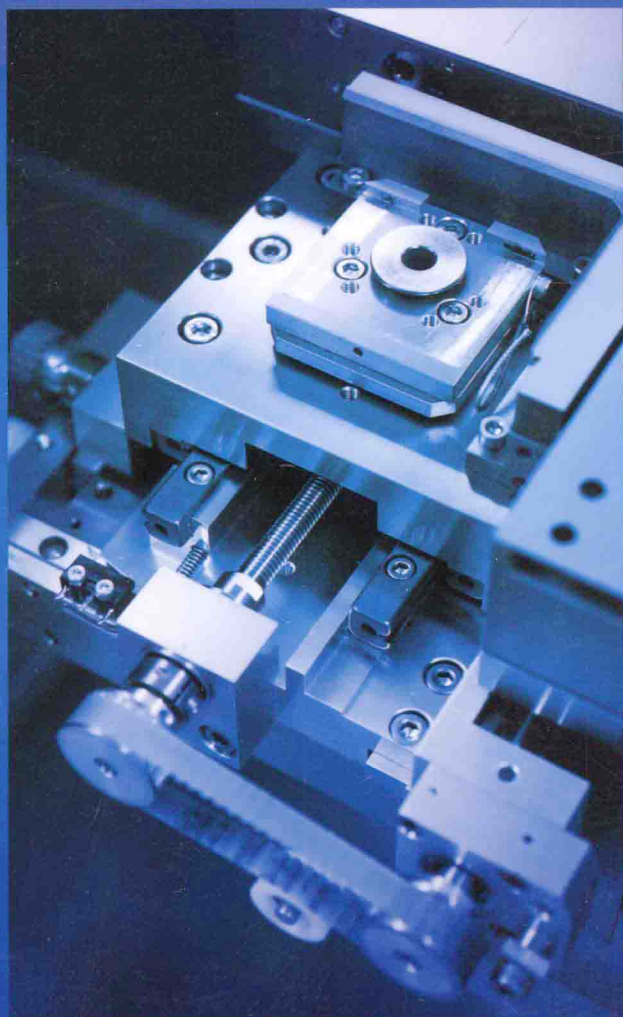


普通高等教育测控技术与仪器专业规划教材

测控技术与仪器 专业导论

INTRODUCTION TO THE MAJOR OF MEASUREMENT AND
CONTROL TECHNOLOGY AND INSTRUMENT

主编 © 王庆有



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育测控技术与仪器专业规划教材

测控技术与仪器专业导论

主编 王庆有

参编 刘 伟 王 伟 张彦陟 周著学



机械工业出版社

本书是为测控技术与仪器专业新生编写的教材,用最简洁、最易接受的语言和图片介绍了综合测量与控制,涵盖光、机、电和算等综合技术,又涉及仪器仪表行业的专业内容;介绍了该专业在国民经济与国防建设中的地位,并介绍了专业知识体系和课程体系,使学生能够了解本科阶段专业教学环节,做好学习规划。

全书通俗易懂,用实例说明专业知识,解释难懂的技术术语,紧跟科技发展大背景,展望专业发展趋势,进而激发学生的学习动力,从基础开始培养学生动手动脑的习惯,符合应用技术型教材的要求。

本书适用面广,可作为测控技术与仪器专业的本科导论课程教材,也可作为其他专业对测控技术与仪器感兴趣的学生与教师扩展专业导论知识的参考书,还可作为从事测控技术与仪器方面管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

测控技术与仪器专业导论/王庆有主编. —北京:机械工业出版社,2015.6
普通高等教育测控技术与仪器专业规划教材
ISBN 978-7-111-49935-0

I. ①测… II. ①王… III. ①测量系统—控制系统—高等学校—教材
②电子测量设备—高等学校—教材 IV. ①TM93

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第073912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:刘丽敏 责任编辑:刘丽敏

责任校对:丁丽丽 封面设计:张静

责任印制:刘岚

北京中兴印刷有限公司印刷

2015年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9.5印张·229千字

标准书号:ISBN 978-7-111-49935-0

定价:24.00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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

满怀憧憬与期望的大学新生迫切希望了解自己所学专业性质、内容、知识面和它在社会中的地位。随着人生最美好时光的到来，同学们都期望学习到终身受益的知识，使自己成长为祖国社会主义建设的栋梁之才。为了尽早让学生能够对所学专业有全面而深入的认识，激发学生的学习兴趣和树立学习目标，尽快地适应大学阶段的学习生活，制订出适合自身发展的学习规划，为大学阶段的学习生活开创良好的开端，我们编写了本书，详细介绍测控技术与仪器专业的主干学科、基础理论、知识体系、相关企业、发展方向与就业、创业等相关内容。

测控技术与仪器专业属于多学科融合，技术交叉，知识面宽，涉及光、机、电、测量与控制基础理论，仪器仪表技术、计算机技术、网络通信技术与信息技术等多学科知识，内容非常丰富。本书作为高校第一学期开设“测控技术与仪器专业导论”课程的参考教材，意在能够用深入浅出的方式为测控技术与仪器专业拉开“序幕”。

