

我国铜加工技术现状及发展趋势^①

姬广明

(洛阳铜加工厂)

摘 要

分铜制品,铜及铜合金的熔炼与铸造技术,板带材生产技术,管棒线材生产技术四个专题,综合介绍了本世纪90年代以前、国内的铜加工技术现状,指出:目前,我国铜加工生产技术和装备水平已经发展到一个崭新的阶段,产品数量、品种、质量也上升到了新的高度。今后,将更加注重扩大品种,提高产品质量;合理利用资源,发展深度加工制品;提高经营管理水平,使铜加工不断地向前发展。

关键词: 铜,铜制品,熔炼铸造,板带材,管棒线材

中华民族是世界上最早开发和使用铜及其合金的民族之一。早在公元前十几世纪,已广泛使用锡合金—青铜来制造生产工具、生活用具、兵器和货币。明朝景泰年间兴起的“铜胎掐丝珐琅”,十分精美华贵,被称为景泰兰,为世界各国人民所喜爱。但是,在四十多年前,还停留在手工业作坊的规模上。1949年新中国成立后,在党和人民政府的领导下,我国铜加工工业经历了恢复和发展两个阶段,到七十年代末期基本建成了以洛阳铜加工厂、上海各铜加工厂、沈阳有色金属加工厂、西北铜加工厂为代表的铜加工基地,还有一大批中小铜加工厂遍布全国各地。到1980年全国铜加工材产量为1949年的130倍之多。铜材的品种和质量基本满足了国内经济建设和国防建设的需要。改革开放以来,我国铜加工工业普遍经过了技术改造,在引进和消化吸收国外先进技术的基础上,铜加工的生产技术和装备水平已推进到一个崭新的阶段;产品数量、品种、质量都达到了新的水平,部分产品已经出口至

世界各地。中国铜加工工业已经成为技术力量雄厚、工艺装备先进、品种齐全、质量优良的独立工业体系。

1 铜制品

铜加工材的生产能力不断扩大,产量稳步上升。1970年至1979年全国铜加工材产量平均递增4.8%;1980年至1989年平均增长率为6.9%。拥有的生产能力为实际产量的1.4倍左右。已生产和研制的合金品种达300多个、制品近千个、规格近万种,形成了电真空用合金、高强高导合金、耐蚀合金、弹性合金、仪表、测温等合金系列。还有冷凝管、空调管、波导管、水箱带、异型材等专用产品系列。产品规格范围如下:

板材: $0.2 \sim 120 \times 600 \sim 3\ 000$ mm

带材: $0.1 \sim 1.2 \times 20 \sim 1\ 000$ mm

管材: $d\ 0.3 \times 0.03 \sim d\ 530 \times 80$ mm

棒材: $d\ 5 \sim d\ 280$ mm

^①于1990年10月15日收到;

^②教授级高工

线材: d 0.02~ d 6 mm

1980年生产的合金比例为

紫铜: 25.95%;

黄铜: 68.9%;

青铜: 4.9%;

白铜: 0.25%。

1980年产品比为

板材: 13.8%;

带材: 34.3%;

管材: 17%;

棒材: 21.01%;

线材: 11.89%。

1980年铜加工材在各部门的消耗比例为

机械制造: 47%;

轻工: 18.1%;

能源交能: 8.7%;

电子工业: 14.7%;

仪器仪表: 2.88%;

其余部门: 8.57%;

多数铜加工厂开始采用国际标准和国家标准。具有代表性的重要铜加工材列于表1。

我国既有专业化的铜加工厂, 又有综合性的联合企业。其中最大的铜加工企业是洛阳铜加工厂。该厂是从铜的电解精炼到加工材生产的综合性企业。其主要产品有电解铜, 金, 银, 硫酸铜, 各种铜、镍合金, 铝、镁合金加工材及其制品; 还开展了再生铜综合利用和开发。该厂年生产能力达60 000t, 熔炼和板带

