



清华大学常务副校长 陈吉宁



清华大学环境科学与工程系教授 张晓健



中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所水质安全检测室主任 鄂学礼



中国医促会健康饮用水专业委员会主任 李复兴

5月12日四川汶川发生强烈地震后,灾区的供水系统受到不同程度的损坏,保障和恢复重建灾区供水成为震区供水的重要任务。水行业相关部门、相关企业及社会各界人士都给予了积极的支持与配合。经过努力,灾区受损水厂修复率达74%左右。救灾、抗灾是为了更好地恢复灾区人民的生活,目前灾区居民的用水需求已基本实现,但是实现重建还有一定的距离。这次突发事件,给供水行业在管理、标准、应急预案的可操作性等方面敲响了警钟,从而引发业内人士的思考。本期我们邀请水业权威专家及企业人士,以震后应急期、恢复与安置期、重建期为主线,重点剖析在供水安全的各个时期采取的保障措施及工作重点,为以后相关类似突发事件提供经验及借鉴。

震后灾区 供水安全及思考

探讨话题

- 震后初期即应急期饮用水安全保障措施及采取的相关处理工艺。
- 震后恢复与安置期保障水安全的相关问题及工作重点。
- 震后重建期的相关建议。
- 由此次地震引发的在供水方面存在的问题及思考。

嘉宾:

- | | |
|--------------------|-----|
| 清华大学常务副校长 | 陈吉宁 |
| 清华大学环境科学与工程系教授 博导 | 张晓健 |
| 中国疾病预防控制中心环境与 | |
| 健康相关产品安全所水质安全检测室主任 | 鄂学礼 |
| 中国医促会健康饮用水专业委员会主任 | 李复兴 |

汶川大地震致使 20 多个县区的供水系统遭到不同程度的毁损, 全省相关供水设施损失近 15 个亿, 恢复重建任务十分艰巨。除了强震之外, 其灾区的本身特点也给恢复带来了巨大的困难。四川是生物多样性地区之一, 也是我国水资源核心区, 它的损坏不仅直接影响附近超大城市的供水安全, 同时有可能引发长江流域的水质变化。另外, 由于地震致使四川省水安全软硬基层环境监测设施损害近 1 万套, 160 多个自动监测站被破坏, 造成及时获取供水是否安全信息中断, 再加上近 5 万公里管网的损坏, 这些都给供水工作者保障灾区人民的供水安全带来了巨大的压力和前所未有的挑战。即使在这种监测能力极有限的资源下, 广大的供水工作者还是积极的投入供水设施的抢修与恢复中, 近日已见一些成效。本期我们以几位水业权威人士在灾区保障供水安全和需求的亲身经历和体会, 详细讲述了灾后供水安全问题在应急期、安置期、重建期的战略布局和安排, 为业内人士提供参考。

应急期供水安全保障重点环节及相关水处理工艺

陈吉宁: 关注化学品污染和饮水安全

应急期首先要关注的是化学品污染, 并且重点对受灾区域内的化学品污染排查, 重点污染物包括: 病菌微生物污染、杀虫剂污染、石油类有机物污染等(悬浮物、细菌总数等升高, 局部灾区出

现了地下水泛浑, 灾前和灾后地下水有铁锰增加现象)。之后, 要把饮用水的微生物安全保障作为核心问题, 由于地震初期桶装水是灾区的主要供水方式, 可保证非规模性临时饮用水需求。但是, 由于地震造成大规模饮用水水源水中微生物浓度增加, 对此必须给予高度重视。

张晓健: 地震灾区应急处理工艺

1、应用强化消毒技术去除致病微生物

细菌和病毒可以通过消毒工艺灭活。在水源微生物浓度明显增加, 出现较高微生物风险时, 必须采取加大消毒剂投加量和延长消毒接触时间的方法来强化消毒效果。提高出厂水的余氯浓度, 并相应提高管网水的余氯水平, 以提高消毒效果的保证率, 并抵御管网抢修引起的微生物二次污染。地表水厂在处理中采用多点氯化法, 特别是要提高预氯化的加氯强度, 通过增加消毒剂的浓度和接触时间, 充分灭活水中可能存在的病原微生物。保持净水工艺对浊度的有效去除, 尽可能地降低出厂水的浊度, 以降低颗粒物对消毒灭活效果的干扰。由于有的应急处理技术可能对消毒效果有负面影响, 例如投加的粉末活性炭对水中的氯有一定的消解作用, 应急净水工艺必须整体考虑, 合理设置, 首先要满足微生物安全性的要求, 不能对消毒效果产生大的负面影响。除上述强化消毒技术外, 还要加强管网末

