

薄壁铜制管道绕制成形工艺设计

■ 安徽皖南电机股份有限公司 (泾县 242500) 姜志广 严杰

摘要: 本文对螺旋形铜制冷却管道成形进行了分析, 结合生产实际情况, 设计了一套铜管绕制设备系统, 解决了铜制管道生产过程中出现的诸多问题, 保证了铜管的绕制质量。



铜制管道作为最佳的水管道, 是自来水管、供热和冷却管道的安装首选。它具有如下诸多优点: 质量轻、导热性好、强度高、耐腐蚀以及安全可靠。我公司专业生产异步电动机, 对降温有特殊要求的电动机需要带冷却系统才能满足温升要求, 冷却管路尺寸多样且结构复杂, 若由专业的生产企业加工, 则生产周期长且费用高。为了解决这一问题, 我们自行设计了一套绕制铜制管路的工装设备系统, 专门用来绕制螺旋形铜制冷却管道结构, 经过反复验证和改进, 对于带冷却管道的电动机研发和小批

量生产非常适用, 大大减少了制造周期和成本。

1. 螺旋形铜制管道制造要求

由于冷却液在管道内是循环流动的, 整个管道内壁要承受约 5MPa 的压力, 冷却液在管内流通稳定才能带走壳体内部的热量, 达到降温的效果 (见图 1)。如图 2 所示, 铜管长 9.5mm, 宽 5mm, 厚度 0.5mm, 为薄壁方形结构, 绕制总长 12m。首先, 要求整个铜管在绕制过程中无明显折痕、裂纹等缺陷, 否则在冷却液的压力作用下会出现液体泄漏的现象, 达不到冷却降温的效果, 还会给电动机带来安全隐患。其次, 绕制成形后的铜管要保证在径向上无明显收缩力和内应力, 铜管外圆直径 ϕD 尺寸变化

小, 管道之间平行间距 L 稳定。

2. 绕制工装设备结构原理及工作过程

绕制工装设备结构如图 3 所示。整个工装设备系统由绕制模体、变频调速电动机、高频感应加热器和铜管校正装置 4 大部分组成。

(1) 绕制模体的组装。将压紧法兰 b 与心轴通过螺纹旋紧安装 → 将铜管模芯 (三块瓦体结构, 见图 4) 放到压紧法兰 b 上, 三块瓦之间安放定位块 → 将压紧法兰 a 穿过心轴安装到铜管模芯另一止口上, 用锁紧螺母压紧法兰固定模芯 → 安装带轮和手柄。

