

中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 2059—2016

磷石膏库安全技术规程

Safety technical regulation on phosphogypsum stack

(报批稿)

2016-08-29 发布

2017-03-01 实施

国家安全生产监督管理总局 发布

目 次

| | |
|------------------------|----|
| 前 言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 磷石膏库等别及构筑物级别 | 4 |
| 5 磷石膏库建设 | 5 |
| 6 磷石膏库生产运行 | 13 |
| 7 磷石膏库安全检查 | 18 |
| 8 磷石膏库安全度 | 19 |
| 9 磷石膏库闭库 | 20 |
| 10 库内回采 | 22 |
| 11 磷石膏库安全评价 | 22 |
| 12 磷石膏库安全技术档案 | 25 |
| 附录 A(资料性附录)磷石膏特性 | 26 |

前 言

本标准的第 5.1.1、5.3.2、5.5.1、5.6.1 条为强制性的，其余为推荐性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家安全生产监督管理总局监管一司提出。

本标准由全国安全生产标准化技术委员会非煤矿山安全分技术委员会（SAC/TC288/SC2）归口。

本标准起草单位：上海交通大学、瓮福（集团）有限责任公司、深圳市胜义环保有限公司、中国城市建设研究院有限公司、长沙有色冶金设计研究院有限公司、中国环境科学研究院。

本标准主要起草人：刘宁、杨三可、周晓晖、徐文龙、黄进、范福平、董路、何同庆、盛勇、陈龙珠、陆庆国、许宇彪、刘晶昊。

磷石膏库安全技术规程

1 范围

本标准规定了磷石膏库建设、生产运行、安全检查、闭库、库内回采等方面的安全要求。

本标准适用于中华人民共和国境内磷石膏库。

本标准不适用于磷石膏临时堆存和周转堆场。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 14784 带式输送机安全规范

GB 15580 磷肥工业水污染物排放标准

GB/T 17643 土工合成材料聚乙烯土工膜

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范

GB 50290 土工合成材料应用技术规范

GB 50863 尾矿设施设计规范

GB 50864 尾矿设施施工及验收规范

GBJ 22 厂矿道路设计规范

AQ 2006 尾矿库安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磷石膏 phosphogypsum

以磷矿石为原料，采用湿法制取磷酸过程中产生的，以硫酸钙为主要成分的化工副产物。

3.2

磷石膏库 phosphogypsum stack

筑坝或利用露天废弃采坑、凹地贮存磷石膏的场所。

3.3

调节回水池 recycling pond

磷石膏库外，用于调蓄库内水的场所。

3.4

磷石膏坝 phosphogypsum dam

拦挡磷石膏和库内水的磷石膏库外围构筑物。通常指初期坝和磷石膏堆积坝的总体。

3.5

干法堆存 dry stacking

进库堆存磷石膏含水率小于等于 30%时，称为干法堆存。

3.6

湿法堆存 wet stacking

进库堆存磷石膏含水率大于 30%时，称为湿法堆存。

3.7

碾压法筑子坝 compacted phosphogypsum embankment

使用接近最优含水率的磷石膏，通过逐层碾压密实的方式修筑磷石膏子坝的筑坝工艺。

3.8

胶结法筑子坝 cemented phosphogypsum embankment

利用磷石膏胶结特性，使用含水率高于 30%的、未板结的磷石膏逐层修筑磷石膏子坝的筑坝工艺。

3.9

满足饱和酸性条件的磷石膏库 wet phosphogypsum stack under saturated acidic condition

磷石膏板结形成稳定沉积相，库内水 pH 值小于 2.0, 且磷石膏堆积坝坝顶标高以上汇水面积与库内集水区面积之比值小于 2 的湿法堆存磷石膏库。

3.10

满足饱和酸性条件的磷石膏子坝 phosphogypsum embankment under saturated acidic condition

在满足饱和酸性条件的磷石膏库中，使用碾压法或胶结法修筑的磷石膏子坝。

3.11

一次建坝 one-step constructed dam

指全部用除磷石膏以外的筑坝材料一次或分期建造的磷石膏坝。

3.12

拦挡坝 debris dam

修筑于山谷型干法堆存磷石膏库下游，用于拦挡库区渗水、径流及雨水冲刷夹带磷石膏的坝体。

3.13

沉积滩 deposited beach

湿法堆存磷石膏工艺中水力冲积形成的沉积体表层，按库内集水区水面划分为水上和水下两部分，通常将水上部分称为干滩。

3.14

安全超高 free height

在非地震运行条件下，对不满足饱和和酸性条件的磷石膏库，为设计洪水位与堆积坝滩顶标高的高差；对挡水坝、一次建坝和满足饱和和酸性条件的磷石膏子坝，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，对不满足饱和和酸性条件的磷石膏库，为正常生产水位加地震沉降和地震壅浪高度之和与堆积坝滩顶标高的高差；对挡水坝、一次建坝和满足饱和和酸性条件的磷石膏子坝，为正常生产水位加最大波浪最大爬高、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。

3.15

最小安全超高 minimum free height

设计洪水位时安全超高的最小允许值。

3.16

调洪高度 flood regulation height

指正常泄洪起始水位与设计洪水位的高差。

3.17

移动式竖井 removable spillway

一种随磷石膏堆积坝抬升而抬升的被动排洪设施。一般由可移动的竖向集水井和穿过堆积坝的排水管构成。

3.18

磷石膏库安全设施 safety facilities of phosphogypsum stack

直接影响磷石膏库安全的设施，包括初期坝、堆积坝、坝体防排渗设施、排洪设施、观测设施、库区道路及其他保障磷石膏库安全的设施。

4 磷石膏库等别及构筑物级别

4.1 磷石膏库等别

磷石膏库等别应根据磷石膏库的总库容及总坝高按表 1 确定。磷石膏库各使用期的等别应根据该期的全库容和坝高分别按表 1 确定。当两者的等差为一个等别时，以高者为准；当等差大于一个等别时，按高者降一个等别。

对于露天废弃采坑或凹地贮存磷石膏，周边未建磷石膏坝的，定为五等库；建磷石膏坝的，根据坝高及其对应的库容确定库的等别。

除一等库外，磷石膏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个等别。

表 1 磷石膏库等别划分表

| 等别 | 全库容 V 10000m 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 | $V < 100$ | $H < 30$ |

4.2 磷石膏库构筑物的级别

磷石膏库构筑物的级别根据磷石膏库的等别及构筑物重要性按表 2 确定。

表 2 磷石膏库构筑物的级别

| 磷石膏库等别 | 构筑物的级别 | | |
|--------|--------|-------|-------|
| | 主要构筑物 | 次要构筑物 | 临时构筑物 |
| 一 | 1 | 3 | 4 |
| 二 | 2 | 3 | 4 |
| 三 | 3 | 5 | 5 |
| 四 | 4 | 5 | 5 |
| 五 | 5 | 5 | 5 |

