

附件一-1:

## 自主设置目录外二级学科论证方案

学位授予单位名称：东北大学

学位授予单位代码：10145

二级学科名称	化工冶金	二级学科代码	0806Z2
所属一级学科			
代 码	名 称	学位授权级别	
0 8 0 6	冶金工程	博士   ✓                  硕士   ✓	
接 受 质 询 联 系 电 话	024-83687553		
接 受 质 询 电 子 邮 箱	xkjs@mail.neu.edu.cn		

注：1.请填写相关项目，并在相应的“□”划“√”；

2.各单位自主设置目录内二级学科可参照本提纲进行论证；

3.本方案将上网公示。

2014 年 9 月 26 日

## 一、该学科基本概况

### （一）学科内涵

化工冶金学科是一门涉及冶金、物理学、化学、物理外场以及化工机械等学科的交叉学科，是利用化学工程学的观点、理论和技术去强化冶金过程和冶金设备。具体研究内容包括：从矿石或是其他原料中提取金属过程强化，难处理复杂矿的梯级应用及强化提取，复杂体系中多相反应界面的冶金物理化学、传质、传热规律及强化，非常规外场作用下冶金过程热力学、动力学规律、化工冶金新方法新理论、化工冶金新设备等。

### （二）国内外设置该学科的状况和发展情况

目前国内高等教育学科设置中冶金工程和化学工程与技术均为一级学科，传统的冶金高校均将2个学科割裂开来并分别设置学院，如北京科技大学分为冶金与生态工程学院和化学与生物工程学院，中南大学分为冶金与环境学院和化学化工学院，昆明理工大学分为冶金与能源工程学院和化学工程学院等。

而化学工程与技术一级学科国家重点学科包括：清华大学，北京协和医学院—清华大学医学部、北京化工大学、天津大学、大连理工大学、华东理工大学、南京工业大学。二级学科国家重点学科包括： 国家重点学科（化学工程）：浙江大学、华南理工大学、四川大学； 国家重点学科（化学工艺）：太原理工大学、中国石油大学； 国家重点学科（应用化学）：北京理工大学、南京理工大学。这些高校化工学科的着眼点均不在冶金领域。

发达国家的冶金行业早已过了高速发展阶段，近年来趋于平稳，对相关人才的需求也远不像国内如此迫切，故国外已对冶金专业进行了大幅调整。美国、加拿大的冶金学科并入了材料类学科，如麻省理工大学的冶金专业仅是材料科学与工程下的一个分支；欧洲仅少数高校（如剑桥大学）设置了冶金系，主要研究对象为二次资源；澳大利亚是矿产资源大国，其冶金方面的研究（如新南威尔士大学）以湿法冶金为主，目前隶属于化工学科。

### （三）该学科的主要研究方向及研究内容

#### 1、复杂难处理冶金资源高效分离提取

以我国复杂多金属共生矿资源生态化综合利用为背景，采用集化工、冶金和环保于一体的分离提取技术，开展微波、磁场、高压、甚高温等外场作用下

的多金属复杂有色金属资源冶金多相反应分离工程学，生物分离技术，以及冶金反应器设计和模拟等研究。

## 2、新型电化学理论及方法

重点研究复杂体系下熔盐电化学理论与技术，熔盐及氧化物体系的惰性阳极，氧化物熔体的直接电解理论；新型的电化学冶金方式的探索，电解直接制备金属及合金方法及基础理论，开发氯化-电解一体化直接制备金属钛，实现金属钛的低成本绿色清洁生产。新型铝电解冶金理论及技术装备，加强大型铝电解槽设计及长寿命优化设计理论，突破我国铝电解槽寿命短的技术瓶颈；加强复杂原料体系下铝电解节能技术及质量调控方法研究。开发高效、低能耗的新流程，并制备高纯金属及合金材料。

## 3、精细化工冶金

纯金属离子溶液制备金属及金属化合物基础研究。主要包括结晶、沉淀、沉积等过程的基础研究。

精细冶金单元过程基础研究。重点是由纯金属离子模或纯金属化合物直接制取精细无机材料的基础理论研究问题。

## （四）该学科的理论基础

化学工业与冶金工业是紧密相连的，它们都包含着以下四个过程，即动力的传递过程；热能的传递过程；物质的传递过程以及化学变化过程。研究方向是用化学工程学的观点和方法来改进冶炼过程及冶炼设备。因此，“三传一反”是其理论基础。

