



机器人机械结构

—— 移动装置、传动机构与末端执行装置的设计



常州轻工职业技术学院
Changzhou Vocational Institute of Light Industry



一、机器人的移动装置设计

1. 移动装置常用机构

机器人的移动装置种类很多，有的机器人工作中不需要移动直接固定在机架上；有的像汽车依靠轮子滚动来前进；有的像坦克依靠履带移动；有的用两条、四条或者六条腿走路，也有靠身体蠕动而前进。





一、机器人的移动装置设计

1) 固定机构

如果机器人**通过手臂转动就可以到达工作范围**内，就不需要安装行走机构，机器人直接固定到机架上即可，大部分工业机器人都采用这种固定机构。如图所示的喷漆机器人等。





一、机器人的移动装置设计

如果工作场地比较大，并且是平坦的硬地面，像水泥地、沥青地等，我们可以**选用最简单的轮子**作为机器人的脚。





一、机器人的移动装置设计

2) 轮式机构

让机器人动起来最简单、最直接的方法就是给它装上轮子，即轮式机构。这种车轮式“脚”能高速稳定地运动，结构简单，操作方便，适用于在平坦地面上行走。





一、机器人的移动装置设计

如果运动场地比较松软或是崎岖不平，可以选择**与路面接触面积较大的机构**，使压强减小，常采用**履带机构**。



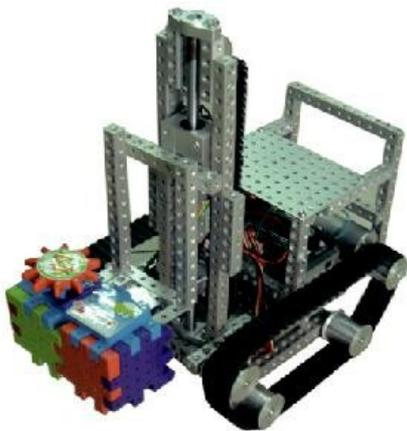


一、机器人的移动装置设计

3) 履带式机构

在野外凹凸不平或松软地面工作时，轮式机构运动起来会非常吃力。可以在轮子外面装上履带，增大其与路面的接触面积，即**履带式机构**。

军用机器人和一些使用场所不固定的机器人常采用这种方式。图示为履带式机构。





一、机器人的移动装置设计

若机器人执行任务时需要攀爬楼梯等障碍物时，还可对履带机构的改进。

图 1 所示的机构，采用**行星齿轮传动**，可实现履带的不同构形，以适应不同的运动和作业环境；

图 2 所示的具有**三节履带式结构**的军用扫雷机器人，前后节均可以俯仰，能适合条件较为复杂的地理环境，机动灵活。



图 1 变位履带式机器人



图 2 三节履带式机器人





一、机器人的移动装置设计

4) 多足机构

若要求机器人的行走机构像人的双脚一样，可走、跑、跳，适用于多种路面行走，运动形式要求更灵活，可采用**两形足机构**。

图 1 为两足机构机器人，但是两足步行机器人行走时很难保持身体平衡，在制作和控制方面还具有相当大的难度；

图 2 为四足机构机器人，其具有很强的平衡能力；

图 3 为采用六足机构机器人，行走时只需六足中的三个足着地，就可达到运动平衡。



图 1 两足机器人



图 2 四足机器人

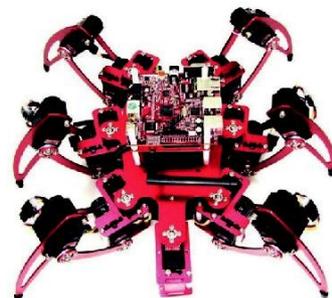


图 3 六足机器人





一、机器人的移动装置设计

而对于一些在管道、海底、墙壁甚至人的血管等特殊场所工作的机器人来说，其运动机构就需要更加灵活。





一、机器人的移动装置设计

5) 其他运动机构

机器人还经常用于墙壁或玻璃的清扫、石油管道的疏通检查、海底探测，甚至人体血管作业等，所以运动机构也是多种多样。

图 1 所示为能爬进人体血管的蠕动毛毛虫机器人；

图 2 所示模拟壁虎攀爬的机器人。



1



2

其他运动机构





二、机器人传动机构设计

1. 机器人传动常用机构简介

机器人内部还需要有将驱动器的运动和动力传递到运行及上肢机构的传动装置，使机器人到达正确的位置，并能正确地执行工作任务。机器人常用的传动机构有很多，可以通过**机械传动机构**传递，也可通过**气体或液体**传递。

