

UDC

P

中华人民共和国国家标准

GB

GB/T 50863 - XXXX

尾矿设施技术标准

Technical standards for tailings facilities

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

发布

中华人民共和国国家标准

尾矿设施技术标准

Technical standards for tailings facilities

GB/T 50863-202X

主编部门：中国有色金属工业协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

实施日期：202X年XX月XX日

中国XX出版社

202X 北京

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2022年工程建设规范标准编制及相关工作计划〉的通知》（建标〔2022〕21号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容：总则、术语、基本规定、尾矿库、尾矿坝设计、尾矿坝构筑物、尾矿库排洪及回水设计、排水构筑物、尾矿库环保设施、尾矿库回采及闭库、尾矿脱水与输送工艺设计、站室工程、管槽工程、工程质量检验及验收等。

本标准修订的主要内容：

1. 将《尾矿设施设计规范》GB 50863-2013和《尾矿设施施工及验收规范》GB 50864-2013整合并全面修订；

2. 增加了尾矿坝、排水构筑物工程抗震设防类别判别标准及抗震设防标准；

3. 增加了严寒、寒冷地区尾矿库冬季放矿技术要求；

4. 增加了尾矿坝全面安全性复核工作的技术要求；

5. 增加了一次建坝设计相关内容及技术要求；

6. 增加了混凝土坝、浆砌石坝及排渗设施的设计、施工相关内容及技术要求；

7. 增加了排水构筑物结构计算相关计算要求及受冰、冻融和冻胀作用的排洪构筑物防冰、抗冻要求；

8. 增加了渗水回收、回水泵站相关内容及技术要求；

9. 删除了氧化铝厂湿式堆存赤泥堆场相关内容；

10. 删除了尾矿坝不同运行条件下稳定计算的荷载组合要求；

11. 删除了原《尾矿设施施工及验收规范》GB 50864-2013附录C 光面爆破和预裂爆破参数。

本标准由住房和城乡建设部负责管理。

本标准起草单位：中国恩菲工程技术有限公司（地址：北京市海淀区复兴路12号，邮政编码：100038）

昆明有色冶金设计研究院股份公司

中冶长天国际工程有限责任公司

长沙有色冶金设计研究院有限公司

中冶北方（大连）工程技术有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

中国瑞林工程技术股份有限公司

长春黄金设计院有限公司

中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司

紫金矿业集团股份有限公司

中国十五冶金建设集团有限公司

攀枝花攀钢集团设计研究院有限公司
云南建投第一水利水电建设有限公司
铜源国际工程设计研究有限公司
马鞍山长江地质工程有限公司
中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司
吉林省华冶环境治理有限公司
金堆城钼业股份有限公司
广东东方管业有限公司
北京高能时代环境技术股份有限公司

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	6
4	尾矿库	9
4.1	一般规定	9
4.2	设防标准	9
4.3	选 址	10
4.4	库 容	11
4.5	堆存及排放设计	12
4.6	监测设施	12
4.7	辅助设施	14
5	尾矿坝设计	15
5.1	一般规定	15
5.2	湿式堆存尾矿坝	16
5.3	干式堆存尾矿坝	18
5.4	一次建坝	20
5.5	渗流计算及渗流控制	21
5.6	稳定计算	21
6	尾矿坝构筑物	24
6.1	一般规定	24
6.2	设 计	24
6.3	施 工	26
7	尾矿库排洪及回水设计	33
7.1	排洪设计	33
7.2	尾矿库回水	34
8	排水构筑物	36
8.1	一般规定	36
8.2	设 计	36
8.3	基础开挖及处理	37
8.4	排水井及排水斜槽施工	38
8.5	排水管施工	38
8.6	排水隧洞施工	38
8.7	溢洪道及截水沟施工	42
9	尾矿库环保设施	43
9.1	设 计	43
9.2	防渗设施施工	43
10	尾矿库回采及闭库	47

10.1	一般规定	47
10.2	尾矿库回采设计	47
10.3	尾矿库闭库设计	48
11	尾矿脱水与输送工艺设计	50
11.1	一般规定	50
11.2	尾矿脱水	50
11.3	尾矿输送	50
12	站室工程	53
12.1	一般规定	53
12.2	尾矿分级和脱水车间设计	54
12.3	尾矿泵站设计	55
12.4	渗水回收、回水泵站设计	58
12.5	辅助设施设计	59
12.6	施 工	60
13	管槽工程	62
13.1	一般规定	62
13.2	设 计	62
13.3	施 工	64
14	工程质量检验及验收	67
14.1	一般规定	67
14.2	工程质量检验	67
14.3	工程质量验收	73
附录 A	尾矿定名	76
附录 B	单位、分部、分项工程划分	77
附录 C	尾矿沉积滩平均坡度确定方法	80
附录 D	拦挡坝最大一次洪水冲刷泥砂量估算公式	82
附录 E	坝体尾矿平均物理力学性质指标	83
附录 F	尾矿浆体输送试验项目	84
附录 G	岩石分类	85
附录 H	围岩工程地质分类表	87
附录 K	气压、电火花测试方法和强度检测	93
附录 L	尾矿设施质量验收记录表	94
	本标准用词说明	98
	引用标准名录	99

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	6
4	Tailings pond	9
4.1	General requirements	9
4.2	Fortification standard	9
4.3	Site selection	10
4.4	Storage capacity	11
4.5	Storage and discharge design	12
4.6	Monitoring facilities	12
4.7	Auxiliary facilities	14
5	Tailings dam design	15
5.1	General requirements	15
5.2	Wet storage tailings dam	16
5.3	Dry storage tailings dam	18
5.4	One-step constructed dam	20
5.5	Seepage calculation and seepage control	21
5.6	Stability calculation	21
6	Tailings dam structures	24
6.1	General requirements	24
6.2	Design	24
6.3	Construction	26
7	Flood discharge and return water design of tailings pond	33
7.1	Flood discharge design	33
7.2	Return water of tailings pond	34
8	Drainage structures	36
8.1	General requirements	36
8.2	Design	36
8.3	Excavation and treatment for foundation	37
8.4	Construction of drainage wells and inclined drainage channels	38
8.5	Construction of drainage pipe	38
8.6	Construction of drainage tunnels	38
8.7	Construction of spillway and interception ditch	42
9	Environmental protection facilities for tailings ponds	43
9.1	Design	43
9.2	Construction of anti-seepage facilities	43
10	Tailings pond backfilling and closure	47

10.1	General requirements	47
10.2	Tailings pond backfilling design	47
10.3	Tailings pond closure design	48
11	Tailings dewatering and conveying process design	50
11.1	General requirements	50
11.2	Tailings dewatering	50
11.3	Tailings transportation	50
12	Station engineering	53
12.1	General requirements	53
12.2	Design of tailings classification and dewatering workshop	54
12.3	Design of tailings pumping station	55
12.4	Design of seepage recovery and return water pump station	58
12.5	Auxiliary facility design	59
12.6	Construction	60
13	Pipe trench engineering	62
13.1	General requirements	62
13.2	Design	62
13.3	Construction	64
14	Engineering quality inspection and acceptance	67
14.1	General requirements	67
14.2	Engineering quality inspection	67
14.3	Engineering quality acceptance	73
Appendix A	Classification list of tailings	76
Appendix B	Division of Units, Divisions, and Sub projects	77
Appendix C	Determination method for the tailings deposited beach slope	80
Appendix D	Estimation formula of sediment volume washed by the heaviest flood at one time for landslide dam	82
Appendix E	Average physical & mechanical property indices of tailings dam material	83
Appendix F	Tests of tailings slurry delivery	84
Appendix G	Rock classification	85
Appendix H	Geological classification of surrounding rock engineering	87
Appendix K	Pressure,spark test methods and strength testing	93
Appendix L	Quality acceptance records of tailings disposal facilities	94
	Explanation of wording in this standards	98
	List of quoted standards	99

1 总 则

1.0.1 为统一尾矿设施设计、施工及验收的技术要求，使其符合国家的方针、政策和法规，达到安全、合理处置尾矿和绿色低碳、节能环保及节约资源的要求,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于金属和非金属矿山尾矿设施建设项目的设计、施工及验收。本标准不适用于核工业有放射性物质、采用特殊处置方式尾矿的尾矿设施设计、施工及验收。

1.0.3 鼓励采用安全可靠、符合国情、经济合理的新技术、新工艺、新设备及新材料，不得使用国家明令淘汰的材料和设备。

1.0.4 尾矿设施的设计、施工及验收，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 尾矿 Tailings

金属、非金属矿山开采出的矿石，经选别作业选出目的矿物后，在选矿系统末端排出的剩余产物，多数以浆体形式排出。

2.0.2 尾矿库 Tailings pond

用以贮存金属、非金属矿山进行矿石选别后排出尾矿的场所。

2.0.3 湿式尾矿库 Wet tailings pond

入库尾矿具有自然流动性，采用水力输送排放尾矿的尾矿库。尾矿贮存至该类尾矿库称为尾矿湿式堆存。

2.0.4 干式尾矿库 Dry tailings pond

入库尾矿不具自然流动性，采用机械排放尾矿且非洪水运行条件下库内不存水的尾矿库。尾矿贮存至该类尾矿库称为尾矿干式堆存。

2.0.5 全库容 Whole storage capacity

坝顶标高水平面与尾矿坝体外坡面以下、库底面以上所围成的空间容积（不含非尾矿构筑的坝体体积）。

2.0.6 有效库容 Effective storage capacity

尾矿坝体外表面以下、库底面以上用于贮存尾矿（含悬浮状尾矿浆体）的空间容积。

2.0.7 调洪库容 Flood regulation storage capacity

调洪起始水位以上、设计洪水位以下可蓄积洪水的空间容积。

2.0.8 总库容 Total storage capacity

设计最终状态时的全库容。

2.0.9 尾矿坝 Tailings dam

拦挡尾矿和水的尾矿库外围构筑物。

2.0.10 初期坝 Starter dam

用土、石材料等筑成的，作为尾矿堆积坝的排渗或支撑体的坝。

2.0.11 尾矿堆积坝 Tailings embankment

生产过程中用尾矿堆积而成的坝。

2.0.12 尾矿库挡水坝 Water dam of tailings pond

在坝前不形成有效干滩直接挡水的坝。

2.0.13 拦砂坝 Tailings collection dam

建在尾矿排放的下游向，用于拦挡由雨水冲刷所挟带尾矿的坝。

2.0.14 上游式尾矿筑坝法 Upstream embankment method

湿式尾矿库在初期坝上游方向堆积尾矿的筑坝方式。其特点是堆积坝坝顶轴线逐级向初期坝

上游方向推移。

2.0.15 中线式尾矿筑坝法 Centerline embankment method

湿式尾矿库在初期坝轴线处用旋流器等分离设备所分离出的粗尾砂堆坝的筑坝方式。其特点是堆积坝坝顶轴线始终不变。

2.0.16 下游式尾矿筑坝法 Downstream embankment method

湿式尾矿库在初期坝下游方向用旋流器等分离设备所分离出的粗尾砂堆坝的筑坝方式。其特点是堆积坝坝顶轴线逐级向初期坝下游方向推移。

2.0.17 一次建坝 One-step constructed dam

全部用除尾矿以外的筑坝材料一次或分期建造的尾矿坝。

2.0.18 库前式尾矿排矿筑坝法 Upstream discharge tailings stack method

干式尾矿库入库尾矿自初期坝前向库尾推进排放碾压，并在影响坝体外坡稳定区域内采用分层碾压堆存的筑坝方式。

2.0.19 库周式尾矿排矿筑坝法 Surrounding discharge tailings stack method

干式尾矿库入库尾矿自库周边向库中间推进排放碾压，并在影响坝体外坡稳定区域内采用分层碾压堆存的筑坝方式。

2.0.20 库中式尾矿排矿筑坝法 Center discharge tailings stack method

干式尾矿库入库尾矿自库区中部向库周边推进排放碾压，并在影响坝体外坡稳定区域内采用分层碾压堆存的筑坝方式。

2.0.21 库尾式尾矿排矿筑坝法 Downstream discharge tailings stack method

干式尾矿库入库尾矿自库区尾部向库区前部推进排放碾压，并在影响坝体外坡稳定区域采用分层碾压堆存的筑坝方式。

2.0.22 尾矿坝高 Tailings dam height

干式尾矿库为尾矿坝坝顶最高点与坝脚最低点的高差，当尾矿坝坝脚有初期坝或拦砂坝作为支撑体时，为尾矿坝坝顶最高点至初期坝或拦砂坝坝轴线处原地面的高差；湿式尾矿库采用上游式筑坝为堆积坝坝顶与初期坝坝轴线处原地面的高差，其他坝型为坝顶与坝轴线处原地面的高差。

2.0.23 总坝高 Total dam height

设计最终状态时的坝高。

2.0.24 堆坝高度或堆积高度 Embankment height or accumulation height

干式尾矿库为尾矿坝坝顶最高点与坝脚最低点的高差，当尾矿坝坝脚有初期坝或拦砂坝作为支撑体时，为尾矿坝坝顶最高点与初期坝或拦砂坝坝顶的高差；上游式尾矿坝为尾矿堆积坝坝顶与初期坝坝顶的高差；中线式和下游式尾矿坝为尾矿堆积坝坝顶与坝顶轴线处的原地面标高的高差。

2.0.25 浸润线 Phreatic line

坝体中渗流水的自由表面的位置，在横剖面上为一条曲线。

2.0.26 临界浸润线 Critical position of the phreatic line

坝体抗滑稳定安全系数能满足本规程最低要求时的坝体浸润线。

2.0.27 控制浸润线 Controled position of the phreatic line

既满足临界浸润线要求、又满足尾矿堆积坝下游坡最小埋深浸润线要求的坝体最高浸润线。

2.0.28 正常生产水位 Normal production water level

在用尾矿库内能满足生产回水、尾矿排放和防排洪要求的水位。

2.0.29 沉积滩 Deposited beach

水力冲积尾矿形成的沉积体表层，按库内集水区水面划分为水上和水下两部分。

2.0.30 滩顶 Beach crest

沉积滩面与坝体外坡面的交线。

2.0.31 干滩长度 Beach width

库内水边线至滩顶的水平距离。

2.0.32 库长 Length of tailings pond

由滩顶（对初期坝为坝轴线）起，沿垂直坝轴线方向至尾矿库最远水边线的距离，对于多面堆坝的尾矿库则为各处堆坝坝顶至库内排水口的距离。

2.0.33 防洪宽度 Flood control dam width

干式尾矿库洪水运行条件下库内水边线至库内水面与坝体外坡面交线的水平距离。

2.0.34 调洪高度 Flood regulation height

调洪起始水位与设计洪水位的高差。

2.0.35 防洪高度 Flood control height

湿式尾矿库的非挡水坝为调洪起始水位与滩顶之间的高差；湿式尾矿库的挡水坝及干式尾矿库尾矿坝为调洪起始水位与坝顶之间的高差。

2.0.36 安全超高 Free height

在非地震运行条件下，尾矿堆积坝为滩顶标高与设计洪水位的高差；挡水坝和一次建坝尾矿坝为设计洪水位加最大波浪爬高和最大风壅水面高度之和与坝顶标高的高差。

在地震运行条件下，尾矿堆积坝为滩顶标高与正常生产水位加地震沉降和地震壅浪高度之和的高差；挡水坝和一次建坝尾矿坝为正常生产水位加最大波浪爬高、最大风壅水面高度、地震沉降和地震壅浪高度之和与坝顶标高的高差。

2.0.37 排水构筑物 Drainage structures

尾矿库用于排洪、截水及回水的各类非机械类构筑物的总称，库内排水构筑物的进水构筑物通常采用排水井或排水斜槽。

2.0.38 尾矿库回采 Tailings pond recovery

对尾矿库中堆存的尾矿进行开采的过程，回采方式包括干式回采、湿式回采。采用开挖采掘

的方法进行开采的称为干式回采，采用采砂船、绞吸船或水枪进行开采的称为湿式回采。

3 基本规定

3.0.1 选矿厂应设有尾矿处置设施，无法综合利用的尾矿应堆存至尾矿库，不得任意排放尾矿。并应符合下列规定：

1 尾矿处置前，应根据国家有关标准，按对环境潜在污染程度由小到大将尾矿分为第 I 类一般工业固体废物、第 II 类一般工业固体废物和危险废物。尾矿设施环境污染控制指标应符合国家有关标准的规定。

2 用于堆存相应类别尾矿的尾矿库环保类别分别为 I 类库、II 类库和危险废物库；当尾矿库贮存多种类别尾矿时，尾矿库的环保类别应按对环境潜在污染程度大的尾矿类别确定。

3.0.2 尾矿设施应符合下列要求：

1 应符合企业的总体规划，建设规模应与选矿厂的建设规模相适应；

2 建设计划宜结合选矿厂的建设计划及各尾矿设施的投入使用时间确定，对于尾矿坝、排水设施、防渗设施、排渗设施、监测设施等逐步投入使用的设施，可根据使用计划分期实施；

3 尾矿水应充分回收利用，外排水水质标准应符合现行国家相关污染物排放标准要求，当不能符合要求时，应设计尾矿水处理系统；

4 应采取水土保持与土地复垦等措施。尾矿库应提出闭库后复垦及生态恢复计划。

3.0.3 尾矿设施设计应广泛搜集和整理基本资料，并应具有下列部分或全部基本资料：

1 选矿厂服务年限；

2 尾矿量、尾矿颗粒组成、尾矿浆体重量浓度、排出口标高等选矿工艺资料；

3 尾矿的固废类别、尾矿水水质及水处理试验等环保资料；

4 尾矿的物理、化学性质资料；

5 尾矿浆的沉降及浓缩试验资料；

6 尾矿水力输送试验或流变学试验资料；

7 尾矿土力学试验资料，尾矿的工程分类应按附录 A 确定；

8 尾矿堆坝试验及渗流试验资料；

9 设备及材料资料；

10 气象及水文资料；

11 尾矿库库区、坝址、排水构筑物沿线、筑坝材料场地和尾矿输送管槽线路等的地形图、岩土工程勘察及地震资料；

12 矿区及周边地区的区域地形图、区域地质图、矿权矿点分布图等；

13 尾矿库周边居民区、重要设施等调查资料；

14 尾矿库占用土地、房屋和其他设施拆迁及管道穿越铁路、公路、通航河流等的协议文件；

15 受纳水体的环境功能要求。

3.0.4 施工图设计文件中应包括专供安全生产管理使用的要点说明及有关图纸，并应作为尾矿设

施生产运行的主要依据。用于安全生产管理的要点说明及相关图纸应至少包括下列内容：

- 1) 尾矿量及粒度、矿浆浓度及流量等尾矿工艺参数；
- 2) 尾矿浓缩、压滤、输送、回水系统图，尾矿输送临界流速控制要求；
- 3) 尾矿库应包括下列内容：
 - 1) 尾矿库设计总坝高、总库容、最终堆积高程；
 - 2) 尾矿库各使用期的全库容、尾矿坝高、有效库容；
 - 3) 尾矿库总平面图、纵剖面图、库容曲线图、尾矿坝横剖面图；
 - 4) 入库尾矿量、尾矿比重、粒度；
 - 5) 尾矿堆存方式，筑坝方式及要求，排放方式及要求，尾矿堆积坝平均堆积外坡比，子坝坝高、坡比，临时边坡及维护设施要求，最终边坡及维护设施要求；
 - 6) 尾矿库不同运行期防洪标准，尾矿库排水设施的运行及封堵要求；
 - 7) 尾矿坝各运行期、各剖面的控制浸润线埋深。
- 4) 湿式尾矿库还应包括下列内容：
 - 1) 入库尾矿浓度；
 - 2) 中线式和下游式尾矿筑坝临时边坡的堆积坡比、堆坝尾砂的控制粒径、产率和浓度；
 - 3) 库内控制的正常生产水位、调洪高度、安全超高、防洪高度、沉积滩坡度、正常生产水位时的干滩长度、最小干滩长度等。
- 5) 干式尾矿库还应包括下列内容：
 - 1) 入库尾矿的含水率、分层厚度、影响坝体稳定区域、压实指标；
 - 2) 尾矿堆积坝临时边坡的堆积坡比、台阶高度、台阶宽度；
 - 3) 坝体顶面坡向及坡度；
 - 4) 库内调洪起始水位、调洪高度、防洪高度、安全超高、最小防洪宽度。
- 6) 尾矿设施监测系统设置及运行要求；
- 7) 其他应说明的内容及附图。

3.0.5 尾矿设施施工应按施工图进行。当实际情况与岩土工程勘察或设计不符需修改设计时，应取得勘察和设计单位的书面意见。

3.0.6 尾矿设施施工应做好施工组织设计及专项施工方案，并应合理安排施工顺序；尾矿设施单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程应按附录 B 划分。当尾矿设施划分为多个标段实施时，各标段施工组织设计中应包含保证相邻标段衔接部分工程质量的措施。

3.0.7 尾矿设施施工应对工地原有的控制点进行复查和校核，并应补充不足部分，同时应建立地面测量控制网。

3.0.8 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，应有合法证明文件和产品合格证。

3.0.9 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、试验记录、质量检

查记录、隐蔽工程验收记录和竣工图等资料。尾矿库安全设施的竣工图应由施工单位完成，不得使用设计图纸代替。

3.0.10 尾矿设施应按国家有关规定进行竣工验收。

4 尾矿库

4.1 一般规定

4.1.1 尾矿库的服务年限应与选矿厂的生产年限相适应，并应符合下列要求：

- 1 宜优先选用单一尾矿库方案；
- 2 当采用多个尾矿库分期建设方案时，应制定分期建库计划，后期库的投产时间应满足选矿厂连续生产的需要；
- 3 新建尾矿库的服务年限不应少于 5 年；
- 4 当多座选矿厂合用一座尾矿库时，应制定合用尾矿库的运行规划。

4.1.2 尾矿库等别、各使用期设计等别及尾矿库构筑物级别的确定应按《金属非金属矿山工程通用规范》（GB）相关要求执行，对于尾矿库失事将使下游重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受灾害者，除一等库外，经充分论证后，其设计等别可提高一等。

4.2 设防标准

I 防洪

4.2.1 尾矿库的防洪标准应符合下列规定：

1 尾矿库各使用期的防洪标准应根据使用期库的设计等别、库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害程度等因素，按表 4.2.1 确定；

表 4.2.1 尾矿库防洪标准

尾矿库各 使用期设计等别	一	二	三	四	五
洪水重现期 (年)	1000~5000 或 PMF	500~1000	200~500	100~200	100

注：PMF 为可能最大洪水。

2 当用于确定尾矿库设计等别的库容或坝高偏于该等上限，尾矿库使用年限较长或失事后对下游会造成严重危害者，防洪标准应取上限或提高等别；

3 当用于确定尾矿库设计等别的库容或坝高偏于该等下限，尾矿库使用年限较短或失事后对下游不会造成严重危害者，防洪标准可取下限；

4 高堆坝或下游有重要居民点时，防洪标准可提高一等。尾矿库失事后对下游环境造成极其严重危害的，防洪标准应提高，必要时可按可能最大洪水进行设计；

5 采用露天废弃采坑及凹地贮存尾矿的尾矿库，周边未建尾矿坝时，防洪标准应采用 100 年一遇洪水。建尾矿坝时，应根据坝高及其对应的库容确定库的等别及防洪标准；

6 中线式或下游式尾矿坝堆坝区的防洪标准应不小于 50 年一遇洪水；

7 尾矿库排洪系统外的尾矿坝坝肩截水沟、坝面排水沟设计洪水采用的降雨量应不小于年最大 24h 雨量均值。

4.2.2 加高扩容的尾矿库改建、扩建项目，除一等库外，防洪标准应在按 4.2.1 确定的防洪标准基础上提高一个等别。

II 抗震

4.2.3 尾矿坝、排水构筑物应根据其重要性和工程场地基本烈度按表 4.2.3 确定其工程抗震设防类别。

表 4.2.3 工程抗震设防类别

工程抗震设防类别	构筑物级别	场地基本烈度
甲	1 级尾矿坝（湿式尾矿库）	≥Ⅵ度
乙	1 级尾矿坝（干式尾矿库）、1 级排水构筑物、2 级尾矿坝	≥Ⅵ度
	3 级及 3 级以上构筑物	≥Ⅷ度
	所有级别构筑物	≥Ⅸ度
丙	所有级别构筑物	≥Ⅶ度
丁	其他	Ⅵ度

4.2.4 工程抗震设防类别为甲类的构筑物场地设计地震动峰值加速度和其对应的设计烈度应根据专门的场地地震安全性评价结果确定，概率水准应取 50 年内超越概率 P50 为 0.05。

4.2.5 工程抗震设防类别为甲类之外的构筑物场地设计地震动峰值加速度和其对应设计烈度的确定应按现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 相关要求执行，应取该图中其场址所在地区的地震动峰值加速度的分区值作为水平向设计地震动峰值加速度代表值，将与之对应的地震基本烈度作为设计烈度；工程抗震设防类别为乙类的，应加强其抗震措施，可采用的抗震措施见本标准第 5.1.9 条。

4.3 选址

4.3.1 尾矿库选址应在符合《金属非金属矿山工程通用规范》（GB）相关规定的前提下经多方案技术经济比较综合确定，并应符合下列要求：

- 1 不宜位于大型工矿企业、大型水源地、重要铁路和公路、水产基地和大型居民区上游；
- 2 不宜位于居民集中区主导风向的上风侧；
- 3 应不占或少占农田，并应不迁或少迁居民；
- 4 不宜位于有开采价值的矿床上面；
- 5 汇水面积应小，并应有足够的库容；
- 6 上游式尾矿库应有足够的初、终期库长；
- 7 筑坝工程量应小，生产管理应方便；
- 8 应避免不良地质现象严重区域；
- 9 尾矿输送距离应短，宜能自流或扬程小；
- 10 上游式尾矿库库底平均纵坡不得陡于 20%。

