

高等学校教材

# 物联网（通信）导论

闫连山 著



 高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

## 内容简介

本书以“大信息”为主导思想,首先对大学新生如何融入大学的学习与生活进行了引导,并介绍了物联网和通信工程专业的专业知识体系和职业规划;然后围绕物联网的技术内涵,分层次地介绍了物联网的体系结构、感知层、通信网络层和应用层的相关技术;进而围绕通信与网络,介绍了通信系统的相关基础知识,以及无线通信和光纤通信的内容;最后介绍了物联网的典型应用。本书除了介绍基本知识外,更注重对学生的引导,尤其是通过漫话和讨论引导学生思考,兼备知识的基础性和前沿性。

本书可作为物联网工程和通信工程专业导论课教材,也可作为信息类其他专业科普参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

物联网(通信)导论/闫连山著. --北京:高等教育出版社,2012.7

ISBN 978-7-04-034750-0

I. ①物… II. ①闫… III. ①互联网络-应用-高等学校-教材 ②智能技术-应用-高等学校-教材 IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 141097 号

策划编辑 吴陈滨 责任编辑 许怀睿 封面设计 于文燕 版式设计 王艳红  
插图绘制 尹文军 责任校对 陈旭颖 责任印制 张福涛

---

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街4号	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
邮政编码	100120		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
印 刷	北京天来印务有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
开 本	787mm×1092mm 1/16		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
印 张	13.75	版 次	2012年7月第1版
字 数	300千字	印 次	2012年7月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	25.00元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 34750-00

# 序

在高等院校设立物联网工程专业是国家战略新型产业人才培养的重要举措之一,自2010年以来已经有两批数十所高校获准建设。“物联网”作为新一代信息技术发展的标志,无论对技术、产业还是教育来讲都具有相当大的挑战性。一般来讲,高等教育既要满足知识培养的系统性要求,也要具备较为充分的人才出口基础。绝大多数情况下,一个专业的设立是在产业或技术发展到相对稳定或成熟时才设立。另一方面,任何新生事物都充满了机遇,物联网更是如此。因此,建设好物联网工程专业对于我们高等教育工作者来讲,机遇与挑战并存,需要大家的共同努力。

在相关部门和机构的支持下,首批设立物联网专业的大部分高校于2010年8月底联合成立了“全国高校物联网及相关专业教学指导小组”。作为小组顾问之一,我一直尽我所能,为专业建设各个方面提出建议。作为一个新专业,教材缺乏显然是我们面临的主要问题,因此,指导小组也把编写物联网工程专业关键教材作为主要工作之一。导论课作为引导大一新生的首门“专业”课,在整个课程体系中具有举足轻重的作用,因此,对这门课程的教材要求也较高。闫连山教授结合他本人前些年讲授“通信导论”课程的体会,以及对物联网“大信息”概念的理解,经过一年多的努力,将《物联网(通信)导论》教材完成。整部教材循序渐进,从对大学新生的学业和专业引导开始,以物联网的三个系统层次贯穿所涉及的知识,同时兼顾了通信工程专业导论课程所需要的内容。

在我看来,这本教材充分体现了“导论”的本意,既避免了目前大多数物联网导论(或概论)教材的深奥理论或复杂讲述,又综合考虑了大一新生的知识基础与专业兴趣。教材中包含了闫连山教授许多有益的尝试和独特的思路,例如对物联网采用“八股”的方式简化,采用漫话方式引入知识点,每个章节将基础知识和深入知识(包括前沿、热点)逐步介绍,增加能够贯穿知识点的小结和思考部分等,使整本教材既不失基础和系统性,又同时具有趣味性和一定的前沿性。

综上,我个人认为闫连山教授编写的这本导论教材无疑会对物联网工程及相关信息类专业建设起到很好的作用,也相信许多新生在使用这本教材过程中会喜欢上它。

祝同学们学业进步!

闫连山

中国科学院院士  
二零一二年二月

# 前 言

如果要问这几年信息领域最热门的词汇,物联网无疑是其中之一,尤其是在“感知中国”和“智慧地球”等概念的推动下,国家更进一步将以物联网为代表的新一代信息技术作为七大战略性新兴产业<sup>①</sup>之一。教育部为了满足国家对这一新兴产业的人才培养需求,于2010年在全国30所高等学校中设立了首批物联网工程专业,2011年又陆续批准了数十所高等学校开设该专业。

现代科技的发展有其必然规律,信息科学的发展也是如此。从上世纪中期开始的计算机、互联网和(移动)通信等信息科技变革,到目前日新月异的技术创新,人类对信息科学的依赖和发展推动相辅相成。正如《三国演义》卷首语所讲的“天下大势,合久必分,分久必合”,信息技术随着应用的具体化和需求的复杂化越来越细节化。而物联网则可以说是将大部分原来“分”立的信息技术进行了融“合”,形成了新的科学与技术体系。因此,物联网也是信息科学发展的必然。

