

全国低合金钢工作会议

资料汇编

冶金工业部

一九九七年十月·北京

3-53

39

编写说明

本汇编材料，由冶金部科学技术司组织有关行业、企业、科研院所和高校编写完成，共有近 50 万字，谨此向提供资料的单位和专家表示感谢。

冶金部科技司

一九九七年十月

目 录

我国石油管材制造现状与趋势.....	1
✓机械行业的发展及对钢材的需求.....	10
✓我国造船及造船用钢概况.....	21
✓我国钢轨的现状.....	25
煤炭工业应用低合金钢现状及趋势.....	32
公路桥梁建设与钢材需求.....	35
各类建筑用钢使用现状、发展趋势和建议.....	39
✓钢结构用钢现状和今后发展建议.....	42
冷轧带肋钢筋应用技术发展概况.....	45
关于冷轧扭钢筋的技术资料.....	49
电力发展与冶金技术进步.....	52
我国火电厂金属材料、金属监督和寿命管理 ——电力工业钢材使用、研究及展望.....	56
宝钢微合金、低合金高强度钢生产现状与发展.....	69
为把我国建设成钢铁强国而努力奉献.....	78
鞍钢低合金钢及微合金钢生产与开发.....	88
攀钢低合金钢及微合金钢的开发与生产.....	98
✓天津钢管公司石油套管的生产和新产品开发.....	108
用户的要求就是我们的追求.....	125
舞阳宽厚板低合金钢生产现状及设想.....	132
首钢低合金钢的生产与发展.....	140
成都无缝钢管厂低合金及微合金无缝钢管的生 产及开发.....	149
以车轮、高线、H型钢为龙头 开发马钢特色的低合金及微合金钢产品.....	154
包钢八五期间合金钢开发及九五发展规划.....	161
大力开发低(微)合金钢品种 提高质量 增加 产品的市场竞争力.....	164

中国薄钢板发展现状及迈入新世纪的对策.....	170
特殊专用无缝管材（石油专用管、高压锅炉管）的 发展现状及迈入新世纪的对策.....	198
✓我国中厚板材料发展现状及迈入新世纪对策.....	211
低合金钢生产的结构调整和流程优化.....	224
国外低合金钢发展趋势.....	242
低合金钢的强化和韧化研究.....	259
低合金钢开发与应用的现状和发展方向.....	266
高强度低合金钢生产工艺的发展与对策.....	276
国外低合金高强度钢的发展现状.....	287
我国贝氏体钢的前景.....	303
我国对高压输送管线用钢的需求和展望.....	314
含铌微合金钢技术前沿及发展趋势.....	321
我国低合金钢产品质量和标准现状.....	324
我国低合金钢技术经济政策.....	331
依靠科技进步 发挥资源优势 促进低合金钢及 微合金钢发展.....	335

我国石油管材制造现状与趋势

中国石油物资装备总公司

内容提要：本文主要论述石油天然气输送管目前国际、国内发展状况。近年天然气管道发展迅速，全球每年新建输气干线1.6万公里，远远高于输油管道建设速度，未来数条数千公里的俄中长距离大口径跨国天然气输送管线工程，将给我国冶金工业和制管企业带来新的机遇。当前应重点加速研制抗硫化物腐蚀应力开裂性能的专用输气管线钢和管材。建设中、大口径埋弧直缝焊管生产线。本文还论及石油专用管材近年国产化率不断提高及存在的问题，指出国产石油专用管材今后努力方向。

一、石油天然气输送管市场趋势

由于管道输液体较其它方式更为经济、石油和天然气工业中的管道运输发展迅速。据统计1995年世界油气管道总长（干线）约为160万公里（其中天然气管道占50%）。我国1995年拥有各类油气输送管道1.6万公里（16658.45公里）其中油气干线管道8158.33公里。全球每年输送石油和天然气管材消耗钢材达到1000万吨以上，管材成本占管线工程成本的30-35%。

1、全球管道建设重点——转向天然气输送管

90年以来，全球天然气管道建设速度大大高于原油管道，平均每年天然气干线新建里程1.2-1.6万公里，原油干线新建里程2000-3000公里，因此天然气管线工程和管材需求值得重视，应积极做好研制、开发、生产更高质量的输气管材的工作，适应未来10-20年国际国内输送管材需求，才能在工程投标中占具有利地位。预计未来20年内全世界将需投资8000-10000亿美元建设新的天然气田和输送管道。

2、亚太地区 and 俄中管线是关注焦点

在欧洲，德国正在投资4亿美元建设185公里长，直径28in的输气管线。自阿尔及利亚到西班牙的1256公里输气管线1995年开始铺设。波兰与俄罗斯已商定建4025公里输气管线，预计2010年完工。

