

法国金属矿业 科研体制及科技动向

盛 桂 浓

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.....	(6)
主要科技成果.....	(13)
科研机构.....	(20)

概 况

瑞典位于欧洲的北部，面积约45万平方公里，人口约8百万。在两次世界大战中，瑞典都保持中立，工业比较发达，曾是十八世纪世界最大的钢铁生产国。1985年瑞典产钢达480.0万吨，平均每人600公斤，是世界上钢人均产量很高的国家之一。

瑞典钢铁工业素以冶炼特殊钢著称，特殊钢占其钢产量的四分之一，远高于美国、日本、西德和英国等工业发达国家的比例（约为10~20%）。瑞典的特殊钢约有80%出口，其中主要为不锈钢，高速工具钢，工具钢（包括中空钢）和轴承钢。但迄今为止，瑞典所需的普通钢材仍有相当部分依赖进口。目前瑞典每年出口约200万吨钢（主要是特殊钢材和普通钢材中的特殊产品），进口约180万吨钢（主要是普通钢材）。因此，就产值来说，出口钢材的价值超过进口的50%。由此可见，特殊钢在瑞典国际贸易中占有很重要的地位。瑞典特殊钢的最大出口市场是西德、英国和美国等工业发达国家。

瑞典特殊钢之所以能在国际市场获得特殊的地位尤其是在产品质量上负有盛名，其主要原因有以下三点：1.有良好的资源条件。瑞典中部有丰富的木炭和水电资源，特别是拥有世界罕见的高质量铁矿，为瑞典早期用酸性平炉冶炼优质钢提供了有利的条件。2.采用先进的生产技术。瑞典除有良好的技术传统和基础外，瑞典政府还非常重视对生产工艺和产品质量的不断研究与改进，生产技术和装备水平都处于世界领先地位如喷射冶金法、SKF-MR双壳熔化—精炼工艺等。3.重视对钢铁企业的改造。从七十年代末起，瑞典

政府为了适应国际市场竞争的需要，先后对普碳钢和特殊钢的工业结构进行了大规模的调整与合并。一些特殊钢公司不但在钢种生产上进行了专业化分工，而且在品种规格上也各有分工或侧重。例如，调整后，瑞典的不锈钢生产主要集中到桑德维克和阿维斯塔两大公司；前者主要生产不锈钢无缝钢管、不锈钢带等产品，后者主要生产不锈钢板材等产品。这种按产品种类进行分工生产的方法，有利降低成本，提高质量，创出名牌产品，增强市场竞争能力。

瑞典政府历来重视钢铁工业的科研工作。目前，在世界上得到很高评价的新工艺不少是瑞典首创的如ASEA-SKF钢包精炼炉、SKF-MR熔化—精炼工艺，CLU法生产不锈钢，粉末高速钢生产工艺，离心铸造复合大型轧辊，喷射冶金法，ASEA-Nyby粉末不锈钢管坯制造法等等。据联合国经济合作与开发组织（OECD）发表的调查报告表明，瑞典每年将工业增长值的2~3%用作钢铁工业的科研经费。1981年瑞典的吨钢科研经费达10.9美元/吨，大大超过了美国（4.9美元/吨）、日本（4.5美元/吨），西德（2.7美元/吨）等国的同期水平，居世界第一位。尽管近十年来世界钢铁工业一直不景气，但瑞典钢铁工业的科研经费不但没有削减而且还增加了。1975年瑞典用于钢铁工业科研的经费为30百万美元，1981年增长到40百万美元（按1975年不变价格换算），增长了33.3%。与此同时，瑞典从事钢铁工业研究的工作人员也不断增加。目前瑞典钢铁工业总职工人数约5万，其中科研人员占2.98%。瑞典钢铁工业的科研经费主要是由企业提供，政府只拨给很少一部分。例如：1975年瑞典用于钢铁工业的科研经费估计为30百万美元，其中政府只提供了1.9百万美元，其余的全部由企业提供。

瑞典钢铁工业的科研工作隶属于国家技术发展局（简称STU）

的领导，其科研机构大体分为三种：一是国家有关部门的研究机构，如瑞典金属研究所等；二是高等院校，如瑞典皇家工学院等；三是各大钢铁公司（包括私有的）研究所如乌德霍姆公司中央研究所等。钢铁工业的基础研究一般是在大学，专科研究所、瑞典金属研究所和瑞典冶金研究基地进行；应用研究是由瑞典皇家工学院、专科研究所和钢铁企业负责进行。瑞典钢铁协会则进行民间合作研究的协调，并兼管技术交流工作。