梢的余氯、细菌总数、大肠菌群、浊度等指标的监测, 杜绝管网末梢余氯不合格的现象, 确保用户用水安全。

2、应用粉末活性炭去除敌敌畏

水源中敌敌畏浓度即使不超过地表水环境质量标准, 也有可能产生自来水出厂水敌敌畏超标问题, 且自来水厂的应急处理能力有限。预氯化、混凝沉淀技术对敌敌畏有一定的去除作用, 但去除效果有限。如水源水敌敌畏达到 $10\mu\text{g/L}$ 时, 常规处理后, 出厂水敌敌畏肯定会超标(饮用水标准敌敌畏浓度限值 $1\mu\text{g/L}$), 需与活性炭处理技术组合。粉末活性炭对敌敌畏有较好的去除效果。实验室条件下原水敌敌畏浓度为 $10\mu\text{g/L}$ 时, 先投加 20mg/L 以上的粉末炭, 吸附 60min, 或吸附 30min 再接混凝, 处理后水敌敌畏均为 $0.73\mu\text{g/L}$ 。对于水源水出现敌敌畏, 浓度在 $1-10\mu\text{g/L}$ 时, 应采用强化吸附的应急处理工艺, 取水口处粉末炭的投加量应在 40mg/L 左右(考虑到工程因素和水中其他污染物的影响, 工程实际投加量必须大于小试投量), 厂内采用预氯化 and 强化混凝, 可以更加有效去除敌敌畏。如水源水敌敌畏浓度大于 $10\mu\text{g/L}$ (地表水标准限制的五分之一), 即使采取取水口投加粉末炭的措施, 自来水出厂水敌敌畏仍会超标。

3、应用强化氧化技术去除嗅味和氰化物、砷等有毒物质

在保障对微生物的消毒效果和去除浊度的基础上, 通过在

取水口加大氧化剂量,氧化水源水中出现的臭味及可氧化性污染物。在取水口投加 1-2mg/L 的次氯酸钠或 0.5-1mg/L 的高锰酸钾,并在混合井、滤后水中两点加氯,清水池出水补氯,保持出厂水余氯在 0.8mg/L 以上,在混合井中投加 5-10mg/L 的粉末活性炭,出水浊度在 0.2NTU 以下。当水源水中臭味明显时,就应考虑适时启动该强化氧化的应急处理工艺。初始投加量为 1-2mg/L 的次氯酸钠或 0.5-1mg/L 的高锰酸钾,再根据情况调整。如果在取水口采用高锰酸钾预氧化,需要精确计量投加,并加强对锰的测定。如果投量过高可能会导致锰超标。如果发现沉淀池水出现淡红色,即表明高锰酸钾投量过高,需要立即降低投加量。在尚未掌握工艺规律的运行初期,建议及时检测锰的浓度,检测点建议为沉后水、滤后水、出厂水,并根据检测结果及时调整高锰酸钾投加量和粉末炭投加量。

鄂学礼:应急期供水安全的重点环节

1、疫情控制是保障饮水安全的首要责任

地震造成灾区的环境生态、城市结构系统、生活垃圾处理系统大量破坏。同时,地震还造成了医院等机构的建筑物破坏导致实验室的化学试剂、培养中的菌株等生化物质发生泄露;化工厂、农药厂的生产原材料也受到了不同程度的损坏。在震后雨水冲刷的作用下,肆意堆放的垃圾、牲畜尸体和人尸体上的污染物、病菌也会进入到水体中,并且有可能污

染水源,破坏水源水质,这就为肠炎、痢疾等在内肠道传染疾病的爆发制造了条件,对人类的健康造成一定的威胁。因此,积极、严格控制这些病毒进入水体,是震后应急期保障灾区人民饮水安全的首要责任。

2、选择净水工艺和设备是基础

由于地震的影响而造成水源的中断,在应急期灾区供水主要采取三种方式:瓶装水、水车供水和各国内外企业援助的供水设备。瓶装水可直接饮用,而供水设备需经过净水工艺处理后才能饮用,这是保障饮水安全的基础。

对于净水技术,如果采用活性炭工艺,应该考虑到它的使用环境问题,有机物比较低,活性炭就起不了很大的作用。另外,由于这些设备在露天环境下作业,加之天气炎热,活性炭受到温度的影响,可能微生物不太容易控制。而对于反渗透技术,水处理成本相对较高,此

外,反渗透技术会除去水中的盐分,而无盐分的水对于灾区人民的健康极为不利。但是监测水源地是否有化学污染物,必须采用反渗透技术。而超滤技术可以在一定程度上控制水体的浊度和微生物的指标,经处理后的水可作为震后应急期的饮用水。所以,总体来看,不同的地方应该是选择不同的水处理工艺,这样才能为灾区人民提供安全的饮水。

