

附件 1

教 学 成 果 总 结 报 告

成果名称：四融合两驱动：地方高校金属材料工程专业
新工科人才培养模式创新与实践

成果完成单位：内蒙古科技大学

完成时间：2022 年 11 月 1 日

一、成果主要解决的教学问题

1. 研究与改革的必要性和可行性

内蒙古科技大学金属材料工程专业源于 1972 年设立的金属材料与热处理专业（专科），1980 年本科招生，1999 年更名为金属材料工程专业。经过 50 年建设与发展，取得丰硕成果（图 1），形成了“上手快、留得住、后劲足”的人才培养特色，为金属材料制造及应用行业培养了大批专业技术人才。

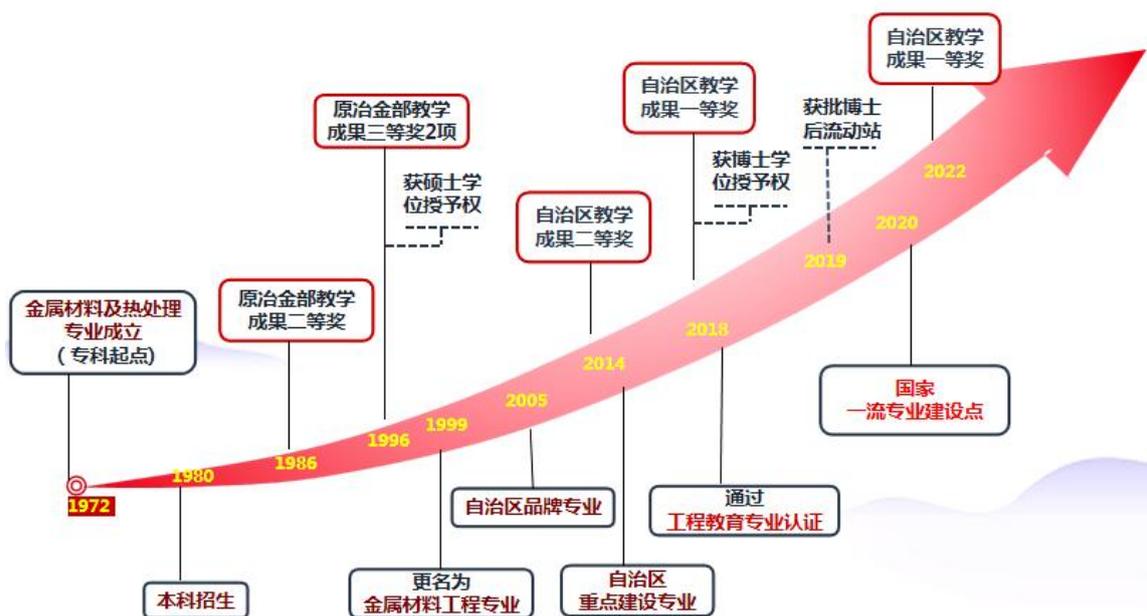


图 1 金属材料工程专业发展历程

地方高校承载着为区域经济建设和产业技术进步培养卓越工程人才的重要使命，面对新一轮科技革命与产业变革的挑战，创新育人理念，优化知识结构和课程体系，结合学校办学基础和目标定位，探索新工科人才培养模式，提升人才质量，是当前地方高校金属材料专业人才培养供给侧改革的迫切任务。

专业共有专任教师 27 人，其中 22 人具有博士学位，教授 13 人，全部为本科生授课。国家级人才及专家 3 人；自治区教学名师 4 人；自治区级专家及人才 7 人。

专业依托材料科学与工程学科建设，拥有一级学科博士授权点、博士后

流动工作站，拥有 3 个国家级科研创新平台、6 个省部级科研创新平台。拥有 1 个国家级创新创业教育实践基地、3 个自治区实验教学示范中心。

专业建设基础、师资队伍条件、依托学科的优势与特色以及学校制度与经费支持，为内蒙古科技大学金属材料工程专业人才培养模式的创新与实践提供了坚实保障。

2. 存在的主要教学问题

(1) 传统培养方案以学科知识为导向，不能满足新工科人才培养的需要。

伴随新技术革命和产业变革，未来材料研究不再是过去的试错法，而是向理论设计、基因工程或大数据应用发展；未来材料制备技术也不再是依靠经验设计，而是向高端化、智能化、绿色化发展。金属材料工程专业原有培养方案以学科知识为导向，课程体系不能支撑新工科人才培养。因此，新工科建设首先要打破学科壁垒，构建学科交叉的**知识体系**，围绕人才核心能力培养，顶层设计新工科**课程体系**。

(2) 实践教学平台不完善，不能满足学生工程实践能力的培养。

以往的实践教学平台不完善，工程实训只能停留在学校实验室、企业参观的层次。要提升学生的工程实践能力，首先要有机制保障，构建能使学生受到实际训练的**实践教学平台**，同时需要构建科学、可行的**实践教学体系**。

(3) 思政教育与专业教育结合不紧密，思政教育缺乏有效支撑。

如何开展有效的思政教育一直是高等教育的难点。为落实具有家国情怀、人文素养、职业素养的思政教育目标，必须创新思政教育模式，构建完善的三全育人体系，有效实现专业教育与思政教育的交融互动。