4.3.2 在同一沟谷内建设两座或两座以上尾矿库时,后建库设计时应充分论证各尾矿库之间的相互关系与影响,并采取安全防范对策措施,确保各尾矿库安全。

4.3.3 废弃的露天采坑及凹地作为尾矿库使用时,应对边坡、库内设施及影响尾矿库安全的周边环境采取可靠的技术和工程措施。

4.4 库容

4.4.1 尾矿贮存所需的尾矿库有效库容应按下列公式确定:

$$V = \frac{W}{\rho_d} \quad (4.4.1)$$

式中: V——尾矿贮存所需的尾矿库有效库容 (m³);

W——需贮存的尾矿量 (t);

ρ_d ——尾矿库内的尾矿平均堆积干密度 (t/m³)。

4.4.2 尾矿库内尾矿平均堆积干密度的确定应符合下列要求:

1 湿式尾矿库宜根据试验或类似尾矿库的实测资料确定,当缺少资料时,尾矿颗粒密度为 2.7t/m³ 的中、低浓度排放尾矿可按表 4.4.2 选定;

2 干式尾矿库应根据试验或类似尾矿库的实测资料确定;

3 当一座尾矿库排入多种尾矿时,应根据各入库尾矿比例、颗粒密度综合确定;

4 当尾矿颗粒密度与参考资料有偏差时,应将参考资料数值乘以校正系数校正后使用。校正系数可按下列公式确定:

$$\beta = \frac{\rho_g}{\rho_{g0}} \quad (4.4.2)$$

式中: β ——校正系数;

ρ_g ——尾矿颗粒密度;

ρ_{g0} ——参考资料尾矿颗粒密度。

表 4.4.2 尾矿平均堆积干密度 (t/m³)

全尾矿名称	尾粗砂	尾中砂	尾细砂	尾粉砂	尾粉土	尾粉质黏土	尾黏土
平均堆积干密度	1.45~1.55	1.40~1.50	1.35~1.45	1.30~1.40	1.20~1.30	1.10~1.20	1.05~1.10

4.4.3 湿式尾矿库的有效库容和调洪库容应按尾矿不同坡度的沉积滩面和库底地形分别计算确定。并应符合下列规定:

1 尾矿沉积滩面的坡度 i_t 可按尾矿物理性质、尾矿库地形及放矿条件类似的其他尾矿库实测资料或由试验确定。当缺少资料时,可按本标准附录 C 计算;

2 设计宜根据放矿需要给出沉积滩坡度的范围值,最大值可取 $1.0i_t \sim 1.2i_t$,最小值可取 $0.8i_t \sim 1.0i_t$,计算有效库容时应取最大值,计算调洪库容时应取最小值。

4.4.4 干式尾矿库的有效库容和调洪库容应按尾矿库顶面坡度和库底地形分别计算确定,尾矿库顶面坡度应结合排水要求、防洪要求确定。

4.5 堆存及排放设计

4.5.1 尾矿堆存方式应结合尾矿性质、地质条件、气候条件、水资源状况等因素，经多方案综合比较确定。

4.5.2 尾矿排放方式应根据尾矿堆存方式、筑法方法及地形条件确定，并应符合下列要求：

- 1 可采用坝前排放、库周排放、库尾排放或多种排放方式联合的排放方式；
- 2 应明确各放矿区域的排放要求，当多座选矿厂合用一座尾矿库时，应明确各选矿厂尾矿的排放要求；
- 3 采用尾矿筑坝的湿式尾矿库应进行坝前排放，具备条件可同时进行库周排放和库尾排放；
- 4 对于进行库周排放、库尾排放的尾矿库，应论证放矿过程对坝体安全、防洪安全的影响。

4.5.3 严寒、寒冷地区尾矿库应结合堆存方式、筑坝方式及气候条件等因素确定冬季排放方式及措施。湿式尾矿库冬季能形成冰层的，应采取下列措施：

- 1 减少排放口数量，排放口与坝体间应留有安全距离并应使矿浆流入冰层以下；
- 2 上游式尾矿坝应在结冰前完成子坝的堆筑；
- 3 春季应对影响坝体稳定区域的冻土层或冰层采取措施加速融化。

4.5.4 尾矿排放设施应满足各区域尾矿排放的需要。并应符合下列规定：

- 1 湿式尾矿库采用分散均匀放矿时，放矿支管间距宜采用 8m~15m；
- 2 放矿的支管断面面积之和应为主管断面面积的 1.5 倍~2.0 倍；
- 3 初期放矿时，应将放矿支管延至尾矿坝坝踵上游处；
- 4 较长的尾矿坝应用矿浆阀将主管分成几段并应分段分区放矿。

4.6 监测设施

I 一般规定

4.6.1 尾矿库应根据等别、类型、尾矿坝筑坝方式、尾矿及尾矿水污染物性质、地形地质条件及地理环境等因素，设置安全和环保监测设施。

4.6.2 监测设施、设备、仪器的选择，应做到安全适用、经济合理、技术先进、运行可靠。监测设施、设备、仪器宜保持其统一性。

II 安全监测设施设计

4.6.3 尾矿库应设置人工安全监测和在线安全监测相结合的安全监测设施，在线安全监测系统应具备预警功能。

4.6.4 安全监测项目应包括下列内容：

- 1 湿式尾矿库监测项目应包括坝体及坝基位移，浸润线，干滩长度及坡度，降水量，库水位，库区地质滑坡体位移及坝体、排洪系统进出口等重要部位的视频监控；三等及三等以上湿式尾矿库必要时还应监测孔隙水压力、渗透水量及浑浊度；
- 2 干式尾矿库监测项目应包括坝体及坝基位移，最大坝体剖面的浸润线，降水量及坝体、

排洪系统进出口等重要部位的视频监控；

3 一次建坝尾矿坝安全监测项目应根据坝型分别符合现行行业标准《混凝土坝安全监测技术规范》SL 601、《砌石坝设计规范》SL 25 和《土石坝安全监测技术规范》SL 551 的有关规定。

4.6.5 安全监测设施设计应符合下列规定：

1 应全面反映尾矿库的运行状态，人工安全监测与在线安全监测监测点应相同或接近，并应采用相同的基准值；

2 监测设施横剖面应结合尾矿坝稳定计算断面布置，监测剖面不少于 3 条，尾矿坝位移监测点的布置应根据稳定计算结果延伸到坝脚以外的一定范围；

3 坝肩及基岩断层、坝内埋管处必要时应设监测设施。

4.6.6 尾矿库在线安全监测系统应符合下列规定：

1 应具备自动巡测、应答式测量功能；

2 应具备传感器和采集设备、供电系统、通信网络故障自诊断功能；

3 应具备防雷及抗干扰功能；

4 应具备数据后台处理、数据库管理、数据备份、预警、监测图形及报表制作、监测信息查询及发布功能；

5 应具备与现场巡查、人工安全监测接口，进行数据补测、比测和记录功能。

4.6.7 尾矿库安全监测预警应由低级到高级分为蓝色预警、黄色预警、橙色预警、红色预警四个等级，设计应给出各监测项目的各级预警阈值。

III 环保监测设施设计

4.6.8 环保监测设施应能反映尾矿库的运行状况。环保监测项目应包括下列内容：

1 入库尾矿量及成分监测、外排尾矿水量及成分监测；

2 地下水及周边水体的水质监测。I 类库、II 类库的地下水监测应符合现行国家标准《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB 18599 的有关规定，危险废物库的地下水监测应符合现行国家标准《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598 的有关规定。

IV 监测设施施工

4.6.9 需要在建设期安装的监测设施应纳入施工计划。施工单位应进行仪器、设备的埋设、安装、调试和保护，调试完应定期进行监测；工程竣工验收时，应将竣工图、埋设记录、施工记录、监测记录及整理分析资料等全部汇编成工程档案，并应移交建设单位。

4.6.10 表面位移基准点、工作基点等的埋设、安装和监测应随坝体的施工进度进行；可设置临时基点，并应记录与相应永久基点的衔接。

4.6.11 浸润线监测和内部位移监测设施安装可选择随坝体堆筑适时埋设或钻孔埋设。随坝体堆筑适时埋设时，应采取措施保证管壁与周围土体良好结合，且不被破坏。

4.6.12 在运行期及改建、扩建项目中进行工程施工时，应对继续使用的监测设施进行保护。

4.7 辅助设施

4.7.1 尾矿库应根据生产过程中的筑坝方式及筑坝工程量，排水构筑物型式及操作要求，以及库区与厂区的距离等因素配备筑坝机械、工作船、工程车，并设置交通道路、值班室、应急道路、应急物资库、通信和照明等设施。必要时可设置宿舍和库区简易气象水文观测点。

4.7.2 交通道路应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ22 的有关规定，应急道路应满足应急抢险需要。交通道路和应急道路共用时，应同时满足上述要求。

4.7.3 尾矿库值班室宜避开坝体下游。

5 尾矿坝设计

5.1 一般规定

5.1.1 尾矿坝筑坝方法应根据尾矿库类型、尾矿粒度、地震设防烈度、气候条件及技术经济等因素综合确定。尾矿坝筑坝根据筑坝材料分为一次建坝和尾矿筑坝，湿式尾矿库的尾矿筑坝法分为上游式尾矿筑坝法、中线式尾矿筑坝法、下游式尾矿筑坝法；干式尾矿库的尾矿筑坝法分为库前式尾矿排矿筑坝法、库周式尾矿排矿筑坝法、库中式尾矿排矿筑坝法、库尾式尾矿排矿筑坝法。

5.1.2 尾矿坝坝址的选择应以筑坝工程量小、形成的库容大以及避免滑坡、泥石流等不良工程地质和水文地质条件为原则，并结合筑坝材料来源、施工条件、尾矿库回水、防洪及堆积坝填筑等因素综合确定。

5.1.3 尾矿坝总坝高应根据库容需求、地形条件、防洪要求、渗流分析及稳定性分析等因素综合确定，尾矿坝应满足渗流控制和静、动力稳定的要求。

5.1.4 坝基处理应满足静、动力稳定，渗透稳定和渗流控制，变形控制等要求，处理的标准与要求应根据工程实际情况确定。遇有下列情况时，应进行专门研究处理：

- 1 易产生尾矿渗漏的砂砾石地基；
- 2 易液化土、软黏土、冰碛层、永冻层和湿陷性黄土地基；
- 3 岩溶地基；
- 4 涌泉及矿山井巷、采空区等。

5.1.5 初期坝坝型应根据尾矿坝筑坝方式、地震设计烈度等因素综合确定，宜采用当地材料构筑。当地震设计烈度为Ⅷ、Ⅸ度时，应选用抗震性能和渗透稳定性较好且级配良好的土石料筑坝。

5.1.6 初期坝、一次建坝的第一期坝坝高的确定应符合下列要求：

- 1 能贮存选矿厂投产后 6 个月以上的尾矿量；
- 2 使尾矿水得以澄清；
- 3 当初期形成的有效库容使用完时，应满足相应等别尾矿库防洪要求；
- 4 投产初期需利用尾矿库调蓄生产用水时，应能贮存所需的调蓄水量；
- 5 在冰冻地区应满足冬季放矿的要求；
- 6 满足后期堆积坝上升速度的要求；
- 7 新建上游式尾矿坝的初期坝坝高与总坝高之比宜采用 $1/8 \sim 1/4$ ，并应大于 $1/8$ 。

5.1.7 尾矿堆积坝平均堆积外坡比不得陡于 1: 3。尾矿排矿筑坝过程中，应设置坝坡维护设施，并应尽早形成最终下游坡面及维护设施。最终下游坡面及维护设施应符合下列要求：

1 设置马道，相邻两级马道的高差不得大于 15m，马道宽度不应小于 1.5m，有行车要求时，宽度不应小于 5m；

2 采用石料、土石料或土料等进行护坡，采用土石料或土料护坡的应在坡面植草或灌木类植物；

3 设置排水系统，下游坡与两岸山坡结合处应设置坝肩截水沟；尾矿堆积坝的每级马道内侧或上游式尾矿筑坝的每级子坝下游坡脚处均应设置纵向排水沟，并应在坡面上设置人字沟或竖向排水沟；

4 设置踏步，沿坝轴线方向踏步间距应不大于 500m。

5.1.8 可行性研究阶段应对改建、扩建尾矿库进行尾矿坝坝体渗流和稳定计算；初步设计阶段应进行尾矿坝坝体渗流和稳定计算。土石坝和采用尾矿筑坝的渗流和稳定计算按本标准第 5.5 节、5.6 节执行，其他类型尾矿坝计算应按相应水工坝的标准执行。

5.1.9 尾矿坝可采用下列抗震措施提高尾矿坝的抗震性能：

- 1 在下游坡坡脚设置土石料压坡；
- 2 放缓坝坡；
- 3 提高坝体密实度；
- 4 降低库内水位或设置排渗设施，降低坝体浸润线。

5.1.10 采用尾矿堆坝的尾矿库，在运行期应按《金属非金属矿山工程通用规范》（GB）相关要求开展尾矿坝全面安全性复核工作，尾矿坝全面安全性复核应符合下列规定：

- 1 复核范围应包括现状至尾矿库终期；
- 2 应对入库尾矿性质与设计进行对比分析；
- 3 应全面分析运行过程中的监测数据；
- 4 渗流和稳定计算应满足本标准第 5.5 节、5.6 节相关要求；
- 5 需要调整控制水位及湿式尾矿库干滩坡度或干式尾矿库顶面坡度的，应重新进行调洪演算；
- 6 应复核坝体控制浸润线埋深；
- 7 应确定后期的处理措施并给出相应的运行控制参数。

5.2 湿式堆存尾矿坝

I 一般规定

5.2.1 湿式尾矿库的筑坝方法应根据库容需求、尾矿特性、地形条件、抗震设防烈度等因素综合确定，并应符合下列要求：

1 抗震设防烈度为 8 度~9 度的宜采用中线式尾矿筑坝法、下游式尾矿筑坝法或一次建坝，当采用上游式尾矿筑坝法时应采取抗震措施，抗震设防烈度为 9 度时，上游式尾矿筑坝法堆坝高度不得高于 30m；

2 入库尾矿颗粒 $d < 0.074\text{mm}$ 含量大于 85%或 $d < 0.005\text{mm}$ 含量大于 15%时，宜采用中线式尾矿筑坝法、下游式尾矿筑坝法或一次建坝。当采用上游式尾矿筑坝法时，应进行尾矿堆坝试验研究。

5.2.2 尾矿坝应有防止放矿直接冲刷坝体上游坡面的措施。

II 上游式尾矿坝

5.2.3 初期坝宜采用透水坝型，当采用不透水坝型时，应采取可靠的坝体排渗方式。

5.2.4 尾矿堆积坝及子坝筑坝方式应根据入库尾矿的粒度、浓度及坝体上升速度等因素综合确定，并应符合下列要求：

1 当入库尾矿为中、粗尾矿且尾矿浆体重量浓度不超过 35%时，可采用直接冲积筑坝法筑坝；

2 入库尾矿浆体重量浓度超过 35%时，应进行尾矿堆坝试验研究；

3 子坝高度、坝顶宽度等应满足生产放矿、交通和巡检等需求，宜采用尾矿堆筑，也可采用土石料堆筑。

5.2.5 尾矿堆积坝沉积滩和库内水位应符合下列规定：

1 滩顶与设计洪水位的高差，应符合表 5.2.5 的最小安全超高值的规定；

2 滩顶至设计洪水位水边线的距离，应符合表 5.2.5 的最小干滩长度值的规定；

3 滩顶与正常生产水位的高差，应不小于表 5.2.5 的最小安全超高值与地震沉降值、地震壅浪高度之和。地震壅浪高度应按现行国家标准《水工建筑物抗震设计标准》GB 51247 的有关规定执行。

表 5.2.5 上游式尾矿坝最小安全超高与最小干滩长度 (m)

坝的级别	1	2	3	4	5
最小安全超高	1.5	1.0	0.7	0.5	0.4
最小干滩长度	150	100	70	50	40

注：1 3 级及 3 级以下的尾矿坝经渗流稳定论证安全时，表内最小干滩长度最多可减少 30%；

2 最小干滩长度尚应符合《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定。

III 中线式及下游式尾矿坝

5.2.6 中线式及下游式尾矿坝应设置初期坝和拦砂坝，在初期坝与拦砂坝之间的坝基范围内应设排渗设施，并应符合下列要求：

1 初期坝宜采用不透水坝型，坝高除应符合本标准第 5.1.6 条规定外，尚应满足初期堆坝尾矿量与库内堆存尾矿量平衡的要求；

2 在堆积坝最终外坡脚处应设拦砂坝，初期坝与堆积坝最终外坡脚之间可根据需要设置临时拦砂坝。拦砂坝应采用透水坝型，坝高可根据实际需要确定；

3 坝基范围内排渗设施可采用褥垫、盲沟等，其断面尺寸应满足排出渗水的要求。

5.2.7 筑坝尾矿粒度应结合全尾矿粒度、筑坝需要粗砂产率及分级设备性能综合确定。当筑坝尾矿较富裕时，筑坝尾矿粒度宜选择 $d \geq 0.074\text{mm}$ 颗粒含量不少于 75%， $d \leq 0.02\text{mm}$ 颗粒含量不大于 10%；当筑坝尾矿粒度不满足以上要求时，应进行筑坝试验研究。

5.2.8 尾矿坝坝顶宽度应满足分级设备、管道安装及交通的需要，尾矿堆积坝坝顶宽度不宜小于 20m。

5.2.9 尾矿堆积坝每级坝体高度应结合入库尾矿粒度、筑坝尾矿粒度、地形条件，通过砂量平衡计算确定。砂量平衡计算应符合下列要求：

- 1 应对尾矿库全部运行期内各坝高的筑坝尾矿量与库内堆存尾矿量进行平衡计算；
- 2 坝顶上升速度应满足库内沉积滩面的上升速度和防洪安全的需要，并由此确定各阶段需要的粗砂产率；
- 3 初期坝砂量平衡计算应预留足够的分级设备调试时间，预留设备调试时间不宜小于 1 个月；
- 4 筑坝尾砂量无法满足要求时，不足部分可采用废石、砂石堆筑。

5.2.10 尾矿堆积坝宜采用水力旋流器分级后的粗尾砂堆筑，分级系统最终成品粗砂的产率宜不少于各堆坝阶段需要的最大粗砂产率的 1.2 倍，设备选型及布置按本标准第 12.2 节相关要求执行。

5.2.11 当采用旋流器底流尾矿直接充填筑坝时，可调整底流尾矿浆的排放浓度，但排放浓度应不小于不分选浓度。

5.2.12 尾矿坝坝体、沉积滩及库内水位应符合下列规定：

- 1 坝顶外缘至设计洪水位水边线的距离，应符合表 5.2.12 的规定；
- 2 坝顶与设计洪水位的高差，应符合表 5.2.5 的最小安全超高值的规定；
- 3 滩顶与正常生产水位的高差，应符合本标准第 5.2.5 条第 3 款的规定。

表 5.2.12 下游式、中线式尾矿坝最小干滩长度 (m)

坝的级别	1	2	3	4	5
最小干滩长度	100	70	50	35	25

注：地震区的最小干滩长度还应符合《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定。

5.3 干式堆存尾矿坝

I 一般规定

5.3.1 干式堆存尾矿坝的筑坝方法应根据项目所在地的水文、气象、地形、地质条件，以及尾矿运输与尾矿库的防洪要求选择。年降雨量均值超过 800mm 或年最大 24h 降雨量均值超过 65mm 的地区不应采用库尾式尾矿排矿筑坝法、库中式尾矿排矿筑坝法。

5.3.2 尾矿堆存前应进行脱水处理，脱水后的含水率应满足干式运输、排矿及碾压要求，无黏性、少黏性尾矿含水率不应大于 22%，黏性尾矿含水率不应大于塑限。脱水设备的选择及布置按本标准第 12.2 节相关要求执行。

5.3.3 正常运行时，库区不应积存雨水，汛期入库雨水应在 72h 内排出库外。

5.3.4 应对不良气候条件可能导致尾矿库运行的不利影响采取防范措施，防范措施可采取覆盖、截水、防雨、防冻、晾晒、临时堆存等。

5.3.5 当库内有泉水或常年流水时，应设盲沟、导水管或其他设施将水排出库外。

II 干式尾矿的运输、平整和压实

5.3.6 干式尾矿宜采用带式输送机或汽车运输，运输方式应根据运输距离、设计入库尾矿量、排矿筑坝方式及尾矿库地形条件等因素综合确定，宜满足将尾矿均匀排放在整个库区的需要。

5.3.7 采用汽车运输和排放尾矿时，运输车辆应留有备用率。

5.3.8 尾矿运输道路设计应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22 和不同坝高时尾矿运输及库内多点布料要求。

5.3.9 采用带式输送机运送和排放尾矿时，其规格及数量应根据排矿量计算确定，并应符合下列要求：

1 卸料段宜设移动式带式输送机或堆料机，皮带末端的高度应满足机械作业安全高度的要求；

2 带式输送机应设检修、维护通道，寒冷地区应采取防冻措施。

5.3.10 库外运输应采取防扬尘、防遗洒、防滑、防冻等安全、环保措施。

5.3.11 进入库内的尾矿可采用自卸汽车、装载机、挖掘机和推土机等工程机械倒运、推平；碾压机械应根据尾矿性质及碾压要求确定，碾压参数应通过试验确定。

5.3.12 尾矿排矿筑坝应自下而上边排矿边摊平、碾压，并应符合下列要求：

1 堆积体顶面应保持基本平整，坡向、坡度应满足正常排矿作业、防洪及排水要求，并坡向尾矿库的排水方向，不得出现反坡；

2 影响堆积坝最终外边坡稳定区域的压实度不应小于 0.92，其他区域压实度可适当降低，但压实后堆积体表面应满足后续排矿作业要求；

3 尾矿推进碾压作业方式应根据排放区域确定，影响堆积坝最终外边坡稳定的区域应采用分层碾压排放作业，其他区域可采用推进碾压排放作业；

4 采用分层碾压排放作业的，无黏性、少黏性尾矿分层厚度不得超过 0.8 m，黏性尾矿分层厚度不得超过 0.5 m；

5 尾矿排矿筑坝期间应设置台阶，分层碾压排放作业的台阶高度不应超过 10 m，台阶宽度不应小于 1.5 m，有行车要求时不应小于 5 m。推进碾压排放作业的台阶高度不应超过 5 m，台阶宽度不应小于 5 m；

6 台阶的坡比应满足稳定要求。

5.3.13 设计中应提出尾矿堆存和碾压等物理力学试验相关要求。

III 库前式及库周式尾矿坝

5.3.14 库前式、库周式尾矿坝应设置初期坝，初期坝宜采用透水坝型，当采用不透水坝型时，应采取可靠的坝体排渗方式。

5.3.15 库前式尾矿坝应自坝前向库内推进，始终保持坝前高、库尾低；库周式尾矿坝应自库周向库中间推进，始终保持库周高、库中低。

5.3.16 顶面应坡向库内方向，坡度应根据防洪要求确定，宜选择 1%~5%。库区最低点应设置

在排水设施入水口处，排水设施附近应均匀排放尾矿，上表面应低于排水设施封堵堰顶，距离封堵堰顶高差宜选为 0.5m~1m。

5.3.17 尾矿堆积坝防洪宽度应符合表 5.3.17 最小防洪宽度的规定；坝顶顶标高与设计洪水位的高差应符合表 5.2.5 最小安全超高值的规定。

表 5.3.17 干式尾矿库尾矿坝最小防洪宽度 (m)

坝的级别	1	2	3	4	5
最小防洪宽度	100	70	50	35	25

IV 库尾式及库中式尾矿坝

5.3.18 库区下游或周边应设拦砂坝，可根据需要设置临时拦砂坝。拦砂坝形成的有效库容应满足储存一次洪水冲刷挟带的尾矿量，尾矿量可由现场调查或按本标准附录 D 计算确定。

5.3.19 库尾、库中式尾矿坝应自库尾或库中向库前或库周、自下而上分层排矿并碾压，分层碾压顶面应坡向拦砂坝，坡度应保持 1%~2%。

5.4 一次建坝

5.4.1 一次建坝尾矿坝可按挡水坝设计或非挡水坝设计，挡水坝应采用不透水坝型，可选择土石坝、混凝土坝或浆砌石坝等。

5.4.2 挡水坝坝顶和库内水位应符合下列要求：

1 坝顶与设计洪水位的高差，不应小于表 5.2.5 的最小安全超高值、最大风壅水面高度和最大波浪爬高之和。最大风壅水面高度和最大波浪爬高可按现行国家标准《水工建筑物荷载标准》GB/T 51394 的有关规定执行；

2 湿式尾矿库采用土石坝时，坝顶与正常生产水位的高差应不小于表 5.2.5 的最小安全超高值和地震沉降值、地震壅浪高度、最大风壅水面高度及最大波浪爬高之和。地震壅浪高度确定应符合现行国家标准《水工建筑物抗震设计标准》GB 51247 的有关规定；

3 当坝顶上游侧设有防浪墙时，坝顶超高可改为对防浪墙顶的要求，但设计洪水位不得超过坝顶。

5.4.3 非挡水坝应对坝前尾矿排放和库内水位进行控制，并应符合下列要求：

1 干滩长度或防洪宽度应根据防洪、渗流及稳定计算确定，设计洪水位不得超过滩顶或坝前尾矿堆存的顶标高；

2 当干滩长度或防洪宽度满足本标准第 5.2.12 条、5.3.17 条的规定，安全超高和库内水位应分别按本标准第 5.2.12 条、5.3.17 条要求控制，否则坝顶和库内水位应满足本标准第 5.4.2 条规定。

