

# 深入挖掘数据价值,提升生产管理效率

## ——智能矿山数据分析与应用探讨

赵 奕,石 磊,韦永兰,丁 涛

(中国恩菲工程技术有限公司,北京 100038)

**[摘 要]** 本文介绍了数据在助力企业提升管理效率中的重要作用,通过智能矿山数据采集、统计分析、发布展示的实施应用案例,对智能矿山建设中,数据采集原则、数据分析策略、数据展示方法提供了实施建议。同时,探讨了企业在数据分析应用中遇到的普遍问题及解决方法,并对企业如何通过数据分析提升管理效率提出了应用建议。

**[关键词]** Ampla; 数据采集; 数据分析; 数据展示; 仪表看板; 报表

**[中图分类号]** TD67 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2022)06-0018-12

**DOI:**10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.06.003

## 0 引言

全球矿业正在经历新的信息化、智能化革命。加快推动人工智能、大数据、物联网、云计算等新一代信息通信技术( ICT)在矿业的应用,推动采矿业信息化、智能化,实现矿业绿色发展,已成为国内国际企业的迫切需求。信息化作为智能矿山建设的关键一环,起到了承上启下,融会贯通的作用。而生产数据的采集分析又是生产信息管理的重中之重,智能矿山的信息化管理需要采集哪些数据,如何分析这些数据,挖掘这些数据的价值都是需要企业认真探讨的。

## 1 数据应用在生产管理中的数字化进程

### 1.1 数据应用在生产管理中的数字化演变

(1)数据采集数字化:人工手动填报 > 数字化数据采集

以往企业都是通过手工记录和纸质文档提交进

行数据收集、统计分析和展示来进行企业的信息发布和管理;如今,随着技术进步,管理提升,企业可通过全数字化数据采集、应用,通过生产信息系统的自动统计分析报表,专用的故障实时监测、诊断工具,交互式的电子仪表看板,实现企业的无纸化办公与全信息化管理,极大地提升了企业的管理效率。

(2)生产管理信息化:电话通知传达 > 数字化信息管理

以往企业的生产调度管理、指令下达往往都是通过常规电话通知进行排班及生产计划管理;现在,通过数字化工具(无线通信器,平板电脑等),生产计划和任务工单可以通过数字化工具直接下达到每一个操作工手中,操作工根据任务工单开展工作并在任务完成后,对工单进行在线填报提交当班生产数据,系统即可自动生成当班的任务记录。真正实现了企业的无纸化、数字化在线管理。

(3)数据分析工具化:人工统计计算 > 数字化分析工具

以往企业的生产数据统计、分析及报告都是通过人工进行统计计算的,其中往往避免不了人为的因素干扰;如今,通过数字化分析工具的应用,所有的数据统计分析都由数字化分析系统自动生成,确保了数据的可靠性、准确性、及时性,为企业的生产管理提供了高效的决策依据。

(4)生产决策数据化:人工经验管理 > 数据支撑智慧决策

传统矿山是管理人员根据生产过程监控及生产

**[收稿日期]** 2022-06-26

**[作者简介]** 赵奕(1974—),男,河南镇平人,高级工程师,大学本科,主要从事矿山、冶炼行业自动化、信息化、智能化方案咨询、设计及工程项目实施工作,现任中国恩菲工程技术有限公司矿山事业部副总工程师。

**[引用格式]** 赵奕,石磊,韦永兰,等.深入挖掘数据价值,提升生产管理效率——智能矿山数据分析与应用探讨[J].有色设备,2022,36(6):18-29.

经验进行管理;智能矿山将是通过资源可视化、生产可视化、设备可视化、管理可视化及全生产流程的数据化分析进行智慧决策管理。

## 1.2 智能矿山全流程数据数字化应用架构

智能矿山建设实现从智能设备、数据采集、数据

传输、数据存储、数据分析、数据管理到数据展示的全流程数据的数字化应用。全流程数据数字化应用架构如图 1 所示。

### ①智能设备

建立设备数字档案、全生命周期数据标签,实现

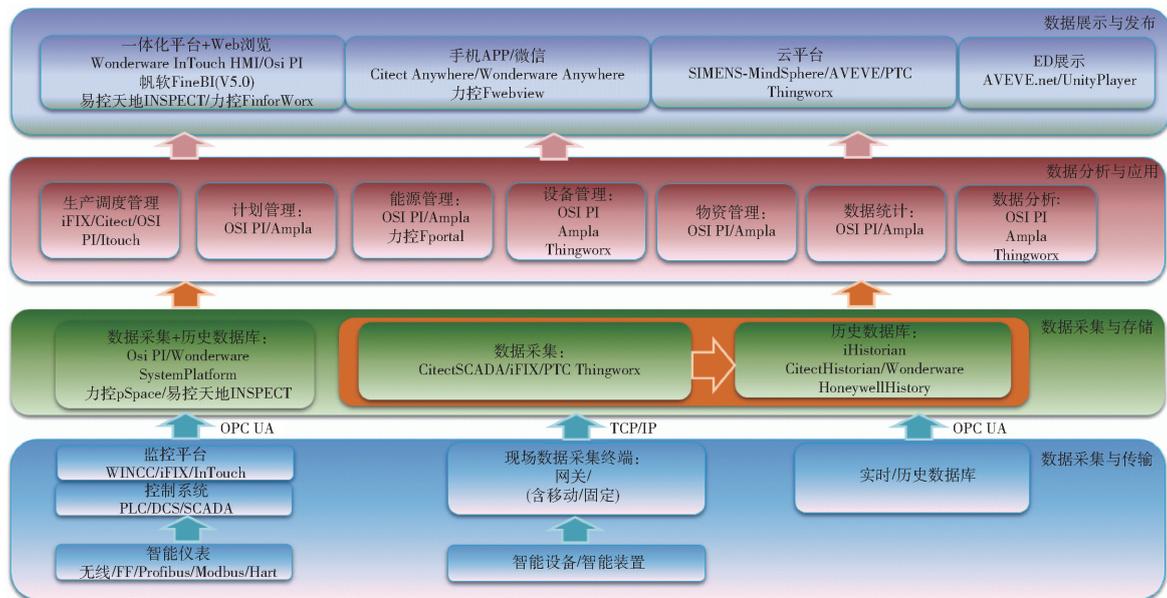


图 1 全流程数据数字化应用架构

设备数字化管理。

### ②数据采集

通过智能传感器（FF/ProfibusPA/Prifinet）、自动化系统（PLC\DCS\SCADA）、数据采集器（DTU）等数字化感知应用,实现智能矿山生产运营数据的数字化采集。

