

导电杆焊缝加工装置的设计

刘拥军, 张全民, 陈思远, 丁森

河南平高电气股份有限公司 河南平顶山 467001

摘要: 为解决传统人工砂轮打磨效率低、劳动强度大的问题, 设计制作一种简易实用的焊缝加工装置, 对高出母材的焊缝进行切削加工, 切削后再稍作打磨即可, 生产效率提高了40%, 大幅降低了劳动强度, 达到了节能降耗的目的。

关键词: 导电杆; 焊缝; 装置

1 序言

随着输配电技术的不断发展, 气体绝缘金属封闭式组合电器 (GIS) 生产规模越来越大, 导电杆作为GIS筒体内部传输电流的主要原件, 其需求量也随之增加。为了减轻导电杆的质量并降低制造成本, 一般设计为焊接结构, 最为典型的结构形式为在铝管的两端焊接上铝材的镀银接头。通常情况下, 焊接焊缝会高出母材2~4mm, 需要将焊缝凸出部位打磨平滑, 以前采用的工具是风动砂轮, 工作效率低, 劳动强度大, 噪声大, 且打磨质量受操作人员的熟练程度、操作技能水平等因素限制, 稳定性差。为解决这些问题, 根据导电杆的结构特点, 我们查阅了机械设计的相关资料, 设计制造出一种简易实用的加工装置, 先用切削加工的方法将焊缝凸出部分去除, 再用风动砂轮打磨圆滑, 实现提高生产效率、降低劳动强度的目的。

2 存在的问题

气体绝缘金属封闭式组合电器产品上使用的导电杆 (焊缝打磨前后状态对比见图1), 其原材料为铝合金6063, 固溶处理后硬度达到75~90HBW, 其结构形式基本都是在铝管的两端焊接上镀银接头, 焊接后的焊缝会高出母材2~4mm, 焊缝区域的硬度一般和母材相当或略低一些。导电杆的规格型号较多, 一般长度在2000~5000mm, 成品的质量大部分为20~50kg。由于开关设备产品内部对电场的

要求比较高, 需要将焊接后产生的焊缝打磨平滑才能装配到产品上, 传统的方法是采用风动砂轮进行打磨处理, 其他制造业的方法也都大同小异, 这种手段虽然能够满足导电杆加工的需要, 但是在长期的生产实践中, 这种操作方法存在以下几方面的问题。

- 1) 操作人员手持砂轮作业长时间保持同一姿势, 身体容易疲劳, 劳动强度大。
- 2) 焊缝凸出部分打磨后全部转化为粉尘, 对环境的影响较大。
- 3) 操作人员作业长期近距离接触粉尘和噪声, 对身体健康危害较大。
- 4) 由于打磨的磨削量很小, 需要反复多次打磨, 其生产效率低。
- 5) 操作人员手持砂轮不够平稳, 焊缝外观质量难以保证。

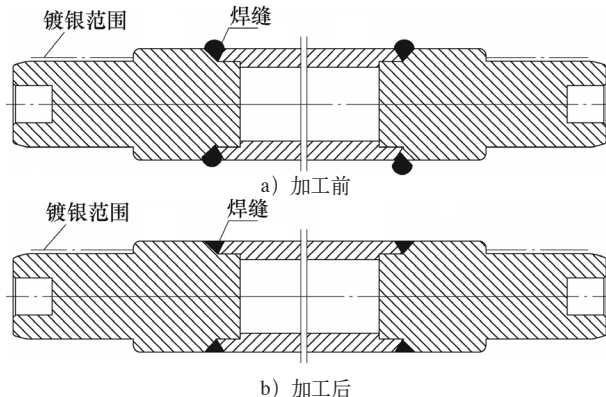


图1 导电杆焊缝打磨前后状态对比

6) 焊缝的打磨量较大, 砂轮的损耗快, 消耗量大, 生产成本居高不下。

3 改进措施

为解决上述导电杆焊缝加工存在的问题, 我们设计制造出一种简易实用的焊缝加工装置(见图2), 并进行了运动学分析与仿真, 用铣削加工的方法替代砂轮打磨, 降低劳动强度, 提高生产效率和加工质量, 降低对环境的污染和人体的伤害。

