

香港交易及結算所有限公司及香港聯合交易所有限公司對本文件之內容概不負責，對其準確性或完整性亦不發表任何聲明，並明確表示概不就因本文件全部或任何部分內容而產生或因依賴該等內容而引致之任何損失承擔任何責任。



Zijin Mining Group Co., Ltd.*

紫金礦業集團股份有限公司

(一家於中華人民共和國註冊成立的股份有限公司)

(股票代碼：2899)

海外監管公告

此乃紫金礦業集團股份有限公司（「本公司」）登載於中華人民共和國上海證券交易所（「上交所」）網頁的公告。

截至本公告之日，董事會成員包括執行董事陳景河先生（董事長）、羅映南先生、劉曉初先生、藍福生先生、黃曉東先生、鄒來昌先生，非執行董事彭嘉慶先生，以及獨立非執行董事蘇聰福先生、陳毓川先生、林永經先生及王小軍先生。

承董事會命
紫金礦業集團股份有限公司
董事長
陳景河

中國，福建，2010年10月27日

*本公司之英文名稱僅供識別

证券代码：601899 股票简称：紫金矿业 编号：临 2010—058

紫金矿业集团股份有限公司
关于变更部分募集资金投资项目的公告

本公司董事会及全体董事保证本公告内容不存在任何虚假记载、误导性陈述或者重大遗漏，并对其内容的真实性、准确性和完整性承担个别及连带责任。

重要内容提示：

- 原投资项目名称：矿产资源勘探项目
- 新投资项目名称：青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目
- 新投资项目投资总额：58,792.95 万元
- 改变募集资金投向的数量：34,210.51 万元（含利息）
- 新项目预计完成的时间、投资回报率：新项目预计完成时间为 2011 年末；财务内部收益率税前为 18.75%，税后为 14.89%；总投资收益率（ROI）为 15.28%；资本金净利润率（ROE）为 22.13%。

一、变更募集资金投资项目的概述

经中国证券监督管理委员会证监许可〔2008〕417号文批准，本公司于2008年4月16日向社会公众公开发行人民币普通股140,000万股，发行价为人民币7.13元/股，募集资金总额为人民币998,200.00万元，扣除发行费用人民币17,503.98万元，实际募集资金净额为人民币980,696.02万元。

根据公司首次公开发行A股招股说明书，本次募集资金主要投入紫金山金铜矿联合露采项目、珲春紫金曙光金铜矿改扩建工程等8个项目及补充流动资金。

截至2010年6月30日，上述募集资金计划投入与实际投入的情况如下：

单位：万元

序号	项 目	计划投入 金 额	实际投入 金 额	实施 进 度
1	紫金山金铜矿联合露采项目	152,104.08	137,365.71	基本建成 投产
2	珲春紫金曙光金铜矿改扩建工程	46,150.00	40,557.62	基本建成 投产
3	日处理200t难选冶金精矿冶炼提金工程	19,838.00	19,809.40	建成投产
4	矿产资源勘探项目	35,700.00	1,706.76	拟变更
5	收购中寮铜矿区五子骑龙一浸铜湖矿段地质详查区探矿权项目	19,800.00	19,680.00	已完成

6	增资紫金铜冠,收购蒙特瑞科公司股权	60,300.00	60,300.00	已完成
7	收购塔吉克斯坦ZGC金矿及开发项目	130,534.50	41,847.26	收购已完成,目前处于开发建设阶段
8	收购紫金龙兴(图瓦铅锌矿)70%股权项目	27,160.00	27,160.00	已完成
9	补充流动资金	489,109.44	476,800.00	
	合计	980,696.02	825,226.75	

上述募投项目中,矿产资源勘探项目因自身的局限性拟用自有资金投入。因此,拟对矿产资源勘探项目尚未投入的34,210.51万元(含利息)资金进行变更,投向青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目。

本次变更募集资金投向不构成关联交易。

本次变更部分募集资金投向的议案已经公司四届八次董事会审议通过,尚需获得公司2010年第一次临时股东大会审议批准后方可实施。

二、变更募集资金投资项目的具体原因

矿产资源勘探项目计划投资总额为35,700万元,主要包括紫金山金铜矿区及其外围勘查等6个勘探项目,截至2010年6月底,矿产资源探勘项目已投入金额为1,706.76万元,详情如下:

单位: 万元

序号	项 目	实际投入
1	紫金山金铜矿区及其外围勘查	724.19
2	曙光金铜矿勘查	454.70
3	义兴寨金矿勘查	118.76
4	福兴铜矿普查和蒙库铁矿东段乌吐布拉克铁矿补充详查及外围预查	282.88
5	东坑金矿区补充详查和银岩锡矿区勘探	99.63
6	马石铜矿区勘查	26.6
	合计	1,706.76

上述六个项目,其中新疆蒙库乌吐布拉克铁矿因地方政府资源整合需要不再投入,新疆福兴铜矿已探明为低品位资源且量小,无经济价值拟不再投入;安徽马石铜矿区已探明为低品位资源且量小无经济价值拟不再投入;东坑金矿及银岩锡矿探明资源已经满足生产需要,下一步安排为探采结合,难以区分探矿和生产投入,拟不再使用募集资金;紫金山金铜矿区及其外围勘查、曙光金铜矿勘查及义兴寨金矿勘查三个项目仍需投入,但因地勘投入周期较长,同时勘探投入风险较大,难以准确计量投入效果,

为此，拟用自有资金投入。对未投入使用的勘探项目募集资金进行变更。

本次通过变更部分募集资金的投向，不仅可以更大限度发挥募集资金的使用效率，同时也可以降低财务费用，提升公司盈利空间，更好地为广大投资者创造价值。

三、新项目的相关情况

1、项目实施的必要性

青海威斯特铜业有限公司为本公司全资子公司，主要开发利用青海德尔尼铜矿资源。德尔尼铜矿为一大型铜钴矿床，探明的储量为：铜金属 54 万吨，钴金属 2.9 万吨，硫 1461.7 万吨等。德尔尼铜矿现已建成日处理原矿石 8,000 吨，年处理 240 万吨的采选联合系统，矿山服务年限以 20 年计，每年将有 100 多万吨的尾矿进入尾矿库。德尔尼尾矿含铁 40.7%、硫 38.5%、铜 0.35%、锌 0.81%、金 0.44 克/吨、银 7.6 克/吨、钴 11.3 克/吨；铁、硫含量高，有价金属含量丰富，具有可观的开发利用价值。

为充分发挥青海德尔尼铜矿资源优势、技术优势和存量资产优势，实现其向产业优势和经济优势的转变，进一步提升整体经济效益，培育新的增长点，本公司于 2008 年 11 月在西宁设立了全资子公司紫金矿业集团青海有限公司，投资建设青海德尔尼铜矿尾矿综合利用循环经济项目，并配套余热发电等装置和设施，项目统一规划，分步实施，第一期工程先建一套处理 30 万吨/年硫铁矿用于生产 40 万吨/年的制酸装置及公用设施。

2、投资估算及募集资金用途

青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目一期工程总投资 58,792.95 万元，其中固定资产投资 58,414 万元，铺底流动资金 378.95 元。除了本次拟变更的募集资金 34,210.51 万元，该项目其余资金由企业自筹解决。

3、主要原材料、燃料

本项目的原材料为德尔尼铜矿尾矿富集后的硫精砂，消耗量为 28.28 万吨/年(干矿)，由汽车运至原料库内。

主要燃料为天然气。

4、技术情况

(1) 产量

硫酸（折 100%）：40 万吨/年

发电量：6770 k.kWh/年（扣除自用电部分）

焙烧渣：19.84 万吨/年（含 Fe \geq 62%，含 S \leq 0.3%）

(2) 生产工艺流程

工艺流程：硫精砂 \rightarrow 沸腾焙烧 \rightarrow 余热回收 \rightarrow 旋风净化 \rightarrow 电收尘净化 \rightarrow 烟气洗涤净化 \rightarrow 烟气干燥吸收 \rightarrow SO₂转化的工艺流程；

干吸产出的硫酸产品 \rightarrow 酸库贮存外销；

焙烧渣 \rightarrow 中转渣库 \rightarrow 外销；

烟气净化工序产出的稀酸送往废水石膏站制石膏。

(3) 主要设备

本项目选择工艺的流程力求技术先进、稳妥、可靠，所选设备力求先进、成熟、可靠，节能。拟引进进口设备 SO₂主鼓风机，余热锅炉循环水泵，净化工序稀酸板式换热器，成品酸板式换热器，离心分离机等以保证制酸装置操作的稳定性。

5、环境保护及综合利用

(1) 废气处理

①制酸尾气：制酸系统采用先进的二转二吸工艺技术，并引进国外触媒提高 SO₂的转化率，同时在二吸塔采用进口纤维除雾器，尾气和酸雾的排放浓度在达到国家标准后，由一座高度为 90 米的烟囱排放。

②沸腾炉开炉烟气：该部分烟气经废热锅炉冷却及旋风收尘器净化除尘后送到 30mg 烟囱排放。

(2) 废水处理

废水处理站采用中和处理工艺，经处理后的外排废水水质可达到《污水综合排放标准》（GB8978—1996）一级标准要求，经处理后的污水排入厂区排水管网。

(3) 固体物处理

固体物主要有沸腾炉渣、污水处理产出石膏等。

沸腾炉炉渣因含铁较高，可作为钢铁厂的优质原料外售；石膏可作为制造水泥的掺合料和建筑材料的原料等；生产过程中产生的废触媒回收后送回触媒生产厂家。

(4) 噪声处理

噪声源主要有 SO₂鼓风机、气轮发电机以及余热锅炉安全阀（排气时）。

采取的主要措施是：采用隔声门，并对基础作减振处理；控制室设隔声装置，采用双层玻璃窗和减振处理；风机安装隔声罩和消声器，以减少噪声源强，使厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》的要求。

本工程环境保护投资包括废水处理、废气治理、噪声防治、固废处置等。本工程环保投资约为 5730.05 万元，约占工程费用的 13.2%。

6、项目选址

德尔尼尾矿综合利用循环经济项目地处青海省西宁甘河工业园区。

7、项目的组织方式及实施进展情况

本项目由青海威斯特铜业委托中国瑞林工程技术有限公司编制了可行性研究报告【(CN0108)工程】，由紫金矿业集团青海有限公司负责组织实施。该公司已用自有资金进行本项目征地等前期工作，目前已开工建设。

8、项目效益分析

本项目建设期 1.5 年，投产期 1 年，预计于 2011 年末投产。项目财务内部收益率税前为 18.75%，税后为 14.89%；投资回收期税前为 5.98 年（含建设期），税后为 6.78 年（含建设期）；总投资收益率(ROI)为 15.28%；资本金净利润率(ROE)为 22.13%。

9、项目审批情况

青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目已获得青海省发展和改革委员会备案，备案登记编号为“青发改工业备字[2008]50号”，及青海省经济委员会备案，备案登记编号为“青经投备案(2008)24号”，并于 2010 年 3 月、4 月分别获得青海省发展和改革委员会和青海省经济委员会同意项目（一期）备案延期复函“青发改函【2010】396号”“青经投备案变更[2010]2号”；青海省安全生产监督管理局已组织专家通过了该项目安全方面的评审；该项目于 2010 年 8 月份获得青海省环境保护厅批复“青环发[2010]569号”，于 2009 年 9 月获得青海省人民政府有关用地的批复“青政土函[2009]56号”，并与西宁经济技术开发区甘河工业园区管理委员会签署了土地征用协议。

四、新项目的市场前景及风险提示

1、项目的市场前景分析

本项目是以青海德尔尼铜矿的尾矿作为原料，采用沸腾焙烧，两转两吸技术制取98%浓硫酸，烧渣为高品质的铁焙砂，余热回收用于发电，本项目完全符合“今后中国硫酸生产将积极发展硫铁矿制酸，鼓励发展冶炼气制酸，适当发展硫磺制酸”的国家规划，符合以资源的高效利用和循环利用为核心，以“减量化、再利用、资源化”为原则的循环经济政策，符合国家产业政策和准入的原则，同时从局部地区销售渠道和本身工艺技术而言具有以下优势：

(1) 本项目在硫酸生产过程中产生的烧渣中铁含量高达65%以上，是炼钢的优质原料，作为基础工业原料在当前和今后一个时期有较大的市场需求，且项目所在地的附近有钢铁厂等，产品销售半径短，运输成本低，具有比较优势。

(2) 本项目所在园区内建有云南云天化国际大型化肥生产企业，该公司年耗硫酸33万吨左右，本期项目所产硫酸大部分用管道输送销售给该公司，已与该公司签订产品购销框架协议，其余在本地外销。

(3) 本项目是目前国内外硫铁矿制酸最大规模的生产装置，本项目所采用的工艺技术先进，“三废”达标排放且排放量小，原料成本低来源方便，余热综合回收利用，本项目综合能耗低，与同行业相比产品成本较低具有较强的竞争优势。项目财务效益较好，并具有一定的抗风险能力及借款偿还能力，项目在财务上是可行的。

2、本项目的风险分析

本项目效益的好坏主要取决于硫酸、铁焙砂的销售价格以及余热回收利用情况。主要是以下三个方面的不确定将给本项目带来一定的风险：

- 1、国际硫磺供应的松紧程度和价格的涨跌，将影响硫酸的销售价格；
- 2、国内化肥生产和销量情况的波动会影响硫酸的销售价格
- 3、国家相关产业政策的变化。

五、独立董事关于本次变更部分募集资金投向独立意见

公司四名独立董事林永经、苏聪福、陈毓川、王小军对本次募集资金变更事项发表如下独立意见：本次变更部分募集资金投向事项的决策是董事会根据客观实际情况作出的，变更后的募集资金投资项目具有较好的市场前景和盈利能力，有利于提高募集资金的使用效率和实现资源的有效配置，符合公司和全体股东的整体利益，不存在损害公司股东特别是中小股东利益的情况，且公司本次变更部分募集资金投向决策的

内容和程序符合上市公司募集资金使用的有关监管法规和公司募集资金管理办法的相关规定。同意将矿产资源勘探项目尚未投入的 34,210.51 万元（含利息）资金变更投入到青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目，并将该事项提交公司 2010 年第一次临时股东大会审议。

六、监事会的决策程序及意见

公司监事会对变更部分募集资金投向发表如下审核意见：本次变更部分募集资金投向是董事会根据客观实际情况作出的，有助于公司提高募集资金的使用效率，不存在损害股东利益的情形，且该事项决策和审议程序合法、合规，同意将矿产资源勘探项目尚未投入的 34,210.51 万元（含利息）资金变更投入到青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目，并将该事项提交公司 2010 年第一次临时股东大会审议。

七、保荐人的意见

本公司保荐机构安信证券股份有限公司经核查后认为：公司变更部分募集资金投资项目已经公司董事会审议批准，独立董事发表同意意见；本次变更募集资金投向履行了必要的法律程序，符合《上海证券交易所上市公司募集资金管理办法》的相关规定，因此，本保荐机构同意公司将上述议案报请公司 2010 年第一次临时股东大会批准，在履行相关法定程序并信息披露后方可实施。

八、备查文件

- 1、董事会决议
- 2、监事会决议
- 3、独立董事意见
- 4、保荐人意见
- 5、《德尔尼尾矿综合利用循环经济项目可行性研究报告》

紫金矿业集团股份有限公司

董 事 会

二〇一〇年十月二十八日

紫金矿业集团股份有限公司独立董事

关于变更募集资金使用项目的意见

经中国证券监督管理委员会证监许可〔2008〕417号文批准，本公司于2008年4月16日向社会公众公开发行人民币普通股140,000万股，发行价为人民币7.13元/股，募集资金总额为人民币998,200.00万元，扣除发行费用人民币17,503.98万元，实际募集资金净额为人民币980,696.02万元。

福建华兴会计师事务所对截止至2010年6月30日的募集资金使用情况进行了专项审计【闽华兴所（2010）鉴证字D-001号】，截至2010年6月30日，公司累计已使用募集资金合计人民币825,226.75万元；尚未使用的募集资金人民币155,469.27万元，利息14,044.12万元，募集资金专户余额合计为人民币169,513.39万元。

公司经营班子根据《募集资金管理办法》提出了关于变更部分募集资金使用项目的议案，拟将尚未使用的矿产资源勘探项目募集资金34,210.51万元（含利息），变更投入到青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目。

经认真审核，就上述议案，独立董事发表如下意见：本次变更部分募集资金投向事项的决策是董事会根据客观实际情况作出的，变更后的募集资金投资项目具有较好的市场前景和盈利能力，有利于提高募集资金的使用效率和实现资源的有效配置，符合公司和全体股东的整体利益，不存在损害公司股东特别是中小股东利益的情况，且公司本次变更部分募集资金投向决策的内容和程序符合上市公司募集资金使用的有关监管法规和公司募集资金管理办法的相关规定。同意将矿产资源勘探项目尚未投入的34,210.51万元（含利息）资金变更投入到青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目，并将该事项提交公司2010年第一次临时股东大会审议。

独立董事： 苏聪福

陈毓川

林永经

王小军

紫金矿业集团股份有限公司

2010.10.27

安信证券股份有限公司

关于紫金矿业集团股份有限公司

变更部分募集资金投资项目及用募集资金

置换已投入的自筹资金事项的专项意见

安信证券股份有限公司（以下简称“安信证券”或“本保荐机构”）作为紫金矿业集团股份有限公司（以下简称“紫金矿业”或“公司”）首次公开发行 A 股股票并上市持续督导的保荐机构，根据《证券发行上市保荐业务管理办法》、《上海证券交易所上市公司募集资金管理规定》等有关法律法规，对紫金矿业拟变更部分募集资金投资项目及用募集资金置换预先已投入的自筹资金事项进行了核查，其具体事项如下：

一、募集资金基本情况

经中国证券监督管理委员会证监许可[2008]417 号文批准，紫金矿业于 2008 年 4 月 16 日向社会公众公开发行人民币普通股 140,000 万股，发行价为人民币 7.13 元/股，募集资金总额为人民币 998,200.00 万元，扣除发行费用人民币 17,503.98 万元，实际募集资金净额为人民币 980,696.02 万元。经天健华证中洲（北京）会计师事务所有限公司出具的天健华证中洲(2008)GF 字第 020005 号验资报告验证，该项募集资金已于 2008 年 4 月 22 日存入公司的募集资金专户。

根据福建华兴会计师事务所有限公司（以下简称“华兴所”）出具的闽华兴所(2010)专审字 D-0 号《关于紫金矿业集团股份有限公司 A 股募集资金使用情况的鉴证报告》（以下简称“鉴证报告”），截至 2010 年 6 月 30 日，募集资金的使用情况如下表所示：

单位：人民币万元

募投项目名称	承诺投入金额	实际投入金额	实际投入金额与承诺投入金额的差额	项目进度
紫金山金铜矿联合露采项目	152,104.08	137,365.71	14,738.37	
珲春紫金曙光金铜矿改扩建工程	46,150.00	40,557.62	5,592.38	
日处理 200t 难选冶金精矿冶炼提金工程	19,838.00	19,809.40	28.60	建成投产
矿产资源勘探项目	35,700.00	1,706.76	33,993.24	拟变更

收购中寮铜矿区五子骑龙—浸铜湖矿段地质详查区探矿权项目	19,800.00	19,680.00	120.00	已完成
增资紫金铜冠，收购蒙特瑞科公司股权	60,300.00	60,300.00		已完成
收购塔吉克斯坦 ZGC 金矿及开发项目	130,534.50	41,847.26	88,687.24	收购完成，处于开发建设阶段
收购紫金龙兴（图瓦铅锌矿）70%股权项目	27,160.00	27,160.00		已完成
小计	491,586.58	348,426.75		
补充流动资金	489,109.44	476,800.00		
合计	980,696.02	825,226.75		

二、募集资金投资项目变更情况

（一）拟变更的募集资金投资项目情况

矿产资源勘探项目计划投资总额为 35,700 万元，主要包括紫金山金铜矿区及其外围勘查等 6 个勘探项目，截至 2010 年 6 月 30 日，矿产资源探勘项目已投入金额为 1,706.76 万元，具体如下：

单位：人民币万元

序号	项 目	实际投入
1	紫金山金铜矿区及其外围勘查	724.19
2	曙光金铜矿勘查	454.70
3	义兴寨金矿勘查	118.76
4	福兴铜矿普查和蒙库铁矿东段乌吐布拉克铁矿补充详查及外围预查	282.88
5	东坑金矿区补充详查和银岩锡矿区勘探	99.63
6	马石铜矿区勘查	26.60
	合计	1,706.76

该项目募集资金尚余 34,210.51 万元（含利息）。

因矿区资源品位低、无经济价值等原因，公司拟不再对上述矿产资源勘探项目增加投入，并进行变更。

（二）新投资项目的情况

青海德尔尼铜矿为紫金矿业全资拥有，目前该矿副产的硫精砂（主要成分硫铁矿，化学成分 FeS_2 ）产量大，堆放存储困难，还易对周围的环境造成污染，同时影响

德尔尼铜矿的开采和铜产量的提高。因此利用硫精砂进行焙烧，其烟气制取硫酸，焙烧渣制取球团可以作为炼铁的原料，能使公司获得较好的经济效益、社会效益和环境效益。

青海德尔尼尾矿综合利用循环经济项目总投资 58,792.95 万元，其中固定资产投资 58,414 万元，铺底流动资金 378.95 元。除了本次拟变更的募集资金 34,210.51 万元，该项目其余资金由公司自筹解决。

三、用募集资金置换预先已投入的募投项目自筹资金的情况

收购塔吉克斯坦 ZGC 金矿及开发项目计划投资 17,000 万美元（约合人民币 130,534.50 万元），其中收购资金 5,510 万美元，股权交易税费 500 万美元，律师费及其他费用 440 万美元，不可预见费用 550 万美元，ZGC 金矿开发建设资金 1 亿美元。截至 2010 年 6 月 30 日，该项目已完成收购，支付的资金经华兴所审计为 41,847.26 万元。

因塔吉克斯坦政府持有 ZGC 剩余的 25% 股权，且不因其他股东增加投入而稀释政府在 ZGC 公司的股权比例，为保障公司权益，本次募集资金用于该项目开发建设的资金改用股东借款方式投入。

根据华兴所出具的鉴证报告，自 2007 年 7 月 18 日至 2010 年 8 月 31 日，公司通过股东借款方式向 ZGC 项目提供开发建设资金美元 35,418,681.07 元（约合人民币 24,111.62 万元）。公司拟用募集资金置换前期以股东借款形式已投入 ZGC 项目的自筹资金美元 35,418,681.07 元（约合人民币 24,111.62 万元）。

四、本次变更部分募集资金投资项目及用募集资金置换已投入的自筹资金事项尚需提交公司 2010 年第一次临时股东大会审议批准。

五、本保荐机构的核查意见

综上，经核查，本保荐机构认为：

公司变更部分募集资金投资项目已经公司董事会审议批准，独立董事发表同意意见；本次变更募集资金投向履行了必要的法律程序，符合《上海证券交易所上市公司募集资金管理办法》的相关规定。

公司本次使用募集资金置换预先投入募投项目的自筹资金事宜，已经公司董事会审议通过，监事会、独立董事发表了同意意见，并经福建华兴会计师事务所有限公司进行了专项审计，履行了必要的法律程序，符合相关法律法规的规定。

因此，本保荐机构同意公司将上述议案报请公司 2010 年第一次临时股东大会批准，在履行相关法定程序并信息披露后方可实施。

德尔尼尾矿综合利用循环经济项目

可行性研究报告

中国瑞林工程技术有限公司

二〇〇八年十月十日

中国瑞林工程技术有限公司

总 经 理：章晓波

主管副总经理：徐赤农

总 工 程 师：姚素平

主管副总工程师：黄卫华

项 目 经 理：章颂泰

项 目 副 经 理：曹 霞

陈晓东

参加专业及设计人员

专 业	专业审核人	专业负责人/设计人员
化工	曹霞	郭凯 王召启 姜凯
化机	葛帅华	王政才 葛帅华 熊丽芳
冶金炉	刘八生	袁精华
收尘	章颂泰	章颂泰（兼），熊少华
冶炼	段发明	段发明 唐斌
热工	陈晓东	陈晓东 胡继光 谈向军
水道	刘钰畴	熊 鸣 王小燕
暖通	袁正明	舒春林
电力	刘祥印	刘祥印 汪华 张泗
仪表	薛惠	郭大标，薛惠
电信	文辉煌	张卫国
总图	曾小平	曾小平，杨武斌
建筑	谢瑛	廖 洪
结构	杨小伟	马 民
环保	邓志文	何祝英
化验	章颂泰	熊少华
技经	龚江蓉	胡 青
报价	蒋文彬	蒋文彬，徐小平

目 录

1 总 论.....	1
1.1 企业概况.....	1
1.2 项目概况.....	4
1.3 项目建设的必要性.....	4
1.4 设计依据及设计原则.....	6
1.5 厂址概况.....	7
1.6 产品方案及项目建设规模.....	8
1.7 工艺流程及项目建设的主要内容.....	9
1.8 主要原材料、燃料的规格，及其消耗量和来源.....	10
1.9 生产方法及流程.....	11
1.10 辅助工程及公用工程.....	18
1.11 环境保护及综合利用.....	29
1.12 劳动安全卫生.....	31
1.13 消防.....	33
1.14 概算.....	34
1.15 综合技术经济指标表.....	36
1.16 问题与建议.....	40
1.17 项目建设进度的初步安排.....	40
2 技术经济评价.....	41
2.1 概述.....	41
2.2 综合技术经济指标表.....	41
2.3 组织机构和劳动定员.....	45
2.4 投资与资金筹措.....	47

2.5 成本与费用.....	49
2.6 产品产量、销售收入及税金.....	51
2.7 资金来源及使用计划.....	52
2.8 基准收益率.....	53
2.9 财务分析.....	53
2.10 财务生存能力分析.....	55
2.11 不确定性分析.....	56
2.12 综合分析.....	57
3 工艺设计方案说明.....	66
3.1 工艺技术方案的选取.....	66
3.2 综合评价及结论.....	69
4 原料贮存及运输.....	72
4.1 概述.....	72
4.2 原料.....	72
4.3 工艺过程叙述.....	72
4.4 主要技术经济指标.....	73
4.5 主要设备选择.....	73
4.6 问题与建议.....	74
5 焙烧及收尘.....	75
5.1 装置的功能、设计规模、实施方案及生产装置组成.....	75
5.2 生产流程特点.....	75
5.3 本装置的三废治理及环保措施与实际效果.....	75
5.4 原料主要技术规格.....	76
5.5 沸腾焙烧炉出口烟气条件.....	76

5.6	生产流程简述.....	77
5.7	主要设备的选择.....	79
5.8	进入净化工序烟气状况.....	82
5.9	沸腾焙烧炉.....	83
6	硫酸工艺.....	90
6.1	概述.....	90
6.2	原料及产品的主要技术规格.....	91
6.3	工艺流程简述.....	91
6.4	工艺设计的特点.....	94
6.5	设计选用的主要参数.....	97
6.6	需要引进的设备情况.....	98
6.7	主要节能措施.....	99
6.8	配置及配管.....	99
6.9	有关专项工程技术方案与节省投资措施.....	99
6.10	全厂元素平衡.....	101
6.11	问题及建议.....	102
7	热工.....	103
7.1	余热回收及利用.....	103
7.2	纯水站.....	109
7.3	空压站.....	111
7.4	事故柴油发电站.....	113
7.5	换热站.....	114
8	给排水.....	117
8.1	概述.....	117

8.2 给水	118
8.3 消防设施	121
8.4 排水	121
9 供配电	127
9.1 设计依据	127
9.2 设计范围	127
9.3 电源状况	127
9.4 用电负荷	127
9.5 总降压站方案	128
9.6 余热发电及应急柴油发电机系统	130
9.7 车间 10kV 配电所	130
9.8 车间低压变配电所	130
9.9 生产装置的环境特征及配电设备及材料选择	131
9.10 动力用电的操作和保护	131
9.11 配电线路	132
9.12 照明	132
9.13 防静电、防雷与接地	132
9.14 节能措施	133
9.15 主要电气防火措施	133
9.16 存在问题	134
10 自动化仪表	135
10.1 设计采用的标准、规范	135
10.2 设计范围	135
10.3 自动化水平	136

10.4 DCS 系统结构.....	138
10.5 设备选型.....	139
10.6 动力供应.....	142
10.7 仪表维修.....	142
11 通信工程.....	143
11.1 设计依据.....	143
11.2 设计内容和范围.....	143
11.3 电话通信系统.....	143
11.4 工业电视监控系统.....	144
11.5 计算机局域网.....	145
11.6 供电电源.....	145
11.7 接地保护.....	145
12 土 建.....	146
12.1 概述.....	146
12.2 设计依据.....	146
12.3 设计原则.....	148
12.4 建筑结构设计方案.....	148
12.5 材料.....	151
12.6 存在的问题.....	152
13 总图运输.....	153
13.1 区域概述.....	153
13.2 设计依据.....	153
13.3 总体布置.....	154
13.4 总平面布置.....	154

13.5 工厂运输	159
14 化 验	162
15 环境保护	163
15.1 环境现状	163
15.2 环境保护设计依据和采用标准	163
15.3 主要污染物及其治理措施	164
15.4 清洁生产	170
15.5 项目对周围环境影响的估算	171
15.6 绿化	171
15.7 环境管理与环境监测	171
15.8 环境保护投资估算	172
16 暖 通	173
16.1 概述	173
16.2 设计依据	173
16.3 基础资料	173
16.4 技术措施	174
16.5 设计内容	174
17 节 能	178
17.1 能耗指标	178
17.2 余热回收效益	178
17.3 节能措施	179
17.4 能源计量器具的配置	179
18 消 防	180
18.1 设计依据	180

18.2	工程概况	180
18.3	工程性质、设计范围及主要生产过程.....	181
18.4	建设规模及产品方案.....	181
18.5	工程生产、贮存物品的火灾危险性类别.....	182
18.6	该项工程的防火措施.....	182
18.7	消防设施.....	185
18.8	消防设施专项投资概算.....	186
19	投资估算.....	187
19.1	概述.....	187
19.2	投资范围及内容.....	187
19.3	编制原则及依据.....	188
19.4	外汇估算.....	188
19.5	其它说明.....	189
19.6	估算表.....	189
20	劳动安全卫生.....	194
20.1	设计依据.....	194
20.2	工程概况.....	195
20.3	建筑及场地布置.....	196
20.4	生产过程职业危害及安全事故因素分析.....	196
20.5	职业安全卫生防护措施.....	197
20.6	劳动安全和工业卫生机构设置及人员配置.....	199
20.7	专用投资概算.....	200
20.8	预期防范效果.....	200

1 总论

1.1 企业概况

紫金矿业集团青海有限公司是拟成立的有限责任制企业，注册资金 10000 万元。主要是开发利用青海德尔尼铜矿资源，将德尔尼铜矿及尾矿资源经过处理加工，可生产铜精矿、铁精矿、硫酸等产品，该产品主要用于冶炼铜、铁及化工产品方面，市场前景广阔，社会效益、经济效益良好。

主营矿产品的冶炼、加工、销售；化工、建材产品的生产与销售；有色金属、金属矿的勘探、开发与技术咨询服务；农产品、机电产品及设备的生产、销售、自营和代理各类商品和技术的进出口（国家专项规定的除外）。

紫金矿业集团青海有限公司由紫金矿业集团股份有限公司出资成立。紫金矿业作为在香港 H 股上市、上海 A 股上市的国内大型矿业集团，在矿业开发、冶炼方面具有丰富的经验、先进的技术和雄厚的实力。公司设立董事会、监事会经理层和两室十处，由公司董事会聘任的经理层负责公司的具体运作。公司现设总经理办公室、监察审计室、人力资源处、财务部、生产技术部、采矿厂、选矿厂、设备动力处、基建工程处、环境安全管理处、保障部、资源部等 12 个部门。目前公司共有员工 520 人，其中总部派驻人员 17 人，当地招聘 503 人。其中研究生 4 人，本科 56 人，大专 159 人，高级职称人员 12 人，中级职称人员 35 人，初级职称 51 人。

公司于 2002 年 10 月 26 日通过公开竞拍，成为德尔尼铜矿的开发业主。德尔尼铜矿是上个世纪六、七十年代发现的大型铜钴矿床，

探明储量和平均品位分别为：铜金属 54 万吨、含 1.27% 钴金属 2.9 万吨、含 0.09% 硫 1461.7 万吨、含 30.02% 锌 14.7 万吨、含 1.04% 伴生金 29.29 吨、含 0.43g/t 伴生银 275.01 吨、含 4.73g/t。超基性岩中发现共有 27 个矿体，以 I、II、V、VII 号四个矿体规模最大，I 号矿体储量 19 万吨，II 号矿体储量 5 万吨，V 号矿体储量 24 万吨，VII 号矿体储量 6 万吨，德尔尼铜、钴矿藏量均居全国前列。德尔尼现已建成日处理原矿石 8000 吨，年处理 240 万吨的采选联合系统，矿山服务年限以 20 年计，每年将有 100 多万吨的尾矿进入尾矿库。德尔尼尾矿含铁 40.7%、硫 38.5%、铜 0.35%、锌 0.81%、金 0.44 克/吨、银 7.6 克/吨、钴 11.3 克/吨；铁、硫含量高，有价金属含量丰富。2500 多万吨尾矿中含铜 9 万吨、金 11400 公斤、银 19 万公斤、钴 29 万公斤，硫 997 万吨，铁 1218 万吨，具有极为可观的开发利用价值。

公司于 2004 年 8 月开工建设，到 2007 年 1 月开始试生产。截止目前公司已投入 6.6 亿元资金在德尔尼建设成了日处理原矿石 8000 吨的现代化矿区，是目前青藏高原海拔最高、处理矿量最大的矿山企业。采选联合系统达产后每年可生产铜精矿 11 万吨，其中含铜金属 1.2 万吨，伴生金 100 公斤，伴生银 1500 公斤，实现年销售收入 5.5 亿元，年创利税 2.6 亿元，其中上缴税费总额 7236 万元。该项目于 2003 年 8 月被列入青海省第二批重点工业项目，2008 年 5 月，青海威斯特铜业有限责任公司德尔尼铜矿二期工程（处理矿石 240 万 t/a）竣工，环保工作已顺利通过验收。

紫金矿业集团计划用十年时间在青海建成三条 40 万吨硫酸生产线和一条 10 万吨铜冶炼生产线，并利用青海省丰富的钾盐生产硫酸钾（ K_2SO_4 ）和聚氯乙烯（PVC），以消耗部分硫酸，最终建成：年产

90-100 万吨铁精矿，硫酸 140 万吨（部分自用），硫酸钾（60 万吨），聚氯乙烯（PVC）40-50 万吨，阴极铜 10.5 万吨，钴 1000 吨，并配套余热发电的大型联合企业。整个项目建成达产后，年实现销售收入 150-180 亿元，利润 15-20 亿元，税收 15-20 亿元。

近期目标（2008 年 9 月-2009 年 12 月）

公司将德尔尼铜钴尾矿富集后运至西宁甘河工业园区，在园区建成年产 40 万吨硫酸的生产线一条，余热回收发电。

中期目标（2010 年 9 月-2012 年 12 月）

在工业园区建设两条年产 40 万吨硫酸生产线并配套生产硫酸钾 30 万吨，PVC20 万吨，余热回收发电。

中远期目标（2013 年 1 月-2017 年 12 月）

建设一条年产 10 万吨铜冶炼厂（利用德尔尼铜精矿和玉龙铜精矿）并扩大硫酸钾生产能力 30 万吨，PVC 生产能力 30 万吨。

公司自投产以来，青海省省长宋秀岩、副省长邓本太、全国政协常委、原青海省省长、地质学家宋瑞祥、青海省人民政府副省长马建堂、青海省环境保护局、青海省安全监督管理局、青海省国家税务局、青海省国土资源厅领导以及果洛州、玛沁县政府、人大、政协以及相关部门领导及中央驻青挂职“博士服务团”多次到到公司考察调研。近年来公司先后荣获紫金矿业集团“优秀外部项目”、果洛州“诚信企业”、果洛州“消防先进单位”、青海省“促进就业先进单位”、青海电视台“CCTV 全国青年歌手大赛青海赛区颁奖晚会”特邀嘉宾单位等荣誉。

公司以艰苦创业、开拓进取的精神，秉承以人为本、追求卓越的理念及员工、企业和社会协调发展的价值观，依靠技术创新和社会各

界的支持，坚持规模开发、综合利用、依法经营、规范运作的原则和坚持资源开发与环境保护并重、经济效益与社会效益并举的可持续发展的方针，努力把德尔尼铜矿建成国内一流的有色金属矿山，将青海威斯特铜业有限责任公司做大、做精、做强。

1.2 项目概况

为了充分发挥德尔尼铜矿资源优势、技术优势和存量资产优势，实现其向产业优势和经济优势的转变，进一步提升企业整体经济效益，培育新的增长点，紫金矿业集团青海有限公司在广泛调研与分析基础上，拟在青海西宁甘河工业园投资建设 2×30 万吨/年硫铁矿循环经济项目。紫金矿业集团青海有限公司委托中国瑞林工程技术有限公司编制该项目的可行性研究报告。本项目可行性研究的设计按 2×30 万吨/年硫铁矿（按产品计相当于 2×40 万吨/年硫酸）总图规划，分步实施，本可研按一期工程建一套处理 30 万吨/年硫铁矿（40 万吨/年的制酸）装置及公用设施设计。

本工程建设地点：青海西宁甘河工业园区内。

1.3 项目建设的必要性

1.3.1 项目建设是企业生存和发展的需要

本项目的建设是充分发挥紫金矿业硫铁矿资源优势及矿山存量资产效能，实现向其产业优势和经济优势转变的有效途径，能更大幅度地促进本企业“高品位硫精矿沸腾焙烧”工艺技术成果转化为生产力，提高矿产资源综合利用水平，将本工程生产的铁焙砂作为炼铁的优质原料。进而提高企业的整体经济效益、社会效益、环境效益和增强抗市场风险能力。

1.3.2 是发展循环经济的项目

该项目对照国家有关产业政策，不属于《产业结构调整指导目录》中规定的限制和淘汰项目，项目的生产工艺，设备符合《中华人民共和国节约能源法》，《中国节能技术政策大纲》等相关法律。

我国铁矿石的增长速度远远落后于钢铁工业的发展速度，国内硫资源的自给率不足 50%，随着我国钢铁工业的不断发展，硫铁矿会越来越紧俏。本项目利用副产高品位硫铁矿、采用沸腾焙烧技术生产 SO_2 气体制取浓硫酸，其产出的铁焙砂含铁量高 ($\text{Fe}>62\%$)，是炼铁的优质原料。该技术已经可以做到基本上没有废渣排放。不仅解决了副产硫铁矿的出路问题，而且生产出市场急需的硫酸及高铁铁焙砂，既解决了环境问题，又使企业获得很好的经济效益和社会效益。可谓一举几得。完全符合：“今后中国硫酸生产将积极发展硫铁矿制酸，鼓励发展冶炼气制酸，适当发展硫磺制酸”的国家规划。符合以资源的高效利用和循环利用为核心，以“减量化、再利用、资源化”为原则的循环经济政策。符合以下产业政策和准入的原则：

(1) 国内具备研究开发、产业化的技术基础，有利于技术创新，形成新的经济增长点；

(2) 当前和今后一个时期有较大的市场需求，发展前景广阔，有利于提高短缺商品的供给能力，有利于开拓国内外市场；

(3) 有较高技术含量，有利于促进产业技术进步，提高产业竞争力；

(4) 符合可持续发展战略要求，有利于安全生产，有利于资源节约和综合利用，有利于新能源和可再生能源开发利用、提高能源效率，有利于保护和改善生态环境。

(5) 符合"减量化、再利用、资源化"为原则的可持续发展理念的经济增长模式。

总之，该项目是一种以资源的高效利用和循环利用为核心，以"减量化、再利用、资源化"为原则，以低消耗、低排放、高效率为基本特征，符合可持续发展理念的经济增长模式的项目，是对"大量生产、大量消费、大量废弃"的传统增长模式的根本变革。是发展循环经济的项目。

