

KSSJ/YY22-2023

智能化矿山数据融合共享
大型机电设备状态监测与诊断数据
应用规范

Intelligent mine data fusion and sharing

Application specifications for condition monitoring and diagnostic data of large
electromechanical equipment

国家矿山安全监察局
2023年6月

目 次

前言.....	II
1. 范围.....	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术语和定义.....	1
3.1. 缓变数据 slow-changing data.....	1
3.2. 高频振动数据 High frequency vibration data.....	2
3.3. 性能影响限值 performance impact limits.....	2
3.4. 设备运行限值 equipment operation limits.....	2
4. 基本要求.....	2
4.1. 应用目标.....	2
4.2. 应用架构.....	2
5. 数据应用基本要求.....	3
5.1. 数据应用基本流程.....	3
5.2. 数据采集.....	3
5.3. 数据操作.....	7
5.4. 状态检测.....	9
5.5. 健康评价.....	11
5.6. 预测评价.....	14
5.7. 建议生成.....	16
6. 性能要求.....	17
6.1. 传感器性能与数据质量要求.....	17
6.2. 采集设备要求.....	17
6.3. 数据传输性能要求.....	17
附 录 A（规范性附录） 矿山大型机电设备故障表（设备运行规则）.....	18
附 录 B（规范性附录） 工作面设备辅助判别故障清单.....	32

前 言

本文件参照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件起草单位：中国中煤能源集团有限公司、中煤信息技术（北京）有限公司、国家电投集团科学技术研究院、国家电投集团内蒙古能源有限公司、山东能源集团有限公司、应急管理部信息研究院、国家能源投资集团有限责任公司、中国华电集团有限公司、陕西煤业化工集团有限责任公司、中国煤矿机械装备有限责任公司、航天智控（北京）监测技术有限公司、北京科技大学、西安工程大学、中国矿业大学、中国矿业大学（北京）、西安科技大学、郑州恩普特科技股份有限公司、北京寄云科技有限公司、北京龙田华远科技有限公司、云鼎科技股份有限公司、陕煤集团神木张家峁矿业有限公司、国能数智科技开发（北京）有限公司、华电煤业集团有限公司、华电煤业集团数智技术有限公司、中煤电气有限公司、北京北矿智能科技有限公司、科大讯飞股份有限公司、华洋通信科技股份有限公司、安徽容知日新科技股份有限公司、波西安力传智能技术有限公司。

本文件技术指导：胡登高、王鹏、杨荣明、丁震、杜将武、赵宇波、杨建华、邓文革、冯志华。

本文件主要起草人：蔡峰、包晓波、吴中伟、王陈书略、吴振彬、毛清华、董传德、郝雪弟、宋国栋、张冬阳、尚福浩、韩培强、钱建生、顾军、于楚凡、代佳昕、刘树栋、王会枝、胡勇、彭六保、薛旭升、雷文平、张润、杨钰锟、苗胜军、李国清、王贻明、李艳、商德勇、郭星歌、傅若玮、李昕、牛智伟、刘波、赵文豪、张艳军、郑耀涛、徐金陵、黄金、陈帅领、张娜、柴红强、周亚清、刘旭、黄树巍、储汉卿、宫韬、荣守起、花锦、于仁龙、毛蛟龙。

智能化矿山数据融合共享 大型机电设备状态监测与诊断数据应用规范

1. 范围

本文件规定了智能化矿山建设过程中，大型机电设备状态监测与诊断数据应用建设的一般原则。对数据采集，数据操作，状态监测，健康评价，预测评价与建议生成做出约束。

本文件适用于智能化矿山设备相关产品的建设指导，也适用于智能化矿山相关产品的验收。

2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 19873.1-2005 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则

GB/T 20113-2006 电气绝缘结构(EIS) 热分级

GB/T 25742.1-2010 机器状态监测与诊断 数据处理、通信与表示 第1部分：一般指南

ISO 20816-1:2016 Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 1: General guidelines

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1. 缓变数据 slow-changing data

采样频率低于100Hz的传感器产生的数据。

注：常以温度，流量，压力等参数为主要数据。

3.2. 高频振动数据 High frequency vibration data

采样频率在1000Hz以上的振动传感器采集得到的振动波形数据，具有较高的统计分析与数理模型分析价值。

3.3. 性能影响限值 performance impact limits

设备在设计时使用的良好运行工况计算出来的限值。

3.4. 设备运行限值 equipment operation limits

设备设计过程中的极限值。

4. 基本要求

4.1. 应用目标

通过对大型机电设备状态监测与诊断数据的应用，实现对设备的采集，分析，通信等环节的规范化。使同类型软件产品能够实现数据的互联互通，保障对其他横向与纵向系统良好的集成性能。

4.2. 应用架构

智能化矿山大型机电设备状态监测与诊断数据应用，按照业务特点，应划分为双采集链路的“端-边-云”架构。架构中的端，指的是具体的数据感知方法，包括各类传感器。架构中的边，指的是边缘计算硬件，如振动采集分析网关，边缘侧故障诊断程序。架构中的云，指的是煤矿私有云下部署的系统，为整个体系提供进一步的预测评价与建议生成功能。

