

重庆市工程建设标准

山地城市室外排水管渠设计标准

Code for design of outdoor drainage pipeline
in mountainous city

DBJ50/T-296-2018

主编单位:重庆市市政设计研究院

批准部门:重庆市城乡建设委员会

施行日期:2018 年 7 月 1 日

2018 重 庆

重庆工程建设

重庆市城乡建设委员会文件

渝建发〔2018〕28 号

重庆市城乡建设委员会 关于发布《山地城市室外排水管渠设计标准》 的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《山地城市室外排水管渠设计标准》为我市工程建设推荐性标准,编号为 DBJ50/T-296-2018,自 2018 年 7 月 1 日起施行。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,重庆市市政设计研究院负责具体技术内容解释。

重庆市城乡建设委员会

2018 年 5 月 7 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市城乡建设委员会《关于下达重庆市工程建设标准制订修订项目计划(第三批)的通知》渝建[2013]549号的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:总则、术语及符号、水量计算、排水管渠和附属构筑物。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,由重庆市市政设计研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送重庆市市政设计研究院(地址:重庆市洋河一村 69 号,邮政编码:400012)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家

主 编 单 位:重庆市市政设计研究院

参 编 单 位:重庆市气候中心

重庆市城市管线综合管理事务中心

重庆市市政设施管理局

重庆市科学技术研究院

重庆市设计院

中机中联工程有限公司

顾地科技股份有限公司

福建纳川管材科技股份有限公司

主要起草人:程吉建 古 霞 吕 波 龚 毅 靳俊伟

汤 旭 谢 天 张靖强 敖良根 毕生兰

蒲贵兵 刘 杰 毛绪昱 杨 宏 雷晓玲

李胜海 郭成林 程炳岩 蔡 岚 尹洪军

王可辉 傅义营 那贵平 王志标 黄丽萍

高 歌 孙 佳 陈杰云 叶明亮 康 衡

魏泽军 周 炯 黄文钟 林艺辉 杜安珂

审 查 专 家:张 智 黄显奎 盛国荣 吴 恬 张智泉

林 玲 李国炜

目 次

1	总则	1
2	术语及符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	水量计算	5
3.1	水量计算方法	5
3.2	径流计算模型	7
3.3	暴雨强度公式及设计暴雨雨型	7
3.4	重现期	8
3.5	径流系数	9
4	排水管渠	11
4.1	一般规定	11
4.2	水力计算	12
4.3	管道流速	14
4.4	管材与基础	14
4.5	渠道	15
4.6	陡坡与跌水	17
5	附属构筑物	18
5.1	一般规定	18
5.2	检查井	18
5.3	跌水构筑物	19
5.4	雨水口	20
5.5	截流井	21
5.6	倒虹管	21
附录 A	暴雨强度公式的编制方法	23

附录 B	设计暴雨雨型确定技术	26
附录 C	重庆市暴雨强度公式及适用范围	29
附录 D	重庆市设计暴雨雨型及适用范围	33
附录 E	自记纸降雨记录资料处理	48
附录 F	暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型的有效数字	49
附录 G	山地城市非金属管道排水最大流速试验成果	50
附录 H	管道的综合性能比较	57
附录 J	埋地塑料排水管道覆土深度	61
本标准用词说明		68
引用标准名录		69
条文说明		71

Contents

1	General provision	1
2	Terminology and symbols	2
2.1	Terminology	2
2.2	Symbols	3
3	Water quantity calculation	5
3.1	Method of water quantity calculation	5
3.2	Model of runoff calculation	7
3.3	Rainfall intensity formula and design rainfall pattern	7
3.4	Recurrence interval	8
3.5	Runoff coefficient	9
4	Drainage pipe ditch	11
4.1	General requirement	11
4.2	Hydraulic calculation	12
4.3	Pipeline flow	14
4.4	Material and foundation of pipeline	14
4.5	Ditch	15
4.6	Steep slope and hydraulic drop	17
5	Auxiliary construction	18
5.1	General requirement	18
5.2	Inspection well	18
5.3	Hydraulic drop structure	19
5.4	Gully	20
5.5	Intercepting well	21
5.6	Inverted siphon	21

Appendix A	Compiling method of rainfall intensity formula	23
Appendix B	Determination technology of design rainfall pattern	26
Appendix C	Rainfall intensity formula and its application scope in Chongqing	29
Appendix D	Design rainfall pattern and its application scope in Chongqing	33
Appendix E	Data processing of precipitation recording papers	48
Appendix F	Planning of rainfall intensity formula and the significant figure of design rainfall pattern	49
Appendix G	Test results of maximum flow velocity of non-metallic drainpipe in Mountainous City	50
Appendix H	Comparison of pipe's comprehensive performance	57
Appendix J	Covered depth of plastic drainage pipe	61
	Explanation of wording in this code	68
	List of quoted standards	69
	Explanation of provisions	71

1 总 则

1.0.1 为使山地城市室外排水管渠设计切合城市气候、地形、地质、地貌等特征,提高设计的安全性、适用性和经济性,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市范围内新建、改建和扩建的室外排水管渠工程设计。

1.0.3 山地城市室外排水管渠的设计,除应符合本标准外,尚应符合国家及重庆市现行有关标准的规定。

2 术语及符号

2.1 术 语

2.1.1 山地城市 mountainous city

山地城市是指城市主要分布在山地区域(地理学划分的山地、丘陵和崎岖不平的高原)的城市,形成与平原地区迥然不同的城市形态与生境。

2.1.2 截流式合流制 intercepted and combined system

截流式合流制是在合流管道进河流(或水体)前设置截流干管,当雨量小时雨水和污水通过截流干管都进入污水处理厂,当降雨量大时,超出管道负荷的雨水通过溢流管溢入河流(或水体)中排走。

2.1.3 专用通气管 specific vent stack

为加强室外污水管道通气条件而设置的管道。

2.1.4 陡坡管 steep slope pipeline

代替跌水井设置的单落差斜坡管,其坡度通常为 $1:10 \sim 1:3$,特殊情况下也不应大于 $1:1.5$ 。

2.1.5 跌落井缓冲层 buffer layer of drop well

为防止跌落井消能池未完全消除的动能冲击井底而设置的缓冲层,可用大粒径耐冲刷的材料作铺垫。

2.1.6 初期雨水 initial rainfall

一场降雨初期形成的一定厚度的地表径流降水。

2.1.7 降雨量 rainfall amount

某一时段内降落到水平面上的雨水累积深度,以毫米(mm)计。

2.1.8 降雨强度 rainfall intensity

指某一历时内单位时间(每分钟或每小时)的降雨量。

2.1.9 暴雨重现期 rainstorm return period

某一强度的暴雨重复出现的统计平均时间间隔,以年(a)计。

2.1.10 内涝防治设施 local flooding prevention and control facilities

用于防止和应对城镇内涝的工程性设施,包括雨水渗透、收集、输送、调蓄、行泄、处理及利用的天然和人工设施等。

2.1.11 暴雨雨型 rainfall temporal pattern

不同降雨历时内的暴雨强度随时间变化的特征,包括设计暴雨量和暴雨过程。

2.1.12 雨峰位置系数 peak intensity position coefficient

表征暴雨强度过程的雨峰位置的参数,从降雨历时开始至降雨峰值出现的时间段长度与降雨历时的比值。

2.2 符号

2.2.1 水量计算

- Q 设计流量;
- Q_d 设计综合生活污水量;
- Q_m 设计工业废水量;
- Q_s 雨水设计流量;
- Q_{dt} 截流井以前的旱流污水量;
- Q' 截流井以后管渠的设计流量;
- Q'_s 截流井以后汇水面积的雨水设计流量;
- Q'_{dt} 截流井以后的旱流污水量;
- n_0 截流倍数;
- ϕ 径流系数;
- F 汇水面积;
- q 设计暴雨强度;

A_1	雨力参数；
C	雨力变动参数；
b	降雨历时修正参数；
n'	暴雨衰减指数；
r_1	雨峰位置系数；
P	设计重现期；
t	降雨历时；
t_1	地面集水时间；
t_2	管渠内雨水流行时间。

2.2.2 排水管渠

Q	设计流量；
A	水流有效断面面积；
v	流速；
I	水力坡降；
n	粗糙系数；
R	水力半径。

2.2.3 附属构筑物

Q	雨水豁口过流量；
B	雨水豁口宽度；
K	修正系数；
h	雨水豁口上水头。

3 水量计算

3.1 水量计算方法

3.1.1 城镇旱流污水设计流量,应按下列公式计算:

$$Q_{de} = k(Q_d + Q_m) \quad (3.1.1)$$

式中: Q_{de} 截留井以前的旱流污水量(平均日)(L/s);

Q_d 综合生活污水量(平均日)(L/s);

Q_m 工业废水量(L/s);

k 地下水入渗系数,山地城市地下水普遍偏少,在常规情况及地下水位不高时,地下水入渗系数取 1.05;在勘察出地下水位高于污水管基础以上时,宜取 1.10。

3.1.2 居民生活污水定额和综合生活污水定额应根据当地采用的用水定额,结合建筑内部给排水设施水平和排水系统普及程度等因素确定,可按当地用水定额的 80%~90%采用。

3.1.3 综合生活污水量总变化系数可根据当地实际综合生活污水量变化资料确定,无测定资料时,可按表 3.1.3 的规定取值,也可按式 3.1.3 计算。新建分流制排水系统的地区,宜提高综合生活污水量总变化系数;既有地区可结合城区和排水系统改建工程,提高综合生活污水量总变化系数。

$$K_z = \frac{2.7}{Q^{0.11}} \quad (3.1.3)$$

式中: Q 平均日平均时污水量(L/s),当 $Q \leq 5$ L/s 时, $K_z = 2.3$; $Q \geq 1000$ L/s 时, $K_z = 1.3$ 。

表 3.1.3 综合生活污水量总变化系数表

平均日流量(L/s)	5	15	40	70	100	200	500	≥1000
总变化系数	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

注:当污水平均日流量为中间数值时,总变化系数可用内插法求得。

3.1.4 工业区内生活污水量、沐浴污水量的确定,应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定。

3.1.5 工业区内工业废水量和变化系数的确定,应根据工艺特点,并与国家现行的工业用水量有关规定协调。

3.1.6 采用推理公式法计算雨水设计流量时,应按下列公式计算。

$$Q_s = q\Psi F \quad (3.1.6)$$

式中: Q_s 雨水设计流量(L/s);

q 设计暴雨强度[L/(s·hm²)];

Ψ 径流系数;

F 汇水面积(hm²)。

注:当有允许排入雨水管道的生产废水或污水处理厂经处理的尾水排入雨水管道时,应将其水量计算在内。

3.1.7 合流管渠的设计流量,应按下列公式计算:

$$Q = Q_d + Q_m + Q_s + Q_b + Q_e \quad (3.1.7)$$

式中: Q 设计流量(L/s);

Q_d 综合生活污水量(L/s);

Q_m 工业废水量(L/s);

Q_s 雨水设计流量(L/s);

Q_b 未设截流井的早流污水量(L/s)。

3.1.8 截流井以后管渠的设计流量,应按下列公式计算:

$$Q' = (n_0 + 1)Q_b + Q'_s + Q'_b \quad (3.1.8)$$

式中: Q' 截流井以后管渠的设计流量(L/s);

n_0 截流倍数;

Q_b 未设截流井的早流污水量(L/s)。

Q'_s 截流井以后汇水面积的雨水设计流量(L/s);

Q'_d 截流井以后的早流污水量(L/s)。

3.1.9 截流溢流井后端下游雨水管渠设计流量,应按下列公式计算:

$$Q' = Q + (n_0 + 1)Q_d \quad (3.1.9)$$

式中: Q' 截流溢流井后端下游雨水管渠设计流量(L/s);

Q 截流溢流井前端合流制管渠设计流量(L/s);

n_0 截流倍数;

Q_d 未设截流井的早流污水量(L/s)。

3.2 径流计算模型

3.2.1 当汇水面积超过 2km^2 时,宜采用数学模型法进行排水管渠和内涝防治系统的设计与校核。在城市重要的排水通道及构筑物应采用数学模型法设计与校核。工程范围外的区域可概化模型,仅对管渠干管干流进行模拟。

3.2.2 数学模型模拟的具体参数宜根据当地研究数据得出,无条件或条件受限的地区可参照类似区域的参数选取。

3.3 暴雨强度公式及设计暴雨雨型

3.3.1 暴雨强度公式的编制应适应气候趋势性变化、保障城市安全、提高城市室外排水工程规划设计的科学性、提高城市防灾减灾能力、保障人民群众的生命财产安全的要求。

3.3.2 设计暴雨强度,应按下列公式计算:

$$q = \frac{167A_1(1+C[\lg P])}{(t+b)^n} \quad (3.3.2)$$

式中: q 设计暴雨强度[L/(s·hm²)];

t 降雨历时(min);

P 设计重现期(年);

A_1, C, b, n 参数,根据统计方法进行计算确定。

注:具有 20 年以上自动雨量记录的地区,应采用年最大值法,重庆市主城区及各区县暴雨强度公式按本标准附录 A 的有关规定编制。

3.3.3 根据气候变化,宜定期对暴雨强度公式进行修订。

3.3.4 短历时设计暴雨量宜采用暴雨强度公式计算,设计暴雨过程宜采用芝加哥雨型法确定;长历时设计暴雨量宜参照暴雨强度公式频率拟合计算,设计暴雨过程宜采用同频率雨型分析法确定。设计暴雨雨型应按本标准附录 B 的有关规定编制。

3.3.5 重庆市暴雨强度公式采用详见附录 C,重庆市设计暴雨雨型采用详见附录 D。

3.3.6 雨水管渠降雨历时,应按下式计算

$$t = t_1 + t_2 \quad (3.3.6)$$

式中: t 降雨历时(min);

t_1 地面积水时间(min),应根据汇水距离、地形坡度和下垫面种类计算确定,重庆地区采用 $t_1 = 5\text{min}$;

t_2 管内流动时间(min)。

3.4 重现期

3.4.1 雨水管渠设计重现期,应根据汇水地区性质、城镇类型、地形特点和气候特征等因素,经技术经济比较后确定,同一排水系统可采用同一重现期或不同重现期,并应符合下列规定:

1 重现期应采用 3 年~5 年,重要地区及汇水面积 50hm^2 及以上采用 10 年;特别重要地区或内涝发生能引起较严重后果的地区宜采用 10 年以上;

2 主城区地下通道和下沉式广场等的雨水管渠设计重现期根据汇水区重要程度,宜采用 30 年~50 年,其他区县宜采用 20 年~30 年,重要影响地段可采用 30 年~50 年;

3 立体交叉道路排水系统的雨水管渠设计重现期不应小于 10 年;重要的立体交叉道路排水系统宜采用 20 年;位于中心城区重要地区的,设计重现期应为 20 年~30 年;同一立体交叉道路的不同部位可采用不同的重现期;

4 合流管道的雨水设计重现期可适当高于同一情况的雨水管道设计重现期。

3.4.2 排水主管渠由陡坡变缓坡处存在积水风险时,可适当提高下游排水管渠设计重现期。

3.4.3 内涝防治设计重现期,应根据城镇类型、积水影响程度和内河水位变化等因素,经技术经济比较后确定,并应符合下列规定:

1 主城区经济条件较好,且人口密集、内涝易发的地区宜采用 50 年~100 年;

2 其它地区内涝防治设计重现期可采用 20 年~50 年。

3.4.4 内涝地面积水设计标准应符合下列规定:

1 居民住宅和工商业建筑物的底层不应进水;

2 道路中一条车道的积水深度不应超过 15cm。

3.4.5 超过内涝设计 50 年以上重现期,宜充分利用调蓄库、池、塘等非工程措施来达到规定的设计重现期,城市主要排水通道、泄洪通道应保持畅通,应有必要的措施防止洪水对城镇排水系统的影响。

3.5 径流系数

3.5.1 应严格执行规划控制的综合径流系数,综合径流系数高于 0.7 的地区应采用低影响开发措施降低径流系数。径流系数以当地实际调查为准,当无资料时可按表 3.5.1-1 的规定取值,汇水面积的综合径流系数应按地面种类加权平均计算,可按表 3.5.1-2 的规定取值,并应核实地面种类的组成和比例。

表 3.5.1-1 径流系数

地面种类	Ψ
各种屋面,混凝土或沥青路面	0.85~0.95
大块石铺砌路面或沥青表面各种的碎石路面	0.55~0.65
级配碎石路面	0.40~0.50
干砌砖石或碎石路面	0.35~0.40
非铺砌土路面	0.25~0.40
公园或绿地	0.15~0.35

表 3.5.1-2 综合径流系数

区域情况	Ψ
城镇建筑密集区	0.60~0.70
城镇建筑较密集区	0.45~0.65
城镇建筑稀疏区	0.20~0.50

3.5.2 当地区整体改、扩建时,对于相同的重现期,改、扩建后的径流量不得超过原有的径流量。采用推理公式法进行内涝防治设计校核时,宜按重现期的等级提高径流系数。

4 排水管渠

4.1 一般规定

4.1.1 新建城区应采用分流制排水体制,原有的城市排水设施应按照城市排水规划的要求,逐步进行雨污分流改造。

4.1.2 排水管渠应充分考虑与低影响开发设施、内涝防治设施和防洪设施的衔接,确保排水通畅。

4.1.3 排水管道应优先选择沿市政道路敷设,布置在人行道下,当条件限制时,宜先布置在绿化带、慢车道或非机动车道下。

4.1.4 车行道为双向 4 车道时,宜双侧设置雨水管道,设有中分带及总车行道宽度大于等于 16m 应双侧设置雨水管道;车行道为双向 6 车道时,宜双向设置污水管道;路幅宽度超过 60m,应双侧设置污水管道。

4.1.5 雨污水排放宜优先考虑重力流排水,避免采用非重力流。

4.1.6 排水管道横向穿过车行道时,管顶覆土深度不宜小于 0.7m,不应在道路结构层内,并应满足与其它管网的竖向间距要求。

4.1.7 设置在斜坡上的排水管道,应有保证边坡稳定和防止侧向位移的有效措施,并保证斜坡沟槽内基础承载力和回填压实度,管材应能适应沉降。

4.1.8 排水管道不宜设置在非稳定边坡及易垮塌、易滑动地带,当污水管道必须穿过该地带时,应采用稳固措施保障其安全。穿越边坡及可能出现沉降的地段,应选用可适应沉降的管材。

4.1.9 污水管道跨越小溪河、沟壑等障碍时,宜优先考虑架空方式,条件不允许时可考虑倒虹管方案。

4.1.10 新建排水管不宜从建(构)筑物下穿过,原有穿过建(构)

筑物的管道在改扩建中应移出。

4.1.11 污水管道穿越溪河时不应降低溪河原有的行洪标准。

4.1.12 污水管道不宜从涵洞穿过,当无法避免时应复核污水管道穿过涵洞后,涵洞断面仍能满足涵洞原过水流量的要求,且污水管道应满足密封及抗浮等要求。

4.1.13 设置在道路下的排水管道,埋深较大或不允许地面开挖的地域宜采用非开挖技术;特殊地方及非道路下,应根据实际情况确定。

4.1.14 排水管道与建筑物的水平净距,管道埋深浅于建筑物基础时,不应小于 2.5m,管道埋深深于建筑物基础时,按计算确定。

4.2 水力计算

4.2.1 排水管渠的流量,应按下列公式计算:

$$Q = Av \quad (4.2.1)$$

式中: Q 设计流量(m^3/s);

A 水流有效断面面积(m^2);

v 流速(m/s)。

4.2.2 恒定流条件下排水管渠的流速,应按下式计算:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (4.2.2)$$