1.4 设计依据及设计原则

1.4.1 设计依据

(1) 青海威斯特铜业有限公司设计委托书及可研设计合同(2008.8.8)

(2) 青海威斯特铜业有限公司提供的相关基础资料

- 硫精砂的成分及粒度分析数据
- 厂址地形图
- 有关概算所需资料
- 有关技经所需资料
- 有关供水、供电所需资料

1.4.2 设计原则

1) 紫金矿业集团青海有限公司德尔尼尾矿综合利用循环经济项目按照处理 2×30 万吨/年硫铁矿的总图统一规划，项目分期实施的原则进行设计。一期先建一套处理 30 万吨/年硫铁矿用于生产 40 万吨/年的制酸装置及公用设施，本可研按一期工程设计。

2) 本工程选择工艺方案，并力求技术先进、稳妥、可靠。

3) 所选设备力求先进、成熟、可靠、节能。

4) 技术和设备的选择立足国内，但关键技术和设备力求引进。

5) 重视循环经济。硫铁矿焙烧的余热要回收利用, 硫铁矿焙烧后的焙烧渣要求达到含 $\text{Fe} \geq 62\%$ 。

6) 加强环境保护, 采用行之有效的技术对废气、废水、废渣进行处理。做到达标排放和进一步利用。

7) 努力提高水的循环利用率, 减少废水排放, 力求再生使用。

8) 加强安全设计及节能设计。

9) 项目的装备水平力求达到国内同行业的先进水平。

1.5 厂址概况

本项目拟建设在青海西宁甘河工业区。

青海西宁甘河工业区位于西宁市湟中县城鲁沙尔镇西北, 甘河滩镇所辖的甘河沟内, 地理坐标: 北纬 $36^{\circ}30' \sim 36^{\circ}36'$, 东经 $101^{\circ}30' \sim 101^{\circ}32'$ 。工业区距鲁沙尔镇 7km, 距西宁市中心 37km。工业区内有鲁沙尔—多巴的公路南北向穿过, 工业区北部约 9km 分布有 109 国道丹东—拉萨公路和青藏铁路, 区内西部矿业铁路专线从青藏铁路双寨站接入, 工业区的内外交通较为便利。

规划的工业区为狭长地形, 东西宽 1.4km 左右, 南北长 8.0km 左右, 占地 1438.2hm^2 , 其中规划建设用地 1246.4hm^2 。

气象资料:

本区地处黄土高原与青藏高原交接地带, 具有温凉、半干旱内陆高原气候特征: 气候温凉, 日温差较大, 无霜期短, 降水量少而蒸发量大, 日照时间长且辐射强烈, 风多风大。

根据湟中县气象站的长期气象观测资料和本区域地面气象观测资料, 该区气候气象特征参数详见以下所列。

年平均气温 3.1℃

最暖月（七月）平均气温	14.6℃
最冷月（一月）平均气温	-8.9℃
极端最高气温	33.4℃
极端最低气温	-31.7℃
年平均降水量	537.8 mm
年平均蒸发量	1245.6 mm
年平均气压	737.7 hPa
年平均风速	1.5 m/s
最大风速	20.0 m/s
主导风向	S—SE
最大冻土深度	130 cm
年平均日照时数	2578.2 h

1.6 产品方案及项目建设规模

1.6.1 原料条件见表 1-1 及表 1-2

表 1-1 硫精砂成分

元素	Cu	TS	Fe	As	Co
%	0.46	47.45	44.40	0.011	0.015

(3) 硫精砂粒径分布见表 1-2

表 1-2 硫精砂粒径分布

粒级（目）	+100	-100 ~ +200	-200 ~ +325	-325 ~ +400	-400	累计
含量（%）	0	0.51	4.76	5.37	89.35	100

1.6.2 产品品种、产量及数量

主产品： 98%工业硫酸。

产量： 40 万吨/年 100% H_2SO_4 。

质量： 93%或 98%工业硫酸产品符合国标 GB/T534-2002 中一等品的指

标。具体见表 1-3。

表 1-3 产品质量指标

项 目	指 标
H ₂ SO ₄	≥98%
灰分	≤0.03%
Fe	≤0.01%
As	≤0.005%
透明度	≥50mm
色度	≤2.0mL
Hg	≤0.01%
Pb	≤0.02%

副产品：

1) 焙烧渣

产量： 19.84 万吨/年；

产品质量： 含 Fe ≥62%， 含 S ≤0.3%。

2) 发电量

发电量： 72240 k-kWh

1.7 工艺流程及项目建设的主要内容

1.7.1 工艺流程

本工程硫精砂制酸采用：硫精砂→沸腾焙烧→余热回收→旋风净化→电收尘净化→烟气洗涤净化→烟气干燥吸收→SO₂转化的工艺流程；干吸产出的硫酸产品→酸库贮存外销；焙烧渣→中转渣库→外销；烟气净化工序产出的稀酸送往废水石膏站制石膏。

1.7.2 项目建设的主要内容

1) 主要生产系统：

原料系统： 原料库及原料输送。

焙烧系统：焙烧炉、鼓风及加料、余热回收、干法收尘及渣灰冷却输送。

制酸系统：烟气净化、干吸、转化、成品酸的贮存及运输。

废水处理系统：废水收集及废水处理。

硫酸尾气处理系统：硫酸尾气处理及尾气烟囱。

2) 辅助生产设施：中央控制室、化验室及排班室；

3) 公用工程设施：

总图运输道路、围墙、车辆，110KV 变电站、厂区内变配电室、厂区内供电线路、厂区内道路照明；厂区内仪表室、厂区内供排水管网、厂区内循环水系统，厂区内消防水系统；厂区内通讯系统；余热发电系统及并网、脱盐水处理站、事故柴油发电机系统；厂区综合管网；机、电、仪维修间、焙烧渣库、石膏渣库等。

4) 生产管理及生活服务设施：

办公楼、食堂、澡堂、车库、单身公寓等。

1.8 主要原材料、燃料的规格，及其消耗量和来源

(1) 原材料

本项目原材料为德尔尼铜矿副产的硫铁矿，硫铁矿年消耗量为 28.28 万吨/年（干矿），由汽车运至原料库内，其成分见表见表 1-1 及表 1-2

(2) 燃料

本工程沸腾炉及硫酸转化系统升温所需燃料为天然气为 75.65 万 m^3/a 。

天然气在当地采购，由管路送到厂区。

1.9 生产方法及流程

1.9.1 生产方法及总流程

(1) 生产方法

本项目按处理 30 万吨/年硫铁矿生产 40 万吨/年硫酸是目前世界上单系列能力最大的硫精砂制酸装置，其生产过程为：由汽车运送进厂的硫精砂其含 H_2O 为 8~10% 左右，送到精矿仓库贮存，然后通过皮带输送机送往沸腾焙烧炉仓，随后进入焙烧炉沸腾焙烧，产出的烧渣含铁量较高 ($\geq 63\%$) 可输出外卖到炼钢厂。焙烧过程中产生的烟气经废热锅炉及电收尘器收尘后送往制酸系统，经烟气净化、 SO_2 催化转化、 SO_3 吸收后产出工业硫酸，送往酸库贮存外销。废热锅炉系统利用硫精砂反应热生产蒸汽，蒸汽送往余热发电系统用于发电。

总流程

工艺采用目前业已成熟的氧化焙烧，废热回收副产蒸汽并发电，酸洗净化、“3+1”两次转化、一级干燥、两次吸收的基本技术。主要原则工艺流程为：原料库——沸腾焙烧炉——余热锅炉——旋风收尘器——电收尘器——净化工序——干燥工序—— SO_2 风机——转化工序——吸收工序——尾气烟囱。

1.9.2 主要工艺叙述

1.9.2.1 原料贮存及运输

原料库的设计范围为硫精砂入库贮存至焙烧工段的加料仓之前。主要内容为硫精砂的贮存、除杂、转运。其主要任务是向焙烧工段提供合格的硫精砂。原料库按 30 万吨硫铁矿规模设计。原料库跨度 33 米，长 168.0 米，轨顶标高 12.0 米，矿仓为半地下式，地下 -2m，地上堆高 6m~8.5m，总容积 $11250m^3$ ，精矿总储存时间 20 天。

由于青海地区属于北方高寒地区，原料库需要采取采暖防冻措施。

汽车运来含水 10% 硫精矿由 3 台（其中一台备用）15 吨抓斗行车倒堆、上料，经上矿仓，通过振动筛除去杂物后再用胶带输送机送往焙烧工段。

1.9.2.2 焙烧及收尘

由原料工序送来含水 10% 的硫精砂加入 2 个容积为 120m^3 ，存料时间为 5~6 小时左右的中间料仓，然后由 2 条带电子计量的调速加料皮带（ $35\text{t/h}\sim 40\text{t/h}$ ）将硫精砂分别送到处理能力为 $25\sim 30\text{t/h}$ 的抛料机中，抛料机连续向沸腾炉床中均匀、适度地抛洒加料，由于抛料机的均匀抛洒，可以有效防止物料在焙烧炉中不均匀堆积并避免产生焙烧炉不稳定性 SO_2 气体的波动。

硫精砂在流化床内焙烧，流化床内通过流化空气使硫精砂保持悬浮状态，该流化风由炉底高压鼓风机提供。炉内焙烧温度控制在 $800\sim 900^\circ\text{C}$ ，最大为 950°C 。实际的操作温度视硫铁矿物质性决定。

焙烧炉内发生的是强放热反应，焙烧热量通过间接冷却（冷却盘管）以蒸汽热的形式吸收，这部分蒸汽与废热锅炉的强制循环系统连接。当焙烧温度较高时则通过直接冷却（喷水）来控制。

硫精砂进料量将根据焙烧烟气中 O_2 的含量控制进料皮带的速率来实现。

大约 $85\sim 90\%$ 的矿渣随烟气离开焙烧炉，其余的矿渣在保持焙烧炉压损的前提下由溢流口排出。焙烧炉的溢流功能是基于重力的原理，焙烧矿渣通过插入的溢流堰板抬高或降低控制炉料层高度，并在排料口设置阀门进行操作。为防止大颗粒的聚集，大颗粒的焙烧矿渣则从格栅面排出。其排出的频率取决于粗粒子的聚结形式。通常在首

次开炉及卸料每班进行一次。

焙烧后，其焙烧渣含有效硫量为： $<0.3\%$ ；

焙烧后产生的烟气含 SO_2 约 12.5% （体积比、湿基），温度大约 950°C ，进入余热锅炉，产生约 450°C 的过热蒸汽，烟气温度冷却到 350°C 左右，然后进入旋风收尘器将烟气中较大颗粒的粉尘捕集，其中粉尘大于 40 微米的粒径均能在此捕集（捕集效率约 80% ），烟气中剩余的少量粉尘将在旋风收尘器之后的电收尘器中捕集，捕集后的烟气含尘浓度在 $200\text{mg}/\text{Nm}^3$ 左右进入制酸工序。

焙烧炉溢流的矿渣和余热锅炉内收集的矿渣（由链式刮板输送机和水冷回转阀排出）汇合进入矿渣冷却器，在矿渣冷却器内矿渣通过间接多管水冷装置将温度冷却到 100°C 左右，由刮板输送机与旋风收尘器及电收尘器捕集的含铁粉尘一起汇集到烧渣中间仓，然后由增湿滚筒将灰渣增湿到含水 10% 左右，由皮带输送到焙烧渣仓（ 500m^3 ）外卖。

1.9.2.3 余热回收及利用

（1）余热回收

本工程余热回收热量主要来源于两处，即沸腾炉焙烧反应热及转化工序中温位反应热。

a、沸腾焙烧炉余热回收：

沸腾焙烧炉在生产过程中排出高温含尘烟气，由于烟气温度高达 950°C ，并含有较高浓度的烟尘和 SO_2 气体，如果烟气处理不当会对后续的收尘设备、制酸系统设备造成堵塞、腐蚀，为保证硫精矿沸腾焙烧制酸工艺系统正常运行，设置余热锅炉（WHB）回收烟气余热。

余热锅炉参数见表 1-4

表 1-4 余热锅炉参数表

	型式		强制水循环，户外设置式
1	设计压力	MPa	5.1
2	汽包压力	MPa	4.5
	过热蒸汽压力	MPa	3.82
	过热蒸汽温度	℃	450
3	给水温度	℃	170
4	过热蒸汽量	t/h	55.2
5	进 WHB 烟气量	Nm ³ /h	93734
6	出 WHB 烟气量	Nm ³ /h	99584
7	烟气温度的	℃	
8	进 WHB		950
9	出 WHB		350
10	烟尘量	g/Nm ³	
11	进 WHB		250
12	出 WHB		150

b、制酸转化工序余热回收：

烟气制酸转化工序一次转化烟气温度需由 291℃ 降到 180℃，设置径向热管省煤器，回收烟气热量，加热余热锅炉给水。

径向热管省煤器技术参数见表 1-5

表 1-5 径向热管省煤器技术参数见下表

参 数	技术数据
烟气量 Nm ³ /h	122511.4
烟气进口温度℃	291
烟气出口温度℃	180
给水量 t/h	60
给水压力 MPa	≥6.0
进水温度℃	104
出水温度℃	170

参 数	技术数据
水侧压损 MPa	0.3
设备数量 (台)	1

(2) 余热利用

a. 余热利用系统

余热锅炉生产中温中压过热蒸汽，进入抽凝汽轮发电机组，抽出部分蒸汽供生产和生活使用。考虑汽机事故时，工艺系统不能停生产，故设置了事故减温减压装置。汽轮发电机的凝结水通过凝结水泵送入除氧器。

余热锅炉的补充给水由纯电站提供，经除氧器除氧后由锅炉给水泵送硫酸转化省煤器加热至 170℃ 后送余热锅炉汽包。

b. 余热利用系统蒸汽平衡见表 1-6

表 1-6 蒸汽平衡表

参 数 名 称	汽量 (t/h)		压力 (MPa)	温度 (°C)
	采暖期	非采暖期		
余热利用系统产蒸汽	55.2	55.2	3.82	450
汽轮机蒸汽损失	0.83	0.83		
汽轮机进汽	54.37	54.37	3.43	435
生产及自用汽	15	6	0.2~0.8	饱和
汽轮机凝汽	39.37	48.37		

(3) 余热发电机组

余热锅炉产蒸汽直接进入余热发电系统。设计 1 套 15MW 抽汽凝汽式汽轮发电机组，运行工况分采暖期和非采暖期。

采暖期时，抽出一部分蒸汽供全厂采暖用。

非采暖期时，全部蒸汽进入凝汽器。

系统设置 1 套减温减压装置，当汽轮发电机组出现故障时，蒸汽

通过减温减压系统供应蒸汽。

1.9.2.4 制酸工艺

由焙烧系统来的温度为 310℃ 的沸腾炉焙烧烟气首先在动力波洗涤器中被绝热冷却至 62℃，洗涤并除去大部分杂质后进入气体冷却塔进一步冷却及除杂，烟气温度降至 40℃ 左右，然后进入两级 FRP 电除雾除下酸雾，使烟气中的酸雾含量降至 $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。烟气中夹带的少量砷、尘等杂质也进一步被清除，净化后的烟气送往干燥塔。在干燥塔中用 95% H_2SO_4 干燥至含水 $\leq 0.1\text{g}/\text{Nm}^3$ 后经 SO_2 鼓风机送转化工序，转化工序采用了“3+1”四段双接触工艺，“III I - IV II”换热流程。从 SO_2 鼓风机来的冷 SO_2 气体（俗称一次气），利用第 III 热交换器、第 I 热交换器被第三、一段出来的热气体加热到 430℃ 进入转化器一段触媒层。经第一、二、三段触媒层催化氧化后 SO_2 转化率约为 94.7% 的 SO_3 气体，经各自对应的换热器换热后再经省煤器换热，温度降至 180℃ 后送往第一吸收塔经 98.5% H_2SO_4 吸收 SO_3 制取硫酸。第一吸收塔出来的 SO_2 气体（俗称二次气），利用第 IV 热交换器和第 II 热交换器被第四段触媒出来的热气体和第二段触媒出来的热气体加热到 430℃，进入转化器四段触媒层进行第二次转化。经催化转化后，总转化率 $\geq 99.8\%$ 的 SO_3 气体经第 IV 热交换器换热后送往第二吸收塔，经 98.5% H_2SO_4 吸收 SO_3 制取硫酸。

成品酸由干吸工序成品中间槽产出，经泵打至板式成品酸冷却器冷却后送往酸库工序的储酸罐。本酸库工段共考虑设置 5000 吨储酸罐 4 台。硫酸由汽车运出外售或由管道输送到工业园区的使用地点。

1.9.3 全厂主要设计特点

(1) 焙烧系统采用 40 万吨/年硫酸单系列大型装置，以节省投

资和运行费，同时减少故障点。

(2) 焙烧系统下渣冷却运用实践使用的矿渣冷却器及增湿装置。并根据硫精砂特点作相应改造，可满足本工程使用要求，从而改善传统下渣系统周边环境差、配置复杂等缺陷。

(3) 硫酸净化系统采用动力波洗涤系统，强化了烟气净化程度，对产品酸质量及后续工段的正常生产有很好的保障作用。

(4) 干吸工序采用先进的低位高效技术，简化配置，节省运行费和投资。

(5) 转化升温烟气设置再循环管路，即升温烟气从二吸塔返回至干燥塔人口再次用于转化系统的升温，可大大节省开车用母酸和开车时间。

(6) 转化工序采用“III I - IV II”换热流程，并设置省煤器于一次转化气侧，可最大限度地利用中温位余热。

(7) 全厂采用 DCS 集中控制系统，在 DCS 上完成对生产过程的各种工艺参数的显示、记录、累积、报警、调节和打印以及主要设备的运行监控，大大减少人员配置。

(8) 汽轮机组采用抽凝式，发电同时抽取部分低压蒸汽用于工厂其它用汽点，以充分发挥回收蒸汽的效益

1.9.4 全厂主要节能措施

本项目主要节能措施如下：

a、充分利用硫精砂焙烧产生的高温位热能和 SO_2 转化产生的中温位热能在硫精砂焙烧炉后设置中压废热锅炉副产 3.82MPa，450℃ 中压过热蒸汽发电，在转化工序配置省煤器，加热余热锅炉的给水。。

b、转化工段设置新型低阻形管壳式换热器以降低硫酸系统总阻

力降，节省 SO₂ 鼓风机电耗。

c、焙烧和转化工段的设备及管道除焙烧炉采用内衬耐火砖和保温砖加外保温外，其余设备和管道均采用外保温方法隔热，以最大限度地减少热损失，提高热能利用率。

d、工业冷却水采用循环水，循环水率达到 97.15%，大幅节约了水资源。

e、各种电气设备均选用节能产品，变压器的低压侧装电力电容器补偿无功功率，以提高供电系统的功率因数，降低无功损耗。

f、照明光源采用新型节能灯具，在满足装置照度及光色的条件下，减少灯具用量及灯具容量，达到节能的目的。

g、净化工段采用稀酸板式换热器取代传统间冷器，减小烟气管路系统阻力。

h、干吸工段干吸塔采用低位配置，降低循环酸泵耗电量。

i、开车升温时第二吸收塔出口烟气返回干燥塔入口再次作为升温气体，可节约母酸用量和开车时间。

1.10 辅助工程及公用工程

1.10.1 纯水站

纯水站的设置主要是为余热锅炉补充给水，其水质必须符合中温中压锅炉给水标准。

计算补给水量为 10.9t/h，考虑到一台汽机故障时，要满足余热锅炉的运行，因此除盐水处理站设计能力按 70t/h 规模考虑。

本次设计的纯水主要供余热锅炉使用，根据余热锅炉设计参数，以及厂区供水水质，本设计采用的制水工艺有为一级除盐加混床的除盐水制备工艺。

1.10.2 空压站

空压站主要负责全厂用压缩空气，压缩空气总用量为： $19 \times 2 \text{ Nm}^3/\text{min}$ 。一部分直接供杂用压缩空气用户使用，另一部分进行脱油、脱水处理，供其它用户使用

1.10.3 事故柴油发电站

根据设计要求，在外部两路独立供电同时停止时，必须有应急柴油发电机组在 30 秒时间内保证向余热锅炉循环泵、仪表事故空压机及等热锅炉循环泵冷却水泵供应应急电源，以保证在沸腾炉内的余热锅炉冷却埋管的水循环。

1.10.4 换热站

(1) 换热站热负荷

各车间热负荷见表 1-7。

表 1-7 全厂采暖热负荷表

序号	名称	面积 (m ²)	供热负荷 Q (kW)
1	原料库主跨	5547	1733.8
2	原料库副跨	540	85.4
3	石灰石乳制备	432	126.6
4	石灰乳浆化	216	49.2
5	焙烧工段 (加料楼)	1458	282.1
6	净化工段 (泵房)	300	47.4
7	净化工段 (电气控制柜室)	48	6.1
8	干吸工段 (泵房)	240	94.9
9	干吸工段 (电气控制柜室)	16	1.5
10	转化工段 (风机房)	216	67.5
11	酸库工段 (泵房)	198	46.9
12	硫酸循环水 (泵房)	378	104.6
13	余热发电循环水 (泵房)	378	104.6
14	焙烧工段-循环水设施 (泵房)	100	27.7

序号	名称	面积 (m ²)	供热负荷 Q (kW)
15	排水处理工段-废水综合处理车间	1944	645.6
16	纯水站	360	120.9
17	事故柴油发电机房	121.5	16.2
18	余热发电站	1080	435.5
19	空压机组	270	42.2
20	厂办办公楼	2160	232
21	厂区食堂	960	321.5
22	单身宿舍	720	72.3
24	小计	17682.5	4664.5

采暖回水 (70℃) 进入汽水板式换热器, 被加热后, 成为采暖供水 (110℃) 后, 由热水循环泵加压送至各采暖用户。

1.10.5 供配电

(1) 电源

本项目拟建在规划中的西宁 (国家级) 经济技术开发区甘河工业园区西区, 根据该工业园区规划, 将在工业园区新建 2 座 330/110/10kV, 2×240MVA 变电站, 当地水电资源非常丰富, 电价偏低, 工业园区要求落户企业需有一定规模, 并仅向企业提供 110kV 电源。

根据本项目负荷大小及后续发展和外部周边电力系统状况, 本项目新建总降压变电站一座。

由于工业园区仅向企业提供 110kV 电源。本可研按 110kV 进线考虑。总降压变电站 110kV 接地方式采用直接接地方式, 全站任何一台变压器均可按电力系统运行调度要求接地或不接地运行。

考虑 10kV 级别用电设备已被广泛制造和采用, 产品系列基本与 6kV 用电设备相同, 为节约电能和有色金属导体, 便于大功率电动机

启动及减少大型电动机起动对系统电压波动的影响，总降压配电站二次电压采用 10kV 电压等级。10kV 中性点采用快速灭弧接地方式。

为了充分利用生产过程中的余热，建设有一套 15MW 余热发电机组。其并网点设置在总降压站 10kV 配电系统的 10kV 母线上。正常生产后，余热发电电能由本工厂及配套工厂自用后，若仍有富裕，则富裕电量通过总降压站 110KV 线路返售当地供电公司。

全厂区新建一座 380V，1500kW 应急柴油发电站（容量考虑了后续工程一级负荷需求），为厂区内一级用电负荷提供保安电源。

（2）用电负荷

全厂用电设备约 509 台，设备总装机容量 19960kW，工作设备约为 448 台，工作容量 14760kW；估算有功功率约 10070kW，估算视在功率 10950kVA（无功补偿后），年耗电量约为 59660 k-kWh。新增一台 15MW 发电机组，发电机正常运行时，全年发电量约 72240k-kWh。

在本工业园区，业主规划后续将配套建设以本工厂硫酸产品为原料的其他产品项目，并后续再建 1×30 万吨硫铁矿制酸项目和配套项目。全厂一级负荷装机容量约为 640kW，工作容量为 340kW。厂区内除余热锅炉循环泵、螺杆压缩机、厂区控制系统用电及消防用电为一级负荷外，其它生产用电负荷均为二级负荷。

（3）全厂供电系统及变配电所

根据本工程用电负荷及分布情况，除总降压站 10kV 配电室外，再设置一个硫酸 10kV 配电室，硫酸 10kV 配电室均采用双回路供电，10kV 母线为单母线分段，正常时双回路电源同时供电，分列运行，当一回路电源故障时，另一回路能承担全部负荷。每个配电室两回

10kV 进线分别取自新建总降压站 10kV 母线不同母线段。采用免维护电池的微机监控的直流电源作为操作电源。

车间 10kV 高压配电室采用 10kV 铠装移开式真空断路器高压柜 KYN-12Z 型，采用分散式微机监控保护装置。10kV 负荷无功在总降压站统一补偿。

根据厂区负荷分布情况，在厂区内分别设原料库及废水处理变配电室、焙烧工段变配电室、余热发电变配电室、电收尘变配电室、余热发电循环水变配电室、办公楼食堂变配电室、硫酸变配电室、硫酸尾气处理及循环水变配电室等共八个车间低压变配电室，各变配电室设置 2 台变压器，每台变压器按可带全部生产负荷考虑。低压变配电室采用单母线分段，向区域内的全部动力及照明负荷供电。配电室内设置低压配电柜、低压电容自动无功补偿柜。

1.10.6 工厂的自动化水平

1.10.6.1 自动化水平概述

本工程生产规模大、工艺环节多，各工序之间的工艺关系密切，对自动化控制的水平要求较高。本工程选用先进的集散型控制系统 DCS，并配备可靠，先进的检测元件及执行机构，实现生产过程的连续检测、控制。DCS 系统的三个主要控制室各设独立的控制站，通过光纤联接成完整的工业控制网，相关信息通过光纤控制网实现通信。

随着自动化控制技术的不断发展，机电仪一体化的操作与控制，如今已普遍应用在各种生产工艺的过程控制中。机电仪一体化后，操作人员可在操作站上监控过程参数及电气设备的运行，还可将运行情况自动记录在报表上，可使整个生产的监控更为完整、集中。同时，

在集中监控系统留有与计算机生产控制管理网相连的接口，为将全厂生产流程上的主要工艺参数及设备状态送入实时数据库服务器，实现全厂计算机管控一体化奠定基础。

根据本工程工艺设备的配置和操作特点，采用集中与分散监控相结合的方式，本工程中的主要控制室划分及要监控的工序（工段）简要介绍如下：

（1）焙烧控制室：对原料库（含上料系统）、焙烧工段（含收尘系统）、及相应的辅助设施的过程参数进行监控。

（2）余热发电控制室：根据电力行业的有关规范，必须对汽轮机、发电机及辅助设施进行监控。

（3）硫酸控制室：该控制室是本工程的总控制室，可以实现对（除余热发电的汽轮发电机以外）的整个工程的所有工艺参数的操作与控制。

（4）酸库操作控制室：硫酸是本工程的最终产品之一，为了方便硫酸的储存与运输，在酸库工段设操作控制室。

1.10.6.2 DCS 系统结构

1.10.6.2.1 系统特点

系统采用分布式结构，在开放式的冗余通讯网络上设置三套由系统组件组成的过程控制器，这些系统组件带有独立的功能处理器、每个功能处理器都是为了完成特定的任务而进行组态和编程。DCS 系统设备，选用进口设备。

1.10.6.3 动力供应

仪表用压缩空气引自空压机房，仪表用电源为一类负荷，综合全厂要使用气源的仪表台件数，全厂仪表压缩空气需要量为

600Nm³/h。

1.10.6.4. 仪表维修

本工程设仪表维修,在机、电、仪维修间设仪表维修工段。

1.10.7 给排水

1.10.7.1 给水系统

(1) 用水量

本工程生产总用水量为 198433.0 m³/d, 其中: 新水量为 5651.0 m³/d, 循环及回用水量为 192782.0 m³/d, 工业用水重复利用率为 97.15 %; 本工程生活用水量为 100.0 m³/d, 各车间及各工段用水量情况详见表 1-8。

表 1-8 用水量平衡表

序号	用户名称	给水 (m ³ /d)			排水 (m ³ /d)		损耗水量 (m ³ /d)
		总用水量	新水量	循环及回用水量	至废水处理站	至排水管网	
1	原料库	30.0	0	30.0	30.0	/	/
2	焙烧工段	97373.0	1756.0	95617.0	5.0	692.0	1064.0
3	硫酸车间	98533.0	2777.0	95756.0	253.0	874.0	1903.0
4	纯水站	440.0	440.0	0	0	120.0	320.0
5	空压站	1200.0	30.0	1170.0	0	10.0	20.0
6	废酸处理	30.0	0	30.0	30.0	0	0
7	废水处理	175.0	0	175.0	175.0	0	0
8	尾气脱硫	52.0	48.0	4.0	4.0	0	48.0
9	未预见水量	600.0	600.0	0	0	300.0	300.0
	合计	198433.0	5651.0	192782.0	497.0	1996.0	3655.0

注: 排水至废水处理站, 经处理达标后回用水量为 497.0 m³/d。

(2) 全厂生产、生活用水量

1) 生产水

新建项目要求增加生产新水量为:最高日用水量 $5651.0 \text{ m}^3/\text{d}$, 最大时用水量为 $354.0 \text{ m}^3/\text{h}$; 水质要求为工业用水 ($\text{SS} \leq 10.0 \text{ mg/l}$), 接管口水压要求大于或等于 0.30MPa , 拟从本项目界区边缘线外 1.0 m 处接入。

2) 生活水

新建项目要求增加生活水量为:最高日用水量 $100.0 \text{ m}^3/\text{d}$, 最大时用水量为 $12.0 \text{ m}^3/\text{h}$; 水质要求满足国家《生活饮用水卫生标准》的要求, 接管口水压要求为 0.30MPa , 拟从本项目界区边缘线外 1.0 m 处接入。

本项目总用水量为 $198433.0\text{m}^3/\text{d}$, 其中新水量为 $5651.0 \text{ m}^3/\text{d}$ 、循环水量及回用水为 $192782.0\text{m}^3/\text{d}$ 。设计工业用水重复利用率为 97.15% 。

根据用水户对水质、水压、水温及供水安全性等不同要求, 以及同类工厂的设计经验, 给水系统分为事故水、生产水、软化水、生活水、回用水及循环水六个部分, 现就基本情况简述如下:

(1) 事故水系统

该系统主要供给一旦出现全厂停电断水, 将发生重大生产事故的设备(沸腾炉余热锅炉循环泵设备)用水; 在余热发电循环水泵房内设置水泵供上述设备用水。当全厂停电时, 由柴油发电机组供电至该泵恢复供水, 沸腾炉余热锅炉循环泵冷却水量为 $8.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

(2) 生产水系统

该系统主要供给生产工艺、循环水系统补充水及用水量较少的生产设备用户, 供水方式为直流给水系统。该系统最高日供水能力为 $5651.0 \text{ m}^3/\text{d}$, 最大时供水能力为 $354.0\text{m}^3/\text{h}$, 水压按 0.30MPa 计,

给水管网沿厂区道路环状布置。

(3) 软化水系统

该系统供给焙烧工段循环水系统补充水，供水量为 $185.0 \text{ m}^3/\text{d}$ ，给水管网沿厂区道路支状布置。

(4) 生活水系统

该系统主要供给新建生产车间配套的生活设施用水，供水方式为直流给水系统。该系统最高日供水能力为 $100.0 \text{ m}^3/\text{d}$ ，最大时用水量为 $12.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ，水压按 0.30MPa 计，给水管网沿厂区道路支状布置。

(5) 回用水系统

该系统水源来自排水处理工段经处理后达标的废水，主要供给新建生产车间对水质硬度要求不高的用户，如排水处理工段药剂制备系统补充水及地面冲洗水等用户。该系统最高日供水能力为 $497.0 \text{ m}^3/\text{d}$ ，最大时用水量为 $31.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ，水压按 0.30MPa 计，给水管网沿厂区道路支状布置。

(6) 循环水系统

该系统主要供给生产设备冷却用水，根据用水户对水质、水压及用水点的位置等不同要求，新建焙烧工段循环水、余热发电循环水、硫酸循环水设施共三座，分述如下：

1) 焙烧工段循环水：该系统采用机械通风冷却循环供水方式，系统补充水水质采用软化水，新建循环水设施供水规模为 $150.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

2) 余热发电循环水：该系统采用机械通风冷却循环供水方式，新建循环水设施供水规模为 $3914.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

3) 硫酸循环水：该系统采用机械通风冷却循环供水方式，新建循环水设施供水规模为 $4090.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

1.10.6.2 排水系统

(1) 生产、生活排水量

本工程生产外排废水总量为 2076.0 m³/d，其中:仅热污染生产废水量为 1996.0m³/d、经化粪池初级处理的生活污水量为 80.0m³/d，外排废水主要成份如下：

PH=6~9 As<0.5mg/l Cu<0.5mg/l Zn<2.0mg/l
F<10.0mg/l Zn<2.0mg/l 油类<10.0mg/l

新建厂区汇水面积约 58.0 ha，拟分二个系统就近排至厂外；经计算，二个雨水系统的平均排水量为 1500.0l/s。

根据甘河工业园区总体规划，厂区排水系统拟采用雨污分流制；其中生产排水拟采用清污分流制，生产污水均压力输送至排水处理工段，经处理达到排放标准及使用要求后全部回用。

厂区雨水拟采用重力流、分二个系统就近排至厂外市政雨水管网；生活污水经化粪池初级处理后，汇合仅受热污染的生产废水，按重力流就近排至厂外市政污水管网考虑。

1.10.7.3 污水处理站

(1) 污水量及水质

污水主要来自净化系统的废酸（240.0 m³/d）以及拟建项目可能被车间烟尘和酸污染的场地，平时冲洗地面或下雨初期地面上的雨水量 82.0~165 m³/d，各车间排出污水量及水质详见表 1-9。

表 1-9 污水量及水质表

废水来源	废水量 (m ³ /d)	杂质含量 (g/l)					
		H ₂ SO ₄	As	F	Zn	Cu	Fe
废酸	240.0	160.0	0.08	1.04	0.09	0.02	7.50
场面水	82.0~156.0	4.0	0.005	/	0.005	0.006	0.30
合计	322.0~396.0						

本工程废水处理工艺设计采用石灰石—石灰两段中和法。处理后水质可达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级排放标准后拟就近排至厂外甘河工业园区市政污水管网。

1.10.8 总图运输

(1) 总平面布置

根据现有用地条件及本工程的特点,项目总平面布置分为八个主要功能区,它们分别是:仓储区、焙烧区、硫酸区、废水处理区、余热发电区、动力区、其它及厂前区。

主要技术经济指标详见表 1-10。

表 1-10 主要技术经济指标一览表

序号	名称	单位	数量	备注
1	项目征地面积	ha	15.1	
	围墙内占地面积	ha	12.68	
2	新建构筑物占地面积	m ²	36326.5	
3	建筑系数	%	28.65	
4	围墙长度	m	1470	
5	道路及广场铺砌面积	m ²	31500	
6	道路密度	%	24.84	
7	绿地率	%	19.71	
8	绿化面积	m ²	25000	
9	土方工程量	万立方米	15.2	
	其中:挖方	万立方米	8.9	
	填方	万立方米	6.3	

(2) 运输量

厂外货物运输量: 940692.17t/a 其中: 运入: 341897.57 t/a, 运出: 598794.6t/a。

(3) 运输方式

货物运输方式在考虑外部运输条件的基础上,结合本项目生产的具体物料的特性,通过认真的研究分析,针对不同的货物选择不同的运输方式。硫铁矿近期采用汽车运输,远期拟采用铁路和公路混合运输方式,充分利用工业园区的铁路专用线,在其上引入铁路支线进行原料输送。

硫酸产品输出采用汽车输送及管道运输(工业园区内),远期利用铁路专用线上引入装酸专用线,满足产品的外输。其它厂区需要的各种添加剂及中和渣、石膏均采用汽车外运到各需要的场地。

1.10.9 暖通

本工程各车间及综合楼等建筑物均进行了采暖系统设计;对工艺有要求的场所设置空调、通风及事故排风装置,以满足工艺生产及设备运行的要求

1.10.9.1 采暖、空调及通风

采暖系统热媒采用高温热水,供回水温度 110~70℃,散热设备采用铜铝复合柱型散热器;对工艺要求设空调的房间设置分体空调,对工艺特殊要求设通风及事故排风的房间设置轴流风机或离心风机。

在综合楼、余热发电系统、焙烧工段、酸库工段等系统均设置了采暖、空调及通风装置

1.11 环境保护及综合利用

1.11.1 主要污染源及设计中采取的综合利用与处理措施

1.11.1.1 废气

(1) 制酸尾气:制酸系统采用先进的二转二吸工艺技术,并引进国外触媒提高 SO_2 转化率,同时在二吸塔采用进口纤维除雾器,尾气 SO_2 排放浓度为 $780\text{mg}/\text{Nm}^3$,酸雾排放浓度 $<40\text{mg}/\text{Nm}^3$,均达到国

家标准，由一座高度为 90m 烟囱排放。

(2) 沸腾炉开炉烟气：烟气量 $70000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，烟气温度 300°C ，烟气中含尘浓度 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ ， SO_2 浓度 $829\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，该部分烟气经废热锅炉冷却及旋风收尘器净化除尘后送到 30mg 烟囱排放。

1.11.1.2 废水

全厂废水：进废水处理站废水主要来自净化系统的废酸（ $240.0\text{m}^3/\text{d}$ ）及拟建项目可能被车间烟尘和酸污染的场地冲洗水和初期雨水 $82.0\sim 165\text{m}^3/\text{d}$ ，废水处理站采用中和处理工艺，经处理后的外排废水水质可达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级排放标准，经处理后的污水排入厂区排水管网。

1.11.1.3 固体物

固体物主要有沸腾炉渣（包括废热锅炉渣及收尘器收集的烟尘）、污水处理产出石膏和中和渣。

(1) 污水处理过程中石膏产生量 $81.2\text{t}/\text{d}$ （含水率为 10%），可作为制造水泥的掺合料和建筑材料的原料等，送防渗漏的渣场堆存。

(2) 废水处理过程中产出中和渣量为 $2.71\text{t}/\text{d}$ （含水率为 40%）；

(3) 沸腾炉烧渣：19.84 万吨/年，烧渣尘因含铁量 $\geq 62\%$ ，可作为钢铁厂的优质原料外售。

(4) 生产过程中产生的废触媒回收后送回触媒生产厂家。

1.11.1.4 噪声

噪声源主要有 SO_2 鼓风机、汽轮发电机以及余热锅炉安全阀（排气时），噪声值约为 $100\text{dB}(\text{A})$ 。采取的措施主要是：采用隔声门，并对基础作减振处理；控制室设隔声装置，采用双层玻璃窗和减振处理；风机安装隔声罩和消声器，以减少噪声源强，使厂界噪声满足《工

业企业厂界噪声标准》(GB12348—90)的要求。

1.11.1.5 环境保护投资估算

本工程环境保护投资包括废水处理、废气治理、噪声防治、固废处置等。本工程环保投资约为 5730.05 万元, 约占工程费用的 13.2 %。

1.12 劳动安全卫生

1.12.1 生产过程职业危害及安全事故因素分析

在生产过程中,有以下因素可能造成职业危害及安全事故:

焙烧过程中产生的 SO₂ 烟气;

物料筛分、输送以及原料、烧渣装载、尘砂堆放等作业产生粉尘飞扬;

沸腾炉属高温作业, 检查炉况时, 对人体有热辐射。另外沸腾炉如操作不当炉内为正压时, 火焰外窜可能发生火灾事故;

制酸系统净化工序采用了玻璃钢或塑料设备, 如操作不当, 高温烟气直接与其接触有可能造成设备烧损或火灾事故;

余热锅炉蒸汽压力高, 存在锅炉事故危险;

电收尘器、电除雾器属高压电气设备, 存在电击事故危险; 其它电器设备, 有可能发生触电、漏电事故;