## （五）该学科与其相近二级学科的关系

化工冶金学科是冶金工程与化学工程相交叉产生的一个边缘学科，其与冶金工程和化学工程学科都有部分的交叉与重叠：从应用范围来看，化工冶金的研究对象大多是有色金属资源，与有色金属冶金学科有部分重叠；从研究方法来看，采用的基本原理和方法是化工原理。化工冶金学科的发展促进了先进的化工理论在冶金过程中的应用，同时也促进和丰富了化工冶金理论的发展。

化工冶金学科脱胎于冶金工程和化学工程学科的交叉，但与其还是有根本的区别。有色金属冶金研究冶金过程的一般性原理及不同金属的冶金工艺问题，随着冶金方法的丰富与发展，有色金属冶金学科所包含的范围越来越广泛，所涉猎

的基础领域也越来越宽广；化学工程虽然主要研究化工过程，但其研究方法和理论较为全面系统，且具有普适性，故而本学科拟将化学工程领域的方面的知识、理论和成果应用于冶金工程学科，以期更高效合理地推动冶金技术和装备的创新研究。

## 二、设置该学科的必要性和可行性

### （一）社会对该学科人才的需求情况

作为世界有色金属生产第一大国，2013 年我国十种有色金属产量首次超过 4000 万吨（年均增长 15%），产量、消费量均已超过世界总量的 40%。但我国的高产量是建立在高污染、高能耗的基础之上，造成资源的过度开发和能源的过度消耗，同时还缺乏针对我国资源和能源特色的具有自主知识产权的核心技术和原创性技术，这些势必影响冶金行业的可持续发展。在全球性资源、能源紧缺的背景下，如何通过技术创新、人才创新等手段迅速提高我国有色冶金行业总体水平已成为重中之重。

我国绝大多数矿产资源为低品位复杂多金属共生矿，要实现其高效综合提取，就必须搞清楚矿石中有价元素提取过程中所涉及的物理化学行为，揭示其热力学和动力学规律，进而设计制作合理的反应装置，这恰恰是化工冶金学科的优势领域。为此我们申请设立化工冶金二级博士点学科，以期通过化学工程与冶金工程的学科交叉，培养有色金属冶金产业升级换代急需的复合型高级人才。

### （二）设置该学科的目的

作为一级国家重点学科，“冶金工程”学科仍需建立新的学科生长点，拓宽学科发展空间和领域，进一步提高学科的竞争力。通过设立“化工冶金”二级学科博士点，能够有效推动所依托的国家重点学科“冶金工程”及其相关学科“化学工程与技术”的发展，提升所依托学科的学术地位，而且能够拓宽冶金学科的研究领域，更具有竞争力。形成有优势和特色的高校应用基础研究学科，以提高我国在有色金属冶金方面的研究水平，推动本领域的科技进步，促进我国有色冶金产业的发展。

### （三）本单位设置该学科已具备的基础

依托于冶金工程学科，东北大学于 2012 年获批成立了“多金属共生矿生态

化冶金教育部重点实验室”，2013 获批成立了“辽宁省特种优势资源高效清洁利用协同创新中心”。

东北大学化工冶金研究方向拥有一支知识结构合理、研究方向稳定、学科特点突出、专业素质良好的学科团队。现有教授 6 人，副教授 5 人，其中包括博士生导师 5 人、国家青年千人计划入选者 1 人、国家优秀青年自然科学基金获得者 2 人、昆仑学者 1 人、教育部新世纪人才 2 人。共培养博士研究生 20 余人。该研究方向与国内外多所知名大学（澳大利亚新南威尔士大学、美国阿拉巴马大学、挪威科技大学、清华大学、北京科技大学等）和科研机构（挪威科技工业研究院、中国科学院过程工程研究所、北京矿冶研究总院、北京有色金属研究总院等）建立了密切的人才培养、合作研究和学术交流关系，为化工冶金学科进行国内外交流和教师聘任提供了保障。

教学方面，已为材料与冶金学院冶金工程专业本科生开设“化工原理”课程多年，目前已为化学工程专业研究生开设了“多相反应过程的数值模拟”、“化学反应工程”、“电化学研究”等课程。科研方面，围绕前述研究领域，开展了大量基础和应用基础研究，主要成果包括：

#### （1）高效节能新型阴极结构电解槽铝电解技术

已应用于华东铝业、百色银海、湖南晟通集团、东方希望包头稀土、神火集团、中电投集团、四川启明星、青海百河、浙川铝业、丹江口铝业、中孚实业、南山集团、魏桥铝业等数十家企业，并被欧盟海德鲁、印度和美国等铝厂所用。该成果于 2014 年获国家科技进步二等奖。

