

（智能制造）垂直多关节型工业机器人设计

20XX 年 XX 月

吉林农业大学

学士学位毕业设计 说明书

题目名称： 垂直多关节型工业机器人

学生姓名： 王光辉

院 系： 工程技术学院 专业年级： 2006级机械

指导教师： 谢哲东 职 称： 讲师

2010 年 5 月 20 日

目 录

题

目.....
..... I

摘 要 及 关 键

词.....
..... I

1前

言

.....1

1.1 机 器 人 的 发 展 概

况

.....1

1.2	中 国 研 制 机 器 人 情 况	3
1.3	机 器 人 产 业	3
1.4	机 器 人 的 发 展 趋 势	4
2	设 计 任 务 书	5
2.1	设 计 (论 文) 的 主 要 内 容 与 要 求	5
2.2	设 计 (论 文) 的 主 要 技 术 指 标 和 相 关 的 技 术 参 数	5
3	总 体 方 案 设 计	6
3.1	机 器 人 系 统 工 程 概	

述.....

.....	6
3.2 工业机器人总体设计中总体方案的论证	7
3.3 机器人机械传动原理	
.....	8
4 机械部分的结构设计与计算	
.....	10
4.1 结构设计的特点	
.....	10
4.2 机械结构的部分计算	
.....	12
5 毕业设计总结	
.....	23
参 考 文 献	
.....	23

谢.....
.....24

附

录.....
.....25

垂直多关节型工业机器人

姓 名：王光辉

专 业：机械设计制造及其自动化

指导教师：谢哲东

摘 要：机器人既有人对环境的快速反应和分析判断能力，又有机器可长时间持续工作、精确度高、抗恶劣环境的能力，从某种意义上说它是机器的进化过程产物，它是工业以及非产业界的重要生产和服务性设备，也是先进制造技术领域不可缺少的自动化设备。

如今，机器人工业已成为世界各国备受关注的产业。

关键词：机器人；工业；传动；强度

Vertical multi-joint type industrial robot

Name : wangguanghui

Major : Mechanical Design&Manufacturing

Automation

Tutor : xiezhedong

Abstract: Robot people on the environment both rapid reaction and analytical skills, but also the machine can continue to work long hours , High accuracy, ability to resist bad environmental , In a sense it is a

product of the evolution of the machine , It is the industrial and non-industrial sector, an important production and service equipment ,

Advanced manufacturing technology is indispensable automation equipment .

Today, the robot industry has become the industry closely watched around the world.

Keywords: Robot; industry; transmission; strength

1 前言

1.1 机器人的发展概况

第一代遥控机械手 1948 年诞生于美国的阿贡实验室，当时用来对放射性材料进行远距离操作，以保护原子能工作者免受放射线照射。第一台工业机器人诞生于 1956 年，是英格尔博格(J.Engelbrger)将控制技术与机械臂相结合的产物。当时，主要是为了克服串联机构累积的系统误差，以便达到较高的空间定位精度，提出了示教再现的编程方式，从而使重复定位精度差不多比绝对定位精度提高了一个数量级。至今绝大部分使用中的工业机器人仍采用这种编程方式。第一台工业机器人的商用产品诞生于 1962 年，当时，其作业仅限于上、下料。尔后的发展比预想中的要慢。20 世纪 60 年代，美、英等国很多学者，把机器人作为人智能的载体，来研究如何使机器人具有环境识别、问题求解以及规划能力，祈望使机器人具有类似人的高度自治功能，结果是始终停留在实验室阶段。其中美国著名的斯坦福研究所的眼车计划，虽然形式上实现了心理学中典型的猴子和香蕉问题的求解，然而由于距离解决实际中的复杂问题太远，因而得不到进一步的支持，只好于 1972 年中止。20 世纪 60 年代末至 70 年代中，世界上很多著名的实验室、大学和研究所，如英国的爱丁堡大学人工智能实验室，英国的斯坦福大学、斯坦福研究所、麻省理工学院，以及日本的日立中央研究所等，都在致力于机器人装配作业的研究，单纯从技术出发模仿人进行的作业，或实现看图装配，或自动装配顺序生成等。由于当时的工业水平还没有发展到相应的阶段，无法解决所遇到的技术难题，另一方面因耗费巨大而无法得到应用部门的支持。至 20 世纪 70 年代中，由于所订目标过高，除了局部单元技术方面取得不少有意义的成果外，整体上说大部分研究没有取得有意义的实际结果^[2]。

