

● 技术交流

双层卷焊管的生产

赵明修

(湖南省冶金材料研究所)

介绍了双层卷焊管生产中冷轧带钢电解双面镀铜、带钢的边部处理、管成型、钎焊、质量检查等工艺规程。指出了提高双层卷焊管质量与成材率的办法。

关键词 双层卷焊管 电解镀铜 成型 钎焊

MANUFACTURE OF DUAL-LAYER COILED WELDED PIPES

Zhao Mingxiu

(Hunan Metallurgical Material Research Institute)

This paper deals with the manufacture processes of the dual-layer coiled welded pipes, involving various aspects, including two-side electrolytic copper coating of the cold-rolled strip, strip edge treatment, pipe formation, soldering and quality inspection etc. Some measures for quality and yield elevation of the said pipes are also proposed.

Key words Dual-layer coiled welded pipe Electrolytic copper coating
Formation Soldering

1 概述

双层卷焊管又称双层精密卷焊管和双层镀铜卷焊管,美国称其为铜钎焊钢管。这种高精度小口径钢管是由冷轧带钢经双面镀铜后,在专用成型机组上卷轧720°成型,采用保护气体钎焊等生产工艺轧制而成。由于其尺寸精度高、加工性能好,不仅可以进行弯曲、卷边、扩口、盘卷、压扁、顶锻和扩径,而且易弯成各种形状的弯管,故可加工成不同的成型件。它的抗爆破强度高,抗振动疲劳强度分别为铝管和铜管的2倍和3倍,而且内表面光洁,因而深受汽车工业、制冷工业、家用电器工业等用户的欢迎。常用于汽车、拖拉机的刹车管、燃料管、润滑油管及空调制冷的蒸发管、冷凝管、压缩

管、连接管、排气管和蓄气管等。此外,还用作加热元件的护套管、拉杆天线、雨伞管、农业喷灌用管。

双层卷焊管的生产,按工艺技术可分为两大体系。一是邦迪(Bundy)生产体系,它以美国富尔顿钢管公司和澳大利亚邦迪管公司的产品为代表。在邦迪体系中称这种双层卷焊管为邦迪管。早在1936年,德国海德堡的梅卡诺-邦迪公司就开始生产邦迪管,后来这种生产工艺逐步成为邦迪管生产系统。现在世界上与邦迪公司进行技术合作生产邦迪管的厂家有英国的Armco Limited(伦敦),法国的Armco S.A(巴黎),意大利的Armco S.A(热那亚),巴西的Bundy Tubing Co. Pry. Ltd(阿提雷德),德国的Mecano—Bundy G.M.B.H

(海德尔堡), 日本的三樱工业会社和白林国际产业公司(静冈县), 原苏联的辛那尔钢管厂, 中国的华燕邦迪公司等。此外, 新西兰、韩国和印度也有邦迪管生产厂。双层卷焊管的另一生产体系是马可特尔(Maktel)体系, 以土耳其为代表。几十年来, 世界上双层卷焊管80%~90%的产量一直被邦迪集团所垄断, 其原因就在于双层卷焊管的生产属于技术密集型生产过程。主要依靠专利、操作人员的经验和精心操作, 较其他焊管的生产难度大。

我国于1976年开始研制双层卷焊管, 到1983年已能提供小批量产品供汽车厂试用, 但由于设备简陋、工艺落后, 带钢镀铜层厚度不均匀、成型质量不稳定, 因而成材率很低。中澳合资的秦皇岛华燕邦迪制管有限公

司(第一期工程年产邦迪管 2500t)于1987年3月开始试生产, 从此扭转了我国汽车工业、空调制冷工业专用高档双层卷焊管长期依靠进口的局面。

2 工艺流程

双层卷焊管的基本生产工艺流程为: 带钢→电解镀铜→纵剪→卷取→开卷→润滑→边部处理→管成型→剪断→涂漆→钎焊→矫直→探伤→盘卷→包装。

2.1 双层卷焊管坯料—双面镀铜带钢的生产

2.1.1 冷轧带钢的质量要求

我国生产的双层卷焊管采用国产 08、08F、08A1 冷轧带钢。我国与几个主要工业发达国家对双面镀铜带钢的化学成分要求如表 1 所列。

表 1 主要工业国家双面镀铜带钢的化学成分(%)

