, 不占或少占农田。

1.2.2.2 地下水取水构筑物的运行与管理

1. 管井

(1) 管井的运行巧管理。管井使用得合理与否, 将影响其使用年限。生产实践表明, 很多管井由于使用不当, 出现出水量衰减、涌砂、甚至导致早期报废。管井使用应注意下列问题:

1) 抽水设备的出水量应小于管井的出水能力, 并使管井过滤器表面进水流速小于允许进水流速, 否则, 有可能产生出水含砂量增加。破坏含水层渗透稳定性。

2) 违立管井使用卡制度。每口管井都应有使用卡。使值班或巡视人员逐日按时记录水井的出水量、水位、出水压力和电动机电流、电压、温度, 据以检查、研究出现异常现象的问题, 以便及时处理。为此, 管井应安装水表及观测水位的装置。

3) 严格执行必要的管井、机泵的操作规程和维修制度: 如深井泵运行应遵守预润手续, 及时加注机泵润滑油等, 机泵必须定期检修、水井也要及时清理沉淀物。必要时还要进行洗井, 以恢复其出水能力。

4) 对于季节性供水的管井, 在停运期间, 应定期抽水、以防长期停用使电动机受潮和加速井管腐蚀巧沉积, 对于地下式井室的管井和高矿化度地下水的地区, 更应注意这一情况。

5) 管井周围应按卫生防护要求, 保持良好的卫生环境和进行绿化。

(2) 管井出水量减少原因及其恢复措施。管井在使用过程中, 往往会有出水量减少现象, 通常有管井本身和水源两方面的原因。

1) 属于管井原因, 除抽水设备故障外。一般多为过滤器或其周围填砾、含水层填塞造成的, 主要有以下 4 种情况。

a. 过滤器进水孔尺寸选择不当、缠丝或滤网腐蚀破裂、井管接头不严或错位、井断裂等原因, 使砂粒、砾石大量涌入井内, 造成堵塞。

b. 过滤器表面及周围填砾、含水层被细小泥砂堵塞。

c. 过滤器及周围填砾、含水层被腐蚀胶结物和地下水中析出的盐类沉淀物填塞。

d. 因细菌繁殖造成堵塞。

属于 a. 的堵塞, 应更换过滤器, 或修补封闭漏砂部位, 弹力套筒补井是一种较好补井方法。此法是将 2mm 厚钢板卷成长度 3~5m (视补井需要) 的开口套筒, 然后将套筒卷紧, 安置在特制的紧固器上, 送入井下预定位置。最后松开紧固器, 套筒则借自身弹力张开, 紧紧贴在井管上, 达到封闭目的。

属于 b. 的堵塞可用下列方法: ①用安装在钻杆上的钢丝刷, 在过滤器内上下拉动,



清除过滤器表面上的泥沙；②活塞洗井；③压缩空气洗井。

属于 c. 的情况系化学性的堵塞、地下水含有盐类，是天然的电解质，浸在其中的金属过滤器必然产生程度不同的电化学腐蚀。此外，地下水溶解有钙、镁等盐类，也会沉积于过滤器及其周围的含水层，形成不透水的胶结层。上述化学性堵塞除在设计管井时考虑相应的措施外，在维护中可用酸洗法来清除。常用浓度为 18%~35% 的工业盐酸清洗，为防止酸液侵蚀过滤器及注酸设备，应加入缓蚀剂（甲醛的水溶液），洗毕，应立即抽水，防止酸洗剂的扩散，以保证湖水水质。

应该注意，注酸洗井必须严格按操作规程进行，以保证安全。

属于 d. 的情况，可用氯化法或酸洗法使其缓解。

2) 属于水源方面引起管井湖水减少的原因有：

a. 地下水位区域性下降，使管井湖水减少。应调整现有抽水设备的安装高度，必要时需改建取水井，使之适应新的水文地质情况。

b. 含水层中地下水的流失。地下水流失可能是地震、矿坑开采或其他自然与人类活动的结果，使地下水流入其他透水层、矿坑或其他地点。

(3) 增加管井出水量的措施。

1) 真空井法。在井孔抽水时，将管井全部或部分密闭，使管井处于负压下进水（实质上是增加水位降落值）、以达到增加出水量的目的。

2) 爆破法。在坚硬裂隙岩溶含水层中取水时，常因孔隙、裂隙、溶洞发育不均匀，影响地下水的流动，从而影响水井的出水量。在这种情况下，采用井中爆破法处理，能增强含水层的透水性。

