

国外高频直缝 焊管生产

吴凤梧 等编

冶金工业出版社

序

在各个工业化国家中，焊接钢管在钢管业中的生产比重，有着增长的趋势，总产量超过60%；其中尤以直缝电焊钢管的发展更加迅速，其应用范围逐年扩大，并可代替部分价格昂贵的无缝管，如石油管、锅炉管和结构管等。

电焊管与无缝管相比，有着下列特征：均匀的管壁、光洁的内外表面、焊缝强度不低于母材的强度。

直缝电焊钢管的生产设备不断更新，生产效率和产品质量不断提高。随着产品品种的扩大，生产设备的型式也多种多样，机械化和自动化的程度也不断提高。

我国直缝电焊钢管工业始于五十年代，近些年来发展十分迅速。某些厂已逐步向高档产品生产过渡，然而生产设备和技术与国外的相比有着很大差距。编者在本书中所介绍的内容，对于弥补这种差距，提高我国电焊钢管生产的技术水平，将会起到积极的作用。

本书的内容系统而全面，涉及了直缝电焊管生产的各种问题。其中包括：生产工艺与车间平面布置，带钢准备，成型机及其成型辊孔型设计，高频焊接工艺与设备，钢管精整，质量检验技术，钢管热处理与表面覆层，以及生产自动化等。此外，在第一章中还介绍了国外有关高频直缝电焊管生产的技术经济分析。

本书在写法上特别注意用表格和插图说明问题，汇集了大量数据，很有实用价值。

按照本书的内容，可以得出这样的结论：本书不但对有关焊管厂、研究和设计部门是一份很有价值的参考资料，而且对高等院校的师生也是一本很好的参考书。

赖 明 道

1981.12.12

前 言

直径为10~508毫米、甚至660毫米的高频直缝焊管，在石油、汽车、化工、建筑、农业、轻纺等国民经济各部门中都有着十分广阔的用途，对于这些部门的发展具有重要意义。因此，在冶金工业中，高频直缝焊管生产占有重要的地位。

解放以后，我国高频直缝焊管生产从无到有，至今已有了很大的发展。但是，除了为数极少的几套 $\phi 114$ 毫米以上的机组以外，现有机组多数是 $\phi 76$ 毫米以下的小机组。这些机组在产量、产品质量和品种、消耗和劳动生产率等方面，与目前世界先进水平相比，还有很大差距。

从事高频直缝焊管机组设计和焊管生产的广大职工，为了迅速发展我国焊管生产技术，迫切需要了解目前世界先进水平，掌握这门专业技术。但是，目前还找不到一本比较全面而系统地介绍国外高频直缝焊管生产工艺和设备的技术书籍，涉及这方面的资料又比较零散，因此，难以掌握这一技术领域的全部情况。鉴于这一点，我们将多年来收集的大量有关文献资料经过分析，并根据实践经验和认识加以整理编纂成书。我们在编写过程中着重于介绍基本情况，并力争全面而系统，对高频直缝焊管生产工艺和设备的各个方面，除象张力减径机等已有专著可供参考者外，都尽可能地予以涉及。

参加本书编写的有苏映霞(第六章，二)、张翰书(第十章)、刘克璋(第七章)、吴凤梧(其余部分)。

本书的编写工作得到了钱学东、李长穆以及很多同志的热情支持和帮助。东北重型机械学院赖明道教授和撒凤楼老师对初稿作了全面审定。赖明道教授还为本书写了序。为了广泛地征求意见，我们还将手稿交许多同志传阅。张弘人、张绍庆、薛百忍、王世臣、樊克恭、周桂春、罗绮、王嘉省等同志热情地为我们提供了资料。在此，我们向所有给予我们帮助和支持的同志致以诚挚的谢意。

由于我们水平所限，疏忽错误之处在所难免，热诚希望读者批评指正。

T9335.7/17-2
12580

目 录

序

前言

第一章 国外高频直缝焊管生产的发展概况	1
一、中小直径钢管的用途及其生产方法	1
二、高频直缝焊管生产技术的发展过程	6
三、国外高频直缝焊管生产现状	9
四、国外高频直缝焊管生产的发展趋势	14
五、关于高频直缝焊管生产的技术经济问题	15
第二章 高频直缝焊管生产工艺及其车间平面布置	19
一、原料	19
二、成品	25
三、生产工艺	40
四、原料和成品的存放及车间内部运输	50
五、车间平面布置及其生产能力	54
第三章 高频直缝焊管典型机组及系列	66
一、美国共和钢公司扬斯敦钢厂 $\phi 168 \sim 508$ 机组	66
二、苏联威克萨钢厂 $\phi 203 \sim 530$ 机组	71
三、日本川崎知多厂 $\phi 168 \sim 508$ 机组和 $\phi 267.4 \sim 660$ 排辊机组	73
四、保加利亚克列米柯夫采钢铁厂 $\phi 25 \sim 114$ 机组	77
五、西德克里格拉赫钢管厂 $\phi 17 \sim 89$ 机组	78
六、苏联乌拉尔冶金设计院设计的 $\phi 20 \sim 76$ 机组	80
七、日本川崎知多厂 $\phi 21.7 \sim 60.5$ 厚壁管机组	81
八、美国钢管制品有限公司华盛顿焊管厂 $\phi 21 \sim 48$ 机组	86
九、美国威恩联合公司的高频直缝焊管机系列	87
十、西德德马克-米尔公司的高频直缝焊管机系列	95
第四章 带钢准备设备	101
一、纵剪机组	101
二、准备机组	108
三、备卷装置	108
四、开卷机	113
五、带钢矫直机	119
六、剪断机	122
七、对焊机	124
八、活套装置和增速运输辊道	131
九、其他设备	134
第五章 连续式成型机组	135
一、一般连续式成型机组	135
二、排辊式成型机组	174
三、其他型式的成型机	197
第六章 成型辊孔型设计	202

一、成型概论	202
二、成型辊的孔型设计	231
第七章 高频焊接工艺与设备	249
一、高频焊接的理论基础	249
二、高频焊接方法及其优缺点	263
三、高频焊接工艺	266
四、高频焊接设备	287
第八章 飞切机	305
一、飞切机的分类及其工作制度	305
二、冲压式飞剪	309
三、飞锯	311
四、滚压式飞剪	316
五、飞铣	321
六、感应加热拉断	323
第九章 钢管精整设备	326
一、连续精整作业线	326
二、钢管矫直机	326
三、切管机和管端加工机床	334
四、水压试管机	340
五、钢管打印设备	352
第十章 质量检验技术与设备	353
一、钢管的宏观质量检查和各种性能试验	353
二、钢管的无损探伤技术	355
三、镀层管质量检验	380
第十一章 热处理和表面覆层	382
一、热处理	382
二、金属镀层	399
三、非金属涂层	425
第十二章 高频直缝焊管生产的自动化	440
一、自动化的范围及拟定自动控制系统的一般问题	440
二、工艺参数的检控和钢管线性尺寸的自动测量	444
三、钢管质量的自动控制	447
四、精整区工艺过程的自动化	455
五、计算机的应用和生产管理自动化	460
第十三章 新工艺和新技术	462
一、焊管—冷拔联合机组	462
二、带冷张力减径机的直缝焊管机组	465
三、焊管的在线镀锌	467
四、包皮管生产	469
五、双线焊管机组	469
六、带钢成型前的预热	470
七、新的焊接方法的应用	471
参考文献	473

