

关于中央分隔带混凝土护栏泄水口设置的研究

葛绪祯, 唐 韬

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430000)

摘 要: 依托 G240 监利县新沟至毛市段改(扩)建工程, 介绍了公路超高排水常见类型及其特点, 对中央分隔带混凝土护栏泄水口设置、路线纵坡及超高横坡进行了研究。通过水力计算确定泄水口的尺寸及设置间距, 分析路线纵坡及超高横坡对泄水口设置的影响。

关键词: 超高; 超高排水; 护栏; 泄水口; 水力计算

中图分类号: TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)05-0058-03

0 引 言

随着我国国民经济的高速发展和对外联系的日益增强, 各级公路交通量呈持续增长的态势, 已建公路项目整体通行能力和服务水平日益下降, 在新的形势下交通需求越来越难以得到满足, 加重了道路的交通压力, 因此公路工程改扩建已成为我国交通工程发展的主要方向, 对原公路及沿线设施进行全线或逐段提高技术等级, 以提高其使用性能的工程。目前在公路改扩建项目中面临着如何对原有道路的路基、路面、防护、排水工程改造利用等诸多问题, 本文结合工程实例针对公路改扩建项目中超高段中央分隔带混凝土护栏泄水口设置方案进行深入研究。

1 常见超高排水类型及其特点

超高段路面排水的设计要点主要是将超高段外侧路面水拦截排除, 目前常见的超高排水方式主要有以下两种^[1]:

(1) 年降水量小于 400 mm 的地区, 双向四车道公路, 可采用在中央分隔带设开口明槽的方案, 超高段外侧路面水通过路面横坡汇流至中央分隔带, 再通过中央分隔带开口漫流至非超高侧后排除。

(2) 年降水量大于或等于 400 mm 的地区, 或车道数超过四车道, 外侧路面水通过地下排水系统排除。在超高外侧中央分隔带边部路缘带内设置纵向排水沟、集水井、检查井及横向排水管, 通过急流槽

与路基排水沟相接, 将路面汇水排出路基以外。路基为挖方的超高路段, 如超高段落不长, 可适当调整集水井位置, 将横向排水管出口设置在填方路段。一般地段纵向排水沟沟底纵坡同路线纵坡。

对以上两种排水方案进行比较分析, 其特点如下。

方案一为路表排水, 超高段外侧路面水通过路面横坡漫流经中央分隔带泄水口后流经内侧半幅路面排除, 该排水方式简单、直接, 不需要预埋管道、反开挖回填等, 施工方便。对于公路改扩建项目该排水方式尤为有力, 可避免对原有路基路面的开挖破坏, 提高了原有路基路面的利用率, 能够最大限度的降低对原有道路的影响, 其经济性和结构可靠性都优于地下排水。但路面水会使车轮与路面间的摩擦力、横向力系数减小, 路面的抗滑性能降低, 对行车安全会造成一定的影响。

方案二为地下排水系统, 超高段外侧路面水通过设置在路缘带内的纵向排水沟拦截, 由集水井、横向排水管、急流槽汇入路基边沟, 能够有效的排除超高段外侧路面水, 较方案一对行车安全有利, 是目前我国公路工程中最为常见的超高排水方式。但该排水方式需要开挖沟槽、预埋管道等, 施工较为复杂。排水沟、集水井及横向排水管均埋于地下, 排水效果受施工工艺及施工质量影响较大且后期维护成本较高。横向排水管在水稳层碾压施工过程中可能破坏, 一旦损毁, 容易给路基路面带来水害。纵向排水沟占用路缘带, 存在车轮碾压边沟盖板的可能性, 对行车安全有一定的安全隐患。对于公路改扩建项目该排水方式对原有路基路面影响较大, 原有道路利用率降低。

收稿日期: 2021-10-12

作者简介: 葛绪祯(1988—), 男, 硕士, 工程师, 从事道路工程设计工作。

2 工程概况

该项目设计车速为 80 km/h 的双向四车道一级公路标准,整体式路基全幅宽 24.5 m,其中中间带宽 2.0 m(中央分隔带宽 1.0 m,行车道左侧路缘带各宽 0.5 m),行车道宽 $2 \times 2 \times 3.75$ m。两侧硬路肩各宽 3.0 m(含右侧路缘带宽 0.5 m),土路肩各宽 0.75 m。改扩建段为左侧单侧拼宽,原有道路为设计车速为 60 km/h 的双向两车道二级公路标准,路基宽度 10.5 m,其中两侧土路肩、硬路肩宽均 0.75 m,行车道宽 2×3.75 m。中央分隔带采用预制混凝土防撞护栏,护栏预制时预留 $24\text{ cm} \times 7.5\text{ cm}$ 的矩形孔,用于超高段路面横向排水,每个标准预制块(长 4 m)预留三个孔。

