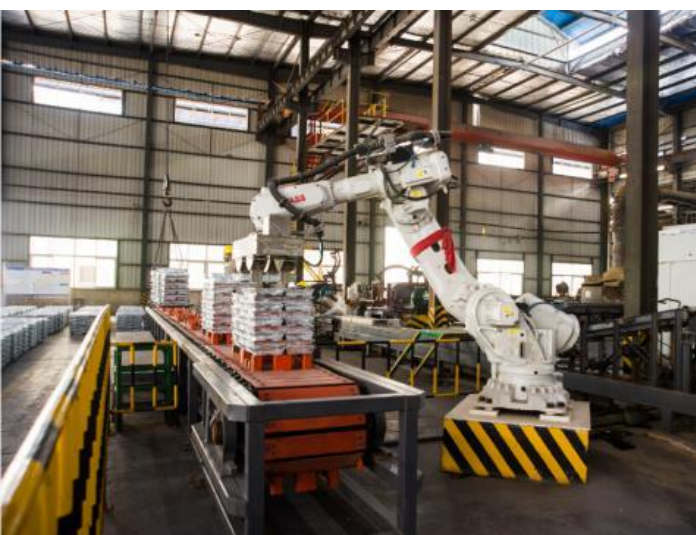




普通高等职业教育
有色冶金技术专业
人才培养方案及核心课程标准
(2020 年第二版)



广西现代职业技术学院
GUANGXI MODERN POLYTECHNIC COLLEGE

目 录

2020 级有色冶金技术专业人才培养方案.....	1
有色冶金专业人才需求与专业改革调研报告.....	22
《锌冶金》课程标准.....	33
《铜冶金》课程标准.....	55
《火法冶金过程及设备》课程标准.....	78
《湿法冶金过程及设备》课程标准.....	92
《铝冶金》课程标准.....	103
《铅冶金》课程标准.....	125

2020 级有色冶金技术专业人才培养方案

（普高）

一、专业名称及代码

有色冶金技术；代码：530501。

二、学制与学历层次

学制：3 年；学历层次：大专。

三、招生对象

参加普通高校招生考试的高中应届毕业生。

四、就业面向

本专业毕业生主要面向有色金属冶金、选矿等单位，从事有色冶金技术操作与管理工
作，以及相关冶金技术岗位。

表 1 有色冶金技术专业就业职业领域和主要工作岗位表

序号	职业领域	初始岗位	发展岗位	职业岗位升迁 平均时间/年
1	锌、铜、铅冶炼	配料工	车间主任、厂长	2 年
2	锌、铜、铅冶炼	炉前工	车间主任、厂长	2 年
3	锌、铜、铅冶炼	电解槽操作工	车间主任、厂长	2 年
4	锌、铜、铅冶炼	制酸工	车间主任、厂长	2 年

五、人才培养目标与规格

（一）培养目标

本专业培养适应社会主义现代化建设需要，德、智、体、美全面发展，掌握锌、铜、铅、镍等有色金属冶炼方面的专业知识和实践技能，具有较强的综合应用能力，具有良好的职业道德，能从事有色冶金相关技术操作与管理工作的
高素质技能型专门人才。

（二）培养规格

1. 知识结构与要求

序号	知识结构	相应课程	知识要求
1	文化基础知识	◆思想道德修养与法律基础 ◆中国特色社会主义理论体系概论 ◆形势与政策 ◆军事理论教育 ◆大学生心理健康教育 ◆安全教育 ◆就业指导与创业教育 ◆生涯规划与就业指导 ◆体育与健康 ◆大学英语 ◆计算机应用基础 ◆高等数学	◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考试 ◆通过英语B级或学院组织的考试 ◆通过计算机一级考试 ◆通过学院组织的考试
2	专业核心知识	◆无机化学 ◆有机化学 ◆分析化学 ◆湿法冶金技术 ◆火法冶金技术 ◆锌冶金技术 ◆铝冶金技术 ◆铜冶金技术 ◆铅冶金技术	◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试
3	专业拓展知识	◆工程制图 ◆环保安全生产 ◆稀贵金属冶金技术 ◆自动检测与控制技术 ◆工业企业管理 ◆应用文写作 ◆演讲与口才 ◆社交礼仪 ◆汽车驾驶技术	◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考试 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考查 ◆通过学院组织的考查

2. 能力结构与要求

序号	能力结构	能力要求	相应课程或教学活动
1	职业基础能力	◆具备良好的道德观，能守法自律 ◆具备运用辩证唯物观及方法认识、分析和解决问题的能力 ◆具备对形势和政策的认知度及适应能力 ◆具备一定的军事理论知识和军事技能 ◆具备一定的心理自我调节、心理干预能力 ◆具备一定的安全防范能力和自救能力 ◆具备一定的创业、就业、转岗、择业能力 ◆具备较健康的体魄和自主体育锻炼 ◆具备一定的英语听读译表达能力，考取英	◆思想道德修养与法律基础 ◆中国特色社会主义理论概论 ◆形势与政策 ◆军事理论教育 ◆大学生心理健康教育 ◆安全教育 ◆就业指导与创业教育 ◆体育与健康 ◆大学英语

		语等级 B 级证书, 1+x 证书等 ◆熟练掌握计算机处理业务工作, 考取高校计算机一级证书 ◆具有一定的数学逻辑分析应用能力	◆计算机应用基础 ◆高等数学
2	职业核心能力	◆具备最基本的化学理论知识和技能 ◆具备有机物和某些有机污染物的认识 ◆具备常规的化学分析法的知识和能力 ◆具备常规的湿法冶炼知识和技术 ◆具备常规的火法冶炼知识和技术 ◆具备锌冶炼工艺及设备操作技能 ◆具备铝冶炼工艺及设备操作技能 ◆具备铜冶炼工艺及设备操作技能 ◆具备铅冶炼工艺及设备操作技能 ◆具备冶炼厂分析技能	◆无机化学 ◆有机化学 ◆分析化学 ◆湿法冶金技术 ◆火法冶金技术 ◆锌冶金技术 ◆铝冶金技术 ◆铜冶金技术 ◆铅冶金技术
3	职业拓展能力	◆具备制图、读图知识 ◆具备基本的冶金环保安全知识 ◆具备金、银等贵金属冶炼基本知识 ◆具备冶金过程自动控制仪表操作和检测能力 ◆具备基本的生产管理能力 ◆具有一定文字表达和处理公文的能力 ◆具备一定的表达和口才能力 ◆具备一定的公关能力 ◆具有一定的汽车驾驶及交通法规知识	◆工程制图 ◆环保安全生产 ◆稀贵金属冶金技术 ◆自动检测与控制技术 ◆工业企业管理 ◆应用文写作 ◆演讲与口才 ◆社交礼仪 ◆汽车驾驶技术

3. 素质结构与要求

序号	素质结构	素质要求	相应课程或教学活动
1	思想素质	◆热爱祖国, 拥护中国共产党的领导 ◆懂得毛泽东思想和中国特色社会主义的基本理论 ◆具有爱国主义、集体主义、社会主义思想 ◆遵纪守法, 有良好的思想品德、社会公德 ◆具有服务意识和艰苦创业、团结协作精神	◆思想道德修养与法律 ◆中国特色理论概论 ◆专题讲座 ◆专题讲座 ◆专题讲座
2	身心素质	◆具有一定的体育、卫生和军事基本知识 ◆掌握科学锻炼身体的基本技能, 养成良好的体育锻炼和卫生习惯, 达到国家规定的体育和军事训练合格标准 ◆具有健全的心理和健康的体魄	◆体育、军事理论、军训 ◆课外体育锻炼、球类比赛、各类文体活动等 ◆心理健康教育、心理咨询
3	职业素质	◆热爱本专业, 具有本专业的专业知识和专业技能 ◆具有从事本专业各职业岗位的实际工作能力 ◆具有良好的职业道德, 较强的敬业精神和创新精神 ◆有爱岗敬业、自律、诚信、进取、勇于	◆专业课程学习、实训 ◆课程实训, 顶岗实习 ◆生产实习, 顶岗实习, 入学和毕业教育, 职业道德教育, 就业指导, 专业课课程实习、实训, 生产劳动、团队活动、各类文体活动等

		创新的良好品质 ◆具有强烈的事业心、责任心和社会责任感 ◆具有服务意识和艰苦创业的精神 ◆具有较强的沟通、协调与组织能力，有良好的团队精神 ◆良好的语言表达能力及与人沟通、共事的能力。	◆普通话、社交礼仪等
4	人文素质	◆具有一定的文学、艺术修养和人文科学素养 ◆具有一定的礼仪和社交能力 ◆有一定的音乐、书画、舞蹈等方面的素养	◆中国传统文化 ◆公关礼仪 ◆艺术欣赏

4. 职业资格证书要求

(1) 学生毕业前争取获得大学英语 B 级考试证书或通过学院统一组织的计算机课程考试。

(2) 学生毕业前要获得湿法冶炼工、火法冶炼工其中一种职业资格证书。

表 2 有色冶金技术专业职业岗位与对应职业资格证书关系

序号	职业岗位	职业资格证书名称	发证单位	等级	考证学期
1	炉前工	火法冶炼工	河池市人力资源和社会保障局	中级	第四学期
2	电解槽操作工	湿法冶炼工	河池市人力资源和社会保障局	中级	第四学期
3	制酸工	湿法冶炼工	河池市人力资源和社会保障局	中级	第四学期

六、人才培养模式

在人才培养的全过程中，以培养学生的综合职业素质、岗位技能和就业竞争力为目标，充分利用学校和企业两种不同的教育环境和教育资源，以有色金属冶炼企业为工学结合、校企结合主基地，深化工学结合、校企结合的人才培养模式。

1. 工学结合

学训交替、实境教学：利用具有学院地处冶金产业聚集区域的优势，让学生在真实生产环境下“真枪真刀”地直接体验生产过程。充分利用广西南方有色金属集团有限公司、广西金山钢锆化工股份公司开展现场教学，实现“学训交替”的教学方式三年不断线，加强学生专业综合能力和创新能力的训练。

顶岗实习：专业为学生制订“三阶段”顶岗实习模式，使顶岗实习三年不断线。

第一阶段：第 1、2 学期，到企业进行以感受企业文化、熟悉冶金生产过程和特点、培养职业素质为主的社会实践调查。

第二阶段：第 3、4 学期，到企业进行以培养岗位技能为主，掌握生产流程和企业管理的生产实习。

第三阶段：第 5、6 学期，进行顶岗实习。既是工学结合、顶岗工作，又能结合具体实际完成岗位实训，学生通过“职业人”一样的工作，经受职业训练，提高对职业社会的认识，熟悉与自己今后职业相关的各种信息。

2. 校企结合

订单式人才培养：根据企业对岗位和能力的要求，与企业共同制订“订单式”人才培养方案，签订联合培养协议，采取“定计划、定课程、定学时、定教师”的方式，为企业进行特定人才的培养。

深化本专业与广西南方有色金属集团有限公司等企业的合作开展订单培养。前两年按照本专业共同要求组织专业教学，第四学期根据企业生产技术及管理要求与企业共同组织教学，第五、六学期实施顶岗实习。使毕业生达到“零距离”上岗。

如图 1 所示。

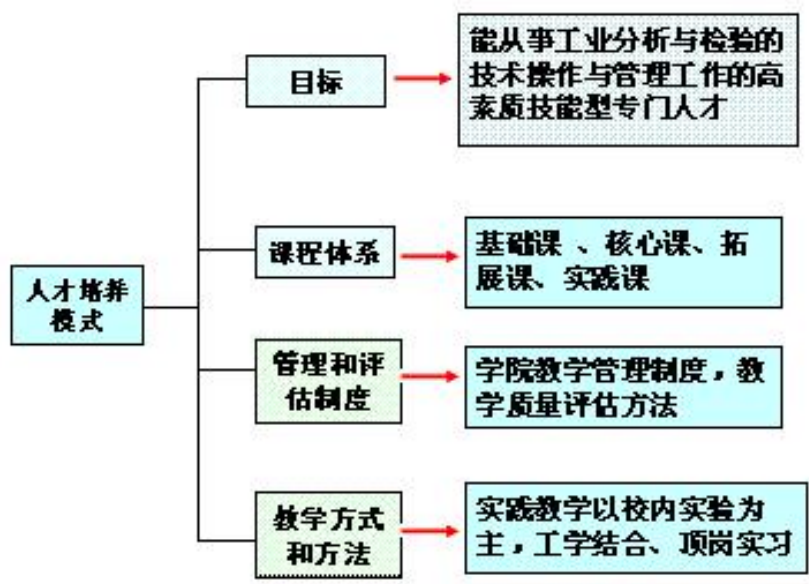
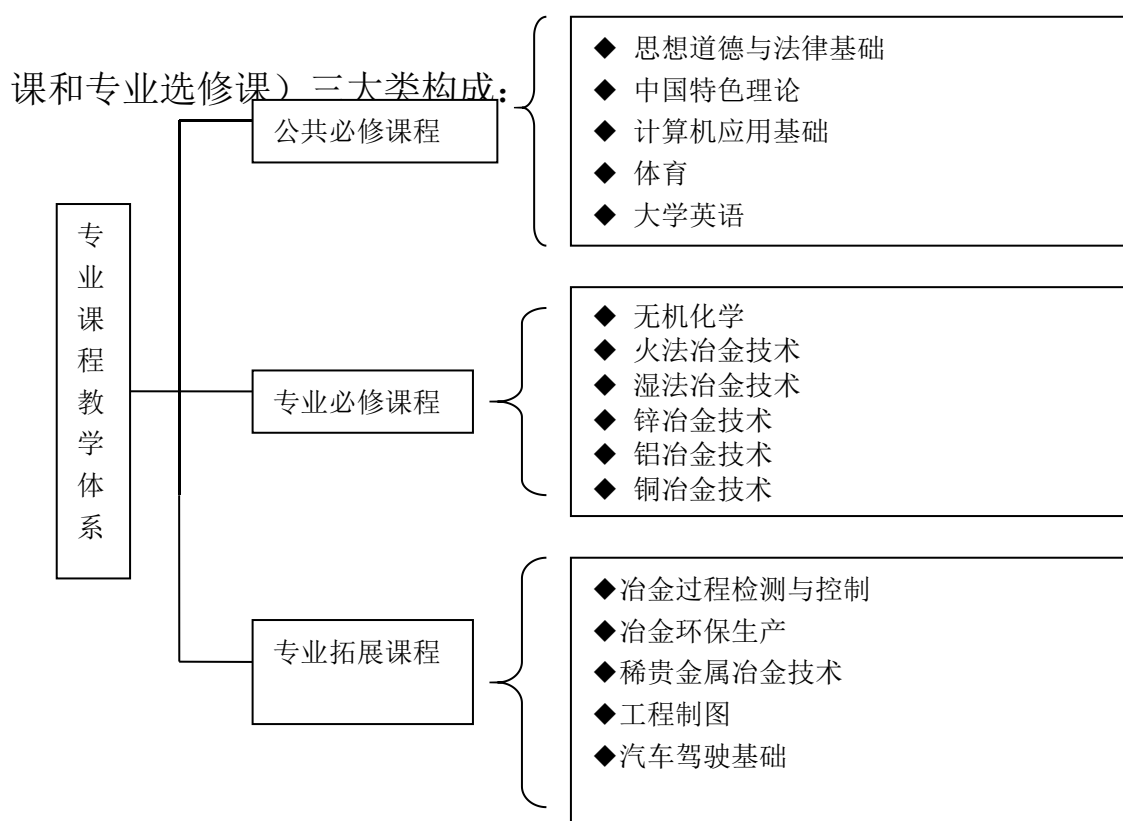


图 1 人才培养模式图

七、专业课程体系与核心课程

（一）课程建设思路

1. 根据专业培养目标和人才培养规格构建课程类型和体系，由公共必修课、专业必修课（含专业理论课和专业技能课）和专业拓展课（含公共选修课和专业选修课）三大类构成：



2. 岗位→能力→课程

通过对专业岗位工作的主要职责、工作任务、工作流程、工作对象、工作方法、所需的知识与能力等方面的分析，明确岗位职业能力，进行能力的组合或分解，以工作过程为参照系，基于认知规律和职业成长规律，构建专业主要课程。

表 3 有色冶金技术专业“岗位→能力→课程”一览表

序号	职业岗位	典型工作任务	职业知识、能力和素质要求	课程名称
1	炉前工	1. 原料入槽 2. 原料称量与输送 3. 原料炉顶装入	锌精矿准备的基本任务及干燥原理； 配料计算、工艺及设备； 精矿吊车岗位的操作基本规程及注意事项； 圆盘加料机的操作规程； 调整筛距控制筛下物粒度； 精矿破碎、筛分。	1. 无机化学 2. 火法冶金 3. 湿法冶金 4. 分析化学 5. 工程制图
2	电解槽操作工	加料操作 出装槽操作 开机、停机操作	浸出的目的和基本原理； 浸出的方法及流程； 酸性浸出过程中控制的各项技术	1. 湿法冶金技术 2. 铜冶金

		巡槽操作 剥锌操作 平板操作 掏槽操作 测温操作 取样操作	条件； 中性浸出过程中控制的各项技术 条件； 掌握聚凝剂的使用； 开、停操作和简单维护。	3. 铅冶金 4. 铝冶金 5. 锌冶金 6. 冶金过程检测与维修
3	制酸工	工业废气制硫酸	废气的成分； 废气的回收工艺	1. 无机化学 2. 分析化学 3. 湿法冶金

（二）专业实践教学体系

根据本专业的培养目标和分层分级分类训练的原则，为培养学生的基本实践能力与操作技能、专业技术应用能力与专业技能、综合实践能力与综合技能，设计、建立了与本专业培养目标相适应的、循序渐进的实践教学体系。

为保证实践教学效果，进一步加强校内实训和校外实习实践环节建设，提高实践教学环节比重，把实践教学环节与职业资格证考证结合起来，课程内容与企业一线实践相一致，让学生直接参与项目式实践过程，实践教学体系有利于学生技术应用能力的培养、适应性和竞争力的提高。

实践教学体系如图 2 所示。

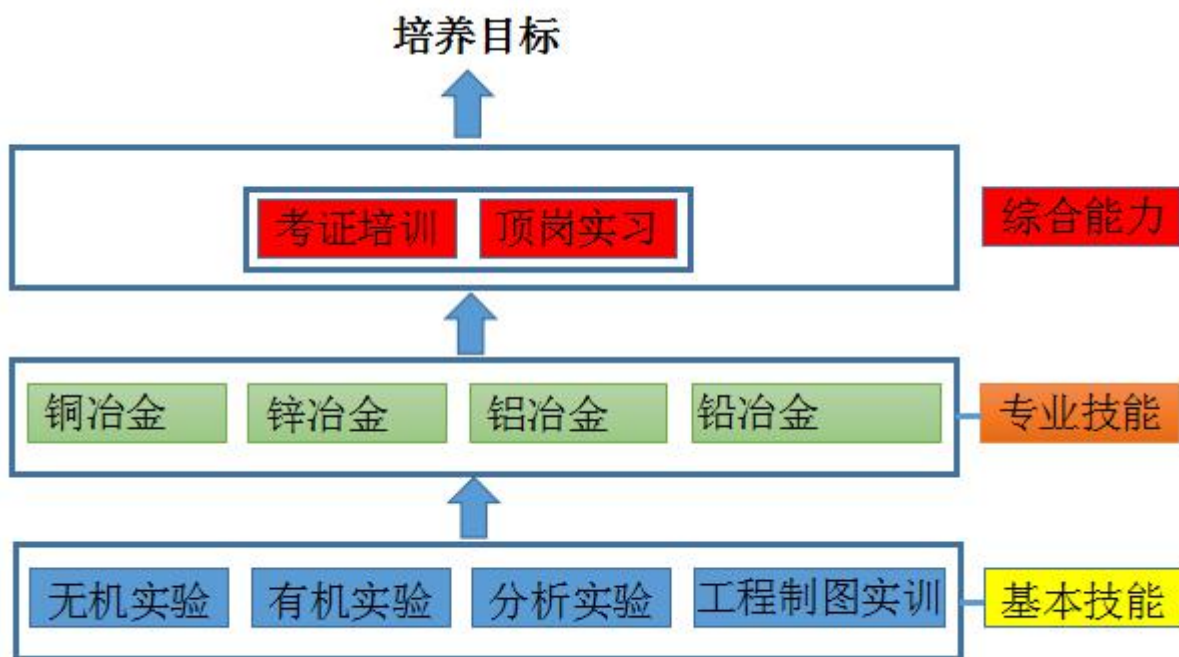


图 2 实践教学体系

（三）专业主要（核心）课程简介

1. 无机化学。内容为化学基本量和化学计算、物质结构，掌握元素周期律、化学反应速度、化学平衡及其四种基本类型，熟悉电解质溶液、氧化还原反应、电化学的基本概念和基本理论，学习重要的元素及其相应的无机化合物的性质、制法及用途，并掌握基本的化学实验操作技能。

2. 有机化学。内容为官能团、化学键与分子的理化性质，烷烃和环烷烃、烯烃、炔烃，芳香烃和苯，卤烃，醇、酚、醚，醛和酮，羧酸及衍生物，氨基酸、蛋白质，碳水化合物，有机含氮化合物、有机含硫化合物、杂环化合物等。通过学习该课程，使学生对湿法冶金技术中涉及的有机物和某些有机污染物有较全面的认识。

3. 分析化学。内容为定量化学分析，重点介绍滴定分析法，特别是容量分析、重量分析、定量分离等方法。通过本课程的学习，使学生掌握常规的基本分析法的基本原理和分析方法。能够对冶金生产过程中常见成分进行一般分析检测。

4. 湿法冶金过程及设备：本课程主要讲授流体力学基本原理、传质原理、非均相分离过程原理与设备、蒸馏、萃取、膜分离过程等基本理论，同时介绍常压反应器、高压反应器、离子交换及萃取设备、液-固两相流与两相分离设备，电解槽等的基本结构与工作原理。要求学生能运用有关知识，正确选用、操控和维护各种湿法冶金设备，并具备一定的湿法设备设计基础知识。

5. 火法冶金过程及设备：本课程主要讲授炉子供风与排烟、传热学基础、燃料燃烧组织和耐火材料等基本理论，介绍各种常用冶金炉窑包括鼓风炉、沸腾炉、闪速炉、反射炉、回转窑等常见炉窑的基本结构、热工特性与生产操作与维护知识，及其在冶金生产中的应用情况。要求学生掌握常用冶金炉窑的基本结构、生产操作特性和在冶金生产中的应用情况，具有对冶金炉窑进行操作、维护与维修改造的能力。

6. 锌冶金技术：本课程主要讲授湿法炼锌的焙烧、浸出、净化和电解工艺原理及常用设备结构特性。要求学生掌握配料计算，常用配料方法，熟悉火法炼锌中的鼓风炉炼锌工艺及设备、粗锌精馏精炼、竖罐炼锌工艺及设备。

7. 铜冶金技术：本课程主要讲授铜冶金生产的工艺技术和主要工艺设备的结构和作用，理解铜冶金的基本原理，初步掌握铜冶金生产的基本知识，正确认识铜冶金生产与本专业之间的关系。

8. 铅冶金技术：本课程主要讲授金属铅的冶金沿革及其性质与用途；硫化铅精矿氧化过程原理；铅还原熔炼过程原理；火法炼铅工艺过程；粗铅的火法精炼和电解精炼；湿法炼铅原理及方法；再生铅生产及炼铅副产品的处理等。

9. 铝冶金技术：本课程主要讲授金属铝的冶金沿革及其性质与用途；铝冶金冶炼常用工艺，铝冶炼常见设备操作方法，铝冶炼工艺常见故障检测及维修、铝制品及其副产品的

处理等。

八、课程考核与毕业要求

（一）课程考核方式、方法与成绩评定

1. 必修课、选修课和实践性教学环节考核方式。课程考核为理论与实践相结合，专业课程侧重实践操作考核。考核采用考试或考查方式，考试通常采用闭卷形式，对于教学内容以技能学习为主（实践教学学时比例占 50%以上的）或独立设置的实践课、综合实训课，采用半开半闭卷的形式考核，即理论知识的考核采用闭卷形式，技能考核采用开卷形式。根据课程标准，考核可采用灵活多样的形式（如开卷、半开卷、现场操作考核等）。

2. 课程成绩考核评定。根据学生上课学习纪律、参与课堂讨论和回答问题、完成作业和实习见习报告、测验与课程论文和期末考核等进行综合评定。公共必修课和公共选修课的成绩，期考占 70%，平时占 30%；专业课的成绩，分理论考试成绩、技能操作考试成绩和平时成绩三个部分，其中理论考试成绩占 40%，技能操作考试成绩占 40%，平时表现占 20%。顶岗实习课程成绩为：用人单位给予学生实习成绩占 70%、平时成绩（如带队指导教师考勤等）占 30%。

3.建立专业课程试题库（试卷库），含有理论考试和技能考核试卷库，实行系、部门、院三级考核，并实行考教分离。

（二）学生毕业要求

学生应达到如下要求，才能取得毕业资格。

- 1.思想品德考核合格。
- 2.取得本专业要求的湿法冶炼工、火法冶炼工的其中一种职业资格证书；
- 3.修完人才培养方案规定的课程和教学项目，考核成绩合格。

九、教学实施建议与要求

（一）专业师资条件要求

本专业师资必须满足以下基本条件：

- 1.教师的专业必须为冶金相关专业，如冶金工程、冶金物理化学等；
- 2.教师中中级（讲师）职称占 50%以上；副教授占比 10%及以上。
- 3.教师年龄结构为中青年师资力量为主，实行以老带新的导师制度，促进中青年教师专业技能不断提高。

（二）实训实习基地条件

1. 校内实训基地

校内实训基地包含以下实训室：

火法冶金实训室（2 间）、破碎选矿实训室（2 间）、冶金单元操作实训室（1 间）、

设备拆装实训室（1 间）、火法冶金实训室（1 间）、冶金技术综合实训室（2 间）、仿真实训室（2 间），以上校内实训室共 9 间，包含专业基础技能训练、专业核心技能训练等功能。有常规仪器、搅拌器、电解槽、整流器、锌冶金仿真实训软件、铜冶金仿真软件、铝冶金仿真软件等重要的实训设备等条件。

2. 校外实训基地

本专业已经建立的校外实训基地有柳州钢铁集团有限公司、贵港钢铁集团有限公司、防城港盛隆冶金有限公司等稳固的校外实训基地，实训基地内的冶金仿真实训中心为学生校外实训、顶岗实习等提供了基础和便利条件。

（三）专业教学资源库建设要求

建立本专业教学资源库，主要包括：

专业课程教案、课件（ppt 等）、教学录像、教学设计、微课、试题库（试卷库）、课程标准、自编教材、课程网站等。

（四）毕业论文（设计）的组织实施

黑色冶金技术专业（普高）的毕业论文组织实施如下：

1. 开设时间：第四学期；

2. 组织

由系部根据专业教师人数和学生人数，按比例将学生分配给不同的指导教师进行指导，指导教师根据专业特点和专业核心课程内容，为学生确定论文题目。

3. 实施

毕业论文设计为期 4 周，由指导教师指导学生在实验室内，利用相关的仪器设备开展毕业论文实验，查阅文献，整理数据，完成毕业论文撰写。

4. 考核

毕业论文必须符合学院标准格式要求，学生实践操作占论文成绩得 60%，论文占 40%。论文电子版和纸质版均交系部留存，考核成绩由指导教师统一录入。

（五）顶岗实习的组织实施

1. 制定《顶岗实习工作方案》

《顶岗实习工作方案》是组织顶岗实习、进行顶岗实习考核和对顶岗实习教学质量进行考评的依据。顶岗实习工作方案包括顶岗实习的组织机构、实习时间及地点（单位）、实习目的和要求、实习内容和岗位、考核标准与方法、成绩评定办法等，并于实习前一周送交教科处审核、备案。

2. 与用人单位签订《顶岗实习合作协议》明确双方责任、权利和义务，确定企业顶岗实习指导教师，落实顶岗实习学生名单。

3. 自主联系顶岗实习的学生填写《学生自主联系顶岗实习单位申请表》办理顶岗

实习手续。

4.系部召开顶岗实习动员大会，明确顶岗实习的内容和任务，宣布顶岗实习纪律，提出具体的实习要求，分发顶岗实习教学资料。对顶岗实习学生进行实习安全教育和实习前的岗位培训，学生签订《顶岗实习安全协议》。组织学生购买人身意外伤害保险等险种。组织学生与企业签订顶岗实习协议书（由企业提供）。

5.班辅导员组织学生填写《顶岗实习信息登记表》，并上报教务科研处、学生工作处、招生就业办等相关部门。

6.将顶岗实习学生送至顶岗实习单位，并将《顶岗实习工作方案》、《顶岗实习学生信息登记表》报顶岗实习单位。

7.各班辅导员与顶岗实习学生通过短信、QQ、电话、电子邮件等方式保存联系，每周联系1次，做好联系记录，并及时更新《顶岗实习学生信息登记表》。

8.学生填写《学生顶岗实习工作记录表》，顶岗实习结束后以时间先后装订成册上交系部。

9.专业指导教师通过短信、QQ、电话、电子邮件、实地考察等方式对顶岗实习学生进行指导，并填写《指导教师工作记录表》。

10.顶岗实习结束后，进行顶岗实习工作总结，顶岗实习总结内容应包括学生顶岗实习基本情况、顶岗实习计划执行情况、顶岗实习效果、顶岗实习指导方法、存在问题、改进措施等。

