

(七) 尾矿设施施工及验收规程

关于发布《尾矿设施施工及验收规程》的通知

中色投字[1995]0641 号

由北京有色冶金设计研究总院主编的《尾矿设施施工及验收规程》，已通过审查。现批准《尾矿设施施工及验收规程》YS5418-95 为强制性行业标准，自 1996 年 4 月 1 日起施行。

中国有色金属工业总公司

1995 年 11 月 2 日

尾矿设施施工及验收规程

1 总 则

1.0.1 为统一尾矿设施施工及验收技术要求，确保施工安全和工程质量，促进技术进步，并为尾矿设施的顺利投产和长期安全运行奠定良好的基础，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于选矿厂规模 300t/d 及以上，或尾矿库等别为四等及以上的尾矿设施的施工及验收。其他的尾矿设施施工及验收可参照执行。

1.0.3 承担施工的单位，应具有相应的施工资质等级证书和营业许可证。

1.0.4 尾矿设施施工应按照施工图和本规程进行。当实际情况与设计不符需修改设计时，应取得设计单位的同意。

1.0.5 尾矿设施施工应按国家现行的有关法规做好环保、防火、防水、防尘和劳保安全工作。

1.0.6 尾矿设施施工应做好施工组织设计，合理安排施工顺序，并征得建设单位同意。

1.0.7 尾矿设施施工应对工地原有控制点进行复查和校核，补充不足部分，建立地面测量控制网。

1.0.8 尾矿设施施工中采用的材料、设备和构件，应符合设计要求和产品标准。

1.0.9 施工新技术的采用应经过试验和鉴定。对于重大施工新技术，应经审批方可实施。

1.0.10 尾矿设施施工中应建立技术档案。工程验收时，应具备施工原始记录、各种试验记录、隐蔽工程记录和质量检查记录等资料。

1.0.11 竣工工程应按国家基本建设管理办法及时组织验收，验收合格即可移交建设单位；验收前应由施工单位负责管理和维护。

1.0.12 尾矿设施施工及验收应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

2 初 期 坝

2.1 一般规定

2.1.1 本章规定适用于尾矿库的碾压式土、石坝的施工及验收。

2.1.2 在编制施工组织设计时，应对施工导流

进行规划，并考虑非常情况下的临时处理措施，确保工程及下游地区渡汛安全。施工期间，必须保证导流和泄水建(构)筑物的正常运行。

2.1.3 施工导流宜利用永久性排水设施。当采用其他临时导流设施时，应取得设计单位的同意，并在工程竣工前拆除或封堵，不得影响永久工程的质量与运行。

2.1.4 施工渡汛应根据尾矿库等别的施工阶段分别采用下列洪水标准：

a) 从开工到临时导流设施封堵前的施工第一阶段，渡汛洪水标准按表 2.1.4-1 确定；

施工第一阶段洪水标准表 表 2.1.4-1

尾矿库等别	II	III	IV	V
洪水重现期(a)	>50	30~50	20~30	10~20

b) 从临时导流设施封堵后到工程竣工的施工第二阶段，渡汛洪水标准按表 2.1.4-2 确定。

施工第二阶段洪水标准表 表 2.1.4-2

尾矿库等别	II	III	IV	V
洪水重	100 ~	50~	30~	20~
现期(a)	200	100	50	30

2.1.5 开工前，应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，设置永久性的测量标石，并标明桩号，架设标架。

2.1.6 坝的平面控制和高程控制，应符合国家现行的《碾压式土石坝施工技术规范》的规定。

2.2 坝基开挖及处理

2.2.1 开挖前，应将坝基范围内的树木、草皮、树根、乱石、坟墓及建筑物等全部清除。开挖后，应认真做好水井、泉眼、地道和洞穴的处理。对于不利于坝体稳定的淤泥、腐植土、泥炭层、坡积物、残积物、滑坡体和强风化岩石等均应按设计要求进行处理。

2.2.2 对有防渗要求的尾矿库，坝区范围内的工程地质钻孔、试坑等应按工程地质布孔图逐一检查和处理。

2.2.3 坝基开挖过程中，当发现新的工程地质问题或与勘察结果有圈套出入时，应与设计单位共

同研究处理措施。必要时，应进行补充勘察，修改设计。

2.2.4 开挖清理工作应在填筑前完成。不得边填筑边开挖。清出的杂土应全部运出坝外，堆放在指定的场地。开挖的坝基，在纵断面上不得出现台阶或大于 20° 的急剧变坡。

2.2.5 对于易风化、易崩解的岩土坝基，开挖后不能及时回填者，应留保护层。对岩基也可喷水、泥砂浆或混凝土保护。

2.2.6 对于粘性土坝基，应在冻结前处理完毕，并预选填筑 $1\sim 2\text{m}$ 厚的坝体或采取其他防冻措施。

2.2.7 对于软粘土、湿陷性黄土、膨胀土、粉细砂中岩溶等特殊岩土，均应按设计要求认真处理，并符合国家现行有关标准和规范的规定。

2.3 筑坝材料控制

2.3.1 对各料场勘察报告和试验资料应进行认真核查。当发现与实际不符时，应及时提出，并与勘察、设计单位共同研究解决。当需改变筑坝材料时，应征得设计单位的同意。

2.3.2 对于已确定使用的料场，应设置若干固定基桩，并在地形图上标明位置。

2.3.3 规划料场的实际可开采总量时，应考虑料场的勘察精度、土料天然重度与坝体压实重度的差值以及开挖、运输、雨后坝面清理、坝面返工、削坡等损失。可开采总量与坝体填筑量之比宜为：土料 $1.5\sim 2$ ；砂砾料 $1.2\sim 1.5$ ；石料 $1.3\sim 1.5$ ；砂、砾反滤料根据筛选有效方量确定，但不宜小于 2 。

2.3.4 砂、砾反滤料宜在天然料场选用。当难以找到合适的天然料场时，可考虑采用人工砂，但其颗粒级配应符合设计要求，否则应进行筛选配制。

2.3.5 当粘性土料的天然含水量大于施工含水量的上限值时，应采取措施降低其含水量；小于施工含水量的下限值时，则应进行加水处理。

2.4 坝体填筑

2.4.1 坝体填筑应在坝基处理及隐蔽工程验收合格后进行。

2.4.2 坝体填筑前，应根据设计要求的压实干重度和施工采用的压实机具进行碾压实验，确定施工最优含水量、最佳铺土厚度和碾压遍数等压实参数。施工中应严格控制压实参数，压实机具的类型、规格不得随意再改，铺土不得超厚。

2.4.3 坝体填筑不应在填筑断面之内的岸坡上卸料。特殊情况下必须从岸坡上卸料时，应采取有效措施，做好岸坡和卸料场地的清理。

2.4.4 坝体各部位的填筑应按设计断面进行。上坝坝料种类、级配、含水量、超径颗粒、填筑部位以及相应的压实标准等，均应符合设计规定。不合格的坝料严禁上坝。

2.4.5 坝体碾压应沿平行坝轴线方向进行，不得垂直坝轴线方向碾压。分段碾压时，相邻两段交接带碾迹应彼此搭接，顺碾压方向搭接长度不应小于 $0.3\sim 0.5$ 米；垂直碾压方向搭接宽度应为 $1\sim 1.5$ 。分段填筑时，各段土层之间应设立标志，上下层分段位置应错开。应防止漏压、欠压和过压。压实合格后方可铺筑上层新料。

2.4.6 粘性土料坝的施工应符合下列要求：

A) 铺料与碾压应连续进行。当气候干燥，土层表面水分蒸发较快或需短时间停工时，其表面风干土层及铺料应经常洒水湿润，使含水量保持在控制范围以内；当需长时间停工时，应铺设保护层，复工时应仔细清除，经检查合格后始准填土。

B) 向接缝的结合坡度不应大于 $1:3$ ，高差不宜大于 10 米。除高压压缩性地基上的土坝外，可设置纵向接缝，但宜采用不同高度的斜坡和平台相间形式，平台间高差不宜大于 15 米。

C) 坝体接缝坡面的处理，应配合填筑上升，陆续削坡，直到合格层为止。粘性土或砾质土的接合面削坡合格后，应边洒水，边刨毛，边铺土，边压实，并控制其含水。横向接缝当陡于 $1:3$ 时，在接合处应采取专门措施压实，压实宽度不应小于 $1\sim 2$ 米，且距接合面 2 米以内不得用夯板夯实。

D) 铺土时，上下游坝坡应留有削坡余量，并在铺筑护坡前按设计断面削坡。

E) 雨季施工时，其填筑面可中内凸起，向上、下游倾斜。雨后填筑面应晾晒或清除，经检查合格后方可复工。应做好坝面保护，下雨及雨后不许践踏坝面，禁止车辆通行。

F) 负温下施工时，应特别加强质量控制工作。铺土和碾压应采用快速作业，做好压实土层的防冻保温工作。压实时土料温度应在 -1°C 以上。当最低气温在 -10°C 以下，或 0°C 以下且风速大于 10 米/秒时，应停止施工。填土中不得夹有冰雪。粘性土的含水量应略低于塑限；粒径小于 5 毫米的砂砾料，其含水量应小于 4% 。严禁在接合面或接坡处有冻层、冰块存在。

