

光机电一体化 技术应用¹⁰⁰例

林 宋 郭瑜茹 编著

第2版

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



光机电一体化技术应用 100 例

第 2 版

林 宋 郭瑜茹 编著



机械工业出版社

本书内容新颖,系统全面,在第1版的基础上,对产品和技术进行重新分门别类,归纳总结了光机电一体化技术的基本理论和在设计、制造、仪器仪表、工程机械、交通、医疗卫生、日常生活和军事等方面的应用和产品实例,力求及时地反映光机电一体化技术在国内外最新进展和作者的有关研究成果,重点介绍了光机电一体化技术的工程应用方法和实现方法,注重理论联系实际,配有大量说明图表,尽量避免冗长的公式推导,偏重普及性、实用性和新颖性,在内容深度和语言叙述方面力求满足不同层次读者的需求。

本书适合光机电一体化工程技术人员阅读,也适合高校机械类专业教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

光机电一体化技术应用100例/林宋,郭瑜茹编著.—2版.—北京:机械工业出版社,2010.2

ISBN 978-7-111-29732-1

I. ①光… II. ①林…②郭… III. ①光电技术—机电一体化 IV. ①TH-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第022993号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:黄丽梅 责任编辑:黄丽梅 版式设计:霍永明

责任校对:李秋荣 封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010年4月第2版第1次印刷

169mm×239mm·26.75印张·614千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29732-1

定价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649 教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

光机电一体化是激光技术、微电子技术、计算机技术、信息技术与机械技术的相互交叉与融合，是诸多高新技术产业和高新技术装备的基础。它包括产品和技术两方面。光机电一体化产品是集光学、机械、微电子、自动控制 and 通信技术于一体的高科技产品，具有很高的功能和附加值；光机电一体化技术是指其技术原理和使光机电一体化产品得以实现、使用和发展的技术。

目前，国际上产业结构的调整使得各个行业不断融合和协调发展。作为光学、机械与电子相结合的复合产业，光机电一体化产业以其特有的技术带动性、融合性和普适性，受到了国内外科技界、企业界和政府部门的特别关注。它在提升传统产业的过程中，带来高度的创新性、渗透性和增值性，被誉为 21 世纪最具魅力的朝阳产业。

现代产品开发人员，不仅要熟悉机械结构、光学系统、传感器、信息处理和控制等方面的知识，而且要熟悉计算机的硬件接口和软件设计方面的知识，这样才能开发出结构简单、功能齐全、效率高、精度高、能耗低、附加值高的光机电一体化产品。本书精选了 19 项光机电一体化技术和 81 项光机电一体化产品，尽量以较为丰富的内容和翔实的材料启迪读者的思维，起到抛砖引玉的作用。

本书内容新颖，系统全面，在第 1 版的基础上，对产品和服务进行重新分门别类，归纳总结了光机电一体化技术的基本理论和在设计、制造、仪器仪表、工程机械、交通、医疗卫生、日常生活和军事等方面的应用和产品实例，力求及时地反映光机电一体化技术在国内外的最新进展和作者的有关研究成果，重点介绍了光机电一体化技术的工程应用方法和实现方法，注重理论联系实际，配有大量说明图表，尽量避免冗长的公式推导，偏重普及性、实用性和新颖性，在内容深度和语言叙述方面力求满足不同层次读者的需求，适合工程技术人员阅读和高校机械类专业教学的需求。

