

悬挂式助力机械手设计

摘要：目前助力搬运机械手应用非常广泛，本文通过分析助力搬运机械手在智能搬运实际应用过程中的发展情况，助力搬运机械手目前的发展情况以及具体的应用情况及其具体的分类进行了具体的分析与阐述，为后续所设计的助力搬运机械手的方案设计提供了一定的理论依据。然后根据设计要求，对所设计的助力搬运机械手的回转机构、夹持机构、末端操作机构等整体结构以及机械手进行了具体的方案分析。最后根据任务书给定的基本参数，针对本次所设计的助力搬运机械手驱动装置、传动机构、传动轴等重要零部件进行了具体的参数计算与校核，对其进行了受力、结构、承载等多方面的计算。最后助力搬运机械手结构进行了工程图绘制。

关键词：机械手；结构设计；助力搬运；悬挂式

目录

摘要	I
第一章 绪论	4
1.1 研究背景	4
1.2 国内发展概况	4
1.3 国外研究现状	5
1.4 课题的主要内容	6
第二章 传动方案设计	7
2.1 夹持机构方案设计	7
2.2 底座传动方案设计	8
2.3 机械手机构设计	9
2.4 机械手驱动方案选择	10
第三章 主要零件结构设计	11
3.1 夹持手指结构设计	11
3.2 手指座结构设计	11
3.3 小臂固定板结构设计	12
3.4 手臂连接座结构设计	13
第四章 动力源选型计算	15

4.1 气缸的选型计算	16
4.2 夹持机构电机选型计算	17
4.3 夹持机构中心轴校核	20
4.4 底座旋转中心轴校核	22
总结	24
参考文献	25

第一章 绪论

1.1 研究背景

本次助力搬运机械手的设计主要用于搬运货物中，货物搬运过程中非常耗时耗力，在工厂货物搬运或工件加工的工序中，把输入输送装置输送来的货物或者待加工的工件传递到指定的位置，劳动强度较高、环境恶劣。若在货物或者工件的整个工序中全部采用人工完成，在效益上难以满足生产要求，而且长此以往处于这种环境中，对工人身心健康会带来一定的危害，这样的生产模式注定是要被科技社会淘汰的。

随着技术的不断更新、工业的高速发展，传统的劳动密集型工业生产已经无法满足市场的需求，并随着劳动力成本的上升，迫使企业不得不面临企业转型，向技术密集型转化，传统的生产方式不仅耗费大量劳动力而且生产效率低，质量无法得到稳定保障。机械手作为前沿的产品应自动化设备更新时的需要，已经在工业生产中得到了广泛的应用^[1]。机械手的出现使传统的人工搬运变成了自动化搬运，使劳动力在工业生产中得到解放，提高了工业生产的可操作性。

1.2 国外研究现状

机械手在日本应用的历史非常悠久。在七十年代时机械手首先得到应用，然后经过十年的发展，在八十年代的时候机械手已经得到普及。相应的他们工业年产值也得到了快速提高。1980年达到一千亿日元，到1990年提高到六千亿日元。在2004年时已达到了一万八千五百亿日元。可见机械手在提高生产效益方面的重要性。

在国际方面，各个国家已经意识到机械手的重要性。所以机械手的订单急速上升。在2003年的订单量相对于2002年增长了百分之10。此后机械手的需求量仍然不断上升。从2001年到2006年全球订单增长多达90000多台。平均年增长为7%。

机械手涉及到非常多学科的知识领域。包括：计算机、电子、控制、人工智能、传感器、通讯与网络、控制、机械等等。机械手的发展离不开上述学科的发展。正是由于各个学科的相互影响和综合集成，才能制造出自动化程度高的及其人。随着科学技术的进步，机械手在应用得范围越来越广泛；技术也越来越得到调高，功能更加强大。现在很对机械手的研究都往小型化发展。机械手将会更多的进入到人们的日常生活中去。总体的发展趋势是模块化、标准化、更加智能化。

机械手的广泛应用，对提升产品的质量与产能、保障人员安全，改善劳动环境，降低劳动的强度，提高生产效率，节约原材料消耗以及降低生产成本，起着十分重要的作用。机械手的广泛应用体现以人为本的原则，它的出现让人们的生活更加便利和美好。

