

# 普光智能气田数据资源共享中心建设

姜贻伟<sup>1</sup> 李锦宪<sup>2</sup> 张捍卫<sup>1</sup> 王庆银<sup>1</sup> 于艳秋<sup>1</sup> 贺春光<sup>2</sup> 梁梅生<sup>1</sup>

1. 中国石化中原油田普光分公司 2. 中国石化中原油田分公司

**摘 要** 普光气田在建设之初建成了信息化基础设施,但由于缺乏统一的规划部署,各系统数据形成了多个“信息孤岛”,数据资源不能满足智能气田建设的需要。为此,在分析该气田数据资源现状与问题的基础上,根据普光智能气田整体架构设计建设数据资源共享中心,围绕数据资源共享中心架构设计,提出了数据资源共享中心建设总体构想,设计业务数据模型;通过构建数据标准、梳理数据来源、设计数据服务,实现了数据采、存、算、用一体化,并进行了现场应用。研究结果表明:①数据资源共享中心是普光智能气田建设的重要基础,其总体架构自下而上分为数据规范标准、数据“采、存、算、用”、数据管控3层;②该数据资源共享中心实现了勘探开发、集输净化、生产经营、安全环保等数据一次采集、集中存储、共享使用、统一管理目标,为智能气田业务系统建设提供了重要的数据基础,为普光气田智能应用和移动应用系统提供了全面、可靠、流畅的数据支撑。

**关键词** 智能气田 普光气田 标准规范 岗位数据 实时数据 视频数据 分布式存储 数据共享服务

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2018.10.008

## Construction of data resource sharing center of the Puguang Intelligent Gas-field Project

Jiang Yiwei<sup>1</sup>, Li Jinxian<sup>2</sup>, Zhang Hanwei<sup>1</sup>, Wang Qingyin<sup>1</sup>, Yu Yanqiu<sup>1</sup>, He Chunguang<sup>2</sup> & Liang Meisheng<sup>1</sup>

(1. Puguang Branch of Sinopec Zhongyuan Oilfield Company, Dazhou, Sichuan 635000, China; 2. Sinopec Zhongyuan Oilfield Company, Puyang, Henan 457000, China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 38, ISSUE 10, pp.59-64, 10/25/2018. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

**Abstract:** During the initial construction of the Puguang Gas Field, information infrastructure was built. Due to the absence of unified planning and deployment, however, many "isolated information islands" are formed in data systems, and the data resources cannot meet the construction requirements of intelligent gas field. In this paper, the status quo and problems of data resources in the Puguang Gas Field were analyzed, and a data resource sharing center was constructed according to the overall architecture design of the Puguang Intelligent Gas-field Project. Based on the architecture design of data resource sharing center, the overall construction conception of data resource sharing center was put forward and the business data model was designed. Finally, the integrated data collection, storage, calculation and utilization was realized by establishing data standard, combing data source and designing data service, and then it was applied on site. And the following research results were obtained. First, the data resource sharing center is an important foundation for the construction of this Project, and its overall architecture is divided into three layers from bottom to top, i.e., data specification and standard, data collection, storage, calculation and utilization, and data control. Second, the data resource sharing center achieves the one-time collection, centralized storage, shared use and unified management of exploration & development, gathering & purification, production & operation and safety & environmental protection data, and provides an important data base for the construction of business system of intelligent gas field and a comprehensive, reliable and effective data support for the intelligent and mobile application in the Puguang Gas Field.

**Keywords:** Intelligent gas field; Puguang Gas Field; Standard and specification; Post data; Real time data; Video data; Distributed storage; Data sharing service

**基金项目:** 国家科技重大专项“高含硫气藏安全高效开发技术(三期)”(编号:2016ZX05017)。

**作者简介:** 姜贻伟, 1963年生, 教授级高级工程师, 现任中国石化中原油田普光分公司副经理; 主要从事气田开发等方面的研究和管理工作。地址:(635000)四川省达州市凤凰大道468号经理办公室。ORCID: 0000-0003-0505-1336。E-mail: jiangyw.zyzt@sinopec.com

