文章编号:1671-251X(2011)10-0022-04　　DOI:CNKI:32-1627/TP.20110922.1133.007

基于海量数据分析的煤矿生产辅助决策支持系统的设计

王智峰[1]，屈凡非[1]，田建军[1]，史二听[1]，戴明军[2]

(1.平顶山天安煤业股份有限公司十一矿，河南 平顶山 467000；
2.中国矿业大学信电学院，江苏 徐州 221008)

摘要:以某煤矿自动化系统的建设为例，提出了一种基于海量数据分析的煤矿生产辅助决策支持系统的设计方案。该系统通过融合全矿井各传感器采集的数据，进行分系统的汇聚统计分析以及全系统的集成统计分析，可对煤矿生产过程中各机电设备的健康状况、故障、运行能耗作出判断，从而实现对煤矿生产的辅助决策支持。实际应用表明，该系统运行良好，提高了煤矿生产效率和管理水平。

关键词:煤矿生产；辅助决策支持；海量数据；数据分析；iHistorian数据库

中图分类号:TD67　　文献标识码:B　　网络出版时间:2011-09-22 11:33

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110922.1133.007.html

Design of Auxiliary Decision Support System of Coal Mine Production Based on Mass Data Analysis

WANG Zhi-feng[1], QU Fan-fei[1], TIAN Jian-jun[1], SHI Er-ting[1], DAI Ming-jun[2]

(1.No.11 Coal Mine of Pingdingshan Tian'an Mining Industry Co., Ltd., Pingdingshan 467000, China.
2.School of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

Abstract: Taking construction of automation system of one coal mine as example, the paper proposed a design scheme of auxiliary decision support system of coal mine production based on mass data analysis. The system makes convergence statistic analysis of subsystems and integrated statistic analysis of whole system through fusing data collected by various sensors to judge states of health status, fault and operation energy consumption of various electromechanical equipments in coal mine production process, so as to realize auxiliary decision support of coal mine production. The actual application showed that the system runs well and improves production efficiency and management level of coal mine.

Key words: coal mine production, auxiliary decision support, mass data, data analysis, iHistorian data base

0 引言

目前，我国许多煤矿利用自动化系统实现了全矿井生产过程的自动化监测，在系统运行过程中采集了海量的实时及历史数据。如何充分利用这些数据并对这些数据进行有效分析，从而为煤矿安全生产提供一定的决策支持，这是许多现代化矿井迫切需要解决的问题。鉴此，平顶山天安煤业股份有限公司十一矿(以下称十一矿)在实施自动化系统信息集成项目[1-2]时，为了对海量数据进行有效分析，利用iHistorian数据库保存各传感器采集的大量数据，并采用大型数据库SQL Server 2005及Visual Studio.net开发了一种基于海量数据分析的煤矿生产辅助决策支持系统。该系统可对各机电设备的健康状况、故障、运行能耗及整个矿井生产情况进行分

收稿日期:2011-06-16

基金项目:国家高技术研究发展计划("863"计划)资助项目(2008AA062200)，江苏省产学研联合创新资金项目(BY2009114)

作者简介:王智峰(1957-)，男，河南新郑人，高级工程师，现任平顶山天安煤业股份有限公司十一矿机电矿长，长期从事煤矿机电行政与技术管理工作，已发表文章5篇。E-mail:psykwzf@126.com

