

邹磊. 城市应急供水工程设计的技术评估与标准化体系[J]. 净水技术, 2022, 41(8):55-61.

ZOU L. Technological evaluation and standardization system of urban emergency water supply engineering design[J]. Water Purification Technology, 2022, 41(8): 55-61.



扫我试试?

城市应急供水工程设计的技术评估与标准化体系

邹磊

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司,湖北武汉 430010)

摘要 应急供水设施可以保障城市在突发状况下的用水需求,然而目前国内缺乏应急供水全流程的指导性标准化工程设计技术。文中介绍了城市应急供水工程设计技术评估与标准化研究的思路和成效,通过分析我国在应急供水技术方面的研究和工程项目应用概况,梳理出包括应急水源设计和应急处理设计等关键技术在内的城市应急供水工程设计技术,并建立起关键技术特性指标、质量指标和价值指标的三级评估指标体系,结合建设和运行成本、副作用和风险、适用范围和关键设计参数、创新点和创新程度、先进程度和规范性文件、效益和可推广性,对技术的成熟性、先进性、应用效果和工艺设计参数进行评估,最终实现创新技术成果的标准化,构建了城市应急供水工程设计标准体系。经验证,本标准化体系具有一定的普适性,可以有效指导今后相关工程设计。

关键词 应急供水 应急水源 应急处理 评估指标 标准体系

中图分类号: TU992 文献标识码: A 文章编号: 1009-0177(2022)08-0055-07

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2022.08.008

Technological Evaluation and Standardization System of Urban Emergency Water Supply Engineering Design

ZOU Lei

(Central and Southern China Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Wuhan 430010, China)

Abstract The emergency water supply facilities can guarantee the city's water demand in an emergency. However, there is currently a lack of instructive standardized engineering design technology for the whole process of emergency water supply at home. The ideas and achievements of the research on the evaluation and standardization of urban emergency water supply engineering design technology was introduced in this paper. By analyzing the research on emergency water supply technology and the application of engineering projects at home, the urban emergency water supply engineering design technology including the key technologies such as emergency water source design technology and emergency treatment design technology were sorted out, and a three-level evaluation index system of key technical characteristic indexes, quality indexes and value indexes was established. In combination with the construction and operation costs, side effects and risks, scope of application and key design parameters, innovation points and degree of innovation, advancement and normative documents, benefits and scalability, the maturity, progressiveness, application effect and process design parameters of the technology were evaluated, and finally the standardization of innovative technical achievements was realized, and the design standard system of urban emergency water supply engineering was constructed. It had been verified that this standardization system has certain universality and could effectively guide the relevant engineering design in the future.

Keywords emergency water supply emergency water source emergency management evaluation index standard system

[收稿日期] 2022-03-04

[基金项目] 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2017ZX07501001)

[作者简介] 邹磊(1980—),男,高级工程师,研究方向为市政水处理技术、城市应急供水、市政基础设施等,E-mail:10027238@qq.com。

应急供水是当城市发生突发事件时,现有给水系统无法满足城市正常用水需求,需要通过启用应急供水设施保障城市应急状况下用水需求的供水方式。

2004年—2010年,国内频频发生因突发水源污染影响城市供水的事件,严重影响了正常的社会生产与生活秩序^[1]。因此,2008年—2015年,国家“水体污染控制与治理”科技重大专项饮用水主题中开展了多项与应急供水技术相关的研究课题,形成了水厂应急净化技术等多项关键技术,开发了饮用水应急处理导试水厂和移动式应急处理药剂投加系统,并在城市供水系统应对多起突发性水源污染事故中得到广泛应用,取得了较好的效果;2016年,住房和城乡建设部启动实施“国家供水应急救援能力建设”项目,在我国华北、华东等8个区域建立国家供水应急救援中心,各配备1套应急供水规模为480 m³/d的应急供水装备,可满足灾区12万人的基本饮水需求,提高了国家应急供水救援水平,华中基地也于2020年7月圆满完成了湖北省恩施城区应急供水保障行动。然而,目前国内缺乏指导性、系统性的应急供水工程设计标准体系。

