



推荐阅读:

[广西城市污水处理厂污泥产生及处置现状分析](#)

[平顶山市煤矿区土壤重金属污染程度评价](#)

[基于灰色关联分析法的宜昌市空气质量影响因素分析](#)

[废旧锂离子电池流向及管理现状调研](#)

[生物法处理气态污染物的研究现状与应用前景](#)

[环境敏感区农村生活污水处理工艺设计案例分析](#)

[氨法脱硫+低温 SCR 脱硝工艺在焦炉烟气净化中的应用](#)

[反渗透双膜工艺处理印染废水研究进展](#)

[重金属污染土壤修复技术研究进展](#)

[基于 SARIMA 模型的二氧化氮时间序列预测研究](#)

[碳基功能材料在土壤修复中的应用](#)

[虾蟹壳对水中刚果红吸附性能的研究](#)

[农村生活垃圾生物质热解和燃烧气相数值模拟](#)

[基于灰色 GM\(1, 1\)模型的成都市大气污染物浓度预测](#)

[江苏省非道路移动源大气污染排放清单研究](#)

[欧盟 15 国污水污泥产生量与处理处置方法对比](#)

[基于 Hydrus-1D 的粉煤灰堆场 Cr\(VI\) 在包气带中迁移规律的研究](#)

[工业废水活性炭深度处理的研究](#)



移动扫码阅读

孙勇.居民小区给排水强化新冠病毒防范措施探讨[J].能源环境保护,2020,34(4):76-80.

SUN Yong.The prevention and controlling measures of water supply and sewage system in residential area for the pandemic COVID-19[J].Energy Environmental Protection,2020,34(4):76-80.

居民小区给排水系统强化新冠病毒防范措施探讨

孙 勇

(上海市市政规划设计研究院,上海 200031)

摘要:根据新冠肺炎疫情防治要求,分析了新冠病毒颗粒在生活污水中存在形式和传播途径,全面梳理了居民小区给排水系统关键环节和位置。结合我国小区建成现状和近期开展的民生改善工程,在既有设施安全保障基础上提出可强化居民小区给排水系统病毒防范的措施。指出了小区防范强化措施对于调查新冠肺炎流行病和健全公共卫生应急管理体系的重要意义。

关键词:新冠肺炎;疫情防范;居民小区;给排水系统;新冠病毒暴露风险

中图分类号:X32

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2020)04-0076-05

The prevention and controlling measures of water supply and sewage system in residential area for the pandemic COVID-19

SUN Yong

(Shanghai Municipal Planning & Designing Institute Co., Ltd., Shanghai 200031, China)

Abstract: According to the requirements for prevention and control of COVID-19, the existence forms and transmission routes of the COVID-19 virus particles in domestic sewage were analyzed, and the key links and locations of the water supply and drainage system in residential area were comprehensively sorted out. Combined with the current situation of residential areas and the recent livelihood improvement projects in China, some measures were put forward to strengthen the virus prevention of water supply and drainage systems in residential areas based on the existing facilities. Furthermore, the above taken measures are important to the future pandemic investigation and public hygiene emergency management system.

Key Words: COVID-19; Prevention and control for pandemic disease; Residents buildings; Water supply and sewage system; Exposure hazard of COVID-19

0 引言

随着新冠肺炎疫情全球传播持续蔓延,公众对新冠病毒是否存在经水传播风险产生担忧,特别是裹挟病毒颗粒的粪便冲刷污水流入室内下水道,并借助室内排水系统在居民楼内发生气溶胶或者其他类型传播风险。

《新型冠状病毒感染的肺炎公众防护指南》指出:感染新冠病毒患者会出现呼吸系统、消化系统和神经系统疾病^[1]。这表明:部分新冠肺炎患者

会发生消化系统肠道疾病,比如呕吐、腹泻等症状,新冠病毒有可能随人体血液流经肠道组织并由粪便夹带排出。《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)》说明:部分感染者咳痰等下呼吸道分泌物、血液、粪便等肠道排泄物中,已检测出新冠病毒内部遗传物质—单链脱氧核糖核酸(RNA),暨部分患者粪便核酸检测已呈阳性^[2]。2020年2月1日,深圳市第三人民医院肝病研究所发现,在某些新冠肺炎确诊患者的粪便中病毒核酸检测呈阳性^[3]。2020年2月10日,广州医科

