



数字化科研

—— e-Science研究

◎ 孙 坦 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

科学出版社

数字化科研 e-Science 研究

孙 坦 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

全书共分四篇 14 章。对欧洲主要国家、澳大利亚、北美地区、亚洲地区的六百多个 e-Science 项目进行调研,并将相关数据收集到自行构建的 e-Science 信息门户中开展统计分析,综合采用比较分析法、案例调查法等多种科学合理的研究方法,从 e-Science 项目名称等三十多个角度,系统而深入地研究了当前世界绝大部分国家与地区的 e-Science 建设现状及相关问题,如 e-Science 的发展模式、技术架构和关键技术、管理和运行机制、e-Science 与文献情报工作之间的关系等。在此基础上,本书对我国发展 e-Science 给出了建设性的解决方案。

本书内容翔实、系统,深入浅出,覆盖面广,具有先进性、科学性和很高的实用价值。

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

数字化科研: e-Science 研究/孙坦主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.8
ISBN 978-7-121-09383-8

I. 数… II. 孙… III. 信息技术—应用—科学研究 IV. G312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 134455 号

责任编辑: 竺南直 特约编辑: 索蓉霞

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

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: 720×1 000 1/16 印张: 26.25 字数: 530 千字

印 次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 2 500 册 定价: 49.00 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。

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

服务热线: (010) 88258888。

《数字化科研——e-Science 研究》

编撰人员名单

主 编：孙 坦

副主编：黄国彬 张智雄 刘细文

编写组成员

孙 坦	刘细文	张智雄	黄国彬	常 唯
曲云鹏	李 飒	周静怡	徐 坦	虞惠达

前言

20 世纪下半叶以来,随着科研活动节奏的日益加快以及科学研究问题的不断复杂化,科研活动阵地从宏观和微观两个层面向更深、更广、更远的未知领域推进,并呈现出一系列的新特点:规模大、跨学科、合作性、高共享性和投资强度大等。人类开始进入“大科学”时代。然而,这一时代的到来,在预示着能够为人类带来更多、更重要科研成果的同时,也为实现上述特征的科学研究提出了更大的挑战。

面对“大科学”所带来的机遇与挑战,科学家不断地尝试着创造出更加有力的“工具”,以进一步扩展人类本身的能力,帮助人类达到原本无法完成的目标。于是,计算机、互联网、网格计算等“工具”相继面世,科学日新月异。随着 2000 年 11 月英国政府投入巨资建设的 e-Science 项目的正式启动,作为人类下一阶段的科学研究模式,e-Science 的理念逐渐为人们所熟悉。事实上,以“关键科学领域的全球性合作,以及实现这种全球性合作的下一代基础设施”为着眼点的 e-Science,不仅彻底深化了那场始于计算机网络的科学革命,为人类带来威力更强大的“工具”,而且将对人类科研本身以及支撑科研的相关事业带来全面的革新。

作为世界科学研究的一支重要力量,我国从一开始就十分关注 e-Science 的发展情况,并在“十五”期间大力资助网格(e-Science 的核心技术与基础设施)的研发与建设,然而在“十一五”期间,我国的 e-Science 研究与实践该如何发展,这仍然是一个重要的决策问题,需要有力的决策支持。因此,通过对国内外 e-Science 发展现状和战略的调研,分析 e-Science 的基本结构,包括其技术基础、关键技术、组成要素、运作体制,管理机制、保障机制,为我国 e-Science 的建设和发展提供指导性建议,显得意义重大。为此,本书将集中从以下几个方面开展研究:

1. 调研国内外 e-Science 的发展现状。广泛调查国内外在 e-Science 的研究和开发方面所开展的工作及取得的成果,总结国内外这一领域的发展现状。分析其研究的侧重点、特点、研究方向、取得的成果、实际价值、研究中遇到的问题及解决的方法等。

2. 分析典型的 e-Science 项目。分析国内外典型 e-Science 战略规划与计划,如英国的 e-Science 计划、荷兰 e-Science 园,探寻其设计理念、建设模式、关键技术、已有成果、战略规划等。

3. 研究 e-Science 的技术架构和关键技术。探索支持 e-Science 的各种技术基础,如网格技术、Web Service 技术、网格中间件技术、数据挖掘、知识发现等技术,分析相关技术的发展现状及趋势,研究相关技术在 e-Science 环境中的作用以及如何支持 e-Science 的运行,同时进一步分析 e-Science 的发展需要哪些关键技术提供支持。

