

高品质特殊钢
科技发展“十二五”专项规划
(征求意见稿)

科学技术部
二〇一二年五月

目 录

一、形势与需求	1
(一) 发达国家高度重视特殊钢技术和产业发展	1
(二) 全球特殊钢装备和工艺高技术化、品种高端化	1
(三) 我国特殊钢产业快速发展，体系初步形成	2
(四) 保障国民经济发展和国防建设的需求日益迫切	2
二、总体思路、基本原则及发展目标	3
(一) 总体思路	3
(二) 基本原则	3
(三) 发展目标	4
三、重点任务	5
(一) 高品质特殊钢重大基础研究	5
(二) 高品质特殊钢关键材料开发	6
(三) 特殊钢先进生产技术开发及示范	7
四、保障措施	10
(一) 加强政策引导	10
(二) 加强平台建设	10
(三) 加强协同创新	10
(四) 加强工程示范	11

高品质特殊钢（含高温合金，下同）是指具有更高性能、更长寿命、环境友好的高技术含量、高附加值的特殊钢品种，代表了特殊钢材料的发展方向，对保障国家重大工程建设、提升装备制造水平、促进节能减排和相关应用领域技术升级具有重要意义，是体现一个国家整体工业发展水平的重要标志。

为促进我国高品质特殊钢产业可持续发展，加快结构调整、技术升级和自主创新，增强对国家重大需求的保障能力，贯彻落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》、《国家“十二五”科学和技术发展规划》、《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》精神，制定本专项规划。

一、形势与需求

（一）发达国家高度重视特殊钢技术和产业发展

发达国家高度重视高品质特殊钢材料及其生产技术的研发与应用，美、日、欧等国均投入了大量人力、物力，持续开发特殊钢新材料、新技术、新品种。经过长期积累，已形成了高水平的特殊钢材料、工艺及制备技术体系，并建立了与之配套的标准、规范、手册及数据库，已有材料的产业化程度非常高。上世纪九十年代以来，为适应世界钢铁工业向生产集约高效、低成本、绿色环保方向发展的趋势，国外主要钢铁企业加大资本重组和结构调整的力度，走特、精、专的发展道路，通过国际化经营实现专业分工和有限资源的合理配置，提高了特殊钢产业集中度与专业化程度。

（二）全球特殊钢装备和工艺高技术化、品种高端化

国际上特殊钢产业发展越来越依靠开发成本更低、可靠性更高的高新技术产品，依靠生产装备和工艺高技术化来提高产品质量和性能。

目前，国外先进的特殊钢冶炼技术可实现窄成分控制，凝固技术可保证成分和组织的高均匀度，加工技术可获得精确形状尺寸和组织性能，生产产品能满足高端装备制造的需求。工业发达国家的特殊钢产量占其钢总产量的比例较高，美国和韩国约为 10%，日本、法国和德国约为 15~22%，瑞典则高达 45%左右；这些国家的特殊钢产品以高技术含量、高附加值品种为主，特殊钢产量约占世界特殊钢总产量的 70%，出口量约占国际市场 90%的份额。

（三）我国特殊钢产业快速发展，体系初步形成

近年来，国内钢铁企业加大研发投入和技术改造的力度，生产装备条件和工艺技术水平取得了长足进步，专业化、综合化生产企业与多样化生产工艺流程相结合的特殊钢生产体系初步形成，特殊钢产量快速增长，已形成一定规模、品种规格比较齐全的特殊钢产业。其中，不锈钢产量超过 1000 万吨/年，轴承钢产量达到 300 万吨/年，齿轮钢产量突破 200 万吨/年。但与普通钢行业相比，国内特殊钢行业的技术发展相对滞后，与国际先进水平的差距也较普通钢行业大。目前，我国特殊钢产量仅占钢总产量的 5%左右；特殊钢产品基本上面向国内市场，出口量仅占特殊钢产量的 2%左右，国际市场份额仅占 1.5%。

（四）保障国民经济发展和国防建设的需求日益迫切

特殊钢是保障国家工业化和国防现代化不可缺少的重要基础材料，与国家重大工程建设、高端装备制造息息相关，尤其是超超临界火电机组与核电装备用特殊钢、高速列车与大功率风电机组用轴承钢、油气开采/储运/输送用耐蚀钢及合金、节能变压器与电机用超低铁损电工钢、资源节约型不锈钢、工程机械用高强度耐磨钢、先进工模具钢、航空航天和能源装备用高温合金等方面的需求日益增大，品质要

