职业教育校企合作创新示范教材

机电一体化技术与实训

JIDIAN YITIHUA JISHU YU SHIXUN

丁宏亮　吴国良　主　编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

职业教育校企合作创新示范教材

机电一体化技术与实训

丁宏亮　吴国良　主编
孙锦全　马旭洲　章彩涛　参编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书编写以直观的教学仪器设备为载体，提炼实际生产企业的典型自动化生产线控制环节和过程并加以仿真，对机电一体化技术应用中的典型电气元件和设备进行重点介绍，与相关行业标准相对接，与产业、企业岗位需求相联系。

本书介绍了机电一体化技术的组成和基本概念、自动化控制设备 PLC 主流机型、FR-E740 变频器、低噪声细分步进驱动器、昆仑通态 TPC7062KS 触摸屏的基本应用知识、气动与液压传动知识及其他相关综合应用型知识。本书采用项目化的形式合理划分教学模块，内容以任务描述、任务分析、任务实施、知识链接、知能拓展、思考与练习的形式展开。项目任务由易到难，努力契合职业院校学生的学习特点，强调合理分工、团结协作，树立安全责任意识及遵循各项工作操作规范的职业素质的培养。

本书适合作为职业院校电气运行与控制、机电一体化等相关专业教学用书，也可作为教育培训机构开展实训的教学用书及相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

机电一体化技术与实训/丁宏亮，吴国良主编．—北京：中国铁道出版社，2012.6

职业教育校企合作创新示范教材

ISBN 978-7-113-14602-3

Ⅰ.①机… Ⅱ.①丁… ②吴… Ⅲ.①机电一体化—职业教育—教材 Ⅳ.①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 084217 号

书　　名：机电一体化技术与实训
作　　者：丁宏亮　吴国良　主编

策划编辑：蔡家伦　　**读者热线：**400-668-0820
责任编辑：李中宝
编辑助理：绳　超
封面设计：刘　颖
责任印刷：李　佳

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市西城区右安门西街 8 号）
网　　址：http://www.51eds.com
印　　刷：北京东海印刷有限公司
版　　次：2012 年 6 月第 1 版　　2012 年 6 月第 1 次印刷
开　　本：787mm×1092mm　1/16　　**印张：**11.5　**字数：**275 千
印　　数：1～3 000 册
书　　号：ISBN 978-7-113-14602-3
定　　价：23.00 元

版权所有　侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社教材图书营销部联系调换。电话：（010）63550836

打击盗版举报电话：（010）63549504

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话:(010)58581897/58581896/58581879

传　　真:(010)82086060

E - mail: dd@ hep. com. cn

通信地址:北京市西城区德外大街4号
高等教育出版社打击盗版办公室

邮　　编:100120

购书请拨打电话:(010)58581118

短信防伪说明:

本图书采用出版物**短信**防伪系统,用户购书后刮开封底防伪密码涂层,将16位防伪密码发送短信至106695881280,免费查询所购图书真伪,同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动,赢取各类奖项,详情请查询中国扫黄打非网(http://www. shdf. gov. cn)。

反盗版短信举报:编辑短信"JB,图书名称,出版社,购买地点"发送至10669588128

短信防伪客服电话:(010)58582300/58582301

获取信息及资源:

登录http://sv. hep. com cn,可获得图书相关信息及资源。

职业教育校企合作创新示范教材

编审委员会

主　任：金国砥

副主任：严晓舟　黄华圣

委　员：（按姓氏笔画排序）

马旭洲　王　伟　王圣潮　王建生
王建林　包　红　伍湘彬　孙锦全
严加强　杜德昌　杨晓光　杨志良
李　明　吴友明　吴启红　何永香
汪　坚　沈柏民　宋金伟　张仕平
张建军　陈鑫云　金湖庭　周兴林
俞　艳　祝良荣　姚建平　姚锡禄
聂辉海　龚跃明　董扬德　韩广兴
程　周　游金兴　鲍加农　薛　杰

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

序 言

PREFACE

职业技术教育的根本属性是它的实践性，其质量主要表现在学生专业技能技巧的熟练程度上。因此，实践教育是职业技术教育必不可缺的一种教学形式，加强学生操作技能的训练，在动手实践中练就过硬的本领，是缩短由学生到从业者之间距离的一个重要途径。

