

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.16.006

应急医疗设施的市政保障措施研究

吴君炜, 李霜, 杨世琪, 郑晓楷, 许翔健
(重庆市规划设计研究院, 重庆 401147)

摘要: 应急医疗设施通常可分为移动医院和新建临时传染病医院两类,移动医院规模较小,市政保障一般可实现自给。250~2 000床的新建临时传染病医院日均供水量 $213\sim 1\,700\text{ m}^3$ 、日均污水量 $192\sim 1\,530\text{ m}^3$ 、雨水调蓄池容量 $389\sim 2\,853\text{ m}^3$ 、用电负荷 $1\,500\sim 11\,000\text{ kW}$ 、日用气量 $108\sim 864\text{ m}^3$ 、日均固体废弃物量 $475\sim 3\,800\text{ kg}$,需要从外部引入市政保障。当应急医疗设施临近现状市政设施时,应就近引入市政管线保障供给。当应急医疗设施远离现状市政设施时,新建大型临时传染病医院选址应优先满足水电供应条件:30 km内有35 kV出线或10 km内有10 kV出线的变电站,3 km内有库容量大于 $8\times 10^4\text{ m}^3$ 的Ⅲ类水以上的水库或溪河;同时需新建给水和电力管线,保障水电供应;采用罐装运输车保障油气供应;采用塔房一体化基站或卫星通信车保障通信网络顺畅;采用雨污水管线就近排入新建的一体化雨污水处理设备;采用小型垃圾焚烧炉处理固体废弃物。为保障应急医疗设施的快速建设,应急医疗物资库应储备必要的市政保障物资。该研究结果可为应急医疗设施的快速布局和建设提供参考。

关键词: 应急医疗设施; 市政配套设施; 供给与保障; 一体化雨污水处理设备

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2023)16-0035-06

Research on the Municipal Security Measures of Emergency Medical Facilities

WU Jun-wei, LI Shuang, YANG Shi-qi, ZHENG Xiao-kai, XU Xiang-jian
(Chongqing Planning & Design Institute, Chongqing 401147, China)

Abstract: Emergency medical facilities are usually divided into two types: mobile hospitals and newly-built temporary infectious disease hospitals. Municipal security could achieve self-sufficiency due to the small scale of mobile hospitals. Newly-built temporary infectious disease hospitals with 250–2 000 beds usually have average daily water supply of $213\sim 1\,700\text{ m}^3$, average daily sewage volume of $192\sim 1\,530\text{ m}^3$, rainwater storage tank capacity of $389\sim 2\,853\text{ m}^3$, electricity load of $1\,500\sim 11\,000\text{ kW}$, daily gas consumption of $108\sim 864\text{ m}^3$ and average daily solid waste volume of $475\sim 3\,800\text{ kg}$, which need municipal guarantee from outside. When the emergency medical facilities are close to existing municipal facilities, the municipal pipelines should be introduced nearby. When the emergency medical facilities are far away from existing municipal facilities, priority should be given to the location of the newly-built large-scale temporary infectious disease hospital to meet the following requirements for water and electricity supply: ① The newly-built large-scale temporary infectious disease hospitals should have a substation with 35 kV outlet within 30 kilometers or 10 kV outlet within 10 kilometers. Within 3 kilometers of the newly-built large-scale temporary infectious disease hospital, there should be a reservoir

通信作者: 吴君炜 E-mail: wu10317@sohu.com

or streams with a storage capacity of more than 80 000 m³ and class III water. ② For the newly-built hospitals, water supply and power supply pipelines should be built at the same time to ensure the supply of water and electricity. ③ Canned trucks should be applied to ensure the supply of oil and gas. ④ Tower-house integrated stations or satellite communication vehicles should be applied to ensure smooth communication networks. ⑤ The hospitals should use rainwater and sewage pipes to discharge wastewater into the newly-built integrated rainwater and sewage treatment equipment nearby. ⑥ Small garbage incinerators should be applied to process solid waste. Moreover, to ensure the rapid construction of emergency medical facilities, the emergency medical material warehouse should reserve necessary municipal security materials. The research could provide references for the rapid layout and construction of emergency medical facilities.

