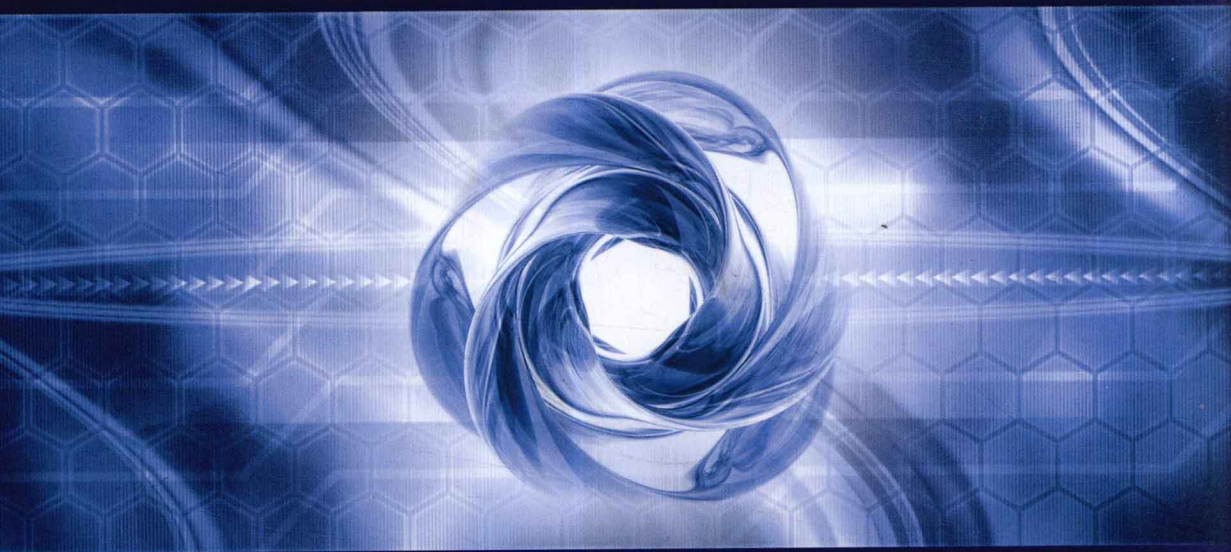




普通高等教育“十二五”规划教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



电气信息技术基础

(第二版)

喻 洁 夏安邦 黄小庆 编著
曹一家 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材



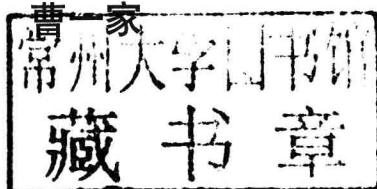
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

电气信息技术基础

(第二版)

编著 喻洁 夏安邦 黄小庆

主审 曹家



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。本书围绕信息技术在电气领域的应用,以信息采集、传输和应用为主线,系统地讨论了电气信息技术的理论问题和技术问题,主要包含信息收集与处理、通信传输、数据库管理、信息集成与安全、分析和决策、信息系统规划和安全等方面的内容。同时,运用这些理论和技术介绍和分析了电力行业中常见的信息系统。本书吸收了计算机软件、网络和通信、现代管理、自动化等领域与信息化有关的成果,列举了一些例子和信息处理方案以帮助读者理解课程内容。

本书主要作为普通高等院校非信息类本科及研究生电气信息技术的教材,也可供电气及相关企业的信息主管和信息系统设计师参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气信息技术基础/喻洁,夏安邦,黄小庆编著.—2版.

—北京:中国电力出版社,2012.8

普通高等教育“十二五”规划教材 普通高等教育“十一五”
国家级规划教材

ISBN 978-7-5123-3456-4

I. ①电… II. ①喻…②夏…③黄… III. ①电子技术—高等
学校—教材②信息技术—高等学校—教材 IV. ①TN②G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 205967 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 12 月第一版

2012 年 10 月第二版 2012 年 10 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.25 印张 546 千字

定价 40.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

电气化与信息化是现代社会的两大支撑技术,它们之间是相互渗透、相互促进的。人类社会的电气化进程早于信息化进程。

从英国物理学家法拉第发现电磁感应现象,到电动机、电灯、电话的发明,标志着人类进入了“电气时代”。科学技术的巨大进步,工业生产的迅速发展,极大地改变了人类的生活。这个时代的重要标志性产品,至今还是我们日常生活中不可缺少的一部分。

20世纪50年代以后,计算机的出现和逐步普及,通信技术的迅猛发展,使得“信息”对整个社会的影响达到前所未有的高度。信息量、信息传播的速度、信息处理的速度及应用信息的程度都以几何级数的方式增长。人类进入了“信息时代”。

然而,信息时代的开始,并不是电气时代的结束。人类对电气技术的需求在不断提高,电气领域的革新性探索一直没有停止。将先进的信息技术应用于电气领域,有助于解决电气技术的新问题。同时,电气领域中的问题也对信息技术提出明确的要求,有利于信息技术更好地服务于工业应用。在智能电网的发展背景下,电气化与信息化的结合是一种必然的趋势。信息技术本身只有与实践紧密结合,才具有实用价值。

