

给水排水管网工程设计优化与运行管理

伊学农 任 群 王国华 王雪峰 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

内 容 提 要

本书由给水管网工程优化设计与运行管理、排水管网工程优化设计与运行管理与给排水工程经济分析等内容组成。主要论述了给水排水管网技术和优化设计的方法,以及运行过程中的技术管理和措施,并结合实例介绍了给水排水管网工程中设计的要素等,从现代化技术和管理角度,简要论述了给排水管网系统的技术管理和运行管理的方法与技术,提出了常用的现代管理技术和方法,对城市供水行业和市政管理行业的管理具有一定的参考价值与指导意义。

图书在版编目(CIP)数据

给水排水管网工程设计优化与运行管理/伊学农等编
著. —北京:化学工业出版社,2006.9
ISBN 7-5025-9393-4

I. 给… II. 伊… III. ①给水管道-管网-设计②排水管道-管网-设计③给水管道-管网-运行-管理④排水管道-管网-运行-管理 IV. ①TU991.33②TU992.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 116796 号

给水排水管网工程设计优化与运行管理

伊学农 任 群 王国华 王雪峰 编著

责任编辑:董 琳

责任校对:陈 静

封面设计:关 飞

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 315 千字

2007年1月第1版 2007年1月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-9393-4

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

随着计算机技术的迅猛发展，各学科的分支都取得了长足的进步，给水排水管网工程的技术优化也发展到了一个新的高度，求解优化问题的方法层出不穷。尤其是不同学科之间相互交叉，学科间的思想横跨多个领域，极大的丰富了优化理论，拓宽了优化思路，使给水排水管网工程优化的理论得到较大的发展与应用，为给水排水工程带来了新的技术革新和经济效益。

为了适应我国可持续发展的进程，跟上时代的步伐，使给水排水管网工程的设计与优化技术与方法能系统地应用于城市供水行业和市政管理行业，提升工程设计与管理水平，编写了本书。

本书由给水管网工程优化设计与运行管理、排水管网工程优化设计与运行管理与给排水工程经济分析等内容组成。主要论述了给水排水管网技术和优化设计的方法，以及运行过程中的技术管理和措施，并结合实例介绍了给水排水管网工程中设计的要素等，从现代化技术和管理的角度，简要论述了给排水管网系统的技术管理和运行管理的方法与技术，提出了常用的现代管理技术和方法，对城市供水行业和市政管理行业的管理具有一定的参考价值与指导意义。

世界上第一本关于人工智能研究的杂志“*AI Trends*”在1994年的更名启事中讲到：“遗传算法、自适应系统、细胞自动机和混沌理论都跟人工智能一样，是对今后10年计算技术有重大影响的关键技术”。这其中最为著名的遗传算法在给水排水技术和设计的优化方法中进行了介绍。

本书注重实用性，可操作性，可以帮助读者直观、系统地了解给水排水管网系统理论分析和优化的内容与技术方法，并结合作者多年的研究与工程实践，使读者在有限的时间内掌握给水排水管网优化设计与运行管理的理论与知识。

因此，本书可供给水排水专业学生、研究生、设计人员参考，也可作为城市供水行业和市政管理行业等相关工程实施单位和运行管理单位的技术人员的培训教材。

全书由伊学农统稿，第1、2章由任群、高秋香编写；第3章由王国华编写；第4、5章由伊学农、王卫华编写；第6章由王雪峰、白丹编写；第7章由荆伯福、李荣编写；第8章由秦忠区编写；第9、10、11章由伊学农编写；第12章由高秋香、成春燕、伊学农编写。在编写过程中，何通、韦秋梅、张颖、刘彬参加了资料收集和编辑校对工作。

在编写过程中，张道方教授给予了极大的支持和帮助，在此表示真诚的谢意。

给水排水管网是复杂、动态的系统，全面、系统地掌握、控制并对其进行设计与管理的优化是不容易的，我们对其进行的研究与实践也不是完全无误的，加之编写时间仓促，书中的计算与分析难免有存在不当之处，敬请广大读者指正。