### ③数据传输

通过数字传输设备:IOT 网关、路由器、数字通信基站及数字通讯传输方式及协议:TCP/IP、OPC、WIFI、MQTT、5G 等实现采集数据的数字化传输。

### ④数据存储:

通过数字化数据存储平台:实时/历史数据库、私有云、公有云等形式实现采集数据的数字化存储

### ⑤数据分析与应用

通过专业的数据分析工具,应用平台:Ampla、OsiPI、Thingworx. 等实现对生产运营数据的统计、分析与数字化应用。

### ⑥数据展示与发布:

通过发布平台:BI 信息集成、Dashboard 电子仪表看板及数字工具:移动设备(手机/PAD)APP/微信、工业互联网、客户端. 等实现数据的数字化展示

与发布。

## 2 数据采集与分析系统典型应用

### 2.1 系统组成与架构

本节将通过一座老旧矿山自动化、信息化改造,通过数据采集与分析系统的构建部署,说明生产数据分析系统在智能矿山生产管理中的典型应用。该项目采用了一套融合系统,用于对井下排水系统自动化控制、电能管控、视频监控、生产数据分析系统等进行统一构建。各生产工序数据的采集与控制通过现场设置的远程控制单元(RTU)实现。RTU 通过融合系统网络将各终端数据送至地表生产管控中心,实现整个改造项目的数据采集与远程监控。

该项目生产数据分析系统采用了 Citect SCADA + Vijeo Historian + Ampla 的数据采集 + 历史存储 + 数据分析三层架构,该架构在施耐德电气全球大量矿山应用系统中得到过成功应用,包括力拓、必和必拓、淡水河谷等多家矿业巨头。生产数据分析系统总体架构如图 2 所示。

(1) Citect SCADA 主要用于底层自动化数据采集与画面监控,以及与人员定位系统、设备定位系

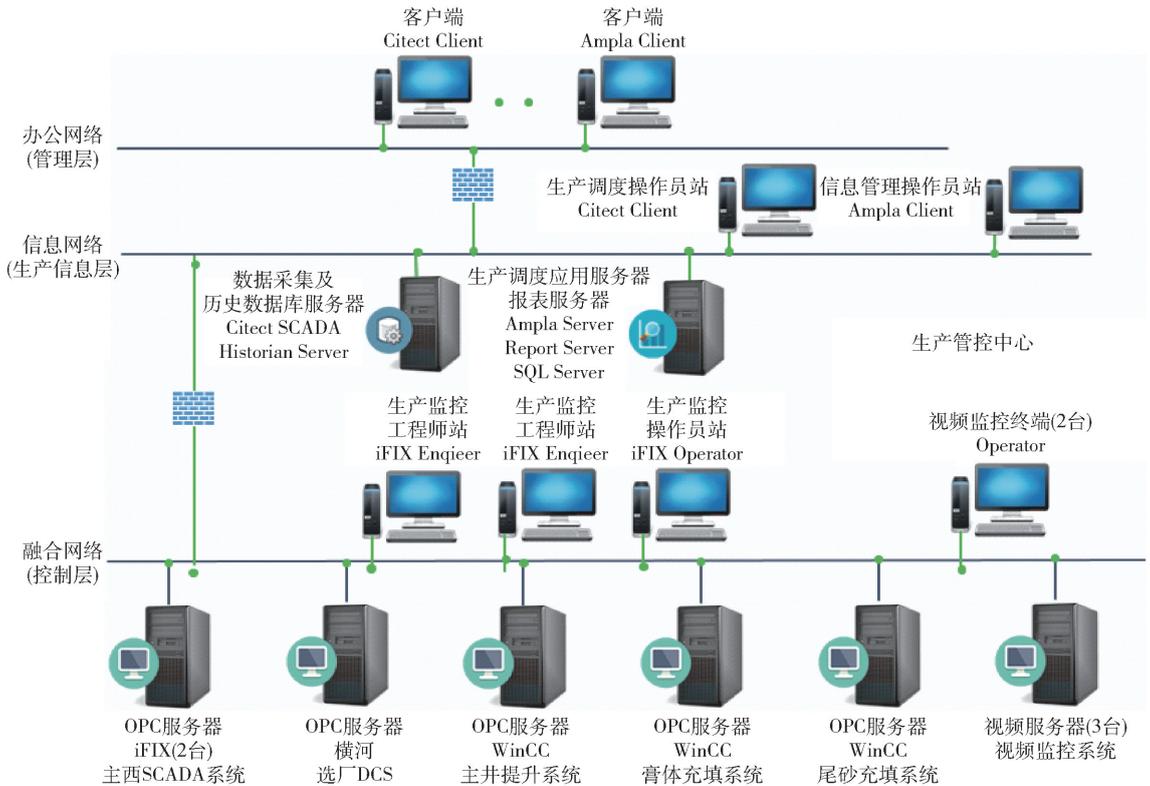


图2 生产数据分析系统总体架构

统、视频监控系统、设备监控系统等的系统集成。

(2) Citect Historian 采用原生的 API 实现与 Citect SCADA 的数据通信,并进行历史数据存储,为 Ampla 提供数据支撑

(3) Ampla 内置了面向矿业应用的多个功能模块,包括计划管理、生产统计、停机分析、质量分析、物料管理、成本管理、维护管理、知识管理、绩效管理等,通过组态配置即可完成系统的开发部署、分析并生成全矿生产数据分析报告及生产统计报表,并可将生产管理数据通过办公网上传至各生产办公室的上位管理计算机,使得管理人员可对全矿主要生产状态及工艺指标及时掌握,为生产决策提供数据依据。

