

电力建设施工及验收技术规范
(水工结构工程篇)
SDJ 280-90

主编部门：中国电力企业联合会基建工作部
批准部门：中华人民共和国能源部
实行日期：1991 年 6 月 1 日

中华人民共和国能源部
关于颁发《电力建设施工及验收
技术规范(水工结构工程篇)》
(SDJ280—90)的通知
能源基 [1990] 976 号

为适应电力建设水工结构工程施工和提高工程质量的需要,我部委托中电联组织有关单位,对 1979 年颁发的《电力建设施工及验收技术规范(承插式预应力混凝土压力管道篇)》(SDJ59—79)进行了修订,并增加了“贮灰坝”工程,定名为《电力建设施工及验收技术规范(水工结构工程篇)》(SDJ280—90)。该规范经广泛征求意见并组织审查,现予批准颁发,自发行之日起执行,原规范(SDJ59—79)即行作废。

属火电水工结构工程的“水泵房”及“双曲线型钢筋混凝土冷却塔”已纳入《电力建设施工及验收技术规范(建筑工程篇)》(SDJ69—87),仍按该规范继续执行,待以后修订时再将其编入本规范中。

各单位在执行过程中,要注意总结经验、积累资料,发现有不妥或需补充之处,请将意见告部基建司及中电联基建工作部。

本规范委托水利电力出版社负责出版,订购事宜可向该社联系。

1990 年 11 月 5 日

第一章 总 则

第 1.0.1 条 本规范适用于单机容量为 50~600MW 火力发电厂水工结构工程的施工及验收。50MW 以下工程可参照执行。

第 1.0.2 条 本规范是在总结国内火力发电工程建设经验的基础上,针对火力发电厂水工结构工程的特点,以主要水工结构工程为对象进行编制的。

第 1.0.3 条 本规范未规定的内容,应按现行国家标准及现行部颁标准的有关规定执行。

第 1.0.4 条 水工结构工程应在不断总结经验基础上,积极慎重地、有步骤地推广国内外先进技术。应用新材料、新结构和新的施工工艺时,应经试验论证,通过现场工业性试点,并经技术鉴定,因地制宜地予以使用。

第 1.0.5 条 主要水工结构工程施工前,应进行现场调查,分析工程特点和施工条件,编制单位工程施工组织设计并做好施工准备工作,以使工程顺利进行。

第 1.0.6 条 水工结构工程施工中,遇有重大技术课题,应加强施工与设计、科研部门的配合和协作,制定专题技术措施,强化技术管理,做好施工记录。

第二章 预应力混凝土输水管施工

第一节 一般规定

第 2.1.1 条 本规范适用于火力发电厂循环水(排)水管、补给水管、回水管等工程采用承插式预应力钢筋混凝土压力管(以下简称预应力管)的施工及验收。对预制普通钢筋混凝土管

可参照执行。

第 2.1.2 条 预应力管具有节约钢材、降低造价、使用年限长、不污染水质等良好的技术经济指标，在火电工程中宜优先选用。

第 2.1.3 条 预应力管的施工必顺贯彻质量第一的方针，应由管道专业工程公司承担施工。为提高预应力管施工全过程的质量，制管、运输、安装宜由同一个管道专业队伍承担施工。该专业队伍对管道投产运行后一定期限内(按承包合同确定)的施工质量负责。施工企业必顺建立和健全质量保证(Q.A)及质量控制(Q.C)体系，切实做到：严格工艺，精心操作，逐根检验，确保质量。

第 2.1.4 条 中、小直径($\phi 1400$ 以下)预应力管可由专业制管厂定点制作供货，大直径管($\phi 1400$ 及以上)宜优先采取流动到现场就近制管的办法。

大直径预应力管当采用管芯绕丝(三阶段)工艺制管时，应遵守本规范的有关规定。

当采用震动挤压工艺(一阶段)或其他工艺制管时，可参照现行有关国家标准及规范执行。

第 2.1.5 条 凡选用新材料、新管型、新工艺的预应力管，均应通过工业性试验并经鉴定和制定相应的暂行技术规定后，才可用于正式工程。

第 2.1.6 条 预应力管线附近有地下埋设物或建(构)筑物基础时，应摸清沿线地下埋设物和基础的名称、位置、标高及目前使用工况，施工中应采取相应措施和对策，以保证地下埋设物和基础的安全。

第 2.1.7 条 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，其边坡稳定、降排水、防止基土扰动等方面，应掌握土质的特性并采取相应措施，以保证管线施工全过程的安全和工程质量。

第 2.1.8 条 预应力管道工程的土石方工程、施工安全及劳动保护等，除应符合本规范的规定外，还应符合《土方与爆破工程施工及验收规范》(GBJ201—83)及现行有关规范、规程的规定。

第 2.1.9 条 预应力管道施工前应编制单位工程施工组织设计。其内容及深度应符合原电力建设总局颁发的《施工组织设计编审制度》的要求，并着重考虑下列因素：

一、施工场地布置，包括现场制管、管子堆放、管线施工区的土石方堆场及运输通道的合理布置。

二、管道工程较长时的分段及段间流水施工的安排。

三、沟槽开挖、边坡稳定、地表水排除、地下水处理、土方的平衡及机具的选择。

四、管基施工方式及顺序，防止基土扰动的措施。

五、管道安装方法及机具的选择。

六、回填土的顺序、夯实方法及保证回填土质量的措施。

七、保证管线附近原有地下埋设物或基础安全的措施。

八、结合工程特点的质量保证和质量控制的措施。

九、冬、雨期施工措施。

第 2.1.10 条 当预应力混凝土输水管施工的其他专业规定与本规范不一致时，以本规范为准。

第二节 装卸、运输及堆放

第 2.2.1 条 中、小直径预应力管的出厂验收、检验方法、管子标志及其厂外运输均应符合《预应力混凝土输水管》(GB5695—85)的有关规定。专业管道施工单位应会同建设单位对制管厂进行运输前的验收或现场到货验收，并核对所验收管子的出厂证明书。

第 2.2.2 条 大直径预应力管在现场就近制管中，应分批进行验收，并提供该批的成品质量证明书。

第 2.2.3 条 预应力管的装卸工作应符合下列规定：

一、装卸机具起吊能力的选用应留有一定的裕度，吊具的工作位置必须符合稳定条件，使用前应检查机具的完好情况，严禁超负荷或在不稳定工况下进行管子的装卸起吊。

二、在沟槽附近进行管子的装卸起吊，要将起吊机具停设在不影响沟槽边坡稳定的适当位置上。

三、起吊机具在工作状态时的接地压力大于操作地段的地面承载能力时，应采取扩大承压面积或局部提高地面承载能力的措施，以保证起吊机具安全操作，防止出现过大沉陷或不均匀沉陷。

四、预应力管在装卸过程应始终保持轻装轻放的原则，装卸起吊要平稳，不得碰撞管子，特别要注意承、插口部位及保护层使其不受损坏。严禁溜放或用推土机、叉车等直接碰撞和推拉管子。

五、管子起吊可采用两个着力点的兜身吊或专用起吊工具(如蟹钳、铁扁担等)，严禁采用串心吊或将起吊索具的坚硬部件(如卡环等)直接与管体接触而压损 管子。

六、管子起吊时，管中不得有人，管下不准有人逗留。

第 2.2.4 条 预应力管的装车运输应符合下列规定：

一、管子在装车运输时应有防止震动、碰撞、滑移的措施，可设置弧型支座(弧型支座曲率应与管子外圆曲率相适应)、铺垫草袋(内装砂土)及在枕木上加设木楔等办法予以稳固，并与车厢绑扎稳牢。承、插口部位应垫起，不得直接压抵在车厢板上。

二、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，则应采取相应措施。

三、大直径管以汽车运输直接拉至管线沟槽中时，应周密考虑车道的出入及其停留位置，并应对可能出现的轮胎打滑、陷车等情况采取相应措施。

四、运输过程对插口等易损部位应采取防止损坏的措施，必要时应予妥善包扎。

五、管子运输时，在其上面或里面禁止装运其他物品。

第 2.2.5 条 预应力管的现场堆放应符合下列规定：

一、管子堆放场地应经平整，当土质松软时应予适当夯实。

二、管子堆场应防止雨季积水，水能自流排出。

三、管子应按型号、规格分类堆放。每堆第一层管的下面应垫放两根枕木，并设有防止管子滚动滑移的措施。枕木间距应大于 1/2 管长，并使承口垫起离开地面。堆放层数不宜超过表 2.2.5 的规定。层间应设软质的支承物(如垫木)，且层间支承物应设在同一垂直面上。

四、管子直接运至管线沿线摆放时，其摆放位置应不妨碍沟槽土方施工及管线的施工通道，并避免管子的多次转运。

表 2.2.5 预应力管堆放层数

管 径 (mm)	400~600	700~800	900~1200	1400~1600	≥1800
堆 放 层 数	5	4	3	2	1

第三节 管子和密封圈

第 2.3.1 条 到达现场的预应力管必须附有产品质量合格证明书及管子质量合格的标志。凡标志不清、技术条件不明、技术指标不符合设计要求者不得使用。

第 2.3.2 条 管子在安装前要逐根进行外观检查：管体内外表面及端面有无裂缝；承口和插口的工作面部位有无不应有的蜂窝、气泡、浮浆积层和脱皮现象；承口倒棱处有无混凝土环裂或伤痕；承口外导坡、插口止胶台内侧工作面有无灰渣浮浆；在插口端安装线内保护层的厚度，有无超过止胶台的高度；保护层有无碰伤、脱落、裂缝或局部外露环向钢筋；管子

端面纵向钢筋切口处凹坑的填补料有无脱落。必要时对管子几何尺寸进行抽查。对检查合格的管子予以编号待用。

第 2.3.3 条 对外观检查不合格的管材应及时予以修复，修补方法可参见附录一。有严重缺陷或修补后仍不合格的不得使用。

第 2.3.4 条 管道接口用的橡胶密封圈材料应符合设计要求，其性能应符合附录二的要求。密封圈不应有气孔、裂缝、重皮、平面扭曲、肉眼可见的杂质及有碍使用和影响密封效果的缺陷。

第 2.3.5 条 橡胶密封圈的断面直径应符合设计要求，其直径及周长的误差、技术条件、储存与运输等应符合附录二的规定。

采用断面为圆型的橡胶密封圈材料时，圈的环内径与预应力管插口外径之比(即环径系数)一般为 0.8~0.9。安装后的胶圈压缩率，滚动胶圈为 35%~45%，滑动胶圈为 30%~40%。

第 2.3.6 条 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。现场应抽取 1%的数量进行接头强度试验，如不合格则加倍复试，再不合格不得使用。

第 2.3.7 条 预应力管道当采用其他材质或非圆形断面的密封圈时，应选用经有关部门技术鉴定可以批量生产的合格产品。

第四节 沟槽开挖和管基施工

第 2.4.1 条 管线沟槽开挖前应按《电力建设施工及验收技术规范(建筑工程篇)》(SDJ69—87)第九章施工测量及沉陷观测中有关施工测量的规定进行管线测量放线，设置控制桩点及水准桩点。桩点位置应便于管线各区段施工时对管线轴线及标高的引测和控制。

第 2.4.2 条 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《土方与爆破工程施工及验收规范》(GBJ201—83)的有关规定确定，或参照工程所在地区类似土方工程的边坡留设经验选定。当沟槽开挖较深时，宜采用折线形或台阶形的边坡。

第 2.4.3 条 沟槽的沟底宽度，应满足施工操作及排除地下水的需要，沟底宽度一般可为：当管径 $\leq 1000\text{mm}$ 时取 $D+2\times 500\text{mm}$ ；管径 $\geq 1200\text{mm}$ 时取 $D+2\times 600\text{mm}$ (D 为管子承口的外径)。

当预应力管的安装采用沟底设龙门吊车作业时，沟底宽度尚应考虑铺设龙门吊轨道的需要，予以适当加宽。

第 2.4.4 条 雨季或有地下水情况下的沟槽施工，不允许积水，应有降、排水措施，可采用明沟集水井排水或人工降低地下水位。明沟排水的排水坡降应不致冲刷沟底土壤，遇有流砂的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，才可停止和拆除降排水设施。雨季施工在沟槽顶部两侧应设挡水小堤或截水沟，以防止地面水流入沟槽。

第 2.4.5 条 当设计有数根管道平行设置时，沟槽土方宜同槽开挖。机械挖土或雨季开挖沟槽，应在沟底标高以上留 150~200mm 的保护土层；待施工管基时用人工清理至设计标高。挖出的堆土应离槽顶边缘有适当距离，以保证边坡稳定；堆土面应向外倾斜，以防止地表水流入沟槽。

第 2.4.6 条 扩建工程的沟槽附近有已埋设的各种沟管道时，应采取有效措施来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。

第 2.4.7 条 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。

第 2.4.8 条 沟槽不允许挖至沟底设计标高以下，如个别地方超挖时，应用与基土相同的

土料填补，并夯实至设计要求的密实度。

第 2.4.9 条 沟槽基土中遇有淤泥等软弱夹层或塘、坟、井等异常埋物时，应会同设计部门确定处理方案。施工过程中要做好隐蔽工程的检查和记录。

第 2.4.10 条 寒冷地区冬期施工要有防止地基冻胀的措施。

第 2.4.11 条 原土管基(管道直接铺设于原土地基上)的施工应符合下列规定：

一、管基包角弧座(即管子与原土接触的圆心角)应按设计要求挖好，有间隙时应以砂垫实。

二、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。

三、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。

四、管道沿线土质不一致或差异较大时，应会同设计单位并按设计要求做好土质变异地段的地基处理。

第 2.4.12 条 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：

一、填筑砂基前应先验沟槽，清除沟底浮土，保持边坡稳定防止坍土，沟底标高应符合设计要求。

二、砂基材料宜采用中砂、粗砂或砾砂。采用细砂时宜掺入一定数量粗粒料，并混合均匀；材质指标应符合设计或有关规范的规定。砂基材料不得含有草根、垃圾等有机杂质。

三、砂基应分层夯实并保持最佳含水量。分层铺设的厚度、最佳含水量的选择、夯实操作的要求，应按不同的捣实方法确定，可按附录三的附表 3.1 “砂和砂石管基每层铺筑厚度及最佳含水量”进行控制。

第 2.4.13 条 混凝土管基施工应符合下列要求：

一、清除沟底浮土，做好垫层，并按管线位置和管底标高浇筑混凝土底板。大直径预应力管的混凝土底板应留设沉降缝，其位置及数量应与管子的接头位置和数量相一致，以使管子接头能保持柔性接头的特点。

二、管子安装完成，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。

三、在浇筑包角混凝土前，应清理底板上的浮土杂物，并冲水清洗。包角的角度应符合设计要求，混凝土包角浇筑应注意与管子底部接触处的密实性。包角混凝土也应留设沉降缝，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。

第五节 管道安装

第 2.5.1 条 管道安装前应清除管基表面的浮土和各种杂物，并经检验合格后方可下管铺设。

第 2.5.2 条 管子下沟前，应进行外观标志和编号的复查。对允许范围内的缺陷，必须经查清修补合格后方准下入沟槽内。

第 2.5.3 条 严禁将管子向沟底自由滚放。

第 2.5.4 条 采用绞磨、卷扬机和扒杆下管前，应检查地锚是否稳固可靠。

第 2.5.5 条 采用吊车下管时，吊车的使用除应符合第 2.2.3 条的要求外，还应注意吊车下管时沟槽边坡的稳定。

第 2.5.6 条 采用沟底龙门吊车安装管道时，应注意龙门吊车轨道的稳定和防止其出现过大的沉陷。管子运输车道的位置要便于管道安装作业，并不得损坏管基。

第 2.5.7 条 下管时，管子吊入沟槽作业面的下方不得有人。

第 2.5.8 条 不论采用何种机具下管的管子位置，应使其大体就位，避免在沟槽内多次搬运位移。

第 2.5.9 条 管子安装前必须逐根清理承口、插口的工作面以及密封圈上面粘连的泥砂等杂物。

第 2.5.10 条 在待装管的插口套上密封胶圈后，应使胶圈在插口各部位上粗细均匀并整理顺直，不得有扭曲、翻转现象。接头为滚动胶圈时，可放置在距插口端面 10mm 左右，并使其与止胶台等距离。为防止胶圈翻滚脱落，宜用小木楔临时塞住。

