



高职高专“十二五”规划教材

机电设备安装与调试

主 编 许光驰

主 审 王新年



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



高职高专“十二五”规划教材

机电设备安装与调试

主 编 许光驰
主 审 王新年

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是高职高专“十二五”规划教材。它以广泛应用的机床等设备为载体,依照国家关于机电设备安装与调试的相关规范,结合国家职业标准要求,系统介绍了机电设备的装配安装与调试的基本知识、机电设备生产性安装(典型机械结构、液压、气动及电气系统的装配安装与调试)、典型机电设备的安装实例、机电设备的使用现场安装、机电设备的验收和机电设备安装调试的注意事项等六方面内容,突出知识的实用性、综合性和时效性特点,强调实践能力培养和岗位技能训练。

本教材适用于高等职业技术学院机电设备安装与调试专业、机电一体化专业、机械制造及自动化专业等机电设备相关专业;可作为高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院的机电设备类专业学习用书;还可供相关专业教师及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电设备安装与调试 / 许光驰主编. --北京:北京航空航天大学出版社,2012.3

ISBN 978-7-5124-0680-3

I. ①机… II. ①许… III. ①机电设备—设备安装—
高等职业教育—教材②机电设备—调试方法—高等职业
教育—教材 IV. ①TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 272902 号

版权所有,侵权必究。

机电设备安装与调试

主 编 许光驰

主 审 王新年

责任编辑 潘晓丽 刘秀清 张雯佳

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpess@263.net 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:467 千字

2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-0680-3 定价:34.00 元

前 言

本教材依照现行《机械设备安装工程施工及验收通用规范》和《中华人民共和国职业技能鉴定规范》等的相关规定,结合相应岗位工作任务和核心能力的培养需求,规划本课程的知识 and 能力目标,形成本教材的理论主体及核心。本教材的主要特点是:①在结构设计方面,本课程的职业定位是装配钳工、机修钳工、维修电工和电气设备安装工等具体岗位;以培养学生综合性专业能力为目标,形成本课程的系统化知识结构框架;内容丰富,图文并茂,深入浅出,层次分明,详略得当。②在内容选择上突出机电设备生产现场和使用现场的装配、安装与调试、安装过程注意事项和故障排除方法等内容,综合机电设备的机械、气动、液压、电气等相关学科安装方面的知识;实践性强,与企业生产实践联系紧密,在注重基础理论的同时,突出实践性教学环节,并注重扩展性知识。③强调理论的先进性,以实践工作任务的全面性和系统性作为教材构造理念,以认知规律和知识迁移为理论基础,突出体现高职教育的特点和教学改革实践成果。

本教材主要内容包括:机电设备的装配安装与调试的基本知识、机电设备生产性安装、典型机电设备的安装实例、机电设备的使用现场安装、机电设备的验收和机电设备安装调试的注意事项等六个方面的内容。结合机电设备研制开发企业的实际工作情况,重点介绍机电设备装配、安装及调试过程中的操作要点、调试步骤和故障排除方法等。

本教材由许光驰主编和统稿,编写分工如下:黑龙江农业工程职业学院鞠加彬编写第1章第1、2节;黑龙江农业工程职业学院许光驰编写第1章第3~5节和第2章及附录;哈尔滨职业技术学院杨海峰编写第3章第1、2、4节;黑龙江农业工程职业学院张仲海编写第3章第3节;甘肃畜牧工程职业技术学院张琴编写第4章;黑龙江农业工程职业学院孙继昕编写第5、6章。本教材由黑龙江农业工程职业学院机械工程学院院长王新年担任主审。

本书在编写过程中,得到黑龙江农业工程职业学院机械制造及自动化教研室的大力支持,哈尔滨工业大学机器人研究所李瑞峰、吕伟新等老师提出许多宝贵建议,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,书中难免有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011年11月

