

中华人民共和国行业标准

**泵站施工规范**

**Construction Code For Pumping Station**

**SL234-1999**

主编单位：湖北省水利厅

批准部门：中华人民共和国水利部

1999-03-23 发布

1999-04-01 实施

---

中华人民共和国水利部

关于批准发布《泵站施工规范》

**SL234-1999 的通知**

水国科[1999]117号

根据水利部水利水电技术标准制定、修订计划，由水利部农村水利司主持，以湖北省水利厅为主编单位制定的《泵站施工规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《泵站施工规范》SL234-1999

本标准自1999年4月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九九年三月二十三日

---

## 前 言

根据泵站施工需要及水利部水利水电技术标准制定、修订计划的要求编制《泵站施工规范》。

《泵站施工规范》主要包括以下内容：

- 总则；
- 施工测量；
- 地基与基础；
- 泵房施工；
- 流道与管道施工；
- 进、出水建筑物施工；
- 观测设施和施工期观测；
- 水工金属结构安装。

本规范解释单位：水利部农村水利司

本规范主编单位：湖北省水利厅

本规范参编单位：江苏省水利厅

本规范主要起草人：冯训文 孟宪亮 袁瑞红  
封文堪 李玉森 刘大俊  
刘良仕 龚兆璜 刘西凉  
顾字平 赵乐诗

## 目 次

1 总则	6.4 永久缝
2 施工测量	6.5 砌石
2.1 一般规定	7 观测设施和施工期观测
2.2 施工测量	8 水工金属结构安装
3 地基与基础	8.1 一般规定
3.1 一般规定	8.2 闸门埋件安装
3.2 排水与降低地下水位	8.3 平面闸门安装
3.3 基坑开挖	8.4 拍门安装
3.4 地基处理	8.5 拦污栅安装
3.5 特殊土地基处理	8.6 闸门、拦污栅试运行
4 泵房施工	8.7 固定卷扬式启闭机安 装及试运行
4.1 一般规定	8.8 移动式启闭机安装及 试运行
4.2 泵房钢筋混凝土	8.9 液压式启闭机安装及 试运行
5 流道与管道施工	8.10 清污机安装及试运 行
5.1 一般规定	8.11 交接与验收
5.2 流道	附录 A 普通模板及支架的计 算荷载
5.3 混凝土输水管道制作 与安装	附录 B 平面闸门埋件安装允 许公差与偏差
5.4 金属输水管道制作与 安装	附录 C 小车轨道安装允许公 差与偏差
6 进、出水建筑物施工	附录 D 桥架和门架的组装允 许公差与偏差
6.1 引渠	附录 E 运行机构安装允许公 差与偏差
6.2 前池及进水池	本规范用词和用语说明
6.3 出水池	条文说明

---

## 1 总 则

- 1.0.1 为统一泵站施工技术标准,保证泵站施工质量,使泵站工程施工做到优质、安全、经济,保证工期,方便管理,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于新建、扩建或改建的大、中型灌溉、排水及工业、城镇供水泵站的施工。对于小型泵站的施工,可参照使用。
- 1.0.3 泵站施工前,必须根据主管部门批准的设计文件编制施工组织设计和复杂重点工程部位的施工措施设计。
- 1.0.4 泵站工程应按监理工程师认可签发的图纸施工。如需修改,应报监理工程师处理。
- 1.0.5 泵站工程施工应积极采用经过试验和鉴定的新技术、新材料、新设备和新工艺。
- 1.0.6 泵站工程施工必须建立完整的施工技术档案。
- 1.0.7 泵站工程施工质量评定和施工中间与竣工验收,应按 SDJ249-88《水利水电基本建设工程单元工程质量等级评定标准》与 SD204-86《泵站技术规范》(验收分册)有关规定执行。
- 1.0.8 泵站工程施工除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。
-

## 2 施工测量

### 2.1 一般规定

2.1.1 施工测量应包括下列内容:

- 1 根据泵站施工总体布置图和有关资料,按施工需要布设施工控制网。
- 2 针对泵站工程施工各阶段的不同要求,进行施工放样及检查工作。
- 3 提供泵站工程局部施工布置所需要的测绘资料。
- 4 泵站建筑物外部变形观测点的埋设和施工期的定期观测工作。
- 5 泵站建筑物的几何形体的竣工测量。

2.1.2 施工平面控制网的坐标系统,宜与规划设计阶段的坐标系统相一致。也可以根据施工需要建立与设计阶段的坐标系统有换算关系的施工坐标系统。施工高程系统,必须与设计阶段的高程系统相一致,并应根据需要与就近国家水准点进行联测。

2.1.3 施工测量主要精度指标应符合表 2.1.3 的规定。

表 2.1.3 施工测量主要精度指标 (mm)

项目		精度指标			说明
分部工程	部位	内容	平面位置 中误差	高程 中误差	
混凝土	泵站底板	轮廓点放样	± 20	± 20	
	进、出水流道和泵井	轮廓点放样	± 10	± 10	
	岸墙、翼墙	轮廓点放样	± 25	± 20	
	消力池、铺盖	轮廓点放样	± 30	± 30	
浆砌石	岸墙、翼墙	轮廓点放样	± 30	± 30	
	护底、海漫、护坡	轮廓点放样	± 40	± 30	
干砌石	护底、海漫、护坡	轮廓点放样	± 40	± 30	
土石方开挖		轮廓点放样	± 50	± 50	包括土方保护层开挖
泵站机电设备与金属		安装点	± (1~3)	± (1~3)	相对于建筑物安装轴线

结构安装				和相对水平度
施工期间外部变形观测	水平位移测点	$\pm (3 \sim 5)$	—	相对于观测基点
		—	$\pm (3 \sim 5)$	

2.1.4 对于测绘仪器与工具，必须做到及时检查校正，加强维修保养，定期检修和率定，使其保持良好状态。

2.1.5 各种外业手簿的原始记录，必须做到数据真实、字迹清楚、端正齐全，严禁涂改转抄与事后补记。

2.1.6 未作规定的事项，应按 SL52-93《水利水电工程施工测量规范》的有关规定执行。

## 2.2 施工测量

2.2.1 平面控制网的布置以轴线网为宜，如用三角网时，泵站轴线宜作为三角网的一个边。

2.2.2 根据泵站中心线标志，测设轴线控制的标点(简称轴线点)，其相邻标点位置的中误差应符合表 2.2.2 的规定。

2.2.3 平面网控制测量等级，宜按四等三角和一、二级小三角与一、二级导线测量的有关技术要求进行，如表 2.2.3-1 和表 2.2.3-2 所示。

2.2.4 平面控制点，应选埋于通视良好，有利于扩展，方便放样，地基稳定且能较长期保存的地方。平面控制网建立后，应定期进行复测，若发现控制点有位移迹象时，应进行检测，其精度应不低于测设的精度。

**表 2.2.2 主要轴线点点位中误差限值 (mm)**

轴线类型	相对于邻近控制点点位中误差
土建轴线	$\pm 10$
安装轴线	$\pm 5$

**表 2.2.3-1 三角网主要技术要求**

等级	相对中误差		测回数		测角中误差 (mm)	三角形最大闭合度
	起始点	最弱点	DJ <sub>2</sub> 型	DJ <sub>6</sub> 型		

四等三角	1/80000	1/40000	6		± 2.5	± 9
一级小三角	1/40000	1/20000	2	6	± 5	± 15
二级小三角	1/20000	1/10000	1	2	± 10	± 30

表 2.2.3-2 一、二级导线测量的主要技术要求

等级	导线总长度	导线边长	量距相	导线轴线	测回数		测角中	方位角闭	注
	(km)	(m) 平均	对误差	闭合度	DJ <sub>2</sub> 型	DJ <sub>6</sub> 型	误差 (mm)	合差 (mm)	
一级导线	2.4	100 ~ 300 (200)	1/10000	2	4		± 5	± 10 $\sqrt{n}$	n 为测站点
二级导线	1.2	50 ~ 150 (100)	1/5000	1	2		± 10	± 20 $\sqrt{n}$	

2.2.5 施工水准网的布设，应按由高到低逐等控制的原则进行。接测国家水准点时，必须接测两点以上，检测高差符合要求后，才能正式布网。

2.2.6 工地水准基点，宜设地面明标与地下暗标各一座。大型泵站应设置明标与暗标各两座。基点位置应设在不受施工影响、地基坚实、便于保存的地点，埋设深度应在冰冻层以下 0.5m，并浇灌混凝土基础。

2.2.7 高程控制测量等级要求，应按照表 2.2.7 执行。

2.2.8 高、标测量的各项技术要求，应按照表 2.2.8 执行。

2.2.9 放样前对已有数据、资料和施工图中的几何尺寸(包括修改通知单)，应认真进行检核，确认无误后，才可作放样的依据。严禁凭口头通知或未经批准的草图放样。

表 2.2-7 高程控制测量的等级要求

施测部位	水准测量等级
大型泵站垂直变形	二
大型泵站水准网布设	二或三
大型泵站垂直变形中型泵站水准网布设	三
大、中型泵站进、出水渠道主要混凝土建筑物	四

2.2.10 泵站底板上部立模的点位放样,宜以轴线控制点直接测放出底板中心线(垂直水流方向)和泵站进、出水渠道中心线(顺水流方向),其中误差要求为±2mm;然后用钢尺直接丈量弹出站墩、门槽、胸墙、岸墙、工作桥等平面立模线和检查控制线,以便进行上部施工。

2.2.11 泵站金属结构预埋件的安装放样点测量精度指标应符合表 2.2.11 的要求。

2.2.12 立模、砌(填)筑高程点放样应符合下列规定:

1 为混凝土立模和混凝土抹面层以及金属结构预埋安装使用的高程点,均应采取有闭合条件的几何水准法测设。

2 对软土地基的高程测量应考虑土壤沉降值。

3 机泵预埋件的安装高程和泵站上部结构的高程测量,应在泵房底板上建立初始观测基点,采取相对高差进行控制。

2.2.13 竣工测量及归档资料应包括下列内容:

1 施工控制网(平面、高程)的计算成果。

2 主要水工建筑物的建基面和进出水渠道的平面、断面图。

3 实测建筑物过流部位及其他主要部位的竣工测量成果(坐标表、平面和断面图)。

4 外部变形观测设施和竣工图表及施工期变形观测资料。

5 有特殊要求部位的测量资料。



表 2.2.8 高程测量的技术要求

项目	水准等级	标尺类型	水准仪型号	视线长度 (m)	前后视距差 (m)	前后视距累计差 (m)	视线离地面高度 (m)	基辅分划 (红黑面) 读数差 (mm)	往返较差、环线或符合闭合限值		说明
									平原 (mm)	山地 (mm)	
二	因瓦	DS <sub>1</sub>	≤ 50	≤ 1.0	≤ 3.0	≥ 0.3	0.5	± 4√L		n—水准基测量单程站数, 每千米多于 16 站时, 按山地计算闭合差。 L—水准测量路线长度 (km), 当成像显著, 清晰稳定时间, 视线长度可按表中规定放长 20%	
三	因瓦 双面	DS <sub>1</sub> DS <sub>3</sub>	≤ 100 ≤ 75	≤ 2.0	≤ 5.0		1.0 2.0	± 12√L	± 3√n		
四	双面	DS <sub>3</sub>	≤ 80	≤ 3.0	≤ 10.0		3.0	± 20√L	± 5√n		
五 (等外)	双面 (单面)	DS <sub>3</sub>	≤ 100	大约相等	—	—	—	± 30√L	± 10√n		

表. 2. 2. 11 金属结构与机电设备安装测量的精度指标 (mm)

项目	细部	允许偏差		备注
平面闸门安装	(1) 底部	$\pm 2$	$\pm 2$	相对门槽中心线
	(2) 门楣	$\pm 1$	$\pm 2$	
	(3) 主反轨间距和测轨间距	$-1 \sim +4$		
机泵安装	(1) 泵座、底座等埋件	$\pm 2$	$\pm 3$	相对机组中心线和高程基准线
	(2) 座环安装中心及方位误差	$+(2 \sim 5)$	高程 $\pm 3$ 水平度 0.5	
	(3) 电动机底座埋件	$\pm 2$	$\pm 3$	
	(4) 进、出水管道	$\pm 2$	$\pm 3$	
压力钢管安装	(1) 支墩垫板	$\pm 3$	$\pm 3$	相对钢管安装轴线和高程基点
	(2) 始装节及弯道起点管口中心位置	$\pm 5$	$\pm 5$	
拦污栅安装	(1) 底槛	$\pm 3$	$\pm 3$	
	(2) 主反轨测点	$\pm 2$		
起重机轨道安装	轨迹	$\pm 5$	(1) 同跨两平行轨道相对高差小于 10; (2) 坡度不大于 1/1500	一条轨道相对于另一条轨道

## 3 地基与基础

### 3.1 一般规定

3.1.1 地基与基础工程施工应按以下程序进行：

- 1 修筑道路，平整场地。
- 2 设置施工平面与高程控制网点，进行测量放样。
- 3 布设排水和降低地下水位的设施。
- 4 开挖基坑，并按设计要求堆放(或利用)挖出的土石料。
- 5 对需要处理的松软土、膨胀土、湿陷性黄土等地基，应按设计认真处理。

3.1.2 对需要处理的地基，宜选择有代表性场地，进行施工前现场试验或试验性施工。

3.1.3 凡已处理的地基，应经检验合格后再进行下道工序施工。

3.1.4 有度汛要求的泵站工程，应按施工措施设计构筑度汛工程。

3.1.5 施工过程中发现文物古迹、化石以及测绘、地质、地震、通信等部门设置的永久性标志和地下设施时，均应妥善保护，并及时报请有关部门处理。

### 3.2 排水与降低地下水位

3.2.1 泵站施工区排水系统，应根据站区地形、气象、水文、地质条件、排水量大小进行施工规划布置，并与场外排水系统相适应。基坑外围应设置截水沟。

3.2.2 基坑排水包括初期排水与经常性排水。基坑初期排水量由基坑(或围堰)范围内的积水量、抽水过程中围堰及地下渗水量、可能的降水量等组成，应通过计算确定。基坑经常性排水应分别计算渗流量、排水时降水量及施工弃水量，但施工弃水量与降水量不应叠加，应以二者中的数值大者与渗流量之和来确定最大抽水强度，配备相应设备。

3.2.3 基坑排(降)水，应根据工程地质与水文地质情况，分别选定集水坑或井点等方法。

对于无承压水土层，可采用集水坑排(降)水法。对于各类砂性土、砂、砂卵石等有承压水的土层，可采用井点排(降)水法。

### 3.2.4 集水坑排(降)水应符合下列规定:

- 1 集水坑和排水沟应设置在基础底部轮廓线以外一定距离处。
- 2 集水坑和排水沟应随基坑开挖而下降。集水坑底应低于基础底 1.0m 以下。
- 3 基坑挖深较大时,应分级设置平台和排水设施。
- 4 排水设备能力应与需要抽排的水量相适应,并有一定的备用量。

3.2.5 井点排水可采用轻型井点和管井轻型井点两类。井点类型的选择宜考虑透水层厚、埋深、渗透系数及所要求降低水位的深度与基坑面积大小等因素,进行分析比较确定。

3.2.6 采用井点排水,应根据水文地质资料和降低地下水位的要求进行计算,以确定井点数量、位置、井深、抽水量以及抽水设备型号。必要时,可做现场抽水试验,确定计算参数。

3.2.7 采用轻型井点,基坑宽度大于 6m 时宜采用双排井点或环形井点布置。降深超过 5m 时宜采用二或三级(层)井点。孔距一般为 0.8~1.6m,最大不宜超过 3m。

### 3.2.8 轻型井点施工应符合下列规定:

1 应按以下顺序进行安装:敷设集水总管、沉放井点管、灌填滤料、连接管路、安装抽水机组。

2 各部件安装均应严密、不漏气。集水总管、井点管宜用软管连接,集水总管、集水箱宜接近天然地下水位。

3 冲孔直径不应小于 300mm,孔底应比管底低 0.5m 以上。

4 在井点管与孔壁之间填入砂滤料时,管口应有泥浆冒出,或向管内灌水时,能很快下渗,方为合格。

5 井点系统安装完毕,应及时试抽,合格后将孔口以下 0.5m 范围用粘性土填塞密封。

3.2.9 实际井点数宜为计算数的 1.2 倍,管井井点总降水水位宜低于工程要求值 0.5m。

### 3.2.10 管井井点施工应符合下列规定:

- 1 管井可用钻孔法成孔,且宜采用清水固壁。如需用泥浆固壁时,应按本规范 3.4.4 的有关规定执行。
- 2 管井各段的连接应牢固,清洗、检查合格后方可使用。
- 3 滤网(滤布)应紧固于滤水管上,井底滤料应按级配分层连续均匀铺填。
- 4 成井后,应及时采用分级自上而下和抽停相间的程序抽水洗井。
- 5 试抽时,应调整水泵抽水量,达到预定降水高程。

3.2.11 井点抽水期间,应按时观测水位和流量,并做好记录。随时监视出水情况,如发现水质浑浊,应分析原因及时处理,必要时,可增设观测井。对轻型井点应观测真空度。

3.2.12 井点排水结束后,应按设计要求进行填塞。

3.2.13 应注意地下水位降低后对邻近建筑物可能产生的不利影响。应设立沉降观测点进行观测,必要时应采取防护措施。

3.2.14 排(降)水应有可靠电源和一定的备用设备。

## 3.3 基坑开挖

3.3.1 基坑的开挖断面应满足设计、施工和基坑边坡稳定性的要求。

3.3.2 采用水力冲挖应注意下列事项:

- 1 保证水源、电源与排泥场地。
- 2 挖土应分块分段、先周边后中间、分层进行,每层深度为 2~3m。
- 3 机组应均匀布设,间距宜为 20m。
- 4 排泥场的围堰应分层夯实。

3.3.3 根据土质、气候和施工情况,基坑底部应留 0.1~0.3m 的保护层,待基础施工前再分块依次挖除。

3.3.4 基础底面不得欠挖和超挖,若有局部超挖应用混凝土填筑。

3.3.5 应及时处理在基坑开挖中可能出现的异常现象。

3.3.6 在 0℃ 以下施工,基础保护层挖除后,应立即采取可靠防冻措施。

3.3.7 对于岩石地基的基坑开挖，应按 SL47-94《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》的有关规定执行。

### 3.4 地基处理

3.4.1 采用振冲法进行地基处理应符合下列规定：

1 处理不排水、抗剪强度不小于 20kPa 的粉性土、粉土、饱和黄土和人工填土等地基可采用振冲置换法。处理砂土和粉土等地基可采用振冲挤密法。处理粘粒含量小于 10%的粗砂、中砂地基可采用不加填料的振冲挤密法。

2 采用振冲置换法时，填料宜用角砾、碎石、砾砂或粗砂，不宜使用砂石混合料。填料粒径以 20~50mm 为宜，含泥量不应超过 5%，且不得含粘土块。

3 振冲法所用施工设备应符合下列要求：

1) 应根据土质情况和工程要求合理选用振冲器的功率、振动力和振动频率。

2) 起重设备的起重能力和提升高度，应满足施工和安全要求，起重能力宜为 80~150kN。

3) 振冲器的出口水压宜为 0.4~0.8MPa，供水量宜控制在 200~400L/min。

4) 应有控制质量的装置。

4 施工前应进行现场试验，确定反映密实程度的电流值、留振时间及填料量等施工参数。

5 振冲施工可按一定的顺序进行，土质较差时宜采用间隔跳打法。

6 造孔时，振冲贯入速度以 1~2m/min 为宜，且每贯入 0.5~1.0m 宜悬挂留振。

7 制桩填料时宜保持小水量补给，填料应均匀对称，且自下而上边振边填，每次填厚不宜大于 0.5m。

填料密实度以振冲器留振时的工作电源达到规定值为控制标准。

8 施工中应随时检查填料量、密实电流值、留振时间等施工参数。

9 成桩孔位中心与设计孔位中心偏差不宜大于 100mm，完成后的桩顶中心偏差

不应大于 0.3 倍桩孔直径。

10 制桩完毕后，应检查有无漏桩，对校顶不密实部分应挖除或采取其他方法使其密实。

11 砂土与粘性土等细粒土地基振冲加固效果的检验，应分别在加固 7d 及 15d 后进行。对桩间土可采用标准贯入、静力触探及取土试验等方法检验。复合地基可采用静荷载试验方法检验。

12 不加填料的振冲挤密法的施工过程和要求与振冲置换法相同（加填料部分除外）。

### 3.4.2 采用高压喷射灌浆进行地基处理应符合下列规定：

1 砂性土、粘性土及人工填土等地基的加固或防渗可采用高压喷射灌浆。

对地下水具有侵蚀性、地下水流速过大和已发生涌水的地基，以及地基土中含有大粒径块（卵）石及淤泥与泥炭土地基，均应通过试验确定采用高压喷射灌浆的可行性。

2 制作直径 0.6~1.2m 的旋喷桩可采用单管法，制作直径 0.8~1.6m 的旋喷桩可采用二管法，制作直径 1.2~2.2m 的旋喷桩或修筑防渗板墙可采用三管法。

3 水泥浆液宜用 325 号或 425 号硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥制成，水泥浆液的配合比和外加剂用量应通过试验确定。

4 每批水泥应作质量鉴定，不得使用不合格水泥。水泥浆所用水的质量，应符合混凝土拌合用水的标准。

5 水泥浆的水灰比可为 1.5: 1~1: 1，水泥浆液应搅拌均匀，随拌随用。余浆存放时间不宜超过 4h；当气温在 10℃ 以上时，不宜超过 3h。

6 孔深应满足设计要求，孔位偏差不得大于 100mm，成孔孔径比喷射管径可大 30~40mm，孔的倾斜率宜小于 1%。

7 对钻孔深度内各土层厚度、界面高程及洞穴、涌水漏水等异常地质情况均应详细记录。

8 喷射前应检查射浆管是否畅通。各管路系统应不堵、不漏、不串。

9 射浆管置于钻孔底设计高程后，应立即开始高压喷射灌浆，并严格按照规定喷射和提升。当射浆管不能一次连续提升时，分段提升的搭接长度不得小于 0.1m。

10 高压喷射灌浆过程中如出现流量不变而压力突然下降时，应检查各部位泄漏情况；不冒浆或断续冒浆时，应查明原因，若系空穴、通道引起，则应继续灌浆至冒浆为止，当灌入一定浆量后仍不冒浆，可提出射浆管，待浆液凝固后重新灌浆。

11 喷射灌浆完毕，固结体顶部出现稀浆层、凹槽、凹穴时，可将射浆管插入孔口以下 2~3m 处，用 0.2~0.3MPa 的灌浆压力、1.7~1.8 相对密度的水泥浆液，由下而上进行二次灌浆，置换出稀浆液和填满凹穴。

12 质量检验可用钻孔取芯、压水试验或开挖检查等方法，检验项目应包括浆体的深度、直径(厚度)、抗渗性能等。

### 3.4.3 采用强夯法进行地基处理应符合下列规定：

1 处理砂性土、碎石土、湿陷性黄土和人工堆集土等地基可采用强夯法。

2 强夯施工场地应平整，并能承受夯击机械的荷载，必要时可铺砂石垫层。有防渗要求的地基，夯实后应清除砂石垫层。

3 强夯加固地基应控制地下水位。当地下水位较高，不利于施工或表层为饱和土时，可填 0.5~2.0m 厚的中粗砂、砂砾或片石等材料进行夯击。

4 夯锤重不宜小于 80kN，落距不宜小于 6m，锤重和落距可按式(3.4.3)估算：

式中 H——有效加固深度；  
w——锤的重力，kN；  
h——锤的落距，m；  
a——折减系数(由现场试验确定，砂性土可取 0.7)。

5 施工前应进行试夯，求得单点夯击次数。最优夯击次数应使夯击有效影响深度内土体竖向压缩最大，侧向位移最小，基坑周围地面不发生过大隆起，宜为 3~10 击。

6 夯击遍数应根据地基土的性质确定，宜为 2~5 遍。最后，以低锤满夯一遍，



并整平。对地下水位低、透水性好的土层可连续夯击。

7 夯点应按设计布置。夯点间距应根据孔隙水压力变化情况、夯坑的形状及泵房基础结构特点确定，宜为 5~9m。

8 施工前应做好施工标志及观测仪器的埋设。施工中应做好现场观测和记录。主要观测项目应包括孔隙水压力、夯坑下陷量和坑周隆起量等。

9 强夯效果的检验，可在最后一遍夯击完成 1~4 周后进行。检验方法如下：

1) 比较夯前和夯后场地的平均高程变化和地基变形量。

2) 取样进行室内试验，了解夯前和夯后场地的物理力学性能指标的变化。

3) 通过标准贯入、静力触探等原位测试手段了解场地土夯前夯后的强度变化。

10 强夯法施工应预防对附近建筑物的影响。夯击点应离建筑物 15m 以外，必要时可采取防震措施。

**3.4.4 采用钻孔灌注桩进行地基处理应符合下列规定：**

1 可根据地质条件分别选用回转钻、冲击钻、冲抓锥、潜水电钻等钻孔机具

2 护筒设置可用挖埋法或填筑法。地下水位深度超过 1m 以上的地基，可采用挖埋法；地下水位深度在 1m 以内或挖埋有困难，可采用填筑法。

3 护筒埋置应符合下列要求：

1) 护筒平面位置中心与桩位中心偏差不宜大于 50mm。

2) 用回转法钻进时，护筒内径宜大于钻头直径 200mm；用冲抓或冲击法时宜大于 300mm。

3) 护筒顶端应高出地面 0.3m 以上，有承压水时，应高出承压水位 1.5~2.0m。

4) 护筒在粘性土中埋深不宜小于 1m；在淤泥、软土或砂性土中则不宜小于 1.5m，且护筒四周应换填厚度 0.5m 以上的粘土，并夯实。

4 采用泥浆固壁和排渣时，应符合下列要求：

$$H = \alpha \sqrt{\frac{w^2 h}{10}} \quad (3.4.3)$$

1) 泥浆宜选用塑性指数 IP 不小于 17 的粘性土调制。泥浆控制指标：粘度为 18~22s，含砂率不应大于 4%~8%，胶体率不应小于 90%。

2) 在粘土或壤土地层中成孔，可注入清水，用原土造浆护壁，排渣泥浆相对密度宜为 1.1~1.2。

3) 在砂土和夹砂土层中成孔，孔中泥浆相对密度应控制在 1.1~1.3；在砂卵石或易坍孔的土层中成孔，孔中泥浆相对密度应控制在 1.3~1.5。

4) 施工中应经常在孔中取样，测定泥浆的相对密度。

5 钻机应安置平稳，钻台的行走钢轨必须铺设平直、稳固，其对称轴线与桩孔中心线的偏差不得大于 20mm，钻台运行时钢轨不应有明显沉陷。

6 钻进成孔应符合下列要求：

1) 回转钻机的钻架，其天车滑轮槽缘、回转器中心和桩孔中心三者应在同一铅垂线上；冲击或冲抓钻机的钻架，其天车滑轮槽缘的铅直线应对准桩孔中心，偏差不得大于 20mm。

