

高铁站配套市政道路下穿地道雨水泵站设计

王佳忆

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 汕头高铁站枢纽配套市政道路韶山路作为城市主干道,其下穿地道与城市交通体系多个重点基础设施设计工程密切联系。配套雨水泵站与高铁站东广场下方的地铁区间、地下人行通廊及东广场上盖紧密连接。从多维度对汕头高铁站枢纽配套市政道路韶山路配套雨水泵站合理构建排水系统、科学划分雨水面积、泵站工艺设计等关键问题进行详细介绍,旨在为协同地下空间建设下穿地道雨水泵站提供工程经验,确保下穿地道排水安全、避免内涝灾害,对其他类似工程具有重要的借鉴意义。

关键词: 下穿地道;雨水泵站;地道排水;泵站设计;工程经验

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)07-0180-04

Design of Rainwater Pumping Station for Underpass of High-speed Railway Station Supporting Municipal Roads

WANG Jiayi

[Tongji University Architectural Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: As a main urban road, Shaoshan Road is a supporting municipal road for Shantou High-speed Railway Station Hub. Its underpass is closely related to multiple key infrastructure design projects of the urban transportation system. The supporting rainwater pumping station is closely connected to the metro section beneath the east square of the high-speed railway station, the underground pedestrian corridor and the roof of the east square. The key issues such as the rational construction of the drainage system, the scientific division of the rainwater area, and the process design of the rainwater pumping station for the supporting municipal road (Shaoshan Road) of the Shantou High-speed Railway Station Hub are introduced in detail from multiple dimensions. Its aim is to provide the engineering experience for the collaborative construction of underpass rainwater pumping stations in underground spaces, and ensure the drainage safety of the underpass and avoid the waterlogging disasters, which is of significant reference value for the other similar projects.

Keywords: underpass; rainwater pumping station; underpass drainage; pumping station design; engineering experience

0 引言

随着中国高质量城市化进程的推进,“四纵四横,八纵八横”线网建设逐步发展与完成^[1]。汕头高铁站枢纽作为粤东交通重要的综合交通枢纽^[2],其配套市政道路是城市交通体系的关键组成部分。协同站城融合地下立体空间^[3-4]多项交通基础设施建设的下穿地道雨水泵站,在保障城市排水安全、避免内涝灾害发挥着至关重要的作用^[5]。此外,它对于完善生态交通建设、实现地下空间立体化开发、促进城市可持续发展等方面也具有具有重要的促进意义。

以汕头高铁站枢纽配套市政道路韶山路下穿地

道雨水泵站设计为例,从汇水范围优化^[6]、泵站规模确定、总体布局以及泵站工艺设计等多个方面详细介绍该全地下雨水泵站的工程设计。旨在为类似工程项目保证城市排水安全、提升防洪排涝能力以及促进地下空间多功能整合提供一定的参考。

1 工程概况

韶山路作为城市主干道,道路红线宽度为40 m,紧邻汕头高铁站新建东广场。东广场主要功能为社会车辆、网约车、出租车、公交车及大巴车的停车场。韶山路下穿地道设计为单层6车道加上单层双慢行通道,主线封闭段全长54 m,敞开段全长326 m。为实现城市各类交通方式多维互通、多联互补^[7],韶山路下穿段上部设计为东广场上盖,下部则为东广场衔接的人行城市通廊及地下第四层的轨道交通预留

收稿日期: 2025-02-10

作者简介: 王佳忆(1991—),女,硕士,工程师,从事给排水设计工作。

区间。综合考虑下穿通道、人行城市通廊、轨道交通预留区间以及东广场上盖结构等,在最低点附近设计了一座全地下雨水泵站。为确保工程的协调性和功能性,该泵站主体与相关联的其他结构进行整体施工,韶山路下穿地道效果图见图 1。

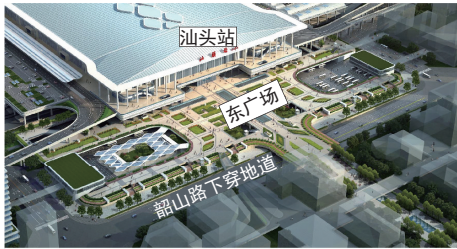


图 1 韶山路下穿地道效果图

2 下穿地道排水系统设计

2.1 汇水面积

在立体交叉道路的排水系统设计中,应遵循高水高排、低水低排且互不连通的原则^[8]。能有效避免不同高程区域雨水的相互干扰,确保各区域排水系统的独立高效运行。应采取切实可行的措施,严格控制汇水面积,精准封闭汇水范围,避免客水的汇入^[9-11]。既能有力保障雨水泵站的安全稳定运行,又能进一步优化造价的经济性^[12]。