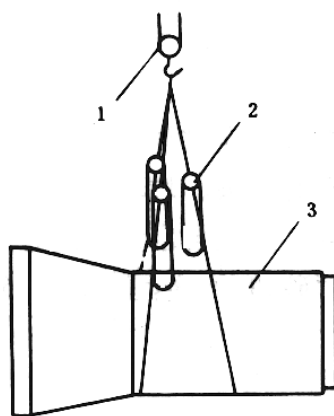


图 2.5.11 管子用两点吊就位示意

1—吊车的吊钩；2—倒链；3—预应力管

第 2.5.11 条 管子采用两点吊进行就位时，可用三只倒链来调节管子的高低和左右位置，见图 2.5.11。

第 2.5.12 条 管道安装时，待装管应缓慢而平稳地移动，待移动至距已装管的承口 100～200mm 时，宜用方木支在两管之间，防止因碰撞而损坏承插口。

第 2.5.13 条 对口时，应使插口端面与承口端面保持平行，并使两个端面的圆周间隙大致相等，以期安装就位准确。待装管的插口应缓慢地推入已装管的承口中，同时取去橡胶圈上防止脱落的临时小木楔。

第 2.5.14 条 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。在该段管节对口的间隙中，应嵌入硬木塞，以防止已装管对口间隙的改变，见图 2.5.14。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。

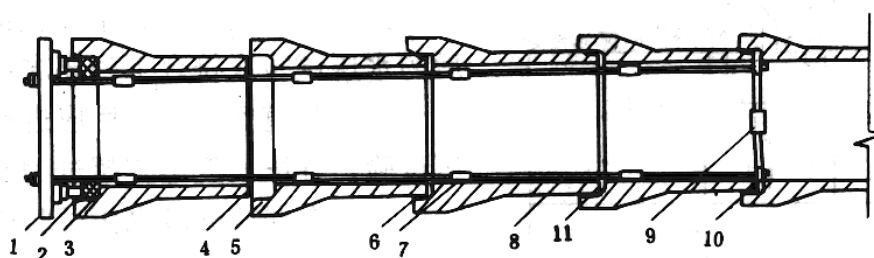


图 2.5.14 大直径预应力管采用内拉法安装示意图

1—钢横梁；2—千斤顶；3—方垫木；4—被装管插口；
5—已装管承口；6—橡胶密封圈；7—活接头；8—钢拉杆；
9—双向螺杆；10—固定端锚具；11—硬木塞

第 2.5.15 条 每节管子的安装都必须按所设的施工测量控制点，仔细校测管道轴线和标高是否符合设计要求，并做好施工记录。

第 2.5.16 条 每节管子安装完成后，应立即用专用量具从管壁内侧的对口间隙处(小径管在管壁外侧)检查密封胶圈是否进入工作面(检测点不少于 4 点)，相邻承插口之间的对口间隙是否符合设计要求(检查点不少于 3 点)。确认检验合格并将管子垫稳后，才能将吊具缓慢松

开。

管子安装完毕松开拉具时，应注意密封胶圈的回弹值。若回弹值反常，对口间隙超出允许误差值时，应分析原因，并予以处理。

第 2.5.17 条 每班安装前，对已安装好的前一节管应进行复查。如发现其位移，应重新校正复位并检验合格后，再继续进行安装。

第 2.5.18 条 预应力管与钢管连接处的施工应符合下列要求：

一、为防止相邻两种管材由于刚度不同而产生接口的局部变形，以及防止管基产生不均匀沉陷，预应力管的管基应延伸至钢管底部一定长度。如设计未作规定时，其延伸长度宜取管径的 2~3 倍。

二、钢管的承、插口的构造及其加工精度应符合设计要求，其加工精度要求可见第三章表 3.5.10 的规定。

三、接口部位安装完毕，并经接头水压试验合格后，为防止钢管温缩在接口部位产生过大的间隙，应按设计要求采取相应措施，一般宜增设钢筋混凝土抱箍或镇墩。

第 2.5.19 条 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。

第 2.5.20 条 负温下进行管道安装时，密封胶圈必须采取防止受冻变硬的措施。

第六节 管道水压试验

第 2.6.1 条 大直径预应力管道安装后的水压试验应符合下列要求：

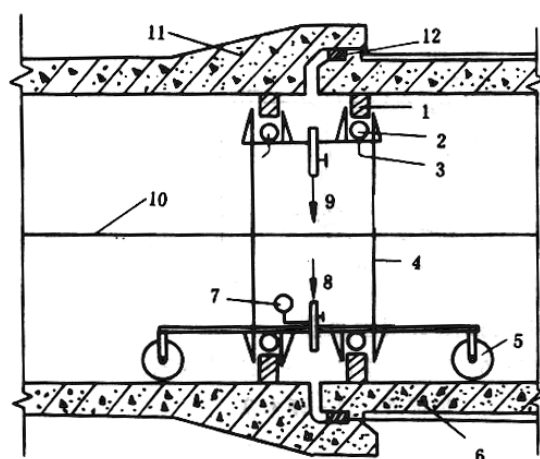


图 2.6.1 接头水压试验试压装置示意图

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

一、管道安装后应及时进行接头水压试验。

二、接头水压试验宜采用专用接头水压试验装置，如图 2.6.1 所示。该装置要求加工精确，接触严密，移动灵活。

三、为防止已装管在接头水压试验时产生位移，在相邻两管间应用拉具拉紧。

四、接头水压试验压力值应取 $0.2\text{MPa}(2\text{kgf/cm}^2)$ ，恒压 5min，检查接头无渗漏者为合格，并做好记录。

五、当管子、管线安装技术检查资料完整，并经逐个接头水压试验合格时，可不再进行全线或分段水压试验。

第 2.6.2 条 中、小直径预应力管道安装后的水压试验应符合下列要求：

一、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。

二、全线或分段水压试验前，应编制水压试验方案，对堵头的位置、防止水压时的管线位移、水源及水压试验后的余水排除、水压试验装置的设置、试压顺序等均应有全面的考虑和安排。

三、全线或分段水压试验的压力值：设计工作压力小于或等于 0.6MPa(6kgf/cm²) 时，应取工作压力的 1.5 倍；当设计工作压力大于 0.6MPa(6kgf/cm²)时，应取工作压力加 0.3MPa(3kgf/cm²)。

四、管道全线或分段水压试验前，必须将试压段管道两侧至管顶的土方回填分层夯实，必要时回填至管顶以上 500mm。管线的镇墩与锚固结构等均应完成后才能进行水压试验，以防止管线位移或变形。为观察水压试验时管道接口的密封情况，在承插口接头的局部范围处可先不回填，待水压检验合格后再行回填。

五、水压试验时应先对管道充水和排气(在管线高点处设排气阀)。充满水后的浸泡时间：管径≤1000mm 时为 48h；管径>1000mm 时为 72h。

六、水压试验的顺序为：先升压至设计工作压力后，检验试验段有无渗漏处；2h 后再升压至水压试验的压力值，恒压 10min，检查试验段如无渗漏现象，则水压试验为合格。

为保持水压值，允许向管道内补水。如再次检查接口及管道附件未发生破坏及漏水现象，则可进行管道渗水量试验。

第 2.6.3 条 管道渗水量试验方法及顺序应符合下列规定：

一、将水压升至试验压力值，关闭升压泵的阀门，记录压力下降 0.1MPa 所需的时间 t_1 (min)。再开启升压泵，待管道压力恢复到试验压力值后，关闭升压泵的阀门，随即开启放水门向量水槽放水，记录压力下降 0.1MPa 所需的时间 t_2 (min)，同时测出在此时间内流入量水槽中的水量 Q (L)。

二、渗水量的计算按下式：

$$q = \frac{Q}{t_1 - t_2}$$

式中 q ——试验管段管道渗水量(L/min)；

Q ——压力下降 0.1MPa 经放水门流出的水量(L)；

t_1 ——未放水前，试验段压力下降 0.1MPa 所经过的时间(min)；

t_2 ——经放水门放水后，试验段压力下降 0.1MPa 所经过的时间(min)。

三、试验段管道渗水量不大于表 2.6.3 的允许值时，渗水量试验为合格。如渗水量集中在少数接口渗出，仍应分析原因予以修复。

表 2.6.3 管道允许渗水量

管 径 (mm)	渗水量 (L/min)	管 径 (mm)	渗水量 (L/min)	管 径 (mm)	渗水量 (L/min)
300	2.42	600	3.44	900	4.20
400	2.80	700	3.70	1000	4.42
500	3.14	800	3.95	1200	4.76

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

2.允许渗水量按下式计算：

$$[q] = 0.14\sqrt{D}$$

式中 $[q]$ ——允许渗水量 [L/(min · km)]；

D ——试验段的管内径(mm)。

四、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(0.5kgf/cm²)，则认为渗水量合格，不必再进行渗水量试验。

第七节 回 填 土

第 2.7.1 条 管道及其附件安装完成，经水压试验合格，并经验收后，应及时进行沟槽回填土。不允许将已完成的管道长期外露不回填，更不允许将其跨越雨期或冬期。

第 2.7.2 条 回填土前应消除沟槽内杂物，并排除积水，不得在积水情况下回填。

第 2.7.3 条 管道两侧至管顶的回填土必须对称分层夯实，严禁单侧回填或用推土机从一侧向沟内推填，以免引起管道轴线位移和接口变形。

第 2.7.4 条 管顶 500mm 以内的回填土与两侧回填土的要求相同，并不得使用重锤或大型机械夯实。回填土至管顶 800~1000mm 后，才允许土方机械在管顶上部跨越作业(大型机械的压重应经设计对管体承载能力复核)。

第 2.7.5 条 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，但应留有适当余高(不少于 500mm)，以作为自然沉实之用。

第八节 工 程 验 收

第 2.8.1 条 对下列工程应进行中间检查验收，并填写隐蔽工程检查记录：

- 一、管道安装前应检查管基并做好记录。
- 二、大直径管的轴线标高、对口间隙、密封圈进入工作面情况、逐节接头水压试验的检查和记录。
- 三、中、小直径管的轴线标高、密封圈进入工作面情况、全线或分段水压试验、渗水试验的检查和记录。

四、管道两侧及管顶 500mm 范围内回填土的检查和记录。

五、管线镇墩、锚固件、与钢管连接等细部处理的检查和记录。

六、管道通水前应检查管道安装记录。

第 2.8.2 条 管道施工质量应符合表 2.8.2 的要求。

表 2.8.2 管线施工主要部位的质量标准

序 号	项目名称	允许偏差 (mm)
1	基底面标高	±20
2	管基包角	侧边高度±30
3	管道中心线	15
4	管道标高	±10
5	接口间隙	±10
6	中、小径管水压试验	按第 2.6.2 条规定
7	中、小径管渗水量试验	按第 2.6.3 条规定

第 2.8.3 条 工程验收时应提供下列资料：

- 一、管子的出厂质量证明书应符合《预应力混凝土输水管(管芯绕丝工艺)》(GB5696—85)的有关规定。
- 二、管线基底及基础工程检验记录。
- 三、管道安装工程检验记录。
- 四、大直径管接头水压试验记录。
- 五、中、小径管全线或分段水压试验记录及渗水量试验记录。
- 六、重大问题处理文件。

第三章 大直径预应力混凝土输水管制作

第一节 一般规定

第 3.1.1 条 本章规定适用于管芯绕丝(三阶段)工艺。其管芯成型为：立式单串内模振动成型、立式多串内模振动成型、预制条片拼装成型，以制作直径 1400~3000mm 的预应力管。

第 3.1.2 条 大直径预应力管的制作，应根据保证质量、降低成本的原则，宜采取现场就近制管的方案。

第 3.1.3 条 为提高制管质量，施工操作人员应按工序实行质量分工负责制。

第 3.1.4 条 制管生产过程中的安全技术、劳动保护、现场防火等方面，应按有关规定执行。

第 3.1.5 条 鉴于工艺设备、材料机具的差别，专业施工单位可按本章规定制订补充工艺规程或施工细则。

第 3.1.6 条 管子的装卸、运输及堆放应符合本规范第二章第二节的有关要求。

第二节 管芯制作

第 3.2.1 条 管芯制作所用的原材料应符合下列要求：

一、水泥可采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥，或设计指定的水泥品种，一般宜选用普通硅酸盐水泥。输送海水的预应力管宜选用抗硫酸盐水泥。水泥应符合《普通硅酸盐水泥》(GB175—85)、《矿渣硅酸盐水泥》(GB1344—85)、《抗硫酸盐水泥》(GB748—85)的材质标准。

二、所用水泥的标号应不低于 425 号，且应比管芯混凝土设计标号高一级，水泥的初凝时间应迟于每根预应力管从搅拌到管芯浇筑振动成型所需的制作时间。当初凝时间不能满足此要求时，应通过掺用合适的外加剂予以满足。

三、砂应选用级配合格的中、粗砂，含泥量不大于 1%，砂的质量应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ52—79)的有关要求。

四、石子应选用质地坚硬、级配合格的碎石或卵石，粒径一般取 5~15mm。质量应符合《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》(JGJ53—79)的有关要求。

五、水一般采用自来水或饮用水，应符合《混凝土拌合用水标准》(JGJ63—89)的有关要求。

六、掺用的外加剂，应符合《混凝土外加剂应用技术规范》(GBJ119—85)的有关要求，必须具有出厂材质证明，并应按进料批号按批进行抽样试验，符合要求后方可使用。

七、纵向预应力钢筋应有出厂质量证明书或试验报告单。其品种和规格应符合设计要求，宜选用 IV 级或 III 级变形钢筋，材质应符合《预应力混凝土用热处理钢筋》(GB4463—84)的要求。

八、环向预应力高强钢丝应有出厂证明书或试验报告单。其品种和规格应符合设计要求，宜选用直径为 5~7mm 的高强钢丝，材质应符合《预应力混凝土用钢丝》(GB5223—85)的要求。

第 3.2.2 条 各种材料的现场保管应符合下列要求：

一、水泥应注意防潮，并应有防雨防潮设施。

二、粗、细集料堆集应设围挡，防止形成颗粒级配分离或增加含泥量。

三、高强钢丝应注意防潮生锈，出厂的防潮包装应谨防损坏，堆场应有遮雨防潮的条件。

第 3.2.3 条 制管设备的安装应符合下列要求：

一、制管设备包括：专用搅拌系统、模具设备、缠丝设备、喷浆设备、水压设备、起吊设备，以及各设备的动力装置和水、电、汽等设施。

二、待组装的制管设备运至现场后，应先行解体检验：各部件有无变形；几何尺寸是否正确；振动设备、传动部件等机构是否良好；电气设备有无受潮，绝缘是否良好。对不符合

要求的制管设备应进行校正修复。模具修复后的允许偏差应符合表 3.2.3 的要求。

表 3.2.3 制管模具尺寸允许偏差 mm

工作面直径		外模筒体椭圆度	止胶台外径	端面倾斜度	管模长度	冲压环	模具垂直度
承口	插口						
+2 -1	-1 -1	≤10	±2	<D/150 <5	±5	+2 -0	3

注：D 为管子内径。

三、模具设备的基础及成型养护坑的构造应按设计图施工。模具的基础除能承受制管重量及振动荷载外,应有减振措施,使其振动扰力不致影响施工操作或影响养护坑的结构安全。

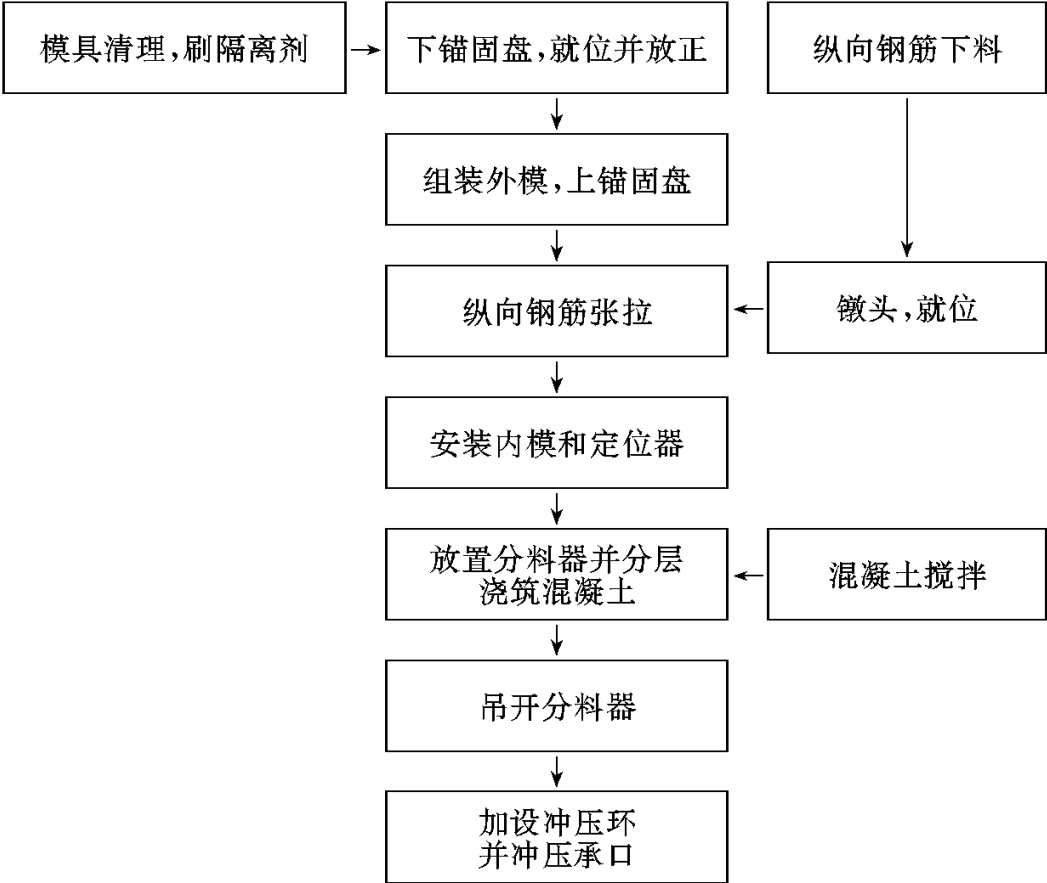
四、模具设备的安装,应注意内模振动中的组装轴线的正确和牢固。多组振动串应检验;各组偏心块的方向是否一致;电动机的转向、转速是否正确一致;同步皮带的模数是否符合设计要求;同步皮带及调紧装置是否安设牢固。

