

DOI:10. 3880/j. issn. 1004 - 6933. 2017. 06. 08

# 黄河防洪调度综合决策会商支持系统建设

丁 斌,姚保顺,杜 文

(黄河水利委员会信息中心,河南 郑州 450003)

**摘要:**将已建防洪业务应用系统和其他相关数据作为数据源,采用科学的数据组织处理方法,围绕黄河防洪调度综合决策会商支持系统会商主题定制出满足防汛会商需要的丰富信息,最终将各类防汛信息和相关应用系统的计算成果以形象直观的形式展现给会商决策者,辅助领导和专家进行判断。该系统已应用于防洪、防凌、调水、调沙及水资源调度管理工作中,发挥了重要作用。

**关键词:** 防洪调度;决策支持;会商;元数据;黄河

**中图分类号:** TV877; TP302      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004 - 6933(2017)06 - 0055 - 05

## Construction of comprehensive decision and consultation support system for flood control operation in Yellow River

DING Bin, YAO Baoshun, DU Wen

(Information Center of Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou 450003, China)

**Abstract:** The comprehensive decision and consultation support system for flood control operation in the Yellow River (hereinafter referred to as the system) used the existing flood control operation application system and other relevant data as data sources. By adopting scientific data organizing and processing methods, and focusing on the consultation theme, the system made out the abundant information that met the needs of flood control consultation. Finally, the calculation results of various flood control information and related application systems were presented to the decision makers in an intuitive and visual form, assisting leaders and experts to judge. The system has been applied in flood control, ice prevention, water transfer, sediment and water resources management work, playing an important role now.

**Key words:** flood control operation; decision support; consultation; metadata; Yellow River

按照“数字黄河”工程的总体规划,经过近十几年的建设,黄河防汛主要已经建设有:黄河下游工情险情会商系统、黄河水库调度信息平台、中尺度暴雨数值预报系统、黄河洪水预报系统、黄河水情信息查询及会商系统等十几个应用系统。上述系统在历年防汛防凌工作中发挥了重要作用,但是已建防汛应用系统相对分散和独立,没有形成一个集成的“数字防汛”应用系统。在黄河防总会商过程中,各类防汛信息主要是通过多媒体形式以人工方式进行汇总和汇报,缺乏一个先进实用的会商决策平台,将各类防汛信息以形象直观的形式展现给会商决

策者<sup>[1]</sup>。  
防洪调度综合决策会商支持系统是在现有已建信息化系统的基础上,充分利用三维地理信息系统集成已有水情、雨情、治理工程、防洪预案、工情险情、防汛料物、防汛队伍、防汛组织体系、防汛部署、数值暴雨预报、洪水预报、洪水调度、黄河下游二维水沙数学模型等信息<sup>[2-3]</sup>,按照防洪决策会商的需求进行组织加工处理,形象直观地汇报给防洪决策者,让决策者快速了解会商主题事件发生的前因后果。充分利用三维地理信息系统和遥感技术等信息技术手段,特别是重点防洪区域要利用高精度空间地理

作者简介:丁斌(1980—),男,高级工程师,硕士,主要从事水利信息化的管理和设计开发工作。E-mail:dingbin@ yrcc. gov. cn

信息手段,辅助防洪调度会商分析,满足决策者对防汛信息时间、空间变化的了解,进一步提高制定防洪决策方案的科学性。

## 1 会商业务流程

一般来讲,会商通常由召集单位(黄河防总办)下发会商会议(或者视频会议)通知,参加会议的单位根据日程安排分别做好会商主题汇报准备,在群体会商过程中,领导和专家们对会商主题形势展开广泛的分析讨论,确定出决策方案,并下达决策方案实施,即会商是通过会议的形式,由领导和专家研究解决主题可行方案,并选择满意方案的一个过程。会商决策支持系统是为领导和专家会商提供一种支持工具。会商业务流程<sup>[4]</sup>主要包括:①会商日程安排。黄河防总办下发会商会议通知,对主题会商会议日程做出具体安排;②会前文件准备。参加会商的人员,针对会商主题做好相关汇报材料;③会商人员登录。对参与会商的人员姓名、工作职责、在会商过程中发表的意见以及决策作用进行备案;④会商主题形势分析。会商主题主要包括防洪调度会商、工程重大险情会商、下游滩区淹没会商、东平湖调度方案会商、沁河及大汶河超标准洪水会商、调水调沙会商、潼关高程会商等。针对上述主题,各相关部门分别汇报,并进行当前形势分析。会商可以是本地会商,也可以是异地会商;⑤确定决策方案。当已有方案满足决策方案确定要求时,则确定输出决策方案;当已有方案不满足决策要求时,根据会商结果编制新方案;⑥决策方案实施。下达防洪调度方案、工程抢险措施、防洪形势警报、进行人员疏散转移安排、物资调运、发布调度命令和实施信息反馈等。