2.4.7 堆石坝的施工应符合下列要求：

A) 堆石和砂砾料等粗粒岩石的卸料高度不宜大于 2 米。当岩土颗粒产生离析时，应混合均匀。

B) 堆石和砂砾料铺料后应充分加水。在无试验

资料情况下，砂砾料的加水量宜为基填筑方量的20%~40%。中、细砂的加水量，应按其最优含水量控制。堆石和砂砾料的加水，应在压实前进行一次，边均匀加水边碾压。对于软弱石料，碾压后也应适当洒水，尽量冲走岩粉。

C) 堆石及其他坝壳纵、横向接合部位，应优先选用台阶收坡法。当无条件时，接缝的坡度不应大于其稳定坡度。与岸坡接合时，物料不得离析、架空，并应对边角处加强压实。

D) 碾压堆石坝上下游坝坡铺料时，可不留削坡余量，只按设计断面留出块石护坡的厚度，边填筑，边整坡。

2.4.9 坝体、防渗体与坝基、岸坡、坝下埋管、齿墙的结合部位，应按设计要求认真处理，保证结合质量。

2.4.10 填筑过程中，施工人员应保证观测仪表埋设与计量工作的正常进行，并保证埋设仪表和测量标志的完好。

2.5 反滤层铺筑

2.5.1 砂砾料反滤层铺筑应符合下列要求：

A) 砂砾料的粒径、级配、不均匀系数、含泥量等，均应符合设计要求。加工好的反滤料，应经检验合格方可使用。

B) 运输过程中，砂砾料应处于湿润状态，并防止杂物或不同规格的物料混入。

C) 铺料应自下向上进行，不得从坡顶向下倾倒。

D) 铺筑时，砂砾料应适当加水，相邻层面应拍打平整。铺料厚度应严格控制，当厚度较薄时，应采用人工铺筑，每10米宜设一个样板，并经常进行检查。

E) 分段铺筑时，应做好接缝处各层之间的连接，使接缝层交清楚，不发生层间错位、折断、混杂。平面或斜面接头，均应为阶梯状，上层应比下层缩进一定宽度。在斜面上的横向接缝，尚应收成不小于1:2的斜皮。

F) 不得在铺好的反滤层上自上向下滚石或其他物料，施工人员行走应铺跳板。

G) 负温下施工时，砂砾料应呈松散状态，不应含有冻块，下雪天应停止铺筑，并妥善遮盖。雪后复工时应仔细清除积雪。

2.5.2 土工布反滤层铺筑应符合下列要求：

A) 土工布铺设方向应符合设计要求。当施工需改变铺设方向时，应取得设计单位的同意。

B) 土工布的幅间连接宜采用专用缝纫机和线进行。当采用手工缝合时，针距不得大于20毫米，且

应缝合两道。幅间搭接宽度不应小于设计要求的最小宽度。

C) 土工布嵌入坝基和岸坡齿槽内的结合部，应按设计要求认真做好，其回填土应用人工仔细夯实。

D) 对已铺好的土工布应妥善加以保护，避免长时间曝晒，防止极细颗粒泥土堵塞孔隙。

E) 按设计要求的颗粒级配及厚度做好上下部保护层。保护层铺料应按第2.5.1条的要求进行。

2.6 护坡砌筑

2.6.1 砌筑护坡前，坝坡应按设计断面进行削坡。

2.6.2 采用石料护坡时，石料的抗水性、抗冻性、抗压强度、几何尺寸等均应符合设计要求。砌筑护坡块石时，应认真挂线，自下而上，错缝竖砌，紧靠密实，塞垫稳固，大块封边，表面平整，注意美观，并不得破坏保护层。

2.6.3 采用草皮护坡时，应选用易生根、能蔓延、耐干旱的草类均匀铺植。不得采用白毛根草作草皮护坡。

2.7 观测设备设置

2.7.1 观测设备的设置应纳入施工计划，适时进行。其类型、规格、数量和设置位置等，均应符合设计规定。采用的观测设备性能应可靠，并应事先仔细检查、校定、编号。

2.7.2 表面变形观测标点的埋设，应在坝体填筑至规定高程时及时进行。观测用起测基点、工作基点应设在坝体轮廓之外，不得施工，引测方便，易于保存，不受坝体沉降和其他影响，无岩溶及风化破碎的地带。固定觐标的设置应符合设计要求。

2.7.3 测压管的埋设，应按设计要求进行。

2.7.4 施工期间，对观测设备应采取有效保护措施，严防机械和人为损坏。当有损坏时，应及时补救或补设，并记录备查。规定施工期间应进行观测的项目，均应按时进行观测，及时整理分析资料。遇有异常情况，应立即通知设计单位及时研究处理。

2.7.5 所有观测设备的平面位置、设置高程、安装记录、回填土的检验试验和施工期观测记录，竣工后均应编制正式文件，经签字后移交建设单位。

2.8 质量控制及验收

2.8.1 坝基开挖及处理，应按设计和本规程第2.2节的有关规定进行认真检查。

2.8.2 料场质量应控制以下各项：

A) 在规定的料场范围内开采，并将草皮、腐植土层清除干净；

B) 坝料开采和加工方法符合规定；

C) 坝料性质符合规定。粘性土、砾质土的现场含水量，除用手试估测外，尚应用烘干法测定。

2.8.3 反滤料铺筑前应取样检查颗粒级配和含泥量。当不符合设计要求时，应重新加工，并经检验合格后方可使用。

2.8.4 坝体填筑应运控制以下各项：

A) 坝体各填筑部位的坝料质量符合要求；

B) 铺土厚度、含水量、碾压机具规格重量及气胎压力等碾压参数符合要求；

C) 无层间光面、剪刀破坏、弹簧土、漏压或欠压土层、裂缝等；

D) 坝体与坝基、岸坡、刚性建筑物等的结合部及纵、横向接缝处的压实与施工质量符合要求；

E) 清除与防渗体接触的岩面上的石粉、泥土及混凝土表面的乳皮等杂物，并涂刷浓泥浆或粘土水泥砂浆；

F) 坝坡坡比符合要求；

G) 雨季施工时，坝面表层松土应在雨前平整压实；雨后复工时，填筑面上土料的含水量符合要求；

H) 负温下施工，坝基已压实土层无冻结现象；填筑面上无冰雪并有防冻措施。土料含水量符合要求，并无冻土和冻块。

2.8.5 坝体压实控制项目及取样试验次数应符合表 2.8.5 的规定。

坝体压实检查及取样试验次数 表 2.8.5

坝料类别及部位		试验项目	取样试验次数
粘性土	碾压部位	干重度、含水量 结合层描述	每 200~400m ³ 1 次， 每座坝≥25 次
	边角夯实部位	干重度、含水量	每层 2~3 次，每座坝≥25 次
砾质土	碾压部位	干重度、含水量 砾石含量	每 200~400m ³ 1 次， 每座坝≥20 次
	边角夯实部位	干重度、含水量 砾石含量	每层 2~3 次，每座坝≥25 次
砂质料	碾压部位	干重度、含水量 砾石含量	每 200~400 m ³ 1 次， 每座坝≥10 次
	反滤层保护层	颗粒级配、含泥量	每层 50~100 ³ 1 次， 每层料≥5 次
堆石		干重度、>5mm 含量	每 2000~10000 m ³ 1 次， 每座坝≥3 次

2.8.6 取样测定的干重度，其合格率不应小于 90%，不合格样的干重度不应小于设计值的 95%，且不得集中。

2.8.7 砂砾料反滤层或土工布保护层各层的局部厚度，不得小于设计厚度的 85%。

2.8.8 坝面护坡应控制以下各项：

A) 块石、砌块、混凝土板的形状、尺寸和质量

符合要求；

B) 垫层的级配、厚度和压实质量符合要求；

C) 砌筑方法、砌筑质量和护坡厚度符合要求；

D) 当采用混凝土板时，排水孔设置符合要求。

2.8.9 工程验收应做好以下工作：

A) A) 工程接近完工时，施工单位应向建设单位提交交工通知书，并整理好下列交工资料和技术文件；

1) 交工工程的施工说明和自检记录；

2) 工程竣工图、隐蔽工程记录和照片；

3) 建(构)筑物的各种试验、检验、施工测量和竣工测量成果；

4) 材料、半成品、构件和设备的合格证；

5) 质量事故处理资料；

6) 设计变更通知书，合理化建议和材料代用资料；

B) B) 建设单位应组织施工、监理、设计等单位人员组成交工验收机构，进行工程验收，其职责为：

1) 制定交工验收工作计划；

2) 鉴定工程质量；

3) 检查和验收交工技术资料；

4) 处理交工验收中的有关问题；

5) 签署交工验收证书；

6) 做好交工验收阶段工作总结。

2.8.10 工程验收可按以下程序进行：

A) 中间验收：按各分项工程竣工的先后依次进行验收。对于隐蔽工程应分段进行验收，前一段未经验收，不得开始下一段施工。

1) 坝基和岸坡开挖及处理，齿槽开挖和清基；

2) 坝体内永久性构筑物；

3) 坝体；

4) 观测设施。

B) 交工验收：在全部工程完工后进行。验收时应进行下列工作：

1) 审查第 2.8.9 条 A) 款所列文件，并听取关于设计和施工情况的汇报；

2) 复测坝顶标高及坝的内、外坡坡比；

3) 检查竣工工程和隐蔽工程的质量，并作出结论；

4) 对工程的遗留问题，提出处理意见并规定完成的期限，施工单位应认真处理，按期完成；

5) 验收后，提出验收报告，并将第 2.8.9 条 A) 款所列文件作为附件。

3 排水井

3.1 一般规定

3.1.1 本章规定适用于尾矿库的窗口式、框架式、砌块式和叠圈式钢筋混凝土排水井施工及验收。

3.1.2 排水井各部位用的钢筋、混凝土，应符合设计规定的强度要求。混凝土尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀等要求。