3. 立项情况

自 2014 年金属材料工程专业自治区重点建设专业项目开始实施，先后得到教育部新工科项目、高水平人工智能项目等 5 个国家级、4 个自治区及

10 余项校级教研项目的支持（表 1）。

表 1 成果支撑的相关教育教学研究项目

序号	时间	项目名称	项目类别	立项部门
1	2014 年	金属材料工程 自治区重点建设专业	自治区级 专业建设	内蒙古自治区 教育厅
2	2021 年	高水平人工智能建设项目	国家级 教育部学校规划发展中心	教育部
3	2020 年	地方高校传统工科专业面向校企合作协同 育人模式的升级改造探索与实践	国家级 第二批新工科项目	教育部
4	2018 年	面向冶金、煤炭行业及内蒙古自治区地方新 经济的工科专业改造升级路径探索与实践	国家级 首批新工科项目	教育部
5	2018 年	新时代背景下高校线上线下混合式教学模 式改革的研究与实践	教育部 产学研合作协同育人项目	教育部
6	2018 年	材料成型工艺仿真	国家级 产学研合作协同育人项目	教育部
7	2019 年	内蒙古科技大学金属材料工程专业学生学 习效果评价体系构建与实践	自治区级 教育科学“十三五”规划课题	内蒙古自治区 教育厅
8	2018 年	“新工科”背景下金属材料工程专业建设与 实践	自治区级 教育科学“十三五”规划课题	内蒙古自治区 教育厅
9	2018 年	“互联网+”背景下翻转课堂教学模式中教师 角色的定位研究	自治区级 教育科学十三五规划课题	内蒙古自治区 教育厅
10	2016 年	材料类专业课程体系及培养目标达成度评 价体系建设与实践	校级 重点教育教学研究项目	内蒙古科技大学
11	2021 年	依托国家一流专业开展课程体系优化与实 践	校级 教育教学改革研究项目	内蒙古科技大学
12	2021 年	基于 OBE 理念的《材料工程基础》课程教 学设计与实践	校级 教育教学改革研究项目	内蒙古科技大学
13	2021 年	《典型金属材料产品检测及质量分析》课程 落实全方位育人的教学改革与实践	校级 教育教学改革研究项目	内蒙古科技大学
14	2021 年	新工科背景下材料专业课程思政有效融入 课堂的探索	校级 教育教学改革研究项目	内蒙古科技大学
15	2020 年	混合式教学模式在《金属材料及热处理》中 的应用	校级 教育教学改革研究项目	内蒙古科技大学
16	2018 年	《金属材料学》课程思政项目	校级 课程思政教学改革研究项目	内蒙古科技大学
17	2018 年	以学院为平台，结合专业认证，建设《材料 与测试技术》双语课	校级 教育教学改革研究项目	内蒙古科技大学
18	2018 年	《晶体学原理》去抽象化教学改革	校级 教育教学改革研究项目	内蒙古科技大学
19	2017 年	工程认证背景下“金属学及热处理”课程的 教学改革与实践	校级 教育教学改革研究项目	内蒙古科技大学
20	2015 年	中厚板虚拟仿真实践教学平台的内涵建设 及学生实践能力培养	校级 重点教育教学研究项目	内蒙古科技大学

教学成果获 4 个省部级（2 个一等奖、1 个二等奖、1 个三等奖）和 4 个校级教学成果奖。

二、成果解决教学问题的方法

坚持“学生为中心、产出导向、持续改进”教育理念，通过开展调研、建立理论、改革实践、持续改进，实施“四融合两驱动”，实践适应地方高校新工科需求的金属材料专业人才培养模式（图 2）。

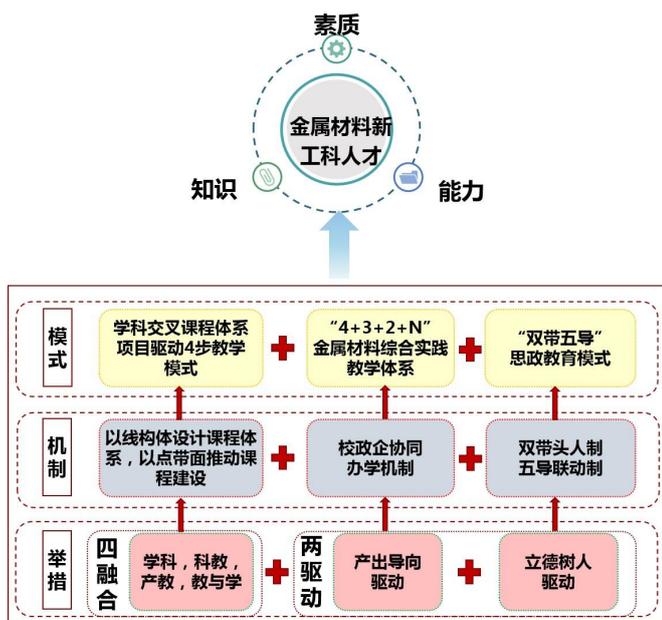


图 2 四融合两驱动人才培养模式

具体方法如下：

(1) 着力推进“四融合”，优化知识结构，重构课程体系，改革课程教学，构建新工科人才培养方案。

①学科交叉融合、科教融合，优化知识结构，重构课程体系

打破学科壁垒，组建冶金、机械、信息技术、自动控制及人工智能学科交叉团队，引领专业知识结构优化。建设第一阶段，开设“冶金工程概论”“锻轧工艺学”等课程，与冶金工程、材料成型与控制工程专业共建、同开“材料综合实验”课程，实现与冶金、机械学科的交叉融合。第二阶段，增设“金属材料智能制造”“大数据应用与材料质量控制”等 5 门新工科课程，实现与信息技术、自动控制学科交叉融合。第三阶段，开设“机器学习”“计算机视觉”“强化学习”“深度强化学习”“材料智能加工”“智能材料新发现”6 门人工智能课程，实现与人工智能交叉融合。

继承和发展金属固态相变研究和应用方面的特色优势，将科研成果写进 13 部教材、11 部专著（表 2），被多所高校选用。先后将 40 余项（表 3）科研成果植入金属固态相变、金属材料学等 13 门（表 4）专业课程教学。实现科教融合，促进教学内容具有高阶性、创新性、挑战度。

以金属材料成分、组织、制备工艺设计及质量控制为主线，“以线构体”顶层设计，重构“学科知识交叉融合、理论基础与工程实践融合”的新工科课程体系（图3）。解决了知识体系、课程体系不能满足新工科人才培养需要的问题。

表2 近年出版的教材与专著

序号	专著/教材名称	作者/编者	出版社	出版日期
专 著				
1	稀土镁镍系储氢合金	孙昊 赵风光 张胤	化学工业出版社	2022.10
2	低温取向硅钢的研究与开发	吴忠旺 董瑞 吕科	电子科技大学出版社	2021.12
3	贝氏体相变新论	刘宗昌 任慧平 计云萍	汉斯出版社	2019.06
4	合金钢显微组织辨识	刘宗昌 李一鸣 冯佃臣	高等教育出版社	2017.02
5	固态相变原理新论	刘宗昌 任慧平 计云萍	科学出版社	2015.03
6	超超临界锅炉用 P92 钢的组织性能及应用	赵勇桃	冶金工业出版社	2015.03
7	高性能镁锂合金板材制备与加工	李瑞红 蒋斌 李付江	吉林大学出版社	2014.11
8	马氏体相变	刘宗昌 任慧平 安胜利	科学出版社	2012.04
9	奥氏体形成与珠光体转变	刘宗昌 任慧平 王海燕	冶金工业出版社	2010.05
10	贝氏体与贝氏体相变	刘宗昌 任慧平	冶金工业出版社	2009.06
11	过冷奥氏体扩散型相变	刘宗昌 任慧平	科学出版社	2007.12
教 材				
1	金属热处理原理及工艺	刘宗昌 冯佃臣 李涛	冶金工业出版社	2022.06
2	金属材料学	赵莉萍	北京大学出版社	2021.03
3	金属固态相变教程（第3版）	刘宗昌 计云萍 任慧平	冶金工业出版社	2020.08
4	材料分析与测试技术	李涛 吴忠旺	电子科技大学出版社	2018.03
5	金属材料工程概论（第二版）	刘宗昌 任慧平 冯佃臣	冶金工业出版社	2018.01
6	金属热处理工艺	刘宗昌 冯佃臣	冶金工业出版社	2015.08
7	热处理工程师必备理论基础	刘宗昌 赵莉萍	机械工业出版社	2013.05
8	工程材料	李涛 杨慧 冯佃臣	化学工业出版社	2013.02
9	冶金厂热处理技术	刘宗昌 李慧琴 冯佃臣	冶金工业出版社	2010.07
10	固态相变	刘宗昌 袁泽喜 刘永长	机械工业出版社	2010.09
11	金属学与热处理	刘宗昌 赵莉萍	化学工业出版社	2008.08
12	金属材料工程概论	刘宗昌 任慧平 郝少祥	冶金工业出版社	2007.04
13	材料组织结构转变原理	刘宗昌	冶金工业出版社	2006.08

