

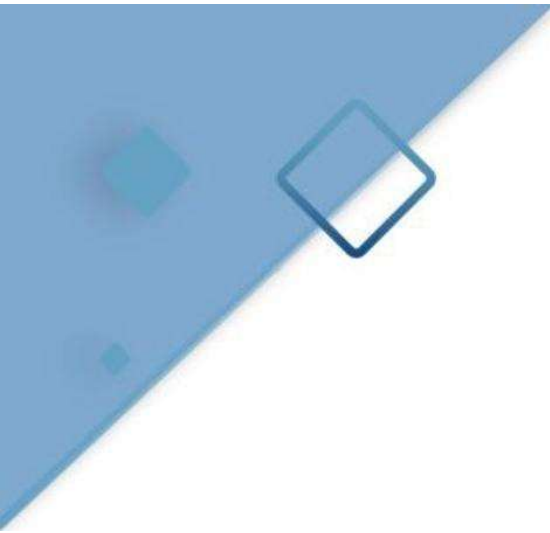


云南化工设计院有限公司
YUNAN DESIGN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING CO.LTD.

擘画精工造物 绘就磷化未来

——磷石膏制酸技术介绍

2026.7.1



01

part one

公司简介

Yunnan Design Institute of Chemical Engineering Co.,Ltd.
earn acclaim through quality meticulously
crafting a better phosphorus chemistry engineering future





公司简介

云南化工设计院有限公司

COMPANY

PROFILE

云南化工设计院有限公司是云南省化工设计院整体改制设立的工程有限公司。

其成立于1974年，是知识密集、人才集中、为国家和社会提供智力服务和技术支持的高新技术企业、专精特新中小企业，云南省石油化工行业甲级骨干咨询设计单位。



More Informations

现有职工

225人

注册人员

130人

高级工程师

116人

工程师

51人

云南化工设计院有限公司
YUNNAN DESIGN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING CO., LTD



公司简介



公司主要承揽国内外化工石化医药、建筑、轻纺、市政公用、环境污染防治工程建设项目的咨询、设计、总承包和项目管理业务。

业务模式：T+EPC

资质证书

- 工程咨询**甲级**证书；
- 工程设计**甲级**证书；
- 工程总承包**甲级**证书；
- 压力容器、压力管道设计证书；

管理体系

- ISO9001: 2015 质量管理体系
- ISO45001:2018 职业健康安全管理体系
- ISO14001:2015 环境管理体系

工程业绩

- 完成工程咨询、设计、总承包、项目管理业务3000余项；
- 获国家及省部级奖励150余项；



公司简介

四大主 营业务

01

黄磷

02

硫磺
制酸

03

净化
磷酸

04

高浓度
复合肥

四大技 术集成

01

WTP湿法
磷酸生
产工艺

02

磷石膏制
酸工艺

03

无水磷石膏
生产工艺

04

磷石膏水洗
净化及无害
化特种膜膜
法处理技术

国际化 积极开拓国际市场，实现全球化精准布局

resh and simple line style enterprise product

一带一路

消化吸收国际一流大型硫酸技术，自主钻研新型硫酸技术，将先进的硫磺制酸工艺推广到国外；

印尼华越3x800kt/a
硫磺制酸装置



国际市场

依托黄磷、硫磺制酸、净化磷酸、高浓度磷复肥等主业，积极开拓了俄罗斯印度尼西亚、哈萨克斯坦、摩洛哥等国际市场。

俄罗斯欧化集团



公司规划

Yunnan Design Institute of Chemical Engineering Co., Ltd.

肇画精工造物

云南化工设计院有限公司，将努力实现：

走出云南，面向全国，走向世界

以质量赢得口碑

WORD-OF-MOUTH

以服务提升信誉

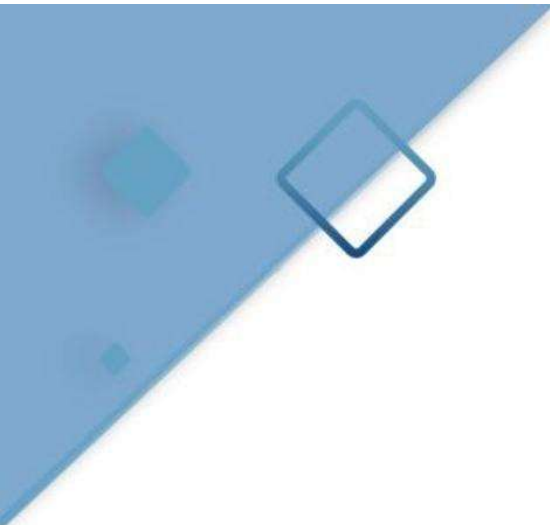
REPUTATION

以专业获取信任

TRUST

绘就磷化未来！





02

part two

磷石膏制酸 工艺介绍

一直致力于磷石膏制酸技术的发展及推动！





磷石膏处理与应用的困境

传统磷石膏处理窘境：



政策压力大：“以渣定产”
2024年3月25日，工信部等7部门联合印发《磷石膏综合利用行动方案》（工信部联节[2024]58号）明确提出，到2026年，磷石膏的综合利用率要达到65%。并实现综合利用量与产生量的动态平衡。