基于此背景,本文首先通过分析国内应急供水技术方面的研究和工程项目应用概况,梳理出包括应急水源设计技术和应急处理设计技术等关键技术在内的城市应急供水工程设计技术。在此基础上,结合建设和运行成本、副作用和风险、适用范围和关键设计参数、创新点和创新程度、先进程度和规范性

文件、效益和可推广性,对技术的成熟性、先进性、应用效果和工艺设计参数进行评估,建立起关键技术的特性、质量和价值指标的三级评估指标体系,实现创新技术成果的标准化,构建城市应急供水工程设计标准体系。

1 应急供水技术应用现状

应急供水涵盖了供水系统从水源到水处理工艺、配水系统最终到饮用水的全过程^[2],旨在通过建设和启用应急供水设施,有效应对突发性水源、水厂及管网问题,提高城市在应急状况下的供水安全保障能力,增强城市供水韧性。经过调研和梳理水专项关键技术、应急处理案例、应急供水工程应用、标准化文件和文献资料等,凝练形成城市应急供水工程设计技术,包括应急水源设计技术、应急处理设计技术和其他应急工程设计技术。

1.1 应急水源设计技术

2015年之前,应急水源和备用水源的定义较为模糊,一般统称为“应急备用水源”。2015年4月2日,国务院发布《水污染防治行动计划》,规定“单一水源供水的地级及以上城市应于2020年底前基本完成备用水源或应急水源建设”,此后“十三五”期间的应急水源工程案例在全国范围内逐步增多。在2016年8月发布的《城市给水工程规划规范》(GB 50282—2016)以及2018年12月发布的《室外给水设计标准》(GB 50013—2018)中明确了应急水源的定义。基于应急水源的定位,统计国内已建的应急水源工程规模、建设内容、总投资等情况如表1所示。

表1 应急水源工程项目统计
Tab. 1 Statistics of Emergency Water Source Projects

工程	建设年份	设计规模	主要建设内容	总投资/万元
安陆三水厂徐家河应急引水工程	2019年	10万 m ³ /d	取水设施、输水设施	8 700
黄石市应急水源工程	2017年	10万 m ³ /d	输水设施	/
沧河应急水源泵站改造工程	2016年	12.5万 m ³ /d	取水设施改造、新建水源地加药间	1 300
江西南昌应急水源工程	2017年	/	取水设施、输水设施	/
南通市通州区地下水应急水源地工程	2016年	2.5万 m ³ /d	取水设施、预处理设施、输水设施	6 560
普宁市莲花山水厂应急备用水源引水工程	2015年	15万 m ³ /d	取水设施、输水设施	7 990
镇江市征润州水源地原水水质安全保障工程	2014年	60万 m ³ /d	前置原水调蓄池、预处理设施、取水设施、导试水厂	8 200
桐乡应急备用水源工程	2012年	277.8万 m ³	人工湖开挖、水质改善设施	50 600
苏州市西塘河应急水源工程	2008年	60万 m ³ /d	取水设施	3 170

应急水源设计技术成熟性较高,部分内容已纳入标准化文件,实际应用案例较多,可推广性较强,通过应急水源的及时启用进行水源快速切换,保证水厂的原水供应,适用于应对突发性水源问题。

1.2 应急处理设计技术

2006年以前,人们对自然灾害或人为事件可能导致水体突发污染进而产生供水危机的意识薄弱,对供水安全的认识不到位。“十一五”水专项实施前,水厂没有应急处理设施和有效的应急处理技术,在水源地发生污染事件时,现场开展试验确定应急处理参数,临时进行工艺改造,通过应急处理使水质达标后再恢复供水,往往造成停水的重大事故。