标 准	C	Si	Mn	S	P
美国ASTM标准	0.05~0.15	—	0.27~0.63	≤0.06	≤0.05
日本JIS标准	≤0.08	—	0.25~0.40	≤0.03	≤0.03
澳大利亚AS标准	≤0.15	—	0.20~0.60	≤0.05	≤0.05
原苏联ГОСТ标准(08KII)	0.06~0.12	≤0.03	0.25~0.55	≤0.04	≤0.04
中国国家标准GB(08F)	0.05~0.11	≤0.03	0.25~0.55	≤0.04	≤0.04

按钢管壁厚规格分, 我国采用08F带钢的厚度分别为0.25mm、0.35mm、0.50mm; 原苏联的08KII带钢厚度分别为0.34mm、0.40mm、0.45mm; 其他邦迪生产系统国家采用的带钢厚度为0.25~0.45mm。对带钢的尺寸精度也要求很严格, 其横向厚度公差不允许超过3~4μm, 纵向板宽公差不允许超过8μm。日本则使用SPC-3带钢进行双面电解镀铜。

冷轧带钢双面电解镀铜的生产工艺流程为: 08F 冷轧带钢→球化退火→镀前预处理→氰化物镀铜(预镀铜)→酸性镀铜→铜封闭→表面烘干→去应力退火→纵剪→镀铜带钢卷。

2.1.2 镀前预处理

为保证镀层与钢基体的良好结合力及获得均匀、平滑、细致的铜镀层, 带钢电解镀铜前应先进行预处理, 清除表面的全部油脂、灰尘和氧化物。预处理的基本过程为: 已退火的08F 冷轧带钢→碱液槽, 用电解阴极极化法除去表面的油脂→水洗→酸洗→水洗(包括冷水冲洗和热水清洗)→刷洗→烘干→镀铜。

电解阴极极化法除油的碱液配方见表 2。其中电流密度、处理时间由带钢油污程度、带钢厚度及宽度等决定。酸洗用的酸液大多由工业硫酸配成, 其浓度为20%~25%, 食盐5%~6%(按浓硫酸重量计), 缓蚀剂为2%(亦按浓硫酸重量计), 酸洗温度60~80℃; 此外也有用盐酸酸洗的, 酸液浓度为

10%~13%，酸洗温度为75~85℃。

表2 带钢电解阴极除油配方 (g/L)

名 称	1 号	2 号
氢氧化钠 (NaOH)	10~25	10~30
碳酸钠 (Na ₂ CO ₃)	25~30	—
磷酸三钠 (Na ₃ PO ₄)	25~30	—
硅酸钠 (Na ₂ SiO ₃)	3~5	30~50
温度 (°C)	70~90	80

冷水冲洗时水压约 1.5MPa，喷头为鸭嘴式。热水清洗的水温为80~85℃，刷洗采用尼龙刷辊。带钢的烘干又分为热风烘干及电加热烘干两种形式。预处理后，带钢直接进入镀铜机组。

2.1.3 带钢的电镀单金属铜

我国生产的镀铜带钢分电镀单金属铜（如上海异型钢管厂）和电镀合金铜即锡青铜（如齐齐哈尔钢管厂）两种^[2,3]。电镀单金属铜的带钢镀铜层呈粉红色，较柔软，延展性好，其液相线温度为1082℃。电镀工艺流程为：经过镀前预处理的08F带钢→氰化物镀铜（包括镀铜、水洗、稀酸液活化、水洗等工序）→电解铜封闭→表面烘干→去应力退火→镀铜带钢卷。

