

云计算环境下 CNERN 资源管理与服务平台的构建

郭学兵¹ 苏文¹ 唐新斋¹ 何洪林¹ 刘峰²

- (1. 中国科学院地理科学与资源研究所生态系统网络观测与模拟重点实验室, 北京 100101;
2. 中国科学院计算机网络信息中心, 北京 100190)

摘要: 国家生态系统观测研究网络(CNERN)是国家科技基础条件平台之一, 各级成员单位对其类别多样、数量丰富的科技资源实行异地分布式的、“运行管理”与“开放服务”一体化的管理与服务方式。本文首先阐述了生态系统观测研究网络平台的科技资源组成, 然后介绍了在云计算环境下国家生态系统观测研究网络科技资源管理与服务信息平台的总体架构和建设流程, 分析了在平台建设及运行中云计算环境所具有的技术优势, 为实现科技资源的有效管理和高效服务提供了解决方案, 最后对该平台进行了总结和展望。

关键词: 国家生态系统观测研究网络; CNERN; 云计算; 科技资源; 生态网络云; 信息平台

中图分类号: Q149; TP392; TP315 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1674-1544.2017.01.005

Information Platform Construction for CNERN Resources Management and Sharing Based on Cloud Computing Model

GUO Xuebing¹, SU Wen¹, TANG Xinzhai¹, HE Honglin¹, LIU Feng²

- (1. Key Laboratory of Ecosystem Network Observation and Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101; 2. Computer Network Information Center, CAS, Beijing 100190)

Abstract: National Ecosystem Research Network of China (CNERN) is one of the platforms of the National Science & Technology Infrastructure (NSTI), categories and inventories amount of CNERN's science & technology resources are widely various and very rich which carry on inside management and outside service in an integrated way by distributed-located members all over China. Firstly, this paper expounds the components of S&T resources, then introduces the overall architecture of CNERN cloud application system and the key steps to construct the system, the paper also analyses that the cloud computing models have unique advantages in the procedure of building and running CNERN cloud application system. CNERN cloud application system provides a good solution to implement the goal of managing S&T resources high efficiently and publishing S&T resources open and be shared by publics with high performance. Lastly, the paper makes some conclusions and expectations of the CNERN cloud application system.

作者简介: 郭学兵* (1967—), 女, 中国科学院地理科学与资源研究所生态系统网络观测与模拟重点实验室副研究员, 主要研究方向: 数据库系统设计与开发; 苏文 (1968—), 女, 中国科学院地理科学与资源研究所生态系统网络观测与模拟重点实验室高级工程师, 主要研究方向: 数据库系统设计与开发; 唐新斋 (1976—), 男, 中国科学院地理科学与资源研究所生态系统网络观测与模拟重点实验室工程师, 主要研究方向: 遥感信息处理; 何洪林 (1971—), 男, 中国科学院地理科学与资源研究所生态系统网络观测与模拟重点实验室研究员, 主要研究方向: 生态信息学、环境信息学; 刘峰 (1974—), 男, 中国科学院计算机网络信息中心高级工程师, 主要研究方向: 计算机应用。

基金项目: 国家科技部国家科技基础条件平台项目“国家生态系统观测研究网络平台”(2005DKA10300)。

收稿时间: 2016年11月15日。

Keywords: National Ecosystem Research Network of China, CNERN, cloud computing, science & technology resources, CNERN cloud application system, information platform

1 引言

中国国家生态系统观测研究网络 (CNERN) 是科技部、财政部认定的国家科技基础条件平台的运行服务平台之一, 简称为生态系统观测研究网络平台。CNERN 作为国内生态学领域的大型科研基地, 具有类别多样、存量丰富的科技资源, 平台服务内容丰富、服务方式多样、分布地域广泛、管理与运行服务人员众多, 是一个跨区域、跨部门的分布式与集中式相结合的野外科技平台。生态网络由 53 个野外单元 (包括 18 个农田生态站、17 个森林生态站、9 个草地与荒漠生态站、7 个水域与湿地生态站、2 个农业子网络) 和 1 个综合研究中心组成, 依托于 33 个法人单位业务上受科技部管理和指导。CNERN 野外科