制酸设备的跑、冒、滴、漏有可能造成周边环境腐蚀或人身伤亡事故;

机械设备高速旋转运行中, 会发生人身事故的危险;

各工序梯子、平台有可能发生人体跌落危险;

配电房、沸腾炉操作平台、化验室、办公室等有发生火灾的危险, 干燥的硫精矿着火点 400℃左右, 有时会自燃;

SO₂ 鼓风机, 空气鼓风机等有噪音的危害;

轻油库属易燃易爆设施，存在不安全因素

1.12.2 安全保护措施

车间内生产设备按工艺流程布置，统筹规划、生产线不发生交叉，物料采用机械输送，输送线路短捷，方式安全可靠。

主要生产流程共设置了多条安全保护联锁，以确保系统生产的安全。

各类吊车严格按 GB6067-35 《起重机械安全规程》运行。

精矿仓到沸腾炉物料运输系统采取设备联锁，单台设备均有事故开关，开停设备报警信号。

所有联轴器、链轮、皮带交接处均设安全防护罩。

沸腾炉焙烧属高温作业工序，设备配置上考虑通风条件。严格控制炉内操作条件，防止火焰外窜。

净化工序设置高位水槽及仪表自动检测报警装置，防止出现高温烟气直接接触玻璃钢及塑料设备的事故。

各生产工序的池、槽、平台及工作人员需要到达而又可能发生跌落的地点，都设盖板与护栏、防滑铺板，并有足够的照明度，防止跌落事故发生。

余热锅炉分汽缸、除氧器、连续排污等压力容器均设有安全阀，并设有水位监视、蒸汽压报警器等。

变电所、烟囱、电收尘器设避雷针，所有电器设备外壳均安接地装置。

跨越道路的架空管线、管桥，其净空高度不小于 5 米。

制酸工序中介质腐蚀性强，厂房地面、墙、设备基础作防腐处理。

为防止硫酸及 SO_2 、 SO_3 烟气的泄露，所有非标钢制设备施工中

焊缝均要进行煤油试渗，另外转化器、热交换器及相应系统连接管道还要进行气压试验和气密性试验，硫酸管路进行水压试验。

跨人行道的酸管连接处加防护罩，沸腾炉清炉备用防毒面具。

有漏酸可能的操作点均设水龙头。

酸库及循环槽设置液位指示器，防止浓酸外溢。

酸库周边设置挡酸堤，防止酸罐本体出现裂缝后大量浓酸外流腐蚀周边环境及土壤。

室外照明设防雨灯。

对高于 15 米以上烟囱、厂房等建构筑物装设独立的避雷针（带），使被保护的建（构）筑物及其突出物面的物体处于避雷针（带）的保护范围内，防止直击雷对人体或设备的损害。

1.13 消防

1.13.1 本工程生产、贮存物品的火灾危险性类别

根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）的规定，贮存固体原料硫精矿场所其火灾危险性为丙类，硫酸成品库其火灾危险性为丙类。配电室（每台装油量>60kg 的设备）其火灾危险性为丙类；金属冶炼厂房，其火灾危险性为丁类；中间产物二氧化硫、三氧化硫，产品硫酸，其火灾危险性均为乙类。

1.13.2 防火措施

（1）总图布置严格按照国家颁布的有关设计规范要求进行设计，对易燃易爆设施均设有环型消防通道。

（2）建筑设计严格按《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）进行设计。有火灾爆炸危险场所的建构筑物的结构形式采用钢结构和钢筋混凝土结构，并设置必要的泄压面积及防火地坪。

(3) 电气设计根据爆炸和火灾危险环境的划分和建筑物的防雷分类，严格《建筑物防雷设计规范》(GB50057-94)，《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-92)，《火力发电厂与变电所设计防火规范》(GB50029-96)等规范要求设计，选择相应的电力及照明装置、材料。设置相应类别的防雷接地装置和满足相应的防静电接地，防火距离或隔离要求。

(4) 工艺设计中避免硫酸、SO₃与碱类、碱金属、强还原剂易燃或可燃物接触，防止发生火灾或引发爆炸事故。

1.13.3 消防设施

按照“建筑设计防火规范”有关规定，本工程同一时间内的火灾次数按一次考虑。火灾延续时间为2小时。硫酸厂界区内一次火灾消防总用水量为35L/s。

厂区室外消防给水采用低压制给水系统。消防给水管与生产新水系统并用，在厂区内布置成环状。沿装置内的道路布置地上式室外消火栓，其间距一般为100米设置一个。

在生产厂房内具有火灾危险的场所按“建筑灭火器配置设计规范”GBJ140-90设置手提式干粉灭火器若干

在界区内设置一套火灾自动报警系统，对控制室、配电所、轻油库等易发生火灾场的火灾情况进行监视，在相关生产车间采用区域报警系统。办公楼内设集中报警系统。

1.14 概算

1.14.1 概述

本项目投资估算计算结果见表1-11。

表 1-11 投资估算计算结果

名 称	投资额 (万元)
估算总投资	58792.95
其中：(1) 工程费用	43409.51
(2) 其他费用	7272.91
(3) 预备费	6081.89
(4) 建设期利息	1649.69
(5) 铺底流动资金	378.95

1.14.2 投资范围及内容

投资范围有：主要生产工程、辅助生产及公用系统工程、其他费用等。

主要生产工程其内容有：原料工段、焙烧工段、净化工段、干吸工段、转化工段、仪表 DCS 系统、酸库工段、焙烧余热锅炉。辅助生产工程其内容有：废水处理工段、硫酸循环水、余热发电循环水、石灰石制备及乳浆化等。公用系统工程其内容有：110KV 变电站、余热发电站、换热站、硫酸主控楼、纯水站、空压机站、事故柴油发电机房、单身宿舍、厂区办公楼、食堂、浴室、机电仪维修间、厂区综合管网、中和渣库、焙烧渣库、总图运输、备件库、外部供电线路等。

1.14.3 外汇购置设备

为保证烧制酸装置操作的稳定性，下列设备拟用外汇购置。见表 1-12

表 1-12 外汇购置设备

序号	设备名称	数量	引进理由	备注
1	SO ₂ 主鼓风机	1 台	国内尚无此类规格及性能的设备及生产制造经验	暂定美国 AC 公司或者德国 KKK 公司
2	余热锅炉循环水泵	2 台	国内产品不过关	
3	净化工序稀酸板式换热器	3 台	国内产品不过关	
4	成品酸板式换热器	1 台	国内产品不过关	
5	离心分离机	1 台	国内产品不过关	

1.15 综合技术经济指标表

综合技术经济指标比较表见表 1-12

表 1-12 综合技术经济指标比较表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	处理规模（一期）：硫铁矿	t/a	300000	
2	主要产品产量			
2.1	H ₂ SO ₄ （折100%）	t/a	400000	
2.2	电	k.kWh/a	6770	扣除自用电部分
2.3	铁焙砂	t/a	198400	
3	产品质量			
3.1	H ₂ SO ₄	%	98	
3.2	烧渣含Fe	%	62.93	干基
4	S回收率	%	97.3	
5	原料需要量			
5.1	硫铁矿（干）	t/a	282800	
		t/h	35.35	
5.2	含有效硫	%	47.45	
6	主要辅助材料、燃消耗			
6.1	触媒	m ³ /a	25.30	
6.2	石灰石	t/a	14999.85	
6.3	盐酸（100%）	t/a	113.33	
6.4	氢氧化钠（100%）	t/a	36.67	
6.5	缓蚀阻垢剂	t/a	25.20	
6.6	杀菌剂	t/a	15.20	
6.7	柴油	t/a	85.03	
6.8	天然气	10 ⁴ m ³ /a	75.65	
7	给排水			
7.1	总给水量	m ³ /d	198433	
	其中：新水量	m ³ /d	5651	

序号	指标名称	单位	数量	备注
	回用水量	m ³ /d	497	
	循环水量	m ³ /d	192285	
7.2	单位产品用新水量	m ³ /t	4.71	按硫酸计
7.3	总排水量	m ³ /d	1996	仅热污染
7.4	工业用水重复利用率	%	97.15	
8	供电			
8.1	总装机容量	kW	19960	
8.2	工作容量	kW	14760	
8.3	有功功率	kW	10070	
8.4	年耗电量	k.kWh	59660	
8.5	单位产品用电量	kWh/t	149.15	按硫酸计
9	外部运输及总图			
9.1	年运输量	10 ⁴ t/a	92.64	
	其中：运入量	10 ⁴ t/a	32.64	
	运出量	10 ⁴ t/a	60	
9.2	征地面积	ha	15.1	
9.3	建筑系数	%	28.65	
9.4	绿化覆盖率	%	19.71	
9.5	工程量	万m ³	15.2	
	其中：挖方	万m ³	8.9	
	填方	万m ³	6.3	
10	能源消耗			
10.1	单位产品综合能源消耗	kg标煤/t	60.86	按硫酸计
11	工作制度	d/班/h	333.3/3/8	
12	建设期	a	1.5	
13	劳动及工资			
13.1	在册职工人数	人	186	
	其中：生产人员	人	163	
	管理及服务人员	人	23	

序号	指标名称	单位	数量	备注
13.2	工资总额	万元	513.36	
13.3	货币劳动生产率			
	其中：生产人员	万元/人.a	199.39	
	企业全员	万元/人.a	174.73	
13.4	实物劳动生产率			
	其中：生产人员	t/人.a	2453.99	按硫酸计
	企业全员	t/人.a	2150.54	按硫酸计
14	投资及资金来源			
14.1	固定资产投资	万元	58414.00	
	其中：建设投资	万元	56764.31	
	建设期利息	万元	1649.69	
14.2	流动资金	万元	1263.17	
14.3	投资总额	万元	59677.17	
	其中：固定资产投资	万元	58414.00	
	流动资金	万元	1263.17	
14.4	项目总投资	万元	58792.95	
	其中：固定资产投资	万元	58414.00	
	铺底流动资金	万元	378.95	
14.5	资金来源			
14.5.1	自有资金	万元	29394.71	
	其中：建设投资	万元	27366.07	
	建设期利息	万元	1649.69	
	流动资金	万元	378.95	
14.5.2	债务资金	万元	30282.46	
	其中：建设投资	万元	29398.24	
	流动资金	万元	884.22	
14.5.3	资本金比例	%	50.00	
15	成本与费用			达产年平均
15.1	总成本费用	万元/a	23436.68	

序号	指标名称	单位	数量	备注
15.2	单位总成本费用	元/t	585.92	按硫酸计
15.3	年经营成本	万元/a	18374.56	
15.4	单位经营成本	元/t	459.36	按硫酸计
15.5	单位加工成本	元/t	209.65	按硫酸计
16	销售收入、税金及利润			达产年平均
16.1	销售收入（不含税）	万元/a	32500.09	
16.2	销售税金及附加	万元/a	388.07	
16.3	应纳增值税	万元/a	3527.87	不参与损益计算
16.4	利润总额	万元/a	8675.34	
16.5	所得税	万元/a	2168.84	
16.6	净利润	万元/a	6506.50	
17	清偿能力			
17.1	利息备付率（ICR）		2.31~17.27	
17.2	偿债备付率（DSCR）		1.15~1.82	
17.3	资产负债率（LOAR）	%	44.33~1.78	生产期内
18	盈利能力			
18.1	项目投资现金流量分析			
	财务内部收益率：税后	%	14.89	
	税前	%	18.75	
	财务净现值：税后	万元	7605.85	i c =12 %
	税前	万元	18539.92	i c =12 %
	投资回收期：税后	a	6.78	含建设期1.5年
	税前	a	5.98	含建设期1.5年
18.2	自有资金财务现金流量分析			
	财务内部收益率	%	17.74	
	财务净现值	万元	8308.33	i c =13 %
18.3	总投资收益率（ROI）	%	15.28	
18.4	项目资本金净利润率（ROE）	%	22.13	
19	盈亏平衡点	%	52.31	达产年

1.16 问题与建议

(1) 为了更好的利用能源，可考虑增设一套低温热回收系统，用于回收干吸工段的低温余热，在干吸场地附近已留出相应的区域。

(2) 拟建工程场地因甲方未提供工程地质勘察报告，土建基础设计缺乏必要条件，其基础部分的估算工程量可能会与实际有大出入，从而导致施工图阶段基础设计有较大变化。

(3) 关于废酸处理设计中考虑采用中和法处理，主要考虑用汽车装运送德尔尼铜矿路程太远，运输费用较高。

(4) 由于德尔尼铜矿选矿后的硫铁矿含硫高，达 47% 以上，粒度较细达-400 目以上，为使焙烧工序的设计更加准确、可靠，建议对德尔尼具有代表性的尾矿进行焙烧试验，通过试验为设计提供可靠的设计依据，为生产提供可靠的生产操作控制参数。

(5) 由于业主与当地供电公司尚未签订的正式供用电协议，相关供电方案和电费计算方式也未最终确定，请业主尽快委托当地电力部门进行本工厂用电负荷的接入设计，并与当地供电公司签订供用电协议，确认供电公司拟新建的区域变电站是否满足本工厂投产时间要求，并提供供电系统相关参数，以供后续设计之用。

(6) 配套项目用电负荷尚未提供。

1.17 项目建设进度的初步安排

可行性研究报告编制及审查	2008.10.10~2008.10.20
初步设计及审查	2008.11.5~2009.2.20
施工图设计	2009.3.1~2010.1.30
开工建设	2009.3.30~2010.5
试生产	2010.6 开始

2 技术经济评价

2.1 概述

德尔尼尾矿综合利用循环经济项目（以下简称项目）是由紫金矿业集团青海有限公司投资建设的大型硫酸项目。建设规模为处理硫铁矿 60 万吨/年，项目总体规划，分期实施，一期工程先建设一套处理规模为硫铁矿 30 万吨/年，项目原料为企业内部矿山所产的硫铁矿，硫铁矿含有效硫品位为 47.45%。工艺流程采用沸腾焙烧—余热发电—两转两吸制酸工艺。

本工程属于新建项目，财务评价是在国家现行财税制度和价格体系的前提下，从项目的角度出发，计算项目范围内的财务效益和费用，分析项目的盈利能力和清偿能力，并按以下原则进行：

（1）财务评价依据国家发改委、建设部颁布的《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》进行。

（2）评价采用不含增值税价格进行，投入、产出物价格均按不含增值税价格计算。

（3）项目以一期 40 万吨/年硫酸投入产出为基础进行评价。项目计算期 14.5 年，其中：建设期 1.5 年，投产期 1 年，投产年生产负荷 80%，达产期 12 年。

2.2 综合技术经济指标表

综合技术经济指标比较表见表 2-1

表 2-1 综合技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	处理规模（一期）：硫铁矿	t/a	300000	
2	主要产品产量			
2.1	H ₂ SO ₄ （折100%）	t/a	400000	
2.2	电	k.kWh/a	6770	扣除自用电部分
2.3	铁焙砂	t/a	198400	
3	产品质量			
3.1	H ₂ SO ₄	%	98	
3.2	烧渣含Fe	%	62.93	干基
4	S回收率	%	97.3	
5	原料需要量			
5.1	硫铁矿（干）	t/a	282800	
		t/h	35.35	
5.2	含有效硫	%	47.45	
6	主要辅助材料、燃消耗			
6.1	触媒	m ³ /a	25.30	
6.2	石灰石	t/a	14999.85	
6.3	盐酸（100%）	t/a	113.33	
6.4	氢氧化钠（100%）	t/a	36.67	
6.5	缓蚀阻垢剂	t/a	25.20	
6.6	杀菌剂	t/a	15.20	
6.7	柴油	t/a	85.03	
6.8	天然气	10 ⁴ m ³ /a	75.65	
7	给排水			
7.1	总给水量	m ³ /d	198433	
	其中：新水量	m ³ /d	5651	
	回用水量	m ³ /d	497	
	循环水量	m ³ /d	192285	
7.2	单位产品用新水量	m ³ /t	4.71	按硫酸计

序号	指标名称	单位	数量	备注
7.3	总排水量	m ³ /d	1996	仅热污染
7.4	工业用水重复利用率	%	97.15	
8	供电			
8.1	总装机容量	kW	19960	
8.2	工作容量	kW	14760	
8.3	有功功率	kW	10070	
8.4	年耗电量	k.kWh	59660	
8.5	单位产品用电量	kWh/t	149.15	按硫酸计
9	外部运输及总图			
9.1	年运输量	10 ⁴ t/a	92.64	
	其中：运入量	10 ⁴ t/a	32.64	
	运出量	10 ⁴ t/a	60	
9.2	征地面积	ha	15.1	
9.3	建筑系数	%	28.65	
9.4	绿化覆盖率	%	19.71	
9.5	工程量	万m ³	15.2	
	其中：挖方	万m ³	8.9	
	填方	万m ³	6.3	
10	能源消耗			
10.1	单位产品综合能源消耗	kg标煤/t	60.86	按硫酸计
11	工作制度	d/班/h	333.3/3/8	
12	建设期	a	1.5	
13	劳动及工资			
13.1	在册职工人数	人	186	
	其中：生产人员	人	163	
	管理及服务人员	人	23	
13.2	工资总额	万元	513.36	
13.3	货币劳动生产率			
	其中：生产人员	万元/人.a	199.39	

序号	指标名称	单位	数量	备注
	企业全员	万元/人.a	174.73	
13.4	实物劳动生产率			
	其中：生产人员	t/人.a	2453.99	按硫酸计
	企业全员	t/人.a	2150.54	按硫酸计
14	投资及资金来源			
14.1	固定资产投资	万元	58414.00	
	其中：建设投资	万元	56764.31	
	建设期利息	万元	1649.69	
14.2	流动资金	万元	1263.17	
14.3	投资总额	万元	59677.17	
	其中：固定资产投资	万元	58414.00	
	流动资金	万元	1263.17	
14.4	项目总投资	万元	58792.95	
	其中：固定资产投资	万元	58414.00	
	铺底流动资金	万元	378.95	
14.5	资金来源			
14.5.1	自有资金	万元	29394.71	
	其中：建设投资	万元	27366.07	
	建设期利息	万元	1649.69	
	流动资金	万元	378.95	
14.5.2	债务资金	万元	30282.46	
	其中：建设投资	万元	29398.24	
	流动资金	万元	884.22	
14.5.3	资本金比例	%	50.00	
15	成本与费用			达产年平均
15.1	总成本费用	万元/a	23436.68	
15.2	单位总成本费用	元/t	585.92	按硫酸计
15.3	年经营成本	万元/a	18374.56	
15.4	单位经营成本	元/t	459.36	按硫酸计

序号	指标名称	单位	数量	备注
15.5	单位加工成本	元/t	209.65	按硫酸计
16	销售收入、税金及利润			达产年平均
16.1	销售收入（不含税）	万元/a	32500.09	
16.2	销售税金及附加	万元/a	388.07	
16.3	应纳增值税	万元/a	3527.87	不参与损益计算
16.4	利润总额	万元/a	8675.34	
16.5	所得税	万元/a	2168.84	
16.6	净利润	万元/a	6506.50	
17	清偿能力			
17.1	利息备付率（ICR）		2.31~17.27	
17.2	偿债备付率（DSCR）		1.15~1.82	
17.3	资产负债率（LOAR）	%	44.33~1.78	生产期内
18	盈利能力			
18.1	项目投资现金流量分析			
	财务内部收益率：税后	%	14.89	
	税前	%	18.75	
	财务净现值：税后	万元	7605.85	i c =12 %
	税前	万元	18539.92	i c =12 %
	投资回收期：税后	a	6.78	含建设期1.5年
	税前	a	5.98	含建设期1.5年
18.2	自有资金财务现金流量分析			
	财务内部收益率	%	17.74	
	财务净现值	万元	8308.33	i c =13 %
18.3	总投资收益率（ROI）	%	15.28	
18.4	项目资本金净利润率（ROE）	%	22.13	
19	盈亏平衡点	%	52.31	达产年

2.3 组织机构和劳动定员

2.3.1 组织机构

项目隶属于紫金矿业集团青海有限公司组织机构按公司—厂部—车间二级管理机构形式考虑。

2.3.2 工作制度

项目采用连续生产制。生产部门年工作天数 333d，每天 3 班，每班 8h；管理部门年工作天数 250 d，每天 1 班，每班 8h。

2.3.3 劳动定员

项目设计需劳动定员为 186 人，其中：生产人员 163 人，占 87.63%；管理及服务人员 23 人，占 12.37%。

劳动定员汇总见表 2-2。

表 2-2 劳动定员汇总表

序号	车间及工种名称	在册人数	备注
一	生产人员	163	87.63%
1	主要生产人员	87	46.77%
1.1	原料库	15	
1.2	焙烧	12	
1.3	硫酸	36	
1.4	热工	24	
2	辅助生产人员	76	40.86%
2.1	化验室	7	
2.2	石灰乳制备	8	
2.3	石灰乳浆化	8	
2.4	废水处理	8	
2.5	电气值班和维修	18	
2.6	总图	19	
2.7	仪表	8	
二	管理及服务人员	23	12.37%
	合计	186	100.00%

2.3.4 工资总额

根据当地现行的工资水平，设计企业职工的人均工资水平按 27600 元/人.a 计，职工年工资总额为 513.36 万元。

2.3.5 人员培训

根据本项目的具体特点，为确保企业生产能安全正常进行，在项目投产前各类生产及管理人员均需进行工艺技术、质量控制、设备维护保养、安全生产等方面的培训，培训结束后经考核合格后持证上岗。培训地点可考虑在国内相类似企业，采用委托培训的方式进行。

2.4 投资与资金筹措

2.4.1 固定资产投资

项目固定资产投资 58414 万元，其中：建设投资 56764.31 万元，建设期利息为 1649.69 万元。

2.4.2 流动资金

流动资金估算采用分项详细估算法估算。考虑到项目所需原料为企业矿山自产，原料按不占用流动资金考虑，其他辅助材料，燃料动力以及产成品，应收账款、应付账款等周转天数按企业实际可能的最低周转天数进行估算。

达产年所需流动资金 1263.17 万元。其中：铺底流动资金 378.95 万元。

流动资金估算表见表 2-3。

表 2-3 流动资金估算表

序号	年份 项目	最低周 转天数	周 转 次 数	投产期 (a)	
				3	4
1	流动资产			2033.30	2369.20
1.1	应收帐款	30.00	12.00	1293.22	1531.21

序号	项目	年份	最低周 转天数	周转 次数	投产期 (a)	
					3	4
1.2	存货				625.96	715.47
1.2.1	辅助材料		30.00	12.00	20.89	26.11
1.2.2	燃料		15.00	24.00	4.75	5.94
1.2.3	在产品		1.00	360.00	39.57	46.95
1.2.4	产成品		10.00	36.00	416.63	492.35
1.2.5	备品备件		60.00	6.00	144.12	144.12
1.2.6	其它					
1.3	现金		15.00	24.00	114.12	122.52
1.4	预付帐款					
2	流动负债				884.82	1106.03
2.1	应付帐款		30.00	12.00	884.82	1106.03
2.2	预收帐款					
3	流动资金 (1-2)				1148.48	1263.17
4	流动资金本年增加额				1148.48	114.69
5	流动资金贷款				803.94	884.22
6	流动资金贷款利息				57.88	63.66

2.4.3 项目总投资

项目总投资为固定资产投资与铺底流动资金之和。

项目总投资 58792.95 万元，其中：固定资产投资 58414 万元，铺底流动资金 378.95 万元。

项目总投资中资本金比例为 50%。

2.4.4 项目投资总额

投资总额为固定资产投资与全额流动资金之和。

项目投资总额 59677.17 万元，其中：固定资产投资 58414 万元，流动资金 1263.17 万元。

2.5 成本与费用

2.5.1 估算说明

总成本费用估算采用生产成本加期间费用估算法，成本与费用均按不含增值税价格计算。

(1) 原料

项目原料为企业矿山副产硫铁矿，硫铁矿含有效硫为 47.45%，硫铁矿价格参考近期市场行情并预测后确定，拟按不含税价：442 元/t. 硫铁矿（折标硫 35%S 为 326 元/t）；含税价为：500 元/t. 硫铁矿（折标硫 35%S 为 369 元/t）。

(2) 辅助材料

各种辅助材料消耗根据工艺计算确定，按不含税到厂价计。

(3) 燃料及动力费

燃料及动力消耗根据工艺消耗确定。水为 1.6814 元/m³、上网电价为 0.171 元/kwh，均为不含税价。

(4) 工资

职工平均工资按 27600 元/人.a 计。

(5) 制造费用

制造费用包含折旧费、修理费及其他制造费用。

固定资产折旧采用直线法，固定资产残值率为 5%，房屋及构筑物平均折旧年限按 25a，机器设备平均折旧年限按 10a，并在计算期第 12 年投入相应更新改造资金。

修理费按照固定资产原值和修理费率估算，其中：建构筑物以固定资产原值的 2%提取，机器设备以固定资产原值的 5%提取。

(6) 管理费用

管理费用包括无形资产、其他资产摊销和其它管理费用，其中，无形资产和其他资产均按 10a 摊销；其它管理费用根据当地实际情况并参照国内同类企业实际发生水平测算。

(7) 财务费用

财务费用为生产期内各项借款利息。

(8) 销售费用

销售费用参照国内同类企业的实际费用水平确定，按项目销售收入的 2% 估算。

2.5.2 成本与费用估算

项目达产年平均总成本费用为 23436.68 万元，单位产品总成本费用为 585.92 元/t.硫酸，达产年平均经营成本为 18374.56 万元，单位产品经营成本为 459.36 元/t.硫酸，达产年平均单位生产成本为 522.14 元/ t .硫酸，单位加工成本为 209.65 元/ t .硫酸。

达产年平均生产成本估算表见表 2-4。

表 2-4 达产年平均生产成本估算表

序号	项目	单位	单价 (元)	单位成本 (元/t.硫酸)	年总用量	总成本 (万元)	备注
1	原材料			312.49		12499.76	折 35% 标 S 为 326 元/t
1.1	硫铁矿(干)	t	442.00	312.49	282800.00	12499.76	
2	辅助材料			7.83		313.28	
2.1	触媒	t	33000	2.09	25.30	83.49	
2.2	石灰石	t	80	3.00	14999.85	120.00	
2.3	盐酸(100%)	t	600	0.17	113.33	6.80	
2.4	氢氧化钠(100%)	t	5000	0.46	36.67	18.34	
2.5	缓蚀阻垢剂	t	11000	0.69	25.20	27.72	
2.6	杀菌剂	t	30000	0.39	5.20	15.60	
2.7	化验室耗材			0.25		10.00	
2.8	其他			0.78		31.33	
3	燃料			3.57		142.57	

序号	项目	单位	单价 (元)	单位成本 (元/t.硫酸)	年总用量	总成本 (万元)	备注
3.1	柴油	t	5200.00	1.11	85.03	44.22	
3.2	天然气	104m ³	13000.00	2.46	75.65	98.35	
4	动力			7.92		316.71	
4.1	电	k.kWh			65470.00		余热发电
4.2	新水	10 ⁴ m ³	16814.00	7.92	188.36	316.71	
5	直接工资	人/a	27600	11.2	163	449.88	
6	制造费用			179.08		7163.22	
6.1	折旧费			103.55		4141.86	
6.2	修理费			54.04		2161.77	
6.3	其他制造费			21.49		859.59	
7	生产成本 (1+2+...+6)			522.14		20885.42	
8	加工成本 (7-1)			209.65		8385.66	

总成本费用估算表见附表 2-1。

2.6 产品产量、销售收入及税金

2.6.1 产品产量及销售收入

项目产品价格参照近期市场行情，并考虑一定的价格波动因素，与业主商定按以下价格确定。

项目产品产量及销售收入估算见表 2-5。

表 2-5 产品产量及销售收入估算表

序号	产品	单价 (元/t)		产量	收入 (万元)		备注
		不含税	含税		不含税	含税	
1	硫酸 (折100%) (万吨)	513.00	600.00	40.00	20520.00	24000.00	折100%
2	铁焙砂 (万吨)	598.00	700.00	19.84	11864.32	13888.00	含 Fe62.93%
3	电 (上网) (k.kWh)	171.00	200.00	6770.00	115.77	135.40	
	合计				32500.09	38023.40	

项目达产年平均销售收入 (不含税) 32500.09 万元。

2.6.2 税金

项目原料增值税税率为 13%，项目产品增值税税率为 17%，城市维护建设税和教育费附加税率分别为增值税的 7%、3%，项目达产年平均应纳增值税 3527.87 万元。

2.7 资金来源及使用计划

项目固定资产投资 58414 万元，其中：自有资金 29015.76 万元（含建设期利息 1649.69 万元）；银行贷款 29398.24 万元，长期贷款年利率为 7.74%。

项目流动资金 1263.17 万元，其中：自有资金 378.95 万元，占 30%；银行贷款 884.22 万元，占 70%，流动资金贷款年利率为 7.20%。

项目资本金为 29394.71 万元，总投资中资本金比例为 50%。

固定资产投资安排在建期 1.5 年内投入使用，前半年投入固定资产投资的 30%，次年投入固定资产投资的 70%。

流动资金在生产期按生产负荷安排使用。

投资使用计划与资金筹措表见表 2-6

表 2-6 投资使用计划与资金筹措表

序号	项目	年份 合计	建设期 (a)		投产期 (a)	达产期 (a)
			1 (0.5a)	2	3	4
1	投资总额	59677.17	17199.95	41214.05	1148.48	114.69
1.1	固定资产投资	58414.00	17199.95	41214.05		
1.1.1	建设投资	56764.31	17029.29	39735.02		
1.1.2	建设期利息	1649.69	170.66	1479.03		
1.2	流动资金	1263.17			1148.48	114.69
2	资金筹措	59677.17	17199.95	41214.05	1148.48	114.69
2.1	自有资金	29394.71	8380.48	20635.28	344.54	34.41
2.1.1	建设投资	27366.07	8209.82	19156.25		

序号	年份 项目	合计	建设期 (a)		投产期 (a)	达产期 (a)
			1 (0.5a)	2	3	4
2.1.2	建设期利息	1649.69	170.66	1479.03		
2.1.3	流动资金	378.95			344.54	34.41
2.2	债务资金	30282.46	8819.47	20578.77	803.94	80.28
2.2.1	长期贷款	29398.24	8819.47	20578.77		
2.2.2	流动资金贷款	884.22			803.94	80.28

2.8 基准收益率

本项目财务基准收益率的选用国家发改委和建设部发布的《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)中推荐的化工行业项目融资前财务基准收益率为 12%，融资后项目资本金财务基准收益率为 13%。

2.9 财务分析

2.9.1 利润及利润分配

项目达产年平均利润总额为 8675.34 万元/a。企业所得税率为 25%，暂不考虑所得税优惠政策，达产年平均所得税为 2168.84 万元/a。

所得税后余额为净利润，达产年平均净利润为 6506.50 万元/a；净利润中提取 10%的盈余公积金后，所余为未分配利润。

达产年平均利润及利润分配见附表 2-2。

2.9.2 盈利能力分析

(1) 融资前分析

根据分析角度的不同，融资前项目投资现金流量分析可计算所得税前指标和所得税后指标。所得税前指标可以作为投资决策的主要指标，用于考察项目是否可行，并值得去为之融资。

项目投资财务现金流量分析见附表 2-3。

各项融资前盈利能力分析指标见表 2-7。

表 2-7 融资前盈利能力分析指标

序号	指标名称	单位	数量
1	项目投资财务内部收益率		
	所得税后	%	14.89
	所得税前	%	18.75
2	项目投资财务净现值 (ic=12%)		
	所得税后	万元	7605.85
	所得税前	万元	18539.92
3	投资回收期		
	所得税后	a	6.78
	所得税前	a	5.98

由上表指标可知，所得税前项目投资财务内部收益率 18.75%，大于基准收益率 12%，项目在财务上可行。

(2) 融资后分析

a、资本金财务内部收益率

项目资本金现金流量分析，是从项目权益投资者整体的角度，考察项目给项目权益投资者带来的收益水平。

项目自有资金财务现金流量分析见附表 2-4。

项目资本金财务内部收益率为 17.74%，高于设定的项目资本金财务基准收益率 13%，从项目资本金投入可获得的收益水平上看项目可行。

b、静态经济效益指标（达产年平均）

静态指标按达产年平均计算，结果如下：

总投资收益率 (ROI): 15.28%

项目资本金净利润率 (ROE): 22.13%

2.9.3 偿债能力分析

(1) 借款偿还

项目固定资产投资长期借款偿还年限为 6.5 年，建设期 1.5 年为宽限期，从生产期起分 5 年等额还本，利息照付方式进行偿还，长期借款年利率 7.74%。

偿还借款资金的来源为：未分配利润，可用于还款的折旧和摊销费。

偿债能力指标见表 2-8。

表 2-8 主要偿债指标

序号	名称	数据	备注
1	利息备付率 (ICR)	2.31~17.27	借款偿还期内
2	偿债备付率 (DSCR)	1.15~1.82	借款偿还期内

从上表指标可以看出，项目借款偿还期内各年利息备付率及偿债备付率指标均分别大于 2 和 1，并且随着借款本金的偿还，指标逐年上升，表明项目长期借款利息及本金的偿还保证程度高，项目偿债能力强。

项目借款还本付息计划表见附表 2-5。

(2) 资产负债分析

项目资产负债表见附表 2-6。

从资产负债表可知，项目资产负债率为 44.33%~1.78%，资产负债率逐年减小，随着长期借款逐年偿还，其债务中主要为流动资金，故项目和债权人的偿债风险不大。

2.10 财务生存能力分析

根据项目计算期内的投资、融资和经营活动获得所产生的各项现金流入和流出，计算净现金流量和累计盈余资金，以判断项目的财务

生存能力。

项目财务计划现金流量表见附表 2-7。

从财务计划现金流量表可以看出，计算期内各年现金流入均大于现金流出，计算期末累计盈余资金 92205.53 万元。因此，项目具备财务生存能力。

2.11 不确定性分析

2.11.1 盈亏平衡分析

以生产能力利用率表示的达产年盈亏平衡点（BEP）分别为 52.31 %。表明项目在生产经营期内具有较强的抗风险能力。

2.11.2 敏感性分析

项目原料及产品价格、建设投资等数据来源于预测，存在一定的不确定性。分别对项目销售收入、经营成本、产品产量及建设投资等因素的单一变化对项目所得税前项目投资财务内部收益率的影响程度进行分析。

项目敏感性分析表见表 2-9。

表 2-9 敏感性分析表

序号	项目	变化幅度 (%)	财务内部收益率 (%)	敏感度系数	临界点 (%)
1	基本方案	0	18.75%		
2	产品产量	+10	21.08%	1.25	-26.5878
		+5	19.92%	1.26	
		-5	17.54%	1.28	
		-10	16.31%	1.3	
3	建设投资	+10	16.68%	-1.1	39.54
		+5	17.68%	-1.14	
		-5	19.90%	-1.24	
		-10	21.16%	-1.29	

序号	项目	变化幅度 (%)	财务内部收益率 (%)	敏感度系数	临界点 (%)
4	销售收入	+10	24.06%	2.83	-11.46
		+5	21.45%	2.89	
		-5	15.91%	3.03	
		-10	12.91%	3.11	
5	经营成本	+10	15.50%	-1.73	20.14
		+5	17.15%	-1.71	
		-5	20.30%	-1.66	
		-10	21.83%	-1.64	

由上表可知，销售收入对财务内部收益率的影响最大，其他依次为经营成本、产品产量和建设投资，因此在建设和生产过程中注意这些因素的影响。

2.12 综合分析

紫金矿业集团青海有限公司德尔尼尾矿综合利用循环经济项目投资总额为 59677.17 万元，其中：固定资产投资 58414 万元，流动资金 1263.17 万元；项目达产年平均总成本费用为 23436.68 万元，单位产品总成本费用为 585.92 元/t.硫酸，达产年平均经营成本为 18374.56 万元，单位产品经营成本为 459.36 元/t.硫酸，单位加工成本 209.65 元/t.硫酸，达产年平均销售收入（不含税）为 32500.09 万元；项目实现净利润 6506.50 万元。

项目投资财务内部收益率税前为 18.75%；税后为 14.89%；资本金财务内部收益率为 17.74%，均高于设定的基准收益率，表明本项目经济效益较好；项目长期借款偿还期为 6.5 年（含建设期 1.5 年），其中建设期 1.5 年为还款宽限期，生产期分 5 年等额偿还。借款偿还期内，利息备付率及偿债备付率均分别大于 2 和 1，并随着借款本金的偿还而逐年上升，表明项目有很好的偿债能力。以生产能力利用率

表示的达产期平均盈亏平衡点为 52.31%，表明项目具有较强的抗风险能力及借款偿还能力。

以上数据可以看出，项目经济效益较好，并具有较强的抗风险能力及借款偿还能力。项目在经济上是可行的

总成本费用估算表

附表2-1

单位：万元

序号	项目	年份	合计	达产期 平均	达产期(a)											
					投产期(a)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	生产负荷				80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	生产成本	270901.11	21042.74	18388.28	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74	21042.74
1.1	原料	159996.93	12499.76	9999.81	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76	12499.76
1.2	辅助材料	4009.98	313.28	250.62	313.28	313.28	313.28	313.28	313.28	313.28	313.28	313.28	313.28	313.28	313.28	313.28
1.3	燃料	1824.90	142.57	114.06	142.57	142.57	142.57	142.57	142.57	142.57	142.57	142.57	142.57	142.57	142.57	142.57
1.4	动力	4053.89	316.71	253.37	316.71	316.71	316.71	316.71	316.71	316.71	316.71	316.71	316.71	316.71	316.71	316.71
1.5	直接工资	7893.60	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20	607.20
1.6	制造费用	93121.81	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22	7163.22
1.6.1	折旧费	53844.18	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86	4141.86
1.6.2	修理费	28103.01	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77	2161.77
1.6.3	其它制造费用	11174.67	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59	859.59
2	管理费用	17001.25	1301.05	1388.67	1460.17	1460.17	1460.17	1460.17	1460.17	1460.17	1460.17	1460.17	1460.17	823.68	823.68	823.68
2.1	摊销费	6364.91	477.37	636.49	636.49	636.49	636.49	636.49	636.49	636.49	636.49	636.49	636.49			
2.2	其它管理费用	10636.34	823.68	752.18	823.68	823.68	823.68	823.68	823.68	823.68	823.68	823.68	823.68	823.68	823.68	823.68
3	财务费用	7648.06	442.90	2333.30	1884.00	1428.91	973.83	518.74	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66
3.1	流动资金借款利息	821.80	63.66	57.88	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66
3.2	固定资产借款利息	6826.26	379.24	2275.42	1820.34	1365.25	910.17	455.08								
4	销售费用	8320.00	650.00	520.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00
5	总成本费用	303870.42	23436.68	22630.25	25036.91	24581.82	24126.74	23671.65	23216.57	23216.57	23216.57	23216.57	23216.57	22580.08	22580.08	22580.08
5.1	固定成本	125664.72	9514.36	11492.39	11114.59	10659.50	10204.42	9749.33	9294.25	9294.25	9294.25	9294.25	9294.25	8657.76	8657.76	8657.76
5.2	可变成本	178205.70	13922.32	11137.86	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32	13922.32
6	经营成本	236013.27	18374.56	15518.60	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56
8	进项税	25613.39	1997.15	1647.65	1999.85	1999.85	1999.85	1999.85	1999.85	1999.85	1999.85	1999.85	1999.85	1989.03	1989.03	1989.03

