

毕业设计（论文）

桦甸市常山铁矿尾矿设施初步设计

Huadian City Changshan preliminary design of the iron ore tailings
facilities

学生姓名 : 赵 晋 平
学历层次 : 本 科
所在院系 : 水利与环境学院
所学专业 : 水利水电工程
指导教师 : 左 战 军
教师职称 : 教 授
完成时间 : 2008 年 6 月

长 春 工 程 学 院

摘 要

尾矿设施是矿山生产设施的重要组成部分，尾矿库是尾矿设施的主要部分, 包括尾矿坝、库区等。根据规范，确定大坝的初期坝高和澄清距离，为了降低浸润线和降低成本，初期坝采用堆石坝。与土石坝的区别在于尾矿坝后期坝是采用尾矿来堆积的。尾矿库的安全问题是一个很严峻的问题。大坝稳定分析非常重要，本设计采用了瑞典圆弧法由计算机软件实现尾矿库的稳定性分析。通过调洪计算及水力学分析确定了尾矿库区排水设施尺寸。环境保护日益重要，尾矿中还含有各种有毒有害物质，所以水要澄清后才能回收利用。

关键词

尾矿 堆积坝 澄清距离 排水

中图法分类号: TD564

Abstract

Mine tailings facilities production facilities is an important component of the tailings pond is a major part of the tailings facilities, including the tailings dam and reservoir area, and so on. According to norms set the initial height of the dam and clarify distance, in order to reduce the invasion routes and reduce costs, the initial use of rock fill dam. Earth dam and the tailings dam is the difference between the latter part of the tailings dam is used to the accumulation. Tailings security issues is a very serious problem and stability of the dam is very important, the design used by the Swedish arc of computer software to achieve the stability of the tailings. Hung-through calculation and hydraulic analysis of the size of the tailings dam area drainage facilities. Environmental protection has become increasingly important, the tailings also contain various toxic and harmful substances, so in order to clarify the water recycling.

Keywords: Tailings Accumulation of dam Clarification from the Stability Analysis Drainage

目 录

毕业设计（论文）	I
摘 要.....	II
关键词.....	II
Abstract.....	III
目 录.....	IV
前 言	1
1 概述.....	8
1.1 项目概况.....	8
1.2 企业概况.....	8
1.2.1 地理位置及交通.....	8
1.2.2 自然地理概况及社会环境概况.....	8
1.2.3 企业运营状况.....	9
1.3 矿区地质概况.....	9

2 设计原则和依据.....	10
2.1 设计原则.....	10
2.2 设计依据.....	11
2.3 选矿工艺资料.....	11
3 尾矿库设计.....	12
3.1 尾矿库址选择.....	12
3.1.1 尾矿库址选择依据原则.....	12
3.1.2 地质构造条件对尾矿库选址的影响.....	13
3.1.3 尾矿库库址选择.....	13
3.1.4 尾矿库平面简图.....	14
3.2 尾矿库库容计算.....	14
3.2.1 尾矿库库容计算.....	14
3.3 尾矿澄清距离的确定.....	15
4 尾矿坝设计.....	17
4.1 初期坝高度的确定.....	17
4.2 尾矿初期坝.....	17
4.3 尾矿堆积坝.....	17
4.4 尾矿坝体排渗设计.....	18
4.5 监测点.....	18
4.6 渗流稳定计算.....	18
4.7 尾矿坝稳定分析.....	19
4.7.1 计算条件及方法.....	19
4.7.2 坝体的静力稳定分析.....	20
5 尾矿看守房及其供配电及通讯.....	21
6 尾矿库排水设施设计.....	21
7 洪水计算.....	21
7.1 尾矿库防洪标准.....	21
7.2 洪水计算.....	22
7.2.1 洪峰流量计算.....	22

7.2.2 洪水总量计算.....	23
7.2.3 调洪演算.....	23
7.3 排水设施水力计算.....	24
8 尾矿回水.....	25
9 需要说明的问题.....	26
10 建设进度及质量控制.....	26
10.1 建设进度.....	26
10.2 质量控制.....	26
11 尾矿库安全管理.....	28
11.1 尾矿库安全管理措施.....	29
11.2 尾矿库组织管理.....	29
11.3 尾矿库的监测管理.....	30
11.4 尾矿库的维修管理.....	30
11.5 尾矿库的事故及其处理措施.....	30
11.6 尾矿库的放矿管理.....	31
11.7 尾矿库的渡汛管理.....	31
12 水土保持及环境保护.....	32
12.1 水土保持及环境保护设计依据.....	32
12.2 环境保护标准.....	32
12.3 主要污染物及其治理.....	32
12.4 水土保持.....	33
13 投资估算.....	33
其他费用.....	34
1 设计原则和依据.....	35
1.1 设计原则.....	35
1.2 设计依据.....	35
1.3 选矿工艺资料.....	36
2 尾矿库设计.....	36
2.1 尾矿库址选择.....	37
2.1.1 尾矿库址选择依据原则.....	37

2.1.2 尾矿库库址选择.....	37
2.2 尾矿库库容计算.....	38
2.3 尾矿库等级.....	38
2.4 尾矿澄清距离的确定.....	38
3 尾矿坝设计.....	40
3.1 初期坝高度的确定.....	40
3.2 尾矿初期坝.....	40
3.3 尾矿堆积坝.....	41
3.4 尾矿坝体排渗设计.....	41
3.5 监测点.....	41
3.6 渗流稳定计算.....	41
3.7 尾矿坝稳定分析.....	43
3.7.1 计算条件及方法.....	43
3.7.2 坝体的静力稳定分析.....	44
4 尾矿看守房及其供配电及通讯.....	60
5 尾矿库排水设施设计.....	60
6 洪水计算.....	60
6.1 设计洪峰流量及洪水总量计算.....	61
6.2 调洪演算.....	63
6.3 排水设施水力计算.....	64
6.4 排水斜槽进口（孔口）泄水能力校核.....	64
6.5 排水斜槽(排水方涵)身泄水能力校核.....	65
6.6 排水隧洞洞身泄水能力校核.....	65
6.7 泄水能力校核结果.....	66
7 尾矿回水.....	66
7.1 需要说明的问题.....	66
参考文献.....	67
致 谢.....	68

前 言

1 设计内容

本次设计内容是桦甸铁矿厂尾矿设施的初步设计。

尾矿设施是矿山生产设施的重要组成部分,其投资较大,一般约占矿山建设总投资的5%~10%。尾矿库是尾矿设施的主要部分,包括尾矿坝、库区等。尾矿中还含有各种有毒有害物质,并且是一种人造的具有高势能的泥石流形成区,其安全运行直接关系到下游人民的生命财产安全和库区周边地区的生态环境。随着工业发展,尾矿坝数量越来越多,坝体堆积越来越高,因此,尾矿库的安全问题是一个很严峻的问题,而且灾害事故仍是频繁发生。因此对尾矿筑物的稳定、等方面都有特殊要求,如要采取专门的地基处理措施以确保工程质量,优质完成工程建设任务。

2 设计目的及意义

毕业设计是各工科高校为大学生安排的最后一次全面性、总结性的教学实践环节,既是学生在教师指导下运用所学知识和技能,解决具体问题的一次尝试,也是学生走向工作岗位前的一次实战演习。以期通过设计达到以下几个目的: 1. 巩固、充实、加深、扩大所学基础理论和专业知识; 2. 提高运用所学知识,解决实际问题的能力; 3. 敢于创新,正确地将创新精神与科学态度相结合; 4. 养成严肃认真、刻苦钻研、实事求是的工作作风。毕业设计可以提高学生多方面的能力,包括综合应用所学知识能力、发现和解决问题能力、资料查询及协调合作能力等。

3 工程概况

3.1 工程条件

矿区地处山脉西段,为中高山地貌,最低侵蚀标高1074 m,最高海拔标高为1574 m,相对高差500 m。

气候属大陆性气候,冬寒夏炎,昼夜温差大,降雨集中在7-8月份,封冻期时间长,每年10

月底至翌年4月份。

当地经济以农业为主，林牧为辅，工业不发达，采矿业兴盛。主要农作物有莜麦、玉米、豆类、马铃薯；

总之，本区水源、电源、粮食及劳动力充足。

3.2 自然条件

矿区位于华北地台II级构造单元～内蒙台背斜中部偏南，三级构造沽源断陷带中的大滩注断带与云州台穹接壤部位。

1) 地层

区内地层主要由太古界变质岩系及中生界侏罗系火山岩系组成。其中太古界变质岩系主要是红旗营子群中上部，分布于矿区的中部和西部与矿体成因有直接关系。走向北西 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，倾向北东，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。主要岩性为：黑云斜长片麻岩，眼球状片麻岩、混合片麻岩。侏罗系地层为白旗组和张家口组二段。其中白旗组岩性为流纹质凝灰岩、凝灰角砾岩。张家口组为石英斑岩、流纹岩。

2) 本区所处大地构造位置为尚义～赤城深断裂的北部。矿区内构造形迹以断裂为主，褶皱微弱，断裂构造主要有以下三组：

(1) 近南北向断裂。以黑河断裂和白河断裂为主，为成矿前断裂，未见明显矿化。

(2) 近东西向断裂。断裂不很发育，是南北向挤压应力作用下形成的逆断层。

(3) 北西向断裂。该组断裂在矿区较发育，是与成矿有关的断裂构造，走向 $320^{\circ} \sim 340^{\circ}$ ，倾向南西，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，破碎带宽5～17米，延长2800余米，延深约500米。为I号矿脉的控矿断裂。该断层为南北向主应力引导出北西向剪切应力作用下形成的低序次断裂构造。

3) 岩浆岩

本区岩浆岩分布较广，其中侵入岩以燕山期第二阶段为主。多为浅成、超浅成岩体，侵入于红旗营子群变质岩系中，与成矿作用密切。主要岩脉有：正长斑岩分布于矿区北部，花岗细晶岩分布于矿区南部，西部和中部。

4) 围岩蚀变

近矿围岩为红旗营子群变质岩系，在矿区内不同地段具有不同程度的蚀变，尤其在断裂带

内，围岩蚀变普遍发育有：硅化、绢云母化、褐铁矿化、绿泥石化、黄铁矿化及碳酸盐化等。围岩蚀变叠加现象明显，常形成石英绿泥岩、黄铁次生石英岩等。

热液蚀变与金属硫化物密切共生，凡是见矿化的地方不同程度的伴生有热液蚀变，其强度规模取决于所处构造裂隙的发育程度，而这又决定了矿化的强弱。石英～黄铁矿化成带出现是热液蚀变和矿化程度高、规模大的标志。

3.3 设计原则和依据

1) 设计原则

(1) 认真贯彻国家《资源法》及基本建设的方针、政策，贯彻《环境保护法》，贯彻《土地法》、《森林法》、《水资源法》及国家现行的冶金矿山设计规范及规定，保护环境，消除污染；

(2) 在满足生产要求和确保安全的前提下，充分利用荒地和贫瘠土地，尽量不占、少占或缓占农田和林地，有条件时可考虑造地还田和尾矿库闭库后复田；

(3) 节约用水，保护水资源，充分回收利用尾矿成清水及接触尾矿的雨洪水，少向下游排放，达到资源开发与保护环境的良性循环。实现社会效益、经济效益、资源效益和生态环境效益的和谐统一。

(4) 设计中结合现场情况，力求切合实际，设计方案合理，在确保矿山生产安全前提下，满足工艺和生产要求；在达到安全生产的条件下，因地制宜，减少污染，施工简捷，管理方便，经济合理。

(5) 设计中尽量选用符合国情，技术先进、高效节能、安全可靠的设备。

(6) 设计中积极采用先进而实用的新技术和新材料。

2) 设计依据

(1) 《选厂尾矿设施设计规范》ZBJ1—90；《吉林省水文图集》；建设方提供的矿区1/2000地形图；

(2) 设计委托书及设计意图；

(3) 业主提供的选矿工艺资料。

(4) 《选厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)；

(5) 《碾压式土石坝设计规范》(SL274—2001)

- (6) 《碾压式土石坝施工技术规范》 (DL/T5129—2001)
- (7) 《尾矿设施施工及验收规程》 (YS5418—95)
- (8) 《土石坝养护修理规程》 (SL210-98)
- (9) 《土石坝安全检测技术规范》 (SL60-94)
- (10) 《尾矿库安全管理规定》 (2000. 12. 1施行)
- (11) 《尾矿库安全技术规程》 (AQ2006-2005, 2006. 6. 1施行)
- (12) 《开发建设项目水土保持技术规范》 (SL204-98)

4 国内外工程技术综合及工艺设计说明

《尾矿坝面临的挑战》的国际专题学术会议作为国际大坝委员会第71 届国际年会的组成部份。

据估计我国有1700多座尾矿库, 其中, 正常运行的不足70%, 有的行业大约有45%的尾矿库处于险、病、超期服务状态[2]。而这些险、病、超期服务的尾矿都必须进行技术改造处理, 险库要抢险除险, 病库要治病, 根除病害, 超期服务的要抓紧时间设计新库, 同时对老库要进行闭库设计, 实现安全闭库。同时, 随着我国对环境保护执行力度的加大, 使许多原来没有尾矿库, 随意排放尾矿的矿山企业, 必须修建尾矿库。所以, 就目前而言, 我国尾矿库的建设市场很大, 不但有老库要改造, 而且有新库要建造。而控制尾矿库工程质量的关键是尾矿库的设计。优秀的设计方案和设计质量是保证尾矿库(坝) 安全、经济、高效运行的基础。但尾矿库工程的设计与其它类工业建筑物设计有所不同, 它是一个系统的、复杂的、专业性很强的工程设计, 它要求设计人员不仅要精通水力学、土力学、水文学、坝工技术等专业知识, 而且要熟悉采矿、选矿、机械、环保等专业知识。当然, 国家对这一领域的工程设计也作了明文规定, 要求具有资质的单位才能设计等。但是现实非如此, 在尾矿库勘察设计中存在许多问题, 有的还很严重, 应引起相关部门重视, 否则会贻害无穷, 殃及子孙。

4.1 设计市场及设计中存在的主要问题

4.1.1 设计市场不规范 鉴于尾矿库的特殊性, 以及发生的一系列灾害事

故, 国家经贸委于2006 年6 月1 日专门颁布了《尾矿库安全监督管理规定》(第6号), 进一步明确了建尾矿库必须先设计, 而且要由有资质的单位设计, 其中, 第十条“尾矿库的勘察、设计、