式中: v 流速(m/s);

R 水力半径(m);

I 水力坡降;

n 粗糙系数。

4.2.3 排水管渠粗糙系数,宜按表 4.2.3 的规定取值。

表 4.2.3 排水管渠粗糙系数

管渠类别	粗糙系数 n	管渠类别	粗糙系数 n
UPVC 管、PE 管、玻璃钢管	0.010	浆砌砖渠道	0.015
石棉水泥管、钢管	0.012	浆砌块石渠道	0.017
陶土管、铸铁管	0.013	干砌块石渠道	0.020~0.025
混凝土管、钢筋混凝土管、 水泥砂浆抹面渠道	0.014	土明渠 (包括带草皮)	0.025~0.030
钢筋混凝土箱涵	0.015		

4.2.4 排水管渠的最大设计充满度和超高,应符合下列规定:

1 重力流污水管道应按非满流计算,其最大设计充满度,应按表 4.2.4 的规定取值;

表 4.2.4 最大设计充满度

管径或渠高(mm)	最大设计充满度
200~300	0.55
350~450	0.65
500~900	0.70
≥ 1000	0.75

注:在计算污水管道充满度时,不包括短时突然增加的污水量,但当管径小于或等于 300mm 时,应按满流复核。

2 雨水管道和合流管道应按满流计算;

3 明渠超高不得小于 0.2m;

4 雨水涵洞最大设计充满度不大于 0.85。

4.2.5 排水管道的最小管径与相应最小设计坡度,宜按表 4.2.5 的规定取值。

表 4.2.5 最小管径与相应最小设计坡度

管道类别	最小管径(mm)	相应最小设计坡度
污水管	400	塑料管 0.002,其他管 0.003
雨水管和合流管	400	塑料管 0.002,其他管 0.003
雨水口连接管	300	0.01

4.3 管道流速

4.3.1 排水管道各设计工况下的最大设计流速,应符合下列规定:

- 1 金属管道为 10.0m/s;
- 2 塑胶管道用于排放雨水时为 8.0m/s,用于排放污水时为 6.0m/s;
- 3 钢筋混凝土管道为 5.0m/s。

4.3.2 排水压力管道设计流速不宜小于 0.75m/s。

4.4 管材与基础

4.4.1 管材的选择应根据输送量大小、管道埋深、地质条件、承压要求、抗震级别、施工方法、工程造价等因素进行综合考虑确定。

4.4.2 污水管道宜采用耐腐蚀、抗老化、不渗漏的塑胶管材,塑胶管道宜采用电熔、承插等连接方式,避免接口处渗漏。

4.4.3 道路填方段宜采用高环刚度、抗变形能力较强的管材;易出现沉降的高填方段,可采用增强型管材、抗变形能力强的管材或带伸缩接头的钢管等,并有防沉降的措施。

4.4.4 落差较大的陡坡管,宜采用抗冲刷、强度高、管壁加厚的钢管、球墨铸铁管、衬塑钢管、塑胶管以及防沉降能力较强的管材。

4.4.5 当管道底部为回填土基础或软基础时,塑胶管不应采用混凝土整体包封。当岩石基础采用混凝土或钢筋混凝土包封时,应按包封体及管道结构承受全部荷载进行计算。

4.4.6 对埋设在地表水或地下水位以下的浅埋塑料排水管道,应进行管道抗浮稳定计算并采取抗浮措施,应采用电熔接头等密封性能好的管道接口。

4.4.7 处于软土或回填土的管段,地基承载力应满足土压下管道自身不沉降的要求,否则应对地基进行加固处理;在对开挖基础不易辨别是否为回填基础或可能沉降基础时,可按不发生沉降的地基承载力进行要求。

4.4.8 管道下部土基的压实度不应小于 90%。当回填土过深时,宜在基础下面 5m 厚度采用 93%~95% 的机械碾压,宜有防止沉降后管道出现倒坡的设计措施。

4.4.9 位于道路填方段的排水管道,宜先按回填压实度填至管顶以上 1.0m,再进行沟槽开挖;管径为 500mm 及以下的管道回填至管顶以上的距离不宜小于管径。

4.4.10 管道沟槽放坡,除按《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 条文执行外,还应给出岩石放坡系数、岩石有外倾裂隙及软弱夹层的处理方法。

4.5 渠道

4.5.1 渠道用于埋设深度或出水口深度受限制的区域,可采用矩形沟涵形式代替大型雨水管;对于汇流面积大,以及不允许封闭水体、需要水体开放、不便设置管道等其他区域时,可以明渠形式存在。

4.5.2 有盖渠(暗渠)断面宜为矩形,明渠可采用矩形、梯形、复式断面等形式。渠道在坡段可采用阶梯跌落、垂直跌落、急流槽、堰口弧形跌落等方式。

4.5.3 渠道设计流速不宜大于规定的流速,坡度较大、受条件限制的跌落段、陡坡急流段、泄洪通道等大于规定流速限制处,应有防结构体冲刷掏蚀、维护安全的设计,保证渠道自身结构安全及设计使用年限,明渠边应有保证行人安全的措施,渠道开挖施工及形成后的边坡应保证稳定安全。

4.5.4 渠道不应设置在有较大沉降的地带,经处理后的基础相对沉降应控制在结构安全的范围内,渠道的变形缝长度应经计算确定。

4.5.5 明渠和盖板渠的宽度,不宜小于 0.3m。无铺砌的明渠边坡,应根据不同的地质按表 4.5.5 的规定取值;用砖石或混凝土块铺砌的明渠,可采用 1:0.75~1:1 的边坡。

表 4.5.5 明渠边坡值

地质	边坡值
粉砂	1:3~1:3.5
松散的细砂、中砂和粗砂	1:2~1:2.5
密实的细砂、中砂和粗砂或粘质粉土	1:1.5~1:2
粉质粘土或粘土砾石或卵石	1:1.25~1:1.5
半岩性土	1:3~1:3.5
风化岩石	1:0.25~1:0.5
岩石	1:0.1~1:0.25

4.5.6 渠道和涵洞连接时,应符合下列要求:

1 渠道接入涵洞时,应考虑断面收缩、流速变化等因素造成明渠水面雍高的影响,涵洞坡度及衔接段坡度宜大于明渠坡度,允许采用不同坡度;

2 涵洞断面应按渠道水面达到设计超高时的泄水量计算;

3 涵洞口两端应设挡土墙、并护坡和护底。

4.5.7 渠道和管道连接处应设挡土墙等衔接设施。管道顶高低

于渠道设计水位时,应考虑管道淹没出流的影响作水力计算。明渠接入管道处应设置格栅。

4.5.8 明渠转弯处,其中心线的弯曲半径不宜小于设计水面宽度的5倍;盖板渠和铺砌明渠可采用不小于设计水面宽度的2.5倍。

4.5.9 渠道过水断面常年水位以上部分,宜采用生态护坡形式。

4.6 陡坡与跌水

4.6.1 山地城市陡坡段排水可因地制宜采用竖井跌水、陡坡管跌落、急流槽、阶梯跌落等方式。

4.6.2 管道在坡度变陡处,其管径可根据水力计算确定变化,但不得超过2级,并不得小于相应条件下的最小管径。

4.6.3 阶梯跌落坡比不宜过大,应达到跌落消能效果。陡坡管和急流槽尾端应有防冲刷和消能设计,管材应满足耐久性的要求。

4.6.4 长距离陡坡管坡比不宜大于1:1.5,坡度不宜变化,若有坡度变化,在变化段应设消能井(池)转换,且消能井(池)应做防冲刷特殊设计。

5 附属构筑物

5.1 一般规定

5.1.1 排水管渠附属构筑物应保证其严密性,污水管应进行闭水试验。

5.1.2 排水管渠附属构筑物应根据排水水质、地形地质条件、施工条件及养护工具的适用性等因素进行选择和设计。

5.2 检查井

5.2.1 检查井的位置,应设在管道交汇处、转弯处、管径或坡度改变处、跌水处以及直线管段上每隔一定距离处。

5.2.2 检查井在直线管段的最大间距应根据疏通方法等具体情况确定,一般宜按表 5.2.2 的规定取值。

表 5.2.2 检查井最大间距

管径或暗渠净高 (mm)	最大间距(m)	
	污水管道	雨水(合流)管道
200~400	40	50
500~700	60	70
800~1000	80	90
1100~1500	100	120
1600~2000	120	120

5.2.3 井面在设计洪水位以下的检查井,应设置为压力井,压力井应有防水、防外水压的功能,特殊情况还应根据工艺要求具备

防内水压功能。

5.2.4 污水检查井应设置通气孔,当受限制不能设置通气孔段,应按压力井的要求设置专用通气管。

5.2.5 排水检查井深度超过 6m 且管段设计流速超过 1.0m/s,井内可不设置沉泥槽。埋深超过 15m 以上的检查井,该井段的污水流速不宜小于 1.2m/s,特殊情况下应进行论证。

5.2.6 检查井井室操作尺寸应满足操作空间,井筒及井口便于上下井。当检查井深超过 8m 时,应设置中间休息平台。

5.2.7 检查井底流水槽混凝土强度不宜小于 C30,槽顶坡度宜按 1:20 设置。

5.2.8 污水管和检查井不宜沿河设置在河道中,当受条件限制需要设置时,应不影响通航及行洪,并保证管道不上浮及管、井不渗漏。

5.2.9 检查井盖应具有防盗、防位移、防坠、防响、防滑等功能。

5.3 跌水构筑物

5.3.1 污水管检查井及合流管检查井超过 1.0m 跌差,应设置跌水井;雨水超过 1.0m 跌差宜设跌水井,超过 2m 应设跌水井。当有支线水接入井内,竖槽式跌水井应设置人工检修附井。

5.3.2 检修附井宽度不应小于 0.8m,附井在上检修口底高程宜与跌落井上管的圆心齐平,下游应接跌落井及主管的人孔,检查孔尺寸应便于操作。

5.3.3 跌落井跌落势能以采用水消能形式为主,底部可设置防冲刷垫层,并考虑迎进水管水对隔墙冲击、人下井观察和通气。

5.3.4 当水量较大、落差大、流速较快、势能较大时,宜选择格栅式或折板式跌落井。格栅或折板的间距应按下级不产生过大冲刷并结合计算确定,经消能后,下端水消能池深度可减少。

5.3.5 堰口及弧形落水跌落处,应按常规做法实施,当条件与常

规做法不同时,应根据计算设置消能池、消力坎等消能措施。

5.4 雨水口

5.4.1 雨水口的型式、数量和布置,应按汇水面积所产生的流量、雨水口的泄水能力和道路型式确定。雨水口和雨水连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的1.5倍~3.0倍。

5.4.2 在雨水口泄水能力减弱的地方,宜采用改变雨水口形式、增加雨水口宽度、缩短雨水口间距等方式处理。道路坡度在2.0%及以上时,雨水算宜按宽雨水算设置。低洼或大坡度道路交叉口等地方,应增设雨水口。合流制系统中的雨水口宜采取防止臭气外溢的措施。

5.4.3 雨水口间距宜为25m~35m。连接管串联雨水口个数不宜超过3个。雨水口连接管坡度不小于0.01,长度不宜超过25m。

5.4.4 雨水口深度不宜大于1m,并根据需要设置沉泥槽。遇特殊情况需要浅埋时,应采取加固措施。有冻胀影响地区的雨水口深度,可根据当地经验确定。

5.4.5 设置了生物滞留设施的道路,宜采用路缘石侧壁开豁口的方式,将道路雨水引入生物滞留设施,公交停车港、道路开口及道路交叉口处可根据实际情况布置传统雨水口。

5.4.6 路缘石豁口下缘宜低于道路路面5cm,雨水豁口的设置应满足道路排水的要求,雨水豁口过流能力可按下式计算:

$$Q = K \cdot 385B \sqrt{2gh}^{\frac{3}{2}} \quad (5.4.6)$$

式中: Q 雨水豁口过流量(L/s);

B 雨水豁口宽度(m);

K 修正系数,0.52;

h 雨水豁口上水头(m)。

5.4.7 道路雨水经路缘石侧壁豁口排入生物滞留设施前宜设置

沉砂井。

5.5 截流井

5.5.1 排水截留井的设置,应符合下列规定:

1 污水截流井的设置位置,应根据合流制的管道长度、溢流管下游水位高程、合流制管进入水体位置,排水系统纵坡、相互高程、周边环境等因素确定。

2 截流倍数 n_0 宜采用 2~5。

5.5.2 截流井宜采用槽式,也可采用堰式或槽堰结合式。管渠高程容许时,应选用槽式,当选用堰式或槽堰结合式时,堰高和堰长应进行水力计算,并应复核原排水管渠的过流能力。

5.5.3 截流井溢流水位,应在设计洪水位或接纳管道设计水位以上,当不能满足要求时,应设置防倒灌设施。

5.5.4 污水截流井截流量应按计算确定,有截流量的限流措施,不应超设计量外排至污水系统。

5.6 倒虹管

5.6.1 倒虹吸的总体布局应符合下列要求:

1 渠道穿越河流、沟渠、洼地、道路、铁路等,采用其它类型建筑物不适宜时,可选用倒虹吸,但必须确保倒虹吸设施实施后对河流行洪、通航及道路、铁路交通安全运行不造成影响,并符合与该障碍物相交的相关规定。

2 倒虹管穿越障碍物时应根据检修维护条件合理确定倒虹管条数。通过河道的倒虹管,不宜少于两条;通过谷地、旱沟或小河的倒虹管可采用一条。

3 倒虹吸宜设在地质条件良好位置,应避免通过可能产生滑坡、崩塌及其它地质条件不良的地段。

4 倒虹吸管在平面上宜顺直,并宜与河流、沟渠、道路中心线正交,进、出口应与上、下游渠道平顺连接。

5.6.2 倒虹吸设计应进行水力计算。

5.6.3 倒虹吸的管道设计,应符合下列要求:

1 管内设计流速应大于 0.9m/s ,并应大于进水管内流速。当水流含沙量及颗粒物较多时,应增大管内流速。当管内设计流速不能满足上述要求时,应增设定期冲洗措施,冲洗流速不应小于 1.2m/s ,倒虹管管径不应小于 200mm 。

2 合流制管经过倒虹吸管时,应按旱流污水量校核流速,倒虹管宜设置两条,分雨季和旱季两种工况计算,校核流量。

3 倒虹吸横断面宜采用圆形,最小管径宜为 200mm 。

4 倒虹吸管进水管端宜设置事故排水口。

5.6.4 倒虹吸管构筑物的设计,应符合下列要求:

1 根据地形条件、流量大小、水头高低及支撑形式合理选择进出水构筑物布置及倒虹吸管结构布置形式。

2 倒虹管进出水井的检修室净高应满足操作空间。进出水井较深时,井内应设检修台;检查井盖应采用具备防盗功能,检查井应安装防坠落装置。

3 倒虹吸进出水井内应设闸槽或闸门,考虑通气功能;其前一检查井,应设置沉泥槽。

4 倒虹吸进水处应考虑设置通气设施。

附录 A 暴雨强度公式的编制方法

A.0.1 降雨资料的站点应首选区域内的国家气象站,若无国家气象站可考虑其他降雨观测站,但应保证站点独立性,不可采用数个站点数据混合。

A.0.2 按照气象数据审核规范,对原始资料进行数据质量检查、审核和均一性说明,历史自记纸降雨资料处理,按照附录 E 规定进行。

A.0.3 降雨历时采用 5min、10 min、15 min、20 min、30 min、45 min、60 min、90 min、120 min、150 min、180 min 共 11 个历时。

A.0.4 样本按照降序排列,样本经验频率按以下公式计算:

$$p = m/(n+1) \quad (\text{A.0.4})$$

式中: p 为经验频率;

m 为排序数;

n 为样本容量,即样本总数。

A.0.5 重现期与经验频率按照以下公式换算:

$$P = 1/p \quad (\text{A.0.5})$$

式中: P 重现期;

p 经验频率(%)。

A.0.6 降雨重现期按 2 年、3 年、5 年、10 年、20 年、30 年、50 年、100 年的 8 个重现期计算。

A.0.7 频率分布拟合推荐采用皮尔逊-III 型、耿贝尔型函数曲线和指数分布曲线。各地亦可根据本地降雨特点进行多种频率分布函数的拟合试验,从而优选理论频率曲线函数。拟合频率分布曲线时,应结合经验,在控制拟合精度的同时注意频率曲线的总体协调。

A.0.8 根据确定的频率分布曲线,得出重现期(P)、降雨强度(i)

和降雨历时(t)三者关系值,即 P - i - t 关系表。

A.0.9 暴雨强度公式应按下列规定计算:

1 单一重现期暴雨强度公式,按下式计算:

令 $A=167A_1(1+C_{lg}P)$, 则得到一个简化的表达式,即为单一重现期公式:

$$q = \frac{A}{(t+b)^n} \quad (\text{A.0.9-1})$$

对上式两边取对数,并令: $y = \lg q$, $b_0 = \lg A$, $b_1 = -n$, $x = \lg(t+b)$, 简化为一元线性方程形式:

$$y = b_0 + b_1 x \quad (\text{A.0.9-2})$$

采用数值逼近法和最小二乘法,给定 b 值,推算 A 、 n' 值,调整 b 值直至均方根误差最小,确定 A 、 b 、 n' 值。

2 区间参数公式,按下式计算:

若根据实际需求,要计算某一重现期(单一重现期以外)的暴雨强度公式,采用区间参数公式,形式为:

$$y = b_1 + b_2 \lg(P+C) \quad (\text{A.0.9-3})$$

式中 y 为 A 、 b 、 n' 参数中的任一个, P 为重现期, C 为常数。

可根据需要,把 1~100 年重现期划分为二个区间,如: 1~10 年和 10~100 年。

将 A 、 b 、 n' 代入区间参数公式,得到:

$$A = A_1 + A_2 \lg(P+C_A) \quad (\text{A.0.9-4})$$

$$b = b_1 + b_2 \lg(P+C_b) \quad (\text{A.0.9-5})$$

$$n' = n'_1 + n'_2 \lg(P+C_n) \quad (\text{A.0.9-6})$$

三式中, A 、 b 、 n' 和 P 是已知数, A_1 、 A_2 、 C_A 、 b_1 、 b_2 、 C_b 及 n'_1 、 n'_2 、 C_n 都是未知数。根据求得的单一重现期 P 下的 A 、 b 、 n' 值,利用最小二乘法,可解得未知数 A_1 、 A_2 、 C_A 、 b_1 、 b_2 、 C_b 及 n'_1 、 n'_2 、 C_n ,从而得到 1~10 年和 10~100 年二个区间的 A 、 b 、 n' 值,即可得到区间参数公式。

3 暴雨强度总公式,按下式计算:

对暴雨强度公式两边取对数得:

$$\ln q = \ln 167A_1 + \ln(1 + clgP) - n'\ln(t+b) \quad (\text{A.0.9-7})$$

令 $y = \ln q, b_0 = \ln 167A, x_1 = \ln(1 + clgP), b_2 = -n',$
 $x_3 = \ln(t+b)$, 简化为二元线性方程形式:

$$y = b_0 + x_1 + b_2 x_3 \quad (\text{A.0.9-8})$$

应用数值逼近法和最小二乘法求解, 确定 A_1, C, b, n' 。

A.0.10 精度检验应满足下列要求:

计算重现期在 2 年~20 年时, 平均绝对均方根误差不宜大于 0.05mm/min; 平均相对均方根误差不宜大于 5%。

A.0.11 山地城市宜补充利用加密观测的其它降雨资料, 分析本地强降雨的区域分布特征, 为暴雨强度公式的适用范围提供依据。

附录 B 设计暴雨雨型确定技术

B.0.1 雨峰位置系数:将各降雨历时的降雨过程样本,以 5min 为间隔进行分段,统计降雨过程的雨峰位置系数,雨峰位置系数为样本的算术平均。

$$r_i = \frac{t_i}{T_i} \quad (\text{B.0.1})$$

式中, r_i 雨峰位置系数;

t_i 降雨峰值时刻;

T_i 降雨历时。

B.0.2 芝加哥雨型法

根据雨峰位置系数 r , 设计暴雨重现期 (P)、设计降雨历时 (t), 代入根据暴雨强度公式导出的芝加哥法雨型公式, 计算出雨峰前后瞬时降雨强度及各个时段内的平均降雨强度, 最终确定出对应一定重现期及降雨历时的芝加哥法雨型。

令过程的总历时为 t_0 , 峰前的瞬时强度曲线为 I_a , 相应的历时为 t_a , 降雨累计量为 H_a , 峰后的瞬时强度曲线为 I_b , 相应历时为 t_b , 降雨累计量为 H_b , 总降雨量 $H_T = H_a + H_b$ 。

取一定重现期下暴雨强度公式形式为: $i = \frac{A}{(t+b)^n}$;

雨峰前后瞬时降雨强度可由下式计算:

当 $0 \leq t \leq t_a$ 时:

$$I_a = \frac{d}{dt} \left(\frac{r^n A}{(t+rb)^n} \right) = \frac{(1-n)r^n A}{(t+rb)^n} + \frac{nr^{n+1} A}{(t+rb)^{n+1}} \quad (\text{B.0.2-1})$$

当 $0 \leq t \leq t_b$ 时:

$$I_b = \frac{d}{dt} \left(\frac{(1-r)^n A}{[t+(1-r)b]^n} \right) = \frac{(1-n)(1-r)^n A}{[t+(1-r)b]^n} + \frac{nb(1-r)^{n+1} A}{[t+(1-r)b]^{n+1}} \quad (\text{B.0.2-2})$$

式中, A, b, n 为一定重现期下暴雨强度公式中的参数, t 为峰值前后时刻距雨峰的历时, r 为雨峰位置系数, 是根据每场降雨不同历时峰值时刻与整个历时的比值而加权平均确定的, r 位于 0 ~ 1 之间。

在求出雨峰位置系数 r 之后, 可计算雨型各时段 (以 5min 计) 的累积降雨量:

当 $0 \leq t \leq rT$ 时:

$$H - \int_0^t I_a dt = H_T \left\{ r - \left(r - \frac{t}{T} \right) \left[1 - \frac{t}{r(T+b)} \right]^n \right\} \quad (\text{B.0.2-3})$$

当 $rT \leq t \leq T$ 时:

$$H - rH_T + \int_{rT}^t I_a dt = H_T \left\{ r + \left(\frac{t}{T} - r \right) \left[1 + \frac{t - T}{(1-r)(T+b)} \right]^n \right\} \quad (\text{B.0.2-4})$$

式中 $H_T = i_T \times t_0 = \frac{At_0}{(T+b)^n}$ 。

在计算出雨型各时段的累积降雨量之后, 各时段的平均降雨量可依次相减求出, 进而得到每个时段内的平均降雨强度, 最终确定出对应一定重现期及降雨历时的芝加哥雨型。

B.0.3 同频率雨型分析法

同频率分析法要求设计暴雨雨型不同时段 (60min、120min、...) 的降雨量均分别等于设计暴雨量。根据雨峰位置系数 r , 峰值强度采用最大 5 分钟平均强度, 剩余时段按样本平均值确定分配比例, 根据峰值对齐, 依次将 60min 扩展为 120min、180min、... 直至所需要的历时, 最终确定出一定降雨历时的设计暴雨雨型。

同频率分析法:

以 1440min 历时为例, 时段间隔 5min。

① 计算各历时雨峰位置系数, 计算 5min 和 60min 时段平均降雨量;

②峰值位置降雨强度用 5min 平均降雨量取代,计算其余各 5min 时段降雨量百分比(按样本各时段平均值除以剩余 55min 降雨量),用 60min 设计雨量减去 5min 降雨量后乘以其余各时段百分比,即可得到 60min 历时设计暴雨过程。

③60min 扩展为 120min 时,根据峰值对齐原则,将 60min 设计雨量放在 120min 对应的位置上,其余 60min 重复②计算过程,得到 120min 历时设计暴雨过程。

④以此类推,通过短推长最终得到 1440min 历时设计暴雨过程。

附录 C 重庆市暴雨强度公式及适用范围

C.0.1 重庆市主城区暴雨强度公式的计算应符合下列要求:

重庆市主城区暴雨强度公式包括沙坪坝暴雨强度公式、渝北暴雨强度公式和巴南暴雨强度公式。

沙坪坝暴雨强度公式:

$$q = \frac{1132(1 + 0.958 \lg P)}{(t + 5.408)^{0.596}} \quad (\text{C.0.1-1})$$

式中: q 暴雨强度(升/秒·公顷);

P 设计重现期(年);

t 降雨历时(min);下同。

渝北暴雨强度公式:

$$q = \frac{1111(1 + 0.945 \lg P)}{(t + 9.713)^{0.561}} \quad (\text{C.0.1-2})$$

巴南暴雨强度公式:

$$q = \frac{1898(1 + 0.867 \lg P)}{(t + 9.480)^{0.709}} \quad (\text{C.0.1-3})$$

C.0.2 主城区暴雨强度公式适用范围应满足下列要求:

1 沙坪坝区暴雨强度公式适用范围:长江和嘉陵江之间的地区,包括沙坪坝、渝中、九龙坡、大渡口区和部分北碚区(嘉陵江以南区域)。

2 巴南区暴雨强度公式适用范围:长江以南地区,包括巴南、南岸区。

3 渝北区暴雨强度公式适用范围:长江和嘉陵江以北的地区,包括渝北、江北区和大部分北碚区(嘉陵江以北区域)。

C.0.3 主城区外各区县暴雨强度公式的计算应符合下列要求:

璧山暴雨强度公式:

$$q = \frac{2784(1 + 0.906 \lg P)}{(t + 18.327)^{0.790}} \quad (\text{C.0.3-1})$$

式中: q 暴雨强度(升/秒·公顷);

P 设计重现期(年);

t 降雨历时(min);下同。

荣昌暴雨强度公式:

$$q = \frac{1000(1 + 0.841 \lg P)}{(t + 4.677)^{0.554}} \quad (\text{C.0.3-2})$$

长寿暴雨强度公式:

$$q = \frac{986(1 + 0.932 \lg P)}{(t + 5.725)^{0.595}} \quad (\text{C.0.3-3})$$

涪陵暴雨强度公式:

$$q = \frac{1975(1 + 0.633 \lg P)}{(t + 12.647)^{0.720}} \quad (\text{C.0.3-4})$$

江津暴雨强度公式:

$$q = \frac{1332(1 + 0.880 \lg P)}{(t + 9.168)^{0.637}} \quad (\text{C.0.3-5})$$

合川暴雨强度公式:

$$q = \frac{1004(1 + 0.750 \lg P)}{(t + 8.698)^{0.567}} \quad (\text{C.0.3-6})$$

永川暴雨强度公式:

$$q = \frac{1312(1 + 0.971 \lg P)}{(t + 7.739)^{0.631}} \quad (\text{C.0.3-7})$$

南川暴雨强度公式:

$$q = \frac{1642(1 + 0.815 \lg P)}{(t + 10.333)^{0.710}} \quad (\text{C.0.3-8})$$

大足暴雨强度公式:

$$q = \frac{1304(1 + 0.815 \lg P)}{(t + 5.755)^{0.643}} \quad (\text{C.0.3-9})$$

铜梁暴雨强度公式:

$$q = \frac{1516(1 + 0.945 \lg P)}{(t + 10.351)^{0.653}} \quad (\text{C.0.3-10})$$

潼南暴雨强度公式:

$$q = \frac{610(1 + 0.958 \lg P)}{(t + 1.170)^{0.504}} \quad (\text{C. 0.3-11})$$

万盛暴雨强度公式:

$$q = \frac{3442(1 + 0.750 \lg P)}{(t + 14.792)^{0.832}} \quad (\text{C. 0.3-12})$$

綦江暴雨强度公式:

$$q = \frac{3148(1 + 0.867 \lg P)}{(t + 15.348)^{0.827}} \quad (\text{C. 0.3-13})$$

彭水暴雨强度公式:

$$q = \frac{1035(1 + 0.763 \lg P)}{(t + 5.240)^{0.560}} \quad (\text{C. 0.3-14})$$

黔江暴雨强度公式:

$$q = \frac{826(1 + 0.581 \lg P)}{(t + 3.510)^{0.520}} \quad (\text{C. 0.3-15})$$

石柱暴雨强度公式:

$$q = \frac{799(1 + 0.997 \lg P)}{(t + 3.120)^{0.558}} \quad (\text{C. 0.3-16})$$

武隆暴雨强度公式:

$$q = \frac{1793(1 + 0.997 \lg P)}{(t + 12.292)^{0.724}} \quad (\text{C. 0.3-17})$$

秀山暴雨强度公式:

$$q = \frac{1982(1 + 0.984 \lg P)}{(t + 11.462)^{0.752}} \quad (\text{C. 0.3-18})$$

酉阳暴雨强度公式:

$$q = \frac{712(1 + 0.724 \lg P)}{(t + 2.730)^{0.500}} \quad (\text{C. 0.3-19})$$

万州暴雨强度公式:

$$q = \frac{1504(1 + 0.945 \lg P)}{(t + 7.213)^{0.704}} \quad (\text{C. 0.3-20})$$

梁平暴雨强度公式:

$$q = \frac{1015(1 + 0.659 \lg P)}{(t + 6.649)^{0.556}} \quad (\text{C.0.3-21})$$

城口暴雨强度公式:

$$q = \frac{2521(1 + 0.997 \lg P)}{(t + 14.439)^{0.857}} \quad (\text{C.0.3-22})$$

垫江暴雨强度公式:

$$q = \frac{3321(1 + 0.997 \lg P)}{(t + 14.738)^{0.830}} \quad (\text{C.0.3-23})$$

忠县暴雨强度公式:

$$q = \frac{2296(1 + 0.997 \lg P)}{(t + 9.310)^{0.768}} \quad (\text{C.0.3-24})$$

开州暴雨强度公式:

$$q = \frac{1148(1 + 0.932 \lg P)}{(t + 6.133)^{0.633}} \quad (\text{C.0.3-25})$$

云阳暴雨强度公式:

$$q = \frac{795(1 + 0.672 \lg P)}{(t + 2.860)^{0.548}} \quad (\text{C.0.3-26})$$

奉节暴雨强度公式:

$$q = \frac{1527(1 + 0.893 \lg P)}{(t + 9.389)^{0.654}} \quad (\text{C.0.3-27})$$

巫山暴雨强度公式:

$$q = \frac{1774(1 + 0.997 \lg P)}{(t + 9.228)^{0.752}} \quad (\text{C.0.3-28})$$

巫溪暴雨强度公式:

$$q = \frac{2425(1 + 0.997 \lg P)}{(t + 13.739)^{0.822}} \quad (\text{C.0.3-29})$$

丰都暴雨强度公式:

$$q = \frac{1546(1 + 0.789 \lg P)}{(t + 8.422)^{0.703}} \quad (\text{C.0.3-30})$$

附录 D 重庆市设计暴雨雨型及适用范围

D.0.1 重庆市设计暴雨雨型

重庆市设计暴雨雨型包括Ⅰ区设计暴雨雨型、Ⅱ区设计暴雨雨型、Ⅲ区设计暴雨雨型、Ⅳ区设计暴雨雨型和Ⅴ区设计暴雨雨型。

D.0.2 重庆市设计暴雨雨型适用范围

Ⅰ区设计暴雨雨型适用范围包括：主城区、璧山、荣昌、大足、铜梁、潼南、合川、永川、江津、綦江、万盛。

Ⅱ区设计暴雨雨型适用范围包括：长寿、垫江、梁平、忠县、开州、万州。

Ⅲ区设计暴雨雨型适用范围包括：涪陵、丰都、石柱、南川、武隆。

Ⅳ区设计暴雨雨型适用范围包括：彭水、黔江、酉阳、秀山。

Ⅴ区设计暴雨雨型适用范围包括：巫山、奉节、云阳、巫溪、城口。

D.0.3 重庆市设计暴雨雨型结果

Ⅰ区设计暴雨雨型：

表 D.0.3-1 设计暴雨量

(单位:mm)

	2年	3年	5年	10年	20年	30年	50年	100年
1小时	43.8	51.3	60.3	71.7	83.1	88.8	96.1	106.3
2小时	57.8	69.2	83.4	101.4	118.7	127.4	138.8	154.6
3小时	67.0	81.5	99.8	123.0	145.0	156.2	170.8	191.2
24小时	99.1	116.3	135.0	157.9	179.0	190.7	205.1	224.1

表 D.0.3-2 1 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	4.59	5.33	6.47	8.58	13.96	19.26	11.47	8.34	6.72	5.72	5.03	4.52

表 D.0.3-3 2 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	2.07	2.24	2.44	2.70	3.05	3.55	4.36	5.91	10.46	13.14	8.07	6.03
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	4.91	4.21	3.71	3.35	3.06	2.83	2.65	2.49	2.35	2.24	2.14	2.05

表 D.0.3-4 3 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	1.33	1.39	1.46	1.55	1.65	1.76	1.91	2.09	2.32	2.64	3.12	3.92
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	5.59	10.77	9.02	5.99	4.62	3.83	3.32	2.95	2.67	2.45	2.28	2.13
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	2.01	1.90	1.81	1.73	1.66	1.60	1.54	1.49	1.44	1.39	1.35	1.32

表 D.0.3-5 24 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	0.04	0.07	0.09	0.11	0.15	0.16	0.16	0.15	0.17	0.16	0.14	0.14
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	0.12	0.09	0.11	0.08	0.11	0.09	0.07	0.07	0.10	0.09	0.06	0.05
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.10	0.07	0.09	0.08	0.07
时段	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
比例/%	0.08	0.08	0.07	0.07	0.05	0.08	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.09
时段	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

续表 D.0.3-5

比例/%	0.07	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.13	0.08	0.07	0.09
时段	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
比例/%	0.07	0.05	0.07	0.11	0.13	0.05	0.10	0.13	0.14	0.12	0.11	0.11
时段	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
比例/%	0.12	0.10	0.12	0.20	0.22	0.26	0.30	0.48	0.56	0.62	0.32	0.47
时段	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
比例/%	0.45	0.49	0.53	0.65	0.54	0.54	0.68	0.57	0.31	0.57	0.71	0.64
时段	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
比例/%	0.74	0.70	0.60	0.62	0.69	0.82	1.06	0.62	0.91	0.85	1.25	0.88
时段	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
比例/%	1.38	1.50	1.68	2.40	3.05	2.42	2.99	5.38	2.86	2.52	2.58	2.51
时段	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
比例/%	2.14	2.04	1.70	1.18	1.27	1.08	1.01	0.91	0.85	0.81	0.67	0.65
时段	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
比例/%	0.57	0.50	0.53	0.49	0.51	0.50	0.44	0.32	0.28	0.28	0.29	0.26
时段	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
比例/%	0.28	0.35	0.37	0.42	0.33	0.30	0.36	0.34	0.32	0.40	0.37	0.38
时段	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
比例/%	0.40	0.36	0.31	0.25	0.25	0.25	0.22	0.23	0.37	0.33	0.34	0.39
时段	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
比例/%	0.28	0.29	0.29	0.26	0.23	0.23	0.20	0.23	0.24	0.23	0.18	0.16
时段	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
比例/%	0.14	0.14	0.14	0.12	0.14	0.14	0.15	0.14	0.12	0.14	0.26	0.23
时段	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
比例/%	0.24	0.20	0.15	0.17	0.15	0.13	0.12	0.12	0.16	0.12	0.13	0.12
时段	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216

续表 D.0.3-5

比例/%	0.13	0.12	0.13	0.11	0.11	0.09	0.10	0.12	0.09	0.09	0.09	0.08
时段	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
比例/%	0.08	0.09	0.10	0.19	0.18	0.22	0.16	0.15	0.17	0.13	0.18	0.18
时段	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
比例/%	0.18	0.21	0.16	0.14	0.13	0.12	0.18	0.16	0.16	0.14	0.10	0.12
时段	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
比例/%	0.12	0.10	0.13	0.14	0.07	0.07	0.11	0.07	0.11	0.07	0.12	0.08
时段	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
比例/%	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.08	0.13	0.13	0.13	0.10	0.08
时段	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276
比例/%	0.09	0.12	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06
时段	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
比例/%	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.16

II 区设计暴雨雨型:

表 D.0.3-6 设计暴雨量 (单位:mm)

	2 年	3 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
1 小时	41.3	48.4	56.4	66.4	76.0	81.8	88.4	97.7
2 小时	52.3	60.6	69.7	81.2	92.2	99.3	106.5	117.1
3 小时	60.1	69.2	79.3	92.0	104.1	108.9	119.9	131.6
24 小时	87.4	102.2	117.9	136.4	152.7	161.7	172.5	186.5

表 D.0.3-7 1 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	3.08	3.86	5.11	7.37	12.36	24.55	16.48	9.40	6.35	4.71	3.71	3.04

表 D.0.3-8 2 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	1.15	1.28	1.46	1.68	1.99	2.43	3.09	4.19	6.31	11.55	20.49	11.72
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	7.21	5.06	3.84	3.07	2.55	2.17	1.88	1.66	1.49	1.35	1.23	1.13

表 D.0.3-9 3 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	0.67	0.72	0.78	0.84	0.93	1.03	1.15	1.30	1.51	1.79	2.19	2.79
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	3.81	5.79	10.82	18.46	10.35	6.45	4.56	3.47	2.78	2.31	1.97	1.71
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	1.52	1.36	1.23	1.12	1.03	0.96	0.89	0.83	0.78	0.74	0.70	0.66

表 D.0.3-10 24 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	0.08	0.10	0.08	0.07	0.07	0.09	0.10	0.14	0.17	0.16	0.12	0.16
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	0.11	0.07	0.08	0.09	0.08	0.09	0.15	0.13	0.09	0.06	0.08	0.10
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05
时段	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
比例/%	0.08	0.10	0.10	0.12	0.11	0.09	0.09	0.09	0.11	0.13	0.09	0.08
时段	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
比例/%	0.11	0.10	0.16	0.15	0.14	0.12	0.09	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09
时段	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
比例/%	0.10	0.10	0.07	0.09	0.10	0.12	0.10	0.12	0.10	0.13	0.31	0.43
时段	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84

