



时代下的 气象信息化与管理

沈文海 著



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>



时代下的
气象信息化与管理

沈文海 著

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内容简介

本书弥补了气象信息化领域的空白,作者沈文海是国家气象信息中心副总工程师兼科技委员会主任,拥有30多年的气象信息化领域实战经验。本书对气象信息化整体情况进行了介绍,包括气象信息系统整体建设情况、气象信息化管理建设思考、智慧气象等方面。作者针对影响气象信息化的最新技术进行了梳理,涉及量子计算、区块链、人工智能、VR、SOA等技术趋势,以及对未来气象信息化建设的影响,还就新技术对管理和产业的影响、商业模式变化等进行了论述。

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

云时代下的气象信息化与管理 / 沈文海著. -- 北京:电子工业出版社,2017.8

ISBN 978-7-121-32004-0

I. ①云… II. ①沈… III. ①气象—信息化—中国 IV. ①P4-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第140781号

策划编辑:石菲

责任编辑:孙杰贤

印刷:三河市鑫金马印装有限公司

装订:三河市鑫金马印装有限公司

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:720×1000 1/16 印张:28 字数:403千字

版次:2017年8月第1版

印次:2017年8月第1次印刷

定价:88.00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 zlts@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:(010)88254287, xiongwei@phei.com.cn。

序

与制造业不同，作为以信息采集、信息加工处理和信息服务为基本特征的气象业务，必须完全依托信息技术才能发挥应有的作用，气象业务系统具有信息系统的典型特征。因此，气象业务和科研工作与信息技术有着天然的、密不可分的关系。离开信息技术，气象学科便无法成为一门广泛造福于人类社会的公益性事业；而信息技术也只有与气象业务技术深度融合，才能推动气象现代化，其在气象学科领域的价值才能充分发挥出来——气象信息化的意义即在于此。所以，“没有信息化就没有气象现代化”绝不仅仅是一个简单的口号，而是所有历史事实的归纳总结，同时也是气象事业未来发展的趋势和路径。

改革开放以来，气象信息化工作伴随着气象事业在风雨中一路同行，有过艰难坎坷，也有过高歌猛进；有过辉煌灿烂，也有过困顿落寞。作为同龄人，我与沈文海同志一同见证、经历并参与了几乎全部过程。

我与沈总相识三十多年，由朋友而到同事，相知甚深。沈总除了丰富的工作经历外，还是一位勤勉的学习和思考者，从他近年来撰写和发表的数十篇有关气象信息化的论文和文章看，内容从软件工程到业务系统架构、从云计算到气象大数据、从质量管理到运维

体系、从智慧气象到信息安全体系、从未来技术研究到双 IT 业务模式等，触碰到气象部门信息化可能涉及的各个层面和角落，涉猎面相当广泛。观点正确与否姑且不论，能够提出经过认真思考后的意见或建议，本身就是对气象信息化的一种贡献。我更为欣赏的是沈总对存在问题的敏锐观察和不留情面的揭示，虽然这种态度在一段时间里常常不被一些人所理解和接受，沈总也因此而时常感到孤独和寂寞，但我理解他。因为我们都深知，事业的发展不单需要辛勤忘我的工作，同时也需要不断地反躬自省和对现实问题的无情批判。

得知电子工业出版社准备出版沈总的气象信息化论文集，并邀我作序，我很高兴。借此机会祝贺沈总近年来在气象信息化战略发展领域所得到的研究成果。衷心希望气象部门在运用信息化推动气象现代化、通过气象数据共享推动政府部门数据共享、通过大力发展智慧气象和气象信息服务实现政府信息惠民政策的有效落实等方面，取得良好成效。为实现“两个一百年”的奋斗目标做出积极贡献。



