

小型农村饮用水工程 设计和运行指南

张世瑕 张杰 张继明 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

小型农村饮用水工程 设计和运行指南

张世瑕 张杰 张继明 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本指南包括基础理论和工艺与案例两部分,是在调查分析浙江省小型农村饮用水工程的供水现状和特点的基础上,以我国现行的相关标准为依据,重点对农村供水模式、工艺流程设计、水质、水量和水压的要求、设备的选择以及水厂的安全运行管理等方面进行了研究和归纳。从不同区域、不同供水规模和不同水源种类以及不同供水方式等方面提出了典型的农村供水工程建设模式、工艺流程设计和选择、典型工程建设成本和运行成本分析、水厂安全运行管理模式和供水设施的管理措施以及水厂水质检测等,为我国同类型地区小型农村饮用水工程的建设 and 改造以及水厂安全运行管理提供参考。

本指南可作为高校给排水、市政工程、水利工程等专业教学参考书,也可作为全国农村水利人员的培训用书等。

图书在版编目(CIP)数据

小型农村饮用水工程设计和运行指南 / 张世瑕等编
著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2011.5
ISBN 978-7-5084-8639-0

I. ①小… II. ①张… III. ①农村给水—饮用水—给水工程—指南 IV. ①S277.7-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第095048号

书 名	小型农村饮用水工程设计和运行指南
作 者	张世瑕 张杰 张继明 等 编著
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	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 8.75印张 207千字
版 次	2011年5月第1版 2011年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	26.00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

水孕育了生命，是人类赖以生存的最基本的物质之一，但不卫生的饮用水也是引发疾病的重要因素之一。随着经济的发展，人口的增加，环境的恶化，我国饮用水安全受到威胁。

我国是拥有 13 亿多人口的发展中大国，在经济快速发展的今天，切实做好饮用水安全卫生工作，直接关系到广大民众健康，也是实践“三个代表”、落实科学发展观、全面建设小康、构建和谐社会的需要。

党的十六大提出，要全面建设小康社会，保障饮水安全是重要内容之一。为了与全面建设小康社会的要求相适应，农村饮水和村镇供水工作需要把提高供水保证率、改善水质，解决饮水安全问题放到第一位。但是，由于经济、技术以及自然条件等各方面的影响，我国农村供水形势还依然严峻。据 2005 年统计，我国尚有 3 亿多农村居民未能获得安全饮用水。因此，如何加速发展农村饮水和村镇供水工程，是城市化和新农村建设进程中亟待解决的一个重大现实问题。

浙江省为改变农村供水的落后现状，自 2003 年实施“千万农民饮用水工程”以来，取得了显著的成效，饮用水工程建设处于全国领先地位。千万农民饮用水工程的实施，改变了过去家家户户打井挑水和饮用简易自流水的状况，提高了供水规模化水平，村村用上了清洁卫生的自来水，降低了霍乱、副伤寒等水媒介传染病的发生率，有力保障了农民群众的生命健康，改善了农民生活条件，促进了农村经济发展和新农村建设。

因此，为了总结已有的成功经验，更好地规范今后农村饮水工程的建设，受浙江省水利厅委托，研究并编写《小型农村饮水工程设计和运行指南》，研究成果包括基础理论和工艺与案例两部分。设计指南的编写是在调查分析浙江省小型农村饮水工程的供水现状和特点的基础上，以我国现行的相关标准为依据，重点对农村供水模式、工艺流程设计、水质、水量和水压的要求、设备的选择以及水厂的安全运行管理等方面进行了研究和归纳。从不同区域、不同供水范围和不同水源种类以及不同供水方式等多方面提出了

典型的农村饮用水工程供水模式、工艺流程的设计与选择、典型工程建设成本和运行成本分析、水厂安全运行管理模式和供水设施管理措施以及水厂水质检测等，为今后水厂建设、改造和安全运行管理提供理论依据和设计参考。同时，对我国下一步大规模开展农村安全饮用水工程建设，同类型地区小型农村饮用水工程的建设和改造都具有普遍的指导意义。