4. 分析 e-Science 环境的组成要素及各要素之间的关系。探讨组成 e-Science 环境的各种要素及各要素之间的关系。分析 e-Science 如何有效地支持科学研究,剖析 e-Science 环境中支持科学研究的各个系统(如文献情报服务系统、仪器设备共享系统、科学数据管理系统等)的结构、组成、使命及彼此之间的关系。

5. 探究 e-Science 环境的管理和运行机制。探讨 e-Science 的建设需要采用什么样的管理机制;如何从宏观上规划,微观上实施。分析 e-Science 的具体运行机制,如何建立起良性的运行机制,这种运行机制需要什么样的管理政策与之相匹配。

6. 总结 e-Science 的发展模式。探讨 e-Science 的发展轨迹,分析发展过程中可能经历的若干典型阶段,各个阶段的基本形态、研究重点、主要特征以及构建 e-Science 的发展模式。

7. 探索 e-Science 与文献情报工作之间的关系。探索 e-Science 与文献情报工作的关系,e-Science 环境下文献情报工作与数字图书馆的关系,寻找文献情报工作融入 e-Science 环境的切入点及有效方式,力求使文献情报机构服务成为我国发展 e-Science 的有效支撑服务。

在细分研究内容的基础上,编写组通过调研当前国内外 e-Science 的发展现状,结合世界各国、地区 e-Science 当前的技术发展特点,深入分析了构建 e-Science 环境的各项关键技术。在此基础上,利用调研数据进行分析和总结,完成了 e-Science 的规划与战略调研。通过对中国 e-Science 项目的分析,从当前中国文献情报机构的发展现状与未来发展趋势出发,结合已完成的多维度的分析调研,本书试图为我国文献情报事业在 e-Science 环境下如何获得更为宽广的发展空间提出战略层面的建议。

本书是集体智慧的结晶。在编写本书的过程中,国家科技文献图书中心袁海波主任、国家科技文献图书中心沈仲祺副主任给予了大力支持。在撰写的过程中,编写组采用分工协作的策略。其中,参与第一篇写作的作者是:孙坦,黄国彬,刘细文,徐坦,虞惠达;参与第二篇写作的作者是:张智雄,常唯,李飒,曲云鹏;参与第三篇写作的作者是:孙坦,刘细文,张智雄,黄国彬,周静怡,徐坦,虞惠达;参与第四篇写作的作者是:孙坦,黄国彬,常唯。同时,硕士研究生黄飞燕、余倩、姜晓曦为本书的图表制作提供了大力帮助。本书最后由孙坦统一审稿。

e-Science 是一项新生事物,而且发展迅速。囿于本书编写组的学识与能力,加之编写时间紧迫,书中恐有诸多疵误,恳请学界同仁不吝指正。

孙坦

2009-3-25 于北京

目 录

第一篇 发展现状篇

第 1 章 e-Science 概述	3
1.1 e-Science 出现的必然性分析	3
1.1.1 生产力发展的需要	3
1.1.2 共享理念的推动	3
1.1.3 网络技术的支撑	4
1.2 e-Science 的本质	5
1.3 e-Science 研究与建设的主要内容	6
1.4 e-Science 的发展特点	7
1.5 e-Science 环境下科研模式与知识流	8
1.5.1 e-Science 环境下的科研模式	8
1.5.2 e-Science 环境下的科学研究知识流	9
第 2 章 英国 e-Science 发展现状分析	11
2.1 英国 e-Science 建设背景	11
2.1.1 英国 e-Science 发展原因	11
2.1.2 英国 e-Science 发展目标	12
2.1.3 工作原理	12
2.1.4 英国 e-Science 建设的经费分配	13
2.2 英国 e-Science 承担主体发展目标分析	14
2.2.1 七大研究理事会的 e-Science 发展目标	14
2.2.2 国家 e-Science 研究中心的 e-Science 发展目标	16
2.2.3 十大地区中心的 e-Science 发展目标	17
2.2.4 七大 e-Science 优秀研究中心	19
2.3 英国 e-Science 技术框架与技术模块	21
2.3.1 英国 e-Science 组织框架	21
2.3.2 三十一个技术组件	22
2.3.3 四层架构的建设模式	22
2.3.4 二十六项技术模块	23
2.4 英国 e-Science 当前进展	24
2.4.1 英国 e-Science 核心计划	24

