

# 基于私有云盘的科研协同平台<sup>①</sup>

李景奇<sup>1,3</sup>, 卞艺杰<sup>1,2</sup>, 张国宝<sup>3</sup>, 郭 枫<sup>4</sup>, 高 远<sup>5</sup>

<sup>1</sup>(河海大学 商学院, 南京 211100)

<sup>2</sup>(江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心, 南京 211100)

<sup>3</sup>(河海大学 网络与信息管理中心, 南京 210098)

<sup>4</sup>(河海大学 科技处, 南京 210098)

<sup>5</sup>(中科曙光南京研究院有限公司, 南京 211100)

通讯作者: 李景奇, E-mail: lijingqi@hhu.edu.cn

**摘 要:** 分析了科研协同平台发展现状, 总结了目前三种常见的科研协同平台构建方式, 即基于 Web2.0 的科研协同平台、基于管理流程的科研协同平台、基于文档管理的科研协同平台. 常见科研协同平台虽各有特色, 但对科研核心活动的协同支持不足. 然后探讨了科研协同的概念及类型, 设计了基于私有云盘的科研管理流程、科研协同流程, 提出了基于私有云盘的科研协同平台的总体架构, 并设计了其功能结构. 最后对基于私有云盘的科研协同平台的实现及应用进行讨论. 基于私有云盘的科研协同平台对于当前高校科研信息化具有很好的支持及借鉴意义.

**关键词:** 私有云盘; 科研协同; 科研管理流程; 科研资源共享; 云存储

引用格式: 李景奇, 卞艺杰, 张国宝, 郭枫, 高远. 基于私有云盘的科研协同平台. 计算机系统应用, 2018, 27(11): 42-50. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/6636.html>

## Collaborative Research Platform Based on Private Cloud Disk

LI Jing-Qi<sup>1,3</sup>, BIAN Yi-Jie<sup>1,2</sup>, ZHANG Guo-Bao<sup>3</sup>, GUO Feng<sup>4</sup>, GAO Yuan<sup>5</sup>

<sup>1</sup>(Business School, Hohai University, Nanjing 211100, China)

<sup>2</sup>(Jiangsu Provincial Collaborative Innovation Center of World Water Valley and Water Ecological Civilization, Nanjing 211100, China)

<sup>3</sup>(Network and Information Management Center, Hohai University, Nanjing 210098, China)

<sup>4</sup>(Science and Technology Office, Hohai University, Nanjing 210098, China)

<sup>5</sup>(Sugon Nanjing Institute Co. Ltd., Nanjing 211100, China)

**Abstract:** The paper analyzes the development of collaborative research platform, summarizes the three common ways of building collaborative research platform, e.g., Web2.0-based collaborative research platform, collaborative research platform based on management process, and collaborative research platform based on document management. Although each common collaborative research platform has its own characteristics, the collaborative support for the core activities of scientific research is insufficient. Then it discusses the concept and types of collaborative research, designs the process of research project management and collaborative research, puts forward the overall architecture of collaborative research platform based on private cloud disk, and designs its function structure. Finally, the realization and application of collaborative research platform is discussed. The collaborative research platform based on private cloud disk will be a good reference for the informationalization of scientific research in universities.

**Key words:** private cloud disk; collaborative research; research management process; research resources sharing; cloud storage

① 基金项目: 江苏省现代教育技术研究 2017 年度重点课题 (2017-R-55880)

Foundation item: Key Topic of Modern Educational Technology Research of Jiangsu Province in 2017 (2017-R-55880)

收稿时间: 2018-03-12; 修改时间: 2018-04-11, 2018-05-08; 采用时间: 2018-05-14; csa 在线出版时间: 2018-09-30

伴随科技革命的发展,技术创新逐渐成为推动社会发展的原动力.现代科技越来越强调协同科研,合作攻关,以解决国家建设、社会发展中的各项重大工程问题.科研协同适应了科学研究的综合性、复杂性和跨学科性发展趋势.随着知识资源的数字化和网络化发展,科研人员愈来愈注重利用网络空间进行学术交互,并利用信息技术手段支撑协同交互行为的开展.国内外学者通过对 e-Science 环境下全球性创新文化的研究发现,研究小组或集群的多样性将集聚创新能力、加速创新,而计算机支持协同工作(Computer Supported Cooperative Work, CSCW)技术发展则有助于跨学科、跨部门、跨行业实施深度科研协同创新,实现资源共建共享和增值利用<sup>[1-4]</sup>.总之,信息技术在科研协同中发挥着越来越重要的作用.

## 1 科研协同平台研究现状

科研协同创新活动通常包括知识创新、技术创新、创新传播和创新应用等若干环节,其不仅反映了创新过程中价值转移和创造增值过程,也揭示了多元创新主体协同合作和价值转移关系<sup>[5-7]</sup>.科研协同活动的核心在于科研人员的科研资源的共享和科研成果的创作.目前科研协同活动中存在的主要问题在于:一是科研协同过程无法跟踪.科研协同往往是科研人员个体或团队的组织活动过程,其过程只能根据过程成果加以跟踪和评价,不但耗费管理人员的精力,也同样要耗费科研人员的精力,增加了双方的工作负担.二是科研协同文档存储与共享不方便.离线存储共享不便,线上存储容量有限.三是科研协同文档安全无法保证.科研协同过程中,科研文档不但需要共享,也要保证安全.四是科研协同成果及过程资料难以再利用.科研成果完成后,过程资料一般是束之高阁,很难再次利用.

