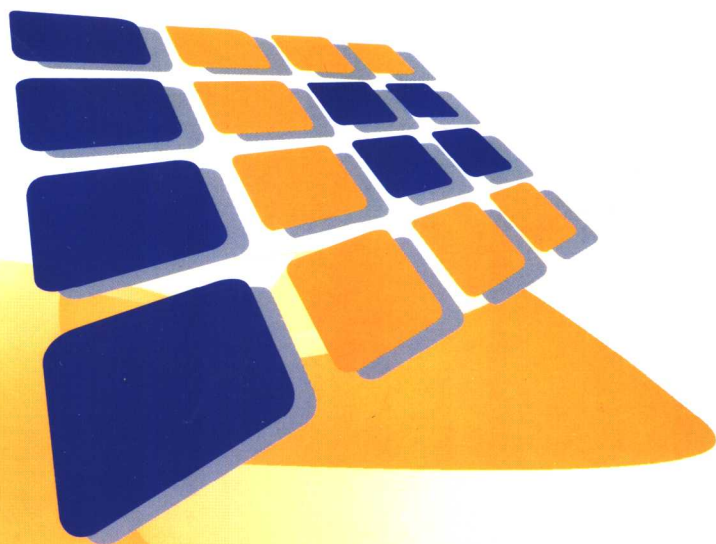


中国教育科研网格公共支撑平台工作组

中国教育科研网格 公共支撑平台设计规范





中国教育科研网络

中国教育科研网络 公共支撑平台设计规范

中国教育科研网络公共支撑平台工作组

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

ChinaGrid 公共支撑平台 CGSP 是 ChinaGrid 的网格核心中间件,并为网格应用提供开发环境支持。它屏蔽了底层网格资源的异构性和动态性,为各种网格应用提供高性能的、高可靠的、安全方便的计算服务以及数据服务。本书内容主要包括 CGSP 的总体结构、模块功能、工作流程、使用方式和各个功能模块的详细设计。

本书的读者对象为网格领域的研究、设计和开发人员,希望 ChinaGrid 公共支撑平台的设计和开发经验能够对他们的工作有所帮助。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

中国教育科研网格公共支撑平台设计规范/中国教育科研网格公共支撑平台工作组. —北京:清华大学出版社,2004.10

ISBN 7-302-09660-0

I. 中… II. 中… III. 教育科学—科学研究—计算机网络—设计—规范—中国 IV. G40-03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 101779 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:薛 慧

封面设计:常雪影

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:23.25 字数:532 千字

版 次:2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-09660-0/TP·6693

印 数:1~2000

定 价:50.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、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)62770175-3103 或(010)62795704

编委会名单

主 任：赵沁平

副 主 任：谢焕忠 金 海

委 员：郑纬民 李晓明 陈小武 董守斌
李明禄 罗军舟 肖 侬 董小社
孟祥旭 王兴伟 曾海标 娄 晶



我的“网格观”以及我对“中国教育科研网格”的认识

人生观是对人生的价值和意义的认识,人各有志,不同的志向追求不同的人生价值。网格观是对网格的价值和意义的认识,人各有需,不同的需求追求不同的网格价值。

“需求牵引、技术推动”是科学技术发展的规律,信息共享和人机协同是信息领域所追求的永恒目标。随着人类对信息需求的剧增,信息技术的发展瓶颈以及需要攻克的关键技术也在随之而变。20世纪70年代的发展瓶颈和关键技术是处理速度,80年代是存储容量,90年代是网络带宽,最后10年是对海量信息的处理。什么是21世纪前10年的信息技术发展瓶颈和应攻克的关键技术呢?20世纪的因特网实现了计算机硬件间的互联,万维网(Web)实现了网页的互联,这是近数十年来信息领域两次最大的计算能力的提升和计算模式的转型。什么是因特网和万维网后信息领域的新提升和新转型的浪潮呢?