伊学农
2006年8月
上海理工大学

目 录

第 1 章 给水排水工程投资与评价	1
1.1 工程投资构成	1
1.1.1 固定资产投资	1
1.1.2 建设期贷款利息	3
1.1.3 铺底流动资金	3
1.2 给水排水经济指标组成和内容	3
1.3 给水排水工程成本分析	4
1.3.1 成本影响因素	4
1.3.2 给水工程成本	5
1.3.3 排水工程成本	8
1.4 工程项目评价	10
1.4.1 工程项目经济评价的含义	10
1.4.2 工程项目经济评价的作用	10
1.4.3 工程项目经济评价的基本原则	10
1.4.4 工程项目经济评价的层次	11
1.4.5 方案比较的评价方法	11
第 2 章 给水排水工程优化算法与图论	14
2.1 给水排水工程优化算法发展	14
2.2 遗传算法的原理及应用	17
2.2.1 遗传算法概述及其原理	17
2.2.2 遗传算法的应用	20
2.3 给水排水管网与图论应用	20
2.3.1 图论基本知识	20
2.3.2 给水管网图形	22
2.3.3 排水管网图形	24
2.4 给水排水工程优化的程序与步骤	26

第3章 给水排水管网工程费用函数 29

3.1 给水管网工程费用函数	29
3.1.1 给水管网费用函数的组成	29
3.1.2 给水管网费用计算	30
3.1.3 应用实例	33
3.2 排水管网工程费用函数	33
3.2.1 排水管网费用函数	34
3.2.2 排水管网费用模型的建立	35
3.2.3 费用函数的影响因素	40
3.3 提升泵站费用函数	41

第4章 输配水工程 42

4.1 输水系统的基本形式	42
4.2 重力输水管渠的优化设计	45
4.2.1 数学模型	45
4.2.2 模型求解与实例	46
4.3 压力输水管道的设计优化	48
4.3.1 数学模型	49
4.3.2 模型求解与实例	49
4.4 输水管道设计的多方案比较	50
4.4.1 输水工程方案实例	51
4.4.2 方案推荐	54
4.5 长距离输水管道系统运行与管理	54
4.5.1 启动期的运行方法	54
4.5.2 管附件的设置	55
4.5.3 水锤的防护	56
4.5.4 管道故障及抢修	57
4.5.5 输水管道的管理	57

第5章 给水管网设计技术基础 59

5.1 给水系统	59
5.1.1 给水系统分类	59
5.1.2 影响给水系统布置的因素	60
5.1.3 给水管网工程	63

5.2	给水管网理论	65
5.2.1	流量分配	65
5.2.2	基础方程	66
5.2.3	管网恒定流方程组求解方法	68
5.2.4	系数矩阵	70
5.3	泵站优化	75
5.3.1	单泵的运行状况分析	75
5.3.2	多泵联合工作的形式	77
5.3.3	多泵联合运行的优化	78
5.3.4	实例	80
 第6章 给水管网设计优化		 83
6.1	目标函数和约束条件	83
6.1.1	目标函数	84
6.1.2	约束条件	86
6.2	树状管网优化设计	87
6.2.1	未设置水塔的树状管网	87
6.2.2	设置水塔的树状管网	90
6.2.3	应用实例	91
6.3	环状网优化设计	94
6.3.1	流量优化分配	96
6.3.2	流量已分配环状网优化设计	98
6.4	给水管网系统优化与可靠性分析	107
6.4.1	可靠性的基本概念	108
6.4.2	优化计算	108
6.4.3	优化计算与可靠性分析	109
6.5	管网的技术经济计算	114
6.5.1	起点水压未知管网技术经济计算	115
6.5.2	起点水压已知单水源出流点环状网	117
 第7章 给水管网系统运行与管理		 121
7.1	城市给水管网现代化调度系统	121
7.1.1	给水管网现代化调度系统的构建目标	121
7.1.2	城市给水管网现代化调度系统的技术架构	122
7.1.3	给水管网现代化调度系统的基础技术	122
7.2	给水管网地理信息 GIS	127