另一方面,我们也应该清醒地意识到,物联网专业人才培养主要是为了满足国家战略性新兴产业的需要,但是由于种种原因,目前物联网产业的发展存在一定的泡沫,这个泡沫指的是整个产业尚处在发展初期,存在许多问题和风险,产业链的规划与协调发展并未形成。因此,在强调和推动其发展的同时,更需要我们静下心来认真学习物联网相关的知识体系,研究其技术体系和发展趋势,这一点对于高等学校的师生尤为重要。

几年前,我在开始通信工程专业的导论课教学时,一直给学生灌输的一个概念就是“大信息”的思维。当时提出所谓的“大信息”的主要原因是希望通信工程专业的学生不能只是一味地注重学习与“通信”相关的知识,而是能够对整个信息领域各个方向的发展都有所了解,对相关的最基本概念有所掌握,以便为后续的专业学习甚至工作调整奠定基础。因此,当需要为物联网工程这一新专业开设的导论课程撰写教材时,我首先想到的就是如何将这两门导论课教材合二为一,在以“大信息”为基础介绍物联网基础知识的同时,通过对物联网技术层次中的“信息传输(通信)”部分稍做深入一些的介绍来满足通信导论课程教学的需要。对于物联网工程和通信工程这两个专业,可以根据需要选择相应章节进行授课。另外,本书也可以作为“信息导论”课程的教材或参考书。

由于物联网近年来刚刚兴起,对物联网的认识正逐步深入,所涉及的技术和知识面非常广泛,笼统地讲就包括了电子科学与技术、信息与通信工程、计算机科学与技术、控制科学与工程、软件工程等多个国家一级学科(尚不包括具体应用学科,如交通运输工程、矿业工程等),简单地通过一门导论课不可能涵盖如此多的内容,因此,本教材注重于知识体系、关键概念和广义技术

---

① 其他战略性新兴产业包括节能环保、生物、高端装备制造、新能源、新材料和新能源汽车。

层次的介绍,同时,希望以简单形象的表达满足刚踏入大学校门的新生教学需要。由于兼顾通俗易懂,部分术语或定义与同学们后续的专业课程并不完全一致,希望大家能够注意知识掌握的循序渐进。

在本教材的编写过程中,得到了“全国高校物联网及相关专业教学指导小组”不少同仁的帮助,部分内容也是教学指导小组多次研讨基础上的凝练而成,电子科技大学刘永教授对书稿进行了审阅并提出宝贵意见,在此对各位老师和中国电子学会的同仁表示深深的谢意。中国科学院院士姚建铨教授更是对教学小组工作开展和相关教材的策划倾注了心血,并为本教材题写了序言,中国工程院秘书长邬贺铨院士也对本书的内容提出了许多有益的建议(书中部分插图也参考了邬院士的讲稿),借此机会对两位先生表示崇高敬意。

部分研究生参加了教材的内容收集和整理,包括博士生叶佳、姜恒云、李晓银和硕士生郭庆峰、张程等同学。西南交通大学物联网工程专业2010/2011级和通信工程专业2011级同学在讲义使用过程中提出了许多有益的建议,在此对各位同学一并致谢。

本教材得到IBM大学合作项目书籍出版基金资助,高等教育出版社在编写过程中也给予不少参考意见,在此表示感谢。由于时间仓促,水平所限,书中不足之处还望见谅,也希望全国高等学校老师与同学们在使用过程中能够把宝贵的意见反馈给我们,以便在以后的修改版中体现,感谢大家。编者的电子邮箱为 [lsyan@home.swjtu.edu.cn](mailto:lsyan@home.swjtu.edu.cn)。