利润与利润分配表

附表2-2

单位：万元

序号	项目	年份		投产期(a)	达产期(a)											
		合计	达产期平均		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	生产负荷			80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	销售收入（不含税）	416001.11	32500.09	26000.07	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09
2	销售税金及附加	4961.77	388.07	304.96	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	388.96	388.96	388.96
3	总成本费用	303870.42	23436.68	22630.25	25036.91	24581.82	24126.74	23671.65	23216.57	23216.57	23216.57	23216.57	23216.57	22580.08	22580.08	22580.08
4	补贴收入															
5	利润总额	107168.93	8675.34	3064.86	7075.41	7530.50	7985.58	8440.67	8895.75	8895.75	8895.75	8895.75	8895.75	9531.05	9531.05	9531.05
6	弥补以前年度亏损															
7	应纳税所得额	107168.93	8675.34	3064.86	7075.41	7530.50	7985.58	8440.67	8895.75	8895.75	8895.75	8895.75	8895.75	9531.05	9531.05	9531.05
8	所得税	26792.25	2168.84	766.22	1768.85	1882.63	1996.40	2110.17	2223.94	2223.94	2223.94	2223.94	2223.94	2382.76	2382.76	2382.76
9	净利润	80376.68	6506.50	2298.64	5306.56	5647.87	5989.18	6330.50	6671.81	6671.81	6671.81	6671.81	6671.81	7148.29	7148.29	7148.29
10	盈余公积金	8037.67	650.65	229.86	530.66	564.79	598.92	633.05	667.18	667.18	667.18	667.18	667.18	714.83	714.83	714.83
11	应付利润															
12	未分配利润	72339.01	5855.85	2068.78	4775.90	5083.08	5390.26	5697.45	6004.63	6004.63	6004.63	6004.63	6004.63	6433.46	6433.46	6433.46
13	累计未分配利润	464038.18	38497.45	2068.78	6844.68	11927.76	17318.02	23015.47	29020.10	35024.73	41029.36	47033.99	53038.62	59472.08	65905.55	72339.01
14	息税前利润	114816.99	9118.24	5398.16	8959.41	8959.41	8959.41	8959.41	8959.41	8959.41	8959.41	8959.41	8959.41	9594.71	9594.71	9594.71
15	息税折旧摊销前利润	175026.08	13737.46	10176.51	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13736.57	13736.57	13736.57
计算指标： 总投资收益率（ROI） 15.28% 项目资本金净利润率（ROE） 22.13%																

项目投资财务现金流量表

附表2-3

单位：万元

序号	项目	建设期(a)		投产期(a)	达产期(a)											
		1(0.5a)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	生产负荷			80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	现金流入			26000.07	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	50950.17
1.1	销售收入（不含税）			26000.07	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09
1.2	补贴收入															
1.3	回收固定资产余值															17186.91
1.4	回收流动资金															1263.17
1.5	其它															
2	现金流出	17029.29	39735.02	16972.04	18877.02	18762.33	18762.33	18762.33	18762.33	18762.33	18762.33	18762.33	37744.33	18763.52	18763.52	18763.52
2.1	建设投资	17029.29	39735.02													
2.2	流动资金			1148.48	114.69											
2.3	经营成本			15518.60	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56
2.4	销售税金及附加			304.96	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	388.96	388.96	388.96
2.5	固定资产更新资金												18982.00			
3	所得税前净现金流量	-17029.29	-39735.02	9028.03	13623.07	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	13737.76	-5244.24	13736.57	13736.57	32186.65
4	累计所得税前净现金流量	-17029.29	-56764.31	-47736.28	-34113.21	-20375.44	-6637.68	7100.08	20837.84	34575.60	48313.36	62051.12	56806.88	70543.45	84280.02	116466.68
5	调整所得税			1349.54	2239.85	2239.85	2239.85	2239.85	2239.85	2239.85	2239.85	2239.85	2239.85	2398.68	2398.68	2398.68
6	所得税后净现金流量	-17029.29	-39735.02	7678.49	11383.22	11497.91	11497.91	11497.91	11497.91	11497.91	11497.91	11497.91	-7484.09	11337.89	11337.89	29787.97
7	累计所得税后净现金流量	-17029.29	-56764.31	-49085.82	-37702.60	-26204.68	-14706.77	-3208.86	8289.05	19786.96	31284.87	42782.78	35298.69	46636.58	57974.47	87762.45
计算指标：		所得税后：		所得税前：												
财务内部收益率：		14.89%		18.75%												
财务净现值：（ic=12%）		7605.85	万元	18539.92	万元											
投资回收期：		6.78	a	5.98	a											

自有资金财务现金流量表

附表2-4

单位：万元

序号	项目	建设期(a)		投产期(a)	达产期(a)											
		1(0.5a)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	生产负荷			80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	现金流入			26000.07	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	50065.95
1.1	销售收入（不含税）			26000.07	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09	32500.09
1.2	补贴收入															
1.3	回收固定资产余值															17186.91
1.4	回收流动资金															378.95
1.5	其它															
2	现金流出	8380.48	20635.28	25147.27	28329.24	27953.52	27612.21	27270.87	21049.93	21049.93	21049.93	21049.93	40031.93	21209.94	21209.94	21209.94
2.1	自有资金	8380.48	20635.28	344.54	34.41											
2.2	固定资产更新资金												18982.00			
2.3	借款本金偿还			5879.65	5879.65	5879.65	5879.65	5879.64								
2.4	借款利息支付			2333.30	1884.00	1428.91	973.83	518.74	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66
2.5	经营成本			15518.60	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56
2.6	销售税金及附加			304.96	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	388.96	388.96	388.96
2.7	所得税			766.22	1768.85	1882.63	1996.40	2110.17	2223.94	2223.94	2223.94	2223.94	2223.94	2382.76	2382.76	2382.76
3	净现金流量	-8380.48	-20635.28	852.80	4170.85	4546.57	4887.88	5229.21	11450.16	11450.16	11450.16	11450.16	-7531.84	11290.15	11290.15	28856.01
4	计算指标： 财务内部收益率： 17.74% 财务净现值：(ic=13%) 8308.33 万元															

借款还本付息表

附表2-5

单位：万元

序号	项目	年份	利率 (%)	建设期(a)		投产期(a)	达产期(a)			
				1(0.5a)	2	3	4	5	6	7
1	长期借款									
1.1	年初借款本息累计			8819.47	29398.24	23518.59	17638.94	11759.29	5879.64	
1.1.1	本金			8819.47	29398.24	23518.59	17638.94	11759.29	5879.64	
1.1.2	建设期利息									
1.2	本年借款			8819.47	20578.77					
1.3	本年应计利息		7.74	170.66	1479.03	2275.42	1820.34	1365.25	910.17	455.08
1.4	本年还本					5879.65	5879.65	5879.65	5879.65	5879.64
1.5	本年付息					2275.42	1820.34	1365.25	910.17	455.08
2	偿还借款本金资金来源									
2.1	未分配利润					2068.78	4775.90	5083.08	5390.26	5697.45
2.2	可用于还款的折旧费					3313.49	3313.49	3313.49	3313.49	3313.49
2.3	可用于还款的摊销费					636.49	636.49	636.49	636.49	636.49
2.4	自有资金									
3	偿还本金来源合计					6018.76	8725.88	9033.06	9340.24	9647.43
4	偿还本金后余额					139.11	2846.23	3153.41	3460.59	3767.79
5	利息备付率(%)					2.31	4.76	6.27	9.20	17.27
6	偿债备付率(%)					1.15	1.54	1.62	1.71	1.82

资产负债表

附表2-6

单位：万元

序号	项目	建设期(a)		投产期(a)	达产期(a)											
		1(0.5a)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	资产	17199.95	58414.00	56866.29	56629.10	56397.32	56506.85	56957.72	63629.53	70301.34	76973.15	83644.96	90316.77	97465.06	104613.35	111761.64
1.1	流动资产总额			3230.64	7771.80	12318.38	17206.26	22435.47	33885.63	45335.79	56785.95	68236.12	60704.28	71994.43	83284.58	94574.73
1.1.1	货币资金			1311.46	5525.12	10071.70	14959.58	20188.79	31638.95	43089.11	54539.27	65989.44	58457.60	69747.75	81037.90	92328.05
1.1.2	应收帐款			1293.22	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21	1531.21
1.1.3	预付帐款															
1.1.4	存货			625.96	715.47	715.47	715.47	715.47	715.47	715.47	715.47	715.47	715.47	715.47	715.47	715.47
1.2	在建工程	17199.95	58414.00													
1.3	固定资产净值			47907.23	43765.37	39623.51	35481.65	31339.79	27197.93	23056.07	18914.21	14772.35	29612.49	25470.63	21328.77	17186.91
1.4	无形及递延资产净值			5728.42	5091.93	4455.44	3818.95	3182.46	2545.96	1909.47	1272.98	636.49	0.00	0.00	0.00	0.00
2	负债及所有者权益	17199.95	58414.00	56866.29	56629.10	56397.32	56506.85	56957.72	63629.53	70301.34	76973.15	83644.96	90316.77	97465.06	104613.35	111761.64
2.1	流动负债总额			884.82	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03
2.1.1	短期借款															
2.1.2	应付帐款			884.82	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03	1106.03
2.1.3	预收帐款															
2.2	建设投资借款	8819.47	29398.24	23518.59	17638.94	11759.29	5879.64									
2.3	流动资金借款			803.94	884.22	884.22	884.22	884.22	884.22	884.22	884.22	884.22	884.22	884.22	884.22	884.22
2.4	负债小计	8819.47	29398.24	25207.35	19629.19	13749.54	7869.89	1990.25	1990.25	1990.25	1990.25	1990.25	1990.25	1990.25	1990.25	1990.25
2.5	所有者权益	8380.48	29015.76	31658.95	36999.92	42647.79	48636.97	54967.47	61639.28	68311.09	74982.90	81654.71	88326.52	95474.81	102623.10	109771.39
2.5.1	资本金	8380.48	29015.76	29360.30	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71	29394.71
2.5.2	累计盈余公积金			229.86	760.52	1325.31	1924.23	2557.28	3224.46	3891.64	4558.82	5226.00	5893.18	6608.01	7322.84	8037.67
2.5.3	累计未分配利润			2068.78	6844.68	11927.76	17318.02	23015.47	29020.10	35024.73	41029.36	47033.99	53038.62	59472.08	65905.55	72339.01
	计算指标:															
	资产负债率: (%)	51.28	50.33	44.33	34.66	24.38	13.93	3.49	3.13	2.83	2.59	2.38	2.20	2.04	1.90	1.78

财务计划现金流量表

附表2-7

单位：万元

序号	项目	年份		投产期(a)	达产期(a)											
		1(0.5a)	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	经营活动净现金流量			9410.29	11968.91	11855.13	11741.36	11627.59	11513.82	11513.82	11513.82	11513.82	11513.82	11353.81	11353.81	11353.81
1.1	现金流入			26000.0696	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087
1.1.1	销售收入(不含税)			26000.0696	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087	32500.087
1.1.2	补贴收入															
1.2	现金流出			16589.78	20531.18	20644.96	20758.73	20872.50	20986.27	20986.27	20986.27	20986.27	20986.27	21146.28	21146.28	21146.28
1.2.1	经营成本			15518.60	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56	18374.56
1.2.2	销售税金及附加			304.96	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	387.77	388.96	388.96	388.96
1.2.3	所得税			766.22	1768.85	1882.63	1996.40	2110.17	2223.94	2223.94	2223.94	2223.94	2223.94	2382.76	2382.76	2382.76
2	投资活动净现金流量	-17029.293	-39735.02	-1148.48	-114.690									-18982.00		
2.1	现金流入															
2.2	现金流出	17029.29	39735.02	1148.48	114.69									18982.00		
2.2.1	建设投资	17029.29	39735.02													
2.2.2	固定资产更新资金													18982.00		
2.2.3	流动资金			1148.48	114.69											
3	筹资或总净现金流量	17029.29	39735.02	-7064.47	-7648.96	-7308.56	-6853.48	-6398.38	-63.66	-63.66	-63.66	-63.66	-63.66	-63.66	-63.66	-63.66
3.1	现金流入	17199.95	41214.05	1148.48	114.69											
3.1.1	项目资本金投入	8380.48	20635.28	344.54	34.41											
3.1.2	建设投资借款	8819.47	20578.77													
3.1.3	流动资金借款			803.94	80.28											
3.2	现金流出	170.66	1479.03	8212.95	7763.65	7308.56	6853.48	6398.38	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66
3.2.1	各种利息支出	170.66	1479.03	2333.30	1884.00	1428.91	973.83	518.74	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66	63.66
3.2.2	偿还债务本金			5879.65	5879.65	5879.65	5879.65	5879.64								
3.2.3	应付利润(股利分配)															
4	净现金流量			1197.34	4205.26	4546.57	4887.88	5229.21	11450.16	11450.16	11450.16	11450.16	-7531.84	11290.15	11290.15	11290.15
5	累计盈余资金			1197.34	5402.60	9949.18	14837.06	20066.27	31516.43	42966.59	54416.75	65866.92	58335.08	69625.23	80915.38	92205.53

3 工艺设计方案说明

3.1 工艺技术方案的选择

3.1.1 原料路线确定的原则和依据

硫酸生产的原料主要有硫铁矿、硫磺、含 SO_2 的冶炼烟气、天然石膏以及磷石膏等，硫酸生产的原料构成。

硫铁矿（含有色金属伴生副产的硫精砂）是我国的主要硫资源，国内硫酸生产原来一直以硫铁矿为主。

按处理 2×30 万吨/年硫铁矿制硫酸计，每年需要的硫铁矿原料折标硫计约 77 万吨（约德尔尼铜矿实矿 57 万吨左右）。德尔尼铜矿副产的硫铁矿至投产时年产可达到 135 万吨，完全可以满足处理 2×30 万吨/年硫铁矿制取硫酸装置的原料供应。

90 年代以来，国外硫酸生产工艺技术主要进展在于生产装置的大型化、新型高效设备的应用、废热利用率的进一步提高和 DCS 控制生产，从而使工艺指标先进，生产成本低，三废能排放达标。具体而言，体现在以下几个方面：

1) 生产装置大型化方面：国外制酸装置的最大日产能力硫磺制酸已扩大到 4400t，冶炼烟气制酸已达 3860t，硫铁矿制酸也达 1500t。

2) 环境保护方面：国外普遍采用两转两吸工艺，使用高活性、低燃点的新型钒催化剂，从而进一步提高了转化率，降低了二氧化硫排放，尾气中 SO_2 浓度低于 200ppm；烟气净化普遍采用酸洗净化流程，污水得到了有效控制；矿渣得到了综合利用；故国外硫酸生产已基本消除了“三废”危害。

3) 废热利用方面：国外 70 年代硫磺制酸系统系统每生产 1 吨硫

酸副产蒸汽 1.14 吨，80 年代初提高到 1.3 吨，近年来孟山都环境化学公司采用 HRS 技术成功的将 SO_3 吸收的低温位热能用于产生蒸汽和发电，将蒸汽产量提高到 1.8 吨。

4) 装备质量方面：国外普遍采用优质关键设备和材料，保证了长周期稳定生产，年开工率均达 98% 以上，使用 DCS 控制生产，大幅度提高了劳动生产率。

20 世纪 80 年代以后，随着改革开放的深化，我国先后引进了国外鲁齐、孟山都、凯密迪、西利沙蒙、波立顿、托普索、三菱重工等公司的成套硫酸装置的技术和设备，如 WSA 湿法制酸工艺，非稳态氧化技术，大型沸腾焙烧系统，硫磺制酸废热锅炉、动力波洗涤器、不锈钢转化器、大型风机、高效含铈催化剂等。这些技术和设备的引入，推动了我国硫酸生产技术的发展，缩小了我国硫酸生产技术与国际先进水平的差距，具体体现下列几方面：

1) 硫酸生产装置向大型化发展

我国 80 年代以来，1988 年、1991 年南化公司、铜陵磷铵厂分别建成 20 万吨/年硫铁矿制酸装置，1992 年云峰公司建成年产 23 万吨硫铁矿制酸装置，1995 年黄麦岭化工公司建成年产 28 万吨硫铁矿制酸装置，1998 年荆襄化工公司建成 2×28 万吨/年硫铁矿制酸装置；1999 年宏福实业公司建成 2×40 万吨/年硫铁矿制酸装置；2000 年鹿寨化肥厂建成 40 万吨/年硫铁矿制酸装置。2007 年铜陵有色金属（集团）建成一套 40 万吨/年硫铁矿制酸装置。这些大型硫铁矿制酸装置的建成投产，积累了丰富的设计、生产经验，为我国今后更大型硫铁矿制酸装置的建设起了很好的借鉴和促进作用。

2) 技术装备水平不断提高

随着对国外先进技术的不断消化吸收及化工单元操作领域和材料科学的技术进步，我国硫酸生产设备最终将全面国产化，并有一个质的飞跃，与国际水平的差距正在缩小。大型沸腾炉、高效的动力波洗涤器，大型导电玻璃钢电除雾器、高效干吸塔、大型不锈钢转化器、大型浓硫酸泵等均已基本达到国际先进水平，管式分酸器、带阳极保护浓硫酸冷却器等已广泛使用，生产控制广泛采用了 DCS 集散型自动控制系统。

3) 硫酸生产的“三废”治理不断强化

废气方面：为了减轻硫酸尾气对环境的污染，目前国内建设的工厂普遍采用了两转两吸制酸工艺，使二氧化硫的总转化率提高到 99.7% 以上，放空尾气中 SO_2 含量降低到 300ppm 以下，有的工厂还采用了含铈钒催化剂，使 SO_2 的总转化率提高到 99.9% 以上，放空尾气中的 SO_2 浓度降到 100ppm 以下。

废水方面：目前国内建设的工厂均采用酸洗净化流程，减少废酸排出量，并增设中和处理设施。使经处理后的排水符合环保标准。有的工厂采用石灰中和稀酸，然后一起送到增湿器用于将热矿渣增湿降温；有的工厂将中和后的污泥用卧式螺旋离心机进行固液分离再回收利用；有的工厂利用稀硫酸生产磷肥或用于矿山废石堆浸和选矿作业。

固废方面：就硫铁矿制酸工厂来说主要是铁焙砂，随着环境保护的要求，目前大型硫铁矿制酸工厂都在不同程度上考虑综合利用，70 年代末，南京钢铁厂利用南化公司的铁焙砂，采用日本光和法制成球团，作为炼铁的原料。

控制污染是我国可持续发展战略措施之一，必须解决好。在解决环保的同时达到综合利用，是硫铁矿制酸得以发展的奋斗目标之一。

4) 提高热回收效率

硫酸生产过程中放出大量的热，理论上讲硫铁矿制酸放出的总热量比硫磺制酸放出的总热量多 1/4 左右，但在目前的热回收技术水平下回收的热量反而略少，这说明硫铁矿制酸工厂热回收效率较低，提高热回收效率的余地还比较大。

国内硫铁矿制酸装置已普遍回收了焙烧工序的高温位热量，产出中压过热蒸汽用于发电，这部分热占总热量的 50%~60%，其余热量大部分损失于净化和干吸工段的冷却水。转化工序的中温低位余热大部分大型硫酸工厂已回收利用，尚未利用的工厂也正拟定进行。干吸工序吸收酸中的低温位热量的回收利用，也在起步之中，用于加热锅炉排水、采暖、加热工业用水和生活用水等。

3.1.2. 工艺技术方案选择的原则

第一，在硫铁矿制酸行业中体现其可靠性、先进性及适用性；

第二，在确保正常生产的前提下，尽量降低工程造价，提高经济效益；

第三，采取适用、有效的技术措施，减少环境污染，提高焙烧渣的综合利用价值。

3.2 综合评价及结论

3.2.1 综合评价

1) 原料路线

德尔尼铜矿至 2009 年每年副产硫铁矿达 135 万吨，完全能够满足 2×30 万吨/年硫铁矿循环经济项目生产的需要。

2) 技术的支持

引进多套大型硫铁矿制酸装置为我们积累了许多宝贵的经验，焙烧及硫酸技术和装备水平在国内亦有了新的提高。

焙烧系统：处理 30 万吨/年硫铁矿制酸焙烧单系列，可借鉴国内引进的大型硫铁矿制酸焙烧技术，结合原料的特点对焙烧和配套的余热锅炉进行设计，设备制造国产化均是可行的。

制酸系统：借助国内 40 万吨/年、46 万吨/年、66 万吨/年硫酸单系列的设计经验、生产经验及制造技术，二个制酸系统（除 SO₂ 主鼓风机和钒催化剂等引进外）均采用国产化技术和设备。

通过研究无论是焙烧系统还是制酸系统所采用的技术都是可靠的、先进的、适用的。

3) 装置的规模

我国是硫酸生产大国，硫酸产量位居世界第二，仅次于美国。21 世纪中国加入了世界贸易组织，中国的硫酸工业也将因此而翻开崭新的一页。生产装置的大型化、环保意识的增强，技术装备水平的全方位提升、能源工厂设计理念的广为接纳将成为新世纪中国硫酸工业的现实。为了提高硫铁矿制酸的竞争能力，装置大型化是我国硫酸工业发展的必由之路。故本项目确定建设处理 2×30 万吨/年硫铁矿制酸装置是比较适宜的。

3.2.2 项目实施的经济和社会效益

1) 通过技术经济评价，静态、动态效益指标均比较好，投资回收期较短，经济效益好。

2) 本项目的建设不仅为紫金矿业集团青海有限公司化工产品的做大、做强、做好打下了良好的基础，而且将成为该公司新的经济增

长点，同时使企业获得较好的经济效益和社会效益。

综上评价，本项目经研究认为，该项目的建设技术可靠、经济合理，技产后经济效益明显，应抓紧实施。

3.2.3 结论

1) 本项目利用德尔尼铜矿副产的硫铁矿为原料生产硫酸，符合国家行业规划和产业政策，也符合国家依托老企业利用资源优势的投资政策。

2) 本项目设计中所采用的主要设备先进、稳妥、可靠，除 SO_2 鼓风机、余热锅炉循环泵；酸冷器等引进外，其余基本上可以实现国产化，做到了投资省，国产化率高。

3) 由于采用了先进、可靠的工艺技术，硫铁矿制酸的环境污染基本上得到了解决；本工程铁焙砂及烟尘得到了充分回收利用，可作为钢铁厂的优质原料；废水经处理达标后大部分回用；硫酸尾气达标排放。

4) 充分利用了焙烧炉烟气高温位热，副产 3.82MPa,450℃ 的中压过热饱和蒸气，并用于发电。利用转化省煤器回收中温位余热加热 WHB 的给水。实现了余热回收利用率高的目标。

4 原料贮存及运输

4.1 概述

原料工段的设计范围为硫铁矿入库贮存至焙烧工段的加料仓，主要内容为硫铁矿的贮存、除杂、转运。其主要任务是向焙烧工段提供合格的硫铁矿。

本项目设计为年处理 30 万吨硫铁矿制取硫酸。

4.2 原料

原料硫铁矿化学成分见表 4-1

表 4-1 硫铁矿化学成分

元素	S	Fe	Cu	Co	As	SiO ₂
成分 (%)	47.45	44.40	0.46	0.015	0.011	-

硫精矿的粒度见下表 4-2。

表 4-2 硫精矿的粒度

粒度/目	产率/%		硫品味/%	硫分布率/%	
	个别	累计		个别	累计
+100 目	0.0	0.0	—	—	—
-100~+200	0.51	0.51	43.58	0.45	0.45
-200~+325	4.76	5.27	48.77	4.66	0.45
-325~+400	5.37	10.64	50.40	5.44	10.55
-400 目	89.35	100	49.85	89.46	100.00
合计	100	—	49.80	—	—

4.3 工艺过程叙述

硫铁矿由铜矿提供或外部购入，主要采用汽车运输，由原料库中间及原料库两端多点设置汽车卸矿位。

原料库按处理 30 万吨硫铁矿规模设计。原料库跨度 33 米，长 168.0 米，轨顶标高 12.0 米，矿仓为半地下式，地下-2m,地上堆高 6m~8.5m，精矿总储存时间 20 天。由于青海地区属于北方高寒地区，原料库采取了采暖防冻措施。

汽车运来的湿精矿（含水 8~11%的硫铁矿）卸入原料库后，由 15 吨抓斗行车运料、倒堆、上料，通过振动筛及电磁铁除去杂物后再用胶带输送机送往焙烧工段中间料仓。由于青海地区属于北方高寒地区，精矿在运输过程中易被冻结，因此胶带输送机需要考虑取暖防冻设施。

4.4 主要技术经济指标

主要技术经济指标见表 4-3

表 4-3 主要技术经济指标

序号	项目	单位	数量	备注
一	原料库			
1	硫铁矿需求量	t/a	282800	干基
		t/a	314240	湿基 (H ₂ O10%)
2	原料库有效容积	m ³	11250	
3	原料总贮存时间	d	20	

4.5 主要设备选择

4.5.1 原料库

按年处理 30 万吨硫铁矿规模计算，年需含水 11%的硫铁矿 33 万吨。原料库分期建设，一期跨度 33 米，长 168.0 米，矿仓为半地下式，地下-2m，地上堆高 6m~8.5m，总容积 11250m³，原料贮存时间 20 天。

4.5.2 抓斗起重机

原料库配置了 3 台 15 吨抓斗桥式起重机，平时起重机 2 用 1 备；当作业高峰时可允许 3 台 15 吨抓斗桥式起重机同时作业。

4.6 问题与建议

由于原料库至焙烧工段之间的地形不清，故运输方式及线路不能准确确定。

建议在初步设计开始前应把此部分工作完善。

5 焙烧及收尘

5.1 装置的功能、设计规模、实施方案及生产装置组成

本装置采用沸腾炉焙烧硫精砂，焙烧所产生的含 SO_2 及尘的烟气通过收尘装置捕集烟尘后送制酸系统生产工业硫酸，设计规模为：

年工作日：8000h/a，折合 333.3d/a。处理黄铁矿精砂量 1697 t/d（干），生产 100% 硫酸（ H_2SO_4 ）800kt/a。

本工程分期实施，一期处理黄铁矿精砂量 848.5 t/d（干），生产 100% 硫酸（ H_2SO_4 ）400kt/a。

生产装置主要由以下工序组成：焙烧工序、收尘工序、排渣工序。设备组成有：抛料机、带计量装置的加料皮带、焙烧用沸腾炉、焙烧风机、冷却渣用滚筒冷渣机、增湿渣用的增湿滚筒、捕集焙烧烟尘用的旋风收尘器和电收尘器以及用于焙烧输送的刮板输送机和皮带输送机。

5.2 生产流程特点

本装置采用沸腾炉焙烧硫精砂的技术，硫铁矿粒度太细，技术难度大。焙烧渣采用多管间接冷却方式，具有密封性好，冷却效果佳及设备体积小的特点。烟气中烟尘的捕集采用干式流程，该流程具有收尘效率高，烟尘处理简单的优点。

5.3 本装置的三废治理及环保措施与实际效果

本装置产生污染源的地点及采取的措施：

焙烧炉出口产生的烟气含有 SO_2 气体及烟尘，烟气经废热锅炉回收余热后由旋风收尘器及电收尘器捕集烟尘后送制酸系统。

5.4 原料主要技术规格

(1) 焙烧炉处理硫精砂量 848.5t/d (折合标准矿: 1200 t/d)

(2) 硫精砂成分见表 5-1

表 5-1 硫精砂成分

元素	Cu	TS	Fe	As	Co
%	0.46	47.45	44.40	0.011	0.015

(3) 硫精砂粒径分布见表 5-2

表 5-2 硫精砂粒径分布

粒级 (目)	+100	-100 ~ +200	-200 ~ +325	-325 ~ +400	-400	累计
含量 (%)	0	0.51	4.76	5.37	89.35	100

(4) 硫精砂真实比重: 4.83 t/m³ (含水 8~10%时)

(5) 硫精砂堆积比重: 2.3 t/m³ (含水 8~10%时)

(6) 硫精砂安息角: 47° (含水 8~10%时)

5.5 沸腾焙烧炉出口烟气条件

沸腾焙烧炉出口烟气条件见表 5-3

表 5-3 沸腾焙烧炉出口烟气条件

组成	SO ₂	SO ₃	CO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O	总流量	备注
kmol/h	511.27	10.45	2.61	112.86	3150	349.58	4136.78	矿含水 8%
%	12.36	0.253	0.063	2.73	76.146	8.45	100	
kmol/h	511.27	10.45	2.61	112.86	3150	397.36	4184.55	矿含水 10%
%	12.218	0.25	0.062	2.697	75.277	9.495	100	

- 烟气温度 900~950℃,
- 烟气含尘: 250g/Nm³,
- 烟气压力: -100 Pa
- 沸腾炉冷却管束移出热量:

$Q=50199677.0$ KJ/h (矿石含水 8%)

$Q=46501468$ KJ/h (矿石含水 10%)

- 焙烧渣量：24.80 t/h
- 焙烧灰渣成分见表 5-4

表 5-4 焙烧灰渣成分

组分	Fe	S _(有效)	Cu	CaO	MgO	As	Co	其他
w%	62.93	0.318	0.62	0.027	0.276	0.004	0.02	平衡

5.6 生产流程简述

由原料工序送来含水约 8~11% 的硫精砂加入 2 个总容积为 120m³, 存料时间为 5~6 小时左右的加料料仓, 然后由 2 条带电子计量的调速加料皮带 (35t/h~40t/h) 将硫精砂分别送入二台处理能力为 25~30t/h 的抛料机中, 抛料机连续向沸腾炉床中均匀、适度地抛洒物料, 由于抛料机的均匀抛洒, 可以有效防止物料在焙烧炉中不均匀堆积并避免产生焙烧炉不稳定性。

硫精砂在流化床内焙烧, 流化床内通过流化空气使硫精砂保持悬浮状态, 该流化空气由炉底高压鼓风机提供, 该风机风量受控于焙烧炉中均匀流化操作所需风量的高限与低限之间, 其低限是为避免较大粒径的物料分离, 焙烧风量的高限将增加焙烧的烟气量并增加蒸汽负荷, 其高限负荷为正常操作状态的 105% 左右。炉内焙烧温度控制在 850~900℃, 最大为 950℃。实际的操作温度视硫铁矿特性决定。

焙烧炉内发生的是强放热反应, 焙烧炉沸腾层的热量通过焙烧炉内间接冷却器 (冷却盘管) 以蒸汽热的形式吸收, 这部分蒸汽与废热锅炉的强制循环系统连接。当焙烧温度过高时则通过直接冷却方式: 向炉内紧急喷水来控制。

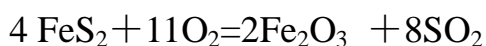
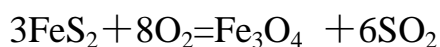
在焙烧风量稳定的情况下，硫精砂进料量将根据焙烧烟气中 O_2 的含量连锁控制进料皮带的速率来实现。

约 85~90% 的焙烧渣随烟气离开焙烧炉，其余的渣在保持焙烧炉压损的前提下由溢流口排出。焙烧炉的溢流功能是基于重力的原理，焙烧炉渣通过插入的溢流堰板抬高或降低控制炉料层高度以保证一定的炉压。为防止大颗粒的聚集，大颗粒的焙烧炉渣则从底流口排出。其排出的频率取决于粗粒子的聚结形式。通常情况下每班需排底流一次。

为了防止烟气从焙烧炉加料口处向外泄漏，焙烧炉需保持一定的微负压操作，这是通过硫酸工序的 SO_2 鼓风机的调节来实现的。

充分焙烧后，其焙烧渣含有效硫量应 $\leq 0.3\%$ ；

在流化床焙烧炉内主要发生如下反应：



焙烧后产生的烟气含 SO_2 约 12.5%（体积比、湿基），温度大约 $900^\circ C$ ，进入余热锅炉，产生约 $450^\circ C$ 的过热蒸汽，烟气温度冷却到 $350^\circ C$ 左右，然后进入旋风收尘器将烟气中较大颗粒的粉尘捕集，其中粉尘大于 40 微米的粒径均能在此捕集（捕集效率约 70%），烟气中剩余的少量粉尘将在旋风收尘器之后的电收尘器中捕集，捕集后的烟气含尘浓度在 $200mg/Nm^3$ 左右进入制酸工序。

焙烧炉溢流渣和底流渣分别通过两台高温排渣闸阀汇合进入滚筒冷渣机内，通过间接多管水冷装置将温度冷却到 $80\sim 120^\circ C$ 左右，由刮板输送机输送到焙烧渣集合中间仓。同时，余热锅炉内收集的焙烧渣（通过链式刮板输送机和水冷球阀排出）和旋风收尘器捕集的渣

尘以及电收尘器捕集的渣尘（通过水冷刮板机和螺旋输送机）也进入渣集合中间仓，集合中间仓的焙烧渣分别进入两台增湿滚筒增湿至含水约 8~11%后，再通过皮带输送机集中输送到渣库，以满足汽车外运的需要。

焙烧炉在开炉阶段依靠烧嘴预热焙烧炉及余热锅炉的预热。其燃料为天然气，助燃风将由焙烧风机和一台设置在余热锅炉区域的冷却风机共同提供。天然气一次最大消耗量为 35.65 万 m³。

预热燃烧产生的烟气状况如下：

- 烟气量 66000~70000 Nm³/h
- 烟气温度 300℃
- 烟气含尘浓度 100 mg/Nm³
- 预热燃烧烟气成分（V%）表 5-5

表 5-5 预热燃烧烟气成分

组分	SO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O	CO ₂
V%	0.029	8.21	75.75	6.78	9.23

该部分开炉烟气经废热锅炉冷却及旋风收尘器净化除尘后通过高温风机将其送入 30m 烟囱排放。

5.7 主要设备的选择

（1）沸腾焙烧炉

功能：用于焙烧硫精矿

处理精矿量：848.5 t/d（干矿）

焙烧强度：6.15（干矿） t/d.m²

焙烧炉出口烟气 93734Nm³/h

焙烧炉出口烟气温度：900~950℃

焙烧炉出口烟气含尘:	~250g/Nm ³
沸腾层温度:	850~950℃
焙烧炉沸腾床面积:	138 m ²
进料口:	2 个
焙烧炉排渣量	2.3 t/h (Nor)
焙烧炉排渣温度:	850℃
渣含硫 (有效):	≤ 0.3 %
材质:	Q235+耐火砖
数量:	1 台

(2) 焙烧风机

功能: 用于提供焙烧炉焙烧硫精矿用的空气。

鼓风量:	112480 Nm ³ /h (Nor)
	125000 Nm ³ /h (Max)
空气温度:	32℃
鼓风机升压:	25kPa
功率:	1900kw/10kv
数量:	1+1 台

(3) 旋风收尘器

功能: 用于捕集焙烧炉烟气中的烟尘。配置于余热锅炉与电收尘器之间。

烟气量:	274900m ³ /h
烟气温度:	350℃
烟气含尘:	~110 g/Nm ³
旋风筒的数量:	n=4

旋风收尘器的直径:	$\Phi 2.60 \text{ m}$
材质:	Q235+白刚玉内衬
设备阻力:	1600Pa
数量:	1 台

(4) 电收尘器

功能：用于捕集焙烧炉烟气中的烟尘。配置于旋风收尘器之后。

入口烟气流:	$291000 \text{ m}^3/\text{h}$ (at 300°C)
烟气入口温度:	300°C
烟气入口含尘浓度:	$40\text{g}/\text{Nm}^3$
烟气出口含尘浓度:	$<200\text{mg}/\text{Nm}^3$
电收尘器断面流速:	0.56 m/s
电收尘器断面积:	145 m^2
电收尘器型式:	卧式双室三电场
电场数量:	3 个
同极间距:	400 mm
数量:	1 套

(5) 冷却滚筒

功能：用于冷却焙烧炉溢流底流渣至 $80\sim 120^\circ\text{C}$ 。

冷却渣量 (设计值):	10t/h
入口渣温度:	850°C
出口渣温度:	$80\sim 120^\circ\text{C}$
渣冷器规格:	$\Phi 1500\times 9000 \text{ mm}$
冷却水量:	$70 \text{ m}^3/\text{h}$ (进水 30°C 排水 45°C)
功率:	22 kw

数量： 1 台

(6) 增湿滚筒

功能：用于增湿整个焙烧系统收集渣至含水 8~10%。

入口渣量（设计值）： 40t/h

入口渣温度： 300℃

出口渣温： 80℃

出口渣含水 8~10%

增湿机规格： $\Phi 2000 \times 15000$ mm

耗水量： $\sim 10 \text{ m}^3/\text{h}$

功率： 55 kw

数量： 2 台

(7) 开炉用风机

功能：用于焙烧炉开炉时引风之用

风机流量： $178000 \text{ m}^3/\text{h}$ (300℃)

风机全压： 2500Pa

风机功率： 240 Kw

数量： 1 台

(8) 皮带输送机

功能：用于输送焙烧渣到渣库。

输送能力： 70 t/h

输送距离： 总距离 100m 水平+20m 垂直

数量： 3 台

5.8 进入净化工序烟气状况

烟气量： $123294 \text{ Nm}^3/\text{h}$

烟气温度： 300~310℃

烟气压力： -3000Pa

进入净化工序烟气成分见表 5-7

表 5-7 进入净化工序烟气成分

组分	SO ₂	SO ₃	O ₂	H ₂ O	CO ₂	N ₂
Kmol/h	511.27	10.45	368.4	501.3	2.62	4110.16

烟气含尘： 200 mg/Nm³

5.9 沸腾焙烧炉

自 1956 年中国第一台自己开发的能力为 135t/d 硫铁矿沸腾炉投入使用以来，沸腾焙烧工艺技术的开发和应用已积累了丰富的生产数据和经验，特别在八十年代以后，国内上海硫酸厂、南化公司、云南云峰公司、贵州翁福实业公司、湖化荆襄化工公司、广西鹿寨化肥总厂、铜陵有色等单位先后从德国鲁奇公司、瑞典波利登公司、意大利西利沙蒙公司引进了硫铁矿焙烧技术。

由于国外技术引进以及在消化吸收中吸取了不少经验教训，为大型国产化焙烧技术的掌握提供了帮助，使沸腾炉整个装置能适应大型化需要，这些大型化的经验，为本项目的建设奠定了可靠的基础。本次设计结合紫金矿业集团青海有限公司提供的硫精砂含粒度为-400目占 89%的特点，在改善沸腾炉操作和减少维护检修方面具体对策如下：

1) 规格

沸腾层内径 Φ13292mm,上部扩大层内径 Φ17686mm,总高 25290mm,焙烧面积约 138m²。

2) 炉型

炉型为一次扩大型。

首先炉膛上部扩大可以提供气相在焙烧炉中有充分的停留时间，在焙烧操作条件下，气体与固体之间可以完全地进行化学反应。

其次上部扩大段提供了一个分离区，使气泡在流化床表面爆裂时抛向分离段的粗粒固体能够落回至流化床。

因此炉膛上部扩大有助于提高脱硫率，减少炉气含尘量及提高操作的适应性。

3) 结构:

结构型式具体为:

(1) 沸腾焙烧炉炉体为钢壳外加保温层，内衬保温砖和耐火砖。不使用整块浇铸的衬里，因为它会产生裂缝，造成剥落和炉气透过裂缝扩散到钢壳。炉顶拱形结构采用凸凹面相互搭接的挂砖配置耐高温磷酸盐胶泥砌筑，拱形顶上覆盖保温层后再盖钢壳顶盖并在壳外敷设保温层。

(2) 为了减少热拉力，焙烧炉设有膨胀节、膨胀缝，在主要开口处，如加料口、炉气出口等均砌有砖拱。

(3) 由于气流分布板面积大，热态变形量就会过大，引发沸腾不稳定、穿洞、气流短路等事故。为了克服这点，采用组合分布板结构，在各块分布之间，合理设置膨胀间隙，恰当处理定位。

4) 溢流口高度的确定。

溢流口高度要从多方面加以考虑:

(1) 沸腾床传热的需要，沸腾床冷却管束只有在溢流口以下部份才有较高的传热系数，所以应满足布置冷却管束的要求。

(2) 沸腾床越高，容量超大，操作越稳定。

(3) 要考虑入炉硫精砂的粒度，由于本项目使用的硫铁矿粒度较细，-400 目占 89%，故需适当提高床层高度。

(4) 对于大直径沸腾炉高床层有助于矿料的均匀分布和混合。

综上考虑，本次设计溢流口高度为 1500mm。另外，本设计用承插耐火砖结构件可调节高度。

5) 沸腾层气速的确定。

(1) 考虑到本项目硫精砂粒度较细，选择焙烧强度（约 $6.15\text{t/d}\cdot\text{m}^2$ ），又由于进炉矿料水分含量为 8%~11%，适量的水分会使矿粉团聚变大，加之采用抛料机进料使矿料能够全部深入沸腾床层进行焙烧反应。