五、各种制管设备安装应经调试和试运合乎要求后,才能投入正常使用。

第 3.2.4 条 各种制管设备应设操作、维护及安全作业的挂牌,明确操作使用者的责任制。

第 3.2.5 条 日常制管过程应设专人按规定对各种制管设备进行定期检查和维护。

第 3.2.6 条 制作管芯时的模具组装按下列顺序进行：



第 3.2.7 条 组装外模时,在两瓣外模合缝及外模与下锚固盘接合处,必须垫以软质的密封条(布条、石棉绳、橡胶条等),以防漏浆。两瓣外模合缝处的螺栓必须对称地进行拧紧。

第 3.2.8 条 纵向预应力筋的制作应符合下列要求：

一、应选用同一延伸率的钢筋为一个张拉组。为节约钢材,提高母材强度,钢筋宜予冷拉。

二、钢筋的镦头可采用热镦或冷镦。热镦可在钢筋对焊机上采用断续通电加热法,即：

断续通电使钢筋镦头处通红(约 1200 ° C)→进行顶镦→热处理→自然冷却。

三、镦头外型应完整，不得有裂缝，两镦头间有效长度误差应为±1mm，偏心误差应为±1mm。镦头强度与母材强度之比，冷镦应大于或等于 0.95，热镦应大于或等于 0.85。

第 3.2.9 条 纵向预应力筋可采用电热张拉或机械张拉。电热张拉时应符合下列要求：

一、应将纵向预应力筋穿入上、下锚固盘的钢筋孔中。钢筋两端的镦头处分别以经机械加工的 U 形垫铁予以卡住。在上锚固盘与 U 形垫铁接触处应垫以绝缘垫。

二、纵向钢筋与外模承口变径处之间应设垫块，以使保护层的厚度正确。电热张拉时可临时垫绝缘物。

三、纵向钢筋伸长至预定值后，随即切断电源。在底部镦头处应打入楔形垫块予以楔住，取下外模变径处衬垫的绝缘物，换垫 20~30mm 长的短钢筋头(45 ° 斜放)，以使该处保护层正确。

四、有关通电加热时间及电热伸长值应经计算确定，也可参照表 3.2.9。

五、在下锚固盘的穿筋孔处用软塞(木材或聚苯乙烯制成的圆塞)塞住，以防止该处漏浆。

表 3.2.9 大直径预应力管纵向预应力筋电热参数

管子规格 (内径) (m)	纵向筋规格 (mm)	纵向筋根数	纵向筋长度 (mm)	管芯混凝土纵向预压应力值 (MPa)	纵向筋张拉应力 (MPa)	电热升温 (°C)	电热伸长值 (mm)	电 流 (A)	电 热 时 间 (min)
1.4	Ⅲ 12	20	4507	1.5	440	233	12.5	380~400	1.5~2
1.6	Ⅲ 12	24	4507	1.5	440	233	12.5	380~400	1.5~2
1.8	Ⅲ 12	24	4507	1.5	440	233	12.5	380~400	1.5~2
2.2	Ⅲ 12	34~36	4507	1.5	440	233	12.5	380~400	1.5~2
2.6	Ⅲ 12	48	4507	1.5	440	233	12.5	380~400	1.5~2
3.0	Ⅲ 12	72	4507	1.5	440	233	12.5	380~400	1.5~2

注：本表适用于Ⅰ级大直径预应力管，工作压力小于或等于 0.4MPa，管子有效长度 4m，纵向筋采用Ⅳ级钢筋。

第 3.2.10 条 内模(振动芯模)吊装就位时，应先将下锚固盘处清理干净，并应在内模与下锚固盘接触处应垫以软质的密封条(石棉绳、橡胶垫等)，以防漏浆。内模放正并设置定位器后，应进行空模试振，以观察模具组装是否良好。

第 3.2.11 条 混凝土配合比应通过计算并经试配确定。混凝土的试配强度应考虑现场施工条件的差异和变化。混凝土配合比选用的标号可参照下式确定：

$$R_{配} = R_{设} + \sigma_0 \text{ 或 } R_{配} = \alpha R_{设}$$

式中 $R_{配}$ ——混凝土配合比试配强度；

$R_{设}$ ——设计选定的混凝土强度；

α ——宜取 1.12~1.16；

σ_0 ——施工单位的混凝土标准差的历史统计水平(MPa),

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n R_i^2 - n\bar{R}_n^2}{n-1}}$$

其中 R_i ——第 i 组的试块强度；

$\bar{R}_n$ —— n 组试块的平均强度。

如施工单位无历史统计资料时, σ_0 可取: 当 R 设为 C23~C38(即 250~400 号)时, 取 5MPa; R 设为 C48~C58(即 500~600 号)时, 取 6MPa。

第 3.2.12 条 适合于振动芯模工艺的管芯混凝土, 其工作度以 50~70s 为宜。

第 3.2.13 条 管芯混凝土的搅拌应符合下列要求:

一、混凝土的组成料必须重量定量, 不允许采用体积定量。各种衡器应定期校验, 以保证配料重量的准确性。骨料的含水率应经常测定, 并据此调整骨料及水的加入量。组成料重量的偏差不得超过: 水泥、水、外加剂各为 $\pm 2\%$; 粗细骨料各为 3%。

二、混凝土应采用强制式搅拌机, 搅拌时间(全部组成料装入搅拌机筒算起) 不宜少于 3min。

第 3.2.14 条 管芯混凝土的浇筑应符合下列要求:

一、经搅拌后的混凝土, 应由专用料斗吊至管模上的分料器, 并圆周匀布地浇入模具内。专用料斗的容积应按每次入模的浇筑量确定。

二、管芯混凝土浇筑宜分 3~4 次注满管模。浇筑时宜边下料边振动, 每次振动时间以该浇筑层的混凝土液化表面翻浆后再延长 1~2min 为宜。

三、当混凝土浇至距上锚固盘 36~45cm, 且振实翻浆后, 应加入最后一罐料(与上锚固盘齐平), 然后吊开分料器, 取出定位器, 吊入冲压环, 再开动振动芯模, 直至冲压环沉入管体的预定位置。冲压环下沉应均匀, 如有下沉不均现象, 则宜以撬杠在边振动情况下撬调至均匀下沉。若承口处混凝土未灌满, 则可从上锚固盘的加料口补充加入, 直至混凝土从加料口充分挤出, 且纵向筋的孔洞处出现混凝土翻浆为止。

四、为防止承口部位产生变形, 出现气孔和裂缝, 可采用“二次冲口”的方法。其做法为: 将冲压环从已振实的承口处用丝杠顶起, 然后吊出、清理和涂隔离剂。同时应检查刚成型的承口工作面。如有局部缺陷, 则应立即用高标号砂浆修补。将经清理后的冲压环再次冲入承口后, 应随即吊拔芯模。待管芯混凝土经过静停并初凝后(一般不少于 2h), 应用顶丝将冲压环慢慢顶起, 吊开, 并再次检查承口有无缺陷。

五、对管径 2.6m 及以上的预应力管, 为防止其在承口变径增厚处, 由于混凝土自重沉陷, 在承口内边缘处产生裂缝, 可采用“延缓抽拔芯模”的方法。即在芯管浇灌振实后, 先行吊提芯模 50~100mm, 再放松使其自沉(以减少或消除混凝土与芯模间的粘结力), 暂停吊出, 延缓一定时间后再行全部吊出芯模, 延缓时间由试验确定, 但不得短于混凝土初凝时间。

第 3.2.15 条 抽拔芯模宜先以 4 只千斤顶置于吊挂芯模的十字架与上锚固盘之间, 予以同步缓慢地顶升, 待芯模平稳地顶起一定高度后, 随即以吊车起吊芯模, 吊点必须与芯模重心重合, 以免由于偏心起吊而使管芯混凝土产生裂缝。芯模吊出后应立即检查管芯内表面。若有局部缺陷, 则应及时处理和修补。

第 3.2.16 条 管芯混凝土蒸养应符合下列要求:

一、管芯蒸养必须用饱和蒸汽在养护坑内养护, 养护坑内上、下温度应均匀一致, 严禁将蒸汽管的出口直接喷射在管芯上, 坑盖封闭应严密。

二、管芯蒸养必须遵守静停、升温、恒温、降温、出坑养护的程序。各阶段养护要求应

根据制管环境及养护条件经试验确定，一般要求如下：

静停时间不得少于 2h。

升温速度控制在 20~25℃/h 为宜，不得超过 30℃/h。

恒温养护温度宜取 80℃，最高不得超过 85℃，恒温养护的时间应保证混凝土达到 70% 的脱模强度，可通过试验来确定。

降温速度控制在小于 25℃/h。与外界温度差不大于 25℃时，才允许脱模，并吊出管芯进行自然养护。

养护过程中，养护坑内的湿度应保持在 85%~90%。

三、蒸汽养护坑宜采用自动温湿度记录仪，或设专人认真记录。

第 3.2.17 条 管芯混凝土强度达 70% 时方可拆除外模。拆除

顺序为：对称地割断纵向预应力筋的两端锚头→松开外模合口螺丝→起吊上锚固盘→拆脱外模→吊起管芯→脱卸下锚固盘→管芯置于托架上，割去纵向筋余头，并封堵钢筋端头处的凹坑→外模清理并喷涂隔离剂待用。

第 3.2.18 条 管芯吊出后应置于坚实平稳的场地，并继续洒水养护。

第 3.2.19 条 预制条片拼装管的条片制作应符合下列要求：

一、条片可用单块专用钢模或长线台座钢模法生产。钢模构造应便于装拆、起吊和张拉纵向钢筋。钢模加工精度应使制成的混凝土条片达到：管片四点不平度为±1mm，弧度为±1mm，承插口工作面不平度为±1mm，外型几何尺寸为±1mm。

二、模具组装应平稳，侧板及端板应安设严密，以防止漏浆。对组装好的模具应检查各部位的几何尺寸。

三、浇筑条片混凝土的坍落度可取 4~6cm，宜以插入式振动器振捣密实，管片缠丝面在混凝土浇筑完成后应予扫毛。

四、混凝土强度达到 70% 以上方可放松纵向预应力钢筋。条片起吊脱模时应防止边角受损，堆放时应四点支承垫平。

第 3.2.20 条 预制条片拼装管的拼装应符合下列要求：

一、拼装架的结构应具有足够刚度，并设有便于调整圆度的装置。

二、条片吊运组装时，应在绳索绑扎处垫以松软物质(如胶皮等)，以免损坏条片。条片应主、副钩双点抬吊，离地后应使承口逐渐向上垂直置于拼装架上，分别调整各条片位置，并使各条片拼缝间隙均匀，然后以夹持器予以固定。

三、拼装成型后的管芯，应有专人检查并调整承插口的圆度、承插口工作面在拼缝处的不平度及拼缝间隙，使其误差符合要求：拼缝间隙为±5mm，承插口的直径尺寸为±2mm，承插口工作面在拼缝处的不平度为±1mm。

第 3.2.21 条 预制条片拼装管的拼缝灌浆应符合下列要求：

一、拼装成型的管芯经检查合格后，才允许进行拼缝灌浆。

二、拼缝处应设专用模板，使其能与管片密贴不漏浆，并具有一定刚度。

三、灌浆前应对拼缝孔内浇水湿润。灌浆用的水泥及砂浆强度应符合设计要求，宜采用微膨胀水泥砂浆灌缝。

四、灌缝应分层捣实，用φ25 插入式振动器振实或其他办法振实。

五、拼缝在承口上口的平面，待砂浆终凝前要进行二次捣实并二次紧面，拼缝灌浆部位应洒水养护。

六、拼缝灌浆达设计强度后，应在距承口 500mm 处的外侧加设扁铁抱箍一道，以防止缠绕环向钢丝时上口开裂。

第 3.2.22 条 管芯的混凝土试块制作应符合以下要求：

一、每工作班应在浇筑地点制作试块两组，并在芯模上振捣密实。其振实程度应同管芯

混凝土相似，即以试块表面翻浆为准。

二、每班制作的试块，其一组应进行标准养护，以管子每验收批所制作的试块，进行混凝土强度的评定。其评定标准应符合《钢筋混凝土工程施工及验收规范》(GBJ204—83)的要求。

三、另一组试块应留置养护坑中与管芯同条件养护，以其量的各 1/3 作为出池、缠绕环向钢丝及成品出厂时检验混凝土强度之用。

第三节 预应力钢丝的缠绕

第 3.3.1 条 高强钢丝的材质及直径应符合设计要求，并应除锈后使用。对有严重锈蚀的钢丝，未经处理和技术鉴定不得使用。

第 3.3.2 条 缠丝前应检查调整缠丝设备，以保证丝距和张拉应力符合设计要求。丝距的允许误差应为±1mm(10 圈环向钢丝间距的平均值)，且在管芯每 m 高度内的缠丝圈数应符合设计要求。

第 3.3.3 条 采用差速法缠丝时，有钢丝预绕卷筒的，应将钢丝提前绕入预绕卷筒待用。

第 3.3.4 条 缠绕钢丝时，管芯混凝土的强度应符合表 3.3.4 的要求。

表 3.3.4 缠丝时管芯混凝土的强度 MPa

工作压力 (MPa)	管径(mm)						
	1400	1600	1800	2000	2200	2600	3000
0.4	28			34			
0.6	40						

第 3.3.5 条 预应力钢丝的锚固强度应满足在张拉应力作用下不出现滑移，一般应达到钢丝极限应力的 75%。

第 3.3.6 条 钢丝在开始端的锚固可采用自压法或预埋专用锚具锚固。采用自压法锚固时，第一圈的钢丝可用其后 3~4 圈密缠的钢丝压紧固定，如图 3.3.6(a)所示。

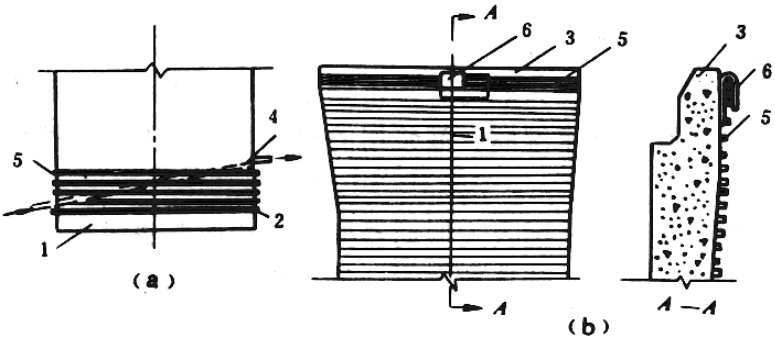


图 3.3.6 钢丝缠绕在管子始端、终端的锚固示意

(a)管子始端；(b)管子终端

1—插口；2—止胶台；3—承口；4—被压住的钢丝头；

5—密缠的钢丝；6—被砸弯的 L 形扁钢

钢丝在终端的锚固可采用 L 形扁钢预压法或用预埋专用锚具锚固。采用 L 形扁钢预压法锚固时，缠至离承口端约 100mm 左右时，先将 L 形扁钢预先埋压在钢丝与管芯之间，并在其上缠绕 3~4 圈，紧接着密缠 5~8 圈至距承口端边缘 20~30mm 为止，然后将 L 形扁钢的外露端砸弯并压紧钢丝。消除钢丝张力后，再用电焊将钢丝与 L 形扁钢点焊牢固，最后剪断钢丝，如图 3.3.6(b)所示。

