

# 基于数据云的水利信息化数据共享体系构建模式

陈昂<sup>1,2</sup>, 隋欣<sup>1,2</sup>, 廖文根<sup>3</sup>, 段浩<sup>1</sup>, 陶洁<sup>1,2</sup>

1. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038
2. 国家水电可持续发展研究中心, 北京 100038
3. 水利部水利水电规划设计总院, 北京 100120

**摘要** 从水利信息化发展的新方向论述了当前开展水利数据云共享建设的必要性,通过分析中国水利信息化建设的实践,探讨了未来数据共享平台建设面临的困难和挑战。分析指出,早期信息化管理分散、各部门水利信息化建设的适用范围较窄、未形成统一的存储标准等是现阶段面临的主要问题。通过基础资源整合,对基础设施、水利业务应用等资源进行统筹规划是实现共享体系建设的前提,开展数据存储标准建设和数据安全保障建设是保障数据共享体系建设成功和良好运行的基础。

**关键词** 水利信息化;云存储;数据共享

**中图分类号** TP39

**文献标志码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2014.34.007

## Construction of Data Sharing System of Water Information Based on Cloud Storage

CHEN Ang<sup>1,2</sup>, SUI Xin<sup>1,2</sup>, LIAO Wengen<sup>3</sup>, DUAN Hao<sup>1</sup>, TAO Jie<sup>1,2</sup>

1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China
2. National Research Center for Sustainable Hydropower Development, Beijing 100038, China
3. Water Resources and Hydropower Planning and Design General Institute, the Ministry of Water Resources of the People's Republic of China, Beijing 100120, China

**Abstract** This paper discusses the necessity of construction of a water information data sharing system in China and identifies the difficulties and challenges for construction of the data sharing platform by analyzing the practice of China's water resources informatization. The main problems are decentralization of the early information management, the narrow scope of various water information departments, and ununified storage standards. On this basis, the future direction for construction of China's water information sharing system is proposed. The premise if overall planning of such resources as infrastructures and water resources applications based on integration of basic resources. A unified data storage standard and data security are key factors and foundations to guarantee a successful and well-operated data sharing system.

**Keywords** water information system; cloud storage; data sharing

水利信息化是指利用信息技术开展水利信息采集、处理、存储与共享,达到全面提升水利工作效率的目的。水利属于社会公益型事业,2011年中央1号文件《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》,从民生和国家利益的战略

高度强调了水利的重要性。水利管理实行流域、区域管理相结合的管理方式,水利信息化建设是实现流域信息资源整合,实现水资源基础信息、地理空间信息、水管理信息共享,并为整个社会经济发展服务的主要途径。随着水利信息化

收稿日期:2014-09-25;修回日期:2014-11-01

作者简介:陈昂,博士研究生,研究方向为环境影响后评价、水利信息化,电子信箱:AngteenCHEN@gmail.com;隋欣(通信作者),教授级高级工程师,研究方向为水利水电工程规划分析与评价,电子信箱:suixin@iwhr.com

引用格式:陈昂,隋欣,廖文根,等.基于数据云的水利信息化数据共享体系构建模式[J].科技导报,2014,32(34):53-57.

程度的提高,流域管理各部门、部门内部以及区域管理机构之间决策的横向联系越来越紧密,水利信息数据共享体系是联系各部门的主要信息化手段<sup>[1,2]</sup>。当前国内已开展的水利信息化建设在信息获取、处理方面已经取得了初步成果,水利信息数据存储建设工作也已经开始着手建设,如何组织、管理水利信息数据,提高数据管理和利用效率,是当前水利信息数据共享亟需解决的任务<sup>[3]</sup>。

## 1 水利信息化发展现状

### 1.1 云计算与云存储

云计算(cloud computing, CC)是通过网络提供可伸缩的廉价分布式计算能力。美国国家标准技术研究所(NIST)认为,云计算是一种记次付费的模式,通过方便的网络来访问资源可动态配置的网络、服务器、存储、应用和服务等。云计算是一种商业计算模型,它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上,使用户能够按需获取计算力、存储空间和信息服务,网络服务、记次收费是云计算的重要特征。云计算实现了工作量的全面转移,程序运行由本地计算机转向云中的计算机群来完成,降低了对客户端计算机的软硬件要求。云计算具有以下特点:

1) 云计算系统提供的是服务,用户无需了解云计算的具体机制,就可以获得需要的服务。

2) 资源整合促使效率提高,虚拟化提供服务器、网络、数据和数据库存储、应用程序、桌面系统等多项整合,因而可以节约成本和提高效率。

3) 云计算采用硬件及软件数据分布式存储来保证数据的可靠性,便于灾难恢复和业务连续。

4) 云计算系统可以自动检测、排除失效节点,以维持系统的正常运行。

云计算同时提供标准硬件设备和开放的应用访问接口和管理接口,增加系统的兼容性,降低管理的复杂度,其硬件以低成本运算单元为主,降低信息技术系统建设成本。目前“云计算”技术的应用及布局已经日趋完善,但水利信息化中“云计算”的应用还比较少,水利水电工程建设中的信息化云服务仍然处于刚刚起步阶段。

云存储是在云计算的基础上发展出来的一个新的概念,是指通过集群应用、网格技术或分布式文件系统等功能,将网络中大量各种不同类型的存储设备通过应用软件集合起来协同工作,共同对外提供数据存储和业务访问功能的一个系统。作为一种新的网络存储形式,云存储正在逐步为使用者所接受,无论是个人用户还是企业用户,都已经开始使用云存储作为网络存储媒介。通过将数据存储于云,可以不必考虑数据存储、备份等问题,只要按需访问即可。

从全世界范围讲,云计算产业虽处发展初期,但正引导传统信息与通信技术产业向社会服务型产业转变。主要的信息技术企业已将云计算作为自身未来的主要发展方向,与

云计算相关的合作与并购正如火如荼地进行。国际领先的云服务厂商已形成或正在形成提供全球化云计算服务的能力,如谷歌的PaaS服务(平台即服务)等。在云计算的迅速发展过程中,数据中心作为承载云计算服务的基础设施,已成为云计算发展的关键。

### 1.2 中国水利信息化的实践

水利信息化建设的热点主要集中在旱涝预警、水生态监控、水利设施监控、水资源调度、水利电子政务等方面。20世纪末,中国水利科研工作者就提出了水环境信息化等概念和想法<sup>[4,5]</sup>,数字流域的提出使信息技术、3S技术更为广泛地应用到水利行业。《全国水利发展第十五年计划和2010年规划》中提到全国水利信息网络的建设与国家防汛指挥系统、水质监测和评价信息系统等10个应用系统和安全体系的建设任务,达到基本实现水利系统信息化的目标,2003年发布了《全国水利信息化规划》,标志着水利信息化建设工作在中国全面展开。2011年发布了《中国水利信息化发展报告》,并为“十二五”水利信息化发展进行全部署。各地水利信息化主管单位都在软、硬件方面投入大量资源来建设防汛抗旱信息化系统,既配备了高性能的计算机、服务器、高速网络等,也逐步建设了诸多防汛抗旱业务软件。

水利信息数据可以分为工程属性数据和水利物理量数据。工程属性数据是静态数据,通常不随时间而发生变化,主要为水利工程相关的工程物体特性;物理量数据主要包括水文情势、水资源、水环境及管理研究过程中产生的数据,数据随时间改变。水利行业中建立的水信息管理系统有很大一部分是空间数据。但目前全国大多数水利部门的信息管理系统主要是针对非空间信息,容易出现信息表达不完整或不直观等问题,信息的共享也面临很多的不便。数据库技术是实现水利信息化的重要工具之一,有效地把各种数据集成到统一的环境中,起着存储各种信息,供统计、查询、分析等使用的作用。目前,全国各大流域机构,如水利部长江水利委员会、水利部松辽水利委员会、水利部海河水利委员会都依托于数据库技术建立了各自的水利数据中心,基本实现了各自内部系统信息的共享<sup>[6-9]</sup>。

### 1.3 水利信息化共享面临的问题

中国水利信息化建设起步较晚,但发展迅速。以“金水工程”为起点,计算机技术、通信技术和网络技术等多项技术在水利系统得到应用,遥感、遥测技术推动了水文基础信息的传输和快速处理。当前,中国水利系统实现了水情、雨情等信息的采集、传输、监测及洪水联机预报,水利部门自动化办公建设也基本完成,并建立了省级水情信息实时传输的广域网。水利信息化已在电子政务、水文系统、水土保持监测系统、水资源调度等方面得到广泛应用。

