

苏联金属矿业 科研体制和科技动向

余宗周

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)
科研工作特点·····	(3)
主要科研成果·····	(5)
今后研究开发动向·····	(12)
科研机构介绍·····	(13)
参考文献·····	(38)

概 况

第二次世界大战后，联邦德国钢铁工业有了迅速发展。1957年钢产量为2415万吨，到1985年达到4050万吨(1974年曾达到5320万吨)，仅次于苏联、日本、美国和中国，列世界第五位。近年来，由于联邦德国的物价比较稳定，提高了个人消费水平，扩大了出口贸易。据统计，1983年人均钢铁消费量为486公斤，钢材出口量仅次于日本而达到近1600万吨。另外，联邦德国钢铁工业的一些老化和过剩设备已停产，削减了过剩人员，并对设备进行了现代化改造。因此，经济效益逐年提高。目前，联邦德国钢铁工业在世界上仍保持着较强的竞争力，很多技术经济指标居于世界前列，如1982年高炉炼铁焦比为528公斤/吨铁，低于英、美两国；1985年，连铸比于日本、法国、瑞典之后为79.5%。

二次大战后，联邦德国钢铁工业之所以发展较快，是与它历来重视钢铁科学技术研究分不开的。联邦德国钢铁工业把研究与开发作为战略性工作，即使处于经济衰退时期，仍坚持加强技术研究和培训。近年来，联邦德国各大公司为了提高销售额都在积极开展多种经营，钢铁部门的销售额在全公司总销售额中所占的比例大致为20~50%。在科学技术飞速发展和各国科技竞争日益加剧的情况下，联邦德国钢铁工业科研和开发费用逐年增多，科研人员也相应增加（具体见表1,2,3）。

联邦德国用于钢铁工业的科研费用占全国工业研究费用的3.5%左右，在世界上仅次于日本。其中96%由企业和协会分担，4%来自联邦政府和科学基金会的津贴。

联邦德国没有冶金部，由联邦德国钢铁协会(VDEh)出面，在联邦德国政府的研究和开发技术部(1927年成立)及工业研究联合协会的资助和配合下，负责组织和领导钢铁领域的科研工作。钢铁协会的理事会每年举行例会，研究科研成果，制订规划，募集和分配经费。

表1 联邦德国钢铁工业的研究与开发费用(百万美元)

1975	1977	1979	1981
75	70	95	115

表2 联邦德国钢铁工业职工人数和从事钢铁工业研究与开发的人数(人)

职 工 总 人 数				研 究 与 开 发 的 人 数			
1982	1983	1984	1985	1975	1977	1979	1981
175900	163700	152200	153100	3300	3070	3860	3830

表3 联邦德国钢铁工业的研究与开发强度(美元/吨)

1975	1977	1979	1981
1.9	1.7	2.0	2.7

联邦德国从事钢铁科研的机构主要有三类：(1)专业科研机构：包括二个中心研究所，马克斯—普朗克钢铁研究所及生产工艺研究所。马克斯—普朗克钢研所主要从事钢铁领域的基础研究，受钢铁协会(VDEh)和马克斯—普朗克科学促进学会的双重领导。生产工艺研究所(BFI)作为马克斯—普朗克钢研所的补充，主要从事

钢铁生产应用研究，受钢铁协会领导。(2) 公司研究机构：联邦德国各大钢铁公司及中小厂家都有自己的科研所、室。它们主要进行各种生产工艺、设备的研究和开发。(3) 高等院校的研究所也拥有一大批科学家。它们与厂家等密切合作，既进行理论研究，也从事应用研究。与专业研究所的区别是高等院校的研究所规模较小。

联邦德国钢铁协会大力促进并强调钢铁用户与生产之间、各会员企业之间、专业研究院与生产企业研究部门之间、理论与应用之间的密切联系和协作。这也是联邦德国钢铁工业技术先进的重要原因之一。

科研工作特点

二次大战以后，联邦德国经济迅速发展。尤其是工业生产恢复、发展的非常快，这在很大程度上应归功于它们对科研工作的重视。

1985年，联邦德国用于研究、开发和创新的费用估计达520亿马克，其中企业支出占59%，政府支出占41%。用于工业研究与开发的支出为380亿马克，82%由工业企业负担，政府资助17%，其余主要来自国际性组织的援助。

