

# 水信息工程引论

INTRODUCTION TO WATER INFORMATION ENGINEERING

艾萍 编著



NLIC 2970700617

长江出版社

# 水信息工程引论

INTRODUCTION TO WATER INFORMATION ENGINEERING

艾萍 编著



NLIC 2970700617

长江出版社

图书在版编目(CIP)数据

水信息工程引论/艾萍编著. —武汉:长江出版社, 2010.11

ISBN 978-7-5492-0270-6

I. ①水… II. ①艾… III. ①水利工程—信息系统  
—系统工程—研究 IV. ①TV-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 222689 号

水信息工程引论

艾萍 编著

责任编辑:张蔓

装帧设计:蔡丹

出版发行:长江出版社

地 址:武汉市解放大道 1863 号

邮 编:430010

E-mail:cjpub@vip.sina.com

电 话:(027)82927763(总编室)

(027)82926806(市场营销部)

经 销:各地新华书店

印 刷:武汉市科源印务有限公司

规 格:787mm×1092mm 1/16

19.375 印张

410 千字

版 次:2010 年 11 月第 1 版

2010 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5492-0270-6/TV • 147

定 价:48.00 元

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)



## 前 言

通过学科间的交叉研究,形成新的学科,是现代科学技术发展的一大特色。水信息工程就是为解决信息技术深入应用于水文水资源与水利工程科学的过程中出现的新问题,而逐步形成的一门交叉学科。

在我国,采用现代信息技术来改造和提升传统水利的过程,称为水利信息化的发展过程,也就是信息技术不断深入地应用于水利领域的过程。事实上,专业领域的信息化发展,终将促使以计算机、信息和专业业务领域相融合的交叉学科和技术分支的涌现,并对专业业务领域的信息化发展过程产生重要的影响。水信息工程就是这些新兴交叉学科之一。

水信息工程针对复杂水信息系统建设的需要,研究并提供信息技术应用的工程化理论与方法,为推进水利信息化服务。其基本原理和工程化方法,已经在水利信息化的实践中发挥了重要的作用。但是,水信息工程作为学科的基本理论基础和方法体系一直没有得到系统的表述,一定程度上制约了其在水利信息化发展中进一步发挥作用,这也是促使本书得以撰写与出版的根本原因。

近十年来,本书作者及所带领的研究团队参加了“数字黄河”工程规划设计、全国水利信息化规划(“金水工程”规划)、全国水利信息化发展“十一五”和“十二五”规划、国家防汛抗旱指挥系统设计、水利信息化顶层设计、水利数据中心基本技术要求编制等多项水利信息化具体实践,以及多项水利行业信息化技术标准的编制。这些实践让作者比较全面地认识到水利业务的信息化需求和建立水信息工程体系的必要性与紧迫性,特别是进行 2005—2009 年每年度中国水利信息化发展报告的编撰,更使作者认识到,在水利信息化推进过程中,许多看起来并不复杂的问题,解决的难度却远远超出想象的根本原因是缺乏必要的针对性研究,也就是水利信息化工程还缺少系统的工程化理论与方法体系的指导。另一方面,作者在对水利类专业进行软件工程等相关课程的本科及研究生教学过程中,也意识到,随着信息技术在水利领域深入应用的需要,仅仅在高等学校设立水信息学专业,而不尽快开展水利与计算机、信息等相关学科的交叉研究,并建立起相应的学科与教学体系,则水利信息化的科学可持续发展将失去学科和人才的支撑。据此,作者在总结多年研究与教学实践的基础上,以明确水信息工程及其过程的基本概念为基础,结合对水利信息系统建设与运用的成功经验与不足,并以水信息工程过程为主线,按过程活动、方法和参考的基本结构,力图系统地论述建设复杂水利信息系统的工程化理论基础与方法体系和操作过程。

本书在结构上大致可以分为三个主要部分。第一部分由前 4 章构成,主要论述水信息工

程及水信息工程过程框架。第二部分由第5章到第12章构成,按水信息工程过程的主要活动架构,论述了从规划到验收等各个环节的活动、方法与参考,其中参考部分主要取材于水利信息化发展取得的各类成果。第三部分是附录。由于篇幅的限制,作者放弃了将本书附录做成水信息工程过程活动参考大全的设想,而仅附上业务流程设计的一个简单例子,原因是,业务流程的设计,在水信息工程过程的活动中(也就是水利信息化的推进过程中),具有十分重要的地位与作用,但也是操作难度较大的活动之一。