编 者

2011年12月于成都

# 目 录

人物介绍	1	2.3.1 什么是中间件	21
<b>第1章 谈谈物联网工程专业</b>	<b>2</b>	2.3.2 物联网中间件功能	21
1.1 导论课的定位	2	2.3.3 物联网中间件组成与分类	22
1.2 跨入大学的憧憬与迷茫	3	2.4 物联网关键技术	23
1.2.1 鸭子与天鹅	3	2.4.1 射频识别技术	23
1.2.2 兴趣是最好的老师	3	2.4.2 传感网络	24
1.2.3 正确定位	4	2.4.3 通信技术	24
1.2.4 可能存在的误解	4	2.4.4 信息处理技术——云计算	25
1.3 物联网工程专业知识体系	5	2.5 “八股”物联网	28
1.3.1 总则与特色	5	2.6 本章小结	29
1.3.2 培养目标	6	<b>第3章 信息基础</b>	<b>30</b>
1.3.3 课程体系	6	3.1 信息基本概念	31
1.3.4 如何把握整个体系	7	3.1.1 消息、信息和信号	32
1.4 通信工程专业知识体系	7	3.1.2 数模/模数转换	33
1.4.1 培养目标	7	3.2 现代信息载体	34
1.4.2 课程体系	8	3.2.1 电子计算机	35
1.5 大信息概念	8	3.2.2 电磁场与电磁波	37
1.6 专业职业规划	9	3.2.3 信息传输媒介	38
1.6.1 物联网工程专业	9	3.3 信息通信	39
1.6.2 通信工程专业	10	3.3.1 通信的方式	41
1.7 年轻人、信息科学与诺贝尔奖	10	3.3.2 通信系统基本结构	43
1.8 本章小结	14	3.3.3 香农(Shannon)定律	45
<b>第2章 物联网构成与原理</b>	<b>15</b>	3.4 调制编码与多址技术	46
2.1 物联网定义	16	3.4.1 调制技术	47
2.2 物联网体系结构	17	3.4.2 编码技术	49
2.2.1 感知层	19	3.4.3 多址技术	50
2.2.2 网络层	20	3.5 后信息时代——新“三网融合”	51
2.2.3 应用层	20	3.6 本章小结	51
2.3 物联网中间件	21	<b>第4章 自动识别与传感技术</b>	<b>53</b>

4.1 自动识别技术 .....	53	5.3.3 移动通信系统基本结构 .....	111
4.2 射频识别技术(RFID) .....	54	5.4 智能手机 .....	112
4.2.1 RFID 发展历程 .....	56	5.4.1 智能手机简介 .....	114
4.2.2 RFID 系统组成 .....	58	5.4.2 智能手机操作系统发展历程 .....	115
4.2.3 RFID 应用 .....	63	5.5 无线局域网技术 .....	116
4.3 条码识别技术 .....	64	5.5.1 无线局域网简介 .....	117
4.3.1 一维条形码 .....	65	5.5.2 无线局域网发展历程 .....	118
4.3.2 二维条形码 .....	67	5.5.3 WiFi 技术 .....	119
4.4 生物识别技术 .....	68	5.6 无线个域网技术 .....	120
4.4.1 指纹识别技术 .....	69	5.6.1 无线个域网简介 .....	121
4.4.2 人脸识别技术 .....	70	5.6.2 蓝牙技术 .....	122
4.4.3 其他生物识别技术 .....	71	5.6.3 ZigBee 技术 .....	123
4.5 视频识别技术 .....	72	5.7 第四代无线通信系统关键技术 .....	123
4.6 传感器基础 .....	75	5.7.1 4G 概念简介 .....	123
4.6.1 什么是传感器 .....	78	5.7.2 4G 核心技术 .....	124
4.6.2 传感器分类 .....	79	5.7.3 TD-LTE 技术 .....	125
4.6.3 传感器技术特点 .....	80	5.8 本章小结 .....	126
4.6.4 传感器发展 .....	81	<b>第 6 章 光纤通信</b> .....	127
4.6.5 传感器用途 .....	82	6.1 通信网络主动脉——光纤通信 .....	127
4.7 无线传感技术 .....	83	6.1.1 光纤通信发展史 .....	128
4.8 光纤传感技术 .....	90	6.1.2 光纤通信的地位 .....	129
4.9 超宽带 RFID 技术 .....	94	6.1.3 光纤通信的特点与优势 .....	130
4.10 本章小结 .....	96	6.2 光纤光学基础 .....	131
<b>第 5 章 无线通信</b> .....	98	6.2.1 全内反射 .....	134
5.1 全球定位系统(GPS) .....	98	6.2.2 光纤结构 .....	135
5.1.1 全球定位系统简介 .....	100	6.2.3 光纤分类 .....	135
5.1.2 GPS 发展历程 .....	100	6.2.4 光纤传输特性 .....	136
5.1.3 GPS 定位原理 .....	101	6.3 基本光纤通信系统及相关光器件 .....	138
5.1.4 其他全球定位系统 .....	102	6.4 光网络 .....	142
5.2 卫星电视与通信 .....	103	6.4.1 光网络的发展 .....	144
5.2.1 卫星电视简介 .....	105	6.4.2 光网络关键技术 .....	145
5.2.2 卫星通信系统结构 .....	105	6.5 光纤通信新技术 .....	146
5.3 移动通信技术 .....	107	6.5.1 量子通信 .....	146
5.3.1 移动通信分类简介 .....	109	6.5.2 微波光子(光无线融合) .....	147
5.3.2 移动通信发展历程 .....	110	6.6 本章小结 .....	148