目 录

第 1 章 机电设备安装与调试的基本知识	1
1.1 机电设备安装与调试概述	1
1.1.1 机电设备的分类及特点	1
1.1.2 机电设备的安装与调试过程	5
1.1.3 机电设备安装与调试的发展方向	7
1.1.4 机电设备安装与调试的职业要求	9
1.2 机电设备安装与调试的分类及内容	10
1.2.1 按机电设备安装与调试的内容分类	10
1.2.2 按机电设备安装与调试的时间阶段分类	10
1.3 机电设备的安装工具与测量工具	11
1.3.1 机电设备的安装工具及使用	11
1.3.2 机电设备的测量工具及使用	16
1.4 机电设备的起重搬运工具	23
1.4.1 常用的起重、运输方法	23
1.4.2 起重机械	23
1.5 机电设备安装与调试的相关规定	26
1.5.1 机电设备安装与维修的标准体系	26
1.5.2 《特种设备安全监察条例》的内容和规定	28
1.5.3 机电设备安装工程监理的主要相关标准规范	29
思考与练习题	30
第 2 章 机电设备的生产性安装	31
2.1 机电设备安装的装配精度	31
2.1.1 尺寸链	33
2.1.2 装配尺寸链	33
2.1.3 装配方法	35
2.2 机械结构的装配	39
2.2.1 标准件的装配	39
2.2.2 过盈连接的装配	52
2.2.3 轴承和导轨的分类与装配	55
2.2.4 带、链、齿轮、螺旋传动机构的分类与装配	67
2.2.5 联轴器的分类与装配	77
2.2.6 离合器与制动器的分类与装配	84

2.3	气动系统的安装	92
2.3.1	气动系统的组成及工作原理	92
2.3.2	气动系统的装配安装	96
2.3.3	气动系统的调试	98
2.3.4	气动系统的使用与维护	99
2.3.5	气压系统的常见故障和排除方法	99
2.4	液压系统的安装	101
2.4.1	液压系统的组成及工作原理	101
2.4.2	液压系统的安装	103
2.4.3	液压系统的调试	104
2.4.4	液压传动系统的故障分析和排除	105
2.4.5	液压元件的拆装实训	113
2.5	电气系统的安装	116
2.5.1	电气控制系统的发展	116
2.5.2	电气控制系统的组成	117
2.5.3	电气系统的安装要求	122
2.5.4	电气系统原理图的识读	125
2.5.5	常用电器件的选用	126
2.5.6	典型电器件的安装	131
2.5.7	电气系统的调试	132
2.5.8	电气系统接线的案例	132
	思考与练习题	136
第3章	典型机电设备的安装实例	138
3.1	装配工艺规程	138
3.1.1	装配工艺规程的适用范围	138
3.1.2	装配工艺规程的设计	139
3.1.3	设备装配工艺性的评价	141
3.1.4	装配工艺规程的实施	142
3.1.5	卷扬启闭机装配工艺卡的编写实例	142
3.2	普通机床的安装与调试	146
3.2.1	零件的检查	146
3.2.2	零件的清洗	148
3.2.3	普通车床装配与调整过程	150
3.2.4	总体装配后的检测和试车	163
3.3	数控机床的安装与调试	165
3.3.1	数控机床的类型和典型结构	165
3.3.2	主轴部件的结构与装配调整	167
3.3.3	主轴箱与床身的装配	168

3.3.4	传动部件的结构与装配调整	169
3.3.5	导轨的装配与调整	173
3.3.6	检测件的装配与调整	178
3.3.7	自动换刀装置的结构与调整	179
3.3.8	液压系统的识读与调整	180
3.3.9	电气系统的安装	182
3.4	矿井提升设备的装配实例	185
3.4.1	矿井提升设备的结构及工作原理	185
3.4.2	矿井提升设备的装配	188
3.4.3	矿井提升设备的检修	195
	思考与练习题	195
第4章	机电设备的使用现场安装	196
4.1	机电设备的现场安装条件	196
4.1.1	机电设备的安装地基	196
4.1.2	地脚固定方式的选用与安装	199
4.1.3	次灌浆和二次灌浆	206
4.1.4	使用现场的安装环境要求	208
4.2	机电设备的现场安装步骤	209
4.2.1	安装方案的确定	209
4.2.2	技术和物质准备	210
4.2.3	合理组织安装过程	210
4.2.4	进行现场技术培训和提供必要的技术资料	219
4.3	数控机床的使用现场安装调试	219
4.3.1	安装的环境要求	219
4.3.2	数控机床的安装	220
4.3.3	数控机床的调试	221
	思考与练习题	222
第5章	机电设备的验收	223
5.1	机电设备验收概述	223
5.1.1	机电设备验收的必要性	224
5.1.2	机电设备验收的分类	224
5.1.3	机电设备验收的常见标准	226
5.2	数控机床的验收准备	227
5.2.1	数控机床的供货检查及外观检查	227
5.2.2	数控机床的场地安装质量检查	228
5.2.3	数控机床验收工具的准备	229
5.3	数控机床的精度验收	234