传动机构没有好坏优劣之分，只能根据设计者的需要或加工条件选择合适的传动机构，也可以根据需要将几种传动机构配合使用。





二、机器人传动机构设计

1) 皮带传动或链传动

利用**皮带或链条**传递平行轴之间的**回转运动**，也可将回转运动转换成直线运动。
有**齿形带传动**及**滚子链传动机构**等。





二、机器人传动机构设计

2) 丝杠螺母传动机构

通过丝杠的转动，将**回转运动**转换为**螺母的直线运动**。并且丝杠螺母机构是连续的面接触，传动中不会产生冲击，传动平稳，无噪声，并且能自锁。

3) 连杆传动

既可以将**回转运动**转化为**回转运动**，也可以将**回转运动**转化为**直线运动**。常用的有曲柄连杆机构、曲柄滑块机构等，图示为连杆机构的手爪。





二、机器人传动机构设计

4) 流体传动机构

分为**液压**和**气压**传动，即利用液体和气体为媒介传递能量。

液压传动驱动精度高、功率大，适用于搬运笨重物品的机器人上；

气压传动成本低，容易达到高速，多用于完成简单工作机器人。

但是如果使用液压或气压传动机构，机器人上需要安装**液压或气压控制阀及气压、液压缸等**装置，使机器人结构变得复杂。





二、机器人传动机构设计

机器人的末端执行装置主要是为了取放物体，或拿着专用工具工作。机器人的上肢和人的上肢一样，一般由**手臂**和**手爪**组成；手臂完成**移动和旋转动作，进行定位**，手爪完成**具体的操作**。

处在自由状态下的任何物体都具有 6 个自由度，即沿着 3 个直角坐标轴的移动和绕着 3 个坐标轴的转动。只要机器人的手臂能在空间某位置以及与物体方向相吻合的姿态去拿到物体就达到了目的。

根据这一原则，机器人的手臂只须有**相对应的 6 个自由度**就可以了，当然为了使其更接近人的手臂的灵活性，也有很多超过 6 个自由度的机器人。



三、机器人末端执行装置的设计

1. 机器人手臂常用机构介绍

大部分机器人，尤其是工业机器人，手臂自由度一般都不超过 6 个，从技术观点出发，把机器人手臂的 6 个自由度分成两部分，即臂部确保 3 个自由度，决定其在空间的位置；腕部为 1 ~ 3 个自由度，决定它的姿态。有时候为了节约成本，还可能适当减少 1 ~ 2 个自由度。

根据机器人手臂在空间运动范围的不同形状，可把机器人手臂机构分为以下几种类型：



三、机器人末端执行装置的设计

1) 直角坐标型手臂机构

这种机构由 **3 个移动自由度** 组合而成，即机器人手臂的运动是沿着直角坐标的 x 、 y 、 z 三个轴方向的直线运动组成。如图所示，其臂部**只做伸缩、平移和升降运动**，在空间的运动范围一般是一个长方体。

如果工作范围只有位置要求，而没有姿态要求，可以选用结构最简单的直角坐标型手臂机构。



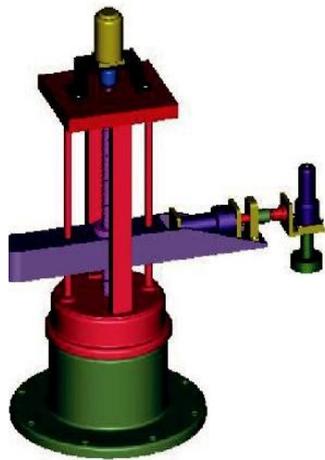


三、机器人末端执行装置的设计

2) 圆柱坐标型手臂机构

如果工作范围要求包括整个圆周，直角坐标型手臂机构就不能满足要求了，可以采用工作范围是**圆柱型的手臂机构**。

这种机构由**两个移动自由度**和**一个转动自由度**组成。即机器人手臂的运动是通过沿着圆柱坐标系的中心轴 z 的上下方向的升降移动和以 z 轴为中心的左右旋转，以及沿着与 z 轴垂直的 x 轴方向的伸缩合成的，如图所示。





