

城市供水与地下管网

本书编写委员会 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

城市供水与地下管网

本书编写委员会 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

本书根据城市供水存在的问题,探讨了如何进行城市的供需水量平衡测算、设计标准、水源论证研究、供水系统方案、水源系统选择、水厂厂址选择、取水口型式及方案论证、消防设计、建筑景观设计、地下管网设计、环境保护与水源保护、水土保持、节能设计、投资估算及经济评价等,涉及众多专业,提供了便于在设计中使用的公式、计算方法、技术资料,介绍了在城市供水工程中采用的新技术、新方法、新材料、新工艺。

本书内容翔实,实用性强,并经工程实践证明,具有很高的参考价值。可供从事水利水电工程规划、设计、施工、运行、科研、教学等工作的科技人员参考,也可作为大专院校师生的参考资料和工程案例读物。

图书在版编目(CIP)数据

城市供水与地下管网 / 《城市供水与地下管网》编写委员会著. — 北京:中国水利水电出版社, 2016. 12
ISBN 978-7-5170-5067-4

I. ①城… II. ①城… III. ①城市供水—管网—研究
IV. ①TU991.33

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第322146号

书 名	城市供水与地下管网
作 者	CHENGSHI GONGSHUI YU DIXIA GUANWANG 本书编写委员会 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、68545874 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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 20.25印张 480千字
版 次	2016年12月第1版 2016年12月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	66.00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

编 写 委 员 会

高小涛	马若龙	李万海	台航迪	郭晓峰
周红敏	余 凯	张 腾	何效周	郭良春
柳利利	吴国晓	姜苏阳		

供水系统是保证城市、工矿企业等用水的，由各项构筑物和输配水管网组成的系统，根据系统配置的性质可分为：①按水源种类，分为地表水和地下水供水系统。地表水水源有江、河、湖泊、水库等；地下水水源有浅层地下水、深层地下水、泉水等。②按供水方式，分为重力供水系统、压力供水系统和混合供水系统。③按使用目的，分为生活用水、生产供水和消防供水系统。④按服务对象，分为城镇供水和工业供水系统。城镇供水系统主要满足城镇居民生活用水（含公共建筑用水）、生产用水（含工业企业及内部职工用水）、城镇中的消防用水。除了以上三种主要用水外，城镇供水还需考虑景观用水、浇洒道路和绿地用水等。由取水、输水、水质处理和配水等设施组成的总体工程称供水系统。

供水系统由相互联系的一系列构筑物和输配水管网组成。它的任务是从水源取水，按照用户对水质的要求进行处理，然后将水输送到用水区，并向用户输配水。为了完成上述任务，给水系统常由下列工程设施组成：①取水构筑物，收集原水而设置的各种构筑物的总称。取水构筑物用以从选定的水源（包括地表水和地下水）取水；②原水输水管网（渠），将取水构筑物收集的原水送入净水厂处理的管网（渠）设施。水处理构筑物，是将取水构筑物的来水进行处理，以期符合用户对水质的要求，这些构筑物常集中布置在水厂范围内；③水处理构筑物，对原水进行处理，以达到用户对水质要求的各种构筑物，通常把这些构筑物布置在水厂；④调节及增压构筑物，贮存和调节水量、保证水压的构筑物，如清水池、泵站等，一般设在厂内，也可在厂内外同时设置。泵站，用以将所需水量提升到要求的高度，可分抽取原水的一级泵站、输送清水的二级泵站和设于管网中的增压泵站等；⑤配水管网，用以向用户配水的管道系统。输水管渠和管网，输水管渠是将原水送到水厂的管渠，管网则是将处理后的水送到各个给水区的全部管道；⑥调节构筑物，包括各种类型的贮水构筑物，例如高地水池、水塔、清水池等，用以贮存和调节水量。

净水厂和加压泵站包括净水厂部分和取水枢纽及输水管线部分。其中，净水厂部分，包括厂区综合楼、沉淀池、V形滤池、加药间、机修间、配电间土建工程。

因其功能、结构不同，以及建设年代不同，五指山市城市供水和重庆市牛头岩供水这两个供水工程各有特点，其设计研究内容各有特色。其主要内容包括：供需水量平衡、设计标准、水源论证、工程方案研究设计、环境保护与水源保护、水土保持、施工组织设计、占地处理及移民安置、水土保持设计、环境影响评价、消防设计、设计概算等方面。