5.3.1	数控机床的几何精度检验	235
5.3.2	数控机床的定位精度检验	244
5.3.3	数控机床的切削精度检验	250
5.4	数控机床的性能与功能验收	254
5.4.1	数控机床的性能检验	254
5.4.2	数控机床的功能检验	255
5.4.3	数控机床的空载运行检验	256
5.5	数控系统的验收	256
5.5.1	控制柜内元器件的紧固检查	257
5.5.2	输入电源的确认	257
5.5.3	数控系统与机床的接口确认	258
5.5.4	数控系统的参数设定确认	258
5.5.5	接通电源状态下的机床状态检查	259
5.5.6	手轮进给检查各轴运转情况	260
5.5.7	机床精度检查	260
5.5.8	机床性能及数控功能检查	260
5.5.9	验收记录	260
	思考与练习题	261
第6章	机电设备安装调试的注意事项	262
6.1	机械部分安装调试的注意事项	262
6.1.1	主轴箱安装调试的注意事项	262
6.1.2	滚珠丝杠螺母副安装调试的注意事项	264
6.1.3	直线滚动导轨安装调试的注意事项	264
6.2	数控机床液压系统的安装调试注意事项	265
6.2.1	清洗液压系统的注意事项	265
6.2.2	安装液压件的注意事项	266
6.2.3	液压系统调试的注意事项	266
6.2.4	包装与运输要求	267
6.3	数控机床气动系统的安装调试注意事项	267
6.3.1	气动系统安装的注意事项	267
6.3.2	气动系统调试的注意事项	268
6.3.3	气动系统维护的注意事项	269
6.4	数控机床数控系统的安装调试注意事项	269
6.4.1	数控系统安装调试的注意事项	269
6.4.2	电气接线注意事项	270
6.5	数控机床机电联调的注意事项	271
6.6	数控机床安装环境的注意事项	272
6.6.1	工作环境的要求	272

6.6.2 数控机床就位的注意事项	272
思考与练习题	272
附录 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》注解	273
参考文献	281

第 1 章 机电设备安装与调试的基本知识

教学目的和要求

了解机电设备的分类、机电设备安装调试人员的知识和能力构成以及机电设备安装调试的相关规范。掌握安装调试的基本内容、常用安装工具与测量工具的使用方法以及机电设备安装调试相关的基本概念,具备初步应用相关规定的能力。

教学内容摘要

- ① 机电设备的种类及调试安装内容。
- ② 常用机电设备测量工具与安装工具的使用方法。
- ③ 机电设备安装的相关规范。

教学重点、难点

重点:掌握机电设备安装及调试的内容和相关概念。

难点:应用机电设备安装的相关规定。

教学方法和使用教具

教学方法:讲授法,演示法。

使用工具:测量工具及安装工具。

建议教学时数

8 学时理论课。

1.1 机电设备安装与调试概述

1.1.1 机电设备的分类及特点

1. 机电设备分类方法与类型

(1) 按设备与能源关系分类

这种分类适应科学研究需要,通常分为电工设备和机械设备。

电工设备一般分为电能发生设备、电能输送设备和电能应用设备。机械设备一般分为机械能发生设备、机械能转换设备和机械能工作设备。

(2) 按部门需要分类

按原轻工部标准,将设备按工作类型分为 10 个大类(见表 1-1)。

表 1-1 机电设备按工作类型分类

序号	类别	序号	类别
1	金属切削机床	6	工业窑炉
2	锻压设备	7	动力设备
3	仪器仪表	8	电器设备

续表 1-1

序号	类别	序号	类别
4	木工、铸造设备	9	专业生产设备
5	起重运输设备	10	其他设备

(3) 按设备管理部门分类

根据设备管理部门的需要,将机电设备分为 2 大项,即机械设备和动力设备。每大项又分若干个大类,每大类又分 10 个中类(见表 1-2),每中类又分 10 个小类。例如,图 1-1(a)、(b)所示的 CA6140 普通卧式车床和数控车床,分别属于机械设备分项中,0 大类(金属切削机床)中的 1 中类(车床)和 0 中类(数控金属切削机床);火车(如图 1-2 所示)和传送设备(如图 1-3 所示)分属于机械设备分项中,2 大类(起重运输设备)中的 4 中类(运输车量)和 3 中类(传送机械);轧钢机(如图 1-4 所示)属于机械设备分项中,1 大类(锻压设备)中的 4 中类(辗压机)。

