

**PSImining**  
数字矿山  
为采矿操作员设计的  
高级别 SCADA 系统

PSI 

# 目录

<b>PSImining – 数字矿山 .....</b>	<b>3</b>
<b>为采矿操作员设计的高级别 SCADA 系统.....</b>	<b>3</b>
PSImining 的特性.....	3
基础系统的 SCADA 功能.....	5
人机接口.....	5
报警概念.....	6
技术作业处理.....	7
技术作业操作.....	8
特定操作模式.....	9
日志和列表.....	9
周期归档.....	9
生产资源管理.....	10
视图与图片管理.....	11
采矿 SCADA 功能.....	12
输送机和煤仓.....	12
物料输送控制、仿真和优化.....	12
采矿自动化和矿顶支撑控制.....	13
原材料物流.....	15
安全与通风 (CH <sub>4</sub> 、CO 和 CO <sub>2</sub> 监测).....	16
基础设施.....	17
巷道掘进监测.....	18
施工材料的供应.....	18
总结.....	19

# PSImining - 数字矿山

## 为采矿操作员设计的高级别 SCADA 系统

### PSImining 的特性

PSImining 是一个工厂级的 SCADA 系统（3 级），可监测、控制采矿操作，并实现其自动化。

除了 SCADA 的系统功能，PSImining 还可以执行生产资源管理的各项任务。

这种组合可以实现如下协同效应：

- 生产资源管理质量的提高：
  - 把非计划事件的可能反应时间缩至最短
  - 把矿山设备和基础设施的维护时间缩至最短
  - 提高计划质量
  - 更高的 OEE (整体设备效率)
  
- 降低运营成本：
  - 减少停机时间和停机事件
  - 更好地协调生产（稳定产出，管理突发事件）
  - 优化原材料的物流
  - 提高存储容量的利用率

所有方面，诸如机械和基础设施的精确控制、改善生产资源管理和降低运营成本，有助于提高产量和增加收益，并确保投资在短期内得到回报。

目前，PSImining 是世界上唯一一个可以将所有与采矿活动相关的流程整合至一个独立的 SCADA 系统中的矿业 SCADA 系统。此外，它是世界上唯一的可以对选定的实时过程进行优化的系统，比如煤仓的装载/卸载过程，采矿输出控制等，以实现优化矿井装载。

这一系统可将地质数据与不同工作区域相关机械和设备的数据相结合。为实现高级别的自动化系统，PSImining 使用机械现有的控制功能如 PLC 等，无需额外开发新的控制模块。这样使得投资变得更加安全。

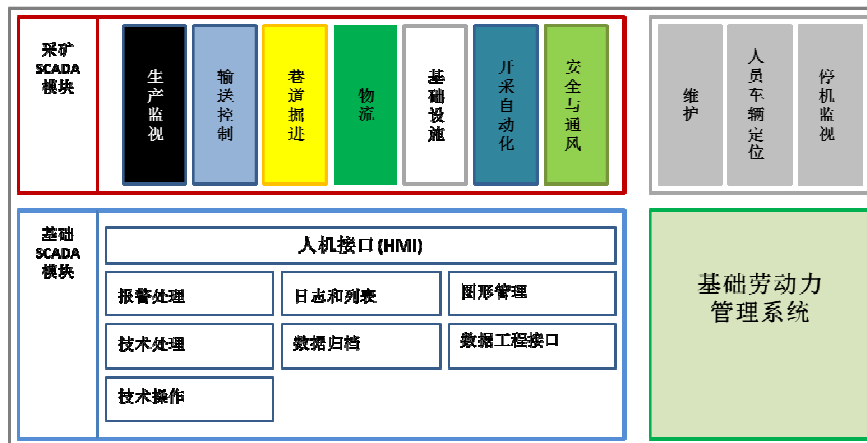
PSImining 具有以下独特的性能、功能和优势：

- 全面集成系统的方案；
- 将所有开采特定任务集成至一个 SCADA 系统中；
- 分布式操作员工作站；
- 位置无关的操作员站（远程操作员站）；
- 冗余方案；
- 带有自动化操作员指导的高度先进的人机交互界面（HMI）；
- 图形化的数据工程；
- 面向过程的地理/地质视图的 SCADA 在线/离线数据模型概念；
- 带有负载预测和负载计算的能耗管理功能（EMS）；
- 巷道和电力网络的拓扑分析；
- 提供与外部系统如在企业环境中的 ERP 或 GIS 的安全数据接口；
- 实现机械设备的自动化；
- 停机管理，事件处理和人力管理；