2) 钻进成孔应一次不间断地完成。

3) 桩孔钻进达到设计深度后，应对孔位、孔深、孔径、孔的垂直度等进行检查合格方可终孔。检查标准按表 3.4.4 的规定执行。

**表 3.4.4 钻孔灌注桩允许误差 (mm)**

项目	允许误差
孔的中心位置偏差	单排桩不应大于 100，群桩不应大于 150
孔径偏差	+100，-50
孔斜率	<1%
孔深	不得小于设计孔深

7 终孔后应立即清孔。清孔时应随时观测孔底沉渣厚度和冲渣液含渣量。当含渣量小于 4%，摩擦桩的沉渣厚度小于 0.3m，端承桩的沉渣厚度小于 0.1m 时，即可停止清孔。

8 用原土造浆清孔时，泥浆相对密度应为 1.05~1.1；孔壁土质较差，用泥浆

循环清孔时，泥浆相对密度应为 1.15 ~ 1.25。

**9** 钢筋骨架的连接、固定以及保护层控制应符合下列要求：

1) 灌注桩较深时，其钢筋骨架宜分段制作，并应对各段进行预拼接，作好标志。安装时应两边对称焊接，保持其垂直度。

2) 控制钢筋保护层的环形垫块应分层穿设在加强箍筋上，加强箍筋应与主筋焊接。

3) 钢筋骨架的顶端必须固定，应避免移动或上浮。

**10** 灌注水下混凝土的导管应符合下列要求：

1) 每节导管长宜为 2m，最下端一节不应小于 4m，导管底口不设法兰盘，应配有部分调节的短管。

2) 导管应做压水试验，并编号排列。

3) 拼装前，应检查导管是否有缺损或污垢；拼接时，应按编号进行，并连接严密。

4) 每拼接一节，应将其内外壁清洗干净。

5) 导管底口设置的隔水栓宜用预制混凝土球状形的隔水栓堵塞或用砂包堵塞。

**11** 配制水下混凝土应符合下列规定：

1) 水泥标号不应低于 425 号，水泥初凝时间不宜小于 2.5h。

2) 粗骨料粒径不应大于导管内径的 1/6 和钢筋最小间距的 1/3，并不大于 40mm。

3) 水下混凝土的含砂率宜为 40% ~ 50%，水灰比不宜大于 0.6。

4) 坍落度和扩散度分别以 180 ~ 220mm 和 340 ~ 380mm 为宜，每立方米混凝土的水泥用量不应少于 350kg。

**12** 灌注水下混凝土应符合下列要求：

1) 导管下口至孔底距离宜为 500mm。

2) 初灌混凝土时，宜先灌少量水泥砂浆。导管和储料斗的混凝土储量应使导管初次埋深不得小于 1m。

3) 灌注混凝土应连续进行; 导管埋入深度不应小于 2.0m, 并不得大于 5.0m; 混凝土进入钢筋骨架下端时, 导管宜深埋, 并放慢灌注速度。若因停电等特殊情  
况造成灌注混凝土工作中断超过 3h, 可将导管提出孔外拆洗干净, 待恢复灌注  
时, 再按以上要求重新开始灌注水下混凝土的要求进行。

4) 灌注充盈系数不得小于 1, 一般土质可为 1.1, 软土可为 1.2~1.3。

5) 终灌时, 混凝土的最小灌注高度应能使泥浆顺利排出。

6) 灌注的桩顶高程应高出设计高程 0.5~0.8m, 待继续施工时凿除。

7) 应随时测定坍落度, 每根桩留取试块不得少于一组。

13 灌注桩的质量可用无破损检验法初验, 必要时, 可对桩体钻芯取样检验。

### 3.4.5 采用沉井进行地基处理应符合下列规定:

1 开挖困难的淤泥、流沙地基, 周围有重要建筑物或其他原因的限制, 不允许按一定边坡开挖的土基或松软、破碎岩石地基, 以及因桩数较多, 不能合理布置的地基, 可以采用沉井进行地基处理。

2 应编制沉井施工措施设计。

3 制作沉井的地表应平整, 设有良好的排水系统, 并保持地下水位低于基坑底面不应小于 0.5m。

4 采用承垫木方法制作沉井, 应根据沉井的重力、地基土的承载力等因素, 分析计算砂垫层的厚度、承垫木的数量、尺寸等。

5 在较好的均质土层上制作沉井, 可采用无承垫木方法, 铺垫适当厚度的素混凝土或砂垫层。

6 沉井分节制作时, 每节高度应合理, 应保证沉井的稳定性和顺利下沉。

7 制作混凝土沉井应符合下列要求:

1) 浇筑应均匀对称, 沉井外壁应平滑。

2) 刃脚模板应在混凝土达到设计强度的 70%后, 方可拆除。

3) 分节制作时, 应在第一节混凝土达到设计强度 70%后, 再浇筑其上一节混凝土。

8 下沉时, 第一节沉井混凝土应达到设计强度, 其余各节应达到设计强度的

70%。

有抗渗要求的沉井，下沉前，对封底、底板与井壁接缝处应凿毛处理，井壁上的穿墙孔洞及对穿螺栓等应进行防渗处理。

**9** 抽承垫木应分组、依次、对称、同步进行，每抽出一组即用砂填实。定位承垫木应最后同时抽出。抽出过程中应注意监测，如发现倾斜应及时纠正。

**10** 挖土下沉应符合下列要求：

1) 挖土应分层、均匀、对称进行，每层挖深不宜大于 0.5m；分格沉井的井格间土面高差也不宜大于 0.5m。

2) 沉井四周不得堆放弃土和建筑材料，避免偏压。

3) 排水挖土时，应降低地下水位至开挖面 0.5m 以下；不排水挖土时，应控制沉井内外水位差，防止翻沙，并备有向井内补水的设备。

4) 沉井下沉至距设计高程 2m 左右时，应放缓下沉速率，防止超沉。

5) 下沉时，应加强观测。如发现倾斜、位移，应及时纠正。

**11** 对必须用爆破方法开挖的沉井，应按控制爆破的有关规范进行。

**12** 并列群井施工，宜采用同时下沉的方法。如条件限制，可分组、间隔、对称、均衡下沉。

**13** 沉井下沉至设计高程，待井体稳定后封底。

**14** 干封底应符合下列要求：

1) 基底应清除浮泥、排干积水，再浇筑封底混凝土。

2) 多格沉井应分格对称浇筑。

3) 在封底和底板混凝土未达到设计强度时，应控制地下水位。

**15** 采用导管法进行水下混凝土封底时，应符合下列要求：

1) 井底基面、周边接缝及止水等应进行清理。

2) 管底离基面 0.1m 为宜，连续浇筑。

3) 应按混凝土能相互覆盖的原则确定导管的数量和间距。

4) 混凝土达到设计强度后，才能从井内抽水。

**16** 无底沉井内的填料应按设计要求分层密实。

17 群井间的连接和接缝处理，应在各个沉井全部封底或回填之后进行。

18 沉井竣工后的允许偏差应符合下列要求：

1) 刃脚平均高程与设计高程相差不应超过 100mm。

2) 沉井四角中任何两个角的刃脚底面高差不得超过该两个角间水平距离的 0.5%，且不得超过 150mm；如其间水平距离小于 10m，其高差可为 100mm。

3) 沉井顶面中心的水平位移不得超过下沉总深度（下沉前后刃脚高程之差）的 1%；下沉总深度小于 10m 时，不宜大于 100mm。

19 沉井竣工验收应提供下列资料：

1) 沉井施工过程记录。

2) 穿过土（岩）层和基底的检验报告。

3) 沉井竣工后的测量施工记录。

4) 混凝土试块的试验报告。

5) 工程质量事故及其处理情况。

3.4.6 用射水地下成墙技术处理基础，宜按 YJGF06-92《射水地下成墙施工方法》的有关规定进行施工。

### 3.5 特殊土地基处理

3.5.1 湿陷性黄土地基的处理应符合下列规定：

1 应根据工程的具体情况，选择合理的处理方法与施工程序。

2 自重湿陷性黄土层上的泵站地基，宜采用浸水预沉法或灰土挤密桩进行处理。

3 浸水预沉法必须具备足够的水源，施工前宜通过现场试坑浸水试验确定浸水时间、耗水量和湿陷量等。预浸水处理地基应比工程正式开工提前半年以上开始进行。

4 当需浸水土层深度不超过 6m 时，宜采用表层水畦泡水方式（水畦中明水深度可为 0.3~1.0m）；当需浸水土层深度大于 6m 时，宜采用表层水畦泡水和深层浸水孔相结合方式。深层浸水孔间距可为 2m 左右，用洛阳铲打孔，孔径可为 80mm，孔深可为需浸水土层深度的 3/4，孔内应填入碎石或小卵石。

浸水可连续长时间浸泡，也可泡、排循环进行。采用泡、排循环法，以两个循环为宜。

**5** 浸水预沉法处理地基的施工应符合下列要求：

1) 浸水坑底开挖高程，应根据试验分析确定；浸水坑应大于基础四周各为5m以上，浸水坑的边长不得小于需处理的湿陷性黄土层的厚度。当浸水坑的面积较大时，可分段进行浸水。

2) 浸水坑边缘至已有建筑物的距离不宜少于50m，并应防止由于浸水影响附近建筑物和场地边坡的稳定性。

3) 浸水时间以全部自重湿陷黄土层湿陷性变形稳定为准，其稳定标准为最后5d的日平均湿陷量应小于1mm。

**6** 地基浸水结束，泵站基础施工前应进行勘探工作，重新评定地基的湿陷性。若尚不满足设计要求，应采用垫层法或夯实法补做浅层处理。

**7** 对于地下水位以上局部或整片处理，可采用灰土挤密桩，桩深可为5~15m。

**8** 灰土挤密桩的成孔可采用沉管法或冲击法。两种方法可参照相应有关规范与规定。

**9** 成孔顺序应先外排后内排。同排桩间隔可1~2个孔跳隔进行。

**10** 桩孔应尽快回填夯实，并应符合下列施工要求：

1) 回填灰土混合料中的石灰应使用生石灰消解(闷透)3~4d以后，过筛粒径不大于5mm的熟石灰粉，石灰质量不应低于III级，活性CaO+MgO含量(按干重计)不应小于50%。灰土混合料中的土料，应尽量选用就地挖取的纯黄土或一般粘性土，土料应过筛，粒径不应大于20mm，不得含有冻土块和有机质含量大于8%的表层土等。

2) 回填灰土的配合比，应符合设计要求，宜为2:8或3:7(灰:土)。灰土应拌合均匀，颜色一致，拌合后应及时入孔，不得隔日使用。

3) 可用偏心轮夹杆式夯实机或成孔设备夯填。夯实机械必须就位准确、保持平稳、夯锤对中校孔、能自由落入孔底。填料应按设计规定数量均匀填进，不

得盲目乱填，严禁用送料车直接倒料入孔。

桩孔夯填高度宜超出基底设计标高 0.2~0.3m，其上可用其他土料轻夯至地面。

#### 11 灰土挤密桩效果检验应包括以下内容：

1) 挤密效果：应通过现场试验性成孔后开剖取样，测试桩周围土的干密度和压实系数进行检验（挤密前后对比）。桩间土平均压实系数  $D_y$  不得小于 0.93。

2) 消除湿陷性效果：可通过试验测定桩间土和桩孔内夯实的灰土的湿陷系数  $\delta_s$  进行检验，当  $\delta_s < 0.015$ ，则认为土的湿陷性已经消除。除上述方法外也可通过现场浸水载荷试验进行检验。

12 小范围湿陷性黄土或非自重湿陷性黄土，可用换填垫层、强夯、桩基等方法处理。施工方法见本规范“3.4”的有关规定。

#### 3.5.2 膨胀土地基的处理应符合下列规定：

1 膨胀土地基上泵站基础的施工，应安排在冬旱季节进行，力求避开雨季，否则应采取可靠的防止雨水措施。

2 基坑开挖前应布置好施工场地的排水设施，严禁天然地表水与施工用水流入基坑。

3 临时性生活设施、施工设施（如水池、洗料场、混凝土搅拌站等）应安排在离基坑较远的位置，避免水流进基坑。

4 应防止雨水浸入坡面和坡面土中水分蒸发，避免干湿交替，保护边坡稳定。可在坡面喷水泥砂浆保护层或用土工膜覆盖地面。

5 基坑开挖至接近基底设计标高时，应留 0.3m 左右的保护层，待下道工序开始前再挖除保护层。基坑挖至设计标高后，应及时铺水泥浆封闭坑底，或快速浇筑素混凝土垫层保护地基，待混凝土达到 50% 以上强度后，及时进行基础施工。

6 泵站四周回填应及时分层进行。填料应选用非膨胀土、弱膨胀土及掺有石灰的膨胀土。选用弱膨胀土时，其含水量宜为 1.1~1.2 倍塑限含水量。

---



## 4 泵房施工

### 4.1 一般规定

4.1.1 对于泵房钢筋混凝土的施工，应做好施工措施设计。施工单位必须按照施工措施设计中拟定的混凝土浇筑强度要求，备足施工机械和劳力，做好混凝土配合比试验和有关的技术准备工作。

4.1.2 泵房水下混凝土宜整体浇筑。对于安装大、中型立式机组的泵房工程，可按泵房结构并兼顾进、出水流道的整体性设计分层，由下至上分层施工。

层面应平整。如出现高低不同的层面时，应设斜面过渡段。

4.1.3 泵房浇筑，在平面上一般不再分块。如泵房较长，需分期分段浇筑时，应以永久伸缩缝为界面，划分数个浇筑单元施工。泵房挡水墙围护结构不宜设置垂直施工缝。泵房内部的机墩、隔墙、楼板、柱、墙外启闭台、导水墙等，可分期浇筑。

### 4.2 泵房钢筋混凝土

4.2.1 泵房混凝土施工中所使用的模板，可根据结构物的特点，分别采用钢模、木模或其他模板，并应符合下列要求：

1 所有模板及支架必须保证结构和构件的形状、尺寸和相对位置正确；具有足够的强度和稳定性；模板表面平整、接缝严密、不漏浆；制作简单，装拆方便，经济耐用。

2 钢模所使用的材料宜为 3 号钢。木模所使用的木材宜为 II、III 等材，木材湿度宜为 18%~23%。

3 模板、支架及脚手架应按照工程结构特点、浇筑方法和施工条件进行设计，并应明确材料、制作、安装、检验、使用及拆除工艺的具体要求。

4 设计模板、支架及脚手架时，应选择实际可能发生的最不利荷载组合为计算荷载。迎风面的模板及支架，应验算在风荷载作用下的抗倾稳定性，抗倾倒数不应小于 1.15。

5 各种材料的模板及支架、脚手架的设计应符合相应材料标准的规定。

6 固定在模板上的预埋件和预留孔洞不得遗漏，模板安装必须牢固，位置准确，其允许偏差应符合设计要求。设计未提出要求时，应符合表 4.2.1-1 的规定。

表 4.2.1-1 预埋件与预留孔洞安装的允许偏差 (mm)

项目		允许偏差
预埋钢板中心线位置		± 3
预埋管中心线位置		± 3
预埋螺栓	中心线位置	± 2
	外露长度	+10
预留孔中心位置		± 3
预留洞	中心位置	± 10
	截面内部尺寸	+10

7 制作与安装模板的允许偏差，如设计图纸上未注明时，应按表 4.2.1-2 的规定执行。

8 拆除模板及支架的期限，设计未提出要求时，应符合下列规定：

1) 不承重的侧面模板，应在混凝土强度达到其表面及棱角不因拆模而损伤时；墩、墙、柱部位不低于 3.5MPa 时，方可拆除。

2) 承重模板及支架，应在混凝土达到表 4.2.1-3 的规定强度后方可拆除。

3) 流道、深井筒式的泵房及其他体型复杂的构筑物，其模板及支架的拆除应制定专门方案，拆除时间除满足强度达到 100% 之外，一般不宜少于 21d。

4.2.2 钢筋工程应符合下列规定：

1 钢筋应有出厂质量保证书，热轧钢筋的机械性能应符合 GB1499-91《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》有关规定。

使用前应按规定抽样做机械性能试验，需要焊接的钢筋应做焊接工艺试验。

发现性能异常的钢筋，应做化学成分检验或其他专项检验，不合格的产品不得使用。

2 钢筋的种类、钢号、直径应符合设计规定，需要代换时，应符合 DL/T5057-96《水工混凝土设计规范》的有关规定。泵房建筑结构部分的钢筋应符合 GBJ10-89《混凝土结构设计规范》的有关规定。

表 4.2.1-2 制作和安装模板的允许偏差

项 目		允许偏差	
木模制作	模板长度和宽度	± 3	
	相邻两板表面高差	1	
	平面刨光模板局部不平 (用 2m 直尺检查)	3	
钢模板制作	模板长度和宽度	± 2	
	模板表面局部不平 (用 2m 直尺检查)	2	
	连接配件的孔眼位置	± 1	
模 板 安 装	轴线位置		5
	截面内 部尺寸	底板、基础	+10
		墙、墩	± 5
	相邻两板表面高差		2
	底模上表面标高		± 5
	底层垂 直	全高不大于 5m	6
全高大于 5m		8	
搁置装配式构件的支承面标高		+2, -5	
门槽、门坎、流道、深井筒式的泵房及其他有特殊要求的模板制作安装		按设计要求确定	

**注** 1. 一般钢筋混凝土梁、柱的模板允许偏差应按 GB50204-92《混凝土结构工程施工及验收规范》的有关规定执行。

2. 定型组合钢模板的使用, 除满足本表规定外, 尚应参照相应标准执行。

表 4.2.1-3 拆模时所需混凝土强度

结构类型	结构跨度 (m)	设计标准强度的百分率 (%)
悬臂梁、悬臂板	≤ 2	70
	> 2	100
梁、板、拱	≤ 2	50
	> 2, ≤ 8	70
	> 8	100

表 4.2.2-1 加工后的钢筋允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差
受力钢筋顺长度方向全长净尺寸	± 10
钢筋弯起点位置	± 20
箍筋各部分长度	± 5

3 钢筋加工后的形状、尺寸应符合设计要求，其允许偏差应符合表 4.2.2-1 的规定。

4 钢筋的接头类型选择和焊接要求，应符合 DL/T5057-96 或 GBJ10-89 的有关规定。

泵房混凝土的钢筋接头宜优先采用电焊接头。电焊接头宜优先采用闪光对焊。

5 钢筋安装位置和保护层的允许偏差应符合表 4.2.2-2 的规定。

表 4.2.2-2 钢筋安装位置和保护层的允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差
受力钢筋间距		± 10
分布钢筋间距		± 20
箍筋间距		± 20
钢筋间距		± 5
钢筋弯起点位移		20
受力钢筋 的保护 层	底板、基础、 墩、厚墙	± 10
	薄墙、梁和流 道	-5, +10
	桥面板、楼板	-3, +5

4.2.3 泵房混凝土的配制应符合下列规定：

1 水泥品种的选用原则：

1) 水位变化区或有抗冻、抗冲刷、抗磨损等要求的混凝土，应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。水泥标号不应低于 425 号。

2) 水下不受冲刷或厚大构件内部的混凝土，宜选用矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥。

3) 水上部分混凝土，宜选用普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥。水泥标号不应低于 325 号。

4) 受硫酸盐侵蚀的混凝土，应优先选用抗硫酸盐水泥；受其他侵蚀性介质影响或有特殊要求的混凝土，应按照有关规定或通过试验选用。

2 细骨料宜采用质地坚硬、颗粒洁净、级配良好的天然沙。沙的细度模数宜为 2.3~3.0。沙的含泥量不应大于 3%，且不得含有粘土团粒。

3 粗骨料宜采用质地坚硬且粒径分配良好的碎石、卵石，其质量标准应符合表 4.2.3-1 的规定。

表 4.2.3.1 粗料骨的质量标准

项 目	指 标	备 注
含泥量	≤1	且不得含有粘土团块
硫化物及硫酸盐含量(按重量折算成 SO <sub>3</sub> %计)	<0.5	
坚固性(按硫酸钠溶液法 5 次循环后损失%)	<3	无抗冻要求的混凝土
针片状颗粒含量	≤15	以重量计
超 径	<5	以圆孔筛
逊 径	<10	检 验

4 粗骨料最大粒径的选用应符合下列要求:

- 1) 不应大于结构截面最小尺寸的 1/4。
- 2) 不应大于钢筋最小净距的 3/4，对双层或多层钢筋结构，不应大于钢筋最小净距的 1/2。
- 3) 不宜大于 80mm，对受侵蚀性介质作用的外部混凝土，不宜大于保护层厚度。

5 拌制和养护混凝土用水，不得含有影响水泥正常凝结与硬化的有害杂质，凡适宜饮用的水，均可使用。采用天然矿化水时，其氯离子含量不得超过 200mg/L；硫酸根离子含量不得超过 2200mg/L；pH 值不应小于 4。

6 在配制混凝土时，可以合理掺用外加剂，但其掺量和方法应通过试验确定。

7 混凝土的配合比应通过计算和试验选定，应满足强度、耐久性及施工要求，且应经济、合理。

8 混凝土的施工配制强度可按式(4.2.3-1)确定:

$$f_{cu,o} = f_{cu,k} + 1.645 \sigma \quad (4.2.3-1)$$

式中  $f_{cu,o}$ ——混凝土的施工配制强度，N/mm<sup>2</sup>；

$f_{cu,k}$ ——设计的混凝土强度标准值，N/mm<sup>2</sup>；

$\sigma$ ——施工单位的混凝土强度标准差，N/mm<sup>2</sup>。

施工单位的混凝土强度标准差应按下列要求确定:

- 1) 当施工单位具有近期的同一品种混凝土强度资料时，则:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N f_{cu,i}^2 - N\mu^2}{N-1}} \quad (4.2.3-2)$$

式中  $f_{cu,i}$ ——统计周期内同一品种混凝土第  $i$  组试件的强度值,  $N/\text{mm}^2$ ;

$\mu f_{cu}$ ——统计周期内同一品种混凝土  $N$  组强度的平均值,  $N/\text{mm}^2$ ;

$N$ ——统计周期内同一品种混凝土试件的组数,  $N \geq 25$ 。

注: 1. “同一品种混凝土”系指混凝土强度等级相同且生产工艺和配合比基本相同的混凝土。

2. 对预拌混凝土厂和预制混凝土构件厂, 统计周期可取为一个月; 对现场拌制混凝土的施工单位, 统计周期可根据实际情况确定, 但不宜超过三个月。

3. 当混凝土强度等级为 C20 或 C25 时, 如计算得到的,  $\sigma < 2.5 \text{N}/\text{mm}^2$ , 取  $\sigma = 2.5 \text{N}/\text{mm}^2$ ; 当混凝土强度等级高于 C25 时, 如计算得到的  $\sigma < 3.0 \text{N}/\text{mm}^2$ , 取  $\sigma = 3.0 \text{N}/\text{mm}^2$ 。

2) 当施工单位不具有近期的同一品种混凝土强度资料时, 其混凝土强度标准差  $\sigma$  可按表 4.2.3-2 取用。

9 混凝土的水灰比应通过计算和试验确定。按耐久性要求, 水灰比最大允许值尚应符合表 4.2.3-3 的规定。

10 混凝土在浇筑地点的坍落度, 宜按表 4.2.3-4 选用:

表 4.2.3-2  $\sigma$  值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

混凝土强度等级	低于 C20	C20 ~ C35	高于 C35
$\sigma$	4.0	5.0	6.0

表 4.2.3-3 水灰比最大允许值

混凝土所在部位及环境条件	寒冷地区 (最冷月平均气温在 $-3 \sim -10^\circ\text{C}$ )	温和地区 (最冷月平均气温在 $-3^\circ\text{C}$ 以上)
室内不受雨、雪、水流作用部位, 泵房内楼层结构	0.65	0.65
水上受雨、雪作用的露天部位, 桥梁结构、屋面、顶盖	0.55	0.60
水位变化地区, 受水压作	0.5	0.55

用或受水流冲刷的部位 (1) 隔水墙、胸墙等 (2) 流道、站墩	0.5	0.60
水下受水压作用或受水流冲刷的部位 (1) 泵房底板 (2) 进、出水池、铺盖等	0.6 0.6	0.6 0.6
厚大构件	0.65	0.65
受严重冲刷磨损的部位	0.55	0.55

注 严寒地区(最冷月平均气温低于 $-10^{\circ}\text{C}$ 的地区)水位变化区的外部混凝土和受侵蚀性介质作用的混凝土,其水灰比最大允许值应按表列值减少 $0.03\sim 0.05$ 。

11 拌制混凝土时,各种原材料称量偏差应按表 4.2.3-5 的规定执行。拌和时间和加料程序应通过试验确定。

#### 4.2.4 混凝土运输和浇筑应符合下列规定:

1 混凝土运输应符合下列要求:

- 1) 合理选定运输设备和运输能力。
- 2) 运输时间不宜超过 $0.5\text{h}$ (搅拌车除外),如混凝土初凝,应另作处理。

表 4.2.3-4 混凝土在浇筑地点的坍落度(mm)

部位及结构情况	坍落度
底板、基础、进(出)水池、铺盖、无筋或少筋混凝土	20~40
墩、墙、梁、板、柱等一般配筋,浇捣不太困难	40~60
桥梁、电机大梁、泵房立柱等配筋较密,浇捣困难	60~80
隔水墙、胸墙、岸墙等薄壁墙,断面狭窄,配筋较密,浇捣困难	80~100
流道、泵井等体形复杂的曲面、斜面结构,配筋特密,浇捣特殊苦难	根据实际需要另行选定

注 配制大坍落度(大于 $80\text{mm}$ )混凝土时宜掺用外加剂

3) 运输道路应平坦,防止离析和漏浆。表 4.2.3-5 混凝土各种原材料称量偏差 (%)

4) 混凝土自由下落高度不宜大于 $2\text{m}$ ,超过时应采用溜管、串筒或其他缓降措施。

2 混凝土浇筑层允许最大厚度,应按表 4.2.4-1 的规定执行。

材料名称	允许偏差
水、外加剂溶液	$\pm 2$
水泥、混合材	$\pm 2$
骨料	$\pm 3$

3 浇筑混凝土的允许间歇时间，应按表 4.2.4-2 的规定执行。

表 4.2.4-1 混凝土浇筑层允许最大厚度 (mm)

捣实方法和振捣器类别		允许最大厚度
插入式振捣器		振捣器头部长度的 1.25 倍
表面式振捣器	在无筋或少筋结构中	250
	在配筋密集或双层钢筋结构中	150
附着式振捣器		300
人工捣固		150 ~ 200

4.2.5 混凝土养护应符合下列规定：

1 混凝土面层凝结后，应立即浇水养护，使混凝土面和模板经常保持湿润状态。早期应遮盖，避免太阳光曝晒。

表 4.2.4-2 浇筑混凝土的允许间歇时间

浇筑仓面的气温 (°C)	允许间歇时间 (min)	
	普通硅酸盐水泥，硅酸盐水泥，抗硫酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥，火山灰质硅酸盐水泥，粉煤灰硅酸盐水泥
20 ~ 30	90	120
10 ~ 19	150	180
5 ~ 9	180	210

