



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103433168 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 27

(21) 申请号 201310405357. 3

(22) 申请日 2013. 09. 09

(73) 专利权人 江苏长虹智能装备集团有限公司  
地址 224051 江苏省盐城市亭湖新区希望大道5号

(72) 发明人 仇云杰 刘辛军 李杰 王国连  
张葛林 丁峰 张成萍

(51) Int. Cl.

B05B 13/04(2006. 01)

B05B 15/10(2006. 01)

审查员 龚舒同

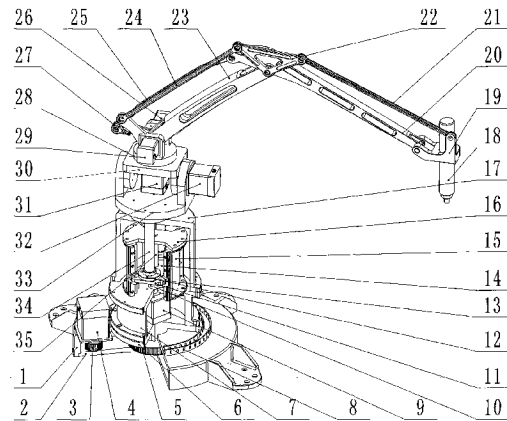
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种五自由度混联喷涂机器人

(57) 摘要

本发明涉及一种灵活性强、高柔性、工作空间大的五自由度混联喷涂机器人,该五自由度混联喷涂机器人包括基础串联运动单元和末端并联喷涂作业单元两个部分。基础串联运动单元具有三个转动自由度和一个移动自由度,基础串联运动单元由机身竖直转动关节,机身升降导轨移动关节,水平转动关节以及与水平转动关节正交的姿态调整转动关节组成;末端并联喷涂作业单元具有由两个移动自由度,该装置具有易于制造,方便控制,容易实现模块化等特点。



1. 一种五自由度混联喷涂机器人,其特征在于该喷涂机器人包括基础串联运动单元和末端并联喷涂作业单元两个部分,所述基础串联运动单元由机身竖直转动关节、机身升降导轨移动关节、水平转动关节和姿态调整转动关节四部分组成,通过所述机身竖直转动关节的转动扩大喷涂机器人在同一水平面内的喷涂范围,通过机身升降导轨移动关节在竖直方向的升降运动扩大机器人在竖直方向的喷涂范围,通过水平转动关节、姿态调整转动关节和机身竖直转动关节协调运动调整喷枪在空间范围的姿态,从而适应不同曲面工件的喷涂;所述末端并联喷涂作业单元为三组平行四边形机构所组成的平面并联机构,使其能够保持并联平台姿态,所述平面并联机构具有两个移动自由度,所述机身竖直转动关节包含转台驱动电机(4)、小同步带轮(3)、大同步带轮(5)和具有阶梯轴的圆柱形转台(6);所述机身升降导轨移动关节包含线性导轨驱动电机(9)、联轴器(10)、弧形支座(15)、线性导轨(14)和线性滑块(13);所述水平转动关节包含小U形转动座(30)、大U形座(33)和小U形转动座驱动电机(32);所述姿态调整转动关节包含转动座(28)、小U形转动座(30)和转动座驱动电机(31),机身竖直转动关节与水平转动关节正交,水平转动关节与姿态调整转动关节正交。

2. 根据权利要求1所述的五自由度混联喷涂机器人,所述基础串联运动单元的三个转动自由度和一个移动自由度,分别由转台驱动电机(4)、小U形转动座驱动电机(32)、转动座驱动电机(31)和线性导轨驱动电机(9)独立驱动完成。

## 一种五自由度混联喷涂机器人

### 技术领域

[0001] 本发明属于机械制造设计领域,具体涉及一种具有高灵活度、大柔性的五自由度混联喷涂机器人。

### 背景技术

[0002] 当前,喷涂机器人已成为一种应用最为广泛的工业机器人。中国作为世界范围内最重要的制造基地之一,正逐步从制造大国步入制造强国,市场对喷涂机器人的需求也随着制造业的发展日益增大,特别是随着我国汽车、飞机行业的迅速发展,机器人喷涂已成为提高生产效率,保证生成质量的重要技术。机器人喷涂在国外已有三十多年的研究和发展历史,在世界发达国家喷涂机器人得到了广泛的应用。国外著名的喷涂机器人厂家主要有瑞典的ABB、德国的Dürr(杜尔)与EISANMANN(艾森曼)、日本的安川等。此外,德国的KUKA公司、日本的FANUC公司以及美国的ADEPT公司均有生产喷涂机器人,国外还有一些小型企业生产和研发了静电粉末喷涂机器人,在喷涂机器人研发以及喷涂技术方面都具有丰富的经验。