本书尽量用简单易懂的词语介绍专业内容而规避高深理论与公式推导。本书共设9章，第1章为绪论，介绍开设导论课的目的、意义，导论课的性质、基础理论课的重要性与专业课的学习方法；第2章为专业概述，介绍测控技术与仪器专业发展史，专业定位，专业的学科定位，测控技术的核心概念，测控技术与仪器的基本概念和在各个行业中的应用；第3章与第4章分别讨论测量与控制技术，是测控技术与仪器的基础；第5章讨论各种类型的企业与测控技术的关系，扩展学生对测控技术与仪器专业的理解；第6章为计量标准概述，是测控技术与仪器专业学生必须掌握的知识，是提高产品质量的关键；第7章为测控技术发展概述，测控技术在高速、高精度、非接触与遥感遥测领域发展的现状与前景；第8章为测控技术与仪器专业知识体系与课程体系的介绍，使学生对学科体系洞若观火，以便帮助学生制订专业发展规划；第9章讨论就业、创业与考研深造问题，指明测控技术与仪器专业的美好职业发展前景。

本书由王庆有教授担任主编并负责第1章、第2章和第9章的编写，周著学负责第3章的编写，刘伟负责第4章第5章的编写，王伟负责第6章第7章的编写，张彦陟负责第8章的编写。

测控技术与仪器发展迅速，应用领域极其广泛，编写中编者作出很大努力，使内容尽可能反映最新的实用测控技术与更多的仪器设备，力求紧跟专业发展方向，使学生理解测控技术与仪器专业的内容，了解测控技术与仪器专业的学生所学习的知识在国民经济与国防建设中的重要地位。激发学生学习的积极性和主动性。

本书在每个章节的结尾处都精心地设置了一些思考题，用来帮助学生理解和消化文中内容，有些是对整章内容的总结与拓展，希望学生认真学习、思考，理解和掌握书本内容。

本书旨在使学生对专业内容深入理解，学习一些前瞻性的知识，做到心中有数、

充满期待。本书是衔接中学和大学本科专业教育的重要纽带，学习过程中要结合中学阶段所学的知识，基于对本书的阅读和对思考题的解答，逐步探索出大学阶段的学习方法。

本书是在完成福建省省级教育改革项目“测控技术与仪器专业综合改革试点”过程中走访了多家企业，依据企业对人才的需求，对本专业人才培养方案进行了修订，尽量向应用技术型倾斜，课程设置、教学模式和教学方法也做了相应的修改，综合、总结其他学校和教育部教学指导委员会的指导意见编写的。在此非常感谢福建省“测控技术与仪器专业综合改革试点”项目、省内各相关企业领导和闽南理工学院各级领导的帮助和支持。

由于编写时间仓促，书中难免有不足或者错误之处，望读者批评指正。欢迎教学第一线的教师提出宝贵意见，以便改进。

编 者

目 录

前言

第1章 绪论	1	3.1.3 测量系统	34
1.1 专业导论的意义	1	3.2 传感器	35
1.1.1 专业导论的目的	1	3.2.1 传感器的定义	36
1.1.2 专业导论的性质	2	3.2.2 传感器的构成	37
1.2 高等院校	2	3.2.3 传感器的分类原则	37
1.2.1 学会生活	2	3.2.4 传感器的技术指标	40
1.2.2 学会学习	4	3.2.5 传感器的应用原则	41
1.2.3 学会交流与合作	5	3.3 传感器的基本工作原理	43
1.2.4 学会思考与研究	5	3.3.1 电阻式传感器	43
思考题	6	3.3.2 电感式传感器	43
第2章 专业概述	7	3.3.3 电磁式传感器	43
2.1 测控技术与仪器专业概况	7	3.3.4 电容式传感器	44
2.1.1 测控技术与仪器专业发展史	7	3.3.5 压电式传感器	44
2.1.2 专业定位	7	3.3.6 热电式传感器	45
2.1.3 专业的学科定位	8	3.3.7 光电式传感器	45
2.1.4 测控技术的核心概念	10	3.3.8 光纤式传感器	46
2.1.5 测控技术与仪器的基本概念	12	3.3.9 霍尔式传感器	46
2.2 测控技术的应用	15	3.3.10 谐振式传感器	47
2.2.1 在机械制造业中的应用	16	3.4 信号处理方式	47
2.2.2 在化学工业生产中的应用	18	3.4.1 模拟方式	48
2.2.3 在电力工业中的应用	20	3.4.2 模数方式	48
2.2.4 在石油工业生产中的应用	22	思考题	49
2.2.5 在冶金工业中的应用	23	第4章 控制技术概述	50
2.2.6 在煤炭工业中的应用	24	4.1 控制技术概念	50
2.2.7 在农业生产中的应用	25	4.1.1 人工控制	50
2.2.8 在国防科学与国防工程中的应用	27	4.1.2 自动控制	51
2.2.9 在医疗卫生系统中的应用	29	4.1.3 控制中的反馈	52
2.2.10 在民生中的应用	31	4.2 控制系统概述	54
2.3 测控技术的历史渊源	32	4.2.1 自动控制系统	54
思考题	32	4.2.2 仪器仪表在控制系统中的应用	57
第3章 测量技术概述	33	4.2.3 传感器在控制系统中的应用	59
3.1 测量技术的概念	33	4.2.4 计算机在控制系统中的应用	64
3.1.1 测量	33	4.2.5 智能控制系统	69
3.1.2 测量技术	34	4.2.6 在线测量技术	74

