

项目编号：豫安评 2024060186



栾川县丰汇矿业有限公司
李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程
安全现状评价报告

河南安平安全技术服务有限公司

资质证书编号：APJ-（郑）-001

二〇二四年六月

栾川县丰汇矿业有限公司
李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程
安全现状评价报告

法定代表人：赵东海

技术负责人：荆 瑜

项目负责人：范志伟

二〇二四年六月

报告真实性合法性承诺书

承 诺 书

我单位提交的 栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告全部资料符合法律、法规和标准的规定，资料全部内容真实有效；参与编写报告（含附件、附图）人员均为我单位在职人员且专业资格符合要求。如存在违反法律、法规和标准规定，或弄虚作假等行为的，我单位愿意按照《安全生产法》第九十二条，《安全评价检测检验机构管理办法》第二十九条、三十条、三十一条，《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第三十九条，《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》第三十一条等有关规定承担相应的法律责任。

单位法人签字：

项目负责人签字：

单位盖章：

2024 年 06 月 24 日

材料清单

序号	材料名称
1	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告》文本
2	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告》附件
3	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告》附图

前 言

栾川县丰汇矿业有限公司成立于 2007 年 1 月 17 日，注册地位于栾川县庙子乡龙潭村。经营范围包括钼、铅、锌、铁浮选、加工、销售。李家沟尾矿库为企业原选矿厂的配套尾矿堆存设施，原选厂生产规模 1200t/d，主要是加工处理庙子乡庄子村灰菜沟钼矿区的钼矿石，生产工艺流程为单一浮选，主要产品为钼精矿。由于经营问题，该尾矿库停用多年。李家沟尾矿库位于栾川县庙子乡上河村李家沟，沟谷大致东西走向，沟谷呈 V 字型，库区内无生产生活设施，尾矿库坝脚下游 140m 为卢潭公路，紧临公路西边为通伊河，河宽约 20m，尾矿库所在的沟垂直于通伊河，在河西距离初期坝约 215m 为洛钼集团冶炼厂，与河底高差 3m 以上。设计总坝高 97.82 m，库容 $179.18 \times 10^4 \text{m}^3$ ；现状尾矿库总坝高 65.21m（其中初期坝高 19.19m，堆积坝高 46.02m，外坡平均坡比 1:3.92），现状库容约 $63.7 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为四等库。

李家沟尾矿库始建于 1987 年，为洛钼集团四道沟选矿厂配套，2003 年该选矿厂破产，后由栾川县丰汇矿业有限公司购买。2007 年 7 月由三门峡黄金设计院有限公司编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明书》，2008 年 4 月由洛阳金基矿山技术研究院编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造工程安全预评价报告》，2009 年 11 月，郑州荣华安全技术咨询有限公司编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造工程安全验收评价报告》。2009 年 12 月 31 日，李家沟尾矿库取得了尾矿库安全生产许可证，编号：（豫） FM 安许证字〔2010〕XCWK312，有效期：2009.12.31-2012.12.30，安全生产许可证到期后尾矿库一直停用至今，许可证未再延续。

2012 年 12 月，该尾矿库停止排放，由于尾矿库处于长期停用状态，根据《国家矿山安全监察局关于印发¹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，2022.02.08）“运行到设计最终标高或

者不再进行排尾作业的尾矿库，停用时间超过 3 年的尾矿库，以及没有生产经营主体的尾矿库，必须在 1 年内完成闭库治理并销号”的要求，该尾矿库需进入闭库治理程序，2023 年 12 月，企业委托我公司编制风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告。

为做好本次安全现状评价工作，我单位进行了认真准备，开展了风险分析，组建了评价组，明确了责任。依据《安全评价通则》，通过对栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库现状进行全面的研究及对该尾矿库现场踏勘，运用安全检查表法（SCL）、理论计算法等系统安全工程分析方法，对总平面布置及周边环境、尾矿坝、防洪系统、安全监测设施、辅助设施、安全管理等进行定性、定量分析，确定系统的危险、有害因素及其危险、危害程度。针对主要危险、有害因素及其产生的危险、危害后果和触发条件，提出消除、预防和降低危险有害因素的对策措施，从而提高生产过程的本质安全化程度，实现安全技术、安全管理的标准化和科学化提供依据，并于 2024 年 6 月编制完成了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告》。

本评价报告由评价组成员集体完成，并经过内部三级审核程序。在本项目的安全现状评价工作中，得到了委托单位的大力支持和密切配合，使评价工作得以顺利完成，在此表示衷心的感谢！

目 录

1 评价范围与依据	1
1.1 评价对象和范围	1
1.2 评价依据	1
2 项目概述	11
2.1 建设单位概况	11
2.2 自然环境概况	13
2.3 工程地质概况	17
2.4 改造设计简述	39
2.5 在线监测设计简述	42
2.6 尾矿库现状简介	44
2.7 尾矿库存在的主要问题	49
3 主要危险因素辨识与分析	51
3.1 主要危险因素识别与分析	51
3.2 主要自然环境因素识别与分析	56
4 评价单元的划分与评价方法的选择	57
4.1 评价单元的划分	57
4.2 评价方法的选择	57
4.3 各评价单元采用的评价方法	58
5 定性、定量评价	59
5.1 总平面布置及周边环境单元	59
5.2 尾矿坝单元	64

5.3 防洪系统	81
5.4 安全监测设施	94
5.5 辅助设施	97
5.6 企业安全管理	100
5.7 尾矿库重大生产安全事故隐患判定	104
6 安全对策措施及建议	108
6.1 周边环境	108
6.2 尾矿坝	108
6.3 防洪系统	109
6.4 安全监测设施	109
6.5 辅助设施	109
6.6 安全管理	110
7 评价结论	111
7.1 综合评述	111
7.2 存在的危险、有害因素	112
7.3 评价结论	113
附件	115
附图	116

1 评价范围与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象：栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程。

评价范围：根据安全现状评价委托书的要求，依据尾矿库安全生产方面的法律、法规、规程、规范的要求，针对尾矿库的安全设施及安全管理进行评价，主要包括尾矿库总平面布置及周边环境、尾矿坝、防洪系统、安全监测设施、辅助设施、安全标志、企业安全管理单元等分别进行评价。

1.2 评价依据

1.2.1 有关安全生产法律、法规、规章

1.2.1.1 法律

1、《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第 69 号，自 2007 年 11 月 01 日起施行）；

2、《中华人民共和国矿山安全法》（1992 年 11 月 7 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》修正自 1993 年 5 月 1 日起施行）；

3、《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第 39 号，自 2011 年 03 月 01 日起施行）；

4、《中华人民共和国劳动法》（1994 年 7 月 5 日第八届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正 根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关

于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正，自 1995 年 1 月 1 日起施行）；

5、《中华人民共和国民法典》（中华人民共和国主席令〔2020〕第 45 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行）；

6、《中华人民共和国安全生产法》（2002 年 6 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正 根据 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第二次修正 根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正，自 2002 年 11 月 1 日起施行）。

1.2.1.2 行政法规

1、《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（1995 年 10 月 11 日国务院批准，1996 年 10 月 30 日劳动部令第 4 号发布，1996 年 10 月 30 日起实施）；

2、《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号，2004.03.01）；

3、《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号，2007.06.01）；

4、《工伤保险条例》（国务院令第 375 号，2004.01.01。国务院令第 586 号修正，2011.01.01）；

5、《生产安全事故应急条例》（国务院令第 708 号，2019.04.01）。

1.2.1.3 部门规章

1、《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 16 号，2008.02.01）；

- 2、《生产安全事故罚款处罚规定（试行）》（国家安全生产监督管理总局令第 13 号,2007.07.12; 国家安全生产监督管理总局令第 77 号修改,2015.05.01);
- 3、《安全生产违法行为行政处罚办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 15 号, 2007.11.30; 国家安全生产监督管理总局令第 77 号修改, 2015.05.01);
- 4、《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, 国家安全生产监督管理总局令第 80 号修改, 2015.07.01）;
- 5、《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, 总局令第 78 号修改, 2015.07.01）;
- 6、《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, 2015.07.01）;
- 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, 总局令第 77 号修改, 2017.08.01）;
- 8、《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》（国家安全生产监督管理总局令第 62 号, 2013.10.1, 国家安全监管总局令第 78 号修改, 2015.07.01）;
- 9、《安全生产培训管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 44 号, 2012.03.01; 国家安全监管总局令第 80 号修改, 2015.07.01）;
- 10、《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第 30 号, 2010.05.24; 国家安全监管总局令第 80 号修改, 2015.07.01);
- 11、《生产安全事故应急预案管理办法》(应急管理部令第 2 号, 2019.09.01)。

1.2.1.4 地方性法规

- 1、《河南省实施〈中华人民共和国矿山安全法〉办法》（河南省第八届人民代表大会常务委员会公告第 36 号, 2010.07.30）;

2、《河南省安全生产条例（2023 年修订版）》（河南省第十四届人民代表大会常务委员会第二次会议于 2023 年 3 月 29 日审议通过，现予公布，自公布之日起施行）。

1.2.1.5 其他规范性文件

1、《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号，2010.07.19）；

2、《国家安全监管总局等七部门关于印发深入开展尾矿库综合治理行动方案的通知》（安监总管一〔2013〕58 号，国家安全监管总局、国家发展改革委、工业和信息化部、财政部、国土资源部、环境保护部、国务院南水北调办，2013.05.08）；

3、《国家安全监管总局办公厅关于修改用人单位劳动防护用品管理规范的通知》（原国家安全生产监督管理总局，安监总厅安健〔2018〕3 号，2018.01.15）；

4、《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全设施设计重大变更范围的通知》（原国家安全生产监督管理总局，安监总管一〔2016〕18 号，2016.02.17）；

5、《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（原国家安全生产监督管理总局，安监总管一〔2016〕49 号，2016.05.30）；

6、《国务院安委会办公室关于实施遏制重特大事故工作指南构建双重预防机制的意见》（安委办〔2016〕11 号，2016.10.09）；

7、《国家安全监管总局关于开展非煤矿山安全生产专项整治工作的通知》（原国家安全生产监督管理总局，安监总管一〔2017〕28 号，2017.03.31）；

8、《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（应急管理部、国家发展改革委、工业和信息化部、财政部、自然资源部、生态环境部、水

利部、中国气象局。应急〔2020〕15号，2020.02.21）；

9、《国家矿山安全监察局关于开展非煤矿山安全生产专项检查的通知》（矿安〔2021〕5号，2021.01.15）；

10、《国家矿山安全监察局关于全面深入开展非煤地下矿山和尾矿库安全生产大排查的通知》（矿安〔2021〕10号，2021.03.05）；

11、《国家矿山安全监察局关于加强汛期矿山安全生产工作的通知》（矿安〔2021〕48号，2021.05.20）；

12、《国家矿山安全监察局关于印发矿山重大隐患调查处理办法（试行）的通知》（矿安〔2021〕49号，2021.05.25）；

13、《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》（国家矿山安全监察局，矿安〔2022〕4号，2022.02.08）；

14、《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方案的通知》（矿安综〔2022〕6号，2022.03.07）；

15、《国家矿山安全监察局印发〈关于进一步强化安全生产责任落实坚决防范遏制矿山重特大事故的若干措施〉的通知》（矿安〔2022〕70号，2022.04.08）；

16、《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》（矿安〔2022〕88号，2022.09.01）；

17、《国家矿山安监局 财政部关于印发<尾矿库风险隐患治理工作总体方案>的通知》（矿安〔2022〕127号，2022.10.23）；

18、《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，财政部 应急部，2022.11.21）；

19、《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>的通知》（矿安〔2023〕124号，2023.9.12）；

20、《国家矿山安全监察局关于印发<非煤矿山建设项目安全设施重大

变更范围>的通知》（矿安〔2023〕147号，2023.11.14）；

21、《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，2024.04.23）

22、《河南省安全生产监督管理局关于进一步规范非煤矿山建设项目安全设施“三同时”监管工作的通知》（豫安监管〔2012〕96号，2012.06.12）；

23、《河南省安全生产监督管理局关于贯彻国家安监总局要求加强非煤矿山安全生产工作的通知》（豫安监管办〔2016〕第5号，2016.01.12）；

24、《河南省人民政府安全生产委员会办公室关于学习贯彻河南省生产安全事故隐患排查治理办法的通知》（豫安委办〔2016〕20号，2016.03.24）；

25、《河南省人民政府安全生产委员会办公室关于印发河南省遏制尾矿库“头顶库”重特大事故工作方案的通知》（豫安委办〔2016〕37号，2016.03.24）；

26、《河南省安全生产监督管理局关于进一步推进安全生产责任保险的通知》（豫安监管办〔2016〕105号，2016.07.13）；

27、《河南省安全生产委员会办公室关于印发河南省企业事故隐患排查治理清单化管理体系建设通则（试用）的通知》（豫安委办〔2018〕32号，2018.04.23）；

28、《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》（豫安监管办〔2018〕162号，2018.09.13）；

29、《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》（豫应急办〔2019〕100号，2019.11.01）；

30、《河南省安全生产风险管控与隐患治理办法》（河南省人民政府令第191号，2020.01.31）；

31、《河南省应急管理厅关于转发国家矿山安全监察局综合司全面推进防范化解尾矿库安全风险重点工作的通知》（河南省应急管理厅，豫应急办

〔2022〕18号，2022.03.18）；

32、《河南省应急管理厅关于转发国家矿山安全监察局加强非煤矿山安全生产工作指导意见的通知》（河南省应急管理厅，豫应急〔2022〕62号，2022.04.13）；

33、《河南省应急管理厅关于贯彻国家矿山局有关要求进一步强化安全生产责任落实坚决防范遏制非煤矿山重特大事故的通知》（河南省应急管理厅，豫应急〔2022〕70号，2022.04.22）；

34、《河南省应急管理厅关于关于开展非煤矿山安全生产大检查的通知》（河南省应急管理厅，豫应急办〔2023〕19号，2023.03.01）；

35、《关于加快推进黄河流域“三类”尾矿库闭库销号的督办函》（非煤督〔2023〕18号，2023.06.19）。

1.2.2 标准规范

1.2.2.1 国家标准

- 1、《企业职工伤亡事故分类》（GB/T6441-1986，1987.02.01）；
- 2、《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87，1988.08.01）；
- 3、《选矿安全规程》（GB/T18152-2000，2000.12.01）；
- 4、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009版，2002.03.01）；
- 5、《矿山安全标志》（GB14161-2008，2009.10.01）；
- 6、《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008，2009.10.01）；
- 7、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016版，2010.12.01）；
- 8、《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010，2011.07.01）；
- 9、《砌体结构设计规范》（GB50003-2011，2012.08.01）；
- 10、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012，2012.08.01）；
- 11、《构筑物抗震设计规范》（GB 50191-2012，2012.10.01）；

- 12、《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012，2012.10.01）；
- 13、《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013，2013.12.01）；
- 14、《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013，2014.06.01）；
- 15、《尾矿设施施工及验收规范》（GB50864-2013，2014.06.01）；
- 16、《防洪标准》（GB50201-2014，2015.05.01）；
- 17、《土工合成材料应用技术规范》（GB50290-2014，2015.08.01）；
- 18、《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB51108-2015，2016.02.01）；
- 19、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015，2016.06.01）；
- 20、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2020，2021.07.01）；
- 21、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020，2021.09.01）；
- 22、《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861—2022，2022.10.01）。

1.2.2.2 地方标准

《湿式堆存尾矿库安全技术规程》（DB41/1448-2017）。

1.2.2.3 行业标准

- 1、《聚乙烯(PE)土工膜防渗工程技术规范》(SL/T231-1998，1999.03.01)；
- 2、《安全评价通则》（AQ 8001-2007，2007.04.01）；
- 3、《水工混凝土结构设计规范》（SL 191-2008，2009.02.10）；
- 4、《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010，2011.05.01）；
- 5、《碾压式土石坝施工规范》（DL/T5129-2013，2014.04.01）；
- 6、《水工混凝土施工规范》（SL 677-2014，2015.01.27）；
- 7、《水工建筑物荷载设计规范》（SL 744-2016，2017.02.25）；

- 8、《水工隧洞设计规范》（SL279-2016，2016.07.26）；
- 9、《碾压式土石坝设计规范》（SL 274-2020，2020.11.30）。

1.2.3 建设项目合法证明文件

- 1、栾川县丰汇矿业有限公司《营业执照》（统一社会信用代码914103247982101882，洛阳市市场监督管理局，2023.09.18）；
- 2、尾矿库原安全生产许可证（证号：（豫）FM 安许证字〔2010〕XCWK312，有效期：2009.12.31-2012.12.30）
- 3、《安全现状评价委托书》（2023.11）。

1.2.4 技术资料

- 1、《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计》（三门峡市黄金设计院有限公司，2007.07）；
- 2、《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造工程安全预评价报告》（洛阳金基矿山安全技术研究院，2008.04）；
- 3、《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造工程安全验收评价报告》（郑州荣华安全技术咨询有限公司，2009.11）；
- 4、《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库强化保障综合整治方案说明》（河南黄金科技实业公司，2018.03）；
- 5、《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库尾矿库在线监测系统设计方案》（洛阳润星电子科技有限公司，2023.03）；
- 6、栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库现状实测平、剖面图纸（洛阳启源测绘技术有限公司，2023.12）；
- 7、《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）岩土工程勘察报告》（河南地矿集团中昊工程建设有限公司，2024.05）；
- 8、栾川县丰汇矿业有限公司提供的其他资料等。

1.2.5 其它评价依据

- 1、《河南省暴雨参数图集》（河南省水文资源局，2005.12）；
- 2、《河南省中小流域设计暴雨洪水图集》（河南省水利勘测设计院，1984.10）；
- 3、《尾矿坝设计手册》（冶金工业出版社，2007.06）；
- 4、评价人员现场检查和调研收集的资料。

2 项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 企业概况

栾川县丰汇矿业有限公司成立于 2007 年 01 月 17 日，注册地位于栾川县庙子乡龙潭村。统一社会信用代码 914103247982101882，注册资本：8800 万（元），法定代表人为党国建，企业类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）；经营范围包括钼、铅、锌、铁浮选、加工、销售。李家沟尾矿库为企业原选矿厂的配套尾矿堆存设施，原选厂生产规模 1200t/d，主要是加工处理庙子乡庄子村灰菜沟钼矿区的钼矿石，生产工艺流程为单一浮选，主要产品为钼精矿。

李家沟尾矿库位于栾川县庙子乡上河村李家沟，为栾川县丰汇矿业有限公司选矿厂的配套尾矿堆存设施，选厂生产规模 1200t/d，主要是加工处理庙子乡庄子村灰菜沟钼矿区的钼矿石，生产工艺流程为单一浮选，主要产品为钼精矿。

2007 年 7 月三门峡黄金设计院有限公司编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明书》，设计尾矿库总坝高为 97.82m（初期坝高 16.37m，堆积坝高 81.45m），总库容为 $179.18 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为三等库。现状尾矿库总坝高 65.57m，现状库容约 $63.7 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为四等库。

2009 年 12 月 30 日，李家沟尾矿库取得了安全生产许可证（证号：（豫）FM 安许证字〔2010〕XCWK312，有效期：2009.12.31-2012.12.30），安全生产许可证到期后尾矿库一直停用至今，许可证未再延续。

2.1.2 项目背景

李家沟尾矿库始建于 1987 年，为洛钼集团四道沟选矿厂配套，2003 年该选矿厂破产，后由栾川县丰汇矿业有限公司购买。

2008 年 4 月由洛阳金基矿山技术研究院编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造工程安全预评价报告》，于 2008 年 4 月 25 日通过洛阳市安全生产监督管理局备案，备案号：洛安监管一〔2008〕058 号。

2007 年 7 月由三门峡黄金设计院有限公司编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明书》，于 2008 年 4 月 30 通过洛阳市安全生产监督管理局审查批复，批复号：洛安监管一〔2008〕017 号。该尾矿库改造工程由洛阳新昌道桥工程有限责任公司负责施工，洛阳市华誉工程监理中心负责监理。

2009 年 11 月，郑州荣华安全技术咨询有限公司编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造工程安全验收评价报告》。2009 年 12 月 31 日，李家沟尾矿库取得了尾矿库安全生产许可证，编号：（豫） FM 安许证字〔2010〕XCWK312，有效期：2009.12.31-2012.12.30，安全生产许可证到期后尾矿库一直停用至今，许可证未再延续。

2018 年 3 月河南黄金科技实业公司编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库强化保障综合整治方案说明》。

2023 年 3 月洛阳润星电子科技有限公司编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库尾矿库在线监测系统设计方案》。

2024 年 5 月河南地矿集团中昊工程建设有限公司编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）岩土工程勘察报告》。

李家沟尾矿库安全生产许可证于 2012 年 12 月 30 日到期后，没有进行安全生产许可证延期申请，尾矿库一直处于停产状态，未进行尾矿排放，尾矿排放设施已拆除。根据《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，2022.02.08）“运行到设计最终标高或者不再进行排尾作业的尾矿库，停用时间超过 3 年的尾矿库，以及没有生产经营主体的尾矿库，必须在 1 年内完成闭库治理并销”

2.1.3 交通位置

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库位于洛阳钼业集团冶炼有限责任公司东侧，庙子乡 X062 谭卢线路东，南距卢氏管约 800m，北距上河村约 750m，水磨沟沟口东南侧约 220m。南距 311 国道（洛—栾快速通道）仅 1km，有谭卢公路通往，交通比较便利。

尾矿库交通位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 尾矿库交通位置图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

场区位于庙子乡深山区东秦岭伏牛山北侧，境内地貌起伏跌宕，峰峦棋

布、地形陡峭，沟壑纵横，区内最高海拔标高 2212.5m，平缓地带的庙子乡海拔标高 730m，属低、中山区，地质构造作用强烈，具有强烈剥蚀切割作用的地貌形态，沟谷切割较多，东高西低，地形起伏，多呈“V”字型，为低山谷地貌。沟谷长度为 1.3km，能够有效利用区域长度为 1.1km，沟底宽度 10~50m，沟顶宽度为 200~500m，沟深 30~70m，两岸山体岩石稳定，北岸较缓，自然坡度 25~35°，南岸较陡，自然坡度为 35~45°，沟底自然坡降为 12%~15%，全沟走向为近东西方向。该沟两侧山坡树木茂盛，主要为松树、柞树等高大树种，沟内草皮植被生长茂盛，沟内无泉水，无长期性流水，库区及周边山体稳定，无崩塌、滑坡、溶洞等不良地质现象。

栾川地区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组。建筑场地类别为 III 类，特征周期为 0.45S。

2.2.2 气象水文条件

1、气象

栾川县属暖温带大陆性季风气候。据栾川县气象站 1961-2010 年资料，年平均气温 12℃，极端最高气温曾达 40.2℃，（1966 年 6 月 20 日），极端最低气温 -20℃（1954 年 1 月 25 日）。县境内海拔悬殊，气温差异较大。东北部潭头一带年平均气温 13.7℃。县境西部之冷水镇，年平均气温 9.2℃，县境中部地区平均气温介于 12℃左右。年平均地面温度为 14.2℃，较年平均气温高 2.2℃，地面温度冬夏悬殊较大，夏季白天可高达 69.4℃，冬季白天可降至 -23.4℃，最大冻土深度 24cm。

根据栾川县气象降水资料，全县年平均降水量为 818.7mm，最大年降水量为 1370.4mm（1964 年），最小降水量 564.9mm（1991 年），年际变化较大，并且年内分配不均匀，降雨多集中在 6、7、8、9 四个月，占全年降雨量的 64.3%，而 7、8 两个月降雨量占全年的 40.6%。降水量区域分布上的差异是南川大于北川，深山多于浅山。南川的庙子、栾川、陶湾等地，年均 800mm

以上。北川的潭头，气温高而降水较少，年均 737.9mm。深山区的白沙洞等地，年均 941mm。几个具有代表性地区的年均降水量为：栾川：872.6mm，白沙洞：941mm，庙子：871.3mm，陶湾：828.4mm，狮子庙：744mm，潭头：737.9mm，合峪：762mm，秋扒：604.4mm，白土：713mm，叫河：764.7mm。

由于县境内气候差异，形成三个小气候带：一为东北部潭头，海拔 462m，气候温热，平均气温 13.7℃，降水 737.9mm，光热较充足，为东北部热温带；二为中南部城关等地，海拔 750m，气候温凉湿润，年均气温 12℃，降水量 872.6mm，日照时数 2101 小时，为中南部温凉湿润带；三为西部三川、冷水等地，海拔 1250m 以上，气候寒凉湿润，年均气温 9.4℃，降水 750mm 左右，光照不足，无霜期短，冬季长达 150 天以上，为西部寒湿润带。

降雨强度是激发泥石流等地质灾害的主要因素之一。从现有资料看，一小时最大降雨强度为 97.3mm，三小时降雨强度为 116.8mm。六小时降雨强度为 117.9mm。虽然一小时最大降雨强度较大，但其频率较低（约 100 年一遇），一次降雨量较小。自清嘉庆十八年（1813 年）至 2001 年的 188 年中，发生严重暴雨洪水灾害计 42 次，其中 1848、1937 年以及 1953、1954、1982 最为严重。暴雨洪水多为一年两次或数次出现。六十年代之后，由于森林面积减少，洪水灾害较为频繁。1957—1989 年的 32 年中，共发现暴雨洪水灾害 72 次，年均 2.6 次，其中出现于 7 月份的 29 次，占总数 40.3%，出现于 8 月份的 15 次，占 20.8%。就历史上洪涝灾害情况，以赤土店、大清沟、城关、庙子、陶湾、石庙、狮子庙、潭头等暴雨较多。最近十余年间，因森林植被的逐渐恢复，洪水灾害已趋减少。

2、水文

栾川县境有伊河、小河、明白河、涪河四条较大河流。总计大小支流 604 条，河网密度大，主要较大的河流如下：

（1）伊河：古名鸾水，源于陶湾三合村闷顿岭，经陶湾、石庙、栾川、

城关、庙子、大清沟，至潭头汤营村伊河出境处，境内总长 113km，流域面积 1053km²。源头至庙底、两河口至古城段均为峡谷地带，水势湍急，其余为东西流向，山势平缓，河道开阔。据栾川水文站资料，最大洪峰流量为 1370m³/s（1954 年 8 月），流量最小年份为 1976 年的 23.4m³/s，一般年份为 200m³/s。洪水含沙量最多为 1981 年，达 210kg/m³，最少为 1984 年，含沙量为 31.6kg/m³，一般年份为 100kg/m³ 左右。伊河支流长于 10km 以上者有：陶湾南沟、陶湾北沟、七姑沟、石宝河、大南沟、栾川北沟、洪洛河、通伊河。

