

自动反洗表面过滤器在硫酸工业中的应用

陕西金禹科技发展有限公司 王海洋 许娜娜

【摘要】简述了自动反洗表面过滤器的原理、工艺流程。综合介绍了自动反洗表面过滤器在酸性废水处理和稀酸过滤中的处理工艺下的应用，以及不同工况下的典型案例。并介绍了金禹科技最新的技术成果信息。

【关键词】表面过滤 稀酸过滤 有色冶炼废酸废水 最新技术成果

1. 概述

硫酸是十大重要工业化学品之一，被称之为“工业的血脉”，是世界上生产量最大的化工产品，广泛应用于各行各业。主要用于磷肥、复肥行业，占硫酸总需求量的70%左右；其次用于有色冶炼、石油化工、纺织印染、国防军工以及农药、医药、制革、炼焦、钢铁等工业部门，用途极为广泛。

硫酸生产以硫铁矿制酸、硫磺制酸、及冶炼烟气制酸为主。“十二五”以来，国家面临产业结构调整的巨大压力，特别是2012年推出了“节能减排、循环经济、资源综合利用、行业准入、能耗限额”等一系列政策，重点强调节能减排、资源再生利用，早前颁布的环保发展指南指出，重点治理污水中砷、氟及重金属污染，禁止没有砷处理装置的硫铁矿制酸装置企业使用高砷矿。

我国硫铁矿制酸与冶炼烟气制酸普遍使用了稀酸净化工艺，并开始使用动力波洗涤器等高效洗涤设备，减少了酸性废水的外排量。而酸性废水减排方面主要侧重于酸性废水的回收与利用。有色冶炼企业为了进一步治理烟气和充分利用烟气，在系统中配套烟气制酸系统，在烟气净化工段中产生大量的酸性废水，冶炼烟气制酸废水中含有重金属、砷、氟等离子含量较高。为了保护环境，实现节能减排，需将酸性废水进一步处理，实现达标排放或回用。

2. 自动反洗表面过滤器的简介

陕西金禹科技发展有限公司自主研发的产品——自动反洗表面过滤器，利用先进的表面膜技术，代替斜板沉降器进行固液分离，将清液返回净化系统或加入干吸工段使用，不但减小了设备占地面积、提高了系统运行效率，而且大大提高了处理精度和产酸量，增加了企业的经济效益，促进了酸性废水的回收与利用的技术进步。