注 1. 允许间歇时间指自加水搅拌时起，到覆盖上层混凝土止。

2. 表列值未考虑掺用外加剂及采用其他特殊施工措施的影响。

2 混凝土连续湿润养护的时间在常温下应按表 4.2.5 的规定执行。

3 作好混凝土养护记录，包括每日浇水次数、气温(含泵房内外温差)。

### 4.3 泵房底板

4.3.1 泵房底板地基，必须经过工程验收合格，才能进行混凝土施工。

4.3.2 地基面上宜先浇一层素混凝土垫层，其厚度可为 80 ~ 100mm，混凝土强度不应低于 C10，垫层混凝土面积应大于底板的面积，以利施工，避免搅动地基土。

4.3.3 模板制作安装的允许偏差，应按表 4.2.1-2 的规定执行。



4.3.4 底板上、下层钢筋骨架网应使用有足够强度和稳定性的柱掌。柱掌可为钢柱或混凝土预制柱。应架设与上部结构相连接的插筋，插筋与上部钢筋的接头应错开。

4.3.5 制作和安装钢筋的允许偏差，应按表 4.2.2-1 和表 4.2.2-2 的规定执行。

4.3.6 钢筋混凝土预制桩应符合下列要求：

- 1 柱的结构与配筋应合理。
- 2 混凝土的标准强度应与浇筑部位相同。
- 3 柱的表面应凿毛，且洗刷干净。
- 4 柱在现场使用时应支承稳定。
- 5 应处理好柱周边和柱顶面的混凝土，防止渗透现象。

4.3.7 底板混凝土各种材料的质量，应按本规范 4.2.3 的规定执行。

4.3.8 混凝土的水泥用量应满足设计要求，且不宜低于  $200\text{kg}/\text{m}^3$ 。

4.3.9 混凝土使用缓凝剂必须符合有关规定，并应在工地进行试验。

4.3.10 混凝土浇筑前应全面检查准备工作，经验收合格后，才能开盘浇筑。

4.3.11 混凝土应分层连续浇筑，不得斜层浇筑。如果浇筑仓面较大，可采用多层阶梯推进法浇筑，其上下两层前后距离不宜小于 1.5m，同层的接头部位应充分振捣，不得漏振。

4.3.12 在斜面基底上浇筑混凝土时，应从低处开始，逐层升高，并采取措施保持水平分层，防止混凝土向低处流动。

4.3.13 混凝土浇筑过程中，应及时清除粘附在模板、钢筋、止水片和预埋件上的灰浆。混凝土表面泌水过多时，应及时采取措施，设法排去仓内积水，但不得带走灰浆。

4.3.14 混凝土表面应抹平、压实、收光，防止松顶和干缩裂缝。

## 4.4 泵房楼层结构

4.4.1 楼层混凝土结构施工缝的设置应符合下列规定：

1 墩、墙、柱底端的施工缝宜设在底板或基础老混凝土顶面，其上端施工缝宜设在楼板或大梁的下面，中部如有与其嵌固连接的楼层板、梁或附墙楼梯等需

要分期浇筑时，其施工缝的位置及插筋、嵌槽应同设计单位商定。

2 与板连成整体的大断面梁，宜整体浇筑。如需分期浇筑，其施工缝宜设在板底面以下 20~30mm 处，当板下有梁托时，应设在梁托下面。

3 有主、次梁的楼板，施工缝应设在次梁跨中 1/3 范围内。

4 单向板施工缝宜平行于板的长边。

5 双向板、多层刚架及其他结构复杂的施工缝位置，应按设计要求留置。

#### 4.4.2 混凝土施工缝的处理应符合下列规定：

1 老混凝土的强度达到 2.5MPa 后，才能进行上层混凝土的浇筑准备工作。

2 应清除已硬化的混凝土表面的水泥浆薄膜和软弱层，并冲洗干净排除积水。

3 临近浇筑时，水平缝应铺一层厚 20~30mm 的水泥砂浆，垂直缝应刷一层水泥净浆，其水灰比均应较混凝土减少 0.03~0.05。

4 应处理好新、老混凝土的结合面。

4.4.3 模板及支架、脚手架应有足够的支承面积和可靠的防滑措施。杆件节点应连接牢固。

#### 4.4.4 上层模板及支架的安装应符合下列规定：

1 下层模板应达到足够的强度或支撑、支架能承受上、下层全部荷载。

2 采用桁架支模时，其支撑结构必须有足够的强度和刚度。

3 上、下层支架的立柱应对准，并应铺设垫板。

4.4.5 墩、墙、柱的模板，宜用对拉螺栓固定；隔水墙、胸墙、流道及其他有防渗要求的部位，其使用的螺栓不宜加套管。拆模后，应将螺杆两端外露段和深入保护层部分截除，并用与结构同质量的水泥砂浆填实抹光，螺栓中必要时可加焊截渗钢板。

4.4.6 混凝土的配合比和骨料选择，应根据设计要求和结构物的大小确定，且应符合本规范 4.2.3 的有关规定。

4.4.7 隔水墙、胸墙、水池等有防渗要求的构筑物，其厚度小于400mm者，应配制防水混凝土。防水混凝土的水泥用量不宜小于300kg/m<sup>3</sup>，砂率应适当加大，且宜选掺防水外加剂，其配合比应由试验确定。

4.4.8 浇筑较高的墩、墙、柱混凝土时，必须使用溜筒、导管等工具，将拌好的混凝土徐徐灌入；对于断面狭窄、钢筋较密的薄墙、柱等结构物，可在两侧模板的适当部位，均匀地布置一些便于进料和振捣的扁平窗口。随着浇筑面积的上升，窗口应及时完善封堵。

4.4.9 浇筑与墩、墙、柱连成整体的梁和板时，应在墩、墙、柱浇筑完毕后停歇0.5~1h，使其初步沉实，再继续进行。

4.4.10 浇筑混凝土时应指派专人负责检查模板和支架。发现有变形迹象，应及时加固纠正。发现模板漏浆或仓内积水，应分别堵浆和处理。

4.4.11 泵房建筑施工应保证下部结构的安全，应有合理的施工方案和技术措施。

#### 4.5 埋件和二期混凝土

4.5.1 各种埋件及插筋、铁件的安装应符合设计要求，且牢固可靠。

4.5.2 各种埋件及插筋在埋设前，应将表面的锈皮、油漆和油污清除干净。

4.5.3 埋设于混凝土中的供、排水管，测压管等应符合设计要求。

4.5.4 埋设的管子应无堵塞现象，外露管口应临时加盖保护。

4.5.5 埋设管子的连接接头必须牢固，不得漏水、漏气。

4.5.6 管路安装后，应用压力水或充气的方法检查是否畅通，否则应进行处理。

4.5.7 混凝土浇筑过程中，应对各种管路进行保护，防止损坏、堵塞或变形。

4.5.8 闸门槽和水泵机座部位，应进行二期混凝土施工。

4.5.9 浇筑二期混凝土前，应对一期混凝土表面凿毛清理，刷洗干净。

4.5.10 二期混凝土宜采用细石混凝土，其强度等级应等于或高于同部位一期混凝土的强度等级。对于体积较小，可采用水泥砂浆或水泥浆压入法施工。

4.5.11 二期混凝土采用膨胀水泥或膨胀剂时，其品种和质量应符合有关规定，掺量和配比可通过试验确定。

**4.5.12** 二期混凝土浇筑时，应注意已安装好的设备及埋件，且应振捣密实，收光整理。

**4.5.13** 机、泵座二期混凝土，应保证设计标准强度达到70%以上，才能继续加荷安装。

#### **4.6 特殊气候条件下的施工**

**4.6.1** 在室外日平均气温连续5d低于5℃的冷天施工应符合下列规定：

- 1 应作好冷天施工的各种准备，骨料应在进入冷天前筛洗完毕。
- 2 混凝土浇筑应尽量避免寒流到来之时，或尽量安排在白天温度较高时进行
- 3 基底保护层土壤挖除后，应立即采取保温措施，尽快浇筑混凝土。

在老混凝土或基岩上浇筑混凝土，必须加热处理基面上的冰冻，经验收合格后再浇筑混凝土。

- 4 未掺防冻剂的混凝土，其允许受冻强度不得低于10MPa。
- 5 配制冷天施工的混凝土，应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。
- 6 冷天浇筑的混凝土中，宜使用引气型减水剂，其含气量宜为4%~6%。

在钢筋混凝土中，不得掺用氯盐。与镀锌钢材或与铝铁相接触部位及靠近直流电源、高压电源的部位，均不得使用硫酸钠早强剂。

7 合理确定混凝土离开拌和机的温度，入仓温度不宜低于10℃，覆盖混凝土的温度不宜低于3℃。

8 制备混凝土应先将热水与骨料混合，然后再加水泥，水泥不得直接加热，水及骨料的加热温度不应超过表4.6.1的规定。

9 拌制混凝土时骨料中不得带有冰雪及冻团，搅拌时间应适当延长。

10 浇筑前应清除模板、钢筋、止水片和预埋件上的冰雪和污垢。运输器具应有保温措施。

11 当室外气温不低于-15℃，且表面系数不大于5的结构，应首先采用蓄热法或蓄热与掺外加剂并用的方法。

当采用上述方法不能满足强度增长要求时，可选用蒸气加热、电流加热或暖棚保温的方法。

**12** 采用蓄热法养护应按下列要求进行:

- 1) 随浇筑, 随捣固, 随覆盖。
- 2) 保温保湿材料应紧密覆盖模板或混凝土表面。迎风面宜增设挡风措施。
- 3) 细薄结构的棱角部分, 应加强保护。
- 4) 流道、廊道和泵井的端部及其他结构上的孔洞, 应暂时封堵。

**13** 模板和保温层的拆除, 除按本规范 4.2.1 的规定执行外, 尚应符合下列要求:

- 1) 混凝土强度必须大于允许受冻的临界强度。
- 2) 在混凝土冷却到 5℃后, 方可拆除。
- 3) 避免在寒流袭击、气温骤降时拆除。当混凝土与外界温差大于 14℃时, 拆模后的混凝土表面, 应覆盖使其缓慢冷却。

**14** 冷天施工时应做好下列各项观测记录:

- 1) 室外气温和暖棚内气温, 每天(昼夜)观测 4 次。
- 2) 水温和骨料温度, 每天观测 8 次。
- 3) 混凝土离开拌和机温度和浇筑温度, 每天观测 8 次。
- 4) 混凝土浇筑完毕后 3~5d 内, 应加强混凝土内部温度的观测。用蓄热法养护时, 每天观测 4 次; 用蒸汽或电流加热时, 每小时观测 1 次, 在恒温期间每 2h 观测 1 次。

**4.6.2** 在日最高气温达到 30℃以上的热天进行施工应符合下列规定:

**1** 混凝土离开拌合机的温度应符合温控设计要求, 且不得超过 30℃。

**2** 降低混凝土浇筑温度宜采用下列措施:

- 1) 预冷原材料。骨料应适当堆高, 堆放时间应适当延长, 使用时由底部取料, 采用地下水喷洒骨料, 采用地下水或掺冰的低温水拌制混凝土。
- 2) 应尽量安排在早、晚或夜间浇筑。
- 3) 混凝土运输工具应配备隔热遮阳措施; 缩短运输时间, 加快混凝土入仓覆盖速度。
- 4) 混凝土仓面应采取遮阳措施, 喷洒水雾降低周围温度。

4 应适当加大砂率和坍落度，且宜掺用缓凝减水剂。

5 混凝土浇筑完毕，应及早覆盖养护。

#### 4.6.3 雨天施工应符合下列规定：

1 应掌握天气预报，避免在大雨、暴雨或台风过境时浇筑混凝土；砂石堆料场应排水通畅，防止泥污；运输工具宜采取防雨措施；应采取必要的防台风和防雷击措施；混凝土的浇筑仓面应设防雨棚；骨料含水量应加强检验。

2 无防雨棚，在小雨中浇筑混凝土应通过试验调减混凝土用水量；应加强仓内外的排水，但不得带走灰浆；应及时作好顶面的抹灰收光与覆盖。

3 无防雨棚仓面，在浇筑混凝土过程中，如遇大雨、暴雨，应停止浇筑，并将仓内混凝土振捣好并覆盖。雨后应清理表面软弱层。继续浇筑时，应先铺一层水泥砂浆；如间歇时间超过规定，应按施工缝处理。

### 4.7 质量检验及缺陷处理

#### 4.7.1 混凝土组成材料的质量检验应符合下列规定：

1 骨料宜先在料场取样，通过试验选用。到工地后，按一批或 300~600t 取样检验一次。

2 水泥、混合材和外加剂应有质量合格证书及试验报告单。到工地后，应取样检验。水泥应分品种每一批或每 200~400t 为一取样单位，混合材应每一批或 100~200t 为一取样单位，外加剂浓缩物应每 1~2t 为一取样单位。

袋装水泥储运时间超过三个月，散装水泥储运时间超过半年(不包括出品后的静置期)，使用前，应重新检验。袋装水泥进库前应抽查包重，如分量与标明的不符，则拌合时应另行称量。

3 水质应在开工前进行检验，如水源改变应重新检验。

#### 4.7.2 混凝土在拌和、浇筑过程中的检验应符合下列规定：

1 各种原材料配合比检验，每班应多于三次，衡器应随时校正。

2 砂、小石子的含水量检验，每班应多于一次。气温变化较大或雨天应增加检验次数，并及时调整配料单。

3 混凝土拌和时间应随时检查。

4 混凝土在拌制地点和浇筑地点的坍落度检验，每班应多于两次。在取样成型时，应同时测定坍落度。

5 外加剂的浓度检验，每班应多于两次。引气剂还应检验含气量，其变化范围应控制在 $\pm 0.8\%$ 以内。

4.7.3 混凝土的质量检验，应以标准养护条件下试件的抗压强度为主。必要时，尚需作抗拉、抗冻、抗渗等试验。抗压试件组数应按下列规定留置：

1 不同强度等级，不同配合比的混凝土应分别制取。

2 厚大构件的混凝土应每 $100\sim 200\text{m}^3$ 成型试件一组。

3 非厚大构件的混凝土应每 $50\sim 100\text{m}^3$ 成型试件一组。

4 每一分部工程成型试件不应少于一组。现浇楼层，每层成型试件不应少于一组。

5 每一工作班成型试件不应少于一组。

4.7.4 应留置一定数量与结构同等养护条件的试件。

4.7.5 评定混凝土质量的原始资料的统计应符合下列规定：

1 强度等级和配合比相同的一批混凝土应作为一个统计单位。

2 不得随意抛弃任一数据。

3 每组三个试件的平均值应作为一个统计数据；当三个试件强度中的最大值或最小值与中间值之差超过中间值的 $15\%$ 时，可取中间值；当三个试件强度中的最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 $15\%$ 时，该组试件不应作为强度评定的依据。

4.7.6 混凝土强度的评定应符合下列规定：

1 混凝土强度应分批进行验收，同一验收批的混凝土应由强度等级相同、生产工艺和配合比基本相同的混凝土组成；对现浇混凝土结构构件，尚应按单位工程的验收项目划分验收批。对同一验收批的混凝土强度，应以同批内标准试件的全部强度代表值来评定。

2 当混凝土的生产条件在较长时间内能保持一致，且同一品种混凝土的强度

变异性能保持稳定时，应由连续的三组试件代表一个验收批，其强度应同时符合式(4.7.6-1)和式(4.7.6-2)的要求：

$$m_{f_{cu}} \geq f_{uc,k} + 0.7\sigma_0 \quad (4.7.6-1)$$

$$f_{cu,min} \geq f_{cu,k} - 0.7\sigma_0 \quad (4.7.6-2)$$

当混凝土强度等级不高于 C20 时，尚应符合式(4.7.6-3)的要求

$$f_{cu,min} \geq 0.85f_{cu,k} \quad (4.7.6-3)$$

当混凝土强度等级高于 C20 时，应持合式(4.7.6-4)的要求：

$$f_{cu,min} \geq 0.90f_{cu,k} \quad (4.7.6-4)$$

上各式中  $m_{f_{cu}}$ ——同一验收批混凝土强度的平均值， $N/mm^2$ ；

$f_{cu,k}$ ——设计的混凝土标准值， $N/mm^2$ ；

$\sigma_0$ ——验收批混凝土强度的标准差， $N/mm^2$ ；

$f_{cu,min}$ ——同一验收批混凝土强度的最小值， $N/mm^2$ 。

验收批混凝土强度的标准差，应根据前一检验期内同一品种混凝土试件的强度数据，按式(4.7.6-5)确定：

式中  $\Delta f_{cu,i}$ ——前一检验期内第  $i$  验收批混凝土试件中强度的最大值与最小值之差；

$m$ ——前一检验期内验收批总批数。

注：每个检验期不应超过三个月，且在该期间内验收批总批数不得小于 15 组。

**3** 当混凝土的生产条件不能满足本条第 2 款的规定，或在前一检验期内的同一品种混凝土没有足够的强度数据用以确定验收批混凝土强度标准差时，应由不少于 10 组的试件代表一个验收批，其强度应同时符合式(4.7.6-6)和式(4.7.6-7)的要求：

$$m_{f_{cu}} - \lambda_1 S_{f_{cu}} \geq 0.9f_{cu,k} \quad (4.7.6-6)$$

$$f_{cu,min} \geq \lambda_2 f_{cu,k} \quad (4.7.6-7)$$

式中  $S_{f_{cu}}$ ——验收批混凝土强度的标准差(当  $S_{f_{cu}}$  的计算值小于  $0.06f_{cu,k}$  时，取  $S_{f_{cu}}=0.06f_{cu,k}$ )， $N/mm^2$ ；

$\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ——合格判定系数，按表 4.7.6 采用。



验收批混凝土强度的标准差  $S_{f_{cu}}$  应按式 (4.7.6-8) 计算:

$$S_{f_{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^2 - n\bar{m}_{f_{cu}}^2}{n-1}} \quad (4.7.6-8)$$

式中  $f_{cu,i}$ ——验收批内第  $i$  组混凝土试件的强度值,  $N/mm^2$ ;

$n$ ——验收批内混凝土试件的总组数。

4 对零星生产的预制构件的混凝土或现场搅拌批量不大的混凝土, 可采用非统计法评定。此时, 验收批混凝土的强度必须同时符合式 (4.7.6-9) 和式 (4.7.6-10) 的要求:

$$mf_{cu} \geq 1.15f_{cu,k} \quad (4.7.6-9)$$

$$f_{cu,min} \geq 0.95f_{cu,k} \quad (4.7.6-10)$$

4.7.7 混凝土质量经检验不合格时, 应查明原因, 采取相应的改进措施。

查明原因的办法可采取无损检测、钻孔取样、压水试验等方法。

4.7.8 不影响结构使用性能的混凝土表面缺陷的处理, 应在凿洗干净后, 用与本体同品种水泥配制水泥砂浆抹面, 并加强养护。

4.7.9 影响结构使用性能的混凝土缺陷, 应会同有关单位区别情况共同研究处理:

1 严重的蜂窝或较深的露筋、孔洞, 应在清除不密实混凝土并冲洗干净后, 先刷一层水泥净浆或化学粘接剂, 再用细石混凝土填补捣实, 其水灰比宜小于 0.5, 且宜掺用适量膨胀剂。

2 对不易清理的深层蜂窝、孔洞, 应采用压力灌浆修补, 压入掺有防水剂的水泥浆, 其水灰比例为 0.7~1.1。

3 钢筋混凝土构件如产生了裂缝, 应查明原因, 拟定处理方案。

## 4.8 移动式泵房

4.8.1 缆车式泵房的岸坡地基必须稳定、坚实。岸坡开挖后应验收合格, 才能进行上部结构物的施工。

4.8.2 缆车式泵房的压力输水管道的施工, 可根据输水管道的类别, 分别按本规范 5.3 或 5.4 的规定执行。

4.8.3 泵车房的钢筋混凝土结构物的施工, 可按本规范 4.2 的规定执行。

**4.8.4 缆车式泵房的施工应符合下列规定：**

- 1 应根据设计施工图标定各台车的轨道、输水管道的轴线位置。
- 2 应按设计进行各项坡道工程的施工。对坡道附近上、下游天然河岸应进行平整，满足坡道面高出上、下游岸坡 300~400mm 的要求。
- 3 坡轨工程如果要求延伸到最低水位以下，则应修筑围堰、抽水、清淤，保证能在干燥情况下施工。
- 4 坡轨工程的位置偏差，如设计图上未作规定时，可按下列规定执行：
  - 1) 岸坡轨道基础梁的中心线与泵车拖吊中心线的距离允许偏差为  $\pm 3\text{mm}$ 。
  - 2) 钢轨中心线与泵车拖吊中心线的距离允许偏差应为  $\pm 2\text{mm}$ ；同一断面处的轨距偏差不应超过  $\pm 3\text{mm}$ 。

**4.8.5 轨道梁上固定钢轨的预埋螺栓，宜采用二期混凝土施工。**

**4.8.6 轨道螺栓中心与轨道中心线距离的偏差不应超过  $\pm 2\text{mm}$ 。**

**4.8.7 泵车运行机构的制作与组装应符合有关规范的规定；电气设备的安装应符合 DL/T5019-94 的有关规定。**

**4.8.8 浮船船体的建造应按内河航运船舶建造的有关规定执行。**

**4.8.9 输水管道沿岸坡敷设，接头要密封、牢固；如设置支墩固定，支墩应坐落在坚硬的地基上。**

**4.8.10 浮船的锚固设施应牢固，承受荷载时不应产生变形和位移。**

---

## 5 流道与管道施工

### 5.1 一般规定

5.1.1 钢筋混凝土流道应防渗、防漏、防裂和防错位。施工时应采取有效的技术措施，提高混凝土质量，防止各种混凝土缺陷的产生。

5.1.2 本章适用于预制钢筋混凝土管和预应力钢筋混凝土管在现场的安装施工。

对与泵房相连接的现浇混凝土出水管道的施工，参照本规范的有关规定执行。

预制钢筋混凝土管的安装，应保证管身支承牢固，管子接头密封。

5.1.3 输水管道的管基槽施工应符合下列规定：

1 土坡开挖尺寸符合设计要求，槽基面应设置排水沟；不回填土的管槽面应设置永久性排水系统；有地下水逸出的坡面，必须做好导渗工作。

土基开挖施工，可参照本规范 3.3 的有关规定执行。

2 管坡基土为填方时，应分层夯实。施工方法应参照 SDJ213-83《碾压式土石坝施工技术规范》的有关规定执行。

填土的土料应避免采用膨胀土。如必须采用时，应按本规范 3.5.2 的有关规定执行。

3 岩石管坡的开挖施工，应参照 SL47-93《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》的有关规定执行，正确选择开挖的施工方法，严禁事故发生。

5.1.4 本章的金属管道制作安装的规定，适用于现场拼接、施焊的安装施工。

### 5.2 流道

5.2.1 进、出水流道应分别按已拟定的浇筑单元整体浇筑，每一浇筑单元不应再分块，也不应再分期浇筑。

5.2.2 与水相接触的围护结构物，如挡水墙、闸墩等宜与流道一次立模整体浇筑。不与水接触的结构物，如内部隔墙、机墩、梁、板等，可分期或提前浇筑。

5.2.3 浇筑流道的模板、支架和脚手架应作好施工结构设计，计算荷载可参照附录 A 确定。

- 5.2.4 仓面脚手架应采用桁架、组合梁等大跨度结构。立柱较高时，可使用钢管组合柱或钢筋混凝土预制柱，中间应有足够数量的连杆和斜撑。通过混凝土部位的连杆，可随着新浇混凝土的升高而逐步拆卸。
- 5.2.5 流道模板宜在厂内制作和预拼，经检验合格后运到施工现场安装。制作和安装模板的允许偏差，应根据设计要求执行，如设计无规定，则应按本规范表 4.2.1-2 的规定取值。
- 5.2.6 钢筋混凝土接应符合本规范 4.3.6 的规定，钢筋焊接柱的上、下端应设垫板。
- 5.2.7 流道的模板、钢筋安装与绑扎应作统一安排，互相协调。
- 5.2.8 模板、钢筋安装完毕，经验收合格后，才能浇筑混凝土。如果安装后长时间没有浇筑，在浇筑之前应再次检查，合格后方可浇筑。
- 5.2.9 混凝土中的水泥宜选择低水化热、收缩性小的品种，不宜使用粉煤灰水泥和火山灰质水泥，亦不宜在水泥中掺用粉煤灰等活性材料。
- 5.2.10 浇筑混凝土时应采取综合措施，控制施工温度缝的发生。
- 5.2.11 应作好浇筑混凝土的施工计划安排，明确分工责任制，配足设备和工具，确保工程质量。
- 5.2.12 在浇筑混凝土过程中，应建立有效的通信联络和指挥系统。
- 5.2.13 混凝土浇筑应从低处开始，按顺序逐层进行，仓内混凝土应大致平衡上升。仓内应布设足够数量的溜筒，保证混凝土能输送到位，不得采用振捣器长距离赶料平仓。
- 5.2.14 倾斜面层模板底部混凝土应振捣充分，防止脱空。模板面积较大时，应在适当位置开设便于进料和捣固的窗口。
- 5.2.15 临时施工孔洞应有专人负责，并应及时封堵。
- 5.2.16 混凝土浇筑完毕应做好顶面收浆抹面工作，加强洒水养护，混凝土表面应经常保持湿润状态。应做好养护记录，定时观测室内外温度变化，防止温差过大出现混凝土裂缝。

### 5.3 混凝土输水管道

5.3.1 泵站所使用的预制钢筋混凝土管宜向持有生产许可证的专业厂家定制。

5.3.2 管子成品的强度、抗裂、抗渗等性能应符合设计规定，其外观质量应符合下列要求：

- 1 节端应平整，并应与其轴线垂直(斜交管的外端面应按斜交角规定处理)。
- 2 内、外管壁平直圆滑，不得有裂缝、蜂窝、露石、露筋等缺陷。

承口、插口工作面应光洁平整，局部凹凸度不应超过 2mm，单个缺陷面积不应超过 30mm。

3 小于 $\Phi 1000\text{mm}$ 的中、小直径混凝土管和钢筋混凝土管的尺寸误差，不得超过表 5.3.2 的规定。

5.3.3 管子运输装卸过程中应轻装轻放，并采取防震动、碰撞、滑移的措施，避免产生裂纹或损伤。

5.3.4 管子的现场堆放，应符合下列规定：**表 5.3.2 管子成品尺寸允许偏差 (mm)**

项目	允许偏差
管节长度	-5, 0
内(外)直径	$\pm 5$
管壁厚度	-3, +5

1 堆放场地应夯实平整，且有排水措施。

2 管子应按型号、规格分类堆放。管下应设防止滚动滑移的措施，层间应设软质垫木。

堆放层数不宜超过表 5.3.4 的规定。

3 当管子直接运至管线，沿管线摆放时，其摆放位置应不妨碍管线施工。

**表 5.3.4 管子堆放层数**

管径 (mm)	400 ~ 600	700 ~ 800	900 ~ 1200	1400 ~ 1600	>1800
堆放层数	5	4	3	2	1

5.3.5 管子接口所用橡胶密封圈应满足设计要求，且应符合 ZBQ43001《预应力与自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈》的规定。