安全评价、施工及施工监理等应当由具有相应资质的单位承担”。然而,目前尾矿库设计市场却很不规范,存在许多的问题,归纳起来:①矿山企业不愿意搞尾矿库设计。许多老矿山企业由于原来设计规划时没有考虑尾矿库的建设,尾矿是随意排放,现在随着国家对环境保护力度的加大,迫使老矿山企业不得不建造尾矿库,否则就停产。由于思想认识上的误区,所以,就随意找一个地方,修筑一座坝,把尾矿排放其内,这就是尾矿库,根本没有进行设计规划。②自行设计。有的矿山企业从建矿开始就设计了尾矿库,而且尾矿库的生产运营都很好,各方面条件都很正规,也有了相当的经验,所以,对尾矿库的局部改造或修改设计,就自行组织几个技术人员进行设计,思想麻痹大意,结果造成灾害事故。像江西某矿的尾矿库泄水井改造,就是因为自行设计,结果造成井塔倒塌,排洪系统报废,直接经济损失上百万元。③挂靠设计。即私下将业务挂靠有资质的设计单位进行设计,这种危害性也是很大的。像云南某矿的尾矿设计,是私下几个人承揽,挂靠某个设计单位资质进行设计,结果尾矿库刚一使用,就出现了很多很严重的问题,使该尾矿库成了病库。

4.1.2 设计技术人员匮乏

尾矿坝设计人员匮乏是不争的事实,主要是以下原因:

原因一、由于矿山企业经济不景气,很多矿山都面临着破产,结果造成整个与矿山相关的行业也随之衰落,因而许多原来从事矿山设计的工程技术人员,老的退休,年轻的纷纷改行,像搞井(巷)建(设)的改行搞土建,搞露(天)采(矿)的改行搞总图规划,搞矿井通风的改行搞暖通,搞尾矿库的改行搞土建或其他水利工程。原因二、相对水利等其它行业设计而言,尾矿坝设计行业是高风险行业,而中小尾矿坝企业主将设计费用压的很低,在高风险低回报的现实情况下,造成从事尾矿库设计的技术人员严重匮乏,数量上严重不足,素质也有所下降。原因三、尾矿坝设计要求设计人员不仅要精通水力学、地质学、土力学、水文学、坝工技术等专业知识,而且要熟悉采矿、选矿、机械、环保等专业知识,是一个系统的、复杂的、专业性很强的工程设计。尾矿坝设计要求设计人员有广泛的知识面,较多的专业队伍,而一般设计人员很难达到这样的全能,设计单位从市场及经济方面考虑也不可能配备功能齐全的专业科室。原因四、尾矿坝大部分建在穷山僻壤,自然条件艰苦,这样,愿意从事尾矿库设计的年轻技术人员更少。

4.1.3 技术及规范上的滞后 尾矿坝设计规范目前还是用 ZBJ1-90 《选矿厂尾矿设施设计规范》 勘察规范还是用 YBT11-86 《上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程》,相比较而言,尾矿坝的勘察设计规范更新较慢。函待解决的专业问题教多,例如进水塔进水流态的研究,进水塔抗震的

研究,排洪斜槽进水口进流方式的研究,不同矿物母岩的尾矿固结研究等均不多见。现在对很多尾矿库的设计、改造,还是按照原来的老一套,缺乏技术上的创新。有的尾矿库设计,先是选址,然后计算库容,再就是设计初期坝、排洪系统等,按部就班;采用的堆坝方式、排洪系统等都是老一套,结果尾矿库一投入使用,就出现很多问题,使尾矿库成了一个“病”库。例如,云南某矿山的尾矿库,因为库址选择不当,库长太短,同时,尾矿颗粒太细,设计时却没有考虑这些因素,结果实际堆坝速度达不到设计要求,造成干滩面坡度和长度都达不到规范要求,形成了一病库。事前不进行深入研究分析,该进行试验的不做试验,因循守旧,凭经验,缺乏创新。

4.1.4 知识缺乏设计计算不当 有的设计人员只知照猫画虎,不进行计算;有的乱用公式,不注意公式的使用条件,如在计算重力坝所受最终堆积坝的土压力时,不知道库仑土压力公式,不论公式使用条件,乱用朗肯公式;有的在计算洪水时方法单一,无法校核对错;有的不进行进流能力计算,或者计算公式用错,导致进水口留的较小,在暴雨洪水到来时无法及时排去洪水,眼看着洪水漫顶引起溃坝;有的渗流计算与稳定分析脱节,稳定分析不用渗流分析的浸润线,不考虑渗透压力及动水压力等等。

4.2 探究产生以上问题的原因

在尾矿库设计领域中为什么会产生如此多的问题,而且有关尾矿库的灾害事故仍频繁发生,归结其原因,主要有:

①政府部门管理、监督、检查力度不够,监管混乱。随着政府部门的机构改革,对尾矿库的管理曾出现过真空期,现在虽然是以安检部门、环保部门为主管理的多头管理,但由于缺少相应的管理技术人员,存在力不从心的感觉;有时由于监管部门缺乏沟通,下达的文件往往互相矛盾,让业主无所适从;同时,许多矿山均处在边远山区,交通不便,所以尽管国家有关部门一而再,再而三地加强工程设计、施工等市场的规范力度,对矿山而言,还是鞭长莫及,矿山依就是我行我素,不想设计就不设计,想自己设计就自己设计等。②矿山企业存在认识上的误区和麻痹思想。本来就认为尾矿是被排弃的无用废料,所以认为没有必要花太多的钱用在这上面,随便实施就了事,根本不要设计;有的是为了应付环保检查,做给环境部门看的;有的认为自己矿山管理尾矿库几十年了,都没有出过事,对一些所谓的小改设计就没有必要委托设计部门来做,存在麻痹思想,自行设计。③省事省钱。有些尾矿库在设计之前,应该进行一系列的试验研究,根据矿山尾砂的具体情况,研究应该采用什么堆坝方式比较合适,等等;但为了省事省钱,该做的也不做,未能给设计部门提供充足详实的资料,可能导致错误的设计。④设计部门的原因。由于受经济利益的驱使或其它原因,以及矿山企业的特殊性,对许多设计人员来说,同样投资规模的工程设计项目,矿山项目的设计收费就

比一般其它类工业项目要低,更不能与民用市政等工程相比,而且矿山项目的复杂程度又比其它项目高,付出的劳动比其它类项目要多。另外,还有设计人员本身的素质问题,对业务不精不勤,像尾矿库选址,应该进行实地考察,做多个方案进行技术经济比较,却没有这样做,结果造成事后出现库址选择不合适等事故。又因为设计终身负责制,使得设计人员对新工艺、新方法等不敢探索,不敢采用,使设计缺乏创新性。

4.3 解决问题的设想和建议

基于上述存在的问题和对产生问题原因的分析,对这些问题的解决,笔者认为应从以下几方面着手:①加强政府部门的监督力度,设置专门的专业化职能管理部门,实行从尾矿库工程的立项审批到设计、施工及生产运营,一条龙的跟踪监督管理,使管理监督形成制度化、职能化、专业化,发现问题及时责令纠正整改。同时,加大打击私自设计、挂靠设计、无证设计、越级设计以及压价设计等违法事件,使设计市场正规化、有序化。另外,根据尾矿库设计的复杂性、重要性等情况,对设计收费标准进行调整,提高设计收费。②加强矿山管理人员的思想教育,并根据国际国内所发生的尾矿库灾害事故,经常性地对管理人员进行与尾矿库工程有关的知识培训,加深对尾矿库工程重要性的认识,消除麻痹思想。③加强设计部门的管理。对设计人员除了要求有高深的专业知识外,还要求熟悉国家有关管理法规。鼓励设计人员大胆采用新工艺、新方法进行创新设计,同时,改善设计人员的相关的待遇等物质条件,使他们安心设计,乐意设计。④政府应加大科研的投入。由于矿山企业的特殊性,目前,许多矿山企业都面临着经济不景气的局面,所以对存在的一些技术难题,企业自身很难有钱投入来研究。因此,希望政府部门能在这方面加大投入或提供一些优惠政策,以解决企业之困。⑤加大后续技术人员的培养。由于尾矿库设计的特殊性,以及目前矿山企业的状况等综合因素,使得许多高等院校取消对这方面人才的培养。所以,应加大这方面人才的培养,可以在几个有实力的院校中专门设置一两个班,以满足社会对这方面的人才需求。

5 结语

设计质量是尾矿库工程质量的关键之一,所以,对尾矿库设计应非常慎重,对设计文件实行专家审核;政府部门应加强行业监督管理,矿山企业认真选择设计单位,设计单位精心设计,层层把关,确保尾矿库工程万无一失。

尾矿设施初步设计说明部分

1 概述

1.1 项目概况

项目名称：桦甸市常山铁矿选矿厂尾矿设施

企业名称：桦甸市常山铁矿选矿厂有限公司

企业性质：民营

桦甸市常山铁矿选矿厂尾矿选矿分公司尾矿设施项目设计主要内容：尾矿库初期坝、尾矿库尾砂堆积子坝、尾矿库排洪设施、尾矿水力输送系统，尾矿回水系统设计。

1.2 企业概况

1.2.1 地理位置及交通

1.2.2 自然地理概况及社会环境概况

矿区地处山脉西段，为中高山地貌，最低侵蚀标高1074 m，最高海拔标高为1574 m，相对高差500 m。

气候属大陆性气候，冬寒夏炎，昼夜温差大，降雨集中在7-8月份，封冻期时间长，每年10月底至翌年4月份。

当地经济以农业为主，林牧为辅，工业不发达，采矿业兴盛。主要农作物有莜麦、玉米、豆类、马铃薯；

总之，本区水源、电源、粮食及劳动力充足。

1.2.3 企业运营状况

桦甸市常山铁矿选矿厂（集团）有限公司，2005年9月份改制后，从集体企业改为民营企业，注册资金500万元，桦甸市选矿分公司隶属龙兴矿业有限公司，现有员工47人，正常生产日处理原矿300吨经济效益每月100万元，选厂可持续年限10年。

企业外部运输、供电、供水及办公生活设施齐全，可以满足生产的要求。

1.3 矿区地质概况

矿区位于华北地台II级构造单元～内蒙台背斜中部偏南，三级构造沽源断陷带中的大滩洼断带与云州台穹接壤部位。

1. 地层

区内地层主要由太古界变质岩系及中生界侏罗系火山岩系组成。其中太古界变质岩系主要是红旗营子群中上部，分布于矿区的中部和西部与矿体成因有直接关系。走向北西 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，倾向北东，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。主要岩性为：黑云斜长片麻岩，眼球状片麻岩、混合片麻岩。侏罗系地层为白旗组和张家口组二段。其中白旗组岩性为流纹质凝灰岩、凝灰角砾岩。张家口组为石英斑岩、流纹岩。

2. 构造

本区所处大地构造位置为尚义～赤城深断裂的北部。矿区内构造形迹以断裂为主，褶皱微弱，断裂构造主要有以下三组：

1) 近南北向断裂。以黑河断裂和白河断裂为主，为成矿前断裂，未见明显矿化。

2) 近东西向断裂。断裂不很发育，是南北向挤压应力作用下形成的逆断层。

3) 北西向断裂。该组断裂在矿区较发育，是与成矿有关的断裂构造，走向 $320^{\circ} \sim 340^{\circ}$ ，倾向南西，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，破碎带宽5～17米，延长2800余米，延深约500米。为I号矿脉的控矿断裂。该断层为南北向主应力引导出北西向剪切应力作用下形成的低序次断裂构造。

3. 岩浆岩

本区岩浆岩分布较广，其中侵入岩以燕山期第二阶段为主。多为浅成、超浅成岩体，侵入于红旗营子群变质岩系中，与成矿作用密切。主要岩脉有：正长斑岩分布于矿区北部，花岗细晶岩分布于矿区南部，西部和中部。

4. 围岩蚀变

近矿围岩为红旗营子群变质岩系，在矿区内不同地段具有不同程度的蚀变，尤其在断裂带内，围岩蚀变普遍发育有：硅化、绢云母化、褐铁矿化、绿泥石化、黄铁矿化及碳酸盐化等。围岩蚀变叠加现象明显，常形成石英绿泥岩、黄铁次生石英岩等。

热液蚀变与金属硫化物密切共生，凡是见矿化的地方不同程度的伴生有热液蚀变，其强度规模取决于所处构造裂隙的发育程度，而这又决定了矿化的强弱。石英～黄铁矿化成带出现是热液蚀变和矿化程度高、规模大的标志。

2 设计原则和依据

2.1 设计原则

1. 认真贯彻国家《资源法》及基本建设的方针、政策，贯彻《环境保护法》，贯彻《土地法》、《森林法》、《水资源法》及国家现行的冶金矿山设计规范及规定，保护环境，消除污染；

2. 在满足生产要求和确保安全的前提下，充分利用荒地和贫瘠土地，尽量不占、少占或缓占农田和林地，有条件时可考虑造地还田和尾矿库闭库后复田；

3. 节约用水，保护水资源，充分回收利用尾矿成清水及接触尾矿的雨洪水，少向下游排放，达到资源开发与保护环境的良性循环。实现社会效益、经济效益、资源效益和生态环境效益的和谐统一。

4. 设计中结合现场情况，力求切合实际，设计方案合理，在确保矿山生产安全前提下，满足工艺和生产要求；在达到安全生产的条件下，因地制宜，减少污染，施工简捷，管理方便，经济合理。

5. 设计中尽量选用符合国情，技术先进、高效节能、安全可靠的设备。

6. 设计中积极采用先进而实用的新技术和新材料。

2.2 设计依据

- (1)①《选矿厂尾矿设施设计规范》ZBJ1—90；
- ②《吉林省水文图集》；
- ③ 建设方提供的矿区 1/2000 地形图；
- (2) 设计委托书及设计意图；
- (4) 业主提供的选矿工艺资料。
- (5)《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)；
- (6)《碾压式土石坝设计规范》(SL274—2001)
- (7)《碾压式土石坝施工技术规范》(DL/T5129—2001)
- (8)《尾矿设施施工及验收规程》(YS5418—95)
- (9)《土石坝养护修理规程》(SL210—98)
- (10)《土石坝安全检测技术规范》(SL60—94)
- (11)《尾矿库安全管理规定》(2000. 12. 1 施行)
- (12)《尾矿库安全技术规程》(AQ2006—2005, 2006. 6. 1 施行)
- (13)《开发建设项目水土保持技术规范》(SL204—98)

2.3 选矿工艺资料

- 1. 选矿厂生产规模： 400t/d
- 2. 选矿厂服务年限： 9 年
- 3. 选矿厂工作制度： 300d/a, 3 班/日, 8 小时/班
- 4. 尾矿真比重： 2.7t/m³
- 5. 选矿厂排尾重量浓度： 25%

- | | |
|-----------|---------------------|
| 6. 选矿工艺: | 单一浮选 |
| 7. 磨矿细度: | -200 目占 75~80% |
| 8. 尾矿产率: | 98.5% |
| 9. 尾矿堆比重: | 1.4t/m ³ |

3 尾矿库设计

本次尾矿库设计内容包括尾矿库库址选择、尾矿库库容计算及尾矿库等级的确定。设计中充分考虑了沟谷建库的自然条件及服务年限的特点,本着技术可行经济合理的原则,在保证尾矿库安全的前提下,尽可能延长该库的服务年限。该尾矿库修筑选在距选厂西南约 600m 的曾家沟小溪沟谷内。根据该地形的实际情况,尾矿库设计以尽量增加库容为准。

3.1 尾矿库址选择

3.1.1 尾矿库址选择依据原则

依据《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)第 2.0.1 条之规定,尾矿库库址选择应遵守下列原则:

- 1.不宜位于工业企业、大型水源地、水产基地和大居民区的上游;
- 2.不宜位于大居民区及厂区最大频率风向的上风侧;
- 3.不迁或少迁村庄;
- 4.不应位于全国和省重点保护名胜古迹上游;
- 5.不宜位于有开采价值的矿床上面;
- 6.汇水面积小,有足够库容和初、终期库长;
- 7.筑坝工程最小,生产管理方便;
- 8.工程、水文地质条件好;

9.尾矿输送距离短，能自流或扬程小。

3.1.2 地质构造条件对尾矿库选址的影响

本区所处大地构造位置为尚义～赤城深断裂的北部。矿区内构造形迹以断裂为主，褶皱微弱。近南北向断裂。以黑河断裂和白河断裂为主，为成矿前断裂。近东西向断裂。断裂不很发育，是南北向挤压应力作用下形成的逆断层。北西向断裂在矿区较发育，是与成矿有关的断裂构造，走向 $320^{\circ} \sim 340^{\circ}$ ，倾向南西，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，破碎带宽5～17米，延长2800余米，延深约500米。该断层为南北向主应力引导出北西向剪切应力作用下形成的低序次断裂构造。

矿区内断裂虽较发育，对尾矿库有影响的是黑河断裂和白河断裂为主的南北向断裂，但为成矿前断裂，年代较久。东西向断裂不很发育，对尾矿库稳定无影响。北西向断裂虽较发育，但倾向南西，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，尾矿库处在下盘。由以上地质条件看，在大南沟内建设尾矿库具有一定的有利地质条件，但由于沟内风化裂隙较发育，为工程建设增加一定难度，必须要做进一步的工程地质详查，为下一步的工程设计提供可靠的依据。

3.1.3 尾矿库库址选择

依据选矿厂所在位置及标高，尾矿库库址经实地踏勘及综合业主意见，根据矿山 400 t/d 生产规模，选矿厂排出尾矿量 394 t/d，区域内实际地形状况及就近就地原则，尾矿库选在下南沟村偏东方向约 1km 处的木锹沟谷内。该沟谷地形较平缓、开阔，汇水面积较小，仅为 0.12km²，库内无良田、无居民、无经济林木及无坟墓，无任何搬迁，与当地农民无较大的交涉，适宜建设沟谷型尾矿库。需要指出的是，该沟沟口距尾矿库约 250m 处有木锹沟村几户人家，房屋建在低洼处，如发生山洪暴发将威胁该村下游居民的房屋、临时用地及人身安全，另有个别的农民已将果棚建在主河槽沟底。铜选厂在此上游建库后，对这些住户有潜在的不安全因素，对此除按国家规定提高建筑物的安全等级外，即提高建筑物的级别，还必须对某些部位进行加固、整治。采取主河道清理，浆砌块石挡土墙挡护住宅屋角，搬迁个别果棚等措施，请建设单位另行对低洼处住户认真加以处理，给予保护、完善、加强个别农户的安全。尾矿库具有调节洪水的作用，减少了洪水的威胁，但居民住在尾矿库下游，上述措施也是必要的。具体措施请建设单位专门认真加以处理，最好搬迁处置。

本次设计尾矿库山谷利用长度约 400m，沟底平均坡度 15.7%。尾矿初期坝采用堆石坝，后期堆积坝采用尾砂堆筑。排水设施采用排水斜槽型式，雨洪水通过该系统排除。尾矿澄清

按选矿厂 400t/d 生产规模、生产服务年限 9 a 和 330d/a 工作制度及尾矿产率 98.5%，年排尾量为 $11.82 \times 10^4 \text{t}$ ，尾砂堆积比重 1.4t/m^3 计算，每年尾砂堆存所需库容为 $8.44 \times 10^4 \text{m}^3$ 。服务年限 9 a，所需尾矿库有效库容为 $75.96 \times 10^4 \text{m}^3$ ，全库容 $94.95 \times 10^4 \text{m}^3$ 。经在 1:10000 地形图上计算，当尾矿终期堆积达 415.0 m 标高时，堆积总高 55.0 m，全库容约 $97.25 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $77.8 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可满足矿山生产服务年限要求。根据库容计算，尾矿库最大服务年限 11 年，最大堆高 60m。

依据《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)，尾矿库全库容 $1000 \times 10^4 \text{m}^3 \leq V < 10000 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿坝高 $60 \text{ m} \leq H < 100 \text{ m}$ 为三等尾矿库。尾矿库全库容 $100 \times 10^4 \text{m}^3 \leq V < 1000 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿坝高 $30 \text{ m} \leq H < 60 \text{ m}$ 为四等尾矿库。本次设计终期最大堆积高 $H=55 \text{ m}$ ，全库容 $V=97.25 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为四等尾矿库。根据规范第 2.0.4 条“尾矿库各使用期的设计等别应根据该期的全库容和坝高分别按表中确定。当两者的等差为一等时，以高者为准；当等差大于一等时，按高者降低一等”之规定，该尾矿库服务年限内所需全库容 $94.95 \times 10^4 \text{m}^3$ ，最大堆积坝高 55.0m，确定为四等尾矿库。

尾矿库等别表

等 别	全库容 V (10000m ³)	坝高 H (m)
一	二等库具备提高等别条件者	
二	$V \geq 10000$	$H > 100$
三	$1000 \leq V < 10000$	$60 \leq H < 100$
四	$100 \leq V < 1000$	$30 \leq H < 60$
五	$V < 100$	$H < 30$

3.3 尾矿澄清距离的确定

排水系统的选择及布置应满足在使用过程中的任何时段均能达到澄清尾矿水的要求。尾矿水的澄清距离按排除尾矿水中允许的最大径粒悬浮物含量确定。

$$l = \frac{H}{u} \cdot v = \frac{h}{h'} \cdot \frac{Q}{nau}$$

式中：h — 颗粒在静水中的下沉深度，一般取 0.5~1.0 m

u — 颗粒在静水中的自由沉降速度, 根据尾矿颗粒查取

Q — 矿浆流量

h' — 矿浆流动平均深度, 一般取 0.5~1.0 m

n — 放矿口同时工作个数, 一般取 2 个

a — 放矿口间距, 一般取 10 m

$$Q = KW \left(\frac{1}{\gamma_0} + m \right)$$

式中: Q ——矿浆流量, m^3/h

W ——干尾矿量, t/h

γ_0 ——尾矿固体比重, 简称尾矿比重

m ——矿浆中的水重与固体重的比值, 简称水固比

K ——矿浆流量的波动系数, $K=0.9-1.1$, 一般在计算管径或流槽断面时取大值, 计算管道水力坡降或流槽坡度时取小值

计算结果: 澄清距离 $l=48.6 \text{ m}$ 。

4 尾矿坝设计

本次尾矿库设计内容包括尾矿库初期坝、尾矿后期堆积坝。设计中充分考虑了沟谷建库的自然条件及服务年限的特点，遵循《选矿厂尾矿设施设计规范》，尾矿坝坝高确定的三大要素，储存0.5~1年尾砂量，满足尾矿砂澄清距离要求，满足尾矿库防洪库容及安全超高的需要。本着技术可行经济合理的原则，在保证尾矿库安全的前提下，尽可能延长该库的服务年限。

4.1 初期坝高度的确定

根据尾矿库库容计算，尾矿堆积标高达380.0m时，初期坝高20m，库容为 $5.964 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿库长370m。遵循《选矿厂尾矿设施设计规范》，尾矿坝坝高确定的三大要素，储存0.5~1年尾砂量，满足尾矿砂澄清距离要求，满足尾矿库防洪库容需要。初期坝高20m，沉积干滩长度控制在80m，水域最小澄清距离49.4m，满足澄清要求。经计算，尾矿沉积滩坡度为1:80，四级尾矿库最小安全超高0.5m，最小滩长50m，最小泄水水头0.3m，符合泄洪要求。初期库容 $5.964 \times 10^4 \text{m}^3$ ，按年排尾量为 $8.44 \times 10^4 \text{m}^3$ 计算，初期库容服务0.71年，满足规范要求。综合平衡初期坝高确定为20m。

4.2 尾矿初期坝

尾矿初期坝是尾矿库最重要的建筑物，是确保尾矿库安全运行的基础。本次设计考虑选矿为浮选工艺，尾矿初期坝设计为透水堆石坝，由库内采石或采用坑口废石堆筑而成。坝顶标高380.0m，坝底标高360.0m，最大坝高20.0m，坝长110.1m，坝顶宽3.0米，坝前坡比为1:1.6，坝后坡比为1:1.75。坝前坡铺设土工无纺布反滤层及碎石保护层，以防尾砂由堆石坝中流出，造成环境污染，坝后坡采用干砌石护坡。在初期坝坝后坡365.0m标高设顶宽2.0m的干砌石贴坡排水体。干砌石贴坡排水体内坡铺设土工无纺布反滤层，防止堆石坝中石渣随进入坝内雨水流出，造成环境污染。

4.3 尾矿堆积坝

选矿磨矿细度-200目占75~80%，后期坝采用尾砂堆筑。即380.0m标高到417.0m标高采用尾砂筑坝。尾矿排放至初期坝顶标高时，开始尾矿堆积坝堆筑。尾矿堆积坝采用尾矿砂筑尾矿小堤方法进行，小堤外坡1:3.0，顶宽2.0米，内坡1:1.0，高2.0米，形成的库容

继续尾矿堆积，再依次进行下一轮尾矿小堤堆筑。堆积坝外坡平均坡度控制在 1:4.0。为保证尾矿在库内有良好的澄清，尾矿堆积坝沉积干滩长度应严格控制，汛期派专人守护，汛后应及时调整至正常水平。

尾矿堆积坝在堆积过程中随着坝体的增高，外坡应覆土植树种草或坑口废石覆盖，既防止风雨侵蚀坝体，防止了扬尘，同时又进行了绿化，保护了环境，美化了环境。

4.4 尾矿坝体排渗设计

为加速尾砂固结，在尾矿坝内 380.0m、390.0m、400.0m 及 410.0m 标高设排渗带，用以排出坝体内的渗透水。排渗带平行于坝轴线布置，断面为棱柱体形，接塑料导水管。管上部半圆穿孔，下部为不穿孔管，按坡度 $i=0.01$ 铺设。排入坝肩及坝上排水沟内，导出库外，汇入集水池。尾矿堆积坝在堆积过程中随着坝体的增高，外坡设断面 $0.4 \times 0.4\text{m}$ 纵、横向排水沟和 $0.6 \times 0.6\text{m}$ 坝肩排水沟(山坡边沟)。库内尾砂渗出水及坝坡降雨径流水，通过坝外坡纵、横排水沟汇流导入初期坝下排水沟排除。

4.5 监测点

尾矿坝的监测是尾矿库管理的重要组成部分，在尾矿初期坝顶和相对稳定的位置设控制点，便于监测坝体的稳定情况。在尾砂坝内设竖向多孔滤水管以备观测浸润线位置。库区设水位标尺。

4.6 渗流稳定计算

考虑土的结构和摩擦力时，临界渗流坡降的计算公式为：

$$I_s = \gamma_g / \gamma_0 (1-n) + 0.5n$$

式中： $\gamma_g = \Delta (1-n)$

$$I = h/L$$

γ_g — 干容重

γ_0 — 水容中

n — 孔隙率

Δ — 比重

H — 水位差 (m)

L — 渗径长度 (m)

计算结果如下表

渗流坡降比较表

名 称	尾矿坝下游坡	备 注
最大渗流坡降	0.18	
临界渗流坡降	1.08	
安 全 系 数	6.0	
规定安全系数	2	

算渗透稳定安全系数远大于规定的安全系数，因此尾矿坝不会产生渗流破坏，满足渗流稳定的要求。

4.7 尾矿坝稳定分析

4.7.1 计算条件及方法

根据《选矿厂尾矿设施设计规范》第 3.4.1 条“尾矿初期坝与堆积坝坝坡的抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基土的物理力学性质，考虑各种荷载组合，经计算确定。计算方法宜采用瑞典圆弧法。当坝基或坝体内存在软弱土层时，可采用改良圆弧法。考虑地震荷载时，应按《水工建筑物抗震设计规范》的有关规定进行计算。”第 3.4.5 条“上游式尾矿坝的计算断面应考虑到尾矿沉积规律，根据颗粒粗细程度概化分区。各区尾矿的物理力学指标可参考类似尾矿坝的勘察资料或按附录四确定。必要时通过试验研究确定。”之规定，本次设计由于现阶段尾矿库还没有建设及实际的工程地质勘察资料，无法了解尾矿库建成后尾矿的堆积状态，无法掌握尾矿库各类物料的物理力学指标，所以，在进行尾矿坝体稳定性分析验算中，按相类似矿山尾砂及土料的物理性质及参照《选矿厂尾矿设施设计规范》取值。计算中

尾矿坝初期及后期堆积坝体分成 8 个区域，竖向分成 20 条，采用土石坝设计专用程序《TAB95》计算机计算，计算中按规范选用瑞典圆弧法。

坝坡抗滑稳定最小安全系数

坝的级别	1	2	3	4、5
运用情况				
正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.00

坝体尾矿的平均物理力学指标（规范）

项 目	尾中砂	尾细砂	尾粉砂	尾粉土	尾粉质粘土	尾粘土
平均粒径 d_p (mm)	0.35	0.2	0.075	0.05	0.035	<0.02
有效粒径 d_{10} (mm)	0.10	0.07	0.02	0.01	0.003	0.002
不均匀系数 d_{60}/d_{10}	3	3	4	6	10	5
天然容重 γ (g/cm ³)	1.8	1.85	1.9	2.0	1.95	1.8
孔隙比 e (%)	0.8	0.9	0.9	0.95	1.0	1.4
内摩擦角 ϕ (°)	34	33	30	28	16	8
凝聚力 C (kPa)	7.84	7.84	9.8	9.8	10.78	13.72
压缩系数 a_{1-2} (1/kPa)	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.6×10^{-4}	2.1×10^{-4}	4.1×10^{-4}	9.2×10^{-4}
渗透系数 k (cm/s)	1.5×10^{-3}	1.3×10^{-3}	3.75×10^{-4}	1.25×10^{-4}	3.0×10^{-6}	2.0×10^{-7}

土体的抗剪强度采用有效应力法计算：

$$\tau = c' + (\sigma - u) \tan \phi' = c' + \sigma' \tan \phi'$$

4.7.2 坝体的静力稳定分析

(一) 土层的物理力学性质

土料物理力学性质指标

编号	名称	天然容重	饱和容重 γ_b	浮容重	内摩擦角		凝聚力	
		γ	(t/m ³)	γ_f	ϕ (°)		C (t/m ²)	
		(t/m ³)		(t/m ³)	水上	水下	水上	水下
1	尾细砂	1.85	2.0	1.0	16		0	
2	尾粉砂	1.9	2.1	1.1	14		0.1	
3	尾粉土	1.9	2.1	1.1	12		0.2	

