

普通高等教育机电类规划教材
普通高等教育“十二五”规划教材

机械工程及自动化 简明设计手册 (下册)

第2版

卜云峰 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育机电类规划教材
普通高等教育“十二五”规划教材

机械工程及自动化 简明设计手册

下 册
第 2 版

主 编	卜云峰		
副主编	许海燕	朱兴龙	周 军
参 编	姜海林	宗国成	侯志伟
主 审	王隆太		



机械工业出版社

本手册是为高等工科院校机械工程及自动化专业学生学习机械设计、机械制造技术及装备、控制技术应用等主干课程和进行课程设计和毕业设计而编写的。由于资料新颖、简明实用、内容完整、价位适中,因此可作为学生学习和课程设计时的案头书,并做到人手一册。

本手册分上、下两册。上册(第一篇、第二篇,包括第一~七章、附录、参考文献)内容包括机械运动方案设计、机械传动设计、液压与气压传动系统设计、专用刀具设计、机械制造工艺设计、机床夹具设计、机床主轴变速箱设计以及常用标准和规范;下册(第三篇,包括第八~十章、附录、参考文献)介绍可编程控制器、计算机控制技术和数控技术应用等内容。该手册立足于实用,除必要文字说明外,主要以图表形式出现,并采用最新国家标准。每章都有设计示例和工作图,并附设计题选。

本手册可供普通高等学校机械工程及自动化专业师生使用,也可供工厂有关工程技术人员和高等职业技术教育院校、夜大、函授大学相近专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程及自动化简明设计手册.下册/卜云峰主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2014.1

普通高等教育机电类规划教材 普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-46058-9

I. ①机… II. ①卜… III. ①机械工程—自动化技术—高等学校—教材 IV. ①TH—39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第040377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:余 皞 责任编辑:余 皞 王寅生

版式设计:霍永明 责任校对:肖 琳

封面设计:陈 沛 责任印制:李 洋

高教社(天津)印务有限公司印刷

2014年5月第2版第1次印刷

184mm×260mm·18.5印张·446千字

标准书号:ISBN 978-7-111-46058-9

定价:37.00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

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机电类规划教材编审委员会

主任委员：邱坤荣

副主任委员：黄鹤汀

左健民 林 松

王晓天 蔡慧官

秘 书：周骥平

委 员：(排名不分先后)

沈世德 周骥平

徐文宽 唐国兴

韩雪清 戴国洪

李纪明 吴建华

鲁屏宇 王 钧

赵连生

第2版序

20世纪末、21世纪初，在社会主义经济建设、社会进步和科技飞速发展的推动下，在经济全球化、科技创新国际化、人才争夺白热化的挑战下，我国高等教育迅猛发展，胜利跨入了高等教育大众化阶段，使高等教育理念、定位、目标和思路等发生了革命性变化，正在逐步形成以科学发展观和终身教育思想为指导的新的高等教育体系和人才培养工作体系。在这个过程中，一大批应用型本科院校和高等职业技术学院异军突起，超常发展，1999年已见端倪。当时我们敏锐地感到，伴随这批应用型本科院校的崛起，必须有相应的应用型本科教材来满足它们的教学需求，否则就有可能回到老本科院校所走过的学术型办学路子。1999年下半年，我们就和机械工业出版社、扬州大学工学院、南京工程学院、河海大学常州校区、淮海工学院、南通工学院、盐城工学院、淮阴工学院、常州工学院、江南大学等12所高校在扬州开会，讨论策划编写出版机电类应用型本科系列教材问题，规划出版38种，并进行了分工，提出了明确的规范要求，得到江苏省各方面的支持和配合。2001年5月开始出书，到2004年7月已出齐38种，还增加了3种急需的教材，发行总册数已达45万册。每种至少有2次以上印刷，最多的印刷了5次、发行量达2.5万册。据调查，读者反映良好，并反映这个系列教材基本上体现了第1版序中提出的四个特点，符合地方应用型工科本科院校的教学实际，较好地满足了一般应用型工科本科院校的教学需要。读者的评价是对我们的鞭策和鼓励，实际上第1版机电类教材存在的问题还不少，需要改进的地方还很多。我们应当为过去取得的进步和成绩而高兴，同样，我们更应当为今后这些进步和成绩的进一步发展而正视自己，我们并不需要刻意去忧患，但确定存在值得忧患的现实而不去忧患，就很难有更美好的明天。今后怎么办？这是大家最关注的问题，也是我们亟待研讨和解决的问题。我们应该以对国家、对人民、对社会、对受教育者高度负责的态度重新审视这一问题，以寻求更好的解决方案。我们认为，必须在总结前一阶段经验教训的新起点上，坚持以国家新时期教育方针和科学发展观为指导，坚持高标准、严要求，坚持“质量第一、多样发展、打造精品、服务教学”的方针，坚持高标准、严要求，把下一轮机电类教材修订、编写、出版工作做大、做优、做精、做强，为建设有中国特色的高水平的地方工科应用型本科院校做出新的更大贡献。