析，提高了煤矿生产效率及管理水平。

1　自动化系统信息集成平台

煤矿生产辅助决策支持系统属于自动化系统信息集成平台的一个层次，如图 1 所示。

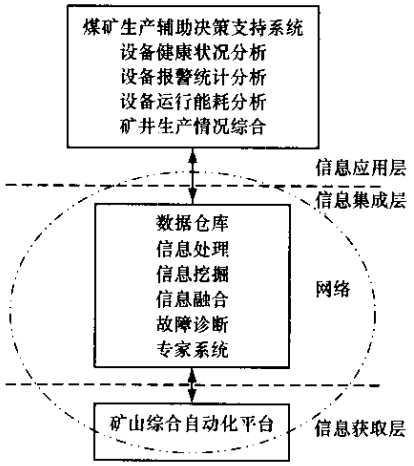

图 1　自动化系统信息集成平台

信息获取层主要是利用底层的工业以太网平台，结合自动化系统软件平台 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)系统作为核心软件对现场的运行设备进行监视和控制，以实现数据的采集与测量。目前，十一矿主要利用美国 Interlution 公司的 iFIX 系统采集核心数据，为了能够实时保存采集到的海量传感器数据，采用 iHistorian 数据库保存这些数据。

信息集成层主要对信息获取层采集的海量数据进行处理，通过数据压缩、维度约简等方法对数据进行预处理，并利用数据挖掘、信息融合、专家系统等对数据进行有关的数学建模[3-5]，从而形成与数据相关的中间计算结果。

信息应用层利用信息集成层的中间计算结果，结合煤矿生产辅助决策系统提出的需求，设计各种针对具体需求的应用子系统，这些子系统包括设备健康状况分析子系统、设备报警统计分析子系统、设备运行能耗分析子系统、矿井生产情况综合子系统等，并且子系统模块还可根据额外的应用需求进行添加。

2　煤矿生产辅助决策支持系统

煤矿生产辅助决策支持系统通过融合全矿井各传感器的感知数据，进行分系统的汇聚统计分析以及全系统的集成统计分析，从而对煤矿生产过程中各机电设备的详细情况，包括健康状况、故障、运行能耗、经济效益等有关信息进行科学的统计判断。设备健康状况分析子系统主要提供各设备的健康状况视图，通过绘制设备健康变动曲线可以判断设备的健康状况；设备报警统计分析子系统通过对设备的报警次数和报警时间的汇总分析，可以评价设备的工作状况；设备运行能耗分析子系统通过对煤矿生产中各个设备的运行功率及耗电量进行统计分析，可以对全矿井的能耗一目了然，从而便于做出高效节能的生产决策；矿井生产情况综合子系统将煤矿生产决策过程中重点关注的信息汇聚到统一的界面，从而为生产决策提供一个整体的生产情况的报告。下面对各子系统的具体实现做详细说明。

2.1　设备健康状况分析子系统

为每一种设备建立健康模型，设定最大健康值为 1，当一个子系统报警次数多、报警时间长时，健康值就会下降。设备健康值的计算公式为

$$H = 1 - (aC + bT) \tag{1}$$

式中：H 为设备某一天的健康状况；C 为该天中具体的报警次数；T 为当天报警的延续时间，h；a、b 为健康影响系数，a、$b<1$。在系统实际设计过程中，设定 $a=0.8$，$b=0.2$。

例如：若某一天设备报警次数为 10 次，而报警的总时长为 2 h，则该设备在该天的健康值为 $H=-7.4$。通过及时跟踪记录和计算设备的每日健康值，可以绘制出设备在一段时间内的健康曲线。

图 2 为十一矿 593 泵房设备和洗煤厂设备在某段时间内的健康曲线。

而设备未来的健康状况则可利用回归预测的方法计算得出，即通过对采集的设备数据建立一个固定时间宽度的滑动窗口，在窗口上建立相应的回归预测模型，从而实现对设备健康状况的预测。

2.2　设备报警统计分析子系统

设备报警统计分析子系统主要包括与设备相关的保护传感器报警和模拟量的统计分析。保护传感器采集的数据在 iHistorian 数据库中的记录形式是用 0、1 表示的开关量，0 表示保护没有启动，1 表示保护启动。在保护启动时，该子系统将周期性地重复报警，直到对应保护的报警事件消除。因此，可以通过计算值为 1 的数据库记录起止时间的差值得到对应报警的持续时间。而模拟量的统计分析，如电压、电流等相关传感器采集的数据在 iHistorian 数据库中的记录形式为连续的浮点数值，由于现场以及传输过程中的干扰或错误，所以在决策分析时不仅要关注传感器具体在某一个时间点上采集到的数据值，而且更要关注相应模拟采集量在一段时间(如