（2）小河：古名庸水，源于白土镇铁岭村庙子沟，自西向东流经白土镇，狮子庙镇，秋扒镇至潭头断滩村汇入伊河，长 44km，流域面积 616km²，河床宽度 50m 左右，年均径流量 1.38×10^8 m³，其支流长于 10km 以上的有白土河、羊道河、龙王撞沟等。

（3）明白河：源于嵩县车村明白川的暮糊山，由合峪镇钓鱼台村南 2km 处入境，至庙湾村北 2km 处出境入嵩县，至前河汇入伊河。南北流向，长 55km，县境内长 32.5km，境内流域面积 236km²，河床宽度 40m 左右。年均径流量 0.94×10^8 m³。

（4）涓河：源于骆驼山下之南泥湖，初由东向西奔流，至三川南折，经叫河镇新政村出境入卢氏县，属长江流域，境内全长 55.6km，境内流域面积 280km²，河床宽度 20m 左右，年均径流量 0.83×10^8 m³。

本场地所在李家沟尾矿库垂直于通伊河，向西汇入通伊河，属伊河水系。通伊河于本场地西侧 100m 处的洛阳栾川钼业集团冶炼有限责任公司与 X062 谭卢线之间通过，自南向北汇入伊河。据调查，李家沟为山洪沟，全沟走向为近东西方向，沟谷长度为 1.3km，沟底自然坡降为 12%~15%。接受降雨补给后，渗入基岩风化裂隙中，枯水期无地表水体发育，仅汛期分布有溪流，流量约为 0.01~1.0L/s。

2.2.3 库区周边环境

李家沟尾矿库位于庙子乡卢氏管的北部,也在选矿厂北部(隔一道山梁),距离选矿厂距离约 800m,该沟呈近东西方向,地势东高西低,在尾矿库左侧山体上设置有上坝道路。尾矿库所在的沟谷呈“V”字型,为沟谷地形地貌,三面环山,现状尾矿库汇水面积为 0.617km^2 。尾矿库上游范围内无居民,无任何建筑物,无长期性流水,沟内及两岸山坡植被茂密。尾矿库初期坝下游约 140m 为卢潭公路,紧临公路西边为通伊河,河宽约 20m,尾矿库所在的沟垂直于通伊河。在通伊河西北方向距离初期坝约 215m 为洛钼集团冶炼厂办公宿舍区,位于通伊河西边,高于通伊河河底 3m 以上。



图 2.2-1 尾矿库周边环境图

2.3 工程地质概况

2024 年 5 月,河南地矿集团中昊工程建设有限公司为该尾矿库编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）岩土工程勘察报

告》，对库区工程地质阐述如下。

2.3.1 库区地质、构造及不良地质作用

2.3.1.1 区域地质构造

栾川县在大地构造位置上位于华北地台南缘与秦岭地槽褶皱系北侧衔接部位。根据区内地质构造特征，进一步分出三个二级构造单元：栾川-明港-固始深断裂为区域一级构造单元的分界线，栾川-明港-固始深断裂以南为秦岭地槽褶皱系、以北为华北地台南缘。潘河-马超营-杨楼大断裂为华北地台二级构造单元的分界线，以北为崤山-鲁山拱断带，以南为栾川-薄山陷断坳（见图 2.3-1 栾川县区域构造略图所示）。

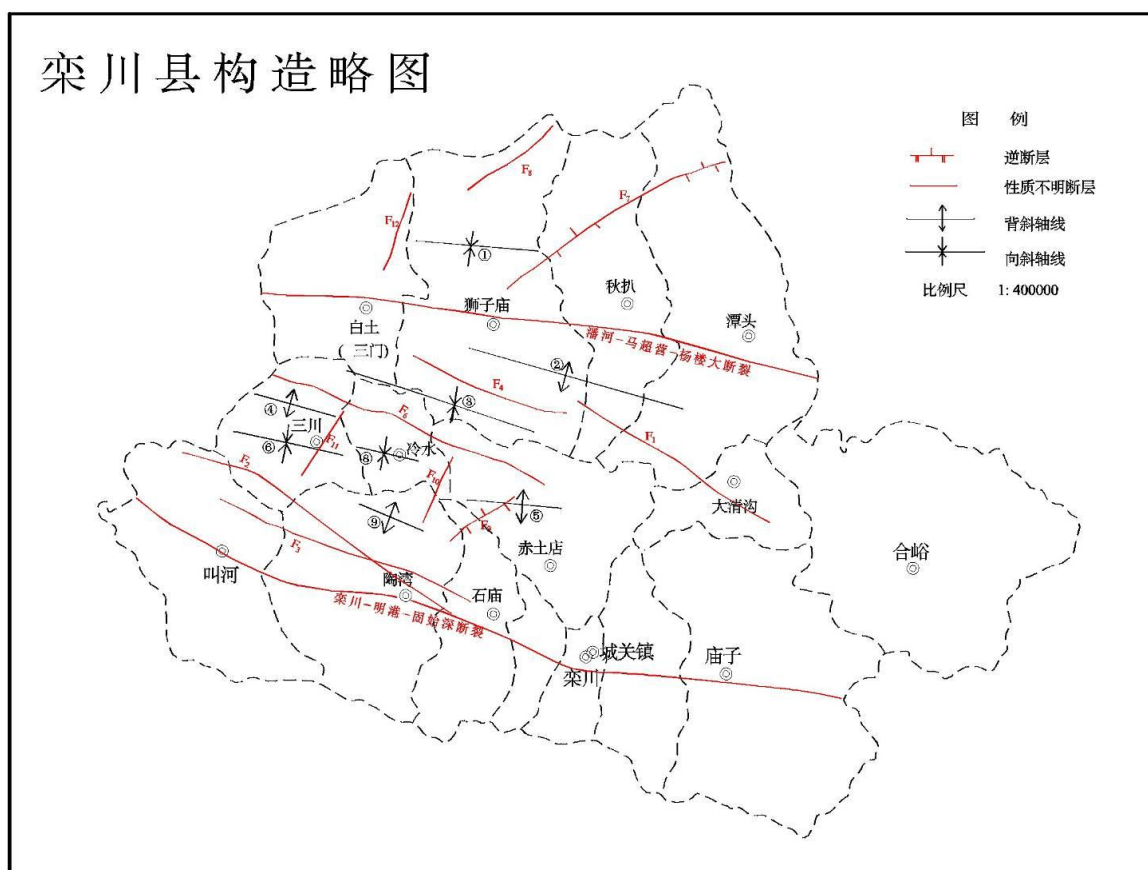


图 2.3-1 栾川县区域构造略图

1、褶皱构造

栾川县盖层褶皱构造主要属于加里东期褶皱，分布普遍，规模较大，奠

定了本区构造格架。

2、断裂构造

本区经历多次构造运动，不同时期，不同性质，不同规模，不同方向的断裂极为发育。其中以北西西向和北东向为主，次为北北东向、北北西向及南北向。栾川-明港-固始深断裂为华北地台和秦岭褶皱系的分界，潘河-马超营-杨楼大断裂为华北地台二级构造单元的分界线，现把栾川-明港-固始深断裂、潘河-马超营-杨楼大断裂叙述如下：

栾川-明港-固始深断裂：该断裂西由陕西省延入本省，经河南卢氏河口、栾川县南、云阳镇、明港、固始，东入安徽，与肥中深断裂相接，被郯庐深断裂截切，呈北西西向延伸。

该断裂西部为北西西向，中部为北西向，南东部转为近东西向，略呈弧形向南突出。由于其形成时间早，各期构造运动它都有活动，使本断裂复杂化，目前所反映的是若干条平行或交接的断层组成断裂带。断裂带宽窄不一，由碎裂岩、糜棱岩、断层角砾岩、断层泥等组成，最宽达千米，一般百余米。沿断裂带两侧分布着各期岩浆岩，基性、中酸性、酸性岩都有分布。一般说来晋宁期及晋宁前期岩浆活动表现出断裂北盘强烈，以中基性到基性岩的喷溢或侵入为主。南盘为中酸性花岗闪长岩侵入为主。晋宁期以后各期岩浆活动则表现为南盘强烈，北盘变弱。断裂带北侧的大面积中酸性一中基性火山熔岩的喷溢与其有关。断裂带现在所反映出的产状，倾向北，倾角陡，在 70° - 80° 。断裂切割深，见有基性岩侵入，基本上属壳层深断裂。

潘河-马超营-杨楼大断裂：西入陕西，东至杨楼东，长达数百公里，呈北西西向。断面北倾，倾角 70° 以上。为一高角度正断层，该断层位于熊耳群下部喷发岩系中，基本上控制南部拗陷沉积，在其两侧有燕山期岩浆活动，因而该断裂可能形成于芹峪运动，后期亦有活动。该断裂为华北地台二级构造单元的分界线，以北为崤山-鲁山拱断带，以南为栾川-薄山陷断拗。

3、喜山期断陷盆地

在本区东部秋扒-潭头一带，为第三系断陷盆地。沿马超营北西西断裂带展布。区内长 14km，宽 3~4km。自下雁坎，经秋扒、潭头，向东延出县境，总体走向近东西。该盆地内出露地层自北而南由老至新，厚度逐渐增大。反映了这一断陷带接受沉积的古构造条件-北浅南深。在盆地南部接受沉积时，是边下陷边沉积，故地层厚度较大，形成掀斜式盆地。

2.3.1.2 新构造运动与地震

新构造运动在区内有明显的反映，其主要表现形式为大面积的振荡或抬升。

1、区内较大河流伊河、涓河等河谷普遍发育有三级阶地。

2、区内次级水系所形成沟谷，基本上为“V”型谷，部分地段为峡谷或障谷。

3、在碳酸盐岩分布区，有三层溶洞发育，溶洞的成层性发育与河谷阶地相对应。

2.3.1.3 库区地层

1、堆场形态

该尾矿库是在山谷中筑坝堆放选矿厂的尾矿土，属山谷型尾矿库。

2、堆积方式

尾矿的堆积方式为坝后堆筑，尾矿和水的混合物通过排渣管向堆场内排放，尾矿经过沉淀后自然沉积在堆场内，水经卧式排渗管排出，流入坝下游。

3、堆场地层

该库区底部出露的地层为中生代燕山期黑云母花岗岩（ γ_5^3 ），沟谷底部内分布有第四系冲洪积（ Q_4^{al+pl} ），其岩性为碎石。上部为第四系人工冲填尾矿（ Q_4^{ml} ）。

据勘探孔揭露，场地内尾矿堆积物总体规律是：颗粒组成自坝体附近向尾矿库内由粗变细，薄层互层现象较为普遍。从上至下各层土野外特征描述如下：

①表土：灰黄色、灰黑色，成分以粉砂、粉质粘土为主，含植物根系等。

②尾粉砂（ Q_4^{ml} ）：灰黄色，松散，湿~饱和，成分以石英、长石、云母为主，级配一般，含粉粒。

②-1 尾粉砂（ Q_4^{ml} ）：灰黄色，稍密，湿~饱和，成分以石英、长石、云母为主，级配一般，含粉粒。

②-2 尾粉质黏土（ Q_4^{ml} ）：灰黑色，局部为灰黄色，软塑~流塑，土质不均，含砂量较大，干强度韧性低。

②-3 细砂（ Q_4^{ml} ）：灰黄色，稍密，湿~饱和，成分以石英、长石、云母为主，级配一般，含粉粒。

③尾粉质黏土（ Q_4^{ml} ）：灰黑色，局部为灰黄色，软塑~流塑，土质不均，含砂量较大，干强度韧性低。

③-1 尾粉砂（ Q_4^{ml} ）：灰黄色，松散，饱和，成分以石英、长石、云母为主，级配一般，含粉粒。

④碎石（ Q_4^{al+pl} ）：杂色，中密~密实，以砂砾石为主，母岩为花岗岩。

⑤强风化花岗岩（ γ_5^3 ）：褐黄色，粗粒结构，块状构造，风化裂隙发育，岩芯较破碎，块径一般为 2~8cm，岩体等级为 V 级。

⑤-1 中风化花岗岩（ γ_5^3 ）：褐黄色，粗粒结构，块状构造，风化裂隙较发育，岩芯呈柱状~长柱状，节长 10~25cm，最大达 60cm，岩体等级为 IV 级。

表 2.3-1 勘探点揭露地层厚度一览表

层号	厚度（米）			层底深度（米）			层底标高（米）			数据 个数
	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	
1	0.20	1.40	0.55	0.20	1.40	0.55	726.77	794.82	775.26	36
2	1.50	15.70	6.75	2.10	16.00	8.87	742.28	789.95	769.05	26

2-1	2.30	9.50	6.13	4.00	19.70	11.79	740.79	773.85	756.89	8
2-2	0.70	6.00	3.36	2.50	15.50	7.56	746.68	787.46	778.89	8
2-3	9.30	11.80	10.55	11.80	12.80	12.30	735.84	737.38	736.61	2
3	1.50	26.00	10.51	6.50	37.00	19.24	737.28	786.35	762.81	26
3-1	1.50	4.30	2.49	11.70	27.80	20.20	746.05	778.43	760.7	7
4	0.50	2.80	1.22	2.90	37.90	19.20	725.27	782.46	752.32	20
5	0.80	4.60	2.59	6.80	39.30	21.18	721.37	778.36	751.44	24
5-1	最后一层不参与统计									

4、库岸地层

该尾矿库库岸出露的地层为中生代燕山期黑云母花岗岩（ γ_5^3 ），岩石呈褐黄色，粗粒结构，块状构造。主要矿物组成为石英、长石、黑云母、角闪石，多呈强风化状态，节理裂隙发育，岩体较破碎。主要发育有两组节理： $230^\circ\sim 265^\circ\angle 52^\circ\sim 56^\circ$ ，2~3 条/m 为主要节理； $10^\circ\sim 15^\circ\angle 40^\circ\sim 65^\circ$ ，1~2 条/m，为次要节理。

各地层分布及地层结构见《工程地质剖面图》《钻孔地质柱状图》。

2.3.1.4 不良地质作用

该尾矿库所在沟道及上游两岸植被发育，岩石以强风化~中风化花岗岩为主，岩体较完整，残坡积层厚度一般小于 1m。经此次工程地质与水文地质测绘，勘察区内未发现滑坡、崩塌等其他不良地质作用。

2.3.2 尾矿库岩土工程特征

李家沟尾矿库主要有四部分组成，下游为初期坝，初期坝以上为堆积坝、堆积坝以上为干滩及水域，现水域部分已萎缩干枯，仅在汛期有积水现象。现对其结构、物质组成及其物理力学性质分述如下。

2.3.2.1 初期坝址岩土工程地质特性

根据现场踏勘及钻探揭露，初期坝两侧坝肩及坝底的持力层为燕山期强风化~中风化黑云母花岗岩。岩石较坚硬，抗压强度较高，岩体呈巨厚层状，层间结合力强，不会产生滑动。初期坝所处地段未见有全新活动断层，未见

有滑坡等不良地质作用。

2.3.2.2 初期坝特征及工程特性

原初期坝坝型为浆砌石拱坝，后来采用堆石在浆砌石拱坝下游对坝体进行压坡加固。初期坝高约 19.19m，下游坡坡比 1:1.82，坝顶宽 3m，坝轴线长度约 55m。左右坝肩设置有坝肩排水沟，浆砌石结构，矩形断面，断面尺寸 $B \times H = 0.85\text{m} \times 0.75\text{m}$ ，侧壁厚 0.5m。

2.3.2.3 尾矿堆积体的工程特性

1、堆积坝体的结构

尾矿堆积坝采用上游式尾砂筑坝，现状堆积坝坝顶标高为 794.83m，目前堆积坝总高 46.02m，下游坡平均坡比 1:3.89，总坝高 65.21m。现已堆筑完成 14 级子坝，14 级子坝以下已经覆土植草护坡并且植被良好。滩面平整，库内全部为干滩，滩面平均坡比约为 1%，现状干滩长度 300m。在坝体左侧设有坝肩截水沟，断面尺寸为 $1.1\text{m} \times 1.1\text{m}$ ，右侧坝肩截水沟断面尺寸为 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ ，浆砌石结构，侧壁厚 0.5m，横向排水沟连接至坝肩纵向排水沟流向坝下游回水池。

2、组成特征

尾矿堆积体是由尾矿浆经放矿水力冲积形成的。尾矿渣与水的混合物用矿浆泵通过管道输送到堆积坝顶，再通过支管道排放到堆积坝内侧干滩，任其流向上游水域，随着干滩的增高，不断筑新一级堆积坝，不断向上游推进。该尾矿堆积体系人工粉碎矿石经选矿水力排出而成，受水力的影响，从管口到水域（由近及远）尾矿砂的沉积的颗粒由粗到细，即由管口的细砂到水域深处的尾粉质黏土、尾粉砂。尾矿砂磨圆度差，颗粒多呈粒状，并见有片状、针状、棱角状，粒度不甚均匀。

在同一级堆积坝上，由于放矿管位置在横向上不规律的移动变化，每排放一次，形成一个小型冲积扇，即从冲积扇中间向两边、由上游向下游，颗

粒由粗变细。在同一级堆积坝上冲积扇之间呈无规律的相互迭瓦状。从而形成了距堆积坝垂直距离相同的一定地段的剖面上显示出粒度粗细交替的变化特征，从而形成了较典型的韵律结构。此外，放矿流量的变化也能引起搬运作用的一些变化，即流量大时，冲力也大，则相同粒径的颗粒搬运较远，流量小时，相同粒径颗粒搬运较近。从而在剖面上也可能形成一些粗细相间的夹层和互层的韵律结构。

根据尾矿的沉积特征、颗粒组成、粒径变化，将尾矿堆积体从上到下基本可划分为 2 个主堆积层和 4 个堆积亚层。即②层为尾粉砂、②-1 层为尾粉砂、②-2 层为尾粉质粘土、②-3 层为尾细砂、③层为尾粉质粘土、③-1 层为尾粉砂。

3、尾矿堆积体的工程特性指标

勘察采用取砂器和薄壁取土器进行采取原状尾矿，共取原状尾矿样 46 件，扰动样 172 件，对原状尾矿样（粉砂、粉质黏土）进行了常规、直剪各层土物理力学指标见表 2.3-2~7 所示。

表 2.3-2 土物理力学指标见表

层号	岩土名称	统计指标	含水率	比重	重度	孔隙比	饱和度	液限	塑限	塑性指数	液性指数	压缩系数	压缩模量	粘聚力	内摩擦角
			w	Gs	ρ	e_0	Sr	w_L	w_P	I_p	I_L	$\alpha_{1\sim 2}$	$E_{SI\sim 2}$	c	φ
			%		kN/m ³		%	%	%	%	%	MPa ⁻¹	MPa	(kPa)	(°)
②	尾粉砂	最小值	16.9	2.71	16.8	0.636	55					0.13	3.2	5.6	27.8
		最大值	24.3	2.72	19.8	0.832	98					0.58	13.1	7.5	37.5
		统计频数	16	16	16	15	16					16	16	15	16
		平均值	20.7	2.72	18.8	0.700	80					0.29	7.4	6.5	32.6
		标准差	2.9	0.00	1.0	0.052	15					0.16	3.3	0.6	3.1
		变异系数	0.14	0.00	0.05	0.07	0.19					0.54	0.45	0.09	0.10
		标准值	22.0		18.4	0.724						0.37	5.9	6.2	31.2
②-1	尾粉砂	最小值	16.2	2.72	17.8	0.744	59					0.18	6.2	5.1	29.4
		最大值	29.2	2.72	19.2	0.811	98					0.29	9.7	7.6	33.4
		统计频数	5	5	5	5	5					5	5	5	5
		平均值	22.0	2.72	18.4	0.768	77					0.23	7.8	6.4	31.4
		标准差	5.9		0.7	0.027	19					0.04	1.3	1.2	1.9
		变异系数	0.27		0.04	0.04	0.24					0.18	0.17	0.18	0.06
		标准值	27.6		17.8	0.793						0.27	6.6	5.3	29.6
②-2	尾粉质黏土	最小值	28.6	2.71	17.1	0.891	82	27.7	17.4	10.3	0.63	0.57	2.5	25.2	4.7
		最大值	32.6	2.73	18.2	1.080	92	35.4	20.6	14.8	1.28	0.75	3.4	28.3	6.2
		统计频数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		平均值	30.3	2.72	17.8	0.948	87	31.0	19.1	11.9	0.96	0.64	3.1	26.4	5.5
		标准差	1.6	0.01	0.4	0.068	4	3.0	1.2	1.8	0.25	0.07	0.3	1.2	0.6
		变异系数	0.05	0.00	0.02	0.07	0.05	0.10	0.06	0.15	0.26	0.11	0.11	0.05	0.11
		标准值	31.6		17.5	1.004					1.17	0.70	2.8	25.4	4.9
③	尾粉质黏土	最小值	25.4	2.71	16.3	0.703	77	28.4	18.2	10.2	0.56	0.38	1.9	21.5	4.5
		最大值	56.6	2.73	19.7	1.566	100	36.9	21.4	15.5	1.60	1.38	4.9	32.5	9.6
		统计频数	27	27	27	27	27	27	27	27	24	27	27	27	23
		平均值	34.8	2.72	18.0	1.007	94	32.4	19.7	12.7	1.07	0.63	3.4	26.5	6.6
		标准差	6.8	0.01	0.9	0.184	8	2.3	0.9	1.5	0.29	0.21	0.8	3.0	1.6
		变异系数	0.20	0.00	0.05	0.18	0.08	0.07	0.05	0.11	0.27	0.33	0.23	0.11	0.24
		标准值	37.1		17.7	1.069					1.17	0.70	3.1	25.5	6.1

表 2.3-3 砂土颗粒分析统计表

层号	岩土名称	统计项目	颗粒分析大小 (mm)					
			>2	2~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005
			%	%	%	%	%	%
②	尾粉砂	最小值		0.1	1.9	36.9	19.4	
		最大值		8.3	25.7	64.4	49.9	
		数据个数		57	61	63	63	
		平均值		0.9	11.6	49.1	37.9	
		标准差		1.4	7.5	5.0	9.3	
		变异系数		1.55	0.64	0.10	0.25	
②-1	尾粉砂	最小值		0.3	2.7	43.7	10.0	
		最大值		15.4	27.7	58.7	49.1	
		数据个数		26	28	28	28	
		平均值		4.0	14.4	50.5	30.8	
		标准差		4.5	8.0	3.7	12.7	
		变异系数		1.14	0.55	0.07	0.41	
②-3	尾细砂	最小值		3.6	19.4	46.4	6.8	
		最大值		16.4	28.7	54.2	21.3	
		数据个数		8	8	8	8	
		平均值		11.8	23.8	50.1	14.3	
		标准差		4.5	3.0	2.3	4.7	
		变异系数		0.38	0.12	0.05	0.33	
③-1	尾粉砂	最小值		0.1	1.1	31.1	31.3	
		最大值		3.6	24.4	49.4	49.5	
		数据个数		7	7	7	7	
		平均值		1.0	12.7	43.9	42.3	
		标准差		1.2	9.7	6.2	7.3	
		变异系数		1.20	0.76	0.14	0.17	

表 2.3-4 静力触探 qc (MPa)、fs (kPa) 值统计表

层号	n	类别	最小值	最大值	平均值	最小平均值	fs/qc	Ps 建议值 (MPa)
①	14	qc (MPa)	0.438	9.085	3.600	2.019	1.46	2.22
②	12	fs (kPa)	5.8	35.0	23.6	14.7		
		qc (MPa)	1.850	4.609	3.501	2.676	1.22	2.94
②-1	5	fs (kPa)	23.9	59.7	42.6	33.3		
②-2	1	qc (MPa)	2.013	2.013	2.013	2.013	1.84	2.21
		fs (kPa)	37.0	37.0	37.0	37.0		
③	12	qc (MPa)	0.113	4.172	1.359	0.736	1.81	0.81
		fs (kPa)	2.5	64.7	24.6	13.5		
③-1	1	qc (MPa)	1.659	1.659	1.659	1.659	1.24	1.82
		fs (kPa)	20.6	20.6	20.6	20.6		

注：Ps=1.1 qc（为安全起见，qc取最小平均值）。

表 2.3-5 标准贯入试验击数统计表

层号	②		②-1		②-2	
类别	未经杆长修正	经杆长修正后	未经杆长修正	经杆长修正后	未经杆长修正	经杆长修正后

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

最小值	5.0	5.0	9.0	7.4	5.0	4.5
最大值	10.0	10.0	21.0	16.8	12.0	9.0
数据个数	37	37	26	26	10	10
平均值	7.9	7.2	12.3	10.0	8.4	7.7
标准差	1.5	1.3	2.8	2.1	1.9	1.6
变异系数	0.19	0.18	0.23	0.21	0.23	0.21
标准值	7.5	6.9	11.4	9.3	7.3	6.8
层号	②-3		③		③-1	
类别	未经杆长修正	经杆长修正后	未经杆长修正	经杆长修正后	未经杆长修正	经杆长修正后
最小值	9.0	8.4	3.0	2.0	6.0	4.0
最大值	13.0	10.5	12.0	9.6	12.0	7.7
数据个数	8	8	65	65	6	6
平均值	10.9	9.6	5.2	3.9	8.0	5.8
标准差	1.6	0.8	1.9	1.7	2.4	1.4
变异系数	0.15	0.08	0.36	0.42	0.31	0.25
标准值	9.8	9.0	4.8	3.6	6.0	4.6

表 2.3-6 超重型动力触探试验击数统计表

层号	④		⑤	
类别	未经杆长修正	经杆长修正后	未经杆长修正	经杆长修正后
最小值	5.0	3.1	18.0	10.8
最大值	12.0	6.8	50.0	24.0
数据个数	14	14	11	11
平均值	7.5	4.5	33.5	17.2
标准差	2.3	1.2	11.6	4.7
变异系数	0.31	0.27	0.35	0.27
标准值	6.4	3.9	27.3	14.7

表 2.3-7 岩石单轴饱和抗压强度统计表

统计项目	⑤强风化花岗岩	⑤-1 中风化花岗岩
数据个数	9	8
平均值 (Mpa)	23.49	44.83
最小值 (Mpa)	14.12	28.26
最大值 (Mpa)	35.69	76.77
标准差	8.05	17.69
变异系数	0.34	0.39
标准值 (Mpa)	18.45	32.88

4、尾矿堆积土的工程特性

根据钻探、取样、原位测试和室内试验成果，现对尾矿堆积体各层的工程特性评述如下：

②层尾粉砂，湿~饱和，松散，修正后标准贯入击数范围一般为 5~10 击，修正后标准值 6.9 击；天然重度为 16.8~19.8KN/m³，直剪试验粘聚力为 5.6~7.5kpa，内摩擦角为 27.8~37.5 度，静力触探 qc 最小平均值为 1.375Mpa，静力触探 fs 最小平均值为 14.7kpa。尚未完成自重固结，工程性能差。

