

团 体 标 准

T/GSEE 20—2026

抽 水 蓄 能 发 电 机 组 状 态 监 测 与 诊 断 系 统 技 术 规 范

Technical specification for status monitoring and diagnosis

system of pumped storage power generation units

2026-07-02 发布

2026-07-02 实施

广东省电机工程学会 发布

目 次

前言..... I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 系统总体架构与功能要求 2

 5.1 系统定位与架构 2

 5.2 监测与诊断对象 2

 5.3 功能总体要求 3

 5.4 数据平台要求 3

6 状态监测功能与配置要求 3

 6.1 一般要求 3

 6.2 发电电动机系统状态检测 3

 6.3 水泵水轮机系统状态检测 4

 6.4 调速系统状态监测 4

 6.5 静止变频器（Static Frequency Converter,SFC）系统状态监测 5

 6.6 励磁系统状态监测 5

 6.7 振动与摆度状态监测 5

 6.8 进出水阀及球阀系统状态监测 5

7 状态评估、预警与故障诊断要求 6

 7.1 量化状态评估模型 6

 7.2 预警管理 6

 7.3 故障诊断要求 6

 7.4 机械类典型故障诊断 6

 7.5 电气类典型故障诊断 6

 7.6 水路与执行机构类故障诊断 7

 7.7 诊断结果输出要求 7

8 网络与信息安全要求 7

 8.1 安全分区分域与边界防护 7

 8.2 账号与口令管理及访问控制 7

 8.3 数据完整性与备份恢复 7

 8.4 日志审计与安全事件追踪 8

附录 A（规范性）测点与参数配置建议表 9

 A.1 发电电动机系统状态监测 9

 A.2 水泵水轮机系统状态监测 9

 A.3 调速系统状态监测 10

A.4 静止变频器（SFC）系统状态监测 11

A.5 励磁系统状态监测 11

A.6 振动与摆度状态监测 11

A.7 进出水阀及球阀系统状态监测 11

附录 B（资料性）典型故障特征与诊断逻辑示例 13

前 言

本文件按照 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专利的责任。

本文件由广东省电机工程学会提出并归口。

本文件起草单位：南方电网调峰调频发电有限公司检修试验分公司、广州启鸣数智能源科技有限责任公司、华南理工大学、广州时代启智电力科技有限公司、广州市奔流电力科技有限公司、中国质量认证中心有限公司、广东中质检测技术有限公司、广东中鹏电气有限公司、广东浩城电气有限公司、广州广高高压电器有限公司、盛天智能机器人（广东）有限责任公司、广东能建电力设备有限公司、广东必达电器有限公司、深圳市光辉电器实业有限公司、众源科技（广东）股份有限公司、深圳粤能高科有限公司、深圳市旭能达电气科技有限公司、广东正宏检测技术有限公司、威凯检测技术有限公司、广东阳辉明电气设备有限公司、佛山市广电计量检测技术有限公司。

本文件主要起草人：吴昊、刘轩、李建辉、李青、杨铭轩、张浪文、王智东、程小时、李德华、赵亚康、陈绪滨、雷俊雄、熊江翱、王彬、王卓艺、邹佳衡、聂靓靓、凌鹏、贾亚琳、刘向东、杨海霞、王思杰、陈凤华、于亚雄、黄景林、梅文星、周俊煌、黄华辉、欧阳慧、肖江村、李运贤、黄书胡、胡育军、苏红元、高垣照、洪英鑫、罗学成、武少英、陈锐涛、张静、陈彦武、黄业瀚、李紫阳、张垂虎、彭越、彭证林。

本文件为首次发布。

抽水蓄能发电机组状态监测与诊断系统技术规范

1 范围

本文件规定了抽水蓄能发电机组状态监测与诊断系统的系统架构与功能要求、状态监测功能与配置要求、状态评估、预警与故障诊断要求以及网络与信息安全要求。

本文件适用于抽水蓄能发电机组状态监测与诊断系统的研发、设计、建设、调试与应用，以及相关系统的升级改造。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期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 20279-2024 网络安全技术 网络和终端隔离产品技术规范