5.3.6 承插式管道应采用无接头的密封圈。当管子内径超过 $\Phi 1600\text{mm}$ ，每个胶圈允许采用有一处接头的密封圈，接头材料应与胶圈的性能标准相符，接头外观应平顺。同时，在现场应抽取 1%数量的接头进行强度试验，连接处无分离迹象方为合格。

5.3.7 管子安装前，应清除管壁、承插口和密封圈上粘附的脏污和泥沙，发现有损伤和裂缝的管子不得使用。

5.3.8 大直径管道安装，应及时逐节进行接头水压试验，压力值可取 0.2MPa，恒压 5min，无渗迹者方为合格。然后，再进行下一接头的施工。

5.3.9 管道安装后的水压试验应符合下列规定：

1 长线管道分段试验长度不宜超过 1km。

2 管线的镇墩与锚固结构均应完成后才能进行水压试验。

3 埋地管道进行水压试验前，应将管道的上方回填完成，并分层夯实（在承插口接头的局部范围可暂不回填，待试验合格后再行回填）。

4 充满水压后的浸泡时间：

管径 ≤ 1000mm 时应为 48h；

管径 > 1000mm 时应为 72h。

5 水压试验的压力值：

工作压力  $P \leq 0.6\text{MPa}$  时，试验压力可取 1.5P；

工作压力  $P > 0.6\text{MPa}$  时，试验压力可取  $P + 0.3\text{MPa}$ 。

试验时，先升压至工作压力，检查无渗漏时，2h 后升压至试验压力，恒压 10min，检查无渗漏现象，则为合格。

6 管道渗水量允许值可按式 (5.3.9) 确定：

$$g = 0.14\sqrt{D} \quad (5.3.9)$$

式中  $g$ ——允许渗水量， $\text{L}/(\text{min} \cdot \text{km})$ ；

$D$ ——试验段的管内径，mm。

表 5.3.10 管道施工各部位允许偏差 (mm)

5.3.10 管道施工各部位允许偏差按表 5.3.10 的规定取值。

项 目	允许偏差
基底面标高	± 20
管基包角	侧边高度 ± 30
管道中心线	± 15
管道标高	± 10
接口间隙	± 10

## 5.4 金属输水管道制作与安装

- 5.4.1 钢管原材料及其辅助材料应符合设计要求。
- 5.4.2 管件的几何尺寸和焊接要求均应符合设计要求和规定标准,并用钢印或油漆标出各管件的编号和配合标记。
- 5.4.3 钢管焊缝应达到标准,且应通过超声波或射线检验,不得有任何渗漏水现象。焊工应有相应等级的上岗证,并应按规定通过有关考核。
- 5.4.4 钢管各支墩应有足够的稳定性,保证钢管在安装阶段不发生倾斜和沉陷变形。
- 5.4.5 钢管的管口平面度:当管径  $D \leq 5m$  时,不应大于 2mm;  $D > 5m$  时,不应大于 3mm。
- 5.4.6 钢管实际周长与设计周长差值,不应大于  $\pm 3D/1000$  ( $D$  为管道直径)。
- 5.4.7 相邻管节周长差值:当壁厚小于 10mm 时,不应大于 6mm;壁厚等于或大于 10mm 时,不应大于 10mm。
- 5.4.8 钢管壁在对接接头的任何位置表面的最大错位:纵缝不应大于 2mm,环缝不应大于 3mm。
- 5.4.9 钢管制作的椭圆度不应超过  $3D/1000$  ( $D$  为管道直径)。
- 5.4.10 以等于钢管内径 0.25 倍长度为弦长的标准样板测量,其外形弧度间隙不得大于 2mm。
- 5.4.11 直管外表直线平直度可用任意平行轴线的钢管外表一条线与钢管轴线间的偏差确定:长度为 4m 的管段,其偏差不应大于 3.5mm。
- 5.4.12 单节钢管长度与设计值之差不应大于  $\pm 5mm$ 。
- 5.4.13 主、支、岔管中心偏差不应大于  $\pm 5mm$ 。
- 5.4.14 伸缩节内外套管和止水环直径偏差不应大于  $0/1000$  ( $0$  为管道直径),且不应超过  $\pm 2.5mm$ 。
- 5.4.15 内外套管和止水环任何部位的间隙偏差不应大于 1mm。
- 5.4.16 钢管的安装偏差值:对于鞍式支座的顶面弧度,间隙不应大于 2mm;滚轮式和摇摆式支座垫板高程与纵横向中心的偏差不应超过  $\pm 5mm$ 。

**5.4.17** 钢管安装轴线偏差值：始装节和弯管起点不应大于 $\pm 5\text{mm}$ ，其他管节不应大于 $\pm 15\text{mm}$ 。

**5.4.18** 弯管起点的桩号偏差不应大于 $\pm 10\text{mm}$ 。

**5.4.19** 管口安装椭圆度不应大于 $50/1000$ ( $D$ 为管道直径)。

**5.4.20** 输水钢管如采用法兰接头时，法兰盘应在厂内制作好，其规格尺寸和加工精度应符合设计规定。法兰盘与钢管的焊接，宜在工作台上进行。相邻两节管子的法兰螺孔必须准确配接。

**5.4.21** 伸缩节的止水盘根可以采用橡胶或油麻或两者组合使用。橡胶盘根应粘接成整圈，每圈接头应斜接，相邻两圈接头应错开 $500\text{mm}$ 以上。

**5.4.22** 输水钢管应按设计规定进行防锈、防腐处理。使用的原材料及处理工艺，应按有关规范的规定或厂家提供的产品使用说明执行。待隐蔽部位处理后方可进行安装。

**5.4.23** 钢管安装完毕应进行水压试验。水压试验的技术要求由设计单位提出。

---



## 6 进、出水建筑物施工

### 6.1 引渠

- 6.1.1 施工单位应按照设计单位提出的渠线进行测量复核，熟悉渠线情况，严格按照设计要求施工。
- 6.1.2 开挖土石方宜从上到下，依次进行；挖、填土方宜求平衡；弃土宜分散处理，如必须在坡顶或山腰大量弃土时，应进行坡体稳定性验算。
- 6.1.3 开挖土质边坡或易于软化的岩质边坡，应采取相应的排水和坡脚、坡面保护措施，不得在影响边坡稳定的范围内积水。
- 6.1.4 冻胀土地区应做好地表水和潜水流排除。
- 6.1.5 利用填土作渠道时，不得使用淤泥、耕土、冻土、膨胀性土以及有机物含量大于8%的土作填料。当填料内含有碎石土时，其粒径不应大于200mm。若填料的主要成分为易风化的碎石土，应加强地面排水和表面覆盖等措施。
- 6.1.6 填土渠道的质量检验，必须随施工进度分层分段进行。以200~500m<sup>2</sup>内有一个检验点为宜，检验其干密度和含水量。
- 6.1.7 渠道周边表面应平整、光洁，连接处应平顺。
- 6.1.8 季节性冻土地区的土质引渠采用衬砌时，应参照本规范4及6.5的有关规定进行。

### 6.2 前池及进水池

- 6.2.1 前池、进水池施工应以泵房进水轮廓为基准，按照先近后远、先深后浅、先边墙后护坦的原则，在基础验收合格后进行。
- 6.2.2 两岸连接结构及护坦的施工，必须分别满足稳定、强度、抗冻、抗侵蚀的要求，其临水面应与泵房边墩平顺连接。
- 6.2.3 进水池填筑反滤层应在地基检验合格后进行，并应符合下列规定：
- 1 反滤层厚度以及滤料的粒径、级配和含泥量等，均应符合设计要求。
  - 2 铺筑时，滤料宜处于湿润状态，应避免颗粒分离，防止杂物或不同规格的材料物混入。
  - 3 滤料不得从坡上向下倾倒。

4 各层面均应拍打平整，保证层次清楚，互不混杂。每层厚度不得小于设计厚度的 85%。

5 分段铺筑时，应将接头处各层铺成阶梯状，防止层间错位、间断和混杂。

6.2.4 进水池导渗如采用土工织物，其铺设应符合下列规定：

1 铺设应平整，松紧均匀，端锚着应牢固。

2 连接可采用搭接、对接等方式，搭接长度应根据受力和基土条件确定。

3 铺设和存放均不宜日晒。

6.2.5 滤层与混凝土或浆砌石的交界面应隔离，并应防止砂浆流入。充水前，排水孔应清理，并灌水检查。孔道畅通后，可用小石子填满。

前池边墙和进水池两侧翼墙为浆砌石时，其施工可参照本规范 6.5 的规定执行。

6.2.6 前池边墙和进水池两侧翼墙为混凝土或钢筋混凝土时，其施工应从材料选择、配合比设计、温度控制、施工安排和质量控制等方面，采取综合措施，参照本规范 4 的规定执行。

6.2.7 土方回填应根据结构物的类型、填料性能和现场条件，按照设计质量要求进行。未经检验查明的以及不符合质量要求的土料，不得作为回填土。土方回填应按本规范 6.3.1 的规定执行。

### 6.3 出水池

6.3.1 出水池的地基为填方时，应符合下列规定：

1 填土应每 300~500mm 厚为一层。碾压应密实，压实系数以 0.93~0.96 为宜。

2 当填土为粘性土或沙土时，其最大干容重应符合设计要求，当设计未提出要求时，宜采用击实试验确定。

当填土为碎石或卵石时，其最大干密度可取 19.6~21.6kN/m。

3 不得使用淤泥、耕土、冻土、膨胀土以及有机物含量大于 8% 的土作为填料。当填料内含有碎石时，其粒径一般不应大于 200mm。

4 应按设计要求做好防渗、防漏的工程措施。

**6.3.2** 出水池施工宜以泵房流道出口轮廓为基准，按照先近后远、先深后浅、先边墙后护坦的原则进行。

**6.3.3** 出口翼墙为混凝土或钢筋混凝土的施工，参照本规范 4 的有关规定执行，但必须分别满足稳定、强度、抗渗、抗冻、抗侵蚀、抗冲刷、抗磨损等性能的要求，其临水面与泵房流道出口边墩应平顺连接。

**6.3.4** 出水池的防渗和止水缝、伸缩缝、抗震缝等永久缝所用的材料、制品的品种和规格等均应符合设计要求。

**6.3.5** 水下混凝土防渗墙工程应严格按照施工技术要求施工，且应符合下列要求：

1 混凝土抗压强度、抗渗标准、弹性模量，必须符合设计标准，强度保证率应在 80% 以上。

2 对工程质量应如实准确记录，文字简洁，数据清晰可靠。

3 资料应及时整理，并绘制混凝土浇筑指示图等图表。

**6.3.6** 采用钢筋混凝土板桩或木板桩作防渗板桩时，其施工应参照 SL27-91《水闸施工规范》的有关规定执行。

**6.3.7** 出水池护坦混凝土或钢筋混凝土施工，参照本规范 4 的有关规定执行。护坦宜分块、间隔浇筑。在荷载相差过大的邻近部位，应等浇筑块沉降基本稳定后，再浇筑交接处的另一块体。

**6.3.8** 在混凝土或钢筋混凝土护坦上行驶重型机械、堆放重物，必须经过设计单位同意。

**6.3.9** 出水池粘土铺盖的填筑应减少施工接缝，防止止水破坏。必须分段填筑时，其接缝的坡度不应陡于 1: 3。

**6.3.10** 用塑料薄膜等高分子材料组合层或橡胶布作防渗铺盖时，应符合下列要求：

1 防止沾染油污。

2 铺筑平整，及时覆盖，避免日晒。

3 接缝粘结紧密牢固，并有一定的叠合段和搭接长度。

4 加强抽查和试验。

#### 6.4 永久缝

6.4.1 永久缝沥青砂板块的制作和安设应符合下列规定：

1 沥青砂板块尺寸以 500mm × 50mm × 20mm 为宜，板块宜贴砌在先浇筑部位的缝面上。

2 沥青砂板块的沥青与砂的体积配合比，宜取 1: 2 ~ 1: 3。

6.4.2 永久缝油毡板的制作和安设应符合下列规定：

1 应根据气温情况，选用 30 甲或 10 号建筑石油沥青。沥青应防止高温流淌。

2 预制油毡板应场地平整，层毡层油，涂刷均匀。

3 油毡板宜安设在浇筑部位的模板上，应与两次浇筑的混凝土都能紧密结合。

4 止水片的沉降槽和油毡片应在同一立面上。

6.4.3 永久缝为紫铜止水片时，其制作应符合下列要求：

1 表面的油渍、浮皮和污垢应予清除。

2 宜用压模压制成型。转角及交叉处接头应在内场预拼，以铆或双面焊牢固连接。直线段亦宜在内场预拼，只留少数水平段在现场接头，用铆加双面焊牢固连接。焊接应使用铜焊条或紫铜焊条，不得使用锡焊条。接缝必须焊接牢固。如有砂眼、钉孔，应予以补焊，焊后应检查是否漏水。

3 搭接长度不得小于 20mm。

4 永久缝的垂直止水与水平止水交接处应焊、铆加固。

6.4.4 永久缝为塑料和橡胶止水片时，应避免油污和日晒。塑料止水片的接头宜用电热熔接牢固。橡胶止水片的接头可用氯丁橡胶粘接，重要部位应热压粘接。

6.4.5 永久缝止水片的安设可用模板嵌固，不得留有钉孔。紫铜片的沉降槽应用沥青灌填密实。

6.4.6 永久缝二次止水的留槽面应平整光滑，与橡皮密合。

**6.4.7** 浇筑止水缝部位的混凝土时，应符合以下规定：

1 水平止水片应嵌在浇筑层中间，在止水片的高程处，不得设置施工缝。

2 浇筑混凝土不得冲撞止水片。当混凝土将淹埋止水片时，应再次清除其表面污垢。

3 振捣器不得触及止水片。

4 嵌固止水片的模板应适当推迟拆除时间，拆模时应注意保护好止水片。

**6.4.8** 永久缝预留沥青孔的安设，应符合下列规定：

1 孔柱混凝土预制件的外壁必须凿毛，接头应封堵密实。

2 预制件宜分节安设，逐节灌注热沥青。如全孔一次灌注，应在孔内设置热元件。

**6.4.9** 永久缝的抗震垫块应经防腐处理，其表面应平整光滑。抗震环必须采用 I 级钢筋制作。环间的留隙应符合设计要求。抗震环应互相垂直和缝面正交。

## **6.5 砌石**

**6.5.1** 砌石工程施工应符合下列规定：

1 砌石工程应在基础验收及结合面处理检验合格后方可施工。

2 砌筑前应放样立标，拉线砌筑。

3 砌石应平整、稳定、密实和错缝。

**6.5.2** 砌石工程所用材料应符合下列规定：

1 石料应质地坚实，无风化剥落和裂纹。

2 混凝土灌砌块石所用的石子粒径不宜大于 20mm。

3 水泥标号不宜低于 325 号。

4 使用混合材和外加剂，应通过试验确定。混合材宜优先选用粉煤灰，其品质指标参照有关规定确定。

5 配制砌筑用的水泥砂浆和小石子混凝土，应按设计强度等级提高 15%。配合比应通过试验确定，同时应具有适宜的和易性。水泥砂浆的稠度可用标准圆锥沉入度表示，以 40~70mm 为宜，小石子混凝土的坍落度以 70~90mm 为宜。

6 砂浆和混凝土应随拌随用。常温拌成后应在 3~4h 内使用完毕。如气温超过 30℃, 则应在 2h 内使用完毕。使用中如发现泌水现象, 应在砌筑前再次拌合。

#### 6.5.3 浆砌石施工应符合下列规定:

1 砌筑前应将石料刷洗干净, 并保持湿润。砌体石块间应用胶结材料粘结、填实。

2 砌体宜用铺浆法砌筑, 灰浆应饱满。护坡、护底和翼墙内部石块间较大的空隙, 应先灌填砂浆或细石混凝土并认真捣实, 再用碎石块嵌实。不得采用先填碎石块, 后塞砂浆的方法。

#### 6.5.4 翼墙及隔墩砌筑应符合下列要求:

1 基础混凝土面层应进行凿毛或冲毛, 并冲洗干净后方可砌筑。

2 砌筑应自下而上逐层进行, 每层应依次先砌角石、面石、后填腹石, 均匀座浆, 并随铺随砌。

3 砌筑块石时, 上、下层石块应错缝, 内、外石块应搭接, 面石宜选用较平整的大块石。砌筑料石时, 应按一顺一丁或两顺一丁排列放置平稳, 砌缝应横平竖直, 上、下层竖缝错开距离不应大于 100mm, 丁石上、下方不得有竖缝。

4 灰缝宽度: 块石砌体宜为 20~30mm, 料石砌体宜为 15~20mm, 混凝土预制块砌体宜为 10~15mm。

5 砌体层间缝面应刷洗干净, 并保持湿润。

6 砌体应均衡上升, 日砌筑高度和相邻段的高差, 均不宜超过 1.2m。

7 砌体隐蔽面的砌缝可随砌随刮平, 砌体外露面的砌缝应在砌筑时预留 20mm 深便于勾缝的缝槽。

8 沉降缝、伸缩缝的缝面, 应平整垂直。

6.5.5 砌筑过程中应逐日清扫砌体表面粉附的灰浆, 并及时洒水养护。养护时间以 14d 为宜。养护期内不宜回填、挡土。

#### 6.5.6 砌体勾缝应符合下列规定:

1 砌体表面砌缝均应勾缝, 并宜采用平缝。

2 勾缝前应清理缝槽, 并冲洗干净。砂浆嵌入深度不应小于 20mm。

3 勾缝宜采用过筛的细砂，配合比为 1: 1.5 的水泥砂浆。

4 勾缝应自上而下进行。勾缝完毕应清扫砌体表面粘附的灰浆。勾缝砂浆凝结后，应及时洒水养护，养护时间以不少于 14d 为宜。

5 勾缝应宽窄均匀、深浅一致；不得有假缝、通缝、丢缝、断裂和粘结不牢等现象。

6.5.7 新砌体在达到设计强度前，不得在其上拖拉重物或锤击振动。

6.5.8 砌筑过程中如遇中雨或大雨，应停止砌筑，并将已砌石块中的空隙用砂浆或细石混凝土填实，然后加以遮盖。雨后应清除积水再继续砌筑。

6.5.9 砌体上的预埋件、预留孔洞、排水孔、反滤层、防水设施等，应按照设计要求留置。

6.5.10 干砌石宜用于护坡、护底等部位，并应符合下列规定：

1 砌体缝口应砌紧，底部应垫稳、填实，严禁架空。

2 不得使用翘口石和飞口石。

3 宜采用立砌法，不得叠砌和浮塞；石料最小边厚度不宜小于 150mm。

4 具有框格的干砌石工程，宜先修筑框格，然后砌筑。

5 铺设大面积坡面的砂石垫层时，应自下而上，分层铺设，并随砌石面的增高分段上升。

6.5.11 砌石的质量检验应符合下列规定：

1 材料和砌体的质量应符合设计要求。

2 砌缝砂浆应密实，砌缝宽度、错缝距离应符合要求。

3 砂浆、小石子混凝土配合比应正确，试件强度不应低于设计强度。

4 砌体尺寸和位置的允许偏差应符合表 6.5.11 的规定。

表 6.5.11 砌体尺寸、位置的允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差			
	墩、墙		保坡、护底	
	浆砌块石	浆砌料石 (预制块)	浆砌块石	干砌块石
轴线位置	± 15	± 10		
墙面垂直度(全高)	± 0.5%H	± 0.5%H		
墙身坡度	± 20	± 10		
	不陡于设计规定	不陡于设计规定		
断面尺寸或厚度	+30, -20	+20(± 15)	砌体厚度的 ± 15%且在 ± 30 之间	砌体厚度的 ± 15%且在 ± 30 之间
顶面高程	± 15	± 15		
护坡高程			+30, -50	+30, -50

注 1. “H”指墩、墙全高。

2. 墩、墙以每个(段)或每 10m 长为一检验单位,每一检验单位检验 2~4 点。

6.5.12 浆砌石冷天施工按本规范 4.6 的有关规定执行。

6.5.13 冷天施工采用掺盐砂浆法时应符合下列规定:

1 配置钢筋、预埋铁件和管道的砌体,严禁使用掺盐砂浆砌筑。

2 掺盐砂浆所用盐类宜优先选用氯化钠。

表 6.5.13 掺盐量占用水量 (%)

盐类名称	日取低温度	
	>-10℃	-11℃ ~ -15℃
	4	7

氯化钠掺量应按不同的负温界限通过试验确定,并应符合表 6.5.13 的规定。

3 配制盐溶液时应随时测定溶液的浓度,并严格控制溶液中盐的含量。

4 砂浆拌成时的温度不宜超过 35℃,使用时的最低温度不宜低于+5℃。



## 7 观测设施和施工期观测

7.0.1 泵站工程施工期观测项目应包括沉降、位移、扬压力、水位、流量、泥沙等。

7.0.2 各种观测设备在理设前均应检查和率定。

7.0.3 观测基点的选择与埋设，应符合下列要求：

1 基点应布置在建筑物两岸、不受沉陷和位移的影响、便于观测的基岩或坚实的土基上。临时观测基点应与永久观测基点相结合。

2 基点应建成具有强制归心的混凝土观测墩。

3 用于观测垂直位移的基点，至少布设一组，每组不少于三个固定点。

7.0.4 建筑物变形观测点，应设置牢固，有足够的数量，能反映变形特征。

7.0.5 施工前各项变形观测的位移量中误差，应符合表 7.0.5 的规定。

表 7.0.5 变形观测位移量中误差 (mm)

观测项目	位移量中误差		说明
	平面	高程	
滑坡观测	± 5	± 5	相对观测基点
高边坡稳定观测	± 5	± 5	相对观测基点
临时围堰观测	± 5	± 10	相对观测基点
基坑沉陷(回弹)	—	± 3	相对观测基点
裂缝	± 3	—	相对观测基点

注 对于施工区外的大滑坡和高边坡的观测精度标准可另行确定。

7.0.6 平位移观测宜采用视准线法。

7.0.7 沉降标点应用铜制或钢制镀铜。施工期一般埋设在底板的四角及中部。沉降标点埋设后应立即观测初始值。施工期间按不同加载情况定期观测；每次观测时间间隔不宜超过 15d。竣工放水前后，应分别观测一次。

放水前应将水下的沉降标点转接到便于继续观测的上部结构。

对附近重要建筑物亦应设立标点进行观测。

7.0.8 岸墙、奠墙墙身的倾斜观测应在标点埋设后，填土过程中及放水前后进行。

**7.0.9** 测压管宜用镀锌铁管，其埋设应符合下列要求：

1 安装前应逐节检查，保持畅通。

2 测压管的水平段应设有 15%左右的纵坡，进水口略低，应避免气塞，管段连接必须严密。

3 测压管的垂直段应分节架设稳固，管身垂直度必须符合设计要求，管口应设置封盖。

4 安装完毕，应作注水试验。

**7.0.10** 水位观测设施应设在水流乎稳地段，施工围堰处应设置临时水尺。

**7.0.11** 测压管水位与上、下游水位应同步观测。

**7.0.12** 各项观测设备应由专人负责观测和保护。

**7.0.13** 施工期间所有观测项目均应按时观测。观测数据应及时整理分析。

**7.0.14** 所有观测设备的埋设安装、率定检查和施工期观测记录、资料分析等，均应移交管理单位。

**7.0.15** 有关应力、振动等专门性观测项目的观测设备埋设和观测，应按有关专门规定执行。

---

## 8 水工金属结构安装

### 8.1 一般规定

8.1.1 闸门、拦污栅、启闭机及清污机在安装前应具备下列资料:

1 设计图样和技术文件。设计图样应包括总图, 装配图, 易损零件图, 水工建筑物图及闸门、拦污栅与启闭机、清污机安装图, 电气控制原理图等。

2 闸门、拦污栅、启闭机及清污机的制造收资料和质量证书; 外购件合格证。

3 主要部件装配检查记录及产品预装检查报告。

4 安装用控制点位置图。

8.1.2 闸门、拦污栅、启闭机及清污机的安装, 必须按设计图样和有关技术文件进行, 如有修改应有设计修改通知书。

8.1.3 安装闸门、拦污栅、启闭机及清污机所用的钢卷尺和测量仪器的精度必须达到下列规定:

1 精度为万分之一的钢卷尺。

2 达到 J2 型经纬仪精度的经纬仪。

3 达到 S3 型水准仪精度的水准仪。

闸门、启闭机等安装所用量具和仪器, 应定期由法定计量部门予以检定。

8.1.4 用于测量高程和安装轴线的基准点及安装用的控制点均应明显、牢固和便于使用。

8.1.5 压力表安装前应校验, 表面的满刻度应为试验压力的 1.5~2 倍, 精度等级不应低于 1.5 级。

8.1.6 安装用焊接材料(焊条、焊丝及焊剂)必须具有出厂质量证书, 其化学成分、机械性能和扩散氢含量等各项指标, 应符合国家现行有关标准的规定。

8.1.7 焊缝的外观质量和对 I、II 类焊缝内部缺陷探伤, 应符合 SL36-92《水工金属结构焊接通用技术条件》的规定; 发现焊缝有不允许的缺陷时, 应按上述标准的有关规定进行修补与处理。严禁在焊件组装间隙内填入金属材料。

8.1.8 闸门、拦污栅运输吊装时，宜标出构件重心位置，并应采取措施，防止构件损坏和变形；闸门及埋件的加工面应妥善防护，避免碰伤与锈蚀。

8.1.9 启闭机、清污机及自动挂脱梁在运输保管过程中应防锈、防碰撞；液压启闭机堆放时应采取措施防止油缸变形。机械设备运至工地后，应入临时仓库妥善保管。

8.1.10 金属结构件和机械设备的防腐涂层，在运输、安装过程中受到损坏和锈蚀，应按 SL105-95《水工金属结构防腐蚀规范》中有关规定进行修补处理。

## 8.2 闸门埋件安装

8.2.1 预埋在一期混凝土中的锚栓或锚板，应按设计图样制造，由土建施工单位预埋，并在混凝土开仓浇筑之前，会同有关单位对其预埋位置进行检查核对。

8.2.2 埋件安装前门槽中的模板杂物必须清理干净。混凝土的结合面应全部凿毛，二期混凝土的断面尺寸应符合图样要求。

8.2.3 平面闸门埋件安装允许公差与偏差应符合本规范附录 B 的规定。

8.2.4 拍门铰座的基础螺栓中心和设计中心位置偏差应不大于 1.0mm。

8.2.5 拍门铰座安装允许公差与偏差应符合表 8.2.5 的规定。

8.2.6 拍门门框安装宜采用二期混凝土浇筑。倾斜设置的门框埋件，其倾斜角度允许偏差宜为  $\pm 10'$ 。

表 8.2.5 拍门铰座安装允许公差与偏差 (mm)