表面过滤分离是一种新型的低压液体过滤技术，它将表面过滤技术、工业自动控制技术及新颖的阀门技术结合。过滤范围广、过滤精度高、自动化程度高、运行

费用低、占地面积小等特点，应用在废水处理的固液分离具有独到的优势。

自动反洗表面过滤器应用工艺流程

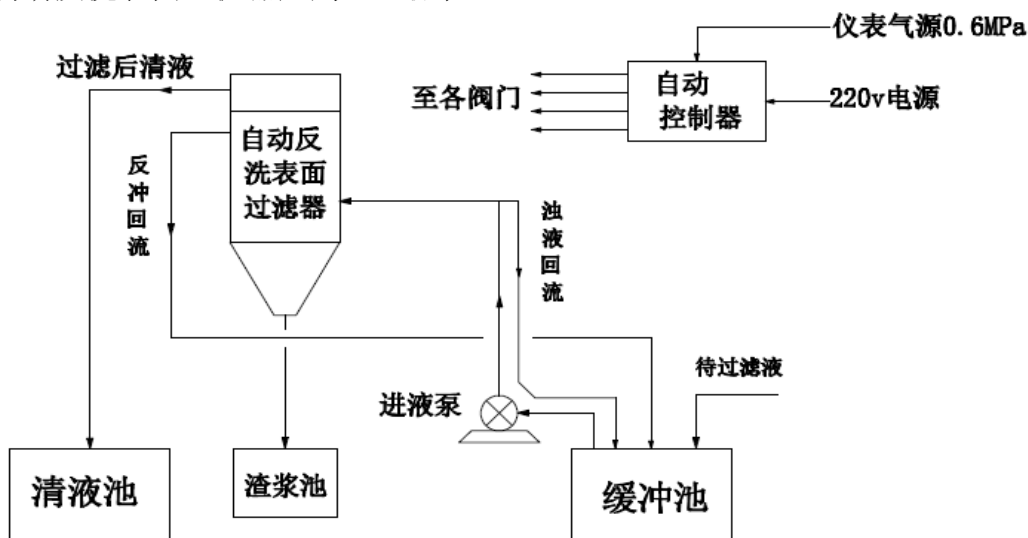


图 1 自动反洗表面过滤器应用工艺流程

自动反洗表面过滤器工艺流程说明：

待过滤液首先进入缓冲池，用进液泵将缓冲池中的待过滤液输送至自动反洗表面过滤器，经过滤后，滤清液进入过滤器上桶体，从清液口自动溢流进入清液池，作为工艺液体进一步处理或作为合格清液回用或达标排放；而其中的固体颗粒和胶体悬浮物被滤袋阻隔在表面，当达到一定厚度时，过滤器经由压力控制或时间控制（双控）自动进入反冲洗状态，反冲后的滤饼迅速脱离滤膜表面并沉降到过滤器锥形底部，当底部的滤渣积累到一定量时，排渣阀门自动打开，将滤渣排入渣浆池。

自动反洗表面过滤器的过滤、反冲、排渣过程全部由集成控制器自动控制。

3. 自动反洗表面过滤器在稀酸过滤中的应用

3.1 在硫铁矿制酸行业中的应用

A 过滤斜板沉降器底流，工艺流程说明

将斜板沉降器底流排入底流渣槽，底流经由进液酸泵打入自动反洗表面过滤器下筒体，过滤后的清液进入上筒体，自流进入地面稀酸清液储槽或干燥与吸收循环槽，并根据需要添加到干吸工段吸收利用。过滤截留下来的颗粒物质，经自动反冲和排渣排入渣场。