Key words: emergency medical facilities; municipal facilities; supply and security; integrated rainwater and sewage treatment equipment

在健全城市公共安全体系中,应急医疗设施的建设与规划是必不可少的一环。应急医院应作为一种预案和机制,在城市防灾规划中有更多的体现。因此有关专家建议政府尽快出台《应急医疗建筑建设标准》,各地区根据人口规模预留一定的城市空间,同时按照医疗建筑的要求预留水电等市政保障设施,并在适当位置储存一定量的建设物资,一旦出现突发事件,就可在较短时间内快速建成应急设施并使用。

医疗建筑的快速建成有一个必要因素就是市政配套设施的保障与供给,关系到应急医院的建设周期和投入运行时间。其中供水和供电需要先行建设,以确保应急医疗设施的快速建成及投用;同时排水和固废的处理是应急医疗设施安全运行的关键,如果处理不当,将会造成二次污染、增大病毒的蔓延风险^[1]。因此,市政保障措施应在应急医院规划中有所体现,包括各类措施的要求以及具体供给量、相应配套设施和选择途径等并应有详细的说明。

为此,结合应急医疗设施市政保障的要求和特点,分类提出各类应急医疗设施的市政保障措施,以为应急医疗设施的快速布局和建设及运行提供参考。

1 应急医疗设施概述

应急医疗设施是指为应对突发公共卫生事件、灾害或事故而快速建设的能够有效收治患者的医疗设施,其规模、适用范围、功能及特点如表1所示。

表1 应急医疗设施的规模、适用范围、功能及特点

Tab.1 Scale, scope of application, functions and characteristics of emergency medical facilities

类型	规模/床	适用范围	功能	特点
移动医院	<100	事故、自然灾害	现场急救、早期治疗、部分专科治疗和组织伤病员后送至医院	规模较小、机动性强、快速部署、完全自给
	100 ~ 200			
新建临时传染病医院	<250	公共卫生突发事件	医疗救治、医学教学、科学研究和预防传染病、切断传染途径、防止交叉感染	规模较大、选址有一定限制条件、需考虑外部市政设施保障供给情况
	250 ~ 499			
	500 ~ 999			
	1 000 ~ 1 500			
	1 500 ~ 2 000			

2 应急医疗设施市政保障要求与用量

2.1 应急医疗设施市政保障要求

应急医疗设施的市政保障要求是制定保障措施的重要前提和依据。由于移动医院规模较小,可实现完全自给,市政保障要求及措施研究主要针对新建临时传染病医院。依据相关规范和标准,移动医院需拥有完整、成套的自我保障系统,确保能在12 h或更长时间内独立开展工作。同时还需设置不间断电源设备,确保意外停电情况下保障短暂手术的电力需求。有条件的情况下,移动医院宜考虑配备医疗、生活污水和垃圾无害化处理设施。参照相关标准规范,新建临时传染病医院对水、电、气、通信的保障要求具体如下:

① 在供水方面,新建临时传染病医院应优先

采用市政管网供水,当采用自备水源供水时,水质应符合市政供水的水质标准。给水系统应采用断流水箱供水方式,且应设置消毒设备。在严重传染区给水主管入口应设置消毒剂投加接口,并配置消毒剂投加及计量设备。

② 在供电方面,应采用两路相互独立的市电电源供电,并设置应急柴油发电机组。发电机组应在市电停电时,15 s内自动启动并输出。对于恢复供电时间要求0.5 s以下的特殊医疗设备还应设置不间断电源装置。

③ 在通信方面,为保障医院内畅通稳定的通信,应保证移动电话和网络信号全覆盖,宜设置远程会诊系统、视频会议系统等信息化应用系统。医院信息中心需预留与疾控中心、应急指挥中心及政府管理部门的通信接口。