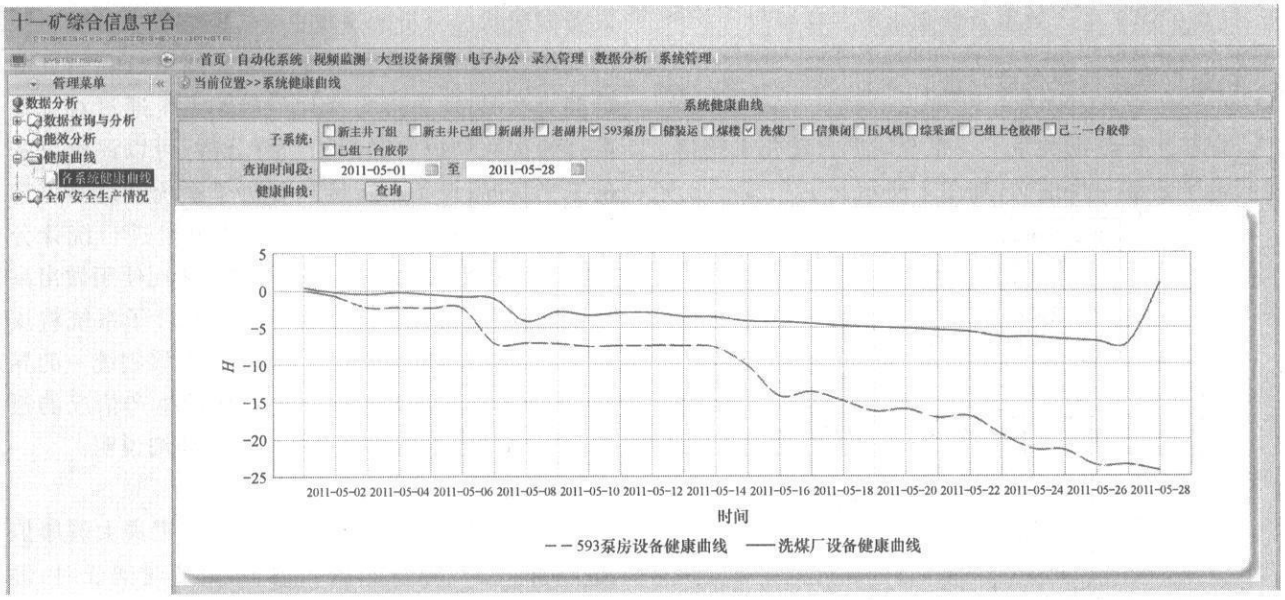

图 2 593 泵房设备和洗煤厂设备在某段时间内的健康曲线

1 d)的最大值、最小值、平均值、最大值发生时间、最小值发生时间、超过规定值的时间等信息。这些均可以通过对应的 SQL 语句直接获取。

2.3 设备运行能耗分析子系统

设备能耗主要是由其中的电动机功率决定的：

$$P = 3UI\cos\phi \tag{2}$$

式中：P 为电动机功率；U 为电动机额定电压；I 为电动机额定电流；$\cos\phi$ 为功率因数，默认取 0.9。

对于具有多个电动机的生产系统，需要将各个电动机功率进行累加。如统计胶带系统的能耗，由于一条胶带具有 2 台或多台电动机，那么在计算时需要将所有电动机功率和电量进行累加汇总。

2.4 矿井生产情况综合子系统

通过将胶带系统的用电量、运行时间、提升系统的勾数、煤仓煤位变化、商品煤销售情况、各水泵房排水系统情况、各系统报警情况、各生产单位产量进尺以及全矿原煤产量和进尺等信息汇聚到统一的界面，可实时了解全矿的生产情况。矿井生产情况综合子系统界面如图 3 所示。