瑞典国家技术发展局（简称STU），实际上是瑞典工业部下属的一个独立的执行机构。它成立于1968年7月1日，代表政府对各技术研究与发展项目给予财政援助与协调，并兼负提高技术和科学水平的责任。STU掌管瑞典全国研究与发展总资金的10%左右。该局现有工作人员225名（1977年），局长是Sigvard Tomner，其组织机构示于图1。

瑞典钢铁协会，创立于1747年12月29日，是瑞典钢铁工业进行共同研究活动的一个中心组织，也是世界上最老的民间钢铁工业组织。该协会最初创建的目的是向瑞典钢铁企业提供财政与技术援助，但现在的重点是组织、协调钢铁工业科学与技术的开发活动。到目前为止，实际上瑞典、芬兰、挪威、丹麦的钢铁企业都参加了瑞典钢铁协会的联合研究活动，参加这些活动除了钢铁企业外，还包括有色金属、矿山及有关研究单位。活动资金来自三方面即参加该协会的成员企业缴纳的费用，国家技术发展局（STU）和北欧技术与工业发展基金会的拨款以及各企业的捐款。协会全年的研究经费约1.4千万瑞典克朗。

瑞典钢铁协会的最高科研审议机构是研究委员会。由该研究委员会根据预算的收入和支出制订科研课题，决定研究工作的主要方

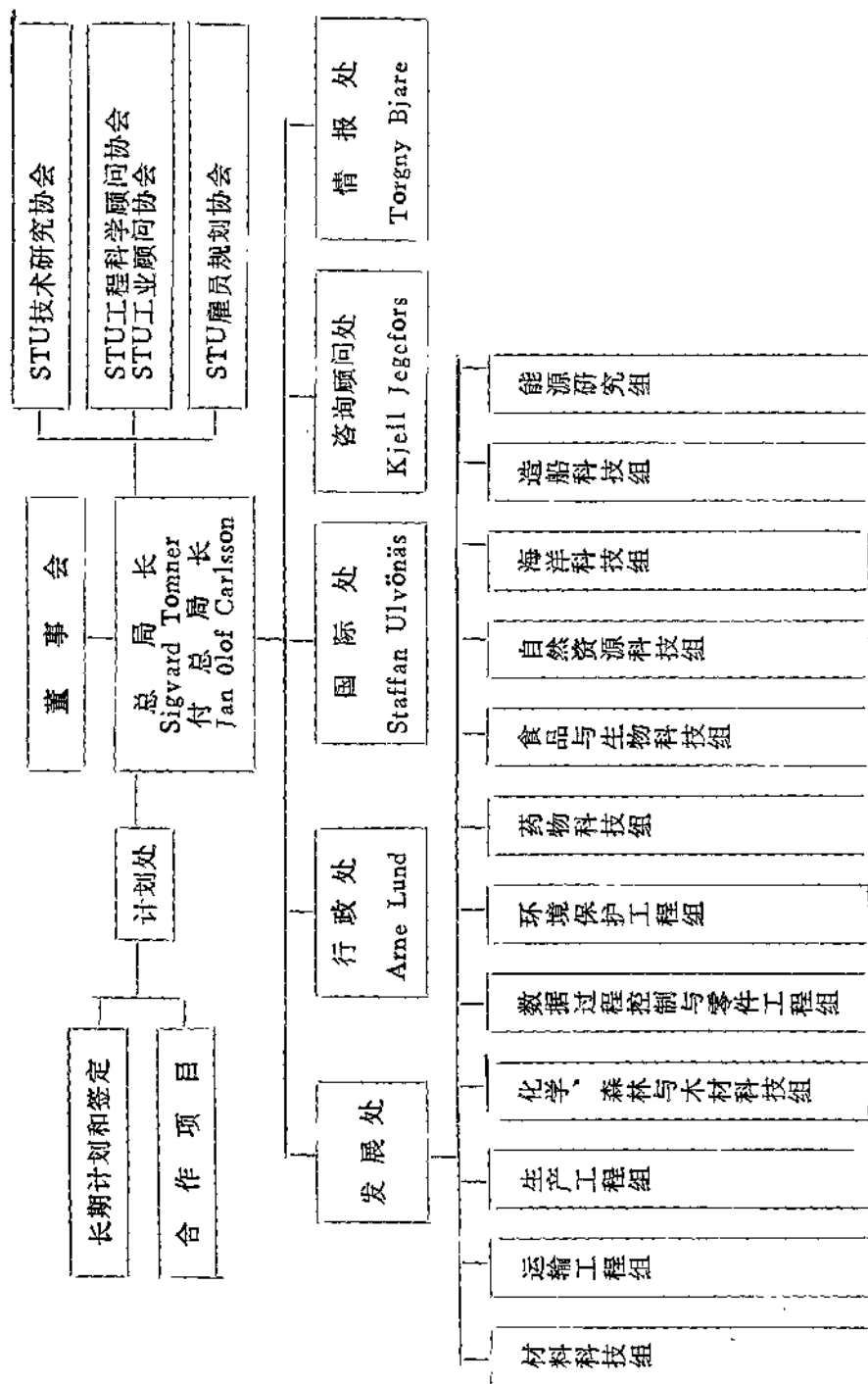


图 1 瑞典STU的组织机构

向。研究委员会下设五个专业委员会即（1）化学冶金；（2）切削与成形技术；（3）材料科学；（4）粉末冶金；（5）采矿与冶金史研究。每一专业委员会由许多分会组成，成员都是各方面的专家，其任务是审查和提出各领域的研究项目和建议。目前共有约160个分会，共有成员1150人，大部分成员都是来自各成员企业的工程师与研究人员。图2是该协会的组织机构简图。