## 2.2 数据采集与传输

### (1) 数据采集

为了对生产过程全要素进行全面的监控,需要对相应的设备运行数据、生产过程数据、能源监控数据等进行实时采集,以便进行相应的数据统计、分析应用,实现生产管理、绩效管理、故障停机分析、设备管理等生产运营管理功能。以下以排水泵为例,说明需要采集的数据,排水泵采集数据如表 1 所示。

### (2) 数据传输

现场采集的数据通过 RTU(PLC 系统)》SCADA(数据采集系统)》Historain(历史数据库)》Ampla(数据分析系统)将采集的数据进行处理与分析。数据传输示意图参见图 3:数据流传输示意图。

## 2.3 数据处理与分析

模块化生产数据分析解决方案是基于当今自动化和 IT 开放式技术和方法构建而成。它帮助用户在更少成本的前提下,实现更为快速的,更高的投资回报。该目采用的数据分析软件平台 Ampla 通过其独特的用户定制组态的分析模块套件帮助企业在特定领导段提升其业务水平。当生产过程中发生了干扰和波动时,事件发生时间记录要求非常严格。在以往工程师只能通过查看报警记录,同时与屏幕上的趋势数据进行比较才能分析原因。现在通过生产数据分析平台,工程师只需简单的添加分析笔(模拟量、数字量、报警)可以快速地显示过程波动。生产过程中的任何变化都可以与报警比较,使得过程波动分析不再复杂。

该项目用到的数据分析模块如下:

### (1) Downtime 设备停机管理模块

Downtime 设备停机管理模块可以自动捕获停

表 1 排水泵采集数据表

采集数据	数据类别	数据用途	数据类型	数据来源
电机线圈温度(三相)	设备数据	设备管理	STRING	RTD
电机轴承温度(前、后)	设备数据	设备管理	STRING	RTD
水泵轴承温度(前、后)	设备数据	设备管理	STRING	RTD
电机驱动端及非驱动端振动(前、后)	设备数据	设备管理	STRING	振动传感器
水泵驱动端及非驱动端振动(前、后)	设备数据	设备管理	STRING	振动传感器
电机线电流(三相)	电能数据	电能管控/设备管理	REAL	多功能电流表
电机有功功率	电能数据	电能管控/设备管理	REAL	多功能电流表
电机视在功率	电能数据	电能管控/设备管理	REAL	多功能电流表
电机有功电度	电能数据	电能管控/设备管理	REAL	多功能电流表
电机功率因素	电能数据	电能管控/设备管理	REAL	多功能电流表
电机运行信号	设备数据	绩效管理/设备管理	DIGITAL	低压柜
电机运行时间	设备数据	绩效管理/设备管理	REAL	低压柜
水泵进水压力	过程数据	生产管理/能源管理	STRING	压力变送器
水泵出水压力	过程数据	生产管理/能源管理	STRING	压力变送器
进/出口流量	过程数据	生产管理/能源管理	STRING	流量变送器

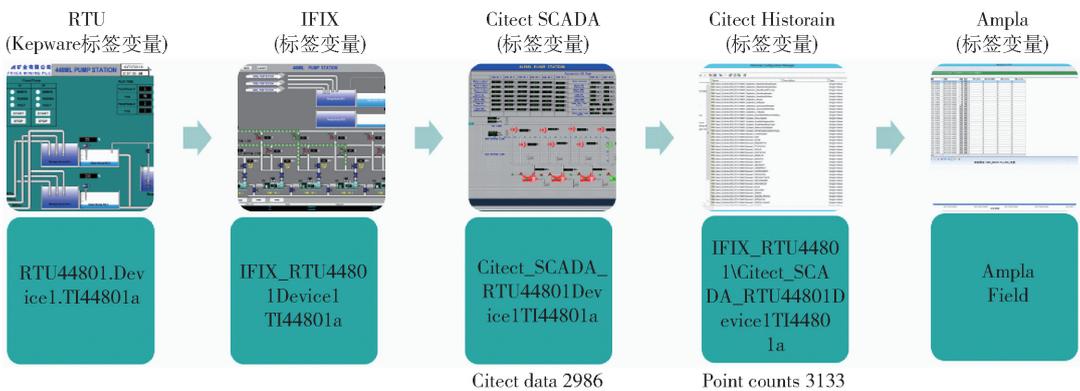


图 3 数据流传输示意图

机事件,降低人为事件记录带来的不一致性和不准确性。现场管理人员可以根据相应的信息分析当前生产设备的停机原因,并对如维修任务、新设备、新作业程序等影响因素进行优先级排序。通过对设备的计划内停机事件、计划外停机事件以及低效率运行的报告,Downtime 设备停机管理模块可将复杂问题归纳为常见原因,从而帮助生产管理人员更快更好清晰掌握设备运行情况以提升连续生产效率。

Downtime 设备停机管理模块,记录设备停机次

数,累计停机时间,停机原因,可分析出设备因为什么原因停机时间最长,针对性解决,以提高设备生产效率。Downtime 设备停机分析流程如图 4 所示。

该项目采用停机管理模块进行管理的设备包括:提升机、输送机、排水泵。

延迟捕捉:每次检测到一个延迟时,系统都会创建一个包含以下数据字段的记录:参见表 2 输送机延迟记录数据字段。

Ampla 的停机模块中提供以下几种图表的分析:

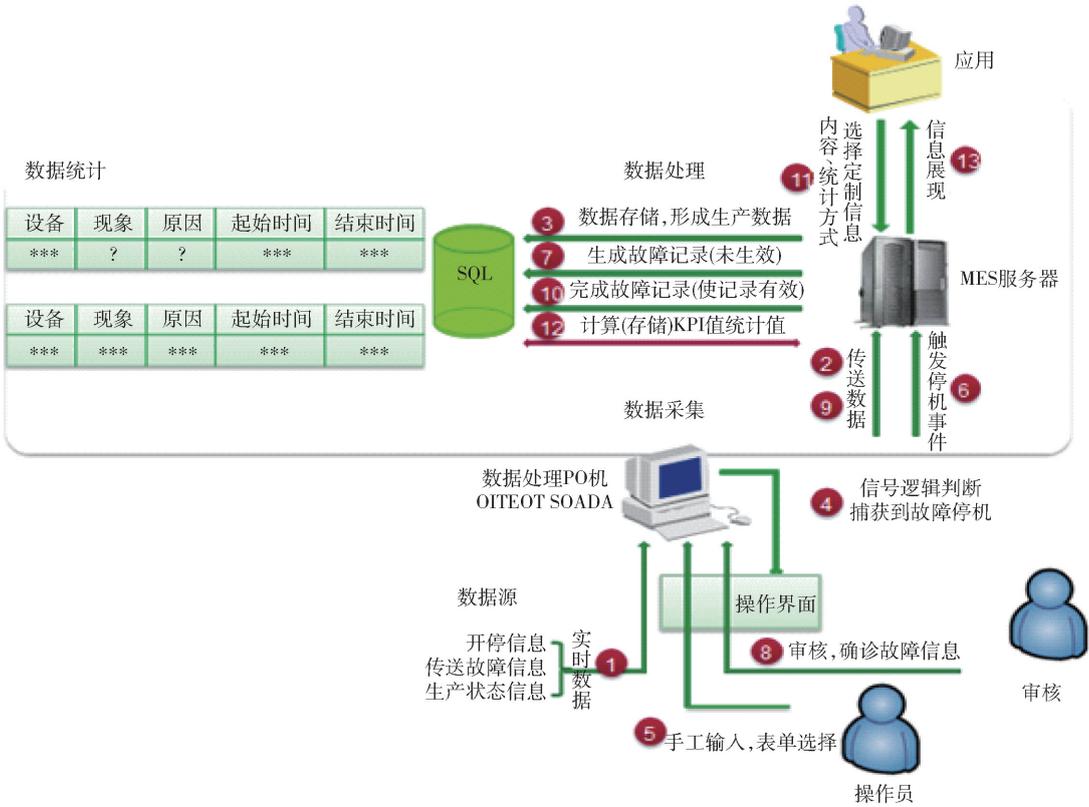


图 4 生产数据分析流程

①甘特图:甘特图是常用的基于时间的棒状图分析工具。停机模块中的甘特图可用来分析在给定时间内各停机活动的时段并以此分析可能的关联。

②Pareto图:Pareto图是一种排序图,使用棒状图来对不同类别进行量的排序。在停机模块中该图

经常用于分析停机的主要原因。常见分析包括前 n 位的停机原因、前 n 位的停机类别、前 n 位的停机位置等,还可以同时对停机次数和发生时间进行分析。

参见图 5:提升机停机记录(周数据),通过记录提升机停机次数,累计停机时间,停机原因,可分析

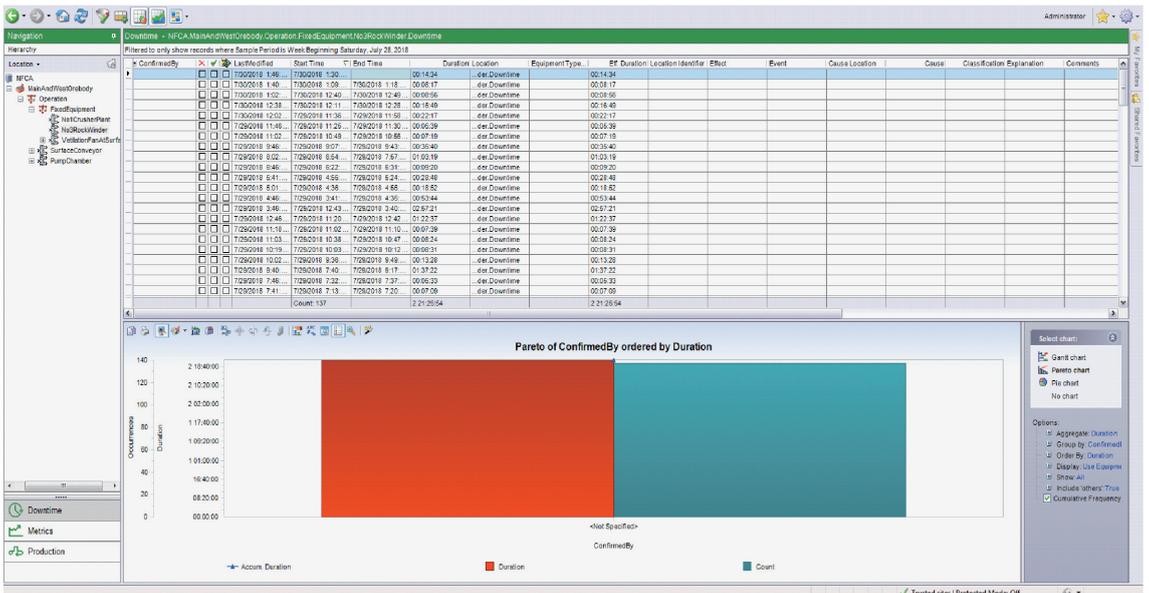


图 5 提升机停机记录(周数据)