---

<b>第7章 网络技术</b> .....	150	7.6 本章小结 .....	178
7.1 网络技术基础 .....	150	<b>第8章 物联网应用</b> .....	179
7.1.1 网络基本概念 .....	151	8.1 M2M .....	179
7.1.2 网络分类 .....	152	8.1.1 什么是M2M .....	180
7.1.3 网络交换技术 .....	156	8.1.2 M2M的应用 .....	182
7.2 互联网技术 .....	157	8.1.3 M2M面临的问题 .....	183
7.2.1 互联网 .....	159	8.2 物联网典型应用 .....	183
7.2.2 万维网 .....	160	8.3 智能家居 .....	184
7.2.3 互联网接入方式.....	161	8.4 智能交通 .....	188
7.3 互联网与物联网区别 .....	163	8.5 智慧物流 .....	191
7.4 网络编址 .....	164	8.6 智能医疗 .....	195
7.4.1 IP地址 .....	167	8.7 其他应用 .....	198
7.4.2 域名系统 .....	168	8.7.1 智能电网 .....	198
7.4.3 IPv4和IPv6 .....	169	8.7.2 环境监测 .....	200
7.5 网络基本模型 .....	171	8.8 本章小结 .....	201
7.5.1 OSI参考模型 .....	173	<b>参考文献</b> .....	202
7.5.2 TCP/IP参考模型 .....	175	<b>主要英文词汇汇总</b> .....	204
7.5.3 TCP/IP协议簇 .....	176	<b>后记</b> .....	206



## 人物介绍



人物：小聪

职业：大学学生

年龄：20岁

简介：新入学的物联网专业学生，外号“小聪”，自认智商较高，对物联网及通信知识有着较大的兴趣。



人物：大军

职业：教师

年龄：28岁

简介：小聪的表哥，外表老成，人称“大军”，博士毕业，刚入职大学任教，在信息技术领域有着较深厚的学术造诣。

# 第 1 章 谈谈物联网工程专业

## 1.1 导论课的定位

对于一个人的教育阶段,一般来讲,可以分成懵懂期(一张白纸)、小学(学了一点知识)、中学(知识在增长)和大学本科(通识教育加上专业课),如图 1-1 所示。借用这种表达方式,我们可以将导论课的定位用图 1-2 来表述,也就是说,导论课在整个大学学习中起到“包旧(高中)呈新(大学),综合引导”的作用。

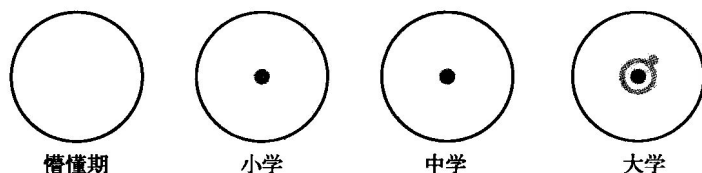


图 1-1 一组关于教育的形象表达

随着学科门类的细化和知识内容的丰富,高等教育也面临着许多挑战,尤其是如何让学生从整体上把握所学专业的知识体系。为此,近些年来不少专业开设了相应的导论课。由于信息科学发展的日新月异,导论课就显得更为重要。总的来讲,导论课应该起到以下几个方面的作用。

(1) 忽悠:也许不少人认为“忽悠”是一个贬义词,然而,在某些情况下,有引导和有深度的“忽悠”恰恰会起到积极的作用。由于导论课大都是针对刚刚入学的大学新生,而这些新生被专业录取的背景各不相同,包括专业调剂和家长决定的“被选择”情况,导论课(尤其在授课过程中)需要通过不同的方式强化学生对专业的认同感。“兴趣是最好的老师”,让学生对专业的各种想法逐步进入“某某专业就是好”的状态,为后面的专业学习奠定“兴趣”的基础。

(2) 介绍:导论课作为大学新生第一门与专业相关的课程,必须通过深入浅出地介绍专业最基本的知识,进而让学生能够对整个专业的课程体系有所把握,便于后续各门课程学习过程中始终有条主线贯穿着。

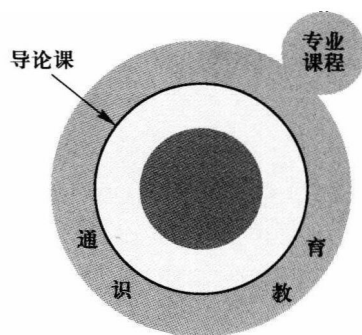


图 1-2 导论课在整个本科教育中的地位

(3) 灌输:由于大学阶段的学习与高中阶段有明显的不同,不少同学由于把握不准或者受到各种各样的不恰当“引导”在大学前几年走了弯路,而等自己明白过来已经晚了。因此,导论课也应该将灌输正确的思路和方法作为教学的主要目的之一,尤其是大部分高校都是安排经验丰富的资深教授承担导论课程教学,更应该发挥这个作用。

(4) 提高:信心和能力是职业发展的动力源泉,尤其是大学新生,对将来既充满了憧憬,又常怀畏难。导论课需要在提高兴趣和讲解知识的基础上,通过不同方式提高学生对大学四年和未来职业的信心。