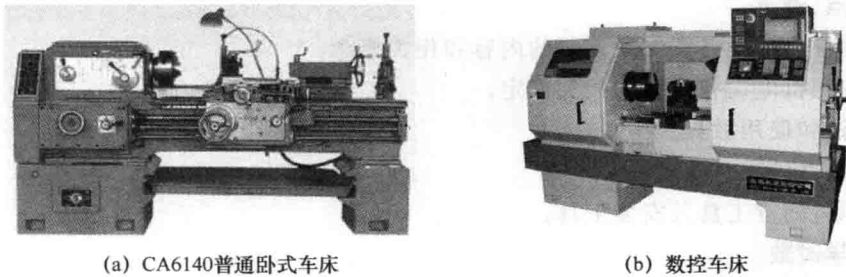


图 1-1 金属切削机床



图 1-2 火车



图 1-3 传送设备

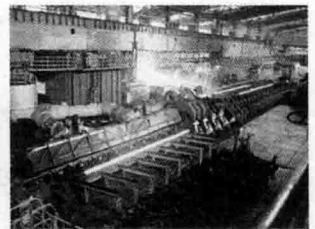


图 1-4 轧钢机

2. 机电类特种设备

特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的承压、载人和吊运设备或设施,包括锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机、客运索道、大型游乐设施、场(厂)内机动车辆等 8 个种类。其中锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道为承压类特种设备;电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场(厂)内机动车辆为机电类特种设备。特种设备包括其附属的安全附件、安全保护装置和与安全保护装置相关的设施。

(1) 锅炉

锅炉是指利用各种燃料、电或者其他能源,将所盛装的液体加热到一定的参数,并承载一定压力的密闭设备,外观如图 1-5 所示。其范围规定为:容积大于或者等于 30 L 的承压蒸汽

锅炉;出口水压大于或者等于 0.1 MPa(表压),且额定功率大于或者等于 0.1 MW 的承压热水锅炉;有机热载体锅炉。

表 1-2 设备分类与编号

分 项	编 号		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	大类别											
机 械 设 备	0 金属切削机床	数控金属切削机床	车床	钻床及镗床	研磨机床	联合及组合机床	齿轮及螺纹加工机床	铣床	刨、插、拉床	切断机床	其他金属切削机床	
	1 锻压设备	数控锻压设备	锻锤	压力机	铸造机	辗压机	冷作机	剪切机	整形机	弹簧加工机	其他冷作设备	
	2 起重运输设备		起重機	卷扬机	传送机械	运输车辆			船舶		其他起重运输设备	
	3 木工铸造设备		木工机械	铸造设备								
	4 专业生产设备		螺钉专用设备	汽车专用设备	轴承专用设备	电线、电缆专用设备	电瓷专用设备	电池专用设备			其他专用设备	
	5 其他机械设备		油漆机械	油处理机械	管用机械	破碎机械	土建材料	材料试验机	精密度量设备		其他专用机械	
动 力 设 备	6 动能发生设备	电站设备	氧气站设备	煤、保护气体发生设备	乙炔发生设备	空气压缩设备	二氧化碳设备	工业泵	锅炉房设备	操作机械	其他动能发生设备	
	7 电炉设备		变压器	高、低压配电设备	变频、高频变流设备	电气检测设备	焊切设备	电气线路	弱电设备	蒸汽及内燃机设备	其他电器设备	
	8 工业炉窑		熔铸炉	加热炉	热处理炉(窑)	干燥炉	溶剂竖窑				其他工业炉窑	
	9 其他动力设备		通风采暖设备	恒温设备	管道	电镀设备及工艺用槽	除尘设备		涂漆设备	容器	其他动力设备	