1968 年，日本川崎重工引进美国 Unimation 公司的 Unimate 机器人制造技术，开始

了日本机器人的时代，经过近十年的努力，开发了点焊、弧焊及各种上、下料作业的简易经济型机器人。成功地把机器人应用到汽车工业、铸塑工业、机械制造业……，从而大大地提高了制成品的一致性及质量，形成了一定规模的机器人产业。

20 世纪 70 年代，出现了更多的机器人商品，并在工业发达国家的工业生产中逐步推广应用。1979 年公司 Unimation 推出了 PUMA 系列工业机器人，它的关节由电动机驱动，可配置视觉、触觉、力觉传感器，是技术较为先进的机器人。到 1980 年，全世界有 2 万余台机器人在工业中应用。

20 世纪 80 年代工业机器人产业得到了巨大的发展，但是所开发的四大类型机器人（点焊、弧焊、喷涂、上下料）主要用于汽车工业。工业化国家的机器人产值，以年均 20%~40% 的增长率上升。1984 年全世界机器人使用总台数为 8 万台，到 1985 年底，已达 14 万台，到 1990 年已有 30 万台左右，其中高性能的机器人所占比例不断增加，特别是各种装配机器人的产量增加较快，和机器人配套使用的机器视觉技术和装备也得到迅速发展。1985 年前后，FANUC 和 GWF 公司又先后推出了交流伺服驱动的工业机器人产品。随着以提高质量为目的的装配机器人及柔性装配线的开发成功，1989 年机器人产业首先在日本，之后在各主要工业国呈发展趋势。进入 20 世纪 90 年代后，装配机器人及柔性装配技术将进入大发展时期。

日本一直拥有全世界机器人总数的 60% 左右。到 1998 年，美国拥有机器人 8 万台，德国为 7 万多台，分别占世界机器人总数的 15% 和 13% 左右。到 2000 年，服役的机器人总数约 100 万台。

机器人大都工作于结构性环境中，即工作任务、完成工作的步骤、工件存放的位置、工作对象等都是事先已知的，而且定位精度也是完全确定的，所以机器人完全可以按事先教编好的程序重复不断地工作。当自动化进一步向建筑、采掘、运输等行业扩展时，

其环境则是非结构化的，不能事先确定，或至少不能完全确定，总任务虽可事先确定，但如何去完成，要根据当时的实际情况来确定与制订。因此，研究具有感知、思维，能在非结构环境中自主式工作的机器人就成了机器人学研究的长远目标。实践证明，要达到这一目标，还需经过长时期的努力，等待一些重要技术有所突破，特别是机器视觉、环境建模、问题求解、规划等智能问题上。因此，20 世纪 80 年代末，各国把发展的目标调整到更现实的基础上来，即把以多传感器为基础的计算机辅助遥控加上局部自治作为发展非结构环境机器人的主要方向，而把智能自治式机器人作为一个更长远的科学问题去探索。