本指南主要由浙江同济科技职业学院的张世瑕和杭州市城乡建设设计院有限公司的张杰、张继明编写和绘图，同时参加编写的人员还有董秋华、王建华、郑贞宝、刘兆文、金洛楠、江中伟、毛建生等，全书由张世瑕统稿，由浙江省水利厅农水处处长蒋屏和杭州市城乡建设设计院有限公司教授级高工蔡光辉主审。

本指南在调研和撰写过程中，得到了浙江省水利厅、杭州市城乡建设设计院有限公司、浙江同济科技职业学院，各市、县水利局的大力支持和帮助，同时也参考了部分专家、同行的文章及成果，已在参考文献中列出，在此表示衷心的感谢！由于作者水平有限，时间仓促，难免有不足之处，敬请读者批评指正。

作者

2011年5月



目 录

前言

【 上 篇 基 础 理 论 】

第 1 章 总论	3
1.1 设计和运行指南编制的主要依据	3
1.2 设计和运行指南编制的主要内容	3
1.3 农村饮用水安全工程建设的要求	4
1.4 农村饮用水工程建设现状	4
第 2 章 设计用水量、水质和水压标准的确定	6
2.1 设计用水量的确定	6
2.2 设计水质和水压标准的确定	9
2.3 农村饮用水工程水源的选择和保护.....	11
2.4 节约用水措施.....	12
第 3 章 供水模式及工艺流程的设计与选择	13
3.1 供水模式.....	13
3.2 供水模式的选择.....	18
3.3 工艺流程设计与选择.....	19
3.4 水处理工艺设计要求.....	26
第 4 章 水处理设备、药剂及消毒方法的选择	32
4.1 水处理设备的选择.....	32
4.2 混凝剂与助凝剂的选择和投加.....	34
4.3 消毒方法的选择和投加.....	38
第 5 章 安全运行管理	44
5.1 安全运行管理模式.....	44
5.2 水厂自动化管理.....	47
5.3 供水系统的安全运行管理.....	52
5.4 农村自来水厂水质检测.....	61

第6章 农村饮用水安全工程建设的思考和建议	71
-----------------------------	----

【 下篇 工 艺 与 案 例 】

第一部分 工 艺 图

山溪水处理工艺

设计总说明	75
工艺流程图	76
100m ³ /d 平面布置图	77
100m ³ /d 主要设备布置图	78
200m ³ /d 平面布置图	79
200m ³ /d 主要设备布置图	80
500m ³ /d 平面布置图	81
500m ³ /d 主要设备布置图	82
500m ³ /d 电气系统图	83

水库水处理工艺

设计总说明	84
工艺流程图	85
100m ³ /d 平面布置图	86
100m ³ /d 主要设备布置图	87
200m ³ /d 平面布置图	88
200m ³ /d 主要设备布置图	89
500m ³ /d 平面布置图	90
500m ³ /d 主要设备布置图	91
500m ³ /d 电气系统图	92

河道水处理工艺

设计总说明	93
工艺流程图	94
100m ³ /d 平面布置图	95
100m ³ /d 主要设备布置图	96
200m ³ /d 平面布置图	97
200m ³ /d 主要设备布置图	98
500m ³ /d 平面布置图	99
500m ³ /d 主要设备布置图	100
500m ³ /d 电气系统图	101

常规土建构筑物处理工艺

设计总说明	102
工艺 (一) 流程图	103
工艺 (一) 总平面布置图	104
工艺 (一) 主要设备布置图	105
工艺 (二) 流程图	106
工艺 (二) 总平面布置图	107
工艺 (二) 主要设备布置图	108

第二部分 单 体 图

土建单体构筑物

1000m ³ /d 絮凝沉淀池图 (一)	109
1000m ³ /d 絮凝沉淀池图 (二)	110
40m ³ /h 澄清池工艺图	111
40m ³ /h 重力式无阀滤池平面图	112
40m ³ /h 重力式无阀滤池剖面图	113
40m ³ /h 重力式无阀滤池材料表	114
50m ³ 清水池工艺图	115
100m ³ 清水池工艺图	116
200m ³ 清水池平面图	117
200m ³ 清水池剖面图	118
200m ³ 清水池材料表	119
400m ³ 清水池平面图	120
400m ³ 清水池剖面图	121
400m ³ 清水池材料表	122

