

90 NIANDAI WO GUO ZHAGANG
JISHU FAZHAN ZHANLUE YANJIU

90年代

我国轧钢技术
发展战略研究

——第四届轧钢学术年会论文集

中国金属学会轧钢学会

前 言

为配合冶金部中长期轧钢科技规划的制定,中国金属学会轧钢学会与山东省金属学会联合,于1990年10月20~23日在山东省青岛市召开了第四届轧钢学术年会。会议回顾了我国轧钢技术发展的历程,分析了国内外轧钢技术现状和发展趋势,以改善品种结构、提高产品质量为中心,就我国轧钢生产技术发展、科技进步问题进行了比较全面、比较系统、比较深入地研讨,提出了轧钢技术进步的10项要求、建议重点抓好的80套关键轧机、重点发展的48项轧钢新技术和“八五”期间应重点抓好的23个钢材品种,以及各个专业技术发展的建议。

会议论文都是作者经过调查研究,在分析大量数据的基础上写成的。论文有数据,有分析,有建议,对中央和地方各领导部门、生产企业、科研和设计单位、高等院校进行技术决策和研讨轧钢技术发展问题有一定参考价值,为此我们决定将论文编辑出版。

论文中涉及许多重要数据,因此,论文集为“内部发行”。请各有关单位及读者注意论文集的保管。

为了出好论文集,组织了论文集编辑委员会,领导编辑、出版、发行工作。由《轧钢》编辑部具体负责有关事宜,由于时间仓促、水平有限,难免有错误和不妥之处,欢迎读者批评指正。

中国金属学会轧钢学会

1991年7月1日

中国金属学会轧钢学会第四届学术年会

论文集编辑委员会

主任委员: 张乃平

副主任委员: 李世俊 赵林春

委 员: 谢仕拒 周积智 戚 锦 贺毓辛 陈 瑛 乔德庸 袁宏庆

目 次

关于轧钢技术发展战略的若干问题.....	殷瑞钰 (1)
对我国轧钢技术发展方向探讨.....	龙春满 (4)
我国轧钢生产现状及发展战略的思考.....	谢仕柜 李世俊 (13)
我国轧钢技术发展过程的回顾与剖析.....	崔 峰 (23)
对我国轧钢技术发展的剖析.....	王定武 (29)
我国钢材品种结构和板管需求浅析.....	陈 瑛 (38)
浅论我国轧钢技术的发展.....	钟廷珍 (44)
对改善我国钢材结构的几点看法.....	赵林春 周积智 (48)
我国钢的成材率发展现状及展望.....	杨方泰 (53)
坚持品种质量第一 发展轧钢技术.....	袁宏庆 (62)
我国中厚板的生产现状及发展方向.....	徐仰善 陈 瑛 (67)
国民经济各部门对特厚钢板的需求及发展对策.....	常兴亚 叶明安 (73)
现代热轧宽带钢轧机的新工艺、新技术、新设备.....	周良俊等 (81)
国内外热连轧板机生产技术现状及展望.....	冯振亚 杨 广 (94)
现代冷轧宽带钢生产技术及对我国发展冷轧产品的几点设想.....	徐 愚等 (107)
关于中等规模热轧宽带钢轧机的建设方案.....	于世果 刘福星 梁永林 (113)
低产量热带轧机讨论.....	彭一鸣 (119)
我国汽车用钢板的需求与对策.....	茹 铮 唐 荻 江社明 (128)
我国不锈钢板带生产技术现状和发展.....	李 成 (139)
我国电工钢生产技术现状与发展.....	袁遐峰 (150)
我国钢管生产技术现状和展望.....	宋本仁 汤文全 (154)
我国油井管生产技术的现状及其发展.....	黄公健等 (160)
我国电站用高压锅炉管现状与国产化.....	殷国茂 江永进 刘亚励 (168)
我国镀、涂层钢管的现状与发展.....	陈厚载 (174)
热轧无缝管技术的进展.....	李国楨 (178)
国民经济发展对重轨及大型钢材的需求与对策.....	乌统伟 徐衍革 (183)
我国钢轨生产现状、需求及对策.....	张慧生等 (189)
现代中型轧机设计趋势.....	吴书麟 (201)
中小型线材轧机的改造途径.....	钟廷珍 (210)
浅谈我国线材轧机的技术改造.....	强十湧 (216)

复二重线材轧机的发展前途.....	乔德庸 (223)
扩大产品出口 发展金属制品工业.....	文一元 蒋治鑫 (227)
薄板坯连铸连轧生产技术考察报告.....	张乃平 黄德琛 (233)
钢的连铸与轧制连续化过程的新发展.....	王廷溥 (242)
对连铸—轧钢生产连续化的探讨.....	杨桂馨 袁宏庆 (249)
复合塑性加工的新技术.....	赵志业 (255)
我国钢成型工艺流程应加速简化.....	沈永淦 (261)
对地方企业轧钢生产技术发展的意见.....	魏铭让 (266)
对地方发展板带生产前景的探讨与对策.....	贺毓辛 (270)
我省钢材需求和轧钢生产技术发展方针及任务.....	李志刚 吕 培 金庆珍 (273)
本溪钢铁公司轧钢厂的改造设想.....	秦玉明 (279)
结合市场需求发展钢材品种提高产品质量.....	王朝江 (284)
邯钢轧钢生产和技术改造规划设想.....	谢 权 (291)
济钢轧钢系统发展规划探讨.....	刘玉斌 陈玉升 (298)
第5届国际轧钢会议介绍.....	崔 峰 余永桂 (305)
第3次国际塑性加工会议介绍.....	贺毓辛 (311)
国外轧钢技术发展动向.....	田 异 沈永淦 (314)
南朝鲜钢铁工业的崛起.....	沙才智 (318)

关于轧钢技术发展战略的若干问题

殷瑞钰

(冶金工业部)