表 2 输送机延迟记录字段

字段名 Field Name	捕捉类型 Capture Type	字段描述 Field Description
开始日期时间 Start Date Time	始终自动 Always Automatic	延迟事件开始的时间 The time the delay event started
结束日期时间 End Date Time	始终自动 Always Automatic	延迟事件结束的时间(各延迟均不会显示结束日期时间,同时延迟仍在进行中) The time the delay event ends (Delays will display no end date time whilst the delay is still in progress)
持续时间 Duration	始终自动 Always Automatic	延迟的持续时间 The duration of the delay
有效持续时间 Effective Duration	始终自动 Always Automatic	延迟的持续时间 x 损失率(仅适用于损失率降低的延迟) The duration of the delay multiplied by the rate of loss (applicable to reduced rate delays only)
延迟类型 Delay Type	始终自动 Always Automatic	“一级”或“二级” ‘Primary’ or ‘Secondary’ 所有延迟均被标记为“一级”,除非提供的序列标签在延迟检测时是真实的。这种情况下,延迟就是“二级”类型。 All delays will be marked as ‘Primary’ unless the supplied sequence tag is true at the time of delay detection. In this instance the delay will be of ‘Secondary’ type.
原因位置 Cause Location	手动或自动(仅在在完成值时为自动) Manual or Automatic (Auto only when completion values available)	引起延迟的组件位置。 The location of the component that caused the delay.
原因 Cause	手动或自动(仅在在完成值时为自动) Manual or Automatic (Auto only when completion values available)	例如:堵塞、检验等 E. g. Jammed, Inspection etc
分类 Classification	手动或自动(仅在在完成值时为自动) Manual or Automatic (Auto only when completion values available)	例如:计划维护、未计划操作等 E. g. Scheduled Maintenance, Unscheduled Operational etc
意见 Comments	手动(自由文本) Manual(Free Text)	包括自由文本注释栏。 Free text comments field also.
轮班 Shift	始终自动 Always Automatic	“日班”、“下午班”或“晚班” ‘Day Shift’、“Afternoon Shift” or ‘Night Shift’ “日班”、“下午班”或“晚班” “Day Shift”, “Afternoon Shift” or “Night Shift”
工艺区 Process Area	始终自动 Always Automatic	“SC1”(资产的缩写名) ‘SC1’ (Short name of the asset)
时间使用 Time Usage	始终自动 Always Automatic	例如:未计划的计划工艺未计划工艺设备 E. g. Unsched. Process, Sched. Process, Unsched. Equip
部门 Department	始终自动 Always Automatic	电气、机械、操作 Electrical, Mechanical, Operations
记录类型 Record Type	始终自动 Always Automatic	“停机”或“低速运行” ‘Downtime’ or ‘Slow Running’
操作员 Operator	手动(利用下拉列表) Manual(Using a drop down list)	填写记录的操作员姓名 Name of the operator completing the record

出设备因为什么原因停机时间最长,针对性解决,以提高设备生产效率。

## (2) Production 生产管理模块

Production 生产管理模块通过对生产数据的实时数据采集以及提供单一的手工数据录入点,实现捕捉精准的生产数据。生产管理模块主要用来收集和跟踪生产过程的投入与产出,其中包括材料、消耗品、能源、排放以及废品、次品和产品成品等信息。通过这些数据的收集可以准确描绘出目前生产的情况,管理者和生产人员可以看到整个动态的生产实绩,及时了解计划的执行情况,从而更好更明智的决策生产以提高效率。利用 Production 生产管理模

块,可帮助企业尽最大可能提升生产时间、减少失误、降低手工和重复数据录入的相关成本。该项目生产数据管理主要包括:

电能数据统计分析(需量分析、有功分析、电耗占比、配电站分析)。

提升机生产数据(提升矿石累积量、废石次数累积量、提升总量)。

水泵房运行数据(电机温度、泵出口压力、流量、振动、泵和电机运行时间、电耗、电流)。

生产数据捕捉参见表 3:输送机生产记录字段,主要捕捉数据包括:采样周期、持续时间、矿石产量、废石产量、记录类型、轮班、总产量、3#皮带称重。

表 3 输送机生产记录字段

字段名 Field Name	No3Rock Winder	捕捉类型 Capture Type	字段描述 Field Description
采样周期 Sample Period	(	始终自动 Always Automatic	记录创建的时间(如:11:15:00 AM) The time the record was created for(E. g. 11:15:00 AM).
持续时间 Duration	(	始终自动 Always Automatic	延迟的持续时间 The duration of the delay
矿石产量 Ore Production	(	始终自动 Always Automatic	上一个采样周期后经过称重计的矿石吨位。 Tonnes of Ore passed over the weightometer since last sample.
废石产量 Waste Production	(	始终自动 Always Automatic	上一个采样周期后经过称重计的废石吨位。 Tonnes of Wast passed over the weightometer since last sample.
记录类型 Record Type	(	始终自动 Always Automatic	“产量” 'Production'
轮班 Shift	(	始终自动 Always Automatic	‘日班’或‘晚班’ 'Day Shift' or 'Night Shift'
总产量 Production Tot	(	始终自动 Always Automatic	上一个采样周期后经过称重计的总吨位。 Total Tonnes passed over the weightometer since last sample.
3#皮带称重 N3BeltWeight	(	始终自动 Always Automatic	上一个采样周期后经过称重计的吨位。 Tonnes passed over the weightometer since last sample.

Production 生产分析模块提供了五种图表来进行实际分析:

①累积图:累积图用来分析基于时间的产量或其他量的累积,可以比对生产目标进行趋势分析。②汇总图:可以根据几项字段进行分组,分组统计数据通过棒图显示。③比率图:通过该图显示如生产产量、能源消耗等变量随时间的变化。④饼图。⑤ Pareto 图。

参见图 6:提升机生产统计(周数据):图示曲线为提升机提升矿山次数累积量、提升废石次数累积

量、提升矿石累积量、提升废石累积量、提升总量数据。

## (3) Metrics 绩效管理模块

该模块将 Ampla 其他模块中的数据计算转化成实时 KPI 关键绩效指标,并将这些信息利用图形化的看板展现出来。Metrics 绩效管理模块显示实时的计算结果,例如整体设备效率 OEE、产量、单位产值能耗。还可以展现这些结果在一段时间的趋势图,从而使管理者可以明确掌握业务并改善操作变化带来的影响。特定时间段(轮班、每日、每周、每月