11.做好有关顶岗实习档案资料积累、存档工作。

（六）教学模式与方法的应用

1.专业教学模式包括：理实一体、翻转课堂；

2.教学方法：本专业主要采用项目式教学法，将重要的知识点和技能点，以完成项目的方式，让学生掌握相关的专业技能。

（七）教学质量的评价与控制方法

教学质量的监控与评价是根据相应的质量标准，对本专业的专业定位、培养计划和培养目标，对教学条件、教学过程、教学效果、毕业生质量跟踪等各个环节的质量情况进行监控与评价，促进教学质量的不断提高。

统一组织学院-系部两级教学质量评价方法，主要是通过院系两级的组织听课、组织学院中期教学质量调查学生座谈会，学生信息反馈等活动完成，疏通教师和学生教学质量信息反馈的渠道。主要方式如下：

1.由学生根据学院要求，在网上对教师教学质量进行评价；

2.由学院督导室对教师教学质量进行测评；

3.根据期末考试成绩和期评成绩对教学质量进行评价；

4.由系部同行对本专业课程教学质量进行评价。

十、教学活动安排

(一) 教学活动时间分配表

序号	教 学 活 动		各学期时间分配（周）						合计
			一	二	三	四	五	六	
1	教学活动 时间 （110 周）	课程教学(含实习、实训和考试)	16	19	19	14	0	0	68
2									
3		顶岗实习					18	17	35
4		毕业论文(设计)				4			4
5		职业资格培训考证				1			1
7	其它活动	新生报到、入学教育和军训	2						2
8	时间（7 周）	实习教育							
9		节日放假或机动	1	1	1	1	2	1	7
合 计			19	20	20	20	20	18	117
备注：三年总周数 117 周。毕业论文(设计)、 职业资格培训考证时间分别为 4 周和 1 周。									

（二）课程设置及教学进程安排表

1.公共必修课（共 632 节，共 33 学分，占总课时的 16.7%，占总学分的 19.62 %）

序号	课程代码	课程名称	课程类型	学分	学时分配			考核方式	按学期分配周数及周学时数						备注
					总学时数	理论教学	实践教学		一	二	三	四	五	六	
									19 周	20 周	20 周	20 周	20 周	18 周	
1	ggbx0009	思想道德修养与法律基础	B	3	48	42	6	考试 笔试/开卷	3/16						
2	ggbx0010	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	B	4	64	58	6	考试 笔试/开卷		4/16					
3	ggbx0011	形势与政策	A	1	32	32		考查	8 节/ 学期	8 节/ 学期	8 节/ 学期	8 节/ 学期			讲座形式，1-4 学期开设， 第 4 学期录成绩
4	ggbx0002	军训（理论教育）	A	1	36	36		考查	讲座						与军事技能训练合并，第 1 学期录成绩
5	ggbx0012 ggbx0013	大学生心理健康教育	B	1.5	24	16	8	考查	2 节/ 单双 周	2 节/ 单双 周					
6	ggbx0001	安全教育	A	1.5	24	24		考查	讲座	讲座	讲座	讲座			1-4 学期开设，第 4 学期 录成绩
7	ggbx0005	大学生创新创业教育	B	2	32	20	12	考查			2/16				
8	ggbx0004	就业指导	B	2	36	28	8	考查				2/18			
9	ggbx0006 ggbx0007 ggbx0008	体育	C	6	104	16	88	考查	2/16	2/18	2/18				
10	ggbx0026 ggbx0027	大学英语	B	6	136	60	76	考试 笔试/开卷	4/16	4/18					鼓励与专业课相结合开设
11	ggbx0024	计算机应用基础	C	3	64	8	56	考试 机试/闭卷	4/16						机电、建信、电子、资源 系第 1 学期开设；经管、 教育系第 2 学期开设
12		劳动教育	B	2	32	16	16	考查	8 节/	8 节/	8 节/学	8 节/			

									学期	学期	期	学期			
合 计				33	632	396	236		14	10	4	2			

注：课程类别分为 A 类（纯理论课教学）、B 类（理实一体课教学）和 C 类（纯实践课教学）等三种，根据课程教学情况进行填写相应类别符号。

2. 专业必修课（共 916 节，共 49 学分，占总课时的 25.5%，占总学分 31.01%）

序号	课程代码	课程名称	课程类型	学分	学时分配			考核方式	按学期分配周数及周学时数						备注
					总学时数	理论学时数	实践学时数		一（19周）	二（19周）	三（20周）	四（20周）	五（20周）	六（18周）	
1	Zybx0001	无机化学	B	5	96	56	40	考试	6/16						
2	Zybx0002	工程制图	B	5	96	58	38	考试	6/16						
3	Zybx0003	有机化学	B	5	108	32	76	考查		6/18					
4	Zybx0004	分析化学	B	5	108	16	92	考查		6/18					
5	Zybx0005	湿法冶金过程及设备	B	5	108	30	78	考查			6/18				
6	Zybx0006	火法冶金过程及设备	B	6	108	40	68	考查			6/18				
7	Zybx0007	锌冶金技术	B	5	108	36	72	考查			6/18				
8	Zybx0011	铝冶炼金术	B	4	56	28	28	考查				4/14			
9	Zybx0009	铅冶金技术	B	4	56	36	20	考查				4/14			
10	Zybx0012	铜冶金技术	B	5	108	40	68	考试				6/18			
	合 计			49	952	372	580		12	12	18	18			

3. 公共选修课（共 232 节，共 8 学分，占总课时的 6.45%，占总学分 5.06%）

序号	课程代码	课程名称	课程类型	学分	学时分配			考核方式	按学期分配周数及周学时数						备注
					总学时数	理论学时数	实践学时数		一（19 周）	二（19 周）	三（20 周）	四（20 周）	五（20 周）	六（18 周）	
1	ggxx0001	应用文写作	A	2	72	56	16	考试			4/18				
2	ggxx0002	演讲与口才	A	1	28	20	8	考试		2/14					
3	ggxx0003	社交礼仪	A	1	28	20	8	考查				2/14			
4	ggxx0004	大学语文	A	2	32	20	12	考查	2/16						
5	Ggxx0005	高等数学	A	2	72	60	12	考查	4/18						
		合 计		8	232	176	56		6	2	4	2			

4. 专业选修课（共 420 节，共 26 学分，占总课时的 11.69%，占总学分 16.45%）

序号	课程代码	课程名称	课程类型	学分	学时分配			考核方式	按学期分配周数及周学时数						
					总学时数	理论学时数	实践学时数		一(19周)	二(19周)	三(20周)	四(20周)	五(20周)	六(18周)	
1	zyxx0007	铁合金冶金技术	B	4	72	56	16	考试		4/18					
2	zyxx0008	钢铁冶金技术	B	5	108	48	60	考试		6/18					
3	zyxx0003	环境保护与安全生产	B	4	56	38	18	考查				4/16			
4	zyxx0004	稀贵金属冶金技术	B	5	72	40	32	考查			4/18				
5	zyxx0005	自动检测与过程	B	4	56	36	20	考查			4/16				

		控制												
6	zyxx0006	工业企业管理	B	4	56	36	20	考查				4/16		
		合 计		26	420	254	166		0	8	8	8		

5. 单项实践（实训）课（共 120 节，共 5 学分，占总课时的 3.33%，占总学分 3.16%）

序号	课程代码	课程名称	课程类型	学分	学时分配			考核方式	按学期分配周数及周学时数						备注
					总学时数	理论学时数	实践学时数		一（19周）	二（19周）	三（20周）	四（20周）	五（20周）	六（18周）	
1	zyds0001	无机化学实验	C	1	30	10	20	考试	30/1						
2	zyds0002	分析化学实验	C	2	60	20	40	考查		30/2					
3	zyds0003	锌冶金实验	C	2	30	10	20	考查		30/1					
		技能比赛实践	C	2	60	20	40	考查			30/1				
		合 计		5	180	60	120		30	60	0	0			

6. 综合实践（实训）课（共 1305 节，共 39 学分，占总课时的 36.32%，占总学分 24.66%）

序号	课程代码	课程名称	课程类型	学分	学时分配			考核方式	按学期分配周数及周学时数						备注
					总学时数	理论学时数	实践学时数		一（19周）	二（19周）	三（20周）	四（20周）	五（20周）	六（18周）	
1	Zyzs0001	军训	C	1	60	10	50	考查	30/2						
2	Zyzs0002	入学教育	C	0.5	15	12	3	考查	30/0.5						
3	Zyzs0003	实习教育	C	0.5	30	10	20	考查				30/1			
4	Zyzs0004	毕业设计（论文）	C	3	120	40	80	考查				30/4			
5	Zyzs0005	毕业顶岗实习	C	28	1050	200	850	考查					30/18	30/17	
6	Zyzs0006	创新创业实践	C	6	30	10	20	考查					10/1	20/2	
		合 计		39	1305	282	1023		60	0	0	60	30	30	

7. 各教学项目学时数比例表

序号	教学项目	学分	学时数			占本专业 学时数比 例	占本专业 学分比例	备 注
			总学时 数	理论学 时	实践学 时			
1 课程教学	公共必修课	31	632	396	236	16.7%	19.62%	指课堂讲授、课堂讨论、习题课、课程试验（实训）等
	专业必修课	49	916	372	544	25.5%	31.01%	
	公共选修课	8	232	176	56	6.45%	5.06%	
	专业选修课	26	420	254	166	11.69%	16.45%	
	合计	114	2200	1198	1002	60.34%	72.15%	
2 实践教学	单项实践（实训）课	5	180	60	120	3.33%	3.16%	每周按 30 节计算
	综合实践（实训）课	39	1305	282	1023	36.32%	24.68%	每周按 30 节计算
	合计	44	1485	342	1143	39.66%	27.85%	
总合计		158	3505	1540	2145	100%	100%	
理论与实践比例			100%	41.36%	58.64%			

毕业学分要求：150 分

(1) 必修课学分：82 分

公共必修课学分：31 分

专业必修课学分：49 分

(2) 选修课学分：26 分

公共选修课学分：5 分

专业选修课学分：21 分

(3) 综合实践教学学分：39 分

(4) 创新创业学分：5 分

★毕业学分最低要求：152

制定人：雷玉办、林忠

审核人：谢玉艳

2020 年 7 月 30 日



广西现代职业技术学院
GUANGXI MODERN POLYTECHNIC COLLEGE

有色冶金专业人才需求 与专业改革调研报告

资源工程系

2020 年 6 月 15 日

目录

一、调研目的与对象.....	22
(一) 调研目的.....	22
(二) 调研对象.....	22
二、调研方法与内容.....	22
(一) 调研方法.....	22
(二) 调研内容.....	22
三、调研分析.....	23
(一) 全国与地方(广西地区)行业发展现状与趋势.....	23
(二) 企业调研分析.....	26
(三) 广西高职院校有色冶金专业设置情况.....	26
(四) 有色冶金专业学生需要的知识和技能.....	26
(五) 职业资格认定.....	27
(六) 有色冶金专业就业方向.....	28
(七) 相关岗位和岗位要求.....	28
(八) 企业用人单位对有色冶金毕业生的要求和意见.....	29
四、调研结论.....	30
(一) 行业企业人才需求程度.....	30
(二) 就业领域、就业岗位的相对稳定性.....	30
(三) 行业企业对专业人才培养的需求和预期.....	30
(四) 行业企业对就业人员能力的要求、职业资格证书的要求.....	30
(五) 专业人才培养目标定位、培养规格要求.....	31
(六) 专业发展前景.....	31
五、本专业教学改革建议及建设思路.....	32
(一) 有色冶金专业人才培养目标和培养规格的建议及建设思路.....	32
(二) 有色冶金专业课程建设思路.....	32
(三) 有色冶金专业教学模式建议.....	32
(四) 有色冶金专业师资与教学条件配套建议及建设思路.....	32

有色冶金专业人才需求与专业改革调研报告

为充分了解有色冶金的人才需求状况，掌握市场动态，全面推进有色冶金专业建设和深化教学改革，提高人才培养质量，资源工程系深入有色冶金企业进行实地调研。以就业为导向，从学生就业岗位需求的知识和能力、知识结构情况，结合我系本专业的实际情况，确定专业教学改革思路、培养目标等，提出专业改革建议，满足市场经济对本专业人才的要求，为本专业培养合格的高端技能型人才，促进有色冶金专业的发展。

一、调研目的与对象

（一）调研目的

为彰显职业教育的特点，通过本次调研收集和有色冶金专业学生的特点，通过本次调研收集和有色冶金专业学生的社会人才需求状况信息，了解社会、行业及企业对有色冶金专业人才知识、技能、素质要求的变化和趋势，为我系有色冶金专业设置、招生规模、学生就业指导提供信息，为专业人才培养目标定位、教学计划和课程标准的修订、教学改革提供依据和帮助，提高本专业的人才培养质量和毕业生的就业质量。

（二）调研对象

- 1.广西南方有色集团有限公司；
- 2.广西金山钢锆冶炼有限责任公司；
- 3.广西五吉冶炼有限公司；
- 4.广西生富科技有限责任公司。

二、调研方法与内容

（一）调研方法

- 1.网上调研
- 2.现场参观考察
- 3.专家咨询
- 4.座谈

（二）调研内容

- 1.向企业人力资源部门了解企业总体岗位和有色冶金专业涵盖的岗位。
- 2.访谈车间主管，了解有色冶金专业人才成长经历以及在企业总体技术的地位和作用。

3.对涉及有色冶金专业的一线组长进行谈话和调研，了解他们的工作任务、岗位要求等。

4.访谈员工，了解高职毕业生目前所面临的问题和解决这些问题的途径和方法。

5.整体了解行业对人才需求的具体要求，以及适合相关岗位的课程。

三、调研分析

（一）有色冶金技术专业行业背景

1.近两年有色金属行业运行情况

(1)十种有色金属产量保持稳定。2017年，十种有色金属产量5378万吨，同比增长3.0%。其中，铜、铝、铅、锌产量分别为889万吨、3227万吨、472万吨、622万吨，同比增长7.7%、1.6%、9.7%、-0.7%。规模以上有色金属工业增加值累计同比增长0.7%。

(2)产品价格趋稳向好。2017年，国内主要有色金属价格同比大幅回升。2017年，铜、铝、铅、锌现货均价分别为49256元/吨、14521元/吨、18366元/吨、24089元/吨，同比分别增长29.2%、15.9%、26.0%、42.8%。

(3)企业效益显著提升。2017年，规模以上有色金属企业主营业务收入60444亿元、利润2551亿元，同比分别增长13.8%、27.5%。其中，采选、冶炼、加工利润分别为527亿元、953亿元、1071亿元，同比分别增长23.5%、51.8%、13.2%。2017年，规模以上有色金属工业企业每百元主营业务收入中的成本为91.51元，同比降低0.27元。销售、管理、财务三项费用合计2488亿元，同比增长7.6%。其中，财务费用770亿元，占三项费用的31.0%，较同期降低1.0个百分点。

(4)进出口额平稳增长。2017年，我国有色金属进出口贸易总额(含黄金首饰及零件贸易额)1348.3亿美元，同比增长15.1%。其中:进口额973.7亿美元，同比增长26.3%；出口额374.6亿美元，同比下降6.4%。其中，黄金首饰及零件出口贸易额100.7亿美元，同比下降16.9%。

(5)固定资产投资下降。2017年，我国有色金属工业(包括独立黄金企业)完成固定资产投资额6148亿元，同比下降6.9%，降幅同比扩大0.2个百分点。其中，民间项目投资4952亿元，同比下降8.2%，所占行业投资比重为80.6%。

2.存在的突出问题

(1)新旧动能转换总体缓慢。当前有色金属工业新旧动能转换有一些亮点，新能源汽车的需求带动了有色金属钴、锂等新材料的发展，轨道交通和汽车用铝的产量和用量持续增

长,进一步促进了高端运输铝材的应用。但应看到,高端材料和新材料在产业体系中所占比例不高,新旧动能转换总体缓慢。产业下游精深加工的基础研究、技术支撑和高新项目储备不足,部分有色金属精深加工高端产品依赖进口的局面一时难以改变。

(2)严管严控电解铝新增产能任务仍然艰巨。清理整顿电解铝行业违法违规项目专项行动取得阶段性成果,违法违规项目已停产停建。但电解铝行业向好发展的基础尚不牢固,盲目投资、无序发展、布局不够合理、产业集中度不高等深层次问题尚未根本解决。

(3)行业利润率偏低、融资难等问题仍然突出。有色行业是资金密集型行业,虽然2017年以来全行业整体效益好转,同比显著提升,但受生产成本上升等因素影响,行业总体利润率不高,全年行业主营业务收入利润率约为4%。目前,金融机构对有色金属行业的支持仍然有限,部分企业资金链依然紧张,企业融资难的问题还未根本解决。

(4)国际贸易摩擦加剧。随着我国铝工业技术不断突破,铝产品国际市场竞争力不断增强,美国等西方国家出于自身利益,针对我国有色金属产品的国际贸易摩擦愈演愈烈,出口形势面临较大挑战。美国继去年对中国铝工业进行“332”听证调查之后,今年又启动对进口铝产品的“232调查”及“301调查”。8月8日,美国初裁认定中国出口到美国的铝箔产品接受了16.56%-80.97%不等的补贴;10月27日,美国商务部公布,将对原产自中国的铝箔进口征税进口关税,税率初步定在96.81%-162.24%;11月28日,美国商务部对从中国进口的普通合金铝板发起双反调查,这一系列贸易保护措施对我国铝深加工产品出口十分不利。

3.行业展望

(1)推动有色金属新材料研发应用。坚持以需求为导向,通过材料生产企业和应用企业的上下游合作对接,完善有色金属新材料产-学-研-用体系建设。制定民机铝材上下游合作机制2018年度重点工作计划,协调推进落实年度重点任务;鼓励有条件的企业建立生产应用示范平台,积极扩大汽车轻量化材料应用;推动轻量化材料制造业创新中心建设。

(2)推动落实电解铝产能置换工作。按照产能总量控制和存量优化的思路,鼓励企业通过兼并重组、产能指标交易等方式实现产能置换,加快缺乏竞争力产能退出,防范产能过剩风险。

(3)促进有色金属行业健康发展。继续实施行业规范管理,推动智能制造,开展智能矿山新模式研究,探讨有关标准,研究形成可全行业推广的智能化模式。铜、铝等有色

金属品种金融属性强，为防范资本市场过度炒作，我部将会同相关部门和有色协会，加强对铝等有色金属的价格监测，做好信息发布和政策引导，避免投机性炒作对市场产生过度影响。

(4)加强国际合作。举办首届“中俄钛业论坛”，促进双方在航空航天、船舶、海洋等领域联合开展钛合金技术和项目合作。会同行业协会研究建立铝工业国际贸易应对机制，发挥协同效应，组织相关企业，形成应对合力，提前做好应对预案，避免经济问题政治化、双边问题多边化。

从以上有色行业近两年来的行业发展情况分析，有色行业发展平稳，

(二) 广西人才需求需求趋势

2018 年全国高校毕业生刷新纪录达到 820 万人，想找到“好工作”并不容易，有统计显示，今年在电子、金融等领域的用人需求量和本科、硕士生的需求量也呈现“双下降”，然而，有色金属等艰苦行业则是另外一种情形。企业管理者“求贤若渴”，暗自想抓住机遇招揽人才，他们希望遭遇“最难就业年”的大学毕业生们能转投采矿、选矿、冶炼和加工等岗位的“怀抱”。

“有色金属行业人才需求旺盛，作为国家支柱产业，已拥有 368 多万员工，从勘探到加工、从生产到销售，对人才的需求贯穿于工业生产的各个环节。”但有色金属工业人才中心主任丁跃华对记者表示，全国各高校的地质、采矿、选矿、冶炼等主体专业毕业生人数增长幅度不大，长期处于供不应求的状态。

有色金属工业人才中心连续 5 年对相关专业大学生就业意向的调查中发现，大约 1/3 的大学毕业生表示会继续深造，1/3 的毕业生因工作岗位艰苦转而选择其他行业，只有 1/3 的毕业生表示会进入专业对口企业工作。

根据多年组织招聘活动进校园的经验，丁跃华告诉记者，地质、采矿、选矿等专业人才需求量大，应届毕业生一般在一个月内便被一抢而空。但工作、生活条件相对艰苦的有色金属等矿产企业仍然普遍面临“招人难、留人更难”的困境，人才流失、人才断层已经成为制约许多企业发展的首要问题。

有色金属工业人才中心培训处处长宋凯表示，有色金属企业多建在中西部的二三线城市，矿山则集中在西南、西北的山沟里，工作环境封闭、艰苦，这样的岗位对习惯舒适生活的 90 后大学毕业生来说，自然缺乏吸引力。

但有关专家发现，一些大学生进入艰苦行业后，通过吃苦耐劳、精益求精的工作，不

仅学以致用，而且很快成为独当一面的业务尖子，更有人成为年轻的行业领军人物，找到了属于自己的位置。

“能否招得到人，留得住人，还要取决于企业是否善待员工，为人才提供有吸引力的福利待遇，打造用武之地和上升通道。”丁跃华同时表示，学生就业难也说明人才培养模式和就业心态出了问题。“只要大学毕业生转变观念，找到适合自己的工作其实并不难

广西有色冶金企业众多，比较著名的有广西华锡集团有限公司，广西南方有色集团有限公司、广西有色金属有限公司、广西金山钢锆有限责任公司、广西平果铝业有限公司、中国五矿集团有限公司等有色冶炼企业，十种主要金属年产能达 200 万吨，产值近 1500 亿元。

由于有色冶金工程专业培养的学生基础宽厚、理论扎实、技能全面，同时，又具备冶金和金属材料加工等方面的知识和技能。加之，冶金行业属于国民经济的基础和支柱产业之一，因而，毕业生择业面宽，适应能力强。毕业生可以到冶金、化工、材料、环境保护及其相关行业的生产、科研和管理部门从事生产技术管理、工程设计、技术开发、新型结构材料和功能材料的研制和开发等工作，也可以到高等院校和高等职业学校从事专业教学工作。

（二）企业调研分析

人才市场上的冶金人才储备虽然比较大，但由于 2008 年至 2013 年国家去落后产能及供给侧结构政策的调整，冶金人才流失严重，企业要在人才市场上寻觅合适的人才显得比较困难，本专业毕业生主要就业于冶金行业的锌厂、炼铅厂、炼铜厂、炼铝厂等，从事沸腾炉焙烧、湿法浸出、熔铸、闪速熔炼、转炉吹炼、火法精炼、电解精炼等岗位的技术和管理工作。

（三）广西高职院校有色冶金技术专业设置情况

序号	高职院校名称	专业名称
1	桂林理工大学南宁分院	有黑色冶金技术（专科）
2	广西现代职业技术学院	有色冶金技术

（四）黑色冶金技术专业学生需要的知识和技能

岗位名称	工作任务	素质要求
熔炼工	1. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法	认真负责的工作态度和严谨细致

	2. 掌握开炉、计划停炉操作规程 3. 掌握在给定精矿、选定渣型条件下的熔剂配入计算	的工作作风，具备成为一名有色金属冶炼企业基层管理及操作人员的基本素质
吹炼工	1. 铜铈吹炼成白冰铜及粗铜的基本原理 2. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法 3. 掌握开炉、计划停炉操作规程 4. 掌握在给定精矿、选定渣型条件下的熔剂配入计算 5. 炉况操作及故障处理	认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，具备成为一名有色金属冶炼企业基层管理及操作人员的基本素质
沸腾炉炉前工	1. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握开炉、计划停炉操作规程 3. 掌握沸腾炉生产中控制的技术条件	认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，具备成为一名有色金属冶炼企业基层管理及操作人员的基本素质
湿法冶炼工	1. 日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握溶化、一次和二次浸出操作规程 3. 酸性浸出过程中控制的各项技术条件 4. 中性浸出过程中控制的各项技术条件	认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，具备成为一名有色金属冶炼企业基层管理及操作人员的基本素质
炼铜精炼工	1. 掌握转炉精炼粗铜的工艺、设备 2. 掌握开炉操作技术要点 3. 计划停炉操作规程 4. 常见故障处理 5. 粗铜精炼技术条件控制、技术操作要领	认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，具备成为一名有色金属冶炼企业基层管理及操作人员的基本素质
锌净化工	1. 日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握开机、计划停机操作规程 3. 除铜镉过程中控制的各项技术条件 4. 除钴镍过程中控制的各项技术条件 5. 正常操作及故障处理	认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，具备成为一名有色金属冶炼企业基层管理及操作人员的基本素质
锌电解工	1. 出装槽操作 2. 正确补充添加剂 3. 学会检查阴阳极板导电情况，调整极距，清理槽上杂物 4. 电解槽常规操作	认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，具备成为一名有色金属冶炼企业基层管理及操作人员的基本素质

（五）职业资格认定

序号	职业岗位	职业资格（技能）证书名称	发证单位	等级
1	熔炼工	熔炼工	人力资源和社会保障部	中级

2	净化工	净化工	人力资源和社会保障保障部	中级
3	炉前工	炉前工	人力资源和社会保障保障部	中级
4	精炼工	精炼工	人力资源和社会保障保障部	中级
5	吹炼工	吹炼工	人力资源和社会保障保障部	中级
6	熔铸工	熔铸工	人力资源和社会保障保障部	中级

（六）有色冶金技术专业就业方向。

本专业培养能适应经济社会发展需要的，具有冶金行业相应岗位必备的基本理论和专业知识，具有较强的冶金技术岗位操作技能（能力），具有良好的职业道德、创业精神和健全的体魄，具备冶金技术及其管理的基础理论，熟悉冶金生产工艺流程，适应新技术新工艺的发展要求，能在冶金领域从事生产、建设、管理和服务工作，能适应生产、建设、服务和管理第一线需要的高素质技能型专门人才。本专业毕业生就业岗位主要是面向生产（管理）一线的有色金属熔炼、有色金属电解、贵金属提炼、有色金属的深加工等生产车间的主要操作岗位从事生产工作，还可以在生产管理岗位任职、安全和质量检验等相关岗位从事与有色金属生产相关的工作。

（七）相关岗位和岗位要求

序号	职业方向	初始岗位	发展岗位	岗位能力要求
1	熔炼生产工艺员（操作工）	原燃、料分析，归堆，入库；粉料制备与输送，氧料配比计算，熔渣或熔铈处理。	熔炼各原料的配料与生产，熔炼生产流程的设计与改进；	1.必要的基础理论知识(深厚的物化知识)、一定的专业理论知识； 2.具有冶金生产第一线主要工序的实际操作技能；
2	转炉吹炼工（转炉操作工工艺员）	炉前设备的操作与维护，转炉冷却设备的看护与调节，炉前操作（出查与	转炉生产配料；转炉炉内生产调节，高炉附属系统调节；转炉炉生产	3.初步具有冶金产品各生产工序生产工艺制订的能力； 4.具有冶金主要设备和仪

		出铁)	车间现场管理, 转炉生产系统设计。	表选择、使用和维护的能力;
3	沸腾炉操作工	矿料比调节; 下料口运行与维护; 锌焙砂出炉, 炉内温度及气体流量调节。	沸腾炉生产调度; 沸腾炉生产现场的管理; 沸腾炉原料管理; 沸腾炉炼锌生产设计。	5.具有对各工序产品或半产品质量鉴定、组织与性能检测和分析的能力; 6.初步具有对新产品开发的试验能力和新技术的推广应用能力;
4	湿法炼锌操作工	2. 日常检查部位、检查项目, 取样方法 2. 掌握溶化、一次和二次浸出操作规程 3. 酸性浸出过程中控制的各项技术条件 4. 中性浸出过程中控制的各项技术条件。	浸出槽生产工艺、技术管理	7.初步具有生产第一线技术管理能力; 8.初步具有计算机在冶金自动化设备中的应用能力; 9.具有一定的社会综合能力(人际关系、公关、协调共事等。
5.	炼铜精炼工	1 掌握转炉精炼粗铜的工艺、设备 2 掌握开炉操作技术要点 3. 计划停炉操作规程 4. 常见故障处理 粗铜精炼技术条件控制、技术操作要领	火法精炼技术的进步与创新。火法、电解精炼生产现场管理	
6.	熔铸生产	熔铸机的生产操作, 熔铸的维护与保养; 熔铸原材料的安全保护与生产管理;	熔铸生产技术生产与创新, 熔铸生产现场管理。熔铸生产系统的改进与设计。	

(八) 企业用人单位对有色冶金专业毕业生的要求和意见

要求毕业生在德、智、体、美方面全面发展，具有良好的职业道德，有较强的社会责任意识和创新精神，具备有色冶金基础理论知识，系统掌握有色冶金技术，有较强的动手操作能力，能从事有色冶金生产企业整个企业的工艺设计、冶金设备安装调试、生产操作与设备维护运行等方面的高素质技能型专门人才。

