

广州某河道引调水工程蓄水气盾闸设计

李旭

(广州市水务规划勘测设计研究院有限公司, 广东 广州 510640)

摘要: 气盾闸, 是一种新型的挡水结构, 是综合橡胶坝、钢板坝二者之长的新型水工建筑物, 其结构新颖, 能与周边环境相互协调, 满足现代城市水利工程生态景观协调的要求。本文以广州市某河道引调水工程为实例, 阐述了气盾闸在城市景观水体和水环境整治中的应用, 设计过程中拟定 3 种闸型方案进行技术经济比较, 并对气盾闸过流能力、抗渗稳定、闸室稳定等水力计算, 确定气盾闸的布置合理性和实用性。

关键词: 气盾闸; 水景观; 城建区; 调补水

中图分类号: U61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 07—0116—03

气盾闸, 也称气动钢盾橡胶坝, 是一种新型的挡水结构, 是综合橡胶坝、钢板坝二者之长的新型水工建筑物。气盾坝吸收了传统活动坝型之精华, 摒弃了传统活动坝型之不足, 具有结构简单, 过水高度和运行状态持续可控; 挡水和过水能力更高; 充排时间短, 运行管理简单; 使用寿命超长, 综合效益高; 对基础的适应性强; 景观效果佳等特点。

由于气盾闸具备结构简单, 运行管理简单、景观效果好等特点, 较以往橡胶坝、混凝土闸坝体景观效果好, 建设周期短, 可适用于城市景观水体及水环境调蓄水工程。

1 工程概况

本工程位于乌涌流域, 为乌涌主涌的一条支流, 河涌全长约 2.96km, 流域面积 1.35km², 坡降 0.82‰。流域内地势平坦, 主要以建成区为主, 地面高程基本在 7 ~ 10m 左右。上游发源于城中村, 河涌基本为明涌, 部分河段已被覆盖为暗渠, 河道宽度 4~12m, 河道堤岸基本整治完毕, 主要为混凝土或浆砌石结构。

河涌上游山水受广园路阻隔, 旱季上游无活水源; 下游仅部分区域进行了截污, 流域内排水系统部分仍为合流制, 雨天合流管道溢流, 随溢流而出的污染物沉积河道, 形成内源污染, 进一步加剧河涌污染。水体黑臭

消防水管道电伴热、泡沫罐间消防设备等, 均为低压负荷, 按一级负荷考虑, 安装容量为 202kW, 计算功率为 175kVA。

本工程需新建 1 座 10/0.4kV 变电所, 两路 10kV 电源分别由附近已建工程配套的变电所两段 10kV 母线提供, 2 座变电所距离为 1km。高低压系统均采用单母线分段的接线方式, 两台变压器分列运行。本工程重要用电负荷负载性质较多, 备用电源选用了柴油发电机组。柴油发电机组与低压柜间接线方式参考《工业与民用供电设计手册》^[4] 中的示例, 即重要用电负荷的主用电源由码头变电所 #1 变压器提供, 备用电源由码头变电所 #2 变压器和柴油发电机出线经切换后的应急母线提供, 在各自配电箱进线处自动切换。

变电所设置在非爆炸危险区内, 变电所室内外高差不小于 0.6m。主要设有高压配电室、低压配电室、柴油发电机房、电伴热设备室并附设电气值班室。

4 结论

完善的供配电设计可以保障设备正常运行, 减少供电事故发生, 在进行供配电系统设计时, 设计者要严格执行相关规范要求, 结合港区未来发展规划及总平面布置, 接纳新理念、新技术、新产品, 提出科学合理、环保节能、经济效益高的供配电方案, 以保证油气化工码头供配电更加安全可靠。

参考文献:

- [1] 杜毅威. 新能效标准下变压器的选择 [J]. 建筑电气, 2021 (6): 3-11.
- [2] 中交水运规划设计院有限公司. 油气化工码头设计防火规范: JTS 158-2019 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2019.
- [3] 章峥, 顾恩波. 油气化工码头电气设计 [J]. 水运工程, 2020 (9): 108-112, 125.
- [4] 中国航空规划设计研究院. 工业与民用供电设计手册 [M]. 第四版. 北京: 中国电力出版社, 2016.91-93.