1.3 国内发展概况

机械装备制造业已经有了与以前不同的趋势，机器精密度大幅的提高，适应面也不断的增加，一些机器的体积也是大的惊人。这类高精密机器在不同的制造业已经开始比较广泛的推广了，这就比较清晰的展示出了机器自动化时代的发展趋势。中国作为发展中国家中的制造大国。更要牢牢的把握住这样趋势。洞察机械装备发展的方向，奋力直追，努力弥补与国外机械装备的差距。因此，悬挂式助力搬运机械手机械结构的研制，就成为了未来高精密机械研制的方向之一，而且为机械装备重要组件之一的搬运机器人，既要承载工件重量、还要有部分夹具的功能，所以它的设计非常重要，也不容忽视。

如下图 1.1 所示为吸盘式物料分拣机械手结构示意图，主要应用于生产线的物料分拣，分别通过气缸和电机实现整个机械手的运动控制，对于整个抓举工业机器人的升降过程采用电机驱动实现，对于整个抓举工业机器人的抓举过程采用气缸驱动实现。如下图 1.2 所示为搬运机械手结构示意图，主要通过液压缸或者气缸实现工作台的抓举动作，通过电机带动中间传动装置的运动实现工作台的旋转运动。如下图 1.3 所示为可移动式吸盘机械手结构示意图，分别通过液压缸或者气缸和电机实现整个抓举工业机器人的运动控制，对于整个抓举工业机器人的升降过程采用液压缸驱动实现，对于整个抓举工业机器人的旋转过程采用电机驱动中间传动装置的方式实现。此布局方式将电机和液压缸均至于整个工作台的底部，从而一定程度上提高了传动精度，增强了稳定性。



图 1.1 吸盘式物料分拣机械手结构示意图



图 1.2 辅助搬运机械手结构示意图



图 1.3 可移动式吸盘机械手结构示意图

1.4 课题的主要内容

研究目标：针对助力搬运机械手总体方案以及机械结构进行设计，可以使用电机等驱动对应的旋转装置、移动装置完成机械手及手爪抓紧机构的位置变化，并完成整个机械手上端搬运货物的工作要求，为了适应更多的工作环境，我们采用电机驱动方式进行整个助力搬运机械手的运动进行机械手的伸缩动作、以及行走机构行走轮的运动控制。

主要内容是：研究助力搬运机械手现状和发展趋势，研究助力搬运机械手总体方案设计以及各个部位的工作原理，分析现有各类助力搬运机械手的功能、结构，针对助力搬运机械手的具体应用实际现场情况，设计一种助力搬运机械手。主要设计内容：主要完成助力搬运机械手总体方案设计、主要结构设计、参数计算并绘制工程图纸。

在本次助力搬运机械手设计过程中将做以下工作：对助力搬运机械手的底座进行设计计算；对助力搬运机械手的机械手伸缩机构进行设计计算；对助力搬运机械手的驱动机构进行设计计算；对助力搬运机械手的升降机构进行设计计算；对助力搬运机械手的夹持机构进行设计计算。

