

水闸高混凝土墩墙一次性浇筑工艺

陆星丞

上海宏波工程咨询管理有限公司

摘要：上海地区水闸高混凝土墩墙浇筑通常分二次浇筑，其施工周期较长，施工难度大，安全风险高，同时易产生施工缝，如处理不好易产生渗漏，也影响外观质量。而墩墙混凝土一次性浇筑基本可以解决这些问题，通过本工程的实际应用，实体质量及外观质量均良好。本文结合工程中的实际经验，探索下水闸高混凝土墩墙一次性浇筑工艺。

关键词：高混凝土墩墙；一次性；分层浇筑

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.05.029

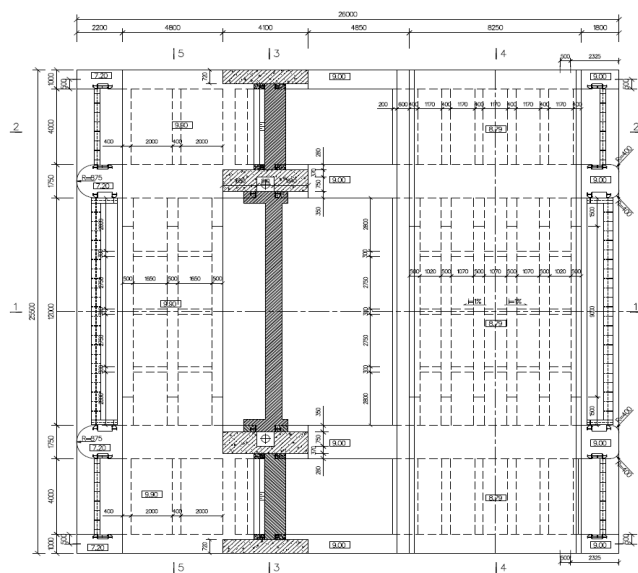
一、工程概况

(一) 水闸主体结构概况

某水闸闸室总长26m，总宽25.5m，闸孔为三孔，净宽4+12+4=20m。闸室采用整体式钢筋混凝土结构。闸底板采用平板，闸槛高程-0.5m，闸底板底高程-2.1m。外侧闸墩顶高程为9.0m，与外侧导堤防浪墙顶高程一致，内侧闸墩顶高程为7.2m，边墩厚1.0m，中墩厚1.75m。中孔为敞开式结构，净宽12m；边孔采用胸墙式结构，净宽4m，胸墙厚0.6m，胸墙底高程为4.5m。闸首每孔各设置一扇直升式平面钢闸门，启闭设备采用液压式启闭机，边孔启闭机平台标高为13.6m。内侧工作桥标高为9.9m，中孔及边孔均采用现浇混凝土板梁结构。公路交通桥布置在闸首外江侧，中孔及边孔均采用现浇混凝土板梁结构。

(二) 闸室墩墙设计情况

闸室中墩厚度均为1.75m（-0.5至7.2m高程）、1.12m（7.2m至13.6m高程），边墩厚度为1.0m（-0.5至7.2m高程）、0.72m（7.2m至13.6m高程），长度26m，底标高-0.5m，墩墙顶标高7.2m（内河侧）、9.0m（外河侧），梁板顶标高9.9m（内河侧）、交通桥梁板顶标高8.7m、边跨门槽梁板顶标高13.6m，混凝土标号为C35，混凝土浇筑量约为1577.2m³。



闸室结构平面图

二、主要施工工艺

(一) 施工工艺流程

施工工艺流程：测量放样→外脚手架、满堂架搭设→防撞钢板及单侧模板安装（竖向钢筋接长）→安装闸门埋件→钢筋安装→安装另一侧模板、门槽模板及圆头模板→钢筋、模板安装验收→混凝土浇筑、养护。