## 2 总体设计

### 2.1 总体方案

本系统是辅助领导决策的信息支持系统,决策机制是防汛首长负责制。采用服务组件的开发理念,所有和计算有关的项目都不直接在现场计算,本系统直接调用各业务系统的分析计算成果,并对其进行高度可视化展示,由领导和专家来甄别方案的合理性,方便领导决策。

根据功能需求分析、技术成熟度分析、易用性分析和长期运行维护成本分析,防洪调度综合决策会商支持系统在实现方式上采用客户端、服务器端方式较为合理,功能结构按照应用系统、应用支持平台、数据库系统3层架构来划分。

系统总体方案提供包括会商综合汇报、会商方案分析、会商过程管理和会商结果管理等,同时将工

情险情系统扩展和黄河流域概要信息演示等功能纳入建设范围,主要用于重要主题会商和例会性质会商。在会商过程中,需要会商硬件环境或者异地会商等系统的支持。

### 2.2 体系结构

采用B/S体系结构,在面向大量用户时系统的安装、维护与运行更为方便,尤其使系统的操作与集成变得简单<sup>[5]</sup>,其体系结构见图1。其中,浏览器是系统的前端,负责显示会商所需的信息、发出各种请求,是系统的人机交互界面;Web服务器是所有Web应用的核心,接收和处理从客户端发送过来的请求,并将结果以一定的格式传输给客户端;应用支撑平台中的应用服务器集中了大量的系统业务逻辑,它借助于Web服务器与客户端通信,处理客户端的服务请求<sup>[6-7]</sup>;数据库服务器集中存放大量的多种类型和异构数据,信息集中存储和处理,能够及时为用户提供服务。

## 3 系统功能

防洪调度综合决策会商支持系统包括会商综合汇报子系统、方案分析子系统、会商过程管理和会商结果管理子系统<sup>[8-9]</sup>、工情险情系统扩展、黄河流域概要信息演示子系统。

a. 会商综合汇报子系统。编制会商信息组织处理程序和主题会商模板定制程序,实现会商信息快速组织汇集和汇报内容模板化定制显示等功能。

会商信息组织处理程序的建设任务是重点汇集已有防汛系统中的水雨沙情信息、水库调度信息、下游灾情预测信息、防汛抢险信息、工情信息、东平湖分滞洪运用信息、流域应急突发事件信息,并将其导入综合会商数据库。对综合会商数据库中的会商信息进行标准化处理后写入会商模板库。主题会商模板定制程序主要实现降水实况节点、水情实况节点、水雨情展望节点、汛情实况节点、抗洪抢险实况节点、中央防汛经费使用管理节点、出险原因分析节点、急需解决的问题节点等信息的定制显示。进而编制信息服务组件,供会商汇报系统直接调用。

b. 会商方案分析子系统。以三维地理信息系统为依托,实现典型河道地区的高清晰度遥感影像信息与矢量地图叠加显示。实现三维地图灵活操作、空间位置服务和信息查询<sup>[10]</sup>,三维辅助空间分析、方案分析、水库枢纽调度运行(包括大坝工程的三维建模)、典型河道洪水淹没范围仿真、指挥调度标绘、洪水风险评估和可视化表达等模块功能,满足