另外一个值得注意的方向是传统机械的机器人化。日前，数控机床、工程机械、采矿机械等已开始向这一方向发展，进一步的发展将会带来这些机械本身的革命。

综上所述，机器人的发展已不局限于机器人本身，而将作为新一代整个机器的发展方向。

1.2 中国研制机器人情况

我国研究机器人的起步时间，其实并不比国外晚很多，大概在 20 世纪 70 年代前，当时，北京自动化研究所和沈阳自动化研究所相继开展了机器人技术的研究工作，但是由于种种原因，机器人技术研究及应用推广在我国十分缓慢。直到 90 年代初，也就研制了 150 台左右，而且大部分是作为演示用的，不能在生产实践中发挥作用。这些机器人也是以示教型第一代机器人为主，这与当时世界 25 万台的机器人总量相比，差距很大。造成这种现象的原因很多，其中与我国在机器人领域的研究队伍较小，机器人技术教学工作薄弱不无关系。从 90 年代开始，情况已经有所好转。早期的“863”计划已经把机器人技术作为重要的攻关内容，国家科委和国家自然科学基金委员会也都相继资助了一批有关机器人的研究项目。在高等学校中，也陆续开展了机器人的教学课程和机器人技

术的研究工作。到目前为止，我国在机器人的技术研究方面已经相继取得了一些重要成果，在某些技术领域已经接近国际前沿水平，比如，我国自行研制的水下机器人，在无缆的情况下可潜到水下 6000 米，而且具有自主功能，这一技术达到了国际先进水平。但是从总体上看，我国在智能机器人方面的研究可以说还是刚刚起步，机器人传感技术和机器人专用控制系统等方面的研究还比较薄弱。另外，在机器人的应用方面，我国就显得更为落后，国内自行研制的机器人当中，能真正应用于生产部门并具有较高可靠性与良好工作性能的并不多。（在这方面，北京自动化研究所研制的 PJ 型喷漆机器人可以说是国内值得骄傲的一种机器人，其性能指标已经与国际同类水平相当，而且在生产线上也经过了长期检验，受到了用户的好评，现已批量生产。）

截止到 1997 年，我国自行研制的机器人大约有了 350 台，其中半数以上是用以演示或科研，真正在产业部门应用的大约只有 100 台。加上进口的机器人，我国目前的机器人数量大约为 1100 台。

值得一提的是，最近几年，我国在汽车、电子行业相继引进了不少生产线，其中就有不少配套的机器人装置。另外，国内的一些大专院校和科研单位也购买了一些国外的机器人，这些“洋机器人”的引入，也为我国在相关领域的研究工作提供了许多借鉴。

1.3 机器人产业

机器人并不是在简单意义上代替人工的劳动，而是综合了人的特长和机器特长的一种拟人的电子机械装置，既有人对环境的快速反应和分析判断能力，又有机器可长时间持续工作、精确度高、抗恶劣环境的能力，从某种意义上说它是机器的进化过程产物，它是工业以及非产业界的重要生产和服务性设备，也是先进制造技术领域不可缺少的自动化设备。工业机器人是典型的机电一体化高科技产品，自从 20 世纪 50 年代美国制造第一台机器人以来，机器人技术及其产品发展很快，它对于提高生产自动化水平、劳动

生产率和经济效益，保证产品质量，改善劳动条件等方面的作用日益显著。工业机器人代替人力劳动是必然的趋势，和计算机技术一样，工业机器人的广泛应用，正在日益改变着人类的生活方式。机器人工业已成为世界各国备受关注的产业。

在制造业领域，机器人的开发集中在执行制造过程的工程机器人手臂上。在航天工业中，机器人技术集中在高度专业的一种行星漫步者上。不同于一台高度自动化的制造业设备，行星漫步者在月亮黑暗的那一面工作——没有无线电通讯——科恩能够碰到以外的情况。至少，一个行星漫步者必须具备某种传感输入源、某种解释该输入的方法和修改它的行动以响应改变着的世界的方法。此外，对感知和适应一个部分未知的环境的需求需要智能（换句话说就是人工智能）。

