

中华人民共和国电力行业标准

电力建设施工技术规范

第 8 部分：加工配制

Technical specification for thermal power erection and construction

Part 8: processing and prefabrication

**DL 5190.8 — 2012**

主编机构：中国电力企业联合会

批准部门：国家能源局

发布日期：2012 年 1 月 4 日

中国电力出版社

2012 北 京

中华人民共和国电力行业标准  
电力建设施工技术规范  
第 8 部分：加工配制

Technical specification for thermal power erection and construction

Part 8: processing and prefabrication

DL 5190.8 — 2012

\*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

\*

2012 年 3 月第一版 2012 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 2.125 印张 51 千字

印数 0001—3000 册

\*

统一书号 155123·853 定价 18.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

## 前 言

本部分是根据《国家能源局关于下达 2009 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技（2009）163 号）文的要求，由电力行业火电建设标准化技术委员会负责，会同有关单位进行编制的。

DL 5190《电力建设施工技术规范》由下列 9 个部分组成：

- 第 1 部分：土建工程
- 第 2 部分：锅炉机组
- 第 3 部分：汽轮发电机组
- 第 4 部分：热工仪表及控制装置
- 第 5 部分：管道及系统
- 第 6 部分：水处理及制氢设备和系统
- 第 7 部分：焊接工程
- 第 8 部分：加工配制
- 第 9 部分：水工结构

本部分是 DL 5190 的第 8 部分：加工配制。

本部分主要内容包括：总则、基本规定、材料的检验与保管、烟风煤粉管道及其零部件、汽水管道及其零部件、钢制焊接压力容器、金属构件、其他、质量验收文件和引用标准名录。

本部分的 7.3.5、7.3.6、7.3.7、7.3.8 以黑体字表示，为强制性条文，必须严格执行。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由电力行业火电建设标准化技术委员会归口。

本部分主编单位：安徽电力建设第一工程公司、河北省电力建设第二工程公司。

本部分参编单位：四川电力建设三公司。

## **DL 5190.8 — 2012**

本部分主要起草人员：梁丙海、李传玉、杨连存、张晓东、杨宝建、白永刚、兰华、毛旭东、李双国、石广勤。

本部分主要审查人员：霍利、周德福、杨航革、靳旭东、石玉成、邵志范、张平、薛志强、王洪栋、赵军、韩奇华、董华山、钱海平、徐志刚、冯忠沛、顾祥圻、万薇、李云浩、刘守桂、李为民、杨和俊。

本部分在执行过程中如有意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



## 目 次

前言 .....	I
1 总则 .....	1
2 基本规定 .....	2
2.1 一般规定 .....	2
2.2 放样与下料 .....	4
2.3 拼接与矫正 .....	5
2.4 焊接 .....	7
2.5 除锈及涂装底漆 .....	9
3 材料的检验与保管 .....	11
3.1 一般规定 .....	11
3.2 钢材 .....	11
3.3 焊接材料 .....	12
3.4 涂装材料 .....	12
3.5 连接用标准紧固件 .....	13
4 烟风煤粉管道及其零部件 .....	14
4.1 一般规定 .....	14
4.2 管道及异形件 .....	14
4.3 法兰 .....	16
4.4 补偿器 .....	17
4.5 人孔门及除灰孔 .....	18
4.6 支吊架 .....	18
5 汽、水管道及其零部件 .....	20
5.1 一般规定 .....	20
5.2 冷弯弯管 .....	20
5.3 焊接钢管 .....	21

## DL 5190.8 — 2012

5.4 焊接管件 .....	22
5.5 法兰及其法兰盖 .....	25
5.6 支吊架 .....	26
6 钢制焊接常压容器 .....	27
6.1 一般规定 .....	27
6.2 矩形常压容器 .....	28
6.3 圆形常压容器 .....	29
6.4 立式圆筒形钢制焊接储罐 .....	30
7 金属构件 .....	37
7.1 一般规定 .....	37
7.2 钢立柱、钢梁和单轨吊车梁 .....	37
7.3 平台、钢梯和栏杆 .....	38
8 其他 .....	42
8.1 垫铁 .....	42
8.2 地脚螺栓 .....	42
9 质量验收文件 .....	43
标准用词说明 .....	45
引用标准名录 .....	46
附：条文说明 .....	49

## Contents

Foreword .....	I
1 General provisions .....	1
2 Basic requirement .....	2
2.1 General requirement .....	2
2.2 Lofting and blanking .....	4
2.3 Splicing and correction .....	5
2.4 Welding .....	7
2.5 Derusting and primer painting .....	9
3 Material inspection and keeping .....	11
3.1 General requirement .....	11
3.2 Steel .....	11
3.3 Welding materials .....	12
3.4 Coating materials .....	12
3.5 Connection with standard fasteners .....	13
4 Smoke wind pipe and parts coal .....	14
4.1 General requirement .....	14
4.2 Pipeline and profiled .....	14
4.3 Flange .....	16
4.4 Compensator .....	17
4.5 Manhole door and ash holes .....	18
4.6 Of a hanger .....	18
5 Steam, water pipelines and components .....	20
5.1 General requirement .....	20
5.2 Cold is curved tubes .....	20
5.3 Welded tube .....	21

## **DL 5190.8 — 2012**

5.4	Welded fitting .....	22
5.5	Flange and flange cover .....	25
5.6	Of a hanger .....	26
6	Steel welding atmospheric vessel .....	27
6.1	General requirement .....	27
6.2	Rectangular atmospheric vessel .....	28
6.3	Circular atmospheric vessel .....	29
6.4	Vertical cylindrical steel welding tanks .....	30
7	Metal components .....	37
7.1	General requirement .....	37
7.2	Steel pole, steel beam and monorail crane beam .....	37
7.3	Platform, steel ladder and rail .....	38
8	Other .....	42
8.1	Mat iron .....	42
8.2	Anchor bolt .....	42
9	Project documents to be provided before quality acceptance .....	43
	Explanation of wording in this specification .....	45
	Normative standard .....	46
	Addition: Explanation of provisions .....	49

## 1 总 则

**1.0.1** 为规范电力建设工程加工配制施工技术管理，提高工程质量，统一加工配制应执行的准则及技术要求，特制定本部分。

**1.0.2** 本部分适用于各类新建、扩建和改建的火力发电安装工程、燃机、生物质能发电、垃圾发电等电站和核电常规岛加工配制的施工技术管理。

**1.0.3** 加工配制施工的技术要求除应符合《电力建设施工技术规范》本部分外，尚应符合现行国家标准和行业标准的规定。

## 2 基 本 规 定

### 2.1 一 般 规 定

**2.1.1** 施工单位应具备相应的施工资质。

**2.1.2** 施工组织设计或技术方案等施工技术文件中应有“四节一环保”等绿色施工的内容，应按有关规定审批后实施。

**2.1.3** 加工配制绿色施工应符合下列规定：

1 场地平面布置应优化工艺流程、缩短运距，宜在大型吊装机械覆盖范围内。

2 应采用新技术、新工艺、新材料、新装备、新流程，不应使用高污染的工艺技术。

3 施工场地宜采用环形通道，永临结合、减少占地。

4 应使用节能环保的施工设备和机具，并提高使用率。

5 材料应按加工流程、计划顺序进场，限额领料，合理下料、减少废料。

6 临时用电线路应布置合理，并应选用节能灯具。

7 抑制扬尘宜采用节水管件，试验用水宜回收利用。

8 周转料具应定期维护保养，提高循环使用率。

9 现场噪声控制应按照 GB 12523《建筑施工场界噪声限值》执行。

10 应减少加工配制过程中的电焊弧光污染。

11 不得使用国家明令禁止的材料和技术。

12 加工配制过程产生的废弃物应合法处置。

13 工完、料净场地清，并应恢复植被。

**2.1.4** 施工前应进行图纸会检和技术交底，设计变更应办理审批

手续。

**2.1.5** 特殊工种应经培训并取得相应资格证书。焊工应在其考试合格项目的范围内施焊，无损检验人员应在其证书规定的检验方法和级别的范围内工作。

**2.1.6** 计量器具应检定合格并应在使用有效期内，精度和测量范围应满足施工要求。

**2.1.7** 特种设备应符合国家相关规定，其性能应满足加工配制的施工技术要求。

**2.1.8** 材料、零部件在运输和保管时，应采取有效措施防止变形、损伤和锈蚀。

**2.1.9** 当工作环境温度低于下列温度时，钢材不应采用冷加工：

1 普通碳素钢  $-16^{\circ}\text{C}$ 。

2 低合金钢  $-12^{\circ}\text{C}$ 。

**2.1.10** 机械零件加工应符合设计要求。若设计无要求，应符合下列规定：

1 未注明公差的线性、角度和钻孔直径尺寸公差应符合 GB/T 1804《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》中 m 级精度规定。

2 未注明的螺纹公差应符合 GB/T 197《普通螺纹公差》中 6 级精度规定。

3 螺纹表面粗糙度不得大于  $\text{Ra}25\mu\text{m}$ 。

4 螺纹收尾应符合 GB/T 3《普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角》的规定。

**2.1.11** 锻件加工应符合设计要求。若设计无要求时，未注明的尺寸公差、形位公差和加工余量应符合 GB/T 12362.1《钢制模锻件公差及机械加工余量》和 GB/T 15826《锤上钢制自由锻件机械加工余量与公差》的规定。

## 2.2 放 样 与 下 料

**2.2.1** 放样平台应稳固平整，水平及垂直度满足加工精度要求，表面不得有妨碍放线的附着物和杂物。

**2.2.2** 放样宜使用计算机设计。在放样平台上放样时，应以 1:1 的比例划出大样，当放样尺寸过大时，宜分段放样。

**2.2.3** 样板、样杆的制作应符合下列规定：

1 制作样板应使用平整、不易变形且韧性好的材料；制作样杆应使用平直、刚性好的材料。制作完成的样板和样杆应标记清晰。

2 样板、样杆制作允许偏差应符合表 2.2.3 的规定。

表 2.2.3 样板、样杆制作允许偏差

项 目		允 许 偏 差
样板	长度	$\pm 0.5\text{mm}$
	宽度	$\pm 0.5\text{mm}$
	两对角线长度差	$0 \sim 1.0\text{mm}$
样杆长度		$\pm 0.5\text{mm}$
平行线间距离		$\pm 1.0\text{mm}$
两端孔中心距		$\pm 1.0\text{mm}$
相邻孔中心距		$\pm 0.5\text{mm}$
孔定位中心位移		$\pm 0.5\text{mm}$
任意两排孔中心距		$\pm 0.5\text{mm}$
角度		$\pm 0.5^\circ$
半径		$\pm 0.5\text{mm}$

**2.2.4** 零件划线应符合下列规定：

1 划线前应对材料进行外观检查，需要矫正的材料矫正后允许偏差应符合表 2.3.6 的规定。



2 不锈钢材料划线应有防渗碳隔离措施,不应产生划痕且满足表面精度要求。

3 划线时应考虑材料的切割、机械加工和焊接收缩等余量。

4 零件划线允许偏差应符合表 2.2.4 的规定。

表 2.2.4 零件划线允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差
总长	$\pm 1.0$
总宽	$\pm 1.0$
两对角线长度差	$+1.5$
两端孔中心距	$\pm 0.5$
相邻孔中心距	$\pm 0.5$
任意两排孔心距	$\pm 0.5$
样冲点与孔中心位移	$\pm 0.5$
半径	$\pm 0.5$

2.2.5 碳素钢和普通合金钢材下料宜使用机械切割或气体切割;不锈钢和有色金属材料宜使用机械切割或等离子切割。

2.2.6 需要进行边缘加工的零件,应留足加工余量。

2.2.7 钢材切割面应无氧化铁、裂纹、夹渣、分层、铁屑和缺棱。

## 2.3 拼 接 与 矫 正

2.3.1 材料拼接宜使用等强度焊接方式拼接;当连接焊缝强度小于母材强度时,应进行补强。

2.3.2 现场焊接 H 型钢时,翼缘板拼接焊缝和腹板拼接焊缝的间距不应小于 200mm。翼缘板拼接长度不应小于 2 倍板宽,且不小于 500mm。腹板拼接宽度不应小于 300mm,长度不应小于 600mm,腹板拼接焊缝间距不宜小于 200mm。

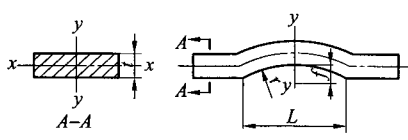
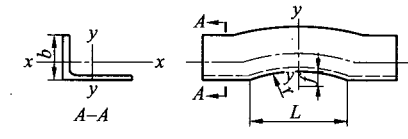
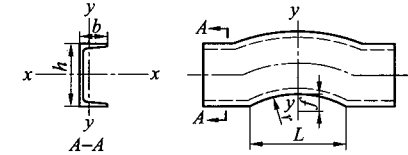
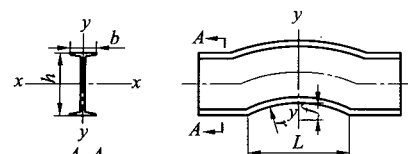
2.3.3 材料拼接应采取减少焊接变形措施,其平整度、错口、弯

折等应符合 DL/T 869 《火力发电厂焊接技术规程》的规定。

**2.3.4** 碳素结构钢和低合金结构钢在加热矫正时，加热温度不应超过 900℃。低合金结构钢在加热矫正后应自然冷却。

**2.3.5** 钢材冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高应符合表 2.3.5 的规定。

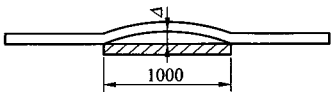

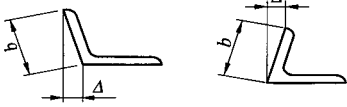
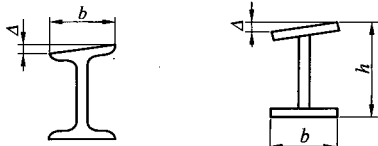
表 2.3.5 冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高 (mm)

钢材类别	图 例	对应轴	矫正		弯曲	
			$r$	$f$	$r$	$f$
钢板 钢带		x-x	50t	$L^2/(400t)$	25t	$L^2/(200t)$
		y-y (仅对扁 钢轴线)	100t	$L^2/(800t)$	50t	$L^2/(400t)$
角钢		y-y	90b	$L^2/(720b)$	45b	$L^2/(360b)$
槽钢		x-x	50h	$L^2/(400h)$	25h	$L^2/(200h)$
		y-y	90b	$L^2/(720b)$	45b	$L^2/(360b)$
工字 钢		x-x	50h	$L^2/(400h)$	25h	$L^2/(200h)$
		-y	50b	$L^2/(400b)$	45b	$L^2/(200b)$

注:  $r$  为曲率半径;  $f$  为弯曲矢高;  $L$  为弯曲弦长;  $t$  为钢板厚度;  $b$  为钢角、槽钢和工字钢的肢宽;  $h$  为槽钢和工字钢的高度。

## 2.3.6 钢材矫正后的允许偏差应符合表 2.3.6 的规定。

表 2.3.6 钢材矫正后的允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差 $\Delta$	图 例
钢板、工字钢腹板和 H 型钢腹板的局部平整度	$t \leq 14$	0~1.5	
	$t > 14$	0~1.0	
型钢弯曲矢高		$L/1000$ 且 不大于 5.0	
槽钢翼缘对腹板的垂直度		$b/80$	
角钢肢的垂直度		$b/100$ 双肢柱 接角钢的 角度不得 大于 $90^\circ$	
工字钢、H 型钢翼缘对腹板的垂直度		$b/100$ 且 不大于 2.0	

注:  $\Delta$ —钢材矫正后的允许偏差。

## 2.4 焊 接

2.4.1 首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、焊后热处理等, 应根据 DL/T 868 《焊接工艺评定规程》进行焊接工艺评定并经批准。

2.4.2 焊接坡口形式和尺寸应符合设计要求。设计无要求时, 按照 GB/T 985.1 《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》和 GB/T 985.2 《埋弧焊的推荐坡口》规定执行。

2.4.3 钢结构焊缝等级应符合设计要求。设计无要求时, 应按其

## DL 5190.8 — 2012

所在部位的荷载性质、受力状况、工况和重要性等进行分级:

1 一级焊缝: 承受拉力、剪力且按等强度设计的对接焊缝、对接和角接的组合焊缝。

2 二级焊缝: 承受压力按等强度设计的对接焊缝、对接和角接的组合焊缝。

3 三级焊缝: 一、二级焊缝以外的其他焊缝。

2.4.4 烟风煤粉管道及汽水管道焊缝分类按照 DL/T 869《火力发电厂焊接技术规程》规定执行。

2.4.5 在焊接过程中出现下列任一情况时, 应采取有效措施, 方可焊接:

1 相对湿度大于 90%。

2 焊件表面潮湿或覆盖冰雪。

3 手工电弧焊、埋弧焊施焊时风速超过 8m/s。

4 氩弧焊、CO<sub>2</sub> 气体保护焊风速超过 2m/s。

5 碳素结构钢环境温度低于 -10℃; 低合金结构钢环境温度低于 0℃。

2.4.6 焊前预热和焊后热处理应按照 DL/T 869《火力发电厂焊接技术规程》和 DL/T 819《火力发电厂焊接热处理技术规程》规定执行。

2.4.7 焊缝表面不应有裂纹、焊瘤、咬边、气孔、夹渣、弧坑、电弧擦伤、未焊满、根部收缩等缺陷。

2.4.8 钢结构的焊缝应按下列规定检验:

1 碳素结构钢应在焊缝冷却到环境温度、对易产生延迟裂纹的焊缝应在焊接完成 24h 后进行焊缝无损探伤检验。

2 设计要求全焊透的一、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷的检验, 超声波探伤不能对缺陷作出判断时, 应采用射线探伤。

3 无损检测应符合 GB 11345《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级法》或 GB/T 3323《钢熔化焊对接接头射线照相

和质量分级》的规定。其质量等级应符合表 2.4.8 的规定。

表 2.4.8 焊缝质量等级表

焊缝质量等级		一 级	二 级
内部缺陷超声波探伤	评定等级	I	II
	检验等级	B 级	B 级
	探伤比例	100%	20%
内部缺陷射线探伤	评定等级	II	III
	检验等级	AB 级	AB 级
	探伤比例	100%	20%

注：焊缝无损探伤，应按同一类型、同一施焊条件的焊缝条数计算百分比，探伤长度应不小于 200mm，并应不少于一条。

**2.4.9** 汽水管道类焊缝内部检验应按 DL/T 869《火力发电厂焊接技术规程》的规定执行。

**2.4.10** 对不合格焊缝可采取挖补方式返修。但同一位置上的挖补次数一般不得超过 3 次，耐热钢不得超过 2 次，返修前应进行质量分析，返修工艺措施应经焊接技术负责人审批后方可实施。

**2.4.11** 对返修焊缝应按原方法进行检验。

## 2.5 除锈及涂装底漆

**2.5.1** 零部件和钢材需要除锈时，可使用喷射、抛射除锈和手工、动力工具除锈。处理后的钢材表面不应有焊渣、焊瘤、飞溅物、灰尘、油污、水和毛刺等。除锈后涂底漆前零部件和钢材表面应符合国家现行有关标准或设计的要求。

**2.5.2** 零部件和钢材表面在喷射和抛射除锈时，应采取措施，控制环境污染。施工环境相对湿度不应大于 85%，且零部件和钢材表面不应结露。

**2.5.3** 进行喷射除锈时，使用的压缩空气，应无可见的油、水和污物。

**2.5.4** 零部件和钢材表面除锈等级应符合设计要求，设计无要求时，应符合表 2.5.4 的规定。

**表 2.5.4 零部件和钢材表面除锈等级**

涂 料 品 种	除 锈 等 级
醇酸、油性酚醛等底漆或防锈漆	S <sub>1</sub> 2
高氯化聚乙烯、氯化橡胶、氯磺化聚乙烯、环氧树脂、聚氨脂等底漆或防锈漆	S <sub>a</sub> 2
无机富锌、有机硅、过氧乙烯等底漆	S <sub>a</sub> 2 ½

注：除锈等级说明见 GB 8923 《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》。

**2.5.5** 零部件和钢材涂装底漆时环境温度和相对湿度应符合涂料产品技术文件的要求。产品技术文件无要求时，环境温度宜在 5℃～38℃，相对湿度不应大于 85%。涂装时零部件和钢材表面不应有结露；涂装后 4h 内不应受雨淋。

**2.5.6** 零部件和钢材表面不应误涂、漏涂。涂层应均匀，无明显皱皮、流坠、咬底、针眼、返锈和气泡等缺陷。

**2.5.7** 零部件铣平的端面，在铣平后应涂刷清漆保护。

**2.5.8** 涂装底漆前，标识应进行移植；焊缝在检测合格前和安装焊缝位置两侧各 50mm 范围内的零部件表面均应采取保护措施。

下列部位不得涂刷底漆：

- 1 高强度螺栓连接摩擦面。
- 2 柱脚底板与基础接触面。
- 3 全封闭的零部件内表面。
- 4 机械安装所需的加工面。
- 5 设计要求不涂漆的部位。

### 3 材料的检验与保管

#### 3.1 一般规定

**3.1.1** 材料进场时,应进行检验。材料的品种、规格、性能等应符合国家产品标准和设计要求。进口材料的质量应符合设计要求和合同约定。

**3.1.2** 产品质量证明文件中低温冲击韧性值应满足设计文件的要求。

**3.1.3** 存在下列情况之一时,不得使用该材料。

- 1 质量证明文件的特性数据与产品标准或订货技术条件不符。
- 2 对质量证明文件的特性数据有异议。
- 3 实物标识与质量证明文件中的标识不一致。
- 4 要求复验的材料未经复验或复验不合格。

**3.1.4** 存放材料的场地应平整、无积水,道路畅通。材料的标识应清晰、准确,支垫应合理。箱装零部件、连接用紧固标准件宜在室内存放。

#### 3.2 钢 材

**3.2.1** 钢材表面的锈蚀等级应符合 GB 8923《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》的规定。

**3.2.2** 钢材的表面外观质量应符合下列规定:

- 1 当钢材的表面有锈蚀、麻点或划痕等缺陷时,其深度不得大于该钢材厚度允许负偏差值的 1/2。
- 2 钢材端边或断口处不应有分层、夹渣等缺陷。钢材的表面

处理质量还应符合国家有关标准的规定。

**3.2.3** 钢材有下列情况之一时，应进行抽样复验，复验结果应符合国家产品标准和设计要求：

- 1 设计有复验要求的。
- 2 对质量有异议的。

**3.2.4** 钢材应妥善保管，不同规格、材质的钢材不得混放。

**3.2.5** 不锈钢存放应在室内并采取防渗碳措施。

### **3.3 焊 接 材 料**

**3.3.1** 焊丝表面应光滑、清洁，使用前应进行除油、除锈处理。受潮变质、药皮破损、焊芯生锈的焊条和锈蚀的焊丝以及受潮结块、有杂物的焊剂不得使用。

**3.3.2** 焊接材料的存放应符合下列规定：

- 1 焊接材料库的温度和湿度应可以控制，库内温度不宜低于 5℃，相对湿度不应大于 60%。

- 2 焊接材料应按牌号和规格分类存放，标识清晰。存放位置与地面、外墙的距离均应不小于 300mm。

**3.3.3** 焊接材料应有专人保管，且烘焙、发放和回收应作记录。

**3.3.4** 焊前应烘焙的焊接材料，烘焙后在常温下搁置 4h 以上，使用时应重新烘焙；烘焙后的碱性焊条置于保温筒内超过 4h 也应重新烘焙，重新烘焙次数不宜超过 2 次。

**3.3.5** 焊条烘焙后应保存在 100℃~150℃的恒温箱内，使用时应放入 80℃~110℃焊条保温筒内，随取随用。

**3.3.6** 焊接保护气体的纯度应符合工艺要求。氩弧焊所采用的氩气应符合 GB 4842《氩气》的规定。

### **3.4 涂 装 材 料**

**3.4.1** 防腐涂料、稀释剂和固化剂应在有效期内使用，且不应有结皮、结块、凝胶等。



**3.4.2** 防腐涂料、稀释剂和固化剂等材料应储存在通风良好、干燥、温度为  $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、防止日光直射和远离火源的仓库内。不得露天存放，不得用敞口容器储存和运输。

### **3.5 连接用标准紧固件**

**3.5.1** 螺栓、螺母和垫圈到货检验合格后，应按材质、规格和型号分类存放，标识清晰，并防止锈蚀和损伤。

**3.5.2** 高强度螺栓检验应按 GB 50205《钢结构工程施工质量验收规范》的规定执行。

**3.5.3** 高强度螺栓连接副在运输、保管过程中，应防止螺纹损伤。

## 4 烟风煤粉管道及其零部件

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 本章适用于锅炉冷风、热风、原煤、制粉、送粉、烟气及脱硫、脱硝系统等工艺管道及其零部件的加工配制。
- 4.1.2 管道制作前应根据设计图纸合理分段，并满足运输及安装要求。
- 4.1.3 管道卷制宜采用多次卷制成形。
- 4.1.4 管道零部件上的螺栓孔应采用机械加工。
- 4.1.5 烟风煤粉管道的密封焊缝应做密封性检查，并应办理检查签证。
- 4.1.6 大型部件制作应设置临时支撑。严禁用锰钢板制作临时吊耳。临时吊耳应经设计或强度校核，必要时应进行无损检验。
- 4.1.7 零部件应有部件图号、件号和质量等标识；运输和保管中应防止变形。

### 4.2 管道及异形件

#### 4.2.1 钢板拼接应符合下列规定：

- 1 钢板应在同一厚度条件下拼接，纵向、环向焊缝错边量不得大于 1mm。
- 2 拼接宽度不应小于 100mm，长度不应小于 200mm。
- 3 纵横对接焊缝应采用 T 形拼接，每侧焊缝距交叉点的距离不应小于 100mm。
- 4 拼焊时应有防焊接变形的措施，直线焊缝较长时宜采取由中间向两端对称施焊等减少变形的办法。

#### 4.2.2 圆形管道卷制和组对应符合下列规定：

- 1 内壁应平齐，外径、椭圆度、锥度等几何尺寸应符合设计要求。
- 2 同一筒节上的纵向焊缝不宜多于两道，两纵缝间距不应小于 100mm。
- 3 卷管公称通径大于或等于 1000mm 的应采用双面焊接。
- 4 管道组对单节管长不应小于 200mm。
- 5 管道组对纵向焊缝应错开且间距不应小于 100mm。主管道上开孔位置不宜在焊缝上，三通分支管道焊缝与主管道焊缝之间的距离不宜小于 100mm。
- 6 组对焊接应按先纵向、后环向的顺序进行。
- 7 管道组对内壁错边量不得大于 1mm。

#### 4.2.3 管道加固筋及支撑管等型材应满足设计强度要求，支撑管的防腐型材应在迎气流的一侧。

#### 4.2.4 加固筋的对接焊缝应与管道纵向焊缝错开，其间距不应小于 100mm。加固筋距管道的环焊缝不应小于 50mm。

#### 4.2.5 钢煤斗加工配制应符合设计的要求。设计无要求时，应符合下列规定：

- 1 钢煤斗应按设计尺寸分段分片，并采用纵向和环向拼接方式。每段高度不应小于 500mm，每片弧长不应小于 500mm。

- 2 相邻两段的纵向焊缝应错开且不小于 200mm。

#### 4.2.6 钢煤斗内壁为不锈钢等金属材料贴衬时应符合设计要求。设计无要求时，应符合下列规定：

- 1 钢煤斗内壁焊缝应打磨与母材齐平。
- 2 钢煤斗内壁与衬板应贴合紧密，局部间隙不得大于 3mm。
- 3 钢煤斗内壁与衬板宜采用梅花状排列塞焊，衬板上的塞焊孔应采用机械加工，且孔径不宜小于 10mm。孔与孔之间的距离应为 300mm~400mm。

- 4 衬板拼接宜采用对接焊缝，并与钢煤斗内壁焊接，如图

4.2.6 所示。

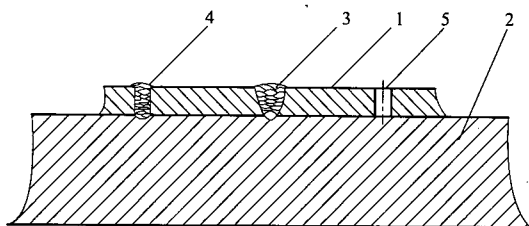


图 4.2.6 钢煤斗衬板与钢煤斗内壁焊接图

1—钢煤斗衬板；2—钢煤斗；3—衬板对接焊缝；4—衬板塞孔焊缝；5—衬板塞孔

4.2.7 管道及异形件的尺寸允许偏差应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 管道尺寸允许偏差 (mm)

项    目		允  许  偏  差  -	
矩形管道		截面边长	$\pm L_1/500$ , 且 $\leq 3$
		截面对角线差	$\leq L_1/250$ , 且 $\leq 6$
		管道长度	$0\sim L_2/500$ , 且 $\leq 8$
圆形管道	通  径	DN $\leq 500$	$\pm 3$
		DN $> 500$	$\pm 6D/1000$ , 且 $\leq 5$
	椭圆度		$\leq D/100$ , 且 $\leq 12$
双曲线煤斗两端面同心度			10

注:  $L_1$  为截面边长,  $L_2$  为管道长度, DN 为公称通径,  $D$  为外径。

4.2.8 临时支撑和吊耳应依据吊装、运输要求进行复检和计算。

### 4.3 法 兰

4.3.1 法兰的外形尺寸和螺栓孔的位置、数量、孔径等应符合设计和国家有关标准的规定。

4.3.2 法兰拼接应平整, 拼接焊缝应避免螺栓孔的位置; 结合面

焊缝应打磨与母材齐平。

**4.3.3** 法兰应在外形尺寸、平整度检查及矫正合格后进行钻孔。

**4.3.4** 法兰螺栓孔距允许偏差应符合表 4.3.4 的规定。

表 4.3.4 法兰螺栓孔距允许偏差 (mm)

类 别	项 目		允 许 偏 差
圆形法兰	螺栓孔中心圆直径	$D_1 \leq 1000$	+1.5 0
		$D_1 > 1000$	+2 0
矩形法兰	两端螺栓孔中心距	$L_1 \leq 1000$	$\pm 1.5$
		$L_1 > 1000$	$\pm 2$
圆形和矩形法兰	相邻螺栓孔距		$\pm 0.5$
	任意孔间距离		$\pm 0.5$

注:  $D_1$  为法兰螺栓孔中心圆直径,  $L_1$  为两端螺栓孔中心距。

## 4.4 补 偿 器

**4.4.1** 补偿器宜采用多波模具整体压制成型或单波模具压制成型后再组合的方式。各相邻纵向焊缝间距不应小于 250mm。

**4.4.2** 补偿器焊接宜采用氩弧焊或等离子焊接等方式。

**4.4.3** 补偿器的波纹形状应均匀, 表面不应有裂纹、焊接飞溅物、明显的凹凸不平和大于板厚负偏差的划痕等缺陷。

**4.4.4** 补偿器在焊接内部套管前, 密封焊缝应做渗煤油试验, 套管与补偿器内壁间隙应不小于 1mm。

**4.4.5** 补偿器尺寸允许偏差应符合表 4.4.5 的规定。

表 4.4.5 补偿器尺寸允许偏差 (mm)

类 别	项 目		允许偏差
圆形补偿器	公称直径	DN≤1000	±4
		DN>1000	±6
	椭圆度		$D \leq 6D/100$ , 且 $\leq 8$
矩形补偿器	内口边长		$\leq L/500$ , 且 $\leq 4$
	内口两对角线差		$\leq L/250$ , 且 $\leq 8$

注: DN 为波纹管公称直径;  $D$  为波纹管外径;  $L$  为波纹管内口边长。

**4.4.6** 补偿器应做介质流向、补偿量、工作压力和工作温度等标识。

**4.4.7** 补偿器宜采用螺杆定位固定方式, 防止运输变形。

**4.4.8** 补偿器的零配件应配制齐全。

## 4.5 人孔门及除灰孔

**4.5.1** 人孔门及除灰孔法兰的制作应符合本部分 4.3 节的规定。

**4.5.2** 人孔门应进行开关试验, 开关应灵活、无卡涩、关闭严密。

**4.5.3** 人孔门及除灰孔法兰的垫片材料应符合设计要求, 宜采用整片垫片, 拼接的垫片应采用斜口对接或迷宫式嵌接, 不得搭接或平口对接。

**4.5.4** 人孔门填充保温材料应符合设计要求。

## 4.6 支 吊 架

**4.6.1** 支吊架零部件卷制或压制应采取多次成型的方法。

**4.6.2** 钢板冷弯成形应符合下列规定:

- 1 厚度不大于 12mm, 弯曲内半径不小于 1 倍板厚。
- 2 厚度大于 12mm, 弯曲内半径不小于 2.5 倍板厚。

**4.6.3** 圆钢直径不大于 20mm, 冷加工成形的最小弯曲内半径为

圆钢直径的一半；直径大于 20mm，冷加工成形的最小弯曲内半径为圆钢直径的 2.5 倍，且不得在螺纹范围内进行冷加工。

**4.6.4** 钢板和圆钢采用热加工工艺弯制，加热温度应符合表 4.6.4 的规定。

**表 4.6.4 材料热加工成形表面温度表 (°C)**

材 料 类 别	最 低 温 度	最 高 温 度
碳钢	760	1100
铬钼合金	840	1100
奥氏体不锈钢	760	1150

**4.6.5** 在制作过程中，合金材料标识应始终保留。

**4.6.6** 材料和零部件热处理应按 DL/T 819《火力发电厂焊接热处理技术规程》执行。

**4.6.7** 螺纹和滚动部位应涂油脂，并应采取防止螺纹损伤的措施。

**4.6.8** 滑动支架的工作面应平滑灵活、无卡涩现象。

**4.6.9** 管道连接件、建筑结构连接件的类型及主要尺寸应符合 GB 17116.2《管道支吊架 第二部分：管道连接部件》和 GB 17116.3《管道支吊架 第三部分：中间连接件和建筑结构连接件》的规定。

**4.6.10** 支吊架的尺寸允许偏差应符合表 4.6.10 的规定。

**表 4.6.10 支吊架的尺寸允许偏差 (mm)**

类 别	项 目	允 许 偏 差
支架	型钢直线度偏差	$\leq L/500$ , 且 $\leq 5$
	弧形板半径偏差	$0 \sim 6R/1000$ , 且 $\leq 4$
吊架	半圆弧形板半径偏差	$0 \sim R/250$ , 且 $\leq 3$
	螺纹拉杆丝扣长度偏差	+4

注：L 为型钢设计长度；R 为弧形板设计半径。

## 5 汽、水管道及其零部件

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本章适用于公称压力  $-0.095\text{MPa}\sim 1.6\text{MPa}$  且公称通径不大于  $5200\text{mm}$  的汽、水管道、空冷机组的排汽管道及其零部件的加工配制。

**5.1.2** 下料宜采用机械切割或自动、半自动气体切割。切割面应清理干净。

**5.1.3** 管子制作宜采取工厂化配管。

**5.1.4** 钢管及管件应有防变形措施。

**5.1.5** 焊缝应符合本部分 2.4.7 条和 2.4.9 条的规定。空冷岛的管道焊接尚应符合设计要求。

**5.1.6** 零部件应作图号、件号等标识。

**5.1.7** 临时吊耳应经过强度计算。

### 5.2 冷弯弯管

**5.2.1** 钢管弯制前检查应符合下列规定：

- 1 材质和规格应符合设计要求。
- 2 合金钢管应经光谱分析、硬度及厚度检验合格。
- 3 钢管的表面不应有重皮、裂纹、凹坑等缺陷。

**5.2.2** 钢管弯制应选用合适的加工胎具，弯曲半径宜为管材直径的 4 倍~5 倍。

**5.2.3** 弯管的两端应预留直管段，其长度应不小于管外径且大于  $100\text{mm}$ 。

**5.2.4** 钢管弯制检验应符合下列规定：



- 1 弯管表面不应有重皮、裂纹、尖锐划痕等缺陷。
- 2 椭圆度不大于  $7D/100$ 。
- 3 波浪度不大于 4mm。
- 4 弯曲角度允许偏差应为  $\pm 0.5^\circ$ 。
- 5 弯管外弧部分壁厚不应小于 15%壁厚。

**5.2.5** 钢管在弯制后经检查表面有重皮、裂纹、尖锐划痕等缺陷时，应对原材、弯管工艺进行分析。

**5.2.6** 弯制完成后应进行清洁度检查，并及时、牢固地封闭管口。

### 5.3 焊 接 钢 管

**5.3.1** 钢板坡口加工宜使用自动、半自动机械设备切割。切割面的熔渣、毛刺应清理干净。

**5.3.2** 焊接钢管的卷制、组对应符合本部分第 4.2.2 条的规定。焊接钢管的纵向焊缝不宜多于两道，相邻纵缝间距不应小于 500mm。

**5.3.3** 焊接钢管卷制时应符合下列规定：

- 1 钢板表面应清理干净。
- 2 卷制方向应与钢板的压延方向一致，且宜多次成形。

**5.3.4** 焊接钢管组对应符合下列规定：

- 1 单节管子长度不应小于 500mm。
- 2 其纵向焊缝应错开，且不应小于 500mm。
- 3 不得强力对口，手工调校用锤击打时应避免钢板表面损伤。

**5.3.5** 管子开孔位置不宜在焊缝上，且孔的边缘距焊缝不宜小于 100mm。

**5.3.6** 公称通径大于等于 1000mm 时，应采用双面焊接。

**5.3.7** 焊接钢管的加固筋应符合设计要求。设计无要求时，加固筋应符合下列规定：

- 1 同一圆周上不宜超过三段，每段长度不宜小于 300mm。

2 对接焊缝与钢管纵缝应错开, 间距不应小于 100mm; 与钢管环缝间距不应小于 100mm。

3 焊接钢管圆度测量合格后方可进行对接装配。

5.3.8 焊接钢管的尺寸允许偏差应符合表 5.3.8 的规定。

表 5.3.8 焊接钢管尺寸允许偏差 (mm)

项 目		允 许 偏 差
外径偏差	DN≤500	±3
	500<DN≤1500	±D/200, 且≤5
	DN>1500	±6D/1000, 且≤8
对口错边量	纵向焊缝	≤0.1s, 且≤2
	环向焊缝	≤0.2s, 且≤3
椭圆度		≤D/100, 且≤6

注: DN 为管子公称通径; D 为管子外径; s 为管子壁厚。

## 5.4 焊 接 管 件

5.4.1 焊接管件卷制时应符合本部分第 5.3.1 条~第 5.3.6 条的规定。

5.4.2 焊接管件加固筋应符合本部分第 5.3.7 条的规定。

5.4.3 焊接弯头应符合下列规定:

1 焊接弯头应符合设计要求。设计无要求时, 可按图 5.4.3-1 中的配制, 弯头弯曲半径  $R$  应为管子公称通径与 50mm 之和。公称通径大于 400mm 的弯头可增加中节数量, 但其内侧最小宽度不得小于 50mm。

2 纵向焊缝拼接位置宜在图 5.4.3-2 中  $45^\circ \sim 135^\circ$  或  $225^\circ \sim 315^\circ$  范围内。相邻纵缝应错开, 其间距不应小于 100mm。

5.4.4 弯头角度允许偏差应为  $\pm 1.5^\circ$ , 其他尺寸允许偏差应符合本部分表 5.3.8 的规定。

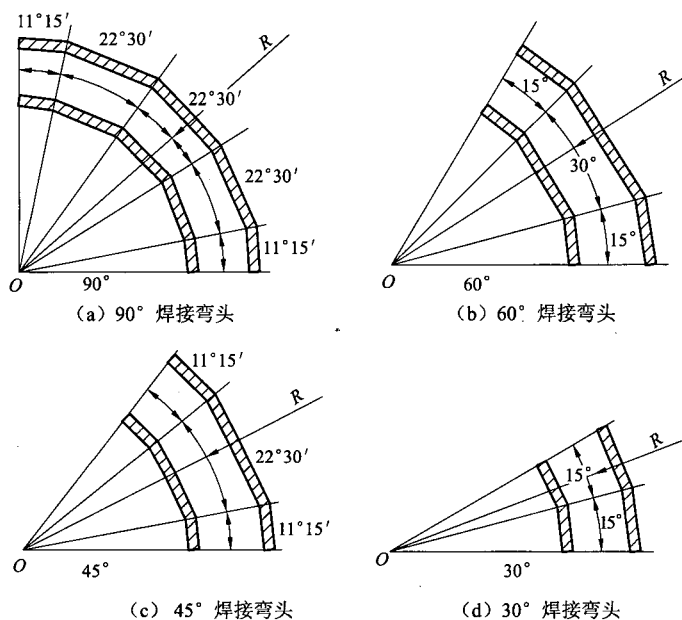


图 5.4.3-1 焊接弯头下料排版示意图

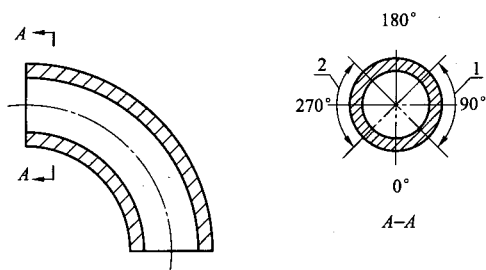


图 5.4.3-2 焊接弯头纵向焊缝拼接位置图

1—拼接焊缝区域一；2—拼接焊缝区域二

**5.4.5** 焊接同心大小头两端中心线应重合，其偏心 $\Delta f$ 允许偏差应为  $D/50$ ，且不大于 10mm，见图 5.4.5，其他尺寸允许偏差应符合

本部分表 5.3.8 的规定。

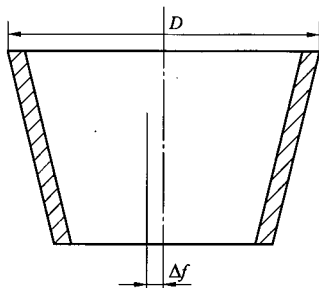


图 5.4.5 中心偏差示意图

**5.4.6** 焊制三通除应符合本部分第 5.3.8 条规定外,尚应符合下列要求:

1 焊缝上不宜开孔。

2 支管的垂直度允许偏差 $\Delta f$ 应为  $H/100$ , 且不大于 3mm, 见图 5.4.6 (a)。

3 各端面垂直度允许偏差 $\Delta f$ 应为  $D/100$ , 且不大于 3mm, 见图 5.4.6 (b)。

4 长度允许偏差应为 $\pm L/500$ , 且不大于 5mm; 高度允许偏差应为 $\pm H/250$ , 且不大于 5mm。

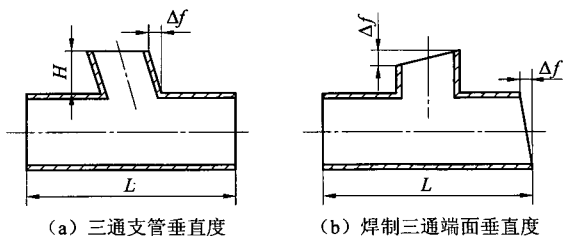


图 5.4.6 三通支管、端面垂直度示意图

## 5.5 法兰及其法兰盖

**5.5.1** 法兰及法兰盖拼接焊缝不宜多于三条，拼接焊缝应避开螺栓孔的位置。

**5.5.2** 法兰及法兰盖表面应无毛刺、划痕等缺陷，其密封面上宜涂防锈油。

**5.5.3** 法兰及法兰盖配制的螺栓、螺母的螺纹规格应符合设计要求。设计无要求时，应符合下列规定：

1 螺纹规格小于等于 M45 时，宜选择 GB/T 193《普通螺纹直径与螺距系列》中粗牙系列。

2 螺纹规格大于等于 M48 时，宜选择 GB/T 193《普通螺纹直径与螺距系列》中螺距为 4mm 细牙系列。

**5.5.4** 法兰、法兰盖厚度及孔距允许偏差应符合表 5.5.4 的规定。

表 5.5.4 法兰及法兰盖的允许偏差 (mm)

项 目		允 许 偏 差
法兰厚度	$c \leq 18$	+2.0
	$18 < c \leq 50$	+3.0
	$c > 50$	+4.0
相邻两螺栓孔距	M10~M24	$\pm 0.5$
	M27~M33	$\pm 0.625$
	M36~M52	$\pm 0.75$
	$\geq M56$	$\pm 1.0$
任意两螺栓孔距	$\leq DN500$	$\pm 1.0$
	DN600~DN1200	$\pm 0.5$
	$\geq DN1400$	$\pm 1.0$

注：DN 为法兰或法兰公称通径； $c$  为法兰或法兰盖厚度；M 为螺纹直径。

## 5.6 支 吊 架

5.6.1 支吊架制作应符合本部分第 4.6.1 条～第 4.6.9 条规定。

5.6.2 支吊架制作完成后管夹内径、管夹螺栓孔中心至边缘或任意两孔的中心距尺寸允许偏差应符合表 5.6.2 的规定。

表 5.6.2 支吊架的允许偏差 (mm)

项 目		允 许 偏 差
管夹内径偏差	$D \leq 51$	0 ~ +1.6
	$51 < D \leq 102$	0 ~ +2.2
	$102 < D \leq 305$	0 ~ +3.2
	$305 < D \leq 457$	0 ~ +4.0
	$457 < D \leq 762$	0 ~ +6.0
	$D > 762$	0 ~ +6.6
管夹螺栓孔中心至边缘或任意两孔的中心距偏差		±0.5

注:  $D$  为管夹内直径。

## 6 钢制焊接常压容器

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 本章适用于矩形、直径不大于 6000mm 的圆形钢制常压容器及容积不大于 1 万  $\text{m}^3$  的立式圆筒形钢制焊接储罐的加工配制。

**6.1.2** 卷制的弧形板应立置在平台上用样板检查，垂直方向上用直线样板检查，其间隙不应大于 2mm；水平方向上用弧形样板检查，其间隙不应大于 4mm。

**6.1.3** 抗风圈、加强圈、包边角钢等弧形配件加工成型后，用弧形样板检查，其间隙不应大于 2mm。放在平台上检查，其翘曲变形不应超过构件长度的 0.1%，且不应大于 6mm。

**6.1.4** 热煨成型的构件，不应过烧。

**6.1.5** 圆形钢制常压容器和立式圆筒形钢制焊接储罐的附件安装应符合设计要求，设计无要求时，应符合下列规定：

1 开孔和容器壁焊缝之间的距离，应符合下列规定：

- 1) 容器壁厚度大于 12mm，开孔接管或补强板外缘与容器壁纵环焊缝之间的距离，应大于焊脚尺寸的 8 倍，且不应小于 250mm。
- 2) 容器壁厚度不大于 12mm 时，开孔接管或补强板外缘与容器壁纵焊缝之间的距离，不应小于 150mm；与容器壁环焊缝之间的距离，不应小于壁板厚度的 2.5 倍，且不应小于 75mm。

2 容器壁上连接件的焊接应符合下列规定：

- 1) 垫板周边焊缝与容器壁纵焊缝或接管、补强圈的边缘

1 壳壁板组装时,内壁应齐平。纵向焊缝错边量允许偏差应为板厚的 10%,且不应大于 1mm;环向焊缝错边量允许偏差应为板厚的 10%,且不应大于 2mm。

2 焊缝宜采用气体保护焊或埋弧自动焊。焊接宜先焊纵向焊缝,后焊环向焊缝。

6.3.5 圆形常压容器尺寸允许偏差应符合表 6.3.5 的规定。

表 6.3.5 圆形常压容器尺寸允许偏差

项 目		允 许 偏 差
立式	高度	$\pm H/500$ , 且 $\leq 10\text{mm}$
	垂直度	$\leq H/500$ , 且 $\leq 20\text{mm}$
卧式	长度	$\pm L/500$ , 且 $\leq 10\text{mm}$
	直线度	$\leq L/500$ , 且 $\leq 20\text{mm}$
封头偏差表面凹凸度		$\leq 2\text{mm/m}^2$

注:  $H$  为设计高度;  $L$  为设计边长;  $s$  为壁板厚度。

## 6.4 立式圆筒形钢制焊接储罐

6.4.1 储罐配制应按设计要求进行排板。设计无要求时,应绘制排板图,且符合下列规定:

### 1 储罐顶板

- 1) 任意相邻焊缝的间距,不应小于 200mm;
- 2) 单块顶板本身的拼接,宜采用对接。

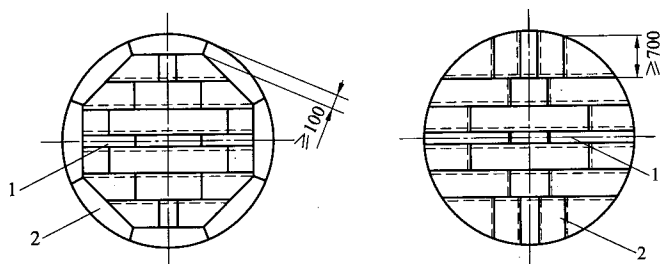
### 2 储罐壁板

- 1) 各圈壁板的纵焊缝宜向同一方向逐圈错开,相邻圈板纵缝间距宜为板长的  $1/3$ ,且不应小于 300mm;
- 2) 底圈壁板的纵焊缝与储罐底边缘的对接焊缝之间的距离不应小于 200mm;
- 3) 壁板宽度不应小于 500mm,长度不应小于 1000mm。



### 3 储罐底板

1) 应按图 6.4.1 进行排板。



(a) 弓形边缘板底板排板示意图

(b) 非弓形边缘板底板排板示意图

图 6.4.1 底板排板示意图

1—中幅板；2—边缘板

2) 排板直径，宜按设计直径放大  $0.1\% \sim 0.15\%$ ，且不小于 100mm。

3) 弓形边缘板沿罐底半径方向的最小尺寸，不应小于 700mm；非弓形边缘板最小直边尺寸，不应小于 700mm。

4) 中幅板的宽度不应小于 1000mm，长度不应小于 2000mm；与弓形边缘板连接的不规则中幅板最小直边尺寸，不应小于 700mm。

5) 底板任意相邻焊缝之间的距离，不应小于 300mm。

**6.4.2** 储罐在预制、组装及检验过程中使用的样板，应符合下列规定：

1 当曲率半径不大于 12.5m 时，弧形样板的弦长不应小于 1.5m；当曲率半径大于 12.5m 时，弧形样板的弦长不应小于 2m。

2 直线样板的长度不应小于 1m。

3 测量焊缝处棱角偏差的弧形样板，其弦长不应小于 1m。

**6.4.3** 储罐底的组装、焊接，应符合下列规定：

1 罐底采用带垫板的对接接头时,垫板应与对接的两块底板贴紧,其间隙不应大于 1mm,并点焊牢固。

2 中幅板采用搭接接头时,搭接量允许偏差应为  $\pm 5\text{mm}$ ,搭接间隙应不大于 1mm。

3 中幅板与弓形边缘板之间采用搭接接头时,中幅板应搭在弓形边缘板的上面。

4 搭接接头三层钢板重叠部分,应将上层底板切角,切角长度应为上层底板搭接长度的 2 倍,其宽度应为搭接长度的  $2/3$ 。

5 焊接时应采用收缩变形量较小的焊接工艺。焊接宜按下列顺序进行:

- 1) 中幅板焊接时,应先焊短焊缝,后焊长焊缝。
- 2) 弓形边缘板的焊接,应先施焊靠外缘 300mm 部位的焊缝。在罐底与罐壁连接的角焊缝焊完后边缘板与中幅板之间的收缩缝施焊前,应完成剩余的边缘板对接焊缝的焊接和中幅板的对接焊缝。
- 3) 非弓形边缘板的罐底不宜留收缩缝。
- 4) 罐底与罐壁连接的角焊缝,在底圈壁板纵焊缝焊完后施焊。

6.4.4 储罐壁板组装前,应对配制的壁板成型尺寸进行检查,合格后方可组装。需重新矫正时,应避免壁板表面损伤。

6.4.5 储罐壁的组装、焊接应符合下列规定:

1 相邻两壁板上口水平偏差应不大于 2mm,在整个圆周上任意两点水平偏差应不大于 6mm。

2 单圈壁板的垂直度允许偏差应不大于该圈壁板高度的 0.3%。

3 应保证内表面齐平,纵向焊口错边量允许偏差应为板厚的 10%,且不大于 2mm;环向焊口错边量允许偏差应为板厚的 10%,且不大于 3mm。

4 焊接宜采用气体保护焊,且按先纵向后环向的顺序施焊。

#### 6.4.6 储罐顶的组装、焊接应符合下列规定：

1 顶板应按画好的等分线对称组装。顶板搭接宽度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

2 每块顶板宜在胎具上与加筋肋拼装成型，焊接时应采取防变形措施。

3 顶板用样板检查，储罐为锥顶时，其间隙应不大于 $4\text{mm}$ ；储罐为拱顶时，其间隙应不大于 $10\text{mm}$ 。

4 宜先焊内侧焊缝，后焊外侧焊缝。径向的长焊缝，宜采用隔缝对称施焊，并由中心向外分段退焊。

#### 6.4.7 储存液态介质的储罐底板的所有焊缝，应采用真空箱法进行严密性试验，试验负压值不得低于 $53\text{kPa}$ ，无渗漏为合格。

#### 6.4.8 储存易燃、易爆、腐蚀性等介质的储罐底板焊缝，应进行下列检验：

1 所有焊缝应采用真空箱法进行严密性试验，试验负压值不得低于 $53\text{kPa}$ ，无渗漏为合格。

2 厚度大于或等于 $10\text{mm}$ 的罐底边缘板，每条对接焊缝的外端 $300\text{mm}$ ，应进行射线检验，厚度小于 $10\text{mm}$ 罐底边缘板每条焊缝，应按上述方法至少抽查一段。

3 底板三层钢板重叠部分的搭接接头焊缝和对接罐底板的T型焊缝的根部焊缝焊完后，在沿三个方向各 $200\text{mm}$ 范围内，应进行渗透检验，全部焊完后，应进行磁粉检验和渗透检验。

#### 6.4.9 储存易燃、易爆、腐蚀性等介质的储罐壁板焊缝应进行下列检验：

##### 1 纵向焊缝：

1) 底圈壁板厚度小于或等于 $10\text{mm}$ 时，应从每条纵向焊缝中任取 $300\text{mm}$ 进行射线检验；厚度大于 $10\text{mm}$ 、小于或等于 $25\text{mm}$ 时，应从每条纵向焊缝中任取2段 $300\text{mm}$ 进行射线检验，其中一段应靠近底板。

2) 其他各圈壁板，当板厚小于 $25\text{mm}$ 时，应对每个焊工

焊接的每种板厚在最初焊接的 3000mm 焊缝的任意部位取 300mm 进行射线检验。以后不考虑焊工人数，应对每种板厚在每 30m 焊缝及其尾数内的任意部位取 300mm 进行射线检验。

- 3) 当板厚小于或等于 10mm 时，底圈壁板除应符合本条 1) 项规定外，T 字缝应进行 25% 的射线检验；其他各圈壁板，应按本条 2) 项中射线检验部位的 25% 应位于 T 字缝处；当板厚大于 10mm 时，全部 T 字缝应进行射线检验。

2 环向对接焊缝：每种板厚以较薄的为准，在最初焊接的 3000mm 焊缝的任意部位取 300mm 进行射线检验。以后对于每种板厚，在每 60m 焊缝及其尾数内的任意部位取 300mm 进行射线检验。上述检验均不考虑焊工人数。

3 除 T 字缝外，可用超声波检测代替射线检验，但其中 20% 的部位应采用射线进行复验。

4 上述焊缝的无损检验位置，应由质量检验员现场确定。

5 射线检验或超声波检验不合格时，如缺陷的位置距离底片端部或超声波检验端部不足 75mm 时，应在该端部延伸 300mm，如延伸部位的检验结果不合格，应继续延伸检验。

**6.4.10** 储存易燃、易爆、腐蚀性等介质储罐，底圈罐壁与罐底的 T 形接头的罐内角焊缝，同时满足下列条件时，应对罐内角焊缝进行磁粉检验或渗透检验，在储罐充水试验后，应用同样方法进行复验。

- 1 罐底边缘板的厚度大于或等于 8mm。

- 2 底圈壁板的厚度大于或等于 16mm。

**6.4.11** 储存易燃、易爆、腐蚀性等介质的储罐焊缝无损检测的方法和合格标准，应符合下列规定：

- 1 射线检验应按现行机械行业标准 JB/T 4730.2《承压设备无损检测》的规定进行。透照质量为 AB 级，厚度大于或等于

16mm 的低合金钢的焊缝, 应 II 级合格, 其他应 III 级合格。

2 超声波检验应按现行机械行业标准 JB/T 4730.3 《承压设备无损检测》的规定进行, 应 II 级合格。

3 磁粉检验和渗透检验应按现行机械行业标准 JB/T 4730.4 《承压设备无损检测》、JB/T 4730.5 的规定进行, 应 III 级合格。

**6.4.12** 立式圆筒形钢制焊接储罐尺寸允许偏差应符合表 6.4.12 的规定。

**表 6.4.12 立式圆筒形钢制焊接储罐尺寸允许偏差 (mm)**

项 目		允 许 偏 差
底板平面度	$s \leq 6$	$\leq L_1 \times 2/100$ , 且 $\leq 50$
	$10 \geq s > 6$	$L_1 \times 2/100$ , 且 $\leq 40$
	$s > 10$	$L_1 \times 2/100$ , 且 $\leq 30$
筒体局部凹凸量	$s \leq 5$	$\leq 15$
	$s > 5$	$\leq 10$
罐体高度		$\pm H/500$ , 且 $\leq 30$
罐体垂直度		$\leq H/250$ , 且 $\leq 50$

注:  $H$  为设计高度;  $L_1$  为变形长度;  $s$  为壁板厚度。

**6.4.13** 储罐施工完毕后, 应进行充水严密性试验, 且符合下列规定:

1 充水试验前, 与罐体焊接的附件应焊接完毕, 且检验合格。与严密性试验有关的焊缝, 不得涂刷油漆。

2 充水试验应采用洁净淡水, 试验水温不应低于  $5^{\circ}\text{C}$ 。

3 充水前、后应进行基础沉降观测。基础沉降超过规定时, 应停止充水。

4 充水和放水过程中, 应打开透光孔, 且不得使基础浸水。

**6.4.14** 储罐充水严密性试验时, 应符合下列规定:

1 检查罐底应无渗漏。发现渗漏时, 应找出渗漏部位, 并按

规定补焊。补焊后应重新进行充水试验。

**2** 罐壁检查应在充水到设计最高液位并保持 48h 后进行,应无渗漏、无异常变形。发现渗漏应按规定进行焊接修补;发现罐体变形超过规定时,应采取补强措施。补焊或补强后应重新进行充水试验。

**3** 罐顶检查应在设计试验压力时进行,罐顶应无异常变形,灌顶附件及焊缝应无渗漏。试验完成后,应恢复到工作压力。

**4** 罐顶负压检查应在设计最高液位时进行,达到设计要求负压时,罐顶应无异常变形。试验后,恢复到常压。

**5** 应按设计要求对基础进行沉降观测。设计无要求时,沉降观测按照 GB 50128《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》的规定执行。

## 7 金 属 构 件

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 本章适用于安装工程金属构件的加工配制。

7.1.2 长度不大于 3000mm 的立柱、横梁等不得采取材料接长的方式制作。

### 7.2 钢立柱、钢梁和单轨吊车梁

7.2.1 组合式钢柱、钢梁的型钢拼接焊缝不得在同一截面上，其间距应大于 100mm。拼接型钢长度应不小于 500mm，拼接的接头数应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 柱、梁拼接允许接头数

项 目		单 位	允许接头数
柱、梁长度 (m)	$L \leq 6$	个	1
	$6 < L \leq 10$	个	2
	$L > 10$	个	3

注：L 为柱、梁长度。

7.2.2 钢梁拼接位置不得设置在跨中 1/3 范围内。钢柱拼接位置宜设置在楼地面以上 1.1m~1.3m 处。

7.2.3 钢板或型钢对接，其边缘错边量应符合下列规定：

- 1 一级焊缝对口错边量应不大于板厚 5%，且不大于 1mm。
- 2 二级焊缝对口错边量应不大于板厚 10%，且不大于 2mm。
- 3 三级焊缝对口错边量应不大于板厚 15%，且不大于 3mm。

**7.2.4** 节点、加筋肋、连接孔边缘与拼接焊缝的间距应符合设计要求。设计无要求时，应符合下列规定：

- 1 节点边缘与拼接焊缝间距应大于 300mm。
- 2 加筋肋与拼接焊缝间距应大于 100mm。
- 3 连接孔边缘与拼接焊缝的间距应大于 100mm。

**7.2.5** 焊接 H 型钢时宜采用埋弧焊或 CO<sub>2</sub> 气体保护焊。

**7.2.6** 弯制单轨吊车梁弧形段时应圆滑过渡，其两端直线段应大于单轨吊车梁截面高度的 2 倍。

**7.2.7** 单轨吊车梁的拼接接头位置应避开吊点。与吊车轮接触的焊缝部位应打磨平滑。

**7.2.8** 单轨吊车梁的拼接接头应平整，接头高低差及错边量允许偏差应为  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

**7.2.9** 单轨吊车梁应配置止挡器，止挡器上的缓冲器结构形式、基本参数及技术参数应符合 JB/T 8110.2 《起重机 橡胶缓冲器》的规定。

**7.2.10** 构件的尺寸允许偏差应符合表 7.2.10 的规定。

表 7.2.10 构件的尺寸允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差
钢柱的直线度	$\leq H/1000$ , 且 $\leq 3$
钢梁的直线度	$\leq L/1000$ , 且 $\leq 3$
单轨吊的弯曲矢高	$\leq L/1000$ , 且 $\leq 2$
轨道接头高低差	$\pm 0.5$

注：H 为钢柱的高度；L 为钢梁或单轨吊的长度。

### 7.3 平台、钢梯和栏杆

**7.3.1** 平台、钢梯、栏杆的刚度和强度应符合设计要求，焊缝应满焊。构件及其连接部位表面应光滑，无锐边、尖角、毛刺及其他可能对人身造成伤害或妨碍通行的缺陷。



### 7.3.2 钢平台制作应符合下列规定：

#### 1 花纹钢板铺设：

- 1) 根据材料的规格，合理排板下料，拼接宽度应不小于 300mm，拼接长度应不小于 1000mm。
- 2) 宜采用机械剪切下料。
- 3) 拼接焊缝应设置在平台加强筋上。钢板与框架及加强筋应焊接牢固，接触平整密实。
- 4) 钢板的花纹宜一致。

#### 2 格栅板铺设：

- 1) 格栅板的拉筋宜在同一直线上；
- 2) 切割后的钢格栅板，应在切割位置重新设置负载扁钢；
- 3) 铺设后的格栅板，格栅宜对齐。

### 7.3.3 钢梯制作应符合下列规定：

- 1 花纹钢板踏步制作应采用机械剪切、压制弯边；
- 2 同一层钢梯花纹钢板踏步的花纹宜一致；
- 3 斜梯踏步组装前应在侧梁上划线放样，并按设计要求进行固定。

**7.3.4** 平台、钢梯、栏杆制作应符合 GB 4053.1《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯》、GB 4053.2《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯》、GB 4053.3《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台》的规定。

**7.3.5** 安装在平台、通道及作业场所临边的防护栏杆结构，必须符合下列规定：

1 防护栏杆必须能承受水平方向不小于 890N 集中荷载和不小于 700N/m 均布载荷。

#### 2 顶部栏杆和扶手高度。

- 1) 平台、通道及作业场所距基准面高度小于 2m 时，高度不得低于 900mm。

- 2) 距基准面高度大于或等于 2m 且小于 20m 时, 高度不得低于 1050mm。
- 3) 距基准面高度大于或等于 20m 时, 高度不得低于 1200mm。
- 3 中间栏杆、立柱、踢脚板。
  - 1) 在栏杆、扶手和踢脚板之间必须设置中间栏杆, 中间栏杆与上、下方构件的间距不得大于 500mm。
  - 2) 栏杆扶手端部必须设置立柱或确保与建筑物或其他固定结构牢固连接, 立柱间距不得大于 1000mm, 立柱不得在踢脚板上方安装, 除非踢脚板为承载的构件。
  - 3) 踢脚板宽度不得小于 100mm, 其底部与平台地面不得大于 10mm。

7.3.6 安装在设备及工艺系统上的永久性钢平台, 必须符合下列规定:

- 1 钢平台区域内必须能承受不小于  $4\text{kN/m}^2$  均匀分布的动载荷。
- 2 在钢平台区域内中心距为 1m, 边长 300mm 正方形上应能承受不小于 1.2kN 的集中载荷。

7.3.7 安装在设备及工艺系统上的固定式钢斜梯, 必须符合下列规定:

- 1 必须能承受施加在任何点上不小于 4.4kN 的集中载荷。
- 2 踏板中点集中载荷不得小于 1.5kN, 在梯子内侧宽度上均匀载荷不得小于  $2.2\text{kN/m}$ 。

7.3.8 设备及工艺系统上永久性钢直梯安全护笼的安装, 必须符合下列规定:

- 1 3m 以上的梯段必须设置安全护笼。
- 2 护笼必须能承受 1kN 的动载荷。
- 3 护笼水平包箍直径不得小于 600mm, 垂直间距不得大于

800mm；立柱间距不得大于 300mm 并均匀分布。

7.3.9 栏杆制作应符合下列规定：

- 1 栏杆立柱、横杆宜采用机械切割，并清除毛刺。
- 2 拐角处或端部均应设置立柱，或与建筑物牢固连接。
- 3 栏杆拐角处应呈圆弧形，与构件相连应圆滑过渡。
- 4 栏杆扶手焊缝应打磨光滑。

7.3.10 平台、钢梯、栏杆的尺寸允许偏差应符合表 7.3.10 的规定。

表 7.3.10 平台、钢梯、栏杆的尺寸允许偏差

项 目		允 许 偏 差
平 台	对角线差	$\leq 3L_1/1000$ ，且 $\leq 10\text{mm}$
	平整度	$\leq 2L_1/1000$ ，且 $\leq 8\text{mm}$
钢 梯	踏步角度	$\pm 2^\circ$
	梯梁直线度	$\leq L_2/1000$ ，且 $\leq 6\text{mm}$
栏杆高度		$\pm 2\text{mm}$

注： $L_1$  为平台的长度； $L_2$  为钢梯的长度。

## 8 其 他

### 8.1 垫 铁

**8.1.1** 汽轮机及发电机垫铁的制作应符合设计要求。设计无要求时，应符合下列规定：

1 斜垫铁应采用普通碳素钢，平垫铁应采用普通碳素钢板或铸铁件。

2 垫铁不得拼接。

3 垫铁外观应平整、无毛刺和卷边，四周边缘应有  $1 \times 45^\circ$  倒角。

4 垫铁配合表面的加工粗糙度不得低于  $Ra3.2\mu\text{m}$ 。

5 斜垫铁的薄边厚度不应小于 10mm，斜度应为 1:10~1:25。

**8.1.2** 一般垫铁的制作应符合设计要求。设计无要求时，应符合下列规定：

1 垫铁应采用钢板或铸铁。

2 垫铁外观应平整、无毛刺和翘曲卷边。

3 垫铁配合表面的加工粗糙度不应低于  $Ra6.3\mu\text{m}$ 。

4 斜垫铁的薄边厚度不应小于 5mm，斜度应为 1:10~1:25。

### 8.2 地 脚 螺 栓

**8.2.1** 地脚螺栓的弯制应符合本部分第 4.6.3 条~第 4.6.5 条的规定。

**8.2.2** 地脚螺栓不得拼接。

**8.2.3** 螺纹部分的表面粗糙度不应低于  $Ra12.5\mu\text{m}$ ，螺杆螺纹部分直线度偏差不得大于 0.3mm。

## 9 质量验收文件

### 9.0.1 工程准备技术文件

- 1 施工图会检记录。
- 2 专业施工组织设计。
- 3 使用标准清单。
- 4 强制性条文执行计划。
- 5 质量管理体系。
- 6 经审批的质量验收项目划分表。
- 7 技术方案及措施。
- 8 焊接工艺评定报告
- 9 绿色施工措施。
- 10 技术交底记录。
- 11 质检机构及人员有效证件。
- 12 安监机构及人员有效证件。
- 13 特殊工种作业人员有效证件
- 14 计量器具管理台账及有效检定证书。
- 15 特种设备、施工机械管理台账及检定证书。
- 16 分包单位及临时用工管理制度。
- 17 周转料具管理制度。
- 18 焊接、金属试验及热处理管理制度。
- 19 焊接材料、原材料检验报告。
- 20 安全操作规程及培训资料。

### 9.0.2 工程施工形成技术文件

- 1 单位工程质量控制文件核查记录。
- 2 强制性条文执行记录。

- 3 设计变更及闭环记录。
- 4 设备缺陷报告及处理签证。
- 5 原材料质量证明文件及复检报告。
- 6 焊接材料检验、烘焙、发放和回收记录。
- 7 部件几何尺寸记录。
- 8 热处理曲线及报告。
- 9 无损探伤报告。
- 10 焊缝透油试验签证。
- 11 焊缝返修措施、记录及检验报告。
- 12 内部清洁度检查及封闭管口签证。
- 13 检验批、分项、分部、单位工程验收记录。
- 14 高强度螺栓连接副检验报告。
- 15 钢煤斗衬板焊接检查记录。
- 16 人孔门开关试验签证。
- 17 支吊架钢板和圆钢弯制热加工温度记录。
- 18 烟风煤粉管道、汽水管道、钢煤斗等大型构件临时吊耳强度计算书。
- 19 冷弯合金钢管光谱分析和硬度检验报告。
- 20 冷弯管弯曲表面、椭圆度、波浪度、弯曲角度及外弧管壁厚度检验报告。
- 21 钢制焊接常压容器底板负压试验签证。
- 22 钢制焊接常压容器罐底、罐体、罐顶强度及严密性试验签证。
- 23 钢制焊接常压容器基础沉降观测记录。
- 24 单轨吊车梁止挡器配置记录。
- 25 单项工程质量评价报告。

## 标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的;

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- GB 4053 固定式钢梯及平台安全要求
- GB 4842 氩气
- GB 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级
- GB 50128 立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 12523 建筑施工场界噪声限值
- GB 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级法
- GB 17116.2 管道支吊架 第二部分：管道连接部件
- GB 17116.3 管道支吊架 第三部分：中间连接件和建筑结构连接件
- GB/T 3 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角
- GB/T 193 普通螺纹 直径与螺距系列
- GB/T 197 普通螺纹公差
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1800.3 标准公差和基本偏差数值表
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 3323 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级
- GB/T 12362.1 钢制模锻件公差及机械加工余量
- GB/T 15826 锤上钢制自由锻件机械加工余量与公差
- DL/T 819 火力发电厂焊接热处理技术规程
- DL/T 868 焊接工艺评定规程



DL/T 869 火力发电厂焊接技术规程

JB/T 4730 承压设备无损检测

JB/T 8110.2 起重机 橡胶缓冲器



# 中华人民共和国电力行业标准

## 电力建设施工技术规范

### 第 8 部分：加工配制

**DL 5190.8—2012**

条 文 说 明

## 目 次

1	总则	51
2	基本规定	52
2.1	一般规定	52
2.2	放样与下料	52
2.3	拼接与矫正	52
2.5	防锈及涂装底漆	53
3	材料的检验与保管	54
3.2	钢材	54
4	烟风煤粉管道及其零部件	55
4.1	一般规定	55
4.2	管道及异形件	55
4.4	补偿器	55
4.6	支吊架	55
5	汽、水管道及其零部件	56
5.1	一般规定	56
5.2	冷弯弯管	56
5.3	焊接钢管	56
5.4	焊接管件	56
6	钢制焊接常压容器	57
6.1	一般规定	57
6.4	立式圆筒形钢制焊接储罐	57
7	金属构件	58
7.2	钢立柱、钢梁和单轨吊车梁	58
7.3	平台、钢梯和栏杆	58

## 1 总 则

**1.0.2** 加工配制是火电建设工程的重要工序，所涉及的成品、半成品是火电工程工艺系统的重要组成部分，本条规定了本部分的使用范围。

## 2 基本规定

### 2.1 一般规定

**2.1.3** 本条要求加工配制应按《绿色施工导则》(建设部 2007 年 9 月 10 日颁布)采取施工措施。其绿色施工是指:建设工程施工阶段严格按照建设工程规划、设计要求,通过建立管理体系和管理制度,采用有效的技术措施,全面贯彻落实国家关于资源节约和环境保护的政策,最大限度节约资源,减少能源消耗,降低施工活动对环境造成的不利影响,提高施工人员的职业健康安全水平,保护施工人员的安全与健康。

**2.1.7** 本条要求加工配制所用的特种设备,应按《特种设备安全监察条例》(国务院令第 549 号)的有关规定进行管理。

**2.1.9** 本条对冷加工最低环境温度进行限制是为了保证钢材在低温情况下受到外力时,不至于产生低温冷脆断裂。

**2.1.10~2.1.11** 由于国家相关标准对机械零件和锻件加工技术都做了具体规定,该两条仅给出机械零件和锻件未标注精度的一般规定。

### 2.2 放样与下料

**2.2.4** 本条规定:为了避免因材料变形影响加工精度,对材料变形值超出规定范围时要求在划线前矫正。

### 2.3 拼接与矫正

**2.3.2** 本条是指由于钢板的长度和宽度有限,大多需要拼接,翼缘板只允许按长度方向拼接,而腹板在长度和宽度方向均可拼接,

为避免焊缝应力和焊缝缺陷相对集中，故对腹板拼接缝间距做了规定。

**2.3.5** 本条冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高的规定是根据钢材的特性、工艺的可行性以及成形后外观质量的限制而规定的，目的是为了保证钢材冷矫正后的质量。

## 2.5 除锈及涂装底漆

**2.5.3** 本条是指在进行喷射除锈时，若使用的压缩空气中油污和水分过大，易造成钢材表面污染和生锈，故对其进行了限制。

**2.5.5** 本条是指室内温度超过 43℃ 时，钢材表面上涂装的漆膜易产生气泡而局部鼓起，使附着力降低；低于 0℃ 时，易使钢材表面涂装漆膜冻结而不易固化。故规定涂装时的温度以 5℃~38℃ 为宜，温度是指在室内无阳光直接照射条件下的温度。湿度超过 85% 时，钢材表面易结露，影响漆膜附着力。故规定相对湿度不应大于 85%。涂层在 4h 内，漆膜表面尚未固化，容易被雨水冲坏，故规定在 4h 之内不得雨淋。

### **3 材料的检验与保管**

#### **3.2 钢 材**

**3.2.3** 本条规定了钢材复验、见证取样及送样的项目。



## 4 烟风煤粉管道及其零部件

### 4.1 一般规定

**4.1.4** 因螺栓孔采用气体切割易出现局部缺棱的现象,缺棱位置会应力集中,所以规定管道零部件上的螺栓孔应采用机械加工。

**4.1.5** 烟风煤粉都是易泄漏的介质,在调试和运行过程中,不易查找泄漏点。因此,规定密封焊缝应做密封性检查,并办理签证。

### 4.2 管道及异形件

**4.2.1** 本条第2款:是指主要应用于边缘板的拼接。为了提高材料的利用率,并保证焊接质量,规定了拼接材料的最低长度、宽度要求,拼接的中间板应采用整张拼接。

本条第3款:本条是指多条焊缝拼接时的焊接顺序,目的是为了减小焊接变形和焊接残余应力。

### 4.4 补偿器

**4.4.4** 本条是指由于套管焊接后部分密封焊缝无法进行密封性检查,故对此做出了规定。

### 4.6 支架

**4.6.4** 本条是指其他合金钢材料需消除应力热处理时,要根据设计文件要求或材料的性能选择合适的热处理温度。

**4.6.5** 本条是对合金材料的标识进行了规定,其目的是防止错用。

## 5 汽、水管道及其零部件

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本条规定了公称压力 $-0.095\text{MPa}\sim 1.6\text{MPa}$ 且公称通径不大于 $5200\text{mm}$ 的汽、水管道,空冷机组的排汽管道及其零部件的加工配制要求。

### 5.2 冷弯弯管

**5.2.1** 本条规定了公称压力不大于 $8\text{MPa}$ 且公称通径不大于 $108\text{mm}$ 的冷弯弯管的加工配制要求。

**5.2.2** 本条是指加工胎具的质量对弯管的质量影响很大,因此加工胎具应经常检查确保其完好。

### 5.3 焊接钢管

**5.3.3** 本条第1款是指由于钢板的表面杂物如氧化皮过多时,在进行卷板时钢板易出现“麻坑”,影响管子的质量,且易对卷制机械造成损伤。

### 5.4 焊接管件

**5.4.3** 本条第1款是指焊接弯头的图形参照本部分中的规定进行配制但也不限于此,可根据实际情况进行增减节数。

## 6 钢制焊接常压容器

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 本条是指矩形容器适用于直接与大气连通或敞开式且仅承受静压的固定位置（不经常搬运）的矩形常温常压容器；圆形钢制常压容器适用于容器底部有支撑结构且容器底部不直接与基础接触的圆形常压容器；立式圆筒形钢制焊接储罐适用于燃油或其他类似液体的储罐底面与基础接触的立式圆筒形常压（包括微内压）容器。微内压是指稍大于罐顶单位面积的自重，但不大于6000Pa；容器的介质毒性为轻度以下（含轻度）的液体。

### 6.4 立式圆筒形钢制焊接储罐

**6.4.1** 本条第1款要求储罐排板参照现行国家标准 GB 50094《球形储罐施工及验收规范》和 GB 50341《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》执行。

**6.4.3** 本条规定罐底垫板与对接接头的钢板间隙控制在1mm内，主要是保证焊缝能够焊透和防止底板变形过大。

## 7 金 属 构 件

### 7.2 钢立柱、钢梁和单轨吊车梁

**7.2.1** 本条规定了相邻焊缝的最小距离，主要是为了防止焊缝缺陷的相对集中，影响构件的承载能力。

**7.2.2** 本条是指钢梁在受均匀荷载时，跨中承载弯矩最大，故规定拼接位置不得设在跨中  $1/3$  范围内。钢柱拼接位置的设置是为了满足安装、检查等需要。

### 7.3 平台、钢梯和栏杆

**7.3.5~7.3.8** 平台、梯子、栏杆、安全护笼是直接涉及人身安全的重要设施，必须严格执行，故列为强制性条文。栏杆、扶手的基准面是指建筑地面及各运转层平台。

---

ICS 27.100

F 20

备案号: J1419—2012

**DL**

中华人民共和国电力行业标准

**P**

**DL 5190.9 — 2012**

代替 SDJ 280 — 1990

---

电力建设施工技术规范

第 9 部分: 水工结构工程

Technical specification of electric power construction

Part 9: Hydraulic structures engineering

**2012-04-06 发布**

**2012-07-01 实施**

---

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

电力建设施工技术规范  
第 9 部分：水工结构工程

Technical specification of electric power construction  
Part 9: Hydraulic structures engineering

**DL 5190.9 — 2012**

代替 SDJ 280 — 1990

主编机构：中国电力企业联合会

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：2012 年 7 月 1 日

中国电力出版社

2012 北 京

中华人民共和国电力行业标准  
电力建设施工技术规范  
第9部分：水工结构工程

Technical specification of electric power construction

Part 9: Hydraulic structures engineering

**DL 5190.9 — 2012**

代替 SDJ 280 — 1990

\*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2012年7月第一版 2012年7月北京第一次印刷  
850毫米×1168毫米 32开本 6.375印张 160千字  
印数 0001—3000册

\*

统一书号 155123·967 定价 **52.00元**

**敬告读者**

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

**版权专有 翻印必究**

## 前 言

本部分是根据《国家能源局关于下达 2009 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2009〕163 号）的要求，由电力行业火电建设标准化技术委员会负责，会同有关单位在 SDJ 280—1990《电力建设施工及验收技术规范（水工结构工程篇）》的基础上修订的。

DL 5190《电力建设施工技术规范》共 9 个部分：

- DL 5190.1 第 1 部分：土建结构工程
- DL 5190.2 第 2 部分：锅炉机组
- DL 5190.3 第 3 部分：汽轮发电机组
- DL 5190.4 第 4 部分：热工仪表及控制装置
- DL 5190.5 第 5 部分：管道及系统
- DL 5190.6 第 6 部分：水处理及制氢设备和系统
- DL 5190.7 第 7 部分：加工配制
- DL 5190.8 第 8 部分：焊接工程
- DL 5190.9 第 9 部分：水工结构工程

本部分是 DL 5190 的第 9 部分：水工结构工程。

编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家现行标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本部分。

本部分共分 13 章和 5 个附录，主要技术内容是：总则，术语，基本规定，土石方及基础工程，水工混凝土，冷却塔，地表水取水建（构）构物和水泵房，地下水取水建（构）筑物，输水管、排水管、沟和渠道，水处理建（构）筑物，水力除灰管、沟和灰水回收管，贮灰场，其他工程。

本部分修订的主要技术内容是：

- 1 将名称改为《电力建设施工技术规范 第 9 部分：水工结



构工程》。

2 保留原来第2章“预应力混凝土输水管施工”、第3章“大直径预应力混凝土输水管制作”内容，但不再独立成章，两章合并列入第9章“输水管、排水管、沟和渠道”中混凝土管内容；保留原第4章“贮灰坝”部分内容，放于第12章。

3 增加了第3章技术管理要求、施工测量和沉降观测、季节性施工、安全施工、绿色施工等“基本规定”内容；增加了第4章“土石方及基础工程”内容；增加了第5章“水工混凝土”内容；增加了第6章“冷却塔”内容；增加了第7章“地表水取水建（构）筑物和水泵房”内容；增加了第8章“地下水取水建（构）筑物”内容；增加了第9章“输水管、排水管、沟和渠道”中钢管和玻璃钢管、钢筋混凝土沟、进排水涵、渠等内容；增加了第10章“水处理建（构）筑物”内容；增加了第11章“水力除灰管、沟和灰水回收管”内容；增加了第13章“其他工程”中室外给排水工程、中水和煤矿疏干水的供水管道工程、海水淡化站等内容。

4 对各章节中已过时及淘汰的技术和相关内容做了删减。

本部分中第3.1.10、4.3.3、6.3.1（5）、6.3.2（1）、6.4.3（5）、6.4.3（10）、6.6.7、6.8.2（1）、6.8.2（2）、6.8.2（4）、9.6.1（5）、10.1.3、12.10.1、13.1.5条以黑体字标志，为强制性条文，必须严格执行。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由电力行业火电建设标准化技术委员会归口。

本部分主编单位：河北省电力建设第一工程公司、河南省第二建设集团有限公司。

本部分参编单位：西北电力建设第四工程公司、山东电力建设第一工程公司、天津电力建设公司、河北省电力建设第二工程公司。

本部分主要起草人员：王富昌、何朋臣、王彦辉、吴明权、

姚进川、张孝谦、沈铭曾、孙东海、丁瑞明、邓向超、王俊水、赵杰、何英树、温彦峰、武文理。

本部分主要审查人员：杨勤、楚跃先、刘大宏、金明权、李爱民、韩晶、陶坚红、邱慈英、张冬梅、李本端、孙素如、宋东阳、张前进、雷鸿、董广君、王素芳、李建忠。

本部分自实施之日起代替 SDJ 280—1990。

本部分在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

## 目 次

前言 .....	I
1 总则 .....	1
2 术语 .....	2
3 基本规定 .....	4
3.1 技术管理要求 .....	4
3.2 施工测量和沉降观测 .....	6
3.3 雨季、汛期施工 .....	7
3.4 冬期施工 .....	8
3.5 安全施工 .....	9
3.6 绿色施工 .....	9
4 土石方及基础工程 .....	11
4.1 一般规定 .....	11
4.2 施工降排水 .....	12
4.3 基坑开挖与支护 .....	14
4.4 基坑回填 .....	16
4.5 围堰 .....	17
5 水工混凝土 .....	23
5.1 一般规定 .....	23
5.2 材料 .....	24
5.3 配合比 .....	27
5.4 试验与施工检验 .....	29
5.5 对拉螺栓 .....	29
5.6 施工缝 .....	31
5.7 变形缝 .....	33
5.8 止水带 .....	34

5.9 后浇带 .....	34
5.10 穿墙管(盒) .....	37
5.11 埋设件 .....	39
6 冷却塔 .....	40
6.1 一般规定 .....	40
6.2 基础工程 .....	41
6.3 斜支柱工程 .....	42
6.4 筒壁工程 .....	43
6.5 塔芯工程 .....	47
6.6 附属工程 .....	48
6.7 其他冷却塔 .....	48
6.8 安全施工 .....	49
6.9 技术文件资料 .....	50
7 地表水取水建(构)筑物和水泵房 .....	51
7.1 一般规定 .....	51
7.2 沉井 .....	52
7.3 泵房及取水口 .....	57
7.4 技术文件资料 .....	58
8 地下水取水建(构)筑物 .....	59
8.1 一般规定 .....	59
8.2 管井 .....	59
8.3 大口井、渗渠 .....	63
8.4 技术文件资料 .....	67
9 输水管、排水管、沟和渠道 .....	68
9.1 一般规定 .....	68
9.2 沟槽开挖和管基施工 .....	68
9.3 混凝土管 .....	71
9.4 钢管和玻璃钢管 .....	75
9.5 钢筋混凝土沟 .....	76

## DL 5190.9 — 2012

9.6	管道功能性试验 .....	76
9.7	进排水涵、渠 .....	82
9.8	技术文件资料 .....	84
10	水处理建（构）筑物 .....	85
10.1	一般规定 .....	85
10.2	池体 .....	86
10.3	井 .....	87
10.4	建（构）筑物防腐 .....	88
10.5	技术文件 .....	94
11	水力除灰管、沟和灰水回收管 .....	95
11.1	一般规定 .....	95
11.2	支墩、支架 .....	95
11.3	灰浆管 .....	96
11.4	灰水回收管 .....	96
11.5	灰渣沟 .....	97
11.6	技术文件资料 .....	97
12	贮灰场 .....	98
12.1	一般规定 .....	98
12.2	测量 .....	98
12.3	排水与度汛 .....	100
12.4	坝基与岸坡处理 .....	101
12.5	筑坝材料 .....	102
12.6	坝体填筑 .....	110
12.7	坝体施工缝及接合部位处理 .....	115
12.8	反滤层及排水设施 .....	117
12.9	坝顶与护坡 .....	120
12.10	坝体安全监测设施设置及观测 .....	120
12.11	干贮灰场 .....	121
12.12	配套设施 .....	122

12.13 技术文件资料 .....	122
13 其他工程 .....	123
13.1 室外给排水工程 .....	123
13.2 中水和煤矿疏干水的供水管道工程 .....	123
13.3 海水淡化站 .....	124
13.4 技术文件资料 .....	124
附录 A 通用技术文件资料 .....	126
附录 B 水泵房基坑开挖方案选用参考表 .....	128
附录 C 水池满水试验 .....	129
附录 D 贮灰坝巡视检查记录 .....	132
附录 E 坝基与岸坡处理记录 .....	133
本部分用词说明 .....	134
引用标准名录 .....	135
条文说明 .....	139

## Contents

Foreword .....	I
1 General Provisions .....	1
2 Terms .....	2
3 Basic Requirements .....	4
3.1 Requirements of Technical Management .....	4
3.2 Construction Survey and Settlement Observation .....	6
3.3 Rain and Flood Season Construction .....	7
3.4 Winter Construction .....	8
3.5 Safety in Construction .....	9
3.6 Green Construction .....	9
4 Earth-rock and Foundation .....	11
4.1 General Requirements .....	11
4.2 Dewatering and Drainage Construction .....	12
4.3 Excavation and Supporting for Foundation .....	14
4.4 Back Filling .....	16
4.5 Cofferdam .....	17
5 Concrete for Hydraulic Structure .....	23
5.1 General Requirements .....	23
5.2 Materials .....	24
5.3 Mix Proportion .....	27
5.4 Test and Inspection of Construction .....	29
5.5 Split Bolt .....	29
5.6 Construction Joint .....	31
5.7 Movement Joint .....	33
5.8 Water Stopper .....	34

5.9	Late Poured Band .....	34
5.10	Wall Pipe/Box .....	37
5.11	Embedded Parts .....	39
6	Cooling Tower .....	40
6.1	General Requirements .....	40
6.2	Foundation .....	41
6.3	Diagonal Column Work .....	42
6.4	Shell Work .....	43
6.5	Filling and Water Distribution Support System Work .....	47
6.6	Auxiliary Work .....	48
6.7	Miscellaneous .....	48
6.8	Safety in Construction .....	49
6.9	Technical Documents .....	50
7	Intake Structure of Surface Water and Pump House .....	51
7.1	General Requirements .....	51
7.2	Open Caisson .....	52
7.3	Pump House and Intake .....	57
7.4	Technical Documents .....	58
8	Intake Structure of Underground Water .....	59
8.1	General Requirements .....	59
8.2	Tube Well .....	59
8.3	Large Opening Well, Infiltration Gallery .....	63
8.4	Technical Documents .....	67
9	Delivery Pipe, Drainpipe, Trench and Channel .....	68
9.1	General Requirements .....	68
9.2	Trench Excavation and Tube Base Construction .....	68
9.3	Concrete Pipe .....	71
9.4	Steel Pipe and Glass Reinforced Plastic Pipe .....	75
9.5	Reinforced Concrete Trench .....	76



## DL 5190.9 — 2012

9.6	Piping Functional Test .....	76
9.7	Entrance Channel and Drainage Channel .....	82
9.8	Technical Documents .....	84
10	Water Treatment Structures and Buildings .....	85
10.1	General Requirements .....	85
10.2	Pool Body .....	86
10.3	Well .....	87
10.4	Building Antisepsis .....	88
10.5	Technical Documents .....	94
11	Hydraulic Reverse Jet and Trench and Recycling Pipe for Ash Water .....	95
11.1	General Requirements .....	95
11.2	Buttress, Cartridge .....	95
11.3	Grout Pipe .....	96
11.4	Ash Water Recycling Pipe .....	96
11.5	Ash Residue Trench .....	97
11.6	Technical Documents .....	97
12	Ash Storage Yard .....	98
12.1	General Requirements .....	98
12.2	Measurement .....	98
12.3	Drainage and Flood Prevention .....	100
12.4	Dam Foundation and Bank Slope Treatment .....	101
12.5	Damming Materials .....	102
12.6	Dam Body Filling .....	110
12.7	Construction Joint of Dam Body and Joint Treatment .....	115
12.8	Inverted Filter and Drainage Facility .....	117
12.9	Dam Crest and Slope Protection .....	120
12.10	Monitoring Settings and Observation of Dam Body Security .....	120
12.11	Dry Ash Storage Yard .....	121

12.12	Supporting Facility .....	122
12.13	Technical Documents .....	122
13	Other Project .....	123
13.1	Outdoor Drainage .....	123
13.2	Reclaimed Water and Coal Mine Reclaimed Water .....	123
13.3	Seawater Desalination Station .....	124
13.4	Technical Documents .....	124
Appendix A	General Technical Documents .....	126
Appendix B	Reference List of Pump House's Excavation Scheme .....	128
Appendix C	Pool Filled With Water Test .....	129
Appendix D	The Inspection Tour Record of the Ash Dam .....	132
Appendix E	The Disposition Record of the Dam Foundation and Bank Slope .....	133
	Explanation of Wording in this Part .....	134
	List of Quoted Standards .....	135
	Explanation of Provisions .....	139

## 1 总 则

**1.0.1** 为进一步提高水工结构工程施工技术水平和工程质量，制定本部分。

**1.0.2** 本部分是针对电力建设特点，以主要水工结构工程的施工为对象制定的。

**1.0.3** 本部分适用于新建、扩建、改建的火力发电工程，核电常规岛及新能源工程等水工结构工程施工。

**1.0.4** 水工结构施工除应符合本部分要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 水工结构工程 hydraulic structures engineering

电力工程中的水工建（构）筑物和水工设施，包括冷却塔，取水建（构）筑物和水泵房，输水管、排水管、沟和渠道，水处理建（构）筑物，水力除灰管、沟和灰水回收管，贮灰场等。

### 2.0.2 围堰 cofferdam

在施工期间围护基坑，挡住（江、河、湖、海）水，避免主体建（构）筑物直接在水体中施工的导流挡水设施。

### 2.0.3 管井 tube well

井管从地面打到含水层，抽取地下水的井。

### 2.0.4 沉井 open caisson

在地面上先制作井室（井筒），然后在井室（井筒）内挖土，使井室（井筒）靠自重或外力下沉至设计标高，再实施封底和内部工程的施工方法。

### 2.0.5 取水构筑物 intake structure

给水系统中，为集取、输送原水而设置的各种构筑物的总称。

### 2.0.6 大口井 dug well; open well

由人工开挖或沉井法施工，设置井筒，以截取浅层地下水的构筑物。

### 2.0.7 渗渠 infiltration gallery

壁上开孔，以集取浅层地下水的水平管渠。

### 2.0.8 水处理建（构）筑物 water treatment structure

给水（排水）系统中，对原水（污水）进行水质处理、污泥处置而设置的各种建（构）筑物的总称。

**2.0.9 管渠 canal; ditch; channel**

采用砖、石、混凝土砌块砌筑的，钢筋混凝土现场浇筑的或采用钢筋混凝土预制构件装配的矩形、拱形等异形（非圆形）断面的输水通道。

**2.0.10 顶管法 pipe jacking method**

借助于顶推装置，将预制管节顶入土中的地下管道不开槽施工方法。

**2.0.11 盾构法 shield method**

采用盾构机在地层中掘进的同时，拼装预制管片或现浇混凝土构筑地下管道的不开槽施工方法。

**2.0.12 中水 reclaimed water**

城市生产、生活污水经处理后达到一定的水质标准，可在一定范围内重复使用的非饮用水。

**2.0.13 煤矿疏干水 coal mine reclaimed water**

在采煤过程中，为保证采煤安全，煤矿作业面周围必须疏干的水，主要包括矿井开采时产生的地表渗透水及地下水层的水。

**2.0.14 海水淡化站 seawater desalination station**

以海水作为水源的火力发电厂的海水淡化处理工程。淡化站区域所属建（构）筑物主要包括调蓄水池、泵房、淡化系统设备基础以及加药间、配电间等附属建筑。

**2.0.15 反滤层 filter**

设在土、砂与排水设施之间或细、粗土料之间，旨在防止细土料流失，又保证排水畅通，通常由符合要求级配的砂砾料或土工织物做成的料层。

**2.0.16 水力冲填 hydraulic fill**

利用水力使土分散成泥浆，或汲取水域泥沙，再借水力将它们压送到需填土场地，待其沉淀固结的填筑方法。

## 3 基 本 规 定

### 3.1 技术管理要求

**3.1.1** 水工结构工程施工应有完整和准确的勘察和设计基础资料，包括水文、气象、地质、测量等专业资料；结合工程具体情况，应充分掌握并正确使用基础资料。

**3.1.2** 水工结构工程施工应积极慎重地推广国内外先进技术；应用新材料、新设备、新技术和新工艺时，应有技术鉴定或允许使用的证明。

**3.1.3** 施工单位应具备相应的施工资质，施工人员应具有相应资格。

**3.1.4** 工程施工前应建立健全技术管理体系，制定相应的管理制度。

**3.1.5** 施工前应熟悉施工图纸，掌握设计意图与要求，进行设计交底和图纸会检。

**3.1.6** 开工前应编制施工组织设计，重要、主要的分部、分项工程应分别编制施工方案。编制施工组织设计前应取得下列资料：

1 现场地形、地貌、原有建（构）筑物、各种管线、其他设施及障碍物情况。

2 工程地质和水文地质资料。

3 气象资料。

4 工程用地、交通运输及环境条件。

5 施工供水、排水、通信、供电和其他动力条件。

6 工程材料、施工机械、主要设备和特种物资情况。

7 在地表水水体中或岸边施工时，应掌握地表水的水文和航

运资料；在寒冷地区施工时，还应掌握地表水及土层冻结资料。

## 8 与施工有关的其他情况和资料。

**3.1.7** 施工组织设计应包括保证工程质量、安全、工期、保护环境、降低成本等措施，并应根据施工特点，编制下列特殊措施：

1 地下、半地下建（构）筑物基坑施工应编制防止地表水流入基坑、地下水排水中断及防止边坡失稳的工程措施，并应编制建（构）筑物抗浮的应急措施、建筑基坑工程监测方案；基坑监测内容应符合 GB 50497《建筑基坑工程监测技术规范》的有关规定。