2008年,本书第一版发行,是国内第一本关于电气信息技术的教材。发行以来,受到广大读者的欢迎与好评,对我国电气信息技术基础教育发展起到了积极的推动作用。然而,在本书的应用和教学过程中,也体现了一些不足之处。尤其是第一版教材对电气信息技术的行业特色不够突出,与电气领域实际工程应用联系不够紧密,这也是编者较为遗憾之处。

此次修编总结了电气信息技术课程的教学经验,结合当前信息技术的前沿领域与发展趋势,展望“智能电网”战略目标对电气信息技术的需求,进一步促进电气信息理论与实际工程应用的结合。信息技术是智能电网实施的基础和保障,但是在电气工程领域应用的信息技术有别于其他行业,应符合电气行业的特点。本书从信息的来源到信息的使用做出了较完整的描述,使读者能够全面了解信息的整个流程。

此次修编保持了原有的信息流程描述框架,精简了与电气信息关系不密切的理论描述,着重加强电气领域基本理论与信息技术的结合,对其内容做了较大的增删和调整。具体表现在以下几个方面:

- (1) 更加明确定义了电气信息的分类,电气信息技术的发展阶段和研究内容。
- (2) 分析电气信息源的特点,在信息采集装置中增加了电压/电流互感器和电量变送器。
- (3) 增加常用通信技术和电力通信技术的介绍,详细介绍电力通信规约的几种主要形式。
- (4) 重新整理信息管理的概念与内容,增加了电气领域中经常用到的几种数据库类型。
- (5) 从数据集成、功能集成、流程集成和界面集成几个方面重新梳理电气信息集成问题,增加了电力公用信息(CIM)模型及其他电气信息整合实例。
- (6) 以分析决策理论的角度研究电气信息的应用,增加了优化决策理论。
- (7) 重新提炼了电气信息系统的规划与安全设计和评估准则。

(8) 从发、输、配、用几个方面综述了电力信息系统的实际应用。

(9) 增加了智能电网中信息技术的应用。

修编后,本书共分为9章,第1章电气信息技术概述,主要介绍信息、信息技术、电气信息技术的基本概念。第2~7章是本书的主体,比较系统地讨论了信息采集、信息传输、信息管理、信息集成、信息分析与决策、信息系统规划与安全等六个方面的理论问题和技术问题。第8章结合电力行业的实践介绍了目前电力行业正在使用的信息系统。第9章展望了智能电网发展趋势下电气信息技术。每章列举了电气信息技术的应用实例。通过实例分析,加强读者对电气理论与信息技术融合的理解。本书基于夏安邦教授《电气信息技术基础》进行修编。湖南大学黄小庆完成第5章与第7章的修编,其余章节由东南大学喻洁补充和修编。

编者感谢东南大学电气工程学院和东南大学教务处,为本书的重新编写给予极大的支持与鼓励,并提供了良好的工作环境。全书由湖南大学曹一家进行了审阅,并提出了许多宝贵意见和建议,在此深表感谢。

感谢中国电力科学研究院杨争林、陈宁高级工程师,给予本书的修改意见与帮助。

由于信息技术处在迅速发展之中,与信息技术密切相关的计算机技术、网络和通信技术、管理工程等也在不断发展,尽管我们在编写本书时尽量吸收了有关技术的最新成果,但并不可能为电气信息技术的内容打上句号。此外,本书包含的最新成果是否能够经受时间的考验,也还需要读者在今后的工作中把握。本书的编写人员基于第一版教材,以及教学实践过程中的反馈,结合当前智能电网背景下对信息技术的应用需求,重新编写了本教材,力求体现电气信息技术的科学性和系统性。由于我们才疏学浅,水平有限,书中的错误和疏漏在所难免,希望广大读者和专家不吝赐教。

编 者

2012年7月

目 录

前言

第1章 电气信息技术概述	1
1.1 信息	1
1.2 信息技术	4
1.3 电气信息技术	6
1.4 本课程的目标和任务	12
1.5 小结	12
1.6 复习思考题	12
第2章 信息采集	13
2.1 电气信息源	13
2.2 现场信息采集原理	14
2.3 信息采集装置	20
2.4 电磁干扰	54
2.5 小结	63
2.6 复习思考题	63
第3章 信息传输	64
3.1 概述	64
3.2 常用通信技术	70
3.3 电力通信技术	79
3.4 电力通信规约	90
3.5 工业控制通信网络	97
3.6 小结	103
3.7 复习思考题	103
第4章 信息管理	104
4.1 概述	104
4.2 数据库系统	106
4.3 数据库设计	109
4.4 数据库语言	121
4.5 数据库的开发和管理	125
4.6 分布式数据库	128
4.7 实时数据库	132
4.8 移动数据库	137

