



成就存储专家之路 ——存储从入门到精通

主编 王纪奎



清华大学出版社



王纪奎

SNIA China教育委员会主席
IBM首席IT架构师

王纪奎毕业于清华大学电气自动化专业，现担任IBM公司信息技术架构首席顾问，负责IBM重点客户的IT架构规划、咨询、顾问和服务。自2006年起担任SNIA China教育委员会主席，为推动网络存储技术在中国的发展做出了巨大贡献。

王纪奎先生是中国最早一批UNIX系统专家，中国前十位的Oracle OCP、Sybase、DB2专家，EMC认证的业务连续性专家、中端存储专家、网络存储专家及内容存储专家。

王纪奎先生拥有15年以上的IT和电信行业经验，负责了：中国电信、网通、移动、联通的网络、计费、数据库、业务管理等系统的架构规划、软件设计、运营支持和流程咨询；各大电信运营商从0到数千万用户业务的数据库、应用系统、骨干网、城域网、信息网（上海热线、天府热线）的设计、实施、支持和维护；各大运营商的IDC、BOSS系统的业务连续性咨询、设计和解决方案验证。此外，王纪奎先生还负责了山东网通综合业务管理平台、联通证券管理平台、天津网通EIP平台的规划、咨询和服务，以及中国移动IT架构规划咨询、云计算架构规划、IDC运营、建设的咨询与规划。

成就存储专家之路

——存储从入门到精通

王纪奎 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是学习存储知识与技术,实现从入门到精通的理论指导和最佳实践参考书。

全书共分8章,前两章基础理论部分系统地讲解了存储基础知识,同时涵盖了存储相关技术,如操作系统、数据库、中间件、Web服务器、管理软件和测试技术等。第3章介绍了主流存储产品及特性。第4、5章根据不同行业客户的业务、应用特性,介绍了存储需求特点与规划,并从技术、行业等不同角度为读者提供典型解决方案与成功案例。第6章则让读者站在更高的架构师角度,充分了解存储架构规划和IT架构规划的原理与方法。为了让读者更好地了解存储市场趋势和最新技术,第7章介绍了绿色数据中心、固态硬盘技术、信息生命周期管理、RaidX等目前最流行的新技术和新趋势。第8章从存储人才需求、职业规划的角度,为读者提供了从入门到精通、成就存储专家的职业规划与培训认证的建议,希望读者能够真正成为存储专家。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

成就存储专家之路:存储从入门到精通/王纪奎主编. —北京:清华大学出版社,2009.5
ISBN 978-7-302-18820-9

I. 成… II. 王… III. 信息存储—基本知识 IV. TP333

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第064679号

责任编辑:庄红权

责任校对:刘玉霞

责任印制:

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:

装 订 者:

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:25.5

字 数:611千字

版 次:2009年5月第1版

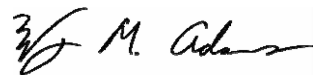
印 次:2009年5月第1次印刷

印 数:1~ 000

定 价: .00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:

Shortly after 2010, globally we will be storing and protecting over one zettabytes of data based on current information creation rates. Data growth rates will be fastest in the Asia Pacific region, as China and India rapidly implement IT services and infrastructure for both commercial institutions and consumers. The industry demand for trained and certified storage professionals and practioners continues to grow to fulfill managing and protecting this data through the use of best practices and tools. Storage IT professionals can reference this comprehensive and complete book, “Storage From ABC to Storage Professional”, to obtain the necessary knowledge and to follow the best practices to successfully manage and protect data.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Wayne M. Adams". The signature is fluid and cursive, with a large initial "W" and "A".

Wayne M. Adams
SNIA, Board Chairman

编 委 会

主 编 王纪奎

副主编 李 泓 张 乐 龚伟兵
王永康 解宏伟 富晗迎

编 委 陈 坚 崔可升 龚军生
黄后生 金 微 梁 婕
刘劲春 吕玉良 庞 鑫
王加东 谢 军 杨兴尧
周志峰

序言

PREFACE

人类社会进入 21 世纪以来,信息化大潮日渐澎湃,席卷全球。尤其是存储技术和网络技术的飞速发展,给我们的生活方式和思维习惯带来了前所未有的变化。上下五千年的人类文明遗产被大量数字化,“学富五车”早已不在话下。原本只有财力可以换取的私人藏书和身处大城市才能到访的博物馆,距离全球绝大多数人只有一“点击”之遥。了解世情、远程面叙只是举手“一键”之劳。特别是在作为发展中国家的中国,信息化极大地推动了工业化的进程,信息产业也成为经济社会的持续高速发展的最重要支柱。