2 特殊气候条件下应编制相应的施工措施。

3 在地表水水体中、贮灰场、岸边施工时，应编制防汛、防冲刷、防漂浮物、防冰凌的措施以及对防洪堤的保护措施。

4 沉井和基坑施工降排水，应对其影响范围内的原有建（构）筑物进行沉降观测和水平位移观测，必要时编制防护措施。

**3.1.8** 水工结构工程施工时，宜按“先地下后地上、先深后浅”的顺序施工，并应防止工序间相互干扰；对建在地表水水体中、岸边及地下水位以下的建（构）筑物，其主体结构宜在枯水期施工。

**3.1.9** 对不宜间断施工的工序，宜有备用动力、设备和相应的工程技术措施。

**3.1.10** 工程所用主要原材料、半成品、构（配）件、设备等产品，应符合下列规定：

1 进入施工现场时应进行现场检验或复试，合格后方可使用。

2 涉及结构安全的试块、试件及材料应按规定进行见证取样检测。

3 不得使用国家明令禁止和淘汰的建筑材料和建筑设备。

**3.1.11** 施工中使用的计量器具和检测设备，应经计量检定，校准合格后方可使用；承担材料和设备检测的单位，应具备相应的资质。

**3.1.12** 所用材料、半成品、构（配）件、设备等在运输、保管和施工过程中，应采取有效措施，防止损坏、锈蚀和变质。

**3.1.13** 有抗冻、抗渗和防腐要求的水工结构工程施工，应符合 GB 50046《工业建筑防腐蚀设计规范》、GB/T 50476《混凝土结构耐久性设计规范》、GB 50212《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》、GB 50224《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》及 DL/T 5057《水工混凝土结构设计规范》的有关规定。

**3.1.14** 工程验收时应提交完整的技术文件资料；技术文件资料除应符合本部分附录 A 及各章节对技术文件资料的要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

### **3.2 施工测量和沉降观测**

**3.2.1** 施工测量和沉降观测应符合 GB 50026《工程测量规范》、DL/T 5001《火力发电厂工程测量技术规程》、DL/T 5445《电力工程施工测量技术规范》、JGJ 8《建筑变形测量规范》等有关规定。

**3.2.2** 施工单位进入施工现场后，建设单位应移交有关厂区测量的原始资料；施工单位应对提供的原始资料及桩点进行认真校核，确认符合施工放线精度要求后，方可接收使用。

**3.2.3** 对厂区布置的施工测量控制点，应定期对其稳定性进行检测，同时对施工测量控制点进行有效的防护，防止机械或车辆碰撞和人为损坏。

**3.2.4** 对所用的测量器具，应按时进行计量检定，加强维护保养，使仪器保持良好状态。

**3.2.5** 测量工作前，应根据测量类型、测量目的、测区条件及测量任务要求，编制施测方案。在工程开工前，应完成厂区控制网的布设和建立沉降观测监测网。

**3.2.6** 沉降观测点应及时埋设并及时进行观测。

**3.2.7** 测量工作过程中，应加强内外业成果的自校和复核。各种外业手簿的原始数据记录应真实，字迹应清楚。测量工作结束后，



应做好资料的整理、归类，编制测量成果分析报告并及时归档。

**3.2.8** 从事施工测量和沉降观测的单位和个人，应具备相应的资质和资格。

### 3.3 雨季、汛期施工

**3.3.1** 应根据现场实际情况编制雨季施工方案、防汛应急处置方案，沿海地区还应编制防台风现场应急处置方案，根据应急处置方案进行演练。

**3.3.2** 应根据气象预报合理安排室内外作业，不得中断的施工工序必须制定确保连续施工的措施。

**3.3.3** 施工前应配备足够的防汛、防雨、防潮材料和设备，做好相应的防护措施。

**3.3.4** 应按时对施工现场及防汛设施进行逐项检查，发现隐患及时处理。

**3.3.5** 施工前应做好防汛、抢险救灾应急准备，确保抢险救灾物资、人员能够立即到位。

**3.3.6** 施工区及设备材料堆放场应有良好的排水系统；材料库房定期进行漏雨渗水检查，及时维修。

**3.3.7** 设备材料避免堆放在低洼处，露天存放的设备材料应垫高并用防雨材料盖好；水泥宜室内（罐）储存，露天储存时，应做好防雨防潮措施。

**3.3.8** 土方工程施工应符合下列规定：

1 开挖基槽（坑）或管沟时，应注意边坡稳定，按规定放坡或用支撑加固，必要时可适当调整边坡坡度；施工时应加强对边坡和支撑的检查与控制。

2 应有防止地表水进入基坑的措施。

3 应有防止边坡被雨水冲刷的措施。

4 施工的工作面不宜过大，应逐段、逐片地分期完成；挖到标高后，应及时验收并浇筑混凝土垫层；如发生地基被雨水浸泡

的情况，应会同勘察、设计等相关单位研究确定处理方案。

**5** 为防止基坑被雨水浸泡，开挖时要在基坑内挖好排水沟、集水坑，并及时排除积水。

**6** 雨季应加强回填土含水率的测定；堆积在施工现场的土方堆放宜整形码方，并采用不透水材料遮盖。

### **3.3.9 混凝土工程施工应符合下列规定：**

**1** 雨季混凝土搅拌应增加骨料含水率测定次数，并及时调整混凝土配合比。

**2** 雨季混凝土运输工具应有防雨及防滑措施。

**3** 混凝土浇筑面应有防雨措施并备有不透水覆盖材料，做好浇筑面内积水排放和防止周围雨水流入浇筑面内的措施。

**4** 雨天不宜新开混凝土浇筑面，有抗冲刷耐磨或有抹面要求的混凝土不得在雨天施工。

**5** 雨天应做好混凝土浇筑面的覆盖保护等防雨措施。

**6** 在浇筑过程中，如遇大雨、暴雨，应立即停止浇筑，并做好施工缝的处理工作；对已浇筑的混凝土，应振捣密实后遮盖。

### **3.3.10 雨季应加强模板支撑系统的巡视监护工作。**

**3.3.11** 地下管沟不宜在雨季进行施工；对已完工并回填的地下管沟，应及时完善井体的砌筑并盖上井盖。

**3.3.12** 已施工完但未回填的地下池体或管道要有抗浮措施，必要时进行抗浮验算。

**3.3.13** 露天施工的防水、防腐工程不宜在雨天进行；施工时，基层应保持干燥并符合设计要求；所用材料应进行覆盖，防止受潮。

## **3.4 冬 期 施 工**

**3.4.1** 施工前，施工单位要健全冬期施工管理组织机构；根据工程特点编制冬期施工专项方案，并进行技术交底等工作。

**3.4.2** 应提前编制冬期施工所需材料、设备的需求计划，并确保供应充足。

**3.4.3** 冬期施工应符合 JGJ/T 104《建筑工程冬期施工规程》的有关规定。

### **3.5 安 全 施 工**

**3.5.1** 施工前应建立健全安全保证体系和监督体系。

**3.5.2** 施工前应根据项目施工特点,依据国家、行业有关职业健康安全与环境保护的法律、法规、标准,制定相应的安全管理规章制度,并在施工中认真贯彻执行。

**3.5.3** 施工前应建立消防制度并配备必要的消防设施。

**3.5.4** 在结构上增加设计未考虑的施工荷载(如起吊重物、拉设缆风绳、堆放设备等)时,应进行核算,并取得设计单位同意后方可设置;在结构强度或结构体系未达到设计要求时加载,应取得设计单位同意。

**3.5.5** 危险性较大的分部、分项工程,应编制安全专项施工方案;超过一定规模的,应经专家技术论证。

**3.5.6** 所有进场的起重设备和吊装机械的安装、使用、维护、检验、拆卸等,均应符合国务院令 549 号《特种设备安全监察条例》的规定。

**3.5.7** 水工结构工程施工除应符合本部分有关安全施工的规定外,尚应符合 GB 50720《建设工程施工现场消防安全技术规范》、DL 5009.1《电力建设安全工作规程 第 1 部分:火力发电厂》的规定。

### **3.6 绿 色 施 工**

**3.6.1** 水工结构工程施工应符合 GB/T 50640《建筑工程绿色施工评价标准》等国家现行有关绿色施工标准的有关规定,并在工程施工前进行专项策划;水土保持应符合 GB 50433《开发建设项目水土保持技术规范》的规定。

**3.6.2** 施工项目应建立绿色施工管理制度,实施目标管理,内容

应涵盖“四节一环保”、绿色施工管理要求。应在施工组织设计和施工方案中明确绿色施工的目标、内容和方法。

**3.6.3** 在工程施工中，应执行国家环境保护方面的法律、法规，采取切实措施，减轻废水、废渣和噪声等对环境的影响。各类有害物的排放，应符合环境保护以及劳动卫生与节能减排的有关规定。

## 4 土石方及基础工程

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 建设单位应向施工单位提供施工影响范围内的地下管线、建（构）筑物及其他公共设施资料；施工单位应对其设施加以保护。

**4.1.2** 施工前应进行挖方、填方的平衡计算，综合考虑土石方运距合理和各个工程项目的合理施工顺序等，做好土石方平衡调配，减少重复挖运。

**4.1.3** 需进行降排水施工的基坑，应在降排水系统检查验收合格后，方可进行开挖施工。

**4.1.4** 有围堰、围护结构工程的基坑开挖应具备下列条件：

1 基坑（槽）开挖前，应根据工程水文地质条件、施工工艺和地面荷载、围堰或围护结构的类型等因素制订施工方案，经审批后方可施工。

2 围堰、围护结构应经验收合格后方可进行基坑开挖。挖至设计高程后应及时组织验收，减少基坑裸露时间。基坑验收后应予以保护，防止扰动。

**4.1.5** 深基坑应设置上、下基坑的安全通道。

**4.1.6** 施工中应对支护结构、周围环境进行观测和监测，监测内容应符合 GB 50497《建筑基坑工程监测技术规范》的有关规定。

**4.1.7** 基坑开挖至设计高程后，应由建设单位会同勘察、设计、施工、监理等单位共同验收；发现岩、土质与勘察报告不符或其他异常情况时，由建设单位会同上述单位研究确定处理方案。

**4.1.8** 土石方爆破必须按国家有关部门的规定由具有相应资质的

单位进行施工，并编制专项施工方案；土石方爆破施工应符合 GB 6722《爆破安全规程》、GB 50201《土方与爆破工程施工及验收规范》、DL/T 5099《水工建筑物地下工程开挖施工技术规范》和 JGJ 180《建筑施工土石方工程安全技术规范》的有关规定。

**4.1.9** 基础工程施工除应符合本部分规定外，尚应符合 DL 5190.1《电力建设施工技术规范 第1部分：土建结构工程》的有关规定。

## **4.2 施工降排水**

**4.2.1** 下列工程施工应采取降排水措施：

- 1 受地表水、地下动水压力作用影响的地下结构工程。
- 2 采用排水法下沉和封底的沉井工程。
- 3 基坑底部存在承压含水层，且经验算基底开挖面至承压含水层顶板之间的土体重力不足以平衡承压水水头压力，需要减压降水的工程。
- 4 基坑位于承压水层中，必须降低承压水水位的工程。

**4.2.2** 降排水施工准备工作应符合下列规定：

- 1 收集工程地质、水文地质勘测资料。
- 2 确定土层稳定性计算参数。
- 3 制订施工降排水方案，确定施工降排水方法、机具选型及数量。
- 4 进行基坑渗透性的评定和渗水量的估算，以及地基沉降变形的计算。
- 5 确定变形观测点及水位观测孔（井）的布置。
- 6 必要时应作抽水试验，验证渗透系数及水力坡降曲线，以保证基坑地下水位降至坑底 500mm 以下。
- 7 基坑受承压水影响时，应进行承压水降压计算，对承压水降压的影响进行评估。

**4.2.3** 降排水施工必须采取有效的措施，控制施工降排水对周围建（构）筑物和环境的不良影响。

**4.2.4** 施工过程中应设置备用电源，以保证不间断降排水，并应对降排水系统进行检查和维护；建（构）筑物未具备抗浮条件及影响下道工序施工时，严禁停止降排水。

**4.2.5** 冬期施工应对降排水系统采取防冻措施，停止抽水时应及时将泵体及进水管内的存水放空。

**4.2.6** 明排水施工应符合下列规定：

1 明排水适用于降排地表水或土质坚实、土层渗透系数较小、地下水位较低、水量较少、降水深度小于 2m 的基坑（槽）。

2 根据工程实际情况选择明排水的具体方式，施工时应保证基坑边坡的稳定和地基不被扰动。

3 集水井施工应符合下列规定：

1) 应布置在建（构）筑物基础范围 500mm 以外，且不得影响基坑的开挖及建（构）筑物施工。

2) 基坑面积较大或基坑底部呈倒锥形时，可在基础范围内设置集水井与基础紧密连接，便于封堵。

3) 井壁宜加支护；土层稳定且井深不大于 1.2m 时，可不加支护。

4) 处于细砂、粉砂、粉土或粉质黏土等土层时，应采取过滤或封闭措施；封底后的井底高程应低于基坑底，且不宜小于 1.2m。

4 排水沟施工应符合下列规定：

1) 配合基坑的开挖及时降低深度，其深度不宜小于 0.3m。

2) 基坑挖至设计高程，渗水量较小时，宜采用盲沟排水。

3) 基坑挖至设计高程，渗水量较大时，宜在排水沟内埋设直径为 150mm~200mm 设有滤水孔的排水管，且排水管两侧和上部应回填卵石或碎石。

**4.2.7** 井点降水施工应符合下列规定：

1 设计降水深度在基坑（槽）范围内不宜小于基坑（槽）底面以下 500mm，软土地层的设计降水深度宜适当加大；受承压水

层影响时，设计降水深度应满足施工要求。

**2** 应根据设计降水深度、地下静水位、土层渗透系数及涌水量，按表 4.2.7 选用井点系统。

**表 4.2.7 井点系统选用条件**

序号	井点类别	土层渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
1	单级轻型井点	0.1~50	3~6
2	多级轻型井点	0.1~50	6~12 (由井点层数而定)
3	喷射井点	0.1~2	8~20
4	电渗井点	<0.1	根据选用的井点确定
5	管井井点	20~200	8~30
6	深井井点	10~250	>15

**3** 井点孔的直径应为井点管外径加 2 倍管外滤层厚度，滤层厚度宜为 100mm~150mm；井点孔应垂直，其深度可略大于井点管所需深度，超深部分可用滤料回填。

**4** 井点管应居中安装且保持垂直；填滤料时井点管口应临时封堵，滤料沿井点管周围均匀灌入，灌填高度应高出地下静水位。

**5** 井管安装后，可进行单井、分组试抽水；根据试抽水的结果，可对井点设计作必要的调整。

**6** 轻型井点的集水总管底面及抽水设备基座的高程宜尽量降低。

**4.2.8** 施工降排水终止抽水后，排水井及拔除井点管所留的孔洞应及时用砂、石等填实，地下静水位以上部分可用黏土填实。

**4.2.9** 施工降排水施工除应符合本部分规定外，尚应符合 JGJ/T 111《建筑与市政降水工程技术规范》的有关规定。

### **4.3 基坑开挖与支护**

**4.3.1** 基坑开挖与支护施工应符合 GB 50202《建筑地基基础工程



施工质量验收规范》、GB 50497、JGJ 120《建筑基坑支护技术规程》的有关规定。

#### 4.3.2 基坑开挖与支护施工方案应包括下列主要内容：

- 1 施工平面布置图及开挖断面图。
- 2 挖、运土石方的机械型号、数量。
- 3 土石方开挖的施工方法。
- 4 围护与支撑的结构形式，支设、拆除方法及安全措施。
- 5 基坑边坡以外堆土石方的位置及数量，弃运土石方运输路线及土石方挖运平衡表。
- 6 开挖机械、运输车辆的行驶线路及坡道设置。
- 7 支护结构、周围环境的监控量测措施。

#### 4.3.3 土方开挖的顺序、方法必须与设计工况相一致，并遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层开挖，严禁超挖”的原则。

#### 4.3.4 基坑开挖应采取防止地表水、雨水涌入基坑的措施。

#### 4.3.5 基坑的边坡应经稳定性验算确定。土质条件良好、地下水位低于基坑底面高程、周围环境条件允许，且深度在 5m 以内边坡不加支撑时，边坡最陡坡度应符合表 4.3.5 的规定。

表 4.3.5 深度在 5m 以内不加支撑的基坑边坡的最陡坡度

序号	土的类别	边坡坡度（高：宽）		
		坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
1	中密度的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
2	中密度的砂石类土 （充填物为砂土）	1:0.75	1:1.00	1:1.25
3	硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
4	中密度的砂石类土 （充填物为黏性土）	1:0.50	1:0.67	1:0.75
5	硬塑的粉质黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
6	老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
7	软土（经井点降水后）	1:1.25	—	—

**4.3.6** 深基坑周边不宜堆置土方；当需堆置土方时，堆置的高度及距基坑边的距离应经计算确定，并进行专家论证。

**4.3.7** 采用明排水的基坑，当边坡岩土出现裂缝、沉降失稳等征兆时，必须立即停止开挖，并进行加固、削坡等处理；雨期施工基坑边坡时，其坡度应适度放缓，并应采取保护措施。

**4.3.8** 软土地层或地下水位高、承压水压大、易发生流砂、管涌地区的基坑，应确保降排水系统有效运行；如发现涌水、流砂、管涌现象，应立即停止开挖，查明原因并妥善处理后方可继续开挖。

**4.3.9** 基坑施工中，地基不得扰动或超挖；当发生局部扰动或超挖时，应与设计单位商定处理意见并宜采取下列措施：

1 地基遭受浸泡时，应全部清除扰动部分，用卵石、碎石或级配砾石回填。

2 岩土地基局部超挖时，应全部清除基底碎渣，回填低强度等级的混凝土，或级配碎石并分层压实。

**4.3.10** 采用机械进行基坑开挖时，应预留人工开挖土层，预留厚度不宜小于 300mm。

**4.3.11** 基坑开挖时，边坡周围不宜行车及堆放物品；如行车或堆放物品时，应通过计算确定。

**4.3.12** 地基为软弱土层、地下水渗透系数较大、开挖深度较大且受场地限制不能放坡开挖时，应采取支护措施，并符合 JGJ 120 的有关规定。

**4.3.13** 基坑开挖与支护施工应进行量测监控，监测项目、监测控制值应根据设计要求及基坑侧壁安全等级进行选择，并应符合 GB 50497 的规定。

## **4.4 基 坑 回 填**

**4.4.1** 基坑回填应在建（构）筑物的地下部分验收合格后及时进行。不需做满水试验的建（构）筑物，在墙体的强度未达到设计强度以前进行基坑回填时，其允许回填高度应与设计人员商定。

**4.4.2** 回填前应清除基坑内的杂物、建筑垃圾，并将积水排除干净。回填材料应符合设计要求或国家现行标准的有关规定。

**4.4.3** 回填土应根据建（构）筑物地下部分的不同埋置深度，先深后浅、分批分层回填，避免重复回填和开挖。

**4.4.4** 回填土的分层厚度、最优含水率及压实遍数，应根据土质情况、压实系数及所用机具经现场试验确定。如无试验依据，则应符合表 4.4.4 的规定。

**表 4.4.4 填土施工时的分层厚度及压实系数**

压实机具	分层厚度 (mm)	每层压实遍数
平碾	250~300	6~8
振动压实机	250~350	3~4
柴油打夯机	200~250	3~4
人工打夯	<200	3~4

**4.4.5** 回填施工过程中应检查排水措施，均匀回填、分层压实，压实系数应符合设计要求。

**4.4.6** 钢板桩、木板桩支撑的基坑回填时，支撑的拆除应自下而上逐层进行。基坑填土压实高度达到支撑或土锚杆的高度时，方可拆除该层支撑。拆除后的孔洞及拔出板后的孔洞宜用砂填实。

**4.4.7** 雨季应经常检验回填土的含水率，随填、随压，防止松土淋雨；填土时基坑四周被破坏的土堤及排水沟应及时修复；雨天不宜填土。

**4.4.8** 基坑回填后，必须保持原有的测量控制桩和沉降观测点，并应继续进行观测，直至确认沉降趋于稳定、四周建（构）筑物安全为止。

**4.4.9** 基坑回填土表面应整平，并略高于设计地面，以利于排水。

## 4.5 围 堰

**4.5.1** 围堰应按设计要求进行施工；当无围堰设计时，应按照

DL/T 5087《水电水利工程围堰设计导则》进行设计和选型，宜选用非淹没式围堰。

**4.5.2** 围堰常用类型有土石围堰、袋装土围堰、木板桩围堰、双层型钢板桩填芯围堰、止水钢板桩抛石围堰、钻孔桩围堰、抛石夯筑心墙止水围堰，其中常用土石围堰、袋装土围堰、钢板桩围堰。围堰类型的选择符合安全适用、施工方便、就地取材、易于维修、拆除和环境保护等的要求，围堰的形式、构造、顶高、边坡和断面大小的确定应通过当地实际状况择优选择。

**4.5.3** 围堰的平面布置应符合下列规定：

1 围堰位置与基坑边缘的距离应满足施工要求，并确保基坑边坡不致因围堰的荷重而失去稳定。

2 应保持围堰内外的施工运输通道畅通。

3 围堰的平面形状应有利于河道泄流和减少水流对堰体的冲刷。

4 在通航的河道中设置围堰，其平面布置应取得当地航运部门的书面同意，并设置警告标志和警示灯。

**4.5.4** 围堰施工前需进行下列计算：

1 围堰的强度、稳定性和入土深度计算。

2 地基及堰身的渗透计算。

3 水体缩窄后的水面曲线和波浪高度验算。

4 支撑系统稳定、强度和变形计算。

**4.5.5** 计算围堰的水压力应考虑下列因素：

1 河道过水断面及其缩窄程度。

2 施工期河道的水面比降、流速及水位。

3 河道的壅水高度。

**4.5.6** 对位于围堰下原有的地下建（构）筑物或管道，应按由于堰体增加荷载的具体情况进行必要的加固。

**4.5.7** 土、袋装土围堰施工除应符合 GB 50141《给水排水构筑物工程施工及验收规范》的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 建筑土石、袋装土围堰不得使用易受水分解和流动性的土壤（如淤泥、粉砂等），宜选用下列土壤：干筑围堰可选用亚砂土、亚黏土、石渣及含有砂土和黏土的砾石土壤，水中抛土填筑围堰可选用砂土、亚砂土及石渣。

2 高度在 4m 以内的均质土围堰的边坡可按表 4.5.7 选用。

表 4.5.7 均质土围堰的边坡

筑堰方法	迎水坡	背水坡
干筑围堰	1:2	1:1.5
水中筑堰	1:3~1:6	1:3~1:6

3 土石围堰防渗设施采用土料防渗时，应优先选用当地富有的、能满足防渗要求的沙壤土、风化料或砾质土作防渗土料。若当地无防渗土料或受气候条件影响较大，可选用钢板桩心墙、混凝土心墙、混凝土防渗墙、沥青混凝土防渗墙和土工膜等形式防渗。

4 迎水面在有风浪或流速较大的地区应设有护面，可按当地材料来源选用柴排、草袋装土、碎石或块石等覆盖，堰顶一般不作护面。

5 围堰施工应清除堰基的杂草、树根等杂物和淤泥层，在迎水面坡脚处铺设草袋或块石以稳定坡脚。

6 干筑围堰应分层夯实，并按施工方案的要求控制填料的含水率和干容重。

7 填筑围堰的填料不得夹有草、木等杂物。冬期施工时，土中不得夹有冰块或冻土块，以保证围堰堰身的密实性。土围堰预留沉实量符合设计要求，设计无要求时沉实高度不小于堰高的 4%。

**4.5.8** 钢板桩围堰施工除应符合 GB 50141 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 施工前除应按本节第 4.5.4 条的规定进行计算外, 还应进行下列计算:

- 1) 板桩整体抗滑稳定性。
- 2) 板桩锚系杆及导梁的强度。
- 3) 板桩锚系零件(螺栓、松紧螺栓丝扣等)的强度。
- 4) 锚桩与锚桩及锚桩与板桩之间的距离。

2 钢板桩打入前应检查板桩的直度和锁口的完整性。可用 1.5m~2m 长同型号的标准板桩作为样板, 对受检查的板桩沿锁口移动检查并进行必要的维修。

3 打桩时必须使用具有足够强度的导架, 以保证沉桩轴线位置, 控制打入精度。

4 钢板桩的打设方法的选用应符合施工安全、易于封闭合拢、误差小等要求, 采用锤击时应设置桩帽。

5 板桩的锁口底部应用塞子封闭, 以防止泥沙挤入, 并应在插、打前涂抹防水涂料或其他防渗材料。

6 围堰采取内支撑结构或锚拉系统时, 其安装和拆除顺序必须符合设计要求, 并与土方开挖和降水密切配合。

7 钢板桩围堰打设完毕后, 应采取防止渗透的措施。

8 钢板桩下沉的偏差应符合表 4.5.8 的规定。

表 4.5.8 钢板桩下沉的允许偏差

项 次	项 目	允许偏差 (mm)
1	平面轴线的偏差	
	(1) 在陆上沉设时:	
	板桩顶部处	200
	基土表面处	100
	(2) 浮运打桩设备沉设时:	
	板桩顶部处	$l/30 \leq 300$
2	板桩顶部的标高	100

注:  $l$ —板桩长度。

9 钢板桩沉设后，应经常检查和观测其变形情况，并及时进行维护和修整。

4.5.9 钢板桩打设过程中发现轴线平面内有偏斜时，应立即进行矫正。矫正时可按板桩的偏斜情况选用下列方法：

- 1 用相反的偏心率施打矫正。
- 2 用钢丝绳牵拉施打矫正。
- 3 当上述两个方法都不能纠正时，应加打特制的楔形板桩。

4 加打楔形板桩的数量不得超过板桩总数的 2%。楔形板桩可在工厂或现场以相当钢号的钢板和从钢板桩上割取的榫口拼制而成，其楔度  $i = \left( \frac{b_1 - b_2}{l} \right)$  应不大于 2%，见图 4.5.9。

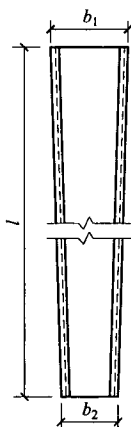


图 4.5.9 楔形板桩外形图

$b_1$ —楔形板桩的上宽； $b_2$ —楔形板桩的下宽； $l$ —板桩的长度

4.5.10 围堰拆除应符合下列规定：

- 1 所围建的建（构）筑物，其强度达到设计要求。
- 2 必须完成的建筑和安装工程已经施工完毕并已经过验收。
- 3 应制定安全可靠的围堰拆除措施。

**4** 围堰的拆除，不得影响航运和污染临近取水水源的水质。

**5** 围堰的拆除必须彻底，不应残留泥土，避免枯水期围堰残余物影响河道通流截面。

**4.5.11** 当围堰为永久性土工构筑物（如护坡）的一部分时，其施工质量应符合设计要求并经验收合格。



## 5 水 工 混 凝 土

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 水工混凝土施工应符合设计要求及 GB/T 50476、GB/T 50662《水工建筑物抗冰冻设计规范》、DL/T 5057《水工混凝土结构设计规范》和 DL/T 5144《水工混凝土施工规范》的规定。

**5.1.2** 特殊环境（冻融环境、环境水侵蚀环境）水工混凝土施工应符合设计要求及 DL/T 5241《水工混凝土耐久性技术规范》的规定。

**5.1.3** 冲蚀与空蚀环境水工混凝土施工除应符合本章规定外，尚应符合设计要求及 DL/T 5207《水工建筑物抗冲磨防空蚀混凝土技术规范》的有关规定。

**5.1.4** 有补偿收缩要求的水工混凝土施工应符合 JGJ/T 178《补偿收缩混凝土应用技术规程》的有关规定。

**5.1.5** 水工混凝土的钢筋、模板施工除应符合本部分规定外，尚应符合 DL/T 5110《水电水利工程模板施工规范》、DL/T 5169《水工混凝土钢筋施工规范》和 DL 5190.1 的有关规定。

**5.1.6** 水工混凝土结构钢筋的绑扎丝头应朝向结构内侧，不得接触模板。

**5.1.7** 水工混凝土拌和物在运输过程中如出现离析，必须进行二次搅拌。当坍落度损失后不能满足施工要求时，应加入原水胶比的水泥浆或掺加同品种的减水剂进行搅拌，严禁直接加水。

**5.1.8** 水工混凝土浇筑完毕后应及时进行养护，养护时间不得少于 14 天。

## 5.2 材 料

### 5.2.1 水工混凝土用水泥应符合下列规定：

1 水泥品种与强度等级的选用应根据设计、施工要求以及工程所处环境确定。

2 应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，采用其他品种水泥时应经试验确定。

3 在受侵蚀介质作用时，应按介质的性质选用相应的水泥品种。

4 有预防碱—骨料反应要求的混凝土工程宜采用碱含量低于 0.6% 的水泥。

5 大体积水工混凝土施工宜采用中、低热硅酸盐水泥。

6 不得使用过期或受潮结块的水泥，并不得将不同品种或强度等级的水泥混合使用。

7 水泥应符合 GB 175《通用硅酸盐水泥》、GB 200《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥》、GB 748《抗硫酸盐硅酸盐水泥》等有关规定。

### 5.2.2 水工混凝土用细骨料（天然砂、人工砂）应符合下列规定：

1 细骨料应符合 JGJ 52《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》的规定，混凝土用海砂应符合 JGJ 206《海砂混凝土应用技术规范》的有关规定。

2 宜选用中粗砂，使用细砂应经过试验论证。

3 含泥量不应大于 3.0%；泥块含量不应大于 1.0%。

4 不宜选用海砂；在没有使用河砂的条件时，应对海砂进行处理后才能使用，且控制氯离子含量不得大于 0.03%。

5 选用人工砂应符合 JGJ/T 241《人工砂混凝土应用技术规程》的规定。

6 河砂和海砂应进行碱—硅酸反应活性检验，人工砂应进行碱—硅酸反应活性检验和碱—碳酸盐反应活性检验。

**5.2.3** 水工混凝土用粗骨料（碎石、卵石、碎卵石）应符合下列规定：

- 1 粗骨料应符合 JGJ 52 的规定。
- 2 混凝土粗骨料应采用连续级配。
- 3 粗骨料的公称粒径宜为 5mm~40mm，最大公称粒径不宜大于 40mm，并不得大于构件截面最小尺寸的 1/4，且不得大于钢筋最小间距的 3/4；对混凝土实心板，骨料的公称粒径不宜大于板厚的 1/3；泵送时其最大公称粒径不应大于输送管径的 1/4；大体积混凝土，粗骨料最大公称粒径不宜小于 31.5mm。
- 4 粗骨料的含泥量不应大于 1.0%，泥块含量不应大于 0.5%；坚固性检验的质量损失不应大于 8%。
- 5 吸水率不应大于 1.5%。
- 6 水工混凝土未经专门论证，不得使用碱活性骨料，并应对粗骨料或用于制作粗骨料的岩石进行碱活性检验，包括碱—硅酸反应活性检验和碱—碳酸盐反应活性检验。
- 7 如使用含有活性骨料、黄锈和钙质结核等粗骨料，应符合 GB/T 50476、GB/T 50733《预防混凝土碱骨料反应技术规范》和 DL/T 5241 的有关规定。

**5.2.4** 水工混凝土用矿物掺合料应符合下列规定：

- 1 掺用矿物掺合料的混凝土，宜采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥。
- 2 在混凝土中掺用矿物掺合料时，矿物掺合料的种类和掺量应经试验确定。
- 3 矿物掺合料宜与高效减水剂同时使用。
- 4 掺用粉煤灰的级别不应低于Ⅱ级，烧失量不应大于 5%。粉煤灰应符合 GB/T 1596《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》的有关规定。
- 5 掺用硅粉的比表面积不应小于  $15\,000\text{m}^2/\text{kg}$ ， $\text{SiO}_2$  含量不应小于 85%，有耐腐蚀要求的  $\text{SiO}_2$  含量不宜小于 90%。

**6** 粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》的有关规定。

**7** 钢渣粉应符合 GB/T 20491《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》的有关规定。

**8** 磷渣粉应符合 GB/T 26751《用于水泥和混凝土中的粒化电炉磷渣粉》、JG/T 317《混凝土用粒化电炉磷渣粉》的有关规定。

**9** 其他矿物掺合料应符合相关国家现行标准的规定并满足混凝土性能要求。

**10** 矿物掺合料的放射性应符合 GB 6566《建筑材料放射性核素限量》的有关规定。

**11** 水工混凝土可根据工程抗裂需要掺入合成纤维或钢纤维,纤维的品种及掺量应按设计要求并通过试验确定,并应符合 JGJ/T 221《纤维混凝土应用技术规程》的有关规定。

#### **5.2.5 水工混凝土外加剂的应用应符合下列规定:**

**1** 水工混凝土中应掺加适量的外加剂。有抗冻要求的混凝土应采用引气剂或引气型减水剂,大体积混凝土宜采用缓凝剂或缓凝减水剂,混凝土冬期施工可采用防冻剂。

**2** 外加剂应符合 GB 8076《混凝土外加剂》等的有关规定。

**3** 外加剂的应用应符合 GB 50119《混凝土外加剂应用技术规范》的有关规定。

**4** 外加剂应与水泥具有良好的适应性,其种类和用量应经试验确定。

**5** 掺加引气剂或引气型减水剂的混凝土,其含气量宜控制在 3%~5%。

**6** 采用外加剂时应考虑对硬化混凝土收缩性能的影响。

**7** 外加剂的氯离子含量和碱含量应满足混凝土设计要求。

**8** 严禁使用对人体产生危害、对环境产生污染的外加剂。

**5.2.6** 水工混凝土拌和用水应符合 JGJ 63《混凝土用水标准》的有关规定。

**5.2.7** 水工混凝土用钢筋防腐应符合设计要求和 GB/T 50476、DL/T 5057 的有关要求。

**5.2.8** 特殊环境（冻融环境、氯化物环境、环境水侵蚀环境、化学腐蚀环境、冲蚀与空蚀环境等）水工混凝土原材料的选用除应符合本节规定外，尚应符合本章第 5.1 节的有关规定。

### 5.3 配合比

**5.3.1** 水工混凝土配合比设计应满足混凝土施工性能要求，抗冻、抗渗等耐久性以及强度、其他力学性能应符合设计要求。

**5.3.2** 对耐久性有设计要求的混凝土应进行相关耐久性试验验证。

**5.3.3** 对首次使用、使用间隔时间超过 3 个月的配合比，应进行开盘鉴定。开盘鉴定应符合 GB 50164《混凝土质量控制标准》的规定。

**5.3.4** 在混凝土配合比使用过程中，当气候和施工情况变化时，应及时调整配合比。

**5.3.5** 防水混凝土的配合比应经试验确定，并应符合下列规定：

1 试配要求的抗渗水压值应比设计值提高 0.2MPa。

2 混凝土胶凝材料总量不宜小于  $320\text{kg/m}^3$ ，其中水泥用量不宜小于  $260\text{kg/m}^3$ ；当掺加粉煤灰时，掺量宜为胶凝材料总量的 20%~30%；当掺加硅粉时，掺量宜为胶凝材料总量的 2%~5%。

3 水胶比不得大于 0.5；有侵蚀性介质时，水胶比不宜大于 0.45。

4 砂率宜为 35%~40%，泵送时可增至 45%。

5 灰砂比宜为 1:1.5~1:2.5。

6 混凝土拌和物的氯离子含量不应超过胶凝材料总量的 0.1%，混凝土中各类材料的总碱量（即  $\text{Na}_2\text{O}$  当量）不得大于  $3\text{kg/m}^3$ 。

**5.3.6** 有抗冻要求的水工混凝土的配合比应经试验确定，并符合下列规定：

1 抗冻等级不小于 F100 的抗冻混凝土应掺用引气剂；引气剂掺量应根据混凝土含气量要求经试验确定，混凝土最小含气量应符合表 5.3.6-1 的规定，最大不宜超过 7.0%。

表 5.3.6-1 混凝土最小含气量

粗骨料最大公称粒径 (mm)	混凝土最小含气量 (%)	
	潮湿或水位变动的 寒冷和严寒环境	冻盐环境
40.0	4.5	5.0
25.0	5.0	5.5
20.0	5.5	6.0

2 在钢筋混凝土和预应力混凝土中，不得掺用含有氯盐的防冻剂；在预应力混凝土中，不得掺用含有亚硝酸盐或碳酸盐的防冻剂。

3 粗、细骨料均应进行坚固性试验，并应符合 JGJ 52 的规定。

4 最大水胶比和最小胶凝材料用量应符合表 5.3.6-2 的规定。

表 5.3.6-2 最大水胶比和最小胶凝材料用量

设计抗冻等级	最大水胶比		最小胶凝材料用量 (kg/m <sup>3</sup> )
	无引气剂时	掺引气剂时	
F50	0.55	0.60	300
F100	0.50	0.55	320
不低于 F150	—	0.50	350

5 混凝土中的掺合料掺量应根据混凝土配合比试验确定，其中粉煤灰的掺量应符合 DL/T 5055《水工混凝土掺用粉煤灰技术规范》的规定；硅粉的掺量不宜超过 10%；其他矿物掺合料的掺量应符合 JGJ 55《普通混凝土配合比设计规程》的有关规定。

**5.3.7** 特殊环境（冻融环境、氯化物环境、环境水侵蚀环境、化学腐蚀环境、冲蚀与空蚀环境等）水工混凝土的配合比设计除应符合本节规定外，尚应符合本章第 5.1 节的规定。

**5.3.8** 水工混凝土的配合比设计除应符合本节规定外，尚应符合设计要求及 JGJ 55、DL/T 5330《水工混凝土配合比设计规程》的规定。

## 5.4 试验与施工检验

**5.4.1** 水工混凝土试验与施工检验应符合 DL/T 5150《水工混凝土试验规程》的有关规定。

**5.4.2** 水工混凝土原材料的检验应符合本章 5.2 节的有关规定。

**5.4.3** 水工混凝土拌和物性能检验应符合 GB/T 50080《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》的有关规定。

**5.4.4** 混凝土的力学性能应满足设计和施工的要求，其试验方法应符合 GB/T 50081《普通混凝土力学性能试验方法标准》的有关规定。

**5.4.5** 混凝土的强度应按 GB/T 50107《混凝土强度检验评定标准》的有关规定进行检验评定。

**5.4.6** 混凝土的长期性能和耐久性能应满足设计要求。试验方法应符合 GB/T 50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》的有关规定。

**5.4.7** 混凝土的耐久性能检验评定应按 JGJ/T 193《混凝土耐久性检验评定标准》的有关规定执行。

## 5.5 对 拉 螺 栓

**5.5.1** 用于固定模板的螺栓必须穿过混凝土结构时，可采用穿墙螺栓加堵头（见图 5.5.1-1）、工具式穿墙螺栓（见图 5.5.1-2）等形式。

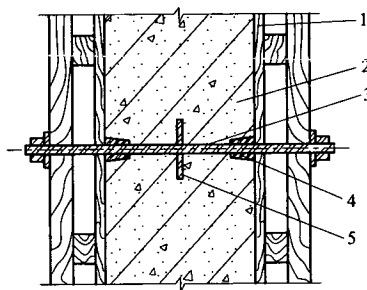


图 5.5.1-1 固定模板用穿墙螺栓加堵头的防水构造

1—模板；2—结构混凝土；3—固定模板用穿墙螺栓；4—堵头；5—止水环

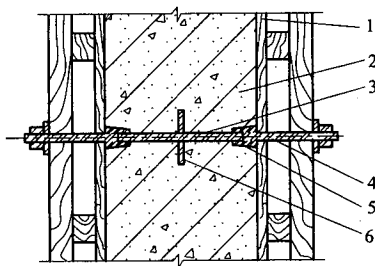


图 5.5.1-2 固定模板用工具式螺栓的防水构造

1—模板；2—结构混凝土；3—固定模板用螺栓；

4—工具式螺栓；5—堵头；6—止水环

**5.5.2** 止水环与螺栓应满焊严密，止水环尺寸和环数应符合设计要求；设计无要求时，止水环应为 100mm×100mm 的方形止水环，且对拉螺栓杆应穿过止水环的正中心。

**5.5.3** 采用的穿墙螺栓未加堵头时，拆模后应在穿墙螺栓端头迎水面侧凿除 20mm~30mm 深的混凝土，截去穿墙螺栓。

**5.5.4** 拆模后工具式螺栓堵头处及穿墙螺栓端头凿出的凹槽应用嵌缝材料封堵密实，并应用聚合物水泥砂浆抹平（见图 5.5.4）。



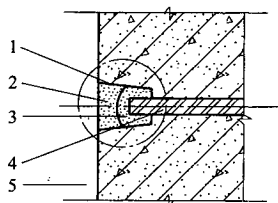


图 5.5.4 拆模后堵（凿）孔处理

- 1—堵头拆除后堵孔或迎水面螺栓处凿孔；2—聚合物水泥砂浆；  
3—密封材料；4—穿墙螺栓；5—迎水面

## 5.6 施 工 缝

**5.6.1** 水工混凝土宜少设施工缝。施工缝留设应符合设计要求，当设计无要求时，应符合下列规定：

1 墙体水平施工缝不应留在剪力最大处或底板与侧墙的交接处，而应留在高出底板表面不小于 300mm 的墙体上。拱（板）墙结合的水平施工缝，宜留在拱（板）墙接缝线以下 150mm~300mm 处。墙体有预留孔洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm。

2 垂直施工缝应避开地下水 and 裂隙水较多的地段，并宜与变形缝相结合。

**5.6.2** 施工缝防水构造形式宜按图 5.6.2-1~图 5.6.2-3 选用。水平施工缝中埋止水带宜采用钢板止水带；当采用图 5.6.2-3 所示结构时，应配合留设凸槽或凹槽使用。

**5.6.3** 施工缝的施工应符合下列规定：

1 施工缝处理时的混凝土强度不应低于 5MPa。

2 水平施工缝浇筑混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除并冲洗干净，然后铺设净浆或涂刷混凝土界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水涂料等材料，再铺 30mm~50mm 厚的 1:1 水泥砂浆，并应及时浇筑混凝土。

3 垂直施工缝浇筑混凝土前，应将其表面清理干净，再涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，并应及时浇筑混凝土。

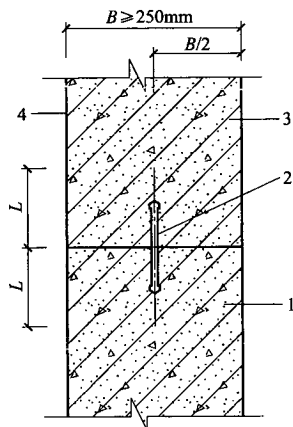


图 5.6.2-1 施工缝防水构造 (一)

1—现浇混凝土；2—中埋止水带；3—后浇混凝土；4—结构迎水面；

$L$ —止水带宽度； $B$ —截面厚度；

钢板止水带  $L \geq 150\text{mm}$ ；橡胶止水带  $L \geq 150\text{mm}$ ；钢板橡胶止水带  $L \geq 120\text{mm}$

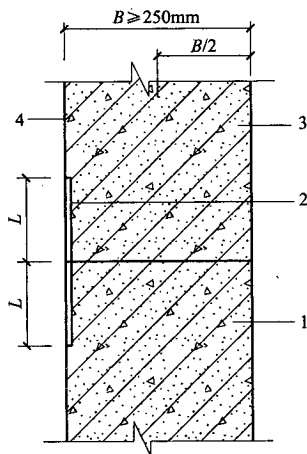


图 5.6.2-2 施工缝防水构造 (二)

1—现浇混凝土；2—外贴止水带；3—后浇混凝土；4—结构迎水面；

$L$ —止水带宽度； $B$ —截面厚度；

外贴止水带  $L \geq 150\text{mm}$ ；外涂防水涂料  $L=200\text{mm}$ ；外抹防水砂浆  $L=120\text{mm}$

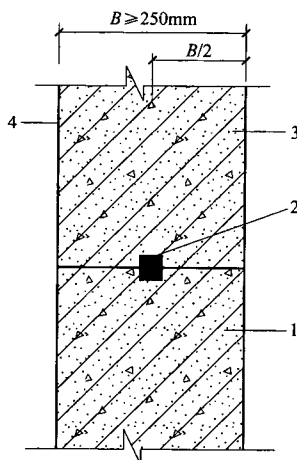


图 5.6.2-3 施工缝防水构造 (三)

1—现浇混凝土；2—遇水膨胀止水条（胶）；3—后浇混凝土；4—结构迎水面；

$B$ —截面厚度

4 遇水膨胀止水条（胶）应与接缝表面紧密贴合。

5 选用的遇水膨胀止水条（胶）应具有缓胀性能，7天的净膨胀率不宜大于最终膨胀率的60%，最终膨胀率宜大于220%。

6 采用中埋式止水带时，应定位准确、固定牢靠。

## 5.7 变 形 缝

5.7.1 变形缝应按设计要求进行设置；当设计无要求时，应按CECS 117《给水排水工程混凝土构筑物变形缝设计规程》的要求进行设计。

5.7.2 变形缝应满足密封防水、适应变形、施工方便、检修容易等要求。

5.7.3 用于伸缩的变形缝宜少设，可根据不同的工程结构类别、工程地质情况采用后浇带、加强带、诱导缝等替代措施。

5.7.4 密封材料嵌填施工时，应符合下列规定：

1 缝内两侧基面应平整干净、干燥，并应刷涂与密封材料相

容的基层处理剂。

2 缝内应彻底清除干净后方可嵌填施工。

3 嵌缝底部应设置背衬材料。

4 嵌填应密实连续、饱满，并应黏结牢固。

**5.7.5** 在变形缝表面粘贴卷材或涂刷涂料前，应在缝上设置隔离层。

## **5.8 止 水 带**

**5.8.1** 止水带应按设计要求进行埋设；设计无要求时，应按 DL/T 5215《水工建筑物止水带技术规范》进行设计及施工。

**5.8.2** 中埋式止水带施工应符合下列规定：

1 止水带埋设位置应准确，其中间空心圆环应与变形缝的中心线重合。

2 止水带应固定，顶、底板内止水带应呈盆状安设。

3 中埋式止水带先施工一侧混凝土时，其端模应支撑牢固，并应严防漏浆。

4 止水带的接缝宜为一处，应设在边墙较高位置上，不得设在结构转角处，接头宜采用热压熔接。

5 中埋式止水带在转弯处应做成圆弧形，（钢边）橡胶止水带的转角半径不应小于 200mm，且转角半径应随止水带的宽度增大而相应加大。

6 橡胶止水带应复检合格并按国家现行标准的要求现场取样。止水带在施工时应注意保护，防止被钢筋划伤等问题造成渗水现象。

**5.8.3** 金属止水带的施工应符合设计要求；金属板优选不锈钢或铜质等不易生锈的材料，当采用钢板时，表面应无锈迹。金属板搭接、转角处应满焊，以防渗漏。

## **5.9 后 浇 带**

**5.9.1** 后浇带应设在受力和变形较小的部位，其间距和位置应按设计要求进行留设，宽度宜为 700mm~1000mm。

**5.9.2** 后浇带施工时，两侧先浇的混凝土龄期要符合设计要求；

设计无要求时,后浇带两侧先浇混凝土的龄期不宜少于 42 天。

**5.9.3** 后浇带应采用补偿收缩混凝土浇筑,其抗渗和抗压强度等级不应低于两侧混凝土。

**5.9.4** 后浇带两侧可做成平直缝或阶梯缝,其防水构造形式宜按图 5.9.4-1~图 5.9.4-3 选用。

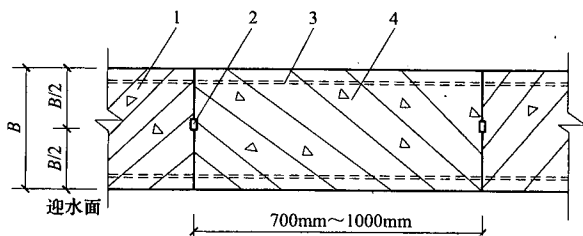


图 5.9.4-1 后浇带防水构造 (一)

1—先浇混凝土; 2—遇水膨胀止水条 (胶); 3—结构主筋; 4—后浇补偿收缩混凝土

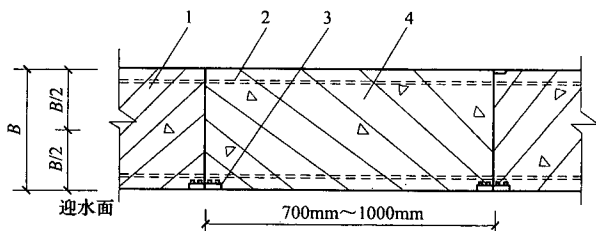


图 5.9.4-2 后浇带防水构造 (二)