近年来，职业教育坚持“以服务为宗旨，以就业为导向”的办学方针，面向社会、面向市场办学，大力推进校企合作、工学结合、定岗实习的人才培养模式，确立了为社会主义事业培养数以亿计的高素质劳动者和技能型人才的目标。为进一步深化教学改革，加强学生职业技能，提高人才培养质量，特组织编写了《职业教育校企合作创新示范教材》丛书。

本丛书操作性很强，它紧扣职业院校培养目标和专业特点，在编写中，注重理论联系实际，突出学习（或培训）人员的能力本位、理论联系实际的要求，强化操作项目的权重，避免冗长乏味的叙述，行文简练、通俗易懂，以“实训项目”为核心重构理论和实践知识，让学生在真实的情景中，在动手做的过程中去感知、体验和领悟相关技能专业知识，从而提高学习兴趣，充分体现了“以学生为主体”的教学思想。

本丛书在编写过程中还力求突出以下几方面：

（1）依托实操载体，突出教材编写风格。丛书结合专业实训装置的优势，将教学思想和教改模式融于教材中，突出了职业教育的特色，凸显了实践能力的培养。编写中坚持“依托实体、图文并茂、深入浅出、知识够用、突出技能”20字方针。

（2）依据项目教学，突出应用性和实践性。丛书根据职业院校的教学实际，精简工作原理介绍，避免繁杂的教学推导和理论分析，打破以学科为中心，以知识为本位的教材体系，突出专业实用性，设置了情景导入、项目目标、知识链接、任务实施、任务评价、任务拓展，以及思考与练习等栏目。它不仅仅是传授知识，更为重要的是教会学生在工作场合如何运用所学的知识去解决实际的问题，充分体现“做中学”的职教特色。

（3）降低教学难度，提出职业技术教学的新方法。增加技术更新与产业升级带来的新知识、新技术、新材料、新工艺，使教学内容具有时代性和应用性。

（4）整合编写队伍，专业教师和工程人员共同参与。丛书由来自职业院校有丰富教学经验和实践能力的专业教师、工程技术人员共同完成。本丛书适合作为职业院校相关专业的教材用书，也可作为相关专业的继续教育培训用书。

衷心祝愿本丛书成为职业院校相关专业学生学习的良师益友，能够受到广大读者的欢迎和青睐。

2011年深秋

前　言

FOREWORD

理论联系实际，教学与生产实践结合，为生产实际服务，并走在技术发展和应用的前沿，这是职业教育生存和发展的根本原因。现阶段，由于企业生产活动的盈利性和具体企业岗位知识和技能以及企业岗位人员数量限制和安全管理等因素的局限，使在校学生大规模地参与企业生产实践活动受到了现实的阻碍。这样，大力推动职业院校的实训教学，提高教学效果，必然成为职业院校提高教学质量的核心内容和有效途径。

实训是对项目课题所应用到的学科课程理论知识和技能知识点的综合教学，是学生对知识的集中强化记忆和规范操作规程并获取实践经验的手段，是学生第一次把学到的新知识、新技术、新工艺、新材料等应用于实践的场所，同时，又是职业教育融入素质教育环节的一种尝试。所以，实训教材编写的质量和内容尤为重要，也是目前职业教育教材编写的难点。本书的编写在这方面做了些尝试，以天煌光机电一体化实训考核装置为载体，希望把实训装置所涉及的学科知识、技能（通过知识链接和知能拓展的形式）、职业综合素质的培养内容融入实训项目课程教学之中，同时，与相关职业标准相对接，与产业、企业、岗位需求相联系。

本书按照“以项目为载体，任务作引领，工作过程为导向”的职业教育教学理念，按照光机电一体化实训考核装置的组成结构和机构动作顺序分解为七大项目编写。以三菱公司的主流机型 FX2N 系列 PLC、FR-E740 变频器、昆仑通态 TPC7062KS 触摸屏为主要使用对象，每个项目课题以项目引入、任务描述、任务分析、任务实施、知识链接、知能拓展、思考与练习的模式呈现。项目任务由浅入深，努力契合职业院校学生的思维结构特点。

本书由丁宏亮、吴国良任主编，孙锦全、马旭洲、章彩涛参与编写。教材中的项目 1、项目 3、项目 5 部分内容由丁宏亮编写，项目 4、项目 6 部分内容、项目 7 由吴国良编写，项目 2 和项目 5 部分内容由孙锦全编写，章彩涛、马旭洲分别参与了项目 2、项目 6 部分内容的编写。教材中的图样和图片由浙江天煌科技实业有限公司技术人员艾光波校对或绘制。编写过程中金国砥老师做了大量的前期工作，提供了编写模板和指导思想。章望生教授进行了审稿。许金福老师参与了校对，提出了宝贵建议。教材中部分项目内容参照了三菱和其他相关公司的技术资料和相关文献，本书项目应用了浙江天煌科技实业有限公司开发的教学设备，得到了公司领导的大力支持和技术人员的大力协助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在纰漏和不足之处，恳请读者指正和谅解。