针对以上协同问题,研究人员从不同的角度提出了相应的解决方案.

### 1.1 基于 Web2.0 架构的科研协同平台

基于 Web2.0 架构的科研协同平台是以 Web2.0 技术为基础,构建的具有学术交流与协同创新功能的虚拟社区.学术虚拟社区开放和沟通的特点,能有效地促进学术和知识交流,弥补传统学术交流时效性、互动性等方面的不足,满足用户知识交流的需求<sup>[8]</sup>.其代表性平台有“小木虫”、丁香园社区等.严炜炜等<sup>[9]</sup>研究了丁香园社区,发现该社区具有良好的专业性,科研协同

交互行为较容易引发,而且丁香园社区用户科研协同交互行为具有较强的目的性.金燕等<sup>[10]</sup>通过对“小木虫”用户协同信息行为的调查,总结 3 种具有代表性的协同行为:(1) 协同信息查询与获取行为.(2) 协同信息交流行为.(3) 协同信息共享和利用行为.协同信息共享和利用是在协同信息查询与获取、协同信息交流的基础上进行的,在信息获取、交互和交流的基础上,实现参与主体间知识的共享和利用.

### 1.2 基于管理流程的科研协同平台

基于管理流程的科研协同平台是指根据科研项目管理流程,构建的具有项目管理、数据共享和交互功能的信息系统.刘泽轩等<sup>[11]</sup>基于 J2EE 体系架构和 EJB 技术实现科研管理系统.严炜炜等<sup>[7]</sup>针对以科研协同为目标的技术创新环节中的科研创新需求,从面向技术创新资讯整合服务、专利与标准服务、参考咨询服务和项目协同管理服务 4 个方面,构建了面向科研协同跨系统技术创新信息服务融合平台.郑洋<sup>[12]</sup>应用开源工作流引擎和 J2EE 技术来实现科研项目管理,规范科研管理的业务流程和行为.陈丹等<sup>[13]</sup>则研究设计了基于工作流的科研协同平台,以 JBPM(业务流程管理)工作流引擎为技术框架,解决了业务流程的变更问题,提高了科研活动的协作效率.

### 1.3 基于文档管理的科研协同平台

基于文档管理的科研协同平台是指利用文档管理工具,实现科研协同功能的信息系统.南凯等<sup>[14]</sup>设计的面向云服务的科研协同平台,实现了面向虚拟组织的协作式写作、文档共享和管理,支持虚拟组织中的成员便捷、高效地共享和协同开发各类文档,实现文档权限管理和面向网站新闻发布等.该平台提供网格服务接口,针对定制应用,能方便实现文档协作工具与定制业务的集成和访问;同时提供虚拟组织管理,实现对虚拟组织创建、运行到撤销整个生命周期的各项管理功能.

通过以上文献分析,可以发现基于管理流程的科研平台在高校中应用较为广泛,因为科研过程需要管理,高校一般有专门的管理部门进行管理,但对科研人员的协同科研活动支持不足.基于 Web2.0 的科研协同平台,同样对科研协同具有重要的作用,为科研人员进行科学交流提供了社区平台.但这样的社区平台,关注点往往局限于论文发表,讨论期刊投稿的流程与技巧,而对于科研问题讨论不够深入,协同难以持久,难以实

现科研项目的合作。近年来随着大数据技术的发展,基于文档管理的科研协同平台提高了非结构化数据存储和处理能力,具有极大的应用价值,但目前应用还不多,研究还不够充分。在公有云服务领域,许多公有云盘得到普及应用。但公有云盘缺乏对科研流程的支持,难以支持科研协同的过程。而私有云盘既具有类似公有云盘的大批量、大并发、自动同步的文件存储和共享的特点,又具有丰富的 API 接口供外部程序调用。因此在私有云盘的基础上实现科研协同平台,既能充分利用私有云盘技术,节约开发成本,又能实现科研协同的个性化需求,具有极佳的现实意义。

#### 1.4 私有云盘的优势

相对于公有云盘,私有云盘更为契合科研协同的需求。与公有云盘相比,私有云盘具有以下几点优势。

第一,私有云盘易于扩展和集成:一方面,私有云盘可以根据实际需要进行功能的扩展。另一方面,私有云盘可以和统一身份认证集成,打通用户的内部身份,实现与内部资源的共享。而且私有云盘可提供 API 接口供校内其它系统开发调用。

第二,私有云盘安全保障更突出:科研协同一个重要的需求是科研文档共建共享和安全存储问题。云盘的安全保障包括两个方面:一是技术上文档存储的安全性;二是用户对云盘数据的安全信任。在技术上,私有云盘一般都采用企业级加密技术并通过相关国家保密认证,保证数据物理安全和数据防泄密。同时由于私有云盘本地化部署,用户更易于信任本地的存储服务。而且私有云盘管理员可以对整个云盘的文件使用情况进行审计,对非法内容文档进行追踪处理,对敏感的文件进行控制,拒绝非法的文档进入系统。