1—先浇混凝土; 2—结构主筋; 3—外贴式止水带; 4—后浇补偿收缩混凝土

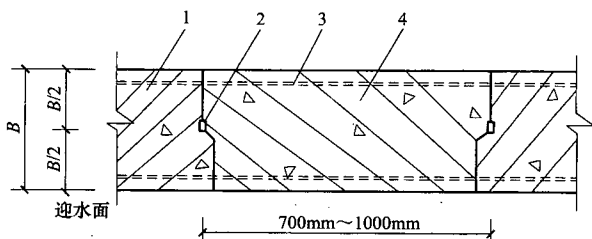


图 5.9.4-3 后浇带防水构造 (三)

1—先浇混凝土; 2—遇水膨胀止水条 (胶); 3—结构主筋; 4—后浇补偿收缩混凝土

**5.9.5** 采用掺膨胀剂的补偿收缩混凝土,水中养护 14 天后的限制膨胀率不应小于 0.015%,膨胀剂的掺量应根据不同部位的限制膨胀率设定值经试验确定。

**5.9.6** 补偿收缩混凝土的配合比除应符合本章 5.3 节的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 膨胀剂掺量不宜大于 12%。
- 2 膨胀剂掺量应以胶凝材料总量的百分比表示。

**5.9.7** 后浇带混凝土施工前,后浇带部位和外贴式止水带应防止落入杂物和损伤外贴止水带。

**5.9.8** 后浇带混凝土应一次浇筑,不得留设施工缝;混凝土浇筑后应及时养护,养护时间不得少于 28 天。

**5.9.9** 后浇带需超前止水时,后浇带部位的混凝土应局部加厚,并应增设外贴式或中埋式止水带(见图 5.9.9)。

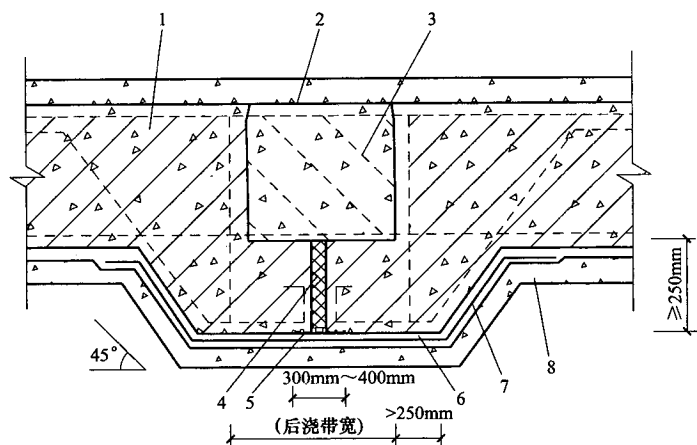


图 5.9.9 后浇带超前止水构造

1—混凝土结构; 2—钢丝网片; 3—后浇带; 4—填缝材料;

5—外贴式止水带; 6—细石混凝土保护层;

7—卷材防水层; 8—垫层混凝土

## 5.10 穿 墙 管 (盒)

**5.10.1** 穿墙管(盒)施工应符合设计要求;设计无要求时,应按本节规定进行施工。

**5.10.2** 穿墙管(盒)应在浇筑混凝土前预埋,并采取有效加固措施。穿墙管与内墙角、凹凸部位的距离应大于 250mm,且应避免开沉降缝及伸缩缝。

**5.10.3** 结构变形或管道伸缩量较小时,穿墙管可采用主管直接埋入混凝土内的固定式防水法,主管应加焊止水环或环绕遇水膨胀止水圈,并应在迎水面预留凹槽,槽内应采用密封材料嵌填密实。其防水构造形式宜按图 5.10.3-1 和图 5.10.3-2 选用。

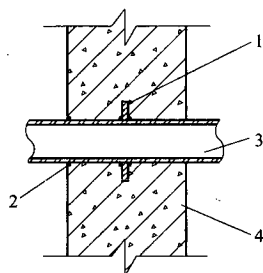


图 5.10.3-1 固定式穿墙管防水构造(一)

1—止水环; 2—密封材料; 3—主管; 4—混凝土结构

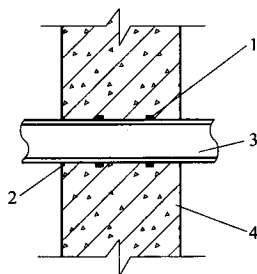


图 5.10.3-2 固定式穿墙管防水构造(二)

1—遇水膨胀止水环; 2—密封材料; 3—主管; 4—混凝土结构

**5.10.4** 结构变形、管道伸缩量较大或有更换要求时，套管式防水构造应按图 5.10.4 进行施工。

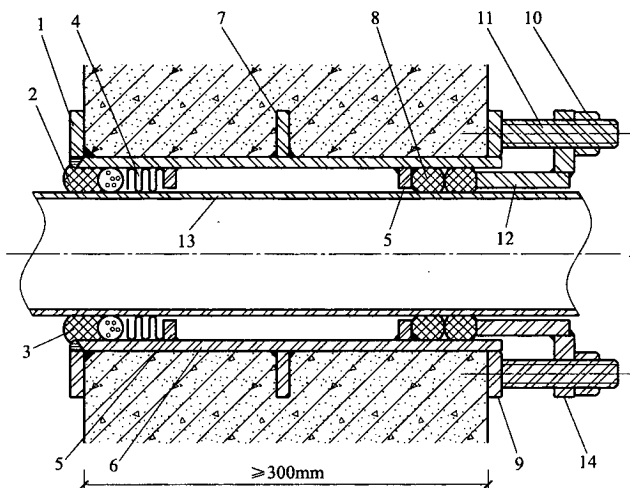


图 5.10.4 套管式穿墙管防水构造

- 1—翼环；2—密封材料；3—背衬材料；4—充填材料；5—挡圈；  
6—套管；7—止水环；8—橡胶圈；9—翼盘；10—螺母；  
11—双头螺栓；12—短管；13—主管；14—法兰盘

**5.10.5** 穿墙管防水施工时应符合下列要求：

1 金属止水环应与主管或套管满焊密实；采用套管式穿墙防水构造时，翼环与套管应满焊密实，并应在施工前将套管内表面清理干净，按设计要求进行防腐处理。

2 相邻穿墙管间的间距应大于 300mm。

3 采用遇水膨胀止水圈的穿墙管，其管径宜小于 50mm，止水圈应采用胶黏剂满黏固定于管上，并应涂缓胀剂或采用缓胀型遇水膨胀止水圈。

4 金属止水环厚度及宽度按照设计要求取值。设计无要求时，对于不大于 DN250 的管道，金属止水环厚度不宜小于 8mm，宽度不宜小于 50mm；对于大于或等于 DN250 的管道，金属止水



环厚度不宜小于 12mm，宽度不宜小于 75mm。

**5.10.6** 当工程有防护要求时，穿墙管除应采取防水措施外，尚应采取满足防护要求的措施。

**5.10.7** 穿墙管伸出外墙的部位，应采取防止回填时将管体损坏的措施。

## 5.11 埋 设 件

**5.11.1** 结构上的埋设件应采用预埋件或预留孔（槽）等。

**5.11.2** 埋设件端部或预留孔（槽）底部的混凝土厚度不得小于 250mm；当厚度小于 250mm 时，应采取局部加厚或其他防水措施（见图 5.11.2）。

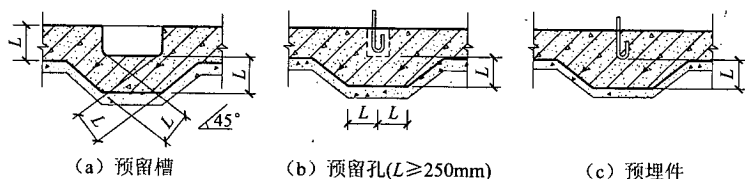


图 5.11.2 预埋件或预留孔（槽）处理

**5.11.3** 预留孔（槽）内的防水层，宜与孔（槽）外的结构防水层保持连续。

## 6 冷 却 塔

### 6.1 一 般 规 定

**6.1.1** 冷却塔施工应符合 GB 50573《双曲线冷却塔施工与质量验收规范》的规定。

**6.1.2** 施工应有可靠的电源。条件允许时，宜设置专用电源，以确保施工过程的连续性及安全性。

**6.1.3** 冷却塔筒壁应尽量避免冬期施工；必须施工时，应符合 JGJ/T 104《建筑工程冬期施工规程》的规定。

**6.1.4** 冷却塔筒壁宜连续施工到顶；遇特殊情况必须分期施工时，要严格处理好施工缝，在复工时要仔细检查施工设备的完好性、可靠性。

**6.1.5** 为满足混凝土设计要求（包括设计强度、抗冻性能、抗水渗透性能、抗硫酸盐侵蚀性能、抗氯离子渗透性能、抗碳化性能和早期抗裂性能）和施工和易性需要，应进行混凝土施工配合比优选试验，选择满足要求且经济的配合比。混凝土的原材料、配合比等应符合本部分第 5 章的规定。

**6.1.6** 混凝土浇筑后应根据不同部位采取适宜的养护措施，养护期不得少于 14 天；养护采用的养护剂、氧化膜的质量应符合 JC 901《水泥混凝土养护剂》、JG/T 188《混凝土节水保湿养护膜》的规定。

**6.1.7** 施工用脱模剂不得污染环境，不得影响混凝土表面色泽一致性，且不得影响混凝土与防水、防腐涂料的黏结。

**6.1.8** 施工场地布局应就近布置，紧凑合理，符合施工工艺流程，方便施工，便于管理。

**6.1.9** 筒壁设肋的冷却塔施工时，应采取可靠措施确保肋位置准确、曲线顺畅。

**6.1.10** 冷却塔防水、防腐蚀工程施工除应符合设计要求和本部分 10.4 节的规定外，尚应符合 GB 50108《地下工程防水技术规范》、GB 50208《地下防水工程质量验收规范》、GB 50141、GB 50212 和 GB 50224《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》的有关规定。

## 6.2 基 础 工 程

**6.2.1** 模板及其支架应根据工程结构形式、施工设备和材料供应等条件进行设计。

**6.2.2** 模板及其支架在安装过程中必须设置临时固定措施，以防倾覆；安装斜池壁、斜支柱基础模板时，应采取措施防止模板内倾和上浮；环基等大型基础钢筋安装过程中，应加设可靠的防倾倒措施。

**6.2.3** 安装模板时，应符合下列规定：

1 侧模与斜撑的夹角不宜小于  $45^\circ$ ，斜撑必须牢固。支撑体系以湿陷性黄土为支撑时，必须有防、排水措施；对冻胀性土壤，必须有防冻措施。

2 当两面侧模不易构成对拉条件时，应采取劲性拉锚或横向斜支撑措施。

**6.2.4** 施工缝的留设位置及处理方法应符合下列规定：

1 施工缝位置应按设计要求留设。当设计无要求时，可留设在环基与斜支柱基础交界处、池壁与斜支柱交界处、斜支柱与其基础交界处；环基与池壁的施工缝可留设在高出环基顶面 300mm～500mm 处。

2 施工缝的留设应符合设计要求或国家现行标准的要求，宜留设成凸台或高低缝，不宜留平口缝（斜支柱上下口除外）；施工缝应按设计要求处理，并应清除施工缝内的杂物和已松动的骨料与浮浆，二次浇筑混凝土前，应充分湿润，且不得有积水。

**3** 环形基础宜采用分段跳仓或后浇带法浇筑混凝土,其分段(块)长度、间隔时间应符合设计要求。当设计无要求时,分段长度不宜大于 30m,分段断面宜留设在两个斜支柱基础中间的 1/4 处;段间垂直施工缝可采用拉网钢板隔离的方法进行处理;跳仓法间隔时间不应少于 14 天,后浇带法间隔时间不应少于 48 天。

**6.2.5** 环基等大体积混凝土施工应符合 GB 50496《大体积混凝土施工规范》的规定。

**6.2.6** 池壁等薄壁结构混凝土,宜采用掺加外加剂、掺合料、抗裂纤维及严格控制混凝土的坍落度等方法,以满足混凝土抗裂要求。

### **6.3 斜 支 柱 工 程**

**6.3.1** 采用预制吊装法施工斜支柱时应符合下列规定:

**1** 预制斜支柱模板宜采用专用或定型模板,模板应具有足够的强度和刚度。

**2** 预制斜支柱场地应平整、坚实,具有足够的承载力。

**3** 预制斜支柱时应采取措施,防止表面产生气泡、裂缝,并保证表面平整、光滑。

**4** 斜支柱吊装时,混凝土强度应达到设计强度的 100%,斜支柱倒运、起吊的吊点位置应经计算确定。

**5** 斜支柱吊装应根据设计图纸要求控制其空间位置,吊装支架的强度、刚度及稳定性必须经过验算。

**6** 斜支柱吊装时应对柱脚采取加固措施,保证吊装后其变形不影响斜支柱的定位。

**7** 斜支柱吊装定位后,应及时浇筑斜支柱支墩混凝土。

**8** 斜支柱混凝土表面应采取成品保护措施。

**6.3.2** 采用现浇法施工斜支柱时应符合下列规定:

**1** 斜支柱现浇支架设计计算时,应考虑环梁施工时的荷载。斜支柱模板应与支架有可靠的连接,其倾斜角度应符合设计要求。

**2** 现浇斜支柱混凝土浇筑前,应对斜支柱与柱支墩处的施工

缝进行处理。

3 现浇斜支柱混凝土入模坍落度不宜大于 160mm；混凝土浇筑采用导管或串筒，混凝土的自由落差宜不大于 1m；混凝土分层浇筑，分层厚度不宜大于 500mm。混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。

4 拆除现浇斜支柱模板时，应对斜支柱采取临时支撑加固。斜支柱的混凝土强度达到设计强度的 100% 时，方可拆除底模支撑。

## 6.4 筒壁工程

6.4.1 钢筋混凝土双曲线冷却塔筒壁施工时，根据具体条件可采用爬模工艺、悬挂式脚手架翻模工艺或其他工艺。

6.4.2 垂直运输系统应符合下列规定：

1 筒壁施工用垂直运输系统应根据施工图、施工工艺、机械性能等因素进行设计，可采用脚手架附着施工升降机、塔式起重机（折臂型或水平臂型）与曲线施工升降机、液压顶升平桥与施工升降机等组合方案。

2 采用脚手架附着施工升降机系统时，脚手架应进行设计，满足强度、刚度及稳定性要求，并编制安全专项施工方案，经批准后实施；施工升降机应严格按照使用说明书设置附着，可靠连接于脚手架或混凝土筒壁；施工升降机必须装设上、下限位开关及上、下极位开关和防坠落等安全装置，安全装置应灵敏可靠，并定期进行检查。

3 采用塔式起重机、液压顶升平桥时，应严格按照所使用机械的说明书设计、施工基础，设置缆风绳等安全设施；缆风绳的锚固点设在筒壁上时，其牵拉点处必须进行筒壁强度和稳定性验算，并通过原设计单位确认，根据原设计确认结果对牵拉部位的筒壁采取构造或增强措施；缆风绳及牵拉点的设置要便于安装和拆除。

4 施工用垂直运输机械的使用高度应符合机械设计性能要求，经当地技术监督部门验收合格并取得准用证。

### 6.4.3 筒壁模板工程施工应符合下列规定：

- 1 模板宜采用专用组合钢模板、木模板等，板面应平整、无翘曲。
- 2 内外模板应设置对拉螺杆，其布置应满足施工工艺要求。
- 3 采用悬挂式脚手架工艺（见图 6.4.3-1、图 6.4.3-2）施工时应符合下列要求：

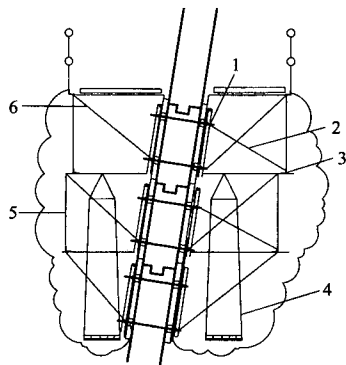


图 6.4.3-1 三脚架翻模施工体系示意图

1—混凝土垫块及对销螺栓；2—内模板斜撑；3—水平连杆；4—吊篮；5—顶撑；6—三脚架

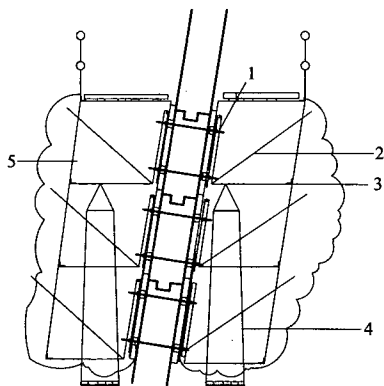


图 6.4.3-2 方框架翻模施工体系示意图

1—混凝土垫块及对销螺栓；2—方框架斜撑；3—水平连杆；4—吊篮；5—方框架

- 1) 悬挂式脚手架之间应设置水平连杆, 各杆件之间应连接可靠, 保证其空间刚度; 悬挂式三脚架外侧必须设置顶撑, 悬挂式方框架上下两层间应通过螺栓连接。
- 2) 每次安装时, 应逐根检查悬挂式脚手架各杆件和连接螺栓, 如发现有开裂、破损、弯曲、丝扣损坏的, 不得使用。
- 3) 悬挂式脚手架上的脚手板宜采用木质专用脚手板, 厚度由计算确定, 脚手板应铺平垫实。吊篮脚手板的厚度不得小于 50mm, 且应相互搭接在吊篮的横杆上, 搭接长度不得小于 200mm, 且应绑扎牢固。
- 4 采用爬模工艺 (见图 6.4.3-3) 施工时应符合下列要求:

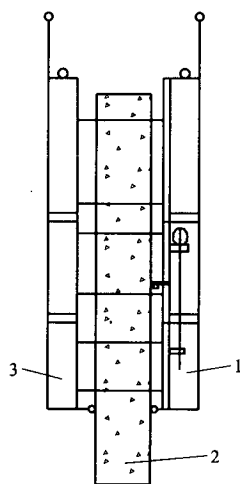


图 6.4.3-3 爬模工艺

1—爬架; 2—筒壁; 3—内架

- 1) 爬架的数量应根据筒壁最大直径及最小直径部位的需要综合考虑进行配置。
- 2) 应按施工措施规定的顺序进行组装。在安装模板前应

先安设轨道，其竖向轴线应与通过该点的子午线相重合。各部位尺寸应符合设计要求，在其电气设备、机械（液压）传动设备等试运正常且验收合格后方可安装。

3) 对爬架的提升动力设备和电气设备，应定期进行检查。

5 环梁、刚性环施工用脚手架必须计算确定其强度、刚度和稳定性。环梁施工用脚手架必须考虑斜支柱现浇或吊装荷载。

6 环梁底模铺设时，应严格控制标高，进风口高度应符合设计要求。刚性环施工时，应对筒壁施工高度进行测量、调整，筒壁高度应符合设计要求。

7 对拉螺杆处可设置垫块控制筒壁厚度，当采用混凝土预制套筒控制壁厚时，套筒混凝土的性能应与筒壁混凝土性能相同。

8 安装筒壁模板时，宜采用全站仪、激光准直仪等进行中心找正；当采用线锤找正时，应消除风、震动等对其位置的影响。

9 筒壁模板应支设严密、牢固。上、下层模板采取承插方式时，上层模板插入下层模板的深度不得小于 10mm；上、下层模板间采用其他结合方式时，应有可靠的固定和防止漏浆的措施。

10 环梁底模拆除时，其混凝土强度应达到设计要求的 75% 以上；采用悬挂式脚手架施工筒壁，拆模时其上节混凝土强度应达到 6MPa 以上；刚性环拆模时，其混凝土强度应达到 15MPa 以上。

#### 6.4.4 筒壁钢筋工程施工应符合下列规定：

1 竖向钢筋应沿筒壁圆周均匀布置，对拉螺杆处可适当调整；筒壁半径、高度变化时，竖向钢筋的直径和根数应按设计要求调整，并应在筒壁的全圆周内均布，应采取措施保证钢筋位置的准确及保护层厚度符合设计要求。

2 环向钢筋的配置应符合设计要求，每节混凝土浇筑以前，在模板的上方要有一道已经绑扎到位的钢筋。

3 竖向钢筋搭接（机械连接、焊接）接头位置应按设计要求和国家现行标准的规定错开；环向钢筋在同一连接区段内的接头数应符合设计要求，设计无要求时不应大于钢筋总数的 25%，且



搭接长度应符合 GB 50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》的规定。

4 钢筋绑扎点应呈梅花状布置,且扎丝头应朝向混凝土结构内侧。

#### 6.4.5 筒壁混凝土工程施工应符合下列规定:

1 混凝土浇筑宜由一点或对称两点开始沿筒壁反向同时进行,并应分层连续浇筑至闭合,分层厚度视模板高度而定。混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间,不应留冷缝。

2 水平施工缝宜留设为凸台、企口或加设止水片等形式。水平施工缝的处理可采用在混凝土初凝后、终凝前用钢丝刷拉毛,然后用压力水冲洗;水平施工缝浇筑混凝土前,将其表面浮浆和杂物清除后湿润,并及时浇筑混凝土。

3 筒壁混凝土施工过程中应留置同条件试件,以便用作筒壁混凝土拆模条件评价。

4 浇筑环梁上第一节筒壁混凝土时,环梁的混凝土强度不小于 10MPa。浇筑刚性环混凝土时,其下一节筒壁混凝土强度不应小于 10MPa。采用爬模工艺施工时,爬模速度应与混凝土前期增长速度相适应,自浇筑层向下各节混凝土强度应分别达到 4MPa(第一节)、9MPa(第二节)和 12MPa(第三节);采用悬挂式脚手架翻模施工,浇筑混凝土时最上层承力层混凝土强度不应小于 2MPa。

5 筒壁混凝土拆模后如发现半径偏差超过允许值,应在其上各节中逐渐纠正,每节纠正量不宜超过 20mm,且每节内部相邻的两个支架(三脚架或方框架)处的半径偏差不宜超过 10mm。

6 爬架、悬挂式脚手架施工时,留在筒壁上的螺栓孔宜用微膨胀水泥砂浆填堵密实。

## 6.5 塔 芯 工 程

6.5.1 塔芯结构工程包括水槽、淋水构架、竖井等,施工应符合

GB 50573 的有关规定。

**6.5.2** 淋水填料、配水管、喷溅装置、除水器通常为塑料制品，其材质、片型、技术性能指标应符合设计要求和 DL/T 742《冷却塔塑料部件技术条件》的规定，进场时应有产品合格证和出厂检验报告，施工应符合 GB 50573 的有关规定。

## **6.6 附 属 工 程**

**6.6.1** 爬梯、平台、栏杆等钢构件的制作安装应符合 GB 50205《钢结构工程施工质量验收规范》、JGJ 81《建筑钢结构焊接技术规程》的规定。

**6.6.2** 固定爬梯、栏杆、防雷装置导线等的埋设件，宜在筒壁施工过程中安装，埋设件位置、数量应符合设计要求。

**6.6.3** 钢构件表面应光滑、无毛刺，安装后不应有歪斜、扭曲、变形及其他缺陷。爬梯及其护笼应上下对正。

**6.6.4** 钢构件外露部分应按设计要求进行防腐蚀处理。

**6.6.5** 航空障碍标志灯系统、防雷装置安装应符合设计要求和 GB 50303《建筑电气工程施工质量验收规范》的规定。

**6.6.6** 接地装置应符合设计要求；冷却塔设置的避雷针、避雷带等应与避雷引下线连接可靠，并符合 GB 50601《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》的有关规定。

**6.6.7** 接地装置安装完成后应测试接地电阻，电阻值必须符合设计要求。

## **6.7 其 他 冷 却 塔**

**6.7.1** 本节所述其他冷却塔主要指发电厂的海水冷却塔和排烟冷却塔。

**6.7.2** 海水冷却塔施工应符合下列规定：

1 海水冷却塔的筒壁及所有钢筋混凝土构件的保护层厚度必须符合设计要求。

2 海水冷却塔的筒壁及所有钢筋混凝土构件的表面应平整、光滑，水平、竖向施工缝不应有大于 5mm 的错台，且所有施工缝应打磨成圆角。

3 筒壁施工加固的对拉螺栓采用工具式螺栓或螺栓加堵头，并加厚度不小于 2mm 的垫圈，在螺栓上应加焊方形止水环。拆模后应将留下的凹槽用密封材料封堵密实，并应用聚合物水泥砂浆抹平封堵。

4 海水冷却塔混凝土中的水泥、石子、砂子、粉煤灰、水质等必须检测氯离子的含量，其含量不符合国家现行标准规定值的不得使用。

5 防腐涂料施工基层必须清洁、干燥，在深度为 20mm 的厚度层内，含水率不应大于 6%；当设计对湿度有特殊要求时，应按设计要求进行施工。

6 防腐施工前，对混凝土表面的气孔、蜂窝、麻面等缺陷应进行处理，防止脱落。

7 防腐施工前，宜刷界面剂，且混凝土强度必须达到设计强度。

8 海水冷却塔的防腐涂料宜选用环氧树脂、聚氨酯、氯化橡胶、乙烯树脂和丙烯酸树脂等品种。

9 海水冷却塔的防腐施工应符合设计要求，所有外露的混凝土和金属表面防腐宜进行喷砂处理。

### 6.7.3 排烟冷却塔施工应符合下列规定：

1 排烟冷却塔筒壁预留烟道口处应采用定型的模板加固，并确保洞口处三维曲面与整体筒壁一致。

2 排烟冷却塔与烟道应采用软连接，并封闭严密。

3 排烟冷却塔防腐涂料施工应符合本节第 6.7.2 条的有关规定。

## 6.8 安 全 施 工

6.8.1 双曲线冷却塔工程施工前，应制定安全操作规程、岗位责

任制和安全技术措施。

**6.8.2** 筒壁施工阶段必须严格执行下列规定：

**1** 周围设立 **30m** 施工危险（警界）区，并设立明显的安全警示标志。

**2** 在危险区内的通道应搭设全封闭双层硬隔离保护棚。

**3** 筒壁施工垂直运输系统应验算确定并制订方案。工程施工用附加埋件的加固方案应经原设计单位确认。

**4** 内外门架上部外侧设置 **1.2m** 高活动式防护栏杆；内外门架必须挂设封闭兜底安全网，应及时清理安全网内的杂物，严禁高空落物。

**5** 内外门架上部必须满铺脚手板，且与门架有可靠连接。

**6** 施工时应设置临时避雷接地装置，接地电阻不得大于 **10Ω**。

**6.8.3** 筒壁与塔芯进行立体交叉作业时，应采取可靠的安全防护措施。

**6.8.4** 高空拆除作业应编制拆除方案，经批准后在统一的指挥下进行作业。

## **6.9 技术文件资料**

**6.9.1** 工程质量验收前应具备的技术文件除本部分附录 A 中所列文件外，还应具备下列技术文件：

**1** 预制构件检验记录。

**2** 构件吊装记录。

**3** 托架承载力试验记录。

**4** 防雷接地施工记录及接地电阻测试记录。

## 7 地表水取水建（构）筑物和水泵房

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 本章包含的主要项目为发电厂进水间、切换间、岸边泵房、取水口等地表水取水建（构）筑物及厂区内各种水泵房的施工。

**7.1.2** 施工准备工作应符合下列规定：

1 收集江、湖、河、海历年逐月的水位、流速、浪高、潮位等水文资料，在寒冷地区还应包括结冰厚度、结冰范围、冻融期流冰最大尺寸及其流速等。

2 水泵房及其附近区域内的河道、航道及航运情况，涉及水上作业时还应征求相关河道、航道和堤防管理部门的意见。

3 施工前应建立施工测量控制系统，对施工范围内的河道、海域等地形进行校测，在施工不同阶段及时对周围建（构）筑物进行沉降监测，并可根据需要设置地面、水上及水下控制桩点。

4 施工前应充分考虑施工对当地环境的影响，编制对施工中产生的废弃物、淤泥等污染物处理的技术方案。

5 采用沉井施工方案前，应取得沉井施工区域的详细的地质勘察资料。

**7.1.3** 取水建（构）筑物工程地下部分施工，宜安排在枯水季节或地下水位较低时进行。

**7.1.4** 地下部分地质条件较复杂的施工，当采用沉井、围堰、地下连续墙等形式时，在确定实施方案前应根据施工区域的工程水文地质、自然条件及工程具体情况，参照本部分附录 B 通过分析核算与技术经济比较后确定。

**7.1.5** 围堰施工应符合本部分第 4 章的有关规定；地下连续墙施

工应符合 JGJ 120 和 DL/T 5199《水电水利工程混凝土防渗墙施工规范》中的有关规定。

## **7.2 沉 井**

### **7.2.1 沉井制作前应具备下列条件：**

- 1 沉井整体施工方案已审批完成。
- 2 沉井制作场地应平整，且排水设施良好。
- 3 施工工器具齐全，计量器具检定合格，并应配置突发情况时的备用设备。
- 4 应建立施工测量及沉井观测系统。

### **7.2.2 沉井制作场地应符合下列规定：**

- 1 沉井制作场地和水中筑岛的地面标高，应比最高地下水位或其周围水域最高水位（加浪高）高 500mm 以上。
- 2 沉井制作场地应整平夯实；对软弱场地，应予换土或加固处理，以使场地承载力满足沉井制作及施工荷载的需要。
- 3 沉井制作场地垫层的结构厚度和宽度应根据土体地基承载力、沉井下沉结构高度和结构形式，经计算确定；刃脚的垫层可采用砂垫层上铺设垫木或混凝土，砂垫层宜采用中粗砂，并应分层铺设、分层夯实。
- 4 沉井制作场地设置承垫木应符合下列规定：
  - 1) 承垫木应分布均匀。
  - 2) 同一结构面的承垫木顶面标高应一致，垫木之间的空隙应用砂土垫实。
  - 3) 承垫木的支承能力至少为沉井重量的 1.2~1.5 倍；沉井为多节浇筑时，承垫木由最初浇筑一节的重量来决定。
  - 4) 便于承垫木的拆除。

**7.2.3** 沉井刃脚的支设，应根据沉井重量、施工荷载和地基承载力情况确定，可采取垫架法、半垫架法、砖模、土胎模等，且应

符合下列规定：

1 采用垫架法施工时，应计算一次浇筑高度，满足地基承载力要求。

2 当土质较好时，可采用砖垫座，砌筑时应保证刃脚设计要求的刃脚踏面宽度，并应保证垫座受刃脚水平推力时保持稳定，砖模表面可采用水泥砂浆抹面，并应涂刷隔离剂。

3 采用垫架法（或半垫架法）时，垫架数量应根据第一节沉井的重量和地基承载力计算确定。

**7.2.4** 沉井结构施工除符合设计要求及本部分规定外，尚应符合下列规定：

1 沉井混凝土施工应对称、均匀、水平分层浇筑，以免造成地基不均匀下沉或产生倾斜。

2 混凝土应一次连续浇筑完成，第一节混凝土强度达到设计强度的 75% 后方可浇筑第二节。

3 井壁有抗渗要求时，上下节井壁的接缝宜设置凸水平缝或钢板止水带，施工缝应留置在底板凹槽、凸榫或沟、洞底面以下 200mm~300mm，接缝处凿毛并冲洗处理后再继续浇筑。

**7.2.5** 沉井的内部结构，可划分为下沉前制作和下沉后制作两个部分，其划分原则应符合下列规定：

1 便于下沉及下沉过程中纠偏。

2 便于封底。

3 使井体在下沉过程中具有足够的强度和刚度，确保结构安全和防止其产生裂缝。

**7.2.6** 沉井分节制作应符合下列规定：

1 分节高度应由井体下沉所必须具有的重量、结构稳定、场地承载力和便于施工等因素决定，宜取 5m~6m 为一个施工节，底节高度宜取 4m~6m。

2 沉井每次接高时各部位的轴线位置应一致、重合。

3 各节间的接头和施工缝处理应符合设计及国家现行标准

的相关要求。

4 当沉井为分节制作一次下沉时，其制作总高度不宜超过16m，且不宜超过沉井短边或直径的长度，同时必须有可靠的计算依据和采取保证结构稳定及其顺利下沉的措施。制作高度超过16m时，应进行专项论证。

5 当沉井为多次制作多次下沉时，每次接高都应满足沉井的稳定要求，必要时须在井壁周边回填砂土或向井内灌水，保持刃脚下土层的稳定性。

**7.2.7** 沉井下沉前应完成下列工作：

1 沉井施工过程中突发状况（突沉、超沉、障碍物等）的应急预案已论证并审批。

2 将封底接缝部位凿毛，临时封闭井体上的预留孔洞。

3 对机械和设备进行检查和试运转。

4 设定标高、轴线和倾斜度的测量观测点，观测点应设在沉井四角。

5 应进行结构外观检查。

6 检查混凝土强度是否符合设计图纸要求，特殊情况下沉时，应经原设计单位核算。

7 计算沉井下沉的分段摩阻力、分段的下沉系数及下沉稳定性。

**7.2.8** 拆除承垫木或破除混凝土垫层应在沉井混凝土达到设计强度以后，分区、对称、均衡、同步地进行；每根承垫木或混凝土垫层拆除后，应立即用砂或砂石回填；定位垫木或定位支撑点应最后拆除。

**7.2.9** 沉井下沉方法应视具体条件而定，宜采取措施实现排水明挖下沉。当切穿的土层易发生大量涌水、涌土、涌砂或突沉现象时，应采用不排水下沉的方法。由不排水下沉改为排水下沉时，应经核算后进行。对于沉井下沉过程中的基底隆起、管涌或承压水引起的不透水层穿破等状况，下沉前应充分考虑并应有应急方



案，下沉时应严格掌握。

#### 7.2.10 沉井下沉应符合下列规定：

1 沉井下沉应采取防止井外大量塌方的措施。对已发生的塌方，应及时进行回填。

2 沉井下沉期间，应每 2h 进行一次水准测量，每 8h 进行一次中轴线测量。在初沉、纠偏和终沉时，应根据具体情况加强观测，缩短测量的间隔时间。下沉开始时，对附近建筑物作一次高程测量，以后每 8h 观测一次沉降量；发现异常时，应及时采取相应的安全措施。

3 分节浇筑沉井，下沉过程中其露出地面的高度应按施工需要确定，不宜小于 1m，并应采取措施避免突然下沉或发生倾斜。

4 沉井应均匀下沉，沉井下沉过程的挖土应符合下列规定：

- 1) 先挖距离井壁约 800mm 以外的中部土方，后挖边缘部位的土方。
- 2) 挖土应分层、均衡地进行，每层厚度不宜大于 0.5m。
- 3) 多孔沉井各孔挖土面的高差应不大于 1m。
- 4) 沉井下沉接近设计标高时，应减缓挖土速度和减小其分层厚度，宜在刃脚内侧保留 200mm~300mm 厚的一层土不挖；视其终沉情况确定是否采取止沉措施，以防止超沉。

5 沉井的倾斜、位移、扭转，应在沉井距设计标高 1m 以上时得到纠正。沉井的重心位置与其形心的偏差较大时，应采取防止其倾斜或偏移的措施。

6 不排水下沉沉井时，应使沉井内外的水位保持接近。当出现流砂时，可向井内注水，使井内水位比井外高 1m 左右，以遏制流砂的发生。条件允许时，可采用井点降水、通过地基处理改变土体能产生流砂的特征，或改用带水下沉方法施工。

7.2.11 沉井的下沉系数宜为 1.15~1.30，终沉时宜为 1.00~1.05（下沉到位时接近于 1.00）。当不符合上述规定时，可视具体情况

采取下列措施:

1 摩擦阻力过小:

- 1) 刃脚周围的土不挖或部分不挖。
- 2) 在沉井外壁填粗糙的材料。
- 3) 尽量减少每一节沉井的高度。

2 摩擦阻力过大:

- 1) 继续向上接高沉井的制作(沉井未达到全高时)。
- 2) 顶部加荷载或井内降低水位。
- 3) 将沉井外壁四周的土挖去一部分。
- 4) 挖去部分刃脚附近的土。挖土应注意同步、对称、逐步地进行,并且要加强对沉井轴线及倾斜度的观测,发现异常应及时矫正。
- 5) 采用井壁外设置泥浆润滑套,或者在井壁外侧高压射水、喷射压缩空气等措施助沉。
- 6) 采用触变泥浆法助沉。

注:采用触变泥浆法助沉时,在沉井封底后应采取可靠措施确保泥浆固化。

**7.2.12** 沉井下沉发生倾斜时,应视具体情况采取下列措施及时进行纠偏:

1 随着沉井下沉,在下沉量较小的一侧减小刃脚下的正面阻力,在下沉量较大的一侧增大刃脚下的正面阻力,使沉井的偏差在下沉过程中逐渐纠正。如系排水下沉,可在刃脚高的一侧进行人工或机械出土,或在刃脚低的一侧保留较宽的土堤或适当回填砂石。如系不排水下沉,则可在靠近刃脚高的一侧吸泥或抓土,必要时可由潜水员配合在刃脚下出土。

2 用水力喷枪冲刷高的一侧沉井壁外的土方或刃脚下的部分土方,也可采取井内除土纠偏。

3 在下沉量较小的一侧沉井顶部加偏压重或加水平拉力,或在下沉量较大的一侧加撑。

4 下沉量较大的一侧紧靠外壁处回填砂土, 并进行夯实。

5 位移纠偏时, 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轴线的位置相重合或接近时, 再将其倾斜向相反方向调正至倾斜和位移都在允许范围以内为止。

6 其他适用的纠偏方法。

**7.2.13** 沉井封底可采用干封底和水下封底两种方案。沉井封底应符合下列规定:

1 沉井下沉至设计标高, 待其稳定 (8h 内累计下沉量不大于 10mm) 且经检查验收后方可进行封底工作。

2 沉井封底应符合 GB 50202 的规定, 并且施工过程中应随时观测封底混凝土的上升高度, 避免超高。

3 浇筑封底混凝土前应对新老混凝土结合部位进行凿毛处理, 并将其洗刷干净。

4 当井内有隔墙、底梁或混凝土浇筑受限时, 应分格、对称浇筑。

5 进行沉井底板施工前, 应检查封底混凝土强度达到设计要求后方可进行底板施工。

**7.2.14** 沉井施工除应符合本部分要求外, 尚应符合 GB 50141 和 CECS 137《给水排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》的规定。

### 7.3 泵房及取水口

**7.3.1** 结构施工前, 应会同设备安装单位, 检查核对相关的设备锚栓或锚板的预留位置、预留孔洞、预埋件等。

**7.3.2** 与水接触的混凝土结构, 应采取技术措施, 提高混凝土质量, 避免混凝土缺陷的产生; 混凝土的原材料、配合比以及浇筑和养护要按照本部分第 5 章的规定执行。

**7.3.3** 泵房地下部分采用沉井施工时, 应符合本章第 7.2 节的规定。

**7.3.4** 泵房设备基础及基础二次灌浆施工应符合下列规定:

1 浇筑二次混凝土前，应对混凝土表面进行凿毛清理，将其刷洗干净。

2 二次混凝土宜采用细石混凝土，其强度等级不应低于同部位一期混凝土的强度等级。混凝土体积较小时，可采用灌浆料法施工。

3 采用灌浆料时，应严格控制搅拌时间和浇筑顺序。

4 二次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，掺量和配合比可通过试验确定。

5 二次混凝土浇筑应振捣密实，避免设备及埋件发生位移。

6 机、泵座二次混凝土或灌浆料施工，应保证强度达到设计强度的75%以上，方能加荷安装。

**7.3.5** 泵房预留埋件、管、孔洞及预留螺栓施工时应符合下列规定：

1 预留埋件及螺栓施工前应设备安装单位校核，无误后方可施工。

2 各种埋件及螺栓在埋设前应将表面的锈皮、油漆和油污清除干净。

3 埋设于混凝土中的供、排水管及测压管等应符合设计要求。

4 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。

**7.3.6** 取水建（构）物、泵房及取水口主体工程施工除应符合本部分规定外，尚应符合 GB 50141、DL 5190.1 的有关规定。

## **7.4 技术文件资料**

**7.4.1** 工程质量验收前应具备的技术文件除本部分附录 A 中所列文件外，还应具备下列技术文件：

1 沉井下沉记录。

2 灌浆料试验报告。

## 8 地下水取水建（构）筑物

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 本章包含的主要项目为地下水取水建（构）筑物（含管井、大口井、渗渠等）的施工。

**8.1.2** 施工场地布置、土石方堆弃、排泥、排废弃物等，不得影响水源环境、水体水质，也不得影响堤岸及附近建（构）筑物的正常使用。施工中产生的废料、废液等应妥善处理。

**8.1.3** 地下部分宜在枯水季节进行施工，同时应考虑冰冻影响。

**8.1.4** 施工期间应避免地面污水及非取水层水渗入取水层。

**8.1.5** 地下水取水建（构）筑物施工除应符合本部分规定外，尚应符合 GB 50141 的有关规定。

### 8.2 管 井

**8.2.1** 钻进、护壁与冲洗介质应符合下列规定：

1 管井施工时采用的钻进设备和工艺，根据地层岩性、水文地质条件和井身结构等因素来选择。

2 松散层钻进过程中，当遇到漂石、块石等钻进困难时，可以进行井内爆破。爆破前应进行爆破设计，并应保证地面建筑物的安全。

3 井身应圆正、垂直，并应符合下列规定：

1) 直径不得小于设计孔径。

2) 井深不大于 100m 的井段，其顶角偏斜不得超过  $1^\circ$ ；井深大于 100m 的井段，每百米顶角偏斜的递增速度不得超过  $1.5^\circ$ 。顶段的顶角和方位角不得有突变。

4 设置的护口管,应保证在管井施工过程中不松动,井口不坍塌。

5 钻进的护壁方法应根据地层岩性、钻进方法及施工用水情况确定。

6 冲洗介质应根据地层岩性、钻进方法和施工条件选择清水、泥浆、空气或泡沫等,并应符合下列要求:

- 1) 保证井壁的稳定。
- 2) 减少对含水层渗透性和水质的影响。
- 3) 提高钻进效率等。

#### 8.2.2 井管安装应符合下列规定:

1 井管安装前,应做好下列准备工作:

- 1) 根据井管结构设计进行配管。
- 2) 检查井管质量,并应符合要求。
- 3) 下管前应进行探井。
- 4) 泥浆护壁的井,应适当稀释泥浆,并清除井底的稠泥浆。

2 下管方法应根据管材强度、下置深度和起重设备能力等因素选定,并宜符合下列要求:

- 1) 提吊下管法,宜用于井管自重(或浮重)小于井管允许抗拉力和起重机的安全负荷。
- 2) 托盘(或浮板)下管法,宜用于井管自重(或浮重)超过井管允许抗拉力和起重机的安全负荷。
- 3) 多级下管法,宜用于结构复杂和下置深度过大的井管。

3 下置井管时,井管必须直立于井口中心,上端口应保持水平。井管的偏斜度,应符合本节第 8.2.1 条的规定。过滤器安装深度的允许偏差宜为 $\pm 300\text{mm}$ 。

4 沉淀管应封底;当松散层下部已钻进而不使用井管时,井管应坐落牢固,防止下沉;基岩管井的井管应坐落在稳定岩层的变径井台上。

5 采用填砾过滤器的管井，应设置找中器。

### 8.2.3 填砾与管外封闭应符合下列规定：

1 下置填砾过滤器的管井，井管安装后，应及时进行填砾。填砾前，应做好下列准备工作：

- 1) 井内泥浆应稀释（高压含水层除外）。
- 2) 按设计要求准备滤料，其数量宜按下式计算确定：

$$V = 0.785(D_k^2 - D_g^2)L\alpha \quad (8.2.3)$$

式中：V —— 滤料数量，m<sup>3</sup>；

$D_k$  —— 填砾段井径，m；

$D_g$  —— 过滤管外径，m；

L —— 填砾段长度，m；

$\alpha$  —— 超径系数，宜为 1.2~1.5。

2 滤料的质量应符合下列要求：

- 1) 滤料应取样筛分，不符合规格的数量不得超过设计数量的 15%。
- 2) 颗粒的磨圆度较好，严禁使用棱角碎石。
- 3) 不应含土和杂物。
- 4) 滤料宜用硅质砾石。

3 填砾方法应根据井壁稳定性、冲洗介质类型和管井结构等因素确定。

4 填砾时，滤料应沿井管四周均匀连续填入，随填随测。当发现填入数量及深度与计算有较大出入时，应及时找出原因并排除。

5 采用双层填砾过滤器的管井，按设计规格应先进行内层滤料的填入。外层滤料的填砾方法与单层填砾过滤器相同。

6 井管外围用黏土封闭时，应选用优质黏土做成球（块）状，外形尺寸宜为 20mm~30mm，并应在半干（硬塑或可塑）状态下缓慢填入。

7 井管外围用水泥封闭时，水泥的性能指标及封闭方法，应

根据地层岩性、地下水水质、管井结构和钻进方法等因素确定。

**8 井口管外围应封闭。**

**9 井管封闭后应检查效果，当未达到要求时，应重新进行封闭。**

**8.2.4 洗井与出水量的确定应符合下列规定：**

**1 洗井必须及时进行。**

**2 洗井方法应根据含水层特性、管井结构及管井强度等因素选用，并宜采用两种或两种以上洗井方法联合进行。**

**3 松散层的管井在井管强度允许时，宜采用活塞与压缩空气联合洗井。**

**4 泥浆护壁的管井，当井壁泥皮不易排除时，宜采用化学清洗并与其他洗井方法联合进行。**

**5 碳酸盐岩类地区的管井宜采用液态二氧化碳配合六偏磷酸钠或盐酸联合洗井。**

**6 碎屑岩、岩浆岩地区的管井宜采用活塞、空气压缩机或液态二氧化碳等方法联合洗井。**

**7 洗井效果的检查，应符合下列规定：**

**1) 出水量应接近设计要求，或连续两次单位出水量之差小于 10%。**

**2) 水的含砂量应小于 1/200 000（体积比）。**

**8 洗井结束后，应捞取井内沉淀物并进行抽水试验。**

**9 抽水试验的下降次数宜为一次，出水量不宜小于管井的设计出水量。**

**10 抽水试验的水位和出水量应连续进行观测，稳定延续时间为 6h~8h。管井出水量和动水位应按稳定值确定。**

**11 抽水试验结束前，应进行抽出的水的含砂量测定。管井出水的含砂量应符合要求。**

**8.2.5 水样采集与送检应符合下列规定：**

**1 抽水试验结束前，应根据水的用途或设计要求采集水样进**



行检验。

2 采集水样的容器，应符合下列要求：

- 1) 容器应选用硬质玻璃瓶或聚乙烯瓶。
- 2) 容器必须洗净。采样时，应用采样水冲洗三次。

3 水样应在抽水设备的出水管口处采集。采集数量宜为2L~3L。特殊项目的水样的采集数量应符合有关规定。

4 卫生细菌检验用的水样容器必须进行灭菌处理，并应保证水样在采集、运送、保存过程中不受污染。

5 水样采集后，应贴上标签置于阴凉处，并及时送交检验。需要加入保存剂的水样，应符合有关规定。

**8.2.6** 管井施工除符合本章规定外，尚应符合 GB 50296《供水管井技术规范》的有关规定。

### 8.3 大口井、渗渠

**8.3.1** 大口井、渗渠施工所用的管节、滤料应符合设计要求及 GB 50141 的有关规定。

**8.3.2** 大口井施工应符合下列规定：

1 井筒施工应符合下列规定：

- 1) 井壁进水孔的反滤层必须按设计要求分层铺设，层次分明，装填密实。
- 2) 采用沉井法下沉大口井井筒，在下沉前铺设进水孔反滤层时，应在井壁的内侧将进水孔临时封闭；不得采用泥浆套润滑减阻。
- 3) 井筒下沉就位后应按设计要求整修井底，经检验合格后方可进行下一道工序。
- 4) 井底超挖时应回填，并填至井底设计高程，其中井底进水的大口井，可采用与基底相同的砂砾料或与基底相近的滤料回填；封底的大口井，宜采用粗砂、砾石或卵石等粗颗粒材料回填。

2 井底反滤层铺设应符合下列规定:

- 1) 宜将井中水位降到井底以下。
- 2) 在前一层铺设完毕并经检验合格后,方可铺设次层。
- 3) 每层厚度不得小于该层的设计厚度。

3 大口井周围散水下回填黏土应符合下列规定:

- 1) 黏土应呈现松散状态,不含有大于 50mm 的硬土块,且不含有卵石、木块等杂物。
- 2) 不得使用冻土。
- 3) 分层铺设压实,压实度不小于 95%。
- 4) 黏土与井壁贴紧,且不漏夯。

4 新建复合井应先施工管井,建成的管井井口应临时封闭牢固;大口井施工时不得碰撞管井,且不得将管井作任何支撑使用。

8.3.3 辐射管施工应符合下列规定:

1 应根据含水层的土质,辐射管的直径、长度、管材以及设备条件等确定施工方法。

2 每根辐射管的施工应连续作业,不宜中断;埋入含水层中时,辐射管坡向出水口应有不小于 4‰ 的坡度。

3 辐射管施工完毕后,应采用高压水冲洗;辐射管与预留孔(管)之间的缝隙应封闭牢固,且不得漏砂。

4 锤打法或顶管法施工应符合下列规定:

- 1) 辐射管的入土端应安装顶帽,施力端应安装管帽。
- 2) 锤打施力或顶进千斤顶的作用中心线,与辐射管的中心线同轴。
- 3) 千斤顶的支架应与底板固定。
- 4) 千斤顶的后背布置应符合设计要求。

5 机械钻进法施工应符合下列规定:

- 1) 大口井井壁强度达到设计要求后,方可安装钻机设备。
- 2) 钻机应可靠地固定。
- 3) 钻孔均匀进尺,遇坚硬地层时,钻进速度不宜过大。

- 4) 钻进和喷水必须同步, 及时冲出钻屑。
- 6 水射法施工应符合下列规定:
  - 1) 水射设备连接牢固、过水通畅、安全可靠, 且不得漏水。
  - 2) 水压不小于 0.3MPa, 水枪的喷口流速: 中、粗砂层, 宜采用 15m/s; 卵石层, 宜采用 30m/s。
  - 3) 辐射管开始推进时, 其入土端宜稍低于外露端。
  - 4) 辐射管随水枪射水缓缓推进。
- 8.3.4 渗渠施工应符合下列规定:
  - 1 渗渠沟槽施工应符合下列规定:
    - 1) 沟槽底及槽壁应平整, 槽底中心线至沟槽壁的宽度不得小于中心线至设计反滤层外缘的宽度。
    - 2) 采用弧形基础时, 其弧形曲线应与集水管的弧度基本吻合。
    - 3) 集水管与弧形基础之间的空隙, 宜用砂石填充。
  - 2 预制混凝土枕基的现场安装应符合下列规定:
    - 1) 枕基应与槽底接触稳定。
    - 2) 枕基间铺设的滤料应捣实, 并按枕基的弧面最低点整平。
    - 3) 枕基位置及其标高应符合设计要求。
  - 3 预制混凝土条形基础现浇管座应符合下列规定:
    - 1) 条形基础与槽底接触稳定。
    - 2) 条形基础的位置及其标高应符合设计要求。
    - 3) 条形基础的上表面凿毛, 并冲刷干净。
    - 4) 浇筑管座时, 在集水管两侧同时浇筑, 集水管与条形基础间的三角区应填实, 且不得使集水管位移。
  - 4 集水管铺设应符合下列规定:
    - 1) 下管前应对集水管作外观检查, 下管时不得损伤集水管。

- 2) 铺设前应将管内外清扫干净,且不得有堵塞进水孔眼的现象;铺设时应使集水管无进水孔眼部分的中线位于管底,并将集水管固定。
  - 3) 集水管铺设的坡度必须符合设计要求。
  - 5 反滤层铺设应符合下列规定:
    - 1) 现场浇筑管座的混凝土强度应达到 5MPa 以上方可铺设反滤层。
    - 2) 集水管两侧的反滤层应对称分层铺设,每层厚度不宜超过 300mm,且不得使集水管产生位移。
    - 3) 每层滤料应厚度均匀,其厚度不得小于该层的设计厚度,各层间层次清晰。
    - 4) 分段铺设时,相邻滤层的留茬应呈阶梯形,铺设接头时应层次分明。
    - 5) 反滤层铺设完毕后应采取保护措施,严禁车辆、行人通行或堆放材料,抛掷杂物。
  - 6 沟槽回填时应符合下列规定:
    - 1) 反滤层以上的回填土应符合设计要求;当设计无要求时,宜选用不含有害物质、不易堵塞反滤层的砂类土。
    - 2) 若槽底以上原土成层分布,宜按原土层顺序回填。
    - 3) 回填土时,宜对称于集水管中心线分层回填,并不得破坏反滤层和损伤集水管。
    - 4) 冬期回填土时,反滤层以上 0.5m 范围内不得回填冻土。
    - 5) 回填土应分层夯实。
  - 7 渗渠施工完毕,应清除现场遗留的土方及其他杂物,恢复施工前的河床地形。
- 8.3.5 施工完毕并经检验合格后,应按下列规定进行抽水清洗:**
- 1 抽水清洗前应将建(构)筑物中的泥沙和其他杂物清理干净。
  - 2 抽水清洗时,大口井应在井中水位降到设计最低动水位以

下时停止抽水；渗渠应在集水井中水位降到集水管底以下时停止抽水，待水位回升至静水位左右应再行抽水；抽水时应取水样，测定含砂量；设备能力已经超过设计产水量而水位未达到上述要求时，可按实际抽水设备的能力抽水清洗。

3 水中的含砂量不大于  $1/200\ 000$ （体积比）时，停止抽水清洗。

4 应及时记录抽水清洗时的静水位、水位下降值、含砂量测定结果。

**8.3.6** 抽水清洗后，应按下列规定测定产水量：

1 测定大口井或渗渠集水井中的静水位。

2 抽出的水应排至降水影响半径范围以外。

3 按设计产水量进行抽水，并测定井中的相应动水位；含水层的水文地质情况与设计不符时，应测定实际产水量及相应的水位。

4 测定产水量时，水位和水量的稳定延续时间应符合设计要求；设计无要求时，岩石地区不少于 8h，松散层地区不少于 4h。

5 宜采用薄壁堰测定产水量。

6 及时记录产水量及其相应的水位下降值检测结果。

7 宜在枯水期测定产水量。

## 8.4 技术文件资料

**8.4.1** 工程质量验收前应具备的技术文件除本部分附录 A 中所列文件外，还应具备下列技术文件：

1 管井施工记录。

2 抽水清洗记录。

## 9 输水管、排水管、沟和渠道

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 本章包含的主要项目为发电厂循环水给（排）水管、补给水管、回水管沟、厂区给（排）水管网、沟和渠道等工程，适用于承插式预应力钢筋混凝土压力管（以下简称预应力管）、预应力钢筒混凝土管、钢管、玻璃钢管等化学建材管和钢筋混凝土管（沟、渠）的施工。

**9.1.2** 预制成品管进场时应做好现场交接验收记录，厂家应提供该批成品管的合格证和出厂检验报告以及质量证明书；当采用现场制作时，应加强制作过程的质量监督控制，并按 GB 5696《预应力混凝土管》和 GB/T 19685《预应力钢筒混凝土管》等标准进行验收。

**9.1.3** 软土地基和特殊土质（膨胀土、湿陷性黄土等）地段的沟槽土方施工，应考虑边坡稳定、降排水、防止基土扰动等因素，并采取相应措施保证管线施工全过程的工程质量和施工安全。

**9.1.4** 当采用顶管、盾构、沉管等其他特殊方法进行施工时，应符合 GB 50268《给水排水管道工程施工及验收规范》和 GB 50446的规定。

### 9.2 沟槽开挖和管基施工

**9.2.1** 沟槽开挖的边坡，应根据土质、地下水位、降排水方法、开挖深度、施工机械，以及雨季施工对边坡的影响程度、管线施工期的长短等具体情况，按 GB 50202、GB 50330《建筑边坡工程技术规范》、DL/T 5389《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术

规范》的有关规定确定。

**9.2.2** 沟槽的沟底宽度应符合设计要求。设计无要求时，应满足施工操作及排除地下水的需要。当管径小于 1m 时，宜取  $D+2\times 500\text{mm}$ ；当管径大于 1.2m 时，宜取  $D+2\times 600\text{mm}$ （ $D$  为管道承口的外径）。当沟底管道采用机械安装时，沟底宽度应满足施工机械作业要求。

**9.2.3** 采用明沟排水的排水坡降应不致冲刷沟底土壤，遇有流砂土层时，宜采用人工降低地下水位的方法。全部降、排水设施应保持施工过程的正常运行，直至回填土超过地下水位的高度且不低于管线轴线高度时，方可停止和拆除降排水设施。

**9.2.4** 当设计有数根管道平行设置时，沟槽土方宜同槽开挖。机械挖土或冬期（雨季）开挖沟槽时，应在沟底标高以上留 200mm~300mm 的保护土层。待施工管基时，采用人工清理至设计标高。挖出的堆土离槽顶边缘应有足够的安全距离，以保证边坡稳定。堆土面应向外倾斜，防止地表水流入沟槽。

**9.2.5** 扩建工程的沟槽附近有已埋设的各种沟、管道时，应人工开挖，以保证原有沟、管道的稳定和安全运行。对可燃性油、气管道，严禁碰撞，防止其变形和渗漏。

**9.2.6** 沟槽附近的其他工程为桩基时，沟槽开挖与桩基施工的顺序要妥善安排，既要防止桩基施工的振动影响沟槽边坡的稳定，又要避免沟槽开挖引起桩基出现较大的位移。

**9.2.7** 原土管基的施工应符合下列规定：

- 1 管基包角弧座应符合设计要求。
- 2 管基原土应夯实，管底标高应符合设计要求，并应保护原土不被扰动。
- 3 承口部位应局部挖成槽坑，坑的深度和大小应与承口外形相适应。
- 4 管道沿线土质不一致或差异较大时，应与设计单位协商，确定地基处理方案。

**9.2.8 砂质管基**（管道铺设于人工填筑的砂或砂砾地基上）施工应符合下列规定：

1 砂基材质应符合设计或国家现行标准的有关规定，不得含有草根、垃圾等有机杂质。当无设计要求时，砂基材料宜采用中砂、粗砂或砾砂。

2 管道有效支撑的范围必须用中、粗砂填充插捣密实，与管底紧密接触，不得用其他材料填充。

3 砂基应分层夯实，分层铺设的厚度、最佳含水率的选择、夯实操作的要求，应按不同的捣实方法确定。砂基回填的密实度应符合设计要求。

**9.2.9 混凝土管基施工**应符合下列规定：

1 管道基础应按设计要求设置变形缝，变形缝的位置应与柔性接口相一致。

2 管道安装完成，待管线轴线、标高检验及接头水压合格并经阶段性验收后，方可浇筑包角混凝土。

3 混凝土包角浇筑应保证与管子底部接触处的密实性。包角混凝土应留设沉降缝，其位置、数量与底板处留设的沉降缝相一致，沉降缝的宽度应符合设计要求。

**9.2.10 回填土施工**应符合下列规定：

1 管道及其附件安装完成，经水压试验验收合格后，及时进行沟槽回填土。雨季或冬期施工应制定相应的施工措施。

2 管道两侧至管顶的回填土应对称分层夯实，严禁单侧回填或用推土机从一侧向沟槽内推填。

3 管顶 500mm 以内的回填土与两侧回填土的要求相同，不得使用重锤或大型机械夯实。施工机械在管顶上部作业应在回填土覆土深度至管顶 800mm~1000mm 后进行；大型机械在管顶上部作业时，应对管体承载能力进行复核计算。

4 刚性管道基础为土弧基础时，应填实管道支撑角范围内腋角部位；压实时，管道两侧应对称进行，不得使管道发生位移或损伤。



5 柔性管道半径以下回填时,应采取防止管道上浮、位移的措施。

6 厂区外非交通要道及允许下沉的地段,管顶 500mm 以上的回填土可以不经夯实或简易夯填,但应留有不少于 500mm 的余高,以作为自然沉实之用。

### 9.3 混 凝 土 管

9.3.1 混凝土管装卸、运输及堆放应符合下列规定:

1 当管道的装卸起吊机具在工作状态,且与地面接触的压力大于操作地段的地面承载能力时,应扩大承压面积或局部提高地面承载能力,保证起吊机具的安全操作性,防止出现过大沉陷或不均匀沉陷。

2 管子在装车运输时应有防止震动、碰撞、滑移的措施,可采取设置弧形支座(弧形支座曲率应与管子外圆曲率相适应)、铺垫柔性材料、在枕木上加设木楔等办法予以稳固,并与车厢绑扎稳牢。承口、插口部位应垫起,不得直接压抵在车厢板上。

3 大直径管的运输应根据实际装车高度、宽度及载重轮压,核对运输路程中的桥涵或架空线的允许通过高度、宽度及压重。如有超高、超宽、超重等情况,应采取相应措施。

4 管道应按型号、规格分类堆放。堆放层数不宜超过表 9.3.1 的规定。

表 9.3.1 混凝土管堆放层数

公称内径 $D$ (mm)	400~500	600~800	900~1200	1400~1600	$\geq 1800$
堆放层数(层)	5	4	3	2	1 或立放

9.3.2 预应力混凝土管安装前应进行质量检验,并符合下列规定:

1 管道安装前应逐根进行外观检查。外观质量应符合 GB 5696 的有关规定。

2 外观检查不合格的管材应及时予以修复。对管壁混凝土出现塌落的表面积超过管体内表面积的 10%，或修补后仍不合格的管道，应予以报废。三阶段管水泥砂浆保护层出现损坏的表面积超出管道的保护层表面积的 5% 时，应将其全部清除后重新制作保护层。

3 预应力混凝土输水管管道接口橡胶密封圈安装应符合 JC/T 748《预应力与自应力混凝土管用橡胶密封圈》的规定。胶圈的材质应致密，无平面扭曲现象，无肉眼可见的杂质、气孔、裂缝及其他有碍使用的缺陷。中、小直径管道应采用无接头的密封圈。大直径预应力管道允许采用有接头的密封圈，该接头的材质不得低于母材的性能标准，外观不得有硬结、死弯、偏心、刀痕、扭曲等缺陷。

### 9.3.3 预应力混凝土管道安装应符合下列规定：

1 根据管材种类、单节管重及管径、管长、机械设备、施工环境等因素选择下管方法和机械。

2 管道安装前应将管内外清扫干净，安装时管道中心线及管底标高应符合设计要求，稳管时必须采取措施防止管道发生滚动。

3 大直径管道的安装可采用内拉方法，即将拉具的末端嵌固在已装管段的对口间隙中。已装管段的数量，可通过试验确定，一般不少于 3 节。中、小直径管道的安装，根据具体情况可采用内拉或外拉方法。

4 每节管道的安装都必须校测管道轴线和管底标高。检查相邻承插口之间的对口间隙及密封胶圈的回弹值。

5 预应力管与钢管连接处预应力管的管基应延伸至钢管底部一定长度。接口部位应按设计要求增设钢筋混凝土抱箍或振墩。

6 管道沿线的土壤或地下水对混凝土或密封胶圈有腐蚀作用时，应按设计说明及有关规定进行防腐处理。

7 负温下进行管道安装时，密封胶圈应防止受冻脆裂。

### 9.3.4 预应力钢筒混凝土管安装应符合下列规定：

1 管节及管件的规格、性能应符合 GB/T 19685 的规定和设计要求。进入施工现场时，其外观质量应符合下列规定：

- 1) 管道进场时应应对管内外表面质量进行检查，包括平整度，无残缺、裂缝、空鼓、剥落、浮渣、露石，承插口金属面防腐良好、光洁、无脏物，混凝土与钢筒之间无裂缝现象。
- 2) 对于离心成型的管材，应控制混凝土与水泥砂浆表面出现裂缝的检查。管内表面出现的环向裂缝或螺旋状裂缝宽度不应大于 0.5mm（浮浆裂缝除外）。距离管的插口端 300mm 范围内出现的环向裂缝宽度不应大于 1.5mm，否则应予修补。管内表面不得出现长度大于 150mm 的纵向可见裂缝。
- 3) 覆盖预应力钢丝表面的水泥砂浆保护层不允许存在任何可见裂缝，覆盖在非预应力钢丝区域的水泥砂浆保护层出现的可见裂缝宽度不应大于 0.25mm，否则应予修补。
- 4) 管端面混凝土不应有缺料、掉角、孔洞等缺陷。端面应齐平、光滑，并与轴线垂直。

2 预应力钢筒混凝土管的接头钢环应符合下列规定：

- 1) 承口钢环应采用一块钢板或由多块钢板组成的钢板条，经过制圈焊接形成圆环后，以超过钢板弹性极限强度的扩张力对承口钢环进行扩张整圆，获得设计所确定的精确尺寸。
- 2) 插口钢环应采用符合要求的异型钢板条，经过制圈焊接形成圆环后，以超过钢板弹性极限强度的扩张力对插口钢环进行扩张整圆，获得设计所确定的精确尺寸。
- 3) 制成的承插口接头钢环工作面的对接焊缝应打磨光

滑并与邻近表面取平,焊缝表面不应出现裂纹、夹渣、气孔等缺陷。

**3 承插式橡胶圈柔性接口施工时应符合下列规定:**

- 1) 清理管道承口内侧、插口外部凹槽等连接部位和橡胶圈。
- 2) 将橡胶圈套入插口上的凹槽内。橡胶圈在凹槽内受力应均匀,不应有扭曲、翻转现象。
- 3) 将配套的润滑剂涂擦在承口内侧和橡胶圈上,检查涂覆应完好。
- 4) 在插口上按要求做好安装标记,插入应到位。
- 5) 接口安装时,将插口一次插入承口内,直至达到安装标记为止。

**4 管道的防腐应符合下列规定:**

- 1) 成品管道运至现场之前,管道承插口钢环的外露部分应采用有效的防腐材料加以保护,以防钢环发生锈蚀。
- 2) 管道的防腐应符合设计要求。当管道用于输送具有腐蚀性的污水或海水,或用于含有腐蚀性介质的土壤环境中时,应按 GB 50046 执行;涂覆防腐施工时,应按 GB 50212、GB 50224 中的有关规定执行。

**9.3.5 钢筋混凝土管安装应符合下列规定:**

- 1 管道的安装应符合 GB 50268 中的有关规定。
- 2 钢筋混凝土管安装应对管道中心线、管内底标高进行重点控制;重点部位为变坡点、管道转向检查井等部位。
- 3 钢筋混凝土管铺设方法应根据管道种类、管径大小、管座形式、管道基础、接口方式等确定。

4 混凝土管和钢筋混凝土管柔性接口安装前,承口内工作面、插口外工作面应清洗干净;套在插口上的橡胶圈应平直、无扭曲,正确就位。橡胶圈表面和承口工作面应涂刷无腐蚀性的润

滑剂；安装后放松外力，管节回弹不得大于 10mm，且橡胶圈应在承、插口工作面上。

**5** 混凝土管和钢筋混凝土管刚性接口安装时，钢丝网水泥砂浆抹带接口材料应符合设计和国家现行有关标准的规定。抹带前应将管口的外壁凿毛、清洗干净，钢丝网端头应在浇筑混凝土管座时插入混凝土内，在混凝土初凝前分层抹压钢丝网水泥砂浆抹带，并用吸水性材料进行覆盖养护；水泥砂浆填缝及抹带接口作业时落入管道内的接口材料应清除。当管径大于或等于 700mm 时，应采用水泥砂浆将管道内接口部位抹平、压光；当管径小于 700mm 时，填缝后应立即抹平。

## 9.4 钢管和玻璃钢管

**9.4.1** 钢管的制作、安装和防腐应符合 GB 50268、GB 50235《工业金属管道工程施工规范》、GB 50184《工业金属管道工程施工质量验收规范》、GB 50236《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》、GB/T 985.1《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》、GB/T 21448《埋地钢质管道阴极保护技术规范》的有关规定。

**9.4.2** 本章的玻璃钢管以埋地管的施工安装为主，既适用于玻璃钢夹砂管，也适用于纯玻璃钢管。不包含架空玻璃钢管的安装。

**9.4.3** 玻璃钢管安装应符合下列规定：

**1** 管节及管件的规格、性能应符合 GB/T 21238《玻璃纤维增强塑料夹砂管》、HG/T 21633《玻璃钢管和管件》的有关规定。进入施工现场时应对其外观质量作如下检查：

- 1) 内、外径偏差，承口深度（安装标记环），有效长度，管壁厚度，管端面垂直度等应符合产品标准规定。
- 2) 内、外表面应光滑平整，无划痕、分层、针孔、杂质、破碎等现象。
- 3) 管端面应平齐，无毛刺等缺陷。

- 4) 橡胶圈安装应符合本章第 9.3 节的有关规定。
- 2 接口连接、管道安装应符合 GB 50268 中的有关规定。
- 3 对大口径玻璃钢夹砂管的装卸、搬运及铺设, 施工单位必须编制和严格执行专项安全措施, 以防造成安全事故或管材损坏。
- 4 管道安装完毕后, 应按照设计规定对管道系统进行压力试验, 包括管道系统机械强度试验和检查管路连接情况的密封性试验。按试验时使用的介质, 可分为水压试验和气压试验。
- 5 玻璃钢管安装时施工温度不宜低于 $-5^{\circ}\text{C}$ 。

## 9.5 钢 筋 混 凝 土 沟

- 9.5.1 钢筋混凝土沟的施工应符合 GB 50108、GB 50141、DL/T 5144 等有关规定。
- 9.5.2 钢筋混凝土沟的开挖应符合本部分第 4 章的规定。
- 9.5.3 钢筋混凝土沟施工缝和变形缝的施工应符合本部分第 5 章的有关规定。

## 9.6 管道功能性试验

- 9.6.1 管道安装完成后应按下列规定进行管道功能性试验:
- 1 管道功能性试验应符合 GB 50268 的有关规定。
  - 2 压力管道应做水压试验, 无压管道应做严密性试验。
  - 3 大口径玻璃钢管、预应力钢筒混凝土管或预应力混凝土管等管道的功能性试验应符合设计要求; 当设计无要求时, 应符合下列规定:
    - 1) 单口水压试验合格的压力管道可免去预试验阶段, 而直接进入主试验阶段。
    - 2) 单口水压试验合格的无压管道应认同严密性试验合格, 无需进行闭水或闭气试验。
  - 4 全断面整体现浇的钢筋混凝土无压管渠处于地下水位以下时, 除设计有要求外, 当管渠的混凝土强度等级、抗渗性能检

验符合设计要求时，可不必进行闭水试验。

**5 污水、雨污水合流管道及湿陷土、膨胀土、流砂地区的雨水管道，必须经严密性试验合格后方可投入运行。**

### 9.6.2 压力管道水压试验应符合下列规定：

**1** 大口径预应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管、玻璃钢管安装后应及时进行接头水压试验；水压试验时，在管线高点处设排气阀；接头水压试验宜采用专用接头水压试验装置，如图 9.6.2 所示。

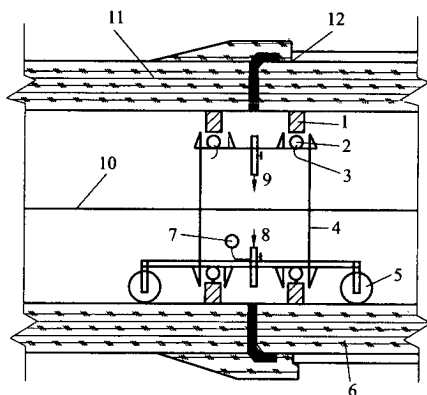


图 9.6.2 接头水压试验试压装置示意图

1—方胶带；2—胶内胎；3—进气门；4—水压圈；5—小胶轮；

6—管插口；7—压力表；8—进水门；9—排气门；

10—内拉杆；11—管承口；12—密封圈

**2** 压力管道水压试验前，管道安装应检查合格；除接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于 0.5m；水压试验合格后，应及时回填沟槽的其余部分。

**3** 管端敞口部位应事先用管堵或管帽封堵，并加临时支撑，不得用闸阀代替封堵设施。管道中的固定支墩，试验时应达到设计强度，试验前应将该管段内的闸阀打开。

**4** 当管道内有压力时，严禁修整管道缺陷和紧动螺栓，检查

管道时不得用手锤敲打管壁和接口。

5 给水管道在试验合格验收交接前,应进行一次通水冲洗和消毒。

6 管径大于 1.4m 的预应力钢筒混凝土管线安装技术检查资料应完整,并逐个进行单口接头水压试验,试验压力为管道设计压力的 2 倍,且不得小于 0.2MPa;对大管径钢管接头部位应加强过程控制,对管道接口部位应进行 100%探伤检验,或采用渗油方式进行检验。当试验合格后,可不再进行全线或分段水压试验。

7 当管径小于 1.4m 时,管道安装完成后应进行全线或分段水压试验,分段长度不宜超过 1km。若管线较长或排气不充分,在进行分段或全线水压试验时,允许进行流水试验,但试验压力值必须满足规定。

8 水压试验的顺序:预试验阶段,先升压至试验压力并稳压 30min 后,检验试验段有无渗漏处,期间如有压力下降,可注水补压。主试压阶段,停止注水补压,稳定 15min;当 15min 后压力下降不超过表 9.6.2-1 中所列压力降数值时,将试验压力降至工作压力并保持恒压 30min,检查试验段如无渗漏现象,则水压试验为合格。

表 9.6.2-1 压力管道水压试验的允许压力降 (MPa)

管 材 种 类	试 验 压 力	允许压力降
钢管	$p+0.5$ , 且不小于 0.9	0
预(自)应力混凝土管、 预应力钢筒混凝土管	$1.5p$	0.03
	$p+0.3$	
现浇钢筋混凝土管渠	$1.5p$	
化学建材管	$1.5p$ , 且不小于 0.8	0.02



## 9 压力管道水压试验应符合表 9.6.2-1、表 9.6.2-2 的要求。

表 9.6.2-2 压力管道水压试验的试验压力 (MPa)

管 材 种 类	工作压力 $p$	试验压力
钢管	$p$	$p+0.5$ , 且不小于 0.9
预(自)应力混凝土管、 预应力钢筒混凝土管	$\leq 0.6$	$1.5p$
	$> 0.6$	$p+0.3$
现浇钢筋混凝土管渠	$\geq 0.1$	$1.5p$
化学建材管	$\geq 0.1$	$1.5p$ , 且不小于 0.8

10 管道试压时应设试压后背。可用天然土壁作试压后背,或用已安装好的管道作试压后背;当试验压力较大时,为避免背墙发生弹性压缩变形、破坏接口,可采用螺旋千斤顶对背墙施加预压力。

11 管道试压前应排除管内空气(在管线高点处设排气阀),灌水进行浸润;试验管段灌满水后,应在不大于工作压力的条件下充分浸泡后进行试压。

12 冬期进行水压试验时,应采取有效的防冻措施,试验完毕后应立即排空管道内的积水。

## 9.6.3 压力管道渗水量试验判定标准应符合下列规定:

1 当实测渗水量不大于表 9.6.3 及下列公式规定的允许渗水量时,渗水量试验判定为合格。如渗水量集中在少数接口渗出,仍应分析原因予以修复。

表 9.6.3 压力管道允许渗水量

管径 (mm)	允许渗水量 [L/(min·km)]			管径 (mm)	允许渗水量 [L/(min·km)]		
	焊接接口钢管	玻璃钢管	预(自)应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管		焊接接口钢管	玻璃钢管	预(自)应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管
300	0.85	1.70	2.42	900	1.45	2.90	4.20

续表 9.6.3

管径 (mm)	允许渗水量 [L/(min·km)]			管径 (mm)	允许渗水量 [L/(min·km)]		
	焊接接 口钢管	玻璃 钢管	预(自)应力 混凝土管、预应力 钢筒混凝土管		焊接接 口钢管	玻璃 钢管	预(自)应力 混凝土管、预应力 钢筒混凝土管
400	1.00	1.95	2.80	1000	1.50	3.00	4.42
600	1.20	2.40	3.14	1200	1.65	3.30	4.70
800	1.35	2.70	3.96	1400	1.75	—	5.00

注：表中允许渗水量是指 1km 长的试验管段的允许渗水量。实际试验段小于 1km 时，按比例折减。

2 当管径大于表 9.6.3 中的规定值时，实测渗水量应不大于按下式计算的允许渗水量：

钢管

$$[q] = 0.05\sqrt{D} \quad (9.6.3-1)$$

玻璃钢管

$$[q] = 0.1\sqrt{D} \quad (9.6.3-2)$$

预(自)应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管

$$[q] = 0.14\sqrt{D} \quad (9.6.3-3)$$

现浇钢筋混凝土管的实测渗水量应小于或等于按下式计算的允许渗水量：

$$[q] = 0.014D \quad (9.6.3-4)$$

式中：[q]——允许渗水量，L/(min·km)；

D——试验段的管道内径，mm。

3 管径为 400mm 及以下的管道，水压试验时，若在试验压力下恒压 10min 内，压力降不大于 0.05MPa，则认为渗水量合格，不必再进行渗水量试验。

#### 9.6.4 无压管道闭水试验及闭气试验：

1 闭水试验应符合下列规定：

- 1) 管道闭水试验应按设计要求和试验方案进行。试验管段应按井距分隔, 抽样选取, 带井试验。
- 2) 闭水试验管段应符合下列要求: 管道及检查井外观质量已验收合格。管道未回填, 且沟内无积水。全部预留孔 (除预留进水管外) 应封堵坚固, 不得渗漏。管道两端堵板承载力经核算应大于水压力的合力。
- 3) 无压管道闭水试验时, 应先对管段进行外观检查, 不得有漏水现象; 实测渗水量小于或等于允许渗水量时, 管道闭水试验为合格, 见表 9.6.4。

表 9.6.4 无压管道闭水试验允许渗水量

管 材	管道内径 $D$ (mm)	允许渗水量 $[q]$ [ $\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{km})$ ]
钢筋混凝土管	200	17.60
	300	21.62
	400	25.00
	500	27.95
	600	30.60
	700	33.00
	800	35.35
	900	37.50
	1000	39.52
	1100	41.45
	1200	43.30
	1300	45.00
	1400	46.70
	1500	48.40
	1600	50.00
	1700	51.50
	1800	53.00
	1900	54.48
	2000	55.90

- 4) 当管道内径大于 700mm 时, 可按管道井段数量抽样选取 1/3 进行试验。试验不合格时, 抽样井段数量应在原抽样基础上加倍进行试验。
- 2 闭气试验应符合下列规定:
  - 1) 闭气试验适用于混凝土类的无压管道在回填土前进行的严密性试验。
  - 2) 闭气试验时, 地下水位应低于管外底 150mm, 环境温度为 $-15^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。
  - 3) 闭气试验时间应符合 GB 50268 规定的时间要求, 管内实测气体压力  $p$  大于或等于 1.5kPa 时, 管道闭气试验合格。
  - 4) 管道闭气试验不合格时, 应进行漏气检查, 修补后复检。
- 3 污水管道、雨水管道、倒虹吸管及设计要求闭水的其他排水管道, 回填前应采用闭水法进行严密性试验。试验管段应按井距分隔, 长度不大于 1km, 带井试验。污水管道不允许渗漏。

## 9.7 进排水涵、渠

9.7.1 进排水涵、渠施工应符合 GB 50141 等国家现行有关标准的规定。

9.7.2 施工前应先做好永久性排水设施和必要的临时性排洪、排水设施, 防止洪水等流入基槽。

9.7.3 砌体施工应符合下列规定:

1 进入现场的砌体材料(砖、石等)应符合 GB 50203《砌体工程施工质量验收规范》的有关规定; 砌筑砂浆应采用水泥砂浆, 其强度等级应符合设计要求, 且不应低于 M10。

2 砌体中的预埋管洞口结构应采取加强及防渗措施。设计无要求时, 可采用管外包封混凝土法(对于金属管, 还应加焊止水环后包封)。包封的混凝土抗压强度等级不小于 C25, 管外浇筑厚度不应小于 150mm。

3 石砌体施工：墙面应垂直，砂浆必须饱满，嵌缝密实，勾缝整齐，不得有通缝、裂缝等现象，墙和拱圈的伸缩缝与底板伸缩缝应对正。

4 砌筑拱圈应自两侧向拱中心对称进行，灰缝匀称，拱中心位置正确，灰缝砂浆饱满、严密。

5 拱形涵、渠侧墙砌筑养护完毕安装拱胎前，两侧墙外进行回填土时，墙内应采取措施保持墙体稳定。

#### 9.7.4 混凝土涵、渠施工应符合下列规定：

1 混凝土基础不得有石子外露、脱皮、裂缝等现象。变形缝位置应正确、垂直、贯通。

2 墙面、板面严禁有裂缝，并不得有蜂窝、露筋等现象。

3 墙和拱圈的变形缝与底板的变形缝应对正。

4 涵、渠变形缝内止水带的设置位置应准确牢固，与变形缝垂直，与墙体中心对正。架立止水带的钢筋应预先制作成型。

5 涵、渠顶板的底模，当跨度等于或大于 4m 时，其底模应预留拱度，预留拱度宜为跨长的 2%~3%。

6 现浇钢筋混凝土矩形涵、渠的施工缝应留在墙底腋角以上不小于 200mm 处。墙与顶板宜连续浇筑，当浇筑至墙顶时，宜停留 1.0h~1.5h 的沉降时间，再继续浇筑顶板。

9.7.5 管渠的功能性试验应符合 GB 50268 的相关规定；压力管渠水压试验时，其允许渗水量应符合式 (9.7.5-1) 的规定：

压力管渠

$$Q_1 = 0.014D_i = 0.014 \frac{s}{\pi} \quad (9.7.5-1)$$

无压管渠闭水试验时，其允许渗水量应符合式 (9.7.5-2) 的规定：

无压管渠

$$Q_2 = 1.25\sqrt{D_i} = 1.25\sqrt{\frac{s}{\pi}} \quad (9.7.5-2)$$

式中:  $Q_1$  ——压力管渠允许渗水量,  $L/(\min \cdot km)$ ;

$Q_2$  ——无压管渠允许渗水量,  $m^3/(d \cdot km)$ ;

$D_i$  ——管道内径, mm;

$s$  ——管渠的湿周周长, mm。

## 9.8 技术文件资料

**9.8.1** 工程质量验收前应具备的技术文件除本部分附录A中所列文件外, 还应具备下列技术文件:

- 1 全线或分段水压试验专项方案。
- 2 钢筋混凝土管现场制作、安装记录。
- 3 管道严密性试验记录。
- 4 压力管道、设备系统水压试验记录。
- 5 无压管道灌水试验及排水管道系统清洗、灌水、通水、通球试验记录。
- 6 有关安全及功能的检验和见证检测项目检查记录。

## 10 水处理建（构）筑物

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 本章包含的主要项目为净水、污水处理建（构）筑物结构工程施工。

**10.1.2** 水处理建（构）筑物施工应符合下列规定：

1 编制施工方案时，应根据设计要求和工程实际情况，综合考虑各单体建（构）筑物的施工方法和技术措施；合理安排施工顺序，确保各单体建（构）筑物之间的衔接，满足设计要求。

2 做好各单体建（构）筑物不同施工工况条件下的沉降观测。

3 涉及设备安装的预埋件、预留孔洞以及设备基础等有关结构施工，在隐蔽前安装单位应参与复核。设备安装前还应进行交接验收。

4 水处理建（构）筑物底板位于地下水位（静水位）以下时，应进行抗浮稳定验算。当不能满足要求时，必须采取抗浮措施。

5 满足其相应的工艺设计、运行功能、设备安装的要求。

**10.1.3** 水处理构筑物施工完毕必须进行满水试验。

**10.1.4** 水处理构筑物的满水试验应符合下列规定：

1 编制试验方案。

2 混凝土强度已达到设计要求。与所试验构筑物连接的已建管道、构筑物的强度符合设计要求。

3 混凝土结构试验应在防水层、防腐层施工前进行。

4 与构筑物连接的管道、相邻构筑物，应采取相应的防差异沉降的措施。有伸缩补偿装置的，应保持松弛、自由状态。

5 试验的同时应进行构筑物的外观检查，并对构筑物及连接

管道进行沉降量监测。

**6** 满水试验合格后,应及时按规定进行池壁外和池顶的回填土方等项施工。

**10.1.5** 当地下建(构)筑物外墙有管道穿过时,应采取防水措施。对有严格防水要求的建筑物,应采用柔性防水套管。

## **10.2 池 体**

**10.2.1** 现浇钢筋混凝土池体施工应符合水工混凝土施工要求。

**10.2.2** 池壁的施工缝设置应符合设计要求;设计无要求时,应符合本部分 5.6 节的规定。

**10.2.3** 水池施工完毕后应及时进行满水试验;满水试验应符合本部分附录 C 的要求,并符合下列规定:

**1** 混凝土已达到设计强度等级。

**2** 试验用水应采用清洁水,且试验用水温度与环境温度的差不宜大于 20℃。

**3** 设计有防水层或防腐层的水池,应先进行满水试验,合格后施工防水层或防腐层。

**4** 多格水池满水试验顺序应按设计文件规定进行。

**10.2.4** 水池满水试验应进行渗漏检查,渗漏水量按本部分附录 C 中式(C.0.5)计算,不得超过设计文件规定的防水等级渗漏标准。

**10.2.5** 水池满水试验时,对有沉降观测要求的应测定其沉降量,并应符合下列规定:

**1** 水池缓慢充水,每 2m 高度或每次充水观测一次,发生不均匀沉降时应停止充水,并增加观测次数,直至稳定后再继续充水。

**2** 水池满水达到设计高度后观测一次,24h 后观测一次,连续观测 3 天,以后每 15 天观测一次,直至沉降稳定。

**3** 放水前后再各观测一次。

**10.2.6** 水池地基的不均匀沉降应符合设计文件的规定,有伸缩缝的水池,缝两侧沉降差不得大于 10mm。



**10.2.7** 池体套管及填涵安装应符合下列规定：

- 1 池体套管进行选型加工时，应满足管路设计工况及安装要求。
- 2 套管在模板支设前按照图纸进行预埋，并固定牢靠，其中心线位移不得大于 3mm。
- 3 防水套管的位置应避开沉降缝、伸缩缝或两个距离较近的建（构）筑物。
- 4 与饮用水接触的金属表面应涂无毒环氧底漆、面漆各两道。
- 5 管道填涵应在管道安装调整完成后进行。

**10.3 井**

**10.3.1** 井室的混凝土基础宜与管道基础同时浇筑。

**10.3.2** 管道穿过井壁的施工应符合设计要求；设计无要求时，应符合下列规定：

- 1 混凝土类管道、金属类无压管道，其管外壁与砌筑井壁洞圈之间为刚性连接时，水泥砂浆应坐浆饱满、密实。
- 2 金属类压力管道，井壁洞圈应设套管，管道外壁与套管的间隙应四周均匀、一致，其间隙宜用柔性或半柔性材料填嵌密实。
- 3 对于现浇混凝土结构井室，井壁洞圈应振捣密实。
- 4 排水管接入检查井时，管口外缘与井内壁平齐。接入管径大于 300mm 时，对于砌筑结构的井室，应砌砖圈加固。

**10.3.3** 砌筑结构井室施工应符合下列规定：

- 1 砌筑前砌块应充分湿润。砌筑砂浆强度等级符合设计要求，现场拌制应拌和均匀、随用随拌。
- 2 排水管道检查井内的流槽，宜与井壁同时进行砌筑。
- 3 砌块应垂直砌筑，需收口砌筑时，应按设计要求的位置设置钢筋混凝土梁进行收口。圆井采用砌块逐层砌筑收口，四面收口时每层收进不应大于 30mm，偏心收口时每层收进不应大于 50mm。

## **DL 5190.9 — 2012**

**4** 砌筑时,铺浆应饱满,灰浆与砌块四周黏结紧密、不得漏浆,上下砌块应错缝砌筑,避免产生通缝。

**5** 砌筑时应同时安装踏步;踏步安装后,在砌筑砂浆未达到规定抗压强度前不得踩踏。

**6** 内外井壁应采用水泥砂浆勾缝,有抹面要求时,抹面应分层压实。

### **10.3.4** 现浇混凝土结构井室施工应符合下列规定:

**1** 浇筑前,钢筋、模板工程经检验合格,混凝土配合比满足设计要求。

**2** 振捣密实,无漏振、走模、漏浆等现象。

**3** 及时进行养护,强度等级未达到设计要求不得受力。

**4** 浇筑时应同时安装踏步;踏步安装后,在混凝土强度未达到规定抗压强度前不得踩踏。

### **10.3.5** 井室内部施工应符合下列规定:

**1** 井室施工达到设计高程后,应及时浇筑或安装井圈,井圈应以水泥砂浆坐浆并安放平稳。

**2** 预留孔、预埋件应符合设计和管道施工工艺要求。

**3** 排水检查井的流槽表面应平顺、圆滑、光洁,并与进出水管道底部顺接。

**4** 透气井及排水井、跌水井的工艺尺寸应按照设计要求进行施工。

**5** 阀门井的井底距管道承口或法兰盘下缘,以及井壁与承口或法兰盘外缘应有安装作业空间,其尺寸符合设计要求。

**10.3.6** 给排水井盖选用的型号、材质应符合设计要求。道路上的井室必须使用重型井圈井盖,并装配稳固。

## **10.4 建(构)筑物防腐**

**10.4.1** 本节内容适用于水处理建(构)筑物防腐工程,也适用于有防腐要求的其他水工建(构)筑物防腐工程。

**10.4.2** 水处理建(构)筑物的各种防腐材料要有出厂合格证件和检验报告,进场后要进行见证取样检测,合格后方可使用。耐腐蚀胶泥、玻璃钢胶料等配合比应符合设计要求,并经试验确定。

**10.4.3** 防腐层应按照产品说明书要求的工艺施工,基层及施工工艺要求应符合设计文件的要求。设计无要求时,按 GB 50212 的有关规定验收,并由专业队伍进行施工。

**10.4.4** 混凝土基层处理符合下列规定:

1 混凝土水池防腐基层处理应经验收,其他要求应符合 GB 50212 的有关规定。

2 基层底面坡度应符合设计文件的规定,阴阳角应做成斜面或圆角,表面平整度误差不应大于 5mm。

3 施工前基层应干燥,在 20mm 深度内的含水率不应大于 6%;当采用湿固化型材料时,含水率可不受上述限制,但表面不得有渗水、浮水及积水。当设计对湿度有特殊要求时,应按设计要求进行施工。

4 基层表面必须洁净。施工前,基层表面处理方法应符合下列规定。

- 1) 当采用手工或动力工具打磨时,表面应无水泥渣及疏松附着物。
- 2) 当采用喷砂或抛丸时,应使基层表面形成均匀粗糙面。
- 3) 当采用研磨机械打磨时,表面应清洁、平整。
- 4) 当正式施工时,必须用干净的软毛刷、压缩空气或工业吸尘器将基层表面清理干净。

**10.4.5** 块材防腐蚀面层施工应符合下列规定:

1 块材及粘接材料应满足设计防腐质量要求。块材使用前应挑选、洗净并干燥。

2 块材铺砌前先试排并标记,铺砌顺序由低向高,先地坑、地沟,后地面、踢脚板或墙裙。阴角处立面块材应压住平面块材,阳角处平面块材应压住立面块材。

**3** 块材铺砌应交错进行,不应有直缝和十字缝;多层铺砌时,层间不应重缝。

**4** 块材铺砌应采用揉挤法,立面块材连续铺砌高度与胶泥硬化时间相适应。

**5** 做好界面结合层,当基层上全部底涂施工完成并验收合格后方可进行铺砌。杜绝以块材上刮涂结合层代替基层上的底涂。块材的结合层及灰缝应饱满、密实、黏结牢固,不得有疏松、裂纹和起鼓等现象,灰缝表面应平整。

**6** 表面坡度应符合设计要求,其允许偏差为坡长的 $\pm 0.2\%$ ,且最大偏差不应大于 30mm,泼水试验应能保证顺利排水。

**7** 做勾缝的块材面层铺砌时,应随时刮除灰缝内多余的胶泥;当设计文件无要求时,应做原浆勾缝。

**8** 块材结合层厚度、灰缝宽度和勾缝或灌缝的尺寸,应符合 GB 50212 的要求。

**9** 胶泥养护应符合产品使用说明书的要求。

**10** 当建(构)筑物结构部位有孔洞设置时,应提前预埋耐腐蚀套管,套管与管道间的缝隙应采用耐腐蚀材料填封。

**11** 当衬里施工过程中可能产生有害气体时,储槽、污水处理池的顶盖应设置不少于两个供施工通风用的孔洞或通风设施。

**10.4.6** 树脂类防腐面层施工应符合下列规定:

**1** 树脂类材料的配制应参照 GB 50212 的有关要求实施。

**2** 树脂胶泥(包括环氧胶泥、酚醛胶泥、环氧酚醛胶泥等)与玻璃钢(包括环氧玻璃钢、酚醛玻璃钢、环氧酚醛玻璃钢、环氧煤焦油玻璃钢等)防腐工程的施工环境温度以  $15^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$  为宜,相对湿度不宜大于 80%,否则应采取相应措施。

**3** 树脂胶泥和玻璃钢防腐工程在施工和养护期间不得有明火,并应采取防火、防日晒措施。

**4** 树脂、固化剂、稀释剂等材料均应密封贮存在阴凉干燥处,并应做好防火措施。

5 配制的环氧树脂胶泥,自加入固化剂起应在说明书规定的时间内用完。

6 树脂玻璃钢宜采用手糊法。手糊法分为间歇法或连续法施工。

7 树脂胶泥和玻璃钢养护期应符合产品使用说明的规定。常温下,树脂类防腐蚀工程的养护期应符合表 10.4.6 的规定。

表 10.4.6 树脂类防腐蚀工程养护天数

树脂类别	养护期 (d)	
	胶泥或砂浆	玻璃钢
环氧树脂	≥10	≥15
乙烯基酯树脂	≥10	≥15
不饱和聚酯树脂	≥10	≥15
呋喃树脂	≥15	≥20
聚酯树脂	≥20	≥25
树脂玻璃鳞片胶泥	≥10	

10.4.7 涂料类防腐蚀面层施工应符合下列规定:

1 环氧树脂涂料包括单组分环氧酯底层涂料和双组分环氧树脂涂料,其配制及施工应符合下列规定:

- 1) 双组分涂料必须按质量比配制,并搅拌均匀。配制好的涂料宜熟化后使用。
- 2) 每次涂装应在前一层涂膜表干后进行,施工的间隔时间应符合表 10.4.7-1 的规定。

表 10.4.7-1 涂料类防腐面层施工间隔时间

气温 (°C)	10~20	21~30	>31
间隔时间 (h)	≥24	≥8	≥4

3) 水泥砂浆、混凝土基层,应采用稀释的环氧树脂进行

封底处理。

4) 涂料的贮存期在 25℃ 以下, 不应超过 12 个月。

2 聚氨酯树脂涂料包括单组分涂料和双组分涂料, 其配制及施工应符合下列规定:

- 1) 双组分涂料必须按质量比配制, 并搅拌均匀。
- 2) 每次涂装应在前一层涂膜实干后进行, 施工间隔时间宜大于 20h。
- 3) 涂料的施工环境温度不应低于 5℃。
- 4) 在水泥砂浆、混凝土基层上, 可选用稀释的环氧树脂进行封底处理。
- 5) 涂料的贮存期在 25℃ 以下, 不宜超过 6 个月。

3 氯乙烯—醋酸乙烯共聚涂料包括单组分和环氧改性的双组分涂料, 其配制及施工应符合下列规定:

- 1) 双组分涂料必须按规定的质量比配制, 并搅拌均匀。
  - 2) 每层涂装必须在前一层涂膜实干后进行。
  - 3) 水泥砂浆、混凝土表面宜采用稀释的环氧树脂进行封底处理。
  - 4) 涂料的贮存期在 25℃ 以下, 不宜超过 6 个月。
- 4 过氯乙烯涂料的施工, 应符合下列规定:
- 1) 过氯乙烯涂料应为单组分。
  - 2) 每次涂装应在前一层涂膜表干后进行, 施工的间隔时间应符合表 10.4.7-2 的规定。

表 10.4.7-2 过氯乙烯涂料施工间隔时间

气温 (℃)	0~14	15~30	>30
间隔时间 (min)	<60	<30	<15

- 3) 涂料的施工环境温度不得低于 0℃。涂料的贮存期在 25℃ 以下, 不应超过 6 个月。

5 氯磺化聚乙烯涂料包括单组分和环氧改性的双组分涂料，其配制及施工应符合下列规定：

- 1) 涂料应按比例配制，并搅拌均匀。
- 2) 每次涂装应在前一层涂膜表干后进行，施工的间隔时间宜为 40min。
- 3) 涂料的贮存期在 25℃ 以下，不宜超过 10 个月。