对于以上这些问题,不同的需求提出了不同的目标,不同的技术策略提供了不同的解决途径。但是如果剖析研究这些不同的答案,人们就会发现它们的“交集”,这就是:基于远程高速互联,实现分布透明共享;需求导向聚合网络资源;以人为本创建信息环境。总之,人们在实现了硬件互联和网页互联后,将为实现互联网上所需资源的互联而奋斗,这些资源包括计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源、服务资源和人力资源等,从而为创建和谐的人机环境提供了必要的基础。

当目标确定后,用什么样的信息环境去体现这些目标的“交集”,去综合集成支撑这个“交集”的关键技术呢?信息领域的科技人员提出一个新的概念,综合集成成为一个新的计算环境,这就是“Grid”,即“网格”。

我国北宋时期的理学家程颢和程颐曾说过:“天地之化,自然生生不穷”,“往来屈伸,只是理也”。虽然信息技术发展迅猛、日新月异,但仍然是有规律可循的。“网格”的产生也不例外,它是网络技术、分布处理技术、软构件技术、海量信息处理技术、数字内容处理技术和信息安保技

术等成就的累积和选优,是人们要求实现基于网络的资源聚合和协同工作的必然结果。

在我宣传和贯彻我的“网格观”时,曾遇到一个困难,那就是“网格”一词未能产生“见文明义”的效果。于是,我在2001年8月,向国家科技部提交了关于信息技术的发展战略报告时,曾用“虚拟网络计算环境”取代“网格”。在2004年6月4日中国工程院庆祝成立10周年的学术报告会上,曾用“深度联网计算环境”取代“网格”。但似乎都未能超过学术界对“网格”的接受度。

以上就是我的“网格观”,是我对“网格”的价值和意义的简述,恳切地欢迎同行们的批评和指正。那么,什么是我对“中国教育科研网格”的认识呢?这就更没有把握了,目前我只能汇报一些在读完本书稿后的点滴感受。真正深刻的认识,目前只能来自“中国教育科研网格”的研发者,将来只能来自在“中国教育科研网格”上开展各类应用的研究人员。

“网格”是人们对未来更加合理的计算模式的“追求”,是在需求的牵引下,对现有的技术成果作阶段性的“综合集成”。因此,虽然“网格”的目标是清晰的,但其实现将是“逐步求精”的过程。不同的“需求”产生不同的“网格”模式,经历不同的“发展”历程。

翻阅这几年各类计算机的学术刊物,我国高校的研究人员和在读的研究生已发表了大量有关“网格”的论文。我国战国后期的儒家荀子说得好:“不闻不若闻之,闻之不若见之,见之不若知之,知之不若行之”。因此,为了深化“网格”的研究,当前的关键是“知之”和“行之”了。

我国教育部决定:按照“网格”的理念,遵循“逐步求精”的规律,基于CERNET的设施,利用分布在CERNET上的大量资源,实现有效共享,消除信息孤岛,提高服务质量。把“中国教育科研网格”列为“十五”211工程公共服务体系建设的重大专项,从而加强了它的建设力度。我认为,这是一项顺应天时(信息化的需求和技术发展规律)、地利(我国高校的环境和已有的基础)、人和(凝聚高校的人才资源)的战略决策,是一件功在当代(有效利用CERNET和基于它的资源)、利在千秋(促进网格建设和人才培养的进程)的大好事。

“好的开始是成功的一半”。虽然“中国教育科研网格”是基于CERNET,利用CERNET上的资源,把系统建设视为是一个发展和优化的过程,但在开始时就必须遵循“网格”的基本原则和优选起步方案,否则就会失去方向,甚至违背了初衷。如果有人向我咨询对建设“中国教育科研网格”的意见,我的建议是:基本原则——遵循开放体系结构,建立单一系统映像,充分发挥中间件的功能,提供初步的动态资源聚合、多样化的服务功能;起步方案——基于现有的条件,为“中国教育科研网格”建设一个公共支撑平台。在我阅读完本书稿后,感受到与研制人员“所见略同”后的欣喜。由于受我的基础、能力和经验所限,不能对本书提出的实现细节作出评论,但我十分支持本书的学术观点和基本定位,即本书是“中国教育科研网格”公共支撑平台(CGSP)系统设计的基本文件,涉及系统结构、功能模块、工作流程和使用方式等方面的内容,较全面地展示了一个大型软件系统设计的全貌。