表3 团队近5年承担的科研项目

序号	项目名称	负责人	项目分类	立项时间
1	高炉渣中稀土元素资源化利用技术	任慧平	国家重点研发项目	2020-11-01
2	La、Ce 对马氏体时效钢中 NiAl 相析出及热稳定性的影响机理	王海燕	国家自然科学基金项目	2020-01-01
3	超轻 Mg-Li-Al-RE 合金中第二相析出的基础研究	李瑞红	国家教育部项目	2019-05-07
4	Fe-Cu 系合金纳米富 Cu 相析出与演化规律的多尺度耦合模拟与实验研究	王海燕	国家自然科学基金项目	2018-01-01
5	稀土镧和铈对钢液凝固过程中细化 δ 相的作用及机理研究	计云萍	国家自然科学基金项目	2018-01-01
6	LAZ531-RE 镁锂合金板材的组织、性能、成形性调控关键技术	李瑞红	内蒙古自治区应用技术与开发资金项目	2021-06-01
7	负载过渡族金属的纳米碳球催化剂改善镁基储氢合金的吸放氢性能的机理研究	翟亭亭	内蒙古自然科学基金项目	2021-01-01
8	La 在选区激光熔化成形钛中的晶粒细化作用及机理	计云萍	内蒙古自然科学基金项目	2021-01-01
9	稀土及其加入量对 BTS-5Cr 钢在 H ₂ S 和 CO ₂ 共存条件下腐蚀性能的影响机理研究	韩强	内蒙古自然科学基金项目	2021-01-01
10	激光熔覆 FeCoCrNiAlMox 涂层的可控制备及其磨损腐蚀机理研究	赵勇桃	内蒙古自然科学基金项目	2021-01-01
11	稀土元素对 TiFe 系合金的微观结构及吸放氢性能的影响研究	翟亭亭	内蒙古自治区教育厅项目	2021-01-01
12	多元改性及微观结构调控对 La-Mg-Ni 储氢材料储氢性能改善及机理研究	冯佃臣	内蒙古自然科学基金项目	2020-07-15
13	基于白云鄂博矿新能源汽车驱动电机用高强无取向硅钢生产的关键技术与产品开发	吴忠旺	内蒙古自治区应用技术与开发资金项目	2020-07-01
14	新型稀土模具钢的研究与开发	赵莉萍	内蒙古自治区科技创新引导奖励资金项目	2020-01-01
15	稀土 Ce 对 21Cr-11Ni 耐热钢高温性能的影响	杨礼林	内蒙古科技大学创新基金项目	2019-12-31
16	后天抑制剂取向硅钢织构演化与控制研究	吴忠旺	内蒙古自然科学基金项目	2019-09-01
17	多场耦合下 hcp 结构含 Li 镁合金凝固过程的晶粒细化机制	李瑞红	内蒙古自然科学基金项目	2019-09-01
18	稀土微合金 5Cr 系列抗 CO ₂ /H ₂ S 腐蚀专用油井管核心技术开发	任慧平	内蒙古其他科学技术专项	2019-08-30
19	白云鄂博矿铈钛资源在高附加值钢材生产中高效应用的技术集成	任慧平	内蒙古自治区科技重大专项	2018-07-01
20	稀土及晶体缺陷密度与 Mg ₂ Ni 系合金吸放氢动力学的关联及机理研究	孙昊	内蒙古自然科学基金项目	2018-01-01
21	700°C先进超超临界电站汽轮机叶片用镍基合金 γ 相稳定性研究	龚志华	内蒙古自然科学基金项目	2018-01-01
22	稀土微合金钢中奥氏体区铈碳氮化物回溶行为及影响机理	王海燕	内蒙古自然科学基金项目	2017-01-01
23	镧铈稀土影响铁素体钢凝固组织的基础研究	计云萍	内蒙古自然科学基金项目	2017-01-01
24	P92 钢高温抗氧化涂层的研究	赵勇桃	内蒙古自然科学基金项目	2017-01-01
25	纳米晶/非晶 RE-Mg-Ni 系 AB ₂ 型储氢合金的吸放氢性能及机理研究	翟亭亭	内蒙古自然科学基金项目	2017-01-01

26	激光成形层微观组织测试分析	康学良	陆军装甲兵学院	2021-11-25
27	气氛保护电渣炉重熔稀土高强钢组织与性能分析	王玉峰	内蒙古北方重工业集团有限公司	2021-11-10
28	先进材料用高品质稀土金属、合金和靶材制备关键技术研究	瞿伟	瑞科稀土冶金及功能材料国家工程研究中心有限公司	2021-09-06
29	不锈钢叠簧材料技术服务	赵莉萍	天津佰焰科技股份有限公司	2021-09-01
30	稀土掺杂 U 特种合金材料的制备—稀土铀调研及添加元素分析筛选	齐建波	中核北方核燃料元件有限公司	2021-07-06
31	高性能 FeCrAl 电热材料技术开发	杨礼林	江苏应用元素科技公司	2021-05-20
32	高性能含铝、镁中间合金的技术开发与应用	李振亮	内蒙古星晟工程技术有限公司	2020-09-01
33	1422mm 热轧生产线花纹板板形控制改进研究	李振亮	上海梅山钢铁股份有限公司	2020-05-01
34	稀土微合金 5Cr 钢抗 CO ₂ /H ₂ S 腐蚀专用油井管组织演变及腐蚀产物成膜规律	李涛	内蒙古包钢钢联股份有限公司钢管公司	2020-06-01
35	SLM 增材制造钛合金格架数值模拟与组织分析	计云萍	中核北方核燃料元件有限公司	2020-05-15
36	1350MPa 高强钢管稀土量的测定及夹杂物的分析	王玉峰	内蒙古北方重工业集团有限公司	2020-02-28
37	合金锻件中的微观析出相分析	龚志华	钢铁研究总院	2020-01-10
38	时效后钢中微观析出相的表征	龚志华	钢铁研究总院	2020-01-10
39	稀土在电工钢中作用研究	吴忠旺	包头市威丰稀土电磁材料股份有限公司	2019-12-02
40	材料快速凝固工艺及铸态组织研究	李振亮	北京科技大学	2019-10-01
41	利用白云鄂博矿稀土资源开发高品质电工钢轧制技术的研究	任慧平	内蒙古包钢钢联股份有限公司	2019-08-23
42	基于 CSP 酸轧-罩退工艺条件下无取向硅钢开发及基础理论研究	任慧平	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司	2019-08-20
43	锻造轮毂用镁合金材料工艺及组织研究	李振亮	内蒙古中钰镁合金锻造轮毂有限公司	2019-01-08
44	取向硅钢测试与分析	吴忠旺	钢铁研究总院	2019-01-01
45	FB2 转子材料 FIB 切片及微观结构分析	龚志华	钢铁研究总院	2018-05-01
46	延长阳极压板使用寿命方法的研究	王权	包头市玺骏稀土有限责任公司	2017-12-12
47	P92 钢综合力学性能与成分、组织关系及其焊接、成形工艺基础研究	赵勇桃	内蒙古北方重工业集团有限公司	2017-01-01

