

泵站墩墙及流道混凝土防裂措施

万华

上海市水利工程集团有限公司, 上海 201600

摘要：混凝土的抗压性能出色，但抗拉性能不强，尤其是泵闸工程中重要部位如墩墙、底板、流道等部位，对混凝土裂缝的控制有着极其严格的要求。本文针对某泵闸项目中流道混凝土的裂缝控制，从材料、模板、施工方法、温控等措施等方面简要论述^[1]。

关键词：泵站墩墙；流道混凝土；防裂

Crack Prevention Measures for Concrete of Pier Wall and Flow Channel in Pumping Station

Wan Hua

Shanghai Water Conservancy Engineering Group Co., Ltd., Shanghai 201600

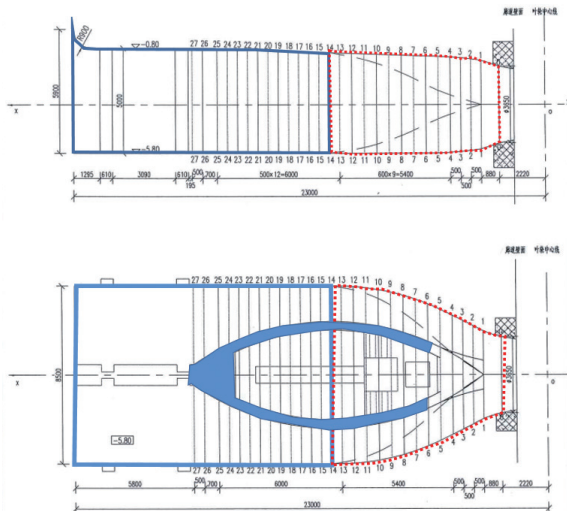
Abstract： Concrete has excellent compressive performance but poor tensile performance. Especially in key parts of pump and sluice projects, such as pier walls, bottom plates, and flow channels, there are extremely strict requirements for controlling concrete cracks. This article briefly discusses the crack control of flow channel concrete in a pump and sluice project from the aspects of materials, templates, construction methods, temperature control measures, etc.^[1]

Keywords： pumping station pier wall; flow channel concrete; crack prevention

一、泵站介绍

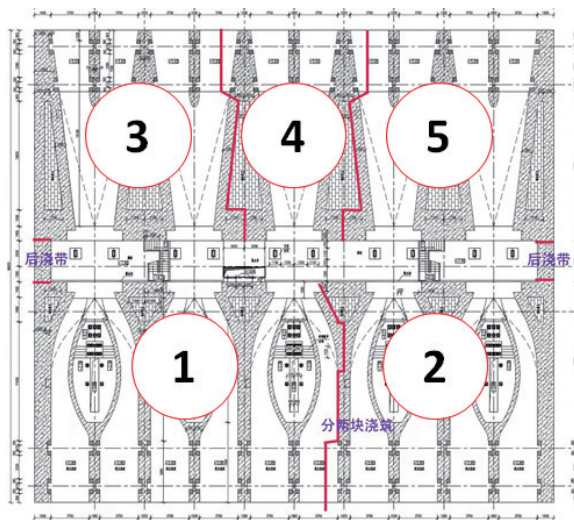
该项目站身结构采用 C30 钢筋砼块基结构，5 台机组并排布置，水泵与水泵机组中心间距均为 9.7m，中间隔墩厚度为 1.2m，边墩厚度为 1.6m，流道总宽度 50.5m。

站身流道厚 1.5 ~ 1.9m，流道底标高 -7.30m。主泵房流道混凝土标号为 C30。为控制裂缝，在混凝土中掺加抗裂纤维。



> 内河侧流道（实线框范围为木模板，虚线框内为钢模板）

内河流道层本次浇筑方量约计 3100m³，外河侧流道浇筑总方量 3600m³。考虑到一次浇筑方量过大，内外河流道浇筑计划分仓。分仓浇筑后单次最大浇筑为内河侧单次方量为 1850m³，内河流道剩余浇筑方量 1250m³；外河侧各次浇筑方量在 1440m³，1440m³ 及 720m³。