在世界“网格”的发展历程中，CGSP 初呈“小荷才露尖尖角”之势。但由于它植根于肥沃的土壤，不乏雨露的滋润，可望花艳果硕。这得益于当前世界“网格”的发展浪潮，得益于我国信息化的大好形势，得益于有迫切需求的牵引，得益于我们在 CERNET 的建设和应用过程中所积累的经验，最最重要的，是得益于有一批为我国信息化事业而勤奋工作的青年科学家，CGSP 的研制团队和本书的作者群体就是其中的优秀者。我衷心地向他们致敬，诚挚地向他们学习！

汪成为

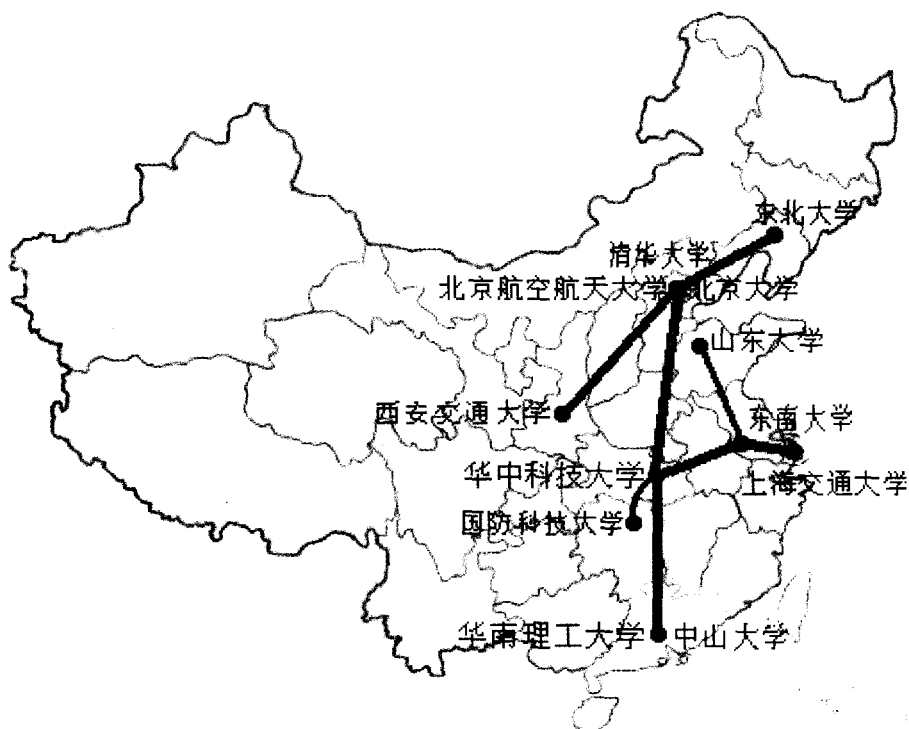
2004 年 9 月 7 日

网格是一种伴随着计算机、信息和网络技术的飞速发展而产生的新技术,是一种先进的信息基础设施,被视为继 Internet 和 Web 之后的又一次重大技术进步,将引领新的信息技术浪潮。网格不仅是信息科学的主要发展方向之一,而且是多学科交叉的前沿和热点领域。作为国家级高性能计算和信息服务的战略性基础设施,网格将地理上分布和(或)异构的各种高性能计算机、数据服务器、大型检索存储系统和各种专用设备等通过高速互连网络连接并集成起来,共同完成一些重大科学研究问题。通过对 Internet 资源的动态集成,网格可以为网上用户提供方便、灵活、安全的大规模、大范围、跨地域的资源与服务共享,为信息资源的获取、分布、传输和有效利用带来结构性和革命性的巨大变化,从根本上改变人们的研究方式、教育方式、生活方式与生产活动的方式。