四、调研结论

（一）行业企业人才需求程度

目前，冶金行业正在加快结构的转型升级、有色金属行业人才需求旺盛，作为国家支柱产业，已拥有 368 多万员工，从勘探到加工、从生产到销售，对人才的需求贯穿于工业生产的各个环节。”有色金属工业人才中心主任丁跃华对记者表示，全国各高校的地质、采矿、选矿、冶炼等主体专业毕业生人数增长幅度不大，长期处于供不应求的状态。

（二）就业领域、就业岗位的相对稳定性

有色冶金技术专业就业领域：有色金属冶金生产企业、有色冶炼生产企业系统的生产工艺操作、设备安装调试、维护运行等方面。当前，国家的供给侧结构政策的调整，淘汰一大批高耗能、高污染的落后产能，加快各大大型特大型优势企业兼并重组，做大做强国家基础工业。因此，对此类专业的旺盛人才需求将是长期的，就业岗位相对较为稳定。

（三）行业企业对专业人才培养的需求和预期

当前行业企业期待组织科研力量加大解决冶炼企业关键技术即能耗及绿色环保生产人才的问题，在有相关研究背景和技术力量的学校开设钢铁冶金生产技术课程，制定中短期专业技能培训计划，既培养有高素质的研发人员，又培养经验丰富的工程技术人员。

（四）行业企业对就业人员能力的要求、职业资格证书的要求

1.热爱社会主义祖国，拥护党的基本路线，懂得马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想以及科学发展观的基本原理，具有爱国主义、集体主义、社会主义思想和良好的思想品德。

2.掌握本专业所必需的基础理论知识;熟练掌握黑色金属和有色金属冶金过程的基本理论、生产工艺和设备等专业知识，了解冶金领域的最新发展动向;重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能。

3.具备较快适应冶金行业生产第一线岗位需要的实际能力。具有一定的冶炼操作技能，能分析和解决生产实践一般工艺问题;初步具有对冶炼工艺改进、设备局部改造的能力，新技术推广的能力，以及生产第一线技术管理的能力。

4.具有开拓创新精神、团队协作精神及良好的职业道德，具有健康的体魄、健全的人格及良好的心理素质。

相应的职业资格证书要求：熔炼工、精炼工、沸腾炉操作工、湿法冶炼工、熔铸工。

（五）专业人才培养目标定位、培养规格要求

1.知识目标

（1）.对有色金属联合企业的生产过程有一个全面概括的认知。

（2）.了解有色金属生产的工艺技术和主要工艺设备的结构和作用，理解有色金属冶金的基本原理。

（3）.掌握有色金属冶金生产的基本知识。

（4）.正确认识有色金属生产在国民经济生产中的地位与作用。

2.能力目标

掌握有色冶炼十种金属的理论基础，熟悉闪速炉炼铜、转炉吹炼、火法精炼和电解精炼、湿法炼锌、湿法炼铝、浇注与熔铸工艺。能够胜任有色金属主要操作岗位的工作，会使用相应设备进行相应生产操作。

3.素质要求

（1）具有良好的思想政治素质和遵纪守法观念；

（2）具有良好的爱岗敬业、吃苦耐劳、诚实守信的职业道德和团队合作精神；

（3）具有较强的逻辑思维、分析判断能力和语言文字表达能力；

（4）具有一定的计算机应用能力、英语阅读、翻译和交流能力；

（5）具有新知识、新技能的学习能力、信息获取能力和创新能力；

（6）具备从事本专业工作的安全生产、服从上级管理的意识，并具备良好的职业道德；

（7）具备个人职业安全防护与环境保护的职业意识；

（8）具备灵活应对各种突发事件的能力。

（六）专业发展前景

本专业的价值正体现在它的基础地位。冶金工程为经济提供强有力的生产资料保障，涉及的是商业性的应用，因此是一门实践性很强的学科，它会不断吸取自然科学，特别是物理学、化学、力学等方面的新成就，指导冶金生产技术向广度和深度发展；在另一方面，

冶金工程又以丰富的实践经验，反过来充实了上述学科的内容。

冶金行业作为国民经济重要生产部门，使得冶金工程专业具有良好的发展前景。举一个比较有代表性的例子。我国是一个有色金属生产大国，每年的有色金属总产量位于世界前列。有色金属产量的指标，当然也可以作为衡量一个国家经济发展水平的重要参数，但产量高并不意味着我们就是有色金属冶炼的强国。因为，每年我们还要进口不少特种金属材料。在特种金属材料冶炼技术上同先进国家的差距，表明我们冶金工程的发展水平并不高。要改变这种状况，促进国家从冶炼大国变为冶炼强国，就要加大冶金技术人才的培养。所以，冶金工程具备很大的发展潜力。学习有色冶金技术专业可以把握住这个机会，为国家的冶金技术贡献力量，实现自己的人生价值。

从以上数据分析，有色冶金技术专业具有广阔的发展前景。

五、本专业教学改革建议及建设思路

（一）有色冶金技术专业人才培养目标和培养规格的建议及建设思路

按照高职教育的培养目标，转变教育理念，结合社会的生产实际，明确就业方向，制定出适应教学要求的人才培养方案。新的人才培养方案要充分突出高职的教学特色，以提高人才质量为目标，以模式改革创新为主题，以培养学生的技术应用能力和职业基本能力为主线，保证学生上岗就业的职业资格。

（二）有色冶金技术专业课程建设思路

按照职业能力进行课程建设。建立以工作过程为导向，能力培养为本位，素质教育与技能训练并重的课程体系。整合专业课程，把专业课程分为三大模块，引用行动导向法等以学生为主题的先进教学方法，加强技能训练，充分保证学生有良好的职业能力。

（三）有色冶金技术专业教学模式建议

按照岗位技能实施“教、学、做”一体化的教学模式。要形成以项目或任务引领为主，“教、学、做”一体化的教学模式。要强化实验实训基地建设，积极开展校企合作、工学结合、顶岗实习的工作，处理好传统设备和先进设备的关系，加大课程与实践场所的匹配性，为课程改革提供基础的保障，通过校企合作让企业文化尽早进入校园，让学生熟悉企业，让企业了解学生。

（四）有色冶金技术专业师资与教学条件配套建议及建设思路

1. 对教师进行以提高技能水平为目的的培训。教师实践技能的提高是提高教学水平的关键。要采取多种方法提高教师的实践能力和技能水平。鼓励教师下厂锻炼、学习企业高

新设备的操作、工艺分析、设备故障诊断和排除等知识和技能，参与横向课题研究、参加各种技能培训班等方式来真正提高教师的实践能力和技能水平。教师要制定获得“双师”证书的学习计划，在一定时间内要参加相关专业的职业资格技能鉴定，并获得相关专业的职业资格技能证书。

2.聘请行业企业专家担任兼职教师和校外专业带头人

积极引进行业企业中有丰富实践经验和教学能力的工程技术人员担任兼职教师和校外专业带头人，充实师资队伍，建立一支相对稳定的兼职教师队伍，是专任教师和兼职教师的比例达到 1:1. 他们的引进可以给学院带来生产、安装、维护、检测以及科研第一线的新技术、新工艺及社会对从业人员素质的新要求，可以改善专业课教师的能力结构，以适应人才培养和专业变化的要求。他们在和学校教师共同进行教学活动中，还可以促进学校教师向“双师型”转化。

《锌冶金》课程标准

一、课程信息

表 1 课程信息表

课程名称	锌冶金		开课系部	资源工程系
课程代码	X0366		考核方式	技能+理论
前导课程	湿法冶金过程及设备			
后续课程	贵金属冶金			
总学时	32	课程类型（方 框内打√）	理论课	
	76		实践课	
	108		理论+实践	√
适用专业	有色冶金技术			

表 2 课程标准开发团队名单（含校外专家）

序号	姓名	工作单位	职称/职务
1	何启贤	广西现代职业技术学院	教授
2	林 忠	广西现代职业技术学院	高级工程师
3	雷玉办	广西现代职业技术学院	讲师

二、课程性质

本课程以锌冶炼生产过程为行动领域，贯彻国家湿法冶炼工职业标准，以岗位技能培养为教学目标，全面提高学生知识、能力、素质。

通过该学习领域的学习可以培养学生锌冶炼原料的识别、沸腾炉的操作、浸出及净化槽等冶炼设备的操作与维护、锌的电解、浸出渣中有价金属的回收利用等职业能力。同时，在实习操作和组织管理过程中可以培养学生的科学态度，激发学生的学习兴趣，培养学生的团结协作精神和组织协调能力，对职业素养的养成起着积极促进作用。

该学习领域以《基础化学》、《湿法冶金过程与设备》等课程为前导，通过专业课程的学习，为学生走上工作岗位奠定坚实的基础。

三、课程总体目标

（一）知识目标

（1）使学生能够完成锌冶炼生产的配料计算，熟悉配料的设备及其操作。

（2）使学生能够掌握硫化锌精矿的流态化焙烧掌握焙烧的基本原理及工艺流程；

掌握焙烧的操作技术及技术经济指标。

（3）使学生能够掌握浸出的目的和基本原理及工艺流程；掌握浸出过程的操作技术及技术经济指标。

（4）使学生能够掌握净化的目的和基本原理；掌握锌粉置换除铜镉的技术和锌粉置换除钴镍的技术。

（5）使学生了解电解提锌的原理；了解电积系统组成和设备流程；掌握电积过程中的主要技术经济指标。

（二）能力目标

（1）具有较强的观察能力和动手能力；

（2）具有较好分析和解决实际问题的能力；

（3）具有对图表数据进行分析总结和文献提取能力。

（4）具有尊重科学、实事求是、勇于改革和创新能力。

（三）素质目标

（1）具有良好的职业道德和敬业精神；

（2）具有较强的计划、组织和协调能力；

（3）具有严谨踏实的工作作风和团队协作能力；

（4）具有较强的社会责任感。

(5) 具有良好的环保和节能意识。

四、课程学分与时数分配

课程名称	锌冶金	总学时	108	学分	
序号	教学项目名称	主要内容			参考学时
第1章	锌冶金基础知识	锌金属主要物理、化学性质及应用			8
第2章	硫化锌精矿的流态化焙烧	硫化锌精矿流态化焙烧过程及主要设备			20
第3章	湿法炼锌的浸出过程	锌焙砂浸出过程及主要技术经济指标			24
第4章	硫酸锌浸出液的净化	浸出液的净化过程要求及主要设备			24
第5章	锌电解沉积技术	锌电解沉积生产过程及技术控制			24
第6章	火法炼锌	火法炼锌生产过程及工艺介绍			4
第7章	锌冶金清洁生产与物料综合利用	锌冶金清洁生产要求与物料综合利用			4

五、课程设计思路

(1) 针对锌冶炼过程岗位需求确定教学内容，步骤如下：

①在专业建设指导委员会指导下，与兼职教师、企业的工程技术人员共同研讨，确定学生在锌冶炼生产领域的工作岗位；

②分析相应工种的岗位能力要求；

③确定以冶炼出符合国家标准的锌的工作任务为载体，对学生进行岗位技能的训练；

④分析锌冶炼中的操作步骤、所需完成的任务，把完成每项任务所需的操作技能设为实训项目，并配置相关的专业知识、经验案例和设备知识。

(2) 遵循学习规律、针对真实任务，整合教学内容，制定课程标准。

按学生的认知规律，以真实工作任务为载体，以企业实际的工艺流程为依托，将锌冶金的教学内容分为六大项目，每个项目又分为原理、工艺、设备、操作四

个主体内容，使学生在学完相应的课程以后，通过考核。

（3）采用“教、学、做”一体的教学模式，进行岗位技能学习训练，使课堂成为岗位技能学习训练的场所。“教”的内容是学会锌冶炼的基本原理、基本工艺；“学”的内容是学会冶炼设备的操作、维护以及生产过程中的故障处理；“做”的内容是在生产实习、顶岗实习过程中，以企业实际工作为载体，锻炼提高岗位技能，缩短上岗适应期。

（4）按职业岗位“应知”、“应会”的要求，将课程考核分为理论考核和实践考核两部分。

（5）以职业资格为目标，编制实训指导书，做好现场实训教学。

六、课程内容与教学要求

项目（任务）名称	子项目或学习任务	教学目标	教学重、难点	考核点	教学方法和建议	参考学时
任务 1 锌冶金的一般知识	1-1 锌的性质和用途 1-2 锌的矿物资源和炼锌原料 1-3 锌的生产方法	知识目标： 1. 了解锌的性质和用途 2. 能识别炼锌的原料 3. 了解锌的生产方法	1. 锌的性质 2. 锌的用途 3. 炼锌的原料 4. 锌的生产方法	1. 锌的性质 2. 锌的用途 3. 炼锌的原料 4. 锌的生产方法	采用多媒体教学	8
任务 2 硫化锌精矿的流态化焙烧	2-1 硫化锌精矿的流态化焙烧的基本原理 2-2 硫化锌精矿的流态化焙烧的工艺流程 2-3 硫化锌精矿的流态化焙烧的设备 2-4 硫化锌精矿的流态化焙烧的操作技术及技术经济指标	知识目标： 1. 掌握焙烧的基本原理 2. 掌握焙烧的工艺流程 3. 了解焙烧的设备结构 4. 掌握焙烧的操作技术及技术经济指标 技能目标： 1. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握开炉、计划停炉操作规程 3. 掌握沸腾炉生产中控制的技术条件 4. 学会炉况的判断与处理 5. 特殊炉况操作及故障处理 素质目标：	1. 硫化锌精矿的流态化焙烧的基本原理 2. 硫化锌精矿的流态化焙烧的工艺流程 3. 硫化锌精矿的流态化焙烧的设备 4. 硫化锌精矿的流态化焙烧的操作技术及技术经济指标	1. 硫化锌精矿的流态化焙烧的基本原理 2. 硫化锌精矿的流态化焙烧的工艺流程 3. 硫化锌精矿的流态化焙烧的设备 4. 硫化锌精矿的流态化焙烧的操作技术及技术经济指标	采用多媒体与仿真实训进行理论与实践教学	20

		1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力				
任务 3 湿法炼锌的浸出过程	3-1 浸出过程的基本原理 3-2 浸出过程的工艺流程 3-3 浸出过程的设备 3-4 浸出过程的操作技术及技术经济指标	知识目标： 1. 掌握浸出的目的和基本原理 2. 掌握浸出过程的工艺流程 3. 了解浸出过程的设备 4. 掌握浸出过程的操作技术及技术经济指标 技能目标： 1. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握浸出过程的操作规程 3. 酸性浸出过程中控制的各项技术条件 4. 中性浸出过程中控制的各项技术条件 5. 特殊炉况操作及故障处理 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	1. 浸出的目的和基本原理 2. 浸出过程的工艺流程 3. 浸出过程的设备 4. 浸出过程的操作技术及技术经济指标	1. 浸出的目的和基本原理 2. 浸出过程的工艺流程 3. 浸出过程的设备 4. 浸出过程的操作技术及技术经济指标	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	24

任务 4 硫酸锌浸出液的净化	4-1 净化的目的和基本原理 4-2 锌粉置换除铜镉 4-3 锌粉置换除钴镍 4-4 有机试剂除钴镍 4-5 净化过程的主要设备 4-6 净化过程的技术经济指标	知识目标： 1. 净化的目的和基本原理 2. 掌握锌粉置换除铜镉的技术 3. 掌握锌粉置换除钴镍的技术 4. 掌握锌粉置换除钴镍有机试剂除钴镍的技术 5. 了解净化过程的主要设备 6. 掌握净化过程的技术经济指标 技能目标： 1. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握净化过程的操作规程 3. 除铜镉过程中控制的各项技术条件 4. 除钴镍过程中控制的各项技术条件 5. 正常操作及故障处理 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	2. 净化的目的和基本原理 3. 锌粉置换除铜镉 4. 锌粉置换除钴镍 5. 有机试剂除钴镍 6. 净化过程的主要设备 7. 净化过程的技术经济指标	1. 净化的目的和基本原理 2. 锌粉置换除铜镉 3. 锌粉置换除钴镍 4. 有机试剂除钴镍 5. 净化过程的主要设备 6. 净化过程的技术经济指标	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	24
----------------	--	--	---	---	--------------------------	----

任务 5 硫酸锌溶液的电解沉积	5-1 电解提锌的原理 5-2 电积系统组成和设备流程 5-3 电积过程中的主要技术经济指标 5-4 锌电解的正常操作 5-5 阴极锌熔铸	知识目标： 1. 了解电解提锌的原理 2. 了解电积系统组成和设备流程 3. 掌握电积过程中的主要技术经济指标 技能目标： 1. 学会出装槽操作 2. 正确使用、补充添加剂 3. 学会检查阴阳极板导电情况，调整极距，清理槽上杂物 4. 掌握电解槽常规操作 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力 3. 具有良好的环保和节能意识	1. 电解提锌的原理 2. 电积系统组成和设备流程 3. 电积过程中的主要技术经济指标	1. 电解提锌的原理 2. 电积系统组成和设备流程 3. 电积过程中的主要技术经济指标	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	24
任务 6 火法炼锌	6-1 鼓风炉炼锌 6-2 竖罐炼锌 6-3 电热法炼锌 6-4 粗锌精馏精炼	知识目标： 1. 鼓风炉炼锌工艺及技术 2. 竖罐炼锌工艺及技术 3. 电热法炼锌工艺及技术 粗锌精馏精炼工艺及技术	1. 鼓风炉炼锌工艺及技术 2. 竖罐炼锌工艺及技术 3. 电热法炼锌工艺及技术 4. 粗锌精馏精炼工艺及技术	1. 鼓风炉炼锌工艺及技术 2. 竖罐炼锌工艺及技术 3. 电热法炼锌工艺及技术 4. 粗锌精馏精炼工艺	采用多媒体进行教学	4

				及技术		
任务 7 清洁生产及综合回收处理浸出渣	7-1 回转窑处理锌浸出渣的目的和基本原理 7-2 回转窑处理锌浸出渣的方法及设备结构 7-3 回转窑生产中控制的技术条件 7-4 回转窑生产中常见故障处理	知识目标： 1. 了解回转窑处理锌浸出渣的目的和基本原理 2. 了解回转窑处理锌浸出渣的方法及设备结构 3. 掌握回转窑生产中控制的技术条件 技能目标： 6. 回转窑生产中控制的技术条件 7. 掌握开炉操作技术要点 8. 计划停炉操作规程 常见故障处理	1. 回转窑处理锌浸出渣的目的和基本原理 2. 回转窑处理锌浸出渣的方法及设备结构 3. 回转窑生产中控制的技术条件 4. 回转窑生产中常见故障处理	1.回转窑处理锌浸出渣的目的和基本原理 2.回转窑处理锌浸出渣的方法及设备结构 3.回转窑生产中控制的技术条件 4.回转窑生产中常见故障处理	采用多媒体进行教学	4

七、教学实施的建议

（一）授课教师基本要求

- （1）爱岗敬业，以生为本，有无私奉献的精神；
- （2）课前认真备课，写好教案，制作好课件；
- （3）精通课程教学内容，概念准确，教学重点突出；
- （4）理论联系实际，激发学生学习兴趣，发挥学生主体性、创造性；
- （5）授课认真，因材施教；
- （6）教学与企业生产、科研相结合；
- （7）具有较强的专业知识水平。

（二）教学实训条件要求

1. 校内实训基地

配有火法冶金实验室 1 个；湿法冶金实验室 1 个；冶金过程设备实验室 1 个。2 个冶金辅助实验室：冶金物料及产品分析测试实验室 1 个；矿物炼前处理（选矿）实验室 1 个。

可开设的实训项目包括：矿物焙烧原理与操作模拟训练；矿物浸出（含高压溶出）实验及模拟训练；溶液净化实验；水溶液电解实验；离子交换吸附分离提取冶金实验及实训；溶剂萃取与反萃取实验及实训；冶炼烟气的净化与吸收实验；硫化矿物的造钼熔炼实验；氧化矿物的还原熔炼实验等，

2. 校外实习实训基地

充分利用区域有色冶金企业的优势，建立广西河池市南方有色集团、广西金山钢锆化工有限责任公司、广西津泰资源再生有限公司、广西吉朗锌钢有限责任公司等 4 个校外实训基地，提高学生的实际操作能力。

校外实训基地主要负责：提供顶岗实训岗位及指导教师，参与学生实训管理，记录学生实训课程、班级、名单、考核和技能鉴定；建立学院教师、企业技术人员、能工巧匠共同参与人才培养方案和专业课程的建设；参与实训学生的综合评价；培训赴企业锻炼的专任教师，教学课程与企业的生产过程紧密结合；企业负责学生在企实习期间的生活起居、安全等问题。

（三）教学方法与教学策略

1. 充分发挥学科优势，激发学生兴趣

有色冶金学科本身有自己独特的优势：冶炼过程就是故事，教师在讲授课程的时候还可以引用更多的冶金发展史，更可以带着全体学生去看视频资料。教学中可从激发学生兴趣入手，发挥有色冶金学科自身的优势，通过激发学生学习的主动性和创新意识，促使学生积极主动学习。

2. 尽量丰富教学内容，开阔学生视野

教学不但要完成锌冶金基本知识的学习，而且要尽量要让学生与实践相结合，达到学以致用。为此要开阔学生的知识视野，引发学生的学习欲望，教师要在教材基础上多搜集资料，发挥学生主动性，多看书，参加社会实践，在交流中共同提高，增长知识开拓视野，增强应用知识解决问题的意识和能力，获得锌冶金学科知识。

3. 合理运用多种方法和形式，提高课堂教学效率

教学过程必须改变传统的接受式教育的教学方法，要尽量多采取以探究式教学、项目教学为主要特征的灵活多样的教学方式，方能取得事半功倍的效果。如：问题讨论式教学法——教师提问，学生讨论，学生或师生共同得出结论的方法；启发引导式教学法——教师对所讲授的重点和难点内容，一般不直接给出答案，而是启发学生思考，引导学生分析，让学生自己得出正确结论的方法；程序教学法——按知识的认知规律，由特殊到一般，再由一般到特殊的方法来认识物质的方法；实验探究法——教师根据教学内容提出问题，创设情景，学生根据问题进行设计，提出解决问题的方案，然后进行小组间的交流讨论，最后教师根据各小组的方案进行集体讨论分析，得出最佳方案的方法等。这样多种方法并用，以改变传统的单一的教学模式，使学生感到学而不厌，从而进一步激发他们的求知欲，可极大地调动学生的积极性和主动性。

4. 恰当运用现代信息技术

发挥多媒体、仿真实训的教学功能 随着时代的发展，多媒体技术和网络技术显示出强大的信息功能，为有色冶金课改提供了有利的条件，并在课堂中展现

出了新的情景。利用多媒体技术制作的课件可以运用文字、图像、声音来刺激学生和调动学生多种器官,以多种方式和不同表现手法对教学内容进行加工,生动、有趣地将教学内容展现于学生面前,让学生充分认识锌冶炼过程现象及其规律。同时,利用多媒体技术制作的课件可以加大传输信息量和信息传输的质量,实现课堂的优化组合。实践证明,扬弃了传统的课堂教学模式,使之与现代教育技术整合后,课堂教学的容量、教学的直观性、教学手段的灵活多变性等得到了有益的提升,生动活泼的课堂使得学生的学习过程春意盎然。

(四) 课程考核与评价方法

1. 课程理论考核

理论课程考核内容一览表

项目名称	考核内容	考核标准
锌冶金基础知识	1. 锌的物理化学性质 2. 生产用硫化锌精矿质量要求 3. 画出硫化锌精矿湿法熔炼工艺流程图	概念准确、化图规范 (8~10 分) 概念欠准确, 化图不完整 (6~8 分) 概念不准确, 不能画出流程图 (0~6 分)
硫化锌精矿的流态化焙烧	1. 流态化焙烧的目的 2. 流态化焙烧的生产过程 3. 流态化焙烧的技术经济指标	叙述流态化焙烧的目的及生产过程正确 (8~10 分) 叙述流态化焙烧的目的及生产过程欠准确 (6~8 分) 叙述流态化焙烧的目的及生产过程不准确 (0~6 分)
湿法炼锌的浸出过程	1. 浸出过程的基本原理 2. 浸出过程的主要技术经济指标 3. 浸出生产过程操作规程	概念清楚, 掌握浸出生产技术要求 and 基本操作过程, 对浸出设备结构了解 (8~10 分) 概念不够清楚, 技术要求、操作规程、设备结构简单掌握 (6~8 分)

		概念不清楚,不能简单掌握技术要求、操作规程、设备结构(0~6分)
硫酸 锌溶液的 净化	1. 净化过程的基本原理 2. 净化过程处理的方法 3. 净化处理的主要设备结构	原理掌握、净化处理方法基本了解(8~10分) 原理掌握、净化处理方法不能完全认知(6~8分) 原理掌握、净化处理方法不了解(0~6分)
锌电 解沉积技 术	1. 锌电解技术条件及其控制 2. 锌电解车间的主要设备及其布置 3. 锌电解精炼的主要操作 4. 锌电解的主要技术经济指标	熟知锌电解技术条件及技术指标,了解车间主要设备,掌握电解岗位要求(8~10分)基本熟知、了解、掌握(6~8分)对要求和内容不知、不会(0~6分)
火法 炼锌	1. 火法炼锌技术条件及其控制 2. 火法炼锌的生产方法 3. 火法炼锌的主要操作 4. 火法炼锌的主要技术经济指标	熟知火法炼锌技术条件及技术指标,了解车间主要设备,掌握火法炼锌岗位要求(8~10分)基本熟知、了解、掌握(6~8分)对要求和内容不知、不会(0~6分)
锌冶金清 洁生产与 物料综合 利用	1. 锌冶金清洁生产技术标准 2. 锌冶金新技术的几种生产方法	生产方法了解、处理过程掌握(8~10分)生产方法大致了解、处理过程不能完全掌握(6~8分)生产方法不了解、处理过程不掌握(0~6分)

2. 实践技能考核

实践技能考核内容

《锌冶金》课程操作技能考核试题（一）

一、项目名称

锌焙砂中性浸出

二、考核内容

（一）锌浸出实验步骤：

1. 用天平称取100g锌焙砂和1g二氧化锰置于1L的烧杯中，并记录锌焙砂和二氧化锰重量。
2. 量取26ml浓硫酸用蒸馏水稀释为600ml，加入装锌焙砂的烧杯中。
3. 将烧杯放在电炉上，调好搅拌器位置，开动搅拌器，开启电炉，待温度达到60℃时开始计时，每隔十分钟用温度计测一次温度（温度有偏差可以适当调整电炉），并记录数据。
4. 反应至40分钟时，每隔十分钟用pH试纸测浸出液pH值，并记录数据。反应至1小时，控制浸出终点PH值为5.0~5.2左右（在此之前可以根据pH值高低，加少量酸调整）。此时，关闭电炉，停止搅拌。
5. 待烧杯稍冷后，用抽滤装置过滤浸出矿浆，过滤后关闭抽滤装置（抽滤操作可两人合作完成），测量过滤后浸出液总体积，并记录数据。

（二）实验数据记录

锌焙砂品位							
锌焙砂重量							
二氧化锰重量							
所用浓硫酸体积							
温度	0min	10min	20min	30min	40min	50min	60min
pH值	40min		50min			60min	
浸出液总体积							

三、考核用时

完成全部工作任务的时间为 120 分钟

四、考场提供的设备和器具（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

搅拌器、电炉、抽滤装置、玻璃仪器等

五、学生自带工具

笔、草稿纸等

六、注意事项

1. 正确使用设备，操作符合安全操作规程；
2. 考核学生提前 10 分钟到达考场；
3. 在考核过程结束后，需要清理场地，整理工具。

七、评分标准及分值

考核评价采用 100 分制，根据学生操作情况进行打分。

锌焙砂中性浸出项目操作技能考核评分表

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1. 锌焙砂、二氧化锰的称量	15	调零，称量操作正确，读数正确	未调零，扣2分 称量操作不对，扣2分 读数错误，扣 2 分		
2. 浓硫酸的量取及稀释	15	倒浓硫酸操作正确，数量准确。 稀释浓硫酸步骤正确，读数准确	操作不正确，扣2分 稀释 步骤不正确，扣2分 读数不准确，扣 2 分		
3. 温度的测定	15	温度读数及计数正确，控制温度无偏离	温度读数及计数不正确，扣3分 控制温度偏离浸出温度 5℃ 以上，扣 3 分		
4. pH 值得测定	15	使用pH试纸熟练、规范，读数及计数准确，控制浸出终点pH值准确	使用pH试纸读数及计数不准确，扣2分 控制浸出终点 PH 值不准确，扣 4 分		
5. 抽滤操作	20	抽滤装置的安装正确，抽滤的效果好，浸出液总体积读数准确，清理干净浸出渣。	抽滤的效果不好，漏渣，扣5分 浸出液总体积读数不准确，扣5分 未清理干净浸出渣，扣 5 分		
8. 抽滤后处理	10	洗涤仪器，台面、卷面整洁，仪器无破损，	不洗涤仪器，扣1分 台面、卷面不整洁，扣1分 仪器破损，扣 2 分		
9. 国家安全生产法规以及企业安全操作规程	10	按要求达到规定的标准评定	有安全隐患扣 5 分；操作程序不符合要求扣 2 分；操作步骤不正确扣 2 分		
合计	100	-----	-----		