铜管模芯结构说明: 模芯外圆上有加工成形的管道螺旋槽, 管道的结构成形通过槽型的结构来实现, 螺旋槽的起、止端各有

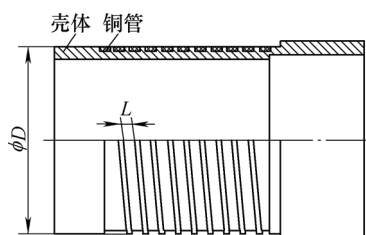


图1 铜制冷却管道产品示意图

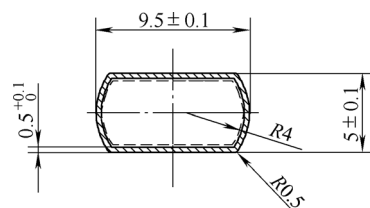


图2 铜管截面示意图

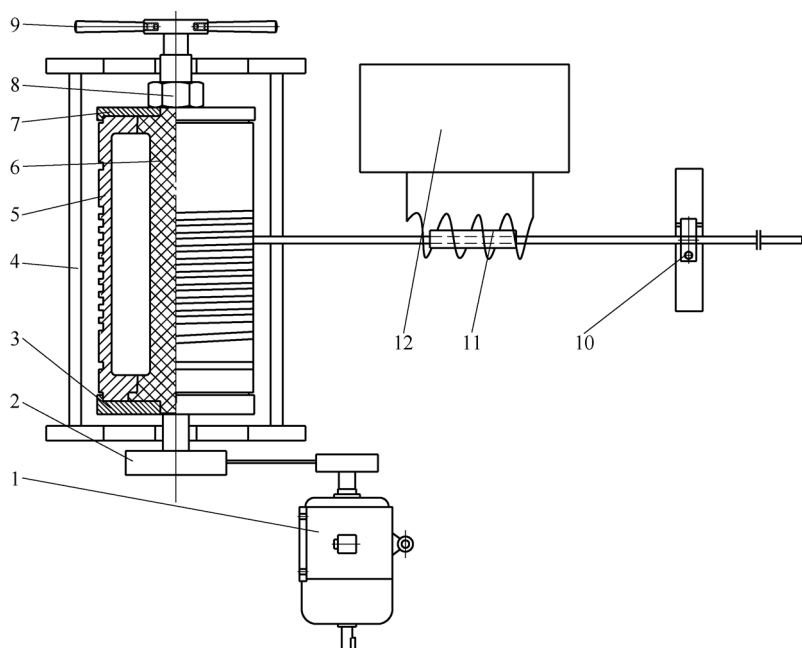


图 3

1.调速电动机 2.带轮 3.压紧法兰b 4.支撑架 5.铜管模芯 6.心轴 7.压紧法兰a
8.锁紧螺母 9.操作手柄 10.校直装置 11.导热钢管 12.高频感应加热器

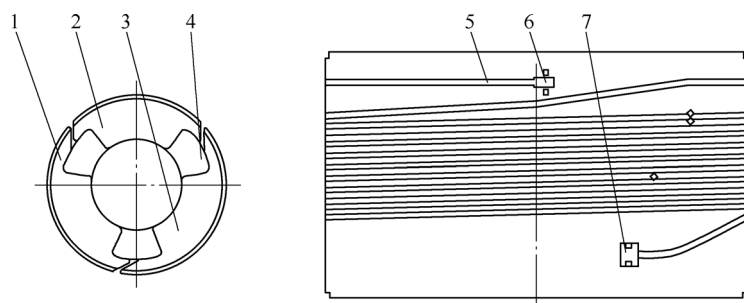


图4 模芯三块瓦及其展开图

1.瓦体Ⅰ 2.瓦体Ⅱ 3.瓦体Ⅲ 4.瓦体间定位块 5.铜管螺旋槽
6.起端压紧口 7.止端压紧口

一个压紧口，用来固定铜管和控制总长度。

(2) 铜管绕制过程。准备工作：①通过变频器调节电动机达到合适的转速。②调节感应加热器电流的大小，感应线圈加热导热钢管，表面发红即可。

由于需要绕制的铜管总长为12m，运输和保管存在困难，所以买来的铜管是盘成圈的。整个操作流程为：铜管穿过校直装置

校正→通过发红的钢管受热变软→将铜管安装在绕制模体的起端压紧口→起动电动机，带轮带动绕制模体转动，铜管沿着螺旋槽成形→绕制完成后将铜管末端固定在止端压紧口→等待铜管温度冷却，拆绕制模体取下铜管。

(3) 铜管拆卸过程。松开锁紧螺母→取下压紧法兰和心轴→将三块瓦体按1、2、3顺序向内移动分别取下（见图5）→取下铜管

（见图6）。

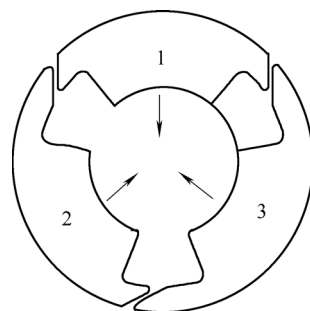


图 5



图 6

3. 铜管绕制过程中的注意事项

(1) 铜管受热要均匀一致。如果受热温度相差较大，铜管在绕制时容易出现折痕、折弯现象，导致整根铜管报废。电动机转速要满足感应加热温度要求，不能过快或过慢。过快不能使铜管变软，造成绕制困难。由于铜管壁厚较薄，电动机转速过慢会使铜管高温受损。