各位专家、同志们：

今天在青岛举行中国金属学会轧钢学会第四次年会，这是一次令人关注的、很重要的会议。首先在此向各位问好，祝贺会议的召开。

由于近期工作较忙，一时抽不出空，不能前往参加会议，因此失去了向大家学习、聆听专家们高见的机会，应该说是一件憾事。

下面想作一简要的书面发言，谈谈想法，以抛砖引玉。

1. 调整产品结构和市场研究

在当前治理整顿、深化改革的过程中，我国国民经济面临进一步调整产业结构这样一个深层次的经济课题。国民经济要调整产业结构，作为基础原材料工业的钢铁工业自然也要调整产品结构。轧钢作为钢铁工业长流程的终端工序，以其产品（各类钢材）直接向国民经济各部门、各行各业进行服务。从某种简单意义上讲，对各行各业而言，轧钢工序所体现出来的品种、质量水平是代表了整个钢铁工业的，所以轧钢工序极其重要。此次第四届轧钢学术年会以“中长期国民经济各部门对钢材需求预测和轧钢技术发展战略研讨”为会议主题，我认为这个主题很好，有现实意义和长远意义。

在有计划的商品经济中，发展钢铁工业必须十分重视市场（市场研究、市场预测）。市场状况主要是由国内生产资料的需求、消费资料的需求以及出口的需求所决定的。在90年代的进一步改革开放过程中，我们既要研究国内市场，也要研究国际市场，并应在此基础上，进行综合、分析和预测，这对于钢铁工业的生产、建设和科研、开发都是很重要的。从我们国家经济发展的情况看，从我国钢铁工业的企业结构和产品结构的现状看，我国钢铁工业在90年代面临的市场状况，在总体上可能呈现：供应总量上的相对不足，而在某些品种（质量）上则是短缺和滞销并存。因此，进行国民经济各部门对钢材需求的中长期分析、预测，对于生产经营、投资建设以及宏观调整具有十分重要的指导意义，必须予以重视。

为了适应市场情况的变化，学会利用两个市场，扩大钢铁产品的出口是十分必要的。作为一个年产6000万吨钢以上的世界主要产钢国，出口钢铁产品不是一个权宜之计，而是必须认真思考的问题。通过改革、开放，我们已经清楚地看到现在的市场是一个世界范围的统一市场，各国及各地区之间在钢铁产品的品种、规格、数量，甚至质量水平上的需求，需要互相交换和调剂，任何一个国家都不可能也不必要做到完全自给自足。此外，我们还应看到我国钢铁工业的进一步发展对国际资源的依存程度将越来越大的趋势，要进口国内短缺的初级原料，必须相应出口一些有竞争力的冶金产品。同时，也应该看到出口产品对我国钢铁工业

的建设改造、科技进步、企业管理也将产生积极的推动作用。因此，必须研究国际市场，采取对策，适应发展。

钢铁工业调整产品结构，轧钢工序首当其冲。钢材市场的研究和中长期需求预测，对于做好“八五”期间的总体安排和明确努力目标也是一个基本前提。因此，对全国和各个企业、各个单位而言，这一工作仍属当务之急。

2. 关于技术进步和技术改造

我国钢铁工业技术的主要目标：一是要在质量上、品种上采取较“七五”期间更为积极有效的措施，以适应国民经济第二个翻一番和人民生活达到小康水平的要求，适应国民经济各阶段发展的需要，适应在国际市场上参与和竞争的需要。二是要突出抓好节能、降耗，不断优化成本构成，增强竞争力和抵御市场风险的能力。三是要调整行业内部的结构。加速矿山发展，加强耐火材料等基本材料的建设和改造，促进整个钢铁工业的协调发展。总之，要结合国情、结合行业内部情况，加速技术改造，加快技术进步，争取更好的效益。

企业技术改造、技术进步的根本途径应该是改造和理顺工艺流程，提高装备水平。

由于钢铁生产是一个长流程的工艺，每一个工序、每一个工艺环节对于产品的质量、物耗、能耗以及产量、效益都将带来影响，而我国大多数企业的工艺流程还相当落后，潜力很大。因此应该把改进和理顺工艺流程作为企业技术改造的主要着眼点和基本任务。我们必须高度重视装备水平问题，因为设备是先进工艺的保证，设备是产品质量和品种的保证，设备是人身安全的保证，设备是生产效率和企业效益的保证。因此，提高装备水平应是企业技术改造、技术进步的重要手段和具体标志。

结合中国实际，分层次地采用当代先进技术、先进实用技术和适用先进技术，对现有工艺流程有步骤地进行改造，从总体上推进技术进步，从根本上提高企业素质和经济效益，是值得我們深入研究和积极推进的课题。

对于我国钢铁生产工艺流程中重要一环——轧钢工序而言，至少有三个问题值得重视和研究。其一是研究和理顺轧钢与连铸的关系，发挥整体优势；其二是研究如何有效地提高产品质量，具体地讲是如何在在线控制、在线检测的前提下，用自动化技术来改造轧钢生产作业线，有效而稳定地提高产品实物质量；其三是要分别研究和明确各类轧机、各类轧钢生产作业线需要解决的带有共性的重大问题。

3. 关于理顺轧钢与连铸问题

连铸是当代钢铁生产技术进步中的重要一环。由于具有收得率高、节能和提高产品质量等方面的优势而在全世界得到迅速发展。在我国也是一样，要作为一个重大关键技术来推进。然而，连铸的效益要得到有效地、充分地体现，必须理顺轧钢与连铸的关系，解决好匹配和衔接问题，只有这样才能真正优化生产过程，发挥装备的整体优势。

连铸与轧钢的“匹配、衔接”，包括断面几何形状尺寸上的衔接，生产能力上的匹配，生产时间节奏上的配合和协调，坯件温度和热能上的衔接、节省，以及产品性能、质量上的遗传和控制等方面。这些方面的问题无论是在生产建设过程中，还是在科研、设计、开发研究过程中，无论是在生产组织中，还是在学术研究中都有许多重要的课题值得研究、探索。

理顺连铸—轧钢的关系应该体现在：

- ①工艺流程上的互相适应、理顺;
- ②产品结构、产品质量上的理顺和优化;
- ③工序衔接过程中节能降耗的理顺和优化;
- ④企业轧钢车间组成的优化和简化;
- ⑤全行业产品专业生产分工上的优化组合。

轧钢一定要适应连铸不断发展的形势,互相适应,双向理顺。

4. 关于提高质量问题

钢材质量应包括:

- ①外形、外观质量:尺寸精度、各类弯曲度、定尺水平、包装标志及质量等;
- ②钢材的性能和内在质量;
- ③表面质量。

根据我国“八五”期间国民经济发展的水平,结合我国钢铁生产企业的现状,应该很好地研究一下提高质量的总体策略。坚定地把质量放在第一位是不能动摇的。同时,我们还应该实事求是地思考,不能笼统地提“赶超国际先进水平”,应该根据不同企业、不同产品、不同工艺流程,以及不同装备水平,分层次地研究产品质量问题。就全国而言,是否可以这样分析:第一个层次是,要充分发挥先进工艺、先进装备的优势,在某些产品上赶超国际先进实物水平。第二个层次是,以执行“双标”为目标,以建设完整的作业线为基础,稳定而有效地提高产品实物质量。第三个层次是,以现有工艺、现有装备为基础,适当改造关键装备,提高人员素质,加强企业管理,全面认真地执行国标、部标,切实地达到提高产品质量之目的。

轧钢是提高产品质量的关键工序之一,钢材的性能、外观外形质量、表面质量以及包装质量等都与轧钢生产有直接关系。我们希望能够从实际出发,系统地研究一下不同类型钢材提高质量的方法、手段和目标水平。

在轧钢工序提高产品质量的过程中,如何应用先进的测试方法、先进的控制手段来改造和武装作业线,也是一个带有共性的课题。在线检测应分别包括各种有效的测温、测速、测厚、测宽、测长、测重、探伤等手段,在此基础上配套开发不同水平的在线控制系统,有条件的单位要积极采用电子计算机实现自动控制,使轧钢生产逐步进入稳定的受控状态。

各位专家、各位代表:轧钢学会人才荟萃,是发展我国钢铁工业的智囊机构之一。这次会议请来了从事生产、科研、设计和教学等方面的轧钢专家,还有相关专业方面的专家,我们相信,通过大家互相研究、集思广益、献计献策,必将有力地推动我国轧钢事业和轧钢科技的发展。

预祝会议圆满成功。

祝各位专家、各位代表工作顺利,身体健康。

对我国轧钢技术发展方向探讨

龙 春 满

(鞍山钢铁公司)

钢铁工业是国民经济发展的基础工业。在世界工业发达国家人均钢材消费量约为600~700kg/人·年,而我国1989年钢产量突破6000×10⁴t,钢产量仅低于苏联、日本、美国,但人均只有40~50kg/人·年。在钢材品种、质量及节能降耗工作上虽取得了很大进展,但仍是制约国民经济发展的薄弱环节之一。钢材数量、品种、质量的“三个不适应”,不能满足各行各业技术进步和产品升级换代的需要。为了改变我国钢材生产的落后状况,赶超工业发达国家,我国制定了到本世纪末的钢铁发展规划。而轧钢生产如何适应国家钢铁发展的总体规划,是我们广大轧钢工作者的迫切任务。

60~70年代工业发达国家轧钢生产的发展,以大型化、高速化、专业化和自动化为其重要标志。进入80年代,由于钢材市场的强烈冲击,发达国家的轧钢生产已转向多品种、高质量、低消耗、高效化和高效益的轨道上来。为了更好地发展我国轧钢事业,结合我国具体情况确定轧钢技术的发展方向是一个十分重要的课题。作者根据37年来轧钢生产的实践,提出如下“八化”,愿同轧钢工作者们共同探讨。

1. 钢坯连铸连轧化

连续铸造钢坯与模铸初轧机开坯相比,有很多优越性。一般可提高成坯率10%,工序能耗降低10%,且规格尺寸良好,内在质量均匀。据统计,连铸比每提高1%,可提高钢材综合成材率0.1%,所以80年代以来连铸坯得到迅速发展,连铸技术有了极大的突破。在钢种上,除了滚珠轴承钢、高速钢等尚在试验之外,大部分钢种均可连铸。在规格上,除厚板坯、大小方坯外,异型钢坯,管坯也可连铸。

近年来,采用连铸连轧新工艺,不仅简化了生产工序(如钢坯加热、剪切和粗轧等),而且可降低设备投资费用,减少能耗。这项新工艺为中、小型钢铁企业经济地生产钢材开辟了新途径。采用钢坯连铸连轧技术主要应具备以下条件:①钢质要纯净,确保钢坯无缺陷;②连铸机、轧钢机等生产设备的生产能力应互相匹配。

钢坯连铸连轧技术的开发与连铸技术取代模铸和开坯的意义相比,有人称之为“连铸技术的第二次革命”,具有广阔的发展前景。

一般情况下,钢坯连铸连轧生产线主要有:钢坯连铸机、辅助快速加热炉、钢坯轧机或成品轧机、冷却台架或冷却链、卷取设备或成品精整设备等。

近年来,美国、西德、日本等国又开发出薄板坯连铸连轧技术。新开发的薄板坯连铸连轧技术,由于采用带钢连铸设备和减少粗轧等轧制设备,降低了投资费用,因而兴建薄板坯连铸连轧生产作业线,在经济上是可行的。

美国核子 (Nucor) 钢公司新联合钢厂建设了 1 套年产 $82 \times 10^4 \text{ t}$ (最小厚度为 2.5mm, 最大宽度为 1350mm) 的带钢厂, 并于 1989 年投产。该薄板坯连铸机可连铸 $50 \times 1350 \text{ mm}$ 的薄板坯, 然后送入隧道式快速加热炉, 对角部补充加热, 将加热好的薄板坯送入 4 架四辊式精轧机直接轧成最小厚度为 2.5mm 的成品。

日本住友金属工业公司开发出带钢浇铸法, 钢水在旋转的上下辊表面上凝固成连续的薄带钢, 铸速为 $10 \sim 40 \text{ m/min}$, 铸态带钢厚度为 $1 \sim 4 \text{ mm}$ 。试验结果发现, 在带钢上有夹层、边部裂纹、纵向裂纹等缺陷, 显微结构上有细晶粒树枝状晶体从带钢的两侧生成。这种铸态带钢, 经 50% 压下率轧制的冷轧薄板, 于 1150°C 退火后的机械性能达到了正常生产的冷轧薄板水平。