1.3.1 工业机器人市场前景看好

从 20 世纪下半叶起，世界机器人工业一直保持着稳步增长的良好势头，进入 90 年代，机器人产品发展速度加快，年增长率平均在 10%左右。据联合国颁布的最新调查显示，2000 年世界机器人工业增长率达到 15%左右，一年增加了近 10 万台机器人，使世界机器人总拥有量达到 75 万台以上，世界机器人市场呈现出日益兴旺的大好态势，目前为止，工作在世界各领域的工业机器人将突破百万台。

1.3.2 发展机器人产业的意义

随着世界经济的发展和经济全球化，国内外的市场竞争将日趋激烈，企业必须走工业全面自动化的道路。机器人的出现，正是顺应了工业自动化新阶段——柔性化的社会需要，是社会经济发达的必然产物。机器人的产业化及其广泛应用，必将为社会带来巨大的经济效益，把人类从繁重的体力劳动和有害环境中解放出来。应用机器人可对提高社会生产如下的积极影响：

(1)可以极大地提高劳动生产率

- (2)可以实现劳动作业省力化
- (3)可以提高企业的市场竞争力
- (4)可以扩大就业机会，提高技术创新能力

1.4 机器人的发展趋势

工业机器人在许多生产领域的使用实践证明，它在提高生产自动化水平，提高劳动生产率和产品质量以及经济效益，改善工人劳动条件等方面，有着令世人瞩目的作用，引起了世界各国和社会各层人士的广泛兴趣。在新的世纪，机器人工业必将得到更加快速的发展和更加广泛的应用。从近年世界机器人推出的产品看，未来工业机器人具有如下的发展趋势：

(1) 高级智能化

未来机器人与今天的相比最突出的特点在于其具有更高的智能。随着计算机技术、模糊控制技术、专家系统技术、人工神经网络技术和智能工程技术等高新技术的不断发展，必将大大提高工业机器人学习知识和运用知识解决问题的能力，并具有视觉、力觉、感觉等功能，能感知环境的变化，做出相应反应，又很高的自适应能力，几乎能象人一样去干更多的工作。

(2) 结构一体化

工业机器人的本体采用杆臂结构或细长臂轴向式腕关节，并与关节机构、电动机、减速器、编码器等有机结合，全部电、管、线、不外露，形成十分完整的防尘、防漏、防爆、防水全封闭的一体化结构。

(3) 应用广泛化

在 21 世纪，机器人不再局限于工业生产，而是向服务领域扩展。社会的各个领域都可由机器人在工作，从而使人类进入机器人时代。根据专家预测，用于家庭的“个人

机器人”必将在 21 世纪得到推广和普及，人类生活将变得更加美好舒适，模仿生物从事生物特点动作的仿生机器人将倍受社会青睐，警备和军事用机器人也将在保卫国家安全方面发挥重用的作用。

(4) 产品微型化

微机械电子技术和精密加工技术的发展为机器人微型化创造了条件，以功能材料、智能材料为基础的微驱动器、微移动机构以及高度自治的控制系统的开发使微型化成为可能。微型机器人可以代替人进入人本身不能到达的领域工作，帮助人类进行微观领域的研究：帮助医生对病人进行微循环系统的手术，使之可注入血管清理血液，清除病灶和癌变，尺寸极微小的纳米机器人将不再是梦想。

(5) 组件、构件通用化、标准化和模块化

机器人是一种高科技产品，其制造、使用维护成本比较高，操作机和控制器采用通用元器件，让机器人组件、构件实现标准化、模块化是降低成本的重要途径之一。大力制订和推广“三化”，将使机器人产品更能适应国际市场价格竞争的环境。

(6) 高精度、高可靠性

随着人类对产品和服务质量的要求越来越高，对从事制造业或服务业的机器人的要求也相应提高，开发高精度、高可靠性机器人是必然的发展结果。采用最新交流伺服电动机或 DD 电动机直接驱动，以进一步改善机器人的动态特性，提高性：采用 64 位数字伺服驱动单元和主机采用 32 位以上 CPU 控制，不仅可使机器人精度大为提高，也可以提高插补运算和坐标变换的速度。