为了使水信息工程的工程化方法论能尽快得到实践的检验和应用,本书采用了既可充作教材,又方便水利信息化实践活动参考的论述方式与组织结构,并尽可能使用易于理解的表达来阐述复杂问题。希望这个良好的愿望能够得到读者的认可。

在本书长达五年多的撰写过程中,作者研究团队中各级水利信息化部门的众多合作者、研究生对水信息工程过程的各个环节与活动的理论、方法和技术,结合水利信息化推进的实际需要,进行了许多有益的探索,为本书的完成做出了不可或缺的重要贡献。遗憾的是,本书不可能穷尽这些成果。

感谢在本书成书时的以下合作者及其为本书整理撰写的相关内容:

1. 长江水利委员会水文局陈雅莉高级工程师:第6章的6.3节、6.4节;第12章和附录(约12万字)。
2. 水利部水利信息中心曾焱高级工程师:第10章(约7万字)。
3. 水利部水利信息中心黄藏青高级工程师:第5章的5.2节;第11章(约6万字)。

陈雅莉高级工程师还在百忙之中帮助作者完成了全部书稿的整理工作。

本书的撰写得到水利部信息化工作领导小组办公室和水利信息中心的关心与支持,书稿还在不同时期先后被选作水利部信息化工作领导小组办公室及水利部黄河水利委员会等单位的水利信息化技术标准培训教材,为本书的内容提炼提供了难得的机会。

水利部信息化工作领导小组办公室主任、河海大学兼职教授蔡阳不但仔细审阅书稿,提出具体修改意见,而且特地为本书作序,使作者倍受鼓舞。

湖北省水利厅副厅长史芳斌教授级高级工程师长期支持并参与本书中基础理论与关键技术的研究与开发。

水利部水利信息中心信息化处处长常志华教授级高级工程师努力为本书的撰写与出版提供了必要的基本条件,并认真审阅了全部书稿。

水利部水利信息中心陈子丹教授级高级工程师为本书中许多有创见的关键论述提供了无可替代的指导与阐述。

在本书终能付印之际,作者不但对在不同时期关心支持帮助本书成书的各位专家学者和合作者充满了敬意与感激,并为不能将他们的姓名及对本书的贡献一一列出而深感遗憾,而且十分感谢一届又一届跟着作者受尽探索之苦的研究生们。

感谢长江水利委员会水文局。

感谢河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室、水文水资源学院和计算机及

信息学院。

感谢长江出版社为本书的出版给予作者特别的支持与帮助。

书中引用的论文论著,已经尽可能在书后列出以示感谢。由于本书内容涉及的学科比较多,引用标注难免会有错误和遗漏,敬请谅解。

由于水信息工程是新兴交叉学科,其理论与方法体系还需要进一步的研究与充实。为此,作者和他带领的研究与教学团队,非常欢迎并十分感谢读者把对本书的相关意见和建议发送电子邮件至作者的信箱 [aip@hhu.edu.cn](mailto:aip@hhu.edu.cn)。

艾 萍

2010年10月28日于南京

## Preface

Interdisciplinary research is an important feature in the development of modern science and technology, which often leads to the emergence of new disciplines, such as the water information engineering.

In China, the process of using modern information technology to transform and upgrade traditional water resource sciences and applications is called water resources informatization, which focuses on the development of water information systems. The “Water Information Engineering” is a subject studying engineering theory and methods of application information technology for developing complex water information system, for the purpose of promoting the water resources informatization. As a new discipline, no systematic theory and methods is available so far for “Water Information Engineering”. Therefore, this book serves to meet the needs of the water resources informatization.

In the last decade, the author and his research team have participated in many programs related to national water resources informatization, which make the author recognize that, establishing the water information engineering system is necessary and urgent to promote the water resources informatization. Accordingly, based on the experience of research and teaching about the water resources informatization, and according to the basic structure of the process activities, methods and references, the author elaborates the basic concepts, methods and operations of the water information engineering in this book comprehensively. Consequently, the book can provide reference for developing complex water information system with respect to fundamental engineering theory and methods and the operation process.

