

澳大利亚金属矿业 科研体制及科技动向

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

概述.....	(1)
英国钢铁工业的发展和现状.....	(1)
钢铁工业科研概况.....	(2)
英国钢铁工业的主要科研成果.....	(6)
耐火材料及焦化.....	(6)
炼铁.....	(8)
炼钢.....	(11)
轧钢.....	(15)
新产品新材料开发和新工艺新技术的采用.....	(17)
今后的研究开发动向.....	(20)
英国钢铁公司的科研状况及其研究机构.....	(21)
概述.....	(21)
英国钢铁公司的科研发展及现状.....	(22)
英国钢铁公司的研究机构.....	(25)
参考文献.....	(34)

概 述

一、英国钢铁工业的发展和现状

英国是世界上发展最早的资本主义国家。作为工业革命的摇篮，曾有“世界工场”之称。从十八世纪中叶到十九世纪初的产业革命，使英国的各工业部门基本完成了机械化，对其工业的发展有了很大的促进作用。尤其是蒸汽机的发明和应用，大大推动了重工业的发展，钢铁工业当然也不例外。

英国的钢铁工业有着悠久的历史 and 辉煌的成就。早在十四世纪，英国就已经能够生产生铁。十七世纪初，达德利就首创用煤代替本炭炼铁；十八世纪上半叶，达比又用焦炭取代煤炭炼铁；不到一个世纪以后，尼尔逊开始使用高炉炼铁。一些主要的早期炼钢方法都开创于英国，1856年发明了贝斯麦转炉；1864年又发明了平炉，现在世界上的平炉钢产量还有每年11920多万吨，占总产量的18%以上。一个世纪以前，英国的钢产量占世界总产量的一半。但自十九世纪八十年代以后就先后被美国、苏联、联邦德国和日本等国家所超过，近十年来又落在中国、法国和意大利等国之后。1986年，英国的钢产量为1480万吨，占世界总产钢量的2.1%，居等十一位。

英国钢铁工业的发展特点是历史久、速度慢。从1871年的产钢33万吨发展到1955年的2000万吨，英国用了84年的时间（美国用30年，联邦德国用64年，苏联用59年，日本用48年），年平均增长量23.5万吨，平均增长率5.5%。1970年，英国的钢产量达到2802万吨，占世界总产量的4.9%，创英国历史最高水平。从2000万吨到这一步，又花费了15年的时间，年平均增长量为54.8万吨，平均增

长率为2.3%。而后，由于受世界性的钢铁工业不景气的影响，英国的钢产量一直呈下降趋势，从未超过3000万吨。近年来，钢产量下降，从事钢铁工业的人员也在逐年减少，到1985年仅有61000人，是十年前的三分之一（表1）。

英国钢铁工业的技术水平在西方几个主要产钢国家中处于比较落后的地位。设备较为陈旧，技术经济指标不先进。英国钢铁工业劳动生产率为175.3吨/人·年；高炉炼铁焦比，1982年为569公斤/吨（日本478公斤/吨，美国538公斤/吨，联邦德国528公斤/吨）；连铸比54.8%（日本90%，联邦德国79%）；1983年铁钢比为0.63（日本0.75，美国0.57，苏联0.72）。英国钢铁工业的能耗也比较高，吨钢电耗达755度（日本613度，美国464度，联邦德国451度）。

表1. 英国近年钢产量和钢铁工业职工人数

年 份	钢铁工业职工人数* (人)	钢 产 量 (万 吨)
1975	183000	2009.8
1980	114000	1127.8
1981	88000	1532.1
1982	75000	1374.0
1983	64000	1498.6
1984	62000	1520.2
1985	61000	1570

* 指参加欧洲煤钢联营活动的人数

二、钢铁工业科研概况

英国的科学技术发展较早，具有悠久的科学传统。从历史上看，英国基础科学的研究在世界上一直处于先进行列，有七十多位科学家获得过诺贝尔奖。在钢铁工业方面，科研工作也历来受到重视。英国许多大学都设有冶金系，各钢铁公司大都有自己的研究

所。英国钢铁公司(British Steel Corporation)的负责人说过:

“如果没有科研机构,我们公司的产品在世界市场上就站不住脚,就有被排挤出传统市场的危险。更谈不上发展新产品、挤进别人的市场了。”又说:“我们的科研机构是随时随地起作用的,是公司首脑们信得过、离不开的助手。”所以,该公司十分注意研究机构的建设。1980年,英国钢铁公司在大部分工厂停工减产,裁员三分之一的情况下,不但未从公司的六大共同研究所减员,而且还增聘了40名高级研究人员(硕士级和博士级),并投资2000万英镑,添置了许多精密仪器和增建了试验车间。

近年来英国钢铁工业科研所取得的业绩也是显著的,在炼铁、炼钢、轧钢、耐火材料等各个领域,都有所创新和发展。如英国钢铁公司研制的喷吹粗煤粉的喷嘴, BAP炼钢工艺和电炉喷煤技术;戴维·麦基(Davy Mackee)公司的直接还原设备;以及其他一些在冶炼、浇注和连铸等工序中使用陶瓷材料等。1960年,戴维·麦基公司在世界上首先采用AGC技术,使带钢热轧机发生了巨大的变化,产品精度得到很大提高。

英国的科研活动主要在以下五种机构内进行:

- 1) 政府的研究所或政府直接资助的研究机构。
- 2) 政府间接资助的研究所。其资金来源于科学研究委员会,有一部分是来源于工业企业。
- 3) 大学的有关系科。资金来源于科学研究委员会的研究经费、工业企业或其他方面。
- 4) 国营和私营公司的研究发展部门。
- 5) 独立的工业研究组织。他们通过合同研究、服务和咨询的方式进行工作。

政府的或政府资助的研究所的工作要与政府的政策和要求相一致。个别的有一定的自主权，在其有能力的情况下可以为工业企业作一定的工作。大学的科研项目有部分来源于科研委员会，再就是同私营企业签订研究合同。各公司自己的研究所的主要任务都是与本公司当时的首要问题相联系的。总的说来，英国各个科研机构的研究项目都是与资金相联的，部分研究所还是盈利性质的。

同日本相比，英国一些研究所的研究人员似乎更象是对工艺开发和技术评价等基础工作给予指导的、作用非凡的智囊团。根据联合国经济合作与开发组织的数据，在黑色金属方面，从事研究工作的大学毕业生所占比例较高的是英国（1981年是44%，以后有所增加）和加拿大（1981年为46%，以后变化很小），日本（38%）居中下，其次是瑞典（30%）、法国（26%）和西德（25%）。

近年来，由于世界性的能源紧张，多种替代材料（塑料、有色金属等）的出现，使钢铁产品的消费量有所减少，再加上经济危机等因素，使西方的钢铁市场一直不景气。另外还有南朝鲜、巴西等国家和地区钢铁工业的发展，其产品以优质，低成本、低价格而颇具竞争力，很快打入世界钢铁市场。所有这些都使得包括日本在内的西方国家的钢铁工业遭受到严重的打击，英国当然也不例外。工业发展受到限制，势必会影响到科研的发展。从下面几组数据中可以看出，几年来英国钢铁工业的科研一直在走下坡路。

1) 从事钢铁工业研究工作的人数：

年份	1969	1970	1975	1978	1981
人数	2900	3520	3400	3000	2060

2) 按购买力平价换算成1975年美元不变价格的钢铁工业研究与开发费用（万美元）：

年份	1969	1972	1975	1978	1981	1983
费用	6500	6500	8500	5500	3500	2500

3) 黑色金属的研究与开发强度 (每生产一吨钢所用的研究经费, 单位为美元/吨, 其中美元按1975年不变价格计算):