求越来越高。

二、总体思路、基本原则及发展目标

(一) 总体思路

面向国家重大战略需求和国际科技前沿，统筹规划、合理布局，通过重点突破、以点带面、示范先行，着力提升我国特殊钢领域的科技创新能力和产业核心竞争力，实现创新成果与创新人才的双跨越。

(二) 基本原则

1. 坚持统筹规划，加强顶层设计

从国家发展战略层面对高品质特殊钢基础研究、前沿技术研究、应用开发与集成示范和产业化的全链条进行统筹规划和顶层设计，通过国家 973 计划、863 计划、科技支撑计划、平台建设等的联动，整合和调动各类创新资源，促进特殊钢领域科技发展。

2. 坚持需求导向，聚焦发展重点

面向国家重大需求，以清洁能源、现代交通、先进制造等领域涉及的战略高技术特殊钢材料为重点，突破特殊钢高性能化、低成本化、绿色化制造核心关键技术，形成自主知识产权，为我国高品质特殊钢产业及相关产业发展提供科技支撑。

3. 坚持创新引领，促进产业升级

选择一批有基础的创新型企业，通过国家和地方科技计划的联动、高校院所和企业资源的结合、科技与金融资本的衔接，推进科技创新成果的转化与产业化示范，提升企业的技术创新能力和国际市场竞争能力，促进特殊钢产业结构调整升级与增长方式转变。

4. 坚持以人为本，构筑创新高地

大力推进科技计划与创新创业人才培养的联动，把提升自主创新

能力与组建高水平研发团队和培养领军人才结合起来，着力打造特殊钢人才集聚区，建设国家级科技创新平台，不断创造高水平科技成果，为特殊钢产业可持续发展提供人才队伍保障。

（三）发展目标

1. 总体目标

面向我国航空航天、清洁能源、现代交通、先进制造等领域的发展需求，重点突破高温合金、轴承钢、耐热钢、耐蚀钢、电工钢、耐磨钢和工模具钢等高性能特殊钢关键材料技术，形成具有国际先进水平的高品质特殊钢材料体系和生产工艺流程，获取一批自主知识产权，以点带面推动特殊钢产业结构调整与升级，大幅提升节能减排技术水平，实现高品质特殊钢材料国产化和规模应用。建立一批专业化生产示范线和国家级研发平台与中试基地，加强产、学、研、用合作，培养一批高水平特殊钢研发创新团队，形成从基础研究、前沿技术研究到应用开发与集成示范的全链条协同创新格局。

2. 具体指标

主要指标分解见下表。

类别	序号	主要指标	属性
科技	1	获得具有自主知识产权的新工艺、新技术、新产品、新设备 100 种以上	约束性
	2	申请国内外专利 200 件以上，建立相关标准 100 项以上	
	3	形成具有国际先进水平的生产工艺流程，建立 10~15 条专业生产示范线	
科技	4	建立特殊钢产业技术创新战略联盟	预期性
	5	建立 5~10 个国家级科技创新基地与公共平台，形成 6~10 个国家级技术研发创新团队	

经济	1	特殊钢占钢产量的比例由现有的约 5% 提高到 10% 左右	预期性
	2	特殊钢产品质量达到国际先进水平的比例由现有的 15% 以下提高到 30% 以上	
	3	特殊钢行业新增年产值达到 5000 亿元以上	
	4	培育 10 家产值超过 100 亿元的特殊钢生产加工企业	
社会	1	节约合金资源，吨钢稀贵元素用量减少 10% 以上	约束性
	2	实现节能减排，吨钢综合能耗降低 20% 以上	

三、重点任务

根据我国特殊钢领域“十二五”科技发展的总体目标，确定如下重点任务。

（一）高品质特殊钢重大基础研究

1. 特殊钢先进制备、加工与处理技术的基础研究

开展高性能、低成本、环境友好型特殊钢材料的基础研究，建立以夹杂物控制和利用为特征的新一代高洁净精炼与特种熔炼技术原型，探索均质化凝固新原理，揭示成形加工与处理过程中的组织演变机理，发展特殊钢制备、加工与处理的新理论、新技术、新方法，引领特殊钢生产技术未来发展方向。

2. 高温合金制备、加工与服役行为的基础研究

开展铸造高温合金、变形高温合金、粉末高温合金的基础研究，揭示制备与加工过程中材料组织演变规律、缺陷形成机理以及服役过程中材料性能退化与失效机理，提出基于组织优化控制的合金设计和工艺控制理论，建立服役可靠性与寿命评估方法，为先进高温合金材