第三,传输速度快:学校内部构建的私有云盘,依托高速局域网,访问、上传和下载文件的速度会很快。公有云盘由于外部网络带宽的限制,文件的访问速度受限。通过实际测试发现,私有云盘在校内的文件上传速度平均可达到 10 MB/s,而公有云盘只能达到约 400 KB/s。

总之,利用私有云盘,能够以更安全的方式、较低的成本解决文档的存储和共享的问题,并实现在此基础上对科研协同的支持和扩展。

## 2 科研协同概念及其类型

### 2.1 协同的内涵

协同最简单的解释就是“一起工作”。当社群成员

利用自身的知识、能力无法解决一个问题时,社群协同过程使得看到同一个问题不同方面的成员,能建设性地探索差异和寻找解决方案。协同也是多个成员的互惠关系,他们有共同的目标,在实现结果的过程中共同承担责任,同时分享结果带来的声誉和影响力<sup>[15]</sup>。Gutwin 等<sup>[16]</sup>提出了 7 种需要组件或协同系统支持的主要协同活动,包括显性交流、间接交流、行动的协调、计划、监视、援助、保护。

### 2.2 协同的类型

协同信息行为的类型可以分为四类:(1)协同内容创作;(2)协同信息质量控制;(3)协同信息查寻与检索;(4)计算机支持的社群信息交流。协同内容创作、协同信息查寻与检索是用户协同信息活动的核心,社群信息交流和协同信息质量控制则起到不可或缺的支撑和保障作用,这四类信息行为共同构成了协同信息行为的基础<sup>[15]</sup>。

### 2.3 科研协同的类型

科研协同是指科研活动中的协同信息行为,根据科研协同的主体,可以分为个体协同、团队协同、校企协同<sup>[17]</sup>。

#### 2.3.1 个体协同信息行为

科研人员个体之间的协同交互的目标主要是基于信息的获取、加工和交互利用而协作完成具体科研任务。其行为主要包括协同信息获取、协同知识转移、协同信息加工与处理、协同知识创造。科研人员首先会在文献数据库和互联网中开展协同信息检索,分别对个人获取的信息资源进行归纳和整合。然后会对信息资源进行阅读和学习,实现知识的内化吸收。接着科研合作双方共同对数据进行清洗和预处理,按照模型和算法对数据进行编辑、计算和加工,论证研究假设或推理研究结论。最后依据各自的知识结构与现有研究得出相关结论,并进行探讨和对比研究,实现理论或实践应用知识的创新。

#### 2.3.2 团队协同信息行为

科研团队是以科学研究为目的,以科研创新与开发为主要内容,拥有合理结构的学术梯队,成员优势互补且相互协作承担责任的群体<sup>[18]</sup>。研究显示,科研人员倾向于与自身科研团队成员进行科研合作<sup>[1]</sup>。具备师承关系的导师与学生之间能够通过科研项目研究工作形成典型的科研团队,其信息需求体现在知识和科学研究经验的分享,以及团队优势资源的再组织。除了师生



合作之外,课题组亦是科研团队的典型代表.课题组科研团队需保持长期协作和相互信任的合作模式,故而在信息交流和知识流动的基础上,还需要建立团队内部成员信息共享的规范和文化.

科研团队之间的协同交互是以研究领域和研究方向的持续探索为核心.其协同信息行为主要包括团队建设、科研创新、共享平台构建.科研团队通常以共同的研究领域为支撑而组建,依据科研团队成员研究特长,组织各细分方向的协同研究.科研团队的信息交流依赖于科研团队共享平台,并基于平台实现同步交流或异步分享.

### 2.3.3 校企协同信息行为

校企协同能够实现企业、高校和科研机构科技资源共建共享,同时促进优势资源互补利用,并持续、有效地开展协同创新活动<sup>[19]</sup>.其中的协同信息行为主要包括:信息资源共建共享、动态协同关系维系和信息服务组织与利用.校企之间的科研合作,需要基于协同创新平台,对分布式资源进行整合利用,实现跨行业深度合作创新合作<sup>[20]</sup>.校企之间信息资源的共建共享既包括基础数据资源的开发建设,也包括文献、专利等知识资源的共享利用.校企协同可以维系校企之间的跨系统创新交互关系网络.协同信息搜寻和协同信息利用是组织协同信息行为中的关键环节<sup>[21]</sup>,可以依赖于信息平台的服务实现.

## 3 基于私有云盘的科研协同平台设计

### 3.1 科研管理流程

科研管理流程是指科研管理部门对科研项目进行申报、立项、中期检查、验收的管理过程.传统管理流程中,主要是科研业务管理部门收集资料,上报资料,召集专家评审等过程.这一过程中收集的材料主要是以纸质文档为主,并辅以电子文档.电子文档的提交一般通过信息系统或电子邮件.邮件提交方式虽然简单,但不利于管理部门的文档管理.信息系统提交方式可以跟踪状态,但对于管理部门同样不易于文档管理.而且由于文档数量很多,后期的存储空间也有很大的问题.因此,科研管理过程通过基于私有云盘提交文档资料,既可以解决文档管理问题,又可以解决存储空间的问题.

