

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51174 – 2017

城镇雨水调蓄工程技术规范

Technical code for urban stormwater detention and
retention engineering

2017 – 01 – 21 发布

2017 – 07 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

城镇雨水调蓄工程技术规范

Technical code for urban stormwater detention and
retention engineering

GB 51174 - 2017

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 7 年 7 月 1 日

中国计划出版社

2017 北 京

中华人民共和国国家标准
城镇雨水调蓄工程技术规范

GB 51174-2017

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.75印张 65千字

2017年6月第1版 2017年6月第1次印刷

☆

统一书号:155182·0103

定价:17.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1442 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《城镇雨水调蓄工程技术规范》的公告

现批准《城镇雨水调蓄工程技术规范》为国家标准,编号为 GB 51174—2017,自 2017 年 7 月 1 日起实施。其中,第 4.1.8、4.2.7、4.4.14、4.4.21、4.4.22 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2017 年 1 月 21 日

前 言

根据住房城乡建设部《关于印发〈2013 年工程建设标准规范制订修订计划〉的通知》(建标〔2013〕6 号)的要求,规范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,编制本规范。

本规范的主要技术内容是:总则、术语和符号、水量和水质、雨水调蓄工程设计、施工和验收、运行维护。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司《城镇雨水调蓄工程技术规范》编制组(地址:上海市中山北二路 901 号;邮政编码:200092)。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司
华锦建设集团股份有限公司

参 编 单 位:北京市市政工程设计研究总院有限公司
天津市市政工程设计研究院
北京建筑大学
上海市城市排水有限公司
上海城市排水系统工程技术研究中心
中国灌溉排水发展中心
上海佳长环保科技有限公司
格兰富水泵(上海)有限公司

主要起草人:张 辰 陈 嫣(以下按姓氏笔画为序)

丁 敏	车 伍	支霞辉	邓胜琳	汉京超
平 丽	乐可峰	吕永鹏	吕志成	刘天顺
许建军	陈 华	陈 平	严 飞	李 艺
李俊奇	李端明	李 滨	李 响	李春鞠
杨 正	杨京生	张大为	张中东	张东岩
陆宗雷	陆晓桢	肖 艳	周 骅	周娟娟
贺晓红	娄 锋	姚 杰	姚玉健	徐昊旻
郭 磊	黄 俊	谢 胜		
主要审查人:侯立安	杭世珺	羊寿生	杨向平	王洪臣
罗万申	孔令勇	唐建国	何伶俊	李 田
贾海峰				

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(4)
3	水量和水质	(6)
3.1	水量	(6)
3.2	水质	(8)
4	雨水调蓄工程设计	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	水体调蓄工程	(10)
4.3	绿地、广场调蓄工程	(11)
4.4	调蓄池	(13)
4.5	隧道调蓄工程	(19)
5	施工和验收	(22)
5.1	一般规定	(22)
5.2	土建施工	(22)
5.3	安装工程	(23)
5.4	质量验收	(23)
6	运行维护	(24)
6.1	一般规定	(24)
6.2	水体调蓄工程	(24)
6.3	绿地、广场调蓄工程	(24)
6.4	调蓄池和隧道调蓄工程	(25)
	本规范用词说明	(29)
	附:条文说明	(31)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(4)
3	Water quantity and quality	(6)
3.1	Water quantity	(6)
3.2	Water quality	(8)
4	Design standards for detention and retention facilities	(9)
4.1	General requirements	(9)
4.2	Water bodies	(10)
4.3	Green belts and open spaces	(11)
4.4	Storage tanks	(13)
4.5	Tunnels storage engineering	(19)
5	Construction and acceptance	(22)
5.1	General requirements	(22)
5.2	Site work, structures and facilities	(22)
5.3	Erection, installation and application	(23)
5.4	Field quality control and acceptance	(23)
6	Operation and maintenance	(24)
6.1	General requirements	(24)
6.2	Water bodies	(24)
6.3	Green belts and open spaces	(24)
6.4	Storage tanks and storage tunnels	(25)
	Explanation of wording in this code	(29)
	Addition; Explanation of provisions	(31)

1 总 则

1.0.1 为保障城镇排水安全、防治内涝、控制雨水径流污染、加强雨水综合利用,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的城镇雨水调蓄工程的规划、设计、施工、验收和运行维护。

1.0.3 城镇雨水调蓄工程的建设应以城镇总体规划、海绵城市、内涝防治、排水工程等专项规划为依据,与城镇防洪、河道水系、道路交通、园林绿化、环境保护和环境卫生等专项规划和设计相协调,并应满足城镇规划蓝线和水面率的要求。

1.0.4 城镇雨水调蓄工程应遵循低影响开发理念,结合城镇建设,充分利用现有自然蓄排水设施,合理规划和建设。

1.0.5 城镇雨水调蓄工程的规划、设计、施工、验收和运行维护,除应符合本规范外,还应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 雨水调蓄 stormwater detention and retention

雨水调节和储蓄的统称。雨水调节是指在降雨期间暂时储存一定量的雨水,削减向下游排放的雨水峰值流量,延长排放时间,实现削减峰值流量的目的。雨水储蓄是指对径流雨水进行储存、滞留、沉淀、蓄渗或过滤以控制径流总量和峰值,实现径流污染控制和回收利用的目的。

2.1.2 雨水调蓄工程 stormwater detention and retention engineering

具有雨水调蓄功能的工程的总称,可分为水体调蓄工程、绿地广场调蓄工程、调蓄池和隧道调蓄工程等。

2.1.3 多功能调蓄设施 multi-purpose storage facilities

具有对雨水调节、储蓄的功能,与绿地、广场等空间结合,平时发挥正常的景观、休闲娱乐功能,暴雨产生积水时发挥调蓄功能的设施。

2.1.4 浅层调蓄池 shallow stormwater storage tank

采用人工材料在绿地下部浅层空间设置的雨水调蓄设施。

2.1.5 调蓄池 storage tank

用于储存雨水的蓄水池,根据是否有沉淀净化功能分为接收池、通过池和联合池。

2.1.6 接收池 interception tank

不具有沉淀净化功能的调蓄池。调蓄池充满后,后续来水不再进入调蓄池。

2.1.7 通过池 purification tank

具有沉淀净化功能的调蓄池。调蓄池充满后,后续来水继续进入调蓄池,而沉淀净化后的雨污水溢流至水体。

2.1.8 联合池 interception and purification tank

由接收池和通过池组成的调蓄池。雨污水首先进入接收池,接收池充满后,后续来水再进入按照通过池建造的净化部分。

2.1.9 水力固定堰 hydraulic fixed weir

利用水力条件控制管渠进入调蓄池水量的堰式固定设施。

2.1.10 水射器冲洗 water jeter washing

利用吸气管和特殊设计的管嘴,高压水流在喷射管中产生负压,带气高压水流对池底进行冲刷清洗的过程。

2.1.11 门式自冲洗 gate-type self-washing

调蓄池分割成数条长形冲洗廊道,廊道始端设置储水池和门式外形的冲洗门,廊道末端设置出水收集渠,当控制系统触发,冲洗门瞬间将储水释放,底部喷射出的水形成强力席卷式射流,对池底进行冲刷清洗的过程。

2.1.12 水力翻斗冲洗 hydraulic skip bucket washing

翻斗安装于调蓄池宽度方向池壁的上方,工作待命状态时翻斗口朝上,冲洗调蓄池时翻斗充满水,利用偏心设计,翻斗失稳自动翻转,对池底进行冲刷清洗的过程。

2.1.13 连续沟槽自冲洗 continuous ditch self-washing

调蓄池底部设计成连续沟槽,利用池内蓄水冲洗底部,通过水力将势能转换为动能进入连续沟槽,在沟槽内达到自清流速,形成冲刷清洗的过程。

2.1.14 隧道调蓄工程 tunnel storage engineering

采用隧道及其附属设施调节、储蓄、排放雨水的工程。

2.1.15 竖向跌落井 dropshaft

用于将浅层排水系统的雨污水送入深层隧道,并达到消能和排气作用的构筑物。

2.1.16 脱过系数 deprivation coefficient

调蓄设施下游和上游设计流量之比。

2.1.17 脱过系数法 deprivation coefficient method

采用由径流成因推理的流量过程线计算调蓄容积的方法。

2.2 符 号

- A ——调蓄池出口截面积；
- A_f ——生物滞留设施表面积；
- A_t —— t 时刻调蓄池表面积；
- b ——暴雨强度公式参数；
- C_d ——出口管道流量系数；
- D ——单位面积调蓄深度；
- d_{bc} ——生物滞留设施种植层、砾石层的总厚度；
- d_p ——生物滞留设施表面蓄水层厚度；
- F ——汇水面积；
- f_m ——土壤入渗率；
- g ——重力加速度；
- ΔH ——调蓄池上下游的水力高差；
- h ——调蓄池水深；
- h_1 ——放空前调蓄池水深；
- h_2 ——放空后调蓄池水深；
- n ——暴雨强度公式参数；
- n_0 ——系统原截流倍数；
- n_1 ——调蓄设施建成运行后的截流倍数；
- n_r ——植被及种植层和砾石层平均孔隙率；
- n_z ——植物横截面积占蓄水层表面积的百分比；
- Q_1 ——调蓄池出口流量；
- Q' ——下游排水管渠或设施的受纳能力；
- Q_i ——调蓄设施上游设计流量；
- Q_o ——调蓄设施下游设计流量；

Q_{dr} ——截流井以前的旱流污水量；

t ——降雨历时；

t_o ——放空时间；

t_i ——调蓄设施进水时间；

V ——调蓄量或调蓄设施有效容积；

α ——脱过系数；

β ——安全系数；

Ψ ——径流系数；

η ——排放效率。

3 水量和水质

3.1 水 量

3.1.1 雨水调蓄设施的设计调蓄量应根据雨水设计流量和调蓄设施的主要功能,经计算确定。

3.1.2 雨水设计流量的计算,应符合下列规定:

1 当汇水面积大于 2km^2 时,应考虑降雨时空分布的不均匀性和管渠汇流过程,采用数学模型法计算。

2 当暴雨强度公式编制选用的降雨历时小于雨水调蓄工程的设计降雨历时时,不应将暴雨强度公式的适用范围简单外延,应采用长历时降雨资料计算。

3.1.3 当调蓄设施用于削减峰值流量时,调蓄量的确定应符合下列规定:

1 应根据设计要求,通过比较雨水调蓄工程上下游的流量过程线,按下式计算:

$$V = \int_0^T [Q_i(t) - Q_o(t)] dt \quad (3.1.3-1)$$

式中: V ——调蓄量或调蓄设施有效容积(m^3);

Q_i ——调蓄设施上游设计流量(m^3/s);

Q_o ——调蓄设施下游设计流量(m^3/s);

t ——降雨历时(min)。

2 当缺乏上下游流量过程线资料时,可采用脱过系数法,按下式计算:

$$V = \left[- \left(\frac{0.65}{n^{1.2}} + \frac{b}{t} \frac{0.5}{n+0.2} + 1.10 \right) \cdot \log(\alpha + 0.3) + \frac{0.215}{n^{0.15}} \right] \cdot Q_i t \quad (3.1.3-2)$$

式中: b ——暴雨强度公式参数;

n ——暴雨强度公式参数；

α ——脱过系数，取值为调蓄设施下游和上游设计流量之比。

3 设计降雨历时，应符合下列规定：

1) 宜采用 3h~24h 较长降雨历时进行试算复核，并应采用适合当地的设计雨型；

2) 当缺乏当地雨型数据时，可采用附近地区的资料，也可采用当地具有代表性的一场暴雨的降雨历程；

3.1.4 当调蓄设施用于合流制排水系统径流污染控制时，调蓄量的确定可按下式计算：

$$V = 3600 t_i (n_1 - n_0) Q_{dr} \beta \quad (3.1.4)$$

式中： t_i ——调蓄设施进水时间(h)，宜采用 0.5h~1.0h，当合流制排水系统雨天溢流污水水质在单次降雨事件中无明显初期效应时，宜取上限；反之，可取下限；

n_1 ——调蓄设施建成运行后的截流倍数，由要求的污染负荷目标削减率、下游排水系统运行负荷、系统原截流倍数和截流量占降雨量比例之间的关系等确定；

n_0 ——系统原截流倍数；

Q_{dr} ——截流井以前的旱流污水量(m^3/s)；

β ——安全系数，一般取 1.1~1.5。

3.1.5 当调蓄设施用于源头径流总量和污染控制以及分流制排水系统径流污染控制时，调蓄量的确定可按下式计算：

$$V = 10 D F \Psi \beta \quad (3.1.5)$$

式中： D ——单位面积调蓄深度(mm)，源头雨水调蓄工程可按年径流总量控制率对应的单位面积调蓄深度进行计算；分流制排水系统径流污染控制的雨水调蓄工程可取 4mm~8mm；

F ——汇水面积(hm^2)；

Ψ ——径流系数。

3.1.6 当调蓄设施用于雨水综合利用时，调蓄量应根据回收利用

水量经综合比较后确定。

3.1.7 初期径流弃流量应按下垫面收集雨水的污染物实测浓度确定。当无资料时,屋面弃流量可为 2mm~3mm,地面弃流量可为 4mm~8mm。

3.1.8 多功能调蓄设施的调蓄量,应综合考虑自身景观或休闲娱乐功能和调蓄目标后确定。

3.1.9 当排水系统在不同位置设置多个调蓄设施时,应分别确定每个调蓄设施的调蓄量,并应满足调蓄工程总体设计要求。

3.2 水 质

3.2.1 当雨水调蓄工程用于控制雨水径流污染和雨水综合利用时,应确定雨水调蓄工程设计水质。设计水质应根据实测数据并结合调查资料确定,缺乏资料时可按用地性质类似的邻近区域排水系统的水质确定;有条件的地区,应开展优先污染物监测。

3.2.2 当用于回用的雨水调蓄工程出水不能满足回用水质标准时,应处理达标后回用。当同时用于多种用途时,其回用水质应按最高水质标准确定。

3.2.3 用于控制雨水径流污染的雨水调蓄工程出水排放至水体时,其出水水质应满足受纳水体环境容量要求。

4 雨水调蓄工程设计

4.1 一般规定

4.1.1 城镇雨水调蓄工程包括水体调蓄工程、绿地广场调蓄工程、雨水调蓄池和隧道调蓄工程,可为单一工程或多个工程的组合。

4.1.2 雨水调蓄工程按用途可分为专用调蓄工程和兼用调蓄工程。调蓄工程的类型和形式应根据新建地区和既有地区的不同条件,结合场地空间、用地、竖向等选择和确定,并应与城镇景观、绿地、运动场、广场、排水泵站、地铁、道路、地下综合管廊等设施和内河内湖等天然调蓄空间统筹考虑,相互协调。

4.1.3 雨水调蓄工程的位置应根据调蓄目的、排水体制、管渠布置、溢流管下游水位高程和周围环境等因素确定,可采用多个工程相结合的方式达到调蓄目标,有条件的地区宜采用数学模型进行方案优化。

4.1.4 用于削减峰值流量的雨水调蓄工程宜优先利用现有调蓄空间或设施,应将服务范围内的雨水径流引至调蓄空间,并应在降雨停止后有序排放。

4.1.5 雨水调蓄工程的清淤冲洗水以及用于控制雨水径流污染但不具备净化功能的雨水调蓄工程的出水,应接入污水系统;当下游污水系统无接纳容量时,应对下游污水系统进行改造或设置就地处理设施。

