

Analysis on the Application of Industrial Automation of Exquisite Construction in Construction Industry

Yaming Jing Wei Fan Linchang Yang Xiangrui Zhang Deping Lin Lang Zhang

China Construction Seventh Engineering Division. Corp., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

At present, the technology of China construction industry has reached a bottleneck. It is still using the earlier rough construction technology. The quality of the finished products depends entirely on the technical level of the construction workers and the quality control ability of the construction unit itself, so the requirements for the later processing are higher.

Keywords

exquisite construction; automation equipment; Reuleaux triangle; 86 bottom box; stepper motor; mulling cutter; servo motor

浅析工业自动化在建筑行业精细化建造的运用

景亚明 樊伟 杨林场 张祥锐 林得平 张浪

中建七局安装工程有限公司, 中国·河南 郑州 450000

摘要

目前, 中国建筑行业施工技术已经达到了一个瓶颈, 还是沿用早期较为粗犷的施工技术, 成品的好坏完全依靠施工工人的技术水平及施工单位自身的质量把控能力, 因此对后期处理的要求较高。

关键词

精细化建造; 自动化设备; 莱洛三角形; 86型底盒; 步进电机; 铣刀; 伺服电机

1 引言

伴随着工业自动化的进步, 设备朝着廉价化、平民化的方向发展。建筑二次结构也从砖砌朝着轻质隔墙方向发展, 建设单位从以往的松散管理到现在的精细化管理也对精细化建造提出了较高的要求。在二次结构上预埋 86 底盒的精细化施工是本文讨论的主题。

2 传统施工工艺缺陷

传统的施工方法为: 在二次砌体上划线→使用切割设备切割→剃槽→线管敷设/底盒安装→底盒、线管固定→墙面恢复→墙面抹灰→墙面装饰→面板安装。

传统施工工艺上步骤较多, 施工相对复杂, 出现问题概率主要出现在二次砌体上划线、使用切割设备切割、剃槽这几个步骤。最终会影响墙面面板安装, 尤其是成排面板底盒开孔很难保证尺寸完全吻合, 在底盒固定和墙面恢复过程中难免造成高度不一致、歪斜、间距过大/过小等质量通病。

而且轻质隔墙的脆性较大, 很容易在剔凿过程中产生整块脱落的情形。虽然面板具有一定的调节能力, 但是一旦超出调整范围, 最终形成的结果必然是成排面板安装高度不一致、歪斜、过大的间距造成面板间缝隙难以处理、过小的间距造成面板不能安装。修复费用较高、工期较长、效果较差^[1]。

3 莱洛三角形

勒洛三角形(英语: Reuleaux triangle), 也译作莱洛三角形或弧三角形, 又被称为划粉形^[1]或曲边三角形, 是除了圆形以外, 最简单易懂的勒洛多边形, 一个定宽曲线。将一个曲线图放在两条平行线中间, 使之与这两平行线相切, 则可以做到: 无论这个曲线图如何运动, 只要它还是在这两条平行线内, 就始终与这两条平行线相切。这个定义由十九世纪的德国工程师 Franz Reuleaux 命名。运用莱洛三角形几何中心不稳定的特性, 在特定的运行轨迹下, 莱洛三角形的边可以在一个带倒角的正方形内旋转。

利用莱洛三角形的这个特性,可以制造一种铣刀,材质优先选择耐磨性较高的材质,如5CR15MOV,可以热处理到HRC59,可满足绝大多数混凝土、轻质隔墙、空心砖、小红砖的切削要求。更高的硬度可满足在墙面铣孔中偶发遇到钢筋时的情况,通过物理及机械特性铣出符合要求的底盒尺寸^[2],如图1所示。



图1 莱洛三角形

4 步进电机

控制器只要对电机驱动器发出脉冲就可以控制电机,脉冲频率决定电机的运转速度,脉冲个数决定步进电机轴转动的角度。市面上比较常见的是0.9°的步进电机,步进电机旋转一圈需发送400个脉冲信号($360/0.9=400$)。使用含减速器的步进电机不仅可以更加将电机转过角度进行细分,同时也增加步进电机的输出扭矩。如配合1:72减速箱,在增大扭矩的同时,将输出轴旋转一圈所需的脉冲数量细分为28800($400*72=28800$)个脉冲。

将步进电机与不同牙距的螺杆配合,可以精确控制滑块模组位移尺度。市面上常见的螺杆牙距为2mm~20mm规格。如使用上述电机配合牙距5mm的螺杆,当电机转动一圈,螺杆上的滑块移动5mm。可以理解为28800个脉冲对应5mm。即便在电气进度不足,机械设备有所卡顿的情况下,丢失数个甚至数十个脉冲也不会对最终铣孔位置有较大影响。电气、机械精度完全满足施工验收规范中两个相邻插座高差不得大于0.5mm,相邻位置不小于20mm,如图2所示。

