



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110977273 B

(45) 授权公告日 2024.05.31

(21) 申请号 201911353214.6

B23K 37/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.25

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110977273 A

CN 104249223 A, 2014.12.31

CN 108296597 A, 2018.07.20

CN 206185301 U, 2017.05.24

(43) 申请公布日 2020.04.10

CN 208450803 U, 2019.02.01

CN 211638780 U, 2020.10.09

(73) 专利权人 济南重工股份有限公司

地址 250109 山东省济南市东郊机场路

审查员 孙斌

(72) 发明人 卢庆亮 马思乐 唐苑寿 许京伟

杨云 陈纪晔 栾义忠 夏楠

张源民 李金刚

(74) 专利代理机构 济南诚智商标专利事务所有

限公司 37105

专利代理师 马祥明

(51) Int. Cl.

B23K 37/02 (2006.01)

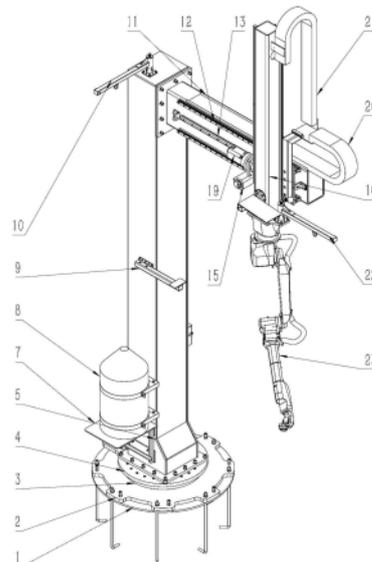
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,包括立柱、机架横臂、垂直升降臂、焊接辅助装置、旋转运动机构、水平运动机构、垂直运动机构、倒挂固定装置、供电回路机构及供丝回路机构。本发明解决了工业机器人用于焊接盾构刀盘时倒挂安装的总装高度不足、垂直方向高度变化较小、难以寻找最佳焊接角度和最优焊接姿态等问题。该装置能够在焊接的恶劣环境下长期工作,具有很高的可靠性、速度和精度且方便安装与维修。



1. 一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,其特征在于:包括立柱(5)、机架横臂(11)、垂直升降臂(16)、焊接辅助装置、旋转运动机构、水平运动机构、垂直运动机构、倒挂固定装置、供电回路机构及供丝回路机构,所述立柱(5)位于旋转运动机构上,立柱(5)一侧顶部固定有机架横臂(11),水平运动机构设置在机架横臂(11)上;所述水平运动机构设有水平滑动板(14),水平滑动板(14)上固定有垂直升降臂(16),垂直运动结构设置在垂直升降臂(16)上;所述垂直升降臂(16)底部通过工业机器人倒挂固定装置连接工业机器人(23);所述供电回路机构包括四条回路,其中一条回路由旋转运动机构引出至立柱(5)底部开口连接至旋转运动机构的旋转驱动伺服电机(6)上,其余三条自旋转运动机构开始由下至上经过立柱(5)内部、机架横臂(11)内部后,从机架横臂(11)上侧引出,经由水平拖链(20)和垂直拖链(21)及垂直升降臂(16)连至水平运动机构的水平驱动伺服电机(15)、垂直运动机构的垂直驱动伺服电机(19)和工业机器人(23)上;

所述旋转运动机构为四层式结构,包括圆形调整底板(1)、齿轮型旋转驱动底板(2)、交叉滚柱式回转支承(3)、旋转平台(4)和旋转驱动伺服电机(6);所述圆形调整底板(1)位于最下一层;向上一层为齿轮型旋转驱动底板(2),第二层为交叉滚柱式回转支承(3),其外圈有齿且固定于齿轮型旋转驱动底板(2)上、与旋转驱动伺服电机(6)轴的齿轮啮合,其内圈旋转;最上一层为旋转平台(4);所述旋转平台(4)上固定有旋转驱动伺服电机(6)和立柱(5);所述旋转驱动伺服电机(6)竖向放置,其轴垂直向下,轴外齿与交叉滚柱式回转支承(3)外圈齿相互啮合,当电机转动时,电机轴外齿轮沿交叉滚柱式回转支承(3)旋转,旋转驱动伺服电机(6)驱动旋转平台(4)旋转,亦是交叉滚柱式回转支承(3)内圈旋转,运动方向与电机转向有关;所述齿轮型旋转驱动底板(2)上左右两侧 90° 位置安装有机械限位开关,所述机械限位开关与控制器相连;