(2) 压力容器

压力容器指盛装气体或者液体,承载一定压力的密闭设备。其范围规定为:最高工作压力大于或者等于 0.1 MPa(表压),并且压力与容积的乘积大于或者等于 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体的固定式容器和移动式容器;盛装公称工作压力大于或者等于 0.2 MPa(表压),并且压力与容积的乘积大于或者等于 $1.0 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于 60°C 液体的气瓶;氧舱等。

(3) 压力管道

压力管道指利用一定的压力,用于输送气体或者液体的管状设备,其范围规定为:最高工作压力大于或者等于 0.1 MPa(表压)的气体、液化气体、蒸汽介质或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体介质,且公称直径大于 25 mm 的管道。

(4) 电 梯

电梯指动力驱动,利用沿刚性导轨运行的箱体或者沿固定线路运行的梯级(踏步),进行升降或者平行运送人、货物的机电设备,包括载人(货)电梯、自动扶梯、自动人行道等。

(5) 起重机械

起重机械指用于垂直升降,或者垂直升降并且水平移动重物的机电设备,其范围规定为:额定起重质量大于或者等于 0.5 t 的升降机;额定起重质量大于或者等于 1 t,且提升高度大于或者等于 2 m 的起重机和承重形式固定的电动葫芦等。

(6) 客运索道

客运索道指动力驱动,利用柔性绳索牵引箱体等运载工具运送人员的机电设备,包括客运架空索道(如图 1-6 所示)、客运缆车、客运拖牵索道等。

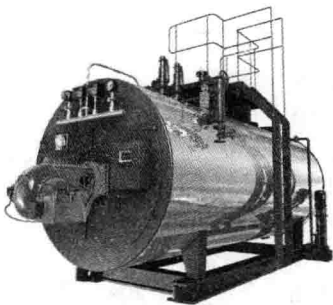


图 1-5 燃油燃气锅炉



图 1-6 客运架空索道

(7) 大型游乐设施

大型游乐设施指用于经营目的、承载乘客游乐的机电设备。其范围规定为:设计最大运行线速度大于或者等于 2 m/s,或者运行高度距地面高于或者等于 2 m 的载人大型游乐设施。

3. 现代机电设备的特点

随着社会的发展和科技的进步,机电设备的具体结构、控制技术、设计及调试方法等已发生了较大变化。

① 控制技术的改进。由于控制技术日趋成熟,单片机、PLC、工控机等控制核心部件已被各生产厂家广泛采用。传统的依靠中间继电器等组成的控制电路不再被看好,而代之以控制更为灵活方便的控制程序,其控制和调试过程更为简化、可靠和人性化。

② 机械结构的变化。由于控制的先进性,传统的机械结构已日益趋于简单化,原有的变速箱已被变频调速器和伺服电机的控制器所取代,从而大大降低了机械结构成本和调试成本。

③ 机电系统的多元化。很多机电设备系统,已不仅包括机械和电器部分,气动和液压系统也已越来越广泛被各制造企业所应用。

④ 结构的模块化。由于社会分工的细化,很多机械结构已规格化,可以方便地在市场上购买到,如滚珠丝杠、直线导轨、气动元件、液压元件等,作为标准化的部件,全世界已有较多公

司可生产和供货。这不仅有利于缩短设计、制造和调试周期,而且可以提高产品的质量。

⑤ 检测传感技术已得到广泛应用。传感器和传感技术的发展使得高性能的自动化控制成为可能,并推动了控制技术的发展。目前较广泛采用的传感器有:与位置有关的传感器(位置传感器、速度传感器、加速度传感器)、温度传感器和湿度传感器等。

1.1.2 机电设备的安装与调试过程

1. 基本概念

(1) 装配

装配是指在设备制造过程中最后一个环节,按照规定的技术要求,将零件或部件进行配合和联接,使之成为半成品或成品的过程。由若干零件配合、联接在一起,成为机械产品的某一组成部分(部件),这一装配工艺过程称为部件装配(简称部装)。把零件和部件进一步装配成最终产品的过程称为总体装配(简称总装)。