在“十一五”“十二五”水专项课题中,通过“自来水厂应急净化处理技术及工艺体系研究与示范(2008ZX07420-005)”的实施,对饮用水相关标准所涉及的全部100多项污染物逐项确定应急处理的技术、工艺参数和最大应对污染物超标倍数,首次建立了由6类关键技术组成的应对水源突发污染的城市供水应急处理技术体系,达到了国际先进水平,技术完备和规模化生产情况良好,研究成果已纳入《室外给水设计标准》(GB 50013—2018)中,并在城市供水系统应对多起突发性水源污染事故中得到了广泛应用,取得了较好的效果。统计国内已建的应急处理工程建设地点、建设年份、设计规模、投加点和应急药剂如表2所示。

表2 应急处理工程项目统计
Tab. 2 Statistics of Emergency Treatment Projects

工程	建设年份	设计规模/ (m ³ ·d ⁻¹)	主要建设内容
南海新桂城水厂工程	2012年	38万	取水口投加高锰酸钾和粉末活性炭
扬州市廖家沟水源地达标建设取水口迁建工程	2015年	40万	取水口投加高锰酸钾和粉末活性炭
桂林市城北水厂二期供水工程	2016年	40万	取水口投加高锰酸钾和粉末活性炭
庙泾河水源地取水口西迁工程	2016年	60万	水源厂投加高锰酸钾和粉末活性炭
宿迁银控自来水有限公司第二水厂二期工程、三期工程	2014年、2017年	20万	取水泵站投加二氧化氯、高锰酸钾和粉末活性炭
沧河应急水源泵站改造工程	2017年	12.5万	取水口应急加药间,投加二氧化氯和粉末活性炭
楚雄市第四自来水厂工程	2018年	10万	水厂内投加高锰酸钾和粉末活性炭
汕头秋风水厂扩建及金溪水厂改造工程	2019年	14.2万	取水口投加高锰酸钾和粉末活性炭
上虞区上源闸水厂迁建工程	2019年	15万	原水管道投加高锰酸钾和粉末活性炭
兴化市区域供水备用水源工程	2019年	43万	取水口投加高锰酸钾和粉末活性炭

应急处理设计技术成熟性高,已经实现标准化,实际应用案例较多,社会效益明显,可推广性强。通过在水源或水厂投加应急处理药剂进行应急净水,降低污染物浓度、提高污染物去除率,使水厂出水水质达标,适用于应对突发性水源水质问题。

1.3 其他应急工程设计技术

“十一五”“十二五”期间,苏州、无锡和宁波3个城市通过建设应急配水连通管道实现了多水源多水厂的清水调配,应急供水量可达日常供水量的55.60%~75.80%^[3-4],应急供水水质满足《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的要求,切实保障了事故状态下的应急水量及水质,总体供水安全性较高。

通过调研国内外应急供水系统的案例,梳理出

为了满足地震、极端气候、海啸、超级台风等自然灾害情况下供水需求的应急供水站和应急储水设施,通过储备的清水保证城市供水系统修复前应急状态下的居民生存用水,最大应急供水时间可达28d。

将以上几项技术合并归纳为其他应急工程设计技术,包括应急配水连通管道设计技术、清水储备与应急救援设计技术等,整体成熟性一般,应用案例较少,可推广性一般。其中,应急配水连通管道设计是指通过多水厂供水区域间应急配水连通管道及配套设施进行清水调配,适用于应对多区域供水系统的突发性部分水厂水量或清水输水管道问题;清水储备与应急救援设计是指通过储备或制备的清水保证城市供水系统修复前应急状态下的居民生存用水。

2 技术评估指标体系

结合前文介绍的应急水源设计技术、应急处理设计技术及其他应急工程设计技术的发展和现状,参照《城镇供水工程设计技术评估指南》(T/CECA 20013—2021)确定的评估流程和评估方法,建立了一套合理且有效的评估指标体系评价技术的质