## 0 引言

普光气田 H<sub>2</sub>S 含量介于 15% ~ 18%、CO<sub>2</sub> 含量为 10%，属超深、高含硫、复杂山地气田，构造位置处于四川盆地川东断褶带东北段的双石庙—普光构造带上<sup>[1]</sup>，是“十一五”国家重点工程“川气东送”工程的主要气源。普光气田涵盖从勘探开发到集输净化各产业链，主要包括勘探开发、钻采集输、天然气净化、QHSE 管理、生产经营管理等主要业务。普光气田在建设之初，相继建成了集气站场光传输网络、站场自动化控制系统（PLC、SCADA、DCS）、安全监测报警与自动关断、现场视频监控、紧急疏散广播等信息化基础设施，在气田生产中发挥了重要作用。但由于缺乏统一规划部署，这些系统在气田产能建设过程中分专业独立建成，相关数据资源形成了多个“信息孤岛”，数据来源存在数据规范标准不统一、数据源头不统一、重复采集、数据分散存储、缺乏统一管理等情况，造成数据上报口径不统一、数据共享困难以及安全隐患等问题。这些分散独立的“信息孤岛”，满足了各业务部门对信息化应用的基本需要<sup>[2]</sup>，发挥了应有的作用，但在企业数据深度挖掘应用、机器学习、大数据分析等方面，数据资源建设还不能满足智能气田建设的需求，不利于业务和信息的深度融合发展。

普光智能气田建设规划设计了“1 个平台、2 个中心、2 个体系”的智能气田整体架构。1 个平台即一体化应用平台，2 个中心即数据资源共享中心和辅助决策指挥中心，2 个体系即规范标准体系和信息安全体系。其中数据资源共享中心是支撑智能气田建设的关键基础部分，为各业务系统应用和智能化目标提供统一的企业数据共享服务。

## 1 数据资源共享中心架构

国外石油公司如道达尔、英国国家石油公司等较早建立了企业级数据中心，国内石油公司如中国石油新疆油田、中国石化胜利油田、中原油田近年也建立了公司级的数据中心<sup>[3]</sup>。普光智能气田数据资源共享中心建设总的指导原则：①要借鉴国内外石油公司企业级数据中心建设的成功经验，继承中国石化源头数据库建设的成果；②标准规范先行，立足高含硫酸性气田的特点，制订适合高含硫气田业务的数据规范标准；③推进按岗位进行数据采集，保障数据来源唯一、避免重复采集；④加强管理及应用，

建立覆盖数据全生命周期的管理体系，解决数据质量、数据安全等问题，建立统一数据服务，解决数据共享困难等问题。

按照总的建设原则，普光智能气田数据资源共享中心总体架构自下而上分别为数据规范标准、数据“采、存、算、用”、数据管控 3 层（图 1），其中，数据标准涵盖业务域、数据模型（SPDM）、数据质量规则等；数据采集涵盖数据自动提取、格式转换等；数据存储涵盖实时数据、结构化数据、成果文档、GIS 数据等；数据计算涵盖数据驱动引擎、数据处理服务等；数据服务涵盖主数据服务、数据微服务、数据接口等；数据管控涵盖数据质量管理、数据安全、数据服务监控等。在技术架构设计上，在数据采集体系充分应用物联网技术；在数据存储体系存储考虑结构化和非结构化数据库技术，纵向、横向可扩展云计算技术；在数据计算体系上支持大数据分析等海量数据计算能力；在数据服务体系上既支持传统数据服务，又支持数据微服务等云服务。



图 1 数据资源共享中心架构框图

## 2 数据资源共享中心建设

### 2.1 数据规范体系建设

数据标准对于提升数据质量、促进数据融合和共享应用具有重要的作用。普光智能气田数据规范标准建设在遵循中石化源头数据的基础上，对普光气田各岗位业务数据流分析，将气田数据资源划分成不同的业务域<sup>[4-5]</sup>、业务活动，遵循“业务流程建模—数据库逻辑设计—数据库 E/R 关系设计”数据规范制定流程，逐步形成了普光智能气田数据中心规范标准，标准包括表命名规则、编码、计量单位、业务分类、数据组织、换算关系。