一、坚持用科学发展观指导教材修订、编写和出版工作

应用型本科院校是我国高等教育在推进大众化过程中崛起的一种新的办学类型，它除恪守大学教育的一般办学基准外，还应有自己的个性和特色，就是要在培养具有创新精神、创业意识和创造能力的工程、生产、管理、服务一线需要的高级技术应用型人才方面办出自己的特色和水平。应用型本科人才的培养既不能简单“克隆”现有本科院校的模式，也不能是原有专科培养体系的相似放大。应用型人才的培养，重点仍要思考如何与社会需求对接。既要从学生的角度考虑，以人为本，以素质教育的思想贯穿教育教学的每一个环节，实现人的全面发展；又要从经济建设的实际需求考虑，多类型、多样化地培养人才，但最根本的一条还是坚持面向工程实际，面向岗位实务，按照“本科学历+岗位技术”的双重标准，

有针对性地进行人才培养。根据这样的要求,“强化理论基础,提升实践能力,突出创新精神,优化综合素质”应当是工作在一线的本科应用人才的基本特征,也是本科应用型人才的总体质量要求。

培养应用型人才的关键在于建立应用型人才的培养模式。而培养模式的核心是课程体系与教学内容。应用型的人才培养必须依靠应用型的课程和内容,用学科型的教材难以保证培养目标的实现。课程体系与教学内容要与应用型人才的知识、能力、素质结构相适应。在知识结构上,科学文化基础知识、专业基础知识、专业知识、相关学科知识等四类知识在纵向上应向应用前沿拓展,在横向上应注重知识的交叉、联系和衔接。在能力结构上,要强化学生运用专业理论解决实际问题的实践能力、组织管理能力和社会活动能力,还要注重思维能力和创造能力的培养,使学生思路清晰、条理分明、有条不紊地处理头绪纷繁的各项工作,创造性地工作。能力培养要贯彻到教学的整个过程之中。如何引导学生去发现问题、分析问题和解决问题应成为我们应用型本科教学的根本。

探讨课程体系、教学内容和培养方法,还必须服从和服务于大学生全面素质的培养。要通过形成新的知识体系和能力延伸以促进学生思想道德素质、文化素质、专业素质和身体心理素质的全面提高。因此,要在素质教育的思想指导下,对原有的教学计划和课程设置进行新的调整和组合,使学生能够适应社会主义现代化建设的需要。我们强调培养“三创”人才,就应当用“三创教育”、人文教育与科学教育的融合等适应时代的教育理念,选择一些新的课程内容和新的教学形式来实现。

研究课程体系,必须看到经济全球化与我国加入世界贸易组织以及高等教育的国际化对人才培养的影响。如果我们的课程内容缺乏国际性,那么我们所培养的人才就不可能具备参与国际事务、国际交流和国际竞争的能力。应当研究课程的国际性问题,增设具有国际意义的课程,加快与国外同类院校的课程接轨。要努力借鉴国外同类应用型本科院校的办学理念、培养模式和做法来优化我们的教学。

