

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.06.035

山地城市排水防洪设计方案及要点

章 琚

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘 要:以重庆市协同创新区新建孵化器及周边道路项目为例,针对山地城市自然地形,解决地块建成后道路及周边雨污水收集排放,同时考虑山区泄洪通道与市政雨水相结合进行设计,并探讨了山区排水管道保护方案和管道穿越山区冲沟河道等设计要点。

关键词:山地城市;排水泄洪;管道保护;过河管线

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)06-0128-03

0 引 言

我国地域辽阔,有雄伟的高原、起伏的山岭、广阔的平原、低缓的丘陵,还有四周群山环抱、中间低平的大小盆地。这些形态各异的地形,以山脉为骨架交错分布。中国山区面积占全国总面积的 2/3,特别是在西南地区,很多城市建设需要在山区新建场地及路网,因此排水系统也复杂多样。相对于平原城市,山地城市开发时,除了考虑市政雨污水外,还涉及流域内的山体洪水,设计时需要宏观考虑市政排水与山体洪水的关系。由于场地内高程变化很大,山区具备充分利用地形高差组织排水系统的优势,但也给排水系统的布置带来许多新的问题。

1 山地城市排水问题

山地城市地形地貌复杂,地势起伏变化很大,其排水面临诸多问题:

(1)山地地势较为破碎,且起伏大、坡度大,导致沿路敷设的重力流排水系统无法集中排放,整个排水系统被切割。

(2)山地城市存在较多封闭洼地,自然状态下以湖泊、低洼地等形式存在。城市建设后,一方面下垫面改变,径流系数增大,易成为积水隐患点;另一方面可能截断原有的冲沟走线,需考虑建成后山体洪水的截留与排放问题^[1]。

(3)道路纵坡大,导致排水管道敷设坡度大、流速过大,排水管道冲刷严重。排水管道的敷设需要适

应各种地形,对管道的安全性和稳定性要求较高,应采取适当的排水附属构筑物对排水管道进行保护。

(4)新建道路往往需要穿越现状冲沟、河道,需要统筹考虑道路、桥涵、管线、现状河道、冲沟之间的关系,提高管道穿越冲沟、河道的安全可靠性能。

2 山地城市排水体制的选择

山地城市排水主要有雨水、污水和山洪三类,市政排水可分为合流制和分流制。随着《室外排水设计标准》(GB 50014—2021)^[2]的颁布与执行,除降雨量少的干旱地区外,新建地区的排水系统应采用分流制。分流制排水系统禁止污水接入雨水管网,并应采取截流、调蓄和处理等措施控制径流污染。现有合流制排水系统应通过截流、调蓄和处理等措施,控制溢流污染,经方案比较后实施雨污分流改造。

3 项目实例

3.1 项目概况

本文以重庆市协同创新区新建孵化器项目及周边道路项目为例。

项目位于协同创新区,地处龙盛片区东部,长江以北。片区内有御临河、朝阳溪两条呈南北走向的长江一级支流。本工程范围内有明月湖支流,明月湖北高南低,由多个溢流坝实现水位差变化。该支流作为本工程孵化器地块、周边道路、山体洪水泄洪通道的出路。本次地块及道路场地属构造剥蚀丘陵地貌,区域内稻田广泛分布。大部分地段为原始地貌。地形以沟谷与丘陵为主,拟建场地高程在 210~239 m,最大高差约 29 m。图 1 展示了现状地形高差分析。

其中,丘陵分布于场地大部分区域,在高度、形态

收稿日期:2022-08-22

作者简介:章琚(1990—),女,本科,工程师,从事市政给排水设计工作。

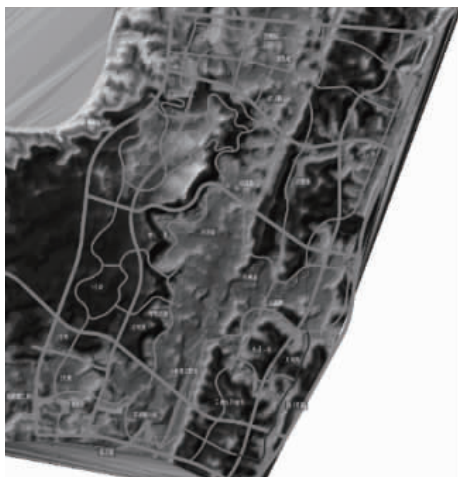


图 1 现状地形分析图

和围合度等方面变化丰富。槽谷主要分布于场地东部,呈“三横两纵”式分布。洼地散布于场地,形成众多小型池塘。图 2、图 3 为项目区的地形地貌,包括台地、丘陵、山峰、浅丘、槽谷。

