

# T/EJCCSE

团 体 标 准

T/EJCCSE XXX-2025

## 电机故障诊断与自适应调整通用技术规范

General technical specification for motor fault diagnosis and adaptive adjustment

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施



# 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
4 系统构成 .....	1
5 技术要求 .....	2
6 诊断方法 .....	4
7 自适应调整策略 .....	4
8 性能指标 .....	5
9 测试与验证 .....	5
10 标志、包装、运输和贮存 .....	6

## 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。

本文件由常州速隆电机有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：常州速隆电机有限公司。

本文件主要起草人：×××

# 电机故障诊断与自适应调整通用技术规范

## 1 范围

本文件规定了电机故障诊断与自适应调整系统的系统构成、技术要求、诊断方法、自适应调整策略、性能指标、测试与验证，以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于各类旋转电机，包括异步电机、同步电机、直流电机等，广泛应用于工业、交通、能源、家用电器等领域的电机故障诊断与自适应调整工作。

## 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；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 755 旋转电机 定额和性能

GB/T 1032 三相异步电动机试验方法

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 18488.1 电动汽车用驱动电机系统 第1部分：技术条件

GB/T 24342 工业机械电气设备 保护接地电路连续性试验规范

## 3 术语和定义

GB/T 755、GB/T 1032 和 GB/T 18488.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**电机故障诊断** motor fault diagnosis

通过对电机运行过程中的各种物理量，如电流、电压、振动和温度等进行监测和分析，识别电机是否存在故障，以及故障类型、故障位置和故障严重程度的技术。

### 3.2

**自适应调整** adaptive adjustment

根据电机的运行状态和故障情况，自动调整电机的控制参数或运行模式，以维持电机的正常运行，或使电机在故障状态下仍能保持一定性能的技术手段。

### 3.3

**误报率** false alarm rate

在一定时间内，诊断系统错误地判断电机存在故障的次数，与正常运行次数的比值，以百分数表示。

## 4 系统构成

### 4.1 传感器模块

#### 4.1.1 电流传感器

测量范围应覆盖电机额定电流的 1.5 倍以上，测量精度不低于  $\pm 1\%$  FS，带宽不低于 20 kHz，用于采集电机的三相电流信号。

#### 4.1.2 电压传感器

采用电压互感器或电阻分压式电压传感器，测量范围应能满足电机额定电压的监测需求，测量精度不低于  $\pm 1\%$  FS，带宽不低于 20 kHz，负责采集电机的三相电压信号。

#### 4.1.3 振动传感器

使用加速度传感器，灵敏度不低于 100 mV/g，频率响应范围为 0.1 Hz - 10 kHz，测量幅值范围不小于  $\pm 5$  g，用于获取电机的振动信号，可安装在电机的轴承座、机壳等关键部位。

#### 4.1.4 温度传感器

选用热电偶或热敏电阻温度传感器，测量范围为  $- 50$  °C -  $200$  °C，测量精度不低于  $\pm 1$  °C，实时监测电机的绕组温度、轴承温度等。

### 4.2 数据采集与传输模块

#### 4.2.1 数据采集

数据采集卡的采样频率不低于 10 kHz，分辨率不低于 12 位，能够同步采集电流、电压、振动、温度等多通道信号，并对采集到的数据进行预处理。

#### 4.2.2 数据传输

采用有线或无线传输方式，将采集到的数据传输至数据分析与处理模块。有线传输可选用以太网、CAN 总线等，无线传输可采用 Wi-Fi、蓝牙等技术，传输过程中应保证数据的准确性和实时性。