所述水平运动机构包括水平运动滑轨(12)、齿轮齿条传动装置一(13)和水平驱动伺服电机(15);其中水平驱动伺服电机(15)横向安装在水平滑动板(14)上,其轴向内垂直于机架横臂(11),轴外齿与齿轮齿条传动装置一(13)啮合,当电机轴转动时,水平滑动板(14)沿齿轮齿条传动装置一(13)直线前后运动,水平驱动伺服电机(15)固定于水平滑动板(14)上,水平驱动伺服电机(15)驱动水平滑动板(14)沿水平运动滑轨(12)直线运动,运动方向与电机转向有关;所述机架横臂(11)上齿轮齿条传动装置一(13)两侧安装有机械限位开关,所述机械限位开关与控制器相连。

2. 根据权利要求1所述的用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,其特征在于:所述垂直运动结构包括垂直升降滑轨(17)、齿轮齿条传动装置二(18)和垂直驱动伺服电机(19);其中垂直驱动伺服电机(19)横向安装在水平滑动板(14)上,其轴方向与机架横臂(11)平行背向立柱(5),轴外齿与齿轮齿条传动装置二(18)啮合,所述水平滑动板(14)固定安装、当电机轴转动时,齿轮齿条传动装置二(18)沿垂直升降滑轨(17)直线升降运动,垂直驱动伺服电机(19)驱动齿轮齿条传动装置二(18)沿垂直升降滑轨(17)直线运动,运动方向与电机转向有关;所述垂直升降臂(16)上垂直升降滑轨(17)两侧安装有机械限位开关,所述机械限位开关与控制器相连。

3. 根据权利要求1所述的用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,其特征在于:所述焊接辅助装置包括焊丝桶(8)、清枪站支架(9)、焊丝吊挂架一(10)和焊丝吊挂架二(22),所述立柱(5)侧底部设有三角形固定架(7),焊丝桶(8)设置在三角形固定架(7)上,焊

丝桶(8)上方为清枪站支架(9);所述焊丝吊挂架一(10)设置在立柱(5)顶部,焊丝吊挂架二(22)设置在垂直升降臂(16)一侧。

4.根据权利要求1所述的用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,其特征在于:所述立柱(5)为立方体空心钢结构,其内部空心用于走供电线三条回路;立柱(5)背部打有圆形孔槽用以透气。

5.根据权利要求1所述的用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,其特征在于:所述机架横臂(11)为立方体空心钢结构,其一侧上设置有水平运动滑轨(12)两条,所述水平运动滑轨(12)中部有齿轮齿条传动装置一(13),水平运动滑轨(12)上设有水平滑动板(14),水平滑动板(14)上固定有水平驱动伺服电机(15)、垂直驱动伺服电机(19)和垂直升降臂(16);机架横臂(11)上侧开直线口,供电线三条回路经由空心立柱(5)和空心机架横臂(11)后在上侧直线口引出,进入水平拖链(20)、垂直拖链(21)、垂直升降臂(16)后连接至水平驱动伺服电机(15)、垂直驱动伺服电机(19)和工业机器人(23)。

6.根据权利要求1所述的用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,其特征在于:所述垂直升降臂(16)为立方体空心钢结构,其与机架横臂(11)上水平滑动板(14)连接一侧设有两条垂直升降滑轨(17),其靠近立柱(5)一侧有齿轮齿条传动装置二(18),该侧下部设有圆形开口用于走供电线;三条回路连接水平驱动伺服电机(15)、垂直驱动伺服电机(19)和工业机器人(23);所述机架横臂(11)为固定安装,垂直升降臂(16)自身可上下运动;垂直升降臂(16)远离立柱(5)一侧底部设置有焊丝吊挂架二(22),顶部开方形口用于供电线三条回路引出至垂直拖链;垂直升降臂(16)底部固定有倒挂的工业机器人(23)。

7.根据权利要求1-6任一项所述的用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,其特征在于:所述供丝回路的焊丝由立柱(5)底部焊丝桶(8)出发,垂直向上经由立柱(5)顶部焊丝吊挂架一(10)后水平行送至垂直升降臂(16)远离立柱(5)一侧底部的有焊丝吊挂架二(22),最后送接至工业机器人(23)第四轴上的送丝机装置。