5.4.4 一次建坝尾矿坝应根据尾矿库等别、使用时间、使用年限及尾矿坝工程量、料源等因素综合确定建设计划，使用年限长或筑坝工程量大时，宜采用分期建设。分期建设尾矿坝各期坝均应满足渗流和稳定的要求，每期坝的筑坝高度应根据各时段入库尾矿量、防洪要求及施工需要确定。

5.5 渗流计算及渗流控制

5.5.1 尾矿坝应进行渗流计算，渗流计算应分析放矿、雨水等因素对尾矿坝浸润线的影响；湿式尾矿库 1、2 级尾矿坝的渗流应按三维数值模拟计算或物理模型试验确定。

5.5.2 尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深除满足坝坡抗滑稳定的条件外，尚应满足表 5.5.2 的要求。

表 5.5.2 尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深 (m)

堆积坝高度 H	$H \geq 150$	$150 > H \geq 100$	$100 > H \geq 60$	$60 > H \geq 30$	$H < 30$
浸润线最小埋深	10~8	8~6	6~4	4~2	2

注：1 堆积坝高度应按各垂直坝轴线剖面所在位置分别取值；

2 位于初期坝坝段的堆积坝高度按堆积高度取值，位于其余坝段的堆积坝高度按尾矿堆积坝坝顶与坡脚的高差取值；

3 任意高度堆积坝的浸润线最小埋深可用线性插值法确定。

5.5.3 尾矿堆积坝宜采用拟合法确定各使用期及各运行条件下的临界浸润线，并结合表 5.5.2 的要求确定控制浸润线。加高扩容尾矿库改建、扩建项目的尾矿堆积坝控制浸润线埋深应不小于通过计算确定的控制浸润线的 1.2 倍。

5.5.4 尾矿坝的渗流控制措施应确保浸润线低于控制浸润线。渗流控制措施应结合坝的级别、坝体稳定计算和抗震构造等要求综合分析确定，渗流控制措施可采用选择合适的初期坝坝型、降低库内水位及设置排渗设施等，排渗设施设计应按本标准第 6.2 节相关要求执行。

5.6 稳定计算

5.6.1 初期坝与堆积坝的抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基的物理力学性质经计算确定。

5.6.2 坝坡抗滑稳定计算应采用刚体极限平衡法，计算方法应优先采用简化毕肖普法，也可采用瑞典圆弧法；对于土工材料防渗层影响坝坡抗滑稳定或坝基内有软弱夹层等情况，应采用摩根斯坦-普赖斯等非圆弧类方法进行校核。

5.6.3 稳定计算典型断面应包括下列内容：

- 1 最大坝高断面；
- 2 两岸岸坡坝段的代表性断面；
- 3 地形地质条件差异较大的代表性断面。

5.6.4 计算断面材料概化分区应符合下列要求：

- 1 新建尾矿库尾矿堆积坝应根据筑坝方法、入库尾矿粒度和尾矿的固结度进行概化分区；
- 2 改建、扩建及安全性复核的尾矿库，尾矿堆积坝应根据勘察资料进行概化分区；
- 3 坝体、坝基内抗剪强度指标及其他性能相近的材料可概化合并为一个分区，相差明显的材料不应进行概化合并，软弱夹层应单独分区；
- 4 概化分区应能反映土工材料防渗层对坝体稳定产生的不利影响。

5.6.5 尾矿坝坝体材料和坝基土的抗剪强度指标，应根据强度计算方法与土类别按表 5.6.5 确

定。

表 5.6.5 土的抗剪强度指标试验方法

强度计算方法	土的类别	试验仪器	试验方法及代号	强度指标	试样及试验起始状态
总应力法	砂性	三轴仪	固结不排水剪(CU)	c_{cu}, ϕ_{cu}	试样 黏性和粉性土应使用原状样； 砂性土可用重塑样。 试验起始状态： 含水量和密度应与现场一致； 浸润线和水位以下应预先饱和； 固结应力应与实际应力相符。
	粉性	直剪仪	固结快剪(CQ)		
		三轴仪	固结不排水剪(CU)		
	黏性	直剪仪	固结快剪(CQ)		
		三轴仪	固结不排水剪(CU)		
有效应力法	砂性	直剪仪	慢剪(S)	c', ϕ'	
		三轴仪	固结排水剪(CD)		
	粉性	直剪仪	慢剪(S)		
		三轴仪	固结不排水测孔压($\bar{C}U$)或固结排水剪(CD)		
	黏性	三轴仪	固结不排水测孔压($\bar{C}U$)		

注：1 软弱黏（粉）性土的总应力抗剪强度指标，应采用不固结不排水剪试验方法确定；

2 采用十字板原位试验确定软弱黏（粉）性土抗剪强度指标时，应根据土的塑性指数进行修正。

5.6.6 新建尾矿库尾矿堆积坝各分区的物理力学性质指标，可按试验、类似尾矿坝的勘察资料或按本标准附录 E 确定，地基的物理力学性质指标应按勘察资料确定。改建、扩建及安全性复核尾矿库的物理力学性质指标应按勘察资料确定。

5.6.7 坝坡抗滑稳定的安全系数不应小于表 5.6.7 规定的数值，各运行条件孔隙压力应按渗流计算结果确定，特殊运行条件是指正常运行条件遇地震。

表 5.6.7 坝坡抗滑稳定最小安全系数

计算方法	运行条件	坝的级别			
		1	2	3	4、5
简化毕肖普法及其他计及条块间作用力方法	正常运行	1.50	1.35	1.30	1.25
	洪水运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	特殊运行	1.20	1.15	1.15	1.10
瑞典圆弧法	正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
	特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.05

5.6.8 各工程抗震设防类别尾矿坝抗震计算应符合下列规定：

1 各类设防尾矿坝均应进行抗震稳定性分析，抗震稳定性分析应采用拟静力法。甲乙类设防及丙类设防抗震液化分析结果不利时，还应采用时程法进行抗震稳定性分析；

2 甲乙丙类设防应进行抗震液化分析，丁类设防可不进行抗震液化分析。甲乙类设防应采用时程法进行抗震液化分析，丙类设防可采用简化分析方法进行抗震液化分析；

- 3 甲乙类设防及丙类设防当抗震液化分析结果不利时，应进行抗震永久变形分析；
- 4 地震液化对尾矿坝稳定产生不利影响时，应计算震后坝体的抗滑稳定性；
- 5 甲乙类设防应进行专门的动力抗震计算，动力抗震计算包括抗震液化分析、抗震稳定性分析和抗震永久变形分析；
- 6 采用时程法进行抗震稳定性分析时，宜根据滑动面的位置、深度、范围及稳定指标超限时间和程度等，综合判断坝坡的抗滑稳定性。

5.6.9 采用时程法进行抗震分析时应符合下列要求：

- 1 宜采用非线性应力应变关系计算坝体震前的初始应力状态；
- 2 宜采用等效线性或非线性时程分析方法计算地震应力和地震加速度反应；
- 3 宜采用室内动力试验方法确定数值模拟计算的本构模型参数；
- 4 无液化或无明显强度损失的坝体，可采用刚体滑动法计算地震产生的永久变形；
- 5 至少应选取 2 套人工拟合地震加速度时程和 1 套类似场地及地震地质环境的实测地震加速度记录；
- 6 场地设计反应谱为人工拟合地震加速度时程的目标谱，加速度时程的持续时间可按表 5.6.9 确定。

表 5.6.9 人工拟合地震加速度时程的持续时间

潜在震源震级	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
持续时间	10~20	10~25	15~30	25~35	35~45

6 尾矿坝构筑物

6.1 一般规定

6.1.1 尾矿坝构筑物包括初期坝、拦砂坝、一次建坝尾矿坝和排渗设施，截渗坝和拦洪坝也应满足本章相关要求。

6.1.2 一次建坝分期建设时，下游临时坝面应视分期时长，做好坝面临时维护措施，可设临时护坡。

6.2 设计

I 一般规定

6.2.1 尾矿坝构筑物设计应充分考虑尾矿的作用，对于排尾前可能挡水的坝体，应根据可能存水的高度，对坝体采取措施防止产生渗透破坏。

6.2.2 尾矿坝防渗、排渗形式应结合尾矿库整体防渗要求、坝体结构形式、坝体稳定要求、渗透比降、下游浸润线和渗透流量等因素综合选择，坝体承担环保防渗区域的隔水效力应不低于库区防渗隔水效力，并应做好保护措施。

6.2.3 坝顶宽度应满足放矿管道、分级设备、监测设施、交通及操作检修的布置要求。当有行车要求时，坝顶宽度及路面构造应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22 的规定。

6.2.4 尾矿库挡水坝的设计应根据坝型按相应水库坝的设计标准相关要求执行，但防洪标准应按本标准执行。

II 土石坝设计

6.2.5 坝顶最小宽度宜符合表 6.2.5 规定的数值。

表 6.2.5 土石坝坝顶最小宽度 (m)

坝高	<20	20 ~30	>30
坝顶最小宽度	3.0	3.5	4.0

6.2.6 透水堆石坝堆石体上游坡坡比不宜陡于 1:1.6；当初期坝采用土坝时，上游坡坡比可略陡于下游坡。下游坡坡比在初定时可按表 6.2.6 确定。

表 6.2.6 土石坝下游坡坡比

坝高(m)	土坝下游坡坡比	堆石坝下游坡坡比	
		岩基	非岩基(软基除外)
5~10	1:1.75~1:2.0	1:1.6~1:1.75	1:1.75~1:2.0
10~20	1:2.0~1:2.5		
20~30	1:2.5~1:3.0		

6.2.7 透水坝上游坡面采用土工材料组合反滤层时，宜设置嵌固平台，高差宜为 10m~15m，宽度不宜小于 1.5m。土工布嵌入坝基及坝肩的深度不宜小于 0.5m，并应填塞密实。

6.2.8 下游坡面应每隔 10m~15m 标高设一条马道，宽度不宜小于 1.5m。并应从坝顶至坝脚设置踏步，踏步宽度不宜小于 1.0m，踏步两侧宜设栏杆。

6.2.9 坝体各分区之间、坝体与坝基之间、下游渗流出逸部位等渗透比降较大且容易发生渗流破坏的部位，应设置反滤层。反滤层的形式和参数，根据被保护土材料特性、反滤料料场的砂砾石特性、保护部位、坝高等经工程类比确定。当选用土工织物作反滤层时，应符合现行国家标准《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290 的相关规定。

6.2.10 当坝体采用弱透水材料填筑时，应在外坡脚设排水棱体，宜在坝体与坝基、坝体与岸坡之间设置排水体，并考虑必要的反滤及保护措施。

6.2.11 坝顶和内外坡应根据需要设置护坡和排水，下游坡与两岸山坡结合处应设置坝肩截水沟。

6.2.12 寒冷地区坝体应考虑冰冻的影响和措施。

6.2.13 设计应明确筑坝材料的来源、性质、储量和分布。

III 混凝土坝和浆砌石坝设计

6.2.14 尾矿坝坝前尾矿堆存高度应根据尾矿库类型、尾矿排放方式综合确定。

6.2.15 坝体结构设计的荷载取值标准应按现行国家标准《水工建筑物荷载标准》GB/T 51394 的有关规定执行，湿式尾矿库尾矿压力应按淤沙压力计算，干式尾矿库尾矿压力应按土压力计算。

6.2.16 湿式尾矿的浮重度和内摩擦角可由类似工程实测资料或实验确定。

IV 排渗设施设计

6.2.17 排渗设施类型、布置及实施阶段应根据勘察资料、渗流计算、控制浸润线要求及现场条件综合确定，并宜符合下列要求：

1 尾矿库建设阶段，在尾矿堆积坝坝基范围内可设置排渗褥垫、排渗盲沟或排渗管等排渗设施；

2 尾矿库运行阶段，在坝坡或沉积滩上可设置排渗管、辐射井、排渗井、排渗盲沟、排渗褥垫等排渗设施；

3 排渗设施类型可选择一种，也可以选择两种或两种以上组合。当采用垂直-水平联合排渗时，垂直排渗体宜设置在水平排渗体两侧或上方；

4 当排渗效果相当时，宜优先采用自流排渗方式。

6.2.18 排渗管应符合下列要求：

1 排渗管安装方式可采用预埋式或后置式，预埋式宜采用水平排渗管，后置式可采用水平排渗管或弧形排渗管；

2 滤水管段和导水管段应采用相同材质，宜选用抗压强度大于 0.8MPa 聚乙烯管（PE）或硬质聚氯乙烯管（UPVC）。当采用钻孔安装时，排渗管外径宜为 $\phi 60\text{mm} \sim \phi 90\text{mm}$ ；

3 导水管长度应结合渗流计算结果和控制浸润线要求确定，改建、扩建和运行期尾矿库还应结合实际浸润线确定。导水管宜深入浸润线内且向下游方向倾斜设置，长度不宜小于 5m；

4 滤水管段开孔率宜为 8%~10%，开孔孔径宜为 $\phi 6\text{mm} \sim \phi 12\text{mm}$ ，外包 300g/m^2 及以上土工布或 60 目及以上不锈钢丝网；

5 安装方式采用干滩预埋的，应采取措施防止放矿对排渗管产生影响和跑浑。

6.2.19 辐射井应符合下列要求：

1 集水井深度应根据浸润线控制要求和施工安全确定，结构型式宜采用圆形钢筋混凝土结构，内径不宜小于 3m；

2 滤水管可采用单层布置或多层布置，应以集水井为中心呈辐射状布置且应以上游方向为主，滤水管结构应符合本标准第 6.2.18 条规定；

3 导水宜采用自流式排水。导水管向下游方向坡比宜为 1%~5%，外径宜为 90mm~130mm，进水口距集水井底板高度应不小于 500mm，长度大于 120m 时宜设置中继井。

6.2.20 排渗井应符合下列要求：

1 排渗井的井距、井深、井径及数量应根据抽水试验结果确定；

2 管材宜选用无砂混凝土管、钢管或 PE 管。当选用钢管或 PE 管时，应设置集渗段，集渗段开孔率宜为 15%~25%，管壁外侧应包裹土工织物或不锈钢丝网；

3 管井中的集渗水宜通过虹吸管或水泵排出管井，当采用水泵抽排时宜设液位控制器控制。

6.2.21 气吸式竖向排渗井还应符合下列要求：

1 气吸式竖向排渗井井距、井深及数量应根据浸润线控制要求确定，井距宜为 8m~20m，宜在井壁外侧设置反滤层；

2 空气压缩机和储气罐的数量、型号和布置应根据气吸式竖向排渗井的数量和布置确定，空气压缩机应设备用；

3 应采用自动控制。

6.2.22 排渗设施的渗水应设置收集设施进行收集，渗水的处置方式应满足本标准第 3.0.2 条规定。

6.3 施 工

I 一般规定

6.3.1 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度汛安全。施工期间，应保证导流和泄水构筑物的正常运行。

6.3.2 施工导流宜利用永久排水构筑物。当采用其他临时导流设施时，应取得设计单位同意，并应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。

6.3.3 尾矿库施工期临时度汛洪水标准应根据尾矿库等别按表 6.3.3 确定。洪水标准可根据其失事后对下游的影响程度提高或降低。

表 6.3.3 施工期临时度汛洪水标准

尾矿库等别	一、二	三	四、五
-------	-----	---	-----

洪水重现期 (a)	>50	30~50	10~30
-----------	-----	-------	-------

6.3.4 开工前,应在坝轴线两端、坝体以外,不受施工、滑坡或爆破等影响的位置设置永久性标石,并应标明桩号和架设标架。

II 坝基、岸坡开挖与处理

6.3.5 坝基、岸坡开挖与处理等隐蔽工程应按设计要求施工。

6.3.6 清基前应进行测量放线。清基时,应将树木、草皮、树根、乱石、坟墓以及各种建筑物等全部清除,并按设计要求处理水井、泉眼、地道和洞穴等。第四系土层,不良工程地质条件及全风化、强风化岩石等应按设计要求和有关规定处理。

6.3.7 坝肩岸坡的开挖清理工作应自上而下依次完成,特殊情况下需先开挖岸坡下部时,应进行论证并提出安全保证措施。清出的杂土应全部运出坝外,并堆放在指定的场地。

6.3.8 开挖所形成边坡应满足施工期边坡稳定要求,边坡的坡形、坡度、坡面形态应满足设计要求,开挖形成的边坡坡面应大致平顺,不得出现倒坡或急剧变坡。

6.3.9 易风化、易崩解的岩石和土层,开挖后不能及时进行坝体填筑的,应喷水泥砂浆、混凝土保护或预留保护层。

6.3.10 采用灌浆法处理坝基时,灌浆工作除应进行必要的灌浆材料性能试验外,还应在施工现场进行灌浆试验,同时应以检查孔验证灌浆效果。

6.3.11 天然黏性土作为坝基时,开挖后不能及时进行坝体填筑的,应预留保护层,并在开始填筑前清除。冰冻期应在冻结前清理完毕,并应预先填筑 1m~2m 厚的坝体或采取其他防冻措施。

6.3.12 坝基清基完成回填前应及时进行坝基地质编录,并应符合下列规定:

- 1 地质编录应真实反映坝基所揭露的地质情况,并绘制地质平面图,地质纵、横断面图以及地质展示图等;
- 2 对不同岩层应取样检测其物理力学性能指标,并应验证坝基能否满足设计要求;
- 3 坝基和岸坡处理过程中,发现新的地质问题或检验结果与勘察有较大出入时,应报监理工程师,并应会同设计、勘察单位共同研究处理措施。

III 土石坝施工

6.3.13 筑坝材料控制应符合下列要求:

1 施工单位应对各料场勘察报告和试验资料进行核查,并对设计指定料场进行复核。当发现储量、质量与设计不符时应及时报告,并与建设、监理、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,并应符合 GB/T 51394《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251 的有关规定;

2 规划料场的实际可开采总量时,可开采总量与坝体填筑量之比应根据料场的调查精度、料场天然密度与坝体压实密度的差值,以及开挖与运输、雨后坝面清理、坝面返工及削坡等损失

综合确定。可开采总量与坝体填筑量之比宜为：土料 2.0~2.5；砂砾料 1.5~2.0；石料 1.2~1.5；反滤料根据筛取有效方量确定，但不宜小于 3.0。料场边坡开挖应符合设计要求；

3 砂（砾）反滤料宜在天然料场选用；

4 当黏性土料的天然含水率大于施工期含水率的上限值时，应采取降低含水率的措施；小于施工期含水率的下限值时，应进行加水处理。

6.3.14 坝体填筑应符合下列要求：

1 坝体填筑前，应在排水、坝基、岸坡、结合部处理及隐蔽工程等验收合格，碾压试验完成并经监理工程师批准后，方可填筑；

2 坝体填筑材料的种类、土石料质量、颗粒级配、含水率、含泥量、超径、软弱颗粒及相应填筑部位、压实标准、取样试验结果等均应符合设计要求。上坝料应符合设计规定，不合格的坝料严禁上坝；

3 坝体填筑前，应根据设计要求明确压实标准。最优含水率及最大干密度应通过击实试验确定；

4 坝体压实质量应控制压实参数，并应取样检测密度和含水率。检验方法、仪器和操作方法应符合国家现行标准《碾压式土石坝施工规范》DL/T 5129 和《土工试验方法标准》GB/T 50123 的要求，并应符合下列要求：

1) 黏性土现场密度检测宜采用环刀法、表面型核子水分密度计法；

2) 砾质土现场密度检测宜采用灌砂法或灌水法；

3) 土质不均匀的黏性土和砾质土的压实度检测宜用三点击实法；

4) 反滤料、过渡料及砂（砾）石料现场密度检测宜采用灌水法或辅以表面波压实密度仪法。试坑直径不应小于最大粒径的 3 倍，试坑深度应等同碾压层厚度；

5) 堆石料现场密度检测宜采用灌水法，也可辅以表面波法、测沉降法等快速方法。灌水法测密度的试坑直径不应小于坝料最大粒径的 2 倍~3 倍，最大不应超过 2m，试坑深度应等同碾压层厚度；

6) 黏性土含水率检测宜采用烘干法，也可用核子水分密度计法、酒精燃烧法、红外线烘干法；

7) 砾质土含水率检测宜采用烘干法或烤干法；

8) 反滤料、过渡料及砂（砾）石料含水率检测宜采用烘干法或烤干法；

9) 风化石、堆石料含水率检测宜采用烤干和风干联合法。

5 坝体填筑指标应根据压实标准和碾压试验的要求确定，施工中应控制含水率、土石类别、压实参数、压实厚度及压实时自然和人为因素等，不得随意更改。填筑土石厚度不得超过碾压试验确定的松铺厚度；

6 坝体填筑可采用进占法或后退法卸料，黏性土填筑应采用进占法卸料，砂（砾）石料宜采用后退法卸料。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，后续应对岸坡结合部进行处理；

7 坝体各部位的填筑应按设计断面进行分层填筑和分层压实，如地面起伏不平时，应按水平分层由低处开始逐层填筑，不得顺坡铺填，同时应保证防渗体和反滤层的有效设计厚度；

8 坝体填筑应沿坝轴线方向进行，宜采用定点测量方式，不得超厚；

9 坝体碾压应符合下列要求：

1) 坝体碾压前应对填料层的松铺厚度、平整度和含水量进行检查，在符合要求后方可进行碾压；

2) 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，应防止欠压、漏压和过压；

3) 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；

4) 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应不小于 0.5m，垂直碾压方向搭接宽度应不小于 1.0m；

5) 坝体碾压宜采用振动碾，振动碾工作重量宜为 18t~32t，振动频率 20Hz~30Hz，行驶速度不应超过 4km/h，并应检查振动碾的实际工作性能；

6) 与岸坡结合处 2.0m 宽范围内宜采用垂直轴线方向碾压，碾压设备应采用轻型振动碾、平板振动器或其他压实机械。不易压实的边角部位应减薄铺料厚度；

7) 坝体碾压完成并检测合格后方可铺筑上层新料。

10 填筑的坝顶应预留沉陷余量。当设计未规定时，沉陷余量可根据坝基和坝体岩土的秘密度取为坝高的 1%~3%；

11 坝体、防渗体、坝基、岸坡、坝下埋管、齿墙的结合部位应按设计要求处理；

12 填筑过程中，应保证观测仪器埋设与检测工作的正常进行，并应采取保护措施；

13 负温条件下在填筑堆石料过程中不得加水，经监理工程师同意后可采取减薄层厚、加大压实功能的方式施工。

6.3.15 堆石和砂（砾）石料的施工除应满足本标准第 6.3.14 条要求外，还应符合下列要求：

1 堆石和砂（砾）石料等粗粒岩土的卸料高度不宜大于 2.0m。粗粒岩土卸料发生分离现象时，应拌和均匀；

2 堆石和砂（砾）石料堆筑宜加水碾压。加水方式可采用向坝料运输车辆定量加水和坝面碾压补水相结合的方式。对于软弱石料，加水量应严格控制上限；

3 堆石、砂（砾）石料及其他坝壳料纵横向接合部位宜采用台阶收坡法，每层台阶宽度不应小于 1.0m。接缝的坡度不应大于其稳定坡度，并应满足设计要求。与岸坡接合时，不应有超径块石和块石集中、架空及分离现象，并应对边角处加强压实；

4 堆石区位于上、下游坝坡时，填筑可不留削坡余量，只按设计断面留出块石护坡的厚度，并应边填筑、边整坡。

6.3.16 黏性土的施工除应满足本标准第 6.3.14 条要求外，还应符合下列要求：

1 填筑与碾压应连续进行。当气候干燥，土层表面水分蒸发较快或短时间停工时，其表面风干土层及填筑应经常洒水湿润，使含水率保持在控制范围以内。长时间停工时，应铺设保护层，复工时应予以清除，经监理工程师验收后，方可填筑；

2 横向接缝的接合坡度不应大于 1:3.0，高差不宜大于 10m。当横向接缝陡于 1: 3.0 时，在接合处应采取专门措施压实，压实宽度不应小于 1m~2m，且距接合面 2m 以内不得用夯板夯实。除高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 15m；

3 坝体接缝坡面的处理应随坝体填筑上升，接缝必须陆续削坡，并应直至填筑合格面，经监理工程师验收合格后方可填筑。黏性土或砾质土的接合面削坡取样检查合格后，必须边洒水，边刨毛，边摊铺，边压实，并宜控制其含水率为施工含水率的上限；

4 铺土时，上、下游坝坡应留有削坡余量并进行碾压，在铺筑护坡前按设计断面削坡。铺土与岩石岸坡相接时，岩坡削坡后不宜陡于 1:0.75，不得出现反坡；

5 雨季施工时，其填筑面可中央凸起，向上、下游倾斜，以利于排泄雨水。雨后填筑，填筑面应根据表土情况，分别采用翻松、晾晒或清除处理，经监理工程师检查合格后方可复工。有积水、泥泞和运输车辆走过的坝面上不得填土。做好坝面保护，下雨及复工前施工机械和人员不得穿越、践踏坝面；

6 负温下施工时，应进行气温、土温、风速的测量，气象预报及质量控制工作。摊铺、碾压和取样等应采用快速连续作业，并应做好压实土层的防冻保温工作。压实时土料温度应在-1℃以上，当最低气温在-10℃以下，或在 0℃以下且风速大于 10m/s 时，应停止施工；

7 在摊铺中不得夹有冰雪、冰块或冻土。黏性土的含水率不应大于塑限的 90%，砂（砾）石料的含水率应小于 4%。因下雪停工时，复工前应清理坝面冰雪、冰块和冻土，并应经监理工程师检查合格后方可复工。