收稿日期:2020-05-07

作者简介:孙勇(1972-),男,黑龙江哈尔滨人,总工,教高,主要从事给排水、环境工程等方面的咨询、规划、设计。E-mail:1378127719@qq.com

大学呼吸疾病国家重点实验室钟南山院士团队从1名新冠肺炎患者粪便拭子标本中分离出新型冠状病毒^[4]。浙江大学传染病诊治国家重点实验室李兰娟院士团队对2020年5份新冠肺炎患者粪便标本进行病毒核酸检测,发现其中3份呈阳性^[4]。2020年3月11日,同济大学环境科学与工程学院徐祖信院士团队选取新冠肺炎患者定点医院和疑似人群定点隔离酒店各1家,针对内部封闭人群所排出的生活污水自建筑物污水出户井至末端污水厂出水监测井沿程路由布置代表性采样点,进行多点污水取样送检。上海市公共卫生中心实验室实时荧光RT-PCR病原学检测结果表明:收治医院住院部病房污水出户井位置的污水试样病毒核酸检测呈阳性,医院污水处理站消毒池出水至末端污水厂出水监测井全程路由多点采集污水试样病毒核酸检测均为阴性,疑似人群定点隔离酒店污水出户井位置污水试样病毒核酸检测弱阳性^[5]。据荷兰公共健康和环境国家研究院(RIVM)发布:该国2020年2月27日发现第1例新冠病毒核酸检测阳性患者。时隔4日,自2020年3月2日开始,连续3周对阿姆斯特丹斯希波尔机场污水收集管网进行核酸采样检测,3月2日、9日和16日所取管网污水试样均检出病毒核酸阳性。上述管网污水取样1天后,依次在3月3日、10日和17日对该机场污水处理站进行病毒核酸采样检测,污水站进水试样也均检出阳性。时隔20日,于3月18日在首例发现患者所处小镇Loon op Zand,对服务该片区污水收集处理的污水厂进行病毒核酸采样检测,进厂污水试样检出阳性^[6]。另据美国《纽约邮报》2020年4月9日报道,麻省理工学院、哈佛大学团队对马萨诸塞州城市下水道污水进行病毒核酸检测,较多的阳性结果表明该地区新冠肺炎患病比例可能高于之前预期^[7]。

国内外取样测试结果均表明,部分新冠病毒患者排泄粪便中带有新冠病毒遗传物质—RNA。裹挟病毒颗粒的粪便生活污水在流经住宅楼室内排水系统、居民小区场地污水收集管网,直至纳入市政排水管网路由中,是否会发生污水和污泥接触、污水气溶胶等潜在传播,如何排除潜在隐患并做到百分之百安全防范。就这一主题,文章展开详细论述。

1 生活污水中病毒颗粒存在形式

新冠病毒颗粒直径大小在60~140 nm之间,

如果没有任何杂质,它在生活污水中以疏水性小胶体形式存在^[8]。生活污水中的黏土颗粒、杂质、粪便、家用洗涤剂成分使得原本高度分散的病毒胶体发生形态变化。居民生活污水中含盐量浓度高,渗透压也高,病毒颗粒胶体双电层受到极性无机盐溶质的压缩而变薄失稳,与下水道杂质颗粒附着物之间容易粘附,从而形成裹挟病毒颗粒的悬浮物和底部沉积污泥。污水中的杂质一定程度上为病毒颗粒提供了免受化学变性的保护,借此粘附保护病毒可延长存在时间。如果居民咳嗽、呕吐、大小便中存留有新冠病毒,通过洗涤剂洗涤、便池冲厕排出生活污水,在流经下水道历程中病毒颗粒会形成除了上述浮渣、底泥和水中分散胶体颗粒形式,还会形成污水气溶胶。家用洗涤剂多为温和型低电荷长链或支链表面活性剂,洗涤剂为两性分子,一端为疏水长链脂肪烃,一端为亲水苯磺酸钠。加入洗涤剂后,可将粘附在人体或物体表面的病毒体剥离洗除并带入下水道。家用洗涤剂通常并不能溶解病毒包膜。表面活性剂可提高病毒包覆颗粒表面吸附水层的韧性和强度,使得较大尺寸的水包覆病毒颗粒自由流动而不发生破碎^[9]。表面活性剂粘附病毒颗粒(包裹在粪便中)容易形成带气浮渣,浮渣在管道跌水部位水跃破碎后,经空气风场流动易形成带水气溶胶。带水气溶胶扩散后逐渐发生蒸发,形成干燥小颗粒气溶胶($<5\ \mu\text{m}$)即干胶^[10]。

