



国防电子信息技术丛书

Fundamental of Military Information Technology

军事信息技术基础

高秀峰 齐剑锋 主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

国防电子信息技术丛书

军事信息技术基础

Fundamental of Military Information Technology

高秀峰 齐剑锋

主编

崔 静 李 芳 刘爱珍

王 路 王 帅 王寅龙

参编

(排名不分先后)



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从信息流程的角度,介绍信息的采集获取、交换传输、存储管理、加工处理,以及安全防护的相关基础技术,使读者初步了解信息技术的范畴和基本内容,为以后深入学习和有效应用信息技术打下良好的基础。

全书共分八章。第1章绪论,主要介绍信息、信息技术、军事信息技术相关的概念和基础知识;第2章信息获取技术,主要介绍光电、雷达、声波、地面传感器、卫星定位等信息获取技术的原理和特点;第3章信息传输与交换技术,介绍通信的基本概念,光纤、微波、卫星等信息传输技术,以及信息交换和信息网络技术;第4章信息存储与管理技术,主要介绍信息资源的分类编码方法、常用存储设备,以及数据库、数据仓库和数据容灾技术;第5章信息加工技术,主要介绍数据挖掘、模式识别、信息融合、数据可视化等高级数据处理技术的基本概念和基本方法;第6章信息服务技术,主要介绍情报信息和网络信息的分类组织、标引整序、查询检索,以及提供服务等技术;第7章信息安全技术,介绍信息安全、网络安全相关技术基础知识,主要包括加密技术、信息隐藏技术、网络安全技术等;第8章典型军事信息系统,介绍指挥自动化系统的构成及典型装备,以说明信息获取、传输、管理、加工等技术的应用情况。

本书可作为军事院校本科生信息技术基础课程的教材,也可供对信息技术感兴趣的读者参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

军事信息技术基础/高秀峰,齐剑锋主编. —北京:电子工业出版社, 2017.9

(国防电子信息技术丛书)

ISBN 978-7-121-30770-6

I. ①军… II. ①高… ②齐… III. ①信息技术—应用—军事—高等学校—教材 IV. ①E919

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第322899号

策划编辑:马 岚

责任编辑:马 岚 特约编辑:赵晓温

印 刷:三河市兴达印务有限公司

装 订:三河市兴达印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17 字数:490千字

版 次:2017年9月第1版

印 次:2017年9月第1次印刷

定 价:59.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: classic-series-info@phei.com.cn。

前 言

随着世界新军事变革的深入发展和信息时代的到来,军队战斗力的要素、标准和内涵都发生了深刻变化,信息能力在战斗力生成中越来越具有主导作用,信息化武器装备成为战斗力的关键物质因素,基于信息系统的体系作战能力已成为战斗力的基本形态。然而,武器装备归根结底是由人来使用的,信息化武器装备对使用人员和指挥员都提出了更高的信息素质要求。

为了跟上信息化武器装备发展的形势,我军提出提高军队学员综合素质的要求,其中信息素质是综合素质的重要组成部分。很多院校都在探索如何提高军校学员的信息素质,有的院校设置了信息技术基础一类的课程,目的是讲授信息技术的基础知识,培养学员信息意识,提高学员信息分析和运用能力,加深学员对信息的价值及其中存在的风险的认识,从而为学员今后更好地操作运用信息化装备、指挥保障信息化作战打下良好的基础。

然而,信息技术不是一门技术,而是一个技术群,覆盖范围很广,内容极多,而学员的学习时间是有限的,特别是非信息技术专业的学员,其时间更为有限。如何在有限的时间内,使学员掌握所需的信息技术知识,训练一定的信息技术技能,培养敏锐的信息意识,是一个困难而又重要的课题。这就要求对信息技术各方面的知识精心地挑选和组织,准确地把握合适的深度,以适于学员学习和掌握。

目前信息技术基础教材很多,但大多以Office等常用软件操作和简单编程知识作为主要内容,和军校学员所需信息技术有较大差别,因此我们编写了本教材,这也是对提高学员信息素质教学的一次探索。本教材编写时注意把握两个方面:(1)不要只泛泛地介绍概念;(2)不要介绍太深的技术内容。作为基础,应有利于没有太多基础的学生入门学习。本教材内容着重于在军事上有重要应用的信息技术,即军事信息技术,根据信息技术的作战运用规律来取舍,按照军事信息的采集获取、交换传输、加工处理、存储管理、应用服务的流程来编排,同时考虑贯穿流程的安全保密工作,用精心选择的知识点描绘出一个完整的信息技术军事运用轮廓,为学员提高信息化装备的灵活运用能力和今后进一步深入学习打下良好的基础。