其他 SCADA 系统需要大量不同的系统和设备，专门用于某个子流程可视化控制，一般不具备跨部门的监测、控制与自动化。

PSImining 具备可以使用的所有标准 SCADA 功能。专用采矿功能可以以完全集成的专用模块添加进去。此外，PSImining 还为操作员的地理视图、示意图、列表、日志、曲线图导航，提供系统范围内的“主动”操作指导。“主动”的意思是，在事件或报警发生的情况下，系统可将操作员指引至事件/故障发生点。

此外，PSImining 实现了典型的三级 SCADA “生产运行控制”任务（详细排产、生产调度、质量保证等）。



基于这一事实，跨部门的监控功能使采矿操作员得以将拉动策略全面应用于整个生产过程 (采煤、选煤、装煤到运输物流)。

## 基础系统的 SCADA 功能

### 人机接口

人机接口 (HMI)由 PSI 独立开发，是独一无二的产品！设计和实现 PSImining 人机接口的目标有以下几点：

- 高度灵活的图形设计。可显示任意对象类型以支持今后系统的扩展；
- HMI 软件采用开放式系统设计。它支持目前所有通用图形标准，也可以在将来进行扩展。PSImining 的 HMI 支持多国语言；
- 从设计方面来讲，HMI 支持无限数量的对象。唯一的限制因素是硬件和操作系统上的限制。所有使用 HMI 的功能都能达到最优的性能。PSImining 提供了速度最快的操作系统 HMI；



人机接口提供了大量专有功能以支持操作员浏览并定位大型视图，如基于地理信息的矿井构造视图。

- 拖&放  
在视图中选定某图形化部件或者在日志行中选定该部件，可将其拖放至任意可用的显示区域中；
- 导航框架（画中画）  
对于大型地理图形，导航框架支持操作员在图形中导航；  
通过鼠标功能或滚动条显示选定形的平面图；
- 缩放和有序分层显示  
逐步连续缩放，缩放中心可自由选择。根据缩放级别，可自动显示或隐藏(有序分层显示)详细信息；
- 画面选择  
利用菜单图形按钮以及系统设备与相关图形的预定链接直接选择图形；
- 路径追踪  
在复杂的大型图形很难追踪用线条描述的路径，如电力线或管道线。采用路径追踪功能，用户可用光标“点住”线路，在整个图形中进行跟踪；
- 多光标操作功能(协同)
- 大型地理概况图像(GEO)  
GEO 图像是一种大型图形，含有所有矿井构造要素(巷道、传送带、皮带、井筒、采煤面等)，以及相关的安全设备(CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)；

## 报警概念

*操作员提示*

图形和报警明细层可供操作员由全局视图迅速切换到相应的明细图片，从而保证一致可靠的操作。重要的基本操作任务含：

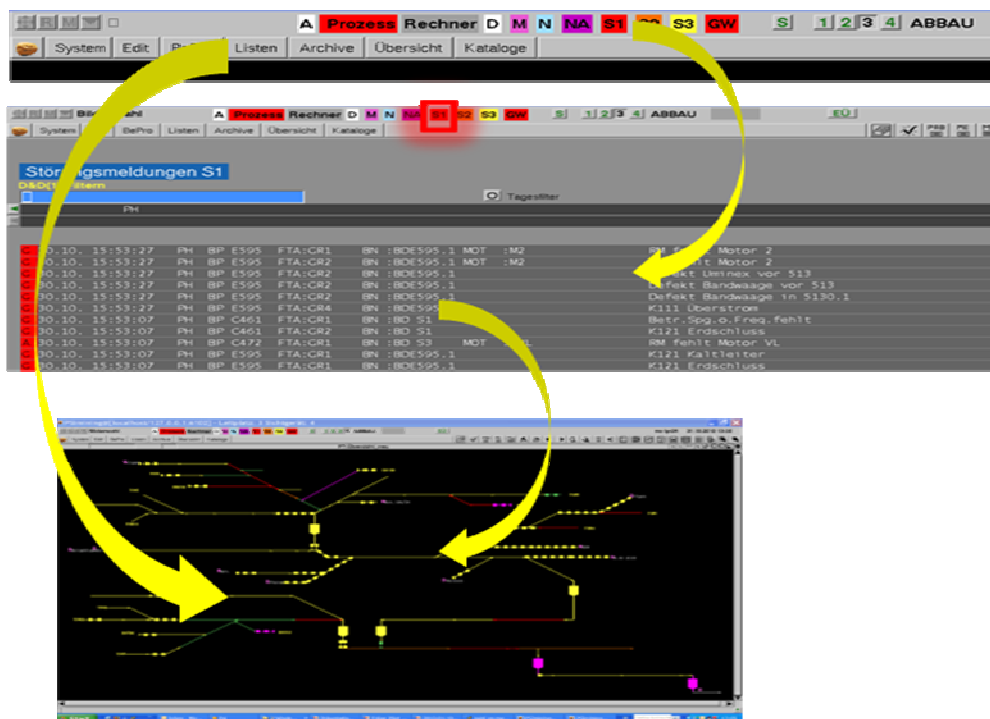
- 报警提示引导查看分层图形中相应的视图；
- 操作对话框式的直观指导；
- 显示正常状态的当前偏差；

