



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206568151 U

(45)授权公告日 2017.10.20

(21)申请号 201720045248.9

(22)申请日 2017.01.12

(73)专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 付庄 吴优 付艺晗

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 郭国中

(51)Int.Cl.

B25J 9/02(2006.01)

B25J 9/16(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

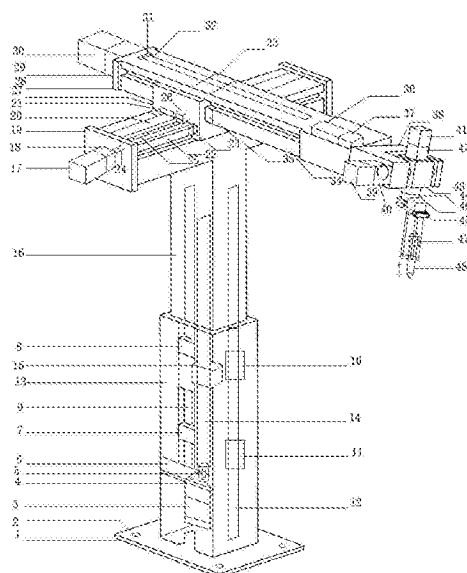
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54)实用新型名称

姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人

(57)摘要

本实用新型提供一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，包括依次相连的Z轴垂直升降模块、X轴水平移动模块、Y轴水平移动模块、姿态调整模块和工具运动模块，其包括Z、X、Y、 α 、 β 、 γ 自由度和L直线自由度；针对该自由度配置提供一种姿态可先调整，坐标再全解耦的冗余控制方法，先调整工具的三个旋转姿态到某个角度，再控制另外四个自由度使工具末端达到某个位置，即在工具维持在某个姿态角度不变情况下，工具末端很容易达到某个坐标位置，实现姿态角度控制与坐标位置控制的解耦。本实用新型增大了系统冗余度，方便了机器人操作控制，在工业、医疗、服务等特种应用环境具有广阔应用前景。



1. 一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，包括：Z轴垂直升降模块、X轴水平移动模块、Y轴水平移动模块、姿态调整模块和工具运动模块，其中：Z轴垂直升降模块板固定安装，作为基准平台，X轴水平移动模块安装在Z轴垂直升降模块上，Y轴水平移动模块安装在X轴水平移动模块上，姿态调整模块安装在Y轴水平移动模块上，工具运动模块安装在姿态调整模块上；

所述Z轴垂直升降模块在驱动部件的驱动下实现上下升降运动，从而实现Z轴的升降自由度；所述X轴水平移动模块在驱动部件的驱动下沿X轴方向运动，从而实现X轴的水平自由度；Y轴水平移动模块在驱动部件的驱动下沿Y轴方向运动，从而实现Y轴的水平自由度；姿态调整模块在驱动部件的驱动下实现 α 轴的姿态调整自由度、 β 轴的姿态调整自由度、 γ 轴的姿态调整自由度；工具运动模块在驱动部件的驱动下直线运动，从而实现工具运动模块的L直线自由度；

上述机器人从Z轴垂直升降模块到工具运动模块，共有七个自由度，分别是：Z轴自由度、X轴自由度、Y轴自由度、 α 轴自由度、 β 轴自由度、 γ 轴自由度和L轴直线自由度，即从下到上分别为：Z轴的上下升降自由度、X轴的左右水平自由度、Y轴的前后水平自由度、 α 轴的姿态调整自由度、 β 轴的姿态调整自由度、 γ 轴的姿态调整自由度和L轴的直线调整自由度。

2. 根据权利要求1所述的一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，所述的Z轴垂直升降模块，包括：基座安装板、Z轴升降电机、Z轴升降减速器、第一联轴器、第一滑块、第二滑块、第一导轨、第三滑块、第四滑块、第二导轨、滑块固定框架、Z轴丝杆、Z轴连接件和升降丁字架；其中：所述基座安装板作为基准平台；所述Z轴升降电机与Z轴升降减速器相连；所述Z轴升降减速器的外壳通过升降减速器安装板固定在滑块固定框架上；所述滑块固定框架与基座安装板相连；所述Z轴升降减速器的输出轴通过第一联轴器与Z轴丝杆相连；Z轴连接件与升降丁字架相连；所述第一导轨和第二导轨均安装在升降丁字架上；所述第一导轨上安装有第一滑块和第二滑块且相对第一导轨滑动，所述第二导轨上安装有第三滑块和第四滑块且相对第二导轨滑动，第一滑块、第二滑块、第三滑块和第四滑块均与滑块固定框架相连；

当所述Z轴升降电机驱动Z轴升降减速器旋转时，Z轴升降减速器的输出轴通过第一联轴器驱动Z轴丝杆旋转，Z轴丝杆旋转Z轴连接件，Z轴连接件驱动升降丁字架通过第一滑块、第二滑块、第三滑块、第四滑块实现上下升降运动，从而实现Z轴的升降自由度。

3. 根据权利要求2所述的一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，所述的Z轴升降减速器采用带自锁的减速器，当升降电机断电时，Z轴丝杆会保持在原来的位置上。