西德曼内斯曼·德马克公司发明的薄板坯连铸连轧技术, 薄板坯连铸机铸出的薄板坯为 $5 \times 1330 \text{ mm}$, 经过热带钢精轧机组轧制成厚度为 1.7mm 带材, 在相当的产量及较低的成本前提下, 这套设备成功的向前跨进了一大步。

方坯连铸机铸成方坯后, 经快速加热炉将方钢坯的角部加热, 然后送到平—立式 4~6 架连轧机上轧出成品轧机所需的方坯, 也可直接轧成棒材或简单断面的型材。

综上所述, 随着科学技术的发展, 我国中小型企业今后完全可以建设钢坯连铸连轧机, 既可提高综合成材率, 减少工序能耗, 降低生产成本, 又可简化生产工序, 在设备投资上也是可行的。

2. 轧钢生产节能化

钢铁工业是消耗能源的大户, 尽管我国轧钢工序能耗仅占总能耗的 20~22%, 但与国外先进水平相比, 仍高出 1 倍以上、中小企业能耗更高。为此, 在轧钢工业生产中不断开发各种节能新技术, 仍是轧钢工作者们的重要任务。

2.1 热装和直接轧制

热装, 即将板坯、方坯不经冷却和清理, 在 $400 \sim 800^\circ\text{C}$ 装入加热炉。鞍钢半连续轧板厂将第二初轧厂开坯后 $950 \sim 1050^\circ\text{C}$ 的板坯送至加热炉, 装炉温度一般为 700°C 左右, 1989 年热装率达 60~65%, 全年比 1982 年节约能源折算标准煤为 $4.69 \times 10^4 \text{ t}$ 。

直接轧制是把连铸坯经过辊底式快速加热炉将角部经过补助加热后, 直接送至轧机进行轧制。为保证直接轧制能够实施, 首先必须将经过炉外精炼的钢水浇铸成连铸坯, 确保钢坯表面无缺陷。同时采取有力措施确保轧制温度, 协调各工序间的操作, 这样即可省去加热工序。日本新日铁堺厂于 1981 年首次在世界上实现了连铸板坯直接轧制技术。一般情况下, 该技术可比加热冷钢坯降低能耗 70~85%。另外, 由于取消加热而减少了烧损, 还可提高成材率 1.0~1.5%。

2.2 钢锭液芯加热

自 1980 年以来, 鞍钢对沸腾钢进行了液芯加热试验, 目前, 已获可喜成绩, 均热炉平均能耗为 $0.178 \times 109 \text{ J/t 钢}$, 比正常的热锭装炉节能 60~65%, 提高均热炉的生产能力 50%, 钢锭烧损减少 1%。1988 年镇静钢液芯加热新工艺也获得成功。

最近正在进行零能少氧化均热轧制试验, 目前已取得很大进展, 可望取得全面成功。

2.3 热卷箱和辊道保温罩

自 1974 年以来, 澳大利亚莱实公司, 西德克虏伯公司波鸿厂等热带钢轧机相继安设了热

卷取箱,降低加热炉出钢温度 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$,节约了能源。

英国戴维—麦基设计工程公司于1977年研制成功新型辊道绝热系统——恩科保温罩。1979年在英国钢铁公司拉肯比厂进行了典型试验,试验表明,恩科保温罩可使板坯出炉温度降低 50°C ,相应节能10%左右,由于加热温度的降低,可提高加热炉产量7%。

2.4 轧钢加热炉上的节能新技术

目前,加热炉普遍向严密、绝热、温度制度和供热制度最佳化、提高余热回收率、延长炉子长度及提高自动控制水平等方向发展。

上钢五厂和长城钢厂加热炉安设了喷流预热装置,将排至烟囱的 400°C 以上的废气用耐热风机抽回并喷射到钢坯上,使钢坯温度提高 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。采用这项新技术,一般可节能 $5\sim 10\%$ 。

烟气余热回收的研究是目前国内外都十分重视的课题。研制各种高效换热器,提高助燃空气的预热温度,提高换热器的热回收率是今后努力的方向。当前应在现有原材料的基础上研制大面积、多行程、低温差、高温、中材质、长寿命的金属换热器,把空气预热温度提高到 500°C 以上。鞍钢机械制造有限公司换热器厂于1988年研制成功的GCR—1型换热器,在小型厂应用取得良好效果。该换热器选用普碳钢渗铝作为主材,综合导热系数高,为铸铁片状管的2倍多,且体积小,重量轻,造价低。

我国现有的钢丝退火炉大部分是马弗加热炉,这种退火炉热效率一般 $\geq 20\%$ 。鞍钢钢绳厂于1989年建成1座明火加热退火炉,炉气气氛可以控制,可使钢丝在加热炉的火焰中加热而无氧化。这种方法不仅提高了炉子的退火能力,保证了钢丝的退火质量,而且热效率可以成倍提高,达到了节能降耗目的。

研制各种新型烧咀,是加热炉窑节能的关键环节,重钢四厂薄板车间全链式炉上采用平焰烧咀可节能 $10\sim 15\%$ 。另外,采用微机自动控制烧钢,可节能 $8\sim 10\%$,减少烧损 $0.6\sim 0.8\%$ 。

3. 轧制工艺完善化

90年代钢材市场将面临更为严峻的挑战,用户对钢材的性能、外形尺寸精度的要求将越来越严格。这就迫使我们轧钢工作者不断地寻求经过优化的新生产工艺,使其所生产的钢材在消耗与成本不断下降的基础上达到高精度、高性能,并不断地推出新一代产品替代进口,以适应国民经济的高速发展。

轧制工艺完善化系指生产工艺及轧制装备设计最优化、自动控制计算机化、检测元件智能化和生产管理现代化。

按物料流程系统完善化,首先应该确定轧钢原料的精料方针,钢锭、钢坯(含连铸坯)进行在线或离线清理、剪切,在有条件的情况下应连续跟踪检测、打印和挑料等。坯料定尺剪切也是一个重要环节。这些因素不仅影响成材率的提高,而且也影响成品尺寸精度。

在加热系统应考虑炉型、加热器和自控等的完善化。应考虑被加热体的温度均匀性,保证被加热体烧损少、脱碳少、控温精度高和污染少。此外,对绝热保温、低温加热和余热回收等技术也不可忽视。