编　者

2012 年 1 月

目 录

CONTENTS

项目 1　安装机电一体化实训装置的机电部件 1
任务 1　参观机电一体化实训室 1
任务 2　安装机电一体化实训装置的机电部件 6
思考与练习 16
项目 2　用变频器控制三相异步电动机 17
任务　学会变频器控制三相异步电动机的运行 17
思考与练习 36
项目 3　安装机电一体化实训装置的气路 38
任务 1　完成机电一体化实训装置的气路安装 38
任务 2　了解液压传动系统 48
思考与练习 55
项目 4　用 PLC 控制传送带输送机与分拣机构 57
任务 1　用 PLC 控制三相异步电动机点动与连续运行 57
任务 2　用可编程序控制器 PLC 控制传送带输送机与分拣机构 76
思考与练习 90
项目 5　用可编程序控制器 PLC 控制搬运机械手 92
任务　安装调试 PLC 控制步进电动机定位的搬运机械手 92
思考与练习 112
项目 6　联机运行 PLC 与触摸屏 114
任务　用触摸屏控制传送带输送机与分拣装置 114
思考与练习 135
项目 7　完成机电一体化实训装置的综合应用课题 136
任务　完成光机电一体化模拟自动生产线（推料、取料、传送、分拣任务） 136
思考与练习 150
附录 A　任务案例 151
附录 B　变频器的基本参数介绍 158
附录 C　FX2NPLC 内部资源表 160
附录 D　FX2NPLC 功能指令表 162
附录 E　全国机电一体化设备组装与调试竞赛用电气器件图形符号表 166
附录 F　用 SFC 编制 PLC 程序入门 169
思考与练习参考答案 175
参考文献 176

项目 1

安装机电一体化实训装置的机电部件

情景导入

学习机电一体化实训装置机电部件的安装，是学生了解实际机电设备机械、电气安装工艺、方法和施工规范的重要手段，是初步认识了解机械装配技术的有效途径，是训练学生机械识图能力的有效方法。

项目目标

- 理解机电一体化产品的定义和基本构成要素；
- 了解机电一体化实训装置；
- 学会安装机电一体化实训装置的机电部件；
- 了解机电一体化产品的相关技术；
- 了解机电设备安装维修的工作内容。

任务 1　参观机电一体化实训室

从人们日常生活所需的家电用品，到出行所用的交通工具，从办公自动化到现代企业生产设备的逐步智能化，现代社会的每一步发展进步都与机电技术的应用紧密相连，特别是机电一体化技术在产业自动化方面的应用，极大地提高了劳动生产率，推动了社会经济的发展，丰富着人们的生活。现代机电产品改变着人们生产生活的方方面面。

学习目标

- 理解机电一体化产品的定义和基本构成要素；
- 了解机电一体化实训装置；
- 了解机电设备安装维修的工作内容。

任务描述

参观机电一体化实训教室并了解相关知识内容。

任务分析

实训是学生在实践中学习理论知识和技能的活动，项目的实施需要有与实训课程项目相应的装置和场地等硬件设备的支持。本项目任务以天煌 THJDME-1 型光机电一体化实训考核装置为实训载体（也可采用其他教学仪器公司生产的类似产品）。

任务实施

1. 项目训练任务的组织

（1）根据授课班级的人数完成学生实训教学分组；

（2）组织授课班级学生参观机电一体化实训室；

（3）深入了解光机电一体化实训装置。

2. 项目训练准备注意事项

（1）实训场地应干净整洁，无环境干扰；

（2）实训场地内应设有三相电源并装有触电保护器；

（3）实训前由实训室管理人员检查各工位应准备的器材、工具是否齐全，所贴工位号是否有遗漏。

知识链接

机电一体化概述

一、机电一体化产品的定义

机电一体化产品是机械本体与以微电子技术为核心的电气控制部件的有机结合，完成特定或预置功能的智能化机械产品。

1984 年美国机械工程协会的一位专家明确提出了现代机械系统的定义：“由计算机信息网络协调与控制的，用于完成包括机械力、运动和能量流等动力学任务的机械和（或）机电部件相互联系的系统。”这一含义实质上是指机电一体化系统，它与以上定义是一致的。