一、联邦政府对科研工作的支持

联邦德国工业传统上是独立于联邦政府的。工业科研工作的经费的大部分由工业部门自己承担。但联邦政府对工业科研工作也给予了很大的支持。政府除了提供一定的研究经费外，还提供了不少的优惠条件。例如，除了有关研究和开发的所有投资都享受减税

外，政府还额外补贴投资的10%的资金。而且所有正在进行的科研经费都可以从纳税前的利润中扣除。此外，工业科研工作还可向联邦政府申请经费，但这些项目必须是社会需要或是从长远看非常重要的。

二、钢铁协会在科研工作中所起的作用

联邦德国钢铁工业科研工作是在钢铁协会领导下主要由专业研究机构、高等院校研究所和各大公司研究所等三类机构进行。钢铁协会把这三类机构沟通起来，促进企业家和科研人员的协作，有效地推动着钢铁领域的科研工作。其具体办法是：

(1) 协会理事会和科研委员会直接主管二个中心研究所，理事会的成员全部任生产工艺研究所(BFI)的顾问委员。

(2) 钢铁协会有20个专业委员会，包括从选矿到加工和产品检验全部领域。各专业委员会成员来自企业、研究所和高等院校。它每年举行定期和不定期的专业会议和其他学术活动，交流科研成果和经验，特别是来自企业的科研成果。此外，在专业会议上确定科研题目，尤其是对各厂家共同感兴趣的题目，组成专门的“协作组”。

(3) 钢铁协会于1954年建立“钢铁技术促进协会”，负责收集、保护和在经济上评价各委员会和研究所的科研成果，并在生产上推广。又于1966年成立了“钢铁科研促进会”，以促进钢铁和应用材料及它们的原料、辅助原材料和付产品的研究和发展。

三、研究机构的研究工作特点

联邦德国各公司研究所、专业研究所和高等院校研究所在选择研究题目时，都十分重视广泛收集来自各方面，特别是来自生产厂

家和用户方面的信息、要求。在选择好研究题目后，各个研究所的管理或指导委员会要进行研究讨论，与合作单位签订合同，讨论及批准提出的经费预算，再根据研究经费的情况确定研究课题的先后顺序。对于各公司研究所，研究成果大都是直接为钢铁生产服务的，除了在实验室进行研究外，还要到中间试验厂和工业规模生产中进行试验。而专业研究所或高等院校研究所的大部分研究成果在实验室或中间试验厂中得出后，即提供给用户实验报告，由生产厂家根据实际情况加以修正，再进行应用。

主要科研成果

一、炼铁

KR炼铁法

KR法是由联邦德国科夫钢铁公司和奥地利的奥钢联共同研究的直接炼铁工艺。1981年，他们在西德科夫公司克尔厂建了一座年产6万吨生铁的中间试验装置。

KR炉是由预还原炉和熔融气化炉组成的。在预还原竖炉内，用熔融气化炉产生的煤气对矿石（块矿、球团矿或烧结矿）进行预还原。将煤粉、氧气吹入熔融气化炉，在这里对预还原矿进行熔化、终还原和渗碳，并产生还原气。

KR法的优点是：可用非焦煤作还原剂和燃料；不需要热风炉；本方法除炼铁外，还可用铬矿、镍矿或锰矿炼铁合金。

KR法的铁水生产成本与高炉法相比不相上下，但比其它熔态还原法要低。目前，该法在半工业试验上的氧气消耗为650~700标

米³/吨，煤耗约为1000公斤/吨。世界上第一套年产30万吨铁的KR熔态还原设备在南非最大的国营钢铁联合企业ISCOR公司投建。另外，印度、美国和东德也想采用KR法。

二、炼钢和炉外精炼

1. 喷吹煤粉的KMS转炉炼钢法

七十年代末期，联邦德国克勒克纳公司在底吹氧气转炉(OBM)基础上研究出KMS（克勒克纳—马克西米利安废钢法）炼钢法，这是一种外供热的转炉复合吹炼法。其特点是通过转炉底部喷嘴喷吹氧气和液体燃料预热废钢，随后往熔池内喷吹煤粉或焦粉和氧气，并通过上部喷嘴或氧枪吹氧，促进二次燃烧，使炉料的废钢比达到36~42%或更高（废钢比达到100%时为KS炼钢法）。