第二章 传动方案设计

2.1 夹持机构方案设计

为将货物或者工件夹起来并放到指定位置中，可通过如图 2-1 所示的三种方案实现，接下来对这三种方案进行对比。

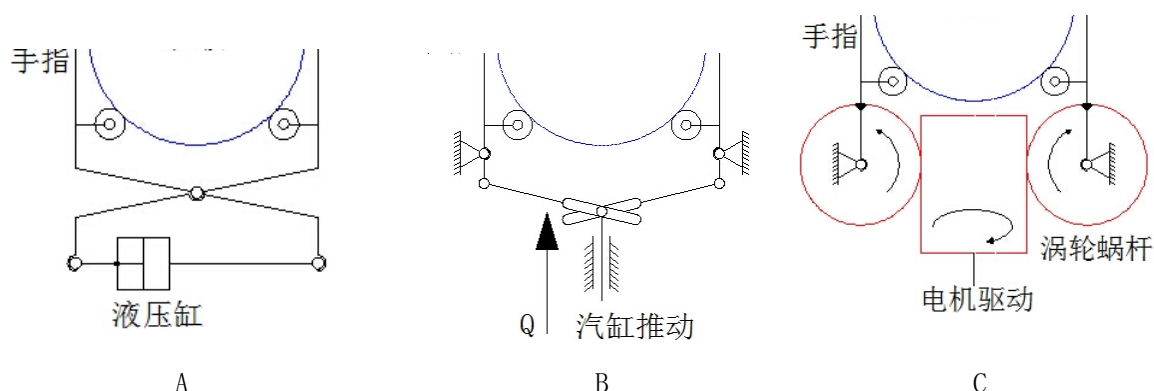


图 2.1 夹紧机构传动方案简图

方案 A:

工作原理：如图 2-1A 所示，结构为剪刀式取料手，采用液压缸为动力元件，当液压缸向外输出力时，利用杠杆原理，取料手前段向内收拢，紧紧抱住工件，反之则松开工件。

优点：自定心精度高，反应迅速，液压输入力量大。

缺点：对液压缸的安装要求技术较高，横置液压缸会使结构体积较大，在操作末端不易采用，夹紧力不易控制，对液压元件要求较高。

方案 B

工作原理：如图 2-1B 所示，在气缸的作用下，向上推动滑槽，推杆末端的分力作用在对称杠杆上，使取料手向外张开，松开货物或者工件。当气缸往回运动时，手指收拢，抱紧货物或者工件

优点：气体易获取，反应迅速敏捷，对环境污染小，能耗小。结构较小，所需安装精度较低。

缺点：滑槽磨损后定位精度会发生微小变化。

方案 C

工作原理：如图 2-1C 所示，将手指与蜗轮固接在一起，对称布置，用蜗杆同时驱动连个蜗轮旋转从而带动手指向内收拢或者向外张开。

优点：蜗轮蜗杆有自锁能力

缺点：蜗轮蜗杆制作及安装精度要求较高，需采用伺服电机精确运作，实现成本较高。

通过以上三种方案的对比，综合考虑体积、重量、维护成本、技术要求等因素，采用 B 方案。A 方案采用液压传力，其可以满足对力的要求，但是横置的液压缸不易安装；对于 C 方案，由于电机所产生的转矩较小，对称的涡轮蜗杆必然会加大体积、增重质量，除此之外，涡轮蜗杆需要较高的安装精度，需要使用伺服电机来控制，增加了成本；采用方案 B 是因为其结构及安装较为简单，易于控制，体积小，且成本相对较低。

2.2 底座传动方案设计

底座作为机械手的基体，需承受机械手的全部质量，要具很高的刚度和抗冲击性，工件的左右移动通过底座的旋转来实现，所以底座除了抵抗手臂和工件的倾覆力矩外还要承受机械手整体旋转的扭矩。在了解底座的作用的基础下，提出了如图 2-2 所示的两种传动方案。