4.1.6 雨水调蓄工程出水排放至污水处理厂时,不应影响污水处理厂的正常运行。

4.1.7 用于雨水综合利用的雨水调蓄工程应考虑其地区适应性和经济可行性。

4.1.8 雨水调蓄工程应设置警示牌和相应的安全防护措施。

4.1.9 具有渗透功能的调蓄设施的底部应比当地季节性最高地下水位高 1m,当不能满足要求时,应在底部敷设防渗材料。

4.1.10 具有渗透功能的调蓄设施与周围建筑基础之间的安全距离不应小于 3m。当安全距离无法满足时,应采取在调蓄设施四周敷设厚度不小于 1.2mm 的防渗膜等措施,避免对路基或地基产生影响。

4.2 水体调蓄工程

I 小区水体调蓄工程

4.2.1 小区水体调蓄工程应根据地理条件、小区环境和调蓄目的等因素,选择单一形式或组合形式。

4.2.2 小区水体调蓄工程的调蓄量应按本规范第 3.1 节的规定确定,以雨水储蓄为目的并有景观需求的小区水体调蓄工程,还需利用水量平衡,校核水体的面积和调蓄深度。

4.2.3 小区水体调蓄工程的设计,应符合下列规定:

- 1 当采用集中进水时,在进水端宜设置消能设施;
- 2 入口处宜设置拦污净化设施。当采用前置塘作为拦污净化设施时,前置塘应设置清淤通道和防护设施,其沉泥区容积应根据清淤周期和入流雨水悬浮物(SS)负荷确定;
- 3 宜采用生态堤岸;
- 4 应设置溢流设施和放空设施,溢流设施和放空设施宜采用重力排放,重力溢流管的排水能力应大于进水设计流量;
- 5 水体内植物应根据不同水深、植物特性和景观要求选择水生植物类型。

4.2.4 当小区水体调蓄工程采用湿塘时,其设计除应符合本规范第 4.2.3 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 湿塘容积可分为永久容积和调蓄容积两部分,永久容积水深应有利于水质维持,并综合考虑安全性、景观效果等因素确定,宜为 0.8m~1.8m,调蓄容积应根据调蓄量、调蓄水深、水力停留

时间、场地条件等因素确定,并应考虑长期运行后,底泥沉积造成的有效容积减小;

2 湿塘边坡坡度应根据景观效果、亲水性、安全性和调蓄空间等因素确定,宜小于 1:4,边坡较陡时应采取防侵蚀措施;边坡处应设置宽度大于 3m 的挺水植物带,水深宜为 300mm~500mm;

3 湿塘出水口应设置溢流竖管和溢洪道,排水能力应根据下游排水系统的排水能力确定,调蓄水量宜在 24h~48h 内排空。

II 内河内湖调蓄工程

4.2.5 内河内湖调蓄工程的调蓄规模应根据内涝防治设计重现期确定。

4.2.6 内河内湖调蓄工程的平面布置应根据其功能定位、地形地貌、周边城镇规划、土地利用规划、区域排水防涝、防洪和水系规划、景观要求等因素确定。

4.2.7 内河内湖调蓄工程的调蓄规模和调蓄水位确定后,对填占调蓄库容的涉水构筑物必须经过排水防涝影响论证后方可建设。

4.2.8 内河内湖调蓄工程的护岸、护坡设计,应满足调蓄水位变动对结构的要求,护岸、护坡和雨水管渠出水口的结构设计应相互协调。

4.2.9 内河内湖调蓄工程宜通过构建生态护坡和陆域缓冲带等生态措施,削减进入内河内湖调蓄工程的雨水径流污染,也可将降雨初期的雨水截流至污水系统。

4.3 绿地、广场调蓄工程

4.3.1 绿地、广场调蓄工程应根据场地条件和调蓄目的等因素,选择单一形式或组合形式。

4.3.2 调蓄设施宜结合城镇道路、广场、停车场和滨河空间等周边绿地空间建设。

4.3.3 不同类型绿地、广场调蓄工程的调蓄量应按本规范第 3.1 节的规定确定。当调蓄设施具备多种功能时,总调蓄量应为按各

功能计算的调蓄量之中的最大值,调蓄深度和平面面积等参数应根据设施类型和场地条件确定。

4.3.4 生物滞留设施可设置于停车场、街心花园、道路两侧或小区绿地等位置。

4.3.5 生物滞留设施宜在土基上铺设,自上而下宜设置蓄水层、覆盖层、种植层、透水土工布和砾石层,并应符合下列规定:

1 蓄水层深度应根据生物滞留设施的型式、植物耐淹性能和土壤渗透性能确定,宜为 0~300mm,并应设 100mm 的超高;

2 覆盖层厚度宜为 50mm。有蓄水层时宜采用陶粒、钢渣等材料;无蓄水层时,宜采用松树皮等材料;

3 种植层介质类型和深度应满足雨水净化的要求,并应符合植物种植要求;

4 种植层底部宜设置不小于 200g/m² 的长丝透水土工布;

5 砾石层厚度宜为 250mm~300mm,可在其底部埋置管径为 100mm~150mm 的穿孔排水管。

4.3.6 生物滞留设施的表面积应按下列公式计算:

$$A_f = V / [f_m t + d_{bc} n_r + d_p (1 - n_z)] \quad (4.3.6)$$

式中: A_f ——生物滞留设施表面积(m²);

V ——调蓄容积(m³),按本规范公式(3.1.5)计算;

f_m ——土壤入渗率(mm/h);

d_{bc} ——生物滞留设施种植层和砾石层的总厚度(mm);

n_r ——植被及种植层和砾石层平均孔隙率;

d_p ——生物滞留设施表面蓄水层厚度(mm);

n_z ——植物横截面积占蓄水层表面积的百分比。

4.3.7 浅层调蓄池的设计应符合下列规定:

1 可采用管道或箱涵拼装而成;

2 宜设置进水井、进出水管、排泥检查井、溢流口、取水口和单向截止阀等设施;

3 宜具有排泥的功能;

4 具有渗透功能的调蓄池四周宜采用粒径 20mm~50mm 级配碎石包裹,调蓄池上、下碎石层厚度均应大于 150mm;

5 两组调蓄池间距不应小于 800mm;

6 底部设置穿孔管排水时,宜选择不小于 200g/m²长丝土工布包裹。

4.3.8 用于排涝除险调蓄的下凹式绿地的设计,应符合下列规定:

1 下凹深度应根据设计调蓄容量、绿地面积、植物耐淹性能、土壤渗透性能和地下水位等合理确定,宜为 100mm~250mm;

2 宜设置多个雨水进水口,进水口处标高宜高于汇水地面标高 50mm~100mm,并宜设置拦污设施和消能设施;

3 调蓄雨水的排空时间不应大于绿地中植被的耐淹时间;

4 应在绿地低洼处设置出流口并与下游排水通道相连。

4.3.9 下沉式广场调蓄设施的设计,应符合下列规定:

1 主要功能宜为削减峰值流量;

2 应设置专用雨水出入口,入口处标高宜高于汇水地面标高 50mm~100mm,且应设置拦污设施,出水可设计为多级出水口形式;

3 排空设计应符合本规范第 4.4.9 条的规定,宜为降雨停止后 2h 内排空;

4 应设置清淤装置和检修通道;

5 应设置疏散通道和警示牌,并应设置预警预报系统。

4.3.10 利用城镇公园等开放空间建设的多功能调蓄设施的设计,应符合下列规定:

1 应结合排水系统、城镇景观、竖向规划和公园本身的建设进行设计,利用公园内绿地和水体等发挥调蓄功能;

2 公园内发挥调蓄功能的区域应设置安全防护设施。

4.4 调蓄池

I 主体设施

4.4.1 调蓄池设置的位置应根据调蓄目的确定,并应符合下列

规定:

1 用于削减峰值流量和雨水综合利用的调蓄池宜设置在源头,雨水综合利用系统中的调蓄池宜设计为封闭式;

2 用于削减峰值流量和控制径流污染的调蓄池宜设置在管渠系统中,并宜设计为地下式。

4.4.2 调蓄池根据是否有沉淀净化功能可分为接收池、通过池和联合池三种类型,其选择应根据调蓄目的、服务面积和在系统中的位置等因素确定,并应符合下列规定:

1 用于控制径流污染的调蓄池,当进水污染初期效应明显时,宜采用接收池;当初期效应不明显时,宜采用通过池;当进水流量冲击负荷大,且污染持续较长时间时,宜采用联合池;

2 用于削减峰值流量和雨水综合利用的调蓄池,宜采用接收池。

4.4.3 调蓄池和排水管渠的连接形式应符合下列规定:

1 调蓄池用于削减峰值流量时,宜采用与排水管渠串联的形式;

2 调蓄池用于径流污染控制或雨水综合利用时,应采用与排水管渠并联的形式。

4.4.4 调蓄池应设置预处理设施。

4.4.5 调蓄池的有效容积,应符合下列规定:

1 有条件的地区,宜根据调蓄池功能、排水体制、管渠布置、溢流管下游水位高程和周围环境等因素,采用数学模型确定。

2 没有条件采用数学模型的地区,应符合下列规定:

1)接收池的容积,应按本规范第3.1节的规定确定;

2)通过池的容积,宜根据设计水量、污染控制目标、表面水力负荷和沉淀时间等参数计算确定,其中表面水力负荷和沉淀时间等宜通过试验确定。在无试验资料时,表面水力负荷可为 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 3.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,沉淀时间可为 $0.5\text{h} \sim 1.0\text{h}$;

3)联合池的容积,宜根据长期监测后确定的初期雨水量、后续水量和水质特征,分别确定接收部分和沉淀净化部分的容积。

4.4.6 调蓄池的有效水深,应根据用地条件、类型、池型、当地施工条件和运行能耗等因素,经技术经济比较后确定。

4.4.7 调蓄池的池体设计,应符合下列规定:

1 池型应根据用地条件、调蓄容积和总平面布置等因素,经技术经济比较后确定,可采用矩形、多边形和圆形等。

2 底部结构应根据冲洗方式确定,并应符合下列规定:

1)当采用门式冲洗或水力翻斗冲洗时,宜为廊道式;

2)当采用自冲洗方式时,应为连续沟槽式,并应进行水力模型试验。

3 设计底坡坡度宜为 $1\%\sim 2\%$,结构复杂的调蓄池宜进行水力模型试验确定。

4 超高宜大于 0.5m 。

4.4.8 调蓄池的进出水设计,应符合下列规定:

1 进水可采用管道、渠道和箱涵等形式。

2 进水井位置应根据合流污水或雨水管渠位置、调蓄池位置、调蓄池进水方式和周围环境等因素确定,并应符合下列规定:

1)并联形式的调蓄池进水井可采用溢流井、旁通井等形式;

2)采用溢流井作为进水井时,宜采用槽式,也可采用堰式或槽堰结合式;管渠高程允许时,应采用槽式;当采用堰式或槽堰结合式时,堰高和堰长应进行水力计算,并复核其过流能力;

3)采用旁通井作为进水井时,应设置闸门或阀门,闸门的开启速度宜为 $0.2\text{m}/\text{min}\sim 0.5\text{m}/\text{min}$,其他阀门启闭时间应小于 2min 。

3 进出水应顺畅,进水不应产生滞流、偏流和泥沙杂物沉积,出水不应产生壅流。

4 进水宜设置拦污装置。

4.4.9 调蓄池放空可采用重力放空、水泵排空或两者相结合的方式。有条件时,应采用重力放空。放空管管径应根据放空时间确定,且放空管排水能力不应超过下游管渠排水能力。出口流量和放空时间,应符合下列规定:

1 采用管道就近重力出流的调蓄池,出口流量应按下式计算:

$$Q_1 = C_d A \sqrt{2g(\Delta H)} \quad (4.4.9-1)$$

式中: Q_1 ——调蓄池出口流量(m^3/s);

C_d ——出口管道流量系数,取 0.62;

A ——调蓄池出口截面积(m^2);

g ——重力加速度(m^2/s);

ΔH ——调蓄池上下游的水力高差(m)。

2 采用管道就近重力出流的调蓄池,放空时间应按下式计算:

$$t_o = \frac{1}{3600} \int_{h_1}^{h_2} \frac{A_t}{C_d A \sqrt{2gh}} dh \quad (4.4.9-2)$$

式中: t_o ——放空时间(h);

h_1 ——放空前调蓄池水深(m);

h_2 ——放空后调蓄池水深(m);

A_t —— t 时刻调蓄池表面积(m^2);

h ——调蓄池水深(m)。

3 采用水泵排空的调蓄池,放空时间可按下式计算:

$$t_o = \frac{V}{3600 Q' \eta} \quad (4.4.9-3)$$

式中: Q' ——下游排水管渠或设施的受纳能力(m^3/s);

η ——排放效率,一般取 0.3~0.9。

4.4.10 调蓄池溢流设施的设计,应符合下列规定:

1 采用水力固定堰进水方式或没有设置液位自动控制设施

的调蓄池应设置溢流设施；

2 溢流管道过流断面应大于进水管过流断面。

II 附属设施

4.4.11 调蓄池应设置清淤冲洗、通风除臭、电气仪表等附属设施和检修通道，并应配备安全防护、检测维护设备和用品。

4.4.12 调蓄池应根据工程特点和周边条件，选择经济、可靠的冲洗水源。

4.4.13 调蓄池冲洗应根据工程特点和调蓄池池型设计，选用安全、环保、节能、操作方便的冲洗方式，宜采用水力自冲洗和设备冲洗等方式，可采用人工冲洗作为辅助手段，并应符合下列规定：

1 采用水力自冲洗时，可采用连续沟槽自冲洗等方式；采用设备冲洗时，可采用门式自冲洗、水力翻斗冲洗、移动冲洗设备冲洗、水射器冲洗和潜水搅拌机冲洗等方式；

2 矩形池宜采用门式自冲洗、水力翻斗冲洗、连续沟槽自冲洗、移动冲洗设备冲洗和水射器冲洗等方式；圆形池应结合底部结构设计，宜采用潜水搅拌机冲洗和径向门式自冲洗等方式；

3 位于泵房下部的调蓄池，宜选用设备维护量低、控制简单、无须电力或机械驱动的冲洗方式。

4.4.14 当采用封闭结构的调蓄池时，应设置送排风设施。设计通风换气次数应根据调蓄目的、进出水量、有毒有害气体爆炸极限浓度等因素合理确定。

4.4.15 合流制排水系统中用于雨水径流污染控制的调蓄池，其透气井或排风口应设置臭气收集和除臭设施；分流制排水系统中的调蓄池，位于居民区或重要地段的，其透气井或排风口宜设置臭气收集和除臭设施。

4.4.16 调蓄池臭气应经处理并符合国家现行相关标准后方可排放。

4.4.17 除臭设施的设计，应符合下列规定：

1 处理量宜按每小时处理调蓄池容积 1 倍～2 倍的臭气体

积考虑;有特殊要求时,应结合通风系统的换气次数确定;

2 除臭工艺可采用离子法、植物提取液喷淋法和活性炭吸附法等;

3 应采用耐腐蚀材料;室外露天设置的风机、电动机等,其防护等级不应低于 IP65;

4 布置应紧凑,景观要求高时,应和周边景观相协调;

5 排气筒应与周边景观相协调,其位置和高度应按环境影响评价的要求执行。

4.4.18 调蓄池的配电室、控制室和值班室等宜采用地上式,并应设有防淹措施。

4.4.19 调蓄池自动化控制系统,应符合下列规定:

1 调蓄池自动化控制系统应根据调蓄池规模、工艺和运行管理要求等确定,宜采用“无人值守或少人值守,定期巡检”的控制模式,并应受上级排水系统调度和管理;

2 与泵站合建的调蓄池控制模式、自动化控制系统结构应结合泵站统一考虑;

