

基于大数据的鹤岗典型矿井 水害监测预警系统 平台建设

李 鹏¹, 吴 涛¹, 段江飞², 赵延超¹

¹中煤地华盛水文地质勘察有限公司, 河北 邯郸

²中国煤炭地质总局水文地质工程地质环境地质勘察院, 河北 邯郸

收稿日期: 2021年12月19日; 录用日期: 2022年1月20日; 发布日期: 2022年1月26日

摘 要

在充分挖掘煤矿地质与水文地质资料的基础上, 与水害动态实时监测数据相结合, 依托云计算和大数据技术建设水文地质数据库; 以现有的水害监测技术为基础, 研发相应的信息管理、专家决策支持和网络发布等三大子系统, 最终构建多因素动态水害监测预警管理系统; 通过模拟和现场测试, 结合矿井水害监测系统和传输系统, 形成煤矿水害远程监测预警系统。

关键词

大数据, 矿井水害监测, 预警系统

Construction of Typical Water Disaster Monitoring and Early Warning System Platform for Hegang Mine Based on Big Data

Peng Li¹, Tao Wu¹, Jiangfei Duan², Yanchao Zhao²

¹Huasheng Hydrogeological Exploration Co., Ltd., CNACG, Handan Hebei

²Bureau of Hydrogeology, General Administration of Coal Geology of China, Handan Hebei

Received: Dec. 19th, 2021; accepted: Jan. 20th, 2022; published: Jan. 26th, 2022

文章引用: 李鹏, 吴涛, 段江飞, 赵延超. 基于大数据的鹤岗典型矿井水害监测预警系统平台建设[J]. 矿山工程, 2022, 10(1): 77-87. DOI: 10.12677/me.2022.101010

Abstract

On the basis of fully excavating the geological and hydrogeological data of coal mine, combined with the real-time monitoring data of water disaster dynamics, and relying on cloud computing and big data technology, hydrogeological database was built; based on the existing water disaster monitoring technology, three subsystems including information management, expert decision support and network release were developed, and finally a multi factor dynamic water disaster monitoring and early warning management system were built; through simulation and field test, combined with mine water disaster monitoring system and transmission system, a remote monitoring and early warning system for coal mine water disaster is formed.

Keywords

Big Data, Mine Water Hazard Monitoring, Early Warning System

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自 2015 年以来, 国家发布了一系列有关“互联网 + 智慧能源”的相关通知和政策, 鼓励能源企业运用大数据技术, 开展精准调度、故障判断和预测性维护, 提高能源利用效率和安全稳定运行水平[1]。本文从煤矿水害防治方面为切入点, 开发煤矿水害远程监测预警系统, 符合国家能源战略方针、能源科技发展方向的要求精神[2]。本项目将利用“互联网+”大数据技术, 实现煤矿防治水数字化的突破, 加快推进煤矿防治水“五化”模式(管理支撑层级化、数据采集智能化、监测手段多样化、预警预报实时化、信息服务一体化)建设[3] [4] [5] [6] [7]。以鹤岗矿业有限责任公司对其所属煤矿防治水工作的研究对象, 通过数据挖掘, 配合硬件设施建设, 实现水情水害实时动态监测及预警, 构建基于互联网 + 煤矿水害监测预警管理系统平台, 提高煤矿防治水技术水平与应急管理能力, 实现煤矿全生命周期的安全生产服务[8] [9]。

2. 系统研发总体框架与实现

2.1. 系统层次架构

本次研发的系统层次架构如图 1 所示。系统整体架构设计分为六个基础层级, 分别为用户层、系统应用层、应用管理层、软件支撑层、数据库层和基础设施层。

2.2. 实现技术架构

本次系统研发实现技术架构如图 2 所示。

基于大数据的煤矿水害远程监测预警系统软件采用.NET 平台, Oracle、ArcGIS、MVC、HTML5、Winform、DevExpress 等技术和开发工具 Visual Studio 2013 开发。