机器人工业是一个正在高速崛起的产业，随着机器人技术的不断发展和日臻完善，它必将在人类社会发展中发挥更加重要的作用。

2 设计任务书

2.1 设计（论文）的主要内容与要求

2.1.1 论文内容

工业机器人系统设计包括机械系统的设计、电力驱动设计、控制系统的设计。为配合机电一体化专业的需要，本次毕业设计的主要内容是对工业机器人控制系统的设计，该机电控制系统是以 MCS—51 系列单片机为核心的控制系统，由于单片机在工业控制方面具有独特的特点，所以该工业机器人采用单片机控制必定会得到最优的控制。

2.1.2 设计要求

- (1) 拟定（或评述）整体方案，特别是传感，控制方式与机械本题的有机结合的设计方案。
- (2) 根据给定的自由度和技术参数选择合适的手部，腕部，臂部和机身的结构。
- (3) 部分的设计计算
- (4) 工业机器人工作装配图的设计与绘制。
- (5) 编写设计说明书。
- (6) 设计要有现实意义，具有实用价值。

2.2 设计（论文）的主要技术指标和相关的技术参数

2.2.1 技术指标

- (1) 抓重：额定抓取重量或称额定负荷，单位为 kg。
- (2) 自由度数目和坐标形式：整机、手臂和手腕等运动共有几个自由度，并说明坐标形式。
- (3) 定位方式：固定机械挡块、可调机械挡块、行程开关，电位器及其各种位置设定和检测装置；各个自由度所设定的位置数目或位置信息容量；点位控制或连续轨迹控制。
- (4) 驱动方式：气动、液动、电动和机械传动。

(5) 手臂运动参数：当手臂的运动速度很高时，手臂在起动和制动过程中会产生很大的冲击和振动，这会影响手臂的定位精度。因此，手臂运动速度应根据生产节拍时间的长短、生产过程的平稳性和定位精度等要求来确定。常用的最大直线运行速度在 1000m/s 以下。最大回转运行速度一般不超过，一般应用的直线速度常在，回转速度在左右。

(6) 夹持范围 (mm) 和握力 (即夹紧力) (N)。

(7) 定位精度：位置设定精度及重复定位精度 ()。 [8]

(8) 电路控制方法及程序容量。

2.2.2 重要设计参数

如表 2—1 为本次设计的重要参数 [1]。

3 总体方案设计

3.1 机器人系统工程概述

机器人工程是一门跨学科的综合性的技术，它涉及到力学、机构学、机械设计、气动液压技术、传感技术、计算机技术和自动控制技术等学科领域。人们将已有学科分支中的知识有效地组合起来用以解决综合性的工程问题的技术称之为“系统工程学”。以机器人设计为例，系统工程学认为，应当将其作为一个系统来研究、开发和运用，从机器人的整体出发来研究其系统内部各组成部分之间的有机联系和系统外部环境的相互关系的一种综合性的设计方法。

从系统功能的观点来看，将一部复杂的机器看成是一个系统，它由若干个子系统按一定规律有机地联系在一起，是一个不可分的整体。如果将系统拆开、则将失去作为一个整体的特定功能。因此，在设计一部较复杂的机器时，从机器系统的概念出发，这个系统应具有如下特性：