磷石膏堆存占用了惊人的土地资源；
磷石膏堆存带来了一些列严重的环境风险；
磷石膏堆存的要求越来越高，堆存成本一直在提高。
磷石膏无害化处理技术和规模存在局限。
治理成本与收益倒挂。



磷石膏制建材受多种因素限制；
受市场容量、市场接受程度、产品销售半径的限制，大规模利用途径还待开发，市场空间有限；
综合利用产品附加值低；



在硫磺价格平稳较低的情况下，传统磷石膏制酸工艺路线长，流程复杂，装置能耗高、整体投资大，运行效益差，基本是处于运行亏损状态。



磷石膏处理与应用的新要求

磷石膏制酸的迫切需求及必要性：

01

新能源产业发展驱动循环经济升级

新能源市场持续高速扩张，为磷酸铁锂正极材料带来强劲需求。

磷酸铁锂需求激增 → 湿法磷酸原料需求同步攀升 → 磷石膏副产物产量持续增加。

对磷石膏的存量管理与增量消纳提出更高要求。

同步建设配套的磷石膏制水泥联产硫酸装置，已成为推动产业可持续发展的关键举措，具有深远的现实与战略意义。

02

变废为宝，破解资源困局的需要

化石能源消耗减少导致传统硫磺（作为炼油、天然气加工的副产品）供应量持续趋紧。以磷酸铁锂正极材料、红土镍矿湿法治炼为代表的新兴产业高速发展，均需要消耗大量硫酸作为关键生产原料。硫资源进入紧平衡状态，硫磺价格大幅上涨，显著推高了下游磷肥等产业的生产成本。

建设磷石膏制硫酸联产水泥装置，已远超单纯的固废处理范畴，成为保障产业安全、实现绿色发展的战略必需。

03

构建硫资源安全屏障与重構成本竞争力的战略需要

全球硫磺市场格局已发生深刻转变，形成了“供应结构性趋紧、需求刚性增强”的新常态，预计价格中枢将长期系统性上移，彻底告别过去的低价区间。

今年硫磺价格单价更是达到历史高点（破万元）。当前条件下，硫磺制酸生产硫酸的成本极高且原料供应受限。



磷石膏制酸主要工艺技术

1

一步法中空回转窑磷石膏制酸工艺

2

悬浮预热一步法中空回转窑磷石膏制酸工艺 (★)

3

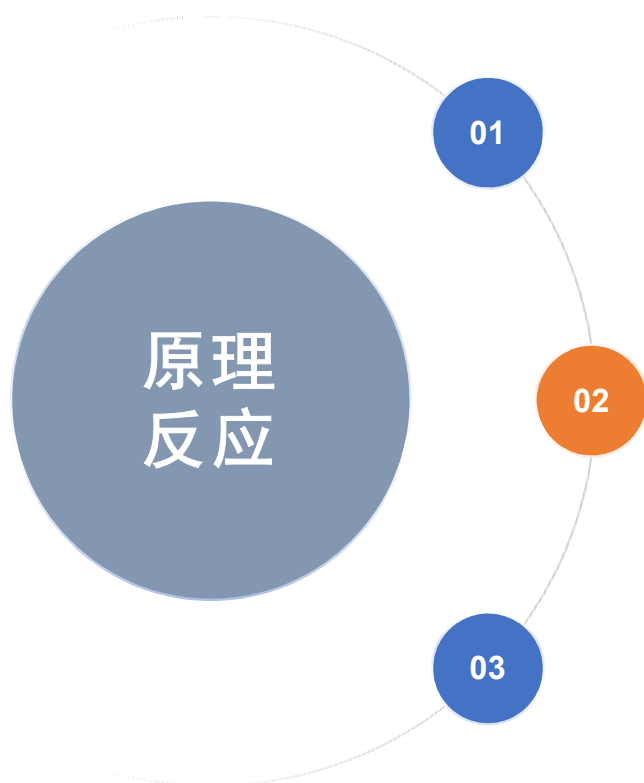
磷石膏循环流化床两步法制酸工艺

4

两级串联中空回转窑一步法磷石膏制硫酸联产水泥工艺

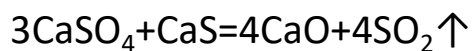
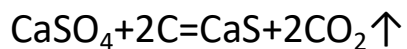