注：主要构筑物指磷石膏坝、排洪构筑物等失事后将造成下游灾害的构筑物；次要构筑物指除主要构筑物外的永久性构筑物；临时构筑物指施工期临时使用的构筑物。

5 磷石膏库建设

5.1 库址选择

5.1.1 磷石膏库不应设在下列地区：

- 风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区；
- 国家法律禁止的矿产开采区域。

5.1.2 磷石膏库库址选择应遵守下列原则：

- 所选库址应符合当地城乡建设总体规划要求；
- 应避免地质构造复杂、不良地质现象严重区域；
- 不宜位于工矿企业、大型水源地、重要的铁路和公路、水产基地和大型居民区上游；
- 宜选择在工业区和居民集中区主导风向下风侧；
- 宜选在汇水面积较小，便于实施清污分流的场地；
- 不宜位于有开采价值的矿床上面。

5.1.3 磷石膏库设计应对不良地质条件采取可靠的治理措施。

5.1.4 对废弃的露天采矿场贮存磷石膏，应对其安全性进行专项论证；对露天采矿场下部有采矿活动的，不宜贮存磷石膏。

5.2 磷石膏库勘察

5.2.1 磷石膏库建设应进行工程地质与水文地质勘察。

5.2.2 磷石膏库工程地质与水文地质勘察应符合 GB 50021 要求，查明影响磷石膏库及各构筑物安全性的不利因素，并提出工程措施建议，为设计提供可靠依据。

5.3 磷石膏库设计

5.3.1 根据磷石膏特性、规模及库址等条件，磷石膏库可采用湿法堆存或干法堆存方式。

5.3.2 磷石膏库应有完善的防渗和排渗设施设计。

防渗设施应满足GB 18599第II类一般工业固体废物污染控制标准要求。当天然基础层渗透系数大于 1.0×10^{-7} cm/s时，应采用天然或人工材料（厚度不小于1.5 mm的耐腐蚀HDPE土工膜）构筑防渗层，防渗层的防渗性能应相当于渗透系数 1.0×10^{-7} cm/s和厚度1.5 m的粘土层；部分或全部处于碳酸盐岩层基础上的磷石膏库，应采用厚度不小于1.5 mm的耐腐蚀HDPE土工膜构筑防渗层。防渗设施所使用的土工合成材料应符合GB/T 17643和GB 50290的要求。

磷石膏库排渗设施应由耐腐蚀的石料或人工材料构成。

5.3.3 磷石膏库应设置地下水导排系统。

地下水不得流入磷石膏堆积体。存在涌泉或地下水出露的磷石膏库，应设地下水导排系统。

5.3.4 磷石膏库设计应明确下列安全控制参数：

- 初期坝坝型、坝高、坝顶宽度、上下游坡比、初期库容；
- 设计最终堆积标高、总坝高、总库容、堆积坡比；
- 堆积子坝的材料、筑坝工艺、坝顶宽度、上下游坡比；
- 不同堆积标高（主要指各特征标高）时，库内控制的正常水位、调洪高度、安全超高及干滩长度；
- 调节回水池的库容、正常运行最低和最高水位、安全超高；
- 截排洪构筑物的主要参数及排水设施的运行和封堵要求；
- 磷石膏库的防渗方式以及防排渗系统的结构型式。

5.3.5 磷石膏库建设项目安全设施初步设计应编制安全专篇，主要内容为：

- a、设计依据；
- b、工程概述；
- c、工程地质与水文地质；
- d、磷石膏库周边环境及相互影响分析；
- e、坝体安全论证；
- f、防洪安全论证；

- g、 监测、通讯和照明；
- h、 安全管理；
- i、 安全预评价报告对策措施采纳情况；
- j、 结论及建议；
- k、 附件与附图。

5.4 调节回水池设计

5.4.1 调节回水池上游和周边，应设置可靠的截水设施，外围雨水不得进入调节回水池。截水沟过流断面宜按 50 年一遇洪水重现期的防洪标准设计。

5.4.2 调节回水池容积取以下两者的大值：

——按设计洪水标准和截水沟标高以下库区面积计算的两次 24 小时洪水之和；

——按历史最大年降水量和截水沟标高以下库区面积计算的调节回水池最大蓄水量。

5.4.3 调节回水池应采用厚度不小于 1.5 mm 的耐腐蚀 HDPE 土工膜构筑复合防渗层，防渗层的防渗性能应相当于渗透系数 1.0×10^{-7} cm/s 和厚度 1.5 m 的粘土层。

5.4.4 调节回水池底部应设置地下水导排系统。

5.4.5 调节回水池内构筑物应采取防腐措施。防腐措施应满足 GB 50046 的要求。

5.4.6 调节回水池挡水坝应按坝型采用相应的水库坝设计规范设计。

5.4.7 磷石膏库内水禁止直接外排。确需外排的，应处理达到 GB 15580 要求。

5.5 磷石膏坝设计

5.5.1 磷石膏坝应满足渗流控制和静、动力稳定的要求。

5.5.2 磷石膏堆积坝宜采用上游式堆坝等筑坝方式。

5.5.3 初期坝宜采用当地材料修筑。筑坝材料应满足设计要求。

5.5.4 上游式堆坝可使用磷石膏，通过碾压法筑子坝或胶结法筑子坝的方式堆坝。

5.5.5 湿法堆存磷石膏库初期坝坝高的确定应符合下列要求：

——可至少贮存磷肥厂投产后半年以上的磷石膏量；

——应使磷石膏浆得以澄清；

——当磷石膏堆积坝沉积滩顶与初期坝顶齐平时，应满足相应等别磷石膏库防洪标准要求。

5.5.6 坝基处理应满足渗流控制和静力、动力稳定要求。遇有下列情况时，应进行专门研究处理：

——透水性较大的厚层砂砾石地基；

——易液化土、软粘土和湿陷性黄土地基；

——岩溶发育地基；

——涌泉或地下水集中出露。

5.5.7 对不满足饱和酸性条件的磷石膏库，磷石膏堆积坝滩顶与设计洪水位的高差，不得小于表 3 的最小安全超高值。同时，磷石膏堆积坝滩顶至设计洪水位水边线的距离，不得小于表 3 的最小干滩长度值。

表 3 上游式磷石膏坝的最小安全超高与最小干滩长度

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

5.5.8 不满足饱和酸性条件的湿法堆存磷石膏库，当位于地震水平加速度不小于 0.05g 地震区时，磷石膏堆积坝滩顶与正常生产水位的高差，不应小于表 3 的最小安全超高值和地震沉降、地震壅浪高度之和。地震壅浪高度可按 SL 203 推荐的方法计算。

5.5.9 对挡水坝、一次建坝和满足饱和酸性条件的磷石膏子坝，坝顶与设计洪水位的高差不应小于表 3 的最小安全超高值、最大风壅水面高度和最大波浪爬高三者之和。风壅水面高度和最大波浪爬高可按 SL 274 推荐的方法计算。