学观测研究站分布图见图 1。

CNERN 的发展经历了内涵不断丰富、业务逐渐明晰的发展过程, CNERN 新型业务不断产生, 各成员单位综合信息、科技资源信息大量公开, 传统数据中心建设和运行的成本 (包括电力与空间成本、维护成本等) 不断上升。CNERN 在信息化建设和使用过程中仍存在一定的问題, 例如: CNERN 各成员单位之间的信息衔接不紧密, 导致 CNERN 各部门之间形成信息孤岛; 野外生态站信息化任务相关应用系统没有统一的标准, 导致信息共享使用困难, 难以达到深化运行服务的目的。

当前, 云计算是继分布式计算、网格计算之后出现的一种新型计算模式, 云计算提供商通过整合分布式计算资源, 构建应对多种服务要求的

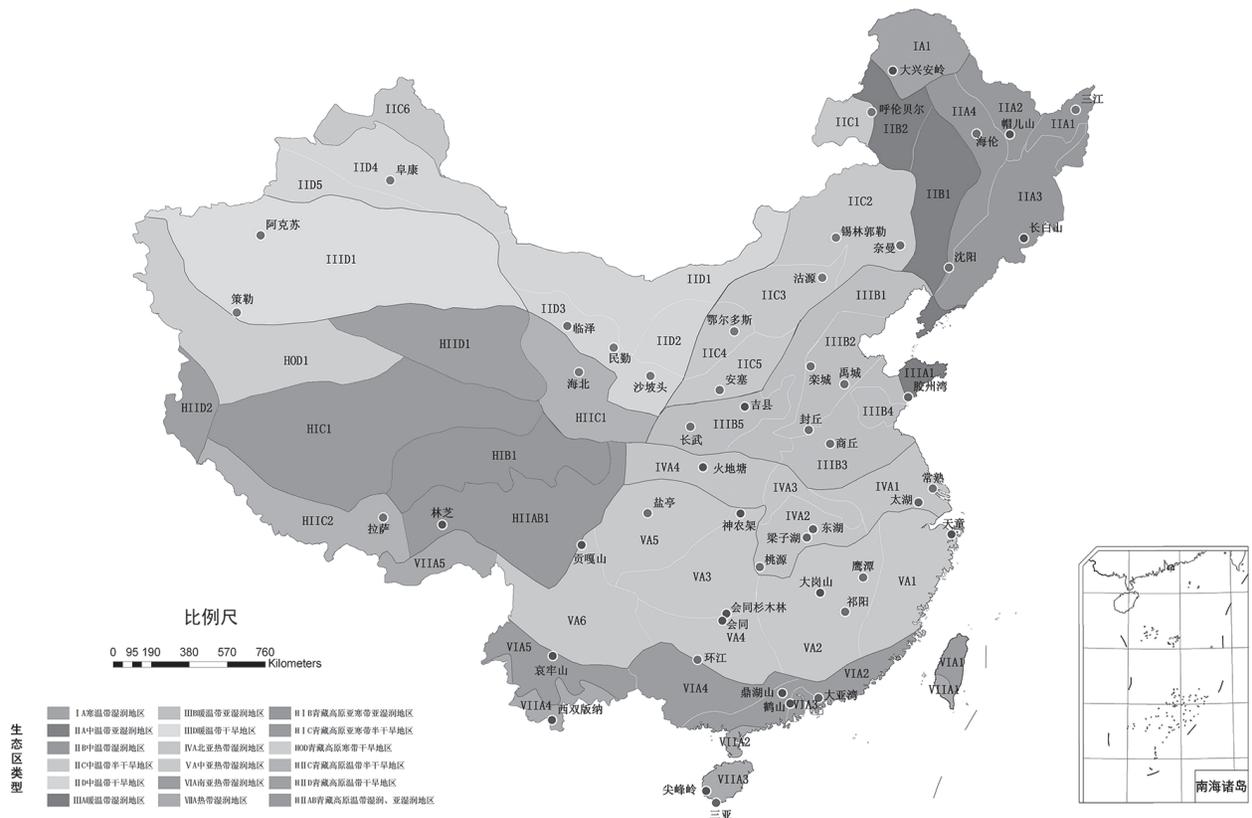


图 1 国家生态系统野外科学观测研究站分布图

计算环境来满足不同用户的定制化要求,使得用户通过网络访问其相应的计算环境。云计算对计算资源共享且高效利用的特点,可以实现系统管理维护与服务使用的解耦,利用好云计算的相关成果可以促进国计民生各行业的发展^[1]。

