

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.22.012

城乡供水一体化工程技术要点及案例分析

罗惠云, 张宁

(湖南省建筑设计院有限公司, 湖南长沙 410000)

摘要: 开展城乡供水一体化,可有效解决现状城乡供水工程(尤其是农村)在水源、水厂、管网、供水管理等方面存在的问题。因此,结合已实施项目,重点研究了城乡供水一体化项目技术路线,总结了实施过程中的技术要点。以H市城乡供水一体化项目为例,介绍了区域现状分析、总体布局规划、水量供需平衡分析、水源选择、建设方案设计以及近期工程确定等内容。对于类似地区开展城乡供水一体化工程,具有借鉴意义。

关键词: 城乡供水; 集中供水; 区域供水; 技术要点

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)22-0072-05

Technical Points and Case Analysis of Urban and Rural Water Supply Integrated Project

LUO Hui-yun, ZHANG Ning

(Hunan Architectural Design Institute Limited Company, Changsha 410000, China)

Abstract: The urban and rural water supply integrated project can effectively solve the existing problems in water source, water plant, pipe network, water supply management and so on in urban and rural water supply projects (especially in rural areas). With regard to the experience of implemented projects, this paper studied the technical route of the urban and rural water supply integrated project, summarized the technical points in the implementation process. And furthermore, the project in H City was taken as an example, some aspects including the regional status analysis, general layout planning, the water supply and demand analysis, water source selection, overall scheme design and recent project determination were introduced and analyzed. Overall, this study was of great significance for other similar regions to carry out the urban and rural water supply integrated projects.

Key words: urban and rural water supply; centralized water supply; regional water supply; technical points

城乡供水一体化即为统筹城市和乡村供水,将供水对象范围由单独的城市片区、乡镇,扩展到整个市域、县域,实现城市和农村供水的一体化规划、设计、建设、运营和管理。通过构建大水源、大水厂、大管网的城乡供水格局,实现区域规模化集中供水,解决农村饮水安全工作中存在的突出矛盾和问题,使城乡居民共享优质供水。

结合实地调查和文献调研情况,城乡供水现状

问题可概括为水源、水厂、管网和运营管理等四个方面,且各类问题在农村地区尤为突出。国内各省、市城乡供水存在的问题虽各有特点但也基本类似^[1]。为此结合实际工程案例,分析了城乡供水现状及问题,整理和总结了城乡供水一体化技术应用要点,以供参考。

1 城乡供水一体化技术要点及主要内容

推进城乡供水一体化建设,解决现状供水存在

的各类问题,对于落实国家农村饮水安全巩固提升工作目标,提高农村自来水普及率和水质达标率,补齐农村基础设施短板具有重要意义^[2]。与传统城市供水工程相比,城乡一体化供水工程更侧重于前期规划阶段的区域统筹,实现城乡资源的合理配置

与共享,解决水资源时空分布不均衡和片区供需矛盾等问题。通过城乡供水的一体化、专业化管理,进一步推进水源保护,降低制水成本,形成规模效应。

城乡供水一体化技术要点及主要内容见表1。

表1 城乡供水一体化技术要点及主要内容

Tab.1 Technical points and key work of urban and rural water supply integrated project