量和价值,评价指标包括特性指标、质量指标和价值指标3类。

2.1 技术特性评价

一级指标包括经济效能、安全性和工艺设计参数,二级指标包括建设指标、运行成本指标、副作用和风险、关键设计参数,具体评价内容如表3所示。

表3 技术特性评价

Tab. 3 Technical Characteristic Evaluation

一级指标	二级指标	三级指标	
经济效能	建设指标	应急水源工程吨水总投资为100~1 000元/m ³ (含取水工程、输水工程、水质保障设施等),当需新建水源地工程时,吨水投资为1 500~3 000元/m ³ ; 应急处理药剂投加系统吨水总投资为25~50元/m ³ (含活性炭投加系统、高锰酸钾投加系统、酸碱投加系统、氯投加系统等)	
	运行成本指标	单位药剂(液氯)成本为0.03元/m ³ ;粉末活性炭为5 000~6 000元/t;单位电耗约为0.10元/m ³ ;自用水率<5%	
安全性	副作用和风险	采用氯、二氧化氯等应急药剂时应控制使用量,降低氯酸盐、亚氯酸盐、三卤甲烷等消毒副产物生成风险;液氯在使用、存储、运输中存在较大安全风险	
工艺设计参数	关键设计参数	应急水源 适用范围	适用于现有水源单一,且存在安全隐患(如水源存在事故风险或水质季节性超标等)、可靠性较差的城市
		建设规模	按照应急供水服务人口、应急用水量指标和应急供水时间测算,其中,应急供水服务人口均按照水厂正常供水服务人口计;应急用水量指标不低于80 L/(人·d);应急供水时间按10 d计 ^[5]
		水源类型及水质	应满足水量充足、响应迅速、水质良好的总体要求;可选择地表水、地下水,包括可利用的自备井
		系统构成	包括应急水源及配套的取水工程、输水工程、水质保障设施、运行调度及管理
	应急处理 适用范围	适用于水源存在水质污染风险的水厂	
	应急净水技术选用	应对可吸附有机污染物,可采用粉末活性炭吸附技术;应对金属、非金属污染物,可采用化学沉淀技术;应对还原性污染物,可采用化学氧化技术;应对挥发性污染物,可采用曝气吹脱技术;应对微生物污染,可采用强化消毒技术;应对藻类暴发引起水质恶化,可采用综合应急处理技术	
	应急药剂种类	粉末活性炭、酸、碱药剂、氧化剂,可采用氯(液氯或次氯酸钠)、高锰酸钾、过氧化氢等; 设有臭氧氧化工艺或水厂二氧化氯消毒工艺的水厂也可采用臭氧或二氧化氯作氧化剂; 除藻毒素时,可采用预氯化、粉末活性炭吸附等;除藻类代谢产物类致嗅物质时,可采用臭氧、粉末活性炭吸附; 当水厂有臭氧氧化工艺时,也可采用臭氧预氧化,除藻类腐败致嗅物质时,宜采用预氧化技术	
	投加点及投加量	以湖库为水源的水厂,应急处理工程设计应为高锰酸钾5 mg/L投加于取水泵房、粉炭40 mg/L投加于取水泵房和水厂混凝前; 以江河为水源的水厂,可能的污染风险为有机、金属或类金属污染物泄露及偷排进入江河,这类水厂的应急处理工程的设计应为粉炭40 mg/L投加于取水泵房、酸20 mg/L和碱20 mg/L分别投加于水厂混凝前和滤池后	
其他应急工程	应急配水连通道	连通道类型、水质保持措施	
	清水储备	应急蓄水容积、应急蓄水池类型、水质保持措施;其中,蓄水容积应满足保证生存饮水量[4.0 L/(人·d)]下使用10 d,即V≥覆盖区域应急供水人口×4×10/1 000(m ³)	

(续表3)