国家气象信息中心主任

无负激荡的时代

2016年春季的一次部委信息化座谈会上，我在分析气象部门信息化发展阶段时，按照西方文明的发展脉络，将2001—2013年的气象信息化阶段比作“中世纪”，引起众多与会者的不解。我解释道，称这一阶段是“中世纪”，并非指该阶段气象部门的信息化工作如何不堪；恰恰相反，这一阶段气象信息化工作取得了长足的进展，信息技术广泛迅速地普及到气象部门的各个角落，信息技术应用硕果累累、目不暇接。然而正如进入新世纪后我国的改革步入深水区一样，气象部门的信息化工作也由20世纪80、90年代的单纯基础资源建设，迅速转变成信息技术向各个方面的广泛应用和深度渗透；它逐渐悄然无声地，而且不以人们意志为转移地触及原有的结构、方法、体制、机制、文化和思维等众多领域，在冥冥中逼迫着我们做出相应的改变。然而面对这些表面上风平浪静，实际上却波涛汹涌的信息化浪潮，气象部门在很长一段时间内并没有真正觉醒过来，而是依然循规蹈矩地延续以往的思路、理念、路径和方法。在这一阶段，气象部门的信息化工作成绩是有目共睹的，所产生和暴露出来的深层次问题也是令人无法忽视和回避的。究其原因，其根本在于这一阶段人们对于气象信息化的理解和认识仍停留在20世纪末的水平，思路是禁锢的，思想是陈旧的，有如欧洲“中世纪”一般。

2014年习近平主席“没有信息化就没有现代化”的著名论断，醍醐灌顶般唤醒了众人，气象部门的信息化工作在不长的时间内由茫然而沉闷，变得积极而活跃起来：许多计划开始拟定，许多措施开始施行，许多策略开始调整，一些思路 and 认识也在逐步地改善；“以信息化推动气象现代化”已成为未来气象部门工作的指导思想。我的一位同事称2014年至今的这一时期为气象信息化的“文艺复兴”，我很欣赏这一生动的比喻。

置身于这一时期无疑是令人激动的。然而“廉颇老矣”，作为只剩两年工作时间，然后就要退休赋闲的我而言，已不可能再像20年前甚至30年前那样，有充沛的体力和精力投身于这一澎湃的浪潮之中。这些天我时常回想起36年前那个冬日的下午，作为文革后恢复高考的第一届毕业生，我们聚集在复旦大学数学系那间大教室里，等待着毕业分配方案的宣布。我是在事先毫不知情、事后也毫无选择的情况下，被告知分配到中国气象局的（当时的名称是“中央气象局”）。鬼使神差、机缘巧合，我这个数学系的毕业生进入气象部门后，从一开始便全职地从事信息技术的应用工作。这一干，就是一辈子。

在这36年里，我见证了数据处理设备由最初的手摇计算器到现在的大规模阵列式并行计算机；见证了天气图由最初的专业人员手工绘制到现在的计算机自动生成和人机交互式修正；见证了气象观测资料的获取由原来的模拟信号通信到现在的数据通信，时长由原来的数小时提高到现在的几分钟；见证了局域网线由原来的粗缆、细缆，到后来的五类线、七类线，直到现在的光纤入户。我见证了这一时期几乎每一个里程碑式的气象信息系统的建设和成功，也见证了社会的飞速发展、令人惊心动魄的气候变化、以及我个人由一个懵懂青年到年届耳顺之人的成长和衰老。命运把我和气象信息化事业联系在了一起，难以割舍，也不愿意割舍。

回首往事令人感慨，展望未来使人五味杂陈。未来气象信息化的路径已日渐清晰，我渴望着能与年轻的同事们一道一步一步地走下去；即便最终肯定会因体力不支而中途下场，我也当站在路旁，目送他们渐渐远去。

与此同时，我还能做到的，就是把这些年来的心得集结成册，置于路旁，供前行者暇余清赏。

沈大海

第一章 气象信息化整体建设 / 1

第一节 关于气象部门当前信息化建设面临三大问题的思考 / 3

- 一、信息化建设战略规划的缺失 / 3
- 二、业务运行维护工作重视不够 / 8
- 三、工程项目建设管理方法与相关规范的简陋 / 14

第二节 试论气象信息业务系统持续改进 / 18

- 一、如何看待业务系统 / 18
- 二、什么是气象信息业务系统的持续改进 / 18
- 三、业务系统持续改进的必要性 / 21
- 四、影响业务系统持续改进模式施行的主要原因分析 / 22
- 五、实现业务系统持续改进所应具备的条件及需要注意的问题 / 23