三、机器人末端执行装置的设计

3) 极坐标型手臂机构

如果手臂到达一个位置后，所在水平面的一个圆周内都是其工作范围，就需要选择范围是一个扇形圆环体了。可以采用**极坐标型手臂机构**。

手臂由**一个移动自由度**和**两个转动自由度**组成。即机器人手臂的运动是通过绕极坐标系的中心轴 z 的左右旋转 φ_z 和绕着与 z 轴垂直的水平轴 Y 的上下摆动 φ_y ，以及沿着 x 轴的伸缩合成的，如图所示。它在空间的运动范围一般是一个不完全的中空的扇形圆环体。





三、机器人末端执行装置的设计

4) 关节型手臂机构

如果手臂运动范围要去和人一样更广、更灵活，可以采用和人手臂一样的关节型手臂机构。

机器人的手臂由三个旋转自由度组成，运动类似人的手臂，臂部可分为大臂、小臂。大臂与机座的连接称为肩关节，大、小臂之间的连接称为肘关节。手臂运动由大臂绕肩关节的旋转和俯仰运动，以及小臂绕肘关节的摆动合成，如图所示。





三、机器人末端执行装置的设计

5) 机器人手腕机构

如果手臂到达一个位置后，其姿态一般由**手腕**决定。

机器人手腕一般有**1 ~ 3 个自由度**，大都是**旋转自由度**，这是因为它的运动主要是为了决定手的姿态。其配置情况可视实际需要来决定。

1 个旋转自由度时，一般**绕末端臂杆轴线**旋转；

2 个旋转自由度时，则分别**绕 2 个相互垂直的轴**转动；

3 个旋转自由度时，除了各自**绕 3 个相互垂直的轴**转动外，也有以其他方式组合的。



三、机器人末端执行装置的设计

2. 机器人手爪常用机构介绍

机器人手爪部分，一般称为**末端操作器**，用电动机控制的机器人的手很难像人的手那样可以灵活地操纵物体，并且需要抓取的材料或工具形状、大小、重量和材质都不同，所以没有一种简单的设计能够适用于所有的工作需要，每种设计只能在某一方面比其他设计更有优势，手部通用性也比较差。所以手臂上需要有机械、电器、液压气动的接口，以根据工作需要安装不同结构的手爪。

根据手爪夹持方式不同，常用**外夹式手爪、内撑式手爪、构形手指及气体或电磁吸盘机构**。

三、机器人末端执行装置的设计

1) 外夹式手爪机构

这种机构是最常用的手爪机构，对于夹持圆棒性、方形及球形物体都适用。

手爪可采用**平行手爪机构**，将零件夹持在平面或 V 形表面之间，可以有一个或两个移动的爪片；

手爪也可采用**伸缩手爪机构**，使用薄膜、气囊等柔性夹持件，手爪工作时通过夹持件的伸长或收缩对零件施加摩擦力，这种机构对夹持物体损伤最小。



三、机器人末端执行装置的设计

2) 指状手爪机构

若夹持物不规则或有一些不易夹持的物体，可以采用类似人的手指的指状手爪机构。根据需要可采用单个手指或多个手指机构。



三、机器人末端执行装置的设计

3) 气体或电磁吸盘机构

如果需要搬运大型板材、显像管等不宜夹持的物体，还可采用**气体吸盘**或**电磁吸盘**。用**气体吸盘**吸引的物体要求必须平整无凹槽，否则会造成漏气，吸不住物体；而**电磁吸盘**只适用于提取磁性材料。



图 1 真空吸盘

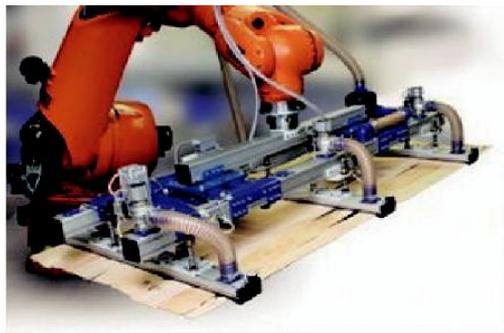


图 2 电磁吸盘



END

谢谢观看