第 3.3.7 条 缠丝至承口斜坡处，为防止钢丝下滑，宜放设 $\phi 3$ 或 $\phi 4$ 的铝丝。铝丝放设间距以 2~3m 为宜。

第 3.3.8 条 高强钢丝的接头可采用对焊接头或搭接接头,接头强度不应低于母材强度的 95%。搭接时应采用 20 号钢丝以专用机具密缠绑扎。其搭接长度可通过试验确定,一般不少于钢丝直径的 20 倍。采用差速法缠丝时,搭接接头的长度,尚应满足该接头通过滑轮时应具有的倍率要求。

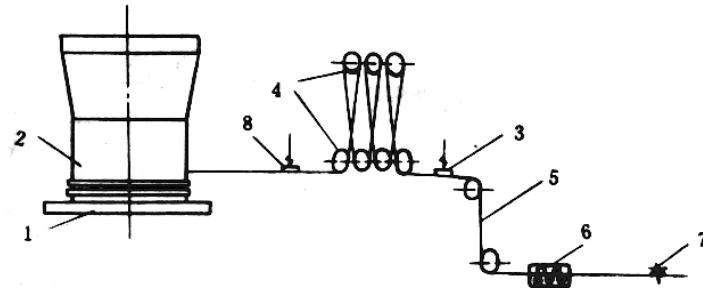


图 3.3.10 电热法缠丝示意图

1—大转盘；2—管芯；3—钢丝入口处的电极电刷；
4—绝缘轮；5—钢丝；6—阻尼器；7—钢丝放线盘；
8—钢丝出口处的电极电刷

第 3.3.9 条 管芯缠绕环向预应力钢丝的方法可采用：电热法、配重法、配重电热复合法及差速缠丝法等。各种方法均应保证环向钢丝预应力值的正确和稳定。

第 3.3.10 条 电热法缠丝应符合下列要求：

- 一、电热法缠丝装置如图 3.3.10 所示。
- 二、钢丝通电加热的时间、通电加热钢丝的长度、控制电流及加热温度等,应通过计算并经试缠、实测和调整确定。
- 三、经确定加热长度的钢丝,应缠绕在提升架的绝缘轮上,一般绕四圈。加热钢丝出口处的电极,应尽可能地靠近被缠管芯,以减少热量损失。
- 四、当气候变化,缠丝操作处环境工况有变异时,应及时调整电热参数,以保证加热后的钢丝缠绕温度满足要求。
- 五、缠丝过程应经常检查电流变化及实测钢丝的加热温度,以保证预应力值达到设计要求。

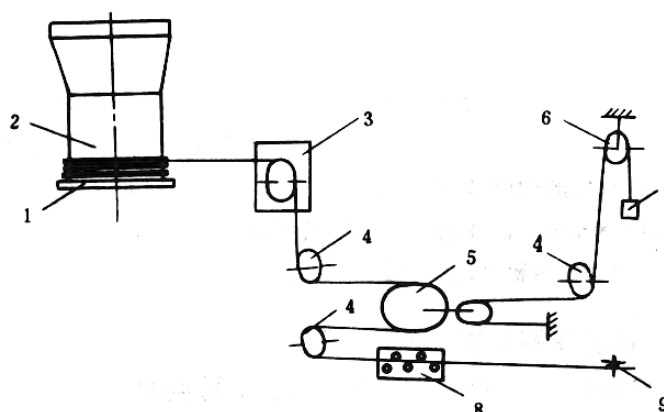


图 3.3.11 配重法缠丝示意图

1—大转盘；2—管芯；3—提升平台；4—换向滑轮；5—活动小
车；6—配重架顶部滑轮；7—配重；8—阻尼器；9—钢丝放线盘

六、缠丝设备应经常检查,使其绝缘处于良好状态。放线盘应常加监护,并设有紧急

停车装置。

七、钢丝接头通过电极时，必须将压紧轮松开，以防止将管芯拉移倾倒。

第 3.3.11 条 配重法缠丝应符合下列要求：

一、配重法缠丝装置如图 3.3.11。

二、应调整阻尼盘对钢丝的阻力，并使配重架的配重升离地面不少于 10cm，以保证在钢丝上产生内拉应力。应经常检查配重块是否离开地面。

三、配重的重量应为钢丝的张拉控制应力与缠丝装置行经过程的摩擦阻力之和。

四、应复核缠丝牵拉力在缠绕过程中对管芯的稳定性。

第 3.3.12 条 配重电热复合法缠丝适用于钢丝直径及张拉控制应力值较大的钢丝。其工艺装置如图 3.3.12，工艺要求参照第 3.3.10 条及第 3.3.11 条的有关规定。

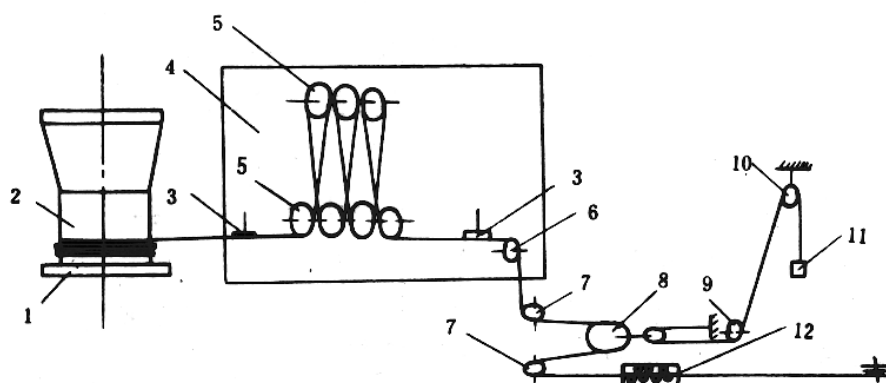


图 3.3.12 配重电热复合法缠丝示意图

1—大转盘；2—管芯；3—钢丝入口(出口)处的电极电刷；4—提升架；

5—绝缘轮；6—垂直动滑轮；7—地滑轮；8—活动小车；

9—换向滑轮；10—配重顶部滑轮；11—配重；12—阻尼器

第 3.3.13 条 差速法缠丝应符合下列要求：

一、差速法缠丝装置如图 3.3.13 所示。

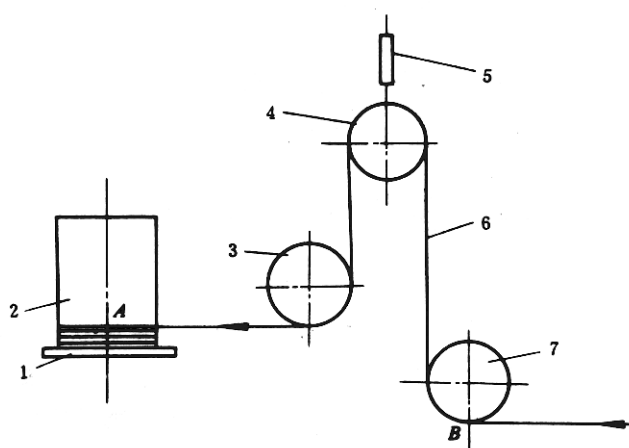


图 3.3.13 差速法缠丝的原理

1—大转盘；2—管芯；3—提升架上的滑轮；4—悬挂滑轮；

5—传感器；6—高强钢丝；7—应力发生装置中的大滑轮

二、差速缠丝设备应设有张力显示和自动记录等装置。

三、差速缠丝机投入使用前，必须对自控系统进行调试，以保证 A、B 两点间线速度差所产生的钢丝张拉应力达到设计要求。张拉应力的偏离值不应超过+10%、-5%。

四、当张拉应力偏离值超过+10%、-5%时，必须迅速调整应力发生装置中的直流电动机的转速，以保证环向钢筋的应力值。

五、在作业中，若发现张力显示装置中所显示的张拉应力偏离值超过+10%、-5%，且在较长时间内不能恢复，则必须停机检查张力显示仪、拉力传感器及其他有关元件。只有在排除故障后，才可重新开始缠丝作业。

六、为保证钢丝张拉控制应力值，钢丝在应力发生装置的大滑轮上应缠绕 5~6 圈，使钢丝在大滑轮上有足够的摩擦阻力，以防钢丝在张力的作用下，在大滑轮的轮槽上产生滑移。

第四节 保护层的喷制

第 3.4.1 条 保护层的强度、密实度、厚度及其粘结力应符合设计要求。砂浆强度不宜低于 30MPa。

第 3.4.2 条 喷浆所用的水泥应符合第 3.2.1 条的要求外，还应与制作管芯所用的水泥为同一品种。

第 3.4.3 条 砂浆用砂应符合第 3.2.1 条的要求外，还应以 5mm 孔眼过筛。

第 3.4.4 条 喷涂保护层可采用喷浆法或滚射法。

第 3.4.5 条 砂浆配制必须以重量计量，机械搅拌，搅拌时间为 3~5min。

第 3.4.6 条 管芯在喷浆前应用压力水冲洗表面。在喷浆时可先喷一层水泥净浆，以使保护层与管芯有良好的粘结力。每根管芯喷浆应连续作业，一次完成。

第 3.4.7 条 管芯喷浆应由下而上地进行。喷枪应与管芯垂直。管路系统应经常清理，防止因堵塞而影响喷浆作业的连续性。

第 3.4.8 条 喷浆法作业时，送料调水应均匀，水量应适合喷涂，可通过试喷选定。砂浆含水量过低或过多均会降低喷浆质量。

第 3.4.9 条 喷浆时要保持一定的作业压力。其工艺参数可参照表 3.4.9。

表 3.4.9 保护层砂浆喷涂参数

水泥标号	砂浆强度 (MPa)	配合比 水泥：砂	水 压 力 (MPa)	空气压力 (MPa)	转盘速度 (r/min)	喷 距 (m)
425 号	30	试配选定	0.25	0.25~0.4	3.5~4.0	1~1.5

注：喷距是指喷枪的喷嘴出口与管芯表面的垂直距离。

第 3.4.10 条 喷浆中坠落的无杂质废灰应随时回收，可随即代替砂子掺入新灰中使用。对陈旧的坠落废灰不得再重复使用。

第 3.4.11 条 喷浆过程应以带刻度的插针检查其厚度是否符合设计要求。

第 3.4.12 条 保护层不得有裂纹、空鼓、局部脱落等现象。插口的工作面上不得粘有砂浆残粒。若粘有砂浆残粒，则应及时清除。近止胶台安装线范围内的喷浆保护层厚度不得超过止胶台的高度。若超过，则应及时刮平。

第 3.4.13 条 喷浆后 4h 内不得浇水，以后每天应洒水 6~8 次，洒遍管子的上下四周，连续养护不得少于 7d，养护情况应作施工记录。

第 3.4.14 条 养护后达到设计强度的保护层，应随机抽取 2%同批管子成品进行密实抗渗性检验。检验方法应符合《预应力混凝土输水管》(GB5696—85)中附录 A 的规定。

第 3.4.15 条 每工作班应制作砂浆试块一组，并进行标准条件养护，以一个验收批为单位进行保护层砂浆强度评定；随机抽取 2%，按《预应力混凝土输水管》(GB5696—85)附录 B 测定保护层砂浆抗压极限强度。

第五节 管子的成品检验

第 3.5.1 条 管子的成品检验应包括：水压试验、外观检查及分批验收。

第 3.5.2 条 管子的水压试验应包括：工作压力试验、抗渗压力试验及抗裂压力试验。

第 3.5.3 条 水压试验应在专用的水压试验装置中进行。试验前应检查密封圈、水压泵及各种表计是否完整良好，有异状时应及时修好。

第 3.5.4 条 成品管子应逐根进行抗渗压力试验。在抗渗压力试验合格的管材中，每 100 根为一批(不足 100 根也为一批)，随机抽取两根进行抗裂压力试验。如有一根不合格，则应取加倍数量复试；如仍有一根不合格，则应分析原因，并与设计部门共同研究处理方法或降级使用。

第 3.5.5 条 工作压力应符合设计要求。其水压试验的恒压时间应为 20min。

第 3.5.6 条 抗渗压力值设计无规定时，应为设计工作压力的 1.5 倍。抗渗压力试验的恒压时间应符合表 3.5.6 的要求。

表 3.5.6 抗渗压力试验的衡压时间

管 芯 厚 度 (mm)	≤70	≤80	≤90	≤110	≤110	≤120	≤130	>130
恒 压 时 间 (min)	12	13	14	15	16	17	18	20

管子在抗渗试验压力时，接头处不得出现滴水，管子表面不应出现冒汗、流淌、喷水、管子表面出现潮点、潮片每 m² 不得超过 5 处，任一处的潮片面积不得超过 40cm²。

第 3.5.7 条 抗裂压力值应符合设计要求。恒压 3min 管体未开裂为抗裂检验合格。

第 3.5.8 条 新管型或设计有要求时，应进行管子的允许相对转角试验。允许相对转角：φ800～φ1400 为 1°，φ1600～φ3000 为 0.5°。在检验压力(0.2MPa)下，处于转角的接头不得滴水。

第 3.5.9 条 水压检验不合格且可以修补的管子，允许进行修补并重新进行水压检验，合格后方可使用于工程。如仍不合格，则应降级处理。

第 3.5.10 条 管子的外观检查应符合下列要求：

一、管子的外观检查应逐根进行。

二、外观检查的内容应包括：承插口的椭圆度、承插口工作面的平整度、承口外导坡及插口止胶台内侧的洁净情况，管体内表面的平整密实情况、管子两端的重直度、管子两端纵向钢筋切断处凹坑的处理情况等。外观检查应有记录。

三、外观质量应符合下列要求：

1.承口和插口工作面应光洁平整，不得有蜂窝、灰渣、刻痕和脱皮现象。局部缺陷的凹凸度不得超过 2mm，单个缺陷面积不得超过 30mm²。

2.管体承、插口工作面不得碰伤。当环向连续碰伤长度小于 250mm，且不降低密封性能和结构性能时，应进行修补。

3.承口外导坡、插口止胶台内工作面不得有灰渣。

4.插口端在安装线内的保护层厚度，不得超过止胶台高度。

5.保护层不得有空鼓、裂纹、脱落现象。

6.管体内表面应平整，不得露石，不宜有浮渣。

7.管子两端外径斜度不得超过 5mm。

8.管体端面外露的钢筋头必须烧掉，宜留下深度为 5mm 的凹坑。该凹坑在插口端应用砂浆等无毒性防腐材料填补，在承口端用环氧胶泥填补。

9.管体各部位(见图 3.5.10)的尺寸公差不得超过表 3.5.10 的规定。

表 3.5.10 管体尺寸公差 mm

公称 直径	承 口				插 口			管 体			
	外导坡 直 径 D_2	工作面 直 径 $D_3、D'_{\ 3}$	内导坡 直 径 D_4	工作面 长 度 l_2	止胶台 外 径 D_5	工 作 面		筒体 芯厚 h_1	保护层厚度 h_2		管 芯 内 径 D_0
						直 径 $D_6、D'_{\ 6}$	长 度		管身	安装 线内	
1400 ~ 1800	± 4.0	$\pm$	± 3	+4 -3	± 2	± 1	± 3	+5 -4	-2	+1 -2	± 8
2000 ~ 3000	± 5.0	± 2	± 4	+5 -3	± 2	± 1	± 3	+5 -4	-2	+1 -2	± 8

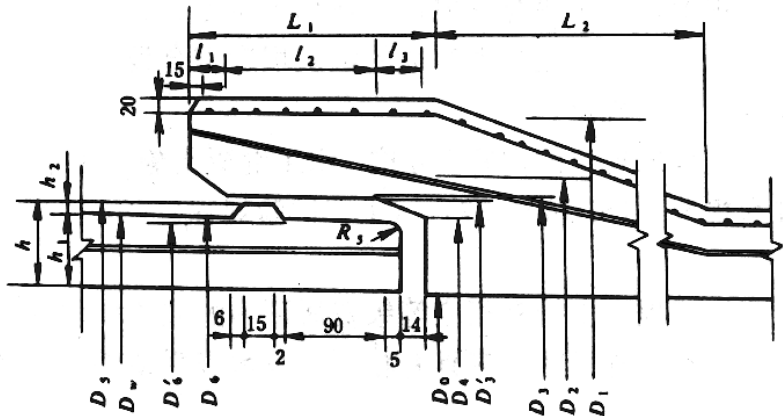


图 3.5.10 管体各部位公差

第六节 管子的成品验收

第 3.6.1 条 成品管子应分批验收(每批以 100 根为宜)，逐根编号，建立技术卡片。

第 3.6.2 条 管子的成品验收应具备下列资料：

- 一、原材料出厂质量证明书和钢筋试验报告。
- 二、设计变更和钢筋代用证件。
- 三、管芯混凝土试块的强度试验报告及质量评定记录。
- 四、保护层砂浆试块的强度试验报告。
- 五、纵向钢筋规格、根数及张拉记录。
- 六、环向钢筋螺距及控制应力记录。
- 七、水压检验记录。
- 八、保护层密实抗渗检验及强度回弹仪检验记录。
- 九、外观检查记录。
- 十、管体修补记录及重大问题处理文件。
- 十一、管体标志情况。
- 十二、管子技术卡片。