在教材编、修、审全过程中,必须始终坚持以人的全面发展为本,紧紧围绕培养目标和基本规格进行活生生的“人”的教育。一所大学使得师生获得自由的范围和程度,往往是这所大学成功和水平的标志。同样,我们修订和编写教材,提供教学用书,最终是为了把知识转化为能力和智慧,使学生获得谋生的手段和发展的能力。因此,在修订、编写教材过程中,必须始终把师生的需要和追求放在首位,努力提供教的方便和学的便捷,努力为教师和学生留下充分展示自己教和学的风格和特色的发展空间,使他们游刃有余,得心应手,还能激发他们的科学精神和创造热情,为教和学的持续发展服务。教师是课程教学的组织者、合作者、引导者、参与者,而不应是教学的权威。教学过程是教师引导学生,和学生共同学习、共同发展的双向互促过程。因此,修订、编写教材对于主编和参加编写的教师来说,也是一个重新学习和思想水平、学术水平不断提高的过程,决不能丢失自我,决不能将“枷锁”移嫁别人,这里“关键在于自己战胜自己”,关键在于自己的理念、学识、经验和水平。

二、坚持质量第一,努力打造精品教材

教材是教学之本。大学教材不同于学术专著,它既是学术专著,又是教学经验之理性总结,必须经得起实践和时间的考验。学术专著的错误充其量只会贻笑大方,而教材之错误则会贻害一代青年学子。有人说:“时间是真理之母”。时间是对我们所编写教材的最严厉的

考官。目前，我们的教材才使用了几年，还很难说就是好教材，因为前一阶段主要是解决有无问题，用户还没有来得及去总结和反思，所以有的问题可能还没有来得及暴露。我们必须清醒地看到这一点。今后，更要坚持高标准、严要求，用航天人员一丝不苟、一秒不差的精神严格要求自己，确保教材质量和特色。为此，必须采取以下措施：第一、高等教育的核心资源是一支优秀的教师队伍，必须重新明确主编和参加编写教师的标准和要求，实行主编招标和负责制，把好质量第一关；第二，教材要从一般工科本科应用型院校实际出发，强调实际、实用、实践，加强技能培养，突出工程实践，内容适度简练，跟踪科技前沿，合理反映时代要求，这就要求我们必须严格把好教材编写或修订计划的评审关，择优而用；第三、加强教材编写或修订的规范管理，确保参编、主编、主审以及交付出版社等各个环节的质量和标准，实际环节负责制和责任追究制；第四、确保出版质量；第五、建立教材评价制度，奖优罚劣。对经过实践使用，用户反映好的教材要进行修订再版，切实培育一批名师编写的精品教材。出版的精品教材必须和多媒体课件配套，并逐步建立在线学习网站。

三、坚持“立足江苏、面向全国、服务教学”的原则，努力扩大教材使用范围，不断提高社会效益

下一步教材编写和修订工作，必须加快吸收有条件有积极性的外省市同类院校、民办本科院校、独立学院和有关企业参加，以集中更多的力量，建设好应用型本科教材。同时，要相应调整编审委员会的人员组成，特别要注意充实省内外的优秀的“双师型”教师和企业专家。

四、建立健全评价制度

要在使用这套教材的省市有关高校建立教材使用质量跟踪调查，并建立网站，以便快速、便捷、实时地听取各方面的意见，不断修改、充实和完善我们的教材编写和出版工作，实实在在地为教师和学生提供精品服务，实实在在地为培养高质量的应用型本科人才服务。同时也努力为造就一批工科应用型本科院校高素质高水平的教师提供优良服务。

本套教材的编审和出版一直得到机械工业出版社、江苏省教育厅和各主编、主审及参加编写的高校的大力支持和配合，在此，一并表示衷心感谢。今后，我们应一如既往地更加紧密地合作，共同为工科应用型本科院校教材建设作出新的贡献。