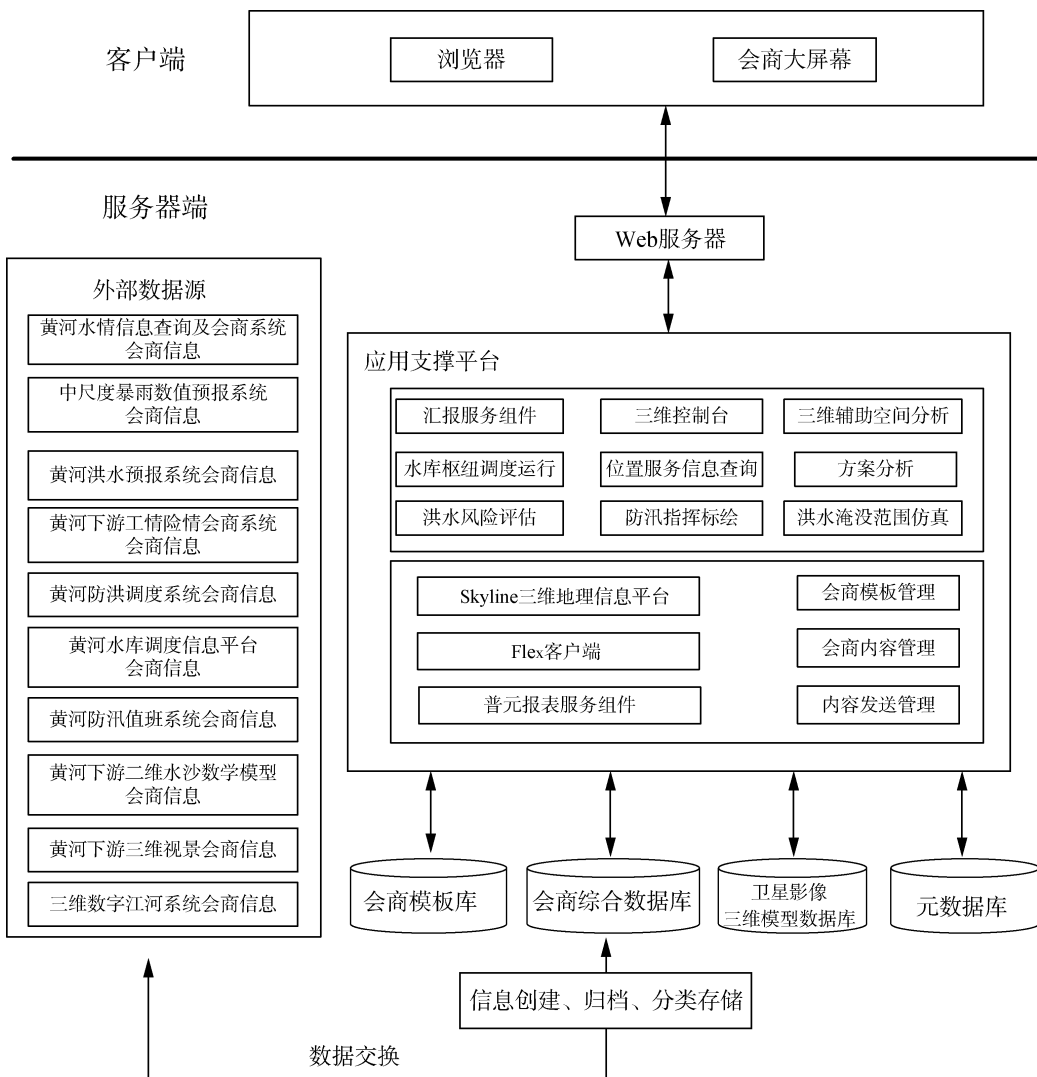


图1 会商支持系统体系结构

黄委防洪调度会商分析的需要。

c. 会商过程管理和会商结果管理子系统。会商过程管理包括会议流程管理和议题管理等模块。会商结果管理是对会商过程产生会商程序性文档和技术性文档进行管理<sup>[11]</sup>。

d. 工情险情系统扩展。主要是将黄河下游工情险情会商系统上延至小北干流河段,实现涵盖更大范围的水文信息、工情险情信息、灾情信息、防汛部署的统一管理。

e. 黄河流域概要信息演示子系统。主要包括黄河干流枢纽工程、堤防、河道工程、管理机构、黄河防洪工程特点、工程分布、水文气象、工程地质、交通情况和人文地理信息等的演示。相关应用系统代理主要包括水情信息查询系统和黄河下游工情险情会商系统等有关系统的链接<sup>[12]</sup>。

## 4 关键技术

### 4.1 技术路线

汇报过程的技术路线是:首先,根据会商主题,

利用数据库和服务组件等技术,编制后台处理程序汇集已建防汛应用系统的会商数据(包括分析结果),按照规则将用于会商的基本数据统一存储到综合会商数据库中,这是会商信息的主要来源。其次,进行标准化预处理形成用于主题会商的节点类信息,并考虑会商层次级别和会商主题,调整会商模板库中修改定制会商内容的详略,满意后存储到模板库中,这是一个交互过程。最后,利用会商服务组件功能提取模板库中已定制好的会商信息直接供汇报系统调用。