4	尾粘土	1.9	2.1	1.1	10	0.3
5	亚粘土	1.9	2.0	1.0	23	1.0
6	风化岩	2.5	2.5	1.4	40	10.0
7	堆 石	2.0	2.4	1.4	40	0
8	干砌石	2.0	2.5	1.5	45	0

5 尾矿看守房及其供配电及通讯

尾矿看守房为封闭式砖混结构保温房，建筑面积 60m²。尾矿坝上采用两台 TG2-A500 W 探照灯照明，尾矿看守房内设一台电话。

6 尾矿库排水设施设计

尾矿库排水设施是尾矿库安全运行的保证，为了排出尾矿库区的尾矿澄清水，尤其是雨洪期的洪水，保证尾矿库的正常、安全运行，尾矿库必须设置可靠的排水设施。

7 洪水计算

7.1 尾矿库防洪标准

依据《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90) 规定，尾矿库防洪标准与尾矿库等级有关。五等尾矿库设计防洪标准初期洪水重现期 20~30 年 ($P=5\%\sim 3.3\%$)，中、后期为洪水重现期 50~100 年 ($P=2\%\sim 1\%$)。四等尾矿库设计防洪标准初期洪水重现期 30~50 年 ($P=3.3\%\sim 2\%$)，中、后期为洪水重现期 100~200 年 ($P=1\%\sim 0.5\%$)。

尾矿库防洪标准

尾 矿 库 等 别		四	五
洪水重现期(年)	初 期	30~50	20~30
	中、后期	100~200	50~100

7.2 洪水计算

辽宁省建昌县玖玖铜选厂尾矿设施按规范取为四等尾矿库。尾矿库洪水设防标准为：初期 30~50 年；中、后期 100~200 年设防。根据规范第 2.0.4 条“尾矿库各使用期的设计等别应根据该期的全库容和坝高分别按表中确定。当两者的等差为一等时，以高者为准；当等差大于一等时，按高者降低一等”之规定，由于该尾矿库汇水面积较小，但距尾矿库约 250m 处有木锹沟村几户人家，房屋建在低洼处，如发生山洪暴发将威胁该村下游居民的房屋、临时用地及人身安全，因此，设计中综合实际情况采用设计规范的上限，即初期采用 50 年一遇洪水设计，中后期采用 200 年一遇洪水设计。按辽宁省水文图集中查出当地降雨和其他有关计算数据进行计算。设计中考虑到该尾矿库汇水面积特小，属特小排水块，同时纵向坡度又较陡，直接使用辽宁省水文图集中公式计算误差较大，故采用坡面汇流公式计算。

7.2.1 洪峰流量计算

洪峰流量计算公式：

$$QP = 0.278 (SP-1) F$$

基本计算参数：

汇水面积 $F = 0.12 \text{Km}^2$

主沟平均坡降 $J = 157\%$

最大暴雨均值 $P_{24} = 120 \text{mm}$

变差系数 $C_v = 0.7$

离差系数 $C_s = 3.5 C_v$

洪水计算表

项 目	50 年一遇	200 年一遇
-----	--------	---------

频率 P (%)	2	0.5
多年平均 24 小时降雨 (mm)	120	120
模比系数 K _p	3.12	4.23
24 小时降雨值 (mm)	374.4	507.6
雨力 S _p (mm/h)	158.74	215.21
洪峰流量 Q (m ³ /s)	5.26	7.15

7.2.2 洪水总量计算

一次洪水总量计算公式:

$$W_p = W_{三P} - W_{(三-24)P}$$

$$W_{三P} = 0.1 \times \alpha_{三P} \times K_p \times P_{三} \times F$$

$$W_{(三-24)P} = 0.1 \times \alpha_{(三-24)P} \times K_p \times P_{(三-24)} \times F$$

基本计算参数:

$$\text{洪峰径流系数 } \alpha_{三2\%} = 0.7, \alpha_{(三-24)2\%} = 0.45$$

$$\alpha_{三0.5\%} = 0.73, \alpha_{(三-24)0.5\%} = 0.52$$

$$\text{最大暴雨均值 } P_{三} = 130\text{mm}, P_{24} = 120\text{mm}, P_{(三-24)} = 10\text{mm}$$

$$\text{洪量 } W_{三2\%} = 3.41 \times 10^4 \text{m}^3, W_{(三-24)2\%} = 0.17 \times 10^4 \text{m}^3$$

$$W_{三0.5\%} = 4.81 \times 10^4 \text{m}^3, W_{(三-24)0.5\%} = 0.26 \times 10^4 \text{m}^3$$

$$\text{计算结果设计洪水总量 } W_{2\%} = 3.24 \times 10^4 \text{m}^3, W_{0.5\%} = 4.55 \times 10^4 \text{m}^3,$$

7.2.3 调洪演算

$$q = Q_p \cdot \left(1 - \frac{V_t}{W_p}\right)$$

$$W_p$$

调洪计算结果表

坝顶标高	防洪设计标准	洪峰流量	洪水总量	调洪高度	调洪库容	实际泄量
H(m)		Q (m ³ /S)	W _p (万)	H(m)	V (万 m ³)	q _p (m ³ /S)

	p (%)		m ³)			
380.0	2.0	5.26	3.24	0.30	0.15	5.02
390.0	2.0	5.26	3.24	0.60	0.70	4.12
400.0	1.0	7.15	4.55	0.70	1.20	5.26
410.0	1.0	7.15	4.55	0.66	1.40	4.95
420.0	1.0	7.15	4.55	0.64	1.56	4.70

计算结果调后泄流量 $Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

7.3 排水设施水力计算

排水斜槽进口（孔口）泄水能力校核

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot Z_0}$$

式中： 流量系数 $\mu = 0.65$

孔口面积 $A = 1.0 \times 1.0 = 1.0 \text{ m}^2$

重力加速度 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

堰上水头 $Z_0 = 0.9 \text{ m}$

计算结果 $Q = 5.46 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3/\text{s}$

(二) 排水斜槽身泄水能力校核（初期）

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

式中： 过流面积 $A = 0.5 \times 1.2 \times 2 = 1.2 \text{ m}^2$

谢才系数 $C = 61.95$

水力半径 $R = 0.273$

水力坡降 $i = 0.2$

计算结果 $Q = 17.36 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3/\text{s}$

(三) 排水隧洞洞身泄水能力校核

$$Q=A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

式中： 过流面积 $A=2.62 \text{ m}^2$

谢才系数 $C=35.65$

水力半径 $R=0.5$

水力坡降 $i=0.02$

计算结果 $Q=9.35 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{调}}=5.26 \text{ m}^3/\text{s}$

泄水能力校核结果

经以上水力计算，排水斜槽进口能力控制排水设施断面，最小排洪能力 $Q=5.46 \text{ m}^3/\text{s}$ ，满足排泄调洪后设计洪峰流量 $Q_{\text{调}}=5.26 \text{ m}^3/\text{s}$ 要求。设计洪水通过排水设施直接排入下游水系，澄清水通过库内 300m 长 DN=200mm 钢管接坝下导流涵洞排入下游集水井，返回选厂重复利用

8 尾矿回水

为了节省宝贵的水资源，排入尾矿库中的尾矿浆，尾砂经自然沉降后的澄清水，通过排水钢管及坝下导流涵洞流入尾矿坝下集水井，然后经集水井内设潜水电泵压力送回选矿厂的生产用的高位水池中重复利用。尾矿回水量扣除尾矿库中的蒸发损失和输送中的损失，按 80% 计算，设计回水流量 $Q=53.28 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

坝下导流涵洞混合结构， $0.8 \times 0.8 \text{ m}$ 浆砌石洞身， $R=0.5 \text{ m}$ 钢筋混凝土拱形盖板，长约 80m。库区排澄清水 DN=200mm 钢管长 300m，沿库内主河槽敷设，每隔 5m 设一个三通排澄清水，木楔封堵。排澄清水钢管通过导流井连接。下游集水井直径 $D=3.0 \text{ m}$ ，深 7.0m，壁厚 0.5m 干砌块石结构。

9 需要说明的问题

(1)为了保证尾矿库的安全,生产时必须把排矿管引到坝上采用多点均匀放矿,以免造成偏滩现象;放矿时不得使尾矿浆冲击坝内坡,以免影响坝体稳定和安全。

(2)在雨洪季节必须保证排洪系统的畅通,以免排洪不畅而造成溃坝的危险。在雨洪季节库内最小干滩长不得小于 50 米,坝的最小安全超高不得低于 0.5 米。

10 建设进度及质量控制

10.1 建设进度

本项目基建期本着合理的安排施工顺序,设计确定基建期为 0.5 年,施工期 6 个月(4 月~9 月)。

设计建议:

根据本企业组织机构形式及项目建设的工期安排,设计建议该项目的实施采取工程外包监理的形式。这有利于建设工程的组织管理,有利于建设思路 and 目标的统一;有利于投资控制、进度控制和质量控制。只有合理组织、周密安排、精心施工才能保证建设工期目标的实现

10.2 质量控制

严格控制工程质量,对照设计认真检查核对,补充完善尾矿设施,确保尾矿库安全运行。

1. 地基清理

清基开挖前,应将坝基范围内的树木、草皮、树根、乱石、坟墓及建筑物等全部清除。开挖后,应认真做好水井、泉眼、地道和洞穴的处理。对于不利于坝体稳定的淤泥、腐植土、泥炭层、坡积物、残积物、滑坡体和强风化岩石等均应进行处理。如遇岩石裂隙涌出泉水,对于水头较大的泉眼,最好采用导流的方法将水引出坝外;也可用水玻璃和水泥或水玻璃液和氯化钙等堵眼。

开挖清理工作应在填筑前完成。不得边填筑边开挖。清出的杂土应全部运出坝外，堆放在指定的场地。开挖的坝基，在纵断面上不得出现台阶或大于 20° 的急剧变坡。

对于易风化、易崩解的岩土坝基，开挖后不能及时回填者，应留保护层。对岩基也可喷水泥砂浆或混凝土保护。

对于粘性土坝基，应在冻结前处理完毕，并预选填筑 $1\sim 2\text{m}$ 厚的坝体或采取其他防冻措施。

对于软粘土、湿陷性黄土、膨胀土、粉细砂中岩溶等特殊岩土的坝基，均应认真处理，并符合国家现行有关标准和规范的规定。

2. 筑坝质量控制

坝体填筑应在坝基处理及隐蔽工程验收合格后进行。堆石和砂砾料等粗粒岩土的卸料高度不宜大于 2 米。当岩土颗粒产生离析时，应混合均匀。堆石和砂砾料铺料后应充分加水。在无试验资料情况下，砂砾料的加水量宜为基填筑方量的 $20\%\sim 40\%$ 。中、细砂的加水量，应按其最优含水量控制。堆石和砂砾料的加水，应在压实前进行一次，边均匀加水边碾压。对于软弱石料，碾压后也应适当洒水，尽量冲走岩粉。堆石坝壳纵、横向接合部位，应优先选用台阶收坡法。与岸坡接合时，物料不得离析、架空，并应对边角处加强压实。碾压堆石坝上下游坝坡铺料时，可不留削坡余量，留出块石护坡的厚度，边填筑，边整坡。坝体、防渗体与坝基、岸坡、坝下埋管、齿墙的结合部位，应认真处理，保证结合质量。

土工布反滤层铺筑应做好土工布的幅间连接，幅间搭接宽度不应小于 100mm 。嵌入坝基和岸坡齿槽内的土工布应认真做好，其回填土应用人工仔细夯实。对已铺好的土工布应妥善加以保护，避免长时间曝晒，防止极细颗粒泥土堵塞孔隙。按要求的颗粒级配及厚度做好土工布上下部保护层。

石料护坡时，石料的抗水性、抗冻性、抗压强度、几何尺寸等均应符合要求。砌筑护坡块石时，应认真挂线，自下而上，错缝竖砌，紧靠密实，塞垫稳固，大块封边，表面平整，注意美观，并不得破坏保护层。

施工中还应严格按照《碾压式土石坝施工技术规范》(SDJ213—83)及《尾矿设施施工及验收规程》(YS5418—95)执行。

3. 排水设施质量控制

排水斜槽基槽开挖后，应仔细检查地基岩土有无岩性不均地段存在。当岩基内有局部土

基存在时, 应将土挖除, 用强度等级不低于 C10 级的混凝土或 M10 砂浆砌 Mu30 块石回填, 或进行加固处理。当土基内有局部基岩出露, 且出露段长度小于 2 米时, 应将出露基岩清除 1 米深, 再用土回填夯实到设计标高; 当出露段长度较长时, 则应在岩性变化处增设沉降缝。

浇筑排水斜槽混凝土时应仔细振捣, 使管(槽)壁的混凝土饱满无蜂窝麻面。混凝土浇筑一次完成, 不得留横向施工缝; 作好沉降缝及缝间止水; 预制的排水斜槽盖板应有明显的正反面区别标志。两侧回填土, 应用人工同时从两侧仔细分层回填夯实。堆石坝内排水管的周围应填碎石保护, 管体不得与坝体大块石直接接触。

排水隧洞开挖前, 须对洞口岩体进行鉴定, 确认稳定或采取措施后, 方可开挖。洞口段开挖可采用全断面开挖, 及时支护的方法。

根据围岩类别、断面尺寸、支护方式、工期要求、施工机械化程度和技术水平等因素优先选定全断面掘进的方法。掘进与衬砌应交叉或平行作业。掘进不应欠挖, 并应减少超挖, 超挖值不宜大于 0.2 米。涌水和淋水地段, 应有防水、排水措施;

4. 需要说明的问题

1) 为了保证尾矿库的安全, 生产时必须把排矿管引到坝上采用多点均匀放矿, 以免造成偏滩现象; 放矿时不得使尾矿浆冲击坝内坡, 以免影响坝体稳定和安全。

2) 在雨洪季节必须保证排洪系统的畅通, 以免排洪不畅而造成溃坝的危险。在雨洪季节库内最小干滩长不得小于 50 米, 坝的最小安全超高不得低于 0.5 米。

11 尾矿库安全管理

安全生产是全国一切经济部门, 特别是生产企业的头等大事。要采取一切可能的措施, 保障国家和职工群众生命财产的安全, 严防事故发生。

近年来洪水、地震等自然灾害频繁发生, 尾矿库在设计、施工和管理上稍有疏忽, 就可能因沉陷、坍塌、渗水、管涌和滑坡等造成事故。

“安全第一, 预防为主”是保障生产经营单位员工的安全与健康, 是我们国家的一项重要政策, 也是工程建设的基本原则。尾矿库的建设与管理必须贯彻“安全第一, 预防为主

”的方针。

尾矿库的安全管理必须严格按中华人民共和国国家安全生产监督管理总局第6号令,《尾矿库安全技术规程》(2006年6月1日实施)及《土石坝养护修理规程》(SL210-98)的相关规定执行。

尾矿设施是矿山生产不可缺少的配套设施。尾矿库又属安全设施,根据我国有关规定:安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工和同时生产。

尾矿库是矿山生产最大的危险源,它是一个具有高势能的人造泥石流的危险源。在长达十多年甚至数十年的时间里,各种天然的和人为的不利因素威胁着它的安全。事实一再表明,尾矿库一旦失事,

