

法 国 钢 铁 工 业 科 研 体 制 及 科 技 动 向

关 景 范

前 言

为了配合冶金工业科技体制改革和制定冶金科技发展规划，受冶金部科技司的委托，我所系统开展了国外钢铁工业科研体制和科研动向的调查研究。经过课题编写小组十几名科技人员历时一年半的努力，完成了这项课题的调研报告。将从1987年5月份起，按国家分册出版，然后合订成册，提供给读者。

这套调研资料在搜集国外最新报道的基础上，着重介绍日、美等工业发达国家；苏联及东欧国家；以及部分发展中国家钢铁工业科研体制、科技水平和发展动向。每个国家或地区基本包括五部分内容：一、概况；二、科研工作特点和科技政策；三、主要研究成果；四、今后研究的课题及动向；五、科研机构。本资料既有一个国家的一般情况介绍，又有各国科研体制的特点、技术政策及发展方向的分析研究和评论，内容比较全面、新颖。对于推进当前的科技体制改革，制定科技发展规划，促进国际间的交流与合作有一定参考价值。

在组织编写过程中，得到了在国外工作过的有关专家、学者的支持和帮助，同时也得到了国外有关机构的协助和配合，在此一并致谢。像这样较大规模地开展对国外钢铁工业科研体制及动向的调研还是第一次，由于缺乏经验，不足之处，欢迎批评。

编 者

1987年4月

目 录

概况.....	(1)
法国科研政策.....	(5)
重大科研成果.....	(10)
今后研究和开发课题及动向.....	(14)
主要研究机构.....	(17)

概 况

一、生产情况

法国钢铁工业起步较晚，发展规模也不如西欧的钢铁大国西德和英国。二次世界大战的浩劫几乎使法国钢铁工业濒临毁灭，1945～1960年的经济恢复时期，法国开始重建自己的钢铁工业。1960年以后，法国经济高速增长，国民经济各部门对钢的需求猛烈增加，为推动汽车，建筑，机械，交通运输和国防工业的全面发展，法国政府决定大力发展钢铁工业，投入巨资兴建了诸如于齐诺尔钢铁公司敦刻尔克厂和索尔梅厂等具有世界先进水平的现代化钢铁企业。钢铁产量大幅度上升。1974年，法国生铁产量达到2300万吨，钢产量近2800万吨，仅次于美、苏、日、西德，居世界第五位。

自1974年以来，因石油危机、能源短缺所致的原材料和运输费用的大幅度上涨，以及继之而来的长时期的经济衰退，使法国钢铁工业面临投资不足，现代化改造困难的严峻形势，同时还面对新技术材料的挑战。

在对法国钢铁工业所面临的形势和其现状进行的仔细分析和权衡之后，法国政府断然采取了一系列措施和对策，逐步实现了钢铁工业发展重点的转移，即从增加钢铁产量转移到推广应用新技术，努力提高质量，注重经济效益的轨道上来。

近几年来法国钢铁工业逐步渡过了自己最困难的时期，产业结构日趋合理，现代化改造卓有成效，钢产量逐年下降的趋势已基本结束，法国钢产量保持在1900万吨左右，居世界第七位。1985年，

法国生铁产量为1500万吨。钢产量1881.5万吨，其中转炉钢1513.5万吨，占80.4%，电炉钢368万吨，占19.6%。营业额为610亿法郎。总利润比1984年增加13%。人均钢为342公斤，居世界先进水平。钢铁工业职工人数从1974年的16万人减至7.6万人，减少56.25%；劳动生产率提高了189.1%；钢铁工业的全员劳动生产率已达到247.5吨钢/人·年。赤铁矿生铁焦比为478公斤/吨生铁，磷铁矿生铁焦比为532公斤/吨生铁，低于西欧各国同类产品的燃耗；连铸比为80.6%，仅次于日本，居世界第二位。产品质量显著提高，经济效益不断改善，竞争能力有所加强。

二、科研情况

1958—1968年，法国的科研曾经有过一段被称作“黄金时代”的高速发展时期。1968年以后，由于社会的动荡和经济衰退，尤其是进入七十年代后在能源危机的影响下，法国的科研曾一度走了下坡路。此状直延至1975年，这一阶段被称之为科研的“不安和惶惑时期”。