在轧制系统应考虑到开坯、粗轧、精轧诸环节的工艺完善化,如轧制缺陷的跟踪监测、自动测量轧件尺寸、控轧、控冷、工艺润滑以及轧辊冷却等。轧制系统要紧紧围绕三个方面

不断完善。一是生产高质量产品，采用全员质量管理和最佳质量控制方法；二是降低生产费用，使产品价格具有竞争力；三是不断采用新工艺、新技术，以保证设备在最佳条件下进行作业。

在精整系统应考虑先进的冷却设备、完善的定尺剪切机构、矫直设备、修磨工具、成品自动化包装和自动化仓库等。

对钢坯清理问题，国外很多开坯厂设置了钢坯自动探伤检测装置及清理装置。而我国各开坯厂普遍不重视钢坯清理，没有研制现代化的探伤检测及清理设备，产品质量低劣，造成质量成本增加。建议各厂要逐步实现钢坯清理机械化和自动化。

在型钢厂的精整工序，应不断地改进型材冷却工艺，如采用步进式冷床和双层高效冷床等。自动探伤与修磨器械也应不断完善，锯切工艺和机械化打捆包装也应给予高度重视。

我国80年代前建设的热轧带钢厂，其精整工序不够完善，缺少打捆机、分卷机、喷印机和横切机组等。由于老式卷取机卷取质量不佳，导致松卷、塔形和卷重过大等，给运输和用户带来诸多不便。今后再建设热轧带钢厂一定要注意精整工序的完善化。

厚板轧机的精整工序应设有滚切机组、横切剪、定尺机组、全长探伤机、无氧化退火炉、压力淬火机、喷砂机和喷漆机组等。这样才能适应造船、桥梁、采油、锅炉及压力容器和机车、机械制造等行业的发展。

轧制工艺完善化是一个不可忽视的大问题，如果只把主轧机建设得很庞大，而前后工序不配套，加热、主轧机、剪切或锯切和精整工序不完善，不仅生产能力不能得到充分发挥，品种难以得到扩大，也会造成消耗很高，产品质量低劣，成本上升，缺乏竞争能力。

4. 钢材品种多样化

国民经济各部门的技术进步，新兴产业的兴起，对钢材品种提出新的要求。大型钢铁联合企业生产的钢材品种，可以向专业化方向发展。如建设年产 $300\sim 400\times 10^4\text{t}$ 热连续宽带钢轧机、 $100\sim 200\times 10^4\text{t}$ 冷连续宽带钢轧机、 $50\sim 100\times 10^4\text{t}$ 高速无扭线材轧机、 $100\sim 200\times 10^4\text{t}$ 宽厚板轧机、 $50\times 10^4\text{t}$ 无缝钢管轧机等。中、小型企业生产的钢材品种应向品种多样化方向发展，应尽可能地满足该地区各行业所需通用钢材的品种，如建筑用的螺纹钢筋，一般应从 $\phi 10\sim 36\text{mm}$ 组织系列化生产；各地区经常需求的中小型圆钢、角钢、扁钢、窄带、钢管、钢丝绳等钢材与金属制品产品也应广泛进行系列化生产，这样可以减少往返运输和运费。

发展镀层、涂层、复合及表面热处理钢材，可以大量地节约金属。世界上每年由于金属腐蚀而报废的钢材制品相当于钢材制品年产量的 $1/3$ ，即使考虑到被腐蚀报废的金属中还有 $2/3$ 的废钢可以回收，每年也将有略等于年产量 10% 的金属被腐蚀掉。近年来，鞍钢、武钢、宝钢等建立了各种镀、涂机组，生产镀锌、锡等镀板、管与塑料涂层板、管等。但有些镀、涂钢材由于成本高、价格贵、投资政策等原因，出现了供大于求，产品滞销，使企业建设镀涂机组的积极性下降。为此，除国家应设法改变投资政策外，广大轧钢科技工作者应极力设法降低成本，降低售价，否则难以得到应有的发展。

为提高社会效益，节约金属，应极力发展经济断面钢材。如生产低合金和微合金钢材、各种轻型薄壁型钢、宽缘平行翼工字钢（含H型钢）、冷弯型钢、周期断面或变断面型钢和其它异型断面钢材等。

使用低合金钢和微合金钢可节约金属 $15\sim 25\%$ 。发展低合金钢和微合金钢，不仅可提高

钢材自身的强度,而且可减轻设备自重。如制造汽车,由于减轻自重,不仅可减少耗油量,而且可提高车速、增大载荷,其社会效益巨大。

发展周期断面钢材和变断面型钢,可以减少机械加工量,不仅可节约金属,还可提高机械加工的能力。如轧制载货汽车用变断面车轴,可比锻造节约金属15~20%;采用横向螺旋式钢球轧机轧制球磨机用钢球,与锻造和铸造法相比,可节约金属20~25%,减少能耗30%左右,提高劳动生产率100倍左右。

5. 钢材结构合理化

钢材结构的变化是指一个国家某一个时期消费钢材的比例变化。影响钢材结构的变化因素十分繁杂,这是由于一个国家不同时期重点发展某一行业,导致钢材总需求量发生变化。可见,所谓钢材结构合理化是指某一国家某一时期相对而言的。

我国目前经济还不很发达,国家还不很富裕,所以钢材结构应有自己的特点,现就有关问题进行探讨。

5.1 我国目前生产钢材品种结构与消费结构简况

近几年来,我国钢铁工业迅速发展,钢产量平均每年以 300×10^4 t左右的幅度递增,品种也有很大发展,目前已能生产1000多个钢种,轧制2万多个规格的钢材,板管比已达到37%,特别是武钢、宝钢等企业投产后,我国钢材品种结构发生了很大变化,整个钢材结构向着合理化方向发展。

板管比由1960年的28.1%提高到1988年的36.6%,型材由1960年的67.8%下降到1988年的62.8%。但与一些工业发达国家相比,我国的板管比还是很低的。