**普通高等教育机械工程及自动化专业
机电类规划教材编审委员会
主任 教授 邱坤荣**

第2版前言

目前全国高等工科院校机械工程及自动化专业的课程体系和教学内容有了很大变革,按照应用型人才培养目标的要求,拓宽专业口径、强化专业方向、突出实践能力、突出应用性,重视培养学生的技术开发能力、科技成果的转化能力和多项工艺技术的整合能力,各校都开设了“机械设计”“机械制造装备”及“控制技术应用”等课程,并有课程设计或大作业。但至今尚无一本这方面完整的设计手册,致使学生设计时无所遵循。现有的一些设计手册随着技术标准的更迭也亟待更新,同时这些手册大多价格昂贵,学校藏书的复本数有限,给学生设计带来不便,妨碍了教学质量的提高。为此给学生配备人手一册、资料新颖、简明实用、价位适中的机械工程及自动化简明设计手册,是工科院校学生课程设计和毕业设计的迫切需要。本书就是在这样的背景下组织编写的,并被机械工业出版社列为普通高等教育“十二五”规划教材,普通高等教育机电类规划教材,可供普通高等工科院校、高等职业技术教育院校、夜大、函授大学机械设计及制造、机械制造工艺与设备、机械电子工程(机电一体化),以及塑性成型工艺及设备等专业师生使用,也可供工厂有关技术人员及中等专业学校师生做参考。

本手册立足于实用,在编写方式上力求做到简明扼要,便于查阅。除必要的文字说明外,主要以图、表形式出现,并采用最新国家标准。

本手册由机械设计、机械制造工艺及装备设计和控制技术的应用三部分组成。全书共分十章,前面两章为机械运动方案设计与机械传动设计,第三章为液压与气压传动系统设计,第四章为专用刀具设计,第五章和第六章为机械制造工艺设计及机床夹具设计,第七章为机床主轴变速箱设计,第八章为可编程序控制器的应用,第九章为计算机控制技术的应用,第十章为数控技术的应用。各章都有设计示例和工作图,并附课程设计题选。必须指出,机械制造工艺装备中常用的量具与模具,因已有专门设计手册出版,故本书没有列入,读者如需设计,可查《刀量模具设计简明手册》(第2版,叶伟昌主编,机械工业出版社2005年3月出版)。

本手册由淮阴工学院承担编写工作,并分上、下册出版。上册由叶伟昌任主编,谢家瀛、林岗任副主编;下册由卜云峰任主编,朱兴龙、周军任副主编。其中第一章由刘远伟、王贤民编写,第二章由王贤民、陈辽军编写,第三章由秦永法编写,第四章及附录由叶伟昌、程伟编写,第五章由吴永祥、林朝平、林岗和邢西哲编写,第六章由俞庆、黎汉杰编写,第七章由谢家瀛、李益民编写,第八章由朱兴龙编写,第九章由周军编写,第十章由卜云峰、侯志伟编写。全书由叶伟昌和卜云峰定稿。本次修订由卜云峰任主编,许海燕、朱兴龙、周军任副主编,姜海林、宗国成、侯志伟也参加了修订工作。其中第八章由卜云峰、姜海林负责修订,第九章由许海燕负责修订,第十章由卜云峰、宗国成、侯志伟负责修订。

本手册上、下册分别由沈世德和王隆太两位教授主审。黄鹤汀教授对总体框架及编写提纲提出了许多极有价值的意见。此外,吴建华、王兴渤、任成勋、胡红玉、王泰、宗国成、

周昌龄参与了编写提纲讨论并对本手册提出了宝贵意见，宗国成还提供了相关实例，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限和编写时间仓促，手册中难免有误漏欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第2版序