对于科研团队或个人而言,申报项目时,首先可建立项目文件夹,协同编辑申报材料.完成后通过文件发

送功能,将文件发送到科研管理部门建立的项目申报文件夹中.项目立项后,科研团队可进行科研活动,进行开题,并将开题报告发送给管理部门.中期检查时,科研团队分享检查资料到科研管理部门建立的项目中检文件夹中,科研管理人员可审核相关文件资料.项目验收时,验收文件同样通过协同平台,将文件分享到项目验收文件夹.而专家直接通过专家账号,直接具有相应文件夹的浏览权限,可以直接在系统中进行评审.如此,管理部门就能优化科研管理过程,优化文档提交过程,节约存储空间.如图1所示.

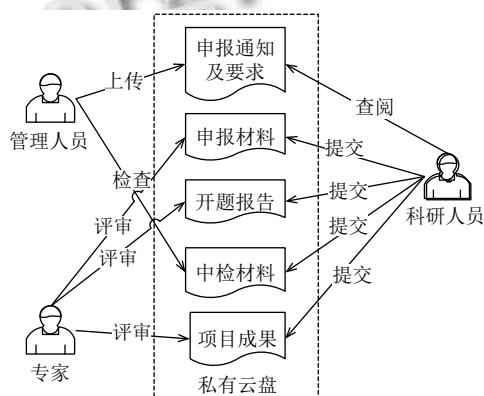


图1 科研管理流程图

### 3.2 科研协同流程

科研协同流程是科研人员和科研团队进行科研协同活动的过程.根据协同信息行为方式,科研协同流程可分为三种类型:个体科研协同、团队科研协同、校企科研协同.

个体科研协同是指科研人员在项目研究或论文写作过程中,因为存在跨学科的技术问题,而选择与其他科研人员进行协同工作的过程.个体间的协同角色容易固定,人员容易协调.只要两人商议好,就可以在科研协同平台中,建立共享文件夹,两人具有相同的文档管理权限,即可以对文档进行 CRUD (Create, Retrieve, Update, and Delete) 操作.如图2所示.

团队科研协同包括科研团队的组织、角色分配、成员文件夹的自动生成、科研管理目录的自动生成.对于科研团队而言,一般是基于项目进行,因此可以在创建时自动生成项目管理文件夹,包括项目立项,中期检查,项目验收等.同时在科研团队组织时,自动生成各成员的文件夹,用于存储成员个人共享的资料.同时分配角色,角色一般可分为(1)项目主持人:拥有整体

项目管理权限,可以管理项目文件夹内所有文件,包括各成员文件夹中的文档;(2)项目助理:拥有项目管理的所有权限,协助项目主持人管理项目;(3)项目成员:项目成员拥有对个人文档中的 CRUD 完整权限,其它文件夹和文件,根据权限设置拥有不同的权限.但一般情况下,应该默认有浏览权限.如图3所示.

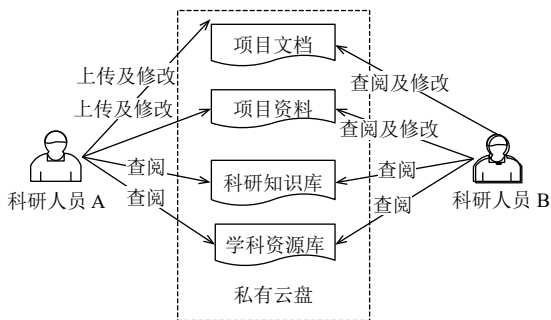


图2 个体科研协同流程图

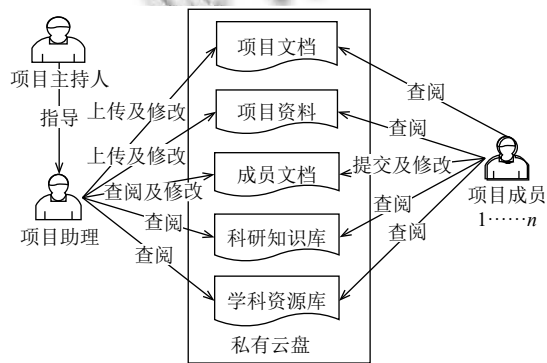


图3 团队科研协同流程图

校企科研协同主要是高校研究人员与企业项目人员的协同.由于企业项目人员不具有私有云盘账户,因此只能通过外链的方式进行管理.外链由私有云盘用户发起,并设定一个专用文件夹用于企业项目人员的文档的 CRUD 操作.企业项目人员可以在此文件夹中管理自己的文档,将项目所需要的企业资料上传到该文件夹中,供高校项目人员参考使用.同时高校项目人员也可以根据需要将项目资料以外链的形式发送给企业项目人员.使用私有云盘避免了传统上邮件或 QQ 只能传递文档,而无法协同编辑的问题,同时能提供整体项目文档的管理和查阅,提高了文档协同的实时性和便利性.如图4所示.

### 3.3 科研协同平台总体架构

在技术上,基于私有云盘的科研协同平台包括两

个部分:私有云盘系统和科研协同系统.云盘系统实现文档的管理、系统网络安全、系统日志审计;科研协同系统实现科研管理流程、科研协同流程以及项目组的建立、项目成员角色的分配、基于项目的交流与评价等.