②-1 层尾粉砂，饱和，松散~稍密，修正后标准贯入击数范围一般为 7.4~16.8 击，修正后标准值 9.3 击；天然重度为 17.8~19.2KN/m³，直剪试验粘聚力为 5.1~7.6kpa，内摩擦角为 29.4~33.4 度，静力触探 qc 最小平均值为 2.676Mpa，静力触探 fs 最小平均值为 33.3kpa。尚未完成自重固结，工程性能差。

②-2 层尾粉质黏土，软塑~流塑，修正后标准贯入击数范围一般为 4.5~9.0 击，修正后标准值 6.8 击；天然重度为 17.1~18.2KN/m³，直剪试验粘聚力为 25.2~28.3kpa，内摩擦角为 4.7~6.2 度，静力触探 qc 最小平均值为 2.013Mpa，静力触探 fs 最小平均值为 37.0kpa。尚未完成自重固结，工程性能差。

②-1 层尾细砂，饱和，松散~稍密，修正后标准贯入击数范围一般为 8.4~10.5 击，修正后标准值 9.0 击。尚未完成自重固结，工程性能差。

③层尾粉质黏土，软塑~流塑，修正后标准贯入击数范围一般为 2.0~9.6 击，修正后平均值 3.6 击；天然重度为 16.3~19.7KN/m³，直剪试验粘聚力为 21.5~32.5kpa，内摩擦角为 4.5~9.6 度，静力触探 qc 最小平均值为 0.736Mpa，静力触探 fs 最小平均值为 13.5kpa。尚未完成自重固结，工程性能差。

③-1 层尾粉砂，饱和，松散，修正后标准贯入击数范围一般为 4.0~7.7 击，修正后标准值 4.6 击；静力触探 qc 最小平均值为 1.659Mpa，静力触探 fs 最小平均值为 20.6kpa。尚未完成自重固结，工程性能差。

④层碎石，松散~密实。承载力特征值 200~250kpa。工程性能较好。

⑤-1 层强风化花岗岩，强风化，其承载力特征值为 500kpa，工程性能较好。

⑤-2 层中风化燕山期花岗岩，中风化，其承载力特征值为 2000kpa，工程性能较好。

2.3.3 水文地质条件

2.3.3.1 区域及库区水文地质条件

该区属沟谷水文地质亚区，主要赋存有基岩裂隙水。其水文地质特征如下：由于库区主要为花岗岩，裂隙多呈闭合状，但上部风化裂隙发育。所以该区基岩裂隙水主要赋存在风化裂隙中，基岩裂隙水属弱富水性。

尾矿库所在沟内汛期有水，补给源为大气降水，该沟上游设有拦洪坝，拦洪坝以上地表径流从涵管经尾矿库右岸排出库区，拦洪坝以下初期坝以上地表径流直接汇入尾矿库水域，从斜槽排出库区。但该库于已不进行尾矿排放，无放矿水补给，水域逐渐萎缩形成干滩。其大气降水将成为主要补给源。

2.3.3.2 初期坝水文地质条件

初期坝为浆砌石坝，坝体预留有排渗孔，排渗孔畅通。位于初期坝的后侧的水位观测孔，水位埋深为 8.40~9.10m。说明尾矿库排渗系统，排水畅

通。

2.3.3.3 现状堆积坝水文地质条件

1、现状尾矿堆积体特征

该尾矿堆积坝系采用上游法充填堆筑而成，由于水流的分选作用，形成了尾矿堆积坝体的特殊地层结构（见本报告 2.3.2.3 节）。其结构特征为：沉积状态复杂，有许多小型冲积扇错综交叠，从而形成了许多大大小小的、粒径差异较大的透镜体韵律结构。即含水的砂体与弱含水的泥质体（隔水体）互相交叠，从而削弱了堆积体内地下水的垂直方向与水平方向的径流。在每个小型冲积扇的中上部，颗粒较粗，透水性、含水性较好。而在两侧及下游，颗粒较细，透水性含水性较差。从而形成了尾矿堆积坝独特的水文地质条件。即堆积坝含水层均呈透镜状，且每个含水透镜体之间水力联系很差。

从总体来看，沿堆积坝轴线横向上冲积扇的叠瓦状结构，随着新堆积坝的堆筑，且逐级向上推进，便构成了纵剖面上向上游一级一级，由透镜体状含水体和隔水体构成的叠瓦状结构体的错落排列。

综上所述，尾矿堆积坝体垂向上由沉积滩面向谷底呈现出总体粒度逐渐变细的特征，水平方向上由沉积滩面到原水域也存在同样的沉积规律，只是其层位变化的间距远大于垂直方向。所以堆积体内垂向渗透系数远小于水平渗透系数，垂向渗透性差。因此，这种特殊的尾矿砂与尾矿泥所构成的韵律结构地质体，不利于尾矿砂体中水的排泄和尾矿泥中水的渗出。

2、现状尾矿堆积体水文地质层特征

据本勘察资料分析，结合相关工程经验，确定堆场尾矿土及天然土层的综合渗透系数 K （cm/s）见表 2.3-8 所示。

表 2.3-8 各层土的渗透系数

层号	②	②-1	②-2	②-3	③	③-1
渗透系数 K (cm/s)	5.0×10^{-4}	4.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	1.2×10^{-3}	6.0×10^{-5}	5.0×10^{-4}

3、现状尾矿堆积坝浸润线特征

各钻孔初见水位见表 2.3-9，从表中可以看出：各子坝水位（浸润线）埋深 1 级子坝 3.0~8.4m，4 级子坝 3.5~9.50m，8 级子坝 4.30~4.90m，12 级子坝 6.80~10.5m；干滩水位（浸润线）埋深为 1.80~10.2m；各子坝水位随着子坝加高水位埋深增大，从堆积坝顶向干滩，水位埋深逐渐变浅。

表 2.3-9 各钻孔水位一览表（m）

孔号		K5	K19	K31	K6	K20	K32	K8	K22	
静止水位	埋深	3.0	6.5	8.4	3.5	9.5	6.0	4.9	4.3	
	标高	753.36	749.79	748.58	758.01	751.38	755.38	768.61	769.46	
位置		1 级子坝			4 级子坝			8 级子坝		
孔号		K4	K10	K24	K11	K25	K26	K37	K13	K15
静止水位	埋深	6.8	9.1	10.5	8.3	10.0	10.2	9.8	1.8	1.8
	标高	783.16	783.48	781.73	785.93	784.02	783.25	783.60	789.49	787.79
位置		12~13 级子坝			干 滩					

4、现状尾矿堆积体的地下水补给排泄条件

尾矿堆积体内地下水的补给源有：大气降水、上游及两侧山坡孔隙裂隙潜水径流补给等补给源。大气降水属间歇性补给水源，在雨季补给量较大，在枯水季节补给量小。库区两边山坡孔隙裂隙水，富水性差，受季节性影响明显，补给量小。风险隐患治理（闭库）后，排矿停止，已无放矿水补给堆积体地下水，现阶段堆积体地下水的主要补给源为大气降水，故降水水量将直接影响堆积体地下水。

尾矿堆积体内地下水的排泄途径，有四种：其一，该尾矿库初期坝坝体预留有排渗孔，部分地下水经此排泄；其二原尾矿库涵管虽已封堵，但封堵时预留有排水管，部分地下水下渗至原涵管，经预留排水管排泄；其三，沿坝底第四系空隙及基岩裂隙排泄；其四，部分干滩区水位埋藏较浅时，地下

水进行蒸发排泄。

2.3.3.4 水腐蚀评价

根据搜集的区域气象资料，河南省干燥度指数 $K < 1.5$ ，属湿润地区，场地上部地层以粉砂、粉粘为主，属于弱~强透水层，综合确定场地的环境类型属 II 类。

为评价地下水对建筑材料的腐蚀性，本次勘察分别取两组地下水做分析，编号为 1#，2#水样，水质分析结果见表 2.3-10。

表 2.3-10 地下水水质分析结果表

评价条件	按环境类型水对混凝土结构的腐蚀性评价					按地层渗透性水对混凝土结构的腐蚀性评价			对钢筋混凝土中钢筋的腐蚀性评价
	环境类型：II					强透水层：A			干湿交替
项目编号	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	OH ⁻	总矿化度	PH	侵蚀性 CO ₂	HCO ₃ ³⁻	Cl ⁻
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mmol/L	mg/L
1#	66.76	16.05	0.00	0.00	245.83	7.80	4.67	0.85	4.96
2#	117.68	19.21	0.00	0.00	245.34	7.81	4.67	0.95	8.51
评价标准	<300	<2000	<500	<43000	<20000	>5.0	<15	0.5~1.0	<100
腐蚀性评价	微	微	微	微	微	微	微	弱	微

按照《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）12.2 条腐蚀性评价标准，按环境类型本场地地下水在干湿交替作用下对混凝土结构具有微腐蚀性，按地层渗透性场地地下水对混凝土结构具有弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性。综上，判定地下水与建筑材料腐蚀等级为弱腐蚀。

2.3.4 地震效应

2.3.4.1 地震动参数

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015），该场地地震基本烈度为 VI 度，该地区地震动峰值加速为 0.05g，根据《中国地震动反应谱特征周期区划图》，II 类地震动反应谱特征周期为 0.35s。由于场地土体为软弱土，土层等效剪切波速平均值小于 150m/s，覆盖层最大揭露厚度为 37.9m，介于 15~80m 之间，场地类别为 III 类，特征周期为 0.45s。

2.3.4.2 现状尾矿库地震液化判定

该尾矿库场地所处地震基本烈度为Ⅵ度，根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）及相关规范，可不考虑液化的影响。

2.3.5 尾矿库稳定性分析与评价

2.3.5.1 现状初期坝稳定分析及评价

1、坝基稳定性分析

初期坝所处地段未见有全新活动断层，未见有滑坡等不良地质作用，坝址区是稳定的；根据钻探和前期资料，初期坝坝基为燕山期强~中风化花岗岩，其承载力特征值 f_k 为 500~2000kPa，坝基是稳定的。

2、坝肩稳定性分析

初期坝肩出露地层为燕山期强~中风化花岗岩，坝肩山势雄厚。未发现坝肩基岩变形迹象。初期坝坝肩是稳定的。

3、初期坝稳定性分析

原初期坝坝型为浆砌石拱坝，后来采用堆石在浆砌石拱坝下游对坝体进行压坡加固。初期坝高约 19.19m，下游坡坡比 1:1.82，坝顶宽 3m，坝轴线长度约 55m。

现场观察，坝体外观良好，未见有其他变形现象。

4、渗漏稳定性分析

初期坝坝肩以燕山期强~中风化花岗岩为主，除表层风化裂隙发育外，向深部裂隙不发育。修建初期坝时对坝肩进行了清理，现场调查，坝肩未发现有渗漏现象。因此，不会发生绕肩渗漏。坝体预留有排渗孔，坝体表面未见渗流破坏现象。因此，初期坝渗流是稳定的。

通过上述分析，初期坝址、坝基、坝肩是稳定的。

2.3.5.2 现状堆积坝稳定性分析及评价

1、堆积坝现状

尾矿堆积坝采用上游式尾砂筑坝，现状堆积坝坝顶标高为 794.83m，目前堆积坝总高 46.02m，下游坡平均坡比 1:3.89，总坝高 65.21m。现已堆筑完成 14 级子坝，14 级子坝以下已经覆土植草护坡并且植被良好。滩面平整，库内全部为干滩，滩面平均坡比约为 1%，现状干滩长度 300m。在坝体左侧设有坝肩截水沟，断面尺寸为 1.1m×1.1m，右侧坝肩截水沟断面尺寸为 1.0m×1.0m，堆积坝外坡部分地段设有纵向排水沟，浆砌石结构，侧壁厚 0.5m，横向排水沟连接至坝肩纵向排水沟流向坝下游回水池。

2、现状堆积坝稳定性计算

稳定性计算利用规范通用的圆弧滑动法，分正常运行及洪水作用两种工况。各层稳定性计算参数见表 2.3-11 所示。

表 2.3-11 坝体稳定性计算参数确定表

层号	重度 (KN/m ³)	饱和重度 (KN/m ³)	粘聚力 (KPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力 (KPa)	水下内摩擦角 (度)
①	18	20.0	4.0	25	-	-
②	18.8	20.0	6.2	31.2	6.0	28.0
②-1	18.4	20.0	5.3	29.6	5.3	27.0
②-2	17.8	18.0	26.5	9.0	26.0	7.5
②-3	19.0	20.0	4.5	30.0	4.5	27.5
③	18.0	18.0	27.0	10.0	26.5	8.5
③-1	18.5	20.0	5.0	29.0	5.0	24.0
初期坝	22.0	22.0	80	32	50.0	20.0

注：粘聚力、摩擦角主要为直剪结果平均值、标准值及经验值，结合考虑。

根据控制性剖面 3-3' 绘出堆积坝的边坡，按《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）5.3.18 规定，对堆积区的堆积坝的现状稳定性评价。

尾矿库所在地区抗震设防烈度为 6 度，不考虑地震，计算模型为两种荷载组合，分为正常运行工况、洪水运行工况，正常运行=正常水位+坝体自重；洪水运行=最高洪水位+坝体自重。洪水运行条件下，洪水位按 794.8m 计算。

由计算结果可以得到以下结论：

（1）尾矿堆积坝在现状运行条件下，尾矿坝坝坡抗滑稳定系数 $K_{min}=1.512>1.15$ ，大于四等库正常运行条件下的坝坡抗滑稳定系数要求，坝体处于稳定状态。

（2）尾矿堆积坝在洪水运行条件下，尾矿坝坝坡抗滑稳定系数 $K_{min}=1.362>1.05$ ，大于四等库洪水运行条件下的坝坡抗滑稳定系数要求，坝体处于稳定状态。

（3）勘察期间，堆积坝外坡未发现坍塌、滑坡迹象，运行工况正常。

综合以上稳定性分析可看出，坝体稳定性较好。

3、现状堆积坝稳定性分析

堆积坝总体情况为现状堆积坝坝顶标高为 794.83m，现状总坝高 65.21m（其中初期坝高 19.19m，堆积坝高 46.02m，外坡平均坡比 1:3.89）。坡面设置有纵、横排水沟，左右坝肩设置有坝肩截水沟，最终形成网状排水沟。堆积坝坝面上未见有积水、沼泽现象，各级子坝坝顶、斜坡未见大的冲沟等现象，坝面完好。

本次工程地质水文地质调绘、钻探，原位试验、现状堆积坝稳定性计算结果显示，现状堆积坝是稳定的。现已不再排放尾矿，随着尾矿砂的自重固结，堆积坝的稳定性将会提高。

4、渗流稳定性分析

该尾矿库干滩长度约为 300m，干滩长度远大于规范规定的最小 50m 的要求。

堆积坝体内地下水（浸润线）位埋深在干滩部位埋深为 1.80~10.20m，平均为 7.0m；坝面未见渗水和积水现象，涵管排出水清澈透明。现状堆积坝渗流是稳定的。现已不再排放尾矿，已无排矿水流入库区，库区地下水补给仅为大气降水，而大气降水大部分经排洪系统排出库外，原水域面积减小已

干枯，浸润线越来越低，在保证渗流系统畅通的情况下，渗流将越来越稳定。

2.3.5.3 现状排洪涵管稳定性分析及评价

1、防洪、排水系统

李家沟尾矿库库内积水通过排水斜槽+涵洞+明渠排出库外，排水系统共有进水口 4 处，自库尾向坝前方向分别为涵洞进水口、1#斜槽进水口、2#斜槽进水口、3#斜槽进水口，1#斜槽进水口净断面 $1.2\text{m} \times 1.4\text{m}$ ，2#斜槽进水口净断面 $1.2\text{m} \times 1.4\text{m}$ ，3#斜槽进水口净断面 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ ，沟尾涵洞进水口净断面为 $1.5\text{m} \times 1.6\text{m}$ ，1#和 2#排水斜槽与涵洞均相连，涵洞出水口位于尾矿坝左侧支沟内，涵洞下游段明渠 $1.4\text{m} \times 1.4\text{m}$ 。根据实测图，涵洞上游侧进水口底标高+822.41m，下游出水口底标高+757.46m，整体长度 615.7m，平均坡降 10.55%，涵洞下游明渠整体坡度 15.75%，涵洞进水口处下游侧设有一座简易拦洪坝。

由于李家沟尾矿库停产时间较长，根据现场调查情况，**现状 2#排水斜槽**为库内主要进水口，斜槽结构剥蚀和风化现象严重，多处钢筋裸露锈蚀，不能满足排洪安全需要。库内尾矿未淹没至 1#排水斜槽附近，1#排水斜槽未启用但维护不到位，排水斜槽进水口位置有树枝、落叶、落石等杂物，1#支洞内局部位置发生冒顶坍塌。主隧洞洞身多为原岩裸露，局部有衬砌支护，洞身内局部发生冒顶，造成结构损坏，主排水隧洞进水口、出水口处及涵洞下游明渠内局部位置有树枝、落叶等杂物。现状排水斜槽及隧洞观感质量较差，建议进行修整或封堵弃用。

若采用新建排水明渠等措施，建议在库岸及坝肩处布置工程，明渠排水沟基础持力层为④碎石、⑤强风化花岗岩，承载力特征值分别为 250、500kPa，能满足设计要求。

2、排渗设施

初期坝排渗现状：初期坝采用堆石压坡，为透水堆石坝，渗透性较好。

子坝设置的水平排渗管，有效的降低了坝体浸润线的位置。

堆积坝排渗现状：第 4 级子坝坝顶设置有 10 根 $\Phi 100\text{mm}$ 排渗管；第 5 级子坝坝顶设置有 12 根 $\Phi 100\text{mm}$ 排渗管；第 6 级子坝坝顶设置有 10 根 $\Phi 100\text{mm}$ 排渗管；第 8 级子坝坝顶设置有 10 根 $\Phi 100\text{mm}$ 排渗管；第 9 级子坝坝顶设置有 27 根 $\Phi 100\text{mm}$ 排渗管；第 10 级子坝坝顶设置有 26 根 $\Phi 100\text{mm}$ 排渗管；第 11 级子坝坝顶设置有 23 根 $\Phi 100\text{mm}$ 排渗管；第 12 级子坝坝顶设置有 18 根 $\Phi 100\text{mm}$ 排渗管。

据甲方介绍、现场调查，排洪系统地基持力层为④碎石、⑤强风化花岗岩、⑤-1 中风化花岗岩，承载力特征值分别为 250、500、1500kPa，满足涵管对地基承载力的要求。排洪涵管地基基础持力层是稳定的。

2.3.5.4 现状库岸稳定分析

四周库岸出露地层为燕山期强~中风化花岗岩，以强风化为主，地形坡度约 $30\sim 40^\circ$ ，山体稳定，未发现库岸边坡出露软弱夹层，未发现较大临空开挖面，未发现库区边坡发生崩塌、滑坡等迹象，现状库岸边坡是稳定的。

2.3.6 结论及建议

2.3.6.1 结论

根据本次钻探、静探、标贯等原位试验及土工试验统计分析计算与评价结果，得出以下结论：

1、尾矿库区无全新活动断裂构造；不良地质作用仅为小型崩塌，对尾矿库不构成威胁，尾矿库所处的工程地质环境是稳定的；库区无泥石流、滑坡等其他不良地质作用，尾矿库是安全的；

2、尾矿库所在地区抗震设防烈度为 6 度，不考虑地震。尾矿库所处为在正常运行工况下堆积坝抗滑安全系数为 1.512，大于规范规定的最小 1.15 的要求，正常运行工况下尾矿库是安全的；在洪水作用下，抗滑安全系数为

1.362, 大于规范规定的最小 1.05 的安全系数, 尾矿库堆积坝在洪水作用下是稳定的。

3、初期坝坝面外坡坡比为 1:1.82, 不小于规范规定值。

4、初期坝坝址远离断裂破碎带, 坝基持力层为燕山期强~中风化花岗岩, 承载力特征值为 500~2000kPa, 能够满足坝基承载力要求, 因此坝基是稳定的; 初期坝坝体密实度稍好。

5、该尾矿库干滩长度 300m, 干滩长度大于规范规定的最小 50m 的要求。

6、坝面未见渗水和积水现象, 涵管排出水清澈透明。堆积坝渗流是稳定的。

2.3.6.2 建议

1、尾矿库闭库、管理应严格按《尾矿库安全技术规程》（AQ2006-2020）执行。严格控制库内正常水位、调洪高度、安全超高、干滩长度等, 应对这些指标进行长期、定期观测。

2、加紧完善尾矿库周边排水渠等排水设施, 以保证尾矿库、尾矿库周侧、尾矿库上游汇水顺利排泄。校核尾矿库排洪设施的排洪能力, 以保证洪水来临时能在有关规范规定的时间内将洪水排出, 防止洪水在堆积坝体内形成稳定的渗透压力, 从而影响坝体的整体稳定。

3、根据现场调查并结合建设方意见, 原有隧洞排水系统因局部冒顶坍塌和结构损毁等因素, 不能满足原有排洪安全功能需要, 建议废弃原有排水系统进行封堵并新建排水系统。另外, 在汛期有效控制库内水位标高, 保障尾矿库安全度汛。

4、做好坝体浸润线的观测和坝体位移观测, 按照《尾矿库安全技术规程》（AQ2006-2020）的各项要求, 进一步加强对尾矿库的安全监测管理, 以便及时发现安全隐患, 及时处理, 真正做到防微杜渐, 及时消除尾矿库的安全隐患, 确保尾矿库的安全运行及后续加高; 对地下水水位、初期坝变形进行、

坝体位移和坝体浸润线监测；特别是浸润线、排渗流量和浑浊度变化；影响尾矿坝的不良地质现象的发育情况；坝体水平和竖向变形。并做好必要的记录，如绘图、拍照、录像等方式。

5、建议由相关资质的单位进行该库闭库前治理方案的制定，待施工验收合格后，再进行闭库备案。

2.4 改造设计简述

根据 2007 年 7 月三门峡黄金设计院研究院有限公司编制的《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明》，主要设计内容如下：

2.4.1 基本工艺资料

选矿厂工艺流程为单一浮选，主要产品为钼精矿。其相关的资料如下：

- 1、选厂生产规模：1200t/d；
- 2、工作制度：330d/a，3 班/d，8h/班；
- 3、尾矿产率：99.7%；
- 4、排尾量：1196.4t/d，394812t/a；
- 5、尾矿比重：3.12t/m³；
- 6、尾矿干容重：1.6t/m³；
- 7、磨矿细度：-200 目占 65%；
- 8、尾矿浆浓度：30%；
- 9、尾矿浆稠度：42.86%；
- 10、尾矿浆水固比：2.33；
- 11、尾矿浆比重：1.26t/m³；
- 12、日排尾矿浆体积：3171m³；
- 13、服务年限：6a。

2.4.2 库容等别

设计尾矿库堆积坝运行至最终 830.00m 标高时，总坝高 97.82m（初期坝高 16.37m，堆积坝高 81.45m），总库容 $179.1814 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为三等库。

主要构筑物级别 3 级、次要构筑物为 5 级；防洪标准：初期为 50~100 年一遇，中后期为 200~500 年一遇；最小安全超高：0.7m、最小干滩长度：70m；坝坡稳定系数：正常运行 $K \geq 1.2$ ；洪水运行 $K \geq 1.1$ ；特殊运行 $K \geq 1.05$ 。

2.4.3 尾矿坝

初期坝：原初期坝为浆砌石拱形坝，坝顶长 53.1m，顶宽 2m，圆拱半径为 56m，坝基坐落在基岩上，深 3m，坝顶标高 748.55m，坝地面标高 732.18m，坝体高出地面 16.37m，坝肩两侧与山体基岩嵌接。设计对原浆砌石坝进行改造，在原坝外坡用堆石坝加固，堆石体坝顶宽度与原坝体一致，顶宽 1m，底宽 28.648m，改造后坝顶宽度 3m，下游坡坡比 1:1.75。

在初期坝右侧设置截洪沟，梯形断面：（1.0~0.5）m×0.7mm，M7.5 水泥砂浆砌 Mu40 毛石，M2.5 水泥砂浆抹面；左侧为排水明渠，梯形断面：（2.1~1.5）m×1.5m。

堆积坝：期堆积坝采用上游式尾砂筑坝，子坝坝顶宽 2m，高 1m，上游坡坡比 1:1，下游坡比 1:4；标高 760m 至 830m，每隔 10m 留一条 4m 宽的马道。最终坝顶宽 15m，整个尾矿坝外坡坡比为 1:4.52。堆积坝外坡覆土植草，覆土厚度 0.4m。

堆积坝两侧坝肩修筑坝肩截水沟，与初期坝截洪沟相连，梯形断面：（1.0~0.5）m×0.7mm，M7.5 水泥砂浆砌 Mu40 毛石，M2.5 水泥砂浆抹面。

2.4.4 坝体排渗

在堆积坝标高 755.84m、760m、770m、780m、790m、800m、810m、820m 处埋设排渗管，并在相应标高的马道上分别修建排水沟与坝肩截洪沟相连。

2.4.5 排水系统

排水系统为排水斜槽—隧洞式排水系统。

1、排水斜槽：共分 4 段，斜槽断面近似长方形，宽 1.2m，深 1.6m，钢筋砼结构。分别位于 4 个支隧洞的末段。4 段排水斜槽均沿库内沟底布置，总长 262m，其中 1#长 78m，2#长 68m，3#长 76m，4#长 40m。斜槽盖板尺寸为 1400mm×300mm×200mm，结构为钢筋砼。随着尾矿砂的不断排放，逐块盖槽、排水斜槽捣制钢筋砼底板及槽每 10m 留一道缩缝。

2、排水隧洞：设于尾矿库南侧的山体中，隧洞总长 705m，其中主隧洞全长 512m，平均坡度 10.06%：1#支隧洞长 35m，2#支隧洞长 40m，3#支隧洞长 54m，4#支隧洞长 64m。在各个隧洞出口处均用钢筋砼加固，在隧洞内若遇破碎带等岩石不稳固情形时，用厚 240mm 的砖砌加固。

各个支隧洞的封堵：设计相邻两个排水斜槽进水口重叠高度为 1m，当 1#排水斜槽水位距顶端为 1m 时，尾矿溢流水开始从 2#排水斜槽排出，此时开始对 1#支隧洞封堵，1 支隧洞的封堵在连接主隧洞的支隧洞末端口用水泥砂浆砌毛石填实，封堵长度不小于 3m，2#支隧洞、3#支隧洞、4#支隧洞的封堵也采用此方法，严禁对各个排水斜槽末端堵死。