二氧化氯消毒

二氧化氯消毒工艺流程图	123
-------------------	-----

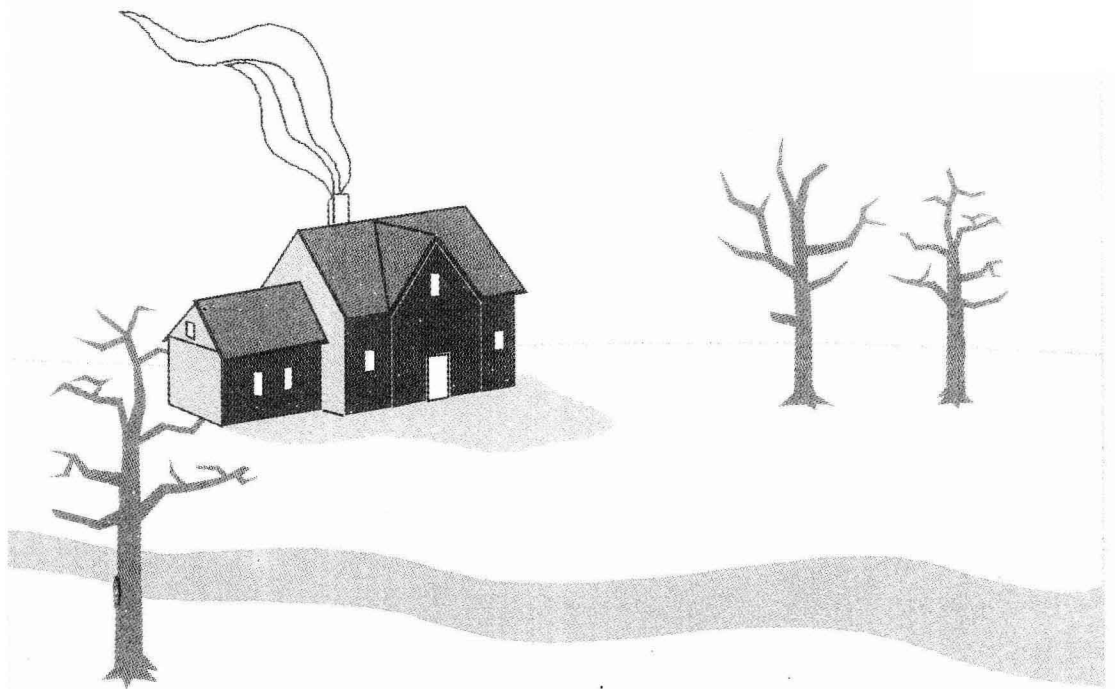
一体化设备

一体化设备工艺图	124
----------------	-----

第三部分 工 程 案 例

温岭市××镇××村自来水厂工艺流程图	125
温岭市××镇××村自来水厂总平面布置图	126
淳安县××镇供水工程工艺流程图	127
淳安县××镇供水工程总平面布置图	128
参考文献	129

上篇 基础理论



第1章 总 论

1.1 设计和运行指南编制的主要依据

本指南是以我国现行的相关标准、技术规范和农村安全饮用水基本要求为依据,并参照浙江省典型的农村饮用水工程案例编制,主要参照的规范和标准如下:

- (1)《农村饮水安全卫生评价指标体系》;
- (2)《镇(乡)村给水工程技术规程》(CJJ 123—2008);
- (3)《室外给水设计规范》(GB 50013—2006);
- (4)《城市给水工程规划规范》(GB 50282—98);
- (5)《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006);
- (6)《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002);
- (7)《生活饮用水水质标准》(GB 3020—93);
- (8)《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268—2008);
- (9)《泵站设计规范》(GB/T 50265—97);
- (10)《室外排水设计规范》(GB 50014—2006);
- (11)《水和废水监测分析方法》(第四版);
- (12)《城镇给水厂附属建筑和附属设备设计标准》(CJJ 41—91)。

1.2 设计和运行指南编制的主要内容

(1)对小型农村饮用水工程进行定义。根据我国现行的农村饮用水方面的相关规定和标准,以及浙江省农村饮用水工程的实际情况,以供水规模为界定,定义供水规模 $Q \leq 1000 \text{ m}^3/\text{d}$ 的饮用水工程为小型农村饮用水工程。

