

毕 业 设 计

气动机械手回转臂构造设计

毕 业 设 计 任 务 书

题目名称：气动机械手回转臂构造设计

具体要求：〔原始数据、试验方案、手段及预期结果〕

结合所学专业知 识，查阅相关书籍及资料，深入理解设计课题的要求，完成设计任务，具体要求如下：

1. 收集相关资料，气动机械手的工作原理，确定总体设计方案，做开题报告，翻译一篇与该课题有关的不少于 5000 个英文字符的外文资料。
2. 位置检测精度到达 ± 1 毫米。伸缩行程 100mm，升降行程 50mm。旋转 180° 。
3. 抓握零件直径 $\phi 5-\phi 20$ ，最大重量 0.5kg。
4. 总结设计过程，撰写毕业设计论文，准备辩论，按照论文撰写标准书写毕业设计论文，并做好辩论前的准备工作。

根本内容如下：

本课题将要完成的主要任务如下：

- (1) 进展气动机械手的总体研究，并进展整体运动方式设计；
- (2) 设计气动机械手气路设计，进展关键部件的设计计算；
- (3) 设计气动机械伸缩、回转臂局部构造，进展关键部件的设计计算；
- (4) PLC 控制系统的设计及编程。

其中：参考文献篇 10 篇以上

数 : 6 000 字以上

说明书字数：折合 A0 图纸 3 张，其中至少 1 张装配图

图 纸 张 数：

专业负责人意见

签名:

年 月 日

气动机械手回转臂构造设计

摘要

本文简要介绍了工业机器人的概念，机械手的组成和分类，机械手的自由度和坐标形式，气动技术的特点，PLC 控制的特点及国内外的开展状况。

本文对机械手进展总体方案设计，确定了机械手的坐标形式和自由度，确定了机械手的技术参数。同时，设计了机械手的夹持式手部构造，设计了机械手的手腕构造，计算出了手腕转动时所需的驱动力矩和回转气缸的驱动力矩。设计了机械手的手臂构造。

设计出了机械手的气动系统，绘制了机械手气压系统工作原理图，对气压系统工作原理图参数化绘制进展了研究，大大提高了绘图效率和图纸质量。

利用可编程序控制器对机械手进展控制，选取了适宜的 PLC 型号，根据机械手的工作流程制定了可编程序控制器的控制方案，设计了机械手的工作时序图，并绘制了可编程序控制器的控制程序。设计到达了设计的预期目标。

关键词工业机器人；机械手；气动；PLC

Pneumatic manipulator arm structure design

Abstract

This paper briefly introduces the concept of industrial robot manipulator, the composition and classification of the manipulator, freedom and coordinates, pneumatic technology of PLC control, the characteristics of the development of both at home and abroad.

This paper makes an overall manipulator, the design scheme of the manipulator coordinates and freedom, the technical parameters of the robot. At the same time, the design of clamping manipulator hand structure, the design of the structure of the manipulator wrist, calculates the wrist curls when driving torque and rotary cylinder driving torque. The design of manipulator arm structure.

Design a robot manipulator, pneumatic system, pneumatic system working principle of pneumatic system principle diagram of parameterized drawing was studied, and greatly improve the efficiency of drawing and drawings.

Using manipulator programmable controller, the control of PLC suitable model, according to the working process of the manipulator programmable controller has formulated the control scheme, the work of the manipulator, and draws the sequential diagram PLC control procedures. Design meets the design target.

Keywords Industrial robot; Manipulator ; Air pressure drive; PLC

目录

摘要

Abstract

1 绪论 1

气动机械手概述 1

机械手的组成和分类 1

机械手的组成 1

机械手的分类 1

国内外开展状况 2

课题的提出及任务 2

2 机械手的设计方案 4

机械手的坐标形式与自由度 4

机械手的手部构造方案设计 4

机械手的手腕方案设计 4

机械手驱动方案设计 4

机械手技术参数列表 4

3 手腕构造设计 6

手腕的自由度 6

手腕的驱动力矩计算 6

手腕转动时所需要的驱动力矩 6

4 手臂伸缩、升降回转气缸的尺寸计算和校核 9

手臂伸缩气缸的尺寸设计与校核 9

手臂伸缩气缸的尺寸设计 9

尺寸校核 9

导向装置 10

平衡装置 10

手臂升降缸的尺寸设计与校核 10

尺寸设计 10

手臂回转缸的尺寸设计与校核 11

尺寸设计 11

尺寸校核 11

5 气动系统设计 13

气压传动系统工作原理图 13

6 机械手的 PLC 控制 15

可编程序控制器的选择及工作过程	15
可编程序控制器的选择	15
工作过程	15
机械手可编程序控制器控制方案	16
系统简介	16
工业机械手的工作流程	16
机械手工作时序图	16
结论	21
参考文献	22
致谢	26