一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置。涉及机器人技术领域。

背景技术

[0002] 地下和隧道工程、地铁建设、海洋石油工业、大型钢结构、大型工程机械等行业的发展,致使大型钢结构件的应用日益增多。盾构机是隧道工程、地铁建设的重要大型设备,其关键部件刀盘直径为7m、质量约为60吨,是通过80-100mm厚的超厚板焊接而成的大型结构件。目前国内对其多采用手工焊接,生产效率低,焊接质量一致性差,这是生产环节的一个重要瓶颈。工业机器人是面向工业领域的多关节机械手或多自由度的机器装置,它能自动执行工作,是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器,目前工业机器人多用于焊接、喷涂、搬运、装配等工业场景以代替人工作业。工业机器人常见有正装、倒挂和侧壁安装三种安装方式。当用于盾构刀盘这类重型大结构件的焊接时,由于其臂展有限,较多的采取倒挂安装方式,使其可以拥有最大的水平面焊接工作范围,但这要求总安装高度较大,而机器人在垂直方向的运动范围较小,并且不能够保证每次焊接都可以寻找到最佳的角度和最优的姿态。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是针对现有技术存在的缺陷,提供一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置。

[0004] 为解决这一技术问题,本发明提供了一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,包括立柱、机架横臂、垂直升降臂、焊接辅助装置、旋转运动机构、水平运动机构、垂直运动机构、倒挂固定装置、供电回路机构及供丝回路机构,所述立柱位于旋转运动机构上,立柱一侧顶部固定有机架横臂,水平运动机构设置在机架横臂上;所述水平运动机构设有水平滑动板,水平滑动板上固定有垂直升降臂,垂直运动结构设置在垂直升降臂上;所述垂直升降臂底部通过工业机器人倒挂固定装置连接工业机器人;所述供电线四条回路中的其中一条由旋转运动机构引出至立柱底部开口连接至旋转运动机构的旋转驱动伺服电机上,其余三条自旋转运动机构开始由下至上经过立柱内部、机架横臂内部后,从机架横臂上侧引出,经由水平拖链和垂直拖链及垂直升降臂连至水平运动机构的水平驱动伺服电机、垂直运动机构的垂直驱动伺服电机和工业机器人上。

[0005] 所述旋转运动机构为四层式结构、包括圆形调整底板、齿轮型旋转驱动底板、交叉滚柱式回转支承、旋转平台和旋转驱动伺服电机;所述位于圆形调整底板位于最下一层;向上一层为齿轮形旋转驱动底板,第二层为交叉滚柱式回转支撑,其外圈有齿且固定于齿轮形旋转驱动底板上、与旋转驱动伺服电机轴的齿轮啮合,其内圈旋转;最上一层为旋转平台;所述旋转平台上固定有旋转驱动伺服电机和立柱;所述旋转驱动伺服电机竖向放置,其轴垂直向下,轴外齿与交叉滚柱式回转支撑外圈齿相互啮合,当电机转动时,电机轴外齿轮

沿交叉滚柱式回转支承旋转,旋转驱动伺服电机驱动旋转平台旋转,亦使交叉滚柱式回转支撑内圈旋转,运动方向与电机转向有关;所述齿轮形旋转驱动底板上左右两侧90°位置安装有机械限位开关,所述机械限位开关与控制器相连。

[0006] 所述水平运动机构包括水平运动滑轨、齿轮齿条传动装置一和水平驱动伺服电机;其中水平驱动伺服电机横向安装在水平滑动板上,其轴向内垂直于机架横臂,轴外齿与齿轮齿条传动装置一啮合,当电机轴转动时,水平滑动板沿齿轮齿条传动装置一直线前后运动,水平驱动伺服电机固定于水平滑动板上,水平驱动伺服电机驱动水平滑动板沿水平运动滑轨直线运动,运动方向与电机转向有关;所述机架横臂上齿轮齿条传动装置一两侧安装有机械限位开关,所述机械限位开关与控制器相连。

[0007] 所述垂直运动结构包括垂直升降滑轨、齿轮齿条传动装置二和垂直驱动伺服电机;其中垂直驱动伺服电机横向安装在水平滑动板上,其轴方向与机架横臂平行背向立柱,轴外齿与齿轮齿条传动装置二啮合,所述水平滑动板固定安装、当电机轴转动时,齿轮齿条传动装置二沿垂直升降滑轨直线升降运动,垂直驱动伺服电机驱动齿轮齿条传动装置二沿垂直运动滑轨直线运动,运动方向与电机转向有关;所述垂直升降臂上垂直运动滑轨两侧安装有机械限位开关,所述机械限位开关与控制器相连。

