

述评与讨论

德国自来水厂安全管理体系对北京供水启示

徐锦华, 赵蓓, 李宗浩, 高兴华, 吴萍, 刘武华
(北京市自来水集团有限责任公司, 北京 100031)

摘要: 为应对新时期城市建设对供水安全保障的挑战,北京市自来水集团对德国现代化水厂安全管理体系进行了考察。德国自来水厂整体安全级别为防战争级,安全管理体系的4个主体要素责任明确、实施规范可靠、监管精细有序。结合北京供水企业安全管理工作现状,建议提升安全体系精细化水平、构建综合应急响应体系、加强处理单元风险防控、严格危化品安全管理和落实员工主体责任。

关键词: 自来水厂; 安全管理; 体系优化

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)08-0009-06

Enlightenment of Security Management of German Waterworks on Beijing Water Supply Operation

XU Jin-hua, ZHAO Bei, LI Zong-hao, GAO Xing-hua, WU Ping, LIU Wu-hua
(Beijing Waterworks Group Co. Ltd., Beijing 100031, China)

Abstract: In order to cope with the challenge of water supply security in the new urban construction stage, Beijing Waterworks Group investigated the security management of Germany modern waterworks. The overall security level of German waterworks was war-proof. The security management system was composed of four main elements with definite responsibilities, reliable implementation and carefully and orderly supervision. On basis of the current situation of security management of Beijing Waterworks Group, the suggestion was put forward for water supply security management, which included enhancing the refinement level of security system, constructing an integrated emergency response system, strengthening the risk prevention and control of treatment units, strictly controlling the hazardous chemicals and implementing the responsibility of employees.

Key words: waterworks; security management; system optimization

水是维系城市发展运行的基本资源,在城市正常运转和发展中,具有无可替代的重要作用^[1]。随着社会和经济的发展,水资源特别是饮用水资源的需求日益增加。以北京为例,北京市人口规模大,增速快,而且分布极不平衡,人口规模的快速膨胀加剧

了城市管理和公共服务的压力,对资源和环境承载能力形成了严峻挑战,也对供水安全提出了更高的要求^[2-3]。

供水安全不仅指水量保证和水质达标,同时水厂生产运行和安全管理也越来越受到重视^[4-6]。目

前,北京市自来水集团拥有市区水厂 15 座、调蓄水厂 1 座、郊区新城水厂 14 座,日供水总能力为 $450 \times 10^4 \text{ m}^3$,其中,市区日供水能力为 $381 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。自“南水北调”工程通水后,北京还将建设数座新水厂接纳“南水”。运行水厂的增加、供水能力的提升、净水工艺的改进和自动化程度的提高,给北京市供水企业安全管理带来新的挑战。针对供水安全面临的挑战,在更新完善安全管理制度和加强供水企业的安全管理力度的同时,形成一套标准化、规范化的科学安全管理体系,是供水企业亟待解决的问题^[7-8]。

因此,北京市自来水集团对德国滢格水务和水科技中心进行了访问,在详细考察德国 W 市现代化水厂 W 水厂安全管理体系和具体措施的基础上,结合北京供水企业安全工作现状,提出了供水安全管理工作优化建议,以期为供水安全管理工作提供借鉴和支持。

1 德国自来水厂安全管理体系

1.1 安全管理体系要素

W 市供水系统分为水厂和管网两个部分,在全市统筹下分别由独立的专业公司运营,市级机构同时还负责包括取水点、水厂处理单元等处报警系统的监管。对于负责取水和处理的自来水厂,汲取第二次世界大战的经验教训,所有构筑物 and 净配水设施均按防战争级别设计建设。

W 市共有 6 座水厂,服务人口为 15 万人,其中 W 水厂最大日供水能力为 $1.2 \times 10^4 \text{ m}^3$,为德国中型水厂。该厂水源为深层地下水,所处含水层为包含贝壳层的海洋地质结构,对原水有过滤作用。该水厂 17 世纪由易受污染的浅水层地下水改为此水源后,在当时水处理技术有限的情况下,显著降低了水传播疾病患病率。W 水厂处理流程见图 1。