The content of book can be roughly divided into three main parts. The first part includes the first four chapters, discussing fundamental theory of water information engineering process. The second part consists of chapters from the fifth to the twelfth, discussing details of activities of the water information engineering process. The third

part is the appendix. Due to limited space, the author gives up the initial idea of making this book's appendix an all-in-one desk reference of water information engineering for dummies. It includes a simple example of designing a business process only, because the design plays a very important role in the process of the water information engineering activities (it is the process of promoting the water resources informatization), and it is also a difficult part in the process of water resources informatization.

In order to apply and test the engineering methodology of the water information engineering as quickly as possible, in this book, the author uses discussion mode and organize the book as a textbook to adjust to practical activity of the water resources informatization. Therefore, the author uses expressions as easy-to-understand as possible to discuss complex problems. The author wishes the readers would accept this way.

In the past five years, author's many co-workers and postgraduates in the water resources informatization domain have made hard work on the theory, method and skill of process of the water resources informatization. They have made a valuable and indispensable contribution. Unfortunately, this book can't include all the achievements.

The papers and books cited in this book have been as far as possible listed in the back to show thanks. Because this book involves many subjects, it inevitably has possible errors and omissions, please forgive me for that.

Since the water information engineering is an emerging interdisciplinary subject, its theory and methodology need further research efforts. Authors welcome and thank you for sending your ideas and suggestions by emails to [aip@hhu.edu.cn](mailto:aip@hhu.edu.cn).

**Prof. Ping Ai, PhD.**

**28/10/2010 Nanjing, China**



# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第1章 绪论 .....               | 1  |
| 1.1 信息与信息工程 .....          | 1  |
| 1.2 信息工程方法 .....           | 2  |
| 1.3 信息系统 .....             | 3  |
| 1.4 信息化与信息工程 .....         | 4  |
| 1.5 数据及信息和知识 .....         | 5  |
| 1.6 水信息工程 .....            | 6  |
| 第2章 信息工程基本原理与体系 .....      | 9  |
| 2.1 引言 .....               | 9  |
| 2.2 信息工程的理论基础 .....        | 9  |
| 2.3 信息工程与软件工程 .....        | 11 |
| 2.4 信息工程过程的主要环节 .....      | 11 |
| 2.5 总体数据规划与信息资源规划 .....    | 12 |
| 2.6 数据结构的规范化 .....         | 13 |
| 第3章 水信息工程产生的背景 .....       | 15 |
| 3.1 引言 .....               | 15 |
| 3.2 水利信息化发展现状分析 .....      | 15 |
| 3.3 水信息工程面临的问题 .....       | 16 |
| 3.4 解决问题的基本思路 .....        | 16 |
| 3.5 水信息工程的主要内容 .....       | 17 |
| 第4章 水信息工程过程 .....          | 18 |
| 4.1 水信息工程过程框架 .....        | 18 |
| 4.2 过程方法论 .....            | 19 |
| 4.2.1 方法 .....             | 19 |
| 4.2.2 组织 .....             | 21 |
| 4.2.3 方式 .....             | 22 |
| 4.3 生命周期 .....             | 22 |
| 4.3.1 全局与局部生命周期 .....      | 22 |
| 4.3.2 全局生命周期与水信息工程过程 ..... | 23 |
| 4.3.3 局部生命周期与软件生命周期 .....  | 23 |
| 4.3.4 生命周期方法论 .....        | 25 |
| 4.3.5 生命周期的主要阶段与基本任务 ..... | 26 |
| 4.4 水信息工程过程活动 .....        | 28 |
| 第5章 水利信息化规划 .....          | 29 |
| 5.1 引言 .....               | 29 |