工作环节	技术要点	具体内容
区域现状分析	区域概况分析	收集区域现状资料,分析区位情况、社会经济条件、自然特征和相关上位规划
	供水现状分析	通过现场踏勘和资料收集,分析区域供水设施和水源情况,评估区域整体供水现状
总体布局规划	集中供水范围确定	确定市(县)域集中供水覆盖范围和覆盖人口;不能利用城镇主体管网集中供水且具备水源条件的地区,确定跨乡镇(村)集中供水范围
	供水分区划分	结合流域或区域水资源总体规划、供水规划,根据地形地貌、行政区划、水源分布及人口分布情况,划定供水分区
供需平衡分析	需水量测算及供需平衡分析	结合上位规划中需水量指标和现状用水量调研结果,根据城镇、农村人口和用水定额复核,对各供水区域进行供需平衡分析
水源选择	水源分析与选择	统筹分析区域可用水源,形成综合比选方案;规模较大的集中供水工程进行水资源专题论证;开展应急、备用水源建设
建设方案设计	供水目标	城乡供水普及率、水质及水压目标
	总体方案	确定供水系统方案、确定水厂建设规模、选定工程场址、规划输水线路、比选净水工艺,编制工程总体设计方案
	建设内容	取水工程、净水厂、输配水管网建设,水源保护、环境保护与水土保持,近远期工程划分及工程量计算
	效益分析	工程投资及资金分析,经济与社会效益分析
工程项目实施	近期工程建设	统一规划、分期实施,按计划推进近期工程建设
	实施推进保障措施	确定工程实施过程中的工作思路、工作要点和保障措施

① 区域供水现状分析。重点分析区域现状水厂运行情况及出水水质,管网覆盖范围及老化漏损情况,水源开发利用程度、水量水质、管理水平以及供水应急能力等。对区域供水现状进行综合评价,明确现状问题。

② 总体布局规划。以市(县)域行政区划为边界,供水范围一般可分为跨市(县)域的区域性集中供水、全市(县)域集中供水和市(县)域内跨乡镇(村)集中供水3大类别。集中供水也并非绝对地集中,应结合区域社会经济情况、自然条件及人口分布特点,建立以大集中为主、局部集中为辅的系统模式。部分区域经论证确实受水源、地形、居住点分布等条件限制,无法集中供水且具有自备水源条件时,宜合理设置分散式供水分区。

③ 供需平衡分析。对各供水区域进行供需平衡分析,确定各供水片区水量缺口,明确供水系统建设规模。

④ 水源选择。所选水源符合当地水资源统一规划管理要求,水量充沛、水质达标^[3]。单一水源

水量不能满足要求时,可采用多水源或加大调蓄能力等措施;当原水水质不能满足取水要求但又无可替代水源时,应采取合理的净化工艺保证供水水质。地域性缺水地区应制定跨区域调水方案。

⑤ 建设方案设计。合理利用城乡已建供水设施,明确其改扩建可行性,经技术、经济分析后进行统一规划。根据片区自然条件及用水特点,合理设置分压、分质供水系统,有地形可供利用的地区宜优先采用重力输配水系统。具备多水源供水条件的区域,可对各片区管网并网,实现水源之间互为备用。结合各供水区内的现状供水特点、近远期用水需求、工程建设成本和建设难度等因素,划分近远期工程。地形复杂的山区,近期可优先考虑重力自流覆盖区域的镇村用户,远期实现更大范围的集中供水。

⑥ 工程项目实施。把握“城乡供水一体化、区域供水规模化、工程建管专业化”的总体思路,加强施工管控,保证施工质量,确保施工防护和环保措施落实到位,深化城乡供水工程管理机制改革,建立长效运行机制。

2 城乡供水一体化工程案例分析

2.1 现状分析

2.1.1 区域概况

H市位于湖南省西南部,沅水上游。全市包括7个镇、13个乡、194个行政村,国土总面积约2 174 km²。2017年总人口为42.89万人,农村人口约占85%。

市域被雪峰山脉与凉山山脉分隔,构成东高西低、山地丘陵夹河谷平原的地形地势。主要地形依次为低丘、高丘、岗地、低山、中山、中低山,为典型的山地和丘陵地区,地形复杂且高差较大。区域属亚热带季风气候,光热、降水资源丰富且雨热同步,气候的地域和垂直差异明显,干旱与洪涝时有发生。

