

项目编号: 皖 FM20251000002

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司
青山尾矿库（闭库前）

安全现状评价报告

安徽正信科技有限公司

证书编号: APJ-(皖)-011

二〇二五年十月

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司
青山尾矿库（闭库前）

安全现状评价报告

工程编号：ZXAP—2024—3061

法定代表人：董书满

技术负责人：董书满

项目负责人：袁成龙

二〇二五年十月

前 言

根据《安全生产法》《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》等国家法律、法规和技术规程的规定和要求，受安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司委托，本公司在资质范围内对其青山尾矿库进行闭库前安全现状评价工作。

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库位于当涂县太白境内，姑山矿矿部东北 4.6km 处，该尾矿库于 1975 年由马鞍山钢铁设计研究院设计，1978 年 9 月建成投产，设计最终堆积标高 78.0m，总坝高 67.0m，总库容为 $2090.4 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容为 $1463.0 \times 10^4 \text{m}^3$ 。青山尾矿库属三等尾矿库。

该尾矿库尾矿库坝体由主坝、1#副坝及 2#副坝组成。主坝堆积标高为+65.9m，1#副坝堆积标高为+64.5m，2 #副坝已完成初期坝建设（坝顶标高+64.0m），尾矿库现状坝高约 54.9m，堆积尾砂 $996.0 \times 10^4 \text{m}^3$ 。因风景区规划等原因，自 2021 年 3 月停用至今，目前安全生产许可证已过期。

由于该尾矿库为“头顶库”，目前按二等库管理。根据相关要求，安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司拟对青山尾矿库实施闭库工程。

依据《安全安全规程》规定需进行尾矿库闭库前安全现状评价。为此，安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司于 2025 年 10 月委托我公司对其青山尾矿库进行闭库前安全现状评价工作，我公司接受安全现状评价工作后，成立了该尾矿库闭库前安全现状评价项目组，当即收集了国家有关法律、法规、技术标准和规范，编制了安全现状评价现场调查表，确定评价程序和方法，评价组于 2025 年 10 月 16 日进入该尾矿库现场，进行了现场调查和收集资料，对调查中发现的主要问题书面反馈到库方。

评价组在调查、收集资料的基础上，对该尾矿库库区、尾矿坝体、排洪、安全管理等系统的主要危险、有害因素进行辨识与分析，对其安全设施，采用定性、定量的评价方法进行安全评价，查找出安全设施存在的安全隐患，提出安全对策措施及建议，同时还对该尾矿库的危险危害程度进行评价，形成该尾矿库闭库前安全现状评价结论，为其闭库工程安全设施设计提供参考依据。

评价组在安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库闭库前安全现状评价全过程中，得到了安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司领导和工程技术人员的全力配合，在此表示感谢！

目 录

1 闭库前安全现状评价目的与依据	1
1.1 评价对象和范围	1
1.2 评价目的和内容	1
1.3 评价依据	2
1.4 评价程序	6
2 尾矿库现状概述	9
2.1 自然地理环境	9
2.2 库区地质条件	10
2.3 尾矿库周边环境及相互影响	13
2.4 尾矿库设计与现状概述	13
3 危险、有害因素辨识及分析	21
3.1 主要危险、有害因素辨识与分析目的	21
3.2 主要危险、有害因素辨识	21
3.3 主要危险、有害因素辨识与分析	21
3.4 重大事故隐患判定	23
4 评价单元划分及评价方法选择	26
4.1 评价单元划分	26
4.2 评价方法选择	27
5 定性定量评价	29
5.1 库区单元评价	29
5.2 尾矿坝单元评价	30
5.3 排洪单元评价	36
5.4 监测单元评价	44
5.5 附属设施单元评价	45
5.6 安全管理单元评价	46
6 危险危害程度鱼刺图法评价	49
6.1 建立溃坝事故鱼刺图	49
6.2 主要危险、危害分析与评价	52

7 安全对策措施建议	54
7.1 库区单元安全对策措施	54
7.2 坝体单元安全对策措施	54
7.3 排洪单元安全对策措施	54
7.4 监测单元安全对策措施	54
7.5 附属设施单元对策措施	54
7.6 安全管理单元对策措施	55
7.7 建议	55
8 安全评价结论	56
8.1 存在的危险、有害因素小结	56
8.2 安全设施、设备、装置符合性评价综述	56

一、附件

1、安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司提交的青山尾矿库闭库前安全现状评价委托书。

2、安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司提交的有关证照复印件。

3、安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司提交的公司任命文件。

4、青山尾矿库专职安全管理人员、技术人员及特种作业人员证书复印件；

5、安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司提交的安全生产责任险保单复印件。

6、《安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库排洪构筑物质量检测报告》封面及结论复印件。

7、《安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库 2025 年汛前调洪演算复核报告》封面及结论复印件。

8、安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司提交的应急预案备案登记表。

9、现场勘查照片。

二、附图

尾矿库现状平面图及主坝剖面图。

1 闭库前安全现状评价目的与依据

1.1 评价对象和范围

1.1.1 评价对象

受安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司委托，本次安全现状评价的对象是安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库（闭库前）。

1.1.2 评价范围

根据委托合同书要求，本次青山尾矿库（闭库前）安全现状评价的范围为：青山尾矿库的库区、坝体、排洪、监测、附属设施及安全管理等方面。

1.2 评价目的和内容

1.2.1 安全现状评价目的

安全现状评价是对已运行数年的设施（设备、装置）的实际运行工况及安全管理状况的安全评价，目的是对照设计和有关法律、法规的规定，查找该尾矿库各运行系统现状运行中有效性和存在的危险、有害因素及其可能导致的危险、危害后果，并提出可行的安全对策措施与建议，以利促进该尾矿库退役后的长久安全。为下步尾矿库闭库工程安全设施设计提供依据。

1.2.2 安全现状评价内容

根据《尾矿库安全规程》的要求，结合该尾矿库的特点，本评价确定安全现状评价报告的主要内容如下：

- 1) 简述尾矿库的地理位置、自然环境、工程地质条件、水文条件。
- 2) 简述尾矿库的库区、尾矿坝及附属设施设计及现状。
- 3) 简述尾矿库坝体排洪设施、安全监测设施等运行工况及安全管理状况。
- 4) 根据国家行业标准、规范，分析该尾矿库存在的主要危险、有害因素。
- 5) 根据该尾矿库特点划分评价单元，确定评价方法。
- 6) 对划分的各单元分别进行定性、定量评价。
- 7) 对现状所辨识出主要危险、危害程度进行评价。
- 8) 对影响安全方面的问题，提出可行的安全对策措施与建议。
- 9) 形成闭库前安全现状评价结论。

1.3 评价依据

1.3.1 依据的有关法律、法规及相关规范性文件

1) 有关法律

(1) 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第九届第 70 号，第十三届第 88 号修正，2021 年 9 月 1 日施行）；

(2) 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第八届第 28 号，第十一届第 18 号、第十三届 24 号修正，2018 年 12 月 29 日施行）；

(3) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第七届第 22 号，第十二届第 9 号修正，2015 年 1 月 1 日施行）。

2) 有关法规

(1) 《生产安全事故应急条例》（国务院令 第 708 号，2019 年 4 月 1 日起施行）；

(2) 《工伤保险条例》（国务院令 第 586 号，2011 年 1 月 1 日施行）；

(3) 《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令 第 493 号，2007 年 6 月 1 日起施行）；

(4) 《地质灾害防治条例》（国务院令 第 394 号，2004 年 3 月 1 日施行）。

3) 地方法规

(1) 《安徽省安全生产条例》（2024 年 5 月 31 日安徽省第十四届人民代表大会常务委员会第九次会议修订通过，自 2024 年 7 月 1 日起施行）。

4) 部门规章

(1) 《矿山救援规程》（应急管理部令 第 16 号，2024 年 7 月 1 日起施行）；

(2) 《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令 第 88 号，应急管理部令 第 2 号修正，2019 年 9 月 1 日起施行）；

(3) 《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令 第 3 号，原国家安全生产监督管理总局令 第 63 号第一次修正，原国家安全生产监督管理总局令 第 80 号第二次修正，2015 年 7 月 1 日起施行）；

(4) 《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（原国家安全生产监督管理总局令 第 75 号，2015 年 7 月 1 日起施行）；

(5) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第30号，原国家安全生产监督管理总局令第63号第一次修正，原国家安全生产监督管理总局令第80号第二次修正，2015年7月1日起施行）；

(6) 《安全生产培训管理办法》（原国家安全生产监督管理局令第44号，原国家安全生产监督管理总局令第63号第一次修正，原国家安全生产监督管理局令第80号第二次修正，2015年7月1日起施行）；

(7) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第36号，原国家安全生产监督管理总局令第77号修正，2015年5月1日起施行）。

(8) 《尾矿库安全监督管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第38号发布，根据原国家安全生产监督管理总局令第78号修改，2015年7月1日实施）。

5) 规范性文件

(1) 《国家矿山安全监察局关于做好非煤矿山安全生产行政许可工作的通知》（矿安[2024]70号，2024年6月28日起施行）；

(2) 《国务院安全生产委员会印发〈关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施〉的通知》（2024.1.16）；

(3) 《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形〉的通知》（矿安[2024]41号）；

(4) 《国家矿山安全监察局关于做好尾矿库隐蔽工程专项检查等汛期安全工作的通知》（矿安综[2023]54号）；

(5) 《国家矿山安全监察局关于做好非煤矿山灾害情况发生重大变化及时报告和出险事故征兆等紧急情况及时撤人工作的通知》（矿安[2023]60号，2023年6月25日起施行）；

(6) 国家矿山安全监察局《关于印发〈防范非煤矿山典型多发事故六十条措施〉》（矿安综[2023]124号）；

(7) 中共中央办公厅、国务院办公厅《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（2023.9.6）；

(8) 《国家矿山安全监察局关于印发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》（矿安[2022]4号）；

(9) 《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》（矿安[2022]88号）；

(10) 《国家矿山安全监察局综合司关于全面推进防范化解尾矿库安全风险重点工作的通知》（矿安综[2022]6号）；

(11) 《关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财资[2022]136号）；

(12) 安徽省应急管理厅《关于印发〈安徽省尾矿库安全生产风险监测预警系统运行管理办法（试行）〉的通知》（皖应急[2021]75号）；

(13) 《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（应急[2020]15号，2020年6月13日）；

(14) 安徽省应急管理厅《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（皖应急[2020]132号）；

(15) 《安徽省人民政府办公厅关于开展尾矿库“头顶库”“一库一策”综合治理工作的通知》（皖政办秘[2024]52号）；

(16) 安徽省应急管理厅 国家矿山安全监察局安徽局《关于加强安徽省金属非金属矿山安全技术工作的指导意见》（皖应急[2021]144号）。

1.3.2 有关技术标准、规范和规程

1) 国标

(1) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）；

(2) 《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）；

(3) 《个体防护装备选用规范》（GB39800-2020）；

(4) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；

(5) 《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB51108-2015）；

(6) 《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）；

(6) 《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）；

(7) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）；

(8) 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）。

2) 行标

(1) 《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）；

(2) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）。

1.3.3 相关资料及文件

- 1) 《姑山铁矿尾矿库补充初步设计》（冶金部马鞍山钢铁设计研究院，1987）；
- 2) 《马钢姑山矿业有限责任公司青山尾矿库 1 #副坝治理工程设计》（马鞍山矿山研究院工程勘察设计研究院，2007）；
- 3) 《马钢（集团）控股有限公司姑山矿业公司青山尾矿库设计校核研究报告》（中钢集团马鞍山矿院工程勘察设计有限公司，2010.5）；
- 4) 《马钢（集团）控股有限公司姑山矿业公司青山尾矿库+49m 标高排渗治理及排洪系统改造设计》（中钢集团马鞍山矿山矿院工程勘察设计有限公司，2011.9）；
- 5) 《马钢（集团）控股有限公司姑山矿业公司青山尾矿库 2#副坝变更设计》（中钢集团马鞍山矿山矿院工程勘察设计有限公司，2014.7）；
- 6) 《马钢（集团）控股有限公司姑山矿业公司青山尾矿库中期岩土工程勘察报告》（中钢集团马鞍山矿院工程勘察设计有限公司，2017.6）；
- 7) 《马钢（集团）控股有限公司姑山矿业公司青山尾矿库中期稳定性分析与评价》（中钢集团马鞍山矿院工程勘察设计有限公司，2018.3）；
- 8) 《马钢（集团）控股有限公司姑山矿业公司青山尾矿库安全现状评价报告》（中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司，2020.1）；
- 9) 《安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库安全体检报告》（中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司，2022.8）；
- 10) 《青山尾矿库闭库工程勘察岩土工程勘察报告》（山东正元建设工程有限责任公司，2022.10）；
- 11) 《安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库排洪构筑物质量检测报告》（湖南湘桓检测有限公司，2024.4）；
- 12) 《安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库安全风险评估报告》（中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司，2024.7）；
- 13) 《安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库 2025 年调洪演算报告》（中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司，2025.4）；
- 14) 安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司提供的青山尾矿库现状平面图、剖面图；

15) 安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司提供的相关证照;

16) 安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司提交的青山尾矿库闭库前安全现状评价委托书;

17) 评价人员现场勘查收集的相关资料。

1.4 评价程序

根据《安全评价通则》要求,结合该尾矿库实际情况,本次青山尾矿库闭库前安全现状评价程序分为:准备阶段;危险、有害因素识别与分析;定性、定量评价;提出安全对策措施;形成安全评价结论及建议;编制安全评价报告。