3.2 井基开挖

3.2.1 排水井的基坑不得欠挖并应减少超挖，超挖值不宜大于 0.1 米。超挖部分应用强度等级不低于 C10 级的混凝土回填。

3.2.2 在岩基内采用爆破法开挖基坑时，应控制装药量，减少对外围基岩的破坏。

3.2.3 在非岩基内开挖基坑时，其边坡应按该土的稳定边坡放坡。当采用直立边坡时，应进行支撑加固。

3.2.4 在地下水位较高的地点，基坑应采取排水措施疏干。

3.2.5 当开挖后的地基与设计条件相差圈套，遇有软弱地基，有断裂或滑坡等不良地基时，应通知设计单位，共同研究解决。

3.3 井体浇注

3.3.1 浇筑排水井，特别是框架式排水井的混凝土时，应振捣密实，不得产生空洞、蜂窝麻面，并应加强养护。

3.3.2 井座出水口边缘剖面形状，应按设计要求施工。

3.3.3 砌块式排水井的预制砌块、叠圈式排水井的预制井圈、框架式排水井的预制井壁板以及井座封井盖板，应预制好，放在该井淹没范围以外的附近地方。平井壁板和封井平盖板，应有明显的正反面标志。

3.3.4 井的内、外爬梯在安装前应进行防腐处理。安装后，在混凝土未硬化前不得踩踏。

3.3.5 对于有抗酸、碱侵蚀要求的排水井，应按设计要求做好防腐处理。

3.3.6 排水井竣工后，应将消力坑清理干净，不得留有土石块、杂木和钢筋头等杂物。

3.4 质量控制及验收

3.4.1 基坑开挖后应按隐蔽工程进行认真检查和中间验收，合格后方可浇筑基础。

3.4.2 排水井井筒中心线的偏移量不应大于 10 毫米。高程的允许偏差为 ± 10 毫米，井内径的允许偏差为 ± 20 毫米。

3.4.3 窗口式排水井的窗口直径允许偏差为 ± 3 毫米，层间间距允许偏差为 ± 10 毫米。

3.4.4 框架式排水井立柱的偏移量不应大于井高的 1/1000，并不大于 20 毫米，各立柱间距离的允许偏差为 ± 10 毫米。预制井壁板长度的允许偏差为 ± 5 毫米，固定井壁板用预埋螺栓的间距允许偏差为 ± 2 毫米。

3.4.5 交工验收应按本规程第 2.8.9 条的规定，同排水管(槽)一并进行。

4 排水管(槽)

4.1 一般规定

4.1.1 本章规定适用于尾矿库的钢筋混凝土排水管、排水斜槽的施工及验收。

4.1.2 排水管(槽)各部位用的钢筋、混凝土，应符合设计规定的强度要求。混凝土尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀性等要求。

4.2 管(槽)基开挖

4.2.1 排水管(槽)的基槽不得欠挖并应减少超挖，超挖值不宜大于 50 毫米。超挖部分应用强度等级不低于 C10 级的混凝土回填。

4.2.2 当开挖后的槽基与设计条件出入较大，遇有软弱地基，岩性不均，有断裂或滑坡等不良地基时，应通知设计单位，共同研究解决。

4.2.3 其余要求按本规程第 3.2.2~3.2.4 条的规定执行。

4.3 管(槽)浇筑

4.3.1 基槽开挖后，应仔细检查地基岩土有无岩性不均地段存在。当岩基内有局部土基存在时，应将土挖除，用强度等级不低于 C10 级的混凝土或 M10 砂浆砌 Mu30 块石回填，或进行加固处理。当土基内有局部基岩出露，且出露段长度小于 2 米时，应将出露基岩清除 1 米深，再用土回填夯实到设计标高；当出露段长度较长时，则应在岩性变化处增设沉降缝。

4.3.2 浇筑排水管(槽)混凝土时应仔细振捣，使管(槽)壁的混凝土饱满无蜂窝麻面。

4.3.3 排水管接头应按照设计要求进行施工，步骤如下：

A) 按设计规定的每段管长分段施工，混凝土浇筑一次完成，不得留横向施工缝；

B) 管的两端各留出长度稍大于预制套管宽度的接头段，先不浇筑管基，只浇筑管体，管间用止水带的管段，应同时埋入止水带的一翼；

C) 将预制套管套进已浇筑管段的接头段；

D) 按本条 B) 款的要求浇筑另一段管，作好沉降缝及缝间止水；

E) 将套管对中，套住两管的接头段，做好套管

间隙的止水；

F) 补浇两管接头段下的管基。

4.3.4 预制的排水斜槽盖板应有明显的正反面区别标志。按设计要求应在施工中加盖的斜槽段，应做好盖板间和盖板与槽壁间的止水。预制好的剩余盖板应沿线路放在斜槽的两侧；当放在斜槽上时，应有可靠的阻滑措施。

4.3.5 对于有抗酸、碱侵蚀要求的排水管(槽)，应做好内、外防腐处理。所用防腐材料应符合设计要求。

4.3.6 尾矿库内排水管(槽)两侧回填土，应用人工同时从两侧仔细分层回填夯实。夯实干重度不应小于原土的 90%。

4.3.7 土坝内的排水管应按设计要求做好截水环。截水环间管段周围回填土应用人工仔细夯实，填至管顶以上 1 米，其干重度要求与坝体相同。

4.3.8 堆石坝内排水管的周围应填碎石保护，管体不得与坝体大块石直接接触。

4.3.9 尾矿库内排水管施工完毕并经验收后，管顶应用厚不小于 1 米的松土覆盖，或按设计要求覆盖其他松散物料。

4.4 质量控制及验收

4.4.1 管(槽)基开挖后，应按隐蔽工程进行认真检查和验收，验收合格后方可浇筑管(槽)基础。

4.4.2 管(槽)壁厚偏差不允许出现负值；孔径或断面尺寸允许偏差为±1%。

4.4.3 管(槽)敷设坡度的允许偏差为设计坡度的±10%。

4.4.4 交工验收应按本规程第 2.8.9 条的规定，同排水井一并进行。

5 排水隧洞

5.1 一般规定

5.1.1 本章规定适用于钻孔爆破施工的尾矿库排水平洞、竖洞和斜洞的施工及验收。洞倾角小于 6° 时，可按平洞开挖的规定执行；倾角 6~45° 时，可按斜洞开挖的规定执行；倾角大于 45° 时，可按竖洞开挖的规定执行。

5.1.2 开挖及掘进过程中应做好以下工程地质工作：

A) A) 工程地质编录和测绘；

B) B) 分析影响洞口安全和洞室围岩稳定的不良地质现象，判明其对构筑物的影响程度，及时配合施工研究预防措施。

C) C) 进行工程地质、水文地质现象的观测及预报工作；

D) D) 对岩性有变化地段，应取样试验，核对原定的围岩分类类别；

E) E) 出现塌方时，分析原因，记录发生、发展过程及处理经过。

5.1.3 隧洞的贯通测量和平面、高程和控制要求应按国家现行的《水工建筑物地下开挖工程施工技术规范》执行。

5.1.4 围岩分类可按本规程附录 A 执行。

5.2 隧洞开挖与掘进

5.2.1 洞口开挖应符合下列要求：

A) 开挖前，须对洞口岩体进行鉴定，确认稳定或采取措施后，方可开挖。

B) 削坡应自上而下进行，严禁上下垂直作业。应做好危石清理，坡面加固，马道开挖及排水等工作。必要时应设防护棚，或在洞脸上部分设挡石栏栅。

C) 洞口段开挖可采用全断面开挖，及时支护的方法。在Ⅳ、Ⅴ类围岩中，可选将附近一定范围的山体加固或浇筑明拱，然后开挖洞口。当洞口明挖量大或岩体稳定性差时，可利用施工支洞或导洞由内处外开挖。

D) 洞口开挖宜在雨季之前完成。

5.2.2 平洞掘进应符合下列要求：

A) 掘进方法应在保证安全和质量的前提下，根据围岩类别、断面尺寸、支护方式、工期要求、施工机械化程度和技术水平等因素选定。有条件时，应优先采用全断面掘进的方法。

B) 在下列情况下掘进时，可采用预先贯通导洞法施工：

- 1) 地质条件复杂，需进一步查清时；
- 2) 为解决通风、排水和运输时；
- 3) 断面大、长度短、机械化程度较低时；
- 4) 经论证确有经济效益及不影响总工期时。