应用应支持私有云、公有云、混合云部署，支持跨平台部署。

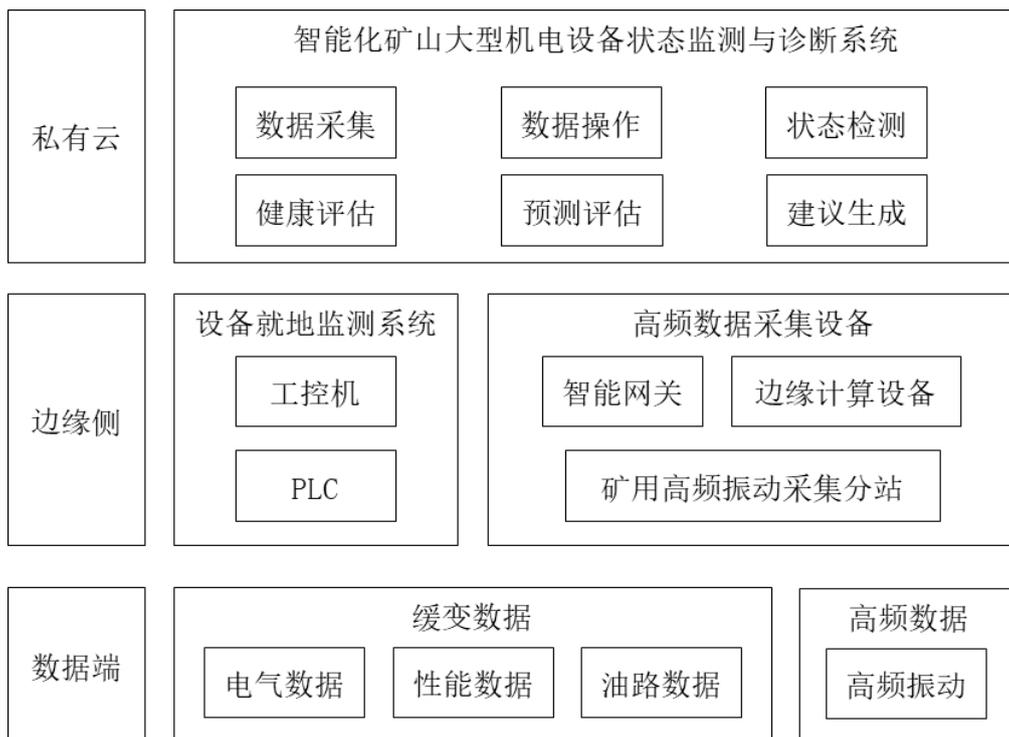


图 1 智能化矿山大型机电设备状态监测与诊断系统架构图

5. 数据应用基本要求

5.1. 数据应用基本流程

基本的数据处理流程，应按照《GB/T 25742.1-2010 机器状态监测与诊断 数据处理、通信与表示 第1部分：一般指南》中的流程图执行，应按照标准，将系统划分为六个模块，分别为：数据采集，数据操作，状态检测，健康评价，预测评价，建议生成。

5.2. 数据采集

5.2.1. 输入

按数据来源分类，应支持：

- 检测器，包含振动采集设备，PLC 等基本感知数据来源；
- 智能传感器直连，即通过一些可以直连的协议获取信息；
- 手动输入，部分的数据应支持手动输入与表格导入；
- 横向系统输入，应支持外部系统的信息交互，交互方式应限定为：OPC 服务，RESTful API（HTTP 服务），消息队列（MQTT，Kafka 等）。

按数据采集方式分类，各模块应支持：

- a) 在线数据交互，实时数据交互的消息队列或 OPC 服务，消息队列中若需要使用 Kafka，应使用 2.1 以上版本以保证兼容性；
- b) 离线数据交互，用于断线补发数据及历史时间切片查询的 RESTful API。

5.2.1.1. 设备知识录入

应提供知识录入接口与界面，支持手工输入与批量导入。

应根据设备层级关系，生成设备代码。设备代码在一个私有域中，仅能存在一个应用生成设备代码。设备内容应根据提供的设备代码作为通信基础。应用应支持自生成和派发提供两种代码创建模式。

设备应根据《GB/T 19873.1-2005 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则》中的描述，对具体的对象进行层级划分。

5.2.1.1.1. 系统

系统是管理口径上的最大单位，对于系统的组成情况，应录入以下信息：

- a) 系统名称：应录入系统对应的名称，具体名称根据用户相关管理办法制定，如：20101 综采工作面，1#立井回风系统等；
- b) 系统类型：应录入系统的类型，根据系统的主要完成功能进行分类；
- c) 系统位置：应录入系统所处的物理位置，根据系统的安装部署位置进行录入；
- d) 管理部门：应录入系统所属的管理部门，根据部门所属情况进行录入。

5.2.1.1.2. 设备

设备指由多个部件组成的，可以独立运行完成一定特定工作的机械部件的连接体。对于设备的结构关系，应录入以下信息：

- a) 设备名称：应录入设备名称，具体名称根据用户现场管理办法制定；
- b) 设备类型：应根据设备的主要结构，工作内容录入设备类型。

5.2.1.1.3. 部件

根据《GB/T 19873.1-2005 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则》中的规定，将部件划分为原动件，耦合件与工作机器。部件层面应录入：

- a) 部件名称：应根据用户现场管理办法，录入部件名称；

- b) 部件类型：应将设备分类为原动件，耦合件及工作机器；工作机器宜进行进一步的细分，如多级离心泵，滚筒等；
- c) 铭牌信息：应录入部件的铭牌信息；
- d) 结构信息：应录入部件的结构参数，如泵机的叶片数，电机的极数等；
- e) 标准件信息：若部件中存在轴承，应录入轴承的信息；
- f) 齿轮信息：若部件中存在齿轮啮合情况，应录入各齿轮副啮合比。

5.2.1.1.4. 测点

测点是对应传感器在机械设备上的安装位置。对于测点的结构信息，应录入：

- a) 结构信息：应录入该测点所属的系统，设备，部件信息；
- b) 传感器类型：应录入传感器是何种类型的传感器，如温度、振动、声音、压力等；
- c) 传感器参数：应录入传感器的参数，应包括量程，灵敏度，频率响应，单位；
- d) 数据类型：应录入数据的类型，区分缓变信号与高频振动信号；
- e) 安装位置：应录入传感器的安装位置，角度，方向信息。
- f) 运行知识：应录入对应数值的硬性限制指标，包含性能影响限制，设备运行限制及跳机连锁限制。

5.2.1.2. 数据采集

数据采集模块进行交互时，应包含点位信息，数据，时间戳。对于外部系统提供的的数据输入，应要求提供其采集时刻的时间戳，并且由系统生成存储该数据的时间戳。

缓变数据的存储，应以秒作为采集刻度，采集速度宜按照1秒/次进行采集，最大采集间隔不应超过15秒。高频数据包含振动波形数据与音频波形数据，应传输时域特征参数与完整波形，存储时域特征参数时应同缓变数据执行标准统一；存储完整的高频波形数据时，宜按照30秒/次的采集速度进行采集，非无线传感器最大采集间隔不应超过15分钟。

若实时数据采集为OPC服务，更新与订阅方式应采用轮询模式为更新方式，不得使用例外模式。

5.2.1.3. 采集配置

数据采集的模式应提供配置页面，应记录采集需要的地址、接口、权限等信息。

5.2.2. 输出

应存在一个消息队列用于缓冲向数据操作发布任务，即数据操作模块的工作由数据采集模块控制，输出的内容应该包含测点信息和监测到的数据。

5.2.2.1. 技术展示和信息表示

- a) 配置信息：应存在页面可以进行配置信息的查询与修改；
- b) 缓变信号：应存在折线图，用于展示一段时间内采集得到的缓变信号；
应存在数字性显示方式，展示实时的数据变化；
- c) 高频波形信号：应存在折线图，用于展示一次采样时间内，采集得到的高频振动信号；应存在数字性显示方式，展示特征值变化。
- d) 高频波形信号频域信号：应存在折线图，用于展示一次采样时间内，波形信号的频率分量分布情况。
- e) 音频信号：应存在时频分析图，用于展示一次采样时间内，幅值、频率的变化情况。