我国高等院校在科学研究方面正在积极努力赶超世界先进水平,信息技术的飞速发展和交叉学科的不断涌现,使得很多前沿研究需要海量的计算资源、存储资源、信息资源等。但是,目前基于中国教育科研网(CERNET)的网络计算面临一系列根本性的重大挑战,无法满足高校科学研究的迫切需要。首先,尽管 CERNET 上的资源急剧膨胀,但缺乏有效的管理,呈现出整体无序状态,很难实施有效控制;第二,CERNET 的各个高校都是局部自治系统,彼此之间缺乏有效的协同能力,难以将各种资源联合起来共同完成大型的应用任务,严重影响了全系统综合效用的发挥,也造成了一些重复投资;第三,CERNET 上的资源存在着多方面的差异,这种千差万别的状态直接带来了网络计算系统的使用难度,在一定程度上限制了各种科学研究的发展空间。

为了解决上述问题,满足高校科学研究的迫切需要,教育部在“十五”211 工程公共服务体系建设中设立了“中国教育科研网格 ChinaGrid”重大专项,使用网格技术将 CERNET 上分散、异构、局部自治的巨大资源整合起来,通过有序管理和协同计算,消除信息孤岛,发挥综合效能,实现资源的广泛共享、有效聚合、充分释放,提供高效的计算服务、数据服务和信息服务等。ChinaGrid 计划于 2002 年 9 月开始筹备,2003 年 1 月进入实施阶段,预计于 2005 年底完成第一阶段建设。首批参与 ChinaGrid 计划的高校共有 12 所,它们是华中科技大学、清华大学、北京大学、北京航空航天大学、

华南理工大学、东南大学、上海交通大学、西安交通大学、东北大学、国防科技大学、山东大学和中山大学（图引-1）。



图引-1 首批参与 ChinaGrid 计划的 12 所高校

ChinaGrid 计划第一阶段的建设目标是：（1）在上述 12 所具有超级计算环境的高等院校建立 ChinaGrid 网格主节点，每个主节点的计算能力至少达到每秒 5000 亿次、存储空间至少达到 5TB，最终形成聚合计算能力超过每秒 6 万亿次量级、总存储空间超过 60TB 的教育科研网格。（2）开发一整套 ChinaGrid 公共支撑平台软件（CGSP），作为整个 ChinaGrid 的网格中间件。CGSP 需提供资源管理、作业调度、数据管理、信息服务和网络安全等核心服务，具备良好的功能和性能，具有稳定性、易用性、可扩展性、标准化的特征，满足多种应用的需求。（3）提供面向五类科学研究应用的专业网格及其开发环境，这五类应用包括：图像处理、生物信息学、远程教育、海量数据处理、流体力学计算。（4）加强网格学科建设，为高等院校培养和储备一批高素质的网格研究及网格应用人才。

ChinaGrid 的远期目标是建设中国乃至全世界最大、最先进、最实用的网格系统。从最初的 12 所高校开始，ChinaGrid 的覆盖面正在不断扩展之中，最终将覆盖全国的大、中、小学和其他科研教育机构，其用户群也会由现在的领域专家和专业用户扩展为包括中小学生在内的普通用户。ChinaGrid 计划自筹备起就受到教育部领导的高度重视。为了保证其先进性和实用性，ChinaGrid 专家组和开发人员一直紧密跟踪本领域国际前沿技术的发展，积极参加国际网格技术发展组织，热忱参与中国网格标准的制定，



同时充分吸收国内其他重大网格项目的成果和设计开发经验，紧密结合教育科研应用的实际需求，满足其用户量大、专业性强、区域性强的特点。此外，ChinaGrid 计划也充分考虑了产业界的发展趋势和最新成果，并且同 HP、Intel、IBM、Microsoft、Sun、Oracle、Platform、曙光等国内外著名 IT 公司进行了广泛的交流合作。