2.1.3.1 氰化物镀铜（预镀铜）

带钢表面不能直接进行酸性镀铜，因为：①酸性铜层与钢基体结合力极差，该镀层在外力作用下很容易从铁基体上剥落；②铁与酸性铜溶液中的铜离子发生置换反应，易污染溶液，引起镀铜层缺陷，而且生产中很难用有效的方法将铁离子从溶液中除去。而氰化镀铜层的结晶细致，与钢基体的结合牢固，镀液均镀能力好，稳定性也好。故带钢酸性镀铜前应先进行氰化物镀铜（预镀铜）。其方法是：将带钢水平放置在CuCN-NaCN溶液中，用电解法均匀镀上0.7~1.5μm厚的薄铜层（称预镀层）。电镀溶液的配方和使用温度为：氰化亚铜（CuCN）8~35g/L，氰化钠（NaCN）12~54g/L，氢

氧化钠（NaOH）2~10g/L，溶液使用温度18~50℃。氰化镀铜所用的铜阳极通常为经过轧制的电解铜。由于该镀层很薄，故电镀时间短，一般是带钢上下表面刚好布满镀铜层即可。

氰化镀铜时，从电镀溶液中会产生剧毒气体逸出，因此生产场地应特别注意排风设备的设置。另外，生产过程中排出的废水含有剧毒氰化物，也需要设置污水处理设施。

带钢氰化物镀铜完毕后，经水冲洗转入活化处理工序。

2.1.3.2 预镀带钢的活化处理

活化处理的目的是清除预镀带钢因传送过程中与水及空气接触在表面形成的氧化膜，提高酸性镀铜层的结合力。其方法是让预镀带钢通过稀酸槽，槽中酸液的配方见表3。活化处理时间根据带钢的宽度及厚度决定，一般不超过0.5min。

表3 活化用稀酸液

项目	硫酸	盐酸
浓度(%)	3~5	3~5
温度	室温	室温
使用条件	一般无限制条件	只在酸性铜溶液中阳极活化剂偏低时用

为了提高活化效果，除应保证活化槽中酸的浓度及活化处理时间外，还应定期更新活化液。活化处理后，带钢经水冲洗再传送至酸性镀铜机构。

2.1.3.3 酸性镀铜

酸性镀铜又称为硫酸盐镀铜，其电镀溶液稳定、易控制，工作时无刺激性气体逸出，电流效率高，可获得较厚的镀层。该电镀溶液虽然成本较低，但由于其均镀能力较差，镀层结晶不够细致，而且与钢基体的结合力差，因此只能在预镀层上进行酸性镀铜。电镀溶液的配方见表4。

酸性电镀溶液配好后应先进行试镀，试镀合格才可以进行生产。镀好的带钢必须经

表 4 酸性镀铜溶液配方

组 分	配 方		
	1 号	2 号	3 号
硫酸铜 (CuSO ₄ ·5H ₂ O), g/L	175~250	175~250	200~250
硫酸 (H ₂ SO ₄), g/L	45~70	40~70	50~70
酚磺酸 [C ₆ H ₄ (OH)SO ₃ H], g/L	—	1~1.5	—
葡萄糖 (C ₆ H ₁₂ O ₆), g/L	—	—	30~40
温度, °C	20~50	20~30	20~30

表 5 氰化物镀锡青铜时电镀溶液配方

组 分	配方 g/L	
	1 号	2 号
氰化亚铜 (CuCN)	35~42	20~30
锡酸钠 (Na ₂ SnO ₃ ·3H ₂ O)	30~40	60~70
游离氰化钠 (NaCN)	20~25	3~4
氢氧化钠 (NaOH)	7~10	25~30
三乙醇胺 [N(CH ₂ CH ₂ OH) ₃]	—	50~70

过水冲洗，除净表面的酸性铜溶液，防止镀液中的添加剂带入后步工序的溶液中，影响该工序铜层的电极电位的改变，降低多层铜的结合力。冲洗后，带钢转入“铜封闭”槽，作电解铜封闭处理。

2.1.3.4 电解铜封闭

铜封闭是指带钢电镀时，电镀液中所含的某种不溶性固体微粒与铜离子一起沉积所得到的复合镀层。从工艺或镀层方面来说，它并不存在封闭镀层的作用，但却能提高镀层的耐腐蚀性能，进一步减少镀层的孔隙率。电解铜封溶液与酸性镀铜溶液的组成基本相同，不同的是前者添加剂所含非导电的固体微粒在性质、颗粒直径以及浓度等方面与后者有所区别。带钢从铜封溶液中出来后经水冲洗、烘干和退火，成为镀铜带钢卷。退火是为了消除带钢镀铜时的氢脆性以及电镀运行过程中各导向辊轮反复施加的挠曲应力。为防止在退火过程中镀铜层被氧化，带钢必须在保护气氛中退火。