5.2.2.2. 对外发布

应存在对外发布采集得到的数据的方式，如消息队列实时服务，断线续传的HTTP服务。

5.2.2.3. 数据存档

对缓变数据，应使用时序型数据库对数据进行存档。高频振动的波形数据，不应直接存储为字符串格式，应使用转换编码的形式，或使用程序中的一些可以按照浮点数格式对数据进行存储的格式。

5.2.2.4. 数据存储

存储要求：数据应存储采集点位信息和数据。进行存储的数据需要进行单位上的换算，使其满足相应的单位需求，确保入库数据与测点配置中的单配匹配。

数据老化：经过一定时间周期后，在相关时间节点前后不存在报警信息，数据宜进行老化处理，以节省存储空间。

5.2.2.5. 配置信息

配置信息应支持导出工作，导出内容包括台账和测点的结构信息。应支持表

格式导出及树形结构的导出。

5.2.2.6. 数据采集模块使用报告

每周结束后，应生成系统使用报告，报告上应描述数据接入情况。应包括：

- a) 出现接入问题的接口
- b) 出现的时间
- c) 整体占比
- d) 平均解决时间
- e) 数据总采集量
- f) 数据采集量与上一个周期对比的柱状图

5.2.3. 系统监控

5.2.3.1. 接入状态监控

对于输入的实时数据，应进行数据监测，当数据采集出现故障时，记录故障情况，并触发相应流程以提示用户或管理员介入。

5.2.3.2. 操作记录

应记录配置信息的更改，要求记录配置信息的创建者、创建时间、最后修改人、最后修改时间、操作过程。

5.3. 数据操作

数据操作模块应实现数据的预处理，完成异常排除，降噪，特征提取。

5.3.1. 输入

系统应具备良好的可替换性，各组件、服务之间应该做好隔离和标准化工作，通过消息队列的形式，控制后续运算的执行。对于外部系统的输入应存在鉴权服务器，控制外部系统向消息队列中发布任务。

应提供数据处理方式的配置方法，应提供对于数据运算规则参数的配置页面。

5.3.2. 运算

5.3.2.1. 异常排除

异常排除应对输入的数据进行异常诊断，确保数据是在正常环境下生成，能够用于设备的故障诊断，健康评价等功能。

异常排除应解决传感器传入数据的异常，如数据波动状态过低，数据波动状

态过大等。

被异常排除的数据应该被打上标记，记录并形成统计的报告。

5.3.2.2. 降噪

降噪特别针对高频振动数据，降噪应实现降低白噪声对于有效信号的影响。

5.3.2.3. 高频信号特征提取

特征提取，特指在高频振动波形曲线中的提取能够代表设备运行状态特征值的工作。应完成《GB/T 19873.1-2005 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则》中描述的基本特征内容提取。其中时域特征应包括：

- a) 设备运行基础状态特征（均值）
- b) 设备运行能量状态特征（有效值）
- c) 设备运行的激烈程度特征（峰峰值）
- d) 设备运行数据的分布情况特征（峭度）

应用在频域特征提取中应提供以下特征内容：

- a) 转频特征频率：基于基频的转动，宜计算出基频至十倍基频中所有的转频特征数据，性能较低的产品应计算出基频至五倍基频里的所有特征数据，数据应记录对应的频率及赋值。
- b) 轴承特征频率：应提取出内圈故障，外圈故障，滚动体故障与保持架故障，并且这些故障应该包含二倍频。
- c) 齿轮啮合特征频率：应能在齿轮啮合频率附近检测出边频带数值。
- d) 设备固有振动频率：应计算出固有振动频率的频率及幅值。

5.3.2.4. 运行状态识别

应根据数据，分析出数据采集时刻时，设备的运行状态，分析结果应该按照启动，常态运行，异常冲击，停机过程以及设备停机进行归类。

5.3.3. 输出

运算过程中产生的信息，应提供数据展示。

5.3.3.1. 技术展示和信息表示

- a) 异常排除信息：已经排除的信息应使用灰色在 5.2.2.1 中缓变信号的折线图中标记出来。

- b) 降噪信息：降噪过后的信息应叠加在 5.2.2.1 中高频振动波形信号的折线图上。
- c) 高频特征提取信息：高频特征中的相对变化最大值与绝对变化最大值应在 5.2.2.1 的高频振动波形信号频域图中做出标记，应标记出其基础频率及二次谐波频率。

5.3.3.2. 数据操作模块报告

应对整体流程中的执行情况进行统计性展示，以周报或日报的形式，提供主要使用情况的展示，对异常排除、降噪和缓变信号的统计量变化情况进行描述。

5.3.3.3. 外部系统

应提供消息队列，将输入的信息中的异常排除，降噪，高频信号特征提取，运行状态识别信息分类放入消息队列中，供外部系统使用。

5.3.3.4. 数据存储

应存储5.3.3.3中提及的数据，存储的数据应该记录数据生成的时间。

5.4. 状态检测

状态检测主要的工作是建立设备基线，并且根据算法实现基线偏离的表示。应提供至少三种类型的状态鉴别，分别是健康，预警与报警。新增的分类状态应该为健康，预警，报警下的其他二级分类状态或别称。

5.4.1. 输入

输入的内容应参考5.3.3数据操作后的特征数据，及5.2.1中采集得到的传感器数据，根据历史数据进行基线计算，通过传入的实时数据进行偏离度计算。

前端应提供配置页面，用于该模块的一些数据运算，基线计算等配置工作。

5.4.2. 运算

运算的结果是输出健康（良好与允许），预警，报警三个内容。根据判别结果，用于报警报告的显示与后续运算过程的支撑。运算过程应包括基线计算与报警过程。

5.4.2.1. 基线计算

基线应包括ISO20186(原ISO 10816,ISO 7919,ISO 2372归档)等国际标准和GB/T 20013-2006等国标形成的标准基线，以数学建模构建的模型基线与数据操作产出特征量的特征量基线。