本书由林宋、郭瑜茹编写，编写过程中，刘勇、杨野平、彭兴礼、李冬军、尚国清、叶天朝、倪志刚、李奇志、张朴、林琳等为了本书的顺利完稿做了很多工作。全书由林宋统稿。

由于作者水平有限，敬请读者提出批评和宝贵的意见。

作 者

目 录

前言

第 1 章 光机电一体化技术及其产品开发	1
1.1 概述	1
1.2 光机电一体化技术的特征	1
1.3 光机电一体化技术的应用	3
1.3.1 设计信息的处理和传输	3
1.3.2 生产过程中的检测	3
1.3.3 激光在加工中的运用	4
1.4 光机电一体化产品	4
1.4.1 光机电一体化产品组成	4
1.4.2 光机电一体化产品的特点	6
1.4.3 光机电一体化技术领域的优先发展产品	6
1.5 光机电一体化技术的发展方向	9
第 2 章 在设计方面的应用技术与产品	11
2.1 计算机仿真技术	11
2.1.1 概述	11
2.1.2 计算机仿真技术的特点	11
2.1.3 计算机仿真技术的应用	12
2.2 逆向工程技术	13
2.2.1 概述	13
2.2.2 逆向工程的应用	13
2.2.3 三坐标测量机	14
2.2.4 三维激光扫描仪	16
2.3 虚拟现实技术	20
2.3.1 虚拟现实技术的体系结构和特征	20
2.3.2 虚拟现实系统的组成	20
2.3.3 虚拟现实系统的分类	23
2.3.4 虚拟现实的关键技术	24
2.3.5 虚拟现实技术的应用	25
第 3 章 在制造方面的应用	30
3.1 激光切割技术	30
3.1.1 概述	30
3.1.2 激光切割原理	30
3.1.3 激光切割的分类	31
3.1.4 激光切割机器人	32

3.1.5	激光切割特点	33
3.1.6	激光切割的应用	34
3.1.7	激光切割技术发展趋势	35
3.2	激光热处理技术	37
3.2.1	激光热处理原理	37
3.2.2	激光热处理技术的特点	37
3.2.3	激光热处理设备	38
3.2.4	激光热处理技术的应用	40
3.3	激光打孔技术	42
3.3.1	激光打孔机的组成	42
3.3.2	激光打孔的原理及方法	42
3.3.3	激光打孔的工艺参数分析	44
3.3.4	激光打孔的特点	45
3.3.5	激光打孔的应用	46
3.4	激光清洗技术	46
3.4.1	激光清洗的工作原理	47
3.4.2	激光清洗的分类	47
3.4.3	激光清洗的方法	48
3.4.4	激光清洗的应用	48
3.5	激光焊接技术	51
3.5.1	激光焊接原理	52
3.5.2	激光焊接特点	52
3.5.3	激光焊接设备	53
3.5.4	激光焊接工艺	54
3.5.5	激光焊接的应用	55
3.6	激光快速成形技术	56
3.6.1	激光快速成形的基本原理和特点	57
3.6.2	激光快速成形的工艺	57
3.6.3	激光快速成形的关键技术	60
3.6.4	激光快速成形技术的应用	61
3.7	激光再制造技术	63
3.7.1	激光再制造技术的主要种类	63
3.7.2	激光再制造系统的构成	63
3.7.3	激光熔覆工艺方法	64
3.7.4	激光再制造技术的工业应用	67
3.8	特种加工技术	69
3.8.1	电子束加工	70
3.8.2	离子束加工	72
3.8.3	电火花加工	74
3.8.4	电解加工	75

3.8.5	超声波加工	77
3.8.6	液体喷射加工	78
3.8.7	电解磨削	80
3.8.8	电铸加工	81
3.9	数控加工设备	85
3.9.1	CJK6240 数控车床	86
3.9.2	XK5025 数控铣床	89
3.9.3	XHK716 型立式加工中心	95
3.9.4	数控五轴联动激光加工机	103
3.9.5	HCD300K 型数控电火花加工机床	110
3.9.6	NCUT-ME30 型数控雕铣机	113
3.9.7	虚拟轴机床	117
3.9.8	电主轴	123
第 4 章	在仪器仪表中的应用	128
4.1	光电编码器	128
4.1.1	光电编码器的工作原理	128
4.1.2	光电编码器的结构	128
4.1.3	光电编码器的类型	129
4.1.4	光电脉冲编码器的应用实例	131
4.2	光纤传感器	132
4.2.1	光纤传感器的基本结构	132
4.2.2	光纤传感器的工作原理	133
4.3	便携式隧道断面激光测量仪	135
4.3.1	便携式隧道断面激光测量仪的工作原理	135
4.3.2	便携式隧道断面激光测量仪的测量形式	136
4.3.3	便携式隧道断面激光测量仪的硬件构成	136
4.3.4	便携式隧道断面激光测量仪的软件设计	136
4.3.5	便携式隧道断面激光测量仪的测试项目和结果	137
4.4	激光准直仪	137
4.4.1	激光准直仪的工作原理	137
4.4.2	激光准直仪的组成	138
4.4.3	激光准直的应用实例	141
4.5	数字显微硬度计	142
4.5.1	数字显微硬度计的仪器构成	143
4.5.2	数字显微硬度计的工作方式	143
4.5.3	数字显微硬度计的控制系統	144
4.5.4	数字显微硬度计的硬件部分	144
4.5.5	数字显微硬度计的测试软件及数据库	145
4.6	活塞外轮廓测量仪	146
4.6.1	活塞外轮廓测量仪的工作原理与构成	147