2.1.4 带钢电镀锡青铜

我国生产的双层卷焊管的电镀锡青铜带钢含锡量低于5%，属于低锡青铜电镀。它与电镀单金属铜工艺的区别仅在氰化物预镀锡青铜与酸性镀锡青铜（焦磷酸盐镀低锡青铜）上，而其他工序则基本相同。

2.1.4.1 氰化物镀锡青铜

电镀溶液的配方见表 5。镀液温度为55~60℃，所使用的阳极为含锡10%~12%的合金阳极。表中 1 号配方为高氰化物镀低锡

青铜，2 号配方为低氰化物镀低锡青铜，其废水的含氰量较低，但阳极的溶解性却较差，故生产时需要增加较大的阳极面积。

2.1.4.2 焦磷酸盐镀低锡青铜

电镀溶液的配方见表 6。表中两种配方的电镀溶液均比较稳定，沉积速度也较快。电镀带钢时，所用的阳极为含锡6%的合金板。

表 6 焦磷酸盐镀低锡青铜时镀液配方

组 分	配 方	
	1 号	2 号
焦磷酸钾(K ₄ P ₂ O ₇), g/L	200~250	240~280
焦磷酸铜(Cu ₂ P ₂ O ₇), g/L	25~30	19~24
锡酸钠(Na ₂ SnO ₃ ·3H ₂ O), g/L	25~30	60~72
磷酸二氢钠(Na ₂ HPO ₄), g/L	40~50	—
硝酸钾(KNO ₃), g/L	—	40~45
酒石酸钾钠 (KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O), g/L	—	20~25
明胶, g/L	—	0.01~0.02
pH值	11.0~11.5	10.8~11.2
温度, °C	25~35	30~35

2.1.5 镀铜带钢的质量检查

带钢镀铜层的缺陷有多种形式，属于外观质量方面常见的有：针孔、麻点、毛刺、

粗糙、脱皮、起泡、无镀层等。属于内在质量方面的有：镀层脆性、结合不良、孔隙率高、厚薄不均匀和显微硬度不符合要求等。因此，镀铜带钢必须做镀铜层性能检测。

目前主要检测的项目有：镀铜层的孔隙率、结合强度、显微硬度、镀层厚度、晶粒度等级等。我国以往从日本进口的双面镀铜带钢的镀层性能为：孔隙率0.22斑点/cm²，结合强度为网格区内的镀层无起皮现象，基材显微硬度130HV，晶粒平均直径8.8μm，晶粒度等级10~11级，镀铜层厚度5μm，其力学性能为 $\sigma_b = 399\text{MPa}$ ， $\sigma_s = 370\text{MPa}$ ， $\delta = 27\%$ 。上海异型钢管厂生产的双面镀铜带钢镀铜层的性能以及带钢的力学性能已经与日本的产品相近似^[2]。

2.1.6 电镀铜带钢的钝化处理

若双面镀铜带钢不立即用于制作双层卷焊管，而作为商品出售，还需进行带钢镀铜层的钝化处理。工业生产中一般采用电解钝化铜镀层的方法，其工艺规程为：重铬酸钠（ $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）70~80g/L；冰醋酸（ CH_3COOH ）调整pH=2.5~3；温度为室温；电流密度0.1~0.2A/dm²。

电解钝化使用的阳极为含锡6%~8%的铅锡合金。

2.1.7 镀铜工艺的关键

带钢双面电镀铜的关键是镀铜层的厚度及各镀铜液的化学成分（包括镀液配方、添加剂、润湿剂的种类及组成等）。镀层厚度应控制恰当，如果镀层厚度太薄，在钎焊卷筒时由于大部分钎铜向钢中扩散，使层间无法焊接；若镀层过厚，则会使镀铜层与钢基体结合不牢，即使外力作用不大，也会出现镀层与基体分离以至剥落的现象，影响镀铜带钢和双层卷焊管质量。目前我国生产镀铜带钢的厂家以及科研院所一致认为，单面镀层的厚度在4~6μm之间比较理想，而国外则是3~4μm。

