

2026年硫酸行业年会 · 技术交流报告

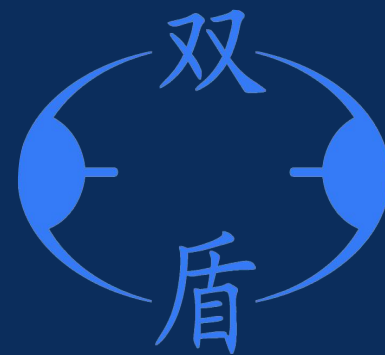
高效洗涤加电除雾器净化装置 在石膏制酸系统中的应用分享

—— 高效洗涤技术 · 导电玻璃钢电除雾器 · 石膏制酸净化特别设计

双盾环境科技有限公司

汇报人：徐新伟

2026年7月 · 湖北武汉



01	概述与背景	石膏制酸工艺特点与净化工段的重要性
02	高效洗涤技术	双盾高效洗涤器原理、结构与技术优势
03	导电玻璃钢电除雾器技术	第四代SDD-CF电除雾器原理与核心优势
04	石膏制酸净化装置特别设计	针对磷石膏烟气杂质特点的定制化设计
05	典型项目业绩	贵州金正大、瓮福集团、新疆科信
06	双盾环境企业实力	技术实力、制造能力与行业地位
07	双盾服务承诺	双盾以自身强大实力为制酸行业提供优质服务

01

概述与背景

石膏制酸工艺特点与净化工段的重要性

石膏制酸工艺流程与净化工段

石膏制酸典型工艺及净化环节定位

石膏制酸联产水泥工艺流程



▸ 净化工段 — 石膏制酸的"心脏"环节

- 石膏焙烧产生的烟气含SO₂（约7~10%），同时携带大量粉尘、氟化物、砷化物等有害杂质
- 净化工段通过"高效洗涤 + 电除雾"组合工艺，将烟气降温至<40℃，去除粉尘、砷、氟等杂质，保护触媒并确保酸质量
- 净化效果直接决定后续转化吸收效率、触媒寿命和成品酸品质，是石膏制酸装置稳定运行的关键保障

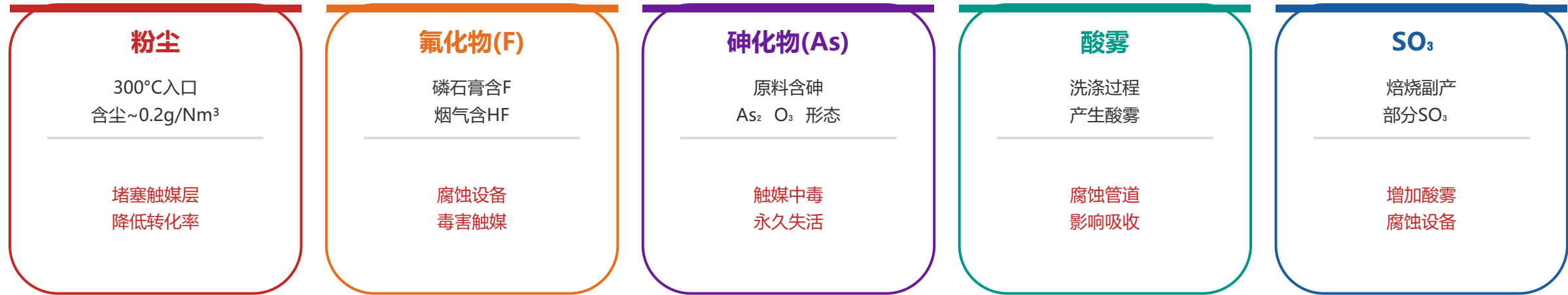
石膏制酸与硫磺制酸净化工段对比

对比维度	石膏制酸	硫磺制酸
原料	磷石膏/脱硫石膏（含杂质量大）	硫磺（纯度高）
烟气SO ₂ 浓度	7~10%	10~12%
粉尘含量	高（焙烧烟气含尘量大）	极低
氟化物	高（磷石膏含F）	无
砷化物	较高（原料来源差异）	无
净化难度	大（杂质种类多、浓度高）	小
净化关键设备	高效洗涤器+两级电除雾	简化洗涤+电除雾