4. 根据权利要求1所述的一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，所述的X轴水平移动模块，包括：X轴电机、X轴减速器、X轴减速器安装板、第三导轨、第五滑块、第四导轨、第六滑块、第二联轴器、X轴丝杆、X轴连接件和X轴移动框架；其中：所述X轴减速器安装板与Z轴垂直升降模块中的升降丁字架相连，从而实现了X轴水平移动模块与Z轴垂直升降模块的连接；所述X轴减速器的外壳与X轴减速器安装板相连；所述X轴电机与X轴减速器相连；所述X轴减速器的输出轴与第二联轴器相连；所述第二联轴器与X轴丝杆相连；所述X轴连接件安装在X轴丝杆上并相对X轴丝杆的螺纹旋转，X轴连接件与X轴移动框架相连；所述第三导轨与第五滑块相连且相对滑动，所述第四导轨与第六滑块相连且相对滑动，

且第三导轨和第四导轨分别固定到升降丁字架的上表面、第五滑块和第六滑块与X轴移动框架相连；

当所述X轴电机旋转驱动X轴减速器时，X轴减速器的输出轴通过第二联轴器驱动X轴丝杆旋转，通过X轴连接件驱动X轴移动框架沿着X轴方向运动，从而实现X轴的水平自由度；当X轴移动框架沿着X轴方向运动时，第五、第六滑块约束X轴移动框架沿第三、第四导轨方向运动，从而起到导向作用。

5. 根据权利要求1所述的一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，所述的Y轴水平移动模块，包括：Y轴安装板、Y轴减速器、Y轴电机、Y轴联轴器、Y轴丝杆、Y轴螺母、Y轴导轨和Y轴滑块；其中：所述Y轴安装板通过Y轴螺母与X轴移动框架相连，从而实现Y轴水平移动模块与X轴移动框架的连接；所述Y轴电机和Y轴减速器相连；所述Y轴减速器的外壳安装在Y轴安装板的后端；所述Y轴减速器的输出轴通过Y轴联轴器与Y轴丝杆相连；所述Y轴导轨固定在Y轴安装板的中间位置；所述Y轴滑块安装在Y轴导轨并与Y轴导轨相对滑动；

当所述Y轴电机旋转并驱动Y轴减速器时，Y轴减速器驱动Y轴螺母沿Y轴丝杆方向运动；由于Y轴螺母固定在X轴移动框架上，因此当Y轴电机旋转时，可控制Y轴相对于X轴移动框架移动，从而实现Y轴的水平自由度。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，所述的X轴水平移动模块安装在Z轴垂直升降模块上端部，而不是安装在Z轴垂直升降模块的下端部。

7. 根据权利要求1-5任一项所述的一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，所述的Y轴水平移动模块安装在X轴水平移动模块上，而不是安装在Z轴垂直升降模块的下面。

8. 根据权利要求1-5任一项所述的一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，所述的姿态调整模块，包括： α 轴旋转电机、 α 轴旋转减速器、旋转框架、 β 轴旋转电机、 β 轴旋转减速器、 γ 轴旋转电机、 γ 轴旋转减速器、 γ 轴框架、 γ 轴输出法兰；其中：所述 α 轴旋转电机和 α 轴旋转减速器相连；所述 α 轴旋转减速器的外壳与Y轴水平移动模块中的Y轴安装板前端相连；所述 α 轴旋转减速器的输出轴与旋转框架的中间相连； β 轴旋转电机与 β 轴旋转减速器相连；所述 β 轴旋转减速器的外壳与旋转框架的一侧相连；所述 γ 轴旋转电机与 γ 轴旋转减速器相连；所述 γ 轴旋转减速器的外壳与 γ 轴框架的上侧面相连；所述 γ 轴旋转减速器的输出轴与 γ 轴输出法兰的上端相连；所述工具运动模块与 γ 轴输出法兰下端相连；所述 β 轴旋转减速器的输出轴与 γ 轴框架的侧面相连；

当 α 轴旋转电机驱动 α 轴旋转减速器旋转时，驱动旋转框架摆动，从而带动 β 轴、 γ 轴旋转，从而实现 α 轴的姿态调整自由度；当 β 轴旋转电机驱动 β 轴旋转减速器旋转时， β 轴旋转减速器驱动 γ 轴框架摆动，从而实现 β 轴的姿态调整自由度；当 γ 轴旋转电机驱动 γ 轴旋转减速器旋转时，驱动工具运动模块摆动，从而实现 γ 轴的姿态调整自由度。

9. 根据权利要求1-5任一项所述的一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人，其特征在于，所述的工具运动模块，包括：夹具、直线电机、第七滑块和工具；其中：所述夹具安装在姿态调整模块中的 γ 轴输出法兰下端，所述直线电机固定在夹具上，所述第七滑块安装在直线电机的输出轴上，所述工具安装到第七滑块上；