本次设计韶山路红线宽度为 40 m,下穿段地道宽度为 25.5 m,单侧慢行系统宽度为 7.25 m。下穿段的起终点桩号分别为 K0+846 和 K1+226,最低点桩号为 K1+035。其中,暗埋段长度为 54 m,敞开段长度为 326 m。

为有效拦截可能进入地道的高水,在韶山路交叉路口内设置驼峰^[13-15],两端驼峰的桩号分别为 K0+833 和 K1+251。驼峰后分别设置一道排水横截沟,对可能进入地道的高水进行有效拦截,就近接往市政雨水系统实现自流排除。此外,道路东侧的慢行系统全段敞开设计,高程比西侧有暗埋段设计的慢行系统高,具备高水高排的有利条件,因此在此区域合理设置雨水管道及附属设施,通过重力流雨水管道排往附近的市政雨水系统。

通过各项措施优化汇水面积后,进入雨水泵站的敞开段地面汇水面积和侧壁面积总计约为 1.3 hm²。该面积汇水进入泵站后经由独立的排水系统以压力流的方式排入下游的黄厝围沟。

2.2 设计流量

本次雨水设计流量采用推理公式法计算,公式如下。

$$Q = q\psi F$$

式中: Q 为雨水设计流量,L/s; q 为设计暴雨强度,L/(hm²·s); ψ 为径流系数,本次设计下穿地道取 1.0; F 为汇水面积,hm²。

汕头市暴雨强度公式根据汕头市气象局提供的《汕头市中心城区暴雨强度公式及计算图表》中选用,本次设计下穿地道暴雨重现期采用 50 a,对应公式如下:

$$q = \frac{2744.812}{(t + 5.653)^{0.551}}$$

式中: q 为设计暴雨强度,L/(hm²·s); t 为设计降雨历时,min。

$$t = t_1 + t_2$$

式中: t_1 为地面集水时间,min; t_2 为管渠内雨水流行时间,min;本次设计取 $t=t_1$ 。

地面集水时间应根据道路坡长、坡度和路面粗糙度等计算确定,可参照《室外排水设计标准》(GB 50014—2021)中的 5.10.2 部分进行计算,综合计算结果本次设计下穿地道取 3 min。

本次泵站设计安全系数取 1.2,雨水泵站设计流量为 4 700 m³/h。

2.3 总体布局

韶山路作为汕头高铁站枢纽配套市政道路,周边地块的用地性质已明确。其西侧紧邻高铁站东广场,东侧为规划商业用地,未预留规划地块建设雨水泵站。道路东侧因用地性质、权属及高铁站东广场上盖分期建设等问题无法建设泵站,最终确定泵站位于韶山路下穿地道西侧东广场下方,实现平面位置的合理布局。

雨水泵站为全地下布置,共两层,泵站上层设备操作间净高为 6.5 m,为设备的安装、操作与维护提供了充足的空间,确保各类设备能够稳定运行,便于工作人员进行日常的检查与维修工作。泵站下层集水池净高为 7.6 m,能够有效收集并容纳汇入的雨水,为后续的排水作业提供有力保障。

泵站的建设充分考虑与周边地下立体空间多项交通基础设施的衔接与协调。泵房上方为东广场上盖,地下一层设备操作间与下穿地道暗埋段同高程,地下二层集水间与城市通廊同高程,平面位置错开,泵站下方为轨道交通区间。既能保证各自的独立性与功能性,又实现了地下空间的高效利用与功能融合,为汕头高铁站枢纽的稳定运行提供了坚实的市政基础设施保障。

泵站平面布局图及竖向布局图如图2和图3所示。

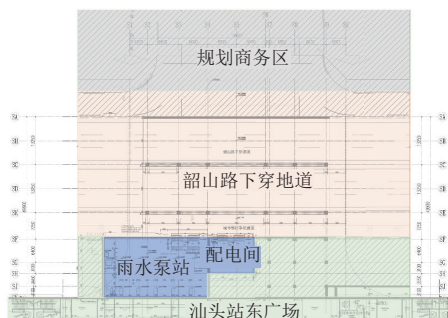


图2 平面布局图

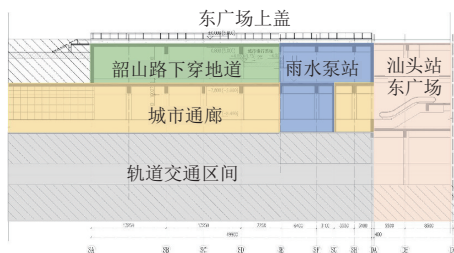


图3 竖向布局图

3 泵站设计

3.1 收水系统

本次设计收水系统采用排水边沟与横截沟相结合的布置形式^[16-18]。具体布置如下:敞开段进入下穿地道暗埋段洞口的两端以及下穿地道最低点附近共设置三道横截沟;在U型槽两侧以及西侧慢行系统横坡较低一侧,同时设计一道连续的排水边沟;设置的收水设施能有效汇集敞开段U型槽地面、西侧慢行系统地面及侧墙面产生的径流雨水,汇入暗埋段结构底板下方设置的两条 $B \times H = 1\,500\text{ mm} \times 2\,100\text{ mm}$ 进水管沟;最终进入雨水泵站集水池。