工艺流程图（如图 2 所示）：

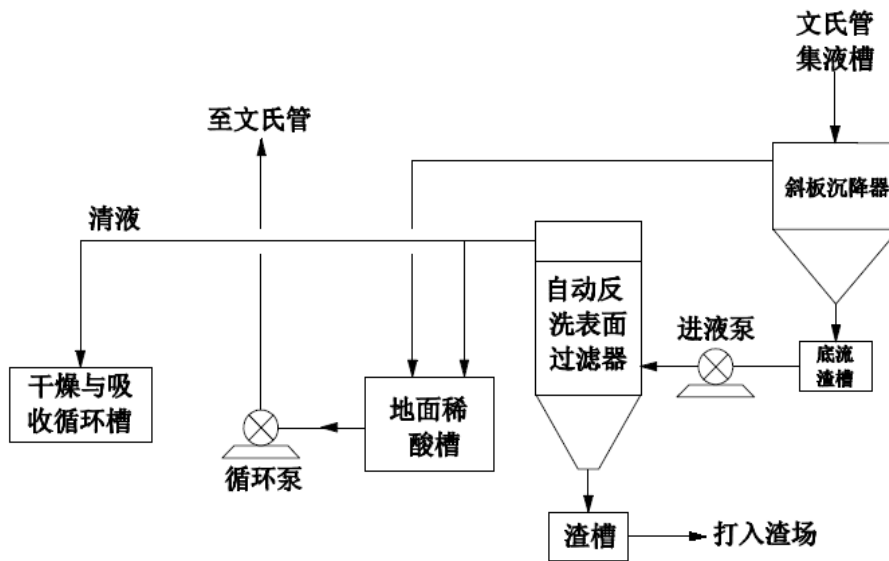


图2 过滤斜板沉降器底流工艺流程

B 代替斜板沉降器，工艺流程说明

文氏管稀酸全部自流进入表面过滤器，经过滤后清液自流进入地面稀酸槽，根据需要添加到干吸工段，滤渣排入渣场。

工艺流程图（如图3所示）：

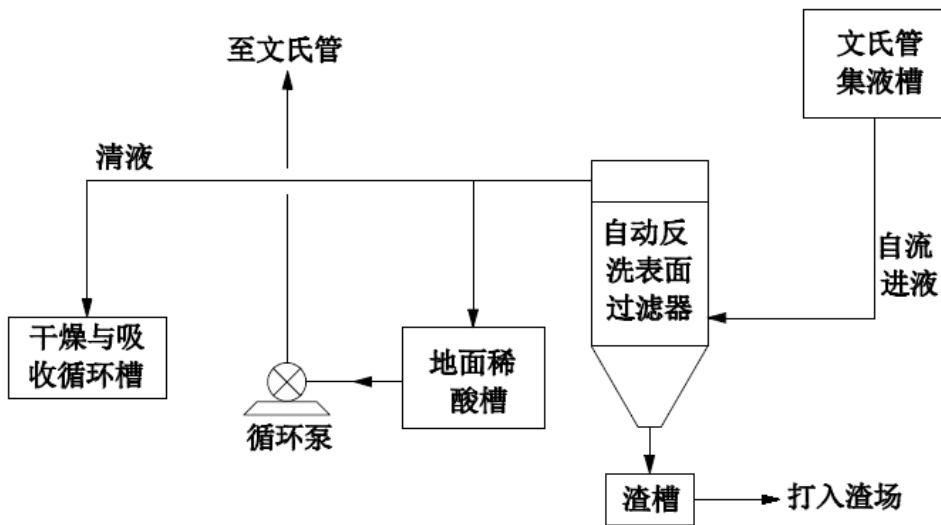


图3 代替斜板沉降器工艺流程

典型案例：国内某企业有 $2 \times 80 \text{kt/a}$ 硫铁矿制酸净化系统，采用“文—电”稀酸洗净化工艺代替“文—间—电”水洗净化工艺，用板式稀酸冷却器代替间冷器，用自动反洗表面过滤器代替澄清池和斜板沉降池，用陶瓷真空过滤机代替压滤机。改造后 $w(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 约 30% 的稀酸送入干吸工序和磷铵萃取工序回用，陶瓷真空过滤机产生的 $w(\text{Fe}) > 61\%$ 滤渣直接外售，实现硫酸、滤渣资源化利用，每年增加直接经济效益约 350 万元，经济效益和环境效益可观。

3.2在磷石膏制酸行业中的应用

自动反洗表面过滤器在磷石膏制酸行业中代替斜板沉降器，烟气净化稀酸打入过滤器（不需要添加任何化学药剂），利用自动反洗表面过滤器良好过滤性能，去除其中的杂质颗粒和悬浮物，清液返回酸液储池，保证了系统循环稀酸中悬浮物总量，满足烟气洗涤净化要求，渣排入废水站进行处理。

工艺流程图（如图4所示）：

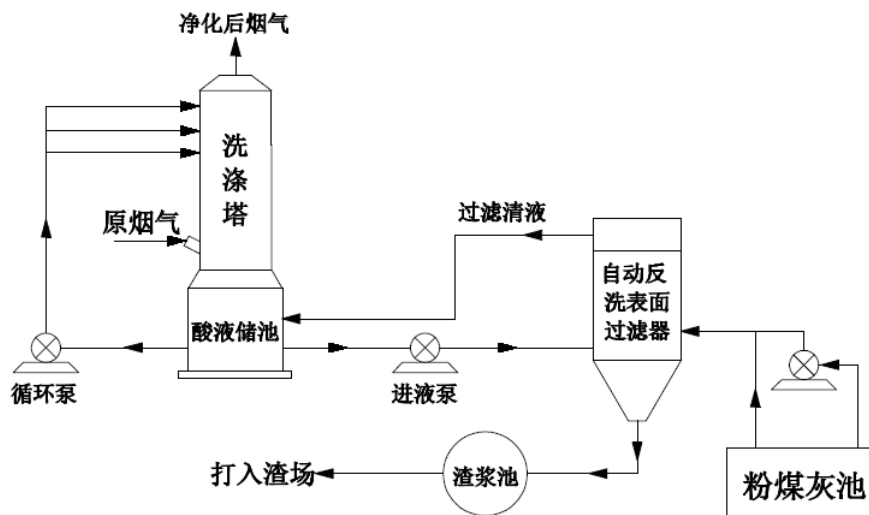


图4 在磷石膏制酸行业中代替斜板沉降器工艺流程

典型案例：某企业集团硫酸厂以成功应用磷石膏废渣制硫酸而闻名国际化工行业，年产40万吨磷石膏制硫酸系统，在烟气净化中有 $550\text{m}^3/\text{h}$ 的循环稀酸液。该循环稀酸液含有升华硫及大量有机胶体物质，性质发粘，并含有二水硫酸钙、半水硫酸钙等结晶物质，过滤性能差，含固高、酸度高、温度高和固液分离难度大等特点，原设计采用的斜板沉降器因固液分离效果差而被淘汰。为了提高净化效率、提升产品品质、延长系统使用寿命和降低运行费用，现将其中部分循环酸液采取自动反洗表面过滤器分离设备处理后重新进入循环系统，取得颇佳的成效。