当控制直线电机运动时,直线电机驱动直线电机上的第七滑块沿直线运动,安装在第七滑块上的工具随第七滑块直线运动,从而实现工具运动模块上的工具运动的L直线自由度。

姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人

技术领域

[0001] 本实用新型涉及机器人技术领域,具体地,涉及一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人。

背景技术

[0002] 随着机械电子与自动控制技术的飞速发展,以及人力成本的日益提高,各行各业迫切需要用机器人来代替劳动强度大、重复作业、工作环境恶劣或者需要精密操作的工作人员。

[0003] 针对传统工业应用,通用的六自由度串联机器人比较多,各个关节均采用伺服电机加抱闸的结构方式,这种机器人虽然是6个自由度的,但抱闸结构有失效的风险,一旦失效机器人将整体下落,并碰到下面的物体,因此这种机器人在医疗上几乎很少采用。并且这种机器人的几个自由度还是相互耦合的,增加了机器人编程调试的难度。另外,这种通用型六自由度串联机器人价格昂贵,操作复杂,因此这种机器人不适于操作空间较小,姿态可调整,坐标解耦的工业、医疗、服务等特种应用环境。在许多工业、医疗、服务等不同的特种应用环境下,常常需要先调整工具的三个旋转姿态到某个角度,再控制工具的末端达到某个位置,并且当工具维持在某个姿态角度的情况下,工具末端可很容易地达到某个坐标位置,即实现姿态角度控制与坐标位置控制的解耦。

[0004] 经检索:申请号为CN201310415851.8的发明专利,公开了一种单输入三平移三转动输出并联运动装置,包含动平台、静平台,以及连接动平台、静平台的四条支链,本专利采用的技术方案过于复杂,且工作空间有限,存在坐标耦合问题。

[0005] 申请号为CN201520019888.3的发明专利,提供了一种直角坐标机器人,包括底座,底座上安装有转盘及驱动转盘转动的第一电机,转盘上安装有竖向导轨,竖向导轨上安装有横向导轨及驱动横向导轨竖向滑动的竖向丝杆和竖向丝杆电机,横向导轨上安装有驱动横向导轨横向滑动的横向丝杆和横向丝杆电机,横向导轨上安装有连接座,连接座安装有90°摆动气缸,90°摆动气缸上安装有摆动臂,摆动臂上安装有180°转动气缸,180°转动气缸上安装有固定板,固定板上安装有手爪。该发明仅有4个自由度,且末端的摆动和转动由气缸组成,仅适用于动作简单的搬运操作,复杂的运动轨迹和大的运动空间无法实现,运动精度不高。

[0006] 申请号为CN201410056623.0的发明专利,提供了一种结合有3自由度腕部结构的直角坐标机器人,2个水平轴在下面,垂直轴安装在水平轴的上面,旋转轴安装在垂直轴的上面。该发明仍然限制了末端的工作空间,并且实现方法过于复杂,由于2个水平轴自由度在下面,因此物体如果放在水平轴上面时,则存在干涉,因此空间利用率不高。

[0007] 申请号为CN101559597A的发明专利,公开了一种龙门式七轴工业机器人,采用龙门架的形式,通过两个立柱与地面上的两个大轨道相连。该发明的地面面积占用非常大,不适用于空间利用率要求非常高的场合。另外,该专利的后面几个旋转关节是在垂直面内旋转,关节轴承受的弯矩很大,存在不安全的隐患。并且,该专利结构复杂,姿态不易于调整,且存

在坐标解耦问题。

[0008] 因此,迫切一种工作空间利用率高、结构简单、姿态可调整、坐标解耦的七自由度特种机器人,以满足工业、医疗、服务等不同的特种应用环境。

实用新型内容

[0009] 针对现有技术中的缺陷,本实用新型的目的是提供一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人及其控制方法,具有工作空间利用率高、姿态可调整、坐标解耦的优点,既能降低成本,又能提高机器人工作的灵活性。

[0010] 本实用新型提供一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人,包括:Z轴垂直升降模块、X轴水平移动模块、Y轴水平移动模块、姿态调整模块和工具运动模块,其中:Z轴垂直升降模块板固定安装,作为基准平台,X轴水平移动模块安装在Z轴垂直升降模块上,Y轴水平移动模块安装在X轴水平移动模块上,姿态调整模块安装在Y轴水平移动模块上,工具运动模块安装在姿态调整模块上;

[0011] 所述Z轴垂直升降模块在驱动部件的驱动下实现上下升降运动,从而实现Z轴的升降自由度;所述X轴水平移动模块在驱动部件的驱动下沿X轴方向运动,从而实现X轴的水平自由度;Y轴水平移动模块在驱动部件的驱动下沿Y轴方向运动,从而实现Y轴的水平自由度;姿态调整模块在驱动部件的驱动下实现 α 轴的姿态调整自由度、 β 轴的姿态调整自由度、 γ 轴的姿态调整自由度;工具运动模块在驱动部件的驱动下直线运动,从而实现工具运动模块的L直线自由度;