第三节 从质量管理的角度再论业务系统的持续改进 / 26

- 一、质量的定义及质量管理理念的变迁 / 26
- 二、几个需要澄清的问题 / 28
- 三、“目标管理”所存在的固有缺陷 / 30
- 四、业务系统的持续改进是保障业务质量的重要措施之一 / 31

第四节 气象数据中心的演进之路 / 34

- 一、气象 IT 部门的困境和困惑 / 34
- 二、数据中心的变迁、内涵和作用 / 35
- 三、我国气象部门数据中心现状及近期的发展 / 37
- 四、未来气象数据中心发展趋势分析 / 40
- 五、未来气象数据中心的战略格局 / 44

第五节 气象业务信息系统未来基础架构探讨 / 48

- 一、问题的提出 / 48
- 二、气象部门信息化发展趋势分析 / 49
- 三、核心基础技术分析和方案选择 / 53
- 四、综合“云计算”和“大数据”特点的业务基础平台 / 58
- 五、理想的基础架构：国省两级综合业务平台 / 60

六、云计算是基础架构的理想形态 / 63

第六节 试论气象部门的双模式业务形态 / 65

一、从应用软件的研发说起 / 65

二、双模式 IT 概述 / 66

三、构建双模式的必要性和意义 / 68

四、敏捷气象 IT 的技术构成 / 71

五、敏捷和轻量型业务模式在未来气象部门引入的可能 / 75

六、构建气象双模式业务 / 78

第二章 气象信息化管理 / 81

第一节 气象行业中各类 IT 部门的职责分析 / 83

一、当前气象行业信息化需求的分类 / 83

二、三类需求及对应业务系统的特点分析 / 84

三、当前气象行业中 IT 部门的分类及职能特征 / 87

四、两类 IT 部门的职能分布现状及未来发展分析 / 89

第二节 气象业务系统运行维护工作及发展方向 / 94

一、引言：问题的提出 / 94

二、业务系统运维工作的实质和种类 / 96

三、运维工作及其运维系统 / 97

四、业务流程及运维的困境 / 98

五、大运维：基于业务流程整体的运维管理 / 99

第三节 “气象数据中心”的职责及作用 / 102

一、角色转换过程中的尴尬 / 102

二、数据中心的基本特征 / 103

三、几个目前存在的突出问题 / 105

四、构建气象数据中心是气象事业发展的需要 / 107

第四节 气象部门应当拥有自己的应用程序研发团队 / 112

一、应用程序是目前信息时代中知识和智慧的重要载体 / 113

- 二、气象行业应用软件开发现状及存在的问题 / 114
- 三、气象行业应当拥有自己的专业化应用软件开发团队 / 117

第五节 对气象信息化的理解和再认识 / 121

- 一、信息化的概念和理解 / 122
- 二、信息技术的引入及气象业务的进步 / 124
- 三、气象信息化的内涵 / 126
- 四、当前需要解决的主要问题 / 131

第六节 建设完整的气象信息安全管理体制 / 139

- 一、信息安全永恒的话题 / 139
- 二、信息安全的本质 / 141
- 三、基于风险管理的信息安全管理 / 144
- 四、当前气象信息安全存在的问题 / 147
- 五、建立完整的气象信息安全管理体制 / 151
- 六、“没有信息安全，就没有气象业务安全” / 154

第七节 气象“管理信息化”浅析 / 155

- 一、气象信息化必然包含管理的信息化 / 155
- 二、管理浅述 / 156
- 三、气象部门管理工作的特点及管理工作的信息化 / 160
- 四、服务意识和措施的重要性 / 164
- 五、“不要在落后的管理基础上搞信息化” / 167

第三章 新技术的作用和影响 / 169

第一节 如何看待气象应用系统 / 171

- 一、一个令人困惑不解的现象 / 171
- 二、几个可能被忽略的地方 / 172
- 三、气象行业应用系统生命周期中一些阶段特征 / 174
- 四、气象应用软件开发过程中软件工程的角色和作用 / 178
- 五、效益是检验应用系统成败的标准 / 180

