



移动扫码阅读

张乘风,崔东锋,肖松,等. 巴拉素煤矿水平衡智能监测系统的设计与实现[J].能源环境保护,2022,36(6): 127-131.
ZHANG Chengfeng, CUI Dongfeng, XIAO Song, et al. Design and implementation of intelligent monitoring system for water balance in Balasu Coal Mine[J]. Energy Environmental Protection, 2022, 36(6): 127-131.

巴拉素煤矿水平衡智能监测系统的设计与实现

张乘风¹, 崔东锋², 肖松¹, 郭中权², 李鹏翔¹, 洪飞²

(1. 陕西延长石油巴拉素煤业有限公司, 陕西 榆林 719000;
2. 中煤科工集团杭州研究院有限公司, 浙江 杭州 311201)

摘要: 为了提升水资源系统信息互通和水平衡在线监测能力, 结合水平衡原理与物联网、大数据、云平台技术, 设计了巴拉素煤矿水平衡智能监测系统。基于取水、用水、排水及水处理系统, 结合在线水平衡分析的业务需求, 采用两级水平衡监测体系构建了全矿区水资源信息监测网络; 采用分层架构构建了由采集层、传输层和应用层组成的水平衡智能监测平台, 阐述了整个系统的硬件设计和软件设计。该系统可实现煤矿水平衡的在线监测、动态分析、预测预警、报表统计、可视化管理等功能, 从而提高煤矿水资源综合利用的管理水平。

关键词: 智能监测; 监测系统; 水平衡; 智能煤矿

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2022)06-0127-05

Design and implementation of the intelligent monitoring system for water balance in Balasu Coal Mine

ZHANG Chengfeng¹, CUI Dongfeng², XIAO Song¹, GUO Zhongquan², LI Pengxiang¹, HONG Fei²

(1. Shaanxi Yanchang Petroleum Balasu Coal Industry Co., Ltd., Yulin 719000, China; 2. Hangzhou Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group, Hangzhou 311201, China)

Abstract: In order to improve the information intercommunication of water resources systems and the online monitoring capacity of water balance, an intelligent monitoring system for water balance was designed in Balasu Coal Mine, combining the principle of water balance with the Internet of Things, Big Data, and cloud platform technology. Based on the water intake, water use, drainage and water treatment systems, considering the business needs of online water balance analysis, a two-level water balance monitoring system was adopted to build the water resource information monitoring network covering the whole mining area. The water balance intelligent monitoring platform composed of the acquisition, transmission and application layers was constructed using the layered architecture. The hardware design and software design of the system were described. The system could realize the functions such as online monitoring, dynamic analysis, prediction and early warning, report statistics, and visual management of coal mine water balance, so as to improve the management level of comprehensive utilization of coal mine water resources.

Key Words: Intelligent monitoring; Monitoring system; Water balance; Intelligent coal mine

0 引言

煤炭企业在生产过程中, 需要大量的水资源

作为生产用水和生活用水。我国大多数煤矿地处北方地区, 水资源更加匮乏。然而在煤炭开采过程中会排放大量的矿井水, 矿井水作为非常规水

资源,对其进行处理利用,既可以解决煤矿的用水问题,也可以减少废水的外排量。一般可以将煤炭企业作为一个独立的用水系统,对其开展水平衡监测,从而全面掌握企业取水、用水及排水等情况。水平衡是指在一个确定的用水单元内,输入水量和输出水量之间遵守物质守恒定律和能量守恒定律,各种水量之间存在着平衡关系^[1-4]。

目前,大多数煤矿的水资源系统采用人工报表的形式对取水、用水及排水等数据信息进行记录,且报表是以日报表和月报表为主,对水资源系统异常情况的反馈具有很大的滞后性,水平衡分析及运行调度以人工经验为主,无法及时对水资源系统的平衡问题进行有效的预警,不能形成全矿区统一的协调机制。