- a) 标准基线：标准基线应包括基于 ISO20816 等标准中规定的振动标准基线，及《GB/T 20113-2006 电气绝缘结构(EIS) 热分级》中对电机腔体温度做出的温度标准基线。
- b) 模型基线：应对设备运行过程，如能效转换过程，励磁过程，主要工作过程做出建模，根据偏离度和数据离散情况建立设备基线。
- c) 特征量基线：应针对 5.3.2 中产出的特征数据建立基线，建立基线的方法应考虑到统计方式的不同做出选择。

5.4.2.2. 报警与预警类别

报警与预警应分为正报警与反报警，以区分不同的数据情况。报警与预警信息应由测点点位信息，报警时间，报警类型组成。

5.4.2.3. 健康融合

应集成同设备下所有的健康检测状态，以最低的健康状态赋值与该设备。状态检测的统一展示口径应以设备为口径进行展示。

5.4.2.4. 警报消除

应在设备从预警，报警状态转为健康状态时，发出一次报警消除信号。

5.4.3. 输出

输出的内容主要就是基于以上内容，对设备的健康状态做出判断，输出健康，预警，报警三个状态。

5.4.3.1. 技术展示和信息表示

设备的预警，报警，健康状态需要存在相应的页面进行展示。预警，报警应关联相应的报警报告页面。每个存在数据的页面都应该将预警，报警信息做出标识，快速的找到相应的数据。

5.4.3.2. 外部系统

对外部系统，应提供消息队列，实时的更新数据情况。同时应该提供历史查询服务。

5.4.3.3. 数据存储

经过运算的数据应该都被存储，每个设备的退化情况，记录其健康状态，如果存在分值的话可以记录具体的分值。

5.4.3.4. 状态检测模块报告

应提供该模块的月报，周报与日报。描述的内容为：

- a) 本周期内基线更新情况
- b) 本周期内预警报警数值统计及趋势变化

5.4.4. 系统监控

监控健康过程的运算，记录数据计算的过程，当数据计算过程出现问题的时候，需要向运维人员的邮箱发送邮件以提醒人工介入。

5.5. 健康评价

健康评价也被称为故障诊断，在该模块中数据采集，数据处理，状态检测的信息都会被输入，在模块中完成健康评价，给出具体的故障以及置信度。

5.5.1. 输入

应存在一个内存型数据库，存储实时的设备状态检测结果；

应存在一个消息队列，用于控制健康评价的运算过程；

用于健康评价的其他数据，应存储于内存型数据库中以提升模块性能。

输入的内容应包括：

- a) 处于异常状态的设备，部件，测点信息
- b) 发生故障的时间戳
- c) 时间戳起始到当前时刻的历史数据
- d) 最后一个时间时刻的高频振动数据

若要使用外部系统为该模块提供输入时，应根据数据特点，提供OPC服务，消息队列或HTTP服务，为输入提供所需要的数据。

5.5.2. 运算

5.5.2.1. 基本流程

- a) 触发：在 5.4 中，经过运算会获得健康，预警，报警的信息。当触发了预警，报警之后，应完成触发流程，触发流程应做好故障诊断的前置数据载入工作。
- b) 循环：将预警和报警状态下的设备数据，按 5.5.1 中的要求装载进系统，需要进行循环的健康评价。循环过程中应计算出具体的故障及置信度。处于循环过程中的数据应通过更新的形式更新数据，不应插入新数据。

- c) 结束：当消警动作完成后，相应的数据应暂时被悬挂，等待数据重新启用或等待冷数据处理机制对数据进行清理。

5.5.2.2. 基于规则与业务的故障类别的判断

应根据5.5.1中提供的数据中的缓变数据，基于规则和业务对设备的故障做出判断，并给出故障置信度。基于规则和业务的故障类别判断，受现场情况限定，无法完成精确诊断，允许对同一个症状给出多个结果。对各设备的判别要求，参考附录A执行。

5.5.2.3. 基于知识的高频振动信息判断

通过分析高频振动波形数据及高频振动特征数据，应完成对于驱动件，耦合件及工作机器的诊断。对于驱动件与耦合件之间的共性问题应抽取，形成基础件内容。

a) 基础件

- 1) 轴承：应根据数据操作过程中提出的特征频率进行判断。轴承的判断应该包括内圈，外圈，滚动体，保持架的故障。
- 2) 齿轮：根据数据操作中产出的内容，应对齿轮的特征频率进行分析判断，是否存在啮合故障。

b) 驱动件

- 1) 轴承与齿轮：应套用基础件中的轴承和齿轮算法，对驱动件中的轴承和齿轮进行运算。
- 2) 电机构件：应诊断转子摩擦，气隙不均，断条等电机构件物理变化引起的故障。

5.2.2.3仅描述驱动件中，依赖高频振动信号进行分析的机械部分。基于缓变数据的处理内容在5.5.2.2中描述。

c) 耦合件

- 1) 连接：连接指联轴器，应诊断连接过程中的不对中的故障，如平行不对中，角度不对中。
- 2) 齿轮箱：应套用基础件中轴承与齿轮的诊断方法，应套用耦合件中连接的诊断方法。
- 3) 轴承箱与轴承座：应套用基础件中轴承的诊断方法与耦合件中连接

的诊断方法。

d) 工作机器

- 1) 叶片：应根据数据操作中产生的叶片的特征频率做出诊断。
- 2) 压缩机主轴：应根据数据操作中产生的压缩机主轴旋转特征频率做出诊断。
- 3) 胶带输送机滚筒：滚筒由两个滚动轴承支撑，应套用基础件轴承诊断方法。
- 4) 刮板输送机链轮轴：刮板输送机链轮轴由两个滚动轴承支撑，应套用基础件轴承诊断方法。
- 5) 提升机天轮轴承：提升机天轮由两个滚动轴承支撑，应套用基础件轴承诊断方法。

5.5.2.4. 经人工介入的辅助判别

采掘工作是采煤工艺过程中最复杂的环节，其中涉及大量变化因素与电控环节，仅通过传感器数值难以对正在执行的工序进行判断。且支架，采煤机，掘进机及控制器并未设计相应的支撑硬件与反馈对比电路，相关执行标准中均未对以上内容做出约束，因此对于采煤机，掘进机，液压支架存在部分需要由人工介入进行判断的故障类型，对于该类故障，应存在人机交互功能，对工作做出指引性检查。系统应提供的辅助判别内容，应参照附录B执行。