在亚洲，日本长期因能源资源贫乏，一直想通过管道进口天然气，改变LNG船运方式，近年日本讨论最多的是萨哈林岛和俄远东维柳伊斯克天然气资源输往日本的问题，目前日本首先考虑国内3300公里输气干线网建设，预计这项国内计划要到2010年完成，俄日管线到那时才能确定。亚洲2000年将竣工的四条国际输气干线为：

1、土库曼斯坦-伊朗-土耳其-西欧，总长4000公里，管径1.4米，输气能力 $280 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$

2、阿曼-阿拉伯海底-印度，总长1500，管径1.1米，输气能力 $180 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$

3、伊朗-巴基斯坦，总长1600公里，管径1.4米，输气能力 $200 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$

4、亚美尼亚 - 伊朗，总长134公里，管径610毫米，输气能力 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$

另据伍德麦肯兹咨询公司97年研究，亚太地区共有40条具有战略意义的天然气管线，总长约3万公里，共需1000亿美元投资。其中包括正在进行前期研究的三条俄中输气干线。该公司所列40条天然气管线中部份跨国管线项目情况见表1。

表1 伍德麦肯兹公司1997年亚太地区输气工程研究的部份结果

名 称	建设 可能性	资 金	技 术	其 它	最低 费用 (亿美元)	最早 开工 时间	长度 (公里)
哈萨克斯坦出口管线	C	C	C	C	90	2015年	4000 - 5000
萨哈林出口管线	C	C	C	C	20	2010年	850 - 2000
土库曼 - 巴基斯坦管线	C	C	C	C	30	2005年	1300 - 1800
土库曼出口管线	C	C	C	C	120	2008年	6000
崖城海底管线	A	A	A	A	6	1995年	770.0
越南海底管线	A	A	A	A	3.5	1999年	400
泰国海底管线	A	A	A	A	15	1996年	530

表中A - 最好，B - 次之，C - 再次之

关于俄中管线，除近期可能建设的输油管线外，天然气管道工程，特别是远东地区的跨国管道，虽然因地缘政治、资金筹集等问题困扰，但由于我国经济增长带来的能源需求增长较快，预计2010年天然气需求量将高于我国自产天然气量较多，需要外来能源（天然气）补充，因此从俄罗斯、中亚各国天然气资源产地到我国境内的天然气管道工程只是时间问题。1993年开始由中美俄联合研究了从中国北部入境的输气管道工程，见表2。

表2 中亚国家、俄罗斯至我国境内输气管线工程研究方案情况

管道名称	资源	市场	线路 长度	管径	压力	投资	预计开工 时间
			km	mm	Mpa	亿美元	年
萨哈林 - 中国东北	较落实	较好	2326 (1414)	1020 1220	7.5	26-33	
伊尔库斯克 - 中国日照	需落实	好	3364 (1320)	1420	7.5	68	
伊尔库斯克 - 大庆	落实	较好	2653 (803)	1020	7.5	35	
新西伯利亚 - 连云港	落实 谈判	较好	5150 (3980)	1420	7.5	106	
土库曼斯坦 - 连云港	需落实	较好	6250 (4135)	x70.1321 壁厚16mm	8.35	71.37	

注：（）内为境内里程，土库曼 - 连云港研究工作美国选用x65钢级壁厚选17mm

3、国内未来东西大干线和南北大干线是我国制管企业又一次机遇

我国管道建设预计原油输送管线2000年之前在华东、华北、中原和西部地区将建设总数约为670公里。2005年预计在东部建总里程约2000公里的输油干线，其中包括俄中输油管道，西部建总数为3185公里的输油干线，到2010年东部建总数为1214公里的输油干线，形成全国总里程为1.7万公里的南-北和东西输油大动脉，并构成网使47个炼厂与油田紧密相联，将大大促进中民经济发展。

境外最有可能近期建设的一条原油输送管线为哈-中线，由哈萨克斯坦的乌津-阿拉木图-阿拉山口-乌鲁木齐，总长3500公里。此外，俄罗斯上乔-大庆，总长2465公里或3585公里两方案，管径920mm的条件也较好。

天然气管道建设在我国发展迅速，1996年拥有1.0万公里里程，其中陆上9112公里，海底918公里，在建管线2030公里，到2000年预计新建管线达到3981公里输气干线，其中陆上为3295公里，海底566公里。2005年预计国内新建5709公里输气干线，2010年预计新建4900公里输气干线，将在我国形成天然气输送的南北大干线约4726公里（东北-上海）和东西大干线约4220公里（新疆-上海），届时将大大提高城市居民生活质量，促进化工工业和其它工业发展。