全书共分八章。第1章和第3章主要由刘爱珍编写(其中3.2.3节由王帅编写),第2章主要由王路编写(其中2.6节由王帅编写),第4章由崔静编写,第5章由齐剑锋编写,第6章由王寅龙编写,第7章由高秀峰编写,第8章由李芳编写。高秀峰、齐剑锋统校了全稿。

由于时间紧迫,笔者水平有限,书中难免有不当之处,欢迎读者批评指正。

《军事信息技术基础》教材编写组
二〇一六年十二月于石家庄

目 录

第1章 绪论	1
1.1 信息	1
1.1.1 人类与信息	1
1.1.2 信息的含义	3
1.1.3 信息三要素	4
1.1.4 信息的度量	5
1.1.5 信息的主要特征	6
1.1.6 信息的基本作用	7
1.2 信息技术	8
1.2.1 信息技术的含义	8
1.2.2 信息技术的分类	9
1.2.3 信息技术发展趋势	10
1.3 军事信息和军事信息技术	11
1.3.1 军事信息	11
1.3.2 军事信息技术	12
1.3.3 军事信息系统	13
1.4 军事信息技术与新军事变革	14
1.4.1 催生武器装备换代	15
1.4.2 触发战争形态变化	18
1.4.3 推动军事理论创新	19
1.4.4 引发体制编制改革	20
1.4.5 促进教育训练转型	20
思考题	21
第2章 信息获取技术	22
2.1 电磁波基础知识	22
2.1.1 什么是电磁波	22
2.1.2 电磁波波谱及波段划分	23
2.1.3 无线电波的传播特性与方式	24
2.2 光电信息获取技术	25
2.2.1 可见光信息获取技术	25
2.2.2 红外信息获取技术	27

2.2.3	多光谱信息获取技术	29
2.2.4	紫外信息获取技术	31
2.3	雷达技术	31
2.3.1	基本组成	32
2.3.2	工作原理	33
2.3.3	主要技术	34
2.4	声波信息获取技术	38
2.4.1	声呐的任务和分类	38
2.4.2	主动声呐	38
2.4.3	被动声呐	40
2.5	地面传感器技术	40
2.5.1	基本原理	40
2.5.2	主要技术	41
2.6	卫星导航定位系统与技术	43
2.6.1	卫星导航定位系统的基本组成	43
2.6.2	卫星导航信号	44
2.6.3	伪距卫星导航定位原理	46
2.6.4	伪随机测距码	47
2.6.5	四大全球导航定位系统	50
	思考题	54
第3章	信息传输与交换技术	55
3.1	通信系统基本概念	55
3.1.1	通信系统模型	55
3.1.2	通信系统分类	56
3.1.3	通信方式	58
3.1.4	通信系统的主要性能指标	59
3.2	信息传输技术	60
3.2.1	光纤传输技术	60
3.2.2	微波传输技术	63
3.2.3	卫星通信技术	66
3.3	信息技术	73
3.3.1	信息网络概念	73
3.3.2	信息网络的组成	74
3.3.3	信息网络的基本结构	74
3.3.4	信息网络的分类	75
3.3.5	三大信息网络	76
3.4	信息交换技术	79
3.4.1	电路交换	79
3.4.2	报文交换	80
3.4.3	分组交换	82

3.4.4	交换新技术	87
思考题		88
第4章	信息存储与管理技术	89
4.1	信息编码	89
4.2	数据库技术	90
4.2.1	信息世界	91
4.2.2	数据世界	92
4.2.3	概念模型	92
4.2.4	逻辑模型	95
4.2.5	物理模型	102
4.3	数据仓库技术	102
4.3.1	数据仓库的起源	102
4.3.2	数据仓库的基本特征	103
4.3.3	数据仓库的相关概念	103
4.3.4	数据仓库的体系结构	104
4.4	存储技术	105
4.4.1	RAID基础知识	105
4.4.2	网络存储技术	112
4.5	容灾技术	115
4.5.1	容灾的分类	115
4.5.2	容灾等级	116
4.5.3	数据复制技术	116
思考题		118
第5章	信息加工技术	119
5.1	数据挖掘技术	119
5.1.1	基本知识	119
5.1.2	预测模型	121
5.1.3	关联分析	123
5.1.4	聚类分析	125
5.2	模式识别技术	132
5.2.1	基本知识	132
5.2.2	贝叶斯决策理论	137
5.2.3	近邻法	140
5.2.4	印刷体汉字识别中的特征提取	141
5.3	信息融合技术	147
5.3.1	数据级信息融合	147
5.3.2	特征级信息融合	151
5.3.3	决策级信息融合	153
5.3.4	JDL信息融合模型	157