④ 在排水方面,生活污水与雨水排水应分流排放,污水在进入处理系统前,经预消毒处理后必须先排入化粪池,再进入医院污水处理站,并应采用二级生化处理后优先排入城市污水管道。传染病区与非病区的污水应在室外分别设置管道收集,病区污水应独立排到预消毒污水处理装置。处理后的污水水质应符合现行国家标准《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466—2005)的有关规定。污水处理构筑物应按两组并联设计,且应采取防腐蚀、防渗漏等技术措施,各种构筑物宜加盖密闭,并设通气装置。通气管中的废气应集中收集进行消毒处理。医疗污水处理过程产生的污泥、废渣按危险废物处置,由具有危险废物处理处置资质的单位进行集中处置。室外雨水排水应采用全回收无下渗方案,单独收集、消毒灭菌。当市政污水管无法接纳全部雨水量时,应设雨水贮存调节设施。

⑤ 在固废方面,含有病原体的固体废弃物应进行焚烧处理,手术中产生的医疗污物应就地或集中消毒处理。

2.2 应急医疗设施市政保障用量计算

① 建筑面积。参考《传染病医院建设标准》(建标 173—2016)床均建筑面积指标和火神山、雷神山医院建筑面积,确定应急医疗设施床均面积指标:1 000床及以下为60 m²/床,1 000床以上为55 m²/床。

② 供水。应急医疗设施生活综合用水量结合火神山与雷神山给水设计以及《重庆市城市经营

及生活用水定额》确定,按每床0.85 m³/d取值。

③ 排水量。应急医疗设施日均污水量取用水量的90%,污水日变化系数取2.0。

④ 雨水调蓄池容量。雨水调蓄池容量按式(1)计算,其中调蓄量按当地时最高降水量设计,以重庆市中心城区巴南区为例,当地日最高降水量约180 mm,时最高降水量取其10%,即18 mm。汇水面积按建筑面积的1.2倍取值,安全系数取1.2。

$$V = 10DF\beta\Psi \quad (1)$$

式中: V 为调蓄池有效容积,m³; D 为调蓄量,按降雨量计,取18 mm; F 为汇水面积,ha; Ψ 为径流系数; β 为安全系数,可取1.1~1.5。

⑤ 用电负荷。应急医疗设施用电负荷在设计初期可以参考《全国民用建筑工程设计技术措施电气》根据建筑面积进行估算。医院建筑用电指标为30~70 W/m²,结合火神山与雷神山电力设计取100 W/m²,变压器容量指标为50~100 VA/m²,此处取最大值。

⑥ 日用气量。根据医院用气量指标、床位数、气化率即可按式(2)计算应急医疗设施日用气量,《城镇燃气设计规范》(GB 50028—2006)中医院用气量指标为2 931~4 187 MJ/(床位·a),此处取3 000 MJ/(床位·a)。

$$Q_y = K_d \frac{Nkq}{365H_i} \quad (2)$$

式中: Q_y 为应急医疗设施日用气量,m³/d; K_d 为日变化系数,取2.0; N 为床位数; k 为气化率,取100%; q 为医院用气指标,MJ/(床位·a); H_i 为燃气低位热值,取37.964 MJ/m³。

⑦ 柴油量。应急医疗设施内设柴油发电机组,油耗量可根据发电机铭牌计算,一般来说柴油发电机组耗油量为0.21 kg/(kW·h)。例如,500 kW的柴油发电机组的耗油量为105.00 kg,折合为131.20 L。

⑧ 固体废弃物。应急医疗设施固体废弃物分为医疗垃圾和生活垃圾两类,其中医疗垃圾量按0.9 kg/(床·d)计算,生活垃圾量按1 kg/(床·d)计算(含医护人员),由于病人具有传染性,生活垃圾与医疗垃圾均按《医疗废物管理条例》《医疗废物分类目录》等相关法规分类处理。

以重庆市中心城区为例,不同规模的应急医疗设施“水电气信”需求与固废量如表2所示。

表2 应急医疗设施“水电气信”需求与固废量

Tab.2 Water, electricity, gas and communication demand and solid waste of emergency medical facilities

