

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 167—2026

非煤矿山尾矿库排水井加固技术规范

Technical specification for reinforcement of drainage wells in non-coal mine tailings ponds

(送审稿)

2026-04-16 发布

2026-04-16 实施

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 总则	4
5 基本规定	4
6 设计	8
7 施工	9
8 检验与验收	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：本溪钢铁（集团）有限责任公司南芬选矿厂、本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司、中冶北方（大连）工程技术有限公司。

本文件主要起草人：李庚辉、肖启飞、李汉涛、张岩、宋长军、牟景春。

本标准首次发布。

非煤矿山尾矿库排水井加固技术规范

1 范围

本文件规定了非煤矿山尾矿库排水井加固的基本规定、设计、施工、检验与验收等。

本文件适用于东北地区非煤矿山及氧化铝厂湿式堆存的赤泥堆场尾矿库的窗口式或框架式钢筋混凝土排水井加固工程。钢筋混凝土井圈叠装式排水井可参照使用，砌块式排水井不适用本文件。西北地区和华北地区尾矿库可参照使用。核工业尾矿库、采用特殊处置方式堆存的尾矿库和电厂灰渣库排水井加固工程可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 39496	《尾矿库安全规程》
GB 50009	《建筑结构荷载规范》
GB 50010	《混凝土结构设计规范》
GB 50017	《钢结构设计标准》
GB 50021	《岩土工程勘察规范》
GB 50046	《工业建筑防腐蚀设计规范》
GB 50153	《工程结构可靠性设计统一标准》
GB 50191	《构筑物抗震设计规范》
GB 50863	《尾矿设施设计规范》
GB 50864	《尾矿设施施工及验收规范》
GB 55001	《工程结构通用规范》
GB 55008	《混凝土结构通用规范》
GB 55021	《既有建筑鉴定与加固通用规范》
GB/T 50476	《混凝土结构耐久性设计规范》
GB/T 51394	《水工建筑物荷载标准》
AQ 2030	《尾矿库安全监测技术规范》
DL 5073	《水工建筑物抗震设计规范》
JGJ 123	《既有建筑地基基础加固技术规范》
SL 191	《水工混凝土结构设计规范》
SL 279	《水工隧洞设计规范》
SL 645	《水利水电工程围堰设计规范》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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。

3.2

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）。

3.3

尾矿坝 tailings dam

拦挡尾矿和水的尾矿库外围构筑物。

3.4

尾矿堆积坝 tailings embankment

生产过程中用尾矿堆积而成的坝。

3.5

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。

3.6

一次建坝 one-step constructed dam

指全部用除尾矿以外的筑坝材料一次或分期建造的尾矿坝。

3.7

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；挡水板和一次性筑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；挡水坝和一次性筑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。

3.8

永久性排水井 permanent drainage well

尾矿库服务年限内汛期度汛的主要构筑物。

3.9

临时性排水井 temporary drainage well

尾矿库为抢险等特殊情况修建的临时性排水井。

3.10

窗口式排水井 windows drainage well

在排水井井筒上开设圆孔作为泄水通道的排水井。

3.11

框架式排水井 frames drainage well

由柱、圈梁和拱板构成整体的排水井，主要靠拱板顶部框架间空间作为泄水通道。

4 总则

4.1 为了在东北地区尾矿库排水井加固工程中贯彻国家的技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理，确保工程质量，制定本技术标准。

4.2 本标准适用于在中华人民共和国境内东北地区尾矿库，适用于非煤矿山的尾矿库及氧化铝厂湿式堆存的赤泥堆场尾矿库的窗口式或框架式钢筋混凝土排水井加固工程。

4.3 钢筋混凝土井圈叠装式排水井可参照本标准应用，砌块式排水不适用本标准。

4.4 西北地区和华北地区尾矿库可参照本标准应用。

4.5 核工业尾矿库、采用特殊处置方式堆存的尾矿库和电厂灰渣库排水井加固工程可参照本标准应用。

4.6 尾矿库排水井加固除应符合本规程的规定外，尚应符合现行国家标准、行业标准和地方标准的有关规定。

5 基本规定

5.1 一般规定

5.1.1 尾矿库排水井经鉴定检测或设计确认需要加固时，应依据鉴定检测结构或勘察报告和委托方的

要求进行排水井的加固设计和施工。

5.1.2 对于排水井地基基础加固工程应委托资质勘察单位完成勘察，勘察报告应对地基基础加固方案提出处理建议；对于排水井结构加固工程应委托资质结构检测单位完成结构检测，结构检测报告内应对排水井结构方案提出处理建议。