在信息化迅猛推进、信息产业不断增长的同时,信息技术本身因为相关科学领域的进步和其应用深度和广度的扩展,也正在集聚能量,酝酿着重大的突破和根本的变化,而其中的一个焦点,就是存储在信息系统架构中的作用变得更加重要,在信息技术创新中也更受学术界和产业界的关注。在信息技术的发展中,无论体系结构如何在集中与分布之间演变,接口方式如何在串行与并行之间更迭,其核心都是围绕人的需要不断以螺旋式上升的技术进步求得产业发展,所以我们一方面看到单位体积、质量、功耗可提供的存储容量屡屡刷新纪录,人们“随身”的数字信息存储能力大大提升,另一方面随着网络接入变得无时无刻不在、网络带宽不断冲击新的纪录,越来越多的信息被集中“寄存”于数据中心,以保证信息的高可用性,以及规模效应带来的相关服务的低成本和高质量。移动存储也好,网络存储也罢,或是“云计算”、“数据为王”,这些发展趋势或概念、说法都印证着一个道理,就是一切计算、通信和存储的技术发展都是“以人为本”的,都是围绕着延伸和提升人类自身信息能力进行的。当计算成为瓶颈的时候,我们的信息处理工具被称为计算机,存储的层次体系是围绕着处理器设计的;而当“信息爆炸”,存储的容量大小和读写速度成为关键的时候,计算的层次体系将围绕着存储器而构建。这将是存储技术发展的黄金时期。

信息产业的发展充满竞争与合作,迸发着无比活力。产业发展中标准的制定和技术的推广对于产业规模的形成和壮大起着至关重要的作用。SNIA 作为全球最有影响力的存储产业联盟,自 1997 年成立以来,汇聚了全球信息存储以至信息管理产业链的主力厂商,联系着相关领域的众多高校和研究机构,在制定标准、推广技术、支持教育等方面为技术和产业的进步发挥了重要的作用。SNIA 中国的建立,特别是其 2006 年设立的技术委员会和教育委员会,为推动网络存储技术在国内的发展起到了很好的作用,本书就是在几年来以“成就存储专家之路”为主题开展的网络培训课程教材为基础编纂结集而成的。它以专

业的水准、从入门基本概念到实战应用案例,全面地介绍了存储及相关技术的基础知识、国际标准、主流产品、典型应用,以及职业规划的相关内容。本书不但可以作为工程技术人员的参考资料,而且可以作为大专院校学生的辅助教材。

开卷有益,希望大家读罢此书后觉得大有斩获,也希望 SNIA 中国的存储学堂以本书的出版为契机,可以越办越好。



2009年4月6日于清华园

李军,博士,清华大学信息科学技术学院常务副院长兼信息技术研究院院长、清华大学信息科学技术国家实验室副主任、中国电子学会计算机工程与应用第四届委员会副主任委员。

创作背景

自 2006 年初担任 SNIA China 教育委员会主席以来,一直希望能够为中国存储行业发展做点什么,一开始的想法是将相关的基础知识、厂家产品基本介绍等让更多希望进入存储行业的人有一些基本的了解,同时让用户、技术人员、销售人员和在高校学习存储的学生都能够对各主流厂家的产品达到兼听则明的目的,所以组织了《SNIA-China 网络存储学堂》,有数千的不同背景爱好者进行了注册和学习,也收到很多反馈。很多学生提出希望在了解基础知识和技术的同时,能够对行业情况、客户情况和解决方案有更深入一步的理解,为他们以后从事存储行业提供建议和指导。这样,在 SNIA 大中华区主席张乐先生的倡议下,就开始了本书的筹划工作。

策划过程

第一步要解决读者定位。本书是一本具有实用性的技术类参考书,面向的对象是各行业的客户和 IT 技术与规划人员,各厂家技术、市场和销售人员,集成商、解决方案和应用供应商的售前工程师,IT 架构师和需求分析师等。同时,从入门者的角度,本书希望作为进入存储行业的入门者、各大著名高校存储选修课学生、各存储培训机构的教材和参考书。

第二步要解决的是内容结构与特点。明确了读者定位,在内容结构的选择与定位上,我们和目标读者进行了需求和想法的充分沟通,包括各大厂家的存储技术、市场和销售人员,一些重要客户的规划、运维人员,各大著名高校选修“信息存储技术”课程的学生,同时也听取了各大厂家存储专家、各著名大学信息存储相关教授的建议和意见。