云计算技术具有以下特点:(1)超大规模和高可靠性:例如Google云计算已经拥有100多万台服务器,而且“云”使用了数据多副本容错等措施来保障服务的高可靠性;(2)虚拟化:云计算支持用户在任意位置、使用各种终端通过互联网获取应用服务,甚至包括超级计算;(3)通用性、高可扩展性、按需服务:“云”的规模可以动态伸缩,满足应用和用户规模增长的需要,可以同时支撑不同的应用运行;(4)廉价性:由于“云”的特殊容错措施可以采用极其廉价的节点来构成云,“云”的自动化集中式管理使大量企业无需负担日益高昂的数据中心管理成本,用户可以享受“云”的低成本优势来完成以前需要大量资金和时间才能完成的任务^[2]。

综合中心作为CNERN承担信息管理与集成的主体单位,通过对业已成熟的云计算技术进行分析后认为云计算环境对CNERN业务支撑具有独特优势。因为云计算技术可以有效解决大型企业从前分布在各部门的多项业务的分散状况,实现业务整合,有效整合数据、分享数据,解决不同部门数据的集成问题和信息孤岛问题^[3],而CNERN及其所有生态站业务架构恰好契合了企业级架构,通过对CNERN原有及新增业务需求进行归纳梳理,依据资源需求、资源整合、资源管理、资源分析、资源服务到服务评估的科技资源全链条管理模型,综合中心规划设计构建了CNERN科技资源管理与服务信息平台(简称“生态网络云”平台),它是集“运行管理”与“开放服务”于一体的私有云平台,为CNERN平台规范化管理运行和深化服务提供了技术支撑。本文重点介绍“生态网络云”平台的架构、组成以及云计算环境在“生态网络云”平台中应用的方式和优势。

2 科技资源组成与标准规范及资源信息规模

2.1 资源组成与标准规范

制定合理的信息标准规范是开展科技资源管理的基础。CNERN资源体系包括实物资源、知识、人才资源和信息资源。

实物资源包括场地资源、样品资源、标本资源、仪器资源和设施资源等。知识资源主要指各种科学研究和技术创新的成果,包括论文、专著、标准、专利、生产和生态恢复模式、科技奖励、科技项目、合作交流等。人才资源是指CNERN各类科技专家、博士硕士等。基于实物资源分类、知识与人才资源分类,制定了实物资源描述规范和知识与人才资源描述规范,具体规定了各类资源的含义、基本属性信息的标准化描述方法,并以此为指导收集所有成员单位的相关资源信息^[4]。

信息资源主要包括CNERN科学数据及其元数据,CNERN依据科技部基础条件平台中心的核心元数据标准2.0^[5](定义了包括数据资源实体标识符、实体名称、实体摘要、实体关键词、实体最近更新日期、资源获取方式、访问限制说明、资源信息链接地址等8个元数据元素),制定了CNERN科学数据资源的元数据标准,基于该元数据标准,整合集成各生态站、综合中心异地管理、来源多样、异构存储的数据资源,建立了平台的数据资源元数据库,主要用于用户发现数据资源^[6]。

2.2 资源信息规模

通过下述“生态网络云”平台系统的持续稳定运行,构建了由综合中心、各生态站共同整合完成的高质量云端数据库^[7],包括规模为30万条记录的样地、样品、标本、仪器、设施、人员、学生、论文、专著、奖项、专利等资源,以及上万条规模的科研动态、新闻公告、学术交流等新闻信息资源。

科学数据资源元数据编撰入库近万条,完成7000多个数据资源实体的入库,数据类别包括生态系统水分、土壤、大气、生物环境要素长

期联网监测数据、大型科研专项联网观测数据、生态站特色观测实验与研究数据、不同空间尺度的基础背景数据等，数据类型包括关系数据库表格类、GIS 存储的矢量图形、栅格图像类数据等异构存储的数据实体，形成的元数据集中存储管理，实体数据分布存储、管理、共享的格局。