(2) 还要考虑沸腾层内的冷却管束磨损量与焙烧气速的关系和过低的焙烧强度会导致沸腾操作不稳定的后果等因素。

综上考虑，本次设计气速确定为 0.72-1.03m/S。

6) 风帽的设计。

(1) 风帽的设计至关重要，因其涉及沸腾炉空气的分布是否均匀，而风帽的设计最重要工艺参数是风帽的小孔气速需使床层内的所有颗粒都能沸腾处于流化状态，还要使空气进入沸腾床时按整个面积均匀分布，且保证充分燃烧。

(2) 选择风帽小孔气速实质上是一个选择风帽压降的问题，风帽小孔气速低，导致风帽压降小，使沸腾床气体分布不良发生沟流和死区等流化不稳定现象。通过上述分析，根据国内现有生产装置的实践经验，结合工程实际，确定风帽小孔气速约为 80m/s。

(3) 风帽采用等边三角形排法，最外边 2-3 圈，采用同心圆排列以消除风帽距离炉壁不等的缺陷，在二种排法的结合部如有距离过

大处则适当补加风帽。

(4) 为保证风帽有较强的耐高温抗硫氧化腐蚀的能力, 材质用低碳高铬铸钢。

7) 二次、三次空气的配置

在沸腾炉过渡段添加二次空气, 并在沸腾炉扩大段添加三次空气在有利于提高矿料脱硫率, 防止硫在锅炉中燃烧, 对焙烧粒度较细的硫铁矿尤为必要, 但考虑到炉底进风与二次、三次空气使用同一风机时操作上互为制约顾此失彼, 为便于操作, 本设计拟选用二台风机单独完成炉底进风和二次、三次进风。

8) 焙烧试验

矿源决定设计参数, 根据试验报告再对上述选定的设计参数调整进行施工图设计是行之有效的重要措施。

通过采取以上的一些措施, 本次设计的沸腾炉具有炉寿命长、流化床内温度一致、流化床内成份分布均匀、炉温控制灵活、余热利用好、适应投入料的波动性强、自动化程度高、脱硫率高、故障率低、合适的焙烧强度、烟尘率适度等特点:

1、炉寿长。

(1) 炉体保温突破传统的内保温模式, 采用新的外保温方式。采用传统的内保温的炉子外壳钢板温度约为 60-90℃, 由于炉气能透过砖缝, 扩散到钢壳内表面, 而炉气中含有 SO₃, 露点约为 220-250℃, 显然钢板温度低于露点温度, 因此在钢板内侧与保温层之间就会形成酸雾冷凝, 这样钢板就会腐蚀, 因此许多厂家的炉子外壳用不到一年就会穿孔、剥落、甚至倾斜, 如不及时维修, 有可能倒塌。采用外保温方式, 由于外壳钢板内侧不设保温层, 而在钢板外侧设置保温

层，使炉壳温度达到 290℃，这样既保证了炉壳的强度不受影响，又使炉壳温度高于露点温度，因此炉壳寿命可达 10 年以上。

(2) 炉顶采用球形拱顶而不采用锥形拱顶。由于沸腾炉开停车时，拱顶砖会热胀冷缩，再加上锥形拱顶相对于球形拱顶受力不尽合理，尤其是在外侧拱顶砖受力相对其它拱顶砖要大，锥形拱顶外侧第二、第三圈及拱脚砖容易断裂，危及炉子正常生产。

(3) 拱顶砖采用凸凹面相互搭接的挂砖形式，可既可防止掉砖，又提高了炉体的整体强度，有利于提高拱顶的寿命。

2、流化床内温度一致。

(1) 首先必须保证空气在整个床层上分布均匀，防止产生沟流和死区等流态化不稳定的现象，风帽压降不能过小，因此我们设计了合适的风帽孔速。

(2) 由于沸腾层太薄,容易出现沟流，不能保证床层具有一定的流化均匀性与热稳定性，因此沸腾层高度设计为 1.5m。

3、流化床内成份分布均匀。

由于采用抛料机给料，可通过控制好抛料机的抛料速度和角度使料成伞状的落于炉床中心，使加进的硫精砂迅速地同整个床层完全混合，这样有利于床内成份分布均匀。

4) 炉温控制灵活。

(1) 沸腾层内多余的热设计时全部采用汽化冷却管束带走，并考虑可方便地增减 10%的换热面积，以适应炉料含硫的变化或投入量的变化，使床层温度稳定。

(2) 为了今后更加灵活地控制沸腾层的温度，设计时作为一种备用或应急手段，仍考虑可喷水冷却。

(3) 当烟气出口温度超过设定值时，起用二次、三次空气来降低。

5、余热利用好。

(1) 采用全新的外保温方式，使最外层温度接近环境温度，远低于传统的内保温方式，使得炉子散热损失大大减少。

(2) 由于正常生产不采用喷水冷却，只作为一种备用手段。喷水冷却时水的汽化热在余热锅炉中没有利用，而在硫酸工段冷凝释放，浪费了能源。当用汽化冷却管束带走多余的热量就不存在这样的问题。

(3) 沸腾炉出来的烟气直接进废热锅炉，烟气大部份的余热得到了利用。

6、适应投入料的波动性强。

当投入量大或含硫百分比高时，可增加汽化冷却面积；当投入量小或含硫百分比低时，可减少汽化冷却面积。使沸腾层温度稳定在 850°C ，以维持正常的生产。

7) 自动化程度高。

(1) 炉底风压和风量检测、显示、调节、联锁，以保证沸腾床层的流化稳定和风量比不变。

(2) 沸腾层温度测定、显示、报警，以维持稳定的焙烧温度。

(3) 烟气出口温度测定、显示、报警、以维持设定的出口温度。

(4) 烟气出口压力测定、显示、报警，以维持微负压。

(5) 烟气出口氧及 SO_2 含量测定、显示、报警、联锁，以维持稳定的氧及 SO_2 含量。

8) 脱硫率高。

由于沸腾层流化稳定，并选用了较高的焙烧温度，为 850°C ，加上选用合适的风矿比，较长的炉气停留时间，使烧出率达 98.70%。

9) 故障率低。

(1) 拱顶采用凸凹面相互搭接的挂砖球顶，牢靠稳固，无需停车修补。

(2) 沸腾炉烟气出口采用炉身侧面出烟直通锅炉。避免了采用炉顶出烟气有较长的水平段而在此积灰的现象，由于该处积灰达到一定的程度就会造成系统阻力过大，炉子就会冒烟，不但影响环境，而且可能使火苗窜出，烧毁抛料机皮带。

(3) 炉膛炉腹角度选用合适，避免了因炉腹角度选用过大，造成停车清理的事故。因为炉腹角度选用过大，就会在此区域积灰，当积灰塌落时，就会使沸腾状况恶化，因此可能需要停产清理。

10) 合适的焙烧能力。

由于硫铁矿粒度较细，-400 目占 89%，为了使烟尘率不至于过高，焙烧能力不能过高，但是焙烧能力过低，不光使炉体加大而增加投资，也会带来沸腾床不稳定的后果，因此本次设计焙烧能力约为 $6.15\text{t/d}\cdot\text{m}^2$ 。

11) 烟尘率适度。

虽然对于-400 目占 89%的硫精砂来说，焙烧能力设计约为 $6.15\text{t/d}\cdot\text{m}^2$ ，烟尘稍高，但是，由于一方面采用一次扩大的炉型，使烟气速度发生改变；另一方面炉气停留时间较长，这样烟尘率不至于过大。因此就不会加重收尘系统的负担。

6 硫酸工艺

6.1 概述

6.1.1 设计规模及各工段名称

制酸工艺考虑设计为规模和流程相同的 2 套 40 万吨/年硫酸系统，分期实施，制酸系统均包括净化工段、干吸工段、转化工段、酸库工段。

本节可行性研究报告中均按照一个系列即 40 万吨/年的硫酸生产线进行说明。

6.1.2 设计原则

(1) 结合本工程的实际情况选择工艺方案，采用国内外硫铁矿制酸的先进工艺和设备，使本硫酸装置的技术装备水平达到国内领先水平并力求稳妥、可靠。

(2) 设备选型力求先进、成熟、安全、节能。

(3) 在成熟可靠的前提下尽可能采用国产设备，部分关键技术和设备考虑引进。

(4) 采用先进可靠的 DCS 自动化控制。

(5) 严格执行国家或行业的有关标准及规程规范，同时注意循环经济，加强环境保护，采用行之有效的技术对系统三废排放进行处理，做到达标排放和进一步利用。

6.1.3 本系统三废治理及环境保护的措施与实际效果

本硫酸系统采用两转两吸流程，尾气排放的 SO_2 浓度为 273ppm，酸雾含量 $\leq 40\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，低于国家环境保护要求。

烟气净化采用动力波洗涤系统，可允许较高含固量的循环液洗

涤,因此引出系统的废酸量较少,净化工段引出的废酸量约为 $10\text{m}^3/\text{h}$,酸浓度为 15%。

6.1.4 生产制度

本硫酸系统为连续生产,每年大修一次,年工作日为 333 天,即 $8000\text{h}/\text{a}$,生产操作为三班制,生产工人为四班三运转。

6.2 原料及产品的主要技术规格

6.2.1 原料

原料为硫铁矿,原料主要成分见第 5 章“焙烧及收尘”表 5-1:

6.2.2 产品

本工程设计对象为年处理 30 万吨硫铁矿(相当于年产 40 万吨 100%工业硫酸)循环经济项目。系统产出的工业硫酸符合国家标准 GB/T534-2002 中一等品的指标,具体见表 6-1。

表 6-1 工业硫酸标准 GB/T534-2002 中一等品的指标

项目	单位	指标
灰分	%	≤ 0.03
Fe	%	≤ 0.01
As	%	≤ 0.005
透明度	Mm	≥ 50
色度	MI	≤ 2.0
Hg	%	≤ 0.01
Sb	%	≤ 0.02

6.3 工艺流程简述

6.3.1 净化工段

由收尘系统来的温度约为 $310\sim 330^\circ\text{C}$ 的沸腾炉焙烧烟气送入净化工段,该烟气首先在动力波洗涤器中被绝热冷却和洗涤并除去杂质,

通过动力波气液分离槽进行气液分离，分离后的气体进入气体冷却塔进一步冷却及除杂。从气体冷却塔出来的烟气绝大部分烟尘、砷等杂质已被清除，同时烟气温度降至 40℃左右，然后进入两级 FRP 电除雾除下酸雾，使烟气中的酸雾含量降至 $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。烟气中夹带的少量砷、尘等杂质也进一步被清除，净化后的烟气送往干吸工段。电雾冲洗水送至动力波气液分离槽。

净化工段中的动力波洗涤器、气体冷却塔均有单独的稀酸循环系统。气体冷却塔的循环酸通过板式换热器进行换热，将热量移出系统。稀酸采取由稀向浓，由后向前的串酸方式。因为进入净化系统的烟气有一定的含尘、含砷量，为了防止气体冷却塔填料段的堵塞，从动力波洗涤器中抽出一定量的稀酸送至 CN 过滤器沉降，CN 过滤器的底流定时排入酸泥搅拌槽。酸泥搅拌槽中的酸泥定期由泵送至废水处理工段。CN 过滤器的上清液进入上清液贮槽经过上清液泵打到高位槽中用于动力波洗涤器的溢流堰及事故喷嘴，部分上清液经脱除 SO_2 后送废水处理系统。

净化工段出来的净化烟气，在干燥塔前加入空气，将 O/S 比调整为 1.0 后通过干燥塔脱除烟气中水分，干燥后含水 ($\leq 0.1\text{g}/\text{Nm}^3$) 的烟气经 SO_2 鼓风机送往转化工段。

6.3.2 转化工段

转化工段采用了“3+1”四段双接触工艺，“III I - IV II”换热流程。从 SO_2 鼓风机来的冷 SO_2 气体，俗称一次气，利用第 III 热交换器、第 I 热交换器被第三、一段出来的热气体加热到约 420℃ 进入转化器一段触媒层。经第一、二、三段触媒层催化氧化后 SO_2 转化率约为 96% 的 SO_3 气体，经各自对应的换热器换热后再经省煤器换热，温度降至

约 180℃ 后送往第一吸收塔吸收 SO_3 制取硫酸。第一吸收塔出来的 SO_2 气体，俗称二次气，利用第 IV 热交换器和第 II 热交换器被第四段触媒出来的热气体和第二段触媒出来的热气体加热到约 420℃，进入转化器四段触媒层进行第二次转化。经催化转化后，总转化率 $\geq 99.74\%$ 的 SO_3 气体经第 IV 热交换器换热后送往第二吸收塔吸收 SO_3 制取硫酸。在各换热器进行换热时，被加热的 SO_2 气体走各列管热交换器的管间，而被冷却的 SO_3 气体则走各列管热交换器的管内。

开工预热系统采用由二吸塔出来的热气体经干燥塔 $\rightarrow \text{SO}_2$ 鼓风机 \rightarrow III 热交换器升温后进入开工预热器通过燃烧轻柴油的热气体加热，一路通过 I 热交换器进入转化器的一、二、三段触媒层，另一路通过 II 热交换器进入转化器的四段触媒层，加热转化器各层触媒，使之达到所需的温度。

6.3.3 干吸工段

干吸工段采用了常规的一级干燥、二次吸收，循环酸泵后冷却与双接触转化工艺相对应的工艺流程。

来自净化工段的烟气由干燥塔下部进入，自下而上与自上而下喷淋的 95% 浓硫酸充分接触，经丝网捕沫器使出口烟气含水 $\leq 0.1\text{g}/\text{Nm}^3$ 后进入 SO_2 鼓风机；干燥循环酸由塔底流出从卧式泵槽碟型封头的下部进入泵槽，通过泵打入管壳式阳极保护酸冷却器经冷却水冷却后进入干燥塔循环使用。来自一次转化的 SO_3 烟气由第一吸收塔的底部进入，与自上而下喷淋的约 98.0% 的浓硫酸充分接触生成硫酸，烟气经纤维除雾器后进入转化工段进行二次转化。经二次转化的 SO_3 烟气由第二吸收塔的下部进入，自下而上与自上而下喷淋的 98.5% 浓硫酸充分接触生成硫酸，烟气经纤维除雾器除雾后将酸雾量降至

$\leq 40\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，然后由 90 米尾气烟囱排空。第一吸收塔和第二吸收塔的循环酸分别由塔底流出，从卧式泵槽碟型封头的下部进入合用泵槽，然后通过泵打入管壳式阳极保护酸冷却器经冷却水冷却后进入第一吸收塔和第二吸收塔循环使用。

串酸及加水控制方式：由干燥系统串至第一吸收塔吸收系统的串酸量控制干燥循环泵槽的液位；由吸收系统串至干燥系统的串酸量控制干燥循环酸的浓度；由吸收循环泵槽的补充水量控制吸收循环泵槽的酸浓度；由成品中间槽的补充水量控制成品中间槽的酸浓度。

6.3.4 酸库工段

成品酸由干吸工段成品中间槽产出，经泵打至板式成品酸冷却器冷却后送往酸库工段的储酸罐。由储酸罐放入装酸地下槽的成品酸，用泵送到装酸计量槽，再由抑或由管道输送至工业园区汽车槽车运出厂外。

本工程中酸库工段共考虑设置 5000 吨储酸罐 4 台，总库存能力为 2 万吨，相当于约 17 天的酸产量。其它的酸库设施包括装酸地下槽 1 台、装酸计量槽 8 台以及装酸平台等。

6.4 工艺设计的特点

6.4.1 净化工段

本工段采用动力波洗涤装置来进行烟气净化，根据其泡沫洗涤机理，动力波洗涤系统具有下述特点：

(1) 捕尘率高：由于动力波洗涤器对粒度的关系曲线较其他洗涤器平坦，因此可有效地进行分级洗涤，以较低的能量获得较高的效率，对一个典型的洗涤系统除尘效率可达 95% 以上。根据同类生产厂家的使用经验，本工程净化入口烟气含尘量较少，所以动力波洗涤器采用一段喷淋即能满足净化的要求并可降低系统的阻力。

(2) 由于洗涤液喷嘴的孔径较大，这样循环液可在较高含固量下运行而喷嘴不会被堵塞，从而稀酸的排放量可相应地减少，提高了稀酸浓度。

(3) 开孔喷嘴的另一大优点是喷出的液体不发生雾化，因此排气中含有较少使气液难以分离的细小液滴，减轻了电除雾器的负荷。

(4) 动力波洗涤原理是不但充分有效地利用了气相能量，而且有效地利用液相能量来形成泡沫接触界面。在达到高效捕集细粒效果的同时，也达到了传热传质的目的。

(5) 动力波洗涤装置操作简单，由于喷嘴孔径较大，系统不会堵塞。系统泡沫接触区的设计使系统通过自身校正气液接触点来适应气体流量的变化，而不需调节其他洗涤变量。

(6) 净化系统的气液输送均采用了耐腐蚀材料的管道。

(7) 为防止故障状态时动力波洗涤器出入口气温过高烧坏设备，特设置了高位槽，CN 过滤器的上清液通过高位槽进入动力波溢流堰及事故喷嘴，以起到安全保护作用。

6.4.2 干吸工段

干吸工段采用了目前国际先进的低位高效干吸工艺技术，其设计特点如下：

(1) 干吸塔均进行了强化设计，提高了塔的操作气速，比常规工艺缩小了塔径，增加了塔的分酸密度，降低了填料高度和塔的高度，节省了设备投资。

(2) 为了保护转化工段设备及保护大气环境，塔顶选用了高效的捕沫和除雾设备。

(3) 干燥和吸收循环酸冷却均采用不锈钢材质的管壳式阳极保

护酸冷却器。阳极保护酸冷却器传热效率较高且价格较低。

(4) 利用碟型底干吸塔与卧式泵槽相配，塔底出酸由泵槽封头底部进入槽中，正常生产时塔底不存酸，事故停车时可相应利用塔底贮存部分酸，这样可使泵槽容量减小，同时可降低设备配置高度。干燥塔、第一吸收塔、第二吸收塔采用低位配置，均可不设塔的支撑平台。

6.4.3 转化工段

转化工艺采用“3+1”两次转化流程，换热流程为“III I - IV II”流程，其设计特点为：

(1)、进入转化工段的气体经加入稀释风，调整氧硫比为 1.0 后，SO₂ 浓度最高为 9.01%，一段触煤层出口温度约 600℃，考虑到生产稳定和设备安全，转化器使用了不锈钢材质。设计中充分考虑到生产维修、气体管路配置及经济性问题，各触煤层的配置由下而上排列顺序为 I、III、IV、II。

(2) 为了确保总转化率在 99.7% 以上，以保证尾气 SO₂ 达标排放，转化系统的触媒全部选用了进口触媒。

(3) 为了充分利用热能，换热器采用“III I - IV II”配置，将转化剩余的热量归为一侧，设置了省煤器，预热锅炉用水。同时还省去了三氧化硫冷却器和三氧化硫冷却风机。

(4) 转化工段配管设计充分地考虑到转化装置管道刚性强、热变形引起的应力大、变形严重等问题。在转化工段设置了由不锈钢波纹补偿器、弹簧支座及拉杆组成的柔性管系。设备、管道布置紧凑，管道系统弹性好，从而有效地防止了设备及管道的拉裂。

(5) 充分考虑热能的利用和节约母酸的用量，在系统预热升温

时，二吸塔出口的烟气不从烟囱排出，而是返回干燥塔作为升温气体循环使用。

(6) 各热交换器选用新型的管壳式换热器，大大提高了换热器的总传热系数，节省传热面积。

6.5 设计选用的主要参数

6.5.1 设计条件及参数

(1) 工作制度：8000h/a

(2) 净化工段入口烟气量及成分：见表 6-2

表 6-2 净化入口烟气成分

	SO ₂	SO ₃	O ₂	N ₂	CO ₂	H ₂ O	Σ
V%	9.289	0.19	6.693	74.673	0.048	9.107	100
Nm ³ /h	11453	234	8252	92067	59	11229	123294

(3) 净化入口烟气压力：-3000Pa

(4) 净化入口烟气温度：310~330℃

(5) 净化入口烟气含尘：200~500mg/Nm³

(6) 净化抽出稀酸中 SO₂ 脱吸率：≥95%

(7) 在转化工段前加入稀释空气将烟气中的氧硫比调整至 1.0 后，进入转化工段的烟气量及成分见表 6-3：

表 6-3 转化入口烟气成分

	SO ₂	O ₂	N ₂	CO ₂	Σ
V%	9.01	9.01	81.934	0.046	100
Nm ³ /h	11452	11452	104143	59	127106

6.5.2 设计达到的主要工艺指标

(1) 产酸量：年产 40 万吨 100% 硫酸。

产品品种：93% 或 98% H₂SO₄。

(2) 产品酸质量：满足 GB/T534-2002 中一等品及以上要求

- (3) 净化率: $\geq 98\%$
- (4) SO_2 总转化率: $\geq 99.74\%$
- (5) SO_3 吸收率: $\geq 99.99\%$
- (6) 风机出口酸雾含量: $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$
- (7) 风机出口水分含量: $\leq 0.1\text{g}/\text{Nm}^3$
- (8) 风机出口气体含尘: $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$
- (9) 第二吸收塔出口酸雾含量: $\leq 40\text{mg}/\text{Nm}^3$
- (10) 第二吸收塔出口 SO_2 含量: $\leq 273\text{ppm}$

6.6 需要引进的设备情况

6.6.1 稀酸板式换热器

稀酸板式换热器的正常运行对降低烟气温度, 保证产品酸的酸浓起关键性作用, 故该设备决定引进, 数量 2 用 1 备共 3 台。

6.6.2 成品酸板式换热器

成品酸板式换热器的正常运行对降低成品酸的温度起关键性作用, 故该设备决定引进, 数量 1 台。

6.6.3 SO_2 主风机

SO_2 主风机的安全稳定运行是整个制酸系统的关键。设计中选用了进口风机, 数量 1 台。

6.6.4 转化触媒

为了保证 SO_2 烟气的总转化率 $\geq 99.74\%$, 以使烟囱排放的尾气 SO_2 达标排放, 转化触媒选用进口优质触媒。

6.6.5 除沫器

干燥塔组合除沫器 1 套;

6.6.6 纤维捕沫器

第一吸收塔纤维捕沫器 1 套；第二吸收塔纤维捕沫器 1 套。

6.6.7 干吸塔的分酸槽

分酸槽共 3 套。

6.7 主要节能措施

(1) 转化换热流程采用“III I - IV II”配置，将转化剩余的热量归为一侧，设置了省煤器，用于预热锅炉用水。同时省去了三氧化硫冷却风机，节约了能源。

(2) 设计中采用预热循环升温，即在预热升温后的烟气不从烟囱排出，而是进入干燥塔再进行循环预热升温，节约了母酸用量。

6.8 配置及配管

6.8.1 设计范围

硫酸车间的设计范围从烟气进净化工段动力波烟气入口至酸库工段装酸点为止。包括净化工段、干吸工段、转化工段、酸库工段。

6.8.2 设备布置原则

- (1) 工艺流向合理。
- (2) 配置紧凑。
- (3) 符合现场现有生产区域配置要求。
- (4) 便利原材料及产品的运输。

具体配置见附图中总平面图及各工段配置图。

6.9 有关专项工程技术方案与节省投资措施

本设计在项目的技术装备水平及自控水平保证安全可靠性的前提下按先进适用性考虑，同时要尽量节约建设投资，具体措施为：

6.9.1 针对本工程具体烟气条件及特点，动力波洗涤装置作如下考虑

(1) 鉴于烟气中含尘量较低，仅设置一级动力波洗涤器和一段动力波喷嘴，满足烟气净化要求的同时可以降低系统的阻力和节省投资。

(2) 由于稀酸浓度需浓缩至 15% 以上，稀酸含尘量相应升高，为预防溢流堰中出现酸泥沉积造成堵塞，将部分稀酸引出沉降，沉降后的上清液返回循环系统，以降低洗涤酸中的含尘量。

(3) 动力波喷淋洗涤液由动力波循环泵供给，溢流堰由高位槽供液，可保证动力波溢流堰入口压力稳定。

(4) 在循环泵出现故障或全厂停电时，高位槽供液仍可维持数分钟，确保操作人员有足够的时间应急处理，故障时高位槽同时供给事故喷嘴用液，省去了应急水系统。

(5) 为确保净化系统安全，设计采用了多重保护措施：动力波洗涤器出口烟气温度与事故喷嘴阀及 SO_2 风机联锁，动力波循环泵出口管路压力与事故喷嘴阀及 SO_2 风机联锁，进溢流堰酸流量与事故喷嘴阀及 SO_2 风机联锁。

6.9.2 干吸低位高效技术

(1) 采用先进的管槽式分酸器，布酸点达 40 点/ m^2 以上，分酸更为均匀，可减少酸预分配填料高度，因而总的填料高度降至 3m 左右，比传统工艺节省 50% 左右。另外填料支承装置采用了条梁，降低了支撑结构高度，这样干吸塔总的设备高度可比传统干吸塔降低 2.5m 左右。

(2) 对干吸串酸进行简化。干燥串酸直接串至一吸塔入口酸管路上，酸中溶解的 SO_2 在一吸塔中解吸，因而可省去传统意义上的 SO_2 脱吸塔。

(3) 干吸塔底采用蝶形底，且与循环槽联通，因干吸塔底也贮存部分酸，这样循环槽规格可减少。

(4) 干吸塔配置高度在大幅降低的同时取消支撑平台，既节约了循环酸泵的动力消耗，又节省了投资。

6.9.3 硫酸尾气烟囱

经对外排硫酸尾气中 SO_2 排放速率核算，根据《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 确定烟囱高度为 90m。

6.10 全厂元素平衡

6.10.1 Cu 元素平衡见表 6-4

表 6-4 Cu 元素平衡

成分	灰渣	铜滤饼	废酸送废水	场面废水	Σ
Kg/h	152.85	9.54	0.2	0.02	162.61
%	94.0	5.87	0.12	0.01	100

6.10.2 S 元素平衡见表 6-5

表 6-4 S 元素平衡

成分	渣	尾气	石膏	硫酸	Σ
Kg/h	78.14	42.89	334.4	16318.15	16773.58
%	0.46	0.25	1.99	97.30	100

6.10.3 Fe 元素平衡见表 6-6

表 6-6 Fe 元素平衡

成分	渣	废酸送废水	场面水	Σ
Kg/h	15613.11	80.3	1.99	15695.4
%	99.48	0.51	0.01	100

6.10.4 As 元素平衡见表 6-7

表 6-7 As 元素平衡

成分	渣	废酸送废水	场面水	Σ
Kg/h	0.78	3.06	0.05	3.89
%	20.05	78.66	1.29	100

6.11 问题及建议

本可研中考虑了转化中温热回收系统，为了更好的利用能源，可考虑增设干吸低温热回收系统，本次可研中暂未考虑该装置，但在干吸场地附近留有配置场地。

7 热工

本项目热工专业包括沸腾焙烧炉余热回收及利用、余热锅炉除氧给水、纯水站、空压站、柴油发电站和换热站等内容。

7.1 余热回收及利用

7.1.1 余热回收

7.1.1.1 沸腾焙烧炉余热回收

沸腾焙烧炉在生产过程中排出大量高温含尘烟气，由于烟气温度高达 950℃，并含有较高浓度的烟尘和 SO₂ 气体，如果烟气处理不当会对后续的收尘设备、制酸系统设备造成堵塞、腐蚀，为保证硫精矿沸腾焙烧制酸工艺系统正常运行，设置余热锅炉（WHB）回收烟气余热。

(1) 余热锅炉入口烟气条件

余热锅炉入口烟气条件见表 7-1

表 7-1 余热锅炉入口烟气条件表

序号	项目	单位	矿含水 8%	矿含水 10%
1	烟气压力	Pa	-1500	-1500
2	烟气温度	℃	900~950	900~950
3	烟气量	Nm ³ /h	92664	93734
4	烟气成份 (%)			
	SO ₂	%	12.36	12.218
	SO ₃	%	0.253	0.25
	CO ₂	%	0.063	0.062
	O ₂	%	2.73	2.697
	N ₂	%	76.146	75.277
	H ₂ O	%	8.45	9.495

序号	项目	单位	矿含水 8%	矿含水 10%
5	烟气含尘量	g/Nm ³	250	250
6	焙烧炉需移出热量	kJ/h	50199677	46501468

(2) 余热锅炉烟气特点

- a、烟气温度较高，为 950℃；
- b、含尘量大，达 250g/Nm³；
- c、SO₂₊₃ 浓度较高，达 12.613%；
- d、烟气连续且稳定，波动量小；
- e、烟尘基本无粘结性；

(3) 余热锅炉性能要求

- a、能高效地回收烟气显热；
- b、清灰、除灰设备完善、可靠；
- c、炉体密封性好；
- d、能安全、连续地运行；
- e、使用寿命长。

(4) 余热锅炉结构特点

由于烟气温度较高、含尘量较大、SO₂₊₃ 浓度较高，所以余热锅炉的结构形式、清除灰方式均采取相应措施来防止、或减轻余热锅炉的腐蚀、积灰、堵塞、磨损。本次设计的余热锅炉具有如下特点：

a、锅炉的运行压力为 4.5MPa，炉水的饱和温度为 259℃、过热蒸汽温度为 450℃，高于烟气中的硫酸蒸汽露点温度（经计算露点温度为 213℃），可有效地避免锅炉换热面上硫酸蒸汽结露、防止低温腐蚀；

b、辐射室及对流段均设有膜式水冷壁，并配有外护板；沸腾炉烟气出口与 WHB 的接口采用了带保温的多层纤维膨胀节连接方式；

锅炉出口与后部烟道直接焊接，灰渣斗的落灰口与出灰机进灰口采用带补偿的法兰连接，以上措施可有效防止 WHB 的漏风，使 WHB 有良好的密封性；

c、采用了直通烟道式结构，烟气流畅；

d、WHB 的水循环系统采用了强制循环，不设下联箱，烟尘可自由沉降而进入灰斗和出灰机、可减少烟尘在炉内堆积；

e、WHB 设有较大的辐射冷却室，辐射冷却室内除设有膜式水冷壁还设有凝渣屏，可有效改善对流段的积灰及积灰的性质；

f、设弹簧振打清灰装置。

g、采用了较高的水循环倍率，使 WHB 各换热面温度均匀，避免局部过热或欠热，防止局部低温腐蚀；

(5) 余热锅炉设计参数

余热锅炉设置参数见表 7-2

表 7-2 余热锅炉参数表

1	型式	单位	强制水循环，户外设置式
2	设计压力	MPa	5.1
	汽包压力	MPa	4.5
	过热蒸汽压力	MPa	3.82
3	过热蒸汽温度	℃	450
4	给水温度	℃	170
5	过热蒸汽量	t/h	55.2
6	进 WHB 烟气量	Nm ³ /h	93734
7	出 WHB 烟气量	Nm ³ /h	99584
8	烟气温度	℃	
	进 WHB		950
	出 WHB		350
10	烟尘量	g/Nm ³	

1	型式	单位	强制水循环，户外设置式
	进 WHB		250
	出 WHB		150
11	台数	台	1

(6) 余热锅炉主要辅机

a、余热锅炉循环泵 2 台，1 用 1 备

$Q=1350\text{t/h}$ $t=259^\circ\text{C}$ $P=4.5\text{MPa}$ $\Delta h=40\text{m}$

电机：N=250kW

b、余热锅炉出灰机 1 台

$Q=20\text{t/h}$ N=7.5 kW

c、定期排污扩容器 1 个

DP-3.5 $V=3.5\text{m}^3$ $P=0.7\text{MPa}$

7.1.1.2 硫酸转化烟气余热回收

烟气制酸转化工段一次转化烟气温度需由 290°C 降到 180°C ，设置径向热管省煤器，回收烟气热量，加热余热锅炉给水。

(1) 转化工艺烟气参数

转化工艺烟气参数见表 7-3

表 7-3 烟气参数表

烟气量 Nm^3/h	进口烟 温度 $^\circ\text{C}$	进口烟气压力 Pa	出口烟气 温度 $^\circ\text{C}$	进口烟气成分 V%			
				SO_{2+3}	O_2	N_2	CO_2
122511.4	29	20000	180	9.348	4.908	85.545	0.199

(2) 径向热管省煤器技术参数

表 7-4 主要技术参数见下表

参 数	单 位	技 术 数 据
烟气量	Nm^3/h	122511.4
烟气进口温度	$^\circ\text{C}$	291

参 数	单 位	技术数据
烟气出口温度	℃	180
给水量	t/h	60
给水压力	MPa	≥6.0
进水温度	℃	104
出水温度	℃	170
水侧压损	MPa	0.3
设备数量	台	1

7.1.2 余热利用

(1) 余热利用系统

余热锅炉生产中温中压过热蒸汽，进入抽凝汽轮发电机组，抽出部分蒸汽供生产和生活使用。考虑汽机事故时，工艺系统不能停生产，故设置了事故减温减压装置。汽轮发电机的凝结水通过凝结水泵送入除氧器。

余热锅炉的补充给水由纯水站提供，经除氧器除氧后由锅炉给水泵送硫酸转化省煤器加热至 170℃ 后送余热锅炉汽包。

(2) 余热利用系统蒸汽平衡

表 7-5 蒸汽平衡表

参 数 名 称	汽 量 (t/h)		压 力 (MPa)	温 度 (℃)
	采 暖 期	非 采 暖 期		
余热利用系统产蒸汽	55.2	55.2	3.82	450
汽轮机蒸汽损失	0.83	0.83		
汽轮机进汽	54.37	54.37	3.43	435
生产及自用汽	15	6	0.2~0.8	饱和
汽轮机凝汽	39.37	48.37		

(3) 余热发电机组选择

根据余热利用系统，余热锅炉产蒸汽直接进入余热发电系统。设

计 1 套抽汽凝汽式汽轮发电机组，运行工况分采暖期和非采暖期。

采暖期时，抽出一部分蒸汽供全厂采暖用。

非采暖期时，全部蒸汽进入凝汽器。

系统设置 1 套减温减压装置，当汽轮发电机组出现故障时，蒸汽通过减温减压系统供应蒸汽。

汽轮发电机组主要参数：

抽汽凝汽式汽轮机：C12-35/5 型 1 套

非采暖期时为全凝，采暖期时则抽出供供热时所需要的蒸汽量

额定进汽量：55.2t/h；最大进汽量：45t/h

初温 $t_1=435^{\circ}\text{C}$ ；

初压 $P_1=3.43\text{MPa}$ ，

额定功率 $N=6\text{MW}$ ；最大功率 $N=12\text{MW}$ ；

配套发电机：QF-15-2 型 $N=15\text{MW}$ 6.3kV

(4) 余热利用其他设备参数

减温减压装置 1 套

$Q=20\text{t/h}$ $P_1/P_2=3.82/0.785$ $t_1/t_2=450/190^{\circ}\text{C}$

(5) 余热锅炉除氧给水设备选择：

a、除氧器 1 套

$Q=70\text{t/h}$ $P=0.02\text{MPa}$ $t=104^{\circ}\text{C}$

除氧水箱： $V=35\text{m}^3$

b、余热锅炉给水泵 2 台，1 用 1 备

DG85-80X8 型 $Q=85\text{m}^3/\text{h}$, $H=640\text{m}$

电机： $N=280$ kW 6.3kV

c、余热锅炉给水泵 1 台

DG25-80X7 型 $Q=17.4\text{m}^3/\text{h}$ $H=590\text{m}$

电机: $N=90\text{kw}$ (事故电源)

d、连续排污扩容器 1 个

LP-3.5 , $P=0.25\text{MPa}$

(6) 余热利用系统设备布置

余热利用系统设备全部布置在余热发电站, 厂房面积: 主跨 $54\times 18\text{m}$, 副跨 $54\times 9\text{m}$, 操作层标高 7.0m , 副跨底层为配电室, 2 层为控制室, 控制室上部布置除氧器和连续排污器, 露天布置, 汽机房设电动双钩慢速桥式起重机 ($Q=32/5\text{t}$), 供汽机安装和检修使用。

7.2 纯电站

纯电站的设置主要是为余热锅炉补充给水, 其水质必须符合中温中压锅炉给水标准。

(1) 纯电站水质

纯电站进水水质为水厂净化后的工业用水。

余热锅炉补给水的水质要求:

根据 GB/T12145 《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》, 要求本 WHB ($3.8\sim 5.8\text{MPa}$) 补给水水质:

硬度: $\leq 2\mu\text{mol/L}$;

溶解氧: $\leq 15\mu\text{g/L}$;

铁: $\leq 50\mu\text{g/L}$;

铜: $\leq 10\mu\text{g/L}$;

PH: $8.8\sim 9.2$;

油 $< 1.0\text{mg/L}$;

二氧化硅: 应保证蒸汽中二氧化硅符合标准;

(2) 补给水水量见表 7-6

表 7-6 补给水量表

项目名称	水量 (t/h)
锅炉排污水	2.40
锅炉事故启动	6.0
供热量损失	1.5
汽水损失	1.0
合计	10.9

计算补给水量为 10.9t/h，考虑到一台汽机故障时，要满足余热锅炉的运行，因此除盐水处理站设计能力按 70t/h 规模考虑。

(3) 水处理系统

本次设计的纯水主要供余热锅炉使用，根据余热锅炉设计参数，以及厂区供水水质，本设计采用的制水工艺有为一级除盐加混床的除盐水处理工艺。

主要工艺流程为：

原水（厂区净化水）→原水箱→原水泵→机械过滤→阳离子交换→除碳器→中间水箱→中间水泵→阴离子交换→混合离子交换→除盐水箱→除盐水泵→用户。

同时配备再生用酸、碱储存及计量系统和加氨系统。

除盐后水质如下：

电导率：<math><0.2\mu\text{S}/\text{cm}</math>（25℃）

SiO_2 ：<math><0.02\text{mg}/\text{L}</math>

PH：8~9

(4) 主要设备选择

机械过滤器 $Q=75 \text{ t/h}$ $\Phi 2800$ 2 台

无顶压逆流再生阳离子交换器	Q=75 t/h	Φ 2000	2 台
除碳器	Q=75 t/h	Φ 1200	1 台
无顶压逆流再生阴离子交换器	Q=75 t/h	Φ 2000	2 台
混合离子交换器	Q=70 t/h	Φ 1600	2 台
酸、碱储罐	V=10m ³	各 1 台	

(5) 纯水站布置

纯水站为单独布置的建构筑物，建筑面积 30x12m、净高 8.5m，过滤器、离子交换器、水泵等室内布置，并设 1 台检修起重机 (Q=2t)，各种水箱、酸碱储罐室外布置。

7.3 空压站

7.3.1 压缩空气负荷计算

(1) 压缩空气负荷

各车间压缩空气负荷见表 7-7。

表 7-7 全厂生产压缩空气消耗量

序号	车间或工段	用气点	压缩空气参数		消耗量		同时使用系数	使用制度
			压力 MPa	温度 °C	平均 m ³ /min	最大 m ³ /min		
1	给排水专业		0.6			10×2		连续
2	硫酸厂仪表用气		0.6			5×2		间断、仪表气
3	焙烧炉工段	布袋	0.5			2×2		间断
4	开工炉 开工时用		0.5			3.5×2		间断
5	视镜用		0.6			4		间断

(2) 压缩空气计算

压缩空气总用量为：17x2 Nm³/min。

考虑同时使用系数和高原修正系数，计算压缩空气量：19x2 Nm³/min。

7.3.2 主要设备选型

空压站除负责硫酸厂所有的压缩空气,主要设备如下:

(1) 螺杆空气压缩机 3 台, 2 用 1 备

$Q=20.6\text{Nm}^3/\text{min}$ $P=0.8\text{MPa}$

电机功率: 110kW

(2) 事故用空压机 1 台

$Q=9.5\text{Nm}^3/\text{min}$ $P=0.8\text{MPa}$

电机功率: 55kW

(3) 高效除油器 2 台, 1 用 1 备

$Q=20\text{Nm}^3/\text{min}$ $P=0.8\text{MPa}$

(4) 复合式空气干燥装置 2 套, 1 用 1 备

$Q=20\text{Nm}^3/\text{min}$ $P=0.8\text{MPa}$

电机功率: 7.5kW 压力露点: -40°C

(5) 精密过滤器 2 套

$Q=20\text{Nm}^3/\text{min}$, $P=0.8\text{MPa}$ 过滤精度: T 级

(6) 空气储罐 1 个

$V=20\text{m}^3$ $P=0.8\text{MPa}$

7.3.3 主要工艺流程

空压机将空气压缩后, 进入储罐, 由储罐送出一部分直接供杂用压缩空气用户使用。另一部分进行脱油、脱水处理, 并进入储罐, 供需用户使用。

7.3.4 设备布置

空压机和干燥除油设备布置在厂房内, 空气储罐布置在室外, 设备厂房面积: $15\times 18\text{m}$, 厂房下弦标高: 8m, 厂房内设起重量为 2t 检

修吊车，配电及控制室面积：15x9m，高度 4.5m。

7.4 事故柴油发电站

根据设计要求，在外部两路独立供电同时停止时，必须有应急柴油发电机组在 30 秒时间内保证向余热锅炉循环泵和仪表事故空压机及余热锅炉循环泵冷却水泵供应应急电源，以保证在沸腾炉内的余热锅炉冷却埋管的水循环。

根据应急用电负荷：柴油发电机组主要为 2 台 250kw 的锅炉循环泵提供应急电源，泵电机采用软启动方式，在柴油发电机组供电后先启动一台循环泵，15 秒以内再启动另一台泵。

7.4.1 设备选型

根据最大应急负荷，选择 1 台备用功率为 1600kW 的应急柴油发电机组，并在 30 秒内对外供电。机组主要参数：

应急备用机组 1 套

额定功率：1600 kW

额定电压：380V

频率：50Hz

转速：1500rpm

功率因素：0.8

启动方式：蓄电池启动

7.4.2 工艺简述

全自动柴油发电机组由燃烧系统、润滑系统、冷却系统、起动系统组成：

(1) 燃烧系统

a、供油

机组的燃料为 0#轻柴油，轻柴油由 15 m³的埋地储油罐，通过供

油泵管道送至站房内日用油箱（ 1m^3 ），日用油箱油位与供油泵联锁。日用油箱的轻柴油自流到机组，并由机组自驱动油泵送至柴油机的每个气缸。

b、燃烧空气

燃烧空气经过滤除去尘粒后再进入柴油机的涡轮增压机增压后再进入气缸。

c、排烟

柴油机气缸内排出的烟气，经涡轮增压机进一步做功后进入消声器，而后排入大气。

（2）润滑系统

润滑系统设备均装配在柴油机公用底盘上，由机组自驱动油泵、电动油泵、电加热器、冷却器等设备组成。

（3）冷却系统

冷却系统分内循环和外循环，内循环冷却系统为单回路闭式水冷却系统，水箱式散热器、机组自驱动水泵、增压空气冷却器、润滑油冷却器装配在柴油机上。外循环为开式系统，由自带的冷却风扇提供冷却风。

（4）起动系统

机组采用蓄电池电起动，机组配套充电系统。

7.4.3 设备布置

应急柴油发电站设备室内布置，厂房面积： $18\times 15\text{m}$ ，下弦标高 6m ，占地面积： $25\times 21\text{m}$ 。

7.5 换热站

7.5.1 换热站热负荷计算

(1) 换热站热负荷

全厂采暖热负荷见表 7-8。

表 7-8 全厂采暖热负荷表

序号	名称	面积 (m ²)	供热负荷 Q (kW)
1	原料库主跨	5547	1733.8
2	原料库副跨	540	85.4
3	石灰石乳制备	432	126.6
4	石灰乳浆化	216	49.2
5	焙烧工段 (加料楼)	1458	282.1
6	净化工段 (泵房)	300	47.4
7	净化工段 (电气控制柜室)	48	6.1
8	干吸工段 (泵房)	240	94.9
9	干吸工段 (电气控制柜室)	16	1.5
10	转化工段 (风机房)	216	67.5
11	酸库工段 (泵房)	198	46.9
12	硫酸循环水 (泵房)	378	104.6
13	余热发电循环水 (泵房)	378	104.6
14	焙烧工段-循环水设施 (泵房)	100	27.7
15	排水处理工段-废水综合处理车间	1944	645.6
16	纯水站	360	120.9
17	事故柴油发电机房	121.5	16.2
18	余热发电站	1080	435.5
19	空压机站	270	42.2
20	厂办办公楼	2160	232
21	厂区食堂	960	321.5
22	单身宿舍	720	72.3
24	小计	17682.5	4664.5

(2) 换热站热负荷计算

计算热负荷 $Q_j = 1.08 \times \sum Q = 5037.7 \text{ kW}$

7.5.2 主要工艺流程

采暖回水（70℃）进入汽水板式换热器，被加热后，成为采暖供水（110℃）后，由热水循环泵加压送至各采暖用户。

采用补给水泵对采暖循环热水系统进行补水，同时对循环水系统进行定压。

7.5.3 主要设备选型

换热站主要设备如下：

（1）汽水板式换热器， 2 台，同时工作

换热量 4594kW

蒸汽参数：P=0.6~1.0MPa,流量 8t/h；循环水量 98.9t/h

当其中一台汽水板式换热器发生故障时，可保证至少 70%的采暖热负荷。

（2）热水循环泵， 2 台，1 用 1 备

Q=200m³/h, H=50m N=45kW

（3）补水泵， 2 台，1 用 1 备

Q=21.7m³/h, H=60m N=11kW

（4）凝结水回收器， 1 套

回水量 11t/h

配凝结水泵 2 台(1 用 1 备), 每台流量 11t/h、扬程 50 米、N=5.5kW

（5）补水箱， 1 个

Vg=20m³, 外形尺寸 3.6×2.8×2.4m

7.5.3 设备布置

换热站设备全部室内布置，厂房内设有控制室及配电室。

换热站厂房面积：24×12m，厂房下弦标高：5m。

8 给排水

8.1 概述

8.1.1 设计依据

(1) 本工程工艺等专业有关给排水设计资料。

(2) 工程设计有关规程及规范：

- | | |
|------------------|----------------|
| 1) 室外给水设计规范 | GB50013—2006 |
| 2) 室外排水设计规范 | GB50014—2006 |
| 3) 建筑给水排水设计规范 | GB50015—2003 |
| 4) 建筑设计防火规范 | GB50016—2006 |
| 5) 建筑灭火器配置设计规范 | GB50140—2005 |
| 6) 工业循环水冷却设计规范 | GB/T50102—2003 |
| 7) 工业循环冷却水处理设计规范 | GB50050—2007 |
| 8) 污水综合排放标准 | GB8978—1996 |

8.1.2 设计范围

本工程建设规模为 60 万吨/年的硫铁矿处理能力，按硫铁矿制酸设计生产能力为 2×40 万吨/年，工程分步实施，本设计按 40 万吨/年硫铁矿制酸生产能力设计并相应配套。

本专业设计内容为新建 40 万吨/年硫铁矿制酸生产能力，厂区内生产工艺系统配套给排水设施及厂区内给排水管网等设计，主要设计内容如下：

- (1) 车间室内外给排水；
- (2) 厂区给排水管网；
- (3) 循环水设施；

(4) 污水处理。

8.2 给水

8.2.1 用水量

本工程生产总用水量为 198433.0 m³/d，其中：新水量为 5651.0 m³/d，循环及回用水量为 192782.0 m³/d，工业用水重复利用率为 97.15%；本工程生活用水量为 100.0 m³/d，各车间及各工段用水量情况详见表 8-1。

表 8-1 用水量平衡表

序号	用户名称	给水 (m ³ /d)			排水 (m ³ /d)		损耗水量 (m ³ /d)
		总用水量	新水量	循环及回用水量	至废水处理站	至排水管网	
1	原料库	30.0	0	30.0	30.0	/	/
2	烧焙工段	97373.0	1756.0	95617.0	5.0	692.0	1064.0
3	硫酸车间	98533.0	2777.0	95756.0	253.0	874.0	1903.0
4	纯水站	440.0	440.0	0	0	120.0	320.0
5	空压站	1200.0	30.0	1170.0	0	10.0	20.0
6	废酸处理	30.0	0	30.0	30.0	0	0
7	废水处理	175.0	0	175.0	175.0	0	0
8	尾气脱硫	52.0	48.0	4.0	4.0	0	48.0
9	未预见水量	600.0	600.0	0	0	300.0	300.0
	合计	198433.0	5651.0	192782.0	497.0	1996.0	3655.0

注：排水至废水处理站，经处理达标后回用水量为 497.0 m³/d。

8.2.2 外部给水

(1) 外部水源

拟建项目位于青海湟中县甘河工业园，由于业主暂未提供外部水源资料，其水源能力按能够满足本设计技术要求，就近接管引水考虑。

(2) 水源接管口

1) 生产水

新建项目要求增加生产新水量为:最高日用水量 5651.0 m³/d, 最大时用水量为 354.0 m³/h; 水质要求为工业用水 (SS≤10.0 mg/l), 接管口水压要求大于或等于 0.30MPa, 拟从本项目界区边缘线外 1.0 m 处接入, 设生产水接管口二个, 接管口管径均采用 DN350 mm。

2) 生活水

新建项目要求增加生活水量为:最高日用水量 100.0 m³/d, 最大时用水量为 12.0 m³/h; 水质要求满足国家《生活饮用水卫生标准》的要求, 接管口水压要求为 0.30MPa, 拟从本项目界区边缘线外 1.0 m 处接入, 设生活水接管口一个, 接管口管径采用 DN65 mm。

8.2.3 给水系统

根据用水户对水质、水压、水温及供水安全性等不同要求, 以及同类工厂的设计经验, 给水系统分为事故水、生产水、软化水、生活水、回用水及循环水六个部分, 现就基本情况简述如下:

(1) 事故水系统

该系统主要供给一旦出现全厂停电断水, 将发生重大生产事故的设备 (沸腾炉余热锅炉循环泵设备) 用水; 在余热发电循环水泵房内设置水泵供上述设备用水。当全厂停电时, 由柴油发电机组供电至该泵恢复供水, 沸腾炉余热锅炉循环泵冷却水量为 8.0 m³/h。

(2) 生产水系统

该系统主要供给生产工艺、循环水系统补充水及用水量较少的生产设备用户, 供水方式为直流给水系统。该系统最高日供水能力为 5651.0 m³/d, 最大时供水能力为 354.0m³/h, 水压按 0.30MPa 计, 给水管网沿厂区道路环状布置。

（3）软化水系统

该系统供给焙烧工段循环水系统补充水，供水量为 185.0 m³/d，给水管网沿厂区道路支状布置。

（4）生活水系统

该系统主要供给新建生产车间配套的生活设施用水，供水方式为直流给水系统。该系统最高日供水能力为 100.0 m³/d，最大时用水量为 12.0 m³/h，水压按 0.30MPa 计，给水管网沿厂区道路支状布置。

（5）回用水系统

该系统水源来自排水处理工段经处理后达标的废水，主要供给新建生产车间对水质硬度要求不高的用户，如排水处理工段药剂制备系统补充水及地面冲洗水等用户。该系统最高日供水能力为 497.0 m³/d，最大时用水量为 31.0 m³/h，水压按 0.30MPa 计，给水管网沿厂区道路支状布置。

（6）循环水系统

该系统主要供给生产设备冷却用水，根据用水户对水质、水压及用水点的位置等不同要求，新建焙烧工段循环水、余热发电循环水、硫酸循环水设施共三座，分述如下：

1) 焙烧工段循环水：该系统采用机械通风冷却循环供水方式，系统补充水水质采用软化水，新建循环水设施供水规模为 150.0 m³/h。

2) 余热发电循环水：该系统采用机械通风冷却循环供水方式，新建循环水设施供水规模为 3914.0 m³/h。

3) 硫酸循环水：该系统采用机械通风冷却循环供水方式，新建循环水设施供水规模为 4090.0 m³/h。

8.3 消防设施

8.3.1 消防水系统

(1) 室外消防

根据工厂基地面积约 <100 公顷，附有居住区人数 <1.5 万人，按照“建筑设计防火规范”（GB50016—2006）有关规定，同一时间内的火灾次数按一次考虑，火灾延续时间为 2 小时，新建工程室外消火栓用水量为 25.0 l/s。

室外消防给水采用低压给水系统，且与工厂生产水系统并用，该给水管网沿厂区道路环状布置。室外消火栓的布置，按保护半径不超过 150m，沿新建厂区道路每隔不大于 120 米，设置一个地下式室外消火栓。

(2) 室内消防

另根据本工程新建主要生产车间建筑物耐火等级为一、二级，且生产类别为可燃物较少的丁、戊类，按照“建筑设计防火规范”（GB50016—2006）有关规定，不设室内消防给水系统。本工程余热发电厂房，生产类别按丙类、建筑物耐火等级按一级考虑，设置室内消防给水，消防用水量分别为 10.0 l/s，同时使用水枪数量为 2 支，每支水枪最小流量为 5.0 L/s。

8.3.2 建筑灭火器配置

根据生产、使用及贮存物品场所的危险等级和火灾类别，按“建筑灭火器配置设计规范”（GB50140—2005）有关规定，在各车间工段建筑物内配置若干个磷酸铵盐干粉灭火器。

8.4 排水

8.4.1 排水量

(1) 生产、生活排水量

本工程生产外排废水总量为 2076.0 m³/d，其中:仅热污染生产废水量为 1996.0m³/d、经化粪池初级处理的生活污水量为 80.0m³/d，外排废水主要成份如下：

PH=6~9 As<0.5mg/l Cu<0.5mg/l Zn<2.0mg/l
 F<10.0mg/l Zn<2.0mg/l 油类<10.0mg/l

(2) 雨水排水量

新建厂址位于青海湟中县甘河工业园，属于西宁地区，暴雨强度公式参考西宁市公式为：

$$q=1663 (1+0.985\lg P) / (t+5.40)^{0.85}$$

式中： q —暴雨强度 (l/s·ha)；

P —重现期，设计取 P=1 年；

t —降雨历时 (min)。

雨量计算公式为：

$$Q=\Psi \cdot q \cdot F$$

式中： Q —雨水流量 (l/s)；

Ψ—综合径流系数，取 Ψ=0.55；

F —汇水面积 (ha)。

新建厂区汇水面积约 58.0 ha，拟分二个系统就近排至厂外；经计算，二个雨水系统的平均排水量为 1500.0l/s。

8.4.2 排水系统

根据甘河工业园区总体规划，厂区排水系统拟采用雨污分流制；其中生产排水拟采用清污分流制，生产污水均压力输送至排水处理工段，经处理达到排放标准及使用要求后全部回用。

厂区雨水拟采用重力流、分二个系统就近排至厂外市政雨水管网；生活污水经化粪池初级处理后，汇合仅受热污染的生产废水，按重力流就近排至厂外市政污水管网考虑。

8.4.3 当地对排水的要求

由于紫金矿业集团青海有限公司暂未提供当地环保部门对外排废水要求，本设计生产污水经处理达到“污水综合排放标准”（GB8978—1996）规定要求如下：第一类污染物在废水处理站排出口满足 GB8978—1996 表 1 中的规定要求，第二类污染物满足 GB8978—1996 表 4 中的一级标准规定要求，经处理后的废水全部回用。生活污水经化粪池初级处理后，汇合仅受热污染（ $t < 40^{\circ}\text{C}$ ）的生产废水外排。

8.4.4 污水处理

（1）污水量及水质

污水主要来自净化工序的废酸（ $240.0 \text{ m}^3/\text{d}$ ）以及拟建项目可能被车间烟尘和酸污染的场地，平时冲洗地面或下雨初期地面上的雨水（ $82.0 \sim 165 \text{ m}^3/\text{d}$ ），各车间排出污水量及水质详见表 8-2。

表 8-2 污水量及水质表

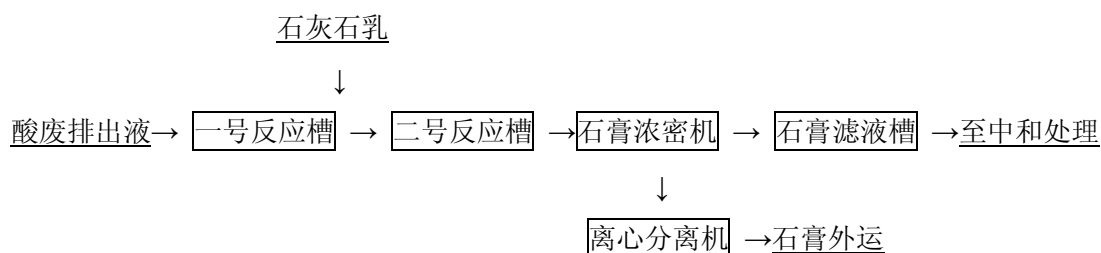
废水来源	废水量 (m^3/d)	杂质含量 (g/l)					
		H_2SO_4	As	F	Zn	Cu	Fe
废酸	240.0	160.0	0.08	1.04	0.09	0.02	7.50
场面水	82.0~156.0	4.0	0.005	/	0.005	0.006	0.30
合计	322.0~396.0						

（2）污水处理工艺流程

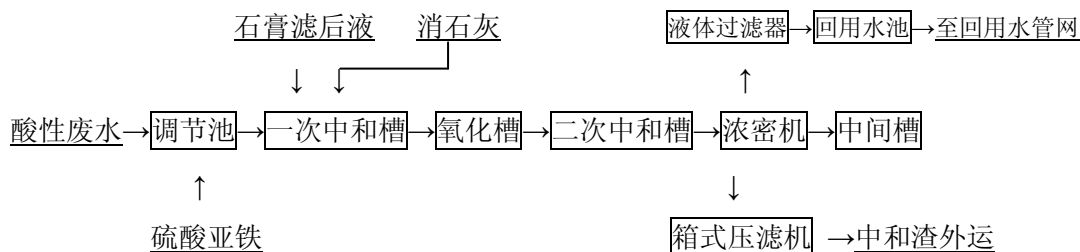
针对本工程污水处理方法有石灰中和法、石灰石—石灰两段中和法、气浮法等方法。石灰中和法是在污水中投加石灰乳进行中和，生成难溶氢氧化物；同时在污水中投加铁盐，与废水中砷酸盐生成难溶

络合物，经沉淀澄清，上清液经过滤达到国家排放标准。气浮法是在污水中投加石灰或纯碱进行中和生成难溶氢氧化物，同时在污水中投加铁盐，与污水中砷酸盐生成难溶络合物，并通入压缩空气，使污水中形成小气泡，小气泡附着在水中已生成的细小颗粒表面，使细小颗粒与小气泡一起上浮而去除，处理后液经过滤达到国家排放标准。上述两种方法优点是工艺流程短，投资省；缺点是中和渣量大，废渣未得到了较好的综合利用，贮存废弃渣库容大；适合小污水量处理。石灰石—石灰两段中和法是先利用石灰石中和污酸处理滤后液中大部分游离硫酸，生成副产品石膏，可以外售作为水泥生产的掺合料；排出液再与其它污水混合采用前述石灰中和法处理，处理后的污水达到国家排放标准，同时产出少量泥饼弃置。优点是中和渣量少，废渣（石膏）得到了较好的综合利用；缺点是工艺流程长，投资偏大。针对污水中含硫酸浓度高的特点及同类工厂污水处理管理经验，本工程废水处理工艺设计推荐采用石灰石—石灰两段中和法。其工艺流程图如下：

1) 石膏制造工艺流程



2) 中和处理工艺流程



(3) 渣量及成份

1) 石膏：在污水处理过程中，生产石膏 81.2t/d(含水率为 10%)，可作为制造水泥的掺合料和建筑材料的原料等，石膏成分详见表 8-3。

表 8-3 石膏成份表

序号	项 目	沉淀物量 (kg/d)	湿量 (%)
1	CaSO ₄ ·2H ₂ O	67385.0	82.99
2	不纯物	5243.0	6.46
3	CaF ₂	452.0	0.55
4	H ₂ O	8120.0	10.00
	合 计:	81200.0	100.00

2) 中和渣：在污水处理过程中，产出中和渣量为 2.71 t/d(含水率为 40%)，其成分详见表 8-4。

表 8-4 中和渣成份表

序号	项 目	沉淀物量 (kg/d)	湿量 (%)
1	CaSO ₄ ·2H ₂ O	587.5	21.68
2	Fe(OH) ₂	315.4	11.64
3	Cu(OH) ₂	8.1	0.30
4	Zn(OH) ₂	33.3	1.23
5	Ca ₃ (AsO ₄) ₂	52.0	1.92
6	Ca(OH) ₂ 不纯物	87.7	3.23
7	H ₂ O	1626.0	60.00
	合 计:	2710.0	100.00

(4) 排出水量及水质：

上述废水经处理后，排出水量为 497.0 m³/d，其设计污水处理工段排出水质及国家“污水综合排放标准”（GB8978—1996）中有关要求详见表 8-5，经处理后的生产废水全部回用。

表 8-5 排出水质比较表

序号	项目 名称	PH	As	F	Zn	Cu	SS
1	排出水质	6-9	<0.5	<10.0	<2.0	<0.5	<70.0
2	国家一级标准	6-9	0.5	10.0	2.0	0.5	70.0

注：PH 值无单位外，其余均为 mg/l

8.4.5 污水排放地点

本工程新建厂区生活污水经化粪池初级处理后，汇合仅受热污染（ $t < 40^{\circ}\text{C}$ ）的生产废水，拟就近排至厂外甘河工业园区市政污水管网。

9 供配电

9.1 设计依据

- (1) 各专业提供的设备配置和用电负荷资料；
- (2) 本硫铁矿制酸项目所在工业园区供电设施现状及规划；
- (3) 《有色金属冶炼厂电力设计规范》YS 5002-96 及国家有关的设计规范。

9.2 设计范围

30 万吨/年硫铁矿制酸系统及配套的公用工程的发电、供配电、电气传动、电气照明、防雷、防静电及接地。

外部电源及供电线路，成套设备的电气设备及电气控制不属于本设计范围。

9.3 电源状况

本工厂拟建在规划中的西宁（国家级）经济技术开发区甘河工业园区西区，根据该工业园区规划，将在工业园区新建 2 座 330/110/10kV，2×240MVA 变电站，当地水电资源非常丰富，电价偏低，工业园区要求落户企业需有一定规模，并仅向企业提供 110kV 电源。

9.4 用电负荷

全厂用电设备约 509 台，设备总装机容量 19960kW，工作设备约为 448 台，工作容量 14760kW；估算有功功率约 10070kW，估算视在功率 10950kVA（无功补偿后），年耗电量约为 59660 k-kWh。新增一台 15MW 发电机组，发电机正常运行时，全年发电量约

72240k-kWh。

在本工业园区，业主规划后续将配套建设以本工厂硫酸产品为原料的其他产品项目，并后续再建 1×30 万吨硫铁矿制酸项目和配套项目。

全厂一期一级负荷装机容量约为 640kW，工作容量为 340kW，详见表 9-1：

表 9-1 一级负荷表

序号	设备名称	安装功率	数量	工作功率	数量	备注
1	余热锅炉循环泵	500 kW	2 台	250 kW	1 台	
2	余热锅炉循环泵 冷却泵	8 kW	2 台	4 kW	1 台	
3	仪用螺杆空压机	55 kW	1 台	55 kW	1 台	
4	照明、控制电源及 其他	60 kW		60 kW		

9.5 总降压站方案

9.5.1 总降压站电压等级

根据本工程负荷大小及后续发展和外部周边电力系统状况，本工程新建总降压变电站一座。

由于工业园区仅向企业提供 110kV 电源。本可研按 110kV 进线考虑。

考虑 10kV 级别用电设备已被广泛制造和采用，产品系列基本与 6kV 用电设备相同，为节约电能和有色金属导体，便于大功率电动机启动及减少大型电动机起动对系统电压波动的影响，总降压配电站二次电压采用 10kV 电压等级。

9.5.2 总降压主变压器台数与容量的选择

根据工程负荷情况及配套项目并考虑今后发展要求，110kV 总降

压变电站初期设置 1 台 16MVA, 110/10kV 双圈变压器。并按最终 2 回 110kV 进线, 2 台主变压器设计预留。

考虑 110kV 供电线路和主变压器的供电灵活性以及进一步发展要求, 110kV 按最终为单母线分段的主接线设计。10kV 亦采用单母线分段。

为了减少主变压器负载变化时的母线电压的变动幅度, 灵活地适应电力系统和厂内负荷的电压波动, 16MVA 主变压器采用有载调压变压器。

9.5.3 110kV 系统与 10kV 系统接地方式

总降压变电站 110kV 接地方式采用直接接地方式, 全站任何一台变压器均可按电力系统运行调度要求接地或不接地运行。

10kV 中性点采用快速灭弧接地方式, 正常时不接地, 当发生 10kV 弧光接地时, 快速将接地故障相金属接地, 达到快速灭弧和抑制过电压的目的, 同时配合采用“最大增量法”的选线装置快速选出接地回路。由于快速灭弧, 系统允许短时继续运行, 因此对于重要 10kV 回路的接地, 可先动作于报警, 待备用回路或设备投入后再切除接地故障回路, 从而消除了由于重要回路或设备发生接地故障立即跳闸引起的全厂主要生产线联锁停机的重大损失。

9.5.4 总降压变电站配置及装置

总降压站内设一栋综合配电控制楼, 110kV 开关设备、10kV 开关设备、控制室及其相关附属设施均设于该楼内。110kV 配电装置采用 SF₆ 绝缘组合电器 (GIS), 户内布置。10kV 配电装置采用内装移开式真空断路器的铠装式开关柜, 在总降压站设置一套供电系统监控保护系统。控制室设空调。所用直流电源选用一套 DC220V,

300Ah 微机监控型免维护铅酸蓄电池直流电源装置。

9.6 余热发电及应急柴油发电机系统

为了充分利用生产过程中的余热，建设有一套 15MW 余热发电机组。其并网点设置在总降压站 10kV 配电系统的 10kV 母线上。正常生产后，余热发电电能由本工厂及配套工厂自用后，若仍有富裕，则富裕电量通过总降压站 110KV 线路返售当地供电公司。

全厂区新建一座 380V，1500kW 应急柴油发电站（容量考虑了后续工程一级负荷需求），为厂区内一级用电负荷提供保安电源。

9.7 车间 10kV 配电所

根据本工程用电负荷及分布情况，除总降压站 10kV 配电室外，再设置一个硫酸 10kV 配电室，硫酸 10kV 配电室均采用双回路供电，10kV 母线为单母线分段，正常时双回路电源同时供电，分列运行，当一回路电源故障时，另一回路能承担全部负荷。每个配电室两回 10kV 进线分别取自新建总降压站 10kV 母线不同母线段。采用免维护电池的微机监控的直流电源作为操作电源。

车间 10kV 高压配电室采用 10kV 铠装移开式真空断路器高压柜 KYN-12Z 型，采用分散式微机监控保护装置。10kV 负荷无功在总降压站统一补偿。

9.8 车间低压变配电所

根据厂区负荷分布情况，在厂区内分别设原料库及废水处理变配电室、焙烧工段变配电室、余热发电变配电室、电收尘变配电室、余热发电循环水变配电室、办公楼食堂变配电室、硫酸变配电室、硫酸尾气处理及循环水变配电室等共八个车间低压变配电室，各变配电室

设置 2 台变压器，每台变压器按可带全部生产负荷考虑。低压变配电室采用单母线分段，向区域内的全部动力及照明负荷供电。配电室内设置低压配电柜、低压电容自动无功补偿柜。

9.9 生产装置的环境特征及配电设备及材料选择

工厂所在工业园海拔高度为 2000 米以上，电气设备选择不仅要考虑高海拔对电流降容的影响，而且要考虑高海拔对耐压降低的影响。除此之外，车间高、低压配电室配电装置根据生产区域环境特征选型：户外配电设备、控制设备及电气材料按防水防腐型设计；原料库及干燥工段内配电设备、控制设备按防尘型设计；轻油库及天然气等防爆区域内配电设备、控制设备按防爆型选型设计。

9.10 动力用电的操作和保护

(1) 高压电动机的起动按单台发电机运行考虑，800kW 及以下的高压电动机，采用直接起动。为降低启动容量，保证在一台发电机运行的条件下，满足电压波动要求，另一方面，避免因启动容量而增加厂主变容量，导致电价费用增高，对 3780kW 的 SO₂ 风机电动机采用变频启动。其他大于 800kW 的电机采用软启动装置启动。

(2) 低压电动机一般采用直接起动，当电压波动超过允许值时，采用软启动方式启动。

(3) 调速电机采用变频调速方式。

(4) 自动控制

硫酸、焙烧及余热回收发电等主要工艺设备联锁控制功能和检测信号的显示由 DCS 实现。

原料库工段主要设备的联锁功能由原料库控制室内 PLC 控制系统实现。

其余工段工艺设备的联锁功能和运行信号的显示由就地控制实现。

9.11 配电线路

(1) 动力配线采用一次放射供电为主，局部采用二次放射供电。电缆采用阻燃铜芯电力电缆，网络线采用专用屏蔽线和光纤，车间吊车配电采用安全型滑触线，线路敷设方式主要采用沿桥架及穿保护套管方式敷设。高温场所采用耐高温电缆，在有腐蚀性环境的场所，采用耐腐蚀型玻璃钢桥架，保护套管采用 PVC 套管敷设。

(2) 为满足工艺操作及检修要求，在用电设备旁一般设有机旁控制箱，在腐蚀性环境的场所选用不锈钢材质的防腐型控制箱。根据工艺要求，在适当地点设置检修电源箱，以便在检修时能方便取得电源。

9.12 照明

根据照明场所的性质，参照《建筑照明设计标准》有关照度规定，合理布置灯具，选择适当照度值，使不同场所的照明环境既满足人员的工作要求，又节约电能。

9.13 防静电、防雷与接地

总降压站按第二类防雷建筑物进行防雷设计，其它厂房按第三类防雷建筑物进行防雷设计，其防雷保护装置由避雷带、引下线和接地极组成，并与接地系统连接。

低压系统接地制式为 TN-S，变压器中性点工作接地，所有用电设备的金属外壳均保护接地，当设备对接地有特殊要求时，按设备要求接地。

对易于积聚静电的设备管道、设备外壳等进行防静电接地。

9.14 节能措施

节约能源是我国基本国策之一，电源又是主要的能源之一，因此节约电源就显得重要。在电气设计中采取以下的节能措施：

(1) 提高功率因素，减少无功损耗，在各车间低压配电室一般设有自动功率因素补偿装置，使功率因素达到 0.9 以上；在 10kV 母线可通过发电机根据用电负荷情况调整输出无功功率,使功率因数达到 0.9 以上。

(2) 选用节能型的调速装置如变频调速；

(3) 选用新型电力变压器 S11 型，减少变压器的有功和无功损耗；

(4) 本项目在电气设备和材料选型时，尽量采用节能设备和耗电少的电器元件。

(5) 选用新型气体光源的照明灯具，提高灯具和光源发光效率；

(6) 中压采用 10kV 电压等级，减少导线电耗。

9.15 主要电气防火措施

本工程防爆防火相关设计采用《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058-92，《建筑设计防火规范》GB50016-2006，《建筑物防雷设计规范》GB 50057-94（2000 年版）等规范。

根据爆炸和火灾危险环境的划分和建筑物的防雷分类，严格按上述规范要求，选择相应的电力及照明装置、设置相应类别的防雷接地装置和满足相应的防静电接地、防火距离或隔离要求。

部分具体要求如下：

(1) 电缆在密集场所或高温场所敷设时采用阻燃电缆或耐高温

电缆。

(2) 在总降压变电站 10kV 电缆在电缆夹层内，按照母线分段的原则，放置在不同路径的支架上。并根据规范要求进行分区防火封堵。

(3) 电缆进入建筑物时，进行防火、防水及防止小动物封堵处理。

(4) 其它消防措施见有关的消防章节。

9.16 存在问题

(1) 由于业主与当地供电公司尚未签订的正式供用电协议，相关供电方案和电费计算方式也未最终确定，请业主尽快委托当地电力部门进行本工厂用电负荷的接入设计和与当地供电公司签订供用电协议，确认供电公司拟新建的区域变电站是否满足本工厂投产时间要求，并提供供电系统相关参数，以供后续设计之用。

(2) 配套项目用电负荷尚未提供。

10 自动化仪表

10.1 设计采用的标准、规范

- 1) GB 2625 《过程检测和控制流程图用图形符号和文字符号》
- 2) HG/T 20505 《化工自控设计规定》
- 3) HG/T 20573-95 《分散型控制系统工程设计规定》
- 4) GB 4728 《电气图用图形符号》
- 5) ISA S5.3 《分散控制/共用显示仪表，逻辑和计算机系统用图形符号》
- 6) ISA S5.4 《仪表回路图》
- 7) ISA S5.5 《过程显示图形符号》
- 8) ISA S20 《过程检测和控制仪表，基本元件和调节阀的规格数据表》

10.2 设计范围

本工程采用硫铁矿焙烧—烟气制酸工艺。硫铁矿经沸腾焙烧产生二氧化硫烟气，经净化、干吸、转化等工序产出硫酸。

自动化仪表设计范围主要包括：

- 1) 原料库（含上料系统）
- 2) 焙烧工段（含收尘系统）
- 3) 焙烧余热锅炉
- 4) 净化工段
- 5) 干吸工段
- 6) 转化工段
- 7) 酸库工段（含运输空中走廊）

- 8) 排水处理工段 (含废水收集)
- 9) 硫酸循环水
- 10) 余热发电系统
- 11) 余热发电循环水
- 12) 纯水站
- 13) 空压机站
- 14) 仪表 DCS 系统
- 15) 厂区综合管网仪表电缆配置
- 16) 综合楼
- 17) 机、电、仪维修间

工程分二个阶段建设,本次按一阶段建成 40 万吨生产规模,同时公用部分按 40 万吨规模配套设计。焙烧、余热发电、硫酸控制室各建一个控制室,设在综合楼内。

10.3 自动化水平

本工程生产规模大、工艺环节多,各工序之间的工艺关系密切,对自动化控制的水平要求较高。国内外同规模工厂大都采用集中操作监视,分散自动控制方式。本工程选用先进的集散型控制系统 DCS,并配备可靠,先进的检测元件及执行机构,实现生产过程的连续检测、控制。DCS 系统的三个主要控制室各设独立的控制站,通过光纤联接成完整的工业控制网,相关信息通过光纤控制网实现通信。

随着自动化控制技术的不断发展,机电仪一体化的操作与控制,如今已普遍应用在各种生产工艺的过程控制中。机电仪一体化后,操作人员可在操作站上监控过程参数及电气设备的运行,还可将运行情

况自动记录在报表上，可使整个生产的监控更为完整、集中。同时，在集中监控系统留有与计算机生产控制管理网相连的接口，为将全厂生产流程上的主要工艺参数及设备状态送入实时数据库服务器，实现全厂计算机管控一体化奠定基础。

根据本工程工艺设备的配置和操作特点，采用集中与分散监控相结合的方式，现将本工程中的主要控制室划分及要监控的工序(工段)简要介绍如下：

(1) 焙烧控制室：对原料库（含上料系统）、焙烧工段（含收尘系统）、及相应的辅助设施的过程参数进行监控。根据已经投产的同类工程的运行经验，焙烧控制室在生产过程中不设值班操作人员，这里只设现场控制机柜，作为全厂工业控制网的一个控制站，完成所属控制范围内的各种工艺参数的采集与控制，在机柜内配置各种 I/O 卡件，接受来自现场的各种工艺参数，通过对本控制站的 CPU 模块的编程组态，使之在生产运行中，自动完成生产工艺所需要的各种控制操作。不设操作人员，可减少劳动定员，降低生产成本，所有生产工艺的操作集中在硫酸控制室。

(2) 余热发电控制室：根据电力行业的有关规范，必须对汽轮机、发电机及辅助设施进行监控。并在现场设控制室，需配值班操作人员。余热发电控制室内除了放置汽轮发电机设备所带的有关控制柜外，还要放置 DCS 系统的控制机柜，作为全厂工业控制网的一个控制站，完成与余热发电有关的子项的各种工艺参数的采集与控制，与余热发电相关的子项有：焙烧余热锅炉、纯水站、余热发电循环水及电气专业有关参数。

(3) 硫酸控制室：该控制室是本工程的总控制室，可以实现对

(除余热发电的汽轮发电机以外)的整个工程的所有工艺参数的操作与控制。控制室内设 DCS 系统的控制机柜, 作为全厂工业控制网的一个控制站, 用于对净化工段、干吸工段、转化工段、硫酸循环水、以及在综合楼附近的其它辅助设施工艺过程进行监控。为了方便 DCS 系统编程组态, 方便 DCS 系统维护以及生产系统的修改等, 在综合楼设工程师站。

(4) 酸库操作控制室: 硫酸是本工程的最终产品之一, 为了方便硫酸的储存与运输, 在酸库工段设操作控制室。

根据整个工艺流程的操作控制要求, 各控制室含各类控制点数初步统计如下表所示:

信号种类	焙烧控制室	余热发电控制室	硫酸控制室	酸库控制室
AI (二线制)	36	65	50	1
AI (四线制)	36	30	65	11
DI	490	360	373	48
RTD	24	13	52	
TC	12	13	21	
AO	27	9	25	1
DO	150	150	127	21

随着自动化技术的不断发展和计算机技术的飞速进步, 全集成自动化作为工程自动化解决方案的应用正在越来越受到欢迎, 本工程 DCS 系统将全厂的自动化应用提供一个统一的技术环境, 这样, 不仅提高了系统的功能和工作的可靠性, 而且使工程变的简单。

10.4 DCS 系统结构

10.4.1 系统特点

系统采用分布式结构, 在开放式的冗余通讯网络上设置三套由

系统组件组成的过程控制器，这些系统组件带有独立的功能处理器、每个功能处理器都是为了完成特定的任务而进行组态和编程。DCS 系统设备，选用进口设备。

10.4.2 系统组成

(1) 过程控制器通过智能型过程 I/O 硬件、连接端子及必要的信号处理，完成连续的、离散的、顺序的控制及数据采集功能，过程控制器分别设于硫酸、焙烧、余热发电。

(2) 人-机接口的 CRT 操作站即程序主站/工程师站由彩色液晶显示器、打印机系统服务器等组成，设于硫酸控制室、余热发电控制室、硫酸操作室。焙烧控制室只设控制站，不设人-机接口的 CRT 操作站。

(3) 系统组件（过程控制器、操作员站和工程师站）接口之间是通过高速控制网络进行通信，系统中全部变量更新周期至少 1 次/秒，重要变量的更新周期为 10 次/秒。

10.5 设备选型

本工程采用了先进可靠的 DCS 系统，要使生产流程的操作、控制做到先进、可靠、方便。现场仪表设备的选型力求先进、成熟、可靠、节能。

现场仪表设备根据不同场合的使用需要，分别采用国产、合资组装及进口的设备。其目的就是要保证仪表设备在各个参数的检测与控制中工作可靠性，因焙烧及制酸工艺环境的特点是高温，含尘，腐蚀性强，易产生沉淀或结晶等。现场仪表选型时充分考虑工艺介质的特点，同时参照我院以往工程的经验。原则是可靠、先进、性价比较优。整个项目的装备水平力求达到国内同行业的先进水平。