科研的“危机”，受到了法国政府足够的重视。自1975年以来，政府领悟到重新确定政策的必要性。1975年2月28日和11月3日的两次部长会议确定了研究政策的重点方向。该方向得到了严密地实施。这可从1976~1980年，国家给予科研投资的演变看出：1976年为42.46亿法郎，1977年为45.04亿法郎，1978年为47.29亿法郎，1979年为52.94亿法郎，1980年为58.58亿法郎，逐年增长。

六十年代末到七十年代初，法国等工业发达国家科技领域的发展重点曾经是发展军事科研和研制工作，特别是对宇航，电子和原子能的研究极为重视。1971年，核能研究，电子研究和宇航研究：拨

款总数达到80%以上。尽管如此，法国政府对于钢铁工业的科研投资还是比较重视的。这可从以下几个方面看出：

1. 钢铁工业的研究与开发费

据联合国经济合作与开发组织公布的数据（包括铸造研究和普通的炼铁、炼钢研究费），法国钢铁工业的科研经费，1971年为0.30亿美元，1973年为0.35亿美元，1975年为0.45亿美元，1977和1979年平均为0.40亿美元，1981年为0.45亿美元，10年间增长了50%。在此期间，在主要资本主义国家中，唯有日本和法国才是上升的，其余国家都是下降的或持平。法国总是把营业额的0.5%作为研究经费，一些公司视研究费与公司总部办公费为同等重要。

2. 从事钢铁工业研究与开发工作的人数

据联合国经济合作与开发组织公布的数据，1971年为1450人，1973为1220人，1975年为1830人，1977年为1750人，1979年为1690人，1981年为1700人。这10年间，钢铁工人虽然逐年减少，但从事科研人员总的趋势却在增加。这种趋势在主要资本主义国家也是少见的。据权威人士分析说，象法国采取这样基本稳定化的政策是合理的，科研队伍不该随利润的变化而变化，因为在一个单位所获得的专业知识和经验是需要时间的，一个中间试验项目常常需用几年的时间。

3. 研究与开发强度

据联合国经济合作与开发组织所公布的：1971年和1973年均为1.4美元/吨，1975年为2.0美元/吨，1977年为1.8美元/吨，1979年为1.7美元/吨，1981年为2.1美元/吨，10年间变化不大。

4. 专利批准件数

据英国德温特公司所登入的钢铁工业专利件数（不包括耐火材

料):1973年法国为326件,英国为256件,1985年法国为319件,英国为272件。法国1985年比1973年呈下降趋势。这是因为 尽管科研费用和从事科研的人数不断增加,但是由于大量的青年人的参加,并未增强科研队伍的素质,因此专利件数暂时并未增加。

然而,在炼铁,炼钢、轧钢等各部门仍然取得了大批科研成果,有些还处于世界领先地位。

(1)炼铁:法国高炉冶炼理论研究属世界第一流水平,其中著名的有高炉操作线,炉身现场测试手段、模拟高炉炉身的试验室设备,高磷铁矿石冶炼技术,防治高炉碱害的方法和炉内碱金属的测定,铁水罐车液面高度控制仪等。世界上第一套等离子炼铁炉就诞生在法国。目前法国高炉喷煤量可达80公斤/吨,法国研究此项技术的专家曾获得钢铁技术协会的奖赏。

(2)炼钢:法国是顶底复合吹炼的发源地。现有两种方法用于工业化生产:LBE法和LET法;转炉煤气回收,法国是最早搞成转炉煤气回收的国家之一;FFox法是在氧气转炉中加100%废钢的方法;75吨直流电炉、冶炼低磷铁水和钢水、铁水预处理、钢水脱磷技术保护渣和RAC快速冷却技术等均居世界先进水平。

(3)连铸:法国的连铸技术特别是旋转连铸技术处在世界先进行列,机械旋转连铸和电磁搅拌连铸可浇注各种特殊钢圆坯。据1982年9月统计,法国生产的无需清理(火焰清理等)或肉眼检查直接送至加热炉和轧机的连铸板坯超过45%,可见连铸水平之高,自动化水平之高。法国首先研制成功用傅科电流(涡流)对连铸半成品进行探伤检测。法国的连铸连轧水平也很高。