4.9	数据仓库	141
4.10	小结	147
4.11	复习思考题	147
第5章	信息集成	148
5.1	概述	148
5.2	数据集成	156
5.3	功能集成	167
5.4	流程集成	178
5.5	界面集成	185
5.6	小结	188
5.7	复习思考题	188
第6章	信息分析与决策	189
6.1	概述	189
6.2	系统建模理论	189
6.3	优化决策理论	197
6.4	统计分析与决策	208
6.5	人工智能决策	216
6.6	决策支持系统	228
6.7	小结	234
6.8	复习思考题	235
第7章	信息系统规划与安全	236
7.1	信息系统规划与设计	236
7.2	信息系统的架构体系	243
7.3	信息系统的开发方法	251
7.4	信息系统安全	258
7.5	信息系统的评估	272
7.6	小结	279
7.7	复习思考题	279
第8章	电力信息系统	280
8.1	电力信息流	280
8.2	发电企业信息系统	282
8.3	电网企业信息系统	292
8.4	供电企业信息系统	303
8.5	大型用户电气信息系统	318
8.6	小结	324
8.7	复习思考题	324
第9章	智能电网信息技术	326
9.1	概述	326

9.2	智能传感器	327
9.3	无线传感器网络	330
9.4	云计算	335
9.5	物联网	339
9.6	网络化控制系统	343
9.7	小结	346
9.8	复习思考题	347
参考文献		348

第1章 电气信息技术概述

1.1 信 息

20世纪50年代信息论的理论框架逐渐形成并开始影响人类社会。首先与信息论结合的专业是自动控制、通信和计算机。到了20世纪后期,随着计算机运算能力的极大提高,信息技术伴随计算机技术一起向各个领域渗透。由于计算机与信息处理有不可分割的关系,以至于一些人误认为信息技术就是计算机技术;其实不然,这两者的关系,如同材料和工具的关系。信息作为一种资源,是被加工的材料,计算机是加工信息的工具。信息技术与任何领域的结合都不能理解为计算机技术在该领域的应用。当信息技术与各个领域结合时,首先关注的是把该领域的研究对象转变为信息资源时所产生的影响和值得研究的问题,然后才是如何用计算机对它们进行处理。电气信息技术主要介绍计算机技术在电气工程中的应用,并从信息理论的角度阐述其原理。

1.1.1 信号、数据和信息

信号是传递消息的一种方式或者媒介。以技术语言描述,信号是通过信道传输的一种信息载体,是消息的基本组成部分。在电气系统和通信系统中,承载信息的电流、电压、无线电波等的物理量称为电信号,简称为信号。任何通信方式均需由信号承载信息,经不同的频率变换、调制或编码成适当的形式,以适合于各种不同信道的传输。

数据指任何描述物体、概念、情况或形势的文章、图形、声音、数字、字母和符号。数据可以在物理介质上记录、保存或传输,并通过外围设备被计算机接收,经过处理而获得结果。数据是信息的载体,约定是数据传递信息的基础,没有约定的数据是一组不能表达信息的符号,在技术上被称为乱码。

信息是一个广泛而抽象的概念,它是世界上一切事物状态和特征的反映和描述形式。信息普遍存在于自然界、人类社会、人们的认识及思维过程中。人们通过约定描述信息,通过感官获得信息,通过信息区别不同的事物及其变化。从应用的角度看信息就是消息,是人类交流思想、情感、意见的基本工具。信息需要三个条件才能发生作用:约定、发出者和接收者,它们被称为信息作用的三要素。约定是联系信息发出者和接收者或者使接收者达成共识的纽带。没有约定人们无法相互理解和沟通,也就无所谓信息。信息需要依附在其他物质上才能存在和传播,这些物质称为信息的载体。信号和数据是本书所讨论的主要信息载体。由于信息及其载体具有共生性,如果没有特别说明,本书并不强调信号、数据和信息的区别。一般来讲,当涉及信息采集、传播和通信时,本书使用“信号”表达信息,当涉及信息管理、处理和决策时,本书比较多地使用“数据”来表达信息。

1.1.2 信息科学

信息科学是研究信息的有关理论、技术与方法的知识体系,亦称为广义信息论。它是在信息论、控制论、计算机技术、仿生学、人工智能和系统工程的基础上发展起来的。信息论和控制论是信息科学的理论基础,仿生学和人工智能是信息科学的重要实现途径,计算机和电子技术是信息科学的基本技术手段,系统工程则提供设计信息处理系统的基本方法。信息

科学一词是 1973 年提出来的。它的任务是研究信息的性质,研究信息的获取、转换、传输、加工、利用和控制的一般规律,设计和制造各种信息处理设备,进而实现部分脑力劳动的机械化、自动化,把人类的智能充分开发出来。

信息科学是研究信息现象及其转化规律的科学。具体地说,信息科学是以信息为基本研究对象,以信息运动过程和转化规律为基本研究内容,以信息科学方法论为基本研究方法,以扩展人的信息处理能力为基本研究目标的科学。信息科学一方面把人类的认知和实践过程作为自己的研究来源,另一方面又利用这些研究成果来增强人们认识世界和优化世界的能力。后者实际已是信息技术的研究范畴。

以信息为主要研究对象,是信息科学区别于一切传统科学的根本所在。

信息科学的研究内容主要包括信息的基础理论和基本原理两个方面。前者主要研究信息的概念、定义、性质和功能,信息—能量—物质的关系以及信息的描述、分类和度量;后者主要研究信息识别、信息提取、信息变换、信息传输、信息交换与分配、信息存储与检索、信息处理与再生、信息转化和信息反作用(即利用信息实现对系统的调节、控制、优化、适应和学习)等原理。这些范畴中涉及信息论、控制论和系统论的内容。因此,信息论、控制论和系统论是现代信息科学的三大理论基础。