C) 需要衬砌的长隧洞或在Ⅳ、Ⅴ类围岩中掘进时，掘进与衬砌应交叉或平行作业。

D) 掘进不应欠挖，并应减少超挖，超挖值不宜大于 0.2 米。

E) 定期检测中心线方向和高程。每次放炮后，均应进行规格检查。发现不符合质量要求时，应及时修正。

5.2.3 竖洞与斜洞的掘进方法，可根据其断面尺寸、深度、倾角、围岩特性和施工设备等条件选定。采用自上而下全断面开挖方法时，应符合下列规定。

A) 锁好洞口，确保洞口稳定，防止洞台上杂物

坠入洞内；

B) 提升设施应有专门设计；

C) 洞深超过 15 米时，人员上下宜采用提升设备；

D) 涌水和淋水地段，应有防水、排水措施；

E) IV、V 类围岩地段，应及时支护，挖一段衬砌一段，或采用预灌浆方法加固岩体；

F) 洞壁有不利的节理裂隙组合时，应及时进行锚固。

5.2.4 竖洞的施工应符合下列要求：

A) 在钻孔精度能够满足要求的情况下，可以采用一次钻孔分段爆破成洞的方法。

B) 在 I、II 类围岩中开挖小断面的竖洞，挖通导洞后可采用留渣法蹬渣作业，自下而上扩大开挖，最后随出渣随锚固洞壁。采用贯通导洞自上进行扩大开挖方法时，除应遵守第 5.2.3 条的规定外，尚应满足下列要求：

1) 由洞周边至导洞口，应有适当的坡度，便于扒渣；

2) 采取有效措施，防止石渣打坏洞底棚架，堵塞导洞和发生人员坠落事故。

5.2.5 斜洞的施工方法应根据实际情况选择。倾角小于 25° 的斜洞，可采用自上而下全断面开挖方法；倾角为 25~45° 的斜洞，可采用自下而上挖通导洞，自上而下扩大开挖的方法，并应有扒渣或溜渣措施。

5.2.6 施工支洞的设置应符合下列要求：

A) 数量应根据隧洞布置、工程量、总进度、工程地质、地形、施工方法及机械化程度等因素确定。当需自内向外开挖或衬砌洞口时，可在洞口附近设置施工支洞。

B) 布置应满足线路短，沿线工程地质条件好，通向洞口的运输线路工程量小，各支洞承担的工程量大体平衡，洞外有适当的弃渣场地并有条件布置临时设施，洞口高程满足相应的防洪标准等要求。

C) 断面尺寸应满足支护、运输、各种管线布置及行人安全的要求。

D) 线路与主洞宜正交。有条件时宜有 3% 左右向洞外的下坡坡度。

5.2.7 隧洞掘进钻孔爆破应符合下列要求：

A) 采用光面爆破或预裂爆破技术，根据设计图纸、地质情况、爆破材料性能及钻孔机械等条件进行钻爆设计。爆破参数可通过试验或类比法确定，也可按本规程附录 B 选取。

B) 钻孔质量应符合下列要求：

1) 钻孔孔位应依据测量定出地中线、腰线及开挖轮廓线确定；

2) 周边孔应在断面轮廓线上开孔，沿轮廓线调整的范围和掏槽孔的孔位允许偏差为 $\pm 100\text{mm}$ 。

3) 炮孔的孔底，应落在爆破图所规定的平面上；炮孔经检查合格后方可装药爆破。

C) 爆破材料的运输、储存、加工、现场装药、联线、起爆及瞎炮处理，必须遵守国家现行爆破安全规程的有关规定。

D) 爆破时人员应撤至飞石、有害气体和爆破冲击波的影响范围以外，且无落石威胁的安全地点。单向开挖时，安全地点至爆破工作面的距离不应少于 200 米；相向开挖的两个工作面相距 30 米放炮时，双方人员均须撤离工作面，相距 15 米时，应停止一方工作，单向开挖贯通。竖洞或斜洞单向自下而上开挖，距贯通面 5 米时，应自上而下贯通。

E) 掘进面与衬砌面平行作业时的距离，应根据混凝土强度、围岩特性、爆破规模等因素确定，并不应小于 30 米。

5.2.8 隧洞出渣运输应符合下列要求：

A) 石渣的堆放和利用，应综合考虑。弃渣场地应有足够的容量，不占或少占农田，不占用其他工程场地，不影响附近各种设施的安全，不堵塞河道恶化水流条件。

B) 平洞出渣宜采用有轨运输方式，应使轨道紧跟开挖面、线路路基应稳定，并应经常养护。开挖断面容许时，宜采用装载机或挖掘机配自卸汽车的出渣方式，出渣道路行车路面宽度按所用设备型号和车型确定。当采用单车道时，应间隔适当距离设置错车道。道路的最大纵坡为 9%，最大纵坡限长 150 米，路面应保持平整和有良好的排水设施。

C) 斜洞用卷扬机出渣时，应符合下列要求：

1) 铺设大于 15° 的斜坡轨道，应有防止轨道下滑的措施；

2) 轨道斜坡段与平段应以竖曲线连接，在竖曲线与平直段相接处应设倒坡，并在适当位置上设置能够控制的挡车装置；

3) 牵引绳应与斜坡段轨道中心线一致，并用地滑轮承托；

4) 车辆重车运行速度不应超过 2 米/秒；

5) 斜坡道应设置人行道与安全扶手，人行道边缘与车辆外缘的距离不得小于 0.3 米。

D) 竖洞采用吊罐出渣时，应符合下列要求：

1) 洞深大于 40 米时，宜设吊罐导向装置和断绳保险装置；

2)吊罐升降限制速度为:

洞深在 40 米以内无导向装置时,不得超过 0.7 米/秒;

洞深 40~100 米,沿导向装置升降时,不得超过 1.5 米/秒;

洞深 100 米以上沿导向装置升降时,不得超过 3 米/秒;

3)提升设备应有防止过卷、过速、过电流和失电压等保险装置及可靠的制动系统,并加强维护检查工作。提升设施必须经鉴定验收后方可使用。

E)竖洞和斜洞运输,应有可靠的通讯和信号联系。信号应声光兼备。

F)竖洞内应设置人行爬梯,每隔 10~15 米设休息平台,爬梯应有护栏。

5.2.9 隧洞施工需要临时支护的地段,应根据地质条件、洞的结构、断面尺寸、开挖方法、围岩暴露时间等因素,做出支护设计。开挖与支护的间隔时间、施工顺序及相隔距离,应根据地质条件、爆破参数、支护类型等因素确定。应在围岩出现有害的松弛变形之前支护完毕。稳定性差的围岩,应先护后挖或支护紧跟工作面。

5.2.10 构架支撑应符合下列要求:

A)支撑应有足够的整体性,接头要牢固可靠,支撑柱基应放在平整的岩面上。每排支撑应保持在同一平面上,在平洞中应与洞轴线相垂直;各排之间应用剪力撑、水平撑及拉条连接。

B)在斜洞中架设支撑时,应挖出柱脚平台或加设垫梁。支撑和围岩之间,应用板、楔等木材塞紧,使柱脚与岩基结合稳固,应加设纵梁或斜撑防止其下滑。在倾角大于 30° 的斜洞中,支撑杆件连接宜用夹板;倾角大于 45° 时,支撑应采用框架结构;当斜洞倾角大于底板岩层的稳定坡角时,底板应加设底梁。

C)支撑应定期检查,发现杆件破裂、倾斜、扭曲、变形及其他异常症状时,应立即加固。

D)支撑拆除时,应采取可靠的安全措施。预计难以拆除的支撑,宜采用钢支撑,其位置应在衬砌断面以外,需侵占衬砌断面时,应取得设计单位的同意。

5.2.11 在不良地质地段掘进隧洞时,应符合下列要求:

A)在岩体松散、软弱、破碎、膨胀、多水、偏压、高压及岩溶等地段中开挖洞室时,应勤检查观测,分析量测数据,查清地质构造,加强地质预报。在确保安全的前提下,制定切实可行的施工方

案,做好排水,锁好洞口,浅钻孔,多循环,弱爆破,加强支护,尽早衬砌。在围岩变形显著、偏压、高应力及交叉口部位开挖时,除加强常规检查外,应对围岩进行监测。

B)在松散、破碎的岩体中开挖洞室,应尽量减少对围岩的扰动,宜采用先护后挖或边挖边护的方法。

C)在膨胀岩体中开挖洞室,可采用锚喷支护及时封闭,加强观测,适时做好永久衬砌。

D)在地下水活动较严重地段,宜采用排、堵、截、引的综合治理措施:

1)采用超前也探明地下水的活动规律,测定漏水量,防止突然暴涌;

2)截断补给来源,降低地下水位;

3)对围岩进行灌浆,降低其渗透性或形成帷幕阻水;

4)利用侧导洞、集水井或平行支洞排除地下水。

E)在岩溶地段开挖洞室时,应查明岩溶类型、溶蚀形态、充填及堆积物性质、分布范围及地下水的活动规律。开挖方法和处理措施可根据岩溶的规律、稳定程度,按下列原则确定:

1)穿过溶洞时,不应破坏其稳定性;