资源体系及标准规范见图 2。

3 生态网络云平台总体架构及组成

“生态网络云”平台由综合中心设计规划并统一部署、运行维护，为各野外生态站、综合中心提供包括 IaaS、PaaS、SaaS 一条龙免费服务。IaaS 表示基础设施即服务，综合中心进行 IaaS 云服务管理，包括运维管理（虚拟资源管理、虚拟机管理、监控管理）和安全管理（服务器安全、网络安全、数据安全）。生态站通过 Internet 获得由综合中心提供的稳定的、按需定制的虚拟主机硬件服务。PaaS 表示平台即服务，指综合中心为生态站各项业务应用系统提供的操作系统、数据库系统、软件开发运行环境、中间件等软件平台。SaaS 表示软件即服务，指综合中心为各生态站提供的实现其科技资源管理与服务业务需求的各类基于 Web 的软件。

“生态网络云” SaaS 领域云由 CNERN 内部管理、对外服务的子云组成，内部管理子云包括科技资源信息汇交、新闻文章采编、科学数据管理与服务等，面向综合中心管理员和生态站管理

员用户使用；对外服务子云包括综合信息服务门户、科技资源服务门户、生态站服务门户群等，面向科研人员和社会公众等用户使用，具体如图 3 所示。

领域云包括建立在标准规范层、数据层之上的业务支撑层、应用层、用户层 3 层架构，如图 4 所示。

首先，“生态网络云”平台建立了支撑所有应用的统一用户管理系统，实现服务门户系统以及管理业务系统等多个应用系统的用户信息统一存储，而用户授权由各应用系统独立完成（即分布授权），所有应用系统按照统一的用户名/密码进行认证，并支持各应用系统间的单点登录（SSO, Single Sign-on），即用户只需在某个应用系统上登录一次，就可在其他应用系统间自由穿梭，不必重复输入用户名和密码来确定身份，尤其对生态站信息管理与服务人员来说，在生态网络云平台中各个应用系统之间可以一站式登录，更加方便用户使用。