*错误处理*

由自发事件产生的消息（故障，提示等）：

- 进程提示，如设备状态变化或者故障和运行提示；
- 系统生成或派生的提示，如超出限制或者轮询故障；

- 信息网络的提示，如远程控制，数据连接，传输错误或其他重要的系统错误消息；



操作员可通过声光信号获得提示。其他报警方式包括全局指示器、概况指示器、显示系统单元或单项指示。

系统报警功能可引导操作员精确查看报警事件。

### 技术作业处理

提示处理

提示处理可按具体项目配置。提示的类型包括进程提示，信息技术提示和 PSImining 给出的提示。

测量值或计数值处理

计数值报文的原始测量值可以在控制系统中转换为相应的标量值，并进行进一步的处理和计算。收到计数值报文后，系统内的计数器可进行自增运算。如果外部计数值清零，系统内的计数器接着做加法运算。然后，根据计数器参数计算其他相关量。

输出处理

操作员发出的命令和自动逻辑程序给出的命令步骤处理方式相同。如果定义了该指令相应的响应消息，软件则会监测是否按时收到响应。监测的时间可以在“数据工程”模式中的进行定义。

连锁监测

许多进程的操作和功能都采用了某类连锁。连锁是执行操作所需满足的一种条件。如果不满足这种条件，这个操作将被禁止。

## 技术作业操作

登录

任何一位操作员都可以被系统识别。操作员登录系统时必须输入自己的用户名和个人密码。密码以“隐藏模式”输入。每次登录登出都将被记录在信息网络的日志中，包括操作员名称、时间和操作员工作站。

当操作员登出系统后，系统将退出当前工作模式并进入“闲置”状态，此时除了重新登录外不能执行任何其它操作。这种状态下，任意操作将自动启动用户登录对话框。

权限和身份验证

在控制系统中权限被定义，以明确划分出不同的职责范围。权限的划分根据正常工作时间，以及夜间和周末加班时间的需求来考虑。权限可分为指令权限和报警职责。

控制系统的每一个操作员工作站都负责某一特定区域的指令和报警。每个区域由一定数量的进程对象组成，并可通过组合指定的提示源来创建。

轮询

数据采集器的轮询 (GI) 由操作员执行或控制系统自动触发。轮询从数据采集器获得当前过程的完整状态。在轮询过程中，系统检查收到报文的完整性，即是否收到预期信息。如果通信服务器在规定的时间内未收到响应，系统将中断该询问，并显示相应的错误消息。同时该询问也将记录在日志中。

事件与警报的确认

HMI 提供给操作员的提示信息具有不同程度的重要性。因此可以把提示信息分成两种，一种需要操作员确认，另一种不需要。在数据工程模式中，可以对提示信息是否需要确认进行定义。通常，所有的报警、自发状态变更和设置变更的非预期响应都被定义成需要确认。

## 特定操作模式

操作员工作站可采用以下工作模式：

- 针对开采的特定任务的操作模式；
- 用于数据测试但不影响实际生产工作的测试模式；
- 用于数据输入、数据维护以及构图的数据工程模式；
- 在日常运行过程中，为了详细分析重要的安全相关事件的事后分析模式；