续表 D.0.3-10

比例/%	0.30	0.23	0.17	0.22	0.19	0.21	0.25	0.27	0.33	0.35	0.54	0.76
时段	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
比例/%	0.66	0.53	0.39	0.49	0.39	0.37	0.40	0.46	0.50	0.52	0.47	0.75
时段	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
比例/%	0.99	0.97	0.82	0.67	0.99	0.86	0.94	0.71	0.99	1.02	0.90	0.79
时段	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
比例/%	1.01	1.13	1.74	2.14	2.72	2.48	2.17	2.14	5.94	2.30	2.27	2.55
时段	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
比例/%	2.19	2.23	2.08	0.85	0.90	0.93	0.87	0.75	0.67	0.72	0.69	0.78
时段	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
比例/%	0.70	0.45	0.54	0.48	0.42	0.45	0.39	0.55	0.59	0.55	0.50	0.41
时段	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
比例/%	0.40	0.34	0.35	0.36	0.38	0.36	0.34	0.30	0.29	0.28	0.32	0.28
时段	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
比例/%	0.25	0.26	0.29	0.29	0.35	0.32	0.31	0.43	0.53	0.40	0.32	0.31
时段	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
比例/%	0.34	0.36	0.26	0.21	0.22	0.21	0.26	0.30	0.30	0.30	0.27	0.29
时段	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
比例/%	0.25	0.24	0.28	0.23	0.17	0.18	0.21	0.20	0.15	0.13	0.21	0.24
时段	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
比例/%	0.28	0.19	0.13	0.11	0.12	0.10	0.16	0.21	0.13	0.17	0.16	0.17
时段	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
比例/%	0.16	0.12	0.15	0.11	0.10	0.11	0.15	0.18	0.10	0.07	0.39	0.37
时段	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
比例/%	0.25	0.33	0.26	0.21	0.15	0.16	0.14	0.13	0.10	0.06	0.08	0.13
时段	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240

续表 D.0.3-10

比例/%	0.12	0.09	0.10	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06	0.06	0.09	0.05	0.08
时段	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
比例/%	0.07	0.06	0.07	0.08	0.05	0.05	0.05	0.07	0.11	0.17	0.12	0.15
时段	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
比例/%	0.15	0.11	0.12	0.11	0.07	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06
时段	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276
比例/%	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.06	0.03	0.06
时段	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
比例/%	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07

Ⅲ区设计暴雨雨型:

表 D.0.3-11 设计暴雨量(单位:mm)

	2年	3年	5年	10年	20年	30年	50年	100年
1小时	36.8	41.1	46.2	52.6	59.2	62.5	66.7	72.4
2小时	46.5	52.4	59.4	68.3	77.3	81.7	87.4	95.2
3小时	54.5	61.7	70.3	81.2	92.2	97.6	104.7	114.2
24小时	80.9	91.9	102.8	115.4	126.2	132	138.9	147.9

表 D.0.3-12 1小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	3.66	4.41	5.57	7.62	12.09	22.74	15.07	9.19	6.60	5.16	4.25	3.63

表 D.0.3-13 2小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	1.52	1.66	1.85	2.09	2.41	2.86	3.54	4.70	7.04	14.00	15.59	8.83
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	6.11	4.68	3.80	3.20	2.78	2.46	2.21	2.01	1.85	1.71	1.60	1.50

表 D.0.3-14 3 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	0.94	1.00	1.08	1.17	1.28	1.42	1.60	1.83	2.17	2.66	3.50	5.16
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	9.97	15.04	8.69	5.96	4.53	3.66	3.07	2.66	2.35	2.10	1.91	1.75
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	1.62	1.51	1.41	1.33	1.26	1.20	1.14	1.09	1.04	1.00	0.96	0.93

表 D.0.3-15 24 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	0.01	0.03	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	0.07	0.06	0.06	0.06	0.04	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.04	0.03
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	0.06	0.11	0.09	0.08	0.04	0.02	0.09	0.06	0.06	0.09	0.04	0.08
时段	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
比例/%	0.05	0.04	0.07	0.19	0.08	0.05	0.05	0.05	0.07	0.15	0.22	0.13
时段	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
比例/%	0.06	0.07	0.07	0.05	0.06	0.07	0.07	0.10	0.06	0.07	0.06	0.06
时段	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
比例/%	0.07	0.07	0.08	0.10	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.11
时段	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
比例/%	0.09	0.14	0.12	0.20	0.13	0.15	0.23	0.21	0.27	0.27	0.27	0.30
时段	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
比例/%	0.31	0.28	0.32	0.43	0.48	1.00	1.07	1.46	0.68	1.29	1.01	1.14
时段	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
比例/%	1.24	0.87	1.18	1.09	1.14	1.02	1.24	1.94	1.56	2.14	2.42	2.72

续表 D.0.3-15

时段	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
比例/%	2.76	2.45	6.09	2.29	2.54	2.91	2.23	2.00	1.96	0.81	0.75	0.90
时段	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
比例/%	0.85	0.85	1.13	0.98	0.96	0.74	0.63	0.66	0.58	0.61	0.57	0.52
时段	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
比例/%	0.49	0.86	0.69	0.59	0.54	0.45	0.53	0.58	0.57	0.49	0.45	0.44
时段	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
比例/%	0.40	0.31	0.37	0.35	0.38	0.42	0.49	0.41	0.38	0.37	0.33	0.30
时段	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
比例/%	0.27	0.30	0.27	0.26	0.23	0.24	0.36	0.27	0.30	0.43	0.29	0.29
时段	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
比例/%	0.41	0.25	0.22	0.14	0.20	0.20	0.17	0.16	0.18	0.17	0.16	0.16
时段	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
比例/%	0.20	0.15	0.12	0.11	0.08	0.11	0.11	0.14	0.12	0.16	0.18	0.16
时段	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
比例/%	0.14	0.15	0.22	0.22	0.17	0.28	0.27	0.16	0.12	0.10	0.10	0.13
时段	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
比例/%	0.11	0.09	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
时段	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
比例/%	0.08	0.06	0.06	0.10	0.06	0.19	0.18	0.15	0.15	0.10	0.09	0.13
时段	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
比例/%	0.15	0.10	0.09	0.09	0.12	0.07	0.10	0.12	0.11	0.09	0.10	0.09
时段	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
比例/%	0.07	0.11	0.09	0.09	0.11	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06
时段	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
比例/%	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07

续表 D.0.3-15

时段	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276
比例/%	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.06	0.08	0.07	0.07	0.07
时段	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
比例/%	0.13	0.20	0.09	0.07	0.01	0.08	0.07	0.08	0.02	0.01	0.01	0.49

IV 区设计暴雨雨型:

表 D.0.3-16 设计暴雨量 (单位:mm)

	2 年	3 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
1 小时	41.5	47.9	55.0	63.9	72.4	77.2	83.5	91.8
2 小时	55.5	65.6	76.9	91.1	104.6	108.4	122.2	135.4
3 小时	63.6	75.1	87.9	104.1	119.5	131.5	139.5	154.5
24 小时	93.3	109.1	126.5	147.8	167.6	178.7	192.4	210.3

表 D.0.3-17 1 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	4.27	4.84	5.69	7.12	10.18	21.85	15.75	9.01	6.73	5.53	4.78	4.25

表 D.0.3-18 2 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	1.98	2.10	2.23	2.40	2.59	2.85	3.18	3.65	4.38	5.68	9.01	17.03
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	8.73	5.77	4.51	3.79	3.32	2.97	2.71	2.51	2.34	2.20	2.08	1.98

表 D.0.3-19 3 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	1.29	1.33	1.38	1.44	1.50	1.57	1.65	1.74	1.85	1.97	2.13	2.32
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

续表 D.0.3-19

比例/%	2.58	2.92	3.43	4.27	6.06	12.86	9.65	5.39	4.00	3.28	2.83	2.52
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	2.28	2.10	1.95	1.83	1.73	1.64	1.56	1.49	1.43	1.38	1.33	1.29

表 D.0.3-20 24 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	0.13	0.18	0.15	0.22	0.11	0.08	0.07	0.11	0.10	0.07	0.07	0.05
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	0.05	0.19	0.27	0.09	0.10	0.08	0.10	0.10	0.14	0.11	0.09	0.10
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	0.11	0.10	0.14	0.10	0.12	0.12	0.11	0.11	0.09	0.09	0.08	0.08
时段	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
比例/%	0.11	0.11	0.13	0.17	0.14	0.18	0.11	0.10	0.09	0.10	0.15	0.12
时段	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
比例/%	0.14	0.10	0.12	0.13	0.14	0.13	0.13	0.11	0.08	0.09	0.12	0.09
时段	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
比例/%	0.08	0.09	0.08	0.06	0.08	0.09	0.10	0.07	0.08	0.11	0.11	0.12
时段	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
比例/%	0.14	0.11	0.06	0.09	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.09	0.10	0.10
时段	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
比例/%	0.11	0.18	0.20	0.22	0.22	0.19	0.18	0.22	0.23	0.22	0.24	0.23
时段	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
比例/%	0.28	0.33	0.27	0.42	0.41	0.37	0.45	0.52	0.52	0.47	0.59	0.57
时段	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
比例/%	0.47	0.68	0.54	0.53	0.48	0.49	0.55	0.62	0.71	0.73	0.75	0.76
时段	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132

续表 D.0.3-20

比例/%	0.69	0.88	0.78	0.80	0.93	1.17	1.29	1.45	1.48	1.63	2.29	2.53
时段	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
比例/%	2.59	2.73	2.47	6.09	2.60	2.64	2.76	2.40	1.96	1.80	1.06	1.08
时段	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
比例/%	1.16	1.05	0.95	0.91	0.96	0.86	0.69	0.55	0.49	0.47	0.46	0.39
时段	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
比例/%	0.39	0.38	0.40	0.44	0.40	0.46	0.42	0.35	0.33	0.37	0.39	0.37
时段	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
比例/%	0.37	0.33	0.39	0.30	0.31	0.27	0.23	0.26	0.27	0.30	0.28	0.22
时段	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
比例/%	0.24	0.21	0.21	0.22	0.17	0.19	0.18	0.16	0.15	0.16	0.20	0.15
时段	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
比例/%	0.16	0.16	0.19	0.19	0.14	0.12	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13
时段	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
比例/%	0.11	0.11	0.18	0.22	0.18	0.14	0.13	0.17	0.17	0.12	0.13	0.13
时段	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
比例/%	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.10	0.09	0.11	0.10	0.11	0.09	0.19
时段	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
比例/%	0.17	0.18	0.15	0.12	0.09	0.10	0.13	0.09	0.07	0.09	0.08	0.10
时段	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
比例/%	0.13	0.12	0.09	0.09	0.10	0.10	0.12	0.11	0.11	0.08	0.08	0.11
时段	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
比例/%	0.11	0.08	0.08	0.06	0.09	0.08	0.08	0.10	0.12	0.11	0.10	0.08
时段	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276
比例/%	0.08	0.07	0.10	0.11	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.06	0.09	0.12
时段	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
比例/%	0.08	0.09	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.07	0.06	0.08	0.06	0.09

V 区设计暴雨雨型:

表 D.0.3-21 设计暴雨量

(单位:mm)

	2 年	3 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
1 小时	34.4	39.1	44.8	52.0	58.8	62.7	67.8	74.3
2 小时	43.2	49.2	56.3	65.3	74.0	78.9	85.3	93.5
3 小时	50.6	57.6	66.1	76.7	86.9	92.6	100.2	109.9
24 小时	89.1	103.2	118.5	136.9	153.9	163.3	174.8	189.9

表 D.0.3-22 1 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	3.18	3.92	5.15	7.57	14.23	27.28	13.55	8.10	5.76	4.47	3.67	3.12

表 D.0.3-23 2 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	1.32	1.46	1.64	1.88	2.22	2.71	3.52	5.08	9.19	21.60	12.74	7.43
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	5.21	4.01	3.27	2.77	2.40	2.13	1.92	1.74	1.60	1.48	1.38	1.30

表 D.0.3-24 3 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	0.82	0.88	0.95	1.04	1.14	1.28	1.45	1.69	2.04	2.59	3.60	5.97
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	16.05	14.84	7.98	5.39	4.06	3.27	2.74	2.36	2.08	1.86	1.69	1.55
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	1.43	1.33	1.24	1.17	1.10	1.05	0.99	0.95	0.91	0.87	0.84	0.81

表 D.0.3-25 24 小时设计暴雨过程

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
比例/%	0.10	0.10	0.08	0.07	0.04	0.13	0.06	0.09	0.16	0.19	0.14	0.10
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
比例/%	0.11	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.11
时段	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
比例/%	0.09	0.07	0.09	0.10	0.06	0.09	0.06	0.05	0.07	0.06	0.08	0.05
时段	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
比例/%	0.05	0.08	0.09	0.09	0.17	0.17	0.18	0.18	0.16	0.11	0.10	0.09
时段	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
比例/%	0.08	0.06	0.06	0.07	0.11	0.12	0.13	0.10	0.08	0.12	0.15	0.14
时段	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
比例/%	0.11	0.13	0.19	0.14	0.09	0.11	0.13	0.11	0.08	0.08	0.09	0.09
时段	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
比例/%	0.13	0.09	0.11	0.09	0.10	0.13	0.15	0.23	0.24	0.25	0.19	0.16
时段	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
比例/%	0.10	0.11	0.07	0.08	0.13	0.21	0.26	0.22	0.22	0.21	0.28	0.33
时段	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
比例/%	0.32	0.33	0.43	0.52	0.43	0.66	0.63	0.57	0.45	0.58	0.62	0.53
时段	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
比例/%	0.45	0.41	0.44	0.56	0.65	0.61	1.05	0.98	1.02	0.82	0.82	0.76
时段	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
比例/%	0.80	1.01	1.02	0.77	1.03	1.14	1.83	2.07	2.13	2.28	2.01	4.79
时段	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
比例/%	1.86	1.98	1.71	1.98	1.88	1.48	1.15	0.81	0.90	0.94	0.96	0.86
时段	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
比例/%	0.95	0.89	0.66	0.54	0.55	0.68	0.69	0.71	0.63	0.56	0.67	0.56

表 D.0.3-25 24 小时设计暴雨过程

时段	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
比例/%	0.48	0.59	0.56	0.50	0.36	0.40	0.44	0.45	0.42	0.43	0.40	0.31
时段	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
比例/%	0.34	0.47	0.44	0.44	0.39	0.36	0.43	0.41	0.42	0.46	0.45	0.48
时段	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
比例/%	0.45	0.46	0.43	0.49	0.36	0.19	0.23	0.30	0.36	0.33	0.23	0.28
时段	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
比例/%	0.30	0.39	0.32	0.31	0.28	0.21	0.23	0.22	0.26	0.24	0.25	0.30
时段	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
比例/%	0.32	0.30	0.15	0.13	0.21	0.19	0.19	0.13	0.13	0.18	0.21	0.21
时段	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
比例/%	0.27	0.20	0.21	0.17	0.16	0.16	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.09
时段	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
比例/%	0.14	0.12	0.16	0.14	0.12	0.16	0.15	0.16	0.15	0.14	0.15	0.13
时段	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
比例/%	0.13	0.12	0.11	0.13	0.11	0.12	0.10	0.10	0.12	0.13	0.09	0.09
时段	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
比例/%	0.09	0.08	0.09	0.13	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09	0.11	0.09	0.07
时段	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276
比例/%	0.08	0.07	0.06	0.05	0.09	0.09	0.10	0.11	0.08	0.07	0.08	0.10
时段	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
比例/%	0.08	0.09	0.09	0.07	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.09	0.08	0.25

附录 E 自记纸降雨记录资料处理

E.0.1 对以自记纸形式保存的历史降雨自记记录资料,推荐使用中国气象局组织编制的“降雨自记纸彩色扫描数字化处理系统”进行数字化处理。该系统通过计算机扫描、图像处理、数据处理,将气象站降雨自记纸图像进行数字化转换,成为逐分钟降雨量,并需要经人工审核或修正后,录入数据库。

附录 F 暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型的有效数字

F.0.1 可参照《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170-2008 的要求,合理修约并保留有效数字。一般地,降雨历时以分钟(min)计,取整数;降雨量以(mm)计,保留 2 位小数;降雨强度,如 5 分钟降雨强度以(mm/5min)计,保留 2 位小数;暴雨重现期以年(a)计,取整数。经验参数 A_1 保留 3 位小数;经验参数 c 保留 3 位小数;经验参数 b 保留 1 位小数;经验参数 n 保留 3 位小数。

附录 G 山地城市非金属管道排水 最大流速试验成果

G.0.1 管材的选择关系到系统的抗冲刷能力,抗冲刷能力与管道内流速密切相关。目前对管道抗冲刷能力的研究较少,我国现行《室外排水设计规范》(GB50014)中对管道最大设计流速的规定较笼统,不同管材的抗冲刷能力存在差异,最大设计流速的规定也应有所区分,以更好的发挥新型管材的优势。本课题重点研究塑胶管道的耐冲刷能力与相关水力参数(流速等)的关系。为山地城市排水系统的优化设计和管理维护提供技术参考,提高山地城市排水系统的运行效率。

G.0.2 几种材质滚动磨损试验结果如下:

表 G.0.2 双壁波纹管、HDPE 压力管、钢管、玻璃钢夹砂管、混凝土管不同旋转数下的磨损量(mm)

项目	40 万次	60 万次	80 万次	100 万次
钢管	0.012	0.024	0.061	0.061
夹砂管	0.012	0.024	0.069	0.090
HDPE 管	0.041	0.092	0.127	0.148
双壁波纹管	0.042	0.083	0.119	0.147
混凝土管	0.400	0.510	0.635	0.765

图 G.0.2 显示,随着旋转次数增加,五种管材的磨损值随旋转次数均呈线性增加,在实验条件基本相当的情况下,100 万转时水泥管磨损值为 0.765mm,钢管 0.0616mm(表 1),四种管材的耐磨性能依次为:钢管>玻璃钢夹管>双壁波纹管>HDPE 压力管>钢筋混凝土管。

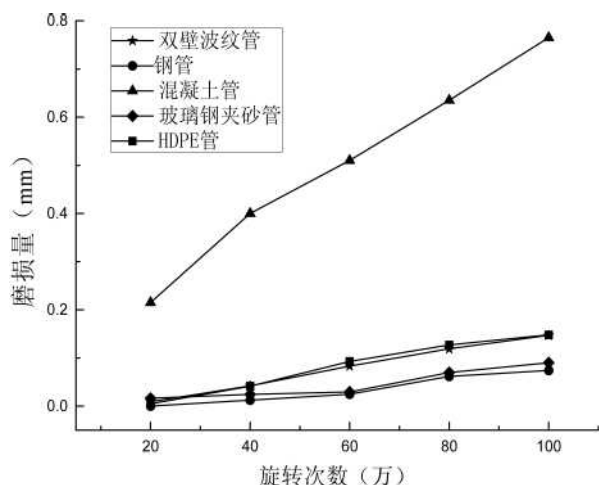


图 G.0.2 五种管道磨损情况

G.0.3 数据分析过程如下:

1 思路

现有规定钢管最大设计流速 10m/s, 水泥管最大流速 5m/s, 据试验表明, 钢管磨损量最小, 水泥管磨损量最大, 以钢管最大流速为上限, 水泥管最大流速为下限, 相对应磨损值为参数拟合曲线, 计算出其他材质对应条件下磨损值的设计流速; 以 HDPE 管冲刷数据及降雨统计数据验证。

2 内插计算几种塑胶管道设计流速

根据试验结果, 以钢管的最大流速为上限, 钢筋混凝土的流速为下限, 假定流速(x 值)分别为 5.0m/s 和 10m/s 试验中钢筋混凝土管和钢管旋转 100 万次 80 万次 60 万次后的磨损值作为对应的 y 值得到以下方程。

$$K = -0.140V + 1.468 \text{ (100 万转)} \quad (\text{G.0.3-1})$$

$$K = -0.114V + 1.208 \text{ (80 万转)} \quad (\text{G.0.3-2})$$

$$K = -0.097V + 0.996 \text{ (60 万转)} \quad (\text{G.0.3-2})$$

式中: V 流速, m/s;

