

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

# 团 体 标 准

T/QGCML XXXX—XXXX

## 电力拖动系统智能控制算法设计规范

Design Specification for Intelligent Control Algorithm of Electric Drive System

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

全国城市工业品贸易中心联合会 发 布

## 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 提出。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

# 电力拖动系统智能控制算法设计规范

## 1 范围

本规范适用于工业生产中电机驱动的电力拖动系统（如起重机、输送机、风机、泵类等）的智能控制算法设计，涵盖算法开发、参数优化、安全防护及性能评估等技术要求，适用于基于PLC、DCS或工业计算机的嵌入式控制系统。

## 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 12668.2-2002 《调速电气传动系统 第2部分：一般要求》  
IEC 61800-5-2:2016 《可调速电力驱动系统 第5-2部分：安全要求》  
ISO 13849-1:2015 《机械安全 控制系统的安全相关部件》

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

### 3.1

#### 电力拖动系统

由电动机、传动机构、负载及控制装置组成的动力传输系统。

### 3.2

#### 智能控制算法

基于模糊逻辑、神经网络、模型预测控制（MPC）或自适应控制等技术的动态调节算法。

### 3.3

#### 动态响应

系统在负载扰动或指令变化时，输出量（如转速、转矩）恢复至稳定状态的调节时间及超调量。

## 4 算法设计要求

### 1. 算法选型

负载特性匹配：

恒转矩负载（如起重机）：优先采用模糊PID控制或自适应PID算法，增强抗干扰能力。

平方转矩负载（如风机、泵类）：采用模型预测控制（MPC）或矢量控制算法，优化能效。

控制目标：

精度要求高（ $\pm 0.1\%$ 以内）：选择神经网络PID或迭代学习控制（ILC）。

快速响应（调节时间 $< 0.5s$ ）：采用滑模控制（SMC）或鲁棒控制算法。

### 2. 参数优化

初始参数设定：

PID参数（ $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$ ）根据电机及负载惯量匹配，通过Ziegler-Nichols法或遗传算法整定。

神经网络层数及节点数根据输入输出维度设计，避免过拟合。

在线自适应：

算法需具备参数自整定功能，根据负载变化实时调整控制参数（如模糊规则表动态更新）。

### 3. 安全防护

过载保护：

设置电流阈值（通常为额定电流的1.2~1.5倍），超限时触发降速或停机。

转速限制：  
算法中嵌入转速上限约束（如额定转速的110%），防止机械损坏。  
通信冗余：  
采用双通道通信（如Profinet+Modbus TCP），主通道故障时自动切换至备用通道。

5 系统实现要求

1. 硬件配置  
控制器：  
PLC需支持浮点运算及高速计数器（频率 $\geq 100\text{kHz}$ ）。  
工业计算机需配备GPU加速卡（如NVIDIA Jetson系列），满足神经网络实时计算需求。  
传感器：  
转速传感器精度 $\geq 0.1\%$ ，转矩传感器量程覆盖负载波动范围（ $\pm 30\%$ ）。  
2. 软件设计  
实时性要求：  
控制周期 $\leq 10\text{ms}$ ，确保动态响应及时性。  
采用RTOS（如VxWorks）或抢占式多任务调度，避免任务阻塞。  
模块化编程：  
将算法分解为数据采集、参数计算、输出控制等独立模块，便于调试与维护。

6 测试与验证

1. 仿真测试  
模型搭建：  
使用MATLAB/Simulink建立电力拖动系统模型，验证算法在阶跃响应、正弦跟踪等工况下的性能。  
鲁棒性分析：  
注入 $\pm 20\%$ 的负载扰动及 $\pm 5\%$ 的参数摄动，测试算法稳定性。  
2. 现场调试  
空载测试：  
逐步增加转速指令，记录调节时间、超调量及稳态误差。  
负载测试：  
模拟实际工况（如满载启动、突加负载），验证算法的抗干扰能力。

7 性能评估

动态性能指标：  
调节时间（ $T_s$ ）： $\leq 0.8\text{s}$ （恒转矩负载）， $\leq 1.2\text{s}$ （平方转矩负载）。  
超调量（ $\sigma$ ）： $\leq 10\%$ 。  
稳态精度：  
转速稳态误差 $\leq \pm 0.5\%$ ，转矩波动 $\leq \pm 3\%$ 。  
能效指标：  
算法优化后系统能效提升 $\geq 5\%$ （对比传统PID控制）。

8 维护与升级

日志记录：  
实时存储控制参数、故障代码及运行状态，便于故障追溯。  
远程升级：  
支持算法在线更新，通过OPC UA或MQTT协议实现远程参数调优。