数据规范主要涉及物化探、综合研究、井筒工程、地面工程、开发生产、天然气净化、分析化验、HSE 应急、物资设备、规划计划等 11 大类业务域（表 1）。如：

表 1 标准规范分类表

序号	业务域	内 容
1	物化探	物化探部署、地震勘探、重力勘探、磁力勘探、电法勘探、化学勘探相关数据
2	综合研究	勘探地质研究、开发地质研究、油气藏储量、开发方案设计、气藏开发评价相关数据
3	井筒工程	井设计、钻井、地质录井、地球物理测井、试井、试气、井下作业相关数据
4	地面工程	地面工程设计、地面工程施工、抢维修业务相关数据
5	开发生产	气藏工程管理、采气工程管理业务相关数据
6	天然气净化	管线与管道、联合装置、硫磺储运业务相关数据
7	分析化验	岩心常规分析、流体性质分析、地层古生物分析、地球化学分析、油气化探分析业务相关数据
8	生产保障	水、电、讯、气业务相关数据
9	HSE 应急	应急物资、应急队伍、应急专家、社会资源、消防设施业务相关数据
10	物资设备	采购申请、采购计划、物资入库、物资发料、设备运行、站库施工、设备检维修业务相关数据
11	规划计划	天然气藏试采方案、开发方案、气田调整方案、开发方案经济评价、气田配产配注年计划、气田产能建设年计划业务相关数据

业务域“综合研究”包括“储量计算”“气藏开发评价”两个业务活动，分别对应“气藏类型与要素分析”“气体流体性质分析”数据表。

### 2.2 数据采集体系建设

根据数据采集与存储方式不同，设计了 4 类数据采集模式：①工业控制类数据实时自动采集；②岗位动静态数据人工采集；③视频监控信息进行统一视频接入；④文档成果类数据定期归档。形成了完善的数据采集体系（图 2）。

实时数据采集。普光气田先进的企业物联网系统，全面覆盖从井筒、站场、管网到净化装置的关键生产、

工艺参数，实现 LIMS 化验分析、采气 SCADA、净化 DCS 等实时数据自动采集，将生产设施装置的温度、压力、流量等通过 RS485 接口、硬接线方式接入站场、中控室 PKS（Process Knowledge System），以 API（Application Programming Interface）、OPC Server（OLE for Process Control Server）接口方式与办公网络数据信息交换<sup>[6]</sup>，满足了生产实时监控、预警报警的需要。

岗位数据采集。针对基层岗位操作人员开展岗位资料收集、整理，分析业务数据模型，编制采集模型，建立采集任务，定制岗位报表。实现岗位数

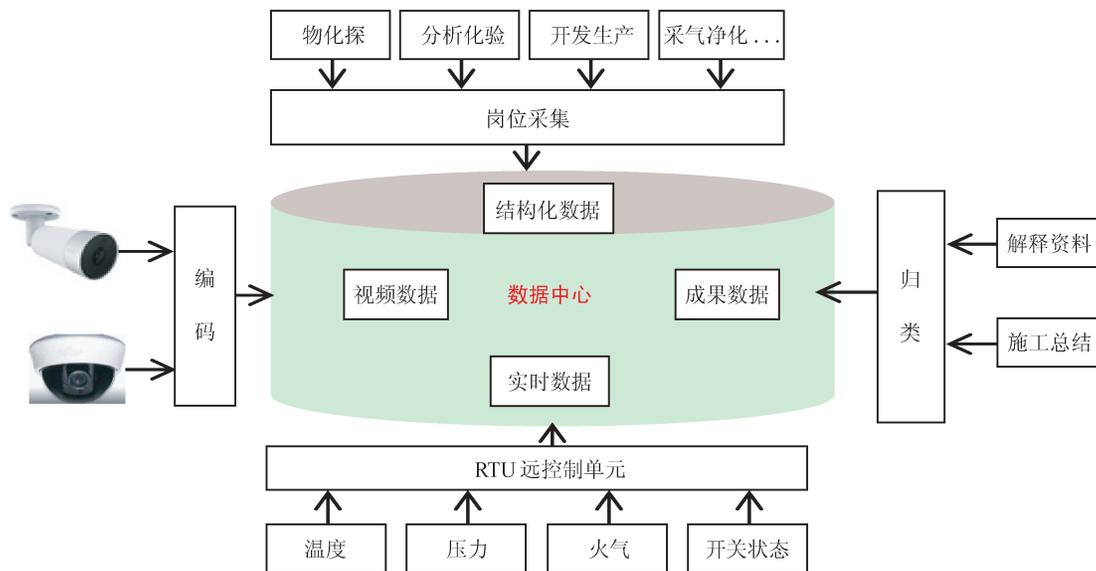


图 2 数据采集体系框图

注：RTU 全称为 Remote Terminal Unit，远程终端装置

据一次采集、共享应用，实现各流程节点上的不同岗位业务协同，为专业应用、综合管理提供基础数据。

统一视频接入。集成现场生产、办公场所视频信息，建立了以二级平台设备层、接入层与一级平台协议服务层联通的视频集成平台。研究不同的视频接入源和 RTSP 直播流、码流转换、码流转码、码流合成等技术，采用优选的 H.264 算法<sup>[7]</sup>进行编码压缩，按不同业务区域进行音视频信号转换、压缩、加密、传输、分析采集，实现不同类型视频的集中集成。