现将五指山市和重庆市这两个城市供水的设计过程中对一些技术难题的研究过程及主要研究成果进行系统的介绍，希望能对推动我国城市供水及地下管网设计的发展尽绵薄之力。

本书由高小涛编写了前言、第6章、第14章；马若龙编写了第7章7.1节~7.6节；李万海编写了第3章、第10章；台航迪编写了第15章15.1节~15.8节；郭晓峰编写了第2章、第18章；周红敏编写了第11章、第12章12.3节~12.6节；余凯编写了第12章12.1节、12.2节、第15章15.9节~15.22节；张腾编写了第7章7.7节~7.9节、7.11节；何效周编写了第5章、第7章7.10节、第13章、第16章；郭良春编写了第1章、第9章、第20章；柳利利编写了第4章、第19章；吴国晓编写了第8章、第17章。全书由姜苏阳统稿。

本书引用了大量的设计科研成果和文献资料，并得到了多家单位和多位专家的大力支持，在此，谨一并表示衷心的感谢！由于本书涉及专业多，编写时间仓促，错误和不当之处难免，敬请同行专家和广大读者赐教指正。

谨以此书献给所有参与和关心五指山和重庆城市供水工程研究、论证和建设的单位、专家、学者，并向他们表示崇高的敬意与衷心地感谢！

编者

2016年4月

目 录

前言

第 1 章 海南省五指山市城市供水工程特色	1
第 2 章 城市及工程区域概况	3
2.1 城市概况	3
2.2 经济社会发展状况	3
2.3 自然条件	3
2.4 城市供水现状及存在问题	9
第 3 章 需水量预测及供需水量平衡	10
3.1 供水范围、设计水平年及设计供水保证率	10
3.2 需水量预测	10
3.3 供需平衡分析	13
3.4 工程规模及设计年限	15
第 4 章 工程设计标准	16
4.1 工程目标	16
4.2 各专业设计标准	16
第 5 章 水源论证	17
5.1 可用水源分析	17
5.2 水源保证性分析	17
5.3 原水水质	18
5.4 出水水质	19
第 6 章 工程方案论证	20
6.1 供水系统方案	20
6.2 厂址选择	24
6.3 取水口型式及方案论证	25
6.4 原水输水工程论证	32
6.5 净水工程论证	34
6.6 清水输水工程论证	45
第 7 章 工程设计	47
7.1 设计标准	47

7.2	工程建设规模及主要内容	47
7.3	取水工程	47
7.4	原水输水工程	57
7.5	净水厂工程	67
7.6	清水输水工程	78
7.7	供电系统设计	83
7.8	自控、仪表设计	89
7.9	节能设计	93
7.10	消防设计	97
7.11	主要设备及材料表	100
第8章	施工组织设计	108
8.1	施工条件	108
8.2	施工导流	108
8.3	料场选择与开采	110
8.4	主体工程施工	111
8.5	施工交通运输	111
8.6	施工工厂设施	112
8.7	施工总布置	113
8.8	建设进度安排	116
8.9	管理机构及人员编制	118
8.10	劳动保护与安全	121
第9章	工程用地、环境保护与水源保护评价	123
9.1	工程用地范围	123
9.2	工程用地实物调查	123
9.3	建设征地安置规划	124
9.4	补偿投资估算	124
9.5	环境保护	127
9.6	水源防护	135
9.7	综合评价	137
第10章	水土保持评价	138
10.1	水土流失现状	138
10.2	主体工程水土保持分析评价	138
10.3	工程概况	140
10.4	水土流失防治责任范围和防治分区	142
10.5	水土流失影响分析与估测	143
10.6	水土流失防治初步方案	146
10.7	水土保持监测	158