K 管道磨损值, mm。

将 HDPE 管压力管和双壁波纹管旋转 100 万次,80 万次,60 万次后的磨损量代入到对应的拟合方程中得到不同材质管道的最大设计流速见表 G.0.3-1。

表 G.0.3-1 不同旋转次数下各种管材的最大设计流速拟合计算结果

项目	钢管	玻璃钢夹砂	HDPE 压力管	双壁波纹管	混凝土
100 万转	10m/s	9.85m/s	9.42m/s	9.43m/s	5m/s
80 万转	10m/s	9.99m/s	9.49m/s	9.55m/s	5m/s
60 万转	10m/s	10m/s	9.32m/s	9.41m/s	5m/s

3 HDPE 压力管最大设计流速验证

通过滚筒在相同工况下对几种管材进行模拟冲刷磨损试验,内插法计算出几种塑胶管道最大设计流速均大于 9m/s,故冲刷试验最大设计流速按照 9m/s 设定验证。试验的过程中通过流量计来检测管道流速,流量计的实际过水内径为 100mm,流速约 2.54m/s,以此换算出 DN63, DN75, DN90(以实际内径计)的流速分别为 9.0 m/s, 6.4 m/s, 4.5 m/s。

冲刷验证试验结果如表 G.0.3-2、图 G.0.3,不同冲刷流速条件下,磨损值与冲刷时间呈线性增长趋势。1000 h 时,9m/s 流速条件下磨损量约 0.24mm。综合三种不同流速的磨损值,可以推断磨损值的大小与管道流速成线性正比,且流速越大磨损值增加越明显,说明流速是管道磨损的重要因素。

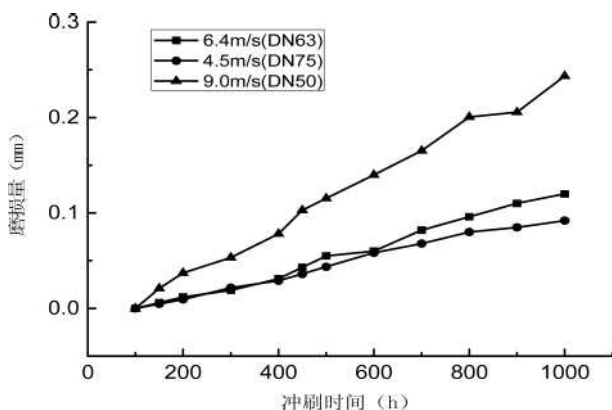


图 G.0.3 HDPE 管冲刷试验磨损情况

表 G.0.3-2 不同流速的水流随冲刷时间变化对管壁冲刷情况统计

	9.0 m/s	6.4 m/s	4.5m/s
100 h	0.013	0.0082	0.004
200 h	0.033	0.016	0.009
300 h	0.061	0.025	0.017
400 h	0.089	0.034	0.029
500 h	0.117	0.043	0.038
600 h	0.143	0.059	0.051
700 h	0.17	0.078	0.060
800 h	0.194	0.095	0.069
900 h	0.205	0.111	0.074
1000 h	0.239	0.116	0.090

4 不同流速对管道的磨损计算

HDPE 压力管材在冲刷 100h、200h、300h、400h、500h、600h、700h、800h、900h、1000h 后的管道平均磨损值见表 G.0.3-3。

表 G.0.3-3 HDPE 压力管道冲刷磨损值表

	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s
100h	0.00045	0.00121	0.00223	0.00351	0.00505	0.00685	0.00891	0.01123	0.01381
200h	0.00055	0.00181	0.00387	0.00673	0.01039	0.01485	0.02011	0.02617	0.03303
300h	0.00056	0.00224	0.00554	0.01046	0.017	0.02516	0.03494	0.04634	0.05936
400h	0.00177	0.00461	0.00965	0.01639	0.02633	0.03797	0.05181	0.06785	0.08609
500h	0.00209	0.00556	0.01201	0.02144	0.03385	0.04924	0.06761	0.08896	0.11329
600h	0.00468	0.01067	0.01974	0.03189	0.04712	0.06543	0.08682	0.11129	0.13884
700h	0.00632	0.01449	0.02604	0.04097	0.05928	0.08097	0.10604	0.13449	0.16632
800h	0.0081	0.01841	0.0323	0.04977	0.07082	0.09545	0.12366	0.15545	0.19082
900h	0.01015	0.0228	0.03873	0.05794	0.08043	0.1062	0.13525	0.16758	0.20319
1000h	0.01133	0.02474	0.04227	0.06392	0.08969	0.11958	0.15359	0.19172	0.23397

将上表的数据按流速-时间拟合得到不同流速下时间和冲刷量的对应关系曲线。根据重庆市 2004 年至 2014 年十年的降雨统计数据,利用 Inforworks ICM 软件,统计不同流速的时间分布,在设计最大流速为 9m/s 时,带入拟合方程中得出相应的十年冲刷磨损量,按照设计使用年限 50 年,计算结果如表 G.0.3-4 所示。

表 G.0.3-4 HDPE 压力管道五十年冲刷磨损值统计表

流速	时间 min	10 年降雨 (h)	50 年降雨 (h)	计算方程	磨损量
$8 \leq v < 9$	150	2.500	12.500	$y = 0.00013810x$ $R^2 = 1.00000000$	0.00173
$7 \leq v < 8$	850	14.167	70.833	$y = 0.0001992x - 0.0086100$ $R^2 = 0.99580781$	0.00550
$6 \leq v < 7$	1425	23.750	118.750	$y = 0.0001601x - 0.0083495$ $R^2 = 0.99423666$	0.01066

表 G.0.3-4 HDPE 压力管道五十年冲刷磨损值统计表

流速	时间 min	10 年降雨 (h)	50 年降雨 (h)	计算方程	磨损量
$5 \leq v < 6$	2935	48.917	244.583	$y = 0.0001251x - 0.0078536$ $R^2 = 0.99064928$	0.02275
$4 \leq v < 5$	6230	103.833	519.167	$y = 0.0000942x - 0.0071222$ $R^2 = 0.98396620$	0.04180
$3 \leq v < 4$	17305	288.417	1442.083	$y = 0.0000675x - 0.0061554$ $R^2 = 0.97262119$	0.04584
$2 \leq v < 3$	40805	680.083	3400.417	$y = 0.0000448x - 0.0049531$ $R^2 = 0.95469136$	0.14765
$1 \leq v < 2$	101705	1695.083	8475.417	$y = 0.0000264x - 0.0035154$ $R^2 = 0.92976879$	0.22023
$0 < v < 1$	4117235	68620.583	343102.917	$y = 0.0000120x - 0.0018422$ $R^2 = 0.91345868$	4.13020
$v = 0$	967770	16129.500			
				合计	4.62635

G.0.4 试验结论如下：

- 1 拟合计算玻璃钢夹砂管的最大设计流速为 9.85m/s.
- 2 拟合计算 HDPE 压力管的最大设计流速为 9.42m/s.
- 3 拟合计算双壁波纹管的最大设计流速为 9.44m/s.

4 冲刷试验验证结果显示，在重庆地区 50 年使用期限内，HDPE 压力管道的设计流速为 9m/s 时，冲刷磨损量为 4.62mm，磨损率为 50.21%，管道结构没有因为冲刷磨损而破坏。

G.0.5 相关建议如下：

本试验结果在为期一年时间试验中所得数据推导完成，塑胶管道在实际使用中，应考虑老化及长期效应，建议塑胶管道最大设计流速为 8 m/s。本研究同重庆大学姜文超教授试验结果一

致,塑胶管道最大设计流速 8m/s 。2006 年重庆市政委文件(渝市政委[2006]178 号)《关于统一主城排水工程三级管网改造建设初步设计及技术措施的通知》中将 HDPE 双壁波纹管或其他复合材料管最大设计流速提升至 7.5m/s ,至今运行近 10 年,并未出现安全问题,为此次标准对塑胶管道流速的修订提供了重要支撑。

重庆工程建設

附录 H 管道的综合性能比较

表 H 管道的综合性能比较

管材 类型	PPHM 双壁 波纹管	热态缠绕 结构壁管	钢管	PE 钢带增 强波纹管	PE 双壁 波纹管	钢筋混凝土管	玻璃钢夹砂管
执行 标准	Q/ZGID 06-2013 埋地用高强度 聚丙烯 (PP- HM) 双壁波纹 管材	GB/T 19472. 2- 2004 埋地用聚 乙烯 (PE) 结构 壁管道系统第 2 部分: 聚乙烯缠 绕结构壁管材	GB/T 23257- 2009 埋地钢制 管道聚乙烯防 腐层	CJ/T 225-2011 埋地排水用钢 带增强聚乙烯 (PE) 螺旋波纹 管	GB/T 19472. 1- 2004 埋地用聚 乙烯 (PE) 结构 壁管道系统第 1 部分: 聚乙烯双 壁波纹管材	GB/T 11836- 2009《混凝土和 钢筋混凝土排 水管》	GB/T 21238- 2007《玻璃纤维 增强塑料夹砂 管》
使用 寿命	更长 (约 50 年 ~100 年)	更长 (约 50 年 ~100 年)	短 (约 30 年, 具 体使用寿命与 防腐等级相关 性大)	长 (约 50 年)	长 (约 50 年)	长 (约 50 年)	长 (约 50 年)
抗渗性	强	强	较强	强	较强	较弱	强
粗糙度 (n 值)	0.009 ~0.011 (0.01)'	0.009 ~0.011 (0.01)	0.012	0.009 ~0.011 (0.01)	0.009 ~0.011 (0.01)	0.013 ~0.014 (0.014)	0.009 ~0.011 (0.01)

续表 H

管材 类型	PPHM 双壁 波纹管	热态缠绕 结构壁管	钢管	PE 钢带增 强波纹管	PE 双壁 波纹管	钢筋混凝土管	玻璃钢夹砂管
耐腐 蚀性	不易被腐蚀,抗 酸碱腐蚀能力 强	不易被腐蚀,抗 酸碱腐蚀能力 强	耐酸碱腐蚀能 力较弱,产生泄 露造成地下水 污染	耐腐蚀,抗酸碱 能力强	不易被腐蚀,抗 酸碱腐蚀能力 强	耐酸碱能力不 强,保护层腐蚀 引起钢筋锈蚀, 接口处易泄露 造成污染	较好
卫生性	优	优	一般	好	好	差	一般
承受 外压	较易变形,埋深 需较大环刚度	可埋深,承受较 大外压	可埋深,承受较 大外压	较易变形,埋深 需较大环刚度	较易变形,埋深 需较大环刚度	可深埋,承受较 大外压,但接口 易被破坏引起 渗漏	较易变形,埋深 需较大环刚度
应用 口径	200mm ~ 1800mm	300mm ~ 3000mm	200mm ~ 1800mm	300mm ~ 3000mm	200mm ~ 1200mm	300mm ~ 3000mm	200mm ~ 4000mm
对管 沟基 础要求	较高	较高	较高	较高	较高	高	较高

续表 H

管材类型	PPHM 双壁波纹管	热态缠绕结构壁管	钢管	PE 钢带增强波纹管	PE 双壁波纹管	钢筋混凝土管	玻璃钢夹砂管
施工性	节省机械费用, 连接方便, 冬天气温低, 施工有保证	节省机械费用, 连接方便, 冬天气温低, 施工有保证	材质笨重、搬运、施工均不方便	节省机械费用, 连接方便, 冬天气温低, 施工有保证	节省机械费用, 连接方便, 冬天气温低, 施工有保证	材质笨重、搬运、施工均不方便, 手工连接作业性差	材质笨重、搬运、施工均不方便
施工方法	大开挖	大开挖	大开挖	大开挖	大开挖	大开挖、顶管	大开挖、顶管
主要接口方式	橡胶圈承插连接	电熔承插	现场焊接钢性接口、法兰盘连接, 小管径可采用卡箍连接	电熔承插式连接、热收缩	橡胶圈承插连接	企口和承插连接	套管橡胶圈止水
水头损失	小	小	小	小	小	较大	小
运输费用	较低	较低	较高	较低	较低	较高	较低

附录 J 埋地塑料排水管道覆土深度

J.0.1 基于重庆顾地塑胶电器有限公司提供的聚乙烯钢带增强螺旋波纹管和聚乙烯热态缠绕结构壁管的相关管材结构参数($y_0/D1/AS/σ_p$)和性能参数($SP/EP/f$),在车辆荷载等级为城-B级,沟槽开挖参数如边坡比为1:0.5,回填土、原状土土质为砂砾、砂卵石,细粒土含量不大于12%,回填土、原状土弹性模量分别为3MPa、5MPa、7MPa、14MPa的情况下,按照《埋地塑料排水管道工程技术规范》DG/TJ08-308中第四章各公式计算后,得出聚乙烯钢带增强螺旋波纹管和聚乙烯热态缠绕结构壁管二者均满足结构稳定性时的覆土深度值,具体见表J。实际运用中,应根据不同厂家提供的不同材质管材的结 构参数和性能参数,以及不同的地质条件、沟槽开挖条件、回填参数、荷载要求等,按照《埋地塑料排水管道工程技术规范》DG/TJ08-308中第四章各公式重新进行计算复核,该表仅供参考。

表 J.0.1 埋地塑料排水管道覆土深度参考表

环刚度	SN12.5				
	回填土压实系数	85	90	95	100
砂砾、砂卵石,细粒土含量不大于12%覆土深度	原状土标准贯入锤击数 $N_{63.5}$	$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	> 50
	回填土、原状土相对压实度和标准贯入锤击数 $N_{63.5}$ 下变形模量 (MPa)	3	5	7	14

续表 J.0.1

环刚度	SN12.5				
	管材口径(mm)	覆土深度(m)	覆土深度(m)	覆土深度(m)	覆土深度(m)
砂砾、砂卵石, 细粒土 含量不大于12% 覆土 深度	300	5.12	7.39	9.99	10.92
	400	5.27	7.56	10.46	11.44
	500	5.38	7.68	10.79	11.78
	600	5.41	7.71	10.88	11.88
	700	5.44	7.75	11.12	12.00
	800	5.52	7.84	11.22	12.24
	900	5.58	7.90	11.41	12.43
	1000	5.74	7.95	11.55	12.28
	1100	5.59	7.92	11.45	12.38
	1200	5.63	7.96	11.57	12.40
	1300	5.78	8.12	12.04	12.56
	1400	5.80	8.14	12.11	12.63
	1500	5.82	8.17	12.09	12.20
	1600	5.76	8.10	11.97	12.08

续表 J.0.1

环刚度	SN12.5				
	1800	5.79	8.14	12.09	12.36
砂砾、砂卵石, 细粒土 含量不大于 12% 覆土 深度	2000	5.83	8.18	12.23	12.44
环刚度	SN10				
	回填土压实系数	85	90	95	100
砂砾、砂卵石, 细粒土 含量不大于 12% 覆土 深度	原状土标准贯入锤击数 $N_{63.5}$	$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	> 50
	回填土、原状土相对压实度和标准贯入 锤击数 $N_{63.5}$ 下变形模量 (MPa)	3	5	7	14
	管材口径 (mm)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)
	300	4.75	7.02	8.69	9.55
	400	4.90	7.20	8.09	9.07
砂砾、砂卵石, 细粒土 含量不大于 12% 覆土 深度	500	5.01	7.32	8.42	9.42
	600	5.04	7.35	8.51	9.51
	700	5.08	7.39	8.63	9.63
	800	5.15	7.47	8.73	9.86
	900	5.21	7.53	8.04	9.06

续表 J.0.1

环刚度	SN10					
	1000	5.37	7.59	8.19	9.21	
砂砾、砂卵石, 细粒土 含量不大于 12% 覆土 深度	1100	5.22	7.55	8.08	9.11	
	1200	5.06	7.59	8.22	9.23	
	1300	5.11	7.75	8.68	9.70	
	1400	5.13	7.77	8.74	9.76	
	1500	5.15	7.80	8.82	9.84	
	1600	5.19	7.73	8.62	9.63	
	1800	5.13	7.77	8.72	9.75	
	2000	5.16	7.81	8.83	9.86	
环刚度	SN8					
	回填土压实系数	85	90	95	100	
砂砾、砂卵石, 细粒土 含量不大于 12% 覆土 深度	原状土标准贯入锤击数 $N_{63.5}$	$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	> 50	
	回填土、原状土相对压实度和标准贯入锤击数 $N_{63.5}$ 下变形模量 (MPa)	3	5	7	14	
	管材口径 (mm)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)	

续表 J.0.1

环刚度	SN8						
	300	4.46	5.96	6.46	8.26		
	400	4.61	6.11	6.66	8.28		
	500	4.72	6.12	6.62	8.38		
	600	4.74	6.24	6.74	8.62		
	700	4.78	6.28	6.78	8.84		
	800	4.86	6.36	6.86	8.98		
	900	4.92	6.42	6.92	8.27		
	1000	4.87	6.57	7.07	8.21		
	1100	4.63	6.43	7.13	8.82		
	1200	4.67	6.47	7.22	7.54		
	1300	4.11	6.61	7.28	7.40		
	1400	4.13	6.63	7.13	7.47		
	1500	4.16	6.66	7.22	7.52		
	1600	4.09	6.59	7.03	7.34		
	1800	4.13	6.63	7.11	7.46		
	2000	4.16	6.36	7.94	7.56		

砂砾、砂卵石, 细粒土
含量不大于 12% 覆土
深度

续表 J.0.1

环刚度	SN4				
	回填土压实系数	85	90	95	100
砂砾、砂卵石, 细粒土 含量不大于 12% 覆土 深度	原状土标准贯入锤击数 $N_{63.5}$	$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	> 50
	回填土、原状土相对应压实度和标准贯入 锤击数 $N_{63.5}$ 下变形模量 (MPa)	3	5	7	14
	管材口径 (mm)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)	覆土深度 (m)
	300	3.08	5.43	5.93	6.33
	400	3.16	5.52	6.02	6.42
	500	3.33	5.62	6.62	6.92
	600	3.40	5.73	6.23	6.63
	700	3.42	5.82	6.32	6.72
	800	3.43	5.93	6.43	6.90
	900	3.52	5.96	6.56	6.93
	1000	3.66	5.98	6.48	6.81
	1100	3.68	5.02	5.52	6.02
	1200	3.97	5.03	5.53	5.94

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
《室外排水设计规范》GB 50014
《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069
《地下工程防水技术规范》GB 50108
《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332
《城镇给水排水技术规范》GB 50788
《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170
《污水排入城市下水道水质标准》CJ 3082
《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6
《城市桥梁设计规范》CJJ 11
《城市道路工程设计规范》CJJ 37
《合流制系统污水截流井设计规程》CECS 91:97
《公路桥涵设计通用规范》JTG-D60-2004
《地面气候资料 30 年整编常规项目及其统计方法》QX/T 22
《地面气象观测规范》第 8 部分:降水观测 QX/T 52
《地面气象观测资料质量控制》QX/T 118
《重庆市城市道路交通规划及路线设计规范》DBJ 50-064
《城镇给水排水构筑物及管道工程施工质量验收规范》DBJ 50-108
《城镇内涝防治技术规范》GB 51222

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

山地城市室外排水管渠设计标准

DBJ50/T-296-2018

条文说明

2018 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	75
3	水量计算	76
3.1	水量计算方法	76
3.2	径流计算模型	77
3.3	暴雨强度公式及设计暴雨雨型	77
3.4	重现期	78
3.5	径流系数	82
4	排水管渠	84
4.1	一般规定	84
4.2	水力计算	87
4.3	管道流速	88
4.4	管材与基础	89
4.5	渠道	91
4.6	陡坡与跌水	93
5	附属构筑物	96
5.1	一般规定	96
5.2	检查井	96
5.3	跌水构筑物	98
5.4	雨水口	100
5.5	截流井	102
5.6	倒虹管	103
附录 A	暴雨强度公式的编制方法	107
附录 E	自记纸降雨记录资料处理	108

