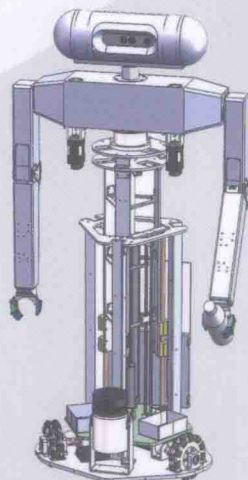


高等院校“卓越工程师”教育培养计划配套教材

机械电子工程 导论

李景湧◎编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

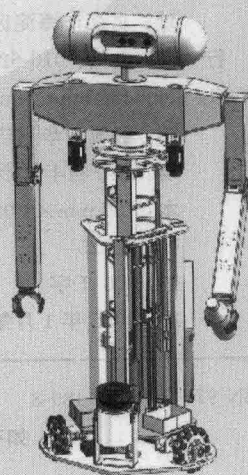
高等院校“卓越工程师”教育

内容简介

本书是根据教育部颁布的《卓越工程师教育培养计划》和《机械电子工程专业规范》的要求，结合机械电子工程专业特点，参考国内外相关教材和文献，精心编写而成的。本书可作为高等院校机械电子工程专业及相关专业的教材，也可供从事机械电子工程工作的工程技术人员参考。

机械电子工程 导论

李景湧◎编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本教材是机械电子工程专业新生一入学就开设的一门专业导论性课程。旨在向新生介绍机械电子工程专业的性质和特点及其在国民经济中的地位和概况;介绍本专业的学生在校期间学什么,毕业以后干什么以及在校期间应当怎么样学习。本教材的特点是,结合机电系统(产品)的设计思路确定了机电工程师应具有的能力,进而建立了机械电子工程专业的知识体系并依据该体系建立的课程体系;同时介绍了本专业的核心课程及其核心知识。

本教材适用于机械电子工程专业的学生,也可供机电工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械电子工程导论 / 李景湧编著. --北京:北京邮电大学出版社, 2015.1

ISBN 978-7-5635-4189-8

I. ①机… II. ①李… III. ①机电一体化—高等学校—教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 266025 号

书 名: 机械电子工程导论

著作责任者: 李景湧 编著

责任编辑: 王丹丹

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 12.25

字 数: 300 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4189-8

定 价: 26.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

满怀雄心壮志的莘莘学子踏进大学校园以后,都信心十足地憧憬着美好的未来,希望通过专业学习和校园文化的熏陶与熔炼,把自己造就成一个品学兼优又有一技之长的国家栋梁之材。他们渴望尽快地了解大学里的一切,尤其渴望了解所学的专业,一系列问题始终萦绕在他们的头脑之中:

- 机械电子工程学什么?
- 毕业以后干什么?
- 机械电子工程在国民经济中的地位如何?
- 在校期间应当怎么样学习?

这些问题必须尽快地回答,以便学子们迅速地进入角色。

另外,在过去的教学中,发现某些同学不会选课,一些比较难学但对本专业又很重要的课程却没有选,书到用时方恨少。

因此,在新生入学之初就开设一门“导论”课,及时、系统、科学地解答他们各种各样的问题,则显得特别必要。通过“导论”课的介绍,使学生对本专业的工程系统、知识体系和核心知识有一个概貌性的了解:一方面明确了自己所学专业的内容与方向;另一方面在后续的学习中,精选所学课程。通过课堂教学和一系列实践活动,系统、科学地掌握本专业的基本理论、基本技术、基本技能和工程知识,逐步培养自己分析解决实际工程问题的能力和自学能力,从而避免因为没有得到及时的引导,无依据、无系统、盲目地选课而浪费了宝贵时间,到毕业时,发现所学知识有所缺失,为时已晚。

《机械电子工程导论》就是在这样的背景下,针对新生的需求和作者对这些需求的理解与体会而编写的,但愿本书对机械电子工程专业的新生有所帮助。

由于新生对机械电子工程专业具体内容无知或知之甚少,又加上本专业涉及机械、电子、测控、计算机等许多学科的知识,内容既多又杂,而学时又有限,因此在选择本书的内容时做了如下处理:

(1) 在介绍机电一体化产品和系统的设计制造时,只做概念性的定性的介绍,不牵扯理论公式与计算;

(2) 知识体系侧重于机电一体化产品和系统的设计,有关制造方面的内容是为所讲设计内容服务的;

