

## 一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	衢州华友钴新材料有限公司	
实践单位地点	浙江省衢州市柯城区高新技术产业园区甘新路 18 号	
实践岗位名称	研发助理工程师	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 10 月 01 日开始 至 2022 年 05 月 31 日结束
		专业实践训练累计 242 天（单位考核前），其中项目研究天数 160 天（单位考核前）
<p><b>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</b></p> <p>一、简介</p> <p>衢州华友钴新材料厂区 2011 年落户衢州，该公司以湿法冶金工艺为主，生产钴镍锰等三元材料。厂区包括常压浸出、氧压浸出、萃取、电积和四钴生产等多条产线，由于原料种类多样、成分复杂，而产品又多是电池级产品，因此需要充分的除杂工序。厂区主要采用萃取除杂，拥有庞大复杂的萃取系统，经过多年工业化生产，萃取系统和产品端逐渐呈现了一些问题，并有愈发严重的趋势，主要表现在：</p> <p>（1）萃取三相渣问题：萃取三相物形成以后，在澄清槽中占据大量空间，使有机相和水相澄清时间缩短，三相物中水相和有机相不能得到有效分离，对萃取技术指标或者经济指标都有很大的影响；</p> <p>（2）产品端蒸发结晶泡沫问题：有机物在系统中循环，导致了蒸发泡沫问题，目前氯化钴蒸发过程中产生大量泡沫，自然消泡不明显，需要人工和机器不断地进行捞刮泡沫，增加处理成本。</p> <p>二、学习实践内容：</p> <p>（1）为了明确萃取过程各环节的有机物组成及走向，以各节点为研究主体，对各工段包括三相渣的有机物种类和含量进行系统分析，判断有机物的来源，为提升产品质量提供理论和技术支持；</p> <p>（2）针对产品端蒸发结晶泡沫问题，提出切实可行的方案，并通过实验减少或消除蒸发过程中的泡沫，且产品各项指标达到合格。</p>		

**(2) 项目研究概述 (含项目名称、项目来源、项目经费、主要研究目标和技术难点等)**

一、项目名称:《萃取过程有机行为的分析研究项目》

二、项目来源:衢州华友钴新材料有限公司

三、项目经费:220 万元

四、主要研究目标:

组建有机物行为研究专业团队,以华友衢州钴新厂区萃取系统为研究主体,对厂区各工段水样的 TOC、油、有机成分及含量进行分析。

五、技术难点或关键点:

该项目主要涉及检测分析,其关键控制点在于检测的准确度,并针对镍钴湿法冶金萃取系统的有机物行为进行研究,分别对铜萃、钠皂和氨皂几条萃取线进行分析,采用物质流的模块细分单元法,全面分析 COD、TOC、氨氮和油的含量变化,建立有机物走向图。

**(3) 项目开展情况 (含项目研究内容、研究方案及技术路线,研究团队分工、本人承担任务及完成情况,存在问题与改进建议等,不少于 500 字。)**

一、研究内容:

对衢州钴新材料厂区工业萃取生产全过程中各工艺/工段进行独立考察,通过实地采样分析,进行有机物走向与行为研究,具体研究内容与工作安排如下:

(1) 以衢州钴新材料厂区为界,按照萃取生产工艺和生产流程,将生产模块细分至车间乃至大型设备等分析单元;

(2) 针对各分析单元,进行 COD、TOC、氨氮和油的整体检测,并分析不同水样的有机物成分及来源;

(3) 分析产品中油的来源及对有机含量影响较大的因素;

(4) 分析氨氮、阴阳离子和微小颗粒物等对萃取三相渣的影响。

二、方案及技术路线:

(1) 首先对钴新厂区各厂不同生产环节进行萃取有机行为分析,对钴新厂区各厂不同生产环节进行取样分析,将萃取生产模块细分至车间或大型设备单元,对各分析单元,进行 COD、TOC、氨氮和油的整体检测;

(2) 分析不同水样的有机物成分及来源,建立厂区有机物走向及分布图;

(3) 分析产品中油的来源及对有机含量影响较大的因素,分析氨氮、阴阳离子和微小颗粒物等对萃取三相渣的影响;

(4) 对整个湿法系统可能存在的问题进行总结,并给出一定的改善方案或注意事项。

三、团队分工、本人承担任务及完成情况

1、项目负责人:王斌(校外合作导师)

2、技术顾问:洪涛(研究院副院长)

3、项目实施负责人：侯平  
提供基础资料

4、各分厂厂长负责

5、本人承担任务及完成情况：

本人主要负责：①样品取样，记录整理，委托外部检测机构对样品进行检测分析，及时跟踪检测结果并分析各组分对萃取系统的影响；②在氯化钴溶液中加入消泡剂进行消泡小试和中试，考察消泡剂的加入量对溶液蒸发过程中泡沫的消泡效果及产品指标是否合格。