从国民经济消费钢材实际情况来看,数量不足,品种不全的矛盾十分突出。从钢材品种看,缺口最大的是薄板、无缝管、特厚板和硅钢片。其中1987年为特厚板自给率最高年份,只有62%,1988年薄板自给率最高,也仅为85%,无缝管自给率一直为50~60%,硅钢片的自给率也是一直在50~70%,优质型材、轻轨、带钢的自给率保持在60~90%,重轨及大、中、小型材自给率稳定在90%左右,有时有缺口,有时有余。对一些重点部门、行业和重点工程缺口大一些,其中制造电机、变压器需要的硅钢片国内生产的只占消费量的13%左右;石油开采用的钢管,每年只能满足10%左右;汽车用冷轧薄板只能满足30%左右。总之,我国目前生产的钢材品种与消费钢材相比,其结构存在着不合理现象。

5.2 影响钢材品种结构不合理的因素

①长期以来,钢材供应一直处于紧张状态,因此企业在调整品种结构上没有压力。

②我国的企业在计划经济时期都是生产型企业,至今“重产量”的观念还没有完全扭转过来,而对“质量第一,生产适销对路的钢材品种”的观念还未牢固树立。

③价格政策不够合理。有些难轧品种的价格与投入的成本不相称。特别是1989年出台的钢材最高限价,被限制的大多数是紧俏品种,结果是越限越少,使最紧俏的品种更加紧缺,不利于品种结构的调整。

④生产板管的工艺复杂,设备投资大,一般企业都缺乏这方面的经济实力,国家又缺乏这方面的扶持政策,这样更加使品种结构的调整缺乏动力。

5.3 钢材结构合理化的必要性与可能性

1984~1988年我国平均进口厚板 232.8×10^4 t,冷轧薄板 294.8×10^4 t,硅钢片 14.6×10^4 t,

无缝钢管 83.1×10^4 t。进口的板管比例很大。今后随着汽车、造船、石油、化工、电力、交通、轻纺等行业的发展，所需的板管比例将逐年增加。为此，今后应着重建设板管轧机，调整目前板管生产比例的不合理状态。据预测，到2000年，我国的钢材结构应逐步进行较大的调整，即板管比要逐渐从目前的35%左右调整至55~60%左右；中厚板要从12%调整至18%左右；薄板（带）要从18%调至32%左右，其中冷轧薄板要从3.6%调至20%左右，并使其中的镀层薄板和冷轧硅钢片能够得到迅速增长。钢管的比例虽然持平，但石油管和高压锅炉管缺口很大，今后特别应该注意发展 $\phi 159$ mm以上的大口径钢管，这也是我国市场急需而奇缺的品种，为使今后钢材结构合理化，要采取的对策是：

①设法对国内现有板材和管材轧机进行技术改进与改造，最大限度地扩大品种，提高质量和增加产量，针对现有设备存在的问题，结合本厂实际，进行技术改进与改造，以迅速发挥其作用。

②在现有的重点钢铁企业中可扩建板、管轧机，新增板材和管材的生产能力。扩大板管的比，相应地改变钢材结构，使之趋于合理化。

③今后再新建钢铁生产基地，国家要给予宏观指导，原则上不能再建型、线材轧机，应全力建设国家急需而奇缺的热轧和冷轧板材轧机，特别是冷轧板材应继续进行深加工，即极力设法发展涂、镀层钢板。

④通过科研开发与攻关，努力扩大钢材品种，提高钢材产品的实物质量，特别是重点增加合金钢和低合金钢的比率，以便提高钢材的使用寿命。

6. 钢材标准国际化

在钢材标准化工作中，我国对采用国际标准和国际先进标准一直十分重视。1978年9月我国参加了国际标准化组织（ISO），1979年国务院颁发了《中华人民共和国标准化管理条例》，重新强调：“对国际通用标准和国际先进标准，要认真研究，积极采用”。1982年国家经委、国家科委、国家标准局联合发布了《采用国际标准管理办法》，这是我国第一个系统采用国际标准的办法。1982~1986年国务院领导同志反复多次强调采用国际标准和国外先进标准的重要性和紧迫性。

采用国际标准和国外先进标准的重要性在于：

①采用国际标准和国外先进标准是当今世界各国标准化工作的一个发展趋势。

②采用国际标准和国外先进标准是我国一项重要技术政策，是国际经济技术交往和对外贸易的需要，也是开放政策的体现。我国是发展中国家，技术较落后，我们国家的标准在国际上信誉不高，要想尽快改变这种被动局面，必须尽早采用国际标准和国外先进标准，以便提高我国标准水平和产品竞争能力。

③采用国际标准和国外先进标准是推动技术进步的重要措施。

国务院一再强调“搞现代化、振兴经济、翻两番一定要依靠技术进步”，“促进技术进步，提高产品质量，标准化工作必须先行”。现在如不加快采用国际标准的步伐，把先进的技术标准转化为生产力，在世界技术前进的浪潮面前，我们必然是越来越落后。

④采用国际标准和国外先进标准是提高产品质量的前提。

企业抓技术进步要以产品为龙头，抓产品必须以标准为龙头。标准水平低，产品的质量必然低，事实上用落后的标准组织生产，即使产品质量100%合格，其产品实物质量依然落

后。为此，只有采用国际标准和国外先进标准组织生产的产品才能立足于国际市场。

⑤采用国际标准和国外先进标准可提高经济效益。

采用国际标准和国外先进标准，不仅可促进企业在技术上有很大提高，而且可使企业在经济上取得明显效益。

积极贯彻国际先进水平标准，其社会经济效益更为突出。一般情况下，企业与社会经济效益之比，约为3~4:7~6。综上所述，钢材标准国际化的战略意义是极为深远的，而且势在必行。

7. 钢材质量最佳化

所谓钢材质量，按照GB658301—86的定义，即“钢材产品，过程或服务满足规定或潜在要求（或需要）的特征和特性的总和。”邓小平同志讲过，“质量第一是个重大政策”，“提高产品质量是最大的节约。”所以，质量问题是我们贯彻党的十三届五中全会精神，在治理整顿、深化改革中做好经济工作必须认真解决的一个重大战略问题。冶金工业部近几年始终把钢材品种质量作为发展钢铁工业的战略重点。社会发展到今天，质量已成为热点，成为追求和衡量一切的总标准。一个国家产品质量的好坏，从一个侧面反映了全民族的素质。质量决定着一个国家的发展和国际地位。国外近年来对质量又提出了一些新看法、新概念，即经济的核心是质量；质量是发展经济的生命线。