表 4 科教融合建设的课程

序号	课程属性	课程名称
1	专业必修课程	金属固态相变 A
2	专业必修课程	材料工程基础
3	专业必修课程	材料性能学
4	专业必修课程	金属材料学 A
5	专业必修课程	材料分析与测试技术 A
6	专业必修课程	金属材料成型及热处理工艺
7	专业选修课程	金属材料发展前沿
8	专业选修课程	金属材料智能制造
9	专业选修课程	大数据应用与材料质量控制
10	专业实践课程	金属材料工程综合课程设计
11	专业实践课程	典型金属材料产品检测及质量分析
12	专业实践课程	智能材料新发现
13	专业实践课程	智能材料加工

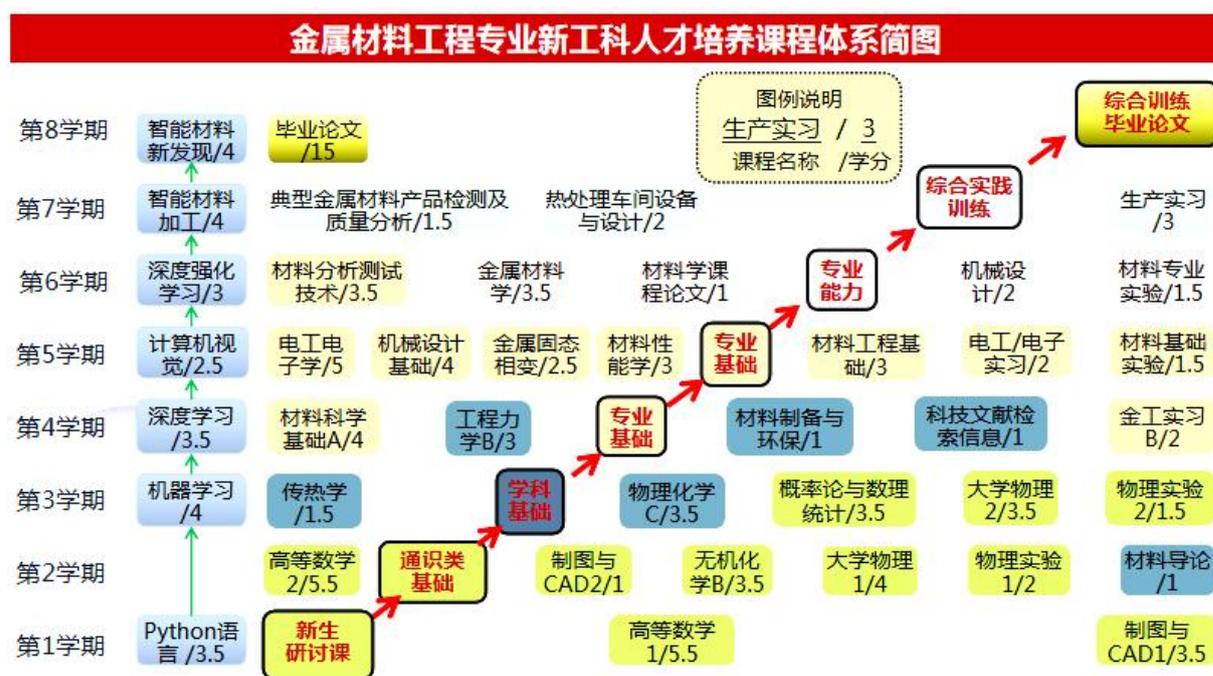


图 3 金属材料工程专业新工科人才培养课程体系简图

②产教融合、教与学融合，改革课程教学

围绕产业新技术引领专业课程建设，先后与包钢、北方重工等企业合作，将金属材料生产新技术引入“金属材料成型及热处理工艺”“金属材料学”

等课程（表 5）教学。“金属材料学”评为自治区线下一流课程，并推荐参加 2021 年国家一流课程评审（未出结果）。与企业行业专家共建工讲“材料综合实验”等实践类课程。材料专业实验的“材料成型及控制工程轧制虚拟仿真实验课程”评为自治区虚拟仿真实验教学一流本科课程。与包钢集团等区内外企业建立了 11 个实习基地（表 6），建成材料实验、钢铁冶金流程虚拟仿真实验、物理实验 3 个自治区实践教学示范中心。

表 5 与企业共建课程

序号	课程属性	课程名称
1	专业必修课程	金属材料学 A
2	专业必修课程	材料分析与测试技术
3	实践教学课程	金属材料基础实验
4	实践教学课程	金属材料专业实验
5	实践教学课程	金属材料综合实验
6	实践教学课程	典型金属材料产品检测及质量分析
7	实践教学课程	金属材料工程综合课程设计
8	实践教学课程	生产实习
9	实践教学课程	智能材料加工
10	实践教学课程	毕业设计（论文）
11	专业限选课程	金属材料成型及热处理工艺
12	专业选修课程	材料加工过程数值模拟
13	专业选修课程	热处理车间设备与设计
14	专业选修课程	金属材料智能制造
15	专业选修课程	大数据应用与材料质量控制

表6 创新实践教学平台

序号	获批时间	实践教学平台名称	等级	授予部门
创新创业平台				
1	2022年	内蒙古科技大学国家级创新创业教育实践基地	国家级	教育部
科研实践平台				
1	2018年	白云鄂博共生矿资源高效综合利用省部共建协同创新中心	国家级	教育部
2	2017年	轻稀土资源绿色提取与高效利用教育部重点实验室	国家级	教育部
3	2015年	白云鄂博共生矿废弃物资源综合利用国家地方联合工程研究中心	国家级	国家发改委
4	2018年	轻稀土清洁提取与利用内蒙古自治区工程研究中心	自治区级	内蒙古自治区发改委
5	2016年	内蒙古自治区铁电新能源材料与器件重点实验室	自治区级	内蒙古自治区科技厅
6	2015年	内蒙古自治区稀土湿法冶金与轻稀土应用重点实验室	自治区级	内蒙古自治区科技厅
7	2013年	内蒙古自治区新型无机材料工程技术研究中心	自治区级	内蒙古自治区发改委
8	2012年	新型无机材料内蒙古自治区工程实验室	自治区级	内蒙古自治区发改委
9	2005年	内蒙古自治区新金属材料重点实验室	自治区级	内蒙古自治区科技厅
实践教学示范平台				
1	2017年	钢铁冶金流程虚拟仿真实验教学示范中心	自治区级	内蒙古自治区教育厅
2	2010年	大学物理实验教学示范中心	自治区级	内蒙古自治区教育厅
3	2007年	材料实验教学示范中心	自治区级	内蒙古自治区教育厅
教学实习基地				
1	2006年	包头钢铁(集团)有限责任公司		
2	1995年	内蒙古北方重工业集团有限公司		
3	2013年	包头铝业(集团)有限责任公司		
4	2016年	包钢集团设计研究院(有限公司)		
5	2016年	包头北方奔驰重型汽车有限责任公司		
6	2019年	山东寿光巨能特钢有限公司		
7	2020年	内蒙古稀奥科镍氢动力电池有限公司		
8	2020年	包头韵升强磁材料有限公司		
9	2020年	包头海平面高分子工业有限公司		
10	2020年	包头天骄清美稀土抛光粉有限公司		
11	2021年	包头市威丰稀土电磁材料股份有限公司		