第一章 国外高频直缝焊管生产的发展概况

一、中小直径钢管的用途及其生产方法

钢管在国民经济各部门的用途是极其广泛的。在所有钢管中，直径在10.3~508毫米（1/8~20英寸），甚至660.4毫米（26英寸）范围内的中小直径钢管，其用途尤其广泛。据统计，中小直径钢管约占钢管总产量的80%左右。

（一）中小直径钢管的用途

中小直径钢管的用途大体上可分为下述几个方面：

1. 管道输送用钢管

用于液体、气体以及固体物质的输送，如石油、天然气、水、煤气、蒸汽管道等。有些现代化的运输系统中，还采用管道输送矿石、煤炭、水泥等固体物质。随着石油、天然气产量的迅速增长以及工业生产的发展，管道输送在近二十年来有了迅速的发展。

普通管道用钢管的工作压力一般不超过60大气压，现代化的高压管道，其工作压力可达200大气压。小直径（ $\phi 114$ 毫米以下）管一般用接头连接，管端需要车丝。直径在114毫米及其以上的钢管则采用焊接连接，管端需要倒棱而不必车丝。

2. 结构钢管

用于土木建筑、各种构架、铁塔、自行车、家俱等。结构管的用途范围很广，规格品种繁多，除一般的圆断面外，还有方形、三角形、矩形、多边形等异形断面管。

3. 机械制造用钢管

用于农机、汽车、航空等各种机械制造部门，如汽车轴、气缸和油缸的缸筒、套筒、柱塞以及制造各种机械零件所用的钢管。按照各种零件的不同要求，这类钢管必须具有一定的机械性能和金相组织，为此需要进行不同的热处理。

4. 锅炉和热交换器用管

用于制造各种锅炉的沸水管、火管、烟管以及热交换器、冷凝器用管等。按照锅炉的种类和性能不同，钢管所承受的工作压力和温度也各不相同。中低压锅炉的工作压力不超过40大气压，高压锅炉的工作压力可达100大气压以上。锅炉和蒸汽输送管所承受的温度很高，可达450℃左右。因此，锅炉管的机械性能要求比较高。

5. 钻探用钢管

用于石油和地质钻探，如钻杆、套管、岩心管、油管等。钻探用钢管在工作中要承受很大的应力，并且受到地下水的压力和腐蚀，因此，这类钢管需要用高强度钢制造，并且需要进行严格的热处理，以提高其机械性能。钻探用钢管均需在两端车丝。对于钻杆和油管，为了保证车丝部分的强度不致减弱，管端需要加厚。钻探钢管的工作压力很高，可达200大气压以上。

6. 化工用钢管

用于化学工业，如炼油厂里输送石油产品的钢管，加热装置中的裂化管以及化肥生产中用的其他各种钢管。裂化管要在800℃左右的高温 and 100大气压左右的高压以及腐蚀性环