3、连接井：在 4 段排水斜槽与 4 个支隧洞相连接处，分设一个内径各为 2.8m 的连接井，结构均为钢筋砼。

4、排水渡槽：设于主隧洞出口处，全长 50m，断面形状为梯形，上宽 2.1m，下宽 1.5m，深 1.5m。结构为钢筋砼。由于排水渡槽位于库内尾矿砂上，基础采用灌筑桩处理，灌筑桩下端必须落于坚硬的基岩上。

5、排水明渠：设于排水渡槽下段，全长 76m，断面形状与排水渡槽相同，结构为钢筋砼，由于排水明渠位于斜坡上，坡度较大，故在排水明渠基础设防滑齿槽，间距 10~15m，齿墙底应嵌于基岩内，嵌入深度不小于 700mm。

在排水系统末端设有消力池，消力池长 15m，宽 6m，结构为钢筋砼。

2.4.6 尾矿库观测设施

1、坝体位移观测

基点共布置 20 个，两岸坡各布置 10 个，位移观测点布置 20 个分别在标高 748.55m、755.84m、760m、770m、780m、790m、800m、810m、820m、830m 处的马道上布置两个。观测点和基点结构均为钢筋砼结构。坝体的垂直位移采用水准测量方法，水平位移采用视准线法进行观测。

2、浸润线观测

浸润线观测布置一个断面，分别在 755.84m、760m、770m、780m、790m、800m、810m、820m、830m 及库内，测水管共布置 10 个，采用 $\Phi 100\text{mm}$ PVC 管，长 10~12m，上端 1.0m 不钻孔，下端在管壁上钻孔径 3~5mm 的孔，在钻孔管壁外缠渗水土工布，土工布用铁丝扎牢管底封死，上部露出地面 0.5m，管口用塑料薄膜裹严，防止杂物和雨水落入管内。观测水位仪器采用测深钟。

2.5 在线监测设计简述

2023 年 3 月，企业委托洛阳润星电子科技有限公司对李家沟尾矿库在线监测系统进行了设计和安装，主要设计内容如下：

1、系统组成

系统由库区数据采集装置、库区信号传输和处理装置、监测中心机房和计算机信息处理系统、系统网络接口等组成。其中，监测中心机房接收各个监测点的传感器数据以及尾矿库各视频监控点的图像信息，通过软件管理平台实时显示相关信息及管理预警值、自动存储各种信息；监测中心机房主要放置显示大屏幕、监视终端、视频存储设备、数据服务器、软件管理平台及辅助设备。

系统依托智能软件系统，对各类信息进行分析，建立四级预警模型；当发生异常时，根据预警级别，通过网络及其短信息平台，自动发布消息到市、县、矿方三级管理人员，尽快启动相应的预案。系统的各级用户，根据所具

有的权限，可通过 internet 网络浏览各类信息。监控中心可以通过 internet 网络与市县监控中心互通互联。

系统监测内容包括库区降雨量监测、坝体表面位移监测、库水位监测、坝体浸润线监测、干滩监测（滩顶高程、干滩坡度、干滩长度）、安全视频监控。

1.在线监测系统组成

尾矿库在线监测系统由库区监测点传感器系统、数据采集系统、机房服务终端系统三部分组成，三部分组成一个有机的整体，实现系统的整体建设目标。

2、在线监测系统监测点及监测阈值

（1）库水位监测设计

在排水斜槽进水口设置 1 个库水位监测点，预警输出分为四级：一级预警为蓝色预警（报警值：调洪高度 2.15m）、二级预警黄色预警（报警值：调洪高度 1.75m）、三级橙色预警（报警值：调洪高度 1.35m）、四级预警橙色预警（报警值：调洪高度 1.15m）。

（2）雨量监测设计

在初期坝中间位置布置一个监测点，设置一台翻斗式雨量筒，放置于视线开阔上部无遮挡处。

（3）坝体表面位移监测设计

在 1 级、15 级子坝坝顶各布设 2 个表面位移观测点，在库区左侧山坡稳定处设置一个位移观测基点。水平位移值预警输出分为四级：蓝色预警（报警值：15mm）、黄色预警（报警值：25mm）、橙色预警（报警值：30mm）、红色预警（报警值：45mm）。垂直位移值预警输出分为四级：蓝色预警（报警值：20mm，）、黄色预警（报警值：30mm）、橙色预警（报警值：40mm）、红色预警（报警值：60mm）。

（4）浸润线监测设计

在第 3、15 级子坝顶各布设 2 个浸润线监测点。预警输出分为四级：蓝色预警（报警值：8m）、黄色预警（报警值：7m）、橙色预警（报警值：4.5m）、红色预警（报警值：4m）。

（5）视频监控

在尾矿库排水隧洞出水口、回水池、1 级子坝顶、堆积坝顶、排水斜槽各设置 1 个摄像头，共计 5 个视频监控点。

（6）干滩监测

因目前尾矿库停用多年库内全部为干滩，本期暂不安装干滩测量设备。尾矿库投产后再行追加安装干滩设备。

2.6 尾矿库现状简介

2.6.1 尾矿库现状库容、等别

依据测量单位提供的尾矿库现状实测图，现状尾矿库总坝高 65.21m，结合设计资料，现状总库容约 $63.7 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为四等库。

2.6.2 尾矿坝

1、初期坝

初期坝坝体采用浆砌石+堆石结构，根据洛阳启源测绘技术有限公司 2023 年 12 月提供的实测图，初期坝坝顶标高+735.81m，高度 19.19m，外坡比 1:1.82，坝顶宽度 3m。右坝肩设置有坝肩截洪沟，浆砌石结构，矩形断面，断面尺寸 $B \times H = (1.0 \sim 1.2) \text{m} \times (1.0 \sim 1.15) \text{m}$ ，壁厚 0.6m。

现场查勘：初期坝堆石体无沉降、塌陷迹象，坝体无纵、横向裂缝，坝肩与岸坡结合部位无位移迹象。

2、堆积坝

堆积坝现共有 14 级子坝，均采用山坡碎石土筑坝，第 14 级子坝顶标高

+794.83m，堆积坝整体外坡比为 1: 3.92，滩顶标高+794.4m，尾砂堆积总高度 46.02m，滩面长度 267.3m，坡度 1.26%，各级子坝详细参数见下表。

表 2-4-2 各级子坝参数表（剖面线处）

级数	坝高 (m)	坝顶宽 (m)	子坝外坡比	坝顶标高 (m)	坝顶排水沟	排渗及观测设施	备注
1	7.15	8.5	1:1.69	755.96	矩形断面，断面尺寸为 B×H=0.4m×0.28m，壁厚 0.2m	2 个 GPS 表面位移监测设施，设置有 10 根 Φ100mm 排渗管	已覆土植草
2	1.63	6.0	1:1.69	757.59	矩形断面，断面尺寸为 B×H=0.4m×0.28m，壁厚 0.2m	设置有 10 根 Φ100mm 排渗管	已覆土植草
3	1.39	5.1	1:2.63	758.98	——	设置有两个人工位移观测桩，1 个浸润线观测孔	已覆土植草
4	1.89	3.5	1:3.56	760.87	矩形断面，断面尺寸为 B×H=0.5m×0.35m，壁厚 0.2m	设置有 10 根 Φ100mm 排渗管	已覆土植草
5	3.24	7.3	1:2.76	764.11	矩形断面，断面尺寸为 B×H=0.32m×0.3m，壁厚 0.2m	设置有 12 根 Φ100mm 排渗管	已覆土植草
6	3.16	6.1	1:3.03	767.27	矩形断面，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.27m，壁厚 0.2m	设置有 10 根 Φ100mm 排渗管	已覆土植草
7	2.88	3.6	1:2.40	770.15	——	——	已覆土植草
8	3.59	5.0	1:2.13	773.74	矩形断面，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.26m，壁厚 0.2m	设置有 10 根 Φ100mm 排渗管	已覆土植草
9	3.44	2.9	1:3.21	777.18	预制水泥槽，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.2m	设置有 27 根 Φ100mm 排渗管	无覆土植草，设置有坝面纵向排水沟，断面尺寸 B×H=0.3m×0.2m
10	3.25	3.0	1:2.31	780.43	预制水泥槽，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.2m，壁厚 0.2m	设置有 26 根 Φ100mm 排渗管	无覆土植草，设置有坝面纵向排水沟，断面尺寸 B×H=0.3m×0.2m
11	3.93	4.0	1:2.41	784.36	预制水泥槽，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.2m，壁厚 0.2m	设置有 23 根 Φ100mm 排渗管	无覆土植草，设置有坝面纵向排水沟，断面尺寸

							B×H=0.3m×0.2m
12	5.43	5.3	1:2.54	789.79	矩形断面，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.2m，壁厚 0.2m	设置有 18 根 Φ100mm 排渗管	无覆土植草，设置有坝面纵向排水沟，断面尺寸 B×H=0.3m×0.2m
13	2.35	4.5	1:3.49	792.14	——	——	无覆土植草
14	2.69	3.0	1:2.80	794.83	——	——	无覆土植草
现状堆积坝坝顶标高为 794.83m、堆积子坝总高度 46.02m，下游坡平均坡比 1:3.92							

在堆积坝左右两侧设有坝肩截水沟，浆砌石结构。右侧坝肩截水沟，断面尺寸为（1.0~1.2）m×（1.0~1.15）m，壁厚 0.6m；左侧坝肩截水沟断面尺寸为（1.0~1.12）m×（0.98~1.10）m，壁厚 0.5m，在第 5 级子坝南侧与排水隧洞出口处的排水渡槽相连接。在第 1、2、4、5、6、8、9、10、11、12 级子坝顶部设有横向排水沟，堆积坝第 9 至 12 级子坝外坡部设有纵向排水沟，纵向排水沟与马道横向排水沟相连接，马道排水沟与两侧坝肩截水沟相连接，现状部分排水沟存在局部断裂、损坏或淤堵等现象，堆积坝外坡零星生长有根系较发达的树木。

3、库面情况

由于李家沟尾矿库停产时间较长，库内已无积水，滩面长度 267.3m，滩面尾砂大面积裸露，部分区域生长有芦苇。根据实测图，现 14 级堆积坝前滩面高程+794.4m，由于长期停用，库区滩面距坝顶 70m 处滩面自然沉降后高程下降较快，在库内形成凹陷区，在距堆积坝顶 167.5m 处为最低点，高程为 789.88m。凹陷区前滩面坡度 1.26%。

2.6.3 坝体排渗设施

在第 1、2、4、5、6、8、9、10、11、12 级子坝顶部均设置有 Φ100mmPVC 排渗管，现状均无渗水排出。

2.6.4 排水系统

尾矿库排水系统采用排水斜槽——排水隧洞——排水明渠——消力池型

式。

排水斜槽为矩形断面，钢筋混凝土结构，共计 3 条排水斜槽。

1#排水斜槽断面尺寸 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.4\text{m}$ ，壁厚 25cm，固定盖板宽 1.2m，长 1.65m，厚 0.3m，上下两个盖板的间距为 0.8m，上下固定盖板之间的小盖板长 1.6m，宽 0.3m，厚 0.28m。斜槽入水口标高+824.80m、转角井处斜槽出水标高+808.50，长 106.59m，平均坡降 15.29%。1#排水斜槽与 1#排水支隧洞之间采用转角井连接。

2#排水斜槽断面尺寸 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.4\text{m}$ ，壁厚 25cm，固定盖板宽 1.6m，长 1.5m，厚 30cm，上下两个固定盖板的间距为 1.1m，上下固定盖板之间的小盖板长 1.6m，宽 0.3m，厚 0.28m。斜槽入水口标高+807.64m、斜槽出水标高+790.35，长 205.85m，平均坡降 8.4%。现进水口最低标高+790.00m。

3#排水斜槽已经封堵，断面尺寸 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ ，壁厚 25cm，固定盖板宽 1.55m，长 1.45m，厚 30cm，上下两个盖板的间距为 1.4m，在排水支隧洞处进行了封堵。

排水隧洞位于尾矿库左侧山体中，圆拱直墙型结构，直墙高 1.05m，断面为 $B \times H = 1.5\text{m} \times 1.6\text{m}$ ，隧洞出口及洞内岩石破碎处采用钢筋混凝土支护。根据实测图，涵洞上游侧进水口底标高+822.41m，下游出水口底标高+757.46m，整体长度 615.7m，平均坡降 10.55%。在排水隧洞入水口处设置有一拦水坝，挡水坝坝出地面高 1.4m，坝顶宽 1.1m。上游坡坡比为 1:0.1，下游坡坡比为 1:0.2。

主隧洞出口连接排水渡槽，钢筋砼结构，矩形断面尺寸 $B \times H = 1.4\text{m} \times 1.4\text{m}$ 。在现监控室应急物资仓库所在平台东侧与山体连接处设置有截水沟，断面尺寸 $B \times H = 0.7\text{m} \times 0.7\text{m}$ ，浆砌石结构，壁厚 0.6m，与排水渡槽相连接。

排水斜槽下接排水明渠，排水明渠为矩形断面，浆砌石结构，断面尺寸 $B \times H = 1.8\text{m} \times 1.6\text{m}$ ，壁厚 0.6~0.8m。

消力池位于初期坝下游，浆砌石结构，分上下两个池，断面尺寸分别为 $B \times H \times L = 5.5\text{m} \times 8\text{m} \times 3\text{m}$ ， $B \times H \times L = 15\text{m} \times 6\text{m} \times 3\text{m}$ ，周边侧墙壁厚 0.9m。

2.6.5 观测设施

1、人工监测设施

第 3 级子坝顶部设有 2 个人工位移观测桩和 1 个人工浸润线观测管。

2、在线监测设施

监控室位于排水隧洞出口南侧原回水泵房值班室。

（1）位移监测

在第 1 级子坝顶部设有两个 GPS 表面位移监测设施，在第 5 级子坝南侧山坡处设有 1 个 GPS 表面位移监测基站。

（2）浸润线

在第 3 级子坝顶设有 1 个浸润线在线监测点，利用渗压计对浸润线埋深进行监测。

（3）雨量监测

在排水隧洞出水口北侧设置有一台翻斗式雨量筒，放置位置视线开阔上部无遮挡。

（4）视频监控

在尾矿库排水隧洞出水口、消力池、1 级子坝顶、堆积坝顶、2#排水斜槽入水口各设置 1 个摄像头，共计 5 个视频监控点。

2.6.6 安全标志

库区设置有尾矿库安全生产库长责任制公示牌，公示牌有三级库长及乡、村、企业主要领导的联系方式。除公示牌外，无其他安全标志。

2.6.7 辅助设施

1、通信：尾矿库值班人员配备有移动电话。

2、值班室、物资仓库：在排水隧洞出口左侧山体上设有值班房、监控室、防汛物资仓库。

3、上坝道路：尾矿坝左侧有一条上坝道路可通至坝体左侧（原回水泵房、现监控室）支沟处，为土石路面，路宽约 3.5m，但无法通向库尾。

2.6.8 尾矿堆存作业

2012 年尾矿库安全生产许可证到期后一直停用至今，尾矿排放设施已拆除。

2.6.9 尾矿库安全管理现状

尾矿库 2012 年 12 月已停止排尾，尾矿库处于长期停用状态，栾川县丰汇矿业有限公司没设置李家沟尾矿专职安全管理机构，无专职安全员等相应的管理人员，安全生产相关责任制、制度、规程、隐患排查治理记录等均缺失，缺乏有效的安全管理。

2.7 尾矿库存在的主要问题

现场查勘，该尾矿库存在以下主要问题：

1、堆积坝第 9~14 级子坝外坡未覆土，堆积坝外坡零星生长有根系较发达的树木。坝面局部有冲蚀、拉沟情况。

2、马道排水沟存在局部断裂、损坏或淤堵等现象。

3、库面尾砂裸露，滩面未进行覆土，局部生长有芦苇。库区滩面距坝顶 83m 处滩面自然沉降后高程下降较快，在库内形成凹陷区，雨季易形成积水区。

4、库内现有斜槽+隧洞排水系统原施工资料缺失，且自 2009 年 11 月工程验收后未进行排水系统检测，加上长时间停用，斜槽、隧洞等排水构筑物混凝土构件碳化深度、钢筋的混凝土保护层厚度、强度及抗压强度等是否满足要求无法判断，现有排水系统难以保证尾矿库风险隐患治理（闭库）后长

期安全。

5、现状堆积坝外坡比 1:3.89，不符合整个尾矿坝外坡坡比 1:4.52 的设计要求。

6、现状尾矿库仅在第 3 级子坝顶设有 2 个人工位移观测桩和 1 个人工浸润线观测管，不符合设计要求。

7、库区仅有一块尾矿库安全生产库长责任制公示牌，安全标志较少。

8、现有上坝道路无法到达堆积坝坝顶及库尾。

3 主要危险因素辨识与分析

尾矿库是选矿厂一项重要设施和组成部分，尾矿库发生的主要事故是尾矿坝的溃坝，据不完全统计，导致尾矿库溃坝事故的直接原因为：洪水约占 50%，坝体稳定性约占 20%，渗流破坏约占 20%，其他约占 10%。而发生事故的根源是尾矿库存在的安全隐患，尾矿库前期工作阶段对自然条件（如水文、气象条件、工程地质与水文地质特征等）了解不够，设计不当（如考虑不周、盲目压低资金而置安全于不顾，或由于不具备设计资格的设计单位进行设计等）或施工质量不良等是造成隐患的先天因素。在生产过程中，尾矿库由未经过正规培训、不具备专业知识的人员管理或未按设计要求、有关规范、规定执行，是产生安全隐患的后天因素。

3.1 主要危险因素识别与分析

尾矿设施的设计、施工、管理中所存在的缺陷，给尾矿库安全埋下了隐患，尾矿库的主要危险是尾矿库的种种隐患未能及时消除而造成的失事，尾矿库的失事将造成下游人员的伤亡和包括土地在内的所有设施的巨大损失。根据尾矿库现状工况分析和预测尾矿库存在主要危险因素，其失事形式有溃坝、洪水漫坝、坝体失稳、管涌、渗流破坏、结构破坏、机械伤害、车辆伤害、高处坠落、物体打击、淹溺、触电（雷击）等。

1、溃坝

造成尾矿库溃坝的原因很多，如排洪构筑物缺陷、排渗设施失效或破坏、没有安全监测设施或未按规定进行监测等。

排洪构筑物缺陷：库内排洪构筑物因设计、施工质量以及管理等原因，造成排洪构筑物破坏或堵塞，使排水能力降低，库内水位急剧升高，发生洪水漫顶、冲刷坝体，造成溃坝事故。

排渗设施失效或破坏：未来形成堆积坝后，排渗设施失效或缺陷造成的浸润线逸出，坝面沼泽化，进而引起坝体稳定性降低，有可能引发溃坝事故。

安全监测设施的有效性：无安全监测设施或未按规定进行监测，管理不当等原因，有可能造成溃坝事故。

一旦发生溃坝事故，将会引起滑坡泥石流等重大灾害，不仅使工程本身遭受损失，造成环境污染，严重的是给尾矿库下游人民生命财产和经济建设造成损失，有的甚至造成毁灭性的灾害。

2、洪水漫顶

防洪（排水）构筑物质量及泄洪能力是影响尾矿库防洪安全的重要因素，也是重点评价的对象之一。若防洪构筑物泄洪能力不足或由于堵塞、坍塌失去泄洪能力，将导致洪水漫顶、溃坝事故发生。

防洪（排水）构筑物因设计、施工质量以及管理不能满足要求，造成损坏失修断裂渗漏事故，使排水系统堵塞失去排水能力，在汛期大量雨水汇集库内，可能导致尾矿库泄洪能力不足，库内水位急剧升高，发生洪水漫顶、冲刷坝体，造成溃坝事故。

3、坝坡失稳

由于坝体边坡过陡，有局部坍塌或隆起；坝面有冲刷、塌坑等不良现象；坝基下存在软基或岩溶，坝体疏松使渗流破坏不断扩大导致坝体裂缝、管涌或流土，引起坝体滑坡坍塌。造成坝坡失稳的主要原因大致有以下方面。

1）设计因素：（1）尾矿库选址未经过具有相应资质的单位进行工程地质勘察，库址工程地质条件不良；（2）未经过具有相应资质的单位进行设计或设计存在缺陷。

2）施工因素：（1）施工和监理单位不具有相应的施工和监理资质；（2）未按设计要求进行施工或施工质量不良。

3）管理因素：（1）尾矿库缺少管理或管理不善，包括岸坡清理、尾矿排放、坝体堆筑、坝面维护和防洪、排渗未严格按相关安全规程、规范和要求进行管理；（2）坝体出现冲沟、裂缝、滑坡等异常时未及时查明原因进行

处理。

4、管涌

管涌对尾矿库具有极大的危害性，它首先会对地表水体和环境造成污染，由于它不断冲刷带走泥砂，直径也随之增大，最后可导致尾矿坝决口、溃坝。产生管涌的主要原因有：

- 1) 库坝基础存在软弱层或坝体存在软弱夹层；
- 2) 岩溶渗漏、塌陷；
- 3) 防渗设施失效或达不到效果，坝体内地下水位抬高，将造成坝前沼泽化、管涌。

5、渗流破坏

尾矿坝的渗流破坏是造成尾矿库溃坝的主要原因之一。尾矿库初期坝或堆积坝内无排渗设施或排渗水不畅，将使坝体浸润线抬高而导致沉积尾砂呈饱和状态，导致坝体沼泽化，进而演变成滑坡事故；或形成坝面渗流、坝坡渗透变形、坝肩渗流冲刷、坝址渗透变形、坝坡塌陷、流砂、管涌甚至造成溃坝等严重灾害。因此，尾矿库排渗设施的有效性对于尾矿坝的安全稳定和避免遭到渗流破坏极为重要。

6、结构破坏

尾矿库排洪设施多为混凝土结构，结构受损、失事比例较高，应是排洪设施安全检查和维护的重点之一。按照国家工程结构可靠度设计统一标准，必须满足承载能力、正常使用、耐久性和坚固性四项功能要求。

混凝土建筑物病害的主要现象有三种：裂缝、渗漏和剥蚀。

1) 裂缝：裂缝对水工混凝土建筑物的危害程度不一，严重的裂缝不仅危害建筑物的整体性和稳定性，而且还会产生大量的漏水，使坝体及其他水工建筑物的安全受到严重威胁。另外，裂缝往往会引起其他病害的发生与发展，如渗漏溶蚀、环境侵蚀、冰融破坏及钢筋锈蚀等。这些病害与裂缝形成恶性

循环，会对水工混凝土建筑物的耐久性产生很大危害。

2) 渗漏：水工混凝土建筑物的主要任务是挡水、引水、输水和泄水，因此，渗漏是水工混凝土建筑物常见的主要病害之一。渗漏会使建筑物内部产生较大的渗透压力和托浮力，甚至危及建筑物的稳定与安全；渗漏还会引发溶蚀、侵蚀、冰融、钢筋锈蚀、地基冻胀等病害，加速混凝土结构老化。缩短建筑物的使用寿命。

3) 剥蚀：水工混凝土产生剥蚀破坏是由于环境因素（包括水、气、温度、介质）与混凝土及其内部的水化产物、砂石骨料、掺合料、外加剂、钢筋相互之间产生一系列机械的、物理的、化学的复杂作用，从而形成大于混凝土抵抗力（强度）的破坏应力所致。

排洪构筑物断裂造成大量泄漏，垮塌造成堵塞、排洪能力急剧下降，危及坝体安全。其主要原因有：无设计或设计不合理；未按设计施工；地基不均匀沉降；出现不均匀或集中荷载等。

7、机械伤害

尾矿库在闭库施工过程中使用的各种机械设备在运转、装卸和检修过程中因无防护装置、防护装置不全、防护措施不当、机械故障、人员误操作或违章操作等均有可能造成碾、碰、挤、压、撞、倾覆等人身伤害和设备事故。

机械伤害属一般危险因素，但此类伤害涉及面广，其防范和管理也比较复杂，应作为一项工作任务认真抓好。

8、车辆伤害

通往尾矿库的上山道路过陡，路基外侧无挡车设施，雨雪天气道路路面较滑，路面破损严重，部分路段宽度不够；车辆带病作业、车辆缺乏检修、违章驾驶等易造成翻车、坠车等车辆伤害事故。

9、触电（雷击）

尾矿库在闭库施工过程中使用的各种用电设备都潜藏着触电危险。主要

表现在电气线路或照明设备在安装上存在缺陷，或在闭库施工中缺乏必要的检修维护；没有必要的安全技术措施或安全技术措施失效；照明设备管理不当，安全管理制度不完善；电工误操作或违章作业等。易发生人员触电伤害事故。

10、高处坠落（滑落）

检查或作业人员在初期坝顶及其坝坡面上从事安全巡查、坝面维护、检测或安全隐患治理时，可能由于安全防护设施缺失或缺陷、作业顺序和位置不合理、安全管理不到位、安全教育不足、思想麻痹、作业时精力不集中、违章作业等，易引发高处坠落事故，造成人员伤亡。

11、物体打击

作业人员在坝体上向下抛掷工具或其他物品，坝体两岸山体上浮石滚落、进入库区道路上物体滚落，砂泵房内检修设备时抛掷工具等均可能造成人员受到物体打击伤害。

12、淹溺

由于尾矿库设施和环境条件的特殊性，其作业人员在从事排水构筑物封堵时，如果无安全防护措施或安全防护措施不当、安全教育不足、作业时精力不集中、违章作业、管理不善等原因，均可能发生人员落水而被淹溺的事故，造成人员伤亡。造成淹溺的主要原因有：

- 1) 无防护措施冒险进入排水涵管等区域；
- 2) 防护设施不符合安全要求；
- 3) 作业场所狭小；
- 4) 照明条件不良等。

由于尾矿库存在的主要危险因素都不是孤立的，而是相互作用，互相影响，其中一种危害因素的发生都会导致一系列其他因素发生连锁反应。因此全面综合地避免以上各种危险因素发生，是实现尾矿库安全的重要保证。

3.2 主要自然环境因素识别与分析

1、地震

地震可能造成尾矿库及排水设施的坍塌、设备的破坏，严重时会造成尾矿库溃败，造成人员伤亡和财产损失。

2、山体滑坡及泥石流

尾矿库的山体植被覆盖率一般，在遇到连续降水的情况下，由于雨水浸泡、暴雨冲刷等作用，土地和植被以及地貌均会发生一定的变化，当未采取防护措施或防护措施不当时，受到外界力（如水力浸润等外界因素）的作用下，自然安息角降低，流动性增大，容易发生山体滑坡和泥石流事故，严重时会造成尾矿库垮塌，危及下游设施和人员安全。