KMS炼钢法最主要的优点是：

- (1) 由于喷吹煤粉或焦粉，外供热能，因此可提高废钢比；
- (2) KMS转炉比LD转炉操作平稳，渣内含铁低，喷溅小；
- (3) 可使用廉价煤作为能源，代替电能，在冶炼钢种上有极大灵活性；
- (4) 生产成本比LD法低。

由于上述特点，扩大了KMS炼钢法的应用。据报导，目前世界上已有9座KMS转炉（包括1座KS转炉）。随着KMS技术的完善，还将得到进一步的发展。

2. 管式水冷炉壁

为提高电炉生产率，满足电炉钢日益增长的需要，联邦德国迪马克金属回收公司研制了一种管式炉壁系统。该系统解决了频繁补炉问题。它有一系列管壁块，每块由许多排列紧密的水管组成。这些

管壁块构成渣线上面的侧壁，部分代替耐火材料衬，且容易更换。

冷却水管可以在一定的控制速度下进行强制循环水冷，以获得在最大热负荷下的安全冷却。这种管壁具有高的机械强度，可以承受在装料期间最严重的冲击。由于冷却均匀而减少了热应力。

3. 三相交流等离子熔化炉

联邦德国克虏伯公司研制成功一种三相交流等离子弧烧嘴，特别适合于熔化和加热钢及有色金属。

此种等离子弧烧嘴采用水冷却，并装有一水冷钨电极。此电极完全不同于石墨电极，损耗非常小。

等离子钢包精炼与普通钢包精炼相比，具有以下优点：不用石墨电极；气密效果好；等离子气可防止从大气中吸收氮；没有石墨电极引起的渗碳现象；等离子弧烧嘴位于钢包炉中心线上，降低了侧墙耐火材料的损耗。

克虏伯公司于1984年在一座3吨的三相交流等离子炉中进行熔化废钢和海绵铁的试验。随着研究工作的进展，预计到八十年代末将会出现能力达50吨的三相交流等离子熔化炉。

4. 直流电弧炉

1982年，联邦德国施罗曼—西马克公司的铸造车间建成一座公称容量12吨的直流电弧炉，它是世界上第一座连续操作和用于实际生产钢的直流电弧炉。

直流电弧炉只需一根石墨电极，因此简化了炉子设计，且电极消耗低。另外，这种电炉与普通三相电弧炉相比，对电网影响小，在同样熔化功率下，电网干扰减少一半。同时，由于直流电弧炉耐火材料消耗低、噪音低、环境污染小、效益大，因此，直流电弧炉将会取代三相交流电弧炉。

5. 全封闭式电炉

联邦德国克虏伯公司在波鸿厂投产一座新电炉，这是世界上首创的高效完全密封的电炉，该炉采用克虏伯公司已取得专利权的外罩系统。

这种全封闭式电炉可完全消除冶炼中产生的噪音和有害的烟尘。为利用烟气废热，排放系统配备有一座废热锅炉。废气经过热交换器后，再通过布袋除尘器除尘。

6. 联合炼钢法

为了用低品位非炼焦煤炼钢，鲁奇和曼内斯曼—德马克公司合作研究出“联合炼钢法”。联合炼钢法由回转窑直接还原(SL/RN)、沸腾床循环余热回收(CFB)和埋弧炉(SAF)三部分组成。联合炼钢法的特点是，热耗低；铁水成份可灵活；对环境污染小；投资和生产成本低。该技术主要优点之一是能源利用效率高，采用CFB余热回收系统，它可将回转窑直接还原产生的一切余能加以利用，使它们产生高压蒸气，并转化成电能。

在生产过程中，人们只要对沸腾床余热回收锅炉加入一定数量的煤，则发出的电能就足以补偿海绵铁熔炼和整个工厂运行所需的能耗，从而摆脱了公共电网的限制。

7. 电炉偏心炉底出钢

1983年丹麦Danish钢公司腓德烈厂将一座120吨普通电炉改为偏心炉底出钢，这是自炉底出钢后的又一发展。它是Danish钢公司、蒂森钢铁公司和曼内斯曼—德马克公司联合研制成功的。此种出钢口配置在炉子突起部位，因此便于维修和清理，而且可保证炉渣和剩余钢水在炉内存留，以加快下一炉钢水的熔炼速度。偏心底出钢具有以下优点：节省喷补材料；增加炉子容量；可提高冷却水的

余热回收量；节省耐火材料；降低出钢温度；缩短冶炼时间。另外，炉子倾斜角小，可减少电极断裂危险，简化炉子设计。至今世界上已有37个厂家决定改造炉底出钢或建造新的炉底出钢炉。