2.1.2 供水现状

① 水资源

市域整体水资源丰富,受季节性降水制约,河流丰、枯变化明显,市域内大小河流300余条,枯水季节仅沅江、舞水2条河流水量相对充足(沅江多年平水期流量为650 m³/s,枯水期流量为180 m³/s,舞水常年平均流量为176.7 m³/s,枯水期流量为25.3 m³/s);市域有大中型水库6座,小型水库193座,多兼顾发电、灌溉功能,可取用水量难以保证。前期调查中还发现,乡镇水源保护和管理机制不健全,水源保护区划分不到位,污水直排、库区养殖等现象仍较为普遍,加上农药、化肥用量的不断增加,水源水质持续恶化。

② 水厂

市域内1 000 m³/d以上的水厂5座,现状总设计供水规模约6.91 × 10⁴ m³/d,实际供水规模约2.68 × 10⁴ m³/d;200~1 000 m³/d水厂共25座,总设计供水规模约1.14 × 10⁴ m³/d,实际供水规模约0.79 × 10⁴ m³/d,累计完成农村饮水安全工程项目237个(单村视为1个)。小水厂数量多、分布散,实际制水能力已远低于设计规模,供水量难以满足用水需求。根据现场踏勘情况,仅梅子湾水厂、安江水厂、托口集镇水厂等千吨以上规模水厂能够维持正常运营,早期建设的乡镇水厂和农村饮水安全工程建设标准偏低,处理工艺落后,设备设施陈旧,出水难以达到饮用水水质标准。乡镇水厂普遍缺乏水质检测设备,不具备应急处理能力,难以应对原水水质变化等突发事件。

区域地形、主要水源及实地踏勘水厂分布情况

如图1所示。

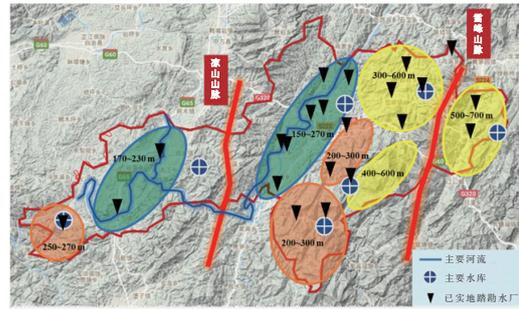


图1 区域地形、主要水源及已实地踏勘水厂分布情况
Fig. 1 Terrain, main water sources and the surveyed water plants of the area

③ 管网

市域北部平原两个人口大镇分布有较为系统的管网,其他山地、丘陵地区乡村相对分散,管网覆盖率低,偏远山区基本未布设管网,村民以自家打井取地下水为主;现状供水管网管材质量参差不齐,早期建设管道多为灰口铸铁管,锈蚀老化、破损频繁、漏损严重,据供水公司统计,仅城区及主要镇区的管网平均漏损率已超过30%。

④ 供水管理

市域内5座千吨以上规模水厂主要由供水公司管理,供水范围覆盖北部城区及周边重点乡镇,其余乡镇水厂约2/3由水利局管理,1/3由乡镇政府或民营组织管理,多种供水管理体制、模式并存,没有统一的管理系统或管理平台。乡镇水厂规模偏小、运营管理成本高造成多年持续亏损,同时缺乏专业化技术人员,设备、管网检修及维护困难。

2.2 总体布局规划

供水现状调查结果表明,市域内水源、供水设施分布不均,地域差异明显。中部平原地区有舞水、沅江水为水源,城镇水厂规模相对较大,管网布设相对完善,尚能满足近期供水需求;东部、东北部、南部山区地形复杂,缺水现象较为严重。为达到农村饮水安全巩固提升工作目标,确保2020年农村自来水普及率不低于80%,全市域7个镇、13个乡全部规划为城乡一体化集中供水覆盖区域。

雪峰山脉与凉山山脉已将市域天然分隔为3大片区,在各片区内进一步结合地形地势、水源、水厂、人口分布情况进行分区方案比选,最终将市域划分为6个供水分区,基本保证各分区内部地形分布合理、有优质可用水源,且能够实现较大范围的重力供