李复兴:合理选择应急水源

在地震灾害头几天,供水系统尚未解决前,这时期以瓶(桶)矿泉水为主供应,因此这时救灾

物质首先要保证电解质营养注射液及矿泉水的及时供应,这是首要的救灾物质之一。

应急水源选择的原则应综合考虑以下四个方面。(1)水量充足:根据当地的气候、季节、居民用水习惯及供水服务半径等,选择能满足居民供水量的水源。(2)水质良好:根据水源周围的环境条件、卫生状况及水质分析结果来判定。选择水质良好、流行病学上安全、无地方病、无毒害及无放射性危害的水源。(3)便于保护:如果水源经常受到工业废水或生活污水的污染,即使有完善的净水设备和严格的操

灾

后环境实地考察和科学分析是救灾的重要依据,部门和专家之间需要充分的沟通和协作,应急措施要分阶段、分缓急、分轻重。

——陈吉宁

作管理,也不能保证供水的安全。因此在水源保护区范围内要有严格的卫生防护措施。(4)技术经济上合理:在分析比较各水源的水量、水质之后,结合取水、净化及输配水等设施的要求,尽量减少投资,选择技术与经济均为合理的水源。选择水源的总原则是,先选用深层地下水,如有困难,依次选择泉水、浅层地下水和地面水。

恢复与安置期关注的重点环节

陈吉宁:重点关注四大问题

首先要加强预防灾后降雨导

致的次生环境污染(地震中倒塌的房屋超过 652 万间,损坏的房屋超过 2300 万间,灾区内有 2000 多个医疗点,估计灾区医疗废物产生量约为 36t/d。四川全省总计无害化处理死亡动物 1436 万头,重点完成 32933 个受灾规模养殖场动物尸体的无害化处理,共处理死亡大牲畜 175.6 万头,禽兔 1260.8 万只,以掩埋为主。灾后生活垃圾产生量达到 5000t/d,灾民安置区基本都规划有生活垃圾临时堆放点)。其次要加强生产恢复期中对污染行业的监控。第三要注意受损基础设施在恢复使用中存在的污染。四要注意散发式供水安全问题。

鄂学礼:这个时期的工作重点分为三个阶段

1、水源保护阶段

水是影响人们正常生活秩序的重要因素,对于震后恢复期,保护水源是非常关键的,是保证饮水安全的重中之重。在这段时期,政府供水主管部门会采取相应的措施保障水源水质。首先应该会选择新水源,或者修复、清理原来的水源;其次,应该在这个时期或是以后重建时期,都要把水源划成保护区,由专人看守,使它不再被污染或是遭到自然或人为的破坏。再之后对取水口采取一些技术上的处理。例如井水,井台要高出水面,在水源周边不要建立厕所、工厂等设施,这样可以有效保护水源水质的安全。

2、水厂恢复阶段

目前灾区基本上进入了相对稳定的安置恢复期。这个时期,首先是恢复水厂供水。目前由于自来水厂的水池、管道、管网遭到不

同程度的破坏,完全修复需要一定的时间。截止本刊发稿前,受损的水厂是 8426 个,修复了 6237 个。受损供水管道累计 47642.5 公里,已修复 40481.9 公里。

3、供水阶段

在水厂修复以后,应该全面的对水厂和管线进行消毒、清洗。用 10-15ppm 的氯对出厂水消毒

震后初期应采用如下水处理应急工艺:应用强化消毒技术去除致病微生物;应用强化氧化技术去除臭味和氰化物砷等有害物质;应用粉末活性炭去除敌敌畏。

——张晓健

12 小时;对于管网则是采取了将管网两端进行封闭,加氯进行消毒,24 小时后再用清水对管网进行冲刷,从而可以有效地达到消毒的目的。在生产水的过程中,应该进行卫生评价,若符合卫生标准,再进行供水。

李复兴:安置期水源保护注意 6 大方面

灾后一定要杜绝一切有毒、有害污染物对饮用水源的污染。其中污染物来源主要有以下几方面应给予注意。

1、人、畜排泄物

人、畜排泄物可能会包含一系列致病有机体包括病毒、细菌或寄生虫卵式幼虫。这些微生物可能通过受污染的食物、水源、饮食或烹饪器具接触污染方式传入人体,容易造成肠道疾病传播和

流行。

2、预防尸碱中毒

在地震期间,除一般的细菌、化学性污染外,饮水还存在尸碱中毒的危险,水源周围必须彻底清除掩埋的尸体,并进行消毒处理。

3、严防化工原料泄漏

在地震灾害地区。要注意当地化工厂、化肥厂、农药厂的有毒、有害极强腐蚀物质大量泄漏,受灾的工程受损造成有机、无机化学药品及产品对环境尤其是水源的污染。对上述存在有毒、有害物质的工厂内,包括一些科研、试验单位的有毒化学药品要进行登记标识及封存处理。