2.4.2 英国国家 e-Science 中心参与的 e-Science 项目	25
2.4.3 英国其他 e-Science 中心参与的 e-Science 项目	29
2.4.4 典型 e-Science 项目进展	31
2.5 小结	32
第 3 章 美国 e-Science 发展现状分析	37
3.1 美国 e-Science 历史背景	37
3.1.1 技术背景分析	37
3.1.2 应用历史分析	38
3.2 美国 e-Science 项目分析	38
3.2.1 项目选取方法说明	38
3.2.2 资助结构分析	39
3.2.3 主要资助机构和资助计划介绍	42
3.2.4 项目承担机构的构成分析	46
3.2.5 项目组成分析	49
3.3 美国 e-Science 技术框架与组件	51
3.3.1 网格框架	51
3.3.2 软件组件	53
3.4 美国 e-Science 当前进展	55
3.5 小结	57
第 4 章 欧洲 e-Science 发展现状分析	58
4.1 欧洲 e-Science 历史背景	58
4.2 欧洲 e-Science 承担主体分析	61
4.3 欧洲 e-Science 技术框架与技术模块	66
4.3.1 网格技术层次分析	66
4.3.2 网格技术开发领域分析	68
4.3.3 网格技术应用类型分析	68
4.4 欧洲 e-Science 当前进展	69
4.4.1 项目技术成就分析	69
4.4.2 项目开发出的组件分析	70
4.4.3 项目应用成就分析	71
4.5 小结	71
第 5 章 亚洲 e-Science 发展现状分析	73
5.1 中国大陆 e-Science 发展情况	73

5.1.1	中国国家网格 (CNGrid)	74
5.1.2	上海信息网格 (ShanghaiGrid)	77
5.1.3	中国教育科研网格 (ChinaGrid)	80
5.1.4	国家自然科学基金委网格建设项目 (CROWN)	83
5.1.5	863 空间信息网格	88
5.2	中国台湾 e-Science 发展情况	91
5.3	韩国 e-Science 历史与现状	92
5.4	日本 GRID 历史与环境	92
5.5	小结	94
5.5.1	各个项目承担主体分析	94
5.5.2	亚洲 e-Science 的技术框架与技术模块分析	95

第二篇 关键技术篇

第 6 章	基于网格的资源和服务共享技术	99
6.1	网格概述	99
6.1.1	网格的概念和主要类型	99
6.1.2	网格在科学研究中的应用类型	101
6.1.3	网格技术的研究重点	102
6.1.4	网格的基本组件和功能	104
6.2	网格的主要技术标准	106
6.2.1	开放网格标准体系 (OGSA)	107
6.2.2	开放网格基础框架	117
6.2.3	数据存取与集成标准 (OGSI-DAI)	118
6.2.4	Web 服务资源框架	120
6.3	与网格相关的共享和集成技术	122
6.3.1	Web 服务技术	122
6.3.2	网格门户技术	130
6.4	Globus	137
6.4.1	GT3 (Globus Toolkit3)	137
6.4.2	GT4 (Globus Toolkit4)	140
6.5	发展趋势	153
第 7 章	科研数据的采集、管理、保存与分析技术	155
7.1	数据采集技术	155
7.2	数据集成技术	158

7.2.1	新型 OGSA-DAI 框架	158
7.2.2	BRIDGES——基于 OGSA-DAI 进行信息集成的实例	164
7.2.3	BDWorld——大规模数据抽取整合实例	166
7.2.4	eSDO——大数据量整合实例	169
7.3	数据存储和管理技术	171
7.3.1	Geodise: 基于网格的工程数据管理	171
7.3.2	BioSimGrid: 基于网格的分布式数据技术	172
7.3.3	MySpace: 虚拟观测台的数据管理技术	176
7.3.4	Data Portal: 使用门户进行数据管理的技术	178
7.3.5	SRB: 存储资源代理技术	181
7.4	元数据管理技术	184
7.5	数据保存技术	187
7.5.1	数据保存的三个概念	187
7.5.2	OAIS 参考模型——数字保存的基础	187
7.5.3	DCC 数字保存的三个阶段	193
7.6	数据分析处理技术	196
7.6.1	两种数据分析技术	196
7.6.2	e-Science 环境下的文本挖掘技术	199
7.6.3	基于网格的知识发现服务技术	201
第 8 章	研究对象的建模和仿真技术	203
8.1	可视化技术	203
8.1.1	基于网格的可视化技术框架	203
8.1.2	GViz 分析	206
8.1.3	e-Demand 分析	208
8.1.4	飞行器中的电磁散射	209
8.2	虚拟观测台技术	210
8.2.1	VO 概念	211
8.2.2	AstroGrid 项目	211
8.3	计算机动画技术	213
8.3.1	计算机动画技术研究	214
8.3.2	The PGPGrid Project 项目分析	216
第 9 章	虚拟研究团队的组建和协同技术	219
9.1	虚拟组织技术	219
9.1.1	虚拟组织的概念	219