ChinaGrid 公共支撑平台 CGSP 是 ChinaGrid 的网格核心中间件，并为网格应用提供开发环境支持。它屏蔽了底层网格资源的异构性和动态性，为各种网格应用提供高性能的、高可靠的、安全方便的计算服务以及数据服务。

本书内容主要包括 CGSP 的总体结构、模块功能、工作流程、使用方式和各个功能模块的详细设计。

本书的读者对象为网格领域的研究、设计和开发人员，希望 ChinaGrid 公共支撑平台的设计和开发经验能够对他们的工作有所帮助。需要提醒的是，由于涉及大量技术细节和规范，本书不适合网格领域的初学者阅读。在阅读本书之前，读者应该对网格基础知识有一定的了解，如果有相关的开发经验，那么阅读效果会更好。

CGSP 从酝酿、设计到第一版本的开发、测试只用了 6 个月的时间，之所以能在这么短的时间内完成这样巨大的开发任务，是与下列人员的辛勤工作分不开的。来自华中科技大学、清华大学、北京大学、北京航空航天大学 and 上海交通大学的 24 位同学，在 ChinaGrid 专家组的指导下，在清华大学武永卫博士、华中科技大学吴松博士、北京大学余华山博士、北京航空航天大学胡春明博士的带领下，在清华大学的高性能计算研究所封闭半年之久，没有他们的齐心协力、日夜奋战，CGSP 不可能在这么短的时间内完成。他们是：华中科技大学的齐力、易川江、熊慕舟、刘志坤、龚文君，清华大学的王庆、胡美枝、刘术成、刘琳、穆黎森，北京大学的鲁发凯、高爱强、朱兴国、罗引，北京航空航天大学的王勇、孙海龙、欧海峰、罗茜茜、万宇、夏先波，上海交通大学的洪峰、戚正伟、林新华、耿向阳。在此对他们的辛勤工作表示感谢！

第 1 章 总体设计	1
1.1 CGSP 总体结构	1
1.2 CGSP 模块划分与工作流程	3
1.2.1 CGSP 软件模块及其形态	3
1.2.2 CGSP 软件模块部署方案与典型流程	7
1.3 CGSP 模块功能与模块关系	8
1.3.1 CGSP 作业管理器	8
1.3.2 CGSP 服务容器	10
1.3.3 CGSP 信息服务	12
1.3.4 CGSP 域管理器	13
1.3.5 CGSP 数据管理	13
1.3.6 CGSP 安全管理	14
1.3.7 CGSP 网格开发环境	15
1.4 CGSP 用户使用流程	16
1.4.1 网格构建者	17
1.4.2 资源提供者	17
1.4.3 最终用户	18
1.4.4 域管理员	20
1.4.5 应用开发人员	20
1.5 计算密集型应用网格构建实例	21
1.5.1 构建流程	21
1.5.2 功能部署	21
1.5.3 使用流程	22
第 2 章 服务容器	26
2.1 模块设计	26
2.1.1 模块描述	26
2.1.2 软件结构	28
2.2 详细规范	33
2.2.1 部署器	33



2.2.2	自动部署器	35
2.2.3	Gar 包信息	36
2.2.4	远程部署	36
2.2.5	信息提供者	37
2.2.6	动态信息提供者	37
2.2.7	信息提供者管理器	38
2.2.8	资源监控服务资源	41
2.2.9	资源监控服务	43
2.2.10	资源监控服务 Home	44
2.2.11	资源监控服务客户端	44
2.2.12	批作业系统适配器	45
2.2.13	批作业管理器	47
2.2.14	批作业描述语言工厂	51
2.2.15	批作业描述语言读入器	52
2.2.16	批作业描述语言书写器	52
2.2.17	任务描述者	53
2.2.18	用户管理器	55
第 3 章 作业管理		57
3.1	模块设计	57
3.1.1	模块描述	57
3.1.2	软件结构	58
3.2	详细规范	61
3.2.1	客户端作业提交	61
3.2.2	客户端作业监控	62
3.2.3	客户端作业状态	63
3.2.4	客户端活动状态	64
3.2.5	作业提供者	65
3.2.6	作业管理器入口	65
3.2.7	作业管理器	66
3.2.8	作业实例管理器	68
3.2.9	解析器	69
3.2.10	静态模型工厂	69
3.2.11	编译器	69
3.2.12	调用管理器	70
3.2.13	Web 服务调用管理器	71