已严重影响附近居民的生产生活，无法满足附近居民亲水乐水的需要。

为解决河涌日常旱季无水，且水质较差水动力不足的问题，拟利用上游排渠作为引水通道，引乌涌水进行补水。工程计划沿线设置节制闸及蓄水闸 4 座，并对主河道全段进行清淤疏浚。

根据《防洪标准》及《水闸设计规范》中的规定，本工程等别为Ⅳ等，主要建筑物级别为 4 级，排涝标准为 20 年一遇。

2 工程设计

2.1 方案对比

为确保明涌景观水体环境美观，拦蓄水建筑物布置应在满足河涌防洪排涝要求的同时，应尽可能使得河涌保持景观水位，因此拦蓄水建筑物选型尤为重要。因此选取几种常见蓄水建筑物进行对比。

结合工程实际情况，综合考虑投资、施工难易程度和运行管理等方面因素，选择在近河涌下游设置闸体；考虑周边环境及居住区等因素，设置气盾闸过流条件好，施工工期较短，运行管理相对便利。

气盾闸设置闸宽 8 米，景观水位 6.4 米，闸底高程 4.6。闸室前设钢筋砼铺盖，闸后设消力池、海漫等构筑物。具体参数见表 2。

表 1 拦蓄水建筑物选型对比表

闸门型式特性	闸门（坝）型式		
	橡胶坝	气盾闸	传统钢闸门
土建综合成本	土建成本低	闸门由气囊支撑，节省了启闭设备和相应的土建结构，自身的土建结构简单，土建成本低。埋件受力均布到地基，安全性较好。	闸门埋件土建量较多，而且需要中间闸墩土建结构，土建成本偏高
使用寿命	普通橡胶易老化，一般寿命 10 年左右	理论寿命 50 年，可保证使用寿命超过 30 年	使用寿命一般超过 30 年
维护管理	需经常清理杂物以防被破坏。橡胶坝为整体结构，一个地方破损，整个坝都得坝坝维修	气盾闸为模块化设计，每个闸板和气囊都是独立单元，施工过程中一个气囊出现问题，其他气囊可以正常工作，保障闸门正常使用	需经常清理杂物以防被破坏。后期出现破损维修比较麻烦
投资	投资少	投资比橡胶坝高	投资最高

3 水力计算

3.1 过流计算

计算公式采用《水闸设计规范》(SL265-2001)公式，因 $h_s/H_0 \geq 0.9$ ，故按高淹没度堰流公式计算。

本工程闸底高程为 4.4m，堤顶高程为 8m。本次过流核算按其最不利工况进行复核算，即遭遇 20 年一遇洪水位情况。

表 2 气盾闸建设前后 20 年一遇水面线成果对比

桩号	现状水面线 (m)	气盾闸建设后水面线 (m)
0+000	7.12	7.12
0+350	7.14	7.14
0+550	7.15	7.16
0+750	7.19	7.20
0+950	7.25	7.26

表 3 水闸过流能力计算成果

序号	项目名称	闸净宽 (m)	底高程 (m)	上游水位	下游水位	洪峰流量 (m ³ /s)	备注
1	闸过流能力复核	8	4.60	7.16	7.14	30.23	满足