因此,通过对巴拉素煤矿水资源系统的研究和分析,构建了一套水平衡智能监测系统,用于对巴拉素煤矿的水资源平衡状态进行实时监测和管理。

1 巴拉素煤矿水资源系统

通过对巴拉素煤矿的取水、用水、排水和水处理等系统进行梳理,全矿区的用水系统包括生产用水和生活用水两部分。生产用水按用途和工艺

流程划分主要有煤矿井下生产用水、地面生产用水。生产用水的所有来源均为净化处理或深度处理后的矿井水,其中矿井水净化处理工艺为预沉调节+重介速沉+高效澄清+过滤,矿井水深度处理工艺为自清洗过滤+一级超滤+一级反渗透+二级高效沉淀+多介质过滤+离子交换+二级反渗透+蒸发结晶。

井下生产用水包括综采、综掘工作面防尘洒水、设备冷却用水、巷道降尘喷雾用水、喷浆、注浆用水等。地面生产用水包括选煤厂用水、消防用水、锅炉房用水、制冷站用水、风机房用水等。

生活用水系统包括行政办公楼、各区队办公楼、职工公寓、食堂、浴室等。其水源包括临时水源和永久水源,临时水源采用自备水源井的方式获取地下水,永久水源采用经过反渗透处理后的矿井水,其中临时水源在矿井正常生产后将关闭。生活用水除少量消耗外,产生的污水排至生活污水处理系统。生活污水处理系统采用沉沙调节+ICEAS生化反应+化学沉淀+过滤的处理工艺,处理后的中水作为煤矿绿化用水和井下黄泥灌浆用水。

巴拉素煤矿水资源利用图如图1所示。

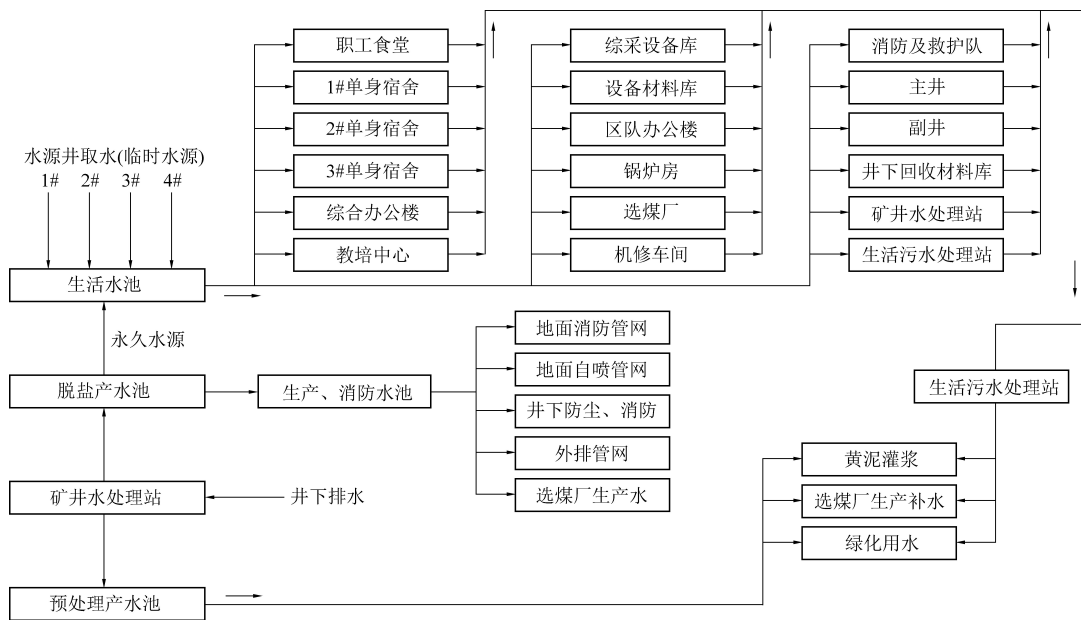


图1 巴拉素煤矿水资源利用图

Fig.1 Water resources utilization of Balasu Coal Mine

2 水平衡监测系统的需求分析

根据巴拉素煤矿水资源系统的实际情况,结合水平衡分析的一般要求,对巴拉素煤矿水平衡

智能监测系统的需求进行了分析,主要包括以下几个方面。

2.1 管网数据的实时采集与存储

对矿区取水、供水、排水及水处理所有主要

管网进行流量监测,具有瞬时流量和累积流量监测功能;对采集到的实时数据和历史数据进行存储,形成数据库,以备随时进行处理和查询,并开放数据接口,为上层数据分析应用提供数据源。