#### （2）钙化碳化法处理低品位铝土矿（赤泥）技术

赤泥的高效利用是制约氧化铝工业健康发展的世界性难题。经过多年的探索发明了处理低品位及高铁含铝原料的“钙化-碳化法”处理拜耳法赤泥的新方法，即首先通过钙化处理使赤泥中的硅全部进入钙铝硅化合物即水化石榴石中，即钙化溶出转型；使用  $\text{CO}_2$  对钙化转型渣（含水化石榴石）进行碳化处理，得到主要组成为硅酸钙、碳酸钙以及氢氧化铝，即碳化转型；再通过低温溶铝即可得到主要成分为硅酸钙和碳酸钙的新型结构赤泥，经上述处理后，尾渣中的铁再经适度提取即可得到低铁、低铝的新型结构赤泥，完全可用于水泥工业之中。该成果目前正处于工业化试验阶段。

### （3）高锂盐低温铝电解成套技术

铝电解是高耗能产业，低温铝电解是实现铝电解节能的重要技术。通过高锂盐铝电解质的物理化学性质、电极过程研究、氧化铝溶解行为与分布技术研究等基础研究工作，并在合作电解铝厂进行工业试验，获得了电解质的初晶温度为 895-915℃、电解质的电导率为 2.1-2.5 S/cm、电解质中氧化铝的溶解度大于 4 wt% 的富集锂盐低温电解质体系，成功开发了适应我国国情的低温铝电解成套技术，并最终实现了我国大型铝电解槽在 925℃-930℃ 的高效稳定运行。该成果于 2013 年获教育部科学技术进步奖二等奖。

### （4）基于强化矿物溶出的带搅拌的管道化溶出反应器

针对我国一水硬铝石矿的溶出存在的重大问题，提出了内循环叠管式单套管溶出器。应用冷态模拟试验，采用停留时间分布法、物理模拟法和数值分析方法以及现代分析手段，研究了一水硬铝石矿多元多相复杂体系高压溶出过程多尺度结构；反应器的结构优化以及反应器的放大规律。并在此基础上，开发了无需外加能量的自搅拌管式浸出反应器，该技术的实现可解决加压湿法冶金过程设备存在的缺陷。

### （5）高砷难处理金矿的细菌氧化---提金技术

高砷金矿是重要的金矿类型，储量巨大、分布广泛且成分复杂。由于浸出率低、As、S 污染严重，又称为“顽固矿石”，是举世公认的难题。针对高砷难处理金矿，采用优良的抗砷菌种，通过对高砷难处理金矿细菌氧化预处理，突破砷、硫的瓶颈问题，HQ0211 菌抗砷能力达到 22 g/L，对含砷 16% 的高砷浮选金矿完全适用，脱砷达 90%~95%，细菌氧化渣氰化炭浆法或者氰化锌粉法，到达金的高回收率。金的浸出率达 98% 以上，与直接氰化相比，金的回收率提高 30~70%。

## （四）该学科的发展前景

随着我国建设资源节约型、环境友好型社会的推进，以及对于冶金行业节能减排工作的日益重视，化工冶金这一交叉学科在冶金行业科学技术创新和装备升级换代过程中将发挥重要作用，也将得到越来越多的关注，具有广阔的发展空间。

## 三、该学科的人才培养方案

### （一）培养目标

培养德智体全面发展的研究型高级人才。毕业生具备良好的职业道德、团队

意识、拼搏精神和创新能力，具有过硬的专业素质、宽厚坚实的理论基础和系统深入的专业知识；熟悉并掌握化工冶金学科及其相关领域的发展动态和学科前沿，有独立分析能力、科学研究能力、总结归纳能力和组织管理能力，能够在本学科或相关学科前沿领域开展科学研究并取得创新性成果。博士生在学期间，除了完成论文工作外，还要独立承担部分科研工作、积极参加国内外学术交流以及教学和实验室建设等活动；发表高水平的学术论文，且在国内同行产生一定影响；外语、计算机、实验技能和应用写作水平达到博士毕业生要求。