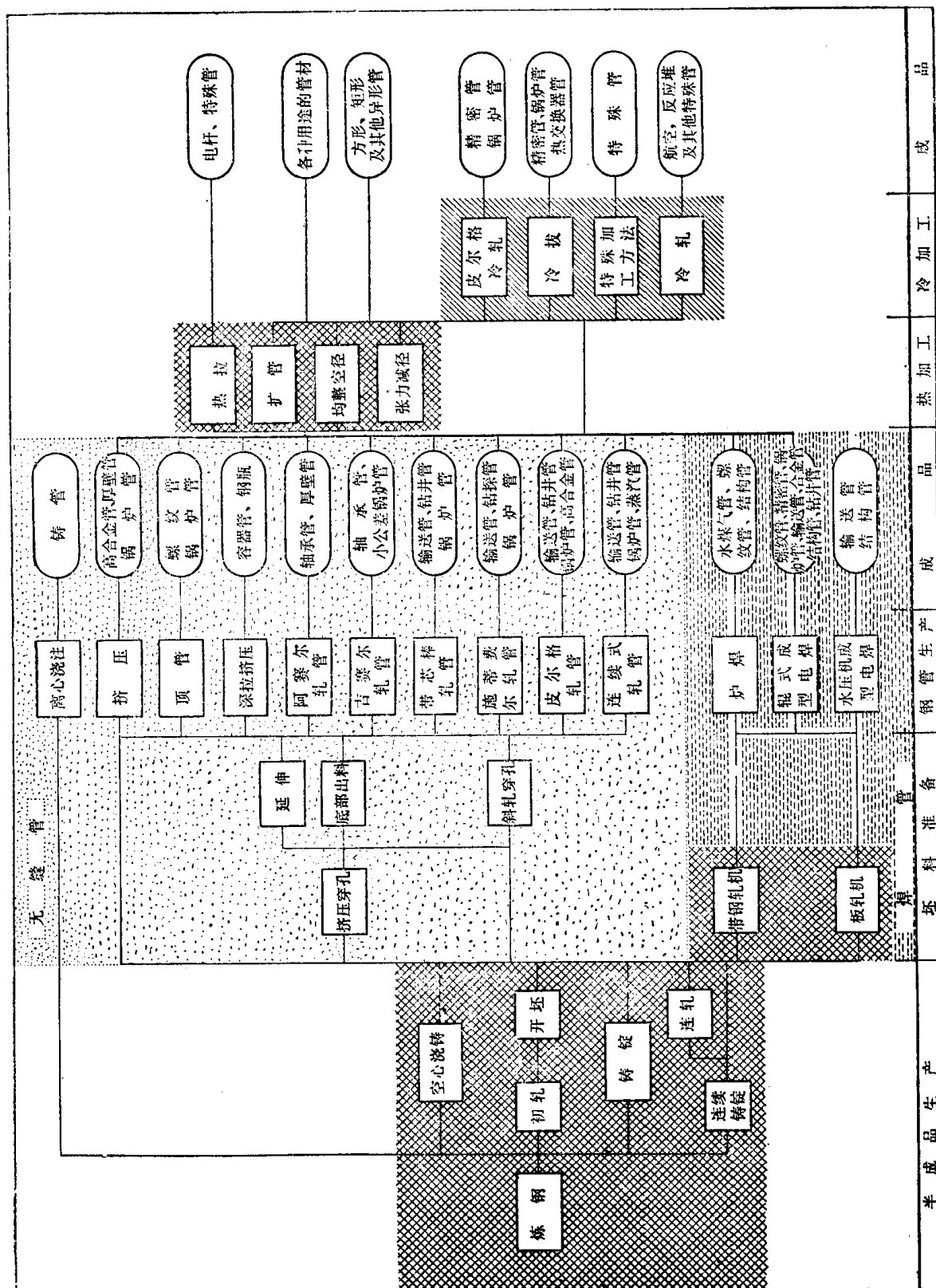


图 1-1 钢管生产方法

境下进行工作，因此一般要用合金钢管。工作温度低于450℃、压力不超过60大气压的化工用管可以采用10和20号钢制造。

(二) 中小直径钢管的生产方法

钢管生产方法基本上可分为两类：无缝管生产和焊管生产。

无缝管生产是以圆钢或连铸坯作原料，经穿孔后，用各种无缝管轧机和相应的精整设备生产成品管；而焊管生产是以带钢或钢板作原料，经弯曲成型后，用各种焊接方法和随后的相应精整设备生产带有焊缝的成品管。现有各种生产无缝管和焊管的工艺方法如图1-1所示。

焊管生产中，按照焊缝的形式和所采用的不同焊接方法，又可分为多种形式，如图

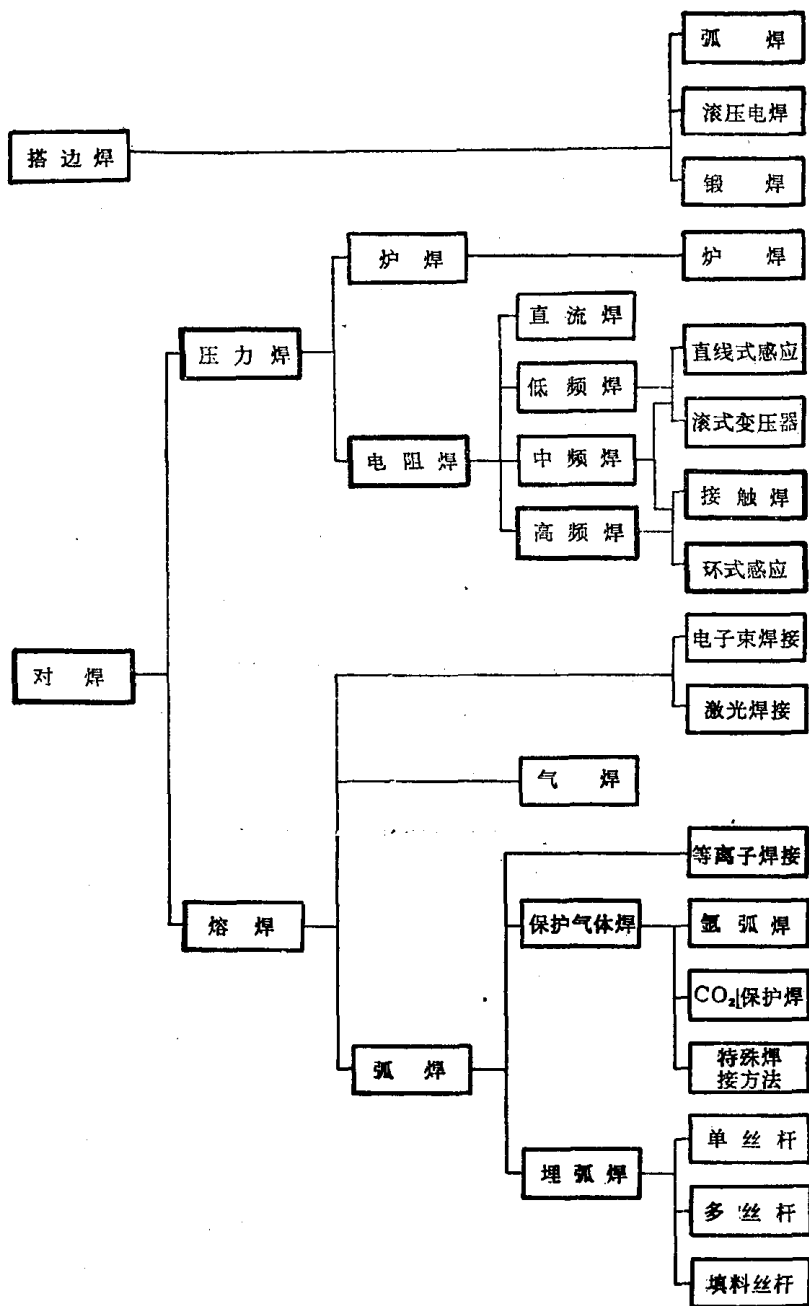


图 1-2 焊管生产方法

1-2所示。

由以上两图可见，钢管的生产方法是多种多样的。各种生产方法都有其赖以存在的独特优点，当然也有其本身的缺点。随着生产和科学技术的不断发展，各种生产方法也将不断发展。一般说来，与无缝管生产相比较，电焊管生产具有以下优点：设备重量轻，建设投资少，生产成本低，管壁厚度小，与外径之比可达1%，而且电焊管生产的机械化和自动化水平高，可进行连续作业，生产率高，劳动条件好。因此，电焊管生产、特别是本书所介绍的高频直缝焊管生产在近二十年内有了非常迅速的发展。由于焊接工艺以及成型技术、质量检测和控制技术的新成就，焊管质量也在不断提高。因此，各国钢管产量中，高频直缝焊管所占的比例在不断增加，在一些重要使用部门，高频直缝焊管已取代了无缝