因此可以说未来10年或15年国际、国内管道市场总体是活跃的，这些市场给我们提出的问题，是我国制管企业能否适应这些市场，这是当前的重要关键所在。

二、输气管线工程的寿命、可靠性

管线一般要求技术寿命长达40-50年，目前全球有许多管线已连续运行20-25年并仍在继续运行，由于管线工程投资巨大，对施工前的管材采购极为慎重，对钢级强度、韧性、低温、腐蚀反复斟酌，将可靠性放在重要位置。

1、国内、外输气工程管道事故率和概况

管线可靠性虽然要求很高，但预测可靠性比较困难，因此，一般由已有统计资料判断过去存在的管线的可靠性水平。欧洲1976-1986年间统计了荷、比、法、意、英等国陆上输气管道故障率为 $0.06-1.44 \text{次}/10^3 \text{km} \cdot \text{a}$ ，加拿大统计1975-1982年长输管道故障率为 $1.2 \text{次}/10^3 \text{km} \cdot \text{a}$ ，前苏联1985年故障率为 $0.58 \text{次}/10^3 \text{km} \cdot \text{a}$ 。

虽然世界范围输气管道技术要求越来越高，但事故仍有发生，如1986-1990年原苏联发生输气管线事故235次其中着火130次。

我国天然气管线集中在四川石油管理局所辖的13条管线，总长1414.8公里管径从325-720毫米，从1967-1994.7近25年运行中累计运行当量管长 $23.39 \times 10^3 \text{km} \cdot \text{a}$ ，正式投产后发生事故造成停输61次，相应故障率为 $2.608 \text{次}/10^3 \text{km} \cdot \text{a}$ ，川东和四川石油管理局所辖共21条输气管线事故率为 0.05593h^{-1} 。

输气管线当输气温度低于露点和 H_2S 环境中有可能在几小时内腐蚀开裂，根据国外的经验和NACE标准，管材本身应。

1) 降低应力增加壁厚: 如加拿大D-1高硫油田集气管选用低碳、低硫磷×46低强度ERW管, 使用是成功的。

2) 降低硬度: 使硬度<HRC22, 上述ERW管焊前预热, 焊后控制冷却速度, 焊缝全长退火, 使焊缝和母材硬度<HRC19。

加拿大D-1高硫气田和四川卧龙河63#系情况相似H₂S都以30%两者都有HRC<22的成功经验, 反之HRC<26的元件和另件都有硫化物腐蚀开裂(SSC)损坏现象的教训也是相似的。

2、重大事故损失巨大、影响深远改变了大石油公司采购政策

由管线可靠性问题给螺缝焊管带来的负面影响, 改变了大石油公司的采购政策。1979-1980年发生在加拿大西海岸AQUITANE的三起螺缝焊管事故原因是H₂S浓度达到35%, 气体未经干燥脱水, 管材非金属夹杂物和硫份未经控制, 硬度也未控制, 局部硬度>375Hv10。这三起事故引起像AMOCO这些大石油公司重视, 并做出规定, 禁止在输气管线工程上使用螺缝焊管, 螺缝管的“不良名声”一直延续至今。目前许多工程招标时螺缝管与直缝管没有平等地位, 这类重大事故出现1次相当于普通事故100次以上, 这类致命故障作为输气管材, 应极力避免。这方面已引起我国油田防腐专家和金属材料专家的高度重视。

三、国际输气管材发展迅速, 我国差距拉大

我国八五期间油气输送管材水平提高较快, 特别在输气管材上石油天然气总公司与冶金部的科研单位与企业并联合中科院、西安交大, 针对输送天然气的特殊要求, 做了许多深入的工作, 在管材的低温韧性, 冲击韧性、断裂韧性、疲劳裂纹扩展速率等方面有较大提高, 有些韧性指标已达到日本川崎实物输气管材水平, 大量用于我国重要输气工程和一些国外油气输送工程, 详见莫干山会议论文集, 此处不再重复。

我国目前输气管材面对迅速发展的国际管材生产企业和管材产品, 差距有拉大趋势表现在以下四个方面:

1、抗氢诱导开裂(HIC)天然气干线专用管材在日本已商业化

日本将API5L标准中同种钢级管材, 在商业供货中明确分为输油和输气两类, 材料成份不同, 热处理状态不同。日本输送天然气管材的抗氢诱导开裂性能明显优于我国。我国近期由宝鸡钢管厂与西安交大共同研究一项结果说明在输气中, 我国刚刚开发出的高韧性管材在抗腐蚀性能上的差距, 见表3。