7.2.1	GIS系统的涵义	128
7.2.2	GIS系统的组成	128
7.2.3	GIS系统的设计指导思想	131
7.2.4	GIS系统的设计目标	132
7.2.5	给水管网信息系统的目标与内容	132
7.2.6	与 SCADA 和 OA 接口	135
7.3	给水管网水力模型	135
7.4	给水管网的管理	137
7.4.1	管网技术档案的管理	138
7.4.2	阀门管理	139
7.4.3	管道的巡查与检漏	143
7.4.4	管道腐蚀与防腐蚀措施	148
7.5	爆管机理分析及其对策	151
7.5.1	爆管机理分析	151
7.5.2	主要对策	152
第 8 章 排水系统		154
8.1	排水系统体制	154
8.1.1	排水系统体制	154
8.1.2	排水系统的主要组成	155
8.2	排水系统设计原则与布置形式	156
8.2.1	排水系统的设计原则	156
8.2.2	排水系统干管的布置形式	156
8.3	排水管网设计	158
8.3.1	排水管网设计一般步骤	158
8.3.2	污水管网设计概要	158
8.3.3	雨水管网设计概要	160
8.3.4	合流制管网设计概要	161
第 9 章 污水管网设计优化		162
9.1	污水管网设计流量	162
9.1.1	生活污水设计流量	162
9.1.2	工业废水设计流量	163
9.1.3	城市污水设计总流量	164
9.1.4	污水管网的设计流量	164
9.1.5	污水管网流量矩阵	165

9.2	污水管网水力设计	166
9.2.1	污水管网水力模型	166
9.2.2	高程设计及衔接计算	168
9.3	污水管网设计优化的约束条件	170
9.4	污水管网设计优化	171
9.4.1	已定管线下污水管道系统设计优化	171
9.4.2	遗传算法优化排水管网设计	177
9.4.3	节点递归算法优化污水管网设计	180
9.4.4	实例	182
第10章 雨水管网设计优化		185
10.1	暴雨强度公式的推求	185
10.1.1	暴雨强度公式	185
10.1.2	选样方法	186
10.1.3	优化数学模型	186
10.1.4	暴雨强度公式的编制方法	189
10.2	雨水管网设计流量	190
10.2.1	设计流量	190
10.2.2	管网中的雨水设计流量	191
10.3	雨水管网水力设计	192
10.3.1	雨水管网水力模型	192
10.3.2	高程设计及衔接计算	193
10.4	目标函数与约束条件	194
10.4.1	目标函数	194
10.4.2	水力约束条件	195
10.5	雨水管网设计优化	196
10.5.1	雨水管网优化设计的基本思想	196
10.5.2	遗传算法优化雨水管网设计	197
10.5.3	节点递归算法优化雨水管网设计	200
10.5.4	程序实现	201
10.5.5	设计实例	202
第11章 合流制管网设计优化		207
11.1	合流制管网设计流量	207
11.2	合流制管网水力设计	211
11.2.1	合流制管网水力模型	211

11.2.2	高程设计与衔接计算	212
11.3	合流制管网设计优化	212
11.3.1	优化的目标函数与约束条件	212
11.3.2	遗传算法优化合流制管网设计	213
11.3.3	节点递归算法优化合流制管网设计	215
11.3.4	合流制管网工程实例	216
 第 12 章 排水管网系统的运行管理		221
12.1	排水管网 GIS 系统	221
12.1.1	排水管网 GIS 系统的功能需求分析	221
12.1.2	GIS 软件开发与设计	223
12.1.3	GIS 应用与发展	224
12.2	SCADA 调度系统	227
12.3	雨水管网流量模型	228
12.3.1	地面径流过程	228
12.3.2	管内雨水流行	231
12.3.3	雨水流量模型	232
12.4	雨水管网水质模型	234
12.4.1	地面浓度分布曲线	235
12.4.2	管道内浓度的变化	236
12.4.3	管网水质模型	236
12.5	排水管网的维护与管理	238
12.5.1	排水管网的管理与维护任务	238
12.5.2	排水管网的维护	238
 参考文献		241

第1章

给水排水工程投资与评价

投资指人们在社会活动中为实现某种预定的目的、经营目标而预先垫付的资金。给水排水项目工程投资是指建设给水工程与排水工程而需要的资金。给水工程包括取水工程、浑水输水工程、净水工程、清水输水及配水工程。排水工程包括污水管网工程、雨水管网工程、合流制管网系统、泵站工程、水处理工程以及污水回用等工程。