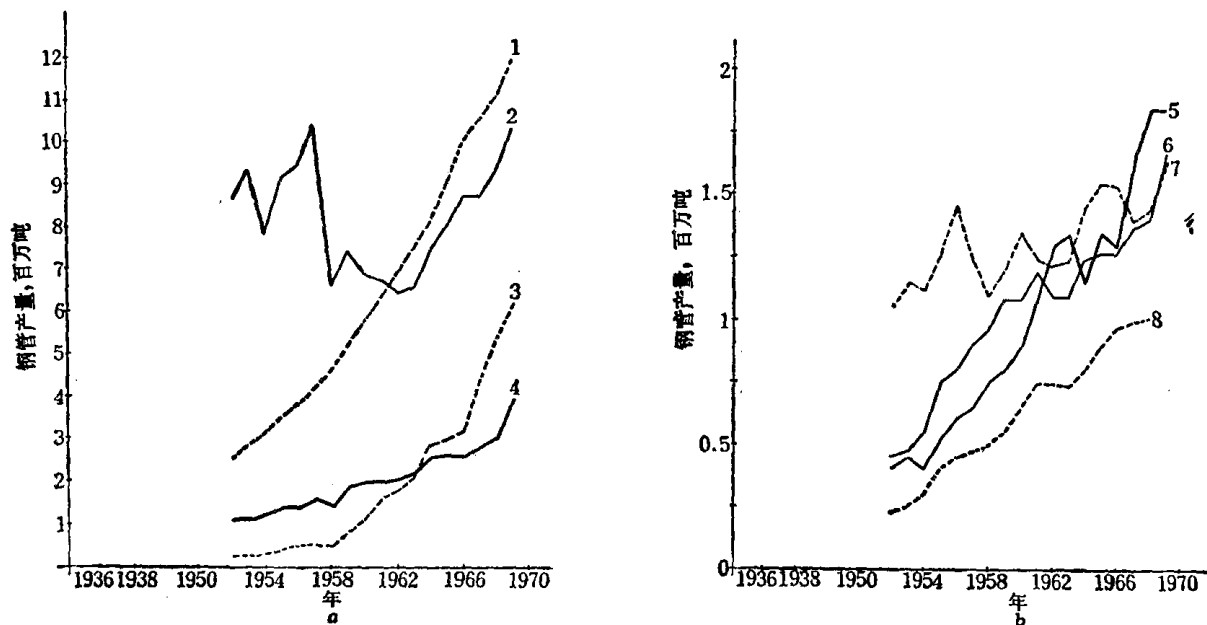


图 1-3 1970年前一些国家的钢管产量增长情况

1—苏联，2—美国，3—日本，4—德意志联邦共和国，5—意大利，6—法国，
7—英国，8—捷克斯洛伐克

表 1-1 无缝管和焊管占钢管总产量的比例，%

国 家	1960年		1964年		1968年		1976年	
	焊 管	无缝管	焊 管	无缝管	焊 管	无缝管	焊 管	无缝管
苏 联	44	56	49	51	56	44	60	40
美 国	64	36	60	40	65	35	54	46
日 本	65	35	81	19	80	20	78.3	21.7
德意志联邦共和国	30	70	40	60	45	55	59	41
意大利	26	74	38	62	53	47	76.3	23.7
英 国	62	38	66	34	54	46	64.5	35.5
法 国	57	43	62	38	66	34	65	35
捷克斯洛伐克	22	78	26	74	30	70		
小 计	51	49	55	45	60	40		

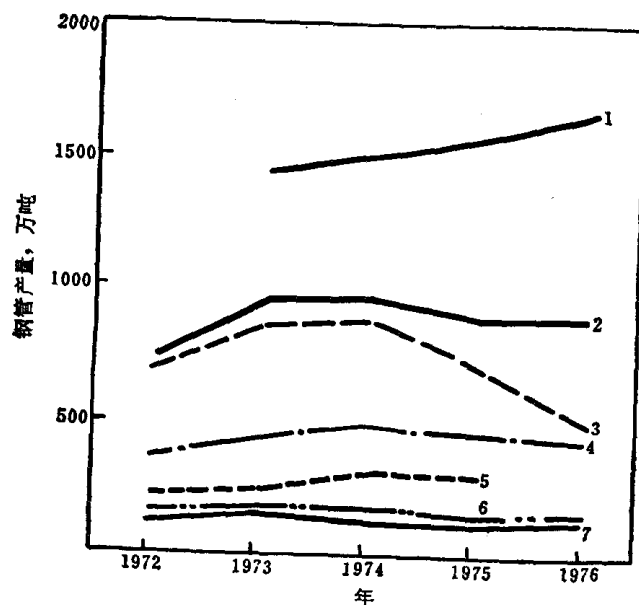


图 1-4 1970年来一些国家的钢管产量增长情况

1—苏联; 2—日本; 3—美国; 4—德意志联邦共和国; 5—意大利; 6—法国; 7—英国

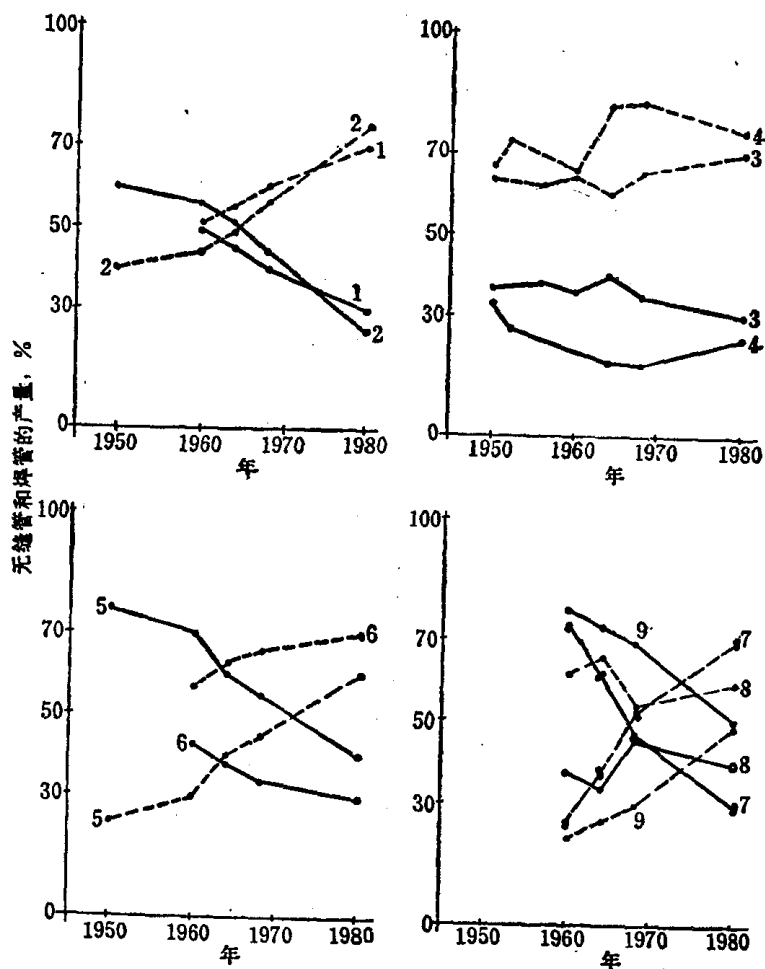


图 1-5 无缝管和焊管占钢管总产量的比例变化情况

1—全世界; 2—苏联; 3—美国; 4—日本; 5—德意志联邦共和国; 6—法国;
7—意大利; 8—英国; 9—捷克斯洛伐克
——无缝管; ---焊管

管。

(三) 无缝管和焊管的比例

1970年以前,美国、苏联、日本、德意志联邦共和国、法国、英国、捷克斯洛伐克等几个国家的钢管产量变化情况如图1-3所示^[1]。1970年以后,几个主要工业国的钢管产量变化情况如图1-4所示^[91]。