3 大型调蓄池自动化控制系统结构宜为信息层、控制层和现场层三层结构;形式简单、设备数量少的调蓄池可为控制层和现场层二层结构;

4 设备控制宜为远程控制、就地控制和机侧控制三种控制方式。较高优先级的控制可屏蔽较低优先级的控制,每一级控制均应设置低级别控制的选择开关;

5 调蓄池应设置和上级调度系统联络的通信接口。

4.4.20 调蓄池检测仪表的设置,应根据调蓄池功能、自动化程度和运行管理要求确定,并应符合下列规定:

1 出水总管宜设置流量计量设施;

2 集水池宜设置液位计;

3 用于控制径流污染的调蓄池,可设置自动采样器;

4 雨水综合利用系统的调蓄池宜设置水质监测仪表。

4.4.21 调蓄池内易形成和聚集有毒有害气体的区域,应设置固定式有毒有害气体检测报警设备,且预留有毒有害气体监测孔。

4.4.22 调蓄池可能出现可燃气体的区域,应采取防爆措施。

4.4.23 调蓄池应设置人员检修通道,并应符合下列规定:

1 楼梯应采用钢筋混凝土结构,宽度应大于 1100mm,倾角应小于 40° ,每个梯段的踏步应小于 18 级,并应满足防腐和安全要求;

2 应设置栏杆,地面应防滑;

3 不对调蓄池冲洗产生影响;

4 应满足人工清除池底沉积物时的运渣要求。

4.4.24 调蓄池应根据设备安装和检修要求,设置设备起吊孔,设备起吊孔尺寸应按起吊最大部件外形尺寸各边加 300mm,起吊孔的盖板宜采取密封措施。

4.4.25 调蓄池应采取防腐措施。

4.5 隧道调蓄工程

4.5.1 地上建筑密集、地下浅层空间无利用条件的区域可采用隧道调蓄。

4.5.2 隧道调蓄工程的总体布置,应符合下列规定:

1 位置和走向应根据功能需求,结合排水系统、城镇道路和河道水系等情况确定;

2 可沿河道布置,埋深应与地下空间规划相协调,并根据排放条件、当地土质、地下水位、河道、原有和规划的地下设施、施工条件、经济水平和养护条件等因素确定。

4.5.3 隧道调蓄工程可由综合设施、主隧道、出水放空系统、通风设施、控制系统和检修设施组成。

4.5.4 综合设施应包括截流设施、进水管道的竖向跌落井等。

4.5.5 截流设施可采用溢流井、旁通井等形式,可利用堰槽或闸门、阀门等设备控制进入隧道的水量,截流设施处应设置格栅。

4.5.6 进水管道的的设计,应符合下列规定:

- 1 应根据地质条件、排水系统、竖向跌落井、隧道结构、埋深、进出水方式和综合投资等因素确定进水管道的的位置;
- 2 宜根据设计的截流调蓄量,采用数学模型法确定管径;
- 3 末端应设置闸门和排气装置。

4.5.7 竖向跌落井应根据截流设施和主隧道布置设置,距离较近的多个截流设施宜接入同一竖向跌落井。

4.5.8 竖向跌落井应由进水段、竖向段和脱气槽三部分组成,竖向跌落井的设计,应符合下列规定:

- 1 应能满足进水流量的变化;
- 2 应采取消能措施减少水流对竖向跌落井底板的影响;
- 3 宜采用旋流跌落井和直接跌落夹带气体式跌落井等型式;
- 4 旋流跌落井的进水方式宜采用螺旋型或切线型;
- 5 采用直接跌落夹带气体式跌落井时,在跌落井底应设置气水分离槽,并应采取措施承受水流下跌产生的冲力和振动,且应设置单独的通风系统。

4.5.9 主隧道的设计,应符合下列规定:

- 1 应根据城镇内涝防治需求,一次规划,分期实施;近期工程应考虑远期发展需要,并预留接口;
- 2 建设前应结合城镇竖向规划对地质条件进行系统分析;
- 3 断面形状应根据设计流量、埋设深度、工程环境条件,同时结合当地施工、制管技术水平和经济、养护管理等要求确定,一般宜选用圆形;
- 4 长度、管径、流量和流速应结合其功能、调蓄量等进行系统优化设计,并应采用水力模型对隧道内水流的流速、流态进行模拟校核,必要时可设置流槽;
- 5 应布置防水照明设施和实时水位、水量监测系统。供电宜采用二路电源,二路互为备用或一路常用另一路备用;
- 6 应合理确定冲洗和清淤的方式、机械和周期,并应确定清

淤污泥的出路；

7 应采取防渗防腐措施，并应设置小流量排水泵。

4.5.10 出水放空系统的设计，应符合下列规定：

1 用于削减峰值流量的隧道调蓄工程出水可排入城镇下游的大型水系或水体，并不得引发排放口周边区域内涝灾害；

2 宜采用重力流出水，无法重力流出水时，应在其下游设置排空泵站，当上游未设粗格栅时，泵站内应设粗格栅；排空泵站的流量应根据隧道调蓄工程的主体功能、运行模式、设计放空时间等因素确定，并应设置备用泵；当隧道调蓄工程出水口受到受纳水体顶托时，应设置防倒灌拍门或闸门；

3 出水口形式和出口流速，应根据受纳水体的水质要求、水体的流量、水位变化幅度、水流方向、波浪状况、稀释自净能力、地形变迁和气候特征等因素确定；

4 出水口应采取防冲刷、消能、加固等措施，应设置警示标志；当排水口位于通航河道岸边时，应系统评估对河道底泥的冲刷，不得对航道产生影响；

5 有冻胀影响地区的出水口，应采用耐冻胀材料砌筑，出水口的基础应设在冰冻线以下。

4.5.11 宜通过流体力学模拟或水工结构模型模拟，对隧道调蓄工程的设计进行校正和优化。

4.5.12 隧道调蓄工程应设置送排风设施，通风井宜设置除臭设施。

4.5.13 隧道调蓄工程宜设置集中的控制系统，对管渠系统所有连接点和泵站实行水位水量监测，收集、上报实时数据。控制系统应根据系统运行状况，对各部分设施进行调控。

4.5.14 隧道调蓄工程应设置检修设施。

5 施工和验收

5.1 一般规定

5.1.1 雨水调蓄工程施工项目质量控制应符合国家现行相关标准的规定,并应建立质量管理体系、质量控制目标和检验制度。

5.1.2 施工单位施工前应熟悉施工图纸,了解设计意图和要求,实行自审、会审和签证制度;发现施工图有疑问、差错时,应及时提出意见和建议。

5.1.3 施工前,应编制施工组织设计文件。对涉及危险性较大的分部、分项工程以及关键和重要部位应编制专项施工方案。施工组织设计文件、专项施工方案应按规定程序审批后执行,危险性较大的分部、分项工程的专项施工、安装方案尚应按规定进行专家评审。

5.2 土建施工

5.2.1 水体调蓄工程施工应在枯水期施工,并应在汛期前施工至安全部位;需度汛时,对已建部分应采取防护措施。

5.2.2 水体调蓄工程和绿地调蓄工程中湿塘、生物滞留设施、浅层调蓄池等设施的施工,应进行现场事前调查、选择施工方法、编制工程计划和安全规程,施工不应损伤自然土壤的渗透能力。

5.2.3 调蓄池施工应制定专项施工方案,内容应包括基坑开挖与支护、模板支架、混凝土等施工方法及地层变形、周围环境的监测。

5.2.4 调蓄池施工应考虑施工期间的稳定性,进行抗浮验算,临河或建于坡地时应进行抗滑、抗倾覆稳定验算。

5.2.5 隧道调蓄工程应根据设计要求和工程具体情况确定经济合理的施工方法,主隧道宜采用盾构法施工。

5.2.6 隧道调蓄工程施工过程中应通风换气,不得使有毒有害气体

体对施工人员造成损害。

5.3 安 装 工 程

5.3.1 整机安装的机械设备、机械设备的动力装置或传动机构均不得在现场进行拆卸、装配和组装作业。对规定在现场按部件组装的机械设备应按制造厂的定位标记作接点连接,连接精度应符合设备技术文件的规定。

5.3.2 在线仪表安装位置和方向应正确,不得少装、漏装。

5.4 质 量 验 收

5.4.1 水体调蓄工程和绿地调蓄工程中具有渗透功能的设施施工完成后应进行渗透能力验收。

5.4.2 施工完毕的雨水调蓄池应进行满水试验。

5.4.3 当雨水调蓄工程出水用于雨水回用时,应逐段检查雨水供水系统上的水池、水表、阀门、给水栓、取水口等,并应检查防止误接、误用、误饮的措施。

5.4.4 隧道调蓄工程的混凝土强度和抗渗性能应检验合格并符合设计要求。

5.4.5 施工验收时,应具备下列文件:

- 1 施工图、竣工图和设计变更文件;
- 2 隐蔽工程验收记录和中间试验记录;
- 3 管道及构筑物的压力试验记录;
- 4 工程质量事故处理记录;
- 5 工程质量验收评定记录;
- 6 设备调试运行记录。

5.4.6 工程质量验收合格后,建设单位应按规定将工程竣工验收报告和相关文件报工程所在地建设行政管理部门备案。

5.4.7 工程竣工验收合格后,建设单位应将设计、施工和验收的有关文件和技术资料立卷归档。

6 运行维护

6.1 一般规定

- 6.1.1 雨水调蓄工程应制定相应的运行管理制度、岗位操作手册、设施、设备维护保养手册和事故应急预案,并应定期修订。
- 6.1.2 雨水调蓄工程应有专人运行和维护管理,各岗位运行操作和维护人员应经过专业培训后上岗。
- 6.1.3 应建立雨水调蓄工程档案资料管理制度,并应基于地理信息系统建立数据维护制度。
- 6.1.4 雨水调蓄工程汛前和汛中应对设施进行检修和维护管理,并宜对工程实施效果进行分时段的监测和评估。

6.2 水体调蓄工程

- 6.2.1 在降雨前,水体调蓄工程应预降水位。
- 6.2.2 小区水体调蓄工程的进水格栅、前置塘和溢流口等设施应定期维护。
- 6.2.3 小区水体调蓄工程的运行管理应包括设施检查、杂物打捞、水质维护和清淤等。

6.3 绿地、广场调蓄工程

- 6.3.1 绿地调蓄工程的运行管理,应符合下列规定:
 - 1 在汛前,应对设施的进水口和溢流口进行清淤维护;
 - 2 进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时,应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施;
 - 3 进水口、溢流口堵塞或淤积导致进水不畅时,应及时清理垃圾和沉积物;

4 浅层调蓄池的调蓄空间因沉积物淤积导致调蓄能力不足时,应及时清理沉积物;

5 应定期清除绿地上的杂物,对雨水冲刷造成的植物缺失,应及时补种。

6.3.2 广场调蓄设施的运行管理,应符合下列规定:

1 警示牌应保持明显和完整;

2 应设置调蓄和晴天两种运行模式,建立预警预报制度,并应确定启动和关闭预警的条件;

3 启动预警进入调蓄模式后,应及时疏散人员和车辆,打开雨水专用进口的闸阀;调蓄模式期间,雨水流入广场,人员不得进入;预警解除后,应打开雨水专用出口闸阀,雨水排出广场;雨水排空后,应对广场和雨水专用进出口进行清扫和维护,并应结束调蓄模式;

4 晴天模式时,应关闭雨水专用进口闸阀,并应定期对雨水专用进出口进行维护保养。

6.4 调蓄池和隧道调蓄工程

I 运行监测

6.4.1 调蓄池和隧道调蓄工程的运行,宜根据调蓄功能、降雨情况、排水系统的运行情况 and 河道水位等因素确定。

6.4.2 调蓄池和隧道调蓄工程的运行模式可分为进水模式、放空模式和清淤冲洗模式等。

6.4.3 进水模式宜采用重力进水,当采用水泵进水时,应结合泵站工艺充分利用现有设备。进水时,应符合下列规定:

1 调蓄池为机械排风时,应开启风机;

2 应记录进水起止时间、前池水位、调蓄水位和流量;

3 应记录溢流起止时间、前池水位和流量;

4 应记录水泵开启台数、电流、运行时长;

5 上述记录曲线宜在自动化控制平台界面实时显示。

6.4.4 放空模式应考虑调蓄池、隧道调蓄工程和下游排水管渠或受纳水体的高程关系,采用重力结合水泵放空模式,并应符合下列规定:

1 应在下游管渠具有输送能力时进行;

2 放空时间应结合下游管渠的排水能力和雨水综合利用设施的排放效率确定;

3 调蓄池和隧道调蓄工程应及时放空到最低水位并开启机械通风;

4 应记录排空泵开启台数、电流、运行时长和调蓄池、隧道调蓄工程放空前后水位。

6.4.5 清淤冲洗模式应结合调蓄池和隧道调蓄工程的池型设计、节能、操作便捷等因素确定,并应符合下列规定:

1 清淤冲洗宜在调蓄池和隧道调蓄工程放空后的降雨间歇日进行,并应做好记录;

2 采用人工清淤冲洗时,应通风透气,并应进行有毒、有害和爆炸性气体实时监测,下池操作人员应配备防护装置;

3 采用水力设备时,冲洗频率宜根据冲洗方式和使用频率确定。采用自冲洗设备时,每次使用后应及时进行清淤冲洗;采用其他设备时,冲洗频率汛期每月宜大于两次,非汛期可适当延长;

4 调蓄池和隧道调蓄工程长时间未使用或未彻底放空,清淤冲洗前,应进行有毒、有害、爆炸性气体监测;

5 采用机械清淤冲洗时,应采用操作便捷、故障率低、冲洗效果好、抗腐蚀的设备。

6.4.6 应在调蓄工程重要节点位置设置水质水量监测点。

6.4.7 通风换气设备的运行,应符合下列规定:

1 通风系统应简单可靠、风流稳定、易于控制管理、耐腐蚀;

2 自动监测报警系统应连续监测,并应根据有毒有害气体浓度自动启动相关的通风换气设备;

3 作业人员下井前,应开启通风除臭设备,达到国家现行安全标准方可下井作业。

6.4.8 除臭设备的运行,应符合下列规定:

- 1 物理法除臭应定期更换吸附介质;
- 2 离子法除臭不得损害作业人员的健康;
- 3 喷淋法除臭应对相关设施设备和控制系统采取防腐措施。

II 检查维护

6.4.9 检查和维护保养应包括进出水水泵、闸门、自动化控制系统、水质水量监测系统、气体自动监测、除臭设备等设施设备,并应做好检查维护记录,对易燃易爆、有毒有害气体检测仪应定期进行检查和校验,并应按国家现行有关规定进行强制检定。

6.4.10 出水直排水体的隧道调蓄工程,应加强潮门和排放口的检查和保养,并应符合下列规定:

1 应保持潮门闭合紧密,启闭灵活;吊臂、吊环、螺栓无缺损;潮门前无积泥、无杂物;汛期潮门检查每月应大于一次;拷铲、油漆、注油润滑、更换零件等重点保养应每年一次;

2 应定期巡视排放口,及时维护,排放口附近不得堆物、搭建、倾倒垃圾等;排放口挡墙、护坡和跌水消能设备应保持结构完好,发现裂缝、倾斜等损坏现象应及时修理;对埋深低于河滩的排放口,应在每年枯水期进行疏浚;当排放口管底高于河滩 1m 以上时,应根据冲刷情况采取阶梯跌水等消能措施。

6.4.11 应建立故障排除和管理制度,具有在突发事件情况下保障调蓄池和隧道调蓄工程基本功能的应急处置措施和管理制度,并应符合下列规定:

1 应建立机电设备故障诊断、排除和管理制度;