5.1.3 排水井加固工程应确定其结构设计工程年限、结构安全等级、抗震设防类别、结构上的作用和作用组合；应进行结构承载能力极限状态、正常使用极限状态和耐久性设计，并应符合工程的功能和结构性能要求。

5.1.4 排水井的工程结构安全等级和可靠度，应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 和《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153 的有关规定。

5.1.5 永久性排水井的设计使用年限不应低于 50 年，尾矿库服务年限超过 30 年的设计使用年限不应低于 70 年，临时性排水井的设计使用年限不应低于 10 年。

5.1.6 承载能力极限状态设计应包括下列内容：

- a) 结构构件极限承载力计算；
- b) 抗震设防要求时，应进行抗震承载力计算；
- c) 地基承载力验算；
- d) 抗浮、抗滑动、抗倾覆验算。

5.1.7 荷载作用具体计算参照《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《水工建筑物荷载标准》GB/T 51394 取值。

5.1.8 排水井加固工程的抗震设防类别和抗震计算需满足《构筑物抗震设计规范》GB50191 的相关要求，具体内容不在本标准内叙述。

5.1.9 排水井基础底面处的平均压力值不小于修正后的地基承载力特征值，基础底面边缘的最大压力值不小于修正后的地基承载力特征值的 1.2 倍，当地基受力层范围内有软弱下卧层时应进行软弱下卧层的地基承载力验算。

5.1.10 排水井的抗浮安全系数不小于 1.1，排水井的抗滑动和抗倾覆安全系数不小于 1.3。

5.2 尾矿库等别和排水井构筑物级别

5.2.1 尾矿库等别应根据尾矿库的最终全库容及最终坝高按表 1 确定。尾矿库各使用期的设计等别应根据该期的全库容和坝高分别按表 1 确定。当两者的等差为一等时，应以高者为准；当等差大于一等时，应按高者降一等确定。

对于露天废弃采坑及凹地储存尾矿的，周边未建尾矿坝时，可不定等别；建尾矿坝时，应根据坝高及其对应的库容确定尾矿库的等别。

除一等库外，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严重灾害者，经充分论证后，其设计等别可提高一等。

表 1 尾矿库各使用期的设计等别

等别	全库容 V (10000 m^3)	坝高 H (m)
一	$V \geq 50000$	$H \geq 200$
二	$10000 \leq V < 50000$	$100 \leq H < 200$
三	$1000 \leq V < 10000$	$60 \leq H < 100$
四	$100 \leq V < 1000$	$30 \leq H < 60$
五	$V < 100$	$H < 30$

5.2.2 尾矿库排洪系统排水井作为尾矿库的永久性构筑物，其失事后将造成下游灾害，尾矿排洪系统排水井构筑物级别可按表 2 确定。

表 2 永久性尾矿库排水井构筑物的级别

尾矿库等别	永久性排水井构筑物的级别
一	1
二	2
三	3
四	4
五	5

5.2.3 抢险等特殊情形修建的尾矿库排洪系统排水井为临时构筑物，其构筑物级别可按表 3 确定。

表 3 临时性尾矿库排水井构筑物的级别

尾矿库等别	临时性排水井构筑物的级别
一	4
二	4
三	5
四	5
五	5

5.3 材料

5.3.1 排水井加固工程的结构混凝土强度等级的选用应满足工程结构的承载力、刚度和耐久性需求。对设计工作年限为 50 年的混凝土结构，结构混凝土的强度等级尚应 4.3.2 条和 4.3.3 条的相关要求；对设计工作年限大于 50 年的混凝土结构，结构混凝土的最低强度等级应有所提高。

5.3.2 混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。钢筋混凝土排水井加固结构的混凝土强度等级不宜低于 C30。

5.3.3 钢筋应符合下列规定：受力钢筋宜采用 HRB400 级、HRB335 级、RRB400 级钢筋；联系筋、箍筋宜采用 HPB300 级、HRB335 级钢筋。

5.3.4 材料性能应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《水工混凝土结构设计规范》SL191 的有关规定。

5.3.5 钢筋混凝土结构构件的最大裂缝宽度不应超过现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定确定。

5.4 排水井地基承载力验算

5.4.1 排水井地基承载力验算的荷载应采用标准荷载组合；

5.4.2 地基承载力特征值可由荷载试验或其他原位测试、公式计算，并结合工程实践经验等方法综合确定。

5.4.3 排水井承载力验算公式：

公式 1

$$P_{\min}^{\max} = \frac{N}{F} \pm \frac{M_A}{W_A} = \frac{N}{F} \left(1 \pm \frac{6e_0}{D_z} \right) < [R]$$