水。供水分区方案如图2所示。

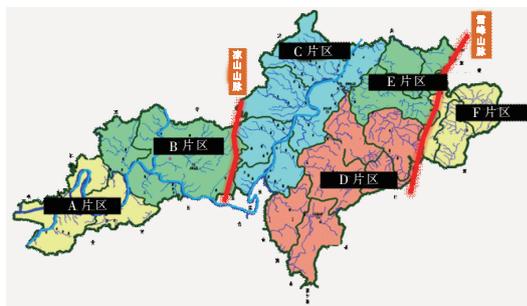


图2 供水分区方案

Fig. 2 Map of water supply zoning scheme

表2 各供水分区水量缺口

Tab. 2 Shortage of water supply in each area

项目	A 片区	B 片区	C 片区	D 片区	E 片区	F 片区
人口/万人	6.95	13.43	18.45	5.93	4.09	3.25
2030年需水量/($10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	1.45	8.18	4.00	1.20	0.89	0.70
水量缺口/($10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	0.52	5.13	0.53	0.94	0.70	0.56

2.4 水源分析及选择

市域内各水源水量、水质差异明显,沅江水量充沛、水质良好,为区域内最优质的水源;舞水水量相对丰富,但上游有工业园,存在水质污染风险;除托口水库、八面山水库水量较为充沛且水质优良外,大部分水库均存在污染现象且水量相对有限;东北部片区地势较高,缺少大型水源,局部缺水严重。

综合分析后,中部平原人口集中片区以沅江为主要水源,人口较少的其他地区由于山脉阻隔或地形高差大,优先选择区域内水量更为充足、水质更为优良的水源。东北部高地势缺水地区,结合技术、经济分析由邻近区域调水。

水源选择方案见图3。

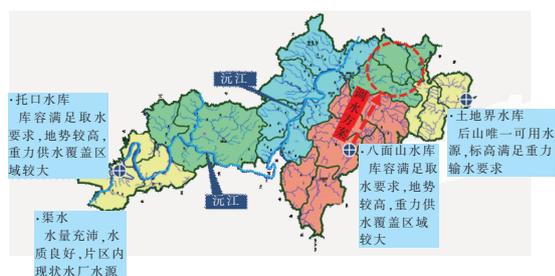


图3 主要水源选取结果

Fig. 3 Results of water source selection

2.5 建设方案设计

市域总体用水量不足且各片区差异较大,针对各片区的实际问题,统筹分析、对症下药,解决供需

2.3 供需平衡分析

综合分析湖南省用水定额及H市的实际人均用水量统计结果,城镇居民用水定额采用 $200 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$,农村居民用水定额采用 $100 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 。2020年工业用水量测算结果为 $3.04 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,2030年为 $4.04 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。最终预测得到2020年总需水量为 $13.78 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,2030年为 $16.42 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。根据2030年总需水量计算结果和现状供水规模,对各供水分区进行水量平衡分析,相应的水量缺口如表2所示。

矛盾。

① A片区现状管网覆盖不全,水厂实际供水量远低于设计规模,在保留现状运行良好水厂的基础上,远期仍存在水量缺口。建设方案中重点延伸现状水厂管网,并新建托口第二水厂($0.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),与现状管网连通。

② B片区现状梅子湾水厂规模较大($3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),但滤池滤速不满足新规范要求,舞水水源存在污染风险需进行更换,管网覆盖范围较小,片区远期供水量不足。优先改造、扩建梅子湾水厂,更换取水位置至沅江,并对现状管网进行辐射延伸。

③ C片区现状安江水厂规模较大($3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),但沉淀设计负荷过大,矾花不明显,供水管网覆盖范围较小,现状管道老化严重、漏损率高,区域远期供水量不足。故改造、扩建安江水厂,改造现状漏损管网并新建管网辐射供水。

④ D片区以山地为主,人口分散,管网覆盖范围较小,远期供水量不足。因此,于地形高处新建八面山水厂($2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),并沿人口密集的低位区域敷设供水主干,利用现状毛细管道,基本实现重力供水。