2.2 双层卷焊管的成型

双层卷焊管的成型形式，各国有不同的标准。美国ASTM标准又分为单张带钢卷成的邦迪管与双张带钢卷成的邦迪管两种^[1]。其他国家只有单张带钢卷成的双层卷焊管。原苏联的双层卷焊管标准甚至还没有规定在带钢边缘结合部位必须圆滑过渡的要求（见图1），可见原苏联标准的双层卷焊管的外观成型最差^[4]。

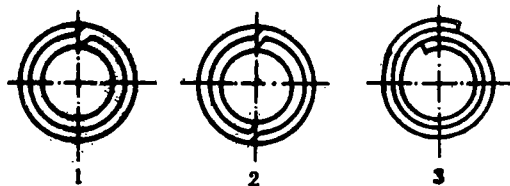


图1 双层卷焊管的几种成型形式

1—单张带钢的成型 2—双张带钢的成型
3—原苏联标准的成型

双层卷焊管的成型工艺流程为：双面镀铜窄带钢→开卷→带钢表面涂润滑油→边部处理→管预成型→管成型→定径→1号受料台。

镀铜窄带钢在成型前先经过润滑油槽，使其表面粘上润滑油，以改善成型过程和减少定径时芯棒被拉断现象。这不仅不影响管筒的钎焊效果，而且还能使钢管内表面清洁度达到0.16g/m²以下。成型一般在13~16个工作机架的成型机上进行，最简单的成型机也包括8个水平辊机架和4组小立辊群。

2.2.1 带钢的边部处理

成型机组的第一个水平机架为带钢边部处理机架。它将镀铜带钢边部处理成坡口形状，以保证带钢内外边缘与钢管表面平滑过渡，使接缝部位同其他部分等强度。在这一过程中应控制好边缘厚度 h 和内倾斜角 γ_i 及外倾斜角 γ_o （见图2），平均倾斜角 γ 一般为10°。

若带钢边缘过厚，将破坏钢管沿圆周的等强度性，增加定径负荷；而过薄则易卷

边，有碍于顺利成型。一般来说，边缘厚度在0.1~0.15mm之间较好。实际生产中有托辊式和托板式两种边缘处理装置。实践表明后者较好，它不仅可以使带钢平稳地通过，而且处理后边缘的质量也较好。

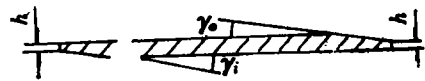


图2 带钢的边缘处理形式

2.2.2 成型

目前国内外在成型机组孔型系统中主要选择：头几道次采用双边大变形量成型法，中间采用中心成型法保证成型的稳定性；最后采用分支成型法，即先将双层卷焊管的内层成型为圆，然后将外层成型为圆。在孔型设计上采用：①过盈成型，使成型后的管筒内层向外胀，而外层向内缩，产生层间压紧力；②在定径机架中加芯棒，以确保内外层紧密贴合。成型孔型一般为对称形，但为了使带钢边部能实现精确的搭接，个别的水平机架上也采用了非对称孔型。成型速度一般为30~50m/min。在邦迪生产系统中，钢管成型后一般切成30m长定尺^[6]，再进入1号受料台架。

2.3 管筒的钎焊

双层管筒的钎焊工艺流程为：1号受料台架的卷管管筒→涂漆→钎焊炉钎焊→除保护漆、清理表面→冷却→2号受料台→矫直→涡流探伤→弯管机→卷取机。

钎焊前管筒表面要涂覆一种黑色的钎焊漆，这是因为：①黑漆的黑度很高，可提高吸热效率，以保证各部分铜层均匀熔化；②黑漆在钎焊温度下呈硬壳状，可以有效地防止熔化的铜层因钢管在炉内运动而被刮伤和流失。涂好保护漆的钢管分批送入钎焊炉。