5.5.2.5. 基于业务的判别

除温、振、压、流等传感器采集获取的信息外，煤矿生产业务中存在部分业务需要通过更多的感知手段，如计算机视觉，计算机听觉。对于这部分业务，系统应完成对应的异常识别与故障判别。系统应完成的判别，应参照附录C执行。

5.5.3. 输出

5.5.3.1. 技术展示和信息表示

在页面上，应存在相应的技术展示内容，通过折线图，重要指标参数，文字描述的形式，对设备与部件的故障做出解释性与因果性描述。相关历史内容应提供查询。

5.5.3.2. 外部系统

对于外部系统的输出，应将提供给前端的接口，通过消息队列的形式，对外

推送。

传输过程中应包含的：

- a) 发生故障的设备结构信息
- b) 发生故障的具体测点
- c) 故障发生时间
- d) 发生故障具体测点的数据，根据缓变数据与高频振动波形数据不同，应有折线图或波形图
- e) 分析过程文字描述，应包含关键数据
- f) 诊断结论与置信度

5.5.3.3. 数据存储

应将5.5.3.2中的数据根据不同字段入库。

5.5.3.4. 健康评价模块报告

应提供健康模块的日，周，月报告，报告内容应体现本模块的使用情况。使用情况应按照系统情况与业务情况进行划分。系统情况应描述健康评价运行情况，包含数量，时间分布等信息。业务情况应按照业务系统，对健康评价情况进行分类，表述各业务系统的故障次数，故障类型。

5.6. 预测评价

预测评价应基于用户设定的跳机时间对设备的运行剩余时间做出预测评价。应根据转速，荷载，润滑通过寿命分析对设备的剩余运行寿命做出判断。应给出通过建议操作，以延长设备安全运行时间。

5.6.1. 输入

输入数据应参考5.5.3.2的输出数据，5.2中数据采集输出数据及5.3中数据操作输出数据。

如通过外部系统接入相关数据，需要提供离线式的超文本传输协议，采集需要的数据。

5.6.2. 预测过程

5.6.2.1. 预测执行

预测的执行，应基于完成健康评价的设备进行。整体的流程与触发机制应参考5.5.2.1的健康评价基本流程。因可预测的衰退变化通常是缓慢变化的，故执行

循环过程时间间隔宜以日作为间隔。

5.6.2.2. 预测内容

预测过程应基于轴承设计寿命方程或统计趋势模型计算出其剩余运行寿命，对于具备计算条件的退化情况，应给出运行效能-损伤变化数值点。

应根据模型的指示内容提出合理建议。

- a) 剩余运行寿命：应通过轴承设计寿命方程，使用时间与使用工况计算轴承剩余寿命。若非轴承参数，应基于历史数据，建立统计趋势模型，通过估算的数据变化趋势，以跳机数据为标准，估算剩余寿命。
- b) 损伤演化趋势：应给出在当前功率，负载，压力等数值下的损伤变化情况。应计算出工况数据变化后，损伤的演变情况。进一步的，应对不同影响因子对整体的衰退情况做出分析。
- c) 未来失效模式预测：应根据过去失效模式，当前失效模式推断出未来失效模式。

5.6.3. 输出

5.6.3.1. 技术展示和信息表示

应提供一个页面，页面上描述预测过程中的两点内容。剩余运行寿命应有数字页面进行表示，损伤变化应有文字性描述，关键影响因子变化应有折线图表示。

5.6.3.2. 外部系统

对于提供给外部系统的输出，仅需提供HTTP服务，无实时广播需求。提供给外部系统的数据应该包括：

- a) 预测评价针对的设备
- b) 预测评价发起的时间
- c) 预测产生的剩余运行寿命，若存在应一并展示损伤演化趋势
- d) 过去失效模式，当前失效模式与预测得到的未来失效模式

5.6.3.3. 数据存储

数据存储内容应参考5.6.3.2进行。

5.6.3.4. 健康评价模块报告

报告应包括系统性能与业务完成情况。系统性能应报告系统处理数量，处理用时及时间分布情况。业务完成情况应对本模块产生的三个主要内容及设备结构

信息，做出归纳总结性报告。

5.7. 建议生成

应根据健康评价与预测评价，生成可执行的，为优化设备运行状态和健康状态的所要求的维修和操作改变信息。建议生成为五段式生成内容，应包含状态监测信息，健康评价信息，预测信息，推荐措施信息及设备结构信息。

5.7.1. 输入

本模块中不生产任何信息，仅对已存在的数据进行加工整合，形成页面，故所有需要的数据均由输入控制。

- a) 外部系统：外部系统需要针对以上五类内容，提供五类接口。
- b) 数据存储：数据存储部分，需要能够提供上述所有内容，并且本模块应包含一个标准化操作库。根据诊断和预测的内容，提供工作建议及标准化操作流程。
- c) 模块配置：模块配置应可以配置报告中的显示内容。可以配置标准化操作数据库。

5.7.2. 标准化操作数据库

应包含标准化操作数据库。库是一个通用性的标准，精细程度仅描述工作内容，但不精确到具体的数量。

5.7.3. 输出

应提供报告生成页面。报告应分为五个部分，分别为：

- a) 设备结构信息：应包含设备所处于的系统，设备的位置信息，发生问题的部件，具体出现问题的测点；
- b) 推荐措施信息：应提供简明扼要的推荐措施，详细的推荐措施的执行过程应可以通过配置的方式，进一步的丰富为标准化操作。基于标准化操作可以根据具体的型号设备，定制为对应型号设备定制化操作；
- c) 预测信息：应参照 5.6.3.1 进行；
- d) 健康评价信息：应参照 5.5.3.1 进行；
- e) 状态检测信息：应从状态检测发生异常的点开始，获取缓变数据或高频振动数据。不同的数据应有不同的展示方式，展示内容应参照 5.2.2.1 进行；

6. 性能要求

6.1. 传感器性能与数据质量要求

大型机电设备应安装部署传感器，以提供状态监测数据，应提供表中的所有数据，其测量误差度应控制在 $\pm 0.5\%$ 内。

表 6-1 传感器部署监测表

性能	机械	电气	液压	油分析
功率	轴温	电流	油压	油温
负载	振动	电压	流量	油位
效率	绕组温度	频率	油温	
扭矩	声纹	功率因数		
正压				
负压				
流量				

6.2. 采集设备要求

矿井大型机电设备，应安装矿用振动数据监控分站、边缘计算网关等信息传输装置，设备应满足《MT/T 899-2000 煤矿用信息传输装置》规范的要求。矿用信息传输装置应支持多种通信接口的数据采集，支持多规约数据接入、转换与数据转发等数据应用。