信息科学的发展历史可以划分为四个阶段:早期信息论、香农信息论、工程信息论、近代信息论或广义信息论。早在 1924 年奈魁斯特和孔夫谬勒分别发现了数据的传输速率与信道带宽有比例关系,1928 年哈特莱推广了他们的思想,给出了信息定量的概念。1945 年赖斯发表了《随机噪声的数学分析》一文,应用统计学对噪声进行了定量分析,1948 年香农在前人大量工作的基础上,发表了著名的论文《通信的数学理论》,奠定了信息论的基础。后来,香农又发表了 10 篇论文,提出了保密机制模型,维纳和科尔莫哥洛夫发展了滤波理论、汉明和戈雷等创立了纠错编码理论,费舍尔提出了信号检测和估值理论。这些工作开创了工程信息论的新纪元。20 世纪 70 年代以来,信息科学进入近代信息论的发展阶段,信息社会概念的出现给信息科学提出了新的课题。

近代信息论首先要拓宽狭义信息的含义和范围,除了进一步研究传统的语法信息之外,还要加强对语义信息和语用信息的研究;除了进一步研究客观信息之外,还要加强对主观信息的研究。其次是需要加强对信息网络和信息系统的研究,强化多种信息应用的集成。第三是促进人工智能的研究,更大程度地利用计算机代替人的脑力劳动,除了按照仿生学概念模拟人的听觉、视觉、触觉、感觉、语言、识别能力等之外,还要进入社会的组织和管理领域、商品的生产和流通领域,甚至于政治、文化等领域,对这些领域产生很大影响。

1. 信息论

研究信息的产生、获取、变换、传输、存储、处理及应用的学科称为信息论。信息论是 20 世纪中叶从通信问题中总结和开拓出来的理论。它以通信系统的信息传输问题为主要研究对象,研究通信系统的数学规律及最佳工作规律。信息论是概率论与随机过程和通信技术相结合的交叉学科。学术界认为信息论的奠基之作是 1948 年香农(Shannon)的《通信的数学理论》。现在信息论已经伸展到各个学科,成为一门基础科学。电气信息技术就是电气技术和信息论结合而产生的一门新学科。

信息论的研究范围可以划分为三个层次:

(1) 狭义信息论,以编码理论为中心,主要研究信息系统模型、信息的量度、信道容量

和编码理论。

(2) 一般信息论, 主要研究通信问题, 包括噪声理论、信号滤波及预测、信息调制及处理等。

(3) 广义信息论, 主要研究以计算机信息处理为中心的信息处理的基本理论, 包括语言、文字的处理, 图像识别、学习理论等及其各种应用。

2. 信息的性质

在科学技术活动中, 不同的学科领域对信息的理解有所不同。在通信领域, 认为信息是附加在数据上的一种约定; 在管理学界, 信息是管理活动的特征、发展情况的情报和资料的统称; 在信息管理学领域, 信息是表达用户决策活动和业务过程的数据; 而对于哲学家来说, 信息是事物存在方式和运动状态的表现形式。

在抽象概念上信息具有以下性质:

(1) 表达性。不能表达事实的符号不是信息, 没有任何价值。

(2) 时效性。从信源发出信息到接收者收到信息的间隔越短, 使用信息越及时, 信息的有效性越强。

(3) 等级性。按照管理层次可以分为战略信息、战术信息和作业信息, 按照加工深度分为一次信息、二次信息、三次信息。

(4) 价值性。同样的信息对于不同的接受者和使用目的, 其价值是不同的。

(5) 传递性。信息可以传递, 正常的传递过程不会让信息减少或者消失。

(6) 共享性。信息可以为所有接收者共享。

3. 信息的量度

信息量是度量信息多少的一个物理量, 它从数量上反映具有确定概率的事件发生时所传递的信息多少。信息的量度与它所代表的事件发生的概率有关。1928年, 哈特莱在《信息的传输》一文中提出了对信息的度量方法。对于一个通信系统来说, 在收到任何消息之前, 接收端所了解的某消息发送的概率称为先验概率; 收到某个消息后, 接收端所了解的该消息发送的概率称为后验概率。通信接收(新得到)的信息量, 随着先验概率的增加而减少, 随着后验概率的增加而增加, 通常定义为

$$\text{接收的信息量} = \lg \left(\frac{\text{后验概率}}{\text{先验概率}} \right) \quad (1-1)$$