磷石膏制酸技术反应原理

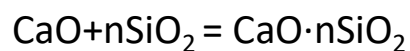


磷石膏与碳在高温下分解还原出二氧化硫和氧化钙。

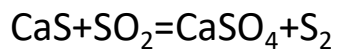
二氧化硫烟气经过净化后进入硫酸装置生产硫酸。



磷石膏分解后的部分氧化钙与磷石膏中的杂质硅在高温下经过矿化反应生产硅酸钙。

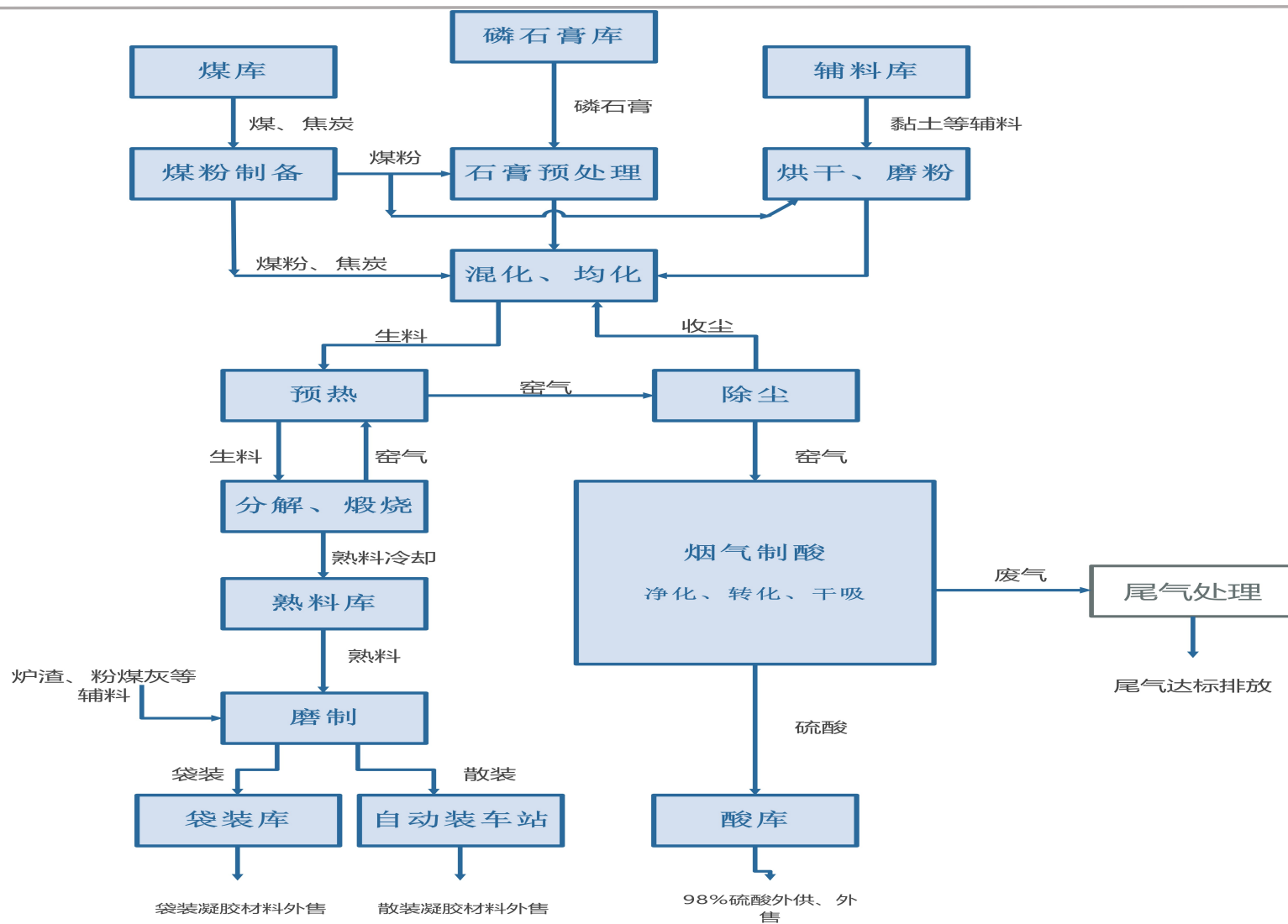


副反应。



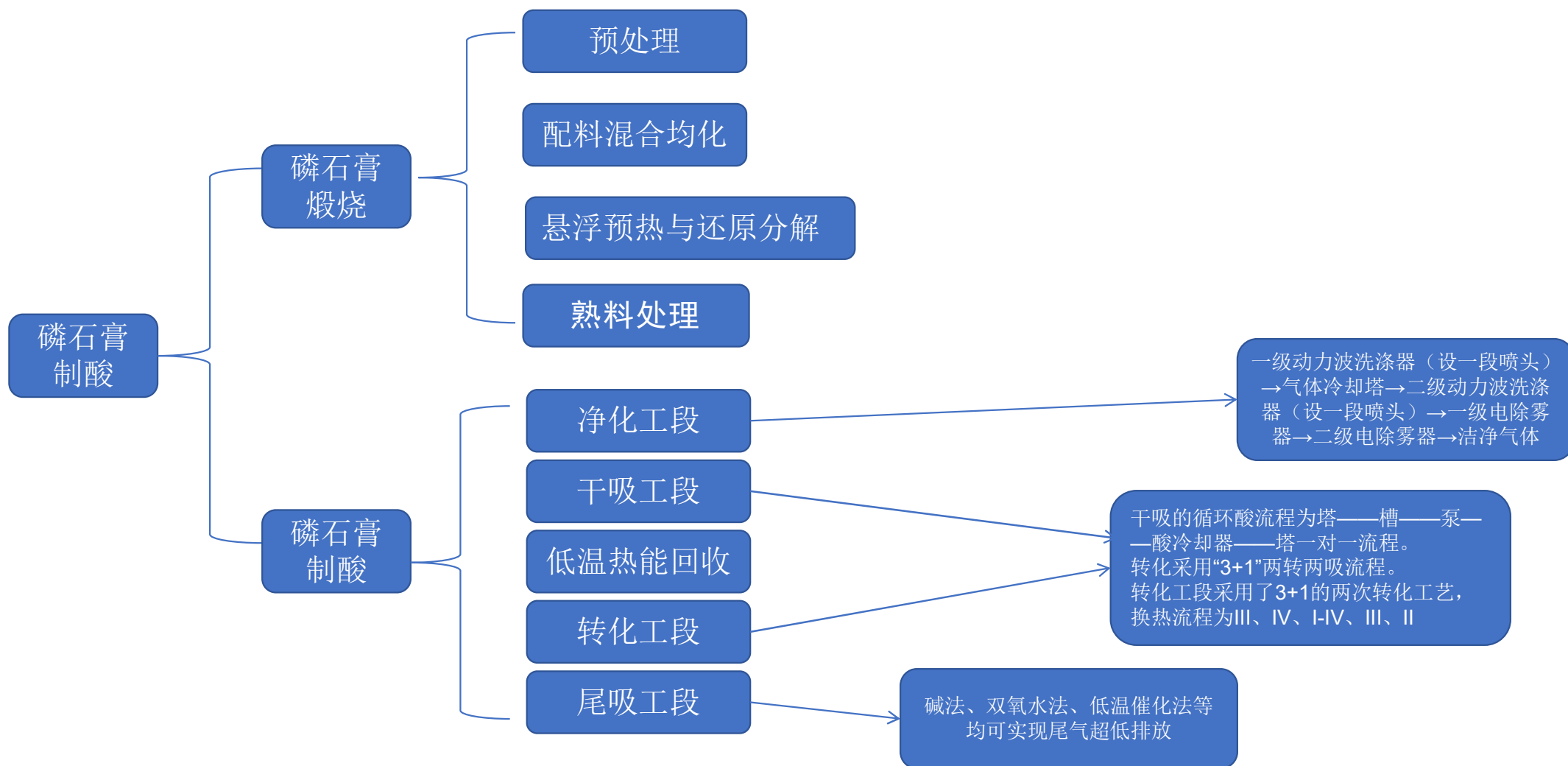


磷石膏制酸技术工艺流程





磷石膏制酸范围





磷石膏制酸工艺技术特点

一步法悬浮预热中空回转窑磷石膏制酸工艺目前的改进点：

- (1) 石膏烘干脱水后进料
- (2) 生料经悬浮预热器预热降低能耗

优点：

- 1 采用经烘干的磷石膏进料，进入回转窑的燃煤和空气量减少，减少了烟气中的氮气和二氧化碳含量，提高了烟气中的二氧化硫浓度。
- 2 石膏经烘干后进入悬浮预热器，减少了因石膏在回转窑中干燥带入烟气中的水分，而回转窑烟气出口温度高达300℃以上，减少了此部分水分带出系统的热量，同时减少了烟气净化系统的污水产生量。
- 3 石膏进入悬浮预热器预热提高了热能回收率，降低了煤耗。
- 4 采用该工艺后烟气二氧化硫浓度提高到7.5%以上，可以采用两转两吸工艺生产硫酸，且制酸的设备投资降低，经济性提高。