GB/T 28570 水轮发电机组状态在线监测系统技术导则

GB/T 32510-2016 抽水蓄能电厂标识系统(KKS)编码导则

GB/T 36550 抽水蓄能电站基本名词术语

DL/T 556 水轮发电机组振动监测装置设置导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

抽水蓄能机组 pumped storage power unit

具有发电和抽水两种工作方式的同步电机，主要由发电电动机、水泵水轮机和自动控制系统组成。

[来源：DL/T 295-2011, 3.1，有修改，增加了抽水蓄能机组的组成]

3.2

发电电动机 generator-motor

既可作发电机发电又可作电动机带动水泵抽水的同步电机，用于抽水蓄能电站。

[来源：GB/T 20834-2014, 3.1]

3.3

水泵水轮机 pumped-turbine

即可作水泵运行又可作水轮机运行的水力机械。

[来源：GB/T 2900.45-2006, 4.1.3]

3.4

抽水蓄能发电机组状态监测系统 state monitoring system for pumped storage power unit

监测抽水蓄能发电机组各部位运行状态的测量系统。

[来源：GB/T 28570-2025, 3.1]

3.5

状态评价 condition assessment

基于监测数据和分析算法，对设备运行状态进行定量或定性评估，判断设备健康程度和发展趋势的过程。

3.6

故障诊断 fault diagnosis

通过分析设备运行状态参数，识别设备异常、确定故障部位、判断故障类型并提出处理建议的技术过程。

3.7

振动监测 vibration monitoring

对机组运行过程中各部位振动参数进行连续测量和分析,用于评价机组机械状态的技术方法。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

KKS: 电厂标识系统 (Kraftwerk Kennzeichen System)

PTP: 精确时间协议 (Precision Time Protocol)

NTP: 网络时间协议 (Network Time Protocol)

OPC UA: 开放平台通信统一架构 (Open Platform Communications Unified Architecture)

HI: 健康状态指数 (Health Index)

5 系统总体架构与功能要求

5.1 系统定位与架构

5.1.1 抽水蓄能发电机组状态监测与诊断系统 (以下简称“系统”) 用于对抽水蓄能发电机组及其主要辅助设备运行状态进行在线监测、状态评估、故障预警与诊断。

5.1.2 系统应采用分层分布式结构, 整体划分为数据采集层、网络传输层、数据平台层、智能应用层和展示交互层。各功能层之间应接口清晰、功能解耦, 便于系统运行维护和扩展升级。

5.2 监测与诊断对象

状态监测与诊断对象应包括抽水蓄能发电机组本体及其与机组安全、稳定运行密切相关的主要辅助设备。系统应对监测对象的运行状态参数进行采集、分析和诊断, 为机组运行与维护提供技术依据。

5.2.1 核心设备

机组核心设备应包括直接参与抽水蓄能机组能量转换和运行控制的设备, 其运行状态应作为状态监测与诊断的重点内容。机组核心设备应包括但不限于:

- a) 发电电动机;
- b) 水泵水轮机;
- c) 调速系统 (含调速器及其执行机构);
- d) 励磁系统;
- e) 静止变频器。

5.2.2 主要辅助设备

辅助设备是指为机组安全、稳定运行提供支持保障的相关系统, 其运行状态对机组的可靠性及维护成本具有重要影响。主要辅助设备应包括但不限于:

- a) 振动与摆度监测系统;
- b) 冷却系统;
- c) 润滑系统;
- d) 制动系统;
- e) 进出水阀及球阀系统;

f) 制动系统。

5.3 功能总体要求

系统应具备以下总体功能：

- a) 运行状态数据的实时采集与在线监测；
- b) 设备状态评估与运行趋势分析；
- c) 异常状态识别、故障预警与智能诊断；
- d) 数据存储、管理与历史追溯；
- e) 人机交互、信息展示及报表输
- f) 用户与权限管理。

5.4 数据平台要求

系统应建立统一的数据平台，并满足以下要求：

- a) 数据编码：应按照统一规则进行分类和编码，测点命名应清晰、唯一，宜满足 GB/T 32510-2016 编码体系要求；
- b) 时钟同步：应支持 PTP、NTP 等时间同步方式，保证多源监测数据的时间一致性；
- c) 数据存储：应支持在线数据和离线数据的分级存储，历史数据保存期限应满足运行管理和状态分析需要；
- d) 接口规范：对外数据接口应支持 OPC UA、IEC 61850 等标准协议。