9.1.2 DAME 的动态虚拟组织技术	221
9.1.3 ICENI: 虚拟组织管理门户	222
9.1.4 eMineral Project: 计算门户框架	224
9.2 虚拟研究环境技术	226
9.2.1 概念	226
9.2.2 虚拟研究环境的技术基础	227
9.2.3 SAKAI: VO 中间件	230
9.2.4 IB VRE: 对研究过程的支持	231
9.3 学术交流技术	233
9.4 协作工具	236
9.4.1 基于网络的协作工具——Access Grid	236
9.4.2 虚拟组织建设——eMinerals	239
9.4.3 e-Science 协作调动空间——CoAKTinG	240
9.5 问题求解环境	242
9.5.1 协作医学问题求解——MIAKT	243
9.5.2 分布式飞机维护环境——DAME	246

第三篇 规划发展篇

第 10 章 e-Science 的规划与管理	251
10.1 e-Science 已经成为发达国家科研模式创新的方向	251
10.2 网络技术成为 e-Science 核心技术	253
10.3 基本形成统一的 e-Science 技术体系	256
10.4 大规模的合作成为各国 e-Science 建设的主要方式	258
10.4.1 跨国家合作是各国 e-Science 建设的特征之一	258
10.4.2 高校、科研机构通力合作是 e-Science 建设的又一特征	261
10.4.3 项目承担机构在 e-Science 合作建设中角色定位各不相同	269
10.5 各国 e-Science 建设与学科领域、具体应用紧密结合	271
10.6 各国 e-Science 规划实施各有特色	275
10.6.1 e-Science 规划布局模式不同	275
10.6.2 e-Science 建设具有明显的技术层次性	276
10.7 政府在 e-Science 建设的宏观规划中发挥主导作用	281
10.8 政府在 e-Science 建设的管理中发挥主导作用	283
10.8.1 以英国和欧盟为代表的集中式管理运行模式	283
10.8.2 以美国为代表的分散式管理运行模式	293
10.9 政府是 e-Science 建设的主要投资者	294

第 11 章 中国 e-Science 规划与建设分析	295
11.1 中国 e-Science 规划与建设的主要特征	295
11.2 中国 e-Science 规划与建设与国外的差距分析	300
11.2.1 从网络基础设施层分析我国的发展差距	300
11.2.2 从网络中间件层分析我国的发展差距	300
11.2.3 从应用开发环境与工具层分析我国的发展差距	306
11.2.4 从具体应用层分析我国的发展差距	306
11.3 中国发展 e-Science 策略分析	307

第四篇 支撑服务篇

第 12 章 e-Science 环境下文献情报机构发展分析	317
12.1 e-Science 对文献情报机构工作环境的影响	317
12.1.1 e-Science 环境下科学研究的过程分析	317
12.1.2 e-Science 给科学研究带来的新变化	318
12.2 e-Science 环境下文献情报机构的服务对象分析	319
12.2.1 用户类型分析	319
12.2.2 用户信息需求的变化	320
12.3 e-Science 环境下的文献情报服务	321
12.3.1 e-Science 环境下的文献情报服务及其定位	321
12.3.2 e-Science 环境下文献情报服务的作用	323
12.3.3 e-Science 环境下文献情报服务工作的指导原则	325
12.4 e-Science 环境对数字图书馆的影响	326
12.4.1 e-Science 对数字图书馆的积极影响——以 SRB 为例	326
12.4.2 积极应对 e-Science 的数字图书馆	328
12.4.3 服务 e-Science 的数字图书馆	328
第 13 章 e-Science 环境下文献情报机构的服务模式	330
13.1 e-Science 环境下文献情报机构的服务模式	330
13.1.1 融入知识创造过程的知识服务	330
13.1.2 隐性知识的管理和利用	333
13.1.3 分布式资源体系的建设和管理	335
13.1.4 科学数据的管理	337
13.1.5 构建开放的数字化网络化学术交流体系	339
13.1.6 以网络信息意识的强化为重点的用户信息素养的培育	342