2 应制定断电情况下的备用电源应急预案;

3 应制定调蓄池和隧道调蓄工程超负荷进水情况下,溢流口、出水管道闸门、放空泵的应急运行方案。

6.4.12 应做好调蓄池和隧道调蓄工程的检查和维护记录。

III 生产安全

6.4.13 恶劣天气条件下,不得在任何进水口或检查井进行工作。

6.4.14 进入调蓄池和隧道调蓄工程进行作业,应符合下列规定:

- 1 进入密闭空间前,应由专业人员进行安全风险评估;
- 2 进入密闭空间作业的单位应取得作业许可,作业许可应注明工作环境和允许作业时间,同时还应列明安全注意事项和应配备的安全保护工具;
- 3 作业中所使用的工具应安全可靠、保养到位,作业所需安全器具应穿戴正确;
- 4 进入密闭空间前应对进水口和集水井的水进行分流;
- 5 通风设备应运行正常,并应利用空气/氧气分析设备确定作业空间内已完全通风;
- 6 应有应对雨污水进入的安全防范措施;
- 7 作业开始前,应确定空间内作业人员和地面监控人员,双方应理解对方手势。应在密闭空间和地面监控人员之间建立沟通渠道,地面监控人员应监控作业过程,并应与空间内工作人员保持联系。

6.4.15 人工作业前应进行作业安全风险评估,并采取安全措施。风险评估应由具有专业知识和相关经验,并且熟知风险评估和相关安全规范的人员来执行。风险评估人员应在评估记录表上签名,确认已审核风险评估报告并对此报告负责。

6.4.16 发生事故时,应立即启动应急抢险预案,组织抢险救援,减少事故损失。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,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”。

中华人民共和国国家标准

城镇雨水调蓄工程技术规范

GB 51174 - 2017

条文说明

编 制 说 明

《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174—2017,经住房和城乡建设部 2017 年 1 月 21 日以第 1442 号公告批准发布。

本规范制定过程中,规范编制组在广泛调查研究,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,充分结合我国城镇雨水排水、内涝防治、溢流污染的现状,确定了城镇雨水调蓄工程的主要技术途径和技术要求。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(37)
3	水量和水质	(39)
3.1	水量	(39)
3.2	水质	(45)
4	雨水调蓄工程设计	(47)
4.1	一般规定	(47)
4.2	水体调蓄工程	(49)
4.3	绿地、广场调蓄工程	(52)
4.4	调蓄池	(56)
4.5	隧道调蓄工程	(66)
5	施工和验收	(71)
5.1	一般规定	(71)
5.2	土建施工	(72)
5.3	安装工程	(72)
5.4	质量验收	(72)
6	运行维护	(74)
6.1	一般规定	(74)
6.2	水体调蓄工程	(74)
6.3	绿地、广场调蓄工程	(75)
6.4	调蓄池和隧道调蓄工程	(75)

1 总 则

1.0.3 城镇规划蓝线是城镇规划的控制要素之一,是指河道工程的保护范围控制线,包括河道水域、沙洲、滩地、堤防和岸线等,以及河道管理范围外侧因河道拓宽、整治、生态景观和绿化等目的而规划预留的河道控制保护范围。城镇水面率是指一定区域范围内水域面积占城镇总面积的比率。

1.0.4 遵循对城镇生态环境影响最低的开发建设理念,合理控制开发强度,在城镇中保留足够的生态用地,控制城镇不透水面积比例,最大限度地减少对城镇原有水生态环境的破坏。同时,根据需求适当开挖河湖沟渠、增加水域面积,促进雨水的蓄存、渗透和净化,促进雨水资源的利用和生态环境保护。

1.0.5 有关国家现行标准包括:《室外排水设计规范》GB 50014、《城镇内涝防治技术规范》GB 51222、《城市排水工程规划规范》GB 50318、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446、《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400、《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82、《堤防工程设计规范》GB 50286、《城市防洪工程设计规范》GB/T 50805 和《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 等。与此同时,一些已有或即将出台的标准对城镇雨水调蓄工程也有规定,应相互协调、共同遵守。

现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 是指导我国城镇、工业区和居住区永久性室外排水工程设计的重要规范。近年来,我国多个城市都出现了不同程度的内涝现象,雨水径流污染也成为城镇水环境的主要污染源之一,雨水的综合管理日益受到关

注。为了积极应对这一情况,现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 于 2011 年和 2014 年两次进行局部修订,增加了多项有关雨水调蓄的内容。雨水调蓄工程的规划和设计应与传统的排水工程设施相衔接,因此,进行雨水调蓄工程规划和设计时,应将本规范和现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的相关内容相互印证,共同遵守。在现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 中已明确规定的內容,本规范不再重复。

现行国家标准《城镇内涝防治技术规范》GB 51222 是指导城镇内涝防治系统建立的重要规范。雨水调蓄是城镇内涝防治的一项重要手段,雨水调蓄工程的规划和设计应与城镇内涝防治系统的其他设施相衔接。因此,进行雨水调蓄工程规划和设计时,应将本规范和现行国家标准《城镇内涝防治技术规范》GB 51222 的相关内容相互印证,共同遵守。在现行国家标准《城镇内涝防治技术规范》GB 51222 中已明确规定的內容,本规范不再重复。

在地震、湿陷性黄土、膨胀土、多年冻土和其他特殊地区设计雨水调蓄工程时,应符合国家现行的有关专门规范的规定。

3 水量和水质

3.1 水 量

3.1.1 雨水调蓄设施的主要功能是削减峰值流量、防治内涝、控制雨水径流污染和雨水综合利用,雨水调蓄设施的设计调蓄量应根据主要功能要求,经计算确定。当雨水调蓄设施具有多种功能时,应分别计算各种功能所需要的调蓄量根据不同功能发挥的时序,确定取最大值或是合计值作为设计调蓄量。

3.1.2 我国目前采用恒定均匀流推理公式计算雨水设计流量。恒定均匀流推理公式基于以下假设:降雨在整个汇水面积上的分布是均匀的,降雨强度在选定的降雨时段内均匀不变,汇水面积随集流时间增长的速度为常数,因此推理公式适用于较小规模排水系统的计算,当应用于较大规模排水系统的计算时会产生较大误差。随着技术的进步,管渠直径放大、水泵能力提高,排水系统汇水面积逐步扩大,应对推理公式进行修正。发达国家已采用数学模型模拟降雨过程,把排水管渠作为一个系统考虑,并用数学模型对管渠进行管理。美国一些城市规定的推理公式适用范围分别为:奥斯汀 4km^2 ,芝加哥 0.8km^2 ,纽约 1.6km^2 ,丹佛 6.4km^2 且汇流时间小于 10min ;欧盟的排水设计规范要求当排水系统面积大于 2km^2 或汇流时间大于 15min 时,应采用非恒定流模拟进行城市排水管渠水力计算。在总结国内外资料的基础上,本规范提出当汇水面积大于 2km^2 时,雨水设计流量宜采用数学模型进行确定。

无论采用推理公式法还是数学模型法,当设计降雨历时小于暴雨强度公式编制时采用的降雨历时,都可以采用暴雨强度公式计算设计暴雨强度或推算设计降雨过程,设计降雨历时等于汇水区域的集水时间,即汇水区域最远点流到设计断面所需时间,其数

值等于地面汇流时间和管渠汇流时间之和。对于集水时间超过暴雨强度公式编制时采用的降雨历时情况,由于已超出了暴雨强度公式的适用范围,宜采用当地有代表性的长历时降雨资料,通过同频率放大或同倍比放大的分析方法,得出相应的设计值。

3.1.3 本条规定了调蓄量的确定方法。

1 公式(3.1.3-1)是基于水流的连续性方程,通过在不同设计暴雨重现期条件下,计算入流和出流过程线确定所需调蓄量的基本理论公式。其中入流过程线根据设计标准计算确定,设计标准可以是当地的内涝防治设计重现期、雨水管渠设计重现期或者径流量控制标准;出流过程线是按调蓄池下游系统受纳能力确定的。式中的降雨历时 t 指设计降雨过程的总持续时间,与计算暴雨强度时的集水时间有所区别。描述式中的入流和出流过程线 Q_i 和 Q_o 时,需以下基本资料:

- (1)调蓄工程具有确定的上下游边界条件;
- (2)足够的降雨资料,特别是较长历时的降雨资料;
- (3)足够的下垫面条件数据,如径流系数、土壤渗透系数、不透水面积所占比例等,用于计算汇水区域内的产流和汇流过程;
- (4)调蓄设施的形式和各部位尺寸,用于计算调蓄设施的出口流量随时间和设施内水深等因素的变化过程。

此外, Q_o 的取值不应超过区域开发前相同设计重现期下的雨水峰值流量和调蓄工程下游的受纳能力。

公式(3.1.3-1)所需的基础资料较多,且所得的调蓄设施有效容积需根据试算结果不断修正,以满足设计要求。当汇水区域面积较小时,可对调蓄设施的入流和出流过程进行适当简化。

美国联邦政府开发的FAA法是一种常见的简化方法,如下式所示:

$$V = (Q_i - Q_o)t \quad (1)$$

式中: Q_i ——暴雨峰值流量,通过暴雨强度公式获得;

Q_o ——调蓄设施平均出口流量(适用于串联式调蓄池)或下

游排水系统设计流量(适用于并联式调蓄池);

t ——降雨历时。

鉴于上式中 Q_0 的定义不够明确,美国科罗拉多大学丹佛分校的 James C. Y. Guo(郭纯园)教授对 FAA 法进行了修正,如下式所示:

$$V = Q_i t - 0.5 Q_a (t + t_c) \quad (2)$$

式中: Q_a ——调蓄设施的最大允许出口流量(适用于串联式调蓄池)或下游排水系统设计流量(适用于并联式调蓄池);

t_c ——集水时间(有别于降雨历时 t)。

2 公式(3.1.3-2)采用的是脱过系数法,这是一种采用由径流成因所推理的流量过程线推求调蓄容积的方法。选取脱过系数时,调蓄设施上游的设计流量,应根据其上游服务面积的雨水设计流量确定;调蓄设施下游的设计流量,不应超过其下游排水设施的最大受纳能力;降雨历时不应大于编制暴雨强度公式时采纳的最大降雨历时。由于脱过系数法是在暴雨强度公式的基础上推理得到的,因此该方法的适用范围应与暴雨强度公式的适用范围相同。鉴于我国目前暴雨强度公式的降雨历时大多不超过 180min,因此,运用脱过系数法确定调蓄量时应注意其适用范围。

3 用于削减峰值流量雨水调蓄工程的设计过程中需进行内涝防治设计重现期的校核,应考虑工程对雨水的调蓄作用,因此宜采用较长历时降雨,且应考虑降雨历程,即雨型的影响。

发达国家采用的降雨历时一般为 3h~24h,如美国得克萨斯州交通局颁布的《水力设计手册》(2011 年版)规定一般采用 24h。美国丹佛市的《城市暴雨排水标准》(2011 年版,第一卷)规定:服务面积小于 10 平方英里(约 25.9 km²),最小降雨历时为 2h;10 平方英里~20 平方英里,最小降雨历时为 3h;大于 20 平方英里(约 51.8 km²),最小降雨历时为 6h。美国休斯敦设计手册第九章雨水设计要求(2005 年版)规定:小于 200 英亩(约 0.8 km²)时,

最小降雨历时为 3h;大于 200 英亩时,最小降雨历时为 6h。因此,本规范规定用于削减峰值流量的雨水调蓄工程的调蓄量计算中,设计降雨历时宜选用 3h~24h,计算该范围内不同降雨历时时出入调蓄设施的雨水量之差,得到在每个降雨历时情况下所需的调蓄容积,最大值即为所需的调蓄设施容积。

当雨型的统计资料匮乏时,排水系统的设计一般假定在一定降雨历时范围内暴雨强度保持恒定,不考虑雨型。当地雨型资料缺乏时,可以采用附近城市或地区的雨型,或采用当地发生过的有代表性的典型暴雨过程。

典型暴雨过程应在暴雨特性一致的气候区内选择有代表性的雨量过程。所谓有代表性就是指暴雨特性能够反映设计地区情况,符合设计要求。主要遵循以下几个原则:

(1)历史上已经发生过的流域性特大暴雨,雨量时空分布资料充分和可靠。

(2)造成特大洪涝灾害的暴雨,水文气象条件较接近规划情况。

(3)暴雨类型和时空分布特征具有代表性。

(4)对规划调蓄工程不利的雨型。

选定了典型暴雨过程后,就可用同频率或同倍比设计暴雨量控制方法,对典型暴雨分段进行缩放。不同时段控制放大时,控制时段划分不宜过细(如江苏省各市控制时段主要采用 5min),对暴雨核心部分 24h 暴雨的时程分配,时段划分视流域大小和汇流计算所用的时段而定。

(1)同频率放大法。

在放大典型过程线时,按雨峰和不同历时的雨量分别采用不同倍比,使放大后的过程线的雨峰和各种历时的雨量分别等于设计雨峰和设计雨量。也就是说,经放大后的过程线,其雨峰值和各种历时的降雨总量都等于同一设计频率,称为同频率放大法。

同频率放大法可保证指定设计时段规划区域和指定分区雨量等于设计频率,满足各种规划方案水文计算要求。缺点是对雨量时空分布分时段和分区域缩放会引起雨型时空分布的变形,且统计时段和分区数越多,雨型变形越大。

(2)同倍比放大法。

用同一放大倍比 k 值放大典型暴雨过程线的雨量坐标,使放大后的暴雨量等于设计暴雨量,或使放大后的控制时段的暴雨量等于设计暴雨量,称为同倍比放大法。

同倍比放大法计算出的暴雨时间和空间分布的形状不会发生变化,仅降雨强度的同倍比改变。缺点是仅一个时段的雨量满足设计频率,当区域设计暴雨的敏感历时未知或变化时,或者各项内涝防治工程具有不同的敏感历时,同倍比放大法得出的设计暴雨结果无法满足要求。

3.1.4 截流倍数算法是一种基于合流制排水系统设计截流倍数的计算方法。由于雨水径流量和污水量并无直接的比例关系,因此,通过公式(3.1.4)得到的调蓄量不能直接反映合流制排水系统中溢流污水被截流的程度。一些发达国家常用的指标是合流污水的截流率,即截流量占降雨量的百分比。上海等地曾通过统计总结了当地截流倍数和合流污水截流率的直接关系,并用于调蓄工程的设计。

截流倍数算法是一种简化计算方法,该方法建立在降雨事件为均匀降雨的基础上,且假设调蓄工程的运行时间不小于发生溢流的降雨历时,以及调蓄工程的放空时间小于两场降雨的间隔,而实际情况很难满足上述两种假设。因此,以截流倍数算法得到的调蓄量偏小,计算得到的调蓄量在实际运行过程中发挥的效益小于设定的调蓄效益,在设计中应乘以安全系数 β ,根据上海等地工程实践,可取1.1~1.5。

3.1.5 用于源头径流总量和污染控制的雨水调蓄工程,其调蓄量可按当地年径流总量控制率对应的单位面积调蓄深度计算后确

定。住房城乡建设部发布的“海绵城市建设技术指南”中列举了部分城市不同年径流总量控制率对应的单位面积调蓄深度,在缺乏相关资料时,可作为参考。

用于分流制排水系统径流污染控制的雨水调蓄工程,其调蓄量的确定应综合考虑当地降雨特征、受纳水体的环境容量、降雨初期的雨水水质水量特征、排水系统服务面积和下游污水处理系统的受纳能力等因素。国外有研究认为,1h雨量达到12.7mm的降雨能冲刷掉90%以上的地表污染物;同济大学对上海芙蓉江、水城路等地区的雨水地面径流研究表明,在降雨量达到10mm时,径流水质已基本稳定;国内还有研究认为一般控制量在6mm~8mm可控制60%~80%的污染量。因此,结合我国实际情况,调蓄量可取4mm~8mm,地面污染程度较严重的区域宜取上限。