《锌冶金技术》课程操作技能考核试题（二）

一、项目名称

锌电解液配制

二、考核内容

1. 锌电积精炼电解液成分（g/L）：

根据需要配置电解液成分要求及体积，计算出需要的硫酸数量及硫酸锌的重量。

锌电解精炼电解液成分（g/L）：



配制 1 L 电解液，锌电解液成分取（g/L）：



实验用硫酸含量如下：。

浓硫酸：98% 浓硫酸密度：1.84g/cm³ （g/ml）；

计算需硫酸数量（ml）：1:1.84=X:200

$$X=200 \div 1.84$$

X=

实验用七水硫酸锌的化学式为：ZnSO₄·7H₂O

Zn 的分子量为：65.4 七水硫酸锌分子数为：287.4

计算需要硫酸锌数量（g）：65.4:287.4=50: W

$$W = (50 \times 287.4) \div 65.4$$

2. 用量筒量取相应数量的硫酸并按要求配入盛有 500mL 水的烧杯内；

3. 用天平称取相应重量的硫酸锌；

4. 安装好搅拌装置和加热装置，分几次将硫酸锌加入到烧杯内，一边加入一边搅拌；待硫酸锌全部溶完为止。溶液不足 1L 的加蒸馏水补足。

三、考核用时

完成全部工作任务的时间 90 分钟。

四、考场提供的设备和器材（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

烧杯 电动搅拌器 量筒 天平或台秤 硫酸溶液 硫酸锌

五、学生自带工具

笔、草稿纸、计算器

六、注意事项

1. 正确使用设备，操作符合安全操作规程；
2. 考核学生提前 10 分钟到达考场；
3. 在考核过程结束后，要把物品按要求摆放，打扫场地卫生。

七、评价分标准及分值

考核评价采用 100 分制，根据学生操作情况进行打分。

锌电解液配制项目操作技能考核评分表

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1. 配制锌电解液 物品用量计算。 硫酸用量计算 硫酸锌用量计算	20	计算准确	计算不准确每项扣 10 分		
2. 物品称量、量取	20	1. 天平使用方法正确； 硫酸量取数量准确 2. 倒浓硫酸操作正确， 稀释浓硫酸步骤正确， 读数准确	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分；调试设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止 2. 参数调节不正确扣 5 分		
3. 设备连接前的 准备工作	10	组装连接条件、设备及 设施状态的正确确认	误确认一项扣除 2 分		
4. 电解液配制操作	20	1. 配制符合操作规程； 2. 操作设备动作准确、 熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 2 分； 2. 操作过程、判断不准确、 不熟练扣 2 分，扣完为止		
5. 电解液要求	10	1. 电解液体积符合配制 要求 2. 电解液清澈、无其它 沉淀杂质	1. 电解液体积不符合配制 要求扣 5 分； 2. 电解液浑浊、有沉淀杂 质扣 5 分，扣完为止		
6. 工作后的现场	10	1. 使用后的工具应送回 指定位置分类摆放 2. 现场的生产垃圾应及 时清理干净	1. 每一项不全格扣 1 分，不 按规定摆放扣 1~2 分； 2. 不清扫现场或清扫现场 不干净扣 1~3 分。		
7. 国家安全生产 法规以及企业安 全操作规程	10	按要求达到规定的标准 评定	有安全隐患扣 5 分；操作程 序不符合要求扣 2 分；操作 步骤不正确扣 2 分		
合计	100	-----	-----		

《锌冶金》课程操作技能考核试题（三）

一、项目名称

锌电积精炼

二、考核内容

1. 锌电积精炼计算

设定电流密度： $D=360\text{A}/\text{m}^2$ 。 电流强度 $I=D\times S$

测量阴极浸入溶液的实际面积；计算出电解所需电流强度。

S 阴极有效面积：

I 电流强度：

2. 锌电积精炼过程

(1)、称量记录好阴极板重量；将相关仪器、设备连接好，检查后方可通电，并记下通电起始时间、电流强度、极距及槽电压。

(2)、电解进行 1~2 小时实验结束，关闭所有电源。取出阴极板放入烘箱烘干再取出称重，并记下重量。

3. 数据记录及计算：

$$\eta = \frac{G}{qIt} \times 100\%$$

式中 t——电解通电时间，h；

G——通电时间内电解槽的阴极实际析出量，g；

I——通过电解槽的电流强度，A；

q——锌的电化当量为 $1.2202\text{g}/(\text{A}\cdot\text{h})$ 。

电流强度 (A)	
阴极板有效面积 (m^2)	
电解时间 (h)	
极距 (mm)	
槽电压 (V)	
电流效率	
阴极重量 (电解前)	(电解后)

4. 试验结果分析

三、考核用时

完成全部工作任务的时间 90 分钟。

四、考场提供的设备和器材（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

1. 锌电解液：10L；
2. 电解槽 数字电压表 安培计 天平 尺子
3. 直流稳压电源 铅银阳极板 铝阴极板 烘箱

五、学生自带工具

笔、草稿纸、计算器

六、注意事项

1. 正确使用设备，操作符合安全操作规程；
2. 考核学生提前 10 分钟到达考场；
3. 在考核过程结束后，要把物品按要求摆放，打扫场地卫生。

七、评价分标准及分值

考核评价采用 100 分制，根据学生操作情况进行打分。

锌电积精炼项目操作技能考核评分表

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1. 锌电积精炼技术条件计算	10	1. 测量阴极板浸入电解液的实际面积； 2. 根据规定的电流密度计算所需电流强度。	测量、计算不准确每项扣 5 分		
2. 物品称量	10	1. 使用设备符合操作规程； 2. 调试设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分；调试设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止 2. 参数调节不正确扣 10 分		
3. 设备连接工作	20	1. 组装过程符合操作规程； 2. 操作动作准确、熟练，正确判断组装连接工作结束	1. 使用设备不符合操作规程扣 2 分； 2. 组装设备动作、判断不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止		
4. 锌电积精炼操作	20	1. 锌电积精炼符合操作规程； 2. 操作设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分； 2. 操作设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止		
5. 实验数据记录、计算及结果分析	20	1. 认真记录各项实验数据； 2. 对实验数据按要求进行计算； 3. 分析实验结果	1. 实验数据记录错误每项扣 2 分； 2. 不能按要求计算准确试验数据每项扣 5 分 3. 实验结果分析不认真、不正确扣 5 分。		
6. 工作后的现场	10	1. 使用后的工具应送回指定位置分类摆放 2. 现场的生产垃圾应及时清理干净	1. 每一项不全格扣 1 分，不按规定摆放扣 1~2 分； 2. 不清扫现场或清扫现场不干净扣 1~3 分。		
7. 国家安全生产法规以及企业安全操作规程	10	按要求达到规定的标准评定	有安全隐患扣 5 分；操作程序不符合要求扣 2 分；操作步骤不正确扣 2 分		
合计	100	-----	-----		

4. 评价方法

建立过程考评与期末考评相结合的方法。强调过程考评的重要性。过程考评占 40 分，期末考评占 60 分。具体考核要求见表。

考评方式	过程考评 50		期末考评 60
	职业素养考评	实训实习考评	
	20	20	
考评实施	由主讲教师根据学生表现集中考评	由指导教师根据学生完成的任务情况考评	按照教考分离原则，由学校教务处组织考评。
考评标准	出勤率、书面作业任务的完成情况、学习态度等情况进行打分 20 分	遵守操作规程和生产纪律等情况进行打分 10 分 操作任务和实习实训报告完成情况打分 10 分	建议题型不少于 5 种：填空、单向选择、计算、判断、问答题、论述题
注	造成设备损坏或人身伤害的本项目计 0 分		

（五）教材及参考书选用

教材：雷霆 陈利生 余宇楠 编著 《锌冶金》，冶金工业出版社 2013.

彭容秋 编著，《锌冶金》，中南大学出版社，2005

（六）课程资源建设要求

（1）结合本课程的教学目标，精心制作有关课件、电子教案、录像等网上教学资源。

（2）充分利用校外实训基地等作为现场教学资源，使学生掌握生产工艺流程、生产中的工艺控制、设备操作、故障处理等内容，并安排学生实习，使学生充分体验所学知识，并能灵活运用。

（3）安排兼职教师讲授工作经历以及生产实践中案例情况，传授现场经验和知识。

《铜冶金技术》课程标准

二、课程信息

表 1 课程信息表

课程名称	铜冶金		开课系部	资源工程系
课程代码	T0157		考核方式	技能+理论
前导课程	火法冶金过程及设备			
后续课程	贵金属冶金			
总学时	44	课程类型（方 框内打√）	理论课	
	64		实践课	
	108		理论+实践	√
适用专业	有色冶金技术			

表 2 课程标准开发团队名单（含校外专家）

序号	姓名	工作单位	职称/职务
1	雷玉办	广西现代职业技术学院	讲师
2	林 忠	广西现代职业技术学院	高级工程师
3	何启贤	广西现代职业技术学院	教授

二、课程性质

本课程以铜冶炼生产过程为行动领域，贯彻国家湿法冶炼工职业标准，以岗位技能培养为教学目标，全面提高学生知识、能力、素质。

通过该学习领域的学习可以培养学生铜冶炼原料的识别、硫化铜精矿造钼熔炼、粗铜精炼等冶炼设备的操作与维护、铜钼吹炼、炉渣贫化处理、粗铜电解精炼等职业能力。同时，在实习操作和组织管理过程中可以培养学生的科学态度，激发学生的学习兴趣，培养学生的团结协作精神和组织协调能力，对职业素养的养成起着积极促进作用。

该学习领域以《火法冶金过程与设备》、《湿法冶金过程与设备》等课程为前导，为学生走上工作岗位奠定坚实的基础。

三、课程总体目标

（一）知识目标

- （1）使学生能够完成铜冶炼生产的配料计算，熟悉配料的设备及其操作。
- （2）使学生能够掌握造钼熔炼——吹炼这一特殊工艺，特别是其在处理主

金属含量较低的矿物方面的重要意义。

(3) 使学生能够掌握闪速熔炼—转炉吹炼—炉渣贫化，粗铜火法精炼和电解精炼的典型生产工艺。

(4) 使学生能够掌握铜精矿三段式熔炼工艺的原则意义。

(5) 使学生了解炼铜生产过程中的主要设备的结构、操作及故障处理方法。

(二) 能力目标

(1) 具有较强的观察能力和动手能力；

(2) 具有较好分析和解决实际问题的能力；

(3) 具有对图表数据进行分析总结和文献提取能力。

(4) 具有尊重科学、实事求是、勇于改革和创新能力。

(三) 素质目标

(1) 具有良好的职业道德和敬业精神；

(2) 具有较强的计划、组织和协调能力；

(3) 具有严谨踏实的工作作风和团队协作能力；

(4) 具有较强的社会责任感。

(5) 具有良好的环保和节能意识。

四、课程学分与时数分配

课程名称	铜冶金	总学时	108	学分	
序号	教学项目名称	主要内容			参考学时
第1章	铜冶金的一般知识	铜金属主要物理、化学性质及生产应用			8
第2章	铜精矿造钼熔炼的基本原理	铜精矿造钼熔炼生产过程及主要设备			16
第3章	铜精矿造钼熔炼工艺及设备	铜精矿造钼熔炼工艺及设备主要技术经济指标			24
第4章	铜钼的吹炼	铜钼的吹炼过程要求及主要设备			20
第5章	炉渣的贫化处理	炉渣的贫化处理生产过程及技术控制			12
第6章	粗铜的火法精炼	粗铜精炼生产过程及工艺介绍			20

第 7 章	铜的湿法冶金	湿法炼铜生产过程及工艺介绍	8
-------	--------	---------------	---

五、课程设计思路

(1) 针对岗位需求选取教学内容，步骤如下：

①在专业建设指导委员会指导下，与兼职教师、企业的工程技术人员共同研讨，确定学生在铜冶炼生产领域的工作岗位；

②分析相应工种的岗位能力要求；

③确定以冶炼出符合国家标准的铜的工作任务为载体，对学生进行岗位技能的训练；

④分析铜冶炼中的操作步骤、所需完成的任务，把完成每项任务所需的操作技能设为实训项目，并配置相关的专业知识、经验案例和设备知识。

(2) 遵循学习规律、针对真实任务，整合教学内容，制定课程标准。

按学生的认知规律，以真实工作任务为载体，以企业实际的工艺流程为依托，将铜冶金的教学内容分为六大项目，每个项目又分为原理、工艺、设备、操作四个主体内容，使学生在学完相应的课程以后，通过考核。

(3) 采用“教、学、做”一体的教学模式，进行岗位技能学习训练，使课堂成为岗位技能学习训练的场所。“教”的内容是学会铜冶炼的基本原理、基本工艺；“学”的内容是学会冶炼设备的操作、维护以及生产过程中的故障处理；“做”的内容是在生产实习、顶岗实习过程中，以企业实际工作为载体，锻炼提高岗位技能，缩短上岗适应期。

(4) 按职业岗位“应知”、“应会”的要求，将课程考核分为理论考核和实践考核两部分。

(5) 以职业资格为目标，编制实训指导书，做好现场实训教学。

六、课程内容与教学要求

项目（任务）名称	子项目或学习任务	教学目标	教学重、难点	考核点	教学方法和建议	参考学时
任务 1 铜冶金的一般知识	1-1 铜的性质和用途 1-2 铜的矿物资源和炼锌原料 1-3 铜的生产方法	知识目标： 1. 了解铜的性质和用途 2. 能识别炼铜的原料 3. 了解铜的生产方法	1. 铜的性质 2. 铜的用途 3. 炼铜的原料 4. 铜的生产方法	1. 铜的性质 2. 铜的用途 3. 炼铜的原料 4. 铜的生产方法	采用多媒体教学	8
任务 2 铜精矿造钼熔炼的基本原理	2-1 硫化铜精矿造钼熔炼的基本原理 2-2 硫化铜精矿造钼熔炼的目的 2-3 造钼熔炼过程中铁优先氧化造渣与渣含铜、铜钼品位之关系 2-4 铜钼品位与风量、料量及铜钼品位的关系	知识目标： 1. 掌握硫化铜精矿造钼熔炼的基本原理 2. 掌握硫化铜精矿造钼熔炼的目的 3. 了解造钼熔炼过程中铁优先氧化造渣与渣含铜、铜钼品位之关系 4. 掌握铜钼品位与风量、料量及铜钼品位的关系 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力 3. 具有良好的环保和节能意	1. 硫化铜精矿造钼熔炼的基本原理 2. 硫化铜精矿造钼熔炼的目的 3. 造钼熔炼过程中铁优先氧化造渣与渣含铜、铜钼品位之关系 4. 铜钼品位与风量、料量及铜钼品位的关系	1. 硫化铜精矿造钼熔炼的基本原理 2. 硫化铜精矿造钼熔炼的目的 3. 造钼熔炼过程中铁优先氧化造渣与渣含铜、铜钼品位之关系 4. 铜钼品位与风量、料量及铜钼品位的关系	采用多媒体与仿真实训进行理论与实践教学	16

		识				
任务 3 铜矿造钼熔炼工艺及设备	3-1 OUTOKUMP 闪速炼铜炉的结构、工艺过程特点 3-2 NORANDA 转炉的结构、炼铜工艺过程特点 3-3 CSRIO 熔炼炉(包括 ISA 炉、AUSMELT 炉)的结构、炼铜工艺过程特点 3-4 白银熔炼炉的结构、炼铜工艺过程特点	知识目标: 5. OUTOKUMP 闪速炼铜炉的结构、工艺过程特点 6. NORANDA 转炉的结构、炼铜工艺过程特点 7. CSRIO 熔炼炉(包括 ISA 炉、AUSMELT 炉)的结构、炼铜工艺过程特点 8. 白银熔炼炉的结构、炼铜工艺过程特点 9. 技能目标: 1. 学会日常检查部位、检查项目, 取样方法 2. 掌握开炉、计划停炉操作规程 3. 掌握在给定精矿、选定渣型条件下的熔剂配入计算 4. 理解铜熔炼过程中, 物料与炉气相对运动及炉内反应的一般规律 5. 特殊炉况操作及故障处理 素质目标: 1. 具有良好的职业道德和敬业精神	4. OUTOKUMP 闪速炼铜炉的结构、工艺过程特点 5. NORANDA 转炉的结构、炼铜工艺过程特点 6. CSRIO 熔炼炉(包括 ISA 炉、AUSMELT 炉)的结构、炼铜工艺过程特点 4. 白银熔炼炉的结构、炼铜工艺过程特点	1.OUTOKUMP 闪速炼铜炉的结构、工艺过程特点 2.NORANDA 转炉的结构、炼铜工艺过程特点 3.CSRIO 熔炼炉(包括 ISA 炉、AUSMELT 炉)的结构、炼铜工艺过程特点 4.白银熔炼炉的结构、炼铜工艺过程特点	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	24

		2. 具有较强的计划、组织和协调能力				
任务 4 铜 铈的吹炼	4-1 铜铈吹炼成白冰 铜及粗铜的基本原理 4-2 转炉结构及耐火 材料 4-3 闪速吹炼、反射 炉连续吹炼技术 4-4 吹炼生产实践	知识目标： 7. 铜铈吹炼成白冰铜及粗铜的基本原理 8. 了解转炉结构及耐火材料 9. 掌握闪速吹炼、反射炉连续吹炼技术 10. 硫化铜精矿直接熔炼的主要方法 技能目标： 1. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握开机、计划停机操作规程 3. 掌握转炉开炉、停炉作业操作要领 4. 掌握侧吹转炉吹炼铜铈在造渣期、造铜期的操作要领 5. 正常操作及故障处理 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	8. 铜铈吹炼成白冰铜及粗铜的基本原理 9. 转炉结构及耐火材料 10. 闪速吹炼、反射炉连续吹炼技术 11. 吹炼生产实践	1. 铜铈吹炼成白冰铜及粗铜的基本原理 2. 转炉结构及耐火材料 3. 闪速吹炼、反射炉连续吹炼技术 4. 吹炼生产实践	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	20

任务 5 炉渣的贫化处理	5-1 炉渣贫化处理的 意义 5-2 常用的炉渣贫化 处理工艺 5-3 炉渣磨浮法处理 的主要设备、工作原 理 5-4 电炉贫化处理的 主要设备、工作原理	知识目标： 1. 了解炉渣贫化处理的 意义 2. 常用的炉渣贫化处 理工艺 3. 炉渣磨浮法处理的 主要设备、工作原 理 4. 电炉贫化处理的 主要设备、工作原 理 技能目标： 1. 掌握贫化电炉的常 规操作、常见故障处 理 2. 掌握铸渣机的运 行维护、常见故障处 理 3. 贫化电炉烤炉操 作，会进行硫化剂的 加入时机与加入量控 制 素质目标： 1. 具有良好的职业道 德和敬业精神 2. 具有较强的计划、 组织和协调能力 3. 具有良好的环保和 节能意识	4. 炉渣贫化处理的 意义 5. 常用的炉渣贫化处 理工艺 6. 炉渣磨浮法处理的 主要设备、工作原 理 7. 电炉贫化处理的 主要设备、工作原 理	1. 炉渣贫化处理的 意义 2. 常用的炉渣贫化 处理工艺 3. 炉渣磨浮法处理 的主要设备、工作原 理 4. 电炉贫化处理的 主要设备、工作原 理	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	12
任务 6 粗铜精炼	6-1 粗铜氧化精炼除铁、铅、锡原理	知识目标： 1. 了解粗铜氧化精炼除铁、	5. 粗铜氧化精炼除铁、铅、锡原理	1. 粗铜氧化精炼除铁、铅、锡原理	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践	20

	6-2 粗铜电解精炼的一般原理 6-3 铜电解液净化方法及工艺 6-4 生产中常见故障处理	铅、锡原理 2. 了解粗铜电解精炼的一般原理 3. 掌握铜电解液净化方法及工艺 技能目标： 9. 掌握转炉精炼粗铜的工艺、设备 10. 掌握开炉操作技术要点 11. 计划停炉操作规程 12. 常见故障处理 粗铜精炼技术条件控制、技术操作要领	6. 粗铜电解精炼的一般原理 7. 铜电解液净化方法及工艺 8. 生产中常见故障处理	2. 粗铜电解精炼的一般原理 3. 铜电解液净化方法及工艺 4. 生产中常见故障处理	教学	
任务 7 铜的湿法冶金	7-1 铜湿法冶炼的一般工艺流程 7-2 焙烧-浸出-萃取-反萃-电积流程的基本原理 7-3 细菌浸出流程的基本原理 7-4 湿法炼铜浸出方式	知识目标： 4. 了解铜湿法冶炼的一般工艺流程 5. 掌握熟悉焙烧-浸出-萃取-反萃-电积流程的基本原理 6. 了解细菌浸出流程的基本原理 7. 了解湿法炼铜浸出方式 技能目标： 1. 掌握湿法炼铜流程中涉及的主要技术要素 2. 初步掌握低铜浸出液萃取铜的技术操作	5. 铜湿法冶炼的一般工艺流程 6. 焙烧-浸出-萃取-反萃-电积流程的基本原理 7. 细菌浸出流程的基本原理 8. 湿法炼铜浸出方式	1. 铜湿法冶炼的一般工艺流程 2. 焙烧-浸出-萃取-反萃-电积流程的基本原理 3. 细菌浸出流程的基本原理 4. 湿法炼铜浸出方式	采用多媒体与随堂实验进行教学	8

		3. 会处理萃取操作出现的萃取剂乳化现象 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力 3. 具有良好的环保和节能意识				
--	--	--	--	--	--	--

七、教学实施的建议

（一）授课教师基本要求

- （1）爱岗敬业，以生为本，有无私奉献的精神；
- （2）课前认真备课，写好教案，制作好课件；
- （3）精通课程教学内容，概念准确，教学重点突出；
- （4）理论联系实际，激发学生学习兴趣，发挥学生主体性、创造性；
- （5）授课认真，因材施教；
- （6）教学与企业生产、科研相结合；
- （7）具有较强的专业知识水平。

（二）教学实训条件要求

1. 校内实训基地

配有火法冶金实验室 1 个；湿法冶金实验室 1 个；冶金过程设备实验室 1 个。2 个冶金辅助实验室：冶金物料及产品分析测试实验室 1 个；矿物炼前处理（选矿）实验室 1 个。

可开设的实训项目包括：矿物焙烧原理与操作模拟训练；矿物浸出（含高压溶出）实验及模拟训练；溶液净化实验；水溶液电解实验；离子交换吸附分离提取冶金实验及实训；溶剂萃取与反萃取实验及实训；冶炼烟气的净化与吸收实验；硫化矿物的造钼熔炼实验；氧化矿物的还原熔炼实验等，

2. 校外实习实训基地

充分利用区域有色冶金企业的优势，建立广西河池市南方有色集团、广西金山钢锆化工有限责任公司、广西津泰资源再生有限公司、广西吉朗锌钢有限责任公司等 4 个校外实训基地，提高学生的实际操作能力。

校外实训基地主要负责：提供顶岗实训岗位及指导教师，参与学生实训管理，记录学生实训课程、班级、名单、考核和技能鉴定；建立学院教师、企业技术人员、能工巧匠共同参与人才培养方案和专业课程的建设；参与实训学生的综合评价；培训赴企业锻炼的专任教师，教学课程与企业的生产过程紧密结合；企业负责学生在企实习期间的生活起居、安全等问题。

（三）教学方法与教学策略

1. 充分发挥学科优势，激发学生兴趣

有色冶金学科本身有自己独特的优势，金属冶炼过程就是故事，教师在讲授课程的时候还可以引用更多的冶金发展史，更可以带着全体学生去看视频资料。教学中可从激发学生兴趣入手，发挥有色冶金学科自身的优势，通过激发学生学习的主动性和创新意识，促使学生积极主动学习。

2. 尽量丰富教学内容，开阔学生视野

教学不但要完成铜冶金基本知识的学习，而且要尽量要让学生与实践相结合，达到学以致用。为此要开阔学生的知识视野，引发学生的学习欲望，教师要在教材基础上多搜集资料，发挥学生主动性，多看书，参加社会实践，在交流中共同提高，增长知识开拓视野，增强应用知识解决问题的意识和能力，获得铜冶金学科知识。

3. 合理运用多种方法和形式，提高课堂教学效率

教学过程必须改变传统的接受式教育的教学方法，要尽量多采取以探究式教学、项目教学为主要特征的灵活多样的教学方式，方能取得事半功倍的效果。如：问题讨论式教学法——教师提问，学生讨论，学生或师生共同得出结论的方法；启发引导式教学法——教师对所讲授的重点和难点内容，一般不直接给出答案，而是启发学生思考，引导学生分析，让学生自己得出正确结论的方法；程序教学法——按知识的认知规律，由特殊到一般，再由一般到特殊的方法来认识物质的方法；实验探究法——教师根据教学内容提出问题，创设情景，学生根据问题进行设计，提出解决问题的方案，然后进行小组间的交流讨论，最后教师根据各小组的方案进行集体讨论分析，得出最佳方案的方法等。这样多种方法并用，以改变传统的单一的教学模式，使学生感到学而不厌，从而进一步激发他们的求知欲，可极大地调动学生的积极性和主动性。

4. 恰当运用现代信息技术

发挥多媒体、仿真实训的教学功能 随着时代的发展，多媒体技术和网络技术显示出强大的信息功能，为有色冶金课改提供了有利的条件，并在课堂中展现

出了新的情景。利用多媒体技术制作的课件可以运用文字、图像、声音来刺激学生和调动学生多种器官,以多种方式和不同表现手法对教学内容进行加工,生动、有趣地将教学内容展现于学生面前,让学生充分认识铜冶炼过程现象及其规律。同时,利用多媒体技术制作的课件可以加大传输信息量和信息传输的质量,实现课堂的优化组合。实践证明,扬弃了传统的课堂教学模式,使之与现代教育技术整合后,课堂教学的容量、教学的直观性、教学手段的灵活多变性等得到了有益的提升,生动活泼的课堂使得学生的学习过程春意盎然。

(四) 课程考核与评价方法

1. 课程考核

理论课程考核内容一览表

项目名称	考核内容	考核标准
铜冶炼的一般知识	1. 铜的物理化学性质 2. 生产用铜精矿质量要求 3. 画出铜精矿火法熔炼工艺流程图	概念准确、化图规范(8~10分) 概念欠准确,化图不完整(6~8分) 概念不准确,不能画出流程图(0~6分)
铜精矿造钼熔炼的基本原理	3. 造钼熔炼的目的 4. 造钼熔炼的生产过程 5. 造钼熔炼的技术经济指标	叙述造钼熔炼的目的及生产过程正确(8~10分) 叙述造钼熔炼的目的及生产过程欠准确(6~8分) 叙述造钼熔炼的目的及生产过程不准确(0~6分)
铜钼的吹炼生产过程	3. 铜钼的吹炼生产过程要求 4. 铜钼的吹炼生产过程的主要技术经济指标 5. 铜钼的吹炼生产过程操作规程	概念清楚,掌握铅生产技术要求和基本操作过程,对炉子结构了解(8~10分) 概念不够清楚,技术要求、操作规程、炉子结构简单掌握(6~8分)

		概念不清楚, 不能简单掌握技术要求、操作规程、炉子结构 (0~6 分)
铜冶炼炉渣的贫化处理	3. 铜冶炼炉渣的贫化处理的基本原理 4. 铜冶炼炉渣的贫化处理的方法 3. 铜冶炼炉渣的贫化处理的主要设备结构	原理掌握、各种铜冶炼炉渣的贫化处理方法基本了解 (8~10 分) 原理掌握、各种铜冶炼炉渣的贫化处理方法不能完全认知 (6~8 分) 原理掌握、各种铜冶炼炉渣的贫化处理方法不了解 (0~6 分)
粗铜电解精炼	4. 铜电解技术条件及其控制 5. 铜电解车间的主要设备及其布置 6. 铜电解精炼的主要操作 4. 铜电解的主要技术经济指标	熟知铜电解技术条件及技术指标, 了解车间主要设备, 掌握电解岗位操作要求 (8~10 分) 基本熟知、了解、掌握 (6~8 分) 对要求和内容不知、不会 (0~6 分)
湿法炼铜	1. 湿法炼铜技术条件及其控制 2. 湿法炼铜的生产方法 3. 湿法炼铜 的主要操作 4. 湿法炼铜的主要技术经济指标	熟知湿法炼铜技术条件及技术指标, 了解车间主要设备, 掌握湿法炼铜岗位操作要求 (8~10 分) 基本熟知、了解、掌握 (6~8 分) 对要求和内容不知、不会 (0~6 分)
再生铜的熔炼	1. 再生铜原料的预处理 2. 再生铜熔炼的几种生产方法	生产方法了解、预处理过程掌握 (8~10 分) 生产方法大致了解、预处理过程不能完全掌握 (6~8 分) 生产方法不了解、预处理过程不掌握 (0~6 分)

2. 实践技能考核

实践技能考核内容一览表

《铜冶金》课程操作技能考核试题（一）

一、项目名称

铜电解液配制

二、考核内容

1. 铜电解液配制计算

铜电解精炼电解液成分（g/L）：



配制 1 L 电解液，铜电解液成分取（g/L）：



实验用硫酸含量如下：。

浓硫酸：98% 浓硫酸密度：1.84g/cm³ （g/ml）；

计算需硫酸数量（ml）：

实验用五水硫酸铜的化学式为： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Cu 的质量分数为 64:250=50% W