(1) 整体性 由若干个不同性能的系统构成的一个总的机械系统应具有作为一个整

体的特定功能。

(2) 相关性 系统内各子系统之间有机联系、有机作用，具有某种相互关联的特性。

(3) 目的性 每个系统都应有明确的目的和功能，系统的结构、系统内各子系统的组合方式决定于系统的目的和功能。

(4) 环境适应性 任何一个系统都存在于一定的环境中，必须能适应外部环境的变化。因此，在进行机器人设计时，不仅要重视组成机器人系统的各个部件、零件的设计，更应该按照系统工程学的观点，根据机器人的功能要求，将组成机器人系统的各个子系统部件、零件合理地组合，设计出性能优良适于工作需要的机器人产品。在比较复杂的工业机器人系统中大致包括如下：操作机，它是完成机器人工作任务的主体，包括机座、手臂、手腕、末端执行器和移动机构等。驱动系统，它包括作为动力源的驱动器，驱动单元，伺服驱动系统由各种传动零、部件组成的传动系统。控制系统，它主要包括具有运算、存储功能的电子控制装置（计算机或其他可编程编辑控制装置），人——机接口装置（键盘、示教盒等），各种传感器的信息放大、传输和处理装置，传感器、离线编程、设备的输入/输出通讯接口，内部和外部传感器以及其他通用或专用的外围设备。

[14]

工业机器人的特点在于它在功能上的通用性和重新调整的柔性，因而工业机器人能有效地应用于柔性制造系统中来完成传送零件或材料，进行装配或其他操作。在柔性制造系统中，基本工艺设备（如数控机床、锻压、焊接、装配等生产设备）、辅助生产设备、控制装置和工业机器人等一起形成了各种不同形式地工业机器人技术综合体地工业机器人系统。在其他非制造业地生产部门，如建筑、采矿、交通运输等生产领域引用机器人系统亦是如此。

3.2 工业机器人总体设计中总体方案的论证

（一）确定负载

目前，国内外使用的工业机器人中，负载能力的范围很大，最小的额定负载在 5N 以下，最大可达 9000N。负载大小的确定主要是考虑沿机器人各运动方向作用于机械接口处的力和扭矩。其中应包括机器人末端执行器的重量、抓取工件或作业对象的重量和规定速度和加速度条件下，产生的惯性力等。由本次设计给的设计参数可初估本次设计属于小负载。〔7〕

（二）驱动方式

由于伺服电机具有控制性能好，控制灵活性强，可实现速度、位置的精确控制，对环境没有影响，体积小，效率高，适用于运动控制要求严格的中、小型机器人等特点，故本次设计采用了伺服电机驱动

（三）传动系统设计

机器人传动装置中应尽可能做到结构紧凑、重量轻、转动惯量和体积小，在传动链中要考虑采用消除间隙措施，以提高机器人的运动和位置控制精度。在机器人中常采用的机械传动机构有齿轮传动、蜗杆传动、滚珠丝杠传动、同步齿形带传动、链传动、行星齿轮传动、谐波齿轮传动和钢带传动等，由于齿轮传动具有效率高，传动比准确，结构紧凑、工作可靠、使用寿命长等优点，且大学学习掌握的比较扎实，故本次设计选用齿轮传动。

（四）工作范围

工业机器人的工作范围是根据工业机器人作业过程中操作范围和运动轨迹来确定，用工作空间来表示的。工作空间的形状和尺寸则影响机器人的机械结构坐标形式、自由度数和操作机各手臂关节轴线的长度和各关节轴转角的大小及变动范围的选择

（五）运动速度

机器人操作机手臂的各个动作的最大行程确定后，按照循环时间安排确定每个动作的时间，就能进一步确定各动作的运动速度，用 m/s 或 $(^\circ)/s$ 表示，各动作的时间分配要考虑多方面的因素，例如总的循环时间的长短，各动作之间顺序是依序进行还是同时进行等。应试做各动作时间的分配方案表，进行比较，分配动作时间除考虑工艺动作的要求外，还应考虑惯性和行程的大小，驱动和控制方式、定位方式和精度等要求。

3.3 机器人机械传动原理

本课题设计的是一种小经济型装配机器人。该机器人为平面多关节型，具有六个自由度。采用伺服电机驱动，因此控制简单，编程操作方便。机身采用薄壁整体铸件，这样可以使结构轻巧，使用灵活。内部铸件既作为内部齿轮安装壳体与轴的支撑座，又作为承力骨架，这样不仅节省材料，减少加工量，又使整体减少质量^[5]。