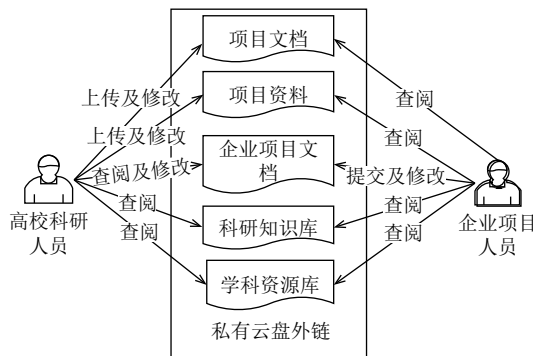


图4 校企科研协同流程图

云盘系统包括文件管理、共享管理、版本管理、同步管理、外链管理、文档检索、用户管理、权限管理、传输管理、元数据管理、多终端支持、日志审计等功能.文件管理是云盘最基本的功能,能够上传、下载、存储个人文件.共享管理用于管理共享文件夹及文件,可赋予共享的 CRUD 权限.版本管理可以保存文档编辑的历史版本,从而方便地将文件恢复到任意版本.同步管理可以设置个人文件夹的同步方式,包括双向同步、单向同步,实现云盘与本地文件的自动同步功能.外链管理可以建立外链,将文件夹和文件分享给非云盘用户,从而扩大私有云盘使用范围,并能对外链设置 CRUD 权限.文档检索功能提供文件的全文检索功能,对于用户具有查看权限的所有文件和文件夹都可以进行检索.用户管理和权限管理用于管理云盘系统用户及其权限.传输管理可以设置用户访问带宽,避免某些用户大量占用系统带宽资源.元数据管理则用于管理各种元数据,包括部门分类、用户角色、学科分类、资源分类等.多终端支持则要求云盘系统支持 PC 客户端、手机客户端(包括安卓和 IOS)、Web 方式的浏览与操作.日志审计则使管理人员可以通过用户登录日志,对系统使用情况进行分析总结,对用户网络行为进行分析统计,也可以通过日志发现安全隐患.如图5所示.

科研协同平台包括四个基本功能和三方面的应用.四个基本功能主要包括流程管理、模板管理、科研知

识库、学科资源库。流程管理用于设置科研管理流程,以方便在科研协同时给予管理流程上的支持。模板管理用于管理项目生成时的模板文件夹和文档。项目文件夹生成时,根据项目的类别,按模板自动生成相应的子文件夹和参考案例文档。科研知识库提供科研相关的知识库,包括图书资源的查询、各类期刊库的应用、投稿指南等。学科资源库则提供各学科的专用网络资源库,以及学校所拥有的专业资源库,还包括校内科研人员积累的数据、论文等资料。

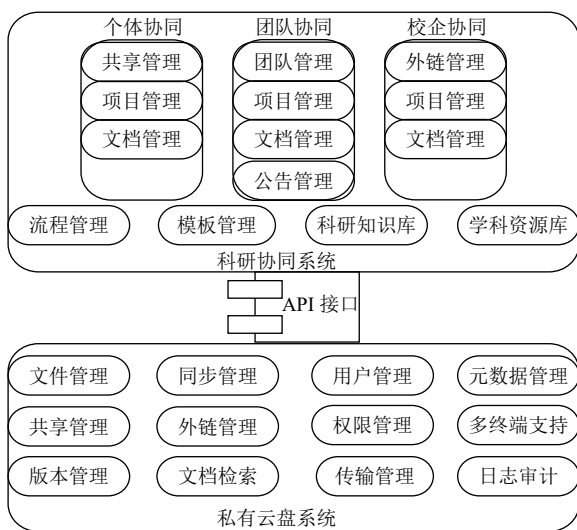


图5 科研协同平台总体架构图

三方面的应用则包括个体协同、团队协同和校企协同,这三类协同功能支持上层的三种协同流程。在团队协同中,科研协同平台中的普遍约束集包括责任分离、权限委托、协同约束、时间约束和组织约束。责任分离约束是通过角色来设置用户的权限。权限委托表示在特定用户不能完成权限工作的时候,将特定权限转移给其他用户来完成他的工作。协同约束主要解决在团队协作过程中哪些用户被授权操作哪些资源的权限问题。时间约束主要是为了方便 workflows 的管理。组织约束定义了基于组织结构的角色<sup>[13]</sup>。

### 3.4 科研协同平台功能设计

科研协同平台可以说是一个支持协同科研的项目管理系统,以科研项目为中心,通过制定项目规划、分配项目任务、共享项目资源以及支持项目组成员的即时交互等提升项目工作效率,并实现项目协同工作需求。而基于私有云盘的科研协同平台,依靠私有云盘实现面向云服务的文档管理,在业务层实现科研协同功

能。科研协同功能主要包括3个功能类别和10项主要功能,如图6所示。

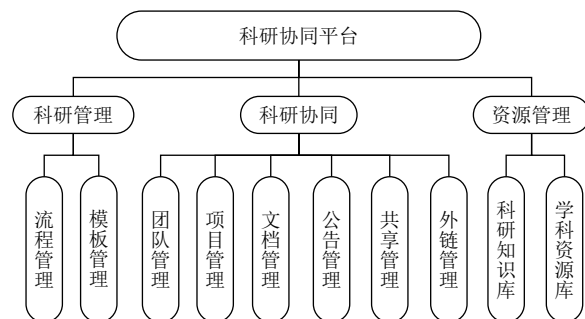


图6 科研协同平台功能结构图

能。科研协同平台可以分为三个功能类别:科研管理、科研协同、资源管理。科研管理主要是基于科研管理流程的技术实现,包括流程管理和模板管理。科研协同主要是科研过程中的协同行为支持,包括团队管理、项目管理、文档管理、公告管理、共享管理、外链管理。资源管理主要是管理科研活动中所需要的资源支持,主要包括科研知识库和学科资源库。