3、高温和低温

本项目所在区域最高气温 44℃，极端最低气温为-21℃，昼夜温差大。若生产场所通风不良，降温措施效果差，操作人员在高温环境中易出现疲劳、精神不振等现象，容易造成操作失误；另外，高温作业对人体的正常体温调节和生理机能可造成不良影响，在一定条件下可发生中暑病变，也可引起类似电光性眼炎的角膜、结膜损伤。

温度急剧变化时，因热胀冷缩，造成材料变形或热应力过大，会导致材料破坏；高温环境会使火灾危险性增大。低气温以及设备内外较高的温差易导致尾矿输送管道冻裂，影响正常生产或引发生产事故；低温下，如果对人的防护做得不到位，可能造成对人体的直接冻伤。

4 评价单元的划分与评价方法的选择

4.1 评价单元的划分

根据主要危险、有害因素的分析结果和尾矿库工程构成特点，按照生产过程相对独立、空间上相对独立、事故范围相对独立，具有明显的界限的原则来划分评价单元。

评价单元划分如下：

- 1、总平面布置及周边环境单元；
- 2、尾矿坝单元；
- 3、防洪系统单元；
- 4、安全监测设施单元；
- 5、辅助设施单元；
- 6、安全管理单元；
- 7、尾矿库重大事故隐患判定单元。

4.2 评价方法的选择

根据尾矿库自身特点及尾矿库现状实际情况，结合各评价单元和评价方法的原理、目标及应用条件对尾矿安全可靠性进行定性分析和定量评价。本次安全评价采用的方法有：安全检查表法、理论计算法、安全检查法，现简介如下：

1、安全检查表法

安全检查表是系统安全工程的一种最基础、最简便，广泛应用的系统安全评价方法。安全检查表不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患，还对各检查项目给予量化，用于进行系统安全评价。

安全检查表是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并具有安全技术、安全管理经验的专业技术人员，事先对检查对象进行详细分析和充分

讨论。根据相应的安全法规、标准、规范的要求，制定出检查单元、检查部位、检查项目、检查要求等内容的表格。然后对项目进行总体评价的一种评价方法。

2、理论计算法

根据企业提供的勘察、设计及运行等阶段有关尾矿坝结构、筑坝材料特性、排洪设施、水文气象等资料。结合尾矿库现状特点，对坝体稳定性及水文计算采用相应的计算公式，进行坝体稳定性计算，洪水计算、调洪演算、排洪构筑物泄洪能力验算等。科学选取计算参数，求出坝体稳定安全系数、洪水量、排洪构筑物泄洪量及最小干滩长度，最小安全超高等结果，并与国家有关规范标准值进行比较，从而判断出尾矿库及尾矿设施的安全性。

4.3 各评价单元采用的评价方法

根据该项目的特点及对该项目危险因素的分析，各评价单元采用的评价方法见下表 4-1。

表 4-1 各评价单元所采用的评价方法一览表

序号	评价单元	评价方法
1	总平面布置及周边环境单元；	安全检查表法
2	尾矿坝单元；	安全检查表法、理论计算法
3	防洪系统单元；	安全检查表法、理论计算法
4	安全监测设施单元；	安全检查表法
5	辅助设施单元；	安全检查表法
6	安全管理单元；	安全检查表法
7	尾矿库重大事故隐患判定单元	安全检查表法

5 定性、定量评价

定性评价主要采用安全检查表法，完成对总平面布置及周边环境、尾矿坝、防洪系统、安全监测设施、安全管理、其他辅助设施、安全度判定等评价单元评价。

定量评价主要是应用理论计算法对排水系统的洪水计算、坝体稳定性计算等内容进行校核。

5.1 总平面布置及周边环境单元

5.1.1 总平面布置及周边环境简述

李家沟尾矿库位于庙子乡卢氏管的北部，也在选矿厂北部（隔一道山梁），距离选矿厂距离约 800m，该沟呈近东西方向，地势东高西低，在尾矿库左侧山体上设置有上坝道路。尾矿库所在的沟谷呈“V”字型，为沟谷地形地貌，三面环山，现状尾矿库汇水面积为 0.617km²。尾矿库上游范围内无居民，无任何建筑物，无长期性流水，沟内及两岸山坡植被茂密。尾矿库初期坝下游约 140m 为卢潭公路，紧临公路西边为通伊河，河宽约 20m，尾矿库所在的沟垂直于通伊河。在通伊河西北方向距离初期坝约 215m 为洛钼集团冶炼厂，该厂位于通伊河西边，河岸边厂房高于通伊河河底 3m 以上。

5.1.2 总平面布置及周边环境安全评价

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）和该尾矿库初步设计安全专篇，采用安全检查表法，针对尾矿库总平面布置的特点，以评价总平面布置在安全上的符合性。详见表 5.1-1。

表 5.1-1 总平面布置及周边环境安全检查表

序号	检查项目及要求	检查依据	检查情况	评价结论
----	---------	------	------	------

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

1	尾矿库不应设在下列地区： 一国家法律、法规规定禁止建设尾矿库的区域。 —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威胁区域。	GB39496-2020 第 5.2.1 条	尾矿库初期坝下游约 140m 为卢潭公路，紧临公路西边为通伊河，河宽约 20m，尾矿库所在的沟垂直于通伊河。在通伊河西北方向距离初期坝约 215m 为洛钼集团冶炼厂，该厂位于通伊河西边，河岸边厂房高于通伊河河底 3m 以上。	不符合
2	不应位于全国和省重点保护名胜古迹的上游。 汇水面积小，并有足够的库容。	GB50863-2013 第 3.1.2 条	库区及其附近无重点文物保护点和风景名胜区。 库区汇水面积 0.617km ² ，汇水面积小。	符合
3	避开不良地质现象严重区域。	GB39496-2020 第 5.2.2 条	库区避开了不良地质现象严重区域。	符合
4	尾矿坝上和尾矿库区内不得建设与尾矿库运行无关的建、构筑物。	GB39496-2020 第 6.8.1 条	尾矿坝上和尾矿库区内无违规建设情况。	符合
5	尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域不得进行乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	GB39496-2020 第 6.8.2 条	库区无乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	符合
6	尾矿库库区安全检查的主要内容：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。	GB39496-2020 第 9.5.1 条	周边山体稳定性，无违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。	符合
7	检查周边山体滑坡、塌方和泥石流等情况时，应详细检查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的可能性。	GB39496-2020 第 9.5.2 条	周边山体无异常和急变，整体稳定性尚好。	符合
8	检查库区范围内危及尾矿库安	GB39496-2020	库区检查无发现违章爆	符合

	全的主要内容：违章爆破、采石和建筑，违章进行尾矿回采、取水，外来尾矿、废石、废水和废弃物排入，放牧和开垦等。	第 9.5.3 条	破、采石，无违章取尾矿再选、取水，无外来尾矿、废石、废水和废弃物排入，无放牧和开垦现象。	
--	--	-----------	--	--

5.1.3 周边环境安全影响分析

1、尾矿库上游安全性分析

据现场查看和查阅相关资料，在李家沟尾矿库陈磨沟的支沟南沟一岔沟内，沟谷大致呈西南-东北走向，呈丫字形布置，沟内无居民和其他重要设施。

库区上游不会对李家沟尾矿库的安全产生威胁。

2、尾矿库对下游安全性分析

尾矿库现状总坝高 65.21m，结合设计资料，现状总库容约 $63.7 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为四等库。根据圣维南溃坝理论类比分析，尾矿库溃坝后尾矿淹没影响区域长度约为 80 倍尾矿库总坝高，该尾矿库现状总坝高为 65.21m，尾矿库溃坝后淹没影响区域长度约为 5.22km。根据该理论尾矿库溃坝后坝址处的尾砂高度约为 $4/9$ 倍尾矿库总坝高，则尾矿库坝址处约为 28.98m；溃坝后距初期坝 0.5km 处尾砂淹没河床的高度约为总坝高的 $1/10$ ，则约为 6.52m；距初期坝 1km 处尾砂淹没河床的高度约为总坝高的 $1/20$ ，则为 3.26m；距初期坝 2km 处尾砂淹没河床的高度约为总坝高的 $1/40$ ，则约为 1.63m。

现场查看，尾矿库坝脚下游尾矿库初期坝下游约 140m 为卢潭公路，紧邻公路西边为通伊河，河宽约 20m，尾矿库所在的沟垂直于通伊河。在通伊河西北方向距离初期坝约 215m 为洛钼集团冶炼厂，该厂位于通伊河西边，河岸边厂房高于通伊河河底 3m 以上。尾矿库一旦失事，会对下游公路、河流、河流西侧洛钼集团冶炼厂建筑物带来严重威胁。

公路外侧的通伊河河道将提供较大的减灾空间，但由于河岸西侧洛钼集团冶炼厂厂房所处位置仅高于通伊河河底 3m 以上，下泄的尾砂将会威胁治

炼厂的安全对冶炼厂员工造成较大的生命安全影响。

对李家沟尾矿库可能发生的最大溃坝事故影响范围采用理论计算法分析如下：

后期坝坝体溃坝决口长度 b 计算如下：

$$b = k (W_K^{1/2} B^{1/2} H)^{1/2}$$

式中： b —溃坝决口平均宽度（m）；

W —溃坝时可泄库容量（ $\times 10^4 m^3$ ），按 2/3 库容计算 $W=42.46 \times 10^4 m^3$ ；

B —溃坝时沿坝前水面宽度或坝顶长度（m）， $B=L=105m$ ；

H —溃坝时水头或溃坝时坝前水深（m）， $H=3m$ ；

k —与坝体土质有关的系数，对粘土 k 值约为 0.65，壤土 k 值约为 1.3，取 $k=0.80$ 。

经计算，坝体最大溃坝决口长度为 93.12m。

坝的溃坝形式有瞬时溃坝和逐渐溃坝，溃坝形式主要决定于坝型、基础及溃坝原因。本评价考虑可能的最不利情况，坝体按瞬时溃坝计算。

坝址处最大流量：

$$Q_M = b h_c v_c = \frac{8}{27} \sqrt{g} b H^{\frac{3}{2}}$$

式中： b —溃坝决口宽度。

$$Q_M = 46.51 m^3/s$$

坝下游村庄位置溃坝最大流量计算：

$$Q_{LM} = \frac{W}{\gamma_{\text{饱和}} \left(\frac{W}{Q_M} + \frac{L}{VK} \right)}$$

式中： Q_{LM} —当溃坝最大流量推进至距坝址为 L 处时，在该处出现的最大流量；

W —溃坝时的库容；

Q_M —坝址处的最大溃坝流量；

V—河道洪水期断面最大平均流速，一般山区可采用 3.0~5.0m/s，半山区可用 2.0~3.0m/s，取 3.0m/s。

K—经验系数，山区 $K=1.1\sim1.5$ ，半山区 $K=1.3$ 。

经计算距坝址下游 140m: $Q_{LM}=28.95\text{m}^3/\text{s}$ ；下游 215m: $Q_{LM}=25.56\text{m}^3/\text{s}$ 。

溃坝洪水的传播波速在坝址附近最大，距坝址愈远，波速消减愈快。对于坝址下游峰值一般到达的较快，峰后流量下降比峰前缓慢，流量过程概化为三角形。

坝下游 215m 处最大流动深度计算：

$$H=Q_{LM}/VP$$

H—尾砂最大流动深度，m；

P—平均宽度，m。

计算求得溃坝流量到达初期坝下游河流西侧洛钼集团冶炼厂建筑物处的尾砂最大沉积深度为 4.26m，该处河流西岸高出河底 3m，溃坝时河流西岸地面以上沉积的尾砂仍有 1.26m。

根据以上定量分析，尾矿库一旦失事，将会有大量尾砂沿自然冲沟下泄，尾砂流越过公路进入通伊河后会削减部分下泄能量，其中部分尾砂过河后继续向西推进至洛钼集团冶炼厂的办公、宿舍楼建筑带，然后河内及越过河流的尾砂转九十度向北边下游流动，顺河道向北下泄的尾砂到达河西边洛钼集团冶炼厂焙砂车间处的沉积深度，可能会达到 4.26m，除了 3m 深的河床外，该处河西岸上仍会有 1.26m 深的尾砂。因此，在一旦溃坝的情况下将会造成下游人员伤亡的重大事故，同时淤堵公路、河流、污染周边环境。

经上述分析：

距离初期坝下游最近的居民点为汪城村，尾矿库一旦失事溃坝，到达汪城村时的河道淹没高度为 0.4m 左右，因此不会对村民造成大的生命威胁。但为防患于未然，企业应建立预警预防机制，制定应急救援预案，成立应急救援组织并定期演练。

企业应对尾矿坝加强监测和管理，并制定相关的危险事故处理应急预案。特别是在雨季，应实时监测水位变化及坝体变形情况，注意初期坝及坝体坡面保护工作，制定洪水易发季节和地震条件下应急预案。

5.1.4 安全对策措施及建议

1、风险隐患治理（闭库）后，坝顶及库区内严禁设计以外的其他任何建筑物或设施的建设。

2、尾矿库风险隐患治理（闭库）后，由于不再排入尾矿，库内尾砂长期处于脱水状态，极易造成周边环境的扬尘污染，闭库设计应对尾矿库滩面进行治疗，治理后在滩面覆土植草，以防止扬尘污染和水土流失。

3、企业作为风险隐患治理（闭库）后的管理单位，应与当地气象部门建立暴雨信息服务机制，实时了解当地气象预报信息，当预报有暴雨时，尾矿库进入应急状态；同时为有效应对汛期可能发生的各类突发性灾害事件，企业应经常性组织应急救援演练，并根据已制定的尾矿库应急救援预案，在醒目位置标明逃生路线。

5.1.5 单元评价小结

风险隐患治理（闭库）后企业必须高度重视尾矿库库区及下游相关设施的安全工作，闭库设计单位应结合本评价提出安全对策措施及建议，完善周边环境风险隐患治理（闭库）工程措施设计内容。

5.2 尾矿坝单元

5.2.1 尾矿库等别单元

5.2.1.1 尾矿库现状库容等别简述

尾矿库的等别决定了坝体安全稳定系数、洪水频率、最小安全超高等标准的取值，因此，应进行尾矿库等别的评价。

设计尾矿库坝高为 97.82m（初期坝高 16.37m，堆积坝高 81.45m），最终堆积坝坝顶标高为 830.00m，总库容为 $179.1814 \times 10^4 \text{m}^3$ 。该尾矿库确定为三等库。

根据企业提供的 2023 年 12 月现状实测地形图，李家沟尾矿库现状尾矿库总坝高 65.21m，现状总库容约 $63.7 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

根据尾矿库等别划分标准，按全库容划分该库现状等别为五等库，按坝高划分该库现状等别为三等库。按照《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020），判定该尾矿库现状等别判定为四等库。

5.2.1.2 尾矿库等别安全检查表

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020），尾矿库等别参照尾矿库等别划分标准及相关规定进行划分，尾矿库等别划分标准见表 5.2-1，上游式尾矿库相关标准见表 5.2-2。

表 5.2-1 尾矿库各使用期等别

等别	全库容 $V (\times 10^4 \text{m}^3)$	坝高 $H (\text{m})$
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	$V < 100$	$H < 30$

注：当按尾矿库的全库容和坝高分别确定的尾矿库等别的等差为一等时，应以高者为准；当等差大于一等时，应按高者降低一等确定。

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 5.2-2 上游式尾矿库相关标准

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

洪水重现期（a）		1000~2000 或 PMF	500~1000	200~500	100~200	100
坝坡稳定系数	正常运行	1.3	1.25	1.2	1.15	1.15
	洪水运行	1.20	1.15	1.1	1.05	1.05
	特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.05	1.05
构筑物的级别	主要构筑物	1	2	3	4	5
	次要构筑物	<3	3	5	5	5
	临时构筑物	4	4	5	5	5
最小安全超高（m）		1.50	1.00	0.70	0.50	0.4
最小干滩长度（m）		150	100	70	50	40

注：PMF 为可能最大洪水。

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）规定，采用安全检查表法，将尾矿库库容、坝高等参数与划分标准要求对照，以评价尾矿库等别在安全上的符合性。

表 5.2-3 尾矿库等别检查表

序号	尾矿库运行阶段	检查内容	现状参数	设计工程参数	与设计标准对应级别	设计等别	实际等别	检查结果
1	现状	库容	63.7×10 ⁴ m ³	179.1814×10 ⁴ m ³	四等库	三等库	四等库	符合
		坝高	65.21m	97.82m	三等库			

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）中尾矿库构筑物的级别的规定，尾矿库构筑物的级别见下表。

表 5.2-4 尾矿库构筑物的级别

尾矿库等别	构筑物的级别		
	主要构筑物	次要构筑物	临时构筑物
四等库	4	5	5

运用安全检查表法对尾矿库的等别进行评价，依据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）规定，该尾矿库现状等别为四等库，设计最终等别为四等库，该尾矿库现状等别未超出设计

等别。

本次尾矿库安全现状评价防洪标准按 200 年一遇进行计算。坝坡抗滑稳定安全系数在正常运行条件下 $K_{\min} \geq 1.15$ ，在洪水运行条件下 $K_{\min} \geq 1.05$ ，在特殊运行条件下 $K_{\min} \geq 1.05$ ，主要构筑物的级别为 4 级，次要构筑物的级别为 5 级，临时构筑物的级别为 5 级。

5.2.2 尾矿坝单元

5.2.2.1 尾矿坝现状简述

1、初期坝

初期坝坝体采用浆砌石+堆石结构，根据洛阳启源测绘技术有限公司 2023 年 12 月提供的实测图，初期坝坝顶标高+735.81m，高度 19.19m，外坡比 1:1.82，坝顶宽度 3m。右坝肩设置有坝肩截洪沟，浆砌石结构，矩形断面，断面尺寸 $B \times H = (1.0 \sim 1.2) \text{ m} \times (1.0 \sim 1.15) \text{ m}$ ，壁厚 0.6m。

现场查勘：初期坝堆石体无沉降、塌陷迹象，坝体无纵、横向裂缝，坝肩与岸坡结合部位无位移迹象。

2、堆积坝

堆积坝现共有 14 级子坝，均采用山坡碎石土筑坝，第 14 级子坝顶标高+794.83m，堆积坝整体外坡比为 1: 3.92，滩顶标高+794.4m，尾砂堆积总高度 46.02m，滩面长度 267.3m，坡度 1.26%，各级子坝详细参数见下表 2.4-2。

3、库面情况

由于李家沟尾矿库停产时间较长，库内已无积水，滩面长度 267.3m，滩面尾砂大面积裸露，部分区域生长有芦苇。根据实测图，现 14 级堆积坝前滩面高程+794.4m，由于长期停用，库区滩面距坝顶 70m 处滩面自然沉降后高程下降较快，在库内形成凹陷区，在距堆积坝顶 167.5m 处为最低点，高程为 789.88m。凹陷区前滩面坡度 1.26%。

5.2.2.2 安全检查表

结合现场勘察，尾矿坝单元安全状况的定性分析采用检查表法进行，详见表 5.2-5。

表 5.2-5 尾矿坝安全检查表

序号	设计及规程要求	检查情况	检查依据	检查结论	对策措施
一	规程、规范符合性				
1	地震设防烈度为 7 度及 7 度以下的地区，宜采用上游式筑坝；地震设防烈度为 8 度~9 度的地区，宜采用下游式或中线式筑坝，采用上游式筑坝时应采取抗震措施。	该地区地震设防烈度为 6 度，采用上游式筑坝。	GB50863-2013 第 4.1.6 条	符合	
2	上游式尾矿坝的初期坝下游坡面应沿标高每隔 10m~15m 设置一条马道，宽度不宜小于 1.5m。尾矿堆积坝有行车要求时，下游坡面应沿标高每隔 10m~15m 设置一条马道，宽度不宜小于 5m。	根据企业提供现状实测地形图及评价人员现场查勘，该尾矿库初期坝为浆砌石+堆石结构坝体，坝顶标高 +735.81m，高度 19.19m，坝顶宽 3.0m。堆积坝现共有 14 级子坝，采用山坡碎石土筑坝。	GB50863-2013 第 4.5.5 条	符合	
2	尾矿坝下游坡与两岸山坡结合处的山坡上应设置坝肩截水沟。	现场查勘，初期坝右侧及堆积坝左右两侧设有坝肩截水沟，浆砌石结构。	GB50863-2013 第 4.5.6 条	符合	
3	上游式尾矿坝的堆积坝下游坡面上，应结合排渗设施，每隔 5m~10m 高差设置排水沟。	在第 1、2、4、5、6、8、9、10、11、12 级子坝顶部设有横向排水沟，堆积坝第 9 至 12 级子坝外坡部设有纵向排水沟，纵向排水沟与马道排水沟与两侧坝肩截水沟相连接，马道排水沟与两侧坝肩截水沟相连接，现状部分排水沟存在局部断裂、损坏或淤堵等现象。	GB50863-2013 第 4.5.7 条	不符合	应对损坏的排水沟进行修复，淤堵部位进行清淤。
4	尾矿堆积坝下游坡与两岸山坡结合处应设置截水沟。	现场查勘，堆积坝左右两侧设有坝肩截水沟，浆砌石结构。	GB50863-2013 第 4.5.9 条	符合	

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

序号	设计及规程要求	检查情况	检查依据	检查结论	对策措施
5	尾矿堆积坝下游坡面维护宜采用下列措施：1、采用碎石、废石或山坡土覆盖坡面；2、坡面植草或灌木类植物；3、坡面修筑人字沟或网状排水沟；4、沿坝轴线方向每隔 500m 设置踏步一道。	现场查勘，该尾矿库堆积坝 9 级以上外坡面未覆土植草，下游坡面裸露。	GB50863-2013 第 4.5.10 条	不符合	应对堆积坝下游坡面植草或灌木类植物。
6	尾矿库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，计算方法应采用简化毕肖普法或瑞典圆弧法，地震荷载应按拟静力法计算。尾矿库挡水坝应根据相关规范进行稳定计算。尾矿坝动力抗震计算应按下列要求进行： 一对于 1 级及 2 级尾矿坝的抗震稳定分析，除应按拟静力法计算外，还应进行专门的动力抗震计算，动力抗震计算应包括地震液化分析、地震稳定性分析和地震永久变形分析； 一位于地震设计烈度为Ⅶ度地区的 3 级尾矿坝和设计烈度为Ⅶ度及Ⅶ度以上地区的 4 级和 5 级尾矿坝，地震液化可采用简化计算分析法；3 级尾矿坝地震液化分析结果不利时，还应进行动力抗震计算； 位于地震设计烈度为Ⅸ度地区的各级尾矿坝及Ⅶ度以上地区的 3 级及 3 级以上的尾矿坝，抗震稳定分析除应采用拟静力法外，还应采用时程法进行分析	本评价对坝体稳定性进行了分析计算，计算结果：现状运行工况坝坡抗滑稳定最小安全系数满足四等库的要求。	GB39496-2020 第 5.3.17 条	符合	
7	尾矿筑坝与排放包括岸坡清理、尾矿排放、坝体堆筑、	该尾矿库处于长期停用状态，放矿管道已经拆除	GB39496-2020 第 6.3.1 条	符合	

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

序号	设计及规程要求	检查情况	检查依据	检查结论	对策措施
	坝面维护、防排渗设施施工和质量检测等环节,应按要求和作业计划进行,并作好记录。				
8	坝外坡面维护工作应按设计要求进行,尾矿坝下游坡面上不得有积水坑。坝体出现冲沟、裂缝、塌坑等现象时,应及时处理。	现场查勘,尾矿库初期坝下游外坡面无积水坑、冲沟现象。	GB39496-2020 第 6.3.10 条	符合	
9	尾矿库运行期间应加强浸润线监测,严格按设计要求控制浸润线埋深。	现状坝体未见有渗水流出,坝体外坡无浸润线逸出现象。	GB39496-2020 第 6.5.1 条	符合	
10	尾矿库运行过程中应根据设计要求进行排渗设施的施工,施工后对排渗效果进行检查。	查阅原尾矿库设计资料,堆积坝没有按照设计施工排渗设施。	GB39496-2020 第 6.3.11 条	不符合	
11	尾矿库闭库勘察,除应对尾矿坝进行勘察外,还应对周边影响尾矿库安全的不良地质现象进行勘察。	2024 年 5 月,河南地矿集团中昊工程建设有限公司为该尾矿库编制了《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）岩土工程勘察报告》。	GB39496-2020 第 8.2 条	符合	
12	尾矿坝闭库工程措施应包括下列内容: 一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; 一整治坝体的塌陷、裂缝、冲沟; 一完善坝面排水沟和土石覆盖或植被绿化、坝肩截水沟、监测设施等。	岩土工程详细地质勘察给出了坝体稳定性分析结果,闭库设计应根据工勘结果,提出相应的治理措施。	GB39496-2020 第 8.5 条		
二	设计符合性				
1	设计对原浆砌石坝进行改造,在原坝外坡用堆石坝加固,堆石体坝顶宽度与原坝体一致,顶宽 1m,底宽 28.648m,改造后坝顶宽度 3m,下游坡坡比 1:1.75。	初期坝坝体采用浆砌石+堆石结构,坝顶宽度 3m,外坡比 1:1.82。	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明》（三门峡黄金设计院研	符合	

序号	设计及规程要求	检查情况	检查依据	检查结论	对策措施
2	在初期坝右侧设置截洪沟，梯形断面：（1.0~0.5）m×0.7m，M7.5 水泥砂浆砌 Mu40 毛石，M2.5 水泥砂浆抹面；左侧为排水明渠，梯形断面：（2.1~1.5）m×1.5m。	初期坝右坝肩设置有坝肩截洪沟，浆砌石结构，矩形断面，断面尺寸 B×H=（1.0~1.2）m×（1.0~1.15）m，左侧排水明渠为矩形断面，浆砌石结构，断面尺寸 B×H=1.8m×1.6m，壁厚 0.6~0.8m	究院有限公司，2007.07）	符合	
3	期堆积坝采用上游式尾砂筑坝，子坝坝顶宽 2m，高 1m，上游坡坡比 1:1，下游坡比 1:4；标高 760m 至 830m，每隔 10m 留一条 4m 宽的马道，最终坝顶宽 15m，整个尾矿坝外坡坡比为 1:4.52。堆积坝外坡覆土植草，覆土厚度 0.4m。	堆积坝现共有 14 级子坝，均采用山坡碎石土筑坝，子坝坝顶宽 2.9~8.5m 不等，高 .63~7.151m，下游坡比 1:1.69~1:3.49；堆积坝整体外坡比为 1: 3.92。		不符合	
4	堆积坝两侧坝肩修筑坝肩截水沟，与初期坝截洪沟相连，梯形断面：（1.0~0.5）m×0.7m，M7.5 水泥砂浆砌 Mu40 毛石，M2.5 水泥砂浆抹面。	堆积坝左右两侧设有坝肩截水沟，浆砌石结构。右侧坝肩截水沟，断面尺寸为（1.0~1.2）m×（1.0~1.15）m，壁厚 0.6m；左侧坝肩截水沟断面尺寸为（1.0~1.12）m×（0.98~1.10）m，壁厚 0.5m。		符合	