6.3. 数据传输性能要求

- a) 数据传输网络应能够满足实时系统的高可靠性、低时延的要求。
- b) 数据传输网络在光纤环网的基础上，宜具备 5G、WiFi6 无线通信方式。
- c) 为保证实时数据的可靠性，宜建设双通道互为备用的数据网络。

附 录 A

（规范性附录）

矿山大型机电设备故障表（设备运行规则）

以下应完成内容为基于规则于业务的故障类别判断，部分设备业务情况特殊会在 5.5.2.4 及之后章节进行描述。

A.1 轴流式通风机

轴流式通风机应完成表 A.1 内容的诊断。

表 A.1 轴流式通风机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
FJ-001	叶片筒体摩擦	叶片附近的缓变	叶片间隙不均匀	停机修正叶片
FJ-002		振动信号均值变	轮毂与电机轴不同心	
FJ-003		大，方差变大	叶片变形	
FJ-004	风机外壳振动较大	外壳的振动信号变大	叶轮平衡精度不够	停机修正叶片，并清理灰尘
FJ-005			风机出现喘振现象	
FJ-006			叶片表面积灰脱落	
FJ-007	电机润滑油注不进	进口压力增加，	注油管内有空气	清理注油管道
FJ-008		出口压力减小	排油不畅	
FJ-009	电机轴承或定子温升高	温度上升	润滑油液不足	检查润滑及电机情况，联系厂家
FJ-010			电机故障	
FJ-011			环境温度过高	
FJ-012	定子绝缘电阻过低	湿度过大	环境温度过低引起湿度过大	启动加热器进行预热

A.2 排水泵

排水泵应完成表 A.2 内容的诊断。

表 A.2 排水泵常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
------	------	------	------	------

SB-001	叶轮转动不畅	转速数据出现波动, 振动数据均值与方差变大	填料问题	取出填料重新安装
SB-002			叶轮与分配盘摩擦	调整间隙
SB-003			分配盘表面结垢	稀盐酸冲洗, 必要时拆开清理
SB-004			叶轮被卡住	清除异物
SB-005	设备异常振动	振动超出限值	底座固定不牢固	底座灌浆, 必要时整体浇筑
SB-006			联轴器振动	校正联轴器同轴度
SB-007			管路振动	加固管路重新固定
SB-008			叶轮不平衡或损坏	更换叶轮
SB-009	现场异常噪音	-	气蚀声	使用冷工作液, 限制吸入压力, 必要时可以输送二次空气
SB-010			掉入异物	冲洗异物, 必要时拆泵清洗
SB-011			轴承损坏	更换轴承
SB-012			气流噪音	改变管路布置情况或使用消音器
SB-013	-	电流超过额定电流	电压过低	检查电压并做出调整
SB-014			泵空转困难	消除泵摩擦, 保持空转正常
SB-015			启动水量过大	减少启动供水量

SB-016			排气管路不畅	检查排气管路
SB-017			超负荷运行	重新选型
SB-018	抽吸困难	真空度低 气量不足	超负荷运行	重新选型
SB-019			管路系统漏气	检查管路系统
SB-020			填料密封不严	适当压紧填料, 加大填料润滑
SB-021			供水不足或水温偏高	加大供水量,降 低水温
SB-022			排气阀板损坏	更换排气阀
SB-023			轴承发热	轴承温度升高超 过限度
SB-024	联轴器问题	校正联轴器		
SB-025	皮带应力过大	减小皮带应力		
SB-026	轴承脏	轴承清洗		
SB-027	轴承损坏	更换轴承		
SB-028	环境温度过高	更换润滑油型 号		

A.3 刮板输送机

刮板输送机应完成表 A.3 内容的诊断。

表 A.3 刮板输送机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
GB-001	电机启动困难 或启动后运转 困难	转矩超限	负荷过大	减轻负荷, 将 上槽煤去掉一 部分
GB-002		电压过低 -	供电电压不足	检查供电电压
GB-003			电气线路损坏	检查电气线路
GB-004	电动机及端盖	电动机内腔温	超负荷运转时间过	减轻负荷, 缩

	轴承发热	度或轴承温度 过高 转矩超基线	长	短超负荷运作 时间
GB-005		电动机内腔温 度或轴承温度 过高	散热情况差	清除电机周围 浮煤
GB-006		电动机内腔温 度或轴承温度 过高 油位过低	轴承欠润滑或损坏	注油，检查轴 承
GB-007	电机异常噪声	电气三相平衡 指数超基线	电气参数不合理，单 相或缺相驱动	检查电气参数
GB-008			接线头虚接	检查接线头

A.4 破碎机

破碎机应完成表 A.4 内容的诊断。

表 A.4 破碎机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
PS-001	电机启动困难 或启动后运转	转矩超限	负荷过大	减轻负荷，将 上槽煤去掉一 部分
PS-002	困难	电压过低	供电电压不足	检查供电电压
PS-003		-	电气线路损坏	检查电气线路
PS-004	电动机及端盖 轴承发热	电动机内腔温 度或轴承温度 过高 转矩超基线	超负荷运转时间过 长	减轻负荷，缩 短超负荷运作 时间
PS-005		电动机内腔温 度或轴承温度	散热情况差	清除电机周围 浮煤

		过高		
PS-006		电动机内腔温度或轴承温度过高 油位过低	轴承欠润滑或损坏	注油，检查轴承
PS-007	电机异常噪声	电气三相平衡指数超基线 振动超基线	电气参数不合理，单相或缺相驱动	检查电气参数
PS-008		振动超基线	接线头虚接	检查接线头
PS-009	减速器异常噪声	振动异常	齿轮啮合故障	检查并调整齿轮啮合情况
PS-010			轴承或齿轮损伤	更换轴承齿轮
PS-011		油品质异常	减速器润滑油含金属杂质	清除减速器油中的金属等杂质
PS-012		-	轴承游隙过大	调整好轴承轴向游隙
PS-013	减速器油温过高	减速器油温超限	润滑油不合格或受污染	按规定更换润滑油
PS-014		-	润滑过量	去除多余润滑油
PS-015		减速器油温超限 水冷温度过高/ 水冷压力不足	冷却不良	检查水冷系统
PS-016		-	散热条件差	清理减速器附近浮煤，煤灰及杂物
PS-017	减速器漏油	减速器油位下	密封圈损坏	更换密封圈