计算需要硫酸铜数量（g）：

2. 用量筒量取相应数量的硫酸并按要求配入盛有 1L 水的烧杯内；

3. 用天平称取相应重量的硫酸铜；

4. 安装好搅拌装置和加热装置，分几次将硫酸铜加入到烧杯内，一边加入一边搅拌；待硫酸铜全部溶完为止。

5. 试验结果分析

三、考核用时

完成全部工作任务的时间 90 分钟。

四、考场提供的设备和器材（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

1. 硫酸铜：200g；硫酸：200ml；天平或台秤

2. 烧杯 量筒 电动搅拌器 过滤瓶 电炉

五、学生自带工具

笔、草稿纸、计算器

六、注意事项

1. 正确使用设备，操作符合安全操作规程；
2. 考核学生提前 10 分钟到达考场；
3. 在考核过程结束后，要把物品按要求摆放，打扫场地卫生。

七、评价分标准及分值

考核评价采用 100 分制，根据学生操作情况进行打分。

铜电解液配制及控制项目操作技能考核评分表

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1. 配制铜电解液 物品用量计算。 硫酸用量计算	20	计算准确	计算不准确每项扣 10 分		
2. 物品称量、量取	20	1. 天平使用方法正确； 硫酸量取数量准确 2. 倒浓硫酸操作正确， 稀释浓硫酸步骤正确， 读数准确	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分；调试设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止 2. 参数调节不正确扣 5 分		
3. 设备连接前的准备工作	10	组装连接条件、设备及设施状态的正确确认	误确认一项扣除 2 分		
4. 电解液配制操作	20	1. 配制符合操作规程； 2. 操作设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 2 分； 2. 操作过程、判断不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止		
5. 电解液要求	10	1. 电解液体积符合配制要求 2. 电解液清澈、无其它沉淀杂质	1. 电解液体积不符合配制要求扣 5 分； 2. 电解液浑浊、有沉淀杂质扣 5 分，扣完为止		
6. 工作后的现场	10	1. 使用后的工具应送回指定位置分类摆放 2. 现场的生产垃圾应及时清理干净	1. 每一项不全格扣 1 分，不按规定摆放扣 1~2 分； 2. 不清扫现场或清扫现场不干净扣 1~3 分。		
7. 国家安全生产法规以及企业安全操作规程	10	按要求达到规定的标准评定	有安全隐患扣 5 分；操作程序不符合要求扣 2 分；操作步骤不正确扣 2 分		
合计	100	-----	-----		

《铜冶金》课程操作技能考核试题（二）

八、项目名称

氧化铜矿浸出

九、考核内容

（一）氧化铜矿浸出过程：

- 1.量取 10ml 浓硫酸稀释为 600ml 装入 1L 烧杯中。
- 2.称取 100g 氧化铜矿装入稀硫酸烧杯中。
- 3.开启搅拌器，开启电炉，控制温度为 60℃，反应 1 小时后停止实验。
- 4.待稍冷后，过滤矿浆，量取过滤后浸出液总体积。

（二）浸出液含铜量的测定：

- 1.用移液管取 100ml 浸出液放入锥形瓶中。
- 2.加入 25ml 水，滴加（1+1）氨水至溶液出现大量浑浊，加 2ml 氟化氢铵溶液，摇动至溶液澄清。
- 3.加 1~2g 碘化钾，摇动至出现黄色，用硫代硫酸钠标准溶液滴至浅黄色，加 2~3ml 淀粉，继续滴定至浅蓝灰色，加 2~3g 硫氰酸钾，剧烈摇动至蓝灰色加深，继续滴定至蓝色恰好消失为终点。

计算公式：

$$\text{Cu}^{2+} (\text{g/L}) = T \times V$$

式中：T——硫代硫酸钠标准溶液对铜的滴定度 g/ml。

V——滴定时消耗硫代硫酸钠的体积，ml。

（三）数据记录及结果计算：

氧化铜矿品位							
氧化铜矿质量							
所用浓硫酸体积							
温度	0min	10min	20min	30min	40min	50min	60min

浸出液总体积						
硫代硫酸钠标准溶液的滴定 度						
消耗的硫代硫酸钠标准溶液 的体积	第1次	第2次		第3次		
消耗的硫代硫酸钠标准溶液 的体积平均值						
浸出率						

（四）分析总结。

十、考核用时

完成全部工作任务的时间为 180 分钟

十一、 考场提供的设备和器具（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

搅拌器、电炉、抽滤装置、玻璃仪器等

十二、 学生自带工具

笔、草稿纸等

十三、 注意事项

4. 正确使用设备，操作符合安全操作规程；
5. 考核学生提前 10 分钟到达考场；
6. 在考核过程结束后，需要清理场地，整理工具。

十四、 评分标准及分值

氧化铜矿浸出项目操作技能考核评分表

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1、氧化铜矿的称量	8	调零，称量操作正确，读数正确	未调零，扣2分 称量操作不对，扣2分 读数错误，扣 2 分		
2、浓硫酸的稀释	10	倒浓硫酸操作正确，稀释浓硫酸步骤正确，读数准确	倒浓硫酸操作不正确，扣2分 稀释浓硫酸步骤不正确，扣2分 读数不准确，扣 2 分		
3、浸出过程及温度的测定	14	搅拌器、温度计位置正确，开动搅拌器和开启电炉的顺序正确，温度读数及计数正确，控制温度无偏离	搅拌器、温度计位置不正确，扣2分 开动搅拌器和开启电炉的顺序不正确，扣2分 温度读数及计数不正确，扣3分 控制温度偏离浸出温度 5℃ 以上，扣 3 分		
4、抽滤操作	16	抽滤装置的安装正确，抽滤的效果好，浸出液总体积读数准确，清洗抽滤装置	抽滤装置的安装不正确，漏气，扣2分 抽滤的效果不好，漏渣，扣3分 抽滤的浸出液溅出，扣3分 浸出液总体积读数不准确，扣2分 未清洗抽滤装置，扣 2 分		
5、滴定前准备	10	洗涤合要求，有试漏，有润洗，装液操作正确，排空气，有调零，	洗涤不合要求，扣1分 没有试漏，扣1分 没有润洗，扣1分 装液操作不正确，扣1分 未排空气，扣1分 没有调零，扣 1 分		
6、滴定操作	16	加指示剂操作正确，滴定姿势正确，滴定速度控制正确，摇瓶操作正确，锥形瓶洗涤合要求，滴定后补加溶液操作正确，半滴溶液的加入控制正确，	加指示剂操作不当，扣1分 滴定姿势不正确，扣1分 滴定速度控制不当，扣1分 摇瓶操作不正确，扣1分 锥形瓶洗涤不合要求，扣1分 滴定后补加溶液操作不当，扣1分 半滴溶液的加入控制不当，		

		终点判断准确， 读数操作正确， 数据记录正确，	扣2分 终点判断不准确，扣2分 读数操作不正确，扣1分 数据记录不正确，扣1分		
7、滴定后处理	6	洗涤仪器， 台面、卷面整洁， 仪器无破损，	不洗涤仪器，扣1分 台面、卷面不整洁，扣1分 仪器破损，扣2分		
8、结果计算	10	考生计算结果准确	考生计算结果超过允许误差浸出率5%以内，扣5分 考生计算结果超过允许误差浸出率10%以上，扣10分		
9、分析总结	10	分析原因合理	分析原因不合理，扣5分		
合计	100	-----	-----		

《铜冶金》课程操作技能考核试题（三）

一、项目名称

铜电解

二、考核内容

1. 量取铜电解液 1L 装入电解槽中。
2. 称量原始阴阳极板的质量，并记录数据。
3. 测量原始阴阳极板的尺寸，及有效电解面积，并记录数据。
4. 用导线连接好阴阳极板与电源，控制极距为 3cm。
5. 开启电源，控制电压为 0.33V，测算控制电流密度为 250A/m²。反应 1.5 小时后，停止反应。
6. 关闭电源，取出阴阳极板，待阴阳极板干后，称量电解后阴阳极板的重量，并记录数据。
7. 将废电解液装入废电解液槽中，整理实验仪器，打扫实验室卫生。
8. 计算电流效率。
9. 电流效率计算公式：电流效率= $\frac{m}{q} \cdot i \cdot t \cdot n \cdot 100\%$

数据记录及结果计算

阳极质量	
阴极质量	
阳极尺寸及有效面积	
阴极尺寸及有效面积	
电压	
电解液温度	
电流	
电解时间	
极距	
电解后阳极质量	
电解后阴极质量	
电流效率	

10. 分析总结

三、考核用时

完成全部工作任务的时间为 180 分钟

四、考场提供的设备和器具（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

搅拌器、电炉、抽滤装置、玻璃仪器等

五、学生自带工具

笔、草稿纸等

六、注意事项

- 1、正确使用设备，操作符合安全操作规程；
- 2、考核学生提前 10 分钟到达考场；
- 3、在考核过程结束后，需要清理场地，整理工具。

七、评分标准及分值

铜电解项目操作技能考核评分表

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1、极板的称量	10	调零，称量操作正确， 读数正确	未调零，扣2分 称量操作不对，扣2分 读数错误，扣2分		
2、极板的测量	14	测量原始阴阳极板的尺寸， 及有效电解面积准确	测量原始阴阳极板的尺寸， 及有效电解面积不准确，错 一项扣3分		
3、电源的连接	16	电源连接正确， 极距准确，	电源连接不正确，扣2分 极距不准确，扣3分		
4、电解过程	20	电源开启正确， 电压调节正确， 时间记录准确， 温度记录准确， 电解效果好	电源开启不正确，扣4分 电压调节不正确，扣4分 时间记录不准确，扣2分 温度记录不准确 电解效果差，扣4分		
5、电解后处理	10	洗涤仪器， 台面、卷面整洁， 仪器无破损，	不洗涤仪器，扣2分 台面、卷面不整洁，扣2分 仪器破损，扣2分		
6、结果计算	20	考生计算结果准确	考生计算结果超过允许误差 电流效率5%以内，扣5分 考生计算结果超过允许误差 电流效率10%以上，扣 10分		
7、分析总结	10	分析原因合理	分析原因不合理，扣5分		
合计	100	-----	-----		

2. 评价方法

建立过程考评与期末考评相结合的方法。强调过程考评的重要性。过程考评占40分，期末考评占60分。具体考核要求见表。

考评方式	过程考评 50		期末考评 60
	职业素养考评	实训实习考评	
	20	20	60
考评实	由主讲教师根据	由指导教师根据学生完成	按照教考分离原则，由学

施	学生表现集中考评	的任务情况考评	校教务处组织考评。
考评标准	出勤率、书面作业任务的完成情况、学习态度等情况进行打分 20 分	遵守操作规程和生产纪律等情况进行打分 10 分 操作任务和实习实训报告完成情况打分 10 分	建议题型不少于 5 种： 填空、单向选择、计算、判断、问答题、论述题
注	造成设备损坏或人身伤害的本项目计 0 分		

（五）教材及参考书选用

教材：教材： 彭容秋 编，铜冶金，中南大学出版社，2005

李明照 许并社 编著，铜冶炼工艺，化学工业出版社，2012

（六）课程资源建设要求

（1）结合本课程的教学目标，精心制作有关课件、电子教案、录像等网上教学资源。

（2）充分利用校外实训基地等作为现场教学资源，使学生掌握生产工艺流程、生产中的工艺控制、设备操作、故障处理等内容，并安排学生实习，使学生充分体验所学知识，并能灵活运用。

（3）安排兼职教师讲授工作经历以及生产实践中案例情况，传授现场经验和知识。

《火法冶金过程及设备》课程标准

一、课程信息

表 1 课程信息表

课程名称	《火法冶金过程及设备》		开课系部	资源工程
课程代码	H0136		考核方式	闭卷笔试
前导课程	《无机化学》、《工程制图》			
后续课程	《铜冶金》 《铅冶金》			
总学时	74	课程类型（方框内打√）	理论课	
	22		实训课	
	96			
适用专业				

表 2 课程标准开发团队名单(含校外专家)

序号	姓名	工作单位	职称/职务
1	林忠	广西现代职业技术学院	高级工程师
2	覃永奔	广西现代职业技术学院	工程师
3	韦响	广西现代职业技术学院	讲师

二、课程性质

本课程以湿法冶炼生产过程为行动领域,贯彻国家湿法冶炼工职业标准,以岗位技能培养为教学目标,全面提高学生知识、能力、素质。通过本课程的学习,让学生了解物料配料、焙烧、浸出、净化、还原熔炼、造钼熔炼及吹炼、精炼等一系列基本操作中的几种。这些过程中在高温下操作的就是火法冶金过程,掌握火法冶金设备的设计计算和选用原则;另外还使学生学习和掌握冶金技术领域的基本概念、主要冶金单元过程、常用工艺设备等,并培养学生利用物理化学的基本原理,分析和解决冶金过程理论和实际问题的能力。

该学习领域以《无机化学》、《工程制图》等课程为前导,为学生走上工作岗位奠定坚实的基础。

三、课程目标

(一) 知识目标

(1) 掌握冶金物理化学反应过程中的热力学、动力学基本知识;理解冶金熔体的物理化学性质与其组成的关系、冶金熔体在冶金中的作用;

(2) 掌握焙烧与烧结、造钼熔炼、还原熔炼、粗金属精炼等冶金工艺过程

的一般原理；理解直接熔炼过程的实现条件；

(3) 初步掌握上述火法冶金单元过程中涉及到的设备结构、运行方式。

(二) 能力目标

(1) 会根据矿物原料性质特征和需要达到的处理效果合理选择冶金工艺；

(2) 初步学会分析、总结有色金属冶金单元过程在不同金属冶炼过程中的应用制约条件；

(3) 基本具有操作一到两种火法冶金设备的能力及简单故障处理的能力。

(4) 能够指认焙烧、烧结、熔炼、精炼设备各部分名称、用途。

(5) 合理选择工艺流程的能力。

(三) 素质目标

1、初步具备辩证思维的能力；

2、具有热爱冶金技术、实事求是的学风和创新意识、创新精神；

3、加强思想教育，树立良好的职业道德观念。

*：在各个目标表述中，用“知道”和“了解”用于表述事实性知识的学习程度，“理解”用于表述原理性知识的学习程度、“能”和“会”用于表述技能的掌握程度。

四、课程学分与时数分配

课程名称	《火法冶金过程及设备》	总学时	96	学分	5
序号	教学项目名称	主要内容			参考学时
第1章	绪论	1. 冶金生产简史，金属生产的一般过程； 2. 火法冶金、湿法冶金和电冶基本概念，典型火法冶金单元过程； 3. 包含火法冶金生产的典型金属冶炼工艺流程举例——钢铁冶金、铜冶金、锌冶金			2
第2章	冶金热力学基础	1. 冶金过程化反应类型 2. 化学反应的热力学判据 ΔG 3. ΔG 与 ΔG^θ （化学等温方程式） 4. ΔG^θ 与（反应平衡常数） K^θ 、（电动势） ΔE 的关系等 5. Ellingham 图（ ΔG^θ —T 图）的应用 6. ΔG^θ 在冶金中的应用（影响原料转化率、回收率、直收率的因素、条件分析）			8
第3章	动力学基础	1. 冶金反应动力学的基本问题 2. 一级反应模型与反应速率方程			6

		3.几种多相反应动力学模型 4.影响高温冶金过程反应速率的因素分析	
第 4 章	冶金熔体	1.概述（冶金熔体分类、作用、特征等）； 2.冶金熔体的一般组成； 3.冶金熔体的几种结构模型； 4.冶金熔体的物理性质与组成之关系； 5.常见冶金熔体（几种二元、三元炉渣、融盐及其性质、应用领域）	10
第 5 章	焙烧与烧结	1.硫化物焙烧过程的热力学——硫化物的氧化焙烧、硫酸化焙烧热力学； 2.硫化物焙烧的动力学——硫化物的氧化机理、硫酸化焙烧的动力学、硫化物的着火温度； 3.流态化焙烧炉、带式烧结机结构及运行、操作与维护知识。	12
第 6 章	氧化矿物的还原熔炼	1.氧化物的离解和金属的氧化离解--生成反应的热力学，氧化物用 CO 还原、氧化物用 H ₂ 还原的一般规律； 2.熟悉：金属氧化物还原反应的基本概念、类型、原理，还原剂的选择； 3.C—O 系燃烧反应热力学、H—O 系和 C—H—O 系燃烧反应； 4.碳酸盐离解的一般规律；复杂化合物的还原过程； 5.固体还原剂在还原过程中的作用，直接还原、间接还原的概念； 6.复杂化合物中氧化物的还原，渣中金属的还原规律；多金属矿物原料还原熔炼的特殊情况（还原产物形成复杂化合物等）	12
第 7 章	硫化矿物的造钼熔炼及吹炼	1.基本概念：造钼熔炼定义、适用条件（局限）等； 2.造钼熔炼原理（钼的形成、Me—Fe—S 系、钼的性质、造钼富集与钼渣分离等）； 3.造钼熔炼典型工艺（闪速熔炼、诺兰达转炉熔炼、赛罗熔炼、SKS 熔炼等）； 4.钼的处理（吹炼、其它处理方式（浸出分离、选矿分离——熔铸电解）） 5.常用铜钼处理工艺（设备流程、技术条件、经济指标，简述） 6.常用镍钼处理工艺（设备流程、技术条件、经济指标，简述）	12

第 8 章	硫化物直接熔炼	1.传统二段法炼铅、三段法炼铜的合理性分析； 2.直接炼铅的两难原因分析，实现一步法炼铅的技术方法； 3.硫化矿直接熔炼的适用对象选择与现行工艺介绍。 4.一步法炼铅与传统炼铅法的技术指标比较。	12
第 9 章	粗金属精炼	1.粗金属精炼概述（目的、方法综述）； 2.氧化精炼（氧化造渣、氧化挥发、铁水氧化脱硅等）工艺； 3.反应精炼（硫化脱铜、加锌提银、加铝除砷锑、粗铅加钙镁除铋、铁水加石灰等脱硫工艺）； 4.精馏精炼（锌精馏、简述铋的精馏、四氯化钛精制、铅氯化物的精馏分离）； 5.真空精炼（锡真空脱铅、铅真空脱锌、锌真空脱镉、钢真空脱气等）； 6.熔析精炼（铅熔析除铜、锡熔析除铁砷、锡连续结晶除铅）； 7.其它精炼方法（带熔精炼、离心分离、拉单晶等）。	10
第 10 章	熔融盐电解	1.熔盐的基本结构和性质：熔盐的基本结构，熔盐电解质及其物理化学性质（组成、盐系的熔度图及分析、熔盐密度定义应用影响因素、熔盐粘度定义应用影响因素、界面性质）； 2.熔盐电解过程中的特殊现象：阳极效应（定义、产生原因、影响因素）、去极化作用（定义、影响因素、应用）、熔盐与金属的相互作用（概念、度量及分类）； 3.电解法生产铝的电解体系，电解槽的结构、类型与工作原理	8
	机动及讨论		4

五、课程思路

冶金工艺常规可分为火法冶金和湿法冶金，一种金属的冶炼过程往往由物料配料、焙烧、浸出、净化、还原熔炼、造钼熔炼及吹炼、精炼等一系列基本操作中的几种。这些过程中在高温下操作的就是火法冶金过程，在水溶液体系

中完成的的就是湿法冶金过程。《火法冶金过程及设备》是冶金技术专业的主要专业基础课程之一，是学生学习了《无机化学》、《工程制图》等课程之后，进一步向冶金应用方面的理论延伸，是冶金工艺课程的基础，在冶金技术专业整个课程的学习中具有承上启下的作用。通过对本课程的学习，可使学生学习和掌握冶金技术领域的基本概念、主要冶金单元过程、常用工艺设备等，并培养学生利用物理化学的基本原理，分析和解决冶金过程理论和实际问题的能力，为下一步冶金工艺学及它专业课程的学习，打下良好的基础。

本课程的任务是使学生能够初步掌握火法冶金基本单元过程的一般理论，熟悉实验这些单元过程所采用的冶金设备，了解不同单元过程在冶金中的适应对象，掌握冶炼的基本规律和基本技能，并尽可能使学生能够将所学知识具体联系各种金属的冶炼流程，达到举一反三、灵活贯通的目标。

六、课程内容与教学要求

项目 (任务) 名称	子项目 或学习任务	教学目标	教学重点	考核点	教学方法和 建议	教学 时数
任务 1. 绪 论	1-1. 冶金生产简史，金属生产的一般过程	1. 知识目标 (1) 掌握火法冶金、湿法冶金、电冶金的等基本概念；知道常用的火法冶金单元过程。 (2) 了解一种钢铁、铜两种金属生产工艺中涉及的单元过程； (3) 理解不同金属在生产中涉及共同的冶金工艺过程；同种金属冶炼需要经历不同的单元过程。 2. 技能目标：无 3. 素质目标： 通过理解解冶金单元过程概念及内涵，提高学生对冶金工艺过程的认识，燃起学生学习职业技能的热情和信心。	1. 火法冶金、湿法冶金和电冶基本概念，典型火法冶金单元过程； 2. 典型的全火法冶炼工艺流程举例。	1. 火法冶金、湿法冶金和电冶基本概念，典型火法冶金单元过程； 2. 典型的全火法冶炼工艺流程举例。	理实结合； 任务驱动法； 复合教学法。	2
	1-2. 火法冶金、湿法冶金和电冶基本概念，典型火法冶金单元过程					
	1-3. 包含火法冶金生产的典型金属冶炼工艺流程举例——钢铁冶金、铜冶金、锌冶金					
任务 2. 冶	2-1. 冶金过程化反应类型	1. 知识目标：	1. ΔG 与 ΔG°	1. ΔG 与 Δ	多媒体教学；理	8

金热力学基础	2-2. 化学反应的热力学判据 ΔG	(1) 理解热力学判据在冶金反应方向及反应极限判断上的意义;	(化学等温方程式) 的特殊意义;	G^θ (化学等温方程式) 的特殊意义;	实结合教学	
	2-3. ΔG 与 ΔG^θ (化学等温方程式)	(2) 会套用公式计算给定条件下反应的平衡常数 K_P^θ , 确定反应进行的限度。	2. ΔG^θ 与 (反应平衡常数) K^θ 、(电动势) ΔE 的关系;	2. ΔG^θ 与 (反应平衡常数) K^θ 、(电动势) ΔE 的关系;		
	2-4. ΔG^θ 与 (反应平衡常数) K^θ 、(电动势) ΔE 的关系等	(3) 能够根据反应的标准吉布斯自由能变化值 $\Delta_r G^\theta$ 和平衡常数 K_P^θ 的因素, 指明促使反应向有利方向转化的条件。	3. Ellingham 图 ($\Delta G^\theta - T$ 图) 的应用。	3. Ellingham 图 ($\Delta G^\theta - T$ 图) 的应用。		
	2-5. Ellingham 图 ($\Delta G^\theta - T$ 图) 的应用	2. 技能目标: 无。				
	2-6. ΔG^θ 在冶金中的应用 (影响原料转化率、回收率、直收率的因素、条件分析)	3. 素质目标: 学会通过反应平衡常数、吉氏函数等判断火法冶金的方向限度。				
任务 3. 冶金动力学基础	3-1. 冶金反应动力学的基本问题	1. 知识目标: (1) 理解反应动力学方程的意义; 会根据反应速率方程指出提高反应速率的措施;	1. 零、一、二级反应的速率方程及其各项的意义;	1. 零、一、二级反应的速率方程及其各项的意义;	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	6
	3-2 一级反应模型与反应速率方程	(2) 掌握一、二级反应的特点;	2. 多相反应动力学模型。	2. 多相反应动力学模型。		
	3-3 几种多相反应动力学模型	(3) 理解质量作用定理, 了解多相反应动力学模型。				
	3-4 影响高温冶金过程反应速率的因素分析	(4) 会作影响高温冶金过程反应速率的因素分析 2. 技能目标: 无。 3. 素质目标: 学会根据多相反应动力学模型指出提高反应速率的有效措施。				
任务 4 冶金熔体	4-1 概述 (冶金熔体分类、作用、特征等);	1. 知识目标 (1) 介绍冶金熔体 (金属/合金、渣、融盐、钎) 特征, 结构模型, 重点放在熔渣结构、组成、性质、方面。	1. 冶金熔体的定义及作用;	1. 冶金熔体的定义及作用;	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践	10
	4-2 冶金熔体的一般组成	(2) 掌握冶金炉渣的定义及	2. 冶金熔体的物理化学性质;	2. 冶金熔体的物理化学性质;		
	4-3 冶金熔体的几种结构模型		3. $CaO - FeO$	3. $CaO -$		

	4-4 冶金熔体的物理性质与组成之关系	作用、炉渣组成的表示方法和计算方法；根据渣系二、三元状态图查出或计算熔渣熔点、密度、粘度等物理性质数据 2. 技能目标 （1）掌握侧吹转炉吹炼铜铈在造渣期、造铜期的操作要领。 （2）掌握转炉开炉、停炉作业操作要领。 3. 素质目标 掌握铜铈吹炼的过程理论、知道可采用的吹炼工艺，理解不同吹炼技术的优劣，并能够联系其它重金属直接熔炼过程进行技术比较。	— SiO ₂ 三元系状态图 4. CaO — Al ₂ O ₃ —SiO ₂ 三元系状态图	FeO — SiO ₂ 三元系状态图 4. CaO — Al ₂ O ₃ — SiO ₂ 三元系状态图	教学	
	4-5 常见冶金熔体（几种二元、三元炉渣、融盐及其性质、应用领域					
任务 5 焙烧与烧结	5-1. 硫化物焙烧过程的热力学——硫化物的氧化焙烧、硫酸化焙烧热力学；	1. 知识目标 （1）理解焙烧和烧结的概念；掌握硫化物氧化焙烧、硫酸化焙烧的概念； （2）掌握常见硫化矿氧气焙烧的技术条件，了解含铅矿物烧结及铁矿烧结工艺，烧结的意义； （3）金属氧化物硫酸化反应标准吉布斯自由能图的应用；影响硫化物焙烧的主要因素。 （4）掌握常用焙烧、烧结设备结构特点和运行方式。 2. 技能目标 （1）掌握流态化焙烧炉的常规操作规程、了解常见故障处理方法； （2）学会指认流态化焙烧炉、带式烧结机和各部分结构名称、作用。 3. 素质目标 联系焙烧和烧结在不同金属冶炼过程中的作用，理解焙烧与烧结在冶金过程的方法	1. 理解焙烧和烧结的概念；掌握硫化物氧化焙烧、硫酸化焙烧的概念； 2. 金属氧化物硫酸化反应标准吉布斯自由能图的应用；影响硫化物焙烧的主要因素。 3. 常用焙烧、烧结设备结构特点和运行方式	1. 理解焙烧和烧结的概念；掌握硫化物氧化焙烧、硫酸化焙烧的概念； 2. 金属氧化物硫酸化反应标准吉布斯自由能图的应用；影响硫化物焙烧的主要因素。 3. 常用焙烧、烧结设备结构特点和运行方式	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	12
	5-2 硫化物焙烧的动力学——硫化物的氧化机理、硫酸化焙烧的动力学、硫化物的着火温度					
	5-3 流态化焙烧炉、带式烧结机结构及运行、操作与维护知识					

		学意义				
任务 6 氧化 矿物的还 原熔 炼	6-1 氧化物的离解和金属的氧化离解--生成反应的热力学, 氧化物用 CO 还原、氧化物用 H ₂ 还原的一般规律;	1. 知识目标 (1) 知道还原熔炼的分类、过程特征、还原工艺选择原则等; (2) 掌握碳还原 (C-O 系燃烧热力学、MeO 的 C 还原和 CO 还原, 渣中 MeO 的还原等) 的一般规律;			采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	12
	6-2 熟悉: 金属氧化物还原反应的基本概念、类型、原理, 还原剂的选择;	(3) 了解加压氢还原过程扩应用对象; (4) 了解金属热还原的一般规律、适应条件;				
	6-3. C—O 系燃烧反应热力学、H—O 系和 C—H—O 系燃烧反应;	(5) 掌握还原熔炼的工艺及设备结构与运行规律 (鼓风炉/高炉还原熔炼、熔池熔炼还原熔炼、烟化炉/回转窑还原挥发、蒸馏法炼锌工艺;)				
	6-4. 碳酸盐离解的一般规律; 复杂化合物的还原过程;	2. 技能目标 (1) 会指认鼓风炉各部位名称、说明其作用。能正确指出炉内物料与气流运行规律; (2) 掌握鼓风炉熔炼铅的基本操作; 初步掌握鼓风炉风口管理与渣口、咽喉口管理技术;				
	6-5. 固体还原剂在还原过程中的作用, 直接还原、间接还原的概念;	(3) 初步掌握一到两种其它还原熔炼炉的结构原理及运行方式;				
	6-6. 复杂化合物中氧化物的还原, 渣中金属的还原规律; 多金属矿物原料还原熔炼的特殊情况 (还原产物形成复杂化合物等	3. 素质目标 掌握不同还原熔炼过程的异同点, 能够联系不同还原熔炼炉窑, 找出其联系与区别, 并学会进行技术上的比较。				
任务 7 硫 化	7-1 基本概念: 造钼熔炼定义、	1. 知识目标	1. 了解钼的性质特点, 理	1. 了解钼的性质特	采用多媒体、随	12