对于式(1-1), 若选择对数的底为2, 则信息量的单位是比特, 这就是目前常用的信息量单位。对于离散信息源而言, 如果它可能发出的消息数为 k , 则每个消息出现的概率分别是 $p(1), p(2), \dots, p(k)$ 。根据式(1-1), 当没有噪声或其他干扰时, 接收端能够准确接受信息, 后验概率为1, 那么第 i 个消息出现一次所携带的信息量为

$$\lg \frac{1}{p(i)} = -\lg p(i) \quad (1-2)$$

假定信息源输出一个有 n 个消息的序列, 把第 i 个消息出现的位置记为 x , 则第 i 个消息将出现 $np[i(x)]$ 次, 于是从第 i 个消息得到总的信息量为

$$I_i = -np[i(x)] \lg p[i(x)] \quad (1-3)$$

当信息源发出 n 个消息, n 个消息的总信息量为

$$I_a = \sum_{x=1}^n I_x = -n \sum_{x=1}^n p[i(x)] \lg p[i(x)] \quad (1-4)$$

每个消息的平均信息量为

$$I = - \sum_{x=1}^n p[i(x)] \lg p[i(x)] \quad (1-5)$$

香农 (Shannon) 把式 (1-5) 表达的平均信息量称为信源的信息熵 H , 即

$$H = - \sum_x p[i(x)] \lg p[i(x)] \quad (1-6)$$

式 (1-6) 所得到的信息熵是信源的平均信息量, 它与热力学和统计力学中关于系统熵的计算公式完全一样。但应当指出, 信息熵 H 是代表信源的不确定程度, 而信息量则是排除这种不确定性的程度。两者在数字上相当, 但在含义上有所区别。一个信源, 不论它是否输出符号, 只要这些符号具有某些概率特性, 必存在熵值 H ; 而信息量则只有当信源输出的符号被接收者收到后, 才有意义。

1.1.3 信息社会

按照《词海》的解释, 信息社会就是后工业社会。后工业社会 (Post Industrial Society) 是西方未来学家及社会学家关于继工业社会之后社会性质的一种理论。主要代表人物有贝尔 (Daniel Bell) 和布热津斯基 (Zbigniew Brzezinski) 等。他们认为这一社会的特点是大多数劳动力从第一、二产业转向第三产业; 专业人员和技术人员在就业人员中的比重迅速增长; 技术的重大发展主要靠科学家进行理论探索, 而不是靠技术人员的实践经验。认为科学知识正在代替私有制而成为社会阶级结构形成的基础, “脑力劳动”的优秀人物正在代替资本家。这种理论过于强调科学技术的重要性, 而忽略了生产力与生产关系的辩证关系。但是它预见了信息社会将到来这一客观事实。

21 世纪的人类社会是信息社会, 我们的生活环境是网络经济环境。目前还不能从科学的角度用精辟的语言为信息社会下一个定义, 并把信息社会的特点概括出来, 我们只能从自己的感受看一看社会正在发生的变化, 以及这些变化对社会生产力产生的影响。首先, 社会信息化进一步缩短了地球的时空。因此, 人与人的交往变得十分方便, 知识传播的速度达到高峰, 距离不再是文化、科技和知识交流的障碍。重大事件一发生, 便以光速传播到世界各地。其次, 由于信息共享, 世界已经很少有产品的秘密能保持较长时间了, 特别是在商业上, 新技术或新产品一问世, 其奥秘很快就被揭示出来。新产品独占市场的周期越来越短, 不断创新成为推动企业发展的力量。最后, 由于信息交流和复制太方便、太容易, 真的、假的、对的、错的、有用的、无用的信息往往交织在一起, 信息的收集和分析成为十分重要的问题。企业应该有专门的部门或者专门人员进行信息分析, 才能从浩瀚的信息海洋中找到自己的航程。第四, 信息技术成为一门新兴技术, 得到人们空前的关注和飞速发展, 正向世界的各个角落, 知识的各个领域渗透。我们必须接受这样的变化, 用新的眼光来看这个日新月异的世界。

1.2 信 息 技 术

1.2.1 信息技术基础

信息技术是利用自动控制、电子技术、计算机和通信等手段实现信息的采集、识别、变换、传输、管理、集成、控制、分析和决策等应用技术的总称, 是在信息科学的基本原理和方法的指导下扩展人类信息处理功能的技术。其主要支柱是通信 (Communication) 技术、

计算机 (Computer) 技术和控制 (Control) 技术, 即 “3C” 技术。

具体来讲, 信息技术主要包括以下几个方面:

(1) 感测与识别技术。其作用是扩展人获取信息的感觉器官功能。它包括信息识别、信息提取、信息检测等技术, 这类技术的总称是 “传感技术”。

(2) 信息传递技术。主要功能是实现信息快速、可靠、安全的转移。各种通信技术都属于这个范畴。

(3) 信息处理与再生技术。信息处理包括对信息的编码、压缩、加密等, 在此基础上, 还可形成一些新的更深层次的决策信息, 这称为信息的 “再生”。

(4) 信息管理技术。利用计算机的存储功能保存信息, 数据库理论是信息管理的基础。

(5) 信息集成技术。利用分布式计算技术和通信技术实现信息流通和交互, 达到信息共享。

(6) 信息使用技术。这是信息过程的最后环节, 包括控制技术、预测和决策等。

1.2.2 信息系统

信息系统就是对组织的管理、决策和运行中产生的信息进行收集、传输、处理、存储、检索的一组相互关联的组件。无论社会组织的种类、形式和功能如何, 它们都对应一定形式的信息系统。组织的管理和控制离不开信息、信息的传递及信息处理, 信息系统的状况如何, 关系到组织全局是否协调一致和组织的整体效率。从商业角度来说, 信息系统是用于解决环境提出的挑战性的、基于信息技术的组织管理方案。目前 “信息系统” 这个词一般特指基于计算机技术的信息系统, 是以计算机软件、硬件、存储和通信等技术为基础的人/机系统。