思考题	76	7.4 遥感遥测技术概述	111
第5章 企业与测控技术的关系	77	7.4.1 遥感技术概论	111
5.1 企业概述	77	7.4.2 遥测技术概论	116
5.1.1 工业企业看测控技术	77	思考题	118
5.1.2 规模企业看测控技术	79	第8章 测控专业的知识体系与课程	
5.1.3 高新技术企业看测控技术	81	体系	120
5.1.4 非工业企业看测控技术	83	8.1 测控专业人才培养方案与要求	120
5.1.5 质量监管部门对测控技术要求	85	8.1.1 培养目标	120
5.2 生活中的测控技术	87	8.1.2 培养要求	120
5.2.1 食品安全与测控技术	87	8.2 测控专业的理论基础和知识体系	121
5.2.2 生活质量与测控技术	88	8.2.1 理论基础	121
思考题	90	8.2.2 知识体系	121
第6章 计量标准概述	91	8.3 测控专业的主干学科与课程体系	122
6.1 国家计量标准	91	8.3.1 主干学科	122
6.1.1 国家计量标准概述	91	8.3.2 课程体系	122
6.1.2 国家计量标准的使用	91	8.4 实践教学	128
6.2 企业标准	93	8.4.1 实验教学	128
6.2.1 企业标准概述	93	8.4.2 课程设计	129
6.2.2 企业标准的作用与意义	94	8.4.3 毕业设计	129
思考题	95	思考题	130
第7章 测控技术发展概述	96	第9章 就业、创业与考研深造	131
7.1 高准确度测量技术	96	9.1 就业	131
7.1.1 高准确度测量技术概述	96	9.1.1 就业前景	131
7.1.2 高准确度测量仪器	104	9.1.2 就业准备	133
7.2 快速测量技术	106	9.2 创业	134
7.2.1 快速测量技术概述	106	9.3 考研深造	135
7.2.2 快速测量方法	107	9.3.1 考研方向	135
7.3 非接触测量技术	108	9.3.2 考研准备	138
7.3.1 非接触测量技术概述	108	思考题	140
7.3.2 非接触测量方法	108	参考文献	142

第1章 绪 论

测控技术与仪器专业是本科仪器类的唯一专业，主要研究利用各种仪器仪表完成力学、光学、电学、磁学、热学和原子物理等物理量与主观量的检测，利用检测数据控制量的变化，使其向人们需要的方向发展或使其控制在一定的范围内。内容非常丰富，例如加工一个阶梯轴，需要机床按着事先确定的程序从毛坯料开始车削，车削过程需要不断的检测是否符合图样要求，不足则继续车削，满足公差带的要求，就要停止加工，进入下一工序的切削操作。可见，测与控是不可分割的技术环节。

仪器或仪表是利用力学、光学、电学、磁学、热学和原子物理等学科的原理、定律（或规律）研制的，同时它们又用于检测上述学科所产生的各种现象，例如位移、运动速度、加速度、发光强度、光照度、电流、电压、电功率、磁场强度和温度等参数。显然，仪器仪表的服务面非常之宽。任何与测量相关的企业与行业都离不开仪器仪表的服务。因此说测控技术与仪器专业的发展关系到国防与国民经济各个部门。

仪器仪表的研究肩负着为先进制造业、农业、商业、能源、环保、航空、航天、国防科技等部门培养人才的重任，观察、检测、测量、计算、记录自然现象，实施人为干涉、干预，使之向有利于人类生活方向发展。测控技术与仪器专业对国家安全、国民经济发展和人类文明起到至关重要的作用。

为了国家安全，必须发展国防科技，“落后就要挨打”是颠扑不破的真理。掌握先进的武器是保卫祖国、制止战争的利器。而先进武器的研制过程离不开测控技术与仪器专业人才的辛勤工作。

1.1 专业导论的意义

怎样让刚踏入大学校门的学生了解“测控技术及仪器”专业的确切含义？它需要学习哪些基础知识？学习哪些专业课？掌握哪些技能？大学4年能够学习到哪些知识？将来能够从事哪些行业？从事怎样的工作？就业前景如何？在国民经济和国防建设中能够发挥的作用和价值又是如何？这一系列问题都需要通过学习《测控技术及仪器专业导论》得到基本的解答，导论课将针对这些实际问题逐一展开讨论，给出理想的答案。让刚刚进入大学校门的学生了解大学教育，了解大学与中学的差异，更快、更早地适应大学学习与生活的氛围，勾画出大学期间的学习、生活与发展的蓝图。

让导论课成为整个大学学习的序幕，序幕拉开，美好、壮丽、内容丰富的大学生活将从此开始，人生最美好的时光从此到来。

1.1.1 专业导论的目的

专业是高等学校根据社会分工需要而划分的学科门类。教育部高等教育司于2012年9月正式颁布实施《普通高等学校本科专业目录（2012）》中列出13个学科门类，每个门类

中包含了多个专业，例如第8学科门类为工学（08）包含0801~0831共31类专业，测控技术与仪器为0803仪器类中的唯一的专业的，代码为080301。

随着社会的发展、科技的进步，学科门类也在适应科技发展过程中不断的分离、整合、调整与发展。每个专业都有自己的历史渊源，有自己描述问题和研究问题的词汇和方法。专业导论的一个任务是介绍专业衍生发展的过程，帮助学生理解所学专业的发展规律，充分认识专业的社会价值与专业的成长、发展的历史。认识历史才能展望其未来发展。

专业导论的另一个任务是帮助学生认识大学的生活、学习与发展，尽快地从初等教育模式上升到高等教育阶段，掌握高等教育阶段的学习、思维与处事方法，尽快适应高等学校中集体生活、独立思考、认真研究和抓住发展机遇的基本能力。