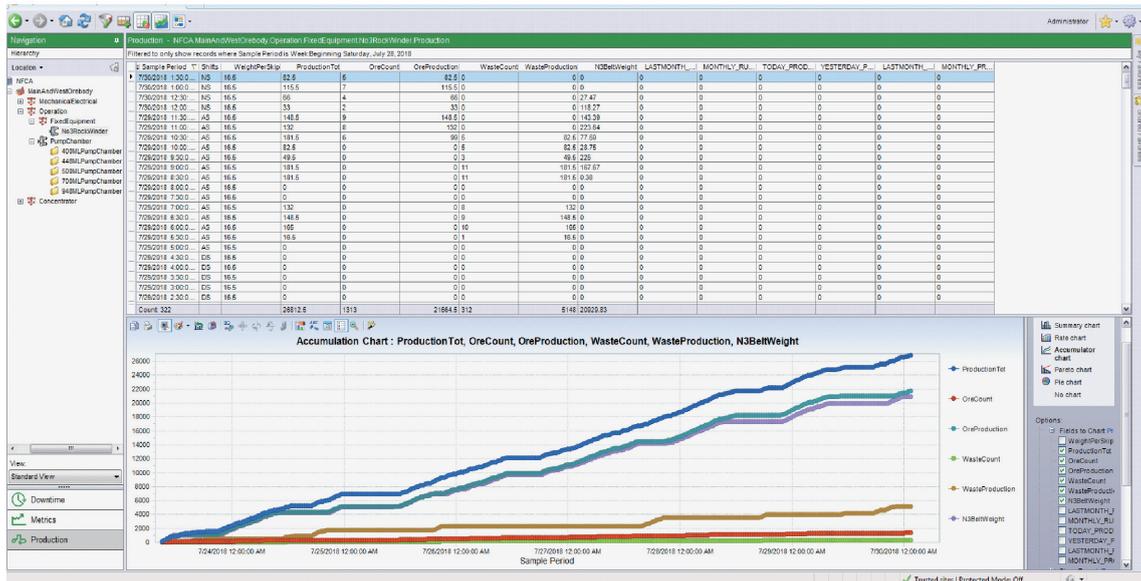


图 6 提升机生产统计(周数据)

和会计年度)结束时,会对关键绩效指标字段值进行计算并保存到 Ampla 数据库中。将这些值保存到数据库中以避免在用户每次请求下对同一个值进

行不必要的重新计算。

该项目绩效管理主要包括:提升机、排水系统等。提升机绩效指标数据捕捉如表 4 所示。

表 4 KPI 关键绩效指标字段

字段名 Field Name	No3RockWinder	字段描述 Field Description
可用时间 Available Time	(	一小时内统计的运行时间 Statistical running time in one hour
损失时间 Lost Time	(	一小时内统计的停运时间 Statistical downtime in one hour
矿石计数 Ore Count	(	不同条件下的矿石提斗数 Skips of ore under different conditions
提升机关键绩效指标 Rock Winder KPI	(	不同条件下的总用电量/总产量 kWh Total/Production Total under different conditions
提升机用电量 Rock Winder kWh	(	提升机耗电总量 Power consumption of Rock Winder
提升机产量 Rock Winder Production	(	提升机矿石提升量 Amount of ore lifted by rock winder
废石计数 Waste Count	(	废矿斗数 Number of buckets of waste ore

排水系统绩效分析(排水系统吨水电耗、水泵房吨水电耗、水泵效率)

提升机(吨电耗、设备可用率、运行时间)

系统中提供四种 KPI 分析图:线性图、箱体图、X Bar 均值图、R 图(极差图)。

①线性图:线性图将一系列数据通过打点方式标注到图表上,根据这些点的分布,绘出一条最佳回归线。每个 KPI 的一组数据均可以有自己回归线。系统同时计算各种分析数据,如标准偏差、极差等。②箱体图:箱体图是通过一组数中的最大、最

小、上下 4 分位数和中线数来观察数据分布,盒子中的不同部分可帮助分析数据的变异情况。③均值图和极差图。④X 棒和 R 图:系统自动绘图的同时自动

计算各参数如 3Sigma,用户可选择显示控制参数。

参见图 7:提升机绩效数据(周数据),计算分析提升机吨矿电耗、设备可用率、运行时间。

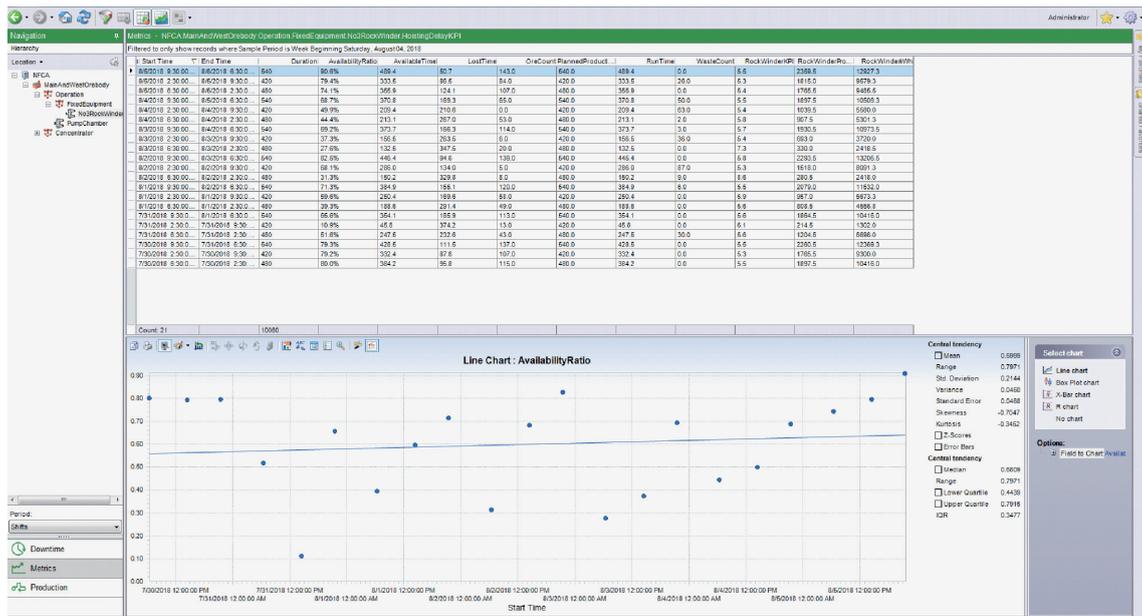


图 7 提升机绩效数据(周数据)

### 2.4 数据展示与应用

Ampla 作为专业的数据分析平台,通常是需要由专业的操作人员进行数据分析与应用,同时还需要将最终的数据统计及分析结果呈现给其他非专业用户及决策管理人员来理解这些数据代表的信息,这就需要有一个可读性强的,用户体验好的数字化平台来展示这些信息,该项目采用 Dashboard 仪表看板 + SSRS 报表,用于数据统计分析结果的展示与应用。选择打开报表时或打开报表后的显示格式。可以选择面向 Web 的格式、面向页的格式以及桌面应用程序格式。这些格式包括 HTML、MHTML、PDF、XML、CSV、TIFF、Word 和 Excel。为基于列的数据创建表格报表,为汇总数据创建矩阵报表,为图形数据创建图表报表,以及为其他所有数据创建自由格式报表。通过使用 tablix 数据区字段,可以创建组合表和矩阵布局的报表。报表可以与基于 Web 的动态应用程序的列表、图形和控件一同嵌入其他报表和图表。