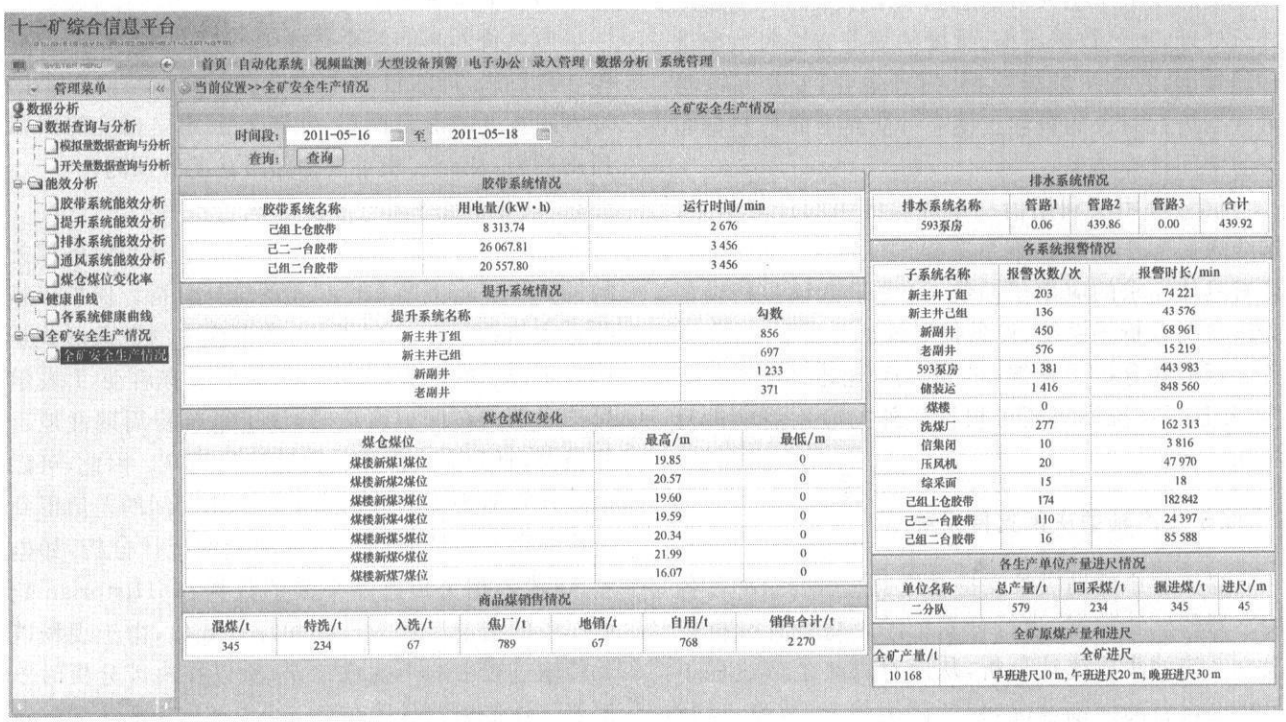

图 3 矿井生产情况综合子系统界面

在具体实现过程中,如各生产单位产量进尺、提升系统的勾数、商品煤销售情况等可以直接由相关的信息部门录入,在联网环境下可直接获取,各生产单位产量进尺经过汇总即可得到全矿的原煤产量和进尺。而通过自动化系统采集并存储到 iHistorian 数据库中的数据,则需要经过相关计算得出综合信息,如胶带系统的用电量,通过调用设备能耗系统的计算处理,得到对应的用电量;而胶带的运行时间,则通过对胶带系统中的开停传感器进行统计处理得出;通过对煤仓煤位传感器获取数据的计算可以得到煤仓每日的最高煤位;通过对水泵房管路流量传感器获取数据的计算可以获得相应的管路流量。