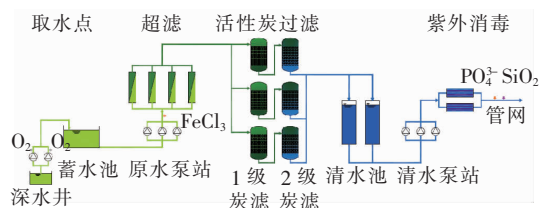


图 1 水处理工艺

Fig. 1 Schematic diagram of water treatment process

原水加氧后经曝气池排气,进入压力式超滤系统,出水经两级活性炭过滤后进入清水池,清水池出

水采用紫外消毒后进入市政管网。其中,超滤膜采用滢格公司 Multibore® 多孔内压式超滤膜,膜丝为蜂窝式结构,稳定性高,过滤孔径均匀且仅为 20 nm,能有效截留悬浮固体、藻类、“两虫”(隐孢子虫和贾第鞭毛虫)、细菌(如大肠杆菌、枯草芽孢杆菌等)和病毒(如 2.5 nm 的 MS2 病毒)。该厂通过原水含水层和超滤系统过滤,减少活性炭工艺进水微生物总量,同时结合出厂前紫外线消毒形成三级屏障,降低微生物泄漏风险,保障处理出水的生物安全性。每个处理单元在自动控制和设置自动报警装置的同时,均有专人定时检查并记录。

W 市的市政供水管线均采用不锈钢管,入户管采用铜管。一方面,市政供水管线输送水经超滤—紫外联合工艺处理,生物安全性高,同时由负责运营的管网公司定期冲洗,以保障不采用氯消毒情况下的管网水质。另一方面,对于入户管,W 水厂出厂水添加磷酸钠和硅酸钠,防止铜管因水流停滞导致腐蚀,充分保障从源头到龙头的水质安全。

基于上述对 W 市供水系统调查分析,提炼出安全生产标准化系统的 4 个主体要素,即政府、企业、处理单元和员工,并简要概括安全生产标准化综合运行机制:政府统筹监管,企业自律实施,单元运行控制,员工参与落实。

1.2 安全管理体系执行

1.2.1 政府统筹监管

W 市政府在安全生产标准化工作中,主要负责统筹水厂—管网的协调运行,监管包括取水点和水厂各单元构筑物的报警系统,对安全管理体系执行宏观综合领导作用。其中,取水点报警装置见图 2,当非工作人员进入时,报警装置发出警示鸣音,同时将情况上报至市级安全系统。



图 2 取水点报警装置

Fig. 2 Alarm device of water source well

1.2.2 企业自律实施

自来水厂作为供水安全的重要机构,对于安全管理体系执行,不仅需根据安全级别要求在水厂建设期确定各构筑物的设置及安全防护方法,而且在运营期还需负责安全标准制定、日常安全管理、安全工器具配备等各个方面。

在整体安全级别方面,水厂汲取第二次世界大战对城市损毁的经验教训,为保证特殊时期如战争情况下的供水安全,将整体安全级别定为防战争级别。如生产构筑物设置为全地下或半地下式,以防空袭打击;取水点因位于城市中心,不能建设大型保护装置,因此,建设了坚固的小型堡垒加以保护(如图3所示)。



图3 取水点

Fig.3 Water source well

在运营期安全管理方面,水厂针对各生产单元和重点操作设备制定详细的安全管理规定,并将相应安全提示牌挂于各单元入口和重点操作设备处;制定专人定时巡查制度,记录水量水质等生产情况和设备运行情况,保证设备安全运行;根据各生产单元工艺,配备齐全的事故应急处理用品,并设专区分类摆放。