3.1.6 确定调蓄量时,应考虑地理位置限制、雨水水质水量、雨水综合利用效率和投资效益等多种因素,并进行综合比较后确定。

3.1.7 相关研究表明,城镇径流存在明显的初期冲刷作用,但由于降雨冲刷过程的复杂性和随机性,确定不同条件下的初期径流弃流量是一个难题。在有条件的地区,应在实测服务范围内不同下垫面收集雨水的化学需氧量(COD)、悬浮物(SS)等污染物浓度,根据污染物浓度随降雨量的变化曲线确定初期径流弃流量。

根据实测数据计算分析,通常一场降雨,路面的初期径流弃流量是屋面的3倍以上。当屋面的弃流量为2mm~3mm时,即可控制整场降雨60%以上的径流污染负荷,当超过3mm时,污染控制效果无显著增加。路面的情况更为复杂,数据变化幅度更大,但一般弃流量为6mm~8mm可控制约60%以上的污染量,当超过10mm时,污染控制效果无显著增加。因此,结合我国实际情况,地面径流深度可为4mm~8mm,地面污染程度较严重的区域宜取上限。

3.1.8 新建多功能调蓄设施的调蓄量,应综合考虑自身景观或休

闲娱乐功能,并根据调蓄功能和设计标准经计算后确定。原有景观或休闲娱乐设施改建为多功能调蓄设施时,应根据设施的可调蓄水量校核设计标准是否满足调蓄量要求。当不满足要求时,可对设施进行改扩建,但不应影响设施原有功能的发挥。

3.1.9 调蓄设施可设置在排水系统的不同位置,如进入排水管渠系统前、管渠系统中间和管渠系统末端等。当多个调蓄设施联合运行时,应考虑其综合效果和投资效益,确定各项设施的位置和规模,并采用数学模型对其调蓄效果进行综合评估,满足调蓄工程的总体设计要求。

3.2 水 质

3.2.1 用于控制雨水径流污染和雨水综合利用时,雨水调蓄工程水质受空气质量、前期降雨情况、下垫面类型和清洁程度、排水系统类型和管道沉积情况等因素影响,变化范围大,应以实测数据作为主要设计依据。

我国北京、天津和上海等地的研究表明,降雨初期的雨水径流中,化学需氧量(COD)和总悬浮物(TSS)等污染物浓度较高且变化较大,部分实测数据甚至可高达 1000mg/L 以上,但随着时间的推移,污染物浓度快速下降。上海市中心城区苏州河沿岸泵站调蓄池进水水质的统计数据如表 1 所示。

表 1 上海市中心城区苏州河沿岸泵站调蓄池进水水质

水质指标	浓度(mg/L)
COD	200~940
TSS	150~1500
TN	20~73
TP	1.6~4.6

美国《污水处理工程》(第四版)中合流制排水系统溢流污水的典型水质如表 2 所示。

表 2 合流制排水系统溢流污水典型水质

水质指标	浓度(mg/L)
BOD ₅	60~220
COD	260~490
TSS	270~550
TN	4~17
TP	1.1~2.8
粪大肠杆菌(个/100ml)	10 ⁵ ~10 ⁶

美国国家环保署的研究报告(EPA 821-R-99-012, Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices, 1999, 第 4-11 页)中分流制排水系统初期雨水的典型水质如表 3 所示。

表 3 分流制排水系统初期雨水典型水质

水质指标	浓度(mg/L)
COD	200~275
TSS	20~2890
TN	0.4~20.0
TP	0.02~4.30
粪大肠杆菌(个/100ml)	400~50000

由于化学污染物种类繁多,世界各国都筛选出了一些毒性强、难降解、残留时间长、在环境中分布广的污染物优先进行控制,称为优先污染物(Priority Pollutants),也叫优控污染物。中国优先污染物名单包括卤代烃、苯系物、氯代苯类、多氯联苯类、酚类、硝基苯类、苯胺类、多环芳烃、酞酸酯类、农药、丙烯腈、亚硝胺类、氰化物、重金属及其化合物等 14 个化学类别,68 种有毒化学物质,有条件时应对优先污染物进行监测。

3.2.3 当水质不能达到要求时,雨水调蓄工程出水应输送至污水处理厂或配套建设的就地处理设施,经处理后排放。

4 雨水调蓄工程设计

4.1 一般规定

4.1.1 雨水调蓄工程是排水系统的重要组成部分,可以是单一工程或多个工程的组合。

4.1.2 专用调蓄工程一般设置于地下,包括调蓄池和隧道调蓄工程等;兼用调蓄工程一般设置于地表,包括水体调蓄工程和绿地、广场调蓄工程等。

4.1.3 城镇内涝防治系统包括源头控制、排水管渠和排涝除险三个系统,分别与国际上常用的低影响开发设施、小排水系统(minor drainage system)和大排水系统(major drainage system)基本对应。雨水调蓄工程按上述系统类型也可分为源头调蓄工程、管渠调蓄工程和排涝除险调蓄工程。

源头调蓄工程可与源头渗透工程等联合用于削减峰值流量、控制地表径流污染和提高雨水综合利用程度,一般包括小区景观水体、雨水塘和源头调蓄池等;管渠调蓄工程主要用于削减峰值流量和控制雨水径流污染,一般包括调蓄池和隧道调蓄工程等;排涝除险调蓄工程主要用于内涝设计重现期下削减峰值流量,一般包括内河内湖、下凹式绿地、下沉式广场和隧道调蓄工程等。

4.1.4 充分利用现有绿地、砂石坑、河道、池塘、人工湖、景观水池等空间或设施建设雨水调蓄工程以削减峰值流量,可降低建设费用,取得良好的经济和社会效益。可采取优化排水路径、改变雨水口标高等方式,将服务范围内的雨水径流引至上述现有的调蓄空间或设施,并应改造现有设施的出水口,确保降雨停止后将调蓄的雨水在一定时间内有序排放。

4.1.5 由于清淤冲洗水污染物浓度较高,雨水调蓄工程(包括硬

质铺装的景观水池、下沉式广场调蓄设施、调蓄池和隧道调蓄工程)的冲洗水应接入下游污水管网,送至污水处理厂处理后排放。用于控制雨水径流污染的调蓄池和隧道调蓄工程,按接收池设计时,因本身不具备净化功能,其出水应在降雨停止后,由下游污水管道输送至污水处理厂处理后排放;按通过池设计时,其池体放空出水含有大量沉淀的污染物,也应输送至污水处理厂处理后排放。当下游污水系统在旱季时已经达到满负荷运行或下游污水系统的容量不能满足雨水调蓄工程放空流量要求时,应对下游污水处理系统进行改造,增大其雨污水输送和处理能力。暂时无法改造下游污水处理系统时,应结合雨水调蓄工程同时建设就地处理设施,对出水进行处理后排放。国内外常用的就地处理设施包括溢流格栅、旋流分离器、斜板沉淀池和混凝沉淀池等,处理排放标准应考虑受纳水体的环境容量后确定。

雨水塘、下凹式绿地和通过池等具有净化功能的雨水调蓄工程的出水可直接排入受纳水体或下游雨水系统。

4.1.6 应结合雨水调蓄工程排放至污水处理厂的水质水量,评估雨水调蓄工程出水对污水处理厂运行的影响,应以不降低污水处理厂原有设计规模的出水水质标准为目标,或提出污水处理厂雨季运行模式,并满足受纳水体环境容量要求。也可通过调整雨水调蓄工程的放空时段和放空流量,避免对污水处理厂的正常运行造成影响。

4.1.8 本条为强制性条文,必须严格执行。雨水调蓄工程应在醒目位置设置警示牌,说明调蓄工程设置目的和占地面积等,对于位于地面的雨水调蓄工程,应说明调蓄工程的水深和安全警示要求,并设置栏杆、植物隔断屏障等安全防护设施,以保护人身安全。

4.1.9 具有渗透功能设施包括生物滞留设施、下凹式绿地、浅层调蓄池。当地下水位过高时,可能在具有渗透功能的调蓄设施底部形成季节性积水,造成调蓄设施失效,且有可能污染地下水。因此,设计调蓄设施时,应调查当地的地下水位,特别是雨季的高水

位情况。当不能满足调蓄设施底部比当地季节性最高地下水位高1m时,应在底部敷设防渗材料,避免地下水进入透水基层,并在砾石层底部埋置穿孔排水管,避免雨水长时间储存在调蓄设施中。

4.1.10 本条规定具有渗透功能的调蓄设施和周围建筑基础的安全距离主要是为了避免其积蓄的雨水渗入基础。调蓄设施采用四周敷设防渗膜等措施,能做到与周围土壤完全隔绝。

4.2 水体调蓄工程

I 小区水体调蓄工程

4.2.1 小区包括建筑小区和工业厂区,小区水体调蓄工程多以削减峰值流量和雨水综合利用为主,具体形式包括景观水体、湿塘等。本规范指的小区水体是不受外围水系影响、相对独立可控的水体。

4.2.2 小区水体调蓄工程调蓄量的计算应符合本规范第3章的相关规定。同时根据现场条件对小区水体面积和调蓄水深进行调整。以雨水储蓄为目的并有景观需求的小区水体调蓄工程,为保证水体正常运行,还需利用水量平衡计算校核水体的面积和调蓄深度。水体水量平衡计算可参照表4。通过计算得出每月水量差、补水量、外排水量、水位变化等相关参数,分析确定方案的合理性。

表 4 水体水量平衡计算表

项目	汇流 雨水量	补水量	蒸发量	用水量	渗漏量	水量差	水体 水深	剩余调 蓄深度	外排 水量	额外 补水量
单位	m ³ /月	m ³ /月	m ³ /月	m ³ /月	m ³ /月	m ³ /月	m	m	m ³ /月	m ³ /月
编号	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1 月										
2 月										
...										
11 月										
12 月										
合计										

对于需要大量补充水维持水体水量平衡的工程,当再生水等补水水源无法满足工程需求时,可采用干塘的形式替代小区景观水体或湿塘。

4.2.3 小区水体调蓄工程采用集中进水(如管渠进水、路缘石开口进水)时,宜在入口处设置消能设施,如设置石笼墙、碎石区等,防止水流冲刷和侵蚀。应采用具有净化功能的小区水体如湿塘、高位花坛、雨水花园等接纳小区初期雨水,实现径流污染控制的目的。池壁和池底采用瓷砖等硬质化材料的小区水体,如喷泉池等,几乎不具备生物净化功能。为保障水体水质和景观效果,此类水体应串联在具有净化功能的小区水体之后,既起到削减径流峰值的作用,又能避免初期雨水对此类水体的污染。较大型的小区水体可在入口处设置格栅、前置塘等拦污净化设施,对雨水径流进行预处理,减少进入水体的污染物。前置塘主要通过沉淀作用、芦苇等水生植物和水中微生物的作用,去除雨水径流中的化学需氧量(COD)、悬浮物(SS)等污染物,其规模宜根据当地降雨条件、场地径流污染程度和对水体的水质要求等多种因素综合确定,方案阶段可按水体总面积的 10%~15% 估算。前置塘塘底一般为混凝土或块石结构,便于清淤;应设置清淤通道和防护设施,驳岸形式宜为生态软驳岸,边坡坡度(垂直:水平)一般为 1:4~1:8;沉泥区容积应根据清淤周期和人流雨水悬浮物(SS)污染物负荷确定。大型前置塘应考虑预留机械清理通道,便于机械作业。

4.2.4 雨水塘是指用来调蓄雨水并具有生态净化功能的天然或人工水塘,按常态下有水或无水可分为湿塘或干塘。湿塘常年有水,兼有调蓄、净化和回用雨水的功能,同时也具有很好的景观效果。湿塘的调蓄量可按本规范第 3 章中的相关规定确定,调蓄容积应根据调蓄量、调蓄水深、水力停留时间、景观要求、场地条件等因素确定,并应考虑长期运行后,底泥沉积造成的有效容积减小。湿塘的永久容积一般和调蓄容积相同,有利于减小进入塘内水的流速,提高水质净化能力。

湿塘一般是通过建堤坝形成的水体,为考虑堤坝的安全问题,设置宽度大于 3m、水深为 300mm~500mm 的挺水植物带,不仅可以有效减小水流的冲蚀,拦截沿坡冲下来的颗粒态污染物,也可保障周边人员活动的安全。规定湿塘边坡坡度宜小于 1:4,同样是出于安全的考虑。

为了保障湿塘的调蓄功能,调蓄的雨水宜在降雨之后的 24h~48h 内排出。

II 内河内湖调蓄工程

4.2.5 暴雨径流经内河内湖调蓄后,河网出流过程洪峰坦化,可有效降低排涝模数,因此应合理确定调蓄规模,充分发挥内河内湖调蓄功能。

内河内湖调蓄设施调蓄量的计算除应符合本规范第 3 章中的相关规定外,还可采用河网水力试算法或静态库容排涝调蓄算法确定。通过假定不同的泵站规模、排涝河道规模、水闸规模,设定边界条件、起调水位等,进行不同规模不同方案组合计算,得到河道各断面设计高水位,确定合理的工程规模,明确预降(起调)设计水位、最高设计水位、调蓄库容等参数,并结合城镇水景观要求综合考虑。

4.2.7 本条为强制性条文,必须严格执行。在具有调蓄功能的内河内湖周边进行滨水开发建设时,跨河(湖)桥梁、人工岛、亲水平台、滨水栈道、游船码头等涉水构筑物如无序规划,往往会大幅侵占调蓄库容,而调蓄水位以上的库容又无法通过挖深河底、湖底进行补偿,会明显降低内河、内湖调蓄功能,从而抬高河湖的最高水位,影响排水防涝安全。因此规定在具有调蓄功能的内河、内湖开展涉水构筑物建设时,必须对构筑物占用调蓄库容造成的排水防涝影响进行科学论证,并提出工程措施和对策。

4.2.8 内河内湖调蓄工程护岸、护坡设计应符合水利规划,并在用地条件允许的前提下,采用斜坡式生态护坡断面。针对调蓄水位变动的情况,根据现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286

等相关规范复核护岸、护坡结构的稳定性。雨水管渠出水口需采取防冲、加固等措施。在受冻胀影响的地区,出水口应考虑用耐冻胀材料砌筑;出水口基础必须设置在冰冻线以下;出水口位置的护岸、护坡设计与出水口的防冲、加固、防冻措施相互协调。

4.2.9 应根据内河内湖水质保障的要求,在雨水径流污染较严重的区域,宜通过构建生态护坡和陆域缓冲带等生态措施对雨水中的污染物阻截和净化,削减进入内河内湖调蓄工程的雨水径流污染。生态护坡的材料应根据河道的防洪除涝、航运、引排水、连通、生态等功能要求,结合水体的水文特征、周边地块的开发类型、可利用空间、断面形式和景观需求等选用,并满足结构安全、稳定和耐久性等相关要求。陆域缓冲带包括陆生植物群落和布设在其中的人工湿地、下凹式绿地、植草沟等设施。应尽量保留和利用原有滨岸带的植物群落,地被植物应选择覆盖率高、拦截吸附性能好的物种。

4.3 绿地、广场调蓄工程

4.3.1 根据城镇绿地类型将绿地调蓄工程分为广义和狭义两类,狭义的绿地调蓄包括下凹式绿地、生物滞留池、绿色缓冲带等;广义的绿地调蓄则包括利用城市公园、开放空间等绿地所建设的调蓄设施。