5.4	信息可视化技术	159
5.4.1	视觉感知规律	159
5.4.2	视觉通道特点	161
5.4.3	常用可视化方法	162
5.4.4	战场环境可视化	167
	思考题	170
第6章	信息服务技术	171
6.1	信息资源	171
6.1.1	情报信息资源	171
6.1.2	网络信息资源	172
6.2	信息组织	174
6.2.1	信息描述	174
6.2.2	信息标引	179
6.2.3	信息整序法	183
6.3	信息检索	186
6.3.1	信息检索语言	186
6.3.2	信息检索工具	186
6.3.3	信息检索技术	190
6.4	信息导航技术	191
6.4.1	基本概念	191
6.4.2	技术实现	192
6.4.3	典型应用	193
6.5	信息推荐技术	194
6.5.1	概念与特点	194
6.5.2	服务形式	195
6.5.3	用户建模	196
6.6	云平台技术	198
6.6.1	基本概念	198
6.6.2	关键技术	198
6.6.3	典型应用	199
	思考题	200
第7章	信息安全技术	201
7.1	信息安全基本概念	201
7.1.1	信息安全定义	201
7.1.2	信息安全威胁	201
7.1.3	信息安全保障体系	202
7.1.4	信息安全系统设计原则	203
7.1.5	安全标准	203
7.2	密码技术	204

7.2.1	基本概念	204
7.2.2	密码算法	205
7.2.3	密钥管理	211
7.2.4	密码技术应用	213
7.3	信息隐藏技术	214
7.3.1	基本概念	214
7.3.2	基本方法	215
7.3.3	信息隐藏的应用	216
7.4	网络安全技术	217
7.4.1	防火墙技术	217
7.4.2	入侵检测技术	221
7.4.3	身份认证技术	225
7.4.4	安全协议	228
	思考题	232
第8章	典型军事信息系统	233
8.1	指挥自动化系统概述	233
8.2	指挥控制系统	235
8.2.1	美军战略指挥中心	236
8.2.2	美军战术战斗指挥中心	239
8.3	情报预警分系统	241
8.3.1	情报侦察系统	241
8.3.2	预警探测分系统	245
8.4	军事通信系统	248
8.4.1	美军战略通信系统	248
8.4.2	美军战术通信系统	249
8.5	火力控制系统	252
8.5.1	火力控制系统的功能和组成	253
8.5.2	火力打击网络	254
8.5.3	火力控制新技术	255
8.6	无人系统	258
8.6.1	机器人	259
8.6.2	无人机	260
	思考题	262
	参考文献	263

第1章 绪 论

当前，人类正逐步迈向信息社会，信息的开发利用水平空前提高，各类信息技术得到快速发展并广泛应用，对科技发展、经济增长、社会进步和战争胜利的作用日益增强。近年来，以信息化为首要特征的世界新军事变革，正在把机械化军事形态改造成信息化军事形态。加快军队信息化建设，推动军队向信息化转型已成为世界各国的普遍选择。随着我军信息化建设步伐的加快，信息化范围不断拓展，逐步向纵深发展，已进入全面建设阶段。学习信息基本知识，掌握信息技术，提高信息素质，已成为信息时代每个军人的基本功课。本章就从信息的基本知识谈起，以使我们信息及信息技术有个概要的了解。

1.1 信息

1.1.1 人类与信息

人类的生产品生活一时一刻都离不开信息，人类对信息的认识经历了一个不断深化的长期过程。纵观历史，人类对信息的感知、传递、处理和利用的能力经历了五次跃升，其主要标志分别是语言的产生、文字的诞生、印刷术的发明、电磁波的利用和计算机的出现（见图1.1）。

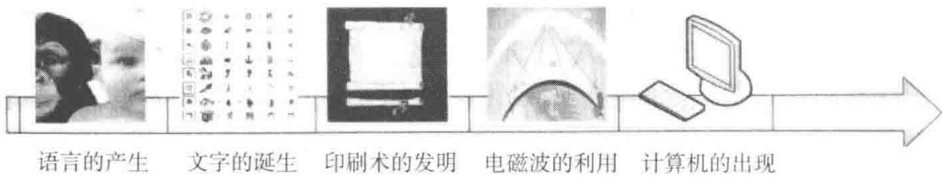


图1.1 人类对信息的感知、传递、处理和利用的能力的五次跃升

1. 第一次跃升——语言的产生

亿万年来，无论是否被感知、被发现，信息一直伴随着事物的运动存在于宇宙中。当地球上出现生命后，信息开始被动物的眼、鼻、口、耳等感觉器官所感知、所察觉，并最终通过动物的神经传递到大脑，形成反映而被利用。在人类进化过程中，随着劳动的复杂性不断提升，相对简单的表情、鸣叫和动作已不足以描述复杂的环境和表达丰富的情感。人类发出的音调出现了高、低、粗、细的变化，由简单到复杂，由零星、断续到逻辑连贯，通过不断地磨练和积累，促使了发声器官的进化和完善，人类终于创造出了语言，实现了人类感知、传递、处理和利用信息的能力的第一次跃升。

