

新版电工实用技术

Technology
实用技术

新版机电一体化 ——从原理到应用

君兰工作室◎编

黄海平◎审校



科学出版社

新版电工实用技术

新版机电一体化

——从原理到应用

君兰工作室 编
黄海平 审校

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书将电工技术人员必须掌握的机电一体化内容精炼出来,进行点对点的直观讲解。试图于细微深处,以朴实、易懂的方式介绍机电一体化系统的知识,让读者一看就懂、即学即用。

本书主要内容包括机械零部件、电子零部件、离散传感器、模拟传感器、常用电气接头与仪表、旋转装置和一体化机构、机电一体化的接口技术。

本书内容实用性强,图文并茂,具有一定的指导性和参考性。

本书适合作为各级院校电工、电子及相关专业师生的参考用书,同时可供广大电工技术人员、初级电工参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

新版机电一体化:从原理到应用/君兰工作室编;黄海平审校.

—北京:科学出版社,2014.5

(新版电工实用技术)

ISBN 978-7-03-039712-6

I. 新… II. ①君…②黄… III. 机电一体化-基本知识

IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 021227 号

责任编辑:孙力维 杨 凯/责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静/封面设计:东方云飞

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 5 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2014 年 5 月第一次印刷 印张: 9 1/2

印数: 1—4 000 字数: 280 000

定 价: 36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前言

2008年我们出版了“电工电子实用技术”丛书,其中《机电一体化——从原理到应用》一书一经推出便得到了广大读者的欢迎,其实用的内容、图解的风格、简洁的语言都使得这本书深受广大电工技术人员的喜爱,获得了很好的销量。

随着社会的快速发展,机电一体化技术也有了很大进步,为了更好地适应现代电工的技术要求,满足新晋电工技术人员学习机电一体化技术的愿望,总结几年来读者的反馈信息,我们推出了“新版电工实用技术”丛书。其中,《新版机电一体化——从原理到应用》一书坚持第一版图书内容实用、高度图解的风格,根据当前就业形势的需求,充分结合目前电工技术人员工作的实际情况,对内容进行了重新整理和更新,使得本书内容更加适应当前电工技术人员的工作实际情况。

本书共7章,主要内容包括机械零部件、电子零部件、离散传感器、模拟传感器、常用电气接头与仪表、旋转装置和一体化机构、机电一体化的接口技术。

读者通过学习本书,不仅能够掌握常用机电一体化系统的基本组成,还能够掌握多种传感器、电气接头与仪表及机电一体化系统的应用技巧。本书适合作为各级院校电工、电子及相关专业师生的参考用书,同时可供广大电工技术人员、初级电工参考阅读。

黄海平老师为本书做了大量的审校工作,在此表示衷心的感谢!参加本书编写的人员还有张景皓、张毓娟、黄鑫、张钧皓、鲁娜、张学洞、张永奇、张铮、刘守真、高惠瑾、凌玉泉、朱雷雷、凌黎、谭亚林、张康建、刘彦爱、李霞、贾贵超等,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足,敬请广大读者批评指正。

编者

科学出版社

科龙图书读者意见反馈表

书 名 _____

个人资料

姓 名: _____ 年 龄: _____ 联系电话: _____

专 业: _____ 学 历: _____ 所从事行业: _____

通信地址: _____ 邮 编: _____

E-mail: _____

宝贵意见

◆ 您能接受的此类图书的定价

20 元以内 ☐ 30 元以内 ☐ 50 元以内 ☐ 100 元以内 ☐ 均可接受 ☐

◆ 您购本书的主要原因有(可多选)

学习参考 ☐ 教材 ☐ 业务需要 ☐ 其他 _____

◆ 您认为本书需要改进的地方(或者您未来的需要)

◆ 您读过的好书(或者对您有帮助的图书)