#### 3.4.1 科研管理功能

科研管理是指科研项目流程和成果的管理,包括各类项目的过程管理,它是科研管理机构针对科研活动进行管理的重要工作。而在科研协同平台中,其主要功能是实现流程管理和模板管理。流程管理针对科研管理过程中所需要的步骤和过程中的文档进行管理。科研项目多种多样,有国家级、省级、市级、校级等多级别,又有纵向课题和横向课题等多种分类,而每一类课题的管理流程又有很大的不同。因此针对不同的课题类型,设计不同的管理流程,有利于科研活动的开展。模板管理则是在流程管理的基础上,对每一类科研管理流程所需要的过程要求和文档格式进行定制,在科研协同平台新建项目时,自动生成对应的文件夹和文档。另外模板管理也可以将科研知识库和学科资源库定制到不同科研项目中,为科研人员提供更为精准的科研支撑。

#### 3.4.2 科研协同功能

科研协同功能是科研协同平台的核心,它为科研人员提供了协同工作的工具和引导。团队管理提供团队建设工具,项目负责人在建立项目后,可以将跨部门人员加入到项目中来。然后对项目人员进行角色定义,



主要包括项目负责人、项目助理及项目成员。一般建立项目的用户即项目负责人,当然也可以在后期设定,以方便虚拟项目团队管理。项目负责人具有项目所有权限,项目助理协助项目负责人管理科研项目文件夹和文档,项目成员协同工作。项目管理提供项目的创建、发布通知、管理项目文档功能。文档管理则是在私有云盘的基础上,科研人员管理自己的文档。公告管理是项目进行通知、日常联系的工具。共享管理则能支持科研人员直接将自己的文件夹或文档共享给其他平台用户,方便彼此的相互协同。外链管理作用与共享管理基本相同,区别主要在于外链适用于非平台用户,从而扩大了协同范围。

### 3.4.3 资源管理功能

资源管理功能主要为科研人员提供科研知识和资源支持,包括科研知识库与学科资源库。科研知识库是所有科研活动都可能涉及到的知识资源,如论文期刊目录、期刊索引信息等,为科研人员提供科研成果发表的参考;也可以包括一些科研技巧,如科研方法介绍、论文的引用格式等。而科研知识库不但提供这些知识文档,同时也鼓励科研人员分享自己的科研经验,为其他科研人员提供借鉴。学科资源库则直接为相同学科的科研人员提供本学科的学术和研究资源,如DEA分析套件、MATLAB数据分析工具、专业文献数据库、学科硕博论文等。缺少信息平台的支持,许多科研人员花费大量的经费和时间收集到的学科资源或科研工具只能在小范围内使用,而其他科研人员则很少能利用到,造成经费和时间上的浪费。而通过学科资源库,能够集中经费,一起购买本学科研究中使用的科研工具和数据库,共享使用,省时省力。同时学科资源库中也能不断积累一些论文资源,而这些论文资源由于被其他科研人员调研过,因此有更高的应用价值。

科研协同平台最主要的功能是科研协同,科研管理和资源管理分别为科研协同提供管理流程和科研资源的支持,以支持科研协同更方便地开展。科研管理和资源管理需要科研管理人员进行定制和开发,并不断根据科研项目申报和管理的需要更新科研流程模板。同时科研支撑部门也需要积极提供科研资源,积极构建科研知识库。科研知识库和学科资源库的构建是长期的过程,不但需要科研支撑部门不懈努力,还需要科研人员积极贡献自己的成果和知识,提高共享意识,积极协同。

## 4 科研协同平台实现及应用

### 4.1 科研协同基础平台

科研协同基础平台即私有云盘系统。本方案中私有云盘系统采用4台高性能服务器分布式部署架构,两台Web服务器组成高可用的负载均衡集群,负责云盘文件系统的管理,两台存储节点管理服务器负责分布式存储及存储节点管理。服务器采用高性能存储一体机,每台服务器配置4块CPU,48TB的SAS硬盘和NL-SAS硬盘,然后每台服务器作raid10,提高存储的安全性。利用两台虚拟机,提供Office预览服务,实现文档的在线预览。系统调用UCS统一通讯平台接口,实现邮件、手机短信和微信提醒。统一通讯平台能够实现根据教工号,通过包括短信、邮件等多种方式发送提示信息<sup>[22]</sup>,因此避免了科研协同平台开发多种信息提醒接口。系统再通过IDS统一身份认证系统接口,实现用户校内账号的统一。然后再通过API接口,实现与校园微信企业号的对接,用户能够在不安装手机客户端的情况下,直接使用微信管理平台文档。其硬件部署架构如图7所示。