根据各测点参数的测量环境和介质特点，具体选型如下：

10.5.1 温度检测

温度测量选用热电偶及热电阻。现场温度显示选用双金属温度计，沸腾炉沸腾层用耐磨保护套管。

10.5.2 流量检测

根据被测介质特性、测量精度要求及允许压力损失等因素进行合理选型。

① 对于空气，蒸汽等介质的测量，选用孔板，余热锅炉汽包出口的蒸汽测量，为减少压损、保证精度，选用 A+K 平衡流量计。

② 对工作压力低，只允许压损小的气体流量测量中，选用威力巴流量计或热式气体流量计。

③ 对于水及其它液体的测量，选用电磁流量计。电磁流量计还要区分测量介质的腐蚀程度选择不同的衬里和电极。

10.5.3 压力检测

信号需远传的压力、差压测量，采用智能压力变送器及差压变送器。收尘和净化的烟气压力需配吹气装置取压进行测量。硫酸管道压力选用法兰隔膜密封式压力变送器。

现场压力表分三种类型，普通介质选用不锈钢压力表，硫酸及含有硫酸的腐蚀性介质选用隔膜压力表，SO₂ 烟气微压力选用膜片压力表，

10.5.4 物位检测

① 仓内粉状料位的测量，选用机械强度很好的重锤式探测料位计。

② 对腐蚀性强、精度要求高、易结晶的液位测量选用非接触式

的超声波物位计，但对于有较大蒸汽或酸雾存在的场合，选用雷达液位计。

10.5.5 料量计量

原料库精矿给料计量，选用电子皮带称。沸腾炉抛料机给料控制，选用机电仪一体化的电子皮带给料器。

10.5.6 成份分析仪表

- ① PH 值、电导率等参数的测量，选用进口设备。
- ② 烟气中 SO_2 、 O_2 选用红外线式气体分析仪。

10.5.7 调节阀阀门形式的选择

- ① 腐蚀性液体介质选用进口衬聚四氟乙烯蝶阀。
- ② 用于调节高温烟气并具腐蚀的大口径阀用高性能调节蝶阀。
- ③ 调节蒸汽用套筒导向型调节阀，空气用普通调节蝶阀。
- ④ 水、压缩空气等用单座阀。

10.5.8 执行器

执行机构以气动式为主。为改善调节品质，调节阀配接受 4—20mA 信号的电—气阀门定位器。

综上所述，仪表设备按工艺要求，在现有已生产的同类工程经验，分别选用国产、进口、合资组装技术的设备，大致分类如下：

常用的测温元件，热电阻、热电偶，现场温度计，普通介质流量测量孔板等可以选用国产的。

特殊的工艺参数检测及控制如烟气体分析仪传感器、PH、硫酸浓度等分析仪、大口径管道 SO_2 烟气流量测量、硫酸用的调节阀等，选用进口设备。

其它可以选用合资企业引进国外先进技术生产的仪表检测 设

备。

10.6 动力供应

10.6.1 仪表用压缩空气

仪表用压缩空气引自空压机房，空压机房由热工专业设计，仪表气源自空压机房引出后，由本专业负责设计各使用现场的气源配管。

综合全厂要使用气源的仪表台件数，全厂仪表压缩空气需要量为 $600\text{Nm}^3/\text{h}$ 。仪表气源质量要求：

- (1) 露点温度： $\leq -43^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 含尘量： $\leq 0.5\text{g}/\text{m}^3$ 。
- (3) 含尘粒径： $\leq 3\mu\text{m}$ 。
- (4) 含油量： $\leq 8\text{ppm}$ 。
- (5) 压力： $\leq 0.6\text{MPa}$ 。

10.6.2 仪表用电源

仪表用电源为一类负荷，由电专业引至各个控制室的 UPS 电源装置上，本专业将根据具体操作设计仪表供电系统图，对控制室内的、各个现场的仪表用电点进行配电。

电气专业给仪表供电主要有焙烧控制室、余热发电控制室、硫酸控制室。每个控制室的电源容量为 5kVA ，电源种类：单相交流 220V ，电压频率： 50Hz ，供电误差 $\leq \pm 5\%$ 。

10.7 仪表维修

本工程设仪表维修,在机、电、仪维修间设仪表维修工段。

11 通信工程

11.1 设计依据

总论中相关设计依据

工业电视系统工程设计规范 GBJ115-87

工业企业通信设计规范 GBJ42-81

工业企业调度电话和会议电话工程设计规范 CECS 36:91

工业企业程控用户交换机工程设计规范 CECS09:89

综合布线系统工程设计规范 GB/50311-2007

建筑物电子信息系统防雷技术规范 GB50343-2004

11.2 设计内容和范围

通信工程设计内容为：电话通信系统、工业电视监控系统和计算机局域网。本设计负责厂区内上述各系统整体的设计，有关调度电话站中继和宽带城域网接入，本设计提出相关要求，由企业与相关部门联系确定。

11.3 电话通信系统

全厂电话通信系统由行政电话、生产调度电话系统组成。

11.3.1 行政电话系统

行政电话主要供行政管理，日常办公对外通信联络，全厂行政电话用户约为 25 门。

厂内不设内部电话交换机，电话用户直接接入当地电话端局，外部通信线路由当地通信部门负责实施，市话主干线和调度电话中继线电缆接入调度电话站保安配线箱。

11.3.2 生产调度电话系统

全厂调度电话用户约为 7 门。

生产调度电话系统设计一台多功能数字程控调度电话交换机，并且全厂只设一级生产调度。电话交换机初装容量设计为 24 门，并可扩容，设 50 回线保安配线箱。电话交换机设 2 对中继线与市话端局联网，采用用户交换机的中继方式。

调度电话站设在综合办公楼，配 16 门用户板。

11.4.3 电话通信系统配线

电话通信系统（包括行政和调度电话）采用直接配线方式，各工段等的电话主干电缆直接从调度电话站保安配线箱引接，线路不进行复接。各工段等内部都设电话分线设备。

综合办公楼内部配线与网络系统整合，采用综合布线系统，为便于与网络系统互换信息插座，水平布线全部选用 UTP 超五类双绞线，电话插座也统一选用超五类信息插座。其它仅有电话用户的工段室内布线采用直接配线方式，用户线直接从分线设备引接。

11.4 工业电视监控系统

全厂设一套工业电视监控系统，监控室设在综合办公楼内。根据生产工艺需求，本系统设计成多头单尾型，采取一级监控方式，各工段不设二级监控。

分别在干吸、净化、酸库和转化工段设置摄像机。

该系统为全彩色模拟图像监控系统，摄像机采用 1/3 和 1/4 英寸 CCD 一体化日/夜型彩色智能球摄像机，监控主机设备由 16 路多画面

数字硬盘录像机和液晶监视器等组成。

该系统阶段配置，两个阶段配置相同，监控主机设备都由 2 台 16 路多画数字硬盘录像机、2 台 19 英寸和 2 台 32 英寸液晶监视器组成。

11.5 计算机局域网

全厂配置一个计算机局域网，作为内外数据通信，实现办公自动化。网络机房设在综合办公楼，局域网采用星型拓扑结构以太网，二层交换，与互联网接入数据速率本设计建议为 100M，10~100M 数据速率到用户桌面。各工段设网络交换机，用光缆与网络机房核心交换机连接。办公楼内部配线与电话系统整合，采用综合布线系统，为便于与电话系统互换信息插座，水平布线全部选用 UTP 超五类双绞线，信息插座也统一选用超五类信息插座。

局域网在二期将建成完整的网络，二期只是对扩建工段内的设备和布线进行增配。

11.6 供电电源

电话交换机采用直接供电方式，备用一组蓄电池组，另两个系统都采用在线 UPS 电源装置供电，摄像机由现场的专用供电器就地提供直流电源。

11.7 接地保护

各系统机房设备采用共同接地方式，机房设专用接地板，接地干线接至总等电位箱，要求共同接地电阻值不大于 1 欧姆，现场设备就近作接地。电话通信、电视监控系统的视频和信号进出户缆线均装设防雷或信号浪涌保护装置。

12 土 建

12.1 概述

本工程为紫金矿业集团青海有限公司德尔尼尾矿综合利用循环经济项目。土建的设计范围、规模均按统一规定的原则进行（详见总论部分），本工程建（构）筑物均为新建的建（构）筑物，建（构）筑物的安全等级为二级；耐火等级为二级；本工程生产的火灾危险类别：轻柴油库为乙类，其它生产车间为丙丁类。屋面防水等级为二、三级。建（构）筑物设计使用年限 50 年，本工程主要建（构）筑物的内容有：

工艺主生产系统：精矿库、焙烧、净化、干吸、转化、贮酸库等；

辅助生产系统：余热发电系统、总降压变电站、高低压配电室、空压机站、纯水站、供排水系统、循环水系统、废水处理、焙烧渣库、机修车间、厂区综合管网、综合楼、厂区办公楼、厂区食堂等，均为新建建（构）筑物。

12.2 设计依据

12.2.1 项目可行性开工报告；

12.2.2 各专业提供的条件；

12.2.3 国家现行的规程规范：

建筑制图标准	GB/T 50104-2001
建筑结构制图标准	GB/T 50105-2002
建筑结构荷载规范	GB 50009-2001（2006 版）
建筑抗震设计规范	GB 50011-2001
砌体结构设计规范	GB 50003-2001

混凝土结构设计规范	GB 50010-2002
钢结构设计规范	GB 50017-2003
门式刚架轻型房屋钢结构技术规程	CECS 102: 2002
建筑地基基础设计规范	GB 50007-2002
建筑地基处理技术规范	JGJ 79-2002
烟囱设计规范	GB50051-2002
建筑桩基技术规范	JGJ 94-2008
工业建筑防腐蚀设计规范	GB 50046-2008
建筑设计防火规范	GBJ 50016-2006
建筑地面设计规范	GB 50037-96

房屋建筑制图统一标准等国家现行的规程规范，混凝土结构构造手册，混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（03G101-1）。

12.2.4 该工程厂址为青海省湟中县。据抗震规范，其抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g、第二组，故所有建（构）筑物均作抗震设防。

12.2.5 气象资料：

湟中县属典型的半干旱高原大陆性气候，主要特点是：气候温凉，日温差较大，无霜期短，降水量少，蒸发量大，风力大（年平均风速 2.1m/s），气候垂直变化明显。

年平均气温	3.1℃
极端最高气温	32.4℃
极端最低气温	-33.1℃
年平均蒸发量	1304.5mm

年平均降水量 566.9mm

最大冻土深度 1.30m

12.2.6 地质资料:

由于该工程暂无工程地勘资料,焙烧工段、余热发电系统等荷载大的厂房,考虑采用人工挖孔灌注桩桩基,桩的极限端阻力值 $q_{pk}=2000\text{ Kpa}$ 。其他考虑采用柱下独立基础或柱下条形基础,地基承载力特征值按 200Kpa 考虑。

12.3 设计原则

土建设计遵循“安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、切实可行、保护环境”的原则在满足各专业对土建要求的前提下,尽量选用国家现行的标准,采用经过实践考验的结构形式和节能环保材料。

12.4 建筑结构设计方案

12.4.1 建筑设计

(1) 建筑构造及处理

①楼地面:

a) 细石砼地面用于普通生产厂房;

b) 净化工段、干吸工段、转化工段、酸库工段和排水处理工段等厂房地面见建筑防腐处理。

c) 防滑釉面砖用于卫生间

②屋面防水及保温:

混凝土屋面:

防水层为高聚物改性沥青屋面防水卷材;

保温层采用挤塑泡沫保温隔热板。

③ 墙体:

墙体:除注明外,框架及砖混结构均采用490厚粘土多孔砖或加气混凝土砌块。 ± 0.000 以下采用MU10砖,M5水泥砂浆砌筑;墙体 ± 0.000 以上采用MU10砖,M5混合砂浆砌筑。

墙基防潮层设于标高-0.060处。

④ 外墙面:

框架及砖混结构外墙面采用水泥砂浆底,彩色丙烯酸涂料。办公楼、生产辅助用房加设保温层。

⑤ 内墙面及天棚:

框架及砖混结构采用白色防瓷涂料,仪表控制室采用轻钢龙骨硅酸钙板吊顶。

⑥ 门窗:

根据通行要求分别采用带小门的钢木大门和拼板木门,。

一般生产车间窗户均为双层塑钢玻璃窗。办公楼、生产辅助用房采用中空玻璃塑钢窗。

建筑物屋面根据建筑物高度分别采用有组织内天沟排水屋面或自由落水。水落管采用UPVC100管。

(2) 建筑防腐处理

本工程防腐为建筑设计重要问题,建筑防腐处理分气相和液相进行防护,设计时严格遵守《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046-2008,在建筑构造处理上考虑有利于防腐,各不同部位设防如下:

① 地面、废水处理池、地坑及地沟内壁采用耐酸缸砖面层或花岗岩防腐面层,PSQ隔离层。

② 楼面采用YJ呋喃砷面层。

③ ± 0.000 以下柱表面、基础梁、基础台阶顶面、侧面、垫层顶面和废水处理池、地坑及地沟的外壁均采用均采用 PSQ 隔离层。

④ 桩基：表面不防护，在材料上选用抗硫酸盐硅酸盐水泥，耐酸粗细骨料，并加大钢筋的保护层至 70mm，同时降低水灰比。

⑤ 设备基础

± 0.000 以下部分的设备基础侧面均采用 PSQ 隔离层；

± 0.000 以上部分的设备基础及楼面设备基础侧面做法同相应楼地面做法（块材时，砖均采用 35 厚）；

设备基础顶面均采用 YJ 呋喃砼二次浇灌层 50 厚。

⑥ 内墙面防腐、柱表面及天棚防腐

采用含氟高氯化防腐涂料。

⑦ 钢结构表面

所有碳钢结构除锈等级要达到 Sa2.5，表面粗糙度 40~70um。

所有外露铁件、钢构件除锈后聚氯乙烯萤丹涂料。

钢结构连接时，螺栓应采用弹性防腐胶封固表面，焊接处表面防腐同钢结构。

面漆颜色：屋架采用浅灰色，钢平台采用菊黄色，栏杆采用黄黑相间安全色，墙面、板底预埋件同附近墙面、板底颜色。

12.4.2 结构设计

本工程主要建（构）筑物的结构形式：

钢结构：用于原料运输、硫酸干吸、净化、转化工段、库房、综合管网等；

钢筋混凝土排架及框架结构：用于精矿库、焙烧车间、余热发电、总降压变电站、空压机站、循环水系统、制氧站、综合办公楼等；

砖混结构：用于高低压配电室、泵房；

特种结构：90m 高硫酸尾气烟囱等。

12.4.3 主要车间结构方案

(1) 精矿库：

跨度 33m，长度 168m，屋架下弦高度 15 米，库内设 3 台 15t 抓斗桥式起重机，有 6.5m 高半地下式钢筋混凝土矿仓和精矿运输皮带，结构型式为钢筋混凝土排架结构，屋架采用型钢屋架，钢筋混凝土挡墙式矿仓，基础采用柱下独立基础。

(2) 焙烧工段：

焙烧加料楼 9m 跨，长 31.5m，有 4 层平台，檐口标高 26m，采用钢筋砼框架结构；沸腾炉支承平台、余热锅炉平台、电收尘平台均采用钢筋砼框架结构；基础采用人工挖孔灌注桩桩基和独立基础。

(3) 净化、干吸、转化工段：

采用钢框架结构，钢平台及钢支架基础为钢筋砼独立基础。

(4) 90m 高硫酸尾气烟囱：

烟囱为钢筋砼烟囱，基础采用整板式钢筋砼基础，烟囱内设有 多层钢平台，用于 PVC 内胆的安装及检修。

12.5 材料

(1) 钢材：采用 Q235B-Z 或 Q345B-Z、Q345C-Z；

(2) 焊条：Q235B 与 Q235B 焊，采用 E43xx 系列，Q235B 与 Q345B 或 Q345B 与 Q345B 焊，采用 E50xx 系列；

(3) 钢筋：采用 HRB335 级钢筋，HPB235 级钢筋。

(4) 混凝土强度等级：

1) 无腐蚀：

- a. 梁、板、柱、墙 \geq C25;
 - b. 基础: C30;
 - c. 地坑、水池 \geq C30;
 - d. 桩基: C30;
 - e. 素混凝土垫层: C10。
- 2) 有腐蚀:
- a. 梁、板、柱、墙 \geq C30;
 - b. 基础: C30;
 - c. 地坑、水池 \geq C30;
 - d. 桩基: C35;
 - e. 素混凝土垫层: C20。

12.6 存在的问题

由于本可研未提供地勘报告,待下一步提供勘察报告书后,将对一些厂房的基础方案进行调整,故对投资概算会有影响。

13 总图运输

13.1 区域概述

13.1.1 交通地理位置

紫金矿业集团青海有限公司德尔尼尾矿综合利用循环经济项目位于青海省东部, 西宁市的西南部, 地理位置东经 $101^{\circ}7'$ —— $101^{\circ}57'$, 北纬 $36^{\circ}25'$ —— $38^{\circ}50'$ 。项目地处青海省西宁(国家级)经济技术开发区甘河工业园区的西区, 甘河滩镇境内, 西距湟中县城 7Km, 东距西宁 35Km。

13.1.2 地形、地貌

项目所在地地势平坦, 用地均为非基本农田。地势南高北低, 海拔高度 2519.07~2527.73 米。

13.1.3 气象、水文

该地属典型的半干旱高原大陆性气候, 多年平均气温 3.1°C , 极端最高气温 32.4°C , 极端最低气温 -33.1°C , 最大冻土深度 1300mm。多年平均降雨量 566.9mm, 多年平均蒸发量 1304.5mm。年降雨量少而集中, 全年降雨集中在 4—10 月, 占年平均降雨量的 93.85%, 其中 4—6 月占 33.23%, 7—10 月占 60.62%。最大风速 20m/s, 全年主导风向西南风。

13.2 设计依据

- (1) 《工业企业总平面设计规范》 GB 50187—93
- (2) 《建筑设计防火规范》 GB 50016-2006
- (3) 《化工企业总图运输设计规范》 HG/T 20649—1998
- (4) 拟建厂址 1/1000 地形图(电子版)

13.3 总体布置

本项目拟建厂址征地面积为15.1ha,硫酸厂围墙内占地面积为12.68ha。

依据甘河工业园西园区总体规划,考虑企业远期发展及总体布置需要硫酸厂新建项目设施布置在工业园的东侧,现状用地为农用林地及旱地,场地东西宽约为280m,南北长约为450m,占地面积为12.68ha。远期预留用地布置在其西侧,在场地在北侧设置人流出入口,便于厂区与外部公路连接,有利企业内外交通与管理。在场地东侧布置货流出入口,方便物料快速进出,减少内外交通相互干扰,保证厂区人流与货运交通安全、有序,且与外部连接顺畅。

13.4 总平面布置

13.4.1 总平面布置原则

(1) 满足生产工艺流程的要求,功能分区合理,物料输送顺畅,管线敷设短捷,人、货合理分流。

(2) 因地制宜采用合理的竖向布置形式,尽量减少工程量,节约投资。

(3) 满足建筑设计防火规范及国家现行有关规程、规范的要求。

(4) 建构筑物布置力求紧凑合理,节约用地,提高土地利用率。

13.4.2 工厂建筑物及构筑物组成

工厂各车间及建、构筑物一览表详见表 13-2。

表 13-2 建、构筑物名称一览表

序号	名 称	备注
(一)	仓储区	
1	原料库	
2	原料库配电室	

序号	名 称	备注
3	原料输送皮带廊	
4	铁焙砂渣库	
5	酸库及装酸平台	
6	地磅房	
7	露天堆场	
(二)	焙烧区	
9	上料系统	
10	沸腾焙烧炉	
11	余热锅炉	
12	胶带输送机	
13	电收尘变配电及控制室	
14	硫酸综合楼	
15	应急柴油发电站	
(三)	制酸区	
16	净化工段	
17	干吸工段	
18	转化工段	
19	硫酸循环水	
20	空压站	
21	换热站	
(四)	废水处理区	
22	废水处理车间	
23	石膏站	
24	石灰石乳制备	
25	石灰乳浆化	
(五)	余热发电区	
26	余热锅炉发电站	
27	余热发电循环水	

序号	名称	备注
28	焙烧工段循环水	
29	脱盐车站	
30	低压配电室	
(六)	动力区	
31	总降压变电站	
(七)	其它	
32	机修车间	
(八)	厂前区	
33	厂区办公楼	
34	食堂	
35	单身宿舍	
36	门卫	

13.4.3 总平面布置

根据现有用地条件及本工程的特点，项目总平面布置分为八个主要功能区，它们分别是：仓储区、焙烧区、硫酸区、废水处理区、余热发电区、动力区、其它及厂前区。各功能区布置如下：

(1) 仓储区

整个仓储区布置在厂区东侧，方便物料的到达及其产品外运输。原料经原料运输皮带廊转运到厂内的焙烧工段，新建一座铁焙砂渣库，布置在厂区的南侧，方便铁焙砂渣上料装车外运。酸库及装酸平台布置在原料库的南侧，靠近物流通道出入口，为汽车装酸外运创造了较好的条件。令厂仓储设施布置集中，便于管理，方便汽车装卸安全作业。此外在物流通道一侧布置了 100t 电子地中衡，方便物料过磅、计量。

(2) 焙烧区

该区是硫酸厂的核心区域，布置在厂区的中部偏西，方便焙烧工

段上料系统接收原料库来料。焙烧区从北往南依次为上料系统、沸腾焙烧炉、余热锅炉及电收尘装置，电收尘变配电及控制室布置其东侧。硫酸控制楼布置在焙烧工段东北侧，处于相对较洁净的区域。应急柴油发电站布置在焙烧区的东侧，紧邻焙烧工段，主要是为焙烧工段提供事故时的电力能源。沸腾焙烧炉焙烧过程中产生焙烧渣，统一采用皮带廊输送到铁焙砂渣库。

（3）制酸区

本区布置依据工艺流程，且考虑节约用地的原则。以电收尘器出口烟气管为轴线，由北向南依次布置了净化工段、干吸工段、转化工段、硫酸循环水、换热站。

（4）废水处理区

废水处理区布置厂区的南侧，主要包括废水处理车间、石膏站、石灰乳浆化及其石灰石乳制备，使其独立成区，有利于管理，也便于石膏及其中和渣的装卸运输作业。

（5）余热发电区

该区主要利用焙烧工段产生的余热进行循环再生利用，布置在焙烧区的东侧。考虑到余热发电区内车间相互联系的紧密性，采用集中统一布置的原则，该区布置余热锅炉发电站、余热发电循环水、焙烧工段循环水、脱盐水处理站及其低压配电室等设施，以缩短车间之间管道的长度，减少输送过程中的能耗，满足工艺管道的压力要求。

（6）动力区

由于厂区总降压变电站负责全厂供电，考虑其外部进线条件，因此将此区布置在厂区的东北侧，同时临近高压进出线的方向，且靠近用电负荷，缩短输电线路，减少输送过程中的能耗。

(7) 其它

依据该工程的工艺特点，对厂区内的生产工段配备相应的配套设施。机修车间布置在酸库的南侧，主要用于对生产设备进行检修、修理。

(8) 厂前区

根据现状地形及外部交通条件，厂前区布置在人流出入口的东侧，厂区北部，并由西向东分别布置厂区办公楼、食堂及其单身宿舍，既方便对外协调和对内进行管理，又可对该区域进行集中景观规划，同时为人员集散，在建筑物的前面场地做了大片硬化处理，以供人流及小汽车使用。

13.4.4 竖向布置

本项目场地地势起伏较大，竖向设计将生产区主要工艺流程布置在同一个台阶上，尽量保持厂区平整，利于工艺管线布置，缩短管线铺设长度。台地设计南高北地，利于场地排水。台阶设计标高为2521.0m~2524.5m之间；道路纵向坡度控制在6‰以上，场地排水坡度控制在5‰左右。沿道路两侧布置盖板排水沟。

厂区排水为雨污分流制，污水采用暗管排水，雨水采用盖板明沟收集直接排入天然水渠。污水主要通过管道输送到废水处理工段进行处理。

13.4.5 绿化、美化

厂区绿化本着不影响生产，不影响车间采光，不影响管架和地下管线的铺设，不影响运输，保证道路视距的基本原则，尽量选用适于高原地区种植、易成活、树叶茂密、抗病害和有害气体的速生树种和花卉。由于硫酸生产厂的有害气体相对来说要多于一般地区，因此在

树种的选择首先应考虑的就是抗有害气体的树种，并尽量采用速生树种以便能够在短时间内达到生态效应及绿化效果。

13.4.6 硫酸厂内主要技术经济指标

主要技术经济指标详见表 13-3。

表 13-3 主要技术经济指标一览表

序号	名称	单位	数量	备注
1	项目征地面积	ha	15.1	
	围墙内占地面积	ha	12.68	
2	新建构筑物占地面积	m ²	36326.5	
3	建筑系数	%	28.65	
4	围墙长度	m	1470	
5	道路及广场铺砌面积	m ²	31500	
6	道路密度	%	24.84	
7	绿地率	%	19.71	
8	绿化面积	m ²	25000	
9	土方工程量	万立方米	15.2	
	其中：挖方	万立方米	8.9	
	填方	万立方米	6.3	

13.5 工厂运输

13.5.1 运输量

厂外货物运输量：940692.17t/a 其中：运入：341897.57 t/a，运出：598794.6t/a。货物运输量（详见表 13-4）

表 13-4 货物运输量表

序号	货物名称	起讫点		单位	运量	运输方式	备注
		起点	讫点				
(厂外运输) 运入：							
1	硫铁矿	厂外	原料库	t/a	321360	汽车	

序号	货物名称	起讫点		单位	运量	运输方式	备注
		起点	讫点				
2	电石渣	厂外	石灰乳浆化工段	t/a	6500	汽车	
	石灰石	厂外	石灰石乳制备	t/a	10500	汽车	
3	电石渣	厂外	废水处理区	t/a	5.17	汽车	
4	FeSO ₄ ·7H ₂ O	厂外	废水处理区	t/a	2.0	汽车	
5	轻柴油	厂外	应急柴油发电站	t/a	3500	汽车	
6	缓蚀阻垢剂	厂外	循环水系统	t/a	25.2	汽车	
7	杀菌剂	厂外	循环水系统	t/a	5.2	汽车	
合计				t/a	341897.57		
(厂外运输) 运出:							
8	焙烧渣	渣库	厂外	t/a	198528	汽车	
10	100%成品硫酸	酸库	厂外	t/a	400000	汽车	
11	中和渣	废水处理	厂外	t/a	266.6	汽车	
合计				t/a	598794.6		

13.5.2 运输方式选择

货物运输方式在考虑外部运输条件的基础上,结合本项目生产的具体物料的特性,通过认真的研究分析,针对不同的货物选择不同的运输方式。硫铁矿近期采用汽车运输,远期拟采用铁路和公路混合运输方式,充分利用工业园区的铁路专用线,在其上引入铁路支线进行原料输送。

硫酸产品输出采用汽车输送及管路输送(工业园区内),远期利用铁路专用线上引入装酸专用线,满足产品的外输。其它厂区需要的各种添加剂及中和渣、石膏均采用汽车外运到各需要的场地。

13.5.3 道路设计

厂内道路设计采用方格网道路系统。并针对不同物料及设备运输

需要，设置支路及车间引道，保证道路运输畅通，满足消防、安全的要求。厂区内主干路宽 7~9m，次干路宽 5m，道路路缘石半径为 6—9 米。路面结构为：C30 水泥混凝土面层 30cm,水泥稳定碎石基层厚 25cm,级配砂砾垫层厚 15cm。

14 化 验

化验室主要任务是承担 40 万吨/年硫铁矿制酸系统中各车间日常生产控制、原料硫铁矿及成品酸的化验分析任务，以及配套的辅助生产装置和公用工程如：循环水站、废水处理站、净水站和除盐水的分析化验工作。

该化验室设置在硫酸主控楼，总建筑面积为 130m²，具体组成包括：

(1) 原子吸收光谱室 主要设备配置一台原子吸收分光光度计，一台可见分光光度计，用于水溶液中微量金属元素的快速准确测定。

(2) 化学分析室 主要负责各种化学分析以及种仪器分析的试样前处理工作，是化验室的主要组成部分。

(3) 马弗炉室 主要设备配置一台箱式电阻炉、二台电热鼓风干燥箱和一台高温管式电阻炉，用于试样灼烧、烘干及硫铁矿中 C、S 的分析。

(4) 天平间 主要配置二台电子分析天平。

在分析化验所必须的设备的选型上，尽量选择性能稳定、分析精度高、操作灵活方便的设备，具体设备名称、台数等详见化验专业设备明细表。

由于硫酸工艺生产中各气体试样要在现场用真空泵抽取，因此工艺专业在需取样的管道旁设置相应电源、照明和操作平台。

15 环境保护

15.1 环境现状

紫金矿业集团青海有限公司为充分发挥德尔尼矿山硫精矿资源优势，进一步做大、做精、做强，该公司拟在青海湟中县甘河工业园新建 30 万吨/年硫铁矿制酸工程。项目位于湟中县甘河工业园在南宁市西南面约 40km 处，区内地势较平坦，常年平均气温为 3.1℃，常年年平均降雨量 566.9mm，年平均蒸发量 1304.5mm，蒸发量远大于降雨量。全年主导风向为西南风。

区域内环境空气质量满足《环境空气质量标准》(GB3095—1996) 二级标准要求；声环境质量满足《城市区域环境噪声标准》(GB3096—93) 2 类标准要求；工业园上游约 5km 处有一大石门水库，其水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838—2002) III类水质标准，区域内无其它地表水体。

15.2 环境保护设计依据和采用标准

15.2.1 环境保护设计依据

- (1) 国务院 253 号令《建设项目环境保护管理条例》；
- (2) 国家计委、国家环境保护委员会 (87) 国环字第 002 号《建设项目环境保护设计规定》；
- (3) 《化工建设项目环境保护设计规定》(HG20667-1986)。

15.2.2 设计采用的环境保护标准

- (1) 环境质量标准
 - ① 《环境空气质量标准》(GB3095—1996) 二级标准；
 - ② 《地表水环境质量标准》(GB3838—2002) III类水质标准；

- ③ 《声环境质量标准》(GB3096—2008) 3 类标准;
- ④ 《地下水质量标准》(GB/T14848—93) III 类标准;
- ⑤ 《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995) 二级标准。

(2) 污染物排放标准

- ① 《污水综合排放标准》(GB8978—1996) 中一级标准;
- ② 《大气污染物综合排放标准》(GB16297—1996) 中二级标准;
- ③ 《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078—1996) 二级标准;
- ④ 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348—2008) 中 3 类标准;
- ⑤ 《一般工业固体废物贮存、处置污染控制标准》(GB18599-2001);
- ⑥ 《危险废物鉴别标准》(GB5085.1~5085.7—2007)。

15.3 主要污染物及其治理措施

本项目设计范围为从硫精矿至产出 98% 的硫酸, 主工艺为: 硫精砂焙烧+余热回收发电+旋风、静电收尘+动力波烟气净化+两转两吸制酸工艺生产系列为 40 万吨/年硫铁矿制酸生产线, 工程分步实施, 本设计按 40 万吨/年硫铁矿制酸生产能力设计并相应配套。燃料采用天然气。

15.3.1 废气及其治理措施

本项目废气污染源主要有沸腾焙烧炉开炉烟气、二吸塔的制酸尾气等。

(1) 沸腾焙烧炉烟气

沸腾焙烧炉初始烟气体量 93734 Nm³/h, 烟气温度 900~950℃, 烟气初始含尘浓度 250 g/Nm³, 烟气成分见表 15-1。

表 15-1 沸腾焙烧炉初始烟气成分表

组分	SO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O	CO ₂	SO ₃
V%	12.218	2.697	75.277	9.495	0.062	0.25

沸腾焙烧炉烟气经回收热能及收尘处理后送制酸系统，处理简要流程如下：

沸腾焙烧炉→废热锅炉→旋风收尘器 →电收尘器 → 制酸

经以上工艺处理后送制酸系统的烟气量为 123294Nm³/h，烟气温度为 300℃，烟气含尘浓度 250 mg/Nm³，烟气成分见表 15-2。

表 15-2 送制酸系统的烟气成分表

组分	SO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O	CO ₂	SO ₃
Kmol/h	511.27	368.4	4110.16	501.3	2.62	10.45

(2) 沸腾焙烧炉开炉烟气

沸腾焙烧炉开炉烟气经回收热能及收尘处理后，送 30m 高烟囱排放。烟气处理简要流程如下：

沸腾焙烧炉开炉烟气→废热锅炉 → 旋风收尘器→30m 烟囱

沸腾焙烧炉开炉烟气量 70000Nm³/h，烟气温度 300℃，烟气中含尘浓度 100 mg/Nm³，SO₂ 浓度 829mg/Nm³，烟气成分见表 15-3。

表 15-3 沸腾焙烧炉开炉烟气成分表

组分	SO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O	CO ₂
V%	0.029	10.96	余量	0.47	8.0

(3) 二吸塔制酸尾气

本项目焙烧炉烟气采用动力波稀酸洗涤净化技术，制酸工艺采用两转两吸的工艺流程，以提高 SO₂ 的转化率，降低制酸尾气中 SO₂ 排放浓度，使其达到《大气污染物综合排放标准》(CB16297-1996) 要求。

制酸系列生产 40 万吨 100%硫酸/年时转化率为 99.74%，制酸尾

气中 SO_2 排放浓度为 $780\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，酸雾排放浓度 $<40\text{mg}/\text{m}^3$

制酸系统尾气经高度为 90m ，出口内径 2400mm 的尾气烟囱排放，制酸尾气排放情况见表 15-4。

表 15-4 制酸尾气排放情况表

烟气成分	SO_2	SO_3 (酸雾)	O_2	N_2	CO_2	Σ
Nm^3/h	30	$<40\text{mg}/\text{m}^3$	5740.5	104132.9	58.9	109963.3

经采取以上污染控制措施后，废气中污染物排放浓度满足相应的《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 二级标准及《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078—1996) 二级标准要求。

15.3.2 废水及其污染物

本工程生产总用水量为 $198433.0\text{ m}^3/\text{d}$ ，其中新水量为 $5651.0\text{ m}^3/\text{d}$ ，循环及回用水量为 $192782.0\text{ m}^3/\text{d}$ ，工业用水重复利用率为 97.15% ；

本工程生活用水量为 $100.0\text{ m}^3/\text{d}$ 。

本工程生产外排废水总量为 $2076.0\text{ m}^3/\text{d}$ ，其中仅热污染生产废水量为 $1996.0\text{ m}^3/\text{d}$ 、经化粪池初级处理的生活污水量为 $80.0\text{ m}^3/\text{d}$ 。

(1) 进废水处理站废水量及水质

进废水处理站废水主要来自净化系统废酸 ($240.0\text{ m}^3/\text{d}$)，其次是拟建项目可能被车间烟尘和酸污染的场地冲洗水和初期雨水 ($82.0\sim 165\text{ m}^3/\text{d}$)，进废水处理站水量及水质详见表 15-5。

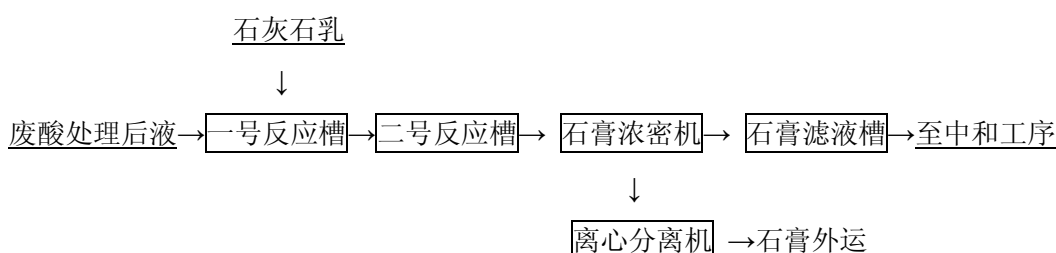
表 15-5 进废水处理站的废水量及水质表

废水来源	废水量 (m ³ /d)	杂质含量 (g/l)					
		H ₂ SO ₄	As	F	Zn	Cu	Fe
废酸	240.0	160.0	0.08	1.04	0.09	0.02	7.50
场面水	82.0~156.0	4.0	0.005	/	0.005	0.006	0.30
合计	322.0~396.0						

(2) 污水处理工艺流程

针对本工程特点，设计采用石灰石—石灰两段中和法，该法是先使用石灰石中和废酸处理滤后液中大部分游离硫酸，生成副产品石膏，可以外售作为水泥生产的掺合料；排出液再与其它污水混合采用石灰中和法处理，处理后满足《污水综合排放标准》(GB8978—1996)中一级标准要求。其工艺流程图如下：

1) 石膏工序工艺流程图



2) 中和处理工序工艺流程图

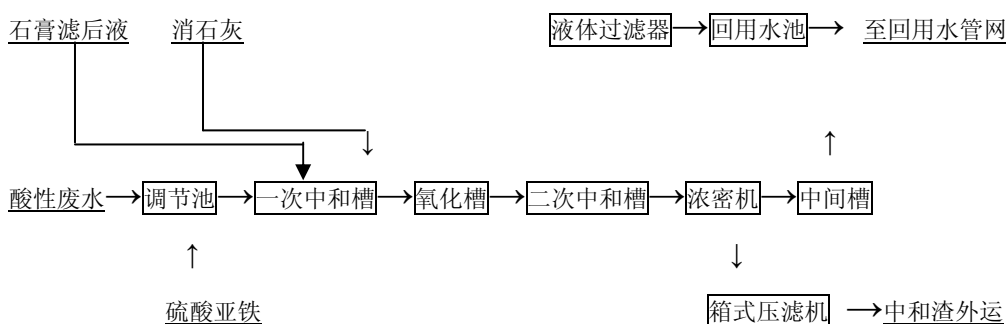


图 15-1 废水处理工艺流程图

经以上工艺处理后废水水质满足《污水综合排放标准》(GB8978—1996)一级标准要求，主要成分如下：

PH=6~9 As<0.5mg/l Cu<0.5mg/l Zn<2.0mg/l

F<10.0mg/l Zn<2.0mg/l 油类<10.0mg/l

经废水处理工段处理达标后废水全部回用，不外排，即节约了水资源，又减少了污染物的排放量。

本工程生活污水经化粪池初级处理后，汇合仅受热污染的生产废水，就近排至甘河工业园区市政污水管网。

为进一步节约水资源，提高工业用水循环利用率，本项目设置了焙烧工段循环水、余热发电循环水、硫酸循环水等三个循环水设施及一个回水设施（废水处理站废水回用于尾气脱硫装置补充水、排水处理工段药剂制备系统补充水及地面冲洗水等用户）。

15.3.3 固体废物及其处置措施

固体废物主要有沸腾炉渣（包括废热锅炉渣及收尘器收集的烟尘）、污水处理产出石膏和中和渣。

（1）沸腾炉渣等（包括沸腾炉渣、废热锅炉渣及收尘器尘）

沸腾炉等烧渣量 24800kg/h，主要成分见表 15-6。

表 15-6 沸腾炉焙渣成分表

组分	Fe	S _(有效)	Cu	CaO	MgO	As	Co	其他
w%	62.93	0.318	0.62	0.027	0.276	0.004	0.02	平衡

沸腾炉炉渣等含铁较高，可作为钢铁厂的优质原料外售，以达到综合利用的目的。

（2）石膏

污水处理过程中石膏产生量 81.2t/d（含水率为 10%），可作为制造水泥的掺合料和建筑材料的原料等，石膏成分详见表 16-7。

表 16-7 石膏成份表

序号	项 目	沉淀物量 (kg/d)	湿量 (%)
1	CaSO ₄ ·2H ₂ O	67385.0	82.99
2	不纯物	5243.0	6.46
3	CaF ₂	452.0	0.55
4	H ₂ O	8120.0	10.00
	合 计	81200.0	100.00