语言的产生标志着人类信息活动的范围和效率有了质的跃升，并大大促进了人类大脑的发展，增强了人的表达能力、理解能力、抽象能力和推理能力，最终使人与动物彻底区分开来，

拉开了人类文明的序幕。因此，“语言”成为人类顺应自然、利用自然、改造自然的第一个信息平台。

2. 第二次跃升——文字的诞生

在人类信息活动当中，语音是最早的信息载体。早期，人类生产和生活的经验、知识，唯有通过氏族部落长者向晚辈言传身教的方式，代代相传，承袭下去。随后出现了结绳记事（见图1.2），人类通过绳结的大小、样式、颜色等来表达自己的意愿，记录人类的历史。由于生产活动的进步和物质财富的积累，以及贵族权杖的出现和宗教礼仪活动的日益频繁，人们便产生了要把更多、更复杂的事物记录下来的要求。于是，出现了最早的刻划符号，这标志着文字形态开始萌芽。在距今五六千年以前的我国黄河流域的仰韶文化、大汶口文化等新石器人类遗址中，已经出现了刻画在陶器上的象形文字。从语言发展到文字，实现了人类感知、传递、处理和利用信息的能力的第二次跃升。

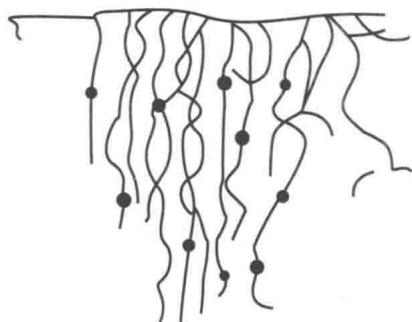


图1.2 结绳记事

文字的产生揭开了人类历史的新篇章，这是一次信息载体和传播手段的重要突破，从此人类可以将其生产生活方式、对自然的认识体会等记载下来，真正有了“确凿”的历史，突破了原来的时空限制，从而使人类获取的知识得到传承和积累，为人类智慧水平的不断提高提供了条件。

3. 第三次跃升——印刷术的发明

随着文字的产生、发展和演变，人类不断创造和发明新的记载材料和记载方法。文字记载材料经历了从石器、泥板、甲骨到铜器、简牍、绢帛的演变，后来出现了划时代材料——纸张。纸张具有材料便宜、制作成本低廉和携带方便省力、便于保存的优点，因而很快成为一种大量保存和传递信息的载体。

同时，文字记录载体的变革也推动着信息记录方法的创新，印刷术应运而生。最先发明的是刻版印刷，随后出现了活字印刷术。印刷术的不断进步，产生了可容纳更多信息量的报纸、书籍、杂志，进而极大地提高了人类的信息交流水平。可以说，造纸术、印刷术的发明，使知识的积累和传播突破了历史、时空和地域界限，人类信息传递的速度和范围急剧扩展，人类信息的存储能力显著加强，并初步具备了广泛传播信息和共享信息的条件，从而实现了人类感知、传递、处理和利用信息的能力的第三次跃升。

4. 第四次跃升——电磁波的利用

在不断改进信息记录方式的同时，人类从来都没有放弃对信息时效性的追求。西周时期就有利用烽火传递信息的记载，后来又出现了驿站传递信息，但这些还远远不能很好地解决信息传递的时效性问题。到18世纪末期，法国人夏普发明了横木通信机，远距离信息传递的时效性得到了较大提高，但是这种通信方式不仅用人多，而且费用高昂。

19世纪初，人们发现电磁波可以承载信息。1837年，美国人莫尔斯发明并建成了电报线路。1876年，美国科学家贝尔发明了电话，由此带来了电报、电话等有线通信手段的发展。1887年，德国科学家赫兹利用火花隙激励一个环状天线，用另一个带缝隙的天线进行接收，证实了电磁