式中：

N —作用于基础上的（包括基础自重）垂直荷载总和（kN）；

F —基础底面面积（ m^2 ）；

W_A —基础底面的抵抗矩（ m^3 ）；

e_0 —荷载偏心距（m）；

D_z —基础底宽或直径（m）；

M_A —作用于基础底面的弯矩（kN·m）；

$[R]$ —修正后的地基承载力特征值（kPa）。

5.5 排水井稳定性验算

5.5.1 排水井的抗滑稳定验算公式：

$$K_h = \frac{f \sum W}{\sum P}$$

式中： K_h —抗滑稳定安全系数；

$\sum W$ —作用在坝体上所有垂直力的总和；

$\sum P$ —作用在坝体上所有水平力的总和；

f —混凝土与地基的摩擦系数。

5.5.2 排水井的抗倾稳定验算公式：

$$K_q = \frac{\sum M_k}{\sum M_q}$$

式中： K_q —抗倾稳定安全系数；

$\sum M_k$ —作用在坝体上抗倾力矩的总和；

$\sum M_q$ —作用在坝体上倾复力矩的总和。

5.6 耐久性设计

5.6.1 结构混凝土耐久性设计应遵守下列原则：

- a) 根据所处的环境类别、环境作用等级，应采用基于耐久性所需的混凝土原材料、混凝土配合比、混凝土耐久性参数等指标；
- b) 结构布置、结构构造，应满足使用过程中安全运行、检修、维护的要求；
- c) 提出对混凝土施工过程的质量控制要求。

5.6.2 结构混凝土耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定和现行行业标准《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》SL 654 的有关规定。

5.6.3 防水混凝土的设计抗渗等级应符合现行行业标准《水工混凝土结构设计规范》SL191 的有关规定。

5.6.4 在腐蚀环境条件下，结构应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的有关规定。

6 设计

6.1 一般规定

6.1.1 尾矿库排水井地基基础加固工程需由资质勘察单位完成排水井地基基础的详细勘察，设计单位根据勘察报告结论完成排水井地基基础加固方案设计。

6.1.2 尾矿库排水井结构加固工程需由资质检测单位完成排水井结构的详细检测，设计单位根据检测报告结论完成排水井结构加固方案设计。

6.1.3 排水井结构加固工程按加固材料可分为混凝土加固和钢结构加固，按加固方式可分为直接加固和间接加固，按加固位置分为内侧加固和外侧加固，设计时，可根据实际条件和使用要求选择适宜的加固方法及配合使用的技术。

6.1.4 直接加固宜根据工程的实际情况选用增大截面加固法、粘贴钢板加固法和组合加固法；间接加固宜根据工程的实际情况采用改变结构体系加固法或预应力加固法。

6.1.5 结构上的作用应经调查、检测核实，其设计值应符合现行标准的规定；原结构、构件的材料强度等级和力学性能标准值，应结合原设计文件和现场检测综合取值。

6.1.6 排水井加固设计，应与实际施工方法相结合，采取有效措施保证新增构件与原结构连接可靠，新增截面与圆截面连接牢固，形成整体共同工作，并应避免对地基基础及未加固部分的结构、构件造成不利影响。

6.1.7 加固前应按设计的规定卸除或部分卸除作用在结构上的荷载。

6.1.8 对加固过程中可能出现倾斜、失稳、过大变形或坍塌的结构，应在结构设计文件中提出相应的临时性安全措施。

6.1.9 对于水上作业应提前进行施工条件论证，搭设浮桥或者用土石料在排水井周边构成围堰，方便具体施工。浮桥需满足施工器具作业承载力要求，围堰需满足《水利水电工程围堰设计规范》SL645 的相关要求。

6.2 排水井地基基础加固

6.2.1 排水井地基基础的加固设计应进行地基承载力、排水井稳定性验算。

6.2.2 对液化地基、软土地基或明显不均匀地基上的建筑，应采取相应的针对性措施。

6.2.3 排水井地基基础加固方法可采用纠倾加固、托换加固、移位加固等，具体各方法可参照《既有

建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 进行设计和施工，并设置现场监测系统，实时控制纠倾变位、移位变位和结构的变形。