(二) 施工准备工作

1. 测量准备

1) 设置模板支撑体系前，预先在底板顶部放出墩墙边线和梁板投影线，并用墨线进行标记，以确保墩墙钢筋、模板准确安装位置。

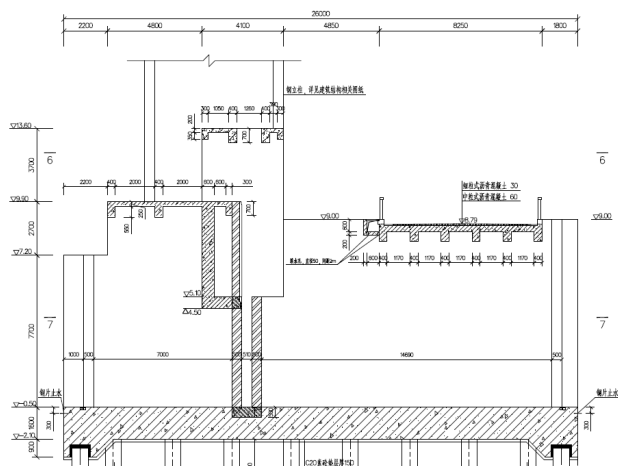
2) 钢筋和模板安装完成后，应对钢筋骨架尺寸、安装间距、保护层厚度和模板垂直度、尺寸等进行测量检查及验收，达到验收标准要求后才能浇筑混凝土。

2. 混凝土配合比试验

本工程水闸采用商品混凝土浇筑，厂家有两个100m³/h的混凝土供应拌合楼，生产能力可满足墩墙的施工需求。大体积混凝土具有水化热高、收缩量大、结构容易温度变形、混凝土量大、浇筑时间长等特点，施工技术和过程控制要求高，在实施中需重视因温度应力而产生的温度裂缝。在混凝土浇筑前，检查混凝土供应商的原材料准备情况，督促其提前准备充足的原材料，确保本项目混凝土浇筑当天能优先供应。

针对大体积混凝土的施工特点，在满足设计混凝土强度要求的前提下，提出优化混凝土配合比的技术要求，适当降低水泥用量，以减少混凝土水化热。

根据设计要求及相关规范规定，与搅拌站沟通进行配合比试验，在满足强度、抗渗等设计要求情况下，确定采用混凝土配合比如下：



边孔闸室横剖面图

C35混凝土配合比

标号	水Kg/m ³	水泥Kg/m ³	矿粉Kg/m ³	砂Kg/m ³	碎石Kg/m ³	粉煤灰Kg/m ³	外加剂(高效减水剂)Kg/m ³	水胶比
C35	170	296	0	735	1030	99	5.93	0.43

其中使用的水泥是P042.5普通硅酸盐水泥；水为自来水；混凝土初凝时间约为5h，坍落度控制在13±2cm。

根据《水工混凝土施工规范》(SL677-2014)中的水胶比最大允许值，本项目位于温和地区，施工部位为受水流冲刷部位，水胶比最大允许值0.5，满足要求；同时根据施工总说明中对于混凝土耐久性能的要求，水灰比不大于0.5，石子含泥量小于1%，吸水率小于1.5%，氯离子含量不大于0.08%。墩墙大体积混凝土掺入抗裂纤维，掺入比例为0.8KG/m³。

(三) 防撞钢板安装

本工程中孔两侧墩墙布置有防撞钢板，防撞钢板底高程为1.0m，顶高程6.0m，钢板厚12mm，表面进行防腐处理。钢板背部设置锚筋，为保证安装质量，将防撞钢板根据模板设计图竖向进行分块，标准块为2.44m*5m。在每块防撞钢板顶部设置吊环两个。钢板出场前对防撞钢板进行出场验收，对钢板平整度、尺寸、防腐质量等进行检查，合格后方可进场安装。

钢板安装采用塔吊配合吊装固定，由于钢板单块刚度较小，易在吊装过程中发生位移，吊装前放出每块钢板位置，在底部设置角钢支撑。将钢板吊运至安装位置后与角钢支撑、满堂架进行临时固定，安装过程做好安装、垂直度位置校正。钢板临时固定后进行钢筋绑扎，钢筋绑扎完成后安装中墩两侧模板，将模板与钢板紧密连接，进行二次位置校准和最终固定。为提高钢板整体刚度，在防撞钢板背面横向设置10#槽钢围檩，从上到下设置3道，将连续几块钢板连为整体。

(四) 钢筋工程

1. 钢筋制作

1) 进入施工现场的钢筋必须经检验合格后才能使用；现场钢筋要求分类堆放、竖立标识牌。

2) 钢筋制作严格按照设计、规范及施工图纸的要求，制作钢筋翻样加工单，审核后提交钢筋班组现场生产。

3) 钢筋的弯曲和截断必须在加工场地实施，禁止在现场生产；所有的钢筋应进行冷弯。

2. 钢筋连接

(1) 钢筋绑扎前，应检查成品等是否满足施工图纸的配料表要求。

(2) 钢筋直径≥16mm的接头主要采用焊接方式，本工程钢筋焊接主要采用单面焊，墩墙预留筋接长采用电渣压力焊。钢筋<16mm的接头可以采用绑扎搭接，搭接长度35d。