床位/床	建筑面积/ 10^4 m^2	日均供水量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$	日均污水量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$	雨水调蓄池容 量/ m^3	用电负荷/kW	日用气量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$	固体废弃物/ $(\text{kg} \cdot \text{d}^{-1})$
250	1.5	213	192	389	1 500	108	475
500	3	425	383	778	3 000	216	950
1 000	6	850	765	1 556	6 000	432	1 900
1 500	8.25	1 200	1 080	2 140	8 250	648	2 850
2 000	11	1 700	1 530	2 853	11 000	864	3 800

3 应急医疗设施市政保障措施

应急医疗设施建设周期一般按7~10 d计,选址首先应满足疾病防控和救护的需要,其次应重点满足水电保障条件,优先选址在临近现状市政基础设施和管网的区域。当发生空气传播等特别重大传染病或偏远地区发生灾害事故时,必须在远离城市人群的区域建设应急医疗设施,这些区域通常不具备现成的市政保障设施,如何满足这些区域内应急医疗设施的市政供给是一大难点。当应急医疗设施远离现状市政设施时,新建大型临时传染病医院选址应优先满足水电供应条件:在30 km内有35 kV出线的变电站或10 km内有10 kV出线的变电站;在3 km内有库容量大于 $8 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的Ⅲ类水以上水库或溪河。同时应选择安全可靠、技术成熟的标准化、模块化市政保障装备,提高建设效率。

在具体的市政保障措施方面,针对临近市政设施和远离市政设施两种情况,对设备的选型、工艺的选择、管网建设形式等方面需要采取不同的措施。

3.1 临近市政设施时的保障措施

① 供水。供水宜采用双水源供水系统,就近自城市供水主干管引出供水支管接入地块,选择球墨铸铁管或硬聚氯乙烯(UPVC)管、高密度聚乙烯(HDPE)管。市政管网水压不足时,可采用一体化生活供水泵站加压供水,同时配备应急供水设备,如应急供水车和罐(瓶)装水。加强对供水水质的监测及周边供水设施的维护,保证供水可靠性。

② 供电。供电采用双电源供电系统,可选择两个变电站分别引入10 kV电缆或由变电站引入1路10 kV电缆并配置备用电源。电缆就近从市政道路引入,可采用直埋或利用现状排管敷设。设置柴油发电机组备用,保证在外部电源发生故障条件下,15 s内向规定用电负荷恢复供电^[2]。同时加强

对供电设备的检修维护。

③ 供气、供油。可从周边燃气管网引出气源管线接入地块,并配套燃气调压计量设备,宜建设双向气源保障供气。燃气管道宜选用无缝钢管或铸铁管,具备条件的地段可采用非开挖技术施工敷设燃气管道。可将周边现状加油站作为定点油品供应站,通过加油站定点供给、油罐车运输等方式保障油品供给。同时加强对周边供油供气设施的监测维修,保障油气供应安全。

④ 通信。可就近接入市政道路下的光缆,采用直埋或利用现状排管敷设,特殊情况下也可采用水下敷设。通过在原有通信设施上增加设备,新建4G、5G基站来扩大通信容量,实现信号全覆盖。也可采用应急通信车保障通信,同时加强对周边通信设备的监测与维护。

⑤ 排水。排水系统应采用雨污分流制,传染病区与非病区的污水应在室外分别设置管道收集,非传染病医疗污水可采用一级强化处理+消毒处理工艺,传染病医疗污水可采用预消毒处理+二级生化处理+消毒处理工艺。雨水应无下渗全收集,经消毒处理后排入市政污水管道,可采用高密度聚乙烯(HDPE)防渗膜和土工布组合防渗层^[1]。

⑥ 固废。医疗废弃物收集后可采用垃圾气化焚烧炉就地高温焚烧处理,做到日产日清,避免医疗废物转运过程中造成二次污染。

3.2 远离市政设施时的保障措施

① 供水。远离城市供水系统时,须选择适宜水源,建设取水-输水-净水系统。应选择Ⅲ类水以上、水量充足的水源,可按水库→江河→地下水的顺序选取。移动医院至少满足1个月的用水量,可选择不低于6 000 m^3 库容的山坪塘或水库;新建临时传染病医院至少满足3个月的用水量,可选择 $(3.8 \sim 15.3) \times 10^4 \text{ m}^3$ 库容的山坪塘或水库。以地表