W 水厂使用的安全提示牌和事故应急处理用品分别如图4和图5所示。



图4 安全提示牌

Fig.4 Safety signs



图5 事故应急处理用品

Fig.5 Emergency handling supplies

通过上述对企业安全生产管理任务进行分解,根据水厂安全管理体系的要求,确定各单元安全职责,保证水厂安全生产管理能够在统一指挥下有序进行。

1.2.3 单元运行控制

W 水厂主要生产单元由取水泵站、超滤膜过滤、活性炭过滤、紫外消毒和化学药剂车间组成。虽然 W 水厂水源经过地层过滤已经达到饮用水水质标准,但为保证有突发事件如污染、瘟疫、化学战争等发生时的城市能够正常稳定供水,增设了超滤膜过滤、活性炭过滤和化学药剂车间,并连续运行全套处理流程。

以涉及多种腐蚀性化学物质的化学药剂车间为例,不仅将水厂生产所需要的化学药剂及存储罐整合在一起,而且设置为单独车间。车间内包括原水浊度高时需投加的三氯化铁、超滤膜化学清洗使用的氢氧化钠、硫酸和防止用户铜管腐蚀添加的磷酸盐和二氧化硅。各药剂存储罐均贴有明确存储液体类型和危险提示标识,投加装置分别布置在专门的安全柜内。

W 水厂药剂存储罐标识见图6,药剂投加设备安全柜见图7。



图6 药剂存储罐标识

Fig.6 Signs of chemical storage tanks



图7 药剂投加设备安全柜

Fig. 7 Safety cabinets for dosing equipment

尤其需要指出的是,尽管W水厂水源水质好,超滤膜污染较轻,但W水厂仍设置超滤系统的定期化学清洗,除保证超滤膜污染清洗外,主要是通过每周定期运行化学清洗系统,确保所有管线、加药泵、阀门等设备的通畅和自动控制的有效。

1.2.4 员工参与落实

企业员工是安全生产的主角,由管理层和执行层组成。其中,管理层负责安全标准和方案的制定,以及安全防护设施和用品的提供。由普通员工组成的执行层是各项标准的直接落实者和岗位职责的履行者,分别负责定时巡查各生产单元的设备运行和出水水质情况,并按规定详细记录,在整个现代化水厂高度自动化程度下,实现了由传统的专人值守到专人管理的转变,保证水厂自动可靠运行。

化学药剂车间操作人员使用的安全防护用品如图8所示。



图8 操作人员安全防护用品

Fig. 8 Personal protective equipment

此外,对于专业操作人员,还根据管理单元的特点,配备便携式个人安全防护设备。例如,水源井取水单元位于地下,巡查人员需随身携带CO₂检测仪(见图9),实时监控CO₂浓度,保证操作人员的人身安全。

图9 CO₂ 检测仪Fig. 9 CO₂ detector

1.3 安全管理体系宏观机制

通过实地考察德国现代化水厂,深入交流安全管理体系4个主体要素的执行,基于霍尔模型,可将上述管理系统的逻辑关系、过程环节及宏观要素由三维结构模型进行表示。

将W水厂安全管理体系按照逻辑、时间和知识3个维度划分,如图10所示。其中,逻辑维表示安全管理体系中政府、企业、生产单元和员工4个主体要素,以及各要素间相互作用方式;时间维表示安全管理体系的3个环节,即制定、实施和监管;知识维表示安全管理体系中国家标准和企业标准2个层级。综上所述,形成了以“4个要素,3个环节,2层标准”为框架的模型,从而实现了安全管理体系宏观机制各要素相互支撑、协调运行。

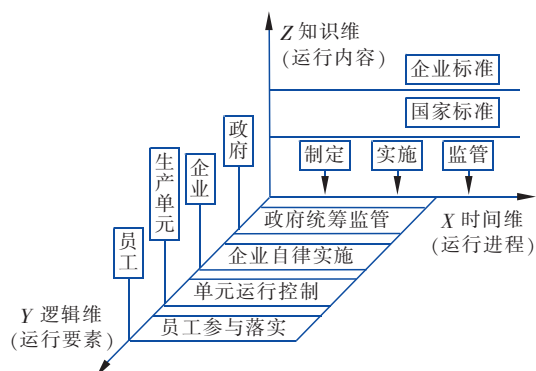


图10 安全管理体系的运行模型

Fig. 10 Operating mechanism of security system model

2 北京供水企业安全管理

2.1 北京供水企业安全管理现状

北京市自来水集团负责北京中心城区、通州(城市副中心)及延庆、怀柔、大兴等郊区新城的自来水供应,为保证供水工作的安全稳定,依据《中华人民共和国安全生产法》、《北京市安全生产条例》等相关法规,制定了企业的《安全生产责任制管理