(2)根据农村供水的实际情况,提出农村供水工程设计用水量、水质和水压要求。

(3)通过对全国特别是浙江省农村饮用水现状、水资源状况、小型农村饮用水工程建设情况的实地调研,探讨和总结适用于小型农村饮用水工程的供水模式,并对各种供水模式进行对比分析,有利于工程设计时参照选择。

(4)按不同水源、水质和供水规模($Q=100 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $Q=200 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $Q=500 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $Q=1000 \text{ m}^3/\text{d}$)设计水处理工艺流程,并提出主要构筑物的设计要求。

(5)以具体工程案例为依据,选取几种不同处理工艺、处理规模相近的小型水厂进行经济对比分析,并建立不同处理工艺净水工程单位投资成本关系图,为农村饮用水工程建设提供进一步参考。

(6)总结归纳农村饮用水工程建设中常用的水处理设备、混凝剂和助凝剂以及消毒方法,为今后农村供水工程设计、设备和药剂的选择、消毒方法的选择提供参考。

(7) 探讨和总结适合农村供水工程安全运行管理模式、供水系统主要构筑物的安全运行管理措施,旨在提高水厂安全运行管理水平,保障供水工程长效运行。

1.3 农村饮用水安全工程建设的要求

参照 2004 年水利部、卫生部联合发布的《农村饮用水安全卫生评价指标体系》,并结合自然地理特点,明确新时期农村饮用水安全工程应满足水量充足、水质合格、用水方便、保证率高、可持续运行等 5 个方面的要求,全面提高农村饮用水安全标准。

1. 水量充足

水量充足是指在节约用水的前提下,设计水平年限内应满足供水范围内最大用水需求。人均日生活用水量为 40~60L,总供水量主要包括居民生活用水量、饲养畜禽用水量、公共建筑用水量、企业用水量、管网漏失水量和其他未预见用水量等。一般不考虑浇洒道路和绿地用水量。供水规模由设计年限内当地实际用水需求的最高日用水量确定,并满足消防用水量要求。

2. 水质合格

水质合格是指农村饮用水安全工程供水水质应符合我国现行的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的有关规定。但考虑到目前部分偏远农村地区,受经济和技术条件限制的村组小型供水工程和农村分散供水工程,供水水质应达到《农村实施〈生活饮用水卫生标准〉准则》的要求。

3. 用水方便

用水方便是指一般应建成自来水工程,供水到户。

4. 保证率高

保证率高是指供水水源保证率应在 95% 以上,海岛等缺水地区不低于 90%。

5. 可持续运行

可持续运行是指管理规范,机制健全,水价合理,建管并重。

1.4 农村饮用水工程建设现状

为了掌握农村饮用水工程建设情况,本研究选择有代表性的浙江省乡镇和村级水厂进行调研,在问卷调查、文献检索、资料收集的基础上,深入水厂进行实地调研,调查了解到浙江省农村饮用水水源主要是水库水、山泉水或山溪水、河水和井水,如图 1-1 所示。局部海岛地区以海水淡化作为水源。

除杭嘉湖平原地区外,大部分农村集中供水工程由水库水源供水,由于地表水污染严重,许多水厂从原来的就近河网供水也转向依靠水库供水;山区单村和分散式供水工程主要以山溪水或山泉水为水源;偏远山区的零星散户农村饮用水主要以山泉水或井水为水源(未处理或简易处理)。

农村饮用水工程建设针对不同地区采用了不同的供水措施,具体如下:

(1) 平原地区。通过撤并乡、村小水厂,整合资源,扩大城市及主要乡镇集中供水工程规模和供水能力,管网向农村辐射延伸,逐步建成联片集中供水体系,实现城乡供水一体化,农村饮用水与城镇同网同质。如金华婺城区,通过金西水厂城市管网延伸,解决了