[0008] 所述焊接辅助装置包括焊丝桶、清枪站支架、焊丝吊挂架一和焊丝吊挂架二,所述立柱侧底部设有三角形固定架,焊丝桶设置在三角形固定架上,焊丝桶上方为清枪站支架;所述焊丝吊挂架一设置在立柱顶部,焊丝吊挂架二设置在垂直升降臂一侧。

[0009] 所述立柱为立方体空心钢结构,其内部空心用于供电线三条回路的走线;立柱背部打有圆形孔槽用以透气。

[0010] 所述机架横臂为立方体空心钢结构,其一侧上设置有水平运动滑轨两条,所述水平运动滑轨中部有齿轮齿条传动装置一,水平运动滑轨上设有水平滑动板,水平滑动板上固定有水平驱动伺服电机、垂直驱动伺服电机和垂直升降臂;机架横臂上侧开直线口,供电线三条回路经由空心立柱和空心机架横臂后在上侧直线口引出,进入水平拖链、垂直拖链、垂直升降臂后连接至水平驱动伺服电机、垂直驱动伺服电机和工业机器人。

[0011] 所述垂直升降臂为立方体空心钢结构,其与机架横臂上水平滑动板连接一侧设有两条垂直运动滑轨,其靠近立柱一侧有齿轮齿条传动装置二,该侧下部设有圆形开口用于走供电线;三条回路连接水平驱动伺服电机、垂直驱动伺服电机和工业机器人;所述机架横臂为固定安装,垂直升降臂自身可上下运动;垂直升降臂远离立柱一侧底部设置有焊丝吊挂架二,顶部开方形口用于供电线三条回路引出至垂直拖链;垂直升降臂底部固定有倒挂的工业机器人。

[0012] 所述供丝回路的焊丝由立柱底部焊丝桶出发,垂直向上经由立柱顶部焊丝吊挂架一后水平行送至垂直升降臂远离立柱一侧底部的焊丝吊挂架二,最后送接至工业机器人第四轴上的送丝机装置。

[0013] 有益效果:本发明解决了工业机器人用于焊接盾构刀盘时倒挂安装的总装高度不足、垂直方向高度变化较小、难以寻找最佳焊接角度和最优焊接姿态等问题。该装置能够在焊接的恶劣环境下长期工作,具有很高的可靠性、速度和精度且方便安装与维修。

附图说明

[0014] 图1为本发明的轴侧结构示意图；

[0015] 图2为本发明的结构示意图主视图；

[0016] 图3为本发明水平滑动板的结构示意图。

[0017] 图中:1圆形调整底板、2齿轮型旋转驱动底板、3交叉滚柱式回转支承、4旋转平台、5立柱、6旋转驱动伺服电机、7三角形固定架、8焊丝桶、9清枪站支架、10焊丝吊挂架一、11机架横臂、12水平运动滑轨、13齿轮齿条传动装置一、14水平滑动板、15水平驱动伺服电机、16垂直升降臂、17垂直升降滑轨、18齿轮齿条传动装置二、19垂直驱动伺服电机、20水平拖链、21垂直拖链、22焊丝吊挂架二、23工业机器人。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图及实施例对本发明做具体描述。

[0019] 图1所示为本发明的轴侧结构示意图。

[0020] 图2所示为本发明的结构示意图主视图。

[0021] 本发明提供了一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置,包括:立柱5、机架横臂11、垂直升降臂16、焊接辅助装置、旋转运动机构、水平运动机构、垂直运动机构、倒挂固定装置、供电回路机构及供丝回路机构,所述立柱5位于旋转运动机构上,立柱5一侧顶部固定有机架横臂11,水平运动机构设置在机架横臂11上;所述水平运动机构设有水平滑动板14,水平滑动板14上固定有垂直升降臂16,垂直运动结构设置在垂直升降臂16上;所述垂直升降臂16底部通过工业机器人倒挂固定装置连接工业机器人23;所述供电线四条回路中的其中一条由旋转运动机构引出至立柱5底部开口连接至旋转运动机构的旋转驱动伺服电机6上,其余三条自旋转运动机构开始由下至上经过立柱5内部、机架横臂11内部后,从机架横臂11上侧引出,经由水平拖链20和垂直拖链21及垂直升降臂16连至水平运动机构的水平驱动伺服电机15、垂直运动机构的垂直驱动伺服电机19和工业机器人23上。