2.2 水资源系统信息的统计分析

系统可以将采集到的数据通过可视化的方式进行展示,将数字变成形象的图像,将仪表数据从“数字孤岛”变为一个智能管理网络中的智能节点,包括时间分布状况和空间分布状况,提供各类日报、月报和年报等历史报表、曲线图、直方图、趋势图等。

2.3 水资源系统的预测预警

构建水资源系统的预测模型和预警模型,对矿区的取水、用水等趋势进行预测分析;对管网异常情况自动发出预警信号;系统允许用户制定自定义的信号预警阈值。

2.4 水平衡在线动态分析

通过构建水平衡分析模型,结合实时监测数据和历史数据,进行在线实时水平衡分析和历史水平衡分析,根据分析结果,为上层决策者提供多角度、可选择的水资源配置、调度方案。

3 水平衡监测点位的布设

结合《企业水平衡测试通则》(GB/T 12452—2008),将巴拉素煤矿供水水源(水源井和矿井涌水)作为一级体系,矿区内各用水单元作为二级体系。根据《用水单位水计量器具配备和管理通则》(GB 2478—2009)的规定,巴拉素煤矿水平衡在线监测仪表的具体点位布设见表 1,其一级水和二级水计量设施的安装率和计量率均达到 100%。

4 智能监测系统的设计

根据上述分析的水平衡监测系统功能需求和监测点位的布置,智能监测系统融合物联网、大数据、云平台等新一代技术,构建了一套前后端分离的智能化监测系统,实现水资源系统数据的采集、存储、分析和应用。

4.1 总体设计

水平衡智能监测系统采用分层技术架构,主要由采集层、传输层、应用层 3 部分组成。采集层通过现代感知技术,运用监测仪表获取管路上的流量、压力和水质等信息,完成底层信息数据的感

表 1 水平衡在线监测点位表

Table 1 Water balance online monitoring points

序号	测点名称	仪表数量/个	水源类别
1	矿井水总排水流量	1	矿井水
2	处理后矿井水作生活水流量	1	生活用水
3	外排水流量	1	外排水
4	选煤厂生产水流量	1	生产用水
5	选煤厂回用流量	1	生产用水
6	地面消防流量	2	生产用水
7	地面自喷消防流量	2	生产用水
8	井下消防流量	1	生产用水
9	各水源井流量	4	生产用水
10	生活水池进水流量	1	生活用水
11	生活水供水流量	2	生活用水
12	办公、教育培训中心生活水流量	4	生活用水
13	职工食堂生活水流量	2	生活用水
14	单身宿舍生活水流量	3	生活用水
15	文体活动中心生活水流量	1	生活用水
16	区队办公楼生活水流量	1	生活用水
17	浴室、灯房联合建筑生活水流量	2	生活用水
18	锅炉房生活水流量	3	生活用水
19	消防站及救护中队联建生活水流量	4	生活用水
20	机电设备修理车间生活水流量流量	3	生活用水
21	选煤厂生活水流量	1	生活用水
22	材料库联合建筑生活水流量	2	生活用水
23	综采设备中转库生活水流量	1	生活用水
24	主立井生活水流量	2	生活用水
25	无轨胶轮车库生活水流量	1	生活用水
26	井下回收材料库生活水流量	2	生活用水
27	10 kV 配电室流量	1	生活用水
28	生活污水处理站流量	1	生活用水
29	生活用水主管流量	3	生活用水
30	生活用水支管流量	3	生活用水
31	生活污水处理站污水处理流量	2	生活污水
32	黄泥制浆站供水流量	1	生产用水
33	绿化供水流量	1	生产用水
合计		61	/

知汇聚;传输层利用网络技术、通信技术传输汇聚信息;应用层负责数据处理和信息发布,实现用户接口,整体采用 B/S 架构,通过 MySQL 进行数据的存储,根据具体工作需要,搭建业务应用功能模块,实现智能化应用。监测系统总体架构如图 2 所示。