1.4.1 准备阶段

根据评价范围及评价类型的需要,评价组收集了有关尾矿库闭库方面的法律、法规、技术标准,同时给库方发出需要提供图纸图件、文据、数据、地质勘察、评价、设计、施工等资料的通知,让库方在评价前做好充分的准备。

1.4.2 危险、有害因素识别与分析

根据该尾矿库各系统的运作情况,评价组各专业成员进入青山尾矿库各相应的单项工序现场,对已停止运行的安全设施进行详细查测。通过实地查、测、问、听、记的方式,进行现场实地安全状况的勘察与资料收集工作,识别和分析危险、有害因素,确定危险、有害因素存在的部位,存在的方式、事故发生的途径及其变化的规律和事故影响程度。并通过综合分析、辨识青山尾矿库退役后是否属重大危险源。

1.4.3 划分评价单元,确定评价方法

在危险有害因素辨识和分析的基础上,确定青山尾矿库闭库前安全现状评价的系统,在以此基础上划分评价单元,再选择合适的评价方法,对工程系统发生事故的可能性和严重程度进行定性、定量的评价。

1.4.4 定性、定量评价

根据《安全生产法》、《尾矿设施设计规范》、《尾矿库安全规程》《安全评价通则》等法律法规要求,对已停止运行的尾矿设施工况的有效性、可靠性等方面进行全面调查或测算,再综合分析其是否满足法律、法规要求,以全面系统地对将退役的青山尾矿库安全状况进行评价。

1.4.5 安全对策措施

根据定性、定量评价结果，提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理方面的安全对策措施及建议。

1.4.6 评价结论及建议

通过对各单元的定性、定量评价之后，对尾矿库各系统是否满足退役后安全要求作出明确结论，对存在的安全问题提出可行的安全对策措施与建议。

1.4.7 安全评价报告的编制

依据安全评价结果编制安全现状评价报告。

具体评价程序见图 1-1。

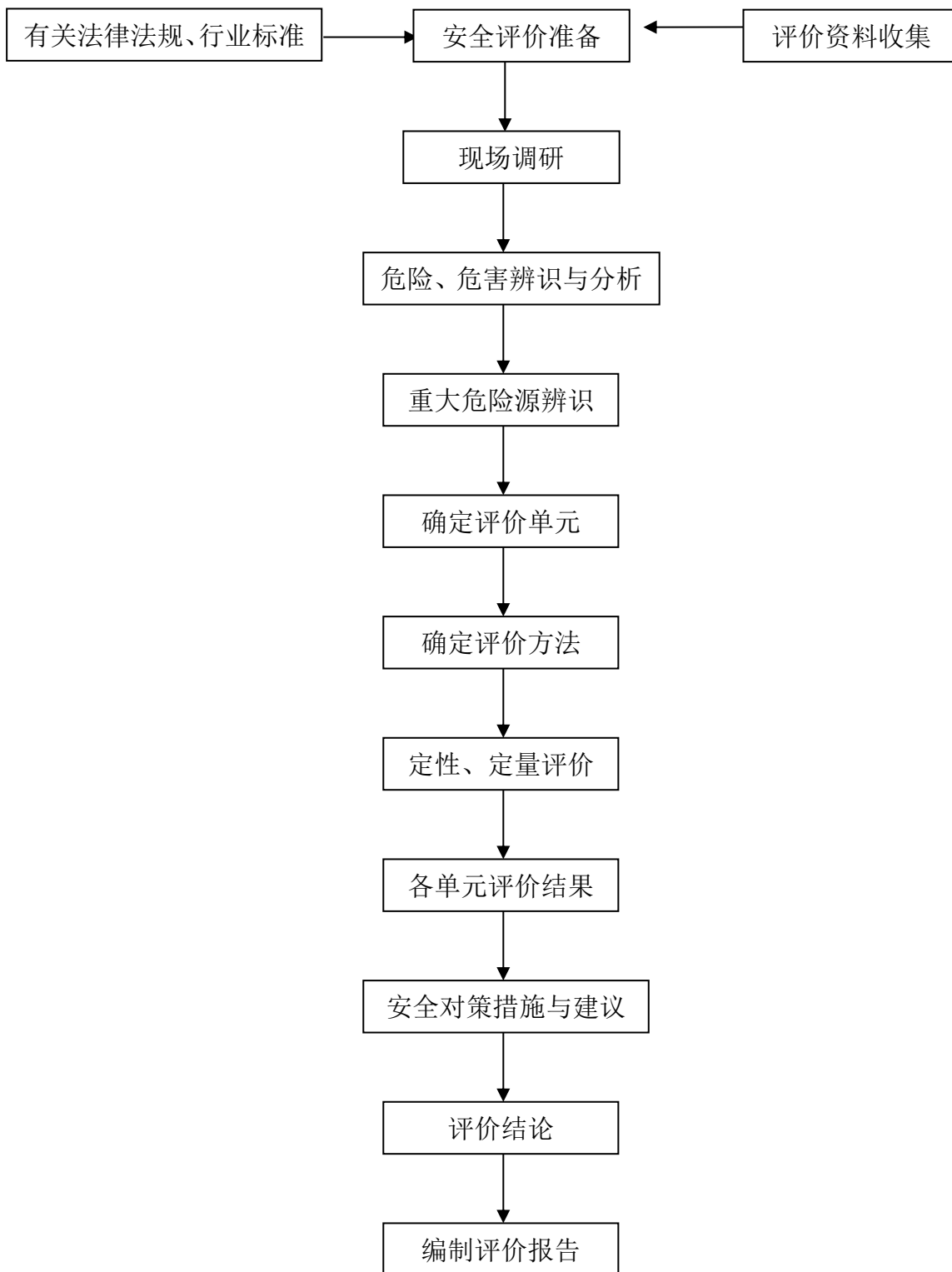


图 1-1 闭库前安全现状评价程序图

2 尾矿库现状概述

2.1 自然地理环境

2.1.1 地理位置

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司是马钢重要的铁矿石生产供应基地，其位于安徽省当涂县太白镇、年徒乡境内，距马鞍山市 25km，距芜湖市 18km。矿区有专用铁路线与宁芜线接轨，紧靠矿区的县级公路与 205 国道相连。长江支流青山河在矿区东侧穿过，水、陆交通十分方便。

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库位于安徽省马鞍山市当涂县太白镇东北部 1.6 公里处，东靠青山，西临芜马高速最近约 180m，距芜马高速最近入口（太白收费路口）3 公里左右，南距当涂县城乡公路约 2 公里，交通便利。尾矿库地理交通位置如图 2-1 所示。



图 2-1 尾矿库地理交通位置图

2.1.2 自然环境

1) 地形地貌

青山尾矿库所在地区位于扬子江下游南岸的皖南丘陵地带，区域地形东北高西南低，东北为起伏的丘陵；西南为相对低洼带，为长江河曲外侧大片洪积冲积平原，一般标高

为+8~+9m。青山尾矿库整体最高点为库顶标高+61.35~+64.62m。山丘均具有明显的构造剥蚀特征。

青山尾矿库地处低山丘陵地带，西、南两面环山，东、北两面筑坝，其中西面为主坝，北面为1#副坝，东、南面山凹处构筑2#副坝。东北为起伏的丘陵，青山海拔+371.9m，为本区第一高山，西南相对低洼带，为洪积冲积平原。山上为基岩分布区，地表呈强~中风化，下为新鲜基岩—长石石英砂岩，有少量裂隙发育。库底和坝下方第四系分布广泛。

2) 气候气象

库区具有亚热带季风性湿润气候，具有四季分明，气候温和，梅雨集中的特点。由于本区处于中纬度偏南位置，形成气候上的某些过渡特征，春夏日照长，秋冬短，冬夏温差较显著。库区降雨季节为5~8月，年平均降雨量1100mm，春末夏初为梅雨期，多阴雨天气，6~8月降雨比较集中，降雨量占全年的1/3左右，为防洪季节。年平均气温15.4℃，最高气温41.1℃，最低气温-13℃。年平均湿度为75%，最低为68%，最高为80.5%。全年的主导风向和风频分别为E14和SE10，全年的平均风速为2.4m/s，年蒸发量为1629.6mm。

3) 地震烈度

青山尾矿库库区无活动性断裂通过，不存在发震条件，地震危害主要来自周围震源的波及。根据《建筑抗震设计规范》和波速及地脉动测试结果，本场地土层的等效剪切波速 $V_{se}=182\sim193\text{m/s}$ ，覆盖层厚度3~35m，场地类别为II类；根据《构筑物抗震设计规范》(GB50191-2012)，计算场地指数为0.30~0.43，平均值为0.37，综合确定场地为中软场地。根据地脉动测试，本场地卓越周期为0.169~0.281s，平均值为0.218s。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)及《构筑物抗震设计规范》(GB50191-2012)，尾矿库所在地区基本地震烈度为VI度，地震动峰值加速度为0.05g，地震动反应谱特征周期值为0.35s。

2.2 库区地质条件

2.2.1 场区地层结构

2.2.2 地质构造

2.2.3 水文地质条件

2.3 尾矿库周边环境及相互影响

青山尾矿库地处低山丘陵地带，东、南两面环山，西面、北面及东南面山凹处筑坝，其中西面为主坝，北面为 1#副坝，东、南面山凹处构筑 2#副坝。青山尾矿库周边地形总体地势东、南面高，西、北面低，山体坡度较缓，一般为 $15\sim 20^\circ$ ，山体支沟不发育，植被茂盛，无滑坡及泥石流地质灾害隐患。

1) 主坝及下游环境

尾矿库主坝下游 180m 为马芜高速公路，青山尾矿库一旦发生溃坝事故，对尾矿库下游的当涂县太白永宁村、芮港和沟山等下游村庄及对马芜高速公路的基础有一定影响。主坝右岸已经和 1#副坝连接在一起，现场调查及前期工程地质勘察均未见有地质灾害隐患。

2) 1#副坝及下游环境

1#副坝下游地区属于太白陈芮村，下游 500m 范围村庄常住人口约 50 人。1#副坝下游为低山丘陵，广泛分布有山地及水塘。青山尾矿库 1#副坝和主坝连接在一起，现场调查未见有地质灾害隐患；右岸为早期通往库区的道路而且右岸山体相对较缓，植被发育，山体边坡稳定，未见地质灾害隐患点。

3) 2#副坝及下游环境

2#副坝于 2015 年 4 月完成了初期坝建设工作，初期坝坝顶标高+64m，未堆筑子坝。现场调查及中期岩土工程勘察期间 2#副坝两岸未见有地质灾害隐患。2#副坝左岸、右岸均存在开挖山体形成的局部边坡，这两处边坡位于库内，对 2#副坝坝体稳定性不构成影响。

2.4 尾矿库设计与现状概况

青山尾矿库 1975 年由马鞍山钢铁设计研究院设计，1978 年 9 月建成投产。由于该尾矿库库内沉积滩坡度、初期坝以及排洪设施施工质量未达到设计要求，1986 年，马钢矿山公司委托马鞍山钢铁设计研究院做补充初步设计工作，该院于 1987 年 12 月提交了补充初步设计报告。该库为傍山型尾矿库，西侧为主坝，北侧为 1#副坝，两坝段直接相连，南侧山谷中为 2#副坝，东侧为山体。设计最终堆积标高+78.0m，总坝高 67.0m（主坝）。总库容为 $2090.4\times 10^4\text{m}^3$ ，有效库容为 $1463.0\times 10^4\text{m}^3$ ，属三等尾矿库。

1) 库区

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库地处低山丘陵地带，东、南两

面环山，西面、北面及东南面山凹处筑坝，尾矿库库区排洪采用尾矿库库内现状有两套排水系统，北侧排水系统为排水斜槽+涵洞排洪方式，南侧排水系统现状为排水井+双排排水斜槽+涵管。

坝体设有照明设施和在线监测设施，主坝体下端设有巡库值班房。抢险材料库设在坝脚，库内设有安全警示标志，库区设有上坝公路。

总之，库区现状仍在设计范围内运行，未发现有超出设计范围的现象。

2) 库容、等别及其标准

青山尾矿库设计总库容为 $2090.4 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容为 $1463.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，最大坝高 67m，属三等别尾矿库，其主要构筑物已按 3 级建设。

目前该尾矿库主坝堆积标高为+65.9m，1#副坝堆积标高为+64.5m，2#副坝已完成初期坝建设（坝顶标高+64.0m），尾矿库现状最大坝高约+54.9m，库内堆积尾砂 $996.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，由于该尾矿库为“头顶库”，按二等库管理。

依据现状经测算，目前库区总汇水面积为 0.77km^2 。

3) 尾矿坝

(1) 坝体组成

现状建成坝体由主坝、副坝组成，而主坝及副坝分别由初期坝与后期坝组成（2#副坝子坝未堆筑），其坝体组成与设计相符。

(2) 坝型

现状主坝初期坝坝体采用透水砂石料、1#、2#副坝初期坝均为透水堆石坝，主坝及1#副坝后期坝由尾砂筑坝，2#副坝后期坝未堆筑，其坝型与设计相符。

(3) 坝体轮廓

设计尾矿库主坝初期坝为透水砂石料混合坝，坝体堆积物主要由块石、碎石及砾砂组成，坝高 12.0m，坝脚设堆石棱体，坝顶宽度 3.5m，内外坡比 1:1.2/1:2.5。1#副坝初期坝为透水堆石坝，坝顶标高为+28m，坝高 3.5m，坝顶宽度 3m，内外坡比 1:1.2/1:2。2#副坝初期坝为透水堆石坝，坝顶标高为+64m，坝高 9m，坝顶宽度 4m，内外坡比 1:2/1:2.5。三个坝段的后期坝均采用上游法尾砂堆筑，设计最终堆积标高为+78.0m，堆积坝外坡平均坡比为 1: 5.0。