⑤ E片区内部无大型水源,无法满足远期需水量。考虑片区地势较高,结合相邻片区水量、地形因素进行调水方案比选。方案1从C片区内安江水厂调水,需建设管道 25.5 km ,设置4座提升泵站,提升 398 m ;方案2从D片区内八面山水厂调

水,需建设管道 21.3 km,设置 2 座提升泵站,提升 204 m。经技术经济分析后确定方案 2 为最优方案。

⑥ F 片区地势较高,现有供水工程规模小、处理工艺简单或基本无处理工艺,供水量不足且出水水质难以保障,片区内唯一满足水量要求的土地界水库存在网箱养殖等污染现象。故新建土地界水厂($1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),以土地界水库为水源,通过处理工艺的合理选择与优化确保水质达标,并提出水源保护和污染整治措施。结合地形特点建设管网,实现重力供水。

城乡供水一体化工程建设中,统筹并充分利用现状供水设施,对有改扩建条件的水厂进行提质扩容,改造并充分利用现状管网,是控制建设成本的重要内容。本项目重点改扩建现状供水厂 2 座,并通过管网改造和延伸工程充分利用现状管网。

2.6 近期工程确定

对各片区近远期供需特点、工程建设成本进行综合分析,确定近期优先建设工程:

① A 片区现有水厂运行正常情况下,能够满足近期水量需求,近期仅考虑延伸管网至江市集镇等处,扩大管网覆盖范围。

② B、C 片区人口集中,水厂规模较大且近期供水量尚有一定富余,近期仅对水厂进行提质改造,并开展管网延伸工程。

③ D、E 片区内村镇相对分散,现有水厂正常运行条件下基本能够满足人口集中地区的近期用水需求,故近期仍由现状水厂供水。新建水厂涉及投资较大,E 片区从 D 片区内调水所需能耗相对较高,长距离输水管道投资较大,均考虑远期建设。

④ F 片区现状水厂规模小、水质差,近期建设土地界水厂($5\,000 \text{ m}^3/\text{d}$)满足片区近期供水需求,并敷设管道优先向人口密集村镇供水。

3 结语

近年实施的农村饮水安全工程,虽然存在着工艺落后、管网老化、水资源利用率低、管理粗放等一系列问题,但农村整体自来水普及率确实有显著提高,也解决了大批农村居民的饮水难题。在此基础上,建设城乡供水一体化工程,实现区域的水资源统筹,提高供水水质,减少重复投资,实现规模效应,是巩固现有建设成果、推进饮水安全的重要举措。

城乡供水一体化工程覆盖范围广,运营管理难度大。落实专业化的工程建设和管理单位,依托大中型供水企业的专业优势、管理优势和资源优势,加强管理人员和技术人员培训,建立长效运行管理机制,也是城乡供水一体化工程良性运行、产生效益的重要保障。

参考文献:

- [1] 王利民,刘吉贵,马云峰. 德州市城乡供水一体化建设的实践[J]. 中国水利,2014(9):42-43.
Wang Limin, Liu Jigui, Ma Yunfeng. The practice of integrated construction of urban and rural water supply in Dezhou City[J]. China Water Resources,2014(9):42-43(in Chinese).
- [2] 陈红卫. 江苏省立法推进城乡一体化供水[J]. 城镇供水,2011(3):76-79.
Chen Hongwei. Jiangsu Province legislation to promote urban and rural integrated water supply[J]. City and Town Water Supply,2011(3):76-79(in Chinese).
- [3] 李明生,董小涛,李宁. 区域供水水资源论证特点与分析实例[J]. 水利建设与管理,2010,30(3):61-63.
Li Mingsheng, Dong Xiaotao, Li Ning. Demonstration characteristics and analysis examples of regional water supply and water resources [J]. Water Resources Development & Management, 2010, 30(3):61-63(in Chinese).



作者简介:罗惠云(1967-),女,湖南常德人,大学本科,研究员级高级工程师,主要从事市政给排水技术研究与工程设计工作。

E-mail:642134935@qq.com

收稿日期:2019-09-22