围绕学生解决复杂工程问题能力的培养,实施项目驱动4步教学模式(图4)。将典型工程案例和科技攻关问题设为项目,通过项目布置、开展实施、交流展示、评价激励四步教学模式,培养学生五大能力(图4)。从“师教”

为中心转变为“生学”为中心，落实学生主体地位。“以点带面”推动专业课程教学改革，强化学生五大能力和对材料科学理论与现代制备技术的融会贯通，全面提升课程教学质量。

通过实施“学科交叉、科教、产教、教与学”四融合，构建了具有地方高校特色的“德才兼备，学科交叉，知行合一，专创并重”新工科人才培养方案。

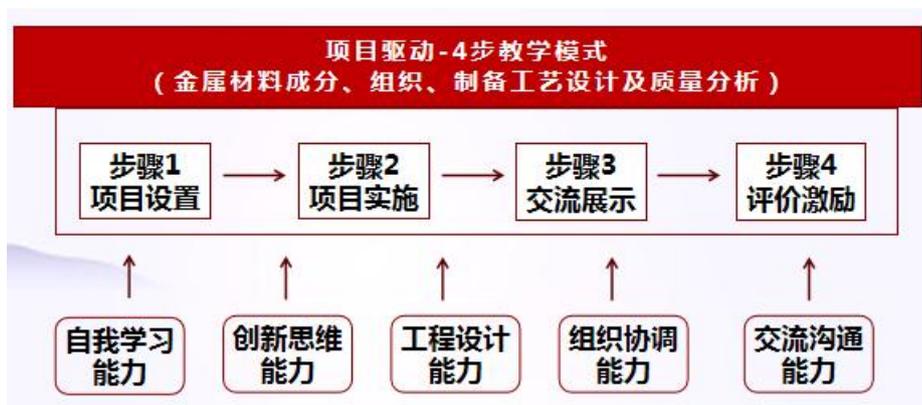


图4 项目驱动4步教学模式

(2) 产出导向驱动，构建“4+3+2+N”综合实践教学体系，有效提升创新实践能力。

在内蒙古自治区各级政府支持下，内蒙古科技大学与共生共荣的包钢集团、北方重工集团等企业“共商、共建、共享”科研与创新基地，建立了校政企协同办学机制。2004年，学校与包头稀土研究院、包头国家稀土高新技术开发区协同共建，成立内蒙古科技大学稀土学院。2021年，在包头市政府支持下，内蒙古科技大学与包钢集团签署战略合作协议，校政企协同共建内蒙古科技大学稀土产业学院。包钢股份和北方稀土每年分别提供800万和500万的建设资金，进一步巩固和深化了校政企协同办学机制。

在校政企协同办学机制支持下，专业汇聚校内外资源，以培养学生“实践能力、创新能力、跨界能力”为导向，构建了“4+3+2+N”分层递阶模块化综合实践教学体系（图5）。“4”模块：基础、应用、综合和创新；

“3”平台：教学实践中心、科研平台、企业实习基地；“2”维度：课内实践教学环节、课外创新竞赛活动；“N”社团：大学生科技创新社、人工智能协会、创客空间等。“4+3+2+N”实践教学体系有力支撑了学生为主体的实践创新活动。“学”“做”互动，以赛促学，课外创新实践覆盖率 100%。



图 5 分层递阶模块化综合实践教学体系

(3) 立德树人驱动，构建“双带五导”思政教育新模式，有效实现专业与思政教育交融渗透。

在校党委领导下，构建了“双带五导”思政教育新模式（图 6）。实行党支部书记兼系主任双带头人机制，使“党支部与教研室建设、教育与教学工作”有机融合。支部建设推动师德师风建设、专业建设、课程建设，在全部专业课中开展了课程思政，建成自治区课程思政示范课 1 门、校级示范课 2 门，获自治区课程思政大赛二等奖 1 项。实施专业教师担任班主任、本科生导师，制定思政教师、专业教师、辅导员、班主任、本科生导师的思政教育工作职责及考评办法。五类教师各有侧重，从不同角度，开展思想、生活与专业指导，形成三全育人大格局。“双带五导”思政教育促进学生坚定践行社会主义核心价值观，传承“百炼成钢”科大校训精神，有效实现思政教育与专业教育的交融渗透。