1 绪论

1.1 气动机械手概述

气动机械手由操作机(机械本体)、控制器、伺服驱动系统和检测传感装置构成,是一种仿人操作,自动控制、可重复编程、能在三维空间完成各种作业的机电一体化自动化设备^[3]。它对稳定、提高产品质量,提高生产效率,改善劳动条件和产品的快速更新换代起着十分重要的作用^[1]。机器人应用情况,是一个国家工业自动化水平的重要标志。在工业生产中应用的机械手被称为“工业机械手”^[4]。生产中应用机械手可以提高生产的自动化水平和劳动生产率;可以减轻劳动强度、保证产品质量、实现平安生产^[1]。由于通用机械手能很快的改变工作程序,适应性较强,所以它在不断变换生产品种的中小批量生产中获得广泛的引用。

1.2 机械手的组成和分类

1.2.1 机械手的组成

机械手主要由执行机构、驱动系统、控制系统以及位置检测装置等所组成^[4]。各系统相互之间的关系如方框图 1-1 所示。

图 1-1 机械手组成方框图

1.2.2 机械手的分类

一、按用途分

机械手可分为专用机械手和通用机械手两种^[4]:

(1) 专用机械手

它是附属于主机的、具有固定程序而无独立控制系统的机械装置^[4]。专用机械手具有动作少、工作对象单一、构造简单、使用可靠和造价低等特点^[1],适用于大批量的自

动化生产的自动换刀机械手，如自动机床、自动线的上下料机械手和加工中心^[3]。

〔2〕通用机械手

它是一种具有独立控制系统的、程序可变的、动作灵活多样的机械手^[3]。通用机械手的工作范围大、定位精度高、通用性强，适用于不断变换生产品种的中小批量自动化的生产^[4]。

〔1〕液压传动机械手

液压传动机械手以液压的压力来驱动执行机构运动的机械手^[3]。其主要特点是：抓重可达几百公斤以上、传动平稳、构造紧凑、动作灵敏^[1]。但对密封装置要求严格，不然油的泄漏对机械手的工作性能有很大的影响，且不宜在高温、低温下工作^[4]。

〔2〕气压传动机械手

气压传动机械手以压缩空气的压力来驱动执行机构运动的机械手^[3]。其主要特点是：介质来源极为方便，出力小，气动动作迅速，构造简单，本钱低^[1]。

〔3〕机械传动机械手

机械传动机械手是由机械传动机构(如凸轮、连杆、齿轮和齿条、间歇机构等)驱动的机械手^[3]。它是一种附属于工作主机的专用机械手，其动力是由工作机械传递的^[1]。

1.3 国内外开展状况

国外机器人领域开展近几年有如下几个趋势：

〔1〕工业机器人性能不断提高(高速度、高精度、高可靠性、便于操作和维修)，而单机价格不断下降，平均单机价格从 91 年的万美元降至 97 年的 65 万美元^[2]。

〔2〕机械构造向模块化、可重构化开展。例如关节模块中的伺服电机、减速机、检测系统三位一体化；由关节模块、连杆模块用重组方式构造机器人整机；国外已有模块化装配机器人产品问世。

〔3〕工业机器人控制系统向基于 PC 机的开放型控制器方向开展，便于标准化、网络化；器件集成度提高，控制柜日见小巧，且采用模块化构造；大大提高了系统的可靠性、易操作性和可维修性。

1.4 课题的提出及任务

进入 21 世纪，随着我国人口老龄化的提前到来，近来在东南沿海还出现在大量的缺工现象，迫切要求我们提高劳动生产率，降低工人的劳动强度，提高我国工业自动化水平势在必行，将机械手，应用于工业自动化生产线，把工业产品从一条生产线搬运到