> 流道浇筑分块图

二、现场准备

1. 钢筋

泵房流道所涉及的钢筋主要型号为 HRB400，主要规格直径为 25mm、22mm、20mm、18mm。竖向钢筋采用电渣压力焊，其余钢筋连接采用双面焊接。

2. 模板

本工程泵房内河流道内侧竖井（6-27 断面）及外侧流道（14 断面至内河门槽等）之后非渐变部位采用木胶合板，进场模板要求采用 122 × 244 × 1.5cm 规格，每块模板的开孔位置统一筹划，重复利用不超过 2 次^[2]。

3. 混凝土

委托河海大学实验室进行配合比论证

编号	水	水泥	粉煤灰	矿粉	粗砂	细砂	石子	外加剂	抗裂剂	
		PO.42.5	F II	595	2.9	1.5	5-25	华联	苏博特	上海方籓
1	168	213	68	62	550	236	1042	4.46		
2	168	213	68	62	550	236	1042	4.46		1
3	155	244	68	0	792		1053	6.46	28	1
4	160	300	53	0	807		1027	4.24		0.8

细骨料质量要求

项 目	指 标	
	天然砂	人工砂
表观密度 (kg/m ³)	≥2500	
细度模数	2.2~3.0	2.4~2.8
石粉含量 (%)	—	6~18
表面含水率 (%)	≤6	
含泥量 (%)	设计龄期强度等级≥30MPa和有抗冻要求的混凝土	≤3
	设计龄期强度等级<30MPa	≤5
坚固性 (%)	有抗冻和抗侵蚀要求的混凝土	≤8
	无抗冻要求的混凝土	≤10
泥块含量	不允许	
硫化物及硫酸盐含量 (%)	≤1	
云母含量 (%)	≤2	
轻物质含量 (%)	≤1	—
有机质含量	浅于标准色	不允许

粗骨料质量要求

项 目	指 标	
表观密度 (kg/m ³)	≥2550	
吸水率 (%)	有抗冻要求和侵蚀作用的混凝土	≤1.5
	无抗冻要求的混凝土	≤2.5
含泥量 (%)	D ₂₀ 、D ₄₀ 粒级	≤1
	D ₈₀ 、D ₁₅₀ (D ₁₂₀) 粒级	≤0.5
坚固性 (%)	有抗冻和抗侵蚀要求的混凝土	≤5
	无抗冻要求的混凝土	≤12
软弱颗粒含量 (%)	设计龄期强度等级≥30MPa 和有抗冻要求的混凝土	≤5
	设计龄期强度等级<30MPa	≤10

三、主要技术方案

1. 施工工艺流程

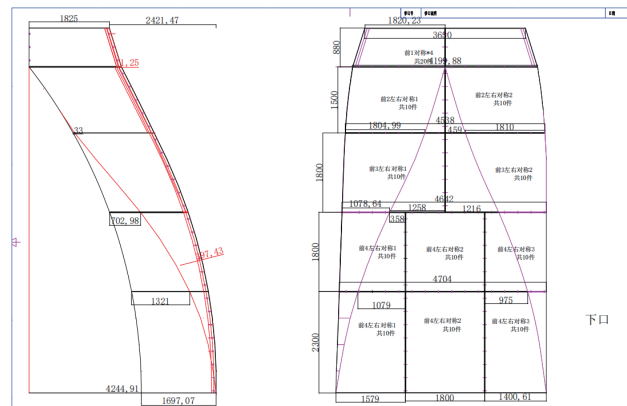
测量放样→凿毛处理→底槛浇筑→流道内模板工程→钢筋安装→预埋件安装→流道层墩墙模板→混凝土浇筑→混凝土养护及冷却保温