在钢管总产量中,无缝管和焊管分别占有的比例如表1-1和图1-5所示。由图可见,焊管所占比例,从总的趋势看在不断增大。

二、高频直缝焊管生产技术的发展过程

钢管的生产和使用距今大约有一百多年的历史。十九世纪初期,由于战争的需要,人们用钢板弯成管筒,然后在其搭接的边缘上加热,并在短心棒上锻接成管子,用以制造炮筒。随后,这种方法得到了较大的发展。1825年左右出现了炉焊钢管法,这种方法是将金属带加热到焊接温度以后,从碗模中拉出。从此,焊管才开始了工业规模的生产。

1843年以后,无缝管的生产有了很大发展。到1896年,各种生产无缝管的技术和设备相继出现,使无缝管的生产从基础理论、生产工艺到各种辅助设备都建立了一套比较完整的体系。

与此同时,由于焊接和成型技术不良,焊接钢管的质量不好,加之作为焊管原料的带钢和钢板产量供不应求,焊管生产的发展远远落后于无缝管生产。焊管产量只占整个钢管产量的很小部分。

二十世纪初,利用霍耳效应的电阻焊接技术开始用于焊管生产。约斯特等对于电阻焊的焊接温度、焊接压力、焊接速度及其相互关系,以及对于焊缝金相组织和机械性能的影响等,均作了认真的研究。同时,对于其他成型和焊接工艺问题也进行了一系列研究,从而使焊管的质量有了明显地提高。到三十年代,电焊管生产获得了普遍的发展。在这个期间,焊管的成型技术也有了很大改进,出现了连续式直缝焊管成型机,并得到了逐步改进与完善。

1938年,卡尔·荷尔泽设计的接触电阻焊管机(图1-6)已具有现代电焊管机的规模,它具有六架成型机架、一套带导向辊的焊接装置,其中包括挤压辊和毛刺清理装置,随后是三架定径机和飞剪。

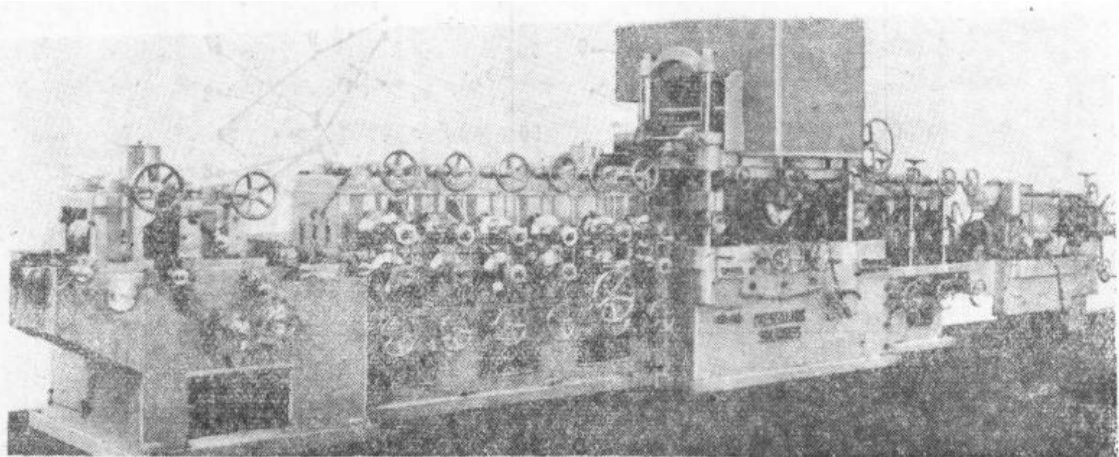


图 1-6 早期的接触电阻焊管机

第二次世界大战后，接触电焊管生产得到了迅速的发展。特别是在美国，首先开始了电焊管机的系列设计。美国最初的系列是以M为代号的四个规格：

M1½	生产钢管外径	13.7~42.2毫米 (1/4"~1 1/4")
M2	生产钢管外径	21.3~66 毫米 (1/2"~2 1/4")
M2½	生产钢管外径	21.3~88.9毫米 (1/2"~3")
M3	生产钢管外径	26.7~114 毫米 (3/4"~4")

该系列的设备外形如图1-7所示。

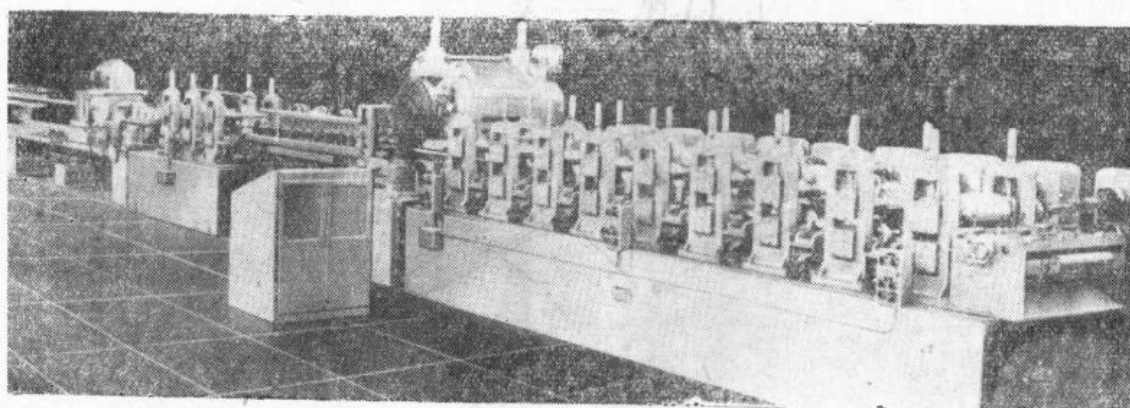


图 1-7 M系列焊管机

M系列焊管机采用旋转焊接变压器，其输出功率为125、300和500千伏安，电流频率为50或60赫，后来提高到150~180赫。旋转焊接变压器的结构如图1-8所示，其工作原理如图1-9所示。当强度为 I 安培的电流沿电阻为 R 欧姆的导体流动时， t 秒后在导体中所产生的热量为 $Q = 0.24I^2Rt$ 卡。在焊接过程中，管坯开缝处的电阻大于电流流过管坯圆周的电阻，因此，在开缝处的带钢边缘便会产生很大的热量，这一热量可以将带钢边缘加热到焊接温度。电流通过旋转焊接变压器，通过被绝缘体 2 隔开的环形电极 1 送到管坯的边