石膏制酸烟气特点与净化挑战

磷石膏烟气杂质特性分析

石膏制酸烟气主要杂质成分



石膏制酸净化面临的三大挑战

- ① 杂质种类多、浓度高：粉尘+氟+砷+酸雾协同去除，单一设备难以达标
- ② 氟砷协同去除难：氟化物和砷化物需在洗涤段高效去除，否则进入电除雾段加重负荷
- ③ 设备防腐要求高：含氟酸性环境对设备材质提出严苛要求，需采用FRP等耐腐蚀材料

净化后烟气指标要求

指标	入口浓度	净化后要求	去除率
粉尘	~0.2 g/Nm ³	< 0.002 g/Nm ³	> 99%
酸雾	较高	< 0.005g/Nm ³	> 99.5%
砷(As)	较高	< 1.0 mg/Nm ³	> 95%
氟(F)	较高	<0.25 mg/Nm ³	> 95%

02

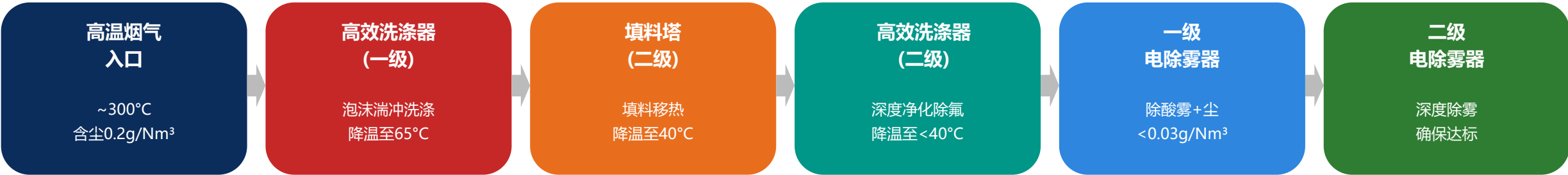
高效洗涤技术

双盾高效洗涤器原理、结构与技术优势

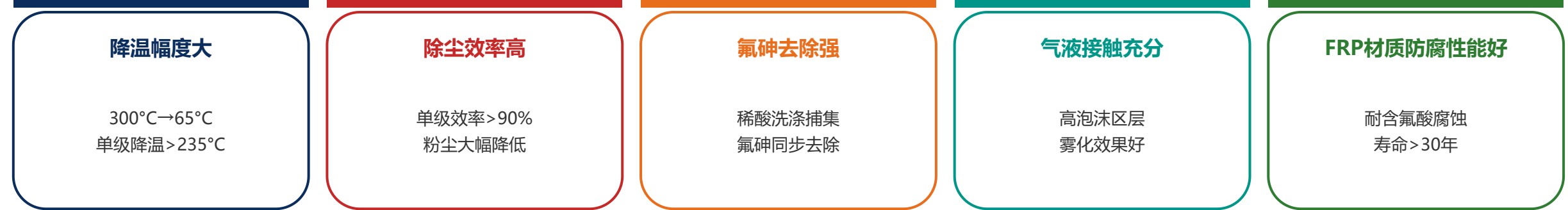
高效洗涤器工作原理

利用逆喷管内高速气流冲击专有喷头喷出的稀酸液，在管内湍冲接触，形成高泡沫层，气液充分接触
烟气温度从~300℃骤降至65℃以下，粉尘、砷、氟等杂质被稀酸捕集，实现高效净化