底板处凿毛要求露出底板面层钢筋，确保混凝土浇筑后无烂根，同时钢模木模与底板接触面预先安排砂浆封堵，防止后期漏浆也起到保护过流底板面的作用^[3]。

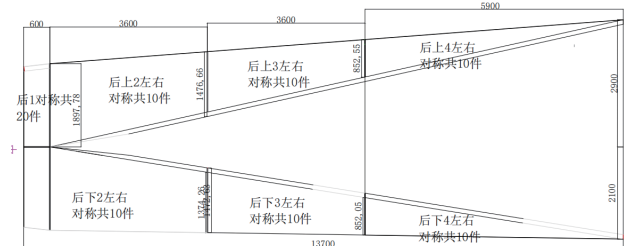
2. 模板工程

流道模板采用钢模及木胶合板组合，木模主要采用1220*2440mm的模板规格。钢模板内外河采用数字加工分段进场拼装，采用14#槽钢加固连接。木模板采用方木+钢管进行支撑，

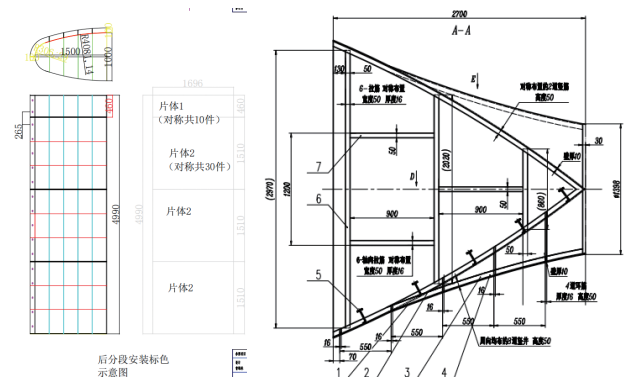
竖向布置4cm*8cm方木。钢管支撑横向布置，间距600mm。采用对拉杆与流道钢筋连接，要求对向拉杆连接在同一根钢筋上。其中，导流锥部位钢衬段（竖井前段）由设备生产商提供，采用二期安装，一期流道竖井浇筑时预留安装间隙。



> 内河流道钢模分段部分顶视图



> 外河钢模部分分段侧视图



> 外河流道导流墩钢模分段

> 内河流道导流锥部位钢衬 (2700mm)

为了保证质量，模板施工必须符合以下要求^[4]：

- 1) 模板厚度必须满足要求，表面无破损和断裂现象。
- 2) 安装侧模前，必须首先由放样员定出模板安装线，保证各结构部位位置正确。
- 3) 除内拉杆外，模板的固定装置或支撑物不应设在已完

成的混凝土中。模板内金属拉杆或锚杆，应设置在距表面至少50mm处。

4) 模板拼装必须牢固、不松动、拼缝严、不得漏浆，模板表面必须平整光滑，无明显凹凸现象。

5) 混凝土外露表面的模板接缝，应做成一种有规则的形式，水平和垂直线条应一直连贯每个结构物，所有的施工缝应同这些水平和垂直线条相重合。以泵站流道为例，具体分缝如下：0.1m标高处往下按1.22m递推。

3. 混凝土工程

(1) 浇筑安排

1) 总体浇筑原则经上述分析2台泵车的浇筑最小浇筑量满足现场分层分块方量要求。

2) 考虑到泵房南北两侧胸墙部位吊模，为保证该处振捣密实，因此浇筑完成后等待0.5~1h左右，继续浇筑，防止混凝土塌落。

3) 砼采用泵送方式进行，并保证砼自落高度不大于2m。

4) 砼浇筑施工需在监测数据指导下进行，并及时调整技术措施^[5]。

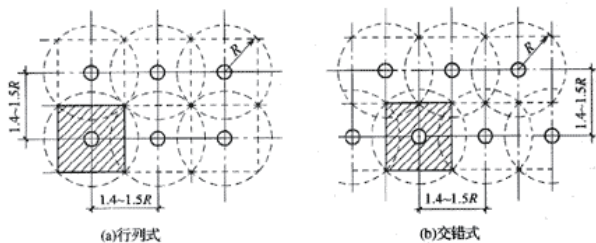
(2) 混凝土浇筑的质量保证措施

1) 吊模部位浇筑应放在最后，等待边墩、中墩等与流道结合部位的浇筑完成后20分钟再行浇筑，防止混凝土侧冒。

2) 浇筑时应防止砼的离析，泵管口与浇筑面距离应控制在2m以内。

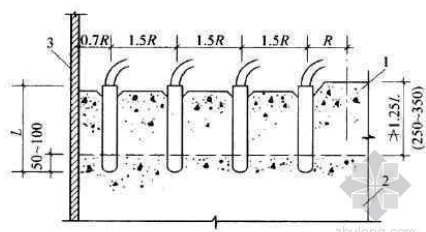
3) 安排专人负责混凝土的捣振、专人负责看模，发现模板、钢筋、止水带或其他预埋件有变形、移位时，应立即进行暂停及整改；振捣时不得触及测温元件及引出线。