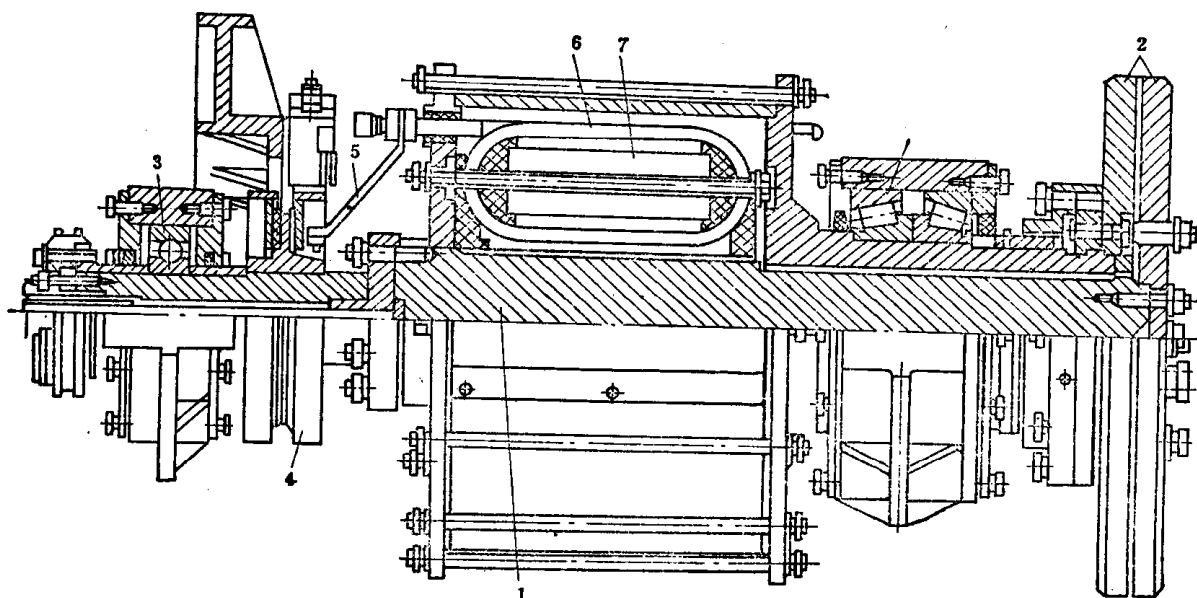


图 1-8 旋转焊接变压器的结构

1—轴；2—环形电极；3—轴承；4—滑环；5—导电母线；6—一次绕组；7—铁芯

缘，将边缘加热。随后在挤压辊的压力作用下，加热到焊接温度的管坯边缘被焊接在一起。

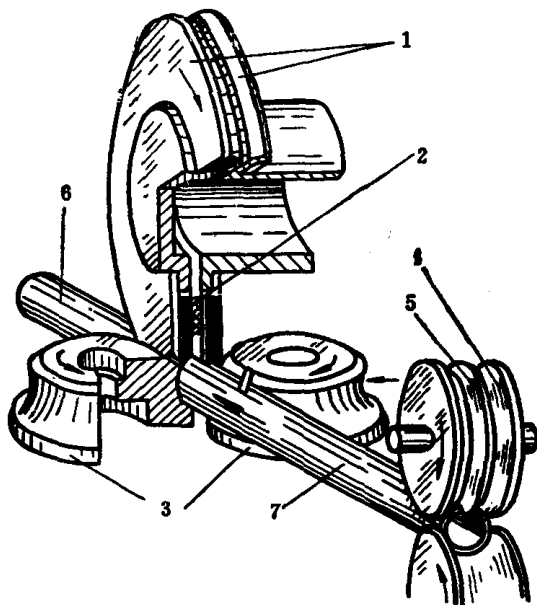


图 1-9 接触电阻焊管的工作原理

1—电极；2—绝缘体；3—挤压辊；4—导向辊；5—导向环；6—焊管；7—管坯

由于交流电电流强度的周期性变化，因而沿焊缝长度不可能得到均匀的加热。当电流强度达到最大值时，焊缝上各相应点即被加热到焊接温度或者高于焊接温度；而当电流为零值时，焊缝上相应各点则加热不足或者达不到焊接温度。因而沿焊缝长度上将呈现焊接与未焊接，或者过烧与焊接部分相互交替分布的情况，即形成所谓周期性分布的“焊点”。

焊缝内各焊点之间的距离，与焊接速度成正比，而与电流的频率成反比。各个焊点之间的距离越小，则焊缝的气密性越好，焊缝质量越高。在相同的焊接速度情况下，提高电流频率有利于焊缝质量。同理，当电流频率一定时，如果提高焊接速度，则焊缝内各焊点之间的距离将相应地增加。如在电流频率为50赫时，焊接速度可达30~32米/分，此时相应的各个焊点之间的距离分别为5和5.33毫米。在此基础上，如果进一步提高焊接速度，将使焊缝质量大大变坏，不能满足实际使用的要求。

因此，随后在电阻焊管生产中使用了120~360赫的较高频率。与此同时还出现了用直流电阻焊、感应焊和电弧焊来生产焊接钢管。但这些焊接方法的焊速都很低。

频率为60~360赫的低频电阻焊在这一时期得到了最广泛的应用。在这个时期，全世界差不多80%的焊接钢管都是采用这种方法生产的。因为这种方法最简单，焊接质量也有显著提高，不仅可以生产一般的输送管和结构管，而且可以生产要求比较高的锅炉管。直径从114到500毫米、壁厚从4.75到14.3毫米的石油管也可以采用这种方法进行生产。所用的焊机容量达4400千伏安，焊速可达60米/分。交流电阻焊对材料的化学和物理性能限制较少，但对带钢表面，特别是同焊接电极接触的带钢边缘部分要求较严，不允许有氧化铁皮和铁锈、油污等。因此，低频电阻焊一般都需要用酸洗或喷砂的方法对带钢进行处理。这种焊接方法直到今天仍在应用。

由于直流电阻焊的供电设备费用太大，应用范围受到限制。它只能用于碳素钢的焊

接，特别是适用于焊接质量要求高、焊接毛刺小、表面光滑的焊管生产。例如小直径的冷却器管用直流电阻焊生产，不需要清除内毛刺，其外表面可以同冷拔管相比。直径大于76或102毫米、壁厚大于4毫米的钢管生产一般不采用这种方法，因为直径较大的钢管内毛刺的清除比较容易，同时对表面质量的要求也不像对小直径管那样高，因而可以采用交流电阻焊接。