净化工段工艺流程



双盾高效洗涤器 — 五大技术优势



高效洗涤器设备结构与特点

双盾环境专利洗涤设备技术细节

高效洗涤器结构组成

▸ 过渡段

特殊设计，适应介质波动

▸ 溢流堰

提供水膜保护
保护设备不被高温损坏
液滴与尘粒碰撞凝聚，实现气液分离

▸ 逆喷管及喷嘴

耐高温玻璃钢内衬石墨砖材质可耐复杂烟气工况多喷嘴布置，稀酸均匀分布
喷嘴数量与逆喷管直径匹配
液气比与操作气速的适宜范围

▸ 材质选择

FRP（玻璃钢）主体，耐含氟酸腐蚀
关键部位采用改性FRP/石墨材料

双盾环境特别设计特点

▸ 过渡段冗余设计

根据烟气条件，可耐多种复杂介质，可耐高温，适应干、湿烟气复杂变化区域

适应石膏制酸烟气波动

▸ 不间断水膜覆盖技术

工艺优化设计，多股流体保障水膜连续不间断水膜覆盖均匀控制技术

对设备双重防护

▸ 抗氟FRP配方

专用耐氟树脂配方，抗HF腐蚀，使用寿命>30年

解决磷石膏含氟腐蚀难题

▸ 斜管沉降分离

洗涤稀酸经斜管沉降器固液分离，清液循环使用

减少废水排放

▸ 模块化制造

工厂模块预制，现场快速组装，施工周期缩短40%

降低安装成本

03

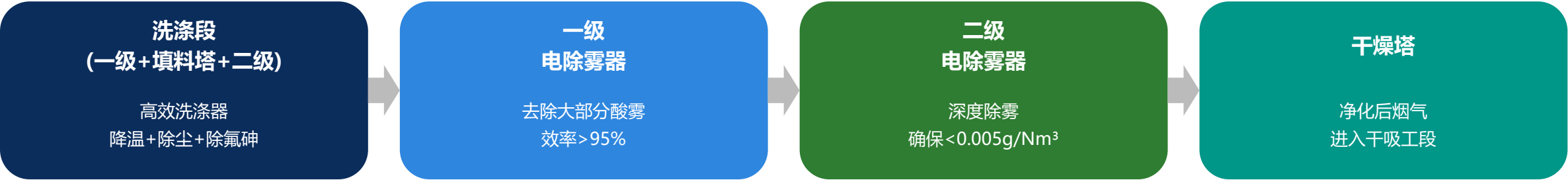
导电玻璃钢电除雾器技术

第四代SDD-CF电除雾器原理与核心优势

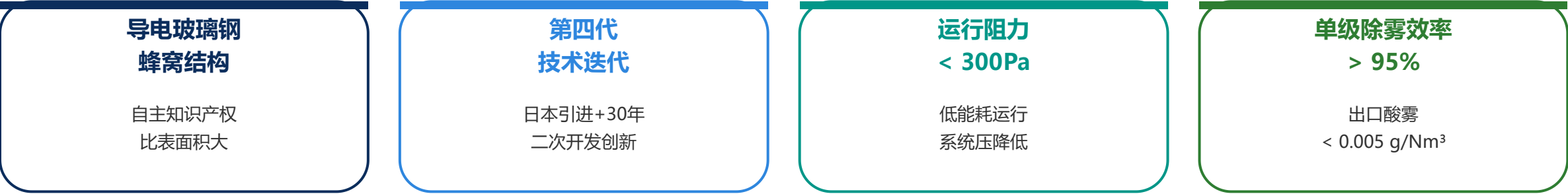
电除雾器工作原理

高压直流电场（30~70 kV）使烟气中酸雾颗粒荷电，在电场力作用下向收尘极移动并附着
酸雾液滴在极板上汇聚成液膜，靠重力流下收集，实现气液分离 — 出口酸雾可降至 < 0.005 g/Nm³

电除雾器在净化工段的定位（两级串联）



双盾第四代SDD-CF导电玻璃钢电除雾器



导电玻璃钢电除雾器核心优势

SDD-CF电除雾器在石膏制酸中的技术优势

技术优势

- ▶ **蜂窝结构设计**
蜂窝管比圆管利用率高20%，占地面积小
- ▶ **导电阻燃玻璃钢材质**
导电FRP极板，无需防腐衬里，耐含氟酸腐蚀
特别适合磷石膏制酸含氟烟气环境
- ▶ **低阻力运行**
系统阻力 < 300Pa，引风机能耗低
- ▶ **高电压稳定运行**
30~70kV高压直流，电场均匀稳定
绝缘箱加热防潮，确保长期稳定运行
- ▶ **智能供电控制**
高压硅整流变压器+智能控制
自动跟踪烟气工况，优化电能输入

