

格栅式跌水井在山地城市排水系统中的设计

李良富¹, 李连伟², 林学山³, 那贵平¹

(1. 中机中联工程有限公司, 重庆 400039; 2. 昆明滇池水务股份有限公司, 云南 昆明 650000; 3. 重庆电子工程职业学院 建筑与材料学院, 重庆 401331)

摘要: 在重庆市两江新区某项目排水工程设计中,工程难点包括上游管道系统来水流量大(设计流量 $14.3 \text{ m}^3/\text{s}$)、与下游接入管涵系统落差大(水流跌差约 22 m)、项目周边企业对噪声要求较高、占地面积受限等,结合项目现场实际情况,设计采用圆形格栅式跌水井解决上述问题。项目建成投入使用后的实际运行效果表明,格栅式跌水井应用于此种大流量、高落差的山地城市排水系统中是可行、有效的。详细介绍了该项目格栅式跌水井的平面、工艺、结构设计方法,可为类似项目提供参考。

关键词: 山地城市; 排水系统; 格栅式跌水井

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)22-0048-04

Design of Grid-type Drop Manhole in Mountainous Urban Drainage System

LI Liang-fu¹, LI Lian-wei², LIN Xue-shan³, NA Gui-ping¹

(1. CMCU Engineering Co. Ltd., Chongqing 400039, China; 2. Kunming Dianchi Water Treatment Co. Ltd., Kunming 650000, China; 3. School of Architecture and Materials, Chongqing College of Electronic Engineering, Chongqing 401331, China)

Abstract: In the design of drainage system of a certain project in Liangjiang New Area of Chongqing City, several key problems were involved as follows: a large incoming water flow of the upstream pipeline system (design flow was $14.3 \text{ m}^3/\text{s}$); a high drop (22 m) between the upstream and the downstream access pipe culvert system; high noise requirements of the surrounding enterprises; the limited occupation area and so on. By analyzing the problems and the actual situation of the project site, a circular grid-type drop manhole was adopted for solution. Furthermore, the operation effect since the project was completed showed that the grid-type drop manhole was feasible and effective in the mountainous drainage system with large water flow and high drop. The introduction of the design of grid-type drop manhole in terms of technics and structure could also provide references for similar drainage projects design.

Key words: mountainous city; drainage system; grid-type drop manhole

1 工程概况

某排水工程项目位于重庆市两江新区,地块周边分别为盛唐路、一横线、六纵线、机场东联络线,均为现状道路,沿地块东侧有现状朝阳溪改道双孔拱涵,双孔拱涵规模: $2 \times (B \times H) = 2 \times (4.3 \text{ m} \times 4.3 \text{ m})$,埋深为 25 ~ 39 m,钢筋混凝土结构形式。根据已完成平场的地块与四周道路的现状,其道路高程

均高于地块平场高程(约 239.00 m),高差约 3 ~ 9 m,所以地块内的排水均无法通过重力流方式直接排入道路下的排水管道系统,需另行为其开辟排水通道以解决地块内的排水去向问题。