表1 典型铜加工材品种、规格及用途

| 名称 | 规格 (mm) | 用途 |
|-------------------------|---------------------|-----------|
| 紫铜板 | 4×2 000×2 450 | 纺织机械 |
| T ₂ | 2.5×910×1 860 | 印染机烘干筒 |
| 锡黄铜板 | 45×3 000×7 000 | 化工、电站、舰船热 |
| H _{Sn} 62-1 | | 交换器 |
| 白铜板 | 7~15×2 300×2 300 | 化工、盐化、 |
| B _{Fe} 30-1-1 | 55-60×2 000×2 000 | 舰船热交换器 |
| B ₁₀ | | |
| 银铜板 | 10-75×1 000×2 000 | 连续铸钢用结晶器 |
| T _{Ag} 0.1 | | |
| 高精度黄铜 | 0.2-1.2×305 | 各种冲压元件 |
| 带 H65 | 单卷重 250-399 Kg | |
| 锡磷青铜带 | 0.5×0.5×120 | 各种弹性元件 |
| Q _{Sn} 6.5-0.1 | 单卷重 100~150 Kg | |
| 冷凝管 | d 25×1×8 500 | 内陆及海滨电 |
| B _{Fe} 30-1-1 | | 站用冷凝器管 |
| H _{Sn} 70-1 加砷 | | |
| B10 | | |
| 磷脱氧铜管 | d 250×5×6 500 | 海水管路 |
| Tup | | |
| 椭圆管 | 长轴 211, 短轴 119, | 造船工业 |
| H _{Fe} 59-1-1 | 壁厚 20.5, 长度 2 500 | |
| 波导管 | 7.112×3.356 ~ | 雷达和电子工业 |
| T ₂ , H96 | 165.11×82.55 | |
| 偏心钢管 | 35×28×d10 | 感应电炉线圈 |
| T ₂ | 长 16.5 m | |
| 外方内圆管 | 12×12×d 4~20×20×d 6 | 感应器线圈 |
| | 单根长 60~120 m | |
| 矩形铜管 | 16×16×4.5 | 电机空芯导线 |
| T ₂ | 单根长 60~120 m | |
| 黄铜拉制管 | d 42×2×3 000 | 制糖工业用热 |
| H62 | d 102×4×3 000 | 交换器管 |

材生产的工艺装备已达到当代世界先进水平,管棒生产线正在进行技术改造;产品质量不断提高。1989年获国家质量管理奖企业称号,出口的黄铜带材受到了国际市场的普遍欢迎。

2 铜及铜合金的熔炼与铸造技术

经过四十年的发展,铜及铜合金的熔炼与铸造,已经从坩锅炉熔炼、生铁模铸造的落后生产方式,发展为感应炉熔炼和并连铸造;真空熔炼,水平连铸,铜杆连铸连轧,上引法连铸无氧铜杆及带坯水平连续铸造等也得到了推广;还采用了振动铸造、石墨结晶器、煤气保护,硼砂覆盖、变质处理、无流浇注等技术,大大地提高了铸锭的质量,改善了劳动条件。铸锭的锯切和精整工序已初步实现了机械化,提高了生产效率。洛铜最大的年产铸锭能力为70 000t,最大感应炉为16t。该机列可快速更换熔沟,采用惰性气体加压铸造,自动控制金属液面;锡磷青铜水平连续带坯尺寸达 650×15 mm,卷重4.5t。带坯在机列上自动铣削上下表面,生产过程由计算机控制;解决了锡磷青铜不宜热轧的难题,缩短了工艺流程,提高了生产效率,生产的带材具有优良的工艺性能。成功地用5t感应炉生产无氧铜,可生产 $180 \times 640 \times 1100$ mm扁锭和 $d 420$ mm的圆锭。为了满足电真空行业对无氧铜的特殊需要,还建立了粉末法生产无氧铜生产线,即弥散强化无氧铜生产线。为提高冷凝管的耐蚀性能, $H_{Sn}70-1$ 冷凝管均含有微量砷,解决了在使用过程中的脱锌腐蚀问题。白铜熔炼与铸造工艺及提高炉衬寿命的研究,都收到了明显的效果。