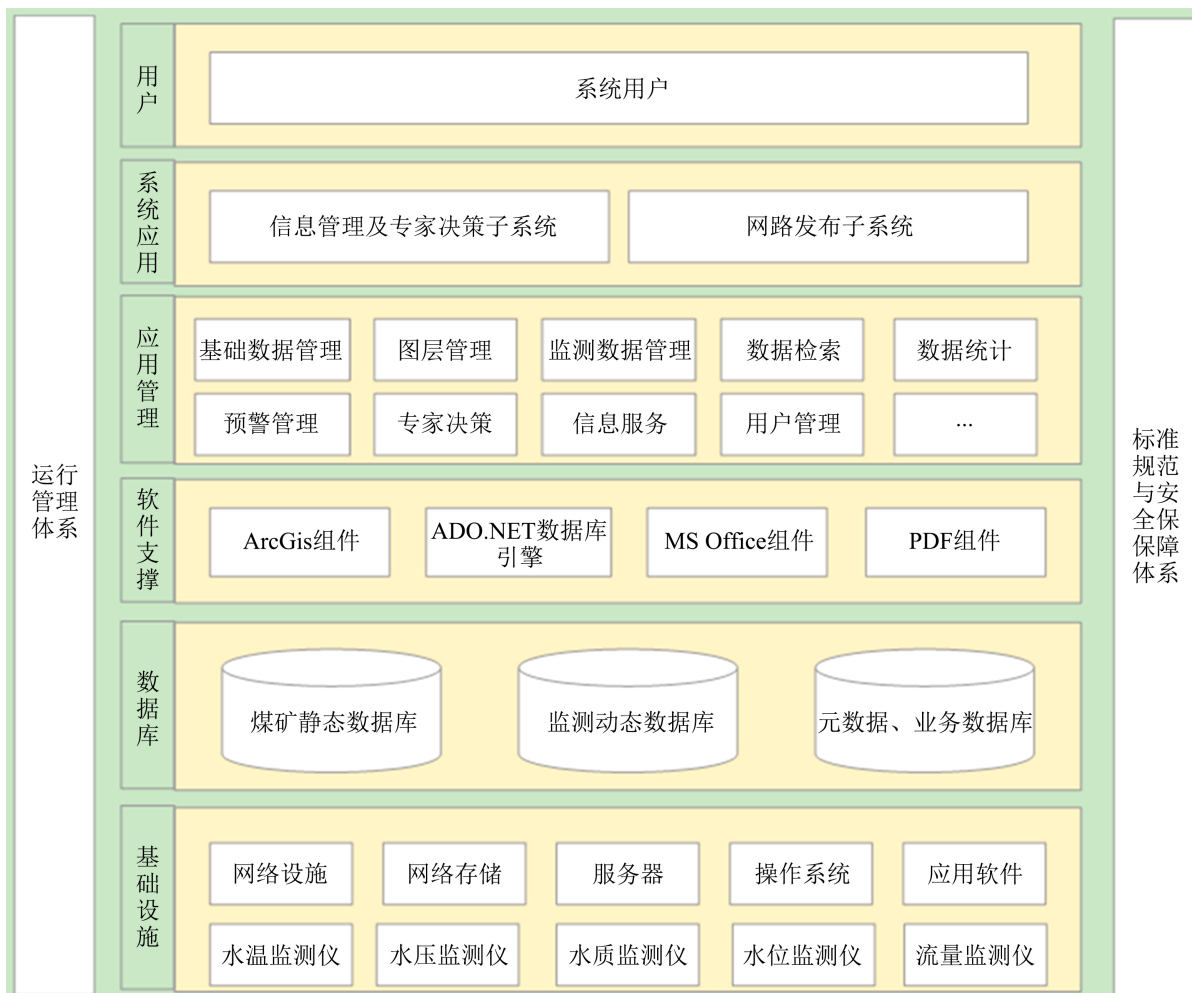


Figure 1. Overall architecture

图 1. 总体架构

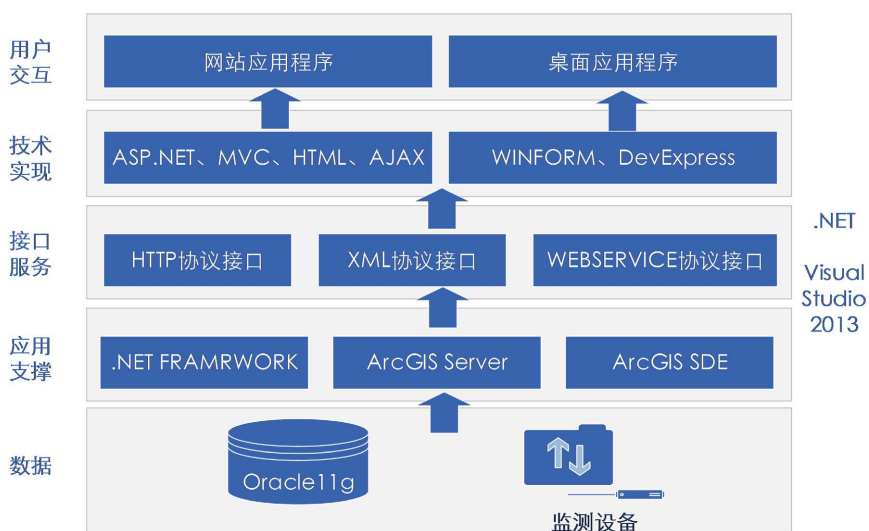


Figure 2. Software implementation technology architecture

图 2. 软件实现技术架构图

3. 系统部署及软件环境

基于大数据的煤矿水害远程监测预警系统总体部署结构如图 3 所示。

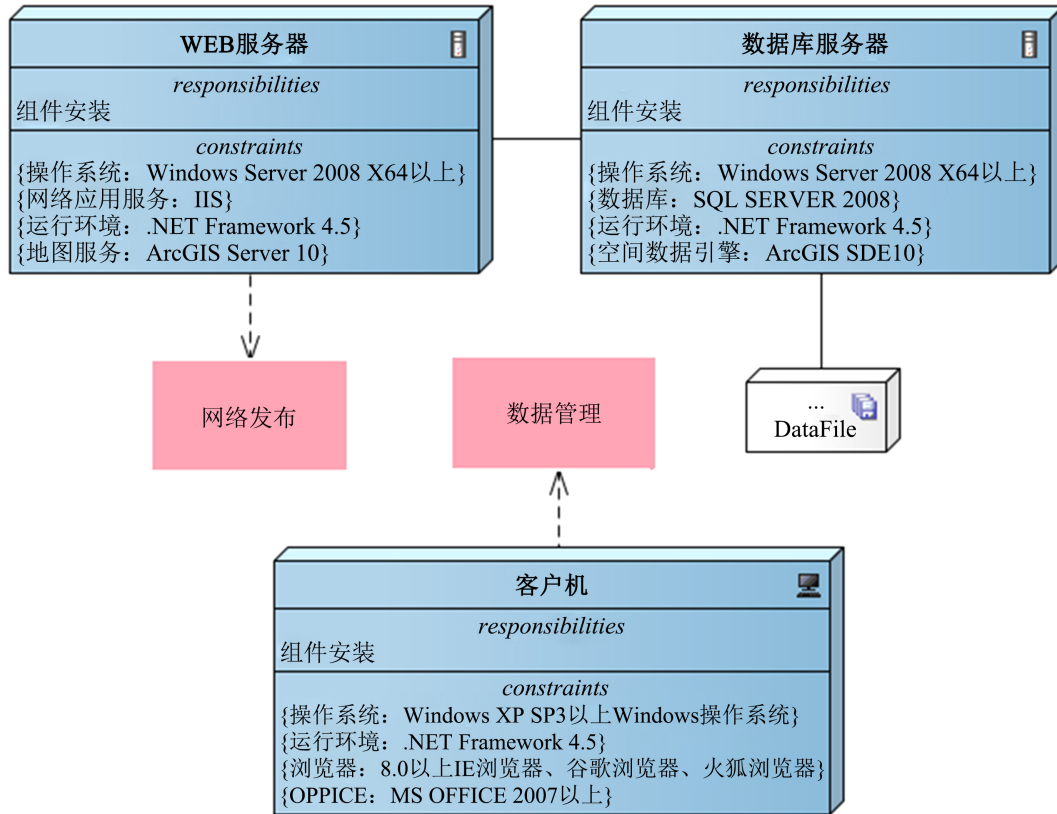


Figure 3. Build deployment diagram
图 3. 组建部署图

系统总体部署结构由数据库服务器、WEB 服务器和客户机三部分组成。详细说明如下(表 1):

Table 1. Node deployment list
表 1. 节点部署一览表

节点名称	节点配置要求	节点组件部署
数据库服务器	操作系统: WindowsServer2008 x64 以上 数据库: Oracle11g 运行环境: .Net Framework 4.5 控件数据引擎: ArcSDE 10.2 for Oracle	数据库
WEB 服务器	操作系统: WindowsServer2008 x64 以上 网络应用服务: IIS 运行环境: .Net Framework 4.5 GIS 服务: ArcGIS Server 10.2	基于大数据的煤矿水害远程监测预警系统之网络发布子系统
客户机	操作系统: WindowsXP SP3 以上 Windows 操作系统 运行环境: .Net Framework 4.5 控件数据引擎: ArcSDE 10.2 for Oracle	信息管理及专家决策子系统