经查阅尾矿库现状地形图，主坝现状堆积标高为+65.9m（第 19 期子坝），堆积坝外坡平均坡比约 1: 5.0，主坝护坡设施采用草皮护坡，并设网格状排水截水沟，主坝南端山口设置贴坡反滤层；1#副坝堆积标高为+64.5m（第 17 期子坝），堆积坝外坡平均

坡比约 1：5.0；2#副坝现已完成初期坝建设，坝顶标高+64.0m，初期坝坝高 9m，坝顶宽度 4m，内外坡比 1：2/1：2.5，初期坝坝前尾砂已排放至和坝顶齐平位置。其坝体轮廓参数符合设计要求。

(4) 坝体排渗设施

青山尾矿库在 1#副坝尾矿坝体内设置纵向排渗盲沟（设置标高分别为+28m、+35m）及横向的排渗管；主坝体南端山口及北端山口局部坝肩设置盲沟及截水沟，在标高+35m 以下设置贴坡反滤层。

1#副坝子坝于 2006 年由马鞍山矿山研究院进行了工程地质勘察，后进行了水平排渗孔施工。经 2007 年至 2009 年之间多次检查发现，1#副坝初期坝的东北侧排水沟边帮破坏较重，地下水渗流较大。2008 年底，矿山对其排水沟进行了修复，但仍然有地下水溢出。坝面由于 2007 年水平孔施工时造成的地表塌陷，经过回填和修复，治理效果显著。2009 年 3 月，马钢姑山矿委托了长江地质勘察院（322 地质队）进行了水平孔的施工，施工的位置在 1#副坝的西北侧，从施工的效果来看，出水量较少，大部分排渗孔未发现水溢出。

2018 年，中钢集团马鞍山矿院工程勘察设计有限公司编制了青山尾矿库“头顶库”综合治理方案，根据治理方案，在主坝及 1#副坝+36m、+49m 标高位置设置了水平垂直联合排渗系统。

目前，子坝体 7 期（出水口标高+37.5m）、11 期（出水口标高+47.0m）和 17 期（出水口标高+60.0m）内分别埋设水平排渗管，具体见表 2-1。

表 2-1 水平排渗管情况一览表

位置	水平排渗管数量		备注
	主坝	1#副坝	
7 期坝	25 根	8 根	约 30m 间距，管径 80mm。
11 期坝	33 根	22 根	约 20m 间距，管径 80mm。
17 期坝	36 根	15 根	约 20m 间距，管径 150mm。

经现场调查，现状排渗设施大部分排渗设施完好，排渗设施基本完好。但有部分不出水或出水量较小，可能存在淤堵现象。

4) 防洪系统

(1) 尾矿库等别

设计确定该库为三等尾矿库，实际该尾矿库构筑物已按三级标准进行建设，现状未

发生变化。

（2）防洪标准

由于该库是“头顶库”，根据相关规定要求进行“提级管理”，按二等库要求进行管理，本次评价采用防洪标准按 500 年一遇校核，即按 $P=0.2\%$ 校核。

（3）排洪系统形式

该库为傍山型尾矿库，设计确定“北侧排水系统为排水斜槽+涵洞排洪方式，南侧排水系统为排水井+双排排水斜槽+涵管”排洪方式。现状库内排洪方式与设计相符。

（4）排洪设施结构与参数

①结构：该库现状库内排水设施中的斜槽、涵洞、排水井均为钢筋砼结构，与设计相符。

②参数：

设计北侧排洪系统为排水斜槽+溢水塔+涵洞型式：排水斜槽位于库尾，斜槽尺寸为（宽） $1.0\text{m} \times$ （深） 1.6m ，涵洞尺寸为 $1.2\text{m} \times 1.8\text{m}$ ；南侧排洪系统由框架式溢水塔（8#~10#）+双排排水斜槽+涵管组成，通至主坝下游沟渠，溢水塔内径 6m ，单个斜槽为（宽） $1.0\text{m} \times$ （深） 1.6m ，下部连通的涵管内径 2.2m 。

现状尾矿库库内有两套排水系统，北侧排水系统为排水斜槽+溢水塔（1#~7#，均已封堵）+涵洞，通至主坝下游沟渠，斜槽为钢筋砼结构，尺寸（宽） $1.0\text{m} \times$ （深） 1.6m ，壁厚 0.35m ，顶部设有盖板，1#~7#溢水塔均已完成封堵，涵洞尺寸为 $1.2\text{m} \times 1.8\text{m}$ ；南侧排水系统现状为框架式溢水塔（8#~10#，8#、9#已封堵）+双排排水斜槽+涵管组成，涵管下口通至主坝下游沟渠，双排斜槽为钢筋砼结构，尺寸（宽） $1.0\text{m} \times$ （深） $1.6\text{m} \times$ （排）2，壁厚 0.35m ，10#框架式溢水塔顶部标高+78.7m、底部标高+57.7m、内径 6.0m 、 $H=21\text{m}$ ，涵管内径 2.2m ，其与设计一致。

表 2-2 青山尾矿库排水构筑物参数

排洪构筑物	进水段标高（m）		结构尺寸
	底部	顶部	
8#	+29.60	+47.60	已封堵
北侧单排斜槽	+29.60	分期施工至最终坝顶标高	$1.0\text{m} \times 1.6\text{m}$ 、接 $1.2 \times 1.8\text{m}$ 涵洞
3#	+33.10	+39.68	已封堵
5#	+38.33	+44.93	已封堵
6#	+43.57	+50.17	已封堵

排洪构筑物	进水段标高（m）		结构尺寸
	底部	顶部	
7#	+48.81	+55.41	已封堵
4#	+54.10	+60.68	已封堵
9#	+49.00	+61.00	已封堵
10#	+57.70	+78.70	内径 6.0m、H=21m、接内径 2.2m 涵管

5) 安全监测设施

青山尾矿库设置了监测设施，以在线监测为主，人工监测设施作为自动监测的补充和校核使用。

青山尾矿库根据规程和规范要求安装在线监测设施，其监测的内容包括：坝体位移监测、坝体浸润线监测、沉积干滩长度监测、排洪系统水位监测和水文监测。现状青山尾矿库在线监测系统包括：表面位移在线监测点位 21 个，浸润线在线监测点位 35 个，内部位移在线监测点 30 个，干滩在线监测点位 2 个，雨量在线监测点位 1 个，库水位在线监测点位 1 个。经现场调查，该尾矿库在线监测系统运行正常、有效。其在线监测设施见表 2-3 所示。

表 2-3 尾矿库在线监测设施

监测点位类型	数量（个）	备注
表面位移在线监测	21	位于主坝和 1#副坝坝体内，共 5 个剖面线。
浸润线在线监测	35	位于主坝和 1#副坝坝体内，共 7 个剖面线。
内部位移在线监测	30	位于主坝和 1#副坝坝体内，共 5 个剖面线。
干滩在线监测	2	滩面
雨量在线监测	1	滩面
库水位在线监测	1	位于排洪系统入口位置。

该尾矿库在主坝和 1#副坝坝体内，共设置了 21 个人工表面位移监测点，同时在对应的在线浸润线监测孔旁设置了人工浸润线观测孔，能够满足监测需要。

7) 尾矿库附属设施

(1) 尾矿库管理站

该尾矿库在库区设置了值班房和应急物资库，每位值班人员都配有手机，值班房内张贴有尾矿工安全生产责任制和操作规程，房内设桌、椅等，尾矿库值班房配备了灭火器、警报器等安全设施。

(2) 尾矿库道路、照明

坝顶上设有照明设施，通往坝顶的上坝道路通畅。库内警示标志完好、牢固。

8) 库区供配电

该尾矿库坝顶照明是该库主要用电户，其设备外壳已接零，并设有重复接地装置，库区内外输变配电设施、选厂等高层建物均设有避雷装置，满足安全要求。

9) 企业安全管理

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司成立了专门的安全管理机构，尾矿库安排有专人值班并进行安全管理，库区设置了安全警示标志，坝顶安装了照明设施，确保夜间能正常巡查，通讯系统畅通，发生紧急事件能够及时汇报。

(1) 安全管理机构

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司建立了安全管理网络，设立了安全生产管理部，任命了尾矿库主要负责人负责尾矿库的安全管理工作，配备了4名尾矿库专职安全管理员，并做到持证上岗；另外根据相关规定要求配备了3名专业技术人员从事尾矿库安全技术工作，该公司尾矿库主要负责人、安全管理人员取得了安全资格证。

(2) 安全管理制度

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司建立了尾矿库全员安全生产责任制，制定了尾矿库安全生产管理制度及岗位安全操作规程，规章制度健全。

(3) 安全教育培训、安全检查

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司制定了尾矿库职工安全教育培训管理制度和相关安全检查制度，针对不同的检查中发现的问题和隐患进行闭环管理。

(4) 应急管理

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司建立了尾矿库应急救援管理体系，公司成立了事故现场应急组织机构和专业应急救援队伍，编制了生产安全事故综合应急预案，配备了应急救援物资，并按规定要求开展了应急演练。库区设置了安全警示标志、标识，坝顶安装了照明设施，能确保夜间能正常巡查，通讯系统畅通，发生紧急事件能够及时汇报；制定了尾矿库紧急撤人制度；库区设置了应急广播，发生紧急事件能够及时通知和紧急撤人。

(5) 劳动防护与工伤保险

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司制定了劳动防护用品管理制度和劳保用品发放标准，按照国家相关规定购买并定期为从业人员发放劳动防护用品。按规定为从

业人员办理工伤保险和安全生产责任险等。

总之，该尾矿库的企业管理方面是比较规范、有序的，可操作性较强，必将对尾矿库今后的安全运行起着至关重要的作用。

12) 尾矿库主要特征

表 2-4 青山尾矿库现状主要特征表

技术参数		设计规格及描述	现状规格及描述
主坝初期坝	坝长(m)	276.5	276.5
	内外坡比	1:2.0/1:2.5	1:2.0/1:2.5
	顶部标高(m)	+23.0	+23.0
	坝底标高(m)	+11.0	+11.0
	坝顶宽度(m)	3.5	3.5
	坝高(m)	12	12
	筑坝材料	砂石料	砂石料
1#副坝初期坝	坝长(m)	102.0	102.0
	内外坡比(m)	1:2.0/1:2.0	1:2.0/1:2.0
	顶部标高(m)	+28.0	+28.0
	坝底标高(m)	+24.5	+24.5
	坝顶宽度(m)	3.5	3.5
	坝高(m)	3.5	3.5
	筑坝材料	堆石	堆石
2#副坝初期坝	坝长(m)	284.8	284.8
	内外坡比	1:2.0/1:2.25	1:2.0/1:2.25
	顶部标高(m)	+64.0	+64.0
	坝底标高(m)	+55.0	+55.0
	坝顶宽度(m)	4.0	4.0
	坝高(m)	9.0	9.0
	筑坝材料	堆石	堆石
后期子坝	顶部标高(m)	+78.0	+65.9(主坝); +64.5(1#副坝); 2#副坝未堆筑子坝
	堆筑高度(m)	55.0(主坝)、50.0(1#副坝)、14.0(2#副坝)	42.9(主坝)、36.5(1#副坝)、2#副坝未堆筑子坝
	总外坡比	1:5.0	1:5.0

	坝顶宽度(m)	2.0	2.0
	筑坝方式	上游式尾砂筑坝	上游式尾砂筑坝
总坝高(m)		67.0（主坝）、53.5（1#副坝）、 23.0（2#副坝）	54.9（主坝）、40.0（1#副坝）、 9.0（2#副坝）
尾矿库排洪系统		北侧：排水斜槽+涵洞 南侧：排水井+双排水斜槽+涵管	北侧：排水斜槽+涵洞 南侧：排水井+双排水斜槽+涵管
尾矿库总库容（万 m ³ ）		2090.4	1480
尾矿库有效库容（万 m ³ ）		1463.0	996.0
尾矿库等别		三等库	“头顶库”，按二等库管理
库型	傍山型		

3 危险、有害因素辨识及分析

3.1 主要危险、有害因素辨识与分析目的

从安全学角度讲，人、机、环三者的和谐统一是保证安全生产的关键，由于尾矿库存在垮坝危险，给企业带来的危害性是非常大的。安全评价就是要对危险、有害因素进行全面分析，将目前已有的和目前尚未出现、但将来可能出现的各种危险因素都找出来，并分析其影响范围和严重程度及存在的部位、存在的方式、事故发生的途径等，以便采取对策措施，予以消除，以达最大限度地减少财产损失和人员伤亡（或伤害）的目的。

3.2 主要危险、有害因素辨识

3.2.1 辨识方法

根据青山尾矿库的特点和专业划分习惯，本公司组织有关专业评价人员，深入到安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库现场，收集有关地质、水文、库区四周环境及回采等资料，再利用直观经验法和系统分析法，来识别该库危险、有害因素，确定危险、有害因素存在的部位、存在方式及事故发生的途径、触发条件，并分析其会影响的范围及严重程度。

3.2.2 辨识过程

按照尾矿库运行的特点和专业划分习惯，本公司组织有关专业和安全等方面评价人员对安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库进行调查，查阅了库区工程勘察资料、设计文件、施工记录、安全管理文件、安全技术措施等，并检测了坝体、排洪设施参数，还查阅有关培训考核资料、安全投入等方面资料或档案，再对照尾矿库设计、安全生产法、尾矿设施设计规范及技术规程，对该库主要危险、有害因素进行了辨识和分析。