年份	1969	1972	1975	1978	1981	1983
强度	2.4	2.5	4.2	2.8	2.3	1.5

目前在欧洲钢铁界, 研究与开发工作分为三大类型。第一类是, 某些生产部门为了适应环境的变化, 对其研究与开发工作做了一般性调整。第二类是, 不管环境如何变化, 仍按步就班地将他们的研究能力保持在一个固定的水平上。第三类是, 把研究与开发工作作为战略性工作, 尽管是处于经济衰退期, 仍在加强技术研究工作。英国的科研属于第一种类型。她对研究工作进行了多方面的调整, 以求能改变前景。当然, 他们并没有放弃工业性的研究与开发工作, 希望最终得到财政上的回复。英国钢铁公司已将其科研工作调整到与产量的下降相符合的程度。进入80年代以来, 该公司随产量下降迅速地削减了研究经费和研究人員, 公司的合作研究所也由原来的六个减少到三个, 并从那时起就把研究工作稳定下来了。该公司所做的更重要的一步是, 把公司的各业务部门当作用户, 按照他们的业务需要重新组织研究与开发活动, 然后根据用户的合同制订研究规划, 不足部分再用公司对长远课题的战略性研究加以补充。这种安排也有助于直接对公司外的用户提供研究服务。现在, 按照合同进行的研究工作越来越多, 这对支付那些公司无法支付的专项研究费用有一定的帮助。这种经营方式使英国钢铁公司保持了它的就研究人数来说居世界第三位的黑色金属研究机构。

众所周知, 日本科研的发展大力促进了其工业的发展, 而英国

的科研在技术上并不落后，但并没有很好地促进工业和经济的高速发展，原因何在？关键是没能将科研成果迅速转化为生产力。英国在科研中理论脱离实际的传统势力很大，对应用研究重视不够。同时，某些政府资助的研究部门与企业缺乏密切联系，使其基础研究成果找不到顾主。英国现行的科研合同制度会对这个问题的解决有所帮助。另一个原因是英国对技术引进一贯较为保守，各企业或科研机构对国外新技术反应不敏感，研究不够，从而影响了经济的发展。而日本就很注重引进国外新技术，并在其基础上研究发展，形成自己的专有技术。例如，日本就曾从英国引进水平连铸的基本技术，在福山厂建设了实验设备，并加以改进，形成工业化生产，并向美国出口了这项技术。还有一个原因是英国国内缺乏竞争气氛。日本钢铁工业就是在国内各公司间的激烈竞争中发展起来的。而在英国国内，没有哪家钢铁企业能同英国钢铁公司竞争。即使在欧洲，各国间也因危机而签订协议避免竞争，执行贸易保护政策限制了市场的扩大。钢铁公司在蚀本时，既得不到财政鼓励，也没有财权去参加那些赚钱而有一定风险的项目，因此限制了科研的发展。英国钢铁公司现在已经注意到这一问题，它已开始仿效一些私营企业的作法，在公司内部建立独立的、自主经营的子公司，以确立其竞争地位，以此来刺激其生产的发展。从1984~1985年度英国钢铁公司生产的情况看，这一作法是有一定成效的。

英国钢铁工业的主要科研成果

一、耐火材料及焦化

1. 新型耐火材料

1976~1985年，由于推广连铸和各种炉外精炼法，使转炉炉衬的

使用条件复杂化。经历了白云石、焦油结合方镁石、浸沥青烧成方镁石的几代更换后，现阶段广泛采用不烧方镁石石墨耐火材料，此材料石墨含量低于20%，寿命比其他耐火材料高。耐火材料的消耗从5.5公斤/吨（白云石衬）降至1.2~1.5公斤/吨（方镁石石墨制品），转炉炉衬的平均寿命从500炉提高到1500炉。

除转炉外，炉外精炼设备及电炉使用方镁石石墨制品后，炉衬的完好率也大大提高。

在普通耐火材料方面，英国钢铁公司开发了高铝胶泥产品，该产品具有良好的抗渣性和膨胀性，可以用作滑动水口和钢包的内衬材料。该公司在电炉中使用镁碳砖的经验表明，镁碳砖同样可以用于高炉出铁口，并使其有所改进。

2. 钢锭模采用陶瓷碳质涂料

英国福赛科公司研制出一种陶瓷碳质钢锭模涂料。这种涂料在浇注过程中会发生状态变化，在有钢水的情况下性能大大优于石墨和其他碳化物。应用这种材料钢锭表面缺陷少，脱模时钢锭很少粘到模壁上，而且锭模寿命长。使用该涂料，经济收益为涂料费用的十倍。