5.5.10 地震水平加速度不小于 0.05g 地震区的挡水坝、一次建坝和满足饱和酸性条件的磷石膏子坝，坝顶与正常运行水位的高差，不应小于表 3 的最小安全超高值与地震沉降值、地震壅浪高度、最大风壅水面高度及最大波浪爬高之和。

5.5.11 满足饱和酸性条件的湿法堆存磷石膏库，当使用磷石膏子坝挡水时，磷石膏子坝坝顶宽度不应小于 15 m。

5.5.12 湿法堆存磷石膏坝设计应进行渗流计算。不满足饱和酸性条件的湿法堆存磷石膏库，磷石膏堆积坝下游坡浸润线的最小埋深除应满足坝坡抗滑稳定的要求外，尚应满足表 4 的要求。

表 4 磷石膏堆积坝下游坡浸润线的最小埋深

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------|-------------------|------------------|----------|
| 堆积坝高度 H m | $H \geq 150$ | $150 > H \geq 100$ | $100 > H \geq 60$ | $60 > H \geq 30$ | $H < 30$ |
| 浸润线的最小埋深 m | 10~8 | 8~6 | 6~4 | 4~2 | 2 |
| 注：任意高度堆积坝下游坡浸润线的最小埋深可用插入法确定。 | | | | | |

5.5.13 磷石膏库初期坝与堆积坝坝坡的抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基岩土的物理力学性质，考虑各种荷载组合，经计算确定。计算方法宜采用简化毕肖普法。地震荷载按拟静力法计算。坝基存在软弱土层或铺设防渗膜的磷石膏库，应验算经软弱土层及防渗膜上、下界面等潜在滑移面的坝坡抗滑稳定安全系数。坝坡抗滑稳定安全系数不应小于表 5 规定的数值。

表 5 坝坡抗滑稳定最小安全系数

| 运行条件 | 坝的级别 | | | |
|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4、5 |
| 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 |

5.5.14 湿法堆存磷石膏坝的计算断面应考虑磷石膏沉积规律，根据沉积时间和颗粒粗细程度概化分区。各区磷石膏的物理力学指标可参考类似磷石膏坝确定，必要时通过试验研究确定。

在用磷石膏坝稳定计算应根据勘察及试验结果确定概化分区及相应的物理力学指标。

5.5.15 干法堆存磷石膏的物理力学性质指标应按碾压取样试验或参考类似工程实测资料确定。

5.5.16 上游式堆坝的磷石膏库在堆筑第一级子坝前应通过勘察取得磷石膏的物理力学指标，由设计单位复核坝坡稳定性。

磷石膏库在堆至 1/3~1/2 总坝高时，应对坝体进行全面的工程地质和水文地质勘察，并由设计单位对磷石膏坝做全面论证，以验证最终坝坡的稳定性和确定后期的处理措施。

5.5.17 3 级及 3 级以下的磷石膏坝可采用 GB/T 18306 中的地震基本烈度作为地震设计烈度，当磷石膏坝溃决产生严重次生灾害时，磷石膏坝的地震设防标准应提高一级。1 级和 2 级磷石膏坝的地震设计烈度应按批准的场地危险性分析结果确定。考虑地震荷载时，可按 SL 203 推荐的方法进行计算。

5.5.18 除 1 级和 2 级磷石膏坝外，场地设计基本地震加速度可按表 6 选用。

表 6 场地设计基本地震加速度 a

| | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------------|-------------|--------|
| 地震烈度 | 6 | 7 | 8 | ≥9 |
| 水平加速度 a | 0.05g | 0.10g、0.15g | 0.20g、0.30g | ≥0.40g |
| 注：g 为重力加速度，单位为 m/s ² 。 | | | | |

5.5.19 磷石膏坝动应力抗震计算应符合 GB 50863 要求。

5.5.20 初期坝下游坡坡比在初定时可按表 7 确定。堆石坝上游坡坡比不宜陡于 1:1.6；土坝上游坡坡比可略陡于或等于下游坡坡比。

表 7 初期坝下游坡坡比

| 坝高 m | 土坝下游坡坡比 | 堆石坝下游坡坡比 | |
|-----------|--------------|--------------|------------------|
| | | 岩基 | 非岩基 ¹ |
| 5~10 | 1:1.75~1:2.0 | 1:1.5~1:1.75 | 1:1.75~1:2.0 |
| 10~20 | 1:2.0~1:2.5 | | |
| 20~30 | 1:2.5~1:3.0 | | |
| 注 1：软基除外。 | | | |

5.5.21 当无行车要求时，初期坝坝顶最小宽度宜符合表 8 规定的数值；当有行车要求时，坝顶宽度及路面构造应符合 GBJ 22 的规定。

表 8 初期坝坝顶最小宽度

| 坝高 m | <10 | 10~20 | 20~30 | >30 |
|-------------|-----|-------|-------|-----|
| 坝顶最小宽度 m | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 |

5.5.22 磷石膏堆积坝与两岸山坡结合处应设置坝肩排水沟，堆积坝下游坡应设置坝脚排水沟。

5.5.23 上游式磷石膏堆积坝外坡坡比不应陡于 1:2.0，并结合排渗设施每隔不超过 20 m 高差设置马道及坝坡排水沟。

5.6 截排洪设计

5.6.1 磷石膏库应设置可靠的截排洪设施，以满足在设计洪水条件下的防洪安全。

磷石膏库的排洪方式，应根据库区地形、地质条件、洪水总量、调洪能力、回水方式、水质要求、操作条件与使用年限等因素，经过技术比较确定，并符合下列规定：

- 上游式磷石膏库宜采用排水井（斜槽）—排水管（隧洞）排洪系统；
- 一次建坝的磷石膏库，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；
- 满足饱和酸性条件的磷石膏库，可采用可移动式竖井或穿坝管排洪。穿坝管移除后，应按设计要求通过胶结法或碾压法修复磷石膏子坝，修复区域两周内不得挡水；
- 当上游汇水面积较大，库内调洪难以满足要求时，可在上游设拦洪坝截洪。拦洪坝以上的库外排洪系统不得与库内排洪系统合并。

5.6.2 磷石膏库各使用期的防洪标准应根据等别、库容、坝高及对下游可能造成的危害程度等因素，按表9确定。

表9 磷石膏库防洪标准

| 磷石膏库各使用期等别 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 |
|------------|----------------------|----------|---------|---------|-----|
| 洪水重现期年 | 1000~5000 或可能最大洪水 | 500~1000 | 200~500 | 100~200 | 100 |

5.6.3 当确定的磷石膏库等别的库容或坝高偏于该等别下限，磷石膏库使用年限较短或失事后对下游不会造成严重危害者可取下限；反之应取上限。对于高堆积坝或下游有重要居民点的，防洪标准可提高一个等别。磷石膏库失事后对下游环境造成极其严重危害的磷石膏库，防洪标准应提高，必要时可按可能最大洪水进行设计。