第二节 网格计算在气象行业高性能计算领域中应用前景的探讨 / 181

- 一、网格计算的涌起和消退 / 181
- 二、高性能计算的几个话题和结论 / 182
- 三、网格计算的几个相关话题 / 184
- 四、气象行业高性能计算的主要特征 / 188
- 五、网格计算在气象行业高性能计算领域中的适用性探讨 / 189

第三节 从云计算看气象部门未来的信息化走向 / 193

- 一、云计算的由来,目标和特征 / 194
- 二、云计算产生的基础及关键技术 / 197
- 三、云计算的意义 / 201
- 四、云计算浪潮所带来的启示 / 202
- 五、云计算的适用度分析以及我们自身存在的差距 / 206
- 六、未来信息化趋势的探讨 / 209

第四节 气象数据的“大数据应用”浅析 / 213

- 一、大数据的现实及气象数据的特征分析 / 214
- 二、大数据理论的适用性分析 / 221
- 三、气象数据的“大数据应用”价值辨析 / 227

第五节 气象信息化进程中云计算的意义 / 233

- 一、云计算与信息化进程 / 233
- 二、气象云的作用 / 236
- 三、云效应波及的几个关键点 / 239
- 四、建云后续的几个重要工作 / 242
- 五、云计算是必由之路 / 248

第六节 再析气象大数据及其应用 / 250

- 一、如何看待大数据 / 250
- 二、气象大数据辨析 / 256
- 三、开展气象大数据工作的前提条件 / 264
- 四、气象大数据中心建设问题 / 267