水为水源时,可采用浮船或一体化泵站取水方式。以地下水为水源时,可采用管井+深井泵取水方式^[3]。输水管道可选用HDPE管明管铺设,同时预留消毒剂接口。可采用一体化净水设备,结合水源水质选择处理工艺与设备,再根据水量要求定制具体规格,实现模块化快速组装。此外,宜设置储水设备与应急供水车,同时在周边增加水质监测点,提高供水可靠性。

② 供电。远离变电站时,须采取措施保障用户端电压,并配置备用电源。对供电距离为10~30 km、1 000床位以上规模的新建临时传染病医院,架设35 kV电缆并配置终端变压器供电;1 000床位以下规模的,架设10 kV电缆加装自动调压器供电。对供电距离小于10 km且1 500床位以上规模的,优先通过架设多根10 kV电缆线路来保证供电负荷,其次可考虑增大导线横截面及配置线路调压器;对1 500床位以下规模的,架设多回10 kV电缆并配置终端变压器来保障供电负荷^[4]。常见备用电源有柴油发电及液化石油气发电等。当移动医院自身供电量不足,且用电负荷小于1 000 kW时,可将常见备用电源作为自备主电源。此外,还需加强对变电站、电力线路、线路调压器、备用发电机组等供电设备的检修维护。

③ 供气、供油。远离调压站时,由于应急医疗设施的日需气量较小,一般在1 000 m³以下,推荐采用非管道供气模式,可采用CNG、LNG、液化石油气等气源,各种供应方式的选择应根据设施与CNG、LNG、液化石油气设施母站的距离来确定,优先选择距离较近的类型来供应。再根据气源的类别,选择相应的罐装运输车,并建设配套调压设备或气化设备。加强对周边燃气调压设备的维修和监测,确保安全可靠供气。

④ 通信。远离通信设施时,新建临时传染病医院可以采用微波大带宽通信技术,通过塔房一体化基站叠加5G微波天线,快速地完成通信信号的接入。移动医院可以采用移动卫星通信技术,以卫星通信车为载体,进行实时通信与联络^[5]。另外,应加强对周边通信设备的巡查监测及维护,确保通信无间断。

⑤ 排水。远离城市排水系统时,新建临时传染病医院应建设污水处理设施及管网,排水量可根据表1数据进行估算。根据《医院污水处理指南》,

每张病床污染物的排污量可按下列数值选用:BOD₅为40~60 g/(床·d),COD为100~150 g/(床·d),悬浮物为50~100 g/(床·d)。根据每张病床污染物的排出量和水量可计算相应的设计水质。污水处理流程可采用二级生化+消毒工艺,尾水排至饮用水源保护范围外的水体。排水系统宜选用集成一体化设备和预制管件,在现场直接进行拼装与管道连接。污泥经浓缩脱水消毒后,运至污泥处置中心进行无害化处置。废气经除臭除味消毒后排放,常用工艺为活性炭吸附+紫外线消毒。应就地建设雨水收集处理设施,同时敷设防渗膜,雨水全收集、消毒后排入污水管道或水体。雨水池可选用施工简便、组装灵活的PP模块组合。移动医院可选择一体化污水、雨水处理设备。

⑥ 固废。远离医疗废物处理厂时,新建临时传染病医院应就地建设医疗废物处理设施,由于日固废产生量较小,固废中成分复杂,建议选用小型垃圾焚烧炉对固废进行处理,移动医院可选择一体化固废处理设备。

3.3 应急医疗物资库的建设

建立由政府主导、社会力量参与的应急医疗设施物资储备库。采取平战结合的方式,将应急保障的水电气信供给、排水固废处理等设备纳入应急医疗设施物资储备清单,平时由相关企业储备,应急状态及时提供设备,参与建设。

供水物资应包括应急供水车、应急净水车、一体化生活给水泵、DN200~DN400球墨铸铁管及配件、DN50~DN250塑料(UPVC、HDPE)管道及配件、一体化取水泵、一体化净水设备、消毒设备、消毒剂、桶(瓶)装水等。