6.3.17 反滤层铺设应符合下列要求：

1 反滤层的材料、级配、不均匀系数、含泥量及铺筑位置和有效宽度均应符合设计要求。加工好的反滤料应经检验合格方可使用；

2 在挖装和铺筑过程中，应避免反滤料颗粒分离并防止杂物混入，反滤料宜在挖装前洒水；

3 铺料应自下向上进行，不得从坡顶向下倾倒；

4 反滤层内不得设置纵缝。反滤层横向接坡应清至合格面，不得发生层间错位、中断和混杂；

5 铺好的反滤层上不得自上向下滚石或其他物料，施工人员行走应铺跳板；

6 负温下施工时，反滤料应呈松散状态，不应含有冻块。下雪天应停止铺筑，并应遮盖。雪后复工时应清除积雪；

7 土工布铺设应按国家现行标准《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290 的有关规定执行。

6.3.18 护坡砌筑应符合下列要求:

- 1 砌筑护坡前, 坝坡应按设计要求的断面进行削坡;
- 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;
- 3 砌筑护坡块石时应按设计要求进行, 不得破坏保护层;
- 4 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, 并应进行洒水护理;
- 5 现浇混凝土护面宜采用无轨滑模浇筑, 其厚度应符合设计要求, 并按设计要求分缝, 同时应设置排水孔;
- 6 当采用抛石、混凝土预制块、水泥石等护坡型式及采用土工织物垫层时, 应符合设计要求。

IV 混凝土坝和砌石坝施工

6.3.19 水泥、掺合料、外加剂等混凝土原材料应通过优选试验选定, 生产厂家相对固定。

6.3.20 混凝土生产前, 应进行原材料质量检测、资源配置与设备状况检查、称量设备的校正等准备工作。

6.3.21 混凝土配合比应根据混凝土设计强度、耐久性和施工性能等要求通过现场生产性试验确定。混凝土强度和保证率应符合设计要求。

6.3.22 混凝土坝施工应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的相关规定。

6.3.23 混凝土浇筑与养护应符合下列要求:

- 1 坝体施工过程中, 混凝土浇筑块宜均匀上升, 应满足混凝土施工质量的均匀性和抗裂要求;
- 2 混凝土浇筑应采用平铺法或台阶法, 应按一定厚度、次序、方向分层浇筑, 且层面平整。台阶法施工的台阶宽度不应小于 2m;
- 3 混凝土入仓后应及时平仓振捣, 不得堆积。仓内粗骨料堆叠时, 应均匀地分布至砂浆较多处或待振捣的混凝土面上, 不得用水泥砂浆覆盖, 以免造成内部蜂窝;
- 4 在斜面上浇筑混凝土时, 应从低处开始浇筑, 浇筑面应保持水平, 并与斜面垂直相交, 不应出现尖角;
- 5 混凝土浇筑宜保持连续性。需间歇施工, 间歇时间应通过试验确定;
- 6 混凝土收仓面应浇筑平整, 抗压强度未达到 2.5MPa 前, 不得进行下道工序的仓面准备工作。混凝土施工缝面不得有乳皮、露粗砂;
- 7 混凝土表面养护, 应符合下列要求:
 - 1) 混凝土初凝后宜采用喷雾、洒水、流水、蓄水或保温、保湿等方式养护;
 - 2) 养护期不宜少于 28d, 对重要部位和利用后期强度混凝土, 以及其他有特殊要求的部位, 宜延长养护时间。

6.3.24 低温季节混凝土施工, 应符合下列要求:

- 1 日平均气温连续 5 天在 5℃ 以下或最低气温连续 5d 在 -3℃ 以下时, 应按低温季节要求施

工；

2 低温季节施工应编制专项施工计划，采取可靠的技术措施；

3 在严寒或寒冷地区，施工部位宜相对集中，不宜分散。已浇筑的有保温要求的混凝土，应采取抗冻保护或越冬保温措施。

6.3.25 止水带的施工应符合现行行业标准《水工建筑物止水带技术规范》DL/T 5215 的相关规定和设计要求。

6.3.26 砌石坝施工，应符合下列要求：

1 坝体砌石应做到石料平整、坝面应砌平。石料大面朝下，避免晃动。胶结材料应填满捣实，石块间缝隙应用小石及砂浆或混凝土嵌紧；

2 砌体养护、伸缩缝等要求应符合设计要求。横缝位置应与垫层混凝土相适应；

3 冬季、雨季、夏季施工要求应符合施工组织设计要求。

V 排渗设施施工

6.3.27 排渗设施施工应符合设计要求，在施工过程中应采取保证坝体安全的防护措施。

6.3.28 贴坡排渗设施铺设的范围、厚度及所选反滤料、保护层应符合设计要求。

6.3.29 排渗管轴线位置应采用仪器定位，施工设备应根据设计孔位和轴线方向进行安装和调试。

6.3.30 水平及弧形排渗管施工应符合下列要求：

1 应采用跟管钻进，排渗管施工孔径与排渗管外径间隙不宜大于 80mm；

2 应采用导向定位系统控制钻进轨迹；

3 导水管出口段间隙宜采用非开挖形式封堵。

6.3.31 辐射井施工应符合下列要求：

1 集水井宜采用沉井施工工艺；

2 管井底部应采取封堵措施，避免发生管涌、流砂、流土等现象；

3 井壁的排水孔及导水孔宜采用钻具开孔法；

4 导水管成孔宜采用跟管钻进。

6.3.32 气吸式竖向排渗井施工应符合下列要求：

1 排渗孔施工平台地基承载力应满足钻机施工要求；

2 钻孔施工采用套管与钻杆同时钻进；

3 排水管道安装时，竖井之间管道应设置伸缩节，寒冷地区管道需配备保温措施；

4 机房内应采取防尘、通风措施，寒冷地区机房内宜采用保温措施。

6.3.33 管井排渗成孔施工时，宜采用冲击、水冲及回转正、反循环钻进方法。

6.3.34 垂直-水平联合排渗施工时，宜先施工水平排渗体，再施工垂直排渗体。垂直排渗体与水平排渗管的直接连接或间接贯通效果应进行送水检验。

6.3.35 其他类型排渗设施的施工应符合现行国家标准《尾矿堆积坝排渗加固工程技术规范》GB 51118 的相关规定和设计要求。

7 尾矿库排洪及回水设计

7.1 排洪设计

I 一般规定

7.1.1 尾矿库应设置排洪设施，排洪设施的排洪能力不应包括机械排洪的排洪能力，当排洪设施兼做回水设施时，还应考虑回水对排洪能力的影响。

II 洪水计算及调洪演算

7.1.2 尾矿库洪水计算的降雨历时应采用 24h，并应符合下列要求：

- 1 应根据各省水文图集或有关部门建议的计算方法进行计算。当采用全国通用的公式时，应采用当地的水文参数；
- 2 三等及三等以上尾矿库库区洪水计算宜采取两种以上方法计算，宜以各省水文图册推荐的计算公式为准或选取大值。有条件时应结合现场洪水调查予以验证；
- 3 库内水面面积不超过流域面积的 10%时，可按全面积陆面汇流计算。库内水面面积超过流域面积的 10%时，水面和陆面面积的汇流应分别计算。

7.1.3 调洪库容应按本标准第 4.4.3 条、4.4.4 条的规定执行。

7.1.4 调洪演算应采用水量平衡法按下式计算：

$$\frac{1}{2}(Q_s + Q_z)\Delta t - \frac{1}{2}(q_s + q_z)\Delta t = V_z - V_s \quad (7.1.4)$$

式中： Q_s 、 Q_z ——时段始、终尾矿库的来洪流量(m^3/s)；

q_s 、 q_z ——时段始、终尾矿库的泄洪流量(m^3/s)；

V_s 、 V_z ——时段始、终尾矿库的蓄洪量(m^3)；

Δt ——该时段的时间(h)。

7.1.5 尾矿库的一次洪水排出时间应小于 72h。

III 排洪设施选择

7.1.6 排洪方式及布置应根据地形、地质条件，洪水总量，调洪能力，尾矿性质，回水方式及水质要求，操作条件与使用年限等因素，经技术经济比较确定，并应符合下列要求：

1 库内排洪设施宜采用排水井-隧洞、排水井-排水管、斜槽-隧洞或斜槽-排水管的排洪型式。一次建坝的尾矿库在地形条件许可时，可采用溢洪道排洪，同时宜以排水井或斜槽控制库内运行水位；

2 当库区外汇水面积较大，库内调洪难以满足要求时，可采用库外排洪系统和库内排洪系统相联合的排洪系统。库外排洪系统不宜与库内排洪系统合并，当与库内排洪系统合并时，应进行论证，合并后的排水管或隧洞宜采用无压流控制，采用压力流控制时，应进行水工模型或模拟试验验证；

3 除库尾排矿的干式尾矿库外，三等及三等以上尾矿库不得采用截洪沟排洪；

4 库尾式、库中式尾矿库在设计最终状态时的尾矿库外围应设永久截排洪系统，当设计尾矿堆积坝高超过 60m，应设置中间截洪沟，尾矿库运行过程中，应在尾矿堆积区设临时排水沟，将洪水排至尾矿库下游，洪水不得在尾矿堆积坝外坡面无序排放；

5 中线式或下游式尾矿坝堆坝区的洪水如无法通过拦砂坝渗出坝外，应在拦砂坝前设置排洪设施；库尾式或库周式尾矿坝拦砂坝前应设置排洪设施，排水入口应高于尾砂淤积标高 0.5m 以上；并应及时清理坝前淤积尾矿。

7.1.7 排洪构筑物型式及尺寸应根据水力计算和调洪演算确定，并应符合下列要求：

1 应满足设计流态、日常巡检维修和防洪安全要求；

2 进水构筑物的型式应根据排水量大小、尾矿库的地形条件和是否兼作回水设施等因素确定。排水量较大时宜采用框架式排水井，排水量较小时宜采用窗口式排水井或斜槽；

3 排水井内径不宜小于 1.5m，斜槽的净高不宜小于 1.2m；

4 排水管的净高不宜小于 1.2m。排水隧洞的净高不应小于 1.8m，净宽不应小于 1.5m；

5 排洪构筑物的设计最大流速不应大于构筑物材料的允许抗冲流速，排水管、排水隧洞的最小设计坡度不宜小于 0.3%；

6 对特别复杂的排洪系统，应进行水工模型或模拟试验验证。

7.1.8 排水井井底应设置消力坑。在排水管或隧洞变坡、转弯和出口处，应根据具体情况采取消能防冲措施。

7.2 尾矿库回水

7.2.1 尾矿库回水水量，应在尾矿库回水设计保证率条件下，根据入库水量、水面蒸发量和渗透损失水量等，经水量平衡计算确定。并应符合下列规定：

1 回水设计保证率应与新水水源设计保证率相同；

2 采用雨水回用时，降雨量的设计保证率应与尾矿库回水设计保证率一致；

3 水面蒸发量设计频率应与尾矿库回水设计保证率相适应。

7.2.2 渗透损失水量可按表 7.2.2 所列损失水层厚度估算。对于特殊工程地质情况的尾矿库，应分别计算坝体、坝基、库底和沿岸的渗透损失水量。

表 7.2.2 尾矿库渗透损失水层厚度 (m)

水文地质条件	年	月
渗透较小（不透水地层）	0.5	0.04
中等渗漏	0.5~1.0	0.04~0.08
渗透较大（不含水的透水地层）	1.0~2.0	0.08~0.16

7.2.3 回水设施设计流量应根据水量平衡计算结果按尾矿库各运行期最大回水量确定，宜留有富裕能力，可按选矿厂最大可能回水用量设计。

7.2.4 尾矿库回水设计应充分利用库内水的位能。有条件时应采用静压回水方式。对于尾矿坝较

高、回水率和回水均衡性要求较高，以及水面结冰期较短的尾矿库，宜采用库内浮船式泵站取水。

7.2.5 尾矿库库内回水初始取水标高及取水点位置应根据选矿厂用水需求、筑坝方式、地形条件及尾矿水澄清距离综合确定，具备条件的，宜采用较低的初始取水标高和较长的尾矿水澄清距离。

7.2.6 在尾矿库全部使用期间，取水点距尾矿沉积滩水边线的距离均应满足尾矿水澄清要求，尾矿水澄清距离可按类似尾矿库实测数据或通过计算确定。

8 排水构筑物

8.1 一般规定

8.1.1 当排水设施穿过反滤层时应采取措施防止发生渗透破坏,穿过防渗层时应采取措施防止发生渗漏。

8.1.2 尾矿库应采取防止泥石流、滑坡、树木杂物等影响泄洪能力的工程措施。

8.1.3 排水构筑物各部位使用的钢筋、混凝土和砌体材料应满足设计规定的规格、材质和强度要求。混凝土及砌体材料尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀性等要求。

8.1.4 放线时应对照现场地形和标高进行复核,并应将排水构筑物按设计坐标、标高放线,与实际地形相差较大或有较大的悬空、超挖等明显的不合理现象时,应通知设计单位。

8.1.5 混凝土、钢筋、砌体的材料、配比、施工、温控、低温季节施工、预埋件施工,质量控制与检查等要求除应符合本标准的规定外,还应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203、《水工混凝土施工规范》DL/T 5144 和《水工混凝土钢筋施工规范》DL/T 5169 的有关规定。

8.1.6 排水构筑物施工中的施工缝、变形缝、止水、齿墙、排水孔等细部构造和预埋件的设置及处理方式应符合设计要求。止水带两侧的混凝土应振捣密实、砂浆应饱满密实,变形缝两侧内壁不得出现明显的凸坎。变形缝和止水应符合现行行业标准《水工混凝土施工规范》DL/T 5144 的有关规定。

8.1.7 各部位的外形轮廓、结构尺寸、钢筋间距、保护层厚度等应符合设计要求。

8.1.8 混凝土浇筑应振捣密实,不得产生空洞、蜂窝麻面,并应加强养护;砌体砂浆应饱满。

8.1.9 对于有抗酸、碱、盐侵蚀要求的排水构筑物,应按设计要求进行防腐处理。

8.1.10 爬梯应进行防腐处理,混凝土达到设计强度前不得踩踏。

8.2 设计

8.2.1 排水构筑物应进行结构计算,结构计算应满足相应水工建筑物设计标准要求,排水井还应符合现行国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135 的相关规定。

8.2.2 排水构筑物设计时,应根据不同设计状况或工况下可能出现的作用,采用各自最不利的组合进行设计。并应符合下列要求:

- 1 排水井、排水斜槽设计状况应选择该部分使用完毕时的状况;
- 2 排水井应对未使用状况进行校核;
- 3 封堵体的设计状况应选择尾矿库的最终状况。

8.2.3 排水构筑物结构设计的荷载取值标准按本标准第 6.2.15 条、6.2.16 条要求执行,湿式尾矿库进水构筑物附近淤积尾砂的高度应通过计算或类似工程的实测资料分析确定,当无法获得准确数据时,宜取进水构筑物的顶标高。

8.2.4 除隧洞外的地下排洪构筑物应采用钢筋混凝土结构。隧洞岩体条件较好且隧洞中的水流流

速在该岩体或喷锚支护衬砌的允许流速范围内时，可采用不衬砌或喷锚支护。

8.2.5 排水构筑物的基础应置于有足够承载力的地基上，并应符合下列要求：

1 应避免设置在工程地质条件不良或需要填方的地段，当无法避开或地基的承载力不足时，应进行地基处理设计并采取符合基础承载力要求的工程措施；

2 基础应设在冻土深度以下；

3 排洪构筑物不得直接坐落在尾矿沉积滩上。

8.2.6 沟埋式和平埋式排水管，两侧回填土应夯实，顶部应松填，其厚度不应小于 0.5m；上埋式排水管管顶的垂直荷载应根据上覆尾砂厚度考虑附加系数。

8.2.7 排水管应根据气温和地基条件确定伸缩缝和沉降缝的分缝长度，并应符合下列要求：

1 岩基上宜每隔 10m~20m 设一条伸缩缝，在岩性变化或断层处应设沉降缝；

2 非岩基上宜每隔 4m~8m 设一条沉降缝；

3 接缝处应采用密闭型橡胶或塑料止水带，止水带厚度应满足内、外工作水压的要求，当尾矿渗水不会污染下游环境时，无压管也可采用反滤接头；

4 接缝处应设套管。

8.2.8 尾矿、尾矿水、尾矿库岩土体、尾矿库地下水对排洪构筑物有腐蚀作用的，应对排洪构筑物采取防腐措施。

8.2.9 受冰、冻融和冻胀作用的排洪构筑物应采取防冰、抗冻措施，排水井周边应采取防止冰盖与排水井直接接触的措施。

8.2.10 排水构筑物利旧时，需论证利旧的排水构筑物可靠性。排水构筑物终止使用时应及时进行封堵，封堵后应同时保证封堵段下游的永久性结构安全和封堵段上游库尾矿堆积坝渗透稳定安全及相邻排水构筑物安全。排水构筑物封堵应符合下列要求：

1 排水井封堵体应设在井座上部、井座、隧洞（排水管）进口或隧洞（排水管）内，不得设置在井顶、井身段；

2 斜槽封堵体应设在隧洞（排水管）进口或隧洞（排水管）内，不得设置在斜槽顶、槽身段；

3 封堵体应采用刚性结构，结构计算及相关要求应按现行行业标准《水工隧洞设计规范》SL 279 的有关规定执行。

8.3 基础开挖及处理

8.3.1 基坑或基槽基底不得欠挖，并应减少超挖。超挖值不宜大于 500mm，超挖部分应按设计要求或用强度等级不低于 C15 混凝土回填。

8.3.2 采用爆破法进行岩基开挖时，应控制装药量，并应符合现行行业标准《水电水利工程爆破施工技术规范》DL/T 5135 和《水工建筑物岩石地基开挖施工技术规范》SL 47 的相关规定；开挖不衬砌溢洪道时，应采用预裂、光面爆破等控制爆破技术。

8.3.3 在非岩基内开挖基坑或基槽时，其边壁应按不同类型土的稳定边坡放坡。当采用直立边壁

时，应进行支撑加固。

8.3.4 在地下水位较高的位置，基坑应设置降水设施进行疏干。

8.3.5 基础开挖后应由监理、勘察、设计及建设单位进行验槽。地基与设计地质条件相差较大，或遇有软弱地基、不均匀地基、断层、滑坡等不良地基时，应通知勘察和设计单位共同研究解决。与设计条件差别较小时，应按下列方法进行处理：

1 岩基内有局部土基存在时，应将土挖除，并应采用强度等级不低于 C15 的混凝土或 M10 砂浆砌 MU30 块石回填，或进行加固处理；

2 土基内有局部基岩出露，且出露段长度小于 2m 时，应将出露基岩清除至设计标高以下 1m，再用土回填夯实到设计标高；出露段长度较长时，应在岩性变化处增设变形缝。

8.4 排水井及排水斜槽施工

8.4.1 排水斜槽施工时应按设计规定的每段槽长分段施工，混凝土浇筑应一次完成，不得留横向施工缝。排水井不能一次浇筑完成时，施工缝应符合设计要求。

8.4.2 封堵预制件应按设计要求预制，具有多种规格时应进行标识，平盖板应有正反面标志。预制件的装卸应以人工为主，不得机械装车 and 翻斗车倾卸。

8.4.3 排水井座及排水斜槽施工结束后，外侧的开挖部分应进行回填和夯实，回填材料、密实度、轮廓尺寸和回填标高应符合设计要求。

8.5 排水管施工

8.5.1 排水管应按设计规定的每段管长分段施工，混凝土浇筑应一次完成，不得留横向施工缝。

8.5.2 尾矿库内排水管两侧回填土，应用人工同时从两侧分层回填夯实。夯实密度不应小于 90%。

8.5.3 黏土坝内的排水管应按设计要求设置截水环。截水环间管段周围回填土应用人工夯实，夯实应至管顶以上 1m，其干密度要求应与坝体相同。

8.5.4 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。

8.5.5 尾矿库内沟埋式和平埋式排水管施工完毕并经验收后，管顶应按设计要求覆盖，或用厚度不小于 1m 的松土覆盖。

8.6 排水隧洞施工

I 一般规定

8.6.1 排水隧洞轴线与水平面的倾角小于等于 6° 时，应按平洞开挖的规定执行；倾角大于 6° 小于 75° 时，应按斜井开挖的规定执行；倾角大于等于 75° 时，应按竖井开挖的规定执行。

8.6.2 施工单位在开挖及掘进过程中应按本标准附录 G 和附录 H 做好下列工作：

- 1 工程地质编录和测绘，检验前期地质勘察资料；
- 2 预测和预报可能出现的工程地质问题；
- 3 对不良工程地质问题开展专项研究，并提出处理措施；

4 根据工程规模、地质条件和施工方法开展安全监测工作，分析监测资料，并进行围岩稳定性预报。

8.6.3 隧洞的施工除应符合本标准的要求外，还应符合现行行业标准《水工隧洞设计规范》SL 279、《水工建筑物地下工程开挖施工技术规范》DL/T 5099 和《水电水利工程竖井斜井施工规范》DL/T 5407 的有关规定。

8.6.4 排水隧洞施工措施洞和措施井的位置及封堵方案应经设计单位确认，并应满足本标准排水隧洞施工相关要求。

II 隧洞开挖与掘进

8.6.5 隧洞开挖方法应根据地质条件、工程规模、支护方式、工期要求、施工机械化程度、施工条件和施工技术水平等因素选定，并应符合下列要求：

1 不应欠挖，宜减少超挖。开挖半径的平均径向超挖值不宜大于 200mm。不良地质地段超挖值的控制标准宜由监理工程师组织相关人员商定后，报建设单位确定；

2 开挖过程中应根据需要采取保证施工过程中安全的支护措施；

3 隧洞开挖应设置通风设施。缺氧地区应采取补氧措施，负温条件下应采取防寒措施。

8.6.6 隧洞进出口开挖应根据洞口岩体特性确定开挖方法、支护措施和洞口边坡加固方案等，并应符合下列要求：

1 洞口削坡应自上而下进行，不得上下垂直作业。进洞前应进行危石清理和坡顶排水，并按设计要求进行边坡加固；

2 洞口宜设置防护棚，宜在洞脸上部加设挡石措施。洞口开挖时宜减少对周围岩体的扰动；

3 洞口施工宜避开降雨期和融雪期。进洞前应完成洞口排水系统，并应确认洞脸岩体稳定后再开挖洞口；

4 洞口位于水位以下时，应按相应防洪标准设置挡水构筑物。

8.6.7 平洞掘进应符合下列要求：

1 应采用全断面掘进的方法，在特殊情况下掘进时，宜采用预先贯通导洞法施工；

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

3 平洞开挖的循环进尺可根据围岩类别和施工机械等条件选用；

4 应检测中心线方向和高程。每次爆破后，均应进行断面检查。发现不符合质量要求时，应及时修正。

8.6.8 斜井与竖井的掘进方法可根据其断面尺寸、深度、倾角、围岩特性、工期要求、施工设备、地形条件、交通条件和施工技术水平等因素选择。

8.6.9 隧洞掘进钻爆施工应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

8.6.10 隧洞施工需要临时支护的地段，应根据地质条件、断面尺寸、开挖方法、围岩自稳时间等因素确定临时支护方案，临时支护可采用锚喷支护、拱架支撑与锚喷联合支护等。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，并应在围

岩出现松弛变形前支护完毕。

8.6.11 在不良地质段掘进应符合下列要求：

1 在岩体松散、软弱、破碎、膨胀、多水、偏压、高压及岩溶等地段中掘进隧洞时，应加强检查观测，并根据测量数据和查清的地质构造制订施工方案。交叉口部位开挖时还应对围岩进行监测；

2 在松散、破碎的岩体中掘进时，应减少对围岩的扰动，可采用预灌浆加固、先护后挖或边挖边护的方法；

3 在膨胀岩体中开挖隧洞时，可采用锚喷支护进行封闭，及时完成永久衬砌的施工，并应符合国家现行标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 和《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL/T 62 的有关规定；

4 在多水地段，宜采用排、堵、截、引的综合治理措施；

5 在岩溶地段掘进隧洞时，宜采用封堵、隔离、清除、支护、加固、利用结构物跨越等方法处理溶洞中的空洞、危石、坍塌及风化充填物。

III 隧洞衬砌

8.6.12 隧洞衬砌应在开挖与掘进验收合格后进行。

8.6.13 隧洞衬砌前，应根据围岩的工程地质编录和测绘资料核实工程地质参数。当参数与开挖后的实际情况有较大出入时，应通知勘察和设计单位。

8.6.14 钢筋混凝土衬砌，应符合下列要求：

1 纵、横向钢筋每个节点应进行绑扎或焊接，箍筋连接点应在纵、横向筋交叉处进行绑扎或焊接；

2 混凝土衬砌的模板及支架应具有足够的强度、刚度和稳定性。施工缝应与设计的沉降缝、伸缩缝相结合布置，需要增设纵向施工缝时，应设在衬砌结构拉应力及剪应力较小的部位，并进行凿毛处理。安装模板时应检查中线、高程、断面、净空尺寸，并应检查衬砌钢筋、预埋件等，同时应做好隐蔽工程记录；

3 衬砌混凝土的入模温度，冬季不应低于 5℃，夏季不应高于 32℃。拱墙衬砌混凝土应自下而上从两侧向拱顶对称浇筑；

4 混凝土衬面模板的拆除在衬砌不受外荷载的情况下，混凝土强度应达到 5MPa，承受围岩压力的衬砌混凝土强度应达到设计强度。

8.6.15 隧洞衬砌除应符合本标准的要求外，还应符合国家现行标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 和《水工混凝土施工规范》DL/T 5144 的有关规定。

IV 隧洞灌浆

8.6.16 混凝土衬砌段的灌浆应按先回填灌浆后固结灌浆的顺序进行。回填灌浆应在衬砌混凝土达到 70%设计强度后实施，固结灌浆宜在该部位的回填灌浆结束后 7d 后实施。

8.6.17 回填灌浆施工应满足设计要求，并应符合下列要求：

1 在素混凝土衬砌中回填灌浆孔宜采用直接钻设的方法，在钢筋混凝土衬砌中回填灌浆孔宜采用从预埋管中钻孔的方法。钻孔孔径不宜小于 38mm，孔深应至混凝土后面的空腔或进入围岩 10cm，并应测记混凝土厚度和混凝土与围岩之间的空腔尺寸；