(3) 重点介绍机械、电路和控制等系统设计方面的基本理论和基本知识,其他方面(机械制造、电路制作、检测技术、计算机应用等)的内容均作为基本技术和工程知识介绍。

本书是在系统工程思想指导下编写的,原因有二:其一,任何实际工程问题都是一个工程系统,机电一体化产品和系统也不例外,因此,在介绍该系统时,一定要按系统工程的思想去介绍;其二,专业知识体系和课程体系本身也是一个教学培训系统,其涉及内容庞杂,也必须按系统工程的思想将其理顺,给学生一个层次分明、条理顺畅的体系架构,便于学生了解本专业所涉及的学科、学科内容及各学科内容之间的相互关系。进一步确定本专业的核心知识,为今后的学习打下基础。基于上述思想,本教材的编排思路是:按照教育部对本专业的要求,首先,对机械电子工程专业以及该专业所学习的对象——机电一体化产品和系统作一简单介绍;然后,以机电一体化产品和系统创新设计为导引,指出学生应当具有什么样的能力,继而从培养学生能力出发,构建教学知识体系(包括基本理论、基本技术、基本技能和工程知识);最后将教学知识体系按学科、按知识的先后衔接顺序分成不同课程,构成课程体系,并简单介绍一下每门课的核心知识内容,这样就使学生对本专业的教学体系有一个明确的认识,选择了这些课程就可以得到比较完整的知识,同时这也是学院安排教学计划的依据。

本书共分7章,另外还有一个附录。第1章绪论,依据教育部的规定对机械电子工程专业作了简单介绍,同时还介绍了机械电子工程专业在国民经济中的地位、发展历史与现状,以及学生毕业后的就业方向。第2章机电一体化系统简介,介绍了机电一体化系统的构成,概念及其深层含义。第3章机械电子工程师应具备的知识体系,先依机电一体化系统(产品)创新设计的思路引出机械电子工程师应具有的能力,再由应具有的能力确定他们应具备的知识体系。第4章机械电子工程专业的课程体系与核心课程,按上述知识体系建立了机械电子工程专业的课程体系,并介绍了每一门核心课程的核心知识。第5章方案设计实例,这里选择了收集机器人和光电产品自动装配生产线作为实例,介绍实际的机电一体化系统(产品)是如何设计的。一方面是对前面所讲内容的应用与总结,另一方面也为引起学生对机械电子工程专业的兴趣。第6章机械电子工程专业发展方向展望,简单描述了机械电子工程专业的几个发展方向,启发学生对将来事业发展的思考。第7章关于如何学习的几点思考,本章介绍了作者关于在大学期间怎么样学习的几点看法,告诉学生,在大学的学习中,不在于记住某个原理、某项技术、某个公式,而在于这些原理、技术、公式在机电一体化系统中怎么用,通过自己独立思考和反复实践悟出其中的道理,不断提高自己分析解决实际问题的能力和自学能力。通过大学校园文化的熏陶,将自己锤炼成一个素质高、修养好、知识广、能力强的好学生。附录,是为执行教育部提出的卓越工程师计划对教学安排提出的几点建议。在前7章讲完以后,给学生布置开发项目,考虑到可实践性,要求每个学生自己选一个机器人类型的项目(如:跳舞机器人、清障机器人、爬楼机器人、管道机器人、清洁机器人、搏击机器人、足球赛机器人、机器鱼等,也可以自己创意),毕业前完成。在近三年的时间内学生可以利用实验、实习、课程设计和毕业设计(或课余时间)的时间去完成这一项目。这样安排还有另一主要目的,就是希望各门课程的教学活动,都以这些项目的开发为导引来进行,使学生知道所学内容(原理、技术、工程知识)有何用,如何用。要做好这项工作,就必须有一份针对机电一体化系统开发的“项目开发指导书”,使学生有章可循,也可以保证学生按进度表完成项目。具体做法作者在附录中提了初步的建议。另外,书中**标注的部分,是作者

对教学的建议,供教师与学生参考。

本书在策划阶段就得到自动化学院和机械工程教研中心的鼓励与支持,可以说是集体智慧的结晶。李金泉副教授和作者一起策划了本书的编写大纲,并对“机电一体化系统(产品)创新设计思路图”进行了具体修改,又提供了“光电产品自动化装配生产线”的全部设计资料。杨政博士和付欣硕士提供了“收集机器人”的全部设计资料。桂照斌硕士搜集了第2章末的机电一体化产品的资料。魏世民教授和李端玲教授为附录提供了许多实训项目。余瑾高级工程师和庄育锋副教授也做了许多具体工作。在上述老师和同学们的帮助下,本书得以顺利完成,在此,对他们表示衷心的感谢。同时还要感谢廖启征教授、邓中亮教授和李金泉副教授,他们在百忙之中抽出时间对本书作了全面审阅,并提出许多宝贵意见。