文档成果数据归档。对钻井、测井、录井、井下作业、地面建设等工程施工形成的档案资料，以及勘探开发综合研究形成的成果数据，进行电子化分类归档存储。

### 2.3 数据存储体系建设

普光气田具有数据类型多样、数据量较大的特点，随着业务信息化深化应用推进，数据量比之前有了较大的增长。存储体系建设经历了从简单到复杂、由单一到多样、由分散到统一的过程。自智能气田建设开展以来，之前的以数据库为主的应用，发展到以数据库、实时数据、视频数据、文档数据等多种数据并存情况。数据结构上从结构化数据为主，发展成为结构化、半结构化和非结构化数据多种类型。按照结构化数据、实时数据、视频流媒体数据以及非结构化文档数据等格式分类集中统一存储，建立了完善的数据中心存储体系（图3）。

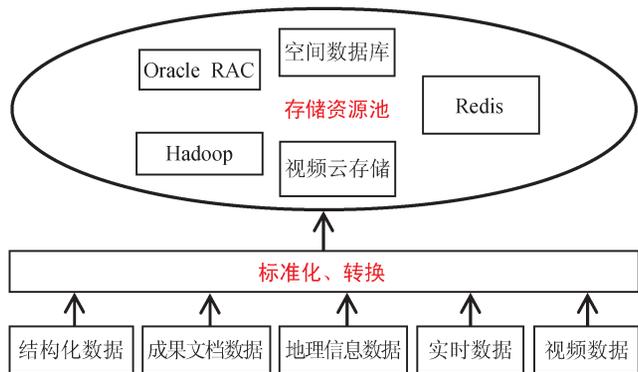


图3 分布式存储框图

注：Oracle RAC 表示数据库集群；Hadoop 表示大数据的分布式存储和计算平台；Redis 缓存表示基于内存可持久化的数据库

针对工业控制实时数据建立了高并发高带宽的 Oracle RAC 分布式数据高速存储；对于档案成果等文档采用 Hadoop 分布式文件系统，HBase 文件存储系统对海量数据分布式存储<sup>[8]</sup>，充分利用集群能力进行高速运算和存储；对于高并发的实时数据建立了

Redis 缓存；对于生产视频监控，采用云存储技术<sup>[9]</sup>，将视频监控点的信息集中存储和发布，由应用层来实现媒体资源数据在各个服务器集群之间的迁移，满足了大量视频数据环境下对存储负载均衡和横向容量扩展的需要，从而较好地解决了集中存储 IO 瓶颈和故障冗余问题。

### 2.4 数据管理体系建设

重点围绕数据质量管理、数据安全、数据服务监控建立数据管理体系。加强数据质量管控建设，实现对数据质量相关规范的制订、审核、发布的流程管理，提升了业务数据的完整性、有效性和一致性。强化数据质量事中控制，事后评价，降低因数据问题给企业造成的损失，提升决策分析依据的准确性和实用性。

数据安全，利用虚拟磁带库技术进行数据安全，定期对数据中心数据进行备份恢复测试，同时根据数据类型和业务需求，创建不同的备份策略，提高了备份效率。“十三五”期间，将通过存储虚拟化双活技术，实现本（异）地灾难备份保护<sup>[10]</sup>。

数据服务监控管理，使用技术手段和管控措施监控数据服务状态，能跟踪和控制大数据处理事务，对它进行终止、重启等操作，确保大数据处理集群安全高效地运行。

### 2.5 数据计算体系建设

重点围绕数据计算引擎、大数据分析挖掘算法建立数据计算体系（图4）。按照数据类型不同，分别建立结构化数据、实时数据、地理信息等计算引擎。基于 Hadoop 建立大数据平台，实现大数据的汇集、计算以及人工智能的分析应用，在此基础上利用经典