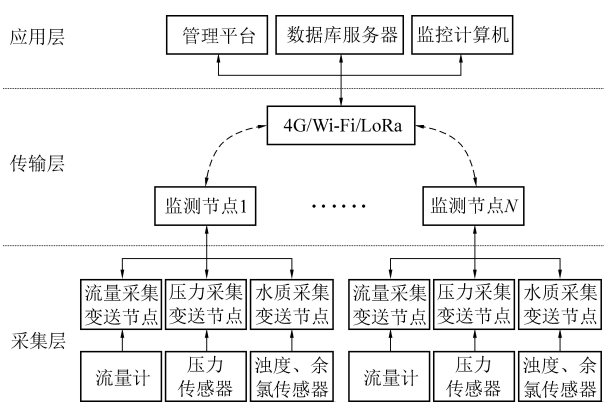


图 2 监测系统总体架构图

Fig.2 Overall architecture of the monitoring system

4.2 硬件设计

硬件设备主要包括服务器、监控计算机、监测仪表、数据传输单元、供电单元等。

(1) 服务器

服务器主要负责对现场监测层的数据进行采集、存储与分析,指令的收发,系统信息的收集和通知。服务器采用煤矿大数据中心分配的虚拟服务器来实现。

(2) 监控计算机

监控计算机作为客户端,主要提供简洁直观、快捷方便的人机界面,接受用户指令至服务器,同时从服务端接收经过分析的数据信息和报警信息提供给用户。

(3) 监测仪表

流量传感器选择超声波流量计,外加式安装方式,实现流量非接触式测量,实时对监测点的瞬时流量和累积流量进行监测。压力传感器选择智能压力变送器。水质传感器包括 pH、电导率、余氯等。上述各传感器均同时具有模拟量 4~20 mA 信号输出和采用 MODBUS 协议的串行通讯接口。

(4) 无线数据传输单元

由于水平衡监测点位于矿区不同的位置,其分布非常分散,如果采用有线方式,需要敷设大量的电缆,或穿管埋地敷设或电缆桥架架空敷设,其工程量和施工难度都较大,因此采用无线通讯技术来实现数据的远程传输。无线数据传输单元选用具有 4G/5G/WIFI 通讯功能的数据采集终端,数据采集终端与监测仪表采用有线通讯方式,与服务器采用无线通讯方式。

(5) 供电单元

水平衡监测点位的供电主要取自附近的各建筑物或构筑物,以及路边的路灯控制箱等。对部

分供电线路敷设难度大的点位采用太阳能供电,解决传感器和数据传输设备的供电问题。单个太阳能供电单元主要包括太阳能电池板、控制器、蓄电池等。根据监测点位的用电需求,单个监测节点配置 1 台直流 12 V、容量为 50 Ah 锂电池的太阳能供电单元,可以保证单个监测节点在负载功率 ≤ 5 W 的条件下连续工作 5~10 d。

4.3 软件设计

软件设计主要是根据系统实现的功能设计不同的软件功能模块,主要软件功能模块包括以下几个部分^[5-7]。

(1) 综合展示模块

以矿区管网图为基础,直观的展现水平衡各监测点位的安装位置、设备在线情况、实时数据等信息,对矿区的取水、用水和排水等信息进行展示,实时掌握企业水资源情况。

(2) 数据实时监测模块

对各终端监测模块的在线情况、数据采集情况进行实时监视,直观展示各监测点位的运行状态,以多行列表和块状图的形式进行展示,包括测点名称、编号、无线通讯识别码、数据更新时间、瞬时值、累计值、设备状态等信息。

(3) 数据统计及报表模块

表格类:对各用水单元的用水量按照分钟为单位展示其实时用水量,以日为单位进行查询。形成表格类日报表、月报表和年报表,从而可以掌握各个用水单元的具体用水情况。

图形类:为了直观展现各用水单元的用水峰值、谷值及变化趋势,对各用水单元的用水量按照时间形成小时、日、月、年用水量的折线图和柱状图;对同一用水单元绘制日用水量 and 月用水量环比折线图。