经过10多年的发展,中国水利信息化建设迈上了新的台阶,但随着发展仍有一些新的问题涌现,信息数据的共享是水利信息化建设成果最直接的展现,也是最有效的成果利用

方式,但在水利信息化共享方面还存在一些不足,主要体现在以下几方面。

1) 信息存储是水利信息化建设的核心,各地、各部门水利信息化建设的适用范围较窄,加上没有统一的存储技术标准,以至于全国范围内的衔接脱节<sup>[10]</sup>,DBMS数据库在水利系统应用较广,但其发展受限于其空间信息的扩展能力,且不同部门间的水文数据在存储上存在诸多差异,往往难以实现无缝衔接。

2) 基层部门的信息化投入薄弱,资源的共享、获取能力有限且硬件资源利用率低、维护困难,组织效率低,资源整合难。因前期建设缺乏整合与协同的理念,导致各部门之间、各类数据之间协同能力较差。虽然在水利信息化过程中硬件的投入得到广泛重视,但充分整合各种硬件资源,提高资源利用率,更是水利信息化管理部门亟待解决的问题。

3) 早期的水利信息化建设管理较为分散,已建和未建信息数据中心的碎片整合是当前水利信息化建设的一项首要任务<sup>[6]</sup>。基础设施落后,主要体现在数据采集手段落后、效率低下等方面,影响水利信息的数量和精度。如自动采集系统的密度尚无法满足防汛抗旱应急管理的需求,水利物理量数据和工程属性数据的采集仍然处于初级阶段等。

4) 以水利普查、水文水质等基础数据为代表的密集型应用的需求不断提高。对这些海量数据资源的高性能计算处理、多维度分析、快速的存储、检索和备份等工作需要新的数据处理平台。极端天气等突发性水文事件频发以及社会对抵御暴雨、城市内涝等自然灾害能力要求的提高,不仅要求未来的水利信息化对海量数据有强大的分析处理能力,同时还对水利信息化的高效性、灵活性提出了更高的要求。

5) 水利信息数据用户包括国家水利部,水利部直属、从属的相关应用单位等。不同用户安全设施之间的协调运行和共享系统的网络信息安全是当前及今后发展中面临的一个主要问题<sup>[11]</sup>。随着水利信息化进程的推进,越来越多的水利信息系统已建立运行或即将建立,潜在的网络安全问题也越来越多。提高水利信息系统的安全防御能力,成为水利部门不可回避的问题。

## 2 水利信息共享体系建设展望

### 2.1 建设目的

水利信息云是以现代通信、计算机网络、信息处理与多媒体等技术为支撑,以用于防汛抗旱、水资源管理、水利工程监控为目的,在云系统中构建的统一、开放的综合性应用系统平台,以实现水利信息采集、防汛视频会商、防汛指挥调度、水利工程监控、山洪灾害防治、水资源管理、应急通信等水利业务的综合管理与应用,同时为用户提供特定的信息服务软件。

基于数据云的水利信息云建设,不仅可以实现水利信息行业内数据采集和共享,也可以将数据转换为服务,提升服

务价值,实现信息神经网络融合,实现水利信息行业的整体云计算解决方案。充分利用信息技术整合资源,加快水利信息化建设是实现国家对水利提出的新目标关键,实现资源的整合与业务的协同,提高对水利信息数据的存储、分享、挖掘和分析的能力。将云计算技术应用到水利信息化建设中是提高水利管理能力和决策水平的迫切需要,也是顺应全球信息化发展潮流的迫切需求<sup>[12]</sup>。

水利信息化共享体系的建设前提是对资源整合,对基础设施、水利业务应用等资源进行统筹规划。随着科技发展对水利信息化需求的不断深化,项目原先设计和部分建设成果的适应性与可持续性问题日益凸显。开展水利信息化项目后评估,将项目后评估信息反馈到未来的信息化建设项目中去,以提高项目预测的准确性,改进和提高建设项目的决策水平和投资效益,为宏观投资政策和发展规划的制定及调整提供科学的依据<sup>[13]</sup>。