5.6.4 采用露天废弃采坑或凹地贮存磷石膏的磷石膏库，周边未建磷石膏坝时，防洪应按100年一遇洪水重现期的防洪标准设计；建磷石膏坝时，应根据坝高及其对应的库容确定库的等别及防洪标准。

5.6.5 磷石膏库洪水计算应符合下列要求：

- 应根据各省水文图集或有关部门建议的适用于特小汇水面积的计算公式计算；当采用全国通用的公式时，应用当地的水文参数；有条件时应结合现场洪水调查予以验证；
- 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。否则，水面和陆面面积的汇流应分别计算。

5.6.6 设计洪水的降雨历时应采用24小时计算，经论证也可采用短历时计算。

5.6.7 当24小时洪水总量小于调洪库容时，洪水排出时间一般不宜超过72小时。

5.6.8 磷石膏库排洪构筑物的型式与尺寸应根据水力计算及调洪计算确定，调洪计算应采用 GB 50863 规定的水量平衡法。

5.6.9 磷石膏库周边应设置清污分流的截水沟。截水沟过流断面宜按 50 年一遇洪水重现期的防洪标准设计。当设计的磷石膏最终堆积坝坝顶与初期坝坝顶的高差超过 60 m 时，还宜增设中间截水沟；当上游汇水面积较大并有合适地形时，应专设拦洪坝排洪系统。

5.6.10 干法堆存磷石膏库的周边应设置可靠的截洪设施，其位置应根据运行的需要综合考虑。

5.6.11 库前和四周堆排的干法堆存磷石膏库，库前或库周应建初期坝。库内排洪系统除不需考虑澄清水距离外，均应按湿法堆存磷石膏库设计。

5.6.12 库尾和库中堆排的干法堆存磷石膏库，排洪设计应满足下列要求：

——库前应建拦挡坝，拦挡坝应按坝型采用相应的水库坝设计规范设计，形成的库容应满足贮存一次设计洪水冲刷挟带磷石膏量的要求；其高度与总坝高之比宜为 1/8~1/4，并且不小于 5 m；

——应在拦挡坝前设排水井、管或其他排水设施，及时排出坝前积水，坝前排水口应高于磷石膏淤积标高 0.5 m~1.0 m 以上，并应及时清理坝前淤积的磷石膏；

——应在磷石膏堆积体最终的下游坡面设覆盖层及永久性纵横向截排水沟。

5.6.13 磷石膏库排洪构筑物应采取必要的防腐、防护措施。防腐措施应满足 GB 50046 的要求。排洪构筑物工作流态宜为无压流，当设计为有压流时，钢筋混凝土排水管接缝处止水应满足工作水压的要求。采用高密度聚乙烯管作为埋地排水管时，排水管及其接头应满足承外压要求。

排水管或隧洞中的最大流速应不大于管（洞）壁材料的容许流速。

5.6.14 排洪构筑物的基础应避免设置在工程地质条件不良地段。无法避开时，应进行地基处理设计。

5.6.15 排洪构筑物应考虑终止使用时的封堵设计。

5.7 磷石膏库安全监测设施

5.7.1 磷石膏库应根据其设计等别、筑坝方式、地形地质条件及地理环境等因素，设置必要的安全监测设施。三等及三等以上磷石膏库应设置在线监测与人工监测相结合的安全监测设施。

5.7.2 安全监测设施的布置原则：

——应全面反映磷石膏库的运行状态；

——位移监测点的布置应延伸到磷石膏坝坝脚以外的一定范围；

——坝肩及基岩断层带、坝内埋管处宜加设监测设施。

5.7.3 安全监测项目应包括以下内容：

——湿法堆存磷石膏库应监测库内及调节回水池水位、库内水量和水质（包括 pH 值）、库外水质、坝顶标高、坝顶宽度、滩顶标高、干滩长度、浸润线深度、坝体坡度、位移；

——干法堆存磷石膏库应监测坝顶标高、浸润线深度、库内及库外水质、坝体坡度、位移；

——四等及四等以上磷石膏库应监测降水量；三等及三等以上湿法堆存磷石膏库还应监测孔隙水压力、排渗水量及其水质。

5.7.4 选择的监测仪器、设施应安全可靠。

5.8 磷石膏输送设计

5.8.1 采用汽车输送磷石膏时，应采取可靠的防尘措施；库区运输道路应按 GBJ 22 中规定的标准设计。

5.8.2 采用带式输送机输送磷石膏时，应采取必要的防腐措施；带式输送机应符合 GB 14784 中规定的要求。

5.8.3 采用管道水力输送磷石膏时，应根据有关设计规范要求配置输送设备和管道等。

5.9 磷石膏库安全设施施工及验收

5.9.1 磷石膏库安全设施应按照施工图施工。

5.9.2 各项工程应经分段验收合格后，方可进行下一阶段施工。

5.9.3 施工原始记录和隐蔽工程记录应存档保存。

5.9.4 磷石膏库安全设施竣工经内部验收合格后，方可进行试运行，试运行时间不超过六个月，且磷石膏排放量不超过初期坝坝顶。

5.9.5 磷石膏库安全设施的验收应按照 GB 50864 进行。

6 磷石膏库生产运行

6.1 安全生产管理职责

6.1.1 生产企业应建立健全磷石膏库安全生产责任制，建立安全生产规章制度和安全技术操作规程，对磷石膏库实施有效的安全管理。

6.1.2 生产企业应保证磷石膏库具备安全生产条件所必需的资金投入，建立相应的安全管理机构或者配备相应的安全管理人员。

6.1.3 直接从事磷石膏排放、筑坝、巡坝、排洪和排渗设施操作的作业人员应经考核合格，方可上岗作业。

6.1.4 生产企业应编制磷石膏库年度、季度作业计划、库区水量控制计划和详细运行图表，严格按照作业计划生产运行，做好记录并长期保存。

6.1.5 生产企业制定磷石膏库安全使用规划，提出新建、改建、扩建或闭库的计划。避免未批先建、未验收先使用的情况发生。

6.1.6 生产企业应取得安全生产许可证， 并应每三年至少对磷石膏库进行一次安全现状评价。

磷石膏库安全现状评价工作应有能够进行磷石膏坝稳定性验算、磷石膏库水文计算、构筑物计算的专业技术人员参加。

安全现状评价应进行磷石膏库在下一个评价周期期间的坝体稳定性、防排渗系统的有效性和截排洪系统的安全分析。

6.1.7 磷石膏库经论证被确定为危库、险库和病库的，生产企业应分别采取下列措施：

- 确定为危库的，应立即停产，进行抢险，并向有关部门报告；
- 确定为险库的，应立即停产，在限定的时间内消除险情，并向有关部门报告；
- 确定为病库的，应在限定的时间内按照正常库标准进行整治，消除事故隐患。