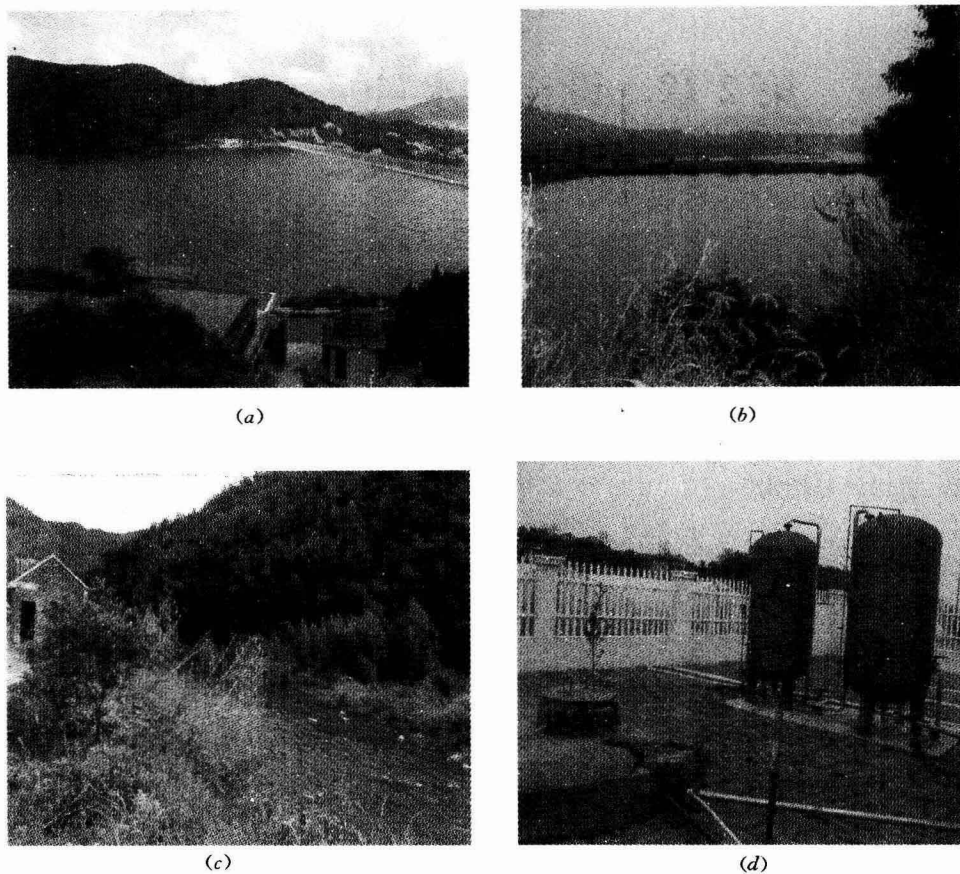


图 1-1 水源类型

(a) 水库水; (b) 河水; (c) 山溪水; (d) 井水

45 个行政村 2 万多人的饮用水安全, 同时其他有条件的地区也优先采用城乡一体化供水模式。

(2) 丘陵山区、规模较大的海岛地区。以县(市、区)、镇(乡)的集中供水向周边农村辐射为主, 中心村为单元建分散供水为辅的原则。建成城乡分片集中供水工程体系, 合理布局供水网络, 改善农民饮用水条件。主要供水模式有乡镇集中供水、联村供水和单村供水。

(3) 偏远山区及小岛。按“大岛建、小岛迁”、“下山脱贫”等办法, 实现异地解决饮水问题。部分短期内无法迁移又人口较多的村落, 通过建设山塘、蓄水池、坑道井、屋顶接水等小型水源工程, 配套相应的净水和消毒设施, 建成一批小型独立供水体系, 以解决当地农民的饮水困难。主要供水模式是简易分散式供水。

第2章 设计用水量、水质和水压标准的确定

2.1 设计用水量的确定

2.1.1 供水量的组成

农村饮用水工程的设计供水量组成如下：

- (1) 生活用水。
- (2) 畜禽饲养用水。
- (3) 工业用水。
- (4) 公共建筑用水。
- (5) 管网漏损水和未预见用水。
- (6) 消防用水。

2.1.2 用水量定额

用水量定额是指设计年限内达到的用水水平，是确定供水规模和设计用水量的主要依据，它对供水系统相应设施的规模、工程投资、扩建期限及今后用水量的保证等方面都有较大的影响。因此，用水量定额的确定必须慎重，应结合农村供水现状和小城镇规划资料并参照类似地区和工业的用水情况确定用水量定额。