2)采用封堵、隔离、清除或支护方法处理溶洞中的危石;

3)对漏水通道,可采用弱透水材料回填或水泥灌浆封堵;

4)溶洞中的地下水,按本条 D)款处理。

F)采用预灌浆方法施工时,应符合下列规定:

1)预灌浆的范围、孔位布置、灌浆材料、灌浆压力及工艺要求等,应做出专门设计;

2)预灌浆的效果,可用单位吸水量和被胶结岩体的强度值检验;

3)灌浆后的开挖间隔时间,应根据灌浆目的和开挖跨度,通过试验确定;

4)采用分段灌浆时,其阻浆段的长度,应根据灌浆压力和效果确定。

5.2.12 发生塌方时,施工、设计和工程地质人员应及时查明塌方原因、规模及规律,提出处理方案。处理方案宜与永久支护结合,先加固好端部未破坏的支护或岩体,防止塌方范围的延伸和扩大;再按下列原则进行处理:

A)塌落物未将洞室堵塞时,应先护顶再清除石渣;

B)塌落物将洞室堵塞时,宜采用插杆、插板法,以小洞穿过塌体,然后衬护顶拱的方法,亦可采用

预灌浆法施工；

C)冒顶塌方时，应先将地表陷落洞穴撑固或用不透水土壤夯填紧密，防止继续坍塌，陷穴四周应做好防雨及排水设施；

D)地下水活动强烈时，宜先治水后治塌。

5.3 隧洞衬砌

5.3.1 隧洞衬砌应在开挖与掘进验收合格后方可进行。

5.3.2 隧洞衬砌前，应根据围岩的工程地质编录和测绘资料核实原定工程地质参数。当原定参数与开挖后的实际情况有较大出入时，应及时通知设计单位验证设计或修改衬砌类型。

5.3.3 衬砌用的钢筋、混凝土应符合设计规定的强度要求。混凝土尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀性的要求。

5.3.4 当采用混凝土衬砌时，应符合下列要求：

A)衬砌的纵向施工缝，应设在衬砌结构拉应力及剪应力较小的部位，并应进行凿毛处理。

B)当施工需要先衬砌顶拱时，对于拱座反缝而应进行妥善处理；底拱、边壁和顶拱的环向施工缝不得错开。

C)无防渗要求的无压隧洞，其衬砌的环向施工缝可不设止水，混凝土可不凿毛处理，分布筋可不穿过缝面；有压隧洞和有防渗要求的无压隧洞，其衬砌的环向施工缝应采取必要的接缝处理措施。

D)采用止水带止水的衬砌分缝，应在浇筑每段隧洞端头部位的混凝土时及时埋入止水带一翼，并仔细振捣端头部位的混凝土。

E)衬砌完毕后，洞顶超挖部位应进行压力回填灌浆；边壁超挖部位应用碎石或混凝土填塞，并振压密实。

F)衬砌排水孔的构造及布置应符合设计要求。

5.3.5 当采用锚喷支护时，锚喷支护的类型应依据围岩特性、断面尺寸、施工方法等，通过现场应变观测确定。

5.3.6 喷射混凝土应符合下列要求：

A)材料及性能：宜选用不低于 425° 的普通硅酸盐水泥，采用中、粗砂，小石粒径为 5~15 毫米。对骨料的其他要求，应按国家现行的水工混凝土施工规范执行。混凝土强度等级不低于 C20 级，速凝剂初凝时间不大于 5 分钟，终凝时间不大于 10 分钟，水泥和砂石配合比按重量计为：1:4~1:4.5，砂率为 45%~55%，水灰比为 0.4~0.5，速凝剂掺量为水泥用量的 2%~4%。

B)工艺要求：喷射前，应将岩面冲洗干净，将软弱破碎岩石表面清扫干净。喷射作业应分区段进行，长度不宜超过 6 米。喷射顺序应自下而上。

C)一次喷射厚度：边墙 40~60 毫米，拱部 20~40 毫米。喷射 2~4 小时后，应洒水养护 7~14 天；后一次喷射应在前一次混凝土终凝后进行。若终凝后 1 小时以上再次喷射，应用风、水清洗混凝土表面。

D)敷设金属网或钢筋时，应随岩面敷设，其间隙不宜小于 30 毫米；金属网格尺寸宜为 200mm×200mm~300mm×300mm，钢筋直径宜为 4~10 毫米，金属网与锚杆联结应牢固。

E)混凝土喷射后至下一循环放炮的时间，应通过试验确定，不宜小于 4 小时。放炮后应对混凝土进行检查，当出现裂纹时，应调整放炮间隔时间或爆破参数。

F)正常情况下的回弹量，拱部为 20%~30%，边墙有 10%~20%。

5.3.7 锚杆应符合下列要求：

A)锚杆材料及类型选择：宜选用 II 级钢或 I 级钢。应优先采用钢筋砂浆锚杆，亦可根据施工条件选用楔缝式、胀壳式或树脂锚杆等类型。

B)锚杆参数及布置：

1)锚杆直径宜为 16~25 毫米。系统锚杆锚入深度为 1.5~3.5 米，其间距为锚入深度的 1/2，但不得大于 1.5 米。单根锚杆锚固力不应低于 50kN。局部布置的锚杆，须锚入稳定岩体，其深度和间距根据实际情况而定。大于 5 米的深孔锚杆和预应力锚索，应做出专门设计。

2)锚杆布置应与岩体主要结构面成较大的角度。当结构面不明显时，可与周边轮廓线垂直。

3)楔缝式锚杆安装后 24 小时应再次紧固，并定期检查其工作状态。

4)为防止洞内掉块，锚杆间可用钢筋、型钢或金属网联结，其网络尺寸宜为 50mm×50~80mm×80mm。

C)砂浆锚杆：

1)砂浆：宜用中细砂，最大粒径不大于 3 毫米；水泥宜用标号大于 425 号普通硅酸盐水泥；水泥和砂之重量比宜为 1:1~1:2，水灰比宜为 0.38~0.45；

2)安设工艺：钻孔布置应符合设计要求，孔位偏差不大于 200 毫米，孔深偏差不大于 50 毫米；注浆前，应用高压风、水冲洗干净；砂浆应拌合均匀，随拌随用；应用注浆器注浆，浆液应填满饱满；安设后应避免碰撞。

5.3.8 有抗酸、碱侵蚀要求的隧洞，应做好防

腐处理或采用耐酸、碱特种水泥拌和的混凝土浇筑衬砌。

5.3.9 不衬砌隧洞的底部，应用混凝土抹平。

5.4 供电、给排水与劳动卫生

5.4.1 洞内供电应符合下列要求：

A) 动力线与照明线宜分别架设。动力设备应采用三相 380V；非作业地段照明可用 220V；导洞、主洞开挖、支护工作面的工作灯，应采用 36V 或 24V；使用投光灯照明可用 220V，但应经常检查灯具和电缆的绝缘性能。

B) 位置固定的动力与照明线路，应采用绝缘良好的导线固定在磁瓶上，严禁使用裸导线；工作面附近的临时动力与照明线，应使用防水与绝缘性能良好的胶质电缆。

C) 洞内照明应采用防水灯光，淋水地段应用防水灯罩。

5.4.2 洞内给排水应符合下列要求：

A) 给水水源应可靠，水质应符合饮用水要求。工作面水压应满足风动机具的要求且不小于 300kPa。若水压不够时，可设加压装置。

B) 洞内工作面和运输道路路面不应积水。向上坡开挖隧洞时，应利用排水沟自流排水，排水沟须随工作面掘进而开凿，必要时可设置盖板；向下坡开挖隧洞时，可在适当地点设置集水井用水泵排水。

5.4.3 洞内供风应符合下列要求：

A) 隧洞掘进需要的通风量，应按洞内工作的最多人数供给 $3\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{min})$ 的新鲜空气或按爆破后 20min 内将工作面的有害气体排出或冲淡至容许浓度的条件分别计算，取其最大值；计算通风量时的漏风系数可取 1.2~1.45。计算的通风量应按最大、最小容许风速和相应洞内温度所需的风速进行校核。工作面附近的最小风速不得低于 0.15m/s；最大风速不得超过 4m/s。

B) 在自然通风难以满足要求时，应采用机械通风，通风系统应设专人负责运行、维护和管理。

C) 采用风动凿岩时，工作面的风压，应满足风动机具的要求，并不得低于 500kPa。供风管路应铺设平顺，密封良好，并须经常检查、维护。空压机站宜设在洞口附近，并应有防火及降温、保温设施。空压机的容量，应按同时作业的各种风动机具组合的最大用风量确定，并适当计入风量损失。空压机站的备用容量，可为总容量的 30%，但不小于其中最大一台空压机的容量。