表3 我国宝钢与日本川崎x70钢焊接接头抗HIC性能对比

	CSR %	CLR %	CTR %	NHB (个)	SHB (mm)
川崎x70	0	0	0	0.2	0.033
宝钢x70	0	0	0	2.3	8.77

注: 标准NACE溶液(有饱和H₂S)条件。CSR-裂纹敏感率, CLR-裂纹长度率, CTR-裂纹宽度率, NHB-氢鼓泡个数, SHB-氢鼓泡面积。焊接使用H08C焊丝。

另据四川石油管理局防腐专家和沈阳金属所金属材料专家提供的日本同钢级输油和输气管材样品试验对比情况,说明日本输气管材在供货上的技术独立性,试验结果说明输气管材样品抗HIC性能优良,日本同钢级的输油管材在同样试验环境下腐蚀严重。见表4。日本输油管材不能代替输气管材。

表4 日本输油、输气管材样品抗HIC性能对比

	CSR %	CLR %	CTR %	NHB (个)	SHB (mm)
输油管材	2.76	17.34	8.84	严重	严重
输气管材	0	0	0	0	0

注: 试验按NACE标准方法

我国输气管材的差距已引起国内许多有声望的专家的关注。目前对输气管材的研究工作还不够充分,因此还拿不出与国外输气管材耐蚀性能相同的专用管材。

2、提高输气管材强度仍是国外发展趋势

输气管材强度不断提高,受到两个因素推动:第一,由于天然气资源地区越来越转向海洋、山丘、沙漠、高原甚至高寒地带、恶劣地表环境和气候环境对输气管材技术要求日益提高,强度和韧性要求也不断上升。第二,管材强度对工程投资具有很大影响,因为管材重量对价格起重要作用,许多管线工程都有减少重量的要求,例如涯13至香港水下输气管线工程预计管线壁厚增加1mm,则全长770公里的管材采购资金增加800万美元。降低工程费用的需求不断促进管材强度提高。国外x-80、x-100输送管材已推出,正在加强宣传和开拓市场。

我国制管企业现有技术仅为x-70级,因此应向更高钢级努力。

3、国外直缝埋弧焊管发展迅速

国外除了钢级迅速提高之外,管材成型方法和焊缝形态也有很快的技术更新,UOE、RBE等方法制成的输气管材市场占有率有较大提高,据统计,UOE管材已占全球新建油气输送干管总里程的50%。我国著名陕京输气管线全长近900公里的地震频发地段,洪水冲击地段和大城市人口稠密地段均采用进口UOE管材建设。中国南海崖13-1气田至香港的770公里输气水下管线全长使用日本产的UOE管材,总重量25万吨,管径28in,最大壁厚1in,钢级x65,输送最大压力2250psi (15.8Mpa),是全球第二长水下输气管线。

国外UOE管材生产发展迅速,大部分是近10年发展起来的,如日本国内川崎、新日铁、住友和日本钢管四家公司拥有5条UOE生产线,德Europipe、美国Napa等都拥有UOE生产能力,估计现有UOE管材生产总能力超过400万吨/a,折合里程1.2万公里/a。

国外RBE管材已知生产线总能力160万吨/a以上,折合里程0.5万公里。

虽然我国“七五”、“八五”期间不断有专家呼吁建立我国UOE或RBE管材生产线,由于政策、资金等种种原因,至今仍为空白,十余年来我国制管业拉大了差距。

4、输气管材生产方式向更高生产率方向发展

现代输气管线工程越来越具有要求“短时供货”特点。由于输气管线工程投资很大，工程前的研究评估所需时间较长，天然气储量资源和下游用户需求要有可靠的保证，有的工程前期研究可长达10年，但一旦确定下来，各项准备工作迅速进行，管材采购立即开始，“短时供货”已成为输气管线工程一大特点，因此对管材生产提出更高生产率要求，目前的制管方式中螺缝管生产率最低，UOE直缝埋弧焊管生产率最高，各类制管方式的生产率比较见表5。

表5 各类制管方式生产率

制管方式	最高焊速m/min	生产率万吨/月
螺缝焊管	2.5	0.7-2.5
ERW焊管	(45-60)*	0.5-3.0
UOE焊管		3-6
RBE焊管		1-

* 实际生产中达不到最高焊速

我国1100多家焊管企业，中、大口径管绝大多数为低生产率的螺缝焊管，不能适应市场短时集中供货的需求。

四、发展我国输气管材产品的建议

由于输气管材的市场竞争激烈，国内市场中的竞争具有国际性的特点越加明显。另一方面，我国石油天然气“两种资源、两个市场”的战略，也创造了我们在开发国外天然气资源的同时，将我国输气管材推到国际市场竞争的机会，上文所述，中亚国家和俄罗斯至我国的长输天然气管线工程 and 我国天然气自身发展为我管材企业将提供又一次机遇，我们应赶在这些管道工程建设高峰之前，尽快提高制管水平。