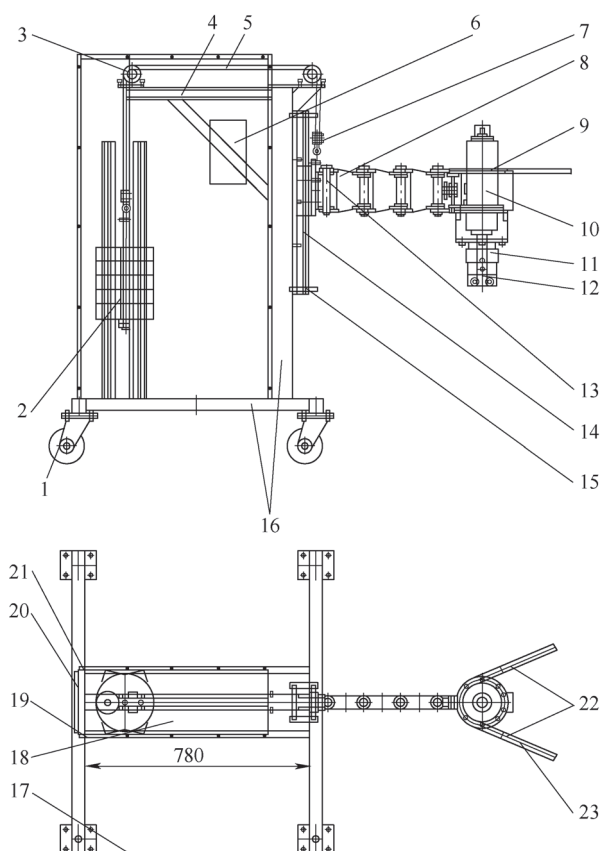


图2 导电杆焊缝加工装置结构

- 1—滚轮 2—配重块 3—滑轮 4—支架焊装 5—钢丝绳
6—控制器 7—钢丝绳连接头 8—折臂焊装 9—电主轴固定板
10—电主轴 11—刀具限位装置 12—铣刀
13—轴销 14—导轨系统 15—限位板 16—底架焊装
17—把手 18—顶板 19、20、21—侧板
22—手柄 23—起停按钮

该装置主要包含支撑部分、动力及刀具部分、机械传动及调整部分、辅助及防护部分和电气控制部分。支撑部分的底部设有4个万向轮, 便于人力推动该装置在车间自由移动, 方便不同的加工工位, 到达预定位置后进行锁紧。

加工时导电杆的两端放置到滚轮架上, 无需固

定及定位, 滚轮架由电动机驱动旋转, 通过摩擦力带动导电杆同步旋转, 转速可根据加工需要进行调整。加工导电杆时需要的小幅度位置调整通过可折叠的悬臂来实现, 与导轨配合能够实现电主轴及铣刀位置上下、前后、左右的自由调整, 从而对导电杆焊缝位置进行精确定位、加工。

电主轴下端设有刀具随动限位装置(见图3), 用来调整铣削焊缝时的吃刀量, 避免损坏刀具或者伤及导电杆。

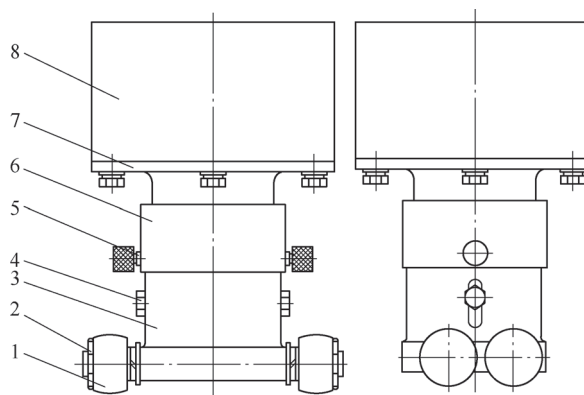


图3 限位装置结构

- 1—定位轮 2—卡环 3—限位件 4—联接螺栓 5—定位螺钉
6—过渡螺母 7—固定端盖 8—联接块

为减轻操作力量, 该装置设计有配重块, 可以根据电主轴运动需要施加力量的大小来调节配重块的质量, 直至电主轴能够灵活地上下运动。

动力及刀具的选择是焊缝加工装置的核心, 电主轴带动并控制铣刀对焊缝进行加工, 电主轴可实现0~6000r/min范围内的无级调速, 恒定铣削速度时, 电主轴功率按照下式进行计算:

$$P_c = WdF_t N n_s \times 10^{-3} / M_{RM} \text{ (kW)}$$

式中, M_{RM} 是每千瓦功率的切削能力 $[\text{cm}^3 / (\text{min} \cdot \text{kW})]$, 通常取 $20 \text{cm}^3 / (\text{min} \cdot \text{kW})$; d 是铣削深度(mm); W 是铣削宽度(mm); F_t 是每转进给量(mm/r); N 是铣刀的齿数; n_s 是主轴转速(r/min)。

联接块上端与电主轴联接, 下端通过螺栓与固定端盖固接, 固定端盖外圆设有一段螺纹与过渡螺母螺纹配合, 过渡螺母两侧钻有螺纹孔, 通过调节定位螺钉控制过渡螺母在固定端盖上的上下位移, 进而限制限位件在轴向上的最高点; 限位件两侧设有长圆孔, 通过联接螺栓将限位件挂接在固定端盖

上,因固定端盖与限位件为间隙配合,所以过渡螺母位置固定后,限位件可沿长圆孔上下移动,依靠重力作用可自由滑落到轴向最低点;定位轮与限位件的轴销为间隙配合,可随导电杆自由旋转。

3.1 功能介绍

支撑部分:包含件1、件4、件16(见图2,下同),该部分是焊缝加工装置的基础框架,件1是为方便移动该装置设计的滚轮。

动力及刀具部分:包含件10、件12。该部分是焊缝加工装置的核心,分别是电主轴和铣刀。电主轴带动并控制铣刀对焊缝进行加工,电主轴可实现0~6000r/min范围内的无级调速,铣刀采用DLC涂层钨钢铣刀。

机械传动及调整部分:包含件2、件3、件5、件7、件8、件9、件11、件13、件14、件15及件22。其中,件2是配重块,用于调节电主轴及铣刀运动的灵活性;件5是钢丝绳,连接配重块;件3是滑轮,作为钢丝绳运动的支撑滑轮,左右两端各设置1个;件7是钢丝绳的连接接头;件8是折臂焊装,具有折叠功能,中间由4节合页装配后组合而成,可以对电主轴及铣刀进行前后左右的位置调节;件9是固定电主轴的固定板;件11是刀具限位装置,一是调节吃刀量,二是通过设置的滚轮支撑到导电杆的外圆实现对焊缝的精准控制,保护导电杆和铣刀不受损伤;件13是装配折臂焊装的轴销;件14是上下方向的导轨,用于调节电主轴和铣刀的上下位置;件15是导轨的限位板,最上端和最下端各设置1个;件22是用于对电主轴和铣刀施力的手柄,以手工施力升降电主轴,将铣刀精准放置到被加工焊缝上,加工过程中需要人力按压住手柄以保持铣刀的正常切削。

辅助及防护部分:包含件17、件18、件19、件20、件21。其中,件17是推动该装置移动的手柄,其余为防护挡板。

电气控制部分:包含件6、件23。件6是控制电主轴运动的变频器和调节按钮,并带有电源开关;件23是电主轴的启动和停止开关,安装在手柄上非常方便操作。

3.2 使用说明

安装调试:该装置安装过程不再介绍。安装后需要进行调试测试,一是调试电气开关的稳定性及电主轴的转速,通过件6上的调节旋钮来实现;二是

调试机械结构传动的灵活性,手握件22进行推拉及升降操作,如有卡滞,可通过增加或减少件2的数量来调节操作力量,直至运动灵活。

设备就位:打开件1上的自锁机构,紧握件17将该装置推到待加工导电杆工位后,锁紧滚轮,防止加工时滑移。

加工前准备:双手握紧件22将电主轴及铣刀置于待加工导电杆的上方,根据焊缝状况调节刀具限位装置,将铣刀伸出长度调至合理位置。

加工过程:开启滚轮架电源,使其带动导电杆开始转动,然后下压件22,使电主轴及铣刀将刀具限位装置上的滚轮与导电杆的外圆靠紧,左手按下件23起停按钮开始加工,加工过程双手应保持对件22手柄施力,确保滚轮与导电杆外圆的紧密接触,以保证加工的切削深度均匀恒定。导电杆转动一周后完成加工,抬起件22并再次按下件23起停按钮关闭电主轴,切断电源。