检测平台与行业地位

- ▶ **国内唯一检测平台**
拥有国内唯一的导电玻璃钢电除雾器检测平台（江苏省湿电工程技术中心）
- ▶ **湿电业绩近3000台套**
在有色冶炼制酸、烟气环保治理领域市场占有率超90%，行业龙头
- ▶ **国家标准参编单位**
GB50880《冶炼烟气制酸工艺设计规范》
GB51284《烟气脱硫工艺设计标准》
- ▶ **技术参数**
处理气量：5,000~500,000 Nm³/h
运行电压：30~70 kV
出口酸雾：< 0.005 g/Nm³
使用寿命：>30年

04

石膏制酸净化装置特别设计

针对磷石膏烟气杂质特点的定制化设计

石膏制酸净化装置特别设计（一）

针对磷石膏含氟、含砷烟气的定制化方案

特别设计一：抗氟腐蚀材质体系

- ▶ 问题：磷石膏含氟，焙烧烟气含HF，常规材质迅速腐蚀
- ▶ 方案：
 - ✓ 洗涤器主体采用双盾专用抗氟FRP配方
 - ✓ 电除雾器极板采用导电玻璃钢（耐HF腐蚀）
 - ✓ 关键管路采用内衬PTFE/石墨改性材料
- ▶ 效果：设备寿命>30年，维护成本降低60%

特别设计二：三级洗涤+两级电除雾

- ▶ 问题：石膏制酸杂质种类多、浓度高，单级净化难以达标
- ▶ 方案：
 - ✓ 一级洗涤（高效洗涤器）：降温+除尘+除大部分氟砷
 - ✓ 二级洗涤（填料塔/泡沫塔）：深度冷却+残余杂质去除
 - ✓ 二级洗涤（高效洗涤）：氟、砷、汞等污染物深度去除
 - ✓ 两级电除雾器串联：确保出口酸雾<0.005 g/Nm³
- ▶ 效果：净化指标全面优于国家标准

特别设计三：稀酸循环与废酸处理

- ▶ 问题：洗涤产生含氟含砷稀酸，直接排放造成污染
- ▶ 方案：
 - ✓ 斜管沉降器固液分离，清液循环使用
 - ✓ 循环酸浓度控制在5~15%，定期排污
 - ✓ 排污稀酸经石灰中和处理后安全处置
- ▶ 效果：废水排放量减少80%，环保达标

特别设计四：适应烟气波动的弹性设计

- ▶ 问题：石膏焙烧烟气SO₂ 浓度、气量波动大
- ▶ 方案：
 - ✓ 洗涤器泡沫层可调节，适应气量30~120%波动
 - ✓ 电除雾器智能供电，自动跟踪工况变化
 - ✓ 循环酸系统变频控制，液气比自动调节
- ▶ 效果：波动工况下净化指标稳定达标

石膏制酸净化装置设计参数

典型石膏制酸装置净化系统技术参数

典型石膏制酸（10~30万吨/年）净化系统主要设计参数

设备/参数项	设计参数	技术特点	备注
高效洗涤器（一级）	气相阻力2000-3500Pa	FRP材质，冗余防腐	降温300→65℃
填料洗涤塔（二级）	空塔流速1.2~1.8 m/s，气相阻力-1000Pa， 配套板换移热	FRP壳体+PP鲍尔环	降温65→40℃
高效洗涤器（二级）	气相阻力1500-2500Pa	深度除氟、脱汞	降温至<40℃
一级电除雾器	电场电压45~55 kV，蜂窝管径300~400mm	导电玻璃钢极管	除雾效率>95%
二级电除雾器	电场电压45~55 kV，蜂窝管径300~400mm	导电玻璃钢极管	出口酸雾<0.005g/Nm³
绝缘箱	电加热保温，温度>110℃	防结露爬电	确保稳定运行
循环酸系统	浓度5~15%，循环量可调	全程自动控制	定期排污

净化效果保证：出口粉尘 < 0.002 g/Nm³ | 酸雾 < 0.005 g/Nm³ | 砷 < 1.0 mg/Nm³ | 氟 < 0.25 mg/Nm³ | 烟气温度 < 40℃