4、注意灾区排水系

统的建立

灾区不但注意供水而且要注意排水。排水的卫生安全往往被人忽略。临时住所和帐篷要搭建在地势较高、干燥向阳的地方,保持一定坡度,而且周边要修排水沟,以利于快速排出保持地面干燥。床铺要离地面以减少人与鼠、媒介昆虫的接触。在灾区人民居住相对集中的场所,每天也会有大量生活污水排出,肆意排出会造成污染土地、污染水源,所以有条件修建污水处理站,用生物去污处理为主体技术。各种生活污水引到污水处理进行处理,处理后的中水还可用作除饮用外的洗澡等生活用水。

5、对水源地及供水站要有专人保护、维护和定期对水质进行快速检测

6. 加强日常饮水科学知识的普及教育工作

除患肾病等慢性疾病需在医生指导下补水外,一般健康人和康复过程的人应养成多喝水、喝好水、喝消过毒的新鲜水,不能等渴了再喝,要主动喝水。尤其救护人在高强度劳作、高消耗体力情况下应比日常多喝1~2倍水,防止中途虚脱和头晕。及时补水还可以消除紧张、消除疲劳及镇静等作用。在满足了人的正常饮水供应后,如有条件,还要定期满足洗澡、洗衣的水的供应。

重建期的相关建议及思考

陈吉宁: 五点思考

思考一: 灾后应急措施的选择

灾后环境实地考察和科学分析是救灾的重要依据。应急措施要经过科学系统全面的分析,救援工作涉及多个方面,不同领域的救援措施应当系统全面的分析和安排,部门和专家之间需要充分的沟通和协作。应急措施要分阶段、分缓急、分轻重。供水基础设施的应急处理需要确定应急处理单项技术,并结合水厂具体条件来确定针对不同水质风险与任务的应急处理工艺。

思考二: 信息公开是开展有效应急救援的基础

全面、准确把握灾情信息是对应急措施进行准确判断的重要依据,应急救援需要有效的信息公开机制,以保障信息传递的及时性和准确性。在实际救援工作中存在信息传递不准确的问题,影响决策判断。

思考三: 水环境监测能力应纳入生命线

地方环境监测能力建设严重滞后,缺乏必要的设备和专业工作人员,地震导致设施受损严重,使得原本薄弱的监测能力更薄弱,不能应对地震灾害等应急情况下的监测需求。基层水厂的监测能力,水厂检测设备简陋,严重缺乏专业检测人员,一些地方自来水厂的工作人员甚至不知道检测仪器的使用方式。

思考四: 应急情况下的水质标准问题

应急情况的发生会导致非常规的污染问题。常规水处理工艺对于非常规污染情况的应对能力

农村水厂的管理没有系统性,很多水厂没有专人管理,是目前农村饮用水安全方面存在的主要问题。

——鄂学礼

有限,例如,救灾防疫过程中使用的敌敌畏等杀虫剂进入水体后,自来水厂的现有处理工艺无法满足敌敌畏达标要求。应制定应急情况的水质标准,开展关键指标监测。

思考五: 应急水安全技术的研发和储备

我国水安全技术储备严重不足,缺乏针对应急情况的技术和装备。应急技术的产业化研究是加强应急能力的基础工作,建议成立针对应急条件下的技术研究小组,研究应对突发自然灾害和突发污染事件的相关技术,

并开发相关产品,做好技术储备工作。

鄂学礼: 反思与建议

思考一: 建立地震灾害时期的水质检测标准

此标准的制定可以参照《军队战时饮用水卫生标准》,它主要用于战争期间,根据不同时限对饮用水卫生标准做了相关规定。从目前来看,由于突发事件的时段性较短,适当放宽生活饮用水标准的限值来保障供水应该是没有问题的。但是,标准的制定者要考虑多方面的问题,首先是标准的时限性,时间限制到底是多长时间?其次,标准放到多宽合适?此外,如果放宽的话,百姓对这个放宽限值的接受程度也是一个疑问,因此,进行这项标准的制定或者修订时应该全面考虑。

思考二: 进一步关注农村饮用水安全

目前农村饮用水安全方面存在很多问题,主要包括以下两方面:一是农村水厂的管理问题,农村饮水和城市饮水的管理结构不一样,目前存在二元化结构,城市建厂不需要百姓直接出费用,但是农村建一个水厂则需要村民出一部分费用,这样在管理方面也没有系统性;二是农村有的水厂很小,每天供应200~500吨水,很多水厂都没有专人管理。因此,关注农村饮用水安全是当前饮水工作的当务之急。

建议对于农村应该因地制宜做工作。比方说,将离城较近的农村小水厂改为大水厂;有地方病的地区采用分质供水等。