3.3过滤动力波烟气洗涤稀酸的应用

动力波烟气洗涤循环稀酸，含有烟气等细微颗粒，由于斜管沉降器固液分离后清液含固量仍然有 $300\text{--}400\text{mg}/\text{l}$ ，会导致循环管路易堵塞。动力波下部稀酸槽中的污酸液，由循环泵打入动力波各层喷淋装置，由自动反洗表面过滤器旁路过滤一定量的稀酸。稀酸经由进液酸泵（也可利用自流形式进液）打入自动反洗表面过滤器下筒体，过滤后的清液进入上筒体，自流进入地面稀酸清液储槽或动力波稀酸槽，再由酸泵打入动力波系统净化烟气，循环利用。适量加入干吸工段或外售。

过滤截留下来的颗粒物质，经自动反冲和排渣到地面渣浆池，打入小型板框压

滤机压滤，压滤出液返回动力波稀酸槽，渣饼含铁收集外售。

工艺流程图（如图 5 所示）：

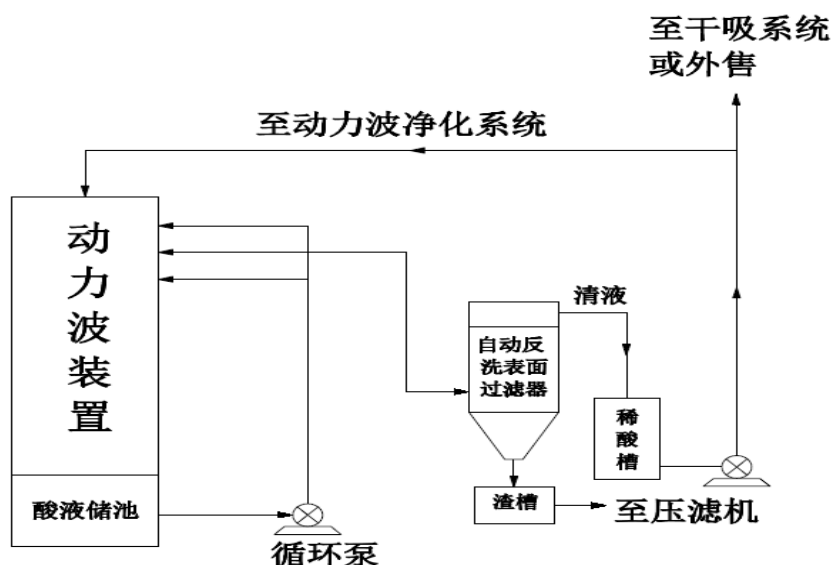


图 5 过滤动力波烟气洗涤稀酸工艺流程

典型案例：国内某知名铜冶炼企业，由 2×20 万吨铜冶炼系统（闪速熔炼和闪速锤炼），副产 70 万吨×2 套硫酸系统组成，副产黄金 20 吨，白银 600 吨，该项目中国瑞林工程技术有限公司（南昌有色冶金设计研究院）规划设计，一期工程（年产 20 万吨高纯阴极铜，副产 70 万吨硫酸）于 2007 年 6 月开车运行，二期工程 2011 年 10 月开车调试。

动力波洗涤器稀酸过滤方案的现状与处理要求（如下表 1 所示）

表 1 技术参数与技改要求

序号	项目	硫酸系统
1	硫酸系统规格	一期硫酸系统（70 万吨）
2	对应净化工艺	动力波高效洗涤器
3	技改目的	过滤动力波洗涤器循环回路中的稀酸，去除悬浮物，防止系统管路和喷淋系统被复合型金属渣垢堵塞，提高系统运行稳定性，回收有价金属，提高总体效益；
4	稀酸浓度	20%
5	待过滤稀酸温度	<70℃
6	悬浮物含量	正常情况下<200mg/L，特殊情况下<2000mg/L；
7	待过滤稀酸量	60m ³ /h
8	技改要求	①取代现有斜管沉降器，过滤截留稀酸中的固体颗粒和悬浮物，保证系统管路不结垢； ②回收有价金属，提高产能，增加效益；