报表系统通过抓取 Ampla 数据,建立了多个报表。主要报表类型包括:生产统计报表、停机记录报表、绩效统计报表。

用户可以选择通过 Internet 浏览报表或在 Ampla 客户端内临时运行报表。以下以需量统计月报及

水泵停机月报为例,解读如何通过可视化数据,分析生产中的问题并提出相应的解决方案。

#### (1) 需量统计月报分析应用

参见图 8:需量统计分析月报,可以解读出采矿部(CHISENGA)二月份最大需量为 18 278.23 kW,比一月份最大需量低 352.99 kW,未超出额定值;二月份平均需量为 15 527.01 kW,比一月份平均需量低 81.44 kW,未超出额定值。

选矿厂(CONCENTRATOR)二月份最大需量为 4 059.27 kW,比一月份最大需量低 108.79 kW;二月份平均需量为 3 269.56 kW,比一月份平均需量高 588.05 kW。

矿山二月份综合需量最大值为 23 627.98 kW,综合需量平均值为 20 733.37 kW。

通过上述数据,可以看出采矿部(CHISENGA)二月份对电能的管理对比上个月偏差不是很大,说明二月份总的电能控制在范围内,耗电量较上月有较小降低;因选矿厂(CONCENTRATOR)一月份检修且二月份选矿厂(CONCENTRATOR)逐步恢复产能,因此其电能数据对比一月份有明显升高。

#### (2) 排水系统运行日志应用

参见图 9:排水系统运行日志,数据采集与分析

## MechanicalElectrical Demand Annual Report

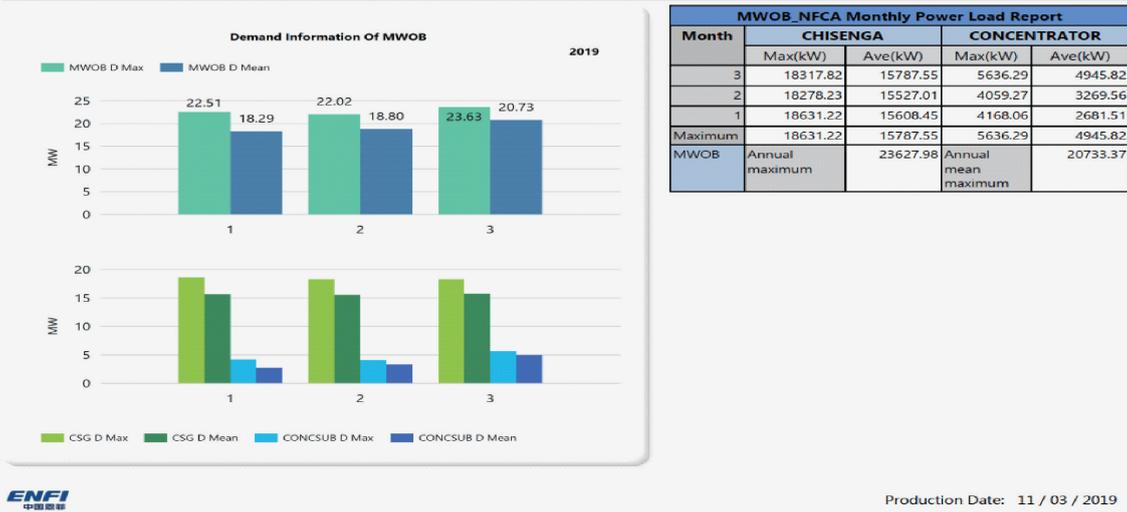


图8 需量统计月报

系统,完全替代了之前井下5个排水泵房,22台水泵的日常运行人工记录的方式,极大地提高了运行管理效率和数据准确性,为设备的运维管理与水泵轮转运行提供了有效的数据支撑。

## 2.5 数据分析系统应用效果

### ①方便快捷的数字化工具

根据用户需求,能够采集、处理数据。尤其是停机模块,通过分析数据,不同的人员可以看到不同的自己想要的信息。通过停机模块,可以计算损失,可以抓住影响产能的主要因素。没有数字化工具时停机很多,但不了解其中的情况,有了数字化工具后可以度量停机事件,分析原因。发生停机后,操作员可以点击查看,查看原因,不用做任何事情,数字化分析工具已经自动生成。

### ②管理效率的提升

所有的数据统计分析都由数字化系统自动生成,确保了数据的可靠性、准确性、及时性,为企业的生产管理提供了高效的决策依据。通过生产信息的自动统计分析报表,专用的故障实时监测、诊断工具,交互式的电子仪表看板,实现企业的无纸化办公与全信息化管理,极大地提升了企业的管理效率。

### ③数据可视化产生顺畅的作业流程

每天早上7:00;晚上19:00自动生成报告,包括实际产量、预测产量、工序、班组信息等。生成什么样的报告需要明确,班报、月报的数据来自绩效管理点,通过选择时间节点,自动生成周报、月报。要

保证生产数据的准确以及数据链路畅通。数据从上到下非常畅通,所有人都可依据数据工作。传统模式下则比较困难,都是手动做每天的生产日报、周报、月报、年报。现在通过数字化工具可以自动生成这些报告;有一部分原因需要录入,自动化程度高的话会自动录入数据。

## 3 智能矿山数据应用需求分析

通过前一节的典型案例,我们可以确定数据在智能矿山生产运营管理中的重要作用,但是往往忽略的是谁来用这些数据,这些数据统计分析结果的最终用户是谁?或者说,这些数据分析结果是否满足最终用户的需求?如果数据分析系统与应用对象不能有效匹配,那么造成的唯一结果是,系统被束之高阁,无法作为有效的数字化工具给用户提供帮助。因此,在构建一个数据分析系统之前,需要明确以下内容:

### (1)数据应用对象

明确数据应用的对象,即系统部署后哪些人要用到这些数据,这些数据是为谁服务的?要确认今后哪些部门、哪些人会用到这些数字化工具和平台。明确数据应用的对象,谁会用到这些数据,怎么用这些数据,这些数据给用户什么样的信息,帮助用户分析原因,提升管理,提高效率。

### (2)数据应用需求

有了数据,还需要做些什么,才能做好数据分析

## PUMPING HOURS AND VOLUME OF WATER PUMPED

LEVEL	RUNNING HOURS	MONTH TO DATE	LIFE TO DATE	VOLUME OF WATER PUMPED ( m <sup>3</sup> )	MOTOR CURRENT (A)
400ML	21.00	275		18134.28	
BASE 1	21	224	2288	17529.56	83
BASE 2	0	20	20	0.00	
BASE 3	0	31	106	0.00	
448ML	44	469		33900.84	
BASE 1	0	0	0	0.00	
BASE 2	0	0	0	0.00	
BASE 3	20	144	212	15154.16	79
BASE 4	17	82	133	11638.19	78
BASE 5	0	0	0	0.00	
BASE 6	7	243	249	6594.50	82
500ML	25	293		0.00	
BASE 1	0	28	2842	0.00	
BASE 2	21	231	4063	0.00	247
BASE 3	4	34	4174	0.00	243
700ML	0	255		0.00	
BASE 1	0	0	0	0.00	
BASE 2	0	192	0	0.00	
BASE 3	0	62	0	0.00	
BASE 4	0	1	0	0.00	
948ML	47	511		21568.25	
BASE 1	23	285	1269	8.00	98
BASE 2	0	0	80	0.00	
BASE 3	0	0	0	0.00	
BASE 4	24	113	5403	21560.25	89
BASE 5	0	0	1061	0.00	
BASE 6	0	113	3612	0.00	
TOTAL VOLUME OF WATER PUMPED ( m <sup>3</sup> )				73603.38	
TOTAL VOLUME OF WATER PUMPED OUT ( m <sup>3</sup> )				50913.50	



Production Date: 12 / 11 / 2018

图9 排水系统运行日志

呢？做好数据分析，得完成四个步骤

## ①明确问题

在做任何数据分析之前，首先要想清楚我们想通过分析数据呈现或解决什么问题？

## ②量化指标

在确定了要呈现的问题之后，就要确定如何量化问题，也就是用什么数据能呈现目标问题的特征。如：关键绩效指标 KPI；设备综合利用率 OEE 等。

## ③定位数据源

指根据上一步确定的量化指标，定位完成这些指标计算，需要输入的数据，并明确从数据采集系统或其他系统找到对应的数据源，并建立起稳定的数据获取通道。

## ④选用分析工具

这是相对容易的环节，市场上有各种数据分析工具可以挑选，应有尽有。但如果只是买了非常好

的分析工具，而前面的三个步骤没做好，分析工具是没有用武之地的

## (3)数据采集内容

需明确一点，采集的数据都是为后续的数据统计、分析、应用服务的，应根据数字化管理的需求，确定需要采集的数据，而不是采集所有的现场数据，否则会造成数据治理的困扰。

## (4)数据展示方式

数据如何展示才能满足最终用户的需求，展示的方式、结构、数据内容；这些数据如何处理，生成什么样的报表。

## 4 结束语

生产企业从来都不缺乏实时数据，生产数据在生产人员眼里是活跃的，而这些海量生产数据对于管理人员是否具有深度分析的价值？生产运行型数

据是由人为层层加工后提交管理层有价值，还是直接利用大数据手段高效地将“沉睡”的生产实时数据转化为分析预测类的信息更有价值？如何去利用和分析这些海量生产实时数据？

生产数据分析系统帮助企业将生产和运营数据转化为业务见解，成就智能运营，包括优化生产流程、实时监控质量、诊断资产健康状况并提高正常运行时间、提高能效、实时管理风险和监管合规性和提高安全性能。

(1)认识数据在企业管理中的核心价值

①改变企业管理模式。

②从海量数据中集中分析和提取信息，深入挖掘数据的价值，建立数据机制模型、智能算法模型。

③建立企业生产技术、生产过程和生产管理各要素的数据标准、编码体系和接口规范，实现业务和管理全过程的数据管理系统。

④将各种信息孤岛和不同格式的数据汇集于同一功能场景中，在资产的整个生命周期内赋予设备、机理和流程的数字双胞胎情景可视化，用户可实时查看资产和业务的运营方式，针对重大故障和意外

停机提前预警，及时发现运行异常并采取相应措施，取得风险、成本和资产绩效之间的平衡。

(2)确保数据分析系统的持续化应用

在认识到数据在企业数字化转型的价值之后，更要重视数据的持续化应用。

①从数据到行动：通过数据分析，发现生产过程中的瓶颈，并采取行动，提升生产效率。②明确改进的领域：通过行动，发现问题，并明确要改进的领域。③预测的准确性：通过专业的工艺优化预测模型，验证预测的准确性。④用行动来实现价值：通过行动的最终实践，实现数据的最终价值。

[参考文献]

- [1] 杨真,郭昌放,王静宜,等.由数据驱动的智慧矿山建设研究[J].中国煤炭,2019,45(11):41-48.
- [2] 王安,杨真,张农,等.矿山工业4.0与“互联网+矿业”:内涵、架构与关键问题[J].中国矿业大学学报(社会科学版),2017,19(2):54-60.
- [3] 王琳,商周,王学伟.数据采集系统的发展与应用[J].电测与仪表,2004,41(8):4-8.

## Mine More Data Values, Improve the Efficiency of Production and Management

—Discussion on the Data Analysis and Application of Smart Mining

ZHAO Yi, SHI Lei, WEI Yong-lan, DING Tao

**Abstract:** This paper introduces the important role that data plays in supporting enterprises to improve their management efficiency. It provides implementation suggestions for principles of data acquisition, data analysis strategy and methods of data display in smart mine construction through smart mining data acquisition, statistical analysis and displays of application cases. Meanwhile, it discusses the common challenges and solutions which enterprises have encountered in the applications of data analysis, and it also put forward application suggestions on how enterprises improve their management efficiency through data analysis.

**Key words:** Ampla; data acquisition; data analysis; data display; data dashboard; report

▲