第 4 章 信息服务	73
4.1 模块设计	73
4.1.1 模块描述	73
4.1.2 软件结构	75
4.2 详细规范	87
4.2.1 超级服务管理	87
4.2.2 域间访问操作	101
4.2.3 超级服务管理 Home	103
4.2.4 超级服务管理资源	104
4.2.5 网格服务管理	104
4.2.6 网格服务管理 Home	116
4.2.7 网格服务管理资源	116
4.2.8 查询请求	117
4.2.9 域间信息代理	117
4.2.10 数据库访问代理	119
4.2.11 Xindice 数据库访问代理	119
4.2.12 SQL 数据库访问代理	120
4.2.13 资源管理	121
4.2.14 资源模板管理	127
4.2.15 容器服务代理	130
4.2.16 数据库工具库	131
4.2.17 调试工具库	131
4.2.18 DOM 工具库	132
4.2.19 域间资源管理	134
4.2.20 域间资源模板管理	135
4.2.21 域间服务代理	136
4.2.22 资源文档管理	136
4.2.23 资源属性订阅	137
4.2.24 资源属性查询	138
4.2.25 资源属性管理	138
4.2.26 服务相关类型包装工具	139
4.2.27 更新事件管理	140
4.2.28 信息中心	140
4.2.29 资源	140
4.2.30 资源动态属性	141
4.2.31 资源属性	141
4.2.32 资源记录	141



4.2.33	资源模板	141
4.2.34	更新事件	141
4.2.35	资源服务	141
4.2.36	分类信息管理	145
4.2.37	域间信息共享服务类	150
4.2.38	拓扑结构维护服务类	153
4.2.39	拓扑结构维护的通知更新类	157
4.2.40	数据库连接管理类	159
4.2.41	ID 生成验证工具类	159
4.2.42	初始化域信息类	160
4.2.43	拓扑维护图形界面类	160
4.2.44	构建图形界面工具类	161
4.2.45	域信息中心对象封装类	162
4.2.46	数据库连接池管理	163
4.2.47	数据库连接池	165
4.2.48	数据库连接	166
4.2.49	Xindice 连接池管理	167
4.2.50	Xindice 连接池	168
4.2.51	Xindice 连接	170
4.2.52	XML 数据库公用操作	171
4.2.53	DOM 遍历	173
4.2.54	超级服务类型	173
4.2.55	分类描述类型	174
4.2.56	网格服务类型	174
4.2.57	网格服务类型列表	175
4.2.58	资源键类型	176
第 5 章	数据管理	177
5.1	模块设计	177
5.1.1	模块描述	177
5.1.2	软件结构	178
5.2	详细规范	189
5.2.1	入口程序	189
5.2.2	入口程序与数据逻辑域管理器交互	192
5.2.3	数据逻辑域代理	194
5.2.4	资源查询	197
5.2.5	获取数据域管理器	198
5.2.6	数据逻辑域代理与数据域管理器交互	198