05

典型项目业绩

贵州金正大 · 瓮福集团 · 鲁北化工 · 新疆科信

案例一：贵州金正大

磷石膏制酸净化装置（一期、二期两套） — 高效洗涤+填料塔+电除雾器

项目概况

贵州金正大磷石膏制酸项目，利用磷化工副产磷石膏为原料，通过焙烧分解制取硫酸，实现磷石膏资源化利用
双盾环境承担净化工段整体的设计、制造与安装，针对磷石膏含氟特点进行了抗氟防腐特别设计

磷石膏

原料
磷化工副产物

资源化

磷石膏制酸

抗氟

设计
专用FRP材质

达标

净化指标全优

技术亮点

抗氟FRP
洗涤器

专用耐氟树脂配方
解决HF腐蚀难题

两级
电除雾

导电玻璃钢电除雾
出口酸雾<0.0005g/Nm³

稀酸循环
系统

斜管沉降分离
废水减排80%

弹性
设计

适应烟气波动
稳定达标排放

项目意义：磷石膏资源化利用闭环的关键环节，为磷化工行业石膏处置提供示范

案例一：贵州金正大

16

磷石膏制酸净化装置EPC（一期、二期两套） — 高效洗涤+填料塔+电除雾器



项目意义：磷石膏资源化利用闭环的关键环节，为磷化工行业石膏处置提供示范

案例二：瓮福集团

磷石膏资源化分解制硫酸联产水泥 — 净化系统电除雾器

项目概况

瓮福磷石膏资源化分解制硫酸联产水泥熟料1468项目 — 全球最大磷石膏循环利用装置

双盾环境承担净化系统所有非标设备及尾吸塔+湿式电除雾器的设计制造安装

每年将大量磷石膏"吃干榨净"，生产硫酸和水泥回到产业链中，实现磷石膏资源化利用

全球
最大

磷石膏利用装置

一二级

电除雾
净化系统配套

尾吸塔

+湿电
尾气深度处理

净化非标设备

净化指标优良

双盾供货设备清单

设备名称	规格/型号	数量	材质
一级电除雾器	SDD-CF导电玻璃钢	2台	导电FRP
二级电除雾器	SDD-CF导电玻璃钢	2台	导电FRP
净化非标设备	高效洗涤器+填料塔+其他非标设备	1套	FRP
尾吸吸收除雾装置	尾气脱硫塔+SDD-CF尾部深度除雾	1台	导电FRP

技术亮点与意义

- ▶ 两级电除雾器确保净化酸雾<0.005 g/Nm³
- ▶ 尾吸塔+湿式电除雾器实现尾气超低排放
- ▶ 导电FRP材质耐含氟烟气腐蚀，寿命>30年
- ▶ 为全球最大磷石膏利用装置提供净化保障