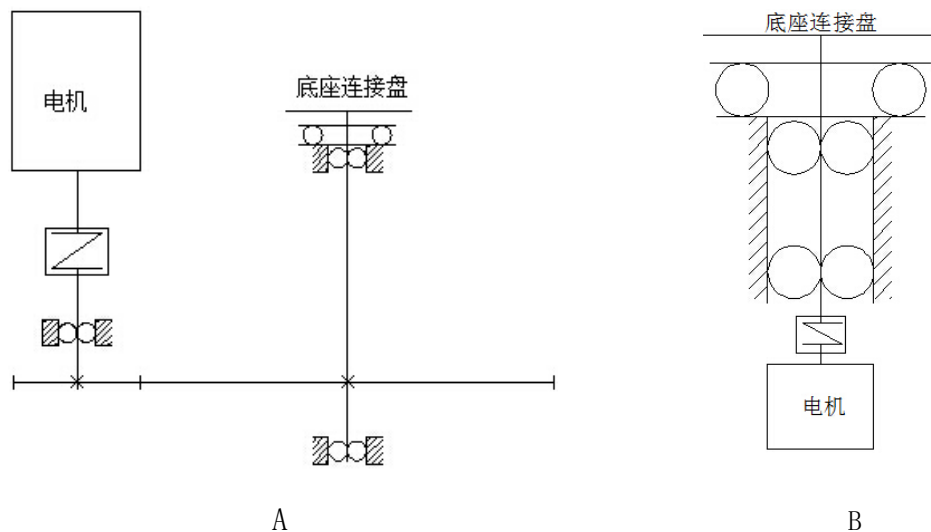


图 2.2 底座传动方案简图

方案 A

工作原理：如图 2-2A 所示，底座要实现旋转机体的转动功能是通过一对齿轮作为减速系统来放大扭矩，电机和小齿轮利用弹性联轴器连接，弹性联轴器的作用是吸收冲击能量，对电机有一定的保护作用。在底座连接盘上安装机械手机体，包括动力臂、动力臂驱动电机及减速器，其机体的全部质量由最上面的一副推力轴承承担，在中心轴两端分别布置两对深沟球轴承，承受机体对底座的倾覆力矩。当电机转动时，经过齿轮放大扭矩带动中心轴转动，从而带动与底座连接盘上安装的机体，通过底座的旋转实现货物或者工件的左右平移搬运。

优点：力矩放大，同时齿轮能吸收一部分载荷冲击，对电机的选择要求降低。

不足：空间体积较大，对齿轮的加工及安装精度要求较高，齿轮的传动误差不利于工件搬运的较高精确定位。

方案 B

工作原理：如图 2-2B 所示，电机通过弹性联轴器直接与中心轴连接，中心轴的齿轮布置与方案 A 相同，同样的，机体的重力由推力轴承承受，中心轴上下两端的深沟球轴承承受机体的倾覆力矩，电机直接带动心轴转动。

优点：结构较为简单，电机与心轴直连削弱了中间连接件的功率及扭矩损失，消除了如齿轮传动带来的齿隙误差，提高了定位精度。

不足：负载冲击直接对电机造成影响，对电机的性能要求较高。

通过以上两种方案的对比，在传动精度方面，方案 A 通过一对齿轮来放大电机的驱动力矩，降低了对电机性能的要求，但是齿轮的加工及安装降低了定位精度，而方案 B 则是电机直接通过联轴器与中心轴连接，没有像方案 A 那样的齿轮间隙误差及齿轮安装误差，所以方案 B 的定位精度高于方案 A。两种方案的受力情况相同，在结构方面，方案 A 的结构较为复杂，保证齿轮安装的高精度提高了底座的工艺要求，而方案 B 相对而言结构简单了许多，加工精度上易于实现。通过比较，选择工艺上较易实现，定位精度较高的方案 B。

2.3 机械手机构设计

根据实际工作要求，机械手需要对货物或者工件进行搬运，如下图 2.3 所示采用常见的单臂机械手和如图 2.4 所示双臂平行四边形结构的机械手实现货物或者工件搬运。

单臂机械手其：优点是结构简单，制造的技术要求及零部件加工精度容易保证，且结构较为轻量化，适用于多自由度的加工要求，比如焊接机器人。

双臂平行四边形结构的机械手：其优点就是强度及刚度大，末端操作器可一直保持水平状态，适用于平移搬运工件、高负载工作情况。

对比以上所述两种结构，单臂机械手可满足大部分低负荷工作情况，但是需要配置控制水平较高的电气控制元件和具有先进的计算机技术及编程水平；平行四边形手臂虽然结构较为复杂一些，整备质量略重一些，其始终保持末端操作器水平，所需控制技术水平相对于第一种较低，制造成本也相对较低。对于本次研究课题——车轮货物或者工件的搬运而言，货物或者工件质量较重，加工中只需机械手参与平移即可，没有翻转或者角度位移，所以结合实际工作情况，考虑技术要求、结构及制造成本采用平行四边形结构。