会商方案分析的技术路线是:采用当今业界主流的三维地理信息 Skyline 软件为主要会商分析平台,由 3 个相互独立的模块构成:terra builder、terra explorer pro 和 terra gate,通过这 3 个模块可以把不同的地理信息数据整合,并把它迅速的分发给各个用户<sup>[13]</sup>。在会商过程中,采用人机交互方式,各位专家能随时调阅和主题会商相关的信息。譬如:会商主题涉及的区域范围、位置、灾害程度和评估结果、周围资源、现场指挥情况等。在整个交互过程中

需要数据库支持。其技术路线概要见图 2。

4.2 会商元数据库建设

系统模块元数据是关于系统内部广义模块的描述信息,是系统功能管理、新模块设计开发的基础;用户通过对该类元数据进行检索,可以快速浏览和查找相关的系统功能模块,了解其功能、运行条件等相关信息,以便于用户对其进行有效的利用。通常情况下是找出对当前防洪决策最有效的支持信息的相关模块,并实现各模块的快速调用和合理组织,从而实现防汛会商信息的汇集。

一般来说,当系统模块开发完成后,应将其元数据信息录入到相应的元数据库中以便利用。就系统模块元数据库(汇集信息元数据库)在实际防汛会商中应用来说,根据系统模块元数据中定义的标识信息,主要存储信息的编码、名称、类型、来源、关键词、信息路径、信息描述等内容,而不存储实际的数据或内容<sup>[14]</sup>。

会商综合数据库信息内容主要包括水雨沙情信息、水库调度成果信息、下游灾情预测成果信息、下游河势工情预测成果信息、防汛抢险信息、工情信息、东平湖分滞洪运用信息、流域应急突发事件信息。

4.3 会商中间件的开发

应用支撑平台是会商支持系统的核心,是支撑应用系统开发与运行的重要基础设施,也是信息及资源共享的平台。信息平台研发的会商中间件功能

可随时注册到支撑平台,形成了可供复用的软件资源,最大限度地减少了软件的重复开发。利用支撑平台提供的动态服务组合机制与技术手段,形成的信息资源可按需自适应组合,达到在不同系统之间调用的信息共享,满足工情险情、水库调度中尺度暴雨数值预报、洪水预报等的跨系统需求。研发的会商中间件组件,为系统的统一开发和稳定运行提供了先进可靠的技术基础。本系统共研发了 18 个中间件组件,并部署到相应的业务应用服务器中。

4.4 会商模板构建

a. 信息来源。主要来源于综合会商数据库。防汛会商收集的信息按组织方式可以分为网页、文档、图形、视频、数据等多种形式,正是由于信息表现形式的多样性、存储结构的异样性,给系统的集成化管理带来一定的难度。为了克服上述困难,选取简单集成,将网页节点元素形式作为信息组织的统一方式。若信息已是网页方式表现,则只须对信息归档、分类,然后存储到集成数据库中;如果信息是以非网页方式表现,则需要对存入网络数据库的原有信息进行加工处理后创建成网页节点形式,然后开始归档、分类、存储等操作<sup>[15]</sup>。

b. 模板库信息内容。模板库会商节点内容主要包括降水实况节点、水情实况节点、水雨情展望节点、汛情实况节点、抗洪抢险实况节点、中央防汛经费使用管理节点、出险原因分析节点、急需解决的问题节点等。