案例二：瓮福集团

磷石膏资源化分解制硫酸联产水泥1468项目 — 净化、尾吸系统

17



案例二：瓮福集团

磷石膏资源化分解制硫酸联产水泥 — 净化、尾吸系统

17



案例三：新疆科信化工氟石膏制酸配套系统

硫酸装置净化系统 + 含氟废水处理 + 干吸、尾吸系统EPC

项目概况

新疆科信化工新材料有限公司硫酸装置项目

双盾环境承担净化系统、含氟废水处理系统、干吸及尾吸系统的的设计、制造与安装，主装置已建成待投产

107746

Nm³/h
处理气量

在建中

运行状态

高效洗涤

+电除雾
净化工艺

达标

排放指标

技术亮点

高效
洗涤器

FRP材质
适应大气量

两级
elect除雾

导电玻璃钢
深度净化

高氟
工况

含氟废水处置成套系统

严寒
适应

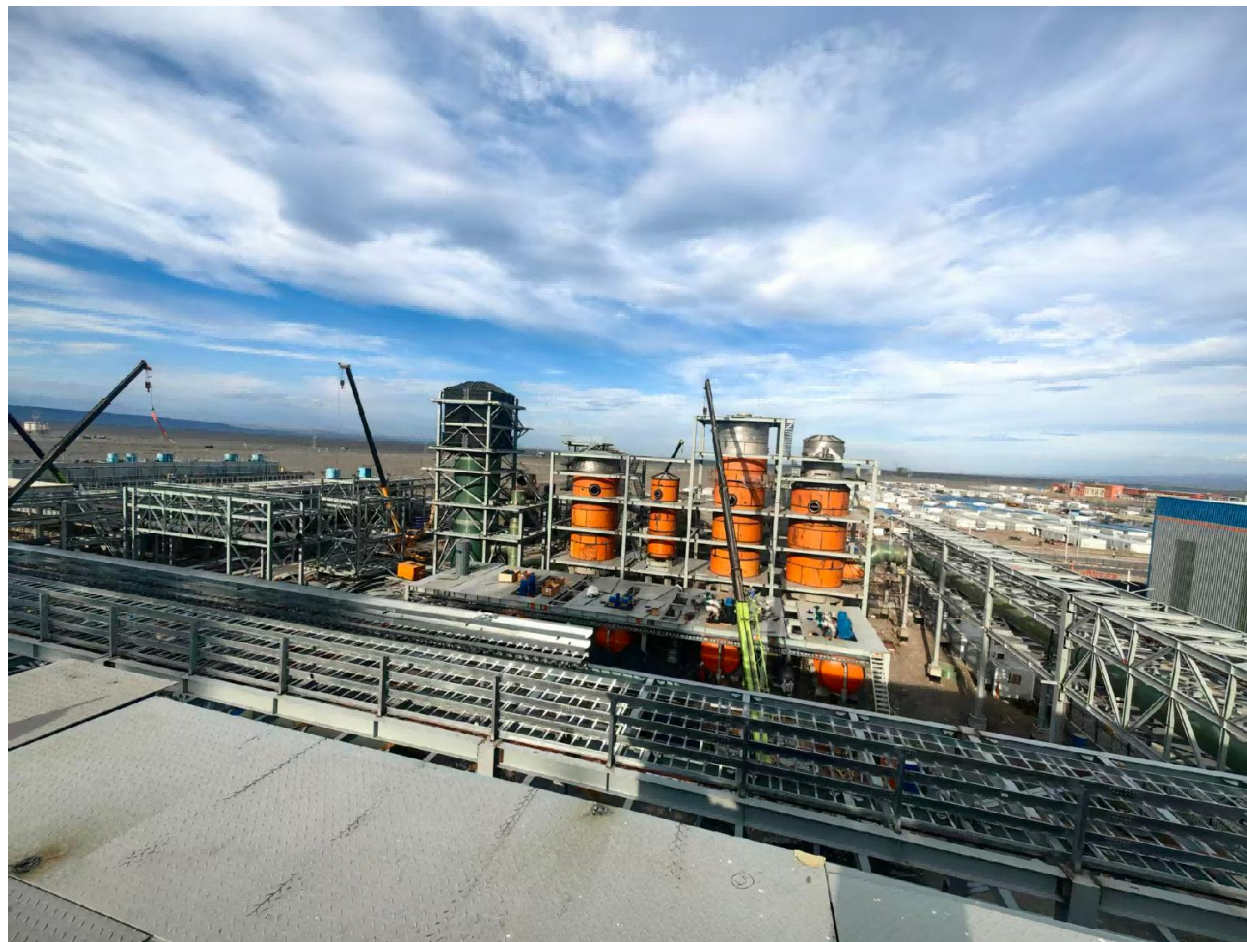
新疆地域特点
防冻保温设计

项目意义：双盾净化装置适应高含氟工况、新疆严寒地域条件，体现不同环境下的工程适应能力

案例三：新疆科信化工氟石膏制酸配套系统

硫酸装置净化系统 + 含氟废水处理 + 干吸、尾吸系统EPC

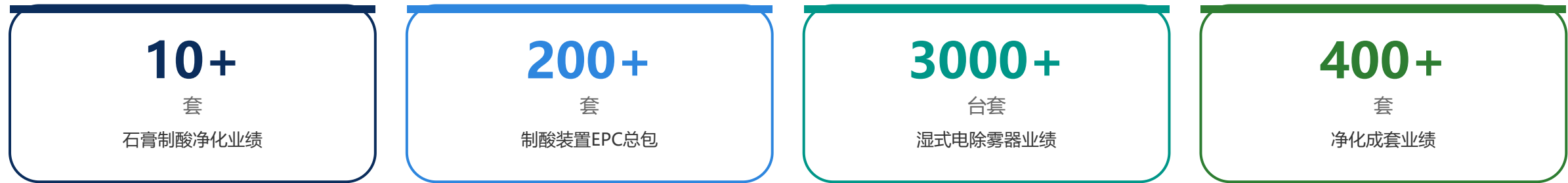
19



项目意义：双盾净化装置适应高含氟工况、新疆严寒地域条件，体现不同环境下的工程适应能力

石膏制酸及净化装置业绩汇总

双盾环境在石膏制酸及相关领域代表性项目



石膏制酸及净化装置代表性业绩

序号	用户单位	项目内容	装置类型	状态
1	贵州金正大	磷石膏制酸净化系统	2套净化装置EPC	已投产
2	瓮福集团	磷石膏制酸净化系统电除雾器+尾吸塔+湿电	净化+尾气吸收	已投产
3	山东鲁北化工	石膏制酸净化设备	净化电除雾器改造	已投产
4	新疆科信化工	硫酸装置净化系统（107746 Nm³/h）	净化、废水、干吸、尾吸	待投产