为了保证国民经济长期稳定地发展，作为原材料工业的钢铁工业，必须以实现钢材产品实物质量最佳化为前提，保证党的国民经济发展总战略的实现。钢材质量最佳化也是各方面的需要。

①增加社会效益的需要。

人类通过生产劳动增加社会物质财富的基本途径有二：一是增加数量，二是提高产品实物质量。没有数量不存在质量，没有质量的数量是无效的劳动。如数量相同而质量不同的钢材产品，其使用价值相差十分悬殊。钢材实物质量的最佳化，1t钢材可以顶2~3t钢材用，质量代替数量对社会而言是一个很大的增产。

②降低物质消耗的需要。

钢材实物质量达到最佳化是最有效地利用社会劳动力资源，十分有利于提高劳动生产率，对社会真正做到了有效供给，而且促进了社会财富的积累。

高质量的冷轧汽车板，由于在横、纵向板厚十分均匀，机械性能的均质度也最佳，可使每辆141型货车在制造时少用钢材30kg，按长春汽车厂每年产8万辆汽车计算，每年可节约钢材2400t，少耗油3600t，这是以质补量的很好的例证。

反之，钢铁企业生产的钢材质量低劣，会给国民经济各行各业造成极大的浪费，如鞍钢生产的 $\phi 3 \times 7$ 矿山排土皮带机用托运钢绳，高质量时一条钢绳可用12~14个月，质量低劣的只能使用6~8个月。这不仅使钢绳本身成本提高1倍，而且更换一条千米钢绳需3天左右的生产时间，影响矿山产量，造成很大的间接经济损失。1988年哈尔滨锅炉厂为广东沙头角电厂制造200MW的锅炉，采用国内 $\phi 32 \times 4$ mm高压锅炉管，在锅炉整体试验时，多根钢管爆裂，最长裂口达800mm，影响工期60天。所以钢材质量低劣会给用户造成极大浪费。

③增加经济效益的需要。

钢材质量最佳化，不仅有利于增加社会效益，而且也是钢铁企业真正稳定提高经济

效益的重要途径。

鞍钢生产的DR510—50以上的高牌号热轧硅钢片，用于制造Y系列电动机。Y200L—430kW电机与JO2系列电机相比，每台每年可节电375kWh。

如果鞍钢每年将DR450以上牌号的热轧硅钢片生产比例提高10%，每吨热轧硅钢片可增加效益120元，全年可增利84万元；重轨提高一级品率0.5%，全年经济效益可达2550万元；鞍钢每年炼钢与轧钢废品减少 1×10^4 t，全年可增收500万元。以上实例充分证明，质量增利是增加企业经济效益的重大支柱之一。

④提高人民生活水平的需要。

社会主义生产的目的，就是在大力发展生产力的基础上，不断满足人民对物质和文化的需要，这是社会主义性质所决定的。鞍钢研制的15Ti自行车用钢，代替B3F制作自行车车架焊接管，壁厚可减薄25%，‘永久’牌高档自行车车重由19kg减到16kg。由于质量好，强度高，车重轻，物美价廉，经久耐用和安全，颇受广大消费者欢迎。

钢材质量低劣，制成人民生活必需品的质量也是低劣的，如1990年4月22日《人民日报》刊登一份读者来信，反映某商店销售一批冰箱，由于钢板飘曲而关不严，有的外壳有裂纹，售后顾客纷纷要求退货，消费者怨声载道，严重影响了城乡关系和工农关系，成了社会上一种不安定的因素。由此可见，钢材质量的优劣既是一个经济问题，也是一个严肃的政治问题。

⑤开拓国际市场的需要。

当今世界市场竞争日益激烈，产品质量好、成本低、价格合理，就能在强手如林的国际市场上站稳脚跟。为此，必须以质量领先为基础。1990年鞍钢从马来西亚进口海棉铁以带料加工方式出口钢材，对这批出口任务，鞍钢充分地吸取了过去出口钢材的教训，注意了定尺、包装、标牌等质量问题，为国家和鞍钢争得了荣誉。1987年参加国际投标50kg/m重轨，因质量可靠，物美价廉等中标，出口 2.3×10^4 t。因此，钢材实物质量的最佳化是我国广大轧钢工作者义不容辞的艰巨任务。

8. 钢材轧制自动化

进入60年代，美国麦克劳林钢铁公司首先在1525mm热带钢轧机上采用计算机进行自动控制，以后新建的热带钢轧机基本上都采用计算机自动控制。目前热轧和冷轧带钢轧机的自动化系统已相当成熟，控制内容已相当深化，这使钢材产品的质量和产量都有新的突破。

带钢轧机控制自动化系统中，计算机控制的核心是轧制钢材的厚度自动控制系统，即所谓的DDC—APC、DDC—AGC。70年代中后期，液压AGC技术日趋成熟，其压下速度可达 $2 \sim 3.5$ mm/s，加速度可达 $30 \sim 100$ mm/s²。由于应用液压系统，除明显地提高了板厚精度外，还可使带钢头尾段厚度超差部分长度由70m降至20m。

轧制线的全线自动化是个综合自动化系统，要实现计算机全线控制，必须相应地使传动系统和在线检测仪表系统相适应。如传动系统应为可控硅供电，在线检测系统应具备测温、测压、测厚、测速等相适应的检测仪表。随着计算机的进步和轧制控制的深化，轧制控制自动化已由单机局部集中控制发展到两级计算机控制。