5.2.3 尾矿坝稳定性校核计算

1、渗流计算

该尾矿库堆积坝渗流稳定分析利用理正渗流分析软件进行分析，尾砂渗透系数来自《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）岩土工程勘察报告》，参数见下表：

5.2-6 各层土的渗透系数

层号	②	②-1	②-2	②-3	③	③-1
渗透系数（K （cm/s））	5.0×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻³	6.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁴

5.2-7 中间计算结果

L	ΔL	浸润线计算公式原点	浸润线起点 x 坐标	浸润线终点 x 坐标
200.338	16.400	202.232	82.000	202.232

5.2-8 计算结果

X (m)	94.023	106.046	118.070	130.093	142.116	154.139	166.163	178.186	190.209	202.232
Y (m)	7.659	6.152	4.581	5.934	7.201	9.365	7.407	5.297	3.995	3.435
下游出逸点高度 h0=3.435 (m)，单位宽度渗流量 q=2.312 (m³/d.m)										

2、坝体稳定性计算校核方法

采用通用方法计算公式，对尾矿坝下游边坡稳定性系数采用瑞典圆弧法进行计算分析，计算公式为：

$$K = \frac{\sum \{cb \sec \varphi + [(W_i \pm E_i) \cos \varphi - E_i \sin \varphi - ub \sec \varphi] \tan \Phi\}}{\sum [(W_i \pm E_i) \sin \varphi + M_i / R]}$$

式中：K——安全系数；

b——滑块土条宽度，m；

φ ——土条底面中心点切线与水平线的夹角，度；

U——土条底面的孔隙压力，t/m²；

W_i ——计入渗透压力后的土条重，计算时浸润线以上用湿容重，下游水位以下用浮容重；浸润线以下至下游水位间，当计算抗滑力时用浮容重，计算滑动力时用湿容重，t；

E_i ——作用在土条重心处的水平地震惯性力，t；

E'_i ——作用在土条重心处的竖向地震惯性力，t，向下为正，向上为负，以采用不利于稳定的方向为准；

M_i ——土条水平地震惯性力对滑动中心的力矩，t·m；

$M_i = E_i a_i$ ， a_i 为土条的力臂；

C、 Φ ——土在地震作用下的总应力抗剪切指标，t/m² 和度；

R——滑弧半径，m；

3、校核标准及参数选取

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），李家沟尾矿库现状为四等库，采用瑞典圆弧法计算，正常运行工况下坝坡抗滑稳定安全系数应不小于 1.15。该尾矿库原初期坝坝型为浆砌石拱坝，后来采用堆石在浆砌石拱坝下游对坝体进行压坡加固。初期坝高约 19.19m，下游坡坡比 1:1.82，坝顶宽 3m，坝轴线长度约 55m。岩土力学参数根据 2024 年 5 月河南地矿集团中昊工程建设有限公司编制的《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）岩土工程勘察报告》进行取值，具体见表 5.2-9。

表 5.2-9 各土层物理力学指标表

层号	重度 (KN/m ³)	饱和重度 (KN/m ³)	粘聚力 (KPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力 (KPa)	水下内摩擦角 (度)
初期坝	20.0	22.0	80.0	20.0	50.0	20.0
尾粉砂	19.5	20.0	6.2	31.2	6.0	28.0
粉质粘土	18.0	20.0	27.0	10.0	26.5	8.5
含碎石粉质粘土	19.3	19.6	22.3	22.5	20.0	20.5

3、坝体稳定性安全系数校核

(1) 正常运行工况坝体抗滑稳定性分析

计算项目： 复杂土层土坡稳定计算 3

[计算简图]

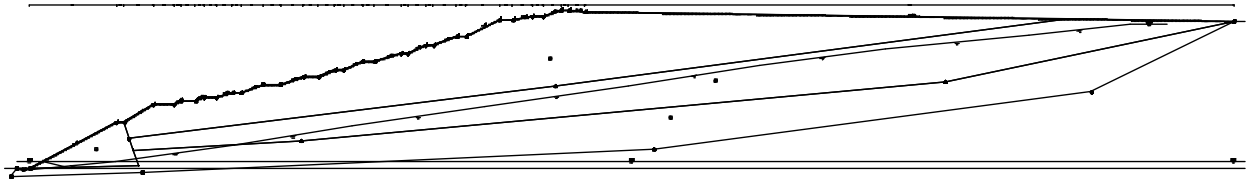


图 5.2-1 正常运行工况坝体稳定性计算简图

[控制参数]：

采用规范： 碾压式土石坝设计规范（SL274-2020）

计算目标：安全系数计算

滑裂面形状：圆弧滑动法

不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 32

坡面线号	水平投影 (m)	竖直投影 (m)	超载数
1	36.000	19.100	0
2	3.000	0.000	1
3	12.000	7.150	0
4	8.500	0.000	0
5	2.800	1.630	0
6	6.000	0.000	0
7	3.600	1.390	0
8	5.100	0.000	0
9	6.700	1.890	0
10	3.500	0.000	0
11	9.000	3.240	0
12	7.300	0.000	0
13	9.500	3.160	0
14	6.100	0.000	0
15	6.900	2.880	0
16	3.600	0.000	0
17	7.700	3.590	0
18	5.000	0.000	0
19	10.900	3.300	0
20	2.800	0.000	0
21	7.500	3.300	0
22	3.000	0.000	0
23	9.500	3.700	0
24	4.100	0.000	0
25	13.700	6.800	0
26	5.300	0.000	0
27	8.200	1.300	0
28	4.500	0.000	0
29	7.500	2.700	0
30	3.000	0.000	0
31	6.900	-0.800	0
32	267.400	-3.900	0

[土层信息]

坡面节点数 33

编号	X (m)	Y (m)
0	0.000	0.000
-1	36.000	19.100
-2	39.000	19.100

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

-3	51.000	26.250
-4	59.500	26.250
-5	62.300	27.880
-6	68.300	27.880
-7	71.900	29.270
-8	77.000	29.270
-9	83.700	31.160
-10	87.200	31.160
-11	96.200	34.400
-12	103.500	34.400
-13	113.000	37.560
-14	119.100	37.560
-15	126.000	40.440
-16	129.600	40.440
-17	137.300	44.030
-18	142.300	44.030
-19	153.200	47.330
-20	156.000	47.330
-21	163.500	50.630
-22	166.500	50.630
-23	176.000	54.330
-24	180.100	54.330
-25	193.800	61.130
-26	199.100	61.130
-27	207.300	62.430
-28	211.800	62.430
-29	219.300	65.130
-30	222.300	65.130
-31	229.200	64.330
-32	496.600	60.430

附加节点数 12

编号	X (m)	Y (m)
1	45.059	1.215
2	41.069	12.278
3	42.794	7.591
4	112.109	11.368
5	216.869	34.000
6	377.756	35.703
7	-7.717	-3.410
8	46.443	-1.685
9	428.620	61.421
10	257.611	7.998
11	437.805	31.510
12	-5.398	-0.001

不同土性区域数 4

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数	节点 编号
1	20.000	22.000	120.000	---	(0, -1, -2, 2, 3, 1,)
2	19.500	20.000	120.000	---	(2, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, -11, -12, -13, -14, -15, -16, -17, -18, -19, -20, -21, -22, -23, -24, -25, -26, -27, -28, -29, -30, -31, 9, 5,)
3	18.000	20.000	120.000	---	(3, 2, 5, 9, -32, 6, 4,)
4	19.300	19.600	120.000	---	(7, 12, 0, 1, 3, 4, 6, -32, 11, 10, 8,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力 (kPa)	水下内摩 擦角 (度)
1	80.000	20.000	50.000	20.000
2	6.200	31.200	6.000	28.000
3	27.000	10.000	26.500	8.500
4	22.300	22.500	20.000	20.500

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

不考虑渗透力作用

考虑边坡外侧静水压力

坝坡外水位：3.000 (m)

水面线段数 9 水面线起始点坐标：(0.000, 0.000)

水面线号 水平投影 (m) 竖直投影 (m)

1	35.700	3.580
2	48.900	6.500
3	48.200	7.670
4	55.200	7.890
5	58.900	8.890
6	54.200	8.480
7	52.100	6.360
8	55.800	6.560
9	42.200	5.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法：瑞典条分法

土条重切向分力与滑动方向反向时：当下滑力对待

稳定计算目标：自动搜索最危险滑裂面

条分法的土条宽度：4.000 (m)

搜索时的圆心步长：4.000 (m)

搜索时的半径步长：1.000 (m)

计算结果：

[计算结果图]

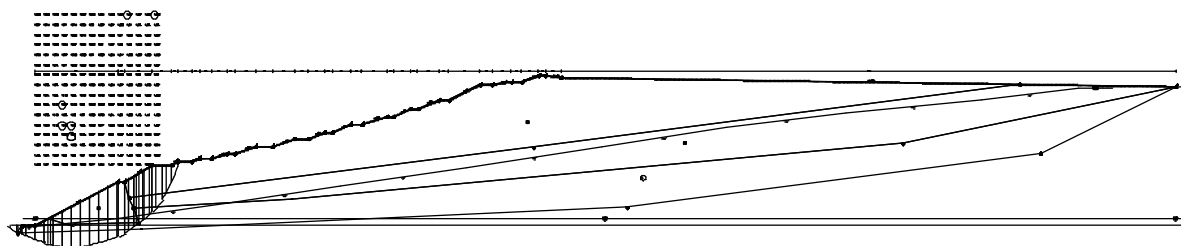


图 5.2-2 现状坝体稳定性计算结果图（正常运行状况）

最不利滑动面：

滑动圆心 = (16.032, 39.078) (m)

滑动半径 = 47.874 (m)

滑动安全系数 = 1.169 > 1.15 符合四等库规程要求。

(2) 洪水运行工况坝体抗滑稳定性分析

计算项目： 复杂土层土坡稳定计算 2

[计算简图]

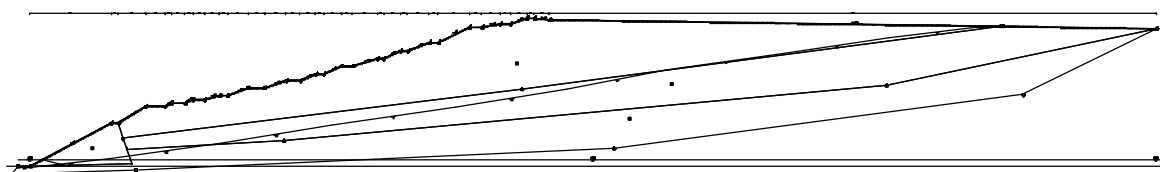


图 5.2-3 正常运行工况坝体稳定性计算简图

[控制参数]：

采用规范： 碾压式土石坝设计规范（SL274-2020）

计算目标： 安全系数计算

滑裂面形状： 圆弧滑动法

不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 32

坡面线号	水平投影 (m)	竖直投影 (m)	超载数
1	36.000	19.100	0
2	3.000	0.000	1
3	12.000	7.150	0
4	8.500	0.000	0
5	2.800	1.630	0
6	6.000	0.000	0
7	3.600	1.390	0
8	5.100	0.000	0
9	6.700	1.890	0
10	3.500	0.000	0
11	9.000	3.240	0

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

12	7.300	0.000	0
13	9.500	3.160	0
14	6.100	0.000	0
15	6.900	2.880	0
16	3.600	0.000	0
17	7.700	3.590	0
18	5.000	0.000	0
19	10.900	3.300	0
20	2.800	0.000	0
21	7.500	3.300	0
22	3.000	0.000	0
23	9.500	3.700	0
24	4.100	0.000	0
25	13.700	6.800	0
26	5.300	0.000	0
27	8.200	1.300	0
28	4.500	0.000	0
29	7.500	2.700	0
30	3.000	0.000	0
31	6.900	-0.800	0
32	267.400	-3.900	0

[土层信息]

坡面节点数 33

编号	X (m)	Y (m)
0	0.000	0.000
-1	36.000	19.100
-2	39.000	19.100
-3	51.000	26.250
-4	59.500	26.250
-5	62.300	27.880
-6	68.300	27.880
-7	71.900	29.270
-8	77.000	29.270
-9	83.700	31.160
-10	87.200	31.160
-11	96.200	34.400
-12	103.500	34.400
-13	113.000	37.560
-14	119.100	37.560
-15	126.000	40.440
-16	129.600	40.440
-17	137.300	44.030
-18	142.300	44.030
-19	153.200	47.330

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

-20	156.000	47.330
-21	163.500	50.630
-22	166.500	50.630
-23	176.000	54.330
-24	180.100	54.330
-25	193.800	61.130
-26	199.100	61.130
-27	207.300	62.430
-28	211.800	62.430
-29	219.300	65.130
-30	222.300	65.130
-31	229.200	64.330
-32	496.600	60.430

附加节点数 12

编号	X (m)	Y (m)
1	45.059	1.215
2	41.069	12.278
3	42.794	7.591
4	112.109	11.368
5	216.869	34.000
6	377.756	35.703
7	-7.717	-3.410
8	46.443	-1.685
9	428.620	61.421
10	257.611	7.998
11	437.805	31.510
12	-5.398	-0.001

不同土性区域数 4

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数	节点 编号
1	20.000	22.000	120.000	---	(0, -1, -2, 2, 3, 1,)
2	19.500	20.000	120.000	---	(2, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, -11, -12, -13, -14, -15, -16, -17, -18, -19, -20, -21, -22, -23, -24, -25, -26, -27, -28, -29, -30, -31, 9, 5,)

3	18.000	20.000	120.000	---	(3, 2, 5, 9, -32, 6, 4,)
4	19.300	19.600	120.000	---	7, 12, 0, 1, 3, 4, 6, -32, 11, 10, 8,

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力 (kPa)	水下内摩 擦角 (度)
1	80.000	20.000	50.000	20.000
2	6.200	31.200	6.000	28.000
3	27.000	10.000	26.500	8.500
4	22.300	22.500	20.000	20.500

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

不考虑渗透力作用

考虑边坡外侧静水压力

坝坡外水位：3.000（m）

水面线段数 9 水面线起始点坐标：（0.000, 0.000）

水面线号 水平投影（m） 竖直投影（m）

1	35.700	3.780
2	48.900	6.800
3	48.200	7.870
4	55.200	7.890
5	48.900	7.990
6	44.200	8.480
7	52.100	7.360
8	45.800	6.560
9	42.200	5.100

[计算条件]

圆弧稳定分析方法：瑞典条分法

土条重切向分力与滑动方向反向时：当下滑力对待

稳定计算目标：自动搜索最危险滑裂面

条分法的土条宽度：4.000（m）

搜索时的圆心步长：4.000（m）

搜索时的半径步长：1.000（m）

计算结果：

[计算结果图]

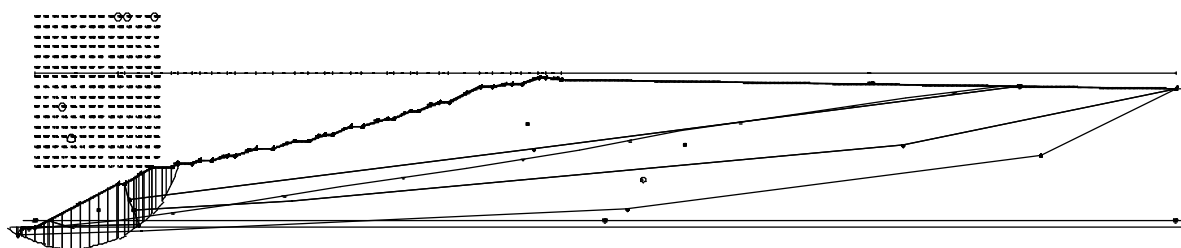


图 5.2-2 现状坝体稳定性计算结果图（正常运行状况）

最不利滑动面：

滑动圆心 = （16.032, 39.078）（m）

滑动半径 = 47.874（m）

滑动安全系数 = 1.144 > 1.05 符合四等库规程要求。

5.2.4 对策措施及建议

1、库区滩面有凹陷区域，建议闭库设计对堆积坝进行降高，降高的尾砂

可运至库内滩面凹陷处堆存,对库区滩面整治结合排水设施的设置进行设计,对库内滩面进行整平、碾压、夯实,并对整治后的滩面进行覆土植草。

2、初期坝及堆积坝外坡面的乔木植物进行清除,树木根系应挖出并清除彻底,清理区域采用碎石进行回填压实

3、应对堆积坝尾砂裸露处进行覆土并植草,同时对坝面排水沟进行修复加固,淤堵杂物进行清理。

4、下步闭库设计应对滩面覆土厚度、坡向、坡度进行详细的设计,风险隐患治理（闭库）后库内正常情况下不得积水。

5.2.5 单元评价小结

评价组通过对尾矿库坝体进行定性、定量评价,并经现场勘察,综合评价认为李家沟尾矿库现状坝体在正常运行状况下坝坡抗滑稳定最小安全系数均满足规范要求,尾矿库坝体稳定。但堆积坝外坡有根系发达的乔木植物、堆积坝 9 级子坝以上坝面未植草、库内滩面不平整等现象,因此需进行处理,建议闭库设计落实本评价提出的对策措施建议。

5.3 防洪系统

5.3.1 现状简述

尾矿库排水系统采用排水斜槽——排水隧洞——排水明渠——消力池型式。

排水斜槽为矩形断面,钢筋混凝土结构,共计 3 条排水斜槽。

1#排水斜槽断面尺寸 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.4\text{m}$,壁厚 25cm,固定盖板宽 1.2m,长 1.65m,厚 0.3m,上下两个盖板的间距为 0.8m,上下固定盖板之间的小盖板长 1.6m,宽 0.3m,厚 0.28m。斜槽入水口标高+824.80m、转角井处斜槽出水标高+808.50,长 106.59m,平均坡降 15.29%。1#排水斜槽与 1#排水支隧洞之间采用转角井连接。

2#排水斜槽断面尺寸 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.4\text{m}$ ，壁厚 25cm，固定盖板宽 1.6m，长 1.5m，厚 30cm，上下两个固定盖板的间距为 1.1m，上下固定盖板之间的小盖板长 1.6m，宽 0.3m，厚 0.28m。斜槽入水口标高+807.64m、斜槽出水标高+790.35，长 205.85m，平均坡降 8.4%。现进水口最低标高+790.00m。

3#排水斜槽已经封堵，断面尺寸 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ ，壁厚 25cm，固定盖板宽 1.55m，长 1.45m，厚 30cm，上下两个盖板的间距为 1.4m，在排水支隧洞处进行了封堵。

排水隧洞位于尾矿库左侧山体中，圆拱直墙型结构，直墙高 1.05m，断面为 $B \times H = 1.5\text{m} \times 1.6\text{m}$ ，隧洞出口及洞内岩石破碎处采用钢筋混凝土支护。根据实测图，涵洞上游侧进水口底标高+822.41m，下游出水口底标高+757.46m，整体长度 615.7m，平均坡降 10.55%。在排水隧洞入水口处设置有一拦水坝，挡水坝坝出地面高 1.4m，坝顶宽 1.1m。上游坡坡比为 1: 0.1，下游坡坡比为 1: 0.2。

主隧洞出口连接排水渡槽，钢筋砼结构，矩形断面尺寸 $B \times H = 1.4\text{m} \times 1.4\text{m}$ 。在现监控室应急物资仓库所在平台东侧与山体连接处设置有截水沟，断面尺寸 $B \times H = 0.7\text{m} \times 0.7\text{m}$ ，浆砌石结构，壁厚 0.6m，与排水渡槽相连接。

排水斜槽下接排水明渠，排水明渠为矩形断面，浆砌石结构，断面尺寸 $B \times H = 1.8\text{m} \times 1.6\text{m}$ ，壁厚 0.6~0.8m。

消力池位于初期坝下游，浆砌石结构，分上下两个池，断面尺寸分别为 $B \times H \times L = 5.5\text{m} \times 8\text{m} \times 3\text{m}$ ， $B \times H \times L = 15\text{m} \times 6\text{m} \times 3\text{m}$ ，周边侧墙壁厚 0.9m。

3.3.2 安全检查表

根据有关法律、法规、技术标准和规范，针对该尾矿库现状防洪、排水构筑物的特点，运用安全检查表，将法律、法规、技术标准和规范中的相关规定逐项对照评价，以判定尾矿库防洪、排水构筑物在安全上的符合性。尾矿库排水构筑物的设置应符合《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）及《尾

矿设施设计规范》（GB50863-2013）中的规定和要求。本单元对尾矿库排水构筑物的安全检查详见表 5.3-1。

表 5.3-1 防洪系统安全检查表

序号	检查项目及要求	检查依据	检查情况	检查结论
一	规程、规范符合性			
1	尾矿库的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、回水方式及水质的要求、操作要求和使用年限等因素，经技术经济比较确定，并应符合下列要求：上游式尾矿库宜采用排水井（排水斜槽）—排水管（排水隧洞）的排水系统。	GB50863-2013 第 6.1.3 条	现场查勘，该尾矿库采用排水斜槽——排水隧洞——排水明渠排水系统排水方式。	符合
2	排洪构筑物的基础应避免设置在工程地质条件不良或需要填方的地段。无法避开时，应进行基础处理设计。排洪构筑物不得直接坐落在尾矿沉积滩上。	GB50863-2013 第 6.1.5 条	未查询到尾矿库防排洪设施施工及监理资料，排洪构筑物基础不详。	不符合
3	尾矿库不得采用机械排洪。	GB50863-2013 第 6.2.8 条	尾矿库没有采用机械排洪。	符合
4	进水构筑物的型式应根据排水量的大小、尾矿库的地形条件和是否兼做回水设施等因素确定，当排水量较大时，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；排水井内径不宜小于 1.5m。	GB50863-2013 第 6.3.1 条	该尾矿库库内排水量较大，采用排水斜槽进行排水。	不符合
5	尾矿库各使用期的防洪标准应根据使用期库的等别、库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害程度等因素。	GB39496-2020 第 5.4.1 条	设计的防洪标准依据尾矿库等别确定。	符合
6	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。	GB39496-2020 第 5.4.2 条	尾矿库设置有排洪设施，无机械排洪。	符合
7	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。中线式和下游式尾矿筑坝的尾矿库，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。	GB39496-2020 第 5.4.3 条	尾矿库为四等库，尾矿库排水型式为斜槽+隧洞排水型式。	符合

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

序号	检查项目及要求	检查依据	检查情况	检查结论
8	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。	GB39496-2020 第 5.4.7 条	现状排水涵洞进水口拦污设施已损坏。	不符合
9	尾矿库内应设置清晰醒目的水位观测标尺，汛期应加强对排洪设施检查，确保排洪设施安全。	GB39496-2020 第 6.4.5 条	库内未设置水位观测标尺。	不符合
10	洪水过后应对坝体和排洪设施进行全面检查，发现问题及时处理。	GB39496-2020 第 6.4.7 条	尾矿库自 2012 年 12 月 30 日到期后，没有进行安全生产许可证延期申请，尾矿库一直处于停产状态，未进行尾矿排放，企业缺乏有效的安全检查，未见检查记录。	不符合
11	防洪安全检查主要内容应包括防洪标准、防洪安全运行管理的主要控制指标及排洪构筑物安全检查等。	GB39496-2020 第 9.2.1 条		不符合
二	设计符合性			
1	排水系统为排水斜槽—隧洞式排水系统。	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明》	排水系统采用排水斜槽——排水隧洞——排水明渠	符合
2	排水斜槽：共分 4 段，斜槽断面近似长方形，宽 1.2m，深 1.6m，钢筋砼结构。库尾不两条斜槽二期工程施工。	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明》	现场查勘：排水斜槽为矩形断面，钢筋混凝土结构，已施工 3 条排水斜槽。1#、2#排水斜槽断面尺寸 B×H=1.2m×1.4m；3#排水斜槽已经封堵，断面尺寸 B×H=1.2m×1.2m。	不符合
3	排水隧洞：设于尾矿库南侧的山体中，隧洞总长 705m，其中主隧洞全长 512m，平均坡度 10.06%：1#支隧洞长 35m，2#支隧洞长 40m，3#支隧洞长 54m，4#支隧洞长 64m。	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明》	排水隧洞位于尾矿库左侧山体中，圆拱直墙型结构，直墙高 1.05m，断面为 B×H=1.5m×1.6m，隧洞出口及洞内岩石破碎处采用钢筋混凝土支护。	符合
4	排水渡槽：设于主隧洞出口处，全长 50m，断面形状为梯形，上宽 2.1m，下宽 1.5m，深 1.5m。结构为钢筋砼。	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明》	排水渡槽，钢筋砼结构，矩形断面尺寸 B×H=1.4m×1.4m。	不符合

5.3.3 尾矿库水文、防洪能力计算

1、水文计算参数

根据现状库区 1: 1000 实测图，库区汇水分四个部分：①库区拦水坝以上，汇水面积为 0.227km²，沟长 0.71km，坡度 31.5%；②堆积坝以上，汇水面积为 0.216km²，沟长 0.784km，坡度 27.2%；③尾矿坝右侧，汇水面积为 0.089km²，沟长 0.661km，坡度 32.6%；④尾矿坝左侧，汇水面积为 0.085km²，沟长 0.901km，坡度 22.7%；

该尾矿库为四等库，本次评价依据《尾矿库安全规程》相关规定，洪水计算按 200 年一遇即 0.5%洪水频率进行核算。

从《河南省暴雨参数图集》（2005 年 12 月版）查得 $C_v=0.55$ ， $C_s=3.5C_v$ ，24 小时年最大降雨量均值为 $H_{24}=80\text{mm}$ ；但《河南省暴雨参数图集》中没有 n_1 、 n_2 参数，所以从《河南省中小流域设计暴雨洪水图集》（1984 年 10 月版）中查得 $n_1=0.55$ ， $n_2=0.70$ ， $a_{24}=0.5$ ， $m=0.8$ 。洪水频率为 $P=0.5\%$ （200 年一遇）的 $K_p=3.34$ 。