|       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|
| 5.2   | 信息系统战略规划方法 .....       | 29  |
| 5.2.1 | 规划的重要性 .....           | 29  |
| 5.2.2 | 战略规划的主要内容 .....        | 29  |
| 5.2.3 | 规划的主要方法 .....          | 30  |
| 5.2.4 | 关键成功因素法(CSF) .....     | 30  |
| 5.2.5 | 战略目标集转化法(SST) .....    | 31  |
| 5.2.6 | 业务系统计划法(BSP) .....     | 32  |
| 5.2.7 | CSB方法 .....            | 32  |
| 5.2.8 | 确定项目优先顺序的方法 .....      | 33  |
| 5.3   | 水利信息化全局性规划 .....       | 34  |
| 5.4   | 水利信息化阶段发展规划和专项规划 ..... | 39  |
| 5.5   | 水利信息化规划簇的协调 .....      | 39  |
| 5.6   | 规划中的项目选择与优先顺序 .....    | 40  |
| 5.7   | 水利信息化保障环境 .....        | 43  |
| 第6章   | 顶层设计分析方法与体系 .....      | 46  |
| 6.1   | 引言 .....               | 46  |
| 6.2   | 顶层设计的主要内容与体系 .....     | 46  |
| 6.3   | 业务分析与设计方法 .....        | 50  |
| 6.3.1 | 结构化方法 .....            | 50  |
| 6.3.2 | 面向对象方法 .....           | 51  |
| 6.3.3 | IDEF方法 .....           | 53  |
| 6.3.4 | 基于UML的方法 .....         | 57  |
| 6.4   | 水利业务建模方法 .....         | 72  |
| 6.4.1 | 意义与目标 .....            | 72  |
| 6.4.2 | 业务建模的一般方法 .....        | 72  |
| 6.4.3 | 技术环节与术语 .....          | 82  |
| 6.4.4 | 业务流程设计的一般过程 .....      | 83  |
| 6.4.5 | 业务调研 .....             | 86  |
| 6.4.6 | 建模准则 .....             | 90  |
| 6.4.7 | 建模操作 .....             | 92  |
| 6.4.8 | 模型评估 .....             | 99  |
| 第7章   | 水利职能域分析及域系统基本框架 .....  | 100 |
| 7.1   | 引言 .....               | 100 |
| 7.2   | 水利职能域与信息应用特征 .....     | 100 |
| 7.2.1 | 水利职能 .....             | 100 |
| 7.2.2 | 水利业务与事务及信息资源 .....     | 101 |
| 7.2.3 | 管理层级与信息运用特征 .....      | 103 |
| 7.3   | 协同模式与信息资源整合 .....      | 105 |
| 7.3.1 | 协同模式 .....             | 105 |
| 7.3.2 | 信息资源整合 .....           | 105 |
| 7.3   | 水利信息系统的基础框架 .....      | 107 |