3.3 主要危险、有害因素辨识与分析

3.3.1 周边环境分析

1) 环境对库区的危险及有害因素

经现场勘察，周边环境目前对尾矿库不构成危险。

2) 尾矿库对周边的危险、有害因素

风吹库内干滩产生扬尘，有影响下风侧远地居民身心健康的可能，同时对库岸植被生长也带来不利影响。

3.3.2 坝体分析

1) 坝面植被遭到长期破坏或无保护性植被，缺乏纵横排水沟或疏忽管理，忽视风蚀、雨水、等所造成的坝面损伤；

2) 因坝顶超高小，或因库水位长期居高，或因坝基（肩）有淤泥，或因坝基、坝体内含有高压缩性软土层等，引起坝体沉陷，特别是局部沉陷，有使坝体失稳而引起溃坝事故的危险；

3) 因库水位长期居高，或坝基内有泉、洞、穴等，引起坝体坍塌，有导致溃坝事故的危险；

4) 排渗设施不符合设计、施工规范要求或排渗设施损坏，造成浸润线位置过高，渗透坡降较陡，导致坝坡渗漏、流土、管涌、沼泽化；

5) 非法采砂、取土和开垦破坏了原有排渗设施，导致坝体渗流破坏。

3.3.3 排洪分析

1) 如排洪设施被损坏、堵塞水流，有引起洪水漫坝而诱发溃坝事故的危险；

2) 排洪构筑物运行年代久，或未按照相关规定要求委托有资质的质量检测机构进行构筑物表观及强度检测，或未能及时发现存在的安全隐患，导致构筑物损坏严重；

3) 因荷载过大、钢筋锈蚀、尾砂尾水腐蚀、混凝土结构碳化、高速水流冲刷磨蚀等因素导致排水管道、隧洞破损、断裂、垮塌，地形、地质变化导致构筑物发生变形、沉降，而不能承担防洪防汛功能。

3.3.4 监测分析

1) 坝体轮廓变形、局部位移、沉陷、裂缝，如不及时监测与监控，任其发展，均有造成溃坝事故的危险。

2) 库内水位高程不明，如不能及时控制安全超高，有使尾矿库失事的危险。

3) 如果坝体或坝基渗出带泥砂颗粒, 或含有某种可溶盐成分及其它化学成分的渗流, 不能被及时发现, 有发生坝体内部冲刷或管涌而诱发突然溃坝事故的危险。

4) 如果在线监测系统出现故障不及时处理, 造成监测缺失, 有造成溃坝的危险。

3.3.5 附属设施

1) 如库区照明设施损坏影响库区检查特别是夜间、雨季巡查, 不能及时发现问题;

2) 上坝道路、应急道路不畅通或值班房内抢险工具及抢险材料不齐全, 会造成应急救援不能有效开展, 事故损坏进一步扩大;

3) 库区安全警示标志不全, 不能起到警示作用;

4) 巡视的便道临边侧如果缺少护栏或安全警示标志设置不到位, 人员行走不小心跌入库中可能造成淹溺事故; 坝脚处修筑有消力池, 检查人员巡查过程存在跌入消力池而发生淹溺事故的风险。

3.3.6 供配电

1) 库内照明、在线监测设施安全保护装置不全, 或外壳未接零、接地会造成触电事故;

2) 库区内、外输变配电设施、在线监测等设施等未设有避雷装置会造成人员伤害、设备损毁事故。

3.3.7 安全管理缺陷

1) 尾矿库管理人员若为虚设, 或人员未经专门培训, 或对库地建构物不检查、不测量, 不维修, 遇到隐患不能及时被消除, 是引起尾矿库失事的重要根源;

2) 如未按要求配备尾矿库技术人员, 造成尾矿库技术管理缺失;

3) 所制定的规章制度与操作规程, 如不认真执行, 是尾矿库安全管理中一大漏洞;

4) 如未按要求建立尾矿库生产安全事故应急工作责任制和应急管理规章制度等, 将导致应急管理不到位;

5) 应急预案日常演练不足, 会对尾矿库应急抢险造成一定的影响。

3.4 重大事故隐患判定

根据《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》(矿安[2022]88号)及《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形〉的通知》(矿安[2024]41号)的相关规定, 安徽马钢矿业资

源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库重大事故隐患判定情况见表 3-1。

表 3-1 青山尾矿库重大事故隐患判定表

序号	判定标准	现场实际情况	判定结果
1	库区或者尾矿坝上存在未按设计进行开采、挖掘、爆破等危及尾矿库安全的活动。	经现场勘查，未发现此类现象。	不构成
2	坝体存在下列情形之一的： 1) 坝体出现严重的管涌、流土变形等现象； 2) 坝体出现贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象； 3) 坝体出现大面积纵向裂缝，且出现较大范围渗透水高位出逸或者大面积沼泽化。	经现场勘查，未发现该三类现象。	不构成
3	坝体的平均外坡比或堆积子坝的外坡比陡于设计坡比。	经现场勘测，坝外坡坡比符合设计要求。	不构成
4	坝体高度超过设计总坝高，或者尾矿库超过设计库容贮存尾矿。	经现场勘查，坝高等均在设计范围内。	不构成
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。	2021 年已停排。	不涉及
6	采用尾矿堆坝的尾矿库，未按《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 6.1.9 条规定对尾矿坝做全面的安全性复核。	已按要求对坝体稳定性进行了安全性复核。	不构成
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。	浸润线埋深均大于控制浸润线埋深。	不构成
8	汛前未按国家有关规定对尾矿库进行调洪演算，或者湿式尾矿库防洪高度和干滩长度小于设计值，或者干式尾矿库防洪高度和防洪宽度小于设计值。	汛前已按国家有关规定对尾矿库进行调洪演算，其排洪能力满足设计要求。现状安全超高大于设计规定。	不构成
9	排洪系统存在下列情形之一的： 1) 排水井、排水斜槽、排水管、排水隧洞、拱板、盖板等排洪构筑物混凝土厚度、强度或者型式不满足设计要求； 2) 排洪设施部分堵塞或者坍塌、排水井有所倾斜，排水能力有所降低，达不到设计要求； 3) 排洪构筑物终止使用时，封堵措施不满足设计要求。	排洪系统构筑物经有资质的检测单位检测，质量合格。	不构成

10	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	无设计以外的尾矿、废料或废水进库。	不构成
11	多种矿石性质不同的尾砂混合排放时，未按设计要求进行排放。	不存在多种矿石性质不同的尾砂混合排放现象。	不涉及
12	冬季未按设计要求的冰下放矿方式进行放矿作业。	经现场勘查，无此现象。	不构成
13	安全监测系统存在下列情形之一的： 1) 未按设计设置安全监测系统； 2) 安全监测系统运行不正常未及时修复； 3) 关闭、破坏安全监测系统，或者篡改、隐瞒、销毁其相关数据、信息。	已按设计及安徽省有关规定要求设置了在线监测系统和人工监测系统，系统目前运行正常，无异常现象。	不构成
14	干式尾矿库存在下列情形之一的： 1) 入库尾矿的含水率大于设计值，无法进行正常碾压且未设置可靠的防范措施； 2) 堆存推进方向与设计不一致； 3) 分层厚度或者台阶高度大于设计值； 4) 未按设计要求进行碾压。	湿式排尾。	不涉及
15	经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数小于国家标准规定值的 0.98 倍。	经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数满足要求。	不构成
16	三等及以上尾矿库及“头顶库”未按设计设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，或者应急道路无法满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	本尾矿库有通往坝顶、排洪系统附近的应急道路。	不构成
17	尾矿库回采存在下列情形之一的： 1) 未经批准擅自回采； 2) 回采方式、顺序、单层开采高度、台阶坡面角不符合设计要求； 3) 同时进行回采和排放。	尾矿库未回采。	不涉及
18	用以贮存独立选矿厂进行矿石选别后排出尾矿的场所，未按尾矿库实施安全管理的。	非独立选矿厂，按尾矿库相关规定进行管理。	不构成
19	未按规定配备专职安全生产管理人员、专业技术人员和特种作业人员。	已按国家规定配备专职安全生产管理人员、专业技术人员和特种作业人员。	不构成

20	尾矿库排洪构筑物拱板（盖板）与周边结构缝隙未采用设计材料充满充填的或封堵体设置在井顶、井身段或斜槽顶、斜槽身段。	尾矿库排水井拱板与周边结构缝隙按设计要求进行了充填；封堵井已按规范要求进行了封堵。	不构成
21	遇极端天气尾矿库未及时停止作业、撤出现场作业人员。	建立了尾矿库紧急撤人制度，并严格按照规定执行。	不构成

经综合判定、分析，安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库目前不存在重大事故隐患。

4 评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元划分

为了评价方便，本评价以将退役库的现状组成为主，确定评价单元，即将整个尾矿库工程划分为库区、尾矿坝、排洪、监测、附属设施、安全管理合计六个评价单元，见表 4-1。

表 4—1 评价单元划分一览表

序号	评价单元	评价内容	评价依据	主要危险、危害因素	评价方法
1	库区	库周现状	尾矿库安全规程	违章爆、采、建、垦、牧、入废	安全检查表
		附属设施	常规	无抢险准备	安全检查表
		设坝情况	设计	不按设计要求设坝	安全检查表
		库形	设计	改变设计	安全检查表
		监测设施	设计	险情未发现	安全检查表
		库容	设计	超容放矿	测算
		库面	设计与规程	超高不足	测算
		汇水面积	设计	洪峰增大	量化分析计算
2	尾矿坝	组成	设计	坝体失稳	安全检查表
		坝型	设计	坝体失稳	安全检查表
		坝体轮廓、结构	设计与规程	变形、失稳	安全检查表
		稳定性	规程	坝体失稳	因果关系鱼刺图、量化分析计算法
		变形、裂缝、渗流	尾矿库安全规程	突变	安全检查表

3	排洪	尾矿库等别	尾矿库安全规程	降低建构物建设标准	安全检查表
		防洪标准	设计与规程	低标准建设	安全检查表
		排洪系统	设计	系统缺失	安全检查表
		排洪设施结构、参数	设计	强度不够	安全检查表
		排洪能力	设计与规程	泄洪能力不足	量化分析计算
		排洪设施工况	规程、规范	堵（阻）水	安全检查表
序号	评价单元	评价内容	评价依据	主要危险、危害因素	评价方法
4	监测	监测方式	设计	无监测	安全检查表
		监测内容	设计	缺失	安全检查表
		监测记录	常规	异变不分析处理	安全检查表
		监测的有效性	常规	不准确	安全检查表
5	附属设施	值班室、通讯、照明、上坝公路及应急道路等	常规	不符合要求	安全检查表
6	安全管理	安全管理机构及人员配备	安全生产法	无人问事	安全检查表
		安全教育与培训	安全生产法	未培训上岗	
		特种作业人员持证	安全生产法	无证上岗	
		安全管理制度（含责任制和操作规程）	安全生产法	无序乱操作、乱作业	
		应急救援	安全生产法	无序操作和作业	
		安全检查	安全生产法	救援不规范	
		现场管理	安全生产法	隐患不能及时发现	
		安全投入	安全生产法	安全投入不足	

4.2 评价方法选择

通过对安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库的实地调查，结合评价内容，本评价采用安全检查表法及定量分析法对所划分的有关评价单元进行定性定量评价，判断该尾矿库退役后安全设施（设备装置）的有效性，以便确定该尾矿库退役后是否具备安全条件；此外，本评价还采用因果关系鱼刺图法对该尾矿库闭库前的危险、危害程度进行专题评价与分析。

4.2.1 安全检查表法

为了检查尾矿库中各种设施、设备、装置、物料及安全管理的有效性采用安全检查表法最为合适，以提问和回答的形式。对该尾矿库的库区、尾矿坝、排洪系统、监测系统、附属设施和安全管理系统分别进行检查分析、评价，对存在的问题提出可行的建议。

4.2.2 因果关系鱼刺图

尾矿库溃坝事故带来的灾难极为严重，引起溃坝事故原因是多方面的，鱼刺图分析法是利用形态象鱼骨架的图形进行系统安全分析的方法，它将退役后引起溃坝事故原因演绎分析为坝体、排洪、监测、管理四大类原因因素，以此作主干（主刺），次要详细原因因素作为支干（细刺），构成鱼刺图结构，由表及里，层层剖析，找出更为隐蔽、更为详细的原因，以便在闭库设计中采取安全对策措施，消除隐患，避免溃坝事故发生。

4.2.3 量化分析计算法

1) 坝体稳定计算

尾矿库的坝体稳定性如何，是人们关注的头等大事，它是涉及尾矿库安全的主要因素，因此，本评价对该库的坝体现状采用定量计算的手段，对其稳定性的程度进行校核，并进行分析评价，以确认坝体在退役休止期安全的可靠性。

2) 防洪能力计算

尾矿库的防洪能力是关注尾矿库安全的另一个重要因素，因此，本评价对该尾矿库的洪水、排洪、调洪三方面现状进行定量校核，以便得出该尾矿库防洪能力可靠性的定量评价结果。

5 定性定量评价

5.1 库区单元评价

5.1.1 编制并填写安全检查表

表 5-1 青山尾矿库库区状况安全检查表

序号	检查内容	检查情况	检查结果
1	库周状况	未见违章爆破、采石、建筑、取砂、开垦、放牧、外来废石（废石、废渣、废水）排放等，也未发现不良地质作用（如滑坡、崩塌、溶洞、断层、泥石流）等，但尾矿库下游有村庄，属于“头顶库”。	周边状况一般。
2	尾矿库附属设施	值班室规范，室内通讯具备，巡库制度已上墙；坝顶照明良好，抢险工具与材料备足，安全警示标志完好；上坝公路畅通。	附属设施有效。
3	设坝情况	库东、南两面环山，西面、北面及东南面山凹处筑坝。	符合设计。
4	库形	现状库地四至清楚。	在设计范围内。
5	防洪设施	库内设两套排洪系统：北侧：排水斜槽+涵洞；南侧：排水井+双排水斜槽+涵管。	符合设计。
6	监测设施	库区坝体设有位移、库水位等在线监测系统及人工监测。	符合监测规范要求。
7	库容	设计总库容 $2090.4 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $1463.0 \times 10^4 \text{m}^3$ 。尾矿库现存尾砂约 $996.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，目前已不再排尾。	在设计范围内。
8	库面	该库现状为干滩面，滩坡面尾砂固结良好，无飞扬现象。	满足安全要求。
9	汇水面积	现状入库 0.77km^2 。	符合设计。