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 国家已出台《室外排水设计规范》GB 50014 等包含管渠设计的相关标准,但国家标准针对的是全国范围,涉及面广,有关区域性山地城市的内容还有欠缺。重庆市属于典型山地城市,其地形、地质、地貌及气候等均有别于国内其他平原城市,比如:地形起伏变化,管道敷设方式多种多样,架空敷设常见,部分埋地敷设的管道埋深大;地质条件变化较大,特别是土地整治平场中的大挖大填现象普遍,排水管网纵向易发生不均匀沉降;城市道路纵向坡度大,排水管渠系统流速及上、下游落差大,跌落构筑物使用较多;雨峰靠前,雨型急促,短时易形成暴雨或强降雨,排水系统负担重等。因此,编制适用于山地城市室外排水管渠的设计标准,作为《室外排水设计规范》GB50014 的科学合理调整和补充。

1.0.2 规定该标准的适用范围。

1.0.3 说明本标准与国家、地方有关标准的衔接。

3 水量计算

3.1 水量计算方法

3.1.2 居民生活污水定额和综合生活污水定额应根据重庆市给水专项规划或其他法定规划确定用水定额,当用水定额按人均综合用水量定额计算时,污水定额宜按用水定额的低限取值,当按人均综合生活用水量定额计算时,污水定额宜按用水定额的高限取值;主城区经济发达的地区取高限,发展相对迟缓的边缘地区取低限。

3.1.3 给出了综合生活污水总变化系数,采用了函数表达,增加计算的适用性。

3.1.4 规定工业区内生活污水量、沐浴污水量的确定原则。

3.1.5 规定工业废水量及变化系数的确定原则。

3.1.6 规定雨水设计流量的计算公式。当污水处理厂经处理的尾水作为管道下游河道补水,江水源热泵的尾水排入雨水管,在暴雨期间,尾水是不停止,包括经允许排入雨水管道的生产废水,在雨水设计流量计算时应考虑这类汇入水量。径流系数选取宜考虑远期计算范围的下垫面是否变化,按最不利变化选取。

3.1.7 规定合流管渠设计流量的计算公式。公式中 Q_d 、 Q_m 、 Q_{dr} 均以平均日流量计。

3.1.8 规定截流井以后管渠流量的计算公式。公式中 Q'_d 以平均日流量计。

本公式包括截流井以后的合流管道和污水管道,截流倍数 n_0 应根据旱季污水的水质、水量,排放水体的环境,对初期雨水收纳半径及收纳程度,所在区域的经济状况,水文、气候、排水区域大小等综合因素确定,其截流倍数宜与国标相同,采用 2~5,同一排

水系统中,可采用不同截流倍数。

3.1.9 在城镇经常出现管渠上游段为合流制,下游段为分流制的情况。当截流溢流井前为合流制管道,而截流溢流井后为分流制管道时,截流溢流井下游第一段雨水管渠设计流量按本条公式计算。

截流倍数 n_0 应根据早流污水的水质、水量、排水水体的环境容量、初期雨水量、水文、经济及排水流域大小等因数确定,宜采用 2~5。

3.2 径流计算模型

3.2.1 根据《室外排水设计规范》GB 50014 要求汇水面积超过 2km^2 时,宜采用数学模型法计算,但在城市重要的排水通道,特别是在重要的道路、立交,政府行政大楼、博物馆、医院、军工等重要的建构筑物建造相关的雨水量计算时,应采用数学模型法计算,并对内涝重现期风险进行评估,工程范围外的区域可适当降低标准。

3.2.2 数学模型模拟的参数主要包括下垫面径流系数、暴雨强度公式及设计暴雨雨型等,在不同地形、地质、地貌、气象和水文条件下的参数取值是不一样的,因此需要结合当地情况进行实验研究得出,无研究数据的地区可参照类似区域选取。

3.3 暴雨强度公式及设计暴雨雨型

3.3.1 规定了暴雨强度公式编制的必要性。

3.3.2 使用年最大值法建立暴雨强度公式修订所需的样本,针对暴雨局地性强的特征,利用 34 个国家气象站及 1840 个区域站分析重庆市各历时最大降水量空间分布特征以及年代际变化特征,根据皮尔逊-Ⅲ型、耿贝尔分布和指数分布函数对各站各历时降雨的概率分布进行拟合,按规定的方法进行误差分析、精度检验,选取精度最高的暴雨强度公式。

3.3.3 气候变化具有显著的阶段性特征,降水资料本身存在明显的年代际变化,随着重庆主城区城市化建设进程加快,建议每隔 5 年对重庆市暴雨公式进行复核,有偏差处及时修订。

3.3.4 设计暴雨量取样方法与暴雨强度公式取样方法一致(采用年最大值法),设计暴雨过程取样采用年最大值法。

3.4 重现期

3.4.1 条文 1 中重现期选取根据风险后果在重庆主城区及其他区县的城市中心宜采用 5 年,区县边缘地区宜采用 3 年,条文中的重要地区可参考表 3.4.1-1,其中汇水面积在 50km^2 及以上采用 10 年,主要考虑面积大的水系在城市中属于中至大排水系统,应重视风险后果,故提高重现期,排水系统大者取高限。

表 3.4.1-1 防护对象的重要性

重要性	防护对象	
重要	城市主干道及以上等级道路、铁路、过江(湖)地下隧道、下穿通道(道路、铁道等)、立交桥等	医院、学校、档案馆、行政中心、重要文物地、下沉式广场等重要建构筑物,交通枢纽等重要公共服务设施用地、保障性大型基础设施用地、省市防涝救灾指挥机关用地
一般	次干道、支路	其他地区

条文 2 中重庆主城区按特大城市、区县按大城市标准采用,但区县的核心位置及重要的地方,可采用特大城市的水文重现期标准。

雨水管渠设计重现期,应根据汇水区地区性质、地形特点和气候特征等因素,经技术经济比较后确定。

表 3.4.1-2 为世界主要城市重现期及城市主要情况统计表,重庆在气候条件上与各大国际城市存在显著差异,伦敦、巴黎、柏

林三座城市虽然年降雨量与重庆接近,但是伦敦、巴黎属于温带海洋性气候,柏林属于温带大陆性气候,这些城市全年降雨较为均匀,暴雨较少;纽约属于亚热带季风气候,其全年降雨总量较大,降雨和暴雨特点与属于温带季风气候的重庆较为不同,因此,重现期取值时需要充分考虑重庆与世界城市气候上的差异。

表 3.4.1-2 世界主要城市重现期及城市主要情况统计表

城市	重现期		降雨强度(毫米/小时)
	小排水系统 重现期(设计 重现期)(年)	大排水系统 重现期(洪灾 重现期)(年)	
纽约	10~15	100	
巴黎	5		
巴塞罗那	10		212
休斯敦	2	100	
迈阿密	5~10	100	5 年一遇暴雨为 84
洛杉矶	最高 10	50~100	
东京	3		50
大阪	12		60
名古屋	5		50
神户	10		48
伦敦	3	50	
多伦多	2~10		
丹佛	2~10	100~500	5 年一遇暴雨为 34,100 年一遇暴雨为 65
悉尼	10~100	100	10 年一遇暴雨为 63,100 年一遇暴雨为 97
柏林	25	100	
札幌	10		34
横滨	10		60
北京	4		50

注:本表引自《北京市城市雨水系统规划设计标准研究》。

根据城市发展现状,并参照国外标准,将“城区地下通道和下沉式广场等”单独列出。由于城区地下通道和下沉式广场的汇水面积可以控制,且一般不能与城镇内涝防治系统相结合,因此采用的设计重现期应与内涝防治设计重现期相协调。地下通道和下沉式广场等雨水排水系统设计重现期的确定,在原则上应根据工程造价和运行的费用(设置提升设施),以及由于暴雨超过设计重现期被淹没所造成的正常生活秩序的影响、财产损失后果,经综合比较确定经济、合理的设计重现期。

条文3中,立体交叉道路的下穿部分往往是所处汇水区域较低的部分,雨水汇流量大,如果排水不及时,必然会引起严重积水。国外相关标准中均对立体交叉道路排水系统设计重现期有较高要求,美国联邦高速公路管理局规定,高速公路“低洼点”(包括下立交)的设计标准为最低50年一遇,因此参照发达国家和我国部分城市的经验,将立体交叉道路的排水系统设计重现期规定为不小于10年,重要的立体交叉道路排水系统宜采用20年,位于中心城区重要地区的立体交叉道路排水系统,设计重现期为20年~30年。对同一立交道路的不同部位可采用不同重现期。

条文4合流管道的短期积水会污染环境,散发臭味,引起较严重的后果,故合流管道的雨水设计重现期可适当高于同一情况下的雨水管道设计重现期。

3.4.2 条文中表述存在积水风险是从两方面考虑,其一是管道在相同暴雨流量下,大坡度的管道受重力加速度及其他外部条件的影响,往往工程实际中比计算流速快,从水力软件内涝模拟计算,受阻点也多在此种条件下发生;其二是道路坡度大,雨水口受流速影响,泄流能力减弱,不能进入雨水口收纳的雨水沿道路下泄,在缓坡处容易出现雨水流速慢而产生内涝。排水主管渠,在变坡无跌落和下游段过流能力不大于上游时,宜适当提高下游排水管渠的设计重现期。

3.4.3 规定内涝防治设计重现期的选用范围。城镇内涝防治的

主要目的是将降雨期间的地面积水控制在可接受的范围。根据内涝防治设计重现期校核地面积水排除能力时,应根据本地历史数据合理确定用于校核的降雨历时及该时段的降雨量分布情况,有条件的地区宜采用数学模型计算。如校核结果不符合要求,应调整设计,包括放大管径、增设渗透设施、建设调蓄池等。执行内涝防治设计重现期时,雨水管渠按压力流计算,即雨水管渠应处于超载状态。

3.4.4 条文是地面积水设计标准的基本规定。在运用模型软件时,针对重庆这种山地城市,还应考虑到道路上的水流速度,流速大对行人危险大,积水深度在模型模拟中,难以区分道路中一条车道的积水深度,在道路交叉口及转弯处,按竖向设计图也较难区分降雨时的路面积水界限,故模型模拟即可。按道路路面积水计算,表 3.4.4 是模型软件计算时内涝标准计算值,也与重庆排水防涝综合规划要求一致。

表 3.4.4 积水程度分级标准

内涝等级	评价要素	
	地面积水深度	流速
轻微积水	$\leq 0.15\text{m}$	$< 2\text{m/s}$
轻微内涝	$0.15 \sim 0.5\text{m}$	$< 2\text{m/s}$
	$\leq 0.15\text{m}$	$\geq 2\text{m/s}$
严重内涝	$> 0.5\text{m}$	
	$0.15 \sim 0.5\text{m}$	$\geq 2\text{m/s}$

注:积水程度分级评价时需考虑地面积水深度和流速两个评价要素同时满足进行。

“地面积水设计标准”中的道路积水深度是指该车道路面标高最低处的积水深度。当路面积水深度超过 15cm 时,车道可能因机动车熄火而完全中断,因此规定每条道路至少应有一条车道的积水深度不超过 15cm。

3.4.5 城市主要排水通道和泄洪通道,是排水、防涝、防洪的重

要连接线,应保证其完好通畅,并按高重现期复核;按规定 50 年以上重现期形成的内涝风险,不宜再实施工程措施改造,宜辅以调蓄设施保证其 100 年等大重现期下的排水系统正常运转。具体方式由设计人员根据工程实际情况,因地制宜,经经济技术比较后确定。

调蓄设施包括城市水域的水库、堰、塘,应急的公园下凹绿地,淹没影响不大的应急下凹场地等。管渠设计中,还应对本区域洪水或过境洪水对排水管渠、泄洪通道产生的影响采取必要的应对措施,如倒灌、管道的淹没出流、泥砂淤积等。

3.5 径流系数

3.5.1 小区的开发,应体现低影响开发的理念,不应由市政设施的不断扩建与之适应,而应在小区内进行源头控制。本条规定了应严格执行规划控制的综合径流系数,此外,还提出了综合径流系数高于 0.7 的地区应采用渗透、调蓄等措施。

径流系数,在降雨过程中并不恒定,计算时应考虑不同下垫面的水的渗透率随时间而降低,依据重庆市水利局 2000 年对全市区县(包括建成区和原始区域)的产汇流实地调查监测,各区县的产汇流系数为 0.40~0.55,主要是由于山地城市坡度陡且土层薄,下层岩石阻止水继续下渗,因此雨水未进行完全下渗,部分渗透水从岩石露头处重新溢出。

基于上述原因,表中的径流系数是在《室外排水设计规范》GB 50014-2006(2016 版)的基础上作了适当调整。径流系数可根据设计范围内的地形坡度和产流情况进行取值。

对于一个区域的综合径流系数,设计宜按远期或远景规划的下垫面情况为依据进行分析取值,而不是按现状下垫面为依据。

应核实地面种类的组成和比例,可采用的方法包括遥感监测、实地勘测等。

3.5.2 该条基本保持国标原有的强制性条文,改、扩建项目可采用加权平均法计算原综合径流系数。地区性的改、扩建项目应体现低影响开发理念,除应考虑整体改、扩建规划控制的综合径流系数外,还应执行规划的年径流总量控制指标及面源污染控制指标。

采用推理公式法进行内涝防治设计校核时,宜提高径流系数。当设计重现期为 20 年~30 年时,宜将径流系数提高 10%~15%;当设计重现期为 30 年~50 年时,宜提高 20%~25%;当设计重现期为 50 年~100 年时,宜提高 30%~50%;计算的径流系数大于 1 时,应按 1 计算。

4 排水管渠

4.1 一般规定

4.1.1 一般老旧城区排水改造有两种方式：一种是将合流制改为分流制，这种适用于旧城区与管网同步改造，老城区有走廊条件埋设污水管道的情况，实施分流后的雨污水管道在平面和竖向上与其他管道冲突不大；另一种是将合流制改为截流式合流制，三峡库区大部分旧城区人口密度大、街道狭窄，采用完全分流制时雨污水管道走廊及竖向标高难以满足，将带来大量拆迁、改造等问题。原为合流制排水体制的城镇可分期实行分流制，局部困难地方可暂时实行截流式合流制。

雨污分流应按照轻重缓急的原则，允许分段逐步改造实施。老城区完成改造后，仍然难以彻底实现雨污分流，设计中宜充分考虑对雨水管渠中剩余污水及初期雨水截流。

4.1.2 低影响开发设施、排水管渠、内涝防治设施和防洪设施构成了城市整个排水体系，四者应有效衔接。但在暴雨流量管径计算中，不考虑低影响开发设施对雨水的瞬时减量。

4.1.3 排水管道走廊主要依托道路为骨架设置，尽量避免设置在城市规划用地地块上。城市道路人行道的功能除考虑公益设施、公共性服务设施、行人通行宽度外，也兼有市政管网对周边的服务功能，市政管网应为保证检修、疏浚功能尽量布置在人行道下；当条件受限时，布置在慢车道或非机动车道下的管线，设计应尽量避免车辆主轮压在管道轴线及检查井上。

4.1.4 该条与《城市道路交通规划及路线设计规范》DBJ50-064-2007 中 4.9.5 条略有冲突，原条文为“应”，本条文为“宜”。根据近年来雨水管道的实际敷设情况，当车行道为双向 4 车道且人行

道宽度较窄时,雨水管道通常设置在慢车道上,若再双向设置雨水管道意义不大。故在综合管网布置中,当车行道为双向 4 车道且人行道较窄时,市政管线多设置在车行道上,且雨水管道设置在车行道上,经论证可单侧设置雨水管道;有条件的道路或雨水口连接管对其他管网布置有冲突的,还宜双向设置雨水管道。当道路坡向中心线时,可沿中心线布置雨水管道。

4.1.5 尽量利用山地城市坡度,采用重力流能满足排放要求的,避免采用中途提升方式,以减少管网投资维护费用及泵站日常运行费用。在地势平缓或道路坡度小的区域,排水管线太长造成管道埋深过大时,可采用中途提升,但必须进行多方案的技术经济比选,包括中途提升、末端提升、调整排水走向等方案,以确定最优方案。

4.1.6 管顶最小覆土深度与国家规范车行道下 0.7m 保持一致,但要求不能设置在道路的结构层内;当特殊情况管道顶覆土小于 0.7m 或进入道路结构层,须进行加固处理。

4.1.7 山地城市在斜坡上敷设排水管道比较普遍,管道外侧任何点应有足够覆土以避免边坡表层滑动及土壤流失而影响管道的埋设深度。在排水管道下方,不应有较大的凹点,避免管道基础虚设,暴雨时出现垮塌风险。

采用常规的方式回填斜坡,难以实现机械回填压实,基础难满足设计要求,故斜坡沟槽回填宜适当超深开挖后填压密实,以保证基础压实度。

4.1.8 根据回填边坡土体稳定要求,管道设置在 8m 坡内,坡率 1:1.5;管道设置在 8~20m 坡内,坡率 1:1.75;管道设置在大于 20m 坡内,稳定坡率为 1:2.0。管道设置在未经抗滑处理的滑坡地带,易发生断裂漏水,并造成坡体更加不稳定且难以修复,故管道不宜设置在上述区域。当管道必须通过新近回填坡体时,应有稳妥的安全措施;设计还应有检查井受表层土体推移的结构安全性计算。

4.1.9 山地城市坡度大,通常进水管流速大于倒虹管流速,携砂流速不同可导致倒虹管的淤积;重庆泥沙性粘,冲洗流速常常也难以清除管内淤积,工程近期时段因污水量小于设计污水量而流速低,淤积更为严重,管理困难,故在有架空条件时,优先采用架空。

采用架空方案,应考虑管道对河道泄洪的影响和洪水对管道的冲击;采用倒虹吸方案,应在进水井或前一检查井考虑沉砂措施,并定期冲洗。

4.1.10 原有管道有的在建(构)筑物底部穿过,是管理不规范造成;新建排水管道,特别是污水管道不宜在建(构)筑物下穿过,以保证安全。改扩建项目不允许排水管道再穿过建(构)筑物,宜作迁改,但既成事实建筑物下的排水管的拆迁改道,可在规划要求或后期建筑物迁改时处理。

4.1.11 当溪河本来的泄洪断面比较小,管道又需横跨设置在溪河中间时,应对溪河部分断面被管道占用段落的排洪能力进行验算。

4.1.12 当涵洞仅仅是作为排水通道而没有富裕空间时,不允许任何管线穿过涵洞;对于公路涵洞等较大型的涵洞,经方案比较、水力计算后有条件的可穿过。穿过涵洞的污水管管材、接头、检查井之间应严格密封,防止污水及沼气泄漏,涵洞内设置的检查井应采用压力井,并有防止污水管道上浮的安全措施。

4.1.13 对于可以明挖或采用顶管的道路,从工程量上进行比较,“埋深小于 8m 宜采用明挖”不是唯一的判别方法,应结合道路的重要性进行判别。受条件限制不可开挖的路段以及开挖产生社会影响较大而不宜开挖的路段,可不受本条制约。在非道路段,不受大开挖对周边环境影响的约束,可按工程费用比较及工期要求综合确定采用何种技术。非开挖技术包括顶管、盾构、定向钻等方式,设计可根据实际情况灵活采用。

4.1.14 排水管道与建筑物的水平净距 2.5m 是国标规定的最小

要求;当排水管道埋深深于建筑物基础时,建筑物基础对管道不应有偏载受力影响。

靠近管道的建构筑物在管道修建后开挖时,不能对管道造成影响;开挖边坡须满足安全边坡要求,预留至建筑物的最小安全距离应经计算确定;开挖线与管道净距不宜小于 1.0m,当达不到此要求时,应采用另外的结构安全措施;开挖方案宜进行论证,涉及基坑及边坡超限应按相关规定审查,并经过有关部门的审查同意。