波真实地存在于空气中,由此架起了电磁波从有线通向无线的桥梁。人类利用电磁波传递信息拉近了世界的距离,使人们传递信息的能力迅速提高,同时也推动了科学技术迅猛发展,这便是人类历史上感知、传递、处理和利用信息的能力的第四次跃升。

这次跃升使传播信息的手段和载体、方式和方法都发生了质的飞跃。它不仅使语言、文字信息编码化,而且极大地提高了时空利用率。

5. 第五次跃升——计算机的出现

电磁波的应用又一次把信息传播的手段向前推进,但仍存在着很大局限性。20世纪中叶,科学技术迅猛发展,知识呈指数级增长,新事物、新概念层出不穷,使人目不暇接。人们普遍感到,不但需要更便捷和高效的信息传播手段,而且更需要能够辅助人类大脑进行信息分析和处理的工具。于是,电子计算机就应运而生了,从而带来了人类感知、传递、处理和利用信息的能力的第五次跃升。

这是一次同时包括了信息传播手段与信息处理手段的全面跃升,是综合了光、电、磁、声等多种类的多频段信息载体和传递工具的变革,是人类发展迈出的重要一步。电子计算机的出现对人类社会发展的影响是全方位的,它极大地加速了信息处理和交互,大大缓解和消除了人类传播信息在时空上的限制,世界由此成为“地球村”。

在科学技术迅猛发展的推动下,人类感知、传递、处理、利用信息的能力将不断出现新的跃升。

1.1.2 信息的含义

从某种意义上说,人类信息活动的演进和人类信息能力的发展伴随着整个人类的进化。那么什么是信息呢?

不同学者对信息有不同的解释,较具代表性的有以下几种:

(1) 1928年,哈特莱:信息是指有新内容、新知识的消息。

(2) 1948年,香农:信息是用以消除不确定性的东西。

(3) 1948年,维纳:信息是人们在适应外部世界、控制外部世界的过程中,与外部世界交换的内容。

(4) 1975年,朗高:信息是反映事物的形成、关系和差别的东西,它包含在事物的差异中,而不是事物本身。

这些解释的不同,实际上是由于看待信息的角度不同。哈特莱从价值的角度来解释,香农从通信的角度来解释,维纳从控制的角度来解释,朗高从认知的角度来解释。

一般认为,香农给出的信息定义更接近信息的本质,应用得更多一些。所以,本书中采用香农给出的信息定义。信息的度量方法和信息三要素的说法都来自香农的信息论。

但是,为便于理解和使用,本书综合几种资料的说法,给出一个更通俗的解释:信息是指客观事物存在的方式或运动的状态,它通过一定载体反映出来,体现客观事物相互联系的程度及规律。

所谓“客观事物”,泛指一切可能的研究对象,包括客观世界的一切事物和现象,既包括有形事物,如:风、雨、雷、电,高山、楼宇等;又包括无形事物,如:人们的思想、认识、情绪、策划、方法等。所谓“运动”,泛指一切意义上的变化,包括机械运动、物理运动、化学运动、生物运动、思维运动和社会运动等。所谓“运动的状态”,是指事物运动在空间上所展示的形状、态势及其在时间上的变化。

信息的分类多种多样。按来源,信息可分为自然信息和社会信息;按逻辑,信息可分为真实信息、虚假信息、不定信息等;按作用,信息可分为有用信息、无用信息、干扰信息等;按载体,信息可分为电子信息、光学信息、生物信息等;按应用领域,信息可分为政治信息、经济信息、军事信息、科技信息、文化信息等。

值得注意的是,在日常用语中,信息经常与消息、信号、数据、情报和知识等比较相近的概念交替使用,有时人们甚至把它们当成一回事,但实际上它们是有区别的,如下所示。

- 消息是由具体文字、符号或语音所表达的已发生的某个事件。消息是信息的外壳,信息是消息的内核。一个消息的产生,可能带来信息,也可能不带来信息。也就是说,不同消息中所含的信息量是不同的。
- 信号是用来承载信息的物理载体,信息是事物运动的状态和方式。
- 数据是信息的一种记录形式,但不是唯一的记录形式,除此之外,信息还可以通过文字、图形、语言等各种形式记录。
- 情报是一类特殊的信息,是信息集合的一个子集,任何情报都是信息,但并非所有信息都是情报。
- 知识是关联起来的信息,是信息加工的产物,是一种高级形式的信息。比如,“天冷了”是信息,“大雁往南飞了”是信息,“天冷了,大雁就要往南飞了”就是知识,它是经过人的大脑加工的结果。任何知识都是信息,但并非任何信息都是知识。