应用层包括了面向生态站、中心管理人员用户的管理业务系统，还包括面向科研注册用户、未注册（即匿名）用户的服务门户系统。

3.1 管理业务系统

面向生态站内部管理人员使用，管理业务系统以信息标准规范为基础，针对各类资源信息采集的特点，采用不同的信息汇聚机制和汇交流程规范，建立云端数据库。

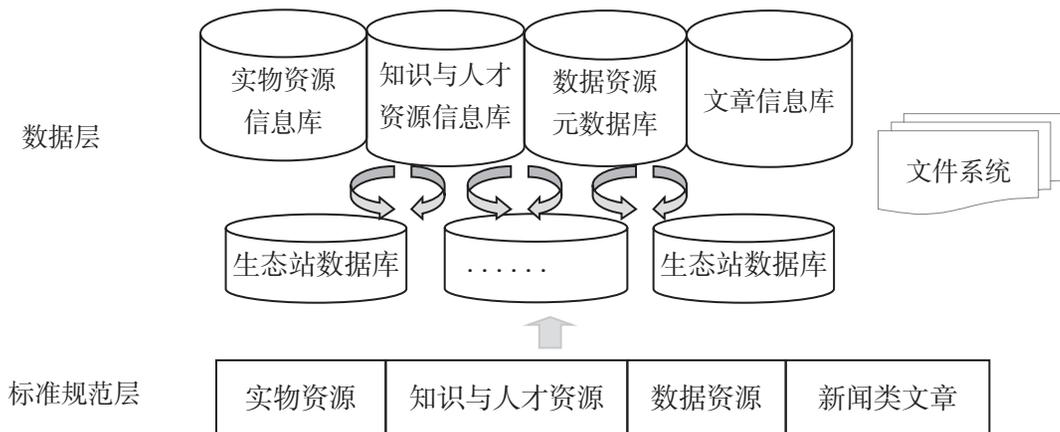


图 2 资源体系及标准规范

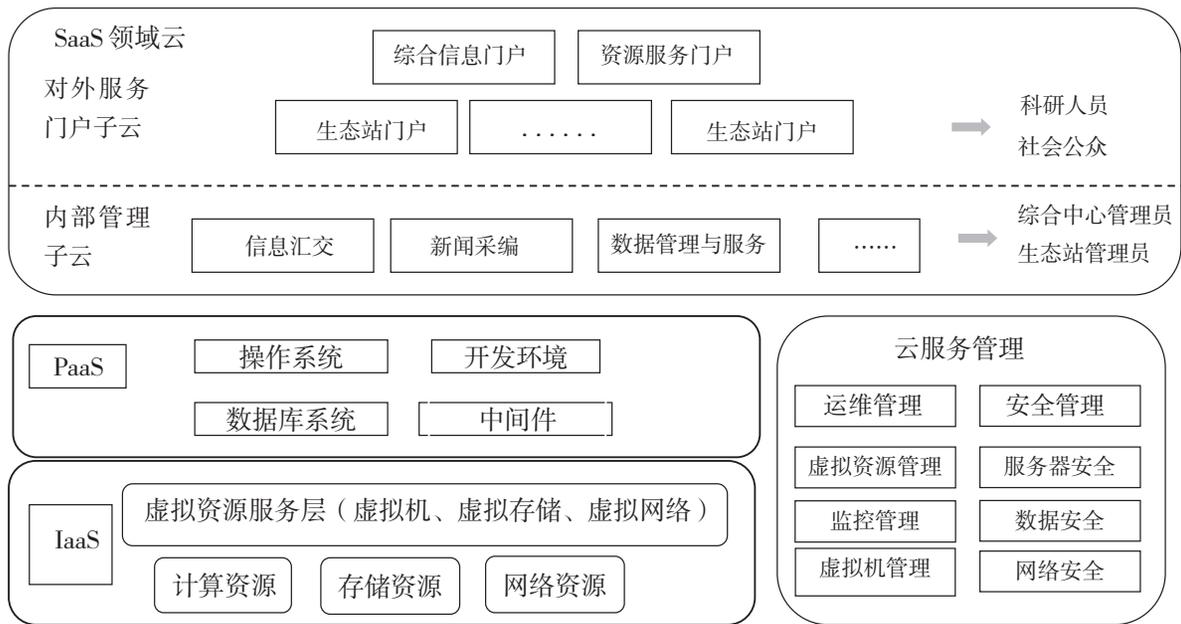


图3 “生态网络云”平台总体架构及组成

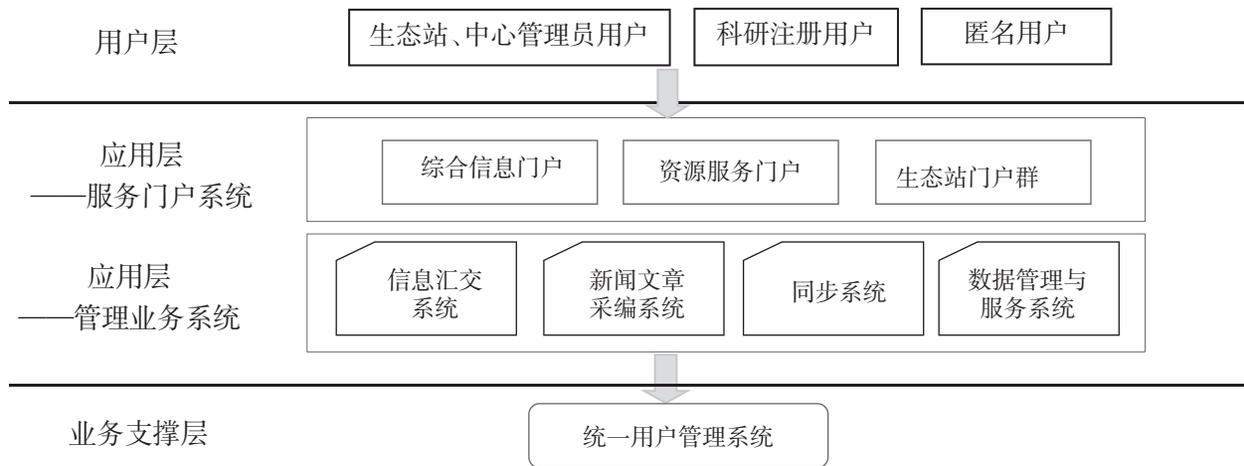


图4 “生态网络云”平台领域云架构及组成

(1) 资源信息汇交系统：固定于每年2月到4月汇交上一年度的实物资源信息、知识和人才资源信息。经过一报、一审、返修、二审4个阶段后实现信息的规范化入库。

(2) 新闻采编系统：主要由生态站、综合中心管理员，实现随时随地对新闻动态、科研动态、学术交流等新闻类信息进行采编并发布。

(3) 数据资源管理系统：主要用于生态站管理员对本生态站科学数据资源元数据、科学数据

实体进行日常不定期录入与管理，同时生态站元数据通过收割方式定期汇总到云端元数据库中，实现CNERN元数据信息集中展示及跨生态站元数据检索，并统一数据资源订单管理与服务，构建元数据集中存储、实体数据分布式存储的管理机制。

(4) 数据同步系统：根据待流转信息的不同特性，采用不同的同步机制，或定时或随时进行云化数据库在不同应用的数据库系统之间进行信

息流动。由此构建中心—生态站多级分布式数据库系统，实现了汇交的资源信息“一次填报、多处使用”、采编的文章内容“一次采编、多处使用”，大大减少了生态站人员的工作量，充分体现了各成员单位的资源管理主体性和协同性。

3.2 服务门户系统

CNERN 服务门户包括综合信息门户、科技资源服务门户、野外生态站服务门户（图 5），其中综合信息门户、科技资源服务门户是面向网络层次的用户，分别实现跨生态站综合信息查询、数据资源服务，野外生态站服务门户面向生态站层次的用户，实现单一生态站综合信息检索、科技资源服务。