10.8	水土保持投资估算	162
第 11 章	项目效益、经济评价及投资估算	167
11.1	社会效益	167
11.2	经济效益	167
11.3	环境效益	167
11.4	取水工程部分编制说明	167
11.5	净水厂及输水管道部分编制说明	170
11.6	二期工程投资估算	171
11.7	估算表	171
11.8	经济评价依据及基本参数	182
11.9	国民经济评价	183
11.10	财务评价	186
11.11	综合评价	189
11.12	资金筹措方案	189
第 12 章	五指山市供水系统可行性研究结论及招标	201
12.1	可行性研究结论	201
12.2	招标依据	202
12.3	招标范围	203
12.4	招标方式	203
12.5	招标组织形式	203
12.6	评标办法	204
第 13 章	重庆市牛头岩供水工程特色	205
第 14 章	重庆市牛头岩供水工程总体设计及方案论证	207
14.1	需水量分析及预测	207
14.2	供需平衡分析	209
14.3	水厂规模	210
14.4	工程规模	210
14.5	工程建设目标	210
14.6	工程等别和设计标准	211
14.7	水源方案	212
14.8	给水系统布置	213
14.9	水质分析及工艺方案	217
第 15 章	牛头岩供水工程建筑物设计	226
15.1	输水管道工程设计原则	226
15.2	输水工程设计	226
15.3	管道土建工程设计	231

15.4	净水厂设计	232
15.5	加压泵站设计	237
15.6	总平面设计	242
15.7	建筑设计	245
15.8	结构设计	246
15.9	电气与自控仪表设计原则和范围	248
15.10	供电电源及负荷分级	249
15.11	电气主接线	250
15.12	主要电气设备选择	253
15.13	泵站电气设备的控制及保护	255
15.14	照明及防雷接地	255
15.15	电气设备布置	256
15.16	仪表及自动控制系统	256
15.17	给排水及消防设计	261
15.18	通风空调设计	263
15.19	节能降耗设计依据	264
15.20	节能设计	264
15.21	节能措施评价	265
15.22	综合评价	266
第 16 章	重庆市牛头岩供水工程施工组织设计及工程管理	267
16.1	施工条件	267
16.2	料场选择与开采	268
16.3	主体工程施工	268
16.4	施工交通运输	269
16.5	施工工厂设施	270
16.6	施工总布置	271
16.7	施工总进度	273
16.8	施工技术供应	274
16.9	管理单位的性质	276
16.10	工程建设管理	276
16.11	工程运行管理	276
16.12	工程管理范围和保护范围	277
16.13	工程管理设施与设备	278
16.14	劳动保护	279
16.15	安全生产	279
第 17 章	水土保持设计	280
17.1	项目区水土流失及其防治状况	280

17.2	水土流失防治责任范围及防治分区	280
17.3	水土流失预测	281
17.4	水土流失防治目标与方案	283
17.5	进度安排及施工组织	284
17.6	水土保持监测	284
17.7	实施保证措施	285
17.8	投资估算及效益分析	285
第 18 章	环境影响评价	287
18.1	编制依据	287
18.2	评价标准	287
18.3	控制污染与环境保护目标	288
18.4	区域环境现状调查	288
18.5	环境影响分析	290
18.6	环境保护措施	295
18.7	环境管理与监测计划	299
18.8	环保投资估算	300
18.9	环境影响评价结论	301
第 19 章	投资估算及经济评价	302
19.1	编制依据	302
19.2	工程投资	303
19.3	投资估算表格	303
19.4	经济评价	305
19.5	国民经济评价	306
19.6	财务评价	307
19.7	结论	308
第 20 章	重庆市牛头岩供水工程可行性研究结论及招投标	309
20.1	可行性研究结论	309
20.2	招标依据	309
20.3	招标原则	310
20.4	分标原则与要求	310
20.5	招投标工作日程安排	311
20.6	评标办法	311

第1章 海南省五指山市城市供水工程特色

随着经济社会的发展，人口也随之不断增长，需水量也越来越多，缺水现象越来越严重，海南省五指山市根据需水量预测，2020年、2030年五指山市主城区需水量每天将分别达到4万t和5万t，而目前五指山市的供水能力仅为每天1.5万t，远远满足不了五指山市经济社会发展用水的需要。作为一个旅游度假城市，五指山市供水矛盾突出。需要科学合理利用现有水资源，提供优质的城市水源，改善城市供水水质，保证城市的供水安全。