13.2	e-Science 环境下文献情报机构服务的实现模式	344
13.2.1	服务理念升华——从“以需求拉动服务”到“以服务激发需求”	344
13.2.2	组织模式的分化——嵌入式和支持中心的双层模式	345
13.2.3	服务手段的改进——实现零障碍服务	348
13.2.4	人员构成的虚拟化——虚拟动态团队的人员构成机制	351
13.2.5	e-Science 环境下文献情报服务的保障机制	352
第 14 章	e-Science 环境下的数字图书馆	354
14.1	e-Science 环境下数字图书馆范式的演变	354
14.1.1	聚焦于数字化资源的数字图书馆范式	354
14.1.2	强调集成化服务的数字图书馆范式	356
14.1.3	虚拟数字图书馆——e-Science 时代的数字图书馆范式	359
14.2	e-Science 环境下数字图书馆的功能框架	366
14.3	演变后的功能特点分析	367
参考文献		371
附录 A	美国 e-Science 相关项目列表	376
附录 B	欧盟第五框架计划和第六框架计划资助的项目	380
附录 C	欧盟第五框架计划下网格项目研究网格技术层次	382
附录 D	欧盟第五框架计划下网格项目开发的组件	383
附录 E	中国 e-Science 相关项目列表	385
附录 F	调研 e-Science 项目技术研究内容	386
附录 G	参与国际合作项目 3 个以上的 29 个国家之间的合作矩阵	395
附录 H	调研 e-Science 项目的主要学科及应用领域	396
附录 I	英国 e-Science 评估指标	398
附录 J	CORE、七大研究理事会 e-Science 项目评估指标	403
附录 K	本书所用缩略语和中英文对照表	405

第一篇 发展现状篇

本书编写组首先对英国、欧洲地区、澳大利亚、北美地区、亚洲地区的 679 个 e-Science 项目进行调研,并将相关数据收集到项目组内部使用的 e-Science 研究和实践现状的信息门户中,其中设置的属性类型包括:项目名称、项目名称缩写、项目目标、项目网址、项目所属地区、资金来源、资金年限、资金数量、项目启动时间、项目截至时间、项目简介、项目详介、承担机构名称、承担机构所属国家、承担机构性质、承担机构所属学科、承担机构研究领域、项目应用领域、项目类型、项目参与总人数、负责人姓名、负责人学科背景、项目成果形式、项目是否国际合作、项目功能、项目开发语言、项目直接架构平台、项目基础技术平台、项目是否开源、项目使用的工具包、项目开发的工具包、项目开发的工具包下载地址、项目 OGSA 技术层面、项目母项目、项目所属类别。在项目调研的基础上,选取英国、美国、欧洲和亚洲等国家和地区的 e-Science 发展现状为研究重点,完成了世界当前 e-Science 的发展现状调研(截止于 2006 月 12 月)。调研结论将主要分布在发展现状篇和规划发展篇中。

第 1 章 e-Science 概述

1.1 e-Science 出现的必然性分析

1.1.1 生产力发展的需要

科学研究是人类认识自然、改造自然的一项重要活动。科学研究的结果在推动社会发展、人类进步的过程中有着非同寻常的作用。在 19 世纪、20 世纪,人类社会的科学研究活动取得了巨大成就。但是,科研活动的开放度明显不够,在科研过程中,科学家之间的信息交流极其匮乏。在这种情况下,不但无法共享彼此的成果、传播科研经验,更为严重的是出现了许多重复性劳动。比较典型的是,曾经有许多不同的人几乎在同一时间内各自独立的做出了相同的成果。同时,对于一些高难度、大规模的研究,由于缺乏相关的资源或条件,依靠传统的科学研究手段往往会受到诸多制约。如需要有大规模军队参与才能完成的项目,或者是需要在一些人类根本就无法进入的环境中进行实验,包括超高温、超低温环境。