另外一条生产线，实现自动化生产，减轻产业工人大量的重复性劳动，同时又可以提高劳动生产率。

本课题将要完成的主要任务如下：

- (1) 进展气动机械手的总体研究，并进展整体运动方式设计；
- (2) 设计气动机械手气路设计，进展关键部件的设计计算；
- (3) 设计气动机械伸缩、回转臂局部构造，进展关键部件的设计计算；
- 〔4〕 PLC 控制系统的设计及编程。

2 机械手的设计方案

2.1 机械手的坐标形式与自由度

按机械手臂的不同运动形式及其组合情况，其坐标型式可分为直角坐标式、圆柱坐标式、球坐标式和关节式[3]。由于本机械手在上下料时手臂具有升降、收缩及回转运动，因此，采用圆柱坐标型式。相应的机械手具有三个自由度，为了弥补升降运动行程较小的缺点，增加手臂摆动机构，从而增加一个手臂上下摆动的自由度。

2.2 机械手的手部构造方案设计

为了使机械手的通用性更强，把机械手的手部构造设计成可更换构造，当工件是棒料时，使用夹持式手部，当工件是板料时，使用气流负压式吸盘。

2.3 机械手的手腕方案设计

考虑到机械手的通用性，同时由于被抓取工件是水平放置，因此手腕必须设有回转运动才可满足工作的要求。因此，手腕设计成回转构造，实现手腕回转运动的机构为回转气缸。

2.4 机械手驱动方案设计

由于气压传动系统的动作迅速，反响灵敏，阻力损失和泄漏较小，本钱低廉因此本机械手采用气压传动方式。

2.5 机械手技术参数列表

一.用途：

用于自动输送线的上下料。

二.设计技术参数：

〔2〕 自由度数： 4 个自由度

〔3〕 坐标型式： 圆柱坐标

〔4〕 手臂运动参数：

伸缩行程 100mm

伸缩速度 40mm/s

升降行程 50mm

升降速度 100mm/s

回转范围 $0^{\circ} - 180^{\circ}$

回转速度 $90^{\circ} / s$

〔5〕手腕运动参数:

回转范围 $0^{\circ} - 180^{\circ}$

回转速度 $90^{\circ} / s$

〔6〕手指夹持范围: 棒料: $\phi 5 \sim \phi 20$

〔7〕手腕运动参数:

回转范围 $0^{\circ} - 180^{\circ}$

回转速度 $90^{\circ} / s$

〔8〕手指夹持范围:

棒料: $\phi 80mm - \phi 150mm$

〔9〕定位方式: 行程开关

〔10〕定位精度: $\pm 1mm$

〔11〕驱动方式: 气压传动

〔12〕控制方式: 点位程序控制(采用 PLC)

3 手腕构造设计

3.1 手腕的自由度

手腕是连接手部和手臂的部件，它的作用是调整或改变工件的方位，因而它具有独立的自由度，以使机械手适应复杂的动作要求。手腕自由度的选用与机械手的通用性、加工工艺要求、工件放置方位和定位精度等许多因素有关。由于本机械手抓取的工件是水平放置，同时考虑到通用性，因此给手腕设一绕*轴转动回转运动才可满足工作的要求目前实现手腕回转运动的机构，应用最多的为回转油(气)缸。

3.2 手腕的驱动力矩计算

3.2.1 手腕转动时所需要的驱动力矩

3-1 所示为手腕受力的示意图。

1.工件 2.手部 3.手腕

图4-1手腕回转时受力状态

手腕转动时所需的驱动力矩可按下式计算：

$$M_{\text{驱}} = M_{\text{惯}} + M_{\text{偏}} + M_{\text{摩}} + M_{\text{封}} \quad [3-1]$$

式中： $M_{\text{驱}}$ - 驱动手腕转动的驱动力矩($N \cdot cm$)

$M_{\text{惯}}$ - 惯性力矩($N \cdot cm$)

$M_{\text{偏}}$ 参与转动的零部件的重量(包括工件、手部、手腕回转缸的动片)对转动轴线所产生的偏重力矩($N \cdot cm$)