[0022] 所述旋转运动机构为四层式结构,包括圆形调整底板1、齿轮型旋转驱动底板2、交叉滚柱式回转支承3、旋转平台4和旋转驱动伺服电机6;所述位于圆形调整底板1位于最下一层,用于寻找最佳水平面;向上一层为齿轮形旋转驱动底板2,齿轮形旋转驱动底板2有地脚螺栓孔通过螺栓与圆形调整底板1连接固定并镶入地下,同时,齿轮形旋转驱动底板2上有固定交叉滚柱式回转支撑外圈的螺栓孔;第二层为交叉滚柱式回转支撑3,其外圈有齿且固定于齿轮形旋转驱动底板2上、与旋转驱动伺服电机6轴的齿轮啮合,其内圈旋转,有固定旋转平台4的螺栓孔;最上一层为旋转平台4,旋转平台4通过固定螺栓与交叉滚柱式回转支撑3连接,所述旋转平台4上固定有旋转驱动伺服电机6和立柱5;所述旋转驱动伺服电机6竖向放置,其轴垂直向下,轴外齿与交叉滚柱式回转支撑3外圈齿相互啮合,由于交叉滚柱式回转支撑3外圈固定,故当电机转动时,电机轴外齿轮沿交叉滚柱式回转支撑3旋转,而旋转驱动伺服电机固定于旋转平台上,故旋转驱动伺服电机6驱动旋转平台4旋转,亦使交叉滚柱式回转支撑3内圈旋转,运动方向与电机转向有关;所述齿轮形旋转驱动底板2上左右两侧90°位置安装有机械限位开关,所述机械限位开关与控制器相连,限制旋转平台4转幅最大为180°,防止电机飞车事故。旋转平台4转幅可视齿轮形旋转驱动底板2左右侧机械限位开关安装位置变化而变化。

[0023] 图3所示为本发明水平滑动板的结构示意图。

[0024] 所述水平运动机构包括水平运动滑轨12、齿轮齿条传动装置一13和水平驱动伺服电机15；其中水平驱动伺服电机15横向安装在水平滑动板14上，其轴向内垂直于机架横臂11，轴外齿与齿轮齿条传动装置一13啮合，当电机轴转动时，水平滑动板14沿齿轮齿条传动装置一13直线前后运动，水平驱动伺服电机15固定于水平滑动板14上，水平驱动伺服电机15驱动水平滑动板14沿水平运动滑轨12直线运动，运动方向与电机转向有关；所述机架横臂11上齿轮齿条传动装置一13两侧安装有机械限位开关，所述机械限位开关与控制器相连，限制水平运动极限距离，防止电机飞车事故。最大水平运动距离可视齿轮齿条传动装置一13齿条两侧机械限位开关安装位置变化而变化。

[0025] 所述垂直运动结构包括垂直升降滑轨17、齿轮齿条传动装置二18和垂直驱动伺服电机19；其中垂直驱动伺服电机19横向安装在水平滑动板14上，其轴方向与机架横臂11平行背向立柱5，轴外齿与齿轮齿条传动装置二18啮合，所述水平滑动板14固定安装、当电机轴转动时，齿轮齿条传动装置二18沿垂直升降滑轨17直线升降运动，垂直驱动伺服电机19驱动齿轮齿条传动装置二18沿垂直升降滑轨17直线运动，运动方向与电机转向有关；所述垂直升降臂16上垂直升降滑轨17两侧安装有机械限位开关，所述机械限位开关与控制器相连，限制垂直运动极限距离，防止电机飞车事故，最大垂直运动距离可视机械限位开关安装位置变化而变化。

[0026] 所述焊接辅助装置包括焊丝桶8、清枪站支架9、焊丝吊挂架一10和焊丝吊挂架二22，所述立柱5侧底部设有三角形固定架7，焊丝桶8设置在三角形固定架7上，用于存放工业机器人焊接时需要用到的焊丝，焊丝桶8上方为清枪站支架9，用以固定外购的机器人焊枪清枪剪丝装置；所述焊丝吊挂架一10设置在立柱5顶部，用以行走焊丝，焊丝吊挂架二22设置在垂直升降臂16一侧。