5	贵州开磷集团	40万吨硫酸双氧水脱硫（400000 Nm³/h）	双氧水脱硫+电除雾器	已投产
6	贵州开磷集团	16万吨硫酸双氧水脱硫（160000 Nm³/h）	双氧水脱硫+电除雾器	已投产

注：以上为石膏制酸及磷化工领域部分代表性项目，双盾环境在贵州磷化工产业集聚区业绩尤为集中

06

双盾环境企业实力

技术实力、制造能力与行业地位

企业简介

双盾环境科技有限公司（原宜兴市化工成套设备有限公司）创建于1992年，是江苏省高新技术企业、国家级小巨人企业。主要从事国内外硫酸装置、脱硫脱硝装置、湿法冶炼、烟气深度净化装置等工程建设总承包（EPC）及专用设备的设计、制造、安装和调试。净化工段成套技术在国内有色冶炼制酸、烟气环保治理领域市场占有率超90%，行业龙头名副其实。

1992

年
企业创建

1200+

人
员工总数

235

人
工程技术人员

100+

项
国家专利技术

800+

亩
占地面积

核心竞争力

净化领先

净化工段成套技术
行业占有率超90%

电除雾器权威

导电玻璃钢电除雾器
近3000台套业绩

制酸专业化

制酸总包业绩超200套
涵盖石膏/硫磺/冶炼

FRP制造强大

37条FRP自动化生产线
年产数万吨

行业地位与资质

▶ 国家标准参编单位

GB50880 《冶炼烟气制酸工艺设计规范》
GB51284 《烟气脱硫工艺设计标准》

▶ 国内唯一检测平台

国内唯一的导电玻璃钢电除雾器检测平台
江苏省湿电工程技术中心

▶ 100余项国家专利

其中发明专利21项

▶ 工程资质

化工石化医药行业设计乙级资质
环境工程（大气污染防治）设计甲级资质
A2压力容器设计制造资质、压力容器ASMT认证
GC2压力管道设计安装资质
石油化工总承包二级资质
环保工程专业承包一级资质