4.6.2	活塞外轮廓测量仪的硬件系统	147
4.6.3	活塞外轮廓测量仪的软件系统	150
4.7	激光扫描声学显微镜	150
4.7.1	激光扫描声学显微镜的工作原理	151
4.7.2	激光扫描声学显微镜的应用	152
4.8	数字微镜器件	153
4.8.1	数字微镜器件的设备结构	153
4.8.2	数字微镜器件的应用	154
4.9	激光微束装置	155
4.9.1	激光微束装置的组成	156
4.9.2	激光波长的选择	156
4.10	激光扫平仪	159
4.10.1	激光扫平仪的工作原理	159
4.10.2	激光扫平仪的类型	159
4.10.3	激光扫平仪的工程应用	160
4.11	数字化超声波探伤仪	161
4.11.1	数字化超声波探伤仪的基本结构	162
4.11.2	数字化超声波探伤仪的系统组成	162
4.11.3	数字化超声波探伤仪的数据采集	163
4.11.4	数字化超声波探伤仪的系统软件	164
4.12	带有集成传感器的轴承单元	165
4.12.1	带有集成传感器的轴承单元的结构特征	165
4.12.2	带有集成传感器的轴承单元的工作原理	166
4.12.3	带有集成传感器的轴承单元的特点	167
4.12.4	带有集成传感器的轴承单元的应用领域	167
4.13	扫描隧道显微镜	167
4.13.1	扫描隧道显微镜的工作原理	168
4.13.2	扫描隧道显微镜的设备组成	169
4.13.3	扫描隧道显微镜的工作方式	169
4.13.4	扫描隧道显微镜的应用	170
4.14	微致动器	171
4.14.1	微致动器的工作原理	171
4.14.2	微致动器的种类	171
4.14.3	微致动器的工程应用	171
4.15	微机器人	174
4.15.1	微机器人系统	175
4.15.2	典型微机器人	176
4.16	光栅测量系统	179
4.16.1	光栅结构	179
4.16.2	光栅工作原理	180

4.16.3	光栅种类	181
4.16.4	光栅精度	182
4.16.5	光栅测量系统的工程应用	183
4.17	激光陀螺仪	183
4.18	红外测油仪	183
4.18.1	红外测油仪的测量原理	184
4.18.2	红外测油仪的结构	184
4.18.3	红外测油仪的主要应用领域	186
4.19	光栅数显表	187
4.20	激光扫描显微镜	188
第5章 在工程机械方面的应用		190
5.1	盾构机	190
5.1.1	盾构机的类型和组成	190
5.1.2	土压平衡式盾构机工作原理	192
5.1.3	主要盾构技术与方法	195
5.2	枕式包装机	196
5.2.1	制动式光电自动定位系统的基本原理	197
5.2.2	制动进退式定位系统	197
5.2.3	速度检测与包装纸长度测量	198
5.2.4	色标对标方法与调整	198
5.3	水泥智能包装机	199
5.3.1	秤架原理	199
5.3.2	水泥智能包装机的系统构成	200
5.3.3	水泥智能包装机的工作过程	200
5.4	全自动液体包装机	201
5.4.1	全自动液体包装机的工作原理	201
5.4.2	全自动液体包装机的控制系统	201
5.4.3	全自动液体包装机的技术指标	202
5.4.4	全自动液体包装机的性能特点	202
5.5	高温线材打捆机	203
5.5.1	打捆机的工作原理	203
5.5.2	高温线材打捆机系统的组成	203
5.5.3	打捆机系统的控制系统	204
5.5.4	PLC 应用程序的研制	204
5.5.5	高温线材打捆机的特点	205
5.6	圆柱电阻激光自动刻槽机	206
5.6.1	圆柱电阻激光自动刻槽机的工作原理	206
5.6.2	圆柱电阻激光自动刻槽机的结构	206
5.7	自动旋转门	208
5.7.1	自动旋转门的主要类型	208