本规范中绿地、广场调蓄工程的分类根据调蓄空间设置方法的不同分为生物滞留设施、浅层调蓄池、下凹式绿地和下沉式广场。生物滞留设施是指通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、过滤、吸收等作用净化径流雨水的设施,包括雨水花园和景观性滞留池等。浅层调蓄池是采用人工材料在绿地下部浅层空间建设的调蓄设施,增加调蓄能力,适用于土壤入渗率低、地下水位高的地区,一般用于雨水综合利用系统。下凹式绿地是利用绿地本身建设的调蓄设施,可用于源头调蓄和排涝除险调蓄,当用于源头调蓄时,利用下凹式绿地的渗透能力控制径流污染和削减峰值流量,当用于

排涝除险调蓄时,利用下凹式绿地上部的调蓄空间削减峰值流量,缓解下游系统的排水压力,防治城镇内涝。下沉式广场是利用广场本身建设的调蓄设施,一般用于排涝除险调蓄,可利用的下沉式广场包括城镇广场、运动场、停车场等,但行政中心、商业中心、交通枢纽等所在的下沉式广场不应作为雨水调蓄设施。

4.3.2 可结合道路红线内外的绿化带,广场和停车场等开放空间的场地条件和绿化方案,分散设置小规模调蓄设施;滨河空间可建设大规模的调蓄设施。

4.3.4 生物滞留设施根据应用位置不同可分为雨水花园、生物滞留带、高位花坛和生态树池等,一般设置在停车场、街心花园、道路两侧或小区绿地等位置,其规模可根据地形灵活选择,是一种应用较广的源头控制设施。

4.3.5 生物滞留设施蓄水层的作用是收集径流雨水,并在径流量大时暂时储存雨水。蓄水层的高度由溢流管控制,其设置应考虑植物的耐淹程度和土壤渗透性能。有些设置于建筑物周围的高位花坛为了景观需要也可不设置蓄水层。

覆盖层的作用是防止雨水径流对种植层的直接冲刷,减少水土流失;同时可以使植物根部保持潮湿,为生物生长和分解有机物提供媒介,并截留吸附部分污染物。

种植层除了为植物生长提供必要的营养物质外,还具有过滤径流雨水的作用。种植土的配比应根据当地的自然和经济条件综合确定。为防止种植层介质流失,种植层底部一般设置透水土工布隔离层,也可采用厚度不小于 100mm 的砂层(细砂和粗砂)代替。

砾石层起到排水作用,厚度一般为 250mm~300mm,可在其底部埋置管径为 100mm~150mm 的穿孔排水管,砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径;为提高生物滞留设施的调蓄作用,在穿孔管底部可增设一定厚度的砾石调蓄层。

4.3.6 当种植层的渗透性能较差时,其下方砂滤层和砾石层的储

水空间难以得到充分利用,因此在应用公式(4.3.6)时应对应 n_r 加以修正,种植层渗透系数应按最不利情况下渗透系数取值。

4.3.7 浅层调蓄池是在人行道、广场的铺装层或绿化种植土以下,在地下水位以上用人工材料堆砌成大小、形状不同的雨水调蓄空间。浅层调蓄池可以采用在地下埋设大口径玻璃钢管道(半管)、HDPE 管道(半管)或组装式拼装箱涵等形式,形成足够的蓄水空间,具体设计应根据当地条件灵活选择。浅层调蓄池宜设置进水井,以便在运行维护过程中观察调蓄池的水位情况,指导运行;当调蓄池用于雨水回收利用时,应设置取水口,收集的雨水一般用于绿化浇灌,可用绿化浇灌车上的吸水设备直接从吸水口取水。

为防止雨水中污染物质沉积造成板结从而影响浅层调蓄池的功能发挥,浅层调蓄池一般通过设置流槽或坡度等措施达到排泥的要求。

对于具有渗透功能的浅层调蓄池,一般在人工材料底部敷设级配碎石等渗水材料以提高下渗速率。

两组调蓄池之间应保持一定间距,便于维护和检修。

4.3.8 下凹式绿地可用于源头调蓄和排涝除险调蓄。用于源头调蓄的下凹式绿地应按照现行国家标准《城镇内涝防治技术规范》GB 51222 的相关条文进行设计。用于排涝除险调蓄的下凹式绿地下凹深度宜为 100mm~250mm,如果设置过浅,调蓄雨水的能力不够,达不到充分蓄渗雨水的功能;设置过深则影响植被正常生长。绿地土壤的入渗率应满足现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T 340 的相关规定。

用于排涝除险调蓄的下凹式绿地宜根据周边道路和排水系统的竖向规划设置多个雨水进水口,并设置格栅作为拦污设施,设置碎石区作为消能设施,避免雨水集中大流量冲刷绿地,破坏植被和土层。

下凹式绿地的下凹深度和占地比例计算完成后应根据土壤入

渗条件验算最不利情况下下凹式绿地雨水排空所需的时间,要求不能超过绿地中植被的耐淹时间,在我国下凹式绿地建设较多的北京地区,一般植物的耐淹时间为 1d~3d。

用于排涝除险调蓄的下凹式绿地是在周边排水系统超载的情况下运行,因此可不设置溢流设施,而应在绿地低洼处设置出口。与出口相连的出水管标高应高于下游排水通道的标高,以便周边排水系统有排水余量时,下凹式绿地内的积水可通过出流管排放至下游排水通道,避免下凹式绿地长时间受淹。

4.3.9 下沉式广场调蓄设施是利用城镇广场、运动场、停车场等空间建设的多功能调蓄设施,设置的主要目的以削减峰值流量为主,调蓄超出雨水管渠排除能力的雨水径流、防治内涝发生。通过和城镇排水系统的结合,在暴雨发生时发挥临时的调蓄功能,提高汇水区域的排水防涝标准,无降雨或小雨期间广场发挥其自身功能。

用于排涝除险调蓄的下沉式广场的专用入口标高过低,将造成下沉式广场频繁进水,增加运行维护的难度和成本;专用入口标高过高时,周边地面积水将不能及时地流入下沉式广场,无法有效控制周边地区超出管渠排除能力的雨水径流。有条件的地区,下沉式广场专用入口的标高宜通过数学模型模拟计算确定。同时入口应设置格栅等拦污设施,以防止雨水对广场空间造成冲刷侵蚀,并减少污染物随雨水径流汇入广场。

根据下沉式广场的调蓄深度,广场底部标高和下游管渠的设计水位标高,可确定采用重力或水泵排空方式排空积水。本规范第 4.4.9 条给出的排空时间计算方法是按照出口自由出流考虑的,未考虑下游雨水管渠水位的顶托影响。因此,下沉式广场实际排空时间可能高于设计排空时间(2h)。

为保障暴雨发生时的人员安全,应设置疏散通道、警示牌和预警预报系统,标明该设施发挥调蓄功能的启动条件、可能被淹没的区域和目前的功能状态。

4.3.10 应充分利用公园内绿地和水体等发挥调蓄功能,同时可与生物滞留设施等结合使用,发挥更大的调蓄功能。

为保障暴雨发生时的人员安全,公园内发挥调蓄功能的区域应设置警示牌等安全防护设施,标明该区域发挥调蓄功能的启动条件、可能被淹没的范围和目前的功能状态。

4.4 调蓄池

I 主体设施

4.4.1 当源头调蓄工程中采用了水体调蓄、绿地广场调蓄等措施后,仍不能满足排水管渠和内涝防治设计标准时,可设置调蓄池,将超过径流量控制要求的径流或可利用的雨水暂时储存在调蓄池中。用于削减峰值流量的调蓄池为便于雨水重力流入,一般设计为地下封闭式,有条件设计为敞开式的调蓄池应与景观水体相结合,并符合相关规定。雨水综合利用系统中的调蓄池根据收集范围的不同,如水源为单体建筑的屋面雨水或小区、建筑群的雨水等,可设置于地上或地下,一般设计为封闭式,避免阳光直接照射,保持较低的水温和良好的水质,防止藻类生长和蚊蝇滋生。

管渠系统中的调蓄池,可设置在管渠系统的中部或末端。用于削减峰值流量的调蓄池一般设置在管渠系统的中部,将雨水径流的峰值流量暂时储存,待流量下降后,再排至下游管渠系统,可缓解下游管渠的排水压力,提高下游管渠系统的排水标准。用于控制径流污染的调蓄池一般设置在管渠系统的末端,暂时储存合流污水或初期雨水,削减排江溢流,缓解对受纳水体的污染,待降雨停止后,再将调蓄池中的合流污水或初期雨水输送到下游污水系统,或就地处理后排放至受纳水体。当泵站需要扩容而不具备实施条件时,也可通过设置调蓄池达到设计标准。管渠系统中的调蓄池一般位于城区,为便于管理、确保安全和减少对周边环境的影响,一般设计为地下式。

4.4.2 用于控制城镇径流污染的调蓄池,当汇水面积较小时,因

汇水时间较短(指汇水时间为 15min~20min 时),通常排水系统出流的初期效应较大,可设置接收池,初期雨水储存在接收池中,而后续水量不再进入接收池,待降雨停止或下游污水管渠有空余时,将接收池内的水输送至泵站或污水处理厂;当汇水面积较大时,进水污染物浓度没有明显的初期效应,可设置通过池,在通过池中可以进行合流污水或初期雨水的沉淀净化,在通过池末端需设置溢流装置,通过池充满后,将沉淀后的合流污水或初期雨水溢流至水体,通过池在充满之前类似接收池,起储存作用,充满后起沉淀净化作用;当同时出现既有水量冲击负荷,又有明显的污染且持续较长时间时,应采用联合池,联合池是接收池和通过池的结合体,由一个接收部分和一个净化部分组成,合流污水或初期雨水首先进入一个按接收池建造的接收部分,充满之后,合流污水或初期雨水再进入按通过池建造的净化部分。

用于削减峰值流量和雨水综合利用的调蓄池一般采用接收池。其中,用于削减峰值流量的调蓄池通过设计出水量小于进水量,调蓄峰值流量,缓解下游排水系统的压力。

4.4.3 调蓄池和排水管渠的连接形式一般分为串联形式和并联形式。

串联形式的调蓄池,当进水量小于出口排水能力时,来水通过调蓄池直接排入下游;当进水量超过出口的最大出水量时,多余的来水储存在调蓄池内,直到调蓄池充满或进水量减少。为削减峰值流量,缓解下游排水系统的压力,串联形式调蓄池的出口尺寸一般小于入口尺寸。

并联形式的调蓄池,旱流污水或未超过下游系统排水能力的雨水从位于调蓄池外的旁通管道流过,在降雨过程中,管道内水位上升,当水位超过预先设定的深度时,经进水交汇井溢流堰或调蓄池进水控制设施流入调蓄池;当调蓄池充满后,根据调蓄池的不同类型,后续来水或继续进入调蓄池,并通过池内溢流设施排放至河道或下游管渠,或关闭调蓄池进水控制设施,后续来水通过溢流设

施排放至河道或下游管渠。

4.4.4 为了保障调蓄池的正常运行,应设置格栅,还可采用沉砂等预处理设施。尤其是用于源头控制的地下雨水调蓄池,由于维护、检查和检修较为困难,预处理设施极为重要。

4.4.5 城镇雨水系统是由汇水街区、管渠、河道、泵站、检查井、雨水口、出水口、堰、孔口、调蓄设施和渗透设施等组成的一个结构复杂、规模庞大的工程。运行中的雨水系统,其状态随降雨量的变化而变化,很多参数和状态变量的不确定性使整个系统表现出强烈的动态性和随机性。到目前为止,数学模型法是展示雨水系统运行状态的有效方法。因此,规定在有条件区域调蓄池设计宜采用数学模型法,该方法能动态反映调蓄池的运行工况,有利于后期运行维护管理。

没有条件采用数学模型的地区,可根据不同的调蓄池功能和调蓄池类型,按公式计算。

接收池不具有沉淀净化功能,其主要作用是对雨水进行暂时储存,其容积可根据调蓄目的,按本规范第 3.1 节中相应的方法计算后确定。

通过池在未满时,主要是储存功能,充满后,池中的水通过溢流装置排放,具有沉淀净化功能,其原理和平流式沉淀池相同。由于调蓄池的进水水质和污水处理厂不完全相同,因此,应通过试验确定其颗粒沉降性能和表面水力负荷对去除效率的影响,按污染控制目标确定表面水力负荷和沉淀时间,通过计算确定通过池容积。在无试验条件和资料时,参考城镇污水处理厂初沉池的相关设计参数,提出通过池的表面水力负荷可为 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 3.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,沉淀时间可为 $0.5\text{h} \sim 1.0\text{h}$ 。处理效果还和出水堰负荷有关,由于调蓄池一般没有刮泥设备,因此处理效果会有一定影响。

4.4.6 调蓄池的水深直接影响工程的开挖深度,开挖深度大,施工费用和施工难度进一步加大;有效水深大,泵排的水量增加,运

行能耗也随之增加。因此,在满足调蓄池有效容积且用地条件允许的情况下,应尽量减少调蓄池的有效水深。有效水深同时还受调蓄池类型和池型的影响,通过池和联合池因具有沉淀功能,有效水深不宜太深,否则影响沉淀效果;圆形池一般采用搅拌法避免污染物质的沉淀,有效水深也会影响搅拌的效果。

上海已建调蓄池中设计有效水深最小为 2.8m,最大为 18.45m;昆明已建调蓄池中设计有效水深最小为 4.55m,最大为 11.6m。

4.4.7 采用现浇钢筋混凝土结构的调蓄池,池型可采用矩形、多边形和圆形,应根据用地条件、调蓄容积和总平面布置确定。上海市内已建的 11 座雨水调蓄池,8 座为矩形,2 座为多边形(根据地形要求,由矩形削去部分面积而成为多边形),还有 1 座为圆形。

调蓄池的底部结构应根据冲洗方式确定,当采用门式冲洗或水力翻斗冲洗时,底部结构一般设计为廊道式;当采用自清冲洗方式时,底部结构应设计为连续沟槽,其沟槽一旦出现淤积,清洗难度非常大,因此应通过水力模型试验验证其沟槽、底坡、转弯处不淤积。

根据上海已建调蓄池实例,超高均大于 0.5m,较高的超高多为与泵房合建的结构需要。

4.4.8 目前上海并联形式的调蓄池多采用旁通交汇井作为进水井,串联形式的调蓄池一般不设进水井,但应设置旁通或检修管,用于调蓄池检修时输送旱流污水。为便于调蓄池放空和清淤,进水宜设置闸门或阀门。闸门和阀门选用时,应选择在雨污水进水条件下,不易被杂质破坏密封性的闸门和阀门。为保障调蓄池的运行效益,保证及时进水,应考虑闸门和阀门的启闭时间,闸门的开启速度宜为 0.2m/min~0.5m/min,其他阀门启闭时间应小于 2min。进水的拦污装置可选用格栅等。

4.4.9 调蓄池放空可采用重力放空、水泵排空和两者相结合的方式。上海市苏州河环境综合整治工程中建设的江苏路调蓄池、成都路调蓄池和梦清园调蓄池等均采用重力放空和水泵排空相结合

的方式,其中梦清园调蓄池 25000m^3 有效容积中,重力放空部分的容积为 18000m^3 ,DN1400 放空管的最大流量可达 $10.6\text{m}^3/\text{s}$,重力放空耗时约 1h。