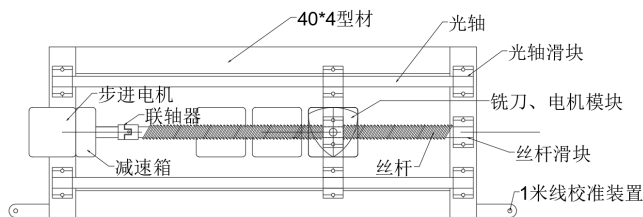


图2 步进电机设备

5 伺服电机

伺服电机的运作机能类似于步进电机。相较于步进电机,

伺服电机具有以下特点。

(1) 伺服电机启动速度更快,步进电机启动时间在150ms~400ms之间,伺服电机启动时间绝大多数小于10ms。

(2) 伺服电机的精度取决于编码器的分辨率比步进电机的精度更大。

(3) 伺服电机震动较小,步进电机在低速工作时容易产生低频振动。

(4) 伺服电机的转矩恒定,步进电机的输出转矩随着转速的增加而减小。

(5) 伺服电机具有很强的过载能力,而步进电机几乎没有。

但是伺服电机通常价格是步进电机的十几倍到几十倍,在工业上较为精密、重复精度较高的场合下是不错的选择,在建筑行业上使用成本太高,性能溢出严重。在此选择步进电机依旧是明智的选择。

施工中底盒安装的重要参数有三个:相较于1米线的高程;水平间距(距特定线宽度);墙面深度(一般为86盒高度)。

本系统分为静止的设备框架、滑动设备模组、电气设备模组(交流异步电机、步进电机、控制器)、机械设备模组(联轴器、减速箱、丝杆、滑块固定装置)。使用40*4型材搭建整体设备框架,步进电机、联轴器、丝杆、丝杆滑块分别固定在框架和滑动设备模组上。为保证设备运行的平顺、直线度及铣刀电机运行引起的反作用力,应在滑动模组的两侧增加光轴、直线轴承、光轴固定块。并保证两光轴与丝杆之间的平行度偏差范围,防止平行度不足引起的移动困难甚至是设备损坏。铣刀、电机模块由于属于移动部件,考虑到电缆会随之左右移动,应在铣刀、电机模块上增加铰链装置,使用柔性、超柔性电缆敷设在铰链装置内,保证滑动模组上铣刀电机的供电稳定性。

带动铣刀的电机应可靠耐用,具有较大的功率及扭矩,此处建议使用交流异步电机带行星齿轮减速器的方式。一方面保证电机的扭矩足够,另外一方面交流异步电机价格低廉,且坚固耐用。

铣孔位置取决于相较于1米线的高程,水平度可以用设备的可调节框架,调节型地脚螺栓做到粗调、微调相结合,以达到准确定位高度的目的。水平间距的控制使用步进电机、螺杆的电气、物理特性,发送脉冲的控制方式加以控制。墙

面铣孔深度使用大扭矩交流异步电机驱动,限位开关在达到指定深度后停止铣孔并复位的方式完成节拍动作。

如果墙面开孔为多排,可以架设一组Y轴,垂直向上的步进电机加丝杆组合,控制图2步进电机设备的高度,依旧以1米线为基准,通过Y轴步进电机控制铣刀设备模组的高程。

本设备动作相对简单,节拍频率不高,在考虑成本问题的情况下,选择单片机控制是不错的选择。考虑到现场施工环境较为恶劣,施工用电情况复杂,推荐更为稳妥的控制方式,可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),编程相比单片机编程更为简单,冗余机制严谨,运行更加稳定可靠。配合触摸屏使用,可以用非常直观的方式在触摸屏上设置运行参数,加速人机机能。

考虑到铣槽过程中反作用力可能会导致整体设备相向与墙面倾倒,应充分考虑整体设备的稳定性,增加稳定模组,

保证重心不偏移出设备底部稳定放置的投影面。

在铣孔的设备前可以架设喷淋设备,在铣孔的同时使用水泵、喷头进行水雾喷淋,有效降低施工现场扬尘,有效提高人员尘肺病、职业病管控。

一般来说成排面板是单排的、高度是一致的,墙面铣孔深度也是固定的,使用一套步进电机加铣刀即可完成成排面板的开孔工作。而且除校正高度外均为自动进行,不仅大量节约人力资源,还可以有效提高工作效率,降低返工成本的同时加强现场职业健康保护工作。

参考文献

- [1] 纪颖波,李晓桐. 建筑工业化发展的政策建议[J]. 施工企业管理. 2014(05).
- [2] 纪颖波,赵雄. 我国新型工业化建筑技术标准建设研究[J]. 改革与战略. 2013(11).