将给工农业生产及下游人民生命财产造成巨大的灾害和损失,因此加强尾矿库管理,是非常重要的。

11.1 尾矿库安全管理措施

尾矿库管理工作的基本任务是:做好选矿厂尾矿的排除、输送、堆存和尾矿库的防洪排洪、回水设施的维护管理工作,确保安全运行,要认真贯彻国家关于环境保护的方针,大力开展综合利用,严防发生危害本企业和其他工农业生产及人身安全的事故。各厂矿企业应根据设计意图和本单位的具体情况,制订合理的尾矿设施维护管理规章制度,并认真贯彻执行,不断总结经验,提高管理水平。

11.2 尾矿库组织管理

(1) 矿山对尾矿库安全事故应急救援预案进行定期演练,并做好记录,及时修订和完善应急救援预案。

(2) 对库内排水设施,要派专人负责仔细检查,发现问题及时解决,以防溃坝重大事故发生。

(3) 库区应设明显的水位标尺。依据堆坝现状确定安全防洪措施,每年汛期前,应将库内水位降到最低,留有足够的调洪库容确保坝体安全度汛。

(4) 企业必须经常巡视库周山体,发现滑坡及异常现象要及时处理。任何单位和个人不得在库区从事采矿作业。严禁在库区爆破、滥挖尾矿和炸鱼等危害尾矿库安全的活动。尾矿筑坝必须有足够的安全超高、沉积干滩长度和下游坝面坡度。

(5) 尾矿工人数 (至少 3 人) 安全管理人数 (至少 1 人); 汛期 24 小时巡逻值班; 要有照明设施; 警报系统; 通讯设施 (固定、移动) 及交通工具。

11.3 尾矿库的监测管理

监测是了解尾矿库运行情况的重要手段, 也是尾矿库安全的指示灯, 所以尾矿库的监测工作是尾矿库管理的重要内容。

对设置有观测设施的尾矿库, 应充分利用这些设施加强观测, 首先应组织监测小组, 并制定专门的监测制度和操作规程, 进行定期观测。观测成果应及时整理、分析、归档, 不断积累观测资料。未设置观测设施的尾矿库, 应创造条件设置观测设施, 或采取简易的办法加强观测。

对尾矿库进行巡回检查是及时发现尾矿库异常情况的重要途径, 应纳入尾矿库管理人员的岗位责任制。检查的内容包括: 尾矿库边坡有无变形和异常; 排水构筑物是否畅通; 排渗设施的水量、水质有无异常变化; 尾矿排放是否正常、有无漏矿现象, 矿浆流是否产生冲刷; 回水的水质是否符合要求等。如发现异常, 应及时处理, 如不能处理, 应立即上报, 以便进一步采取措施。

11.4 尾矿库的维修管理

进行尾矿库的维修是尾矿库管理的基本任务的一部分。每年洪水期和化冰期后, 应进行一次全面检查和分析, 列出维修项目和补充措施项目, 安排维修计划, 要求按时完成。如有地震预报, 应组织有关部门共同研究, 提出尾矿库抗震方案, 并抓紧实施。平时巡回检查发现的问题, 应及时处理, 如填补塌坑、冲沟, 修补排水设施, 清除排水设施内的淤积物等。

11.5 尾矿库的事故及其处理措施

在尾矿库的生产运行过程中, 难免会出现一些异常、事故, 对这些现象, 必要时首先采取应急措施, 然后分析其原因, 确定处理措施。部分异常迹象的处理措施见表供参考:

尾矿库常见故障及处理措施参考表

迹 象	原 因	处 理 措 施
坡脚隆起坡	脚基础变形	先降库水位, 坡脚压重

迹 象	原 因	处 理 措 施
坝坡渗水及沼泽化	浸润线过高	先降库水位，加长沉积滩，采取降低浸润线措施
	不透水初期坝导致浸润线高	在略高于初期坝顶部部位设排渗设施
	矿泥夹层引起水的逸出	增设排渗井穿透矿泥夹层
坝坡或坝基冒砂	渗流失稳	先降库水位，铺反滤布，压上碎石或块石，设导流沟，必要时加排渗设施
坝坡隆起	边坡太陡	先降库水位，再放缓边坡或加固边坡
	矿泥集中，强度低	先降库水位，加排渗设施或加固边坡
坝坡向下游位移或沿坝轴向裂缝	基础强度不够	先降库水位，坝坡脚压重加固基础
	边坡剪切失稳	先降库水位，再降低浸润线或加固边坡
堆积坝塌陷	排水管破坏或漏矿	先降库水位，加固或新建排水管，再填平塌坑
	排渗设施破坏	开挖处理或做反滤后回填
洪水位过高	调洪库容小或泄水能力小	先降低控制水位，改造排洪设施，增大泄水能力或采取截洪分洪设施

11.6 尾矿库的放矿管理

上游式尾矿筑坝法，应于坝前均匀分散放矿。同时满足以下要求：

1. 粗颗粒尾矿沉积于坝前，细颗粒排至库内，在沉积滩范围内不允许有大面积矿泥沉积；
2. 沉积滩顶应均匀平整；沉积滩坡度及长度应符合设计的要求；
3. 严禁矿浆沿子坝内坡趾横向流动冲刷坝体；
4. 坝体较长时应采用分段交替放矿作业，使坝体均匀上升，应避免滩面出现侧坡、扇形坡或细颗粒尾矿大量集中沉积于一端或一侧。
5. 尾矿库堆积到设计最终堆积标高以后，应进行善后处理设计，未取得设计部门的加高设计，不允许继续加高使用。

11.7 尾矿库的渡汛管理

汛期是尾矿库地表水控制的关键时期，如果这个时期尾矿库水位控制不当，洪水暴发

时可能造成洪水漫顶，引起溃坝事故。因此每年汛期前应做好度汛准备和排洪验算。度汛准备包括防洪抢险所需的物资、材料、用具等的准备和防洪抢险组织准备、人员组织准备，一旦发现险情，有物质、用具随时取用，立即能有抢险人力投入，随时会有人组织，以免失去抢险战机。汛期前的洪水验算也是度汛准备的重要部分，洪水验算可靠并得到实现，正常情况下就可能实现安全度汛或减少险情。所以汛期前的洪水验算是重要的一环。汛期前洪水验算的主要内容是验算在已建成的泄水构筑物之泄水能力条件下的调洪库容、安全超高及沉积滩长度是否符合设计要。

12 水土保持及环境保护

水土保持及环境保护是我国的基本国策，水土保持及环境污染治理是环境保护的核心。我国环境保护法指出：“开发矿藏，必须实行综合勘探，综合评价，综合利用，严禁乱挖乱采，妥善处理尾矿矿渣，防止破坏资源和恶化自然环境。”

12.1 水土保持及环境保护设计依据

国家计委、国务院环境保护委员会（87）国环字第 002 号《建设项目环境保护设计规定》和《中华人民共和国水土保持法》。

12.2 环境保护标准

《地表水环境标准》（GHZB1-1999）

《污水综合排放标准》（GB8978-1996）

《地下水质量标准》（GB/他 4848-93）

12.3 主要污染物及其治理

选矿厂排放的尾矿浆为主要污染物之一。生产废水随尾矿浆流入尾矿库，经澄清、渗滤，在库区内停留 7 日以上，因自然曝气、自净等自然降解，返回选厂重复利用，雨洪水排入下游水系。

尾矿库服务期满后，尾矿坝及尾矿库区应覆土植树、绿化。

12.4 水土保持

为防止水土流失，应在尾矿坝外坡面修建纵、横向排水沟。既横向每上升五个台阶、纵向每间隔 30 米设一条排水沟。为防止尾砂飞扬，尾矿堆积坝在堆积过程中随着坝体的增高，外坡应覆土植树种草或坑口废石覆盖，既防止风雨侵蚀坝体，防止了扬尘，同时又进行了绿化，保护了环境，，美化了环境。

尾矿库闭库应进行闭库设计，同时对尾矿库干坡面和滩面进行植树或废石覆盖。

13 投资估算

本工程建设投资估算值为 114.2 万元，其中：

建筑工程：104.2 万元

其他费用：10 万元

投资估算组成见下表：

尾矿库投资估算表

序号	项 目	单 位	数 量	单 价	投资估算值
	总估算值	元			1142170
一	尾矿坝工程	元			745750
1	堆坝石方	m ³	28182	25	704550
2	土工布	m ²	1400	8	11200
3	碎石(砂卵石)保护层	m ³	1200	10	12000
4	级配砂反滤层	m ³	1800	10	18000
二	排水工程	元			159000
1	连接井	m ³	34	300	10200
2	排水隧洞(衬砌)	m ³	36	800	28800
3	隧洞开挖掘进	m	150	800	120000

4	隧洞洞口开挖	m ³	400	20	(计入坝内)
三	回水工程	元			137420
1	坝下导流涵洞	元			76100
	侧墙	m ³	90.72	300	27200
	底板	m ³	68.04	300	20400
	顶拱	m ³	35.64	800	28500
2	库内回水钢管	m	300	200	60000
3	集水井	m ³	16.5	80	1320
4	回水泵	台	2		
四	其他费用	元			100000

尾矿设施初步设计计算部分

1 设计原则和依据

1.1 设计原则

(1) 认真贯彻国家《资源法》及基本建设的方针、政策，贯彻《环境保护法》，贯彻《土地法》、《森林法》、《水资源法》及国家现行的冶金矿山设计规范及规定，保护环境，消除污染；

(2) 在满足生产要求和确保安全的前提下，充分利用荒地和贫瘠土地，尽量不占、少占或缓占农田和林地，有条件时可考虑造地还田和尾矿库闭库后复田；

(3) 节约用水，保护水资源，充分回收利用尾矿成清水及接触尾矿的雨洪水，少向下游排放，达到资源开发与保护环境的良性循环。实现社会效益、经济效益、资源效益和生态环境效益的和谐统一。

(4) 设计中结合现场情况，力求切合实际，设计方案合理，在确保矿山生产安全前提下，满足工艺和生产要求；在达到安全生产的条件下，因地制宜，减少污染，施工简捷，管理方便，经济合理。

(5) 设计中尽量选用符合国情，技术先进、高效节能、安全可靠的设备。

(6) 设计中积极采用先进而实用的新技术和新材料。

1.2 设计依据

(1) 《选矿厂尾矿设施设计规范》ZBJ1—90；《吉林省水文图集》；建设方提供的矿区1/2000地形图；

(2) 设计委托书及设计意图；

(4) 业主提供的选矿工艺资料。

(5) 《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)；

(6) 《碾压式土石坝设计规范》(SL274—2001)

(7) 《碾压式土石坝施工技术规范》(DL/T5129—2001)

(8) 《尾矿设施施工及验收规程》(YS5418—95)

(9) 《土石坝养护修理规程》(SL210-98)

- (10)《土石坝安全检测技术规范》(SL60-94)
- (11)《尾矿库安全管理规定》(2000.12.1 施行)
- (12)《尾矿库安全技术规程》(AQ2006-2005, 2006.6.1 施行)
- (13)《开发建设项目水土保持技术规范》(SL204-98)

1.3 选矿工艺资料

- (1) 选矿厂生产规模: 400t/d
- (2) 选矿厂服务年限: 9 年
- (3) 选矿厂工作制度: 300d/a, 3 班/日, 8 小时/班
- (4) 尾矿真比重: 2.7t/m³
- (5) 选矿厂排尾重量浓度: 25%
- (6) 选矿工艺: 单一浮选
- (7) 磨矿细度: -200 目占 75~80%
- (8) 尾矿产率: 98.5%
- (9) 尾矿堆比重: 1.4t/m³

2 尾矿库设计

本次尾矿库设计内容包括尾矿库库址选择、尾矿库库容计算及尾矿库等级的确定。设计中充分考虑了沟谷建库的自然条件及服务年限的特点,本着技术可行经济合理的原则,在保证尾矿库安全的前提下,尽可能延长该库的服务年限。该尾矿库修筑选在距选厂西南约 600m 的曾家沟小溪沟谷内。根据该地形的实际情况,尾矿库设计以尽量增加库容为准。

2.1 尾矿库址选择

2.1.1 尾矿库址选择依据原则

依据《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)第2.0.1条之规定,尾矿库库址选择应遵守下列原则:

1. 不宜位于工业企业、大型水源地、水产基地和大居民区的上游;
2. 不宜位于大居民区及厂区最大频率风向的上风侧;
3. 不迁或少迁村庄;
4. 不应位于全国和省重点保护名胜古迹上游;
5. 不宜位于有开采价值的矿床上面;
6. 汇水面积小,有足够库容和初、终期库长;
7. 筑坝工程最小,生产管理方便;
8. 工程、水文地质条件好;
9. 尾矿输送距离短,能自流或扬程小。

2.1.2 尾矿库库址选择

依据选矿厂所在位置及标高,尾矿库库址经实地踏勘及综合业主意见,根据矿山400 t/d生产规模,选矿厂排出尾矿量394 t/d,区域内实际地形状况及就近就地原则,尾矿库选在下南沟村偏东方向约1km处的木锹沟谷内。该沟谷地形较平缓、开阔,汇水面积较小,仅为0.12km²,库内无良田、无居民、无经济林木及无坟墓,无任何搬迁,与当地农民无较大的交涉,适宜建设沟谷型尾矿库。需要指出的是,该沟沟口距尾矿库约250m处有木锹沟村几户人家,房屋建在低洼处,如发生山洪暴发将威胁该村下游居民的房屋、临时用地及人身安全,另有个别的农民已将果棚建在主河槽沟底。铜选厂在此上游建库后,对这些住户有潜在的不安全因素,对此除按国家规定提高建筑物的安全等级外,即提高建筑物的级别,还必须对某些部位进行加固、整治。采取主河道清理,浆砌块石挡土墙挡护住宅屋角,搬迁个别果棚等措施,请建设单位另行对低洼处住户认真加以处理,给予保护、完善、加强个别农户的安全。尾矿库具有调节洪水的作用,减少了洪水的威胁,但居民住在尾矿库下游,上述

措施也是必要的。具体措施请建设单位专门认真加以处理，最好搬迁处置。

本次设计尾矿库山谷利用长度约 400m，沟底平均坡度 15.7%。尾矿初期坝采用堆石坝，后期堆积坝采用尾砂堆筑。排水设施采用排水斜槽型式，雨洪水通过该系统排除。尾矿澄清水通过库内排水钢管及坝下导流涵管排除。

2.2 尾矿库库容计算

按选矿厂 400t/d 生产规模、300d/a、年排尾量为 $11.82 \times 10^4 \text{t}$ 计算，每年尾砂堆存所需有效库容为 $8.44 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