制度》《安全生产检查制度》《安全教育培训管理制度》《事故管理制度》《安全设施管理制度》《有限空间作业安全管理制度》和《安全警示标识和防护管理制度》等安全生产标准化管理制度。例如,《安全生产责任制管理制度》中规定了厂长、副厂长、生产班(组)长、职工等在内的水厂各级人员安全生产责任制,明确了安全保卫科、生产技术科、中心控制室等各职能科室的安全职责;《安全生产检查制度》详细规定了各级安全检查形式、周期、内容和实施方式。

通过上述各项制度,构建了供水安全保障体系,强化了企业各岗位员工的安全生产责任,保证安全生产工作顺利进行,防止和减少生产安全事故发生,保障员工人身和企业财产安全。

2.2 北京供水企业安全管理优化

企业的安全生产管理是一项细致繁琐的工作,参考德国现代化自来水厂安全管理体系的构建与执行,结合于2017年4月1日起正式实施的《企业安全生产标准化基本规范》(GB/T 33000—2016),从供水企业角度提出安全管理优化建议。

2.2.1 供水企业安全管理优化

对于供水企业,安全管理的主要任务是制定企业安全生产管理体系,并为体系的顺利实施提供资源保障。

首先,提升安全管理精细化水平。全面开展基层单位隐患排查治理体系建设,编制隐患排查岗位清单,形成“排查、上报、治理、验收”的闭环管理;建立安全风险辨识评估标准,评估风险等级,制定评估方案、管控措施及应急预案,加大管控力度。

其次,构建综合应急响应体系。建立从源头到龙头全过程的供水安全综合指挥管理平台,提升各类供水安全突发事件的处置效率;提升水厂信息化安全水平,完成水厂工控、网络和信息系統安全测评,有针对性地采取符合行业特点的防范对策和整改措施。

最后,开展多形式安全专项活动。以施工安全、电气检修、有限空间作业为重点,加大职工安全培训力度;开展技术比武、安全征文等各级安全宣传教育活动;开展安全生产、管网抢修、消防等应急演练,确保作业安全规范,提升应急处置能力。

2.2.2 生产单元安全风险防控

生产单元是供水企业的安全管理重点和难点,

在现有安全管理各项制度的基础上,主要抓好安全风险防控和严格危化品安全管理两项工作。

对于安全风险防控,根据安全防范建设标准和安全风险辨识评估标准,加强源头管控,建立双重预防机制;提升安防能力,对重点单位、重要部位安防设施进行升级改造。对于危化品安全管理,为应对化工企业疏解外迁对净水材料运储的影响,启动液氯、液氨退出运行的工艺替代方案,评估并消除替代措施的风险,保证生产安全;加强存量液氯、液氨以及次氯酸钠的安全管理,组织开展运输、应急处置等环节的应急演练,全面提升运、储、管、用各环节监管水平。

2.2.3 员工安全主体责任落实

现代化水厂自动化程度高,但对于安全管理,无人值守并非无人管理,且为保证水厂自动可靠运行,员工安全责任落实至关重要。对于员工,应强化安全主体责任落实,牢固树立安全发展理念。同时,加强二级单位安全机构设置,配齐专业安全管理人员,压实安全管理责任,把安全生产管理、防范、监督、检查、奖惩各项措施落实到岗到人,完善内部安全生产责任考核追溯制度。此外,员工应积极参加安全教育培训,不断提升安全管理人员的履职能力和普通职工的综合素质,将专业管理与群众管理有机结合,不仅充分发挥专业管理人员的骨干作用,而且引导全体职工参与安全管理,以调动全体员工的自觉性和能动性。