1、加速开发天然气输送专用管材的科研任务重要而紧迫

全球和我国境内原油天然气管道工程重点向输气工程倾斜。我国输送管材企业的产品应紧随市场变化趋势，加紧天然气输送管的研究开发工作。争取国家支持，列入国家研究开发项目，以国内、国际天然气管道工程为依托，联合攻关和开发，在管材韧性和抗硫化物应力腐蚀开裂（SSCC）、抗氢诱导开裂（HIC）等性能上全面提高，形成我国专用输气管材的广谱钢级系列（包括x80，x100）在数年内达到国外竞争对手实物水平。

2、尽早建立我国大口径UOE或RBE管材生产能力，跟上技术进步趋势是关键

UOE或RBE管材的优良质量和高生产率特点，已为全球油气管道市场公认，代表目前输气管材技术进步趋势，我国应尽早跟上这种技术进步，预防国际竞争中处于不利地位，建议引进UOE或RBE制管专有关键技术，尽早形成我们的直缝埋弧焊输气管材生产技术和生产能力。

同时相应宽板(>4300mm)轧制能力也需尽早形成。

3、大直径螺旋埋弧焊管在输气管线工程上还有市场

对于我国为数不少的制管企业不能进行耗资巨大的直缝埋弧焊管技术改造,国内、外一些专家认为“改进型”螺缝焊管用于输气工程也是允许的,还应继续进行提高输气技术要求的工作,特别是大幅减少成型残余应力,提高酸气介质下寿命和安全性等方面工作。

4、作为中等口径ERW输气管材,应在提高高速焊接工艺水平和提高焊缝热处理工艺要求,消除焊接缺陷上加大工作力度,在抗高浓度H₂S腐蚀性能上加深系统的研究,使我国ERW管材具备条件能进入高含硫气田集输管网市场,较短距离输气管道市场,水下输气管道市场。

五、石油专用管材的应用现状与前景

我国陆上现有油田329个,气田82个,形成油气生产基地22个。油层埋藏深度在1000到7000为之间。“八五”期间,每年钻井在1万口左右,年平均钻井进尺1560万米,年平均消耗各种石油专用管材85.7万吨,其中国产各种石油专用管材年平均订货量为24.17万吨,占全部消耗量的28.2%。详见表6。

表6 “八五”期间各种石油专用管材年平均消耗量与国内供货情况

	总 量 万吨	套 管 万吨	油 管 万吨	钻 杆 吨	钻 铤 吨	方钻杆 吨
年平均消耗	85.70	61.64	21.80	17200	5973	274
国内订货	24.17	18.48	6.91	410	5263	使用库存
所占比例	28.20%	30.0%	31.70%	2.39%	88.10%	- - -

自1994天津钢管公司建成投产,以及宝钢无缝钢管厂第三条石油管加工生产线投入生产以来,对较石油套管及油管的订货量逐年增加(详见表7),三年来已使国产化率由1994年的19.77%提高到1996年的52.11%。三年进了三大步,发展是很迅速的。

表8给出1996年各种石油专用管材的消耗量与国内订货情况。在国内供货的各种石油专用管材中若按钢级强度分,J55占33.76%,N80占48.96%,P110占13.19%。三项之和为95.91%。说明国内能提供的钢级还较少。其余钢级包括C95,T95,Q125,V150尚不能提供。此外,一些特殊用途石油专用管材,包括深井、高抗挤、高抗硫、寒冷地区用管;高联接强度、高压、高密封特殊螺纹管等国内还不能提供。

表9给出国内各钢管厂生产各种石油专用管材的能力。由表可见全国已经形成的生产能力达73万吨,宝鸡石油钢管厂直缝套管生产线能力10万吨,能克钻杆公司钻杆生产线能力1.68万吨,则在2到3年内,全国每年生产石油专用管材的设计能力将达100万吨。已经超过了总消耗量。

但是实际上国内订货量远远低于设计生产能力。其主要原因是:

1、产品性能与国外相比尚有差距。较石油专用管材的化学成分，尤其是对硫、磷、夹杂物含量及其形态以及有害元素含量的控制还有不足。机械性能，尤其是横向夏比冲击功还低不少。造成油层套管射孔的裂孔率、裂孔长度、管体外径胀大量等均较高。管体内外表面质量、壁厚均匀度、螺纹质量、管体几何尺寸、定尺长度、喷漆标记、表面防腐涂层等均较日本等国家的实物水平为差。因此，油田对高产、高温、高压井、高含硫、高抗挤井以及定向井、水平井、热采井等多选用进口石油专用管材。