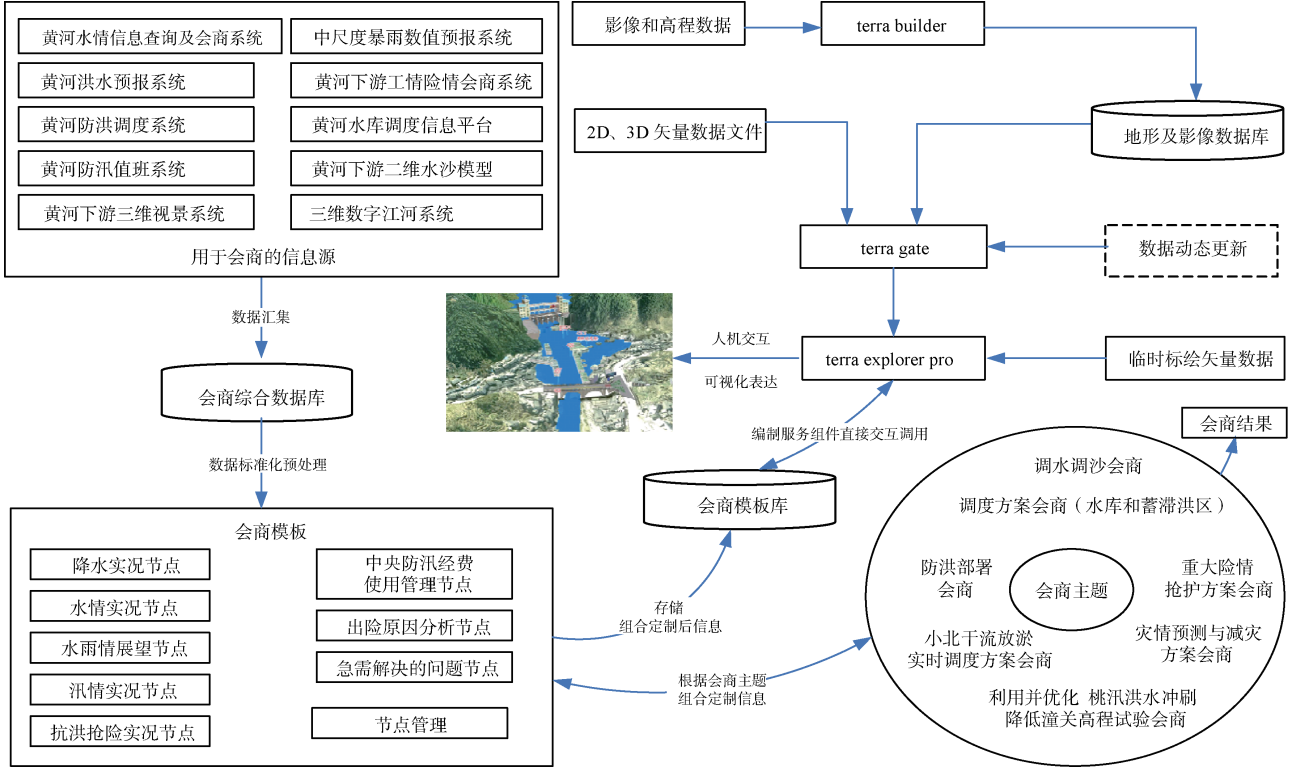


图 2 会商方案分析技术路线概要

5 结 语

黄河防洪调度综合决策会商支持系统已应用于防洪、防凌、利用桃汛优化洪水冲刷降低潼关高程试验、调水调沙及水资源调度管理工作中并发挥了重要作用,在新疆塔里木河水量调度系统建设、陕西省“数字渭河”建设规划中也得到应用,社会经济效益显著,应用前景广阔。

参考文献:

[ 1 ] 黄河水利委员会信息中心.《黄河防洪调度综合决策会商支持系统》初步设计[R]. 郑州:黄河水利委员会信息中心,2009.

[ 2 ] 孙燕,刘仲刚,于彦博. 基于风险可控行蓄洪区运用决策支持系统开发与设计[J]. 水利经济,2016,34(5): 64-68. ( SUN Yan, LIU Zhonggang, YU Yanbo. Development and design of decision support system of flood detention zones based on controllable risk control [J]. Journal of Economic of Water Resource, 2016, 34 (5): 64-68. (in Chinese) )

[ 3 ] 朱永澍,向龙,曹飞风,等. 极端条件下联圩区外河网洪水安全研究[J]. 水资源保护,2016,32(2): 62-66. ( ZHU Yongshu, XIANG Long, CAO Feifeng, et al. Research on flood safety in river network outside polder under extreme conditions [ J ]. Water Resources Protection,2016,32(2): 62-66. (in Chinese) )

[ 4 ] 周惠成,何斌,梁国华. 防汛会商系统集成化管理研究及应用[J]. 水科学进展,2006,17(2):283-287. ( ZHOU Huicheng, HE Bin, LIANG Guohua. Study on the integration management of flood control consultation system [J]. Advances in Water Science, 2006, 17 (2): 283-287. (in Chinese) )