矿物的造钼熔炼及吹炼	适用条件（局限）等；	(1) 熟悉冰铜的主要性质。 (2) 掌握硫化矿造钼熔炼的原理，Cu-Fe-S 三元系状态图。 (3) 铜钼吹炼两周期的原理，高镍钼的处理工艺； (4) 掌握两种以上的主流造钼熔炼工艺技术。 2. 技能目标 (1) 熟悉造钼熔炼工艺的适用条件，掌握铜、镍造钼熔炼的异同； (2) 掌握一种造钼熔炼工艺技术； 3. 素质目标 理解三段式炼铜工艺的意义与一步法炼的难点。	解三段式炼铜的一般原理；	点，理解三段式炼铜的一般原理；	堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	
	7-2.造钼熔炼原理（钼的形成、Me—Fe—S 系、钼的性质、造钼富集与钼渣分离等）；					
	7-3.造钼熔炼典型工艺（闪速熔炼、诺兰达转炉熔炼、赛罗熔炼、SKS 熔炼等）；					
	7-4. 钼的处理（吹炼、其它处理方式（浸出分离、选矿分离——熔铸电解）					
	7-5.常用铜钼处理工艺（设备流程、技术条件、经济指标，简述）					
	7-6.常用镍钼处理工艺（设备流程、技术条件、经济指标，简述					
任务 8 硫化物直接熔炼	8-1.传统二段法炼铅、三段法炼铜的合理性分析；	1. 知识目标 (1) 掌握硫化矿直接熔炼原理和适用对象； (2) 理解硫化铅矿物一步法熔炼得到铅的主要控制环节（气氛控制）； (3) 了解已经成熟的硫化矿直接熔炼典型工艺； 2. 技能目标 掌握底吹炉直接熔炼硫化铅精矿工艺的有关操作技术。 3. 素质目标 (1) . 理解一步法炼铅的优缺点，现行一步法炼的一步	1. 直接炼铅的两难原因分析，实现一步法炼铅的技术方法；	1. 直接炼铅的两难原因分析，实现一步法炼铅的技术方法；	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	12
	8-2.直接炼铅的两难原因分析，实现一步法炼铅的技术方法；					
	8-3.硫化矿直接熔炼的适用对象选择与现行工艺介绍					
	8-4.一步法炼铅与传统炼铅法的技术指标比较					

		氧化、暗步还原本质。 (2). 掌握氧气底吹熔池熔炼炉炼铅的有关操作技术。				
任务9 粗金属精炼	9-1. 粗金属精炼概述(目的、方法综述);	1. 知识目标 (1) 熟悉粗金属的概念、粗金属的火法精炼的目的和方法;区域(带熔)精炼的原理。 (2) 掌握熔析精炼原理;精馏精炼原理; (3) 了解熔析现象;精馏精炼实例;区域(带熔)精炼的目的、实例。 (4) 掌握氧化精炼原理、方法、步骤;氧化精炼的热力学;硫化精炼的热力学; 2. 技能目标 (1) 掌握粗铅熔析除铜的升温、捞渣、压渣等操作; (2) 会进行粗铅加硫除铜的加硫磺、打木糠、捞渣等操作; (3) 学会进行粗铅氧化精炼除锡的简单操作。 3. 素质目标 掌握多种粗金属精炼的技术方法,学会针对粗金属及其中杂质的特性选择粗炼工艺(组织)。	1. 粗金属精炼的概念、目的和方法; 2. 氧化精炼方法及其典型(氧化造渣、氧化挥发、铁水氧化脱硅等); 3. 反应精炼技术及应用(硫化脱铜、加锌提银、加铝除砷锑、粗铅加钙镁除铋、铁水加石灰等脱硫工艺); 4. 精馏精炼方法及其典型应用(锌精馏、简述铋的精馏、四氯化钛精制、铅氯化物的精馏分离); 5. 熔析精炼方法及其典型(铅熔析除铜、锡熔析除铁砷、锡连续结晶除铅)。	1. 粗金属精炼的概念、目的和方法; 2. 氧化精炼方法及其典型(氧化造渣、氧化挥发、铁水氧化脱硅等); 3. 反应精炼技术及应用(硫化脱铜、加锌提银、加铝除砷锑、粗铅加钙镁除铋、铁水加石灰等脱硫工艺); 4. 精馏精炼方法及其典型应用(锌精馏、简述铋的精馏、四氯化钛精制、铅氯化物的精馏分离); 5. 熔析精炼方法及其典型(铅熔析除铜、锡熔析除铁砷、锡连续结晶除铅)。	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	10
	9-2. 氧化精炼(氧化造渣、氧化挥发、铁水氧化脱硅等)工艺;					
	9-3. 反应精炼(硫化脱铜、加锌提银、加铝除砷锑、粗铅加钙镁除铋、铁水加石灰等脱硫工艺);					
	9-4. 精馏精炼(锌精馏、简述铋的精馏、四氯化钛精制、铅氯化物的精馏分离);					
	9-5. 真空精炼(锡真空脱铅、铅真空脱锌、锌真空脱镉、钢真空脱气等);					
	9-6. 熔析精炼(铅熔析除铜、锡熔析除铁砷、锡连续结晶除铅);					
	9-7. 其它精炼方法(带熔精炼、离心、分、拉单晶等)。					

任务 10 熔 融盐 电解	10-1. 熔盐的基本结构和性质：熔盐的基本结构，熔盐电解质及其物理化学性质（组成、盐系的熔度图及分析、熔盐密度定义应用影响因素、熔盐粘度定义应用影响因素、界面性质）；	1. 知识目标 （1）熟悉熔盐电解质及其物理化学性质（组成、盐系的熔度图及分析、熔盐密度定义应用影响因素、熔盐粘度定义应用影响因素、界面性质） （2）了解熔盐的基本结构； （3）掌握熔盐电解技术在冶金生产中的典型应用（铝电解、稀土金属生产）。	1. 熔盐的基本结构和性质：熔盐的基本结构 2. 熔盐电解过程中的特殊现象； 3. 电解法生产铝的电解体系，电解槽的结构、类型与工作原理。	1. 熔盐的基本结构和性质：熔盐的基本结构 2. 熔盐电解过程中的特殊现象； 3. 电解法生产铝的电解体系，电解槽的结构、类型与工作原理。	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	12
	10-2. 熔盐电解过程中的特殊现象：阳极效应（定义、产生原因、影响因素）、去极化作用（定义、影响因素、应用）、熔盐与金属的相互作用（概念、度量及分类）；	2. 技能目标 （1）掌握铝电解槽的结构、类型；能指认铝电解槽各部分的名称、作用； （2）初步掌握铝电解槽的生产管理操作规程，会熄灭阳极效应；				
	10-3. 电解法生产铝的电解体系，电解槽的结构、类型与工作原理	3. 素质目标 掌握铜电解液净化工艺、铜离子贫化或积累的处理方法。知道粗铜除铋的方法				

七、教学实施建议

（一）授课教师基本要求

- （1）爱岗敬业，以生为本，有无私奉献的精神；
- （2）课前认真备课，写好教案，制作好课件；
- （3）精通课程教学内容，概念准确，教学重点突出；
- （4）理论联系实际，激发学生学习兴趣，发挥学生主体性、创造性；
- （5）授课认真，因材施教；

(6) 教学与企业生产、科研相结合；

(7) 具有较强的专业知识水平。

(二) 教学实训条件要求

1. 校内实训基地

配有火法冶金实验室 1 个；湿法冶金实验室 1 个；冶金过程设备实验室 1 个。2 个冶金辅助实验室：冶金物料及产品分析测试实验室 1 个；矿物炼前处理（选矿）实验室 1 个。

可开设的实训项目包括：矿物焙烧原理与操作模拟训练；矿物浸出（含高压溶出）实验及模拟训练；溶液净化实验；水溶液电解实验；离子交换吸附分离提取冶金实验及实训；溶剂萃取与反萃取实验及实训；冶炼烟气的净化与吸收实验；硫化矿物的造钼熔炼实验；氧化矿物的还原熔炼实验等，

2. 校外实习实训基地

充分利用区域有色冶金企业的优势，建立广西河池市南方有色集团、广西金山钢锆化工有限责任公司、广西津泰资源再生有限公司、广西吉朗锌铟有限责任公司等 4 个校外实训基地，提高学生的实际操作能力。

校外实训基地主要负责：提供顶岗实训岗位及指导教师，参与学生实训管理，记录学生实训课程、班级、名单、考核和技能鉴定；建立学院教师、企业技术人员、能工巧匠共同参与人才培养方案和专业课程的建设；参与实训学生的综合评价；培训赴企业锻炼的专任教师，教学课程与企业的生产过程紧密结合；企业负责学生在企实习期间的生活起居、安全等问题。

(三) 教学方法与教学策略

1. 充分发挥学科优势，激发学生兴趣

有色冶金学科本身有自己独特的优势：冶炼过程就是故事，教师在讲授课程的时候还可以引用更多的冶金发展史，更可以带着全体学生去看视频资料。教学中可从激发学生兴趣入手，发挥有色冶金学科自身的优势，通过激发学生学习的主动性和创新意识，促使学生积极主动学习。

2. 尽量丰富教学内容，开阔学生视野

教学不但要完成锌冶金基本知识的学习，而且要尽量要让学生与实践相结

合，达到学以致用。为此要开阔学生的知识视野，引发学生的学习欲望，教师要在教材基础上多搜集资料，发挥学生主动性，多看书，参加社会实践，在交流中共同提高，增长知识开拓视野，增强应用知识解决问题的意识和能力，获得锌冶金学科知识。

3. 合理运用多种方法和形式，提高课堂教学效率

教学过程必须改变传统的接受式教育的教学方法，要尽量多采取以探究式教学、项目教学为主要特征的灵活多样的教学方式，方能取得事半功倍的效果。如：问题讨论式教学法——教师提问，学生讨论，学生或师生共同得出结论的方法；启发引导式教学法——教师对所讲授的重点和难点内容，一般不直接给出答案，而是启发学生思考，引导学生分析，让学生自己得出正确结论的方法；程序教学法——按知识的认知规律，由特殊到一般，再由一般到特殊的方法来认识物质的方法；实验探究法——教师根据教学内容提出问题，创设情景，学生根据问题进行设计，提出解决问题的方案，然后进行小组间的交流讨论，最后教师根据各小组的方案进行集体讨论分析，得出最佳方案的方法等。这样多种方法并用，以改变传统的单一的教学模式，使学生感到学而不厌，从而进一步激发他们的求知欲，可极大地调动学生的积极性和主动性。

4. 恰当运用现代信息技术

发挥多媒体、仿真实训的教学功能 随着时代的发展，多媒体技术和网络技术显示出强大的信息功能，为有色冶金课改提供了有利的条件，并在课堂中展现出了新的情景。利用多媒体技术制作的课件可以运用文字、图像、声音来刺激学生和调动学生多种器官，以多种方式和不同表现手法对教学内容进行加工，生动、有趣地将教学内容展现于学生面前，让学生充分认识锌冶炼过程现象及其规律。同时，利用多媒体技术制作的课件可以加大传输信息量和信息传输的质量，实现课堂的优化组合。实践证明，扬弃了传统的课堂教学模式，使之与现代教育技术整合后，课堂教学的容量、教学的直观性、教学手段的灵活多变性等得到了有益的提升，生动活泼的课堂使得学生的学习过程春意盎然。

（四）课程资源开发及考核

1、课程资源的开发与利用

(1) 结合本课程的教学目标，精心制作有关课件、电子教案、录像等网上教学资源。

(2) 充分利用校外实训基地等作为现场教学资源，使学生掌握生产工艺流程、生产中的工艺控制、设备操作、故障处理等内容，并安排学生实习，使学生充分体验所学知识，并能灵活运用。

(3) 安排兼职教师讲授工作经历以及生产实践中案例情况，传授现场经验和知识。

2、评价建议

建立过程考评与期末考评相结合的方法。强调过程考评的重要性。过程考评占 50 分，期末考评占 50 分。具体考核要求见表。

考评方式	过程考评 50		期末考评 50
	职业素养考评	实训实习考评	
	20	30	50
考评实施	由主讲教师根据学生表现集中考评	由指导教师根据学生完成的任务情况考评	按照教考分离原则，由学校教务处组织考评。
考评标准	出勤率、书面作业任务的完成情况、学习态度等情况进行打分 20 分	遵守操作规程和生产纪律等情况进行打分 10 分 操作任务和实习实训报告完成情况打分 20 分	建议题型不少于 5 种： 填空、单向选择、计算、判断、问答题、论述题
注	造成设备损坏或人身伤害的本项目计 0 分		

八、教材及参考书选用（或教材编写）

教材：拟自编火法冶金过程及设备

参考资料：

1. 卢宇飞. 冶金原理，冶金工业出版社，2009。
2. 梅炽. 有色冶金炉，冶金工业出版社，1992；
3. 唐谟堂. 火法冶金设备. 中南大学出版社，2010

《湿法冶金过程及设备》课程标准

二、课程信息

表 1 课程信息表

课程名称	《湿法冶金过程及设备》		开课系部	资源工程
课程代码	S0700		考核方式	闭卷笔试
前导课程	《基础化学》、《工程制图》			
后续课程	《锌冶金》			
总学时	66	课程类型（方框内打√）	理论课	
	58		实训课	
	124		理论+实践	√
适用专业	有色冶金技术			

表 2 课程标准开发团队名单(含校外专家)

序号	姓名	工作单位	职称/职务
1	林忠	广西现代职业技术学院	高级工程师
2	覃永奔	广西现代职业技术学院	工程师
3	韦响	广西现代职业技术学院	讲师

二、课程性质

本课程以湿法冶炼生产过程为行动领域,贯彻国家湿法冶炼工职业标准,以岗位技能培养为教学目标,全面提高学生知识、能力、素质。通过本课程的学习,让学生了解反应槽、储槽、液固分离设备、萃取及离子交换设备、蒸发及浓缩结晶设备以及水溶液电解设备等湿法冶金设备的分类及用途、特点及选型、现状及发展、典型设备的结构及工作原理,掌握湿法冶金设备的设计计算和选用原则;另外还使学生掌握和了解设备腐蚀与防腐以及液-固分离原理的有关知识,从而懂得如何有效地维护和使用设备。

该学习领域以《基础化学》、《工程制图》等课程为前导,为学生走上工作岗位奠定坚实的基础。

三、课程目标

(一) 知识目标

(1) 熟悉和掌握液-固与气-固分离原理及其在冶金设备中的应用;

- (2) 熟悉和掌握设备腐蚀与防腐的有关知识, 懂得设备材质和防腐方法的选择, 能独立进行设备防腐设计;
- (3) 学会运用所学理论和工程知识, 深入理解冶金设备的结构、工作原理、性能、应用和发展;
- (4) 学会冶金设备的计算方法, 掌握选用标准设备及设计非标准设备的一般方法和知识;
- (5) 了解冶金设备增效、节能及环保的基本知识, 学会对现有冶金设备进行增效、节能及环保为目的的技术改造方法;
- (6) 学会和掌握冶金设备运行、维护、维修的方法和知识。

(二) 能力目标

- (1) 具有较强的观察能力和动手能力;
- (2) 具有较好分析和解决实际问题的能力;
- (3) 具有对图表数据进行分析总结和文献提取能力。
- (4) 具有尊重科学、实事求是、勇于改革和创新能力。

(三) 素质目标

- (1) 具有良好的职业道德和敬业精神;
- (2) 具有较强的计划、组织和协调能力;
- (3) 具有严谨踏实的工作作风和团队协作能力;
- (4) 具有较强的社会责任感。
- (5) 具有良好的环保和节能意识。

四、课程学分与时数分配

课程名称	《湿法冶金过程及设备》	总学时	124	学分	4
序号	教学项目名称	主要内容		参考学时	
第1章	腐蚀与设备防腐	1. 设备腐蚀的种类 2. 防腐材料的种类 3. 防腐材料适用范围及选用方法 4. 设备防腐方法		12	
第2章	浸出过程及设备(铜矿浸出)	7. 浸出的目的和基本原理 8. 浸出过程的工艺流程		16	

		9. 浸出过程的设备 浸出过程的操作技术及技术经济指标	
第 3 章	净化过程及设备(掺铁氧化锌)	12. 净化的目的和基本原理 13. 锌粉置换除铜镉 14. 锌粉置换除钴镍 15. 有机试剂除钴镍 16. 净化过程的主要设备 净化过程的技术经济指标	16
第 4 章	液固分离及设备	8. 液固分离的目的 9. 沉降分离设备的工作原理 10. 沉降槽结构特点及应用 11. 真空过滤机的工作原理和类型 过滤机的结构特点	16
第 5 章	萃取及设备	9. 萃取的目的和基本原理 10. 混合沉清器工作原理 11. 混合沉清槽的结构特征 萃取塔工作原理	16
第 6 章	离子交换及设备	1. 离子交换剂(树脂)结构特征及种类 2. 离子交换设备的工作原理 3. 离子交换剂的再生过程 间歇式和连续式离子交换设备的工作原理	16
第 7 章	蒸发浓缩与结晶及设备(食盐提纯)	1. 蒸发的目的和原理 2. 蒸发设备结构特征及工作原理 3. 蒸发过程的传热量、蒸发量和蒸发强度计算 4. 单效蒸发和多效蒸发的操作流程 结晶设备的类型	14
第 8 章	水溶液电解及设备(锌电解)	1. 电解的原理 2. 电积系统组成和设备流程 3. 电积过程中的主要技术经济指标	18

六、课程设计思路

(1) 针对岗位需求选取教学内容，步骤如下：

①在专业建设指导委员会指导下，与兼职教师、企业的工程技术人员共同研讨，确定学生在湿法冶炼生产领域的工作岗位；

②分析相应工种的岗位能力要求；

③确定以冶炼出符合国家标准的湿法冶金的工作任务为载体，对学生进行岗位技能的训练；

④分析湿法冶炼中的操作步骤、所需完成的任务，把完成每项任务所需的操作技能设为实训项目，并配置相关的专业知识、经验案例和设备知识。

(2) 遵循学习规律、针对真实任务，整合教学内容，制定课程标准。

按学生的认知规律，以真实工作任务为载体，以企业实际的工艺流程为依托，将湿法冶金的教学内容分为六大项目，每个项目又分为原理、工艺、设备、操作四个主体内容，使学生在学完相应的课程以后，通过考核。

(3) 采用“教、学、做”一体的教学模式，进行岗位技能学习训练，使课堂成为岗位技能学习训练的场所。“教”的内容是学会冶炼的基本原理、基本工艺；“学”的内容是学会冶炼设备的操作、维护以及生产过程中的故障处理；“做”的内容是在生产实习、顶岗实习过程中，以企业实际工作为载体，锻炼提高岗位技能，缩短上岗适应期。

(4) 按职业岗位“应知”、“应会”的要求，将课程考核分为理论考核和实践考核两部分。

(5) 以职业资格为目标，编制实训指导书，做好现场实训教学。

六、课程内容与教学要求

项目 (任务) 名称	子项目 或学习任务	教学目标	教学重点	考核点	教学方法和 建议	教学 时数
任务 1 腐蚀与 设备防腐	1-1 设备腐蚀的种类	知识目标： 1. 了解设备腐蚀的种类 2. 了解防腐材料的种类 3. 了解防腐材料适用范围及选用方法 4. 了解设备防腐方法	1. 设备腐蚀的种类 2. 防腐材料的种类 3. 防腐材料适用范围及选用方法 4. 设备防腐方法	1. 设备腐蚀的种类 2. 防腐材料的种类 3. 防腐材料适用范围及选用方法 4. 设备防腐方法	理实结合； 任务驱动法； 复合教学法。	12
	1-2 防腐材料的种类					
	1-3 设备防腐方法					

任务 2 浸出过程及设备	2-1 浸出过程的基本原理	知识目标： 1. 掌握浸出的目的和基本原理	1. 浸出的目的和基本原理	1. 浸出的目的和基本原理	多媒体教学；理实结合教学	16
	2-2 浸出过程的工艺流程	2. 掌握浸出过程的工艺流程	2. 浸出过程的工艺流程	2. 浸出过程的工艺流程		
	2-3 浸出过程的设备	3. 了解浸出过程的设备	3. 浸出过程的设备	3. 浸出过程的设备		
	2-4 浸出过程的操作技术及技术经济指标	4. 掌握浸出过程的操作技术及技术经济指标 技能目标： 1. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握开炉、计划停炉操作规程 3. 酸性浸出过程中控制的各项技术条件 4. 中性浸出过程中控制的各项技术条件 5. 特殊炉况操作及故障处理 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	4. 浸出过程的操作技术及技术经济指标	4. 浸出过程的操作技术及技术经济指标		
任务 3 净化过程及设备	3-1 净化的目的和基本原理	知识目标： 1. 净化的目的和基本原理	1. 净化的目的和基本原理	1. 净化的目的和基本原理	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	16
	3-2 锌粉置换除铜镉	2. 掌握锌粉置换除铜镉的技术	2. 锌粉置换除铜镉	2. 锌粉置换除铜镉		
	3-3 锌粉置换除钴镍	3. 掌握锌粉置换除钴镍的技术	3. 锌粉置换除钴镍	3. 锌粉置换除钴镍		
	3-4 有机试剂除钴镍	4. 掌握锌粉置换除钴镍有机试剂除钴镍的技术	4. 有机试剂除钴镍	4. 有机试剂除钴镍		
	3-5 净化过程的主要设备	5. 了解净化过程的主要设备	5. 净化过程的主要设备	5. 净化过程的主要设备		
	3-6 净化过程的技术经济指标	6. 掌握净化过程的技术经济指标 技能目标： 1. 学会日常检查部位、检查项目，取样方法 2. 掌握开机、计划停机操作规程 3. 除铜镉过程中控制的各项技术条件 4. 除钴镍过程中控制的	6. 净化过程的技术经济指标	6. 净化过程的技术经济指标		

		各项技术条件 5. 正常操作及故障处理 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力				
任务 4 液固分离及设备	4-1 液固分离的目的	知识目标： 1. 了解液固分离的目的	1. 液固分离的目的	1. 液固分离的目的	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	16
	4-2 沉降分离设备的工作原理	2. 了解沉降分离设备的工作原理	2. 沉降分离设备的工作原理	2. 沉降分离设备的工作原理		
	4-3 沉降槽结构特点及应用	3. 掌握沉降槽结构特点及应用	3. 沉降槽结构特点及应用	3. 沉降槽结构特点及应用		
	4-4 真空过滤机的工作原理和类型	4. 掌握真空过滤机的工作原理和类型	4. 真空过滤机的工作原理和类型	4. 真空过滤机的工作原理和类型		
	4-5 过滤机的结构特点	5. 了解过滤机的结构特点 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力 3. 具有良好的环保和节能意识	5. 过滤机的结构特点	5. 过滤机的结构特点		
任务 5 萃取及设备	5-1 萃取的目的和基本原理	知识目标： 1. 了解萃取的目的和基本原理	1. 萃取的目的和基本原理	1. 萃取的目的和基本原理	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	16
	5-2 混合沉清器工作原理	2. 了解混合沉清器工作原理	2. 混合沉清器工作原理	2. 混合沉清器工作原理		
	5-3 混合沉清槽的结构特征	3. 混合沉清槽的结构特征	3. 混合沉清槽的结构特征	3. 混合沉清槽的结构特征		
	5-4 萃取塔工作原理	4. 萃取塔工作原理 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	4. 萃取塔工作原理	4. 萃取塔工作原理		
任务 6 离子交换及设备	6-1 离子交换剂（树脂）结构特征及种类	知识目标： 1. 了解离子交换剂（树脂）结构特征及种类	1. 离子交换剂（树脂）结构特征及种类	1. 离子交换剂（树脂）结构特征及种类	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践	16
	6-2 离子交换设备的工作原理	2. 掌握离子交换设备的工作原理 3. 了解离子交换剂的再生过程	2. 离子交换设备的工作原理 3. 离子交换剂的再生过程	2. 离子交换设备的工作原理		

	6-3 离子交换剂的再生过程	4. 了解间歇式和连续式离子交换设备的工作原理 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	4. 间歇式和连续式离子交换设备的工作原理	3. 离子交换剂的再生过程 4. 间歇式和连续式离子交换设备的工作原理	教学	
	6-4 间歇式和连续式离子交换设备的工作原理					
任务 7 蒸发浓缩与结晶及设备	7-1 蒸发的目的和原理	知识目标： 1. 了解蒸发的目的和原理 2. 掌握蒸发设备结构特征及工作原理 3. 了解蒸发过程的传热量、蒸发量和蒸发强度计算 4. 掌握单效蒸发和多效蒸发的操作流程 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	1. 蒸发的目的和原理 2. 蒸发设备结构特征及工作原理 3. 蒸发过程的传热量、蒸发量和蒸发强度计算 4. 单效蒸发和多效蒸发的操作流程 结晶设备的类型	1. 蒸发的目的和原理 2. 蒸发设备结构特征及工作原理 3. 蒸发过程的传热量、蒸发量和蒸发强度计算 4. 单效蒸发和多效蒸发的操作流程 结晶设备的类型	采用多媒体、随堂实验与仿真实训进行理论与实践教学	14
	7-2 蒸发设备结构特征及工作原理					
	7-3 蒸发过程的传热量、蒸发量和蒸发强度计算					
	7-4 单效蒸发和多效蒸发的操作流程					
	7-5 结晶设备的类型					
任务 8 水溶液电解及设备	8-1 电解的工作原理	知识目标： 1. 了解电解的原理 2. 了解电积系统组成和设备流程 3. 掌握电积过程中的主要技术经济指标 技能目标： 1. 学会出装槽操作 2. 正确使用、补充添加剂 3. 学会检查阴阳极板导电情况，调整极距，清理槽上杂物 4. 掌握电解槽常规操作 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	1. 电解的原理 2. 电积系统组成和设备流程 3. 电积过程中的主要技术经济指标	1. 电解的原理 2. 电积系统组成和设备流程 3. 电积过程中的主要技术经济指标	采用多媒体进行教	18
	8-2 电积系统组成和设备流程					
	8-3 电积过程中的主要技术经济指标					
	8-4 电解的正常操作					

		3. 具有良好的环保和节能意识				
--	--	-----------------	--	--	--	--

七、教学实施建议

（一）授课教师基本要求

- （1）爱岗敬业，以生为本，有无私奉献的精神；
- （2）课前认真备课，写好教案，制作好课件；
- （3）精通课程教学内容，概念准确，教学重点突出；
- （4）理论联系实际，激发学生学习兴趣，发挥学生主体性、创造性；
- （5）授课认真，因材施教；
- （6）教学与企业生产、科研相结合；
- （7）具有较强的专业知识水平。

（二）教学实训条件要求

1. 校内实训基地

配有火法冶金实验室 1 个；湿法冶金实验室 1 个；冶金过程设备实验室 1 个。2 个冶金辅助实验室：冶金物料及产品分析测试实验室 1 个；矿物炼前处理（选矿）实验室 1 个。

可开设的实训项目包括：矿物焙烧原理与操作模拟训练；矿物浸出（含高压溶出）实验及模拟训练；溶液净化实验；水溶液电解实验；离子交换吸附分离提取冶金实验及实训；溶剂萃取与反萃取实验及实训；冶炼烟气的净化与吸收实验；硫化矿物的造钼熔炼实验；氧化矿物的还原熔炼实验等，

2. 校外实习实训基地

充分利用区域有色冶金企业的优势，建立广西河池市南方有色集团、广西金山钢锆化工有限责任公司、广西津泰资源再生有限公司、广西吉朗锌钢有限责任公司等 4 个校外实训基地，提高学生的实际操作能力。

校外实训基地主要负责：提供顶岗实训岗位及指导教师，参与学生实训管理，记录学生实训课程、班级、名单、考核和技能鉴定；建立学院教师、企业技术人员、能工巧匠共同参与人才培养方案和专业课程的建设；参与实训学生的综合评价；培训赴企业锻炼的专任教师，教学课程与企业的生产过程紧密结合；企业负

责学生在企实习期间的生活起居、安全等问题。

（三）教学方法与教学策略

1. 充分发挥学科优势，激发学生兴趣

有色冶金学科本身有自己独特的优势：冶炼过程就是故事，教师在讲授课程的时候还可以引用更多的冶金发展史，更可以带着全体学生去看视频资料。教学中可从激发学生兴趣入手，发挥有色冶金学科自身的优势，通过激发学生学习的主动性和创新意识，促使学生积极主动学习。

2. 尽量丰富教学内容，开阔学生视野

教学不但要完成锌冶金基本知识的学习，而且要尽量要让学生与实践相结合，达到学以致用。为此要开阔学生的知识视野，引发学生的学习欲望，教师要在教材基础上多搜集资料，发挥学生主动性，多看书，参加社会实践，在交流中共同提高，增长知识开拓视野，增强应用知识解决问题的意识和能力，获得锌冶金学科知识。