二、机电一体化产品的基本构成要素

一个较完善的机电一体化系统，应包括以下几个基本要素：机械本体、能源、检测识别环节（传感器）、执行机构、驱动部件、控制及信息处理单元，各要素和环节之间通过接口相联系。

（1）机械本体：系统所有功能要素的机械支持结构，包括机身、支架、机械连接等。

（2）能源：根据系统的控制要求，为系统提供能量和动力，是系统正常运行的能量源。如电源、提供气压源的气泵、提供液压源的液压泵等。

（3）检测识别环节（传感器）：对系统正常运行所需的各种参数进行检测，变成可识别的信号，传输到信息处理单元，供其诊断处理，产生相应的控制信息，从而协调各功能部件的动作。如机电一体化实训设备中的电感传感器、光电传感器、光纤传感器、磁性传感器等。

（4）驱动部分：其作用是将放大控制单元及信息处理单元发出的控制信息和指令信号，由提供动力驱动的执行机构完成相应的动作和功能。如步进电动机、交直流伺服电动机等。

（5）执行机构：其作用是根据控制信息和指令，完成规定的动作。一般采用机械、电磁、电液等机构。如机电一体化实训设备中的机械手、传送带输送机等。

（6）控制及信息处理单元：其作用是将来自各传感器的检测信息和外部输入命令进行综合、分析、处理，按照系统自身的时钟信号，发出相应的控制信息，协调系统各部分工作，实现系统的控制目标与功能。一般由计算机、可编程序控制器（PLC）、数控装置以及各种接口电路和计算机外部设备等组成。

以上 6 个要素有机的结合构成了机电一体化系统，其相互协调的关系可以与人体类比，用框图 1-1 说明如下：

计算机（光机电一体化实训考核装置中的可编程序控制器 PLC）好比人的大脑；检测识别环节（传感器）好比人的五官和皮肤；机械本体好比人的骨骼系统；电源、气泵等能源好比人的心脏等器官；驱动部分就好比人的肌肉组织；执行机构就好比人的手和脚。机电一体化系统好比人在大脑的指挥下，协调一致地工作，完成特定的工作任务。

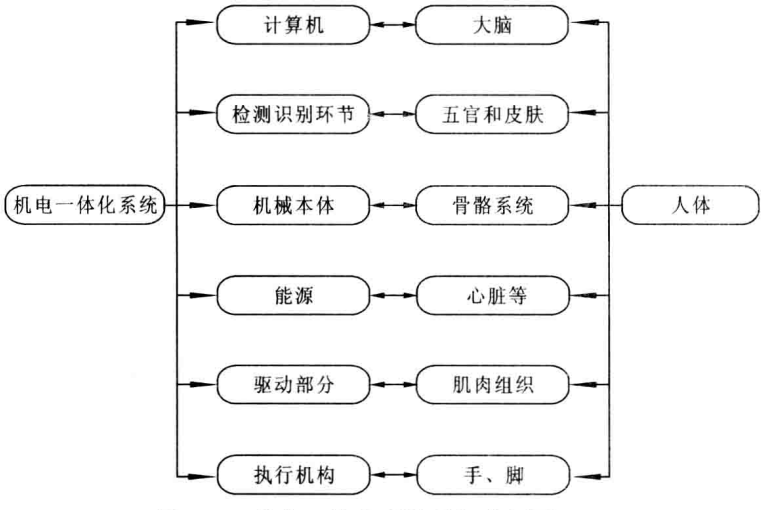

图 1-1　机电一体化系统的组成框图

三、举例介绍光机电一体化实训装置

1. 光机电一体化实训考核装置的组成

图 1-2 是天煌 THJDME-1 型光机电一体化实训考核装置，结合机电一体化产品的定义可知其由以下几部分构成。

机械本体：包括型材实训台、井式工件库构件、机械手支撑件、传送带输送机构件、物件分拣机构件等。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