根据第二章节常见超高排水类型及其特点,综合比较分析后本项目采用路表排水方式。如图 1 所示。

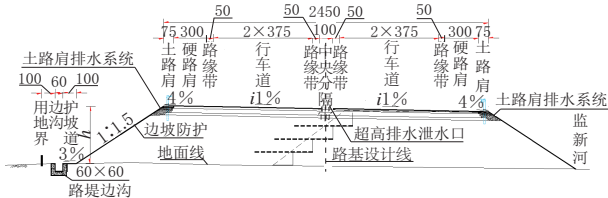


图 1 超高段路基标准横断面图(单位:cm)

3 水力计算

3.1 设计径流量计算^[1]

(1) 汇水面积和径流系数

超高路段外侧路面汇水宽度为 11 m,假设泄水口间距为 L ,则两泄水口之间的汇水面积 F 为: $F=11 \times L(\text{m}^2)$;地表种类为沥青混凝土路面,径流系数 ψ 取 0.95。

(2) 汇流历时

计算路面表面排水时,单向三车道及以下的路面汇水历时可取 5 min。

(3) 降雨强度

依据《公路排水设计规范》(JTG/T D33—2012)可知,路界内设计降雨重现期为 5 a,设计降雨历时按 5 min 计。该项目位于湖北省监利市,5 a 重现期 10 min 降雨强度为: $q_{5,10}=2.1\text{ mm/min}$;该地区 5 a 的重现期转换系数为: $C_p=1.00$;60 min 降雨强度转换系数为: $C_{60}=0.45$;5 min 降雨历时的转换系数为: $C_t=1.25$ 。本项目 5 a 5 min 的降雨强度 q 为:

$$q = C_p C_t q_{5,10} \tag{1}$$

式中: q 为 5 min 的降雨强度,mm/min; C_p 为 5 a 重现期转换系数; C_t 为 5 min 降雨历时的转换系数; $q_{5,10}$

为 5 a 重现期 10 min 降雨强度。

(4) 设计径流量

设计径流量 Q 为:

$$Q_{\text{设}}=16.67\psi q_{p,t} F=457.28 \times 10^{-6}\text{ L}(\text{m}^3/\text{s}) \tag{2}$$

3.2 按浅三角形沟泄水能力计算泄水口间距

(1) 浅三角形沟泄水能力计算

超高段外侧中央分隔带混凝土护栏边部纵向排水假设为“浅三角形沟”,沟壁的粗糙系数为: $n=0.013$ 。为保证行车安全以汇水浸没宽度不超过左侧路缘带边线为限,即宽 0.7 m。假定路面超高横坡为: $i_h=0.02$,则过水断面水深为: $h=0.7 \times i_h=0.7 \times 0.02=0.014(\text{m})$,如图 2 所示。

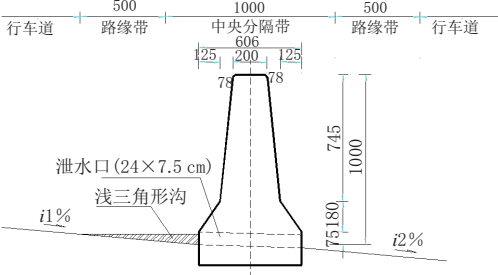


图 2 中央分隔带混凝土护栏示意图(单位:mm)

浅三角形沟的泄水能力 Q_c 为:

$$Q_c = 0.377 \frac{1}{i_h n} h^{\frac{8}{3}} I^{\frac{1}{2}} \tag{3}$$

式中: i_h 为沟的横向坡度; n 为沟壁的粗糙系数; h 为沟的水深; I 为水力坡度。

(2) 汇流历时

路表汇流历时为 t_1 :

$$t_1 = 1.445(s L_p / \sqrt{i_p})^{0.467} \tag{4}$$

式中: L_p 为汇流长度; i_p 为路面横坡,与沟的横向坡度 i_h 取值相同; s 为地表粗糙系数;查规范知沥青路面地表粗糙系数为: $s=0.013$ 。

沟内汇流历时为 t_2 :

$$t_2 = L / (60 \times 20 \times I^{0.6}) = L / (1200 \times I^{0.6}) \tag{5}$$

式中: L 为泄水口间距; I 为沟的平均纵坡;总汇流历时

$$t_2 = t_1 + t_2 = 1.453 + L / (1200 \times I^{0.6})$$

式中: t_1 为路表汇流历时; s ; t_2 为沟内汇流历时, s 。

(3) 泄水口间距确定^[2,3]

按不同沟底纵坡计算泄水口最大设置间距,相应的判别式如下:

流量要求 $Q_{\text{设计}} < Q_{\text{边沟}}$

汇流历时要求 $t \leq 5\text{ min}$

边沟平均流速要求 $V_{\text{允许最小}} < V < V_{\text{允许最大}}$,查规范知

$V_{\text{允许最小}}=0.4\text{ m/s}$, $V_{\text{允许最大}}=3.0\text{ m/s}$ 。

按(1)、(2)、(3)式进行试算,计算结果见表 1。

表1 不同纵坡下排水沟的最大汇流距离

序号	沟底纵坡 I	平均流速 $v/(m \cdot s^{-1})$	最大沟长 L/m			是否满足流速要求
			满足 (1)式	满足 (2)式	适用 沟长	
1	0.003	0.613	1.98	130	1.98	满足
2	0.005	0.833	2.55	301	2.55	满足
3	0.01	1.262	3.61	426	3.61	满足
4	0.02	1.913	5.11	602	5.11	满足
5	0.03	2.440	6.25	737	6.25	满足
6	0.04	2.899	7.22	851	7.22	满足

3.3 按泄水口泄水能力计算间距

泄水口泄水能力 Q 为:

$$Q = V \times A \quad (6)$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

式中: V 为平均流速, m/s ; n 为粗糙系数; R 为水力半径; I 为水力坡度。

该项目泄水口断面形式为矩形, 宽为 24 cm, 高为 7.5 cm, 假定泄水口横坡与超高横坡保持一致, 按式(1)、(2)、(3)进行计算, 结果见表 2。

表2 不同横坡下泄水口的最大间距

序号	横向泄水口 坡度 I	管内流速 $v/(m \cdot s^{-1})$	最大沟长 L/m			是否满足流速要求
			满足 (1)式	满足 (2)式	适用 沟长	
1	0.02	1.400	55	602	55	满足
2	0.03	1.714	67	737	67	满足
3	0.04	1.980	78	851	78	满足
4	0.05	2.213	87	952	87	满足
5	0.06	2.424	95	1 043	95	满足

对于超高段外侧混凝土护栏边部汇流排水的“浅三角形沟”, 一般泄水断面较小, 当汇流时间满足限定的 5 min 的情况下, 径流量已经超过了浅沟的排水能力。对比表 1、表 2 计算结果可知, 按泄水口泄水能力计算间距远大于按浅三角形沟泄水能力计算

泄水口间距。因此, 最终应依据浅三角形沟的泄水能力来确定泄水口的设置间距。

3.4 水力计算结果

同理, 按照上述计算步骤计算在不同路线纵坡、不同超高横坡情况下泄水口的设置间距, 计算结果见表 3。

表3 不同路线纵坡、超高横坡下泄水口间距

序号	路线纵坡 I	超高横坡 i_h				
		0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
1	0.003	1.98	3.89	6.28	9.11	12.34
2	0.005	2.55	5.02	8.10	11.76	15.93
3	0.01	3.61	7.10	11.46	16.62	22.53
4	0.02	5.11	10.04	16.21	23.51	31.86
5	0.03	6.25	12.29	19.85	28.80	39.02
6	0.04	7.22	14.19	22.92	33.25	45.06

4 结 论

(1) 在公路改扩建项目中, 对于年降水量小或双向四车道的公路, 老路改造段超高路面排水方案可优先考虑采用路表排水方案;

(2) 泄水口的设置间距最终依据浅三角形沟的泄水能力来确定;

(3) 泄水口的设置间距随路线纵坡、超高横坡的增大而增大;

(4) 通过水力计算, 确定在不同路线纵坡、不同超高横坡情况下泄水口的设置间距。通过本文的研究结论, 希望能为今后的工程项目提供理论依据和借鉴。

参考文献:

- [1] JTG/T D33—2012, 公路排水设计规范[S].
- [2] 曾涛, 丁进文. 成安渝高速公路超高段路面排水设计优化[J]. 交通科学与工程, 2014(4):12-16.
- [3] 朱斌. 大广高速公路超高段排水设计研究[J]. 公路交通科技, 2012(7):139-152.

(上接第 53 页)

- [2] 嵊州. 百度百科[EB/OL]. 2019-09-04. <https://baike.baidu.com/item/%E5%B5%8A%E5%B7%9E/2586538?fr=aladdin>.
- [3] 张红红, 黄鹤. 铁路客站广场集约化布局与交通换乘组织方法探究[J]. 铁道勘察, 2015(4):68-74.

- [4] 于山水. 铁路枢纽站前空间布局与交通换乘研究——以北京南站、西站为例[D]. 北京: 北京交通大学, 2019.
- [5] 汪相征, 门亮. 火车站站前广场交通组织设计——以北戴河火车站为例[J]. 中国高新技术企业, 2013(1):145-149.