2 顶拱回填灌浆应分区段进行，每区段长度不宜大于 3 个衬砌段，区段端部应封堵严密；

3 回填灌浆前应对衬砌混凝土的施工缝和混凝土缺陷等进行全面检查，对可能漏浆的部位应先进行处理；

4 回填灌浆施工应自洞室较低的一端开始，向较高的一端推进；

5 回填灌浆可灌注水灰比为 1:1 或 0.5:1 的水泥浆，空隙大的部位应灌注水泥砂浆，掺砂量不宜大于水泥重量的 200%；

6 回填灌浆压力应根据混凝土衬砌厚度和配筋情况等确定，素混凝土衬砌中宜采用 0.1MPa~0.3MPa，钢筋混凝土衬砌中宜采用 0.2MPa~0.4MPa；

7 回填灌浆质量检查应在该部位灌浆结束 7d 后进行。回填灌浆质量检查可采用钻孔注浆法，应向孔内注入水灰比为 2:1 的浆液，在规定的压力下，初始 10min 内注入量不宜超过 10L。

8.6.18 固结灌浆施工应满足设计要求，并应符合下列要求：

1 固结灌浆孔可采用风钻或其他形式钻机钻孔，终孔直径不宜小于 38mm，孔位、孔向和孔深应符合设计要求；

2 固结灌浆孔在灌浆前应用压力水进行裂隙冲洗，冲洗压力可为灌浆压力的 80%，且不大于 1MPa。灌浆前简易压水试验可与裂隙冲洗合并进行，试验孔数不宜少于总孔数的 5%；

3 固结灌浆孔基岩段长度不大于 8m 时，宜全孔一次灌浆。灌浆孔深较深或地质条件不良，或有特殊要求时，宜分段灌浆；

4 固结灌浆质量压水试验检查宜在该部位灌浆结束 3d~7d 后进行，检查孔的数量不宜少于灌浆孔总数的 5%。合格标准应为 85%以上试验段的透水率不大于设计值，其余试验段的透水率不超过设计值的 150%，且分布不应集中。

V 通风、防尘与辅助工程

8.6.19 施工过程中，洞内氧气按体积计算不应少于 20%。开挖施工时，洞内平均温度不应超过 28℃，洞内风速可根据不同的洞内温度按表 8.6.19-1 进行调节。

表 8.6.19-1 洞内温度与风速的关系

洞内温度 (°C)	<15	15~22	22~24	24~28
风速 (m/s)	<0.5	<1.0	>1.5	>2.0

当洞内作业区噪声大于 90dB (A) 时，应采取消音或其他防护措施。采取措施后的噪声值仍在 90dB (A) 以上时，应按表 8.6.19-2 调整在相应噪声条件下的工作时间。

表 8.6.19-2 噪声及允许与其接触时间

噪声值 dB (A)	90	93	96	99
------------	----	----	----	----

每个工作日允许与其接触时间 (h)	6	4	2	1
-------------------	---	---	---	---

8.6.20 在自然通风不能满足要求时，应采用机械通风。通风系统应设专人负责运行、维护和管理。

8.6.21 洞内供风与明挖工程使用统一的供风系统，应总体规划。

8.6.22 隧洞掘进时应采取防尘、防有害气体的措施，喷射混凝土临时支护宜采用湿喷工艺。

8.6.23 洞内供电宜布置在用电负荷中心，设在洞口外不受干扰处。需要变压器进洞时，应选用矿山专用变压器并按规定设置变压器室，变压器的高压电源应用电缆引入洞内；洞内供电线路、照明设施布置应满足安全施工的要求。

8.6.24 洞内供水与排水应根据施工、消防的要求确定；供水水源应可靠，水质应符合相应用水标准；洞内工作面和运输道路路面不应积水。

8.6.25 洞室掘进、支护和衬砌过程中，应设置必要的急救、消防、通信等设施。

8.7 溢洪道及截水沟施工

8.7.1 采用石料、混凝土砌块时，材料的几何尺寸应符合设计要求。砌筑前应挂线，并应自下而上施工，砌筑时应错缝竖砌，紧靠密实，大块封边，表面平整。护面用的石料应满足块度的要求，其边长不应小于 300mm，厚度不应小于 200mm。

8.7.2 砌筑应采用坐浆法施工，分层砌筑，砌缝勾平缝，无假缝、凸缝。砂浆原材料、强度均应符合设计要求。现浇混凝土衬砌模板应符合设计要求。

8.7.3 混凝土施工应加强养护、保温，避免出现裂缝。表面抗冲磨混凝土宜与相邻混凝土一次整体浇筑，加强过流表面平整度控制。

8.7.4 基槽回填前应清除杂物，排净积水。回填土应分层压实，压实度、预留超高应符合设计要求。

9 尾矿库环保设施

9.1 设计

9.1.1 I类库防渗衬层应符合下列要求：

1 当天然基础层饱和渗透系数不大于 1.0×10^{-5} cm/s，且厚度不小于 0.75 m 时，可以采用天然基础层作为防渗衬层；

2 当天然基础层不能满足上述防渗要求时，可采用改性压实黏土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为 1.0×10^{-5} cm/s 且厚度为 0.75 m 的天然基础层；

3 在工程地质和水文地质条件适宜时，也可采用垂直防渗系统，防渗效果应符合本条第 1 款要求。

9.1.2 II类库应采用单人工复合衬层作为防渗衬层，并符合下列要求：

1 人工合成材料应采用高密度聚乙烯膜，厚度不小于 1.5 mm，并应满足现行国家标准《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643 规定的技术指标要求。采用其他人工合成材料的，其防渗性能应至少相当于 1.5 mm 高密度聚乙烯膜的防渗性能；

2 黏土衬层厚度应不小于 0.75 m，且经压实、人工改性等措施处理后的饱和渗透系数不应大于 1.0×10^{-7} cm/s。使用其他黏土类防渗衬层材料时，应具有同等以上隔水效力。

9.1.3 当地下水水位较高并对防渗系统产生危害时，应设置地下水导排系统；II类库地下水导排系统应确保II类库运行期地下水水位维持在基础层表面 1.5 m 以下。

9.1.4 垂直防渗的型式可选用灌浆帷幕、HDPE 土工膜-膨润土复合墙、水泥-膨润土墙、土-膨润土墙、塑性混凝土墙等。

9.1.5 尾矿库应采取清污分流措施，并应符合下列要求：

1 在库区地形地质条件允许情况下，尾矿库可设置周边截水沟。截水沟过流断面设计暴雨可采用短历时，设计标准宜根据尾矿环保类别确定：I类库可按多年平均 24h 暴雨，II类库可按十年一遇，危险废物库可按百年一遇；

2 坝外坡截排水沟应按本标准第 5.1.7 条相关规定执行；

3 有渗水的尾矿坝应设置渗水收集设施；

4 干式尾矿库下游应设澄清水池，渗水收集设施和澄清水池可统一考虑。

9.1.6 尾矿库扬尘等大气污染物排放应符合国家标准中有关无组织排放的要求，应采取均匀放矿、洒水喷淋等措施防止扬尘污染。

9.2 防渗设施施工

I 一般规定

9.2.1 防渗设施的施工应包括黏土类衬层和各种土工合成材料的施工。

9.2.2 基础层的施工应符合设计要求，防渗设施施工前，应对库区的库底与边坡进行清理、平整、压实，表层不得有尖角、石块以及其他尖锐物体。

9.2.3 土工合成材料施工应符合下列要求：

- 1 应合理布局每片材料的位置，并应保证接缝数量最少；
- 2 应合理选择铺设方向，并应减少接缝受力；
- 3 接缝应避免弯角、折角；
- 4 应自然松弛与基础层贴实，不应褶皱、悬空；
- 5 在坡度大于 10%的坡面上和坡脚向库底方向 1.5m 范围内不得有水平接缝；
- 6 应留有伸缩余量。

9.2.4 土工合成材料的搭接方式和搭接宽度应符合表 9.2.4 的要求。

表 9.2.4 土工合成材料搭接方式和搭接宽度

材 料	搭接方式	搭接宽度 (mm)
高密度聚乙烯 (HDPE) 土工膜	热熔焊接	100±20
	挤压焊接	75±20
非织造土工布	缝合连接	75±15
	热粘连接	200±25
钠基膨润土垫 (GCL)	自然搭接	250±50
土工复合排水网	下层土工布自然搭接 土工网捆扎 上层土工布缝合连接	75±25
织造土工布	缝合连接	75±15

9.2.5 人工防渗衬层施工完成后应进行完整性检测，并应对漏洞进行修补。

9.2.6 防渗设施验收后、使用前应采取有效的保护措施。

II 黏土类衬层施工

9.2.7 黏土类衬层采用的土应满足设计要求，当使用其他类型土替代时，应取得设计单位的书面意见。

9.2.8 黏土类衬层施工应分层压实，每层压实土层的铺设厚度不应大于 300mm。

9.2.9 黏土类衬层库底压实度不应小于 0.93，边坡压实度不应小于 0.90，表面每平方米的平整度误差不宜超过 20mm。

III 高密度聚乙烯 (HDPE) 土工膜施工

9.2.10 高密度聚乙烯土工膜铺设前应进行外观检查、物理性能指标检测，高密度聚乙烯土工膜物理指标应符合设计要求。

9.2.11 铺设施工应符合下列要求：

- 1 每日铺设量不应超过一个工作日能完成的焊接量。
- 2 应一次展开到位，不宜展开后再拖动；

- 3 边坡不应存在水平焊缝；
- 4 应对膜下保护层采取防排水措施；
- 5 应采取防止受风力影响而破坏的措施；
- 6 应按本标准附录 J 的要求对焊缝施工进行记录、签字。

9.2.12 对施工过程中的丁字缝应采用直径 300mm 的圆形补丁进行焊接密封。高密度聚乙烯土工膜的破损应采用相同规格材料进行修补，修补范围应不小于破损范围周边 80mm。

IV 土工布施工

9.2.13 土工布搭接缝合应使用抗紫外线和化学腐蚀的聚合物线，并应采用双线缝合。非织造土工布采用热粘连接时，应使搭接宽度范围内的重叠部分全部粘接。

9.2.14 土工布边坡施工时，铺设方向应与坡面一致，应预先将土工布锚固在锚固沟内，再沿斜坡向下铺放。在坡面上宜整卷铺设，不宜有水平接缝。

9.2.15 土工布的破损应使用相同规格材料进行修补，修补范围应不小于破损范围周边 300mm。

V 钠基膨润土垫（GCL）施工

9.2.16 钠基膨润土垫施工时应符合下列要求：

- 1 不应在雨雪天气下施工；
- 2 应以品字形分布，不得出现十字搭接；
- 3 边坡不应存在水平搭接并应在边坡开挖的锚固沟内进行锚固；
- 4 搭接部位应用膨润土粉密封；
- 5 在管道或构筑物立柱等特殊部位施工时应加强处理。

9.2.17 钠基膨润土垫的破损应使用相同规格材料进行修补，修补范围应不小于破损范围周边 300mm。如有撕裂等损伤应全部更换。

VI 土工复合排水网施工

9.2.18 土工复合排水网施工时应符合下列要求：

- 1 排水方向应与水流方向一致；
- 2 边坡上的土工复合排水网不宜存在水平接缝；
- 3 在管道或构筑物立柱等特殊部位施工时，应进行特殊处理，并应保证排水畅通；
- 4 土工布和土工排水网均应分别和同类材料连接。搭接部位应使用塑料扣件或聚合物编织带连接，沿卷长方向连接间距不宜大于 1.5m。底层土工布应自然搭接，上层土工布应缝合连接，土工布应全面覆盖土工排水网。

9.2.19 土工复合排水网的破损应使用相同材料修补，修补范围应不小于破损范围周边 300mm。

VII 垂直防渗施工

9.2.20 垂直防渗墙施工应符合下列要求：

1 垂直防渗墙施工包括沟槽开挖、泥浆护壁、回填防渗材料、盖帽等环节，施工过程中应采取有效的质量保证及控制措施；

2 沟槽开挖应避免塌孔，开挖过程中护壁泥浆的比重宜保持在 1.10~1.25 之间，浆液顶面应高出地下水位 1m，施工过程中应避免浆液顶面发生明显下降，应避免泥浆静置 24h；

3 沟槽开挖过程中应检测沟槽宽度、垂直度和深度，沟槽进入地层应符合设计要求；

4 塑性混凝土防渗墙施工应符合现行行业标准《水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范》SL 174 的有关规定。

9.2.21 防渗帷幕施工应符合现行行业标准《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL/T 62 的有关规定。

10 尾矿库回采及闭库

10.1 一般规定

10.1.1 尾矿库回采前应进行工程地质勘察，回采产生的新尾矿应按本标准第 3.0.1 条要求执行。

10.1.2 尾矿库回采及闭库设施的施工及验收应满足本标准相关要求。

10.1.3 尾矿库回采及闭库除应满足本标准相关要求外，还应符合现行国家标准《尾矿库安全规程》GB 39496 的相关规定。

10.2 尾矿库回采设计

10.2.1 尾矿库回采各期的设计等别及相关要求应按下列规定执行：

1 回采尾矿库各使用期设计等别及尾矿库构筑物的级别应按本标准第 4.1.2 条相关要求确定；

2 尾矿坝的稳定性应符合本标准第 5.6.8 条相关要求；

3 尾矿库的防洪标准应符合本标准第 4.2.1 条相关要求；

4 其他控制指标应根据尾矿库类型、筑坝方式按本标准相关要求确定。

10.2.2 尾矿库回采方式应根据尾矿库堆存方式、筑坝方式、放矿方式、尾矿特性及尾矿库实际状态等因素综合选择，可选择干式回采、湿式回采或干湿联合回采，回采设计应做到技术合理、安全可靠。

10.2.3 回采设计应符合下列要求：

1 回采过程中应保证尾矿库安全、环保设施的有效性和可靠性；

2 尾矿的回采宜采用均衡地由库内向库周、自上而下分层控制的开采方式。除库尾式、库中式尾矿坝外，采用尾矿筑坝的尾矿库不得采用由堆积坝向库内推进的回采方式；

3 尾矿回采全过程应有排洪设施，尾矿库的一次洪水排出时间不应超过 72h。距尾矿库内排水井、排水斜槽、排水管等设施 15m 范围内的尾矿，不应采用挖掘机械回采，可进行人工开采、水枪回采或湿式回采，并应对原排洪系统采取保护、防止淤堵措施；

4 采用干湿联合回采的尾矿库，应明确两种方法衔接的处理方案；

5 回采设施及构筑物应布置在安全地带，必要时应采取防止滑坡、泥石流措施。

10.2.4 尾矿库回采设计应包括下列主要内容：

1 尾矿库回采的规模、回采范围、服务年限和相应的回采安全措施；

2 尾矿库回采的规划及顺序，包括回采工艺、输送方式、设备配置，以及现有设施的利用和保护；

3 回采期间尾矿坝及库内回采边坡的稳定性分析及安全措施；

4 回采期间尾矿库防洪标准、调洪演算及防洪安全措施；

5 回采期间尾矿库的监测设施；

6 回采期间尾矿库安全管理要求；

7 回采产生的新尾矿处置方案及回采结束后尾矿库的处置方案。

10.2.5 尾矿干式回采应符合下列要求：

1 设备选型应根据尾矿上的运输道路及作业区地基承载力确定，当地基承载力无法满足要求时，应加固地基；

2 尾矿库回采前外围应设置截排水沟,作业区应有排水通道；

3 作业区地下水位较高时，应设置降水设施进行疏干，降水设施宜采用明沟排水；

4 回采每层高度不得大于 3m，边坡台阶比应由尾矿的物理力学特性经计算确定，不宜陡于 1:2；

5 回采应采用条带状开采，条带宽度宜大于 6m；

6 机械开采台阶高度不应大于 3m，人工开采台阶高度不宜大于 1.5m。

10.2.6 尾矿湿式回采应符合下列要求：

1 回采过程中预留的干滩长度及坡度应满足设计最小干滩长度和安全超高，设计最小干滩长度范围内尾矿应采用机械辅助回采；

2 采坑开采深度应不大于 6m，水面以上台阶高度应不大于 3m。水上部分台阶坡面角应控制在 25°以下，水下部分台阶坡面角应控制在 20°以下；

3 当用采砂船回采时，采坑开挖的深度应大于船的吃水深度 0.8m 以上。采砂船上应设置水位警报、照明、信号、通讯和救护设备，采砂船动力电缆须保持绝缘良好；

4 当用水枪回采时，冲采致密尾矿并进行底部掏槽时，台阶高度不宜超过 5m。采用水力掘沟、明槽运矿时，掘沟或者明槽的宽度应不小于台阶高度的 1.5 倍。

10.2.7 尾矿库回采防洪应符合下列要求：

1 排洪设施应满足回采开采期的防排洪要求；

2 利用原排洪系统排洪时，排洪系统应进行疏通，并应保证其结构的可靠性；

3 对于不继续使用的排洪设施，应采取可靠措施进行封堵或拆除；

4 应对排洪设施采取保护、防止淤堵措施。

10.2.8 尾矿库回采工程涉及到的铲装作业、道路运输、带式输送机运输、水力开采、挖掘船开采及电气设施应按现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》 GB 16423 相关规定执行。

10.3 尾矿库闭库设计

10.3.1 尾矿库闭库设计应在充分掌握尾矿库存在的有关安全、环保要求的各种隐患和风险基础上进行。存在隐患的，闭库设计应包含隐患的治理措施。

10.3.2 未进行专门动力抗震计算的二等及以上尾矿库，闭库阶段应进行专门的动力抗震计算。

10.3.3 闭库设计应对闭库前后的尾矿库安全性进行分析，并提出相应的闭库工程措施。设计重点应包括下列内容：

1 坝体稳定性分析及尾矿坝闭库工程措施；

2 尾矿库防洪能力复核及排洪系统闭库工程措施；

- 3 影响尾矿库安全的周边环境条件分析及闭库工程措施；
- 4 监测设施分析及闭库工程措施；
- 5 闭库后管理的要求。

10.3.4 尾矿坝闭库工程措施应包括下列内容：

- 1 对坝体稳定性不足的，应采取加固坝体、降低浸润线等措施，使坝体稳定性满足本标准要求；
- 2 整治坝体的塌陷、裂缝、冲沟；
- 3 完善坝面维护设施；
- 4 完善必要的监测设施等。

10.3.5 排洪系统闭库工程措施应包括下列内容：

- 1 根据防洪标准复核尾矿库防洪能力，当防洪能力不足时，应采取增大调洪库容或增建排洪系统等措施；
- 2 当原排洪设施结构强度不能满足要求或受损严重时，应对原排洪设施进行加固处理或将原排洪设施进行封堵并新建永久性排洪设施；
- 3 增建或新建排洪设施宜采用溢洪道等地面排洪设施；
- 4 排洪设施进口及明渠段应采取可靠的防止泥石流、滑坡、树木杂物等影响泄洪能力的工程措施。

10.3.6 库区应进行复垦并设置排水沟。

11 尾矿脱水与输送工艺设计

11.1 一般规定

11.1.1 尾矿浓缩、输送及过滤工艺方案应综合考虑项目建设条件、尾矿物料性质、尾矿排放方式、尾矿坝筑坝方法、回水及安全、环保、节能等方面因素，经技术经济比较后确定。

11.1.2 尾矿浓缩、输送及过滤系统的设计能力应能适应各种工况下尾矿量的变化及生产过程波动，当上游工艺无法提供确切数据时，波动范围宜取 $\pm 10\%$ 。

11.1.3 尾矿输送工艺的基础参数、浓缩及过滤设备的技术参数、絮凝剂种类及添加量应通过试验确定。尾矿试验应符合下列要求：

- 1 所采取的尾矿样应具有代表性，尾矿样重量应根据试验方法、试验设备类型及规格等因素确定；
- 2 尾矿浓缩应进行沉降试验。需要添加絮凝剂的，应确定絮凝剂种类、添加量和添加方式；
- 3 尾矿浆体输送应进行小型静态试验，对重大工程、输送距离大于 10km 或特殊尾矿的浆体输送，尚宜进行半工业性环管试验。尾矿浆体输送试验项目应按本标准附录 F 进行。

11.2 尾矿脱水

I 浓缩

11.2.1 需实行厂区回水或提高尾矿输送、排放浓度时，应对尾矿浆体进行浓缩处理。

11.2.2 尾矿浓缩设计应满足尾矿输送浓度及选矿工艺对溢流回水悬浮物含量等要求；尾矿需要过滤脱水的，还应满足过滤工艺的要求。

11.2.3 浓缩设备宜选择浓密机，浓密机所需面积应根据浓密机允许固体负荷量、排矿浓度和溢流水悬浮物含量要求，根据试验结果，并结合类似尾矿浓缩的实际运行资料或经计算确定。

11.2.4 高效浓密机和深锥浓密机应设有絮凝剂制备和添加设施。

II 过滤

11.2.5 当尾矿采用干式排放时，宜对尾矿先进行浓缩处理后再过滤。当全尾矿粒度较粗时，可通过筛分或分级设备将粗、细部分分开后，再采用不同的脱水工艺进行脱水。

11.2.6 过滤设备应根据尾矿量、尾矿性质、含水率要求及海拔高度等因素综合确定。

11.3 尾矿输送

I 一般规定

11.3.1 尾矿浆体输送可根据地形条件采用无压自流、静压自流、加压输送或几种型式联合的输送方式，宜优先采用自流输送方式。

11.3.2 寒冷地区的输送管槽经热工计算矿浆有可能冻结时，应采取防冻措施。

II 工艺设计

11.3.3 尾矿浆体输送重量浓度应根据上下游工艺需求、输送试验结果，并结合类似工程经验，经技术经济比较后确定。大中型选矿厂或长距离管道输送，尾矿浆体输送重量浓度不宜低于 35%。

11.3.4 尾矿浆体输送系统应采取防止超压、泄漏、堵塞、加速流和气蚀等风险的安全环境保护措施。

11.3.5 尾矿浆体输送系统的消能设施，无压自流输送宜采取人工加糙、跌水等局部消能措施，压力输送管道输送宜采取孔板、缩径等局部消能措施。

11.3.6 尾矿浆体输送系统应综合考虑事故处理需求、运行管理要求、环保要求及管道敷设情况等因素设置事故池，并应符合下列要求：

- 1 尾矿泵站应设事故池；
- 2 尾矿输送管道最低处和 V 形管段最低处宜设置事故池；
- 3 事故池的容积应能至少储存一次事故排出的尾矿量，尾矿泵站的事故池容积宜按 10min~20min 正常浆体量与放空管段的浆体量之和确定；
- 4 事故池应及时清理；
- 5 事故尾矿能自流排入尾矿库时，可用尾矿库代替事故池。

III 水力计算

11.3.7 尾矿浆体正常流量应按下列公式计算：

$$Q = W \left(\frac{1}{\rho_g} + \frac{1 - C_w}{C_w \rho_s} \right) \quad (11.3.7)$$

式中：Q——尾矿浆体正常流量（m³/h）；

W——尾矿固体重量（kg/h）；

C_w——尾矿浆体重量浓度，以小数计；

ρ_g——尾矿固体颗粒密度(kg/m³)；

ρ_s——水密度(kg/m³)。

11.3.8 尾矿浆体输送应确定临界流速和摩阻损失，可按相应的试验或根据浆体性质按相关经验公式计算确定。设计时应根据可靠的试验资料、经验数据、计算结果及类似系统运行资料，经综合分析后确定。

11.3.9 尾矿浆体压力输送管道管径确定应符合下列要求：

- 1 应按最大流量及最小流量分别计算其最大临界管径和最小临界管径；
- 2 设计管径应根据临界管径、流速控制要求、管道材质等因素综合确定，宜选择标准管径。

11.3.10 尾矿浆体压力管道摩阻损失计算时，计算流量与计算管径应根据下列原则取值：

- 1 当设计管径小于最小临界管径时，计算流量取最大流量，计算管径取设计管径；
- 2 当设计管径大于最大临界管径时，计算流量取最小流量，计算管径取最小临界管径；

3 其他情况时，应取最大流量和设计管径及最小流量和最小临界管径分别计算，取其中大值。

11.3.11 尾矿浆体无压自流输送水力计算中，应按最大流量计算过流断面，按最小流量计算摩阻损失及确定敷设坡度。

11.3.12 尾矿浆体输送设计流速宜取临界流速的 1.1 倍~1.3 倍，最小流速不宜小于 1.0m/s。摩阻损失安全系数宜取 1.1~1.2。

11.3.13 尾矿浆体无压自流输送管道的最大设计充满度宜按表 11.3.13 确定。

表 11.3.13 无压自流输送管道的最大设计充满度

管径 (mm)	最大设计充满度
150~300	0.55
350~450	0.65
500~900	0.70
≥1000	0.75

11.3.14 尾矿浆体无压输送自流槽的断面可采用矩形、梯形或 U 形，槽底最小宽度宜为 0.2m。自流槽的水面超高宜采用 0.2m~0.4m，断面大、流速大者宜取大值，断面小、流速小者宜取小值。转角处或坡度由大变小处的超高可根据经验或计算适当增大。

12 站室工程

12.1 一般规定

12.1.1 站室工程包括尾矿分级站、尾矿浓缩车间、尾矿过滤车间、尾矿泵站、尾矿库回水泵站及尾矿库渗水回收泵站。各站室位置应结合选矿厂和各尾矿设施位置、地形和地质情况及交通、供水、供电等条件综合确定，并应符合下列要求：