重力放空的优点是无需电力或机械驱动,符合节能环保政策,且控制简单。依靠重力排放的调蓄池,其出口流量随调蓄池上下游水位的变化而改变,出流过程线也随之改变。因此,确定调蓄池的容积时,应考虑出流过程线的变化。采用公式(4.4.9-2)时,还需事先确定调蓄池表面积 A_1 随水位 h 变化的关系。对于矩形或圆形调蓄设施等表面积不随水深发生变化的调蓄池,如不考虑调蓄池水深变化对出流流速的影响,调蓄池的出流可简化按恒定流计算,其放空时间可按下式估算:

$$t_0 = \frac{A_1(h_1 - h_2)}{C_d A \sqrt{g(h_1 - h_2)}} \quad (3)$$

公式(4.4.9-1)和(4.4.9-2)仅考虑了调蓄设施出口处的水头损失,没有考虑出流管道引起的沿程和局部水头损失,因此仅适用于调蓄池出水就近排放的情况。当排放口离调蓄池较远时,应根据管道直径、长度和阻力情况等因素计算出流速度,并通过积分计算放空时间。

水泵排空和重力放空相比,工程造价和运行维护费用较高。当采用水泵排空时,考虑到下游管渠和相关设施的受纳能力的变化、水泵能耗、水泵启闭次数等因素,设置排放效率 η 。当排放至受纳水体时,相关的影响因素较少, η 可取较大值;当排放至下游污水管渠时,其实际受纳能力可能由于地区开发状况和系统运行方式的变化而改变, η 宜取较小值。

4.4.10 采用水力固定堰进水方式或没有设置液位自动控制设施的调蓄池,为保障系统排水安全,避免上游壅水,应设置溢流设施。

II 附属设施

4.4.13 敞开式调蓄池可采用人工冲洗的方式,但对于封闭式调蓄池,人工冲洗危险性大且劳动强度大,一般作为调蓄池冲洗的辅

助手段。调蓄池的冲洗有多种方法,各有利弊。随着节能减排的政策要求,越来越多的环保型、节能型的冲洗设施和方法得到开发应用。各种冲洗方式的优缺点如表 5 所示。

表 5 各种冲洗方式优缺点

序号	冲洗方式	优 点	缺 点
1	人工冲洗	无机械设备,无须检修维护,适用于敞开式调蓄池	危险性高,劳动强度大
2	移动冲洗设备冲洗	投资省,维护方便	仅适用于有敞开条件的平底调蓄池,扫地车、铲车等清洗设备需人工作业
3	水射器冲洗	自动冲洗;冲洗时有曝气过程,可减少异味,适应于大部分池型	需建造冲洗水储水池,并配置相关设备;运行成本较高;设备位于池底,易被污染磨损
4	潜水搅拌机冲洗	搅拌带动水流,自冲洗,投资省	冲洗效果差,设备位于池底,易被缠绕、污染、磨损
5	水力翻斗冲洗	无需电力或机械驱动,控制简单	需提供有压力的外部水源给翻斗进行冲洗,运行费用较高;翻斗容量有限,冲洗范围受限制
6	连续沟槽自冲洗	无需电力或机械驱动,无须外部供水	依赖晴天污水作为冲洗水源,利用其自清流速进行冲洗,难以实现彻底清洗,易产生二次沉积;连续沟槽的结构形式加大了泵站的建造深度
7	门式自冲洗	无需电力或机械驱动,无须外部供水,控制系统简单;单个冲洗波的冲洗距离长;调节灵活,手、电均可控制;运行成本低、使用效率高	设备初期投资较高

上海已建 11 座调蓄池采用的冲洗方式如表 6 所示。

表 6 上海已建调蓄池冲洗方式

序号	调蓄池名称	调蓄池 容积(m ³)	排水体制	池型	冲洗方式
1	上海江苏路调蓄池	15300	合流制	多边形	水力翻斗冲洗
2	上海成都路调蓄池	7400	合流制	圆形	潜水搅拌器冲洗
3	上海梦清园调蓄池	25000	合流制	矩形	水力翻斗冲洗
4	上海新昌平调蓄池	15000	合流制	多边形	连续沟槽自冲洗
5	上海芙蓉江调蓄池	12500	分流制	矩形	连续沟槽自冲洗
6	上海世博浦明调蓄池	8000	分流制	矩形	门式自冲洗
7	上海世博后滩调蓄池	2800	分流制	矩形	门式自冲洗
8	上海世博南码头调蓄池	3500	分流制	矩形	门式自冲洗
9	上海世博蒙自调蓄池	5500	分流制	矩形	门式自冲洗
10	上海新师大调蓄池	3500	合流制	矩形	水力翻斗冲洗
11	上海新蕴藻浜调蓄池	20000	合流制	矩形	门式自冲洗系统

4.4.14 本条文为强制性条文,必须严格执行。当采用封闭结构的调蓄池时,需要设置送排风设施,应合理设置透气井或排放口,以保持进出水期间池内气压平衡,保障进出水通畅和有毒有害气体的有组织排放。设计通风换气次数的确定应充分考虑调蓄目的、进出水量、有毒有害气体爆炸极限浓度等因素。

用于径流污染控制的调蓄池,收集和储存的是合流污水或初期雨水,池内产生有毒有害气体的风险较大;用于削减峰值流量的调蓄池,如该区域不存在雨污混接,收集和储存的雨水水质较好,则产生有毒有害气体的风险较低。

在分析池内可能产生的有毒有害气体浓度的基础上,送排风设施的设计应满足:在调蓄池进水和放空时,池内气压平衡;当调蓄池内储存有雨污水时或放空后,池内硫化氢(H₂S)、甲烷(CH₄)等有毒有害气体的浓度低于爆炸极限;人员进入前,池内硫化氢(H₂S)、氨

(NH₃)等有毒有害气体的浓度不应对人员安全造成威胁。

美国用于合流制溢流污染控制的调蓄池设计中要求的设计通风次数是每小时 6 次~12 次,我国目前用于径流污染控制的调蓄池的通风次数一般是每小时 4 次~6 次。

4.4.15 采用地下封闭结构的调蓄池,一般会根据需要设置透气井或排气口,将进水时池内气体排至池外。当调蓄池进水时,透气井井口或排气口会有臭气排出,同时,室外季节风产生的空气扰动也会使臭气排出,会对周边环境造成不良影响。因此规定在其透气井井口或排气口处设置臭气收集和除臭设施,避免臭气散逸。

4.4.16 为减少调蓄池对附近活动人群的影响,规定调蓄池臭气经处理后达到相关标准后方可排放,排放标准应根据环评要求确定。

4.4.17 调蓄池的设计进水时间一般为 0.5h~1.0h,调蓄池在进水过程中会排放相应体积的臭气,因此除臭设施处理量宜按每小时处理调蓄池容积 1 倍~2 倍的臭气体积考虑;有特殊要求时,应结合通风系统的换气次数确定。

上海和昆明部分已建调蓄池除臭方式如表 7 所示,大多为离子法、植物提取液喷淋法等。日本调蓄设施的除臭多采用活性炭吸附,但活性炭需要定期更换,运行维护费用相对较高。

表 7 上海、昆明部分已建调蓄池除臭方式

序号	调蓄池名称	除臭方式
1	上海江苏路调蓄池	离子法+植物提取液喷淋法
2	上海梦清园调蓄池	离子法+植物提取液喷淋法
3	上海新昌平调蓄池	离子法+植物提取液喷淋法
4	上海芙蓉江调蓄池	离子法+植物提取液喷淋法
5	上海世博后滩调蓄池	离子法+植物提取液喷淋法
6	上海新师大调蓄池	离子法+植物提取液喷淋法
7	上海新蕴藻浜调蓄池	离子法+植物提取液喷淋法
8	昆明乌龙河调蓄池	植物提取液喷淋法
9	昆明海明河调蓄池	植物提取液喷淋法

4.4.18 调蓄池与雨水泵站等设施合建情况较多,如果雨水泵站的电气系统设备被淹,会导致整个电气系统出现故障,调蓄池无法正常运行。为保障设施和人员安全,规定调蓄池的配电室、控制室和值班室宜设置在地上,并应防止被淹。

4.4.19 本条是关于调蓄池自动化控制系统的规定。

1 调蓄池是排水系统的一部分,运行管理部门一般考虑将调蓄池纳入相应的排水系统统一调度,因此调蓄池平时可不设值班人员,采用巡检方式。特别重要的调蓄池,可在运行时派人值班。

3 信息层的作用是实现数据的集中收集、处理和整理,应具有监测和监控、数据采集和处理、控制调节、运行管理、人机接口、数据上传等功能。大型调蓄池可设置信息层,便于操作人员进行监控。信息层设备设在调蓄池控制室,宜采用具有客户机/服务器(C/S)结构的计算机局域网,网络形式宜采用 10/100/1000M 工业以太网。

控制层的作用是完成现场设备的监测和控制命令的执行,应具有设备监控和监测、设备控制和联动控制等功能。控制层由一台或多台负责局部控制的可编程逻辑控制器(PLC)组成,相互间宜采用工业以太网或现场工业总线网络连接,以主/从、对等或混合结构的通信方式和信息层的监控工作站或主可编程逻辑控制器(PLC)连接。形式简单、设备数量少的调蓄池可设置远程测控终端(RTU)控制装置。

现场层是所有现场仪表和自动化设备的集合,实现各种数据的采集。应根据功能和规模大小选择相应的仪表和受控设备,一般包括:液位、流量、雨量、硫化氢(H_2S)、水质参数、水泵、闸门、除臭装置等各种设备工况和泵站电气参数的检测等。

4 远程控制模式是由上级调度系统发布对调蓄池内主要设备的控制命令,包括泵站内的水泵、闸门等设备,泵站内各设备的联动由就地控制可编程逻辑控制器/远程测控终端(PLC/RTU)

根据要求完成。

就地控制模式分就地手动和就地自动两种,这两种控制都应通过自动化控制系统可编程逻辑控制器/远程测控终端(PLC/RTU)控制器完成。

机侧控制模式是受控设备的现场(机旁)控制箱上设有本地/远方选择开关。当选择开关处于本地位置时,由现场(机旁)控制箱上的按钮进行控制,当选择开关处于远方位置时,由自动化控制系统可编程逻辑控制器/远程测控终端(PLC/RTU)控制器对设备进行控制。

4.4.20 本条是关于调蓄池检测仪表设置的规定。

1 流量测量分为泵排和流量计量设施测量两种,泵排测量精度较差,流量计量设施测量精度较高。在条件允许的情况下,宜采用流量计量设施测量。管径在 10mm~3000mm 之间的满管流量检测宜采用电磁流量计,当电磁流量计在安装和使用上有困难时,可以采用多普勒超声波流量计或明渠流量等其他流量计量设施。

2 集水池宜采用超声波液位计或液位差计,当设置超声波液位计有困难时,宜采用投入式静压液位计。

3 用于控制径流污染的调蓄池,在运行管理中,需要采集不同降雨条件下的进水水质,以评估调蓄池效益并优化运行方案,因此可设置自动采样器。

4 在雨水综合利用系统中的调蓄池宜设置水质监测仪表,以保障雨水综合利用系统的水质。

4.4.21 本条为强制性条文,必须严格执行。雨污水在密闭空间中储存一定时间后,易产生有毒有害气体,主要包括厌氧反应产生的硫化氢(H_2S)气体、氨(NH_3)气体、甲烷(CH_4)气体等。因此,为确保安全,设计人员应根据调蓄的水质特点和调蓄池的空间设计特点,在分析调蓄池可能产生有毒有害气体区域的基础上,在易形成和聚集有毒有害气体的区域(如设置于室内的格栅间、池内、

检修通道等),应设置固定式的有毒有害气体检测报警设备。由于调蓄池池内环境恶劣,容易造成固定式气体检测设备探头失效,因此,设计中应考虑在池顶等部位预留有毒有害气体监测孔,供运行维护人员定期监测有毒有害气体的浓度,防止有毒有害气体的浓度超过爆炸极限。

4.4.22 本条为强制性条文,必须严格执行。雨污水在密闭的输送管渠和调蓄池等厌氧环境下可能产生甲烷(CH_4)、硫化氢(H_2S)等可燃气体,储存雨污水的调蓄池的池体、接纳雨污水的格栅间和排放调蓄池内气体的透气井井口等场所均可能存在可燃气体,可燃气体发生爆炸需同时符合下列两个条件:一是可燃气体浓度达到爆炸极限;二是存在足以点燃可燃气体混合物的火花、电弧或高温。

因此在调蓄池内出现或可能出现可燃气体混合物的区域采取下列防止爆炸的措施,可将产生爆炸的条件同时出现的可能性减到最小:

(1)采取电气防爆和其他措施,确保爆炸性气体混合物的区域内不产生或出现足以点燃可燃气体混合物的火花、电弧或高温。

(2)防止爆炸性气体混合物的形成或减小爆炸性气体混合物的浓度和滞留时间。如采用可靠有效的机械通风装置,确保爆炸性气体混合物的浓度在爆炸下限值以下。

(3)调蓄池的透气井设置在工作区域内,工作区域设置防火标志,以避免明火接触池内产生的可燃气体,造成爆炸。

4.4.23 工作人员会定期进入调蓄池,进行设备维护、检修或沉积物清除等工作。为改善工作环境,对检修通道进行规定。对于池深较浅,人员无法进入或可采用吊绳进入的小型调蓄池,可不设置人员检修通道。

4.5 隧道调蓄工程

4.5.1 隧道调蓄工程是位于地下,用于调蓄、输送雨水或合流污

水的隧道,通常具有很大的调蓄容量。采用隧道调蓄工程可提高城镇排水系统的排水能力、削减峰值流量、有效控制径流污染。由于隧道调蓄工程可建造在相对标高一20m 以下的地层,所以不仅不占用昂贵的城市用地,对城市地下空间利用的影响也比较小,但应与地下空间规划相协调。隧道调蓄工程存在建设投资大,施工周期长、难度大,运行维护要求高等问题,因此一般仅适用于地上建筑密集、地下浅层空间已无利用条件的经济条件较好地区。

4.5.2 隧道调蓄工程用于城镇水体调蓄、绿地广场调蓄、调蓄池等工程无法解决的排涝除险调蓄或城镇径流污染控制,因此,隧道调蓄的位置应结合排水系统、城镇道路和河道水系等情况确定。

国内外主要隧道调蓄工程如表 8 所示。

表 8 国内外隧道调蓄工程

名 称	管径(m)	埋深(m)	全长(km)
美国芝加哥隧道调蓄系统	5.0~10.7	46~88	106.4
日本东京外圈放水路	6.5~10.6	50	6.3
日本大阪浪速大放水路	6.5	24	8.5
英国泰晤士河隧道	6.0~7.2	35~65	20.0
中国香港荔枝角雨水排放隧道工程	4.9	45	3.7

4.5.4 综合设施是连接现有排水系统和主隧道的设施,主要包括截流设施、进水管道的和竖向跌落井等。

截流设施是控制排水系统进入隧道调蓄工程的水量,并在水量超过设计条件时进行分流的设施;进水管道是将排水系统的多个溢流汇合进入隧道调蓄工程的设施,进水管道的布置和投资是影响隧道结构、埋深和进出水方式的一个重要因素,隧道的进出水方式也决定了进水管道的要求;竖向跌落井是将排水系统的水流送入隧道调蓄工程,并起到消能和排气作用的设施。

4.5.6 采用深埋的隧道直接连接排水系统每个溢流排放点的方式不可行,较为经济合理的方法是将几个排放点和截流井的溢流

集中由进水管道的汇合进入隧道。进水管道的布置应考虑管道施工对道路交通、市政管线和周围社区及环境的影响,应对建设进水管道的和竖向跌落井方案进行经济比较。进水管道的施工条件应考虑地质条件的影响。进水管道的管径应根据隧道调蓄工程的功能计算进水流量,采用数学模型确定。由于管径设计一般针对峰值降雨流量,在实际运行中还可利用部分管内调蓄容量。在进水管末端应设置闸门,便于检修,还可通过实时控制优化调整隧道调蓄容量和输送能力。