6 沥青类涂料包括单组分沥青耐酸涂料、沥青涂料、双组分环氧沥青和聚氨酯沥青涂料，其配制及施工应符合下列规定：

- 1) 双组分沥青涂料必须按规定的质量比配制，并搅拌均匀。
- 2) 每次涂装必须在前一层涂膜实干后进行，间隔时间应大于 8h。
- 3) 沥青涂料用于混凝土、水泥表面涂装前，必须先用稀释的环氧树脂进行封底处理。
- 4) 涂料的贮存期在 25℃ 以下，不宜超过 10 个月。

7 玻璃鳞片涂料包括环氧树脂型双组分涂料和乙烯基酯树脂型三组分涂料，其配制及施工应符合下列规定：

- 1) 涂料必须按规定的质量比配制，并搅拌均匀。
- 2) 每次涂装应在前一层涂膜表干后进行，施工的间隔时间应符合表 10.4.7-3 的规定。

表 10.4.7-3 玻璃鳞片涂料施工间隔时间

气温 (℃)	5~10	11~15	16~25	26~30	>31
间隔时间 (h)	≥30	≥24	≥12	≥8	不宜施工

- 3) 涂料的施工环境温度不应低于 5℃。
- 4) 在水泥砂浆、混凝土基层上，宜用稀释的环氧树脂、乙烯基酯树脂进行封底处理。
- 5) 玻璃鳞片涂料可采用刷涂、滚涂施工。
- 6) 涂料的贮存期在 25℃ 以下，环氧树脂型不宜超过 6

个月, 乙烯基酯树脂型不宜超过 3 个月。

8 有机硅树脂耐高温涂料包括无机硅酸锌底层涂料和有机硅树脂耐高温涂料, 其配制及施工应符合下列规定:

- 1) 涂料应按比例配制, 并搅拌均匀。
- 2) 底层涂料干燥 24h 后, 进行面层涂料施工, 面层涂料施工间隔时间宜为 1h。
- 3) 施工环境温度不宜低于 5℃, 相对湿度应不大于 70%。
- 4) 不得用乙烯磷化底层涂料打底。
- 5) 涂料的贮存期在 25℃ 以下, 不宜超过 6 个月。

9 氯化橡胶涂料施工应符合下列规定:

- 1) 氯化橡胶涂料应为单组分, 分为普通型和厚膜型。
- 2) 每次涂装应在前一层涂膜实干后进行, 施工间隔时间应符合表 10.4.7-4 的规定。

表 10.4.7-4 氯化橡胶涂料施工间隔时间

气温 (℃)	0~14	15~30	>30
间隔时间 (h)	>18	>10	>6

- 3) 涂料的施工环境温度应高于 0℃。
- 4) 涂料的贮存期在 25℃ 以下, 不应超过 12 个月。

## 10.5 技 术 文 件

10.5.1 工程质量验收前应具备的技术文件除本部分附录 A 中所列文件外, 还应具备下列技术文件:

- 1 基层处理记录。
- 2 防腐施工记录。
- 3 水池及井的满水试验记录, 详见本部分附录 C。
- 4 耐腐蚀胶泥、玻璃钢胶料等配合比及主要技术性能试验报告。



## 11 水力除灰管、沟和灰水回收管

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 本章包括水力除灰管、沟及灰水回收管的施工。

**11.1.2** 应合理划分施工区段；区段间施工顺序优选流水作业，以缩短区段施工的作业时间。应采取防护措施，保证管线附近原有地下埋设物或建（构）筑物基础的安全。

**11.1.3** 管线穿越铁路、公路、跨越河沟时，应对施工现场进行详细踏勘，依据施工图和现场环境条件，编制专项施工技术方案。

**11.1.4** 金属管道外表面的涂漆应符合 GB 50235、GB 50184 的有关规定。

**11.1.5** 灰浆管、灰水回收管应在安装完毕后进行水压试验，试验压力应符合设计要求。

### 11.2 支墩、支架

**11.2.1** 地基处理应符合设计要求，回填土应密实、均匀，避免出现不均匀沉降、位移等质量问题。

**11.2.2** 混凝土配合比应按国家现行标准的有关规定设计。当采用商品混凝土时，应按 GB/T 14902《预拌混凝土》的规定执行。

**11.2.3** 预埋件位置和方向应正确，安装必须牢固。振捣混凝土时，振捣器不应碰撞预埋件。

**11.2.4** 支架柱与基础之间的施工缝处理，应执行设计要求和国家现行标准的规定。

### 11.3 灰 浆 管

**11.3.1** 当灰浆管采用钢管内衬铸石管或其他耐磨复合管时,管道安装及检验除应执行本部分规定外,尚应符合 GB 50235、GB 50184 的有关规定。

**11.3.2** 管道组成件及管道支承件使用前,应按设计要求和国家现行标准的规定进行检查,合格后方可使用。

**11.3.3** 管道组成件及管道支承件在施工过程中应妥善保管,不得混淆、损坏。

**11.3.4** 管道安装时,应及时固定和调整支承件。支承件位置应准确,安装应平整、牢固,与管子接触应紧密;保证管道平直。

**11.3.5** 连接法兰应使用同一规格的螺栓,安装方向应一致。螺栓紧固后应与法兰紧贴,紧固后的螺栓与螺母宜齐平。

**11.3.6** 当管道安装工作有间断时,应及时封闭敞开的管口。

**11.3.7** 管接头的安装位置应靠近支墩或支架,在支承面后的 0.5m~2.0m 范围内为宜。

**11.3.8** 当灰浆管设计采用直埋敷设时,管道安装完毕经隐蔽工程质量验收后应及时回填,接口位置在管道压力试验合格后再进行回填,土方回填时应按设计要求设置标志。

### 11.4 灰 水 回 收 管

**11.4.1** 灰水回收管当采用普通焊管、螺旋焊管或无缝管时,管道加工、安装及检验应符合本部分规定外,尚应符合 GB 50235、GB 50184 的有关规定。

**11.4.2** 管子、管件及管道附件等使用前,应按设计要求和国家现行标准进行检查,合格后方可使用。

**11.4.3** 管道对接焊口的组对应做到内壁齐平,内壁错边量不宜超过壁厚的 10%,且不大于 1.5mm。

**11.4.4** 当管道安装过程中有间断时,应对敞开的管口及时采取封闭措施。

**11.4.5** 管道安装时,应及时固定支承件。支承件安装应平整、牢固,与管子接触紧密,保证管道平直。

## 11.5 灰 渣 沟

**11.5.1** 沟底、沟壁结构及盖板施工,除应符合本部分规定外,尚应符合 GB 50204 的有关规定。

**11.5.2** 沟底、沟壁混凝土结构沿横截面宜整体一次浇筑成型。若需留设水平施工缝,优先在侧壁台阶顶部留设,且高出底板顶不少于 200mm。施工缝内需设止水槽或止水带。

**11.5.3** 沟底、沟壁混凝土结构纵向沿变形缝分段施工,不宜留设竖向施工缝。

**11.5.4** 块材、黏结材料使用前,应按设计要求核对其规格、材质及技术参数,并按国家现行标准规定进行外观检查和力学性能检测。

**11.5.5** 灰渣沟底工作面当采用铸石等耐磨镶板衬砌时,衬砌前须将基层和块材清理干净,待干燥后再行衬砌。

**11.5.6** 块材衬砌前宜先进行试排,衬砌顺序应由低往高,先沟底后侧壁。缝宽和结合层厚度应适宜,板缝和结合层应饱满、密实。施工完后应做粘贴强度检验。

**11.5.7** 胶泥或砂浆等黏合物硬化前,及时将板缝填实抹光。黏合物凝固硬化期间禁止外物侵入或打击,待其正常凝固硬化达标后方可投入使用。

## 11.6 技 术 文 件 资 料

**11.6.1** 工程质量验收前应具备的技术文件除本部分附录 A 中所列文件外,还应具备下列技术文件:

- 1 结构吊装记录。
- 2 防腐蚀工程施工记录。
- 3 管道系统压力试验记录。
- 4 块材衬砌粘贴强度检验报告。

## 12 贮 灰 场

### 12.1 一 般 规 定

**12.1.1** 本章包含的主要项目为采用土、石、土石混合物及灰渣等材料修筑的燃煤发电厂贮灰坝工程,辅助工程和配套工程的施工。其他材料筑成的贮灰坝应符合设计要求,可按本章有关条款及国家现行标准的有关规定执行。

**12.1.2** 承担贮灰场爆破设计、施工的企业及其相应人员应具有有关部门颁发的资质证书和资格证书。

**12.1.3** 贮灰场管理和运行期间必需的辅助工程和配套工程应安排同期施工,同期移交生产。

**12.1.4** 贮灰场的施工组织设计内容应包括施工期的排水度汛方案。

### 12.2 测 量

**12.2.1** 贮灰场平面、高程控制测量的测设精度要求除应符合本部分规定外,尚应符合 GB 50026、DL/T 5001《火力发电厂工程测量技术规程》、DL/T 5445《电力工程施工测量技术规范》的有关规定。

**12.2.2** 施工单位进入现场后,在建设单位(监理单位)的主持下,勘察设计单位应将勘察阶段引用和测设的有关贮灰场平面控制点、高程控制点、主要建(构)筑物轴线方向桩和起点、坝址附近地形图等测量资料向施工单位书面移交,并现场交接各类控制点。施工单位对坝区原设控制点进行复查和校测,补充不足或丢失部分。

**12.2.3** 施工单位建立满足施工需要的场坝区施工控制网,应以坝体控制为主,同时满足贮灰场内其他建(构)筑物的控制要求。

**12.2.4** 测设坝轴线的同时,应设置若干纵、横向副线,以此作为坝体施工放线的控制线。坝体轴线和副线点,可根据三角网或导线点进行测定。

在坝轴线两端、坝体以外不受施工、滑坡或爆破等影响的适当地点,测设永久性标桩(石),并标明桩(石)号,架设明显标架。

**12.2.5** 坝体周围设置的平面和高程控制点的各类标桩(石)应分别编号,并绘制施工测量平面图标识。标桩(石)必须妥善保护、定期校核,校核时间和次数依据施工期长短和现场具体情况确定。发现标桩(石)有位移迹象时,应及时复测修正。标桩(石)破坏、遗失,应立即补设。坝区遇明显有感地震时,应全面校测全测区的标桩(石),并沿用原有编号,不得任意修改。

**12.2.6** 平面和高程控制点的位置应符合下列规定:

- 1 在建(构)筑物轮廓线以外,通视良好、不妨碍施工,易于长期保存、引测方便和不受坝体沉降变形影响的地点。
- 2 不会被水淹没的基岩、平地或平缓的坡地上。
- 3 不受爆破、开挖施工影响,不发生崩塌,无岩溶影响,不风化破碎的岩石上。
- 4 不易发生隆起、沉降、蠕变和不受冻融影响的硬土层上。

**12.2.7** 开工前,应施测坝基原始纵、横断面,放定坝址清基(考虑富余宽度)及填筑起坡的边线。施工桩号应与设计采用的桩号一致。施测时,可按下列要求进行:

- 1 纵断面测量:沿坝轴线按设计图设置里程桩,其间距根据地形而定,宜用整数,桩距以 20m~50m 为宜。在坝端岸坡、渐变段和地形变化较大的地段,桩距可适当加密。
- 2 横断面测量:施测范围以超出坝基内外侧边线 20m 为宜。
- 3 开始清基及填筑前,应测绘清基地形图和横断面,定出清

基边界桩，按清基完成后的地形设填筑起坡桩。为防止填土时掩埋标桩，距清基边界桩和填筑起坡桩以外一定距离处可加设引桩。

**4 坝下排水涵管按设计轴线施测。**

**5** 在坝体填筑过程中，应对坝体边坡进行控制测量，施测次数取坝体每升高 1.0m 施测一次。区分坝体各类填筑料的边线也应测出，并将填筑边线测量结果绘制在测量断面图中。

**12.2.8** 施工单位应设专人负责现场施工测量工作，监理工程师应及时检查验收测量结果。施工前所设施工控制网，须经校测无误后方可引用；施工过程中坝体各部的标桩应不定期抽查，并加强管理，发现问题应立即复测修正。

**12.2.9** 施工期间所有施工定线、形象进度、计算成果和绘制的图表等测量原始记录，尤其是隐蔽工程的测量资料，均应及时整理、校核、整编成册，妥善保存。工程竣工时，应绘制坝体竣工后的平面图和纵、横断面图。

## **12.3 排水与度汛**

**12.3.1** 贮灰场跨越汛期施工时，必须安排好灰场汇流面积内的泄洪和施工区域的排水，并编制排水度汛方案。方案中应包括度汛频率的确定，泄洪设施、防汛组织、水文气象预报、通信、道路的安排，以及防汛器材、防汛物资准备等，并在汛前逐项检查落实。方案经监理单位审核、建设单位批准后实施。

**12.3.2** 施工排洪应尽量利用永久性泄洪建（构）筑物。当度汛需要设置穿越坝体的临时排洪涵管时，其结构和施工质量均应满足坝体安全和度汛泄洪的要求，并应防止上游可能被冲走的木料等漂浮物堵塞涵管；工程完毕后，应根据批准的排水度汛方案予以封堵。

**12.3.3** 在施工区域内，应根据施工期间降雨强度、地基的可能渗漏量及现场的地形地貌，建立可靠的排水系统，以保证及时排水。

**12.3.4** 施工期间,必须加强对泄洪设施和排水系统的维护管理和巡视检查,使其保持正常运行,以保证汛期施工安全。

**12.3.5** 坝体汛期施工期间,其形象进度应达到批准的坝体施工进度计划要求,以满足工程整体度汛需要,不得降低度汛安全标准。

**12.3.6** 坝坡汛期施工应对坝坡做必要的防护。

**12.3.7** 分期筑坝的子坝加高必须在汛前施工,其施工达到的高程应满足设计提出的调洪库容及规定的坝顶高度。

## **12.4 坝基与岸坡处理**

**12.4.1** 坝基和岸坡地基范围内的树木、草皮、树根、乱石、坟墓、各种原有建(构)筑物,以及坝基和岸坡表面不符合设计要求的土层等均应全部清除;对水井、泉眼、地道、洞穴等部位,以及特殊地层,应按设计要求和有关规定处理。坝基范围内的地质勘测孔、竖井、探坑等也应按地质勘测图逐一检查处理,并做好记录备查。

**12.4.2** 坝体与岸坡的接合必须采用斜面连接。岸坡开挖、清理后的坡度应符合设计要求,不得形成台阶状、反坡或突然变坡。

**12.4.3** 坝基和岸坡开挖清理工作宜自上而下进行,先进行岸坡开挖,不得采用自下而上或造成岩体倒悬的开挖方式。当坝基施工场地较大、无上下干扰时,也可同时进行施工,但应采取保证施工质量、施工安全的措施。

**12.4.4** 坝基与岸坡的开挖,应使开挖面基本平顺。接近设计岩面线时宜避免爆破,以保护坝基岩体的完整;可采用小孔径、浅孔小爆破或使用小型机具、人工挖除。

**12.4.5** 坝基和岸坡处理过程中,如发现现场实际地质情况或检验结果与地质勘察报告有较大出入,施工单位应及时向监理工程师报告,由勘察、设计、建设、监理、施工单位共同研究处理。

**12.4.6** 软土坝基开挖应注意机械选型,避免扰动和破坏原来的地

层结构。

**12.4.7** 坝基和岸坡开挖清理工作，应根据筑坝高度，在坝体填筑前完成，清理出的废料应全部运到贮灰场外指定地点，处置方式应符合环保要求。严禁边填筑坝体边开挖坝基、岸坡。开挖出的剥离层、杂草等物严禁填入坝体。

**12.4.8** 坝基和岸坡清基后，应由建设单位组织勘察、设计、监理、施工单位参加验槽，进行隐蔽验收。坝基和岸坡清基处理过程应系统地进行地质描绘、记录，必要时进行现场录像和取样、试验工作。

**12.4.9** 坝址上游设计确定为天然铺盖的区域范围内不得取土，施工期间应予保护，使其不遭破坏。

**12.4.10** 在坝区附近料场取料范围内取料时，应符合下列规定：

1 山谷灰场坝肩上下游附近不宜取土。必要时，取土范围必须在坝体规划范围坝肩、坡脚线 50m 以外，并保持稳定坡度。

2 需要在坝脚外取土时，应离开坝脚边线 3 倍坝高以上距离，取土深度不宜大于 0.5 倍坝高，否则离开坝脚的距离应通过核算确定。

3 当坝基为软土时，取土边线应满足设计要求。

**12.4.11** 当坝基开挖后不能立即进行坝体填筑时，应预留保护层或采取其他保护措施，在坝体填筑时再进行清除。冬期施工时，保护层的厚度尚应考虑基土遭冻的影响。

## **12.5 筑 坝 材 料**

**12.5.1** 开工前，施工单位应对勘察设计单位提供的各料场勘察报告等有关资料进行核实。对设计要求的各种料源储量和质量，必要时可进行复查。

**12.5.2** 料场应核实和复查下列内容：

1 覆盖层或剥离层厚度、料层的地质变化及夹层的分布情况。

2 料场的分布、开采及运输条件。



3 料场的水文地质条件(岸边料场还应查明料源与汛期水位的关系)。

4 根据料场区域内的地下水位、地质情况、开采方法及施工机械可能开采的深度等因素,复查料场的开采范围、占地面积、弃料数量以及可用料层厚度和有效储量。

5 对坝料取样并进行下列室内和现场试验:

- 1) 黏性土:天然含水率、天然干密度、最大干密度、最优含水率等。
- 2) 砂砾料:级配、含泥量、砾石含量、最大粒径等。
- 3) 反滤料:除上述要求外,还应复查软弱颗粒含量、颗粒形状和成品率。
- 4) 石料:岩性、强度、风化层厚度等。
- 5) 灰渣:相对密度(比重)、干密度、含水率、颗粒分析、相对密实度试验等。

**12.5.3** 对于已经核实确定使用的每个料场,均应设置若干固定基桩,并在地形图上标明位置,便于料场规划、开采、管理和补充调查。

**12.5.4** 对料场实际可开采总量进行规划时,应考虑料场调查精度,料场天然密度与坝面压实密度的差值,以及开挖与运输、清理、坝面返工及削坡损失等因素,坝料可采总量应大于坝体填筑总量。其与坝体填筑总量的比例宜为:土料 2.0~2.5(宽级配砾质土取上限);砂砾料 1.5~2.0;水下砂砾料 2.0~2.5;石料 1.2~1.5;天然反滤料应根据筛取的有效方量确定,但不宜小于 3.0。

**12.5.5** 坝料的使用应根据坝型、料场地形、施工分期和施工方法等具体情况,并按照施工方便、技术可行、投资经济、保证质量,不占、少占或缓占耕地、果园和树林,以及在施工期间对各种坝料进行综合平衡、统筹安排的原则进行规划。

**12.5.6** 对符合设计要求的各种坝料,应按不同施工阶段、施工分段分别确定其在坝体的填筑部位;各料场的使用顺序应事先确定,

宜优先使用贮灰场范围内符合设计要求的料场。

**12.5.7** 料场的开采应按料场高程、位置、填筑部位作统一规划，坝体上下游的各料场应合理使用。开挖的坝料宜遵循高料高用和低料低用的原则，应尽可能使开挖的坝料直接上坝，避免出现或减少运料爬坡、过坝和交叉运输等现象。

**12.5.8** 坝体填筑机械化程度较高且上坝强度较大时，宜选择施工场面宽阔、料层厚、储量集中的大料场作为施工的主料场，其他料场配合使用，并考虑一定数量的备用料场。

**12.5.9** 贮灰场总体布置时，应避免在料场范围内布置施工场地和修建临时性建筑物。

**12.5.10** 黏性土、砾质土应优先选用土质均匀、含水率适当的料场，尽可能将天然含水率较高的料场在干燥季节施工，天然含水率较低的料场在多雨潮湿或低温季节施工，以减少土料的处理工作。水力冲填筑坝的灰渣选用应符合 DL/T 5045 的要求。

**12.5.11** 砂砾料的使用规划应分别对筑坝用料、反滤层用料和筛选混凝土骨料用料进行统筹安排。需要进行水下开采时，应考虑汛期水位以及开挖设备的机械性能等施工条件，以便于防洪和撤离。对各种筛余料的利用，应通过技术经济比较后合理安排。

**12.5.12** 坝料加工、储料和废弃料场地应按照批准的施工组织设计布置，并设置明显标识。可用料应根据地形条件和现场运输条件分层存放或回采，严禁将废弃料随意堆放。坝料加工与可用料储存场地范围内应设置可靠的排水设施。

**12.5.13** 坝料开采必须在经过复查后其材质符合设计要求的料场内进行。禁止在核定的料场以外取用坝料，不合格的坝料不得上坝。

**12.5.14** 料场开采前，应根据施工组织设计进行场地布置。布置应充分考虑坝体在不同高程、不同施工阶段、不同施工坝段所需坝料的不同，确定合理的开采方案和运输路线。

**12.5.15** 在坝料开采前应做好下列工作：

- 1 划定料场的边界线并埋设界桩。
- 2 清除树根、乱石及妨碍施工的一切障碍物。
- 3 分区分期清除覆盖层、山坡堆积物 and 不符合设计要求的风化层等，清除物应运到指定地点堆放，不得与合格的坝料混在一起。

4 排除料场积水。

**12.5.16** 开采方式的选择，应考虑料场地形、坝料性质、开采机具、坝料储量、料层分布和厚度、坝体填筑工程量和填筑强度、黏性土（砾质土）天然含水率大小及水文地质等因素，确定采用立面开采、平面开采（包括斜面开采）或混合开采。

- 1 料层较厚而上下层土料性质不均匀时，宜采用立面开采。
- 2 在丘陵或山坡料场取土，可自上而下、由近而远，分成几个台阶采用立面开采。
- 3 当料场地形平坦、开阔，或土层自然含水率过大时，可采用平面开采方式。
- 4 对于砾质土或坡残积风化石料，宜采用斜面与立面相结合的混合开采。

**12.5.17** 黏性土料开采时，应符合下列规定：

- 1 在料场周围应布置截水沟，防止料场外来水浸入；此外，还应根据地形、取土面积及施工期间的降雨强度在料场内布置排水系统，以便及时排泄径流。截水沟应保持畅通，沟底随料场开挖面下降而降低。
- 2 在冬期施工中，为防止土温散失，应采用立面开挖，工作面宜避风向阳，并选用含水率较低的料场。
- 3 雨期施工时，应优先选用含水率较低的料场，或提前储备足够数量的合格土料，加以覆盖保护，保证合格土料及时供应。开挖作业区排水应通畅，开挖底面应保持一定坡度，以利排水。
- 4 在干旱高温季节施工或料场土料天然含水率接近或小于控制含水率下限时，为避免土料中含水率损失过大，宜采用立面

开挖,; 若天然含水率偏大, 宜采用平面开挖, 分层取土。

**5** 应根据开采运输条件和天气等因素, 经常观测料场含水率的变化, 并作适当调整。料场含水率的控制数值与填筑含水率的差值应通过试验确定。当含水率大于或小于施工含水率时, 可按本章第 12.5.33 条的规定执行。

**12.5.18** 砂砾料开采方式有水下开采, 水上开采或水上、水下混合开采。水下开采砂砾料有困难时, 可采取降低地下水位或引流疏排等措施, 变水下为水上开采。

**12.5.19** 石料开采应符合下列规定:

**1** 应根据设计要求粒径、料场地形、地质条件、水文地质特点、爆破试验参数, 以及总方量、日上坝强度、装运机具等因素进行爆破设计。

**2** 石料开采方法, 宜采用深孔梯段微差爆破法或挤压爆破法。在地质、地形和安全条件允许的情况下, 亦可采用洞室爆破法。深孔爆破和洞室爆破均宜采用分层台阶开采。爆破参数均应通过试验确定。爆破后的超径石料应在料场加工处理后再运至现场。

**3** 开采过程中, 应保持石料场开挖边坡的稳定。

**4** 石料开采工作面数量配合储存料的调剂应满足上坝强度要求。

**5** 应按 GB 6722 规定的内容编制安全施工细则。为确保安全, 应优先采用非电导爆管起爆网络。采用电力起爆网络时, 应充分注意雷电和量测地电等外电场对安全的影响。爆破施工过程中, 危险区的人员、设备应撤至安全区, 无法撤离的建(构)筑物及设施必须予以防护。

**12.5.20** 确定坝料开采方法时, 应综合考虑以下因素:

**1** 坝料性质、类别、料层厚度和储量大小。

**2** 坝体填筑工程量和填筑强度。

**3** 料场地形及作业条件。

**4** 现场可能配备的各种挖、装、运机具设备的施工效率及

匹配。

**12.5.21** 贮灰场范围以外土、砂料场开采结束后，应注意做好平整还耕工作，做好水土保持和环境保护工作，石料场应根据情况对危岩进行处理。

**12.5.22** 选择坝料运输方式应按坝型、坝区地形、料场自然条件、运距远近及运输机具等因素综合考虑。应注意挖、装、运、卸四个环节的配合，当条件许可时，宜采用坝料直接上坝方式，以减少坝料转运。

**12.5.23** 选用运输机具时，机型应尽可能少，要方便管理与维修。此外，还应考虑下列因素：

- 1 坝体总工程量、坝料类别和上坝强度。
- 2 坝区地形、料场分布及运距。
- 3 运输设备的运输能力应与开采、填筑机具的能力和现场施工条件相匹配。

**12.5.24** 运输道路的规划和布设，应考虑运输机械类型、车辆吨级及行车密度等因素，并结合以下情况确定：

- 1 根据坝体各施工阶段工程进展情况及时调整运输路线，使其与坝面填筑及料场开采情况相适应。
- 2 根据施工计划，结合地形条件，合理安排运输线路，尽量提高线路利用率。
- 3 充分利用地形，减少岸坡道路的修建，尽可能使重车下坡或减少上坡。
- 4 运输道路应尽量采用环形线路，减少平面交叉。交叉路口、急弯、陡坡处应设置安全警示和装置。
- 5 加强运输道路养护工作。对泥结碎石路面，应经常保持路面平整，适时洒水，保持排水通畅。
- 6 运输机械需通过线路上原有桥涵时，应事先了解其限额载荷并进行验算，必要时采取加固措施。
- 7 施工期场内道路规划宜自成体系，并尽量与永久道路相结

合。运输路线不宜通过居民点。

**8** 运输道路应设置照明设施，保证夜间施工行车安全。

**12.5.25** 运输道路的设置标准应与运输设备性能相适应，且满足坝料填筑强度及其他运输工作的要求。

**12.5.26** 土石筑坝或灰渣筑坝应在施工前通过施工试验确定的内容包括：

- 1** 校核坝料的各项技术指标是否符合设计要求。
- 2** 有关施工方法和各种工艺参数。
- 3** 有关质量控制的技术要求及其检验方法。
- 4** 有关的施工技术措施和技术规定。

**12.5.27** 施工试验的项目包括：土料、砂砾料、灰渣、石渣及石料的碾压试验；石料场的爆破试验；黏性土料含水率调整试验；坝料加工试验；新型反滤材料的特性试验；其他设计指定的试验项目。

**12.5.28** 坝料的碾压试验应根据坝料性质、筑坝材料调查报告、勘察设计提供的土工试验资料、拟选定的压实机械等，选择具有代表性的坝料进行。

**12.5.29** 石料的爆破试验应符合下列规定：

**1** 石料的爆破试验应在具有代表性的料场进行。试验前应根据石料场的地质、地形条件和设计提出的石料块径与级配要求进行爆破设计。

**2** 通过爆破试验选择最优的爆破方法和参数，以及施工机械与火工材料。

**3** 每场爆破试验后，应测定爆破堆积的石料数量、级配和最大块径，并描绘堆积情况，判断爆破效果，测定爆破对岩体及附近建（构）筑物和施工现场的影响。

**4** 爆破试验时，必须严格遵照 GB 6722 中有关安全操作规定执行。

**12.5.30** 坝料的碾压试验应符合下列规定：

1 根据设计要求的压实指标,应通过碾压试验,选择经济合理的碾压机具、碾压方法及碾压参数,包括压实机具的型号、规格及其性能,铺料方法,铺料厚度,碾压遍数,最优含水率及其许可误差幅度等。

2 砂砾料还应注意在不同粗粒含量时的压实标准。

3 石渣还应注意级配、允许最大块径、洒(充)水量的控制标准。

4 石料碾压还应测定铺料的压实沉降量、孔隙率、级配、结构状况及最大块径和小于 5mm 的细粒含量。对于风化、弱风化的石料,还应测定压实后的破碎情况。

**12.5.31** 采用人工掺合料的工程应根据室内试验结果,在现场进行掺合工艺和碾压试验,以确定掺合工艺、碾压机械、填筑方法和各种参数。

**12.5.32** 当土石坝料含水率与级配不能满足设计和施工要求时,应对坝料进行加工。加工内容一般有黏性土含水率的调整、砾质土的加工处理、人工掺合料的制备、反滤料的筛选等。

**12.5.33** 黏性土的天然含水率大于施工含水率上限时,应采取翻松、晾晒、均匀掺入干土等措施降低含水率;小于施工含水率下限时,应加水处理,调整方法按工艺试验确定。含水率调整工作应在坝外进行。

**12.5.34** 砾质土的颗粒级配必须符合设计要求。其超径颗粒含量不多时,可在料场清除;含量较多时,应通过筛分筛除。细料不足时,可采用人工掺料方法进行调整。

**12.5.35** 贮灰场附近天然反滤料数量或质量满足不了施工需要时,应根据设计提出的各种反滤料粒径要求,可由天然砂砾料中筛选配制,也可用开采块石料经人工轧制破碎、筛选、掺配而成所需的人工反滤料。

## 12.6 坝 体 填 筑

**12.6.1** 坝体填筑必须在坝基、岸坡处理完毕,以及相关单位对其进行隐蔽工程验收合格后方可进行。

**12.6.2** 坝体填筑断面、筑坝材料的种类、级配、含水率、含泥量、粒径大小、超径颗粒,以及其在坝体填筑部位、压实指标、质检取样结果均应符合设计要求。

**12.6.3** 坝体分段填筑时,各段之间应设立标志,以防漏压、欠压、过压和不同坝料间位置误填。

**12.6.4** 坝体填筑时,应按施工试验所确定的碾压参数,对坝料质量、铺料厚度、含水率进行控制,逐层检查压实质量,合格后方可填筑上层坝料。

**12.6.5** 坝体施工应加强各工序衔接的统一管理,严密组织,合理安排分段流水作业,使填筑面层次分明,作业面平整,均衡上升,减少接缝。

**12.6.6** 填筑过程中,应保证监测设施埋设与观测工作均能正常进行,并应采取有效措施,保护埋设设施和测量标志完好无损。

**12.6.7** 软弱地基上的坝体填筑,必须按设计要求控制填土速度,防止地基产生剪切变形破坏。特别是沼泽、滩(涂)等软弱坝基,应制定相应的施工措施。

**12.6.8** 由于施工或气候等原因暂停施工的坝体施工面,应采取措加以保护,复工时应仔细清理施工面,并做好记录,经监理工程师检验合格后,方可继续进行坝体填筑。

**12.6.9** 坝料应尽量卸在坝体的填筑地点。不应采用高坡溜土的办法向填筑面卸料。砂砾料、砾质土、石渣与堆石料等粗颗粒坝料的卸料高度不宜过大,沿料堆溜坡高度不宜大于 2.0m~3.0m,以防止坝料颗粒分离;如发现分离现象,则应混合均匀。

**12.6.10** 当用自卸汽车卸料时,黏性坝料宜采用进占法卸料,砂砾料宜采用后退法卸料,堆石料宜采用综合法卸料(即先用后退



法卸料，然后再在上部用进占法卸料而达到要求的铺料厚度）。

**12.6.11** 填筑面进料运输线路上散落的松土、杂物应及时清理。由于车辆行驶、人工践踏所形成的干硬光面，应在铺料前彻底清除。

**12.6.12** 坝料铺筑及碾压应沿平行于坝轴线的方向进行，依次向外扩展，并铺筑均匀，及时平整，不得垂直于坝轴线方向进行碾压。严格控制铺料厚度，不得超厚。

**12.6.13** 压实机械及其他重型机械在已经压实的填筑面土层上行驶时，不宜在同一位置反复碾压。汽车上坝时亦应经常更换路线，以减少重复碾压。

**12.6.14** 对砂砾料，铺料后应充分洒水，洒水必须均匀，其洒水量由施工试验确定。压实前先进行一次洒水，然后边洒水边碾压，砂砾料、石渣宜用重型振动碾进行碾压。

**12.6.15** 对坝体填筑需用的洒水水源应预先落实，并在填筑面布设有效的洒水系统，供水量应满足坝体填筑施工要求。

**12.6.16** 当气候干燥、土层表面的水分蒸发较快时，在铺料平整与压实表土层刨毛后应适当洒水湿润，以保持施工含水率，然后再铺设上一层土料。严禁在表土处于干燥状态的情况下，铺设上一层土料。

**12.6.17** 黏性土的铺料与碾压必须连续进行。如需短时间停工，或因碾压面的长度过长，应在表面被风干的土层上经常洒水湿润，使含水率保持在控制范围之内。如长时间停工，应在铺筑表面铺设保护层。继续施工时予以清除，经检查符合填筑要求后，方可继续施工。

**12.6.18** 为使均质土坝、砂砾石坝、石渣坝在坝体断面内的压实干密度达到设计要求，在上下游坝坡处铺料时，应预留一定的富余宽度，并在铺筑坝体护坡的垫层前，按设计断面进行削坡。削坡后，在临近坡面约 300mm（水平）范围内的压实干密度，允许略低于设计标准，但不得低于设计要求干密度的 95%。

**12.6.19** 分段碾压时，相邻两段交接带的碾迹应彼此搭接，顺碾

压方向的搭接宽度应不小于 300mm，垂直碾压方向的搭接宽度应为 1.0m~1.5m。上下层搭接缝的错缝距离不应小于 2.0m。

**12.6.20** 填土过程中出现“弹簧土”、层间光面、层间中空、松土层、干土层或土层剪力破坏等现象时，应根据具体情况认真处理，经检验合格后，方可继续铺填新土。

**12.6.21** 斜墙宜同坝体料、反滤料同步填筑，按顺序铺设各种材料，碾压过程中不得出现坝体与斜墙土料掺混的情况。当采取不同步填筑时，在铺筑相邻材料之前应进行削坡。为防止斜墙坡面产生干燥裂缝，斜墙与保护层的填筑高差不得大于 1.0m~2.0m。

**12.6.22** 堆石坝的垫层料，过渡料及主、次堆石料要求级配良好。铺筑坝料时，坝料宜洒水湿润。

**12.6.23** 堆石坝料运至填筑区后，宜采用大功率施工机械摊铺平整后碾压。应随时检查每层铺筑厚度，如不符合要求，应及时处理。

**12.6.24** 堆石坝的上下游坝坡铺料时，可不留设削坡余量，按设计断面留有砌筑护坡的厚度即可，并应边填筑边整坡。

**12.6.25** 干砌石坝的石料应符合设计要求，分层砌筑，块径较大的料宜用于边坡，不得使用翘口石和飞口石。砌石要求六面靠紧，石料之间的孔隙应用小石填塞紧密，孔隙率应满足设计要求，不宜超过 25%。底部垫稳、填实。严禁架空，禁止出现竖向通缝。

**12.6.26** 分期加筑的子坝施工时应满足下列要求：

- 1 填筑子坝的坝基面，其平整度、密实度应满足设计要求。
- 2 为使坝前均匀放灰，坝顶放灰管应按设计要求进行布设，并宜保持不小于 150m 的干滩长度。
- 3 坝顶冲灰母管可按贮灰场的特点随子坝的升高而分段抬高。山谷贮灰场还应注意随着坝体的增高而延长母管，并逐步增加支管的数量。

4 抬高后的母管系统，在投运初期应加强对坝体和管道的巡回检查，发现异常情况应及时处理，以确保坝体安全。必须注意

灰水在支管出口处的流向,并应有避免灰水回流冲刷坝脚的措施。

5 当子坝较长时,可分段填筑子坝。坝前堆灰顺序应适应分段筑坝的顺序,先筑段先行放灰。子坝填筑应在放灰母管停运、支管拆除、灰面固结后,才可开始填筑。

6 灰渣沉积滩面标高距离初期坝(或前一级子坝)顶的高度,应按该高度所能容纳储灰量的时间大于修筑子坝所需的工期为宜。当库容较大时,为了减小筑坝方量,宜在距初期坝顶标高 500mm 或距各级子坝顶标高 250mm 的情况下填筑子坝。在夏季汛前,坝顶标高尚应按设计要求满足汛期调洪库容的需要。终期坝顶的允许储灰标高应按设计要求留有超高。

7 子坝坝体填筑断面的分层铺料厚度及其碾压遍数,应按施工试验确定的参数进行控制。

8 子坝坝体铺料压实并经检验合格后,方可铺筑其上一层。分段筑坝的段间接缝及上下层的错缝要求,可按本部分第 12.6.19 条的规定执行。

9 下游坡填筑压实后,应进行削坡处理,并按设计要求分层填筑护面层。上游坡的保护措施应符合设计要求。

10 子坝坝体填筑需在灰场内取用灰渣时,取灰坑距坝脚的距离应大于 40m,且深度不宜超过 5.0m。

**12.6.27** 贮灰坝采用其他坝料或新坝型时,应在施工前对坝料材质和性能进行必要的检验、试验,以及进行局部的工业性试验,并经有关部门进行技术鉴定认可,制定相应的施工规程后,方可进入正式工程的施工。施工过程应进行必要的检测工作,改进和完善施工方法,满足施工质量和安全、环保要求。

**12.6.28** 贮灰坝采用的新型建筑材料应为经过技术鉴定的合格产品,其各项技术指标应符合设计及有关专业的技术要求。施工过程中应对新材料按产品批号分批进行抽样检验,并制定适合该材料特性的施工技术措施和材料保管措施。

**12.6.29** 水力冲填筑坝施工应符合下列规定:

1 施工前应现场选择有代表性的地段进行水力冲填的施工试验。通过试验确定符合设计要求的工艺参数,包括适宜的冲填速度、冲填时间、冲浆浓度、流失率、冲填池布置、围埂尺寸、分层成型厚度等冲填施工的工艺参数,灰浆水灰比、围埂内冲填明水排放时间、下层踩挠时间、上层振密时间、密实(取消)度和相对密实度等。

2 冲填料与坝体料的干密度、含水率、渗透系数、击实试验、剪切试验、坝体稳定计算指标及冲填断面均应符合设计要求。

3 水力冲填速度应按冲填料性质、脱水固结快慢及坝身稳定等因素合理确定。施工中的冲填速度应适当低于施工试验的冲填速度,以增加施工安全度。

4 水力冲填宜就近取料,料源与坝脚填筑边线的距离应符合设计要求,并应设有可靠而足量的水源和足够的机械动力源。

5 冲填池的大小应按冲填施工强度、冲填料的固结速度等因素确定。位于坝体坡面处冲填池外围埂的坡度应与坝体坡度一致。

#### 12.6.30 雨期填筑施工应符合下列规定:

1 加强雨情预报工作,合理安排作业时间,提前做好各项防雨准备。

2 降雨来临前,应迅速将填筑面平整,并用振动平碾快速压实坝体填筑面表层松土,形成光面,以防雨水下渗和填筑面积水。

3 在黏性土填筑面上施工的大型机械设备,应在雨前撤离填筑面。

4 土坝或灰渣坝的临时坡(未按设计断面进行削坡的坝体填筑坡),应做好防止被降雨冲毁坡面的排水工作。

5 斜墙的填筑面应稍向上游倾斜,土质坝的填筑面可中部凸起向两侧倾斜,以利排泄雨水。

6 下雨和雨后,应注意做好对填筑面的保护,施工机械不得在填筑面上穿越和通行,人员不得践踏填筑面。

7 雨后应当对填筑面进行认真处理,根据现场测定的实际含水率情况,可分别采用翻松、晾晒或清除处理。处理后的填筑面,经监理工程师验收合格后,方可继续进行坝体填筑施工。严禁在有积水、泥泞和运输车辆碾过的填筑面上填土。

8 砂砾料和堆石料雨天可以继续施工,但应防止料物被泥沙污染。

#### 12.6.31 冬期负温下填筑施工应符合下列规定:

1 冬期填筑范围内的土质坝基在冬期施工前应预先处理好,并宜先填筑 1.0m~2.0m 高的坝体或采取其他保温措施,以防坝基遭受冻害。不得在已冻胀的坝基上填筑坝体。

2 冬期负温下露天进行土料坝体施工时,应缩小填筑范围,并采取铺土、碾压、取样等快速连续作业。压实时土料温度应在  $-1^{\circ}\text{C}$  以上;当日最低气温在  $-10^{\circ}\text{C}$  以下,或气温虽在  $0^{\circ}\text{C}$  但风速大于  $10\text{m/s}$  时,应停止施工。如仍需填筑坝体,可依据现场情况采取经济可行的防冻保温措施进行施工,并做好记录。

3 冬期负温下填筑黏性土时,其含水率应略低于塑限,碾压参数必须通过施工试验确定。粒径小于  $5\text{mm}$  的砂砾料,其含水率应小于 4%。

4 填筑坝体的土料中严禁夹有冰雪和冻块。土、砂、砂砾料中不得加水。如因下雪停工,在继续施工前必须将坝面积雪清扫干净,并经检查合格后方可继续施工。

5 采用水力冲填工艺填筑的子坝和土方或灰渣填筑的子坝,应避开在寒冷季节施工。

### 12.7 坝体施工缝及接合部位处理

12.7.1 坝体填筑面应尽量保持平起,避免造成过多的施工缝。分段施工时的接缝,坝体与坝基、岸坡、坝下埋管及其他刚性建(构)筑物的接合部位,必须认真做好施工接缝的处理,经监理工程师验收合格后,方可进行下道工序施工。

**12.7.2** 斜墙不应设置平行于坝轴线的纵向接缝；必须设置时，必须经技术论证，并取得设计单位同意。

**12.7.3** 黏性土均质坝纵、横施工接缝的设置应符合下列规定：

1 横向施工接缝的结合坡度不应陡于 1:3。

2 纵向施工接缝（不包括高压压缩性坝基）宜采用不设在同一高程上的斜坡与平台相间的形式，坡度及平台的宽度应满足土料稳定的要求。

**12.7.4** 无黏性土料坝和堆石料坝的纵、横向接合部位，应优先选用台阶收坡法。无条件时，接缝的坡度不应陡于该种坝料的稳定坡度。与岸坡接合处的坝料不得有分离、架空等现象，并对边角处应加强压实。

**12.7.5** 所有坝体施工接缝的坡面处的填土应符合下列规定：

1 随着坝体填筑升高，应及时进行接缝的坡面削坡，直至符合压实合格的土层为止。

2 均质坝黏性土（或砾质土）接合面削坡后，应边洒水边刨毛，边铺土边压实，并控制其含水率为施工最优含水率范围的上限。

**12.7.6** 黏性土料与坝肩岸坡结合处，在宽度 1.5m~2.0m 范围内或边角处，应采用小型、轻型夯实机具或人工夯实。填土前应将结合面清理干净。在岩石岸坡或裂隙岩面填土时，应先将松动岩石和裂隙中的杂土清除，然后洒水湿润，再涂刷一层 5mm~10mm 厚的浓水泥黏土浆，边铺土边压实。

**12.7.7** 用砾质土及石渣作为均质坝的坝料时，在其与坝肩岸坡、基槽岩面及混凝土建（构）筑物的衔接处，应铺一段宽度约 1.0m 的黏性土作为过渡层，以使其结合良好。

**12.7.8** 坝下埋管的两侧及管顶 1m 范围内的填土，应采用小型机具或人工对称、均衡地夯实。坝下埋管管顶 1m 以上的坝料采用重型机具碾压前，须经强度验算可行后进行。坝下埋管通过堆石体时，管周围应分层填以砂砾或碎石垫层，块石不得直

接接触管壁。

**12.7.9** 与坝体渗排水设施邻接处的填土及压实方法应符合本章第 8 节的规定，以防止损坏渗排水设施。

**12.7.10** 贮灰场沉积灰渣面是分期填筑子坝的坝基，该处施工接缝应按坝基清理和设计的要求进行认真处理，经检验合格后方可填筑上层子坝。

## 12.8 反滤层及排水设施

**12.8.1** 反滤层的厚度、铺筑位置和有效宽度，以及反滤料的粒径、级配、不均匀系数、含泥量等，均应符合设计要求。

**12.8.2** 反滤料在加工生产过程中应随机进行抽查检验，经检验符合设计要求后，不同的反滤料应分别堆放在洁净的场地内，堆料不宜过高，以避免颗粒分离。场地应设有防止泥水和土块等杂物混入的措施。堆放的反滤料应标明规格、数量、检验结果及拟铺筑部位。

**12.8.3** 反滤层铺设前，基面处理应符合本章第 4 节的有关规定，并经监理工程师验收合格后，方可铺筑反滤料。

**12.8.4** 反滤料要在湿润状态下进行铺设。砂和砂砾反滤料应在铺设前适当洒水，以防止反滤料颗粒分离；相邻层面必须拍打平整，并应有防止杂物与其他料物混入的措施。

**12.8.5** 必须严格控制反滤料每层铺料厚度，层次分明，互不混杂。每层厚度的偏小值不得超过设计厚度的 15%，宜每 10m 设一个样板。

**12.8.6** 在斜面上铺设反滤料时，应自下而上进行，不得将反滤料从高处顺坡面向下倾倒。

**12.8.7** 对已铺筑合格的反滤料层，应做好必要的防护，防止土料混杂和污水侵入；严禁车辆和行人在反滤层上通行、抛掷石料及其他物体，否则必须即时清除。

**12.8.8** 反滤料分段铺筑时，必须做好接缝处各层之间的连接，不

得发生层间错位、折断和混杂。不论平面或斜面接头，都应阶梯状，台阶长度不得小于 500mm。在斜面上的横向施工接缝，应收成不小于 1:2 的斜坡。严禁在反滤层内设置纵缝。

**12.8.9** 冬期施工反滤层时，反滤料应呈松散状态，不得含有冻块，下雪天应停止铺筑；对已铺设好的或正在铺设的反滤层，应清除积雪后加以覆盖。

**12.8.10** 采用无砂混凝土或其他胶结材料制作的反滤层，应按试验确定的粒径要求和配合比进行制作。反滤层的厚度、砌缝处理和砌筑面应符合设计要求。

**12.8.11** 用土工合成材料作反滤层时，除应符合下列规定外，尚应符合 GB 50290《土工合成材料应用技术规范》的有关规定。

1 土工合成材料的种类、规格、物理力学特性、渗透性及其使用部位等应符合设计要求。到达现场的材料应分批进行抽样检验。铺设前应进行外观检查，不得有孔洞或破口。

2 铺设土工织物的基面必须平整，不得有尖角、树根，防止施工过程中土工合成材料受损。

3 土工合成材料的接缝宜采用搭接，搭接长度应符合设计要求。采用多层土工合成材料时，各层的接缝应相互错位。

4 土工合成材料铺设前必须妥善保管，防止出现曝晒、冷冻、穿孔、撕裂等现象。

5 土工合成材料铺设时应平顺、松紧适度，避免织物张拉受力过紧或出现不规则折皱，采取措施防止损伤和污染，并应设有稳固措施。

6 土工合成材料上的覆盖材料应及时铺设。其暴露时间不得超过产品技术要求的规定值，以减缓其老化。

7 铺设覆盖材料宜采用进占法。斜坡上宜由下至上铺设。卸料高度：砂砾石不宜大于 1.50m，有棱角石料不宜大于 500mm。铺设人员必须穿软底鞋，使其均匀受压，防止土工合成材料受损。