(4)轧钢:法国首先研制成了《Rollcast》行星轧机,它在技术性能和操作方面均有独到之处。根据法国钢铁研究院专利许可证制

造的两套线材在线检测设备已投入运行，该装置可对整盘线材进行100%检查。

在法国从事钢铁科研工作的有：法国钢铁研究院，大学和各钢铁公司的研究所。法国钢铁研究院是法国最大的钢铁研究机构。它以解决法国钢铁工业发展中的技术为主，也接受欧洲煤钢联营和其它国家委托的任务。

法国的一些大学也从事关于钢铁工业的基础理论和工艺技术研究工作。

各钢铁公司的研究所解决本厂生产中的局部性问题为主要任务。

法国科研政策

法国经济结构的变化，尤其是在能源危机的影响下，暴露了法国原研究机构的某些弱点：科学研究与生产系统的联系极差，不能竭尽全力去解决当前经济上遇到的问题。为此，1975年2月和11月的两次讨论科研工作的部长会议曾经描绘了新的科研路线，自那时以来，法国政府，科研决策机构，广大科研工作者及法国国民都感到，重新确定研究方向是非常必要的。

对此，政府的意志由巴尔总理于1978年4月19日向国会阐明他的总政策时得到了重申，他提出，法国应该以新的基本思想来开发它的科学技术潜力。同时他强调，法国的科学研究必须更好地服务于经济发展的蓝图。这是今后法国必不可少的。巴尔总理为法国科研的发展指出了方向。

在1978年9月13日的部长会议上，科研国务秘书（部长级）皮埃

尔·爱格兰代表政府作了重要报告，他对法国研究的发展总结了两点：第一，强大的研究潜力使法国能开展丰富多采的科学研究；第二，研究潜力必须适应社会经济形势发展的需要。他针对法国科研现状提出了急待解决的三大问题，即重新确定研究活动的方向，机构的改革和公共领域研究人员的更新。

法国拥有实力雄厚的研究潜力。1978年研究潜力达到了史无前例的规模：可调动起260000人参加科研活动（占总劳动就业人口的1.2%），其中专职科研人员和工程师达67000人。

政府认为，在新的发展阶级，法国应该进一步发挥这一强大潜力的作用，以增加研究工作的创造性和生产部门的竞争性。

自1978年以来，法国政府及科研领导部门对科研政策进行了调整，提出了一些新的设想。概括起来，可有如下五个方面：

- (1)对研究人员使用的新政策；
- (2)对研究机构建立起一个更有效的领导体系；
- (3)研究投资的新设想；
- (4)加强实验室与企业间的联系；
- (5)把研究和发展的力量更好地纳入整个经济政策中去。

科学技术研究的目的不仅是取得一个成果而且还必须转变成生产力。

法国政府提出，要把研究政策建立在经济形势所允许的条件下，必须联系有关工业，国家规划和对外出口来确定国家研究的政策。

人们意识到，科学越发展，越是要适应经济社会的发展。

法国科研方向、科研政策的调整，新技术、新材料的挑战，特别是由于1974年以来，石油危机的冲击，因能源短缺所致的原材料

和运输费用的大幅度上涨，以及继之而来的长时期的经济衰退，致使法国钢铁工业困难重重。1981年，社会党政府上台以后实行紧缩政策，重点发展高技术和新兴产业，钢铁工业面临投资不足，现代化改造困难的严峻形势，同时还必须面对新技术和新材料的挑战，在对法国钢铁工业所面临的形势和其现状进行的仔细分析和权衡之后，法国政府采取了一系列措施和对策，逐步实现了钢铁工业发展重点的转移，即从增加钢铁产量转移到推广应用新技术，努力提高质量，注重经济效益的轨道上来。

为确保重点发展高技术和优先产业，法国政府除对钢铁工业实行关、停、并、转等产业的结构调整外，在科研方面，主要采取的对策和措施有：

一、大力进行现代化改造

1985年，法政府用于钢铁工业现代化改造的投资为45.6亿法郎。主要进行的项目有：采用计算机对钢铁生产的各个环节实施过程控制；在积极引进先进技术和关键设备的同时，注重消化、吸收、创新和开发，形成自己的技术；加强科研和生产的合作，大力开展新工艺的研究和新产品的开发。