PS-018		降	减速器合口不严	拧紧箱体合口面
PS-019			各轴承盖螺栓预警力不足	拧紧轴承盖螺栓

A.5 转载机

转载机应完成表 A.5 内容的诊断。

表 A.5 转载机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
ZJ-001	电机启动困难 或启动后运转	转矩超限	负荷过大	减轻负荷，将上槽煤去掉一部分
ZJ-002	困难	电压过低	供电电压不足	检查供电电压
ZJ-003		-	电气线路损坏	检查电气线路
ZJ-004		电动机内腔温度或轴承温度过高 转矩超基线	超负荷运转时间过长	减轻负荷，缩短超负荷运作时间
ZJ-005	电动机及端盖轴承发热	电动机内腔温度或轴承温度过高	散热情况差	清除电机周围浮煤
ZJ-006		电动机内腔温度或轴承温度过高 油位过低	轴承欠润滑或损坏	注油，检查轴承
ZJ-007	电机异常噪声	电气三相平衡指数超基线	电气参数不合理，单相或缺相驱动	检查电气参数
ZJ-008		-	接线头虚接	检查接线头

A.6 采煤机

采煤机应完成表 A.6 内容的诊断。

表 A.6 采煤机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
CM-001	电机启动困难	电压过低	供电电压不足	检查供电电压
CM-002	或启动后运转困难	-	电气线路损坏	检查电气线路
CM-003	电动机及端盖 轴承发热	电动机内腔温度或轴承温度过高 转矩超基线	超负荷运转时间过长	减轻负荷，缩短超负荷运作时间
CM-004		电动机内腔温度或轴承温度过高	散热情况差	清除电机周围浮煤
CM-005		电动机内腔温度或轴承温度过高 油位过低	轴承欠润滑或损坏	注油，检查轴承
CM-006	电机异常噪声	电气三相平衡指数超基线 振动超基线	电气参数不合理，单相或缺相驱动	检查电气参数
CM-007		振动超基线	接线头虚接	检查接线头
CM-008	减速器异常噪声	振动异常	齿轮啮合故障	检查并调整齿轮啮合情况
CM-009			轴承或齿轮损伤	更换轴承齿轮
CM-010		油品质异常	减速器润滑油含金 属杂质	清除减速器油中的金属等杂质
CM-011		-	轴承游隙过大	调整好轴承轴

				向游隙
CM-012	减速器油温过高	减速器油温超限	润滑油不合格或受污染	按规定更换润滑油
CM-013		-	润滑过量	去除多余润滑油
CM-014		减速器油温超限 水冷温度过高/ 水冷压力不足	冷却不良	检查水冷系统
CM-015		-	散热条件差	清理减速器附近浮煤, 煤灰及杂物
CM-016	减速器漏油	减速器油位下降	密封圈损坏	更换密封圈
CM-017			减速器合口不严	拧紧箱体合口面
CM-018			各轴承盖螺栓预警力不足	拧紧轴承盖螺栓

A.7 掘进机

掘进机应完成表 A.7 内容的诊断。

表 A.7 掘进机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
JJ-001	截割头不转动	转矩超限且 振动过大	负荷过大	减轻负荷
JJ-002		电机温度过高	过热继电器动作	等待复位
JJ-003		减速器振动异常	减速器损坏	检查并更换对应部件
JJ-004	铲板星轮不转动	油压过低	压力不足	调整溢流阀
JJ-005	动	振动过大	液压马达内部损坏	检查设备情况

				并更换新品
JJ-006	运输机运作不良	油压过低	压力不足	调整溢流阀
JJ-007		振动过大	液压马达损伤	检查设备酌情更换
JJ-008		流量过低且油压正常	过载	减轻负载
JJ-009	履带行走不良	油压过低	压力不足	调整溢流阀
JJ-010		振动过大	液压马达损伤	检查设备酌情更换
JJ-011		-	驱动轴损伤	检查设备酌情更换
JJ-012		-	减速器损伤	检查设备酌情更换
JJ-013	减速器异响	振动过大	减速器损伤	检查设备酌情更换
JJ-014	减速器过温	油位低	缺油	加油
JJ-015	液压泵噪音严重 重压力波动	振动过大	安装不对中	检查设备，调整各连接位置
JJ-016		-	轴承损伤	更换轴承
JJ-017		油位低	缺油	加油液
JJ-018		油温过低	油温过低引起粘度过高	加热油液
JJ-019	溢流阀压力波动	系统压力波动	溢流阀故障	检查设备并维修
JJ-020	油温过高	冷却水流量不足	供应失灵	检修冷却水循环
JJ-021		冷却水流量不足，压力上升	管路堵塞	疏通管路
JJ-022		油位过低	油位过低引起的油	增加油液

			液循环过速	
--	--	--	-------	--

A.8 带式输送机

带式输送机应完成表 A.8 内容的诊断。

表 A.8 带式输送机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
PD-001	电机启动困难 或启动后运转 困难	转矩超限	负荷过大	减轻负荷，将原煤去掉一部分
PD-002		电压过低	供电电压不足	检查供电电压
PD-003		-	电气线路损坏	检查电气线路
PD-004	电动机及端盖 轴承发热	电动机内腔温度或轴承温度过高 转矩超基线	超负荷运转时间过长	减轻负荷，缩短超负荷运作时间
PD-005		电动机内腔温度或轴承温度过高	散热情况差	检查电机周围情况
PD-006		电动机内腔温度或轴承温度过高 油位过低	轴承欠润滑或损坏	注油，检查轴承
PD-007	电机异常噪声	电气三相平衡指数超基线	电气参数不合理，单相或缺相驱动	检查电气参数
PD-008		-	接线头虚接	检查接线头

A.9 提升机

提升机应完成表 A.9 内容的诊断。

表 A.9 提升机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
TS-001	电机启动困难	电压过低	供电电压不足	检查供电电压
TS-002	或启动后运转困难	-	电气线路损坏	检查电气线路
TS-003	电动机及端盖轴承发热	电动机内腔温度或轴承温度过高 转矩超基线	超负荷运转时间过长	减轻负荷，缩短超负荷运作时间
TS-004		电动机内腔温度或轴承温度过高	散热情况差	清除电机周围浮煤
TS-005		电动机内腔温度或轴承温度过高 油位过低	轴承欠润滑或损坏	注油，检查轴承
TS-006	电机异常噪声	电气三相平衡指数超基线 振动超基线	电气参数不合理，单相或缺相驱动	检查电气参数
TS-007		振动超基线	接线头虚接	检查接线头
TS-008	减速器异常噪声	振动异常	齿轮啮合故障	检查并调整齿轮啮合情况
TS-009			轴承或齿轮损伤	更换轴承齿轮
TS-010		油品质异常	减速器润滑油含金属杂质	清除减速器油中的金属等杂质
TS-011		-	轴承游隙过大	调整好轴承轴向游隙
TS-012	减速器油温过高	减速器油温超限	润滑油不合格或受污染	按规定更换润滑油