3. 用陶瓷材料喷补焦炉的技术

英国福斯贝尔公司研究成功一种用陶瓷材料喷补焦炉的新工艺。这种工艺主要是利用焦炉操作温度来促进喷补料与炉体耐火材料之间的热化学反应，其反应温度可达2000~3000℃。所有大小，深浅不同的缝隙、接面开裂及剥落处、孔洞，甚至位于焦炉中心区的损坏处均可进行喷补。在过去的五年中，此技术为日本、联邦德国、美国、加拿大以及英国本国共修补了3000座焦炉，最大修补面积为15.08米²，平均深度为8.38厘米，总修补时间为69小时53分钟，

喷补时间57小时21分钟。陶瓷材料消耗为3.157吨。陶瓷材料喷补新工艺的优点在于能缩短修补时间，延长焦炉使用寿命，既安全又简便。

4. 炼焦生产中的自动测温等新技术

英国钢铁公司雷德卡和蒂西特炼焦厂最近采用了一种测温方法，是将手提式计算机和高温计相连接，以记录、存贮、传输温度信息。操作时，由辐射高温计测量焦炉炉墙各点的温度值，计算机直接从高温计读取这些温度值并注明日期和时间。正常情况下，计算机一天能存贮1500个温度测量值。如有必要，计算机的存贮器最多可存贮两天的测量值，然后将数据传送给主计算机进行分析或者打印出来。

这种测量方法的优点在于将手工系统的三步法变成一步法，从而提高了记录速度和精度，这样就能及早地对局部过热或管道漏气进行报警，从而保证焦炉实现高产优质目标。

另外，英国钢铁公司通过改进推力测量装置、焦炉的钢结构和装煤车，使生产的完整性得到加强，焦炉的寿命有所提高。

焦炉煤气是一种高效能源，公司在斯肯索普厂投产了一套新的BOF气体回收装置，并采用一些新技术来提高清洗煤气的效率。

二、炼铁

在炼铁领域中，近年来原则上是围绕改进操作，增加生产的灵活性，从而生产出质量稳定的铁水。主要进行的工作和取得成果的项目有，炉料准备和控制系统；炉料还原性的分析研究；无钟装料、耐火材料和冷却系统的深入研究；工艺模拟等。同时在烧结和炼铁设备、工艺，包括直接还原法炼铁方面也作了大量工作。另外

还为解决生产中的问题作了某些研究。其中突出的有以下几项：

1. 直接还原设备

1983年6月戴维·麦基公司安装了以煤为主要燃料的直接炼铁设备，这套设备以低成本、优质原料供给SCAW公司的电弧炉。在它运转的头二年里，生产了15万吨产品，且产品质量优良。

这套直接炼铁设备的生产特性为：

(1) 采用Sichen矿石。此矿是低杂质、高滚动强度的坚实材料，适于旋转烧结，但还原性较低。

(2) 选用的煤要从固有温度、挥发性、灰份、固定碳和硫含量等方面来考虑，煤的性质应稳定，以保证长期稳定的使用周期。

(3) 温度控制采用了两个独立的系统。一个是准确快速响应系统，用于检测局部密层和气体的温度变化；另一个用于运行温度记录。

(4) 设备运转初期，进行了18个月的煤试验，限制了产量。但从1984年6月以来，设备产量保持在75000吨/年左右，在1985年8月~12月这一阶段，产量相当于83000吨/年以上。

现在，SCAW公司正在对第二台能力相似的密炉之可行性进行考察。

2. 无料钟炉顶

由于高炉大型化和高压炉顶操作而出现了无料钟装料系统。卢森堡PW公司研制出第一套无料钟炉顶后，英国戴维国际钢铁分公司很快获得了无料钟炉顶的设计和制造的权利，现已接受八套订货，其中包括英国钢铁公司雷德卡厂炉缸直径为14米，日产一万吨的新高炉。

3. 向高炉喷吹燃料技术的发展

为了减少高炉中的焦炭用量，英国钢铁公司一直致力于向高炉内喷吹燃料的研究。开始时采取喷吹重油，油价上涨之后改为喷煤。最初采用这项工艺要将煤磨成很细的粉末。后来该公司设计了一种新型的特殊喷嘴，能向高炉内喷入较粗的粒状煤料，使生产成本降低。试验成功以后，斯肯索普厂的四座高炉上安装了这种喷煤装置。