4. 水害监测预警系统设计

4.1. 系统概况

① 系统组成

为了全方位动态监测富力煤矿水文地质基本情况,尤其是矿区范围内各主要充水含水层分布、采空区位置及积水状况、各突(涌)水点位置及水量以及矿井、采区涌水量动态变化情况,对地下水位和矿井涌水量的变化趋势做出预测,为矿井防治水的正确决策提供科学依据,因此,融合计算机技术、数据通信技术、网络技术于一体研发了“水文监测预警系统”[10][11][12]。

水文监测预警系统主要由以下几部分组成:

第一:数据的采集分站;包括:对水仓水位的采集、对排水管道流量的采集;对明渠流量的采集,对注浆管道的流量的采集。

第二:数据的传输分站;数据传输分站可以根据井下实际情况设计,以便很好的融接矿井的通信网络。

第三:采集的数据进行分析、处理、预警报警;采用软件解析,在将所有的采集点用平滑的曲线显示出来。

第四:数据查询端;在一个局域网里边可以任意授权,查看水文监测系统的数据,以及报表的打印。

② 系统架构

主要由地面监测中心站、远程通信适配器、井下数据通信网络、井下数据采集分站、被测物理量传感器、井下防爆电源等构成。

井下线路布置:井下通信使用MHYVP $1 \times 2 \times 7/0.52$ (截面积为 1.5 mm^2)通信电缆,通信电缆从监测主站连接到井下各个监测点,线路以树形结构敷设,分主干线路和分支线路,主干线路和分支线路之间用中继器连接(图4)。

① 利用矿方现有的光纤(或者单独敷设光纤)将数据传输到地面监测主站。适用于没有建设环网且监测点比较分散,通讯距离远的矿井。

② 利用矿方现有的环网将数据传输到地面监测主站。适用于没有建设环网且监测点比较分散,通讯距离远的矿井。

③ 系统功能

a) 实时监测功能:主要是对监测各个水文要素(水位、水压、水温、流量、水质、导水状态)的数值和变化情况;

b) 遥测监测功能:主要监测水文观测孔参数(水位、水温、气象参数);

c) 自动预警提示功能:各参数总量及变化率超过预警值自动报警,并有所选择的自动发送短信到相关领导的手机;

d) 分类储存功能:实时处理所有监测监控数据并分类存储,利用数据库存储备份,实现数据的长期保存;

e) 诊断功能:主要诊断监测系统的自身故障诊断,如通信传输状况、传感器、分站故障分类统计;

f) 系统报表功能:实现所有数据和报表都提供打印输出功能;

g) 输出交换数据功能:根据用户定制联网需求,通过局域网、互联网等多种形式,提供输出交换监测数据;