### 4.3 数据分析与处理模块

#### 4.3.1 硬件

采用高性能的工业计算机或嵌入式系统，具备足够的计算能力和存储容量，以运行故障诊断算法和自适应调整策略。

#### 4.3.2 软件

具备数据存储、分析、显示和报警等功能，能够对采集到的数据进行实时分析，诊断电机的故障状态，并根据故障情况实施自适应调整。

## 5 技术要求

### 5.1 故障诊断功能要求

#### 5.1.1 参数监测

系统应能同时监测电机的电压、电流、振动和温度等参数，参数精度应符合下列要求：

- a) 电流测量精度不低于  $\pm 1\%$  FS；
- b) 电压测量精度不低于  $\pm 1\%$  FS；

- c) 振动测量精度不低于  $\pm 0.1\text{mm/s}$ ;
- d) 温度测量精度不低于  $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 。

### 5.1.2 故障特征提取

系统应具备有效的故障特征提取算法，通过对电流信号进行频谱分析，提取特定的谐波分量作为故障特征；对振动信号进行时域和频域分析，获取振动幅值、频率等特征参数。

### 5.1.3 故障诊断方法

系统应采用下列诊断方法相结合的方式，提高故障诊断的准确性和可靠性。

- a) 基于数学模型的诊断方法：建立电机的数学模型，通过比较实际运行数据与模型预测数据的差异，诊断电机的故障状态；
- b) 基于数据驱动的诊断方法：利用大量的电机运行数据，采用机器学习、深度学习等算法，训练故障诊断模型，实现对电机故障的自动诊断；
- c) 基于人工智能的诊断方法：结合专家系统、模糊逻辑和神经网络等人工智能技术，对电机故障进行综合诊断。

## 5.2 自适应调整功能要求

### 5.2.1 控制参数调整

当诊断出电机存在故障时，系统应能够自动调整电机的电压、电流、频率、转速等参数，以减轻故障对电机的影响，保证电机的安全运行。

### 5.2.2 运行模式切换

对于一些严重故障，系统应能够自动切换电机的运行模式，如从高速运行切换到低速运行，从满载运行切换到轻载运行等，避免电机进一步损坏。

### 5.2.3 自适应算法

系统应采用自适应算法，根据电机的实时运行状态和故障情况，动态调整控制策略，提高自适应调整的效果。

## 5.3 可靠性与安全性要求

### 5.3.1 数据安全

系统应具备数据备份和恢复功能，防止数据丢失。对传输的数据进行加密处理，确保数据的安全性和完整性。

### 5.3.2 故障保护

当检测到电机出现严重故障时，系统应能够立即采取保护措施，如切断电源、报警等，避免故障扩大，保障人员和设备的安全。

### 5.3.3 稳定性

系统应具有良好的稳定性，能够在复杂的电磁环境和恶劣的工作条件下正常运行，避免出现误诊断和误调整的情况。

## 6 诊断方法

### 6.1 基于电流分析的诊断方法

#### 6.1.1 时域分析

通过监测电机电流的有效值、峰值和平均值等时域参数，判断电机是否存在过载、堵转、断相和短路等故障。当电流有效值超过额定值的 1.2 倍时，可判断电机处于过载状态；当电流突然增大且三相电流不平衡度超过 10% 时，可能存在断相或短路故障。