为了保证较高的传动精度和较好的加工工艺性，其传动均采用齿轮传动。其中基座与立柱部分安装有关节 1 的电机，其传动部分采用双级直齿传动；大臂部分安装关节 2 和关节 3 的电机，采用三级齿轮传动。其中第一级采用锥齿轮，以改变传动方向 90° 。第二、三级均采用圆柱直齿轮进行减速。关节 2 传动的最末一个大齿轮固定在立柱上，关节 3 传动的最末一个大齿轮固定在小臂上。其设计部分的传动原理如图 3-1 所示。^[13]

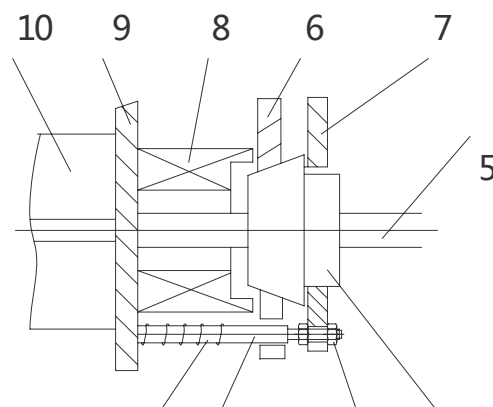
4 机械部分的结构设计与计算

4.1 结构设计的特点

(1)为了保证较高的传动精度，其各对齿轮都设计有消除齿轮间隙的调整机构。选择偏心套筒，结构形式如图 4.1 所示。其调整方法为：首先松开锁紧螺母，将专用扳手插入调整孔转动偏心衬套，以调整齿轮啮合的偏心距，消除传动间隙，最后拧紧锁紧螺母。

(2)在转轴的连接上，采用了一种结构新颖，工艺简单的弹性万向联轴器，如图 4.2 。这种联轴器由金属整体加工而成。其两端为夹紧轴的结构，有两个螺钉，一个用来顶紧轴，防止轴相对转动；一个用来锁紧，防止轴的轴向松动。联轴器中段为刻有螺旋槽的弹簧式结构，使其在轴向、周向都有较大的柔性，以致能朝任意方向弯曲。能补偿两轴不同轴的偏斜以及轴向长度偏差。此外它还能起到缓和冲击、衰减振动的作用。

(3)为了保证手臂操作过程中安全可靠，在关节 1、2、3 电机轴上各装有一个电磁制动阀。当手臂切断电源时，关节 1、2、3 产生制动，使手臂保持原有姿态，电磁制动阀原理如下图所示。当手臂电源被切断时，弹簧 1 把活动压块紧压锥形块 4，而锥形块 4 与轴 5 是固连的。由于摩擦，轴 5 被锁住。当手臂电源接通时，电磁铁 8 通电产生磁力，



1 2 3 4

1-弹簧；2-支柱；3-螺母；4-锥形快；5-轴；
6-活动压块；7-定位快；8-电磁阀；9-电机支撑件；10-电动机

图 4 - 3 电磁制动阀工作原理图

Figure 4 - 3 Operating principle of electromagnetic brake

把活动压块 6 吸向电磁铁，即与锥形块 4 脱开，于是轴 5 便能自由转动。由于手腕重量和尺寸都非常小，故其关节 4、5、6 上没有设置这种制动阀。

(4) 机体结构简单，重量轻。

1) 大、小臂均采用薄臂与整体骨架构成的结构形式，有利于提高刚度，减轻重量。内部铝铸件形状复杂，既用作内部齿轮安装壳体与轴的支撑座，又兼作承力骨架，传递集中载荷。这样不仅节省材料，减少加工量，又使整体重量减轻。手臂外臂与铸件骨架采用铰接，使连接件减少，工艺简单，减轻了重量。