由于作者水平所限,时间又仓促,本书难免有不当之处,欢迎读者指正。

李景湧

2014.8

目 录

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 机械电子工程是什么样的专业	1
1.1.1 教育部对机械电子工程专业的规定	1
1.1.2 对机械电子工程专业介绍的分析与理解	2
§ 1.2 机械电子工程在国民经济中的地位	4
1.2.1 机械始终是推动人类社会进步与发展的动力	4
1.2.2 机电行业始终是国民经济的主要支柱	4
§ 1.3 机械电子工程专业毕业生的职业方向	6
1.3.1 专业技术方向	7
1.3.2 技术管理方向	8
1.3.3 对毕业生就业的一些建议	9
第 2 章 机电一体化系统简介	10
§ 2.1 机电一体化系统实例	10
2.1.1 实例 1——机器人	10
2.1.2 实例 2——五轴龙门数控机床	13
2.1.3 实例 3——物流自动分拣存储系统	16
2.1.4 实例 4——复印机	17
§ 2.2 机电一体化系统的构成	18
2.2.1 对实例的分析与总结	18
2.2.2 机电一体化系统的体系架构、功能模块及其逻辑关系	20
§ 2.3 系统简介	22
2.3.1 系统的实例	22
2.3.2 系统的构成与基本性能	24
2.3.3 系统的定义	29
2.3.4 系统的分析	30
§ 2.4 机电一体化简介	31
2.4.1 机电一体化的概念及其内涵	31
2.4.2 机电一体化系统的发展概况	34

第3章 机械电子工程师应具备的知识体系	38
§ 3.1 机电一体化系统(产品)创新设计	38
3.1.1 机电一体化系统(产品)创新设计思路	38
3.1.2 对创新设计思路图的说明	38
§ 3.2 开发设计机电一体化系统(产品)所应具有的能力	51
§ 3.3 机电一体化系统(产品)创新设计所应具有的知识体系	53
3.3.1 设计人员应具有的基本素养和基本知识	53
3.3.2 机电一体化系统(产品)创新设计所需知识体系	54
3.3.3 机电一体化系统(产品)创新设计知识体系所涉及的核心知识	56
第4章 机械电子工程专业的课程体系与核心课程	64
§ 4.1 机械电子工程专业课程体系	64
§ 4.2 核心课程及其知识要点	66
4.2.1 《机械电子工程导论》	66
4.2.2 数学模块	66
4.2.3 物理模块	70
4.2.4 《工业设计导论》	77
4.2.5 《工程图学与CAD》	78
4.2.6 工程力学模块	79
4.2.7 机械设计模块	85
4.2.8 机械制造模块	90
4.2.9 电工电路模块	94
4.2.10 检测控制模块	99
4.2.11 计算机类模块	106
4.2.12 专业课模块	116
4.2.13 辅助专业课模块	121
4.2.14 人文类模块	123
4.2.15 实践类模块	139
第5章 方案设计实例	143
§ 5.1 收集机器人的方案设计	143
5.1.1 客户需求	143
5.1.2 总体功能需求分析	144
5.1.3 总体功能分解	144
5.1.4 确定广义执行子系统的功能模块及方案论证	145
5.1.5 确定检测控制子系统的功能模块及方案论证	149
5.1.6 给出最后方案	153
§ 5.2 某光电产品自动化装配生产线的方案设计	153

5.2.1 客户需求	154
5.2.2 总体功能需求分析	155
5.2.3 总体功能分解	157
5.2.4 光电产品自动化装配生产线初步方案	161
第 6 章 机械电子工程专业发展方向展望	165
§ 6.1 机电一体化的发展趋势	165
§ 6.2 我国近期机电一体化方面的重点工作	168
第 7 章 关于如何学习的几点思考	170
§ 7.1 在大学里学什么	170
§ 7.2 在大学里怎么学	170
7.2.1 如何逐步地提高自己的道德修养	171
7.2.2 如何逐步地提高自己解决实际工程问题的能力	171
附录 关于实践课安排的建议	178
参考文献	183

第1章 绪论

欢迎同学们学习机械电子工程专业!