库 容 计 算 表

标 高 (m)	面 积 (10^4m^2)	面 积 平 均 值	高 差 (m)	全库容 (10^4m^3)	库容利用 系数	有效库容 (10^4m^3)	累计库容 (10^4m^3)
360.0	0	0.104	10	1.040	0.8	0.832	0
370.0	0.208						0.832
		0.642	10	6.415	0.8	5.132	
380.0	1.075						5.964
		1.522	10	15.220	0.8	12.176	
390.0	1.969						18.140
		2.411	10	24.105	0.8	19.284	
400.0	2.852						37.424
		3.210	10	32.095	0.8	25.676	
410.0	3.567						63.100
		3.761	10	37.605	0.8	30.084	
420.0	3.954						93.184

按选矿厂 400t/d 生产规模、生产服务年限 9 a 和 330d/a 工作制度及尾矿产率 98.5%，年排尾量为 $11.82 \times 10^4 \text{t}$ ，尾砂堆积比重 1.4t/m^3 计算，每年尾砂堆存所需库容为 $8.44 \times 10^4 \text{m}^3$ 。服务年限 9 a，所需尾矿库有效库容为 $75.96 \times 10^4 \text{m}^3$ ，全库容 $94.95 \times 10^4 \text{m}^3$ 。经在 1:10000 地形图上计算，当尾矿终期堆积达 415.0 m 标高时，堆积总高 55.0 m，全库容约 $97.25 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $77.8 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可满足矿山生产服务年限要求。根据库容计算，尾矿库最大服务年限 11 年，最大堆高 60m。

2.3 尾矿库等级

2.4 尾矿澄清距离的确定

排水系统的选择及布置应满足在使用过程中的任何时段均能达到澄清尾矿水的要求。尾矿水的澄清距离按排除尾矿水中允许的最大径粒悬浮物含量确定。

$$H = h + Q$$

$$l = \frac{Q}{u} \cdot v = \frac{Q}{u} \cdot \frac{h'}{nau}$$

$$u = \frac{h'}{nau}$$

式中：h — 颗粒在静水中的下沉深度，一般取 0.5~1.0 m

u — 颗粒在静水中的自由沉降速度，根据尾矿颗粒查取

Q — 矿浆流量

h' — 矿浆流动平均深度，一般取 0.5~1.0 m

n — 放矿口同时工作个数，一般取 2 个

a — 放矿口间距，一般取 10 m

$$Q = KW \left(\frac{1}{\gamma_0} + m \right)$$

式中：Q——矿浆流量，m³/h

W——干尾矿量，t/h

γ_0 ——尾矿固体比重，简称尾矿比重

m——矿浆中的水重与固体重的比值，简称水固比

K——矿浆流量的波动系数，K=0.9~1.1，一般在计算管径或流槽断面时取大值，
计算管道水力坡降或流槽坡度时取小值

$$W = 400 \times 98.5\% / 24 = 16.42$$

$$m = 3$$

$$Q = KW \left(\frac{1}{\gamma_0} + m \right) = 1 \times 16.42 \left(\frac{1}{2.7} + 3 \right) = 55.34 \text{ m}_3/\text{h}$$

$$H = h + Q$$

$$l = \frac{H}{u} \cdot v = \frac{h}{u} \cdot v = 48.6 \text{ m}$$

$$u = h' \cdot n \cdot u$$

计算结果：澄清距离 $l = 48.6 \text{ m}$ 。

3 尾矿坝设计

本次尾矿库设计内容包括尾矿库初期坝、尾矿后期堆积坝。设计中充分考虑了沟谷建库的自然条件及服务年限的特点，遵循《选矿厂尾矿设施设计规范》，尾矿坝坝高确定的三大要素，储存0.5~1年尾砂量，满足尾矿砂澄清距离要求，满足尾矿库防洪库容及安全超高的需要。本着技术可行经济合理的原则，在保证尾矿库安全的前提下，尽可能延长该库的服务年限。

3.1 初期坝高度的确定

根据尾矿库库容计算，尾矿堆积标高达380.0m时，初期坝高20m，库容为 $5.964 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，尾矿库长370m。遵循《选矿厂尾矿设施设计规范》，尾矿坝坝高确定的三大要素，储存0.5~1年尾砂量，满足尾矿砂澄清距离要求，满足尾矿库防洪库容需要。初期坝高20 m，沉积干滩长度控制在80 m，水域最小澄清距离49.4 m，满足澄清要求。经计算，尾矿沉积滩坡度为1:80，四级尾矿库最小安全超高0.5m，最小滩长50m，最小泄水水头0.3m，符合泄洪要求。初期库容 $5.964 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，按年排尾量为 $8.44 \times 10^4 \text{ m}^3$ 计算，初期库容服务0.71年，满足规范要求。综合平衡初期坝高确定为20m。

3.2 尾矿初期坝

尾矿初期坝是尾矿库最重要的建筑物，是确保尾矿库安全运行的基础。本次设计考虑选矿为浮选工艺，尾矿初期坝设计为透水堆石坝，由库内采石或采用坑口废石堆筑而成。坝顶标高380.0m，坝底标高360.0m，最大坝高20.0m，坝长110.1m，坝顶宽3.0米，坝前坡比为

1:1.6, 坝后坡比为1:1.75。坝前坡铺设土工无纺布反滤层及碎石保护层, 以防尾砂由堆石坝中流出, 造成环境污染, 坝后坡采用干砌石护坡。在初期坝坝后坡365.0m标高设顶宽2.0m的干砌石贴坡排水体。干砌石贴坡排水体内坡铺设土工无纺布反滤层, 防止堆石坝中石渣随进入坝内雨水流出, 造成环境污染。

3.3 尾矿堆积坝

选矿磨矿细度-200目占75~80%, 后期坝采用尾砂堆筑。即380.0m标高到417.0m标高采用尾砂筑坝。尾矿排放至初期坝顶标高时, 开始尾矿堆积坝堆筑。尾矿堆积坝采用尾矿砂筑尾矿小堤方法进行, 小堤外坡1:3.0, 顶宽2.0米, 内坡1:1.0, 高2.0米, 形成的库容继续尾矿堆积, 再依次进行下一轮尾矿小堤堆筑。堆积坝外坡平均坡度控制在1:4.0。为保证尾矿在库内有良好的澄清, 尾矿堆积坝沉积干滩长度应严格控制, 汛期派专人守护, 汛后应及时调整至正常水平。

尾矿堆积坝在堆积过程中随着坝体的增高, 外坡应覆土植树种草或坑口废石覆盖, 既防止风雨侵蚀坝体, 防止了扬尘, 同时又进行了绿化, 保护了环境, 美化了环境。

3.4 尾矿坝体排渗设计

为加速尾砂固结, 在尾矿坝内380.0m、390.0m、400.0m及410.0m标高设排渗带, 用以排出坝体内的渗透水。排渗带平行于坝轴线布置, 断面为棱柱体形, 接塑料导水管。管上部半圆穿孔, 下部为不穿孔管, 按坡度 $i=0.01$ 铺设。排入坝肩及坝上排水沟内, 导出库外, 汇入集水池。尾矿堆积坝在堆积过程中随着坝体的增高, 外坡设断面 0.4×0.4 m纵、横向排水沟和 0.6×0.6 m坝肩排水沟(山坡边沟)。库内尾砂渗出水及坝坡降雨迳流水, 通过坝外坡纵、横排水沟汇流导入初期坝下排水沟排除。

3.5 监测点

尾矿坝的监测是尾矿库管理的重要组成部分, 在尾矿初期坝顶和相对稳定的位置设控制点, 便于监测坝体的稳定情况。在尾砂坝内设竖向多孔滤水管以备观测浸润线位置。库区设水位标尺。

3.6 渗流稳定计算

考虑土的结构和摩擦力时, 临界渗流坡降的计算公式为:

$$I_s = \gamma_g / \gamma_0 - (1-n) + 0.5n$$

式中: $\gamma_g = \Delta(1-n)$

$I = h/L$

γ_g — 干容重

γ_o — 水容中

n — 孔隙率

Δ — 比重

H — 水位差 (m)

L — 渗径长度 (m)

尾矿堆比重取平均值 1.45 t/m^3 , 其孔隙率 $n = (0.9 \setminus 1 + 0.9) = 0.53$

$I_s = \gamma_g / \gamma_o - (1-n) + 0.5n = 2.7 \setminus 1 - (1-0.53) + 0.5 \times 0.53 = 1.08$

$I = h/L = 54/302 = 0.18$

安全系数 $I_s / I = 1.08/0.18 = 6.0 > 2$ (规定安全系数)

计算结果如下表

渗流坡降比较表

名 称	尾矿坝下游坡	备 注
最大渗流坡降	0.18	
临界渗流坡降	1.08	
安 全 系 数	6.0	
规定安全系数	2	

计算渗透稳定安全系数远大于规定的安全系数, 因此尾矿坝不会产生渗流破坏, 满足渗流稳定的要求。

3.7 尾矿坝稳定分析

3.7.1 计算条件及方法

根据《选厂尾矿设施设计规范》第3.4.1条“尾矿初期坝与堆积坝坝坡的抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基土的物理力学性质,考虑各种荷载组合,经计算确定。计算方法宜采用瑞典圆弧法。当坝基或坝体内存在软弱土层时,可采用改良圆弧法。考虑地震荷载时,应按《水工建筑物抗震设计规范》的有关规定进行计算。”第3.4.5条“上游式尾矿坝的计算断面应考虑到尾矿沉积规律,根据颗粒粗细程度概化分区。各区尾矿的物理力学指标可参考类似尾矿坝的勘察资料或按附录四确定。必要时通过试验研究确定。”之规定,本次设计由于现阶段尾矿库还没有建设及实际的工程地质勘察资料,无法了解尾矿库建成后尾矿的堆积状态,无法掌握尾矿库各类物料的物理力学指标,所以,在进行尾矿坝体稳定性分析验算中,按相类似矿山尾砂及土料的物理性质及参照《选厂尾矿设施设计规范》取值。计算中尾矿坝初期及后期堆积坝体分成8个区域,竖向分成20条,采用土石坝设计专用程序《TAB95》计算机计算,计算中按规范选用瑞典圆弧法。

坝坡抗滑稳定最小安全系数

坝的级别 运用情况	1	2	3	4、5
正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.00

坝体尾矿的平均物理力学指标 (规范)

项 目	尾中砂	尾细砂	尾粉砂	尾粉土	尾粉质粘 土	尾粘土
平均粒径 d_p (mm)	0.35	0.2	0.075	0.05	0.035	<0.02

有效粒径 d_{10} (mm)	0.10	0.07	0.02	0.01	0.003	0.002
不均匀系数 d_{60}/d_{10}	3	3	4	6	10	5
天然容重 γ (g/cm ³)	1.8	1.85	1.9	2.0	1.95	1.8
孔隙比 e (%)	0.8	0.9	0.9	0.95	1.0	1.4
内摩擦角 ϕ (°)	34	33	30	28	16	8
凝聚力 C (kPa)	7.84	7.84	9.8	9.8	10.78	13.72
压 缩 系 数 α_{1-2} (1/kPa)	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.6×10^{-4}	2.1×10^{-4}	4.1×10^{-4}	9.2×10^{-4}
渗 透 系 数 k (cm/s)	1.5×10^{-3}	1.3×10^{-3}	3.75×10^{-4}	1.25×10^{-4}	3.0×10^{-6}	2.0×10^{-7}

土体的抗剪强度采用有效应力法计算:

$$\tau = c' + (\sigma - u) \tan \phi' = c' + \sigma' \tan \phi'$$

3.7.2 坝体的静力稳定分析

洪水运行期: 尾矿终期堆积标高 415.00m, 堆积坝的平均堆积外坡 1: 40, 库内最高水位 41.50m。

(一) 土层的物理力学性质选取

土料物理力学性质指标

编号	名称	天然容重	饱和容重 γ_b	浮容重	内摩擦角		凝聚力	
		γ	(t/m ³)	γ_f	ϕ (°)		C (t/m ²)	
		(t/m ³)		(t/m ³)	水上	水下	水上	水下
1	尾细纱	1.85	2.0	1.0	16		0	
2	尾粉砂	1.9	2.1	1.1	14		0.1	
3	尾粉土	1.9	2.1	1.1	12		0.2	
4	尾粘土	1.9	2.1	1.1	10		0.3	
5	亚粘土	1.9	2.0	1.0	23		1.0	
6	风化岩	2.5	2.5	1.4	40		10.0	
7	堆 石	2.0	2.4	1.4	40		0	
8	干砌石	2.0	2.5	1.5	45		0	

计算数据如下:

1. 数据输入

洪水

洪水

0, 1, 0, 0, 0, 0

0

0.00, 0.00, -2.00

6, 62.1341, 63.2762, 1

1.0

33

1, 400, 62.1341

2, 344.2332, 62.1341

3, 341.125, 60.3579

4, 329.75, 53.8579

5, 327.75, 53.8579

6, 301.5, 38.8579

7, 298.5, 38.8579

8, 295.5, 38.8579

9, 255.5, 28.8579

10, 252.5, 28.8579

11, 212.5, 18.8579

12, 209.5, 18.8579

13, 169.5, 8.8579

14, 166.5, 8.8579

15, 126.5, -1.1421

16, 75.685, -0.6339

17, 12.2936, 0

18, 116.5, 8.8579

19, 245.5, 38.8579

20, 284.1271, 47.841

21, 278.5, 51.3579

22, 274.9491, 53.5772

23, 240.4962, 49.3222

24, 0, 0

25, 0, 1.2444

26, 89.9874, 28.8579

27, 0, 11.0311

28, 0, 16.0311

29, 89.9874, 33.8579

30, 240.4962, 54.3222

31, 344.2332, 67.1341

32, 400, 67.1341

33, 0, 67.1341

8

1, 16, 0. 0, 0, 0, 1. 75, 1. 95, 0

2, 14, 0. 1, 0, 0, 1. 8, 2. 0, 0

3, 12, 0. 2, 0, 0, 1. 9, 2. 1, 0

4, 0. 0, 0. 0, 0, 0, 1. 0, 1. 0, 0

5, 35, 0. 0, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0

6, 20, 0. 5, 0, 0, 1. 9, 2. 0, 0

7, 40, 10, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0

8, 50, 20, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0

31, 6

1, 2, 6

2, 3, 5

3, 4, 5

4, 5, 5

5, 6, 5

6, 7, 5

7, 8, 1

8, 9, 1

9, 10, 1

10, 11, 1

11, 12, 1

12, 13, 1

13, 14, 1

14, 15, 1

15, 16, 1

16, 17, 2

17, 25, 3

17, 24, 4

16, 20, 2

7, 20, 5

20, 22, 5

17, 23, 3

27, 26, 6

26, 23, 6

23, 22, 6

22, 2, 6

28, 29, 7

29, 30, 7

30, 31, 7

33, 31, 8

31, 32, 8

1, 2, 6

2, 3, 5

3, 21, 5

21, 19, 2
 19, 18, 2
 18, 17, 2
 0, 0, 0
 345. 901, -424. 494, 62. 13, 5, 5, 1
 5, 5, 5, 20