项 目	公差与偏差
铰座中心对孔口中心距离	$\pm 1.5$
里 程	$\pm 2.0$
高 程	$\pm 2.0$
铰座轴孔倾斜度 (任意方向)	1/1000
两铰座轴线的同轴度	1.0

**8.2.7** 埋件安装调整好后应将调整螺栓与锚板或锚栓焊牢,确保埋件在浇筑二期混凝土过程中不发生变形或位移。若对埋件的加固另有要求时,应按设计图样要求予以加固。

**8.2.8** 埋件安装经检查合格,应在 5~7d 内浇筑二期混凝土。混凝土一次浇筑高度不宜超过 5.0m,在浇筑过程中应防止撞击,并应采取措施捣实混凝土。

**8.2.9** 埋件二期混凝土拆模后,应对埋件进行复测,作好记录,并检查混凝土面尺寸,清除遗留的钢筋和杂物。

**8.2.10** 埋件工作表面对接接头的错位应进行缓坡处理。工作面的焊疤、焊缝余高以及凹坑应铲平、焊平和磨光。

**8.2.11** 工程挡水前应对全部检修门槽和共用门槽进行试槽。

### 8.3 平面闸门安装

**8.3.1** 整体闸门在安装前应对其各项尺寸进行复查,各项尺寸应符合设计图样或 DL/T5018-94《水利水电工程钢闸门制造安装及验收规范》的有关规定。

**8.3.2** 分节闸门组装成整体后除应按 DL/T5018-94 的有关规定执行外,还应满足下列要求:

1 如用螺栓连接,则螺栓应均匀拧紧,节间止水橡皮的压缩量应符合设计要求。

2 节间如用焊接,则应按 DL/T5018-94 中有关焊接的规定进行焊接和检验。焊接时应采取措施控制变形。

**8.3.3** 止水橡皮的螺孔位置应与门叶或止水压板上的螺孔位置一致,孔径应比螺栓直径小 1.0mm,严禁烫孔。

**8.3.4** 止水橡皮安装后两侧止水中心距和顶止水中心至底止水底缘距离的允许偏差为  $\pm 3.0\text{mm}$ ,止水表面的平面度宜为 2.0mm;止水橡皮的压缩量应符合图样尺寸规定,其允许偏差为  $\begin{matrix} +2.0 \\ -1.0 \end{matrix} \text{mm}$ 。

**8.3.5** 止水橡皮接头可采用生胶热压等方法胶合,胶合处不得有错位、凸凹不平和疏松现象存在。

8.3.6 平面闸门应作静平衡试验，其倾斜一般不应超过门高的 1/1000，且不大于 8.0mm。超过上述规定时，应予配重。

8.3.7 闸门吊装时应采取防止变形及碰撞的保护措施。

#### 8.4 拍门安装

8.4.1 拍门在安装前应检查其制造重量，制造重量与设计重量误差应不超过±5%。

8.4.2 拍门止水橡皮安装的允许偏差，应符合本规范 8.3.3~8.3.5 的规定。

8.4.3 拍门采用金属止水时，表面应进行机械加工，粗糙度 Ra 值不应低于 3.2 μm，安装时应保持接触面密封良好。如设计另有要求时，应满足设计图样的规定。

8.4.4 采用平衡重式拍门，平衡块重量应符合设计要求，其误差不应超过±2%。

8.4.5 拍门安装后的开启角度偏差，应符合设计图样规定，拍门中心与流道中心允许偏差不应大于 3.0mm。

#### 8.5 拦污栅安装

8.5.1 活动式拦污栅埋件安装允许偏差应符合表 8.5.1 的规定。

表 8.5.1 活动式拦污栅埋件安装允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差		
	底槛	主轨	反轨
里 程	± 5.0	—	—
高 程	± 5.0	—	—
工作表面一端对另一端的高程	3.0	—	—
对栅槽中心线	—	+3.0 -2.0	+5.0 -2.0
对孔口中心线	± 5.0	± 5.0	± 5.0

倾斜设置的拦污栅埋件，其倾斜角的角度允许偏差为±10'。

8.5.2 固定式拦污栅埋件安装后，各横梁工作表面最高和最低点的差值不应大于 3.0mm。

8.5.3 使用清污机的拦污栅，其安装精度应符合设计图样的规定。分节拦污栅的栅条连接处应平顺连接，平面及侧向错位不应超过 1.0mm。

## 8.6 闸门、拦污栅试运转

8.6.1 闸门安装好后应在无水情况下作全行程启闭试验，启闭前应在止水橡皮处浇水润滑。有条件时，对工作闸门应做动水启闭试验。

8.6.2 闸门启闭过程中应检查滚轮、拍门铰等转动部位运行情况，闸门升降或旋转过程应无卡阻，启闭设备左右两吊点应同步，止水橡皮及拍门缓冲垫应无损伤。

8.6.3 快速闸门、拍门安装完成后，应对门的关闭速度进行试验，其关闭时间应能满足机组的保护要求。

8.6.4 拦污栅入槽后应作升降试验，检查栅槽有无卡阻情况，栅体动作和各节的连接是否可靠。

表 8.6.5 闸门止水允许漏水量

止水材料	每平方米止水长度的漏水量 (L/s)
橡皮	0.1
金属	0.8

8.6.5 闸门在承受设计水头压力时，其止水漏水量不应超过表 8.6.5 的规定。

## 8.7 固定卷扬式启闭机安装及试运转

8.7.1 启闭设备到达施工现场后，应按 DL/T5019-94《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》(以下简称“DL/T5019”)的有关规定进行全面检查，经检查合格后，方可进行安装。

8.7.2 应检查基础螺栓埋设位置，螺栓埋入深度及露出部分的长度应准确。

8.7.3 应检查启闭机平台高程，其偏差不应大于  $\pm 5\text{mm}$ ，水平偏差不应大于  $0.5/1000$ 。

8.7.4 启闭机的安装应根据起吊中心找正，其纵、横向中心线偏差不应超过  $\pm 3.0\text{mm}$ 。

8.7.5 缠绕在卷筒上的钢丝绳长度，当吊点在下限位置时，留在卷筒上的圈数不宜少于 4 圈，当吊点在上限位置时，钢丝绳不得缠绕到卷筒的光筒部分。

**8.7.6** 双吊点启闭机吊距误差不宜超过 $\pm 3.0\text{mm}$ ；钢丝绳拉紧后，两吊轴中心线应在同一水平上，其高差在孔口内不得超过 $5.0\text{mm}$ 。

**8.7.7** 启闭机电设备的安装应符合SD315-93《固定卷扬式启闭机通用技术条件》中的有关规定。

**8.7.8** 电气设备通电试验前应认真检查全部接线并应符合图样规定，整个线路的绝缘电阻必须大于 $0.5\text{M}\Omega$ 才可开始通电试验。试验中各电动机和电气元件温升不应超过各自的允许值，试验应采用该机自身的电气设备。试验中若触头等元件有烧灼者，应查明原因并予以更换。

**8.7.9** 启闭机空载试验全行程应上、下升降3次。对下列电气和机械部分应进行检查和调整。

1 电动机运行应平稳，三相电流不平衡度不应超过 $\pm 10\%$ ，并应测出电流值。

2 电气设备应无异常发热现象。

3 应检查和调试限位开关(包括充水平压开度接点)，开关动作应准确可靠。

4 高度指示器和荷重指示器应准确反映行程和重量、到达上下极限位置后，主令开关应能发出信号并自动切断电流，使启闭机停止运转。

5 所有机械部件运转时，均不应有冲击声和其他异常声音；钢丝绳在任何部位均不得与其他部件相摩擦。

6 制动闸瓦松闸时应全部打开，间隙应符合要求，并测出松闸电流值。

7 对快速闸门启闭机利用直流电流松闸时，应分别检查和记录松闸直流电流值和松闸持续 $2\text{min}$ 电磁线圈的温度。

**8.7.10** 启闭机负荷试验，应将闸门在门槽内无水或静水中全行程上下升降2次；对于动水启闭的工作闸门或动水闭静水启的事故闸门，应在设计水头动水工况下升降2次，对于泵站出口快速闸门，应在设计水头动水工况下，作全行程的快速关闭试验。

负荷试验时应检查下列电气和机械部分：

1 电动机运行应平稳，三相电流不平衡度不应大于 $\pm 10\%$ ，并应测出电流值。



- 2 电气设备应无异常发热现象。
- 3 所有保护装置和信号应准确可靠。
- 4 所有机械部件在运转中不应有冲击声，开放式齿轮啮合工况应符合要求。
- 5 制动器应无打滑、无焦味和无冒烟现象。
- 6 荷重指示器与高度指示器的读数应能准确反映闸门在不同开度下的启闭力值，误差不得超过 $\pm 5\%$ 。
- 7 对于快速闸门启闭机快速开启时间不得超过 2min；快速关闭的最大速度不得超过 5m/min；电动机(或调速器)的最大转速不得超过电动机额定转速的两倍。离心式调速器的摩擦面，其最高温度不得超过 200℃。采用直流电源松闸时，电磁铁线圈的最高温度不得超过 100℃。

8 试验结束后机构各部分不得有破裂、永久变形、连接松动或损坏。

### 8.8 移动式启闭机安装及试运转

8.8.1 小车轨道安装允许公差与偏差，应符合本规范附录 C 的规定。

8.8.2 大车轨道安装应符合下列要求：

1 轨道铺设前应进行检查，合格后方可铺设。

2 吊装轨道前应确定轨道的安装基准线。轨道安装允许公差与偏差应符合表 8.8.2 的规定。

**表 8.8.2 大车轨道安装允许公差与偏差**

项 目 名 称	基本尺寸 (m)	公差与偏差 (mm)
大车轨道实际中心线 与基准线偏差	跨度 $L \leq 10$	$\leq 20$
	$L > 10$	$\leq 3.0$
大车轨距偏差	跨度 $L \leq 10$	$\pm 3.0$
	$L > 10$	$\pm 5.0$
同跨两平行轨道的标 高相对差	跨度 $L \leq 10$	其柱子处 $\leq 5.0$
	$L > 10$	其柱子处 $\leq 8.0$
大车轨道接头	左、右、上三面错位	$\leq 1.0$
	接头处间歇	$\leq 2.0$
轨道纵向直线度误差	—	1/1500
	—	$\leq 2.0$

- 3 两平行轨道的接头位置应错开，其错开距离不应等于前后车轮的轮距。
  - 4 应全面复查各螺栓的紧固情况。
  - 5 轨道上的车挡应在吊装桥机(门机)前装妥；同一跨度的两车挡与缓冲器均应接触，如有偏差应进行调整。
  - 6 大车车轮应与轨道面接触，不应有悬空现象。
- 8.8.3** 桥架和门架组装的允许公差与偏差，应符合本规范附录 D 的规定。
- 8.8.4** 运行机构安装后的允许公差与偏差，应符合本规范附录 E 的规定。
- 8.8.5** 电气设备安装应符合 DL/T5019-94 的有关规定。
- 8.8.6** 自动挂脱梁安装应符合下列要求：
- 1 自动挂脱梁出厂前应作静平衡试验，并应检查挂钩装置，液压装置和信号装置等部位，其动作应灵活、准确、可靠，无卡阻或渗漏现象，电缆接线盒严禁漏水。
  - 2 自动挂脱梁上的吊点中心距与定位中心距的偏差不宜超过  $\pm 3.0\text{mm}$ 。
  - 3 自动挂脱梁安装后应在无水情况下进行挂、脱闸门试验。
- 8.8.7** 采用移动式启闭机带自动挂脱梁操作多孔口闸门时，启闭机及自动挂脱梁的安装，应根据各孔口门槽起吊中心找正；其中心线与各孔口起吊中心线，安装后的纵、横向误差不应超过  $\pm 5.0\text{mm}$ 。
- 8.8.8** 试运转前应检查以下内容：
- 1 所有机械部件、连接部件、各种保护装置及润滑系统等的安装、注油情况，其结果应符合要求，并应清除轨道两侧所有杂物。
  - 2 钢丝绳端的固定应牢固，在卷筒、滑轮中缠绕方向应正确。
  - 3 电缆卷筒、中心导电装置、滑线及各电机的接线应正确、无松动现象，接地应良好。
  - 4 对双电机驱动的起升机构，电动机的转向应正确，转速应同步；双吊点的起升机构应使用两侧钢丝绳调至等长。
  - 5 运行机构的电动机转向是否正确和转速是否同步。
  - 6 机构的制动轮不应有卡阻现象。

**8.8.9** 空载试运转起升机构和运行机构应分别在行程内上下、往返各三次，并应检查下列电气和机械部分：

- 1 电动机运行应平稳；三相电源应平衡。
- 2 电气设备应无异常发热现象，控制器的触头应无烧灼现象。
- 3 限位开关、保护装置及联锁装置等动作应正确可靠。
- 4 当大、小车运行时，车轮不应有啃轨现象。
- 5 当大、小车运行时，导电装置应平稳，不应有卡阻、跳动及严重冒火花现象。
- 6 所有机械部件运转时，均不应有冲击声和其他异常声音。
- 7 运转过程中，制动闸瓦应全部离开制动轮，不应有任何摩擦。
- 8 所有轴承和齿轮应有良好的润滑，轴承温度不得超过 65℃。
- 9 在无其他噪声干扰的情况下，在司机座(不开窗)测得的噪声不得大于 85dB(A)。

**8.8.10** 检查启闭机构及其制动器工作性能的负荷试验，可升起 1.1 倍额定荷载，做动载试验；同时开动两个机构，作重复的起动、运转、停车、正转、反转等动作，延续时间应达 1h。每机构按本规范 8.8.9 规定的项目进行检查，应动作灵敏，工作乎稳可靠，各限位开关、安全保护联锁装置、防爬装置应动作正确可靠，各零部件应无裂纹等损坏现象，各连接处不得松动。

## **8.9 液压式启闭机安装及试运转**

**8.9.1** 液压启闭机机架的纵、横向中心线与实际测得的起吊中心线的距离不应超过  $\pm 2.0\text{mm}$ ；高程偏差不应超过  $\pm 5.0\text{mm}$ 。双吊点液压启闭机支承面的高差不应超过  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

**8.9.2** 机架钢梁与推力支座的组合面不应有大于 0.05mm 的间隙，其局部间隙不应小于 0.1mm，深度不应大于组合面宽度的 1/3，累计长度不应大于周长的 20%，推力支座顶面水平偏差不应大于 0.2/1000。

**8.9.3** 安装前应检查活塞杆是否变形，在活塞杆竖直状态下，其垂直度不应大于 0.5/1000，且全长不超过杆长的 1/4000；并检查油缸内壁有无碰伤和拉毛现象。

8.9.4 吊装液压缸时应根据缸的直径、长度和重量决定支点或吊点数，以防止变形。

8.9.5 活塞杆与闸门(或拉杆)吊耳连接时，当闸门下放到底坎位置，在活塞与油缸下端盖之间应留有 50mm 的间隙，以保证闸门能严密关闭。

8.9.6 管道弯制、清洗和安装均应符合 GB8564-88《水轮发电机组安装技术规范》中的有关规定，管道设置应减少阻力，管道布局应清晰合理。

8.9.7 对高度指示器和主令开关的上、下断开接点及充水接点应进行初调。

8.9.8 试验油过滤精度：柱塞泵不应低于  $20\ \mu\text{m}$ ；叶片泵不低于  $30\ \mu\text{m}$ 。

8.9.9 油泵运行噪声应低于 85dB(A)。

8.9.10 试运转前的检查应包括以下内容：

1 门槽内的一切杂物应清除干净，闸门和拉杆不应受卡阻。

2 机架固定应牢固。

3 电气回路中的单个元件和设备均应进行调试，并应符合 GB1497《低压电器基本标准》的有关规定。

8.9.11 油泵第一次起动时应将油泵溢流阀全部打开，连续空转 30~40min，油泵不应有异常现象。

8.9.12 油泵空转正常后在监视压力表的同时，应将溢流阀逐渐旋紧向管路系统充油，充油时应排除空气。管路充满油后，调整油泵送流阀，使油泵在其工作压力的 25%、50%、75%、100%的情况下分别连续运转 15min，应无振动、杂音和温升过高等现象。

8.9.13 上述试验完毕，调整油泵溢流阀，当压力达到工作压力的 1.1 倍时动作排油，此时应无剧烈振动和杂音。

8.9.14 油泵阀组的起动阀应在油泵开始转动后 3~5s 内动作，使油泵带上负荷。否则，应调整弹簧压力或节油孔的孔径。

8.9.15 无水时应先手动操作升降闸门一次，检验缓冲装置减速情况和闸门有无卡阻现象，并记录闸门全开时间和油压值。

**8.9.16** 调整主令控制器凸轮片，使主令控制器的电气接点接通。断开时闸门所处的位置应符合图样要求，但闸门上充水阀的实际开度应调至小于设计开度30mm以上。调整高度指示器，使其指针能正确指出闸门所处位置。

**8.9.17** 第一次快速关闭闸门时，应在操作电磁阀的同时，做好手动关闭阀门的准备，防止闸门超速下降。

**8.9.18** 将闸门提起在48h内，闸门因活塞油封和管路系统漏油而产生的沉降量不应大于200mm。

**8.9.19** 手动操作试验合格后，方可进行自动操作试验。提升和快速关闭闸门试验时，应记录闸门提升、快速关闭、缓冲的时间以及水位和油压值。快速关闭时间应符合设计规定。

### **8.10 清污机安装及试运转**

**8.10.1** 移动式清污机的轨道安装，应按本规范8.8.2的规定执行。轨道中心线与拦污栅平面位置基准应为同一放样体系。

**8.10.2** 移动式清污机的机架及运行机构安装、试运转应符合设计图样或制造厂技术条件的要求；如无要求，则应参照本规范附录D、附录E和8.8.8的规定执行。

**8.10.3** 回转式清污机安装偏差，应符合设计图样或制造厂的技术规定，如无规定，则应符合下列要求：

1 埋设件允许偏差应符合本规范表8.5.1的规定。

2 安装后的角度允许偏差为 $\pm 10'$ 。

3 驱动链轮与牵引链轮的轮齿宽中心线，其允许偏差应小于1.5mm。

4 链条应调整到正常工作状态，驱动链轮与链条啮合时主动边拉紧，从动边下垂度应小于15.0mm。

5 安装后应进行不少于30min的空运转试验。试验过程中，不得出现有影响性能和安全质量问题的现象。

### **8.11 交接与验收**

**8.11.1** 由安装部门按设计图样和本规范进行检查，检查合格后方能进行验收。

**8.11.2** 闸门、拦污栅、启闭机及清污机等施工安装验收，可分别按安装验收与试运行验收进行。

**8.11.3** 施工安装部门除移交制造厂提供的全部技术资料外，还应提供下列技术资料：

- 1 主要材料、标准件及协作件的出厂质量证书。
  - 2 安装焊缝质量检验报告。
  - 3 施工中重大缺陷处理记录和报告。
  - 4 设计修改通知和有关会议纪要。
  - 5 安装竣工图。
  - 6 安装尺寸的最后测定记录和调试记录。
  - 7 试运行报告。
-

## 附录 A 普通模板及支架的计算荷载

**A. 0.1** 计算模板、支架时，应按下列荷载考虑：

- 1 模板、支架及脚手架的自重。
- 2 钢筋的重力。
- 3 新浇灌混凝土的重力。
- 4 人、浇筑设备、运输工具等荷载。
- 5 振捣混凝土时产生的荷载。
- 6 倾倒混凝土时产生的竖向动力荷载。
- 7 冷天施工时保温层的重力及雪荷载。
- 8 新浇混凝土对模板的侧压力。
- 9 倾倒混凝土时产生的水平动力荷载。
- 10 其他荷载。

**A. 0.2** 计算模板、支架或脚手架时，应按表 A. 0.2 的规定选择可能发生的最不利荷载组合。

**表 A. 0.2 各种模板、脚手架结构荷载组合**

项 目	荷 载 种 类	
	强 度 计 算	刚 度 计 算
楼面、顶楼等部位的底模及支承	1+2+3+4+5 或 1+2+3+4+6	1+2+3 或 1+2+3+7
泵井、深梁、大梁、流道的底模及支承	1+2+3+5	1+2+3+7
梁侧模板	8	8
墙、墩、柱等部位侧模	8+9 或 8	8
底板、消力池等部位侧模	8 或 8+9	8
脚手架、面板、立柱	1+4+6 或 1+4+车辆集中力	

**A. 0.3** 新浇筑混凝土对模板的侧压力计算应符合下列规定：

- 1 采用插入式振捣器时，混凝土对模板的侧压力可按式 (A. 0. 3-1) 计算：

$$P = 8+24K \qquad (A. 0. 3-1)$$

式中  $P$ ——混凝土对模板的最大侧压力， $\text{kN/m}^2$ ；

$K$ ——温度校正系数，可按表 A. 0. 3-1 采用；

$v$ ——混凝土浇筑速度， $\text{m/h}$ 。

**表 A. 0. 3-1 温度校正系数**

温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	5	10	15	20	25	30	35
$K$	1.53	1.33	1.16	1.00	0.86	0.74	0.65

注 温度是指混凝土的温度，在一般情况下(即没有改变混凝土入模温度的其他措施)可采用浇筑混凝土的气温。

侧压力的计算图形见图 A. 0. 3。

$$h = P/r = 8+24k/24 \quad (\text{A. 0. 3-2})$$

式中  $r$ ——混凝土重度， $\text{kN/m}^3$ 。

**2** 采用外部振动器时，在振动影响的高度内，混凝土对模板的最大侧压力可按式(A. 0. 3-3)计算：

$$P = 24H \quad (\text{A. 0. 3-3})$$

式中  $P$ ——新浇筑混凝土的最大侧压力， $\text{kN/m}^2$ ；

$H$ ——外部振捣器的作用高度(一般取  $4h$  所浇筑的高度)， $\text{m}$ 。

采用外部振动器时，尚应验算振动器对模板、支架和连接构件的局部作用。

**3** 倾倒混凝土所产生的水平动力荷载可按表 A. 0. 3-2 采用。

图 A. 0. 3 混凝土模板的侧压力计算图形

**表 A. 0. 3-2 倾倒混凝土产生水平动力荷载值 ( $\text{kN/m}^2$ )**



向模板中倒料的方法	作用于侧面模板的水平荷载
用溜槽串筒或直接由混凝土导管流出	2
用容量 0.2m <sup>3</sup> 及以下的运输工具倾倒	2
用容量 0.2 ~ 0.8m <sup>3</sup> 的运输工具倾倒	4
用容量 0.8m <sup>3</sup> 及以上的运输工具倾倒	6

**A. 0. 4** 各种荷载的分项系数应按表 A. 0. 4 的规定选取。

**A. 0. 5** 在荷载作用下模板构件的挠度不应超过下列规定值：

**表 A. 0. 4 荷载分项系数**

项次	荷载种类	分项系数
1	1、2、3、7、8	1.2
2	4、5、6、9(车辆集中力)	1.4

- 1 结构表面外露的模板为模板构件跨度的 1/400；
  - 2 结构表面隐蔽的模板为模板构件跨度的 1/250；
  - 3 模板构件的弹性变形或支柱的下沉为相应结构净空跨度的 1/1000。
-

## 附录 B 平面闸门埋件安装允许公差与偏差

### 表 B 平面闸门埋件安装允许公差与偏差 (mm)

序号	埋件安装		底槛	门楣
	简图			
1	对门槽中心线 a	工作范围内	$\pm 5$	+2 -1
		工作范围外		
2	对孔口中心线 b	工作范围内	$\pm 5$	
		工作范围外		
3	高程		$\pm 5$	
4	门楣中心对底槛面的距离 h			$\pm 3$
5	工作表面一端 对 另一端的高差	$L \geq 10000$	3	
		$L < 10000$	2	
6	工作表面平面 度	工作范围内	2	2
		工作范围外		
7	工作表面组合 处的错位	工作范围内	1	0.5
		工作范围外		
8	简图			
	工作范围内表 面宽度	$B < 100$	1	1
		$B = 100 \sim 200$	1.5	1.5
		$B > 200$	2	
		所有宽度		
工作范围外允许增加值				

注：①L 为闸门宽度；

②构件每米至少应测一点；

③胸墙下部是指和门楣组合处；

④门槽工作范围高度，静水启闭闸门为孔口高，动力启闭闸门为承压主轨高度；

⑤侧轮如为预压式弹性装置，则侧轨偏差按图样规定；

⑥组合处错位应磨成缓坡。



## 附录 C 小车轨道安装允许公差与偏差

### 表 C 小车轨道安装允许公差与偏差

序号	项目名称	基本尺寸 (m)	公差与偏差 (mm)	简图
1	小车轨道距差	$T \leq 2.5$ $T > 2.5$	$\pm 2.0$ $\pm 3.0$	
2	小车跨度 $T_1$ 、 $T_2$ 的相对差	$T \leq 2.5$ $T > 2.5$	$\leq 2.0$ $\leq 3.0$	
3	同一截面轨道的高低差	$T \leq 2.5$ $T > 2.5$	$C \leq 3.0$ $C \leq 5.0$	
4	小车轨道与轨道梁腹板两中心线的位置差	偏轨箱形梁	$\delta < 12, D \leq 6.0$ $\delta \geq 12, D \leq 0.5 \delta$	
		单腹板梁及桁架梁	$d \leq 0.5 \delta$	
5	轨道居中的对称箱形梁小车轨道中心线直线度		$\leq 3.0$	
6	小车轨道接头	左、右、上三面错位	$C \leq 1.0$	
		接头处间隙	$C_1 \leq 2.0$	
7	小车轨道侧向局部弯曲	任意 2.0m 范围内	$\leq 1.0$	
8	小车轨道应与大车主梁上翼板紧密粘合，当局部间隙大于 0.5mm，长度超过 200mm 时，应加垫板垫实			

## 附录 D 桥架和门架的组装允许公差与偏差

### 表 D 桥架和门架的组装允许公差与偏差 (mm)

序号	项目名称	公差与偏差	简图
1	主梁跨中上拱度	$F = (0.9 \sim 1.4)L/1000$ , 且最大上拱度应在跨度中部的 $L/10$ 范围内	
2	悬臂端上翘度	$F_0 = (0.9 \sim 1.4)L_1/350$ [或 $(0.9 \sim 1.4)L_2/350$ ]	
3	主梁水平弯曲	$f \leq L/2000$ , 但最大不得超过 20.0	
4	桥架对角线差 $D_1 - D_2$	$\leq 5.0$	
5	两个支脚从车轮工作面到支脚上法兰平面的高度相对差	$\leq 8.0$	