4.2 水力计算

4.2.1 本条规定排水管渠流量的计算公式。

4.2.2 本条规定排水管渠流速的计算公式。

4.2.3 排水管渠粗糙系数是在国家规范的基础上,对部分取值进行了调整。在 2000 年重庆市主城排水工程设计中,参与项目设计的国内几大设计院对管渠粗糙系数进行了研究讨论,根据上海市政工程设计研究院给出对管材的追踪结果,使用十年以上的钢筋混凝土管的粗糙系数测定为 0.014,以此类推化学管材和钢筋混凝土箱涵采用使用若干年的粗糙系数分别为 0.010 和 0.015。表中所列塑料管材除 UPVC 管、PE 管、玻璃钢管等塑料管材之外,还包括粗糙系数为 0.01 的 PE 双壁波纹管、PE 钢带增强波纹管、热态缠绕结构壁管、PPHM 双壁波纹管等。

4.2.4 条文 1 中,污水管计算污水量时,在未包括分流系统不完善带来的雨水量或初期雨水量时,不宜按最大充满度设置,且最不利时不得超过最大充满度;条文 3 中,明渠超高除不得小于 0.2m 外,还应根据明渠大小、防洪标准,按《防洪标准》GB 50201 的要求执行;规定 4 中,雨水涵洞最大充满度也应满足《防洪标准》GB 50201 中关于箱涵剩余空间不小于 15% 的要求。对排水支管受地形或坡度限制采用矩形方沟,断面较小,可采用满流计

算,本规定只针对作为城市的排水主通道,汇水面积在 1km^2 以上的排水箱涵限制。相同条件的拱涵水面最大高度不应超过拱壁。

4.2.5 按照重庆市的地方规定,在原国家规范的基础上将污水管道、雨水管道和合流管道最小管径改为 400mm ,雨水口连接管改为 300mm ;小区排水管道管径不小于 300mm 。

4.3 管道流速

4.3.1 《室外排水设计规范》GB 50014 对金属管道和非金属管道进行了流速要求,金属管道最大流速为 10m/s ,非金属管道为 5m/s 。目前常用的非金属管道主要有塑胶管和钢筋混凝土管,从原有的试验及网络资料看,钢筋混凝土管耐冲刷能力较弱,塑胶管的抗冲刷能力较强。

山地城市对管道流速限制比较敏感,道路坡度大,非金属管道受限于 5.0m/s 的流速,很多地方的跌落多,并须设置跌落井,对管道检修、疏浚及工程造价不利。能否加大非金属管道流速,本标准编制的同时开展了相关的试验研究。

根据《山地城市非金属管道排水系统最大设计流速研究》(城科字 2015 第(2-19)号)成果,钢筋混凝土管耐冲刷能力较弱,塑胶管道的抗冲刷能力较强。以钢管最大设计流速 10m/s ,钢筋水泥管最大设计流速 5m/s 为上下限,同工况条件下的磨损量为依据,内插法得出几种塑胶管道最大设计流速都大于 9m/s 。以 9m/s 为设计流速,通过近一年的连续冲刷试验,并以重庆市 2004~2015 年共 11 年的 5min 降雨数据,在 50 年使用寿命期限内,管道磨损率约为 50%,考虑本试验仅开展了一年的冲刷模拟,管道实际使用应考虑长期效应,故将塑胶管道用于排放雨水时的流速定为 8m/s ,用于排放污水时在原国家规范基础上提高 20%,取 6.0m/s ,试验简要结果见附录 G。

另外,在《关于统一主城排水工程三级管网改造建设初步设

计及技术措施的通知》(渝市政委[2006]178号)一文中将 HDPE 双壁波纹管及其他复合材料管道的最大设计流速提升至 7.5m/s , 经近十年运行, 并未出现安全问题, 为本标准对塑胶管道流速的修订提供了重要支撑。

4.3.2 水压力流管道最小流速的限制值, 是参照《室外排水设计规范》GB 50014 中关于雨水管道和合流管道在满流时最小设计流速为 0.75m/s 的规定提出的。

4.4 管材与基础

4.4.1 本条提出了管材选用的原则, 其中常用管道的综合性能对比可参照附录 H, 塑料管材覆土深度和环刚度的分析可参照附录 J。对综合性能和环刚度分析不限于这几种管道。

4.4.2 排水管有钢筋混凝土管、塑胶管、钢管、球墨铸铁管等管材, 由于钢筋混凝土管密封和抗剪切性能较差, 接口易被沉降剪切、挤压破坏造成渗水, 《重庆市建设领域限制、禁止使用落后技术的通告》第 4 号明文规定, 因钢筋混凝土管接口易渗漏造成二次污染, 故管道直径 800mm 及以下的污水管道不得采用钢筋混凝土管。目前采用较多的是 HDPE 管、PE 管、玻璃钢夹砂管等塑胶管材; 塑胶管材不宜外露, 外露管材抗老化性能须满足使用寿命的要求; 管道接口宜优先采用电熔连接, 特别是有微量沉降的地域, 无沉降地带宜采用承插连接。

4.4.3 道路填方段宜采用高环刚度、抗变形能力较强的管材并不意味着对管道基础不处理, 基础处理仍要能达到管道不产生相对沉降的要求, 管道在绝对沉降下满足不影响管道的过水流量、管道不出现破坏的要求; 在有可能发生沉降的地域埋设管道, 应选用满足沉降后抗变形能力强、接口不拉裂渗漏的管材, 并有相应的防沉降措施。

4.4.4 由于陡坡管内雨污水流速高、携带的砂石对管壁冲刷大,

易致管壁磨损,影响管壁厚度,从而影响管道强度和使用寿命。陡坡上的基础处理应满足不沉降的要求,否则应按 4.4.3 条采取相应措施。

4.4.5 山地城市道路经常出现大挖大填情况,当管道置于回填土基础或软基础上时,容易出现基础的沉降,在此工况下若塑胶管道被混凝土整体包封,当基础沉降使包封体开裂时,管道与混凝土握裹两材料固定,致使包封体内的管道随之开裂;塑胶管道回填土上基础除按 4.4.3 条要求处理外,即使采用钢筋混凝土包封也应保证基础不沉降的要求。对不沉降的塑胶管包封,应考虑包封体和管道组合结构能满足抵抗全部外部荷载的产生的内力。

4.4.6 埋设在地表水或地下水以下的塑胶管管材,若有浮动,会带来管道变形,因此管道应满足抗浮及不变形的要求。管道接口处往往是容易发生渗漏的最薄弱点,为使管道不出现渗漏,要求采用密封性能好的接口。

4.4.7 管道的地基承载力,首先满足在上端土体荷载下,基础不出现变形沉降,实际上这种条件在计算上是容易达到的,很多未作地质勘测的地段,回填一定时间的土不太容易分辨回填土或原状土,难以确定可能出现的沉降及沉降量,包括沉降和非沉降土变化地段,若仅仅采用满足承载力要求时,可能出现基础沉降导致管道的渗漏及变形,为防止类似情况发生,基础宜按不发生沉降变形的或大于未经过处理的回填土的地基承载力进行设计,以保证管道不存在过大的沉降。

4.4.8 排水管道大部分敷设在道路下,埋深较大的管道基础已经超过道路压实度要求的范围,道路面层不出现相对沉降不一定代表在道路压实度要求范围外的土体不出现相对沉降,为保证不出现明显的相对沉降,要求管道下端基础的压实度不应小于 90%;当回填土过深时,宜在基础下面 5m 厚度(根据回填高度调整厚度)采用 93%~95%的机械碾压,达到相对沉降稳定层,在排水坡度很小的回填段落,应有防止沉降后排水出现倒坡的设计

措施。

4.4.9 为了保障管道达到沟埋式回填的要求,采用这种形式,若埋地式回填,管周边的回填土因不能达到机械碾压压实度,带来土壤的负摩擦力影响将使管道承受更大的压力,同时由于竖向土压力远大于侧向土压力,难以形成管土共同作用,易造成塑胶管变形而遭受破坏。依据《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中 4.6 节的规定,管径为 500mm 及以下的管道回填至管顶以上的距离宜不小于管径。

4.4.10 沟槽的放坡,除按地质资料推荐的放坡外,大部分按《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中表 4.3.3 放坡,但里面并没有岩石放坡,应另外给出放坡系数,对开挖深度较大的岩石层,当有外倾岩石走向或有软弱夹层时,开挖放坡应考虑开挖边坡的稳定而确定开挖放坡。对于开挖深度较大、地质条件不好的,主要按勘察资料给出的临时放坡系数采用。

4.5 渠道

4.5.1 本条规定了渠道的运用条件。渠道排水在埋设深度受限制的地方采用,收纳地表水。在保留水体的城镇排水系统中大部分以明渠形式存在,包括景观绿地的水环境、公园廊道水景观等;盖板涵或钢筋混凝土箱涵作为矩形涵以代替大型雨水管的埋设形式存在,也作为穿越道路、障碍物的架空涵。

4.5.2 有盖渠(涵洞)不管覆土深浅,从使用和结构受力等方面均宜采用矩形断面,明渠根据要求设计形态的不同、地质条件不同、结构类型不同采用多种设计形式。较小的沟渠采用矩形,溪河明渠常规采用梯形,受条件限制段也可采用矩形,较大明渠在常年基本水位下端为矩形,上端为放坡绿化的复式断面。渠道纵向在山地城市坡地段根据高差变化,常规采用阶梯跌落,垂直跌落。当渠道跌落形式不满足消能要求,应在跌落尾端设置消力

槛、消能池等消能设施施。

4.5.3 渠道设计流速按《室外排水设计规范》GB 50014 要求,明渠不宜大于 4.0m/s,钢筋混凝土涵不宜大于 5.0m/s。山地城市水系坡长、高差大,原有明渠在洪水时期流速远不止 4.0m/s,很多地方达到 10m/s 以上,形成深壑冲沟岩石底。渠道设计及改造中,坡度地带有条件的尽可能采用阶梯跌落消能并满足相关的流速要求,当受断面、过水流量、阶梯跌落困难的影响时,应经安全经济比较或者论证后,在保证自身结构安全下可适当提高流速,以满足受水流长期冲刷的底板及边墙能达到 50 年以上的使用年限,并论证本段设计流速提高不会对下段渠道及其他建(构)筑物产生影响。

在渠深较大行人通过有安全隐患的地方,应设置防止人坠落的安全护栏或其他安全措施,其要求参见相关的设计规范。渠道超流速应进行计算确定,当无资料时,增大后流速不应超过 10.0m/s,极端条件下短时间内不超过 15.0m/s(不宜超过 3h)。在边坡上形成的渠道,当两边形成的开挖或回填边坡超过一定限度,应按重庆市城乡建委《关于进一步加强全市高切坡、深基坑和高填方项目勘察设计管理的意见》进行高边坡论证。

4.5.4 若地基沉降大,除对结构容易造成破坏外,仍不能满足排水坡度的要求,经处理后的基础相对沉降,排水坡度下的设计过流能力应大于暴雨流量,相对沉降不对结构有不利影响。在岩土交界处、土质变化处,计算段应设置 20mm~30mm 宽的变形缝,污水涵洞应设置止水带及边缘止水密封膏或沥青麻丝填塞料,雨水渠道根据地质情况、断面大小及对周边的影响决定是否设置。大型涵洞最大变形缝长度不应超过 25m 给排水构筑物最大变形缝间距要求,并应根据地质条件、断面大小等因素计算确定,在非沉降地段,沉降缝间距相应大于回填土或软基段,可按 15m 考虑,回填土软土基础,应作减小,可按 8m~10m 考虑。

4.5.5 规定渠道的设计参数。

4.5.6 条文 1 中渠道接入涵洞及接出渠道,按照条文要求,水力

计算涵洞和渠道的过水流量基本相同,涵洞可调整坡度达到此要求,避免在涵洞口处壅水。涵洞按这一原则计算时,坡度应大于明渠,根据各段断面、糙率的不同,涵洞、衔接段和明渠可采用不同坡度达到泄流量相同的要求。

条文 2 中涵洞计算高度不应比上下游明渠水面连线高,设计应按上下游明渠水位作涵洞计算高度。

条文 3 中明渠和涵洞连接处应有涵洞边墙与明渠连接,防止洪水对涵洞侧向冲刷,明渠接涵洞宜明渠变断面衔接。若明渠底部及墙体无铺砌,因糙率不同,宜设置有铺砌的衔接段,衔接段外端设置齿墙,齿高不应小于 1.0m,并向前延伸不小于 2m 的铺砌段。

4.5.7 规定渠道和管道连接处的衔接措施。管道接入明渠,按明渠坡度设置八字墙或一字墙。排水管道接入涵洞或明渠时,水位高于管道,应作淹没状态水力计算,复核管道的过流能力能否满足设计要求。明渠水面受漂浮物的影响,接入管道处设置格栅避免管道的淤塞。

4.5.8 明渠的弯曲半径,对凸岸冲刷较大,除按条文要求外,在明渠流速超过 4.0m/s,对凸岸冲刷影响更大,宜增加转弯半径,包括铺砌明渠底、岸。渠道转弯半径定为保证渠道内水流有良好的水力条件。

4.5.9 本条规定是为维护生态环境而制定。常水位以上被淹没时间短,对生态护坡造成影响小。生态护坡根据坡比、土壤厚度、可能淹没时间设置相适应的生态绿化。

4.6 陡坡与跌水

4.6.1 陡坡与跌水的方式应结合排水断面大小、现场地形地质、跌落高度、施工难易程度和工程造价综合确定。常见竖井跌水消能是通过设置跌水井对落差进行跌水处理,优点是工艺成熟、施工简单,但需要对边坡进行开挖,存在有较大土石方开挖、跌落高

差有限、造价相对较高的问题,适用于小管径、落差小的陡坡段排水;陡坡管跌落是通过斜管加消能措施来处理高落差跌水,土石方开挖量小、造价低,但流速过快对管道使用寿命有影响,且排水断面较大的管道,其斜管固定较为困难,并且成本较高,适用于小管径、高落差的消能;陡坡急流槽需通过急流槽加消能池来处理高落差跌水消能,土方开挖量较小,适用于涵及大管径、高落差的消能;阶梯跌落一般用于方形涵,跌落效果好,但跌落段基础要求高,回填土段的钢筋混凝土箱涵造价相对高。

4.6.2 管道的过水流量是根据坡度和断面确定,在同一设计段中,可以取不同的坡度和断面,上游坡度缓断面大,下游坡度大其断面可按水力计算确定,可缩小的断面,常规下减小1级管径,但不得超过2级,以保证管道整体的协调。

4.6.3 阶梯跌落涵坡比不宜大于1:1.5,以保证常规下的阶梯跌落段水体基本不出现紊流,在上游水流较大时不出现射流现象;当大于1:1.5至1:1.0时,涵内流速较大,在流量大流速快工况时有射流出现,阶梯跌落所起的效果较差;当大于1:1.0坡度为45°时,阶梯跌落射流状态明显,此时涵上部水体阶梯跌落的消能作用基本消失。故大于1:1.0边坡跌落应进行水力计算设计。在尾端消能井处,宜设有防冲刷的消能弧形墩,尽量采用水消能方式,可加高消能井处出水口水淹没高度。

4.6.4 本标准将管长小于等于30m的陡坡管视为短距离陡坡管,大于30m的陡坡管视为长距离陡坡管,是因为山地城市的陡坡管跌落长度一般小于30m,跌差小于20m。陡坡管的坡度也按同样坡度限制。当有长距离坡度设置管道时,设置涵式阶梯跌落复杂,且不满足微沉降变形的要求而多设置陡坡管。长距离陡坡管流速大,对管道使用年限有影响,设计时尽量避免采用长距离陡坡管。长距离陡坡管接口应满足防沉降不渗漏的要求,基础应满足基础承载力的要求。长距离陡坡管不宜在回填土或软基础上设置,陡坡管变坡点易导致携带着砂石的高速水流直接冲刷管

壁,致管壁磨损,影响管道强度和使用寿命影响管壁厚度,长距离陡坡管的设置应尽量避免边坡,若有变坡点在边坡点处,需设置消能转换井。长距离陡坡管的管材应满足耐冲刷的要求;此外,高速水流动能大,末端应设置消能设施。

重庆工程建设

5 附属构筑物

5.1 一般规定

5.1.1 与管道同标准要求附属构筑物的密闭性,以防止污水外渗和地下水入渗。

5.1.2 本条为附属构筑物的选择原则,重点满足使用功能,便于人操作和管理;同时满足设置合理、工程费用和施工难度不大、附属设施安全。

5.2 检查井

5.2.1 跌落形式的涵可不在阶梯跌落段设置检查井。

5.2.2 随着养护疏浚技术的发展及提高,疏浚大于 2000mm 的排水管渠变得容易,在不影响用户接管的前提下,其大于 2000mm 口径检查井间距可不受表 5.2.2 的规定的限制,山地城市坡度流速大,淤积可能性小,在流速长期高于 2.5m/s、且口径大于 1500mm 的管道,可放宽一级设置;顶管及非开挖技术敷设的排水管渠,当设计流速大于 2.0m/s、养管单位养护技术较好时,可适当增加检查井最大净距,但应进行论证。检查井最大间距大于表 5.2.2 要求的管段应设置冲洗设施。

5.2.3 设置在洪水位以下的检查井,若以普通检查井的形式设置,洪水期间易发生污水漫溢现象。当管道内压大于管道外压时应有防内水压的功能。

5.2.4 污水中的有机物经常在管渠中沉积而厌氧发酵,发酵分解产生的甲烷、硫化氢、二氧化碳等气体,如与一定体积的空气混合,在点火条件下将产生爆炸、甚至火灾。为防止此类偶然事故

的发生,同时也为保证在检修排水管渠时工作人员能较安全地进行操作,需在检查井上设置通气孔或通气管。

设置通气孔受限制包括检查井位于最大洪水位以下以及检查井周边环境要求较高(休闲娱乐,餐饮区等设置通气孔会影响空气质量)的情况。

压力井段通气管设置间距不应超过 500m;管径在 900mm~1500mm,通气管设置间距不应超过 750m;管径大于 1500mm,通气管设置间距不应超过 1000m;此要求是在 2001 年由参加重庆主城排水设计的国内几大设计院和重庆市市内几大设计院经调查研究后确定的,本标准延续采用。

通气管管径需综合考虑设置距离及污水管管径大小,重庆市主城区已设置的通气管管径多在 200mm 以上;井径大于 1500mm 的污水检查井,其引出的通气管管径多在 800mm 以上。

以上数据为建议值,其为重庆市市政设计研究院、重庆市设计院、中机中联工程有限公司等当地设计院根据工程实例和设计经验总结的成果。

5.2.5 设置沉泥槽的目的是将低流速下的淤泥沉于沉泥槽而便于清掏,当检查井深度超过 6m 时,疏浚较为困难,流速在 1.0m/s 以上基本能达到不淤流速,此条件下可不设置沉泥槽,宜在下游埋深较浅的检查井设置沉泥槽进行清掏;由于山地城市坡度大,也可将沉泥槽集中在雨水接入水体前设置沉泥塘(池),污水在污水处理厂前设置沉泥井解决,但当管内流速小于 1.0m/s 时,宜在一定长度下设置沉泥槽,尽量设置在井深较浅处。

超过 15m 深的检查井,基本不具备下人疏浚检修功能,设计应保证在高埋深段水流基本不淤积,参考倒虹管冲淤流速 1.2m/s,规定该段的水流流速为 1.2m/s。当特殊情况下,污水流速小于 1.2m/s 时,应进行论证。