5.4.4 洞内防尘应采用湿式凿岩。加强通风和排尘，出渣前宜用水淋透石渣，并做好个人防护。

5.4.5 作业地点的噪声水平不得超过 90dB(A)，超过时应采取消声、隔音措施。

5.5 质量控制及验收

5.5.1 光面爆破及预裂爆破的效果，应达到下列要求：

A) 残留炮孔痕迹，应在开挖轮廓面上均匀分布；炮孔痕迹保存率对于硬岩不宜小于 80%，中硬岩不宜小于 70%，软岩不宜小于 50%。

B) 相邻两孔间的岩面平整，孔壁不应有明显的爆震裂隙。

C) 相邻两茬炮之间的台阶或预裂爆破孔的最大外斜值，不应大于 200 毫米。

D) 预裂爆破的预裂缝宽度，不宜小于 5 米。

E) 径向超挖值和开挖岩面的起伏差应小于 200 毫米。

5.5.2 隧洞掘进完工后，在进行衬砌以前应进行中间验收。

5.5.3 隧洞衬砌断面尺寸允许偏差为 $\pm 2\%$ ，衬砌厚度偏差不应出现负值，底部坡度允许偏差为设计坡度的 $\pm 10\%$ ，并不得出现平坡和反坡。

5.5.4 隧洞衬砌施工除应取混凝土试块进行有关试验外，尚应对已完工衬砌进行现场强度检验，其值不得低于设计强度的 95%。

5.5.5 喷射混凝土质量标准应符合下列要求：

A) 喷射厚度应满足设计要求。每工作班应取一组试样，当材料或配合比改变时，应增取一组；每组三个试块，宜采用切割法取样，取样要均匀。平均抗压强度不应低于设计强度，任一组试样的抗压强度的平均值不应低于设计强度的 85%。

B) 表面应平整，无平斑、疏松、脱空、裂隙、露筋等现象。当出现上述情况时，应采取补救措施。

5.5.6 锚杆锚固力应抽样检查，每 300 根锚杆为一组，当围岩条件或原材料变更时须另做一组，每组抽取得根，抽样率不得少于 1%，其平均值不得低于设计值，任意一组试件的平均值不得低于设计值的 90%；施工中，应对其孔位、孔向、孔径、孔深、洗孔质量、浆液性能及灌入密实度等分项进行检查。

5.5.7 交工验收时，施工单位除应提交本规程第 2.8.9 条 a) 款所列资料外，尚应提交隧洞施工过程中各项测量结果及工程地质素描图等资料。

6 溢洪道

6.1 一般规定

6.1.1 本章规定适用于坝侧岸坡正堰式溢洪道、侧堰式溢洪道及截洪沟等于敞式泄水通道的施

工及验收。

6.1.2 溢洪道衬砌用的水泥、块石、混凝土和钢筋应符合设计规定的强度要求。混凝土尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀性的要求。

6.2 溢洪道开挖

6.2.1 溢洪道开挖不应欠挖。开挖边坡坡比应符合设计规定。当改变边坡坡比时，应征得设计单位同意。

6.2.2 高边坡开挖中，当发现有滑坡、塌方等不良工程地质现象时，应与设计单位共同研究，及时采取措施进行处理。

6.2.3 在岩基内爆破开挖不衬砌溢洪道时，宜采用光面爆破，并应控制装药量，尽量减少对外围基岩的破坏。

6.3 护面砌筑

6.3.1 基槽超挖部分，在砌护前应用强度等级不低于 C10 级的混凝土回填，并震捣密实。

6.3.2 块石、混凝土砌块护面的砌筑应按本规程第 2.6.2 条的要求进行。护面用的石块应满足块度的要求，当设计未作规定时，其边长不应小于 300 毫米，厚度不应小于 200 毫米。

6.3.3 混凝土护面浇筑应仔细振捣，表面应平整，无蜂窝麻面。

6.3.4 护面砌筑应按设计要求做好施工缝、沉降缝、齿墙、垫层和排水孔。

6.4 质量控制及验收

6.4.1 对基槽开挖质量进行检查并中间验收。其质量要求为：岩面起伏差应小于 150 毫米，围岩不应有明显可见的爆破裂隙。

6.4.2 有砌护的溢洪道，其表面应平整，砌护厚度不应出现负误差。浆砌块石护面不得有薄片片石铺于表面，缝间砂浆应饱满。混凝土护面应振捣密实，无蜂窝麻面，表面无裂缝。

6.4.3 溢洪道断面尺寸允许偏差为 $\pm 3\%$ ；纵向坡度允许偏差为设计坡度的 $\pm 10\%$ 。

6.4.4 交工验收应按本规程第 2.8.9 条的规定进行。

7 尾矿管(槽)与回水管(槽)

7.1 一般规定

7.1.1 本章规定适用于尾矿输送和回水的明设管道或流槽的施工及验收。埋设的尾矿和回水管道的施工及验收可按国家现行有关工业管道工程的施工及验收规范执行。

7.1.2 管(槽)线路的测量，应符合下列要求：

A) 固定水准点的精度，不应低于四等。

B) 沿管(槽)线路应设临时水准点，并用水准导线同固定水准点连接。

C) 测定管(槽)线路的中心线和转角，必要时，并应测量有关的建筑物、构筑物及连接点的位置和标高。

D) 管(槽)线路同原有地下管线、电缆及其他构筑物交叉处，应在地面上设立专门标志。

E) 定线测量应作记录，并记载所有水准点和连接线。

7.1.3 尾矿输送和回水所用管子及配件的规格、数量和质量，均应符合国家现行标准和设计的要求，并有产品合格证。

7.1.4 在运输过程中容易损坏的铸铁管、非金属管及其配件等，装卸过程中应防止剧烈振荡和碰撞。使用前应作外观检查，必要时应进行试验。不得使用破损、变形的管子和管件。

7.2 管(槽)基挖填

7.2.1 管(槽)路基土方工程宜采用机械化、半机械化或改良工具施工，并根据条件合理选择机械设备，采用先进的施工方法。

7.2.2 路堑开挖应符合下列要求：

A) 不允许挖至堑底设计标高以下。当有局部超挖时，应用原土或碎石土填补并夯实至接近天然密实度。用机械开挖路堑时，堑底应留出 0.1~0.2 米厚的土层暂不挖除，待铺管、筑槽时再用人工清理至设计标高。

B) 堑底有不能清除的大石块时，应将其上部爆破清除，然后铺一层厚度不小于 0.3 米的原土，整平夯实。

C) 路堑开挖坡和路堤填方边坡坡比不应陡于设计要求值。路堑开挖底宽和路堤填筑顶宽应符合设计规定。

D) 开挖高边坡路堑中，当遇有不良工程地质现象时，应与设计单位研究解决办法，进行处理。

E) 当开挖路堑遇有地下管道、电缆或构筑物时，应妥善保管，不得损坏；当遇有文物古迹时，应及时与文物管理单位取得联系。

7.2.3 路堤填筑应符合下列要求：

A) 路堤填方为粘性土料时，应控制其含水量，并按设计要求分层回填压实；当为非粘性土时，则应视其天然含水量适当晒水，并分层回填压实。分层压实的铺土厚度当设计未作要求时，用机械压实宜大于 0.5 米，用人工夯实宜不大于 0.3 米。

B) 沿坡比大于 1:5 的山坡填筑路堤时，应视坡长将坡面清理成一个或多个台阶。

C)路堤内没有排水涵管(洞)的部位,须用人工从两侧同时填土压实,至管(洞)顶以上0.5米再用机械压实。

7.3 管道铺设

7.3.1 管道应在路基标高和质量检查合格后方可铺设。

7.3.2 铺设管道前,应逐段清除管内积物。安装管道时,应采用可靠的吊具。吊装非金属管道或已做好防腐层的管道时,应采用软吊带或不损坏防腐层及保护层的装置,平稳下放,不得与管基相撞击。严禁将管道从上往下自由滚落。

7.3.3 稳管时,每根管子都应仔细对中,管底应与各垫墩紧密接触。管段的坡度应符合设计要求。

7.3.4 钢管安装应符合下列要求:

A)采用焊接联结时,壁厚在5毫米以上的管道,其对口焊接接口的端部应有30~35°的坡口,靠里皮边缘上应留有1~2毫米厚的钝边。坡口可用机械或气焊加工,气焊加工的渣屑应清除,不平处应打磨平整。两管对口轴向间隙,当管壁厚度为3~5毫米时为1~1.5毫米;管壁厚度为5~9毫米时为1.5~2毫米;管壁厚度9毫米以上时为2~3毫米。直缝焊接钢管对口焊接时,其纵向焊缝应互相错开不小于100毫米。

B)采用柔性接头联结时,其短管与钢管的焊接,应保证同心度良好,周边外壁不出现台阶。安装柔性接头时,应视当时的气温高低确定管道插入接头的长度;气温低时插入量少;气温高时插入量多,设计有规定时,应按设计要求施工。

C)采用法兰联结时,法兰面应与管道中心线垂直,接口的两个法兰面应互相平行。法兰垫圈的厚度,设计无规定时,橡胶石棉垫圈或纤维垫圈不应大于3毫米,橡胶垫圈的厚度为3~5毫米。垫圈的内径应与管子内径相适,外径应与螺栓相接触。法兰接口不得埋在土中,应安设在检查井中或地沟内,特殊情况下必须埋在土中时,应采取适当保护措施。

D)安装带有法兰的阀件和管件时,应防止生产附加拉应力。法兰上的螺栓应以圆心为准,对称地逐渐拧紧。所有螺母应在法兰的同一面上。邻近法兰的一侧或两侧接口,应在法兰的所有螺栓拧紧后方可连接。