服务门户主要是面向科研人员、社会公众等，一般用户不需要进行登录认证便可以访问各类服务门户，享受新闻动态、政策法规以及科学数据浏览、检索；也可以先进行网络免费注册，成为注册用户，从而可以享受更多服务，如：可以下载公开数据、网上申请数据资源、实物资源服务，并实现在线处理；定期、不定期地收到 CNERN 主动推送的服务信息，也可以提出请求，以其他离线方式（如光盘拷贝）获得相应的科学数据。

(1) 综合信息门户 (<http://www.cnern.org>) 聚焦 CNERN 综合信息发布，包括网络介绍（网络概况、组织机构、综合中心、生态站、规章制

度等），新闻（综合新闻、科研新闻和专题服务报道等），学术活动（学术动态、学科前沿、中国生态大讲堂等），项目与成果（科研项目、论文、专著、咨询报告、获奖、专利、软件著作权、标准等研究成果），合作交流（项目合作、举办的各类会议等），科学普及（科普活动、人与自然关系、宣传生态知识和生态图片展示）等栏目。

(2) 科技资源服务门户 (<http://www.cnern.org.cn>) 主要是 CNERN 进行各类科技资源服务的平台，展示了规范的资源信息，建立了资源信息的导航、检索平台，建设了类电子商务模式资源开放共享服务平台，实现了实物资源的网上预约服务，异构存储模式的数据资源按照不同分级共享方式的自动化服务流程，整合了孤立运行的异构数据库共享系统，实现了统一用户、统一门户的目标。

(3) 53 个成员单位建设的野外生态站信息门户（如海伦站，网址：<http://hla.cnern.ac.cn>），是各生态站进行信息发布、资源服务的窗口，展示了生态站综合新闻、科研动态等采编信息；各生态站的知识 and 人才培养信息、样地等实物资源信息及数据资源信息均可进行网上查询检索，实物资源、数据资源信息可提供线上/线下的服务模式；网站栏目实现动态定制，数据资源管理、数据资源服务灵活性高，可满足广大生态站管理员用户



图 5 综合信息门户首页、资源服务门户首页、野外生态站服务门户首页（以海伦站为例）

的管理与服务需求以及广大用户的共享需求；通过与资源信息汇交系统、采编系统的数据同步机制，实现生态站专有信息的快速发布。

4 云计算环境建设

4.1 基础设施云

经过统筹综合中心、生态站两级业务的需要，综合中心新购置了高性能计算服务器、大容量存储服务器、千兆网络交换机等设备，并集成原有塔式服务器、计算服务器等硬件设备，建成了具备 500 核以上 CPU、超过 1T 内存、100T 存储容量的计算与存储规模，构建了基础设施云硬件系统。