(4) 用水指标分析模块

根据企业的产量,人均用水定额等指标对用水情况进行分析,提升用水的精细化管理水平。

(5) 预警模块

阈值预警(异常用水预警):结合各用水单元的用水量定额和长期累积日均用水量的均值,对各用水单元的水量超限设置阈值,当出现用水量大于消耗均值时,通过水压和流量数据的分析,快速判断用水量是否发生异常,若出现异常则紧急预警,提醒相关技术人员,并通过传感器的安装位置进行定位,展示异常位置的方位和编号,例如管路漏损严重或爆管等情况。

趋势预警:当某个用水单元的用水量逐渐增加时,只有当用水总量超过报警阈值时,才会发出报警,导致处理故障的时间紧迫,因此,针对该种情况,采用趋势预警的方式,通过对用水量数据的变化趋势进行直线拟合,确定其变化的斜率。同时结合历史极限斜率,进行对比分析,当斜率超过一定的范围时,对该用水单元的用水量发出预警,从而实现异常情况的提前预警,为处理故障预留更多的时间。

(6) 水平衡分析模块

通过筛选某个时间段的所有取水、用水和排水数据信息,依据水量分配、单位产煤耗水量、生活用水定额标准等,系统可自动生成水平衡分析结果。

5 结 语

通过对全矿区水资源信息的梳理,重点分析了取水、用水和排水等系统的工艺环节,构建了基于物联网的全流程一体化水资源平衡监控体系,实现了水资源系统关键数据信息的集中展示、运行监控、数据分析、预测预警等,使水资源系统的生产数据在水平衡管理方面得到了充分的利用,为实时掌握矿区水平衡变化情况和辅助决策提供了技术支撑。

参考文献

- [1] 韦慧. 基于企业水平衡测试的工业节水分析 [J]. 净水技术, 2017, 36 (5): 105-108.
- WEI Hui. Analysis of industrial water conservation based on water balance testing for enterprises [J]. Water Purification

- Technology, 2017, 36 (5): 105-108.
- [2] 高维强, 韩向栋. 水平衡测试在煤矿生产用水管理中的作用 [J]. 山东煤炭科技, 2019 (6): 204-205+208.
- GAO Weiqiang, HAN Xiangdong. The effect of water balance test in the coal mine production water management [J]. Shandong Coal Science and Technology, 2019 (6): 204-205+208.
- [3] 李聘. 水平衡测试在工业用水管理中的应用 [J]. 计量与测试技术, 2020, 47 (3): 53-55.
- LI Cheng. Application of water balance test in industrial water management [J]. Metrology & Measurement Technique, 2020, 47 (3): 53-55.
- [4] 沈荣. 水平衡测试管理模式的探讨和分析 [J]. 净水技术, 2014, 33 (4): 90-93.
- SHEN Rong. Discussion and analysis of management mode for water balance test [J]. Water Purification Technology, 2014, 33 (4): 90-93.
- [5] 王陵, 王俊, 李彪, 等. 水平衡控制系统在智慧水厂中的应用 [J]. 自动化应用, 2021 (3): 161-163.
- WANG Ling, WANG Jun, LI Biao, et al. Application of water balance control system in intelligent water plant [J]. Automation Application, 2021 (3): 161-163.
- [6] 李秋子. 基于 GPRS 技术的水资源远程实时监测系统的设计 [J]. 勘察科学技术, 2021 (5): 7-11+20.
- LI Qiuzi. Design of remote real-time monitoring system for water resources based on GPRS technology [J]. Site Investigation Science and Technology, 2021 (5): 7-11+20.
- [7] 陈玥, 王海峰, 贾建鑫, 等. 基于海量异构传感器的物联网水质监测系统 [J]. 计算机应用与软件, 2020, 37 (5): 1-8+37.
- CHEN Yue, WANG Haifeng, JIA Jianxin, et al. A water quality monitoring IOT system based on massive heterogeneous sensors [J]. Computer Applications and Software, 2020, 37 (5): 1-8+37.