完成情况：①委外采用 FTIR、NMR、GC-MS、XRF、MS 等现代分析仪器，对各分厂不同水样和三相渣中的有机物进行定性和定量分析，并根据分析结果研究萃取剂的降解行为；②选用 MO-NXZ-AG 型消泡剂，完成氯化钴产品溶液蒸发消泡小试和中试条件实验，不仅能够快速消泡，而且结晶产品在重溶过程中也无泡沫产生，各项检测指标也符合产品控制要求。

#### 四、问题与改进建议

(1) 萃取剂 P204 和 P507 的降解产物对三相渣的形成具有较大的影响，还需明确各产物对萃取过程中第三相形成的作用原理，并提出相应的措施减少三相渣的产量；

(2) 因氯化钴蒸发系统中的母液要开路返回至萃取段，若加入消泡剂进行消泡，还需研究消泡剂对萃取剂本身及萃取性能的影响；若不加消泡剂，需寻找一种更加有效的吸附产品溶液中水溶性有机杂质的吸附剂，防止氯化钴液蒸发泡沫的产生。

## 二、专业实践训练收获

### (一) 围绕考核评价指标体系, 举例说明以下收获 (不少于 800 字)

#### 1、知识掌握

本科及研究生阶段, 所学《化工原理》和《高等分离过程》均提及萃取分离过程, 在掌握了萃取分离的原理后, 在实验室内也操作过四氯化碳萃取分离溴水中溴的小型实验, 明白萃取级数、分离系数越高越有利于体系的萃取分离等基础理论知识。

进入企业后, 逐渐了解到针对不同的萃取体系, 不同的有价金属萃取时, 萃取剂的选型也是多种多样的。例如, 针对钴镍的萃取分离, 现代湿法冶金企业多数先采用酸性磷酸酯类萃取剂双(2-乙基己基)磷酸酯(P204), 对溶液中的杂质元素进行萃取除杂, 然后采用 2-乙基己基磷酸单 2-乙基己基酯(P507)萃取液中的钴, 最后反萃得到目标金属。并通过查阅资料了解了萃取剂 P204 和 P507 萃取各种有价金属的原理, 先将稀释后的有机相用一定量的浓 NaOH 或浓 NH<sub>4</sub>OH 进行皂化, 生成均相的 A-Na 或 A-NH<sub>4</sub>, 然后与所萃金属离子进行置换。

当然, 在实际工业萃取过程中也会出现各种各样的问题, 例如, 萃取过程中三相渣的形成及萃取剂的降解问题等。由于三相渣是一种难以完全表征的现象, 而且在萃取、洗涤和反萃操作过程中有所不同, 因此很难采用特定的预防措施。但在实际生产中一种或多种预防措施是有必要的, 于是通过查阅文献了解并提出三相渣的预防措施等。另外, 针对萃取剂的降解问题, 因为 P204 和 P507 为磷酸酯类萃取剂, 根据其性质及实际各水样取样检测结果, 得到实际萃取过程中萃取剂降解相关的方程式, 并通过估算标准态和理想状态下萃取剂 P204 与 P507 及其相关水解产物的热力学数据, 判断各反应的可行性, 最后通过分子结构与基团性质阐述了反应的机理。这些都是从现场萃取过程中的实际问题出发, 结合理论与实际生产要求, 进一步阐述了实际萃取过程。

#### 2、能力提升

深入企业开展专业实践训练, 是将自己在课堂内学习的理论知识转化为实际生产应用的过程, 是检验自己所学和实际生产结合程度的重要方式。实验室萃取过程中的理论级数、萃取效率等不等同于实际生产过程, 通过实践训练, 找到理论或实验室内与生产过程中的差异并不断改进, 能够锻炼我们发现问题的能力, 为以后服务大众化产品生产做铺垫。

实践训练帮助我们提前进入社会这个大环境, 我们学习了项目的制定、实施、运作和管理, 对项目规划有了更好的认识。也了解了各个企业切实需要的生产技术, 通过企业、科研和学校积极实现“产学研”的协同发展。对于新世纪的工程师来说, 我们不仅要有良好的文化素养, 更要随企业或生产技术进步不断学习, 不断提升自己, 做一名卓越的工程师。

## (二) 取得成效

### 1、取得的经济和社会效益：

①本项目对厂区萃取系统现有流程节点进行了梳理，分析各段有机物种类及含量，确定杂质有机物的来源和走向，明确每个生产单元对杂质有机物的贡献率，掌握不同有机物对产品质量影响的规律。对有机物引入、走向及转化行为的分析，有助于在本源上探讨流程和操作对产品质量的影响，项目的开展也将为萃取系统的稳定工作，提供重要的理论和技术支持。