1. 生产过程自动化

法国41家钢铁企业中绝大部分已经采用计算机对炼焦、烧结、高炉炼铁、转炉及电炉炼钢、炉外精炼、连铸、轧制等生产过程实施自动控制。萨西洛尔(Sacilor)集团的萨非(Safe)厂的计算机系统可对高炉各部位的500个参数进行连续跟踪监视，并按预先编制的程序进行自动调节和控制。该系统投入运行以来，高炉一直顺行，大大提高了生产效率。长林厂用微机控制炼焦煤的预热，索尔梅厂

则用它控制炼焦煤的预热和炼焦的加热过程，分别节能4%。索拉克厂用计算机控制二台双流板坯连铸的浇注过程；操作人员仅在离连铸机10多米外的控制室内监控，大大改善了工人的劳动条件。具有特长的法国控制轧制也采用计算机进行过程控制，提高了产品质量。新技术为传统工业的改造提供了机会和手段。应用计算机技术，使钢铁生产过程自动化，是法国钢铁工业始终遵循的战略目标。

2. 引进、消化、吸收和开发新技术

法国的连铸技术日臻完善，无论是机械旋转连铸，还是电磁搅拌连铸，法国的工艺均具有世界先进水平。特别是法国特殊钢公司迪内厂的旋转离心连铸机。连铸机的防漏系统别具特色，采取计算机指挥浇注，防止漏钢。引进多国专利技术、消化、吸收、创新并形成自己的特色，这是法国科研又一重大课题，也是法国连铸技术高人一筹的重要原因。向高炉喷吹煤粉，用等离子束提高鼓风温度，浇注时的钢流保护，水口喷气等都是积极学习和引进先进技术的实例。

3. 科研与生产结合

法国钢铁研究院与钢铁企业相结合在世界上首创了顶底复合吹炼技术。复合吹炼与传统氧气顶吹法相比，具有增加搅拌强度，成渣快抑喷溅，少铁损、节约石灰，白云石等熔剂和合金添加剂等优点，此法工艺先进，经济效益显著，已在世界各国推广和应用。法国的万能轨梁轧机，钢包炉、带钢酸洗—轧制生产线、斯泰因·沃德公司的板坯步进梁式加热炉，以及洛林地区的高磷铁矿冶炼技术，高炉碱害研究均具有世界水平，是科研与生产结合的产物。

二、狠抓质量管理

法国政府高度重视产品质量问题，工业部在应政府要求撰写的《法国工业质量改进的条件》的报告中指出：“质量问题是‘国家的赌注’。法国工业的未来并不是继续增加产量，而寄希望于不断提高产品质量，以优取胜”。钢铁工业界视产品质量为自己的生命线，除大力投资用先进技术和现代化设备来确保产品质量外，还在全行业中开展总体质量控制和全面质量管理活动。目前，1000多个技术进步小组和质量管理小组活跃在生产第一线。它们努力加强与用户的联系和合作，切实按用户要求对产品质量进行管理和监督，层层把关，努力做到精料、精炼、精铸、精轧和精包装。法国钢铁联合会和钢铁技术协会还把每年的10月17日定为“质量讨论日”。每逢这一天，来自科研生产第一线的钢铁工程师和科技人员将汇聚巴黎，交流开展全面质量管理活动的经验。政府代表和工业部长将向这一活动中做出杰出贡献的先进人物授勋发奖。钢技协每年定期举行年会，广邀国内外同行分专业组交流提高产品质量的经验和方法。目前，在法国钢铁工业中，以科研保质量，以产品质量求生存促发展的局面已经初步形成。

三、重视职业技术培训

职业技术培训是法国钢铁工业现代化改造中的另一项重要投资。法国政府高度重视职业技术教育，把先进设备看作硬件、视科学管理为软件，把职工技术素质视为这一切的基础。根据国家1971年7月17日颁布的“继续工程教育法”的规定，企业必须拿出职工工资总额的1.1%作为职业技术培训费用。它包括新工人的就业培