## 1.2 跨入大学的憧憬与迷茫

从以“填鸭式”和“题海战术”等为特征的高中教育经过高考拼杀进入大学的那一刻起,大多数同学都抱着美好的憧憬,希望自己所做的选择能够铺就实现未来梦想的平坦之路。然而,由于大学管理的“自由性”(每学期课程繁多,无固定教室或活动地点,无固定而且能够常常见面的指导老师等),不少学生因此产生了一定程度的迷茫。以下是值得同学们注意和思考的几点想法,供大家参考。

### 1.2.1 鸭子与天鹅

“丑小鸭到白天鹅”的童话故事曾让无数人梦想自己的脱颖而出,进入大学后,来自天南地北的同学们在享受大学生活的新鲜感和新同学之间的友谊同时,也希望延续或建立自己高中在各个方面(如学习成绩、班级活动等)的“辉煌”。然而,考入同一高校(尤其是重点大学)的同学们都是比较优秀的,经过一段时间的学习和生活后,不少同学由新鲜感转变为压力,失去了以往在高中所拥有的学习上或综合表现上的“优越感”,因此,就出现了两种情况:因压力而迷茫和迷失,不求上进;化压力为动力,不断努力。有两个观点可以推荐给新生:一是一个人一生不要追求最优秀,只要在不同阶段保持在前20%的优秀人员中即可;二是“BE GOOD >> GOOD”,在日常学习工作中,自己努力向上的态度远远比与他人进行对比重要得多,也就是说,希望大家能够经常与自己的以往对比,发现或督促自己的进步。如果同学们能够以良好的心态去努力,相信在不远的将来,大家都能够成为不同行业和单位的“白天鹅”。

### 1.2.2 兴趣是最好的老师

在大学阶段的学习中(尤其是前两年),由于以下几个原因可能会对同学们的投入产生影响:(1)大学日常学习的自由性、自发性与高中明确性、压迫性之间的区别;(2)对大学教师的期望与实际教学效果之间的差异;(3)同班或同寝室同学之间的学风影响;(4)由于高考专业的“被选择”而导致的抵触情绪等。上述原因对同学们的影响从某种程度上讲都是可以理解的,然而却不应该作为自己不努力的借口,尤其不能长期作为借口。

解决这些问题的关键就是建立对专业和课程的兴趣。要提高专业兴趣可以通过以下途径：(1) 多了解行业现状和发展趋势,总的来讲,信息类专业的职业发展前景一直比较稳定,有些专业(包括通信工程、物联网工程等)更是处在高速的上升期;(2) 通过不同途径多与专业领域内知名教授、高年级优秀学生进行交流;(3) 结合自己爱好尽早进入状态,了解并跟踪热点发展方向,通过参加不同训练项目和竞赛提高自己的动手与创新能力。

### 1.2.3 正确定位

也许是年龄原因,也许是时间原因,大学是总被人们认为是人生最值得体验和回忆的地方。应该怎样度过大学生活?是享受没有了每天固定自习和重复题海的“逍遥”,乐于没有父母每天在耳边唠叨和温柔逼迫的“自在”呢?还是继续每天寝室、食堂、教室三点一线做一个好“学”生?是以朦胧的心情和丰富的罗曼创造力享受爱情呢?还是埋头考托福、雅思、GRE,追逐漂洋过海呢?或是为了成就自己的创业财富梦而忙于所谓的“人际课堂”呢?实在很难有唯一的答案让同学们去借鉴。然而,在不少有所成就的“过来人”看来,大学新生们可以以“三心二意”来规划和准备自己的未来四年甚至更长:坚持专心、用心和开心;知晓天意和人意。

所谓的“专心”就是做每一件事情时都要付出百分之百甚至更高的精力与努力。无论做什么事情,都要全力以赴,全心投入,心无旁骛。所谓“用心”就是要学会思考和勤于思考。在做每一件事情的时候都要学会问一个“为什么”,加深理解、举一反三。追本溯源才是学习的真谛。每天静下心来思考十分钟强于一天的闷头学习,从这个角度上来讲,“用心”比“专心”更为重要。“开心”就是要会享受生活,心怀坦荡。除了学习,还有家人朋友,还应享受亲情、友情、爱情,享受自然美景和文化艺术,因此,也建议理工科的同学培养在人文方面的兴趣和能力。

所谓的“知晓天意”就是要抓住机遇。这里的天,不是上帝,不是佛祖,而是你自己。天上通常是不会掉馅饼的,但是,你得准备好盘子,等有一天天上真的掉馅饼时,你可以接得住。这个“盘子”,就是你自己的知识、能力和阅历,也包括你愿意改变的勇气。而所谓的“人意”就是要学会自己做抉择。经商创业、豪宅名车、帅哥美女、埋头科研、出国深造?哪一个适合你?抉择往往是困难的。选择一条适合自己的道路,听取他人的建议但不盲从,坚持自己,相信自己。