②通过三相渣的溯源分析表明，该公司铜萃三相渣和萃铜前液分离的 SS 成分相近，与萃铜前液 SS 有关，P204、P507 三相渣中主要有有机物为 P204、P507 萃取剂的降解产物，这就说明随着萃取剂使用时间的延长，部分萃取剂会发生降解，亲水性变强，是导致萃取过程产生三相的一个主因。此外，待萃取金属溶液中的固体悬浮物含量高或氢氧化铁胶体含量高、有机相中的固体悬浮物含量高、有机相和溶液搅拌混合时吸入空气都是萃取过程产生三相的原因。

③本项目针对萃取剂降解产物造成的氯化钴产品溶液的蒸发泡沫问题，选用添加消泡剂的方式消除泡沫，吨钴成本增加费用较少且消除泡沫后可以提高产品质量，减少客户投诉，提升企业和产品的市场竞争力，扩大氯化钴的销售市场，综合看可带来显著经济社会效益。

### 2、本项目与学位论文紧密相关，拟定论文研究内容：

①围绕酸性磷酸酯类萃取剂 P204 和 P507 在实际萃取分离钴镍元素过程中的降解问题，通过取样分析萃取水相中夹带的有机物和三相渣的组成，建立相关降解反应方程式，并讨论预防三相渣形成的措施，减少有机相损耗及有机杂质对产品的影响；


②针对降解产物导致氯化钴产品溶液蒸发产生大量泡沫的问题，取样分析溶液和泡沫的有机组成，并对产生泡沫的原因进行研究，确定引起泡沫的表面活性剂成分；

③根据磷酸酯的性质，预测萃取剂 P204 和 P507 在酸性或碱性条件下的水解方程，并利用基团贡献法估算理想状态及标准态下 P204、P507 及其相关水解产物的热力学数据；进而计算水解反应的标准摩尔反应吉布斯自由函数，判断相关反应的可行性，为其水解过程的机理研究提供参考；

④实际生产过程中，树脂和活性炭吸附对溶液蒸发泡沫的消除效果并不理想，因此通过在产品溶液中添加油基消泡剂的方式进行消泡，并考察消泡剂的加入量对泡沫的消除效果及对产品指标的影响。

### 3. 在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】


成果名称	类别含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	学校排名/总参与单位数
------	-------------------------------------	---------------	----------------	----------	-------------

	成果转化等]				
<b>本人承诺</b>					
<p>在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守 学术道德、遵循学术规范。</p> <p>签字：  2022年5月24日</p>					

### 三、考核评价

<p>校外合作 导师(或现 场导师)  评价</p>	<p>重点对研究生项目研究开展情况、职业素养、行业知识掌握、环境和岗位适应能力、工程实践能力、团队协作能力，以及通过技术应用创新、成果转化、解决工程实际问题等取得的经济和社会效益等方面的评价：</p> <p>针对萃取系统有机行为开展了深入系统的分析工作，对连续萃取体系有了很好的认识，并提出了一些可供实操的建议，对车间的技术改进产生了一定的正向促进作用，相关建议对维持系统的稳定运行方面，具有很好的实际意义。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：王斌 2022年5月24日</p>
<p>校内导师  评价</p>	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术应用创新能力、取得的研究成果、项目研究与学位论文撰写的相关程度等方面的评价：</p> <p>该生针对液液萃取过程中相有机物来源和成方问题展开了深入文献调研，运用化工和冶金相关热力学、界面科学理论对过程内在机制进行了深入分析和讨论并通过严谨的实验设计验证了相关假设为学位论文的撰写提供了充足的数据支持和应用案例。</p> <p>校内导师签字：刘军 2022年6月2日</p>



<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间:2021年 10月 1日 实际实践结束时间:2022年 5月 31日          专业实践训练累计天数:200 其中项目研究天数:140          实践单位过程考核结果: <input type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格          审核签字并盖公章:  2022年 6月 8日</p>
<p>最终考核 结果审核 备案</p>	<p>考核总成绩 (由现场答辩考核成绩 90%+单位过程考核成绩 10%组成):          是否重修: <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否          教学管理部 (或相关分院) 审核签字 (公章): _____ 年 月          日</p>



#### 四、相关支撑材料

在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】证明材料原件扫描件，具体提交要求如下：

1. 产品与样机扫描件包含企业证明材料（含产品与样机功能及创新性介绍、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。
2. 授权专利扫描件包含专利证书授权页；未授权专利扫描件包含专利受理书扫描件和专利请求书扫描件。
3. 著作扫描件包含封面、封底和版权页。
4. 软件著作权扫描件包含著作权证书和登记申请表。
5. 论文扫描件包含封面、封底、目录和论文全文（含收录证明）。
6. 标准扫描件包含封面、版权页、发布公告、前言和目次。
7. 获奖扫描件包含显示单位和个人排名的获奖证书。
8. 成果转化扫描件包含企业证明材料（含成果技术说明、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。