6.2.4 具体排水井地基基础加固设计需委托具岩土工程勘察设计资质完成，尾矿库设计单位配合提供基础参数。

6.3 增大截面加固法

6.3.1 对于未被尾矿掩埋的排水井可采用在排水井外侧现浇钢筋混凝土的方式进行加固。

6.3.2 对于已经投入使用且被尾矿掩埋的排水井可采用在排水井内侧现浇钢筋混凝土进行加固，同时应由设计单位对排洪系统的泄流能力进行论证分析。

6.3.3 钢筋混凝土加固厚度和配筋可参照《混凝土结构设计规范》GB50010 进行设计。

6.3.4 混凝土加固工程应采用现浇作业形成整体，模板搭设应注意排水井圆弧度，保证排水井为正圆；绑扎钢筋应注意留钢筋的保护层厚度。

6.4 粘贴钢板加固法

6.4.1 对于未被尾矿掩埋的排水井可采用在排水井外侧粘贴钢板的方式进行加固。

6.4.2 对于已经投入使用且被尾矿掩埋的排水井可采用在排水井内侧或外侧粘贴钢板的方式进行加固，在粘结钢板前可在排水井外侧包裹一层土工布，同时应由设计单位对排洪系统的泄流能力进行论证分析。

6.4.3 钢板的厚度和强度可参照《钢结构设计标准》GB50017 进行设计。

6.4.4 钢结构加固的连接方式宜采用焊接连接、摩擦型高强螺栓连接，亦可采用焊缝与摩擦型高强螺栓的混合连接等。

6.5 新建排水井和封堵

6.5.1 勘察单位勘察后认为排水井所在地基基础条件不具加固条件、检测单位检测后排水井结构已经损毁不具有结构加固条件或经设计单位论证后加固后排洪系统泄流能力不满足《尾矿设施设计规范》GB 50863 和《尾矿库安全规程》GB39496 要求时，则需封堵现有排水井或排洪系统，新建一套排洪系统。

6.5.2 采用新建排水井或新建排洪系统需由勘察单位对新建排洪系统路由进行详细勘察，由设计单位进行具体设计，论证排洪系统排洪能力，同时需满足《尾矿设施设计规范》GB 50863 和《尾矿库安全规程》GB39496 的相关规定。

6.5.3 现有排洪系统进封堵方案和计算需满足《水工隧洞设计规范》SL279。

7 施工

7.1 施工前应进行现场踏勘，收集资料，依据设计文件编制施工组织设计。

7.2 施工前应具备下列资料：

- a) 岩土工程勘察报告；
- b) 施工图设计文件及图纸会审纪要；
- c) 施工场地和邻近区域捏地下设施和障碍物的调查资料；
- d) 施工组织设计；
- e) 主要施工材料及其制品的质检报告。

7.3 施工组织设计应包括下列内容：

- a) 工程概况；

- b) 设计要求；
- c) 施工技术方案；
- d) 施工组织方案；
- e) 施工进度计划；
- f) 质量管理措施；
- g) 职业健康和安全生产管理措施；
- h) 文明施工和环境保护措施。

7.4 施工材料及制品应符合设计要求和产品规格标准。

7.5 施工过程中应填写原始记录、验收记录、隐蔽工程记录和质量检查记录。

7.6 当室外日平均气温连续 5 天稳定低于 5℃时，施工时应采取防冻措施。

8 检验与验收

8.1 一般规定

8.1.1 排水井加固施工应符合施工图设计要求。

8.1.2 原材料、成品、半成品检验应包括质量合格证和现场抽检。

8.1.3 检验数量和方法除应符合本标准有关规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

8.2 检验

8.2.1 排水井加固施工检验应包括下列内容：

- a) 砂、石、水泥、钢材等原材料质量；
- b) 混凝土配合比、坍落度、强度；
- c) 加固结构的中心位置、深度、直径、垂直度；
- d) 钢筋的焊接质量、主筋和箍筋的制作偏差。

8.3 验收

8.3.1 验收程序和组织应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的有关规定。

8.3.2 排水井加固工程验收应包括隐蔽工程验收和竣工验收。

8.3.3 竣工报告应包括下列内容：

- a) 开工和竣工报告单；
- b) 施工组织设计和专项方案；
- c) 排水井加固施工报告和设施使用及维护说明；
- d) 原材料、成品、半成品质量合格证；
- e) 原材料和试件检验报告、试验报告和质量评定记录；
- f) 隐蔽工程验收记录；
- g) 工程测量定位记录，图纸会审记录、设计变更或洽商记录；

h) 竣工图。