[0003] 国内喷涂机器人的研制始于上世纪七十年代,起初国内对喷涂机器人的研究大多以对国外喷涂机器人的应用经验为基础,集中于研发周边技术和配套设施以便于更高效的应用喷涂机器人。近年来伴随着国内机械制造业(如汽车制造业和飞机制造业)的迅速发展,国内许多汽车厂家和制造业公司也正在研发适合自己企业的喷涂机器人。由此展开喷涂机器人机械本体的创新研究和机构的原始创新,对拥有自主知识产权,提高企业竞争力显得尤为重要。

[0004] 汽车制造作为制造业发展中的重点,在国家大力扶持下得到了长足的发展,国内汽车产量也在大幅提升,因而对与汽车制造相关的装备和技术提出了更高要求。汽车制造主要由冲压、焊装、涂装、总装四大工艺组成,涂装工艺涉及机械、电气、化工、环保等诸多科技技术,占四大工艺投资额40%以上,是汽车制造业的关键工艺。喷涂是汽车制造中最主要的生产工艺之一,它不仅能够提高汽车产品的耐蚀性,延长汽车使用寿命,它还最直接地体现了汽车外表面颜色、光泽和亮度质量的优劣,是人们对汽车质量最直观的评价,因而对汽车市场竞争力有着最直接的影响。决定喷涂质量最重要的因素是喷涂机器人,喷涂机器人的喷涂质量较人工喷涂和往复机喷涂的效果有明显提升,喷涂效率高,喷涂表面质量稳定,工人劳动条件好,能降低动力消耗,几乎受到了所有规模化企业的涂装线的青睐。喷涂机器人有如下优点:

[0005] 1. 轨迹灵活,可完成车身内表面和外表面的喷涂任务,仿形喷涂轨迹精确,提高了涂膜的均匀性,降低过喷涂量和清洗溶剂的用量,提高材料的利用率,对环境保护也起到了一定的作用;

[0006] 2. 柔性大,工作范围大,可现实多规格车型的混线喷涂生产,如轿车、旅行车、皮卡等车身混线喷涂生产;

[0007] 3. 易操作和维护,可离线编程,大大缩短现场调试时间,模块化的设计可实现快速

安装和更换元器件,极大地缩短维修时间;

[0008] 4.设备利用率高,往复式自动喷涂机利用率一般仅为40%-60%,而喷涂机器人的利用率可达90%-95%。

[0009] 然而,随着我国汽车工业的高速发展,市场对汽车产品的产量和质量都提出了更高的要求,现有自动喷涂机大多存在喷涂效率低、柔性较低、喷涂轨迹单一化、灵活性低、浪费油漆等缺点,已经无法适应当前汽车生产的柔性化的订单生产模式,严重制约了当前汽车工业的发展。虽然,目前已有部分发明专利也提供了一些喷涂机器人的机构形式和实例,但不可否认这些专利所提供的喷涂机器人也或多或少存在灵活性较差和柔性不足的缺点。因此,研发新的高灵活性,高柔度,高效率的喷涂机器人已显得尤为重要,对提高国家制造业水平有着深远意义。

### 发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种五自由度混联喷涂机器人,以适应涂装生产线对喷涂机器人高柔性化、高灵活度和自动化水平高的需求。

[0011] 本发明提供一种五自由度混联喷涂机器人,其特征在于该喷涂机器人包括基础串联运动单元和末端并联喷涂作业单元两个部分,所述基础串联运动单元由机身竖直转动关节、机身升降导轨移动关节、水平转动关节和姿态调整转动关节四部分组成,通过所述机身竖直转动关节的转动扩大喷涂机器人在同一水平面内的喷涂范围,通过机身升降导轨移动关节在竖直方向的升降运动扩大机器人在竖直方向的喷涂范围,通过水平转动关节和姿态调整转动关节的机身竖直转动关节协调运动调整喷枪在空间范围的姿态,从而适应不同曲面工件的喷涂;所述末端并联喷涂作业单元为三组平行四边形机构所组成的平面并联机构,能够保持并联平台姿态,所述平面并联机构具有两个移动自由度。