h) 数据全网共享功能。利用集团调度中心软件,可以直接查询各级煤矿监测数据,实现监测数据的全网共享功能。

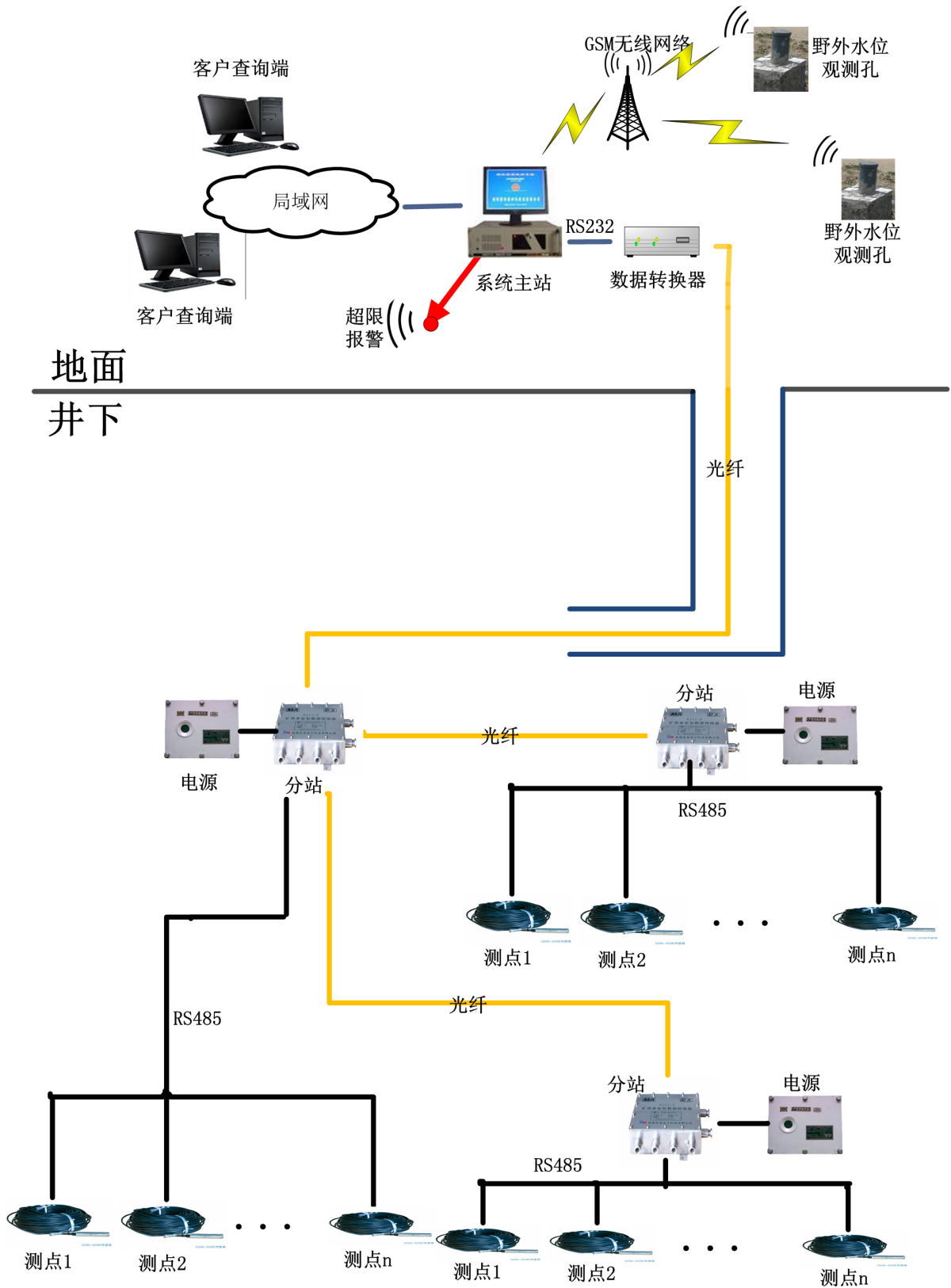


Figure 4. System network architecture diagram (optical fiber)
图 4. 系统网络架构图(光纤)

4.2. 系统软件解决方案

为了稳定、可靠、高效的对井田内目前开采水平主要充水含水层水、突水点水、矿井涌水量、采区涌水量等信息的实时动态监测及数据分析处理，我们不仅仅从硬件上保证系统的可靠、稳定，而且，从系统软件上进行综合分析，优化设计，在软件层次上确保系统的稳定可靠[13][14][15]。