## 附录 E 运行机构安装允许公差与偏差

表 E 运行机构安装允许公差与偏差

序号	项目名称	基本尺寸 (m)	公差与偏差 (mm)	简图
1	桥机跨度允许偏差	$L \leq 10$	$\pm 3.0$ , 且两侧跨度的相对差 $\leq 3.0$	
		$L > 10$	$\pm 5.0$ , 且两侧跨度的相对差 $\leq 5.0$	
2	门机跨度允许偏差	$L \leq 10$	$\pm 5.0$ , 且两侧跨度的相对差 $\leq 5.0$	
		$L > 10$	$\pm 8.0$ , 且两侧跨度的相对差 $\leq 8.0$	
3	车轮垂直偏斜	—	$a \leq L/400$ , L 为测量长度, 在车轮架空状态下测量	
4	车轮水平偏斜	—	$P \leq L/1000$ , L 为测量长度, 且同一轴线上一对车轮的偏斜方向应相反	
5	同一端梁下车轮的同位差	2 个车轮	$\leq 2.0$	
		3 个或 3 个以上	$\leq 3.0$	
		同一平衡梁下	$\leq 1.0$	

1 对于执行本规范严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范条文中，“条”、“款”之间承上启下的连接用语采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等写法。

---

# 泵站施工规范

## 条文说明

---



1 总则	5.3 混凝土输水管道
2 施工测量	5.4 金属输水管道制作与安装
2.1 一般规定	6 进、出水建筑物施工
2.2 施工测量	6.1 引渠
3 地基与基础	6.2 前池及进水池
3.1 一般规定	6.3 出水池
3.2 排水与降低地下水位	6.4 永久缝
3.3 基坑开挖	6.5 砌石头
3.4 地基处理	7 观测设施和施工期观测
3.5 特殊土地基处理	8 水工金属结构安装
4 泵房施工	8.1 一般规定
4.1 一般规定	8.2 闸门埋件安装
4.2 泵房钢筋混凝土	8.3 平面闸门安装
4.3 泵房底板	8.4 拍门安装
4.4 泵房楼层结构	8.5 拦污栅安装
4.5 埋件和二期混凝土	8.6 闸门、拦污栅试运转
4.6 特殊气候条件下的施工	8.7 固定卷扬式启闭机安装及试运行
4.7 质量检验及缺陷处理	8.8 移动式启闭机安装及试运转
4.8 移动式泵房	8.9 液压式启闭机安装及试运转
5 流道与管道施工	8.10 清污机安装及试运转
5.1 一般规定	
5.2 流道	

**1.0.1** 制定本规范的目的，就是为了统一泵站施工的技术标准，保证泵站施工质量，使泵站工程在国民经济建设中更好地发挥作用。

**1.0.2** 本规范适用范围主要是新建、扩建或改建的大、中型灌溉、排水及工业、城镇供水泵站的施工。中国的泵站类型很多，数量很大，且多数为小型，小型泵站施工相对简单，可参照本规范使用。

**1.0.3** 泵站工程施工前，必须根据主管部门批准的设计文件，编制施工组织设计。遇到松软地基、严重的承压水、复杂的大型泵站，应制定专项施工措施设计。

**1.0.4** 施工单位必须按监理工程师认可签发的图纸施工。由于施工条件，材料规格、品种、质量不符合设计要求，或原设计不合理，需要变更设计的，应报监理工程师处理。施工单位对施工组织设计的重大修改，也应报请原审批单位同意后，方可执行。

**1.0.5** 在采用新技术、新材料、新设备和新工艺时，要注意其是否成熟可靠。重要的新技术、新材料、新设备和新工艺的采用，一定要经过国家有关部门或权威机构进行鉴定验证。

**1.0.6** 按照 SD204-86《泵站技术规范》（验收分册）及施工实践，建设单位会同有关单位应提供的技术档案资料如下：

1 批准开工的文件、施工进度及大事记录。

2 竣工验收报告和工程技术总结，竣工图纸和竣工项目清单，竣工决算，投资效益及经济分析资料。

3 有关工程设计、施工的全部文件；有关工程和设备的质量检查、试验资料和鉴定文件；有关科学研究和观测试验的报告。分部分项工程验收、启动验收、临时投产运行的文件、签证和验收资料。

4 设备、备品、配件以及为管理购置的试验仪表、设备和专用材料，生产及生活用具的移交情册，设备制造厂提供的产品说明书、试验记录、安装图纸以及合理证件等技术文件。

5 迁建赔偿的有关协议文件、安置情况和赔偿清单，以及征购土地的文件（必须具有法律效力）等。

6 管理单位的组织、编制、财务等方面的文件和资料。

以上文件、资料均应按规定格式、份数整理，并加以说明。

**1.0.7** 泵站工程施工质量评定，除应按本规范的要求外，还应按 SD249-88《水利水电基本建设工程单元工程质量等级评定标准》与 SD204-86《泵站技术规范》(验收分册)有关规定执行。

---

## 2 施工测量

## 2.1 一般规定

2.1.1 本条规定主要是明确施工测量人员的职责，加强测量人员的责任心。

2.1.2 建筑物总体布置图是在设计阶段测绘的地形图和已有控制点基础上绘制的，因此规定施工测量阶段的平面坐标及高程坐标系统应与设计阶段坐标系统相一致，同时指出结合施工需要可建立施工坐标系统。这样既方便施工单位对已有测量成果的使用，又能将建筑物的设计值与施工坐标有机地联系起来。

2.1.3 施工测量的主要精度指标系根据建筑物的不同部位和重要程度，参照 SL52-93《水利水电工程施工测量》，结合泵站测量放样的实践经验制定的。

## 2.2 施工测量

2.2.1 根据泵房的特点，布置控制网一般以泵房轴线网为宜，它由若干条平行和垂直于泵房轴线的控制线所组成，测量时只需放出相应的坐标位置，即可得出各自的轮廓点位，其他如弧形、扩散形翼墙或进、出水流道亦可同时放出，既方便又不易发生差错。若需布置施工三角网时，宜将泵房轴线作为三角网的一边，便于校核和提高精度。

2.2.2 参照 SL52-93 第 2.7.1 条，结合泵站测量放样的实践经验制定的。

2.2.3 平面控制测量等级，SL52-93 是按二、三、四等三角网(锁)技术要求，而平原、高原泵站范围小，地势较平坦，精度要求可适当放宽。参照 DL5001-91《火力发电厂工程测量技术规程》、《港口工程测量技术规范》1982 年修订版等规范拟定表 2.2.3-1 和表 2.2.3-2。

2.2.4 国家水准点有的地方有可能被碰动或损坏，所以本条文规定在接测国家水准点时，必须有两点以上，对校核水准网可靠，便于正式布网。

2.2.5 本条文规定的永久水准基点应设置两座，使位移观测能构成复合线路，便于校核。

2.2.6 高程控制测量等级要求系根据工程规模和放样精度而确定的。

2.2.7 高程测量的各项技术要求，参照 SL52-93 拟定。

2.2.10 泵站底板上部立模的点位放样精度要求较高，常采用泵站轴线控制点，直接交会测出底板中心线和进、出水流道中心线。此项工作宜在底板混凝土浇筑

后 5d 内进行，此时混凝土面仍吸收水分，弹出的墨线可永不退色。用仪器直接观测十字轴线精确可靠，再按设计图纸要求，用钢带尺量出点位，弹出立模线和检查控制线，以便施工。

**2.2.11** 参照 SL52-93 第 7.1.4 条拟定。

**2.2.12** 条文规定立模、砌(填)筑、浇筑、金属构件预埋的高程放样，均应采用闭合条件的几何水准测设，是为了保证施工测量精度。由于泵房内墙测桩多，为了防止偶然差错，一班应后视两个高程点，当视线高符合误差要求后再行测放，测量完毕再复测、校核。

对于机泵预埋件、闸门埋件和泵机、闸门的安装高程测量，以底板浇筑后初始观测点的高程为基准(一般取底板沉降观测的首次观测值)，始终采用相对高差进行测放，不再考虑泵房沉降的影响，以保持各工程部位相对几何高差的同一性。

**2.2.13** 本条的规定是根据 ZBA75002-89《测绘产品检查验收规定》和 SL52-93《水利水电工程施工测量规范》的有关规定，结合泵站的实际情况制定的。

---

## 3 地基与基础

### 3.1 一般规定

3.1.2 采用振冲、高压喷射灌浆、强夯等方法处理地基时，在施工前宜作现场工艺试验，以验证设计参数，最后确定施工参数。

### 3.2 排水与降低地下水位

3.2.2 这条是参照 SDJ338-89《水利水电工程施工组织设计规范》第 2.7.2 条与第 2.7.3 条的规定，结合泵站工程施工实践经验总结提出的。

3.2.4 基坑水位的允许下降速度，视基坑土层特性与开挖边坡坡度、围堰形式及基坑内外水位等因素确定，对一般土质围堰以 0.5m/d 左右为宜。

3.2.5 在一般情况下，井点类型的选择可参考表 1。

表 1 井点的适用条件

井点类型	土层渗透系数 (cm/s)	降低水位深度 (m)	适用土质
单层轻型井点	$A \times 10^{-5} \sim A \times 10^{-2}$	3 ~ 6	砂、砂性土、中砂、粗砂
多层轻型井点		6 ~ 12	
管井井点	$>A \times 10^{-3}$	>10	各类砂性土、砂、卵石

注 A 为 1~9 的正数。

3.2.6~3.2.9 这些条文主要是根据江苏、湖北等省施工实践经验总结，并参照 GBJ202-83《地基与基础工程施工及验收规范》的有关规定提出。

3.2.10 在水利工程基坑排(降)水用的管井，一般采用过滤管。过滤管有无砂混凝土管、金属管，管身用滤布包裹牢固；井底是透水层时，其底部应分层填反滤料，先底部后井周。

洗井能清除井底淤积沉淀物，除去井壁的附着泥浆和抽出渗入含水层中的粘土颗粒，并使周围地层成为天然反滤层，故回填滤料完毕后，应及时洗井，否则，将影响管井出水量。抽水洗井，宜抽、停相间进行，这样能产生瞬时负水锤，易带动泥沙，效果较好。

### 3.3 基坑开挖

3.3.1 基坑开挖断面尺寸应大于基础设计尺寸多少、基坑开挖边坡的陡缓均应根据所采用的施工方法(人工或机械开挖)、土质、地下水情况、施工期降雨量与降

雨强度、排水方式(集水坑或井点)等因素综合分析确定。进行边坡稳定分析,其安全系数应大于 1.05。

**3.3.3** 为避免基坑底部基土受到扰动,预留适当保护层是施工中常用的方法。对于含水量过大的淤泥类土,在开挖到设计高程后,可铺垫一层土工织物,一方面保护基坑底面,缓解在淤泥上操作困难的问题;另一方面可起到铺垫作用,承受一部分拉应力,从而增强稳定性和减小沉陷量。

### 3.4 地基处理

**3.4.1** 采用振冲法进行地基处理应符合下列规定:

1 本款是引用 JGJ79-91《建筑地基处理技术规范》第 6.1.1 条的规定。

2 振冲置换法所用的填料,对粉细砂和砂土地基用砾砂、粗砂,对软土地基用碎石,但碎石桩改变了地基渗流状态,可能还需增加防渗设施。

对中、粗砂地基可不加填料,只用振冲器的振力将地基振动密实。

振冲器与振冲孔周边之间的空隙一般为 50~100mm,因此填料粒径不宜大于 50mm。粒径过大易发生拒落,粒径过细,在孔内泥浆中沉入速度太慢,也不易振密。填料的含泥量要求在 5%以下,是按南京水利科学研究院的资料提出的。含泥量过大将增加泥浆的比重,填料下沉速度减慢,影响加固效果。

砂石混合料不应使用,因振冲时会使砂粒和石料分离,密实变差。

3 振冲加固效果与振冲器的技术参数和选型有密切关系。国外试验表明,振冲器的振动频率宜接近土体自振频率,一般软弱地基的自振频率:粘性土为 8~16Hz,砂土为 15~28Hz。目前国内生产的振冲器的频率为 1450r/min(24Hz),故对饱和松散的砂基加密效果是较好的,对软土则效果差些。因此,本条规定应按工程要求和土质情况来选用。其技术参数可参考表 2。

表 2 振冲器系列参数表

类别		ZCQ13	ZCQ30	ZCQ55	
潜水电机	功率	KW	13	30	55
	转速	r/min	1450	1450	1450
	额定电流	A	25.5	60	1450
振动 机体	振动频率	次/min	1450	1450	1450
	不平衡部分重量	kg	31	66	104
	偏心距	cm	5.2	5.7	8.2
	动力矩	N·cm	1490	3850	8510
	振动力	N	35000	90000	200000
	振幅(自由振动时)	mm	2	4.2	5.0
	加速度(自由振动时)g	m/s <sup>2</sup>	4.5	9.9	11
振动体外径		mm	274	351	450
长度		mm	2000	2150	2359
总重量		kg	780	940	1800

起重能力应根据加固深度和施工方法来选定。振冲深度不大于18m时，一般选用起重能力80~150kN可满足施工要求。根据施工实践，振冲器的出口水压和供水量大小随地基而异，对粉泥和砂土地基，水压宜为0.4~0.6MPa；对中、粗砂地基宜为0.6~0.8MPa。供水量一般控制在200~400L/min之间。在输水管上要装阀门，便于调节压力和水量。

振冲碎石桩的质量是以振冲器振动时的工作电流到达规定为控制标准，故应配备相应的电流表和电压表。为提高施工记录的精度，可采用电流、电压自动记录方法。

5 这两种制桩的顺序有利于挤走部分软土。

6 振冲器贯入速度由地质条件确定。对稍密实的地基，贯入速度应慢些，反之可稍快些。贯入快时尖端阻力大，成孔直径较小，不利于投料和顺利施工。一般控制在1~2m/min，通常每贯入0.5~1.0m宜悬挂留振5~10s，以有利于振冲洗孔扩大孔径。

当造孔接近加固深度时，振冲器在孔底适当停留并减少射水压力，一般保持0.1MPa的水压即可。此时除可将泥浆带出孔外，并能够防止泥浆反压进入喷水管。



7 振密制桩时，只需小水量补给，使填料在水饱和条件下沉入，以便振捣密实。如水量或水压过大会使孔中回水量和流速增大，带出大量细颗粒，并不能收到振密的效果。

在细粉砂、砂土中加填料振冲密实且采用边振边填连续下料法，此法是造孔至要求深度后，不提出振冲器即向孔内填料，借振冲器水平振力将填料挤入周围土中，从而使土层密实。由于土层逐渐密实，阻力渐增，电流值也将增高，当电流值升高至规定的控制值时（对于 30kW 振冲器宜为 50~60A），将振冲器上提一段距离，继续投料挤密直至孔口。上提距离约为振冲器锥头的长度，即为 0.3~0.5m。

9 孔位偏差是参照 GBJ202-83《地基与基础工程施工及验收规范》中的有关规定，并根据近年来施工实践中一般所能达到的精度而提出。

10 由于振冲桩的顶部 1m 左右侧压力小，填料难以振密实，故桩顶不密实部分应挖除或采取其他补救办法。

11 本款是按规范 GBJ202-83 的要求制定的。该规范是根据砂土地基单桩的垂直荷载试验，规定桩入土 7d 后进行试验，由于粘性土固结较砂土固结慢，所以规定砂土 7d、粘性土 15d 后才可进行试验。

### 3.4.2 采用高压喷射灌浆进行地基处理应符合下列规定：

1 工程实践证明砂性土、粘性土进行高压喷射灌浆效果较好，它解决了细粒土不易注浆加固的难题。

对地下水流速过大，已漏水的工程，因喷射的浆液不易在注浆管周围凝固，其适应性有待试验确定；对含大粒径块（卵）石，或砾石含量过多的地基，实践表明质量稍差，有时甚至不如静压注浆的效果，为此，规定应通过试验确定其适应性。

2 本款是参照规程 YSJ210-92、YBJ43-92 提出的。

高压喷射灌浆法有旋喷、定喷和摆喷三种方式。旋喷灌浆形成旋喷桩用于提高地基承载力；定喷和摆喷灌浆形成板墙防渗体，用于地基防渗处理。

各种高压旋喷灌浆工艺的主要机具设备，可参考表 3 选用。

表 3 主要机具设备选择表

设备名称	型号	规格	所用机具		
高压泥浆泵	SNC-H300 水泥车或 Y-2 型液压泵	压力 30MPa, 排量 15L/min 压力 20MPa, 排量 80L/min	+	+	
高压水泵	3XB 型或 3W <sub>6</sub> B、7W <sub>7</sub> B 型	压力 35MPa, 排量 50L/min 压力 20MPa			+
钻机	76 型振动钻机, SH-30 型, XJ-100 或 XY-100 型	可钻深度 30 ~ 100m	+	+	+
泥浆泵	BW150 型或 BW250/50 型	压力 7MPa 5MPa			+
空气压缩机	各种型号	风压 0.8MPa 风量 30m <sup>3</sup> /min		+	+
泥浆搅拌机	各种型号	供 200L/min 应用	+	+	+
单管	普通地质管或钻杆	Φ420mm 接 10 扣 /25.4mm	+		
二重管	TY201 型	Φ40 ~ 75mm 与导流器配套特制专用		+	+
三重管	TY301 型	Φ75 ~ 90mm 与导流器配套特制专用			+
高压胶管	单丝缠绕型液压胶管	Φ19 ~ 22mm 工作压力大于 20MPa	+	+	+
匀速卷扬机	各种型号	提升力 1000kg, 提升速度 5 ~ 30cm/min	+	+	+

注 表中“+”为该旋喷工艺需使用的机具设备。

3 本款是参照规程 YSJ210-92 和规程 YBJ43-92 第 3.3.3 条的规定与山东等省的施工经验提出的。浆液的比重反映浆液的稠度。喷射时的浆液稠度和形成团体的强度有关，稠度过大，流动缓慢，喷嘴常易堵塞；稠度过小，对强度有影响。

5 本款是参照规程 YSJ210-92 和规程 YBJ43-92 第 3.3.3 条与第 3.3.4 条的规定和山东省的施工经验提出。

6 成孔倾斜率在规程 YSJ210-92 和规程 YBJ43-92 第 3.4.3 条中规定不应大于 1.5%。山东省水科所提出倾斜率不超过 1%为宜。而湖北等省近年来施工实践认为把成孔率控制在 1%以内并不困难，因此，这次规定成孔的倾斜率宜小于 1%。

8~10 施工准备工作完成及高压喷射管进入预定深度后，应先用高压清水试喷，检查各管路安装是否正常，喷嘴是否畅通。用三管法喷射开始时，先送高压水，再送水泥浆和压缩空气(在一般情况下，压缩空气可晚送 30s)。喷射过程中回浆量宜控制在灌浆的 10%~20%之间，如果超过，一般是因有效喷射范围与灌浆量不相适应，灌浆量超过所需浆量所致。为减少回浆量，可采取提高喷射压力、加快提升和旋转速度等措施，必要时可适当缩小喷嘴孔径。

在停止喷射时，必须先停送压缩空气 30s 后再依次停送水泥浆和高压水，这是因为压缩空气的膨胀势能比较大，在很短的时间内不易消失，加之空气的扰动较大，在膨胀势能未消失前关闭高压水，就会造成泥沙堵塞喷嘴，因此必须先停压缩空气。

11 用水泥浆液进行高压喷射灌浆时，在浆液土搅拌混合后的凝固过程中，由于浆液的析水作用，一般都有不同程度的收缩，造成在顶部出现稀浆层、凹穴情况，故应进行第二次灌浆。二次灌浆方法及灌浆压力是根据珠江水利委员会的实际经验制定的。

### 3.4.3 采用强夯法进行地基处理应符合下列规定：

3 强夯加固地基在干地或水下均可进行。但考虑到水利工程中的泵站地基一般都在干地，只是地下水位高低不同而已，所以参照规范 GBJ202-83 的规定，要求控制地下水位，并规定了进行直接夯击与回填砂、石料进行夯击的条件，而省略了水下夯击方法。

4~7 这些条款主要是参照规范 GBJ202-83 的有关规定与近年来工程实践经验总结提出的。

9 强夯效果的检验时间，也是参照 GBJ202-83 的有关规定提出。

当强夯效果不能满足设计要求时，可补夯或调整参数进行试验补夯。

### 3.4.4 采用钻孔灌注桩进行地基处理应符合下列规定：

1 各种钻孔机具及其适用范围可参考表 4。

表 4 钻孔灌注桩各种机具适用范围表

钻孔方法	适用范围	需否泥浆浮
------	------	-------

		孔径 (cm)	孔深 (m)	悬钻渣
正循环回转 钻	粘土、砂、壤土、含少量砂 砾石、卵石的土	80~160	30~100	需要
反循环回转 钻	壤土、砂、亚粘土、含少量 砂砾石的土	80~120	<35	不需要
潜水电钻	淤泥、腐植土、沙壤土、砂	100~ 220	60~70	需要
冲抓锥	淤泥、腐植土、密实粘土、 砂土、砂砾石、卵石	100~ 220	<30	不需要
冲击钻	砂土、壤土、亚粘土、沙砾 石、松散卵石	60~150	<40	需要
人工推钻机 动蜗杆推钻	亚粘土、壤土、含少量沙砾 石的土	60~100	20~30	不需要

**3** 护筒是定位的依据，并起导向作用，因此要求位置准确，安设稳定，并有一定的埋深。护筒与坑壁间用粘土回填夯实，防止跑水漏浆。

为防止坍孔，应使钻孔中的水位经常保持高于地下水位或承压水位，因此护筒顶端的高程要高于地面或承压水位的高程。

**4** 泥浆性能一般用相对密度、粘度、含砂率和胶体率四项指标表示：

1) 相对密度：表示泥浆的稠稀程度，可反映其固壁及防渗能力的大小。

2) 粘度：表示泥浆流动时，其摩擦力的大小，当泥浆循环时，反映泥浆携砂能力的大小。

3) 含砂率：表示泥浆携砂程度，估计泥浆循环时的工作情况。从钻孔流出的泥浆和泥浆池内的泥浆的含砂率差值一般不应小于1%。

4) 胶体率：是指泥浆对其固体颗粒保持为悬浮状态的能力，表示泥浆的稳定性。

这四项指标的要求是反映泥浆能起到固壁、携砂和增强防渗等作用的。

造孔使用的泥浆是保证孔壁稳定和造孔质量的重要措施。不同土层对泥浆的相对密度等要求是参照 GBJ202-83 第 4.5.13 条拟定的。

**6~8** 这三款是参照 GBJ202-83 有关条文规定而拟定的。

**10** 规定每节导管的长度和最下端一节导管的长度是为了保证导管的埋置深度能达到 2~4m 和便于提升拆装。管底口不准设法兰盘，是便于导管中混凝土从

底口翻出，并向上顶挤。

11 灌注桩是在钻孔中灌注水下混凝土，与大范围内浇灌水下混凝土有所不同，为防止堵塞导管和保证混凝土灌注质量，对粗骨料的粒径的规定比 SDJ207-82《水工混凝土施工规范》的规定要严格一些，要求混凝土的流动度稍大一些。

12 本款是参照 GBJ202-83、JGJ4-80 有关条文和工程实践综合制定的。

初灌混凝土时，要求导管初次埋深不小于 1.0m 以及连续灌注时导管埋深宜为 2.0~4.0m，是为了保证在水下浇筑混凝土时，导管内不进水和不出现桩身夹泥、断裂、钢筋上浮等。

### 3.4.5 采用沉井进行地基处理应符合下列规定：

1 沉井基础从 20 世纪 70 年代以来在我国一些水利工程中采用，部分采用沉井基础的泵站工程情况如表 5 所示。

本条各款系根据上列部分工程的施工总结并参照 GBJ202-83 第六章沉井有关内容制定。

2 为保证沉井的顺利下沉和井身的稳定性，必须具有钻孔地质资料。面积在 200m<sup>2</sup> 以下的沉井不得少于一个钻孔，面积在 200m<sup>2</sup> 以上的应在四角各有一个钻孔，必要时还应增加钻孔数。施工前，应根据钻孔地质资料，编制沉井施工措施设计，选定下沉方法，计算各阶段的下沉系数，确定沉井制作、下沉施工方法，使施工人员清楚地了解沉井在不同阶段的下沉力情况，掌握各阶段的相应技术措施，保证下沉的施工质量和安全。

表 5 部分采用沉井基础的泵站工程情况表

名称	地点	沉井外形尺寸 (m)			地基条件	建成时间 (年·月)	沉井制作 方法
		宽度	长度	高度			
滨海	江苏滨海	主沉井	18.8	4.8	灰色	1985	无承垫木

抽水站 (组合式 沉井)	海县	12.5 12.5 副沉井 12.5	15.8 6.65	4.8	中粉质淤 泥夹少量 薄层粉砂 N≈1 击		法
西水 关泵站	南京水 西门	主井 20.0 副井 15.5	24.5 9.0	5.4 7.4	灰色 淤泥质粉 砂粘土 N=3	1986	承垫木法
南京 第二热 电厂泵 站	南京燕 子矶	20.4	30.9	6.0 3.5 6.9 4.7 下沉 11.6	粉砂土	1988.2	承垫木法
洋澜 湖泵站	湖北鄂 州市	13.3	11.8	2.1 3.0 4.5	粘性土	1993.3	无承垫木 法
雨台 山取水 工程(泵 房)	湖北鄂 州市	圆筒外径 19.3		9.85 15.0	上层 为粘性土 混碎石, 下层为风 化破碎角 砾岩层	1993	无承垫木 法

下沉系数是指沉井的重力与全部侧面摩阻力及刃脚、隔墙、底梁下土反力之和的比值。不同下沉阶段的下沉系数是指当时的沉井的重力与该入土深度的摩阻力及相应的刃脚、隔墙、底梁下土反力之和的比值。

3 为便于沉井施工，地下水位应低于基坑底面，且稳定在一定高程。如果水位不稳定，继续降低软弱地基中的地下水位，常使地基发生不均匀沉降，影响沉井制作。

4 当沉井高度较大，而地基软弱或土层分布不均匀时，常沿刃脚下铺设承垫木，以加大支承面积。为便于整平、支模及下沉时抽除承垫木，在承垫木下应铺设砂垫层。砂垫层的厚度视沉井的重力和地基土的承载力而定。为便于抽除承垫木，砂垫厚度不宜小于 0.5m，否则易发生承垫木不能顺利抽除而被压切断的现象。

5 在均匀土层上，若沉井结构刚度大及在制作期内不均匀沉降较小时，也可不用承垫木以节省木材，加快进度。

为了扩大沉井刃脚下的支承面积，减轻对砂垫层或地基土的压力，以及省去刃脚下的底模板，便于沉井下沉，在砂垫层或地基上先铺一层素混凝土垫层，其厚度(一般可采用 50~150mm，太薄易压碎，太厚对沉井下沉不利)可按式(1)计算确定，如图 1 所示。

$$h=(G_0/R-b)/2 \quad (1)$$

式中  $h$ ——混凝土垫层的厚度，m；

$G_0$ ——沉井第一节单位长度的重力，MN/m；

$R$ ——砂垫层的容许承载力，一般取 0.1MPa；

$b$ ——刃脚踏面宽度，m。

当计算出的  $h$  值超过 0.15m 时，为避免影响沉井下沉，应减少第一节沉井高度，而不应增加混凝土垫层的厚度。

6 本款是参照 GBJ202-83《地基与基础工程施工及验收规范》的内容及近十年来泵站基础工程施工的实践经验制定的。该规范规定沉井高不应超过 12m，但事实上国内已有超过 12m 高的工程实例(表 5 中也列出了一个)，而且其施工质量与进度都较好。故本款只规定沉井制作总高度不宜超过沉井短边，取消了不应超过 12m 的规定。