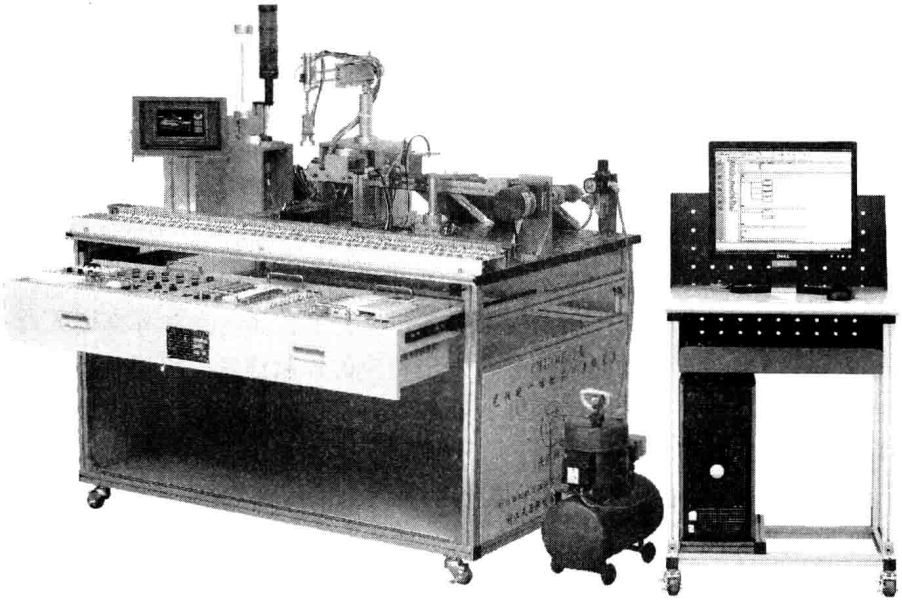

图 1-2　天煌 THJDME-1 型光机电一体化实训考核装置实图

检测识别环节（传感器）：光电传感器、电感传感器、光纤传感器、磁性开关。

执行机构：三相异步电动机、步进电动机、气缸。

驱动部件：机械手、传送带运输机、退料装置。

控制及信息处理单元：三菱 PLC 主机、人机操作界面触摸屏。

能源：供电电源（包括变频器）和气泵。

2. 光机电一体化实训考核装置工作过程和各部件的相互协调关系

光机电一体化实训考核装置的典型工作流程：

（按钮或触摸屏软按钮）发出设备启动指令 ⟶ 上料机构动作推出物料 ⟶ 物料台光电传感器检测 ⟶ 无物料报警，停车待料；⟶ 有物料，驱动机械手 ⟶ 机械手抓料 ⟶ 机械手手臂旋转 ⟶ 机械手放物料 ⟶ 传送和分拣机构动作，输送和分拣物料，完成一次工作循环。

以上是光机电一体化实训考核装置的一次典型工作过程，其各种控制信息都通过可编程序控制器 PLC 协调控制实现。

光机电一体化系统根据设定的工作任务（用计算机编制成程序写入 PLC）和启动指令，以可编程序控制器 PLC 为控制核心，通过各部件所装传感器，对物料有无、位置、材质、颜色及执行机构到位情况进行信息采集，由可编程序控制器 PLC 根据写入程序的逻辑关系，分析判断、逻辑运算，输出控制信号，协调各功能部件动作，达到拟定的工作目标。实训装置各部件的相互协调关系示意图如图 1-3 所示。

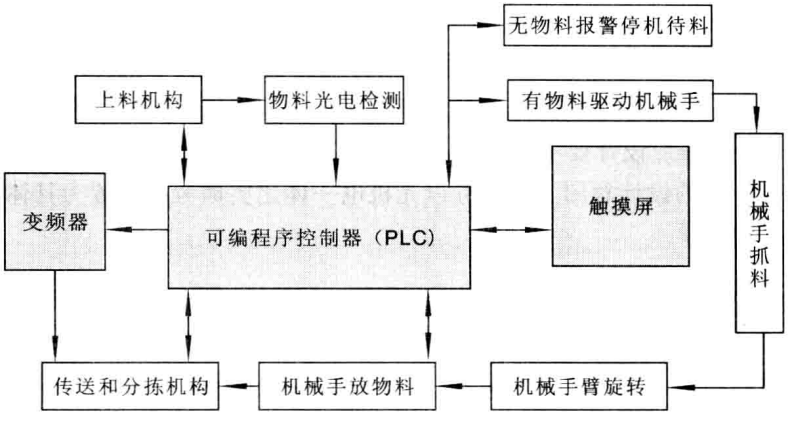

图 1-3　THJDME-1 型 光机电一体化实训考核装置各部件的相互协调关系示意图

知能拓展

机电设备的安装维修工作内容介绍

机电设备安装维修工作主要包括：

（1）机电设备初装：指根据机械零件装配图、设备组装图、电气原理图、电气安装图、接线图表，以及编制的安装工艺步骤等工程技术文件，按照工程施工规范，完成机电设备的整体安装，并经过调试和试运行，达到设计功能和技术指标，交付用户使用的全过程。