6 状态监测功能与配置要求

6.1 一般要求

系统应根据抽水蓄能发电机组及其辅助设备的重要性和运行特性配置监测参数。监测配置应覆盖机组关键设备及关键运行状态，监测参数应能真实反映设备健康状态及变化趋势。对于关键状态参数，采样频率和测量精度应满足故障特征提取的需要，振动监测装置设置应符合 DL/T 556 的相关要求。

6.2 发电电动机系统状态监测

系统应具备对发电电动机系统运行状态进行监测的功能，监测内容包括但不限于：

- a) 定子、转子及铁芯关键部位的温度状态；
- b) 上、下导轴承及其润滑、冷却状态；
- c) 机械制动装置及高压顶起装置运行状态；
- d) 通风与冷却系统运行状态；
- e) 机内环境及相关安全状态；
- f) 发电机局部放电监测。

表 1 发电电动机系统状态监测内容及参数配置建议

序号	监测子系统	监测内容	典型监测参数
1	定子与铁芯	热状态	定子绕组温度、铁芯温度
2	导轴承及外循环	润滑与冷却	轴瓦温度、油温、油位、油压、油混水
3	机械制动装置	制动状态	投入/退出位置、磨损量、供气压力
4	冷却装置	冷却效果	冷却风温、冷却水压力/流量、漏水状态
5	高压顶起装置	顶起状态	顶起压力、油温
6	机内环境	环境与安全	温度、湿度、漏水、门状态
7	消防系统	安全状态	烟雾、温度

6.3 水泵水轮机系统状态监测

系统应具备对水泵水轮机系统及其水力工况进行状态监测的功能，监测内容应包括但不限于：

- a) 主轴密封及其供水状态；
- b) 水导轴承及其润滑、冷却状态；
- c) 压回水与顶盖排水状态；
- d) 导叶及其执行机构运行状态；
- e) 水力工况及压力脉动特征；
- f) 技术供水系统运行状态。

表 2 水泵水轮机系统状态监测内容及参数配置建议

序号	监测子系统	监测内容	典型监测参数
1	主轴密封	密封与磨损	供水压力、流量、温度、磨损量
2	水导轴承	润滑与冷却	轴瓦温度、油温、油位、油压
3	压回水系统	排水状态	水位、压力、流量
4	顶盖排水	排水状态	液位、排水状态
5	导叶系统	动作与位置	导叶位移、位置状态、接力器压力
6	水力测量	水力工况	蜗壳压力、尾水压力、压力脉动
7	技术供水	供水状态	压力、流量、温度

6.4 调速系统状态监测

系统应具备对调速系统运行状态进行监测的功能，监测内容应包括但不限于：

- a) 转速及测速装置状态；
- b) 执行机构动作状态；
- c) 压力油罐及油箱运行状态；
- d) 油泵及油压管路运行状态。

表 3 调速系统状态监测内容及参数配置建议

序号	监测子系统	监测内容	典型监测参数
1	测速装置	转速状态	转速信号
2	执行机构	动作状态	位移、位置
3	压力油罐	储能状态	压力、液位
4	压力油箱	油状态	油位、油温、油混水
5	油泵及管路	供油状态	压力、温度

6.5 静止变频器（Static Frequency Converter, SFC）系统状态监测

系统应具备对静止变频器系统运行状态进行监测的功能，监测内容应包括但不限于：

- a) 启动过程关键运行状态；
- b) 设备运行告警及事件信息；
- c) 冷却及通风相关状态。

表 4 SFC 系统状态监测内容及参数配置建议

序号	监测内容	典型监测参数
1	运行状态	运行/停止状态

2	启动过程	启动阶段状态
3	冷却状态	风压状态

6.6 励磁系统状态监测

- 系统应具备对励磁系统及转子回路运行状态进行监测的功能监测内容应包括但不限于：
- a) 励磁电气参数；
 - b) 冷却及通风状态；
 - c) 运行告警信息。