7~8 这两款是参照 JGJ4-80《公路桥涵施工技术规范》(1980)的有关规定及近年来沉井施工经验总结提出的。

9 本款是参照 GBJ202-83 第 6.2.18 条制定的。这样的施工程序，可以保证沉井受力均匀，防止沉井偏移。

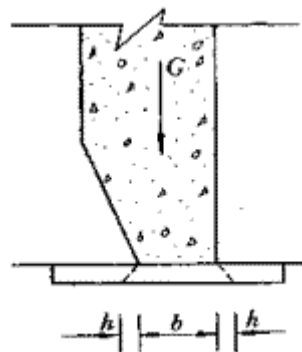


图 1 混凝土垫层厚度计算图

为便于抽除刃脚承垫木，使沉井有对称的着力点，尚需确定一定数量的定位支承木，其位置的确定，是以抽除垫木时，沉井井壁所产生的正负弯矩绝对值接近相等为原则。对矩形沉井的定位垫木，一般设置在两个长边处，每边两个。当沉井长边  $L$  与短边  $b$  之比为  $1.5 \leq L/b < 2$  时，两个定位支点之间的距离为  $0.7L$ ；当  $L/b \geq 2$  时，则为  $0.6L$ 。

**10** 沉井下沉挖土有排水与不排水两种方法。如土层稳定和渗水量小时宜采用排水法，这样速度快，下沉标准容易控制，封底质量有保证，反之宜采用不排水挖土下沉。

如发现沉井在下沉过程中发生位移、倾斜、偏转时，应根据产生的原因，用下述一种或几种方法及时纠偏。

1) 偏挖土纠偏法：

当沉井入土较浅，纠正倾斜时，可采取在沉井刃脚高的一侧进行挖土，以减少刃脚下的正面阻力，增加在沉井低的一侧的阻力，使偏差在下沉过程中逐步纠正。

纠正位移时，可有意使沉井向偏位方向倾斜，然后沿倾斜方向下沉，直至沉井底面中轴线与设计中轴线的位置相重合或接近时，再将倾斜纠正，使沉井的倾斜和位移都在允许范围以内。

2) 井外射水和井内偏挖土同时进行的纠偏法：

当沉井入土深度较大，用上述方法纠偏有困难时，可用高压射水管沿沉井高的一侧井壁外面破坏土层结构，降低该侧被动土压力，再用井内偏挖土纠偏。

有条件时，还可以在沉井顶部加偏压重或水平拉力的方法来纠正。

3) 增加偏土压或偏心压重纠偏法：

在沉井倾斜低的一例回填砂或土，使低侧产生的土压力大于高侧的土压力，也可在沉井高侧压重使该侧刃脚下的应力增大，从而达到纠偏的作用。

4) 沉井位置扭转时的纠正方法：

沉井位置如发生扭转，如图 2 所示，可在沉井的 A、C 两角偏挖土，借助于刃脚下不相等的土压力所形成的扭矩，使沉井在下沉过程中逐步纠正其位置。

**12** 文中“均衡下沉”是指相邻的沉井高差不宜过大，否则易使沉井偏斜或井身裂缝。

**13** 沉井稳定的标准，按 GBJ202-83 第 6.2.31 条，井体稳定是指 8h 内下沉量不大于 100mm，此时方可封底。有的工程要求在 24h 内下沉量不大于 100mm 时，才可封底。



15 当封底面积较大时，宜用多根导管同时或逐管浇筑。导管数量及平面上的布置，可根据封底面积、导管作用半径等因素确定。

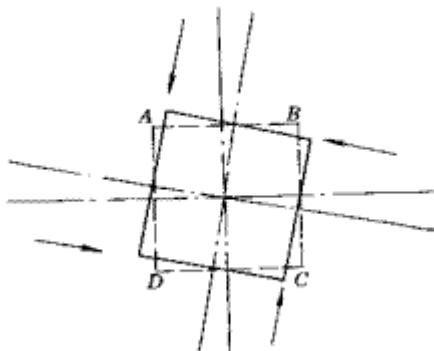


图 2 平面扭转纠偏示意图

导管的有效作用半径与混凝土的坍落度和导管下口的超压力有关，在规定的坍落度情况下，导管作用半径与超压力的关系如表 6 所示。

多根导管同时浇筑时，应按先低后高的次序，并使混凝土面的高程大致相同。

表 6 导管作用半径与超压力关系表

最小超压力 (kPa)	250	150	100	75
导管作用半 径 (m)	4.0	3.5	3.0	<2.5

开始浇筑时，导管下口与井底的距离：在放塞时，可略大于塞的厚度；放塞后，应立即减少到 0.1~0.2m。

17 沉井和沉井之间的连接部分应与沉井壁同样具有防渗性能。为了保证质量，对连接部分宜采用排水法施工。

连接方式有柔性和刚性两种。柔性连接是在沉井连接处的上、下游和中间设三道混凝土墙，将墙间土挖除并浇筑水下混凝土封底后，抽干水，用粘性土回填密实；刚性连接是在上游设伸缝止水，其下回填粘性土并使之密实。

18 沉井下沉完毕后的允许偏差，是参照 GBJ202-83 的规定并结合水利工程实践提出来的。由于群井之间的相对位置要求准确度较高，故将该规范规定的沉井四角中任何两角的刃脚底面高差不得超过该两角间水平距离的 1.0%，且不得超过 300mm，分别改为 0.5%和 150mm，实践证明可以达到。

沉井中心的水平位移在该规范中是指刃脚平面中心的水平位移，我们认为沉井顶部平面中心的位移将影响上部构筑物的位置，因此，将“沉井刃脚中心”改为“沉井顶面中心”。

### 3.5 特殊土地基处理

#### 3.5.1 湿陷性黄土地基的处理应符合下列规定：

本条各款的规定，主要参照 GBJ25-90《湿陷性黄土地区建筑规范》的有关规定，与陕西等省多年来湿陷性黄土地区进行水利工程施工实践的部分经验总结而制定。

1 GBJ25-90 将湿陷性黄土分为自重湿陷性与非自重湿陷性两种类型，其判定标准该规范第 2.3.2 条规定：“建筑场地的湿陷类型，应按实测自重湿陷量  $\Delta S_z$  或按室内压缩试验累计的计算自重湿陷量  $\Delta S_z$  定判定。当实测或计算自重湿陷量小于或等于 70mm 时，应定为非自重湿陷性黄土场地；当实测或计算自重湿陷量大于 70mm 时，应定为自重湿陷性黄土场地。”

湿陷等级，该规范第 2.3.7 条将湿陷性黄土地基划分为四个等级：I 级（轻微）；II 级（中等）；III 级（严重）；IV 级（很严重）。其划分标准按表 7 的规定。

表 7 湿陷性黄土的湿陷等级表

计算自重湿陷量 (cm)	非自重湿陷性场 地	自重实湿陷性场地	
		$70 \leq \Delta S_z \leq 350$	$\Delta S_z > 350$
总湿陷量	$\Delta S_z \leq 70$	$70 \leq \Delta S_z \leq 350$	$\Delta S_z > 350$
$\Delta S_z \leq 30$	I (轻微)	II (中等)	—
$30 < \Delta S \leq 60$	II (中等)	II 或 III	III (严重)
	—	III (严重)	IV (很严重)

注 1. 当总湿陷量  $300\text{mm} < \Delta S < 500\text{mm}$ ，计算自重湿陷量  $70\text{mm} < \Delta S_z < 300\text{mm}$  时，可判为 II 级。

2. 当总湿陷量  $\Delta S \geq 50\text{mm}$ ，计算自重湿陷量  $\Delta S_z \geq 30\text{mm}$  时，可判为 III 级。

2 浸水预沉法适用于 III、IV 级自重湿陷性黄土场地，可用于处理厚度大于 10m 的湿陷性土层；灰土挤密桩法适用于地下水位以上，局部或整片处理，可处理湿陷性黄土层厚度 5~15m。

3 由于浸水预沉法的全过程，需要经过施工准备（道路、材料、设备、放线、打孔、打井、筑堤、供水、采土样等）、浸水预沉（泡水排水循环、排地下水、固

结、含水自然扩散、固结)、场地整理三个阶段的大量工作与必要的泡水、排水(明水自排与地下水抽排)、固结时间,工程实践表明这个全过程至少需6个月以上的时间,所以规定采用浸水预沉法处理地基应比工程正式开工提前半年以上开始。

4 根据陕西省的施工经验,采用两次泡、排循环比一次长时间浸泡、排水的效果好。实践表明一次浸泡难以彻底,且时间拖得长;两次循环泡、排中,第一次泡、排水引起的湿陷量,是整个沉陷量的主体(陕西省南乌牛抽水站第一次泡、排水沉陷量占总沉陷量77.2%);第二次循环泡、排水的作用是增加和加固湿陷效果,并检查湿陷稳定程度。

5 规定浸水坑的边长不得小于需处理的湿陷性黄土层的厚度,是为了使浸湿土体自重足以克服非浸湿土体间的阻力,使土体发生完全湿陷,并保证湿陷的均匀性。

浸水后湿陷性变形的稳定标准,GBJ25-90第4.6.2条规定为“最后5d的平均湿陷量小于5mm”,该规范主要是针对工业与民用建筑而言。考虑到我们水利工程、特别是泵站工程对沉陷的敏感性,并根据陕西省实际工程经验总结,将稳定标准提高为:最后5d的日平均湿陷量小于1mm。

7~12 这些条款规定,是参照GBJ25-90有关规定,并结合陕西等省的实际经验总结而制定。

### 3.5.2 膨胀土地基的处理应符合下列规定:

这部分条款主要根据膨胀土地区水利工程(含泵站)的施工经验教训总结与实地调查研究结果并参照GBJ112-87《膨胀土地区建筑技术规范》而制定。

1~2 由于膨胀土浸水膨胀的物理力学性质,从开始安排施工计划至施工全过程,始终应注意如何避免或减少雨水浸湿。在工期安排上,泵站基础工程的施工最理想是在冬旱季节进行并完成,以避免雨季。防止地表水、施工用水流入基坑,避免浸湿边坡与基地,是稳定边坡,保护地基最根本措施。

4 如何稳定膨胀土的开挖边坡?湖北省枣阳、荆门市的共同经验教训认为:膨胀土开挖边坡被浸湿易引起滑坡,若边坡干湿交替则滑坡更甚。一旦已出现初始

破坏滑动，就很难收拾，而用挖缓边坡的常规办法去解决是不可取的——既不能解决问题又不经济(特别是深基坑)。他们曾一再挖缓边坡(垮→挖→垮→挖→……)，将边坡挖至1:5~1:6仍然滑坡。泵站基坑开挖边坡虽是临时性的，但一个大、中型泵站工程从基坑破土开挖、地基处理、基础及下部混凝土施工，直至回填平基坑，一般需要几个月时间，为保证这段时间基坑边坡的稳定，特提出保护措施。

5 本款是参照规范 GBJ112-87 与湖北省膨胀土地区水利工程施工经验提出。

6 伸缩缝止水设备施工若稍有疏忽，容易产生漏、渗水，这对膨胀土地基上的泵站工程，是一个严重的质量问题，因此，规定要特别确保其施工质量。

7 本款是参照规范 GBJ112-87 第 4.2.7 条之规定提出。

---

## 4 泵房施工

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 鉴于泵站施工的难度，因此对施工队伍的选择应有一定的要求。

**4.1.2~4.1.3** 经验表明：按泵房的设计结构分层，可以方便立模与浇筑混凝土，且结构受力明确和层缝易于设置。条文中规定不许设置垂直施工缝，主要原因是避免缝口漏水。泵房的设计结构分层是指设计时，按运用的功能与结构的特点所划分的楼层，例如：底板层、水泵层、密封层、电机层等。

泵房内部，特别是水泵层内的机墩、隔墙，如果先期浇筑混凝土，可以起到稳定上部流道的模板和脚手架的作用。

对于深井筒式的泵房(卧式机组的)其底板以上的结构设计分层不明显，施工时可根据情况另行分层浇筑混凝土。

## **4.2 泵房钢筋混凝土**

**4.2.1~4.2.5** 本节主要是根据泵房钢筋混凝土的施工特点，参照 SDJ207-82《水工混凝土施工规范》和 SL27-91《水闸施工规范》的有关规定，本着方便泵房施工，使本规范具有完整性和可操作性，特编制了本节的各条文规定。

### **4.3 泵房底板**

**4.3.1** 底板与地基是十分密切的，底板也是泵房质量的重要部分，为了保证泵房底板的施工质量，强调了泵房底板施工管理和程序上的严格性。

**4.3.2** 土基上的混凝土垫层，严格地说是一项施工措施，不是建筑结构的一部分，它对底板立模、扎钢筋、浇筑混凝土、保护土基有着重要的作用。

**4.3.3** 底板混凝土工程的模板虽然简单，但支撑系统容易出问题，是施工中必须认真处理的。由于条件的限制，泵房底板的模板(侧模)和支架，一般靠基坑边坡和土基支承，此部分土基容易受扰动，支承垫木不稳定时，就容易影响模板变形走样。

**4.3.4~4.3.6** 底板的钢筋一般都较平直，形式简单，易于绑扎，接头可大量采用闪光对焊，在场内预先焊好，再抬运到现场安装绑扎，这样可以缩短工期，节省材料。底板钢筋工程中的插筋是上部结构的连接，插筋接头应错开。

底板的主要受力钢筋直径一般较粗大，钢筋网架较沉重，上、下层骨架网的支撑已不是普通架立筋所能承担的，故条文中规定了柱的施工要求。

**4.3.7~4.3.8** 底板混凝土属于厚大结构物，本身刚度较大，上部荷载又较均匀，因而由于荷载引起裂缝的可能性较小，但值得注意的是温度应力，所以减少混凝土温升，降低水泥水化热，就成为混凝土选用原材料的关注点。

**4.3.10~4.3.14** 底板混凝土浇筑面积大，浇筑强度要求高，在混凝土浇筑能力有限的情况下，一般都较少采取统仓水平浇筑法施工。而斜层浇筑法难于保证混凝土的密实性而应禁止使用，较为可取的是多层阶梯推进法，但此种施工方法在现场实施时会有一些困难，这就要求有较强的仓面指挥能力和熟练的仓内混凝土工。

#### **4.4 泵房楼层结构**

**4.4.1~4.4.2** 设置施工缝的位置，应是结构物内应力最小的地方，同时要方便立模和混凝土的浇筑施工，本条文拟定的施工缝留置位置和处理方法，是过去实践经验的总结。

**4.4.3~4.4.4** 本条文编列的规定，都是模板工程最基本的要求。

泵房楼层结构物如果不与流道同期浇筑混凝土时，一般可以逐层立模、逐层浇筑，施工均较为简便，本条文的规定一般较容易实施。

**4.4.5** 施工实践证明，用对拉螺栓固定模板，拉力大，强度高，变形小，是一种较好的方法，但需要消耗一些钢材。为了节省钢材的消耗，有些施工单位使用了带套管的螺栓，待混凝土达到预期强度拆模时，可回收螺栓，但由于浇筑施工过程中的种种原因，套管容易破损和松脱，造成漏浆，使螺柱被凝固而抽拔不出来，所以一般回收率不高。

有防渗要求的墩、墙和流道，就不宜使用带套管的螺栓，以免形成渗水通道。

**4.4.6~4.4.7** 泵房楼层结构物的断面尺寸与体积大小差异很大，如机墩、闸墩等的断面尺寸较大，而楼板、楼梯的断面尺寸相对很小，因此需要根据结构物情况配制各种不同的混凝土。

**4.4.8~4.4.10** 本条文编列的这些内容，是泵房楼层结构物混凝土浇筑时，应着重注意的事项。

#### **4.5 埋件和二期混凝土**

**4.5.1~4.5.2** 泵房混凝土中的埋件种类繁多，施工中容易漏埋或埋设不牢固，产生移位变形。另外埋件加工后，应避免污染。此项工作应有可靠的技术措施和专人负责。

**4.5.3~4.5.7** 泵房混凝土内的埋设管道比较多，条文规定的目的在于克服管路堵塞、管口接头不严密、管道失效等现象，保证管道埋设要求。

**4.5.8** 闸门槽和机座安装的精度要求较高，不进行二期混凝土施工，难以保证其精度要求。

**4.5.9~4.5.13** 二期混凝土的体积一般都比较小，浇筑混凝土时，操作比较困难，应该在模板的封装上想些办法，为浇筑混凝土创造一些便利条件，以保证质量。同时，浇筑二期混凝土应避免已安好的埋件不受到撞动。

#### **4.6 特殊气候条件下的施工**

**4.6.1~4.6.3** 特殊气候，本条文共分三种情况：冷天施工、热天施工、雨天施工。泵站工程在特殊气候条件下施工的条文规定是根据多年来泵站施工的实践经验，同时也参照了有关的规范和标准，结合现在的施工技术，比较全面地分别作了规定。未作规定的部分应参照相应的有关规范执行。

#### **4.7 质量检验及缺陷处理**

**4.7.1~4.7.9** 泵站工程质量检验及缺陷处理的条文，主要参照了 SL27-91《水闸施工规范》和类似泵站工程的有关规范，结合目前泵站工程的实践总结编制而成的。

关于混凝土裂缝的处理：对于表面较小的裂缝，虽然在设计允许范围内，但从施工的角度还是应该进行表面封闭处理，这样对混凝土的耐久性有积极的作用。对于较严重的裂缝，应该加以重视，分析原因，研究处理的办法。要不断总结经验，提高泵站施工技术水平。

目前化学灌浆处理裂缝效果比较好，应该提倡推广，所以条文中作了规定。

#### **4.8 移动式泵房**

**4.8.1** 坡轨地基的失稳和不均匀沉陷是导致缆车变形损坏的重要因素，为了加强对坡面地基工作重要性的认识，特制定本条文。

---

## 5 流道与管道施工

### 5.1 一般规定



**5.1.1** 泵站混凝土的渗水、漏水一般发生在施工缝或施工冷缝处。因此，混凝土施工应尽量保持构筑物的整体性，少设施工缝，特别要控制设置垂直施工缝。特别是进、出水流道一般应整体浇筑，这也是泵站混凝土施工的一大特点。

流道具有较高的防渗、防漏要求，因此，必须努力提高混凝土的施工质量。

在过去已建的一些泵站中，有不少混凝土流道发生了裂缝，这些裂缝值得研究。今后应进一步研究防止混凝土产生裂缝的技术措施，这也是今后泵站建设的一项重要课题。

## 5.2 流道

**5.2.1** 泵房建筑物尺寸较长时，往往需要划分几个施工单元施工，根据设计图纸上的永久伸缩缝为界面划分，每一个浇筑单元可能会有几台机组或几个流道同时施工。为了流道构筑物的整体性，每一个单元中就不宜再分开浇筑。

**5.2.2** 泵房立式机组的流道和高驼峰的出水流道，一般都高达几个楼层，流道与所处楼层围护结构物(挡水墙)同时立模浇筑，使浇筑体积占据了很大的空间，对立模、扎钢筋、浇混凝土带来了许多的困难，需要在施工中努力克服。

**5.2.3~5.2.4** 一般中、小型水利工程的模板、支架和脚手架，都是凭工人师傅的经验策划施工，而泵房流道混凝土工程的模板、支架和脚手架都很高大，内部障碍物又多，光凭经验是不够的，必须很好地设计、布置，进行力学计算。因此拟定本条文，并收录了荷载的计算值于附录 A，供结构设计时参考。

**5.2.5~5.2.6** 流道模板形状较复杂，制作和安装都较困难。实践证明，在厂内制作预拼准确后，再抬运到现场安装，这个方法较好，能保证施工质量。

流道的内、外层模板在空间上有时会有互叠的现象，因此需要使用较多的支撑文托。柱撑种类的选择和布置的方法，也是一项重要的工作，因而把它列于条文中。

**5.2.7~5.2.8** 由于模板和钢筋在空间位置互相重叠，施工时各工种互相交错，如不注意，工种间就会互相干扰，互相影响工作。因此需要经常进行协调工作，解决矛盾，保证顺利施工。

**5.2.9~5.2.10** 泵房流道结构形体复杂，周围刚性连接的结构物体积大小不一，方向各异，约束复杂，当混凝土发生收缩后，流道混凝土容易产生裂缝，应该从多方面采取措施，防止裂缝的产生。

目前，湖北已建成的大、中型泵站，有一些流道就出现了裂缝，裂缝的形态各不相同，有的为纵向裂缝，有的为横向裂缝，有的裂缝位置在驼峰处，有的裂缝位置在出口底部。有浅层裂缝，有贯穿性裂缝，可见裂缝产生的成因是相当复杂的。

因此，控制流道不出现裂缝，应该从多方面采取措施，除改进设计结构外，主要地要从施工方面采取措施。如改善混凝土配合比，合理选择水泥品种，限制水泥用量，正确选择施工工艺，控制混凝土的浇筑温度，改善养护湿润混凝土的条件等，这些都是行之有效的方法，也是一些大、中型泵站流道不发生裂缝的原因所在。

**5.2.11~5.2.15** 流道混凝土浇筑量大，结构复杂，浇筑工作比较困难。因此条文列出了浇筑时应重视的一些事项，目的在于合理组织安排，保证混凝土质量。

**5.2.16** 根据流道结构的复杂性，条文规定了加强养护混凝土的一些超常规措施和办法，目的在于提高、改进混凝土的养护效果。

做好养护记录，以便积累经验，提高施工技术水平。

### **5.3 混凝土输水管道**

**5.3.1~5.3.3** 本节混凝土输水管道主要是指预制钢筋混凝土管和预应力钢筋混凝土输水管道。此管的直径一般不大，适应于工厂生产。控制好厂家的产品质量，是输水管道施工的关键，为此，本条文作了一些规定。

**5.3.4~5.3.5** 预制混凝土管的运输工作，也是管道工程的另一重要环节，本条文对预制管道的运输和堆放作了规定。

**5.3.6~5.3.8** 管节的止水密封圈其质量和安装工艺是关系到输水管道安装后，是否漏水的重要事项，应该认真对待。

**5.3.9~5.3.10** 水压试验是输水管道安装后，必须进行的检验手段。

### **5.4 金属输水管道制作与安装**

**5.4.1~5.4.21** 本条文主要参照了 DL5017-93《压力钢管制造、安装及验收规范》的有关规定。因为泵站金属压力输水管道与水电站压力输水管道工程基本相同，水电站压力输水管道的制定、安装施工规范适用于泵站输水管道。

鉴于泵站金属压力输水管道的规模和管径一般都较小，其钢管一放都可以在工厂内卷制，工地只须进行安装，因此，有关厂内的生产工艺规程，本节暂且省略，只编列了在现场安装、检验的一些规定。

---

## 6 进、出水建筑物施工

### 6.1 引渠

**6.1.1~6.1.8** 在水源附近修建临河泵站确有困难时，需设置引渠将水引至泵站修建的位置。对于地形复杂的渠线，施工单位应进行渠线的测量复核，以确保设计标准的实施。开挖土石方时，宜从上到下，依次进行，挖、填土方宜求平衡，分散处理弃土，并做好地表水、积水、潜水流排除工作。如果利用填土作渠道时，不得使用淤泥、耕土、冻土、膨胀性土以及有机物含量大于8%的土作填料。渠道周边表面要求平整光洁、连接处要平顺，确保渠道水流顺畅。

## **6.2 前池及进水池**

**6.2.1** 前池及进水池的施工程序安排是否恰当，施工组织是否紧凑合理，对提高施工质量、保证安全、缩短工期、降低造价，有着十分重要的影响。

“先近后远”，主要是便于平顺连接泵房进口的轮廓尺寸。

“先深后浇”，指相邻两部位基面深浅不一时，若先浇浅部位的混凝土，则在浇筑深的部位时，可能会扰动已浇部位的基土，导致混凝土沉降、走动或断裂。若必须先浇浅的部位时，应采取适当的技术措施。

“先边墙后护坦”，是为了给重的部位有预沉时间，使地基达到相对稳定，以减轻对邻接部位混凝土产生的不良影响。护坦与铺盖应尽量推迟到挡土墙砌筑并回填到一定高度后再开始浇筑，以减轻边荷载影响而造成前池、进水池护坦混凝土开裂。

**6.2.2** 近年来，对提高混凝土耐久性的问题已日益引起人们的重视，而提高混凝土耐久性必须由设计、施工、科研、管理等部门共同努力才能奏效。设计部门今后对钢筋混凝土结构除提出稳定、强度指标外，还应根据建筑物各部位所处环境条件，提出抗冻、抗侵蚀等耐久性要求，以便施工单位有据可循，采取措施，满足所提各项要求。

**6.2.4** 土工织物(Geotextiles)是一种用于导渗的新材料、新技术。1958年首先在国外用于水工建筑，当前已经得到国内外多次学术会议肯定，并被广泛应用。土工织物按制作方法分有纺型、无纺型及其复合物多种，在水力学方面主要为排水、反滤作用，在力学方面主要为隔离、加强作用。用于导渗的机理是：开始时只允许土体中的极细小颗粒通过织物流入排水体，此后紧靠织物一侧的土体中剩

下的较粗颗粒的透水性提高,同时该较粗颗粒层又有阻止其后面的极细颗粒继续被带走的性能,这样就形成了一道由粗到细的天然反滤层,保护土体不发生管涌。因此,不同的土体应选用与其相适应的土工织物。