- 1 施工、运行和维护方便，宜设在具有交通运输条件的区域；
- 2 尾矿分级站、深锥膏体浓密机和过滤厂房宜布置在尾矿库附近。对于库尾排矿方式，过滤厂房位置宜布置在库区中部偏上位置，并宜高于尾矿最终堆积标高；
- 3 应设在稳定的地基上，并应避免过大的挖方；
- 4 多级尾矿泵站的中间泵站位置应满足泵的允许使用压力。

12.1.2 站室的布置应做到布置合理、适用美观、并与周围环境相协调，并满足以下要求：

- 1 布置紧凑、管槽线路短、工程量小、管理方便；
- 2 满足设备布置、安装、运行和检修及内外交通运输要求；
- 3 除浓密车间外，宜设计成地上式。浓密车间可设计成地上式或半地下式，寒冷地区浓密机宜采用半地下式。
- 4 符合防潮、防火、防噪声、节能、劳动安全与工业卫生等技术规定；
- 5 加盖厂房的应满足通风、采暖和采光要求。

12.1.3 站室内管道及阀门的布置应符合下列要求：

- 1 管道配置应简洁，力求线路短、阀门少、转角小、转点少；
- 2 管道宜设置在地面或平台上，管壁与地面、墙壁间的净距不应小于 0.3m，管道有碍通行时，应设跨越管道的平台；
- 3 管道不得在电气设备上方通过；
- 4 管道的最低点宜设放空阀；
- 5 阀门位置应便于操作及检修，当阀门高出地面 1.2m 以上时，应设置操作平台；
- 6 管道及阀门应设置支撑。

12.1.4 阀门执行机构宜采用电动、气动或液压控制。浆体用阀门应选用耐磨性能好的矿浆专用阀门，不应采用清水阀门。

12.1.5 尾矿脱水、输送起点附近或适当位置可根据需要设置取样、计量装置和拦污格栅等。设有矿浆池的，拦污格栅应设置在矿浆池前。拦污格栅栅条净距宜为 15mm~25mm，栅条间隙的总面积不宜小于管槽过水断面的 1.5 倍~2.0 倍。

12.1.6 厂房平面尺寸宜符合建筑模数要求。

12.2 尾矿分级和脱水车间设计

I 一般规定

12.2.1 严寒、寒冷地区分级和脱水车间应采取防冻措施，可加盖厂房并采暖。

II 尾矿分级设计

12.2.2 尾矿分级设备可采用分级站集中布置或尾矿坝坝顶分散布置。

12.2.3 尾矿分级设备宜采用水力旋流器，分级设备的选型、工作压力和设备参数宜根据设计确定的筑坝尾矿粒度、产率和浓度要求由供货商提供，并应经过试验复核验证。分级设备应设有备用。

12.2.4 当尾矿采用往复式泵或自流输送时，水力旋流器应采用稳压池或稳压箱喂料；当尾矿采用离心泵输送时，可离心泵直接喂料，当采用离心泵直接喂料时，离心泵应设置变频调速装置。

III 尾矿浓缩车间

12.2.5 尾矿浓缩设备宜选择浓密机，浓密机的种类、规格和数量应根据尾矿量、性质、给矿浓度、排矿浓度及地形条件等因素综合确定，并宜满足以下要求：

- 1 当絮凝剂对选矿工艺没影响时，宜选择高效浓密机；
- 2 当尾矿采用超高浓度或膏体排放时，宜选择深锥膏体浓密机；
- 3 通常可采用浓密机一段浓缩，当尾矿采用超高浓度或膏体排放时，可根据尾矿输送距离选择一段浓缩或两段浓缩；
- 4 可不设备用，当矿山规模有发展潜力时，可预留场地。

12.2.6 在有可能出现冰冻的地区，露天设置的周边传动浓密机应采用齿轮传动。

12.2.7 浓密机给矿管（槽）应安装在桁架上，并应留有人行通道，通道宽度不宜小于 0.8m，并应采取安全防护措施。

12.2.8 浓密机底部排矿口不应少于 2 个，其上应设置双阀门。排矿管穿过机壁处应设置柔性防水穿墙套管。

12.2.9 浓密机采用半地下设计时，底部通廊的净空高度不宜小于 2.2m，人行道宽度不宜小于 0.8m。通廊内应设有排水沟。通廊内应满足安全照明和通风要求。当自然通风无法满足时，应设置机械通风。

12.2.10 普通浓密机应装设过载报警、提升耙齿的限位开关及必要的保护装置。必要时还应装设计量、检测仪表。高效浓密机和深锥膏体浓密机可根据设备要求配置自身循环的剪切泵、扭矩传感器、位移传感器、自动提耙机构、絮凝层高度监测、底流浓度控制和底流泵的变频控制等自动监控设施。

12.2.11 絮凝剂制备车间的位置宜设在浓密机附近。

IV 尾矿过滤车间

12.2.12 过滤设备的种类、规格和数量应根据尾矿量、性质、含水率、运输及地形条件等因素确定，并应设有备用。

12.2.13 尾矿过滤设备应通过试验确定其选型的合理性，并应符合下列要求：

- 1 当尾矿粒度较粗时，可采用机械分级、脱水筛、脱水仓、真空过滤机、带式过滤机等；
- 2 当尾矿粒度较细时，可采用板框压滤机和陶瓷过滤机等；
- 3 当选择陶瓷过滤机时，应分析陶瓷过滤板在生产中脱水能力衰减的影响，应有酸洗剂存储与输送设施。

12.3 尾矿泵站设计

I 一般规定

12.3.1 尾矿泵站的数量，应根据不同工况的水力计算结果和可选用的泵型，经技术经济比较确定。在设备允许的前提下，应减少泵站数量。

II 喂料设施

12.3.2 喂料设施的型式、材质、结构应根据工艺要求、浆体性质及矿浆泵类型并按以下原则确定：

1 离心式矿浆泵的喂料方式宜采用压入式。设置浓密机的，宜采用浓密机喂料，未设置浓密机的，宜采用矿浆池或矿浆槽喂料；

2 容积式矿浆泵和水隔离泵的喂料方式应采用压入式，宜采用离心式矿浆泵喂料，喂料泵应设置备用。喂料压力应根据泵的需求确定，容积式矿浆泵喂料压力不宜小于 300kPa，水隔离泵喂料压力不宜小于 150kPa；

3 矿浆池或矿浆槽的容积宜按以下原则确定：

- 1) 离心泵站宜采用 1min~3min 的扬送矿浆量；
- 2) 容积式或水隔离泵站宜不小于 10min 的扬送矿浆量；
- 3) 长距离管道输送的首站宜不小于 8h 的扬送矿浆量；
- 4) 兼作调节或事故池的容积应适当加大。

4 采用矿浆池或矿浆槽直接喂料的，每组泵宜设独立的矿浆池或矿浆槽；

5 流动性差的高浓度矿浆及大容量矿浆池或矿浆槽应设置电动搅拌装置；

6 中间泵站可采用直接串联。

12.3.3 矿浆池应符合下列要求：

- 1 寒冷地区宜设于室内，设于室外的应采取防冻措施；
- 2 矿浆池池底应有一定的坡比倾向吸入管口，坡比不宜小于 1:3；
- 3 应设溢流管把溢流矿浆引入事故池，并按最大矿浆流量确定其泄流能力；
- 4 矿浆泵吸入管穿越矿浆池池壁处，应设置柔性防水套管；

5 应设有爬梯及栏杆维护的操作平台。

12.3.4 容积式矿浆泵和水隔离泵应根据设备要求对入泵尾矿粒度进行控制，当尾矿粒度无法满足要求时，应在喂料前设置过滤器或安全筛，过滤器和安全筛的孔径应根据设备要求确定。

III 设备选择

12.3.5 矿浆泵宜选用国家推荐的系列产品；当具有多种泵型可供选择时，应根据泵性能参数、机组造价、工程投资和运行检修等因素择优确定。对同一系统宜选用同一种类型的泵。

12.3.6 矿浆泵选型应满足尾矿浆体设计流量、设计扬程和流量扬程波动的要求。在正常流量扬程时，离心式矿浆泵应在高效区运行，在最高和最低流量扬程时，应能保证泵的安全、稳定运行。

12.3.7 矿浆泵总扬程应大于浆体管道输送所需的总扬程，浆体管道输送所需的总扬程应按下式计算：

$$P_k = \rho_k g \cdot H + \rho_s g \cdot i_k L + P_j + P_n + P_z \quad (12.3.7)$$

式中： P_k ——浆体管道输送总扬程（kPa）；

H ——扬送浆体的几何高度（m）；

ρ_k ——矿浆密度（t/m³）；

ρ_s ——水密度（t/m³）；

L ——管道长度（m）；

i_k ——管道沿程摩阻损失（mH₂O/m）；

P_j ——管道局部摩阻损失（kPa），无资料时，可按管道沿程摩阻损失压力的5%~10%计；

P_n ——泵站内管道零件摩阻损失（kPa），可计算确定或每座泵站取30kPa~50kPa；

P_z ——终端剩余扬程（kPa），每个排出口可取30kPa~50kPa。

12.3.8 离心式矿浆泵的总扬程应按下式计算：

$$P_b = \sum P_s \left(\frac{\rho_k}{\rho_s} \right) \cdot K_p K_m \quad (12.3.8-1)$$

$$K_p = 1 - 0.25 C_w \quad (12.3.8-2)$$

式中： P_b ——扬送浆体时总扬程（kPa）；

P_s ——扬送清水时扬程（kPa）；

K_p ——输送浆体的扬程降低率，宜采用供货商提供的数值，无资料时可根据公式(12.3.8-2)确定；

K_m ——矿浆泵磨蚀后扬程折减率，可取0.85~0.98，对于磨蚀性较大、口径不大于100mm的小型敞开式泵宜取小值；对于磨蚀性较小、口径不小于200mm的大型、封闭式泵可取大值；

C_w ——尾矿浆体重量浓度，以小数计。

12.3.9 容积式矿浆泵和水隔离泵的总扬程应按下式计算：

$$P_b = \sum P_e \cdot K \quad (12.3.9)$$

式中： P_e ——泵的额定压力（kPa）；

K_f ——泵的压力储备系数，宜取 0.75~0.95，对停电时不需排空的尾矿浆体管道宜取小值。

12.3.10 离心式矿浆泵配用的电机功率应按下列式计算：

$$N = K_1 \frac{Q_j P_s}{\eta_j \eta_b} \left(\frac{\rho_k}{\rho_s} \right) \quad (12.3.10)$$

式中： N ——泵所需电机功率（kW）；

K_1 ——电机功率储备系数， $N \leq 40\text{kW}$ 取 1.2， $N > 40\text{kW}$ 取

1.1；

Q_j ——泵输送浆体的计算流量（ m^3/s ）；

η_j ——机组的传动效率，联轴器传动取 1.0，三角皮带传动取 0.90~0.94，齿轮传动取 0.97~0.98；

η_b ——泵扬送清水时效率。

12.3.11 容积式矿浆泵配用的电机功率应按下列式计算：

$$N = K_1 \frac{Q_j P_e}{\eta_v \eta_c} \quad (12.3.11)$$

式中： η_v ——泵容积效率，按供货商提供的数值采用或取 0.9~0.95；

η_c ——机械总效率，取 0.88~0.92。

12.3.12 矿浆泵的备用数量，应根据尾矿的磨蚀性、所选矿浆泵的类型、材质、泵站的工作条件以及检修水平等因素按表 12.3.12 确定。对磨损严重或其它条件不利者取大值，反之取小值。当用矿浆泵冲洗管道时，备用泵的台数还应满足冲洗管道要求。

表 12.3.12 矿浆泵的备用数量（台）

工作泵 台数	备用泵数量				
	活塞式 隔膜泵	柱塞泵	水隔膜泵	水隔离泵	离心式 矿浆泵
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1~2
3	1	1	1~2	1~2	2~3
4~6	1~2	2	2~3	2~3	3~4

12.3.13 采用离心式矿浆泵多段扬送矿浆时，泵站之间宜采用矿浆池（槽）衔接，也可采用远距离直接串联。

12.3.14 输送泵宜设置变频调速装置和调速电机。容积式矿浆泵串联运行时，每台泵应设相同的调速装置。

12.3.15 泵站内矿浆泵、管道及阀门的布置型式应根据泵的数量，输送距离等确定。矿浆泵进口管段上应在适当位置设置快速管接头或伸缩接头。

12.3.16 泵站内的排水应排往附近事故池，不得任意排放。

IV 泵站配置

12.3.17 泵站平面布置应根据机组台数、布置形式、机组间距、机组吊运、内部交通及检修场地等因素确定，并应符合下列要求：

1 泵机组基础之间、机组伸出基础部分之间以及机组伸出基础部分与墙壁之间的通道宽度应按表 12.3.17-1 确定；

表 12.3.17-1 泵站内通道宽度

泵类别及工作条件		基础间通道宽度 (m)	主泵机组伸出基础部分之间的通道宽度 (m)	主泵机组伸出基础与墙之间、辅助设备之间及其周围的净宽度 (m)
离心式矿浆泵	低压电机	≥ 1.2	≥ 1.2	≥ 1.0
	高压电机	≥ 1.5		
水隔离泥浆泵、隔膜泵、活塞泵、柱塞泵		≥ 2.5	≥ 3.0	≥ 1.5

2 泵站应设检修场地，检修场地面积可按表 12.3.17-2 确定。

表 12.3.17-2 检修场地面积

泵类别	检修场地面积 (m ²)
离心式矿浆泵	≥ 9
水隔离泥浆泵、活塞泵、柱塞泵、水冲洗泵等	30~50
隔膜泵	> 50

12.3.18 主泵房高度应根据机组及辅助设备、电气设备的布置，机组的安装、运行、检修，设备吊运以及泵房内通风、采暖和采光要求等因素确定，并应符合以下规定：

1 地上式泵站设备间的有效高度应按起吊物底部与跨越物顶部之间的净空距离不小于 0.5m 的条件确定。离心矿浆泵站净高度不应小于 3.2m；水隔离泥浆泵站净高度不应小于 8.0m；隔膜泵站等净高度不应小于 6.0m；

2 地下式泵站地面以上部分的高度应根据设备装卸的要求确定，但不应小于 3m。

12.3.19 泵站大门的宽度、高度应按汽车运载最大设备或部件可直接进入的要求确定。喂料设施、清水池设于室外的，应在泵站设置通往喂料设施、清水池的便门。

12.3.20 喂料泵、高压水泵宜设在单独的偏跨内，偏跨的净高度不应小于 3.2m。

12.3.21 泵站内应设置地沟，地沟宽度不宜小于 0.3m，地沟坡度不宜小于 0.01 并倾向事故池。室内地坪面倾向地沟的坡度不宜小于 0.01。

12.4 渗水回收、回水泵站设计

I 一般规定

12.4.1 渗水回收、回水泵站宜留有富裕能力。

12.4.2 泵站设置在土工合成材料区域时，应采取防止泵站在运行过程中破坏土工合成材料。

12.4.3 渗水回收、回水泵站设计除应符合本标准外，尚应符合现行国家标准《泵站设计标准》GB 50265 的有关规定。

II 渗水回收泵站

12.4.4 渗水回收泵站的布置形式可根据截渗坝坝型、岸边地形情况、水位变化幅度等确定，可采用引水式或岸边式布置。

12.4.5 渗水回收泵站设计流量应根据渗流计算结果按尾矿库各运行期、各工况最大渗水量确定。

12.4.6 主泵的台数应根据尾矿库各运行期渗水量变化确定，不宜少于 2 台，备用泵台数不应少于 1 台。

III 回水泵站

12.4.7 库内取水泵站位置宜尽量远离尾矿沉积滩水边线，泵站型式可采用缆车式泵站、浮船式泵站、潜没式泵站等。

12.4.8 回水泵站设计流量应根据水量平衡计算结果按尾矿库各运行期最大回水量确定，可按选矿厂、采矿场最大可能回水用量设计。

12.4.9 主泵的台数应根据尾矿库各运行期回水量变化确定，备用泵台数不应少于 1 台。

12.5 辅助设施设计

I 一般规定

12.5.1 站室内宜根据需要设置单独的中控室、值班室、材料库、备品备件库及维修站，位置宜布置在偏跨内。当站室距厂区及工人居住区较远时，应有生活设施。

12.5.2 站室内应根据需要设置安全防护设施和警示标志，站室范围内宜设置安全维护设施。

12.5.3 厂房内通风与采暖方式应根据当地气候、站室类型及对空气参数的要求确定。

II 供水系统

12.5.4 各类站室应根据需要设置冷却、密封、稀释、冲洗等用水的供水系统，絮凝剂制备及设备技术用水的水量、水压和水质要求应由供货商提供。

12.5.5 浓密机底部锥底应装设清堵水管，水压不应小于 300kPa。

12.5.6 尾矿泵站用水应符合以下要求：

1 离心式矿浆泵需要水封水时，其水量、水质及水压应按设备要求确定。当无具体资料时，水量可按矿浆流量的 1%~2% 计算，水质应满足水中悬浮物含量小于或等于 300mg/l 的要求，矿浆泵进口处的水压应大于矿浆泵工作压力 50kPa~200kPa。水封水泵应设有备用；

2 水隔离泵应设置独立的清水池及补水管，清水池容积宜采用 10min 扬送的矿浆量，补水管流量宜采用单位时间内扬送矿浆量的 5%~10%；清水池可设置在室内或室外，每台泵宜单独用一格清水池。清水池为两格以上时，可在清水池总高度的 3/4~4/5 处设置各格之间的联通口；

3 需加水冲洗调节的尾矿输送系统，给水管应接至首站的各个喂料设施，控制阀门的位置应便于操作，阀门宜采用自动控制；

4 设有事故池的，给水管应接至事故池。

12.5.7 寒冷地区的室外给水管道应采取防冻措施。

III 起重设备

12.5.8 除尾矿浓密车间外，厂房内应设起重设备，其额定起重量应根据最重吊运部件和吊具的总重量确定。起重机的提升高度应满足设备安装和检修的要求。

12.5.9 起重量小于或等于 10t 时，宜选用电动单梁桥式起重机，起重量小于 1.5t 时，可选用电动固定单轨吊车；起重量大于 10t 时，宜选用电动双梁桥式起重机。操作方式宜选择地面操作。

12.5.10 起重机的工作级别宜取 A3，行车机构及提升机构的工作级别应取 M3。

IV 其他辅助设施

12.5.11 站室内外操作、检修的部位及矿浆池、给水池上应设有安全、照明设施，站室内应设有检修电源。

12.5.12 泵站的矿浆池、给水池应设液面监测仪表，并应与泵联动。其显示部分应设于室内便于观察的位置，并应在最高、最低液面报警。

12.5.13 站室内应根据需要设置流量、压力检测仪表，除水泵站外，宜设置矿浆浓度检测仪表。

12.5.14 站室内应设有联系电话和视频监控。

12.6 施工

I 一般规定

12.6.1 站室内所用设备、材料和构件均应符合设计要求和产品标准。

12.6.2 在转运、吊装过程中，不得损坏设备及其附件，保管好注油壶、铭牌、三阀、地脚螺钉、垫圈等小件，不得遗失。

12.6.3 设备及管道的安装应按设计及设备安装说明书的要求进行，管路、阀门的连接应牢固紧密、无渗漏。

12.6.4 站室内各类设备、管道应按设计要求进行防腐处理，并涂刷不同颜色的防腐漆。

12.6.5 站室交工时应将场地范围内及站室内杂物清除干净。

II 设备安装

12.6.6 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，应预埋地脚螺栓。

12.6.7 设备的安装应平整牢固，并应符合下列要求：

1 泵类设备应进行泵体和电机或液力耦合器轴的对中校准。采用皮带传动的，应进行传动皮带轮的对位，各条皮带安装应松紧适度、同一；

2 浓密机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；

3 设备附件及仪表应齐全、完好。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位置。

12.6.8 设备安装完毕后，应对每台设备进行检查、无负荷试车，承压设备还应进行试压。

12.6.9 浓缩设备、过滤设备及泵类设备试运转期间，滑动轴承温度不得超过 70℃，滚动轴承温度不得超过 80℃。

12.6.10 设备安装施工除应符合本标准的要求外，还应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231、《矿山机电设备工程安装及验收标准》GB/T 50377 和《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的有关规定。

III 管道安装

12.6.11 管道与设备的连接应在设备安装定位并紧固地脚螺栓后进行。

12.6.12 站室内的管道安装应符合下列要求：

- 1 管道支架、托架和吊架设置应牢固，位置应准确，与管道接触应紧密，固定应牢靠；
- 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；
- 3 管道试压应按本标准第 13.3 节的有关规定执行；
- 4 管道安装后，不得承受设计以外的附加荷载。

12.6.13 金属管道安装除应符合本标准的要求外，还应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定。

13 管槽工程

13.1 一般规定

13.1.1 管槽工程包括尾矿输送、渗水和回水的管道或自流槽。管槽的数量、布置型式应结合运行期输送量的变化、输送距离及设备数量等因素综合确定，并宜符合下列要求：

1 当各期输送量变化较大、设置一条工作管道或自流槽技术经济不合理时，可分期敷设两条或多条工作管道或自流槽；

2 技术经济比较合理时，宜布置为一组泵配置一条输送管道的“单打一”系统；

3 对磨蚀性较大的尾矿浆宜设置备用管道。

13.1.2 管槽线路的选择和设计，应符合下列要求：

1 应符合企业及线路通过地区的总体布置与规划要求；

2 宜避开不良工程地质地段和洪水淹没区；不得通过陷（崩）落区、爆破危险区等；

3 线路走向宜顺直平缓，减少及减小平面与纵断面上的转角，避免经过地形起伏过大地区，不宜形成 V 形管段；

4 线路应短，土石方及构筑物工程量应小；

5 应不占或少占农田；

6 应减少与天然和人工障碍物的交叉，当必须交叉时，宜垂直交叉；不宜穿过居民住宅区、铁路及公路；

7 线路通过地质条件复杂、地形坡度大的山体时，宜采用隧洞、管桥或渡槽；

8 宜选择水源、电源等供应方便和临近道路的路由，并应便于施工及维修。

13.1.3 钢管、钢槽及钢制管件的外表面应采取防腐措施。

13.2 设计

I 一般要求

13.2.1 管道敷设可采用明设、半埋设或埋设，长距离浆体管道宜埋设；自流槽宜明设。管槽明设对交通或环境有影响时，可暗设在地沟或通廊内，对自流槽可加设盖板。

13.2.2 自流槽与管道连接时，宜设连接井。

II 管道

13.2.3 尾矿输送管道宜采用耐磨管材及管件。管材应根据管道工作压力、尾矿磨蚀性、使用位置等因素综合确定，并宜符合下列要求：

1 宜采用耐磨蚀高强度钢管、钢管内衬耐磨蚀材料的复合管道或多层钢丝缠绕改性聚乙烯耐磨复合管；

2 工作压力在 1.6MPa 以内的管道，可采用满足压力要求的高密度聚乙烯管道、超高密度聚乙烯管道和尼龙管道等；

3 坝上放矿管宜采用钢管或塑料管；

4 除钢管内衬耐磨蚀材料的复合管道外，应设计磨耗层。

13.2.4 尾矿管道在停泵时不需排空的，其敷设坡度不应大于尾矿颗粒在管内的下滑坡度；需排空的，敷设坡度不宜小于矿浆计算水力坡降，对于敷设坡度无法满足水力坡降的管道，应采取管道冲洗措施。

13.2.5 渗水、回水管管材及管件应根据管道工作压力、水的腐蚀性、使用位置等因素综合确定。

13.2.6 钢管可采用焊接、法兰或拆装方便的快速接头连接。多层钢丝缠绕改性聚乙烯耐磨复合管和塑料管可采用热熔连接或法兰连接。

13.2.7 管道转角使用的弯头不宜大于 45°，当转角角度较小时，可利用接头偏转调整。

13.2.8 现场冷弯弯管的最小弯曲半径应符合下列要求：

- 1 管径小于或等于 300mm 的管道不应小于管道外径的 18 倍；
- 2 管径为 350mm 的管道不应小于管道外径的 21 倍；
- 3 管径为 400mm 的管道不应小于管道外径的 24 倍；
- 4 管径为 450mm 的管道不应小于管道外径的 27 倍；
- 5 管径大于或等于 500mm 的管道不应小于管道外径的 30 倍；
- 6 弯管两端宜设置不小于 2m 的直管段。

13.2.9 明设管道宜放置在枕垫上。枕垫可用混凝土预制，净高不应小于 0.2m，间距应根据管道材质、壁厚及管径大小确定。

13.2.10 明设管道伸缩节设置的数量及位置，应根据当地温差、管道布置情况、接口连接方式和强度等因素经计算确定。两平行管道上相邻伸缩节的位置应错开布置。两个固定点间应设置伸缩节，采用快速管接头或其他措施能补偿伸缩量时可不设伸缩节。

13.2.11 管道经过陡坡、高度较大的上下坡段或水平转角处，应根据气温、管材、矿浆特性、工作压力及管道敷设情况进行推力计算，并应设置固定镇、支墩。

13.2.12 尾矿管道明显隆起点应根据需要设置排气装置。

III 自流槽

13.2.13 自流槽宜采用混凝土、钢筋混凝土结构等，架空渡槽也可采用钢结构。

13.2.14 自流槽的平面转角不宜大于 60°，并应做成曲线，曲线半径不应小于槽宽的 5 倍。当转角大于 60°，或虽不大于 60°、但受地形限制不能按要求做成曲线时，可采用转角井，有落差时可采用跌水井。