[0012] 本实用新型上述机器人从Z轴垂直升降模块到工具运动模块,共有七个自由度,分别是:Z轴自由度、X轴自由度、Y轴自由度、 α 轴自由度、 β 轴自由度、 γ 轴自由度和L轴直线自由度,即从下到上分别为:上下升降Z轴自由度、左右水平X轴自由度、前后水平Y轴自由度、 α 姿态调整自由度、 β 姿态调整自由度、 γ 姿态调整自由度和L轴直线调整自由度。

[0013] 优选地,所述的Z轴垂直升降模块,包括:基座安装板、Z轴升降电机、Z轴升降减速器、第一联轴器、第一滑块、第二滑块、第一导轨、第三滑块、第四滑块、第二导轨、滑块固定框架、Z轴丝杆、Z轴连接件和升降丁字架;其中:

[0014] 所述基座安装板上设置有安装孔并通过安装孔与地面或其它移动平台相连,以作为基准平台;所述Z轴升降电机与Z轴升降减速器相连;所述Z轴升降减速器的外壳通过升降减速器安装板固定在滑块固定框架上;所述滑块固定框架与基座安装板相连;所述Z轴升降减速器的输出轴通过第一联轴器与Z轴丝杆相连;Z轴连接件与升降丁字架相连;所述第一导轨和第二导轨均安装在升降丁字架上;所述第一导轨上安装有第一滑块和第二滑块且相对第一导轨滑动,所述第二导轨上安装有第三滑块和第四滑块且相对第二导轨滑动,第一滑块、第二滑块、第三滑块和第四滑块均与滑块固定框架相连;

[0015] 当所述Z轴升降电机驱动Z轴升降减速器旋转时,Z轴升降减速器的输出轴通过第一联轴器驱动Z轴丝杆旋转,Z轴丝杆旋转Z轴连接件,Z轴连接件驱动升降丁字架通过第一滑块、第二滑块、第三滑块、第四滑块实现上下升降运动,从而实现Z轴的升降自由度。

[0016] 更优选地,所述的Z轴升降减速器采用带自锁的减速器,当升降电机断电时,Z轴丝杆会保持在原来的位置上,不会在重力的压力下被动下降,从而避免了失电被动下降的危险。

[0017] 优选地，所述的X轴水平移动模块，包括：X轴电机、X轴减速器、X轴减速器安装板、第三导轨、第五滑块、第四导轨、第六滑块、第二联轴器、X轴丝杆、X轴连接件和X轴移动框架；其中：

[0018] 所述X轴减速器安装板与Z轴垂直升降模块中的升降丁字架相连，从而实现了X轴水平移动模块与Z轴垂直升降模块的连接；所述X轴减速器的外壳与X轴减速器安装板相连；所述X轴电机与X轴减速器相连；所述X轴减速器的输出轴与第二联轴器相连；所述第二联轴器与X轴丝杆相连；所述X轴连接件安装在X轴丝杆上并相对X轴丝杆的螺纹旋转，X轴连接件与X轴移动框架相连；所述第三导轨与第五滑块相连且相对滑动，所述第四导轨与第六滑块相连且相对滑动，且第三导轨和第四导轨分别固定到升降丁字架的上表面、第五滑块和第六滑块与X轴移动框架相连；

[0019] 当所述X轴电机旋转驱动X轴减速器时，X轴减速器的输出轴通过第二联轴器驱动X轴丝杆旋转，通过X轴连接件驱动X轴移动框架沿着X轴方向运动，从而实现X轴的水平自由度；当X轴移动框架沿着X轴方向运动时，第五、第六滑块约束X轴移动框架沿第三、第四导轨方向运动，从而起到导向作用。

[0020] 优选地，所述的X轴水平移动模块安装在Z轴垂直升降模块上端部，而不是安装在Z轴垂直升降模块的下端部，从而增加了Z轴垂直升降模块的工作空间利用率；同时Z轴垂直升降模块只有一根升降丁字架来联接滑块固定框架且可上下移动，从而进一步增加了运动空间利用率。

[0021] 优选地，所述的Y轴水平移动模块，包括：Y轴安装板、Y轴减速器、Y轴电机、Y轴联轴器、Y轴丝杆、Y轴螺母、Y轴导轨和Y轴滑块；其中：

[0022] 所述Y轴安装板通过Y轴螺母与X轴移动框架相连，从而实现Y轴水平移动模块与X轴移动框架的连接；所述Y轴电机和Y轴减速器相连；所述Y轴减速器的外壳安装在Y轴安装板的后端；所述Y轴减速器的输出轴通过Y轴联轴器与Y轴丝杆相连；所述Y轴导轨固定在Y轴安装板的中间位置；所述Y轴滑块安装在Y轴导轨并与Y轴导轨相对滑动；

[0023] 当所述Y轴电机旋转并驱动Y轴减速器时，Y轴减速器驱动Y轴螺母沿Y轴丝杆方向运动；由于Y轴螺母固定在X轴移动框架上，因此当Y轴电机旋转时，可控制Y轴相对于X轴移动框架移动，从而实现Y轴的水平自由度。