供电物资应包括35 kV电缆、10 kV电缆、轻质电线杆塔、电力排管、箱式变电站、环网柜、线路调压器、变压器、柴油发电机组、液化石油气发电机组、应急供电车等。

通信物资应包括光缆、光缆交接箱、塔房一体化通信基站设备及配件、5G微波天线、应急通信车、对讲机等。

供油供气物资应包括DN50~DN150无缝钢管、调压柜、油品运输车、气化撬、调压撬等。

排水物资应包括D400 mm污水管道、D400 mm~D1 000 mm雨水管道、一体化污水处理设施、一体化雨水处理设施、吸污车、PP雨水模块、雨污水消毒设

备、一体化雨污水泵、消毒剂等。

固废处理物资应包括医疗垃圾焚烧炉、医疗垃圾箱等。

4 结语

针对不同规模的应急医疗设施,以重庆市中心城区为例,根据相关规范和标准计算了具体的市政保障用量,供应急医疗设施建设参考。同时对应急医疗设施临近和远离城市现状市政基础设施两种情况,分别进行了市政保障措施的研究。具体结论如下:

① 根据重庆市中心城区的计算结果,规模为250~2 000床的应急医疗设施,日均供水量为213~1 700 m³,日均污水量为192~1 530 m³,雨水调蓄池容量为389~2 853 m³,用电负荷为1 500~11 000 kW,日用气量为108~864 m³,日均固体废弃物量为475~3 800 kg。

② 当应急医疗设施临近现状市政设施时,就将近市政“水电气信”管道接入即可,并增加备用措施。

③ 当应急医疗设施远离现状市政设施时,新建大型临时传染病医院选址应优先满足水电供应条件:30 km内有35 kV出线的变电站或10 km内有10 kV出线的变电站,3 km内有库容量大于8×10⁴ m³的Ⅲ类水以上水库或溪河;同时需新建给水和电力管线,保障水电供应;采用罐装运输车保障油气供应;采用塔房一体化基站或卫星通信车保障通信网络顺畅;采用雨污水管线就近排入新建的一体化雨污水处理设备;采用小型垃圾焚烧炉处理固体废弃物。

④ 为保障应急医疗设施快速建设,应建立由政府主导、社会力量参与的应急医疗设施物资储备库,将应急保障的水电气信供给、排水固废处理设备纳入应急医疗设施物资储备清单。

参考文献:

- [1] 李传志,张帆,喻阳光,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.
LI Chuazhi, ZHANG Fan, YU Yangguang, et al. Discussion on safety design of Huoshenshan hospital drainage system[J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46(3):10-15 (in Chinese).
- [2] 刘元明,刘欢. 供电质量对医疗设备安全运行的影响与对策[J]. 中国医学装备, 2013(11):91-93.
LIU Yuanming, LIU Huan. Research on the influence and countermeasures of power supply quality's to the safe operation of medical equipment[J]. China Medical Equipment, 2013(11):91-93(in Chinese).
- [3] 汤能灏,邹圆,吴珊. 浅析不同条件下工业项目的适用取水方式[J]. 工程建设与设计, 2016(7):96-98.
TANG Nenghao, ZOU Yuan, WU Shan. Different water intaking way in industrial project under different conditions[J]. Construction & Design for Engineering, 2016(7):96-98(in Chinese).
- [4] 周小明. 长供电半径区域配电工程设计[D]. 西安:西安科技大学, 2018:7-26.
ZHOU Xiaoming. Distribution and Translation Project Design of Long Power Supply Radius Area[D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2018:7-26 (in Chinese).
- [5] 胡腾飞. 卫星通信在应急通信中的应用及发展[J]. 数字通信世界, 2018(10):196.
HU Tengfei. Application and development of satellite communication in emergency communication[J]. Digital Communication World, 2018(10):196(in Chinese).

作者简介:吴君炜(1980-),男,四川南江人,硕士,正高级工程师,从事市政规划与设计工作。

E-mail:wu10317@sohu.com

收稿日期:2020-10-13

修回日期:2020-12-14

(编辑:丁彩娟)

治理水土流失 建设美丽中国