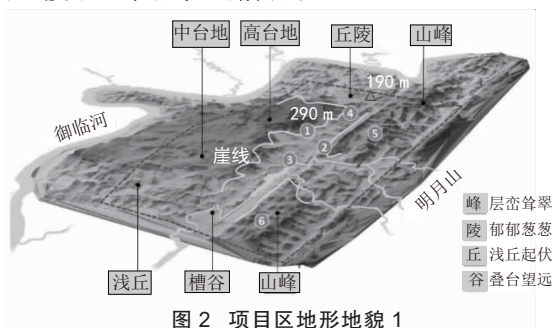


图 2 项目区地形地貌 1

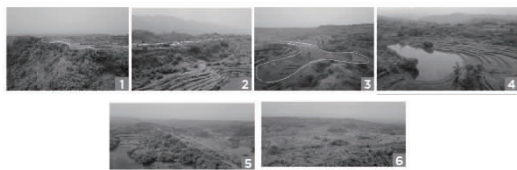


图 3 项目区地形地貌 2

3.2 方案概述

山地城市排水不可避免地需要考虑地块、道路开发初期,山体洪水对城市化地块、城市化道路造成的影响。本案例在设计时,结合现状冲沟、水系规划情况,确定“雨、洪、污”分流,最终分别排入水系。

市政雨水系统转输上游道路及周边地块雨水,最终排入明月湖支流。

市政污水系统转输上游道路及周边地块污水,最终排入环湖路下游现状污水管。

建筑场地内有现状自然冲沟,由于 N23 地块开发及新建 7 号路后,将现状冲沟下游沟壑填平,本次于地块内暗埋雨水管,并结合地势地貌,于道路东侧新建生态明渠,将该段冲沟改线排入明月湖支流。

3.3 雨水系统

雨水量采用 $Q_s = Q \times \Psi \times F$ (L/s) 进行计算,暴雨强

度(q)采用(渝建〔2013〕625 号)重庆市渝北区暴雨强度公式:

$$q = \frac{1111(1+0.945 \lg P)}{(t+9.713)^{0.561}} \quad (\text{L/s} \cdot \text{hm}^2)$$

式中: P 为暴雨重现期,采用 $P=5$ a; $t=t_1+t_2$, 地面积水事件采用 $t_1=5$ min, t_2 为管道内流行时间。

明月湖支流以南,东 7 号路及周边地块周边总汇水面积 13.26 hm^2 ,雨水量 4.7 m^3 ,区域内地势起伏高差较大,因此结合地势敷设雨水管道,雨水管径 $d400 \sim d1000$,管道坡度 $0.6\% \sim 4.1\%$,流速 $2.65 \sim 5.47 \text{ m/s}$ 。

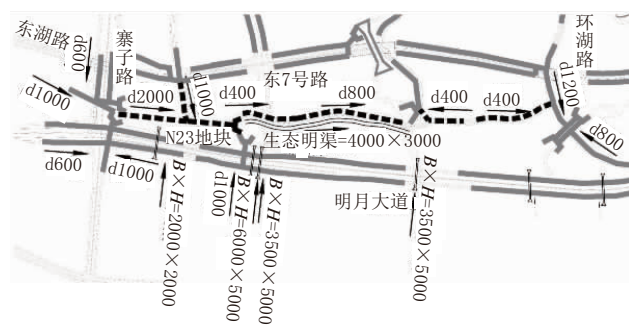


图 4 雨水系统图

3.4 污水系统

根据《协同创新区市政基础设施规划》规划区域内污水量预测采用人均综合污水量指标法和地均指标法 2 种方式预测。人均综合污水量指标法依据规划人口和综合污水量指标预测研究范围内的污水量进行预测。地均指标法根据各类用地污水量指标和用地面积进行预测。根据供水规划的用水指标(综合生活用水指标 $300 \text{ L/人} \cdot \text{d}$),按照污水相关参数的选择,对研究范围内单位污水量指标进行折算,计算得到综合污水量指标为 $250 \text{ L/人} \cdot \text{d}$ 。按照人均综合污水量指标法测算污水量为 $1.25 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。根据城市地均污水指标和上位规划中所确定的用地规模,按照地均污水指标法测算污水量为 $1.72 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。综合上述两种预测方法,规划区污水产生量为 $1.49 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。