《荀子·非相》中有句话:“君子贤而能容罢,知而能容愚,博而能容浅,粹而能容杂”。希望同学们能够养成宽容大度的心态,用心思考,专心努力,以自己的能力和实力为四年后的选择铺就坦途。

### 1.2.4 可能存在的误解

#### 1. 物联网专业的“杂烩”表现

由于物联网工程专业为国家新设专业,许多问题尚在探索中,因此,存在部分学校采用将相关专业的课程进行简单整合来开展专业建设的情况,导致部分同学(甚至老师)将物联网专业认为是几个专业的重新组合,存在“杂烩”嫌疑。实际上,要满足物联网整个知识体系学习需求和能力的培养,必须根据专业特点进行课程设计,开展应用环节实践活动。因此,希望同学们能够

通过本课程和相关介绍进一步深刻领悟物联网专业的独特性,更好地把握以后的专业课学习,并通过实践提高创新和应用能力。

## 2. 物联网专业的教学与能力培养

由于物联网专业涉及的知识面较广,课程设置也必须满足综合培养的需求,因此,尽管在总学分上物联网专业与其他专业一样,但仍然让许多同学产生“课程重”的感觉。而在这样的课程体系下,还必须体现物联网专业重视创新实践和应用研究的特色,更容易让同学们感到吃力。建议大家在学习中注重两者结合,不少核心课程都有实验或实践环节,如果能够很好地结合,将会起到事半功倍的效果。物联网专业的一些实验课程与其他专业一样,即使如此,作为老师,也将会在这些课程的实验实践环节中采取新的教学手段(如“摒弃实验箱”的理念创造实验条件),提高教学效果。

实战练兵,物联网专业的教学实践必须能够达到“实战”的水平,才能够真正地让学生受益,而学生想“练”出水平,切记至少要把基本功(通识基础课程和专业基础课程)掌握好。

# 1.3 物联网工程专业知识体系

## 1.3.1 总则与特色

物联网工程专业是以“厚基础、重理论、强实践、求创新、促应用”为专业特色,以“夯实学科基础、注重专业交叉、强化工程实践、培养创新能力”为思路,以“培养学生工程实践能力、创新能力和综合素质”为核心,以“理论教学和工程实践”为两条主线,强化实践能力、开拓思维、系统理念、管理技能和创新意识,既侧重专业技术技能培养,又注重卓越工程师职业素质养成的一个教育部设立的本科新专业,同时又是国家战略性新兴产业发展急需的专业。具体包括以下几个方面:

### 1. 重视学生综合素质的培养

注重培养高素质创新型工程技术人才和行业带头人必备的综合素质,包括专业能力、社会责任感、团结协作精神,以及国际视野和跨文化交流能力等。

### 2. 体现“厚基础、重理论”的原则

针对物联网工程所设立的课程体系,在工程基础课设置中要体现“厚基础”,夯实数理基础和信电大类的基础(程序设计和电子线路等)。

### 3. 注重不同学科专业的交叉与融合

随着信息高技术产业的发展,各学科和专业之间的关联性越来越强,解决复杂工程问题和进行技术创新过程中要求工程技术人员不仅要扎实掌握本专业领域的知识,同时要具备相关专业领域的知识。在工程专业教育阶段,必须要注重不同学科专业的交叉与融合。为此所设立的物联网工程课程群涵盖了电子科学与技术、自动化、通信、计算机、软件工程等领域的相关课程。

### 4. 注重学生工程实践能力和创新能力的培养

积极推进研究型教学和学生科技创新活动,培养学生的创新精神。通过分层次的专业综合实

验、工程实践、工程设计等实践环节,以及以企业工程项目为依托的实习与实训,注重培养学生的工程意识、利用专业理论知识分析解决工程实际问题的能力、工程设计能力和工程研究与开发能力。

### 1.3.2 培养目标

物联网工程专业主要培养学生德智体全面发展,富有社会责任感,具备良好的职业道德,具有一定的人文社科、经济管理等方面的综合素质,具备在本专业领域跟踪新理论、新知识、新技术的能力以及较强的创新实践能力,具有“基础厚、口径宽、能力强、综合型、素质高”等特点,知识结构合理,电子技术、传感技术、通信网络理论、信息处理技术、计算机技术、软件系统工程等理论基础扎实,重点掌握物联网系统的分析与设计等专门知识和技能,系统理解物联网技术基础理论、物理信息系统标识与感知、计算机网络理论与技术和数据分析与处理方法,具有信息获取、存储、检索、分析和处理能力,能在电子、计算机、自动化和通信等信息领域起引领作用、具有国际化视野和竞争力的创新性高层次专门人才。

物联网专业的基本要求包括三个方面,即专业知识要求、专业能力与素质要求以及职业道德方面。具体内容包括:

#### 1. 专业知识要求

具有扎实的自然科学基础、较好的人文社会科学基础和外语综合能力。在掌握英语、数学、物理、电子和计算机等方面的基本理论和基本知识基础上,系统地掌握物联网技术领域的理论和知识;包括本专业所需的电子、计算机、自动化和通信等相关学科的基本理论和基本知识;感知与标识的基本理论与技术、物联网信息处理与安全技术、物联网体系结构;重点突出物联网系统的软硬件设计和开发能力,具备在物联网系统及其应用方面进行综合研究、开发和集成的能力。

#### 2. 专业能力与素质要求

了解物联网理论前沿、应用前景和发展动态,了解相关的技术标准,了解国家科学技术政策、知识产权、网络安全等方面的法律、法规,具有高度的社会责任感,具有物联网应用系统及装置的分析、设计、维护和管理能力,有从事网络相关软硬件产品的开发能力和获取最新技术知识的能力;能够熟练阅读英文专业科技文献并运用英语进行沟通和交流;具备较强的创新意识和从事物联网领域科学研究的基本能力;具有国际视野和跨文化的交流、竞争与合作的能力。

#### 3. 职业道德

职业道德是符合职业特点所要求的道德准则、道德情操与道德品质的总和,它既是对本职人员在职业活动中行为的要求,同时又是职业对社会所负的道德责任与义务,也就是指从业人员在一定的职业活动中应遵循的、具有自身职业特征的道德要求和行为规范。由于物联网专业是新设专业,为了满足国家战略新兴产业发展,职业道德的培养无论是对于社会还是学生本身,都意义重大,不可忽视。

### 1.3.3 课程体系

整个物联网工程专业的课程体系可以从以下几个层次上来理解,图1-3是根据物联网的技

术层次(信息感知、信息传输和信息处理)来梳理的。作为一个新专业,其课程设置各个学校也不尽相同,也有部分学校根据情况选择其中一个层次作为课程重点。

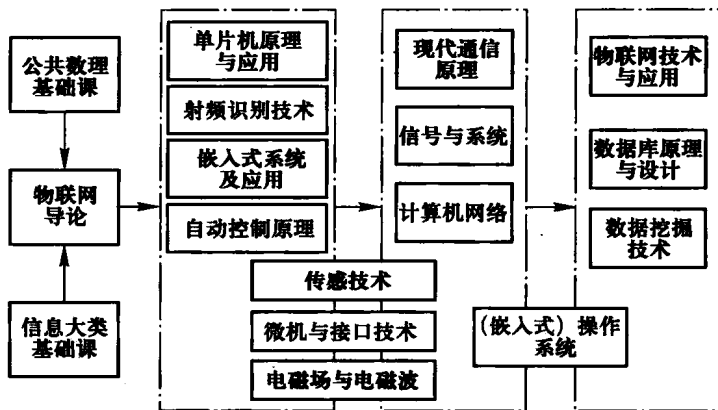


图 1-3 物联网工程专业主干课程体系

### 1.3.4 如何把握整个体系

如前所述,物联网专业的课程体系涉及信息类的多个学科与专业,必须从“基础性”和“系统性”上把握整个体系,在学习过程中注重核心课程的学习和实践环节的投入。另外,不少学校会根据需要在大学四年级设立相关的应用专业课(如农业、矿业、轨道交通、物流等),虽然不将其列入核心课程,但基于学校的就业方向优势,同学们在后期不妨有针对性地依据所学物联网知识,好好学习一下优势方向的相关应用(也包括实验或实践环节)。

## 1.4 通信工程专业知识体系

### 1.4.1 培养目标

通信工程专业的现有人才培养方案是围绕培养德、智、体全面发展,适应社会主义现代化建设需要,既有扎实的基础理论、较强的计算机和外语应用能力,熟练掌握通信与信息系统、信息处理和通信网络等方面的专业理论和工程技术,又有具备在信息与通信工程领域从事科学研究,工程设计,设备制造、运营、维护和管理工作的,并具有一定创新精神和研发能力的高级工程技术人才。毕业后从事通信系统、通信工程技术和通信新产品研究开发、调试和运营等工作,也可从事 IT 及相关专业的科学研究与技术开发工作。本专业的毕业生应获得以下几方面的知识和能力:

- (1) 掌握通信领域内的基本理论和基本知识;
- (2) 掌握光波、无线、多媒体等通信技术;

- (3) 掌握通信系统和通信网的分析与设计方法;
- (4) 具有设计、开发、调测、应用通信系统和通信网的基本能力;
- (5) 了解通信系统和通信网建设的基本方针、政策和法规;
- (6) 掌握文献检索、资料查询的基本方法;
- (7) 具有一定的科学研究和实际工作能力。