部件进入装配是有层次的,通常把直接进入产品总装配的部件称为组件;直接进入组件装配的部件称为第一级分组件;直接进入第一级分组件装配的部件称为第二级分组件;依此类推。机械产品结构越复杂,分组件的级数就越多。

装配是整个机械制造工艺过程中的最后一个环节,装配工作对产品质量影响很大。常见的装配工作包括:清洗、联接、校正调整与配作、平衡、验收试验以及油漆、包装等内容。若装配不当,即使所有零件都合格,也不一定能装配出合格的、高质量的机械产品。反之,若零件制造精度并不高,但在装配中采用适当的工艺方法,如进行选配、修配、调整等,也可能使产品达到规定的技术要求。

(2) 零件

零件是指在装配中不能拆分的最小单元。如轴、螺钉等,在装配图中的标题栏中示出。

(3) 合件

合件也称套件,是若干零件永久连接或连接在某个基准零件上的少数几个零件的组合,是最小的装配单元,如图1-7所示。合件由以下几种情况形成:两个以上零件,由不可拆卸的联接方法(如铆、焊、热压装配等)联接在一起;少数零件组合后还需要合并加工,如齿轮减速箱体与箱盖、柴油机连杆与连杆盖,都是组合后镗孔的,零件之间对号入座,不能互换;以一个基准零件和少数零件组合在一起。

(4) 组件

组件是在一个基准零件上,安装上若干个零件及合件构成的,如图1-8所示的组件为车床的主轴组件。

(5) 部件

部件是在一个基准零件上,装上若干组件、套件和零件而构成的。如车床的主轴箱、进给箱等。部件的特征是在设备中能够完成一定的、完整的功能。

(6) 设备(也称产品)

全部装配单元结合后形成的整体。

2. 机电设备安装的基本要求

机电设备安装必须按照国家相关规范要求和企业安装标准进行,并注意利用以下技术文件。

① 机械装配图及零件图。在进行机械部分装配时,应研究装配图及技术要求、零件间的配合关系、零件图的尺寸精度,选择正确的装配顺序,或依照装配工艺进行。

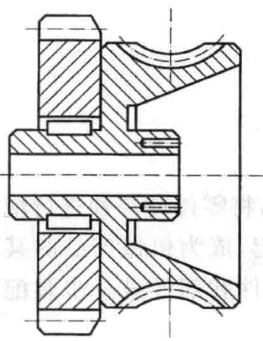


图 1-7 合 件

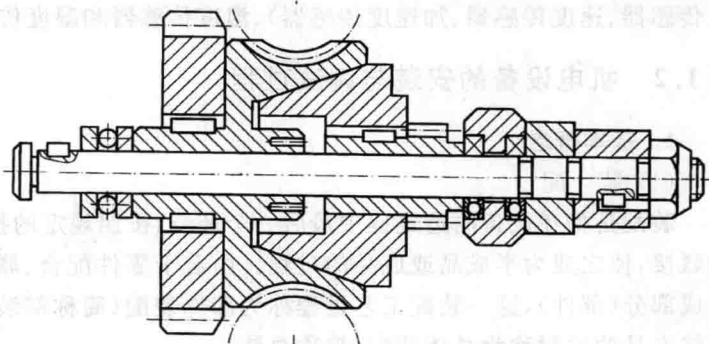


图 1-8 组 件

② 电气原理图和接线图。在进行电气部分的装配和调试时,应先读懂电气原理图,并依照接线图进行安装。

③ 气动原理图和液压原理图。在进行气动系统和液压系统安装时,主要依据气动原理图和液压原理图中的元件型号、接口位置等进行,并注意系统压力值、连接部位强度和密封性。

④ 调试程序框图及源程序资料。主要用于在机电设备调试时,提供调试步骤和方法等重要信息。

3. 机电设备安装的组织形式

(1) 单件生产的装配

单件生产的装配应用于单个制造的不同结构机电产品或设备(该装配过程很少重复),也常用于十分复杂的小批量生产性装配。一般在此过程中,一个或一组装配工人在一个装配地点,完成从开始到结束的全部装配过程。该装配形式的特点是装配具有灵活性,但生产周期长,修配调整工作量大,互换性差。