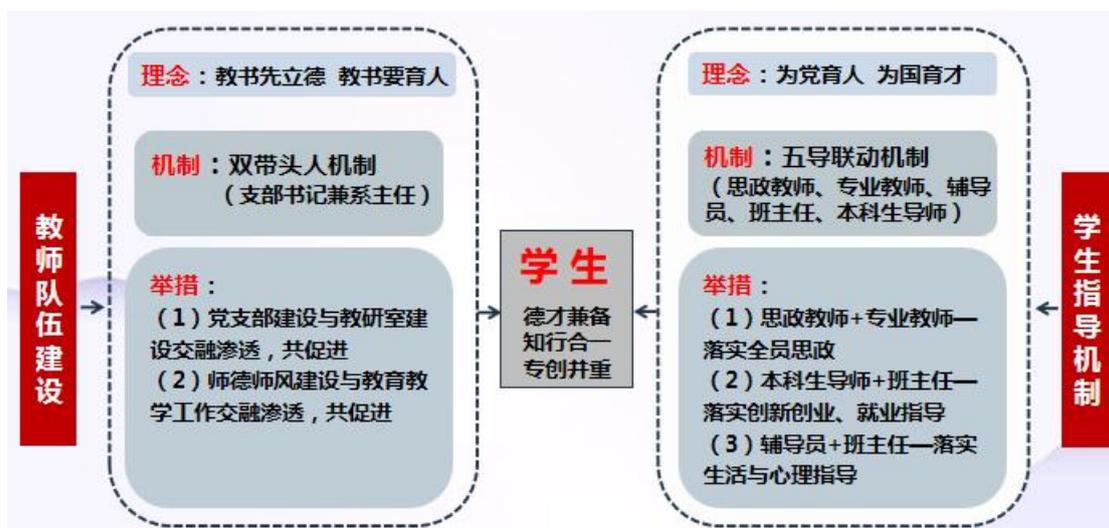


图 6 “双带五导”思政教育新模式

三、成果的创新点

(1) 人才培养方案创新

以金属材料“成分、组织、制备工艺设计及质量分析”综合能力培养为核心，“点面线体协同”顶层设计人才培养方案。系统重构、优化知识结构与课程体系，将相关学科知识、先进技术有机衔接，贯穿于培养过程。实施项目驱动4步教学模式，建设15门专业课程（表5）。项目驱动是以项目为主导、学生为主体、团队为单位完成教学任务，有效提升学生工程实践、创新思维和团队合作能力。构建了“4+3+2+N”分层阶梯模块化综合实践教学体系，实施独具特色的学科交叉综合强化训练，100%学生参与科研或创新实践，显著提升了学生工程实践与创新能力。“德才兼备，学科交叉，知行合一，专创并重”的新工科人才培养方案，凸显了学科交叉、工程实践能力强的人才培养特色。

(2) 协同育人机制创新

聚焦工程实践能力培养，借助校政企协同办学机制，充分发挥内蒙古科技大学与共生共荣的包钢集团等企业建立的“共商、共建、共享”科研与创新基地的作用，打造了由1个国家级创新创业实践教育基地，3个国家级、6个自治区级科研平台、3个自治区级实验示范中心、11个企业实训基地组成

的高水平创新与实践教育平台（表6），构建了“科研-教学-实践-创新”一体化的工程实践能力培养机制，为“4+3+2+N”分层阶梯模块综合实践教学提供了强有力的支撑。

（3）思政教育模式创新

实行党支部书记兼系主任双带头人机制，党支部建设引领师德师风建设、党建工作促进教育教学工作，推动专业教师全面开展课程思政及教育教学研究。思政教师+专业教师落实全员思政，本科生导师+班主任落实创新创业、就业指导，辅导员+班主任落实生活与心理指导，形成三全育人大格局。“双带五导”思政教育新模式能够更有针对性地开展思政教育，有效实现了专业教育与思政教育的交融互动，具有原创性。

四、成果的推广应用效果

1. 学生主动实践创新意识显著增强，综合素养和工程实践能力大幅提升

近5年，本科生100%参与科研或科创，在“互联网+”等赛事上获省部级以上奖励**69项**（表7）；发表学术论文35篇，申请专利14项；考研率提升50%，进入清华、中国科技大学等名校深造的比例大幅提升。就业质量提升，招聘岗位是就业人数**4倍**、就业率**90%以上**，**80%**学生在本专业领域就业，**50%**学生就职于全国500强企业，优秀毕业生成为包钢、宝钢等大型国企技术骨干。

表 7 近 5 年学生创新创业大赛获奖

序号	姓名	竞赛项目名称	竞赛级别	竞赛/获奖时间	获奖等级
1	王皓	第七届“互联网+”大学生创新创业大赛	国家级	2021	铜奖
2	王佳琪	第六届“互联网+”大学生创新创业大赛	国家级	2020	铜奖
3	史鑫玮	第四届“互联网+”大学生创新创业大赛	国家级	2018	铜奖
4	郭月婷	"徕卡杯"第十届全国大学生金相技能大赛	国家级	2021	优胜奖
5	王英杰	"徕卡杯"第十届全国大学生金相技能大赛	国家级	2021	二等奖
6	王凤超	"徕卡杯"第十届全国大学生金相技能大赛	国家级	2021	三等奖
7	王晋渝	"徕卡杯"第九届全国大学生金相技能大赛	国家级	2020	三等奖
8	王岩	"徕卡杯"第九届全国大学生金相技能大赛	国家级	2020	三等奖
9	景永岩	"徕卡杯"第八届全国大学生金相技能大赛	国家级	2019	三等奖
10	司宏丽	"徕卡杯"第八届全国大学生金相技能大赛	国家级	2019	三等奖
11	岳铂奇	"徕卡杯"第七届全国大学生金相技能大赛	国家级	2018	一等奖
12	所平原	"徕卡杯"第七届全国大学生金相技能大赛	国家级	2018	二等奖
13	刘笛	"徕卡杯"第七届全国大学生金相技能大赛	国家级	2018	三等奖
14	杨旭东	"徕卡杯"第六届全国大学生金相技能大赛	国家级	2017	一等奖
15	秦晨	"徕卡杯"第六届全国大学生金相技能大赛	国家级	2017	二等奖
16	王科龙	"徕卡杯"第六届全国大学生金相技能大赛	国家级	2017	二等奖
17	阮翔	第七届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2019	一等奖
18	韩璐	第七届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2019	二等奖
19	董思雨	第七届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2019	二等奖
20	岳铂奇	第六届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2018	特等奖
21	所平原	第六届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2018	壹等奖
22	陈转铃	第六届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2018	贰等奖
23	王科龙	第五届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2017	特等奖
24	杨旭东	第五届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2017	一等奖
25	乔晓辉	第五届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2017	二等奖
26	史志康	第四届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2016	一等奖
27	王坤	第四届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2016	一等奖
28	张云龙	第四届“蔡司·金相学会杯”全国高校大学生金相大赛	国家级	2016	三等奖

29	赵璋	第五届“莱州华银·金相学会杯”全国高校大学生材料综合技能大赛	国家级	2019	二等奖
30	刘笛	第四届“莱州华银·金相学会杯”全国高校大学生材料综合技能大赛	国家级	2018	贰等奖
31	秦晨	第三届“莱州华银·金相学会杯”全国高校大学生材料综合技能大赛	国家级	2017	特等奖
32	崔建新	第二届“标乐·金相学会杯”全国高校大学生材料综合技能大赛	国家级	2016	三等奖
33	黄瑞东 郭月婷 王霄	第八届中国大学生机械工程创新创意大赛-材料热处理大赛	国家级	2022	三等奖
34	李康雪 沈鸿葵 周桐	第七届中国大学生机械工程创新创意大赛-材料热处理大赛	国家级	2021	三等奖
35	刘延振 阮秋生 王建炜 王友龙 王晓龙	TRIZ 杯第九届中国大学生创新方法大赛	国家级	2021	三等奖
36	李康雪 燕宇 王俏俏	第六届全国失效分析大奖赛	国家级	2021	一等奖
37	李林 涛、刘 畅	第五届全国失效分析大奖赛	国家级	2020	二等奖
38	王云 海、邵 云	第四届全国失效分析大奖赛	国家级	2019	二等奖
39	张青龙 李天赐	第三届全国失效分析大奖赛	国家级	2018	二等奖
40	高志军 赵岳林	第二届全国失效分析大奖赛	国家级	2017	一等奖
41	孙梦彬 秦影	第一届全国失效分析大奖赛	国家级	2016	一等奖
42	沈鸿葵 胡金虎 李康雪 周晓帆	第四届全国大学生冶金科技竞赛	国家级	2021	二等奖
43	罗子君	第四届全国大学生冶金科技竞赛	国家级	2021	二等奖
44	林伊铃	第四届全国大学生冶金科技竞赛	国家级	2021	三等奖
45	周桐 宋英豪 周晓帆	第三届全国大学生冶金科技竞赛	国家级	2020	二等奖
46	况家瑾	全国大学生计算机技能应用大赛	国家级	2020	二等奖
47	况家瑾	第十二届全国大学生数学竞赛	国家级	2020	一等奖
48	况家瑾	第十一届全国大学生数学竞赛	国家级	2019	三等奖
49	王明磊	第十六届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛	国家级	2019	三等奖
50	赵志浩	TRIZ 杯第四届全国大学生创新方法大赛	国家级	2016	二等奖
51	林伊铃	互联网+ 大学生创新创业大赛（《北疆新优牧-牲畜健康养殖领航者》）	省部级	2021	银奖