6.1.8 磷石膏库出现下列重大险情之一的，生产企业应按照安全监管权限和职责立即报告有关部门，并启动应急预案，进行抢险：

- 坝体出现严重的管涌、流土等现象；
- 坝体出现严重裂缝、坍塌和滑动迹象；
- 库内水位超过限制的最高洪水位；
- 使用过程中出现排水井倒塌或者排水管（洞）坍塌堵塞；
- 其他危及磷石膏库安全的重大险情。

6.2 应急救援预案

6.2.1 生产企业应根据可能发生的垮坝、泄漏、洪水漫顶、排洪设施损毁、排洪系统堵塞、坝坡深层滑动和其他影响磷石膏库的生产安全事故编制应急救援预案，应急救援预案中应当有防止次生环境污染事件的措施。

6.2.2 应急救援预案内容主要包括：

- 应急机构的组成和职责；
- 抢险救援的人员、资金、物资准备；
- 应急通讯保障；
- 应急行动。

6.2.3 应急预案演练包括：

- 应急准备；

- 应急计划；
- 应急响应；
- 应急保障；
- 应急评审、备案与改进。

6.3 磷石膏排放与筑坝

6.3.1 磷石膏排放与筑坝包括堆排、岸坡清理、坝体堆筑、坝面维护、排渗设施施工和质量检测等环节，应按照设计要求和作业计划进行，并作好记录。

6.3.2 采用上游式筑坝的磷石膏库，应满足坝体稳定和防洪要求。磷石膏坝堆积坡比不得陡于设计要求。

6.3.3 上游式筑坝湿法堆存磷石膏库应按照设计要求进行排浆。

当采用冲积法排浆时，应符合下列规定：

- 在坝前分散排放，维持坝体均匀上升；
- 坝轴线较长时应采用分段交替作业，避免滩面出现侧坡、扇形坡；
- 确定排放口的间距、位置、同时开放的数量、时间等，按设计要求和作业计划进行操作。

当采用沟渠法排浆时，应符合下列规定：

- 放浆沟外堤的宽度不得低于 6 m；
- 放浆沟外堤应始终高于放浆沟内堤；
- 应在坝轴线两侧交替排浆，不允许长期在坝轴线一侧放浆。

6.3.4 干法堆存磷石膏库应满足下列条件：

- 磷石膏经脱水处理，满足干式运输、堆积及碾压要求后，方可进行干法堆存；
- 干法堆存磷石膏库平时库区表面不应积存雨水，汛期降雨时库区积存的雨水应及时排出库外，排空时间不应超过 72 小时；
- 排入库内的磷石膏应按设计要求及时整平、碾压；
- 干法堆存磷石膏库不得干、湿磷石膏混排；
- 干法堆存磷石膏库应采取必要措施防止施工机械或磷石膏塌落破坏库区防排渗设施。

6.3.5 磷石膏干法堆存包括库尾、库前、库中及周边堆排方式。各堆排方式应满足下列要求：

- 库尾堆排应采用由库区尾部（上游）向库区前部（下游）堆排的方式，堆排时应自上而下，按设计要求设置台阶并碾压，台阶高度不宜超过 15 m，平台应保持 1%~2%的坡度，坡向为拦挡坝方向；
- 库前堆排方式类似上游法筑坝，排放应自初期坝向库尾推进，边堆放边碾压并修整边坡；
- 库中堆排应自库区中部向库周推进，边堆放边碾压，设计最终堆高时一次修整堆积坝外坡；

——周边堆排应自库周向库中推进，始终保持库周高、库中低，边堆放边碾压并修整边坡。

6.3.6 干法堆存磷石膏可采用带式输送机、装载机和推土机倒运、推平，采用碾压机械碾压入库磷石膏，碾压参数应通过试验确定。影响堆积坝体稳定性的区域应分层碾压，压实度不低于 0.92。不影响堆积坝体稳定的区域可适当降低碾压标准或不进行碾压。

6.3.7 坝外坡面维护工作应按设计要求进行。

6.3.8 特殊时期确需长期集中放浆或堆排时，不得出现影响后续堆积坝体稳定的不利因素。

6.3.9 坝体出现冲沟、裂缝、塌坑和滑坡等现象时，应及时处理。

6.3.10 对生产运行的磷石膏库，未经技术论证和安全生产监督管理部门的批准，任何单位和个人不得对下列事项进行变更：

——排放方式；

——筑坝方式；

——坝型、坝外坡坡比、最终堆积标高和最终坝轴线的位置；

——坝体防渗、排渗及反滤层的设置；

——排洪系统的型式、布置及尺寸；

——设计以外的废料或者废水进库。

6.4 库水位控制与防洪

6.4.1 应对磷石膏库进行水量平衡演算和调洪演算。水量平衡演算宜以月为计算单位，且应每年更新。水量平衡演算应确定进出库区的水量、汇水面积、库容、库区和调节回水池的蓄水能力，并考虑降水量和蒸发量的波动及生产能力的变化。

6.4.2 当水量平衡演算或调洪演算结果显示磷石膏库防洪标准低于本标准规定时，应采取措施，提高磷石膏库防洪能力。

6.4.3 控制磷石膏库内水位应遵守以下原则：

——当回水与磷石膏库对干滩长度和安全超高的要求有矛盾时，应保证磷石膏库安全；

——库内水位控制应满足设计要求；

——当磷石膏库实际情况与设计不符时，应重新进行水量平衡演算和调洪演算，保证在设计洪水条件下各项参数满足设计要求。

6.4.4 汛期前应采取措施将调节回水池水位降低到正常生产运行所需最低水位。

6.4.5 汛期应加强对排洪设施进行检查，确保排洪设施完整畅通。库内和调节回水池内应设清晰醒目的水位观测标尺。

6.4.6 不满足饱和酸性条件的磷石膏库不得使用磷石膏子坝挡水。

6.4.7 洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查，发现问题及时处理。同时，采取措施降低库内水位，防止连续降雨后发生垮坝事故。