13.2.15 尾矿自流槽应设计磨耗层或衬板，可用混凝土原槽壁外预留磨耗层、水泥砂浆磨耗层或耐磨衬板等。

IV 管槽路基及穿跨越工程

13.2.16 管槽路基面的宽度，应根据管槽断面大小、管槽外壁之间和外壁至路缘的距离，以及人

行道或简易车道的宽度等因素确定。管槽外壁之间的距离及外壁至路缘的距离不应小于 0.3m，人行道宽宜为 0.6m~0.8m。

13.2.17 管槽路基的排水，应根据地形和工程地质条件设一侧或两侧排水沟。路基面应设有横向坡度坡向排水沟。排水沟的纵向坡度与路基纵坡应相同。

13.2.18 管线跨越或穿越公路与铁路时应符合下列要求：

- 1 应取得相关部门的同意；
- 2 穿越时，应首先利用已有桥涵敷设。当不能利用已有桥涵时，应设专用的涵管或套管；
- 3 与铁路或公路宜垂直交叉。

13.2.19 输送管槽与河流交叉设计时应符合下列要求：

- 1 应取得相关部门的同意；
- 2 与河流宜垂直交叉；
- 3 跨越河流时，宜利用已有的桥梁。

13.2.20 敷设尾矿输送管槽的暗沟，应根据管槽设置深度与检修要求，设计为可通行或不可通行的暗沟。可通行的暗沟和隧洞断面应符合下列要求：

- 1 走道宽度不应小于 0.6m，净高不应小于 1.8m；
- 2 管壁与侧壁之间以及管壁与管壁之间的净距，不应小于 0.3m；
- 3 暗沟与其他地下设施相交时，局部高度可降低至 1.2m；
- 4 隧洞断面应满足施工最小断面要求；
- 5 当自然通风无法满足时，应设置机械通风。

13.2.21 对于线路较长、断面较大的尾矿输送管槽，应结合尾矿泵站和尾矿库（坝）的施工及检修，统一修建简易车道。

13.3 施工

I 管槽基础挖填

13.3.1 管槽路堑开挖应符合下列要求：

- 1 路堑开挖断面应符合设计要求，机械开挖时，堑底宜预留 0.1m~0.2m 厚的土层，避免超挖，待铺管、筑槽时再用人工开挖至设计标高后整平；
- 2 堑底有局部超挖时，回填材料的压实度和地基承载力应符合设计要求；
- 3 堑底有不能清除的大块石时，应将其上部进行爆破，并利用回填材料整平压实；
- 4 遇到不良地质条件时，应通知勘察单位及设计单位。

13.3.2 管槽路堤填筑应符合下列要求：

- 1 路堤填方为黏性土时，应满足设计对土料控制含水率和压实度要求；为非黏性土时，应根据其天然含水率进行洒水。路堤应分层回填压实，分层压实的铺土厚度用机械压实不宜大于 0.5m，用人工夯实不宜大于 0.3m；
- 2 沿坡比大于 1:5 的山坡填筑路堤时，应根据坡长将坡面清理成一个或多个台阶；

3 路堤内设有排水涵管（洞）的部位，应用人工从两侧同时填土压实，并应至管（洞）顶以上 1.0m 再用机械压实。

13.3.3 埋地管道的回填应在试压试验、泄漏试验和防腐层检查合格后进行。

II 管道敷设

13.3.4 管道敷设应在基础验槽合格后进行，在敷设管道前应逐段清除管内积物，并对管材、管件等外观进行复查，发现有问题的管材、管件均不得采用。

13.3.5 安装管道时，应使用安全的吊具。吊装非金属管道或已做防腐层的管道，应采用软吊带或不损坏防腐层及保护层的装置，并应平稳下放，不得与管基相撞击。管道不得从上往下自由滚落。

13.3.6 固定管道时，每根管材均应对中，管底应与各垫墩紧密接触。管段的坡度应符合设计要求。

13.3.7 管道安装应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 和《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

13.3.8 管道防腐处理应符合下列要求：

- 1 防腐前应除锈，防腐层底、面漆的种类、涂刷遍数和厚度应符合设计要求；
- 2 非金属管道使用的金属连接管件应按金属管道防腐规定进行处理；
- 3 管道安装前应对防腐层进行检查，发现损坏部位应及时修补。

13.3.9 管道安装和铺设施工中断时，应用塞子或堵板将管口封闭。

13.3.10 管道挡墩和镇、支墩不应建在松土上。

13.3.11 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 10mm。

III 管道试压

13.3.12 管道试压前应有安全防护措施和安全培训记录，并对管道、管件质量检查合格后进行。

13.3.13 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 倍～1.5 倍。试验前应经过检验校正。

13.3.14 压力管道试验管段的长度不宜大于 1000m；对中间设有附件的管段，分段长度不宜大于 500m。系统中管段的材质不同时，应分别进行试验。试验管段上不得装有安全阀、放气阀等。敞露管口均应封闭。

13.3.15 管道内充满水应经检查无渗漏后再进行水压试验。试验前，应对试压设备、压力表、连接管、排气管、进水管等进行检查，应保持系统的严密性并排尽管道内空气。

13.3.16 管道试压压力应符合下列要求：

- 1 钢管管道试验压力应为工作压力加 500kPa，并不应小于 900kPa；
- 2 铸铁管管道试验压力，当工作压力小于或等于 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；

3 非金属管道的试验压力，当工作压力小于或等于 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。

13.3.17 水压试验时，应先升至试验压力，并应观测 10min。当压降不大于 50kPa，且管材、管件和接口未发生破坏时，可将压力降至工作压力，并应进行外观检查，无渗漏现象应为试验合格。

IV 流槽砌筑

13.3.18 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，其内侧不应大于 6mm，外侧不应大于 13mm。抹面前，应将灰缝清扫干净，表面应抹光滑。

13.3.19 钢筋混凝土流槽内壁设计留有磨耗层时，面层钢筋至内壁表面的厚度应包含保护层和磨耗层厚度。

13.3.20 流槽衬板铺砌时，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，侧板与底板应错缝铺砌。

13.3.21 流槽预留变形缝的间距和构造应符合设计要求。

13.3.22 流槽盖板应有正反面标记。

14 工程质量检验及验收

14.1 一般规定

14.1.1 尾矿设施施工过程中质量检验除满足本标准要求外，还应满足设计及相关标准的要求，施工前应事先明确检验项目、要求和方法。

14.1.2 尾矿设施施工质量检验应与施工同步进行，并应在质量检验合格并报监理验收合格后再进行下道工序。基础开挖后应按隐蔽工程的要求进行检查和验收。

14.1.3 单位工程完工后，施工单位应自行组织有关人员进行检查评定，并向建设单位提交单位工程验收报告。

14.1.4 尾矿设施施工质量验收应在施工单位自检合格的基础上，按照检验批、分项工程、分部（子分部）工程、单位（子单位）工程进行。

14.1.5 单位工程质量验收应分为交工验收阶段和竣工验收阶段，并应符合下列规定：

- 1 交工验收阶段应以查验工程实体质量为主，验收合格后应交由建设单位投入试运行；
- 2 项目试运行合格后应由建设单位组织竣工验收，质量监督机构应对竣工验收实施监督；
- 3 站室工程交工验收应进行设备的单体试车和无负荷联动试车。
- 4 竣工验收应分为实地查验工程实体质量情况、检查施工单位提交的竣工验收档案资料、对建(构)筑物的使用功能进行抽查或试验等三个部分分别验收。

14.1.6 尾矿设施质量验收程序和组织应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定执行。验收合格后，建设单位应在规定的时间内将工程竣工验收报告和有关文件报建设行政主管部门备案。当尾矿设施质量不符合要求时，应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定进行处理。通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程、单位(子单位)工程，不得验收。

14.2 工程质量检验

I 尾矿坝

14.2.1 坝体填筑前,应按本标准第 6.3 节的有关规定对坝基和岸坡进行检查。

14.2.2 料场应设置质量控制站,并按设计要求等进行料场质量控制,同时应按下列内容进行检查:

- 1 是否在规定的料区内开采,是否将草皮、覆盖层等清除干净;
- 2 坝料开采、加工方法是否符合规定;
- 3 排水系统、防雨措施、负温下施工措施是否完善;
- 4 坝料性质、级配、含水率是否符合设计要求。

14.2.3 土石坝坝体填筑应检查下列内容:

- 1 各填筑部位的边界控制及坝料质量,防渗体与反滤料、部分坝壳料的平起关系;

- 2 铺料厚度、碾压参数及控制指标；
- 3 防渗体应检查下列内容：
 - 1) 每层铺土前，压实土体表面是否按要求进行处理；
 - 2) 与防渗体接触的岩石上的石粉、泥土以及混凝土表面 的乳皮等杂物的清除情况；
 - 3) 与防渗体接触的岩石或混凝土面上是否涂浓泥浆等；
 - 4) 碾压层面有无光面、剪切破坏、弹簧土、漏压或欠压土层、裂缝等。
- 4 过渡料、堆石料有无超径石、大块石集中和夹泥等现象；
- 5 坝体与坝基、岸坡、刚性建筑物等结合部位，纵横向接缝的处理与结合，土砂结合处的压实方法及施工质量；
- 6 坝坡控制情况；
- 7 雨季施工，应检查施工措施落实情况，雨前应检查防渗土体表面松土是否已平整和压实，雨后复工前应检查填筑面上土料是否合格；
- 8 负温下施工填筑面应无积雪并有防冻措施、坝基已压实土层有无冻结现象等检查项目。在春季，应对冻结深度以内的填土层质量进行复查。

14.2.4 土石坝坝体压实检测项目及取样试验次数应符合表 14.2.4 的规定，堆石料颗粒级配试验组数可比干密度试验适当减少。取样试坑应按坝体填筑要求回填后再继续填筑。

表 14.2.4 坝体压实检测项目及检查次数

坝料类别及部位		检查项目	取样（检测）次数
防渗体	黏性土	边角夯实部位	2 次/层~3 次/层
		碾压面	1 次/100m ³ ~1 次/200m ³
		均质坝	1 次/200m ³ ~1 次/500m ³
	砾质土	边角夯实部位	2 次/每层~3 次/每层
碾压面		1 次/200m ³ ~1 次/500 m ³	
反滤料		干密度、颗粒级配、含泥量	1 次/200m ³ ~500m ³ ，每层至少一次
过渡料		干密度、颗粒级配	1 次/500m ³ ~1 次/1000m ³ ，每层至少一次
坝壳砂砾（卵）料		干密度、颗粒级配	1 次/5000m ³ ~1 次/10000m ³
坝壳砾质土		干密度、含水率、小于 5mm 含量	1 次/3000m ³ ~1 次/6000m ³
堆石料		干密度、颗粒级配	1 次/2000m ³ ~1 次/5000m ³
风化料		干密度、含水率、颗粒级配	1 次/2000m ³ ~1 次/5000m ³
矿山废石场石料		干密度、颗粒级配	1 次/2000m ³ ~1 次/5000m ³

14.2.5 堆石料、砂（砾）石料、风化料取样所测定的干密度平均值不应小于设计值，标准差不应大于 0.1g/cm。当样本数小于 20 组时，应按合格率不小于 90%，且不合格干密度不低于设计干密度的 95%控制。

14.2.6 防渗土料干密度或压实度的合格率不应小于 90%，不合格干密度或压实度不得低于设计

干密度或压实度的 98%。反滤层、土工材料保护层各层的局部厚度不得小于设计厚度的 85%。

14.2.7 土石坝坝面护坡应进行下列控制：

- 1 石料的质量和块体的尺寸、形状应符合设计要求；
- 2 砌筑方法、砌筑质量和护坡厚度应符合设计要求；
- 3 垫层的级配、厚度、压实度质量应符合设计要求；
- 4 当采用混凝土板时，排水孔的设置应符合设计要求。

14.2.8 混凝土坝和砌石坝施工质量及验收，应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定。

II 排水井及排水斜槽

14.2.9 排水井、排水斜槽应按表 14.2.9 进行质量检验。封堵预制件内壁表面应平整光滑，局部凸坎高度不应大于 5mm，并按 1:10 坡度打磨；长度允许偏差为±3mm，厚度不得出现负值。

表 14.2.9 排水井、排水斜槽各部位允许偏差值

进水构筑物类别		检验项目	偏差允许值 (mm)
排水井	井筒中心线		10
	井座、井顶高程		±10
	井内径		±20
	框架式排水井	各层圈梁高程	±10
		立柱	20、井高的 1/1000
		立柱间距离	±10
		固定井壁板预埋螺栓间距	±2
	窗口式排水井	窗口直径	±3
层间间距		±10	
排水斜槽		中心线	10
		起始高程	±10
		净空尺寸	设计净空的 1%
		敷设坡度	设计坡度的 10%

III 排水管

14.2.10 管壁厚度不得出现负值；内壁表面应平整光滑，局部凸坎高度不应大于 5mm，并按 1:10 坡度打磨；孔径或断面尺寸允许偏差为±1%。

14.2.11 敷设坡度的允许偏差为设计坡度的±10%。

IV 排水隧洞

14.2.12 排水隧洞开挖与支护的质量检查应包括施工单位自检、监理单位抽检和重要隐蔽工程联

合检查，施工单位的检查结果应经监理单位核定。

14.2.13 检验批的验收应在施工单位自检合格的基础上报请监理单位检查验收。重要隐蔽工程的验收应由监理单位组织，建设单位、施工单位、设计单位共同完成，检查结果作为工程验收的重要资料。

14.2.14 排水隧洞开挖应按表 14.2.14 进行质量检查。开挖质量检查应在每个开挖循环完成后，临时支护施工前进行；临时支护的质量检查应在每个循环施工的工序完成后进行。

表 14.2.14 洞身开挖质量检查标准

检查项目	允许偏差	检查方法和频率
平洞超挖	250mm	沿开挖半径的平均径向超挖值，水准仪或断面仪，4 处
斜井或竖井超挖	250mm	

14.2.15 隧洞掘进完工后，在进行衬砌前应进行中间验收。中间验收应对洞室轴线、高程、断面尺寸及临时支护质量进行检查，并提供开挖竣工图、工程地质素描图和临时支护竣工图。

14.2.16 隧洞衬砌应按表 14.2.16-1、表 14.2.16-2 和表 14.2.16-3 进行质量检查，并应做好隐蔽工程验收记录。

表 14.2.16-1 模板安装质量检查标准

检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
拱顶标高	0~10mm	水准仪，每樯
起拱线处净宽	不小于设计值	尺量，每樯
断面厚度	不小于设计值	尺量，每樯 3 点
预埋及预留	符合设计	尺量，全数检查
平整度	5mm	2m 靠尺和塞尺，每 3m 查 5 点
接缝高低差	10mm	尺量，全数

表 14.2.16-2 混凝土衬砌质量检查标准

检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
混凝土强度	合格	试验报告
断面尺寸	±10mm	尺量，每 10m 查 3 点
预埋及预留	符合设计	尺量，全数检查
平整度	10mm	2m 靠尺和塞尺，每 3m 查 5 点

表 14.2.16-3 衬砌钢筋质量检查标准

检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
主筋间距	±10mm	尺量，连续 3 处以上
两层钢筋间距	±5mm	尺量，两端、中间各 1 处以上
箍筋间距	±10mm	尺量，连续 3 处以上
绑扎搭接长度	受拉 HPB 30d	尺量，每 10m 查 3 个接头

	受压	HRB	35d	
		HPB	20d	
		HRB	25d	
钢筋加工长度		-10mm~+5mm		尺量，每 10m 查 2 根
保护层厚度		-5mm~+10mm		尺量，两端、中间各 1 处

V 溢洪道及截水沟

14.2.17 对基槽开挖质量应进行检查并验收。岩面起伏差应小于 150mm，围岩不应有明显可见的爆破裂隙。

14.2.18 溢洪道及截水沟的质量检验应符合下列要求：

- 1 断面尺寸允许偏差为 3%，纵向坡度允许偏差为设计坡度的 $\pm 10\%$ ，顶标高允许偏差为 -10mm；
- 2 有砌护的溢洪道及截水沟，其表面应平整光滑，纵坡坡度大于 10%的泄水道混凝土衬砌的局部凸坎高度不应大于 5mm，并按 1：10 坡度打磨；
- 3 砌护厚度不应出现负值；
- 4 浆砌块石护面不得有薄片片石铺于表面，缝间砂浆应饱满；
- 5 混凝土护面应振捣密实，应无蜂窝麻面，表面应无裂缝。

VI 库区环保设施

14.2.19 高密度聚乙烯(HDPE)土工膜应进行防渗层完整性检测。

14.2.20 库区环保设施应进行观感检验和抽样检验。

14.2.21 观感检验应符合下列要求：

- 1 基础层、土保护层、锚固平台及回填材料应平整、密实，应无裂缝、无松土，应无明显凹凸不平、无石头砖块，无树根、杂草淤泥、腐殖土，库底、边坡及锚固平台之间转角处过渡应平缓；
- 2 土工合成材料应铺设平顺，连接应良好，搭接宽度应符合本标准表 9.2.4 的要求；
- 3 高密度聚乙烯土工膜边坡上的接缝与坡面的坡向平行，库底水平接缝距坡脚应大于 1.5m。焊接、检测和修补记录应明显清楚，焊缝表面应整齐、美观，不得有裂纹、气孔、漏焊和虚焊现象。高密度聚乙烯土工膜应无明显损伤、悬空现象；
- 4 土工布、钠基膨润土垫、土工复合排水网等材料边坡上的接缝与坡面的坡向应平行，库底水平接缝距坡脚应大于 1.5m。

14.2.22 抽样检验应符合下列要求：

- 1 高密度聚乙烯土工膜焊接质量检测的合格率应为 100%，并应符合下列要求：
 - 1) 热熔焊接的每条焊缝应进行气压检测；
 - 2) 挤压焊接的每条焊缝应进行电火花检测；

- 3) 焊缝强度检测应按每 1000m 焊缝取一个 1000mm×350mm 的样品进行测试;
- 4) 气压、电火花测试方法和强度检测应符合本标准附录 K 的规定。
- 2 土工布应按 200m 接缝取一个样品检测搭接效果, 合格率应为 90%;
- 3 钠基膨润土垫铺设质量检测应符合下列要求:
 - 1) 铺设完成后, 应对施工质量进行检验;
 - 2) 钠基膨润土垫及其搭接部位应与基础层贴实, 且无褶皱和悬空;
 - 3) 不得因遇水发生前期水化。

VII 站室工程

14.2.23 设备检验及验收应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231、《矿山机电设备工程安装及验收标准》GB/T 50377 和《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的有关规定。

14.2.24 浓密机安装前, 应按表 14.2.24-1 对土建工程进行质量检查, 安装后, 应按表 14.2.24-2 对浓密机进行质量检查。

表 14.2.24-1 浓密机土建工程质量检查标准

检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
底板、池顶高程		±10mm	水准仪测量, 每池不少于 5 点
池体内径		D/1000, 且不超过±30mm	尺量, 对称部位 2 处以上
同心度		H/1000, 且不超过±30mm	尺量, 对称部位 2 处以上
池壁截面尺寸		±5mm	尺量, 5 处以上
表面平整度		10mm	2m 直尺或弧形样板尺
中心位置	预埋	5mm	尺量, 全数检查

14.2.24-2 浓密机安装质量检查标准

检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
设备平面位置	10mm	尺量
设备标高	± 20mm	水准仪
设备水平度	1/1000	水准仪与直尺

VIII 管槽工程

14.2.25 管道验收应符合国家现行标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 和《压力管道安全技术监察规程》TSG D0001 的有关规定, 埋地管道的回填应按隐蔽工程进行验收。

14.2.26 管道系统在验收前应进行通水冲洗, 冲洗时水流速度不宜小于 2.0m/s。

14.2.27 管、槽质量应控制下列内容:

- 1 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;
- 2 管、槽纵断面的标高和坡度符合要求;

3 压力管道的耐压强度和严密性符合要求；

4 流槽断面尺寸及砌筑质量符合要求。

14.2.28 管、槽敷设坡度的允许偏差为设计坡度的 $\pm 10\%$ ；流槽净断面尺寸的允许偏差为设计尺寸的 $\pm 2\%$ ，槽壁壁厚不应出现负值。

14.2.29 防腐层应进行下列检查和试验：

1 外观检查，应按工序进行，应包括净管、各层防腐层的涂料质量。各层间应无气孔、裂缝、凸瘤和落入杂物等缺陷；

2 厚度检查，应沿管长至少每 100m 检查一处；每处沿管周应至少检查 4 点。其他地方当有必要时，应同样进行检查。厚度允许偏差值为 0.3mm；

3 粘接力试验，应每隔 500m 检查一处，应在防腐层上切一夹角为 $45^\circ\sim 60^\circ$ 的切口，并应从尖角撕开，防腐层不应成层剥落；

4 必要时应用电火花检验器检查绝缘性能，应使用电压 12kV。

14.2.30 验收管槽及构筑物时，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。

14.3 工程质量验收

14.3.1 建设单位收到工程验收报告后,应由建设单位(项目)负责人组织施工、设计、监理等单位(项目)负责人进行单位(子单位)工程验收，工程验收应包括下列内容：

1 成立由建设、监理、设计、施工、其他有关（如检测鉴定）单位的验收组织机构，明确参加验收人员必须具备的相应资格,同时制订验收工作计划；

2 审核工程质量检查报告和工程质量评估报告；

3 验收标准执行情况和工程实体质量监督抽查；

4 检查和验收施工单位自检报告、施工总结报告及施工资料，监理单位独立抽检资料、监理工作报告及质量评定资料，设计工作报告和质量监督报告；

5 检查合同执行情况，工程完工数量是否与批准的设计文件相符、是否与工程计量数量一致；

6 处理交工验收中的有关问题；

7 对合同是否全面执行、工程质量是否合格作出结论，按行业主管部门规定的格式签署交工验收证书。

14.3.2 施工单位应整理下列交工资料和技术文件：

1 工程验收报告、施工自检报告、施工总结报告及施工资料；

2 开工报告、安全技术交底、施工组织设计、方案及报批文件；

3 图纸会审纪要、设计变更通知单和材料代用核定单；

4 施工(定位)测量和交工测量成果；

5 隐蔽工程验收记录、工程照片和声像材料；

- 6 原材料及构件出厂证明、质量鉴定、复验单；
- 7 涉及结构安全的试块、试件以及有关材料，应按规定进行见证取样检测；
- 8 各类工程记录及测试、沉降、位移、变形监测记录、事故处理报告；
- 9 检验批及分项工程、分部（子分部）工程、单位(子单位)工程质量验收记录表，检验批

的质量验收记录应包括主控项目和一般项目验收；

- 10 施工日志、大事记；
- 11 现场实测的竣工图。

14.3.3 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。本标准中未明确主控项目和一般项目及检验项目的抽检数量时，应由建设单位和监理单位根据工程规模及有关规定确定。检验批合格质量标准应符合下列要求：

- 1 主控项目和一般项目应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中有关质量标准的要求；

- 2 质量检查记录、质量证明文件等资料应完整。

14.3.4 分项工程合格质量标准应符合下列要求：

- 1 分项工程所含的各检验批均应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中有关合格质量标准的要求；

- 2 分项工程所含的各检验批质量验收记录应完整。

14.3.5 分部（子分部）工程合格质量标准应符合下列要求：

- 1 分部（子分部）工程所含分项工程均应验收合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 地基与基础、主体结构 and 设备安装等分部工程的有关安全及功能的检验和抽样检测结果应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关要求；

- 4 观感质量验收应符合设计要求。

14.3.6 单位（子单位）工程合格质量标准应符合下列要求：

- 1 单位（子单位）工程所含分部（子分部）工程均应验收合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 单位（子单位）工程所含分部(子分部)工程有关安全和功能的检测资料应完整；
- 4 主要功能项目的抽查结果应符合国家现行相关专业质量验收标准的规定；
- 5 观感质量验收应符合设计要求。

14.3.7 尾矿设施质量验收记录应符合下列要求：

- 1 检验批质量验收应按本标准表 M.0.1 进行；
- 2 分项工程质量验收应按本标准表 M.0.2 进行；
- 3 分部（子分部）工程质量验收可按本标准表 M.0.3 进行；
- 4 单位(子单位)工程质量验收可按本标准表 M.0.4 进行。

14.3.8 工程技术档案资料应包括下列内容:

1 开工报告、竣工报告,项目经理、技术人员聘任文件,施工组织设计,图纸会审记录,技术交底记录,设计变更通知,岩土工程勘察报告,定位测量记录,基础处理记录,隐蔽工程验收记录,沉降观测记录,混凝土施工记录,新材料、新工艺施工记录,施工日志及质量事故处理记录,建设工程施工合同、补充协议,工程质量保修书等工程施工技术资料及施工记录;

2 材料、构配件、器具及设备等的质量证明和进场材料试验报告等工程质量保证资料;

3 质量管理体系检查记录、分项工程质量验收记录,混凝土强度统计、评定记录,分部工程质量验收记录,观感质量综合检查记录,单位工程竣工质量验收记录,质量控制资料检查记录等工程质量验收资料;

4 竣工图及声像资料。

14.3.9 单位工程质量验收合格后,监理、施工单位应将经整理、编目后所形成的项目文件按合同协议规定的要求,向建设单位档案管理机构归档,归档文件应完整、成套、系统,建设单位应在规定时间内将工程交工验收报告和有关文件报建设行政管理部门备案。

附录 A 尾矿定名

表 A 尾矿定名

尾矿		判别标准
类别	名称	
砂性尾矿	尾砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量占总质量的 25%~50%
	尾粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	尾中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	尾细砂	粒径大于 0.074mm 的颗粒质量超过总质量的 85%
	尾粉砂	粒径大于 0.074mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
粉性尾矿	尾粉土	粒径大于 0.074mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%，且塑性指数不大于 10
黏性尾矿	尾粉质黏土	塑性指数大于 10, 且小于或等于 17
	尾黏土	塑性指数大于 17