3 性能考虑

煤矿生产辅助决策支持系统的数据主要来源于 iHistorian 数据库,在 iHistorian 数据库中实时存储了煤矿生产中利用各类传感器监控的所有数据,由于自动化系统安装的传感器数量较大(目前安装的传感器的数量在 3 000 多个),并且采集时间周期也比较短(每个点的采集周期为 5 s),因此,最后采集到的数据量极为庞大,对这些数据的统计汇总的时间也非常长。在实现过程中,笔者根据信息应用层的具体需求将一些汇总结果进行了一定的预处理,并利用 SQL Server 2005 数据库将这些预处理的统计结果进行存储。在后续的重复查询或者进一步查询中利用这些预处理的统计结果可有效提高信息查询效率。

4 结语

煤矿生产辅助决策支持系统针对煤矿生产中的具体需求,通过设备健康状况分析子系统、设备报警统计分析子系统、设备运行能耗分析子系统、矿井生产情况综合子系统对煤矿生产过程中的工作状况作出判断,实现了对煤矿生产的辅助决策支持。实际应用表明,该系统运行良好,提高了煤矿生产效率和管理水平。

参考文献:

[1] 孙继平.煤矿自动化与信息化技术回顾与展望[J].工矿自动化,2010(6):26-30.

[2] 王利娟,方岸滨,柴士彬.煤矿综合自动化信息化系统集成软件平台的设计[J].煤炭工程,2010(7):16-18.

[3] 徐振华.基于数据仓库的煤矿决策支持系统研究[D].北京:北京交通大学,2010.

[4] 祁运田.煤矿安全决策支持系统的设计与实现[D].淮南:安徽理工大学,2009.

[5] 徐刚强.基于数据挖掘的企业决策支持系统的设计[J].制造业自动化,2011(4):128-130.

国际采矿设备与安全装备展览会会讯

一、2012 第八届中国(北京)国际煤炭装备及矿山技术设备展览会

该届展览会将于 2012 — 06 — 28—30 在中国国际展览中心(三元桥馆)举行,以"科技创新新成果,安全生产促发展,交流合作新平台"为主题。

该届展览会主要参展范围:(1) 煤矿矿山生产设备;(2) 巷道掘进与支护设备;(3) 煤矿运输设备;(4) 煤矿安全及监控系统;(5) 矿用机电设备及材料;(6) 露天煤矿设备;(7) 选矿及粉体加工设备;(8) 冶金焦化设备;(9) 煤矿排水设备;(10) 煤矿应急救援设备;(11) 煤矿煤层气勘探设备及技术与抽采利用设备。

联系人:钱贵　E-mail:bjqiangui@163.com

电话:010—57532017　传真:010—68631368

地址:北京市石景山区时代花园东街 8 号院 3 号楼 102 室　邮编:100043

二、2012 第二届中俄蒙(呼伦贝尔)国际煤矿安全技术及设备展览会

该届展览会将于 2012 — 05 — 25—27 在中国满洲里国际会展中心举行,并同期举办 2012 第二届中俄蒙(呼伦贝尔)国际矿用救生舱、矿用避难硐室采购大会、2012 第二届中俄蒙(呼伦贝尔)国际煤矿井下安全避险"六大系统"采购大会、2012 第二届中俄蒙(呼伦贝尔)国际煤炭能源及矿山机械装备博览会。

该届展览会主要参展范围:(1) 煤矿安防设施;(2) 矿用通信系统设备及信号装置;(3) 矿用逃生及矿山应急救援装备;(4) 矿用防爆电气设备;(5) 通风、防尘装置及矿井降温设施;(6) 提升运输设备。

联系人:张云江　电话:0470—8234729

地址:内蒙古自治区呼伦贝尔市海拉尔区绿色嘉园 A 座 201　邮编:021000