5.1.2 库区单元评价小结

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库位于该县太白境内，经现场勘察，该尾矿库为“头顶库”，周边环境一般，库岸稳定。现状的库形、库容、汇水面积及坝体布位等均在设计范围之内；现状库面尾砂固结良好，无扬尘现象。尾矿库排洪系统及附属设施完整，符合相关规定要求。但该尾矿库属于“头顶库”，应引起高度重视。

5.2 尾矿坝单元评价

5.2.1 安全检查表法

1) 制表并填写

表 5-2 青山尾矿库尾矿坝单元安全检查表

序号	检查内容	检查情况	检查结果
1	坝体组成	主坝、1#副坝、2#副坝均为初期坝+后期子坝组成，目前 2#副坝子坝未堆筑。	符合设计。
2	坝型	主坝初期坝为砂石料筑坝；1#副坝、2#副坝初期坝均为堆石坝；后期子坝均为尾砂筑坝，目前 2#副坝子坝未堆筑。	符合设计。
3	坝体轮廓	现状主坝：初期坝坝高 12m，顶宽度 3.5m，内外坡比 1:1.2/1:2.5，子坝高为 42.9m，外坡坡比为 1: 5.0，总坝高 54.9m；1#副坝初期坝坝高 3.5m，坝顶宽度 3m，内外坡比 1:1.2/1:2，子坝高 36.5m，堆积坝外坡平均坡比为 1: 5.0；2#副坝初期坝坝高 9m，坝顶宽度 4m，内外坡比 1:2/1:2.5，子坝未堆筑。	符合设计。
4	坝体排渗设施	1#副坝尾矿坝体内设置纵向排渗盲沟（设置标高分别为 +28m、+35m）及横向的排渗管；主坝体南端山口及北端山口局部坝肩设置盲沟及截水沟，在标高+35m 以下设置贴坡反滤层。 在主坝及 1#副坝+36m、+49m 标高位置设置了水平垂直联合排渗系统。 在主坝和 1#副坝坝体 7 期（出水口标高+37.5m）、11 期（出水口标高+47.0m）和 17 期（出水口标高+60.0m）内埋设水平排渗管，排渗管数分别为 25 根、33 根、36 根和 8 根、22 根、15 根。 经现场调查，现状排渗设施大部分排渗设施完好，排渗设	总体上符合设计。

		施基本完好。但有部分不出水或出水量较小，可能存在淤堵现象。	
5	坝体工况	主、副坝均未见裂缝、滑坡、渗漏、沉陷等异常现象。	工况正常。
6	稳定性系数	主坝： $F_{\text{常}}=1.33>1.25$ ， $F_{\text{洪}}=1.18>1.15$ ， $F_{\text{特}}=1.11>1.05$ 1#副坝： $F_{\text{常}}=1.36>1.25$ ， $F_{\text{洪}}=1.18>1.15$ ， $F_{\text{特}}=1.15>1.05$ 。	满足规程要求。

5.2.2 尾矿坝量化分析

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库坝体其工程形态不确定因素较多，本次稳定性分析主要是从客观上定性到定量地考虑影响稳定性的因素，力求科学分析并总结已往的工程经验，把握主要因素，对该库坝体稳定性进行核算与分析。

1) 作用于坝体的荷载及其组合

尾矿坝稳定性计算的荷载分下列五类，可根据不同情况按下表进行组合，其中：

一类为筑坝期正常高水位的渗透压力。在稳定性分析中，一般不考虑尾矿库上游水位的下降，只考虑稳定渗流，其浸润线即为边界流线，以此计算渗透压力。

二类为坝体自重。在计算坝体自重荷载，在考虑使用有效应力法时，其土料的容重要求不一样，在静水面以下的土体部分，要按浮容重计算；在浸润线以下，静水面以上的土体按饱和容重计算；在浸润线以上部分土体按湿容重计算。

三类为坝体及坝基中的孔隙水压力（超静孔隙水压力）。

四类为最高洪水位有可能形成的稳定渗透压力。

五类为地震荷载。尾矿库所在地区，地震烈度为6度。按规范要求，地震惯性力在特殊运行时纳入考虑。见表5-3。

表5-3 荷载组合表

荷载类别		1	2	3	4	5
荷载组合						
正常运行	总应力法	有	有	—	—	—
	有效应力法	有	有	有	—	—
洪水运行	总应力法	—	有	—	有	—
	有效应力法	—	有	有	有	—
特殊运行	总应力法	有	有	—	—	有

	有效应力法	有	有	有	—	有
--	-------	---	---	---	---	---

2) 物理力学强度指标

本次稳定性分析计算所采用的土层力学参数指标参考本次尾矿坝抗滑稳定校核计算中参数的选取依据山东正元建设工程有限责任公司 2022 年 10 月编制的《青山尾矿库闭库工程勘察岩土工程勘察报告》推荐的取值及类似尾矿库工程经验进行调整。尾矿坝的土层及筑坝石料的物理力学指标，具体土层力学指标见表 5-4：

表 5-4 各岩土层物理力学指标

岩土名称		重度 γ (kN/m ³)	抗剪强度		渗透系数 (cm/s)
			C (kPa)	ϕ (°)	
筑坝材料	(1) 素填土	19.0*	1.0	28.0	3.81E-02*
库内尾矿	(2) 尾中砂	19.0	8.1	31.1	1.86E-02
	(3) 尾细砂	18.7	13.1	29.0	7.59E-03
	(4) 尾粉砂	19.1	22.8	24.2	2.32E-03
	(5) 尾粉土	18.9	21.2	19.7	2.09E-04
	(6) 尾粉质黏土	20.4	42.1	15.5	2.61E-05
自然地层	(7) 粉质黏土	19.5	21.29	14.0	2.0E-05*
	(8) 强风化砂岩	21.5*	5.0*	35.0*	—
	(9) 中风化砂岩	25.8	10.0*	45.0*	—
初期坝	筑坝材料	19.1	22.8	19.1	2.32E-03

3) 核算条件

本尾矿库为三等库，根据“头顶库”提级管理的要求，现按二等库进行校核。2#副坝尚未堆筑子坝，本次评价不做专门计算，本次仅对主坝及 1#副坝的稳定性进行校核。

(1) 主坝现状坝高为 54.9m，其中初期坝坝高 12.0m，坝脚设堆石棱体，坝顶宽度 3.5m，内外坡比 1:1.2/1:2.5；堆积坝外坡平均坡比约 1: 5.0。

(2) 1#副坝坝高为 40.0m，其中初期坝坝高 3.5m，坝顶宽度 3.0m，内外坡比 1:1.2/1:2.0；堆积坝外坡平均坡比约 1: 5.0。

4) 坝体稳定性计算

(1) 计算方法

本评价采用瑞典圆弧法中的有效应力法分析该库坝体稳定性。

瑞典法除了假定滑裂面是个圆柱面（剖面图上是个圆弧）外，该法还假定每一土石条两侧条间力合力方向均与该土石条底面相平行，而且大小相等，方向相反，因此在考虑力和力矩平衡条件时可以相互抵消。

(2) 计算公式

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [c b_i \sec Q_i + (r h_i - r u h u_i) b_i \cos Q_i \tan \Phi]}{\sum_{i=1}^n (w_i \sin Q_i + C_s W_i \alpha_i / R)}$$

式中：

F——安全系数

R——滑弧的半径；

C_i 、 Φ_i ——第 i 土石条滑面上的有效凝聚力 (KPa) 和有效内摩擦角 (度)；

b ——条块宽度 (M)。

h_i ——第 i 土石条的高度 (M)。

h_u ——第 i 土石条垂线在浸润线以下的高度 (M)；

α_i ——第 i 土石条的条块垂心到滑弧圆心的力臂 (M)；

r ——筑坝材料密度 (KN)；

C_s ——地震系数；

W_i ——第 i 土石条的重量 (KN)；

Q_i ——条块滑面的倾角 (度)。

5) 计算结果与说明

本次稳定性计算对坝体在正常运行、洪水运行、特殊运行三种工况条件下的坝体稳定性进行了分析计算，计算结果汇总见表 5-5，最不利滑弧示意图见图 5-1~5-6 所示。

表 5-5 坝体稳定性计算结果

剖面编号	运行工况	瑞典圆弧法	
		计算值	规范允许值
主坝	正常运行	1.33	1.25
	洪水运行	1.18	1.15
	特殊运行	1.11	1.05
1#副坝	正常运行	1.36	1.25
	洪水运行	1.18	1.15
	特殊运行	1.15	1.05