现实中存在大量的信息, 客观过程中存在着各种各样的信息系统, 能否对这些信息进行有效的科学管理, 采用先进的技术手段进行处理, 将直接影响客观过程的发展。在计算机出现以前, 信息管理工作是由人工来完成的。这种传统的信息处理至今在有些地方仍然有效。然而, 在信息量较大、计算比较复杂的情况下, 人工处理往往难以胜任, 使用机械式的信息处理装置可以替代部分手工劳动。当今的各种活动是在客观条件极为复杂的情况下进行的, 涉及的信息量巨大, 为制定科学决策需要对大量信息进行复杂的计算和快速处理, 人工和机械的信息处理方式已经不再是完全有效的方式。电子计算机的出现, 使得信息系统的信息处理逐步实现了自动化。

1973 年约瑟夫·哈林顿提出的计算机集成制造的原理极大地推动了信息系统概念的发展。使信息系统从对事务的管理扩展为对全部制造过程所有资源的管理。他认为组织中的各项活动表现为物流、资金流、事务流和信息流的流动, 信息流是其他各种流的表现, 又对其他流具有控制和协调的作用。为了管理这种信息流, 需要建立信息系统。组织可以通过信息系统来指挥各种活动。信息系统通常由输入、处理、输出、反馈四个部分组成, 具有信息采集、存储、加工处理、传输、输出、人机交互等基本功能。在信息系统发展过程中, 先后出现过电子数据处理系统、事务处理系统、管理信息系统、决策支持系统、人工智能系统等类型, 在实际的组织中信息系统还可以分为不同管理层次 (例如战略层、管理层、执行层) 和不同职能领域 (例如生产、销售、采购等) 服务的子系统。

1.3 电气信息技术

电气信息技术是电气工程与信息技术相结合的新兴跨专业学科,以工科通识教育和电气信息类通用知识为基础,以电气工程为背景,通过计算机技术、网络技术和信息处理技术等,实现各种电气设备和系统的控制、监测与管理,面向未来自动化、数字化、网络化、信息化电气工程领域,为其设计、研究、应用等需求培养高级技术人才。

随着电气工程和其他学科的日益融合,特别是信息技术的快速发展,电气信息技术在电气领域中的应用越来越广泛。信息技术将与电气技术融合在一起,充实电气工程理论体系,完善企业电气化和电力企业自动化的运行模式。电气技术与信息技术相互渗透、相互影响,表现在以下两个方面:

(1) 电气领域对信息技术的需求。电气工程是一门研究电能产生、传输、变换与控制理论、方法、技术及其工程应用的学科。随着电气工程技术的发展,对信息技术的要求越来越高。广义的信息技术是计算机、高速宽带计算机网络及通信系统,以及用来传感、处理、存储和显示各种信息等相关支持技术的综合。随着智能电网概念的提出,信息技术在电气领域越来越受到重视。建立在集成、高速双向通信网络基础上的智能电网,将通过先进的传感和测量技术、先进控制方法以及决策支持系统技术的应用,实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好的目标。

(2) 信息技术对电气领域的推动作用。信息技术对电气工程的发展具有非常大的支配性影响。信息技术持续以指数速度增长在很大程度上取决于电气工程中众多学科领域的持续技术创新。信息技术的发展将推动电气领域传统概念和理论框架的改变及实现综合技术的应用。近几年在社会信息化浪潮的冲击下,电力系统的经营理念已经在发生变化,如出现了电力市场、需求侧管理、客户关系管理、呼叫中心、商业智能等新概念,信息化使这些概念成为可操作的信息系统。

信息化与电气化是现代社会发展的两大支撑技术,同时又在相互作用、相互影响和相互推动。电气信息技术研究电气领域中信息技术的应用,以及新型信息技术对电气应用的影响,其中涉及电气理论、信息论、自控理论、计算机网络技术、人工智能、信息安全等多方面学科与技术,是一门多学科相互交叉、相互渗透、高度综合的课程。

1.3.1 电气信息的分类

1. 根据信息来源的分类

把电力的生产过程和使用过程转化为信息处理过程首先要研究如何定义和采集包括电信号在内的各种信息。这个问题与电力企业的主要信息来源有关,应该根据来源决定信息的定义和采集方案。电力企业信息化主要涉及四方面的信息:现场信息、管理信息、工程信息和社会信息。

(1) 现场信息。电气领域的自动化程度比较高,各个环节都有控制设备,这些设备采集的信息是整个电气信息化的基础。现场信息主要与电信号相关,包括:电流、电压、功率、频率等;此外,还有一些与现场条件相关的信息,如温度、压力、时间等。这些信息实时性强,与电气设备及电力系统的运行密切相关,对其运行稳定性起到重要作用,是电气领域中最受关注的部分。主要的现场信息系统有发电厂集散控制系统(DCS)、发电厂监控信息系

统(SIS)、数据采集与监控系统(SCADA)、变电站自动化系统等。这些信息系统有的仍然在孤立运行,有的已经关联在一起。从信息集成的角度看,现场信息不仅用于维持设备的正常运行,而且应该与管理信息和决策信息结合在一起,发挥更大的作用。