为了满足不同现场需求，水文监测系统软件基于分布式系统架构设计。系统应用部署示意图如图 5 所示。

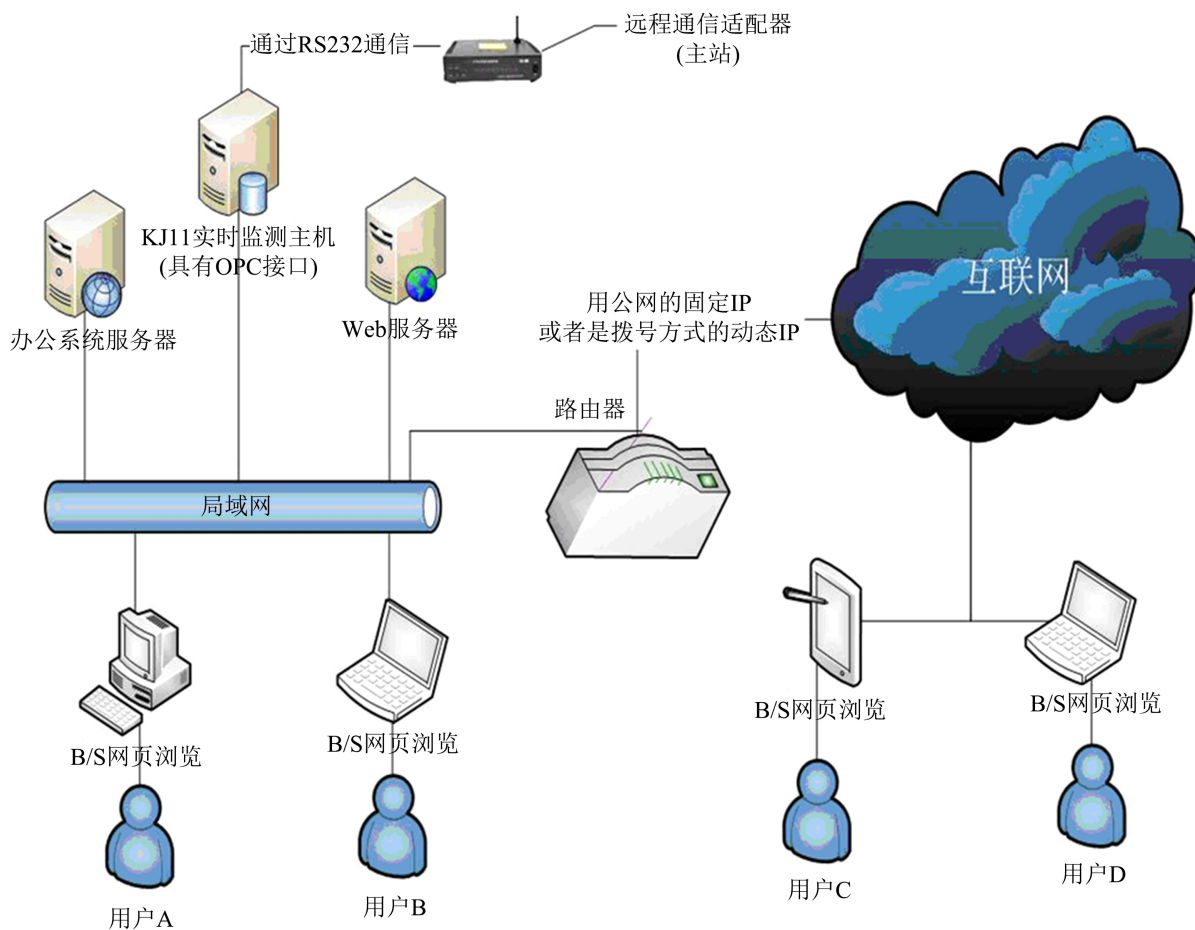


Figure 5. Schematic diagram of monitoring system software application deployment

图 5. 监测系统软件应用部署示意图

5. 系统研发

5.1. 总体功能

从设计上看，基于大数据的煤矿水害远程监测预警系统功能框架如图 6 所示。

从图 6 中可以看出，该预警系统主要分为信息管理及专家决策和网络发布两大子系统。其中，信息管理及专家决策子系统包括基础数据管理、监测点管理、监测数据管理、专家决策、预警管理、数据检索、统计分析、用户管理等模块；网络发布子系统包括基础数据发布、监测数据发布及查询、预警信息发布及查询。