8. 碱性氧气转炉的挡渣装置

为了减少钢中夹杂物，生产洁净钢，最近，曼内斯曼集团开发了在BOF转炉出钢期间使用浮动塞的无渣出钢系统。系统中有一个用硅酸锆作成的圆锥形塞头体，内部填以铁屑和铁粒，使比重达到 $3.2 \sim 4.2$ 公斤/米³。在出钢将近结束时，用机械方法将挡渣塞插入出钢口区域，它浮在炉渣和钢水的界面上，一开始就使钢水在出钢口内的涡流作用和出钢流中夹带渣量减至最少。出钢结束时，它就封闭出钢口。炉内剩余的钢水可通过装置上的沟槽从出钢口流出，而渣子则被挡在炉中。

9. TN法

在炼钢中采用喷吹冶金是提高钢性能的一种重要方法，六十年代后期，联邦德国蒂森—尼特汉公司在上豪森厂利用120吨平炉钢水，首次用Ar作载体喷吹Ca—Si合金粉，以达到脱氧、脱硫的目的。以后又发展到在电炉钢厂使用TN装置。

TN处理中所用的粉料是CaSi和CaC₂，CaO—CaF₂粉以及合成渣料，还有CaO—CaF₂、Al₂O₃和Mg的混合料。与其他方法相比，TN法有以下特点：

- (1) 由于减少了硫化物和氧化物夹杂，所以钢的纯净度得到改善；
- (2) 改变了氧化物夹杂的形状，能使它们在轧制过程中仍保持球状；
- (3) 钢的粘度低；

(4) 可在低的温度下浇铸。

10. 科夫—日光电炉废钢预热法

一座电炉总热收入中的15~20%左右是以废气潜热形式损失掉的，废气所含能量高达130~150度/吨钢。因此，日本日光工业公司和联邦德国科夫公司合作研究成功科夫—日光电炉废钢预热法。

废气从电炉炉顶第四孔排出，最高温度为1200度，当到达废钢料篮时，温度降到500~800度，用于预热废钢。实践表明，使用此预热设备，废钢平均预热温度为300~350度，可降低能耗55~65度/吨钢；冶炼时间缩短8分钟；电极消耗降低0.6公斤/吨钢；耐火材料消耗降低1~2公斤/吨钢。截至1981年，日光工业公司在日本建造了20套这种类型的废钢预热设备，取得了良好的节能效果。

11. 水平连铸机的拉坯装置

联邦德国曼内斯曼—德马克公司研制成功了一种夹板式液压—机械拉坯装置，可以准确地控制和调节拉坯速度，而且设备精巧，布置紧凑。它解决了多流水平连铸机的布置问题，使水平连铸机易与不同吨位的炉子相匹配。

12. 干法浇注技术

联邦德国曼内斯曼—德马克公司胡金根炼钢厂研究成功干法连铸技术，即不用冷却水，而用内冷辊子冷却铸坯，提高了铸坯质量，提高了铸坯温度，有利于铸坯的热送和直接轧制。该技术特别适用于对裂纹敏感的、对内部和表面质量要求严格的一些钢种，轧成厚板、深冲板等效果良好。

三、轧钢

1. CVC新型冷轧机

联邦德国的泰斯冷轧厂于1985年4月投产了一套CVC新型冷轧机，它是由施罗曼西马克公司设计制造的。

CVC冷轧机是能不断变动轧辊辊面凸度的冷轧机。其主要特点是：轧机上、下二个工作辊的辊形为方向相反的S形，从而精确地形成一个完全对称的辊缝。该轧机与普通轧机操作相同，轧制时颤动极小，可维持非常平稳的轧制状态。轧辊轴向移动距离为 ± 50 毫米、轧制速度最大为400米/分。

2. 调节轧辊温度的新方法

联邦德国BBC公司新研制的系统是在一个闭路的调节系统内进行温度测定、温度调节和轧辊冷却。使用该方法后，保证了轧辊的温度恒定不变，从而改善了产品质量。另一方面，由于轧出的带材平整度好、公差小，从而提高了产量。同时，还减少了操作时间和冷却液的消耗，保护了工作辊，提高了设备的安全可靠性。