[0024] 优选地，所述的Y轴水平移动模块安装在X轴水平移动模块上，而不是安装在Z轴垂直升降模块的下面，从而进一步增加了Z轴垂直升降模块下面的工作空间利用率。

[0025] 优选地，所述的姿态调整模块，包括： α 轴旋转电机、 α 轴旋转减速器、旋转框架、 β 轴旋转电机、 β 轴旋转减速器、 γ 轴旋转电机、 γ 轴旋转减速器、 γ 轴框架、 γ 轴输出法兰；其中：

[0026] 所述 α 轴旋转电机和 α 轴旋转减速器相连；所述 α 轴旋转减速器的外壳与Y轴水平移动模块中的Y轴安装板前端相连；所述 α 轴旋转减速器的输出轴与旋转框架的中间相连； β 轴旋转电机与 β 轴旋转减速器相连；所述 β 轴旋转减速器的外壳与旋转框架的一侧相连；所述 γ 轴旋转电机与 γ 轴旋转减速器相连；所述 γ 轴旋转减速器的外壳与 γ 轴框架的上侧面相连；所述 γ 轴旋转减速器的输出轴与 γ 轴输出法兰的上端相连；所述工具运动模块与 γ 轴输出法兰下端相连；所述 β 轴旋转减速器的输出轴与 γ 轴框架的侧面相连；

[0027] 当 α 轴旋转电机驱动 α 轴旋转减速器旋转时，驱动旋转框架摆动，从而带动 β 轴、 γ

轴旋转,从而实现 α 轴的姿态调整自由度;当 β 轴旋转电机驱动 β 轴旋转减速器旋转时, β 轴旋转减速器驱动 γ 轴框架摆动,从而实现 β 轴的姿态调整自由度;当 γ 轴旋转电机驱动 γ 轴旋转减速器旋转时,驱动工具运动模块摆动,从而实现 γ 轴的姿态调整自由度。

[0028] 优选地,所述的工具运动模块,包括:夹具、直线电机、第七滑块和工具;其中:

[0029] 所述夹具安装在姿态调整模块中的 γ 轴输出法兰下端;所述直线电机固定在夹具上;所述第七滑块安装在直线电机的输出轴上;所述工具安装到第七滑块上;

[0030] 当控制直线电机运动时,直线电机驱动直线电机上的第七滑块沿直线运动,安装在第七滑块上的工具随第七滑块直线运动,从而实现工具运动模块上的工具运动的L直线自由度。

[0031] 与现有技术相比,本实用新型具有如下的有益效果:

[0032] 本实用新型所述的机器人兼顾灵活性、精度与成本,具有结构简单、可靠性高、工作空间利用率高等优点;在调整控制姿态后,可保持姿态不变,再方便地控制其它的自由度使工具末端达到所需要的坐标,实现解耦控制。所采用的7个自由度增大了系统的冗余度,大大方便了机器人的操作控制,在工业、医疗、服务等特种应用环境具有广阔的应用前景。

附图说明

[0033] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本实用新型的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0034] 图1为本实用新型一实施例的整体结构示意图;

[0035] 图中:

[0036] 基座安装板1,基座安装孔2,Z轴升降电机3,Z轴升降减速器4,联轴器5,升降减速器安装板6,滑块7,滑块8,导轨9,滑块10,滑块11,导轨12,滑块固定框架13,Z轴丝杆14,螺母15,升降丁字架16;

[0037] X轴电机17,X轴减速器18,X轴减速器安装板19,导轨20,滑块21,导轨22,滑块23,联轴器24,X轴丝杆25,螺母26,X轴移动框架27;

[0038] Y轴安装板28,Y轴减速器29,Y轴电机30,Y轴联轴器31,Y轴丝杆32,Y轴螺母33,3Y轴导轨34,Y轴滑块35;

[0039] α 轴旋转电机36, α 轴旋转减速器37,旋转框架38, β 轴旋转电机39, β 轴旋转减速器40, γ 轴旋转电机41, γ 轴旋转减速器42, γ 轴框架43, γ 轴输出法兰44;

[0040] 夹具45,直线电机46,滑块47,工具48。

具体实施方式

[0041] 下面结合具体实施例对本实用新型进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本实用新型,但不以任何形式限制本实用新型。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本实用新型的保护范围。

[0042] 如图1所示,一种姿态可调整、坐标解耦的七自由度机器人,包括:Z轴垂直升降模块、X轴水平移动模块、Y轴水平移动模块、姿态调整模块和工具运动模块,其中:

[0043] 所述Z轴垂直升降模块中的基座安装板1固定于地面基准上或安装在其他移动平

台上,所述Z轴垂直升降模块中的其他部件安装在所述基座安装板1上,所述X轴水平移动模块安装在所述Z轴垂直升降模块上,所述Y轴水平移动模块安装在所述X轴水平移动模块上,所述姿态调整模块安装在所述Y轴水平移动模块上,所述工具运动模块安装在所述姿态调整模块上。

[0044] 如图1所示,所述的Z轴垂直升降模块,包括:基座安装板1,基座安装孔2,Z轴升降电机3,Z轴升降减速器4,联轴器5,升降减速器安装板6,滑块7、8、10、11,导轨9、12,滑块固定框架13,Z轴丝杆14,螺母15,升降丁字架16;