1.1.2 专业导论的性质

专业导论是将本学科专业做整体概述性的介绍，使学生认识专业的培养目标、所学课程、课程内容的衔接、课程之间的相关性和每门课程对完成培养目标的贡献。理解实施的教学计划、教学各环节安排的意义，帮助学生理解每门课程，以便更好地将自己培养成专业需要的人才，成为合格的毕业生，成为对国家有益的人才。

专业导论的另外性质是对专业进行全面的介绍。测控技术与仪器内容广博、知识领域宽，剪系统性强。专业导论课对专业内容介绍的原则如下：

1) 尽量以通俗易懂方式给出专业所涉及的最基本原理和核心概念。重点介绍主干学科与主干课程的内容，帮助学生了解时代发展的特征，适应测控技术突飞猛进发展的形势，理解专业的前沿技术。

2) 专业所需的高深数理知识、理论与基本技术的描述采用简单扼要的方式，只要求学生“知其然”，把“所以然”的问题留在后续课中解决，仅起到“序幕”的作用。

3) 尽量引导学生思索、提问，设定相关问题展开主题讨论，不求彻底解决，但求增强师生沟通的路径。

4) 强化素质培养、能力培养，让学生在大学开始阶段就认识到多学科交叉是现代科技发展的总趋势，需要树立“终身学习”的思想，明白打好坚实的理论基础才能紧跟技术创新发展的道理，大一是学习基础理论阶段，是大学学习的重要时期，要抓好大一的课程学习。

1.2 高等院校

高等院校指按照国家规定的标准和审批程序批准创办的高等学校，高校学生需要通过普通、成人高等学校全国统一招生考试，经各省教委招生办批准录取。普通高校以普通高中毕业生为主要培养对象，实施高等教育的全日制大学、民办院校、独立学院和职业技术学院，另外还包括高等专科学校、广播电视大学、职工大学、业余大学、职工医学院、管理干部学院、教育学院、普通高校的成人（继续）教育学院等大专类学校。

1.2.1 学会生活

刚刚跨入高等院校大门遇到的第一个问题是生活问题。进入高校，焕然一新，集体生活、独立自主，不再每天得到父母的呵护与管教。需要在集体大环境中料理好个人的日常生

活，在班集体大家庭中过好集体生活。

大学期间是将来就业、深造学习和创业发展的重要准备阶段。需要对下面四个基本素质进行培养与锻炼。

1. 道德品质基本素质

树立正确的人生观、价值观；应该坚持社会主义核心价值观。社会主义核心价值观共有24个字，即：富强、民主、文明、和谐，自由、平等、公正、法治，爱国、敬业、诚信、友善。其中“富强、民主、文明、和谐”是从国家层面要求的价值目标；“自由、平等、公正、法治”是社会层面的价值取向；“爱国、敬业、诚信、友善”是公民个人层面的价值准则。这个概括，实际上回答了我们要建设什么样的国家、建设什么样的社会、培育什么样的公民的重大问题。

“爱国、敬业、诚信、友善”是每个人都要做到的，生活在我们伟大的祖国，她生你，养你，哺育你，你不热爱她是没有任何道理可讲的，就应该像爱母亲那样热爱祖国。

爱岗敬业是公民的美德，也只有爱岗敬业的人才能够在平凡的岗位上有所造就，做出可歌可泣的事业。

“诚信、友善”，以诚相待，友好为人才能处理好人与人的关系，坚持“诚信、友善”才能团结大多数，才能办成大事。

习近平总书记在2014年9月9日第30个教师节前夕同北京师范大学师生代表座谈时讲道：“学生时代是人一生最美好的时光，长身体、长知识、长才干，每天都有新收获，每天都有新期待。我希望在座的同学们，也希望全国2.6亿在校学生，珍惜学习时光，多学知识，多学道理，多学本领，热爱劳动，身心健康，茁壮成长。”多么精辟，多么全面的概括，需要我们认真体会。

2. 文化素质

应努力做到博览群书，提高自己科学、文化、自然、历史、地理等方面的基本素养。文化素质是学会生活的关键问题，有文化素质的人做事与素质低的人是不同的，个人的表现无时无刻地反映他的素质。

例如，乱刻乱画的学生暴露了素质的低下，在大庭广众之下大声喧哗能够说他素质高吗？而爱护公物，人走灯熄，见长流水主动关闭，乐于助人的人表现出素质的高尚。素质高尚的人处处受到称赞，文化素质低下的人不可能受人尊重。

3. 健康体魄

身体是工作、学习的重要承载者，理想需要良好的体魄作为保障才能实现。因此，抓紧一切可以利用的时间锻炼身体，参加各项体育项目，遵守作息时间，合理安排工作、学习和活动的时间显得非常重要。

人是大自然的产物，人体的生物规律与自然规律有着内在联系，人体依据自然规律形成的生物作息与运转规律也称“生物钟”。生物钟的正常运转是人体健康、长寿、益智、欢愉、增美的保证。我们也要按照自然规律生活、工作与学习。

人体各个器官有其工作时段或称为“程序”，例如，晚上21~23点为免疫系统（淋巴）的排毒时间，此段时间应安静，完成入睡前的准备。晚间23点~次日凌晨3点为肝脏的最佳排毒时段，人在熟睡中肝脏很好地完成排毒工作，为了保护肝脏，应在22点进入深度睡眠状态。凌晨1~3点为胆的排毒时段，熟睡能够确保胆囊顺利排毒。凌晨3~5点为肺的排