4 试验验证

通过开发导电杆焊缝加工装置,使用切削加工(见图4)的方法替代了手持风砂轮对焊缝凸出部分的打磨(见图5),提高了作业的自动化水平,降低了劳动强度,减少了粉尘和噪声的产生,提高了生产效率和加工质量,改善了操作人员的工作环境。由于导电杆要求非常平滑,使用该装置加工后存在



图4 使用焊缝加工装置加工情况



图5 风砂轮打磨情况

五轴头C轴双力矩电动机同步驱动改进设计

高秀峰

沈阳机床（集团）设计研究院有限公司 辽宁沈阳 110142

摘要：针对五轴头C轴分度精度略低于B轴、轴向长度偏长及质量偏大的问题，将C轴双力矩电动机同步驱动方案由并联改进为串联。改进后C轴分度精度由8"提高到了6"，轴向长度由723mm缩短为660mm，质量减小了50kg。

关键词：五轴头；C轴；力矩电动机；改进设计

1 序言

五轴头是中大规模五轴联动加工中心的核心功能部件，主要用于加工具有复杂曲面的大型精密零部件，常用于航空航天、船舶、发电、军工及大型模具等行业，当前国内各大机床主机企业的五轴头主要依赖进口。因此，对五轴头进行研制开发，进而完成国产化、产业化，替代进口同类产品，具有极其重要的意义。

近年来，我公司在国家“高档数控机床与基础制造装备”重大专项的支持下，研制了双外转子力矩电动机同步驱动的五轴头。

尽管我公司研制的五轴头各项技术指标均符合当前用户的使用要求，但在应用过程中，发现C轴分度精度略低于B轴。当前C轴分度精度是8"，B轴分度精度是5"，此外C轴轴向长度偏长、质量偏

大。针对上述这些实际问题，我公司成立了专门技术攻关团队对C轴进行改进优化。

2 C轴原设计结构组成及有限元分析

(1) C轴原设计结构组成 图1为C轴原设计结构。C轴由双外转子力矩电动机同步驱动，双力矩电动机布置形式为并联。上方力矩电动机通过隔套将电动机转矩传递到轴承联接盘和C轴联接盘；下方力矩电动机直接将电动机转矩通过轴承联接盘传递到C轴联接盘。C轴联接盘通过止口及螺钉与B轴联接。为了尽量靠近滑枕端面与B轴的主轴鼻端，YRT转台轴承布置在C轴下部，该轴承内圈外圆周集成了编码器，考虑到C轴整体轴向长度较长，在C轴上部布置了一个带径向预紧的圆柱滚子轴承。由于B轴有多路水、液、气需要通过C轴，因此在C轴内部设计了配油环，并在配油环内部布置了多路旋

局部尖角、毛刺，仍需要打磨处理，但是打磨量极其微小。

5. 结束语

生产实践证明，导电杆焊缝加工装置工作时稳定可靠，加工效果非常好，焊缝加工效率提高40%，大幅降低了劳动强度，达到了预期的目标。

参考文献：

- [1] 孙恒，陈作模．机械原理[M]．北京：高等教育出版社，2000.
- [2] 成大先．机械设计手册[M]．北京：化学工业出版社，2003.

社，2003.

- [3] 方喜凤，刘胜龙．铝合金车体焊缝打磨的研究[J]．机车车辆工艺，2008（4）：20-21.
- [4] 王晓强，王帅军，刘建亭．基于MATLAB的IRB2400工业机器人运动学分析[J]．机床与液压，2014（3）：40，54-57.
- [5] 韦锦，蒙艳玫，董振，等．绿篱苗木修剪机械手运动学分析及仿真[J]．广西大学学报（自然科学版），2015（3）：622-628.

MW 20201228