**6.2.5** 滤层与混凝土或浆砌石的交界面加以隔离的主要原因是:防止砂浆流入,影响滤层效果,影响滤层以上的施工质量。

**6.2.6** 混凝土与钢筋混凝土裂缝已成为挡土墙耐久性中的主要病害之一,裂缝产生的原因比较复杂,往往是多种因素造成的。必须区别情况,因地制宜,采取综合措施,防止裂缝的发生,限制裂缝的发展,减轻其危害性。

### **6.3 出水池**

**6.3.1** 出水池的地基为填方时,境土应碾压密实,严格控制境土质量,做好防渗和排水的设施,保证出水池施工达到设计标准。

**6.3.2** 同本规范 6.2.3 条文说明。

**6.3.3** 同本规范 6.2.4 条文说明。

**6.3.4** 出水池的防渗和永久缝工程所用的材料、制品的品种和规格应按设计要求,选择良好耐久性的紫铜片或塑料、橡胶等其他止水片,以适应防渗功能和调节沉降伸缩的作用。

**6.3.5** 水下混凝土防渗墙工程应严格施工程序,保证混凝土的质量标准,准确记录,资料及时整理。

**6.3.8** 在混凝土或钢筋混凝土护坦上行驶的重型机械或堆放重物时,要充分考虑护坦的承受能力,否则护坦要受到损坏,施工期间的这一施工荷载,要经设计单位验算同意。

**6.3.9** 出水池粘土铺盖的填筑要保证粘土的质量满足设计要求,填筑时碾压夯实,接缝合理,防止晒裂和受冻,且须保护好止水设施。

**6.3.10** 施工可参见有关专业规定。对防渗膜或橡胶布的接头应引起重视,焊接的材料和工艺应成熟可靠,以保持其相应的强度、耐久性和沉降不均等要求。

### **6.4 永久缝**

**6.4.1** 永久缝沥青砂板所使用的沥青应有良好的塑性,高温不流淌,低温不脆裂。所使用的黄砂宜采用中砂,中砂细度模数为 2.3~3.0。

**6.4.2** 永久缝油毡板的制作和安设,宜选择 30 甲或 10 号的建筑石油沥青。预制时,层毡层油,涂刷均匀。油毡板宜安装在浇筑部位的模板上,且应与止水片的沉降槽布置在同一立面上,以适应建筑物沉降变形的需要。

**6.4.3** 制作紫铜止水片时,应清除表面的油渍、浮皮和污垢,使紫铜片与混凝土牢固连接。紫铜片用压模制作,规格统一,易于吻合。转角及交叉处接缝,受力条件较复杂,应在内场预拼,可以使用铆接加双面焊接,增加牢固程度。直线段的止水片亦宜在内场预拼至相当长度,只留少数水平段的接头现场用铆接加顶面单面焊接,以减少薄弱环节。焊接应使用铜焊条或紫铜焊条,不得使用锡焊条。

**6.4.4** 根据有关技术论证,塑料止水片的接头宜采用电热器加热到 180~200℃,使接触面融化,略加压力,将两端对接压在一起,此法已在水工建筑中广泛应用。

在江苏省江都水利枢纽第三抽水站施工时,曾对粘接法与热压法的接头试样做破损对比试验,证明热压法的接合强度较为可靠。所以条文中规定,重要部位的止水橡胶带的接头应采用热压法。

**6.4.5** 水平止水的紫铜片凹槽应向上,以便于用沥青灌填密实。

**6.4.6** 留槽面平整光滑,以便与橡皮密合,提高防渗效果。锚栓的顶部应低于混凝土表面,以防锈蚀和影响表面光洁度。

**6.4.7** 水平止水片下的混凝土难以浇捣密实,应仔细振捣,保证止水片与混凝土牢固结合。止水片翼缘不应在浇筑层的界面处,而应将止水片翼缘置于浇筑层的中间。嵌固止水片的模板,应适当推迟拆模日期。拆除模板时,应避免冲撞或掀动止水片,拆模后应注意保护。

**6.4.8** 预留沥青孔,即一侧采用每节 1m 长左右的预制混凝土凹形槽,外表凿毛,逐节安装于已浇筑止水片的混凝土墙面上,槽缝用砂浆密封固定,分节从顶端注入热沥青,在常温下,一般可灌填密实。在冷天施工,若不能灌填密实时,仍应采用热元件加温灌填。通用热元件有电热元件和蒸汽管两种。

6.4.9 永久缝的抗震垫块应经防腐处理，以提高耐久性，抗震环应严格按设计要求施工。

## 6.5 砌石

6.5.1 砌石的基本要求是平整、稳定、密实和错缝，说明如下：

- 1 平整：砌体的外露面应平顺和整齐，墩、墙的同一层面应大致砌平。
- 2 稳定：石块的安置必须自身稳定。
- 3 密实：砌体以大石为主，选型配砌，必要时可以小石搭配，砌石块应保持一定间隙，胶结材料应填实饱满，插捣密实。干砌石应相互卡紧。
- 4 错缝：同一砌层内相邻的及上下相邻的砌石应错缝。

6.5.2 砌石工程所用材料应符合下列规定：

- 1 泵站工程常用的石料有粗料石和块石。

粗料石：系用大块石料粗凿而成。一般为长方形，要求棱角分明，五个面基本平整，外露面及相接周边的表面凹入深度不应大于 15mm，叠砌面和接砌面的表面凹入深度不应大于 20mm，其厚度和宽度均不宜小于 200mm，长度宜为块厚的 1.5~4 倍，丁石长度比相邻顺石宽度应大于 150mm。

块石：分大、中、小三种。

大块石：石块的上下面大致平整，无尖角、薄边，块厚不小于 200mm。

中块石：又称毛石，无一定规格形状，单块重应大于 25kg，中部厚度不小于 150mm。

小块石：又称片石，规格小于中块石的石块。

- 2 灌砌块石系用一级配骨科，小石子粒径不宜大于 20mm 为常规。
- 3 水泥标号不宜低于 325 号。
- 4 砌石工程中如用高标号水泥配制低标号的胶结材料，其和易性差，施工一般常用粉煤灰作为混合材。因粉煤灰的颗粒大部分是光滑的玻璃球状体，可改善和易性，减少水灰比，增加密实性和耐久性。

- 5 配制砂浆应按设计强度提高 15%。

6 砂浆和混凝土在使用中，发现泌水现象，应再次拌合，随拌随用，掌握使用时间。

#### 6.5.3 浆砌石施工应符合下列规定：

1 浆砌石的石块不得直接挨靠，石块之间应有胶结材料粘结、境密实，以保证砌体的整体强度和防渗性能。

2 砌筑应分层，随铺浆随砌筑。铺浆厚度以密实为原则。

#### 6.5.4 翼墙及隔墩砌筑应符合下列要求：

1 混凝土底板与浆砌体的底层砌筑间隔时间一般较长，混凝土已结硬，应凿毛处理。砌体的层间缝如间隔时间较长，已不能刷毛时，亦应凿毛处理。

2 规定墩、墙每层的施工程序，以保证砌筑质量，并使外表美观。

3 砌筑时，应选择表面平整的面石，尺寸较大并稍加修凿。砌石要犬牙交错，内外搭接，连成整体。

4 灰缝宽度规定，要求整齐美观。

5 砌体层间处理，以保证施工缝密实。

6 砌体均衡上升，分段施工，规定相邻段的砌筑高差和日砌筑高度均不宜超过 1.2m。

7 砌筑时要考虑勾缝的要求。

8 缝面平整垂直，可使砌体安全、美观。

6.5.5 逐日清扫砌体表面粘附灰浆，以增加新老砂浆的粘接力，并及时洒水养护，养护期以 14d 为宜。养护期内因砌体强度很低，所以不宜回填挡土受力。

6.5.6 砌体的外露面和挡土墙的临土面均应勾缝，勾缝后可增加和保证砌体的整体性、耐久性，勾缝要求应按条文规定进行。

6.5.8 砌筑过程中，如遇中雨或大雨，应立即停止砌筑并相应采取保护措施，以防止雨水影响砌体质量。

6.5.10 砌紧、垫稳、填实，是干砌石的基本要求之一。翘口石是一边厚一边薄的石料，上下两块薄口部分互相搭接而成。飞口石是石块的边口很薄，未经砸掉就砌上。叠砌即用薄石重叠，双层砌成。浮塞即砌体的缝口加塞时未经砸紧。框



格常用浆砌块石或混凝土建造，其底面一般低于相邻干砌块石垫层的底面，先砌框格，以便干砌时有依循标准。

**6.5.11** 砌石的质量检验应符合下列规定：

1 墙面垂直度：指砌层边缘与设计位置的误差允许偏差值。

2 护坡、护底的砌石厚度一般为 350~500mm，根据各地施工实践分析，砌石厚度误差定为  $\pm 15\%$ 。

3 护底、海漫高程：根据泵站施工经验，认为负值较大正值较小时，有利于过流和减少冲刷，故采取高程控制，规定为+30mm 和-50mm。

4 墩、墙：指隔墩、翼墙。

**6.5.12** 当冷天施工预计连续 5d 内的平均气温低于+5℃和预计日最低气温将下降至 0℃以下时，应采取冷天施工的保护措施。

---

## 7 观测设施和施工期观测

7.0.1~7.0.2 明确施工期观测的内容和观测设备埋设前应检查和率定。

7.0.3~7.0.4 对观测工作基点的选点与埋设的规定，目的是为了工作基点能够长久稳定，而变形测点能充分、灵敏地反映变形速率及变形量的大小。

7.0.5 施工期各项观测的位移量中误差按照 SL52-93《水利水电施工测量规范》第 12.1.3 条拟定。

7.0.6 按照 SL52-93 第 12.3.2 条拟定。有关技术要求如表 8 所示。

表 8 视准线法技术要求

精度要求	活动觇牌法				小角度法			
	视准线长度 (m)	测回数	半测回读数差 (mm)	测回差 (mm)	视线长度 (m)	测角中误差 (mm)	半测回读数差 (mm)	测回差 (mm)
± 3mm	≤ 300	3	3.5	3.0	≤ 500	1.0	4.5	3.0
± 5mm	≤ 500	5	5.0	4.0	≤ 600	1.8	3.5	2.5

7.0.7 施工期的沉降标点一般布置在泵房、岸墙等底板的四角和中点。放水前应将标点转接到上部结构的适当位置，上部标点宜用不锈钢或铜制作，并加以保护。

7.0.9 根据近年的调查，部分泵站测压管的报废，影响基底扬压力的观测。损坏的主要原因是由于杂物堵塞、白铁皮管和普通铜管锈蚀、塑料管变形和反滤层失效所造成。

测压管的种类应根据工程重要性结合当地材料、设备等条件选用，并保证不易变形或损坏。宜采用镀锌铁管，不得使用白铁皮管。

在浇筑最后一层混凝土前，应安装好带有保护设备的测压管，并加盖密封。

测压管安装完毕后，应按《水工建筑物观测工作手册》第 5~9 条有关要求，注水试验，检查测压管的灵敏度。

7.0.10 本条是按《水文测验手册》的要求拟定的。设计无要求时，按条文规定执行。

## 8 水工金属结构安装

原水利部、电力工业部颁发的 SLJ、DLJ201-80《水工建筑物金属结构制造、安装及验收规范》，在 1991~1993 年，由两部列为行业标准修编项目，分解为以下三个标准：

- 1 DL5017-93《压力钢管制造、安装及验收规范》；
- 2 DL/T5018-94《水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范》；
- 3 DL/T5019-94《水利水电工程启闭机制造、安装及验收规范》。

上述规范均于 1994 年前实施，为水利水电工程金属结构制造安装验收专业性很强的通用规范，而抽水泵站仅为水利水电工程的一部分，故本规范除按泵站运行特点制定有关安装标准条文外(如拍门)，其余大部分应当引用上述三项标准，这是制定本规范金属结构标准的基本原则。

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 闸门、拦污栅、启闭机及清污机等设备在安装前，有关单位应提供安装必须的技术资料，这些资料应随设备同时提供。

**8.1.2** 此条是近 50 年的经验总结，为了保证工程质量，闸门、拦污栅、启闭机及清污机的安装，应严格按照图样施工，设计修改必须取得设计单位的书面同意。

**8.1.3** 由于抽水泵站大部分远离中心城市，施工中常因计量误差而影响工程质量，应按国家“计量法”要求，增加计量管理规定，如计量器具必须具有国家计量局检验合格标记(MC)。施工企业应该纳入计量保证体系，并严格按“计量法”有关要求施工。

**8.1.4** 本条考虑应由制度和规定制约相互责任，故明确“控制点均应明显、牢固和便于使用”。

**8.1.5** 根据 JB741-80《钢制焊接压力容器技术条件》有关规定，“压力试验必须用两个量程相同的并经过校正的压力表。压力表的量程在试验压力的 2 倍左右为宜，但不应低于 1.5 倍和高于 4 倍的试验压力”。压力表的精度等级应高于 1.5 级。

**8.1.6** 安装用的焊接材料，必须具有出厂质量证书。焊条的化学成分、机械性能等各项指标应符合 GB5117《碳钢焊条》或 GB5118《低合金钢焊条》的规定；焊剂应符合 GB5293《碳素钢埋弧焊用焊剂》或 GB12470《低合金钢埋弧焊用焊剂》的规定；焊丝应符合 GB8110《二氧化碳气体保护焊用钢焊丝》或 GB1300《焊接用钢丝》的规定，其目的是建立施工焊接材料的质量保证体系。

**8.1.7** 本条明确规定安装焊缝质量检查和返修处理的依据标准。

**8.1.8** 根据调查，有些施工单位在闸门、拦污栅的吊装运输中，往往不注意构件重心位置，对门体及埋件的加工面也不注意保护，故明确运输、吊装要求是必要的。

**8.1.9** 强调各种机械在运输中应防锈、防碰撞、防变形。运工地后为避免日晒雨淋损坏机器，故提出“应放入临时仓库妥善保管”的要求。

**8.1.10** 根据调查很多施工部门对闸门、启闭机等设备在运输、安装过程中，其防腐涂层受到损坏或锈蚀后，往往被忽视而不作处理，因而影响了设备的使用寿命，故本规范明确要求被损坏的防腐涂层，应按 SL105 的规定进行防腐蚀反修处理。

## **8.2 闸门埋件安装**

**8.2.1** 实践经验证明，预埋锚板比预埋锚栓有显著的优点，如锚板预埋可不通过模板，减少穿、折模板工程量，且锚板面积一般为  $100\text{mm} \times 100\text{mm} \sim 120\text{mm} \times 120\text{mm}$ ，错位允许偏差大，便于与埋件调整螺栓对接。预埋锚栓虽然存在许多不足，但长期使用已成习惯，故予保留。

**8.2.3** 据了解，湖北、湖南、山东、陕西、广东等省的设计和施工单位，国内泵站用的平面闸门的埋件安装允许公差与偏差，均按 DL/T5018-94 中的规定标准执行。

**8.2.4** 本条参照弧门铰座的基础螺栓中心和设计中心位置偏差编制而成。

**8.2.5** 拍门铰座的安装误差是参照弧门铰座安装误差执行，但两铰座轴线的同轴度比弧门提高了一倍，因为拍门铰座较弧门铰座容易安装，提高了精度是能达到的。

**8.2.6** 据调查对拍门的倾斜门框埋件安装允许偏差，有的工程为 $\pm 10'$ ，也有工程没有要求，对门框埋件应有一定的约束范围，本规范采用 $\pm 10'$ 是合适的。

**8.2.7** 本条强调“应将调整螺栓与锚板或锚栓焊穿，确保埋件在浇筑二期混凝土过程中不发生变形或位移”，是对安装单位必须自行保证的技术要求；另外设计部门也应对焊缝的搭接长度和截面面积，根据工程实际情况予以明确规定，才能便于执行。

**8.2.10** 根据工程实践，对埋件接头错位进行缓坡处理，对工作面上的焊疤、焊缝余高及凹坑铲平、磨光，是避免产生气蚀和确保运行安全的必要措施。

**8.2.11** 对全部检修门槽和共用门槽进行试槽，在许多水利工程中得到实践执行，这是确保工程安全运行的一项重要措施。

### **8.3 平面闸门安装**

**8.3.1~8.3.2** 一般平面闸门不论是整体或分节制造，出厂前应进行整体组装(包括主轮、侧轮、反轮、滑道支承等部件的组装)，其检查结果应符合 DL/T5018-94 中有关规定，且其组合处的错位应不大于 2.0mm。如节间系焊接连接的，则节间允许用连接板连接，但不应强制组合。

检查合格后，应在组合处打上明显的标记、编号，并设置可靠的定位装置。

**8.3.3~8.3.6** 引用 DL/T5018-94 中有关条文。

**8.3.7** 明确规定在闸门吊装时，要防止变形碰撞，具体措施由施工安装部门按实际情况决定。

### **8.4 拍门安装**

**8.4.1** 据调查由于自由式拍门的自重直接关系到其开启角度能否符合设计要求，保证拍门正常运行，故对实际制造重量与设计重量的误差应严格控制，明确规定不应超过 $\pm 5\%$ 。

**8.4.2~8.4.3** 拍门橡皮止水的安装精度与平面闸门止水安装精度相同；对金属止水除要求进行机械加工外，对其工作表面的粗糙度也提出了具体要求。

**8.4.4** 平衡重式拍门，其平衡铁重也直接影响拍门的正常运行，故要求平衡铁重符合设计要求，其误差不应超过 $\pm 2\%$ ；悬挂平衡铁重的钢丝绳与拍门要有一定的安全距离，在任何情况下均不得相碰。

### **8.5 拦污栅安装**

**8.5.1~8.5.2** 引用 DL/T5018-94 中有关条文。

**8.5.3** 对于使用清污机的拦污栅安装精度，调查了山东棘洪滩、陕西交口灌区工程(田市站)，湖北田关和黄山头、江苏淮安等泵站工程的设计、运用情况，对拦污栅埋件均无特殊要求，但对栅体的强度、刚度及制造精度均有一定的要求，而强度、刚度应由设计考虑，属安装考虑范围，故本条文仅对分节拦污栅的栅条连接处的平面及侧向错位提出不应超过 1.0mm 的规定。

### **8.6 闸门、拦污栅试运转**

**8.6.3** 参阅本规范 8.7.10 中 7 款。

**8.6.5** 本条引用 DL/T5018-94 中闸门止水橡皮每米止水长度漏水量为 0.1L/s，并增加金属止水每米长度漏水量为 0.8L/s 的规定。

### **8.7 固定卷扬式启闭机安装及试运转**

**8.7.1** 在泵站工程中使用的启闭设备均属中、小型启闭机，其产品应在工厂按 SD315-89 或 DL/T5019-94 的标准规定进行整体组装调试，出厂前还应作空载模拟试验，有条件的应作额定荷载试验，经检查验收后方可出厂。

根据调查，过去启闭设备运工地后，一般很少进行全面检查就直接进行安装，不少设备由于运输碰撞，造成机械零部件损坏，还有因制造质量检查不严，将不合格的部件装上，给工程安全运行带来极大的隐思，故本条明确规定启闭设备运工地后，应按 DL/T5019-94 的有关规定进行全面检查，合格后方可进行安装。

**8.7.2~8.7.5** 引用 DL/T5019-94 中有关条文。

**8.7.6** 泵站工程一般均使用低扬程启闭机，故本条只规定了低扬程启闭机的安装误差。

**8.7.7~8.7.8** 引用 SD315-89 中有关规定。

**8.7.9** 引用 SD315-89 中有关规定。对 QPK 型快速闸门启闭机，闸门快速下降是采用 220V 直流电源打开启闭机上的交流制动器，所以试验时应检查松闸直流电流值和电磁线圈的温度，不得超过规定位(不大于 100℃)。

**8.7.10** 引用 SD315-89 中有关规定。负荷试验首先应征得有关部门同意。LT 调整器是快速闸门启闭机上的一个专用部件，在做快速关闭试验前，要认真检查调速器的摩擦制动带与固定支座锥面的实际接触面积，不得小于 75%，左、右锥套的轴向移动应相等，摆动飞球角形杆的动作应灵活，不得有卡阻现象。做快速关闭试验时，一般不应超过 2min，次数也不宜过多，做 2 次快速关闭试验即可。启闭机调速器的下降速度不应超过 5.0m/min，电动机最大转速不应超过额定转速的两倍，否则调整器易烧毁，电动机产生飞逸，所以试验时一定要严格控制。

## **8.8 移动式启闭机安装及试运转**

**8.8.1** 本条文附录 C 系直接引用 JB1036 《通用桥式起重机技术条件》中的有关规定。

**8.8.2** 引用 JB1036 中有关规定。

**8.8.3** 本条文附录 D 中关于主梁上拱度，根据 JB4102 《双梁通用门式起重技术条件》及 JB1036 规定为  $(0.9 \sim 1.4)L/1000$ ，其余各项直接选用 JB4102 中有关规定。

**8.8.4** 本条附录 E 引用 DL/T5019-94 中有关规定。由于门机大车行走机构组装受门腿组装的影响，其偏差应略低于桥机组装的允许偏差，并根据跨度的大小不同而对允许偏差加以区别。为了使大车运行不产生啃轨，其累积误差最大值不得超过轨道与轮缘之间的间隙，因此对运行机构组装的允许偏差，均作了具体规定。

**8.8.6** 近几年自动挂脱梁发展较快，有机械式、液压式、气压式三大类。机械式和液压式传动可靠，在国内应用较广泛，气压式因传动不可靠，仅在国外少有应用。由于机械式自动挂脱梁种类繁多，如重锤式、吊环式、挂钩式、挂脱自如式、棘轮棘爪式、心形锁扣式、锁定块式、夹钳式、螺旋体控制式、拂手擒纵式等，主要应用于中、小型工程；液压穿销式自动挂脱梁需要油泵、电动机等设备，在应用中需要注意电缆密封接头在水中工作的可靠性，以防止接头渗水影响操作安

全，故液压穿销式自动挂脱梁在我国一些大、中型工程上采用较普遍，运行也较可靠。

由于自动挂脱梁在我国尚未形成系列标准，其安装精度也会统一规定，应按设计图样或制造厂技术要求进行施工，本规范只作原则性的规定。

**8.8.7** 移动式启闭机带自动挂脱梁是在多孔门槽内操作闸门，故对各门槽土建施工和埋件安装的精度要求较高，如果达不到一定的安装精度，会直接影响自动挂脱梁抓放闸门的准确性。过去对多孔口闸门共用移动式启闭机带自动挂脱梁的安装偏差，没有提出具体规定，根据湖北省凡口泵站运行经验总结，其自动挂脱梁安装后的起吊中心线与各门槽相应设计起吊中心的实测误差，最大达 120mm，最小达 30mm，造成自动挂脱梁工作时有失误，经改造调整其误差控制在  $\pm 5.0\text{mm}$  内能正常运行。根据上述经验总结，并参照启闭机单吊点起吊中心及双吊点吊距的安装允许偏差  $\pm 3.0\text{mm}$ ，在增加自动挂脱梁安装条件下，其安装偏差应略低于启闭机起吊中心安装的允许偏差，故本条确定自动挂脱梁起吊中心，安装后的纵、横向误差不应超过  $\pm 5.0\text{mm}$  是可行的。

**8.8.8** 引用 DL/T5019-94 中有关规定。

**8.8.9** 关于大车或小车在行走时不允许有啃轨现象，产生啃轨的原因很多，其中轨道安装不直，运行机构组装及车轮安装偏斜等是由安装误差造成的；车轮直径不等，各电动机转速偏差(单独驱动)等是由制造缺陷造成。上述现象都应在制造与安装中消除。本条对各机构产生的噪声值提出了控制标准。

**8.8.10** 本条负荷试验系指启闭机在现场安装后与闸门(拦污栅)、拉杆等连接在一起的试验。对泵房内的桥式起重机则应按 1.1 倍额定负荷进行动载试验。至于出厂前的空载试验、负荷试验等，均应按 SD315-89 或 DL/T5019-94 的规定执行。

## **8.9 液压式启闭机安装及试运转**

**8.9.1** 由于液压启闭机和闸门是刚性连接，而门槽安装和测量放线有一定误差，如按设计中心安装，则可能发生活塞杆和闸门吊耳错位现象，故规定从门槽实际位置测得的起吊中心线安装。

**8.9.2 ~ 8.9.9** 直接引用 DL/T5019-94 中有关规定。



8.9.10 根据 DL/T5019-94 中有关规定修改简化。

8.9.11 ~ 8.9.19 引用 DL/T5019-94 中有关条文。液压式启闭机在出厂前，必须对油缸进行试验，其试验内容为：

空载试验——在无负荷情况下，液压缸的活塞杆往复运动 2 次，不得出现外部漏油及爬行等不正常现象。

最低动作压力试验——不带负荷，液压从零增到活塞杆平稳移动时的最低启动压力，其值应不大于 0.5MPa。

耐压试验——当液压缸的额定压力小于或等于 16MPa 时，试验压力为额定压力的 1.5 倍；大于 16MPa 时，试验压力为额定压力的 1.25 倍。在试验压力下保持 10min 以上，不能有外部漏油、永久变形和破坏现象。

外泄漏试验——在额定压力下。将活塞停于油缸一端，保压 30 ~ 40min 不得有泄漏现象。

内泄漏试验——在额定压力下，将活塞停于油缸一端，保压 10min，内泄漏量不应超过表 9 的规定。

表 9 油缸允许内泄漏量

油缸内径 (mm)	漏油量 (mL/min)	油缸内径 (mm)	漏油量 (mL /min)
400	6.50	180	1.25
360	5.10	160	1.00
320	4.00	140	0.75
280	3.10	125	0.55
250	2.50	110	0.45
220	1.90	100	0.40
200	1.55	—	—

注 表中漏油量是按 0.5mm/10min 的沉陷量换算成 mL/min 的漏油量。

### 8.10 清污机安装及试运转

8.10.1 ~ 8.10.2 据调查清污机械在我国尚无定型的系列标准产品。国内已使用的清污机械型式较多，分固定式和移动式两大类。如固定式清污机有回转式、回转拦栅式、梳齿式、步进式、三角架式、栅网结合式等；移动式清污机有液压旋转式、耙斗式、铲耙式、压耙式、斜坡推扒式等(国外还有集耙污、卸污、排污、

启闭闸门等多功能清污机)。对清污机械的制造安装精度尚无统一的规定。一般设计单位均参照 DL/T5019-94 中移动式启闭机安装标准执行。湖北省田关泵站对移动式清污机轨道安装允许偏差为:

- 1 轨道实际中心线对轨道设计中心线的位置偏差  $\leq 2.0\text{mm}$ 。
- 2 轨距偏差为  $\pm 2.0\text{mm}$ 。
- 3 同一断面上两轨道标高的相对差  $\leq 6.0\text{mm}$ 。

故本规范目前只能按设计图样或参照桥式或门式启闭机安装标准执行。

**8.10.3** 由山东省水利设计院设计, 山东省水电设备厂制造的回转式清污机, 是将拦污栅和清污机结合为一体的连续清污设备, 其构造主要由栅体、清污耙和传动系统三部分组成; 在栅前 0.2m 水压差条件下可自动运行清污, 小于 0.2m 水压差时可自动停机。其主要特征是清污方向不同于一般耙斗式清污机, 它是由下向上连续回转清污, 故清污能力强(30t/h), 综合造价较低, 如在山东引黄济青工程中安装 21 台, 太湖排水工程中安排 18 台, 东深引水工程中安装 23 台, 是目前国内使用最多(已制造安装 150 余台套)的一种清污设备, 其主要技术参数见表 10。

**表 10 回转式清污机主要技术参数**

序号	项目	参数
1	孔口净宽	2.5 ~ 5.0m (每 0.5m 一档)
2	栅体倾斜角	65° ~ 75°
3	水头差	1m
4	栅条中心距	50 ~ 100mm
5	最大清污能力	30t/h
6	链条回转速度	0.1m/s
7	齿耙工作宽度	2.3 ~ 4.8m
8	垂直安装高度	3 ~ 10m (每 1m 一档)

回转式清污机对埋件的安装偏差要求, 按现行工程实例均采用拦污栅埋件的允许偏差; 另据山东省水电设备厂制定的 Q/08SSD001 《HQ 型回转式清污机》企业标准, 前后已实施使用 8 年, 取得较成熟的经验, 故本规范原则参照该厂企业标准制定。