4. 高炉渣粒化和显热回收方法

英国钢铁公司开发了一种粒化高炉熔渣并回收其显热的方法，称为旋转杯风碎法，又称BSC法。

这种方法是使炉渣经过流槽进入位于热回收器中央的旋转杯—鼓风雾化造渣器内。炉渣被粒化，在容器内呈径向锥形射流状从雾化制粒器射出，并碰撞在容器壁上。渣粒不粘附在冷却壁上而直接落入一次流态化床内。在一次流态化床内，渣粒迅速冷却到炉渣结晶温度以下，以确保形成玻璃质渣粒而不形成晶体结构。渣粒溢流入二次流态化床内进一步冷却，而后排出。

旋转杯风碎法的热回收装置有两种：一种是通过两个流态化床鼓入大量的空气，所产生的热空气可以用来预热热风炉的助燃风，从而节省焦炉煤气消耗量。另一种方案是利用最小气流，并在流态化床中设置锅炉管生产蒸汽，这种蒸汽可以用于高炉加湿鼓风，也可用来发电。

旋转杯风碎法的特点是：易于进行精细控制；改变旋转杯的转速或改变鼓风流速，便可控制渣粒的大小。粒度均匀。驱动雾化器所需的动力小。高度低；可用于成品渣输出点与地面之间高度受限的地方。产生的渣棉少。

该公司对这种方法进行了试验室研究和工业规模的理论研究，并已设计出每小时处理40吨炉渣的装置。研究表明，此法热回收率可达60%。就一座日产7700吨铁的高炉来说，一年可节约燃料费约200~300万英镑。所产渣粒含玻璃质达95%以上，可用作水泥原料。

三、炼钢

1. BAP复合吹炼法

英国钢铁公司开发了一种新的熔池搅拌工艺（BAP）。它是在转炉炉身安装喷嘴，从炉顶以通常的方式进行氧气顶吹操作，同时通过炉身上的喷嘴进行熔地搅拌。这一工艺已通过中间试验厂试验和工业性试验，正式在生产中采用了。而且取得了强化过程控制，提高炼钢收得率和延长炉衬寿命的效果。

2. 煤在炼钢生产中的应用

关于煤在炼钢生产中的应用，英国钢铁公司有全面的计划。自1981年以来，电炉炼钢技术有了很大发展，例如底部偏心出钢和最佳能耗电炉，特别值得一提的是该公司研制出了煤—氧烧嘴，并已成功地用于电弧炉的生产中。这套装置代替了原来的喷油设备，大大节省了石油。1985年英国钢铁公司就此提出了专利申请。英国钢铁公司在这一领域也积极同其他公司合作，在特殊钢分部的斯托克布里奇厂进行电炉喷煤试验所采用的喷粉装置就是该公司与 Tames Howden和Glasgow公司共同研制的。

英国钢铁公司在转炉生产中也采用喷吹煤粉的操作，甚至已发展到从转炉炉口直接向炉内加入无烟煤块，取得了节约能源，增加废钢比的效果。

3. Fostap出钢槽内衬

英国福赛科公司研制出具有极好的不受浸润特性的Fostap85电炉出钢槽衬。这种内衬有如下优点：绝热性比普通衬高35%，容易安装，槽衬在工作期间只需很少的维修。使用Fostap出钢槽后，耐火材料的消耗大大降低，生产出的钢也更为纯净。

4. 直流电炉和超高功率电炉

英国钢铁公司研究表明：直流电炉与交流电炉比较，电极消耗减少30%，在相同额定功率情况下，直流电炉熔炼时间缩短6分钟左右，耐火材料寿命大为提高。英国钢铁公司殊特钢分部实验室已成功地操作了一座150千伏安的直流电炉，并准备将一座15吨的普通电弧炉改造成直流电炉。

超高功率电弧也是一种高效能的炼钢设备，把大规模计算机控制与熔化过程和精炼过程的数学模型结合起来，可以进一步提高操作效率和降低能耗。最佳熔炼废钢配比的研究降低了原材料成本。用超高功率电弧炉作为熔化装置，而用钢包炉进行精炼的二次精炼工艺使炼钢生产的能耗大大降低，设备利用率提高，产品质量也得到改善，生产的灵活性得到加强。在熔炼车间中应用一次和二次除尘系统，使烟尘和废气的除尘率有了大幅度提高，减少了对环境的污染。