### 1.4.2 课程体系

通信工程专业所涉及的主干学科包括通信与信息系统、信号与信息处理。其主干课程如图1-4所示,包括公共数理课及技能课(高等数学、大学物理和外语等)、通信导论、计算机类基础(C语言程序设计、C++程序设计等)、电子类基础(电路分析、数电、模电、通信电路等)、信号与系统、电磁场与电磁波、数字信号处理、信息论与编码、现代通信原理、微机原理与接口技术、计算机网络、移动通信、光纤通信、DSP原理与应用、卫星通信和无线通信网络等。各高校在课程设置上也可能有所不同,但必须把握其最基础的核心课程。

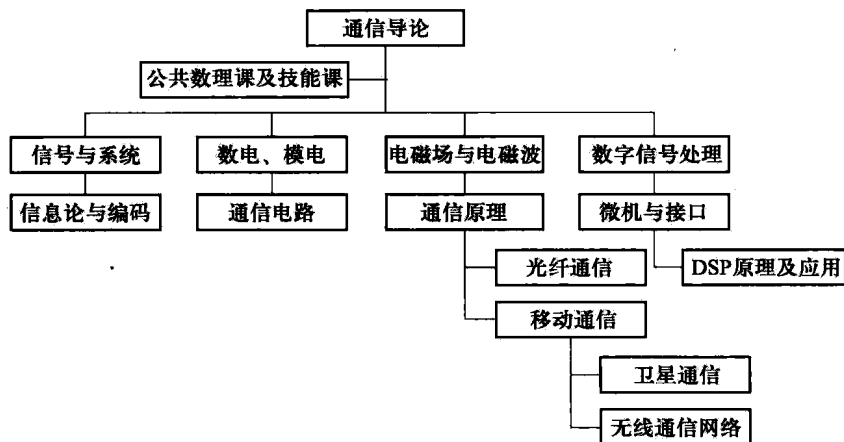


图 1-4 通信工程专业主干课程体系

## 1.5 大信息概念

谈起物联网专业,应该从“大信息”的概念来领悟。不少同学常问的一个问题是,如果将来出国留学,物联网专业的学生如何进行专业的定位?就目前来看,在国外没有设立物联网工程专业的期间,完全可以对应国外的 EECs 类专业(Electrical Engineering and Computer Science)。国外的信息类专业一般强调的是大类基础教育,我国目前不少高校也遵循这样的思路进行人才培养,主要集中在大学前两年的学习中。



信息技术的发展非常迅速,其速度常用摩尔定律<sup>①</sup>,如图1-5所示。表述为:当价格不变时集成电路(IC)上可容纳的晶体管数目,约每隔18~24个月便会增加一倍,性能也将提升一倍。这一定律揭示了信息技术进步的速度。另一方面,任何一个信息系统都或多或少涉及信息类所有相关学科,因此,如果简单地认为只要掌握某一个信息类专业(如微电子、计算机应用、软件工程、自动化等)就可以满足将来自己工作需要显然是不合适的。任何一个信息类的学生除了自身专业学习外,更应该尽可能地掌握好信息大类专业基础课程,并对其他专业能够有所涉猎。

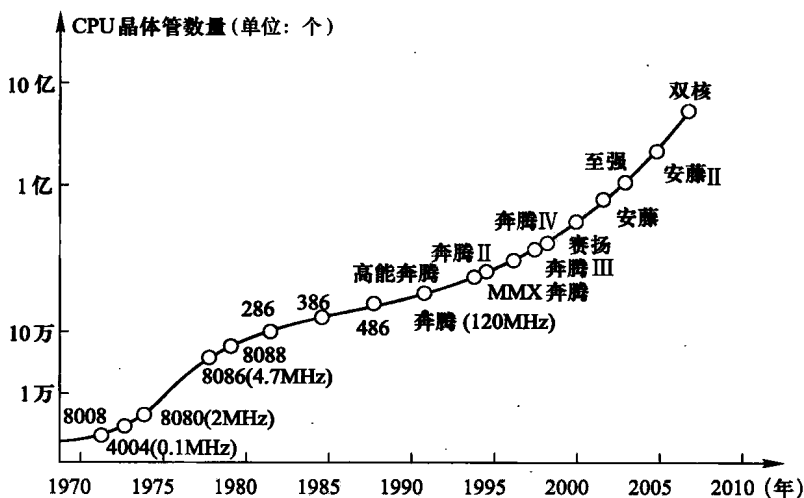


图1-5 摩尔定律

## 1.6 专业职业规划

### 1.6.1 物联网工程专业

如前所述,本专业培养具有良好的职业道德、文化修养和法律意识以及相应的科学素养,较好的数理基础,以及传感(微电子)、通信与网络和计算机应用等基本理论知识,熟练掌握相关软硬件知识,以及物联网相关理论、方法和技能,能在信息产业相关企事业单位和单位从事与物联网有关的技术工作,也能在高等院校和科研单位从事与物联网有关的技术开发和教学的高级工程技术人才。

从某种意义上讲,物联网工程专业是信息类就业面最广的专业,可“专”(针对技术)可

<sup>①</sup> 由英特尔创始人之一 Gordon Moore 提出。