1.1 工程投资构成

给排水工程总投资是由给排水工程固定资产投资、项目建设期贷款利息和铺底流动资金构成。对于特殊的工程项目还应包括投资方向调节税。

建设项目总投资按其费用项目性质分为静态投资、动态投资和铺底流动资金等三个部分。静态投资是指建设项目的建筑安装工程费用、设备购置费用（含工器具）、工程建设其他费用和基本预备费以及投资方向调节税。动态投资是指建设项目从估（概）算编制期到工程竣工期间由于物价、汇率、增值税、劳动工资、贷款利率等发生变化所需增加的投资额。主要包括建设期贷款利息、汇率变动及建设期涨价预备费。

1.1.1 固定资产投资

固定资产投资由工程费用、工程建设其他费用及预备费用三部分构成。

1.1.1.1 第一部分工程费用

第一部分费用是指直接构成固定资产的工程项目，按各个枢纽工程的单位工程进行编制。包括建筑工程费用、安装工程费用、设备购置费用和生产用具购置费用。

(1) 建筑安装工程费 建筑安装工程费由直接工程费、间接费、计划利润、税金等四个部分构成。

① 直接工程费 直接工程费由直接费、其他直接费、现场施工组织费组成。

直接费是指施工过程中耗费的构成工程实体和有助于工程形成的各项费用，包括人工费、材料费、施工机械使用费等；其他直接费是指直接费以外施工过程中发生的其他费用；现场施工组织费是指为施工准备、组织施工生产和管理所需的费用。

② 间接费 间接费由企业管理费、财务费和其他费用构成。

企业管理费是指施工企业为组织施工生产经营活动所发生的管理费用，包括企业管理人员的基本工资和职工福利费、差旅交通费、办公费、固定资产折旧和修理费、工具用具使用费、工会经费、职工教育经费、劳动保险费、税金以及其他费用等。

财务费用是指企业为筹集资金而发生的各项费用，包括企业经营期间发生的短期贷款利息净支出、汇兑净损失、调剂外汇手续费、金融机构手续费以及企业筹集资金发生的其他财务费用。

其他费用是指按规定支付工程造价（定额）管理部门的定额编制管理费及劳动定额管理部门的定额测定费以及按主管部门规定支付的上级管理费。

③ 计划利润 计划利润是指按规定应计入建筑安装工程造价的利润。依据不同投资来源或工程类别实施差别利润率。

④ 税金 税金是指国家税法规定应计入建筑安装工程造价内的营业税，城市维护建设税及教育费附加。

(2) 设备与工器具购置费 设备购置费是指生产、生活、办公所购置的设备的全部费用。包括设备原价、包装费、运输费、采购保管费和供销部门手续费。

工器具购置费是指达到固定资产标准的，为生产、生活、经营等所必需的各种工具、用具的费用。包括工器具原价、运输、采购、供销部门手续费等。不够固定资产水平的购置费，应列入工程的其他费用中。

1.1.1.2 第二部分工程费用

第二部分费用即为工程建设其他费用。指除上述费用以外的一些费用。

(1) 其他费用组成 其他费用计列的项目和内容，应结合工程项目的实际情况，予以确定。一般计列的项目如：土地使用费及迁移补偿费、建设场地原有建筑物拆迁赔偿费、青苗补偿费、建设单位管理费、工程建设监理费、研究试验费、生产准备费（包括生产职工培训及提前进厂费）、办公和生活家具购置费、勘察设计费、工程保险费、公用事业增容补贴费、竣工图编制费、联合试运转费、施工机构迁移费、引进技术和进口设备项目的其他费用等。

(2) 其他直接费 其他直接费包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、流动施工津贴、二次搬运费、生产工具用具使用费、检验试验费、特殊地区施工增加费、特殊工程技术培训费、铁路、公路工程行车干扰费、井巷工程辅助费等费用。

1.1.1.3 预备费用

指在初步设计概算中难以预料的工程费用，分为基本预备费和价差预备费。

(1) 基本预备费 基本预备费指在可行性研究投资估算中难以预料的工程和费用,其中包括建设项目在建设过程中在批准的建设投资范围内,修改设计所增加的费用,即实行按施工图预算加系数包干的费用,其用途如下。