5. 水冷电极

英国钢铁公司研制成功电弧炉水冷电极，并于1983年12月申请专利。电弧炉炼钢由于炉内有大量氧气，电极不仅在极头有损耗，而且在极身也有损耗。其结果往往导致电极的下端呈圆锥状，使损毁速度加快。采用水冷电极，可以大大减少电极的损耗，延长其使用寿命。现在这一技术已被广泛采用。

6. 连铸

英国的连铸比约为50%，在世界上处于较低的水平。但是，英国在开发连铸技术方面是比较早的。

(1) 宽缘工字钢的连铸技术

在工字形坯的连铸方面，英国是先驱者。1964年英国钢铁研究协会 (British Iron and Steel Research Association, 简称 BISRA) 和加拿大阿尔戈马钢公司签定了合作研究开发合同，共同研究工字形钢坯的连铸。通过试验，确立了用异形坯轧制宽缘工字钢梁的可行性。得出只要在轧制过程中达到6:1的压缩率，产品质量就能得到保证的结论。并且解决了连铸工艺上的一些问题，为今后异形坯连铸的进一步发展打下了良好的基础。阿尔戈马钢公司已在工业生产中正式采用这一技术，解放了该厂的初轧机，使设备利用率和产量都得到提高。

(2) 小方坯连铸技术

英国钢铁公司第一台小方坯连铸机早在六十年代初就已经投入生产。近年来，该公司在开拓小方坯连铸产品潜力上做了大量工作。小方坯连铸机可以浇铸特殊钢这一事实，证明了小方坯连铸工艺的高速发展。例如，电磁搅拌、小断面铸坯的有效保护技术和浸入式水口等技术的应用和改进，以及计算机过程控制技术，所有这些促进了连铸的发展。

(3) 水平连铸技术

水平连铸工艺由于其有投资少；占地面积小、高度低、可以建于原厂房内；钢水静压力小、铸坯不弯曲、中间罐和结晶器间无金属的二次氧化，从而使铸坯质量提高；易于使用电磁搅拌等技术及其他一些显著的优点，已被广泛采用。英国在这方面的研究开展较

早，且在技术上有其独到之处。戴维—阿什莫尔 (Davy-Ashmore) 公司于1967年设计并制造了一台试验性的水平连铸装置，安装在该公司贝德福 (Bedford) 市的研究发展中心内。该设备的中间罐与结晶器固定相连不振动，而由拉坯机以拉—停及拉—推的拉坯工艺制度将铸坯经二冷区从结晶器中拉出。1977年10月，日本钢管公司从英国引进此项技术，在该公司的福山厂建立了一台工业规模的连铸机，用以进行低合金钢的连铸。生产实践的结果表明，该机效率与通常的连铸机相同，而所生产的铸坯质量更高，具有良好的工业化实用前景。这种设备作为使用固定结晶器的一种连铸机型，在众多的水平连铸设备中形成了一个流派。

(4) 连铸用旋转阀

连铸工艺要求精确地控制注入连铸机结晶器的钢液，这是一个一直难以解决的问题。英国钢铁公司发明了一种连铸设备上用的旋转阀，这种新型旋转阀可精确地控制从中间罐注入结晶器的钢流，而不会发生如现行使用的水口所产生的凝固问题。新型旋转阀已申请专利，并在英国钢铁公司梯赛德厂顺利投入使用。

总之，为了提高金属收得率，连铸的研究一直受到重视。以英国钢铁公司为例，就不断投入资金进行这方面的研究。通过更好地控制钢水的供给，对热传递进行更深入的研究，对连铸机进行工程改造和其他方面的改进，能使连铸工艺更加成熟和适用。原来只适于小型炼钢炉的小方坯连铸，现在通过使用300吨的钢包也能结合大氧气转炉进行生产。水平连铸中“间断铸造”工艺的开发，能将高炉铁水和铁合金铸成易处理的形状，而且不受污染。