[0027] 所述立柱5为立方体空心钢结构，其内部空心用于走供电线三条回路；立柱5背部打有圆形孔槽用以透气。

[0028] 所述机架横臂11为立方体空心钢结构，其一侧上设置有水平运动滑轨12两条，所述水平运动滑轨12中部有齿轮齿条传动装置一13，水平运动滑轨12上设有水平滑动板14，水平滑动板14上固定有水平驱动伺服电机15、垂直驱动伺服电机19和垂直升降臂16；机架横臂11上侧开直线口，供电线三条回路经由空心立柱5和空心机架横臂11后在上侧直线口引出，进入水平拖链20、垂直拖链21、垂直升降臂16后连接至水平驱动伺服电机15、垂直驱动伺服电机19和工业机器人23。

[0029] 所述垂直升降臂16为立方体空心钢结构，其与机架横臂11上水平滑动板14连接一侧设有两条垂直升降滑轨17，其靠近立柱5一侧有齿轮齿条传动装置二18，该侧下部设有圆形开口用于走供电线；三条回路连接水平驱动伺服电机15、垂直驱动伺服电机19和工业机器人23；所述机架横臂11为固定安装，垂直升降臂16自身可上下运动；垂直升降臂16远离立柱5一侧底部设置有焊丝吊挂架二22，顶部开方形口用于供电线三条回路引出至垂直拖链；垂直升降臂16底部固定有倒挂的工业机器人23。

[0030] 所述供丝回路的焊丝由立柱5底部焊丝桶8出发，垂直向上经由立柱5顶部焊丝吊挂架一10后水平行送至垂直升降臂16远离立柱5一侧底部的有焊丝吊挂架二22，最后送接至工业机器人23第四轴上的送丝机装置。

[0031] 本发明解决了工业机器人用于焊接盾构刀盘时倒挂安装的总装高度不足、垂直方向高度变化较小、难以寻找最佳焊接角度和最优焊接姿态等问题。本装置精度高、速度快且需求的驱动电机数量少,功率小,节省了工厂投资成本,具有良好的性价比。

[0032] 考虑到以盾构刀盘为代表的重型大结构件焊接工时长的问题,一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置维护简单,维修方便,机械结构及运动控制检测合理,安全系数高,能够适应恶劣环境下长期连续作业的任务,也可应用于其它类似重型大结构件的焊接作业。

[0033] 相较于常见的龙门式机器人倒挂,一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置其优势在于结构轻巧、占地较小且底座可以左右旋转,可灵活运用于多个临时工位的焊接。

[0034] 相较于常见的单悬臂焊接一体专机而言,一种用于盾构刀盘焊接的工业机器人旋转倒挂装置不仅走线科学合理,可以倒挂不同品牌、规格型号的工业机器人,而且可以配合多种不同型号、不同规格的焊接变位机共同完成焊接作业任务,具有很强的普遍适应性。

[0035] 本发明结构轻巧,运动精度高、速度快,运行稳定,解决了工业机器人用于焊接盾构刀盘时倒挂安装的总装高度不足、垂直方向高度变化较小、难以寻找最佳焊接角度和最优焊接姿态等问题,显著提高了焊接效率和焊接质量。同时兼有成本低、柔性高、适应性强、维护方便、安全系数高等特点。