按照城市规划，水源条件，地形，用户对水量、水质和水压要求等方面的具体情况，给水系统可有多种布置方式。影响给水系统布置的主要因素如下。

1. 城市规划的影响

给水系统的布置，应密切配合城市和工业区的建设规划，做到通盘考虑分期建设，既能及时供应生产、生活和消防用水，又能适应今后发展的需要。

水源选择、给水系统布置和水源卫生防护地带的确定，都应以城市和工业区的建设规划为基础。城市规划与给水系统设计的关系极为密切。

2. 水源的影响

任何城市，都会因水源种类、水源距给水区远近、水质条件的不同，影响到给水系统的布置。

给水水源分地下水和地表水两种。地下水源有浅层地下水、深层地下水和泉水等，我国北方地区普遍采用较多；地表水包括江水、河水、湖泊水、海水等，在南方比较普遍。

当地如有丰富的地下水，则可在城市上游或在给水区开凿管井或大口井，井水经消毒后，由泵站加压送入管网，供用户使用；以地表水为水源时，一般从流经城市或工业区的河流上游取水。因地表水多半是浑浊的，并且难免受到污染，如作为生活饮用水必须加以处理。

城市附近的水源丰富时，往往随着用水量的增长而逐步发展成为多水源给水系统，从不同部位向管网供水，它可以从几条河流取水、或从一条河流的不同位置取水，或同时取地表水和地下水，或取不同地层的地下水等。

3. 地形的影响

地形条件对给水系统的布置有很大的影响。中小城市如地形比较平坦，而工业用水量小，对水压又无特殊要求时，可用统一给水系统。大中城市被河流分隔时，两岸工业和居民用水一般先分别供给，自成给水系统，随着城市的发展，再考虑将两岸管网相互沟通，成为多水源的给水系统。取用地下水时，可能考虑到就近凿井取水的原则，而采用分区的供水系统。地形起伏较大的城市，可采用分区给水或局部加压的给水系统。

整个给水系统按水压分成高、低两区，比统一给水系统可以降低管网的供水水压，减

少动力费用。

掌握各类用水量标准、用水量变化规律及变化系数的确定。用水量变化规律：①生活用水随生活习惯和气候而变化；②生产用水随气温和水温而变化。

城市发展规律可能在初始阶段发展得很快，总用水量呈现递减的趋势；而后，城市发展呈现缓慢增长到稳定，总用水量甚至会出现适度减少的趋势。

第2章 城市及工程区域概况

2.1 城市概况

五指山市位于海南岛中南部五指山腹地，周围群山环抱，森林茂密，是有名的“翡翠山城”，是海南省位置较高的城市，市区海拔高一般在300~400m。下辖冲山镇、南圣镇、毛阳镇、番阳镇、水满乡、畅好乡和毛道乡7个乡镇。2010年全市总人口11.45万人，主城区人口4.22万人。

2.2 经济社会发展状况

五指山市2010年全市生产总值13.51亿元，地方财政一般预算收入2.92亿元。2010年五指山市主城区人口5.5万人，其中常住人口为4.5万人，旅游及外来购房折算人口为1.0万人；2010主城区建设用地面积为4.89km²，其中工业用地面积为0.28km²，道路用地面积为0.46km²，绿地用地面积为0.23km²。

根据《五指山市城乡总体规划（2010—2030）说明书》，五指山市城市定位的主基调是绿色生态城市，在此基础上，不断强化城市特色和旅游吸引力，逐步发展成为具有浓郁地方文化和雨林特色的山地旅游城市。五指山市城市发展目标是：建设成为热带雨林休闲、康体养生、民族文化度假城市；森林山地旅游度假城市；黎族文化休闲城市、低碳型示范城市；海南中部组团中心城市。五指山市未来构建以旅游业为核心产业，以旅游产业延伸的特色农业、健康服务产业、现代服务产业、教育产业、文化产业、旅游工艺品加工为六大辅业。