目前世界上双层卷焊管的钎焊方式有3种，即直流电阻钎焊、连续感应式钎焊和电阻炉式钎焊，电阻炉式钎焊用得最多。炉内

并排布置耐热合金导管，其数量取决于加热炉的设计能力，一般有15~50个。钎焊炉分几个工作温度区（大多为5个），各温度区的加热温度均不相同。这种加热制度是为了保证钢管加热到生成铁铜合金温度（1100℃左右）。达到此温度铜才会均匀熔化。

钎焊的关键在于炉温的控制。国内外生产经验表明，最高温度段的炉温以高出铜的熔点40~50℃为宜。钎焊的速度根据钢管直径、壁厚不同而有区别，一般为1.5~3.0m/min。整个钎焊是在导管内的还原气氛下进行的。保护气体可以是氩气、氢气、分解氨或液化石油气不完全燃烧的产物。表7为钎焊炉所用的几种保护性气体，但不管采用哪一种保护性气体，气体都要通过净气装置与气体干燥装置使露点降低到规定温度。

表7 双层卷焊管钎焊保护气体

名 称	气体最高露点	近似成分（%）		
		H ₂	N ₂	CO
干燃的燃料气体	~40℃	15~16	73~75	10~11
瓶装氢	高温	97~100	—	—
分解氨	~54℃	75	25	—

使用氢气和液化石油气不完全燃烧产生的气体作保护气体时，应特别注意安全和遵守操作规程，因为这两种气体具有爆炸性。使用时除炉腔应设有安全阀外，钎焊炉加热前应先通10~15min氢气，充分排除内部空气，直到气体出口处火焰正常燃烧后再通电加热。过剩的工作气体经出口排出，对于排出的氢，可在出口点燃，消除它在炉旁积聚的危险。在钎焊过程中应保证钎焊区保护气体的纯度和一定的压力，以防止空气的渗入。钎焊炉断电后，应待钎焊件降至300℃以下再停止供保护气，以防止可燃性保护气体爆炸及保护双层卷焊管不被氧化。

钢管从钎焊炉的第五加热区段出来后进入冷却区，并在保护气氛下进行炉内冷却，这时层间与表面的铜层开始凝固。钢管在冷

却区出口处表面温度要降到100℃左右才能出炉，这样可以避免镀铜层因接触空气而发生氧化变色（铜的氧化温度约350℃）。钢管在炉子出口处被钢丝刷刷去表面的保护漆和其他粉状残留物，经空冷和水冷却处理后由送料辊送至2号受料台。采用炉冷—空冷—水冷的冷却方式可以确保成品管的退火质量。

双层卷焊管由2号台架送至矫直机矫直。然后用涡流探伤仪对钢管进行探伤及其他项目的检查，合格的钢管经弯管机及卷取机卷成盘卷包装。需要直管时，可在矫直机后进行定尺剪切，去除管端的内外毛刺后再用塑料盖封住端口。用在汽车上的双层卷焊管，表面还需进行镀铅锡或镀锌处理，以提高其防腐性能。

实际生产中，成型机组与钎焊机组系一条作业线，属连续式生产。邦迪生产系统中常用计算机对成型与钎焊实行程序控制。由压力传感器测出成型机组的轧边力、定径力、水平成型力、芯棒拉力、侧成型力等；由温度传感器测得钎焊炉各区段的温度经计算机采样记录、计算比较后，再将各调整信号输给相应调整系统进行自动调整，实现管筒成型-钎焊的在线控制。

3 双层卷焊管的质量检查

应逐根检查双层卷焊管的尺寸、外形、表面和内表面清洁度。

表8 我国双层卷焊管的规格（mm）

外 径	壁 厚		
3.17	0.50	0.70	—
4.76	0.50	0.70	—
5.00	—	0.70	—
6.00	—	0.70	—
6.35	—	0.70	—
8.00	—	0.70	—
10.00	—	0.70	1.00
12.00	—	0.70	1.00