每种工作模式使用特定的窗口颜色显示。工作站可同时运行两种不同的工作模式，如操作模式和数据工程模式。每种模式必须配备一个或多个监视器。

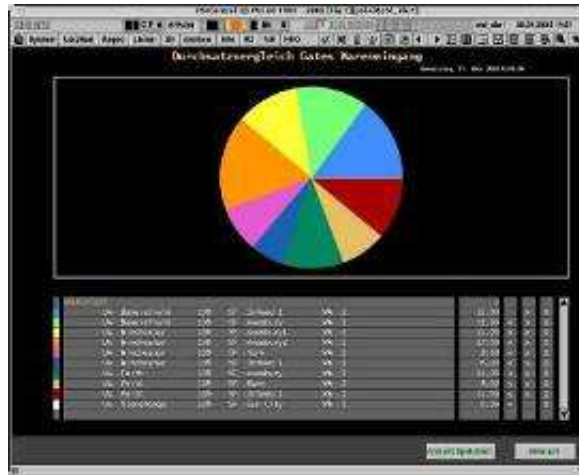
## 日志和列表

PSImining 提供日志和列表功能。所有日志和列表按子系统定义。不同日志和列表的用户界面一般是相似的。显示格式和操作方法在所有的子系统中均相同。系统中的日志和列表类型包括时序日志、状态列表、注释列表、对象列表和静态列表。

## 周期归档

归档可以按自定义周期存储信息。一般情况下，这种信息含有测量和计数的最小值、最大值和平均值。同时，还可以归档其他信息，如统计表和时间表。

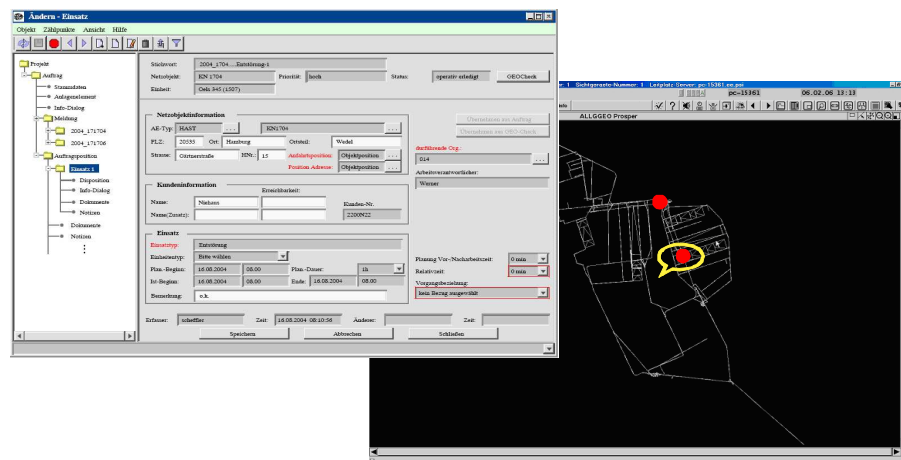
归档可以根据项目的需求来配置各种参数，如周期，变量，压缩，更新等。



## 生产资源管理

PSImining 含有两项 PSI 核心技术，即 *PSIcontrol* 和 *PSIcommand*。*PSIcontrol* 管理设备数据属性、位置以及测量值和计数值 (参见 2.2 分层数据模型)。*PSIcommand* 管理设备运行中断情况下采取的相应措施，以及用于维护保养的计划数据。所以，*PSIcommand* 实现了对不同地区的维护、操作和物流等任务的生产资源管理。