### 2.2 信息平台建设

云计算平台多由2部分组成:一是计算平台,包括计算资源、存储资源及网络资源;二是处理平台,包括分析、管理及应用等。水利信息云主要由信息采集、处理、网络通信和应用服务组成。水利信息云主要由信息采集、处理、网络通信和应用服务组成。水利信息采集包括水情信息、雨情信息等内容,通过移动信息采集终端和部署在一线水文站及水雨情监测点等固定终端设备完成,作为云计算平台的核心,信息处理将所有业务的数据进行统一处理,存储于云端并在云端共享利用;网络通信包括水利专用网络、卫星网等满足业务需求的网络;数据应用阶段采用统一的信息数据云平台,为用户提供符合行业特点的信息服务。

水利信息云的信息处理核心是云计算,数据应用核心是云存储与共享技术。为方便使用和维护,国内诸多学者提出了采用开源系统搭建水利信息云平台的构想,如开源系统基础设施 Nimbus, Eucalyptus, AppScale。在国家科技支撑项目“重大水利工程建设信息数字化标准化专项技术开发研究”和水利部公益性行业科研专项“服务为导向水利工程质量和进度控制关键技术”2个科研专项的研究中,采用 Citrix-Xen Server 技术方案构建水利工程建设管理云平台,为水利信息云存储与共享平台的建设提供了新思路<sup>[14]</sup>,未来中国水利信息数据共享云平台的建设框架见图1,基础设施建设和平台服务逐步实现虚拟化,在以往水利信息数据库建设的基础上开展后评价工作,统一数据库类型与信息共享框架,逐步实现数据云的作用。

### 2.3 数据存储标准建设

数据元是一组可被识别和定义的数据基本单元,在水利信息数据共享中起着重要作用,人们只要按照规则对信息进行统一组织与标识,使用相同的表示就能够做到共识。随着水利数据资源日渐庞大,仍存在数据资源综合利用程度低、数据共享和交换难的问题。今后要加强数据标准、规范的建设,建立数据元层次上的存储标准。