4. 自动反洗表面过滤器在酸性废水处理中的应用

4.1 在有色冶炼废酸废水的应用

大型冶炼企业为了进一步治理烟气和充分利用烟气，在系统中配套烟气制酸系统，在烟气净化工段中产生大量的酸性废水。冶炼烟气制酸废水中含有大量的重金属离子，As、F 含量较高，必须送至污水处理工序。污水处理工序是冶炼企业的一个重要组成部分。为了保护环境，实现节能减排，必须将酸性废水打至废水处理站集中处理，达标排放或回用。

在黄金、铜、铅、锌冶炼废酸与酸性废水处理工艺中，采用表面过滤技术截留末段水中的难沉降的悬浮物，废水中的絮体等微细颗粒和胶体悬浮物，经表面过滤技术处理后，总悬浮物含量可降低至 20mg/l 以下。

工艺流程图（如图 6 所示）：

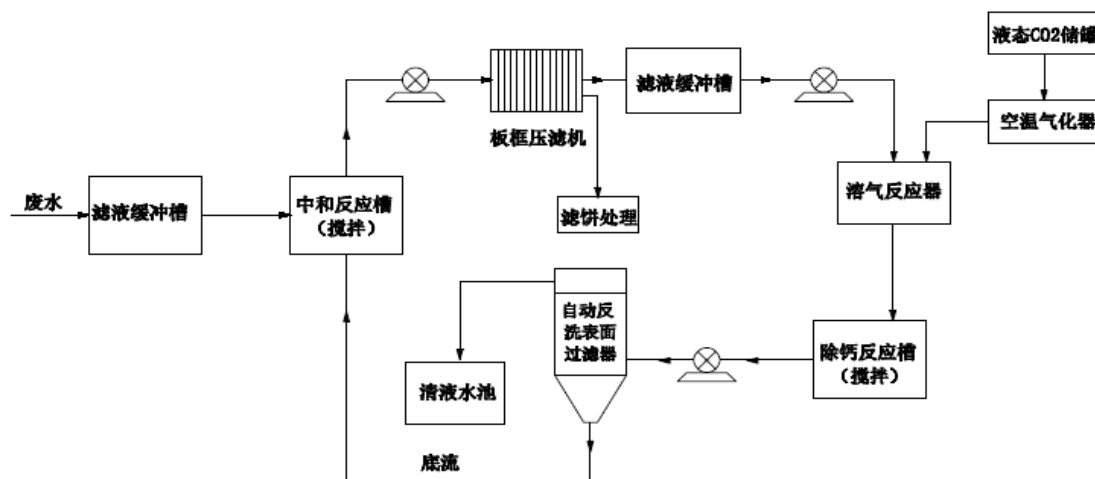


图 6 冶炼废酸废水处理工艺流程

工艺流程说明：

为了完全达到回用要求，实现零排放，先用石灰—铁盐法将水中酸度中和，并将有害重金属离子去除，再采用石灰—二氧化碳法降低硬度，最后用表面过滤技术固液分离。

①酸性废水被中和形成硫酸钙沉淀，F 形成氟化钙沉淀，砷转变成砷酸盐、亚砷酸盐沉淀，其他金属离子则以氢氧化物沉淀析出。

②经过石灰—铁盐法处理工艺处理过后的浆液，溢流进入CO₂溶器反应器，与汽化后的CO₂充分混合，自流进入除钙反应池，经充分反应后，废水中残余的Ca(OH)₂与CO₂反应生成不溶于水的CaCO₃沉淀。

③用进液泵将前段反应后浆液输送至表面过滤器，滤清液由过滤器上桶体清液口自动溢流进入清液池，而固体颗粒和弥散性细小悬浮物被阻隔在滤袋表面，当达

到一定厚度时，过滤器自动进入反冲洗状态，反冲后的滤饼迅速脱离滤膜表面并沉降到过滤器锥形底部，当底部的滤渣积累到一定量时，排渣阀门自动打开，将滤渣排入中和反应池中充分利用，减少废渣的产生，过滤器处理后确保水质悬浮物 $SS < 20 \text{ mg/L}$ 。