6.4.8 磷石膏库排洪构筑物停用后，应严格按设计要求及时封堵，并确保施工质量。竖井井筒应填实，严禁在排水井井筒顶部封堵。

6.5 渗流控制

6.5.1 磷石膏库运行期间应加强观测，注意坝体浸润线埋深或其出逸点的变化情况和分布状态，严格按照设计要求控制。

6.5.2 当坝面或坝肩出现流土、管涌等异常现象时，可采取下列措施处理：

——降低库内水位，增加干滩长度；

——在管涌部位铺设土工布或天然反滤料，其上再以耐腐蚀石料镇压；

——增设排渗设施，降低浸润线。

6.6 防震与抗震

6.6.1 磷石膏库原设计抗震标准低于现行标准时，应进行安全技术论证。需提高磷石膏坝抗震稳定性时可采取以下措施：

——在下游坡脚增设石料；

——对堆积坡进行削坡、放缓坝坡；

——降低库内水位或增设排渗设施，降低坝体浸润线。

6.6.2 震后应进行检查，对被破坏的设施及时修复，对磷石膏坝体产生的裂缝及时进行填充修复。

6.7 磷石膏库安全监测

6.7.1 按设计要求做好在线监测和人工监测。

6.7.2 磷石膏库监测人员应按照设计要求定期进行各项监测。

6.7.3 监测数据应及时整理，如有异常，应及时分析原因，采取对策，并上报有关部门。

6.8 库区及周边条件规定

6.8.1 对磷石膏库产生影响的区域不宜建设居民区、生产区等设施。

6.8.2 上游建有磷石膏库、尾矿库、排土场或水库等工程设施的磷石膏库，应了解上游所建工程的稳定情况，必要时应采取防范措施。

6.8.3 不得在磷石膏坝和库区周围进行乱采、滥挖和非法爆破等。

7 磷石膏库安全检查

7.1 防洪安全检查

7.1.1 检查磷石膏库设计的防洪标准是否符合本标准规定。当设计的防洪标准高于或等于本标准规定时，可按原设计的洪水参数进行检查；当设计的防洪标准低于本标准规定时，应重新进行洪水计算及调洪演算，并采取相应的措施。

7.1.2 根据磷石膏库实际地形、水位和磷石膏滩面，对磷石膏库防洪能力进行复核，确定磷石膏库的防洪安全技术参数是否满足设计要求。

7.1.3 磷石膏库防洪设施安全检查除应符合 AQ 2006 的规定，检查排水井（排水斜槽）、排水管（排水隧洞）、溢洪道、截水沟外，还应检查各排洪设施防腐蚀措施的有效性及其排洪设施的结晶状况。

7.2 磷石膏坝安全检查

7.2.1 磷石膏坝安全检查内容包括：坝顶标高、外边坡坡比、坝体位移、裂缝、滑坡、浸润线、坝体渗漏、坝面保护等。

7.2.2 磷石膏坝坝顶标高的检测，应沿坝顶方向布置测点进行实测。

当坝顶高低不平时，应在低标高段选较低处检测 1~3 个点；当坝顶高低基本相同时，应选较低处不少于 3 个点，其他情况，每 100 m 坝长选较低处检测 1~2 个点，但总数不少于 3 个点。各测点中最低点作为磷石膏坝坝顶标高。

7.2.3 检测坝的外边坡坡比。每 100 m 坝长不少于 2 处，应选在最大坝高断面和坝坡较陡断面。磷石膏坝实际坡比陡于设计坡比时，应进行稳定性复核，稳定性不足的，则应采取措施增加坝坡稳定性。

7.2.4 检查坝体位移。坝的位移量变化应均衡，无突变现象。当位移量变化出现突变或有增大趋势时，应查明原因，及时处理。

7.2.5 检查坝体有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时，应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因，判定危害程度，及时处理。

7.2.6 检查坝体滑坡。坝体出现滑坡时，应查明滑坡位置、范围和形态以及滑坡的动态趋势。

7.2.7 检查坝体浸润线的位置。应查明坝面浸润线埋深、出逸点位置、范围和形态。

7.2.8 检查坝体渗漏。应查明有无渗流集中出逸点，出逸点的位置、形态、流量及含固量，并应查明排渗设施是否完好、排渗效果及渗流水质。

7.2.9 检查坝面保护设施。坝肩排水沟和坝坡排水沟断面尺寸，沿线山坡稳定性，护砌变形、腐蚀、破损、断裂和磨蚀，沟内淤堵等；检查坝坡覆盖保护层实施情况。

7.3 磷石膏库安全监测检查

7.3.1 检查磷石膏库的位移、浸润线、干滩长度、库水位等监测设施设备的设置情况。

7.3.2 检查监测设施设备的运行情况。

7.3.3 检查监测记录和结果。

7.4 库区安全检查

7.4.1 检查库区水位、水量和水质（含 pH 值）。

7.4.2 检查周边山体稳定性，违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。

7.4.3 检查周边山体滑坡、塌方和泥石流等情况时，应仔细观察周边山体有无异常和急变，并根据工程地质勘察报告，分析周边山体发生滑坡可能性，并采取相应措施。

7.4.4 检查库区范围内危及磷石膏库安全的主要内容：违章爆破、采石和建筑，违章进行磷石膏乱采、取水，外来废渣、废石、废水或其他废弃物排入，放牧和开垦等。

7.4.5 检查库区防排渗设施的完好程度。

8 磷石膏库安全度

8.1 安全度分类

磷石膏库安全度主要根据磷石膏库防洪能力和磷石膏坝坝体稳定性确定，分为危库、险库、病库、正常库四级。

8.2 危库

危库指安全没有保障，随时可能发生垮坝事故的磷石膏库。

磷石膏库有下列工况之一的为危库：

——磷石膏库调洪库容严重不足，在设计洪水位时，防洪安全参数都不满足设计要求，将可能出现洪水漫顶；

——排洪系统严重堵塞、腐蚀或坍塌，不能排洪或排洪能力急剧降低；

——排水井显著倾斜，有倒塌的迹象；

——坝体出现贯穿性横向裂缝，且出现较大范围管涌、流土变形，坝体出现深层滑动迹象；

——经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数小于表 5 规定值的 0.95；

——其他严重危及磷石膏库安全运行的情况。

8.3 险库

险库指安全设施存在严重隐患，若不及时处理将会导致垮坝事故的磷石膏库。

磷石膏库有下列工况之一的为险库：

- 磷石膏库调洪库容不足，在设计洪水位时，防洪安全参数均不能满足设计要求；
- 排洪系统部分堵塞、腐蚀或坍塌，排洪能力有所降低，达不到设计要求；
- 排水井有所倾斜；
- 坝体出现浅层滑动迹象；
- 经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数小于表 5 规定值的 0.98；
- 坝体出现大面积纵向裂缝，且坝坡面出现管涌、流土变形现象。

8.4 病库

病库指安全设施不完全符合设计规定，但符合基本安全生产条件的磷石膏库。

磷石膏库有下列工况之一的为病库：

- 磷石膏库调洪库容不足，在设计洪水位时不能同时满足设计规定的防洪安全参数的要求；
- 排洪系统出现影响安全使用的裂缝、腐蚀或磨损；
- 经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数满足表 5 规定值，但部分标高上堆积边坡过陡，可能出现局部失稳；
- 坝面局部出现纵向或横向裂缝；
- 坝面未按设计设置排水沟，冲蚀严重，形成较多或较大的冲沟；
- 坝端无截水沟，山坡雨水冲刷坝肩；
- 其他不影响磷石膏库基本安全生产条件的非正常情况。