第2版前言

第三篇 控制技术的应用

第八章 可程序控制器的应用	1
第一节 常用 PLC 产品及性能简介	1
第二节 常用 PLC 的编程指令系统和应用系统开发环境	30
第三节 PLC 应用实例	42
第四节 PLC 应用系统课程设计题选	53
第九章 计算机控制技术的应用	57
第一节 概述	57
第二节 MCS—51 系列单片机控制系统设计与应用实例	58
第三节 8098 单片机控制系统设计与应用实例	122
第四节 32 位 ARM7 单片 LPC2124 控制系统的设计与应用实例	136
第五节 工业控制计算机控制系统的设计与应用实例	158
第六节 计算机控制技术的应用课程设计题选	167
第十章 数控技术的应用	174
第一节 数控加工的基础知识	174
第二节 数控加工程序的手工编制	187
第三节 数控加工程序的自动编制	196
第四节 典型的数控装置	211
第五节 电气伺服系统	229
第六节 普通机床的数控化改造	238
第七节 数控技术的应用课程设计题选	259
附录	262
附录 A	262
附录 B 常用芯片简介	267
参考文献	283

第三篇 控制技术的应用

第八章 可编程序控制器的应用

第一节 常用 PLC 产品及性能简介

一、三菱 F、F1、F2、FX2 及 A、Q 系列 PLC

(一) F 系列 PLC

F 系列 PLC 属于小型整体式结构, 仅有开关量控制功能, 具有 20 条指令。三菱公司后来推出的 F1、F2 和 FX2 系列 PLC 的指令系统与 F 系列兼容。所以, 学会 F 系列, 将为 F1、F2、FX2 系列和其他 PLC 的学习打下基础。

F 系列 PLC 一共有三种不同单元, 即基本单元、扩展单元和特殊单元。基本单元内有中央处理器 (CPU)、存储器和输入/输出接口电路等, 每个控制系统必须有一个基本单元。要增加 I/O (输入/输出) 的点数, 可连接扩展单元。要增加控制功能, 则可连接相应的特殊单元, 如高速计数单元、模拟量单元等。

1. F 系列 PLC 的型号

为了满足用户的不同要求, F 系列 PLC 有多种型号规格, 表示方法如下: F—①②③④, 其中, ①表示输入/输出总点数; ②表示本单元的类型: M 为基本单元, E 为扩展单元; ③表示输出类型: R 为继电器输出, T 为晶体管输出, S 为晶闸管输出; ④表示电源电压种类: V 为 100/110V 交流, E 为 220/240V 交流, D 为 24V 直流。

例如: F—40MR—E 的 PLC 表示该产品输入/输出总点数为 40, 继电器输出, 电源为交流 220/240V。

2. 基本单元和扩展单元及组合

基本单元又称为主机, F 系列 PLC 基本单元的类型如表 8-1 所示。

扩展单元又叫做扩展机, 它没有中央处理器, 不能单独使用, 只能通过扁平电缆与主机相连, 以增加输入输出点数。扩展单元的外形与基本单元相似, 扩展单元的类型如表 8-2 所示。

表 8-1 F 系列 PLC 基本单元的类型

型 号	输入点数	输出点数	扩展接口数
F—12M	6	6	1
F—20M	12	8	1
F—40M	24	16	2
F—60M	36	24	2

表 8-2 F 系列 PLC 扩展单元的类型

型 号	输入点数	输出点数	扩展接口数
F—10E	4	6	1
F—20E	12	8	1
F—40E	24	16	2

根据需要，可采用基本单元和扩展单元的组合，构成不同输入/输出点数的 PLC 控制系统。表 8-3 列出了 80 点以下的各种组合方法，组合时基本单元和扩展单元的输出形式可以不同，例如，基本单元的输出形式可以是继电器，而扩展单元的输出形式可以是晶体管或者晶闸管。F 系列 PLC 最大 I/O 点数为 120 点，可任意组合。

表 8-3 F 系列 PLC 基本单元和扩展单元的组合

总点数	输入点数	输出点数	组 合
22	10	12	F—12M + F—10E
30	16	14	F—20M + F—10E
32	18	14	F—12M + F—20E
40	24	16	F—40M 或 F—20M + F—20E
50	28	22	F—40M + F—10E
60	36	24	F—60M 或 F—40M + F—20E
60	32	28	F—40M + F—10E + F—10E
70	40	30	F—60M + F—10E
80	48	32	F—40M + F—40E 或 F—60M + F—20E