规划2020年五指山市主城区人口7.5万人，其中常住人口为5万人，旅游及外来购房折算人口为2.0万人；2020年主城区建设用地面积达到10.8km²，其中工业用地面积为0.22km²，道路用地面积为2.6km²，绿地用地面积为2.3km²。2030年五指山市主城区人口9.5万人，其中常住人口为5.6万人，旅游及外来购房折算人口为3.1万人；2030年主城区建设用地面积达到13.24km²，其中工业用地面积为0.37km²，道路用地面积为2.7km²，绿地用地面积为2.3km²。

2.3 自然条件

2.3.1 地形地貌

五指山市位于海南岛中南部腹地，是海南省中部少数民族的聚居地，也是海南岛海拔

最高的区域,昌化江上游支流南圣河自东向西蜿蜒贯穿城区。区内地面高程一般在300~1867m之间,相对高差50~1500m不等,属丘陵—中山地貌单元,区域内多为花岗岩山体,山体坡度一般在 25° ~ 45° 之间,风化层厚度普遍较大,坡度较陡段基岩出露。坡面植被发育较好,既有自然状态的原生林分布,也有次生的橡胶、槟榔等。

2.3.2 气象、水文、地质

2.3.2.1 流域概况

南圣河为昌化江的一级支流,分布在昌化江上游,发源于保亭黎族、苗族自治县分水岭一带,位于海南省中部,地理坐标为东经 $109^{\circ}19'$ ~ $109^{\circ}44'$,北纬 $18^{\circ}39'$ ~ $19^{\circ}02'$ 。南圣河从东往西穿行于五指山市西南部,流经毛祥、五指山市、毛道、毛枝,于乐东县万板村汇入昌化江,流域面积 660km^2 ,干流全长61.8km,平均坡降5.03%,落差607m。

南圣河流域周边分水岭一般在500.00m高程以上,地势由东向西倾斜。流域地层为花岗岩和第四纪残坡积土和河流冲洪积物;流域植被良好,雨量充沛。8—10月是台风盛行季节,往往带来暴雨和大暴雨。

南圣河由上游的五指山河与七指岭河交汇而成,沿线支流众多,有一级支流太平溪、什曼河、草头河,与干流呈梳齿状分布,集水面积均不大。

南圣河干流自东向西流经市区,距离市区上游最近处建有军民电站,坝址处集水面积 79.7km^2 ,拱坝坝顶高程约440m,通过明渠引水至下游约3km处的电站前池,由管道从前池引水发电,电站装机容量1200kW,利用水头约70m。其下游200m处建有南圣河灌溉水陂。

2.3.2.2 气象

南圣河流域地处北热带与中热带接壤地区,在中、高纬度天气系统的环流入侵下,形成热带岛屿季风气候,高温多雨。境内热带季风性海洋气候特点明显,夏无酷暑,冬无严寒,四季温和。

(1) 降水。流域上游降水量大、下游降水量小,呈现由东至西递减的趋势,多年平均年降水量2270.1mm,年内分配极不均匀,5—11月降水量约占全年降水量的83%,其余月份仅占17%;夏秋季台风活动频繁,台风暴雨是本地区洪水的主要成因。

(2) 日照。多年平均2444h。太阳辐射量13万 cal/cm^2 左右。

(3) 气温。多年平均气温 22.4°C ,其中,1月平均气温 19.8°C ,6月平均气温 27.5°C ,历年最高气温 38.5°C 。

(4) 蒸发。多年平均年蒸发量1080mm。

(5) 风速。多年平均10min最大风速13.6m/s。

2.3.2.3 水文

南圣河流域自20世纪50年代开始设站进行水文观测,先后设立2处水文站、9个雨量站。其中毛枝水文站集水面积 610km^2 ,具有1958—1995年的连续观测资料,观测项目为水位、流量、降水;通什水文站集水面积 292km^2 ,具有1991年至今的连续观测资料,观测项目为水位、流量、降水;其余9处雨量站分别设立于20世纪50年代—70年代,具有连续的雨量观测资料。南圣河流域有关水文测站情况见表2.3-1、图2.3-1。