5.2.6 检查井在使用功能上首先应满足井室有下人操作空间,操作高度不宜小于 1.8m,按重庆市市政设施管理局的建议,宜采

用便于操作的方形检查井,井室断面最小不宜小于 $0.8\text{m}\times 1.2\text{m}$;当采用圆形检查井时,井室不宜小于 1200mm ;井筒内径不宜小于 800mm 或 $0.8\text{m}\times 0.8\text{m}$;当井埋深大于 15m 时,井筒内径不宜小于 1200mm 或 $1.2\text{m}\times 1.2\text{m}$;当浅型检查井受井室过小限制时,其井口不宜小于 $0.8\text{m}\times 0.8\text{m}$ 。检查井埋深较大时(超过 8m),为方便检修人员工作,中途应设置休息平台,休息平台之间的高差不应超过 8m 。

5.2.7 检查井底流水槽承受水的冲刷,而混凝土强度与承受冲刷的能力成正比,为满足使用年限的要求,规定底流水槽混凝土强度不应小于C30。对底流水槽踏板横坡,按重庆市市政设施管理局的实际经验, $1:20$ 的横坡既能保证井内水能通畅流走,又能不使疏浚检修人员检修时踩滑。

5.2.8 对于污水管涵设置在河道中,在重庆已经有较多的失败教训,当河道基础有稍微沉降,污水管涵便会出现渗漏而污染水体,严重影响环境;此外,污水管内雨水增多,导致污水处理厂可能出现溢流污染。若条件限制必须在河道中设置污水管涵,首先满足不影响通航、行洪的必须要求,其次满足结构上管道不上浮、功能上便于使用的要求,此外洪水位以下的井应设置压力井,满足污水管涵基础不沉降、污水不渗漏的要求。

5.2.9 本条规定了检查井盖的设计要求。

5.3 跌水构筑物

5.3.1 国家规范要求跌水水头 $1.0\sim 2.0\text{m}$ 设置跌水井,本标准规定污水管及合流制管在 1.0m 跌差设置跌水井,是因为污水为不间断流水,当跌差大于 1.0m 甚至 2.0m 时,疏浚工人会因污水射流高度大而无法下井,失去了检修疏浚功能;雨水在暴雨时水量大,平时水量小,可在水量小时下井疏浚检修,但若雨水中存在早流污水,不设跌落井的跌落水头不宜大于 1.5m 。

在有支线水接入跌落井时,若接入管直接接入井筒或井室,水流会对冲检修疏浚人体,故应设置带有附井的检查井,附井为水跌落井,伸顶主井为检修井。

5.3.2 检修附井长向宽度应满足设计大水量时大部分不射流至井壁,可在入井处设置堰口减小射流长度。本条含义如图 5.3.2 所示,规定检修主井的宽度以保证检修人员上下通行。

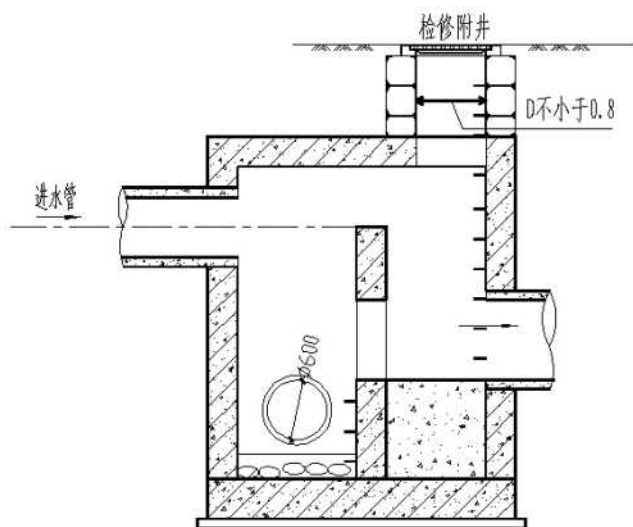


图 5.3.2 检修附井设置示意图

5.3.3 跌落井消能主要采用水消能,避免对底部的直接冲刷,减少消能产生的声响,但按最大水头、水量计算并不合理,可设置减小最后能量的下垫层。消能池水深宜按计算确定,当无资料时,常规跌落可参照下表使用,消能池下缓冲层厚度可按 0.3m~0.5m 设置。

表 5.3.3 中的数据是依据目前重庆市市政设计研究院做的跌落井试验数据,参考林同炎国际咨询公司的试验数据,并根据多年来对重庆市主城区市政检查井的长期调查数据,经综合分析得来。

表 5.3.3 常规跌落情况参照表

跌落高度(m)	上管坡度	管径 D (mm)	消能水深(m)
2~4	无限制	$\leq 1500 / > 1500$	0.3/0.5
4~6	$\leq 2\% / > 2.0\%$	≤ 1000	0.3/0.5
4~6	$\leq 2\% / > 2.0\%$	> 1000	0.5/0.7
6~10	$\leq 2\% / > 2.0\%$	≤ 1000	0.6/0.7
6~10	$\leq 2\% / > 2.0\%$	> 1000	0.7/0.8
> 10	$\leq 2\% / > 2.0\%$	≤ 1000	0.8/1.0
> 10	$\leq 2\% / > 2.0\%$	> 1000	1.0

试验中的最大水势能在雨水中重现期较少,按概率原理,表中给出的消能水深在大冲击水量下不能完全消除水流跌落势能,剩余的能量在消能池下缓冲层得以消除,以抵挡对消能井底板的冲击。

表 5.3.3 中主要根据管径、坡度和跌差确定,设计与表中有出入宜内插数据,但宜采用取整(不小于 0.1m)。

5.3.4 格栅式(或折板式)跌落井的消能机理包括分散水流、充分掺气及多相作用,由于水流通过格栅后垂直下落,能解决短距离、大落差跌水的消能问题。格栅式(或折板式)跌落井构造简单,可采用多层或多级模式,组合灵活、工程量少。经过格栅或隔板消能后,下端的消能池水深可按 0.5m 考虑。

较大势能跌落受条件限制,不宜设置格栅和折板消能且底部难设置消能池时,可采用较大井、周边射水井壁式消能处理。

5.3.5 这种跌落方式同理设堰口弧形跌落方式,按水力学计算消力槛、消能池长以及槛深,水流动能大时,宜设置挑流坎消能。当计算过于繁琐,可根据常规做法及标准图采用。

5.4 雨水口

5.4.1 雨水口为雨水系统中主要的收集系统,很多城市的内涝

不是源于排水设计计算的管道输送能力的不足,而是源于收集系统的不足,特别是山地城市,道路纵坡大,雨水口泄水量受水流速加大而减弱,沿途汇集到低洼处,致使低洼处雨水口数量不足发生内涝。

雨水口设置间距应按雨水口的泄流量不小于汇水面积产生的汇流量和道路周边地块的少量外来量之和计算,但应考虑大坡度下雨水口实际泄水能力的减弱,宜采取降低雨水算面、采用联合算、加密雨水口间距等做法增加雨水口总体的泄水能力。当道路设计坡度不小于 2.0% 时,道路与算面的高差宜为 50mm。下凹式绿地中的雨水口应经过计算确定,不宜小于 50mm。

5.4.2 要满足雨水收集系统就地消纳汇水面积上降雨的要求,在雨水泄水能力减弱处应选择联合算、宽度大的雨水算;在雨水口不能完全消纳雨水,雨水顺流至低洼或大坡度道路交叉口处,应采用增加雨水口、联合算、四算或多算雨水口的方式处理。

重庆的道路很多坡度大,经多年观察,在坡度大的地方,雨水口收水效果很差,原因之一是重庆的雨水算宽度为 25cm,在道路纵坡相对横坡大的地方,雨水在雨水口边上流过,置换较宽的雨水算可以提高雨水收纳能力,其他低洼的地方也可采用宽算雨水口。

合流制系统中的雨水口,为避免出现由污水产生的臭气外溢现象,宜采取设置水封或投加药剂等措施,防止臭气外溢。

5.4.3 重庆地区暴雨强度大,汇集时间短,根据重庆排水管理养护调查,雨水口间距宜按常规做法采用 30m,单车道、汇水面积小、坡度小的特殊地段,可按条文内容扩大,但在交叉口、立交、低洼地方不应超过 30m。

为保证路面雨水泄流通畅,又便于维护,雨水口宜单个串联;低洼和易积水地段,雨水径流面积大,径流量较一般多,如有植物树叶,容易造成雨水口的堵塞。为提高收水速度,需根据实际情况适当增加雨水口的数量。

5.4.4 雨水口不宜过深,若埋设较深会给养护带来困难,并增加投资。故规定雨水口深度不宜大于 1m。雨水口深度是指雨水口井盖至连接管管低的距离,不包括沉泥槽深度。在交通繁忙行人稠密的地区,根据各地养护经验,可设置沉泥槽。

5.4.5 在公交停车港、道路开口及道路交叉口处设置生物滞留设施影响交通,此段按传统雨水口要求进行布置。豁口应根据计算确定其宽度和间距,根据对初期雨水沉淀要求决定是否设置带沉淀功能的平算式雨水口与豁口合用,豁口顶面宜加封与路缘石齐平。

5.4.6 雨水豁口目前是按水力学中宽顶堰计算值采用,也可根据实验值采用。

5.4.7 道路雨水径流中含砂、淤泥垃圾,设置沉砂井能有效防止砂、淤泥等对生物滞留设施的堵塞。

5.5 截流井

5.5.1 污水截流井位置的确定,因是对合流制截流,就有对旱流污水和初期雨水截流的综合考虑,根据初期雨水收集半径不宜过大的原则设置截流井,截流井位置要考虑截流到污水管的高程和距离,在合流制管进入水体前应设置截流井;截流井应置于便于管理和检修的地带,不宜置于在车行道及繁华地域中。

初期雨水是否收纳,与海绵城市的设置范围有关。当收纳范围大部分为海绵城市 LID 设施,已对面源污染有效控制时,可不计算初期雨水的收集量,可在一个区域是否设置海绵城市 LID 设施分片区计算截流初期雨水量。如果仅作旱季污水截流,宜在合流管接入水体前设置截流井。

截流井应优先考虑设置在合流管道纵坡较大的管段,以利于优先采用槽式截流井。溢流管的下游水位包括受纳水体的水位或受纳管渠的水位。

设计采用的截流倍数 n_0 ，仍按《室外排水设计规范》(GB 50014-2006, 2016 版)2 倍~5 倍计算，截流初期雨水量按是否源头控制、截流半径收纳量及早季污水量等确定。

5.5.2 在相同边界条件下，槽式截流井不会消减被截流管道的排水能力。当被截流管道高水位(满流)运行时，槽式截流井截流支管的截留流量增加最小，因此，当高程允许时，应优先选用槽式截流井。

5.5.3 截流井溢流水位，应在接口下游设计洪水位或受纳管道设计水位以上，以防止倒灌至污水系统内，当无法满足条文条件时，溢流管应设置防倒灌设施。

5.5.4 截流井的截流量应按计算确定，超过计算的截流量过多，终端污水处理厂受规模限制无法接纳超量污水，导致污水溢流形成污染。溢流设置应避免雨季雨水管水头较高产生的截流点有压超量排放。截流还应考虑近、远期早季污水量的不同，环境治理近、远期优劣，初期雨水降雨厚度的不同，截流点的限流量的不同。

5.6 倒虹管

5.6.1 条文 1 中，在设置倒虹管时，还必须考虑规划的影响，将规划的河流整治、新建道路、铁路保护等未考虑的荷载、标高及尺寸变化都在设计中考虑，避免今后与各障碍物产生矛盾。按《室外排水设计规范》(GB 50014-2006, 2016 版)条文规定，倒虹管的管顶距规划河底一般不宜小于 1.0m，通航河道其位置和管顶距规划河底距离应与当地航运管理部门协商确定，并设置标志，遇冲刷河床应考虑防冲措施。

条文 2 中，倒虹管计算除考虑流速流量造成对倒虹管管径及管数量的影响外，还应考虑近期设计年内污水量少的事实，复核是否满足近期最小流速的规范要求，宜采用管径不同，管数量来

调节管内流速。通过谷地、旱沟或溪沟的倒虹管,因检查维护难度不大,可以采用一条设置。

条文 3 中,穿越河道的倒虹管,不宜布置在淤泥较深的过河位置,有淤泥且无岩石过河段,倒虹管应埋设在不沉降的基础上,采用麻袋混凝土等保护方式,保证不被水流冲刷破坏。穿越岩石河底宜开槽设管混凝土封闭。倒虹管穿越河道应考虑管道浮托、镇墩等防止上浮的措施。

条文 4 中,倒虹管应在最短的地方穿越,减小对障碍物的影响,并应考虑施工条件,尽量减少围堰施工。

5.6.2 规定倒虹吸设计须进行水力计算,主要包括过水能力及水头损失计算。

1 倒虹吸过水能力可按公式 5.6.2-1~5.6.2-3 计算:

$$Q = mA\sqrt{2gZ} \quad (5.6.2-1)$$

$$m = \frac{1}{\sqrt{\sum \xi + \lambda L/D}} \quad (5.6.2-2)$$

$$\lambda = \frac{8g}{C^2} \quad (5.6.2-3)$$

式中: Q 倒虹吸设计流量(m^3/s);

m 流量系数;

A 倒虹吸过水断面面积(m^2);

g 重力加速度(m/s^2);

Z 上、下游水位差(m);

$\sum \xi$ 局部水头损失系数的总和,包括拦污栅、闸门槽、进口、出口、转弯段、渐变段等损失系数;

λ 能量损失系数;

L 包括进出口斜坡段在内的倒虹吸总长度(m);

D 倒虹吸断面为圆形时, D 为断面直径(m);断面为矩形时, D 为 $4R$;

R 水力半径(m);

C 谢才系数($\text{m}^{1/2}/\text{s}$)。

2 倒虹吸总水头损失可按公式 5.6.2-4 计算:

$$h_w = (\sum \xi + \lambda L/D) V^2 / 2g \quad (5.6.2-4)$$

式中: h_w 倒虹吸从进口至出口的总水头损失(m);

V 倒虹吸断面平均流速(m/s)。

5.6.3 条文 1 中,倒虹管设计流量、流速应满足上、下游水头损失水位差;山地城市管渠在进入倒虹管前往往坡度大而携砂流速大,进入倒虹管内的泥沙颗粒比一般平原城市大,可能造成 0.9m/s 流速无法带走粗颗粒泥沙,设计中应考虑这样的影响,并宜提高流速。对上游坡度大、流速较大,含泥量较多的,增加设计流速建议在接近冲淤流速的 1.1m/s 及以上,可根据设置条件增加取大值,相应的冲淤流速也宜作相应的调整。对于山地城市,当倒虹管前后高差较大、当水流量难以满足最小管径或最小流速容易淤积时,可考虑设置小型调节池序批式通过倒虹管。

条文 2 中,鉴于合流制中旱流污水量与设计合流污水量数值差异大,为满足旱季流速要求,合流制倒虹管应对旱流污水量进行流速校核,当不能达到最小流速时,应采取相应的技术措施。

为保证合流制倒虹管在旱流和合流情况下均能正常运行,设计中对合流制倒虹管可设两条,分别使用于旱季旱流和雨季合流两种情况。

合流制管进入倒虹管前应设效果较好的沉砂池,减少粗颗粒砂进入倒虹吸管。

条文 3 中,倒虹管管材虽然可采用种类较多,但应根据地形地质选用管材,可选用的有钢筋混凝土管、钢管筒混凝土管、玻璃钢管、钢骨架复合管、复合材料管或钢管等。管壁厚度应根据水压、管材材料指标等计算确定;

处于非岩石段,宜采用可防沉降受力及柔性较好的管材。

有条件穿越河道的倒虹管可在中段设置可清淤的压力检查井。

条文 4 中,倒虹管进水端宜设置事故排出口,有条件时可接入临时洼地或设置事故收集池,待事故后期抽排处理。

5.6.4 条文 1 中,倒虹管根据岸坡地形、水文地质条件可选择竖井直通、缓坡沟渠等形式;非河道下的倒虹吸管根据需跨越地段地形条件及使用要求,可选择浅埋、倒虹管架空等结构方式。浅埋方式跨越道路时考虑实施时交通影响、车行荷载、后期维护影响。

条文 2 中,井室的操作空间不宜小于 1.8m,进出水井较深时,设置的检修台宽度应满足检修、开启闸阀的操作要求,倒虹管为双根或多根时,井内通向检修操作台宜设置便于上下及有通气功能、采光的双井。

规定倒虹管进出水井内应设闸槽或闸门。

设计闸槽或闸门时必须确保在事故发生或维修时,能顺利发挥其作用。

条文 3 中,倒虹管进水井前一检查井内设置沉泥槽宜比常规的偏大,沉淀粗颗粒泥砂,减少进水井沉淀负荷。

附录 A 暴雨强度公式的编制方法

A.0.10 精度检验时,平均绝对均方根误差及平均相对均方根误差可分别按公式 A.0.10-1 及 A.0.10-2 计算。

平均绝对均方根误差:

$$X_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{R'_i - R_i}{t_i} \right)^2} \quad (\text{A.0.10-1})$$

平均相对均方根误差:

$$U_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{R'_i - R_i}{R_i} \right)^2} \times 100\% \quad (\text{A.0.10-2})$$

式中, R' 理论降雨量;
 R $P-i-t$ 曲线确定的降雨量;
 t 降雨历时;
 n 样本数。

附录 E 自记纸降雨记录资料处理

B.0.1 自记纸降雨记录资料处理可按如下流程进行处理:

1 降雨自记纸预处理。在自记纸扫描前,需将装订好的自记纸拆开,挑选出有降雨过程的自记纸,并标注起止日期,使时间清晰地写在可扫描区域内。

2 图像扫描。首先设置好扫描图像的分辨率、图像压缩率等扫描参数,一般文件大小应控制在 150KB ~ 350KB 之间,如过大可提高压缩率、过小则减小压缩率,以达到正常跟踪与处理速度、保存容量的较好结合,既保证得到的扫描图像的清晰度,又有较快的扫描速度。

3 降雨自记迹线的跟踪。降雨自记迹线的跟踪主要有:调整合适的阈值,使程序能更好的自动跟踪;在强降雨时,采用强降雨跟踪方法(在非强降雨时也可灵活使用该方法);作异常处理时,可采用二次处理法,首先由程序自动计算异常量,然后再将包含异常时段在内的若干小时作异常处理,输入这段时间的降雨量;无降雨时的处理方法是从小最早出现降雨的地方开始跟踪,将尾部无降雨的迹线删除;注意与状态库或地面气象观测记录月报表文件中的日降雨量及逐时降雨量进行比对。

4 数据转换与质量检查。数据转换包括,将迹线数据(ZJR 文件)转换成分钟强度数据,将分钟强度数据进行质量检查后再转换成标准分钟强度数据,以及将标准分钟强度数据转换成小时强度数据。在分钟强度转换前,可运行 ZJJC 软件对 ZJR 文件进行质量检查,检查项目包括时间连续性检查和数据质量检查。数据转换程序也会进行转换前的必要检查,如虹吸过程是否超过 2 分钟,虹吸量是否超范围等。

5 数据集制作。降雨自记纸数字化处理应得到 3 个数据

集:图像数据集、降雨强度数据集和迹线文件数据集。每个数据集应包括:数据实体文件、数据说明文件、备注说明文件和元数据说明文件 4 个部分,因此,每个数据集应按规范和格式要求制作说明文档、备注说明文件和元数据说明文档。

重庆工程建設