① 在进行初步设计、技术设计、施工图设计和施工过程中,在批准的建设投资范围内所增加的工程和费用。

② 由于一般自然灾害所造成的损失和预防自然灾害所采取的措施费用。

③ 在上级主管部门组织竣工验收时,验收委员会(或小组)为鉴定工程质量,必须开挖和修复隐蔽工程的费用。

(2) 价差预备费 指项目建设期间由于价格可能发生上涨而预留的费用,即由于设备、材料价格浮动而增加的费用。

1.1.2 建设期贷款利息

建设贷款利息是指建设项目的借贷资金在建设期内所发生的利息。

1.1.3 铺底流动资金

铺底流动资金,即自有流动资金,按流动资金总额的30%来列入总投资计划。流动资金是指为维持生产所占用的全部周转资金。

1.2 给水排水经济指标组成和内容

技术经济指标是反映整个建设项目及其各个组成部分的设备、设施、构筑物 and 建筑物的经济合理性综合性的计量单位,是进行设计项目投资效果评价的重要指标依据。合理可信的技术经济指标,能对项目的可行性研究进行方案比较与经济分析、确定项目投资等,提供重要的价值尺度。

技术经济指标按建设内容分为:表示给水排水工程项目建设中各项枢纽工程的综合性投资指标和直接表示各单体构筑物的单项指标;按表示的范围分为:表示整个工程设计经济性的总指标和直接表示设计方案某个局部问题经济性的局部指标;按应用的时限分为:项目建设阶段的指标和投产后阶段指标。在建设项经济评价中应包括建设阶段和投产后的技术经济指标,对其做出分析评价。

给水排水工程项目建设阶段技术经济指标组成内容包括以下几点。

(1) 建设项目投资

① 建设项目总投资,万元。

② 基建投资,万元。

③ 经营费,包括工资福利、能耗费、药剂费、折旧费、维修费等,万元。

④ 占用土地费,万元。

⑤ 主要材料费,包括钢材、金属管道、非金属管道、水泥、木材等,万元。

⑥ 主要动力设备费，万元。

(2) 单位生产能力经济指标

① 给水工程综合经济指标，元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)。

② 取水工程经济指标，元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)。

③ 输水工程经济指标，元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)。

④ 净水工程经济指标，元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)。

⑤ 排水工程综合经济指标，以设计排水量为计量单位，即元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)。

⑥ 污水处理工程经济指标，以设计污水处理量为计量单位，即元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)。

(3) 单项工程造价指标

① 给水单项构筑物，可按设计水量或有效容积为计量单位，即元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)或元/ m^3 。

② 配水厂工程，可按设计水量为计量单位，即元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)。

③ 配水管网，可按不同口径管道单位长度为计量单位，即元/100m或元/km。

④ 排水管道，可按不同口径管道单位长度或泄水面积、单位长度为计量单位，即元/100m、元/km或元/($\text{ha} \cdot \text{km}$)。

⑤ 污水单级处理构筑物，可按设计处理水量或容积为计量单位，即元/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)或元/ m^3 。

(4) 附属工程经济指标

① 辅助性建筑工程，可按单位面积或单位体积为计量单位，即元/ m^2 或元/ m^3 。

② 变电所，可按电容量为计量单位，即元/($\text{kV} \cdot \text{A}$)。

③ 输电线路，可按单位长度为计量单位，即元/km。

④ 锅炉房，可按蒸发量为计量单位，即元/($\text{t} \cdot \text{h}$)。

⑤ 水处理能耗，可按单位水处理电耗为计量单位， $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ 。

(5) 建设工期指标

可按施工期限为计量单位，一般为年或月。

(6) 劳动耗用量指标

① 基建劳动工日。

② 建设项目投产后的设计定员数。

1.3 给水排水工程成本分析

1.3.1 成本影响因素

给水排水工程项目的成本影响因素包括与生产相关的修理费、管理员工资、办公费、直接材料费（如水、药剂等）、直接燃料（如煤、电力等）。以上所有因素造成的各项直接费用称为生产成本，分为固定成本和可变成本。固定成本是指在一