4) 混凝土施工期间，振动器移动间距为400mm左右，插入点振捣插点间距为1.5倍振动器的作用半径。斜面浇筑时振动棒振点应在坡脚与坡顶处。避免冷缝。振捣时应采取快插慢拔式振捣方法，一般插入老层混凝土下10cm左右，振动时间10~15s为宜，以混凝土表面泛浆且不再显著下沉、冒出气泡为准，不可超振。具体如下图所示：



> 振捣棒插点布置示意图

分层浇筑振捣示意



> 振捣棒插入深度示意

(3) 混凝土泌水处理

流动性大的混凝土在振捣过程中涌出水分顺混凝土坡面下流到底。随着混凝土浇筑向前推进，残留的泌水被赶至基坑顶端，由顶端模板的预留孔排出。

当混凝土大坡面的坡脚接近模板时，改变混凝土浇筑方向，有意识地加强两侧模板处的混凝土浇筑强度，从顶端往回浇筑与原斜坡相交成一个集水坑，随着浇筑的进行，集水坑逐步缩小成小水潭，及时排除，重点是集水坑的部位应尽量避免开模板，防止泌出的水分影响混凝土表面质量。

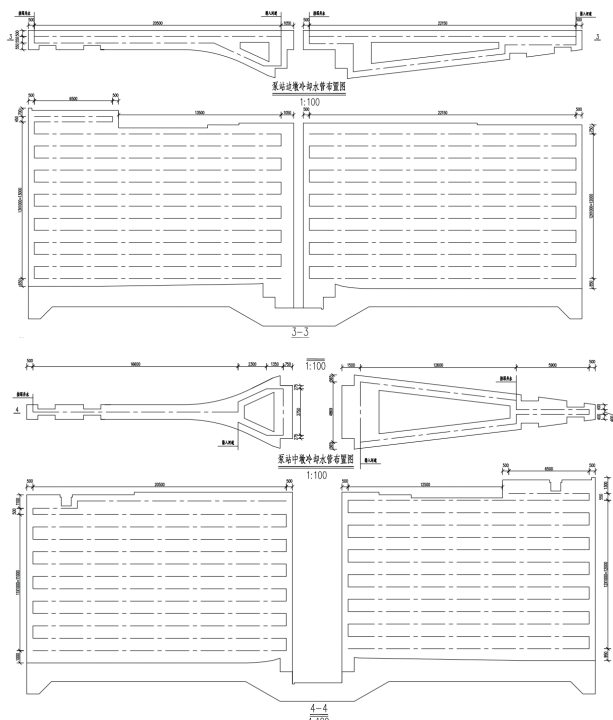
(4) 混凝土养护

混凝土浇筑完毕后，应及时进行抹平收光处理，并及时进行养护。可在混凝土表面覆盖一层塑料薄膜保湿，再覆盖一层土工布保温，如果当出现零下等极端气温时，应采用保温被或其他材料覆盖^[6]。

(5) 冷却水管布置

大体积混凝土质量不容易控制，需采用预埋温度探头进行温度测量，通过养护控制混凝土的内外温差不大于25℃，预防温度应力引起的裂缝。

本工程泵站流道大体积混凝土对冷却水管布置进行优化处理。冷却水管采用钢管，管外径48mm，壁厚2.0mm。



测温时用测温仪分别测其埋点的温度值，再使用红外温度计进行混凝土表面温度测量，流道初凝后开始专人进行温度测量。因为水泥水化热最大值一般出现在初凝第3天，在初凝后7天内水化热达到稳定，温度观测计划如下表：