◆ 您希望看到哪些方面的新图书

◆ 您对我社的其他建议

感谢您关注本书! 您的建议和意见将成为我们进一步提高工作的重要参考。我社承诺对读者信息予以保密, 仅用于图书质量改进和向读者快递新书信息工作。对于已经购买我社图书并回执本“科龙图书读者意见反馈表”的读者, 我们将为您建立服务档案, 并定期给您发送我社的出版资讯或目录; 同时将定期抽取幸运读者, 赠送我社出版的新书。如果您发现本书的内容有个别错误或纰漏, 烦请另附勘误表。

回执地址: 北京市朝阳区华严北里 11 号楼 3 层

科学出版社东方科龙图文有限公司电工电子编辑部(收)

邮编: 100029



目 录

第 1 章 机械零部件

1.1	杠 杆	2
1.2	轮	5
1.3	滑 轮	6
1.4	螺旋机构	9
1.5	弹 簧	10
1.6	轴 承	10
1.6.1	滑动轴承	10
1.6.2	滑动轴颈轴承	11
1.6.3	滚动轴承	11
1.6.4	磁性轴承	13
1.6.5	分子轴承	14
1.7	滑轮组	14
1.8	齿 轮	15
1.8.1	齿轮的种类	15
1.8.2	齿轮传动比	16
1.9	齿条和小齿轮	17
1.10	棘轮、棘爪和曲柄	18
1.11	活塞和曲柄	19
1.12	凸轮和随动件	19

● 目 录

1.12.1	凸轮的形状	20
1.12.2	随动件的形状	21
1.13	链条和链轮	22
1.14	间歇传动轮	22
1.15	机 构	23
1.16	机械零件	26

第 2 章 电子零部件

2.1	电容器	36
2.2	电阻器	41
2.3	二极管	46
2.4	光电二极管	49
2.5	三极管	51
2.6	集成电路(IC)	57
2.7	运算放大器	60
2.8	数字集成电路	63

第 3 章 离散传感器

3.1	传感器分类	74
3.2	非接触型传感器——接近型	75
3.2.1	电感和电容接近传感器	75
3.2.2	接近传感器的工作过程	77
3.2.3	接近传感器型号	81
3.2.4	电感接近传感器特性	81
3.3	非接触型传感器——光电型	89

3.3.1	光电型传感器的工作原理	92
3.3.2	光电型传感器的检测方式	95
3.3.3	光电型传感器的特性	102
3.4	传感器输出接口	107
3.4.1	电流沉和电流源	107
3.4.2	传感器输出结构	108
3.4.3	传感器与自动控制器的接口	111
3.4.4	传感器和控制器匹配	111
3.5	模拟传感器	112
3.5.1	光电模拟传感器	112
3.5.2	电感超声波模拟传感器	112
3.6	传感器的应用和选择	114
3.6.1	接近传感器的应用	115
3.6.2	光电型传感器的应用	116
3.6.3	传感器选择	117
3.7	将传感器集成到功率和控制电路中	121
3.7.1	两线和三线输出传感器	121
3.7.2	继电器梯形逻辑回路中的传感器	121
3.7.3	传感器的串联和并联	122
3.8	离散传感器应用的故障检测	123
3.8.1	接近传感器的故障检测技巧	125
3.8.2	光电型传感器的故障检测技巧	126

第 4 章 模拟传感器

4.1	控制阀	130
4.1.1	电磁控制阀	130
4.1.2	比例调节阀	132
4.1.3	气辅控制阀	132
4.1.4	电动控制阀	136

4.2	温度传感器	138
4.2.1	温度传感器的分类	138
4.2.2	电阻式温度检测器	139
4.2.3	热敏电阻	140
4.2.4	热电偶	141
4.2.5	集成温度传感器	143
4.2.6	高温计	144
4.3	压力传感器	145
4.3.1	波登管、膜片和波纹管压力传感器	146
4.3.2	差压传感器	147
4.3.3	压电式传感器	147
4.3.4	固态压力传感器	148
4.3.5	应变计和测力仪	149
4.4	流量传感器	152
4.4.1	流量传感器的分类	153
4.4.2	压差流量传感器	153
4.4.3	速度流量传感器	155
4.4.4	容积式流量计	160
4.4.5	质量流量传感器	160
4.4.6	视觉流量传感器	162
4.5	液位传感器	162
4.5.1	点接触式液位传感器	163
4.5.2	连续液位传感器	166
4.6	位置传感器	170
4.6.1	线性电位计	170
4.6.2	旋转电位计	171
4.6.3	线性可变差动变压器	171
4.7	其他类型的过程传感器	173
4.7.1	密度传感器	173
4.7.2	黏度传感器	173