[0012] 本发明提供一种五自由度混联喷涂机器人,所述机身竖直转动关节包含转台驱动电机、小同步带轮、大同步带轮和具有阶梯轴的圆柱形转台;所述机身升降导轨移动关节包含线性导轨驱动电机、联轴器、弧形支座、线性导轨和线性滑块;所述水平转动关节包含小U形转动座、大U形座和小U形转动座驱动电机;所述姿态调整转动关节包含转动座、小U形转动座和转动座驱动电机,机身竖直转动关节与水平转动关节正交,水平转动关节与姿态调整转动关节正交。

[0013] 本发明提供一种五自由度混联喷涂机器人,所述基础串联运动单元的三个转动自由度和一个移动自由度,分别由转台驱动电机、小U形转动座驱动电机、转动座驱动电机和线性导轨驱动电机独立驱动完成。

[0014] 本发明提供一种五自由度混联喷涂机器人,所述的末端并联喷涂作业单元具体为,大臂驱动电机和曲柄驱动电机分别通紧固在转动座的两侧,大臂通过轴承与转动座配合形成转动副,并由大臂驱动电机驱动;曲柄通过平键与曲柄驱动电机连接,并由曲柄驱动电机驱动;转动座的耳形连杆通过轴承与大臂连杆配合连接形成被动转动副,弯曲连杆的一端通过轴承和曲柄配合连接形成被动转动副,弯曲连杆的另一端通过轴承与小臂配合连接形成被动转动副,三角连杆的钝角处的圆孔通过轴承与大臂配合连接形成被动转动副,另外两个顶角处的圆孔分别通过轴承与大臂连杆和小臂连杆配合连接形成被动转动副,小臂的中部圆孔通过轴承与大臂配合连接形成被动转动副,并与三角连杆和大臂所形成的转

动副同轴,小臂的长臂末端通过轴承与动平台的耳形连杆配合连接形成被动转动副,小臂连杆一端通过轴承与三角连杆配合连接形成被动转动副,另一端则通过轴承与动平台的竖直连杆配合连接形成被动转动副。

[0015] 根据本发明的优点在于:通过竖直转台的圆周转动和竖直导轨的升降,大大增加了装置的运动范围,提高了其柔性度,基础串联运动单元中三个转动关节配合运动,可实现多姿态下的喷涂任务,提高了装置的灵活性,且该五自由度混联喷涂在运动空间内具有冗余自由度,能实现对大多数待喷涂部件或整机的喷涂作业,应用场合广泛。此外,该五自由度混联喷涂机器人的末端并联喷涂作业单元具有保持喷枪姿态功能,可使得并联机构运动与基础串联运动单元的运动实现解耦控制。综上,该五自由度混联喷涂机器人,模块化结构特点明显,制造相对容易,控制方便,喷涂范围大,灵活高,柔性大,具有重大工程应用价值。

### 附图说明

[0016] 图1为本发明所述的五自由度混联喷涂机器人整体示意图。

[0017] 图2为本发明所述的五自由度混联喷涂机器人侧向喷涂示意图。

[0018] 图中:1-底座外壳、2-底座底盘、3-小同步带轮、4-转台驱动电机、5-大同步带轮、6-转台、7-连接筒、8-线槽、9-线性导轨驱动电机、10-联轴器、11-支撑板、12-光轴支座、13-线性滑块、14-线性导轨、15-弧形支座、16-盖板、17-密封外壳、18-喷枪、19-动平台、20-小臂、21-小臂连杆、22-三角连杆、23-大臂、24-大臂连杆、25-弯曲连杆、26-曲柄驱动电机、27-曲柄、28-转动座、29-大臂驱动电机、30-小U形转动座、31-转动座驱动电机、32-小U形转动座驱动电机、33-大U形座、34-光轴、35-丝杆。

### 具体实施方式

[0019] 本发明的五自由度混联喷涂的附图及实施细则说明如下:

[0020] 本发明的技术方案通过图1和图2所示的实施例进行说明和例证。

[0021] 本发明所述的五自由度混联喷涂机器人包括基础串联运动单元和末端并联喷涂作业单元两部分。

[0022] 所述基础串联运动单元由机身竖直转动关节、机身升降导轨移动关节、水平转动关节和姿态调整转动关节四部分组成。所述机身竖直转动关节包含转台驱动电机4、小同步带轮3、大同步带轮5和具有阶梯轴的圆柱形转台6。所述机身升降导轨移动关节包含线性导轨驱动电机9、联轴器10、弧形支座15、线性导轨14和线性滑块13。所述水平转动关节包含小U形转动座30、大U形座33和小U形转动座驱动电机32。所述姿态调整转动关节包含转动座28、小U形转动座30和转动座驱动电机31,机身竖直转动关节与水平转动关节正交,水平转动关节与姿态调整转动关节正交。基础串联运动单元各零部件的连接关系及作用分别如下:

[0023] 底座外壳1通过螺栓与大地紧固,稳固机器人本体并支撑机器人上部所有零部件。转台驱动电机4通过螺栓与底座外壳1紧固,转台驱动电机4的电机轴通过普通平键与小同步带轮3连接。转台6为一具有阶梯轴的圆柱转台,阶梯轴大轴处通过轴承与底座外壳1上部中心处的圆孔配合,转台6的小轴处通过普通平键与大同步带轮5连接。转台驱动电机4驱动小同步带轮3,并通过同步带驱动大同步带轮5,从而使得与大同步带轮5连接的转台6获得

转动力矩。底座底盘2通过止口和螺栓与底座外壳1配合,将小同步带轮3、大同步带轮5等传动机构封装于底座外壳1内。转台6通过螺栓与连接筒7紧固连接,线性导轨驱动电机9通过螺栓紧固于连接筒7内,线性导轨驱动电机9的电机轴穿过连接筒7上端面中心的圆孔并与联轴器10连接,联轴器10另一端连接光轴34。槽8通过机械螺钉与底座外壳1的上端面紧固,连接筒7的圆柱侧壁上开有长圆孔,线性导轨驱动电机9的缆线穿过长圆孔布置在线槽8内。弧形支座15通过螺栓与连接筒7紧固连接,弧形支座15的两竖直侧壁上通过螺栓紧固着线性导轨14。两弧形支座15左右两侧各布置一条线性导轨14,共计四条。每条线性导轨14上都布置有与之配合的线性滑块13。四个线性滑块通过螺栓连接通过托举着支撑板11。支撑板11的中部开有螺纹通孔并与丝杆35配合形成螺旋副,支撑板11上端面左右侧通过螺栓与光轴支座12紧固连接。光轴支座12则通过内圆柱表面以及紧定螺钉与光轴33连接,两光轴支座12(其中一光轴支座12被遮挡)各自与一光轴34连接(其中一光轴34被遮挡)。盖板16通过螺栓与弧形支座15紧固连接,盖板16中心圆孔通过轴承与丝杆35圆轴处配合,盖板16起到保持弧形支座15刚度和定位丝杆35的作用。封闭外壳17通过螺栓与连接筒7上端面紧固,封闭外壳17上端面开有两圆孔并分别与光轴34光滑配合形成移动副。封闭外壳17对光轴34起到约束导向作用,并将喷涂机器人升降机构及零部件封住在其内部。光轴34上部圆形大端面通过螺栓与大U形座33紧固连接。大U形座33与小U形转动座30通过两侧的轴承配合形成转动副,并由安装于大U形座33右侧的小U形转动座驱动电机32驱动。转动座驱动电机31通过螺栓连接紧固于小U形转动座30下表面,转动座28通过轴承与小U形转动座30形成转动副,并由转动座驱动电机31驱动。基础串联运动单元的三个转动自由度和一个移动自由度,分别由转台驱动电机4、小U形转动座驱动电机32、转动座驱动电机31和线性导轨驱动电机9独立驱动完成。