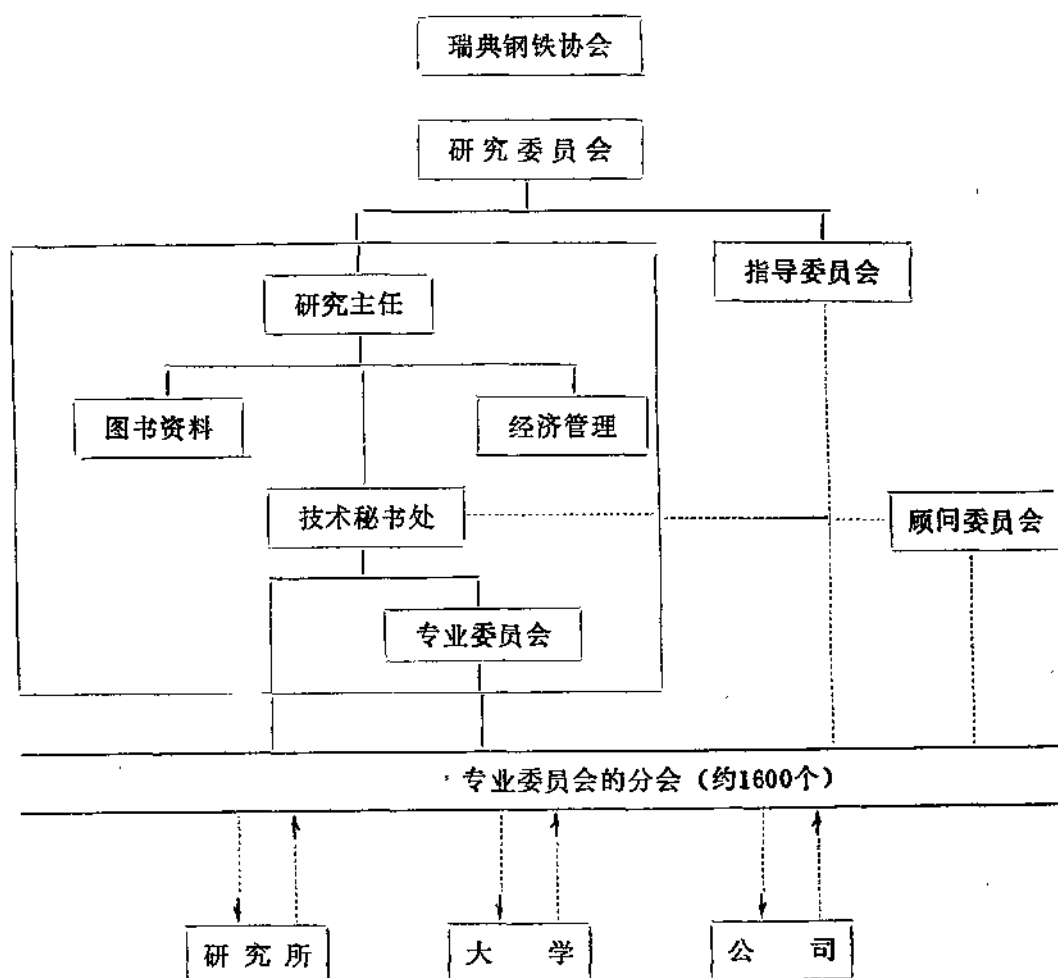


图 2 瑞典钢铁协会组织机构简图

科 研 工 作

一、组织形式：

瑞典钢铁工业科研工作有三种组织形式：

- (1) 由国家技术发展局负责的科研工作；
- (2) 由钢铁协会负责的科研工作；
- (3) 由各企业负责的科研工作。

下面介绍前两种组织形式：

1. 国家技术发展局负责的科研工作：

瑞典钢铁工业的重点课题是由国家技术发展局发展处直接制订。这些课题是根据国外的动向和本国的实际情况制订的。

国家技术发展局 (STU) 确定课题后，一般是将任务下达给有关大学或研究院所、MEFOS冶金基地和有关公司，由这些单位组成联合课题组，共同进行研究。例如STU确定的铁水预处理课题是由皇家工学院，MEFOS冶金基地和瑞典钢铁公司 (SSAB) 共同承担的。该课题的研究是由皇家工学院确定试验方案并进行试验室试验，在MEFOS基地做中间试验，然后在SSAB做工业性试验。联合课题组的好处是，当试验出现问题时可以马上得到反馈，修正试验方案，提高了研究效率。课题取得成功后，联合课题组要向STU和为此项工作投资的企业汇报成果。

STU课题的经费部分由STU提供，其余部分由企业提供。

2. 钢铁协会负责科研工作

钢铁协会组织的研究课题一般来自民间。确定课题的程序如

下：课题的来源可以是任何企业或个人，经专业委员会筛选后，再征求各企业的意见，最终进行投票表决。课题的研究经费来自各企业按产值比例交纳的费用。对于特殊项目，STU还要提供部分经费（一般占总经费的35%）。课题研究有三种组织形式。第一种形式是由专业委员会成员单位自己进行研究（详见图3）；第二种是专业委员会托给某一研究院或大学进行研究，在这种情况下，专业委员会处于领导地位（详见图4）。第三种形式是由研究院所承担课题的领导工作，组织其它院所和各企业进行共同研究（详见图5）。事实证明，这种形式最有利于课题的进行。