|        |                     |     |
|--------|---------------------|-----|
| 7.4    | 业务应用的层次结构框架 .....   | 109 |
| 7.5    | 域内业务系统基本框架 .....    | 110 |
| 7.6    | 协同与综合分析业务系统框架 ..... | 110 |
| 7.7    | 资源共享服务平台框架 .....    | 111 |
| 7.8    | 地域和跨域部署框架 .....     | 112 |
| 7.9    | 运行支撑环境框架 .....      | 113 |
| 7.9.1  | 运行支撑环境的组成 .....     | 113 |
| 7.9.2  | 一般技术准则 .....        | 113 |
| 7.10   | 技术标准和行政规章体系 .....   | 114 |
| 7.10.1 | 基本内容 .....          | 114 |
| 7.10.2 | 技术标准与指南 .....       | 114 |
| 7.10.3 | 建设与管理规章 .....       | 114 |
| 第8章    | 信息组织与数据中心 .....     | 115 |
| 8.1    | 引言 .....            | 115 |
| 8.2    | 水信息组织模型 .....       | 115 |
| 8.2.1  | 信息组织的基本理论 .....     | 115 |
| 8.2.2  | 信息分类与组织 .....       | 118 |
| 8.2.3  | 元信息模型 .....         | 121 |
| 8.3    | 水利数据中心技术活动过程 .....  | 123 |
| 8.3.1  | 总体技术准则 .....        | 123 |
| 8.3.2  | 技术目标与活动过程 .....     | 123 |
| 8.4    | 国家水利数据中心参考模型 .....  | 124 |
| 8.4.1  | 框架模型 .....          | 124 |
| 8.4.2  | 部署模型 .....          | 125 |
| 8.4.3  | 存贮模型 .....          | 126 |
| 8.4.4  | 交换模型 .....          | 127 |
| 8.4.5  | 服务模型 .....          | 128 |
| 8.4.6  | 安全模型 .....          | 129 |
| 8.4.7  | 规程模型 .....          | 129 |
| 8.4.8  | 事权划分模型 .....        | 130 |
| 8.5    | 国家水利数据中心技术条件 .....  | 130 |
| 8.5.1  | 逻辑框架 .....          | 130 |
| 8.5.2  | 系统成分 .....          | 131 |
| 8.5.3  | 部署方式 .....          | 132 |
| 8.5.4  | 硬件环境 .....          | 132 |
| 8.5.5  | 软件环境 .....          | 133 |
| 8.5.6  | 数据库群 .....          | 133 |
| 8.5.7  | 数据交换 .....          | 136 |
| 8.5.8  | 软件工具 .....          | 136 |
| 8.5.9  | 安全备份 .....          | 137 |
| 8.5.10 | 技术标准 .....          | 137 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第9章 水利业务应用系统架构 .....           | 139 |
| 9.1 引言 .....                   | 139 |
| 9.2 业务应用结构的演化 .....            | 139 |
| 9.3 水利域系统的特例 .....             | 141 |
| 9.4 主要水利业务系统的功能聚类 .....        | 142 |
| 9.5 主要域系统的基本架构 .....           | 144 |
| 9.5.1 防汛抗旱指挥系统 .....           | 144 |
| 9.5.2 水资源管理系统 .....            | 145 |
| 9.5.3 水土保持监测网络与信息管理系统 .....    | 145 |
| 9.5.4 农村水利管理信息系统 .....         | 146 |
| 9.5.5 水库移民后期扶植管理信息系统 .....     | 146 |
| 9.5.6 水利电子政务系统 .....           | 147 |
| 9.5.7 国家水利数据中心 .....           | 147 |
| 9.5.8 水利网络与信息安全保障系统 .....      | 148 |
| 9.6 水利域系统实施的工程原则 .....         | 148 |
| 第10章 从项目建议到初步设计 .....          | 149 |
| 10.1 引言 .....                  | 149 |
| 10.2 常用的设计表示方法 .....           | 149 |
| 10.2.1 系统物理模型与业务流程图 .....      | 149 |
| 10.2.2 层次方框图 .....             | 151 |
| 10.2.3 IPO图 .....              | 152 |
| 10.2.4 状态迁移图 .....             | 152 |
| 10.2.5 系统逻辑模型与数据流图 .....       | 153 |
| 10.3 需求分析方法概要 .....            | 159 |
| 10.3.1 需求的含义 .....             | 159 |
| 10.3.2 需求的重要性 .....            | 160 |
| 10.3.3 需求分析的任务 .....           | 161 |
| 10.3.4 需求分析的四个步骤 .....         | 162 |
| 10.3.5 需求获取 .....              | 162 |
| 10.3.6 需求分析 .....              | 163 |
| 10.3.7 编写规格说明书 .....           | 164 |
| 10.3.8 需求验证 .....              | 164 |
| 10.3.9 需求分析方法的应用 .....         | 164 |
| 10.4 前期文档编制标准概要 .....          | 164 |
| 10.4.1 水利信息系统项目建议书编制规范 .....   | 164 |
| 10.4.2 水利信息系统可行性研究报告编制规定 ..... | 166 |
| 10.4.3 水利信息系统初步设计报告编制规定 .....  | 167 |
| 10.5 可行性分析方法要点 .....           | 169 |
| 10.5.1 可行性分析的难点 .....          | 169 |
| 10.5.2 可行性分析的主要任务 .....        | 170 |
| 10.5.3 可行性分析要点 .....           | 171 |