3. 主要技术特性和输入/输出方式

(1) 总体技术特性 F—20M 与 F—40M 这两种型号为 F 系列中最常用的，现把这两种型号的总体技术特性和数据列于表 8-4 中。

表 8-4 F 系列 PLC 总体技术特性和数据

项 目		F—20M	F—40M
电源	功耗	< 11 VA	< 25 VA
	电压	AC100 ~ 110 V，AC200 ~ 220 V 50/60 Hz	
计时	点数	8 点	16 点
	设定位数	2 位	3 位
	设定范围	0.1 ~ 99 s	0.1 ~ 999 s
计数	点数	8 点	16 点
	设定方式		
	设定范围	1 ~ 99	1 ~ 999
辅助继电器		64 个（其中 16 个有掉电保持功能）	192 个（其中 64 个有掉电保持功能）

(续)

项 目		F—20M	F—40M
用户存储器容量	数制	八进制	十进制
	数量	477	890
运算	指令	继电器符号	
	速度	100 μ s/步序 (平均)	45 μ s/步序 (平均)
可靠性措施和情况	电池保护	锂电池, 可连续使用五年, 保持 RAM 程序	
	瞬时停电补偿	<20ms, 瞬间停电可不出错继续运行	
	抗电平干扰能力	1000V, 1 μ s	
	耐振动能力	10 ~ 55Hz, 0.5mm, 最大 2g (g 为重力加速度)	
	CPU 出错自诊断	程序监视器, 求和检验	
	电池电压监视	电压不足指示灯显示	
一般	环境温度	0 ~ 55 $^{\circ}$ C (储存温度 -15 ~ +65 $^{\circ}$ C)	
	环境湿度	85% RH 以下 (无结露)	
	绝缘电阻	>5M Ω (DC500V)	
	绝缘耐压	AC1500V 1min	
	外形尺寸	255mm $\times$ 80mm $\times$ 100mm	305mm $\times$ 110mm $\times$ 110mm
	重量	1.5kg	2.3kg

(2) 输入技术特性和数据 F 系列 PLC 的输入技术特性和数据如表 8-5 所示。

表 8-5 F 系列 PLC 的输入技术特性和数据

项 目		DC24V	AC110V	AC220V
额定输入电压		DC (24 $\pm$ 4) V (内部供电)	AC110/110V 50/60Hz	AC200/220V 50/60Hz
输入阻抗		约 3.7k Ω	约 9.6k Ω /50Hz	约 21.2k Ω /50Hz
工作电流	断 $\rightarrow$ 通	DC 最小 4mA	AC 最小 8mA	AC 最小 7mA
	通 $\rightarrow$ 断	DC 最大 1.5mA	AC 最大 3mA	DC 最大 3mA
响应时间	断 $\rightarrow$ 通	约 10ms	约 15ms	约 15ms
	通 $\rightarrow$ 断	约 5ms	约 8ms	约 8ms
隔离		光电隔离		
指示		当有输入时发光二极管亮		

(3) 输出技术特性和数据 F 系列 PLC 的输出技术特性和数据如表 8-6 所示。

表 8-6 F 系列 PLC 的输出技术特性和数据

项 目	继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出
	AC100/200V DC24V	AC100V, 200V	DC24V
额定输出电流 (电阻负载)	2A/1 点	1A/1 点	1A/1 点
		4A/8 点合计	4A/8 点合计

(续)

项 目		继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出
		AC100/200V DC24V	AC100V, 200V	DC24V
最大负载	电感性	80VA	50VA (AC100V)	24W (DC24V)
			100VA (AC200V)	
	灯泡	100W	100W	3W
	冲击电流	10A/周期	10A/周期	DC3A
最小负载	电感性		1.6VA (AC200V)	
			0.4VA (AC100V)	
	灯泡		1W (AC200V)	
			0.5W (AC100V)	
响应时间	通→断	约 5ms	< 1ms	1ms
	断→通	约 10ms	最大 10ms	< 1ms
隔离		继电器隔离	光控隔离	光耦合
指示		当继电器接通时发光二极管亮	当晶闸管接通时发光二极管亮	当晶体管接通时发光二极管亮

