

# 关于海绵城市路侧石开孔形式及间距的研究

黎志福

广州市市政工程设计研究总院有限公司

**摘要：**为了提高城市防洪排涝能力，基本解决城市内涝积水问题，海绵城市概念及建设得到国家及各省市政府的大力支持，海绵城市建设相应迅速发展。由于海绵城市建设尚处于初期发展阶段，工程实践过程中，工程师对路面雨水能否顺利进入下凹式绿化带存在担忧，对路侧石开孔形式及间距往往凭经验确定，极易导致路侧石开孔间距不足而产生路面积水，影响道路交通安全。因此，笔者结合工程实践及相关水力学，对路侧石开孔形式及间距进行分析并对开孔位置提出优化性建议。

**关键词：**路侧石开孔；形式间距

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.21.078

## 一、概述

2014年3月关于保障水安全的重要讲话中习近平总书记强调：城市规划和建设要自觉降低开发强度，保留和恢复恰当比例的生态空间，建设“海绵家园”“海绵城市”。2015年10月，国务院下发《关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号），规定通过海绵城市建设最大限度地减少城市开发建设时生态环境的影响，将70%的降雨就地消纳和利用，到2020年，城市建成区20%以上的面积达到目标要求。2016年2月，中共中央、国务院发布的《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》明确提出，下一阶段应重点推进海绵城市建设，充分利用自然山体、河湖湿地、耕地、林地、草地等生态空间，建设海绵城市。

海绵城市在此背景下，全国各省市积极响应国家海绵城市建设的要求，开展海绵城市基础建设工作，推出一系列政策措施及设计指引，指导海绵城市建设的有序进行。

常用的海绵城市设施有下凹式绿化带、人行道透水铺装及植草沟等，用于降低雨水径流量。下凹式绿化带是海绵城市设施的重中之重，能有效的降低雨水径流量及调蓄雨水。路面雨水进入下凹式绿化带需通过路侧石开孔实现。路侧石开孔需兼顾道路美观性及水安全，综合考虑路侧石开孔形式及间距，满足海绵城市排水的要求。

## 二、路侧石开孔形式

推荐采用侧石开孔形式：“断开式”或“连续式侧石”。

**断开式侧石：**开孔常在排水量较大的道路采用，其间距和开口长度按排水量确定。原则上，侧石开孔间距不宜过短，开口不宜过大，尽量使侧石在视觉上保持较为连续的状态。开口形式可采用八字形开口，为保证排水效果，导流槽应做硬化处理。

**连续式侧石：**在连续性的侧石中，间距一定距离进行侧石开孔，既保证了侧石的连续性，美观性好，同时

又保证了路面雨水进入下凹式绿化带下渗，满足海绵城市的要求。



断开式侧石开孔



连续式侧石开孔

不推荐采用的侧石开孔形式为齐平式或不连续侧石。其中，齐平式的车行道与海绵城市设施之间没有侧石分隔，行车不安全；不连续侧石开孔出水口大，间断太频密，侧石样式死板，景观效果差。



齐平式（不安全） 侧石不连续开孔（景观效果差）

## 三、路侧石开孔间距计算

### （1）参数取值

#### 1、雨水量计算公式

根据《室外排水设计规范》（GB 50014-2006）（2016年版），规划雨水量按目前我国普遍采用的公式计算，即：

$$Q=q\psi F$$

式中  $Q$ ——雨水设计流量（L/s）；

$q$ ——设计暴雨强度（L/s·hm<sup>2</sup>）；

$\psi$ ——径流系数；

$F$ ——汇水面积（hm<sup>2</sup>）。

其中，设计暴雨强度根据设计重现期 $P$ 和设计降雨历时 $t$ 确定。

#### 2、设计重现期

根据《室外排水设计规范》GB50014-2006（2016年版）规定，在同一排水系统中可采用不同重现期，设计重现期采用5年。

#### 3、降雨历时

按《室外排水设计规范》，地面降水时间 $t_1$ 采用计算。

中央分隔带边缘至路肩边缘的距离为 $B$ ，路面横坡为 $i_s$ （0.02），纵坡为 $i_g$ （0.003），粗度系数为 $m_1$ （0.013）。若以 $t_1$ 表示自中央分隔带边缘至土路肩边缘所需的汇流历时，则雨水质点在合力的作用下，将沿路面的横坡及纵坡的合成坡度进行运动。

坡面流的合成坡度： $i_l = \sqrt{i_s^2 + i_g^2}$ 。

坡面流的长度： $L_{sl} = B \times i_l / i_s$

$$t_1 = 1.445 \times \left[ \frac{m_1 L_{sl}}{\sqrt{i_l}} \right]^{0.467}$$

本次计算分别按照单向2/3/4车道（分别对应半幅路宽度8m/12m/15m），对应地面降水时间分别为：1.26min, 1.52min, 1.68min。

#### 4、设计暴雨强度

本次以广州市番禺区为例，根据《广州市水务局关于印发广州市（花都、番禺、增城、从化）暴雨公式及计算图表的通知》，番禺区暴雨强度公式适用范围为番禺区、黄埔区（含萝岗区）。按照以上设定参数，采用广州市番禺区单一重现期暴雨强度公式， $P=5a$ 时：