本案例沿线不计工业废水量。由于地下水位较低,不计地下渗流量。污水管道设计流量采用以下计算公式:

$$Q_{dr} = Q_d = K_z \times F \times q_0$$

新建地块采用完全分流制系统,污水随 7 号路道路坡向调整管道坡度,自西向东布置 $d400$ 污水管,于明月湖支流处穿越现状冲沟,排入环湖路下游污水管,最终排入污水处理厂。

3.5 泄洪系统

建筑场地内有现状 2 m(宽)×3 m(高)冲沟,收集寨子路西侧及明月大道南侧约 55 hm² 山体洪水,最终散排入明月湖支流。按公路科学研究所(西南地区)经验公式:

$$Q = KF^n \text{ (m}^3/\text{s)}$$

式中: K 径流模数,取 3.0; F 为汇水面积; n 为面积参数,取 0.85;山洪量为 3.29 m³/s。

由于 N23 地块开发及新建 7 号路后,将现状冲沟下游沟壑填平,本次于地块内暗埋 d2000 雨水管,转输现状冲沟上游山体洪水,并结合地势地貌,于道路东侧约 20 m 处新建一条 4 m(底宽)×3 m(高)生态明渠,将该段冲沟改线排入明月湖支流。

生态明渠底部采用浆砌块石,两侧结合现状边坡坡度,采用景观花格加块石护坡,并在岸边设置护栏。

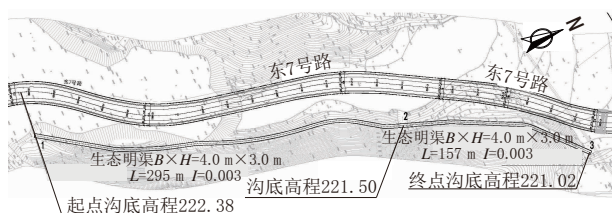


图 5 泄洪通道线位图

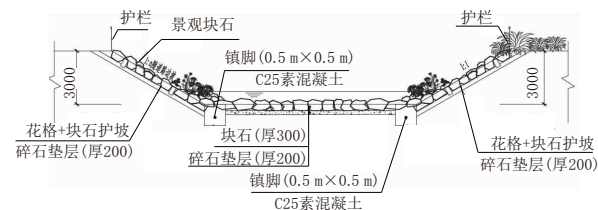


图 6 泄洪通道断面图(单位:mm)

4 山区排水要点分析

4.1 管材选择

由于本案例地势起伏高差较大,因此结合地势敷设雨水管道,雨水管流速为 2.65~5.47 m/s。根据《两江新区工业开发区内工程项目设计的若干标准》的通知,并结合案例周边使用管材的经验,对于 d400~d1500 雨污水管采用高密度聚乙烯(HDPE)热态缠绕结构壁 B 型管(克拉管),根据不同的管道埋深选取不同环刚度,执行管材要求满足《埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统 第二部分:聚乙烯缠绕结构壁管材》(GB/T 19472.2—2017)。

塑料管拥有较好的耐腐蚀性能,抗冲击和抗拉强度较强,耐冲刷性能好,国外一些城市利用塑料管,在运行中流速甚至达到 9~12 m/s 也并没有出现问题^[3]。

4.2 管道保护措施

4.2.1 消能井设计

为充分利用山地地形,提高管道排水能力,山区排水管通常随道路坡度敷设,导致局部存在大坡度管道接入小坡度管道,如不采取有效措施,容易对下游管道造成很大的冲击。针对这一情况,本案例在管道由 41%~26% 变径处设置消能井,消能井内设置半径 $R=250$ mm、高 250 mm 的 C30 混凝土消力槛,下设 d50 泄水孔,将上游高流速雨水降速后,溢流泄入下游管道,减小对下游管道的冲击。

4.2.2 沉砂井设计

本案例 7 号路为大量填方段,在道路坡脚需要设置截水沟。截水沟的雨水含有大量山体泥沙,直接排入雨水管道,将影响管道的正常使用寿命。本案例于截水沟接入管网前设置沉砂井,井身采用 C30 混凝土现浇,抗渗等级 P6,格栅采用普通钢筋焊接,涂刷沥青防腐。底部采用 90 cm 落底沉砂,顶部采用球磨铸铁井盖座,设置防坠网,并要求管理养护单位定期清掏。