生态网络云平台管理软件采用企业级云计算管理平台（ECCP），它是由中国科学院计算机网络信息中心集多年部委级数据中心运维管理经验的实践而研发的 IaaS 云计算管理平台。ECCP 按照 CNERN 各项业务需求动态分配云平台的计算资源、存储、网络资源，通过虚拟化技术手段汇集成高效、按需分配、弹性扩展的资源池，以服务的形式提供计算，目前主要提供了以下两项服务（图 6）。

一是生态站信息化基础设施。为分散在全国各地的 53 个生态站（子网）的生态站信息门户提供虚拟云主机服务，有力地支撑了野外生态

站信息化基础设施建设，实现了生态站门户群的稳定运行。二是综合中心基础设施。为综合中心的资源信息汇交系统、新闻采编系统、综合信息门户、科技资源服务门户及其他科研项目（ChinaFLUX 等）等提供基础设施服务，对分散的十几台服务器进行集中管理，提高了运维效率，更好地保证了各项业务的稳定运行。

4.2 平台云

平台云包括操作系统、数据库、开发工具、中间件等，根据 CNERN 总平台及生态站信息平台的应用开发需求，动态定制每台云主机的操作系统、数据库、开发工具、中间件等，CNERN 基础设施云平台目前已配置上百台虚拟机，包括 Linux 系统、Windows 系统、Web 服务器、FTP 服务器和数据库服务器、Java 开发环境等软件平台，满足 CNERN 综合中心、生态站各项应用需求。

5 总结与展望

生态网络云平台两年来的实施运行，极大地提高了科技资源服务的便捷性、稳定性，资源服务已经进入业务化、规范化运行阶段，科技资源服务水平、服务量明显提升。自 2015 年以来，综合信息门户网站（<http://www.cnern.org>）、资源服务门户网站（<http://www.cnern.org.cn>）以及生态站门户群访问量超过 220 万人次，下载量达到

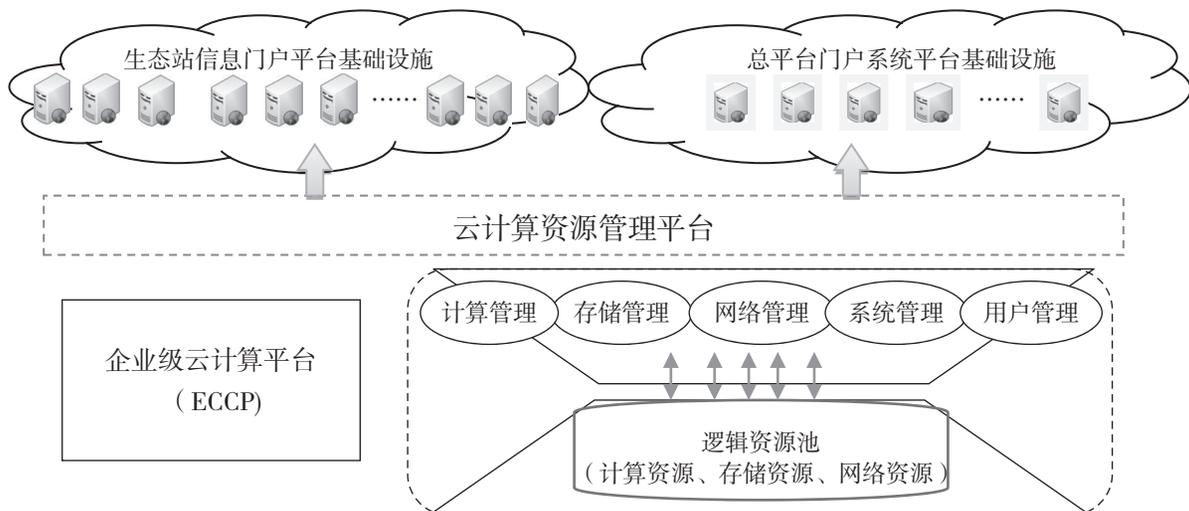


图 6 “生态网络云”平台基础设施云

450G字节, 数据资源订单提交量平均每月超过400个。从网上反馈信息可以看到, 用户对资源以及服务效率都很满意。

生态网络云平台构建了科技资源服务体系、服务规范, 建设了管理服务信息平台, 为CNERN内部各级部门加强管理、扩大对外宣传教育、提升对外科技资源服务水平起到了很好的作用, 发挥了CNERN平台科技资源的价值, 为生态学领域的国家各类科技创新单元提供了更加开放的创新环境^[8]。