4.7.3	湿度传感器	174
4.8	传感器故障检测	174
4.8.1	温度传感器的故障检测	175
4.8.2	应变计和测压仪的故障检测	175

第 5 章 常用电气接头与仪表

5.1	电气接头	178
5.1.1	接线柱	178
5.1.2	香蕉接头	179
5.1.3	BNC 接头	180
5.1.4	无线电频率接头	181
5.1.5	音频接头	183
5.1.6	数据接头	184
5.1.7	印制电路板(PCB)接头	186
5.1.8	通用接头	187
5.1.9	AC 接头	187
5.1.10	自动接头	189
5.1.11	接线端子排	190
5.1.12	电源分配总线	191
5.2	仪 表	193
5.2.1	指南针	193
5.2.2	电流计	193
5.2.3	动圈电压表	195
5.2.4	活塞型电压表	199
5.2.5	排斥型动片电压表	200
5.2.6	测力型电压表	200
5.2.7	功率表	200
5.2.8	瓦-时表	201
5.2.9	热敏导线表	201
5.2.10	万用表	202

5.2.11	真空管电压表	202
5.2.12	数字万用表	203
5.2.13	自制万用表	203
5.2.14	网格图像记录仪	205
5.2.15	圆周图像记录仪	206
5.2.16	仪表附件	207
5.2.17	导通检测器	209
5.2.18	电指示器	210
5.2.19	电容测量	212
5.2.20	电阻测量	212
5.2.21	惠斯通电桥	213
5.2.22	滑线桥	213
5.2.23	电路跟踪器	213
5.2.24	逻辑探针	214
5.2.25	示波器	214
5.2.26	正弦波发生器	215
5.2.27	函数发生器	215
5.2.28	频率计数器	216
5.2.29	绝缘检测器(高阻表)	216
5.2.30	音量检测仪	216

第 6 章 旋转装置和一体化机构

6.1	旋转装置	220
6.1.1	永磁直流电动机	220
6.1.2	并励直流电动机	221
6.1.3	通用电动机	222
6.1.4	感应电动机	223
6.1.5	电容启动电动机	224
6.1.6	分相电动机	225
6.1.7	分容电动机	225

6.1.8	电容运转电动机	225
6.1.9	屏蔽磁极式电动机	226
6.1.10	感应启动转矩	227
6.1.11	三相感应电动机	227
6.1.12	绕线转子三相感应电动机	229
6.1.13	同步电动机	229
6.1.14	步进电动机	229
6.1.15	伺服电动机	231
6.1.16	螺线管/活塞式电动机	232
6.1.17	减速装置	232
6.1.18	旋转运动到直线运动的转化装置	233
6.1.19	变频驱动器	235
6.1.20	启动缓冲器	236
6.1.21	SCR 控制器	236
6.1.22	转矩变换器	237
6.1.23	发电机	238
6.1.24	交流发电机	239
6.1.25	磁发电机	240
6.2	一体化机构	241
6.2.1	爆炸螺栓	241
6.2.2	牵引升降机	242
6.2.3	减震器	242
6.2.4	火花塞	243
6.2.5	动力制动装置	244
6.2.6	线传动	244
6.2.7	电动锁紧系统	245
6.2.8	空气压缩机控制系统	245
6.2.9	气动控制站	246
6.2.10	喷油嘴	246