5.7.2 自动旋转门系统的结构特点和工作原理	209
5.7.3 自动旋转门的主要控制功能	210
5.7.4 环柱式自动旋转门的驱动控制系统设计	210
第6章 在交通方面的应用	215
6.1 汽车 ABS 系统	215
6.1.1 汽车 ABS 系统的工作原理	216
6.1.2 汽车 ABS 系统的工作过程	216
6.1.3 汽车 ABS 系统的组成	217
6.1.4 汽车 ABS 系统的分类	220
6.2 汽车安全气囊系统	222
6.2.1 汽车安全气囊系统的工作原理	223
6.2.2 汽车安全气囊系统的组成及结构原理	224
6.3 汽车巡航控制系统	227
6.3.1 汽车巡航控制系统的功能及优点	227
6.3.2 汽车巡航控制系统的工作原理	228
6.3.3 电子式巡航控制系统	229
6.3.4 主动巡航控制系统	233
6.4 汽车用激光雷达	234
6.4.1 汽车用激光雷达的测距原理	234
6.4.2 汽车用激光雷达的系统构成和测量方式	235
6.4.3 汽车用激光雷达的技术指标	235
6.4.4 汽车用激光雷达的性能测试结果	236
6.5 汽车防撞系统	238
6.5.1 激光-单片机组的汽车防撞系统	238
6.5.2 激光雷达汽车自动防撞微机控制系统	240
6.5.3 汽车防撞系统的应用	242
第7章 在节能环保方面的应用	243
7.1 太阳电池	243
7.1.1 太阳电池的工作原理	243
7.1.2 太阳电池的种类	243
7.1.3 硅太阳电池的结构	243
7.1.4 太阳电池的制造工艺	245
7.1.5 太阳电池的有关参数	245
7.1.6 提高太阳电池效率的方法	246
7.1.7 太阳电池的应用实例	247
7.2 太阳能热水器	248
7.2.1 太阳能热水器组成	248
7.2.2 太阳能热水器的工作原理	248
7.2.3 太阳能热水器的分类	249
7.2.4 太阳能热水器控制器	250

7.3 光电幕墙	252
7.3.1 概述	253
7.3.2 光电幕墙的原理及结构特点	253
7.3.3 光电幕墙的组成	254
7.3.4 光电幕墙的特点	255
7.3.5 光电幕墙的应用实例	255
7.4 风光互补发电系统	260
7.4.1 风光互补发电系统的组成	260
7.4.2 风光互补发电系统的实际应用	262
7.4.3 风光互补发电系统的优点	263
7.5 变频空调	263
7.5.1 变频空调的工作原理	263
7.5.2 变频空调的类型	264
7.5.3 变频空调的系统构成	264
7.5.4 变频空调的特点	266
7.5.5 变频空调器硬件系统	266
7.5.6 变频调速的关键技术	268
7.6 模糊控制洗衣机	269
7.6.1 模糊控制洗衣机的控制原理	269
7.6.2 混浊度检测	270
7.7 无动力屋顶通风机	273
7.7.1 无动力屋顶通风机的工作原理	274
7.7.2 无动力屋顶通风机的设备组成	274
7.7.3 无动力屋顶通风机的功能	275
7.7.4 无动力屋顶通风机的特点	275
7.7.5 无动力屋顶通风机的设备安装	276
7.7.6 无动力屋顶通风机的应用实例	277
7.8 太阳能通道灯	277
7.8.1 太阳能通道灯的工作原理	277
7.8.2 直流/交流负载选择	278
7.8.3 太阳电池板	278
7.8.4 控制器	279
7.8.5 蓄电池	279
7.8.6 逆变器	279
7.8.7 其他部件	280
第 8 章 在医疗卫生方面的应用	281
8.1 医用 X 射线机	281
8.1.1 医用 X 射线机的组成和分类	281
8.1.2 医用 X 射线机的工作原理	282
8.1.3 医用 X 射线管	282