生态站信息化是CNERN信息化建设的重要组成部分, 各生态站信息化软硬件、技术管理水平是整个CNERN信息化的基础和保证, 通过建设CNERN生态网络私有云基础设施平台, 为生态站提供基础设施服务, 大大减少了生态站IT技术的管理成本, 改变了以往生态站服务器由生态站自行购买并维护而导致的服务器时常出现不能正常运转的状况, 得到生态站的很高评价; 通过将分散的生态站信息系统整合到云端服务器之间, 云端应用系统之间互联互通得到增强, 保证了应用系统之间信息流的畅通无阻; 云计算平台减少了系统建设运行期间的对生态站技术支持难度, 应用系统部署周期大大缩短且灵活敏捷; 云计算平台统一管理提升了管理水平, 综合中心专人统一负责监控云主机服务(生态站信息系统)运行情况, 及时做出应急反应, 管理直观方便^[9], 增加了整个生态网络云平台运行的稳定性和运行效率。

云计算环境为CNERN信息化建设带来便利的同时, 也带来了特有的安全问题, 综合中心作为基础设施服务提供方将承担更大的技术与管理的责任和义务, 需要从云系统安全、云主机安全、数据库安全、应用服务器安全、门户服务器安全等各个方面开展对策研究, 具体涉及云计算平台物理设备安全、虚拟化软件安全和虚拟化服务安全、网络安全、虚拟服务器以及终端的安全和访问控制、数据以及信息的安全、用户身份授权与认证的安全、网络攻击、漏洞等的监控与管

理、灾备与业务连续性等一系列问题^[10], 通过制定相应的策略措施, 保证生态网络私有云系统能够长期安全、稳定运行。

CNERN生态网络云平台的构建实践证明, 云计算不仅是一种新的技术, 而且是一种资源整合的方式以及一种创新的服务模式。在云计算环境下, 信息服务机构的角色不仅是信息资源的占有者和管理者, 而且是服务的提供者, 这为各机构进行信息资源的整合提供了新的思路, 也带来了新的挑战。采用面向用户的以服务为导向的核心理念, 充分发挥云计算的优势, 通过各种手段整合资源, 并将所有服务集成为一个体系嵌入到整个信息服务产业链中^[11], 以此提升各行业领域的资源整合与共享服务水平。

参考文献

- [1] 林闯, 苏文博, 孟坤, 等. 云计算安全: 架构、机制与模型评价[J]. 计算机学报, 2013(9):1765-1784.
- [2] 朱近之. 智慧的云计算[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [3] 李晴, 杨春, 谢忠. 云计算环境下的管理信息系统发展趋势研究[J]. 科技管理研究, 2011(18):140-143.
- [4] 苏文, 郭学兵, 何洪林. 国家生态系统观测研究网络实物资源服务研究[J]. 科技管理研究, 2016(4):102-106.
- [5] 科技平台标准化技术委员会. GB/T 30523-2014 科技平台资源核心元数据[M]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [6] 郭学兵, 苏文, 侯艳飞, 等. 类电子商务模式的CNERN数据资源管理与服务信息平台[J]. 科研信息化技术与应用, 2015(6):56-65.
- [7] 甘杉. 基于云计算架构的电力企业数据中心建设[J]. 电子技术应用, 2014(Z):134-139.
- [8] 张贵红, 赵燕. 科技资源的开放式创新管理[J]. 中国科技资源导刊, 2014(1):45-51.
- [9] 王骞, 邹联. 企业信息系统云计算平台建设经验探讨[J]. 电信科学, 2014(2):132-135.
- [10] 丁一军, 于桂荣. 云计算: 安全技术问题探讨[J]. 科技创新导报, 2015(7):58-59.
- [11] 肖晶, 吕世灵, 张晓丹. 云计算环境下面向用户的科技信息资源整合和服务浅析[J]. 现代情报, 2014(3):63-67.