图 2.3 单臂机械手外形图

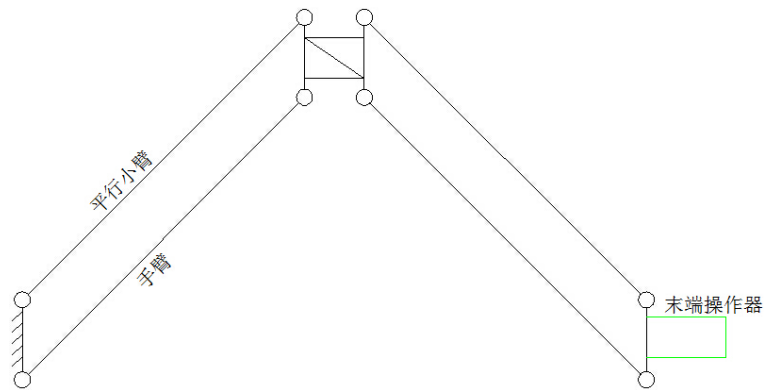


图 2.4 平行四边形手臂结构简图

2.4 机械手驱动方案选择

对于手臂的驱动，可采用液压缸驱动及伺服电机、步进电机驱动。液压驱动的优点有驱动力大，响应速度快，维护简单，但是高压对液压元件要求较高，还有其定位精度低，不易用于对加工精度要求较高的场合；电机驱动的优点是实现精度较高的定位，但工作力矩相对于液压较小，需要使用减速器放大力矩。本研究课题的实际工作情况需要将机械手定位在三个不同的位置点上，所以液压缸不宜采用，选择伺服电机作为机械手臂的动力元件。

第三章 主要零件结构设计

3.1 夹持手指结构设计

夹持手指作为机械手的末端操作器，其作用就是夹紧货物或者工件，保持货物或者工件处于稳定的水平状态、不能对货物或者工件造成破坏，而且具有较高的定位精度。在第二章第一节中采用方案B的夹紧方案，手指中间有一个支点，在结构设计中，利用销作为夹持支点，手指末端加工为滑槽。具体结构如下图所示：

材料：45 钢，经过正火处理、屈服强度 355MPa

成型方法：铸造+机加工

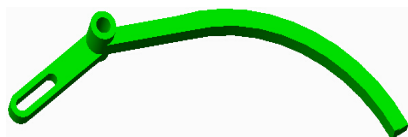


图 3-1 一体化手指

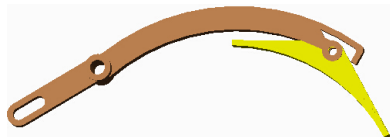


图 3-2 组合活动手指

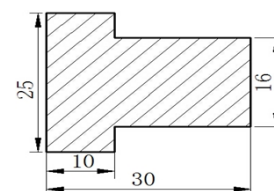


图 3-3 手指躯干截面图

如上图所示，初步设计了两种不同机构的夹持手指，悬臂部分横截面相同（如图 3-3 所示），图 3-1 所示架构较为简单，整个夹持手指为一个整体。图 3-2 所示接触部分为活动圆弧面，与图 3-1 所比较，其具有较高的定位精度和可适用于大范围半径的货物或者工件，比较以上两种不同结构，结合实际工作要求，所搬运的货物或者工件的直径范围为 400-600mm，变化较小，要求结构轻量化，所以采用如图 3-1 的结构。

3.2 手指座结构设计

手指座作为夹持手指、气缸安装的基体，手指在手指座上的安装如图 3-4 所示，需要承受手指对工件的加紧反力和气缸的推力和拉力，需具有一定的强度，手指座的机构要求简单，轻量化，便于加工，容易实现工艺要求。根据机械手对末端操作器的要求，对手指座进行了如图 3-5 所示的设计，对手指座前端加工了两个孔，用于安装夹持手指，手指座中间位置加工了一个大圆孔和 4 个螺栓孔，用于与旋转电机的定位连接，并且该区域进行了上凸处理（高度大于螺母厚度），这样使得手指座的空间得到扩大，给手指的安装带来了很大的便利。在手指座的后端焊接了一个气缸安装座，用以安装夹持气缸。除此之外，对手指座进行了挖空，去除多余的材料，以至于减轻质量，提高末端操作器的灵活度，达到结构轻量化的要求。

材料：铸铝，抗拉强度 600MPa，屈服强度 355MPa（见[6]表 2-17）。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/417052033163010042>