8.1.4	医用 X 射线机的电路结构	284
8.1.5	机械辅助装置	284
8.2	激光音乐全息理疗系统	286
8.2.1	音乐与激光	287
8.2.2	激光音乐全息理疗系统的工作原理	287
8.2.3	激光音乐全息理疗系统的结构	287
8.3	CT 成像系统	288
8.3.1	CT 成像系统的工作原理	289
8.3.2	CT 成像系统的组成	289
8.3.3	CT 图像重建	293
8.4	流式细胞仪	293
8.4.1	流式细胞仪的基本原理	294
8.4.2	流式细胞仪的基本结构	295
8.4.3	流式细胞仪在医学上的应用	296
第 9 章	在日常生活方面的应用	298
9.1	网络家电	298
9.1.1	网络家电系统的组成	300
9.1.2	典型的网络家电	301
9.2	4D 影院	303
9.2.1	4D 影院系统的构成要素	303
9.2.2	环幕立体放映系统	304
9.2.3	特效座椅和特效设备	306
9.2.4	计算机控制系统	307
9.3	全自动洗碗机	307
9.3.1	全自动洗碗机的工作原理	308
9.3.2	全自动洗碗机的组成	308
9.3.3	全自动洗碗机的控制	310
9.4	音乐喷泉	310
9.4.1	音乐喷泉的系统构成	311
9.4.2	音乐喷泉的工作原理	312
9.4.3	音乐喷泉的控制系统	312
9.4.4	音乐喷泉的控制流程	313
9.5	立体车库	314
9.5.1	常见立体车库类型及特点	315
9.5.2	车库设置及机械执行系统	319
9.5.3	控制系统	320
9.5.4	信息管理系统	320
9.6	发卡器	321
9.6.1	发卡器的机构组成	322
9.6.2	发卡器的工作原理	322

9.7	自动化立体仓库	322
9.7.1	自动化立体仓库的组成	322
9.7.2	自动化立体仓库的类型	326
9.7.3	自动化立体仓库的特点	327
9.7.4	自动化立体仓库的管理与控制	328
9.8	网络摄像机	328
9.8.1	网络摄像机的组成	328
9.8.2	图像的编码标准	330
9.9	数码相机	331
9.9.1	数码相机的组成	331
9.9.2	数码相机的成像原理	333
9.9.3	数码相机的数据处理	336
9.9.4	数码相机特点	336
9.10	传真机	337
9.10.1	传真机的基本原理	337
9.10.2	传真机的组成	339
9.10.3	传真机的分类	341
9.10.4	传真机的主要技术指标	341
9.11	刻录机	342
9.11.1	刻录机的原理	342
9.11.2	刻录机的分类	342
9.11.3	刻录机的主要性能指标	343
9.12	静电复印机	344
9.12.1	静电复印机的结构	344
9.12.2	静电复印机的工作原理	345
9.13	光盘驱动器	348
9.13.1	光盘驱动器的组成与结构	348
9.13.2	光盘数据读出原理	350
9.13.3	光盘伺服系统	352
9.13.4	光学头运动机构	353
9.14	扫描仪	354
9.14.1	扫描仪的组成	354
9.14.2	扫描仪的工作原理	356
9.14.3	扫描仪的工作过程	356
9.14.4	扫描仪的种类	357
9.14.5	扫描仪的光电器件	358
9.14.6	扫描仪的接口	359
9.14.7	扫描仪的分辨率	360
9.15	激光打印机	360
9.15.1	激光打印机的工作原理	360

9.15.2 激光打印机的基本结构	362
9.15.3 激光打印机的主要接口类型	368
9.16 光标阅读器	369
9.16.1 光标阅读器的工作原理	369
9.16.2 光标阅读器的特点	374
9.16.3 光标阅读器的应用领域	374
9.17 光盘	375
9.18 光电鼠标	378
9.18.1 光电鼠标的工作原理	378
9.18.2 光电鼠标的结构	379
9.18.3 光电鼠标的技术核心	381
第10章 在军事方面的应用	382
10.1 电磁炮	382
10.1.1 概述	382
10.1.2 电磁炮的原理和结构	383
10.1.3 电磁炮的特点	385
10.1.4 电磁炮的应用领域	386
10.2 红外热像仪	387
10.2.1 红外热像仪的工作过程	387
10.2.2 红外热像仪的工作原理	390
10.2.3 红外热像仪的特点	391
10.2.4 红外热像仪的种类	391
10.2.5 红外热像仪的应用	391
10.3 夜视仪	393
10.3.1 夜视仪的分类	393
10.3.2 夜视仪的工作原理	393
10.3.3 夜视仪的应用实例	394
10.4 多传感器稳定集成系统	395
10.5 Sea Star SAFIRE 吊舱	397
10.6 Brite Star 激光指示器	399
10.7 SeaFLIR 光电吊舱	400
10.8 法国 DCN 国际公司的舰用火控系统 DCN OP3A/SARA	402
10.9 荷兰信号公司的光电火控系统	404
10.10 红外搜索和跟踪系统	405
参考文献	409