2 可能发生的传播途径

新冠病毒的传播途径主要以接触传播、飞沫传播、气溶胶传播为主^[11]。无论在任何场合,通过直接呼入患者呼吸道排出的飞沫、接触到病毒颗粒物并通过手触摸进入鼻/眼粘膜或者呼入病毒气溶胶等3方式时,在传播介质(咳嗽/喷嚏/呼气、粘附物、空气胶体)具有一定病毒载量即具有足够感染致病病毒数量前提下,人类即会感染新冠病毒感染^[11]。

居民小区如果出现粪便污水中裹挟新冠病毒颗粒,夹带病毒颗粒的粪便在污水管道流经路由中会以浮渣、底泥和气溶胶3种方式存在。如果在室内排水立管、小区场地污水埋地收集支管等部位存在暴露空间,居民不小心触摸到了夹带病毒的污水污泥、浮渣或者呼吸道了病毒气溶胶,那就存在一定程度的安全隐患。

2003年5月16日,世卫组织公布了香港淘大

花园 SARS 传播事件的环境卫生调查报告, 报告指出: 由于居民楼室内地坪地漏水封干涸失去隔气作用, 导致夹带 SARS 病毒气溶胶通过楼层卫生间污、废水立管进入户内封闭空间, 加之楼宇通风不畅, 使部分居民感染了 SARS 病毒^[12]。

此次疫情期间, 我国开展了最严格的“外防输入、内防扩散”的全国范围联防联控行动, 对来自疫情风险地区人群、疑似患者、确诊患者均采用了最严格的分类管控措施。此外, 2003 年 SARS 疫情后我国城镇居民居住条件、卫生设施得到了极大改善, 加之在政府强有力宣传教育下公众采取的积极卫生防护, 我国目前未发现任何关于居民住宅楼室内给排水管道扩散传播新冠病毒的报

道。但鉴于 2003 年香港淘大花园事件, 从防微杜渐、消除任何潜在隐患角度, 从室内防范病毒水路传播角度, 从室外防范病毒介水暴露角度, 仍需进行居民小区给排水系统安全卫生强化。

3 防范关键环节、位置

结合近年来开展的居民小区雨污混接改造、二次供水、美丽家园等具体实施工程, 并考虑小区内部其他公建(养老院、幼儿园等)和沿街商铺(小餐饮、小旅馆、小洗车店、小超市、小理发店), 对居民小区卫生薄弱环节进行全面梳理, 判别出关键环节和关键位置, 为强化小区给排水系统整体性防范措施铺垫基础。