3.2 泵站主体工艺

3.2.1 集水池

进水管沟正面进水流入集水池。为均匀布水,防止气蚀,集水池进水端设置一道配水槽^[19]。进入集水池的雨水在配水槽进行一个缓冲,再由挡水墙下部潜水进入泵室,保证进水的均匀、稳定。

下穿地道雨水泵站集水池容积不应小于最大一台泵60 s的出水量。该泵站的最大泵60 s出水量为 33.33 m^3 。本次设计集水池长度为25.3 m,宽度为9 m,有效水深为1 m,集水池有效容积为 227.7 m^3 ,满足规范设计要求。

3.2.2 水泵选型及布置

该雨水泵站集水池最低水位为-8 m,受纳水体

洪水位为1.5 m,管路最高点管顶标高为3.7 m,故静扬程为11.7 m,吸水管路中水头损失与压水管路中水头损失合计2.52 m,安全水头取0.5 m,拍门取0.5 m,因此,该泵的实际所需扬程为15.37 m。

综合计算结果及水泵曲线,韶山路下穿地道雨水泵站设置4台潜水泵,3用1备。单台泵设计流量 $Q=1\,500\text{ m}^3/\text{h}$,扬程 $H=18\text{ m}$,功率 $N=110\text{ kW}$ 。另外设置2台排空泵,单台泵设计流量 $Q=145\text{ m}^3/\text{h}$,扬程 $H=15\text{ m}$,功率 $N=11\text{ kW}$,1用1库备。

每台出水泵泵后均设置压力表、电动蝶阀、止回阀、挠性橡胶接头。排空泵泵后设置电动闸阀、止回阀、挠性橡胶接头。出水总管上设置压力表及电动蝶阀。设置试车回水管道1根。每台泵出水管为 $D610\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ Q235B焊接钢管。排空泵出水管为 $D219\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ Q235B焊接钢管。试车回水管道管径参数为 $D406\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ Q235B焊接钢管。上层设备操作间设置电动葫芦2套,起吊重量5 t。泵站内配置MF/ABC灭火器6具。

本次设计雨水泵与排空泵单行布置,上层设备操作间平面及断面如图4及图5所示。

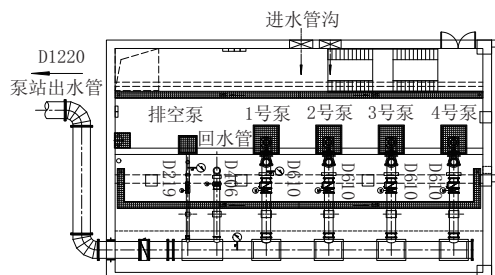


图4 泵站平面图

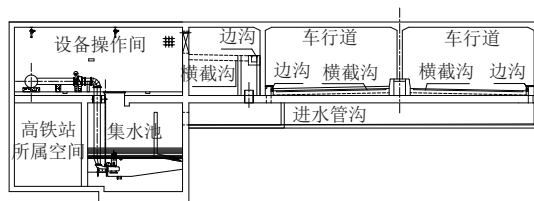


图5 泵站剖面图

本次设计雨水泵站经独立雨水排水系统压力出流。雨水经泵提升出泵站侧墙后经 $D1220\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ Q235B焊接钢管(出水总管)压力流向北排往黄厝围沟。

3.3 附属系统

本工程在供电系统设计上采用一级负荷供电方案。雨水泵站设4台110 kW水泵,另有其他设备轴流通风机、电动葫芦、潜污泵、照明等设施约51 kW。泵站配电柜进线电源引自韶山路横五路交叉口新建的2座箱变,为保证系统供电的可靠性和连续性,两

座箱变为互相独立 10 kV 电源,当一座箱变发生故障时,另一箱变不会同时受到影响,并能担负所有一级负荷供电。

4 台 110 kV 水泵均采用软启动方式,水泵控制箱由水泵厂家配套提供。水泵由集水井内超声波液位计根据水位高低控制,当水位上升至开泵水位时自动开启,水位上升至警戒水位时报警,当水位降至停泵水位时自动停泵。水泵进线柜及潜水泵控制箱防护等级为 IP57。