科学问题的空前复杂化是科学技术发展进程中面临的又一个难题。科学研究对象已不再是简单的孤立系统,而是涵盖更大的范围、横跨多个学科。时至今日,科学研究的前沿正微观与宏观这两个层面上向着更为广阔的领域前进。无论是微观粒子、宏观宇宙、染色体、基因,还是航天工程、全球气候、生态环境等问题,都已经令人类的研究达到一个更为复杂深奥的程度。

1.1.2 共享理念的推动

“交流”与“共享”是科学研究永恒的主题。网络革命性地改变了科学研究交流与共享的方式,为科学研究的充分共享与交流提供了极大的发展空间,将交流、合作与共享推广到科学研究活动本身乃至贯穿于整个科学研究过程之中,标志着科学研究共享时代的全面到来——科学家群体共享的对象不仅包括传统的数据、资料、信息,更增加了科学家的智慧与劳动以及科学仪器设备的共享。

1. 科学数据共享的需要

科学数据是科学研究得以顺利进行的核心资源,已被人们视为是一种战略资源。而科学数据共享问题作为科学发展政策的研究起源于发达国家,经过多年的发展,现在已成为信息社会中科技发展的一项重大方针。随着计算机与新一代 Internet 的迅猛发展,科学研究的信息共享出现新的格局。以英国为例,它所提出了 e-Science 计

划,目标之一就是要以网格(Grid)为基础设施实现科学数据的共享。通过充分发挥高性能的网络和计算能力,科学家个体和用户在获取信息时,不需知道所获取的数据来自何方、是通过哪一台计算机的运转而得,就可得到科学研究所需的数据。当然,由于数据是在共享的理念下被构建、存储以及操作,所以,这些数据往往是跨部门、跨地区的;如果有双方或多方协议的许可,这些数据也可以是跨国的。

在信息化时代,科学数据共享是推动科学技术可持续高速度发展的驱动力,并已成为一个国家综合国力的衡量指标之一。它作为学术研究课题被提出始于1979年5月。目前,我国正在加大力度推进科学数据共享。2002年11月,科技部徐冠华部长主持了以科学数据共享为主题的第196次香山科学会议,这在一定程度上标志着我国科学数据共享将进入一个新的发展阶段。

2. 科学仪器设备共享的推动

以往许多昂贵的科学仪器设备往往只能供部分科研单位使用,而其他科研单位只能“望洋兴叹”。需要使用该设备时,即使得到设备所属单位的许可,这些科研单位也只能到设备的实际物理存放地点进行操作。这常常给科学研究活动带来许多不便与障碍。共享的理念,就是要实现这些科学仪器设备可以跨越时间、空间处于不同地理位置的部门进行操纵与控制,实现共享。

缺乏科学数据与科学仪器设备的共享,往往使得许多有可能提前得到突破的成果姗姗来迟。为了扭转这一层面,人们对e-Science的到来翘首以待。也正是因为存在这种迫切性,使得e-Science一经英国首先倡导,便如雨后春笋般在全世界范围内迅速蔓延。由于发达国家的信息化程度高,科研水平发达,拥有丰富的信息资源和关键的科学数据,因此,发达国家与发展中国家之间的科学数据共享尤显重要。

1.1.3 网络技术的支撑

美国信息处理学会联合会(American Federation of Information Processing Societies, AFIPS)在1970年从共享资源出发,把计算机网络定义为“以能够相互共享资源(硬件、软件 and 数据库等)的方式连接起来,并各自具备有独立功能的计算机系统的集合。”

如前文所述,当今的科学研究对象日益复杂,科学研究本身也变得更加需要合作和多学科综合。一个科学研究小组的成员可能分布在不同的研究单位、地区和国 家。当前的技术,如通过E-mail和Web,这些科研人员可以获得一起合作的基本机制。但是,它依然需要科研人员花费大量时间学习和掌握新增加的有关计算资源的技术细节、访问远程的应用程序或者等待远程计算资源的响应。如果能够将这些分布式的数据、计算机、传感器和其他资源连接成一个虚拟的实验室,那将会是怎样的景象呢?网络技术的目的正是通过提供协议、服务和能够实现灵活可控大规模资