8.5 正常库

磷石膏库同时满足下列工况的为正常库：

- 磷石膏库在设计洪水位时能同时满足设计规定的防洪安全参数的要求；
- 排洪系统各构筑物符合设计要求，运行工况正常；
- 初期坝及堆积坝的轮廓尺寸符合设计要求，稳定安全系数满足设计要求；
- 坝体渗流控制满足要求，运行工况正常；
- 监测设施符合要求。

9 磷石膏库闭库

9.1 一般规定

9.1.1 对停用以及服务期满不再扩容的磷石膏库应按正常库标准进行闭库。

9.1.2 磷石膏库闭库应进行勘察、安全现状评价、设计、施工、安全验收评价及竣工验收。

9.1.3 闭库后应确保磷石膏库防洪能力和坝体稳定性，维持长期安全稳定。

9.2 闭库设计

9.2.1 坝体应满足以下要求：

——根据勘察提供的物理力学参数进行坝体稳定性分析，对坝体稳定性不满足本标准要求，应采取相应的工程措施，并通过坝体稳定性分析，确定其满足本标准要求；

——完善坝坡面排水沟、坝肩截水沟、观测设施以及坝坡面覆盖和植被。

9.2.2 排洪系统应满足以下要求：

——对湿法堆存磷石膏库，应根据防洪标准复核磷石膏库防洪能力，当防洪能力不满足本标准要求时，应采取相应措施；

——对干法堆存磷石膏库，当其为坝前高库尾低时，可参照湿法堆存磷石膏库，当其为坝前低库尾高时，应确保其周边及坡面排水能力满足该库等别的防洪标准要求；

——当原排洪设施结构强度不满足要求或严重受损，应进行加固处理或新建排洪设施，当新建排洪设施启用而原排洪设施不再使用时，应对原排洪设施进行可靠的封堵。

9.2.3 库顶面及坡面应满足以下要求：

——磷石膏库顶面应设置厚度不小于 1.0 mm 的 HDPE 土工膜或同等防渗性能的材料作为隔水层，以避免雨水入渗，并在隔水层上部进行覆土和植被；

——湿法堆存磷石膏库，应降低排水口标高，在闭库前将库顶积水排干，待晾晒干燥后，对库顶面进行平整、铺膜、覆土和植被，并设置排水沟网，及时将地表水排出库区。同时，对坡面进行平整、覆土和植被，防止坡面冲蚀和雨水入渗；

——干法堆存磷石膏库，应对库顶面进行平整、铺膜、覆土、植被，并设置排水沟网，及时将地表水排出库区。同时，对坡面进行平整、覆土和植被，防止坡面冲蚀和雨水入渗。

9.3 磷石膏库闭库后的维护

9.3.1 闭库后应配备人员进行管理。

9.3.2 闭库后应做好坝体、排洪设施及库面的维护。定期巡查及观测，并作好记录，发现相关设施损毁应及时修复，确保磷石膏库闭库后的安全。

9.3.3 严禁在坝体和库内进行乱采、滥挖、违章建筑和违章作业等。

9.3.4 闭库后的磷石膏库，未经设计论证和批准，不得重新启用或改作他用。

10 库内回采

10.1 磷石膏库的库内回采应在满足磷石膏库建设和管理的有关规定基础上进行。在磷石膏库内同时进行磷石膏的排放和库内回采时，应分区进行。

10.2 磷石膏库的库内回采方式应技术合理、安全可靠。在回采的全过程中确保磷石膏库安全和环保设施的完整性和可靠性。

10.3 库内回采过程中磷石膏库的等别按本标准第 4.1 条，根据磷石膏库的全库容和坝高确定。库内回采过程中磷石膏库的防洪标准按本标准第 5.6.2 条确定。磷石膏坝最小安全超高、最小干滩长度和坝坡抗滑稳定最小安全系数按本标准第 5.5 节确定。

10.4 距磷石膏库内排水井、排水斜槽、排水涵管等设施 15 m 范围内的磷石膏，不得采用挖掘机械回采。

10.5 库内回采设计应包括下列内容：

- 回采的规模；
- 回采的规划和顺序，包括回采工艺、输送方式、设备配置，以及原有设施的利用、保护等；
- 回采期间磷石膏坝及库内回采边坡的稳定性分析及安全措施；
- 回采期间磷石膏库的防洪标准、调洪演算及防洪安全措施；
- 回采期间磷石膏库的安全监测设施；
- 回采结束后磷石膏库的治理和复垦规划等。

11 磷石膏库安全评价

11.1 一般规定

磷石膏库安全评价适用于新建、改建、扩建以及库内回采、闭库的磷石膏库项目，评价内容包括在建设期间的安全预评价和安全验收评价、在生产运行期和闭库前的安全现状评价。磷石膏库安全评价除应遵守安全评价规定外，还应遵守本标准。

磷石膏库安全预评价应进行现场考察，查看地形地貌、地质条件、周边人文地理环境等；安全验收评价应查看工程施工、监理和试运行等情况；安全现状评价应查看磷石膏坝、防渗、排洪及安全监测等设施的运行情况。

企业应根据各项评价的目的和要求向安全评价单位提供以下相关资料：

- 地形图及上、下游有关资料；
- 水文气象资料；
- 工程地质和水文地质勘察报告；

- 安全设施设计资料；
- 安全设施施工资料；
- 运行管理资料；
- 其他有关资料。

11.2 安全预评价

11.2.1 安全预评价报告的重点内容应包括：

——库址选择的安全性和合理性，包括磷石膏库对下游居民和重要设施等的安全影响，自然灾害（如暴雨、山洪等）、地质环境灾害（如滑坡、泥石流、崩塌、岩溶等）和周边人文环境（如采空区、采矿活动等）等对磷石膏库的安全影响；

- 磷石膏坝坝址和坝型选择的合理性；
- 截排洪系统布置的合理性及截排洪能力的可靠性；
- 磷石膏库安全监测系统的完整性及可靠性；

——辨识磷石膏库投产运行后在运行过程中存在的主要危险有害因素，并分析其可能导致发生事故的诱发因素、可能性及严重程度；

——可行性研究报告中危险有害因素预防和控制措施的可靠性，以及与有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的符合性。

11.2.2 安全预评价报告的结论应包括：

- 对可行性研究报告提出的建设方案的安全可靠性做出明确结论；
- 提出消除未受控危险有害因素的安全对策措施和建议。

11.3 安全验收评价

11.3.1 安全验收评价报告的重点内容应包括：

——安全设施是否与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用；

——安全设施与批复的初步设计安全专篇及有关安全生产法律、法规、规章、标准、规范性文件的符合性及其确保安全生产的可靠性；

——安全生产责任制、安全管理机构及安全管理人员、安全生产制度、事故应急救援预案建立情况等安全管理相关内容是否满足有关安全生产法律、法规、规章、标准、规范性文件的要求及其落实情况；