4.5.8 为减少进水对竖向跌落井底板的影响,应采取消能措施。消能措施可包括在井内设置水跃、进水形成旋流、增加井壁摩擦和在井底设置水潭等,水跃位置或水潭深度应根据进水流量和竖向跌落井深度,按水力计算确定。

竖向跌落井的型式包括旋流跌落井和直接跌落夹带气体式跌落井等。旋流跌落井的进水方式包括螺旋型、切线型、涡卷型和虹吸型,螺旋型是进水管道向下卷曲进入跌落井,切线型是进水管道在和跌落井连接处缩小以形成沿池壁的切向流。水力分析表明,螺旋型和切线型进水方式最佳,且切线型进水方式容易施工。虽然旋流能减少夹带气体并显著消能,但其水头损失较大,所以当主隧道和排水系统的水头差较小时,不适合采用旋流进水方式。

直接跌落夹带气体式跌落井,通过吸入气体使跌落井内形成满流,水流由井壁的摩擦达到消能效果,同时在井底形成水幕也起到消能的效果。美国芝加哥的隧道调蓄工程采用了该类型跌落井,其水流通过能力范围很大,且水头损失仅为同规模旋流跌落井的20%。

直接跌落式的跌落井和气水分离槽均为大型构筑物,需采取适当的锚固措施以承受水流下跌产生的冲力和振动。分离槽的底板可以采用覆金属层以防水流中砂粒的侵蚀。在施工过程中,跌落井的直径可放大以便进出隧道,而设计最终的直径可按下式计算:

$$D_w = 6.2 \left(\frac{Q_w}{g^{1/2}} \right)^{2/5} \quad (4)$$

式中： D_w ——竖向跌落井直径(m)；

Q_w ——竖向跌落井设计流量(m^3/s)。

采用直接跌落夹带气体式跌落井时，还应设置单独的通风系统排气以防止气体被携带进入隧道。

4.5.9 主隧道建设前应结合城镇竖向规划对地质条件进行系统分析评价，岩石层隧道的性价比一般高于软基隧道。

主隧道可采用同一管径，也可随长度增加适当增大管径，但应考虑不同管径间的衔接和防渗。且同一条主隧道管径类型不宜超过三种，便于施工建设、检修维护和运行管理。目前国际上建设的调蓄隧道主要有圆形和方形两类，其中圆形断面便于土建施工、设备安装、运行管理和检修养护，且过流效果更优。

主隧道内的流速宜控制在 $1m/s \sim 5m/s$ 范围内，流速过小易引起管道淤积，流速过大易引起管道过度冲刷。美国《合流制污水控制手册》规定主隧道的纵坡不小于 0.1% ，以保证流速，防止砂粒沉降，满足排空要求，必要时还可设置流槽。

主隧道的冲洗和清淤周期与其功能设计和使用频率有关。主隧道沉积物较少时可采用水力冲洗的方式进行清理，冲洗水应排入污水处理厂处理；当内部淤积层深度达到或超过管径的 5% 时应进行清淤。

小型排水泵仅为排除少量地下渗入水设置，当晴天地下水渗入量明显增大时，应及时检查管道防渗情况并进行针对性修复。

4.5.10 具备条件的地区应当利用模型评估隧道调蓄工程不同的出水情况对受纳水体或下游污水处理系统的影响和危害风险。

排空泵站的流量应根据设计功能、运行模式、目标效果等因素确定。以削减峰值流量为主要功能的隧道，应根据排水要求确定泵站规模；以控制径流污染为主要功能的隧道，应根据隧道的放空时间确定泵站规模，设计放空时间应根据下游污水系统的负荷、降

雨特性等因素,综合比较后确定,宜为 12h~48h,但有些调蓄量大的系统放空时间较长,如日本东京外圈放水路的设计放空时间超过 60h。

4.5.11 隧道调蓄工程投资较大,水力工况复杂,因此宜采用计算机或物理模型模拟,对进水管、竖向跌落井、主隧道和出水设施等设计进行校正和优化。

4.5.12 综合设施内应设置让空气迅速排出的脱气系统,当大量雨水通过竖向跌落井跌落进入衔接管渠后,隧道内的空气应能通过脱气通道迅速排出,避免影响隧道的进水。一般可设置于主隧道或隧道调蓄工程末端的泵站内,为防止隧道内产生厌氧条件形成臭气,应设置通风设施。通风井的排气中除了致臭气体外,还可能包含挥发性有机物(VOCs)。通风的方式可以是在泵站内抽气或鼓气,具体的气流方向取决于除臭设施的位置和附近居住区敏感接受人群的位置。

4.5.14 隧道调蓄工程应设置检查井和检修通道等检修设施。检查井用于隧道的维护和检修,检查井可利用施工时的工作井,并和格栅间或其他控制设施合建。

5 施工和验收

5.1 一般规定

5.1.1 施工现场质量管理应遵循质量控制和质量检验并重的原则,以突出“过程控制”。相关现行国家标准有《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 和《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 等。雨水调蓄工程基坑(槽)应根据基坑(槽)的围护结构类型、工程水文地质条件、施工工艺和地面荷载等因素制定施工方案,质量验收应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的要求。

5.1.2 城镇雨水调蓄工程比常规雨水管渠系统涵盖的内容多,系统复杂,施工要求更加严格。施工过程是雨水调蓄工程的一个关键环节,施工时应按照经所在地行政主管部门批准的图纸施工、采用正确的材料、隧道调蓄工程的施工应采取相关安全措施。因此施工前,施工单位应熟悉设计文件和施工图纸,深入理解设计意图和要求,严格按设计文件和相关技术标准进行施工,不得无图纸擅自施工。

5.1.3 雨水调蓄工程,尤其是调蓄池和隧道调蓄工程,一般基坑开挖面积大、覆土深、周边和地下环境复杂、施工难度大、危险性较大,为了保证工程顺利实施,保障施工安全,施工单位应对涉及危险性较大的分部、分项工程编制专项施工方案,施工组织设计和专项施工技术方案按程序通过审批和交底后方可开始施工,有些施工方案应按当地建设行政主管部门的规定进行专家评审。

5.2 土建施工

5.2.2 湿塘、生物滞留设施、浅层调蓄池等具有渗透功能的设施的渗透能力依赖于场地土壤的渗透能力和地质条件。因此,在上述设施施工安装时不得损害自然土壤的渗透能力。此外,对于渗透设施的施工,应符合现行国家标准《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 的有关规定。

5.2.5 隧道调蓄工程的主隧道工程埋深较深,断面较大,投资较大,应通过经济技术比较确定合理的施工方法,宜采用盾构法施工,相关技术方案和措施可按现行国家标准《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446 的有关规定执行。

5.3 安装工程

5.3.1 为控制设备安装工程质量,安装前,对设备的尺寸和精度进行复测是必要的,同时规定整机安装的设备 and 驱动装置等部件,不得任意拆装,对大型设备,诸如大型水泵等为便于运输而允许按部件在现场组装的设备,须按产品技术文件的规定连接。

5.3.2 检测仪表的安装位置和方向会对检测精度产生影响,应严格按设计要求和仪表说明书进行安装。

5.4 质量验收

5.4.1 雨水渗透设施的渗透能力是保证渗透性雨水设施的重要功能指标,应在施工后进行渗透能力验收。

5.4.3 雨水回用管道工程应严防与给水管道工程混接,避免污染饮用水,保证供水安全。

5.4.4 隧道调蓄工程规模较大,主隧道一般为无压管道,工程实践表明可采用内渗法和闭水试验检测管道的严密性,只要管径足够允许人员进入、计量方法准确得当,内渗法试验更易于操作,且可避免水资源的浪费。

5.4.5 除了对工程外观验收外,功能性的验收必不可少。管道是否畅通、流量是否满足设计要求、设备能否正常运行等均须进行验收。不满足要求的部分施工整改后须重新验收,直至验收合格。本条要求可反映系统的功能状况。

5.4.6 建设行政主管部门对市政工程竣工验收备案有具体的规定要求,本条只列基本要求,不作具体规定。

5.4.7 竣工资料的收集对工程质量的验收以及日后系统的维护、维修有着重要的指导作用。

6 运行维护

6.1 一般规定

6.1.1 为了保证雨水调蓄工程的安全、稳定运行,运营单位应根据不同调蓄工程的特点建立相应的规章制度和操作手册,制定岗位责任制、设施巡视制度、运行调度制度、设备管理制度、交接班制度、设备操作手册、维护保养手册和重要设施设备故障等事故发生时的突发事件应急预案。根据实际情况和要求,定期对规章制度和操作手册及事故应急预案进行更新。

6.1.3 工程竣工后,雨水调蓄工程竣工资料应按原建设部《市政基础设施工程施工技术文件管理规定》(建城[2002]221号)归档;地理信息系统中,雨水调蓄工程的属性应按标准进行分类。

6.1.4 应根据调蓄工程不同的功能,进行针对性的效益评估。效益评估内容应包括提高排水系统排水能力、减少内涝发生次数、削减暴雨溢流量和污染物、改善受纳水体水质等方面。

用于控制径流污染的雨水调蓄工程在汛期、非汛期和全年等不同运行时期,其对削减暴雨溢流量、削减暴雨溢流污染物和改善受纳水体水质等效益受到降雨强度、旱流污水量、河道本底水质等多种因素影响,分不同时期进行评估,有利于全面掌握雨水调蓄工程运行效能,为进一步优化和提高雨水调蓄工程效能提供依据。

6.2 水体调蓄工程

6.2.1 为充分发挥水体调蓄工程的调蓄功能,水体调蓄工程应根据降雨预报,在降雨前预降水位。

6.2.3 特别是在每年汛期前,应加强对小区水体调蓄工程的进水口、进水格栅、前置塘和溢流口等进行检查,必要时应对调蓄设施

进行清淤,保障汛期设施的正常运行。在汛期,每次设施使用后应进行杂物打捞,对于用于雨水综合利用的小区水体调蓄设施还应加强水质维护管理,保障供水安全和景观效果。

6.3 绿地、广场调蓄工程

6.3.1 汛前的清淤维护有利于保障汛期设施有足够的调蓄空间和下渗能力。

在汛中,应通过进水井观察浅层调蓄池的进水水位,当发现进水不畅时,应及时清理进水口附近的垃圾和沉积物。当采用下渗方式排空的浅层调蓄池难以在 48h 内排空时,建议通过排泥检查井进行清淤。

6.4 调蓄池和隧道调蓄工程

I 运行监测

6.4.1 排水系统的运行情况是指在强降雨条件下,排水管渠和泵站运行水位等情况。河道水位情况是指降雨期间各河道受降雨影响,水位的变化情况。

6.4.2 调蓄池和隧道调蓄工程的运行模式应根据设计的功能确定,一般包括进水模式、放空模式和清淤冲洗模式,其中隧道调蓄工程的进水模式一般还可分为削减峰值流量和控制径流污染两类。

6.4.3 采用机械排风的调蓄池,在进水时,应及时开启风机,以保持池内压力平衡,保障调蓄池进水顺畅。

重力进水模式避免了因设备故障导致的进水问题,同时节约了设备购置、维护、改造和运行等大量费用,符合节能环保理念。如上海市苏州河沿岸建设的 5 座调蓄池,其中江苏路调蓄池、新昌平调蓄池、梦清园调蓄池和芙蓉江调蓄池采用重力自流进水模式,实际运行情况验证了重力进水模式的优势。

隧道调蓄工程在进水控制中应避免雨污水高速跌落对竖向跌

落井井壁和井底的冲刷和冲击。

6.4.4 受下游排放条件限制,调蓄池和隧道调蓄工程宜在下游排水管渠或下游河道水位允许的情况下及时开启放空模式,为避免因放空不及时或放空不彻底造成调蓄池和隧道调蓄工程不能连续使用,甚至造成有毒有害气体集聚而产生爆炸风险,本规范规定调蓄池和隧道调蓄工程应及时放空并在放空时开启机械通风。为提高放空效率,采用重力放空时,应记录放空时间和调蓄设施放空前后的水位,确定合理的开启水泵排空模式的水位。

6.4.5 清淤冲洗模式宜采用机械作业。应确保地下空间内通风透气,并进行有毒有害气体的实时监测,对下井操作配备防护装置,并保持地面与井下通信畅通;机械设备需选择性能好、操作便捷、故障率低、冲洗效果好、抗腐蚀、易被起吊的设备。清淤冲洗水源宜采用调蓄雨水。

6.4.6 为优化运行管理和后期水安全与水环境评估积累历史资料,应在调蓄工程进水处(如格栅前的集水井或进水渠道)、出水处(如出水管或出水井)等重要节点,设置水质水量监测点。水质监测主要包括人工分析和在线监测两种,监测项目主要包括悬浮物(SS)、化学需氧量(COD)和氨氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)等指标。调蓄水量的计量和记录,可采用流量计和泵排相结合的方式。

II 检查维护

6.4.9 调蓄池和隧道调蓄工程运行环境对相关设施设备易造成腐蚀和故障,对进出水水泵、闸门、自动化控制系统、水质水量监测系统、气体自动监测、除臭设备等核心设施设备进行维护和记录,可保障调蓄设施正常运行。

调蓄池和隧道调蓄工程的易燃易爆、有毒有害气体报警器等强检器具,应由具有相应资质的计量监督部门按其检测周期进行校验和检定,并应按相关规定执行。

6.4.11 调蓄池和隧道调蓄工程机电设备能否正常运行,或能否发挥应有的效能,除设备本身的性能因素外,在很大程度上取决是

否对设备正确使用和良好维护。所以,应建立健全相关机制,保证调蓄池和隧道调蓄工程机电设备能得到良好的维护和保养。

在停电、调蓄池和隧道调蓄工程超负荷进水等突发事件的情况下,如果调蓄池和隧道调蓄工程不能发挥其作用,可能使局势更加恶化。所以调蓄池和隧道调蓄工程运行和管理单位应根据情况,制定突发事件情况下保障调蓄池和隧道调蓄工程基本功能的应急措施和相应的预案执行程序。

6.4.12 调蓄池和隧道调蓄工程维护记录内容应包括检查记录、维修记录和事故处理记录等文字记录和计算机文档记录。

III 生产安全

6.4.13 由于在地下结构或管渠等密闭空间中工作具有较大的潜在危险性,因此在雷暴雨预警、洪水预警、台风预警、塌方预警等预警信息发出后,作业人员不得进入地下密闭空间进行工作,以确保作业人员的人身安全。

6.4.14 作业所需的安全器具包括安全背带、安全绳、气体/氧气分析设备、呼吸器、手套、面罩和防护服等。进入调蓄池和隧道调蓄工程等密闭空间的作业人员应身着呼吸装置,其身体状况需经医生认定许可。同时,作业人员还应接受相应的培训和训练,学习如何正确穿戴呼吸装置;使用呼吸仪器前应注意气压仪的读数,确保氧气瓶在使用前有足够的氧气。

6.4.15 施工责任人应事先评估所有人工作业的安全风险,并尽量避免实施有危害的人工作业。如果不能避免,则施工责任人需进一步评估,并通过机械辅助或多人协作来减少受伤概率。

6.4.16 在紧急事故中,应保持冷静,及时启动应急抢险预案。在气体事故中,应保持冷静,启动警报,通知负责人并呼叫专业救助。执勤人员不可进入密闭空间救援。没有呼吸装置不可进入事故区域。当发生火灾,应保持冷静,启动警报。

S/N:155182·0103



统一书号: 155182 · 0103

定 价: 17.00 元