毒时段，清晨咳嗽是肺排毒的表现，并不可怕。凌晨5~7点为大肠的排毒时段，上厕所排便，帮助大肠完成排毒任务，当然到了应该起床的时间，做好新的一天生活、工作的准备。所谓“早睡早起身体好”的道理就在于此。养成良好的生活习惯，是身体健康的重要保障。

一些违背自然规律的学生，夜里不睡，精神兴奋，上网、聊天、看电影，他的肝、胆不能顺利完成排毒工作，人体得不到良好的休息；早晨睡懒觉，大肠不能及时排毒，急急忙忙起床，顾不得吃早餐就得拖着疲惫的身躯去上课，疲惫、困倦的身体怎样才能提供认真听课的保障？坚持不了多久，趴在桌上昏睡，既耽误学习，又因违背自然规律使人体器官受到损害，久而久之将遭受自然的惩罚。因此一定要注意天人合一，与自然和谐相处，确保健康的体魄。白天要以充足的精神投入学习，认真听取老师的讲解，课后认真看书、学习；到了夜晚应该按时休息、睡觉，让我们肌体各个器官按时休息或完成排毒工作。有良好的身体，才能保障学习、工作顺利完成，为今后报效祖国准备好健壮的身体。

1.2.2 学会学习

科学的学习方法将使人的才能得到充分的发挥，并能带来高效率 and 乐趣。宋朝思想家朱熹说过：“无一人不学、无一事不学、无一时不学、无一处不学”。这是用功的人生学习态度。

有一句话说，“站在别人的肩膀，可以看得更远”，就充分说明善用别人的长处与资源，善于读懂别人的思想，更有利于自己的成长。

学习是人类认识自然和社会、不断完善和发展自我的必由之路。无论是一个人、一个团体，还是一个企业、一个民族，只有不断学习，才能获得新知，增长才干，跟上时代。我党一再强调的“形成全民学习、终身学习的学习型社会，促进人的全面发展”，就是从深度和广度上对学习提出了新的更高的要求。

学习有“主动”与“被动”之分。主动学习，是把学习当作发自内心的、反映个体需要的活动；被动学习，则把学习当作一项外来的、受迫的不得不接受的活动。

主动学习的习惯，本质上是视学习为自己的迫切需要和愿望，坚持不懈地进行自主学习、自我评价、自我监督，必要的时候进行适当的自我调节，使学习效率更高、效果更好。

主动学习主要包括七个方面的内涵。

1) 把学习看成自己的事，体现在希望学习好每个细节，尽量不需要别人的提醒，做好自我管理。当然，不是每个人都是天生“爱”学习的，需要培养主动学习的习惯，有时也需要别人的提醒和帮助。

2) 对学习有如饥似渴的需要，随时随地，只要有一点时间就用来学习。鲁迅说，他只是把别人喝咖啡的时间用在了读书上。他还说，时间就像海绵里的水，只要愿意挤总会有。事实上，一个人如果养成了主动学习的习惯，就永远不会抱怨时间不够用，因为随时随地，只要有空闲，他首先想到的事情总是学习，能够把零散的时间都利用起来。

3) 对自己的学习及时做出有效的评价。在学习过程中，不仅学习水平在不断提升，兴趣与爱好也在不断地改变，应及时准确地思索、评价和调整，确保学习质量和进度的提高，使学习效果更好。

4) 主动学习能够不断调节自己的学习行为，适应不同的环境和需要。很多时候身边的环境并不能由自己决定，环境发生变化的时候，是抱怨还是想办法适应很重要，把精力放在

抱怨上不如放在想办法适应上。能够适应各种不同的环境，是主动学习的表现，也是锻炼多种能力和丰富人格力量的机会。

5) 主动学习要坚持，尤其是遇到困难的时候更应该想到坚持不懈的意义。能够打好“顺风球”，不能打“逆风球”的球队不能成为好球队，学习也是这样，能够在遇到困难的时候想到坚持，坚决克服困难，是主动学习的重要标志。

6) 主动学习要正确对待自己努力与获取别人帮助和帮助别人。一方面要靠自己主动学习，刻苦钻研，另一方面相互讨论、互相帮助、互相提高。越是学习好的学生，越是有思想的人，不刻意追求别人帮助，能埋头钻研肯定会在学术上获得更深的造诣，陈景润教授是最好的典范。但是如果能够积极主动地与同事、同学沟通、交流和研讨，互相帮助，进步将会更快、更好。

7) 要讲究学习方法。大学期间有很多好的学习方法，课堂上聚精会神地听老师讲课，抓住每节课的知识点，认真领会。课后要回忆老师的讲解，找出要点，对所学内容进行梳理、判断，找出纲领，重点，进行记忆。每做一道习题都要分析它利用了哪些基本定律和计算公式，采用了哪些技巧。通过总结不但能够使知识系统化，而且能够使基本定律和计算公式的应用，成为自己掌握的基本知识。

1.2.3 学会交流与合作

社会是由多个集体构成的，为集体（班级与学生会）做好工作的关键是团队合作，原因很简单，个人的力量总小于团队力量，个人智慧再强也不如团队智慧强，只有同心协力的合作才能办好每一件事。

要大事着眼，小事着手。能够做好小事的人才可能做成大事，做好大事。

在现代科学技术发展条件下，越来越多的科研难题都是由多个单位合作、攻关，共同研究完成的。群体合作业已成为现代社会活动的主要方式。在学校里学会团队合作，将终身获利，能为将来的发展打下坚实的基础。