(2) 成批生产的装配

成批生产的装配用于在一定的时期内,成批制造相同或相似的机电设备或产品。成批生产时的装配一般分为部件装配和总装配,每个部件由一个或一组工人来完成,然后进行总体装配,其特点是效率较高。

(3) 大量生产的装配

大量生产的装配应用于产品制造数量相当大,在每个工作地点长期完成某一个工序,装配工作需按严格的节拍进行。大量生产普遍采用装配生产线,如图 1-9(a)为装配生产线的自动上料单元,图 1-9(b)为汽车的自动焊接生产线,图 1-9(c)为汽车装配生产线。

大量生产中的装配,是将产品装配过程划分为部件、组件进行装配,使一个工序只由一个或一组工人来完成。特点是产品质量好、效率高、生产成本低,是一种先进的装配组织形式,现代汽车装配多采用此形式。

(4) 使用现场的装配

使用现场的装配是指设备在生产厂家完成装配调试后,运输至使用现场后所需完成的装

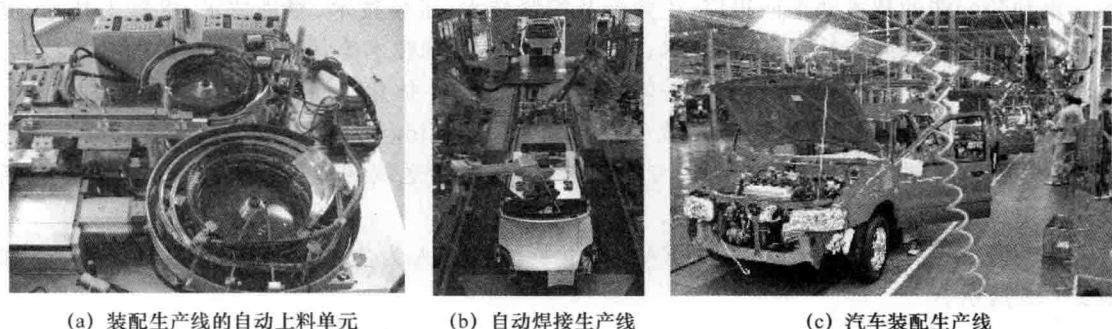


图 1-9 装配生产线

配过程。使用现场装配的内容如下：

- ① 现场进行部分制造、调试和装配。
- ② 与现场设备有直接关系的零件必须在工作现场进行装配。

4. 机电设备安装的内容

设备的装配是设备制造过程中的最后一个环节，它包括装配、调整、检验和试验等工作。装配过程使零件、合件、组件和部件间获得一定的相互位置关系。

(1) 选择保证装配精度的装配方法

机械零件的装配方法按现有生产条件、生产批量、装配精度等具体情况，分为互换装配法、选择装配法、修配装配法和调整装配法等。此部分内容详见第2章2.1节。

(2) 装配工艺规程的制定

装配工艺规程指用以指导装配工作的文件资料，包括装配工艺过程卡、工序卡和工艺守则等。按设计装配工艺规程需要依次完成的工作分为：研究产品装配图和装配技术条件，确定装配的组织形式，划分装配单元，确定装配顺序，绘制装配工艺系统图，划分装配工序，进行工序设计，编制装配工艺文件。此部分内容详见第3章3.1节。

5. 机电设备的装配合理性

对于复杂的机电设备，在装配中应划分成几个独立的装配单元。这样不仅便于组织平行装配流水作业，缩短装配周期，也便于组织不同企业之间的协作生产，还便于组织专业化生产，以利于设备的维护修理和运输。在装配过程中应合理选用工具和装配方法，此外，还应尽量减少装配过程中的修配劳动量和机械加工劳动量，并考虑到设备的装配和拆卸问题。