(3) 中和渣

废水处理过程中产出中和渣量为 2.71 t/d (含水率为 40 %), 其成分详见表 15-8。

表 15-8 中和渣成份表

序号	项 目	沉淀物量 (kg/d)	湿量 (%)
1	CaSO ₄ ·2H ₂ O	587.5	21.68
2	Fe (OH) ₂	315.4	11.64
3	Cu (OH) ₂	8.1	0.30
4	Zn (OH) ₂	33.3	1.23
5	Ca ₃ (AsO ₄) ₂	52.0	1.92
6	Ca (OH) ₂ 不纯物	87.7	3.23
7	H ₂ O	1626.0	60.00
	合 计	2710.0	100.00

(4) 生产过程中产生的废触媒回收后送回触媒生产厂家。

15.3.4 噪声及其控制措施

噪声源主要有 SO₂ 鼓风机、气轮发电机以及余热锅炉安全阀 (排气时), 噪声值约为 100dB (A)。

高噪声设备的降噪措施主要以隔声减振为主, 吸声为辅, 对 SO₂ 风机等采取基础减振、设置隔声操作间、安装消声器 (以降低进气口的气流噪声)、提高安装精度以及在管道上用保温棉吸音材料做隔音

处理等措施，有效地降低设备场地的噪声。以减轻噪声对外环境和操作人员的影响。在总图布置和绿化设计方面，也考虑了对高噪声源的布置和防护。使厂界噪声值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）中3类标准的要求。

15.4 清洁生产

硫酸工业对污染控制起决定性作用的是清洁生产工艺的应用，即项目的建设过程中尽可能采用新技术、新工艺和新设备，提高原材料的利用率，充分体现本行业的先进性、可靠性，降低生产过程中的“三废”排放量。

本项目生产线采用了以下先进措施：

（1）采用“两转两吸”制酸工艺，使 SO_2 总转化率 $\geq 99.92\%$ ，保证尾气中的 SO_2 达标排放；

（2）采用氧化焙烧技术，提高硫的烧出率；

（3）采用酸洗净化，减少酸性废水产出；

（4）硫酸干吸工序干吸塔内设置捕沫器，提高对酸雾的捕集率；

（5）在焙烧工段设置余热锅炉，在硫酸转化工段设置省煤器，回收废热用于发电，充分利用生产过程中的余热；

（6）提高水循环利用率，循环率达到 97.15% ，节约水资源，减少废水的排放量，实现含重金属离子酸性废水“零排放”。

由于本项目在设计阶段就注重了清洁生产，选择先进、稳妥、可靠的工艺技术及其设备，使其达到国内领先水平，同时配套建设厂区污水处理站和其它环保设施，使项目的污染物排放能满足排放标准，整个项目清洁生产的设计指标达到国内硫酸行业先进水平。

15.5 项目对周围环境影响的估算

15.5.1 对大气环境的影响

本项目焙烧炉烟气采用动力波稀酸洗涤净化技术，制酸工艺采用两转两吸的工艺流程，以提高 SO_2 的转化率，降低制酸尾气中 SO_2 排放浓度，使其达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）要求，达标后制酸尾气经 90m 高的尾气烟囱排放。

制酸尾气为本项目主要废气污染源，由于设计采用了较为先进的两转两吸制酸工艺处理，使 SO_2 净化率 99%，转化率 99.74%， SO_3 的吸收率 99.99%。使尾气中 SO_2 的排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准要求。

15.5.2 对水环境的影响

生产过程中产生的超标废水进入厂区污水处理站采用两段中和处理工艺集中处理后出水水质可满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准要求，废水不外排，全部回用。预计项目的建成对周围水体水质不会产生明显的影响。

15.6 绿化

绿化是减少污染、改善环境质量的重要途径。绿色植物具有吸附粉尘、净化空气、削减噪声、改善小气候等功能，同时也可美化厂区环境，因此本工程应搞好环境绿化，即针对厂区大气污染物的特点选择当地易生长的树种在厂前区，厂区道路两旁、厂区空地等处进行全面绿化。

15.7 环境管理与环境监测

环境管理是搞好工厂环境保护的中心环节之一，环境监测是监督

生产、控制环境质量的手段，企业设置安全环保科，负责全厂的安全生产及环境管理，为节省投资，监测站与化验室尽量共用仪器设备。

15.8 环境保护投资估算

本工程环境保护投资包括废水处理、废气治理、噪声防治、固废处置、绿化等。本工程环保投资约为 5730.05 万元，约占工程费用的 13.2 %。

16 暖通

16.1 概述

本专业设计范围是车间及综合楼等建筑物采暖系统设计；对工艺有要求的场所设置空调、通风及事故排风装置，以满足工艺生产及设备运行的要求。

16.2 设计依据

采暖通风与空气调节设计规范（GB50019-2003）

工业企业设计卫生标准（GBZ1-2002）

大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）

有色金属工业环境保护设计技术规范（YS5017-2004）

16.3 基础资料

1) 室外气象计算参数

夏季：	空调温度	25.4℃
	空调湿球温度	16.4℃
	通风温度	22℃
	风 速	2.0 m/s
冬季：	空调温度	-15℃
	采暖温度	-13℃
	相对湿度	46%
	风 速	1.7m/s

上述暖通专业室外气象计算参数取自设计手册。

2) 室内设计参数

夏季室内空调温度 26~28℃；相对湿度 55~65%；冬季采暖室内设计参数详见设计内容。

16.4 技术措施

采暖系统热媒采用高温热水，供回水温度 110~70℃，散热设备采用铜铝复合柱型散热器；对工艺要求设空调的房间设置分体空调，对工艺特殊要求设通风及事故排风的房间设置轴流风机或离心风机。

16.5 设计内容

16.5.1 采暖

采暖装置见表 16-1：

热媒采用 110℃~70℃ 高温热水,由换热站提供,采暖室外管网和换热站由热工专业设计， 散热设备采用铜铝复合柱型散热器或钢排管散热器,水系统采用上供下回双管系统。

表 16-1 采暖装置

序号	名称	面积 m ²	体积 m ³	室内温度 (℃)	供热负荷 Q (kW)	备注
1	原料库主跨	5547	88756	10℃	1733.8	
2	原料库副跨	540	2160	16℃	85.4	
3	石灰石乳制备	432	3888	10℃	126.6	
4	石灰乳浆化	216	1512	10℃	49.2	
5	焙烧工段（加料楼）	1458	9477	14℃	282.1	
6	净化工段（泵房）	300	1200	16℃	47.4	
7	净化工段（电气控制柜室）	48	192	16℃	6.1	
8	干吸工段（泵房）	240	2400	16℃	94.9	
9	干吸工段（电气控制柜室）	16	48	16℃	1.5	
10	转化工段（风机房）	216	2592	10℃	67.5	
11	酸库工段（泵房）	198	1188	16℃	46.9	
12	硫酸循环水（泵房）	378	2646	16℃	104.6	

序号	名称	面积 m ²	体积 m ³	室内温度 (°C)	供热负荷 Q (kW)	备注
13	余热发电循环水(泵房)	378	2646	16°C	104.6	
14	焙烧工段-循环水设施(泵房)	100	700	16°C	27.7	
15	排水处理工段-废水综合处理车间	1944	27216	16°C	645.6	
16	纯水站	360	3060	16°C	120.9	
17	事故柴油发电机房	121.5	607.5	10°C	19.8	
18	余热发电系统	1080	18360	16°C	435.5	
19	空压机组	270	1755	15°C	60.6	
20	综合楼	2160	7920	18°C	232	
21	厂区食堂	960	9600	18°C	321.5	
22	单身公寓	720	2160	18°C	72.3	
24	小计	17682.5			4686.5	

16.5.2 空调

1) 综合楼:

天平室、仪器室和原子吸收光谱室设置空调。各选用 1 台 KFRD-35GW/E 型风冷分体壁挂空调器, 制冷量 3500W, 制热量 4450W, 功率 1015W/1795W。

控制室选用 1 台 KFRD-50LW/R 型风冷分体柜式空调器, 制冷量: 5.2 Kw, 制热量: 7.6 kW, 功率: 1.625 kW/3.38 kW。

2) 余热发电系统:

控制室选用 1 台 KFRD-50LW/R 型风冷分体柜式空调器, 制冷量: 5.2 Kw, 制热量: 7.6 kW, 功率: 1.625 kW/3.38 kW。

3) 焙烧工段:

控制室选用 1 台 KFRD-50LW/R 型风冷分体柜式空调器, 制冷量: 5.2 Kw, 制热量: 7.6 kW, 功率: 1.625 kW/3.38 kW。

4) 酸库工段:

控制室选用 1 台 KFRD-50LW/R 型风冷分体柜式空调器, 制冷量: 5.2 Kw, 制热量: 7.6 kW, 功率: 1.625 kW/3.38 kW。

15.5.3 通风

1) 净化工段:

电气控制柜室通风换气次数取 6 次/时, 选用 1 台 T35-11NO2.8 型轴流风机, 风量: 1251 m³/h; 全压:41.2Pa; 转速: 1450 rpm; 功率: 0.025Kw。

2) 干吸工段:

电气控制柜室通风换气次数取 6 次/时, 选用 1 台 T35-11NO2.8 型轴流风机, 风量: 1251 m³/h; 全压:41.2Pa; 转速: 1450 rpm; 功率: 0.025Kw。

3) 综合楼:

化学分析室通风换气次数取 8 次/时, 选用 2 台 BFT35-11NO2.8 型轴流风机, 风量: 1251 m³/h; 全压: 41.2Pa; 转速: 1450 rpm; 功率: 0.025Kw。

仪器室通风换气次数取 10 次/时, 选用 1 台 BFT35-11NO2.8 型轴流风机, 风量: 1251 m³/h; 全压: 41.2Pa; 转速: 1450 rpm; 功率: 0.025Kw。

原子吸收光谱室通风换气次数取 10 次/时, 选用 1 台 BFT35-11NO2.8 型轴流风机, 风量: 1251 m³/h; 全压: 41.2Pa; 转速: 1450 rpm; 功率: 0.025Kw。

原子吸收光谱仪上方设置伞形排风罩, 选用 1 台 T35-11NO5 型轴流风机, 风量: 7273m³/h; 全压: 129.6Pa; 转速: 1450 rpm; 功率: 0.55Kw。风管采用镀锌钢板制作。

通风柜两台，各选用 1 台 BF4-72NO4A 型离心风机，风量：
2129m³/h；全压：499Pa；转速：1450 rpm；配 Y90S-4 型电机，功率：
1.1Kw。共 2 台。风管采用阻燃型玻璃钢风管，排风高出屋面。

17 节能

17.1 能耗指标

硫酸装置的能耗符合化工部二级节能企业标准，具体单位产品能耗指标详见表 17-1（以每吨 100% H_2SO_4 计）：

表 17-1 单位产品能耗指标（一期）

名称	能耗指标	消耗定额 (t-kwh-kg- m^3 /t.酸)	能耗 (MJ/t.酸)	备注
(1) 消耗				
硫精砂	4.11MJ / t	0.75	3.08	
电	11.84MJ / kwh	149.15	1765.9	
新鲜水	2.51MJ / m^3	4.71	11.82	
小计			1780.8	
(2) 产出				
发电	11.84MJ / kwh	180.6kwh	-2138	
小计			-2138	
合计			-357.2	

17.2 余热回收效益

在硫酸生产过程中，硫铁矿的焙烧， SO_2 的转化及 SO_3 的吸收过程中均有大量的化学能释放出来，本项目回收硫铁矿焙烧产生的高温位热能和 SO_2 转化产生的中温位热能，可产生中压过热蒸汽。废热锅炉所产中压蒸汽除送汽轮发电机组发电外，少部分用于其它用途。

本装置总余热回收量除抵偿全部燃料及动力消耗外，仍多出 130MJ / t 酸，折标准煤 12.2kg / t 酸。即本装置回收的能源除满足硫酸产品生产消耗的能源外，每年提供能源相当于约 4883 吨标准煤。

17.3 节能措施

本项目主要节能措施如下：

(1) 充分利用硫铁矿焙烧产生的高温位热能和 SO_2 转化产生的中温位热能，即在硫铁矿焙烧后设置中压废热锅炉，副产 3.82MPa，450℃中压过热蒸汽大部分送往汽轮发电机发电，少量用于其它用途。

(2) 转化工段设置新型低阻形管壳式换热器以降低硫酸系统总阻力降，节省 SO_2 鼓风机电耗。

(3) 焙烧和转化工段的设备及管道除焙烧炉采用内衬耐火砖和保温砖加外保温外，其余设备和管道均采用外保温方法隔热，以最大限度地减少热损失，提高热能利用率。

(4) 本工段冷却水采用循环水，循环水率达到 97.150%，大幅节约了水资源。

(5) 各种电气设备均选用节能产品，变压器的低压侧装电力电容器补偿无功功率，以提高供电系统的功率因数，降低无功损耗。

(6) 照明光源采用新型节能灯具，在满足装置照度及光色的条件下，减少灯具用量及灯具容量，达到节能的目的

(7) 净化工段采用稀酸板式换热器取代间冷器，减小烟气管路系统阻力

(8) 干吸工段干吸塔采用低位配置，降低循环酸泵耗电量。

(9) 开车升温时第二吸收塔出口烟气返回干燥塔入口再次作为升温气体，可节约母酸用量和开车时间。

17.4 能源计量器具的配置

能源计算器具的配置也是能源利用的重要控制措施，本项目在进出各装置的原料及公用工程管线上配置有计量仪表，严格管理和考核。

18 消防

18.1 设计依据

(1) 《中华人民共和国消防法》(1998年4月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二次会议通过)

(2) 《建筑工程消防监督审核管理规定》(中华人民共和国公安部令第30号)

(3) 设计采用的标准及规范

- a. 《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)
- b. 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-94)(2000年版)
- c. 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-92)
- d. 《工业企业照明设计标准》(GB50034-92)
- e. 《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-98)
- f. 《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005

18.2 工程概况

本项目为利用德尔尼铜矿副产硫精砂制取硫酸。硫铁矿经焙烧后产生的含SO₂烟气用于制取硫酸，并回收余热生产蒸汽用于发电，另外硫精砂含铁较高，焙烧后烧渣铁含量 $\geq 62.0\%$ ，可以利用烧渣制成高炉冶炼用的铁球团。

该项目拟分期建设，每期各建40万吨/年规模的硫酸装置，一期工程将于2009年建成，工程总投资为58792.95万元，项目建于青海西宁甘河工业园区内。

18.3 工程性质、设计范围及主要生产过程

本工程具有冶金型工厂及化工企业的双重特性,生产过程中既有高温、高压、粉尘、易燃、易爆、辐射、振动、噪声等多种危险因素,又有腐蚀性、有毒、有害物质存在

本工程设计范围包括以下内容:

(1) 生产装置主要有: 原料库、焙烧工序、净化工序、干吸工序、转化工序、成品酸工序。

(2) 辅助及公用设施主要有: 余热发电站、纯水站、空压站、轻油库、应急柴油发电机组、循环水系统、废酸及污水处理系统, 电控室等。

主要生产过程为: 由汽车运送进厂的硫精矿送到精矿仓库贮存。含 H_2O 10% 的硫精砂通过皮带输送机送往沸腾焙烧炉料仓, 随后进入焙烧炉沸腾焙烧, 产出的烧渣外售。焙烧过程中产生的烟气经废热锅炉及电收尘器收尘后送往制酸系统, 经烟气净化、 SO_2 转化、 SO_3 吸收工序产出工业硫酸, 送往酸库贮存外销。废热锅炉系统利用硫精砂反应热转化生产蒸汽, 蒸汽送往余热发电系统用于发电。

18.4 建设规模及产品方案

(1) 本项目为利用副产硫精砂建设规模为 80 万吨/年硫酸装置, 工程分期建设。每期能力为 40 万吨/年硫酸。

(2) 产品方案

主产品:

本项目主产品为工业硫酸, 浓度为 93% 或 98% H_2SO_4 。

副产品:

焙烧渣: 年产量为 19.84 万吨, 其中铁含量 $\geq 62.0\%$, 总硫含量 $\leq 3\%$

蒸汽：一期工程副产部分蒸汽用于发电及其它用途，共产出 3.82MPa，450℃蒸汽 55.2t/h。

电：余热发电量为 72240k-kwh。

18.5 工程生产、贮存物品的火灾危险性类别

根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）的规定，贮存固体原料硫精矿场所其火灾危险性为丙类，硫酸成品库其火灾危险性为丙类。配电室（每台装油量>60kg 的设备）其火灾危险性为丙类；金属冶炼厂房，其火灾危险性为丁类。

中间产物二氧化硫、三氧化硫，产品硫酸，其火灾危险性均为乙类。二氧化硫、三氧化硫、硫酸均为不可燃物，但三氧化硫、浓硫酸具有氧化性，助燃，因此，硫酸生产过程中使用了易燃、助燃物质，存在火灾危险性。

18.6 该项工程的防火措施

18.6.1 消防设计原则及指导思想

根据该项工程火灾危险性类别的分析，本工程设计应符合国家有关防火规范的要求，针对不同建筑物的危险等级和生产、贮存物品特性，采取相应的消防措施，防止火灾的发生及蔓延，认真贯彻“预防为主、防消结合”的方针，在严格遵循有关防火规范和规定的基础上，依托现有的设施，组织结构，消防制度、消防措施，做好该项工程的防火安全设计。

18.6.2 总图设计

（1）硫铁精矿制酸厂区分为六个功能区，各功能区之间采用道路衔接，主干道宽度为 9 m，次干道宽度为 7 m，支路或消防道路宽度为 4 m，道路路缘转弯半径主——次干道交叉最小为 9m，次——次

干道或次---支路交叉口为 7 m。

全厂共设有三处出入口，二处为货流出入口，一处为人流出入口，人、货流出入口分开设置。

按照工艺生产要求，本项目所需生产建构筑物除油库外均为丁类厂房，建构筑物最小间距本次设计为 12 m，同类建筑物与构筑物之间最小间距为 4 m。

(2) 厂区通道设计最小宽度为 12m，最大宽度为 22m，不仅能满足消防防火间距要求，而且确保全厂工程管线可共架敷设，并留有带状绿化用地。

(3) 平面布置中严格按照国家颁布的有关设计规范要求进行设计。设计上对易燃易爆设施均设有环型消防通道。跨越道路和铁路的综合管架净空符合国家现行规范要求。

(4) 在总体布置时，力求在满足现行有关设计、消防、安全等规范和法规的要求的前提下，做到工艺流程顺畅、管线布置短捷、运输线路畅通。

18.6.3 建筑设计

(1) 本工程主要建（构）筑物的建筑安全等级、结构选型、耐火等级、生产火灾危险性类别等详见建（构）筑物一览表，有火灾爆炸危险场所的建构筑物的结构形式采用钢结构和钢筋混凝土结构，并设置必要的泄压面积及防火地坪，选用材料符合防火防爆要求。

(2) 建筑平面疏散楼梯布置及防火、防烟分区大小均按《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）进行设计。

(3) 配电室通往其他房间的门均为乙级防火门。

(4) 除变压器室耐火等级为一级外，其余建筑物耐火等级均为

二级，变压器室与毗邻建筑物用防火墙隔开。

(5) 有爆炸危险的厂房根据危险物的种类分别进行泄爆设计，泄爆以墙体泄爆为主。如有需要，亦可采用轻质屋面进行泄爆。

18.6.4 电气设计

本工程设计采用《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)，《建筑物防雷设计规范》(GB50057-94)，《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-92)，《火力发电厂与变电所设计防火规范》(GB50029-96) 等规范。

(1) 根据爆炸和火灾危险环境的划分和建筑物的防雷分类，严格按上述规范要求，选择相应的电力及照明装置、材料。设置相应类别的防雷接地装置和满足相应的防静电接地，防火距离或隔离要求。

(2) 电缆在密集场所或高位场所敷设时采用阻燃电缆或耐高温电缆。

(3) 电缆进入建筑物时，进行防火封堵处理。

(4) 油浸式变压器布置在耐火等级为一级的变压器室内。

(5) 附设变电所中，油量为 1000kg 及以上的变压器，应设置容量为 100% 的挡油设施。

18.6.5 工艺设计

硫酸本身虽无爆炸着火性质，但由于硫酸的氧化性和脱水性，当它与可燃物接触时，有时即会着火。当硫酸在设备或管线内腐蚀金属产生的氢气蓄积，并达到爆炸范围时，遇明火即会产生爆炸。因此，在工艺设计应考虑：

工艺设计中设备布置应满足防火规范的要求

(2) 设计中避免硫酸、SO₃ 与碱类、碱金属、强还原剂易燃或

可燃物接触，防止发生火灾或引发爆炸事故。

18.7 消防设施

18.7.1 机动消防

该项工程机动消防设施主要依靠园区内的机动消防设施，人力进行，不再增设重复建设。

18.7.2 水消防

根据本工程面积约为 24 公顷<100 公顷，附有居住区人数<1.5 万人，按照《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）有关规定，同一时间内的火灾次数按一次考虑。火灾延续时间为 2 小时。

界区内室外消防用水量最大的是发电厂房，其室外消防用水量为 25L/s；发电厂房需设室内消火栓，室内消火栓用水量为 10L/s，同时使用水枪数量为 2 支，

室内、外消火栓的用水量：硫酸厂界区内一次火灾消防总用水量为 35L/s，火灾延续时间为 2h。

在厂房内，按《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）设置手提式干粉灭火器具若干。

室外消防给水采用低压制给水系统。消防给水管与生产新水系统并用，在厂区内布置成环状。沿装置内的道路布置地上式室外消火栓，其间距一般为 100 米设置一个，共计 15 个。硫酸的净化工序大部分设备均为 FRR 制造，属易燃物，故设计中设置室外消防栓进行消防。

18.7.3 建筑灭火器

按《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的规定，在各装置的生产厂房内具有火灾危险的场所设置一定数量的小型灭火器材。

18.7.4 火灾自动报警系统

在界区内设置一套火灾自动报警系统，对控制室、配电所、轻油库等易发生火灾场的火灾情况进行监视，在相关生产车间采用区域报警系统。办公楼内调集中报警系统，火灾集中报警控制器设在办公楼的消防控制室内。

人员撤离，值班人员通过直拨电话叫 119 报警，以便对界区内的火情能及早发现和尽快报告，从而将火灾危害控制在最低限度。

火警报警器采用控制室内的 UPS 供电，火警主机内蓄电池容量按能正常工作 10 小时或持续报警 5 小时考虑。

火灾自动报警系统传输控制网路根据消防法规的要求自成体系。

18.7.5 消防系统设计的安全可靠性

本工程在消防设计中强调“以防为主，防消结合”的原则，采取了许多有效的防火措施，使火灾的危险程度降低到最低限度，预计在正常生产时，按照安全操作规程来操作，不会出现火灾隐患。即使事故发生时发生着火，采取设计中的各项措施能有效地扑灭初始火灾，控制火灾和火势危险时能有效地发挥作用。

18.8 消防设施专项投资概算

本工程中室外消防水系统管网、消火栓、移动式消防器材投资概算已列入给水专业概算中，其它防火设施的费用也已列入相应专业概算中。

19 投资估算

19.1 概述

本项目为德尔尼尾矿综合利用循环经济项目，分两期建设，采用“两头两尾”工艺方案。一期投资估算根据“一头一尾”工艺方案计算；一期投资估算计算结果见表 19-1。

表 19-1 一期投资估算计算结果表

名 称	投资额（万元）
估算总投资	58792.95
其中：（1） 工程费用	43409.51
（2） 其他费用	7272.91
（3） 预备费	6081.89
（4） 建设期利息	1649.69
（5） 铺底流动资金	378.95

19.2 投资范围及内容

投资范围有：主要生产工程、辅助生产及公用系统工程、其他费用等。

主要生产工程其内容有：原料工段、焙烧工段、净化工段、干吸工段、转化工段、仪表 DCS 系统、酸库工段、焙烧余热锅炉。辅助生产工程其内容有：废水处理工段、硫酸循环水、余热发电循环水、石灰石制备及乳浆化等。公用系统工程其内容有：110KV 变电站、余热发电站、换热站、硫酸主控楼、纯水站、空压机站、事故柴油发电机房、单身宿舍、厂区办公楼、食堂、浴室、机电仪维修间、厂区综合管网、中和渣库、焙烧渣库、总图运输、备件库、外部供电线路等。

19.3 编制原则及依据

(1) 设计院专业内部技术接口条件

(2) 指标采用

1) 建安工程参照已建类似工程指标编制;

2) 其他费用按 2008 年《有色金属工业建安工程费用定额(工程建设其他费用定额)》进行编制。

(3) 设备价格

进口及国内主要设备为厂家询价或报价,部分参考类似工程采购价。进口设备国内运杂费费率按 2% 计取,国产设备运杂费费率按 8% 计取。

(4) 材料价格

材料价格按现行市场价格,并参考当地造价管理部门发布的价格信息价格。

19.4 外汇估算

(1) 外汇牌价

按国家外汇管理局公布 2008 年 9 月 19 日人民币市场汇价

1.00 美元 \approx 6.84 元人民币; 1.00 欧元 \approx 10 元人民币。

(2) 从属费用

从属费用:海运费和保险费按 6.35% 计算; 银行财务费按 0.5% 计算; 进口关税按 14.30% 计算; 增值税按 17% 计算; 外贸手续费按 1.5% 计算; 商检费按 0.8% 计算; 检疫费按 0.17% 计算。

(3) 外汇估算表

见外汇估算表(表 19-2)

表 19-2 外汇估算表

序号	名 称	单位	数量	单价	合价
				万欧元	万欧元
一	进口设备材料				
1	净化稀酸冷却器	台	3	5.23	15.69
2	干吸成品酸冷却器	台	1	5.04	5.04
3	SO ₂ 鼓风机	台	1	112.00	112.00
4	余热锅炉循环水泵	台	2	12.00	24.00
5	离心分离器	台	1	32.00	32.00
	小计				188.73
二	外汇预备费 12%				22.65
	合 计				211.38

19.5 其它说明

- (1) 本项目进口设备按计取进口关税和环节增值税考虑。
- (2) 本工程的涨价预备费暂按零计算。
- (3) 本估算包括总图运输车辆购置费用（前装机 4 辆，越野车 1 辆，中巴 1 辆）。
- (4) 本估算包括土地征用费，征地 227 亩，按 4 万元/亩考虑。
- (5) 本估算包括外部供电线路费。

19.6 估算表

投资估算详见估算表 19-3。

表 19-3 德尔尼尾矿综合利用循环经济项目（一期）总估算

序号	工程和费用名称	价值（万元）					其中外汇		备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	总价值	万美元	万欧元	
—	工程费用	11084.14	25530.52	6794.85		43409.51		188.73	
1	主要生产工程	4918.40	18794.95	3886.89		27600.24			
1.1	原料工段	1865.50	637.76	221.12		2724.39			
1.2	焙烧工段	910.42	3223.68	977.28		5111.38			
1.3	净化工段	482.89	2451.03	563.26		3497.17		15.69	
1.4	干吸工段	856.90	2578.50	538.45		3973.85		5.04	
1.5	转化工段	283.73	5819.83	966.50		7070.06		112.00	
1.6	仪表 DCS 系统		369.20	73.84		443.04			
1.7	酸库工段	461.12	1500.53	289.72		2251.37			
1.8	焙烧余热锅炉	57.85	2214.41	256.72		2528.98		24.00	
2	辅助生产及公用工程	6165.74	6735.57	2907.97		15809.28			
2.1	废水处理工段	414.71	1329.67	173.50		1917.87		32.00	
2.2	硫酸循环水	322.13	453.11	137.51		912.75			
2.3	余热发电循环水	240.62	356.85	78.88		676.36			
2.4	石灰乳制备及浆化	102.95	91.64	23.19		217.78			

序号	工程和费用名称	价值 (万元)					其中外汇		备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	总价值	万美元	万欧元	
2.5	110KV 变电站	225.20	1883.87	262.57		2371.64			
2.6	余热发电站	798.72	1032.32	277.30		2108.35			
2.7	硫酸主控楼	263.27	506.75	170.97		940.99			
2.8	纯水站	141.25	331.17	97.19		569.61			
2.9	空压机站	54.57	66.02	52.14		172.73			
2.10	换热站	43.20	41.26	7.92		92.37			
2.11	事故柴油发电机房	34.62	199.80	11.49		245.91			
2.12	单身宿舍	163.80		8.19		171.99			
2.13	厂区办公楼	255.86	198.11	83.96		537.94			
2.14	食堂、浴室	160.09		27.47		187.56			
2.15	机电仪维修间	110.25	30.00	14.46		154.71			
2.16	综合管网	1046.01	10.00	981.22		2037.23			
2.17	中和渣库	36.00				36.00			
2.18	焙烧渣库	264.96				264.96			
2.19	总图运输	1301.52	205.00			1506.52			
2.20	备件库	150.00				150.00			
2.21	建构筑物拆迁	36.00				36.00			

序号	工程和费用名称	价 值（万元）					其中外汇		备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	总价值	万美元	万欧元	
2.22	外部供电线路			500.00		500.00			
二	其他费用				7272.91	7272.91		0.00	
1	土地使用费				908.00	908.00		亩	227
2	建设单位管理费 1.5%				651.14	651.14			
3	工程监理费				576.14	576.14			
4	建设工程质量监督费				53.64	53.64			
5	建设项目前期工作咨询费				120.00	120.00			
6	环境影响评价费				80.00	80.00			
7	劳动安全卫生评价费				50.00	50.00			
8	水土保持咨询服务费				50.00	50.00			
9	工程勘测费				130.23	130.23			
10	施工图预算编制费				291.12	291.12			
11	工程竣工图编制费				232.90	232.90			
12	施工图设计文件审查费				53.64	53.64			
13	工程保险费				35.76	35.76			
14	联合试运转费				477.50	477.50			
15	生产准备费				200.00	200.00			

序号	工程和费用名称	价值 (万元)					其中外汇		备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	总价值	万美元	万欧元	
16	办公及生活家俱购置费				24.00	24.00			
17	工器具及生产家俱购置费				127.65	127.65			
18	系统组态编制费				50.00	50.00			
19	试验研究费				200.00	200.00			
20	工程设计费				2911.20	2911.20			
21	安检费				50.00	50.00			
三	预备费				6081.89	6081.89	0.00	22.65	
1	基本预备费 12%				6081.89	6081.89			
	一+二+三合计	11084.14	25530.52	6794.85	13354.80	56764.31			
四	建设期贷款利息				1649.69	1649.69			
五	铺底流动资金				378.95	378.95			
六	项目总投资	11084.14	25530.52	6794.85	15383.44	58792.95	0.00	211.38	

20 劳动安全卫生

20.1 设计依据

- (1) 中华人民共和国国务院令 第 393 号《建设工程安全生产管理条例》
- (2) 中华人民共和国劳动部令 第 3 号《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》
- (4) 《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-92）
- (5) 《化工行业职业性接触毒物危害程度分级》（HG24001-96）
- (6) 《机械设备防护罩安全要求》（GB8196-87）
- (7) 《工业企业设计卫生标准》（GBJ1-2002）
- (8) 《工业企业噪声标准》GBJ122-88 和《城市区域环境噪声卫生标准》（GB3096-93）
- (9) 《化工建设项目噪声控制设计规定》（HG20503-92）
- (10) 《工业企业厂界噪声标准》（HG12348-2008）
- (11) 《化工粉体工程设计安全规程》（HG20504-96）
- (12) 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-98）
- (13) 《有色冶金企业电力设计技术规程》（YSJ002-88）
- (14) 《化工企业爆炸和火灾危险环境电力设计规程》（HG/T20687-1989）
- (15) 《化工企业静电接地设计规程》（HG/T20675-1990）
- (16) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-94）（2000 版）
- (17) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）
- (18) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）

(19)《中华人民共和国劳动保护条例》

(20)《一般工业固体废物贮存、处置污染控制标准》
(GB18599-2001);

20.2 工程概况

20.2.1 主要生产工艺及系统组成

本工程以副产硫精砂为原料，采用沸腾焙烧工艺制取硫酸产品，并回收高、中温位余热副产蒸汽送至发电。其主体工艺流程为：

硫精砂→沸腾焙烧→余热回收→旋风净化→电收尘净化→烟气洗涤净化→烟气干燥吸收→SO₂转化的工艺流程；干吸产出的硫酸产品→酸库贮存外销

本工程生产规模按年产硫酸 80 万吨（以 100%H₂SO₄ 计）设计，设计范围含上述流程所示的全部内容，主要由制酸系统、余热回收及发电系统及配套附属工程等三部分组成。

19.2.2 工程性质

本工程具有冶金型工厂及化工企业的双重特性,生产过程中既有高温、高压、粉尘、易燃、易爆、辐射、振动、噪声等多种危险因素,又有腐蚀性、有毒、有害物质存在,对劳动安全卫生必须予以高度重视。

20.2.3 工厂定员及操作班制、年工作日

本项目采用四班三运转作业制度，工厂定员总计为 186 人，年工作日为 333 天。

20.2.4 工厂用地情况

项目共需征地 15.1ha。

20.2.5 工程总投资

项目投资总额 59677.17 万元，其中：固定资产投资 58414 万元，流动资金 1263.17 万元。

20.2.6 主要原料及产成品

本项目主要原料为硫精砂，主产品为硫酸，其浓度为 98%，年产量为 40 万吨（100% H_2SO_4 ），焙烧过程中副产品烧渣量为每年 19.84 万吨。

20.3 建筑及场地布置

全厂总体配置，除满足工艺生产要求外，充分考虑了劳动安全卫生等因素，体现了“以人为本”的主导设计观念，总体上作了以下综合考虑：

（1）据现有场地及外部交通运输情况，将人流、物流区分开布置，以避免或减少交通事故的发生。

（2）注意厂区内功能区的划分与设置，实行“清”、“污”片区分开配置，生产厂区和办公区分开布置。

（3）根据当地主导风向，将办公区域设置于上风向，以改善工作人员的劳动条件。

鉴于当地雷暴日数较多的特点，设计中充分重视防雷措施。

厂区内各工序间均设置了厂区道路，厂内交通、运输畅通。

（6）工艺主要工艺设备露天配置，采光、通风条件好，并保证必要的安全距离。

20.4 生产过程职业危害及安全事故因素分析

在生产过程中，有以下因素可能造成职业危害及安全事故：

焙烧过程中产生的 SO_2 烟气；

物料破碎筛分、输送以及原料、烧渣装载、尘砂堆放等作业产生粉尘飞扬；

沸腾炉属高温作业，检查炉况时，对人体有热辐射。另外沸腾炉如操作不当炉内为正压时，火焰外窜可能发生火灾事故；

制酸系统净化工序采用了玻璃钢或塑料设备，如操作不当，高温烟气直接与其接触有可能造成设备烧损或火灾事故；

余热锅炉蒸汽压力高，存在锅炉事故危险；

电收尘器、电除雾器属高压电气设备，存在电击事故危险；其它电器设备，有可能发生触电、漏电事故。

制酸设备的跑、冒、滴、漏有可能造成周边环境腐蚀或人身伤亡事故；

机械设备高速旋转运行中，会发生人身事故的危险；

各工序梯子、平台有可能发生人体跌落危险；

配电房、沸腾炉操作平台、化验室、办公室等有发生火灾的危险；

干燥的硫精矿着火点 400℃左右，有时会自燃。

SO₂ 鼓风机，空气鼓风机等有噪音的危害；

轻油库属易燃易爆设施，存在不安全因素；

针对上述因素，有必要采取安全与卫生、消防防范措施，实现安全、文明生产。

20.5 职业安全卫生防护措施

20.5.1 安全保护措施

车间内生产设备按工艺流程布置，统筹规划、生产线不发生交叉，物料采用机械输送，输送线路短捷，方式安全可靠。

各类吊车严格按《起重机械安全规程》（GB6067-35）运行。

精矿仓到沸腾炉物料运输系统采取设备联锁，单台设备均有事故开关，开停设备报警信号。

所有联轴器、链轮、皮带交接处均设安全防护罩。

沸腾炉焙烧属高温作业工序，设备配置上考虑通风条件。严格控制炉内操作条件，防止火焰外窜。

净化工序设置高位水槽及仪表自动检测报警装置，防止出现高温烟气直接接触玻璃钢及塑料设备的事故。

各生产工序的池、槽、平台及工作人员需要到达而又可能发生跌落的地点，都设盖板与护栏、防滑铺板，并有足够的照明度，防止跌落事故发生。

余热锅炉分汽缸、除氧器、连续排污等压力容器均设有安全阀，并设有水位监视、蒸汽压报警器等。

变电所、烟囱电收尘器设避雷针，所有电器设备外壳均安接地装置。

跨越道路的架空管线、管桥，其净空高度不小于 5 米。

制酸工序中介质腐蚀性强，厂房地面、墙、设备基础作防腐处理。

为防止硫酸及 SO_2 、 SO_3 烟气的泄露，所有非标钢制设备施工中焊缝均要进行煤油试渗，另外转化器、热交换器及相应系统连接管道还要进行气压试验和气密性试验，硫酸管路进行水压试验。

跨人行道的酸管连接处加防护罩，沸腾炉清炉备用防毒面具。

有漏酸可能的操作点均设水龙头。

酸库及循环槽设置液位指示器，防止浓酸外溢。

酸库周边设置挡酸堤，防止酸罐本体出现裂缝后大量浓酸外流腐蚀周边环境及土壤。

室外照明设防雨灯。

对高于 15 米以上烟囱、厂房等建构筑物装设独立的避雷针(带)，

使被保护的建（构）筑物及其突出物面的物体处于避雷针（带）的保护范围内，防止直击雷对人体或设备的损害。

20.5.2 卫生防护措施

精矿输送、上下料破碎、振动筛、沸腾炉进料口等产尘点采用密闭排风措施，含尘气体经袋式除尘器净化后排至室外，岗位粉尘浓度符合《工业企业设计卫生标准》要求。

在沸腾炉前、余热锅炉及收尘系统等工作点设置移动式喷雾风机以改善工人劳动条件，沸腾炉、硫酸、余热发电仪表室设置空气调节装置，所有操作室均安装吊扇。

高层厂房如沸腾炉、余热锅炉及收尘系统均采用敞开式，以利通风散热。

含 SO_2 浓度高的沸腾炉焙烧烟气，经除尘后送制酸，整个系统密闭， SO_2 气体不外逸。

高温设备如沸腾炉、转化器、换热器，按工艺要求严格做好外保温，确保外表温度 $<50^\circ\text{C}$ 。

SO_2 鼓风机房、空气鼓风机室内设置消音装置，确保噪声小于85dB（A），配备个人防护耳塞或耳罩，减少噪声对人体的危害。

高温工种按规定给工序高温津贴，并配清凉饮料和防暑降温食品。

厂区选择适宜树种进行绿化，提高环境自净能力，改善厂区环境。

20.6 劳动安全和工业卫生机构设置及人员配置

本设计属于园区内新建项目，安全卫生管理机构原则上依托园区总体设置的机构，本设计不再考虑新增安全卫生机构和定员。本项目对公司而言属一个新的领域，应严格要求定期分批对操作人员和生产

管理人员进行生产培训和安全卫生教育，并进行认真的考核，对考核不合格者不能上岗。

20.7 专用投资概算

劳动安全与工业卫生专项防护设施费用包括防火、防尘、防毒、防静电、防雷、防机构损伤等设施费用及检测装置费用，事故应急措施费用，劳动保护设备、安全卫生设备、安全教育培训费用等。这些费用分别在工艺、设备、总图、土建、电气、自控、暖通、消防等专业工程费用中包含，并已纳入总投资概算中。

20.8 预期防范效果

为了实现文明生产，保障操作人员安全与健康，避免意外事故发生，除了必要的安全与卫生措施外，还必须采取以下措施：

- (1) 加强安全教育树立“安全第一”的思想；
- (2) 加强对工人的培训，提高工人的技术水平；
- (3) 建立必要的规章制度，严格遵守操作规程；
- (4) 加强对设备的检修、维护、及时根除隐患。

由于本工程设计采用成熟、可靠、先进的生产工艺和设备，各专业设计中严格执行有关规范中劳动安全和工业卫生的规定要求，对影响劳动安全和工业卫生的因素，采取了切实可行的防范措施，在生产期加强职工劳动安全卫生教育，生产达到工业企业设计卫生标准的要求。