在知识激增的今天，更新速度不断加快，任何人不可能是“全才”，因此，必须培养互相学习，紧密合作，在团队的协作中更好地增长才能，依靠合作完成目标，实现自我的成长。

积极参与集体活动，学会团结、互助，仅此才是成功之道。帮助别人本身就是帮助自己。这句话怎样理解？教育别人首先要教育自己，这是另一个关键问题。从自我做起，净化环境首先要净化自己。这是和谐社会的根本保障。

坚持以人为本，处处想到他人，为他人着想，合作肯定愉快，成功概率会不断提高。

要关注“大学生创新创业训练计划项目”，这是国家、省和学校为提高我们大学生的创新设计能力提供的重要平台，利用好国家、省和学校给予我们创新锻炼的条件，争取获得更多的成果，得到创新思维与实际动手能力的锻炼。在创新训练项目组内部要进行明确的分工，明确各自承担的责任和应完成的任务，明确自己的担当对整体项目的影响，项目组内要提倡合作，不但要通过合作完成创新设计任务，还要通过合作得到“合作”方面的锻炼，在共同完成创新训练计划项目后分享胜利的快乐。

1.2.4 学会思考与研究

学会思考是大学阶段的重要内容，中学阶段老师对学生的教育常常是灌输的方式，很少

应用“启发式”教育，大学阶段的学生已经能够独立思考，也应该独立思考了。要在掌握基本概念与基本理论的基础上学会应用它分析、解决基本应用问题，这就是研究。

进入大学，最先遇到的理论课是“高等数学”，它与初等数学有着本质的差异，“极限”与“微积分”概念的引入不可轻视。大学物理的基本定律与高中物理似乎没有太大的差异，但是，它是用“微积分”的观点解释物理现象和规律的，需要重新认识。反复、认真地学习、才能真正地理解与掌握。这就是研究，用所学到的理论分析物理现象，观其然研究其所以然。

提倡主动学习，勤于思考，敢于质疑，把问题提出来。要注意很多问题的答案不是唯一的，解决问题的方法与思路也有多样化的问题，比较、选择是很重要的。哪种方法更好，哪种方法更容易理解，追求较好、更好。

看教材或参考书时，要紧紧围绕概念、定理、法则、公式和基本原理，思考它们是怎么形成与推导出来的，需要什么环境与条件，与哪些知识有关联。不要“死记硬背”，要分析缘由，要理解，理解了才有利于记忆。养成追根溯源，问个究竟的思想方法非常有利于今后的成长。

提高分析问题和解决问题的能力是非常重要的。有人说，大学并不难学，关键是掌握方法，提高认识事物的能力，学会思维。

进入大学阶段，已经是成年人了，要能够管理好自己，增强判断是非的能力，不要再依靠家长，依靠老师。要为自己的前程着想，不要人云亦云。

要树立责任心，不但对自己和家人负责，更应该对社会负责任，始终想着做一名有利于社会、有利于国家、有利于人民的人，是非常重要的关键问题。

成年人要懂法律，既要有自由，又要受法律约束，既要享受社会赋予我们的福利待遇，又要懂得作为社会一员，尽到自己应尽的责任与义务，受道德的约束，道德底线不可突破。

希望同学们尽快适应大学的生活环境、学会学习、学会交流与合作、学会思考与研究，尽快立志成才。

思考题

1. 举例说明测量与控制为什么不能分开。
2. 你能够从网络上查找几个典型的测量与控制的仪器与设备吗？
3. 大学教育与中等教育的差异是什么？为什么大学教育强调理解与思索？
4. 你的生活规律与自然规律和谐吗？了解人体器官的工作时序后，能否改变自己不科学的生活起居规律？
5. 你的学习方法需要怎样改进？为什么提倡将一门课或一个学科的知识穿成串，便于理解与记忆？
6. 你的高等数学课学得怎样？建立起用微积分的观点观察、解释物理现象的思考问题方法了吗？
7. 将自己培养成为有用之才、栋梁之才的要素有哪些？

第2章 专业概述

2.1 测控技术与仪器专业概况

测控技术与仪器专业是在精密机械基础上将光学、电学和计算机、信息(网络)、测量和控制技术融为一体的专业,研究信息获取、存储、传输、处理和控制的理论与技术,同时要兼顾各种测量与计量标准及产品质量管理。

2.1.1 测控技术与仪器专业发展史

新中国成立后,百废待兴,急需仪器仪表技术人才。1952年,由天津大学、浙江大学率先筹建了“精密机械仪器专业”和“光学仪器专业”,以便满足工业、企业发展的需要。

随后,国内其他高校也相继筹建仪器专业,并借鉴前苏联的办学模式,适应于各种仪器、仪表类别的专业不断涌现,计量仪器、光学仪器、计时仪器、分析仪器、热工仪表、航空仪表、航海仪器、电子测量仪器、科学仪器和医疗仪器等十多个仪器、仪表类专业相继产生,形成专业群。

1978年,随着改革开放的进展,过细的产品分类式的专业教育已不能适应新时代技术交叉融合发展的需要。至1998年教育部颁布本科专业目录,把仪器仪表类原有的11个专业归并为一个专业,称为“测控技术及仪器”专业。