（二）生源要求和选拔方式

1、生源要求

攻读化工冶金博士要求具有工科专业背景，从冶金工程、化学工程与技术等相关专业毕业已获得硕士学位的人员，应届硕士生毕业最迟须在入学前取得硕士学位。

2、选拔方式

公开招考：按照东北大学博士研究生招考相关规定，组织入学考试，通过笔试与面试结合的方式从考生中公开选拔，择优录取。

硕博连读：从东北大学相关专业新入学的硕士生中遴选出具备硕博连读条件的学生，在完成规定的课程学习并通过博士生资格考核后，确定为博士生。

（三）课程体系的设计方案及依据

课程设置在考虑本学科博士研究生必须具备的基础理论和专门知识的需要同时，还着眼于国家经济、科技、社会发展对高素质人才培养的变化。课程教学内容应使学生掌握化工冶金学科的基础理论和专门知识，具有独立从事科学研究工作的能力，能在科学上做出创造性的成果。具体课程设置见表 1。

表 1 化工冶金博士点课程体系

课程类别	课程编号	课程名称	学时	学分	备注
必修 课	09672001	科学技术革命与马克思主义	32	2	根据一外语种确定
	09682001	博士一外英语	96	6	
	09682002	博士一外日语	96	6	
	09682003	博士一外俄语	96	6	
	09523001	学术报告与讲座	32	2	
课 修 选	09682004	博士二外英语	64	4	

	09682005	博士二外日语	64	4	
	09682006	博士二外俄语	64	4	
	09682007	博士二外德语	64	4	
		宏观动力学研究方法	48	3	
		熔盐电化学	48	3	
		生物反应工程	48	3	

#### (四) 培养和学位的基本要求

基本要求：全日制攻读博士学位，学习年限 3 年，总学分不少于 16 学分；在职攻读博士学位，学习年限 4 年，总学分不少于 16 学分。

学位论文要求：

##### (1) 文献阅读和调研

课程学习在第一学期进行并修满学分，同时开始文献阅读、调查研究等工作，确定论文研究方向。

##### (2) 论文的选题和开题

选题结合科研实际，具有理论意义和实用价值，按要求及时完成并提交文献综述报告、论文开题报告和论文工作计划。

##### (3) 论文质量

论文体系完整、内容充实、论据充分、数据准确，求真务实、理论联系实际，做到有所发现、有所创新。论文结构合理、语言流畅、写作规范。

##### (4) 发表学术论文

博士研究生通过撰写科技论文，提高获取知识的能力、综合运用知识解决实际问题的能力、发明创造的能力。在博士论文答辩前，在外文期刊或 SCI、EI、ISTP 刊源发表（正式刊出或同意接收）论文或相当论文 4 篇以上（SCI 检索论文至少 1 篇），参加全国性学术会议或国际学术会议且发表论文 1 次以上。

#### 四、该学科的建设规划

1、学科方向：使本研究方向尽快成为我国多金属共生矿高效清洁利用和电冶金领域高素质人才培养及新理论新技术研究的重要基地。

2、师资队伍：以老带新，以新促老，建设老、中、青结合、人员精干、视野开阔、在学术前沿工作的团队，逐步培养一些国内知名、国际上有影响的中青年学术带头人。



加强青年学术骨干和学术带头人的培养。具体措施包括：（1）鼓励中青年以合作科研的形式出国或到国内高水平的院校进修；（2）大胆起用青年教师作为科研项目负责人和学术带头人，在使用中锻炼培养；（3）给予待遇，引进此研究方向上的国外归国人员。

3、人才培养：将本研究方向建成基础扎实、特色突出的化工冶金领域高层次创新型人才培养基地。加大和提高此方向上博士研究生培养数量和质量。预计初期博士研究生招生数目为 5~6 人，以后稳定在每年 10 人左右。博士研究生在读期间至少参加一次国际学术交流。

4、科学研究：深入开展我国多金属共生矿高效清洁利用和电化学冶金领域新理论、新方法和新技术的研究，在此基础上进一步加强与行业企业的交流合作，大力推进科研成果转化。

5、学术交流：加强与国内外大学、科研机构及企业的合作和交流，积极承担国际合作项目，主办承办高水平学术会议，加大选派研究人员赴国外合作研究与学术交流的力度。通过加强国际合作和交流，为年青教师和优秀学生出国深造提供更多的机会；同时为归国人员和国内优秀人才创造优越的工作和生活环境，营造良好的学术氛围。

6、教学科研条件及经费保障：东北大学是首批国家“211 工程”和“985 工程”重点建设高校，能够满足本学科的研究生教学任务和科研要求。通过申请国家、省、部课题扩大研究范围，提升教学和研究水平。通过与企业合作进一步扩大经费来源，采取与企业共同研发、技术转让等形式以及与企业共建实验室的方式不断扩大实验室的规模，提升教学条件和科研的装备、检测和研发水平。