表 1 居民小区防范关键环节、关键位置

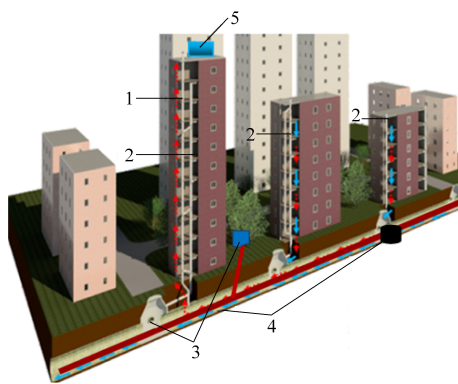
序号	关键环节	关键位置	潜在传播途径
1	小区住宅楼	室内排水: 地漏、存水弯、污废水立管及通气立管、屋面通气帽、封闭坡屋顶 室外排水: 建筑物北立面污水出户井、管道转折/落底积泥处、管道破裂/弯曲变形处、南立面阳台废水水封井、化粪池、污水出门井、埋地管道雨污混接点、地下室/车库排水接入点、小区露天垃圾堆放点、市政接驳雨污混接点	①微生物气溶胶($<5 \mu\text{m}$), 建筑排水管路空气层中气溶胶裹挟沿排水立管竖向流动产生 ^[13] ②水中高分散/高稀释病毒体胶体颗粒、水面浮渣(气、洗涤剂、油脂)包覆、水中悬浮颗粒(粪便、咳嗽分泌物、污垢、黏土、纸张等)包覆, 形成病毒夹带污水
		室内给水: 屋面水箱 室外给水: 低压给排水管路	③通过管道接口破裂处夹带病毒污水渗入地下水(地下水水位低情况), 居家观察期疑似病例生活垃圾夹带病毒通过雨水径流渗入地下水 ④管壁/井壁/管底/井底污泥积存, 化粪池沉淀浓缩腐化底泥积存 ⑤化粪池沼气散发带有含水气溶胶, 产生微生物病毒隐患 ⑥屋面平改坡情况, 屋面污水通气立管热压拔风散发微生物气溶胶, 在坡屋顶封闭环境聚集, 可通过屋面封闭水箱通风弯管吸入水箱内部水面(水箱液位波动造负压形成), 自然沉降溶解在水箱清水中 ⑦已发生夹带病毒污水/雨水渗漏流入地下, 供水管网破裂抢修时形成二次微生物污染
2	内部公建(养老院、幼儿园等)	室内排水: 存水弯、厕所间污废水立管、与排水立管相通卫生器具暴露部位、保洁洗涤盆排水管、消毒清洗间排水管、洗衣房排水管、屋面通气帽、阳台废水立管和地漏 室外排水: 医疗废弃物与生活垃圾分类堆放点、建筑物南/北立面生活污水出户井、管道转折/落底积泥处、管道破裂/弯曲变形处、阳台废水水封井、化粪池、污水检查井盖、中央空调换气排放口等	
		建筑物内部给水: 屋面水箱 室外给水: 低压给排水管路	
3	沿街五小(小餐饮/小洗车店/小超市/小理发店/小旅店)	商铺内部污废水混接位置、地面冲洗废水排出位置(杜绝排入城市道路雨水口)、餐厨污水出户隔油池等	
4	城市供水管网和居民小区二次供水	事故爆管抢修面、管网漏损点位、居民二次供水屋面水箱	

4 防范措施强化

防范关键环节和位置举例示例见图 1 所示。

2003 年香港淘大花园事件为此次新冠肺炎疫情强化防范提供了宝贵借鉴。对于人口密度高的

居民建筑, 各楼层频繁使用抽水马桶形成冲洗水, 污水立管内集中短时高速附壁流速易造成气液两相流, 气液流途径下层卫生间地漏所接横支管时易对地漏水封或存水弯抽吸而使之失去隔断气体作用。另外, 在冬天干燥季节或长时间无人居住



1—室内污水立管;2—室内废水立管;
3—北立面污、废水出户井(南立面阳台废水地面水封井);
4—小区污水管(化粪池);5—屋顶水箱

图1 居民小区防范关键环节和位置

的住户,水封地漏也易蒸发失水。卫生间内排水立管虽然为污(抽水马桶排水)废(洗手盆、浴室排水)分流,两立管彼此不联通,但是在污水、废水立管建筑物出户时均接入同一出户井,井内的病毒气溶胶也会在立管上部通风帽热压作用下沿着排水立管上升,通过缺水地漏极易进入户内封闭空间,对居民造成病毒气溶胶吸入性感染。建议每日早晚对户内所有地漏加水2杯,或者开启卫生洁具5秒,使得地漏至少保持5cm水封高度^[14-17]。

老的居民住宅楼开间方向多未设沉降缝,采用简单的独立条形基础,容易发生不均匀沉降,继而造成建筑北立面污、废水合用出户井管道弯曲变形甚至破裂,形成井内污水溢出“倒翻水”现象。要将此井翻改建为多接口的塑料一体化检查井,进出水管道采用双道橡胶止水接口以防止沉降造成井内排水不畅、沉淀积泥过多、水面波动频繁,加剧高浓度微生物气溶胶借排水立管上升进入户内。建筑物南阳台废水(洗衣机排水、地漏排水和拖把池排水)立管排入户外埋地污水支管前要设水封井,以防止小区污水管产生气溶胶而进入阳台户内。通过宣传教育,不要将生活垃圾废弃物(尤其是使用过的口罩等)扔入马桶,也不要将上述物品随意丢弃户外以防进入雨水口。小区户外排水管道要定期进行预防性排查检测修复,防止污水管道漏损渗出的污水污染地下水。在市政分流制排水地区,小区应取消化粪池,这不但是城市污水提质增效的需要,更是不让病原体留存于化粪池底泥并消除病毒气溶胶散发的卫生考虑。但在市政合流制排水地区往往还保留小区化粪池,这种情况下宜对现状化粪池清通口加装化学除臭