[0045] 所述的Z轴垂直升降模块的连接关系为:基座安装板1上设置有基座安装孔2,基座安装板1通过基座安装孔2与地面或其它移动平台相连,以作为基准平台;滑块固定框架13与基座安装板1相连;升降减速器安装板6固定在滑块固定框架13上;Z轴升降减速器4的外壳与升降减速器安装板6固定,Z轴升降电机3与Z轴升降减速器4相连,Z轴升降减速器4的输出轴通过联轴器5与Z轴丝杆14相连;螺母15与升降丁字架16相连,这种丝杆螺母结构,当Z轴丝杆14旋转时,螺母15在Z轴丝杆14上相对转动,使得螺母15带动升降丁字架16上下移动;导轨9和12均安装在升降丁字架16上;导轨9上安装有滑块7、8且滑块7、8与导轨9相对滑动,导轨12上安装有滑块10、11且滑块10、11与导轨12相对滑动,且滑块7、滑块8、滑块10、滑块11与滑块固定框架13相连;

[0046] 当Z轴升降电机3驱动Z轴升降减速器4旋转时,Z轴升降减速器4的输出轴通过联轴器5驱动Z轴丝杆14旋转,Z轴丝杆14旋转螺母15,螺母15驱动升降丁字架16通过滑块7、8、10、11实现上下升降运动,从而实现Z轴的升降自由度。

[0047] 作为一优选的实施方式,所述的Z轴升降减速器4为采用带自锁的减速器,当Z轴升降电机3断电时,Z轴丝杆14会保持在原来的位置上,不会在重力的压力下被动下降,从而避免了失电被动下降的危险。

[0048] 如图1所示,所述的X轴水平移动模块,包括:X轴电机17,X轴减速器18,X轴减速器安装板19,导轨20,滑块21,导轨22,滑块23,联轴器24,X轴丝杆25,螺母26和X轴移动框架27;其中:

[0049] X轴水平移动模块通过升降丁字架16与Z轴垂直升降模块相连,从而实现了X轴水平移动模块与Z轴垂直升降模块的连接;X轴减速器安装板19与Z轴垂直升降模块中的升降丁字架16相连,X轴电机17与X轴减速器18相连,X轴减速器的外壳与X轴减速器安装板19相连,X轴减速器18与联轴器24相连,联轴器24与X轴丝杆25相连;X轴丝杆25与螺母26相连;螺母26与X轴移动框架27相连;导轨20和滑块21相连且滑块21相对导轨20滑动,导轨22和滑块23相连且滑块23相对导轨22滑动,导轨20和22分别固定到升降丁字架16的上表面,滑块21、23与X轴移动框架27相连;当X轴电机17旋转并驱动X轴减速器18时,X轴减速器18的输出轴通过联轴器24驱动X轴丝杆25旋转,X轴丝杆25通过螺母26驱动X轴移动框架27沿着X轴方向运动,从而实现了X轴的水平自由度。当X轴移动框架27沿着X轴方向运动时,滑块21、23约束着X轴移动框架27只能沿着导轨20、22方向运动,从而起导向的作用。

[0050] 所述的X轴水平移动模块安装在Z轴垂直升降模块的上端部,而不是安装在Z轴垂直升降模块的下端部,从而增加了Z轴垂直升降模块下面的工作空间利用率;同时Z轴垂直升降模块只有一根升降丁字架16来联接滑块固定框架13且可上下移动,从而进一步增加了运动空间利用率。

[0051] 如图1所示,所述的Y轴水平移动模块,包括:Y轴安装板28,Y轴减速器29,Y轴电机30,Y轴联轴器31,Y轴丝杆32,Y轴螺母33,Y轴导轨34和Y轴滑块35;其中:

[0052] Y轴安装板28通过Y轴螺母33固定在X轴移动框架27上,从而实现了Y轴水平移动模块与X轴水平移动模块的连接;Y轴电机30与Y轴减速器29相连,Y轴减速器29的外壳安装在Y轴安装板28的后端,Y轴导轨34固定在Y轴安装板28的中间;Y轴减速器29的输出轴通过Y轴联轴器31与Y轴丝杆32相连;Y轴滑块35安装在Y轴导轨34上并与Y轴导轨34相对滑动;

[0053] 当Y轴电机30旋转时,驱动Y轴减速器29,Y轴减速器29的输出轴可驱动Y轴螺母33沿Y轴丝杆32运动(Y轴螺母33和Y轴丝杆32采用丝杆螺母原理,Y轴螺母33、Y轴丝杆32之间不是固定连接的,Y轴螺母33的内螺纹和Y轴丝杆32的外螺纹啮合,当Y轴丝杆32旋转时,Y轴螺母33产生相对运动);由于Y轴螺母33固定在X轴移动框架27上,因此当Y轴电机30旋转时,可控制Y轴相对于X轴移动框架27移动,从而实现Y轴的水平自由度。