3. 预埋件

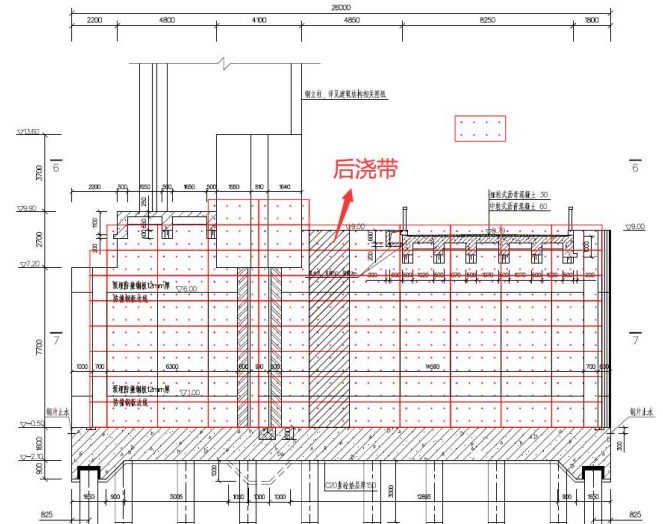
绑扎结构钢筋时，应将电气、设备图纸与水工图纸

对照查看，确保预埋件准确位置；预埋完成后，系统复核预埋的止水铜片及其他金属结构、电气设备安装是否满足要求。

(五) 模板工程

墩墙模板采用竹胶板，主要采用1220*2440mm的规格。模板支撑采用方木+钢管，方木规格为4cm*8cm，竖向布置，间距200mm，螺杆规格为M14，间距610mm，用双钢管固定。为了保证施工质量，模板施工须满足下列要求：

- 1) 模板的尺寸、刚度和强度必须符合要求，棱角整齐，表面平整，无裂纹。
- 2) 侧模安装前，实现做好测量放线，确保各部位的模板安装位置准确无误。
- 3) 模板拼装必须牢固可靠，接缝严缝，不得漏浆。
- 4) 混凝土外露表面的模板接缝，应具有一定的规则；其水平、垂直线条应保持连贯，并与施工缝重合。具体分缝如下：(1) 水闸墩墙水平缝每隔1.22m设置一道，垂直缝每隔2.44m设置一道，墩墙底部施工缝与底板顶部齐平；(2) 水闸墩墙中部设置一道1.94m宽后浇带，与模板尺寸一致，具体位置如下图；(3) 内外河翼墙水平与垂直缝与墩墙一致，不足处采用小模板补齐。(4) 防撞钢板分缝与模板竖缝一致，防撞钢板上提前钻孔，孔位与模板孔位对应。



后浇带位置示意图

- 5) 混凝土浇筑前，应清除模板内的各种杂物。
- 6) 保护层垫块宜布置成梅花形，并设置纵向和横向的钢筋连接点，垫块绑扎的钢丝或钢筋绑扎的钢丝头向内弯折，避免接触模板。
- 7) 吊模部位下部50cm范围的梁板设置顶模封闭，

顶模浇筑前完成加工，吊模部位底部梁板浇筑完成后，安装顶模并进行固定，以避免发生吊模部位下部结构混凝土起拱。

（六）止水安装

本工程墩墙与空箱之间均采用垂直铜片和橡胶止水带，墩墙与内、外河翼墙之间采用垂直铜片止水，搅拌桩头中部设置垂直铜片止水。

（七）混凝土工程

1. 浇筑安排

为减少墩墙应力约束，计划在墩墙中部设置后浇带，后浇带宽度1.94m，全高程范围内设置，在内外河墩墙混凝土达到龄期后进行浇筑，浇筑前将后浇带两侧墩墙混凝土面进行凿毛处理，浇筑的混凝土强度等级提高一个标号。

墩墙底部施工缝与闸室底板顶齐平，上部墩墙钢筋模板安装时同步进行闸门轨道、门槽等埋件等安装定位，闸门预埋件部位采用一次浇筑方式施工完成。

墩墙上部结构先进行外河侧墩墙施工，完成外河侧交通桥、梁板等浇筑，混凝土浇筑方量约760.35m³，再进行内河侧墩墙及梁板施工，施工至13.6m高程，混凝土浇筑方量约720.82m³，两侧墩墙施工完成养护28天后进行后浇带浇筑，浇筑方量约96.03m³，墩墙混凝土一次浇筑量约1481.2m³。