表 5 励磁系统状态监测内容及参数配置建议

序号	监测内容	典型监测参数
1	励磁电参量	励磁电压、电流
2	冷却状态	风压状态
3	运行状态	告警与事件

6.7 振动与摆度状态监测

- 系统应具备对机组振动、摆度及轴向位移进行状态监测的功能，监测内容应包括但不限于：
- a) 机架及定子结构振动；
 - b) 导轴承摆度；
 - c) 轴向位移；
 - d) 键相信号。

表 6 振动与摆度状态监测内容及参数配置建议

序号	监测内容	典型监测参数
1	振动	机架、定子振动
2	摆度	上、下导及水导摆度
3	轴向位移	轴向位移
4	键相	键相信号

6.8 进出水阀及球阀系统状态监测

- 系统应具备对进出水阀及球阀系统运行状态进行监测的功能，监测内容应包括但不限于：
- a) 阀门位置及动作状态；
 - b) 密封装置运行状态；
 - c) 油压系统运行状态。

表 7 球阀系统状态监测内容及参数配置建议

序号	监测内容	典型监测参数
1	阀门位置	位移、位置状态
2	密封状态	密封投入/退出状态
3	油压系统	压力、油位、油温

7 状态评估、预警与故障诊断要求

7.1 量化状态评估模型

系统应建立量化、可操作的健康状态评价体系，评估要求应包括但不限于：

- a) 应包括设备级健康状态评价、系统级健康状态评价和机组级综合健康状态评价；
- b) 应采用健康指数（HI）评分制，根据参数实测值相对于阈值的偏离程度计算扣分值，综合计算得出健康指数（0-100 分）；
- c) 应将状态划分为“正常（ $HI \geq 90$ ）”、“注意（ $75 \leq HI < 90$ ）”、“异常（ $60 \leq HI < 75$ ）”、“严重（ $HI < 60$ ）”四个等级；
- d) 应支持固定阈值和与运行工况相关的动态阈值，宜支持基于历史运行数据统计的自学习基线。

7.2 预警管理

系统应具备状态异常预警功能，并根据异常程度和风险影响进行分级管理，不同等级预警应对应不同的提示方式和处置建议。系统宜具备告警抑制策略，以减少误报和无效告警，抑制策略宜包括工况识别与工况相关抑制、维护窗口期间的告警抑制。

7.3 故障诊断要求

- a) 应具备对抽水蓄能发电机组及其主要辅助设备进行故障诊断的能力；
- b) 应基于状态监测数据、状态评估结果和历史运行信息开展；
- c) 应支持规范的故障诊断流程，包括但不限于：
 - 1) 异常识别；
 - 2) 故障特征分析；
 - 3) 故障类型判定；
 - 4) 诊断结果输出。
- d) 应支持诊断过程和结果的可追溯性；
- e) 诊断结果应具备一定的可解释性，能够说明诊断依据和关联信息。

7.4 机械类典型故障诊断

系统应具备对机组机械类典型故障进行诊断的能力，诊断内容应包括但不限于：

- a) 转子不平衡；
- b) 转子不对中；
- c) 结构松动；
- d) 擦碰故障；
- e) 轴承故障；
- f) 转子动力学异常；
- g) 水力激振相关异常。

7.5 电气类典型故障诊断

系统应具备对机组电气类典型故障进行诊断的能力，诊断内容应包括但不限于：

- a) 电气绝缘老化或劣化风险；
- b) 局部放电异常；
- c) 绕组过热；
- d) 转子回路异常；

- e) 励磁系统异常。

7.6 水路与执行机构类故障诊断

系统应具备对水路系统及执行机构类故障进行诊断的能力，诊断内容应包括但不限于：

- a) 阀门或闸门卡涩；
- b) 动作异常或不到位；
- c) 油源或气源压力不足；
- d) 密封异常或泄漏。

7.7 诊断结果输出要求

系统应对故障诊断结果进行规范化输出，输出内容宜包括但不限于：

- a) 故障类型或异常类别；
- b) 诊断置信度或可能性描述；
- c) 对设备和机组运行的影响评估；
- d) 建议采取的运行或维护措施；
- e) 关联的监测参数和诊断依据；
- f) 诊断结果应支持查询、统计和历史追溯。