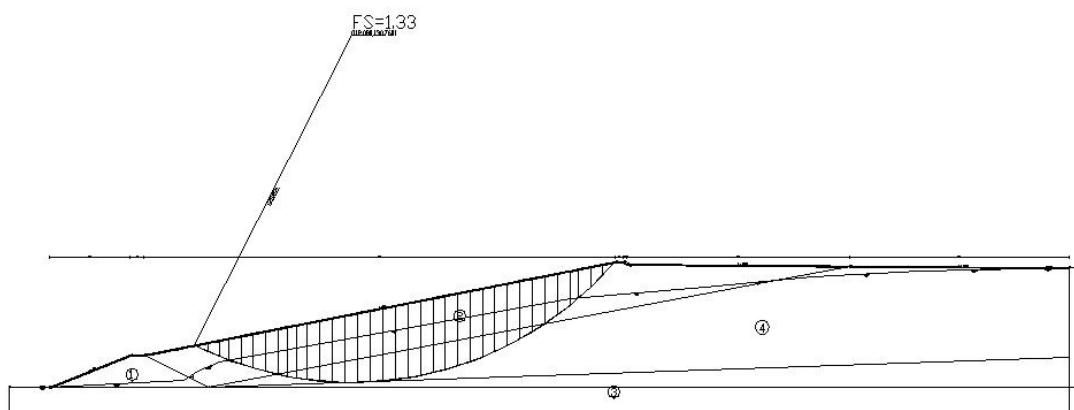


图 5-1 主坝最不利剖面正常运行工况计算结果简图

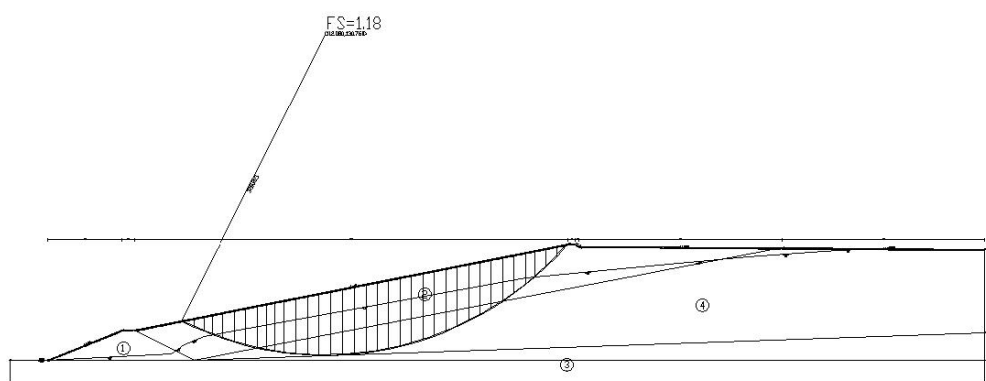


图 5-2 主坝最不利剖面洪水运行工况计算结果简图

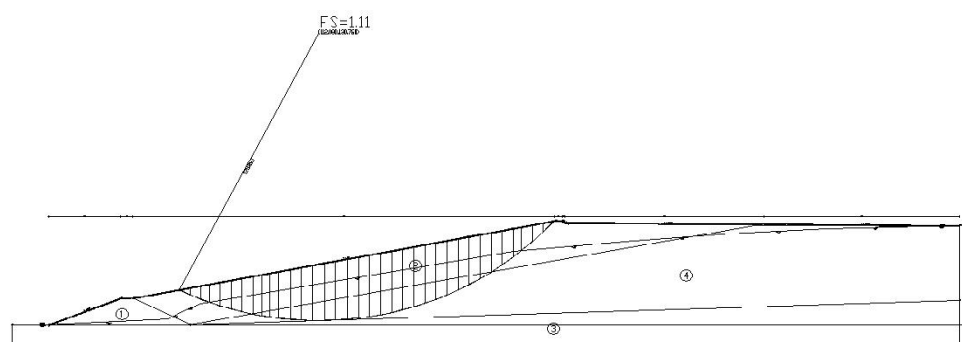


图 5-3 主坝最不利剖面特殊运行工况计算结果简图

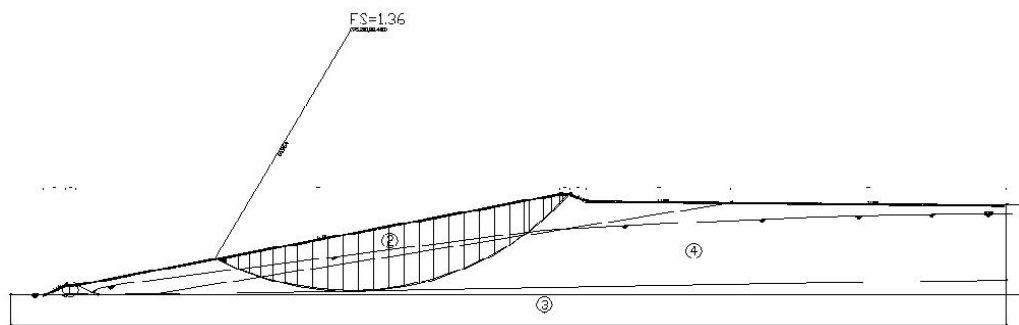


图 5-4 1#副坝最不利剖面正常运行工况计算结果简图

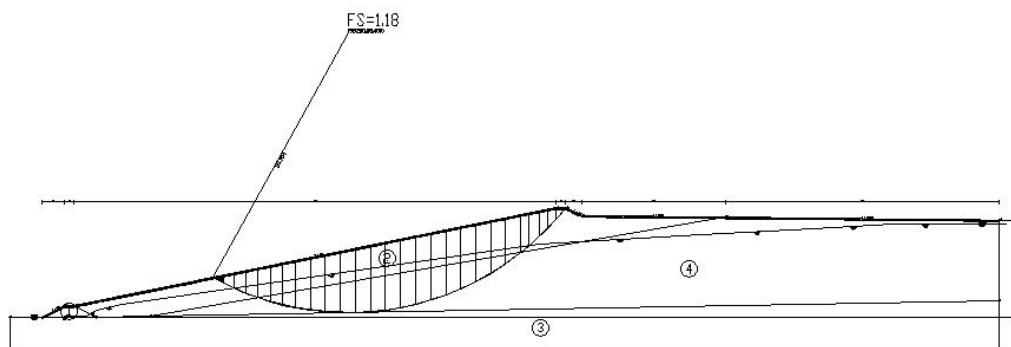


图 5-5 1#副坝最不利剖面洪水运行工况计算结果简图

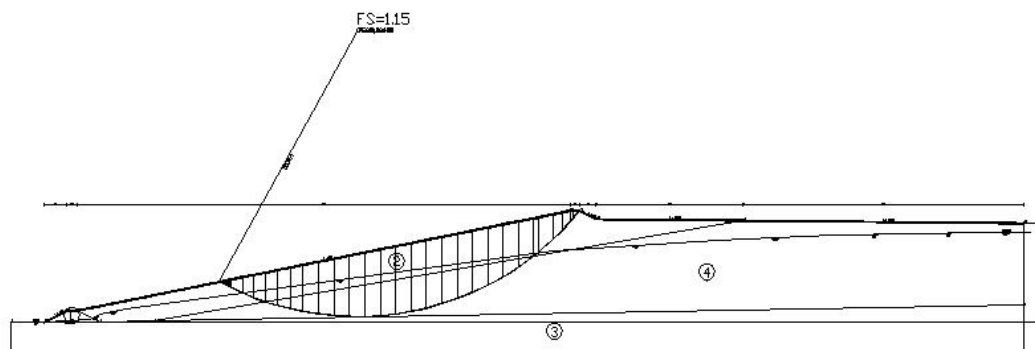


图 5-6 1#副坝最不利剖面特殊运行工况计算结果简图

根据表 5-5 的计算结果：安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库主坝和 1#副坝现状在正常运行、洪水运行及特殊运行工况下的抗滑稳定最小安全系数均满足规范要求，能够满足尾矿库坝体安全稳定要求。

5.2.3 尾矿坝单元评价小结

1) 坝体工况

经现场勘察，该尾矿库坝体轮廓清晰，未超出设计范围，坝体固结良好，护坡有效，未见任何异常现象，运行工况良好，坝体位移监测数据正常。

2) 渗流

根据青山尾矿库设计资料，主坝堆积坝体在浸润线控制埋深为 8m，1#副坝控制浸润性埋深为 7.0m，2#副坝控制浸润性埋深为 6.0m，通过对尾矿库 2025 年 7~10 月份的浸润线监测数据，其主坝浸润线埋深均大于 9.2m，1#副坝浸润线埋深均大于 12m，2#副坝未堆筑子坝不考虑，其满足规程规定的要求。

经现场调查，现状排渗设施大部分排渗设施完好，排渗设施基本完好。但有部分不出水或出水量较小，可能存在淤堵现象。下步闭库工程安全设施设计时应提出相应的治理措施。

3) 稳定性

经计算，坝体稳定性系数满足规程、规范要求。

总之，安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库主坝和副坝结构和轮廓尺寸均满足设计要求，尾矿坝的抗滑稳定安全系数满足规范要求，尾矿坝安全状况良好。在尾矿库今后运行中尽快落实本单元提出的安全对策措施及建议，确保尾矿坝今后运行的安全。

5.3 排洪单元评价

5.3.1 安全检查表法

1) 制表并填写安全检查表

表 5-6 青山尾矿库排洪单元安全检查表

序号	检查内容	检查情况	检查结果
1	尾矿库等别	三等库（按二等库管理）。	符合规范。
2	防洪标准	500 年一遇洪水重现期。	符合设计。
3	排洪系统	库内两套排洪系统：北侧排水系统为排水斜槽+涵洞；南侧排水系统 10#框架式排水井（9#已封堵）+双排排水斜槽+涵管。	符合设计。
4	排洪设施结构	为钢筋砼结构，涵洞（管）为钢筋砼结构。	符合设计。
5	排洪设施参数	北侧排水系统：斜槽为钢筋砼结构，尺寸（宽）1.0m×（深）1.6m，壁厚 0.35m，涵洞尺寸为 1.2m×1.8m；南侧排水系统：双排斜槽为钢筋砼结构，尺寸（宽）1.0m×（深）1.6m×（排）2，壁厚 0.35m，10#框架式溢水塔顶部标高+78.7m、底部标高+57.7m、内径 6.0m、H=21m，涵管内径 2.2m。	符合设计。

6	原溢水塔封堵	原溢水塔（排水井）封堵：北侧排水系统 1#~7#老溢水塔及南侧排水系统 8 #~9#框架式溢水塔采用拱形盖板及水泥砂浆进行封堵，底部封顶采用封井梁、钢筋和 C30 砼一次性浇筑，浇筑完成后上铺 C30 细石，厚度 100。	符合设计及规程要求。
7	排洪设施工况	未见折、损、扭、弯、垮、塌、裂等现象。	完好。
8	泄洪能力可靠性	其排洪能力能满足 500 一遇洪水的调洪需要。	排洪设施的排洪能力满足要求。

2) 评价小结

(1) 青山尾矿库采用斜槽-涵洞和排水井-斜槽-涵管两套排洪系统进行排洪，排洪系统符合设计要求，库内排洪设施未见变形、破损现象；原溢水井(1#~9#)已按设计及规程要求进行了封堵。但库区坝面排水沟存在杂草淤堵和破损，建议下一步闭库工程安全设施设计时提出相应的治理措施。

(2) 根据排洪系统现状，考虑到目前排洪系统已使用多年，且有两套排洪系统，不便于闭库后的维护，为了保证闭库后尾矿库的本质化安全，建议尾矿库闭库工程安全设施设计时应对现有排洪系统进行安全可靠分析，如不能保障闭库后排洪设施有效运行，应对现有的排洪系统进行重新设计，确保尾矿库安全度汛。

5.3.2 尾矿库泄洪能力量化分析

1) 洪水核算

(1) 防洪标准

根据《尾矿库安全规程》(GB39496--2020)规定，该尾矿库属三等库类别，根据“头顶库”要求需进行提级管理，故按二等库管理。

因现状尾矿库最大坝高为 54.9m，库内存尾为 $996 \times 10^4 \text{m}^3$ ，故本次评价按二等库防洪标准下限 500 年一遇的洪水重现期进行核算。

(2) 库区汇水面积

经现状计算，其入库汇水面积应为 0.77km^2 。

表 5-7 尾矿库等别划分

等 别	全库容 V ($10^4 m^3$)	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	$V < 100$	$H < 30$

表 5-8 尾矿库防洪标准

尾矿库各使用期等别	一	二	三	四	五
	1000~5000 或 PMF	500~1000	200~500	100~200	100
注：PMF 为可能最大洪水。					

2) 洪水计算

按“84 年办法”计算得 1h 和 24h 点~面暴雨折算系数分别为 $a_1=1$, $a_{24}=1$ 。从而得到不同历时, 不同重现期的面暴雨成果。依据“84 年办法”, 当重现期大于或等于 50 年一遇时, 青山尾矿库地区 24h 暴雨总损失量为 50mm(10mm 损失量+40mm 地下水)。由最大 1h 面雨量(P_{1h})与最大 24h 面雨量(P_{24h})的比值(P_{1h}/P_{24h}), 可查得暴雨衰减指数(n)和相应的 3h 主峰雨(R_3)占 24h 面雨量 R_{24} 百分数(R_3/R_{24}), 设计净雨成果详见表 5-9。

表 5-9 不同历时设计净雨成果表

重现期	历时	模比系数	点雨量	面雨量
500 年一遇	1h	3.48	160.08	160.08
	24h	4.05	445.5	445.5
备 注	1、最大 1h、24h 点雨量均值分别为 $H_{1h}=46mm$, $H_{24h}=110mm$; 2、1h 暴雨 $C_v=0.50$, 24h 暴雨 $C_v=0.58$ 。 3、 $C_s/C_v=3.5$			

经过对本流域和周边地区产、汇流特点的分析, 根据“84 年办法”, 安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库设计净雨计算成果见表 5-10。

表 5-10 设计净雨成果表

重现期 (年)	24h 面雨量 (mm)	暴雨损失量(mm)			净雨 R_{24} (mm)	P_{1h}/P_{24h}	n	R_3/R_{24}	净雨 R_3 (mm)
		损失量	地下水	合计					
500	445.5	10	40	50	405.5	0.36	0.68	0.51	206.81

根据《安徽省暴雨参数等值线图，山丘区汇流分析成果、山丘区中小面积设计洪水办法》计算如下：

$$Q_P = \frac{F \cdot R_{24}}{1000} \cdot q_m$$

$$W_{tp} = 1000 \cdot \alpha \cdot H_{24p} \cdot F$$

式中： Q_p ——设计频率为 P 的洪峰流量， m^3/s ；

F——汇水面积， km^2 ；

R_{24} ——设计频率 24 小时的面净雨量（地表径流）， mm ；

α ——暴雨径流系数；

q_m ——24 小时净雨（ R_{24} ）为 1000mm 时的洪峰模， $m^3/s (Km^2)$ 。

经过对本流域和周边地区产、汇流特点的分析，根据“84 年办法”选用沿江地区区综合单位线成果进行设计洪水计算。入库汇水区域及库外汇水区域计算洪水过程线及洪水计算，经计算结果为：

$$Q_{p0.1} = 35.8 m^3/s;$$

$$W_{tp} = 1000 \cdot \alpha \cdot H_{24p} \cdot F = 31.2 \times 10^4 m^3$$

3) 调洪库容计算

青山尾矿库现状主坝顶标高+65.9m，滩顶标高+63.7m，沉积滩坡度约为 0.8%，库内无生产水，现状库尾存水，也仅为雨水，采用排水斜槽、排水井—排洪涵洞排洪，排水斜槽进水口标高为+59.8m，排水井进水口标高为+60.9m。本次调洪演算起始水位为+59.8m，调洪库容曲线见图 5-7。

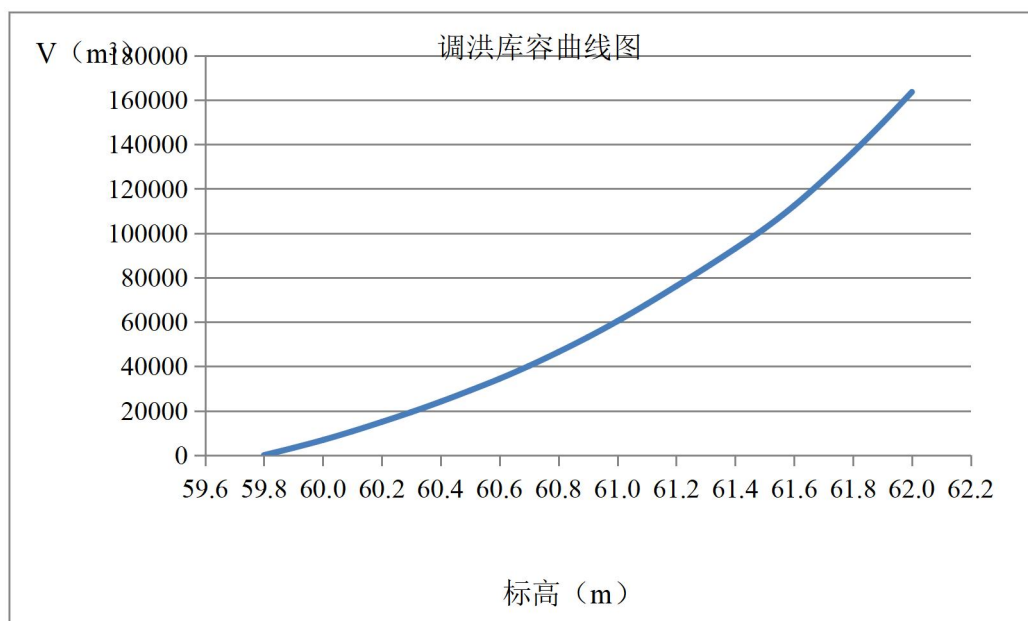


图 5-7 调洪库容曲线图

4) 排洪计算

(1) 排洪构筑物主要参数

青山尾矿库有两套排洪系统，北排洪系统和南排洪系统。本次泄流能力将两套排洪系统的泄流能力叠加计算。北排洪系统由单格排水斜槽和北排洪涵洞组成；南排洪系统由双格排水斜槽、10#井和北排洪涵洞组成，双格排水斜槽、10#井共用北排洪涵洞。