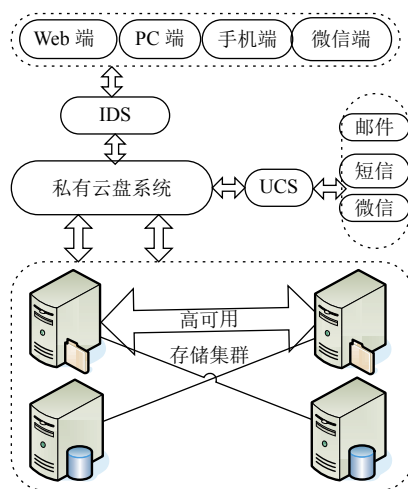


图7 私有云盘硬件部署架构图

私有云盘的功能核心是“云存储算法”<sup>[23]</sup>。该“云存储算法”采用了基于内容寻址的存储及索引技术。在存储文件内容的时候,首先对所存储内容片断执行该云存储算法,从而得到该文件数据的数字签名ID,由这一ID与存储信息的元数据一起构成所访问文件数据的实际有效地址,应用程序或用户只有通过文件数据的ID才能存取文件内容数据,由此提高了文件存储的安全性。同时,当有相同内容文件数据要存储时,系统

会对所存储内容的本身按照该云存储算法进行解析,进而得到同样数据的同样标识符,避免了同样数据的重复存储。同时系统在管理该文件数据的内容地址的时候,对该内容地址进行二次 hash 索引,并把该 hash 索引以一定方式编排组织为 hash 索引环,把该二次 hash 索引值作为在大量数据中快速检索的依据。

#### 4.2 技术开发架构

科研协同平台采用 J2EE 架构进行开发实现。底层数据库采用 MySQL,同时使用 Ehcache 提高缓存能力,Ehcache 是一个 Java 实现的开源分布式缓存框架,可以有效地减轻数据库的负载,可以让数据保存在不同服务器的内存中,在需要数据的时候快速存取。中间件使用 Tomcat,开发框架采用 Spring+SpringMVC,数据持久化框架使用 Hibernate 和 Redis。Redis 作为内存数据缓冲系统具有很高的性能,而且 Redis 中的数据还可以根据需要进行持久化到磁盘中,以便服务器重启后数据能够恢复。在展现方面,以新兴的 HTML5、CSS3、移动技术为基础,结合 JS、AJAX、XHTML、DIV 等技术,利用成熟的开源框架进行业务系统用户交互处理。其技术开发架构如图 8 所示。

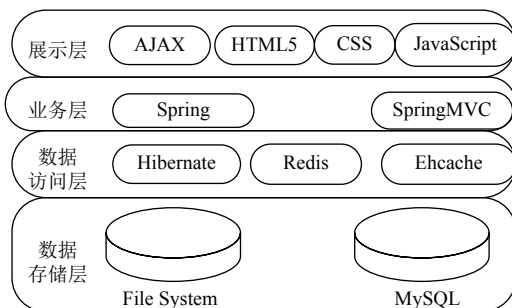


图 8 技术开发架构图

#### 4.3 应用效果及创新点

该系统在实际应用中,能够实现以下效果:

(1) 单点登录及多终端支持。通过单点登录,实现科研协同平台与信息门户的集成。用户登录信息门户后,可以直接进入科研协同平台,进行文件的管理和共享。通过私有云盘提供的 PC 客户端和手机客户端,实现了泛在的科研协同支持。

(2) 项目管理及协同支持。科研协同平台中,项目管理是其核心。每个用户都能创建项目,在创建完成后可添加起止时间,可以将跨部门用户组成项目团队,可以对团队人员设置相应权限。项目在创建时,根据模板,

自动生成相应的文件夹。在项目进行过程中,可以随时面向全体成员发布通知公告。同时每一步的进展,即文件夹或文档的变动,都能以邮件和消息的形式通知到相关成员。

(3) 文档管理支持。科研协同平台中,文档管理更为人性化,采用了类 Windows 文件操作界面,改变了传统的表单式提交方式和列表式展示。项目成果进行到科研管理流程的相应阶段,可以直接在平台中提交阶段文件到指定目录中,供科研管理部门收集管理。

与其它同类科研协同平台相比,该系统的创新之处主要在于:

(1) 基于文档的科研协同流程创新。其它各类科研协同平台,或以管理为核心,或以交流为核心,而没有以协同最重要的载体——文档为核心。而协同最重要的行为就是协同文档创作。私有云盘为协同文档创作提供了技术环境,同时技术的变革也必然带来流程的变革。科研协同流程不是以管理为核心,而是以文档为核心,围绕如何共享科研文档,如何协同创作文档开展。

(2) 基于文档的科研管理流程创新。以往的科研管理流程,只是对科研业务的管理,没有也无法做到在系统中管理海量的科研文档。而当私有云盘解决了这一问题后,那么科研管理流程就需要进一步改变,使得科研业务的管理深入到科研工作之中,对科研协同进行在线监督,对科研文档进行收集保存。

(3) 基于文档的科研资源共享方式创新。科研资源不再分散的保存和共享,而是以学科库和知识库的形式,存储于私有云盘之中。常用的科研资源平台,如论文资源库,虽然资源丰富,但全文检索功能并不完善,论文下载并不方便,而且受校园网环境限制,校外人员使用不便。而科研协同平台借助私有云盘,将常用资源归集到相应目录中,并设置权限供研究人员共享使用;而且通过全文检索功能,能够对所有文献相关内容进行检索。另一方面,该平台支持研究人员上传个人的共享资料,使得资源积累具有可持续性。

因此基于私有云盘的科研协同平台,无论对于科研管理部门,还是科研人员都能提供较好的信息技术支持,并取得较好的效果。

## 5 结语

科研协同平台以私有云盘为基础,以科研项目管理和协同流程为导向,通过文件的泛在存取,无缝对接



科研过程,为科研过程提供全方位的协同支持.该平台实现了科研文件资源的便捷存储共享和科技成果的共同创作,达到了过程可跟踪、安全有保证、成果可利用的协同要求,创造了科研人员信任、安全的科研资料存储与分享的协同平台.