52	林伊铃	互联网+ 大学生创新创业大赛（《智牧源-牲畜智能养殖助力乡村振兴》）	省部级	2021	铜奖
53	周晓帆	全国大学生英语词汇能力大赛外教社词达人特等奖	省部级	2021	特等奖
54	林伊铃	第十二届“挑战杯”内蒙古自治区大学生课外学术科技作品竞赛（《基于NB-IOT的停车规划设计》）	省部级	2021	二等奖
55	林伊铃	第十二届“挑战杯”内蒙古自治区大学生课外学术科技作品竞赛（《同步-异步、可切换的轧机压下调整系统》）	省部级	2021	二等奖
56	林伊铃	第十二届“挑战杯”内蒙古自治区大学生课外学术科技作品竞赛（《蒙汉通-法务互译服务平台》）	省部级	2021	三等奖
57	林伊铃	第十二届“挑战杯”内蒙古自治区大学生课外学术科技作品竞赛（《优质畜产品溯源平台》）	省部级	2021	三等奖
58	林伊铃	第十二届“挑战杯”内蒙古自治区大学生课外学术科技作品竞赛（《农牧宝-农牧市场信息对接云平台》）	省部级	2021	三等奖
59	沈鸿葵 胡金虎 李康雪 周晓帆	第十二届“挑战杯”内蒙古自治区大学生课外学术科技作品竞赛（《优质高合金大钢锭的电磁能铸造技术开发》）	省部级	2021	三等奖
60	林伊铃	第十二届“挑战杯”内蒙古自治区大学生创业计划竞赛（《鹿鸣蒙汉法库》）	省部级	2020	一等奖
61	沈鸿葵	第十二届“挑战杯”内蒙古自治区大学生创业计划竞赛（《草原畜产品溯源平台助力打造地方特色品牌》）	省部级	2020	特等奖
62	王霄 郭月婷 张丽	数维杯大学生数学建模竞赛	省部级	2021	三等奖
63	丁子琦 吴瑀	内蒙古创新方法大赛大学生 TRIZ 杯专项赛	省部级	2020	优胜奖
64	张博君 王文 李兴振	第十二届“认证杯”数学中国数学建模网络挑战赛第一阶段	省部级	2019	二等奖
65	张博君 王文 李兴振	第十二届“认证杯”数学中国数学建模网络挑战赛第二阶段	省部级	2019	三等奖
66	张博君 王文 李兴振	全国大学生数学建模竞赛	省部级	2019	一等奖
67	吴沛泽 张凯东 樊玉春	全国大学生数学建模竞赛	省部级	2019	二等奖
68	王晋渝	内蒙古自治区第四届大学生工程训练综合能力竞赛	省部级	2019	三等奖
69	许哲 秦晨辉 康文强	全国大学生数学建模竞赛	省部级	2017	一等奖

2. 教学改革扎实深入形成系列成果，有力支撑新工科人才培养

在专业建设、课程建设、实践平台建设等方面形成了系列成果（图7），**2018年、2022年**连续两次获得自治区教学成果一等奖。打造了15门高质量、

有特色的专业课程，其中国家一流课程1门、自治区一流课4门、思政示范课1门；出版教材13部、专著11部。发表教研论文38篇，其中CSSCI论文3篇(表8)。打造了高水平创新实践教育平台。新增3名自治区教学名师。专业教师获自治区本科高校教学创新大赛一等奖、二等奖各1项，获自治区首届普通本科高校课程思政大赛二等奖1项。5人通过在企业挂职锻炼，成为双师型教师，100%专业教师通过课程思政与本科生导师落实育人，100%专业教师围绕课程目标达成实施课程建设。金属材料工程专业成为内蒙古科技大学整合社会资源、创新人才培养模式、提升人才培养质量的教学改革示范基地。

四融合两驱动，培养金属材料工程新工科人才	
① 专业建设	2020年 获批国家一流专业建设点 2018年 通过工程教育专业认证 自治区级教学成果奖4项：一等奖2项（2022年、2018年） 二等奖1项（2014年）、三等奖1项（2022年）
② 课程建设及获奖	国家一流课程1门，自治区一流课程4门、自治区课程思政示范课1门 自治区级教学创新大赛：一等奖1项、二等奖1项 自治区级课程思政大赛：二等奖1项
③ 项目、人才及教研成果	国家级教育教学研究项目：5项（其中新工科项目2项） 自治区级教学研究项目：4项 全国优秀教师2人、自治区教学名师4人 教材：13部（其中融媒体教材1部） 专著：11部（获自治区优秀研究成果一等奖1部） 教学研究论文：38篇（其中CSSCI期刊论文3篇）
④ 实践平台	国家级创新创业教育实践基地1个 国家级实践教学支撑平台3个 省部级科研平台6个、实验教学示范中心3个、企业实习基地11个
⑤ 学生获奖	国家级、省部级学科竞赛获奖69项

图 7 专业建设系列成果

表 8 教师发表的主要教学研究论文

序号	教改论文
1	翟亭亭,杨礼林,张慧敏,袁泽明.金属材料及热处理课程的混合式教学改革探索[J].中国现代教育装备,2022(383):76-78.
2	杨礼林,翟亭亭,李瑞红,赵勇桃,赵莉萍.金属材料学课程思政的教学建设探索与实践[J].中国现代教育装备,2022(393):93-94+105.
3	李一鸣,毛卫民,赵莉萍,计云萍.晶体学理论去抽象化教学[J].中国冶金教育,2021(02):7-9.
4	李瑞红,张欣芳,张育新,赵莉萍.高校联合指导促进本科生创新能力培养模式探究——以内蒙古科技大学材料学专业为例[J].大学,2021(52):61-63.