运行 P1. EXE 程序得

33	
33	
400. 000000	62. 134100
344. 233200	62. 134100
341. 125000	60. 357900
329. 750000	53. 857900
327. 750000	53. 857900
301. 500000	38. 857900
298. 500000	38. 857900
295. 500000	38. 857900
255. 500000	28. 857900
252. 500000	28. 857900
212. 500000	18. 857900
209. 500000	18. 857900
169. 500000	8. 857900
166. 500000	8. 857900
126. 500000	-1. 142100
75. 685000	-6. 339000E-01
12. 293600	0. 000000E+00
116. 500000	8. 857900
245. 500000	38. 857900
284. 127100	47. 841000
278. 500000	51. 357900
274. 949100	53. 577200
240. 496200	49. 322200
0. 000000E+00	0. 000000E+00
0. 000000E+00	1. 244400
89. 987400	28. 857900
0. 000000E+00	11. 031100
0. 000000E+00	16. 031100
89. 987400	33. 857900
240. 496200	54. 322200
344. 233200	67. 134100
400. 000000	67. 134100

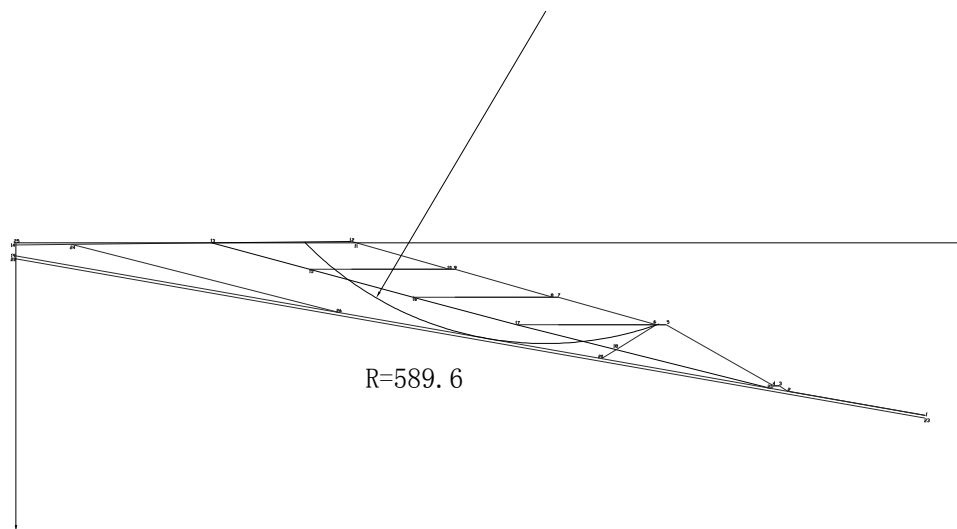
0.000000E+00	67.134100	
31	6	
1	2	6
2	3	5
3	4	5
4	5	5
5	6	5
6	7	5
7	8	1
8	9	1
9	10	1
10	11	1
11	12	1
12	13	1
13	14	1
14	15	1
15	16	1
16	17	2
17	25	3
17	24	4
16	20	2
7	20	5
20	22	5
17	23	3
27	26	6
26	23	6
23	22	6
22	2	6
28	29	7
29	30	7
30	31	7
33	31	8
31	32	8
1	2	6
2	3	5
3	21	5
21	19	2
19	18	2
18	17	2
0.000000E+00	344.233200	
17		
1		
2		
3		

4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
18
5

345.901000	-414.494000	65.130000	2.665538
335.901000	-399.494000	66.130000	3.484169
330.901000	-409.494000	67.130000	3.985420
331.901000	-400.494000	64.130000	1.253750

运行 DR1.EXE 程序

得计算简图如下:



正常运行期,尾矿终期堆积标高 415.50 m,堆积坝的平均堆积外坡 1: 4.0,库内正常水位 413.90m。

计算数据如下:

正常

0, 1, 0, 0, 0, 0
0
0. 00, 0. 00, -2. 00
0, 62. 1341, 63. 2762, 1
1. 0
33
1, 400, 62. 1341
2, 344. 2332, 62. 1341
3, 341. 125, 60. 3579
4, 329. 75, 53. 8579
5, 327. 75, 53. 8579
6, 301. 5, 38. 8579
7, 298. 5, 38. 8579
8, 295. 5, 38. 8579
9, 255. 5, 28. 8579
10, 252. 5, 28. 8579
11, 212. 5, 18. 8579
12, 209. 5, 18. 8579
13, 169. 5, 8. 8579
14, 166. 5, 8. 8579
15, 126. 5, -1. 1421
16, 75. 685, -0. 6339
17, 12. 2936, 0
18, 116. 5, 8. 8579
19, 245. 5, 38. 8579
20, 284. 1271, 47. 841
21, 278. 5, 51. 3579
22, 274. 9491, 53. 5772
23, 240. 4962, 49. 3222
24, 0, 0
25, 0, 1. 2444
26, 89. 9874, 28. 8579
27, 0, 11. 0311
28, 0, 16. 0311
29, 89. 9874, 33. 8579
30, 240. 4962, 54. 3222
31, 344. 2332, 67. 1341
32, 400, 67. 1341
33, 0, 67. 1341
8
1, 16, 0. 0, 0, 0, 1. 75, 1. 95, 0
2, 14, 0. 1, 0, 0, 1. 8, 2. 0, 0

3, 12, 0. 2, 0, 0, 1. 9, 2. 1, 0
4, 0. 0, 0. 0, 0, 0, 1. 0, 1. 0, 0
5, 35, 0. 0, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0
6, 20, 0. 5, 0, 0, 1. 9, 2. 0, 0
7, 40, 10, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0
8, 50, 20, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0
31, 6
1, 2, 6
2, 3, 5
3, 4, 5
4, 5, 5
5, 6, 5
6, 7, 5
7, 8, 1
8, 9, 1
9, 10, 1
10, 11, 1
11, 12, 1
12, 13, 1
13, 14, 1
14, 15, 1
15, 16, 1
16, 17, 2
17, 25, 3
17, 24, 4
16, 20, 2
7, 20, 5
20, 22, 5
17, 23, 3
27, 26, 6
26, 23, 6
23, 22, 6
22, 2, 6
28, 29, 7
29, 30, 7
30, 31, 7
33, 31, 8
31, 32, 8
1, 2, 6
2, 3, 5
3, 21, 5
21, 19, 2
19, 18, 2
18, 17, 2

0, 0, 0

345. 901, -424. 494, 62. 13, 5, 5, 1

5, 5, 5, 20

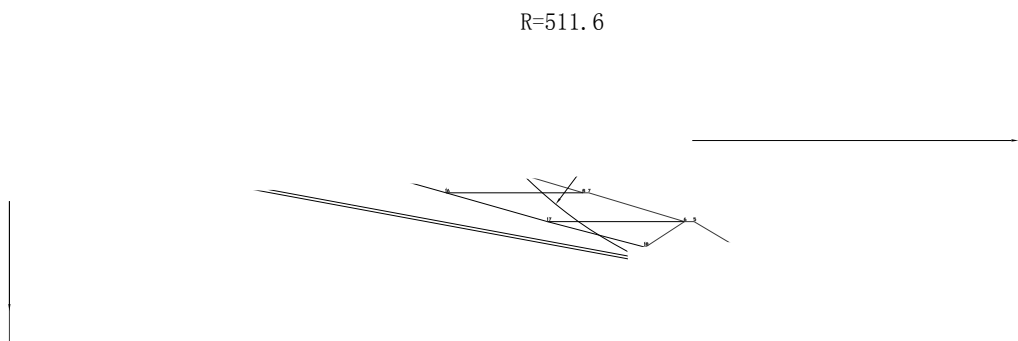
运行 P1. EXE 程序得:

33	
33	
400. 000000	62. 134100
344. 233200	62. 134100
341. 125000	60. 357900
329. 750000	53. 857900
327. 750000	53. 857900
301. 500000	38. 857900
298. 500000	38. 857900
295. 500000	38. 857900
255. 500000	28. 857900
252. 500000	28. 857900
212. 500000	18. 857900
209. 500000	18. 857900
169. 500000	8. 857900
166. 500000	8. 857900
126. 500000	-1. 142100
75. 685000	-6. 339000E-01
12. 293600	0. 000000E+00
116. 500000	8. 857900
245. 500000	38. 857900
284. 127100	47. 841000
278. 500000	51. 357900
274. 949100	53. 577200`
240. 496200	49. 322200
0. 000000E+00	0. 000000E+00
0. 000000E+00	1. 244400
89. 987400	28. 857900
0. 000000E+00	11. 031100
0. 000000E+00	16. 031100
89. 987400	33. 857900
240. 496200	54. 322200
344. 233200	67. 134100
400. 000000	67. 134100
0. 000000E+00	67. 134100
31	6
1	2
	6

2	3	5
3	4	5
4	5	5
5	6	5
6	7	5
7	8	1
8	9	1
9	10	1
10	11	1
11	12	1
12	13	1
13	14	1
14	15	1
15	16	1
16	17	2
17	25	3
17	24	4
16	20	2
7	20	5
20	22	5
17	23	3
27	26	6
26	23	6
23	22	6
22	2	6
28	29	7
29	30	7
30	31	7
33	31	8
31	32	8
1	2	6
2	3	5
3	21	5
21	19	2
19	18	2
18	17	2
0. 000000E+00	344. 233200	
17		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
18				
5				
325.901000	-399.494000	57.130000	2.139102	
330.901000	-419.494000	58.130000	2.074479	
340.901000	-439.494000	59.130000	2.052031	
340.901000	-429.494000	60.130000	1.350672	

运行 DR1. EXE 程序的计算简图如下：



非正常运行期:

计算数据如下:

数据输入

非常

0, 1, 0, 0, 0, 0
0
0.00, 0.00, -2.00
6, 62.1341, 63.2762, 1
1.0
33
1, 400.0000, 62.7761
2, 344.2332, 62.7761
3, 341.1250, 61.0000
4, 329.7500, 54.5000
5, 327.7500, 54.5000
6, 301.5000, 39.5000
7, 298.5000, 39.5000
23, 274.9491, 54.2193
22, 278.5000, 52.0000
20, 245.5000, 39.5000
18, 76.5000, 0.0000
8, 295.5000, 39.5000
9, 255.5000, 29.5000
10, 252.5000, 29.5000
11, 212.5000, 19.5000
12, 209.5000, 19.5000
13, 169.5000, 9.5000
14, 166.5000, 9.5000
15, 126.5062, 49.9642
28, 0.0000, 11.6731
27, 89.9874, 29.5000
29, 0.0000, 16.6731

30, 89. 9874, 34. 5000
31, 240. 4962, 54. 9642
32, 344. 2332, 67. 7761
34, 0. 0000, 67. 7761
33, 400. 0000, 67. 7761
21, 284. 1271, 48. 4831
24, 344. 2332, 62. 7761
25, 0. 0000, 0. 0000
26, 0. 0000, 0. 6421
16, 75. 6850, 0. 0081
17, 27. 7464, 0. 4875
8
1, 16, 0. 0, 0, 0, 1. 75, 1. 95, 0
2, 14, 0. 1, 0, 0, 1. 8, 2. 0, 0
3, 12, 0. 2, 0, 0, 1. 9, 2. 1, 0
4, 0. 0, 0. 0, 0, 0, 1. 0, 1. 0, 0
5, 35, 0. 0, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0
6, 20, 0. 5, 0, 0, 1. 9, 2. 0, 0
7, 40, 10, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0
8, 50, 20, 0, 0, 2. 0, 2. 4, 0
31, 5
1, 2, 6
2, 3, 5
3, 4, 5
4, 5, 5
5, 6, 5
6, 7, 5
7, 8, 1
8, 9, 1
9, 10, 1
10, 11, 1
11, 12, 1
12, 13, 1
13, 14, 1
14, 15, 1
15, 16, 1
16, 17, 2
17, 25, 3
17, 24, 4
16, 20, 2
7, 20, 5
20, 22, 5
17, 23, 3
27, 26, 6

26, 23, 6
 23, 22, 6
 22, 2, 6
 28, 29, 7
 29, 30, 7
 30, 31, 7
 33, 31, 8
 31, 32, 8
 1, 2, 6
 2, 3, 5
 3, 21, 5
 21, 19, 2
 18, 16, 2
 0, 0, 0
 345. 901, -424. 494, 62. 13, 5, 5, 1
 5, 5, 5, 20

运行 P1. EXE 得

33

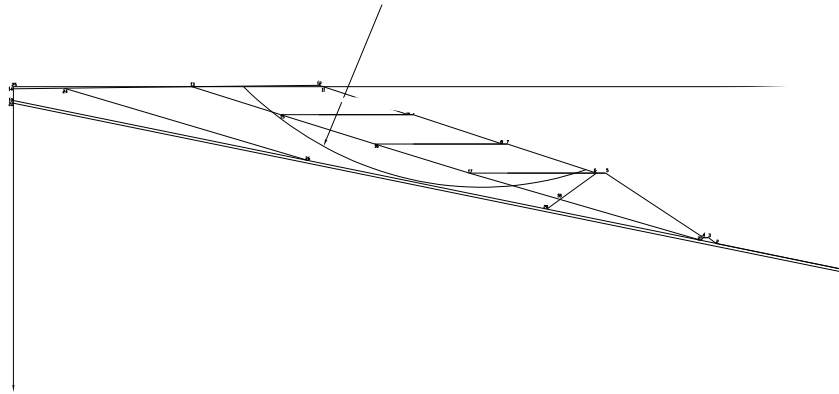
400. 000000	62. 776100
344. 233200	62. 776100
341. 125000	61. 000000
329. 750000	54. 500000
327. 750000	54. 500000
301. 500000	39. 500000
298. 500000	39. 500000
274. 949100	54. 219300
278. 500000	52. 000000
245. 500000	39. 500000
76. 500000	0. 000000E+00
295. 500000	39. 500000
255. 500000	29. 500000
252. 500000	29. 500000
212. 500000	19. 500000
209. 500000	19. 500000
169. 500000	9. 500000
166. 500000	9. 500000
126. 506200	49. 964200
0. 000000E+00	11. 673100
89. 987400	29. 500000
0. 000000E+00	16. 673100
89. 987400	34. 500000
240. 496200	54. 964200
344. 233200	67. 776100

0.000000E+00	67.776100	
400.000000	67.776100	
284.127100	48.483100	
344.233200	62.776100	
0.000000E+00	0.000000E+00	
0.000000E+00	6.421000E-01	
75.685000	8.100000E-03	
27.746400	4.875000E-01	
31	5	
1	2	6
2	3	5
3	4	5
4	5	5
5	6	5
6	7	5
7	8	1
8	9	1
9	10	1
10	11	1
11	12	1
12	13	1
13	14	1
14	15	1
15	16	1
16	17	2
17	25	3
17	24	4
16	20	2
7	20	5
20	22	5
17	23	3
27	26	6
26	23	6
23	22	6
22	2	6
28	29	7
29	30	7
30	31	7
33	31	8
31	32	8
1	2	6
2	3	5
3	21	5
21	19	2

18	16	2	
0.000000E+00	295.500000		
1			
11			
5			
360.901000	-439.494000	61.130000	1.372410
365.901000	-449.494000	62.130000	1.350821
350.901000	-399.494000	63.130000	1.412372