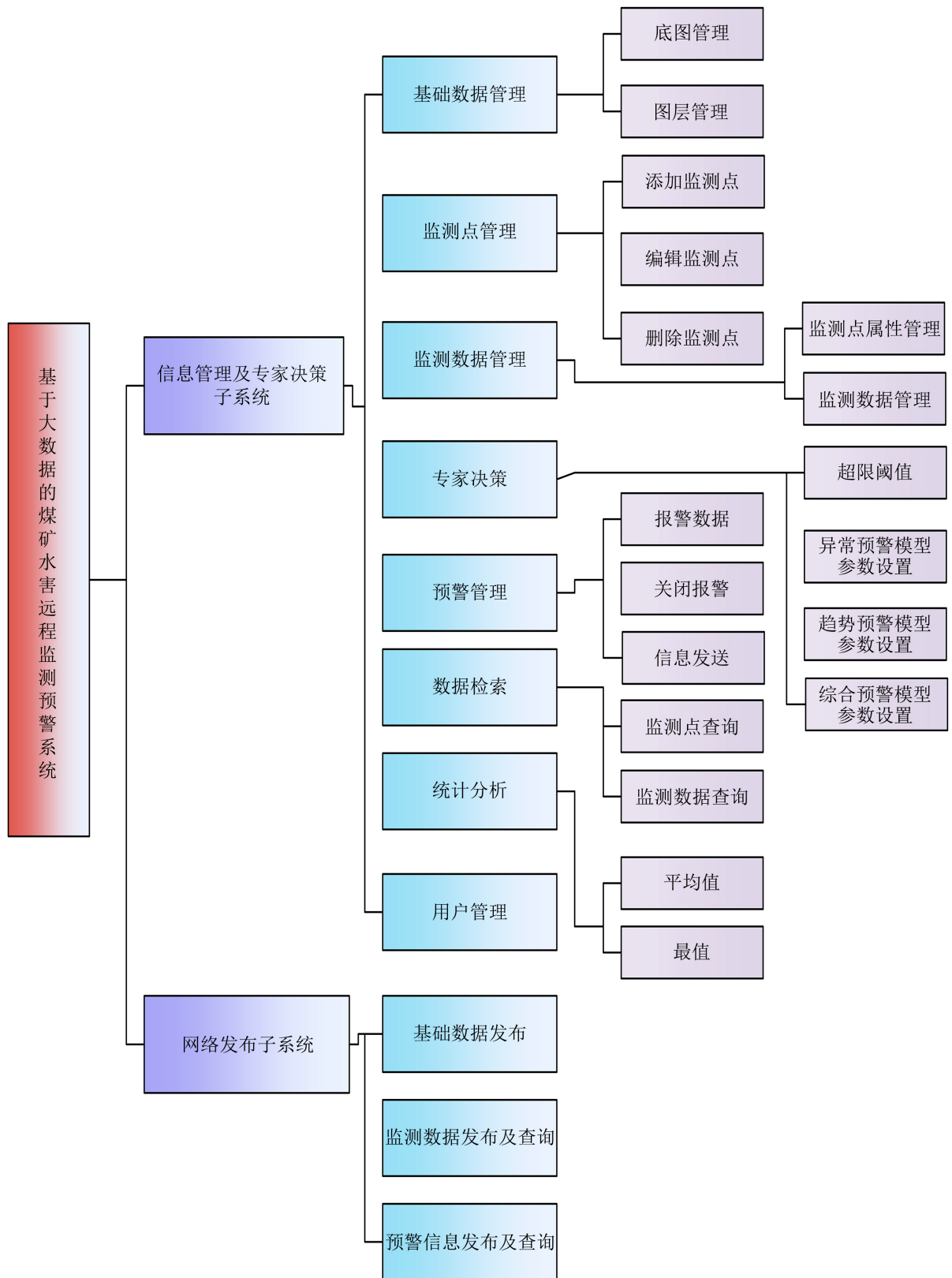


Figure 6. Functional framework diagram of coal mine water disaster remote monitoring and early warning system
图 6. 煤矿水害远程监测预警系统功能框架图

5.2. 部分成果展示

1) 登录界面

输入用户名和密码进行登录(图 7)。



Figure 7. System login interface
图 7. 系统登录界面

2) 监测数据

对监测设备传过来的数据进行查看(图 8)。



Figure 8. Monitoring data display interface
图 8. 监测数据展示界面

3) 预警值设置

针对监测数据进行报警值预设，数据量达到一定量以后可以进行报警值的模拟(图 9)。

设备编号	超限报警值(max)	变幅报警值	超限报警值(min)	开始时间	结束时间
1 SHE00001	111	12312	123	07-09	08-09
2 SHE00002	111.11	12312.11	123.11	07-09	08-09
3 007	858	0	0	04-01	08-31
4 008	0	0	10	03-01	08-30
5 84	30	0	26	01-05	10-05
6 99	260	289	245	01-01	12-31
7 83	300	0	0	01-01	12-03
8 001	0	0	0	03-01	08-31
9 82	1050	0	0	03-01	08-16
10 85	50	0	0	01-01	12-31

Figure 9. Alert value setting interface

图 9. 预警值设置界面

4) 报警提醒

系统自动报警和人工报警都会有相应的短信通知(图 10)。

设备编号	报警类型	报警时间	报警内容	接收时间	接收人员
1 85	变幅报警	2019-01-09	报警提醒: 数据报警, 编号: 85, 报警 /Date(1547000896000)/		刘圆圆
2 85	变幅报警	2019-01-09	报警提醒: 数据报警, 编号: 85, 报警 /Date(1547014394000)/		刘圆圆
3 85	变幅报警	2019-01-28	报警提醒: 数据报警, 编号: 85, 报警 /Date(1548656530000)/		刘圆圆
4 85	变幅报警	2018-11-07	报警提醒: 数据报警, 编号: 85, 报警 /Date(1541568044000)/		刘圆圆
5 85	变幅报警	2019-01-09	报警提醒: 数据报警, 编号: 85, 报警 /Date(1547014967000)/		刘圆圆