2、洪水计算

①汇水面积大于 0.1km² 的洪峰流量按简化推理公式计算，公式如下：

$$Q_P = \frac{A(S_P F)^B}{\left(\frac{L}{m j^{0.333}}\right)^c} - D \mu F$$

其中：

$$S_P = \frac{H_{24P}}{24^{1-n_2}}$$

$$H_{24P} = K_P \overline{H}_{24}$$

$$h_{R24} = a_{24} H_{24P}$$

$$\mu = X \left(\frac{S_P}{h_R^{n_2}} \right)^Y \quad t_C < t_R = 24h$$

$$\text{或 } \mu = \frac{(1 - a_{24}) H_{24P}}{24} \quad t_C > t_R = 24h$$

$$t_c = [(1 - n_2) S_p / \mu]^{1/n_2}$$

式中：

Q_p ——设计频率为 P 的洪峰流量， m^3/s ；

S_p ——频率为 P 的暴雨雨力， mm/h ；

F ——坝址以上库区汇水面积， km^2 ；

H_{24} ——年最大 24 小时降暴雨量均值， mm ；

W_{24p} ——历时 24 小时的洪水总量， m^3 ；

K_p ——模比系数；查表

m ——汇流参数；

L ——由坝址到分水岭的主河槽长度， km ；

J ——沟底平均坡降；

h_{R24} ——历时 24 小时降雨深， m ；

μ ——产流历时内平均入渗率， mm/h ；

τ ——流域汇流历时， h ；

n_1 、 n_2 ——暴雨递减指数（ $\tau \leq 1$ 时， $n=n_1$ ； $\tau > 1$ 时， $n=n_2$ ）；

X 、 Y 、 A 、 B 、 C 、 D ——最大洪水流量计算系数。

②汇水面积小于 $0.1km^2$ 时洪峰流量按下式计算：

$$Q_P = 0.278 \times (S_P - 1) \times F$$

③24 小时洪水总量采用如下公式计算：

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

式中：

W_{tp} ——频率为 P 时的洪水总量 m^3 ；

H_{24p} ——频率为 P 时的 24 小时降雨量 mm ；

α_{24} ——历时 24 小时的降雨迳流系数。

表 5.3-2 洪水计算参数表

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

	$\overline{H_{24}}(mm)$	F (km ²)	P	L (km)	J	m	Cv	n1	n2	α_{24}
拦洪坝以上	80	0.227	0.5%	0.71	31.5%	0.8	0.55	0.55	0.70	0.6
初期坝以上、拦洪坝以下	80	0.216	0.5%	0.78	27.2%	0.8	0.55	0.55	0.70	0.6
尾矿坝右侧	80	0.216	0.5%	0.66	32.6%	0.8	0.55	0.55	0.70	0.6
尾矿坝左侧	80	0.216	0.5%	0.90	22.7%	0.8	0.55	0.55	0.70	0.6

表 5.3-3 洪水计算结果表

	H _{24P} (mm)	Kp	Sp (mm/h)	h _{R24} (mm)	Qp (m ³ /s)	τ (h)	Wtp(万 m ³)
拦洪坝以上	267.2	3.34	102.98	133.6	16.16	0.15	3.03
初期坝以上、拦洪坝以下	267.2	3.34	102.98	133.6	14.76	0.15	2.88
尾矿坝右侧	267.2	3.34	102.98	133.6	2.52	0.15	
尾矿坝左侧	267.2	3.34	102.98	133.6	2.41	0.15	

④滩顶标高+794.4m 计算结果见下列各表

水位未超过盖板上沿时计算结果

表 5.3-4 不同库水位时的自由泄流量计算表（之一）

库水位(米)	790.00	790.45	790.60	790.80	791.00	791.10
计算项目						
Hs=库水位-790.0	0.00	0.45	0.60	0.80	1.00	1.10
Hs2.5	0.00	0.13	0.28	0.57	1.00	1.27
m1	-	0.44	0.41	0.41	0.41	0.41
Qa/σn	-	2.50	4.85	9.93	17.31	21.96
σn	-	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94
Qa	0.00	2.50	4.85	9.93	17.31	20.64

水位超过盖板上沿时计算结果

表 5.3-5 不同库水位时的自由泄流量计算表（之二）

库水位(米)	791.10	792.00	793.00	794.00	795.00	796.00
计算项目						
Ht=库水位-791.3	0.00	0.90	1.90	2.90	3.90	4.90
Ht ^{1.5}	-	0.85	2.62	4.94	7.70	10.85
Ht ^{2.5}	-	0.77	4.98	14.32	30.04	53.15
m1	-	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41

Q1	-	24.25	119.38	309.95	615.70	1053.43
σ_n	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	20.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qb	20.64	24.25	119.38	309.95	615.70	1053.43

表 5.3-6 .不同库水位时的半压力流泄流量计算表

库水位(米)	791.10	792.00	793.00	794.00	795.00	796.00
计算项目						
Hb=库水位-789.80	1.30	2.20	3.20	4.20	5.20	6.20
$Hb^{0.5}$	1.14	1.48	1.79	2.05	2.28	2.49
Q	4.66	6.07	7.32	8.38	9.33	10.19

表 5.3-7 .不同库水位时的压力流泄流量计算表

库水位(米)	792.00	793.00	794.00	795.00	796.00	797.00
计算项目						
Hy=库水位-757.46	34.54	35.54	36.54	37.54	38.54	39.54
$Hy^{0.5}$	5.88	5.96	6.04	6.13	6.21	6.29
Q	11.17	11.33	11.49	11.65	11.80	11.96

根据不同水位标高与泄流量的计算结果表绘制相互关系曲线图如下：

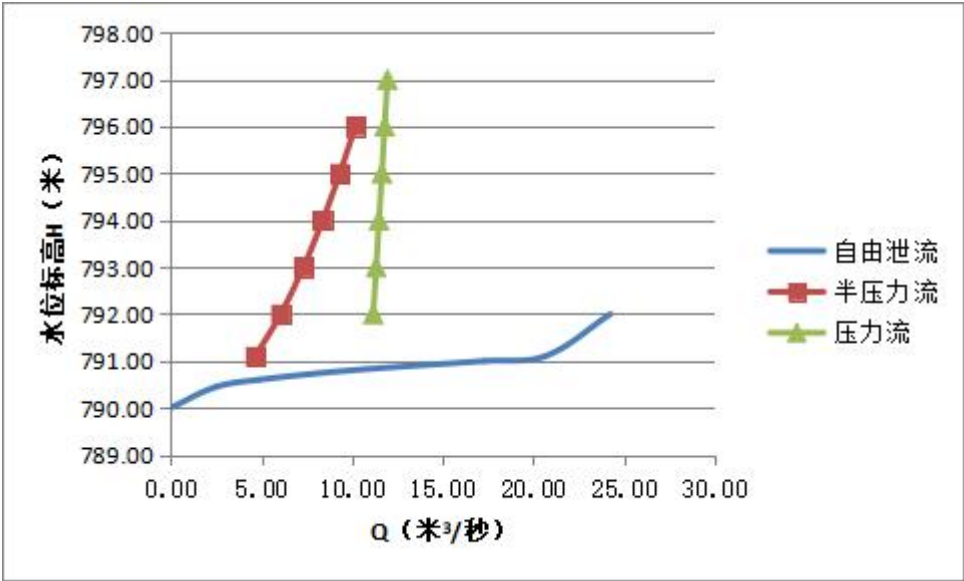


图 5.3-1 水位标高与泄流量关系曲线图

3、库内调洪演算

调洪演算

对于一般情况的调洪演算，可根据来水过程线和排水构筑物的泄水量与尾矿库的蓄水量关系曲线，通过水量平衡计算求出泄洪过程线，从而定出泄

流量和调洪库容。

尾矿库内任一时段 Δt 的水量平衡方程式如下：

洪水过程线按概化三角形公式计算：

$$\frac{1}{2}(Q_s + Q_z)\Delta t - \frac{1}{2}(q_s + q_z)\Delta t = V_z - V_s \quad (\text{式 5-4})$$

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_z 、 V_s ——时段始、终尾矿库的蓄洪量， m^3 。

其余符号同前。

1、滩顶标高 797.8m 时，调洪演算如下：

表 5.3-8 调洪辅助曲线计算表

H	q	V	$q\Delta t/2$	$V+q\Delta t/2$	$V-q\Delta t/2$
790.00	0.00	0.00	0	0	0
790.50	4.85	1614.70	4365	5980	-2750
791.00	17.31	4137.93	15579	19717	-11441
792.00	6.07	10939.23	5463	16402	5476
793.00	7.32	18791.28	6588	25379	12203
794.00	8.38	26792.68	7542	34335	19251
795.00	9.33	46925.33	8397	55322	38528

表 5.3-9 尾矿库调洪验算表

t	Q (m^3/s)	Q (m^3/s)	$Q\Delta t$ (m^3)	$V+q\Delta t/2$	q	$V-q\Delta t/2$	V_t (m^3)
0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.08	0.17	69.64	69.64	0.06	-32.03	18.80
1.00	0.26	0.27	302.56	270.53	0.22	-124.43	73.05
1.50	0.28	0.29	485.36	360.94	0.29	-166.01	97.46
2.00	0.30	0.30	519.06	353.05	0.29	-162.38	95.33
2.50	0.31	0.32	546.07	383.69	0.31	-176.47	103.61
3.00	0.33	0.34	574.78	398.30	0.32	-183.20	107.55
3.50	0.35	0.36	609.57	426.38	0.35	-196.11	115.14
4.00	0.37	0.38	646.17	450.06	0.37	-207.00	121.53
4.50	0.39	0.41	686.13	479.13	0.39	-220.37	129.38
5.00	0.42	0.43	732.49	512.12	0.42	-235.54	138.29
5.50	0.45	0.47	782.30	546.75	0.44	-251.47	147.64
6.00	0.48	0.50	838.90	587.43	0.48	-270.18	158.62

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

6.50	0.52	0.55	905.63	635.45	0.52	-292.27	171.59
7.00	0.58	0.64	996.77	704.50	0.57	-324.03	190.24
7.50	0.70	0.80	1155.55	831.52	0.67	-382.45	224.54
8.00	0.89	1.07	1432.65	1050.20	0.85	-483.03	283.59
8.50	1.24	1.99	1917.03	1434.00	1.16	-659.56	387.22
9.00	2.74	7.18	3583.98	2924.43	2.37	-1345.06	789.68
9.50	11.61	8.84	12916.94	11571.88	9.92	-6288.15	2641.86
10.00	6.07	3.27	15909.23	9621.07	8.15	-5053.99	2283.54
10.50	0.47	0.91	5884.90	830.91	0.67	-382.17	224.37
11.00	1.35	1.02	1639.75	1257.58	1.02	-578.41	339.58
11.50	0.69	0.68	1835.26	1256.85	1.02	-578.07	339.39
12.00	0.68	0.34	1226.36	648.28	0.53	-298.17	175.06
12.50	-0.00	-0.00	608.31	310.14	0.25	-142.64	83.75
13.00	-0.00	-0.00	-0.00	-142.64	(0.12)	65.61	-38.52
13.50	-0.00	-0.00	-0.00	65.61	0.05	-30.18	17.72
14.00	-0.00	-0.00	-0.00	-30.18	(0.02)	13.88	-8.15
14.50	-0.00	-0.00	-0.00	13.88	0.01	-6.38	3.75
15.00	-0.00	-0.00	-0.00	-6.38	(0.01)	2.94	-1.72
15.50	-0.00	-0.00	-0.00	2.94	0.00	-1.35	0.79
16.00	-0.00	-0.00	-0.00	-1.35	(0.00)	0.62	-0.36

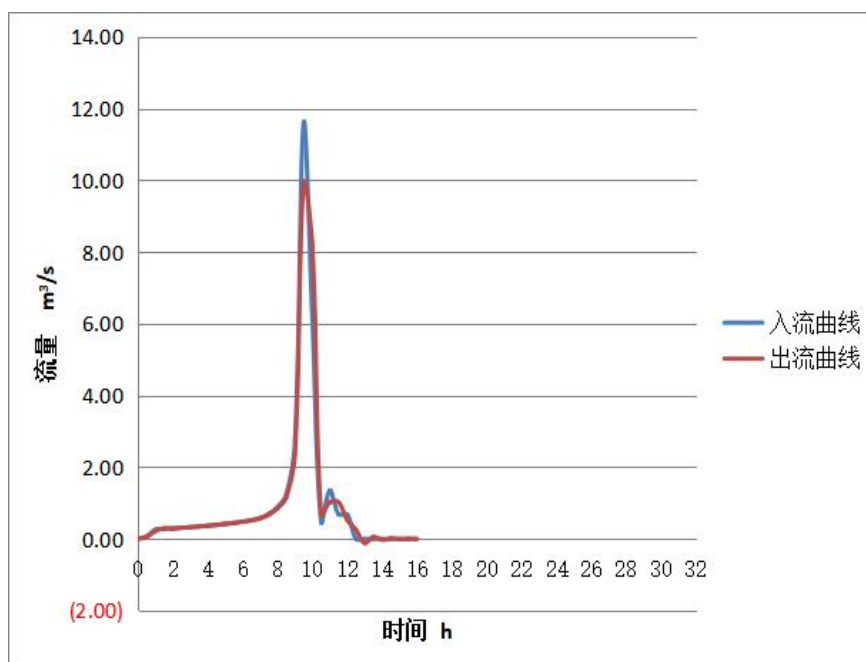


图 5.3-2 尾矿库调洪验算过程曲线图

根据调洪演算结果表，在设防频率为 0.5%洪水运行状况下，尾矿库在现状坝高时所需最大泄流量 $q_m=9.92\text{m}^3/\text{s}$ ，所需最大调洪库容为 $V_{\text{tmax}}=2641.86\text{m}^3$ ，此时调洪高度为 0.80m，最高洪水位为 790.80m，此时安全

超高为 3.01m>0.5m，干滩长度为 130m>50m，满足四等库规定的最小安全超高和干滩长度要求。

4、防洪能力复核

（1）拦洪坝以上排水隧洞

排水涵洞泄流能力，采用以下公式计算泄流量。

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$

$$A=Bh$$

$$X=B+2h$$

$$R=A/X$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Q——过水流量，m³/s；

A——过水断面面积，m²；（h=1.05m 时）

X——湿周；

C——谢才系数；

R——水力半径；

n——涵洞（明渠）的粗糙系数，0.017；

B——断面底宽，m；

经过计算，排水涵洞在水深 h=1.05m 时，i=10.55%时，A=1.575，X=3.6，R=0.44，C=51.25，排水涵洞的过水能力 Q=17.34m³/s>16.16m³/s，排水涵洞的排水能力能够满足拦洪坝以上的洪水泄流要求。

（2）排水渡槽、排水明渠

排水渡槽，断面尺寸 B×H=1.4m×1.4m。排水斜槽下接排水明渠，排水明渠断面尺寸 B×H=1.8m×1.6m，壁厚 0.6~0.8m。

采用以下公式计算泄流量。

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Q——过水流量，m³/s；

A——过水断面面积，m²；（取 h=1.2m）

X——湿周；

C——谢才系数；

R——水力半径；

n——涵洞（明渠）的粗糙系数，0.012；

B——断面底宽，m；

经过计算，排水渡槽在水深 h=1.2m 时，i=5.9%时，A=1.68，X=3.8，R=0.4421，C=72.73，排水渡槽的过水能力 Q=19.74m³/s。排水明渠在水深 h=1.2m 时，i=6.32%时，A=2.16，X=4.2，R=0.5142，C=74.59，排水渡槽的过水能力 Q=29.05m³/s。

排水明渠承担堆积坝坝顶以上库区及库区左侧山坡汇水的排水，16.16m³/s+9.92m³/s+2.41m³/s=28.99m³/s<29.05m³/s，排水明渠的泄流能力满足要求；排水渡槽承担堆积坝坝顶以上库区汇水的排水，16.16m³/s+9.92m³/s=26.58m³/s>19.74m³/s，19.74m³/s>16.16m³/s，故排水渡槽排水能力仅能满足拦洪坝以上汇水的排水要求，满足不了堆积坝坝顶以上库区汇水的泄流要求。

（3）右侧坝肩截水沟

右坝肩设置有坝肩截洪沟，断面尺寸 B×H=（1.0~1.2）m×（1.0~1.15）m，壁厚 0.6m。采用以下公式计算泄流量。

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Q——过水流量，m³/s；

A——过水断面面积， m^2 ；（ $h=0.6\text{m}$ 时）

X——湿周；

C——谢才系数；

R——水力半径；

n——涵洞（明渠）的粗糙系数，0.012；

B——断面底宽， m ；

经过计算，排水渡槽在水深 $h=0.6\text{m}$ 时， $i=14.03\%$ 时， $A=0.6$ ， $X=2.2$ ， $R=0.2727$ ， $C=67.11$ ，右侧坝肩截水沟的过水能力 $Q=7.87\text{m}^3/\text{s}$ 。可以满足库区右侧 $2.52\text{m}^3/\text{s}$ 洪峰流量的泄流要求。

根据《尾矿库风险隐患治理工作总体方案》（矿安〔2022〕127号）相关规定要求，停用时间超过3年的尾矿库应实行“一库一策”闭库治理措施，排水系统治理目标应达到：“尾矿库风险隐患治理（闭库）后库内不存水，通过截洪沟和排水沟泄洪山坡汇水和库区汇水，封堵原排水设施并不再使用，避免隐蔽的建构筑物设计寿命到期后垮塌致使坝体坍塌或尾矿泄漏风险，提升闭库后尾矿库的本质安全程度”。

5.3.4 安全对策措施及建议

1、排水涵洞与排水斜槽施工时间较早，现有防排洪设施未进行质量检测，施工质量不详，施工的排水构筑物规格略小于设计规格，且工勘勘察表明：主隧洞洞身多为原岩裸露，局部有衬砌支护，洞身内局部发生冒顶，造成结构损坏，根据《尾矿库风险隐患治理工作总体方案》（矿安〔2022〕127号），为保证闭库后库内不存水，以及避免隐蔽的建构筑物设计寿命到期后垮塌致使坝体坍塌或尾矿泄漏风险，不建议闭库利用现有防排洪设施。

2、建议下步闭库设计对库内现有排水系统进行封堵，并明确封堵要求。

3、下步闭库设计应根据尾矿库实际情况，对库区防排洪系统进行重新设计，建议新建排水明渠作为闭库后的永久排洪设施，风险隐患治理（闭库）

设计明确排水构筑物施工时基础开挖、处理等设计内容，以确保排水构筑物的稳固。

4、根据豫应急办〔2022〕70号：闭库尾矿库应当设计双溢流系统，且应当符合《湿式堆存尾矿库安全技术规程》（DB41/1448-2017）的有关规定。下步闭库设计应设计双溢流系统。

5.3.5 单元评价小结

运用安全检查表法和理论计算法对该尾矿库排洪系统进行了定性定量评价，评价认为由于尾矿库现有排洪设施施工质量不详，不能作为风险隐患治理（闭库）后的排洪设施，且排水斜渡槽过流能力不满足泄洪要求。下步设计时应按本评价报告提出的安全对策措施完善相应内容。

5.4 安全监测设施

5.4.1 现状简述

1、人工监测设施

第3级子坝顶部设有2个人工位移观测桩和1个人工浸润线观测管。

2、在线监测设施

监控室位于排水隧洞出口南侧原回水泵房值班室。

（1）位移监测

在第1级子坝顶部设有两个GPS表面位移监测设施，在第5级子坝南侧山坡处设有1个GPS表面位移监测基站。

（2）浸润线

在第3级子坝顶设有1个浸润线在线监测点，利用渗压计对浸润线埋深进行监测。

（3）雨量监测

在排水隧洞出水口北侧设置有一台翻斗式雨量筒，放置位置视线开阔上

部无遮挡。

（4）视频监控

在尾矿库排水隧洞出水口、消力池、1 级子坝顶、堆积坝顶、2#排水斜槽入水口各设置 1 个摄像头，共计 5 个视频监控点。

5.4.2 安全评价

根据《尾矿设施设计规范》《尾矿库安全监测技术规范》《尾矿库安全规程》及相关法律、法规和技术标准，结合现场检查，采用安全检查表法进行评价。具体内容见表 5.4-1。

表 5.4-1 尾矿库监测设施安全检查表

序号	设计及规程要求	检查情况	评价依据	检查结论
一	规程、规范符合性			
1	尾矿库应根据设计等别、尾矿坝筑坝方式、尾矿及尾矿水污染性质、地形地质条件及地理环境因素，设置必要的安全和环保监测设施。三等及三等以上尾矿库应设置人工监测和自动监测相结合的安全监测设施。	尾矿库现状为四等库，该尾矿库设置有人工观测设施和在线监测设施。	GB50863-2013 第 3.4.1	符合
2	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，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。	在第 3 级子坝顶部设有 2 个人工位移观测桩和 1 个人工浸润线观测管；设有位移、浸润线、雨量、视频等在线监测系统。	GB39496-2020 第 5.5.1 条	符合
3	湿式尾矿库监测项目应包括坝体位移，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；干式尾矿库监测项目应包括坝体位移，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；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	尾矿库为湿式尾矿库，监测项目有坝体表面位移、降水量、浸润线；坝体、排洪系统进出口等重要部位设有视频监控。	GB39496-2020 第 5.5.2 条	不符合
4	尾矿库在线安全监测系统应符合下列规定： —应具备自动巡测、应答式测量功能； —应具备传感器和采集设备、供电系	现场查看：在线监测设施运行正常。	GB39496-2020 第 5.5.3 条	符合

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

	统、通信网络故障自诊断功能； —应具备防雷及抗干扰功能； —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； —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。			
5	一等、二等、三等尾矿库应安装在线监测系统，四等库宜安装在线监测系统。	现状为四等库，安装有在线监测系统。	AQ2030-2010） 第 4.4.1 条	符合
6	人工安全监测应符合下列规定： ——应采用相同的观测图形、观测路线和观测方法； ——应使用相同技术参数的检测仪器和设备； ——应采用统一基准处理数据； ——每次监测应不少于 2 名专业技术人员。	尾矿库为四等库，尾矿库没有设置人工位移观、浸润线观测设施，但未见监测记录。	GB39496-2020 第 6.7.3 条	不符合
二	设计符合性			
1	坝体位移观测：基点共布置 20 个，两岸坡各布置 10 个，位移观测点布置 20 个分别在标高 748.55m、755.84m、760m、770m、780m、790m、800m、810m、820m、830m 处的马道上布置两个。观测点和基点结构均为钢筋砼结构。	第 3 级子坝顶部（758.98m）设有 2 个人工位移观测桩。	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明》	不符合
2	浸润线观测：浸润线观测布置一个断面，分别在 755.84m、760m、770m、780m、790m、800m、810m、820m、830m 及库内，测水管共布置 10 个，采用 Φ100mmPVC 管	第 3 级子坝顶部（758.98m）设有 1 个人工浸润线观测管。		不符合
3	库水位监测设计 在排水斜槽进水口设置 1 个库水位监测点，预警输出分为四级。	没有设置库水位监测。	《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库在线监测系统设计方案》	不符合
4	雨量监测设计 在初期坝中间位置布置一个监测点，设置一台翻斗式雨量筒	排水隧洞出水口北侧设置有一台翻斗式雨量筒。		符合
5	坝体表面位移监测设计 在 1 级、15 级子坝坝顶各布设 2 个表面位移观测点，在库区左侧山坡稳定处设置一个位移观测基点。水平位移值预警输出分为四级。	在第 1 级子坝顶部设有两个 GPS 表面位移监测设施，在第 5 级子坝南侧山坡处设有 1 个 GPS 表面位移监测基站。		符合
6	浸润线监测设计 在第 3、15 级子坝顶各布设 2 个浸润线监测点。预警输出分为四级。	在第 3 级子坝顶设有 1 个浸润线在线监测点，利用渗压计对浸润线埋深进行监测。		符合
7	视频监控 在尾矿库排水隧洞出水口、回水池、1 级子坝顶、堆积坝顶、排水斜槽各设置 1 个摄像头，共计 5 个视频监控	在尾矿库排水隧洞出水口、消力池、1 级子坝顶、堆积坝顶、2#排水斜槽入水口各设置 1 个摄像头，共计 5 个		符合

	点。	视频监控点。		
--	----	--------	--	--

5.4.3 对策措施及建议

1、根据该库的特点，建议下步设计在初期坝顶、堆积坝顶新增人工位移观测设施。

2、下步闭库施工时应制定现在线监测系统的保护措施，企业应定期对各安全监测设施进行检修维护，确保各安全监测设施安全有效运行。

5.4.4 评价小结

采用安全检查表法对尾矿库安全监测设施进行评价，该尾矿库没有按照设计设置坝体位移、浸润线等人工观测设施及库水位在线监测系统。企业应按照相关要求和评价提出的对策措施，增加人工安全观测，并加强风险隐患治理（闭库）后设施的维护和保养工作，确保安全监测设施安全有效运行，为尾矿库风险隐患治理（闭库）后的安全管理提供真实、可靠、有效的监测数据。

5.5 辅助设施

5.5.1 现状简述

1、通信：尾矿库值班人员配备有移动电话。

2、值班室、物资仓库：在排水隧洞出口左侧山体上设有值班房、监控室、防汛物资仓库。

3、上坝道路：尾矿坝左侧有一条上坝道路可通至坝体左侧（原回水泵房、现监控室）支沟处，为土石路面，路宽约 3.5m，但无法通向库尾。

4、安全警示标志及防护设施：库区设置有尾矿库安全生产库长责任制公示牌，公示牌有三级库长及乡、村、企业主要领导的联系方式。除公示牌外，无其他安全标志。

5.5.2 安全评价

根据《尾矿设施设计规范》《尾矿库安全规程》《尾矿库安全监督管理规定》及相关法律、法规和技术标准，结合现场检查，采用安全检查表法进行评价。具体内容见表 5.5-1。

表 5.5-1 辅助单元安全状况检查表

序号	检查内容	检查情况	评价依据	检查结论
第一项：库区道路				
1	厂矿道路路线设计，应符合厂矿企业总体规划或总平面布置要求，并应根据道路的性质和使用要求，合理利用地形正确运用技术指标。	尾矿坝左侧有一条上坝道路可通至坝体左侧（原回水泵房、现监控室）支沟处，为土石路面，路宽约 3.5m，但无法通向库尾。	GBJ22-87 第 2.1.1 条	不符合
2	厂外道路，宜绕避地质不良地段、地下活动采空区，不压或少压地下矿藏资源，并不宜穿越无安全措施的爆破危险地段。厂矿道路的设计，应做到沿线厂矿企业共同使用，并兼顾地方交通运输的需要。	现场查勘，尾矿库进入库区道路地质情况良好。	GBJ22-87 第 2.1.4 条	符合
第二项：通讯设施				
1	检查尾矿库管理站时，应检查尾矿库管理站位置、规格，值班和日常安全检查记录情况、管理站及作业、管理人员与外部通信设施是否畅通。	现场查勘，尾矿库及选厂附近信号较好，中国移动和中国联通信号已覆盖此区域，联系畅通。	GB39496-2020 第 9.7.3 条	符合
第三项：照明设施				
1	检查尾矿库照明设施时，应检查照明设施是否满足夜间安全生产使用要求，照明线路、设备及其布置是否安全规范。	该库自 2012 年停止排尾至今，库区没有照明设施。	GB39496-2020 第 9.7.2 条	符合
第四项：值班室、应急物资仓库				
1	尾矿库值班室和宿舍宜避开坝体下游。	现场查勘，尾矿库坝体下游没有值班室及宿舍。	GB50863-2013 第 3.5.2 条	符合
2	生产经营单位应设置尾矿库应急物资库，储备满足预案要求的应急救援器材、设备和物资，并定期进行检查、	在排水隧洞出口左侧山体上设有值班房、监控室、防汛物资仓库。	GB39496-2020 第 10.8 条	符合