典型案例：

某黄金冶炼有限公司是一家日处理 400t 金精矿黄金冶炼企业。生产工艺采用“沸腾焙烧工艺处理金精矿制酸—萃取电积工艺提铜—氰化锌粉置换工艺提金”。主要生产黄金、白银、铜、硫酸等产品，设计年产黄金 6t，白银 24t，阴极铜 5000t，硫酸 85000 吨。在萃取电极提铜、焙烧氰化提金和烟气制酸等生产工艺中产生了排放量约为 $150\text{m}^3/\text{h}$ 的酸性废水，废水中含有砷、铜、铅、锌等有害重金属离子。

表 2 黄金冶炼企业废水水质

序号	项目	内容
1	废水来源	萃取、氰化、烟气制酸等生产工艺中产生；
2	水质	①酸性废水；
		②含重金属离子：砷、铜、锌、及其它金属离子；
3	废水水量	$150\text{m}^3/\text{h}$

1) 废水处理工艺简介

针对该黄金冶炼有限公司废水中主含砷、铜、锌等离子子的特点，处理重点是去除这部分重金属离子。将制酸净化废水和铜萃取后萃余液以及金、银精炼废水合并，统称酸性废水，采用石灰中和法处理工艺；通二氧化碳除过量钙镁离子，采用表面过滤器精密过滤后达标回用，完全实现零排放。

2) 工艺流程

首先在石灰反应池中投加石灰乳控制 $\text{pH}=9\sim 11$ 之间，使金属盐类生成难溶于水的物质，其它金属离子如： Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ca^{2+} 以及一些阴离子如 S^{2-} 、 PO_4^{3-} 等都形成沉淀。通过浓密机进行固液分离，污泥采用压滤机脱水，浓密机的滤液自流入滤液缓冲槽，通过提升泵送入 CO_2 溶气反应器，与空温气化器中的液态 CO_2 气体充分混合，自流入除钙反应槽，经以上石灰中和法处理后水中钙离子等过量，在水中通 CO_2 气体使之与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等反应生成沉淀，使水质得到软化处理，再通过进液泵送入膜过滤器进行精密过滤，底流返回中和反应槽，清液自流入回用水槽。

3) 表面过滤器实现固液分离工艺

用进液泵将充分反应后浆液输送至表面过滤器，滤清液由过滤器上桶体清液口自动溢流进入清液池，将滤渣排入一段一次反应池中再次利用。处理后水质硬度下

降至 100mg/l 以下，完全满足回用要求。

5. 结论与最新技术

经过长期的探索与反复实践，我公司自主研发成功的“表面过滤技术”，应用于我公司产品——自动反洗表面过滤器，在液体过滤行业中该过滤器能够过滤同类产品所不能适应的复杂液体。

特殊滤材在过滤阶段将“表面过滤技术”和“清液回流装置”结合使用，不仅能够保证过滤后清液中悬浮物含量低于 20mg/L，而且由于滤材对结晶物的低附着力，形成超强的抗结垢和抗结晶性能，保证了滤膜的长寿命和高可靠，是目前最有效的固液分离装置之一。将其应用于酸性废水处理工艺中，可以保证出水精度，进而满足回用系统进水要求或达到直接排放的标准。

陕西金禹最新动态：

①陕西金禹科技经过不断的研发和工业试验，在自动反洗表面过滤器的技术基础上成功研发了二代自动反洗表面过滤器干渣设备，优化了排渣系统，有效地降低了干渣的含水率，达到了干渣排放的效果，实现干渣直接外运。

②抗干扰水处理器是陕西金禹科技发展有限公司与德国Merus公司联合开发的一种绿色环保、高效持久的液体处理器。它将防辐射、抗干扰技术与Merus 封闭式能量环技术完美结合，对液体处理的更加彻底，更大程度的减小能量损失，大大延长使用寿命，起到阻垢，除垢，防结晶，杀菌灭藻作用。

③二氧化碳降硬度工艺，这种工艺一方面节省了深度处理的投资，减少了废水排放量，甚至实现零排放，另一方面节约了大量的新鲜水资源，产生良好的经济效益。该工艺赢得国内众多企业的信赖，成为他们水处理方案中新的选择，可以在有色酸性废水行业中推广运用。

为了满足日益严格的环保要求，金禹科技始终致力于通过世界领先的科技与创新，为企业提供前瞻性的产品、工艺、解决方案与服务。让我们期待创造新的技术，为硫酸工业做出一份陕西金禹的贡献。