[0036] 本发明上述实施方案,只是举例说明,不是仅有的,所有在本发明范围内或等同本发明的范围内的改变均被本发明包围。

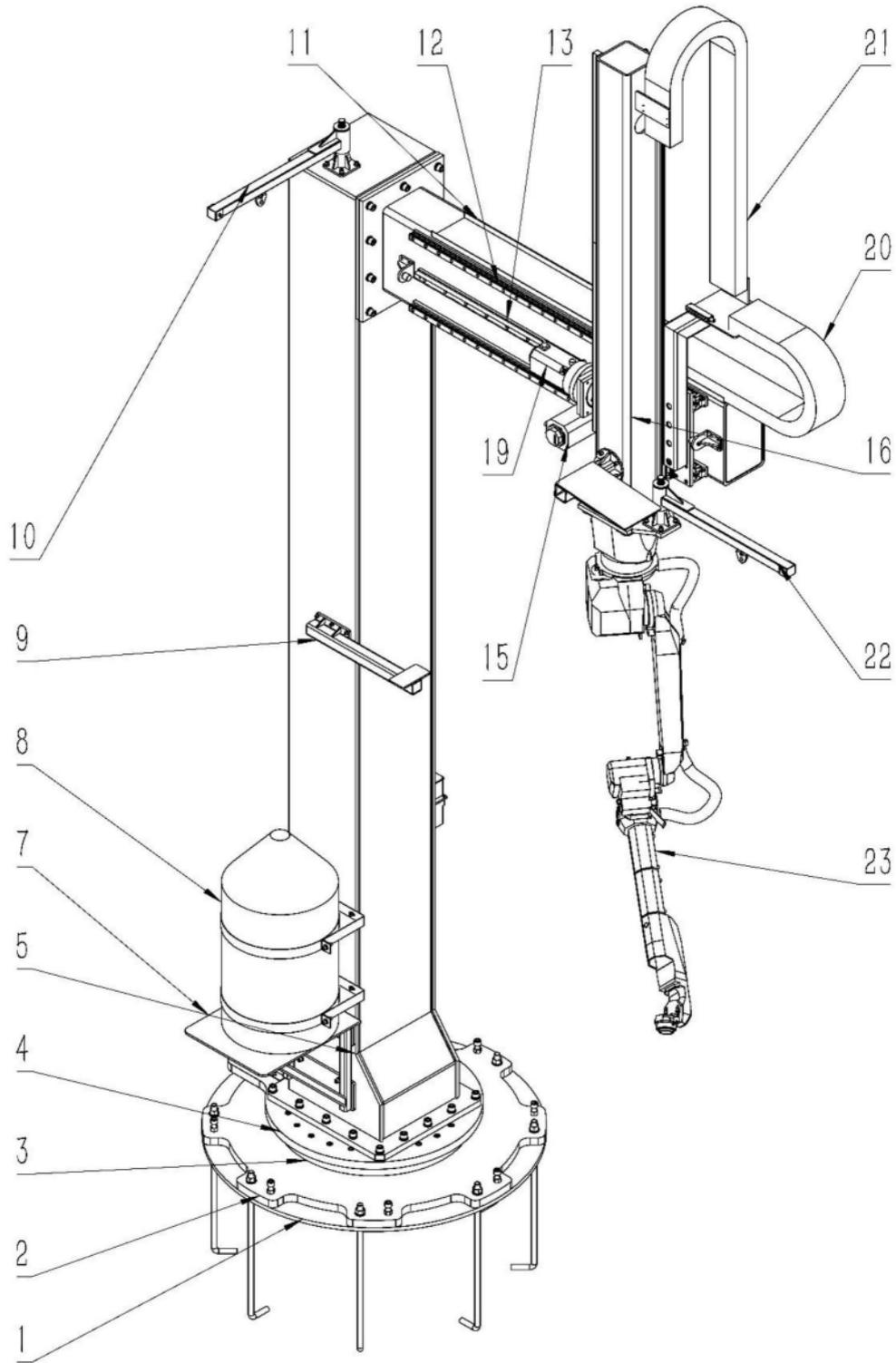