E)碳素钢管热弯时,其加热温度不得低于700℃,亦不得高于1050℃;不应产生皱纹。弯曲起点至接口的距离,不应小于管子直径,并不应小于100毫米。

F)架空管道应同支架、支墩紧密接触,不得留

有空隙。管道接口距支架、支墩边缘不应小于50毫米。

7.3.5 铸铁管安装应符合下列要求:

A)铺设前,应清除承口内部及插口外部的铸砂、飞刺和沥青块等,多余的沥青,可用氧气、喷灯等烤掉。应用小锤轻轻敲打铸铁管,检查有无裂缝。

B)沿直线铺设时,管子接口的环形间隙应保持均匀;沿曲线铺设时,管径不大于500毫米的管道,每个接口允许有2°转角,管径大于500毫米的管道,允许有1°转角。

C)对口的最小轴向间隙,应根据管子长度和施工时的气温而定,但不得小于3毫米;最大轴向间隙应符合表7.3.5的要求。

管道对口最大轴向间隙		表 7.3.5
管径(mm)	直线铺设时(mm)	曲线铺设时(mm)
75	4	5
100~250	5	7~13
300~500	6	14~20
600~700	7	20~30

D)管道接口采用圆形橡胶圈作密封材料时,应符合下列要求:

1)橡胶圈不应有气孔、裂缝、重皮和老化等缺陷,其性能应符合下列要求:

邵氏硬度 45~55度;
伸长率 ≥500%;
拉断强度 ≥16Mpa;
永久变形 <20%;
老化系数 >0.8(70℃,144h时);
橡胶圈内径与管子插口外径之比 0.85~0.9;
断面直径压缩率 40%~50%;

2)橡胶圈应保存在温度为0~40℃的棚,室内,不宜长期受日光照射,离热源的距离不应小于1米;不得同能溶解橡胶的油类、苯等溶剂以及对橡胶有损害的酸、碱、盐、二硫化碳等物质存放在一起,更不得与以上物质接触;

3)橡胶圈在运输及保存中,不应使其长期受挤压;

4)负温度下安装橡胶圈时,应采取防冻措施,不得使用冻硬的橡胶圈。

E)管道接口采用油麻作密封材料时,应符合下列要求:

1)用较长纤维无麻皮的麻,浸泡于5%沥青加95%汽油组成的石油沥青溶液内,经晾干后使用;

2)将油麻拧成直径为接口间隙1.5倍的麻辫填入,每圈麻辫应互相搭接0.1~0.5米。麻辫应仔细

打紧，打好的麻辫深度不应超过三角凹槽的内边。

F) 管道接口采用石棉水泥或膨胀水泥作密封材料时，应符合下列要求：

1) 石棉水泥接口所用水泥标号不低于 425 号，石棉应为四级，无杂质硬块，干燥松散，当石棉低于四级时，应用 1.6 毫米筛网过筛，使用筛上部分。石棉水泥重量配合比为：水泥 70%~80%，石棉 30%~20%，水 10%~12%，亦可通过试验确定。

2) 石棉水泥接口的填灰深度应为接口深度的 $1/2 \sim 2/3$ 。干石棉水泥应在填打接口前加水拌合，拌好的石棉水泥应在水泥初凝时间内用完。填打时，应从下往上填灰，分层填打，每层至少两遍。打好后的接口表面应平整，并应湿养护 1~2 天。

3) 膨胀水泥接口应配比准确，及时使用，分层捣实，压平表面，表面凹入承口边缘 1~2 毫米，并应及时充分湿养护。

7.3.6 管道防腐处理应符合下列要求：

A) 采用的防腐材料有出厂合格证和使用说明；防腐材料配比应符合使用说明书的规定；

B) 防腐前应认真除锈；

C) 防腐层底、面漆的种类、涂刷遍数和厚度符合要求；

D) 非金属管道使用的金属连接管件，安装前应按金属管道防腐规定进行处理；

E) 防腐层所有缺陷和安装、检查中损坏的部位，应彻底修补。

7.3.7 管道安装和铺设暂时中断时，应用塞子或堵板将管口封闭。

7.3.8 管道挡墩和镇墩不应建在松土上。挡墩背后应同原土紧密接触。

7.3.9 管道支架、支墩的安装位置应准确，平面上允许偏差不得超过 10 毫米。

7.4 管道试压

7.4.1 压力管道应在外观检查合格后进行试压。管道试压应用水进行。

7.4.2 管道试压所用的压力表，其精度不应低于 1.5 级，刻度上限值宜为试验压力的 1.3~1.5 倍。试验前应经过检验校正。

7.4.3 压力管道试验管段的长度不宜大于 1km；非金属压力管道试验段的长度宜短些。试验管段上不得装有安全阀、放气阀等。所有敞露管口都应封闭。

7.4.4 管道内充满水后，经过 24h 方可进行水压试验。试验前，应对试压设备、压力表、连接管、排气管、进水管等加以检查，必须保持系统的严密

性并排尽管道内的空气。

7.4.5 管道试压压力应符合下列规定：

A) 钢管管道试验压力应为工作压力加 500kPa 时，并不小于 900kPa。

B) 铸铁管管道试验压力，当工作压力小于 500kPa 时，应为工作压力的 2 倍；当工作压力大于 500kPa 时，应为工作压力加 500kPa；

C) 非金属管道的试验压力，当工作压力小于 600kPa 时，应为工作压力的 1.5 倍；当工作压力大于 600kPa 时，应为工作压力加 300kPa。

7.4.6 水压试验时，应先升至试验压力，观测 10min。当压降不大于 50kPa 时，且管子、管道附件和接口未发生破坏时，即可将压力降至工作压力，进行外观检查，无渗漏现象即认为试验合格。

7.4.7 管道试压合格后，两管段之间的接口，应指派有经验的技工焊接，并留待通水时检查。

7.5 流槽砌筑

7.5.1 流槽砌筑用的砖、石、水泥、混凝土和钢筋的标号或强度等级应符合设计的要求。流槽应在路基标高和质量检查合格后方可砌筑。

7.5.2 砖、石流槽砌体的内表面应平整，砌缝砂浆应饱满。砖砌体的灰缝宽度，在直线段不应大于 10mm；在曲线段，其内面不应大于 6mm，外面不应大于 13mm。抹面前，应将灰缝清扫干净，表面应抹光滑。

7.5.3 浇筑流槽混凝土、钢筋混凝土时，应振捣密实，无蜂窝麻面。

7.5.4 钢筋混凝土流槽内壁设计留有磨耗层时，绑扎钢筋应留足保护层和磨耗层的厚度。

7.5.5 流槽衬板应选用完整无损者。铺砌时，下垫胶结层应饱满，板间对缝应严密、平整，不得出现台阶。采用组合式衬板时，侧板与衬板应错缝铺砌。

7.5.6 流槽应按设计规定的距离和构造要求，预留伸缩缝和沉降缝。

7.5.7 流槽盖板应有明显的正反面标记。

7.6 质量控制及验收

7.6.1 管道在验收前，应通水冲洗。冲洗水的流量和压力应按尾矿输送和回水系统内可能达到的最大流量和压力确定。

7.6.2 管(槽)质量应控制以下各项：

A) 管(槽)、内衬、伸缩器、接头、井室和其他附属构筑物的外观符合要求；

B) 管(槽)纵断面的标高和坡度符合要求；

C) 压力管道的耐压强度和严密性符合要求；

D)流槽断面尺寸及砌筑质量符合要求。

7.6.3 管(槽)敷设坡度的允许偏差为设计坡度的±10%，并不得出现平坡或反坡。

7.6.4 流槽净断面尺寸的允许偏差为设计尺寸的±2%；槽壁壁厚偏差不应出现负值。

7.6.5 铸铁管承插接口环形间隙的允许偏差应符合表 7.6.5 的要求。

接口环形间隙允许偏差表 表 6.5

管径(mm)	标准环形间隙(mm)	允许偏差(mm)
75~200	10	+3~-2
250~450	11	+4~-2
500	12	+4~-2

7.6.6 钢管弯制的个别起伏不平处，其高度对于 DN≤125mm 管，不应大于 4mm；对于 DN≤200mm 管，不应大于 5mm；对于 DN≤40mm 管，不应大于 7mm。

7.6.7 防腐层应进行下列各项检查和试验：

A)外观检查：按工序进行，包括净管、各层防腐层的涂布质量。各层间应无气孔、裂缝、凸瘤和落入杂物等缺陷。

B)厚度检查：沿管长至少每 100m 检查一处；每处沿管周至少检查 4 点。其他地方当有必要时，亦应同样进行检查。厚度允许偏小值为 0.3mm。

C)必要时用火花检验器检查绝缘性能，使用电压 12kV。

D)粘接力试验：每隔 500m 检查一处，在防腐层上切一夹角为 45°~60° 的切口，并从尖角撕开，防腐层不应成层剥落。

7.6.8 验收管(槽)及构筑物时，除应按本规程第 2.8.9 条 a) 款的规定进行外，尚应提交管道系统的焊口试验记录、试压记录和管(槽)系统的标高、坡度测量等资料。