[0024] 在末端并联喷涂作业单元中各零部件的连接关系如下。

[0025] 大臂驱动电机29和曲柄驱动电机26分别通过螺栓紧固在转动座28的两侧。大臂23通过轴承与转动座28配合形成转动副,并由大臂驱动电机29驱动。曲柄27通过普通平键与曲柄驱动电机26连接,并由曲柄驱动电机26驱动。转动座28的耳形连杆通过轴承与大臂连杆24配合连接形成被动转动副。弯曲连杆25通过轴承和曲柄27配合连接形成被动转动副,弯曲连杆25的另一端通过轴承与小臂20配合连接形成被动转动副。三角连杆22的钝角处的圆孔通过轴承与大臂23配合连接形成被动转动副,另外两个顶角处的圆孔分别通过轴承与大臂连杆24和小臂连杆21配合连接形成被动转动副。小臂20的中部圆孔通过轴承与大臂23配合连接形成被动转动副,并与三角连杆22和大臂23所形成的转动副同轴,小臂20的长臂末端通过轴承与动平台19的耳形连杆配合连接形成被动转动副。小臂连杆21一端通过轴承与三角连杆22配合连接形成被动转动副,另一端则通过轴承与动平台19的竖直连杆配合连接形成被动转动副。喷枪18与动平台19的圆孔配合,从而被紧固与动平台19上。末端并联喷涂作业单元具有两个移动自由度,由大臂驱动电机29和曲柄驱动电机26配合完成。

[0026] 在本发明中,末端并联喷涂作业单元具有保持喷枪姿态的功能,在喷涂作业工程中,大臂驱动电机29和曲柄驱动电机26配合可实现喷枪在同一水平面内的往复移动。转台驱动电机4驱动机器人机身转动,可扩大喷枪在平面内的作业范围。线性导轨驱动电机9驱动机器人机身上下降,可增大喷枪在垂直方向的喷涂作业范围。小U形转动座驱动电机32驱动小U形转动座30,转动座驱动电机31驱动转动座28,两者配合用以调整喷枪的姿态,从而

适应不同曲面的喷涂。

[0027] 本发明以一典型实施例进行了说明,但是可以理解,本领域的技术人员在不超出本发明范围的情况下,可对转台和竖直导轨的相对位置关系进行变化,或将整个喷涂装置进行90°方位倒置等显而易见的变化和修改,以用来适应不同形状和规格的待喷涂部件或整机的喷涂作业环境。





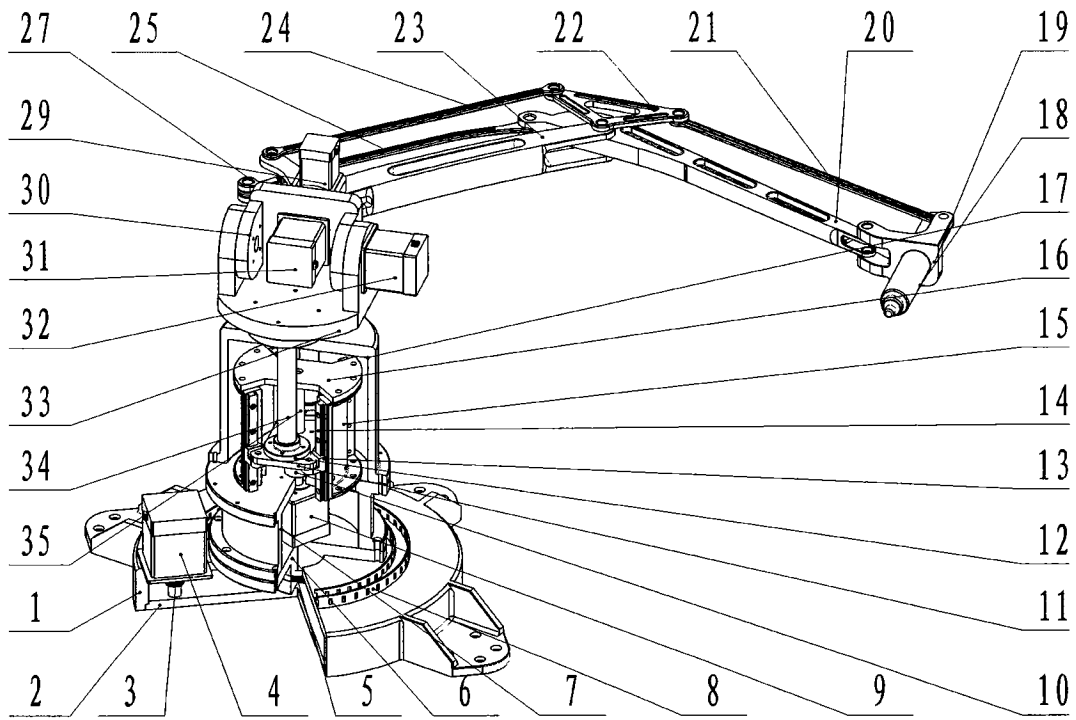


图2