图1

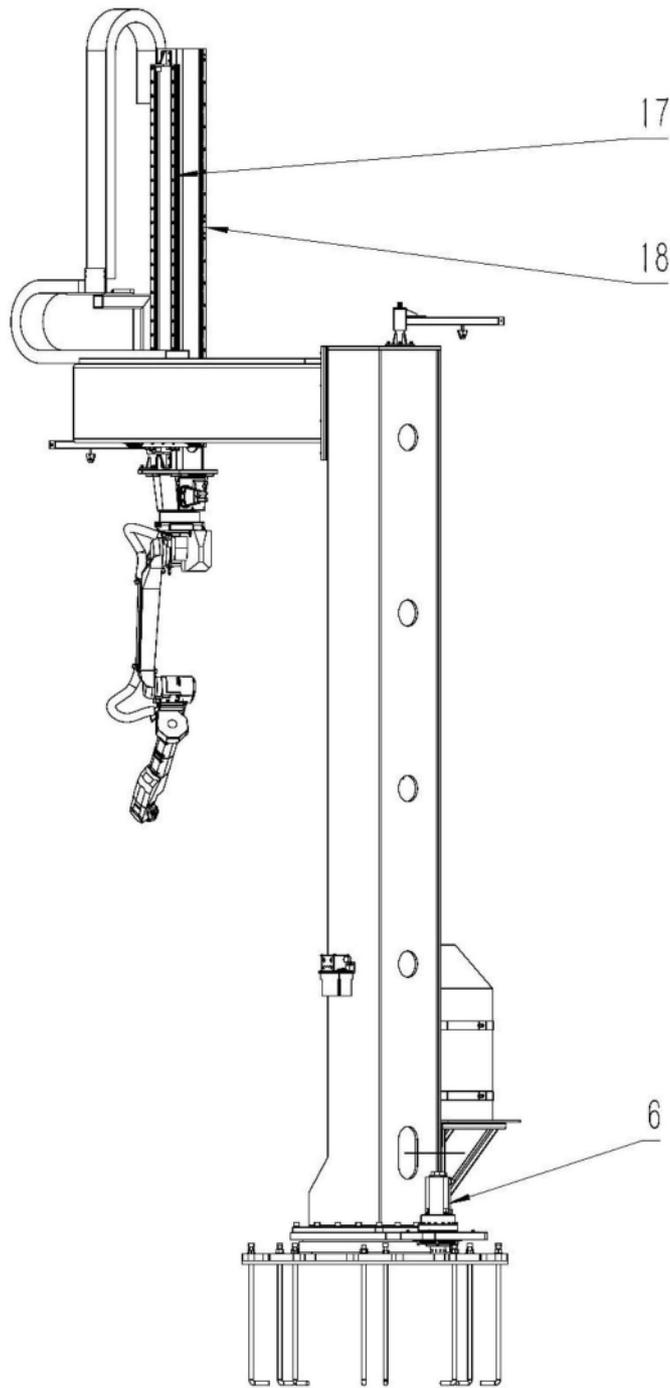


图2

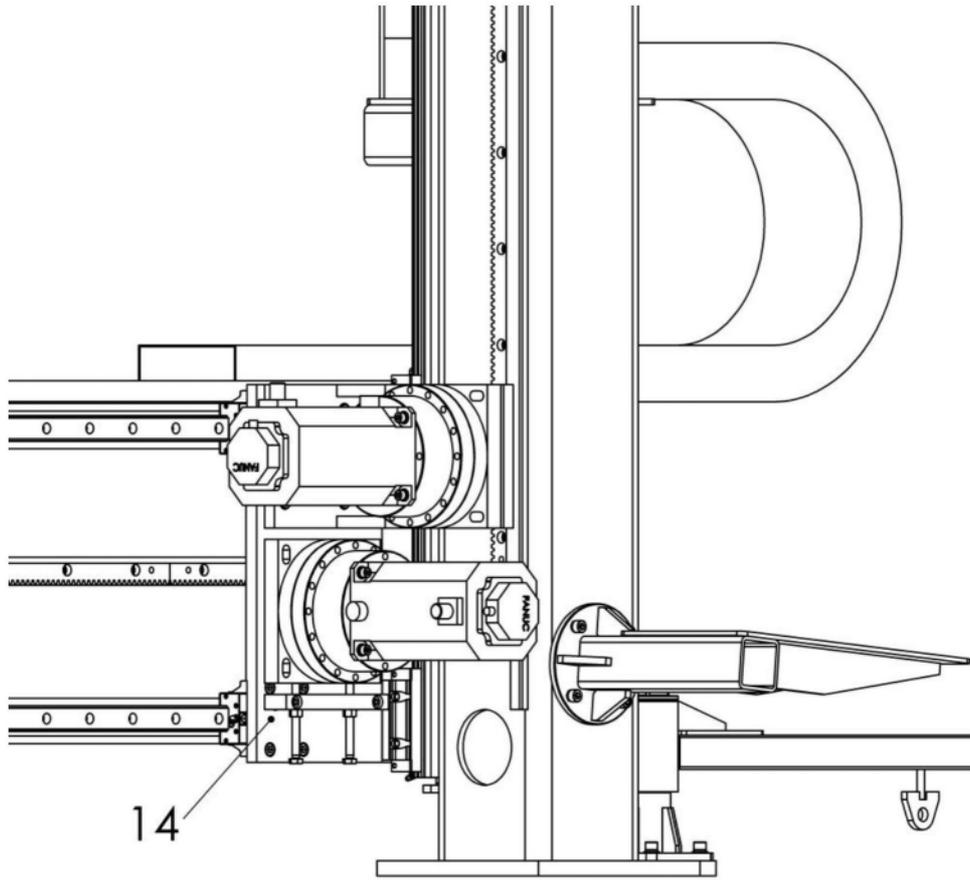


图3