|        |                       |     |
|--------|-----------------------|-----|
| 10.6   | 初步设计要点 .....          | 172 |
| 10.6.1 | 设计的内容 .....           | 172 |
| 10.6.2 | 设计的任务 .....           | 173 |
| 10.6.3 | 初步设计与软件设计 .....       | 176 |
| 10.7   | 软件设计方法概要 .....        | 176 |
| 10.7.1 | 软件概要设计的内容 .....       | 176 |
| 10.7.2 | 软件设计的基本概念 .....       | 177 |
| 10.7.3 | 软件结构的图示与优化 .....      | 181 |
| 10.7.4 | 面向数据流的结构设计方法 .....    | 183 |
| 10.8   | 数据库设计方法概要 .....       | 188 |
| 10.8.1 | 基本概念 .....            | 188 |
| 10.8.2 | 关系模式的设计规则 .....       | 188 |
| 10.8.3 | 数据库设计过程 .....         | 189 |
| 10.8.4 | 数据库的概念设计 .....        | 193 |
| 10.8.5 | 数据库的逻辑设计 .....        | 199 |
| 10.8.6 | 数据库的物理设计 .....        | 201 |
| 第 11 章 | 工程质量与过程管理 .....       | 202 |
| 11.1   | 引言 .....              | 202 |
| 11.2   | 质量 .....              | 202 |
| 11.3   | 软件过程 .....            | 205 |
| 11.3.1 | 软件工程的基本层次 .....       | 205 |
| 11.3.2 | 软件过程及其分类 .....        | 206 |
| 11.3.3 | 软件过程评估 .....          | 206 |
| 11.3.4 | 基于 CMM 的评估 .....      | 207 |
| 11.3.5 | 基于 ISO 的评估 .....      | 210 |
| 11.4   | 软件度量 .....            | 215 |
| 11.4.1 | 质量与度量 .....           | 215 |
| 11.4.2 | 软件度量的一般模式 .....       | 217 |
| 11.4.3 | 软件度量模型 .....          | 218 |
| 11.5   | 软件规模 and 成本估算模型 ..... | 223 |
| 11.5.1 | 功能点模型 .....           | 223 |
| 11.5.2 | 算法成本模型 .....          | 226 |
| 11.5.3 | 软件估算的例子 .....         | 230 |
| 第 12 章 | 项目管理与系统验收活动 .....     | 233 |
| 12.1   | 水信息系统项目管理概要 .....     | 233 |
| 12.1.1 | 信息系统项目管理的特点 .....     | 233 |
| 12.1.2 | 计划费用与进度管理 .....       | 234 |
| 12.2   | 验收的分类与组织 .....        | 235 |
| 12.3   | 检查与测试 .....           | 236 |
| 12.4   | 过程验收 .....            | 237 |
| 12.5   | 子系统验收 .....           | 238 |

|         |                    |     |
|---------|--------------------|-----|
| 12.6    | 合同完工验收 .....       | 238 |
| 12.7    | 初步验收 .....         | 239 |
| 12.8    | 试运行 .....          | 239 |
| 12.9    | 专项验收 .....         | 239 |
| 12.10   | 竣工验收 .....         | 240 |
| 12.10.1 | 一般规则 .....         | 240 |
| 12.10.2 | 竣工技术预验收 .....      | 240 |
| 12.10.3 | 竣工验收活动 .....       | 240 |
| 附录      | 业务流程设计报告示例 .....   | 242 |
| 1.1     | 概述 .....           | 242 |
| 1.1.1   | 设计目标 .....         | 242 |
| 1.1.2   | 依据的标准 .....        | 242 |
| 1.1.3   | 建模范围与域 .....       | 242 |
| 1.1.4   | 业务框架 .....         | 242 |
| 1.2     | 业务调研 .....         | 243 |
| 1.2.1   | 调研方式 .....         | 243 |
| 1.2.2   | 调查表 .....          | 243 |
| 1.2.3   | 调查表的整理 .....       | 243 |
| 1.3     | 业务过程模型 .....       | 243 |
| 1.3.1   | 业务的确定 .....        | 243 |
| 1.3.2   | 要素与编码 .....        | 244 |
| 1.3.3   | 组织组成图 .....        | 249 |
| 1.3.4   | 业务组成图 .....        | 249 |
| 1.3.5   | 业务过程图 .....        | 250 |
| 1.3.6   | 业务行为图 .....        | 250 |
| 1.4     | 模型评估 .....         | 251 |
| 1.4.1   | 完整性 .....          | 251 |
| 1.4.2   | 合理性 .....          | 251 |
| 1.4.3   | 存在的主要问题与修改建议 ..... | 251 |
| 附件 A    | 原始调查表 .....        | 252 |
| A.1     | 组织机构及业务职能调查表 ..... | 252 |
| A.2     | 业务过程及信息处理调查表 ..... | 257 |
| 附件 B    | 整理后的调查表 .....      | 268 |
| B.1     | 组织机构及业务职能调查表 ..... | 268 |
| B.2     | 业务过程及信息处理调查表 ..... | 273 |
| 参考文献    | .....              | 288 |

## 第1章 绪论

### 1.1 信息与信息工程

科学技术的发展,特别是以电子计算机为代表的智能化工具与技术的发展,使人类更加充分地认识到,信息与物质和能量一样,是同等重要的资源。正如需要用工程化方法来开发和利用物质和能量资源一样,信息的开发利用,也需要用工程化的方法。