这种方法通常是将炸药和雷管封置在专用的爆破器内，用钢丝绳悬吊在井中预定位置，用电起爆。当含水层很厚时，可以自下而上分段进行爆破。爆破的岩石、碎片用抽筒或压缩空气清理出井外。

应该指出，爆破法不是对所有含水层都有效，如在松软岩层中不很适合。爆破前，必须进行含水层岩性、厚度和裂隙溶洞发育程度等情况分析，拟定爆破计划。

3) 酸处理法。对于石灰岩地区的管井可采用注酸的方法，以增大或串通石灰岩裂隙或溶洞，增加出水量。注酸管用封闭塞在含水层上端加以封闭。注酸后即以 980Pa 以上的压力水注入井内，使酸液渗入岩层裂隙中，注水时间约 2~3h 左右。酸处理后，应及时排除反应物，以免沉淀在井孔内及周围的含水层中。

2. 大口井

(1) 大口井的运行与管理。大口井的运行和管理基本上与管井相同，可参考管井的相应部分。另外，还应注意以下两点：

1) 应均匀取水。大口井在运行中应均匀取水，最高时开采水量不应大于设计允许的开采水量。在使用的过程中应严格控制出水量，由于大口井在丰水期和枯水期的出水量变化幅度较大，所以在枯水期更要杜绝过量开采的产水方式，否则，很容易破坏滤层结构，导致井内大量涌砂，直至造成大口井报废。

2) 防止水质污染。大口井一般集取浅层地下水，应加强防止井周围地表水的侵入。井口、井筒的防护构造应定期维护；在地下水影响半径范围内，注意污染观测；严格按照水源卫生防护的规定制订卫生管理制度；保持井内良好的卫生环境，经常换气并防止井壁



微生物生长。

(2) 增加大口井出水量的措施。

1) 降低水泵标高, 使用多年的大口井, 往往遇到井内动水位下降、水泵吸水扬程增加、效率降低、出水量相应减少等现象, 若有条件将水泵下降, 可以改善水泵的工作条件, 恢复一定的出水量。

2) 重新铺设井底反滤层。对由于井底反滤层铺设不当或已造成井底严重淤积的大口井, 应采取重新铺设反滤层的办法以加大出水量。铺设时要先将地下水位降低, 将原有反滤层全部挖出, 彻底清洗并补充滤料, 严格控制径粒规格和层次排列, 保证施工质量。

3) 清理井壁进水孔, 换填井壁周围的反滤层。一般在井壁外堆填砾石粒径为 80~150mm; 外面填三层反滤料, 最外层粒径为 2~4mm, 中间层为 10~20mm, 内层为 50~80mm。

3. 渗渠

(1) 渗渠的运行与管理。渗渠的管理与管井、大口井的管理有共同之处, 另外还应注意以下几点:

1) 掌握渗渠出水量的变化规律, 渗渠的出水量与河流流量的坐化关系密切, 当河流处于丰水期时渗渠出水量大, 枯水期时出水量小。需要通过长时期的观测, 掌握渗渠出水量的变化规律, 以便正确指导生产。

2) 加强水质管理。渗渠的出水往往只经消毒就送往用户, 做好渗渠的水质监测和水源卫生防护对确保出水水质具有重要意义。

3) 做好渗渠的防洪。设置于河床中的渗渠、检查井、集水井等要严防洪水冲刷和洪水灌入集水管造成整个渗渠的淤积。应在每年洪水期前, 做好一切防洪准备, 如详细检查井盖封闭是否牢靠, 护坡、丁坝等有无问题等, 洪水过后应再次检查并及时清淤、修补被损坏部分。

(2) 渗渠出水量衰减原因及其防止措施。渗渠常由于泥砂淤积河床和淤塞含水层、填砾层, 在运行中常存在不同程度的湖水量衰减问题, 严重时, 会出现早期报废。主要有以下两方面的原因:

1) 渗渠本身的原因。渗渠反滤层和周围含水层受地表水中泥砂杂质淤塞。防止渗渠淤塞的措施为选择河水含泥砂杂质少的河段, 合理布置渗渠, 避免将渗渠埋设在排水沟附近; 控制取水量, 降低水流渗透速度; 保证反滤层的施工质量。