料的设计、开发和应用奠定基础。

(二) 高品质特殊钢关键材料开发

1. 超超临界火电机组用特殊钢开发

开发 650~700℃蒸汽参数超超临界火电机组用钢关键材料技术，研制出主蒸汽管道和集箱用大口径($\phi 350\sim 710\text{mm}$)厚壁耐热钢与耐热合金锅炉管以及汽轮机用长度 1.1m 以上次末级大叶片、高中压和低压转子锻件、氮含量超过 0.8% 的高强度钢护环，实物质量达到国外同类产品水平。

2. 重大装备用轴承钢开发

针对高速(变速)、重载(偏载)、腐蚀等不同应用环境，开发高性能、低成本、高可靠性的轴承钢及其生产工艺，建立轴承失效分析技术及检测平台和标准体系。实现时速 200~250km/h 高速列车用轴承产业化和批量应用，制造出时速 300~350km/h 高速列车用轴承并通过台架试验；研制出 5MW 以上大功率风电机组用轴承和直径 6m 以上盾构机用大型轴承，实现工程化应用。

3. 超低铁损高硅电工钢开发

针对电力与制造业节能降耗、技术升级对超低铁损高硅电工钢的需求，开发基于轧制方式的高效低成本制造技术与全流程组织性能控制技术，形成完整的自主知识产权。建设示范生产线，实现工频至中高频应用的多种规格优质高硅钢板带产品制造技术的产业化，推动我国尖端硅钢品种的跨越式发展。

4. 核电装备用特殊钢开发

针对新一代压水堆核电站建设的高安全性、高可靠性需求与关键特殊钢材料不能自给的现状，研究开发核岛一回路主管道用控氮不锈

钢锻件、主泵用奥氏体不锈钢铸件、核级焊材等核电用钢的冶炼、加工和质量控制工艺技术，提高产品性能稳定性与合格率，为实现核电机组关键钢铁材料的国产化提供技术支撑。

5. 工程机械用耐磨钢开发

针对电力、建材、矿山等行业工程机械装备用耐磨钢的服役工况和构件特征，开发基于多元合金协同作用的新型低合金化耐磨钢、多孔陶瓷及硬质合金与钢可控复合的钢基耐磨材料，突破资源节约型复合结构耐磨钢在大型高效节能粉碎装备上的应用技术。建设示范生产线，实现产业化和批量应用。

6. 先进工模具钢开发

针对制造业技术升级对先进工模具钢的需求，创新材料设计，突破材料组织精细控制、多功能复合、大规格与复杂形状制造等关键技术，开发适于粉末冶金和喷射成形的大截面高速工具钢、离心浇铸和电渣液态复合浇铸的高速钢复合轧辊以及高性能低成本热作模具钢、冷作模具钢、塑料模具钢。建设示范生产线，实现产业化和批量应用。

7. 高性能高温合金开发

针对航空和能源领域重大装备制造对高性能高温合金材料的迫切需求，开发重型工业燃气轮机、高推重比航空发动机关键热端部件用变形高温合金、粉末高温合金、铸造高温合金材料与制造工艺，以及高温合金热端部件的高温防护涂层技术、服役损伤与寿命评估技术，为先进航空发动机、工业燃气轮机关键材料的国产化提供技术支撑。

（三）特殊钢先进生产技术开发及示范

1. 高品质耐蚀钢技术开发与应用示范

针对油气开采、储运和输送对高品质耐蚀钢及耐蚀合金的迫切需

求，开发低合金耐腐蚀钢、油船货油舱用耐腐蚀钢、X60 - X80 耐腐蚀用热轧管线钢板和钢带、高耐腐蚀 80 ~ 110ksi (560 ~ 770MPa) 级热轧钢带和高频直缝焊钢管，满足强度、韧性和焊接性以及腐蚀防护方面的特殊要求。建设示范生产线，实现批量生产和应用。

2. 资源节约型不锈钢技术开发与应用示范

针对我国镍资源严重短缺、铬资源对外依存度高的现状，开发高性能含氮双相不锈钢、超级奥氏体不锈钢、高氮不锈钢和节铬型不锈钢及延寿技术，制定节镍、节铬型不锈钢的技术标准，改变我国不锈钢产品过度消耗合金资源的现状。建设示范生产线，实现批量生产和应用。

3. 特殊钢冶炼和铸造技术开发与应用示范

针对电炉流程开发顶吹供氧和底吹搅拌、增加铁水比和供氧强度、少渣冶炼和高碳出钢等关键技术，基于转炉流程开发铁水“三脱”预处理、转炉少渣冶炼和低氧位终点控制等关键技术，突破以非金属夹杂物控制为核心的洁净高效精炼技术以及铸造过程的凝固组织均质化控制技术。建设示范生产线，实现提高特殊钢生产效率、降低成本和提高钢的洁净度与组织均质度的目标。