[0054] 所述的Y轴水平移动模块安装在X轴水平移动模块上,而不是安装在Z轴垂直升降模块的下端面,从而进一步增加了Z轴垂直升降模块的工作空间利用率。

[0055] 如图1所示,所述的姿态调整模块,包括: α 轴旋转电机36, α 轴旋转减速器37,旋转框架38, β 轴旋转电机39, β 轴旋转减速器40, γ 轴旋转电机41, γ 轴旋转减速器42, γ 轴框架43, γ 轴输出法兰44;其中:

[0056] α 轴旋转电机36与 α 轴旋转减速器37相连, α 轴旋转减速器37的外壳与Y轴水平移动模块中的Y轴安装板28的前端相连, α 轴旋转减速器37的输出轴与旋转框架38的中间相连, β 轴旋转电机39与 β 轴旋转减速器40相连, β 轴旋转减速器40的外壳与旋转框架38的一侧相连;当 α 轴旋转电机36旋转并驱动 α 轴旋转减速器37旋转时, α 轴旋转减速器37驱动旋转框架38摆动,从而带动 β 轴、 γ 轴旋转,进而实现 α 轴的姿态调整自由度;

[0057] γ 轴旋转电机41与 γ 轴旋转减速器42相连, γ 轴旋转减速器42的外壳与 γ 轴框架43上面相连, γ 轴旋转减速器42的输出轴与 γ 轴输出法兰44的上端相连, γ 轴输出法兰44的下端与工具运动模块中的夹具45相连, β 轴旋转减速器40的输出轴与 γ 轴框架43的侧面相连;

[0058] 当 β 轴旋转电机39驱动 β 轴旋转减速器40旋转时, β 轴旋转减速器40驱动 γ 轴框架43摆动,从而实现 β 轴的姿态调整自由度;当 γ 轴旋转电机41驱动 γ 轴旋转减速器42旋转时,通过 γ 轴输出法兰44驱动夹具45摆动,从而驱动工具运动模块摆动,进而实现 γ 轴的姿态调整自由度。

[0059] 如图1所示,所述的工具运动模块包括:夹具45,直线电机46,滑块47和工具48;其中:

[0060] 夹具45安装在姿态调整模块中的 γ 轴输出法兰44下端,直线电机46固定在夹具45上,滑块47安装在直线电机46上,工具48安装到滑块47上;

[0061] 当控制直线电机46运动时,直线电机46上的滑块47沿着直线运动,安装在滑块47上的工具48也沿着直线运动,从而实现工具48运动的L直线自由度。

[0062] 综上可见,所述机器人从底部的基座安装板1到上面的工具48,共有七个自由度,分别是:Z轴自由度、X轴自由度、Y轴自由度、 α 轴自由度、 β 轴自由度、 γ 轴自由度和L轴直线自由度,即从下到上分别为:上下升降Z轴自由度、左右水平X轴自由度、前后水平Y轴自由度、 α 姿态调整自由度、 β 姿态调整自由度、 γ 姿态调整自由度和L轴直线调整自由度。

[0063] 所述7个自由度配置,可满足许多工业、医疗、服务等不同的特种应用环境下需要,先调整工具的三个旋转姿态到某个角度,再控制另外的四个自由度使工具的末端达到某个位置,即在工具维持在某个姿态角度不变的情况下,工具末端可很容易地达到某个坐标位置,实现姿态角度控制与坐标位置控制的解耦。

[0064] 结合上述7个自由度配置,在部分实施例中,所述七自由度机器人可以采用姿态可先调整、坐标再全解耦的冗余控制方法,即:先控制工具48相关的三台姿态电机,即: α 轴旋转电机36、 β 轴旋转电机39、 γ 轴旋转电机41分别旋转A度、B度和C度,并控制 α 轴旋转电机36、 β 轴旋转电机39、 γ 轴旋转电机41停止,保持这三个角度不动;如果希望工具48的末端达到zxy的坐标,则可调用下面的公式:

$$[0065] \begin{cases} d_1 = z + f_1(A, B, C, L) \\ d_2 = y + f_2(A, B, C, L) \\ d_3 = x + f_3(A, B, C, L) \end{cases}$$

[0066] 式中:d₁是Z轴升降的位移、d₂是Y轴水平的位移、d₃是X轴水平的位移;z、y、x是目标的工具坐标,f₁(A,B,C,L),f₂(A,B,C,L),f₃(A,B,C,L)是与ABC角度、L直线位移和姿态调整模块的几何参数相关的三角函数组合式,由于AB和C角度不变,L直线位移已知,因此f₁(A,B,C,L),f₂(A,B,C,L),f₃(A,B,C,L)就很容易求得;又由于z、y、x是目标的工具坐标,也为已知值,因此Z轴升降的位移、Y轴水平的位移、X轴水平的位移就很容易地求出了,即为d₁,d₂,d₃。

[0067] 当然,在部分实施例中,还可以保持Z轴自由度、X轴自由度、Y轴自由度、 α 轴自由度、 β 轴自由度、 γ 轴自由度不动,而仅仅控制L轴直线自由度的直线电机46运动,使得工具48的末端达到希望的xyz位置,从而进一步方便了坐标位置的控制;