（2）机电设备点检：指机电设备关键工作部件的定时、定期地检测与检查，目的是了解设备是否处于良好的运行状态，以便发现设备的运行隐患，及时维修与维护，保证生产的正常进行。机电设备点检在机电设备运行或临时保养期间完成。

（3）机电设备小修：指更换损坏或影响机电设备性能的电气部件和部分机械易损件，从而恢复机电设备功能，达到满足生产需求的目标。机电设备小修在生产间隙完成。

（4）机电设备中修：指电气配件的过电压击穿、振动使电气接点松动而烧灼损坏等情况，机电设备的机械易损件和主要电气配件拆卸重装并调试运行正常，使机电设备运行处于较佳状态以满足生产需求。机电设备中修需要停产一定时间来完成。

（5）机电设备大修：指由于机电设备长期使用，其机械部件在使用过程中造成磨损，或其主要机械部件的精度已不能满足生产目标而需要进行更换。电气部件和配件由于环境的腐蚀、自然的老化，或过电压的作用造成击穿、碳化，以及电磁力等作用产生振动，使接点松动烧灼而损坏等情况，须进行整体更换，从而恢复设备功能以满足生产需求。机电设备大修需要停产较长时间来完成。

（6）机电设备报废：指机电设备长期使用，经过维修仍然不能满足生产要求，或已被先进的同类机电产品替代而应予以报废或淘汰。

任务 2　安装机电一体化实训装置的机电部件

机电一体化设备机电部件的安装（包括机械本体、电气配件、液压或气动部件），是机电设备制造或施工的基础性工作，其安装的精度直接影响设备运行时的技术指标，甚至影响设备运行时的功能，必须按照设计要求（大多以提供的图纸、表格等工程语言呈现）规范进行施工，准确地体现机电设备的设计意图。本任务以光机电一体化实训考核装置为具体设备组织实施机电部件的安装实训教学。

学习目标

- 按照机械装配工艺规范完成光机电一体化实训考核装置的硬件安装；
- 理解机械装配技术工艺规范；
- 了解机械传动知识和机械构件装接基础知识。

任务描述

完成光机电一体化实训考核装置机电部件实物安装并了解相关的知识内容。

任务分析

实施本项目任务时，相同的配件互换性要好且标准化，装置拆装的恢复性要好，安装尺寸、机械安装精度要较易控制，能适应学生实训时重复使用的需求。

任务实施

1. 实训器材

实训器材（见表 1-1）。

表 1-1　实训器材一览表

序　号	名　称	规　格	数　量	备　注
1	光机电一体化实训考核装置	THJDME-1 型	1 台	
2	机械设备安装工具	活动扳手，内、外六角扳手，钢直尺、高度尺，水平尺，角度尺等	1 套	
3	黑色记号笔	自定	1 支	
4	劳保用品	绝缘鞋、工作服等	1 套	

注：机电一体化实训由两名同学组成一组分工协作完成，表 1-1 中所列工具、材料和设备仅针对一组而言，实训时应根据学生人数确定具体数量。

2. 光机电一体化实训考核装置的机电部件及安装步骤介绍

1）井式上料机构

井式上料机构的实物图如图 1-4 所示。

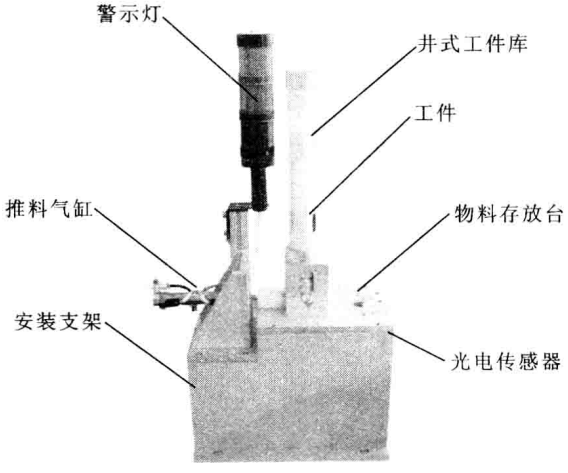

图 1-4　井式上料机构的实物图

井式上料机构由井式工件库、光电传感器、工件、物料存放台、推料气缸、安装支架等组成。主要完成将工件依次送至物料存放台的工作。设备运行中，如没有工件，报警指示黄灯闪烁，放入工件后黄灯自动停止闪烁。