1.1.3 机电设备安装与调试的发展方向

1. 机电设备安装的发展历史

早期，零件的制造及装配和组装是通过手工艺人来完成，生产效率低。

19世纪初，提出了互换性的要求，装配效率极大提高，使规模化生产成为可能。

20世纪初，提出“公差”的概念，利用尺寸、形状和位置公差，使公差的互换性得到充分保证，提高了产品的装配精度。

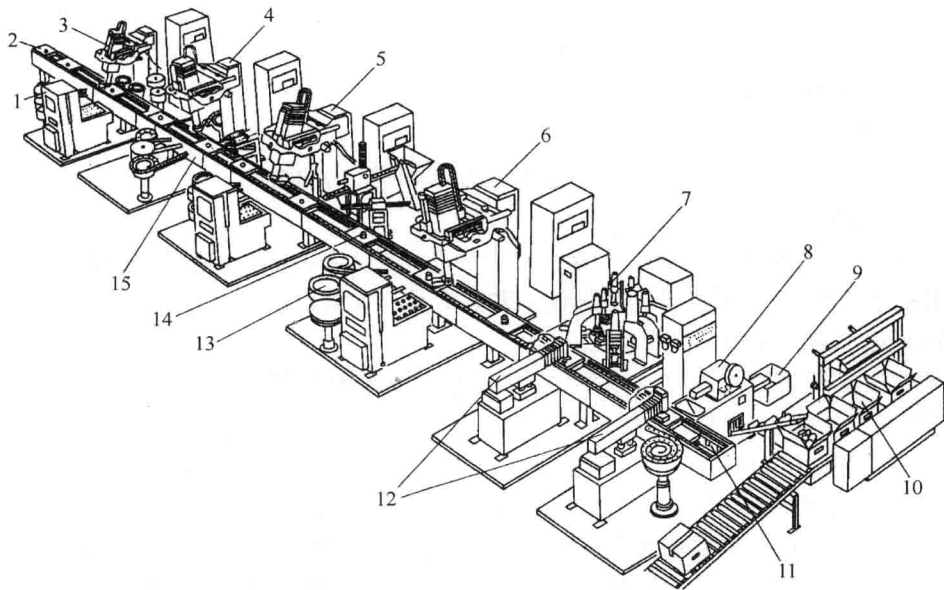
二战后，装配过程自动化得到充分发展。20世纪50年代，国外开始发展自动化装配技术；60年代发展数控装配机、自动装配生产线；70年代机器人已应用在装配过程中。

自动装配包括装配过程的储运系统自动化、装配作业自动化、装配过程信息流自动化等内

容。自动装配线的技术涵盖面很广,主要涉及拧紧技术、压装技术、测量技术、机器人技术、流体技术、激光技术、照相技术、电控技术、计算机控制和管理技术等,是多学科集成的系统技术。生产线集机械、电气、气动、液压等于一体,是典型的机电一体化产品。

近年来,研究应用了柔性装配系统(Flexible Assembling System,简写作 FAS)。该装配系统由控制计算机、若干工业机器人、专用装配机、自动传送线和传送线间的运载装置(包括无人搬运小车、滚道式传送器)等组成。

柔性装配系统分为模块积木式 FAS 和以装配机器人为主体的可编程序 FAS,后者如图 1-10 所示。



1—料仓; 2—夹具提升装置; 3, 4, 5, 6—机器人; 7—180°工位回转试验机; 8—贴标签机; 9—不合格品斗;
10—包装机; 11—夹具下降装置; 12—气动机械手; 13—振动料斗; 14—随行夹具; 15—传送装置

图 1-10 以机器人为主体的气体调节阀的柔性装配系统

柔性装配技术是一种能适应快速研制和生产及低成本制造要求、模块化可重组的先进装配技术,它具有自动化、数字化、集成化的特点。柔性装配技术现已应用于飞机装配生产中,现代化装配正在由传统的刚性、固定、基于手工化的装配,向着自动化、可移动、数字化的柔性装配方向转变。

2. 机电设备安装与调试发展的现阶段特征和人员需求

当今,世界高科技的竞争和突破正在创造着新的生产方式和经济秩序,高新技术渗透到传统产业,引起传统产业的深刻变革。机电设备安装与调试技术正是在这场新技术革命中产生的新兴领域。机电产品除了要求有精度、动力、快速性功能外,更需要自动化、柔性化、信息化和智能化,并逐步实现自适应、自控制、自组织、自管理,向智能化过渡。从典型的机电产品来看,如数控机床、加工中心、机器人和机械手等,无一不是机械类、电子类、电脑类、电力电子类等技术的集成融合。

随着行业结构的调整和优化组合,各行业的发展进入了一个新的快速发展阶段,机电设备安装与调试技术也得到了更为广泛的应用。机电设备生产企业、食品加工企业、家具厂、造纸