莘莘学子通过自己的刻苦学习,跨进了大学的校门,憧憬着自己美好的未来。你们渴望尽快地了解大学的一切,尤其渴望了解所学的专业,一系列问题萦绕在你们的头脑中。从本章开始,就你们所关心的问题,即本专业的性质、特点与地位,在校期间学什么,毕业以后干什么,怎么样学好应掌握的知识,怎么样培养自己的能力等,及时地做出回答,以便同学们尽快地进入角色。

§ 1.1 机械电子工程是什么样的专业

新生一入学就急于知道自己所学的是一个什么样的专业,本节就来回答这一问题。首先概要介绍教育部关于本专业的一些规定,然后再逐节做详细介绍。

1.1.1 教育部对机械电子工程专业的规定

关于机械电子工程专业,在教育部颁发的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》中已作了详细、准确的描述,现转录如下:

080204 机械电子工程

培养目标:本专业培养具备机械、电子、控制等学科的基本理论和基础知识,能在机电行业及相关领域从事机电一体化产品和系统的设计制造、研究开发、工程应用、运行管理等方面工作的高素质复合型工程技术人才。

培养要求:本专业学生主要学习机械工程、电子技术、控制理论与技术等方面的基本理论和基础知识,接受机械电子工程师的基本训练,培养机电一体化产品和系统的设计、制造、服务,以及性能测试与仿真、运行控制与管理等方面的基本能力。

毕业生应获得以下几方面的知识和能力:

- (1) 掌握本专业所需的相关教学和机械电子学等基本理论和基础知识,了解本专业领域的发展现状和趋势;
- (2) 掌握文献检索、资料查询及运用现代信息技术的基本方法,具有综合运用所学理论、知识和技术设计机电一体化系统、部件和过程的能力;
- (3) 掌握科学的思维方法,具有制订实验方案、完成实验、处理和分析数据的能力;
- (4) 具有对机电工程问题进行系统表达、建立模型、分析求解、论证优化和过程管理的

初步能力；

(5) 具有较强的创新意识和进行机电一体化产品与系统开发和设计、技术改造与创新的初步能力；

(6) 具有较好的人文科学素养、较强的社会责任感和良好的工程职业道德，熟悉与本专业相关的法律法规，能正确认识本专业对客观世界和社会的影响；

(7) 具有一定的组织管理能力、较强的表达能力和人际交往能力以及在团队中发挥作用的能力；

(8) 具有一定的国际视野和跨文化交流、竞争与合作的初步能力，具有终身教育的意识和继续学习的能力。

主干学科：机械工程、控制科学与工程。

核心知识领域：工程图学、工程力学、电路原理、工程电子技术、控制工程基础、传感与检测技术、机械设计基础、机械制造技术基础、微型计算机原理与应用、机电系统设计、机电传动与控制等。

主要实践性教学环节：认识实习、金工实习、生产实习、机电系统综合实践、课程设计、科研创新与社会实践、毕业设计(论文)等。

主要专业实验：工程力学实验、电路与电子技术系列实验、机电系统测控实验、机械基础实验、微型计算机原理与应用系列实验、机电控制基础实验、传动与控制技术系列实验、电子机械综合实践等。

修业年限：四年。

1.1.2 对机械电子工程专业介绍的分析与理解

根据上面的介绍，对机械电子工程专业可以明确以下几点：

1. 本专业学习的工程对象

本专业学习的工程对象是机电一体化产品和系统。如：航天工程中的火箭、人造卫星、空间站、飞船、雷达；交通运输业中的飞机、汽车、高速列车、地铁列车；制造业中的数控机床、加工中心、自动生产线(喷漆、焊接、组装生产线)；轻工业中的自动纺纱机、自动织布机、自动缝纫机、自动绣花机、饮料自动灌装生产线、印刷自动生产线、包装自动生产线；物流业中的物品自动分拣机、自动导引车、立体仓库；钢铁工业中的连轧、连铸自动生产线；另外还有各种类型的机器人。

2. 本专业所涉及的主要学科

本专业所涉及的主要学科是机械工程、电子技术、控制理论与技术、计算机技术。

3. 本专业学生应掌握的基本知识领域

本专业要求学生重点掌握本专业所需要的相关数学和机械、电子、控制、计算机等学科的基本理论和基础知识，了解本专业的发展现状和趋势，具体归纳如下。

(1) 数学：高等数学和相关的工程数学；

(2) 机械：工程图学、工程力学、机械设计、机械制造技术；

(3) 电子：电路原理、工程电子技术；

(4) 控制：控制工程、传感与检测技术；

(5) 计算机:微型计算机原理与应用、微处理器应用技术、计算机网络;