一级指标	二级指标	三级指标
	应急救援	供水标准、系统配置、取水条件、净水工艺、辅助设施标准、运行能耗,其中,每套应急供水装备供水规模为 480 m ³ /d,可满足灾区 12 万人基本饮水需求;系统配置为 4 台移动式应急净水装置(单台供水能力为 5 m ³ /h)、2 台应急水质检测装置(1 台有机物及常规指标水质检测装置,1 台重金属及常规指标水质检测装置)、1 台应急技术保障装置;运行能耗按一年参与一次救援(15 d)计,净水药剂消耗为絮凝剂投加量为 20 mg/L,单套总投加量为 144 kg,次氯酸钠投加量为 0.5 mg/L,单套总投加量为 3.6 kg;救援路途油耗为每台装置每年救援行驶距离 2 000 km,单位油耗为 20 L/(100 km),单套装置共耗 1.6 t 柴油;救援净水油耗为无外接电源的情况下,每台装置油耗为 8.25 L/h,每年油耗为 11 880 L,车体自带油箱容积为 100 L,净水设备可运行 12 h

2.2 技术质量评价

一级指标包括成熟性、创新性、先进性和规范性,二级指标包括就绪度^[6]、技术完备情况、创新

目标、创新技术内容、创新点、创新程度、创新类型、先进程度、规范性文件,具体评价内容如表 4 所示。

表 4 技术质量评价
Tab. 4 Technical Quality Evaluation

一级指标	二级指标	三级指标
成熟性	就绪度	启动时 6~9 级,当前 7~9 级
	技术完备情况	完备
创新性	创新目标	解决了因发生突发事件引起城市供水系统短期无法正常运行带来的问题,最终形成适合我国的城市供水系统应急工程设计技术体系,指导城市应急供水设施优化建设,有效提高突发状况下城市供水的安全性
	创新技术内容	建立了城市供水系统应急工程设计关键技术清单,开展了应急技术案例性评估验证
	创新点	结合分析近些年突发性水污染事件应急处理案例,总结应急处理工艺的关键设计参数,在此基础上开展应急处理设施及辅助设施设计的标准化研究,提升水厂应急处理工艺设计标准化水平
	创新程度	按照不同水源类型及水厂规模将应急处理设施标准设计进行划分,应急供水安全可靠整体提高
	创新类型	集成创新
先进性	先进程度	形成了适合我国城市供水系统全流程的应急工程设计技术体系,技术成熟可靠
规范性	规范性文件	关于应急水源、应急处理等标准、指南数量较多

2.3 技术价值评价

一级指标包括技术效益、社会效益、环境效益和可推广性,二级指标包括技术增量、受益人口数量和

受益程度、水资源保护与利用的综合效益、技术应用适用性,具体评价内容如表 5 所示。

表 5 技术价值评价
Tab. 5 Technical Value Evaluation

一级指标	二级指标	三级指标
技术效益	技术增量	涵盖了供水系统从水源到水厂至管网的全流程,保障应急供水量需求和水厂出水水质达标,提高应急能力
社会效益	受益人口数量、受益程度	应急工程设计技术的应用可有效应对突发性水源、水厂及管网问题,保障居民饮水安全,社会效益良好
环境效益	水资源保护与利用的综合效益	应急水源和应急处理设施的建设可以有效保护和利用水资源
可推广性	技术应用适用性	对全国不同地区不同规模的水厂均适用,可推广性强

3 应急供水工程设计标准框架构建

通过上文介绍的技术指标评估体系,结合实际工程设计中的背景调研、风险分析、工程设计等步骤,建立设计标准框架,明确城市应急供水工程设计方案的组成和主要内容,提高城市应急供水设施设计和建设的标准化程度,推动城市应急供水能力建设。