在通风系统方面,泵站采用轴流风机进行换气。根据设计要求,泵站一小时换气量不小于 6 次,选用进风风机风量 9 336 m³/h,功率 1.5 kW,共设置 3 台。选用排风风机风量 15 297 m³/h,功率 1.5 kW,共设置两台。共同保障泵站内设备的正常运行以及工作人员的健康与安全。

4 运行和维护

雨水泵站根据水位进行水泵的启闭控制。水泵开车前,泵后出水管道的阀门常开。经计算确定超低液位兼超停液位为-8.0 m,一泵开泵液位为-7.5 m,二泵开泵液位为-7.4 m,三泵开泵液位为-7.3 m,四泵开泵液位为-7.1 m,一泵停泵液位为-7.9 m,二泵停泵液位为-7.8 m,三泵停泵液位为-7.7 m,四泵停泵液位为-7.2 m,超高报警液位为-7.0 m。

雨水泵站收水设施如横截沟及排水边沟均可打开活动模块篦子进行清理,上部设备操作间及集水池底部设计有 $B \times H = 400 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ 排水沟定时进行淤泥清理。定时清理前,需打开通风设施进行换气,确认内部安全后方可进行作业。

5 结 语

本次设计汕头高铁站枢纽配套市政道路下穿地道雨水泵站巧妙融合城市立体空间多项交通基础设施,合理考量平面位置并科学竖向布置,确保各部分的独立性和功能性。秉承着“高水高排,低水低排”的重要理念,本工程对汇水面积及泵站规模进行优化、详细阐述收水系统、总体布局、泵站工艺设计等。

通过此次配套市政道路下穿地道全地下雨水泵站的建设实践,累计一定的工程经验,希望对后续类似工程项目的推进提供有力的参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 华建集团上海建筑设计研究院,轨道上的紧凑城市-高铁站枢纽区域的站城融合设计[EB/OL].(2024-11-28)[2025-02-10].<https://mp.weixin.qq.com/s/wVUaqlwvdKBPFGXTA2RxXg/20241128/20250210>.
- [2] 汕头日报,站城融合、零换乘! 汕头高铁站将建成粤东规模最大、交通接驳功能最齐全的铁路枢纽站[EB/OL].(2020-05-31)[2025-02-10]<https://mp.weixin.qq.com/s/yjv3HH9qrGqYxcaUHZVexW/20200531/20250210>.
- [3] 宋德琴.站城融合背景下综合交通枢纽投资控制要点[J].城市道桥与防洪,2022(8):250-252.
- [4] 胡国文.城市轨道交通站城一体化综合开发研究[J].城市道桥与防洪,2024(12):154-156.
- [5] 李媛.清河火车站安宁庄路隧道雨水泵站设计探讨[J].给水排水,2021,47(增刊2):325-328.
- [6] 葛学伟,邓卫东,于宁.新建下凹桥区雨水调蓄泵站的优化设计[J].中国给水排水,2023,39(14):91-95.
- [7] 王宗佳.“缝合”理念下城市综合交通枢纽与周边区域融合设计研究——以深圳市大运综合交通枢纽项目为例[J].现代城市轨道交通,2024(8):16-22.
- [8] GB 50014—2021,室外排水设计标准[S].
- [9] 汤泽和,李正杰.中心城区全地下雨水泵站设计[J].城市道桥与防洪,2020(11):96-99.
- [10] 吴佳俊.下穿立交道路积水点改造问题研究与探讨[J].城市道桥与防洪,2017(5):150-153;161.
- [11] 钟志鹏.西蒲铁路立交雨水泵站及排水系统的升级改造[J].城市道桥与防洪,2017(10):84-87;89.
- [12] 黄思进.城市下穿式隧道排水设计[J].城市道桥与防洪,2025(1):162-166.
- [13] 李媛.对隧道排水设计中关键性问题的探讨[J].城市道桥与防洪,2024(1):145-148;152.
- [14] 杨洪旭,赵焕军,高尚坤,等.胶东国际机场下穿隧道雨水泵站设计探讨[J].中国给水排水,2018,34(20):63-66.
- [15] 蔡晓萌,陈祺,刘鹏.城市地下道路排水驼峰设置研究[J].城市道桥与防洪,2023(4):64-66.
- [16] 顾雨涵,李佳钰.新规范城市下穿隧道排水泵站设计[J].城市道桥与防洪,2023(2):130-133;141.
- [17] 许靖航.地道排水系统设计与探讨[J].城市道桥与防洪,2023(10):129-132.
- [18] 许丽娟.宁德某地下穿温福铁路雨水泵站工程设计介绍[J].城市建设,2019,16(338):129-132.
- [19] 北京市市政工程设计研究总院有限公司,给水排水设计手册——第5册城镇排水[M].北京:中国建筑工业出版社,2017.