采用 *PSImining* 系统，分层数据模型中所含设备属性描述信息可自动用于“生产资源管理”。管理系统不必进行数据维护或传输。



图表 1: PSImining 维护用生产资源管理模板

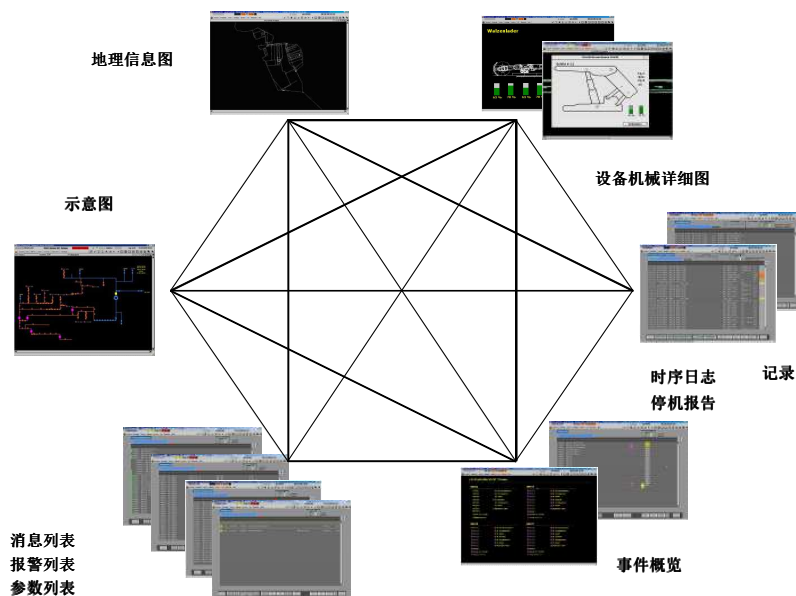
## 视图与图片管理

多层视图是 PSImining 图形概念的显著特征。  
概览层含有地理或示意网络图以及事件概况图。

下一层为明细图，为操作员提供相关设备信息，例如刨煤机/采煤机或同类设备流程信息。

再下一层视图提供机械相关的详细流程信息，如选定的电机、泵等设备的数值和消息。这层视图还含有相关流程日志、报表和报警列表。

每张视图可链接同一层或另一层的其它视图。操作员可通过鼠标单击“拖放”功能在这些图形之间进行“跳转”。



## 采矿 SCADA 功能

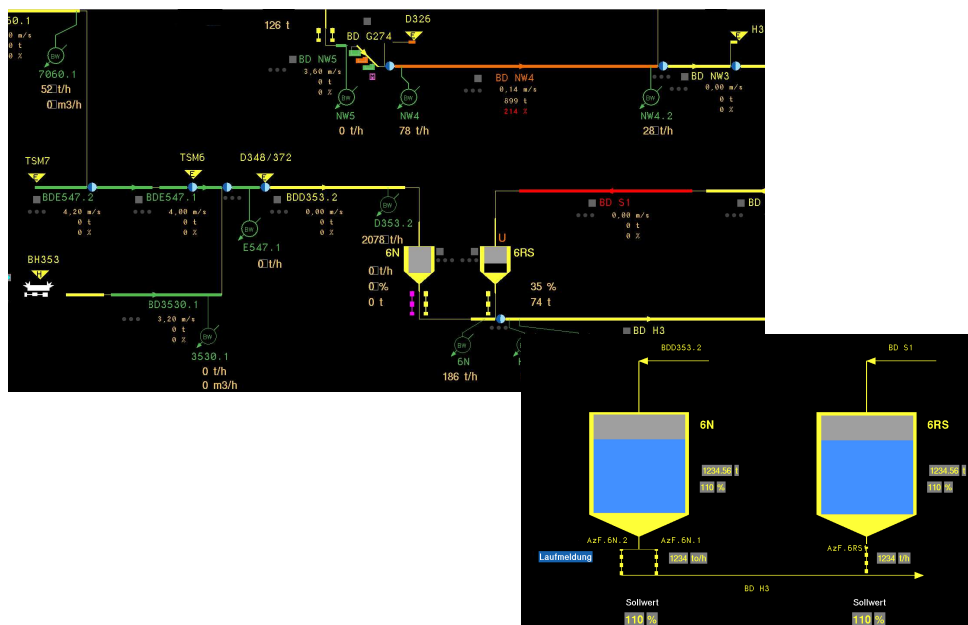
### 输送机 and 煤仓

输送机示意图提供整个传送系统概况，包括煤仓及其各自的过程状态 (开、关、故障等)。操作员可通过拖放功能选择相关明细图，了解选定设备 (皮带、煤仓等) 更加具体的值和状态信息。

### 物料输送控制、仿真和优化

物料输送控制具有多种目的：

- 降低峰值负载时确保物流 (煤炭, 煤石) 传输的连续；
- 降低峰值负载以设计更小的传送系统；
- 降低整个传送系统的负载系数，以延长输送系统的寿命；
- 保证煤的质量要求；
- 改进流程，实现连续传送带载荷，避免关键位置出现瓶颈；
- 采掘过程闭环或开环控制，根据所需产量管理生产全过程；
- 管理故障状态和故障成本 (非计划停机)；