时间	初凝后第一天	初凝后第二天	初凝后第三天	初凝后第四天	初凝后第五天	初凝后第六天	初凝后第七天	初凝后7天以后
频率	每小时	每小时	每小时	每2小时	每2小时	每2小时	每4小时	每6小时

根据温度监测反馈的数据,控制冷却水的开关及流量,当内外温差大于25℃时,及时开启冷却水,温度急剧升高时要加大流量;当温度趋于平缓并逐步下降时,缩短冷却水开启时间和减小流量,同时做好外部保温和保湿工作。

养护保温基本要求:混凝土浇筑后,必须及时在木模外包裹遮阳布或浇水降温,并立即用塑料薄膜覆盖混凝土表面,保温保湿。在养护期间,需定时在冷却管注水,养护时间不得少于14天,并且尽可能延长养护时间以确保混凝土早期水化质量^[7]。

四、混凝土裂缝控制措施

1. 一般规定

(1)从原材料选择、配合比、施工部署、现场组织、混凝土温控、养护等方面采取控制混凝土裂缝。

(2)混凝土质量除应满足强度、和易性、初凝时间等要求外,还要考虑早期抗裂能力要求,因此根据设计要求添加改性高纯聚丙烯纤维抗裂剂,掺量1kg/m³。

(3)采取综合温控措施,使混凝土最高温度控制在设计和规范允许范围内。根据《水工混凝土施工规范》(SL677-2014),混凝土浇筑温度不应高于28℃,根据《大体积混凝土施工标准》(GB50496-2018),混凝土入模温度宜控制在5℃~30℃^[8]。

2. 浇筑温度控制

高温时段施工时,宜采取下列措施:

(1)混凝土浇筑宜尽可能安排在早晚、夜间及阴天等低温环境进行。

(2)降低仓面气温(喷雾法)。

(3)缩短混凝土运输及卸料等待时间,入仓后及时平仓振捣,缩短混凝土的暴露时间。

(4)大体积混凝土浇筑时,可采用台阶浇筑法。台阶宽应大于2m,浇筑块分层厚度不大于2m。

(5)混凝土浇筑后,应及时采用隔热材料覆盖。

3. 内部温度控制

(1)在满足混凝土各项设计指标的前提下,尽量采用水化热低的水泥,优化配合比设计合理减少混凝土的单位水泥用量。

(2)基础混凝土和老混凝土约束部位浇筑层厚宜为1.5~2m,并应做到均匀上升。

(3)采用冷却水管进行初期冷却,通水时间暂定10~20d。混凝土温度与水温之差不应超过25℃,管中水的流速宜为0.6~0.7m/s(初凝后72h内根据情况调节)。每24h调换1次水流的方向,日降温不应超过1℃。

4. 表面保温

(1)养护期内的混凝土,如遇气温骤降必要时应长期保温。浇筑面顶面保温至气温骤降结束或新混凝土浇筑前^[9]。

(2)模板拆除时间应根据混凝土强度及混凝土的内外温差确定,避免在气温骤降时拆模。在气温较低季节,当预计拆模后有气温骤降变化时,应推迟拆模时间;确需拆模,应在拆模后及时采取保温措施。

(3)已浇好的流道顶(侧)面等重点部位宜保温到过水前。浇筑块的棱角和突出部分应加强保温。

5. 温度测量

(1)在混凝土施工过程中,宜每4h测量一次混凝土原材料的温度、混凝土出料口温度和气温,混凝土冷却水的温度按3.5节。

(2)混凝土浇筑温度的测量,按每100m²不少于1个测点,且每一浇筑层不少于3个测点。测点均匀分布在浇筑层面上^[10]。

参考文献

- [1]《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)。
- [2]《水工混凝土施工规范》(SL677-2014)。
- [3]《混凝土结构工程施工规范》(GB50666-2011)。
- [4]《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)。
- [5]《大体积混凝土施工规范》(GB50496-2018)。
- [6]《混凝土泵送施工技术规程》(JGJ/T10-2011)。
- [7]《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107-2010)。
- [8]《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119-2013)。
- [9]《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ55-2011)。
- [10]《水利工程施工质量检验与评定标准》(DG/TJ08-90-2014)。