下面以图 4-1 所示的手腕受力情况，分析各阻力矩的计算：

(1) 手腕加速运动时所产生的惯性力矩 $M_{\text{惯}}$

假设手腕起动过程按等加速运动，手腕转动时的角速度为 ω ，起动过程所用的时间为 Δt ，则：

$$M_{\text{惯}} = (J + J_1) \frac{\omega}{\Delta t} (N \cdot cm) \quad [3-2]$$

式中: J - 参与手腕转动的部件对转动轴线的转动惯量

J_1 - 工件对手腕转动轴线的转动惯量 ($N \cdot cm \cdot s^2$)

假设工件中心与转动轴线不重合, 其转动惯量 J_1 为:

$$J_1 = J_c + \frac{G_1}{g} e_1^2 \quad [3-3]$$

式中: J_c - 工件对过重心轴线的转动惯量 ($N \cdot cm \cdot s^2$)

G_1 - 工件的重量(N)

e_1 - 工件的重心到转动轴线的偏心距(cm)

ω - 手腕转动时的角速度(弧度/s)

Δt - 起动过程所需的时间(s)

$\Delta \varphi$ — 起动过程所转过的角度(弧度)

(2) 手腕转动件和工件的偏重对转动轴线所产生的偏重力矩 $M_{\text{偏}}$

$$M_{\text{偏}} = G_1 e_1 + G_3 e_3 (N \cdot cm) \quad [3-4]$$

式中: G_3 - 手腕转动件的重量(N)

e_3 - 手腕转动件的重心到转动轴线的偏心距(cm)

当工件的重心与手腕转动轴线重合时, 则 $G_1 e_1 = 0$

3. 手腕转动轴在轴颈处的摩擦阻力矩 $M_{\text{封}}$

$$M_{\text{封}} = \frac{f}{2} (R_A d_2 + R_B d_1) (N \cdot cm) \quad [3-5]$$

式中: d_1 , d_2 - 转动轴的轴颈直径(cm)

f - 摩擦系数, 对于滚动轴承 $f = 0.01$, 对于滑动轴承 $f = 0.1$

R_A, R_B - 处的支承反力(N), 可按手腕转动轴的受力分析求解,

根据 $\Sigma M_B F = 0$ 得:

$$R_B l + G_3 l_3 = G_2 l_2 + G_1 l \quad [3-6]$$

$$R_B = \frac{G_1 l_1 + G_2 l_2 - G_3 l_3}{l} \quad [3-7]$$

同理, 根据 $\Sigma M_A F = 0$ 得:

$$R_A = \frac{G_1(l+l_1) + G_2(l+l_2) + G_3(l-l_3)}{l} \quad [3-8]$$

式中: G_2 - 的重量(N)

l_0, l_1, l_2, l_3 — 如图 4-1 所示的长度尺寸(cm)

4 手臂伸缩、升降回转气缸的尺寸计算和校核

4.1 手臂伸缩气缸的尺寸设计与校核

4.1.1 手臂伸缩气缸的尺寸设计

手臂伸缩气缸采用烟台气动元件厂生产的标准气缸，参看此公司生产的各种型号的构造特点，尺寸参数，结合本设计的实际要求，气缸用 CTA 型气缸，尺寸系列初选内径为 $\phi 100/63$ 。

4.1.2 尺寸校核

1.在校核尺寸时，只需校核气缸内径 $D_1 = 63mm$ 半径的气缸的尺寸满足使用要求即可,设计使用压强 $P = 0.4MPa$,

则驱动力:

$$F = P \cdot \pi R^2 \quad [4-1]$$

测定手腕质量为 50kg,设计加速度 $a = 10m/s^2$, 则惯性力:

$$F_1 = ma \quad [4-2]$$

2.考虑活塞等的摩擦力，设定摩擦系数 $k = 0.2$,

$$F_m = k.F_1 \quad [4-3]$$

$$\therefore \text{总受力 } F_0 = F_1 + F_m \quad [4-4]$$

所以标准 CTA 气缸的尺寸符合实际使用驱动力要求。

4.1.3 导向装置

气压驱动的机械手臂在进展伸缩运动时，为了防止手臂绕轴线转动，以保证手指的正确方向，并使活塞杆不受较大的弯曲力矩作用，以增加手臂的刚性，在设计手臂构造时，应该采用导向装置。具体的安装形式应该根据本设计的具体构造和抓取物体重量等因素来确定，同时在构造设计和布局上应该尽量减少运动部件的重量和减少对回转中心

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/526225235135010132>