4. 特殊钢短流程工艺技术开发与应用示范

围绕特殊钢薄带铸轧短流程，系统研究凝固与成形工艺、组织演变原理、第二相析出行为及强韧化机理，突破铸辊和侧封板长寿命化、水口结构优化和薄带板形控制等核心技术，开发铸轧薄带全线控制系统。针对特厚板冶炼和连铸，研究改善偏析、控制铸造组织均匀性关键技术，形成特厚板连铸工艺路程。建设示范生产线，实现节省投资、降低能耗的目标。

5. 特殊钢特种熔炼技术开发与应用示范

开发大型真空感应熔炼的原料超纯化、真空造渣、底吹氩、超高温熔炼、中间包冶金等超洁净冶金技术，电渣重熔过程的专用渣系、气氛保护、熔速精确控制和无偏析凝固组织控制等技术，大型真空自耗炉低偏析、高均质熔炼和熔滴控制等技术。建设示范生产线，实现特种熔炼流程生产高端特殊钢的超纯净熔炼、精准成分控制与凝固组织高均质化的目标。

6. 特殊钢新一代控轧控冷技术开发与应用示范

开发基于超快速冷却的新一代控制轧制与控制冷却技术、工艺及装备，建立特殊钢晶粒组织、相组成及其比例的精确控制模型，通过冷却路径与工艺参数的合理选择，优化控制第二相粒子的数量、尺寸及其分布。建设示范生产线，实现降低生产能耗、节约合金资源和大幅度提高产品性能的目标。

7. 特殊钢特种成形技术开发与应用示范

突破纵向变断面、周期变断面板带材以及大尺寸环形件的形状、尺寸、金属流动、组织性能的高精度控制等关键技术，开发变断面板带材均匀退火、高精度矫直、精密剪切和环轧工件椭圆度、厚度偏差精确控制等配套工艺，形成具有自主知识产权的成套工业化技术，实现大幅度节能、节材的目标。

8. 特殊钢精确热处理技术开发与应用示范

开发特殊钢精确热处理新工艺、新技术与新设备，解决大断面及复杂形状工件热处理的组织均匀化和尺寸稳定性难题；开发局部、分区、差异化热处理工艺与表面改性技术，满足工件不同部位的使用性能差异化要求；优化退火、回火、调质、碳配分等工艺，获得特定使

用要求的组织和性能。

9. 特殊钢生产新技术集成与应用示范

依托目前我国特殊钢企业正在和即将进行的先进特殊钢生产线建设，通过新技术的系统集成与工艺优化，建立高效率、低成本与稳定生产高品质棒线材、扁平材、锻材、无缝管材等不同类型特殊钢材的先进工艺流程，满足以高端装备制造业为主的市场发展需求，对行业起到引领示范作用。

四、保障措施

（一）加强政策引导

围绕钢铁工业结构调整、转型升级这一主攻方向，促进财税、金融、贸易、土地、节能、环保、安全生产等各项政策与钢铁产业政策的衔接，大力支持自主创新和技术改造，鼓励有技术创新能力、经营状况良好的特殊钢企业向“专、精、特、高”方向发展，走品种、质量、效益之路，形成合理的产业结构与布局。

（二）加强平台建设

大力加强科技创新平台（基地）建设，加快特殊钢领域专业人才培养、聚集，加强团队建设。重视基础研究、前沿技术开发和中试验证环境建设，积极拓展国际合作，加快原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新，不断推出具有自主知识产权的核心技术，为我国特殊钢产业长期可持续发展提供保障。

（三）加强协同创新

积极发挥行业协会组织的桥梁和纽带作用，组建特殊钢产业技术创新战略联盟，聚集创新要素和产业资源，促进产业链与创新链的对接，推进实施有组织的协同创新。大力提升专业化生产技术水平，防

止高档产品同质化倾向。发挥企业在标准化中的主体作用，加快建立特殊钢新材料技术标准和设计使用规范。

（四）加强工程示范

依托大型重点骨干特殊钢企业，加快技术改造，示范应用高品质特殊钢先进生产工艺流程，扩大高性能钢材品种，提高资源综合利用水平，实现产品结构优化与技术升级。结合企业兼并重组，淘汰落后产能，推进节能减排和降耗，提高特殊钢产业集中度。