## 采矿自动化和矿顶支撑控制

### 坍塌分析

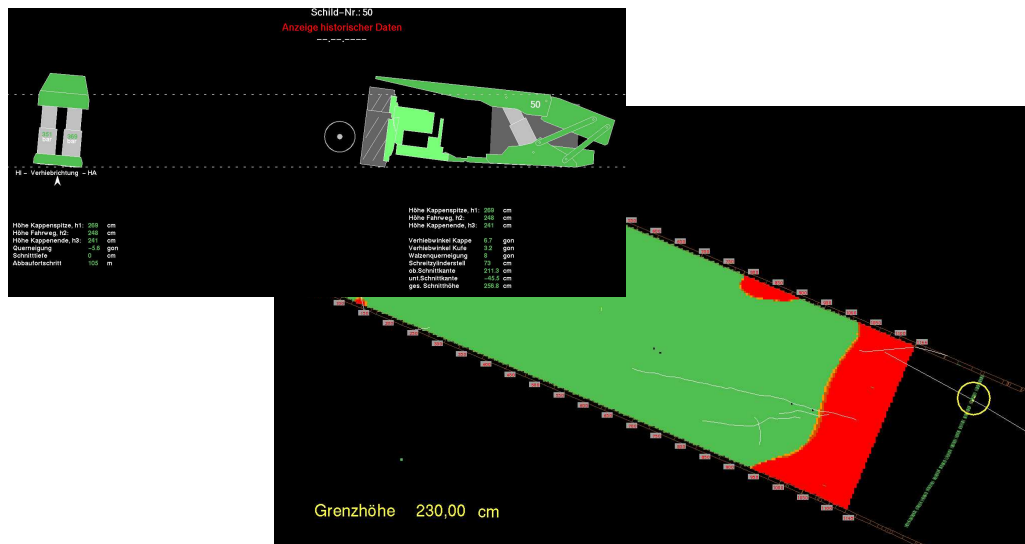
坍塌分析的结果可以有助于了解发现的坍塌区域及相关高度。同时，还有助于了解坍塌区域局部扩大范围并采取相应措施。

### 煤层的显示与分析

当支架/采煤机最小系统高度大于煤层厚度时刀片会切入煤石层。这种情况可采用采煤机闭环控制加以避免。可视化生产需掌握测量数据进行有效分析，比如煤层的厚度、煤/石比及断层。

基于地理信息的煤层视图可显示整个煤层的煤/石比 (深灰色/浅灰色)、巷道、矿顶支撑位置 (绿色)、采煤机或刨煤机当前位置。断层以白线显示。汽泡帮助提供附加信息，如选定煤层区域的厚度、高度或煤/石比。

通过放大视图，支架和采煤机位置视图可以变得更加详细。可以对单个支架使用拖放功能，以显示相关的明细信息。



采煤机的闭环控制

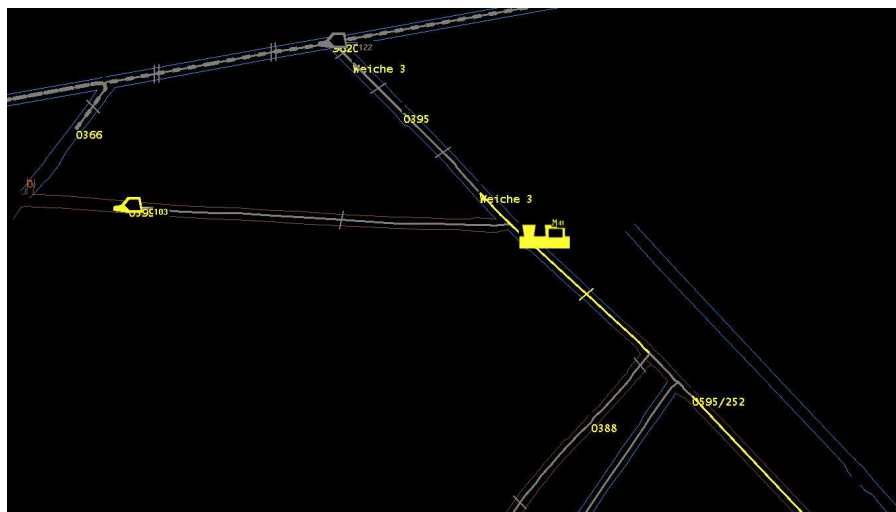
在推出 PSImining 之前，由于采煤机巨大的惯性以及 PLC 有限的闭环控制能力，难以根据采煤面进行开采，并保存以前的开采数据。当煤层地理条件急剧变化时，这种情况会造成采掘深入煤石层，导致煤石采掘量增大和采煤机受到的压力增大。