第1章 光机电一体化技术及其产品开发

1.1 概述

光机电一体化技术是由光学、机械学、电子学、信息处理和控制及软件等当代各种新技术交叉与融合构成的综合技术。光机电一体化技术不是机械技术与电子和光学技术的简单叠加，而是在信息论、控制论和系统论的基础上建立起来的应用技术，它是从系统的观点出发，将这些单元技术在系统工程基础上加以有机地综合，实现整个系统的优化。随着微电子技术和微系统技术的发展，光机电一体化技术的应用与发展进入了一个全新的阶段。目前，光机电一体化技术已成为诸多高新技术产业和高新技术装备的基础。它在工业设备改造、提高制造装备精度和效率方面起到了重要的作用。信息、生物、空间、海洋、新材料、新能源等高科技领域，国防装备的信息化、现代化及传统产业的改造都离不开光机电一体化技术的发展。

1.2 光机电一体化技术的特征

与传统的单元技术相比较，光机电一体化技术具有以下特征：

1. 综合性与系统性

光机电一体化是集激光技术、微电子技术、计算机技术、信息技术与机械技术之大成的综合性技术。这种多种技术的综合及多个部分的组合，使得光机电一体化技术及其产品更具有系统性、完整性和科学性。其各个组成部分如机械本体、微电子技术、自动控制、信息交换与处理、传感检测、输入输出接口、模拟量与数字量转化，以及软件技术等，在综合成一个完整的系统中有严格的相互配合要求，这就需要取长补短，不断向理想化方向发展。其结果使原来各种技术扬长避短，更趋于合理。

2. 多层次，覆盖面广

光机电一体化是一个总的技术指导思想，它不仅体现在一些机电一体化的单机产品之中，而且贯穿于工程系统设计之中。从简单的单台光机电一体化产品，到现代工业中的柔性加工系统；从简单的单参数显示，到复杂的多参数、多级控制；从机械零部件连续自动热处理生产线，到各种现代高速重型机械自动化生产线等，光机电一体化技术都有不同层次、覆盖面很广的应用领域。对于工程系统，需成套地进行开发和制造。对于光机电一体化单机产品（设备），应采用简繁并举、高低级并存的多层次发展途径。可发展功能附加型的低级产品，也可发展功能替代型的中级产品，还可发展机电融合型的高级产品，成为前所未有的新一代产品。

3. 结构简化，方便操作

光机电一体化技术可将过去靠机械传动链连接的各个相关动作部分，改用几台电

动机分别驱动,或用电力电子器件,或用电子电控装置进行相关动作控制来实现。因此,使机械结构大大简化,甚至使有些机械结构“脱胎换骨”,产生了质的变化。光机电一体化技术使得操作人员摆脱了以往必须按规定操作程序或节拍频繁紧张地进行单调重复操作的工作方式,能灵活方便地按需控制和改变生产操作程序。任何一台光机电一体化装置或系统的各个相关传动机构的动作及功能协调关系,可按照预设的程序一步一步地由电子控制系统指挥,如数控机床、柔性制造系统(FMS)等。有些光机电一体化装置,可实现操作全自动化,如工业机器人、印制电路板数控高速钻床等。有些更高级的光机电一体化系统,还可通过被控对象的数学模型,并根据任何时刻外界各种参数的变化情况,随机自寻最佳工作程序、动作程度和频率及协调关系,以实现最优化工作及最佳操作,如微机控制的热连轧机钢板测厚自控系统、电梯群控系统、智能机器人等。

4. 精度提高, 功能增加

光机电一体化技术使机械传动部件减少,因而使机械磨损及配合间隙等所引起的动作误差大大减小,同时由于采用了电子技术,反馈控制水平提高并能进行高速处理,可通过电子自动控制系统精确地按预设量使相应机构动作,因各种干扰因素造成的误差,可通过自控系统自行诊断、校正、补偿来达到靠单纯机械方式所不能实现的工作精度。因而光机电一体化产品应用领域宽,适用面广,易于满足各种需要。电子技术的引入,使产品面貌发生巨大变化,电子装置能按照人的意图进行自动控制、自动检测、信息采集及处理、调节、修正、补偿、自诊断、自动保护直至自动记录、显示、打印工作结果。通过改变程序、指令等软件内容而无需改动硬件部分就可变换产品的功能,使机械控制功能内容的确定和变化趋于软件化和智能化。