#### 6.1.2 频域分析

对电机电流进行傅里叶变换，分析电流频谱中的谐波分量。

### 6.2 基于振动分析的诊断方法

#### 6.2.1 时域分析

监测电机振动的幅值、峰值和有效值等时域参数，判断电机是否存在异常振动。当振动幅值超过规定的阈值时，表明电机可能存在故障，如轴承磨损、转子不平衡和气隙偏心等。

#### 6.2.2 频域分析

对电机振动信号进行频谱分析，根据振动频率成分判断故障类型。当轴承故障时，振动频谱中会出现与轴承特征频率相关的峰值；转子不平衡时，振动频率主要为转子的旋转频率。

#### 6.2.3 轴心轨迹分析

通过监测电机轴的运动轨迹，判断电机是否存在不对中、弯曲等故障。正常情况下，电机轴的轴心轨迹应为一个稳定的椭圆；当存在不对中或弯曲故障时，轴心轨迹会发生畸变。

### 6.3 基于温度分析的诊断方法

#### 6.3.1 一般要求

应按 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 的规定进行。

#### 6.3.2 绕组温度监测

实时监测电机绕组的温度，当绕组温度超过绝缘等级允许的最高温度时，表明电机可能存在过载、散热不良等故障。

#### 6.3.3 轴承温度监测

监测电机轴承的温度，当轴承温度超过规定的阈值时，可能是轴承润滑不良、磨损严重或安装不当等原因导致。

## 7 自适应调整策略

### 7.1 基于故障类型的调整

#### 7.1.1 过载故障

当诊断出电机过载时，系统可自动降低电机的输出功率，如通过降低电压或频率，使电机在轻载状态下运行，避免电机过热损坏。同时，可发出报警信号，提示操作人员检查负载情况。

### 7.1.2 轴承故障

对于轴承故障，若故障较轻，可通过调整电机的转速，降低轴承的负荷，延长轴承的使用寿命；若故障较严重，应立即停止电机的运行，进行维修或更换轴承。

### 7.1.3 转子断条故障

当检测到转子断条故障时，可适当降低电机的负载，调整电机的运行频率，以维持电机的运行。同时，应安排及时维修，避免故障进一步恶化。

## 7.2 基于运行状态的调整

### 7.2.1 转速调整

根据电机的负载变化和运行要求，自动调整电机的转速。当负载较轻时，可适当提高电机的转速，提高电机的效率；当负载较重时，降低电机的转速，避免电机过载。

### 7.2.2 电压调整

通过调整电机的端电压，实现对电机输出功率的控制。当电机处于轻载运行时，降低电机的端电压，可减少电机的铁损和铜损，提高电机的效率；当电机处于重载运行时，适当提高电机的端电压，保证电机的输出转矩。

## 8 性能指标

### 8.1 诊断性能

8.1.1 系统对常见电机故障的诊断准确率应不低于 90%。

8.1.2 系统的误报率应不高于 5%。

8.1.3 从故障发生到系统发出故障报警信号的时间应不超过 1 s。

### 8.2 自适应调整性能

8.2.1 经过自适应调整后，电机应能够在故障状态下维持一定的运行性能。

8.2.2 系统从诊断出故障到完成自适应调整的时间应不超过 5 s。

## 9 测试与验证

### 9.1 实验室测试

#### 9.1.1 模拟故障测试

在实验室环境下，通过模拟电机的各种故障，如定子绕组短路、转子断条和轴承故障等，对系统的故障诊断和自适应调整功能进行测试。验证系统是否能够准确诊断出故障类型，并实施有效的自适应调整。

#### 9.1.2 性能测试

对系统的诊断准确率、误报率、诊断响应时间、调整有效性和调整响应时间等性能指标进行测试，确保系统性能符合本文件的要求。

## 9.2 现场测试

### 9.2.1 实际运行测试

应按 GB/T 24342 的规定进行，将系统安装在实际运行的电机上，进行长时间的运行测试。观察系统在实际工作条件下的稳定性和可靠性，验证系统是否能够及时准确地诊断电机故障，并进行有效的自适应调整。

### 9.2.2 用户反馈

收集用户在使用过程中的反馈意见，对系统进行优化和改进，提高系统的实用性和用户满意度。

## 10 标志、包装、运输和贮存

### 10.1 标志

产品应在明显位置标注产品名称、型号、生产厂家、生产日期和行标准号等信息，同时应标注必要的安全警示标志。

### 10.2 包装

产品应采用防潮、防震的包装材料进行包装，确保产品在运输和贮存过程中不受损坏。包装内应附有产品说明书、合格证、保修卡等文件。

### 10.3 运输

产品在运输过程中应避免受到剧烈震动、碰撞和雨淋，应按照包装箱上的标识要求进行装卸和运输。

### 10.4 贮存

产品应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的环境中，贮存温度为  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不超过 85%。