第 3.6.3 条 经验收的成品，交接双方应盖验收合格印记。

第 3.6.4 条 管子出厂时，管芯混凝土及保护层砂浆的强度应不低于设计强度的 90%。

第四章 贮灰坝

第一节 一般规定

第 4.1.1 条 为保证燃煤发电厂贮灰坝工程的施工质量，在总结国内火电厂贮灰坝施工经验的基础上，针对其工程特点，并吸取水电工程土石坝的施工经验，特制定本章规定。

第 4.1.2 条 本章规范适用于燃煤发电厂贮灰场采用土、石、土石混合及灰渣等材料修筑的贮灰坝工程的施工及验收。其他材料筑成的贮灰坝应符合设计要求，并执行本章规范有关条款及其他相应规范的有关规定。

第 4.1.3 条 本章规范未规定的内容，应按《水工混凝土施工规范》(SDJ207—82)、《电力建设施工及验收技术规范》(SDJ69—87)、《土工试验规程》(SD128—84、SD—86、SD—87)的有关规定执行。

第 4.1.4 条 贮灰坝工程应由持有相应等级资质证书的施工单位施工。当电厂承建或组织分期加筑子坝工程施工时，施工队伍应具有相应的技术资质条件，并经上级主管部门批准同意。

第 4.1.5 条 贮灰坝的辅助工程和配套工程，如除灰管道、坝顶道路、防浪墙、工作桥、草皮护坡、灰水回收、下游排水通道、环保设施、灰场管理用房、照明与通讯设施等，必须安排同期施工，为贮灰场投产后的管理和安全运行创造必要的条件。

第 4.1.6 条 贮灰坝施工前应具备下列资料 and 文件：

- 一、灰场、坝址和料场的地形测量、工程地质、水文地质和水文气象资料。
- 二、灰场和料场征用土地的批文、拆迁及排水(洪)通道与当地有关部门达成的协议文件。
- 三、贮灰场和贮灰坝的施工图。

第 4.1.7 条 贮灰坝工程施工前，应按《电力建设工程施工技术管理制度》的规定编制该单位工程的施工组织设计，着重编好下列内容：

- 一、施工总平面布置应包括料场开采顺序及相应的运料通道。
- 二、合理进行贮灰坝工程的施工分段和组织流水施工。
- 三、确定经济合理和效率高的坝料开采、装、运、卸、夯实的施工流程，配备合适的施工机械。
- 四、周密考虑、合理确定施工期的排水和渡汛措施。
- 五、安排好配套工程与坝体施工进度综合协调，使之同期配套建成。
- 六、安排好坝体的排水设施及渗排水系统的施工顺序，并按工程总体要求及时达到排水畅通。
- 七、应有针对性的质量保证和质量控制措施，明确质量监督检验要求。

第 4.1.8 条 施工单位应严格按设计施工，未经设计单位同意不得擅自变更设计。施工过程中遇有疑难问题或设计与实际情况有变异时，应会同设计、建设单位妥善处理。

第二节 施工测量

第 4.2.1 条 施工测量应符合《电力建设施工及验收技术规范》(建筑工程篇)(SDJ69—87)第九章施工测量及沉降观测的有关规定。

第 4.2.2 条 施工单位进入现场后，建设单位应会同设计单位，将勘测设计阶段所引用的有关灰场测量的资料移交给施工单位，包括：平面控制点、高程控制点、主要建(构)筑物轴线的方向桩和起点、坝脚附近地形图等。施工单位对上述资料和标桩应认真复查，确认满足施工放线精度要求后，方可使用。

第 4.2.3 条 定线应使用符合精度要求的仪器进行测试。

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，应根据三角网或导线点进行测定。

坝轴线的永久性标桩(石),应设在坝体两端以外不受施工、滑坡或爆破等影响的适当地点,并标明桩号。

第 4.2.4 条 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。在贮灰坝施工期间必须妥善保护标桩(石)。对施工期较长的标桩(石)必须定期进行校核(软土地基半年复测一次,其它地基一年复测一次),如发现标桩(石)位移,则应及时校正;如有遗失,则应即补设。

第 4.2.5 条 平面和高程控制点的设置,应符合下列要求:

一、构筑物轮廓线以外,不妨碍施工,引测方便,易于保存和不受坝体沉降变形影响的地区。

二、地下水位以上的基岩上,不被水淹没的平地或平缓的坡地上。

三、不受爆破影响、不发生崩塌及无风化破碎的岩石上。

四、不易隆起、沉降、蠕变的硬土层上。

平面和高程控制点的设置,不宜在冰冻期间进行。

第 4.2.6 条 开工前,应进行坝基原始纵横断面测量,放定坝址清基(考虑富裕宽度)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:

一、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,一般宜用整数,桩距以 50m 为宜。在坝端岸坡、渐变段和地形变化较大地段,桩距可适当加密。

二、横断面测量:施测范围以超过坝基内外侧边线 20m 为宜。

三、坝下排水涵管按设计轴线施测。

四、在坝体填筑过程中,应对坝体边坡进行控制测量,施测次数一般取坝体每升高 1m 各施测一次。区分坝体各类填筑料的边线也应测出,并绘制出坝体施工测量断面图。

五、开始清基及填筑前,应定出清基边界桩,按清基完成后的地形测设坝体填筑起坡桩。为防止填土时掩埋标桩,可在清基边界桩和填筑起坡桩外一定距离处加设引桩。

第 4.2.7 条 各项测量工作应有专人测设和检查。施工过程中对坝体各部放定的标桩,应加强管理防护,避免移动丢失,并应不定期地进行抽查,发现问题,应立即复测订正。

第 4.2.8 条 施工期间所有施工定线,特别是隐蔽工程的测量资料,均应及时校核整编,妥为保存。工程竣工时,应测绘坝体竣工后的平面图和纵横断面图。

第三节 渡汛与排水

第 4.3.1 条 山谷贮灰场和江、河、湖、海滩(涂)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,并制定渡汛技术措施。渡汛技术措施中应包括渡汛频率的确定,泄洪设施、防汛组织、水文气象预报、通讯、道路的安排,以及防汛器材准备等,并在汛前逐项检查落实。

第 4.3.2 条 施工排洪应尽量利用永久性泄洪构筑物。当渡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渡汛泄洪的要求,并应防止上游可能被冲走的木料等漂浮物堵塞涵管,工程完毕后应可靠地予以封堵。

第 4.3.3 条 在施工区域内,应根据施工期间降雨强度建立排水系统,保证雨水及时排泄。

第 4.3.4 条 施工期间应加强对泄洪设施和排水系统的维护管理,使能保持正常应用,以保证汛期施工安全。

第 4.3.5 条 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。

第四节 坝基与岸坡处理

第 4.4.1 条 坝基和岸坡地基范围内的树木、草皮、树根、乱石、坟墓及各种原有建(构)筑物等均应全部仔细地清除,对该范围内的水井、泉眼、洞穴等部位应予认真处理。

坝基范围内的地质探坑(孔)应按地质勘测图逐一检查,彻底处理,并应做好验收和记录

工作。

第 4.4.2 条 坝基和岸坡的处理,应有地质和设计人员参加验槽,进行地质描绘和记录,必要时补充摄影、取样和试验工作。

第 4.4.3 条 坝基和岸坡处理过程中,如发现新的地质问题或检验结果与勘测资料有较大出入时,则应由勘测设计单位进行补充勘探,并与施工单位共同研究处理措施,提出修改设计。对于重大的修改设计,应报请原审批单位核准。

第 4.4.4 条 坝基和岸坡的开挖范围、坡度、高程应符合设计要求。

第 4.4.5 条 坝体与岸坡的接合,必须采用斜面连接。清理后的坡度,应符合设计要求,不得有台阶或急剧变坡,更不得有反坡。

第 4.4.6 条 坝基和岸坡开挖一般应自上而下进行,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。当坝基范围比较开阔,无上下干扰时,岸坡和坝基可同时施工,但应确保施工安全。

第 4.4.7 条 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、浅孔小炮爆破或使用小型机具、人工挖除。

第 4.4.8 条 坝基和岸坡岩面上的风化层、破碎带、岩洞、基岩中缓倾角泥化夹层,以及软粘土、湿陷性黄土、膨胀土、膨润土等特殊地层,均按设计要求认真处理。

第 4.4.9 条 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。

第 4.4.10 条 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。

第 4.4.11 条 坝址上游设计为天然铺盖时,在该范围内不得取土,施工期间应予保护使其不遭破坏。

第 4.4.12 条 初期坝或子坝的坝基和岸坡的开挖清理工作,应根据筑坝高度,在坝体填筑前完成,严禁边填筑坝体边开挖坝基。严禁把开挖后的剥离层、杂草等物填入坝体。

第五节 筑 坝 材 料

(1) 料场的复查与规划

第 4.5.1 条 开工前应对设计单位提供的料场(包括坝体、防渗体、反滤过渡区、护坡、排水设施等所需的料场)有关资料进行核实,必要时进行复查。

第 4.5.2 条 料场核实和复查工作的内容如下:

- 一、覆盖层厚度、料层的变化及夹层的分布情况。
- 二、料场的分布、开采和运输条件。
- 三、料场的水文地质条件(岸边料场还应查明料场与汛期水位的关系)。
- 四、根据料场范围内的地下水位、土质情况、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、可用土层厚度和有效储量。
- 五、必要时应取样对坝料的物理力学性质及压实特性进行室内和现场试验,其内容如下:
 - 粘性土:天然含水量、天然干密度、最大干密度、最优含水量等。
 - 砂砾料:级配、含泥量、砾石含量、最大粒径等。
 - 反滤料:除上述要求外,尚应复查软弱颗粒含量、颗粒形状和成品率。
 - 石料:岩性、强度、强风化层厚度等。

第 4.5.3 条 考虑到料场调查精度、料场天然密度与坝体压实密度的差值、开挖与运输途中的损失、清理及削坡损失等因素,料场可开采总量应比坝体填筑总量为大,其值不宜小于坝体填筑数量的 1.5 倍。

第 4.5.4 条 经核实后的料场,应设置若干个固定基桩,并在地形图上标明其位置,便于料区开采和管理。

第 4.5.5 条 规划料场应遵循少占地的原则,宜先用贮灰场范围内的料场,以扩大库容。

第 4.5.6 条 料场的使用应根据坝型、料场地形、施工分期等具体情况，按照施工方便、降低造价、保证质量，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。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。

分期填筑子坝的料场，在初期贮灰库容以内的应尽先使用，避免积灰淹没土源。

第 4.5.7 条 料场的开采应按其高程、位置、填筑部位进行统一规划。开挖料宜采取高料高用和低料低用的原则，按指定的填筑部位直接上坝，避免出现运料爬坡和交叉运输等现象。坝体上下游的各料场应合理使用。

第 4.5.8 条 符合筑坝材料要求的坝基或其他建(构)筑物基坑的开挖料，应堆存于坝址附近，在坝体施工中合理加以利用，以降低工程造价。

第 4.5.9 条 坝体机械化施工程度较高时，应选择施工场面宽阔、料层厚、储量集中的大料场作为主料场，其他料场配合使用，并考虑一定数量的备用料场。

第 4.5.10 条 多施工单位分别承担筑坝任务时，应在总承包单位的统一规划下进行料场的开挖和运输，不得任意开挖，不得在非指定的料场以外取用筑坝材料。

第 4.5.11 条 应避免在料场范围内修筑临时建筑物。

第 4.5.12 条 石料场离坝体或居民点较近，且附近有通讯或送电线路时，必须对爆破震动和飞石影响进行论证，并应采取必要的安全措施。

第 4.5.13 条 粘性土应优先选用含水量适当的料场。自然含水量较高的料区可在干燥季节施工，自然含水量较低的料区可在多雨潮湿季节施工，以减少土料的处理工作。

第 4.5.14 条 砂石料的开采应分别对筑坝用料、反滤层用料和混凝土骨料用料进行统筹安排。水下料场的开采应考虑汛期水位，并应选用合适的开挖机具。对各种筛余石料的利用应进行合理安排。

(II) 坝料的开采与运输

第 4.5.15 条 坝料必须在经过复查其材质符合设计要求的料场内进行开采，禁止在核定的料场以外取料，不合格的坝料不得上坝。

第 4.5.16 条 料场开采前，应按施工组织设计进行场地布置(包括开采和运输方式、运输线路、装卸料站台、风水电系统、排水系统、堆弃料场地等)。场地布置应充分考虑坝体在不同高程、不同施工阶段、不同坝段所需坝料的不同，组织合理的开采和运输。

第 4.5.17 条 开采和运输方式的选择，应按坝型、料场和坝区的自然条件，以及可供选用的挖运机具等因素进行综合考虑。应注意挖、装、运、卸四个环节的配合。当条件许可时，宜采取坝料直接上坝的方式，以减少坝料倒运。

第 4.5.18 条 在料场开采前应作好下列工作：

一、划分料场的边界并埋设界标。

二、清除树根、乱石及妨碍施工的一切障碍物。

三、分区分期清除覆盖层、山坡堆积物和风化层等，清除物应按指定地点堆放，不得与合格的坝料混在一起。

四、排除料场积水。

第 4.5.19 条 坝料开采方法的确定应综合考虑以下因素：

一、坝料类别、料层厚度及储量大小。

二、坝体填筑工程量及填筑强度。

三、料区地形及作业条件。

四、运输机具的种类。

五、可能配备的开采、挖、装的机具设备。

第 4.5.20 条 坝料运输机具的选用应考虑下列因素：

- 一、坝体总工程量、坝料类别和上坝强度。
- 二、坝体地形、料场分布及运距。
- 三、运输机具的能力应与开采、填筑机具的能力相匹配。
- 四、可能获得的运输设备、配件和机修条件。
- 五、运输机具的类型尽可能少些。

第 4.5.21 条 运输道路应根据运输机械类型、车辆吨位及行车密度等因素进行规划和布设，并应注意以下各点：

- 一、根据坝体各施工阶段的工程进展情况及时调整运输线路，使其与坝面填筑及料场开采情况相适应。
- 二、根据施工计划，结合地形情况，合理安排运输线路，尽量提高线路利用率。
- 三、充分利用地形，尽可能使重车下坡或减少上坡。
- 四、运输道路应尽量采用环形线路，减少平面交叉，交叉路口应设安全栅栏和标志。
- 五、加强运输道路的养护工作，特别是泥结碎石路面，应经常保持路面平整，排水沟通畅，使雨季施工时能保证小雨和雨后能进行正常施工。
- 六、运输道路通过原有桥涵时，应了解其限额荷载或进行验算，必要时采取加固措施。
- 七、施工场内道路宜自成系统，并尽量与永久道路相结合。

开采、运输机具的适宜运距及运输道路的一般要求，可参照附录五附表 5.1～5.3。

第 4.5.22 条 当料场料层较厚且上下层土料不均匀或土料自然含水量接近或小于控制含水量时，对在丘陵或山坡地段的料场，可由上而下，由近而远，分成几个台阶采用立面开挖的方式。

当料区地形平坦宽阔，或土层自然含水量过大，可采用平面开挖的方式。开挖后料场地面应稍向外倾斜，并不得留有土埂，以便于料场排水且有利于运土重车下坡。

第 4.5.23 条 粘性土料场开采时，一般应符合下列要求：

- 一、除在料场周围布置截水沟以防止地面水浸入外，并应根据地形、取土面积及施工期间降雨强度，在料场内布置排水系统，以便及时排泄径流。排水沟应保持畅通，沟底随开挖面下降而降低。
- 二、在冬期施工中，为防止土温散失，应采用立面开采。工作面宜避风向阳，并选用含水量较低的料场。
- 三、雨期施工时，应优先选用含水量较低的料场，或预先储备足够数量的合格土料，加以覆盖保护，以保证土料及时供应。
- 四、在干旱高温季节施工，为避免土料中含水量散失过大，土料应立面开采，各施工环节应紧凑合理，尽量避免土料加工。
- 五、应根据开采运输条件和天气等因素，经常观测料场含水量的变化。当含水量大于或小于施工含水量时，可按第 4.5.33 条进行处理。

第 4.5.24 条 砂砾料场开采有水上及水下两种方式。水下开采砂砾料有困难时，可以采取降低地下水位或引流疏排等措施，变水下开采为水上开采。

第 4.5.25 条 石料开采应符合下列要求：

- 一、应根据所需石料粒径、料场地形、地质条件、水文地质特点、爆破试验参数、总方量、日上坝强度及装运机具等因素进行爆破设计。
- 二、一般可采用钻孔爆破法或洞室爆破法。两种开采方法均宜分层台阶开采，并保持一定的安全坡度。爆破参数应按第 4.5.32 条的要求通过施工试验确定。爆破后的超径石料应在料场加工处理后再运往现场。
- 三、按石料爆破安全规程编制安全施工细则，特别要注意雷电和量测地电对安全的影响。遇雷电时应停止安装炸药，已敷设的爆破网路必须短路，并与地绝缘，施工人员必须撤离到