注：1 定名时应根据颗粒级配由大到小，以最先符合者确定；

2 塑性指数应由相应于 76g 圆锥仪沉入土中深度为 10mm 时测定的液限计算确定。

附录 B 单位、分部、分项工程划分

表 B 单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程划分表

工程编号			工程名称	备注
单位 (子单位)	分部 (子分部)	分项		
1			尾矿坝	
	1		坝体填筑	主要分部
		1	测量放线	
		2	坝基与岸坡处理	
		3	土石方工程	
	2		反滤排水设施与护坡	
		1	反滤料	
		2	土工织物反滤层	
		3	排水管	
		4	减压井	
		5	护坡	
	3		导流与度汛	
		1	导流建筑物	
		2	围堰	
		3	排水系统	
2			排水隧洞	
	1		隧洞开挖	
		1	测量放线	
		2	洞口开挖	
		3	洞口边坡防护	
		4	洞身开挖	
	2		隧洞衬砌灌浆	主要分部
		1	喷射混凝土支护	
		2	锚杆支护	
		3	钢筋混凝土衬砌	
		4	隧洞灌浆	
	3		辅助施工措施	
		1	超前锚杆	
		2	超前导管注浆	

3			构筑物工程	
	1		地基和基础工程	主要分部
		1	测量放线	
		2	基础土石方工程	
		3	钢筋工程	
		4	模板工程	
		5	混凝土工程	
	2		主体工程	主要分部
		1	钢筋工程	
		2	模板工程	
		3	混凝土工程	
		4	混凝土构件预制	
		5	预制构件安装	
		6	砌筑工程	
		7	钢结构制作	
		8	钢结构安装	
	3		附属工程	
		1	其它建筑工程	
		2	安装预留孔	
		3	安装预埋件	
4			安装工程	
	1		设备安装	
		1	泵安装	
		2	浓密机安装	
	2		管道安装	
		1	尾矿管	
		2	回水管	
		3	排水管	
	3		电器装置安装	
		1	电力线路	
		2	配电盘	
		3	低压电器	
		4	控制柜	
5			库区工程	

	1		库区道路	
		1	路基工程	
		2	路面工程	
	2		库区环保防渗	主要分部
		1	基础层	
		2	地下水导排设施	
		3	膜保护垫层	
		4	土工膜	
		5	土工布	
		6	钠基膨润土垫	
		7	土工复合排水网	
		8	垂直防渗	
	3		库区防洪	
		1	截水沟	
		2	溢洪道	
		3	排水沟	
		4	护坡	

注：若尾矿坝坝体存在环保防渗设施，该部分环保防渗设施可划分至尾矿坝分部工程。

附录 C 尾矿沉积滩平均坡度确定方法

C.0.1 任意滩长的平均坡度可按式计算：

$$i_1 = i_{100} (100/L)^{0.3} \quad (\text{C. 0. 1})$$

式中： i_1 ——计算滩长的平均坡度(%)；

L ——计算滩长(m)；

i_{100} ——百米滩长的平均坡度(%)，可由表 C. 0. 1 查得。

表 C.0.1 百米滩长的平均坡度 i_{100}

尾矿平均粒径 (mm)	单管放矿流 量 (L/s)	i_{100} (%)				
		当放矿重量浓度为 P(%)				
		10	15	20	25	30
0. 03	3	0. 64	0. 74	0. 82	0. 94	1. 04
	10	0. 47	0. 54	0. 60	0. 69	0. 77
	30	0. 35	0. 41	0. 45	0. 51	0. 58
	100	0. 26	0. 30	0. 33	0. 38	0. 42
0. 05	3	1. 24	1. 44	1. 60	1. 83	2. 04
	10	0. 91	1. 09	1. 17	1. 34	1. 49
	30	0. 68	0. 79	0. 88	1. 00	1. 12
	100	0. 50	0. 58	0. 64	0. 73	0. 82
0. 075	3	2. 10	2. 44	2. 70	3. 09	3. 43
	10	1. 54	1. 78	1. 98	2. 26	2. 52
	30	1. 16	1. 34	1. 49	1. 70	1. 90
	100	0. 85	0. 98	1. 09	1. 24	1. 39
0. 10	3	2. 59	3. 00	3. 33	3. 80	4. 24
	10	1. 89	2. 19	2. 43	2. 78	3. 10
	30	1. 42	1. 65	1. 83	2. 09	2. 33
	100	1. 04	1. 20	1. 34	1. 53	1. 71
0. 15	3	3. 47	4. 01	4. 46	5. 09	5. 68
	10	2. 54	2. 94	3. 26	3. 73	4. 15
	30	1. 91	2. 21	2. 45	2. 80	3. 12
	100	1. 39	1. 61	1. 79	2. 05	2. 28
0. 20	3	4. 37	4. 94	5. 48	6. 27	6. 99
	10	3. 12	3. 61	4. 01	4. 58	5. 11

	30	2.35	2.71	3.01	3.44	3.84
	100	1.71	1.98	2.20	2.52	2.81
0.40	3	7.03	8.13	9.02	10.32	11.52
	10	5.14	5.95	6.60	7.55	8.42
	30	3.86	4.47	4.96	5.67	6.33
	100	2.82	3.27	3.63	4.15	4.63

附录 D 拦挡坝最大一次洪水冲刷泥砂量估算公式

D.0.1 尾矿库拦挡坝最大一次洪水冲刷的泥沙量可按式进行估算：

$$W_{CH} = 1000H_p a F P \quad (D.0.1)$$

式中： W_{CH} ——最大一次冲沙量(m^3)；

H_p ——频率 20 年~50 年一遇洪水最大 24h 的降雨量 (mm)；

a ——尾矿细度系数，按表 D.0.1-1 取值；

F ——终期尾矿堆积区面积 km^2 ；

P ——尾矿库等别系数，按表 D.0.1-2 取值。

表 D.0.1-1 尾矿细度系数 a 值

粒度小于 0.074mm 的尾矿含量	a 值
<75%	0.1
75%~80%	0.15
80%~85%	0.2
>85%	0.25

表 D.0.1-2 尾矿库等别系数 P 值

尾矿库等别	一	二	三	四	五
P 值	0.45	0.35 ~ 0.4	0.3 ~ 0.35	0.25 ~ 0.3	0.2~0.25

附录 E 坝体尾矿平均物理力学性质指标

表 E 坝体尾矿平均物理力学性质指标

项目	尾中砂	尾细砂	尾粉砂	尾粉土	尾粉质黏土	尾黏土
平均粒径 d_p (mm)	0.35	0.2	0.074	0.05	0.035	<0.02
有效粒径 d_{10} (mm)	0.10	0.07	0.02	0.01	0.003	0.002
不均匀系数 d_{60}/d_{10}	3	3	4	6	10	5
天然容重 γ (g/cm ³)	1.8	1.85	1.9	2.0	1.95	1.8
孔隙比 e	0.8	0.9	0.9	0.95	1.0	1.4
内摩擦角 Φ (°)	34	33	30	28	16	8
凝聚力 C (kPa)	7.84	7.84	9.8	9.8	10.78	13.72
压缩系数 α_{1-2} (1/kPa)	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.6×10^{-4}	2.1×10^{-4}	4.1×10^{-4}	9.2×10^{-4}
渗透系数 k (cm/s)	1.5×10^{-3}	1.3×10^{-3}	3.75×10^{-4}	1.25×10^{-4}	3.0×10^{-6}	2.0×10^{-7}

注：1 表中指标均系从坝体取样试验所得的平均值；

2 C 、 Φ 值为直剪(固结快剪)强度指标。

附录 F 尾矿浆体输送试验项目

表 F 尾矿浆体输送试验项目

序号	试验项目	试验内容
1	水特性	总酸度, 总碱度, CO_3^{2-} , HCO_3^- , S^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ce^- , K^+ , Na^+ , DO, pH 值
2	物料特性	密度, 粒径及分布, 硬度, 化学成分
3	浆体特性	极限浓度, 沉降特性, 流变特性, 沉积板结特性, 安息角, 滑移角, pH 值
4	管道特性	临界流速, 摩阻损失, 最佳浓度, 最佳管径等
5	操作特性	停车再启动性能, 极限坡度
6	腐蚀特性	管道年磨腐蚀率

注: 1 表中 1、2、3 项需矿样少, 试验规模小, 称试验室小型静态试验;

2 表中 4、5、6 项需矿样多, 试验规模大, 称半工业环管试。

附录 G 岩石分类

表 G 岩石类别分级

岩石类别	岩石名称	实体岩石自然温度时的平均容重 (kg/m ³)	净钻时间 (min/m)			极限抗压强度 (Mpa)	强度系数 f
			用直径 30mm 的合金钻头, 凿岩机打眼 (工作气压 4.5atm)	用直径 30mm 淬火钻头, 凿岩机打眼 (工作气压 4.5atm)	用直径 25mm 钻杆, 人工单人打眼		
1	2	3	4	5	6	7	8
V	1. 硅藻土及软的白垩岩 2. 硬的石炭纪的黏土 3. 胶结不紧的砾岩 4. 各种不坚实的页岩	1500 1950 1900~2200 2200	—	≤3.5	≤30	≤20	1.5~2
VI	1. 软的有孔隙的节理多的石灰岩及贝壳石灰岩 2. 密实的白垩岩 3. 中等坚实的页岩 4. 中等坚实的泥灰岩	2200 2600 2700 2300	—	4 (3.5~4.5)	45 (30~60)	20.0~ 40.0	2~4
VII	1. 水成岩卵石经石灰质胶结而成的砾石 2. 风化的节理多的黏土质砂岩 3. 坚硬的泥质页岩 4. 坚实的泥灰岩	2200 2200 2300 2500	—	6 (4.5~7)	78 (61~95)	40.0~ 60.0	4~6
VIII	1. 角砾状花岗岩 2. 泥灰质石灰岩 3. 黏土质砂岩 4. 云母页岩及砂质页岩 5. 硬石膏	2300 2300 2200 2300 2900	6.8 (5.7~ 7.7)	8.5 (7.1~10)	115 (96~ 135)	60.0~ 80.0	6~8
IX	1. 软的风化较甚的花岗岩片麻岩及正长岩 2. 滑石质的蛇纹岩 3. 密实的石灰岩 4. 水成岩卵石经硅质胶结的砾岩 5. 砂岩 6. 砂质石灰质的页岩	2500 2400 2500 2500 2500 2500	8.5 (7.8~ 9.2)	11.5 (10.1~13)	157 (136~ 175)	80.0~ 100.0	8~10
X	1. 白云岩 2. 坚实的石灰岩 3. 大理石 4. 石灰质胶结的致密的砂岩 5. 坚硬的砂质页岩	2700 2700 2700 2600 2600	10 (9.3~ 10.8)	15 (13.1~17)	195 (176~ 215)	100.0~ 120.0	10~12
XI	1. 粗粒花岗岩 2. 特别坚实的白云岩 3. 蛇纹岩 4. 火成岩卵石经石灰质胶结的砂岩 5. 石灰质胶结的坚实的砂岩 6. 粗粒正长岩	2800 2900 2600 2800 2700 2700	11.2 (10.9~ 11.5)	18.5 (17.1~20)	240 (216~ 260)	120.0~ 140.0	12~14

XII	1. 有风化痕迹的安山岩及玄武岩	2700	12.2 (11.6~13.3)	22 (20.1~25)	290 (261~320)	140.0~160.0	14~16
	2. 片麻岩 粗面岩	2600					
	3. 特别坚实的石灰岩	2900					
	4. 火成岩卵石经硅质胶结的砾岩	2600					
XIII	1. 中粒花岗岩	3100	14.1 (13.4~14.8)	27.5 (25.1~30)	360 (321~400)	160.0~180.0	16~18
	2. 坚实的片麻岩	2800					
	3. 辉绿岩	2700					
	4. 玢岩	2500					
	5. 坚实的粗面岩	2800					
	6. 中粒正长岩	2800					
XIV	1. 特别坚实的细粒花岗岩	3300	15.5 (14.9~18.2)	32.5 (30.1~40)	—	180.0~200.0	18~20
	2. 花岗片麻岩	2900					
	3. 闪长岩	2900					
	4. 最坚实的石灰岩	3100					
	5. 坚实的玢岩	2700					
XV	1. 安山岩 玄武岩 坚实的角闪岩	3100	20 (18.3~24)	46 (40.1~60)	—	200.0~250.0	20~25
	2. 最坚实的辉绿岩及闪长岩	2900					
	3. 坚实的辉长岩及石英岩	2800					
XVI	1. 钙钠长石质橄榄石质玄武岩	3300	>24	>60	—	>250.0	>25
	2. 特别坚实的辉长岩 辉绿岩 石英岩及玢岩	3300					

注: $1 \text{atm} = 1.013250 \times 10^5 \text{Pa}$

附录 H 围岩工程地质分类表

H.0.1 隧洞围岩可以岩石强度、岩体完整程度、结构面状态、地下水和主要结构面产状等五项因素之和的总评分为基本依据，以围岩强度应力比为参考依据，按表 H.0.1 的规定进行工程地质分类。

表 H.0.1 围岩工程地质分类

围岩类别	围岩稳定性	围岩总评分 T	围岩强度 应力比 S	支护类型
I	稳定。围岩可长期稳定增长，一般无不稳定块体	$T > 85$	> 4	不支护或局部锚杆或喷薄层混凝土。大跨度时，喷混凝土、系统锚杆加钢筋网
II	基本稳定。围岩整体稳定，不会产生塑性变形，局部可能产生掉块	$85 \geq T > 65$	> 4	喷混凝土、系统锚杆加钢筋网。跨度为 20~25m 时，浇筑混凝土衬砌
III	稳定性差。围岩强度不足，局部会产生塑性变形，不支护可能产生塌方或变形破坏。完整的较软岩，可能暂时稳定	$65 \geq T > 45$	> 2	喷混凝土、系统锚杆加钢筋网。跨度为 20~25m 时，浇筑混凝土衬砌
IV	不稳定。围岩自稳时间很短，规模较大的各种变形和破坏都可能发生	$45 \geq T > 25$	$>$	喷混凝土、系统锚杆加钢筋网，并浇筑混凝土衬砌。
V	极不稳定。围岩不能自稳，变形破坏严重	$T \leq 25$	—	V 类围岩还应布置拱架支撑

注： II、III、IV 类围岩，当其强度应力比小于本表规定时，围岩类别宜相应降低一级。

H.0.2 围岩强度应力比可按下式求得：

$$S = K_v R_b / \sigma_m \quad (\text{H.0.2})$$

式中： R_b ——岩石饱和单轴极限抗压强度（MPa）；

K_v ——岩体完整性系数；

σ_m ——围岩最大主应力（MPa）。

H.0.3 围岩工程地质分类中五项因素的评分可按下列标准进行：

- 1 岩石强度的评分应符合表 H.0.3-1 的规定。

表 H.0.3-1 岩石强度评分

岩质类型	硬质岩		软质岩	
	坚硬岩	中硬岩	较软岩	软岩
饱和单轴极限抗压强度 R_b (MPa)	$R_b > 60$	$60 \geq R_b > 30$	$30 \geq R_b > 15$	$15 \geq R_b > 5$
岩石强度评分 A	30~20	20~10	10~5	5~0

注：1 当岩石饱和单轴抗压强度大于 100MPa 时 岩石强度的评分为 30。

- 2 当岩体完整程度与结构面状态评分之和小于 5 时 岩石强度评分大于 20 的，按 20 评分。

- 2 岩体完整程度的评分应符合表 H.0.3-2 的规定；

表 H.0.3-2 岩体完整程度评分

岩体完整程度	完整	较完整	完整性差	较破碎	破碎
岩体完整性系数 K_v	$K_v > 0.75$	$0.75 \geq K_v > 0.55$	$0.55 \geq K_v > 0.35$	$0.35 \geq K_v > 0.15$	$K_v \leq 0.15$

岩体完整性评价 B	硬质岩	40~30	30~22	22~14	14~6	<6
	软质岩	25~19	19~14	14~9	9~4	<4

注：1 当 $60\text{MPa} \geq R_b > 30\text{MPa}$ ，岩体完整性程度与结构面状态评分之和大于 65 时，按 65 评分；

2 当 $30\text{MPa} \geq R_b > 15\text{MPa}$ ，岩体完整性程度与结构面状态评分之和大于 55 时，按 55 评分；

3 当 $15\text{MPa} \geq R_b > 5\text{MPa}$ ，岩体完整性程度与结构面状态评分之和大于 40 时，按 40 评分；

4 当 $R_b \leq 5\text{MPa}$ ，属特软岩，岩体完整性程度与结构面状态不参与评分。

3 结构面状态的评分应符合表 H.0.3-3 的规定；

表 H.0.3-3 结构面状态评分

结构面状态	张开度 W (mm)	闭合 $W < 0.5$		微张 $0.5 > W \geq 0.5$									张开 $W \geq 5.0$	
	填充物	—		无填充			岩屑			泥质			岩屑	泥质
	起伏粗糙状况	起伏粗糙	平直光滑	起伏粗糙	起伏光滑或平直粗糙	平直光滑	起伏粗糙	起伏光滑或平直粗糙	平直光滑	起伏粗糙	起伏光滑或平直粗糙	平直光滑	—	—
结构面状态评分	硬质岩	27	21	24	21	15	21	17	12	15	12	9	12	6
	较软岩	27	21	24	21	15	21	17	12	15	12	9	12	6
	软岩	18	14	17	14	8	14	11	8	10	8	6	8	4

注：1 结构面的延伸长度小于 3m 时，硬质岩、较软岩的结构面状态评分另加 3 分，软岩加 2 分；结构面延伸长度大于 10m 时，硬质岩、较软岩减 3 分，软岩减 2 分；

2 当结构面张开度大于 10mm 无充填时，结构面状态的评分为零。

4 地下水状态的评分应符合表 H.0.3-4 的规定；

表 H.0.3-4 地下水状态评分

活动状态		干燥到渗水、滴水	线状流水	涌水	
水量 Q [L/(min·10m 洞长)] 或压力水头 H (m)		$q \leq 25$ 或 $H \leq 10$	$25 < q \leq 125$ 或 $10 < H \leq 100$	$q > 125$ 或 $H > 100$	
基本因素评分 T'	$T' > 85$	地下水评分 D	0	0~-2	-2~-6
	$85 \geq T' > 65$		0~-2	-2~-6	-6~-10
	$65 \geq T' > 45$		-2~-6	-6~-10	-10~-14
	$45 \geq T' > 25$		-6~-10	-10~-14	-14~-18
	$T' \leq 25$		-10~-14	-14~-18	-18~-20

5 主要结构面产状的评分应符合表 H.0.3-5 的规定；

表 H.0.3-5 主要结构面产状评分

结构面走向与洞轴线夹角 (°)	90~60				60~30				<30			
	>70	70~45	45~20	<20	>70	70~45	45~20	<20	>70	70~45	45~20	<20
结构面 洞顶	0	-2	-5	-10	-2	-5	-10	-12	-5	-10	-12	-12

产状评分 E	边墙	-2	-5	-2	0	-5	-10	-2	0	-10	-12	-5	0
--------	----	----	----	----	---	----	-----	----	---	-----	-----	----	---

H.0.4 大跨度和重要地下洞室围岩还应根据围岩等级划分再进行综合评定。

H.0.5 本附录第 H.0.1 条~第 H.0.4 条宜用于埋深小于 2 倍洞径或跨度的地下洞室和特殊土、喀斯特洞穴发育地段的地下洞室围岩分类。

附录 J 高密度聚乙烯 (HDPE) 土工膜焊缝检测记录

J.0.1 高密度聚乙烯 (HDPE) 土工膜热熔焊缝检测应符合表 J.0.1 的规定。

表 J.0.1 高密度聚乙烯 (HDPE) 土工膜热熔焊缝检测记录

工程名称:									第 页 共 页				
焊缝编号	年 月 日	时间	设备编号	技工编号	长度 (m)	环境温度 (°C)	焊接温度 (°C)	焊接速度 (m/min)	气压检测				
									日期	时间	开始气压 (kPa)	结束气压 (kPa)	是否通过
施工单位:			技术负责人 (签章):				记录 (签章):		填报日期: 年 月 日				
现场监理 (签章):													

附录 K 气压、电火花测试方法和强度检测

K.0.1 高密度聚乙烯土工膜热熔焊接的气压检测应采用气压检测设备检测焊缝的气密性。一条焊缝施工完毕后，应将焊缝气腔两端封堵，应用气压检测设备对焊缝气腔加压至 250kPa，并应维持 3min~5min,气压不应低于 240kPa,然后在焊缝的另一端开孔放气，气压表指针能够快速归零应视为合格。

K.0.2 高密度聚乙烯土工膜挤压焊接的电火花检测,挤压焊接所形成的单轨焊缝应采用电火花检测设备检测焊缝的气密性,应预先在挤压焊缝中埋设一条直径 0.3mm~0.5mm 的细铜丝,并应利用电火花检测设备的高压脉冲电源探头在距离焊缝 10mm~30mm 的高度探扫，无火花出现应视为合格，出现火花的部位应有漏洞。

K.0.3 高密度聚乙烯土工膜焊缝强度的检测应针对设计规定的检测长度取样进行实验分析，检测焊缝强度。取样位置应进行修补。热熔及挤压焊缝强度合格的标准应符合表 L.0.3 的规定。

每个试样应裁取 10 个 25.4mm 宽的标准试件，应分别做 5 个剪切实验和 5 个剥离实验。每种实验 5 个试样的测试结果中应有 4 个符合表 L.0.3 中的要求，并且强度测试的平均值应达到标准值，最低值不得低于标准值的 80%。

如不能通过强度测试，应在测试失败的位置沿焊缝两端各 6m 范围内重新取样测试，直至合格为止。

表 K.0.3 热熔及挤压焊缝强度标准值

厚度 (mm)	剪切强度		剥离强度	
	热熔焊缝 (N/mm)	挤压焊缝 (N/mm)	热熔焊缝 (N/mm)	挤压焊缝 (N/mm)
1.5	21.2	21.2	15.7	13.7
2.0	28.2	28.2	20.9	18.3

注：测试条件：25℃，50mm/min。

附录 L 尾矿设施质量验收记录表

L.0.1 尾矿设施检验批质量验收应符合表 L.0.1 的规定。

表 L.0.1 检验批质量验收记录

工程名称				分项工程名称			
施工单位				专业工长		项目经理	
分包单位				分包项目经理		施工班组长	
施工执行标准名称及编号				验收部位			
主控项目	质量验收规范的规定			施工单位检查评定结果			监理（建设）单位验收记录
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
一般项目	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
施工单位检查评定结果	10		专业技术负责人： 年 月 日		质量检查员： 年 月 日		
监理（建设）单位验收记录			监理工程师（建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日				

L.0.3 尾矿设施分部（子分部）质量验收应符合表 L.0.3 的规定。

表 L.0.3 分部（子分部）工程质量验收记录

工程名称		分项工程名称		检验批数	
施工单位		项目经理		项目技术负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包项目经理	
序号	检验批部位、区段	施工单位检查评定结果		监理（建设）单位验收结论	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
检查结论	项目专业 技术负责人：	验收结论	监理监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)		
	年 月 日		年 月 日		

L.0.4 单位（子单位）工程质量验收应符合表 L.0.4 的规定。

表 L.0.4 单位（子单位）工程质量验收记录

工程名称					
施工单位		技术负责人		开工日期	
项目经理		项目技术负责人		竣工日期	
序号	项 目	验 收 记 录 (施工单位填写)		验收结论 (监理或建设单位填写)	
1	分部工程	共 分部, 经查符合标准及设计要求 分部。			
2	质量控制资料核查	共 项, 经审查符合要求 项, 经核定符合规范要求 项。			
3	安全和主要使用功能 核查及抽查结果	共核查 项, 符合要求 项, 共抽查 项, 符合要求 项, 经返工处理符合要求 项。			
4	观感质量验收	共抽查 项, 符合要求 项, 不符合要求 项。			
5	综合验收结论 (建设单位填写)				
参加 验收 单位	建 设 单 位	监 理 单 位	设 计 单 位	施 工 单 位	
	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日	(公章) 总监理工程师: 年 月 日	(公章) 单位(项目)负责 人: 年 月 日	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日	

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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”；
 - 2) 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”；
 - 3) 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

- 《金属非金属矿山工程通用规范》
- 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》 GB 50086
- 《高耸结构设计标准》 GB 50135
- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》 GB 50184
- 《构筑物抗震设计规范》 GB 50191
- 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202
- 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB 50231
- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB 50231
- 《工业金属管道工程施工规范》 GB 50235
- 《泵站设计标准》 GB 50265
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268
- 《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》 GB 50275
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 《大体积混凝土施工标准》 GB 50496
- 《尾矿堆积坝排渗加固工程技术规范》 GB 51118
- 《水工建筑物抗震设计标准》 GB 51247
- 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
- 《土工合成材料应用技术规范》 GB/T 50290
- 《矿山机电设备工程安装及验收标准》 GB/T 50377
- 《水工建筑物荷载标准》 GB/T 51394
- 《厂矿道路设计规范》 GBJ 22
- 《爆破安全规程》 GB 6722
- 《金属非金属矿山安全规程》 GB 16423
- 《中国地震动参数区划图》 GB 18306
- 《危险废物填埋污染控制标准》 GB 18598
- 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》 GB 18599
- 《尾矿库安全规程》 GB 39496
- 《土工合成材料聚乙烯土工膜》 GB/T 17643
- 《水工建筑物地下工程开挖施工技术规范》 DL/T 5099
- 《碾压式土石坝施工规范》 DL/T 5129

《水电水利工程爆破施工技术规范》DL/T 5135
《水工混凝土施工规范》DL/T 5144
《水工混凝土钢筋施工规范》DL/T 5169
《水工建筑物止水带技术规范》DL/T 5215
《水电水利工程竖井斜井施工规范》DL/T 5407
《砌石坝设计规范》SL 25
《水工建筑物岩石地基开挖施工技术规范》SL 47
《水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范》SL 174
《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251
《水工隧洞设计规范》SL 279
《土石坝安全监测技术规范》SL 551
《混凝土坝安全监测技术规范》SL 601
《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL/T 62
《压力管道安全技术监察规程》TSG D0001