1. 生活用水量

生活用水定额的确定需根据当地经济和社会发展、水资源充沛程度、用水习惯，在现有用水定额基础上，结合镇（乡）村规划和给水专业规划，本着节约用水的原则，综合分析确定。

当缺乏实际用水资料的情况下，可按表 2-1 选用。

表 2-1 镇（乡）村生活用水定额

给水设备类型	社区类别	最高日用水量 [L/（人·d）]	时变化系数
由集中给水龙头取水	村庄	20~50	3.5~2.0
	镇（乡）区	20~60	2.5~2.0
户内有给水龙头无卫生设备	村庄	30~70	3.0~1.8
	镇（乡）区	40~90	2.0~1.8
户内有给水排水卫生设备无淋浴设备	村庄	40~100	2.5~1.5
	镇（乡）区	85~130	1.8~1.5
户内有给水排水卫生设备和淋浴设备	村庄	130~190	2.0~1.4
	镇（乡）区	130~190	1.7~1.4

注 分散式给水系统生活用水定额：干旱地区 10~20 L/（人·d）；半干旱地区 20~30 L/（人·d）；半湿润或湿润地区 30~50 L/（人·d）。

农村生活用水量标准的确定是要在保证满足居民每日用水量的前提下，在一定程度上避免建设规模过大、工程造价过高。结合各地各乡镇农村饮水工程实际建设情况，建议对供水工程按村庄分类实施，将浙江省行政村分三类，其用水量标准可参照表 2-2 选用。设计时，应依据实际情况调研，因地制宜，参照取值。

表 2-2 浙江省农村生活用水量标准参考取值

村庄分类	特 点	最高日用水量 [L/ (人·d)]	时变化系数
一类村	居住人口少，人口不集中，无增长人口且规划不予迁移的村	60~80	2.5~2.0
二类村	居住人口较少，人口按自然增长率增加的村	80~100	1.8~1.5
三类村	人口较多，居住稠密，交通方便，有发展规划的村	120~160	2.0~1.4

另外，由于我国农村地域广阔，各地气候、生活习惯、经济条件等差异甚大，为适应此情况，农村生活用水量定额中高低数值有的相差 1 倍以上，设计时可根据当地实际条件，参照已有水厂的用水量资料选定。

2. 畜禽饲养用水量

畜禽饲养用水量可参照表 2-3 选用。

表 2-3 畜禽饲养用水定额

畜禽类别	用 水 定 额	畜禽类别	用 水 定 额
马、驴、骡	40~50L/ (头·d)	育肥猪	30~40L/ (头·d)
育成牛	50~60L/ (头·d)	鸡	0.5~1.0L/ (只·d)
奶牛	70~120L/ (头·d)	羊	5~10L/ (头·d)
母猪	60~90L/ (头·d)	鸭	1.0~2.0L/ (只·d)

注 本表中用水定额未包括清洁卫生用水。

3. 工业用水量

工业用水量应根据国民经济发展规划、工业类别和规模、生产工艺要求，结合现有工业用水资料分析确定。当缺乏实际用水资料的情况下，可按表 2-4 选用。

表 2-4 各类乡镇工业生产用水定额

工业类别	用 水 定 额	工业类别	用 水 定 额
榨油	6~30m ³ /t	制砖	7~12m ³ /万块
豆制品加工	5~15m ³ /t	屠宰	0.3~1.5m ³ /头
制糖	15~30m ³ /t	制革	0.3~1.5m ³ /张
罐头加工	10~40m ³ /t	制茶	0.2~0.5m ³ /担
酿酒	20~50m ³ /t		

注 若有其他工业类别时，可参照相关工业用水定额选用。

工业用水量需要根据经济发展程度和生产工艺要求等实际情况确定。根据经济发展程度,浙江省工业较发达,工业产值较高,相对而言工业用水量较多,本宜取高值。但浙江省经济发展较好,政府普遍注重节约用水和环境保护,节水措施效果较好,工业用水量得到一定控制,故浙江省工业生产用水宜取中值到高值之间。

4. 公共建筑用水量

公共建筑用水量应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》(GB 50015)的有关规定执行,也可按生活用水量的8%~25%计算。