其中,应急水源设计技术评估包括在突发状况下通过应急水源的快速启用能保证水厂的原水供应,用于应对突发性水源问题。应急水源工程设计标准和关键参数包括应急水源建设规模、水源类型及水质、系统构成、应急用水量指标和应急供水时间等;应急处理设计技术评估包括在突发状况下通过

在水源或水厂投加应急处理药剂进行应急净水,降低污染物浓度、提高污染物去除率,使水厂出水水质达标,用于应对突发性水源水质问题。应急处理工程设计标准和关键参数包括应急净水技术选用、应急药剂种类、投加量、投加点、投加方式和储存量等。

3.1 总体思路

在梳理城市供水系统现状的基础上,分析可能存在的风险因素,针对性地提出应急工程设计方案,指导应急供水设施建设,保障城市在突发状况下的应急供水。

3.2 应急工程设计标准框架

构建的应急供水工程设计标准体系的构架、组成及主要内容如表6所示。

表6 体系框架及主要内容
Tab. 6 System Framework and Main Content

构架	组成	主要内容
城市供水系统现状	城市规模	大、中、小型
	水源现状	类型、水质、数量
	水厂现状	数量、规模、净水工艺
	管网现状	类型、管径、长度
供水系统风险分析	水源	地表水、地下水;单一、多个
	水厂	常规、预处理+常规+深度处理;单一、多个
	管网	枝状、环状、管材、建设年代
	以往供水突发事件回顾	事件类型、影响时间和范围、采取的应急处置措施
城市供水系统应急工程设计	应急水源工程设计	应急水源建设规模、水源类型及水质、水源系统构成(取水工程、输水工程、水质保持措施、运行调度及管理)
	应急处理工程设计	应急净水技术选择;应急药剂种类、投加点、投加量;应急处理设施标准化设计(湖库地表水源水厂、江河地表水源水厂)
	其他应急工程设计	应急配水连管道、清水储备设施、国家供水应急救援基地对接等

3.3 案例介绍

通过建立的设计标准体系框架,选取大理应急供水工程作为应用案例,针对城市供水系统存在的风险,编制应急工程设计方案如下。

(1)供水系统现状:大理市辖下关、大理两个城区,喜洲、上关等9个镇及大理经济开发区,2025年规划人口约为100万人。城市生产、生活主要取用洱海水,境内有河流100余条,除西洱河外,其他主要溪流有25条,全部发源于大理盆地四周山麓并流入洱海。环洱海周边现有17座水厂,总规模为59.20万 m^3/d ,各系统之间相互独立,基本没有实现联网。

(2)供水系统可能存在的风险分析:现阶段水源相对单一,一旦发生突发性水源污染事件,将面临无供水水源的问题,供水安全存在较大隐患;水厂数量多、规模小,沿洱海东西两侧分布,大多采用混凝沉淀、连续膜过滤制水工艺,原水水质出现恶化时,水厂产水量降低,出水水质也存在安全隐患;全市供水管网随着城市的发展逐步铺设延伸,已有管网布局凌乱、分散,水源也不尽相同,缺乏统一规划,老的管道已使用三十多年,多已腐蚀或严重结垢,管材选用及管径不合理,致使水压不合理、漏水损失多,供水普及率有限,甚至时有“爆管”发生,特别是至今仍在使用的混凝土管,管道漏损严重,供水安全性

较差。

(3) 应急供水工程设计方案: 大理应急供水工程建设的主要工程内容有 3 部分, 分别是各水厂的应急取水工程、应急净水工程、应急供水工程。应急取水部分主要是通过建设应急取水泵站、取水头部、应急取水调蓄池及输水管道等工程措施, 为各水厂建立应急水源的取水、蓄水、输水系统。应急净水部分主要是通过增加前置粉末活性炭投加系统、前置粉末高锰酸钾投加系统, 增强各水厂在洱海发生蓝藻暴发时的净水能力。应急供水部分主要是通过配水连通管网改造, 增强片区调水能力; 配备移动供水车, 增加临时供水点; 改造局部管网, 增加供水量。以海西片区上关水厂及喜洲水厂为设计案例进行说明。