一体化轻质盖板,对粪便底泥散发气溶胶进行化学氧化消毒。除臭盖板消毒材料为高锰酸钾、氧化铝、活性炭组成的多孔吸附性颗粒,材料空隙率大、比表面积高,可吸附化粪池水面空气流动带出的挥发性气体(硫化氢、氨、三甲胺和硫醇等)和微生物气溶胶,并对吸附在颗粒空隙内的有机物进行高锰酸钾化学法除臭、灭菌和消毒。尤其对于病毒气溶胶,吸附颗粒具有的极高的表面积可富集吸附痕量病毒细小颗粒物,颗粒内部高锰酸钾遇到湿润有机物会分解释放出新生氧,将病毒包膜磷脂和蛋白组分进行化学氧化分解,起到富集吸附、化学降解、病毒灭活的作用。该类除臭消毒盖板目前在上海合流制排水地区小区化粪池上已得到应用。化学除臭盖板结构如图2所示。

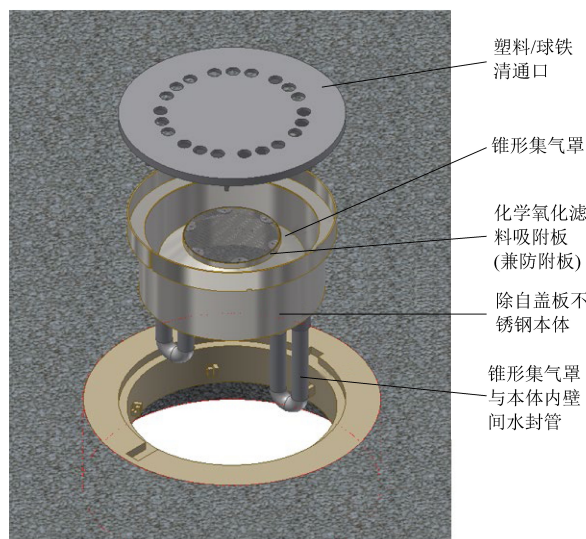


图2 化粪池除臭兼气溶胶消杀一体化盖板

小区沿街五小(小餐饮、小洗车店、小超市、小理发店和小旅店)的污水排水接入点无论是至小区内污水管网还是外部市政管网,均应加装隔油池,防止下游管道内微生物气溶胶进入共同场所,引发密集人群封闭场所感染风险。

应结合居民小区的雨污混接改造、美丽家园等配套建设,将小区内污水管网进行彻底分流改造,采用内壁光滑、耐酸碱腐蚀的污水埋地塑料管(HDPE双壁波纹管或缠绕结构壁管)和一体化塑料检查井,以便于污水污泥的维护性疏通和事故时加氯消毒。小区生活垃圾分类堆放处应采用独立的场地排水,地面冲洗或径流雨水接入小区污水管,以防止夹带病原体排放水进入城市雨水管道进而污染河道。

屋面水箱封闭在坡屋顶的住宅,应将屋顶封闭空间内所有的污、废水户内排水立管通风管外

移至屋顶外,避免排水立管排出的微生物气溶胶污染屋顶水箱内存水。

小区污水接入市政排水管道前应设排水检测井,除了排水设施功能性需要外,也可为今后出现小区群发公共卫生事件提供取样调查条件,并可对出现病情小区进行污水集中消毒提供应急处置。新冠肺炎疫情爆发以来,美国和澳大利亚的流行性病学研究机构通过多点采集居民生活污水进行核酸检测,并通过统计算法评价区域感染情况^[7]。此次研究调查从某种程度上也反映出居民生活污水设施管理的重要性,不仅仅在于水务设施本身功能,在流行病调查、重大疫情防控体制机制建设上也能发挥积极作用。相信此次疫情后,从健全公共卫生应急管理体系的角度,国家和地方将会对城市排水系统、居民小区排水系统安全卫生防范等方面出台严格要求,武汉水务部门近期出台的《新型冠状病毒肺炎疫情防控城市排水运行管理技术导则》就是首先响应。