进入21世纪以来,仪器仪表企业发展速度空前高涨,对测控技术与仪器专业人才的需求急速增加,学生规模也快速扩大。

为促进仪器仪表学科的发展,教育部批准成立“2006~2010届仪器仪表学科教学指导委员会”,由天津大学的胡小唐教授任主任委员。本届教指委在总结五年期间工作时指出:“开设仪器科学与技术本科专业的院校从2005年的199所增加到2010年的263所(包括新增加的41所独立学院),增长32%。本专业在校生人数由2005年的59800人增加到2010年的86500人,增长44%。测控技术与仪器专业呈现招生、就业两头热的局面,2006~2009年,全国测控专业就业率大于85%,高于全国平均水平。2007年,全国普通高校226个规模以上专业就业情况排名,测控专业列第34位”。不难看出,办学规模大幅度提升,专业发展形势一派大好。

根据2012年9月教育部出台“普通高等学校本科专业目录和专业介绍”的精神,凡是开设目录中所列专业的学校不必再进行“申报”,可以直接根据高教[2012]9号文件规定进行登记、备案。为此,预计测控技术与仪器专业将以更大的幅度增长。

2.1.2 专业定位

“测控技术与仪器”专业是由多个仪器仪表类专业合并而成的大型专业,涵盖机械加工、设备制造、石油化工、冶金轧制、航天航空、远洋运输、地质地理、材料分析、生物工

程、医药工程、天文地理、农产品深加工等行业领域的测量，控制领域都无法分离的测量控制技术及其仪器设备。

“测控技术与仪器”专业指对信息进行采集（传感）、测量、存储、传输、处理与控制的手段和设备的综合技术。它包含信息的采集技术、测量技术、控制技术、网络传输技术和用来支持这些技术的仪器、仪表及系统，内容极其丰富。如图 2-1 所示，它涵盖信息采集、测量、控制三要素，是缺一不可的三要素。信息采集技术好比人的眼睛与大脑，它将外界信息收入眼中，送入大脑形成各种指令，指令形成的过程需要比对、经验和思索，即“测量技术”包括测量方法、测量仪器与测量系统，产生的测量结果为指令提供“依据”，指令形成后发给肢体形成动作，肢体的动作相当于“控制”。例如，人在驾驶汽车行驶的过程中，人眼在不断地采集路面前方的路况信息，测量前方的障碍物的大小、性质、距离、运动方向与速度，属于信息采集与测量。测量结果还要通过神经系统传送给“控制系统”，是用手操控方向盘躲避还是减速慢行，是“脚踩油门”还是“脚踩刹车”都是操作控制。三者缺一不可，整体运行才能完成预定目标。

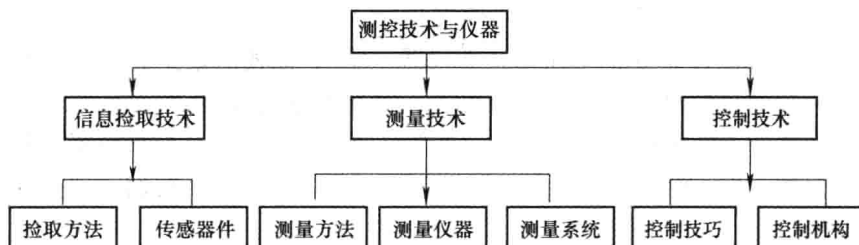


图 2-1 测控技术与仪器专业内容

测控技术与仪器服务于国民经济各个部门，是各个部门正常运转的保障，涉及的知识面很宽，是将各个行业的测控技术与仪器的核心内容抽取出来集中研讨。

测控技术涉及电子学、光学、精密机械、计算机、网络、信息与控制理论与技术等多项学科，主要研究各种高速度、高精密度的测量和控制技术的新原理、新方法和新工艺。

它具有一定的深度与广度，因此，含有本科、硕士与博士等学位，根据不同行业和层次的需要培养人才。

学校处于不同的地域，地域的差异面对的服务目标也要有所差异。专业定位要根据本校的特点和所处的环境确定服务的面向，有所侧重，不可面面俱到。

2.1.3 专业的学科定位

我国高等教育本科专业按学科门类设置，博士、硕士研究生专业按学科大类（一级学科、二级学科）两个层次设置。

按照 2012 年我国教育部公布的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》规定“测控技术与仪器”专业属于工学范畴中的仪器类，俗称工科专业，本科毕业获得工学学士学位。专业介绍明确指出了培养目标和培养要求。并对主干学科、核心知识领域和核心课程做出明确的规定。

(1) 培养目标

本专业培养专业知识、实践能力，综合素质全面发展，掌握测量、控制和仪器领域的基

础理论、专门知识和专业技能,掌握信息获取、传输、处理和应用的技術方法,培养具有测量控制领域技术集成和仪器综合设计应用能力的复合型工程技术人才,能在国民经济各部门从事测量控制与仪器领域的科学研究、设计制造、技术开发、应用研究、质量控制和生产管理等工作。

(2) 培养要求

本专业学生主要学习测量理论、仪器设计与测控系统集成技术基础,学习测量、控制和仪器相关的光学、机械工程、电子与计算机科学、自动控制等理论与技术基础,通过多种教学环节和工程实践,接受现代测控技术等基础训练,具有测控系统和仪器设计、开发及集成应用能力。

毕业生应获得以下几方面的知识和能力:

1) 掌握测量理论、测量控制技术、测控系统和仪器分析、设计与集成应用的基本理论和专业知识。

2) 掌握分析和解决测量、控制和仪器领域实际问题的基本技能和方法,具有综合应用光学、机械电子、计算机技术、控制等领域知识的能力。

3) 具有判断性思维、创新意识和科学研究的基本能力。

4) 熟悉国内外产品质量控制和安全生产的政策、法规,对目前国内外本专业常用的技术规范 and 标准有一定的了解,熟悉市场经济、企业管理等基本知识。

5) 至少掌握一门外语,能熟练阅读本专业外文资料,具有国际视野和跨文化环境下的沟通与交流的初步能力。

6) 具有良好的职业道德、敬业精神和社会责任感。

7) 具有较扎实的自然科学基础,较好的人文素养,较强的语言文字表达、交流沟通和团队合作的能力。

8) 具有终身学习意识和获取新知识的能力。

(3) 主干学科

仪器科学与技术、控制科学与工程、光学工程、信息与通信工程。

(4) 核心知识领域

数理基础、传感与信息获取、测量理论与测试技术、测试信号处理、计算机技术、测控总线及数据通信、控制理论与控制技术、仪器设计与制造、仪器性能测试与评价、控制系统分析、设计及集成等。

《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》中对核心课程是以示例的方式给出,意在各个高校可以根据自己的特点和服务对象进行选择。以下给出三个核心课程示例。

(5) 核心课程示例

示例一:电路基础(64学时);计算机结构与逻辑设计(64学时)、电子电路基础(64学时)、信号与系统(48学时)、自动控制原理(52学时)、微机系统与接口(48学时)、工程力学(54学时)、工程光学(56学时)、信息通信网络概论(56学时)、仪器科学与技术概论(16学时)、传感器技术(56学时)、精密机械设计基础(64学时)、智能仪器设计技术(56学时)、测试信号分析与处理(48学时)、误差理论与数据处理(34学时)、现代控制理论(34学时)、导航定位控制与应用(32学时),学科与专业选修课不少于12学分。

示例二:电路分析基础(68学时)、信号与系统(68学时)、电路信号与系统实验(15学时)、模拟电子技术基础(60学时)、数字电路与逻辑设计(46学时)、C语言程序设计

(45 学时)、微机原理与系统设计 (78 学时)、电子线路实验 (I、II、III) (23 学时)、数字信号处理 (46 学时)、电磁场与电磁波 (46 学时)、射频模拟电路 (46 学时)、自动控制理论基础 (46 学时)、传感器信号调理 (60 学时)、电子测量技术 (54 学时)、单片机原理与程序设计 (54 学时)、自动测试技术 (54 学时)、软件技术基础 (54 学时)、测量控制与仪器仪表新技术讲座 (16 学时), 学科与专业选修课不少于 12 学分。

示例三: 工程力学 (54 学时)、工程图学 (80 学时)、机械设计基础 (85 学时)、电路与电子技术 (128 学时)、自动控制原理 (40 学时)、微机原理及其应用 (56 学时)、传感器技术 (48 学时)、误差理论与数据处理 (32 学时)、工程流体力学 (40 学时)、热工基础 (48 学时)、仪表电路设计 (40 学时)、应用光学 (40 学时)、物理光学 (48 学时)、测控电路 (40 学时)、热工仪表控制系统 (40 学时)、自动检测技术 (80 学时)、精密仪器设计 (40 学时)、精密测量技术 (80 学时), 学科与专业选修课不少于 20.5 学分。

(6) 主要实践性教学环节

金工实习、电子实习、生产企业实习、课程实验、课程设计、创新实验、毕业设计(论文)、社会实践调查等。

(7) 主要专业实验

传感器技术实验、测试理论与检测技术实验、仪器设计实验、测量系统建模与数据处理实验、智能化仪器与网络化实验、测控系统综合设计实验、仪器性能测试与评价等。

可以看出, 根据学校具体情况确定专业的服务对象, 掌握基本理论与技能是非常重要的。

2.1.4 测控技术的核心概念

测控技术研究的是如何运用各种技术与工具延伸人对信息捡取、处理、控制和操纵的能力, 使动态生产的产品质量稳定、可靠, 成品率高, 过程控制要求做到准确、效率高、能耗低并且稳定可靠。

测控技术的核心是信息、控制与系统集成, 尤其是在高度复杂系统中获取核心与关键信息, 发出各种控制指令, 并准确执行各种动作, 使整个系统能够长期稳定地工作。因此, 发展测控技术具有很大的挑战性, 产生深远的社会效益和巨大的经济效益。大力发展测控技术对国防、维稳、社会的进步与人类文明有着极其重要的意义。

用一个相对简单, 易于理解的实例说明测控系统, 如图 2-2 所示为浮球式水箱液位自动控制系统示意图。它由进水管、进水阀门水池、出水管、出水阀门和浮球等部件构成。

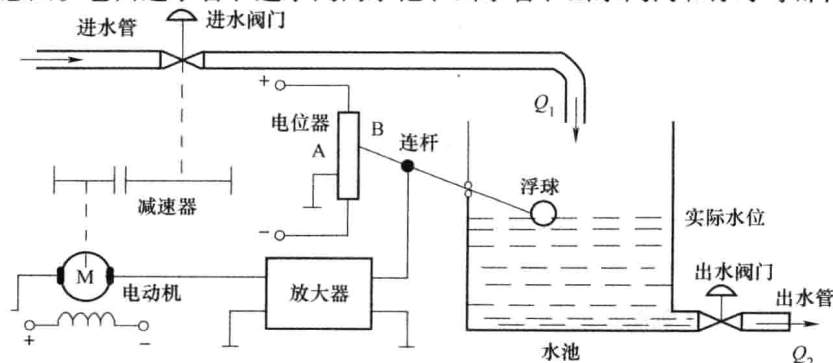


图 2-2 浮球式水箱液位自动控制系统示意图