五、稳步推进气象大数据战略 / 271

第七节 构建完备的气象数据管理体系 / 273

一、气象数据管理体系的内涵 / 274

二、几个重要数据管理活动的解释和分析 / 275

三、架构的重要意义 / 290

四、构建完备的气象数据管理体系 / 295

第四章 智慧气象和“气象云” / 299

第一节 “智慧气象”的背景和基础 / 301

一、目前信息化呈现的新态势 / 301

二、信息化新态势的影响分析 / 306

三、“智慧气象”的基础 / 315

四、三个关键点 / 318

第二节 “智慧气象”及相关问题 / 321

一、智慧气象的几个特征 / 322

二、气象云及相关问题 / 328

三、两个值得关注的非技术性问题 / 332

第三节 试析“气象云中心”未来的形态和分布 / 336

一、云中心的基本规律和具体应用 / 336

二、气象云中心未来的结构布局 / 338

三、专有云形态和相关分析 / 340

四、气象云中心的形态分析 / 343

第四节 始终保持最佳状态 / 347

一、“智慧”的本源及“智慧气象”的实质 / 347

二、使综合状态达到最佳水平 / 350

三、营造百花齐放的气象服务生态环境 / 353

第五节 气象业务信息化发展对策和建议 / 356

一、气象信息化发展趋势分析 / 356

二、深入推进气象业务信息化发展的对策和建议 / 359

三、需要重点关注的问题 / 361

第五章 梳理既往，推测未来 / 363

第一节 新常态下的气象现代化和信息化 / 365

一、当前信息化进程的主要特征 / 365

二、气象信息化当前的主要工作 / 368

三、新技术应用思考 / 372

第二节 当前气象信息化应当关注的几个问题 / 377

一、信息化必须遵从气象事业发展总体战略 / 377

二、信息化顶层设计至关重要 / 378

三、气象信息化应当推动创新发展 / 380

四、应当拥有一支稳定的气象信息化技术团队 / 384

第三节 当前气象信息化所处阶段的特征及主要内涵 / 386

一、气象信息化的定义和要素 / 387

二、发展态势的阶段性划分 / 389

三、发展的阶段性特征 / 391

四、当前气象信息化的主要内涵 / 394

第四节 理性看待“互联网+”和气象信息化 / 398

一、“互联网+”的作用 / 398

二、基础性工作的重要性 / 400

三、互联网时代更需要呼唤工匠精神 / 402

第五节 未来技术与气象信息化 / 405

一、人工智能和认知计算 / 406

二、量子计算机 / 416

三、虚拟/增强现实(VR/AR) / 422

四、其他 / 424

五、未来技术背景下的气象信息化 / 428

后记 / 434

气象信息化整体建设

回顾过去时看得越远，展望未来时也能看得更远。

——温斯顿·丘吉尔

所有人都陷在黑暗的阴沟中，但有些人会仰望星空。

——奥斯卡·王尔德

我们最需要学习的不是时尚，而是经典；不是概念，而是规律。

——陈春华

常识并不简单，来之不易，是长期实践中总结出来的庞大知识体系，包含大量生活中学到的规则和异常现象、特性及趋势、平衡与制约等。

——马文·明斯基

简单的事应从简为之，复杂的事应尽力为之。

——艾伦·凯

第一节 关于气象部门当前信息化建设 面临三大问题的思考

信息系统建设是当前气象行业的重点工作内容之一，目前存在的“信息化战略规划缺失”、“系统运行维护工作重视不够”及“相关管理规范基础的简陋”三大问题，困扰着信息系统建设，并导致风险大量存在。

一、信息化建设战略规划的缺失

（一）全局总体架构设计中间环节的缺失

近十年来，随着政府防灾减灾工作力度的增大，我国气象行业一直处在热火朝天的项目建设热潮中。笔者作为亲历人，近年来连续参与了若干不同项目的设计和建设工作，并多次参加其他项目的设计评审、系统测试及验收等工作。其间逐渐发现一个问题：在仔细阅读不同项目或同一项目不同阶段编写出的技术文档时会发现，不少项目存在定位不清、项目与项目之间功能范围重复、资源交叉、文档撰写思路不够清晰等问题，这些问题的产生归根结蒂是因为在各系统立项建设之前缺乏一个系统科学、协调统一的信息化建设战略规划，特别是缺乏具有全局性的总体架构设计。

事实上，中国气象局自 2003 年起，举全局之力以数年时间完成了战略规划的编制工作，¹ 并在其基础之上配套进行着业务技术体制改革工作，该工作

1 《中国气象事业发展战略研究》课题组. 中国气象事业发展战略研究 [M]. 北京: 气象出版社, 2004.

一直延续至今。上述各项工作对我国气象事业的发展无疑将产生深远的影响，我们现在正在进行的各项重大项目的设计工作，无一不是以上述工作的成果为主要指导文件和参照蓝本的。然而遗憾的是，在笔者先后参加的几个设计小组中及听到的其他小组设计人员的感受中，都或多或少地有一种在设计时心里没底，设计依据（需求）不充分或不牢靠的感觉；一句话，仍然存在相当程度的“拍脑袋”搞设计的情况。笔者曾于2007年上半年参加过“业务技术体制改革骨干培训班”，时间不可谓不充裕，教师不可谓不尽力，教材不可谓不丰厚。笔者在其后参加的各个项目设计文档编写过程中，也曾翻阅过这些教材，希望能从中得到启发、参考，特别是设计依据。但可惜的是，这些教材总给人以过于概念化的感觉，相对而言缺乏可实际操作的内容。通过询问其他参与设计的同事，他们或多或少也有相同的感受。也就是说，我们现在所遵循的战略发展规划及业务技术体制改革的相关文档，对于目前正在进行的各种大型项目的设计工作来说，虽然可以作为参考性文件，但尚不足以支撑相关的设计工作，也不足以作为设计依据。

此外，在目前及以前的各信息系统建设项目中，所关注的所谓“信息”基本局限在气象观探测信息、预报业务产品信息及服务产品信息等（即通常所说的“气象业务信息”）方面，而对其他信息的关注则相对较少或没有。其实如果将气象行业看做一个有机整体的话，需要关注的信息应远不止于此，除了气象业务信息之外，还应关注系统状态信息、财务信息、设备信息、人事信息、办公信息等，而这些信息至今仍未列入气象业务数据的范围，一些数据（如设备状态数据）长期被冷落，乏人问津，更无人打理。随便举个例子：试想眼下如果想全面了解一个专家的情况，应当如何做呢？首先需要到该专家所在单位的人事处，调取其人事档案，以了解其所受教育程度及大致专业水准；然后需要到该专家所在单位的业务处及科技处，了解其过去及现在所承担的业务及科研工作的具体情况；还需要到财务结算中心去了解该专家过去及目前承担的项目及课题的财务执行状况；还需要到其所在单位的行政办公室了解其日常活动等相关情况。所有这些信息