5.2.7 对数据逻辑域的操作	199
5.2.8 数据逻辑域代理与数据逻辑域管理器交互	200
5.2.9 数据逻辑域信息	201
5.2.10 资源提供者的主类	202
5.2.11 数据传输服务器	202
5.2.12 资源提供者与数据域管理器的交互	203
5.2.13 在存储资源上删除文件	203
5.2.14 副本操作执行	204
5.2.15 获取存储资源运行态信息	204
5.2.16 存储资源信息	205
5.2.17 数据传输接口	205
5.2.18 数据传输控制	207
5.2.19 数据传输接口与数据服务交互	209
5.2.20 虚拟文件对象	212
5.2.21 数据传输总入口	213
5.2.22 数据移动	213
5.2.23 文件复制	214
5.2.24 数据移动客户端	214
5.2.25 数据服务相关异常的通用父类	214
5.2.26 存储服务异常	215
5.2.27 数据逻辑域代理	215
5.2.28 数据逻辑域代理异常	217
5.2.29 文件元数据信息	218
5.2.30 数据传输任务	218
5.2.31 文件基本属性	219
5.2.32 存储资源基本属性	219
5.2.33 LDAP 目录服务器访问地址操作	220
5.2.34 数据逻辑域管理	221
5.2.35 文件及目录元数据操作	223
5.2.36 LDAP 目录服务器操作	226
5.2.37 存储资源分配策略	229
5.2.38 数据域信息查询	229
5.2.39 副本操作	229
5.2.40 存储资源分配	230
5.2.41 存储资源管理	231
5.2.42 数据索引注册	231
5.2.43 索引服务	232
5.2.44 索引缓存	232



第 6 章 编程模型	234
6.1 模块设计	234
6.1.1 模块描述	234
6.1.2 软件结构	234
6.2 详细规范	238
6.2.1 GridPPI 程序运行类	238
6.2.2 GridPPI 程序执行类	239
6.2.3 GridPPI 任务超类	240
6.2.4 任务执行报告类	243
6.2.5 任务加载类	244
6.2.6 GridRPC 任务运行类	244
6.2.7 GridRPC 任务执行类	245
6.2.8 GridRPC 任务超类	246
第 7 章 Portal 开发工具	249
7.1 模块设计	249
7.1.1 模块描述	249
7.1.2 软件结构	251
7.2 详细规范	255
7.2.1 可绘制节点类	255
7.2.2 节点类	255
7.2.3 复合节点类	256
7.2.4 串行节点类	257
7.2.5 并行节点类	257
7.2.6 原子节点类	257
7.2.7 节点图层管理器类	258
7.2.8 作业定义工程类	259
7.2.9 作业导入导出类	261
7.2.10 用户信息类	263
7.2.11 会话管理器类	264
7.2.12 服务注册请求处理类	264
7.2.13 超级服务注册请求处理类	265
7.2.14 资源注册请求处理类	265
7.2.15 错误信息类	266
7.2.16 用户注册请求处理类	266
7.2.17 用户登录请求处理类	266
7.2.18 用户信息更新请求处理类	267

7.2.19	用户注销请求处理类	267
7.2.20	错误信息类	268
7.2.21	用户信息类	268
7.2.22	数据服务访问类	269
7.2.23	信息查询服务访问类	271
第 8 章	域管理器	272
8.1	模块设计	272
8.1.1	模块描述	272
8.1.2	软件结构	272
8.2	详细规范	278
8.2.1	域管理器类	278
8.2.2	域管理器访问工具类	283
8.2.3	域管理器图形界面类	284
第 9 章	资源包装工具	285
9.1	模块设计	285
9.1.1	模块描述	285
9.1.2	软件结构	287
9.2	详细规范	290
9.2.1	资源包装的 Schema 文件	290
9.2.2	软件资源描述	295
9.2.3	软件资源自动包装	300
9.2.4	通用运行服务	302
第 10 章	安全管理	310
10.1	模块设计	310
10.1.1	模块描述	310
10.1.2	软件结构	311
10.2	详细规范	315
10.2.1	代理证书客户端主界面	315
10.2.2	代理证书客户端网络连接	316
10.2.3	代理证书客户端验证代理证书界面	317
10.2.4	代理证书客户端签署证书界面	317
10.2.5	充当代理证书客户端临时 CA 角色	318
10.2.6	代理证书客户端节点信息	319
10.2.7	代理证书内容实现	319
10.2.8	代理证书处理类	320