5 结语

党和政府对完善重大疫情防控体制机制、健全公共卫生应急管理体系已做出明确要求。居民小区是老百姓生活起居的重要场所,也是国家公共卫生多级防护体系的前沿“关口”,更是国家多级防护体系中“最后1 km”。疫情期间,小区居民尤其应重视清洁卫生习惯、做好个人安全防护。同时,全面梳理居民小区给排水系统关键环节和位置,结合我国小区建成现状(内部有幼儿园、养老院等公建,沿街有“五小”店铺等情况)和近期开展民生改善工程(小区雨水混接改造、美丽家园建设、架空线入地等),在既有设施安全保障基础上,强化居民小区给排水系统病毒防范措施,主动出击“堵漏洞”,排除隐患“再落实”。同时,在强化防范设施配制上,为下阶段开展的新冠肺炎流行病学调查和健全公共卫生应急管理体系提供方便。

参考文献

[1] 中国疾病预防控制中心. 新型冠状病毒感染的肺炎公众防

护指南 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020.

- [2] 中国疾病预防控制中心. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020.
- [3] 深圳市第三人民医院. 深圳确诊患者粪便检测出新冠病毒 [EB/OL]. (2020-02-01) [2020-4-25]. <https://news.163.com/20/0201/22/F4B773BS00018990.html>.
- [4] 中国青年报. 钟南山、李兰娟院士团队在患者粪便中检出活的新冠病毒 [EB/OL]. (2020-02-14) [2020-4-25]. http://news.cnr.cn/native/gd/20200214/t20200214_524973769.shtml.
- [5] 给水排水. 全流程实测揭露新冠病毒从病房到污水系统的传播 [EB/OL] (2020-03-30) [2020-4-25]. <http://huanbao.bjx.com.cn/news/20200330/1059077.shtml>.
- [6] National Institute for Public Health and the Environment. Novel coronavirus found in wastewater [EB/OL]. (2020-03-24) [2020-4-25]. <https://www.rivm.nl/en/news/novel-coronavirus-found-in-wastewater>.
- [7] 环球网. 美国生活污水中检出新冠病毒痕迹, 或表明疫情传播范围更广 [EB/OL]. (2020-04-10) [2020-4-25]. <http://news.sina.com.cn/w/2020-04-10/doc-iircuyvh7035722.shtml>.
- [8] 周群英, 高廷耀. 环境工程微生物学(第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [9] 陈翼孙, 胡斌. 气浮净水技术 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.
- [10] 车凤翔. 微生物气溶胶的衰亡 [J]. 消毒与灭菌, 1984, 1(3): 153-159.
- [11] 原静民, 任徽, 孙妍, 等. 2019 新型冠状病毒传播途径分析与思考 [J/OL]. 《西安交通大学学报(医学版)》: 1-9 [2020-05-21]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1399.R.20200317.0906.002.html>.
- [12] 环境与健康杂志编辑部. 世界卫生组织公布香港淘大花园 SARS 传播的环境卫生报告 [J]. 环境与健康杂质, 2003, 20(4): 245.
- [13] 郑云昊, 李菁, 陈灏轩, 等. 生物气溶胶的昨天、今天和明天 [J]. 科学通报, 2018, 63(10): 878-894.
- [14] 李传志, 张帆, 喻阳关, 等. 火神山医院排水系统安全设计探讨 [J]. 给水排水, 2020, 46(3): 10-15.
- [15] 洪瑛, 秦晓梅, 胡颖慧, 等. 雷神山医院水系统安全策略研究 [J]. 给水排水, 2020, 46(3): 16-21.
- [16] 秦晓梅, 洪瑛, 吴江涛, 等. 雷神山医院给排水设计总结与反思 [J]. 给水排水, 2020, 46(3): 22-30.
- [17] 刘国详, 李运佐, 张忠林, 等. 武汉市青山楠方舱医院给排水设计总结与探讨 [J]. 给水排水, 2020, 46(3): 31-34.