(2) 管理信息。相对而言,电力系统中管理信息系统的建立比较晚,也不够成熟,但是已经发展并在电力系统管理中发挥作用;今后必然会发挥越来越大的作用。主要的管理信息系统有电力市场信息系统、电力客户关系管理(CRM)、电力需求侧管理、企业资产管理系统(EAM)等。基于管理的信息系统一般建立在关系数据库的基础上,关系数据库奠定了信息集成的基础,但是由于历史原因,这些基于管理的信息系统基本上还是信息孤岛。数据冗余和由此引起的数据不一致是目前电力信息管理系统存在的主要问题。企业资源计划(ERP)是一种集成化的管理软件。ERP对于资源优化的软件设计思想可以用于开发集成化的电力管理信息系统,但是其业务逻辑还需要按照电气领域及电力企业的特点,在业务流程重组的基础上重新设计。

(3) 工程信息。电气领域的工程信息主要包括电气设备、电厂以及电网的安装、建设以及检修信息。对于工程信息的管理一直没有得到足够的重视,最近几年出现的地理信息系统开始与电力工程管理结合,使得电力工程信息发挥越来越大的作用。

(4) 社会信息。处理社会信息的系统是信息系统发展的高级阶段。当电力市场机制形成,处理社会信息的系统才可能发挥它的作用。从技术上讲,处理社会信息的系统建立在两个基础上:一个是综合信息的提取,另一个是人工智能技术的发展。综合信息是对现场信息、管理信息、工程信息等基础信息进行深加工后得到的信息。人工智能把综合信息转变为知识,然后应用知识管理和数据挖掘技术对决策者予以决策方面的支持。目前所涉及的社会信息管理系统主要有电力门户网站、办公自动化、初级电力决策支持等。理想的电力决策支持系统应该建立在电力信息集成平台上,目前对于电力系统信息集成平台的研究还处在起步阶段。

2. 信息系统对信息的分类

在实用的信息系统中,原始信息往往是非结构化和杂乱无章的,必须经过规范化定义后才能在信息系统中发挥作用,经规范化整理后的信息可以分为三类:

(1) 固定信息(又称为静态数据)。固定信息一般指生产活动开始前要准备的数据,如电力生产企业组织生产的信息、电力设备的信息、与电力系统设计和建设有关的信息等。事物的运动是永恒的,固定是相对的。固定信息只是相对生产活动而言它暂时不变,但是也要定期维护,保持其真实性和准确性。

(2) 流动信息(又称为动态数据)。流动信息是指生产活动中产生的数据,如加工单、库存记录、质量报告等,现场信息都是动态数据。流动信息具有实时性,需要用自动或者手工方法及时维护。

(3) 中间信息(又称为中间数据)。中间信息是根据管理要求,由系统按照业务流程和生产逻辑秩序,综合静态和动态两类数据,经过处理形成的各类数据和报表。中间信息反映了生产中的设备状态变化过程和相应的资金流变化过程,对管理人员了解生产状况、分析情况和进行决策是非常重要的。软件系统功能的强弱很大程度体现在它产生和处理中间信息的能力。

在信息系统中,各种信息都以结构化的形式被储存和被使用。但是由于来源不同,定义的方法和对信息结构的安排会有所不同,采集方法和输入系统的渠道也有所不同。一般来

讲,现场信息被储存在实时数据库中,管理信息放在管理数据库中(最典型的是关系数据库),工程信息在设计过程中通常放在工程数据库中,社会信息放在数据仓库内,由面向对象的数据库管理。这四种数据库的相互访问往往成为企业级信息集成的重点和难点。

1.3.2 电气信息技术的发展阶段

一般来讲,电气信息工程需要经历四个发展阶段:早期应用阶段、局部信息集成阶段、企业级信息集成阶段、跨企业信息集成阶段。

1. 早期应用阶段

电气信息技术的早期应用是伴随信息论的形成和发展而产生的,但是当时电气信息技术没有明确地作为独立的学科提出来。早期的电气信息技术是电气化和自动化的一部分,以处理基础信息为主,主要是电信号的采集、传输、控制等,为反馈控制系统服务,所处理的数据是实时数据。这些数据一般不保留,也没有使用实时数据库进行管理。在电气信息的早期应用中没有开发独立的信息系统,主要的数据处理和设备的控制紧密联系在一起,不仅程序被设计成为一个整体,而且处理程序和设备、控制过程等往往具有一一对应的关系,缺乏可移植性和重用性。

随着可编程序控制器(PLC)的出现,信息处理工作开始独立于设备。PLC的心脏是一个微处理器,在特别编写的程序控制下,电信号通过输入单元进入,经过适当处理后由输出单元对外部设备发出动作指令。PLC的程序具有控制信号输入和输出次序的能力,控制程序独立与被控制的过程。实现控制的程序可以离开具体控制对象进行调试、加载、修改和删除。由于没有专门用于储存信息的软件,信息处理程序不离开处理对象而自成为体系,这种信息处理方案只能用于过程控制而不能用于管理控制。