1950年以后，焊管生产发生了一系列变化，特别是1953年，频率达450千赫的高频接触电阻焊开始用于焊管生产。但初期发展缓慢，直到1960年，世界各国采用高频焊的焊管机组尚为数不多。1960年以后，高频接触电阻焊管生产获得了极为迅速的发展，高频焊管机组在各国大量的建设起来。随后，借助于环形感应器传递能量的高频感应焊也开始用于焊管生产。当高频接触焊取得了公认的良好效果以后，高频感应焊的应用仍然是极其有限的，在高频焊管生产中只起到次要的作用。

高频焊接具有一系列优点：焊缝热影响区小，加热速度快，在百分之一秒时间内就可使金属加热到焊接温度（1130~1350℃），因而可大大提高焊接速度和焊接质量；可以焊接不经酸洗或喷丸处理的带钢；同时，不但可以焊接碳素钢，而且可以焊接不锈钢、铝合金、铜合金等多种材料。此外，高频焊接钢管的能量消耗低，效率高。由于高频焊所具有的这些优点，因而在七十年代，不但新建的中小直径电焊管机组普遍采用这种焊接方法，而且各国对原有的低频焊管机组也改造为高频，使机组的生产能力和产品质量有了明显的提高，产品的规格、品种和使用范围也在不断扩大。

1960年以后，中小直径电焊管的成型技术、质量控制与检验技术、精整设备等各方面都有许多重大的改进和革新，所有这些我们将在本书的有关部分加以介绍。

高频直缝焊管在近二十年来获得了巨大发展的主要原因是：

- 1) 成本低廉，建厂投资少；
- 2) 焊缝质量的显著提高；
- 3) 非破坏性检验技术的广泛使用；
- 4) 品种、规格范围的扩大。

此外，焊接钢管的发展是与板带钢材生产的发展相适应的。钢板卷的大量供应是焊管发展的前提。

三、国外高频直缝焊管生产现状

（一）日本

日本1934年开始生产电阻焊管，1950年以后采用了低频旋转变压器式的电阻焊管机，1961年以后开始采用高频电阻焊管机，从而使电焊管生产有了一个比较大的发展。目前，在日本的钢管总产量中，各种生产方法所生产的钢管比例如图1-10所示。其中电阻焊管约占钢管总产量的一半左右。生产技术的发展现状反映在以下三个方面。

1. 生产能力的提高

1961年后新建的中小直径电阻焊管机均采用高频焊接，原有的低频焊管机组也在逐步改建成高频焊管机组。因此，焊管机的生产能力有了很大提高。目前可以达到的最大焊接速度如图1-11所示。

提高机组的速度，同时受到开卷、对焊、飞切等辅助设备能力的限制，因此必须对辅

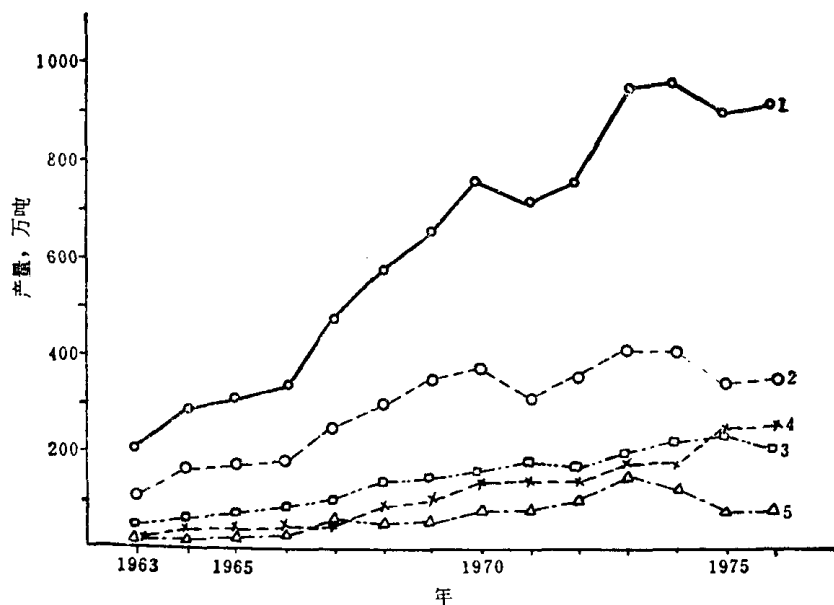


图 1-10 日本钢管生产概况

1—钢管总计；2—电阻焊管；3—无缝管；4—电弧焊管；5—炉焊管

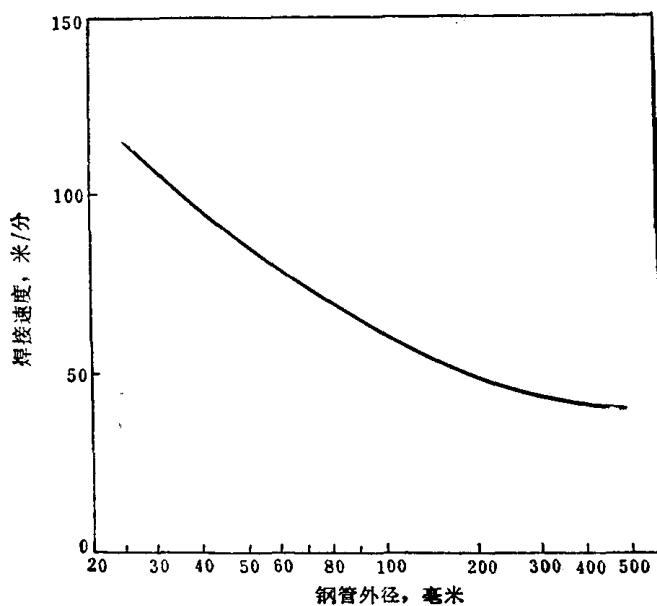


图 1-11 日本高频焊管机的最大焊速

助设备进行相应的改进，如开卷机实现全自动操作，加大卷重以减少对焊次数等。随着卷重的增大，活套也加大了。过去采用的坑式和隧道式活套，带钢储存量一般在180米左右，目前采用的新式活套装置，其储存量可达350米。飞切机也有很大改进。

日本已经建成配置有张力减径机的高频焊管机组，这对生产不需进一步加工的小直径管来说，具有很高的生产能力。

2. 产品品种的扩大

由于热轧带钢轧机的不断发展,促进了高频焊管外径的扩大。1965年就开始生产外径为508毫米(20")的高频直缝焊管,目前,随着2200毫米热轧带钢轧机的出现,已可生产外径达660毫米(26")的高频直缝焊管。另外,焊管的管壁厚度范围也有扩大,已经建成了生产特厚壁管和特薄壁管的专用高频焊管机。如1965年建的 $6\frac{5}{8}$ "机组,可生产最大壁厚10.5毫米的焊管,1968年建的 $4\frac{1}{2}$ "机组,可生产最大壁厚8.6毫米,1971年建的2"机组,可生产最大壁厚7毫米;在薄壁管生产方面可以生产 48.6×0.8 毫米、 89.1×1.4 毫米、 139.8×2.1 毫米、 318.5×2.7 毫米(直径 $\times$ 壁厚)等薄壁和特薄壁焊管,其壁厚与直径之比可 $\leq 1\%$ 。