训，职工教育，产业结构调整过程中部分工人的转业培训，以及技术培训等。培训形式多样，有企业自办或联办的，有大学或专业学校办的，也有地区或国家培训中心办的。这一措施已经制度化了，而且坚持了较长时期，不少企业已从中尝到甜头，得到了实惠，往往有一种自发的要求。职工本人为在竞争中保证职位，进而提薪晋级，不至论入失业大军，也有学习新技术的要求。重视职业技术培训，进行智力投资是法国政府的明智之举。

法国政府在明确了科研方向的同时，有目的地对钢铁科研进行了改革，从而使科研更紧密地结合钢铁生产实际。

重大科研成果

由于法国科研是建筑在社会经济发展的需要的基础上的，虽然法国政府也制定了优先发展高技术的政策，但是它始终认为，高技术代替不了传统工业，因此法国钢铁工业不断有新成果产生。

一、复合吹炼技术(LBE法)

1975年法国首先在法国钢铁研究院进行了半工业性试验，1977年开始在DENAIN钢厂的60吨转炉上进行工业性试验。1979年达到工业应用的水平。与此同时卢森堡ARBED公司所属SCH-BELVAL钢厂也进行了高磷生铁复合吹炼的试验。此后，这两个国家共同进行这项技术的开发。1979年法国MONDEVILLE钢厂在100吨LD—AC转炉上取得成功，其它几个大型炼钢厂也都很快地推广了这项技术。现在法国和卢森堡的全部顶吹转炉都已采用LBE复合吹炼法。他们还向国外出售了专利。现在全世界已有12个国家的58座转炉应

用LBE复合吹炼技术。该法是世界上应用最广的一种复吹方法。

LBE方法与双流道氧枪相结合，可以提高转炉炉气中 CO_2 的百分比。提高转炉热效率。MONDEVILLE钢厂应用了这项技术。双流道氧枪是由ARBED公司发展起来的。

LBE方法较其它的复吹方法得到更为普遍的应用。主要有以下几点原因：普通LD转炉改造为LBE方法最简单，所花费资金最少，LBE方法气量的调节范围很大，可以根据不同原料、不同品种调节供气制度；搅拌熔池的气体供应发生故障时，透气元件和炉底都不会受到损失；所需的搅拌气体压力不高。

LBE法的效益主要有以下几点：

与双流道氧枪相结合，每吨钢可多用废钢30—60公斤。金属收得率可以提高0.5~2.0%。降低熔剂消耗5~15公斤/吨钢。减少铁合金消耗；可以降低钢中的磷、硫和氧的含量；可以生产含碳量很低的钢（低于0.010%）；提高炉衬寿命。

在吹炼高磷生铁时应用复合吹炼与双流道氧枪相结合的工艺，生产含磷0.025%的钢时可以不喷石灰粉，而直接用块状石灰做熔剂。这就简化了生产工艺。

二、高磷生铁炼钢

法国东北部洛林地区有储量很大的含磷矿石。用它炼出的生铁含磷约1.7%。目前法国高磷生铁炼钢有两种主要方法：

顶吹喷石灰粉法（OLP法）：60年代初首先在法国钢铁研究院发明这种工艺。很快就在DENAIN、REHON、MONDEVILLE等厂投入生产。1971年在GANDRANGE钢厂建成了世界最大的喷石灰法冶炼高磷生铁的转炉（2座260吨）。

三、煤气回收

法国从1979年开始研究煤气回收。这是由于燃料涨价使回收煤气有经济效益。由于法国长期采用不燃烧法进行转炉烟气净化和应用炉气定磷法进行转炉炼钢的动态控制，所以烟气净化系统的测试仪表都很齐全，对整个吹炼过程中转炉烟气的性质研究的很清楚。所以他们的煤气回收技术发展很快，水平也高。自1982年以来已有Solmer, Sollac和Dunkegue三个大型炼钢厂采用了煤气回收。其工艺特点是：烟罩的罩裙部分用水冷却，炉气经湿法除尘器，风机和三通阀后再进入煤气柜；在送往用户之前，经电除尘器进一步除尘，可使含尘量低于5毫克标准米³。其三 通阀称为CLECIM—VSINOR阀，具有效率高，结构简单，动作快（换向时间为6秒）和安全可靠等优点，阀体阻力仅100毫米水柱，且能长期使用不必清洗和维修，冬季可防冻。在改造现有系统时往往无须改造风机，只增加三通阀即可，因此投资较少。这种换向阀在从放散到回收两种状态互换时，整个系统压力波动极小，工作平稳。现在法国年回收的转炉煤气相当于15万吨石油。法国的煤气回收水平在世界上仅次于日本居第二位。