2) 轴承外形环定位简单。一般在无轴向载荷处，轴承外环采用端面打冲定位的方法。

3) 采用薄臂轴承与滑动衬套，以减少结构尺寸，减轻重量

4) 有些小尺寸齿轮与轴加工成一体，减少连接件，这增加了传递刚度。

5) 大、小臂，手腕部结构密度大，很少有多余空隙。如电机与臂的外臂仅有 0.5mm 间隙，手腕内部齿轮传动安排亦是紧密无间。这样使总的尺寸减少，重量减轻。

(5) 由于是垂直多关节型的结构，机器人的工作范围大适应性广，加之其手腕活动角度大，因此它工作时位置的适应性很强。

(6) 重复定位精度高。这是由于在结构上采用了刚性齿轮传动，调整齿轮间隙结构，弹性万向联轴器，并且加工精密，多用整体铸件的结果。

4.2 机械结构的部分计算

4.2.1 大臂的设计计算^[9]

由于系统的整体性能主要取决于机座及大臂部分的驱动及传动能力，因此必须对其进行详细的设计计算。下面是大臂传动部分的设计计算。

一 选择电动机

由大臂及机器人的大概尺寸和本体质量，初步估计大臂质量，质心离转动轴距离 L

为，故大臂转动的阻力矩，大臂的转动速度初步设定为，

为联轴器的传动效率,为一对圆柱齿轮的传动效率,为一对滚动轴承的传动效率,为一对锥齿轮的传动效率,为关节 2 的总传动效率

故

初步选定电动机满载转速,满载转矩。

二 计算传动装置的总传动比和分配各级传动比

1 传动装置总传动比

2 分配传动装置的传动比

为关节 2 中锥齿轮的传动比,为关节 2 中第一对圆柱齿轮的传动比,为关节 2 中第二对圆柱齿轮的传动比.

为使锥齿轮外廓尺寸不致过大 取传动比,分配,
所以

三 计算传动装置的运动和动力参数

1 各轴转速

I 轴

II 轴

III 轴

大臂输出转速

2 各轴功率

I 轴

II 轴

III 轴

3 各轴转矩

电动机轴

I 轴

II 轴

III 轴

(一) 锥齿轮强度设计

1 选择齿轮材料、热处理

由于闭式齿轮传动、传递功率不大，所以选用软齿面齿轮，齿轮材料 45 钢。小齿轮调质，齿面硬度 230-240HBS，大齿轮正火，齿面硬度 190-200HBS。

2 选择齿轮精度等级、齿数、齿宽系数

选取

锥齿轮推荐齿宽系数，因齿轮悬臂布置，取

3 确定相关系数

当量齿数

当量齿轮端面重合度

4 按齿面接触强度设计

对闭式软齿面齿轮传动，承载能力一般取决于齿面接触强度，故按接触强度设计，校核齿根弯曲强度。

确定式中各项数值：

；

因载荷平稳，可初选载荷系数；

(注：以下图表均是参考学校教材机械设计^[6])

由表 10-6，查得；

对的直齿锥齿轮，；

由式 10-13，

由图 10-19，按允许一定点蚀，查得，；

由图 10-20d按小齿轮齿面硬度平均值 235HBS，在 MQ 和 ML 线中间（适当延长 MQ 和 ML 线）查取，同理，在图 10-20C 中查取；

选取；

取设计齿轮传动参数。

将确定出的各项数值代入接触强度设计式中，得

由表 10 - 2 , 查得 ;

由图 10 - 8 , 查得 ;

由图 10 - 13 , 查得 ;

由表 10 - 3 , 查得 ;

则 ;

由式 10 - 10a ,

选取第一系列标准模数。

5 校核齿根弯曲疲劳强度

由表 10 - 5 查得

;

由图 10 - 19 , 查得 ,

由图 10 - 20c , 按小齿轮齿面硬度均值 235HBS , 在 ML 线(适当延长)上查得 ; 同理 , 在图 10 - 20b 上 , 查得 ;

选取 ;

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/655122330113012004>