安全地区。

第 4.5.26 条 坝区附近的料场取料范围应符合下列要求：

一、坝肩上下游不应取土。必要时取土范围必须在坝肩坡脚线 50m 以外，并保持稳定坡度。分期填筑子坝在其坝肩上游的取土范围，应在最终坝肩坡脚线 30m 以外。

二、坝脚取土范围当坝高等于或小于 5m 时，应离开坝脚填筑边线 10m 以上；当坝高大于 5m 时，一般大于 2 倍坝高。

三、取土深度不应大于 0.5 倍坝高，否则离开坝脚的距离应通过核算确定。

四、当坝基为软土时，取土边线应满足设计要求。

第 4.5.27 条 贮灰场范围以外的土、砂料场开采结束后，应注意平整还田、做好水土保持工作。石料场还应做好危岩处理。

(III) 坝料的施工试验及加工

第 4.5.28 条 土石筑坝或灰渣筑坝应在施工前通过施工试验确定下列内容：

一、校核坝料的各项技术指标是否与设计要求相吻合，当有差异时应与设计商定处理措施。

二、有关施工方法的各种工艺参数。

三、有关质量控制的技术要求及其检验方法。

四、有关的施工技术规定。

五、碾压施工机具的选用，可参照附录六附表 6.1~6.7。

第 4.5.29 条 施工试验项目一般包括：土料、砂砾料、灰渣、石渣和石料的碾压试验，石料场的爆破试验，粘性土料含水量调整试验及其他设计指定的试验项目。

第 4.5.30 条 坝料碾压试验，应根据坝料性质、筑坝材料调查报告、勘测设计提供的土工试验资料等，选择具有代表性的坝料进行。

第 4.5.31 条 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、最优含水量及其许可误差幅度等。

砂砾料还应注意在不同粗粒含量时的压实标准。

石渣还应注意级配、允许最大块径、洒(充)水量的控制标准。

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。

第 4.5.32 条 石料的爆破试验工作应在具有代表性的料场中进行。应根据石场的地质、地形条件及坝体对石料块径和级配要求等进行爆破设计。

爆破试验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筑物和施工场地的影响。

爆破试验必须遵守有关的安全操作规程。

通过试验选择最优的爆破方法、爆破参数、火工材料及施工机械。

第 4.5.33 条 粘性土料的天然含水量大于施工含水量的上限时，必须采取降低含水量的措施(如翻松、晾晒、均匀掺入干土等)。小于施工含水量的下限时，应加水处理，进行含水量调整的工艺试验。

土料减水或加水工作应在坝体外进行。

第六节 坝体填筑

(I) 一般准则

第 4.6.1 条 坝体填筑必须在坝基处理及对其进行隐蔽工程验收合格后才能进行。

第 4.6.2 条 坝体填筑断面、上坝坝料种类、级配、含水量、土块大小、超径颗粒，以及相应的压实指标均应符合设计要求。

第 4.6.3 条 坝体填筑应严格按施工试验所确定的压实参数进行控制。压实机具的类型、规格等应符合第 4.5.31 条的要求。坝体每层压实经检查合格后，方可铺筑上一层新的坝料。

第 4.6.4 条 坝体施工应加强各工序的衔接管理，严密组织，分段流水，使之层次清楚、大面平整，均衡上升，减少接缝。

第 4.6.5 条 分段填筑时，各段之间应设立标志，以防漏压、欠压和过压。上下层的分段位置应错开。

当为多施工单位分段承担筑坝和反滤层等工序的施工任务时，总承包单位应特别注意各分包单位交接面的施工质量，并应设专人负责组织施工和检查。

第 4.6.6 条 坝体填筑过程应使观测设施的埋设与测量工作均能正常进行，并应保护好观测设施和测量标志的完好。

第 4.6.7 条 由于施工或气候等原因暂停施工的坝体施工面，应注意加以保护，复工时应仔细清理施工面，并经检验合格做好记录后，方可继续进行坝体填筑。

第 4.6.8 条 软弱地基上的坝体填筑，应按设计规定的填筑速度进行控制，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。

(II) 土石坝填筑

第 4.6.9 条 坝料应尽量卸在坝体的填筑地点。利用坝端岸坡进料时，应随坝体填筑进程修筑不同高程的运输道路。不应采用高坡溜土的办法向填筑面卸料。特殊情况下采用高坡溜土时，应及时转运并经常调换卸料位置，并作好卸料场地的清理，分层回填压实，不得在卸料点形成坑洼或留有虚土层。

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。沿料堆溜坡高度一般不大于 2~3m，以防止大小颗粒分离。如发现分离现象，则应混合均匀。

第 4.6.10 条 当用自卸汽车卸料时，粘性坝料宜用进占法卸料，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，然后在上部再用进占法卸料而达到要求的铺料厚度)。

第 4.6.11 条 一般不宜用皮带运输机在坝体施工面上卸料。如必须用皮带运输机卸料时，则应随坝面升高及时转移，并随即清理卸料点的余料，分层铺平填压，不得形成较大的洼坑或留有虚土层。

第 4.6.12 条 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，应在铺土填筑前予以彻底处理。

第 4.6.13 条 严格控制铺料厚度，不得超厚。

第 4.6.14 条 坝料铺筑及碾压，应沿平行坝轴线方向依次向外扩展，并铺筑均匀，及时平整，不得垂直坝轴线方向进行碾压。

第 4.6.15 条 机械碾压运行方法应符合下列规定：

- 一、行车速度以 1~2 档为宜(拖拉机除外)。
- 二、气胎碾、羊足碾、振动碾可采用进退错距法压实。
- 三、夯板应采用连环套打法夯实。

第 4.6.16 条 压实机械及其他重型机械在已经压实的土层上行驶时，不宜来往同走一辙。汽车上坝时应经常更换进入的路线，以减少重复碾压。

第 4.6.17 条 对砂砾料，铺料后应充分洒水。其洒水量由施工试验确定。当无试验资料时，加水量宜为其填筑方量的 20%~40%。

中细砂压实时的加水量，应按其最优含水量进行控制。

石渣洒水量应经施工试验确定。

第 4.6.18 条 砂砾料的洒水必须均匀。压实前进行第一次洒水，然后边洒水边碾压。砂砾料、石渣筑坝时，宜用重型振动碾进行碾压。

第 4.6.19 条 对坝体填筑需用的洒水水源，应预先落实并做好供水准备。

第 4.6.20 条 粘性土填料的施工含水量与最优含水量之差建议控制在 $-4\%\sim+2\%$ 范围内。对于含水量高于最优含水量 $1\%\sim2\%$ 的土料，宜用气胎碾、平碾进行压实。低于最优含水量的重硬粘土，宜用羊足碾进行碾压。

第 4.6.21 条 当气候干燥粘性土层表面的水分蒸发较快时，在铺料平整与压实表面刨毛后应适当洒水湿润，以保持施工含水量，然后再铺设上一层的土料。

第 4.6.22 条 粘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，则表面被风干的土层应经常洒水湿润，以使含水量保持在控制范围以内。

第 4.6.23 条 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，在上下游坝坡处的铺料应适当留有余量，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 0.3m (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% 。

第 4.6.24 条 分段碾压时，相邻两段交接带的碾迹应彼此搭接，顺碾压方向的搭接长度应不小于 0.3m ，垂直碾压方向的搭接宽度应为 $1\sim1.5\text{m}$ 。上下层搭接缝的错缝距离不应小于 2m 。

套打夯迹的重叠宽度，对人工夯夯以重叠夯宽的 $1/3$ 为宜，对机械夯板的重叠宽度应不小于 0.1m 。应注意防止出现欠压和漏夯的现象。

第 4.6.25 条 如填土出现“弹簧”、层间光面、层间中空、松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。

第 4.6.26 条 进行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。

第 4.6.27 条 防渗斜墙宜同坝体、反滤料同步填筑，按顺序铺设各该材料，并注意在碾压过程中不得出现坝体与斜墙土料掺混的情况。

当采取不同步填筑施工时，有铺筑相邻材料之前应进行削坡。为防止斜墙坡面的干燥裂缝，斜墙与保护层的填筑高差不得大于 $1\sim2\text{m}$ 。

第 4.6.28 条 干砌石坝的石料应符合设计要求，应分层砌筑，块径较大的料宜用于边坡。砌石要求六面靠紧，块石之间的孔隙应用小石填塞紧密，孔隙率应满足设计要求，一般不超过 25% ，禁止出现竖向通缝。

(III) 分期加筑子坝

第 4.6.29 条 分期加筑的子坝包括土坝、灰渣坝和其他材料坝。

第 4.6.30 条 填筑子坝的坝基面，其平整度和密实度应满足设计要求。严禁坝基的灰面受到扰动。

第 4.6.31 条 为使坝前均匀放灰，坝顶放灰管应按设计要求进行布设，并应保持足够的干滩长度，一般为 $150\sim200\text{m}$ 。

第 4.6.32 条 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。

第 4.6.33 条 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。

第 4.6.34 条 当子坝较长时，可采取分段填筑子坝。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。

第 4.6.35 条 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 0.5m 或距各级子坝顶标高 0.25m 情况下，进行填筑子坝。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。

第 4.6.36 条 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。

第 4.6.37 条 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，应执行第 4.6.24 条的有关规定。

第 4.6.38 条 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。

(IV) 其他坝料及新坝型的施工

第 4.6.39 条 贮灰坝采用其他坝料或新坝型时，应在充分进行该坝料材性试验的基础上，进行局部的工业性试验，并经技术鉴定认可，制定相应的施工规程后，才可进入正式工程的施工。施工过程中应进行必要的测试工作，积累资料，不断改进和完善施工方法。

第 4.6.40 条 贮灰坝采用的新型建筑材料应为经过技术鉴定推荐的合格产品。其各项技术指标应满足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。

第 4.6.41 条 编织袋充填土作为筑坝材料的施工应符合下列要求：

一、编织袋的材质、规格，充填土料的种类、粒径、级配，泥浆浓度，充填压力，袋体充填土浸水后的干密度，均应符合设计和施工试验的要求。

二、泥浆就地充填于编织袋内，在有潮感的滩地，宜在落潮时进行充填，或在较浅的水下充袋。水下充填应注意袋体定位和充满后的袋口扎结。

三、为提高袋体的稳定性和抗水流作用的能力，坝体坡面的袋体，其长向应垂直坝轴线置放，并分层错缝堆叠，及时覆盖护面材料。

四、泥浆泵的容量应与编织袋的冲填容积相匹配，宜采取一泵同时充填几个编织袋的方式。应使泥浆具有适当浓度并在主管道中保持一定的流速。在充填作业中不得突然关闭阀门，冲泥结束后应随即冲洗管路，以防止冲浆管堵塞。

第 4.6.42 条 水力冲填的贮灰坝施工应符合下列要求：

一、施工前应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：适宜的冲填速度、泥浆浓度、流失率、冲填池布置、围埂尺寸等冲填施工的工艺参数。

二、冲填土料、坝体土的干密度、含水量、渗透系数及冲填断面均应符合设计要求。

三、水力冲填速度应按土料性质、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。

四、水力冲填宜就近取土，土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。

五、冲填池的大小应按冲填施工强度、土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。

(V) 冬、雨期施工

第 4.6.43 条 土坝及灰渣坝在雨期填筑施工时应符合下列要求：

一、做好雨情预报。雨前应用平碾等快速压实表层松土，并应注意保持填筑面的平整，以防雨水下渗和避免积水。雨后应对填筑面进行适当晾晒或处理，经检验合格后方可继续施工。

二、施工面较小的碾压土质坝，宜用苫布覆盖防雨。

三、应注意雾、露很大时可能使粘性土表面的含水量增加。

四、粘性土填筑面上的大型施工机械，宜在雨前开出填筑面。

五、下雨或雨后应注意坝面保护，不得践踏坝面，或在其上通行车辆。

第 4.6.44 条 土坝或灰渣坝的临时坡(未经削坡成设计断面时的坝体堆筑坡度), 应作好排水, 以防降雨冲坏坡面。

第 4.6.45 条 斜墙的填筑面应稍向上游倾斜, 土坝填筑面应中部凸起向上、下游倾斜, 以利排泄雨水。

第 4.6.46 条 冬期施工前应编制坝体冬期施工方案, 做好料场选择, 对坝料采取适当的保温防冻措施。

第 4.6.47 条 冬期填筑范围内的坝基在冬期施工前应先处理好, 并宜先填筑 1~2m 高的坝体或采取其他保温措施, 以防坝基遭受冻害。不得在已经冻胀的坝基上填筑坝体。

第 4.6.48 条 负温下露天进行坝体施工时, 应采取铺土、碾压、取样等快速连续作业。压实时土料温度应在 -1°C 以上; 当日最低气温在 -10°C 以下, 或气温虽为 0°C 但风速大于 10m/s 时, 应停止施工。如仍需填筑坝体, 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。

第 4.6.49 条 负温下填筑粘性土时, 其含水量应略低于塑限, 碾压参数必须通过施工试验确定。粒径小于 5mm 砂砾料的含水量应小于 4% 。

第 4.6.50 条 负温下填筑坝体的土料中, 严禁夹有冰雪。土、砂和砾料中不得加水。如因雪停工, 则复工前必须将坝面积雪清扫干净, 并经检验合格后方可继续施工。

第 4.6.51 条 用灰渣填筑的子坝, 在北方寒冷地区不宜冬期施工。

(VI) 坝体施工接缝的处理

第 4.6.52 条 坝体填筑面应尽量保持平起, 避免造成过多的施工接缝。分段施工时的接缝, 坝体与坝基、岸坡、坝下埋管及其他刚性构筑物的接合部位, 必须认真做好施工接缝的处理, 经检验合格后方可继续施工。

第 4.6.53 条 斜墙不应设置平行坝轴线的纵向接缝, 如必须设置时, 必须经技术论证并取得设计单位同意。

第 4.6.54 条 粘性土均质坝纵横施工接缝的设置应符合下列要求:

一、横向施工接缝的结合坡度不应陡于 $1:3$ 。

二、纵向施工接缝(不包括高压缩性坝基)宜采用不设在同一高程上的斜坡和平台相间的形式, 坡度及平台的宽度应满足土料稳定的要求。

第 4.6.55 条 无粘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, 接缝的坡度应不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。

第 4.6.56 条 所有坝体施工接缝的坡面处的填土应符合下列要求:

一、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。

二、均质坝粘性土(或砾质土)接合面削坡后, 应边洒水、边刨毛、边铺土、边压实, 并控制其含水量为施工最优含水量范围的上限。

第 4.6.57 条 粘性土料与坝肩岸坡结合处, 在宽度 $1.5\sim 2\text{m}$ 范围内或边角处, 应采用小型、轻型夯实机具或人工夯实。

填土前应先将结合面清理干净。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 $5\sim 10\text{mm}$ 厚的浓水泥粘土浆, 边铺土边压实。

第 4.6.58 条 用砾质土及石渣做为均质坝的坝料时, 在其与坝肩岸坡、基槽岩面及混凝土建(构)筑物衔接处, 应铺一段宽度约 1m 的粘性土作为过渡层, 以使其结合良好。

第 4.6.59 条 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。

第 4.6.60 条 与坝体渗排水设施邻接处的填土及压实方法应符合第七节的有关要求, 以防止损坏渗排水设施。

第 4.6.61 条 分期填筑子坝的坝基是坝体的一道施工缝。该施工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。

(VII) 坝体护坡

第 4.6.62 条 砌筑护坡前应按照第 4.6.23 条的要求进行坝坡整修，以使坡面填筑质量符合设计要求。

第 4.6.63 条 护坡石料必须选用质地坚硬、不易风化之石料。其抗冻性、抗压强度、几何尺寸等均应符合设计要求。

第 4.6.64 条 块石护坡垫层应按反滤层铺筑方法进行施工，护坡铺筑时不得损坏已铺好的垫层。

第 4.6.65 条 块石护坡和干砌石坝坡应做到：自下而上，错缝砌筑，塞垫稳固，紧靠密实，大块封边，表面平整，注意美观。

第 4.6.66 条 草皮护坡宜在春季进行，应选用易生根、蔓延、耐旱的草类(如叉根蒿、沙打旺等)，铺植均匀，洒水护理。不得以白毛根草及根深干高的植物用于护坡。无粘性土的草皮护坡，应先铺一层腐植土后再种植草皮。