根据地块开发建设计划,整个地块排水需分为三期(见图1),其中:一期约 106.4 hm^2 ,雨水沿地块南侧敷设排水通道,横穿一横线排入朝阳溪;二期约

88.8 hm²,雨水直接排入东侧朝阳溪改道拱涵;三期约 119.6 hm²,雨水穿越机场东联络线排入朝阳溪河道内。

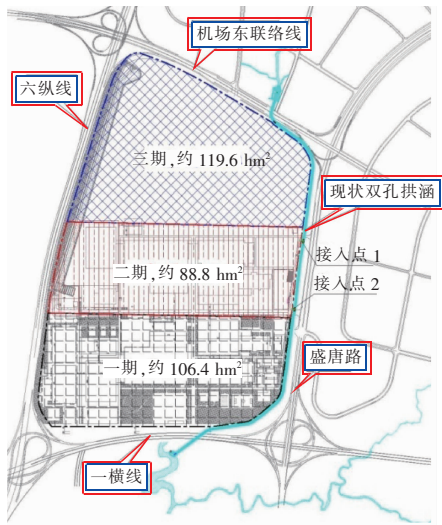


图 1 项目区位及排水系统

Fig. 1 Project location and drainage system

2 工程设计

2.1 平面设计

根据相关设计资料,二期地块范围内预留有 2 个雨水排出口(位置为图 1 所示之接入点 1、2),预留管道管径均为 $d1\ 800\text{ mm}$,管道材质为钢筋混凝土管(设计流量均为 $14.3\text{ m}^3/\text{s}$)。设计考虑如下:分别在接入点 1 和 2,企业预留雨水排放口位置处设置格栅式跌水井^[1](井深约 25 m),然后采用圆管涵形式接入现状朝阳溪改道双孔拱涵;跌水井与现状拱涵的连接形式如图 2 所示。

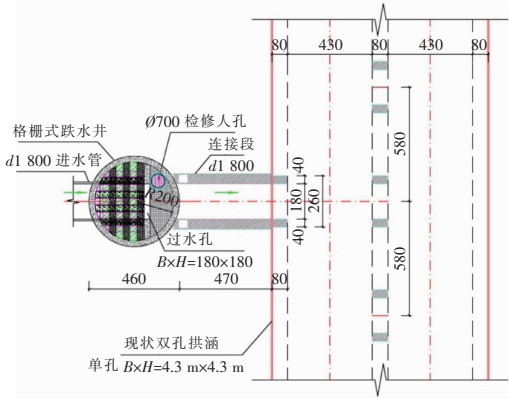
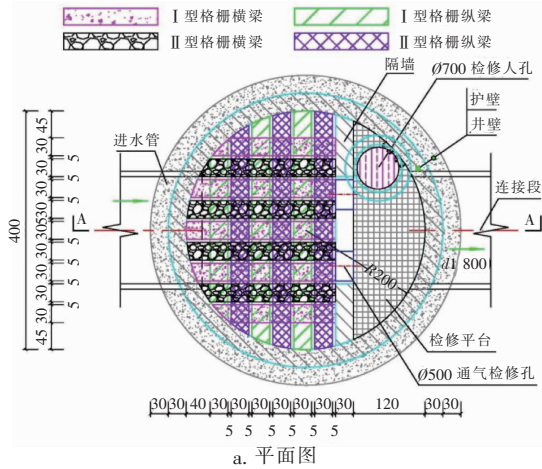


图 2 跌水井与现状拱涵的连接示意

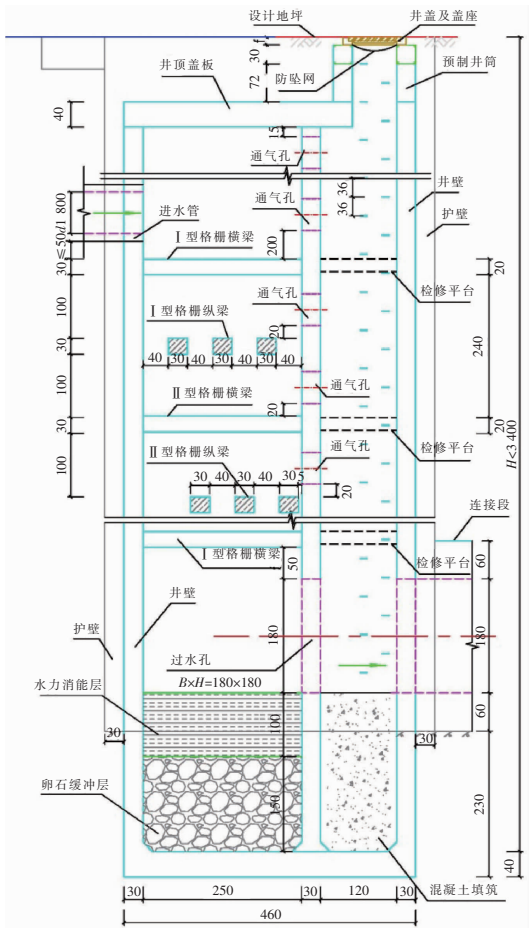
Fig. 2 Connection diagram of drop manhole and existing arch culvert