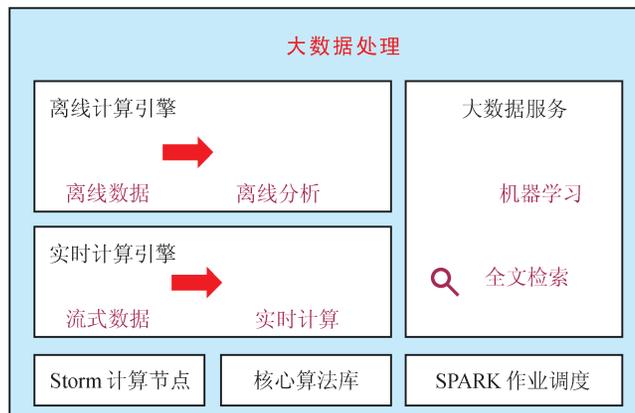


图4 大数据计算模型图

注：Storm 表示分布式实时大数据处理框架；SPARK 表示大规模数据处理的计算引擎

数学方法、大数据、机器学习等建立相应的算法模型，提升大规模数据并行计算能力，大数据服务共享能力。

## 2.6 数据服务体系建设

围绕主数据服务、数据微服务、数据接口建立数据服务体系。主数据服务（图 5），它是整个企业范围内各个系统间共享的重要数据，在整个企业范围内必须保持一致性、完整性、可控性<sup>[1]</sup>。通过分析业务关键参数，确定普光智能气田主数据，实现对普光气田主数据的统一采集和对外共享服务。

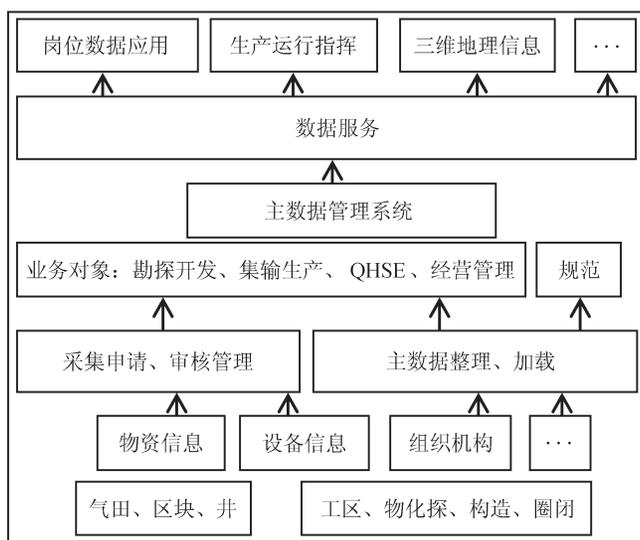


图 5 主数据服务框图

建设数据微服务，如建立地理信息微服务，提供各种地理信息数据读取、格式转换，满足应用系统对空间信息调用，建立文档资源数据服务，提供文档检索查询、调用等。建立数据接口服务，如建立基于实时数据资源 OPC 接口服务，为各应用系统提供共享实时数据调用，利用视频平台 SDK 开发包建立视频组件，为三维可视化、智能管网、移动应用等提供视频调用服务。

## 2.7 应用效果

通过普光智能气田数据资源共享中心建设，形成了高含硫气田数据采集标准规范，数据涵盖勘探、开发、生产、集输、净化、QHSE、经营等全业务领域。实时数据采集覆盖全气田 DCS 和 SCADA 系统 3 万点位，视频集成普光气田生产现场和生活区域全部 1 046 路视频，岗位数据采集实现基层单位岗位全覆盖，数据中心数据年增量由原先 2 万条上升到 12 万条。数据共享服务能力得到大幅提升，通过开展主数据服务、数据微服务、数据接口服务建设，有力

支撑了智能气田勘探开发、三维仿真地理信息、生产运行与应急指挥、移动应用等智能气田核心应用系统的高效和稳定运行，为关键装置故障诊断、管道腐蚀大数据分析等科技研究提供大数据基础，为智能气田数据挖掘、机器学习、大数据分析等智能化应用提供了强大的数据支撑。

## 3 结论与建议

1) 普光智能气田数据资源共享中心是普光智能气田建设的基础工程，其总体架构设计、技术架构设计都是围绕数据是企业核心资产，数据是企业“新能源”这一理念来完成的。

2) 普光智能气田数据资源共享中心，实现了数据一次采集、共享使用、统一管理的目标，为智能气田业务系统建设提供了重要的数据基础。

3) 数据资源共享中心的建设是一个循序渐进的过程，要不断结合物联网、云计算、大数据等新技术来逐步发展完善，不断提升数据服务能力水平，为企业转型发展提供强大的数据支撑动力。