磷石膏制酸工艺技术优势

我院长期聚焦磷石膏资源化利用领域，深耕磷石膏制酸核心技术的研究、开发与工程落地应用。

技术优势

01

我院与国内某建材院达成深度战略合作，整合双方资源技术优势，联合攻关磷石膏制酸核心技术，共同推进磷石膏制酸技术的研发与工业化实施。

02

在传统悬浮预热器基础上，自主开发窑外分解新工艺技术（采用该技术 SO_2 的气浓最高可达**18%**）。

03

采用专有技术， SO_2 的气浓大幅提升。
同时副产蒸汽产能有也有较大提升。

04

针对在 SO_2 剧烈波动工况，采用自主研发的独特设计，可确保后端制酸装置一直稳定运行，即使 SO_2 浓度降至**4.5%**时装置也可正常运行。

05

我们有充足技术底气与实操把握，有信心保障磷石膏制酸副产水泥稳定达到 **42.5** 强度等级标准。



磷石膏制酸工艺消耗定额

项 目		规格	单耗	备注
原材料消耗	磷石膏 (吨/吨产品)	干基	2.171	
	焦粉 (吨/吨产品)	C≥80%	0.105	
	辅料 (吨/吨产品)		0.3	
公用工程消耗	工艺水消耗 (吨/吨产品)	0.4MPa	2	
	循环冷却水消耗 (吨/吨产品)	0.4MPa、 $\Delta t=8^{\circ}\text{C}$	60	
	燃煤 (吨/吨产品)	6000kcal/kg	0.3	
	电消耗 (度/吨产品)	380V/10kV	170	
	压缩空气 (Nm ³ /吨产品)		12	
	仪表空气 (Nm ³ /吨产品)		3	
产品	98%硫酸 (吨)	100%硫酸	1	
	水泥或胶凝材料 (吨)		1.3	
副产品	低压蒸汽 (吨/吨产品)	0.8MPa、175℃		



磷石膏制酸工艺性能指标

二氧化硫气浓：

≥7.5%，满足两转
两吸要求

经济指标：

分解率：≥95%
总转化率：≥99.8%
总吸收率：≥99.95%

三废排放：

尾气实现超低排放
 SO_2 ：≤50mg/Nm³
酸雾：≤5mg/Nm³
废水零排放

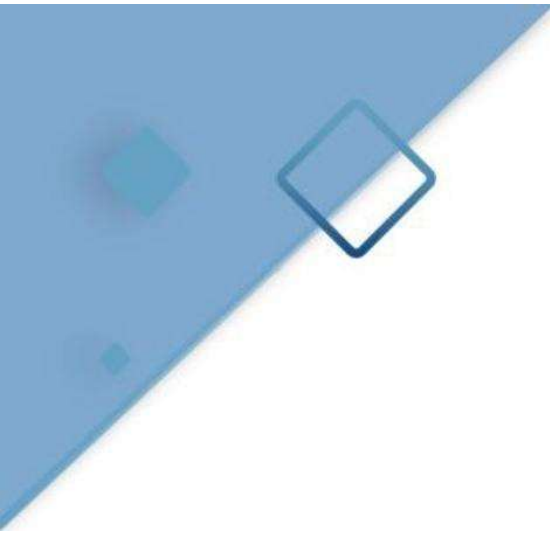
副产低压蒸汽

>0.4t/t酸

综合能耗

350kg标煤/吨酸

性能指标



03

part six

业绩





业绩：

- 01** 宜昌成远环保新材料有限公司年处理100万吨磷石膏综合利用项目装置设计工程 （设计中）

- 02** 云南展田环保科技有限公司60万吨/年磷石膏制酸综合利用示范项目（施工图已完成）

- 03** 云南云天化环保科技有限公司海口片区磷石膏制水泥联产硫酸资源循环利用示范项目 （可研已完成）

- 04** 云南祥丰实业集团有限公司100万吨年磷石膏制硫酸建设项目 （可研已完成）

- 05** 云南天安化工有限公司新能源电池前驱体材料配套硫循环绿色示范项目 （可研已完成）

- 06** 内蒙古大地云天化工有限公司100万吨磷石膏（湿基）制硫酸项目 （可研已完成）

THANKS

谢谢！



云南化工设计院有限公司

YUNAN DESIGN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING CO.LTD.