8 尾矿泵站与回水泵站

8.1 一般规定

8.1.1 本章规定适用于尾矿输送的地上式、半地下式、地下式矿浆泵站以及回水用的固定式、移动式水泵站的设备和管道的施工及验收。泵站的土建、供电、照明、通讯、仪表和通风的施工及验收按国家现行有关标准、规范的规定执行。

8.1.2 泵站内所用设备、阀门、管件及计量仪表均应符合设计要求，并应有产品说明书和合格证。

8.1.3 在转运、吊装过程中，不得损坏设备及其附件。在安装过程中应妥善保管好注油壶、铭牌、三阀、地脚螺钉、垫圈等小附件，不得遗失。

8.2 设备安装

8.2.1 设备安装前，应根据设备尺寸复核基础

地脚螺栓预留孔的位置，预埋地脚螺栓。

8.2.2 砂泵、水泵等设备的安装，应平整牢固。确保泵体和电机或液力耦合器轴的准确对中或传动皮带轮的对位。各条 皮带安装应松紧适度、同一。设备附件及仪表应齐全、完好。

8.2.3 设备安装完毕后，对每台设备均应进行检查、试压、无负荷试车。

8.2.4 设备负荷试验，在额定负荷下运转 8 小时，轴承温升不得超过 35℃，轴承最高温度不得超过 75℃。

8.3 管道安装

8.3.1 泵站内的管道安装，除应符合本规程第 7.1、7.3 节的有关规定外，尚应符合以下要求：

A)管道焊接应符合国家现行《工业管道工程施工及验收规范》的规定；

B)管道支架、托架和吊架设备牢固，位置准确，与管道接触紧密，固定牢靠。

8.3.2 互通式布置的管道、管件和阀门的安装应平顺自然，不得扭曲产生附加应力。

8.3.3 管道试压可按本规程第 7.4 节的有关规定进行。

8.3.4 泵站内的矿浆管道、水封水管道、真空泵管道，应按设计要求涂刷不同颜色的防腐漆。

8.4 质量控制及验收

8.4.1 设备安装允许偏差和检验方法应符合下列要求：

A)泵轴水平度：0.1mm/m。在联轴器互相垂直位置上，用水平仪、百分表或测微螺钉和塞尺检查。

B)联轴器同心度：轴向倾斜 0.8mm/m，径向位移 0.1mm/m。检验方法同上。

C)皮带轮宽中心平面位移：平皮带 1.5mm/m，三角皮带 1.0mm/m。在主、从动皮带轮端面，用拉线和尺量检查。

8.4.2 交工时，泵站内应打扫干净；泵站界内的场地应平整，杂物应清除。

8.4.3 交工验收除应按本规程第 2.8.9 条的规定进行外，尚应进行设备的单体试车和无负荷联动试车。

9 浓 缩池

9.0.1 本章规定适用于浓缩尾矿用的周边传动和中心传动式浓缩池设备和管道的施工及验收。其土建、供电、照明和仪表的验收按国家现行有关标准、规范的规定执行。

9.0.2 浓缩机的安装应按设备安装说明书的要求进行。

9.0.3 活动式溢流堰整周堰板的上沿，应调整至同一高程；固定式溢流堰的上沿应用水泥砂浆找平。堰顶高程的允许偏差为±1mm。

9.0.4 浓缩机的仪表、过载保护信号和报警装置应按设计要求安装齐全。仪表应装在便于观察的地方。

9.0.5 浓缩机安装完毕后，应按设计要求涂防腐漆。浓缩池的给矿、排矿及滚流水管道应按本规

程第 7.3.6 条的规定进行防腐处理。

9.0.6 浓缩机转动应平稳，其电压和电流指示应正常。

9.0.7 浓缩池交工前，应将其中的土、石、杂物清除干净。

9.0.8 交工验收除应按本规程第 2.8.9 条的规定进行外，尚应进行设备的单体无负荷试车。

附录 A 围岩工程地质分类表

围岩工程地质分类表 表 A

类别	名称	围岩主要工程特征		地下水活动状态	开挖面围岩稳定状况	压力计算理论	临时支护
		岩体状况	结构面特征				
I	稳定	岩石新鲜完整，受地质构造影响轻微，节理裂隙不发育或稍发育，多系闭合且延伸不长，无或偶有软弱结构面，宽度一般小于 0.1m 岩体呈块状整体结构或块状砌体结构	结构面无不稳定组合断层走向与洞线近正交	洞壁干燥，或只有轻微潮湿现象，沿个别节理裂隙有微弱渗水	成形好，无坍塌掉块现象	不计山岩压力	一般可不支护
II	基本稳定	岩石新鲜或微风化，受地质构造影响一般，节理裂隙稍发育或发育，有少量软弱结构面，宽度小于 0.5m，层间结合差。岩体呈块状砌体结构或层状砌体结构	结构面组合基本稳定，仅局部有不稳定组合，断层等软弱结构面走向与洞线斜交或正交	洞壁潮湿，沿一些节理裂隙或软弱结构面有渗水滴水	开挖中局部有掉块落石现象，局部成形差，长时间暴露局部有小塌落	需考虑部分落石荷载，可采用极限平衡理论，或结构面分析法	局部支护
III	稳定性较差	岩石微风化或弱风化，受地质构造影响严重，节理裂隙发育，部分张开且充泥，软弱结构面分布较多，宽度小于 1m。岩体呈碎石状镶嵌结构	结构面组合不利于围岩稳定者较多，断层等主要软弱结构面走向与洞线斜交或近平行	地下水活动显著，沿节理裂隙或断层带有渗水、滴水或呈线状涌水	成形稍差，无支撑时产生小规模坍塌，高边墙侧壁有时局部失稳	结合地质分析，采用极限平衡理论或散体理论计算	一般需要支护
IV	稳定性差	同第三类岩体状态，但软弱结构面分布较多，宽度小于 2m，节理裂隙局部极发育岩体呈碎石状镶嵌结构，局部呈碎石状压碎结构	结构面组合不利于围岩稳定断层等软弱结构面走向与洞线近平行	地下水活动显著，沿节理裂隙或断层带有渗水、滴水或呈线状滴水	成形差，拱顶一般因坍塌而超挖，无支撑可产生较大坍塌，边墙失稳现象	采用散体理论	需支护
V	不稳定	1、岩石强风化或全风化，受地质构造影响严重，节理裂隙极发育，断层破碎带宽大于 2m，以断层泥、角砾岩为主，裂隙中多充泥。岩体呈角砾、泥沙、岩屑状散体结构 2、松散土层、砂层、滑坡及一般碎、卵、砾石土 3、挤压强烈的大断层带，裂隙杂乱，呈土夹石或石夹土状	结构面呈零乱状不稳定组合断层等主要软弱结构面走向与洞线近平行	地下水活动强烈，有较大涌水量，常引起不断坍塌	成形很差围岩极易坍塌，甚至出现地表下沉或冒顶	采用散体理论	加强支护

附录 B 光面爆破和预裂爆破参数

B.1 光面爆破参数

光面爆破参数表 表 B.1

岩石类别	周边孔间距(m)	周边孔抵抗线(m)	线装药密度(g/m)
硬岩	0.55~0.65	0.60~0.80	300~500
中硬岩	0.45~0.60	0.60~0.75	200~300
软岩	0.35~0.45	0.45~0.55	70~120

注：①炮孔直径 40~50mm，药卷直径 20~25mm；②对 2 号岩石硝铵炸药而言，当采用其他炸药时，应进行换算。

B.2 浅孔预裂爆破参数

深 4m 预裂爆破参数表 表 B.2

岩石类别	周边孔间距(m)	崩落孔至预裂面距离(m)	线装药密度(g/m)
硬岩	0.40~0.50	0.40	350~400
中硬岩	0.40~0.45	0.40	200~250
软岩	0.35~0.40	0.35	70~120

注：①炮孔直径 40~50mm，药卷直径 20~25mm；②对 2 号岩石硝铵炸药而言，当采用其他炸药时，应进行换算

B.3 深孔预裂爆破参数

炮孔直径不宜大于 75mm。孔距应为孔径的 7~10 倍，硬岩及炮孔直径较小时取较大值，反之取较小值。不耦合系数应以为 2~4。

线装药密度，可用工程类比法试选或用下式估算：

A) 适用范围 $R=20\sim150$ ， $a=0.45\sim1.20$ ：

$$Q_k=0.188aR^{0.5} \quad (B.3.1)$$

B) 适用范围 $R=10\sim150$ ， $r=23\sim85$ ：

$$Q_k=2.75X^{0.38}R^{0.53} \quad (B.3.2)$$

式中：Q 为线装药密度，g/m，对 2 号岩石硝铵炸药而言；当采用其他炸药时，应进行换算；R 为岩石极限抗压强度，Mpa；a 为顶裂孔孔距，m；r 为钻孔半径，mm。

附录 C 本规程用词说明

C.1 为了正确执行本规程的条文，对表示严格程度的用词作如下说明，以便执行中按不同要求区别对待：

A) 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”；

B) 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”；

C) 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”。

C.2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

附加说明

本规程主编单位：北京有色冶金设计研究总院
主要起草人：穆鲁生、田文旗、侯晓东