TS-013		-	润滑过量	去除多余润滑油
TS-014		减速器油温超限 水冷温度过高/ 水冷压力不足	冷却不良	检查水冷系统
TS-015		-	散热条件差	清理减速器附近浮煤，煤灰及杂物
TS-016	减速器漏油	减速器油位下降	密封圈损坏	更换密封圈
TS-017			减速器合口不严	拧紧箱体合口面
TS-018			各轴承盖螺栓预警力不足	拧紧轴承盖螺栓

A.10 螺杆式压缩机

螺杆式压缩机应完成表 A.10 内容的诊断。

表 A.10 螺杆式压缩机常见故障表

故障代码	故障表征	数据特点	原因分析	解决方法
YS-001	出口温度或排气温度过高	温度超上限	环境温度过高	移除遮挡增强通风
YS-002			温控阀故障	检修温控阀
YS-003		出油压力过高 回油压力过低	油过滤器堵塞回油 温度上升	清洗过滤器
YS-004			断油阀故障	检查油路与断油阀状态
YS-005		油位过低	润滑油量不足	检查油路各件状态，补充润滑油

YS-006		振动烈度超标	冷却风扇阻塞	清理风扇油污
YS-007			风扇端轴承故障	更换轴承
YS-008			卸载压力过低	循环阻力过大
YS-009	输出排气压力过低	输出压力过低	实际使用量大于机组生产量	检查管网漏气情况
YS-010			卸载压力过低导致运行效率过低	调整合适的工艺参数
YS-011			空气滤芯阻塞	检修滤芯，必要时更换
YS-012			电磁阀故障	更换电磁阀
YS-013			软管泄露	更换软管
YS-014			进气阀动作不灵敏	检修并检查控制系统
YS-015			油气分离器阻塞	更换滤芯
YS-016			安全阀泄露	重新校定或更换安全阀
YS-017			气水分离器故障	对分离器进行检修
YS-018			放空阀故障	检修放空阀，必要时替换
YS-019	输出排气压力过高	输出压力过高	进气阀故障	检修进气阀，必要时更换
YS-020			卸载压力值设定不合理	调整合适的工艺参数
YS-021			卸荷阀未关闭	检修阀门，必要时更换
YS-022	压缩机组振动大	振动烈度超限	部件松动	检查部件并增加预紧力

YS-023			电机或主轴损伤	停机检修
YS-024			基础地脚松动	检查并增加预 警力
YS-025			区域性共振	更换设备部署 位置

附 录 B

(规范性附录)

工作面设备辅助判别故障清单

B.1 采煤机

应存在人机交互功能，对以下的故障做出指引性检查：

- 1) 摇臂电动机内积油过多
- 2) 摇臂离合器在脱开状态下异响
- 3) 摇臂浮动油封漏油
- 4) 牵引电动机后部积油过多
- 5) 牵引制动器故障
- 6) 牵引部与行走箱接合面漏油
- 7) 液压系统不调高
- 8) 液压系统吸油过滤器堵塞致使高低压表无显示
- 9) 液压系统齿轮泵运行正常但调高速度慢
- 10) 液压系统摇臂缓慢下降
- 11) 液压系统调高出现自动升
- 12) 液压系统调高在下降过程中出现“点头”现象
- 13) 行走箱扭矩轴断裂
- 14) 行走箱齿轨轮和导向滑靴损坏

B.2 掘进机

应存在人机交互功能，对以下的故障做出指引性检查：

- 1) -第一运输机联调速度低或动作不良
- 2) 履带不行走或行动不良
- 3) 履带跳链
- 4) 配管漏油
- 5) 油液泵输出乏力或波动严重
- 6) 液压泵轴颈油封漏油

- 7) 液压缸收到冲击无法锁定或开启
- 8) 液压缸爬行
- 9) 液压缸推力不足引起的作业效率下降或停止
- 10) 溢流阀调整失效
- 11) 溢流阀漏油
- 12) 溢流阀噪音及振动
- 13) 减压阀故障（含压力波动，压力升高困难，不能释压）
- 14) 多路阀故障（含不换向，漏油）
- 15) 平衡阀失效使油缸动作不平稳
- 16) 溢流阀异常溢流
- 17) 液压马达动作缓慢
- 18) 液压马达轴颈漏油

B.3 液压支架

应存在人机交互功能，对以下的故障做出指引性检查：

- 1) 支架不动作
- 2) 支架自动降柱
- 3) 支架动作缓慢
- 4) 控制器屏幕不亮且无显示
- 5) 控制器上无位移数据显示
- 6) 控制器上无压力数据显示
- 7) 用控制器控制时出现误动作
- 8) 控制器受控制且有响应单不动作
- 9) 成组推推溜动作时推溜不到位
- 10) 存在支架不能成组推溜
- 11) 位移传感器到控制器电缆不能插入推移缸接头
- 12) 高压过滤站压力表不显示或显示压力小

B.4 带式输送机检测

带式输送机最重要的胶带应提供监测和故障诊断服务。胶带的监测和故障诊

断通常通过肉眼进行识别，故通过机器视觉方法，对异物检测，撕裂检测做出响应。跑偏情况，宜并行其他的方案，如激光越界，压力测量等监测等手段综合进行。

- 1) 异物检测：应检测大块煤，锚杆等容易划伤或引起其他的皮带问题的异物。
- 2) 堆煤检测：应检测出原煤堆积情况。
- 3) 撕裂检测：皮带出现裂缝裂痕时，应及时的被识别发现。
- 4) 跑偏检测：应检测皮带跑偏情况。

B.4 提升机钢缆检测

提升机除 5.2.2.2 与 5.5.2.3 的检测内容外，应对钢缆进行无损检测。因钢缆在工作过程中为高速运动状态，故宜采用非接触式传感器实现监测与诊断。提升机钢缆监控与诊断，应包含以下内容：

- 1) 外表物理损伤；
 - 2) 内部结构损伤。
-