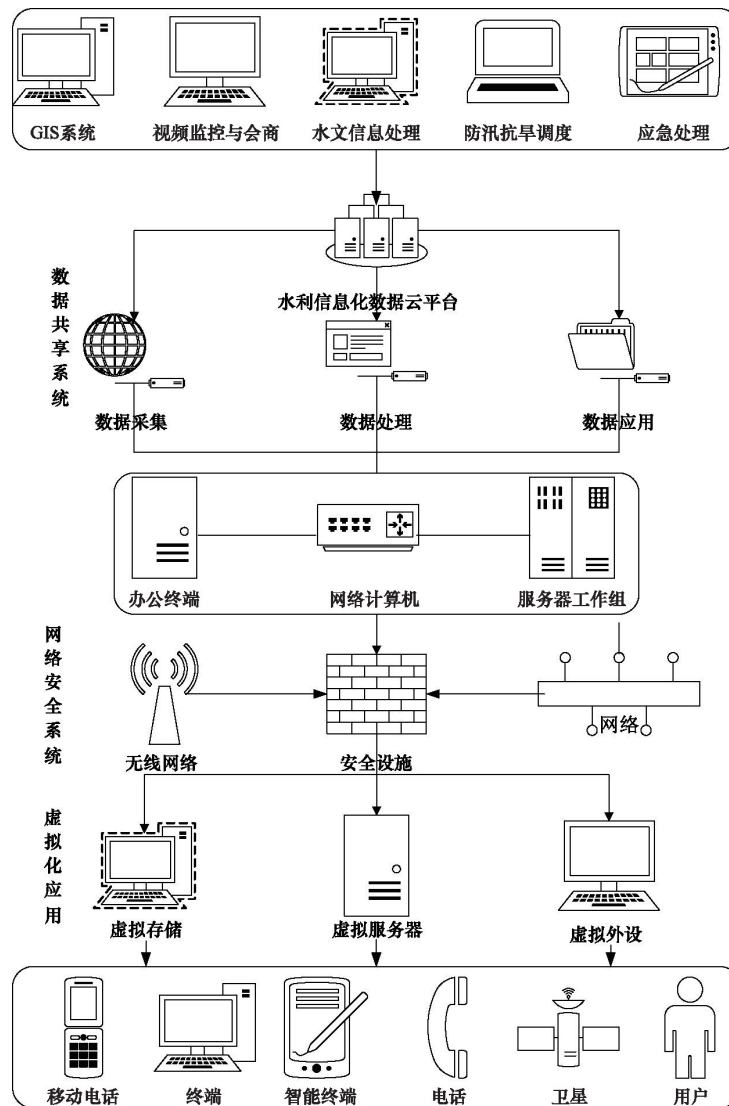


图1 水利信息化云存储共享体系建设框架

Fig. 1 Structure of the data sharing system of water information based on cloud storage

当前, DBMS数据库已在水利信息管理中得到较多应用, 而水利信息与空间信息的结合是水利信息化的重要组成部分, 故而水文空间信息存储标准的建设对水利信息化具有指导作用。基于3S技术的信息存储可有效地对水文信息进行组织和管理, 实现图属查询。随着云GIS产品的不断涌现, 将水文空间信息纳入云端, 将使水文数据存储变得更为便捷高效。

#### 2.4 数据安全保障

云计算的安全技术主要包括数据安全、应用安全及虚拟化安全等。在云环境下, 水信息数据的传输安全、数据隔离及残留均可得到有效的保障; 终端用户和各类服务的应用的的风险也可降到最低; 在虚拟化层面上, 虚拟化的软件和服务器器的安全性也可得到有效监控。

水利信息共享体系建设的目标是建立以互联网为中心的, 能够提供可靠安全数据存储和服务的系统, 但数据和信息安全是云存储发展中面临的主要问题, 网络安全、运营商的可靠程度等问题是未来发展的主要制约因素。因此在水利信息化建设中, 建立数据共享体系应采用加密技术的存储和传输协议, 同时建立独立的云计算平台, 为数据安全提供保障。大力建设私有云平台, 利用其特有的多用户安全与隔离特性, 保障数据及平台的安全性。

#### 2.5 资源池化建设

利用水利信息云平台对水利管理的服务器进行高密度虚拟化, 以实现最佳的虚拟机动态内存管理及准确的信息技术系统资源使用计量, 降低信息技术系统基础架构的复杂度。同时实现对虚拟和物理资源的管理, 以及单一中央控制台对多个虚拟平台及操作系统的管理, 池化水信息系统内部

的资源,使硬件资源不再是业务开展和系统开发的限制性因素,为更广泛的云架构和连结公共云奠定了基础。

## 2.6 系统管理建设

在云平台下,水利信息部门所应用的各种系统都将得到有效的管理。云环境中可为水信息部门提供一体化的基础架构,将单个工作人员对水信息处理系统的管理任务及其安全性都集中到一个单独的基础架构中,使水利信息化系统的操作变得简洁,而且能保持这些系统的合规性。

## 3 结论

信息技术在水环境管理和研究、流域综合管理等方面的广泛应用已经成为趋势,水利信息云平台的建设正处于起步阶段,数据共享云平台的建立和应用,能够大幅节省水利工地计算机软硬件设备的大量重复购置和维护投资,促进水利事业社会化。中国水利信息化的实践已经逐步覆盖到各大流域,逐步开展了旱涝预警、洪水风险图绘制、水资源调度、水生态调度等多个方面的研究,各种业务软件的开发也促进了水利行业数据信息化的发展。水利数据共享云平台的建设应当集中关注数据存储标准的建设、数据安全保障与资源管理建设几个方面,当前水利数据共享云平台的建立为后续的研究、应用奠定了基础,必将加快水利信息化的建设步伐。