(6) 机电系统:机电一体化系统设计、机电传动与控制。

4. 学生应具有的基本能力

本专业学生通过机械电子工程师的基本训练,应具有机电一体化产品和系统的设计、制造、服务,以及性能测试与仿真、运行控制与管理等方面的基本能力。具体归纳如下:

(1) 获取知识的能力

学生应掌握课堂学习、工程实践、文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取信息(知识)的基本方法,具有终身教育的意识和继续学习的能力。

(2) 应用知识的能力

学生应具有应用所学的基本理论和基础知识解决实际机电工程问题的基本能力。具体内容如下:

① 系统分析能力

掌握系统工程的分析方法,具有对机电工程问题进行系统表达、建立物理数学模型、分析求解、论证优化和全过程管理的初步能力。

② 设计制造能力

具有较强的创新意识,掌握创新设计的方法和步骤,具有对机电一体化产品和系统进行方案论证与优化、对其零部件进行技术设计计算的基本能力,并能对已有产品或系统进行技术改造。

③ 科学实验能力

掌握科学的思维方法,具有制订实验方案、完成实验、处理和分析数据的能力。

④ 性能测试能力

能利用所学的实验和检测技术,对机电一体化产品或系统进行性能检测,并进行质量评估。

⑤ 运行管理能力

了解相关的工程知识,具有对机电一体化产品和系统进行正常保养、维护和检修的初步能力。

⑥ 组织管理能力

通过大学阶段的学习与实践,具有项目管理和行政管理的初步能力。

5. 学生应具有的人文素质

通过大学阶段的学习,学生应具有较好的人文科学素养。具体体现在以下几个方面:

(1) 有正确的价值观

学生应具有正确的价值观和较强的社会责任感,终身为人民服务,献身于中华民族伟大复兴的事业。

(2) 有良好的职业道德

学生应具有良好的职业道德,熟悉与本专业有关的法律、法规,使自己的工作一定要造福于人类,而不要妨碍或破坏人类的美好生活。

(3) 有和谐的团队精神

学生应具有较强的表达能力和人际交往能力,具有团结协作精神,在任何团队中都能发

挥很好的作用。

(4) 有锐意的开拓精神

学生应具有一定的国际视野,通过国际交流了解学科前沿,具有参加国际竞争与合作的初步能力,具有勇攀科技高峰的精神。

6. 学生将来就业方向

学生毕业后将在机电行业和相关领域从事机电一体化产品和系统的设计、制造、研发、工程应用、运行管理等方面的工作。具体内容将在 1.3 节中叙述。

本节介绍了教育部颁发的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》中关于机械电子工程专业的内容,这是本专业构建教学体系、安排教学计划的依据,也是对学生的考核标准,学生应当按上述要求随时来衡量自己,通过四年的大学生活,将自己培养锻炼成符合国家要求的高素质复合型工程技术人才。祝同学们成功!

§ 1.2 机械电子工程在国民经济中的地位

机械电子工程是研究、开发、设计、制造机电一体化产品和系统的专业,而机电一体化产品和系统是机械与电子、测控、计算机等技术相融合的产物。通俗地讲,机电一体化产品和系统就是由计算机控制的自动化、智能化的机器或生产线,其实质仍是机械。下面,我们从机械(机械电子工程)在人类社会进程中的推动作用和各国政府对该产业的重视程度,来体会一下机械电子工程在国民经济中的地位。

1.2.1 机械始终是推动人类社会进步与发展的动力

人类与动物的区别主要是人会使用工具,后来又发展为制造并使用简单机械(如杠杆、滑轮、斜面等),当时使用的动力是自然力(如人力、畜力、风力、水力等)。随着科学技术的发展,人们冶炼出铜、铁、钢等材料,又陆续发明了蒸汽机、内燃机和电动机,掀起了一次又一次的工业革命,在人类生产生活的方方面面,都设计、制造了各式各样的机器,它们减轻或代替了人的体力和脑力劳动,在解放人类的同时也提高了劳动生产率,提高了产品质量。可以说,是“工具”(机械)推动了人类社会的发展,是人们使用机械生产了物质、创造了财富,使人类得以世代繁衍生息。可见,机械在人类历史发展的进程中,一直起着推动作用。

现如今,机械已不再是单纯的钢铁器物,而是由机构和电子器件构成的,由计算机控制的自动化、智能化的机器,它们仍然是人们生产物质、创造财富、赖以生存的“工具”。因此,机械电子工程仍然是现代国民经济的支柱,机电一体化技术和产品的发展仍然是国民经济发展的推动力。可见,机械电子工程在国民经济中的地位是不言而喻的。