四、旋转离心连铸机

法国特殊钢公司迪内厂使用的旋转离心连铸机性能好。连铸机的防漏系统很有特色，埋在结晶器铜板内的热电偶不停地把结晶器各部位的温度信息传输给计算机，一旦温差超过允许值，计算机自动指挥停浇1—2秒，使钢水冷凝结壳，有效防止了漏钢现象。

五、“Magnetegry”旋转磁场连铸法

法国钢铁研究院开发的搅拌技术有助于改善连铸坯表面质量和内部偏析。

Magnetegry搅拌技术是在结晶器冷却水箱中安装一感应器,使结晶器中的钢液作旋转运动,由于钢液的旋转运动使得上浮的夹杂物聚集在弯月面中心,并阻止保护渣进入凝固的钢中,从而改善了钢坯的清洁度,在向心力的作用下从而消除了皮下大型夹杂物,气孔及针状孔等。

该搅拌技术不仅适用于方坯,板坯,也可用于圆坯。其优点是,无论是敞开式水口,还是浸入式水口,气体保护或渣保护都很容易加入该搅拌装置。该装置中无一部件是运动的,因此不会产生机械冲击,该装置十分坚固,适用于各种恶劣的冶金环境。

该项技术已在法国和外国80多台连铸机上采用,还有10台在建设中。

六、《Rollcast》行星轧机

法国克勒西姆公司、彼施涅公司和法国钢铁研究院研制了《Rollcast》行星轧机,它在技术性能和操作方面均有独道之处。其主要特点是:设计简单、活动部件少,带材形状和厚度易于控制,表面质量好,冶金质量均匀,自动消除内部缺陷,节能、较普通热轧机投资少。该轧机主要是由两个反向旋转的转筒组成,每一转筒配装4—6个轧辊,这些轧辊并没有任何一个支撑辊支撑,但它们都很简单而且坚固。

法国制造了一台样机,其主传动为700千瓦,轧辊数 2×4 、轧辊直

径288毫米、辊身长800毫米、行星直径600毫米。该样机已用于试轧有色金属和一些钢材。

试验证明，这种轧机对于很多金属的各种轧制条件有很大的适应性，轧制的范围由铝至钛，包括所有可轧制的铝合金、铜合金以及铜。总之，这种轧机可以低费用的生产各种扁材。在现有设备改造和采用新方法发展扁材生产方面都可以选用这种轧机。

七、防治高炉碱害的方法

碱金属大量入炉，会发生频繁地不规则坐料现象，严重地破坏高炉作业的顺行度，该现象成了法国钢铁研究院和索拉克公司的课题，对巴图拉尔厂三号高炉炉瘤取样测定证实，炉瘤中碱金属含量高达35%，主要是 Na_2O 和 K_2O ，其中钾的含量是钠含量的3—4倍。

巴图拉尔厂发现，调节碱金属外排量的最有效的方法是调整炉渣，降低炉渣碱度虽有利于排碱，但炉渣中的碱容量有一定的限度，他们认为，渣碱度每降低0.05，所能提高的饱和度极限为： Na_2O 1公斤/吨渣； K_2O 0.75公斤/吨渣。

为测定碱金属在炉内的停留时间，法国钢铁研究院首创了一种放射性跟踪测定法，把放射性K导入炉料，并对炉渣作放射性元素计量分析的方法来测定其流动情况。

除此还有：在高炉上采用喷吹粉煤或水煤浆，用等离子矩以电代焦；连续铸锭、保护渣，铁水预处理，傅科电流（涡流）对连铸半成品进行探伤等。

今后研究和开发课题及动向

七十年代以来，由于经济形势的改变和社会高度的发展，各工