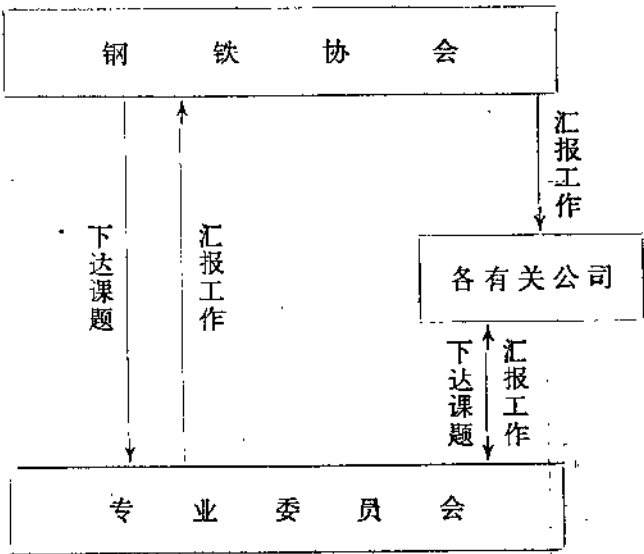


图 3 瑞典钢铁协会科研课题的第一种组织形式

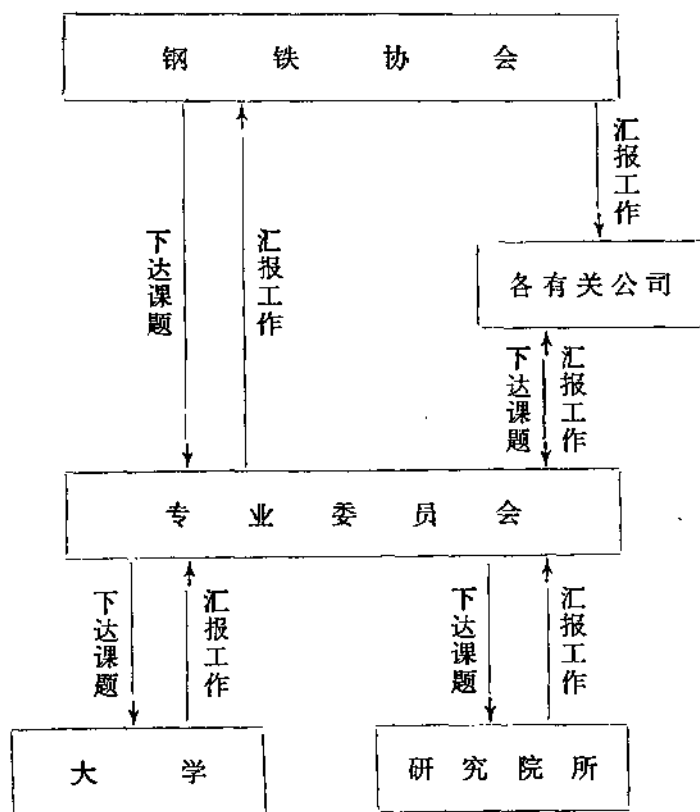


图 4 瑞典钢铁协会科研课题的第二种组织形式

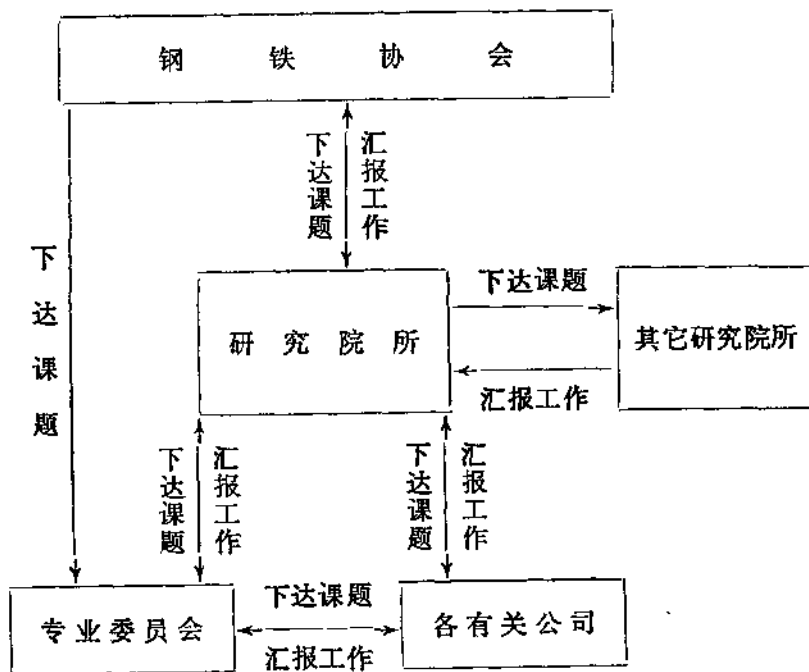


图 5 瑞典钢铁协会科研课题的第三种组织形式

二、科研重点：

瑞典在材料研究领域中长期处于领先地位。瑞典国家技术发展局（STU）的材料科技组是最受重视的专业组之一，它包括除木材外的所有材料。为了促进材料领域的迅速发展，STU对材料的基础研究和应用研究十分重视。研究的目的在于改善现有材料性能以满足现代科学技术的要求，开发新型材料以满足特殊需要。

钢铁材料在瑞典材料科技研究中占首位。70年代中期和末期，钢铁材料占材料科技组每年拨款的37%。这样做的目的是保持瑞典的高质量钢在国际上的优势地位。得到材料组财政拨款的冶金研究单位或组织有：瑞典金属研究所、MEFOS冶金基地、钢铁协会和瑞典腐蚀研究所。