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

	维保及更新补充。应急物资库的建设地点布置应遵循下列原则： ——应建在尾矿坝附近且基础稳定的区域； ——应与应急道路直接相通； ——不应直接建在尾矿坝上或尾矿库下游。			
第五项：安全标志				
1	标志牌应设在与安全有关的醒目地方，并使大家看见后，有足够的时间来注意它所表示的内容。	现场查勘，区设置有尾矿库安全生产库长责任制公示牌，公示牌有三级库长及乡、村、企业主要领导的联系方式。除公示牌外，无其他安全标志。	GB2894-2008 第 9.1 条	不符合
2	标志牌不应设在门、窗、架等可移动的物体上，以免标志牌随母体物体相应移动，影响认读。标志牌前不得放置妨碍认读的障碍物。	现场查勘，库区已设置的安全警示标志独立设置。但警示标志不足。	GB2894-2008 第 9.2 条	不符合
3	标志牌的固定方式分附着式、悬挂式和柱式三种。悬挂式和附着式的固定应稳固不倾斜，柱式的标志牌和支架应牢固地联接在一起。	现场查勘，库区现有的安全警示标志设置符合要求。	GB2894-2008 第 9.6 条	符合
4	安全标志牌至少每半年检查一次，如发现有破损、变形、褪色等不符合要求时应及时修整或更换。	库区现有的库长责任公示牌字迹醒目。	GB2894-2008 第 10.1 条	符合
5	县、乡（镇）人民政府继续实行“领导包片、责任人包库”的责任机制，逐级逐库落实尾矿库防汛安全责任人。	现场查勘，该尾矿库制作有包库人员公告栏，公告栏上已分别明确该尾矿库县级、乡镇级、责任单位监管人姓名，并注明应急电话。	豫安委办 (2018) 34 号	符合

5.5.3 对策措施及建议

1、该尾矿库现有道路仅通达第 5 级子坝顶，下步闭库设计应对闭库施工通向坝顶及库尾的临时道路进行设计。

2、在初期坝下游侧村村通公路边设置“尾矿库信息公示牌”和“尾矿库风险告知牌”；在初期坝顶设置“防止坠落”警示牌；在回水池处设“防止淹溺”警示牌；在上坝道路临坡侧设置“陡坡慢行”警示牌；在库区周边设置“禁止放牧”警示牌。

3、安全标志牌至少每半年检查一次，如发现有破损、变形、褪色等不符合要求时应及时修整或更换。

4、加强对上坝道路的维护和道路运输安全管理，确保上坝道路通畅和运输安全。

5.5.4 评价小结

采用安全检查表法对李家沟尾矿库辅助设施进行安全评价，评价认为李家沟尾矿库库区道路、安全标志等辅助设施不符合有关法律、法规、标准、规范的要求，建议闭库设计单位按照本评价提出安全对策措施及建议完善辅助设施设计内容。

5.6 企业安全管理

5.6.1 现状简述

尾矿库 2012 年 12 月已停止排尾，尾矿库处于长期停用状态，栾川县丰汇矿业有限公司没有设置李家沟尾矿专职安全管理机构，无专职安全员等相应的管理人员，安全生产相关责任制、制度、规程、隐患排查治理记录等均缺失，缺乏有效的安全管理。

5.6.2 安全评价

本评价单元采用安全检查表法进行安全评价，详见表 5.6-1。

表 5.6-1 安全管理安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结果
1	尾矿库生产经营单位应当建立健全尾矿库安全生产责任制，建立健全安全生产规章制度和安全技术操作规程，对尾矿库实施有效的安全管理。	《尾矿库安全监督管理规定》 第四条	该尾矿库自 2012 年 12 月停用至今。没有尾矿库安全生产责任制、安全生产规章制度和安全技术操作规程。	不符合
2	生产经营单位应当保证尾矿库具备安全生产条件所必需的资金投	《尾矿库安全监督管理规定》	没有设置李家沟尾矿专职安全管理机构，没有任命	不符合

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结果
	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、专业技术人员。	第五条	专职安全员。	
3	生产经营单位主要负责人和安全管理人应当依照有关规定经培训考核合格并取得安全资格证书。直接从事尾矿库放矿、筑坝、巡坝、排洪和排渗设施操作的作业人员必须取得特种作业操作证书，方可上岗作业。	《尾矿库安全监督管理规定》 第六条	主要负责人和安全管理人取得有安全资格证书	符合
4	尾矿库建设项目包括新建、改建、扩建以及回采、闭库的尾矿库建设工程。尾矿库建设项目安全设施设计审查与竣工验收应当符合有关法律、行政法规的规定。	《尾矿库安全监督管理规定》 第九条	该尾矿库有相应的工程设计。	符合
5	尾矿库建设项目应当进行安全设施设计并经安全生产监督管理部门审查批准后方可施工。无安全设施设计或者安全设施设计未经审查批准的，不得施工。严禁未经设计并审查批准擅自加高尾矿库坝体。	《尾矿库安全监督管理规定》 第十三条	该尾矿库编制有《栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库改造设计说明》，并经安全生产监督管理部门备案。	符合
6	尾矿库施工应当执行有关法律、行政法规和国家标准、行业标准的规定，严格按照设计施工，确保工程质量，并做好施工记录。生产经营单位应当建立尾矿库工程档案和日常管理档案，特别是隐蔽工程档案、安全检查档案和隐患排查治理档案，并长期保存。	《尾矿库安全监督管理规定》 第十四条	该尾矿库自 2012 年停用至今。尾矿库档案和日常管理档案、安全检查档案和隐患排查治理档案不齐全。	不符合
7	生产经营单位应当建立健全防汛责任制，实施 24 小时监测监控和值班值守，并针对可能发生的垮坝、漫顶、排洪设施损毁等生产安全事故和影响尾矿库运行的洪水、泥石流、山体滑坡、地震等重大险情制定并及时修订应急救援预案，配备必要的应急救援器材、设备，放置在便于应急时使用的地方；应急预案应当按照规定报相应的安全生产监督管理部门备案，并每年至少进行一次演练。	《尾矿库安全监督管理规定》 第二十一条	企业没有设置专人对该尾矿库进行值班检查，无应急救援预案，尾矿库缺少应急演练记录。	不符合
8	生产经营单位应当建立尾矿库事故隐患排查治理制度，按照本规定和《尾矿库安全规程》的规定，及时发现并消除事故隐患。事故隐患排查治理情况应当如实记录，建立隐	《尾矿库安全监督管理规定》 第二十三条	由于尾矿库停用多年，企业近年来未建立尾矿库事故隐患排查治理制度。	不符合

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结果
	患排查治理档案，并向从业人员通报。			
9	尾矿库发生坝体坍塌、洪水漫顶等事故时，生产经营单位应当立即启动应急预案，进行抢险，防止事故扩大，避免和减少人员伤亡及财产损失，并立即报告当地县级安全生产监督管理部门和人民政府。	《尾矿库安全监督管理规定》第二十五条	未制定尾矿库应急预案。	不符合
10	未经生产经营单位进行技术论证并同意，以及尾矿库建设项目安全设施设计原审批部门批准，任何单位和个人不得在库区从事爆破、采砂、地下采矿等危害尾矿库安全的作业。	《尾矿库安全监督管理规定》第二十六条	库区未见从事爆破、采砂、地下采矿等危害尾矿库安全的作业活动。	符合
11	生产经营单位应当依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。矿山、道路运输、危险化学品、建筑施工、民用爆炸物品、金属冶炼、渔业生产等行业和领域应当根据国家规定实施安全生产责任保险制度。	《河南省安全生产条例》第二十九条	企业为职工缴纳有工伤保险。未办理安全生产责任险。	不符合
12	非煤矿山企业应当按规定足额提取和使用安全生产费用，实行专户核算，严禁超范围支出。	《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》第四条（十六）	企业无尾矿库安措费用提取和使用台账。	不符合
13	对已达到设计最终堆积标高并不再继续加高扩容，或由于各种原因未达到设计最终堆积标高而提前停止使用的尾矿库，应进行闭库设计。	《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）第 7.0.1 条	该尾矿库已停用多年，本次评价即为闭库设计提供依据。	符合
14	企业应自主开展双重预防机制安全生产标准化建设，以《双重预防机制安全生产标准化管理手册》和《双重预防机制作业手册》为体系文件，建立明确的安全责任清单、简单的风险管控隐患治理清单、应急管理卡（以下简称“两单一卡”），确保员工好理解、会操作。	《豫安监管办〔2018〕162 号》第三条	该尾矿库未创建双重预防机制和信息化平台。	不符合
15	矿山企业应根据安全管理架构，制定各管理岗位的安全责任清单，明确所有人员的安全生产权利与义务。其中，主要负责人责任应不少于《安全生产法》第十八条规定的七项内容。作业岗位要具有安全操	《豫安监管办〔2018〕162 号》第三条第一款		不符合

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结果
	作规程清单。			
16	鼓励作业人员 300 人以上的企业建立使用信息化平台,对双重预防机制运行情况进行电子化管理。	《豫安监管办〔2018〕162 号》第四条第五款		不符合
17	企业要抓好信息化工程建设,要建立信息化建设人员资金保障、运行管理和考核奖惩等制度。	豫应急办〔2019〕100 号		不符合
18	非煤矿山企业完善双重预防体系,建成电脑 PC 端、手机 APP 和视频监控系统后,要对照《关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》(豫安监管办〔2018〕162 号)和《河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设评估标准》,对本企业相关运行情况进行评定,形成自评报告。	《豫应急办〔2019〕100 号》		不符合

5.6.3 对策措施及建议

1、栾川县丰汇矿业有限公司为尾矿库风险隐患治理（闭库）后的管理单位，风险隐患治理（闭库）后仍需加强有关安全措施及管理制度的落实工作，促进安全检查、检测和记录等的定量管理，进一步完善和提高管理水平，发现事故隐患，及时妥善处理。

2、尾矿库管理单位应对尾矿库闭库的设计档案、安全评价档案、施工竣工及监理和验收档案等应进行妥善保存。

3、对尾矿库周边环境进行治理和维护，严禁在尾矿坝和库内进行乱采、滥挖、违章建筑和违章作业，避免尾矿库受到自然和人为的破坏。

4、风险隐患治理（闭库）后的尾矿库，必须做好坝体及排洪设施的维护，未经论证和批准，不得储水。

5、风险隐患治理（闭库）后的尾矿库，未经设计论证和批准，不得重新启用和改作他用。

6、尾矿库风险隐患治理（闭库）后，应加强日常巡检，洪水过后应对坝

体和排洪构筑物进行全面认真的检查和清理，发现问题及时修复。

7、严格按照《尾矿库安全监督管理规定》切实做好尾矿库防洪度汛、尾矿库防震与抗震等方面的管理工作。

5.6.4 评价小结

李家沟尾矿库目前已停用，设计单位应根据尾矿库实际，对尾矿库风险隐患治理（闭库）后的安全管理进行设计，企业应根据闭库设计的要求，加强风险隐患治理（闭库）后的安全管理工作，确保尾矿库能达到风险隐患治理（闭库）后的本质安全。

5.7 尾矿库重大生产安全事故隐患判定

5.7.1 重大隐患判定标准

根据《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》（矿安〔2022〕88号，2022.09.01）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，2024.04.23），判定尾矿库是否存在重大安全事故隐患。

表 5.7-1 尾矿库重大隐患判定标准

序号	检查项目	检查依据	实际情况	重大隐患构成情况（是或否）
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。	矿安〔2022〕88号第3项第1条款	尾矿库库区不存在开采、挖掘、爆破等活动。	否
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。	矿安〔2022〕88号第3项第2条款	现场调查，尾矿库坝体无贯穿性横向裂缝，无管涌、流土变形，坝体无深层滑动迹象	否

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

序号	检查项目	检查依据	实际情况	重大隐患构成情况（是或否）
3	坝体的平均外坡比或者堆积子坝的外坡比陡于设计坡比。	矿安〔2022〕88号第3项第3条款	堆积子坝的平均外坡比陡于设计坡比。	是
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。	矿安〔2022〕88号第3项第4条款	尾矿坝未达到设计标高，已堆存尾矿量未超过设计总库容。	否
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。	矿安〔2022〕88号第3项第5条款	查阅资料：该尾矿自2012年安全生产许可证到期后停运至今。2009年11月验收时堆积坝高29.22m，现状堆积坝高46.02m，上升速率5.09m/a，没有超出设计上升速率。	否
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。	矿安〔2022〕88号第3项第6条款	未对尾矿坝做全面的安全性复核。	是
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。	矿安〔2022〕88号第3项第7条款	尾矿库堆积坝及初期坝外坡面没有发现水位渗出点。	否
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。	矿安〔2022〕88号第3项第8条款	该尾矿库汛前未按国家有关规定对尾矿库进行调洪演算。	是
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	矿安〔2022〕88号第3项第9条款	排水斜槽、排水涵洞现场查看无坍塌、淤堵，但未进行质量检测。	是
10	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	矿安〔2022〕88号第3项第10条款	现场调查，尾矿库区无设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	否
11	多种矿石性质不同的尾砂混合排放时，未按设计要求进	矿安〔2022〕88号第3项第11条款	企业只有一种尾砂进行排矿。	否

栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库风险隐患治理（闭库）工程安全现状评价报告

序号	检查项目	检查依据	实际情况	重大隐患构成情况（是或否）
	行排放。			
12	冬季未按照设计要求采用冰下放矿作业。	矿安〔2022〕88号第3项第12条款	不存在冰下放矿作业。	否
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。	矿安〔2022〕88号第3项第13条款	按照设计设置了安全监测系统。	否
14	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。	矿安〔2022〕88号第3项第15条款	经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数大于标准规定值。	否
15	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。	矿安〔2022〕88号第3项第16条款	该库为四等库，距离初期坝约215m为洛钼集团冶炼厂，该库为“头顶库”，现有道路可通往第5级子坝，不能到达坝顶及库尾排洪系统。	是
16	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。	矿安〔2022〕88号第3项第17条款	该库没有进行回采作业。	否
17	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。	矿安〔2022〕88号第3项第18条款	按照尾矿库要求进行安全管理。	否
18	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。	矿安〔2022〕88号第3项第19条款	该库自2012年以来，一直处于停用状态，没有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。	是
19	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实的，或封堵体设置在井顶、井身段或斜槽顶、槽身段。	矿安〔2024〕41号	盖板与周边结构缝隙采用设计材料充满充实。	否
20	遇极端天气尾矿库未及时停止作业、撤出现场作业人员。		尾矿库自安全生产许可证到期后，一直未进行排尾作业。	否

5.7.2 尾矿库重大生产安全事故隐患判定

根据检查表分析，该尾矿库堆积子坝的外坡比陡于设计坡比、未对尾矿坝做全面的安全性复核、汛前未按国家有关规定对尾矿库进行调洪演算、排水构筑物未进行质量检测、未按设计设置通往坝顶及排洪系统附近的应急道路、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。该尾矿库符合矿安〔2022〕88号第3项第3、6、9、15、18条款所述情形，因此，存在重大生产安全事故隐患。

6 安全对策措施及建议

为提高该尾矿库安全程度和今后安全管理水平，依据前述定量、定性评价结果，结合该尾矿库的现状情况，提出下列切实可行的技术对策措施和管理对策措施。

6.1 周边环境

1、风险隐患治理（闭库）后，坝顶及库区内严禁设计以外的其他任何建筑物或设施的建设。

2、尾矿库风险隐患治理（闭库）后，由于不再排入尾矿，库内尾砂长期处于脱水状态，极易造成周边环境的扬尘污染，闭库设计应对尾矿库滩面进行治理，治理后在滩面覆土植草，以防止扬尘污染和水土流失。

3、企业作为风险隐患治理（闭库）后的管理单位，应与当地气象部门建立暴雨信息服务机制，实时了解当地气象预报信息，当预报有暴雨时，尾矿库进入应急状态；同时为有效应对汛期可能发生的各类突发性灾害事件，企业应经常性组织应急救援演练，并根据已制定的尾矿库应急救援预案，在醒目位置标明逃生路线。

6.2 尾矿坝

1、库区滩面有凹陷区域，建议闭库设计对堆积坝进行降高，降高的尾砂可运至库内滩面凹陷处堆存，对库区滩面整治结合排水设施的设置进行设计，对库内滩面进行整平、碾压、夯实，并对整治后的滩面进行覆土植草。

2、初期坝及堆积坝外坡面的乔木植物进行清除，树木根系应挖出并清除彻底，清理区域采用碎石进行回填压实

3、应对堆积坝尾砂裸露处进行覆土并植草，同时对坝面排水沟进行修复加固，淤堵杂物进行清理。

4、下步闭库设计应对滩面覆土厚度、坡向、坡度进行详细的设计，风险

隐患治理（闭库）后库内正常情况下不得积水。

6.3 防洪系统

1、排水涵洞与排水斜槽施工时间较早，现有防排洪设施未进行质量检测，施工质量不详，施工的排水构筑物规格略小于设计规格，且工勘勘察表明：主隧洞洞身多为原岩裸露，局部有衬砌支护，洞身内局部发生冒顶，造成结构损坏，根据《尾矿库风险隐患治理工作总体方案》（矿安〔2022〕127号），为保证风险隐患治理（闭库）后库内不存水，以及避免隐蔽的建构筑物设计寿命到期后垮塌致使坝体坍塌或尾矿泄漏风险，不建议闭库利用现有防排洪设施。

2、建议下步闭库设计对库内现有排水系统进行封堵，并明确封堵要求。

3、下步闭库设计应根据尾矿库实际情况，对库区防排洪系统进行重新设计，建议新建排水明渠作为闭库后的永久排洪设施，闭库设计明确排水构筑物施工时基础开挖、处理等设计内容，以确保排水构筑物的稳固。

4、根据豫应急办〔2022〕70号：闭库尾矿库应当设计双溢流系统，且应当符合《湿式堆存尾矿库安全技术规程》（DB41/1448-2017）的有关规定。下步闭库设计应设计双溢流系统。

6.4 安全监测设施

1、根据该库的特点，建议下步设计在初期坝顶、堆积坝顶新增人工位移观测设施。

2、下步闭库施工时应制定现有在线监测系统的保护措施，企业应定期对各安全监测设施进行检修维护，确保各安全监测设施安全有效运行。

6.5 辅助设施

1、该尾矿库现有道路仅通达第5级子坝顶，下步闭库设计应对闭库施工通向坝顶及库尾的临时道路进行设计。

2、在初期坝下游侧村村通公路边设置“尾矿库信息公示牌”和“尾矿库风险告知牌”；在初期坝顶设置“防止坠落”警示牌；在回水池处设“防止淹溺”警示牌；在上坝道路临坡侧设置“陡坡慢行”警示牌；在库区周边设置“禁止放牧”警示牌。

3、安全标志牌至少每半年检查一次，如发现有破损、变形、褪色等不符合要求时应及时修整或更换。

4、加强对上坝道路的维护和道路运输安全管理，确保上坝道路通畅和运输安全。

6.6 安全管理

1、栾川县丰汇矿业有限公司为尾矿库风险隐患治理（闭库）后的管理单位，风险隐患治理（闭库）后仍需加强有关安全措施及管理制度的落实工作，促进安全检查、检测和记录等的定量管理，进一步完善和提高管理水平，发现事故隐患，及时妥善处理。

2、尾矿库管理单位应对尾矿库闭库的设计档案、安全评价档案、施工竣工及监理和验收档案等应进行妥善保存。

3、对尾矿库周边环境进行治理和维护，严禁在尾矿坝和库内进行乱采、滥挖、违章建筑和违章作业，避免尾矿库受到自然和人为的破坏。

4、风险隐患治理（闭库）后的尾矿库，必须做好坝体及排洪设施的维护，未经论证和批准，不得储水。

5、风险隐患治理（闭库）后的尾矿库，未经设计论证和批准，不得重新启用和改作他用。

6、尾矿库风险隐患治理（闭库）后，应加强日常巡检，洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查和清理，发现问题及时修复。

7、严格按照《尾矿库安全监督管理规定》切实做好尾矿库防洪度汛、尾矿库防震与抗震等方面的管理工作。

7 评价结论

7.1 综合评述

针对栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库目前运行状况，评价组在现场踏勘的基础上，通过采用安全检查表法、理论计算法等评价方法，对该尾矿库安全设施的安全性进行综合分析和评价。评价结果归纳如下：

1、周边环境

风险隐患治理（闭库）后企业必须高度重视尾矿库库区及下游相关设施的安全工作，闭库设计单位应结合本评价提出安全对策措施及建议，完善周边环境风险隐患治理（闭库）工程措施设计内容。

2、尾矿坝

通过对尾矿库坝体进行定性、定量评价，并经现场勘察，综合评价认为李家沟尾矿库现状坝体在正常运行及洪水运行状况下坝坡抗滑稳定最小安全系数均满足规范要求，尾矿库坝体稳定。但堆积坝外坡有根系发达的乔木植物、堆积坝9级子坝以上坝面未植草、库内滩面不平整等现象，因此需进行处理，建议闭库设计落实本评价提出的对策措施建议。

3、防洪系统

运用安全检查表法对该尾矿库排洪系统进行了定性定量评价，评价认为由于尾矿库现有排洪设施施工质量不详，不能作为风险隐患治理（闭库）后的排洪设施，且排水斜渡槽过流能力不满足泄洪要求，因此应对现有排水斜槽等排水构筑物进出水口进行永久封堵，根据洪水计算在库周设置排水明渠。

4、安全监测设施

采用安全检查表法对尾矿库安全监测设施进行评价，该尾矿库没有按照设计设置坝体位移、浸润线等人工观测设施及库水位在线监测系统。企业应按照相关要求和评价提出的对策措施，增加人工安全观测，并加强风险隐患治理（闭库）后设施的维护和保养工作，确保安全监测设施安全有效运行，

为尾矿库风险隐患治理（闭库）后的安全管理提供真实、可靠、有效的监测数据。

5、辅助设施

采用安全检查表法对李家沟尾矿库辅助设施进行安全评价，评价认为李家沟尾矿库库区道路、安全标志等辅助设施不符合有关法律、法规、标准、规范的要求，建议闭库设计单位按照本评价提出安全对策措施及建议完善辅助设施设计内容。

6、企业安全管理

李家沟尾矿库目前已停用，设计单位应根据尾矿库实际，对尾矿库风险隐患治理（闭库）后的安全管理进行设计，企业应根据闭库设计的要求，加强风险隐患治理（闭库）后的安全管理工作，确保尾矿库能达到风险隐患治理（闭库）后的本质安全。

7、重大生产安全事故隐患判定

对照《金属非金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准》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，2024.04.23），该尾矿库堆积子坝的外坡比陡于设计坡比、未对尾矿坝做全面的安全性复核、汛前未按国家有关规定对尾矿库进行调洪演算、排水构筑物未进行质量检测、未按设计设置通往坝顶及排洪系统附近的应急道路、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。该尾矿库符合矿安〔2022〕88号第3项第3、6、9、15、18条款所述情形，存在重大生产安全事故隐患。应尽快进行闭库设计及施工，以保证尾矿库的安全。

7.2 存在的危险、有害因素

1、尾矿库运行过程中存在的主要危险因素有：溃坝、洪水漫坝、坝体失稳、管涌、渗流破坏、结构破坏、机械伤害、车辆伤害、高处坠落、物体打

击、淹溺、触电（雷击）、不良地质条件等。

尾矿库存在的主要有害因素：环境污染、粉尘污染等。

2、尾矿库现状运行应重点防范的危险因素有：溃坝、洪水漫顶、渗流破坏、结构破坏、管涌、高处坠落（滑落）、坍塌、淹溺。

3、应重视的安全对策措施建议：周边环境方面的安全对策措施建议；坝体方面的安全对策措施建议；防排洪系统等方面的安全对策措施建议。

4、危险、有害因素可控程度：在采取本评价报告提出的安全对策措施后，危险、有害因素的危险等级可以降至可接受程度，正常情况下可避免发生严重的安全事故。

7.3 评价结论

通过对尾矿库的现场勘查及定性、定量评价分析得出如下结论：

1、对尾矿坝现状进行校核，现状正常运行工况、洪水运行工况情况下尾矿库坝坡抗滑稳定最小安全系数 K_{min} 均满足规范要求。

2、根据第 5.3.3 “尾矿库防洪系统校核计算” 小节排水构筑物过流能力计算，现状排水构筑物——排水斜槽排水能力仅能满足拦洪坝以上汇水的排水要求，满足不了堆积坝坝顶以上库区汇水的泄流要求，且排水涵洞与排水斜槽施工时间较早，现有防排洪设施未进行质量检测，施工质量不详，根据工勘，隧洞内洞身内局部发生冒顶，结构损坏。

3、矿库没有按照规程及设计设置水位标尺、坝体位移、浸润线等人工观测设施及库水位在线监测系统观测设施。

4、尾矿库一旦失事，会将初期坝下游 215m 处的洛钼集团冶炼厂构成较大的威胁。

5、本次尾矿库安全现状评价分为 7 个评价单元，共提出 24 条安全对策措施建议，企业应按评价报告提出的对策措施建议完善下步尾矿库风险隐患治理（闭库）工程设计。

评价认为：栾川县丰汇矿业有限公司李家沟尾矿库已停止运行多年，且不再进行排尾工作，符合闭库条件，应履行相关闭库程序，下步闭库设计应按照本报告提出的安全对策措施及建议对存在的安全隐患进行治理，保证风险隐患治理（闭库）后的尾矿库符合国家有关法律、法规、标准和技术规范的要求。

附件

附件一：安全现状评价委托书

附件二：企业营业执照

附件三：安全生产许可证

附件四：工勘封面、资质

附件五：现场照片

附件六：专家意见及修改说明

附图

- 1、李家沟尾矿库现状实测地形图
- 2、坝体纵剖面图
- 3、坝肩渠纵剖面图（南、北）