① 应急水源: 上关水厂 (2.0 万 m^3/d) 离三库连通引水至洱海应急补水的补水口较近, 选择“三库连通水源”作为应急水源, 建设应急取水泵站 (4.0 万 m^3/d , 可同时供给上关水厂和喜洲水厂) 及输水管道 (DN700, 8.2 km), 洱海水水质恶化时, 启动应急泵站, 将“三库连通水源”输送至上关水厂。喜洲水厂 (2.0 万 m^3/d) 离上关水厂洱海取水泵站输水管线较近, 将喜洲水厂输水管线与上关水厂输水管线连通, 可利用上关水厂的原水输水管获得“三库连通水源”作为应急水源。

② 应急处理: 上关水厂和喜洲水厂现状水源均为洱海水, 上关水厂取水泵房已有粉末活性炭投加装置, 新增一套高锰酸钾投加装置 (投加量为 0.65~13 kg/h); 喜洲水厂取水泵房新增一套高锰酸钾投加装置 (投加量为 0.65~13 kg/h)、一套粉末活性炭投加装置。高锰酸钾和粉末活性炭投加装置均采用一体化成品, 用于粉末药剂射流投加, 现场提供水源和气源。

③ 应急调水: 通过已连通的大凤路供水干管, 可进行区域调水。

④ 典型事故下应急方案: 当洱海发生藻类污染时, 上关水厂和喜洲水厂启动应急处理系统; 当污染程度超过应急处理系统处理能力时, 启动应急水源,

三库连通工程已通水的茈碧湖到洱海应急补水工程的补水量平均为 17.6 万 m^3/d , 可满足上关水厂和喜洲水厂对急水源的要求。

(4) 工程效果分析: 在发生突发事件时, 通过应急工程的建设实施可在一定程度上维持上关水厂、喜洲水厂、银桥水厂、新三水厂、新风仪水厂等 17 座水厂的生产, 基本满足大理古城、海西片区、下关城区、海东镇及海东中心城区应急供水要求。工程的社会效益十分显著, 远大于其直接经济效益。

4 结论

本文综述了已有的应急供水技术应用现状, 汇总了相应的技术评估指标体系, 构建了应急供水工程设计标准框架。

城市应急供水工程设计标准体系根据城市现有供水系统特点及污染风险, 因地制宜灵活选择应急水源、应急处理等应急技术的结合进行应急能力提升建设, 辅以应急救援, 可有效保障应急处置期间居民的正常生活用水, 增强城市供水韧性。同时, 依据建立的设计标准体系框架编制了大理应急供水工程设计方案, 有效指导了大理市供水应急能力提升的建设。

城市供水系统应急工程设计技术涵盖了供水系统从水源到水厂至管网的整个全流程, 就绪度高、应用广泛, 具有显著的社会效益和实用价值。

参考文献

- [1] 张晓健, 陈超. 应对突发性水源污染的城市应急供水的进展与展望[J]. 给水排水, 2011, 47(10): 9-18.
- [2] 李树苑. 城市供水系统关键技术标准化研究[J]. 中国给水排水, 2021, 37(22): 129-132.
- [3] 董秉直, 顾玉亮, 俞亭超. 饮用水安全区域联动应急技术研究及示范[J]. 给水排水, 2013, 49(3): 29-34.
- [4] 李晓华, 韩炳荣, 赵红军, 等. 管网互连互通技术在应急供水中的应用[J]. 城镇供水, 2017(6): 84-87.
- [5] 鄢燕秋, 王胜军, 张炯. 城市供水备用水源工程规划设计探讨[J]. 给水排水, 2012, 48(12): 25-30.
- [6] 张怀宇. 技术评估新概念与城市供水工程新技术评估指标体系[J]. 给水排水, 2020, 56(5): 95-100.