8 网络与信息安全要求

8.1 安全分区分域与边界防护

系统应符合 GB/T 20279-2024 设计要求，并满足：

- a) 系统网络应根据业务功能、数据敏感性及安全等级划分安全区域，并在区域间设置受控的安全边界；
- b) 系统与外部网络或第三方系统连接时，应部署防火墙等边界防护设备实施逻辑隔离与访问控制。

系统网络结构设计应满足以下要求：

- a) 不同安全区域之间应具备清晰的访问控制策略；
- b) 跨区数据通信应进行必要的安全控制；
- c) 不应因系统建设降低电站原有网络安全水平。

8.2 账号与口令管理及访问控制

系统应建立统一的账号和访问控制管理机制，账号和访问控制管理应满足以下要求：

- a) 系统应支持基于角色的用户管理；
- b) 不同角色应配置不同的访问权限；
- c) 重要操作应具备身份认证和权限校验机制；
- d) 口令管理宜满足复杂性和定期更新要求；
- e) 系统宜建立补丁和漏洞管理机制。

8.3 数据完整性与备份恢复

系统应采取措施保障数据的完整性和可靠性，数据完整性保护应包括但不限于：

- a) 数据传输过程中的完整性校验；
- b) 数据存储过程中的一致性校验。

系统应具备数据备份与恢复能力，数据备份应满足以下要求：

- a) 支持关键数据的定期备份；
- b) 支持备份数据的安全存储；
- c) 支持在系统故障或数据损坏情况下的数据恢复。

8.4 日志审计与安全事件追踪

系统应具备日志审计功能，日志应包括但不限于以下内容：

- a) 用户登录与操作记录；
- b) 系统运行状态和异常信息；
- c) 安全相关事件记录。

系统应建立统一的日志审计与安全事件追踪机制，应满足以下要求：

- a) 系统应支持日志的集中采集、存储、查询与关联分析，具备对日志数据的综合处理能力；
- b) 系统应具备安全事件追踪能力，能够对异常访问行为和安全事件进行全链路记录与溯源分析；
- c) 日志数据应采取防篡改措施妥善保存，保存期限应满足系统运行管理、安全审计及合规性要求。

附录 A
(规范性)
测点与参数配置建议表

A.1 发电电动机系统状态监测

表 A.1 发电电动机系统测点与监测装置配置建议

序号	部件/子系统	推荐测点/监测装置
1	发电电动机测温	定子绕组测温传感器 铁芯测温传感器 齿压板测温传感器
2	上/下导轴承及外循环	轴瓦测温温度传感器 油槽油位（磁翻板液位计，带液位开关） 油槽油位（模拟量液位变送器，压力式或磁翻板带模拟量） 油槽油温温度传感器 油混水传感器 冷却器出油管路流量计或流量开关 冷却器进油管路压力变送器 冷却器进油管路温度传感器 油泵出口压力变送器及压力开关 油过滤器压差开关 冷却水进口压力变送器
3	机械制动	投入/退出位置检测开关 磨损量检测传感器 投入/退出腔供气压力变送器及压力开关 供气总管压力变送器及压力开关
4	空冷器	热风温度传感器 冷风温度传感器 漏水保护传感器 冷却水进口压力变送器 冷却水出口流量开关
5	高压顶起	涡轮流量计 出口压力开关 压力变送器（模拟量） 出口油温传感器
6	风洞环境	湿度开关 风洞温度传感器 风洞门位置开关 地面排水槽漏水探测传感器 发电机顶罩温度传感器
7	二氧化碳消防系统	烟感传感器 火灾温度传感器