5. 管网漏损水量和未预见水量

由于各地情况不同,宜将管网漏损水量和未预见用水量合并计算。管网漏损水量和未预见水量可按最高日用水量的15%~25%计算。

6. 消防用水量

消防用水量应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》(GB 50016)的有关规定执行。允许间断供水或完全具备消防用水蓄水条件的镇(乡)村,在计算供水能力时,可不单列消防用水量。由于镇(乡)村给水系统规模小,当允许短时间内间断供水时,可不单独考虑消防用水量,但需要按照消防用水量要求复核供水能力,使供水能力不低于消防用水量。

2.1.3 用水量变化和设计用水量计算

2.1.3.1 用水量变化

在设计用水量计算中,首先应了解村镇用水量的变化规律,即用水量日变化系数、时变化系数等。

在农村供水中,时变化系数、日变化系数应根据乡镇性质、村镇规模、国民经济与社会发展、村镇供水系统,并结合现状供水曲线与日用水变化分析确定;在缺乏实际用水资料的情况下,日变化系数 K_d 一般在1.1~2.0之间;时变化系数 K_h 约为1.3~2.5,从集中给水龙头取水时,用水往往比较集中, K_h 值很大,农村和郊区的时变化系数在2.5以上;用水量较大的村镇, K_h 值取小值。

2.1.3.2 设计用水量计算

1. 村镇最高日设计用水量计算

村镇最高日设计用水量应按上列五类供水量组成的最高日用水量之和来确定。计算公式为

$$Q_d = (1.1 \sim 1.2) (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

式中 Q_d ——村镇最高日设计用水量, m^3/d ;

Q_1 ——生活用水量;

Q_2 ——畜禽饲养用水量;

Q_3 ——工业用水量;

Q_4 ——公共建筑用水量。

村镇未预见水量和管网漏水量按最高日用水量的10%~20%计算。

2. 水厂设计规模的确定

水厂设计规模以最高日设计用水量为基础, 考虑水厂自用水量, 其计算公式为

$$Q = \alpha Q_d \quad (2-1)$$

式中 Q ——水厂设计规模, m^3/d ;

α ——考虑水厂本身用水量系数, 以供沉淀池排泥、滤池冲洗等用水, 其值取决于水处理工艺、构筑物类型及原水水质等因素, 一般在 1.05~1.1 之间。

2.1.3.3 给水系统中的流量关系

1. 取水构筑物、一级泵站和水厂设计流量

一般取水构筑物、一级泵站和水厂设计流量按最高日的平均时流量计算, 即

$$Q_t = \frac{\alpha Q_d}{T} \quad (2-2)$$

式中 Q_t ——取水构筑物、一级泵站和水厂设计流量, m^3/h ;

T ——一级泵站工作时间, h 。

2. 供水管网设计流量计算

供水管网设计流量的计算视有无水塔(或高位水池)和它们在管网中的位置而定。无水塔(或高位水池)的管网以及管网前端设水塔(或高位水池)的管网, 设计流量按最高日最高时流量计算, 计算公式为

$$Q_h = K_h \frac{Q_d}{86.4} \quad (\text{L/s}) \quad (2-3)$$

式中 Q_h ——供水管网设计流量, L/s ;

K_h ——时变化系数;

Q_d ——最高日设计用水量, m^3/d 。

最高日最高时或平均时流量按一天运行 24h 考虑, 实际运行时间不同时应按实际运行时间换算。

对于管网末端设置水塔(或高位水池)时, 因最高时用水量必须从二级泵站和水塔(或高位水池)同时向管网供水, 因而需根据最高时从泵站和水塔(或高位水池)输入管网的流量计算。

2.2 设计水质和水压标准的确定

2.2.1 设计水质

1. 水源水质

工程的水源水质应符合《生活饮用水水源水质标准》(GB 3020—93)的要求。具体进水水质应根据工程实际情况通过原水水质检测确定。

2. 供水水质

生活饮用水的供水水质应符合我国现行的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的有关规定, 各项指标及限值见表 2-5。对于部分偏远农村地区, 受经济和技术条件的限制, 暂可执行表 2-6 的规定。表 2-6 所定限值是参考 1991 年全国爱国卫生运动委员会制定的《执行〈生活饮用水卫生标准〉的准则》。