3 结语

城市供水是城市基础设施的重要组成部分,是现代化城市政治稳定、经济繁荣、科技发达、生活富裕的基本保障。因此,为落实新时期北京城市建设“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”总体原则,充分贯彻国家“十三五”规划,通过借鉴国外先进技术和管理经验,对标现代化水厂安全管理制度,建立适应高自动化水平的安全标准化体系,提高首都供水安全保障度,不断提升首都应对供水安全风险和挑战的能力,为建设国际一流的和谐宜居之都奠定坚实的供水安全保障基础。

参考文献:

- [1] 周雅珍,蔡云龙,刘茵,等. 城市供水系统风险评估与安全管理研究[J]. 给水排水,2013,39(12):13-16.
Zhou Yazhen, Cai Yunlong, Liu Yin, et al. Study on the

- risk assessment and security management of urban water supply system [J]. *Water & Wastewater Engineering*, 2013, 39(12): 13 – 16 (in Chinese).
- [2] 吴薇, 黄飞. 关于城市供水安全保障与应急体系建设的思考 [J]. *供水技术*, 2017, 11(3): 61 – 64.
Wu Wei, Huang Fei. Consideration on the security and emergency system construction of urban water supply [J]. *Water Technology*, 2017, 11(3): 61 – 64 (in Chinese).
- [3] 沈亚辉, 孟涛. 南方某市安全供水规划设计探讨 [J]. *中国给水排水*, 2014, 30(6): 21 – 24.
Shen Yahui, Meng Tao. Discussion on safety water supply planning and design in a southern city [J]. *China Water & Wastewater*, 2014, 30(6): 21 – 24 (in Chinese).
- [4] 秦秋莉, 陈景艳. 我国城市供水安全状况分析及保障对策研究 [J]. *水利经济*, 2001, 19(3): 27 – 31.
Qin Qiuli, Chen Jingyan. China's urban water-supply safety condition analysis and its guarantee countermeasure investigation [J]. *Journal of Economics of Water Resources*, 2001, 19(3): 27 – 31 (in Chinese).
- [5] 吴婧, 刘万象, 梁军, 等. 东京水道局应急管理措施对北京供水工作的启示 [J]. *中国给水排水*, 2017, 33(20): 20 – 24.
Wu Jing, Liu Wanxiang, Liang Jun, et al. Crisis management of Tokyo Waterworks Bureau and its enlightenment to Beijing water supply emergency management [J]. *China Water & Wastewater*, 2017, 33(20): 20 – 24 (in Chinese).
- [6] 黄典剑. 安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制建设探讨 [J]. *中国安全生产*, 2017, 12(7): 36 – 38.
Huang Dianjian. Discussion on the construction of double preventive mechanisms for classified control of security risks and inspection and treatment of hidden dangers [J]. *China Occupational Safety and Health*, 2017, 12(7): 36 – 38 (in Chinese).
- [7] 黄玥诚, 罗云, 王晓桥, 等. 安全生产标准化运行机制建模及优化研究 [J]. *中国安全科学学报*, 2013, 23(4): 159 – 166.
Huang Yuecheng, Luo Yun, Wang Xiaoqiao, et al. Study on modeling work safety standardization operation mechanism and optimization [J]. *China Safety Science Journal*, 2013, 23(4): 159 – 166 (in Chinese).
- [8] 闫春琪. 探究如何加强供水企业的安全管理水平 [J]. *现代经济信息*, 2017(18): 99.
Yan Chunqi. Investigation on the improvement of the security management of water supply enterprises [J]. *Modern Economic Information*, 2017(18): 99 (in Chinese).



作者简介: 徐锦华 (1971 –), 男, 安徽潜山人, 硕士, 正高级工程师, 北京市自来水集团有限责任公司副总经理, 主要负责城郊发展规划、综合计划、投资建设项目管理、生产和重点工程协调调度、安全生产、保卫、防汛、防震减灾、应急方面的工作。

E-mail: zhaobei_10@126.com

收稿日期: 2018 – 12 – 11

贯彻执行《中华人民共和国防洪法》