FRP智能制造能力

37 条

FRP自动化生产线

56 条

金属制品生产线

268000 m²

加工车间面积

4万吨+ /年

FRP产品产能

▶ 智能制造

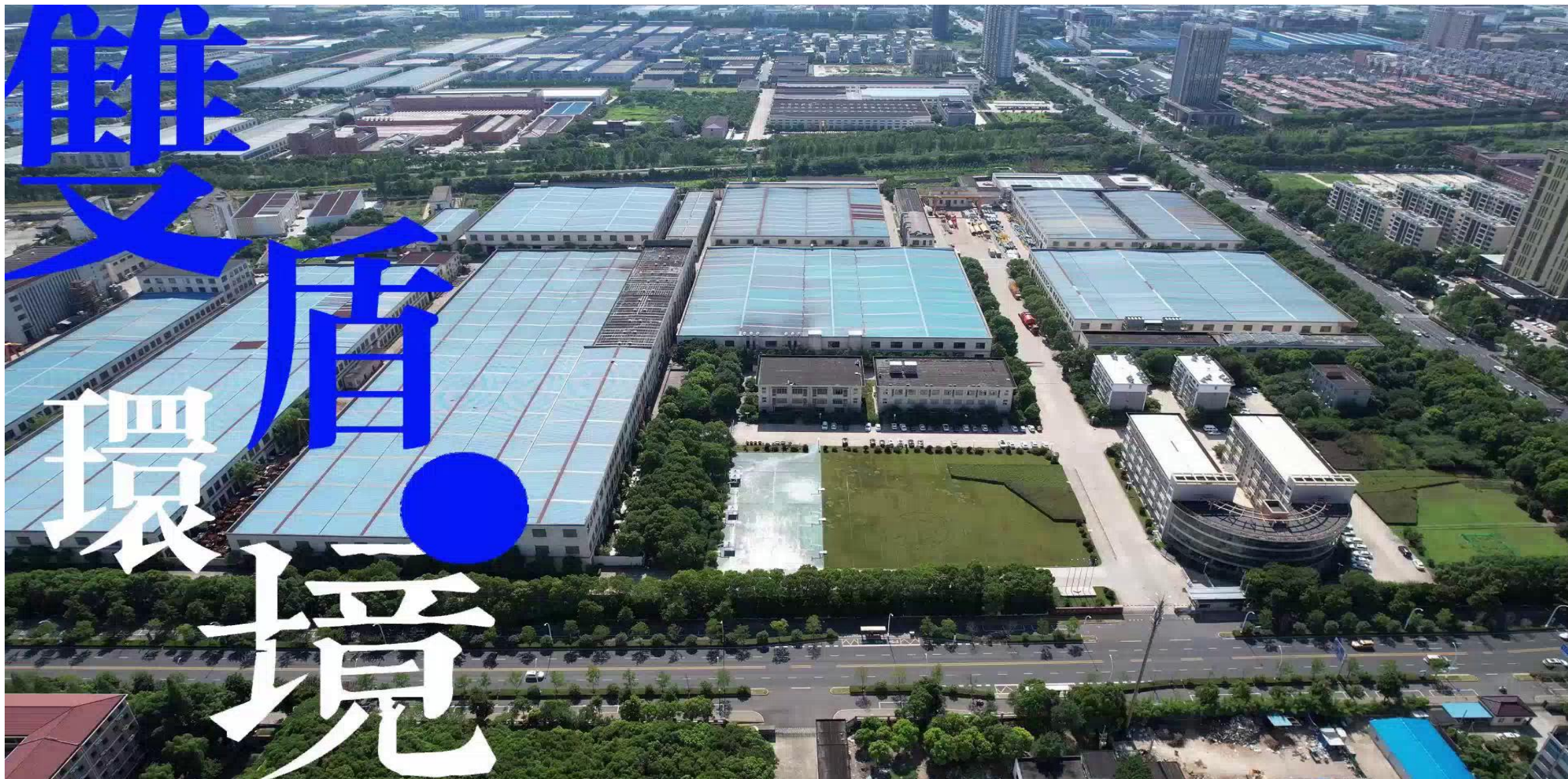
SPDA三维辅助设计 + CAM计算机辅助制造

▶ FRP技术优势

专用抗氟树脂配方，解决磷石膏含氟腐蚀
导电玻璃钢极板自主制造，品质可控

▶ 国际化布局

业务遍及亚非欧美，海外产值超5亿元



双盾环境科技有限公司

企业简介与核心实力

22





07

双盾服务承诺

双盾以自身强大实力为制酸行业提供优质服务

双盾环境的服务承诺

全生命周期技术支持与工程保障



双盾环境核心优势

维度	双盾环境优势
净化技术	净化工段成套技术行业占有率超90%，电除雾器近3000台套
石膏制酸	金正大、瓮福、鲁北、科信等项目验证，针对磷石膏特点特别设计
制造能力	37条FRP自动化生产线，专用抗氟树脂配方，导电玻璃钢自主制造
行业地位	GB50880/GB51284国家标准参编，国内唯一电除雾器检测平台



感谢聆听！

欢迎到宜兴指导工作！

双盾环境科技有限公司

江苏省宜兴市环科园绿园路105号

业务联系人：徐新伟 电话：139 0153 0092