从上述相近的概念区分中可以看出,信息有低级和高级之分。低级信息是人们无须花费大力气就能收集到的事实性知识,只是部分事物的比较片面的反映,例如广告、电影、电视节目预告等;高级信息是人们经过一番努力,进行深入加工处理而收集到的知识,例如公司的年终报表等;更高级、更有价值的信息是那些与创造发明有关的包含智慧结晶的信息,例如机器的发明、国家的战略规划、重大工程项目的决策等。

信息与物质、能量一起构成了人类社会赖以生存和发展的三大基石,是一种重要的战略资源。物质为人类提供材料,能量为人类提供动力,信息则为人类提供知识和智慧。信息是认识世界和改造世界的首要条件,没有信息,人类就不可能认识世界,更不可能改造世界。因此,明确信息的度量方式,熟悉信息的要素、基本形态、主要特征和基本作用等方面,对于我们更有效地掌握、认知信息,更有效地认识世界和改造世界,有着重要的意义。

1.1.3 信息三要素

信源、信宿和信道是信息三要素。

信源,又称信息源,是信息的发源地,或者说是信息的出处。信源大体分为三大类:(1)来自自然界,包括天体、地理、生物等方面的信息;(2)来自社会,包括人类社会的生产、经济、军事等方面的动态与情报;(3)他人的知识,包括古今中外流传下来的知识及专家学者的经验。

信宿,是信息的归宿,是接受信息者对信息判断后做出的处理结果。信宿决定信息的价值。信息被有关者获取后,通过加工处理、正确理解和正确使用,才能真正发挥作用。因此,信息获取者要对信息进行筛选分类,综合分析,分清哪些是有用信息,哪些是无用信息甚至假信息,以便利用有价值的信息,摒弃无价值的信息。

信道, 传递信息的通道, 是信源与信宿之间联系的纽带。信道有自然信道、人体的本能信道和技术信道。空气、风、水等是自然信道; 人体的四肢、五官等感觉器官是本能信道; 无线电通信、计算机网络等是技术信道。

1.1.4 信息的度量

信息与消息有着不可分割的内在联系, 不同消息中所含的信息量是不同的, 那么应该如何衡量信息量呢? 香农给出了方法: 消息中含信息量的大小是由它消除的不确定程度决定的。

消息中含有的信息量与消息发生的概率紧密相关。某消息出现的概率越小, 则其包含的信息量越大; 某消息出现的概率越大, 则其包含的信息量越小。必然事件的发生不带来任何信息。独立事件的发生可看成消息的发生, 若干事件的联合发生也可看成消息的发生, 该消息带来的信息应与其中各个事件有关。如果消息由符号组成, 而各符号又被看成独立发生的, 则多符号联合的消息的发生概率呈指数规律减小。

综合以上情况可知, 消息中所含的信息量与消息发生的概率有以下关系:

(1) 发生的概率越小, 消息中所含的信息量越大, 消息带来的信息量与消息发生的概率成反比;

(2) 联合消息发生的概率呈指数规律减小, 或呈指数规律增加。

受这些规律支配, 对信息量定义如下:

设消息 x 发生的概率为 $P(x)$, 则该消息带来的信息量定义为

$$I(x) = \log_a (1/P(x)) = -\log_a P(x) \quad (1.1)$$

其中, 取对数可使原指数规律变得平稳, 便于表达。若对数的底取2, 则 I 的单位为bit; 若对数的底取e, 则 I 的单位为Net; 若对数的底取10, 则 I 的单位为Hatle。bit是最常用的单位。

例1.1 计算等概率发生的离散消息的信息量。

解: 设信源在每个时刻发生的消息非0即1, 此即二进制符号消息, 它们出现的概率都是1/2, 则其所带的信息量为

$$I_2 = \log_2 2 = 1 \quad (\text{bit})$$

即二进制符号的每个码元带来1 bit的信息量。

若信源发出的消息为 M 进制, M 进制符号消息出现的概率为

$$P(0) = P(1) = \cdots = P(M) = 1/M$$

则其所带的信息量为

$$I_M = \log_2 M \quad (\text{bit})$$

且若 $M = 2^k$ ($K = 1, 2, 3, \cdots$), 则

$$I_M = \log_2 2^k = K \quad (\text{bit})$$

很显然, 一个消息的用bit表示的信息量和表示或存储这个消息所需的二进制位数是相等的。我们知道了消息的发生概率, 就可以计算其用bit表示的信息量, 这就是要表示或存储该消息所需占用的bit数。

式 (1.1) 所表示的是一个符号所带的信息量, 如果想知道多个符号所带的信息量, 只需把所有符号的信息量求和即可。根据定义, 信息量代表了符号或符号串的不确定性。