目前计算机自动控制，多采用分散系统，增加了系统的可靠性和及时性。如鞍钢新投产

的四机架冷连轧机,其自动化控制系统是微机分散独立完成,各计算机之间主次关系、上下关系并不十分明显,这是计算机控制系统的一大进步。

随着市场激烈的竞争,用户对钢材产品实物质量要求越来越高,轧钢生产采用人工操作完全达到这些目标几乎是不可能的,因而必须对现有的老轧机进行改造,实现轧制过程自动化。

8.1 钢材轧制过程自动化的目的

轧制过程实现自动化的主要目的是提高和稳定钢材产品实物质量,降低轧制工序能耗和原材料的消耗,提高轧制设备能力,增加轧制品种和规格,改善工人的操作环境。

8.2 轧制过程自动化改造的主要内容

①轧机压下位置自动控制(APC)和厚度自动控制(AGC)。

②轧制过程计算机控制。

③轧钢机械、电气、仪表均应适应自动化的需求。

8.3 老轧钢设备自动化改造实例

①日本和歌山厚板轧机的改造。

1965年投产的单机架4300mm宽厚板轧机,设计能力为 $100 \times 10^4 t$ 。70年代中后期进行了一系列的技术改造,主轧机设有过程计算机和液压AGC系统,精整线也设有过程计算机进行自动控制,并实现了自动测板厚、板长、板形形状,自动划线、自动打印、自动剪切等功能。改造后尺寸精度提高,板形良好,提高了成材率,取得了明显的经济效益。产品厚度精度控制在 $\leq \pm 0.25 mm$,实行自动控制后精整成材率提高3~4%,尺寸不合格率下降1.5~2%,节省人力84人。

②英国埃日钢厂热带钢连轧机的改造。

1951年投产的热带钢连轧机,设有3座240t/h时的板坯加热炉,粗轧机4架,精轧机6架,卷取机2台,最高轧制速度为10.6m/s。从1962年开始进行技术改造,增加1台立辊粗轧机座,精轧机采用AGC控制,采用过程计算机控制后,每周产量增加2000t,板材厚度精度达到 $\pm 0.254 mm$;板卷厚度偏差98%在 $\pm 0.1016 mm$ 以内,其中94%在 $\pm 0.0508 mm$ 以内。每年增加收入135万英镑。2年内自动化技术改造的投资全部收回。

③荷兰霍戈文冷连轧机的改造。

1961年投产的五机架冷连轧机,在70年代经技术改造后分两级进行计算机控制,上位机通过数学模型进行设定计算,下位机包括AGC控制,机架间张力自动控制等。结果:负偏差轧制厚度<成品厚度的1%,冷轧带钢厚度超差总长从120m降至20~60m,断带率由8%减到3%,总生产能力提高25%。

④日本千叶厂2号热连轧机的改造。

2030mm热连轧机,由4座加热炉、4架粗轧机、7架精轧机和4台卷取机组成,终轧速度为16.5m/s,设计能力为 $360 \times 10^4 t/a$,生产品种有普碳钢、硅钢、特殊钢和厚1.2~1.6mm、宽550~1880mm的花纹钢板。

该轧机于1964年设置1台TOSBAC—3300型计算机。1966年11月在精轧机上采用过程计算机控制成功,1968年4月改用TOSBAC—7000型计算机,1969年3月从加热炉出料侧到卷取机整个轧制线实现计算机控制。经过一系列改造后小时产量提高15t,相当于生产率提高0.1%,产品质量提高0.15%,节省人力12人。

9. 结 语

根据有关部门调查,我国现有各类轧机1200余套,单机设备能力均很低,全国平均 $4 \times 10^4 \text{t}/\text{套} \cdot \text{年}$,重点企业也仅 $9 \times 10^4 \text{t}/\text{套} \cdot \text{年}$ 。而1982年日本仅有137套轧机,平均生产能力 $60 \times 10^4 \text{t}/\text{套} \cdot \text{年}$ 。由此可见,我国轧机生产能力与大型化的国外轧机相比,相差十分悬殊。其主要原因是我国企业结构不甚合理,且中小企业占绝大多数。这些企业虽经不断更新改造,但总的来说,技术装备水平还较落后。我国大型重点企业,除宝钢和武钢新区外,多数企业的技术装备水平也较落后。纵观我国轧钢生产的现状,对我国轧钢技术发展 方向 提出“八化”,愿同广大轧钢科技人员共同探讨。

我国轧钢生产现状及发展战略的思考

谢仕柜 李世俊*

(冶金部科技司)

1. 钢材产量现状

1.1 钢材产量有较大幅度的增长

1989年我国钢产量突破 $6000 \times 10^4 \text{t}$,居世界第4位;同时钢材产量达到 $4859 \times 10^4 \text{t}$,比1980年增长了78.90%。目前,我国钢材日产量 $13.3 \times 10^4 \text{t}$,超过1949年全年的总产量 $13 \times 10^4 \text{t}$ 。钢材进口量有所下降,1985年进口钢材 $1964 \times 10^4 \text{t}$,1989年下降到 $820 \times 10^4 \text{t}$,下降了58.25%。

1.2 钢材供应紧张没有得到根本缓解

“六五”期间,我国国民生产总值年均增长10%,钢材消费量年均增长12%;而钢材产量年均增长仅6.3%。据初步预测,“八五”期间,我国钢材年均增长4.4%,而国民生产总值年均增长6.5%,钢材增长速度明显低于国民经济增长速度,将造成钢材缺口。目前钢材供应紧张已经成为制约国民经济发展的一个重要因素,钢铁工业已经成为“瓶颈行业”。

钢材短缺如何解决?依靠进口解决不行,目前我国钢材进口量居世界第2位。1989年为 $819.72 \times 10^4 \text{t}$,耗用外汇46.67亿美元。1980~1989年的10年间,我国累计进口钢材 $1.0306 \times 10^8 \text{t}$,相当于同期国内生产钢材的28.30%,钢材自给率仅77.94%,进口钢材耗用外汇368.3亿美元。并且,近年来,进口钢材价格不断提高,平均单价由1980年的447美元/t,提高到1989年的569美元/t,提高了27.3%。因此,提高钢材自给率,以产顶进是我们今后的任务,不能靠进口解决钢材短缺。如通过进一步加快钢铁工业发展速度,依靠外延解决也有困难,一是钢铁工业是资金密集型行业,宝钢一期工程吨钢投资4000元(不含矿山),从1989年 $6165 \times 10^4 \text{t}$ 钢增加到2000年的 $9000 \times 10^4 \text{t}$,需投资1136亿元,财力难以承担;二是钢铁工业是高能耗和大运量的工业,按吨钢能耗1.5t标准煤,吨钢运量增加7t物资计算,生产 $9000 \times 10^4 \text{t}$ 钢需

*参加本文编写工作的还有:陆佩珊、南振卿、徐寅、范永泉、姜尚青、黄导