高频焊管所使用的原料质量也不断提高,因此,有可能生产高级焊管。这表现在:

1) 由于脱硫技术的进步,钢中含硫量降低,从而减小了焊接不良的比率,提高了焊接质量;

2) 由于真空脱气的应用,提高了管坯带钢的纯度,从而减少了带钢的夹杂物,提高了焊缝质量;

3) 由于加添Nb、V等特殊元素,降低了碳当量,管坯的焊接性能得以提高;

4) 由于热轧带钢轧制技术的发展,带钢厚度精度提高,焊管的壁厚偏差得以减小。由于控制轧制技术的采用,也提高了材料的韧性。

此外,内毛刺清除技术有很大提高,从而可以生产外径19毫米和25.4毫米的高级焊管。清除内毛刺一方面是一定用途的钢管所要求的,另一方面只有将内毛刺清除干净,才有可能使超声波探伤不受毛刺反射波的干扰,这是保证高级焊管产品质量不可缺少的条件。

3. 质量检查方法的改进

超声波探伤设备:在小直径焊管生产中,由于采用了回转式探头超声波探伤仪,可以对钢管进行全面检查。在中等直径焊管生产中采用了两面探伤,这些措施都是为了保证高级焊管的质量。在一台焊管机上使用这种检查设备进行作业线上的成品检查和原料带钢的夹层检查,不仅可以保证最终产品质量,而且在控制焊管机生产方面也有很大作用。

涡流探伤设备:它是一种高效能的无损检验设备,将其安装在焊管生产作业线上,就有可能充分发挥焊管机组的生产能力。

磁力探伤设备:新研究出的录磁式磁力探伤法,可以代替过去的湿式磁力探伤,这种干式探伤用于机械和结构管的成品质量检查,可以防止钢管因受潮而生锈。

(二) 美国

美国大约在1918年开始生产直缝电阻焊管。电流频率原为50~360赫,1960年以后逐步采用了400~450千赫的高频焊接设备。据不完全统计,美国已拥有中小型电焊管机组400多套,可生产直径510毫米以下、壁厚12.7毫米以下的高频直缝焊管。近二十年来,美国新建无缝管机组甚少,但中小型高频直缝焊管机组每年都有十套左右的新机组投产。美国中小直径高频焊管设备的能力占电焊管生产能力的80%左右。

由于美国冷、热带钢生产比较发达,高频焊管生产可以得到充足而优质的原料,其表面质量和机械性能均能满足石油钻采等高级焊管的要求,加之高频焊接技术日臻完善,焊

缝质量可以充分保证，因而，美国除生产一般用途的中小直径焊管外，还大量生产包括石油钻采管在内的高级焊管。据统计，全世界大约有17个国家42家公司生产焊接油井管，1976年焊接油井管总产量约70万吨，其中美国有16家公司，1976年产量为50万吨。1976年焊接油井管约占油井管总产量的22%。

美国是生产石油钻采用电焊管最早的国家，焊接油井管的产量一直居世界首位。图1-12是1969~1978年，十年间美国油井管的产量增长情况。

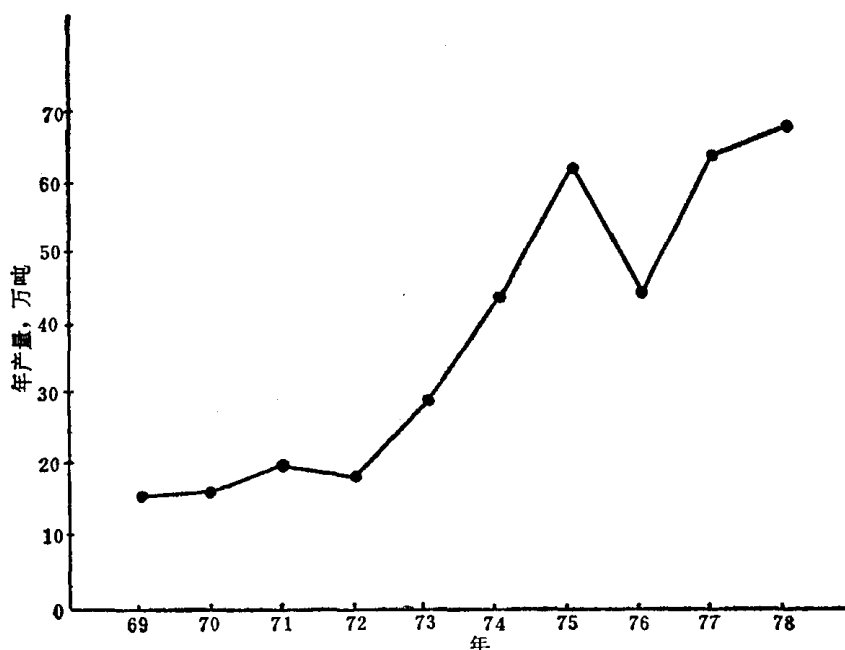


图 1-12 美国焊接油井管产量

美国隆斯塔钢铁公司于50年代初期就开始生产石油管，它有三套电阻焊管机，生产钢管外径 $1\frac{1}{2}$ ~16英寸，并配备有顶锻加厚机，可进行管端加厚。国家钢公司的钢管分公司共有8套电焊管机，其中一套 $2\frac{3}{8}$ ~ $10\frac{3}{4}$ 英寸机组于1974年开始建设，1976年投产，用于生产石油套管、油管、输送管和管端加厚油管。初期年产量10万吨。管端加厚的石油油管外径为50.8~101.6毫米，钢级H-40、J-55、N-80；石油套管外径为114.3~273毫米，钢级与油管相同。该机组还可生产方、矩形结构管，其规格为101.6~203.2毫米。主要设备包括一套279.4毫米高频焊管机，一套24机架的张力减径机，以天然气为燃料的常化炉，水压试验机 and 无损探伤设备等。科珀韦尔德钢公司于1978年扩建了一个焊管厂，生产 $3\frac{1}{2}$ ~ $12\frac{3}{4}$ 英寸钢管，该厂装有专门生产油井管的高频焊管机组，热处理及冷拔设备等，用以增加美国的油井管生产。

美国高频直缝焊管设备的制造能力较强，但现有焊管机组的开工率比较低，设备能力未能充分发挥。