1.2.2 机电行业始终是国民经济的主要支柱

机电行业(制造业)在国民经济中始终是主要支柱。以我国 2006 年统计为例,当时的制造业工业增加值占全国 GDP 的 24.61%(约占 1/4);其税收占全国税收总额的 35.97%;其从业人员占全国工业从业人员的 90.13%。其他工业化国家也有相似的结果或比重更大。因此,在当前激烈的国际政治、军事、经济竞争中,机电行业仍具有举足轻重的作用,机电一

体化技术和产品受到各工业国家的极大重视,并都给予了资金支持和政策优惠。

日本政府于1971年颁布了《特定电子工业和特定机械工业振兴临时措施法》,要求日本的企业界要特别注意促进为机械配备电子计算机和其他电子设备,从而实现控制的自动化和机械产品的良好功能,进而使日本的机械产品快速地向机电有机结合的方向发展。此后,日本又将智能传感器、计算机芯片制造技术,具有视觉、触觉和人机对话功能的人工智能机器人(工业机器人、服务机器人),柔性制造系统等列为高技术领域的重大研究课题,使日本在机电一体化领域走在了世界前列。尤其是机器人技术一直处在世界领先地位。

20世纪80年代末,美国发现“机电一体化”是日本对美国的威胁,基于这种认识,当时的美国总统里根亲自主持制定了美国的新技术发展策略,对推动美国机电一体化技术的发展起到了重要作用,使美国在大型电站设备、航空、航天和制造设备方面在世界上独占鳌头,尤其是航天和计算机集成制造系统一直处于世界领先地位。

我国政府对机电一体化也特别重视。20世纪80年代初,国家科委就组织了“机电一体化预测与综合分析”、“我国机电一体化发展途径与对策”等软课题研究。从1990年开始至今,国家在五个阶段的《科学技术发展规划》中一直把发展机电一体化技术、开发机电一体化产品和系统列为重大项目。

在“八五”“九五”规划中,国家把“以电子技术改造传统产业”列为20世纪后十年发展国民经济的重要战略技术措施。

在“十五”规划中,国家将“先进制造技术与自动化技术”确定为重大专项,并将其在“863计划”中具体为:制造业信息化工程、深海载人潜器、微机电系统(MEMS)、数据库管理系统及其应用四个子项。其中,关于制造业信息化工程子项的战略目标是:“……在网络环境下,将数字化设计、数字化制造、数字化管理、数字化装备和数字化企业技术相结合……攻克制造业信息化关键技术,实现若干应用软件产品及工艺装备的产业化,培育社会化咨询服务体系,组织实施制造业信息化应用示范工程,实现设计、制造和管理的信息化的生产工艺过程控制的智能化及基础装备的数字化目标,全面提升我国制造业的竞争力。”

到2006年,国家对科学技术的发展更为重视,制定了《国家中长期科学和技术发展规划纲要》(2006—2020)。该纲要对制造业和机电一体化技术和产品,从“发展目标”“重点领域及其优先主题”“前沿技术”等几个方面都提出了明确任务。在“发展目标”栏目中指出:“经过15年的努力,在我国科学技术若干重要方面实现以下目标:一是掌握一批事关国家竞争力的装备制造业和信息产业核心技术,使制造业和信息产业技术水平进入世界先进行列……”。在“重点领域及其优先主题”栏目中指出:“制造业是国民经济的主要支柱。”并将“数字化和智能化设计制造”列为优先主题。在该主题中明确规定“重点研究数字化设计制造集成技术,建立若干行业的产品数字化和智能化设计制造平台。开发面向产品全生命周期的,网络环境下的数字化、智能化创新设计方法及技术,计算机辅助工程分析与工艺设计技术,设计、制造和管理的集成技术。”在“前沿技术”栏目中,将“先进制造技术”列为前沿技术,指出“先进制造技术将向信息化、极限化和绿色化方向发展,成为未来制造业赖以生存的基础和可持续发展的关键。重点突破极端制造、系统集成和协同技术、智能制造与应用技术、成套装备与系统的设计验证技术、基于高可靠性的大型复杂系统和装备的系统设计技术。”并将“极端制造”“智能服务机器人”和“重大产品和重大设施寿命预测技术”确定为