这个阶段的电气信息技术主要与生产自动化关联在一起,在管理信息处理方面应用不多,可能仅在财务管理、仓库管理、物料管理、文档处理等方面。电力企业早期的计算机应用,不管其信息集成的程度和效果如何,都是企业信息化的先锋。现在很多企业已经认识到总体规划和信息集成的重要性,总结了过去片面强调计算机应用的经验教训,认识到企业信息化工程要有整体规划和专家指导。

2. 局部信息集成阶段

随着计算机处理能力的增强和软件技术的发展,信息处理作为一门新技术迅速发展起来。当信息论从狭义走向广义,信息系统成为非常重要的概念。数据库理论、管理信息系统、人工智能的研究,使信息论由语法应用阶段发展到语义和语用的应用阶段,也就是由面向工程的应用扩展到面向管理和社会的应用。

在这个阶段电气工程领域也出现了很多管理信息系统,如电能管理系统、计划和调度管理、财务管理、仓库管理办公自动化、工程建设管理等。这些管理信息系统开始主要面向各应用单位的业务独立开发,只满足单一功能的使用需求。这些管理信息系统由于建设时缺乏规划,往往不能与其他信息系统交换信息或者与交换信息十分困难,而成为信息孤岛。

形成信息孤岛的原因很多。首先是计算机和操作系统缺乏开放性,不能够与其他信息系统连接,实现互操作。改造老的信息系统时经常会碰到这类问题。其次是数据库的问题。小型数据库的价格便宜,但是不能支持大型信息系统工作,与其他信息系统连接也非常困难,如某些管理软件产品使用的数据库是专用的小型数据库,很难和其他分系统连接。第三是应用软件,特别是企业自己开发的软件,往往只能在某种确定的环境下运行,很可能成为进一

步集成的障碍。

消除信息孤岛的隐患，在系统设计时一定要考虑开放性。所谓开放性，指以一组标准、规范或者约定来统一信息系统的接口、通信以及与外部的连接，使系统能容纳不同厂家制造的设备，同时又能适应未来新技术的发展。开放系统应该具备4个特征：可移植性、互操作性、伸缩性、通用性。可移植性是指操作系统或应用软件可在不同厂商的多种不同硬件平台上顺利运行，也就是说可以将程序从一个系统不加改变地移至另一个系统。互操作性是指系统内任一机器上的系统软件或应用软件直接调用任何其他机器上的系统软件、应用软件及数据，包括系统内各站点之间交换文件（文本文件、二进制文件、图形数据文件等），即系统各站点上的用户或应用程序可以相互调用或传输文件，也包括各专用系统之间互用对方资源的能力。伸缩性是指不同品牌、不同规模、配置不同操作系统的计算机均可以加入开放系统，在系统内无障碍地互传信息。通用性是指可在市场上买到各种标准硬件和软件，而不依赖于个别供应商。

电力企业在全面规划信息化工程以前已经开始局部计算机应用，如底层集散控制系统（DCS）、各种管理信息系统（MIS）、办公自动化（OA）等，这些应用实现了某个局部的信息集成，或者说实现了单元技术。单元技术的应用是电力系统信息化的初级阶段。在一些单元技术应用情况比较好的企业，实施现代集成制造系统相对比较顺利。

单元技术应用要体现局部信息集成。不要认为用了几台计算机，它们已经连接成为局域网，就实现了单元技术应用。我们说的单元技术大致相当于现代集成制造系统的一个分系统，如底层自动化分系统、调度自动化分系统、经营决策分系统等。每个分系统又由若干子系统和一些功能模块组成，其中必然有信息共享和信息集成的问题，有人把单元技术应用称为企业的第一次信息集成。

单元技术是企业信息化的基础。如果单元技术的基础没有打好，就会给今后的信息化工作增加很多麻烦，很可能会浪费投资。由于企业信息化是一个时间相对较长的过程，如何按照“总体规划、分期实施”的原则安排投资是个重要问题。一般来讲，在实施单元技术时，设备能满足当前或者近1~2年的需要就可以了，所谓“一步到位”的想法往往会造成投资浪费。但是，对网络特别是主干网的投资要看得长远一些，宁可当前留有一定富余量，也不要进行第二次主干网建设。

3. 企业级信息集成阶段

如果企业有一个总体规划，建立了一支信息技术队伍，完成了部分管理流程和数据的规范化工作，那么就有条件开始企业级信息集成了。电力企业通过单元技术的应用，领导和职工基本上接受了计算机集成制造（CIM）哲理，感受到信息化带来的效益和对企业发展的作用，这个阶段的企业级信息集成系统称为现代集成制造系统（CIMS）。

在现代集成制造系统的总体设计中，一般都要把整个系统划分为若干（3~6个）分系统。一个分系统可能对应一种单元技术，也可以不与单元技术相对应。在习惯上分系统的划分与企业的职能部门密切相关。由于某些单元技术的商品化软件已经很成熟，所以划分分系统也经常参考软件的集成范围。现代集成制造系统使用的软件十分复杂，开发的工作量很大，需要反复试用才会逐渐成熟，达到实用的水平。鉴于企业的技术力量有限，最好不要自行开发，尽可能地购买商品软件。成熟的商品软件蕴涵着企业信息化的哲理和逻辑，在使用和推行这类软件的过程中，企业的管理也得到了改造。