第三步是厂商的选择。作为中立性行业协会,SNIA 从公平公正的角度出发,本书选择的厂家包含了无可争议的全球存储产品和解决方案最知名的三家存储厂家 EMC、HP 和 IBM(以字母顺序排名),同时也收录了国内海峡两岸及香港最知名的存储厂家 H3C,华赛和 Infortrend。考虑到光纤交换机对存储的重要影响,本书也选择了全球领先的光纤交换机厂家 Brocade。另外需要补充说明的是,考虑到产品和解决方案的重复和 OEM 关系问题,选择 HP 高端磁

盘阵列相关的解决方案对 HDS 和 Sun 的高端存储解决方案也具有代表性；选择 IBM NAS 产品和解决方案同样对 Netapp 的 NAS 产品和解决方案具有代表性；选择 EMC、HP 和 IBM 的光纤交换机产品和解决方案对 Brocade 和 Cisco 也具有代表性；选择 IBM 中低端存储产品和解决方案对 LSI 也具有代表性。因此本书基本囊括了全球最知名厂家的产品和典型解决方案案例,并通过 SNIA 的第三方角度对各厂商解决方案案例进行了整理和筛选。

创作过程

本书的公司简介、产品介绍、公司培训、厂家典型解决方案部分由各厂家市场部和相关专家完成,并经过 SNIA 严格审核,保证了行业协会的公正性和严谨性,要求没有任何广告内容、避免明显的对竞争友商的不利内容和夸大其词的宣传内容。其他章节内容基本由各大厂家的存储专家以及客户的存储专家分别完成后,经过了至少 5 轮以上不同角度和不同专家的修改、审核与校对。

阅读指南

针对高校学生和存储入门者,建议按照顺序阅读或者对第 8 章的职业规划部分先做阅读。对各厂家、客户和集成商技术人员,可以重点阅读第 4~6 章,同时如果需要对各厂家的产品进行比较和了解可以阅读第 3 章,并阅读第 7 章了解行业和技术新趋势。对于销售人员和客户计划人员,建议重点阅读第 3、4、7 章了解不同厂家的产品情况和各种行业的客户需求与规划特点,并对新趋势与技术做简要了解。对于有志于从存储专家向架构师发展的专业人员,可以重点阅读第 6 章。

重要声明

本书部分内容和图片是引用于互联网上相关文章和著作,版权归原作者所有,在此表示感谢,本书引用目的只是为了让读者能够了解更多的解决方案和相关存储知识。本书对某些产品和解决方案的引用来自于厂商为协助写作本书提供,并经过了原厂商的确认。

王纪奎

2009 年 4 月 10 日

致 谢

ACKNOWLEDGEMENTS

首先,感谢清华大学信息科学技术学院常务副院长兼信息技术研究院院长李军博士为本书所作的精彩序言。

感谢全球网络存储工业协会(SNIA)主席 Wayne Adams 先生,大中华区主席张乐先生,EMC 大中华区总裁叶成辉先生,IBM 大中华区客户事业部副总裁及中国区总经理何国伟先生,IBM 系统与科技事业部大中华区产品部总经理侯森先生,HP 存储事业部中国区总经理徐志钧先生和 H3C 存储产品线总裁李治先生的大力推荐。

感谢清华大学、北京大学、浙江大学、上海交通大学等高校信息存储相关专业教授们的顾问指导。

感谢编委会成员的辛苦工作和不懈努力。由于编委会名额有限,各厂家为本书提供技术内容支持的专家和顾问无法一一写入,特此感谢,尤其是为本书以中立性角度撰写各行业存储客户需求特点与存储规划和典型存储应用场景部分提供支持的 IBM 存储综合解决方案部总经理朱国良先生以及他的工作团队成员马静、熊赞、淡寿中、王伟、楼于峰和韩辉。

除本书的编委会以外,在本书策划、构思、写作、编校、审核和推荐的过程中得到各厂家领导、专家和市场部专员们的大力支持和协助,特此一并感谢,主要有: Brocade 公司杨洪林,EMC 公司周琪, HP 公司刘思聪, Huawei Symantec 公司周松波, H3C 公司胡晶, IBM 公司樊红、魏巍、庞文峥, Infrotrend 公司霍轶娜以及 NEC 公司钱莹。