5. 高可靠性, 高稳定性和高使用寿命

传统的机械装置的运动部分,一般都伴随着磨损及运动部件配合间隙所引起的动作误差,而发出由于摩擦、撞击、振动等引起的声响(噪声),这显然影响装置的寿命、稳定性和可靠性。而光机电一体化技术的应用,使装置的可动部件减少,磨损也大为减少,像集成化接近开关甚至无可动部件、无机械磨损。因此,装置的寿命提高,故障率降低,从而提高了产品的可靠性和稳定性。有些光机电一体化产品甚至做到不需维修或者具有自诊断功能。

6. 开发上的知识密集性

研制开发光机电一体化产品往往要涉及许多学科和专业知 识,如数学、物理学、化学、声学、机械工程学、电力电子学、电工学、系统工程学、光学、控制论、信息论和计算机科学等多门学科及各门类的专业知识。比如人们很熟悉的静电复印机、彩色印像机等,就是一种由光、机、电、磁、化学等多种学科和技术复合创新的新型产品。设计这类产品对工程技术人员自身的知识结构提出更新更高的要求。现代化的技术更需要现代化的人才来掌握和开发。要开发多种功能的先进设备,必然需要赋予它多种知识和智慧。

1.3 光机电一体化技术的应用

光机电一体化技术的应用主要包括在设计中和加工制造中的应用。光机电一体化技术在设计中的应用也就是光机电一体化设计,它要求设计者不仅要熟悉机械结构、光学系统、传感器、信息处理和控制等方面的知识,而且要熟悉计算机的硬件接口和软件设计方面的知识。

1.3.1 设计信息的处理和传输

信息的获取、传输、存储、处理等技术手段已成为设计活动的重要工具,利用计算机的高速运算和存储能力,实现对设计过程中所产生的大量数据的实时采集和处理,实现计算结果和计算过程的可视化,对图像信息进行自动处理和自动识别,实现设计的信息化和数字化,实现基于网络的计算机支持的协同工作(CSCW)和信息共享;还可以计算机作为上位机、可编程控制器作为下位机,使系统结构有层次,接口合理,便于维护。光机电一体化技术在机械工程的信息处理方面的应用主要体现在计算机仿真、逆向工程和虚拟现实技术的大量深入的开展上。

通过网络技术实现包括数据、硬件和信息的资源共享,利用仿真技术来评估运行效果,辅助决策。利用包含各种遗传算法、神经网络数据处理方法、专家系统及决策支持系统的智能化软件来优化数据处理,提高运行速度,并可提高决策能力和正确率。人工神经网络是研究生物神经网络的结果,是对人脑的部分抽象、简化和模拟,反映了人脑学习和思维的一些特点。人工神经网络是一种信息处理系统,它可以用于一些计算机难以处理的领域,如模式识别、人工智能、优化等问题;也可以用于各种工程技术,特别适用于过程控制、诊断、监控、生产管理、质量管理等方面。

1.3.2 生产过程中的检测

激光测距具有探测距离远、测距精度高、抗干扰性强、体积小、重量轻等特点。激光干涉可以运用于精密丝杠、机床、零件、数控设备的测量和校验,坐标精密定位,光学平面检测和地震预测。激光测速具有测速准确、非接触测量、空间分辨率高的特点,可测量速度分布和速度梯度。激光准直能够测量平直度、平面度、平行度、垂直度,也可以做三维空间的基准测量,如大型设备的安装、准直,水坝应力监测,机场的夜间导航,矿山的远距离引爆,大型隧道的自动导航钻进等都可利用激光的准直定位装置。

由于光电系统具有光学和电子两方面的技术优势,能满足生产过程中的自动监控及图像分析、精密测量、信息处理和传输、微观探索等各个领域的要求,特别能适应对高速运动或瞬息短暂过程的观察、记录、显示、传递和储存。利用光电转换就能在太空、深水、高温、有毒有害气体、核辐射等各种特殊环境下正常地工作。例如,轧钢生产现场条件极为恶劣,被测件温度超过1000℃,运动速度为数米每秒,并伴有振动、高温、氧化层飞溅、冷却水雾弥漫和强电磁干扰,这时利用CCD光电在线测径系