闸室墩墙均采用分层浇筑方法，分层厚度每层500mm，采用东侧泵车浇筑东侧边墩及中墩，西侧泵车浇筑西侧边墩及中墩。内外河墩墙同步上升浇筑，从南至北先浇筑边墩，再浇筑中墩，每层浇筑方量单侧浇筑方量约为33.1m³，完成一层浇筑振捣后在从起点开始浇筑下一层墙身。

每台泵车每小时混凝土浇筑量以60m³计算，浇筑至5.1m，7.2m，9.0m，9.9m等吊模高程时，等待1小时，则浇筑混凝土一共需要约17小时。浇筑时间计划从上午7点开始浇筑，至晚上12点结束。

2. 混凝土浇筑的质量保证措施

1) 混凝土浇筑前，组织召开施工班组技术交底，了解并掌握混凝土浇筑方案、工序要求以及质量安全控制要点、注意事项。

2) 混凝土浇筑时，明确浇筑时的指挥人员，做好现场统一指挥和调度工作。

3) 混凝土浇筑连续进行，如必须中断，其间隔时间不得超过下层混凝土的初凝时间。

4) 混凝土入仓铺料应均匀，预埋件以及钢筋密集处等区域需人工撮料，防止堆积；砼泵管口与浇筑面距离控制在2m内，避免混凝土产生离析。

5) 混凝土须分层浇筑，均匀上升；严格控制下层混凝土初凝前必须完成上层混凝土浇筑，以免产生冷缝。

6) 吊模部位混凝土浇筑应在下部混凝土浇筑完成间隔30-60分钟再进行浇筑，防止混凝土侧冒以及需保证混凝土出现冷缝。

7) 为加强墩墙下部混凝土振捣质量，墩墙混凝土振捣安排专人下到仓面振捣。浇筑前预留下人孔，人孔附近钢筋暂不固定，浇筑至顶部具备在外部进行振捣条件后进行入孔部位钢筋位置恢复及固定。

8) 安排专人负责监控振捣作业，专人巡视钢筋、预埋件以及模板情况；发现移位、变形等情况应立即进行修整。

9) 混凝土浇筑尾期，应准确向混凝土厂家提供最后的混凝土量，避免出现混凝土浇筑量不足或过多而造成浪费。

10) 混凝土初凝前按照设计高程对混凝土表面进行整平处理，收水后再进行搓平压实。在过程中应对其表面多次抹面压平，避免出现细微裂缝。

3. 混凝土养护

混凝土浇筑完成后，及时抹平、打磨收光，并进行保温、保湿养护。具体来说，混凝土表面覆盖塑料薄膜等防水材料以保持水分，然后使用两层土工布或其他等措施进行保温覆盖。如温度降至零度以下，再采用棉被、草帘等隔热材料进行覆盖。混凝土养护期根据相关规定，一般不少于14天。侧模拆模时间不得少于混凝土浇筑完成后7天，拆除应在温度较高的时段进行，以确保结构内外温差≤20℃，模板拆除后及时进行覆盖养护。

（八）温度监控

采用预埋温度探头对大体积混凝土温度进行测定。混凝土浇筑完成后，通过保温保湿养护控制内外温差不大于20℃，以防温度应力引起的裂缝现象。

测温时采用测温仪，测其预埋点的温度值，再使用红外温度计测定混凝土表面温度，初凝后安排进行温度测量。通过采取一系列的保温和保湿措施，并对测定的温度值进行了分析，满足规范要求。

三、质量检验

水闸墩墙达到一定强度并拆除模板后，组织对墩墙施工质量进行检验，墩墙整体无结构裂缝、表面垂直光滑、闸门槽无变形；墩墙垂直度、门槽垂直度、混凝土强度和钢筋保护层均符合设计和规范要求，实体质量及外观质量均能达到优良标准。

结束语

通过本工程的高墩墙一次性浇筑成型，提高了工程质量、缩短了工期，减少了工耗，尤其外观质量得以明显提高，为其他类似水闸高墩墙施工提供参考。

参考文献

- [1] 胡肖姬，超高混凝土墙一次完成浇筑施工技术，建设科技，2009。
- [2] 董从书，关于超高混凝土墙一次成型的浇筑经验，中国科技纵横，2011。
- [3] 范轴，闸体结构大体积混凝土一次性浇筑成型技术研究，中国水运，2022
- [4] 杨云国，孔祥伟，十甲任节制闸墩墙混凝土一次性浇筑成型施工技术，江淮水利科技，2017。