定生产规模限度内不随产品产量增减而变化的费用；变动成本是指随产量增减而变化的费用如直接材料、直接燃料等费用。不同项目由于各自的特点使固定费用和变动费用的划分没有统一的标准，其目的在于能够对项目做出较科学的经济分析。

1.3.2 给水工程成本

1.3.2.1 给水工程成本的构成

构成给水排水工程总成本的费用如下。

(1) 水资源费用 E_1 按当地有关部门的规定计算。其计算式为：

$$E_1 = 365Qek_1/k_2 \quad (\text{元/a}) \quad (1-1)$$

式中 Q ——最高日供水量， m^3/d ；

k_1 ——考虑水厂自用水的水量增加系数；

k_2 ——日变化系数；

e ——水资源费费率或原水单价， $\text{元}/\text{m}^3$ 。

(2) 燃料和动力费用 E_2 以各级泵站电动机的用电为计算基础，厂内其他设备按增加 5% 考虑。

$$E_2 = 1.05 \frac{QHd}{\eta k_2} \quad (\text{元/a}) \quad (1-2)$$

式中 H ——工作全扬程，包括一级泵站、二级泵站及增压泵房的全部扬程， m ；

d ——电费单价， $\text{元}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ ；

η ——水泵和电动机的效率，一般采用 70%~80%。

(3) 药剂费用 E_3 其计算式如下：

$$E_3 = \frac{365Qk_1}{k_2 \times 10^6} (a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3 + \dots) \quad (\text{元/a}) \quad (1-3)$$

式中 a_1, a_2, a_3 ——各种药剂的平均投加量， mg/L ；

b_1, b_2, b_3 ——各种药剂的相应单价， $\text{元}/\text{t}$ ；

其他符号意义同上。

(4) 工资及福利费 E_4 按全厂定员数和年均工资及福利标准进行估算。其计算式如下：

$$E_4 = \text{职工每人每年的平均工资及福利} \times \text{职工定员} \quad (\text{元/a}) \quad (1-4)$$

(5) 折旧费用 E_5 及年大修理费用 E_6

1) 折旧费用 固定资产折旧是指在生产过程中，其价值由于损耗而逐渐减少的现象。分有形和无形，有形是指固定资产由于使用和自然力影响而引起使用价值和价值的损失，无形是指机器设备由于技术进步而引起的价值损失。由于损耗而转移到产品中去的价值在实际工作中称为折旧费，是构成产品成本的一个重要组成成分。

① 给水排水工程有关的固定资产折旧如表 1-1 所示。

表 1-1 给水排水固定资产折旧

项 目 名 称	年限/a	基本折旧率/%	项 目 名 称	年限/a	基本折旧率/%
机械设备	18	5.33	输电设备	28	3.43
空气压缩设备	19	5.05	水塔、蓄水池	30	3.2
电器设备	18	5.33	污水池	20	4.8
自动化控制设备	10	9.6	管道	30	3.2
半自动化控制设备	12	8.0	其他建筑物	30	3.2
电子计算机	8	12.0	生产用房(砖木结构)	30	3.2
通用仪器及设备	10	9.6	生产用房(砖混结构)	40	2.4
成套工具及一般工具	18	5.33	生产用房(钢混结构)	50	1.92
其他非生产工具及设备	22	4.36	受腐蚀性生产用房	30	3.2
真空吸滤机	20	4.8			

② 固定资产报废时的净残值按固定资产净值的 4% 计算。

③ 基本折旧率根据国家规定的固定资产分类折旧年限和给水排水工程土建安装和设备购置的投资构成比例，结合自来水厂和污水处理厂的时间经营资料确定基本折旧率。给水排水工程固定资产基本折旧率见表 1-2。

表 1-2 给水排水工程固定资产基本折旧率

工 程 类 别	给 水 工 程		排 水 工 程	
	基本国产	适量进口	基本国产	适量进口
综合基本折旧率/%	4.4	5.0	4.6	5.2

2) 年大修理费用 年大修理基金提成率见表 1-3，计算公式为：

$$\text{年大修理基本基金提成率} = \frac{\text{预计大修理费用总额}}{\text{固定资产原值} \times \text{预计使用年限}} \quad (1-5)$$