[ 5 ] 丁斌. 基于 WebGIS 的黄河下游工情和险情会商系统[J]. 华北水利水电学院学报,2008,28(5): 15-17. ( DING Bin. Consulting system on flood control engineering information and flood caused engineering information of the downstream of Yellow River based on WebGIS[J]. Journal of North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, 2008, 28 (5): 15-17. (in Chinese) )

[ 6 ] 丁斌,任韶斐,魏永强,等. 黑河水量调度业务处理与综合监视系统的研究和实现[J]. 甘肃水利水电技术,2008,44(7): 463-465. ( DING Bin, REN Shaofei, WEI Yongqiang, et al. Research and implementation of Heihe water dispatching business processing and integrated monitoring system [ J ]. Gansu Water Conservancy and Hydropower Technology, 2008, 44 (7): 463-465. (in Chinese) )

[ 7 ] 喻杉,罗斌,张恒飞. 长江流域防洪调度决策支持系统

设计初探[J]. 人民长江,2015,46(21): 5-7. ( YU Shan, LUO Bin, ZHANG Hengfei. Design of decision support system for flood control operation in Yangtze River Basin [J]. Yangtze River,2015,46(21): 5-7. (in Chinese) )

[ 8 ] 严伏朝,解建仓,秦涛. 基于事例推理的水库防洪调度决策支持系统研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(10): 215-221. ( YAN Fuchao, XIE Jiancang, QIN Tao. Research on CBR-Based decision support system forreservoir flood control operation [ J ]. Journal of Northwest A & F University ( Nature Science Edition ), 2011, 39 (10): 215-221. (in Chinese) )

[ 9 ] 王宁,邹强,王汉东,等. 基于 Flex 和 SOA 的防洪调度管理信息系统开发[J]. 人民长江,2015,46(23): 99-103. ( WANG Ning, ZOU Qiang, WANG Handong, et al. Development of flood control management information system based on Flex and SOA [J]. Yangtze River, 2015, 46(23): 99-103. (in Chinese) )

[ 10 ] 李安强,张建云,仲志余,等. 长江流域上游控制性水库群联合防洪调度研究[J]. 水利学报,2013,44(1): 59-66. ( LI Anqiang, ZHANG Jianyun, ZHONG Zhiyu, et al. Study on joint flood control operation for leading reservoirs in the upper Changjiang River [ J ]. Journal of Hydraulic Engineering, 2013, 44 (1): 59-66. (in Chinese) )

[ 11 ] 王森,程春田,李保健,等. 防洪优化调度多约束启发式逐步优化方法[J]. 水科学进展,2013,24(6): 869-876. ( WANG Sen, CHENG Chuntian, LI Baojian, et al. A multi-constrained heuristic progressive optimality algorithm for flood control operation [ J ]. Advances in Water Science, 2013, 24 (6): 869-876. (in Chinese) )

[ 12 ] 高原,徐利杰,蔡建平,等. 水库群防洪调度控制系统关键技术[J]. 中国科技信息,2015(22): 28-29. ( GAO Yuan, XU Lijie, CAI Jianping, et al. Key technologies of flood control system for reservoir group [J]. China Science and Technology Information, 2015 (22): 28-29. (in Chinese) )

[ 13 ] 段家贵. 信息化进程下的防洪调度决策系统的构建研究[J]. 水利规划与设计,2014(6): 15-17. ( DUAN Jiagui. Study on the construction of flood control decision system based on information technology [ J ]. Water Resources Planning and Design, 2014 (6): 15-17. (in Chinese) )

[ 14 ] 周江,王伟平,孟丹,等. 面向大数据分析的分布式文件系统关键技术[J]. 计算机研究与发展,2014,51(2): 382-394. ( ZHOU Jiang, WANG Weiping, MENG Dan, et al. Key technology in distributed file system towards big data analysis [ J ]. Journal of Computer Research and Development, 2014, 51 (2): 382-394. (in Chinese) )

[ 15 ] 魏军,张乐天,毕东升. 2012 年黄河防洪调度及效果简析[J]. 人民黄河,2014,36(6): 26-29. ( WEI Jun, ZHANG Letian, BI Dongsheng. Flood control, regulation and effect analysis of the Yellow River in 2012 [ J ]. Yellow River, 2014, 36 (6): 26-29. (in Chinese) )

( 收稿日期:2016-12-30 编辑:王 芳 )