很多情况下, 我们希望了解信源的不确定性特征, 也就是信源发出的每个符号平均消除的不确定性, 也就是每个符号平均的信息量。在信息论中, 这就是信源的“熵”, 用 H 表示, 如果信源用 x 表示, 则该信源的熵用 $H(x)$ 表示。

对于等概率信源, 每个符号的信息量是相等的, 所以每个符号平均的信息量就等于其中一个符号的信息量。对于例1.1中发出两个符号的信源, 其熵为

$$H(x) = I_2 = \log_2 2 = 1 \quad (\text{bit})$$

对于发出 M 进制符号的信源 x , 其熵为

$$H(x) = I_M = \log_2 M \quad (\text{bit})$$

且若 $M = 2^k$ ($K = 1, 2, 3, \cdots$), 则

$$H(x) = I_M = \log_2 2^k = K \quad (\text{bit})$$

上面说的是等概率信源的熵的计算方法。在非等概率情形下, 则需要把熵的计算方法进行一般化推广。

设信源 x 的各个符号为: $x_i (i = 1, 2, 3, \cdots, N)$, 其概率分别为 $P(x_i)$, 则定义熵为该信息源各符号的统计平均信息量, 以 $H(x)$ 表示。

$$H(x) = \sum_{i=1}^N P(x_i) I(x_i) = - \sum_{i=1}^N P(x_i) \log_2 P(x_i) \tag{1.2}$$

例1.2 信源发出4个符号0、1、2和3, 信源发出它们的概率分别为3/8、1/4、1/4和1/8, 求该信源的熵。

解:
$$\begin{aligned} H(x) &= \sum_{i=1}^4 P(x_i) I(x_i) \\ &= \frac{3}{8} \log_2 \left(\frac{3}{8}\right) + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{8} \log_2 8 \\ &= 1.906 \text{ bit} \end{aligned}$$

信源的熵用bit为单位表示时, 它就等于表示或存储该信源的每个符号所需的二进制位数的平均值。

1.1.5 信息的主要特征

总体而言, 信息主要具有可识别性、共享性、可伪性、时效性, 以及价值相对性等特征。

1. 信息的可识别性

信息可以通过某种媒介, 以某种方式被人类所感知, 人类进而可掌握信息所反映的客观事物的状态和运动方式, 这就是信息的可识别性。目前, 人类能够接受和使用的信息, 只是无限丰富信息中的一部分, 还有许多信息尚未被人们所认识, 但这并不是说这些信息不可识别, 只是受科学技术水平所限, 人类尚未了解承载该信息的媒介和方式。

随着科学技术的发展, 人类感知信息的手段和能力将不断提升, 获取的信息也将越来越多。例如, 人类凭借肉眼可通过明暗或颜色区分不同的物体, 这靠的是物体反射或者辐射的可

见光，地球上的物体大多数是不发光的，所以到了晚上，人类就看不清东西了，于是就会减少活动。后来人类发明了热成像仪，它能够获取物体辐射出的红外射线，并转换成可见光图像，所有的物体每时每刻都在辐射出红外线，人们借助热成像仪，就能在晚上看到各种物体，在必要的情况下，人们就可以增加晚上的活动。

2. 信息的共享性

信息可以被无限制地复制、传播或分配给众多用户，并能在这个过程中保持低损耗甚至无损耗，这就是信息的共享性。信息的共享性突出表现在两个方面：(1) 信息脱离所反映的事物而独立存在并附于其他载体，而载体在空间上的位移，使信息能够在不同空间和不同对象之间进行传递；(2) 信息不像水、石油、货币这些物质遵循守恒原则（即总量固定、与他人共享必然带来损耗甚至丧失），信息可以被大量复制、广泛传递。

例如，甲有一个苹果，乙也有一个苹果，那么甲乙互相交换之后，甲还只有一个苹果，乙也还只有一个苹果；但是如果甲有一条信息，乙也有一条信息，那么甲乙互相交换之后，甲就有了两条信息，乙也有了两条信息。信息的共享性特征对人类具有特别重要的意义。在军事行动中，其意义集中体现在共享战场信息是实施信息化联合作战的重要保障。

3. 信息的可伪性

信息能够被人类主观地加工、改造，进而产生畸变。同时，通过一定方式和手段，也可使人类对信息产生失真甚至错误的理解认识，这就是信息的可伪性。信息具备可伪性的原因在于信息不是事物本身，人们主观片面理解信息，或根据自己的意图，有意或无意地对信息的内容及负载信息的载体施加影响，就有可能使信息无法真实反映事物本身及其运动状态的原貌。