## 参 考 文 献

- [1] 孔凡群, 王寿平, 曾大乾. 普光高含硫气田开发关键技术[J]. 天然气工业, 2011, 31(3): 1-4.  
Kong Fanqun, Wang Shouping & Zeng Daqian. Key techniques for the development of the Puguang Gas Field with a high content of H<sub>2</sub>S[J]. Natural Gas Industry, 2011, 31(3): 1-4.
- [2] 钟斐艳, 胡德芬, 任玉清, 徐建新, 胡璐瑶. 生产信息化在油气田中的应用及效果评价[J]. 天然气工业, 2017, 37(11): 131-139.  
Zhong Feiyan, Hu Defen, Ren Yuqing, Xu Jianxin & Hu Luyao. Application and effect evaluation of production informatization in oil and gas fields[J]. Natural Gas Industry, 2017, 37(11): 131-139.
- [3] 付金华, 石玉江, 王娟, 陈芳, 杨栋. 长庆油田勘探开发服务型共享数据中心构建研究[J]. 中国石油勘探, 2017, 22(6): 11-14.  
Fu Jinhua, Shi Yujiang, Wang Juan, Chen Fang & Yang Zhuo. Construction of service-oriented shared data center for exploration and development of Changqing Oilfield[J]. China Petroleum Exploration, 2017, 22(6): 11-14.
- [4] 杨栋枢, 郭振, 蔡云飞. 企业数据标准及其管理体系研究[J]. 软件, 2017, 38(12): 258-261.  
Yang Dongshu, Guo Zhen & Cai Yunfei. The research of enterprise data standards and management system[J]. Computer Engineering & Software, 2017, 38(12): 258-261.
- [5] 刘洋, 李海燕. 基于中医药事业管理业务域的数据集分类研究[J]. 国际中医中药杂志, 2016, 38(5): 390-393.  
Liu Yang & Li Haiyan. Study of classification of traditional Chinese

- medicine datasets based on the business domain[J]. International Journal of Traditional Chinese Medicine, 2016, 38(5): 390-393.
- [6] 王韬, 石昊东, 季春梅. 基于 OPC 协议的集中自动化控制系统 [J]. 机械制造与自动化, 2016, 45(1): 212-214.  
Wang Tao, Shi Haodong & Ji Chunmei. Centralized automatic controller based on OPC protocol[J]. Mechanical Manufacturing and Automation, 2016, 45(1): 212-214.
- [7] 于丽芳, 张珍珍, 杨贤, 李赵红. 基于 P 帧 PU 划分模式的 H.264 至 HEVC 视频转码重压缩检测算法 [J]. 应用科学学报, 2018, 36(2): 278-286.  
Yu Lifang, Zhang Zhengzheng, Yang Xian & Li Zhaohong. Frame PU partitioning mode based H.264 to HEVC video transcoding detection[J]. Journal of Applied Sciences, 2018, 36(2): 278-286.
- [8] 孙学波, 石飞达. 基于 Hadoop 的 Apriori 算法研究与优化 [J]. 计算机工程与设计, 2018, 39(1): 126-133.  
Sun Xuebo & Shi Feida. Reserch and optimization of Apriori algorithm based on Hadoop[J]. Computer Engineering and Design, 2018, 39(1): 126-133.
- [9] 周娜, 何铮. 云计算和云存储在安防系统中的应用 [J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(7): 51-52.  
Zhou Na & He Zheng. The application of cloud computing and cloud storage in security system[J]. Computer Knowledge and Technology, 2018, 14(7): 51-52.
- [10] 张庆丹. 基于 TongGTP 的一种异地备份实现方式 [J]. 信息安全与技术, 2014, 5(1): 76-77.  
Zhang Qingdan. Remote backup based on TongGTP[J]. Information Security and Technology, 2014, 5(1): 76-77.
- [11] 欧志洪, 胡天牧, 康永. 浅谈主数据管理应用问题治理 [J]. 电子世界, 2018(2): 62-63.  
Ou Zhihong, Hu Tianmu & Kang Yong. Discussion on the application of main data management[J]. Electronics World, 2018(2): 62-63.

(修改回稿日期 2018-07-25 编辑 韩晓渝)