我国标准规定的双层卷焊管的规格见表8，原苏联的标准见表9。其他工业发达国家生产的规格为外径3.18~12.70mm，壁厚0.51~0.89mm。各国对外径及壁厚允许偏差的规定都比较接近。钢管的长度通常为1.5~400m，长度不大于6m的钢管不以盘卷形式交货。

表9 原苏联标准规定的双层卷焊管规格（mm）

外 径	壁 厚		
3	0.7	—	—
4	0.7	0.8	—
5	0.7	0.8	—
6	0.7	0.8	—
8	0.7	0.8	—
10	0.7	0.8	0.9
12	—	—	0.9
14	—	—	0.9
15	—	—	0.9

双层卷焊管应逐根进行水压试验与涡流探伤检查。其他试验，如拉伸、压扁、扩口、弯曲、双层扩口试验等都是取样检查。各国标准规定的双层卷焊管的力学性能见表10。

表10 各国标准规定的双层卷焊管力学性能

标准名称	力学性能		
	σ_b (MPa)	σ_s (MPa)	δ (%)
美国ASTM标准	≥290	≥172	≥25
美国SAE标准	≥290	≥170	14~40
日本JIS标准	≥294	≥193	25~40
澳大利亚标准	≥280	≥180	≥25
原苏联国家标准	≥274	—	≥25
中国国家标准	≥290	≥180	14~40

目前世界上生产双层卷焊管主要依照的标准有：美国材料试验协会的ASTM—A254，美国汽车工程师协会的SAE—J527，澳大利亚的AS—1751，原苏联的国家标准ГОСТ1249—73，中国国家标准GB11258—89。我国的标准是从1990年1月开始实施的。

4 结语

双层卷焊管除上述的邦迪生产体系外,还有马可特尔生产体系。与邦迪生产体系所不同的是:带钢在镀铜时是垂直放在CuCN-NaCN 溶液中;成型机架少,一般为8~10架;钎焊前管筒不涂钎焊保护漆等。80年代末期,我国湖北省沙市和辽宁省丹东分别从土耳其引进了这种生产体系的双层卷焊管生产线。

由上述可知,双层卷焊管生产中邦迪生产体系占了绝大部分,其生产技术难度较大,操作人员的素质要求很高。为了保证产品质量、提高成材率,生产中应特别注意以下几个方面:

(1) 切实保证双层卷焊管坯料08F冷轧带钢的精度;

(2) 带钢在电解镀铜前必须作好镀前预处理工作,以避免出现镀层缺陷(如镀层结合不良、针孔、麻点、脱皮、起泡、漏镀

等);

(3) 带钢电镀铜时,应注意控制好镀层的厚度,单面镀层的厚度在4~6 μm 之间较好;

(4) 带钢卷筒成型是双层卷焊管生产中最难、最重要的工序之一。其关键之处是正确设计孔型;

(5) 管筒钎焊时应控制好钎焊炉的温度,一般以炉子最高温度段的温度高出铜的熔点40~50 $^{\circ}\text{C}$ 较好。

5 参考文献

- 1 ASTM Designation A254-84. Standard Specification for Copper Brazed Steel Tubing, 1984
- 2 王德英,顾一新等,镀铜钢带质量与组织性能的分析. 钢铁, 1992, 5
- 3 于恩林等. 双层卷焊管的工艺研究. 钢铁, 1988, 7
- 4 原苏联国家标准ГОСТ 11249-73. 双层卷焊钢管
- 5 Standard Association of Australia, AS-1751

(收稿日期: 1993-08-26)

● 消息

第二届亚太地区镀锌国际会议1994年在日本召开

'94 SECOND ASIAN-PACIFIC REGION GALVANIZATION CONFERENCE INTERNATIONAL TO BE HELD IN JAPAN

第二届亚太地区镀锌国际会议将于1994年10月18日~22日在日本神户国际会议厅召开。会议主要内容为对热浸镀锌的开发、生产;镀锌技术与镀锌性能、品质的探讨;热浸镀锌作业环境的改善及企业管理等方面进行学术交流与讨论。

此次会议的主办单位为:日本溶融亚铅镀金协会(社团法人)。

全国的热镀锌工作者均可投稿。

(上海市热镀工程学会 陈厚载供稿)