A.2 水泵水轮机系统状态监测

表 A.2 水泵水轮机系统测点与监测装置配置建议

序号	部件/子系统	推荐测点/监测装置
1	主轴密封	供水压力开关 供水数字式压力变送器 供水电磁流量计（开关量/模拟量一体）

		供水压差变送器 反冲洗电机位置开关 本体温度 RTD 磨损量传感器
2	水导轴承及外循环	轴瓦测温温度传感器 油槽油位（磁翻板液位计，带液位开关） 油槽油位（模拟量液位变送器） 油槽油温温度传感器 油混水传感器 冷却器出油管路流量计或流量开关 冷却器进油管路压力变送器 冷却器进油管路温度传感器 油泵出口压力变送器及压力开关 油过滤器压差开关 冷却水进口压力变送器
3	压回水	尾水肘管水位开关 尾水肘管/尾水管液位模拟量传感器 液阀供油管路压力变送器 压水气罐压力变送器 回水排气管路示流开关 压水进气管路涡轮流量计
4	顶盖排水	水位浮子开关 水位变送器
5	导叶监测	导叶剪断销剪断传感器 导叶位移传感器 导叶位置开关 液压锁定开/关位置开关 机械锁定开/关位置开关 接力器开启腔数字式压力变送器 接力器关闭腔数字式压力变送器
6	水力测量	压力钢管数字压力变送器 蜗壳压力数字压力变送器 尾水肘管数字压力变送器 尾水管锥管进口数字压力变送器 尾水管出口数字压力变送器 转轮数字压力变送器 顶盖间数字压力变送器 转轮与导叶间数字压力变送器 蜗壳差流变送器 尾水差流变送器
7	止漏环	上止漏环数字式压力变送器 上止漏环进口电磁流量计（开关量/模拟量一体） 上止漏环温度传感器 上止漏环供水温度传感器 下止漏环数字式压力变送器（进口、出口） 下止漏环进口电磁流量计（开关量/模拟量一体） 下止漏环温度传感器 下止漏环供水温度传感器
8	技术供水	泵前压力变送器； 泵后压力变送器 泵压差开关 泵后温度变送器 技术供水总管电磁流量计 过滤器压差传感器 用户进口压力变送器 用户进口温度变送器 用户出口电磁流量计

A.3 调速系统状态监测

表 A. 3 调速系统测点与监测装置配置建议

序号	部件/子系统	推荐测点/监测装置
1	测速	测速探头
2	动作机构	导叶接力器位移变送器 主配位置传感器
3	压力油罐	压力变送器 压力开关 磁翻板液位计
4	压力油箱	磁翻板液位计 油温传感器 油混水传感器
5	油泵及油压管路	主供油管路压力变送器 接力器开启腔供油管路压力变送器； 接力器关闭腔供油管路压力变送器 液压锁定投入腔供油管路压力变送器 液压锁定退出腔供油管路压力变送器 冷却器进口压力传感器 冷却器进口温度传感器 油罐出口隔离阀位置开关 油罐出口隔离阀压力开关

A. 4 静止变频器（SFC）系统状态监测

表 A. 4 SFC 系统测点与监测装置配置建议

序号	部件/子系统	推荐测点/监测装置
1	风压	风压开关

A. 5 励磁系统状态监测

表 A. 5 励磁系统测点与监测装置配置建议

序号	部件/子系统	推荐测点/监测装置
1	风压	励磁系统风压开关
2	励磁电流/电压	励磁系统霍尔传感器 灭磁开关柜励磁电流变送器 灭磁开关柜励磁电压变送器

A. 6 振动与摆度状态监测

表 A. 6 振动与摆度测点与监测装置配置建议

序号	部件/子系统	推荐测点/监测装置
1	机组振动	上机架振动传感器 下机架振动传感器 水导顶盖振动传感器 定子机座振动传感器 定子铁芯振动传感器
2	机组摆度	上导轴承架摆度传感器 下导轴承架摆度传感器 水导轴承架摆度传感器
3	机组键相	键相传感器

4	轴向位移	上导轴承轴向位移传感器 下导轴承轴向位移传感器 水导轴承轴向位移传感器
---	------	---

A. 7 进出水阀及球阀系统状态监测

表 A. 7 球阀系统测点与监测装置配置建议

序号	部件/子系统	推荐测点/监测装置
1	球阀位置	位移变送器或角度变送器 位置开关（全关） 位置开关（全开） 位置开关（90%开度） 位置开关（50%开度） 球阀本体位置传感器
2	上下游密封	上游密封位置开关（投入） 上游密封位置开关（退出） 下游密封位置开关（投入） 下游密封位置开关（退出）
3	球阀油压管路	检修密封投入腔压力变送器 检修密封退出腔压力变送器 工作密封投入腔压力变送器 工作密封退出腔压力变送器 接力器开腔压力变送器 接力器关腔压力变送器 上游钢管压力变送器 下游钢管压力变送器
4	球阀油压装置	磁翻板液位计 压力变送器 油温传感器 油混水传感器