表7 1994年以来国产石油专用管材供货增长情况

	当年消耗量万吨	国内订货量万吨	国内订货所占比例 %
1994	86.27	17.05	19.77
1995	81.63	27.04	33.13
1996	82.84	43.17	52.11

表8 1996年各种石油专用管材消耗量与国内供货情况

	总 量 万吨	套 管 万吨	油 管 万吨	钻 杆 吨	钻 铤 吨	方钻杆 吨
年平均消耗	82.84	61.01	20.24	13260	2592	125
国内订货	43.17	31.96	11.6	550	2534	使用库存
所占比例	52.11%	52.38	55.13%	4.15%	90.3%	- - -

表9 国内各钢管厂生产各种石油专用管材的设计能力（万吨）

	宝钢无缝 钢管厂	天津钢管 公司	成都无缝钢 管厂	鞍钢无缝钢 管厂	包钢无缝钢 管厂	总 计
生产品种	套管，油 管，钻杆	套管	套管	油管	套管	套管，油 管，钻杆
设计生产 能力	22	35	10	3	3	73

2、品种及规格不全。目前套管生产能力增长较快，油管则较缓慢；J55低钢级油管和套管增加较快，N80以上高钢级油管和套管则较缓慢；平式油管数量增加较快，外加厚油管则较慢。此外，目前油管实际产量与需要相差很多；钻杆和特殊用途石油管材几乎仍是空白。

3、产品质量波动较大。综合检验不合格率远高于国外同类产品。而且常出现试生产产品质量优于小批量生产产品，小批量生产产品质量又优于大批量生产产品的现象。质量与产量之间出现矛盾。生产中的一些技术难题如钻杆两管端内外加厚、焊缝热处理、套管射孔开裂等久攻不下，多年不能形成规模生产，达产过程缓慢。

4、下井后事故率较高。管体及螺纹部分多次生产断裂、破损、渗漏和滑脱，给油田造成很大经济损失，影响油田使用国产石油管材的积极性。

5、各种特殊用途石油管系列用钢，穿轧、热处理等综合性工艺，特殊联接强度螺纹及高密封性螺纹等的研究与开发，赶不上石油工业发展的需要。

6、生产厂受设备条件、管理水平、人员素质等因素的影响，生产秩序不稳定，不能按时、按质、按量履约。影响油田以后再次订货。

建议今后加快老厂设备更新改造，加快对引进技术的吸收消化，提高产品质量，调整品种结构，使比例趋于合理，同步增长。同时进一步加强冶金与石油行业的密切合作，早日实现石油管材的大部分国产化。

六、结论

1、国际国内石油天然气输送管道市场向输气管道市场倾斜，我国油气输送管材企业，需加速重点开发专用输气管材。

2、应加速建立我国直缝埋弧焊管材（长输、大直径、高压输气用）的生产能力。

3、油井管材应继续向更高钢级、抗H₂S腐蚀、高抗挤毁、抗螺纹滑脱等方向努力。

机械行业的发展及对钢材的需求

机械工业部

(一)

改革开放以来,机械工业获得了迅速的发展。1996年汽车产量达154万多辆,为1978年的10.3倍,居世界第十位。发电设备为1978年的3.2倍,仅次于美国、日本、德国、居世界第四位。机床产值1993年达29.70亿美元,紧随日本、德国和美国之后居世界第四位。机械工业在为国民经济发展提供大量技术装备的过程中,机械产品结构有明显改善。如汽车,改革开放前,长期困扰汽车工业结构的“缺轻、少重、轿车近乎空白”的状况,已经改观;乘用车的比例提高了30个百分点,轿车所占比重由1978年的1.8%提高到25%。发电设备与改革开放前比亦有很大变化;能源结构由只有水电设备、火电设备开始转向水、火、核电设备并举,秦山核电机组的建造和成功运行,结束了祖国大陆无核电历史,使我国成为继美、英、法、前苏联、加拿大之后第七个能够独立设计建造核电站的国家。同时火电设备主力机组,由自行设计的20万千瓦和30万千瓦为主,完成了向引进优化型30万千瓦、60万千瓦机组的过渡。

国产设备仍然是国民经济各行业装备的主力军。如基础工业部门80%以上的能力是由国内装备提供;轻纺工业更高;农业装备也几乎全部由国内提供。我国电力工业装机容量1995年达2.2亿千瓦,其中80%是国产设备。与此同时,我国系统开发了一批节能设备,完成了风机、水泵的节能改革,也取得了显著成果。