七十年代合金钢是瑞典钢铁工业的重点。STU非常重视开发那些能生产新型合金钢品种的新工艺，重视合金钢精炼工艺的开发和高合金钢连铸的研究。

八十年代，由于考虑到能源紧张，STU把研究的重点放在开发那些生产和使用时都能节省能源的材料上，并且要求所研制的材料要同时具备使用寿命长、可以回收的优点。在金属材料方面，STU的研究重点是粉末冶金和快速凝固技术。

粉末冶金具备能源消费低，金属消耗少，生产简便、生产率可提高等优点，从而显示它的生命力。据国际上有关权威指出，粉末冶金技术即将出现最终突破。瑞典进行粉末冶金研究的目的是巩固它在这一领域的领先地位，深化各有关大学在该领域的专业知识。

粉末冶金研究的时间安排为1980~1986年，国家技术发展局的

投资为8百万瑞典克朗，研究内容如下：制造工艺研究（包括：压型、烧结、热处理和粉末快速冷却技术的研究）、合金系及产品性能的研究（包括：粉末性能、杂质的影响，各类型材料性能的研究和新型材料的研究）、测试技术的研究（包括：烧结过程测试、非破坏性试验、各种压制件密度的测定）。

快速凝固合金具有独特的磁性、机械性能和电性能，并且许多合金还具有优良的耐蚀性能，用快速凝固技术生产的磁性材料、工具钢和超级合金等可满足各种苛刻的条件以及机械性能的要求。由于瑞典在与快速凝固领域相近的粉末冶金领域处于领先地位，因此在这方面开展研究具有重大的意义。

快速凝固技术研究的时间安排为1984~1989年，国家技术发展局（STU）的投资为14百万瑞典克朗。研究内容如下：合金理论（包括：预测适当合金成份的方法、热力学及表面研究）、凝固过程的研究（包括：凝固期间的热传导、晶粒的成核和长大、合金成分和过程参数对微观结构的影响）、粉末特性研究（包括：微观结构及表面的研究、机械性能、电性能、磁性能和热性能的研究）、大块材料的凝固（包括：凝固理论、大批量生产问题、表面性能和合金组分对快速凝固材料凝固时的影响、凝固时微观结构的变化）、大块材料的特性（包括：①机械性能、热性能、电性能、腐蚀性能及抗氧化性能的研究；②微观结构的研究；③热处理和变形的影响；④稳定性的研究）、快速凝固技术特殊应用的研究（包括：非晶薄膜和表面熔化的研究）。

三、科研工作的特点

1. 重视文献研究工作

瑞典钢铁工业的科技人员十分重视文献的研究工作，在课题开始之前有充裕的时间进行文献工作。例如，前面提到的铁水预处理课题的文献工作是三个月的时间。

查找文献一般都有专人负责，科技人员给出文章题目，如果国内有此文献，科技人员三天内即可得到，如果国内没有此文献，一周左右就可收到该文。

科技人员通过对文献的研究和分析写出综述文章，详细说明国外的水平和试验情况，课题组对这篇文章进行详尽讨论后，才能制定试验方案。

科技人员由于对文献进行了深入的研究，因此他们很少重复国外或别人取得成功的试验，提高了效率。例如MEFOS冶金试验基地的研究人员，有时并不安排中间试验，只是根据文献提供的资料，直接为工业性试验提供数据，并且往往取得成功。这也是该基地盈利的原因之一。

2. 专款专用

瑞典科研课题的经费通常分为：文献费用、试验费用、原材料、设备费和工资等几个项目。科技人员必须按各款项规定使用经费，不得相互挪用。例如，经费中工资款项是按照科技人员付出的研究时间支付的。有时一位科技人员要同时承担几个课题的研究。在这种情况下，需要他记下从事每一课题研究的时间，比如上午8点~12点从事第一个课题的研究，这段时间的工资由第一个课题经费支付，下午1点~5点从事第二个课题的研究，这段时间的工资就由第二个课题经费支出。与此同时雇用该研究人员的单位不支付他的工资。对于实验室工作人员也是这样，从事那一课题的试验，其工资就由那个课题支付，没有课题时由雇用单位支付。

3. 分工细致

瑞典科研单位的工作人员有管理人员、研究人员、试验人员、秘书和工人。在这里工作的研究人员只需要集中精力搞研究，其它事务性工作一概不管。比如，不需要跑课题和要经费（我国科研工作者在这些事情上要花费大量的时间和精力），不需要自己动手准备试样、做试验和处理数据。出差费用也不用自己亲自报销，这些均有专人负责。甚至写好的信也只需放在自己办公桌上的发信格内，每隔两小时就有专人取走代发。因此科技人员的研究时间得到了保证。