3 板带材生产技术

近年来板带材生产发生了巨大的变化。生产中采用了环形煤气加热炉、步进式加热炉、大锭热轧、卷坯自动铣面、高速高精度连轧、异步轧制、张力轧制、液压压下、辊型自动控

制、在线厚度自动测试、计算机控制、真空退火、通过式光亮退火、钟罩式光亮退火、气垫式光亮退火、软带材自动精正等先进生产工艺技术和装备。国内最大的铜材轧机为 $d 1000 \times 3500$ mm冷热轧机,主要用于生产宽薄板和宽厚板。最大的自动化带材轧机为 $d 450 / d 1100 \times 1250$ mm四辊可逆式轧机。箔材生产用12辊和20辊轧机。80年代末期,洛阳铜加工厂经过技术改造,引进了一些国外先进装备,一条高精度自动化铜板带生产线已投入生产。铸锭加热采用步进式煤气加热。煤气和空气均利用炉子余热进行预热。炉内温度、压力、空燃比使用微机控制,炉内温差 $\pm 5^\circ\text{C}$,生产能力为50 t/h。热轧机为 $d 850 \times 1500$ mm两辊可逆轧机,用AGC厚度控制系统,辊缝可以自控。轧件用三辊弯卷机卷取,卷坯用双面铣削机组铣削。表面铣削深度为0.25–0.5 mm,侧面铣削深度为3–6 mm,纵向偏差小于0.15 mm,横向偏差小于0.1 mm。中轧采用 $d 450 / 1150 \times 1250$ mm自动全液压轧机。用辊缝仪直接调控辊缝,保证了产品的精度和板形。精轧用 $d 260 / d 700 \times 750$ mm四辊可逆式自动轧机。成品厚度为0.1 mm,精度达 0.1 ± 0.0015 mm。使用全油润滑,保证产品表面光洁,防止腐蚀。此外还设有二氧化碳自动灭火装置,以确保安全生产。中间退火和成品退火,采用钟罩式和气垫式退火炉。钟罩式炉内用氮氢混合保护性气体,温度均匀,能确保铜及铜合金产品光亮、不氧化和脱锌。气垫式炉主要用于成品退火。退火带材规格是 $0.1 \sim 1.5$ mm \times 500 或 1050 mm。

4 管棒线材生产技术

以煤气加热或感应加热铸锭、挤压机生产无缝管坯、周期式冷轧管机进行中轧、盘管拉伸或直线拉伸、保护性气体通过式退火为代表的管材生产工艺仍占重要地位。大挤压比、水封挤压、高速轧管、游动芯头拉伸、盘管拉伸、自动联合精整、无损检查及线材生产中的

连铸连轧、多线、高速、连续退火等技术正在推广应用。还有生产冷凝管、空洞管、水箱管、大管棒等专业化生产线。天线管已全部使用焊管法生产。焊接管具有成本低、壁厚均匀、同心度好、周期短、成品率高等特点。焊管机配有纵切剪、园盘拉伸机和精整设备等,可生产 $d3-d25$ mm 焊接管。改革开放以来各工厂还引进了油压机、盘管拉伸机、联合拉拔机、焊管机列、光亮退火炉等先进设备。

5 发展趋势

我国铜加工技术发展的总趋势是: 在坚持独立自主、自力更生的基础上, 注意引进和消化国外的先进生产技术, 不断推进技术进步, 生产更多质量更好的产品, 满足国内外市场需求, 提高企业的经济效益和社会效益。

1 继续扩大品种、提高产品质量

90年代的铜加工工业, 将以扩大品种、提高产品质量并扩大出口为主要目标。重点发展电站用冷凝管, 建筑用铜材和水道管, 汽

车、拖拉机用超薄水箱袋, 电子工业用高精度带材及高技术发展的各种高精尖产品; 同时, 注意发展国内外市场所需要的量大、面广的铜加工材。注意引进和消化国外先进技术, 开发新型合金品种, 提高产品和尺寸精度、表面质量和使用性能, 不断地扩大出口, 开发国际市场;

2 合理利用资源、发展深度加工制品。充分利用各种再生金属及残次料, 提高再生铜在铜消耗中的比例, 降低金属原料的耗损率。利用生产中的边角料, 生产适合国内外市场需求的深度加工制品;

3 提高铜加工企业的经营管理水平, 推广适合国情的行之有效的各种现代化管理方法。使用微机进行企业经营活动的分析, 使企业管理水平不断提高。铜加工企业将更加重视对国内外铜材市场的调查, 为用户提供优良的服务条件; 还应结合我国的实际情况, 吸收国外先进的企业管理经验, 使铜加工业继续地向前发展。

(上接 P89)

2 Trszkowski W, Krol J, Major B. *Met. Trans.*, 1980, 11A: 749
 3 Hirsch J, Mao W, Lücke K. *Aluminium Technology 3*. London: Institute of Metals, 1986, 70
 4 毛卫民, 北京科技大学学报, 1990, 12(1): 32
 5 Mao W, Chin J. *Met. Sci. Technol.*, 1991, 7 (2) : 101
 6 Bunge H J. *Quantitative Texture Analysis*, Oberursel:

DGM-Informationsgesellschaft, 1981, 1
 7 Lücke K, Pospiech J, Virnich K H, Jura J. *Acta Metall.*, 1981, 29: 167
 8 Hirsch J, Liicke K. *Acta Metall.*, 1988, 36, 2883
 9 Mao W, Chin J. *Met. Sci. Technol*, 1981, 7(4): 296
 10 Gottstein G. *Rekristallsation metallischer Werkstoffe*. Oberursel: DGM-Informationsgesellschaft, 1984, 174