2.2 跌水井工艺设计

设计采用格栅式^[2]跌水井,其主要由井体、隔墙、跌水室、检修室组成。隔墙将井体分为跌水室和检修室两部分,跌水室设置有横纵格栅消能层、水力消能层和卵石缓冲层;检修室设置有检修平台^[3];隔墙上设置有通气检修孔和过水孔。具体见图 3。



a. 平面图



b. A-A 剖面图

图 3 格栅式跌水井示意

Fig. 3 Schematic diagram of grid-type drop manhole

通过设置在跌水室内的格栅消能层对由进水管排入的上游来水进行逐步消能,并在跌水室底部由具有一定深度存水的水力消能层和卵石缓冲层进一步完成消能,从而使水流能以近乎恒定流的状态流出井室,进入下游排水管涵系统。同时,通过设置在隔墙上的通气检修孔,可以平衡跌水室和检修室间的气压,减小水流冲击所产生的噪声对周围环境的影响。检修室设置的检修平台,还能为后期运营维护人员提供足够的休息场地和安全保障。

格栅消能层为该跌水井消能的主要构件,其设置原则:①为减少水流直接跌落至井底的情况,确保水流的消能效果,需使横纵梁间在投影面上的缝隙尽可能小;②参考《室外排水设计规范》(GB 50014—2006,2016年版)第4.5.1条的要求,结合检修平台层间距的设置情况,竖向上相邻横纵格栅层层间距按1.0 m考虑。

2.3 结构设计

① 跌水井设计

跌水井为圆筒型,内径为4 m,壁厚为30 cm,跌水井壁外为工作井,跌水井与工作井间采用连槽浇筑形成整体,跌水井底部竖向钢筋在工作井底板浇筑时预埋。跌水井内跌水室底部填筑1.5 m厚卵石层。

② 跌水井与现状拱涵连接段设计

为使跌水井内水流在消能后能以近乎恒定流的方式流入现状拱涵,不对现状拱涵内的水流造成过大冲击,以及为了尽量减小跌水井施工对现状拱涵可能造成的扰动影响,在跌水井与现状拱涵间设置长度为4.7 m的连接段,连接段采用 $d1\ 800\text{ mm}$ 的圆管涵。施工时,采用矿山法暗挖施工,先采用 $83\text{ mm}\times 5\text{ mm}$ 钢管管棚注浆超前支护,然后开挖,开挖后采用I16型钢拱架和 $28\text{ mm}\times 5\text{ mm}$ 中空注浆锚杆进行初期支护,喷射22 cm厚混凝土,每次掘进尺寸小于0.5 m。待现状拱涵边墙开孔完成后,进行二衬施工,二衬采用 $d1\ 800\text{ mm}$ 成品管,管道与初期支护间空隙采用C20混凝土填实。

③ 工作井设计

工作井为圆型井,井内空尺寸为4.6 m,沿着井深方向不同深度设计不同壁厚,井深 $<10\text{ m}$ 时,壁厚为30 cm;井深为10~20 m时,壁厚为40 cm;井深 $>20\text{ m}$ 时,壁厚为50 cm。

工作井采用逆作法^[4]施工,每次沿井深方向开

挖尺寸为1.0 m,井壁采用C30钢筋混凝土浇筑。为防止在掘土过程中井壁下沉,在井顶部设置1.5 m宽、0.5 m厚井口锁口,沿着井壁竖向间距为1.0 m、环向间距1 m打入直径28 mm、长2 m锁脚锚杆。

3 设计探讨

① 在进行大流量、高落差的排水系统设计时,为保护排水构筑物的结构安全及减少水流冲击噪声对周围环境的影响,应对跌水消能措施给予足够考虑;格栅式跌水井能通过设置在跌水室内的横纵格栅消能层及底部的水力消能层和卵石缓冲层对上游来水进行有效消能。

② 在进行大流量、高落差的排水系统设计时,还应考虑跌水井中跌水室与检修室间的气压平衡;在格栅式跌水井中,通气检修孔的设置不仅能起到平衡跌水室与检修室间气压、减小噪声的作用,还能后期运行维护时提供观察与操作的空间。