井式上料机构安装图如图 1-5 所示。

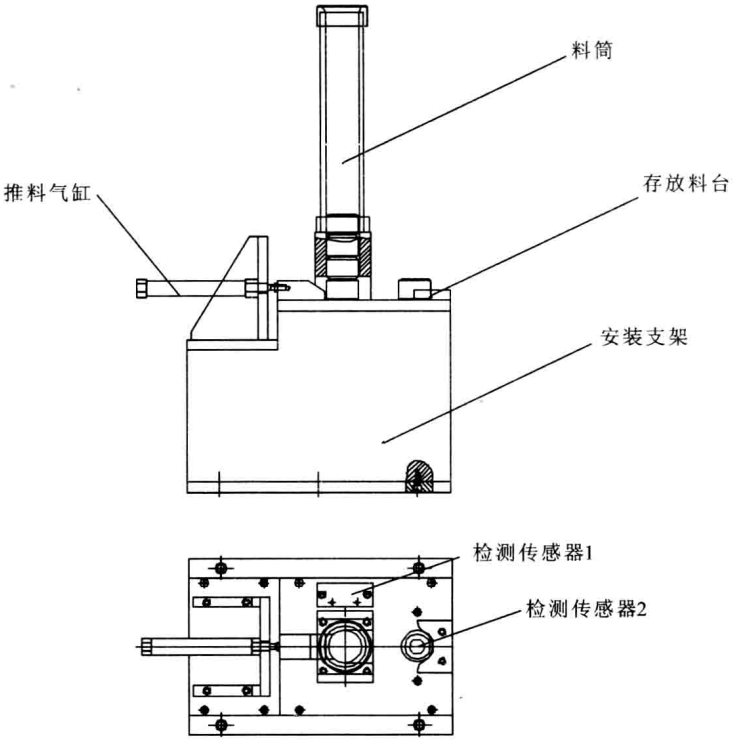

图 1-5　井式上料机构安装图

安装步骤：

（1）准备安装所需工具、螺钉、弹垫、平垫；

（2）根据图纸组装“安装支架”；

（3）安装“检测传感器 1”和“检测传感器 2”，并调节好检测距离；

（4）安装推料气缸及相应的磁性传感器；

（5）将整个上料机构安装在工作台上，调整其他配合机构符合设备的工作要求；

（6）操作过程中，工具、材料的放置要规范，不能杂乱无章地随意摆放，要符合安全文明生产的要求。

2）搬运机械手机构

搬运机械手机构实物图如图 1-6 所示。

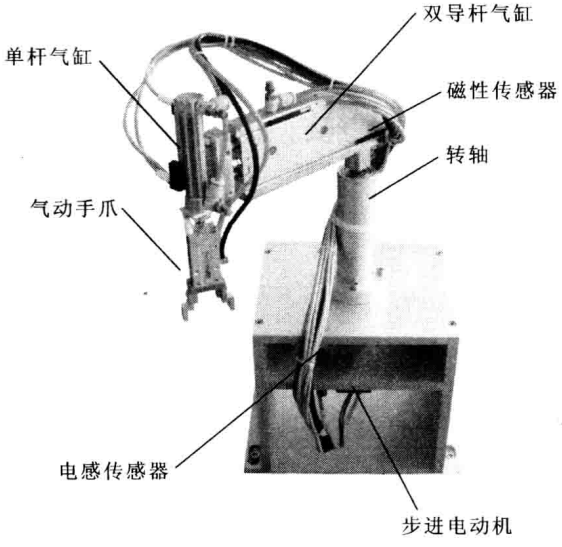

图 1-6　搬运机械手机构实物图

主要组成与功能：

搬运机械手机构由气动手爪、双导杆气缸、单杆气缸、电感传感器、磁性传感器、步进电动机等组成。主要完成任务：通过气动机械手手臂前伸，前臂下降，气动手爪夹紧抓取物料，前臂上升，手臂缩回，手臂旋转到位，手臂前伸，前臂下降，气动手爪松开将物料放入料口，机械手返回原位，等待下一个物料到位，重复上面的动作。