机械工业发展的显著特点是掌握了一批先进的重大成套设备的制造技术。通过消化、吸收国外先进制造技术,多数成套设备达到国外80年代水平,提高了为各工业部门服务的能力。

·电力设备·现生产的30千瓦、60万千瓦火电机组,自制率分别达95%和90%,已全面掌握了引进技术,通过优化设计,主机效率已达到并超过原引进美国西屋公司技术物考核指标。大型水力发电设备,1991年研制成功的30.25万千瓦、转轮直径8.5m岩滩机组,为世界上混流式水电机组第三位;1995年研制成功的40万千瓦李家峡机组,系高原型高木头(130m)混流式机组,是我国目前国产单机容量最大的水电机组;正在研制单机容量达55万千瓦的二位混流式机组。

·石油设备·研制成功了钻深6000mm的电传动沙漠石油钻机,总体上达到了90年代初的国际先进水平;还有钻深6000mm的链条传动沙漠边缘用石油钻机、4500m电传动丛式钻机及1050kg/cm²压裂设备等,都达到国际上同类机组80年代水平。

·采掘设备·继1000万吨级的单斗——汽车工艺大型露天矿成套设备后,2000万吨级单斗——汽车工艺露天成套设备已基本成功,主要设备已在矿上投产使用,其中包括310~380mm牙轮钻机、16m³和23m³单斗电铲、154吨电动轮自卸汽车等装备,总体水平相当国际80年代水平。连续开采成套设备,与德国塔克拉夫公司合

作生产的 3600m³/h 采矿型半轮挖掘机和 5000m³/h 排土机,国内制造了占总重量 95% 的设备,已投产;与克虏伯公司合作生产的 3100m³/h 紧凑型斗轮挖掘机和 6200m³/h 排土机,国内制造占总重量 50% 的设备,已投产。

·冶金设备·通过宝钢二期工程装备的作用生产,已掌握了轧速分别为 25.4m/s 和 31.6m/s 的热连轧机和冷连轧板机、1900 大型板坯连铸设备、4063m³ 高炉、450m³ 烧结机等现代化大型冶金设备制造技术。近年来先后开发研制完成国产化率 90% 以上的舞钢 1900mm 和攀钢 1350mm 板坯连铸机,已投产,运行良好。综合起来看这些设备大体相当国外 80 年代中期水平;现正在组织生产水平更高的宝钢三期成套设备。

·石化设备·“八五”期间,实现了 30 万吨合成氨装置的心脏设备,即气体离心压缩机及 30000m³ 等空气分离装置中精馏塔等关键设备的国产化,达到 80 年代末国际先进水平。年处理原油 500 万吨的炼油成套设备已投入运行,大体相当国际 70 年代末期水平。

·交通运输设备·汽车车型基本齐全,载货车“缺轻少重”的矛盾已基本解决,正在发展轿车。主要引进车型国产化率不断提高,多数达到了 80% 以上。铁道运输设备,“韶山”4 型 8 轴大功率货运电力机车已在大秦铁路进行了万吨重载牵引;港口设施,类似秦皇岛码头 3000 万吨煤炭港口装卸成套设备,可由国内成套提供。

除此之外,机械产品的出口也高速发展。1996 年机械工业出口创汇为 1990 年的 3.93 倍;出口额占全国外贸出口总额的比重由 1990 年 12.626%,提高到 1996 年 19.7%,居全国第二位。出口的机械产品已由金属制品及零星产品为逐步增大了机电仪产品和成套设备的比重。如 32 千瓦成套火电设备、日产 2 万吨水泥等大型成套设备,高新技术产品占比重达到了 7%。但总的看,成套设备出口规模还不高。

在开发机械、汽车新产品的同时,通过技术改造,一批先进的新型、高效、高精度制造工艺技术机械工业中得到了广泛应用。近年来,焊接结构已由传统的锅炉、汽车行业扩展到重型机械、工程机械、机床及锻压设备等行业。在促进机械工业共性技术发展的过程中,我部有关单位与冶金系统联合攻关,包括:引进 30 万、60 万千瓦火电机组关键材料的消化吸收;工程机械关键零件专用钢材的国产化,汽车用高强度钢材和保证淬透性结构钢的开发应用,压力容器用钢的完善化;冶金因素对轴承钢滚动接触疲劳寿命影响的研究;微合金非调质钢的开发与应用研究;低碳马氏体犁壁钢和螺栓钢的研究;节钨型通用高速钢研究等,尤其在“七五”期间,国家 76 项重点科技攻关项目中列入了“机械工业基础材料应用技术研究”的开发项目,包括:耐寒高强度钢及低温力学性能研究;炉用耐热钢性能评定及合理选用的研究;石油化工泵、阀用耐蚀材料及应用研究;矿山工程机械用耐磨材料研究等内容,取得一批达到当时国内先进水平和接近国际先进水平的科研成果,对调整机械工业用材结构和提高用材水平发挥了积极作用。