运行DR1.EXE程序得计算简图如下：

R=500.8



综合以上工况的程序运算可以得出以下计算结果：

具体成果表见下表：

稳定分析结果(有排渗设施)

工况	OX (m)	OY (m)	DS (m)	K _{min}
正常运行期	340.9010	-429.4940	60.1300	1.3506
洪水运行期	331.9010	-400.4900	64.1300	1.2537
特殊运行期	350.9010	-434.4900	64.3400	1.2024

结论：四等尾矿库正常运行坝坡抗滑稳定最小安全系数 1.15，洪水运行 1.05，特殊运行 1.00。计算结果 K_{min}=1.202，大于规范坝坡抗滑稳定最小安全系数，坝体稳定满足规范抗滑稳定要求。

4 尾矿看守房及其供配电及通讯

尾矿看守房为封闭式砖混结构保温房，建筑面积 60m²。尾矿坝上采用两台 TG2-A500 W 探照灯照明，尾矿看守房内设一台电话。

5 尾矿库排水设施设计

尾矿库排水设施是尾矿库安全运行的保证，为了排出尾矿库区的尾矿澄清水，尤其是雨洪期的洪水，保证尾矿库的正常、安全运行，尾矿库必须设置可靠的排水设施。

6 洪水计算

尾矿库防洪标准

依据《选厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)第 4.1.2 条“尾矿库的防洪标准应根据各使用期库的等别，综合考虑库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害等因素确定。”之规定，四等尾矿库设计防洪标准初期洪水重现期 30~50a ($P=3.3\%\sim 2\%$)，中、后期为洪水重现期 100~200a ($P=1\%\sim 0.5\%$)。

尾矿库防洪标准

尾 矿 库 等 别		四	五
洪水重现期(a)	初 期	30~50	20~30
	中、后期	100~200	50~100

6.1 设计洪峰流量及洪水总量计算

依据《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)规定,尾矿库防洪标准与尾矿库等级有关。五等尾矿库设计防洪标准初期洪水重现期 20~30 年 ($P=5\%\sim 3.3\%$),中、后期为洪水重现期 50~100 年 ($P=2\%\sim 1\%$)。四等尾矿库设计防洪标准初期洪水重现期 30~50 年 ($P=3.3\%\sim 2\%$),中、后期为洪水重现期 100~200 年 ($P=1\%\sim 0.5\%$)。

尾矿库防洪标准

尾 矿 库 等 别		四	五
洪水重现期(年)	初 期	30~50	20~30
	中、后期	100~200	50~100

辽宁省建昌县玖玖铜选厂尾矿设施按规范取为四等尾矿库。尾矿库洪水设防标准为:初期 30~50 年;中、后期 100~200 年设防。根据规范第 2.0.4 条“尾矿库各使用期的设计等别应根据该期的全库容和坝高分别按表中确定。当两者的等差为一等时,以高者为准;当等差大于一等时,按高者降低一等”之规定,由于该尾矿库汇水面积较小,但距尾矿库约 250m 处有木锹沟村几户人家,房屋建在低洼处,如发生山洪暴发将威胁该村下游居民的房屋、临时用地及人身安全,因此,设计中综合实际情况采用设计规范的上限,即初期采用 50 年一遇洪水设计,中后期采用 200 年一遇洪水设计。按辽宁省水文图集中查出当地降雨和其他有关计算数据进行计算。设计中考虑到该尾矿库汇水面积特小,属特小排水块,同时纵向坡度又较陡,直接使用辽宁省水文图集中公式计算误差较大,故采用坡面汇流公式计算。

洪峰流量 $QP=0.278(SP-1)F$ 、

基本计算参数:

汇水面积 $F=0.12\text{Km}^2$

主沟平均坡降 $J=157\%$

最大暴雨均值

$$\bar{H}_{24} = 120 \text{mm}$$

变差系数

$$C_v = 0.7$$

离差系数

$$C_s = 3.5 C_v$$

$$Sp = \frac{H_{24}}{24^{1-2n}}$$

$$H_{24} = \bar{H}_{24} \times Kp$$

$$K_{2\%} = 3.12 \quad K_{05} = 4.23 \quad (\text{查表得})$$

$$n = 0.6 \quad (\text{查表得})$$

$$H_{24} = \bar{H}_{24} Kp = 120 \times 3.12 = 374.4 \quad (50 \text{ 年一遇})$$

$$H_{24} = \bar{H}_{24} Kp = 120 \times 4.23 = 507.6 \quad (200 \text{ 年一遇})$$

$$Sp = \frac{374.4}{24^{1-2 \times 0.6}} = 158.74 \quad (50 \text{ 年一遇})$$

$$Sp = \frac{507.6}{24^{1-2 \times 0.6}} = 215.52 \quad (200 \text{ 年一遇})$$

$$QP = 0.278(SP-1)F = 0.278(158.74-1) \times 0.12 = 5.26$$

$$\left(\frac{m^3}{s}\right) \quad (50 \text{ 年一遇})$$

$$QP = 0.278(SP-1)F = 0.278(215.21-1) \times 0.12 = 7.15$$

$$\left(\frac{m^3}{s}\right) \quad (200 \text{ 年一遇})$$

洪水总量计算

一次洪水总量计算公式:

$$W_p = W_{3P} - W_{(3-24)P}$$

$$W_{3P} = 0.1 \times \alpha_{3P} \times K_p \times P_{3P} \times F$$

$$W_{(3-24)P} = 0.1 \times \alpha_{(3-24)P} \times K_p \times P_{(3-24)} \times F$$

基本计算参数:

$$\text{洪峰径流系数} \quad \alpha_{3P} = 0.7, \quad \alpha_{(3-24)P} = 0.45$$

$$\alpha_{3P} = 0.73, \quad \alpha_{(3-24)P} = 0.52$$

$$\text{最大暴雨均值} \quad P_{3P} = 130\text{mm}, \quad P_{24} = 120\text{mm}, \quad P_{(3-24)} = 10\text{mm}$$

$$\text{洪量} \quad W_{3P} = 3.41 \times 10^4 \text{m}^3, \quad W_{(3-24)P} = 0.17 \times 10^4 \text{m}^3$$

$$W_{3P} = 4.81 \times 10^4 \text{m}^3, \quad W_{(3-24)P} = 0.26 \times 10^4 \text{m}^3$$

$$\text{计算结果设计洪水总量 } W_{2P} = 3.24 \times 10^4 \text{m}^3, \quad W_{0.5P} = 4.55 \times 10^4 \text{m}^3,$$

6.2 调洪演算

调洪演算的目的是根据既定的排水系统确定所需的调洪库容及泄洪流量。对一定的来水过程线,排水构筑物愈小,所需的调洪库容就愈大,坝也就愈高。设计中应通过几种不同尺寸的排水系统的调洪演算结果,合理的确定坝高及排水构筑物的尺寸,以便使整个工程造价最小。本次设计的调洪演算采用数解法中的概化三角形法。其公式为: $q = Q_p \left(1 - \frac{V_t}{W_p}\right)$ 式

中: q ——所需排水构筑物的泻流量, m^3/s

Q_P ——设计频率 P 的洪峰流量, m^3/s

V_t ——某坝高时的调洪库容, m^3

W_P ——频率为 P 的一次洪水总量, m^3

调洪计算结果表

坝顶标高	防洪设计标准	洪峰流量	洪水总量	调洪高度	调洪库容	实际泄量
$H(\text{m})$	$p(\%)$	$Q(\text{m}^3/\text{s})$	$W_p(\text{万 m}^3)$	$H(\text{m})$	$V(\text{万 m}^3)$	$q_p(\text{m}^3/\text{s})$
380.0	2.0	5.26	3.24	0.30	0.15	5.02
390.0	2.0	5.26	3.24	0.60	0.70	4.12
400.0	0.5	7.15	4.55	0.70	1.20	5.26
410.0	0.5	7.15	4.55	0.66	1.40	4.95
420.0	0.5	7.15	4.55	0.64	1.56	4.70

计算结果调后泄流量 $Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

6.3 排水设施水力计算

依据洪水计算, 汇入尾矿库中的 200 年一遇设计洪峰流量为 $Q = 7.15 \text{ m}^3/\text{s}$, 设计最大一次洪水总量为 $4.55 \times 10^4 \text{ m}^3$, 50 年一遇设计洪峰流量为 $Q = 5.26 \text{ m}^3/\text{s}$, 设计最大一次洪水总量为 $3.24 \text{ 万} \times 10^4 \text{ m}^3$, 调后泄流量 $Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3/\text{s}$ 。依据尾矿库库区部分纵向平均坡度 0.157 及建设方已做了部分工程的实际情况, 排洪设施设计采用排水斜槽连接排水隧洞型式。排水斜槽长 210m, 断面为 $1.2 \times 1.2 \text{ m}$ 双孔矩形, 最小坡度敷设 0.2。排水隧洞长 150m, 断面为 $1.5 \times 2.0 \text{ m}$ 圆拱直墙型, 最小坡度敷设 0.02。

6.4 排水斜槽进口(孔口)泄水能力校核

排水斜槽上调洪高度为 0.5m。故排泄设计洪水时, 其泄流量受排水斜槽进口半压力流控制, 采用孔口泄流公式计算。

$$Q = \mu A \sqrt{2gZ_0}$$

式中： 流量系数 $\mu = 0.65$

孔口面积 $A = 1.0 \times 1.0 = 1.0 \text{ m}^2$

重力加速度 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

堰上水头 $Z_0 = 0.9 \text{ m}$

代入公式：得

$$Q = 5.46 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.5 排水斜槽(排水方涵)身泄水能力校核

排水斜槽身及排水方涵管身按无压流设计，槽内水深应控制在 0.55m 以内，防止过流时带走库内尾砂，造成库内尾砂的管涌。经计算，斜槽敷设坡度不应小于 6.5%。排水斜槽泄流能力按明渠均匀流公式计算。

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

式中： 过流面积 $A = 0.5 \times 1.2 \times 2 = 1.2 \text{ m}^2$

谢才系数 $C = 61.95$

水力半径 $R = 0.273$

水力坡降 $i = 0.2$

代入公式得：

$$Q = 17.36 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3/\text{s}$$

经以上水力计算，该系统满足排泄设计洪峰流量要求。设计洪水通过该系统排入下游回水池，返回选厂重复利用。

6.6 排水隧洞洞身泄水能力校核

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

式中： 过流面积 $A = 2.62 \text{ m}^2$

谢才系数 $C = 35.65$

水力半径 $R = 0.5$

水力坡降 $i = 0.02$

代入公式:

$$Q = 9.35 \text{ m}^3 / \text{s} > Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3 / \text{s}$$

6.7 泄水能力校核结果

经以上水力计算,排水斜槽进口能力控制排水设施断面,最小排洪能力 $Q = 5.46 \text{ m}^3 / \text{s}$,满足排泄调洪后设计洪峰流量 $Q_{\text{调}} = 5.26 \text{ m}^3 / \text{s}$ 要求。设计洪水通过排水设施直接排入下游水系,澄清水通过库内 300m 长 DN=200mm 钢管接坝下导流涵洞排入下游集水井,返回选厂重复利用。

7 尾矿回水

为了节省宝贵的水资源,排入尾矿库中的尾矿浆,尾砂经自然沉降后的澄清水,通过排水钢管及坝下导流涵洞流入尾矿坝下集水井,然后经集水井内设潜水电泵压力送回选矿厂的生产用的高位水池中重复利用。尾矿回水量扣除尾矿库中的蒸发损失和输送中的损失,按 80% 计算,设计回水流量 $Q = 53.28 \text{ m}^3 / \text{h}$ 。

坝下导流涵洞混合结构, $0.8 \times 0.8 \text{ m}$ 浆砌石洞身, $R = 0.5 \text{ m}$ 钢筋混凝土拱形盖板,长约 80m。库区排澄清水 DN=200mm 钢管长 300m,沿库内主河槽敷设,每隔 5m 设一个三通排澄清水,木楔封堵。排澄清水钢管通过导流井连接。下游集水井直径 $D = 3.0 \text{ m}$,深 7.0m,壁厚 0.5m 干砌块石结构。

7.1 需要说明的问题

(1) 为了保证尾矿库的安全,生产时必须在尾矿坝上按设计均匀排矿,做好冬季排矿措施,不得出现偏滩现象,并保证库内滩面坡度,避免洪水冲击堆积坝影响坝体的稳定和安全。

(2) 在雨洪季节必须保证排洪系统的畅通,以免排洪不畅而造成溃坝的危险。在雨洪

季节库内最小安全超高不得小于 0.5 m。

(3) 尾矿坝筑坝材料应尽量由尾矿库内取用，可增加库容。

参考文献

- [1] 彭承英. 尾矿库事故及预防措施[J] 有色矿山, 1996, (5)38~402
- [2] 徐宏达. 我国尾矿库病害事故统计分析[J] 工业建筑, 2001, (1)69~713
- [3] 《选矿厂尾矿设施设计规范》ZBJ1—90;
- [4] 《吉林省水文图集》;
- [5] 建设方提供的矿区1/2000地形图;
- [6] 业主提供的选矿工艺资料。
- [7] 《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90);
- [8] 《碾压式土石坝施工技术规范》(SDJ213—83)
- [9] 《尾矿设施施工及验收规程》(YS5418—95)
- [11] 《土石坝养护修理规程》(SL210—98)

- [12] 《土石坝安全检测技术规范》（SL60-94）
- [13] 《尾矿库安全技术规程》（AQ2006-2005, 2006. 6. 1施行）
- [14] 《开发建设项目水土保持技术规范》（SL204-98）
- [15] 时炜. 浅议尾矿库排洪系统设计 [J]. 有色矿山, 2002 年 05 期
- [16] 沈楼燕. 关于尾矿库排洪系统设计中的问题探讨 [J]. 有色冶金设计与研究, 2002 年 04 期

致 谢

经过了十一周的紧张毕业设计,在指导教师左院长的耐心指导下,毕业设计的全部内容在今日全部完成。这是大学四年里的第一次综合性的运用所学的专业知识来解决实际工程中的问题,也可以说是对自己四年所学知识的一次检测,对知识运用、理论与实际结合能力的综合考评。在这次设计中,本人自始至终的努力独立完成设计,在其过程中深刻的体会到

了尾矿工程其位置的重要性，，从中感觉到自己所学知识的匮乏，对知识综合运用的不自如，对于许多的细节问题、前言问题了解的不够充分具体，时间能力差，实际的工程经验不丰富，使我深刻的体会到了“学无止境”的内涵，激发了在今后继续学习、钻研工程知识的斗志，以更加务实、严谨的态度治学、工作。

在此，非常感谢指导教师对我给予的热情帮助、耐心的指导、中肯的批评和指正。从他们的身上我们学到了治学严谨、客观务实的良好工作作风和和蔼、热忱的优秀品格，使我们在求学过程中同时学到了很多做人的道理，也使我们能够顺利的完成毕业设计。真诚的向那些在毕业设计中给予过我帮助的各位老师和同学表示衷心的感谢。诚挚的祝福各位老师和同学们在今后的工作学习中一切顺利，身体健康！