Figure 10. Alarm reminder interface

图 10. 报警提醒界面

6. 结论及展望

6.1. 结论

基于 ArcGIS 和大型关系数据库 Oracle11g, 结合大数据技术, 成功研发了煤矿水文地质数据库、煤矿水害信息管理子系统、煤矿水害专家决策子系统、煤矿水害网络发布子系统, 实现了煤矿水害远程监测预警系统, 并且完成了系统内部测试和系统部署工作。系统具有如下特点:

① 基于大型关系型数据库, 具备大数据管理能力, 在数据库设计上, 遵循 IV 范式, 设计了监测点数据库、监测数据库。监测数据库能够方便地于监测设备采集的数据进行对接。

② 采用 GIS 平台, 在静态数据管理、动态数据管理中, 均以 GIS 平台为基础, 实现数据的综合管理, 具备“即见即所得”, 操作在 GIS 平台上, 实现空间位置清晰、明确。

③ 基于大数据技术, 在预警模型中的主要实现大数据机器学习算法, 利用历史动态监测数据, 进行学习, 在时间应用中, 利用动态监测历史数据进行分析、学习, 并形成学习模型。模型用于异常预警、预测预警中。

6.2. 展望

由于时间紧迫, 开发的系统经过了内部测试, 并且收集了水温等动态监测数据进行测试, 但是在实际应用中难免存在各种 BUG, 下一步需要利用各类监测的真实数据进行测试和验证。

大数据技术方兴未艾, 技术层出不穷, 项目利用了机器学习算法, 下一步需要在实际应用中进行检查和评价。

基金项目

河北省重点研发计划项目(20375408D)。

参考文献

- [1] 省农委农产品质量安全监管处. 国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见[J]. 吉林农业, 2015(19): 20-22.
- [2] 崔颖. 互联网 + 智慧能源: 引领能源生产和消费革命[J]. 世界电信, 2015(8): 53-56.
- [3] 于红飞. 浅谈王庄煤矿矿井水文预警系统的构建[J]. 煤, 2019, 28(10): 75-76+78.
- [4] 李文杰. 基于 GIS 技术的煤矿水文地质信息管理与水害预警系统[D]: [硕士学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2016.
- [5] 马雷, 钱家忠, 赵卫东, 周小平. 基于 GIS 的矿井水害防治辅助决策支持系统[J]. 煤田地质与勘探, 2014, 42(5): 44-49.
- [6] 李亚利. 基于大数据技术的煤矿水害监测预警系统的应用[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(6): 130-131.
- [7] 张慧娟. 矿井水文监测预警系统优化设计[J]. 矿业装备, 2021(3): 16-17.
- [8] 姜鹏, 叶锦娇, 李健. 煤矿井上下一体化水文监测预警系统研究与应用[J]. 煤炭工程, 2021, 53(7): 21-25.
- [9] 郭婵好, 梁叶萍. 基于大数据的煤矿水害远程监测预警系统研究[J]. 中国煤炭地质, 2021, 33(1): 58-63.
- [10] 黄伟, 高艳东. “互联网+”黄陵矿业升级转型新路子探索[J]. 陕西煤炭, 2016, 35(6): 125-127.
- [11] 荣国栋, 施应玲. 能源互联网的概念及其运行架构研究[J]. 科技创新与应用, 2015(36): 36-37.
- [12] 葛菲, 邹雨霖, 张帅, 尹江涛. 矿井水文动态监测系统在嵩山煤矿的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2015(8): 206-207.
- [13] 黄勇, 李敏. 断层采区承压水防治的技术途径研究[J]. 能源技术与管理, 2021, 46(3): 151-153.
- [14] 杨生德, 朱春辉. 地质灾害在线监测预警系统的设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(10): 140-142+145.
- [15] 张吉宁, 薄勇, 刘洋洲, 龙建辉, 张红. 基于物联网技术的地质灾害监测预警系统设计[J]. 粘接, 2021, 48(10): 86-89+97.