信息(information)的概念,可以从最一般的哲学角度(信息是对现实世界的反映),到最具体的角度(信息是被存贮、传输与处理的数字的含义)来理解。对信息的理解,与现实事物模型描述事物本质的真实程度有关,也就是与模型反映事物的本质达到的真实程度有关。而模型反映的真实程度,与建模的目的和需求相关联。换言之,信息不是事物与过程的本身,而是事物的表征特性,表现为数字、公式、记录、图形、符号、形象或其他抽象标识的形式。信息不是一种物质或能量,它是自然界存在的另一种要素。当社会生产水平发展到一定阶段时,特别是在信息可方便快捷地传递和处理时,信息要素的作用就会日益突出,成为重要的生产核心资源。

信息工程(information engineering)是在多年的数据处理发展过程中,总结了成功的经验和失败的教训,进行了一系列实际考察、理论分析与多种方法综合的基础上,于20世纪80年代初创立的学科。最初,信息工程的目标是建立计算机化的企事业管理系统。但随着科学技术的发展,信息工程的理论与方法广泛渗透到了各个传统及新兴的学科当中。

信息工程并没有准确的定义,但可以从两个不同的角度来理解:一是对为应用信息技术而进行的信息系统建设项目的称谓;二是建立信息系统的工程化方法、技术和管理总称,为企业或组织实现信息化服务。后一个角度也可将信息工程称为信息工程学。但是,完整的信息工程应该从上述两个角度进行描述。也就是说,信息工程不但应该研究信息系统,更要研究信息系统建设及运行管理的工程化理论及方法。简而言之,信息工程就是充分应用信息技术,为开发信息资源而建立信息系统,从而实现某个组织的信息化的工程化组织体系、技术方法和管理操作的总和。

信息工程的诞生是数据处理危机的必然结果。整个20世纪60年代和70年代,以美国为代表的一些计算机技术发达国家,差不多都经历了计算机在数据处理(DP)领域应用的发展时期。开始是批处理(batch processing),如工资计算、单据汇总、库存盘点等;后来逐步发展到日常数据处理,如生产统计、库存控制等。但是,当试图开发管理信息系统(MIS)和支持决策系统(DS)时,发现原先的开发方法和工具远不适应。尽管在20世纪70年代,数据库理论与技术就有了很大的发展,以结构化开发方法为主要内容的软件工程开始普遍使用,但事实表明,这一时期形成的方法只是在一些较小

的系统开发中取得了成功,用于大型复杂的信息系统开发,不仅耗资大,成功少,而且还造成许多后来难以克服的隐患。特别是面对个人计算机(PC)的出现,用户要求不断提高,需求变化频繁,为高层领导提供及时决策信息的需求越来越迫切的新局面,业界才惊讶地发现,分散的开发所带来的严重后果:修改原先的软件,重新组织数据,连成一个统一的大系统,所耗费的人力和资金比重新建立还要多;甚至于采取维护和修改的办法也根本行不通。美国20世纪80年代初的统计表明,美国国防部每年支付的软件维护费为20亿美元,到80年代末却高达160亿美元;且20世纪80年代初美国全国每年软件维护费即耗资200亿美元。系统维护问题就像病魔似的缠住了数据处理的发展,这就是所谓的“数据处理危机”。传统的数据处理开发方法所遭到的一些失败,也是这种危机的表现。例如,美国IBM公司为日本的两家报社开发自动化系统,因为总编辑在终端上如何工作的问题一直搞不清楚,使IBM公司损失200万美元。一系列的失败使人们开始怀疑,从需求分析开始的传统的生命周期开发方法论,是否适合大型复杂信息系统的开发。

## 1.2 信息工程方法

事实上,由于计算机科学技术的发展,建立规模复杂的信息系统的需求,促进了信息工程方法的建立与发展。20世纪80年代,美国学者詹姆斯·马丁博士(Dr. James Martin)提出了一系列具有系统性和可操作性的信息资源开发利用的工程化方法,即信息工程方法。其要点如下。