### 参考文献(References)

- [1] 吴昌春,庄宇,张红建. 浅谈水利信息资源共享体系的构建模式[J]. 水利发展研究, 2006(9): 42-44.  
Wu Changchun, Zhuang Yu, Zhang Hongjian. Discussion on construction mode of water conservancy information sharing system[J]. Water Resources Development Research, 2006(9): 42-44.
- [2] 水利部信息化工作领导小组办公室. 全国水利信息化的目标与任务[J]. 水利规划与设计, 2004(1): 22-25.  
Leading Group for Information, MWR. Targets and tasks of water information system[J]. Water Resources Planning and Design, 2004(1): 22-25.
- [3] 朱星明,张行南,白婧怡,等. 水利科学数据共享元数据理论的应用探讨[J]. 水利学报, 2005, 36(8): 946-949.  
Zhu Xingming, Zhang Xingnan, Bai Jingyi, et al. Application of metadata in science data sharing of water resources[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2005, 36(8): 946-949.
- [4] 禹雪中. 数字流域中的水环境信息化关键技术[J]. 水利水电技术, 2003(4): 47-49.  
Yu Xuezhong. Key information technology of water environment for digital river basin[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2003(4): 47-49.
- [5] 禹雪中,李锦秀,廖文根. 水环境信息系统的技术体系[J]. 水利学报, 2003(8): 11-15.  
Yu Xuezhong, Li Jinxiu, Liao Wengen. The technical system of environmental information system[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2003(8): 11-15.
- [6] 赵立坤,王妍,乔健. 建设海委水利数据中心 实现信息资源充分共享[J]. 海河水利, 2012(5): 62-64.  
Zhao Likun, Wang Yan, Qiao Jie. Construction of Haihe water information data center to realize the resource sharing[J]. Haihe Water Resources, 2012(5): 62-64.
- [7] 杨素悦. 数据库技术在水利信息化中的应用——以北江水利信息数据库建设为例[J]. 安徽农业科学, 2011(18): 11139-11141.  
Yang Suyue. Application of database technique in water conservancy information[J]. Journal of Anhui Agriculture Science, 2011(18): 11139-11141.
- [8] 唐航,李佐斌. 长江委水利信息化运行维护体系建设研究[J]. 人民长江, 2009(24): 73-75.  
Tang Hang, Li Zuobin. Research on the construction of Yangtze River water information operation and maintenance system[J]. Yangtze River, 2009(24): 73-75.
- [9] 曹东. 松辽委水利信息化建设与发展[J]. 东北水利水电, 2007, 25(10): 67-69.  
Cao Dong. Water information construction and development of the Songhuang River and Liaohe River water conservancy committee[J]. Water Resources & Hydropower of Northeast China, 2007, 25(10): 67-69.
- [10] 朱广利,顿新春,郜军艳. 水利信息标准化中的问题及规范措施[J]. 水电能源科学, 2012(7): 147-149.  
Zhu Guangli, Dun Xinchun, Gao Junyan. Problems of water resources information standardization and regulation measures[J]. Water Resources and Power, 2012(7): 147-149.
- [11] 陈岚,詹全忠. 水利信息安全管理平台研究与应用[J]. 水文, 2011(6): 67-69.  
Chen Lan, Zhan Quanzhong. Review and prospect of water information system construction[J]. Journal of China Hydrology, 2011(6): 67-69.
- [12] 朱跃龙. 水利信息化与云计算[J]. 水利水电技术, 2013(1): 7-11.  
Zhu Yuelong. Water resource informatization and cloud computing[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2013(1): 7-11.
- [13] 何虹,刘聪,甘郝新,等. 水利信息化项目后评估指标体系研究[J]. 人民珠江, 2013(1): 68-71.  
He Hong, Liu Cong, Gan Haoxin, et al. Study on the post-project appraisal of water informatization project[J]. Renmin Zhujiang, 2013(1): 68-71.
- [14] 刘庆涛,崔瑞玲,耿丁蕊. 水利信息云建设初探[J]. 水利信息化, 2012(2): 5-9.  
Liu Qingtao, Cui Ruiling, Geng Dingrui. Discussion on construction of water information cloud[J]. Water Resources Information, 2012(2): 5-9.

(责任编辑 王媛媛)

### 《科技导报》征集“封面文章”

为快速反映中国最新科技研究成果,《科技导报》拟利用刊物最显著位置——封面将最新科研成果第一时间予以突出报道。来稿要求:研究成果具创新性或新颖性;反映该领域中国乃至世界前沿研究水平;可以图片形式予以反映,图片美观、清晰、分辨率超过300dpi;文章篇幅不限,要说明研究的背景、方法、取得的结果,以及结论。在线投稿:www.kjdb.org。