2) 水源的原因。渗渠所在地段河流水文和水文地质状况发生变化, 如地下水水位发生地区性下降; 河流水量减少, 水位降低, 尤其是枯水期流量的减少; 河床变迁, 主流偏移等。

为防止上述问题的发生, 在设计时应全面掌握有关水文和水文地质资料, 对河床变迁趋势进行科学的预测, 对开发地区水资源状况做出正确评价。选择适当河段, 在有条件时, 应采取必要的河道整治措施, 以稳定水源所在的河床或改善河段的水力状况。

(3) 增加渗渠出水量的措施。

1) 修建拦河闸。山区河流如果距离渗渠下游河床较近, 则可垂直河流修建拦河闸, 枯水期关闸蓄水, 抬高水位以增加渗渠出水量。丰水期开闸放水, 冲走沉积的泥砂恢复河床的渗透性能。



2) 修建临时性的拦河土坝。无条件修闸时,可在渗渠下游将河砂堆成土堤以缩小枯水期河流断面,达到提高河水水位的目的。堆堤工作应在每年枯水期前进行,翌年春季雨水来临前拆除。这种方法管理繁琐,每年工程量较大。改进的方法是将土坝顺河修筑,慢慢缩小水面,这样有可能在第二年洪水时只冲走倾斜缩口的部分土堤,而能保留一大部分,以减少第二年工程量。

3) 修建地下潜水坝。即在河底以下修筑地下截水墙。当含水层较薄,河流断面较窄时,两岸为基岩或弱透水层,在渗渠所在河床下游 10~30m 范围内修建截水潜坝,可以截取全部地下水量,有效提高渗渠出水量。

1.2.2.3 地表水取水构筑物分类

由于地表水水源的种类、性质和取水条件各不相同,因而地表水取水构筑物有多种形式。按水源分,则有河流、湖泊、水库取水构筑物;按取水构筑物的构造形式分,则有固定式(岸边式、河床式、斗槽式)和活动式(浮船式、缆车式)两种。其中江河取水构筑物具有普遍性和代表性,湖泊、水库取水构筑物多数情况下都是根据不同水体条件,从最基本的江河取水构筑物类型演变而来。

地表水取水构筑物的位置主要取决于水源的水文、地形、地质、卫生等要求。应选择在水质较好,不宜受污染的地段;具有稳定河床和河岸,靠近主流,有足够的水深;具有良好的地质、地形及施工条件;靠近主要用水地区;应注意河流上的人工构筑物或天然障碍物;避免冰凌的影响;应与河流的综合利用相适应。

1.2.2.4 地表水取水构筑物的运行与管理

1. 江河水取水构筑物

取水构筑物的类型很多,但可分为固定式取水构筑物和活动式取水构筑物两类。江河取水构筑物形式是根据对取水量和水质的要求,结合江河的水流状态、流量流速、水位变幅、河床断面状况、河床地质条件、冰情和航运等情况,以及施工、运行来决定的。固定式取水构筑物与活动式取水构筑物相比具有取水可靠,维护管理简单,适用范围广等优点,但投资较大,水下工程量较大,施工期长,在水源水位变幅较大时,尤其是这样。固定式取水构筑物,设计时应考虑远期发展的需要,土建工程一般按远期设计,一次建成;水泵机组设备可分期安装。

江河固定式取水构筑物主要分为岸边式和河床式,另外还有斗槽式等。

直接从江河岸边取水的构筑物称为岸边式取水构筑物,是由进水间和泵房等部分组成。它适用于江河岸边较陡、主流近岸、岸边有足够水深、水质和地质条件较好、水位变幅不大的情况。

河床式取水构筑物与岸边式基本相同,但用伸入江河中的进水管来代替岸边式进水间的进水孔。因此,河床式取水构筑物由取水头部、进水管、集水井和泵房等部分组成。它适用于河床稳定、河岸较平坦、枯水期主流离岸较远、岸边水深不够或水质不好而河中又具有足够水深或较好水质的情况。

斗槽式取水构筑物是在岸边式或河床式取水构筑物之前设置“斗槽”逆水,称之为斗槽式取水构筑物。它适用于河流含砂量大、冰絮较严重、取水量较大、地形条件合适时采用。

活动式取水构筑物主要分为浮船式和缆车式两种,在水源水位变幅大,供水要求急和