8 坝料回填过程中不得损伤土工合成材料，如发现损伤，必



须及时修补。

**12.8.12** 排水设施及排灰口的混凝土建（构）筑物施工按 DL/T 5144 的规定执行。施工前，应进行混凝土施工配合比优选试验，以满足混凝土设计强度、耐久性、抗渗性等要求和施工和易性需要。

**12.8.13** 排水竖井、排水斜槽和其他泄洪设施及排灰口等构筑物的地基开挖，应符合本章第 4 节的有关规定。

**12.8.14** 排水管道的地基应夯实，排水管材材质及排水管路纵坡应符合设计要求。管道接口应保证其严密性，排水管滤孔及接头部位应仔细铺设反滤层。回填土前应经灌水试验合格。

**12.8.15** 渗排水设施（排水褥垫、盲沟、渗排竖井、堆石体等）的施工应符合下列规定：

1 所用石料必须质地坚硬，其抗水性、抗冻性、抗压强度、几何尺寸均应满足设计要求。

2 排水盲沟不得出现反坡。其基槽或地基应认真处理并经检查验收合格后，才能继续施工。

3 反滤层厚度较小时，宜采用人工铺筑并防止掺混。当排水盲沟较浅且边坡较缓时，各层滤料可从下往上分层铺筑。当沟深大于 2.0m 且边坡陡于 1:1 时，料间可设模板分隔；模板应设置稳固，并可随填筑随抽拉；对采用无砂混凝土管或花孔混凝土管为芯管的盲沟，接口周围的滤料应防止掺混，填塞紧固，并与管子保持同心度。

4 渗排水竖井可分节预制，逐节安装，逐节填充粒料。竖井接口应严密，依次拉锚稳固。其垂直度的偏斜应控制不超过 1%；竖井较高时，其全高偏差不得超过  $0.3d$ （ $d$  为竖井的内径或短边长）。

**12.8.16** 排水棱体应分层施工，靠近反滤层处可选用块径较小的石料，外坡表面可选用块径较大的石料。堆筑厚度每层以 0.5m~1.0m 为宜。堆石的上下层面应犬牙交错，不得有水平通缝。相邻

两段堆石的接缝应逐层错缝，不得有垂直通缝。

**12.8.17** 坝体与山坡交界处的排水沟，其布置位置及断面结构形式和尺寸，应符合设计要求。

## **12.9 坝 顶 与 护 坡**

**12.9.1** 坝顶面坡度及坡向应符合设计要求。设计无要求时，坝顶面可向上、下游侧或上游侧放坡，坡度宜根据降雨强度在1%~3%内确定。当分期筑坝时，外坡表面宜设置护面并设排水沟排除表面水，内坡表面宜设置盖面。

**12.9.2** 坝顶应按设计要求设置防止水土流失的覆面材料。当坝顶设计防浪墙时，应按设计要求设置伸缩缝，伸缩缝应按设计要求进行处理。墙底和坝体应接合紧密，严防漏水。

**12.9.3** 砌筑护坡前，应对坝坡进行整修，使坡面填筑质量及外形符合设计要求，满足护坡砌筑需要。

**12.9.4** 护坡石料须选用质地坚硬、不易风化的石料，其抗冻性、抗压强度、几何尺寸均应满足设计要求。

**12.9.5** 块石护坡垫层应按反滤层铺筑方法进行施工，垫层料级配与铺筑厚度应满足设计要求。铺筑护坡块石时，不得损坏已铺好的垫层。

**12.9.6** 当采用块石护坡和干砌石坝护坡时，施工应从下往上错缝砌筑，塞填稳固，紧靠密实，大块封边，上下左右不得形成通缝，表面平整，外形美观，且宜与坝体填筑同步进行。

**12.9.7** 草皮护坡应选用易生根、易蔓延、耐旱的草类，铺植应均匀。草皮铺植后应洒水护理。在无黏性土坡面上的草皮护坡，应先铺一层种植土后再种植草皮。

## **12.10 坝体安全监测设施设置及观测**

**12.10.1** 在施工全过程中，应定期对坝体（基）的稳定性进行安全监测。

**12.10.2** 应根据设计要求, 确定监测设施型号、规格、数量、埋设位置和埋设方法等, 并认真做好监测仪器设备的标定、埋设、安装、调试等工作, 保证仪器设备的埋设和安装质量, 做好原始记录。监测设施宜与坝体同时进行竣工验收。

**12.10.3** 坝体施工期间的安全监测项目应符合设计要求。设计无要求时应符合 DL/T 5339《火力发电厂水工设计规范》的有关规定。

**12.10.4** 贮灰坝安全监测设施应由专职人员负责, 埋设前应仔细率定、检查、编号。施工期间应对已埋设的监测设施采取有效的保护措施, 严防遭受机械和人为损坏。如有损坏, 应及时修复或补设, 并记录备查。在监测仪器安装、埋设过程中, 应尽量减少对坝体填筑质量的不利影响。

**12.10.5** 施工期间观测的项目应按时认真观测, 观测形成的资料应及时整理分析, 遇有异常情况时应增加观测次数, 并将观测结果及时上报。

**12.10.6** 坝体变形观测的起测基点应设置在稳定区域内, 测点应与坝体或岸坡牢固结合, 测点应随坝体施工进度及时布设。

**12.10.7** 施工期间, 除使用安全监测设施观测外, 还应进行人工巡视检查, 尤其是恶劣天气时的巡视检查。安全监测项目和频次应满足设计要求; 设计无要求时, 应符合 DL/T 5259《土石坝安全监测技术规范》的有关规定。当出现较大异常情况时, 应组织有关人员进行特别巡视检查。巡视检查的项目包括坝体、坝基、涵管(洞)等, 并做好巡视检查记录。

## 12.11 干 贮 灰 场

**12.11.1** 干贮灰场堤坝应按电厂规划容量分期、分块建设。

**12.11.2** 山谷干贮灰场截洪沟、拦洪坝的施工应在下游挡灰坝修建之前的枯水期完成。

**12.11.3** 挡灰坝坝顶以上坝体由干灰渣碾压填筑时, 外坡坡度、

马道设置应符合设计要求；设计无要求时，外坡坡度宜为 1:3~1:4，每隔 10m~15m 设置一级马道，马道宽度不小于 2m，坡面宜采取干砌块石、混凝土板、覆土植草皮或其他可靠护坡措施。

**12.11.4** 山谷干贮灰场内灰渣作业面应坡向排水井，坡度宜为 1:10~1:30。

**12.11.5** 平原干贮灰场施工时宜利用灰场区域内的集水池进行降尘。

**12.11.6** 滩涂干贮灰场宜采用黏土或土工膜防渗层；当地质条件适宜时，可采用垂直防渗措施。

## **12.12 配套设施**

**12.12.1** 贮灰场灰水回收池、沉淀池、消力池、暗涵等配套设施的施工应满足本部分相应规定。

**12.12.2** 干贮灰场喷洒供水设施的施工按 GB 50268 的规定执行。

## **12.13 技术文件资料**

**12.13.1** 工程质量验收前应具备的技术文件除本部分附录 A 中所列文件外，还应具备下列技术文件：

- 1** 排水度汛方案。
- 2** 坝基及岸坡处理方案。
- 3** 坝料开采记录。
- 4** 上坝材料质量记录。
- 5** 坝体施工记录。
- 6** 坝体监测记录。
- 7** 贮灰坝巡视检查记录，可按本部分附录 D 中表 D 填写。
- 8** 坝基与岸坡处理记录，可按本部分附录 E 中表 E 填写。

## 13 其 他 工 程

### 13.1 室外给排水工程

**13.1.1** 本节包含的主要项目为厂区生产、生活给排水(含消防水)系统的室外给排水管道工程及附属建(构)筑物,包含范围与 GB 50229《火力发电厂与变电站设计防火规范》和 DL/T 5339 的相关章节一致。

**13.1.2** 厂区室外给排水管网及附属建(构)筑物的施工,应符合 GB 50242《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》的有关规定。

**13.1.3** 管沟的基层处理和井室的地基处理应符合 DL/T 5024《电力工程地基处理技术规程》、JGJ 79《建筑地基处理技术规范》的有关规定。

**13.1.4** 相邻或交叉的埋地管道敷设时宜先深后浅,其净距应满足设计要求。

**13.1.5** 排水管道的坡度必须符合工艺要求,严禁无坡或倒坡。

**13.1.6** 厂区雨水、污水、消防主干管网宜在雨季来临或主厂房区域工程规模化展开前铺设完成。

**13.1.7** 厂区消防水管网及附属建(构)筑物的施工,应符合 GB 50242 等标准的有关规定。厂区消防主干管网宜在主厂房区域工程规模化展开前铺设完成。

### 13.2 中水和煤矿疏干水的供水管道工程

**13.2.1** 本节包含的主要项目为采用中水、煤矿疏干水作为水源的供水管道工程。

**13.2.2** 中水、煤矿疏干水供水管道工程的施工及管道功能性试验,应符合 GB 50268 的有关规定。

**13.2.3** 管线施工测量实行施工单位复核制、监理单位复测制,其允许偏差应符合 GB 50026、GB 50268 的有关规定。

**13.2.4** 供水管道工程的施工,应采取措施对既有设施和资源进行保护,以免施工造成损坏。

**13.2.5** 当地埋管道区段不宜开槽施工时,应对工程地质、水文地质、周围环境及其他设施的资料 and 情况,逐项进行核实确认后,选择安全可行的不开槽施工方案。

**13.2.6** 沟槽回填时不得损伤管道及其接口,管道两侧应同时回填,管顶覆土最小厚度应符合设计要求。

**13.2.7** 当管道采用高密度聚乙烯(HDPE)管时,其连接宜采用热熔或电熔法。在热熔焊接、电熔焊接冷却期间,不得移动连接件或在连接件上施加外力。HDPE 管道与金属管道、阀门连接宜采用法兰或钢塑过渡接头连接。

### **13.3 海水淡化站**

**13.3.1** 本节包含的主要项目为采用海水作为水源的海水淡化站所属建(构)筑物工程。

**13.3.2** 海水淡化站区域建(构)筑物基坑开挖前,应根据水文地质情况选择合适的施工降水及边坡支护技术方案。

**13.3.3** 调蓄构筑物施工,应符合 GB 50141 的有关规定。

**13.3.4** 调蓄构筑物的防水、防腐蚀施工,应符合 GB 50108、GB 50212、GB 50224 的有关规定。

**13.3.5** 贮水调蓄构筑物的满水试验应符合本部分第 10 章的有关规定。

### **13.4 技术文件资料**

**13.4.1** 工程质量验收前应具备的技术文件除本部分附录 A 中所

列文件外，还应具备下列技术文件：

- 1 贮水调蓄构筑物满水试验记录，详见本部分附录 C。
- 2 防腐蚀工程施工记录。
- 3 管道系统压力试验记录。

## 附录 A 通用技术文件资料

### A.0.1 施工技术资料

- 1 施工组织设计、施工方案及主要技术措施（或作业指导书）。
- 2 单位工程开、竣工报告。
- 3 设计变更和材料代用签证、设计交底及施工图会检记录。
- 4 施工技术交底记录。
- 5 质量问题台账、质量事故报告及处理文件。
- 6 监理所发的开（复、停、返）工令和各类质量问题通知单等文件。
- 7 现场执行的有效标准、规范、规程和文件清单，形成的技术资料清单。

### A.0.2 施工技术记录

- 1 施工日志。
- 2 施工测量记录。
- 3 建（构）筑物沉降观测记录。
- 4 地基处理施工记录。
- 5 重要工序交接记录。
- 6 混凝土浇筑通知单。
- 7 混凝土搅拌、浇筑及养护记录或混凝土施工日志。
- 8 大体积混凝土温控计算及施工养护记录。
- 9 混凝土和主要原材料跟踪台账。
- 10 冬期施工测温记录。
- 11 混凝土生产质量水平评定。



12 已完、未完工程项目清单。

A.0.3 原材料及产品出厂证件和试验资料

- 1 原材料、设备出厂合格证和出厂检验、试验报告。
- 2 成品、半成品出厂合格证和出厂检验、试验报告。
- 3 现场检验报告：
  - 1) 防水、防腐、防火材料，外加剂及掺合料工艺性能试验报告。
  - 2) 砂浆、混凝土试验报告。
  - 3) 钢筋焊接、机械连接和钢材焊接试验报告。
  - 4) 土（石）方回填试验报告。
  - 5) 混凝土拌和用水试验报告。
  - 6) 灌浆料、混凝土强度评定。
  - 7) 地基承载力试验报告及桩基检测报告。
  - 8) 分部及单位工程验收前应形成的安全和功能检验（检测）报告。

## 附录 B 水泵房基坑开挖方案选用参考表

水泵房基坑开挖方案选用参考表见表 B。

表 B 水泵房基坑开挖方案选用参考表

建筑物位置	项次	地质及水文条件	施工场地条件	基坑开挖方案
建筑物位于内陆或岸边	1	$\phi > 35^\circ$ 的砂砾土, 且采取有效措施, 防止因地下水带走砂砾, 使边坡基底淘空而导致塌方	基坑明挖不受施工条件限制; 不影响已有建筑物的安全	可采用明挖方案。岩石地基可用钻爆作业机械开挖
	2	$c > 14.7 \text{ kPa}$ , $\phi > 15^\circ$ 的亚黏土		
	3	$c > 9.8 \text{ kPa}$ , $\phi > 20^\circ$ 的亚砂土		
	4	硬或硬可塑的黏土 ( $0 < I_L \leq 0.75$ )		
	5	地基上部 (基坑底 1/3 以上) 夹有多层软土 (饱和黏土或流砂等), 而下部为 1 项~4 项的土壤		
	6	岩石地基		
	7	建筑物底板以下为硬可塑的黏土或砂砾岩石, 底板以上为 2 项~3 项的土壤	受已有建筑物施工场地限制	可用钢板桩围堰或考虑用沉井
	8	1. 土层中无承压水头很高的砂砾层或很软的黏土; 2. 基坑地质情况不良或难于降低地下水	受已有建筑物施工场地限制	可用钢板桩围堰、沉井或地下连续墙
建筑物位于水中	9	水深在 5m 以下	附近有建造土石围堰材料且施工场地宽敞	可用砂石围堰, 明挖或沉井
			施工场地受限制	可用钢板桩围堰或沉井
	10	水深大于 5m	钢板桩围堰或浮运沉井	

注:  $c$  为土壤的内聚力,  $\phi$  为土壤的摩擦角,  $I_L$  为土壤的液性指数。

## 附录 C 水池满水试验

**C.0.1** 水池满水试验渗漏水量测定应符合下述规定：

1 渗漏水量应符合设计文件要求，第一天测定的渗漏水量符合标准，应再测定一天。

2 若第一天测定的渗漏水量超过设计文件规定值，而以后渗漏水量渐减少时，可继续延长观测时间。

3 连续观测的时间依实际情况确定，渗漏水量仍超过设计文件规定时，应进行处理后重新测定。

4 雨天不进行渗漏水量测定。

**C.0.2** 当设计文件无要求时，水池充水应符合下列规定：

1 向水池充水应分三次进行，即第一次充水至设计水位的  $1/3$ ，第二次充水至设计水位的  $2/3$ ，第三次充水至设计水位。

2 对大、中型水池，可先充水至池壁底部的施工缝以上，检查底板及底板与池壁交接的施工缝处的抗渗漏质量，当无明显渗漏时，再继续充水至第一次水位。

3 充水时的水位上升速度不宜超过  $2\text{m/d}$ ，相邻两次充水间隔时间不应少于  $24\text{h}$ 。

4 每次充水宜测读  $24\text{h}$  的水位下降值，并按式 (C.0.5) 计算渗漏水量。

5 在充水过程中应对水池作外观检查，并做记录和标记；当发现渗漏水量过大时，应停止充水，经分析原因并作出处理后，方可继续充水。

**C.0.3** 水位观测应符合下列规定：

1 充水时的水位可用水位标尺测定。

2 进行渗漏水量测定时，应采用水位测针测定水位。

3 水位测针的读数精度达到 1/10mm。

4 充水至设计水位后,至开始进行渗漏水量测定的延续时间不应少于 24h。

5 测读水位的初读数与末读数之间的间隔时间应为 24h,连续观测时,式 (C.0.5) 中前次的  $E_2$  与  $e_2$  即为后次的  $E_1$  与  $e_1$ 。

**C.0.4** 蒸发量测定应按下述规定进行:

1 现场测定蒸发量的设备可采用直径为 500mm、高 300mm 的敞口钢板圆形水箱,并设有测定水位的测针,水箱不得渗水。

2 水箱应固定在水池中,水箱中充水深度为 200mm。

3 测定水池中水位的同时测定水箱中水位。

**C.0.5** 水池的渗漏水量按下式计算:

$$q = A_1/A_2[(E_1 - E_2) - (e_1 - e_2)] \quad (\text{C.0.5})$$

式中:

$q$ ——渗漏水量, L/( $\text{m}^2 \cdot \text{d}$ );

$A_1$ ——水池的水面面积,  $\text{m}^2$ ;

$A_2$ ——水池的浸湿总面积,  $\text{m}^2$ ;

$E_1$ ——水池中水位测针的初读数, mm;

$E_2$ ——测读  $E_1$  后 24h 水池中水位测针的读数(即末读数), mm;

$e_1$ ——测读  $E_1$  时水箱中水位测针的读数, mm;

$e_2$ ——测读  $E_2$  时水箱中水位测针的读数, mm。

**C.0.6** 混凝土水池蓄水试验记录可按表 C.0.6 填写。

表 C.0.6 水池满水试验记录表

工程项目名称:

建设单位			
分项名称		施工单位	
水池名称		水池位号	
水池结构		允许渗水量 $q_0$ [L/(m <sup>2</sup> ·d)]	
水池平面尺寸 (L×W, m)	m	水面面积 $A_1$ (m <sup>2</sup> )	
水深	m	湿润面积 $A_2$ (m <sup>2</sup> )	
试验日期 年 月 日 时开始, 到 年 月 日 时止			
测度记录	初读	末读	两次读数差
水位测针读数 $E(\text{mm})$	$E_1$	$E_2$	$E_1 - E_2$
蒸发水箱水位测针读数 $e(\text{mm})$	$e_1$	$e_2$	$e_1 - e_2$
水温(°C)			
大气温度(°C)			
测度时间 (月、日、时、分)	月 日 时 分	月 日 时 分	
实际渗水量 $q$ [L/(m <sup>2</sup> ·d)] $q = A_1/A_2[(E_1 - E_2) - (e_1 - e_2)]$		占允许渗水量的百分率 $q_0/q$ (%)	
试验结果:			
<div style="text-align: right;">           试验员 年 月 日         </div>			
监理(建设) 单位意见	<div style="text-align: right;">           代 表 年 月 日         </div>		
施工负责人		质检员	
班(组)长		施工员	

## 附录 D 贮灰坝巡视检查记录

贮灰坝巡视检查记录按表 D 填写。

表 D 贮灰坝巡视检查记录

工程名称		巡视检查日期	
天气状况		工程进展状况	
巡视检查部位	巡视检查情况		
坝基			
坝体			
项目负责人		检查人	

## 附录 E 坝基与岸坡处理记录

坝基与岸坡处理记录按表 E 填写。

表 E 坝基与岸坡处理记录

工程名称		施工日期	
施工单位		施工部位	
处理依据及方式:			
处理部位及项目 (附简图):			
项目技术负责人		质检员	
		施工员	

## 本部分用词说明

1 为便于在执行本部分条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的:  
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。
- 2) 表示严格,在正常情况均应这样做的:  
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。
- 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:  
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……规定”或“应按……执行”。



## 引用标准名录

- GB 50026 工程测量规范
- GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范
- GB 50164 混凝土质量控制标准
- GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范
- GB 50201 土方与爆破工程施工及验收规范
- GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范
- GB 50203 砌体工程施工质量验收规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50208 地下防水工程质量验收规范
- GB 50212 建筑防腐蚀工程施工及验收规范
- GB 50224 建筑防腐蚀工程施工质量验收规范
- GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范
- GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

## DL 5190.9 — 2012

- GB 50290 土工合成材料应用技术规范
- GB 50296 供水管井技术规范
- GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB 50433 开发建设项目水土保持技术规范
- GB 50446 盾构法隧道施工与验收规范
- GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计规范
- GB 50496 大体积混凝土施工规范
- GB 50497 建筑基坑工程监测技术规范
- GB 50573 双曲线冷却塔施工与质量验收规范
- GB 50601 建筑物防雷工程施工与质量验收规范
- GB/T 50640 建筑工程绿色施工评价标准
- GB/T 50662 水工建筑物抗冰冻设计规范
- GB 50720 建设工程施工现场消防安全技术规范
- GB/T 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范
- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB 200 中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸

盐水泥

GB 748 抗硫酸盐硅酸盐水泥

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的

推荐坡口

GB 5696 预应力混凝土管

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

GB 6722 爆破安全规程

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 14902 预拌混凝土

GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 19685 预应力钢筒混凝土管

GB/T 20491 用于水泥和混凝土中的钢渣粉

- GB/T 21238 玻璃纤维增强塑料夹砂管
- GB/T 21448 埋地钢质管道阴极保护技术规范
- GB/T 26751 用于水泥和混凝土中的粒化电炉磷渣粉
- DL/T 5001 火力发电厂工程测量技术规程
- DL 5009.1 电力建设安全工作规程 第1部分：火力发电厂
- DL/T 5024 电力工程地基处理技术规程
- DL/T 5045 火力发电厂灰渣筑坝设计技术规定
- DL/T 5055 水工混凝土掺用粉煤灰技术规范
- DL/T 5057 水工混凝土结构设计规范
- DL/T 5087 水电水利工程围堰设计导则
- DL/T 5099 水工建筑物地下工程开挖施工技术规范
- DL/T 5110 水电水利工程模板施工规范
- DL/T 5144 水工混凝土施工规范
- DL/T 5150 水工混凝土试验规程
- DL/T 5169 水工混凝土钢筋施工规范
- DL 5190.1 电力建设施工技术规范 第1部分：土建结构工程
- DL/T 5199 水电水利工程混凝土防渗墙施工规范
- DL/T 5207 水工建筑物抗冲磨防空蚀混凝土技术规范
- DL/T 5215 水工建筑物止水带技术规范
- DL/T 5241 水工混凝土耐久性技术规范
- DL/T 5259 土石坝安全监测技术规范
- DL/T 5330 水工混凝土配合比设计规程
- DL/T 5339 火力发电厂水工设计规范
- DL/T 5389 水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范
- DL/T 5445 电力工程施工测量技术规范
- DL/T 742 冷却塔塑料部件技术条件
- HG/T 21633 玻璃钢管和管件
- JC/T 748 预应力与自应力混凝土管用橡胶密封圈
- JC 901 水泥混凝土养护剂

- JG/T 188 混凝土节水保湿养护膜
- JG/T 317 混凝土用粒化电炉磷渣粉
- JGJ 8 建筑变形测量规范
- JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JGJ 79 建筑地基处理技术规范
- JGJ 81 建筑钢结构焊接技术规程
- JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程
- JGJ/T 111 建筑与市政降水工程技术规范
- JGJ 120 建筑基坑支护技术规程
- JGJ/T 178 补偿收缩混凝土应用技术规程
- JGJ 180 建筑施工土石方工程安全技术规范
- JGJ/T 193 混凝土耐久性检验评定标准
- JGJ 206 海砂混凝土应用技术规范
- JGJ/T 221 纤维混凝土应用技术规程
- JGJ/T 241 人工砂混凝土应用技术规程
- CECS 117 给水排水工程混凝土构筑物变形缝设计规程
- CECS 137 给水排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程

中华人民共和国电力行业标准

电力建设施工技术规范  
第 9 部分：水工结构工程

**DL 5190.9 — 2012**

代替 SDJ 280 — 1990

条 文 说 明

## 目 次

1	总则	143
2	术语	144
3	基本规定	145
3.1	技术管理要求	145
3.2	施工测量和沉降观测	146
3.3	雨季、汛期施工	146
3.4	冬期施工	146
3.5	安全施工	146
3.6	绿色施工	147
4	土石方及基础工程	148
4.1	一般规定	148
4.2	施工降排水	148
4.3	基坑开挖与支护	149
4.4	基坑回填	149
4.5	围堰	150
5	水工混凝土	151
5.1	一般规定	151
5.2	材料	151
5.3	配合比	153
5.4	试验与施工检验	153
5.5	对拉螺栓	153
5.6	施工缝	154
5.7	变形缝	155
5.8	止水带	156
5.9	后浇带	156

5.10	穿墙管(盒)	158
5.11	埋设件	159
6	冷却塔	160
6.2	基础工程	160
6.3	斜支柱工程	161
6.4	筒壁工程	161
6.6	附属工程	163
6.8	安全施工	163
7	地表水取水建(构)筑物和水泵房	164
7.1	一般规定	164
7.2	沉井	164
7.3	泵房及取水口	165
8	地下水取水建(构)筑物	166
8.2	管井	166
8.3	大口井、渗渠	166
9	输水管、排水管、沟和渠道	167
9.1	一般规定	167
9.2	沟槽开挖和管基施工	167
9.3	混凝土管	167
9.4	钢管和玻璃钢管	168
9.6	管道功能性试验	168
10	水处理建(构)筑物	170
10.1	一般规定	170
10.2	池体	170
10.4	建(构)筑物防腐	170
11	水力除灰管、沟和灰水回收管	172
11.1	一般规定	172
11.2	支墩、支架	172
11.3	灰浆管	172

## DL 5190.9 — 2012

11.4	灰水回收管 .....	173
11.5	灰渣沟 .....	173
12	贮灰场 .....	174
12.1	一般规定 .....	174
12.2	测量 .....	174
12.3	排水与度汛 .....	175
12.4	坝基与岸坡处理 .....	175
12.5	筑坝材料 .....	176
12.6	坝体填筑 .....	179
12.7	坝体施工缝及接合部位处理 .....	182
12.8	反滤层及排水设施 .....	184
12.9	坝顶与护坡 .....	185
12.10	坝体安全监测设施设置及观测 .....	186
12.11	干贮灰场 .....	186
12.12	配套设施 .....	187
12.13	技术文件资料 .....	187
13	其他工程 .....	188
13.1	室外给排水工程 .....	188
13.2	中水和煤矿疏干水的供水管道工程 .....	188
13.3	海水淡化站 .....	189



## 1 总 则

- 1.0.1 规定了修订本部分的目的。
- 1.0.2 规定了修订本部分的原则。
- 1.0.3 规定了本部分的适用范围。

## 2 术 语

本章提出了本部分常用的 16 个术语,以便使用更方便,表达意思更一致。这些术语主要在本标准范围中使用,在其他地方仅供参考。

**2.0.2** 引自 GB 50141—2008《给水排水构筑物工程施工及验收规范》。

**2.0.3** 引自 GB 50013—2006《室外给水设计规范》。

**2.0.4** 引自 GB 50141—2008。

**2.0.5** 引自 GB 50141—2008。

**2.0.6** 引自 GB 50013—2006。

**2.0.7** 引自 GB 50013—2006。

**2.0.8** 引自 GB 50141—2008。

**2.0.9** 引自 GB 50268—2008《给水排水管道工程施工及验收规范》。

**2.0.10** 引自 GB 50268—2008。

**2.0.11** 引自 GB 50268—2008。

**2.0.12** 引自 GB 50336—2002《建筑中水设计规范》。

**2.0.13** 引自 GB 20426—2006《煤炭工业污染物排放标准》。

**2.0.14** 引自 DL 98—2010《火力发电厂海水淡化设计规范》。

**2.0.15** 引自 GB/T 50279—1998《岩土工程基本术语标准》。

**2.0.16** 引自 GB/T 50279—1998。

### 3 基 本 规 定

#### 3.1 技 术 管 理 要 求

**3.1.1** 水工结构工程施工受施工区域的基础资料影响较大,本条对水工结构工程施工所需基础资料作了要求。

**3.1.2** 规定了新技术、新工艺的使用原则。本条所述的鉴定是指省级及以上建设行政主管部门的鉴定。

**3.1.6** 水工结构工程施工受现场的水位地质情况等影响较大。本条对编制施工组织设计需要取得的资料作了规定。

**3.1.7** 水工结构工程施工受周围环境、气候等因素影响较大,施工质量不易控制。本条对施工中需要编制的特殊措施作了规定。

**3.1.10** 为强制性条文,对工程所用主要原材料、半成品、构(配)件、设备等产品作了规定。

1 工程所用的原材料、半成品、成品等产品质量会直接影响工程结构安全、使用功能及环境。因此,进入施工现场时必须进行进场验收,并按国家有关标准规定进行复验,验收合格后方可使用。进场验收时,应检查每批产品的订购合同、质量合格证书、性能检验报告、使用说明书、进口产品的商检报告及证件等。

2 为保证工程质量和结构安全,对于涉及结构安全的试块、试件及材料,应按规定进行见证取样检测;见证取样检测的内容详见《建设工程质量检测管理办法》(建设部令第141号)、《房屋建筑工程和市政基础设施工程实行见证取样和送检的规定》(建设部令第211号)的相关规定。

3 本部分推广应用新材料、新技术、新工艺,严禁使用国家明令淘汰、禁用的建筑材料和建筑设备。禁止使用的材料和设备

也包括《建设事业“十一五”推广和应用和限制禁止使用技术（第一批）》（建设部公告第 659 号）所规定的内容。

### **3.2 施工测量和沉降观测**

**3.2.1** 施工测量和沉降观测已有 GB 50026《工程测量规范》、DL/T 5001《火力发电厂工程测量技术规程》、DL/T 5445《电力工程施工测量技术规范》、JGJ 8《建筑变形测量规范》等专业标准的具体规定。关于施工测量和沉降观测内容，本部分不便重复摘录，要按照以上专业标准的相关规定执行。

**3.2.8** 对从事沉降观测的单位和个人作了要求，详见《测绘资质管理规定》（国测管字（2009）13 号文件）的相关规定。

### **3.3 雨季、汛期施工**

**3.3.1** 雨季、汛期施工前，要根据现场实际情况要编制应急处置方案，并根据应急处置方案进行演练。演练分桌面模拟演练和现场实际模拟演练。通过演练以检查现场的应急能力和组织情况，并对应急处置方案进行完善。

**3.3.12** 增加了对地下池体或管道要进行抗浮验算的要求。雨季施工时，地下水位会随着降雨量而上升，会对池体及管道造成上浮现象。施工时，要制定防止上浮的措施。

### **3.4 冬 期 施 工**

**3.4.1** 冬期施工，前期的准备至关重要，本条对此作了规定。

**3.4.3** 建筑工程冬期施工在 JGJ/T 104《建筑工程冬期施工规程》中已有具体规定，本部分不便重复摘录，具体施工时要遵照执行。

### **3.5 安 全 施 工**

**3.5.4** 对水工结构承载设计非预期荷载作了规定。

**3.5.5** 规定的范围与住房和城乡建设部《危险性较大的分部分项

工程安全管理办法》(建质〔2009〕87号)中规定的范围一致。

**3.5.7** 安全施工在 DL 5009《电力建设安全工作规程》中已有具体规定,本部分不便重复摘录,具体施工时要遵照执行。

### **3.6 绿 色 施 工**

**3.6.1** 绿色施工在 GB/T 50640《建筑工程绿色施工评价标准》、《绿色施工导则》(建质〔2007〕223号)等规范中已有具体规定,本部分不便重复摘录。水工结构工程施工对周围环境影响较大,本条对水工结构绿色施工作了规定。

**3.6.2** 对施工单位的施工管理作了规定。“四节一环保”主要指环境保护、节材与材料资源利用、节水与水资源利用、节能与能源利用、节地与施工用地保护五个方面。

## 4 土石方及基础工程

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 土石方施工时，会对地下的一些管线和设施造成破坏，在施工前建设单位应提供这些原始资料。

**4.1.8** 爆破施工必须由具有相应资质的单位进行施工，本条强调了爆破资质。

**4.1.9** 对于常规基础施工，DL 5190.1《电力建设施工技术规范 第1部分：土建结构工程》已有具体规定，本章遵照执行即可；对于有防水、防冻等性能要求的水工混凝土基础施工，还要参照本部分第5章的有关规定执行。

### 4.2 施工降排水

**4.2.2** 地下水位降低，底层结构会受到一定影响。如果降水期间有泥沙带出，还会引起地层下沉，影响建筑物安全。本条第5款规定设置变形观测点；水位观测是掌握降水效果，保证施工顺利进行的重要环节；因此，设计井点时应同时考虑观测孔的设置。

**4.2.7** 第2款的表4.2.7引自GB 50141，给出了井点系统选用的主要条件。井点通常分为真空井点、喷射井点、管井井点三类进行设计，降排水施工应根据设计降水深度（或基坑开挖深度）、地下静水位、土层渗透系数及涌水量等因素，综合考虑选用经济合理、技术可靠、施工方便的降水方法。

**4.2.8** 强调了施工降排水终止抽水后，应及时用砂、石等材料填充排水井及拔除井点管所留的孔洞，防止人、动物不慎坠落。

### 4.3 基坑开挖与支护

**4.3.3** 为强制性条文，引用 GB 50202《建筑地基基础工程施工质量验收规范》原文。土质条件或工程环境条件较差而设有支撑的基坑，开挖时应按施工方案中的设计工况进行开挖，并遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖和严禁超挖”的施工原则。

**4.3.5** 表 4.3.5 引自 GB 50141，给出开挖深度在 5m 以内的基坑可不加支撑时的坡度控制值，以便施工时参考；有成熟施工经验时，可不受此表限制。

本条强调开挖基坑的边坡应通过稳定性分析计算来确定，而不能仅依据施工经验确定；在软土基坑坡顶不宜设置静载或动载，需要设置时，应对土的承载力和边坡的稳定性进行验算。

**4.3.6** 施工过程中，应特别注意基坑边堆置土方不得超过施工方案的设计荷载和堆置高度，以保证支撑结构的安全。

**4.3.13** 强调基坑（槽）土方施工中应对支护结构、周围环境进行监测，出现异常情况应及时处理，待恢复正常后方可继续施工；监测是指沉降观测、变形测量等工程施工安全监测项目。

### 4.4 基 坑 回 填

**4.4.4** 引自 GB 50202 原文，回填作业技术参数，如每层填筑厚度及压实遍数，应根据土质情况及所用机具，经过现场试验确定，以保证回填压实满足要求。

**4.4.5** 本部分中的压实系数除注明者外，皆以轻型击实试验法求得的最大干密度为 100%。

**4.4.6** 钢板桩、木板桩支护的基坑回填时，应按本条规定拆除钢板桩、木板桩，并且拆除及拔出板桩后的孔洞应用砂填实。

**4.4.8** 强调基坑回填后，必须保持原有的测量控制桩点以及沉降观测桩点，并应继续进行观测，直至确认沉降趋于稳定，四周建（构）筑物安全无损为止。

## **4.5 围 堰**

**4.5.7** 表 4.5.7 引自 DL/T 5087 《水电水利工程围堰设计导则》，规定了高度在 4m 以内的均质土围堰的边坡，施工时可根据实际情况适当调整。

**4.5.8** 表 4.5.8 引自 DL/T 5087，规定了钢板桩围堰下沉的允许偏差。

**4.5.10** 第 4 款引自 GB 50141—2008 中第 4.2.5 条。



## 5 水 工 混 凝 土

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 规定了水工混凝土施工中应遵循的设计要求，其中所列规范从不同角度对水工混凝土及特殊环境下的混凝土施工各个环节（含材料选用、配合比、试验检验等）提出了相应要求。

**5.1.5** 水工混凝土的钢筋、模板施工在 DL/T 5169《水工混凝土钢筋施工规范》、DL/T 5110《水电水利工程模板施工规范》中已有具体规定。常规的现浇混凝土结构在 DL 5190.1《电力建设施工技术规范 第1部分：土建结构工程》中已有具体规定，不再重复引用，水工混凝土钢筋、模板施工时要遵照执行。

**5.1.6** 混凝土施工中，常常会遇到由于钢筋绑扎丝头外露，引起混凝土表面锈蚀，进而影响混凝土耐久性的现象。本条强调了水工混凝土结构钢筋的绑扎丝头应朝向结构内侧，不得接触模板。

**5.1.7** 针对施工中遇到坍落度不满足施工要求时有随意加水的现象，本条作了严禁直接加水的规定。因随意加水将改变原有规定的水灰比，而水灰比的增大不仅影响混凝土的强度，而且对混凝土的抗渗性影响极大，将会造成渗漏水的隐患。

### 5.2 材 料

**5.2.1** 第1款引自 GB 50164《混凝土质量控制标准》原文。在混凝土工程中，根据设计、施工要求以及工程所处环境合理选用水泥十分重要。

**5.2.2** 第1款规定了细骨料试验和采用海砂所应执行的标准。

第2款：GB 50208《地下防水工程质量验收规范》、GB 50108

《地下工程防水技术规范》、JGJ 55《普通混凝土配合比设计规程》、DL/T 5144《水工混凝土施工规范》对细骨料的选择给出了不同表述，本款进行了归纳。

第 4 款：GB 50208、GB 50108、GB 50164 对海砂的应用给出了不同表述，本款进行了归纳。

**5.2.3** 第 3 款：GB 50208、GB 50108、JGJ 55、GB 50164、DL/T 5144 对粗骨料粒径给出了不同表述，本款进行了归纳。

第 4 款：GB 50208、GB 50108、GB 50164、JGJ 55、DL/T 5144 对粗骨料含泥量和坚固性检验损失给出了不同表述，本款进行了归纳。

第 5 款引自 GB 50108 原文，防水混凝土砂石吸水率不应大于 1.5%。

第 6 款：GB 50208、GB 50108、GB 50164、DL/T 5144 对水工混凝土采用碱活性骨料给出了不同表述，本款进行了归纳。

**5.2.4** 第 4 款：GB 50208、GB 50164、DL/T 5144、JGJ 55、DL/T 5055《水工混凝土掺用粉煤灰技术规范》对水工混凝土采用粉煤灰质量给出了不同表述，本款进行了归纳。

第 5 款：GB 50208、GB 50108、GB 50164 对水工混凝土中硅粉质量给出了不同表述，本款进行了归纳。

第 6~9 款列出了水工混凝土采用粒化高炉矿渣粉、钢渣粉、粒化电炉磷渣粉等新型掺合料所应遵循的标准。

第 11 款规定了有抗裂需要的水工混凝土掺入合成纤维或钢纤维等所应遵循的标准。

**5.2.5** 外加剂品种多、质量差异较大、掺量范围较宽，用于混凝土时只有经过试验验证，才能实施混凝土质量的控制。含有氯盐配置的外加剂引起的钢筋锈蚀问题，对钢筋混凝土具有严重的危害。

### 5.3 配 合 比

**5.3.1** 特殊环境（冻融环境、氯化物环境、环境水侵蚀环境、化学腐蚀环境、冲蚀与空蚀环境等）下水工混凝土的配合比设计应符合本章第 5.1 节相应条款所列国家现行标准中混凝土配合比的相关规定，包括设计规范要求及施工技术规范规定。

**5.3.2** 在确定设计配合比前，应对设计规定的混凝土耐久性能进行试验验证，如设计规定的抗水渗透、抗冻、抗碳化和抗硫酸盐侵蚀等耐久性能要求，以保证混凝土质量满足设计规定的性能要求。

**5.3.3** 对于首次使用、使用间隔时间超过 3 个月的混凝土配合比，在使用前进行配合比审查和核准是不可省略的。生产使用的原材料应与配合比一致是指原材料的品种、规格、强度等级等指标应相同。以水泥为例，即指采用同一厂家生产的同品种、同强度等级和同批次水泥。

### 5.4 试验与施工检验

**5.4.1** 水工混凝土试验与检验在 DL/T 5150《水工混凝土试验规程》中已有具体规定，本部分不便一一引用，水工混凝土试验时要遵照执行。

### 5.5 对 拉 螺 栓

**5.5.2** 止水环的设置是为了增加水的渗透路径而达到止水的目的，主要与止水环的环数和尺寸有关。止水环的设置尺寸大小和环数应根据混凝土壁厚与表面承受的水压设置。施工时首先要满足设计要求；当设计无要求时，本条给出了 100mm×100mm 的规定，厚度要满足与螺栓满焊而不变形的要求，一般不宜小于 6mm。

## 5.6 施 工 缝

**5.6.1** 在水工混凝土施工中，施工缝是防水的薄弱环节，往往造成渗漏现象。因此，在留设施工缝时，应避开地下水与裂隙水。裂隙水是指存在于岩层裂隙中的地下水。

**5.6.2** 橡胶止水带是柔性的，难以固定，且在混凝土浇捣前埋入容易扭曲变形，影响防水质量。钢板止水带刚度大，施工时便于安装固定、连接方便，施工质量易于保证，本条强调水平施工缝处宜采用钢板止水带。

**5.6.3** 施工缝的防水质量除了与选用的构造措施有关外，还与施工质量有很大关系。

第2款水平施工缝防水措施中增加了涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料的内容，做法是在混凝土终凝后（一般来说，夏季在混凝土浇筑后24h，冬季则在36h~48h范围内，具体视气温、混凝土强度等级而定，气温高、混凝土强度等级高者可短些），立即用钢丝刷将表面浮浆刷除，边刷边用水冲洗干净，并保持湿润，然后涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料或界面处理剂，目的是使新老混凝土结合得更好。

如不先铺水泥砂浆层或铺的厚度不够，将会出现工程界俗称的“烂根”现象，极易造成施工缝的渗漏。还应注意，铺水泥砂浆层或刷界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水涂料后，应及时浇筑混凝土，若时间间隔过久，水泥砂浆已凝固，则起不到使新老混凝土紧密结合的作用，仍会留下渗漏水的隐患。

施工缝凿毛也是增强新老混凝土结合力的有效方法，但在垂直施工缝中凿毛作业难度较大，不宜提倡。本款规定的施工缝防水措施，对于具体工程而言，并不是所列的方法都采用，而是根据具体情况灵活掌握，如采用水泥基渗透结晶型防水涂料，就不一定采用界面处理剂，但水泥砂浆是要采用的，这是保证新老混凝土结合的主要措施。

第4款：遇水膨胀止水条（胶），国内常用的有腻子型和制品型两种。腻子型止水条必须具有一定的柔软性，与混凝土基面结合紧密，在完全包裹的状态下使用才能更好地发挥作用，达到理想的止水效果。工程实践和试验证明，腻子型止水条的硬度（用C型微孔材料硬度计测试）小于40度（相当邵氏硬度10度左右）时，其柔软度方符合工程使用要求，如硬度过大，安装时与混凝土基面很难紧密贴合，浇筑混凝土后止水条与混凝土界面间将留下缝隙，造成渗水隐患。

第5款：关于遇水膨胀止水条的缓胀性，目前有两种解决方法：一是采用自身具有缓胀性的橡胶制作，二是在遇水膨胀止水条表面涂缓胀剂。在选用遇水膨胀止水条时，可将21天的膨胀率视为最终膨胀率。

第6款中埋式止水带只有位置埋设准确、固定牢固才能起到止水作用。

## 5.7 变 形 缝

5.7.2 设置变形缝的目的是为了适应地下工程由温度、湿度作用及混凝土收缩、徐变而产生的水平变位，以及地基不均匀沉降而产生的垂直变位，以保证工程结构的安全和满足密封防水的要求。在这个前提下，还应考虑其构造合理、材料易得、工艺简单、检修方便等要求。

5.7.4 要使嵌填的密封材料具有良好的防水性能，除了嵌填的密封材料要密实外，缝两侧的基面处理也十分重要，否则密封材料与基面黏结不紧密，就起不到防水作用。另外，嵌缝材料下面的背衬材料不可忽视，否则会使密封材料三向受力，对密封材料的耐久性和防水性都有不利影响。

由于基层处理剂涂刷完毕后再铺设背衬材料，将会对两侧基面的基面处理剂有一定的破坏，削弱基层处理剂的作用，故本条还规定基层处理剂应在铺设背衬材料后进行。

**5.7.5** 密封材料变形时的应变值大小不仅与材料变形量的绝对值大小成正比,而且与缝的原始宽度成反比。在缝上设置隔离层后,如在缝上先放置 $\phi 40\text{mm} \sim \phi 60\text{mm}$ 的聚乙烯泡沫棒,可起到增加缝的原始宽度的作用。这使得在缝变形大小相同的情况下,材料变形的应变值大小不相同;增加了隔离层后,材料变形的应变值可以减小,使材料更能适应缝间的变形。

## **5.8 止 水 带**

**5.8.1** 由于止水带在 DL/T 5215《水工建筑物止水带技术规范》中已有具体规定,本部分不再重复摘录,施工时要按照本标准规定及 DL/T 5215 中的有关规定执行。

## **5.9 后 浇 带**

**5.9.1** 后浇带部位在结构中实际形成了两条施工缝,对结构在该处的受力有些影响,所以应设在变形较小的部位。

虽然先后浇筑混凝土的接缝形式和防水混凝土施工缝大致相同,但后浇带位置与结构形式、地质情况、荷载差异等有很大关系,故后浇带应按设计要求留设。

后浇带的宽度主要考虑:一是对后浇带部位和外贴式止水带的保护,二是对落入后浇带内的杂物清理,三是对施工缝处理和埋设遇水膨胀止水条,故后浇带宽度宜为  $700\text{mm} \sim 1000\text{mm}$ 。

**5.9.2** 后浇带应在两侧混凝土干缩变形基本稳定后施工,混凝土的收缩变形一般在龄期为 6 周后才能基本稳定,条件许可时,间隔时间越长越好。

**5.9.3** 补偿收缩混凝土是在混凝土中加入一定量的膨胀剂,使混凝土产生微膨胀,在有配筋的情况下,能够补偿混凝土的收缩,提高混凝土抗裂性和抗渗性。后浇带采用补偿收缩混凝土,是为了使新旧混凝土黏结牢固,避免出现新的收缩裂缝而造成工程渗漏水的隐患。补偿收缩混凝土配合比设计,尚应满足防水混凝土

的抗渗和强度等级要求，故规定补偿收缩混凝土的抗渗和强度等级不应低于两侧混凝土。

**5.9.5** 采用膨胀剂的补偿收缩混凝土，其性能指标的确定：一是在不影响抗压强度的条件下膨胀率要尽量增大；二是干缩落差要小。

资料表明：美国规定限制膨胀率为 0.03%，日本规范为 0.015% 以上。我国大量试验结果，认为限制膨胀率在 0.025%~0.040% 范围内，其补偿效果较好。

由于膨胀剂的品种不同、掺量不同，它与水泥、外加剂和掺合料存在适应性问题，同时应根据不同结构部位的约束条件，设定限制膨胀剂，进行补偿收缩混凝土配合比设计，经试验确定膨胀剂的掺量。

**5.9.6** 按 GB 50119《混凝土外加剂应用技术规范》中的规定，补偿收缩混凝土中膨胀剂的掺量宜为 6%~12%。混凝土配合比中膨胀剂的掺量为多少合适，应根据限制膨胀率的设定值经试验确定。

**5.9.7** 为了保证后浇带部位的防水质量，必须保证后浇带内清洁，同时也应对预设的防水设施进行有效保护，否则很难保证防水质量。

**5.9.8** 后浇带采用补偿收缩混凝土，可以避免出现新的收缩裂缝而造成工程渗漏水的隐患，如果后浇带施工留设施工缝，就会大大降低后浇带的抗渗性，因此强调后浇带混凝土应一次浇筑。

混凝土养护时间对混凝土的抗渗性尤为重要，混凝土早期脱水或养护过程中缺少必要的水分和温度，则抗渗性将大幅度降低，甚至完全消失，其影响远较强度敏感。因此，当混凝土进入终凝以后即应开始浇水养护，使混凝土外露表面始终保持湿润状态。后浇带混凝土必须充分湿润地养护 28 天，以避免后浇带混凝土的收缩，使混凝土接缝更严密。

**5.9.9** 后浇带如有水情况下施工，很难把缝清理干净，不能保

证接缝的防水质量。因此，在地下水位较高，需要进行超前止水时，可采用本条所推荐的方法。

底板后浇带部位混凝土的局部加厚，主要是用于坑底排水，并使钢筋保护层不受建筑的垃圾影响。当有降水条件时，后浇带部位混凝土也可局部加厚，此时，可不设外贴式止水带。

### **5.10 穿 墙 管（盒）**

**5.10.2** 预先埋设穿墙管（盒），主要是为了避免浇筑混凝土完成后，再重新凿洞破坏防水层，以形成工程渗漏水的隐患；采取有效加固措施，以保证穿墙管（盒）的位置准确。本条规定的距离要求是为了便于防水施工和管道安装施工操作。

**5.10.3** 穿墙管外壁与混凝土交界处是防水薄弱环节，穿墙管中部加上止水环可改变水的渗透路径，延长水的渗透路线，加遇水膨胀橡胶则可堵塞渗水通道，从而达到防水目的。针对目前穿墙管部位渗漏水较多的情况再增设一道嵌缝防水层，以确保穿墙管部位的防水性能。另外，止水环的形状以方形为宜，以避免管道安装时所加外力引起穿墙管的转动。