附 录 B
(资料性)
典型故障特征与诊断逻辑示例

序号	典型故障特征	诊断逻辑或算法	备注
1	发电机出口开关三相温度一致性异常，局部相温升显著偏离正常分布特征	采用三相温度一致性校验与相间温差分析方法，结合实时监测数据开展异常识别与预警判断	适用于识别触头接触不良、导电回路异常发热等问题，能够降低设备损伤及非计划停机风险
2	水泵水轮机压水过程效率衰减异常，低水位达成时长显著偏离历史基准	基于压水速率趋势分析算法，监测水位变化动态特征，识别系统响应迟滞或传感器测量偏差与逻辑冲突	适用于识别压水系统效能下降、传感器异常或自动化逻辑缺陷，避免压水失败引发的流程中断风险
3	进水阀关闭控制令传动时长偶发性异常延长，阀门动作响应迟滞	采用阀门传动时长实时监测算法，捕捉关闭指令至位置信号消失的全流程时长，识别机械卡涩或传动部件老化	适用于预警阀门传动机构磨损、引导阀卡涩等问题，防止启停流程失败导致的机组运行中断
4	发电机制动时长异常增长，制动效率呈现持续性衰减趋势	采用机械制动效率趋势分析算法，监测制动过程时长变化，识别刹车打滑、密封破损等机械性能劣化	适用于发现制动系统密封失效、摩擦副污染等问题，避免停机失败或发电机零部件污染事故
5	冷却水系统流量协同性异常，关键支路与总管流量同步下降	采用技术供水流量关联分析算法，实时监测冷却水支路与总管流量数据，识别流量异常降低的共性问题	适用于逆止阀复位异常、管路堵塞等供水系统故障，防止冷却不足引发的设备过热及跳机风险
6	技术供水泵启动至流量低信号消失时长异常激增，系统响应时序紊乱	采用时序一致性分析算法，监测泵启动指令至流量信号消失的全流程时长，识别监控系统时序异常或软启故障	适用于定位监控系统时标异常、软启超时等问题，保障供水系统启动流程的时序准确性与可靠性

7	高压顶起油压数值持续性异常衰减，实测值显著偏离额定压力基准	基于高压顶起油压趋势分析算法，实时监测油压动态变化特征，识别压力异常降低的隐蔽性设备隐患	适用于发现油压测量管路逆止阀状态异常、压力传感器测量偏差等问题，避免因油压监测失真引发的设备运行风险
8	进水阀关闭时长持续性异常增长，显著偏离历史基准与同工况机组水平	采用进水阀关闭时长趋势分析与横向对标方法，实时监测单机关闭时长变化，结合历史数据与同类型机组基准值开展异常识别与预警判断	适用于识别主配压阀限位螺母松动、操作机构位移等机械部件异常，防止关闭时长超标引发的停机失败风险
9	机械制动时长持续性异常增长，伴随油污滴落现象，制动效率呈现渐进式衰减	采用机械制动时长趋势分析方法，结合油污异常监测与历史故障特征匹配，识别密封老化、油雾外溢等机械性能劣化问题	适用于预警下导油盆盖密封损坏、油雾收集系统效能不足等问题，避免制动打滑引发的停机失败及发电机设备污染风险
10	水泵水轮机水导轴承油位出现持续性下降趋势	采用油位趋势分析方法，实时监测油位动态变化特征，识别非正常的下降趋势并触发预警	适用于发现轴承密封老化、法兰连接松动等渗漏隐患，防止持续漏油引发的轴承缺油烧瓦及环境污染风险
11	机组同期合闸时间偶发性异常延长，伴随同期合闸继电器信号抖动现象	通过捕捉同期合闸时间的异常延长现象及信号抖动特征进行预警	用于发现继电器安装极性错误、线圈老化烧损等问题，避免同期合闸失败引发的机组并网异常及电网冲击风险
12	转轮回水排气阀开启时长异常增长，数据波动显著偏离检修前基准，但现场实际阀门动作正常	采用排气阀开启时长趋势分析方法，监测阀门动作全流程时长，结合传感器安装位置特征，识别因安装位置微小位移导致的数据异常	适用于定位传感器安装位置偏差、缓冲段信号采集失真等问题，避免因数据误判引发的停机失败风险
13	机组工况转换过程中，转轮造压时间呈现持续性延长趋势，且显著偏离同工况下其他机组的基准水平	采用工况转换流程时序分析与横向对标方法，实时监测造压时长变化趋势，结合历史数据与同类型机组基准值进行	适用于识别转轮造压系统性能劣化、管路堵塞或阀门动作异常等问题，提前预警工况转换失败风险，为检修决策