特此感谢 IBM 重点客户科技支援总经理林锦心先生和 IT 优化综合解决方案部总经理王胜航先生对我完成本书工作的支持。

另外,有很多客户、厂家专家、朋友和同事对本书的工作给予了建议、帮助、支持与协助,在这里一并感谢。

最后特别感谢我的夫人在写作过程中对我的大力支持,以及对我和儿子无微不至的照顾。

王纪奎

2009年4月10日

第 1 章 存储基础知识	1
1.1 概述	1
1.1.1 存储的分类	1
1.1.2 存储的概念	1
1.1.3 外置存储设备	2
1.2 存储的物理结构	4
1.2.1 简介	4
1.2.2 存储的磁盘技术	4
1.2.3 存储的内部结构	8
1.2.4 存储的外部连接设备	9
1.3 存储的基础结构	11
1.3.1 直接附加存储	12
1.3.2 存储区域网络	12
1.3.3 网络附加存储	13
1.3.4 内容地址存储	14
1.3.5 磁盘库与虚拟磁带库	15
1.4 存储的保护方式	17
1.4.1 RAID	17
1.4.2 冗余设计	26
1.4.3 备份	27
1.4.4 本地复制	28
1.4.5 远程复制和容灾	30
1.5 存储管理和应用基础	35
1.5.1 存储管理的基本结构和标准	35
1.5.2 常见的存储应用方法	36
1.6 小结	39
第 2 章 存储相关技术	40
2.1 概述	40
2.2 主机与操作系统	42

2.2.1	主机	42
2.2.2	开放性操作系统	43
2.2.3	小结	52
2.3	逻辑卷管理与文件系统	55
2.4	数据库与中间件	62
2.4.1	Oracle	62
2.4.2	DB2	66
2.4.3	SQL Server	69
2.4.4	Sybase	70
2.4.5	Informix	71
2.4.6	内存数据库	72
2.4.7	WebSphere	73
2.4.8	WebLogic	74
2.5	备份软件	75
2.6	管理软件	79
2.7	存储测试技术	80
2.7.1	SPC 的 SPC-1 和 SPC-2	80
2.7.2	IOMeter	81
2.7.3	IOZone	82
2.7.4	dd	82
2.8	其他相关技术及标准	83
2.8.1	Oracle Orion	83
2.8.2	SNIA XAM	83
2.9	小结	85
第 3 章	主流存储厂商及其存储产品简介	86
3.1	EMC 公司	86
3.1.1	Symmetrix 系列	87
3.1.2	CLARiiON 系列	88
3.1.3	Celerra 系列 IP 存储	90
3.1.4	磁带库系列	90
3.1.5	Centera 系列	90
3.1.6	软件产品和其他系列产品	91
3.2	HP 公司	91
3.2.1	磁盘阵列系统	91
3.2.2	网络连接存储系统	92
3.2.3	磁带存储系统	94
3.2.4	刀片存储系统	97
3.2.5	存储网络	98

3.2.6	存储软件	98
3.3	H3C 公司	99
3.3.1	万兆存储系列	99
3.3.2	中低端存储系列	100
3.3.3	虚拟磁带库系列	101
3.3.4	数据管理平台系列	102
3.4	IBM 公司	103
3.4.1	磁盘系统	104
3.4.2	磁带系统	105
3.4.3	存储网络产品	107
3.4.4	存储软件	107
3.5	Brocade 公司	108
3.5.1	企业级产品	109
3.5.2	部门级交换机	109
3.5.3	路由及延伸产品	110
3.5.4	管理软件	110
3.5.5	数据迁移管理器	111
3.5.6	服务器连接产品	111
3.6	Huawei Symantec 公司	112
3.6.1	存储系统	112
3.6.2	集群 NAS 存储系统	113
3.6.3	T3000 系列云存储节点	113
3.6.4	虚拟带库系统	113
3.6.5	虚拟化设备	114
3.6.6	数据保护解决方案产品	114
3.6.7	存储管理平台	114
3.7	Infortrend 公司	115
3.7.1	EonStor iSCSI 系列	115
3.7.2	EonStor FC 系列	115
3.7.3	EonStor SAS 系列	116
3.7.4	EonStor MINI SAS 系列	116
3.8	Finisar 公司	117
3.8.1	Xgig 系统	117
3.8.2	MLTT 测试软件	119
3.9	NEC 公司	120
3.9.1	E 系列	121
3.9.2	D 系列	121