(2) 如果发现整根铜管在绕制过程中偏硬，绕制结束后不要拆卸铜管，否则铜管取下后容易变形收缩。可以将整个绕制模体放进加热箱二次加热，以消除应力收缩。

(3) 如果铜管加热后表面黑色氧化皮过多，可以用稀酸进行涂抹、清洗去除（见图7）。

单轮珩磨内外圆

■ 中车北京南口机械有限公司 (102202) 郑文虎 张明杰

摘要: 采用树脂结合剂的砂轮对工件外圆、内孔进行单轮珩磨, 是一种简而易行的光整加工方法。它适用范围宽而灵活, 不用磨床磨削, 就可高效率地达到很低的表面粗糙度值, 而且工件表面加工纹理也好。

在车床或其他机床(镗床、铣床)上, 采用单轮珩磨, 就可以代替磨削来降低内圆(轴套、轴承、箱体孔和液压缸等)和外圆(细长轴、细长杆和轴类等)的表面粗糙度值, 可以从精或半精加工的 $R_a=3.2\sim 6.3\mu\text{m}$, 很快降低到 $R_a=0.4\sim 0.8\mu\text{m}$, 而且不会产生烧伤和裂纹。其工作原理是利用细粒度磨料和树脂结合剂的珩磨轮对工件表面进行低速磨削。

1. 珩磨轮的制造与珩磨工具

(1) 珩磨轮磨料、粒度和

结合剂的选择。一般工件材料珩磨时, 选用刚玉类磨料, 如白刚玉(WA)、铬刚玉(PA)和棕刚玉(A)等。若珩磨硬质合金, 应选用碳化硼为磨料, 结合剂为树脂结合剂。磨料的粒度应根据工件要求的表面粗糙度值来选择。若工件表面粗糙度值要求 $R_a=0.4\sim 0.8\mu\text{m}$ 时, 磨料粒度为F100~F180; 若要求 $R_a=0.012\sim 0.05\mu\text{m}$ 时, 磨料粒度为W20~W40。总之, 选择粒度的原则是: 若粒度粗, 则珩磨后的工件

表面粗糙度值大, 加工效率高; 反之, 则表面粗糙度值小, 加工效率低。

(2) 珩磨轮的尺寸。珩磨轮的宽度一般为25~35mm, 直径为60~80mm。其内孔一般为铜套或滚动轴承。

(3) 珩磨轮的制作方法。先车削一个珩磨轮中间的铜套(两端带台阶)和浇注模, 浇注模的内腔大小和深度与珩磨轮的外径($\phi 80\text{mm}$)和宽度相同, 并在内端面车出铜套定位的台阶, 以



图 7

4. 结语

该薄壁铜制管路绕制工艺

设计适合各类螺旋式铜制管路的成形, 应用范围较广, 铜管绕制后成形好、变形小, 表面无折痕和裂纹等缺陷。整套设备经济适用, 占地面积小, 操作简单、灵活。

参考文献:

- [1] 胡传妍. 热加工手册[M]. 北京: 北京工业大学出版社, 2002: 1133-1140.
- [2] 黄国治, 傅丰礼. 三相异步电机技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004: 176-186.

MW (收稿日期: 20170720)

专家点评

作者根据螺旋形冷却管道的结构要求, 自行设计了一套缠绕铜制管路的工装设备, 经过反复验证和改进, 解决了生产过程中出现的诸多问题, 工装设备的结构原理非常巧妙, 集中了铜管校直、高频加热和自动绕制等多项功能, 操作简单、拆卸方便, 成形后的铜管表面无折痕和裂纹等缺陷, 具有较广的应用范围。