自“九五”开始,机械工业将进入一个新的振兴发展时期。即以满足国民经济发展的需求为出发点,以制造技术为重点,以重大工程项目、成套技术装备、基础件、基础机械和轿车为载体,以高新技术和新产品的推广应用、工程化、产业化为桥梁,以提高企业竞争力为落脚点,全面推进机械、汽车工业的振兴,使其成为国民经济的

支柱产业。为此,机械工业正在开展产品质量翻身、组织结构优化、产品开发能力提高的三大战役,并明确了“九五”期间,要攻克的 24 项关键技术和 21 类重点产品,确保《机械工业振兴纲要》的顺利实施。

(二)

材料是机械工业的重点物质基础。近年来的调查表明,机械工业近万家企业年消耗钢材 1000 万吨以上,1994 年钢材消耗量 1019.8 万吨,占当年全国钢材产量的 12.74%,表 1 及表 2 是机械工业各行业近年来消耗钢材情况。按机械工业材料消耗总量分析,钢材占 60%多一些,有色金属占 5%不到一些,其他还有 35%左右的材料属机械工业专用材料,由机械部门自行开发、生产,包括铸锻件、铸铜件、铸铁件、电工材料、仪表材料、粉末冶金、工程塑料、复合材料、胶接密封材料、绝缘材料、磨料和部分包装材料等。

根据《机械、汽车工业“九五”科技发展规划》,随着机械产品更新换代和不断提高质量的要求,对材料的品种、质量和数量提出了更高的要求。最近对机械工业中一些主要行业的材料需求作了初步调研,现将有关部分介绍如下:

(1) 发电设备用材

至 1994 年底统计,全国发电设备装机容量近 2 亿千瓦,“九五”期间装机容量将增加 1 亿千瓦,平均每年增长 2000 万千瓦,表 3 为“九五;”期间水电和火电装备用关键钢材的需求预测。

表 1 机械工业各行业的钢材消耗情况

序号	行业名称	年耗钢材数量(万吨)	
		1993 年	1994 年
1	汽 车	264.0	265.8
2	电 工	253.9	242.6
3	农 机	111.8	162.2
4	基 础 件	95.5	97.1
5	重 型	92.3	71.1
6	石 化	60.8	55.9
7	工程机械	43.6	32.6
8	机 床	42.8	32.6
9	食品包装	#	9.6
10	仪 表	9.4	7.7
11	其 它	93.3	39.1
12	总 计	1067.4	1019.8

#: 93 年食品包装行业未单独统计

表 2 机械工业不同种类钢材消耗量(1992 年统计数据)

序号	钢 材 品 种	年消耗钢材数 (万吨)	比例 (%)
1	重 轨	11.37	0.13
2	轻 轨	0.76	0.07
3	大型型钢	14.16	1.37
4	中型型钢	55.60	5.38
5	小型型钢	62.38	6.04
6	带 钢	25.07	2.43
7	线 材	56.20	5.44
8	特厚钢板	9.57	0.93
9	中厚钢板	193.27	18.71
10	薄 钢 板	196.68	19.07
11	硅 钢 片	57.84	5.60
12	*优质钢材	274.71	26.59
13	无缝钢管	49.57	4.80
14	其 它	35.86	3.45
15	总 计	1033.04	100.00

*: 优质钢材包括炭素结构钢、轴承钢、精密合金钢

表 3 “九五”水电和火电装备用关键钢材需求预测

材料品种	规格 (mm)	牌 号	数量 (万吨)	
			每年	5 年
中厚钢板	4.5 ~ 50	Q235/16Mn	3	15
特厚钢板	60 ~ 200	Q235/16Mn/SM400B/SM490B	3	15
抗撕裂钢板	100 ~ 200	TSTE355	0.2	1
压力容器钢板	20 ~ 80	20g/16MnR/WELTEN-62CF/NK-HLTEN62U	1.2	6
硅钢片	0.5 冷轧	DW-270/DW-400	2.5/0.2	12.5/1
不锈钢板	3 ~ 60	18-8/0Cr13Ni5Mo	0.2/0.1	1/0.5
薄钢板	1.0 ~ 5	Q235/16Mn/高强磁轭钢板	2.0	10
锅炉钢板	20 ~ 150	SA-299/16Mng/13MnNiMoNb	30	150
锅炉钢管	Φ16 ~ 159	20g/20Mo/15CrMo/12Cr1MoV/12Cr2MoWVTiB(102)	10	50
预热器用板	1	con-ten	0.3	1.5

火电设备方面,“九五”期间将以 30 万千瓦、60 万千瓦机组为主力机组,并准备设计和投产 100 万千瓦机组和 24MPa/540/560℃的超临界火电机组,现有的