4.3 过河管线方案

山区项目常遇到道路、管线需要穿越现状冲沟、明渠、河道等情况,管线穿越方案需要与道路方案、水系情况结合进行统筹考虑。本案例中,7 号路穿越现状沟渠采用过路圆管涵,市政雨水管与过路圆管涵通过高程避让错开布置。7 号路穿越明月湖支流时,采用新建桥梁方案,桥梁全长 30 m,跨度为单跨 20 m 的简支预应力现浇箱梁。需要过河管线为给水、污水、弱电管。其中,给水、弱电管敷设在桥梁人行道铺装下盖板内。污水管管径较大,需要单独敷设。

污水管过河一般采用倒虹敷设或架空管敷设。山区地形崎岖,现状冲沟、河流普遍较深,多采用架空管方案过河,但污水架空管需要考虑河道常水位、洪水位对管道的冲刷及腐蚀影响。本案例中,明月湖支流河底深度较小,污水管道实施可与桥梁桩基施工方案结合,同步围堰施工。故本案例中,污水管采用倒虹方式过河,过河管线采用两道,一用一备,手电两用闸门控制启闭,过河管线管径由 d400 缩小一级为 d300,上下游水头高差为 0.4 m,坡度由上游 6‰ 调整为本段 10‰,保证管道内水流流速不小于 0.9 m/s。

5 结论

(1) 山地城市排水体系需要根据河道水系及防

(下转第 146 页)

由表2可知,尾水水质满足直流冷却用水和洗涤用水要求。本工程脱水系统药剂稀释用水、干化载气洗涤补水等水质要求不高的用水点,可采用污水厂尾水作为水源,则对应可节约自来水量约 $58.2\text{ m}^3/\text{h}$ 。

3.2 循环使用

经过某工序或过程后得到的废水,经回收处理后仍做原用,称作循环使用。本工程干污泥冷却螺旋排水、水泵机封冷却排水、灰冷螺旋排水仅水温上升,原水未受到污染,水质未发生改变,可以收集冷却后重新回到各自来水用水点,作为冷却塔补水等水源,则对应可节约自来水量约 $46.0\text{ m}^3/\text{h}$ 。

3.3 循序使用

经过某工序或过程后得到的废水用于水质要求较低的其他工序,称作循序使用。本工程锅炉水处理系统废水、锅炉排污废水、冷却塔排污废水等部分废水污染程度较轻,可作为脱水系统药剂制备用水水

源,则对应可节约自来水量不少于 $6.0\text{ m}^3/\text{h}$ 。

4 结 语

(1)通过对各系统用水、排水点水量和水质分析,系统和生产进行优化后,每个单元理论节约用水量约 $110\text{ m}^3/\text{h}$ 。以全厂日常2个单元生产线运行,每天可以节约用水 $5\,280\text{ m}^3$,全年节约 192.72 万 m^3 。

(2)污泥脱水干化焚烧工程自来水消耗量较大,尤其是脱水药剂稀释、干污泥冷却、干化载气洗涤等环节。各用水环节的源水和排水水质不同,可通过水源替代、循环使用和循序使用等方式,节约自来水消耗,节能减排。

参考文献:

- [1] 顾杨,王丽花.现代污泥处理厂建设设计、运营与管理[M].北京:化学工业出版社,2019.
- [2] 王治国,蓝梅,刘晓琳.污泥焚烧技术研究[J].环境保护工程,2016(4):148-149.

(上接第130页)

洪排涝规划,考虑雨水、污水和山洪水的有序排放。新区原则上采用“雨、洪、污”分流的排水体制,最终分别排入水系。雨水管道设计采用暴雨强度公式进行计算,泄洪通道设计采用公路科学研究所经验公式进行计算。

(2)针对特殊地形的山地城市,应通过选择合适的管材,设置相应的排水附属构筑物控制最大流速、减少山体泥沙进入管道等措施,对排水管道进行保护,延长管道使用寿命。

(3)管线穿越现状冲沟、河道时,需要统筹考虑

道路、桥涵、管线、现状冲沟、河道之间的关系,根据工程的地质情况、地形条件、过河管径、河底高程、常水位、洪水位等情况,确定管道穿越冲沟、河道的方案,提高管道穿越冲沟、河道的安全可靠。

参考文献:

- [1] 邓科.山地城市排水综合利用方案设计[J].中国给水排水,2014,30(6):42-44.
- [2] GB 50014—2021,室外排水设计标准[S].
- [3] 王国宪.山区排水管道的设计流速探讨[J].中国给水排水,2004,20(10):58-60.