③ 在设计超深排水检查井时,应考虑将跌水室与检修室分隔开,同时在检修室每间隔一定高度位置处设置检修平台,为后期运营维护人员下井工作提供有效的安全保障。

④ 结合项目构筑物的建设时序,设计考虑跌水井与工作井间采用连槽浇筑形成整体的方式予以实施,有效地保证了跌水井的结构整体性和安全性,同时能尽可能地减小井身直径尺寸、节省工程投资。

⑤ 超深检查井施工期间,应做好地下水与地表水的临时抽排工作、井下通风工作及各相关项目的量测工作,以保证建设过程的人员安全及最终的工程安全。

4 运行效果

项目于2017年底建成投运后,根据项目所在地气象站观测资料,2018年最大的一次降雨过程发生在9月24日04时—9月25日20时,累计降雨量达到89.1 mm,达到暴雨量级,其间项目运行效果良好,在井地面几乎听不到水流冲击所产生的噪声,证明格栅式跌水井运用在此种大流量、高落差的排水系统中是可行、有效的。

5 结语

重庆市两江新区某项目排水工程设计采用圆形格栅式跌水井,项目实际运行效果表明,格栅式跌水井应用于此种大流量、高落差的山地城市排水系统中是可行、有效的。

参考文献:

- [1] 刘韩生,花立峰,纪志强,等. 跌水与陡坡[M]. 北京:中国水利水电出版社,2004.
Liu Hansheng, Hua Lifeng, Ji Zhiqiang, *et al.* Drops and Steep Slopes[M]. Beijing: China Water & Power Press, 2004(in Chinese).
- [2] 马念,郝曼. 山地城市排水管道的设计[J]. 中国给水排水,2007,23(8):30-34.
Ma Nian, Hao Man. Design of sewerage system in mountainous cities[J]. China Water & Wastewater, 2007,23(8):30-34(in Chinese).
- [3] DBJ 50/T—296—2018,山地城市室外排水管道设计标准[S]. 重庆:重庆市城乡建设委员会,2018.
DBJ 50/T - 296 - 2018, Code for Design of Outdoor Drainage Pipeline in Mountainous City[S]. Chongqing: Chongqing Urban and Rural Construction Committee,2018(in Chinese).
- [4] 褚金雷,斯宇航,过其成. 逆作法在给排水管道工程中的应用[J]. 中国给水排水,2009,25(16):100-103.
Chu Jinlei, Si Yuhang, Guo Qicheng. Application of

reverse construction technology to water supply and drainage engineering[J]. China Water & Wastewater, 2009,25(16):100-103(in Chinese).



作者简介:李良富(1984-),男,四川雅安人,硕士,高级工程师,注册公用设备工程师(给水排水),主要从事给排水工程设计工作。

E-mail:182310448@qq.com

收稿日期:2019-02-28

(上接第47页)

件,完成珠海大型原水管道阴极保护设计,与覆盖防腐层共同作用保护管道运行安全,也为后续大型输水管道工程阴极保护设计提供了技术借鉴。

GB/T 21448-2017, Specification of Cathodic Protection for Underground Steel Pipelines[S]. Beijing: Standards Press of China,2017(in Chinese).

参考文献:

- [1] 胡士信. 阴极保护工程手册[M]. 北京:化学工业出版社,1999.
Hu Shixin. Cathodic Protection Engineering Manual[M]. Beijing: Chemical Industry Press,1999(in Chinese).
- [2] GB/T 21246—2007,埋地钢质管道阴极保护参数测量方法[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
GB/T 21246 - 2007, Measurement Method for Cathodic Protection Parameters of Buried Steel Pipelines[S]. Beijing: Standards Press of China,2008(in Chinese).
- [3] GB/T 17731—2015,镁合金牺牲阳极[S]. 北京:中国标准出版社,2015.
GB/T 17731 - 2015, Magnesium Alloy Sacrificial Anode[S]. Beijing: Standards Press of China, 2015(in Chinese).
- [4] GB/T 21448—2017,埋地钢质管道阴极保护技术规范[S]. 北京:中国标准出版社,2017.



作者简介:徐晓明(1976-),男,浙江常山人,大学本科,高级工程师,珠海市规划设计研究院给排水专业副总工,主要从事市政水务规划咨询设计工作,曾获多项广东省勘察设计奖和优秀工程咨询成果奖。

E-mail:813270442@qq.com

收稿日期:2019-02-15