第 4.6.67 条 坝坡与岸坡交接处应按设计要求设置排水沟，以拦泄山体和坡面的径流。

第七节 排水设施及反滤层

(I) 排水设施

第 4.7.1 条 排水设施及排灰口的混凝土构筑物的施工，除遵守本规范外，尚应遵守《水工混凝土施工规范》(SDJ207—82)的有关规定。

第 4.7.2 条 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，应遵守本章规范第四节的有关规定。

第 4.7.3 条 排水管道的地基应夯实，管道接口应保证其严密性，回填土前应经灌水试验合格。

第 4.7.4 条 渗排水设施(排水褥垫、盲沟、渗排竖井、堆石体等)的施工应符合下列要求：

一、所有石料，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。

二、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。

三、反滤料厚度较薄时，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，各层滤料可自下而上分层铺筑。当沟深大于 2m 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。

四、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)。

第 4.7.5 条 堆石体应分层施工，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 0.5~1.0m 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。

(II) 反滤层及土工织物

第 4.7.6 条 反滤层的厚度、铺筑位置，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。

第 4.7.7 条 加工好的反滤料，经检验合格后，应分别堆放在干净的场地上，并应设有防止泥水和土块等杂物混入的措施。堆料不宜过高，以免颗粒分离。堆存的反滤料应标明编号、

规格、数量、检验结果及拟铺部位。反滤料在转运过程中如有颗粒分离现象，应予以处理后方可使用。

第 4.7.8 条 反滤层的基面处理应符合本章第四节的有关规定，并经检验合格后才能铺筑反滤层。

第 4.7.9 条 基面宜用挖除法进行平整，如需填平时，必须按下列要求之一进行：

- 一、用与坝体填筑相同之土料压实至与坝体土料干密度相接近。
- 二、用反滤层的第一层料填筑压实。
- 三、用符合规定的级配料填筑压实。

第 4.7.10 条 反滤料铺筑要层次分明，互不混杂，一般宜每 10m 左右设样板一个，以控制反滤料的铺设厚度；每层厚度的偏小值不得超过设计厚度的 15%。

第 4.7.11 条 反滤料要在湿润状态下进行铺设。砂和砂砾应适当洒水，以防止粒料分离，相邻层面必须拍打平整。

第 4.7.12 条 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、混杂。不论平面或斜面接头，都必须为阶梯状，台阶长度不得小于 0.5m。在斜面上的横向施工接缝，应收成不小于 1:2 的斜坡。

第 4.7.13 条 在斜面上铺设反滤料时，应自下而上地进行，不得将反滤料从坡面向下倾倒。

第 4.7.14 条 对已铺筑好的反滤料层应作必要的保护，特别要做好雨期的保护，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。

在反滤层以上一定高度范围内填筑坝料时，不得使用羊足碾或其他重型机具，以防止损坏已铺设的反滤层。

第 4.7.15 条 冬期施工反滤层时不得含有冻块，下雪天应停止铺筑，正在铺设的反滤层应适当覆盖，雪后复工时应清除积雪。

第 4.7.16 条 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、砌缝处理和砌筑基面应满足设计要求。

第 4.7.17 条 土工织物的种类、规格及其使用部位应符合设计要求，对分批到达现场的土工织物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。

第 4.7.18 条 土工织物的铺设应符合下列要求：

一、基面必须平整，不得有尖角、树根，以防止施工过程中土工织物受损。铺设时应平顺，松紧适度，不得张拉过紧或出现褶皱，并应设有稳固措施。

二、搭接长度或缝合应符合设计规定。采用多层土工织物时，各层的接缝应相互错位。

三、土工织物上的覆盖材料应及时铺设。其暴露时间不超过产品技术要求的规定值，以减缓其老化。

四、铺设覆盖材料宜取用进占法。覆盖材料的卸料高度：砂砾料不大于 1.5m，有棱角石料不大于 0.5m。施工人员必须穿软底鞋，使其均匀受压，防止土工织物受损。

五、水下铺设土工织物应编制专门施工技术措施。

第八节 观测设施的埋设及施工期间的观测

第 4.8.1 条 在施工及运行期间，为了监测贮灰坝的工作状态，及时发现异常现象，分析原因，防止发生事故，以及为设计、施工、科学研究提供资料，必须对坝体进行系统的定期观测工作。

第 4.8.2 条 观测项目及观测设施的型号、规格、数量、埋设位置和方法等均应符合设计要求。坝体观测项目一般包括坝体的位移、沉降、测压管水位及坝后渗水量等四项。

第 4.8.3 条 观测设施的埋设与施工期间的观测，应按下列要求执行：

- 一、应有专人负责埋设和观测。

二、观测设施在埋设前应仔细率定、检查、编号。

三、施工期间对已埋设的观测设施必须采取有效的保护措施，防止遭受机械及人为的损坏。如有损坏，则应及时修复或补设，并作记录备查。

四、坝体变形观测的起测基点的设置，应符合本章第 4.2.5 条的有关要求。

五、施工期间所应观测的项目，应按时认真观测，及时整理并分析观测资料。遇有异常情况，应提请有关部门研究处理。

第 4.8.4 条 所有观测设施的安设记录、率定报告、施工期的观测成果，以及高程与平面控制点的位置等应整理成册，工程竣工验收时一并移交给建设单位。

第九节 质量控制和工程验收

(1) 质量控制

第 4.9.1 条 在制定施工技术措施，确定施工方法和施工工艺时，应根据现场实际情况同时制定每一工序的质量指标。施工中必须使上一道工序向下一道工序提交合格品，从而保证工程的总体质量。

第 4.9.2 条 隐蔽工程应详细记录施工和工程质量情况，必要时应照像或取原状样品保存。

第 4.9.3 条 施工过程中，对每班出现的质量问题，处理经过及遗留问题，应在交接记录本上详细写明。

第 4.9.4 条 质量检查的仪器及操作方法，应符合《土工试验规程》(SD128—84、SD128—86、SD128—87)的要求。试验仪器的使用应建立责任制，并应定期检查和校正。

第 4.9.5 条 质量分析时，宜用数理统计方法，以确定和评定质量水平。

第 4.9.6 条 坝体填筑前，应按本章第四节的有关规定进行坝基检查。

第 4.9.7 条 为加强筑坝材料的质量控制，应设专职人员。着重检查：取料是否在规定的料区范围内，坝料的开采与加工是否符合有关规定。冬期施工尚应检查土温、冻土块粒径及冻土含量等。

第 4.9.8 条 对各种坝料应按本规范及设计要求提出易于现场鉴别的质量控制指标和项目，以作为日常坝料质量控制的依据。

粘性土：含水量的上、下限，粘粒含量的上、下限值。

砂砾料：含泥量，砾石含量。

堆石料：允许最大块径，小于 5mm 粒径含量，风化软弱颗粒含量。

砌石料：石料长短边的比例，允许最小边长的尺寸。

反滤料：级配，含泥量上限值，风化软弱颗粒含量。

砾质土：小于 5mm 含量的上、下限值，含水量的上、下限值。

石渣：允许最大块径。

灰渣：含水量的上、下限。

每班试验次数，可根据现场情况决定。试验方法可以目测、手试为主，并应取一定数量的代表样品进行试验。

第 4.9.9 条 坝体填筑质量控制应符合本章第六节的有关规定，重点应检查以下项目：

一、坝体各部位的坝料质量。

二、坝体每层铺土前，压实土体的表面情况，粘性土的洒水湿润情况。

三、铺土厚度，碾压参数的执行情况。

四、判断含水量与碾重是否合适，检查有无层间光面、剪力破坏、弹簧土、漏压、欠压和土层裂缝等情况。

五、坝体与坝基、岸坡、刚性构筑物、坝下埋管的连接，纵横接缝的处理。

六、坝坡坡度。

七、冬、雨期施工措施执行情况。

第 4.9.10 条 施工前应检查碾压机具的型号、规格是否符合要求。施工期间应定期检查碾重，对气胎碾的气胎压力应每周检查 1~2 次。

第 4.9.11 条 碾压和平土的操作人员应通过培训，统一操作方法，并经考试合格后方可参加操作。

第 4.9.12 条 坝体压实项目及取样次数按表 4.9.12 的规定。取样测定的干密度，其合格率不得小于 90%，不合格干密度不得低于设计要求干密度的 95%，且不合格品的部位不得集中在坝体某一部位。

第 4.9.13 条 坝体碾压后质量检验的试件取样，应注意有代表性，并应特别检查各种结合部位和施工接缝处的碾压质量。

表 4.9.12 坝体压实试验项目

坝料	部位	试验项目	取样试验次数
粘性土	边角夯实	干密度、含水量	2~3 次/层
粘性土	碾压	干密度、含水量以及结合层描述	1 次/200~400m ³
砂砾料	碾压	干密度、砾石含量	1 次/400~2000m ³
		颗粒分析、含泥量	1 次/5m 厚
反滤料	碾压	颗粒分析、含泥量	1 次/200~400m ³
堆石料	碾压	孔隙率	1 次/10000m ³
		颗粒分析	1 次/5m 厚
砌石料	碾压	孔隙率	1 次/5000~10000m ³
灰渣	碾压	干密度	1 次/200~500m ³
石渣	碾压	干密度	1 次/400~2000m ³

第 4.9.14 条 砌石护坡除按本章第六节的有关规定控制施工质量外，尚应检查坡面是否平整，10m 长度内凹凸误差应控制在±10cm 以内，且凹凸不得集中在同一区域。护坡厚度误差不得超过设计厚度的 15%。

第 4.9.15 条 排水设施应检查各主要部位的几何尺寸及标高是否符合设计要求。

第 4.9.16 条 在渗排水设施和反滤层施工前，必要时应对反滤层的基土进行下列分析试验：

一、对粘性土：天然干密度、含水量及塑性指数。当塑性指数小于 7 时，尚应进行颗粒分析。

二、对无粘性土：颗粒分析和天然干密度。

从反滤层的基土中取样，一般应在 25m×25m 的面积中取一个样。对于条形设施的地基，可每隔 50m 取一个样。

第 4.9.17 条 排水反滤层每 25m×25m 的面积内每层应取样 1~2 个。对于条形反滤层应每隔 50~100m 作为取样断面，每个取样断面每层取样 1 个，每层的取样位置应彼此对应。

对所取样品，应做颗粒分析，检查是否符合设计要求。反滤层铺筑施工过程中，应对铺筑厚度、施工接缝、防护措施等进行检查。

第 4.9.18 条 土工织物应着重检查有无破损，并检查其缝合(叠置)质量。

(II) 工程验收

第 4.9.19 条 贮灰坝工程的验收应包括施工期间分部工程验收及竣工验收。分部工程的验收应按各分部工程完工顺序先后依次进行。隐蔽工程可分段进行，即完工一段验收一段。未经验收，不得进行下一工序。

第 4.9.20 条 为保证贮灰坝工程在竣工验收后能及时安全地投入运行，本规范第 4.1.5 条所列的贮灰坝配套工程应与贮灰坝工程的竣工验收同步进行。

第 4.9.21 条 施工期间，必须对下列分部工程在其完成时进行验收：

- 一、坝基、岸坡的开挖及表面处理。
- 二、穿过坝体的排水管道及排洪设施。
- 三、坝体。
- 四、渗排水设施和反滤层。
- 五、观测设施。

第 4.9.22 条 工程竣工验收前，施工单位应提出下列文件：

- 一、竣工图纸。
- 二、施工过程中有关设计变更、说明和记录。
- 三、试验、质量检验及测量成果。
- 四、有关质量问题的处理、分析资料。
- 五、隐蔽工程的检查记录、照片或摄相资料。
- 六、竣工工程施工说明书和竣工清单，包括施工概况说明、实际工程量、开工日期、完成日期等。
- 七、施工大事记。
- 八、坝体施工期间的观测记录。

第 4.9.23 条 坝基和岸坡验收时应由地质人员参加。在验收鉴定或验收报告中，应由地质人员注明坝基实际的工程地质和水文地质条件，以及其与设计勘测资料的分析比较。

全部坝基工程地质、水文地质测绘的地质图连同所取岩石、土样应妥为保存，以作为工程竣工验收时重要依据之一。

第 4.9.24 条 施工允许偏差值应符合表 4.9.24 的规定。

表 4.9.24 施工允许偏差值

项 次	项 目	允 许 偏 差 值
1	竣工坝顶标高	不高于 20cm、不低于设计标高
2	泄洪设施顶标高	可低于 5cm、不得高于设计标高
3	泄洪设施顶长度	不得小于设计长度
4	坝顶宽度	±10cm
5	坝坡度	±2%
6	护坡平整度	10m 长度内±10cm
7	护坡厚度	±15%
8	反滤层厚度	每层最大偏小值不大于 15%，整体平均偏小值不大于 5%
9	干密度	合格率不小于 90%，不合格干密度不小于 95%
10	碾压(非碾压)堆石孔隙率	+2%(+5%)
11	干砌石孔隙率	+2%
12	施工含水量与最优含水量差	-4%~+2%
13	坝基开挖	标高误差 ⁻⁵ ₊₁₅ cm 宽度误差±10cm
14	岸坡削坡坡度	不陡于设计坡度

15	排水棱体外形尺寸	不得小于设计尺寸
16	渗排水竖井偏差	不大于 1%，竖井较高时，全高偏差不大于 0.3d(d 为竖井内径或短边长)
17	渗排水盲沟坡度	不得小于设计值，不得有反坡
18	排水设施轴线偏差	±5cm
19	坝轴线	应按二级导线精度测设
20	坝轴线交角	应按二级导线精度测设

附录一 预应力混凝土输水管 局部缺陷的修补方法

(一)管芯缺陷的修补可按以下方法进行：

1.承、插口端部纵向钢筋处渗水的处理宜为：将钢筋头周围的混凝土凿成小坑，用环氧树脂砂浆或环氧树脂胶泥填平抹实，待其干后涂 1~2 遍环氧树脂胶，配方见附表 1.1。

附表 1.1 环氧树脂胶、胶泥、砂浆配方

名 称	配 料		
	环氧树脂胶 (%)	环氧树脂胶泥 (%)	环氧树脂砂浆 (%)
环氧树脂(6101)	100	100	100
二丁脂	10~12	10~12	10~12
乙二胺	8~10	8~10	8~10
丙 酮	用于清洗	用于清洗	用于清洗
水泥或滑石粉		200~400	100(适量)
洁净中砂			200~400

2.管体上严重渗水潮片的处理宜为：在管体内相应部位(渗水点)清理干净后涂以环氧树脂胶泥，待其干后再涂一遍环氧树脂胶。

3.管体纵向裂纹的处理宜为：在裂纹处打成三角槽，吹净浮灰，用丙酮清洗修补面，涂抹环氧树脂胶，再用环氧胶泥抹平，8h 后再涂 1~2 遍环氧树脂胶。

4.管体横向裂纹同上法处理后，宜涂上一遍环氧树脂胶，再贴上一层玻璃丝布(宽约 100mm)，玻璃丝布上再涂一遍环氧树脂胶。

(二)保护层如有小块脱落，应用同标号砂浆补上。如面积较大，则必须用喷枪法修补。补浆部位应仔细养护。

附录二 橡胶密封圈的质量要求

① 本附录摘自《预应力与自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈》(ZBQ43001—87)。

(一)橡胶密封圈的成分要求如下：

1.胶圈成分中不应析出有毒的物质。如能萃取出汞、锰、铅或铜等化合物，则其含量(指在检验水中)不得超过《生活饮用水卫生标准》(GB5749—85)规定的限量数。

2.胶圈成分中不应析出损害饮用水质量的物质，试样在指定的溶液中，测值必须符合附表 2.1 的限量。

附表 2.1 有害物质限量

试 验 项 目		限 量
游离硫磺分析	游离硫磺	0.5%以下
溶解试验	臭氧及气味	需无异状现象
	浊 度	1 度以下
	色 度	5 度以下
	高锰酸钾消耗量	5mg/L 以下
	剩余氯减量	1.5mg/L 以下

(二)胶圈的制作要求如下：

- 1.与公称内径 $\phi 1600$ 及其以下的管子相配套的胶圈，应用压模法制作。
- 2.与公称内径大于 $\phi 1600$ 的管子相配套的胶圈，可用压出法先制成胶条，然后做成带接头的胶圈。每个胶圈的接头不得超过一处。