第 4 章 存储客户的需求特点与存储规划	123
4.1 电信行业	123
4.1.1 行业概述	123
4.1.2 电信业存储系统需求	124
4.1.3 电信业存储系统规划	126
4.1.4 电信业存储系统使用维护	130
4.2 金融行业	132
4.2.1 银行行业	132
4.2.2 保险行业	135
4.2.3 证券行业	137
4.3 政府(税务、公安、海关)行业	138
4.3.1 税务行业	140
4.3.2 公安行业	142
4.3.3 海关行业	145
4.4 公众事业行业	148
4.4.1 高等教育行业	148
4.4.2 医疗行业	152
4.5 大型企业	156
4.5.1 行业概述	156
4.5.2 大型企业 IT 特点	157
4.5.3 大型企业存储系统需求	157
4.5.4 大型企业管理分析	158
4.5.5 大型企业存储系统规划	158
4.6 中小型企业	158
4.6.1 行业概述	158
4.6.2 中小型企业 IT 特点	159
4.6.3 中小型企业应用挑战	159
4.6.4 中小型企业存储系统需求	159
4.6.5 中小型企业存储系统规划	161
4.7 其他行业	166
4.7.1 广电行业	166
4.7.2 环保行业	167
4.7.3 视频监控行业	169
4.7.4 互联网行业	170
4.7.5 安防行业	172
4.8 小结	172

第 5 章 存储典型解决方案和应用场景	173
5.1 存储技术解决方案	173
5.1.1 直连存储解决方案	173
5.1.2 网络存储解决方案	174
5.1.3 存储整合解决方案	178
5.1.4 高可用性解决方案	183
5.1.5 分层存储管理方案	186
5.1.6 虚拟存储解决方案	187
5.1.7 备份恢复解决方案	195
5.1.8 业务连续性解决方案	202
5.1.9 存储安全解决方案	208
5.1.10 信息生命周期管理解决方案	211
5.1.11 绿色数据中心解决方案	213
5.2 存储行业解决方案	217
5.2.1 电信行业存储解决方案	217
5.2.2 金融行业存储解决方案	222
5.2.3 教育行业存储解决方案	232
5.2.4 互联网行业存储解决方案	236
5.2.5 广电行业存储解决方案	238
5.2.6 电力行业存储解决方案	244
5.2.7 制造行业存储解决方案	248
5.2.8 公安行业存储解决方案	249
5.2.9 零售行业存储解决方案	252
5.2.10 视频监控行业存储解决方案	254
5.2.11 安防行业存储解决方案	256
5.3 厂商解决方案典型案例	258
5.3.1 EMC 公司典型解决方案	258
5.3.2 HP 公司典型解决方案	264
5.3.3 H3C 公司典型解决方案	271
5.3.4 IBM 公司典型解决方案	277
5.3.5 Brocade 公司典型解决方案	283
5.3.6 Huawei Symantec 公司典型解决方案	288
5.3.7 Infortrend 公司典型解决方案	296
第 6 章 存储架构和 IT 架构规划	298
6.1 存储架构趋势	299
6.2 IT 架构和 IT 架构视图	300
6.2.1 IT 架构简介	300

6.2.2	IT 架构的重要性	301
6.2.3	IT 架构的不同视图	302
6.3	IT 架构的现状	304
6.4	IT 架构规划与 IT 规划	306
6.4.1	IT 架构物理整合	307
6.4.2	IT 架构虚拟化	310
6.4.3	IT 规划	316
6.5	典型 IT 架构	317
6.5.1	面向服务的架构	317
6.5.2	企业开放架构	320
6.5.3	企业架构	323
6.6	IT 架构师	328
6.6.1	IT 架构师的定义和类型	328
6.6.2	企业 IT 架构师	329
6.7	IT 架构组织和标准	333
6.7.1	TOGAF	333
6.7.2	EUP	334
6.7.3	Zachman 框架	334
第 7 章	存储的市场前景与技术趋势	335
7.1	存储市场现状和前景分析	335
7.2	存储技术趋势	337
7.2.1	固态硬盘	337
7.2.2	存储整合	338
7.2.3	存储虚拟化	339
7.2.4	万兆存储架构	349
7.2.5	信息生命周期管理	351
7.2.6	重复数据删除(Deduplication)	352
7.2.7	RaidX	354
7.2.8	绿色存储与绿色数据中心	356
7.3	小结	364
第 8 章	存储职业发展与技术学习	365
8.1	市场需求推动行业发展,存储行业的光明前景	365
8.2	存储行业人才需求的情况	366
8.2.1	存储用户中的人才需求	366
8.2.2	存储厂商中的人才需求	368
8.3	存储学习、培训、认证情况	370
8.3.1	校园存储教育	370