——辨识、分析致使已建成的建设项目的安全设施和措施失效的危险、有害因素，并确定其危险度；

——是否有完备的隐蔽工程记录；

——各单项工程施工参数与质量是否满足国家和行业规范、规程及设计要求；

——提出合理可行的安全对策措施和建议。

11.3.2 安全验收评价报告的结论应包括：

——安全设施与有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件、标准及初步设计安全专篇、施工图的符合性和有效性；

——致使已建成的建设项目的安全设施和措施失效的危险、有害因素及其危险度；

——对建设项目是否具备安全验收条件做出明确结论。

11.3.3 安全验收评价报告应有附件和附图。

11.4 安全现状评价

11.4.1 安全现状评价报告的重点内容应包括：

——磷石膏库自然状况的说明及评价，包括磷石膏库的地理位置、周边人文环境、库形、汇水面积、库底与周边山脊的标高、工程地质及水文地质概况等；

——磷石膏坝设计及现状的说明与评价，包括初期坝的结构类型、尺寸、磷石膏堆坝方法、堆积标高、库容、堆积坝的外坡坡比、坝体变形及渗流、采取的工程措施等；

——根据勘察资料对磷石膏坝稳定性进行定量分析，说明采用的计算方法、计算条件，并给出计算分析评价结果；

——磷石膏库防洪设施设计及现状的说明与评价，包括磷石膏库的等别、防洪标准、暴雨洪水总量、洪峰流量、截排洪系统的型式、截排洪设施结构尺寸及完好情况等；

——复核磷石膏库防洪能力及截排洪设施的可靠性能否满足设计要求；

——当磷石膏库防洪能力、排洪设施的可靠性或磷石膏坝稳定性不能满足设计要求时，应提出可行的对策；

——安全监测设施的可靠性评价，包括安全监测设施的监测项目、数量、位置、精度、监测周期，以及三等及三等以上磷石膏库在线监测系统等方面；

——安全管理的完善程度及评价。

11.4.2 安全现状评价报告的结论应包括：

——坝体稳定性是否满足设计要求；

——防洪能力是否满足设计要求；

——安全监测设施是否满足设计要求；

——安全度；

——与周边环境的相互影响；

——安全对策。

11.4.3 安全评价报告应有附件和附图。

12 磷石膏库安全技术档案

12.1 磷石膏库安全技术档案是指工程建设和管理活动中形成的与安全有关的历史记录，应确保其完整准确、安全保管和有效利用。

磷石膏库安全技术档案应按工程建设、生产运行、安全检查和闭库等阶段分别进行档案管理。

12.2 工程建设资料应包含以下文件：

- 工程批准文件档案包括项目审批、核准或备案等与项目建设相关的批准文件；
- 测绘档案包括永久水准基点标高、坐标位置、控制网、不同比例的地形图等；
- 勘察档案包括库区、坝体、主要构筑物在不同阶段的工程地质、水文地质勘察资料等；
- 设计档案包括不同设计阶段的有关设计文件、图纸和设计变更等；
- 安全评价档案包括安全预评价、安全验收评价或安全现状评价等的报告、图纸以及附件；
- 施工、监理档案包括工程施工过程中有关施工、监理单位的文件、报告、图纸、影像以及记录等资料；
- 试运行档案包括试运行期间的相关记录以及试运行报告等资料；
- 竣工验收档案包括工程竣工时有关施工、监理、设计、评价以及建设单位的文件、报告、图纸以及记录等资料。

12.3 生产运行及安全检查档案包括年度计划，水平衡演算成果，生产记录（入库磷石膏量，含固量或浓度，坝顶标高，库内水位、水量和水质，监测记录等），安全隐患检查记录及处理，事故及处理等。

12.4 闭库档案包括勘察、安全现状评价、闭库设计、施工及验收等。

12.5 其他档案包括磷石膏库运行期安全管理的往来文件以及基层报表和分析资料等。

附 录 A
(资料性附录)
磷石膏特性

A. 1 磷石膏的化学特性

磷石膏主要成分是硫酸钙 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)，还含有少量的 P_2O_5 、F、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、MnO、MgO、 Na_2O 、 K_2O 、有机物等杂质，以及铀 (U)、镭 (Ra)、镉 (Cd)、砷 (Se)、铬 (Cr)、铅 (Pb)、汞 (Hg) 等微量元素。

A. 2 磷石膏的物理力学特性

磷石膏结晶良好，不同地方的磷石膏晶体结构略有差别。磷石膏晶体一般呈针状、板状、密实晶体及多晶核四种。在浸润线以上的磷石膏因所处水环境的不同而具有溶解、结晶交替的过程，在浸润线以下的磷石膏具有总体结晶的特性。

磷石膏为无粘性均质颗粒，其粒径主要集中在 0.01 mm~0.1 mm 之间，其中值粒径 d_{50} 在 0.02 mm~0.07 mm 之间，参考粒径分布见表 A.1。

磷石膏具有独特的压缩特性，沉积磷石膏的蠕变量大于固结变形量。压实度 90%~95%磷石膏的压缩系数 $a_{v,0.1-0.2}$ 一般在 0.12 MPa^{-1} ~ 0.25 MPa^{-1} 左右，压缩模量 E_s 在 8 MPa~15 MPa 左右。磷石膏强度指标较高，固结排水后的有效内摩擦角一般在 35° 以上。新鲜沉积的磷石膏一般无粘聚力，板结后的磷石膏存在一定的粘聚力。磷石膏的参考物理力学性质见表 A.2。

表 A.1 磷石膏粒径参照表

| | | | | | |
|---------------------|------|------|-------|--------|------|
| 粒径 μm | <5 | 5~30 | 30~75 | 75~200 | >200 |
| 比例 % | 0.59 | 5.21 | 67.76 | 19.75 | 6.69 |

表 A.2 磷石膏物理力学性质参照表

| 性质 | 单位 | 参数 |
|---------|-------------------|------------------------------------|
| 真密度 | t/m ³ | 2.33~2.50 |
| 初始堆积干密度 | g/cm ³ | 0.90~1.10 |
| 击实最大干密度 | g/cm ³ | 1.35~1.50 |
| 击实最优含水率 | % | 18~26 |
| 渗透系数 | cm/s | 10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁴ |
| 有效内摩擦角 | ° | 35~45 |
| 有效粘聚力 | kPa | 0~100 |

A. 3 磷石膏污染

循环使用的磷石膏库内水及磷石膏孔隙水呈酸性，pH 值一般为 1~3。磷石膏堆场出现渗漏或外溢时，库内水进入地下水、地表水或土壤，会对地下水环境、地表水环境及土壤环境等造成污染。湿法堆存的磷石膏在自然堆存环境下，会形成一层壳体，一般不会产生扬尘。干法堆存的磷石膏在干燥的气候条件下存在一定的扬尘污染问题。