$P=5a$ 时，采用公式： $q=5364.927 / (t+13.602)^{0.766}$  ( $L/s \cdot hm^2$ )。

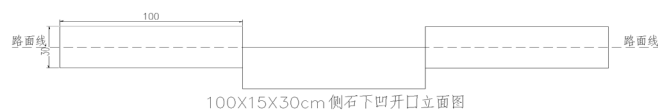
本次计算分别按照单向2/3/4车道（分别对应半幅路宽度8m/12m/15m），对应暴雨强度分别为：0.679 ( $m^3/s \cdot hm^2$ )，0.670 ( $m^3/s \cdot hm^2$ )，0.664 ( $m^3/s \cdot hm^2$ )。

#### 5、径流系数

由于道路混凝土和沥青铺面，径流系数取0.95；

### 三、不同侧石开口间距：

#### 1、侧石下凹开口间距（即开口长度为1m）



100X15X30cm侧石下凹开口立面图（单位：厘米）

计算公式采用堰流计算公式（实用堰）：

$$Q = mb \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

式中：流量系数 $m = 0.47$ ； $b$ 为堰宽，取1m； $g$ 为重力加速度，取9.81 m； $H$ 为堰上水头，取0.05m。

单个开口流量 $Q_d = 0.47 * 1 * (2 * 9.81)^{0.5} * 0.05^{1.5} = 0.0233 m^3/s$ 。

#### 1) 单向2车道（对应半幅路宽度8m）

开口间距 $L = Q_d / (\psi * q * A) = 0.0233 / (0.679 / 0.95 / 0.0008) = 45m$ 。

#### 2) 单向3车道（对应半幅路宽度12m）

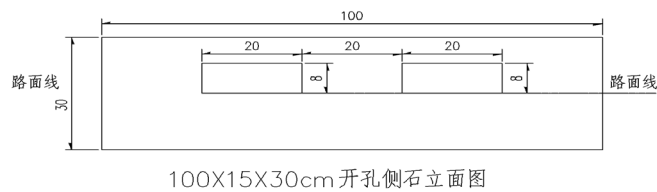
开口间距 $L = Q_d / (\psi * q * A) = 0.0233 / (0.670 / 0.95 / 0.0012) = 30m$ 。

#### 3) 单向4车道（对应半幅路宽度15m）

开口间距 $L = Q_d / (\psi * q * A) = 0.0233 / (0.664 / 0.95 / 0.0015) = 25m$ 。

根据上述计算分析可知，路侧石开口间距可采用25~40米，但考虑市政溢流口设置间距约25m设置一处，在实际工程中，可考虑侧石下凹间距取25m左右，以更好发挥下凹式绿地的作用。侧石开口位置建议设置在两个溢流口中间（对于道路纵坡较大的路段建议尽可能放置在相应溢流口上游）。

#### 2、侧石开口间距（按一条侧石开口两处，每处宽高=0.2\*0.08m）



100X15X30cm开孔侧石立面图

100X15X30cm开孔侧石立面图（单位：厘米）

计算公式采用堰流计算公式（实用堰）：

$$Q = mb \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

式中：流量系数 $m = 0.47$ ； $b$ 为堰宽，取1m； $g$ 为重力加速度，取9.81 m； $H$ 为堰上水头，取0.05m。

单个开口流量 $Q_d = 0.47 * 0.2 * (2 * 9.81)^{0.5} * 0.05^{1.5} = 0.0047 m^3/s$ 。一条侧石总过水量 $Q = 2 * Q_d = 0.0093 m^3/s$ 。

#### 1) 单向2车道（对应半幅路宽度8m）

开口间距 $L = Q_d / (\psi * q * A) = 0.0093 / (0.679 / 0.95 / 0.0008) = 18m$ 。

#### 2) 单向3车道（对应半幅路宽度12m）

开口间距 $L = Q_d / (\psi * q * A) = 0.0093 / (0.670 / 0.95 / 0.0012) = 12m$ 。

#### 3) 单向4车道（对应半幅路宽度15m）

开口间距 $L = Q_d / (\psi * q * A) = 0.0093 / (0.664 / 0.95 / 0.0015) = 10m$ 。

路侧石开孔在满足景观效果的同时需加强路面雨水进入下凹式绿化带的的能力，在实际工程中，可考虑间距10米左右进行侧石开孔。

### 四、关于侧石开孔进一步优化建议

1、为了更好发挥下凹式绿地的作用，侧石开口位置不要正对溢流口（建议尽可能放置在相应溢流口上游）。

2、道路纵向最低点需根据道路路幅宽度加密侧石开口和溢流口的设置。

3、侧石开口后，建议侧石后方（靠下凹式绿地侧）设置拦污槽，以便于清理所汇集的路面垃圾。拦污槽下部铺设防渗土工布，以防雨水渗入路基层；拦污槽采用MU15实心砖、M10水泥砂浆砌筑，拦污槽内侧采用1：2水泥砂浆批荡2cm。拦污槽内放置截污挂篮，截污挂篮为可拆卸的成品件。截污挂篮应采用具有防腐性能的塑钢材质（带格栅式顶盖），其开孔率不小于60%，椭圆孔长轴长20mm，短轴长15mm。

### 参考文献

[1]黄华伟.路缘石开口在道路排水系统中的应用[J],中国市政工程,2017(5)  
 [2]陈云鹤等.漫流排水时公路路面及边坡的水流速度计算[J],公路交通科技,2003(10)  
 [3]元绍建等.坡面雨水汇流状态及雨水量的计算[J],城市道桥与防洪,2014(02)  
 [4]高婷.城市道路雨水口设计分析[J],中国给水排水,2006(06)