表 1-3 年大修理基金提成率

工 程 类 别	给 水 工 程		排 水 工 程	
	基本国产	适量进口	基本国产	适量进口
年大修理基金提成率/%	2.2	2	2.4	2.2

给水工程中水池等土建构筑物与约占工程总投资的 40%~60%，设备及自控仪表投资等约占工程总投资的 30%~50%。前者折旧年限平均可按 30 年计算；后者平均按 15 年计算。按此计算，给水工程的平均折旧率取 4.1%，大修理基金提成率如无规定可按 2.4% 计算，相加为 6.5%，可作为规划初步设计计算制水成本和经济评价时的参考数据。

排水工程由于污水对构筑物及设备易腐蚀，其折旧年限比给水工程短，基本折旧率污水工程按 5.3% 计算，雨水工程按 4.15% 计算；大修理基金提成率，污水与雨水均按 2.4% 计算。

最后指出，并非所有固定资产都提取折旧。按照国家规定，下列固定资产不计提取折旧。

- ① 土地不得提取折旧；
- ② 未使用和不需使用的设备不得提取折旧；
- ③ 账面已经提取折旧的固定资产不再提取折旧；
- ④ 通过局部轮番大修实现整体更新的固定资产不得提取折旧；
- ⑤ 按规定提取管网基金的城市公用企业的地下水管，不得提取折旧。

折旧费用 E_5 及年大修理费用 E_6 的计算式如下：

$$E_5 = \text{固定资产原值} \times \text{综合基本折旧率} \quad (\text{元/a}) \quad (1-6)$$

$$E_6 = \text{固定资产原值} \times \text{大修理提成率} \quad (\text{元/a}) \quad (1-7)$$

(6) 摊销费用 E_7 包括无形资产摊销费用和递延资产摊销费用。无形资产摊销费用按规定期限摊销，没有规定的按不少于 10a 分期摊销，递延资产中开办费按照不少于 5a 的期限分期摊销。

$$E_7 = \text{无形资产和递延资产值} \times \text{年摊销率} \quad (\text{元/a}) \quad (1-8)$$

(7) 维检费用 E_8 占固定资产原值的提取率计算，视项目而定。给水工程一般可按固定资产价值的 0.5% 计算，排水工程一般可按 1% 计算。计算式为：

$$E_8 = \text{固定资产原值} \times \text{维检率} \quad (\text{元/a}) \quad (1-9)$$

(8) 管理费用、销售费用中扣除工资和其他费用 E_9 该部分费用可按以上各项总和的 15% 计算。即：

$$E_9 = (E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8) \times 15\% \quad (\text{元/a}) \quad (1-10)$$

(9) 利息支出 E_{10} 包括长期借款利息和流动资金借款利息。计算式为：

$$E_{10} = (\text{流动资金总额} - \text{自有流动资金}) \times \text{流动资金贷款年利率} \quad (\text{元/a}) \quad (1-11)$$

(10) 总成本 YC 总成本费用是指项目在一定时期内为生产和销售产品而花费的全部成本和费用。以上各项费用是总成本 YC 的构成因素，总成本可分为变动成本 YC_a 和固定成本 YC_b 。其中：

1) 固定成本

$$YC_b = E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 \quad (\text{元/a}) \quad (1-12)$$

2) 变动成本

$$YC_a = E_1 + E_2 + E_3 + E_9 + E_{10} \quad (\text{元/a}) \quad (1-13)$$

3) 年经营成本

$$E_c = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_6 + E_8 + E_9 \quad (\text{元/a}) \quad (1-14)$$

$$\text{总成本 } YC = \sum_{j=1}^{10} E_j = E_c + E_5 + E_7 + E_{10} \quad (\text{元/a}) \quad (1-15)$$

4) 单位制水成本 AC

$$AC = \frac{YC}{\sum Q} \quad (\text{元/a}) \quad (1-16)$$

$$\text{其中单位制水可变成本 } AC_a = \frac{YC_a}{\sum Q} \quad (\text{元/a}) \quad (1-17)$$

$$\text{式中} \quad \sum Q = \frac{365Q}{k_2}$$