带接头的胶圈必须进行结合强度试验，接头处无分离迹象为合格。

(三)硬度分级规定如下：

- 1.以硬度为标志，胶圈分为四个等级，见附表 2.2。
- 2.在同一胶圈或试件上所测得硬度值之差，应不超过 4IRDH。硬度允许公差见附表 2.2。

附表 2.2 材料的一般要求

性 能	单 位	硬 度 级 别			
		40	50	60	(70)*
		性 能 指 标			
公称硬度	IRHD	40	50	60	(70)
硬度允许公差	IRHD	+5	+5	+5	+5
		-4	-4	-4	-4
扯断伸长率，最小	%	400	375	300	(200)
扯断强度，最小	MPa	14	13	12	(11)
压缩永久变形： 23±2℃，70h，最大 70℃，22h， 最大	%	12	12	12	(15)
	%	25	25	25	(25)
热空气老化性能，在 70℃空气中老化 168h 的数值对原始值的变化： 硬度，最大 扯断强度，最大 扯断伸长率，最大	IRHD	-5~+8	-5~+8	-5~+8	(-5~+8)
	%	-20	-20	-20	(-20)
	%	-30~+10	-30~+10	-30~+10	(-30~+10)
	%	(0~+8)	(0~+8)	(0~+8)	(0~+8)
浸水溶胀性能，在 70℃蒸馏水中浸泡 168h，体积变化，最大	%	(0~+8)	(0~+8)	(0~+8)	(0~+8)
压缩应力松弛，23±2℃，168h，最大	%	16	16	16	(16)

* 带括号的指标数值，可由产、需双方协商采用。

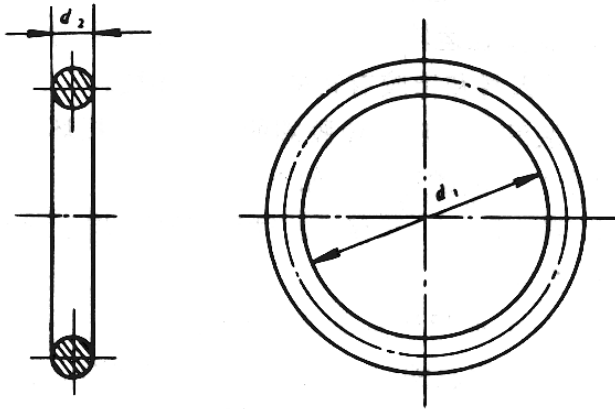
(四)物理性能要求如下：

- 1.一般指标：物理性能试验项目有七项，测值必须符合附表 2.2 的限量数。

2.选择指标：物理性能中的压缩耐寒系数，根据特殊需要，产、需双方达成协议后，方可进行测定；对公称硬度为 40、50 的胶圈，该系数测值不得小于 0.80。

(五)胶圈内径与截面的公差规定如下：

1.模压制品尺寸公差见附表 2.3 及附图 2.1。



附图 2.1 圆环形胶圈形状及代号

d_1 —胶圈环的内径； d_2 —胶圈截面直径

附表 2.3 模压制品尺寸公差 mm

d_1 或 d_2 的基本尺寸		d_1 尺寸公差	d_2 尺寸公差
最小值	最大值		
10	16		± 0.40
16	25		± 0.50
25	40		± 0.60
40	63		± 0.80
63	100		
100	160	± 1.80	
160	—	$\pm 1.0\%$	

2.压出制品尺寸公差见附表 2.4 及附图 2.1。

附表 2.4 压出制品尺寸公差表 mm

πd_1 或 d_2 的基本尺寸		πd_1 尺寸公差	d_2 尺寸公差
最小值	最大值		
25	40		± 2.00
40	63		± 2.50
4000	—		
		$\pm 0.50\%$	

3.附表 2.3 及附表 2.4 中的公差带是对称均匀分布的，经产需双方商定后可改为不对称分布，如，允许 ± 0.35 的公差，也可视为 $+0.2-0.5$ 或 $+0.7-0.0$ 或 $+0.0-0.7$ 等。

(六)外观质量要求如下：

1.胶圈的颜色要均匀，不应有游离硫、石蜡等喷出物。

2.胶圈的材质必须致密,不得有平面扭曲现象,不得有肉眼可见的杂质、气孔、裂缝及其他有碍使用的缺陷。

3.单个胶圈上,凹凸不超过 1mm,面积不超过 6mm²者,不得多于 3 处。

4.胶圈上的毛刺必须除净,其厚度不得超过 0.4mm,剪损宽度不得超过 0.8mm。

5.合模缝错位,包括呈椭圆的缺陷,不得超过截面公差。

(七)产品标志要求如下:

1.制品的标志。对每个胶圈,应尽量打印出明显且不易磨损的标志,包括:厂名或商标、制造年月、胶种的代号、胶圈的公称硬度(在数字后面注明 I,表示国际硬度;不加注明,表示邵尔 A 型硬度)等。

2.包装的标志。在包装上注明:生产许可证编号、获证时间、厂名、厂址、产品名称与规格、制造年份与月份等。

(八)产品包装要求如下:

1.准备包装的胶圈应清洁,不得受到污物、灰尘、油脂类的污染。

2.盘卷应符合《橡胶密封制品标志、包装、运输的一般规定》(GB5721—85)的有关要求。

3.胶圈应用塑料袋和纸箱(麻袋)双层包装。

(九)产品运输要求如下:

1.胶圈在运输过程中,应防止阳光直射、雨淋雪盖,严禁与油脂类、酸碱类、化学药品及其他对人身和橡胶有害的材料相接触。

2.装卸时,应避免胶圈的外包装被损坏。

(十)产品贮存要求如下:

胶圈的贮存及其存货的循环、清洗,均应符合《橡胶密封制品贮存的一般规定》(GB5722—85)的要求。

(十一)使用注意事项如下:

1.在使用胶圈时,应先用肥皂水洗净。装上插口以前,胶圈应始终保持清洁。

2.安装时不得使用冻硬了的胶圈。胶圈的保存温度应在 5℃以上。如低于 5℃时,应避免胶圈受扭转。使用前应将其温度升到 15~25℃并延续 24h。

3.在待装管的插口套上胶圈后,及在安装管子过程中,胶圈不得出现扭曲、翻滚现象,并不得遭受机械损坏。

附录三 砂和砂石管基的铺筑

附表 3.1 砂和砂石管基每层铺筑厚度及最佳含水量

项次	捣实方法	每层铺筑厚度 (mm)	施工时的最佳含水量 (%)	施 工 说 明	备 注
1	平振法	200~250	15~20	用平板式振捣器往复振捣	不宜使用于细砂或含泥量较大的砂所铺筑的砂地基
2	插振法	振捣器插入深度	饱 和	1.用插入式振捣器; 2.插入间距可根据机械振幅大小决定; 3.不应插至下卧粘性土层; 4.插入振捣完毕后,所留	不宜使用于细砂或含泥量较大的砂所铺筑的砂地基

				孔洞应用砂填实	
3	水撼法	250	饱和	1.注水高度应超过每次铺筑面层； 2.用钢叉摇撼捣实，插入点间距为 100mm； 3.钢叉分四齿，齿的间距 80mm 长 300mm，木柄长 90mm	不得使用于湿陷性黄土、膨胀土地区
4	夯实法	150~200	8~12	1.用木夯式机械夯； 2.木夯重 40kg，落距 400~500mm； 3.一夯压半夯、全面夯实	
5	碾压法	250~350	8~12	6~10t 压路机往复碾压	1.适用于大面积砂地基； 2.不宜用于地下水位以下的砂地基

注：1.在地下水位以下的地基，其最下的铺筑层厚度，可比上表增加 50mm。

2.本表摘自《地基与基础工程施工及验收规范》(GBJ202—83)。

附录四 大直径预应力混凝土输水管
的制作及安装记录

附表 4.1 大直径预应力混凝土输水管芯管成型记录

管芯编号		规格		年 月 日				
管径		纵 筋 规 格	钢种		张拉、密 封负责人			
			直径					
			数量					
项 目			第一斗 料	第二斗料	第三 斗料	第四 斗料	冲压 时间	拔芯 时间
浇 灌	混凝土浇灌 时间							
	配电盘电压 (V)							
	A 相电流(A)							
	B 相电流(A)							
	C 相电流(A)							
	振动时间 (min)							
芯管 拔芯 记录				芯管脱模 记录				
电机 运行 记录				外模漏浆 记录				

质检员

浇灌负责人

记录员

附表 4.2 大直径预应力混凝土输水管搅拌养生记录

管芯编号		规格		年 月 日				
搅 拌	项 目	水 泥	水	黄 砂	石 子	合 计	记 事	
	混凝土配合比							
	每 m ³ 混凝土用量							
	含水率						搅拌时间	工作度或坍落度
	第一次拌和量 (kg)							
	第二次拌和量 (kg)							
	第三次拌和量 (kg)							
	第四次拌和量 (kg)							
蒸 汽 养 护	测 温 时 间		汽 温 (°C)	水 温 (°C)	混凝土温度 (°C)	静停时间	脱模混凝土强度	R ₂₅ 混凝土强度
	升 温							
	恒 温							
	降 温							

质检员

施工班长

搅拌

测温

附表 4.3 大直径预应力混凝土输水管缠丝、喷浆记录

产品编号		规格		年 月 日										
管 芯 外 观 检 查	管芯编号		管芯混凝土强度		管芯漏浆部位		就位对中误差		其 他					
缠 丝	钢丝规格 强度	缠丝电流 (A)	钢丝温度 (°C)	实测张拉应力 (MPa)	实测平均螺距 (cm)	缠丝接头		断筋位置与处理方法						
						位 置	强 度							
喷 冻	砂浆配比	砂浆强度 (MPa)	风压 (MPa)	水压 (MPa)	止胶台括平高度误差(mm)	保护层厚度(cm)				养生记录	抗渗平均吸水高度(cm)			
						1	2	3	4		H_1	H_2	H_3	H
机 械 运 行 情 况	缠丝机电机温升(°C)		缠丝机变速箱温升(°C)		大转盘转速		空压机运转情况		喷浆机运转情况	其他				

质检员

缠丝喷浆负责人

记录员

附表 4.4 大直径预应力混凝土输水管水压试验记录

	产品编号	规格		年 月 日		
试压前外观检查	承插口	管体	混凝土强度		保护层	其他
水压试验记录	试验水压值 (MPa)	抗渗	抗渗			抗裂
	稳压时间 (min)					
试压渗漏情况						
修补记录复查情况						
备注						

质检员

试验负责人

记录员

附表 4.5 大直径预应力混凝土输水管安装记录

管线安装顺序号		管子制管编号			安装日期		年 月 日	
胶 圈		管 道 安 装			接头水压 试验	基础及包 角记录	备 注	
进入工 作面情 况	(1)	接口间隙误差 (±10mm)		上				
	(2)			下				
	(3)			左				
	(4)			右				
胶圈回 弹值		轴 线 误 差	标 高 (±10mm)	设计 值		接头水压 对 已装管影 响	两侧及管 顶 回填土记 录	
				实测				
			横 向 (15mm)	偏左				
				偏右				
质检员								
安装负责人								

附录五 开采、运输机具及道路干线资料

● 本附录摘引自《碾压式土石坝施工技术规范》(SDJ213—83)附录三。

附表 5.1 运输机具的适宜运距

运 输 机 具 种 类		适 宜 的 运 距 (km)
自卸汽车		<10.0
窄轨运输		5.0~15.0
皮带机运输		<10.0
手推车运输		<1.0
铲运机运输	拖 式	<0.5~1.0
	自行式	0.8~1.5

附表 5.2 挖掘机与自卸汽车配套实例

挖掘机的斗容 (m ³)	自卸汽车的载重量 (t)
0.5、0.75、1.0	3.5~4.0
2.0、2.5、3.0	10.0
3.0、4.0	15.0~20.0
4.0、6.0	30.0~85.0

附表 5.3 运输机具对道路干线的一般要求

运 输 工 具	路 面 宽 度 (m)	道 路 坡 度	弯 道 半 径 (m)
自卸汽车 (20~30t)	6~7 (单车道)	≤8%	>50
	10~12 或 4 倍车宽(往复道)		
窄轨铁路	3.2(单线)	轻车上坡<1.5%	支线>90
		轻车下坡<2.0%	
	6.4(双线)	重车上坡<0.7%	干线>150
		重车下坡<1.0%	
皮带运输机	2.5~3.0	1:3~1:3.5 (当运输粘性土料时,可采用更陡坡度)	
铲 运 机	同自卸汽车	<10%	
手 推 车	4.0(双线)	宜<2%	

附录六 碾压施工设备资料

本附录摘引自《碾压式土石坝施工技术规范》(SDJ213—83)附录四。

附表 6.1 各种碾压设备的适用情况

土料种类	碾压设备							
	堆石	砂、砂砾料		砾质土	粘性土	粘 土		软弱风化土石混合料
		优良级配	均匀级配			低中强度粘土	高强度粘土	
5~10t 振动平碾	×	○	○	○	×	×	×	○
10~15t 振动平碾	○	○	×	×	○	○	×	
振动凸块碾				×	×	○	×	
振动羊足碾		○	○	○	○	○	○	
气胎碾		○	○	×	○	○	○	
羊足碾				○	○	×	×	
夯 板								
尖齿碾								

注： ×—可用；○—适用。

附表 6.2 YTz-50 气胎碾技术性能

项目	牵引设备	碾 尺 寸			轮胎数目	轮胎型号	车厢容积	碾 重		碾压宽度	轮胎充气压力	最大工作速度
		长	宽	高				无填料	有填料			
单位	kW	mm	mm	mm	只		m ³	t	t	mm	MPa	Km/h
指标	>132.9	6996	3530	2844	5	1700~32	14	15	50	3000	0.35~0.8	5.54

附表 6.3 国产双联 9.0~16.4t 羊足碾技术指标

项目	牵引设备	碾 尺 寸			碾 重		滚筒尺寸		羊足技术指标		羊足单位压力		
		总长度	总宽度	高度	空碾	有填料	直径 (不包括羊足)	宽度	羊足总数	羊足长度	每个羊足压实面积	无填料	有填料
单位	kW	mm	mm	mm	t	t	mm	mm	只	mm	cm ²	MPa	MPa
指标	58.84~73.55	4300	3160	1600	9.00	16.40	1220	1220	180	250	44.2	4.5~5.1	6~9

附表 6.4 SD-80-13.5 牵引式振动碾技术指标

项 目	重量	碾 滚 尺 寸		振动频率	起振功率
		长 度	直 径		
单 位	t	mm	mm	次/min	kW
指 标	13.5	2000	1800	1500~1800	88.26

附表 6.5 $\phi 110$ -2.5 型夯板技术指标

项目	夯板 型式	起重机型号	夯板 重量	外 形 尺 寸				单位静压 力
				直 径	高 度	弓形高	底面积	
单 位			t	mm	mm	mm	cm ²	MPa
指 标	球面 铸铁 夯 板	W-501 或 W-1001	2.5	1100	380	60	9500	0.0263

附表 6.6 HW-01 蛙式夯技术指标

项目	外 形 尺 寸			重 量	功 率	夯击能量	夯板面 积	夯击次数
	长	宽	高					
单 位	mm	mm	mm	kg	kW	kg · m	cm ²	次/min
指 标	1220	650	750	280	3.0		45	140~150

附表 6.7 各种碾压设备的碾压参数组合

压实参数	碾压机械				
	平 碾	羊 足 碾	气 胎 碾	夯 板	振 动 碾 (压实堆石和砂砾石)
机械参数	单 宽 压 力或碾重 (选择 3 种)	羊 足 接 触 压力或碾重 (选择 3 种)	1.轮胎的气 压力； 2.碾 重 (各 选择 3 种)	1.夯板重量； 2.夯板直径 (各选择 3 种)	碾重(每 1 种 碾的 碾重为定值)
施工参数	1.选 3 种 铺土厚度； 2.选 3 种 碾压遍数； 3.选 3 种 含水量	1.选 3 种铺 土厚度； 2.选 3 种碾 压遍数； 3.选 3 种含 水量	1.选 3 种铺 土厚度； 2.选 3 种碾 压遍数； 3.选 3 种含 水量	1.选 3 种铺 土厚度； 2.选 3 种夯 实遍数； 3.选 3 种落 距；	1.选 3 种铺土 厚度； 2.选 3 种碾压 遍数； 3.充分洒水***

				4.选 3 种含水量	
全部试验组数	13	13	16	19(16)*	10(7)**
每一参数试验单元大小(m ²)	3×10	6×10	6×10	8×8	10×20
复核试验参数	按 最 优 参 数 进 行				

* 当夯板直径固定不变时取 16 组，否则取 19 组；

** 当振动碾碾重为定值取 7 组，否则取 10 组；

*** 砂砾料洒水量一般为其体积的 20%~40%。

附加说明：

本规范主编部门、编写部门及起草人员名单

主编部门：中国电力企业联合会基建工作部

编写部门：

第一章 中国电力企业联合会基建工作部

第二章 吉林电力管道工程公司

第三章 河北省电力勘测设计院

能源部电力建设研究所

主编人员：宋国秉

主要起草人员：

第一章 宋国秉

第二章 俞寿松

第三章 赵嘉铭

参与起草人员：

第二章 陆传荪 孙永祥 应仲烈 姜君林

第三章 刘志忠 梁咏娴 佟维朋