3. 悬臂式机架和无扭线材精轧机组

(1) 悬臂式机架

目前联邦德国科夫工程公司拥有一整套用于中轧和精轧的悬臂式机架。此机架与普通轧辊机架相比具有体积小、结构简单、紧凑、设备投资少、维修工作量少、换辊简便、操作费用低等优点。此悬臂式机架重6吨，所需润滑液60升/分，冷却水360升/分。

(2) 无扭精轧机组

科夫公司无扭精轧机组是为满足现代高生产率线材轧机的要求而设计的先进结构的轧机。此机组具有以下优点：

- 速度高，生产率高；
- 噪音低，振动小；
- 总的高度低，开阔了视野；

- 从机组两侧换辊都很方便，从而减少了换辊时间；
- 所有机架的结构相同，从而减少了备件需要量；
- 更换时不用打开内部齿轮和轴承，可防止脏物进入；
- 悬臂机架轧制线恒定。

另外，机组只有80吨重，需润滑液675升/分，冷却水3825升/分，操作速度为75米/秒。

今后的研究开发动向

联邦德国今后的科研工作重点：一方面要使钢的性质适应用户不断提出的更高要求；另一方面必须力求技术工艺的最佳化，在原料资源有限，原料、能源费用提高的情况下，节约能源，更好地利用废钢，降低生产费用，降低加工成本，防止环境污染，增加产量，进一步改善材料性质。为了迎接新技术革命的挑战，新兴技术的应用推广，新材料的研制，也将是钢铁工业科研工作的重要方向。因此，今后的研究课题有：

1. 高炉炉料的软化和熔化行为

为了了解炉料性质变化，联邦德国三家炼铁厂和五个研究所将继续研究高炉炉料的软化和熔化行为，从而提高高炉的生产能力，确保无故障作业。

2. 连铸及相关技术

联邦德国钢铁协会在冶金方面的协作重点仍为钢的连铸，他们将致力于从工艺和冶金方法方面来改善连铸坯质量。同时，也探讨电磁搅拌和铸粉的力学性质对铸坯质量的影响。

3. 超薄连铸机

联邦德国德马克公司正在研制几种新型连铸机：薄板坯连铸机、薄窄坯连铸机及超薄窄带坯连铸机，现已获得了某些进展。这些技术研究成功，将可以直接给冷连铸机或精轧机组供坯，它代表了连铸技术发展的新趋势。

4. 矫直机

联邦德国生产工艺研究所计划为改善热轧型材的矫直方法，研究型材的几何形状和材料性质，设计并制成一台试验性矫直机。在其测量技术装置内，可包括所有的矫直参数，从而提供分析矫直过程的基础数据。

5. 环境保护

联邦德国钢铁工业对环境保护十分重视。他们的环保政策的重点在于保护空气和水的洁净。环保工作重点是制订专家鉴定条例和在放射法规定范围内的测量工作。这样，在许多炼焦厂的新建或改建中，专家便可根据条例对空气污染、噪音做出鉴定，并提出降低污染的措施。

科研机构介绍

一、蒂森钢铁公司

1. 概况

蒂森财团是一个活跃在世界各地，从事钢铁生产和机械制造业的公司集团。它在世界各地的职工总数约15万人。年销售额约为350亿联邦德国马克（1980~1981财政年度）。

蒂森财团是由蒂森钢铁公司领导。蒂森钢铁公司所属企业有职

工5万多人,年产钢能力为2100万吨,1985年实际钢产量约为1107万吨,列世界第7位。1980~1981财政年度钢铁销售总额约为8.4亿马克。

该公司经营的主要产品有:生铁、铁合金、半成品、结构型钢、宽缘钢梁、小型材、线材、热轧中厚板、涂层板、冷轧薄板、镀锌板等。

蒂森财团多年来奉行“不断改进和开发新产品及生产方法”的生产经营方针。

2. 蒂森钢铁研究所

地址: Duisburg-Hamborn

Franz-Lenze-Str, Gate 3

Federal Republic of Germany

电话: (203)5225851

所长: Dr.-Ing.R.Hammer

Prof.Dr.-Ing.C.straß burger

概况:

蒂森财团的钢铁、特殊钢、生产资料和加工产品等生产部门都有各自的工艺及与工艺有关的研究所。通过情报交流和课题研究加强了它们之间的联系。

图1是蒂森财团研究机构的组织形式。

蒂森钢铁研究所共有职工800多人,其中科技人员约占17%。

具体人员组成如下:

研究人员	142人
技术人员	182人
其他职工	493人
总计	817人