为在这方面实现优化，需要采用复杂先进的闭环运算方法。这些运算方法将矿顶支撑/覆盖层数据（角度、高度、位置等）与提供的采煤机数据相结合。根据这些数据，进一步计算开采模板，用其作为实现采煤面开采优化的机械 PLC 的设定值。

## 原材料物流

运输物流应用程序支持管理基于地理信息的图形显示单轨吊车、机车及其他车辆组成的运输网络。这种应用程序具有以下功能：

- 采用定位系统确定车辆位置；
- 避免相向通行；
- 工作人员/人员跟踪；
- 车辆、运输材料及运单状态信息；
- 优化调度过程和物流过程；
- 发生故障的情况下按优先级别安排运输；

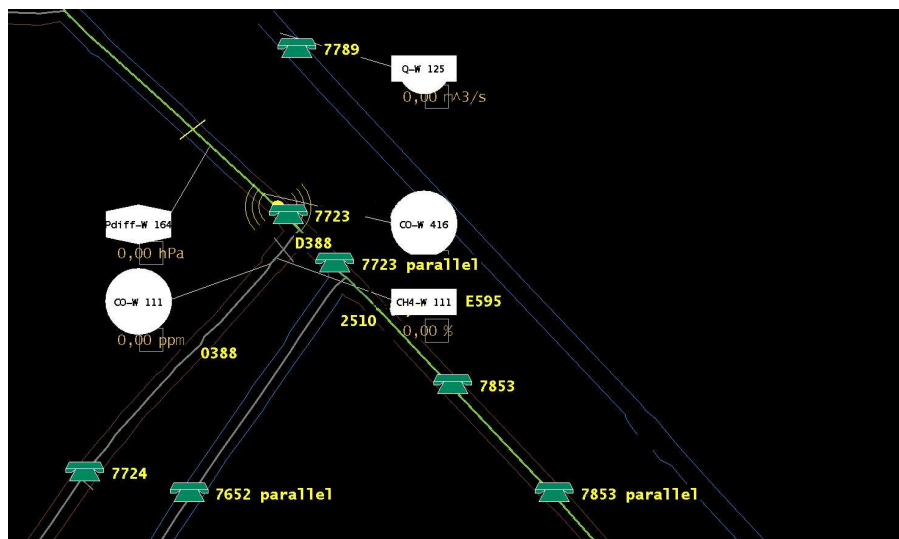


根据定位系统，采用 WIFI 接入点或 RFID 提供的数据可了解车辆的移动。点击需要了解的车辆，可显示车辆运输的材料及行驶数据（目的地、任务、驾驶员等）。操作员可封锁轨道路段，避免交通冲突或故障的影响。

人员跟踪系统与车辆跟踪系统相似，它也是通过 RFID 和接入点来获取移动数据。

## 安全与通风 (CH<sub>4</sub>、CO 和 CO<sub>2</sub> 监测)

基于地理位置的矿井概况视图提供 CO/ CO<sub>2</sub>/ CH<sub>4</sub> 等相关安全测量点的气体浓度和通风流量信息，图形可放大显示。由于关联不同的图层，显示的数值很容易区分。如果超出规定限度，检测的测量点将通过相应的颜色通知操作员。同时，可按事件分别输入报警列表。所有数值将会做归档处理，因此这些数值可进行后期处理并显示趋势曲线。