		异常识别与预警判断	提供数据支撑
14	S-G 工况流程中，机组转速达到额定转速所需时间出现异常增长	通过监测机组各工况时间变化，识别机组启动过程中的性能劣化趋势	适用于导叶动作迟缓、开机流程超时等问题，防止开机失败风险
15	工况转换步长持续性异常增长，触发时长上限预警，伴随关键状态信号跳变或波动现象	采用工况转换步长趋势分析方法，实时监测流程时长变化，结合关键信号稳定性分析，识别信号采集异常、执行机构响应迟缓或控制逻辑紊乱等共性问题	适用于定位调速器测速探头故障、转速信号失真等问题，避免因停机时长超标引发的停机失败或跳机风险
16	球阀关闭时长呈现持续性、阶梯式异常增长，数值显著偏离正常基准，且存在进一步突变延长的风险	采用球阀关闭时长趋势监测与多级预警方法，实时追踪关闭全过程时长变化，识别液压管路调节阀异常、主配压阀响应迟缓等导致关闭时间延长的潜在故障	适用于预警球阀液压系统性能劣化、流量调节异常等问题，防止因关闭时长超标引发的机组停机失败风险，为预防性维护提供决策依据
17	调速器油泵启动频率异常增加，负载运行间隔时间持续性缩短	通过监测油泵启停频率变化，实时监测负载间隔时长变化，结合历史运行数据与设备健康基准，识别液压系统内漏、压力保持能力下降等隐蔽性缺陷	适用于定位油泵出口阀内漏、管路密封失效等问题，避免因系统压力异常引发的机组启停失败风险
18	振摆监测系统向监控系统传输的数据出现长时间无变化、数值冻结或状态不更新的现象，与机组实际运行工况不符	通过实时比对监测数据的更新频率与机组工况变化，识别数据传输中断、采集装置死机或通讯模块异常等故障	适用于发现监测装置软件卡滞、通讯链路中断等问题，防止因监测数据失真导致机组非正常运行或故障漏报风险
19	密封投入流程时长异常增长，偏离正常运行基准	采用密封投入时序趋势分析方法，实时监测投入全过程时长变化，结合液压系统流量特征，识别控制油管路节流孔堵塞、油路不畅等导致	适用于定位金属屑、杂质等污染物堵塞液压节流孔问题，避免因密封投入超时引发的机组启动失败或运行异常风险

		的动作迟缓问题	
20	定子线圈特定测点平均温度显著高于同层其他传感器，温差波动幅度大，呈现局部异常高值特征	采用定子温度横向对标与偏差分析方法，实时监测各测点温度分布一致性，识别传感器漂移、接触不良或采集异常等导致的虚假高温信号	适用于区分真实过热与传感器故障，防止因误判温度异常引发机组非计划跳闸
21	球阀密封退出时长异常增长，流程响应迟缓，呈现突发性或持续性超时现象	采用密封退出时序监测与异常识别方法，实时追踪从下令开启到全关位的动作时长，结合液压系统响应特征，识别电磁阀卡涩、杂质堵塞或控制回路异常等故障	适用于定位电磁阀内部污染、液压通路不畅等问题，防止因密封退出超时引发的流程中断或开机失败风险
22	制动器投入与退出时长异常，动作响应迟缓	采用制动器动作时序监测与异常识别方法，实时追踪投入与退出全过程时长，结合气压/液压系统响应特征，识别密封磨损、管路泄漏或执行机构卡涩等故障	适用于定位制动器密封失效、动力源不足等问题，防止因机械刹车功能异常引发的停机失败或开机条件不满足风险