[0068] 保持Z轴垂直升降模块、X轴水平移动模块、Y轴水平移动模块和姿态调整模块的电机(即Z轴升降电机3、X轴电机17、Y轴电机30、 α 轴旋转电机36、 β 轴旋转电机39、 γ 轴旋转电机41)不动,仅仅控制工具运动模块中的直线电机46运动,带动工具48运动产生直线位移,从而实现工具48沿着工具48所在的直线方向运动,L直线自由度能方便地实现所述机器人沿直线方向的作业任务;

[0069] 在姿态调整完毕后,姿态保持不变,仍然可控制ZYX三个轴独立地、解耦地达到目标的坐标位置;也可以姿态保持不变,Z、X、Y轴自由度保持不变,控制L轴直线运动自由度到达目标的坐标位置,因此所述7个自由度也是冗余的。

[0070] 本实用新型增大了系统冗余度,方便了机器人操作控制,在工业、医疗、服务等特种应用环境具有广阔应用前景。

[0071] 以上对本实用新型的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本实用新型并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本实用新型的实质内容。

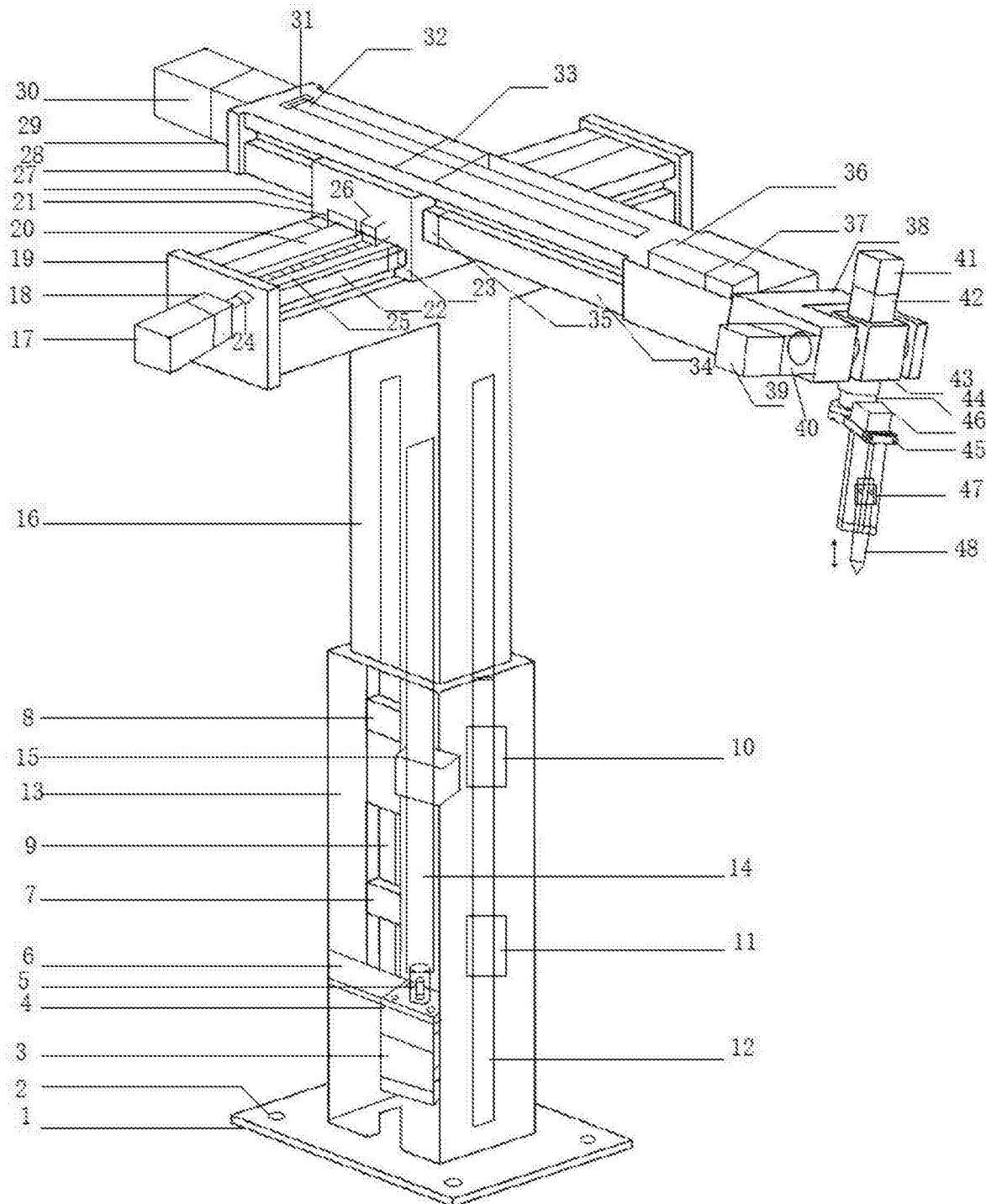


图1