5	计云萍,任慧平,赵莉萍.评价异质形核效用的润湿角理论的教学思考[J].中国现代教育装备,2020(17):115-117+120.
6	韩强,赵莉萍,冯佃臣,李涛.材料科学基础课程教学的实践经验[J].中国现代教育装备,2020(15):114-116.
7	王海燕,孙昊,吴忠旺,赵莉萍,任磊,谭会杰.基于成果导向的混合式教学研究与实践[J].中国冶金教育,2019(05):46-47
8	赵莉萍,计云萍,冯佃臣,孙昊.金属材料工程专业人才培养目标达成研究[J].中国冶金教育,2019(03):7-11.
9	王海燕,孙昊,吴忠旺,段宝玉,任磊.工程认证背景下金属学及热处理课程教学[J].中国冶金教育,2018(01):4-5+8.
10	翟亭亭,计云萍,张慧敏.基于混合式课堂教学模式的材料科学基础课程教学设计[J].中国冶金教育,2018(02):21+24.
11	王玉峰,张慧敏,王权,吴忠旺.显微数码互动教学对金属材料专业基础实验的影响[J].科教导刊(上半刊),2017(34):98-99.
12	韩强,赵莉萍,李涛,冯佃臣.工程教育认证下的材料科学基础教学改革初探[J].中国现代教育装备,2017(23):33-35.
13	赵勇桃,王玉峰,赵莉萍,杨吉春,任慧平.研究生学风与学术道德建设的研究与实践[J].中国现代教育装备,2017(21):90-92.
14	张慧敏,计云萍,赵莉萍,翟亭亭.金属固态相变课程建设的几点思考[J].中国冶金教育,2017(01):84-86.
15	王海燕,孙昊,王艺慈,吴忠旺,段宝玉.基于“卓越工程师培养计划”的金属学与热处理课程教学改革[J].中国冶金教育,2017(04):12-13.
16	冯佃臣,李涛,王玉峰,张慧敏.金属热处理工艺课程实践教学改革[J].中国现代教育装备,2016(05):85-86.
17	孙昊,李涛,吴忠旺.案例教学在材料性能学课程教学中的应用[J].中国现代教育装备,2016(03):71-73.
18	李涛,吴忠旺,赵鸣.现代材料分析测试方法研究生优质课程建设的探讨[J].中国现代教育装备,2016(01):67-69.
19	计云萍,赵莉萍,张慧敏.基于网络教学平台的金属固态相变课程建设[J].中国冶金教育,2016(03):70-71+74.
20	冯佃臣,胡晓燕,李涛,张凤云,王雪梅.“金属热处理工艺”实验课程的教学改革与实践[J].中国电力教育,2014(02):166-167.
21	赵莉萍,孙昊,赵勇桃,韩强.金属材料课程教学研究[J].中国冶金教育,2013(05):10-12.
22	计云萍,任慧平.基于网络教学综合平台材料科学基础课程教学改革[J].中国冶金教育,2012(06):52-53+57.
23	孙昊,赵莉萍.“材料性能学”课程的教学实践与思考[J].内蒙古教育(职教版),2012(01):21-22.
24	刘永珍,赵莉萍,王海鸥,富晓阳,孙金玲,罗建龙.大学生科技创新活动的开展现状及方法探索[J].科教文汇(中旬刊),2012(12):31-32.
25	赵勇桃,赵莉萍,周军伟.浅谈工科院校金属材料专业实习的现状和思考[J].科技创新导报,2012(10):149+151.
26	赵鸣,李涛,王海燕.材料分析与测试技术课程的实践能力培养[J].中国冶金教育,2011(06):39-41.
27	王海燕,赵莉萍,赵鸣,韩强.工科院校专业英语课程的教学实践与思考[J].中国冶金教育,2011(05):44-45.

28	韩强,李涛,赵鸣,赵莉萍.《计算机在材料科学中的应用》课程改革探讨[J].内蒙古教育(职教版),2011(03):20-21.
29	冯佃臣,宋义全,李涛,张风云.“金属腐蚀与防护”课程教学改革[J].中国电力教育,2011(11):128+132.
30	王海鸥,赵莉萍,刘永珍.借助网络平台做好高校辅导员工作[J].科教文汇(中旬刊),2011(08):7+22.
31	计云萍,任慧平.“材料科学基础”课程教学改革[J].中国冶金教育,2009(06):38-40+43.
32	王海燕,邢淑清,冯佃臣,任慧平.多媒体教学中存在的问题及其改革[J].中国冶金教育,2008(05):60-61.
33	李涛,赵鸣.“材料分析与测试技术”教学初探[J].中国冶金教育,2008(05):36-38.
34	赵莉萍.整合教学模式培养学生的实践能力和创新意识[J].中国冶金教育,2008(05):52-53.
35	王海燕,赵莉萍,冯佃臣,李文学,王玉峰.关于“金属学与热处理”课程课堂教学的思考[J].中国冶金教育,2007(05):31-33.
36	李柱柏.教学与科研相结合的探索--理工科大学生创新能力的培养研究[J].教育,2018(39):14-15.
37	罗强.校园文化和高校精神培育[J].中国教育学刊,2015,S1:242-243.
38	刘建华.边疆民族地区高校域外大学生的跨文化适应问题分析[J].中国青年研究,2014,(12):17-20.

3. 社会影响力不断提升，成果在同类院校得到推广应用

接待了来自全国近30所高校约100名同行访问交流；应邀在第二届全国城市型/应用型大学建设论坛、全国知名高校材料院长论坛、全国材料类基础课程教学研讨会等教育教学研讨会作邀请报告20余次，引起强烈反响，深受好评。



图8 成果推广应用

成果受到社会广泛关注，中国教育新闻网、内蒙古电视台、包头电视台等多家主流媒体对相关成果进行了突出宣传报道（图8），也得到了地方政府充分肯定和包钢集团高度认同，进一步追加资金支持，校政企协同的人才培养机制进一步强化。

成果得到西安石油大学、上海应用技术大学、河北科技大学等**14个省市16所地方高校**（表9）借鉴应用，在同类工科院校形成了显著的示范作用。

自治区教育厅组织了以周玉院士为组长的专家组进行鉴定，专家一致认为：**该教学成果创新性强、特色鲜明、成效显著，在探索学科交叉融合新工科人才培养方面取得了重要突破，为地方高校同类专业建设提供了很有借鉴意义的范式，具有很好的推广应用价值。**

表9 成果推广应用单位

序号	成果推广应用高校	所在地区
1	内蒙古民族大学	内蒙古自治区
2	河北科技大学	河北省
3	西安石油大学	陕西省
4	上海应用技术大学	上海市
5	江苏科技大学	江苏省
6	台州学院	浙江省
7	武汉科技大学	湖北省
8	山东科技大学	山东省
9	安徽工业大学	安徽省
10	桂林理工大学	广西壮族自治区
11	佳木斯大学	黑龙江省
12	辽宁科技学院	辽宁省
13	内蒙古工业大学	内蒙古自治区
14	山东建筑大学	山东省
15	长春工业大学	吉林省
16	中原工学院	河南省