第 7 章 机电一体化的接口技术

7.1	接口电路的基础知识	248
7.1.1	接口电路概述	248
7.1.2	反向电流与源电流	249
7.1.3	逻辑“1”与逻辑“0”	251
7.1.4	上拉电阻和下拉电阻	251
7.2	接口技术	253
7.2.1	将数字信号转换为数字信号	253
7.2.2	将数字信号转换为模拟信号	261
7.2.3	将模拟信号转换为数字信号	262
7.2.4	将模拟信号转换为模拟信号	268
7.3	实用数字 IC	269
7.3.1	逻辑校验电路	269
7.3.2	脉冲振荡电路	270
7.3.3	脉冲延迟电路	271
7.3.4	双稳态触发器电路	272
7.3.5	使用 74LS393 的计数器电路	273
7.3.6	防振电路	275
7.3.7	微分与积分电路	277
7.4	微型计算机与传感器的接口电路	279
7.4.1	传感器放大电路	279
7.4.2	振动传感器放大电路	281
7.4.3	光传感器(光电晶体管)放大电路	281
7.5	微型计算机与传动装置的接口电路	282
7.5.1	传动装置的驱动电路	282
7.5.2	达林顿连接	283
7.5.3	传动装置驱动用光电耦合器的用法	284

第1章

机械零部件

1.1 杠 杆

杠杆是最常见的机械装置。杠杆就是一个简单的梁,能够铰接在旋转关节或者杠杆支点上。图 1.1 所示为一个简单的平衡杠杆。如果在梁的右端施加一个作用力,在梁的左端就会产生一个同样大小的力。

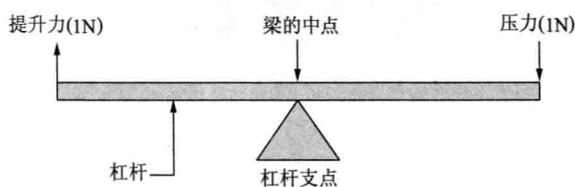


图 1.1 基本杠杆

图 1.2 所示为一个一级杠杆,杠杆支点位于离右端 $2/3$ 杠杆长度的位置。利用杠杆支点偏离中心的特点,可以实现一些良好的机械特性。如果在梁的右端施加大小为 1N 的作用力(F_A),那么在杠杆的左端会产生 2N 的力(F_G),位移同样也会变换。图 1.2 中杠杆右端 12cm 的位移(MA)转变成杠杆左端 6cm 的位移(MG)。力与位移的计算公式如下:

$$\text{力} \quad (Y \div X) \times F_A = F_G$$

$$\text{位移} \quad (X \div Y) \times MA = MG$$

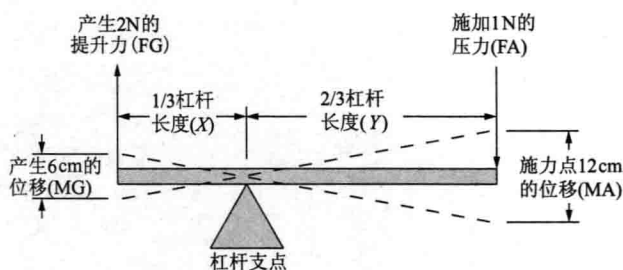


图 1.2 一级杠杆

图 1.3 所示为一个二级杠杆。二级杠杆中的杠杆支点位于梁的一端,使用者可以在另外一端施加力,这样在施力点和支点之间产生一个作

用力。通过调整力产生点在梁上的位置,可以实现一些机械特性。如果在杠杆左端施加一个 1N 的作用力(F_A),那么在离左端 $2/3$ 杠杆长度处将产生 3N 的力(F_G)。同样,位移也会转换。杠杆左端 12cm 的位移(MA),转化成离左端 $2/3$ 杠杆长度处 4cm 的位移(MG)。力与位移的计算公式如下:

$$\text{力} \quad (L \div X) \times F_A = F_G$$

$$\text{位移} \quad (X \div L) \times MA = MG$$

图 1.4 所示为一个三级杠杆。三级杠杆与二级杠杆的不同之处在于施力点的位置以及作用力的方向。在这类杠杆中,施力点位于杠杆支点

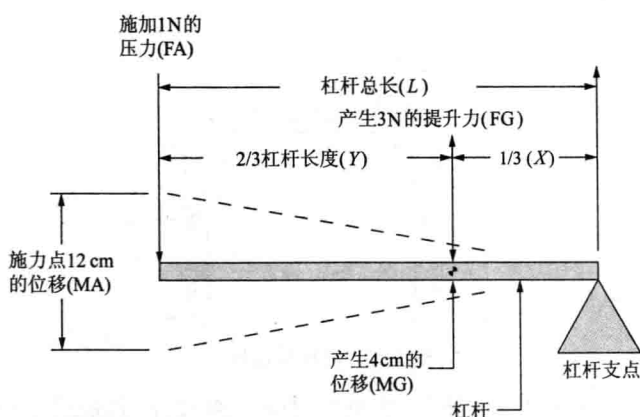


图 1.3 二级杠杆

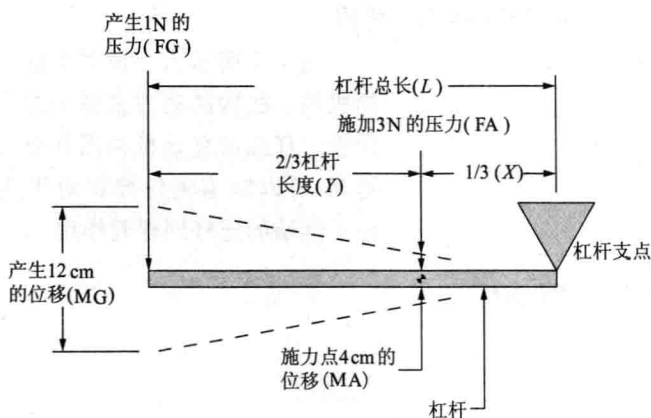


图 1.4 三级杠杆

和力产生点之间。通过改变施力点在梁上的位置,可以获得不同的机械特性。如图 1.4 所示,如果在杠杆的施力点上施加 3N 的作用力(F_A),那么在杠杆的左端可以获得 1N 的作用力(F_G),并且位移也发生了转换。杠杆的左端产生 12cm 的位移(M_G),而施力点的位移(M_A)只有 4cm。位移与力的计算公式如下所示:

$$\text{力} \quad (X \div L) \times F_A = F_G$$

$$\text{位移} \quad (L \div X) \times M_A = M_G$$

杠杆机构在连杆系统中有非常广泛的应用。如图 1.5 所示,其中包含两个一级杠杆,二者通过一个连杆连为一体,这样设计可以将左端杠杆的运动复制到右端的杠杆上。

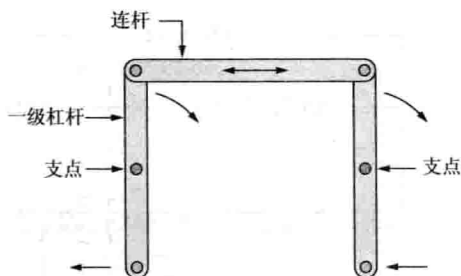


图 1.5 杠杆与连杆

直角杠杆(图 1.6)的角度是 90° ,属于一级杠杆,其最典型的应用是在连杆系统中改变施力的方向。绝大多数直角连杆的力臂之比都为 $1:1$,但也可以采用不同的力臂比值。

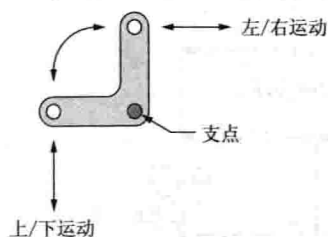


图 1.6 直角杠杆

图 1.7 所示为一种共用杠杆与连杆的机构。机构的动力来源于左上方的螺线管。仔细研究该机构图并分析连杆的运动,可以知道复位弹簧对螺线管以及位于远端的连杆同样起作用。