基于私有云盘的科研协同平台的意义在于打破了以往科研管理与科研实际过程脱节的问题.流程管理的每个节点都可以有相应的文件成果支持.科研过程文档的沉淀,也有利于同类项目的参考和复用.科研过程的信息化也有助于科研评价,可以根据科研过程数据,结合科研成果,进行相关性分析,发现科研项目成功的关键因素,从而提高科研项目的成功率.

基于私有云盘的科研协同平台也有利于校企协同.高校科研成果如何进行转化,一直是科研管理者关心的问题.通过基于私有云盘的科研协同平台,能够邀请企业项目人员在早期参与到项目中来,查看项目资料,了解项目进度,及时提供企业的需求和资料,及时反馈应用信息,提高科研成果的应用水平.

#### 参考文献

- 1 Bozeman B, Corley E. Scientists' collaboration strategies: Implications for scientific and technical human capital. *Research Policy*, 2004, 33(4): 599-616. [doi: 10.1016/j.respol.2004.01.008]
- 2 胡昌平, 瞿成雄. 国家知识创新信息保障平台的协同建设. *山西大学学报(哲学社会科学版)*, 2012, 35(3): 240-246.
- 3 马费成, 陈柏彤. 我国人文社会科学学科多样性研究. *情报科学*, 2015, 33(4): 3-8, 63.
- 4 Jirotko M, Lee CP, Olson GM. Supporting scientific collaboration: Methods, tools and concepts. *Computer Supported Cooperative Work*, 2013, 22(4-6): 667-715.
- 5 胡吉明. 创新型国家的信息服务体制与信息保障体系构建(2)——基于创新价值链的信息服务转型. *图书情报工作*, 2010, 54(6): 10-13, 35.
- 6 Hansen MT, Birkinshaw J. The innovation value chain. *Harvard Business Review*, 2007, 85(6): 121-130, 142.
- 7 严炜炜, 张敏. 面向科研协同的跨系统技术创新信息服务融合平台构建. *科技进步与对策*, 2017, 34(2): 32-37.
- 8 万莉. 学术虚拟社区知识交流效率测度研究. *情报杂志*, 2015, 34(9): 170-173. [doi: 10.3969/j.issn.1002-1965.2015.09.032]
- 9 严炜炜, 刘倩, 周知, 等. 学术型健康社区科研协同交互行为绩效分析——以丁香园为例. *信息资源管理学报*, 2016, 6(4): 12-18, 56.
- 10 金燕, 刘倩瑜. 学术型 UGC 社区用户协同信息行为的调查与分析. *图书馆学研究*, 2015, (17): 80-84, 58.
- 11 刘泽轩, 江春华. 基于 J2EE 架构的科研管理系统的设计与实现. *计算机工程与设计*, 2007, 28(21): 5218-5220, 5247. [doi: 10.3969/j.issn.1000-7024.2007.21.049]
- 12 郑洋. 基于 JBPM 工作流科研管理信息系统的设计与实现 [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2011.
- 13 陈丹, 王勇, 王瑛. 基于工作流的科研协同平台的研究与实现. *计算机工程与设计*, 2014, 35(3): 791-797. [doi: 10.3969/j.issn.1000-7024.2014.03.011]
- 14 南凯, 董科军, 谢建军, 等. 面向云服务的科研协同平台研究. *华中科技大学学报(自然科学版)*, 2010, 38(S1): 14-19.
- 15 张薇薇. 社群环境下用户协同信息行为研究述评. *中国图书馆学报*, 2010, 36(4): 90-100.
- 16 Gutwin C, Greenberg S. The mechanics of collaboration: Developing low cost usability evaluation methods for shared workspaces. *Proceedings of the the 9th International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*. Gaithersburg, MD, USA. 2000. 98-103.
- 17 严炜炜. 科研合作中的信息需求结构与协同信息行为. *情报科学*, 2016, 34(12): 11-16.
- 18 李纲, 才世杰, 张虎胆, 等. 基于社会网络分析的科技创新团队知识共享研究. *情报科学*, 2015, 33(12): 3-7.
- 19 张宝生, 王晓红, 陈浩. 虚拟科技创新团队科研合作效率的实证研究. *科学学研究*, 2011, 29(7): 1056-1063.
- 20 胡昌平, 刘昆雄. 国家创新发展中的社会化信息服务组织. *图书情报知识*, 2013, (2): 20-25.
- 21 Karunakaran A, Reddy MC, Spence PR. Toward a model of collaborative information behavior in organizations. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2013, 64(12): 2437-2451. [doi: 10.1002/asi.2013.64.issue-12]
- 22 卞艺杰, 张国宝, 张新华, 等. 河海大学“云雁”解决统一通讯难题. *中国教育网络*, 2015, (10): 37-40. [doi: 10.3969/j.issn.1672-9781.2015.10.018]
- 23 徐文平. 数据的存取方法和装置: 中国, CN105320775A. 2016-02-10.