2.3 自然条件

表 2.3-1 南圣河流域有关水文观测站一览表

站名	性质	面积/km ²	观测项目	观测年限	站址
毛枝	水文站	610	Z, Q, P	1958—1995 年	毛道乡毛枝村
保国	雨量站		P	1960—至今	畅好乡保国村
明形	雨量站		P	1979—至今	毛道乡明形村
畅好	雨量站		P	1979—至今	畅好乡畅好村
通什	水文站	292	Z, Q, P	1991—至今	五指山市区
毛瑞	雨量站		P	1966—至今	毛瑞茶场
红沟	雨量站		P	1960—至今	南圣镇红沟村
铜甲	雨量站		P	1967—至今	南圣镇铜甲村
毛祥	雨量站		P	1979—至今	南圣镇毛祥村
南巴	雨量站		P	1966—至今	红山乡南巴村
公馆	雨量站		P	1958—至今	水满乡万龙村



图 2.3-1 南圣河流域水文、雨量站网图

利用水文比拟法，根据通什站 1996—2010 年径流资料对毛枝站径流系列进行插补延长。根据毛枝站插补延长的 1959 年 6 月至 2010 年 5 月共 51 年的径流系列进行频率分析，矩阵法初估统计参数，采用 P-III 型理论曲线与实测点据配线，得出毛枝站年径流设计成果。利用水文比拟法计算出各取水口年径流设计成果，见表 2.3-2。

表 2.3-2 毛枝站及各断面取水口年径流设计流量成果

设计断面	面积/ km ²	流量均值/ (m ³ /s)	各级频率的设计流量/(m ³ /s)								
			5%	10%	20%	50%	75%	80%	90%	95%	97%
毛枝站	610	21.0	36.9	32.5	27.7	19.8	14.7	13.6	11.0	9.11	8.01
五指山 A	34.62	1.36	2.39	2.11	1.79	1.28	0.95	0.88	0.71	0.59	0.52
五指山 B	39.997	1.57	2.76	2.43	2.07	1.48	1.11	1.02	0.82	0.68	0.60
五指山 C	44.37	1.74	3.05	2.69	2.29	1.64	1.22	1.13	0.91	0.76	0.66
七指岭河	29.78	1.17	2.05	1.81	1.54	1.11	0.82	0.76	0.61	0.51	0.45

根据毛枝站长系列径流资料,考虑面积加雨量修正得到的各规划工程点长系列日平均流量过程,即(1959年6月至2010年5月)共51年的径流系列,由此系列统计得到各保证率流量及出现天数、持续最长时间等。毛枝站及各规划工程点坝址设计保证率流量、出现天数、持续出现最长天数及其相应时间见表2.3-3。

表 2.3-3 毛枝站及各断面日平均流量保证率成果表

断面	保证率/ %	流量/ (m ³ /s)	出现天数/ d	持续出现 最长天数/d	日期 (年-月-日)
毛枝站	97	2.61	574	69	1970-2-20至1970-4-29
	95	3.06	952	138	1969-12-28至1970-5-14
	90	3.92	1919	162	1969-12-4至1970-5-14
	80	5.30	3893	177	1969-11-19至1970-5-14
	75	5.97	4892	183	1969-11-13至1970-5-14
五指山 A	97	0.169	574	69	1970-2-20至1970-4-29
	95	0.198	952	138	1969-12-28至1970-5-14
	90	0.254	1919	162	1969-12-4至1970-5-14
	80	0.343	3893	177	1969-11-19至1970-5-14
	75	0.386	4892	183	1969-11-13至1970-5-14
五指山 B	97	0.195	574	69	1970-2-20至1970-4-29
	95	0.229	952	138	1969-12-28至1970-5-14
	90	0.293	1919	162	1969-12-4至1970-5-14
	80	0.396	3893	177	1969-11-19至1970-5-14
	75	0.446	4892	183	1969-11-13至1970-5-14
五指山 C	97	0.216	574	69	1970-2-20至1970-4-29
	95	0.254	952	138	1969-12-28至1970-5-14
	90	0.325	1919	162	1969-12-4至1970-5-14
	80	0.439	3893	177	1969-11-19至1970-5-14
	75	0.495	3893	177	1969-11-19至1970-5-14