经计算可知，本工程气盾闸布置满足 P=5% 设计洪峰流量要求。

3.2 抗渗稳定计算

根据 SL265-2001《水闸设计规范》，采用改进阻力系数法计算闸基各渗流要素。按最不利工况进行复核：水闸产生最大水头差 2.1 米（排空状态）。

水闸的渗流可划分为 9 个区域进行计算，计算简图如下所示。

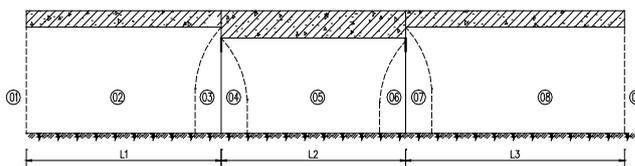


图 1 渗流计算简图

经计算，闸底板出口段及各段底板水平段平均渗流坡降 $J = \frac{h_0'}{S}$ 均满足规范要求。

表 4 渗透坡降计算表

部位	计算值	容许值
出口段	0.24	0.35
水平段（一）	0.06	0.15
水平段（二）	0.04	0.15
水平段（三）	0.07	0.15

3.3 整体稳定及基底应力计算

按《水闸设计规范》(SL265-2001)的规定，闸室稳定应满足下列要求：各计算工况下闸底平均基底压力不大于地基允许承载力，最大基底应力不大于地基允许承载力的 1.2 倍；基底应力的最大值与最小值之比不



大于规定的允许值；沿闸基底面的抗滑稳定安全系数不小于规定的允许值。

根据本工程气盾闸运行情况，拟定气盾闸水位组合情况如下：

表 5 气盾闸稳定计算水位组合表

项目名称	单位	水位组合一	水位组合二	水位组合三
上游水位	m	正常蓄水位	正常蓄水位	校核水位
		6.4	6.4	6.7
下游水位	m	正常水位	外江最低水位(无水)	正常水位

表 6 气盾闸稳定计算及闸室基底应力计算表

项目名称		单位	基本组合			特殊组合	
			完建	水位组合一	水位组合三	水位组合二	地震工况
抗浮安全系数 K _f	计算值	—	100.00	2.03	3.29	2.04	2.03
	规范允许值	—	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05
抗滑安全系数 K	计算值	—	100.00	8.41	5.57	5.06	37.35
	规范允许值	4 级	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10
基底应力	平均应力 σ	kPa	59.74	34.09	45	34.66	34.09
	最大应力 σ_{max}	kPa	59.74	35.26	48	36.35	34.81
	最小应力 σ_{min}	kPa	59.74	32.92	41	32.97	33.37
	地基允许承载力 [Rh]	kPa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
基底应力比	计算值	—	1.00	1.07	1.15	1.10	1.04
	规范允许值	—	1.50	1.50	1.5	2.00	2.00

经计算，水闸抗浮、抗滑稳定满足规范要求，基底应力满足天然地基承载力要求，基底不均匀系数满足规范要求。考虑气盾闸现状河床为淤泥细砂，为使其基底压应力分布均匀，减少基础沉降，防止地震液化，拟采用 $\Phi 600$ 高压旋喷桩处理，同时提高地基土抗渗能力。

4 工程运行调度方式

在日常（旱天）运行情况下，黄埔东路气盾闸在运行时需结合乌涌水闸做好联合调度，三岸涌基本无水时开始立坝运行，进行补水，由于乌涌涌口设有水闸，需控制外涌水位不高于 5.8m，避免外江高潮位上溯，待需要换水时则利用落潮期，结合乌涌水闸运行进行塌

坝排水。

日常结合上游补水，调节景观水位保持在 6.1~6.7m，控制气盾闸上最高壅水不超过 30cm，以避免气盾闸发生振动，影响结构稳定性，并保证上游排水不受影响。若上游来水较少，河道流动性较差，则通过排气使气盾闸倒伏，降低特定水位高度，形成水景观及水面流动性效果。

由于引水期间，周边农田现状地面高程较低，可能出现渠道水位高于农田的情况，因此引水期间需选取引水灌溉和农田退水合适时机，方可打开引水和排水口，避免因引水造成内涝。

5 结论

作为流域调补水的重要建构筑物，气盾闸运行管理简单，与周边城市水环境结合度较好；钢护板可保护气囊免被河道大件垃圾破坏，过洪能力较好，不阻水，适用于未完成分流改造的蓄水段河流域；建设周期短，安全性能较好，适用于城市景观水体及水环境调蓄水工程，为有水位调控要求及部分水动力较弱的河道调补水方案设计可提供一定借鉴。