制造业中先进制造技术的具体立项。

对上述中长期发展纲要,在“十一五”和“十二五”规划中逐步落实。

在“十一五”规划总体目标中,对“数控机床与基础制造装备”提出了如下要求:“重点研究 2~3 种大型、高精度数控母机,开发航空、航天、船舶、汽车、能源设备等行业需要的关键高精密数控机床与基础装备;突破一批数控机床基础技术和关键共性技术,建立数控装备研发平台和人才培养基地,促进中、高档数控机床发展”。在“十一五”规划“超前部署前沿技术研究”栏目中,对“先进制造技术”提出了如下要求:“瞄准先进制造技术前沿,从提高设计、制造和集成能力入手,研究先进制造的关键技术、单元产品与集成系统,发展节能、降耗、环保、高效制造业,提升我国先进制造技术水平。重点研究极端制造技术、智能机器人技术、重大产品和重大设施寿命预测技术、现代制造集成技术。组织实施射频标签(RFID)技术与应用重大项目”。

在“十二五”规划“加快实施国家重大专项”(科研主项)栏目中,对“高档数控机床与基础制造装备”提出了如下要求:“重点攻克数控系统、功能部件的核心关键技术,增强我国高档数控机床和基础制造装备的自主创新能力,实现主机与数控系统、功能部件协同发展,重型、超重型装备与精细装备统筹部署,打造完整的产业链。国产高档数控系统国内市场占有率达 8%~10%。研制 40 种重大、精密、成套装备,数控机床主机可靠性提高 60%以上,基本满足航天航空、船舶、汽车、发电设备制造等四个领域的重大需求”。

在“十二五”规划“大力培育和发展战略性新兴产业”(产业规划)栏目中对“高端装备制造”提出了如下要求:“重点发展大型先进运输装备及系统、海洋工程装备、高端智能制造与基础制造装备等。实施高速列车、绿色制造、智能制造、服务机器人、高端海洋工程装备、科学仪器设备等科技产业化工程。研发高速列车谱系化和智能化、绿色产品设计、机器人模块化单元产品等重大关键技术,提升我国制造业的国际竞争力”,该栏目并对“高速列车”“智能制造”“服务机器人”提出了具体的指标性要求。

正因为国家及时地制定了发展机电一体化的大政方针,经过 20 多年的不懈努力,已使我国逐步由制造大国向制造强国迈进。我国自主生产的数控机床、加工中心、工业机器人、自动化仪表,以及由各类机电一体化产品集成的自动化生产线,已应用到国民经济的各个行业,不仅提高了我国的技术水平和产品质量,而且也大大提高了我国在世界上的竞争力。如今,我国生产的通信设备与系统、高速列车、汽车和一些机电产品已出口到许多国家,也促进了当地的经济建设。

由上述可知,机械电子工程是国家的重要支柱,受到国家的极大重视。国家制定的一系列科学技术发展规划为我们指出了前进的方向,展示了美好前程,对从事机械电子工程专业的人们来说,真可谓广阔天地大有作为;既感到重任在身,又感到无限光荣,应当抓住机会,学好并掌握机械电子工程专业各学科的知识,为我国机电一体化事业贡献一份力量,使我国的机电一体化产品和系统在国际市场占有一席之地。

§ 1.3 机械电子工程专业毕业生的职业方向

在《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》机械电子工程专业的“培养目标”栏目中指

出:“本专业培养……在机电行业及相关领域从事机电一体化产品 and 系统的设计制造、研究开发、工程应用、运行管理等方面工作的高素质复合型工程技术人才”。由此可见,毕业生结合所学专业就业方向有两个,一是专业技术方向,一是技术管理方向。现分述如下。

1.3.1 专业技术方向

专业技术方向就业有以下几方面的工作:设计制造、研究开发、工程应用、系统维护。简要介绍如下。

1. 设计制造

设计制造在这里针对机电一体化产品和系统而言,是机械电子工程专业从业人员的主要工作。

设计分为三类,即变异性设计、适应性设计和创新性设计。

变异性设计:在设计方案和功能结构不变的条件下,仅改变现有产品的规格尺寸,使之适用于输入量有所变更的要求。

适应性设计:在总的方案原理基本保持不变的条件下,对现有产品进行局部更改,或用微电子技术代替原有的机械结构;或为了用微处理器进行控制对机械结构进行局部适应性变动,以提高产品的性能和质量。

创新性设计:是没有参照样板的设计,即是具有自主知识产权的原创设计。它分为产品策划、概念设计、详细设计、样机试制和改进设计五个阶段(在第3章详细讲)。其中概念设计阶段主要是选择不同的功能原理,构成不同的设计方案,然后优选其一,是最具创新性的阶段,可以充分展示设计者的聪明才智和独创性;详细设计阶段是将所选定的方案变为可施工的图纸,进行评价、修正,然后画出全部施工图;样机试制阶段是将设计图纸变为样机,小批量生产,在市场上进行试销;改进设计阶段是将用户对产品(小批量生产的)的反馈意见进行分析综合以后对产品和系统进行的完善设计。从事设计的人员可以参加设计过程的某个阶段或全过程。