3. 合理运用多种方法和形式，提高课堂教学效率

教学过程必须改变传统的接受式教育的教学方法，要尽量多采取以探究式教学、项目教学为主要特征的灵活多样的教学方式，方能取得事半功倍的效果。如：问题讨论式教学法——教师提问，学生讨论，学生或师生共同得出结论的方法；启发引导式教学法——教师对所讲授的重点和难点内容，一般不直接给出答案，而是启发学生思考，引导学生分析，让学生自己得出正确结论的方法；程序教学法——按知识的认知规律，由特殊到一般，再由一般到特殊的方法来认识物质的方法；实验探究法——教师根据教学内容提出问题，创设情景，学生根据问题进行设计，提出解决问题的方案，然后进行小组间的交流讨论，最后教师根据各小组的方案进行集体讨论分析，得出最佳方案的方法等。这样多种方法并用，以改变传统的单一的教学模式，使学生感到学而不厌，从而进一步激发他们的求知欲，可极大地调动学生的积极性和主动性。

4. 恰当运用现代信息技术

发挥多媒体、仿真实训的教学功能 随着时代的发展，多媒体技术和网络技术显示出强大的信息功能，为有色冶金课改提供了有利的条件，并在课堂中展现出了新的情景。利用多媒体技术制作的课件可以运用文字、图像、声音来刺激学生和调动学生多种器官，以多种方式和不同表现手法对教学内容进行加工，生动、有趣地将教学内容展现于学生面前，让学生充分认识锌冶炼过程现象及其规律。同时，利用多媒体技术制作的课件可以加大传输信息量和信息传输的质量，实现课堂的优化组合。实践证明，扬弃了传统的课堂教学模式，使之与现代教育技术整合后，课堂教学的容量、教学的直观性、教学手段的灵活多变性等得到了有益的提升，生动活泼的课堂使得学生的学习过程春意盎然。

（四）课程资源开发及考核

1、课程资源的开发与利用

（1）结合本课程的教学目标，精心制作有关课件、电子教案、录像等网上教学资源。

（2）充分利用校外实训基地等作为现场教学资源，使学生掌握生产工艺流程、生产中的工艺控制、设备操作、故障处理等内容，并安排学生实习，使学生充分体验所学知识，并能灵活运用。

（3）安排兼职教师讲授工作经历以及生产实践中案例情况，传授现场经验和知识。

2、评价建议

建立过程考评与期末考评相结合的方法。强调过程考评的重要性。过程考评占 50 分，期末考评占 50 分。具体考核要求见表。

考评方式	过程考评 50		期末考评 50
	职业素养考评	实训实习考评	
	20	30	
考评实施	由主讲教师根据学生表现集中考评	由指导教师根据学生完成的任务情况考评	按照教考分离原则，由学校教务处组织考评。
考评标准	出勤率、书面作业任务的完成情况、学习态度等情况进行打分 20 分	遵守操作规程和生产纪律等情况进行打分 10 分 操作任务和实习实训报告完成情况打分 20 分	建议题型不少于 5 种： 填空、单向选择、计算、判断、问答题、论述题

注	造成设备损坏或人身伤害的本项目计 0 分	
---	----------------------	--

八、教材及参考书

教材：湿法冶金过程及设备，自编校本教材。

参考书：

- 1、孙佩极，冶金化工过程及设备，冶金工业出版社，北京，1980.12.
- 2、唐谟堂主编，李运姣副主编. 冶金设备基础. 长沙，中南大学出版社，2003

《铝冶金》课程标准

一、课程信息

表 1 课程信息表

课程名称	铝冶金	开课系部	资源工程系
课程代码	L0785	考核方式	闭卷
前导课程	锌冶金		
后续课程	铜冶金		
总学时		课程类型（方 框内打√）	理论课
			实践课
	78		理论+实践
适用专业	有色冶金技术		√

表 2 课程标准开发团队名单（含校外专家）

序号	姓名	工作单位	职称/职务
1	林忠	广西现代职业技术学院	高级工程师
2	雷玉办	广西现代职业技术学院	讲师
3	覃永奔	广西现代职业技术学院	中级

二、课程性质

本课程以铝冶炼生产过程为行动领域，贯彻国家湿法冶炼工职业标准，以岗位技能培养为教学目标，全面提高学生知识、能力、素质。

通过该学习领域的学习可以培养学生掌握氧化铝的基础理论和生产工艺，包括拜耳法和烧结法以及铝酸钠溶液的脱硅和碳酸化分解；在掌握电解铝生产工艺的基础上，又简单了解了铝精炼和炼铝新技术的内容。同时，在实习操作和组织管理过程中可以培养学生的科学态度，激发学生的学习兴趣，培养学生的团结协作精神和组织协调能力，对职业素养的养成起着积极促进作用。

该学习领域以《基础化学》、《工程制图》等课程为前导，为学生走上工作岗位奠定坚实的基础

三、课程目标

（一）知识目标

（1）使学生能够了解铝的性质和用途；能识别铝土矿及氧化铝生产原料；了解铝的生产方法。

（2）使学生能够掌握拜耳法的原理和基本工艺；铝土矿溶出原理及溶出工艺技术；了解赤泥分离与洗涤工艺技术；掌握铝酸钠溶液的精种分解技术；了解 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 煅烧技术；了解分解母液的蒸发与碳酸钠的苛化技术。

（3）使学生能够掌握碱石灰烧结法的原理；掌握熟料烧结过程工艺及设备；了解熟料溶出赤泥分离工艺；掌握铝酸钠溶液的脱硅技术及技术经济指标；掌握碳酸化分解技术及技术经济指标。

（4）使学生能够了解铝电解的原料；掌握铝电解基本原理；掌握铝电解生产流程；了解铝电解槽结构；掌握铝电解操作；掌握铝电解的技术经济指标。

（二）能力目标

- （1）具有较强的观察能力和动手能力；
- （2）具有较好分析和解决实际问题的能力；
- （3）具有对图表数据进行分析总结和文献提取能力。
- （4）具有尊重科学、实事求是、勇于改革和创新能力。

（三）素质目标

- （1）具有良好的职业道德和敬业精神；
- （2）具有较强的计划、组织和协调能力；
- （3）具有严谨踏实的工作作风和团队协作能力；
- （4）具有较强的社会责任感。
- （5）具有良好的环保和节能意识。

四、课程学分与时数分配

课程名称	铝冶金	总学时	78	学分	
序号	教学项目名称	主要内容			参考学时
1	铝冶金的基本知识	铝冶金基本知识			12
2	拜耳法生产氧化铝	工艺流程及原理			24
3	碱石灰烧结法	烧结法基本原理			18
4	铝电解	电解原理			24

五、课程设计思路

1.针对岗位需求选取教学内容，步骤如下：

(1) 在专业建设指导委员会指导下，与兼职教师、企业的工程技术人员共同研讨，确定学生在铝冶炼生产领域的工作岗位；

(2) 分析相应工种的岗位能力要求；

(3) 确定以冶炼出符合国家标准的铝的工作任务为载体，对学生进行岗位技能的训练；

(4) 分析铝冶炼中的操作步骤、所需完成的任务，把完成每项任务所需的操作技能设为实训项目，并配置相关的专业知识、经验案例和设备知识。

2.遵循学习规律、针对真实任务，整合教学内容，制定课程标准。

按学生的认知规律，以真实工作任务为载体，以企业实际的工艺流程为依托，将铝冶金的教学内容，每个项目又分为原理、工艺、设备、操作四个主体内容，使学生在学完相应的课程以后，通过考核。

3.采用“教、学、做”一体的教学模式，进行岗位技能学习训练，使课堂成为岗位技能学习训练的场所。“教”的内容是学会铝冶炼的基本原理、基本工艺；“学”的内容是学会冶炼设备的操作、维护以及生产过程中的故障处理；“做”的内容是在生产实习、顶岗实习过程中，以企业实际工作为载体，锻炼提高岗位技能，缩短上岗适应期。

4.按职业岗位“应知”、“应会”的要求，将课程考核分为理论考核和实践考核

两部分。

5.以职业资格为目标，编制实训指导书，做好现场实训教学

六、课程内容与教学要求

项目（任务）名称	子项目或学习任务	教学目标	教学重、难点	考核点	教学方法和建议	参考学时
任务1 铝冶金的基本知识	1-1 氧化铝工业发展概况 1-2 铝土矿及氧化铝生产原料 1-3 铝的生产方法	知识目标： 1. 了解铝的性质和用途 2. 能识别铝土矿及氧化铝生产原料 3. 了解铝的生产方法	1. 氧化铝工业发展概况 2. 铝的性质和用途 3. 铝土矿及氧化铝生产原料 4. 铝的生产方法	1. 铝的性质和用途 2. 铝土矿及氧化铝生产原料 3 铝的生产方法	多媒体 演示法	12
任务2 拜耳法生产氧化铝	2-1 拜耳法的原理和基本工艺 2-2 铝土矿溶出原理及溶出工	知识目标： 1. 掌握拜耳法的原理和基本工艺 2. 铝土矿溶出原理及	1. 拜耳法的原理和基本工艺 2. 铝土矿溶出原理及溶出工艺技术	1. 拜耳法的原理和基本工艺 2. 铝土矿溶出原理及溶出工艺技术	讲授与讨论法	24

	艺技术	溶出工艺技术	3. 赤泥分离与洗涤工艺技术	3. 赤泥分离与洗涤工艺技术		
	2-3 赤泥分离与洗涤工艺技术	3. 了解赤泥分离与洗涤工艺技术	4. 铝酸钠溶液的精种分解	4. 铝酸钠溶液的精种分解		
	2-4 铝酸钠溶液的精种分解	4. 掌握铝酸钠溶液的精种分解技术	5. $Al(OH)_3$ 煅烧	5. $Al(OH)_3$ 煅烧		
	2-5 $Al(OH)_3$ 煅烧	5. 了解 $Al(OH)_3$ 煅烧技术	6. 分解母液的蒸发与碳酸钠的苛化	6. 分解母液的蒸发与碳酸钠的苛化		
	2-6 分解母液的蒸发与碳酸钠的苛化	6. 了解分解母液的蒸发与碳酸钠的苛化技术				
		素质目标:				
		1. 具有良好的职业道德和敬业精神				
		2. 具有较强的计划、组织和协调能力				
		3. 具有良好的环保和节能意识				

任务 4 铝 电解	4-1 铝电解的原料 4-2 铝电解基本原理 4-3 铝电解生产流程 4-4 铝电解槽结构 4-5 铝电解操作 4-6 铝电解的技术经济指标	知识目标： 11. 了解铝电解的原料 12. 掌握铝电解基本原理 13. 掌握铝电解生产流程 14. 了解铝电解槽结构 15. 掌握铝电解操作 16. 掌握铝电解的技术经济指标 素质目标： 1. 具有良好的职业道德和敬业精神 2. 具有较强的计划、组织和协调能力	17. 铝电解的原料 18. 铝电解基本原理 19. 铝电解生产流程 20. 铝电解槽结构 21. 铝电解操作 22. 铝电解的技术经济指标	1. 铝电解的原料 2. 铝电解基本原理 3. 铝电解生产流程 4. 铝电解槽结构 5. 铝电解操作 6. 铝电解的技术经济指标	讲授与讨论法 多媒体教学	24
--------------	---	--	---	---	-----------------	----

七、教学实施的建议

（一）授课教师基本要求

- （1）爱岗敬业，以生为本，有无私奉献的精神；
- （2）课前认真备课，写好教案，制作好课件；
- （3）精通课程教学内容，概念准确，教学重点突出；
- （4）理论联系实际，激发学生学习兴趣，发挥学生主体性、创造性；
- （5）授课认真，因材施教；
- （6）教学与企业生产、科研相结合；
- （7）具有较强的专业知识水平。

（二）教学实训条件要求

1. 校内实训基地

配有虚拟仿真实验室一个，火法冶金实验室 1 个；湿法冶金实验室 1 个；冶金过程设备实验室 1 个。2 个冶金辅助实验室：冶金物料及产品分析测试实验室 1 个；矿物炼前处理（选矿）实验室 1 个。

可开设的实训项目包括：矿物焙烧原理与操作模拟训练；矿物浸出（含高压溶出）实验及模拟训练；溶液净化实验；水溶液电解实验；离子交换吸附分离提取冶金实验及实训；溶剂萃取与反萃取实验及实训；冶炼烟气的净化与吸收实验；硫化矿物的造钼熔炼实验；氧化矿物的还原熔炼实验等，

2. 校外实习实训基地

充分利用区域有色冶金企业的优势，建立广西河池市南方有色集团、广西金山钢锆化工有限责任公司、广西津泰资源再生有限公司、广西吉朗锌铟有限责任公司等 4 个校外实训基地，提高学生的实际操作能力。

校外实训基地主要负责：提供顶岗实训岗位及指导教师，参与学生实训管理，记录学生实训课程、班级、名单、考核和技能鉴定；建立学院教师、企业技术人员、能工巧匠共同参与人才培养方案和专业课程的建设；参与实训学生的综合评

价；培训赴企业锻炼的专任教师，教学课程与企业的生产过程紧密结合；企业负责学生在企实习期间的生活起居、安全等问题

（三）教学方法与教学策略

1. 充分发挥学科优势，激发学生兴趣

有色冶金学科本身有自己独特的优势，金属冶炼过程就是故事，教师在讲授课程的时候还可以引用更多的冶金发展史，更可以带着全体学生去看视频资料。教学中可从激发学生兴趣入手，发挥有色冶金学科自身的优势，通过激发学生学习的主动性和创新意识，促使学生积极主动学习。

2. 尽量丰富教学内容，开阔学生视野

教学不但要完成铜冶金基本知识的学习，而且要尽量要让学生与实践相结合，达到学以致用。为此要开阔学生的知识视野，引发学生的学习欲望，教师要在教材基础上多搜集资料，发挥学生主动性，多看书，参加社会实践，在交流中共同提高，增长知识开拓视野，增强应用知识解决问题的意识和能力，获得铜冶金学科知识。

3. 合理运用多种方法和形式，提高课堂教学效率

教学过程必须改变传统的接受式教育的教学方法，要尽量多采取以探究式教学、项目教学为主要特征的灵活多样的教学方式，方能取得事半功倍的效果。如：问题讨论式教学法——教师提问，学生讨论，学生或师生共同得出结论的方法；启发引导式教学法——教师对所讲授的重点和难点内容，一般不直接给出答案，而是启发学生思考，引导学生分析，让学生自己得出正确结论的方法；程序教学法——按知识的认知规律，由特殊到一般，再由一般到特殊的方法来认识物质的方法；实验探究法——教师根据教学内容提出问题，创设情景，学生根据问题进行设计，提出解决问题的方案，然后进行小组间的交流讨论，最后教师根据各小组的方案进行集体讨论分析，得出最佳方案的方法等。这样多种方法并用，以改变传统的单一的教学模式，使学生感到学而不厌，从而进一步激发他们的求知欲，可极大地调动学生的积极性和主动性。

4. 恰当运用现代信息技术

发挥多媒体、仿真实训的教学功能 随着时代的发展，多媒体技术和网络技

术显示出强大的信息功能，为有色冶金课改提供了有利的条件，并在课堂中展现出了新的情景。利用多媒体技术制作的课件可以运用文字、图像、声音来刺激学生和调动学生多种器官，以多种方式和不同表现手法对教学内容进行加工，生动、有趣地将教学内容展现于学生面前，让学生充分认识铜冶炼过程现象及其规律。同时，利用多媒体技术制作的课件可以加大传输信息量和信息传输的质量，实现课堂的优化组合。实践证明，扬弃了传统的课堂教学模式，使之与现代教育技术整合后，课堂教学的容量、教学的直观性、教学手段的灵活多变性等得到了有益的提升，生动活泼的课堂使得学生的学习过程春意盎然。

（四）课程考核与评价方法

1. 课程考核

《铝冶金技术》课程操作技能考核试题（一）

班级_____ 姓名_____ 学号_____

一、项目名称

原矿浆制备冷态开车

二、考核内容

- (1) 原矿浆制备冷态开车准备工作技能。
- (2) 拜尔法生产氧化铝工艺原矿浆制备工艺流程，
- (3) 破碎技能要求、湿磨技能要求。
- (4) 原浆制备生产工艺参数，及调节方式。

要求开车将生产中各个工艺环节操作参数稳定在以下范围：

序号	位号	名称	正常工况值	备注
1	FI101	流量控制仪表	2363.63kg/h	根据偏离幅度扣分
2	FI102	流量控制仪表	64.75kg / h	
3	FI103	流量控制仪表	8758.56kg, / h	
4	FI104	流量控制仪表	371.35kg / h	
5	FI105	流量控制仪表	11558.29kg / h	
6	LI101	液位控制仪表	50%	
7	LI102	液位控制仪表	50%	

三、考核用时

考核时间为 60 分钟。

四、考场提供的设备及工具

安装好氧化铝生产仿真软件的电脑，网络及软件钥匙盘。

五、学生自带工具

考生记录用纸、笔考场。

六、注意事项

- 1、考生提前 10 分钟进入考场；
- 2、考核结束后考生关闭软件，电脑，整理好桌面，并摆放好凳子。

七、评分标准及分值

技能考核评分标准及评分记录表见附表

《原矿浆制备冷态开车》
技能考核评分标准及评分记录

序号	操作步骤	分值	评分
1	开阀 VA101，进循环母液	5	
2	调节阀门 VA101，使循环母液量为 8758.56k/h	10	
3	开棒磨机电机	5	
4	开铝矿石称量给料机电机	5	
5	设定铝矿石加入量 SP 为 2363.63k/h	10	
6	开石灰称量给料机电机	5	
7	设定石灰加入量 SP 为 64.75k/h	5	
8	当中间槽液位 50%左右时，开泵 P101A	5	
9	控制中间槽液位在 60%左右	10	
10	开阀 VA103，经磨制后的浆液通过中间泵打到旋流器	5	
11	开球磨机电机	5	
12	开阀 VA102，补充苛性碱	5	
13	调节阀门 VA102，使苛性碱加入量为 371.35k/h	10	
14	当矿浆槽液位在 50%时开启 VA104，矿浆进入溶出工段	5	
15	矿浆槽液位控制在 60%左右	10	
	合计		

裁判员（签名）：

20 年 月 日

《铝冶金技术》课程操作技能考核试题（二）

班级_____ 姓名_____ 学号_____

一、 项目名称

管道化高压溶出正常停车

二、 考核内容

- (1) 溶出工序正常停车操作的安全规程；
- (2) 管道化高压溶出停车时各设备关闭的先后次序”；
- (3) 隔膜泵技能要求；
- (4) 稀释槽安全技术规程。

三、 考核用时

考核时间为 50 分钟。

四、 考场提供的设备及工具

安装好氧化铝生产仿真软件的电脑，网络及软件钥匙盘。

五、 学生自带工具

考生自带记录、笔和计时工具进入考场。

六、 注意事项

- 1、考生提前 10 分钟进入考场；
- 2、考核结束后考生退出软件，关闭电脑。整理好桌面并摆放好凳子。

七、 评分标准及分值

技能考核评分标准及评分标准见附表。

《管道化高压溶出正常停车》操作
技能考核评分标准及评分记录

工序	序号	操作步骤	分值	评分
停加 热物 流	1	关闭熔盐阀 VA102，停止熔盐加热	10	
		分别关闭矿浆自蒸发器的二次蒸汽阀门，停止预热器的加热		
	2	关闭自蒸发罐 V101 的二次蒸汽阀门 VA108	3	
	3	关闭自蒸发罐 V102 的二次蒸汽阀门 VA109	3	
	4	关闭自蒸发罐 V103 的二次蒸汽阀门 VA110	3	
	5	关闭自蒸发罐 V104 的二次蒸汽阀门 VA111	3	
	6	关闭自蒸发罐 v105 的二次蒸汽阀门 VA112	3	
	7	关闭隔膜泵 PI01	6	
停加 冷物 流	8	关闭 FV101，停止原矿浆进料	6	
	9	关闭 FV101 的前截止阀 VB101	3	
	10	关闭 FV101 的后截止阀 VB102	3	
	11	关闭 VA123，停止稀释水的加入	6	
	12	逐渐开大 V101 罐底泄液阀 VA103	3	
泄液	13	逐渐开大 V102 罐底泄液阀 VA104	3	
	14	逐渐开大 V103 罐底泄液阀 VA105	3	
	15	逐渐开大 V104 罐底泄液阀 VA106	3	
	16	逐渐开大 V105 罐底泄液阀 VA107，矿浆自蒸发罐泄液	3	
	17	逐渐开大 V106 罐底阀 f1 VA113	3	
	18	逐渐开大 V107 罐底阀门 VA114	3	
	19	逐渐开大 V108 罐底阀门 VA115	3	
	20	逐渐开大 V109 罐底阀门 VA116	3	
	21	逐渐开大 v110 罐底阀门 VA117。冷凝水自蒸发器泄液	3	

	22	关闭 VA123. 停止稀释水的加入	6	
卸压		分别打开各矿浆自蒸发罐罐顶放空阀进行卸压		
	23	打开 V101 放空阀 VA118	3	
	24	打开 V102 放空阀 VA119	3	
	25	打开 V103 放空阀 VA120	3	
	26	打开 V104 放空阀 VA121	3	
	27	打开 v105 放空阀 VA122	3	
		合计	100	

裁判员（签名）

20 年 月 日

《铝冶金技术》课程操作技能考核试题（三）

班级_____ 姓名_____ 学号_____

一、项目名称

晶种分解冷态开车操作

二、考核内容

- 1) 晶种分解工序冷态开车前的准备工作技能；
- 2) 晶种分解工序冷态开车操作的安全规程；
- 3) 晶种分解工序冷态开车时各设备开启的先后次序。

要求开车将生产中各个工艺环节操作参数稳定在以下范围：

控制参数	测量、控制仪表	正常工况值
分解精液进料流量	FIC301	15470.89 kg/h
成品浆液出料流量	FIC302	4375 kg/h
成品浆液出料浓度	AI301	479.19 kg/h
板式换热器分解精液换热前温度	ITI317	90.0℃
板式换热器分解精液换热后温度	TI318	75.0℃

1 号机械搅拌分解槽温度	TI301	69.0℃
2 号机械搅拌分解槽温度	TI302	64.0℃
3 号机械搅拌分解槽温度	TI303	61.0℃
4 号机械搅拌分解槽温度	TI304	59.0℃
5 号机械搅拌分解槽温度	TI305	57.0℃
6 号机械搅拌分解槽温度	TI306	55.0℃
7 号机械搅拌分解槽温度	TI307	53.0℃
8 号机械搅拌分解槽温度	TI308	51.0℃
9 号机械搅拌分解槽温度	TI309	50.0℃
10 号机械搅拌分解槽温度	TI310	49.0℃
11 号机械搅拌分解槽温度	TI311	48.0℃
12 号机械搅拌分解槽温度	TI312	47.0℃
13 号机械搅拌分解槽温度	TI313	46.5℃
14 号机械搅拌分解槽温度	TI314	46.0℃
15 号机械搅拌分解槽温度	TI315	45.50℃
16 号机械搅拌分解槽温度	TI316	45.00℃
1~6 号机械搅拌分解槽液位	TI301~TI316	80%

考核用时

考核时间为 90 分钟。

三、 考场提供的设备及工具

安装好氧化铝生产仿真软件的电脑，网络及软件钥匙盘。

四、 学生自带工具

考生自带记录、笔和计时工具进入考场。

五、 注意事项

- 1、考生提前 10 分钟进入考场；
- 2、考核结束后考生退出软件，关闭电脑。整理好桌面并摆放好凳子。

六、 评分标准及分值

技能考核评分标准及评分标准见附表。

《晶种分解冷态开车》操作
技能考核评分标准及评分记录

工序	序号	操作步骤	分值	评分
分解精液进料	1	打开板式换热器 E301 冷却水阀门 v310, 开度为 50%	4	
	2	打开分解精液进料泵丹 01 电源开关, 开启 P301	3	
	3	打开分解精液进料调节阀前截止阀 vB301	2	
	4	打开分解精液进辩调节阀后截止阀 vB302	2	
	5	打开分解精液进料控制阀 Fv301	3	
	6	当 FIC301 显示流量接近 15470.B9kg/h 时, 将 FIC301 投自动	3	
	7	将 FIC301 设定值设为 154 为.89kg/h	3	
	8	分解精液进料流量稳定在 15470.89kg/h	8	
	9	换热后的分解精液温度 TBI8 在 75℃左右	5	
分解槽的投入使用	10	当 V301 液位超过 20%时, 开启 V301 搅拌器电源	5	
	11	当 V302~V314 的液位次递超过 20%时, 依次开启 v302~V3045 的搅拌器电源	10	
成品浆液的出料	12	当 v315 液位超过 20%时, 开启 v315 搅拌器电源	2	
	13	打开成品浆液平盘式过滤机 F301	5	
	14	当 V315 液位接近 80%时, 打开成品浆液出料控制阀上游阀 vB304	3	
	15	打开成品浆液出辩控树阀后截止同 VB305	3	
	16	打开成品浆液出料控制阀 Fv302	5	
	17	当 FIC302 显示流量接近 4375kg/h 时, 将 FIC302 投自动	5	
	18	将 FIC302 设定值设为 4375kg/h	3	
	19	将成品浆液流量稳定在 4375kg/h	8	
晶种的添加	20	当 v316 液位超过 20%时.开启 v316 搅拌器电源	3	
	21	当 v316 液位接近 80%时, 全开阀门 VA307	3	
	22	开启平盘式过滤机 F302A 电源.启动 F302A	3	

23	打开阀门 VA308。开度为 50%	3	
24	开启平盘式过滤机 F302B 电源。启动 F302B	3	
25	打开阀门 VA309，开度为 50%	3	
	合计	100	

裁判员(签名):

20 年 月 日

2. 评价方法:

建立过程考评与期末考评相结合的方法。强调过程考评的重要性。过程考评占 50 分，期末考评占 50 分。具体考核要求见表。

考评方式	过程考评 50		期末考评 50
	职业素养考评	实训实习考评	
	20	30	50
考评实施	由主讲教师根据学生表现集中考评	由指导教师根据学生完成的任务情况考评	按照教考分离原则，由学校教务处组织考评。
考评标准	出勤率、书面作业任务的完成情况、学习态度等情况进行打分 20 分	遵守操作规程和生产纪律等情况进行打分 10 分 操作任务和实习实训报告完成情况打分 20 分	建议题型不少于 5 种：填空、单向选择、计算、判断、问答题、论述题
注	造成设备损坏或人身伤害的本项目计 0 分		

(五) 教材及参考书选用

教材：刘自力 编，氧化铝制取，冶金工业出版社，2010

陈利生 编，金属铝熔盐电解，冶金工业出版社，2010

（六）课程资源建设要求

1. 结合本课程的教学目标，精心制作有关课件、电子教案、录像等网上教学资源。

2. 充分利用校外实训基地等作为现场教学资源，使学生掌握生产工艺流程、生产中的工艺控制、设备操作、故障处理等内容，并安排学生实习，使学生充分体验所学知识，并能灵活运用。

3. 安排兼职教师讲授工作经历以及生产实践中案例情况，传授现场经验和知识。

《铅冶金》课程标准

一、课程信息

表 1 课程信息表

课程名称	铅冶金		开课系部	资源工程系
课程代码	Q5085		考核方式	闭卷
前导课程	铝冶金			
后续课程	铜冶金			
总学时		课程类型（方 框内打√）	理论课	
			实践课	
	60		理论+实践	√
适用专业	有色冶金技术			

表 2 课程标准开发团队名单（含校外专家）

序号	姓名	工作单位	职称/职务
1	林忠	广西现代职业技术学院	高级工程师
2	雷玉办	广西现代职业技术学院	讲师
3	覃永奔	广西现代职业技术学院	中级

二、课程性质

本课程以铅冶金技术基础知识入手，结合企业生产实际，以铅冶炼生产工艺及过程为教学目标，认真贯彻国家铅冶炼工职业标准，以岗位技能培养为教学重点，让学生初步了解铅的基本物理化学性质、铅的主要用途、铅冶炼的主要原料和资源情况、铅的生产与市场、铅冶炼的主要方法及铅产品分类等。

该学习领域以《化学基础》课程为前导，为学生走上工作岗位奠定良好的基础。

三、课程目标

（一）知识目标

- 1 使学生掌握铅冶金的基本知识、基本理论。

2 培养学生对炼铅原理及工艺操作的应用能力。

3 通过实训、实习，使学生初步具备从事炼铅生产的基本技能以及独立分析和解决生产实际问题的能力。

（四）能力目标

1. 通过本课程教学内容的学习，使学生掌握铅冶炼的基本生产过程及生产要求，在进行上述内容教学的同时，注重基础理论的发展过程及联系，着重培养学生解决问题的能力。

2. 通过教学过程渗透和技能培训，使学生具有国家炼铅工标准规定的基本知识和基本操作技能素质目标

（三）素质目标

1 培养学生社会责任意识。

2 培养学生严谨、求实的工作作风。

3 培养学生吃苦耐劳的精神。

四、课程学分与时数分配

课程名称	铝冶金	总学时	60	学分	
序号	教学项目名称	主要内容			参考学时
第一章	铝冶金的一般知识	铅的理化性质			2
第二章	硫化铅精矿的烧结焙烧	烧结法基本原理			10
第三章	铅烧结块的鼓风炉熔炼	鼓风熔炼方法及原理			16
第四章	硫化铅精矿的直接熔炼	直接熔炼的方法原理			8
第五章	炼铅炉渣及其烟化处理	烟化处理的方法及流程			6
第六章	粗铅精炼	粗铅精炼的常用方法			10
第七章	从废铅蓄电池生产再生铅	铅再生产的方法			12