**5.10.4** 当穿墙管与混凝土的相对变形较大或有更换要求时，管道外壁交界处会产生间隙而发生渗漏，此时采用套管式穿墙管，可使穿墙管与套管发生相对位移时不致渗漏。

**5.10.5** 第1款：止水环的作用是改变地下水的渗透路径，延长渗透路线。如果止水环与管不满焊，或满焊而不密实，则止水环与管接触处仍是防水薄弱环节，故止水环与管一定要满焊密实。套管内因还需采用其他防水措施，故其内壁表面应清理干净，按设计要求进行防腐，以保证防水施工的质量。

第2款：管间距离过小，防水混凝土在此处不易振捣密实；同时，采用其他防水措施时，因操作空间太小，易影响其他防水措施的质量，故对管间距作了相应规定。

**5.10.6** 对有防护要求的地下工程，穿墙管部位不仅是防水薄弱环节



节，也是防护薄弱环节，因此此时的措施要兼顾防水和防护两方面的要求。

**5.10.7** 伸出迎水面外的穿墙管可能在回填时被损坏，一旦损坏，不仅影响使用，而且可能形成渗漏水通道，故应采取可靠措施，如施工时在管的下部加支撑、回填时在管的周围细心操作等，以杜绝此类现象发生。

## **5.11 埋 设 件**

**5.11.1** 埋设件的预先埋设是为了避免破坏工程的防水层，如采用滑模式钢模施工确无预埋条件，方可后埋，但必须采取有效的防水措施。

## 6 冷 却 塔

### 6.2 基 础 工 程

**6.2.4** 第 3 款: 环形基础宜采用分段跳仓或后浇带法浇筑混凝土, 其分段长度可以通过温度应力计算确定, 一般分段长度不宜大于 30m, 分段断面宜留设在两个斜支柱基础中间的 1/4 处, 此处剪切应力较小, 详见 DL/T 5339—2006《火力发电厂水工设计规范》第 9.7.18 条。

当环基、底板采用跳仓或后浇带法施工时, 跳仓法间隔时间一般不应小于 14 天, 后浇带法不应小于 48 天。这两个指标主要取决于混凝土的收缩(干缩、温度收缩)而产生的温度应力。后浇带的宽度一般不小于 800mm; 两侧的钢筋可以断开, 也可以不断开, 断开的必须在后浇带混凝土浇筑前焊接连接。

在混凝土降温的早期, 温度应力增长较快, 而此时混凝土的抗拉应力较小, 容易产生裂缝; 当边界无约束时, 应力最大部位(几何中心处)的应力也相对较小, 边界约束越早, 温度应力就越大, 就容易使几何中心处的拉应力超过抗拉强度而产生裂缝, 因此, 就有必要限制浇筑块之间的约束, 也就是闭合的时间。从理论上讲, 闭合的时间越晚, 几何中心处的温度应力就越小。但是, 由于施工现场的条件限制, 闭合时就要适当延长时间, 本部分给出的指标参照了 GB 50108 的规定和有关的资料, 对于有经验的工程技术人员, 通过计算可以控制其温度应力时, 可以按照实际的计算确定其间隔时间。

**6.2.5** 对于大体积混凝土的温度控制指标, 主要参照了 GB 50496《大体积混凝土施工规范》中的参数, 根据混凝土温度应力技术参

数的分析,在配合比设计原材料选用时主要控制绝热温升,在浇筑时主要控制入模温度和有效散热,在养护阶段确保混凝土表面的湿度和温度,主要利用混凝土的徐变而产生应力松弛这一特性,用时间控制温度应力。

当环基设置于岩石类地基或较厚(大于 500mm)换填混凝土时,地基对环基的约束相对较大,若经温度应力计算,混凝土不能满足抗裂要求,则可以考虑在混凝土垫层上设置滑动层,以减少地基对环基收缩的影响。滑动层可以采用沥青油毡类材料。

### 6.3 斜支柱工程

**6.3.1** 第 5 款为强制性条款,引自 GB 50573—2010《双曲线冷却塔施工与质量验收规范》第 5.5.1 条。斜支柱采用预制吊装方法施工时,下部预留插筋不足以承载斜支柱的自重,导致斜支柱下部插筋变形或定位不准,可在斜支柱下端预埋型钢等进行加固。预埋型钢的锚固长度、截面应经过计算确定。支撑斜支柱的支架应有一定的刚度,保证斜支柱就位后支架的变形在允许的范围内。

**6.3.2** 第 1 款为强制性条款,引自 GB 50573—2010 第 5.3.3 条。斜支柱现浇时搭设的支架,与环梁施工的支架是一个整体,可以一起搭设,并应考虑支架变形,模板铺设时应考虑起拱。

### 6.4 筒壁工程

**6.4.2** 第 1 款:由于国内双曲线冷却塔施工技术的快速发展及新型机械设备的研制开发,双曲线冷却塔垂直运输系统形式多样,施工单位可根据双曲线冷却塔的设计特点及单位资源力能进行配置。可采用脚手架附着施工升降机、塔式起重机(折臂型或水平臂型)与曲线施工升降机、液压顶升平桥与施工升降机等组合方案。

**6.4.3** 第 5 款为强制性条款,引自 GB 50573—2010 第 6.3.7 条。环梁、刚性环施工用脚手架为承重脚手架,应计算确定其强度、

刚度和稳定性。

第 10 款为强制性条款，引自 GB 50573—2010 第 6.3.15 条。本条对各部位拆模时混凝土强度作了具体规定。需要注意的是，筒壁在拆模时控制的是其上一节的混凝土强度，该层模板拆除后，其上节模板及其支撑体系要承担包括本层荷载在内的上部荷载。为真实反映混凝土的实际强度，应在现场留置同条件混凝土试块，强度满足要求后方可拆模，以确保结构及施工安全。

**6.4.4** 第 1 款：筒壁的竖向钢筋，因高出施工面，在施工中容易产生摇摆，影响钢筋与混凝土之间的黏结，因此要求施工过程中应采取措施保证钢筋间距、位置（竖向钢筋在子午线方向上的位置）及保护层厚度满足设计要求。

**6.4.5** 第 3 款：主要在于强调筒壁模板拆除时混凝土强度满足 6.4.3 中的强度要求，以确保施工安全。施工过程中，施工单位应根据施工环境情况有计划地执行。

第 4 款：由于悬挂式脚手架工艺与爬模工艺施工方法不同，因此对混凝土的拆模时间或爬升时混凝土的强度要求有所不同。根据理论计算及工程实践，采用爬模工艺时，从上到下各层混凝土的强度分别不小于 4、9、12MPa；采用悬挂式脚手架浇筑混凝土时，最上层承力层的混凝土强度不应小于 2MPa。

根据浙江大学航空航天学院力学系黄志龙教授所进行的理论分析，对于淋水面积在  $12\,000\text{m}^2$  的双曲线冷却塔，筒壁施工期间最不利的受力状态是在高度 40m~70m（20 节~40 节）。筒壁施工期间另外一个不利状态是在进入冬季施工以前气温较低（平均  $5^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ ）的一段时间内。在此期间，如果每天一节施工，连续 30 天左右，由于混凝土的强度增长较慢，这部分的筒壁混凝土强度可能达不到设计的强度等级，这对筒壁施工期间的稳定性是有影响的，需要对这部分的筒壁混凝土强度等级实施监控。

## 6.6 附 属 工 程

**6.6.7** 本条为强制性条文，引自 GB 50573—2010 第 10.0.7 条。接地装置安装完成后应检测接地电阻，接地电阻应符合设计要求。当不能满足设计要求时，应同设计单位协商增设接地极数量或采取其他措施。

## 6.8 安 全 施 工

**6.8.2** 第 1 款、第 2 款、第 4 款为强制性条款，引自 GB 50573—2010 第 12.0.3 条的部分内容。所涉及的安全条款是针对双曲线冷却塔施工的特殊要求提出的，施工时应根据具体的工艺和不同垂直运输系统制定相应的安全要求。

## 7 地表水取水建（构）筑物和水泵房

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 本章所指水泵房主要包含：循环水泵房、取水泵房、综合水泵房、污（雨）水泵房、取水口等厂区内各类水泵房。

**7.1.2** 第2款：本款部分引自 GB 50141—2008 第 5.1.3 条。

第3款：本款引自 GB 50141—2008 第 5.1.5 条第1款。

第5款：本款考虑沉井施工前对施工区域地质情况掌握不详细等，而造成沉井在下沉期间发生突沉或严重倾斜等事件发生。

### 7.2 沉井

**7.2.2** 第1款：在基坑中制作时，四周应设挡水土堤，以防止地面水流入；水中筑岛四周应设有护道，其宽度：有围堰时不得小于 1.5m，无围堰时不得小于 2m，岛侧边坡应稳定并符合抗冲刷的要求。筑岛材料应采用低压缩性的中砂、粗砂、砾石，不得采用黏性土、细砂、淤泥、泥炭等材料。

第3款对制作场地的地基处理提出了要求，防止在沉井制作过程中发生不均匀沉降，影响沉井结构。垫层结构主要为砂垫层、承垫木或混凝土垫层，其结构应分别计算、综合考虑。

**7.2.9** 排水下沉在渗水量不大（不大于  $1\text{m}^3/\text{min}$ ）、稳定的黏性土（如黏土、粉质黏土以及各种岩质土）或在砂砾层中渗水量虽很大，但排水并不困难时使用；不排水下沉适用于严重的流砂地层和渗水量大的砂砾层，以及地下水无法排除或大量排水会影响附近建筑物的安全生产的情况。

### 7.3 泵房及取水口

**7.3.2** 目前国内越来越多采用海水循环的电厂，对于长时间浸泡海水的混凝土结构，应采取必要的防腐蚀措施。泵房结构大多接触水及其他化学物质，因此对混凝土结构的钢筋保护层应严格控制。

## 8 地下水取水建（构）筑物

### 8.2 管 井

**8.2.6** 对于管井施工，GB 50296《供水管井技术规范》中已有具体规定，本部分不便重复摘录。管井施工除应满足本部分规定外，尚应按照 GB 50296 的相关规定执行。

### 8.3 大口井、渗渠

**8.3.3** 第 1 款：施工方法有捶打法、顶管法、机械水平钻进法、水射法、水射法与捶打法或顶管法的联合以及其他方法。

第 4 款中 2) 要求捶打施力中心线或顶进千斤顶的合力作用中心线与所施做的辐射管的中心线同轴。

**8.3.5** 地下水取水构筑物大口井施工完毕并经检验合格后，应按本条规定进行抽水清洗至水中的含砂量小于或等于 1/200 000（体积比）方可停止抽水清洗。

**8.3.6** 地下水的产水量往往受季节降水影响较大。测定产水量时宜在枯水期进行，并宜采用薄壁堰测定产水量。薄壁堰系由垂直薄板构成的堰，它有一个很薄的堰顶，以使溢流水舌完全脱离堰顶而涌出。薄壁堰的堰板顶部厚度规定为 1mm~2mm，堰顶向下游的倾斜面与堰顶的夹角不小于 45°，堰口宜用耐腐蚀的金属制作，或涂一层如油、蜡或树脂之类的保护层，以保持平整光滑。



## 9 输水管、排水管、沟和渠道

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 本部分适用于火电厂中输送介质为水的冷却水及循环水进（排）水管、补给水管、回水管、厂区排水管网、沟和渠道等工程的施工。管径大于 3m 以上可参照施工。化学建材管主要指：玻璃钢管、聚氯乙烯（PVC）管、丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物（ABS）管、聚乙烯（PE）管、无规共聚聚丙烯（PPR）管、聚丙烯（PP）管、交联聚乙烯（PEX）管。

### 9.2 沟槽开挖和管基施工

**9.2.1** 补充了影响边坡稳定的各种因素以及处理边坡稳定的相关依据。深基坑的边坡推荐采用折线形或台阶形。

**9.2.7** 第 1 款：管基包角弧座指管子与原土接触的圆心角。

**9.2.9** 第 3 款：包角混凝土与管子中心构成的圆心角要符合设计要求，其角度范围为  $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 。包角混凝土与管子底部接触处应浇捣密实、贴合良好，不得产生悬空现象。

### 9.3 混凝土管

**9.3.1** 大直径管是指直径为 1.4m 以上的管。

**9.3.3** 第 3 款中内拉法指在已装管接口间隙处左右对称部位，各嵌入一块厚钢板作为拉杆的固定板，在固定板之间用带双向螺杆的顶杆顶紧，成为内拉装置固定端的锚具杆。将内拉杆的末端安设在固定端的锚具杆上。内拉杆沿长向的连接处由两个半圆带外箍圈做成的活接头进行连接。内拉杆的另一端与设在待装端的钢

横梁相连接。在钢横梁与待装管之间的左右侧，各设 30t 螺杆式千斤顶一个，在千斤顶顶力作用下，将已套有橡胶密封圈待装管的插口，缓慢顶入已装管的插口中。

第 4 款中检查密封圈是否进入接口工作面，推荐使用专用量具。检测每个接口密封圈进入工作面的检查点不应少于 4 点，检测对口间隙的检测点不得少于 3 点。各测点之间应有适当间距，以反映管子接口全断面的质量情况。

第 5 款目的是改善两种不同材质的刚度差，减少其变形差异。

## 9.4 钢管和玻璃钢管

9.4.3 第 2 款中玻璃钢管接口连接有承插式和套管式两种方式。连接方法应符合 GB 50268 的规定。通过混凝土或砌筑结构等构筑物墙体內的管道，可设置橡胶止水圈或采用中介层法等措施，以保证管外壁与构筑物墙体交界面处密实、不渗漏。

## 9.6 管道功能性试验

9.6.1 对管道功能性试验进行了规定。在实际工程中，往往由于管道在使用前未做水压试验而导致渗漏的现象屡屡发生，对结构安全和使用功能均造成了严重影响。尤其对于埋设在地下的管道而言，在进行维修时，往往需要花费大量的人力、物力，也给人们的正常生活和周围环境造成影响。为避免这一现象的发生，本条特作了规定。

压力管道应做水压试验。试验分预试验阶段和主试验阶段。试验合格的判定依据分为允许压力降值和允许渗水量值，按设计要求确定。设计无要求时，应根据工程实际情况，选用其中一项值或同时采用两项值作为试验合格的最终判定依据。

无压管道应进行管道的严密性试验。严密性试验分闭水试验和闭气试验，按设计要求确定。设计无要求时，应根据实际情况

选择闭水试验或闭气试验。

第 5 款为强制性条文，引自 GB 50268—2008 第 9.1.11 条原文。规定污水、雨污水合流管道及湿陷土、膨胀土、流砂地区的雨水管道，必须经严密性试验合格方可回填、投入运行。

## 10 水处理建（构）筑物

### 10.1 一般规定

**10.1.3** 本文为强制性条文。水处理构筑物进行满水试验主要是检查水处理构筑物结构的自身防水性能。通过蓄水试验，可以及早发现结构的自身缺陷，便于及时进行处理。本条中水处理构筑物主要是指对原水（污水）进行水质处理、污泥处置而设置的各种池体。

由于施工中的种种原因，水处理构筑物施工完毕后，往往有渗漏现象发生。结构施工完后，如不及时进行满水试验，在投运过程中一旦发生渗漏现象，再进行堵漏处理的难度就很大；尤其已隐蔽的工程，将造成大量的经济损失，也影响了电厂的正常运行。为了保证水处理构筑物的结构质量和功能要求，本条特对水处理构筑物施工完毕必须进行满水试验作了规定。

**10.1.4** 规定了水处理构筑物的满水试验前应具备的基本要求，并规定了混凝土结构、装配式预应力混凝土结构、砌体结构等水处理构筑物满水试验等施工顺序；如需倒序施工，必须征得设计等方面同意方可进行。

### 10.2 池 体

**10.2.3** 第2款中采用清洁水是指不采用污水，水质应符合水池用途要求。

### 10.4 建（构）筑物防腐

**10.4.4** 第3款中当必须采用湿固化型材料施工时，应注意以下几

点:

1 表面不得存有积水、渗水,使用前应通过小试,确认材料与基层粘接牢固。

2 防腐蚀层的力学性能满足防腐蚀要求,至少能达到相同构造同种材料正常条件下物理力学性能指标的  $2/3$ ,若下降太多,则不宜使用。

3 同步做小样,并测试耐蚀效果,确定是否能保证工程正常使用。

4 基层含水率测试可通过薄膜覆盖法和取样称重法实现,也可采用其他含水率测定仪进行测试。

**10.4.5** 第8款中块材防腐蚀层的质量主要取决于灰缝的质量。灰缝尺寸的大小由块材种类及灰缝用的材料决定。灰缝过小,施工时不易做到饱满、密实,影响使用年限;灰缝过大,灰缝中胶泥或砂浆收缩大,易出现裂纹。

**10.4.7** 第1款中第2项环氧树脂涂料施工因涂膜固化过程发生化学反应,因此施工间隔与温度关系密切,应注意涂膜干燥充分再进行下一层涂装,不可连续作业,防止涂层出现开裂问题。

第2款中聚氨酯树脂涂料施工应注意以下几点:

1 单组分聚氨酯涂料固化过程是吸附空气或表面的水分后成膜,因此特别干燥的表面或环境不宜施工。

2 聚氨酯涂料涂装的时间间隔一般以前层涂料实干为依据,未干透时使用效果不良。

3 涂料不得擅自用稀料稀释。

第8款中有机硅耐高温涂料施工应注意以下几点:

1 涂层易薄不宜厚,否则会产生开裂、起皮现象。

2 当使用无机硅酸锌底层涂料时,涂层应薄而均匀,并采用有机硅面层涂料封闭。

3 有机硅面层涂料也可直接作为底层涂料,用于封底再涂装面层涂料。

## 11 水力除灰管、沟和灰水回收管

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 适用范围同 DL/T 5339 的相关章节。

**11.1.2** 管线属于典型的线性布置，适合区段流水施工。当管线附近有地下埋设物或建（构）筑物时，应采取适当的防护措施，将不利影响降到最低。

**11.1.3** 当管线采用钢栈桥跨越河沟时，支架及基础施工、钢栈桥就位与一般场地相比有显著不同，为保证施工顺利，应与工程建设各单位充分沟通，根据现场环境条件，编制专项施工技术方案。尤其是河沟中间跨栈桥的就位，应考虑场地条件、机械状况等因素，组织相关专业的专家进行研讨论证，确定就位方案。

### 11.2 支墩、支架

**11.2.1** 对线性布置的支墩、支架而言，地基处理及回填土是避免管线出现不均匀沉降、位移等问题的关键环节，压实要均匀，应满足设计和现行规范的压实要求。

### 11.3 灰浆管

**11.3.1** 灰浆管磨损较严重，设计较多采用钢管内衬铸石管或其他耐磨复合管，接口形式多采用对接，管接头普遍采用套筒伸缩节、快速管接头（自补偿），本节主要对其施工作出相关规定。

**11.3.2** 管道组成件及管道支承件必须具有制造厂的质量证明书，其质量不得低于国家现行标准的规定；使用前应按设计要求核对

其规格、材质及技术参数，并按国家现行标准进行外观检查；管道安装前应按现行标准进行检查，尤其是衬里层的完好情况，安装条件具备后方可实施。

**11.3.3** 施工过程中应妥善保管管道组成件及管道支承件，其色标或标记应明显、清晰，不得混淆；搬运和堆放管段及管件时，应避免强烈振动或碰撞；安装时不得随意施焊、加热、扭曲或敲打，勿使杂物落入管内，保证管内清洁。

**11.3.7** 管接头易因管段变形出现渗漏等质量问题。运行经验表明，接口安装位置靠近支墩或支架，在支承面后 0.5m~2.0m 范围内效果较好。

## 11.4 灰 水 回 收 管

**11.4.2** 管子、管件及管道附件等使用前，应按设计要求核对其规格、材质及技术参数，并按现行标准规定进行外观检查。

## 11.5 灰 渣 沟

**11.5.2** 通常，灰渣沟的截面尺寸不大，且在正常运营过程中灰渣沟内水位较低。故本部分作了灰渣沟宜一次浇筑成型，当需留设水平施工缝时，留设在高出底板顶不少于 200mm 处的规定。

**11.5.5** 当前灰渣沟底工作面多采用铸石等耐磨镶板衬砌，衬砌前须将基层表面突出处铲平磨光，剔除不密实的蜂窝麻面混凝土，保证基层面洁净、坚实、平整，衬砌用的块材表面不得有浮灰、油污等附着物，当用水冲洗或淋雨时，待干燥后再行衬砌。

**11.5.6** 板缝宽度和结合层厚度，应根据产品说明进行试验后确定。在运行过程中，由于块材粘贴不牢，脱落现象时有发生，通过粘贴强度检验，可以有效控制块材的粘贴质量。

## 12 贮 灰 场

### 12.1 一 般 规 定

**12.1.1** 明确本章内容包括的范围。对今后出现的新坝型或新坝料的施工，应符合设计要求和相应规范的有关规定，其他通用部分可参照本章有关条款执行。

**12.1.2** 因爆破工程专业性强、危险性大，按 GB 6722《爆破安全规程》的规定，强调了承担爆破设计的单位、爆破施工企业及其相应人员的资质及资格。

**12.1.3** 避免贮灰场因辅助和配套工程未能与贮灰坝同期完工，从而影响贮灰场的整体运行。

### 12.2 测 量

**12.2.2** 施工单位对勘察设计单位移交的测量资料和各类控制点进行复查和校测的目的是，防止施工时误用不准确的测量数据，导致测量错误。

**12.2.4** 坝轴线测设位置正确与否，对贮灰坝库容、坝基、地形等各个方面的施工质量与要求有很大影响。因此，要求坝轴线定线要准确。为了便于施工控制，对坝轴线永久性标（桩）石位置的设置提出了具体要求。

**12.2.5** 为避免坝体施工期间大型土石方开挖、爆破、施工机具等产生的震动和施工人员的活动对平面和高程标桩（石）稳固产生影响，甚至造成平面和高程标桩（石）位移，特提出本条要求。

**12.2.8** 由专人负责贮灰场施工测量工作，经监理工程师检查验收，是做好贮灰场施工测量工作的基本保证。加强对标桩的检查



和管理工作，对坝体施工质量可起到较好的作用。

### 12.3 排水与度汛

**12.3.1** 为了保证贮灰场在汛期安全施工，做到有备无患，避免出现洪水时给人身和财产带来损失，施工单位应在开工前，根据收集掌握的对汛期安全施工有益的有关资料和工程特点编制排水度汛方案。

**12.3.2** 为了保证穿越坝体的临时排洪涵管的封堵质量和坝体安全，避免施工时将排洪涵管施工作为一项临时工程而忽视其施工质量，特提出本条要求。

**12.3.3** 在引用原规范 SDJ 280—1990《电力建设施工及验收技术规范（水工结构工程篇）》第 4.3.3 条的基础上，增加了地基的可能渗漏量和地形地貌等因素，把保证雨水及时排泄改为保证及时排水，因排水范围不只限于雨水。

**12.3.5** 为新增条文，强调坝体在汛期施工时形象进度达到批准的坝体施工总进度计划要求，是保证坝体安全度汛的前提。

**12.3.6** 为新增条文，提出本条要求是防止坝体在汛期施工时因雨水或其他原因冲蚀坝体，使坝体处在不稳定状态，甚至出现塌坡。

**12.3.7** 引自原规范第 4.3.5 条。设计允许堆灰标高考虑了调洪余度，如果子坝加高的坝顶高度在汛前满足不了设计规定的高程和调洪要求，汛期到来时有可能出现洪水漫顶，影响坝体安全。为保证坝体安全，特提出本条要求。

### 12.4 坝基与岸坡处理

**12.4.1** 对坝基和岸坡表层及下部的清理和处理是保证坝体安全的一个重要环节。如坝基和岸坡表层的粉土、细砂、淤泥、腐殖土、泥炭等未按设计要求和有关规定清除干净，以及风化岩石、坡积物、残积物、滑坡体、破碎带、岩洞、基岩中缓倾角泥化夹

层、软黏土、湿陷性黄土、膨胀土、膨润土等特殊地层未按设计要求和有关规定认真进行处理，会对坝体造成安全隐患，引发的质量问题将难以补救。为保证处理工作的有序进行，处理前，应根据相关资料编制切实可行的施工处理方案，获批准后方可实施。

**12.4.2** 坝体与岸坡的结合部位是处于坝体填筑高度变化的区段。采用斜面连接可以使坝体高度变化比较平顺、缓和，避免出现坝体变形或裂缝。如果做成台阶状，则在同一截面左右两边坝体的填筑就形成填筑高差，即使左右两边的填筑碾压均匀程度完全一致，也会由于同一截面上的填筑高差而产生不均匀沉降，从而导致坝体变形或裂缝。因此，本条明确提出，坝体与岸坡的接合处不得形成台阶状。

**12.4.3** 在原规范第 4.4.6 条的基础上，增加了同时进行施工时，应采取切实可行的保证施工质量、施工安全的措施内容。提出本条的主要目的在于保证坝体施工时人身安全和施工质量。

**12.4.4** 主要从保护坝基岩体的完整性方面考虑提出本条要求。

**12.4.6** 软土坝基扰动后，其原有地耐力会降低很多，施工时选择对坝基压强小的施工机械，有助于避免扰动和破坏原来的地层结构。

**12.4.7** 坝基和岸坡的开挖清理与坝体填筑是相互衔接的两道工序，为防止将清出的废料、剥离层、杂草等杂物误填到坝体中，保证坝体填筑质量，特提出本条要求。

**12.4.9** 对天然铺盖的利用，能在满足贮灰场正常贮灰和保证坝体安全的前提下，还可以减少工程投资。本条特别强调在施工期间要对天然铺盖加以保护。

## **12.5 筑 坝 材 料**

**12.5.1** 贮灰坝工程的主要建筑材料，是按就地取材的原则由勘察设计单位确定的。勘察设计单位提供的料场资料与料场实际情况可能会出现一定的误差。如果施工单位对料场核实和复查工作的

重视程度不够, 在施工过程中发现问题, 必将增加费用, 延误工期。复查结果与勘察设计单位提供的料场资料不符时, 应及时通知有关单位, 并会同有关单位进行处理。

**12.5.2** 料场核实和复查的主要内容是储量、开采条件和材料质量。本条对原规范第 4.5.2 条中的个别限定性用词进行了修改, 将原规范土质情况改为地质情况, 土层厚度改为料层厚度。修改后能适用于土、石料场。与本条试验内容所列坝料名称相对应。增加了灰渣土工试验内容, 以满足灰渣筑坝的需要。

**12.5.4** 在坝料开采及施工过程中, 影响贮灰坝所需筑坝材料数量准确性的因素很多, 除本条所列因素会对坝料开采数量准确性造成一定的影响外, 材料性质、开采方法, 以及各阶段的方量计算精确性也会产生一定的影响。强调复查料场实际可开采坝料总量应大于坝体填筑总量, 是为避免因坝料短缺而影响坝体填筑施工的正常进行。依据 DL/T 5129《碾压式土石坝施工规范》提出不同坝料可采总量应与坝体填筑总量的比值, 施工时可根据实际情况参照执行。

**12.5.7** 对坝体填筑与料场开采进行科学合理的安排, 尽可能使开挖的坝料直接上坝, 可以改善运输条件, 降低运输成本, 从而降低工程成本和缩短工程工期。

**12.5.10** 含水率对黏性土、砾质土的施工影响较明显。依据料场原始含水率, 合理安排施工季节和加强对料场黏性土、砾质土含水率的控制, 有利于工程质量和施工进度。水力冲填筑坝采用的灰渣特征应满足水力冲填的需要。

**12.5.12** 本条为新增内容。为了保证施工的连续性和防止各种规格坝料混装以及误装废弃料, 本条对坝料使用规划中场地的合理设置利用提出了要求。

**12.5.17** 施工含水率是控制黏性土料压实标准的一个重要指标。为避免黏性土料在开采时因气象和其他因素引起含水率的变化, 通过采取一定的措施, 使黏性土料含水率达到试验确定的填筑含

水率，以保证坝体填筑质量。

**12.5.19** 明确了对采用爆破方法开采石料应遵守的基本规定和要求。由于爆破工作专业性很强、危险性较大，对安全和防护要求较高，因此爆破前应进行爆破设计。爆破工作须由取得爆破相应资质的单位和人员按 GB 6722 的有关规定实施。

**12.5.21** 在原规范第 4.5.27 条的基础上，增加了环境保护工作内容。贮灰场施工土石方工作量大，占用场地面积大，对贮灰场周围环境、地形地貌等有一定影响，出于对环境保护、土地复耕和安全方面的考虑，特提出本条要求。

**12.5.23** 对原规范第 4.5.20 条的内容进行了部分修改，取消了可能获得的运输设备、配件和机修条件等内容。因为施工单位在投标和编制施工方案时对各类运输机具数量、型号、性能、匹配等已做了充分考虑，应能满足施工需要。

**12.5.26** 由于坝料的特性各不相同，施工试验是填筑前必须进行且不可缺少的重要环节。通过施工试验确定坝料实际的物理力学特性，据此选择合适的施工方案和工艺参数，是保证坝体施工质量、施工进度的前提条件。

**12.5.28** 坝料的碾压工作是控制贮灰坝施工质量好坏的一项重要工作，而压实效率的高低又直接影响到工程的造价和施工进度。设计要求的碾压标准，需要通过对碾压试验所得的参数来进行调整，满足设计要求。每个料场内的坝料种类很多，通过对料场的各种资料分析，掌握料场内不同型号、不同类别坝料的物理力学性质，找出能够代表每个料场特点的坝料进行碾压试验，以适应不同坝料的碾压施工需要。

**12.5.29** 由于爆破工作专业性强、危险性大、影响范围广，本条对石料爆破试验工作的爆破依据、爆破场地、爆破方法、爆破参数、爆破结果以及爆破时的安全提出了要求。通过爆破设计，取得不同坝型对石料的不同要求。

**12.5.32** 本条为新增内容。坝体填筑时，应尽量使开采的坝料直

接上坝；当土石坝料的技术指标不能满足设计要求时，需通过技术经济比较后，决定对坝料进行加工处理的方法。

**12.5.35** 本条为新增内容，提出了人工制备反滤料的基本方法。其质量是否满足设计要求，需根据试验进行确认。

## 12.6 坝 体 填 筑

**12.6.3** 坝轴线较长的山谷灰场、平原贮灰场或较大的滩涂灰场只有通过合理组织施工，制定认真做好施工接缝的措施，方可采取分段施工。分段施工产生的垂直于坝轴线的施工缝处理不当，容易在坝体结构中形成质量隐患。为避免分段施工对坝体结构可能带来的质量隐患，特提出本条要求。

**12.6.6** 坝体观测仪器设施埋设与监测的目的，是为了监测坝体在施工期间和坝体运行后的工作状态，便于发现异常情况时能够及时分析原因，采取相应措施，为坝体消除安全隐患提供可靠的科学依据。由于过去有些工程对此项工作的重视程度不够，致使埋设的观测仪器设施位置不当、失效或不能进行正常观测，一旦出现异常情况，不能提供可靠的数据和观测资料，难以分析原因和采取正确的处理措施，造成无法弥补的损失。

**12.6.7** 工程上通常把淤泥、淤泥质土、冲填土、杂质土和其他高压缩性土层统称为软弱地基。软弱地基具有强度低、压缩性大、灵敏度高和透水性小等特点。因此，在软弱地基上进行坝体填筑施工时，应特别注意孔隙水压力对坝体填筑质量的影响。填筑过程中，须对孔隙水压力进行检测，并依据设计规定的孔隙水压力值控制填筑速度。若填筑速度控制不当，有可能会使地基产生塑性流动，甚至出现滑动破坏。为避免坝体填筑时出现坝体滑动失稳或裂缝变形，特提出本条要求。

**12.6.8** 造成坝体填筑施工暂停的因素很多，暂停施工时，在坝体施工面会形成一些没按预设位置和方法留置的施工缝。继续施工时，这些施工缝的处理难度较正常施工缝大。为保证坝体填筑质

量，本条对暂停施工时坝体施工面的处置和继续施工时坝体施工面的检验提出了要求。

**12.6.10** 采用自卸汽车卸料时，应根据不同坝料的不同性质确定相应的卸料方法。进占法卸黏性坝料时，随车前进方向坝料摊铺延长，车轮不碾压卸料，避免压实不匀或因反复碾压出现层间光面而影响黏性土的填筑质量。后退法则是汽车边后退边卸料，车轮碾压刚卸下的坝料，适合于砂砾料的卸料。为避免卸料方法选择不正确时影响坝体填筑质量，特提出本条要求。

**12.6.12** 坝料铺筑及碾压沿平行于坝轴线的方向进行，可以避免局部漏压形成横穿坝体的集中渗流带。另外，铺料厚度一般是通过施工试验确定的，在其他参数不变的情况下，铺料超厚，坝体干表观密度达不到设计要求，将影响坝体填筑质量。

**12.6.14** 在饱水情况下进行压实，能使砂砾料中的粗细颗粒相互嵌锁、挤紧，易于碾压密实，使砂砾料填筑时不出现分离现象，因而提出本条要求。

**12.6.16** 在气候干燥的季节进行土料筑坝施工时，不可避免地会发生填筑面表层土因水分蒸发过快出现干燥的现象，如在表土处于干燥状态下，铺设上一层土料，会影响坝料层间结合的密实度，形成水平渗透薄弱带，影响坝体质量。

**12.6.17** 对原规范第 4.6.22 条内容进行了补充，增加了坝体填筑长时间停工时填筑面应采取的保护措施内容。提出本条要求的目的是为保证坝体填筑面层间结合良好，避免填筑面表土水分损失严重或填筑面保护不到位而影响筑坝质量。

**12.6.18** 由于均质土坝、砂砾石坝、石渣坝在压实时，其上下游边坡处在无侧限状态，边坡附近坝体难以压实，为保证坝体整体断面几何尺寸和坝体断面内的压实干密度满足设计要求和坝体使用安全，特提出本条要求。

**12.6.21** 当贮灰坝由不同坝料修筑时，不但要保证各层不同坝料紧密结合形成一个整体，而且要防止各层不同坝料在施工时相互

掺混，其主要措施是同步填筑。一旦出现各层不同坝料在施工时相互掺混，就改变了其应有的功能。为使填筑坝体符合设计规定，防止破坏设计意图，特提出本条要求。

**12.6.25** 提出了干砌石坝施工的基本要求，以保证坝体不出现垂直坝体的分段缝，减小孔隙率，提高坝体的整体性。

**12.6.26** 对分期加筑的子坝施工提出了一些基本要求。

第1款：在贮灰场灰渣沉积区上加筑子坝时，作为坝基范围内的灰渣平整度、密实度和强度，是影响坝体稳定和安全的關鍵所在。

第2款对原规范第4.6.31条进行了部分修改，根据 DL/T 5339 的要求，将“干滩长度的取值”改为“宜保持不小于 150m 的干滩长度”。

第3、4款系保留原规范第4.6.32~4.6.33条内容。坝顶设置冲灰母管是为了满足坝前均匀放灰的需要，分期筑坝的坝顶随着堆灰时间而逐步分期增高，冲灰管亦随之抬高。抬高后的冲灰母管接头部位和安装上存在的薄弱环节随着运行过程承受压力时间的增长，有可能发生泄漏，从而对坝体进行冲刷。

**12.6.27** 随着社会的发展和技术的进步，按照就地取材的原则，使贮灰坝的筑坝材料和施工工艺逐渐增多和改进，并大量成功地使用到工程中。之所以取得成功，归结于事先通过大量的调查研究和科学试验，充分掌握了坝料的特性和工艺的特点，保证了坝体施工质量 and 安全要求。

**12.6.28** 贮灰坝采用的新型建筑材料和添加剂，在生产初期由于生产技术和生产管理等因素，可能会出现质量不稳定的情况，或者施工中对材料使用不当和保管方法不当，对坝体造成安全和质量隐患。为避免影响坝体安全和质量隐患的现象产生，特提出本条要求。

**12.6.29** 水力充填筑坝是较为成熟的筑坝技术，目前，充填料的种类逐渐增多，充填料的特性不尽相同，不只限于土料。有必要

对水力充填筑坝的基本施工要求进行强调。

**12.6.30** 对雨期坝体填筑施工提出了一些基本要求。

第2款：坝体填筑面表层松土碾压形成光面后，密实度增加，可以减少雨水向下的渗透量，使表层坝料含水率不致增大过多，雨水还可以快速流出坝体填筑面。

第4款：土坝或灰渣坝在雨期进行施工时，应防止雨水对坝坡的冲刷破坏。尤其在山谷灰场的坝端两侧与山体接合部位，山体汇集雨水较为集中，雨水对坝坡的冲刷破坏可能会更大。在雨期施工前应采取有效的排水措施。

**12.6.31** 对冬期坝体填筑施工提出了一些基本要求。

第1款：由于坝基土冻结后，土颗粒中水分受冻后体积膨胀，解冻融化后体积收缩，会危及上部坝体的质量，因此，要求在冬期施工的土质坝基要采取一定的保温、防冻措施，防止坝基遭受冻害。

第2款：对原规范第4.6.48条进行了部分修改，将“则宜搭建临时暖棚或采取其他措施进行施工，土温过低时，可进行土料升温处理”改为“可依据现场情况采取经济可行的防冻保温措施进行施工”；增加了应缩小填筑范围的内容。修改的原则和目的是为了在措施经济可行、质量有所保证的前提下进行土料坝体施工。

第3款：当土料含水率较低时，水分体积所占土料总体积的比例相对小时，即使出现冻胀现象，对填筑质量的影响微乎其微，通过现场施工试验确定碾压参数，采取一定的施工措施，可以保证坝体填筑质量。

第4款：若在坝料中加水或使用含有冰雪和冻块的坝料，会增加坝料的含水率和坝料间的空隙，经过压实后有可能达不到设计要求的密实度；如不清扫干净坝面积雪，会影响坝面间的结合。因此提出本条要求。

## **12.7 坝体施工缝及接合部位处理**

**12.7.1** 贮灰坝体施工过程中，由于不同原因造成的施工缝或坝体



同其他物体的结合位置都是贮灰坝坝体的薄弱环节。在水力作用下出现的管涌、流土，多数发生在这些薄弱环节，严重的还会导致溃坝事故。本条明确了施工接缝的常见部位及处理要求。

**12.7.2** 斜墙防渗体主要起防止水流侵入坝体的作用，施工质量要求较高，而厚度相对坝体而言较小。如在斜墙尺寸薄弱方向留设施工缝，将会对防渗体的整体性和严密性造成影响。

**12.7.3** 为保证黏性土均质坝纵横施工接缝处的新旧土层能可靠地搭压，以使压实机具能同时对新旧土层进行压实，压实密度满足设计要求，特提出本条要求。

**12.7.4** 采用台阶收坡法接缝可使新旧坝料接合范围宽，有利于提高接缝处的压实质量。当卸料或堆集不当时，与岸坡接合的边角处会出现砂砾料分离或堆石料架空现象，是坝体结构出现绕坝渗透破坏的直接原因。对该处加强质量控制是有必要的。

**12.7.5** 不论何种坝料，在坝体接缝的坡面边缘处，即使按施工碾压参数进行碾压，也难以达到设计要求的密实度，因此应进行削坡处理。此处不同于坝体的上下游边坡，而是坝体的一部分，其压实干密度应符合设计要求。黏性土的坝体接缝坡面处，在进行下一段施工时，由于边缘水分挥发，必然影响新旧坝料层间结合，因此提出削坡后应边洒水、边刨毛、边铺土、边压实等要求。

**12.7.6** 黏性土料与坝肩岸坡结合处是坝体施工质量的薄弱部位，为防止在此出现绕坝渗透现象，确保此处施工质量，特提出本条具体要求。

**12.7.7** 砾质土、石渣坝料的透水性较强，而与透水性较弱或不透水的坝肩岸坡、基槽岩面、混凝土建（构）筑物连接，会因渗透性差别过大、连接部位密实度不好，对坝体造成渗透破坏。铺设一段透水性居中的黏性土作为过渡层，可使其接合良好，缓解和减轻对坝体造成的渗透破坏。

## 12.8 反滤层及排水设施

**12.8.1** 反滤层是设在透水性质差异较大的两种材料之间,防止溢出区土体发生渗透变形的一层填料。设置反滤层后,在渗透水流的作用下,可起到滤土减压的作用,防止管涌和流土的发生。为实现其作用,反滤层的各项要求和指标须经设计计算确定。

**12.8.3** 反滤层运行使用要求其整体连续贯通、性能良好。如果在未经处理或未经检验合格的基面上铺设反滤层,可能会出现基面不均匀沉降的现象,因反滤层每层厚度相对较小,将导致其层间错动,破坏其整体性,使之失去反滤功能。为保证反滤层施工质量和其功能,特提出本条要求。

**12.8.5** 反滤层的厚度是实现其功能的重要保证。其厚度是通过设计计算确定的,每层铺设过厚或过薄,以及层间出现混杂,均会造成反滤层中细粒的层间移动,影响其反滤功能,甚至丧失其功能。

**12.8.8** 横向接缝做成阶梯状和要求的台阶长度及坡度值,是防止反滤层层间混杂的有效措施。禁止在反滤层内设置纵缝,是为了保证反滤层的整体性。为了保证反滤层的接头质量,防止铺料错位和发生折断,使其整体功能得到有效发挥,应加强分段处铺料的监督检查工作。

**12.8.10** 无砂混凝土具有良好的透水性、过滤性和稳定性,因此用作反滤结构时不需要设置多层,还可以起到支撑作用。山谷灰场透水坝坝坡较陡时,常规砂石反滤层施工不方便,常常采用无砂混凝土制作的反滤层。本条明确了其制作和施工要求。

**12.8.11** 土工织物用作反滤层时,其反滤功能与砂石反滤层效果相同,现已较广泛地应用于排水、反滤设施方面。为保证反滤层质量,应选择满足设计要求的土工织物,铺设时除按 GB 50290《土工合成材料应用技术规范》的有关施工要求执行外,还应遵守本条提出的具体要求。

**12.8.12** 贮灰场工程的排水设施按其性质可分为两大部分：一是排除灰场及其上游汇水面积的洪水和进入灰场经沉淀后的澄清水所需的构筑物，二是排除渗入坝体后为降低浸润线、提高坝体安全而设置的渗排水措施。排除洪水和澄清水的设施多为混凝土或钢筋混凝土结构水工建（构）筑物，应严格按照设计要求和 DL/T 5144 的有关规定施工。

**12.8.13** 为保证贮灰场工程的安全正常运行，场内排水构筑物是必不可少的，其地基稳固可靠，是保证上部质量的前提条件。在满足设计要求的同时，本条提出其地基与坝基施工要求为同一标准。

**12.8.14** 排水管道的安设位置是由设计确定的，管道的地基可能软硬不一，为避免管道地基出现不均匀沉降，地基发生变形，造成管道漏水，影响坝体安全，要求对管道地基部位进行夯实处理。排水管道的正常使用工况属于无压管，在排泄特大洪水时可能出现压力流，但为时短暂，是否需要按压力管考虑，由设计确定。为防止管道接口漏水或堵塞，应按要求做必要的灌水试验。无压管的灌水试验一般以充满上游管顶为准，历时不小于 30min。有压管和无压管灌水试验的具体要求可参照有关规范。

**12.8.16** 本条为原规范第 4.7.5 条的内容。在坝体坡脚处设置的排水棱体是渗透水流集中的部位和排出坝体的最后关口，排水棱体对坝体坡脚的稳定起着重要作用。因此要求排水棱体堆筑紧密稳固，其外坡表面应采用大块石料予以镇压。为防止反滤料流动，在排水棱体内的石料也应符合由小到大的变化。为防止反滤层出口处渗透逸出水的流速太大而导致出现不应有的流土现象，要求该处附近以块径较小的石料堆筑。

## 12.9 坝顶与护坡

**12.9.1** 本条为新增内容，为防止坝顶面积存雨水，对坝体稳定造成影响，本条提出在坝顶面设置排水坡，分期筑坝时，在外坡表

面设置护面并设排水沟，以利及时排除积水。

**12.9.2** 本条为新增内容，坝顶按设计要求设置防止水土流失的覆面材料，一是为了保护坝面，二是为了方便巡视检修。为了保证坝体和墙体的整体结构稳定，提高防浪能力，对墙底和坝体接合提出了要求。

**12.9.4** 护坡石料因长期暴露在自然环境下，会受到风、雨、阳光照射、温度变化等外界因素的侵蚀，长时间可能会影响坝体质量。本条对护坡石料的材质提出了具体要求。

**12.9.5** 块石护坡设置垫层可以起到找平和反滤作用。本条要求垫层料级配与铺筑厚度满足设计要求以及铺好的垫层不被损坏，主要是为了保证护坡垫层的施工质量，使其作用不被减弱。

**12.9.7** 草皮护坡的种植季节和草的种类，均应从实际出发，因地制宜。草皮护坡一能起到绿化作用，二能起到防止水土流失的作用。本条对护坡选用的草类和种植提出了一些要求，但不得选用易招白蚁的草类和根深杆高的植物。

## **12.10 坝体安全监测设施设置及观测**

**12.10.1** 本条为强制性条文，通过对坝体从施工及运行期间的工作状态按 DL/T 5259—2010《土石坝安全监测技术规范》进行定期监测，及时分析整理监测资料，及时发现异常情况，防止溃坝、坍塌等事故的发生，以确保坝体在安全、稳定的状态下工作。

**12.10.6** 为避免起测基点位置设置不当或与坝体和岸坡结合不牢，影响坝体变形观测的准确性，特提出本条要求。

## **12.11 干 贮 灰 场**

**12.11.1~12.11.6** 本节为新增内容，明确了干贮灰场施工与湿式贮灰场施工的主要区别及做法。

## 12.12 配套设施

**12.12.1、12.12.2** 本节为新增内容，对配套设施的内容和施工依据作了说明。

## 12.13 技术文件资料

**12.13.1** 为保证贮灰场的施工质量、施工期安全和后期运行安全，提出了贮灰场施工应具有的不同于其他建（构）筑物的特殊技术文件资料名称。

## 13 其 他 工 程

### 13.1 室外给排水工程

**13.1.1** 本节施工内容包括厂区生产、生活给排水系统及消防系统的室外管网及附属构筑物，主要包括管道及沟、井、池等。厂区给水一般分为生产给水、生活给水、公用给水及消防给水四个系统，系统范围为从厂区各供水泵房（站）出口至用水系统接口；厂区排水分生产废水、生产污水，生活污水和雨水排放三个系统。

**13.1.5** 为强制性条文，引自 GB 50242—2002《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》第 10.2.1 条。

**13.1.6** 充分考虑汛期厂区及施工区排水条件，厂区雨水和污水主干管网在雨季来临或主厂房区域工程上部结构开始前铺设完成，做到排水通畅，可为汛期安全文明施工创造有利条件。

**13.1.7** 厂区内围绕主厂房、油罐区、运煤系统及厂前区等环状布置的消防主干管网，在主厂房区域工程规模化展开前铺设完成，可为厂区安全文明施工创造必要条件。

### 13.2 中水和煤矿疏干水的供水管道工程

**13.2.1** 本节适用于水源采用中水和煤矿疏干水的供水管道工程的施工，来自污水处理厂的中水水源点一般距离城市较近，而煤矿疏干水的水源点一般距离矿区较近。

**13.2.4** 施工前对建设单位提供的工程沿线的环境情况，包括沿线地下与地上管线、邻近建（构）筑物、障碍物等设施，以及水文、树木、绿化等的详细资料进行核实确认，采取相应的保护措施将破损降到最低。

**13.2.5** 当地埋管道区段不宜开槽而考虑不开槽施工时,应对现场工程地质、水文地质、周围环境及其他设施的资料 and 情况逐项进行核实确认,必要时进行坑探,不能遗漏。资料核实后,组织相关专业的专家进行研讨,确定安全可行的不开槽施工方案。

**13.2.7** 近年来,中水管道采用高密度聚乙烯(HDPE)管增多的趋势明显,其连接主要采用热熔和电熔两种方法。HDPE 管道不同的连接形式应采用相应的专用连接工具。

### 13.3 海水淡化站

**13.3.1** 本节适用于水源为海水的淡化站区域所属建(构)筑物的施工,主要包括调蓄水池、泵房、淡化系统设备基础,以及加药间、配电间等附属建筑。

**13.3.2** 海水淡化站区域一般地下水位浅、地质条件差异大,因此应先行选择合适的施工降水及边坡支护方案,以保证基坑开挖、零米以下结构施工期间的安全。

**13.3.4** 海水淡化站所属建构筑物中,调蓄水池的种类、数量较多,施工量较大,对防渗、防腐蚀施工的要求较高。

---



155123.967

上架建议：规程规范/  
电力工程



统一书号：155123·967  
定 价： 52.00 元