北侧排水系统：斜槽为钢筋砼结构，尺寸（宽）1.0m×（深）1.6m，壁厚 0.35m，涵洞尺寸为 1.2m×1.8m；

南侧排水系统：双排斜槽为钢筋砼结构，尺寸（宽）1.0m×（深）1.6m×（排）2，壁厚 0.35m，10#框架式溢水塔顶部标高+78.7m、底部标高+57.7m、内径 6.0m、H=21m，涵管内径 2.2m。

此次计算，将 10#作为备用排洪设施，不考虑 10#井的泄流能力。仅考虑单格排水斜槽+北排洪涵洞的排洪能力与双格排水斜槽+南排洪涵洞的排洪能力叠加。

(2) 排洪构筑物泄流能力计算

排洪构筑物流量计算按《尾矿设施设计参考资料》提供的公式进行：

①排洪斜槽自由流流量：

当水位未超过盖板上沿最高点时：

$$Q_1 = Q_2 = 0.8 \sigma_{m1} (\lg \beta + c \lg \beta) \sqrt{2g} H_s^{2.5}$$

当水位超过盖板上沿最高点时：

$$Q_b = Q_1 + Q_2 = m_1 (b + 0.8H_t + c \operatorname{tg} \beta) \sqrt{2gH_s}^{1.5}$$

式中：H_s—自由泄流水头，米，自斜槽侧壁过水部分的最低点起算；

H_t—自由泄露水头，米，自盖板上缘最高点起算；

b—梯形堰的底宽，米， $b = b_1 + 2h/\sin \beta$ ；

h—平盖板的厚度或拱形盖板的外缘拱高，米； b_1 —斜槽的净空宽度，米；

β —斜槽的倾角，度， $\beta = \operatorname{tg}^{-1} i$ ， i —斜槽的坡度；

②排洪斜槽半压力流流量：

$$Q_b = m_2 \omega_x \sqrt{2gH_b}$$

式中： m_2 —孔口堰流系数，平盖板 $m_2 = 0.52$ ，拱形盖板 $m_2 = 0.55$ ；

H_b—半压力流泄流水头，m 等于库水位与斜槽进口中心标高差；

ω_x —斜槽断面面积；

③斜槽及配套涵管压力流流量按下式计算：

$$Q = \phi \omega_c \sqrt{2gH_y}$$

$$\phi = \frac{1}{\sqrt{1 + (0.92 + \zeta_1 + 2g \frac{l}{C_x^2 R_x}) P^2 + (\zeta_2 + \zeta_3 + \Sigma n \zeta_4 + 2g \frac{L}{C_g^2 R_g}) P_2^2}}$$

式中： ω_c —排水管出口断面面积，m²；

H_y—压力流泄流水头，m，等于库水位与斜槽下游出口中心标高之差；

R_x，C_x，l—斜槽的水力半径，谢才系数和长度；

R_g，C_g，L—排水管的水力半径，谢才系数和长度；

ζ_1 —排水斜槽末端局部水头损失系数；

ζ_2 —排水管入口局部水头损失系数；

ζ_3 —排水管断面变化的局部水头损失系数；

ζ_4 —排水管转角局部水头损失系数；

$$P_1 = \frac{\omega_c}{\omega_x} ; P_2 = \frac{\omega_c}{\omega_g} .$$

(3) 南、北两套排水系统泄流量具体见下表 5-11。

表 5-11 青山尾矿库南、北两套排水系统泄流量计算表

泄流高度 (m)	泄流量 (m ³)		总泄流能力
	南侧：双排水斜槽—排洪涵洞	北侧：单排水斜槽—排洪涵洞	
59.8	0.00	0.00	0.00
59.9	0.26	0.20	0.46
60	0.80	0.62	1.42
60.1	1.58	1.26	2.84
60.2	2.47	2.00	4.47
60.3	3.68	3.03	6.72
60.4	5.15	4.30	9.45
60.5	6.88	4.81	11.69
60.6	8.89	4.94	13.83
60.7	10.16	5.08	15.24
60.8	10.42	5.21	15.64
60.9	10.68	5.34	16.02
61	10.93	5.47	16.40
61.1	11.18	5.59	16.77
61.2	11.42	5.71	17.13
61.3	11.65	5.83	17.48
61.4	11.88	5.94	17.83
61.5	12.11	6.06	18.17
61.6	12.33	6.17	18.50
61.7	12.55	6.28	18.83
61.8	12.77	6.38	19.15
61.9	12.98	6.49	19.47
62.0	13.18	6.59	19.78

5) 调洪演算

计算公式为：

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

式中： Q_s 、 Q_z —时段始、终水库的来洪流量，m³/s；

q_s 、 q_z —时段始、终水库的泄洪流量，m³/s；

V_S 、 V_Z —时段始、终水库的蓄洪量， m^3 ；

Δt —时段历时。

根据相关规范和规程要求，最小安全超高取 1.0m，调洪演算及水工构筑物排洪量的演算结果如表 5-12。

青山尾矿库调洪演算结果汇总表 5-12

滩顶 标高 (m)	尾矿 库等 别	洪水 重现 期 (年)	汇水 面积 (km^2)	水位 (m)		调洪 库容 (m^3)	洪水 总量 (m^3)	洪峰 流量 (m^3/s)	经调洪计 算后要求 的排洪量 (m^3/s)
				现状 (起 调高度)	洪水				
+63.7	三级 管理	500	0.77	+59.8	+61.83	143800	312000	35.8	19.26

根据水力计算，当调洪深度为 2.03m(+59.8m~+61.83m)，即当水位升至+61.83m 标高时，两套排洪系统系统实际泄洪能力为 19.26 m^3/s ，此时安全超高为 1.87m，干滩长度约 233.7m，其排洪系统能满足尾矿库 500 年一遇的最大泄洪要求。

5.3.3 尾矿库排洪单元评价小结

1) 排洪系统工况

经现场勘察，该尾矿库排洪系统状况是系统完整，外观整齐，未见损伤，流水通畅，工况良好。根据湖南湘桓检测有限公司 2024 年 4 月出具的《安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库排洪构筑物质量检测报告》，其排洪系统结构质量符合设计要求，排洪设施现状运行状态正常。

2) 排洪能力

依据库内现状，库内无水，其斜槽进水口标高为+59.8m，当调洪水位高度达到+61.83m 时，其排水系统实际总排水能力为 19.26 m^3/s ，其满足三等尾矿库排洪要求。根据中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司 2025 年 4 月提交的《安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库 2025 年调洪演算报告》结论为：该尾矿库防洪能力满足排洪标准，排洪系统排洪能力满足规范要求。

3) 防洪能力

(1) 现状尾矿库的安全超高为 3.9m 以上，干滩长度约 480m，最大洪水位时安全超高 1.87m，干滩长度约 233.7m，均满足规程规定的二等库最小安全超高 1m 和最小干滩

长度 100m 的要求。

(3) 现状库区排洪设施实有泄洪能力满足 500 一遇的排洪要求。

(4) 去往两套排洪系统的道路畅通。

(5) 两套排洪系统运行工况良好。

(6) 应急救援物资已备足。

(7) 防洪应急预案已演练成功。

总之，青山尾矿库尾矿库防洪能力安全、可靠。

5.4 监测单元评价

5.4.1 制表与填写安全检查表

表 5-13 青山尾矿库监测单元状况安全检查表

序号	检查内容		检查情况	检查结果
1	监测方式		在线监测+人工监测。	符合规范。
2	监测内容	坝体位移(包括内部位移)	在线监测+人工监测。	符合规程。
3		渗流	未见异常。	正常。
		超高	在线监测。	符合规程。
4		滩长	在线监测。	符合规程。
		坝坡	坡度规测算	符合规程。
5		库水位	在线监测。	符合规程。
6	监测记录		有。	符合要求。
7	监测设施 有效性	坝体位移	监测有效。	符合要求。
8		渗流	监测有效。	符合要求。
9		滩长与超高	比较准确。	符合要求。
10		库水位与坝坡	准确。	符合要求。

5.4.2 监测设施单元评价小结

经现场实地勘察，青山尾矿库根据规程和规范要求安装在线监测设施，其现有在线监测系统包括：表面位移在线监测点位 21 个，浸润线在线监测点位 35 个，[人工浸润线监测点位 35 个](#)，内部位移在线监测点 30 个，干滩在线监测点位 2 个，雨量在线监测点

位 1 个，库水位在线监测点位 1 个；经现场查看，视频监控运行正常，监控画面清晰，位移监测无异常突变数据，其符合规程、规范要求。

建议：库方应按规定要求监测并保持在线监测系统完好、可靠，同时加强人工监测；保留监测记录，并及时分析相关数据，发现问题要及时处理，确保尾矿库安全运行。

5.5 附属设施单元评价

5.5.1 编制并填写安全检查表

表 5-14 青山尾矿库附属设施单元安全检查表

评价单元	检查内容	检查情况	检查结果
附属设施	值班房	值班室建在尾矿坝主坝脚下游。	符合
	通讯设施	已配手机、对讲机。	符合
	抢险工具与抢险材料	已备足。	符合
	照明器材	坝顶设置照明灯具。	符合
	上坝公路、应急道路	畅通。	符合
	巡库制度	已制定上墙。	符合
	巡库记录	有记录。	符合
	安全标志	已设置。	符合

5.5.2 附属设施单元评价小结

青山尾矿库设各种附属设施较为完整，其符合相关规定。

5.6 安全管理单元评价

5.6.1 编制并填写安全检查表

表 5-15 青山尾矿库安全管理单元安全检查表

评价子单元	检查内容	检查测试记录	检查结果
(1) 安全机构与人员	1. 安全管理机构。	设立安全生产管理部。	符合
	2. 专职安全管理人员配备情况。	已培训，持证上岗。	符合
	3. 尾矿库安全技术人员配备情况。	已按相关规定要求配备到位。	符合

(2) 安全生产管理制度	1. 建立健全尾矿库全员安全生产责任制。		有尾矿库主要负责人安全生产责任制。	符合
	2. 建立各项安全生产规章制度及档案（包括尾矿库管理档案、安全检查制度、安全教育培训制度、尾矿设施管理制度、事故隐患排查与整改制度、应急值班制度、事故管理制度、尾矿库紧急撤人制度等）。		通过查阅资料，企业制定了应急值班制度，安全检查制度、尾矿库紧急撤人制度等。	符合
	3 有规范完善的作业规程和各工作岗位的操作规程等。		建立了岗位操作规程。	符合
	4. 按规定为从业人员提供符合国家标准或行业标准的劳动防护用品。		已配备劳保用品。	符合
	4. 电工操作规程。		已制定。并执行。	符合
(3) 安全经费	1. 是否编制年度安全措施计划。		有投入，有计划。	符合
	2. 按规定提取安措经费、专户存储情况。		已按规定提取安措经费。	符合
	3. 记录安措经费使用情况。		有使用记帐。	符合
(4) 安全教育与培训	1. 是否制定特种作业人员培训计划、从业人员培训计划。		已制定特种作业人员、从业人员培训计划。	符合
	2. 从业人员是否按规定进行安全教育和培训。		有从业人员安全教育培训考试档案。	符合
	3. 特种作业人员是否经有关主管部门培训考核合格，持证上岗。		尾矿操作工、电工等经专业培训，并持证。	符合
	4. 主要负责人和安全管理人員的安全生产知识和管理能力是否经有关部门培训考试合格，持证上岗。		均已持证上岗。	符合
(5) 现场管理	1. 现场安全标志。		安全标志完好。	符合
	2. 值班检查记录。		有记录。	符合
	3. 各级负责人工作日志。		有日志。	符合
	4. 现场违规处罚。		有制度约束。	符合
(6) 安全检查	防洪方面	防洪标准	已按二等库确定。	符合
		库水位监测	汛期 1 次/日，平时 1 次/月。	符合
		滩顶高程	1 次/月。	符合
		滩长滩坡	1 次/月。	符合
		防洪能力	1 次/年。	符合

	排洪设施	北排洪系统由单格排水斜槽和北排洪涵洞组成；南排洪系统由双格排水斜槽、10#井和北排洪涵洞组成，双格排水斜槽、10#井共用北排洪涵洞	1 次/季。	符合
		护坡	1 次/半年。	符合
	尾矿坝	外坡比	1 次/半年。	符合
		位移	1 次/月。	符合
		裂滑、变形	1 次/月。	符合
	库区	周边地质稳定性	1 次/季。	符合
		违章行为	1 次/月。	符合
	(7) 应急救援	组织	防洪、防汛指挥部	已落实。
组成			科室已明确，并分工。	符合
职责			各科室职责已明确。	符合
预警		汛前	已安排工作内容。	符合
		汛期	已控制库水位。	符合
		暴雨期	处理隐患，详细检查。	符合
应急响应		小雨	制定了启动应急预案的水位界线。	符合
		中雨	制定了防洪紧急处理措施。	符合
		大雨	制定了溃坝紧急处理措施。	符合
		暴雨	制定了人员撤离方案。	符合
应急保障		物资	已作准备。	符合
		通讯	已作准备。	符合
		交通	已作准备。	符合
		资金	已作准备。	符合