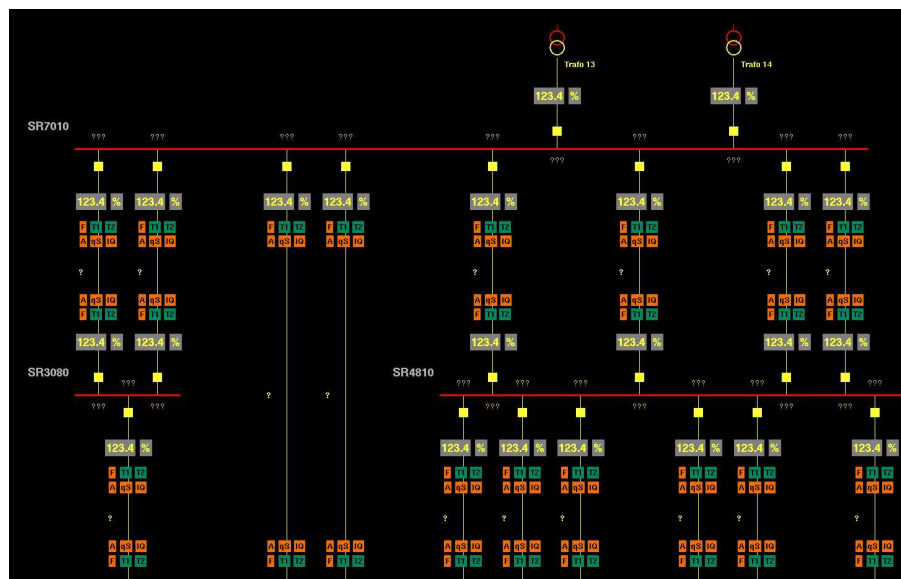


## 基础设施

矿井电力网络将地面供电分配到地下。其视图类似于矿井网络视图，采用电力专用图像变量及其他功能，如智能网络拓扑结构。

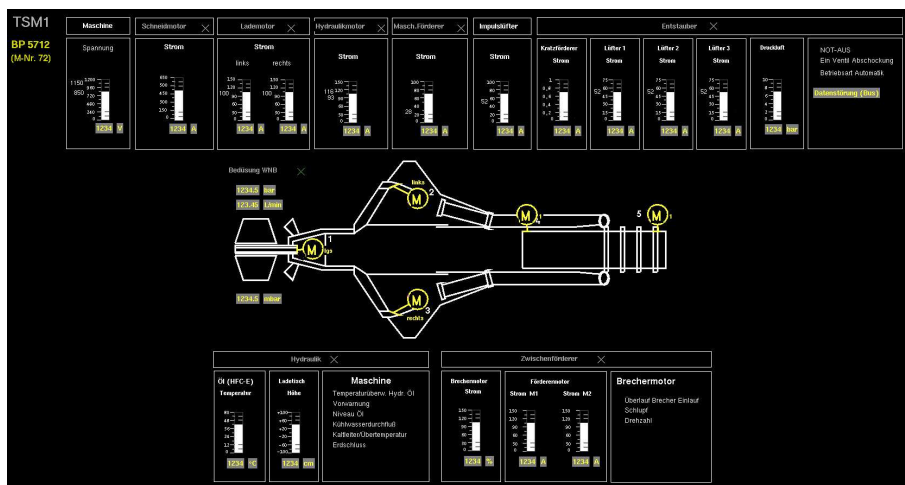
拓扑结构图提供每条电力线以及配电柜、变压器等相关设备的状态（加电、断电、故障），以及横截面网络状态。

操作员可控制选定设备的操作。网络应用功能适用于网络分析和能源管理。



### 巷道掘进监测

操作员可监测掘进机、钻孔机及安全参数。安全参数包括法律规定的喷水降低粉尘，以及避免气体一粉尘爆燃等。



### 施工材料的供应

施工网络提供综合工艺图及各种详细的设备视图，便于操作员全面了解整个生产过程，并为其协调材料供应提供支持。当需要材料时，系统可为操作员提供相关位置和信息，如煤仓的煤量、设备状态及消息等。

其他日志和统计工具支持施工与供应操作的后续分析和评估。这种信息还可通过办公界面用于管理。

## 总结

PSImining 是世界上第一个工厂级别的 SCADA 系统，它将属于一个采矿生产的所有进程整合进一个独立的系统。它为控制、优化和自动化开辟了新视角。

矿井操作员使用强大先进的人机交互接口进行操作。在事件、警报、超限等情况下，操作员“被带到”事件/故障发生点，这种方式为各种观察提供了随机选择。

集成的生产资源管理避免了对多个数据库进行操作和维护。在与生产资源（物流、维护、操作等）的妥善协调下，来源于控制部分的事件可以即刻转换成一个行动。

整个矿井被视作一个整体，这样可以以“鸟瞰”的方式对各个进程进行监测。事件对相关过程的影响可以很容易地被发现和管理。控制室内的操作员在任何时间对所有的进程都一目了然。

此份独一无二的概论的重点便是**数字矿山**。

***PSI Production GmbH***

*Boschweg 6*

*63741 Aschaffenburg*

*Germany*

*电话: +49 6021 366 0*

*传真: +49 6021 366 541*

***PSI 中国***

*北京市海淀区科学院南路2号*

*融科资讯中心C座南楼1211-1212*

*100190*

*电话: +86 10 6280 0647*

*传真: +86 10 6280 0660*

*www.psi-production.com*

*info@psi-production.de*

**PSI** 

Oct. 2011