(4) 接线端子及功能 表 8-7 为 F—40MR 型 PLC 的接线端子及功能。

表 8-7 F—40MR 型 PLC 的接线端子及功能

端子	功 能	说 明
0 100 200	电源	AC110/120V AC220/240V
DC24V + DCV24 -	电源 (当输入器件需要电源时用)	DC (24 ± 8) V
A* B	出错检验输出 (PC 内有一对触点)	在正常运行状态, A、B 触点接通。若电噪声干扰等原因使 CPU 出错时切断。可用于紧急停车电路或报警, 输出负载 < 35VA
E	接地	连至接地点 (< 100Ω, 接控制柜的地, 不可与大功率设备共用一个接地点)
RUN	运行状态	起动操作
STOP	停止 (全部输出断开, 定时器和 128 个辅助继电器全部复位。但全部计数器和 64 个辅助继电器仍然保持)	停止任何操作。STOP 端接通, 所有输出均断开。但推荐在紧急停车时, 在外部另外接一些紧急停车的器件, 作为支持备用
400 ~ 413 500 ~ 513	输入端子	
430 ~ 437 530 ~ 537	输出端子	

(续)

端子	功 能	说 明
COM1	输出端子的公共点	430 ~ 433 共用
COM2		434 ~ 437 共用
COM3		530 ~ 533 共用
COM4		534 ~ 537 共用
24 + GND	DC24V 正极 DC24V 负极	各输入器件（如接近开关）需 24V 电源时用。GND 在 PC 内部与 COM 点接通，不应接地

（二）F1、F2 系列 PLC

三菱公司的 F1 系列 PLC 在我国使用得很多。

F1 系列的最大 I/O 点数为 120 点，可由基本单元和扩展单元组合而成。F1 系列 PLC 的基本单元与扩展单元的类型如表 8-8 所示。

表 8-8 F1 系列 PLC 的基本单元与扩展单元的类型

基本单元		F1—12M	F1—20M	F1—30M	F1—40M	F1—60M
扩展单元	F1—10ER		F1—20E		F1—40E	F1—60E
输入点数	4	6	12	16	24	36
输出点数	6	6	8	14	16	24
功耗	18VA	18VA	20VA	22VA	25VA	40VA
DC24V 输出电流	0.1A	0.1A	0.1A	0.1A	0.1A	0.2A

F2 系列 PLC 的基本单元与扩展单元的类型如表 8-9 所示。

表 8-9 F2 系列 PLC 的基本单元与扩展单元的类型

基本单元				F2—20M	F2—40M	F2—60M
扩展单元	F1—10ER	F2—8EYR	F2—12EX	F2—20E	F2—40E	F2—60E
输入点数	4	0	12	12	24	36
输出点数	6	8	0	8	16	24
功耗	18VA	15VA	10VA	20VA	25VA	40VA
DC24V 输出电流	0.1A			0.1A	0.1A	0.2A

F1、F2 系列的扩展单元可以通用。选用不同的基本单元和扩展单元，F1 和 F2 系列可以分别组成 51 种和 43 种不同 I/O 点数的组合。

F1 系列 PLC 指令的平均执行时间为 12 μ s。用户程序存储器容量为 1k 步。它增加了两条用于顺序控制的指令、大量的功能指令和编程元件。有一个 6 位高速加/减计数器。最高计数频率为 2kHz。F1 系列有两个输入点用硬件可以检测出脉宽为 200 μ s 的脉冲信号。有 8 个输入点的滤波时间常数可以用程序在 0 ~ 60ms 之间设定。