5.6.2 安全管理单元评价小结

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库即将退役，应安排专人管理，变动态管理为静态管理，并确定相关人员专门负责退役库方面的工作，开展常规的管理工作，制定适应于退役后的有关管理范围、管理项目与责任制度，以确保退役后尾矿库的持久安全。

6 危险危害程度鱼刺图法评价

6.1 建立溃坝事故鱼刺图

安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库设计为三等尾矿库，由于该库属“头顶库”，需提级管理，其作为二等库进行管理。影响该尾矿库今后安全运行的危险、危害有坝体、排洪、监测、操作管理四个方面，本评价以上述四个方面制作溃坝因果关系鱼刺图，见图 6-1。

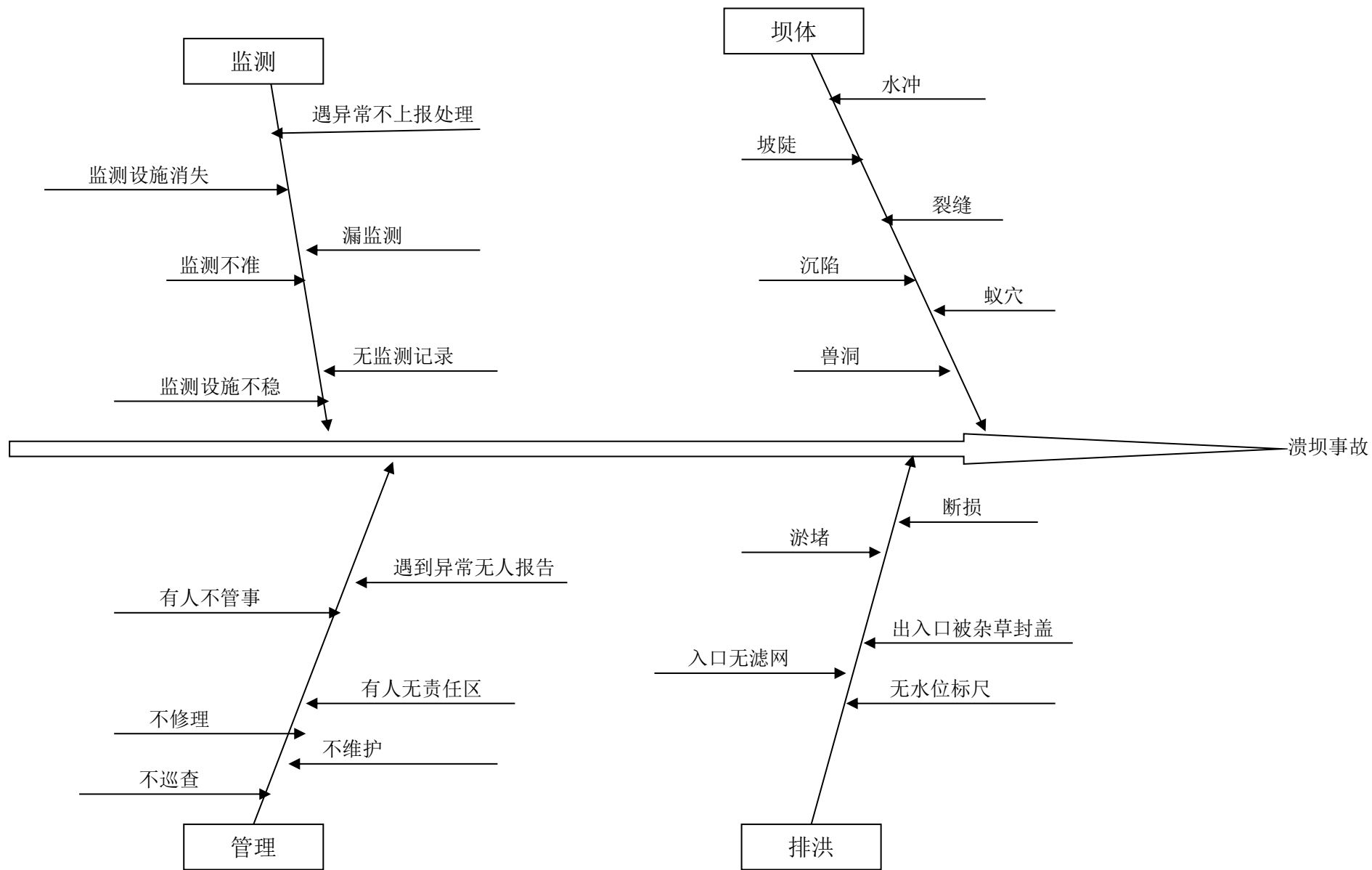


图 6-1 溃坝事故鱼刺图

6.1.1 编制尾矿库危险、危害程度评价表

根据退役库溃坝事故鱼刺图所确定的四种危险、危害因素，将每种因素中的内容分别确定分值，再结合青山尾矿库具体情况选定分值，填在表中，见表 6-1。

表 6-1 尾矿库危险、危害程度评价表

序号	评价因素	安全程度要求	因子取值	分值
1	坝体 (a)	兽洞	6	1
		蚁穴	5	
		沉陷	4	
		裂缝	3	
		坡陡	2	
		水冲	1	
2	排洪因素 (b)	断损	7	2
		淤堵	6	
		出入口被杂草(物)封盖	5	
		安全超高不符合要求	4	
		干滩长度不符合要求	3	
		进水入口无滤网	2	
		未见库水位标尺	1	
3	监测因素 (c)	遇到异常不报告	6	1
		监测设施消失	5	
		不坚持进行监测工作	4	
		监测结果不准确	3	
		无监测记录	2	
		监测设施不稳	1	
4	操作管理 (d)	遇到异常不报告	6	2
		有人不管事	5	
		有人无责	4	
		不修理	3	
		不维护	2	
		不巡查	1	

6.1.2 危险危害程度值

1) 计算公式

$W=a \cdot b \cdot (c+d)$

其中 W——危险、危害程度值

a——坝体因素因子值，a=1

b——排洪因素因子值，b=2

c——监测因素因子值，c=1

d——操作管理因素因子值，d=2

2) 计算结果

$W=1 \times 2 \times (1+2) =6$

按照尾矿库危险、危害程度值计算公式求得的评价函数值（总分值）的大小，对青山尾矿库危险、危害程度进行等级分类，结果见表 6-2。

表 6-2 安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库安全程度表

评价函数值 (总分值)	危险、危害程度等级别	危险、危害程度	危险、危害程度值
$W_{\text{溃坝}} \geq 30$	一	极危险	6
$20 \leq W_{\text{溃坝}} < 30$	二	很危险	
$10 \leq W_{\text{溃坝}} < 20$	三	比较危险	
$W_{\text{溃坝}} < 10$	四	稍有危险	

3) 小结

由上表可知，安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库危险、危害程度值为 6，小于 10，属四等危险、危害级别，稍有危险，只要今后强化对上述有关因素的控制，精心做好操作管理工作，该尾矿库危险、危害因素是可以减弱，甚至消除的。

6.2 主要危险、危害分析与评价

在前述的危险、有害因素辨识及分析章节中，对该尾矿库存在的危险、有害因素分析比较详细，其中最主要的危险、危害因素是包涵在坝体、排洪、监测与管理四方面。

6.2.1 坝体

尾矿库坝体是非常重要的安全设施，退役后水冲，导致坡陡、沉陷、滑坡等现象是可能出现的，势必影响坝体稳定，建议闭库工程安全设施设计时认真考虑，并加以解决。

6.2.2 排洪

排洪设施是尾矿库一个极为重要的安全设施，如果泄洪受阻必然会发生漫坝事故。该库有两套排洪设施，管理较复杂。经现场勘察，该库两套排洪设施未见变形、损坏等不良现象，排洪有效，经计算库区泄洪能力满足要求，但两套排洪系统管理较复杂，闭库工程安全设施设计时应就排洪系统进行研究分析，设计方便且易于管理的排洪系统。

6.2.3 监测

监测设施是通过监测可以发现尾矿库的病害，[该尾矿库坝体设置了人工浸润线监测设施、在线浸润线监测、在线位移监测监控设施等](#)，库方应加强对尾矿库的监测设施的维护，确保尾矿库监测设施正常运行。

6.2.4 操作管理

退役库将处在休止状态，管理也应由动态管理变为静态管理，为适应退役的特点，库方已经安排领导分管、专人主管，详细制定了有关制度，确保尾矿库安全。

7 安全对策措施建议

针对安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库现状存在的危险、有害因素和安全评价的结果，依据国家相关安全法律、法规、标准和规范要求，借鉴类似尾矿库经验，现按单元提出安全对策措施建议如下：

7.1 库区单元安全对策措施

- 1) 加强库区及周边管理，严禁无关人员进入库区。
- 2) 坚持对周边山体巡查，发现异常情况应及时报告。
- 3) 严禁在库内及周边进行违章排放和滥挖、乱采作业、违章建筑等人为活动。
- 4) 闭库时要与当地政府划定坝体保护区、库岸保护区等；不得进行其他不利于库区稳定的行为。

7.2 坝体单元安全对策措施

- 1) 经常检查坝体有无变形、裂缝、滑坡、沉陷、位移、隆起等异变异常现象，还要检查坝体的轮廓尺寸有无变化。
- 2) 经常检查坝坡脚及坝坡面的渗漏、管涌情况，并做好相关记录。
- 3) 发现问题应及时处理或上报。

7.3 排洪单元安全对策措施

- 1) 尾矿库现状采用斜槽-涵洞和排水井-斜槽-涵管两套排洪系统进行排洪，不利于尾矿库闭库后的检查及维护，建议闭库设计时对现有排洪系统进行分析，确定是否需要对现有排洪设施进行调整。
- 2) 加强排洪系统维护、巡查工作，以确保尾矿库退役后排洪安全可靠。

7.4 监测单元安全对策措施

- 1) 在今后的运行过程中，应加强日常监测数据的统计分析工作，尤其是做好坝体浸润线埋深数据分析，以便及时判明尾矿坝体的工作状态，出现问题及时汇报并处理。
- 2) 建议闭库工程安全设施设计时，有确保监测系统完好和准确的安全措施。

7.5 附属设施单元对策措施

尾矿库的附属设施，如通讯设施、照明设施、警示标志标识及应急使用的设备、工具与材料等应坚持配齐配足，且应经常检查其完好性、有效性与可靠性，不能留于形式，要

留好完整的巡库护坝记录，使尾矿库附属设施与措施达到险时能战，战之能胜，胜之能守的要求。

7.6 安全管理单元对策措施

1) 安全工作要持之以恒，要做到库停人不停，库休止了安全管理不休止，安全管理人员要坚持按制度行事，加强库地静态管理，重点要放在排洪设施、坝体的工况和库周边环境等方面。

2) 加强尾矿库档案管理工作，尾矿库的档案管理应指定专人或专门机构负责，与尾矿库相关的技术资料一并进行系统的整理并归档，永久保存。

7.7 建议

1) 经现场调查，库区坝面排水沟存在杂草淤堵和破损，建议下一步闭库工程安全设施设计时提出相应的治理措施。

2) 经现场调查，现状排渗设施大部分排渗设施完好，排渗设施基本完好。但有部分不出水或出水量较小，可能存在淤堵现象。下步闭库工程安全设施设计时应提出相应的治理措施。

3) 考虑到目前排洪系统已使用多年，且有两套排洪系统，不便于闭库后的维护，为了保证闭库后尾矿库的本质化安全，建议闭库工程安全设施设计时，进一步优化排洪系统设计，确保尾矿库闭库后排洪设施安全、可靠。

4) 下步闭库工程安全设施设计时，要在详细调查、分析的基础上，经充分论证后，精心设计，确保尾矿库闭库后永久安全。

5) 尾矿库闭库工程安全设施设计及其施工过程中，认真依照《尾矿库安全规程》(GB 39496-2020)要求，做好各项工作，确保尾矿库闭库工程安全。

8 评价结论

8.1 存在的危险、有害因素小结

本次评价根据国家已颁布的有关安全生产法律、法规及相关文件要求，对安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库闭库及退役后存在的主要危险、有害因素的种类及其危害程度进行了分析与评价，对可能导致该尾矿库重大事故的危险、有害因素进行定性、定量评价，其可能存在溃坝、坝体滑坡、坝体位移与变形、管涌或渗漏，排洪构筑物损坏或堵塞，人员陷落、尾砂泄漏、粉尘等危险、有害因素。

8.2 安全设施、设备、装置符合性评价综述

通过对安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库各单元的安全检查，对照有关法律、法规、设计等资料，该尾矿库停止运行后的安全设施、设备、装置及安全管理措施有效性综述如下：

- 1) 坝体护理规范，坝体轮廓符合设计要求，坝型与设计相符。经计算，其坝体安全系数大于二等库规程规定的最小值，满足安全稳定性要求。
- 2) 青山尾矿库采用斜槽-涵洞和排水井-斜槽-涵管两套排洪系统进行排洪，排洪系统符合设计要求，库内排洪设施未见变形、破损现象；原溢水井(1#~9#)已按设计及规程要求进行了封堵。经量化计算，其排洪设施的泄洪能力能满足二等库规程规定要求。
- 3) 青山尾矿库周边稳定，附属设施完好。
- 4) 青山尾矿库管理工作到位，能严格按照相关规定执行。
- 5) 经排查、比对判定，安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库目前不存在重大事故隐患。

综上所述，安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司青山尾矿库安全管理规范，相关安全设施总体上符合设计要求，符合有关法律法规要求。下一步闭库工程安全设施设计时认真落实本评价报告提出的安全对策措施及建议，青山尾矿库可以实施闭库工程。