第一,企业要围绕其核心业务和主导流程作好战略数据规划。马丁在其《战略数据规划方法学》一书的前言中指出:“在70年代,人们就已看清,对企业和其他组织而言,计算机化的信息是具有很高价值的资源。人们还看清了,这种信息资源的开发必须有来自最高层的规划,而实施这样的规划又迫切需要一套正规化的,并且最好是与数据库设计相联系的,易于用计算机处理的方法学。”马丁进一步指出:“虽然许多企业早已认识到对信息资源进行规划的必要性,但很少有人知道如何实现这样的规划。某些咨询公司强调了制定这类规划的重要性,但又拿不出什么有效的办法来指导所需信息资源的设计。”按照马丁的观点,一个要抓信息化的企业,没有必要急着去购置设备,没有必要马上组织软件开发和上网,而首要任务应该是在企业战略目标的指导下做好企业战略数据规划。一个好的企业战略数据规划应该是企业核心竞争力的重要构成因素,具有非常明显的异质性和专有性,必将成为企业在市场竞争中的制胜法宝。

第二,建立主题数据库。在以往的企业信息系统建设中,一般都是根据处理流程的需要编制软件,然后再根据软件的需要建立数据库;而马丁则把这样的开发过程颠倒了过来,马丁认为,开发企业信息系统,应该在战略数据规划的指导下,根据企业的主导业务,开发主题数据库,然后再围绕主题数据库来开发业务处理系统。

马丁信息工程方法理论的核心思想是数据处于系统的中心;数据是稳定的而处理是多变的;要求用户自始至终能参与系统的建设。在这样的认识背景下,产生了约



翰·柯林斯(John Collins)为马丁于1981年出版的《信息工程》所写的序言。在这个序言中,约翰·柯林斯写道:“信息工程作为一个学科要比软件工程更为广泛,它包括了为建立基于当代数据库系统的计算机化企业所必需的所有相关的学科。”从这一阐述中可以看出三个基本要点:①信息工程的基础是数据库系统;②信息工程的目标是建立计算机化的管理系统;③信息工程的范围是广泛的,是多种技术、多种学科的综合。这自然要联系到软件工程,马丁认为,软件工程仅仅是关于计算机软件的规范说明、设计和编制程序的学科,实际上是信息工程的一个组成部分。

但是,软件工程在“软件危机”的推动下,得到了迅速发展,在建立复杂大型信息系统方面,信息工程与软件工程在方法学层面,已经高度融合,两者已经很难区分。传统的信息工程方法已经成为现代软件工程方法的一个组成部分。然而,在推进行业信息化方面,信息工程强调高层整体规划、以数据为中心而实现信息资源共享和整体推进,以实现最大限度地减少投入的基本思想,仍具有十分重要的指导意义。

### 1.3 信息系统

信息系统是信息工程研究和建设的对象。

早在计算机产生之前,就已存在全由人工处理的信息系统。自20世纪50年代计算机用于辅助管理以来,产生了各类不同功能并建立在计算机技术应用基础上的信息系统。1984年,美国Michall Powers教授等人正式提出了“计算机信息系统”这一新的术语,用于描述计算机化的人机信息系统。但20世纪90年代以来,国内外专家不约而同地把以计算机技术为基础开发建立的各类信息系统,均简称为信息系统。因此,目前一般所称的信息系统均指计算机信息系统或电子信息系统。

对于信息系统,也没有一般性的定义。对于计算机信息系统,可表述为:计算机信息系统是以计算机网络系统、数据库系统等软硬件资源为基础的,以开发信息资源为主要目的,具有信息的采集、传输、处理、存贮及提供信息共享及综合信息服务等功能的电子信息载体和信息服务手段的总和。

信息系统是数据和知识密集型的计算机应用系统,占计算机应用的80%以上,且数据和知识不随应用程序的结束而消失。拥有大量的、持久的、共享的数据和知识是信息系统的基本特征。

根据功能目标和服务对象的不同,信息系统可以分为多种类型。

按系统计算模式分为:集中式、分散式、分布式等。

按系统功能分为:电子数据处理/数据处理系统(EDP/DPS)、联机事务处理系统(OLTPS)、管理信息系统(MIS)、办公自动化/办公信息系统(OA/OIS)、计算机集成制造系统(CIMS)、计算机辅助教学系统(CAI)、联机分析/决策支持系统(OLAP/DSS)、战略信息系统(SIS)等。

此外,还可以按管理层次或决策程度、按行业、按信息属性、按统辖范围、按综合程度等进行分类。如:银行信息系统(BIS)、公安信息系统(PIS)等。

信息系统的发展,主要分为四个阶段:最初阶段的信息系统主要实现数据处理,