搬运机械手机构安装图，如图 1-7 所示。

安装步骤：

（1）准备安装所需工具、螺钉、弹垫、平垫；

（2）根据图纸将步进电动机、检测传感器安装至对应的加工工件上；

（3）组装底座及安装好的步进电动机模块；

（4）安装转轴于机械手底座上；

（5）安装横臂气缸、前臂气缸、气动手爪，并装上对应的磁性检测传感器；

（6）将整个上料机构安装在工作台上，调整其他配合机构符合设备的工作要求；

（7）操作过程中，工具、材料的放置要规范，不能杂乱无章地随意摆放，要符合安全文明生产的要求。

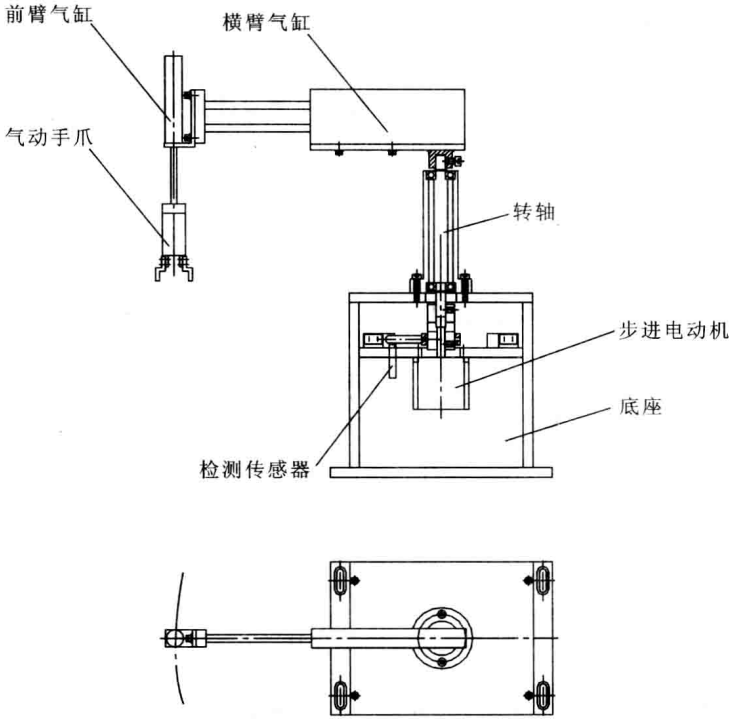

图 1-7　搬运机械手机构安装图

3）传送带输送与分拣机构

传送带输送与分拣机构实物图如图 1-8 所示。

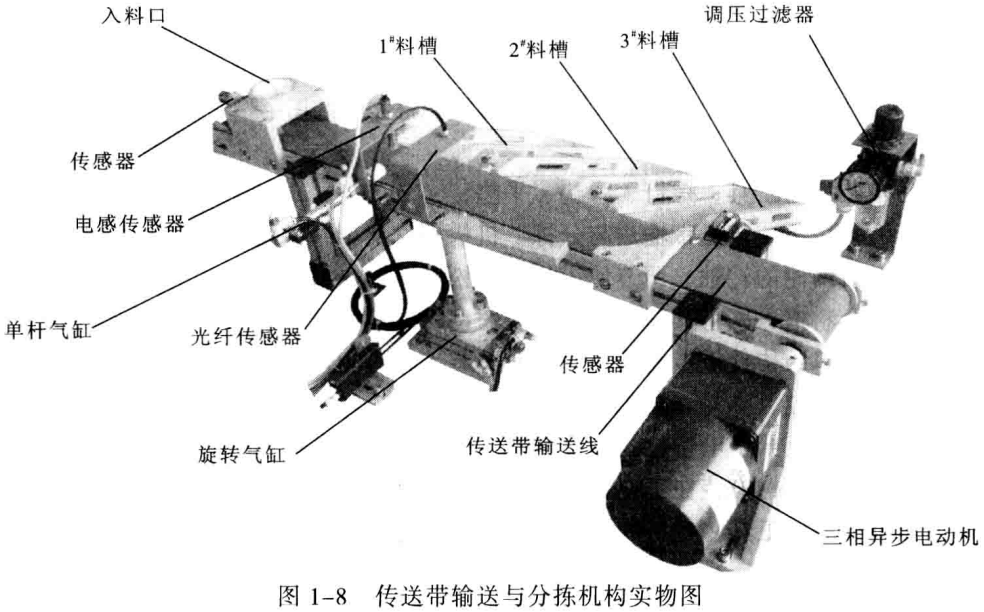

图 1-8　传送带输送与分拣机构实物图

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com