刚毕业的学生视产品和系统的复杂程度可以参加三类设计的部分或全部工作。

至于制造,实践性太强,是将设计图纸变为实物的过程。前言中已述及,教学内容偏重设计安排,因此,本专业在教学中只介绍了在设计中必须用的制造知识,如果学生毕业后专门从事制造方面的工作,切记要到工厂去,向工程技术人员和工人师傅学习,多实践,相信你们会很快胜任制造的技术工作。

2. 研究开发

研究开发一般是针对机电一体化产品和系统的功能原理研究和高新技术的探索。研究开发的对象可能是机电一体化产品和系统中的一个部件或一个零件,也可能是整个产品或系统。该项工作对机械电子工程专业的从业人员来说是一项具有创新性、挑战性的工作。刚毕业的学生在该项工作中,可以参与某些具体工作。

3. 工程应用

工程应用是指将机电一体化产品和系统用于工程实际,解决生产物质财富的问题。其具体工作是构建一个工厂或车间的生产工艺流程、选择有关设备、对建筑设计提出专业要求等。该项工作对机械电子工程专业从业人员来说是要求很高的工作。这类人员必须有丰富

的生产知识和经验,有实实在在的组织生产的能力。刚毕业的学生多为协助性的工作。

4. 系统维护

系统维护是指对机电一体化产品和系统的正常保养(定期、定时擦拭、注油)和检修(小修、中修、大修)工作,以保证设备安全、长期、正常地运行。在工厂里从事这类工作的从业人员相当多。刚毕业的学生有许多人从事此类工作,这是他们结合实际再学习的好机会,为今后从事设计工作、制造工作、管理工作都会打下良好的基础。

1.3.2 技术管理方向

技术管理方向就业有以下几个方面的工作:企业(工厂)管理、车间管理、项目管理、产品营销与技术支持。简要介绍如下。

1. 企业(工厂)管理

企业(工厂)的技术管理是指对整个企业(工厂)的生产、技术的管理,其职责有:接受生产任务、组织调度生产、监管设备维护、按期更新设备、主管技术革新(生产工艺革新和设备技术改造)、制定技术人员培训计划等。这类人员必须有丰富的生产知识和经验,有很强的组织能力和很高的科技水平,一般为企业(工厂)的总工程师、技术总监或总调度长。刚毕业的学生可以在总工办做辅助工作。

2. 车间管理

车间管理是指对一个车间的生产、技术管理工作,多为车间的主管工程师(或调度),其职责与“企业(工厂)管理”相似,只不过只管一个车间。这类人员的水平与“企业(工厂)管理”所需人员水平相似,刚毕业的学生可以做更多的辅助工作。

3. 项目管理

项目管理不像企业管理和车间管理那么规范,要视项目大小而定。大项目如“探月工程”,小项目如“迷宫机器人”,都有项目管理,但它们的难易程度大不相同。项目管理的共同点是:首先要立项,经批准后进入正常工作阶段,项目完成后要鉴定验收,通过验收后项目结束。这个过程的全部管理工作都要由项目负责人负责。对于大项目,项目的实际负责人可能不止一个,要组成一个专家组,推举一个组长,在组长的领导下负责项目的管理工作。对于小项目,可能只有一个人,项目管理工作就由自己做。通常大项目有许多单位参加(企业、科研单位、高校、工厂),这就要求项目负责人具有更高的水平。他们不仅要具有很广的知识面、很高的科技水平、还要具有很强的组织协调能力;项目负责人一般都是由资深专家担任。刚毕业的学生可以参与大项目管理的某些具体工作,也可以做某些小项目的负责人。

4. 产品营销与技术支持

机电一体化产品都是自动化、智能化程度很高的产品,比一般的机电产品复杂得多,因此,在营销过程中需要既懂技术又有沟通能力的人员去销售。在销售过程中,营销人员必须能精心地策划演示项目,娴熟地操作使用,并能及时地处理演示过程中出现的技术问题。这样才能尽快地把产品推销出去。

另外,产品销售出去以后,售后服务必须跟上。一方面解决用户使用过程中出现的问题;另一方面也要主动地征求用户对产品的意见,以便改进设计。