表 8-10 为 F1 系列 PLC 一般技术指标。

表 8-10 F1 系列 PLC 一般技术指标

电 源	AC100 ~ 110V/200 ~ 220V, +10% ~ -15%, 50/60Hz 单相电源, 可瞬时失效 10ms
环境温度	0 ~ 55℃
环境湿度	45% ~ 85% RH (无凝露)
防震性能	JIS C 0911 标准, 10 ~ 55Hz, 0.5mm (最大 2g, 3 轴向各 2 次)
防冲击性能	JIS C 0912 标准, (10g, 3 轴向各 3 次)
抗噪声能力	1000V 峰 - 峰值, 1μs, 30 ~ 100Hz (噪声模拟器)
绝缘耐压	AC1500V, 1min (接地端与其他端子间)
绝缘电阻	5GΩ, DC500V (接地端与其他端子之间)
接地电阻	小于 100Ω (如接地有困难, 可以不接)
环境	无腐蚀性气体, 无导电粉末、微粒

F1 系列 PLC 基本单元的功能技术指标如表 8-11 所示。

表 8-11 F1 系列 PLC 基本单元的功能技术指标

执行方式	存储程序, 反复执行, 集中输入/集中输出
指令	基本逻辑指令 20 条, 步进指令 2 条, 功能指令 87 条
程序存储器	机内 CMOS RAM (电池后备) EPROM/EEPROM 匣 (选件) 共 1k 步
辅助继电器	192 点 (有保持功能 64 点) + 特殊辅助继电器 16 点
状态寄存器	40 点 (有电池保持)
定时器	0.1 ~ 999s 定时器 24 点, 0.01 ~ 99.9s 定时器 8 点, 减延时接通定时器
计数器	1 ~ 999 减计数器 30 点, 1 ~ 999999 加/减计数器 (2kHz) 1 点
掉电保护电池	锂电池 (寿命约 5 年)
自诊断	程序检查 (求和检查, 语法检查, 电路检查) 程序监控定时器, 电池电压, 电源电压监视等

F1 系列 PLC 输入技术指标如表 8-12 所示。

表 8-12 F1 系列 PLC 输入技术指标

输入方式	NPN 集电极开路晶体管, 无源触点
隔离	光耦合器隔离
输入电压/电流	机内电源 DC24V (内部供电) /7mA
工作电流	断→通: DC4mA 以上, 通→断: DC1.5mA 以下
响应时间	断→通, 通→断: 约 10ms (8 点可在 0 ~ 60ms 变化)
动作指示	输入接通时 LED 亮

F1 系列的输出技术指标与 F 系列的基本相同。

F1、F2 系列 PLC 的主要性能如表 8-13 所示。

表 8-13 F1、F2 系列 PLC 的主要性能

型 号		F1	F2
主要特点		微型系统	
规格		箱式	
最大 I/O 点数		120 点	
控制系统		循环扫描	
编程语言		逻辑符号 (语言)	
指令数	基本指令	20	
	应用指令	87	
扫描速度		12 μ s/步	7 μ s/步
程序容量	内部 RAM	1k 步	2k 步
	选配		
数据寄存器		64 点	192 点
定时器/计数器		32/32 点	
特殊功能单元			
高速计数器		Built-in 1ph 1kHz	F2—40AC 2. 2ph 2kHz
位置控制		F2—30GM 1 通道	
A - D 转换器		F2—6A—E 4 通道	
D - A 转换器		F2—6A—E 2 通道	
显示器	发光二极管	F—20DU—SET	
	阴极射线管		
	液晶显示器	MAC50/F	
计算机连接	RS232	F2—232CF	
编程设备			
轻便编程器		F1—20P—E, F2—20P—E, FX—20P—E	
图形编程器		GP—80F—E	
个人计算机		MELSEC MEDOC	
网络			
类型		MELSECNET/MINI	
接口		F—16NT/NP—E	
通信速度		1. 5Mbit/s	
最大站数		32 站	
工作站区间		50m/100m	

F、F1、F2 系列的输入电路为汇点式。继电器型输出电路一般为每组 4 点的汇点式，少数型号的输出为分隔式。

(三) F、F1、F2 系列的特殊单元

用模拟量单元 F2—6A—E 后可进行模拟量控制，其中一台 F2—6A—E 可处理 4 路 A -