五、课程设计思路

（一）、基本概念

本课程的基本理念是要“加强学生理论与实践的结合程度，提高学生的岗位动手能力”。

1. 懂理论

中职院校的培养目标要突出职业能力的培养，在教学过程中摒弃了一些高深的原理，以学生需要掌握的理论够用为主。采用阶段式、重点式的教学模式，强调实践能力，精炼理论，突出实用操作技能。

2. 会操作

企业最希望的是学生到岗后就能在生产中创造效益，节省重复培训的成本。希望教学要贴近企业生产实践，反映企业需要。要让学生从自身研究生产岗位，掌握岗位的实际操作，这样的教学才会有针对性，才是有效的。

3. 能处理

作为技术技能人才，除了掌握实际生产岗位的正常操作外，还必须具备一定的事故处理能力。

4. 素养好

学生要认识企业、参与企业、适应企业，具有责任心、良好的行为习惯和个性品质。通过课程教学，使学生既学会做事，更学会做人，在做事中学做人，在做人的指导下学做事。

（二）、设计思路

《铅冶金》课程的设计思路是：以生产流程导向，将教学内容模块化。具体来说：

1. 生产流程导向

铅冶炼工艺中包括原料、富氧底吹炉（烧结）、鼓风炉、电解、制酸等项目，每一个项目都包括几个生产岗位，教学内容以铅冶炼的工艺流程为导向。把铅冶金生产的整个工艺流程（从铅精矿入厂到电解铅的最终产出）讲解清楚。各个工序之间在难度方面逐渐增加，从而可以让学生在不知不觉中，逐步掌握各个岗位的操作技术，有利于教学效果的提高。

2. 教学内容模块化

在教学内容的组织和安排上，以企业真实的生产流程为导向，对课程教学内容进行有效地序化，把课程内容整合为原料准备、粗炼、精炼、综合回收四大模块，每一模块又分若干教学任务，以任务为驱动，教、学、做相结合，把每一工序的工作任务、生产技术经济指标、生产操作规程、及相关问题的处理都融入到教学活动中去。

六、课程内容与教学要求

项目（任务）名称	子项目或学习任务	教学目标	教学重、难点	考核点	教学方法和建议	参考学时
第一章 铅冶金的一般知识	1-1 铅及其主要化合物的性质 1-2 铅的生产与消费 1-3 铅冶金原料 1-4 铅冶金方法	知识目标： 1. 了解铅及其主要化合物的性质 2. 了解国内铅的生产情况 技能目标： 1. 了解铅冶金生产所需原料要求 2. 初步了解铅冶金生产的各种方法 素质目标： 1. 激发学习铅冶金学习兴趣 2. 锻炼学生吃苦耐劳的能力	知识： 1. 铅及其主要化合物的性质 2. 铅的生产与消费 技能： 1. 掌握铅冶金生产所需原料要求 2. 初步掌握铅冶金生产的各种方法。	1. 铅及其主要化合物的性质 2. 铅的生产与消费 技能： 1. 掌握铅冶金生产所需原料要求 2. 初步掌握铅冶金生产的各种方法。	多媒体 演示法	6

第二章 硫化铅 精矿的 烧结焙 烧	2-1 硫化铅精矿 烧结焙烧的目的 2-2 硫化铅精矿 烧结焙烧的生产 过程 2-3 烧结焙烧炉 料的准备 2-4 铅烧结焙烧 的生产实践 2-5 铅烧结焙烧 的技术经济指 标	知识目标： 1. 了解硫化铅精矿烧结焙 烧的目的 2. 了解硫化铅精矿烧结焙 烧的生产过程 技能目标： 1. 初步掌握烧结焙烧炉料 的准备 2. 初步了解铅烧结焙烧的 生产实践要求。 素质目标： 1. 培养学生吃苦耐劳精神 具有良好的职业道德和敬 业精神 2. 具有较强的计划、组织 和协调能力 3. 具有良好的环保和节能 意识	知识： 1. 硫化铅精矿烧结焙 烧的目的、原理 2. 硫化铅精矿烧结焙 烧的生产过程 技能： 1. 了解烧结焙烧炉料的 准备 2. 了解铅烧结焙烧的 生产实践要求	1. 硫化铅精矿烧结焙 烧的目的、原理 2. 硫化铅精矿烧结焙 烧的生产过程 技能： 1. 了解烧结焙烧炉料 的准备 2. 了解铅烧结焙烧的 生产实践要求	讲授与讨论法	10
-------------------------------	---	---	--	---	--------	----

第三章 铅烧结 块的鼓 风炉熔 炼	3-1 概述 3-2 铅鼓风炉熔炼的炉料组成及对炉料的要求 3-3 铅鼓风炉还原熔炼的生产过程 3-4 铅鼓风炉熔炼产物 3-5 炼铅鼓风炉 3-6 铅鼓风炉熔炼的正常操作与故障处理	知识目标： 1. 铅鼓风炉还原熔炼的目的 2. 铅鼓风炉还原熔炼的生产过程。 技能目标： 1. 铅鼓风炉熔炼的炉料组成及对炉料的要求。 2. 铅鼓风炉熔炼产物。操作与故障处理。 素质目标： 1. 培养同学实践操作能力。 2. 具有良好的职业道德和敬业精神	知识： 1. 鼓风炉还原熔炼的目的。 2. 铅鼓风炉还原熔炼的生产过程。 3. 初步认识电热前床的结构及作用。 技能： 1. 铅鼓风炉熔炼的炉料组成及对炉料的要求。 2. 铅鼓风炉熔炼产物。 3. 铅鼓风炉熔炼的正常操作与故障处理。	1. 鼓风炉还原熔炼的目的。 2. 铅鼓风炉还原熔炼的生产过程。 3. 初步认识电热前床	讲授与讨论法 多媒体教学	13
-------------------------------	--	---	---	--	-----------------	----

第四章 硫化铅精矿的直接熔炼	4-1 概述 4-2 硫化铅精矿直接熔炼的基本原理和方法 4-3 基夫赛特法炼铅 4-4 氧气底吹炼铅法 4-5 富氧顶吹炼铅法 4-6 倾斜式旋转炉法	知识目标： 1. 硫化铅精矿直接熔炼的基本方法。 2. 富氧顶吹炼铅法的内容和要求。 技能目标： 1. 学习基夫赛特法炼铅生产过程。 2. 氧气底吹炼铅法生产的特点及其技术经济条件。 素质目标： 1. 提高学生的学习热情。	知识： 1. 硫化铅精矿直接熔炼的基本方法。 2. 富氧顶吹炼铅法的内容和要求。 技能： 1. 学习基夫赛特法炼铅生产过程及相关技术经济指标。 2. 氧气底吹炼铅法生产的特点及其技术经济条件。	1. 硫化铅精矿直接熔炼的基本方法。 2. 富氧顶吹炼铅法的内容和要求。 4. 学习基夫赛特法炼铅生产过程及相关技术经济指标。 5. 氧气底吹炼铅法生产的特点及其技术经济条件。	讲授与讨论法 多媒体教学	8
-------------------	---	--	---	---	-----------------	---

第五章 炼 铅 炉 渣 及 其 烟 化 处 理	5-1 炼铅炉渣的化学组成 5-2 炉渣烟化处理的基本原理 5-3 烟化炉处理铅炉渣的影响因素 5-4 炉渣烟化的主要设备	知识目标： 1. 炼铅炉渣的化学组成。 2. 初步掌握炉渣烟化处理的生产要求。 能力目标： 1. 初步了解烟化炉处理铅炉渣的影响因素。 2. 炉渣烟化的主要设备。	知识： 1. 炼铅炉渣的化学组成。 2. 掌握炉渣烟化处理的生产要求 能力： 1. 初步了解烟化炉处理铅炉渣的影响因素。 2. 炉渣烟化的主要设备	1. 炼铅炉渣的化学组成。 2. 掌握炉渣烟化处理的生产要求 3. 初步了解烟化炉处理铅炉渣的影响因素。 4. 炉渣烟化的主要设备	多媒体教学	6
-------------------------------------	--	--	--	--	-------	---

第六章 粗 铅 精 炼	6-1 概述 6-2 粗铅的火法 精炼 6-3 粗铅的电解 精炼	知识目标： 1. 了解解粗铅电解精炼的 生产过程 能力目标： 1. 粗铅火法精炼操作流程 及操作规程。 素质目标： 1. 让学生养成独立思考的 习惯。 2. 提高学生分析问题、解决 问题的能力。	知识： 1. 粗铅的火法精炼的基 理原理 2. 了解粗铅的电解精炼 理生产过程 能力： 1. 粗铅火法精炼操作流 程及操作规程。 2. 粗铅的电解精炼的原 料要求 。	1. 粗铅的火法精炼的基 理原理 2. 了解粗铅的电解精炼 理生产过程 ； 3. 粗铅火法精炼操作 流程及操作规程。 4. 粗铅的电解精炼的 原料要求 。	多媒体教学	12
-------------------	--	--	---	---	-------	----

第七章 从废铅蓄电 池生产再生 铅	7-1 废铅蓄电 池的预处理 7-2 废铅蓄电 池的反射炉熔 炼 7-3 废铅蓄电 池的鼓风炉熔 炼 7-4 用 SB 鼓 风炉处理废铅 蓄电 7-5 用反射炉— 鼓风炉联合流 程处理废铅蓄 电 7-6 废铅蓄电 池的电炉熔炼 7-7 废铅蓄电 池的短回转窑 熔炼	知识目标： 1. 废铅蓄电 池的预处理方 法。 2. 初步了解 废铅蓄电 池的反射炉 熔炼生产方 法。 能力目标： 1、用反射炉— 鼓风炉联合流 程处理废铅蓄 电 2. 废铅蓄电 池的电炉熔炼 生产方法。 素质目标： 1. 灌输同学废 物有效利用的 思想。 2. 具有良好的 职业道德和敬 业精神	知识： 1. 废铅蓄电 池的预处理方 法。 2. 废铅蓄电 池的反射炉 生产方法。 能力： 1、了解用反 射炉—鼓风 炉联合流程 处理废铅蓄 电 2. 废铅蓄电 池的电炉熔 炼生产流程。	1. 废铅蓄电 池的预处理 方式、方法。 2. 废铅蓄电 池的反射炉 生产方法。 3、了解用反 射炉—鼓风 炉联合流程 处理废铅蓄 电 4. 废铅蓄电 池的电炉 的生产流程。	多媒体教学	5.5
----------------------------	---	---	--	--	-------	-----

七、教学实施的建议

（一）授课教师基本要求

- （1）爱岗敬业，以生为本，有无私奉献的精神；
- （2）课前认真备课，写好教案，制作好课件；
- （3）精通课程教学内容，概念准确，教学重点突出；
- （4）理论联系实际，激发学生学习兴趣，发挥学生主体性、创造性；
- （5）授课认真，因材施教；
- （6）教学与企业生产、科研相结合；
- （7）具有较强的专业知识水平。

（二）教学实训条件要求

1. 校内实训基地

配有虚拟仿真实验室一个，火法冶金实验室 1 个；湿法冶金实验室 1 个；冶金过程设备实验室 1 个。2 个冶金辅助实验室：冶金物料及产品分析测试实验室 1 个；矿物炼前处理（选矿）实验室 1 个。

可开设的实训项目包括：矿物焙烧原理与操作模拟训练；矿物浸出（含高压溶出）实验及模拟训练；溶液净化实验；水溶液电解实验；离子交换吸附分离提取冶金实验及实训；溶剂萃取与反萃取实验及实训；冶炼烟气的净化与吸收实验；硫化矿物的造钼熔炼实验；氧化矿物的还原熔炼实验等，

2. 校外实习实训基地

充分利用区域有色冶金企业的优势，建立广西河池市南方有色集团、广西金山钢锆化工有限责任公司、广西津泰资源再生有限公司、广西吉朗锌钢有限责任公司等 4 个校外实训基地，提高学生的实际操作能力。

校外实训基地主要负责：提供顶岗实训岗位及指导教师，参与学生实训管理，记录学生实训课程、班级、名单、考核和技能鉴定；建立学院教师、企业技术人员、能工巧匠共同参与人才培养方案和专业课程的建设；参与实训学生的综合评价；培训赴企业锻炼的专任教师，教学课程与企业的生产过程紧密结合；企业负责学生在企实习期间的生活起居、安全等问题

（三）教学方法与教学策略

教学模式的设计与创新

1. 工学结合

“工学结合”是由传统封闭的学校教育迈向现代开放的校企联合办学的坚实一步。传统的学校教育强调的是课堂与课程，而工学结合则强调岗位与行动。工学结合的本质就是要将“工作”和“学习”这两个不同事物融合起来，形成一个有机整体。

开展工学结合的教学方式，提高了学生的能力，缩短了学生在就业岗位独挡一面的周期，将会取得良好的效果。

2. 任务驱动

《铅冶金基础》以铅冶炼企业的各个实际生产岗位的操作能力培养为课程的最终目标任务，使得学生目标明晰，从而能调动其学习的积极和主动性。为达到任务的完成，每个人都会发挥其个人的能动作用。

3. 多种教学方法的运用

在现代教学理念的指导下，通过不断探索，本课程将运用行之有效的系列教学方法，并灵活应用在教学中。

（1）讨论式教学法：把“灌输式”为主的讲授法和问题教学法有机地结合起来，提高学生的思维能力、探究能力，提倡学生多提出问题，

（2）多媒体组合教学法：根据教学内容和教学目标的需要，除注重传统教学的方式外，使用多媒体教学，并使两者有机结合，各展其长，互为补充，相辅相成，构成教学信息传输及反馈调节的优化教学媒体群，共同参与课堂教学的全过程，达到教学过程的最优化。

（3）案例教学法：生产一线的情况是千变万化的，案例教学为学生提供了一种模仿、借鉴和引伸的范例。这种教学模式的最大特点是师生互动性强，体现了以学生为主的教育思想。如对炼铅过程中鼓风机故障分析与处理，教师在讲解时以实际生产中发生的现象为依据，分析事故产生的原因、如何进行故障处理等实例，激发大家的学习兴趣，提升教学效果。

（四）课程考核与评价方法

1. 课程考核

表 3 理论课程考核内容一览表

项目名称	考核内容	考核标准
------	------	------

铅冶金的一般知识	2. 铅的物理化学性质 3. 生产用铅精矿质量要求 3、画出硫化铅精矿直接熔炼工艺流程图	概念准确、化图规范（8~10 分） 概念欠准确，化图不完整（6~8 分） 概念不准确，不能画出流程图（0~6 分）
硫化铅精矿的烧结焙烧	6. 烧结焙烧的目的 7. 烧结块的质量要求 8. 烧结配料原则及配料计算 9. 铅烧结焙烧的技术经济指标	叙述及配料计算正确（8~10 分） 叙述及配料计算欠准确（6~8 分） 叙述及配料计算不准确（0~6 分）
铅烧结块的鼓风炉熔炼	6. 入铅鼓风炉炉料要求 7. 炼铅鼓风炉的基本结构 8. 铅鼓风炉正常操作及故障处理 9. 鼓风炉炼铅的主要技术经济指标	概念清楚，掌握铅生产技术和基本操作过程，对炉子结构了解（8~10 分） 概念不够清楚，技术要求、操作规程、炉子结构简单掌握（6~8 分） 概念不清楚，不能简单掌握技术要求、操作规程、炉子结构（0~6 分）
硫化铅精矿的直接熔炼	5. 硫化铅精矿直接熔炼的基本原理 6. 直接炼铅的方法	原理掌握、各种直接炼铅法基本了解（8~10 分） 原理掌握、各种直接炼铅法不能完全认知（6~8 分） 原理不掌握、各种直接炼铅法不了解（0~6 分）
炼铅炉渣及其烟化处理	1、炉渣烟化处理的基本原理 2、炉渣烟化的主要设备 3、烟化炉吹炼的生产实践	掌握生产原理、设备结构、生产实践操作（8~10 分）基本掌握生产原理、设备结构、生产实践操作（6~8 分） 不能掌握生产原理、设备结构、生产实践操作（0~6 分）
粗铅精炼	7. 铅电解技术条件及其控制 8. 铅电解车间的主要设备及其布置 9. 铅电解精炼的主要操作 10. 铅电解的主要技术经济指标	熟知铅电解技术条件及技术指标，了解车间主要设备，掌握电解岗位操作要求（8~10 分）基本熟知、了解、掌握（6~8 分）对要求和内容不知、不会（0~6 分）

从废铅蓄 电池生产 再生铅	2. 废铅蓄电池的预处理 3. 废铅蓄电池的几种生产方法	生产方法了解、预处理过程掌握（8～10 分）生产方法大致了解、预处理过程不能完全掌握（6～8 分）生产方法不了解、预处理过程不掌握（0～6 分）
---------------------	---------------------------------	--

2. 操作技能考核

《铅冶金基础》课程操作技能考核试题（一）

班级_____ 姓名_____ 学号_____

一、项目名称

铅精矿配料、烧结过程

二、考核内容

1. 烧结配料过程

根据配料计算，计算出返粉、铁粉、石灰石或石英石的加入量。

烧结混合料的成分要求（%）：

Fe: 13～15 S: 6～7 SiO₂: 10～12 CaO: 8～10

用天平称量出所需的各种物料重量，将各种物料在混料器内混合均匀。

铅精矿：100 g； 石英石：13 g； 石灰石：10 g；

铁矿粉：15 g； 煤粉或焦炭粉：3 g；

2. 烧结焙烧过程

（1）检查高温电炉炉子情况，按操作规程调节升温参数。

（2）将装好烧结混合料的坩埚在低温时放入炉膛内，随炉子慢慢升温，在升温至 650℃ 和 750℃ 时断电打开炉门对物料进行搅拌观察。

（3）升温到 850℃ 时保温一个小时。而后断电降温冷却，冷却时要逐步缓慢冷却，并避免因骤冷时产生炸裂，用长柄坩埚钳取出坩埚，对烧结好的熟料进行称量、观察。

三、考核用时

1. 完成全部工作任务的时间 300 分钟

2. 不考核烧结过程，只进行进、出料及电炉操作演示；时间为 90 分钟。

四、考场提供的设备和器材（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

1. 铅精矿：100g；石英石：30 g；石灰石 30g；
铁矿粉 50g；煤粉或焦炭粉： 10 g；
2. 天平或台秤 混料器 瓷研钵 坩埚 长柄坩埚钳；
3. 高温电炉要提前预热至 300℃；炼钢手套、防护面罩。

五、学生自带工具

笔、草稿纸、计算器

六、注意事项

1. 正确使用设备，操作符合安全操作规程；
2. 考核学生提前 10 分钟到达考场；
3. 在考核过程结束后，要把物品按要求摆放，打扫场地卫生。

七、评价分标准及分值

考核评价采用 100 分制，根据学生操作情况进行打分。

铅精矿配料、烧结过程项目操作技能考核评分表

姓名_____

班级_____

总成绩

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1. 烧结物料识别	10	根据烧结混合料的要求确认各种物料	识别错误每缺 1 项扣 2 分，缺 4 项扣完。		
2. 按要求用天平称取相应的物料量。	15	正确使用天平，称取物料准确。	称取物料错误一项扣除 3 分，缺 4 项扣完。不正确使用天平扣 5 分		
3. 开关炉门操作	5	1. 开关门过程符合操作规程； 2. 操作动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 2 分； 2. 操作设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止		
4. 调试高温电炉系统	20	1. 使用设备符合操作规程； 2. 调试设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分；调试设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止 2. 参数调节不正确扣 10 分		
5. 进料操作	10	1. 使用设备符合操作规程； 2. 操作设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分； 2. 操作设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止		
6. 按实验要求操作实验过程	15	1. 操作过程符合操作规程要求； 2. 操作设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分； 2. 操作设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止		
7. 试验结果分析	10	试验结果与生产实际相比较，分析原因	分析原因不正确或不合理扣 2~8 分		
8. 工作后的现场	5	1. 使用后的工具应送回指定位置分类堆放 2. 现场的生产垃圾应及时清理干净	1. 每一项不全格扣 1 分，不按规定堆放扣 2 分； 2. 不清扫现场或清扫现场不干净扣 3 分。		
9. 国家安全生产法规以及企业安全操作规程	10	按要求达到规定的标准评定	有安全隐患扣 5 分；操作程序不符合要求扣 2 分；操作步骤不正确扣 2 分		
合计	100	-----	-----		

裁判员（签名）：

年 月 日

《铅冶金基础》课程操作技能考核试题（二）

班级_____ 姓名_____ 学号_____

一、项目名称

铅电解液配制

二、考核内容

1. 铅电解液配制计算

铅电解精炼电解液成分（g/L）：

Pb^{2+} ：60~120 游离 H_2SiF_6 ：60~100 总 SiF_6^{2-} ：100~160

配制 1 L 电解液，铅电解液成分取：

Pb^{2+} ：100± 总 SiF_6^{2-} ：120±

实验用硅氟酸和黄丹含量如下：。

硅氟酸： 350g/L； 黄丹（ PbO ）： （含铅 90%）

计算硅氟酸和黄丹的加入量：

硅氟酸： X L； 1:350=X: 120 X=

黄丹（ PbO ）： Y g； Y=100÷90% Y=

2. 铅电解液配制过程

安装好搅拌装置，用量筒量取硅氟酸放入烧杯内，用天平或台秤称取相应重量的黄丹，分几次加入到烧杯内，一边加入一边搅拌；待黄丹全部溶完为止。

配制完电解液后观察是否有杂质沉淀，如有将溶完后的电解液进行过滤，过滤完后加入蒸馏水补够 1 升溶液。

三、考核用时

完成全部工作任务的时间 90 分钟。

四、考场提供的设备和器材（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

1. 黄丹：200g；硅氟酸：1 L；天平或台秤
2. 烧杯 量筒 电动搅拌器 过滤瓶

五、学生自带工具

笔、草稿纸、计算器

六、注意事项

1. 正确使用设备，操作符合安全操作规程；
2. 考核学生提前 10 分钟到达考场；
3. 在考核过程结束后，要把物品按要求摆放，打扫场地卫生。

七、评价分标准及分值

考核评价采用 100 分制，根据学生操作情况进行打分。

铅电解液配制项目操作技能考核评分表

姓名_____

班级_____

总成绩

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1. 配制铅电解液物品用量计算。 硫酸用量计算	20	计算准确	计算不准确每项扣 10 分		
2. 物品称量、量取	20	1. 天平使用方法正确； 称取黄丹数量准确； 2. 硅氟酸量取数量准确	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分；调试设备动作不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止 2. 参数调节不正确扣 5 分		
3. 配置前的准备工作	10	组装连接条件、设备及设施状态的正确确认	误确认一项扣除 2 分		
4. 电解液配制操作	20	1. 配制符合操作规程； 2. 操作设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 2 分； 2. 操作过程、判断不准确、不熟练扣 2 分，扣完为止		
5. 电解液配制情况	10	1. 电解液溶液无杂质 2. 电解液体积达到要求	1. 电解液溶液有沉淀杂质扣 5 分； 2. 电解液体积不够 1 升扣 5 分。		
6. 工作后的现场	10	1. 使用后的工具应送回指定位置分类摆放 2. 现场的生产垃圾应及时清理干净	1. 每一项不全格扣 1 分，不按规定摆放扣 1~2 分； 2. 不清扫现场或清扫现场不干净扣 1~3 分。		
7. 国家安全生产法规以及企业安全操作规程	10	按要求达到规定的标准评定	有安全隐患扣 5 分；操作程序不符合要求扣 2 分；操作步骤不正确扣 2 分		
合计	100	-----	-----		

裁判员（签名）：

年 月 日

《铅冶金基础》课程操作技能考核试题（三）

班级_____ 姓名_____ 学号_____

一、项目名称

粗铅电解精炼

二、考核内容

1. 铅电解精炼计算

设定电流密度： $160\text{A}/\text{m}^2$ 。

测量阴极浸入溶液的实际面积；计算出电解所需电流强度。

S 阴极有效面积： D 电流密度： $160\text{A}/\text{m}^2$

电流强度 $I=D\times S$

2. 铅电解精炼过程

（1）称量记录好阳极板、阴极板重量；将相关仪器、设备连接好，检查后方可通电，并记下通电起始时间、电流强度、极距及槽电压。

（2）电解进行 1 小时实验结束，关闭所有电源。取出阳、阴极铅置于沸水中煮 3~5 分钟，然后放入烘箱烘干再取出称重，并记下重量。

3. 数据记录及计算：

$$\eta = \frac{G}{qIt} \times 100\%$$

式中 t——电解通电时间，h；

G——通电时间内电解槽的阴极实际析出量，g；

I——通过电解槽的电流强度，A；

q——电化当量，g/（A·h），铅的电化当量为 $3.867\text{g}/(\text{A}\cdot\text{h})$ 。

电流强度（A）	
阳极板有效面积（ m^2 ）	
阴极板有效面积（ m^2 ）	
电解时间（h）	
极距（mm）	

槽电压 (V)	
电流效率	
阳极重量 (电解前)	(电解后)
阴极重量 (电解前)	(电解后)

三、考核用时

完成全部工作任务的时间 120 分钟。

四、考场提供的设备和器材（实训室准备）

根据考核需要，考场提供下列器材：

1. 铅电解液：10L；
2. 电解槽 数字电压表 安培计 天平 尺子
3. 直流稳压电源 粗铅阳极 铅阴极 烘箱

五、学生自带工具

笔、草稿纸、计算器

六、注意事项

1. 正确使用设备，操作符合安全操作规程；
2. 考核学生提前 10 分钟到达考场；
3. 在考核过程结束后，要把物品按要求摆放，打扫场地卫生。

七、评价分标准及分值

考核评价采用 100 分制，根据学生操作情况进行打分。

粗铅电解精炼项目操作技能考核评分表

姓名_____

班级_____

总成绩

内容	配分	要求	评分标准	扣分	得分
1. 粗铅电解精炼技术条件计算	10	1. 测量阴极板浸入电解液的实际面积; 2. 根据规定的电流密度计算所需电流强度.	测量、计算不准确每项扣 5 分		
2. 物品称量	10	1. 使用设备符合操作规程; 2. 调试设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分; 调试设备动作不准确、不熟练扣 2 分, 扣完为止 2. 参数调节不正确扣 10 分		
3. 设备连接工作	20	1. 组装过程符合操作规程; 2. 操作动作准确、熟练, 正确判断组装连接工作结束	1. 使用设备不符合操作规程扣 2 分; 2. 组装设备动作、判断不准确、不熟练扣 2 分, 扣完为止		
4. 铅电解精炼操作	20	1. 铅电解精炼符合操作规程; 2. 操作设备动作准确、熟练	1. 使用设备不符合操作规程扣 4 分; 2. 操作设备动作不准确、不熟练扣 2 分, 扣完为止		
5. 实验数据记录、计算及结果分析	20	4. 认真记录各项实验数据; 5. 对实验数据按要求进行计算; 6. 分析实验结果	1. 实验数据记录错误每项扣 2 分; 2. 不能按要求计算准确试验数据每项扣 5 分 3. 实验结果分析不认真、不正确扣 5 分。		
6. 工作后的现场	10	1. 使用后的工具应送回指定位置分类摆放 2. 现场的生产垃圾应及时清理干净	1. 每一项不全格扣 1 分, 不按规定摆放扣 1~2 分; 2. 不清扫现场或清扫现场不干净扣 1~3 分。		
7. 国家安全生产法规以及企业安全操作规程	10	按要求达到规定的标准评定	有安全隐患扣 5 分; 操作程序不符合要求扣 2 分; 操作步骤不正确扣 2 分		
合计	100	-----	-----		

裁判员 (签名):

年 月 日

3.评价方法

考试形式

(1)在考试的内容上,减少死记硬背的名词解释题、填空题、问答题,加大了理论应用的案例分析题和论述题等的分量;

(2)增加实践操作规程内容的比例;

(3)在考试的形式上采用闭卷考试。

考试内容

(1)填空题、选择题、判断题,在这部分考核内容中涉及铅冶金;生产的各方面内容;

(2)简答题,该类题目中仅有少数题能够从书中直接找到答案,而其他各题都需要通过自己的理解进行归纳总结;

(3)计算题,该题并不是简单的套用公式,而是要求学生在理解定义公式的前提下,结合生产实际进行公式的拟合;

(4)论述题,该大题主要为案例分拓题,综合考察同学应用有色冶金原理的能力。同时结合最近国内外铅冶金发展状况,通过这种案例分析,能够提高学生对冶金技术学习的兴趣,同时能够使学生结合实际问题合理而又巧妙的应用冶金知识的能力。

总成绩分配方面:

(1)卷面成绩占 20%,卷面大部分为案例分析、归纳总结题,是最公平、最直接体现同学掌握铅冶金知识的测试,所有依然占有较大的比例;

(2)实验操作考试占 70%,主要考核学生实际动手操作能力,使学生能有效的把课堂理论知识应用到实践操作中,提高学生实践操作技能。

(3)平时成绩包括作业、提问、讨论占 10%.

(五)教材及参考书选用

教材:铅冶金;彭容秋主编;

中南大学出版社;2004.12 第一版

(六)课程资源建设要求

1. 进一步加强铅冶金相关资源建设。不断进行多媒体、电子教案、课堂设计等资源优化。

2. 充分利用各种共享资源,以保证学生能够掌握更多知识和技能。