然而，科技人员的研究任务是很重的。就拿MEFOS基地来说，每位科技人员要同时承担3~6个课题，并且对于一位具有中级水平的研究人员来说，一年要写出10篇以上的研究论文，中等以下水平的研究人员每年要写出4篇论文。

4. 国立科研单位均是盈利单位

瑞典国立科研单位除了接受STU和钢铁协会委托的课题外，还承担许多直接来自企业的课题。由于竞争的需要，这些课题的保密性强、周期短，一般这样的课题完成后，只需按要求向委托企业提供报告或数据。这些科研单位就是以这些方式得到资金并成为盈利单位的。

5. 重视国际间的合作

瑞典的许多科技成果都是与国外共同合作取得成功的。例如，铁浴式熔融还原炼铁法是瑞典皇家工学院与日本三家钢铁公司共同研究成功的。CLU不锈钢精炼法是瑞典乌德霍姆公司与法国一家公司共同研究成功的。

瑞典十分重视与北欧国家的合作，在北欧四国之间有许多合作

课题。

除了上述两种合作方法外，瑞典还请进外国专家或学者来参加研究工作。例如我国的一些科技人员（钢铁研究院的杨印东、曹永佳、高家钟、俞茂德和钢铁学院的刘述临等）曾在瑞典搞过一两年的研究工作。

除了钢铁行业外，其它行业也是这样。例如我国著名数学家杨乐曾在瑞典数学研究所提任过两年所长的职务。

瑞典这样做的目的是，取长补短，提高自己的研究水平，扩大研究领域。

主要科技成果

一、炼 铁

虽然高炉炼铁已有300年左右的历史，在技术上也相当完善，但是它仍然存在许多严重不足，例如基建投资大，能耗高，灵活性差、矿石需要进行预处理、需要用优质焦炭以及严重污染环境等。所以，近年来瑞典也和许多国家一样致力于开发直接用矿粉作原料和一般煤作还原剂的熔融还原炼铁技术，并是熔融还原技术发展快的国家之一。目前，瑞典已研究出三种接近工业生产的方法，即等离子熔炼法、INRED（强化还原）法和ELRED（电还原）法。这三种方法的共同特点是，可以直接利用矿粉，简化了原料预处理设备；以非焦煤为主燃料，使炼铁摆脱了对昂贵的焦炭、石油和天然气的依赖，可取消或缩小焦炉规模；生产调节手段灵活，开、停炉比高炉方便，可以做到小规模经济生产，有利于建设中小钢铁厂；环境

污染小。下面分别介绍这三种方法。

1. 等离子炼铁法

等离子炼铁法是瑞典SKF公司首先研究成功的，此项工作始于七十年代初期。1980年，该公司在能力为750公斤/时炉子上完成中间试验，1984年将年产能力为6~7万吨铁的小高炉改造为工业试验装置。

等离子炼铁装置是由流态化床和竖炉组成。它的工艺流程是：由流态化床对矿粉进行预还原，还原到50~60%的程度。然后，将粉状预还原矿、熔剂、煤粉（或其它燃料）和用等离子焰加热过的炉顶还原气一起风口吹入竖炉内。竖炉内装满了焦炭，预还原矿在高温焦炭层内进行熔化和终还原，生成的铁水与高炉铁水质量相当。

等离子炼铁法的特点是：

（1）投资省。吨铁设备投资可比高炉节省一半。另外，还可将现有高炉改造为等离子炼铁竖炉，改造后产量可提高。

（2）节约燃料。等离子炼铁法，主要使用电力（1120度/吨铁），因而节省了燃料（每吨铁消耗煤粉约200公斤，焦炭约50公斤）。另外，与高炉法相比，能耗约低25%，生产费用约低20%。

（3）对环境污染小。

（4）可连续操作，便于实现自动化和计算机控制。

2. INRED法：

INRED法也称强化还原法。瑞典Boliden公司于1972年开始研究该法，1978年在MEFOS冶金基地建成5吨/时试验炉。1982年8月又建成一座8吨/时试验炉。

强化还原系统是由闪速熔炼室、电炉、电站和氧气站组成。还