1944年，盟军在诺曼底登陆之前成功地进行了信息欺骗和信息封锁，造成德军对盟军登陆地点的判断失误。一系列信息欺骗行动有效地掩护了盟军的主攻方向，当盟军已经在诺曼底抢滩登陆时，深受欺骗的希特勒还担心盟军会在加莱地区实施更大规模的登陆作战。三国时期，诸葛亮用“空城计”吓退司马懿十五万大军也是同样的道理。

4. 信息的时效性

信息的价值会随时间的推移而改变，这就是信息的时效性。由于事物本身在不断发展变化中，因此信息必须随之变化才能准确反映事物的运动状态和状态的变化方式。信息被传递后就会脱离事物，原信息便不能反映事物的新的运动状态和状态变化方式，效用会逐渐降低，甚至完全丧失。

5. 信息的价值相对性

信息的价值相对性是指同样的信息对于不同的人具有不同的价值。这是由于信息的价值与信息接受者的观察能力、想象能力、思维能力、注意力和记忆力等智力因素密切相关，同时也依赖于他的知识结构和知识水平。

街口的信号灯变化对色盲患者是没有价值的无用信息，然而对正常人却至关重要，莎士比亚说“一千个观众眼里会有一千个哈姆雷特”，就是这个道理。

1.1.6 信息的基本作用

人类活动的全部目的是认识世界并改造世界。因此，人们获取信息，就是掌握和理解有关客观事物的运动状态和变化方式，把握其中的规律，积累并创新知识，消除各种各样的不确定

性,更加准确、高效地认识世界和改造世界。从这个角度来看,信息的基本作用主要包括反映作用、联系作用和启迪作用。

1. 信息的反映作用

信息的反映作用是指信息能够直接或间接地反映事物的存在方式或运动状态。其最简单和直接的形式表现为:信息能够对人类的视觉、听觉、嗅觉、触觉等感觉器官造成刺激。当我们看到苹果红了,就知道苹果熟了,并且可以食用了。苹果红了这个信息,就反映出了苹果已经生长成熟的状态。

2. 信息的联系作用

信息的联系作用是指任何系统,无论是生命系统还是非生命系统,其相互关联与交流都要以信息为中介,其间物质和能量的变化、运动和交换也都以信息的联系为先导。如果没有信息的联系作用,则任何一个系统的正常运转都不可能实现,系统将陷入混乱和无序。对任何个体而言,亦是如此,即使是人类的意识活动,包括人群之间的思想和情感交流,也必须通过信息联系才能实现。

信息的联系作用广泛存在于各个领域。存在于生命过程、感觉器官与外部世界的联系、神经中枢与各部分器官的联系、亲代把性状特征遗传给子代等生物领域,存在于通信系统、控制系统、火箭和导弹的制导系统、电子计算机系统等技术领域,也存在于生产过程、经济管理、文学艺术、历史考古等社会领域。

3. 信息的启迪作用

信息的启迪作用是指信息能够开导或启发人类进行更高效或更具目的性的活动。信息是人类认识世界的一扇大门,其中所蕴含的意义可以直接被人类了解,也可以通过人工装置或者生物间接地被人类了解,并产生启迪作用,进而影响或控制人类的思维和行为,更加深刻地改造世界。人类的生存依赖于大自然,人类的发展浸润在大自然所散发出的庞大信息中。正是由于这些来自大自然的启示,再加上人类的智慧,才有了人类现在如此发达的文明!这也正是“师法自然”的深刻含义。

从最早的原始社会,人类受两个石头撞击会产生火花的启发,学会了生火;受种子掉到地里就可以长出植物的启发,学会了耕种;到后来根据荷叶的启发,造出了雨伞;再到受鸟类依靠翅膀可以飞行的启发,发明了有翼飞机;根据鱼身体的“流线型”改良了舰船和潜艇。这些例子无不说明信息启迪作用的存在和影响。

1.2 信息技术

1.2.1 信息技术的含义

人们对信息技术的定义,因其使用的目的、范围、层次不同而有不同的表述。可以说,凡是能扩展人的信息器官功能的技术,都可以称为信息技术。因此,信息技术是人类开发和利用信息资源的所有手段和方法的总和,主要包括信息的产生、获取、变换、传递、存储、处理、显示、识别、提取、控制和使用技术等。

当前所说的信息技术实际上是一个新兴的技术群,主要是基于电子技术的信息技术(见图1.3),包括三个层面:基础信息技术、主体信息技术和应用信息技术。