



中华人民共和国国家标准

GB/T 21209—2025/IEC TS 60034-25:2022

代替 GB/T 21209—2017

用于电力传动系统的交流电机 应用导则

AC electrical machines used in power drive systems—Application guide

(IEC TS 60034-25:2022, Rotating electrical machines—Part 25: AC electrical machines used in power drive systems—Application guide, IDT)

2025-08-01 发布

2026-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 V

引言 VI

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 3

4 系统特性 4

5 损耗及其影响(电压源型变频器供电的感应电机)..... 10

6 噪声、振动和扭转振荡 14

7 电机绝缘电应力..... 18

8 轴承电流..... 23

9 安装..... 38

10 电压源型变频器供电永磁同步电机的额外考虑因素 46

11 高压电压源型变频器供电笼型感应电机的额外考虑因素 47

12 电压源型变频器供电同步电机的额外考虑因素 51

13 方波型电流源型变频器供电笼型感应电机的额外考虑因素 52

14 负载换相式电流源型变频器(LCI)供电同步电机的额外考虑因素 55

15 脉宽调制电流源型变频器(PWM CSI)供电笼型感应电机的额外考虑因素 57

16 转子上由电压源型变频器供电的绕线转子感应(异步)电机的额外考虑因素 58

17 其他电机/变频器系统..... 59

18 电压源型变频器供电标准定速感应电机(IEC 60034-12 范围内)的额外考虑因素以及作为
一台变频器适用电机的要求 61

19 电压源型变频器供电同步磁阻电机的额外考虑因素 68

附录 A(资料性) 变频器特性 69

附录 B(资料性) 两电平电压源型变频器输出电压特性频谱 73

附录 C(资料性) 变频器和电机电力接口处的预期电压 77

附录 D(资料性) 变频器适用型电机调速与谐波能力 81

参考文献 84

图 1 转矩/转速性能 6

图 2 变频器输出电流 6

图 3 变频器输出电压/频率特性的示例 8

图 4 两电平电压源型变频器供电时由谐波频率引起的附加损耗 P_h 与基频 f_1 损耗 P_{Ω}
之比随开关频率 f_s 变化关系的示例 11

图 5 损耗与频率和供电电源类型的函数关系实测值(实例)	12
图 6 50 Hz 时由变频器供电引起的电机附加损耗与脉冲频率的函数关系(与图 5 相同的电机) ...	13
图 7 风扇噪声与风扇速度的函数关系	15
图 8 定子铁心振动模式	16
图 9 PWM 变频器供电电机端测得的典型的浪涌信号曲线	18
图 10 变频器输出端和电机端测得的典型的相电压浪涌(2 ms/每格)	19
图 11 图 10 中的瞬时浪涌(1 μ s/每格)	19
图 12 电机端的冲击峰值电压和上升时间定义	20
图 13 线圈的第一匝相对地电压作为上升时间的函数	21
图 14 变频器供电电机一相浪涌所产生的局部放电脉冲(100 ns/每格)	23
图 15 轴承电流的分类	23
图 16 传递系统各部件的对地寄生阻抗	24
图 17 共模电压 a)测试图 b)示例波形	25
图 18 高频等效电路 a)电机 b)寄生电容示意	26
图 19 传动单元中的不同类型部件的高频电容电流示意	27
图 20 环路电流形式的原理	28
图 21 转子对地电流的原理	28
图 22 测量变频器控制的 400 V、500 kW 感应电机的 EDM 电流脉冲的示例	30
图 23 电机轴承损伤的照片	31
图 24 电机接线盒与机座搭接	39
图 25 电机电缆屏蔽层连接实例	40
图 26 大功率变频器和电机多根电缆并联连接	41
图 27 变频器与高频电缆夹 360°连接,见法拉第笼	42
图 28 电机终端 360°连接	42
图 29 电缆屏蔽层连接	43
图 30 预防性措施的特性	45
图 31 典型三电平变频器原理图	47
图 32 典型三电平变频器输出电压和电流	48
图 33 第一匝线圈的电压(线电压百分比)与电压变化率的函数关系	49
图 34 中高压成型绕组绝缘和电压应力控制材料	50
图 35 方波型电流源型变频器原理图	52
图 36 方波型电流源型变频器电流和电压波形	52
图 37 变频器供电对笼型感应电机(机座号 315M,N 设计)在额定转矩和转速时各项损耗的 影响	53
图 38 电流源型变频器供电的同步电机原理图和电压电流波形图	55
图 39 脉冲调制电流源型变频器原理图	57
图 40 脉冲调制电流源型变频器的电压和电流	57

图 41	交交变频器原理图	59
图 42	交交变频器电压和电流波形	60
图 43	变频器适用型与变频器专用型电机的比较	61
图 44	基波电压 U_1 与运行频率 f_1 的关系曲线	62
图 45	N 设计 IC411(自循环冷却)笼型感应电机转矩降低因数与运行频率 f_1 的关系曲线(例) ...	63
图 A.1	开关频率对电机和变频器损耗的影响	71
图 A.2	开关频率对噪声的影响	71
图 A.3	开关频率对转矩脉动的影响	72
图 B.1	开关频率 $f_s = 30 \times f_1$ 电压源型变频器供电电机线电压 U_{LL} 的波形(示例)	73
图 B.2	恒定功率 PWM 控制与滞后控制的典型输出电压频谱	74
图 B.3	随机频率 PWM 与滞后控制的典型输出电压频谱	74
图 B.4	两相调制控制与滞后调制的典型输出电压频谱	75
图 B.5	恒定频率 PWM 控制与滞后控制的电机电流的典型时间特性	75
图 B.6	两相调制控制与磁滞调制的电机电流典型时间特性	76
图 C.1	电机端两电平逆变器随时间变化典型的电压曲线和参数示例(相间电压;摘自 IEC TS 61800-8)	77
图 D.1	谐波电压降额曲线	82
图 D.2	由于冷却能力下降而降低速度时的转矩能力(适用于 50 Hz 或 60 Hz 的 N 型设计)	83
表 1	影响转矩/转速性能的主要因素	7
表 2	电机设计依据	9
表 3	用于调节变频器参数的电机参数	9
表 4	制造商和系统集成商无特殊约定且电机可靠运行时电机端运行电压(以 U_N 为单位)	22
表 5	滚动轴承损伤的不同等级	32
表 6	预防轴承电流的各种措施的效果	35

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。

本文件代替 GB/T 21209—2017《用于电力传动系统的交流电机 应用导则》，与 GB/T 21209—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了共模电压的术语和定义(见 3.3, 2017 年版的 3.3)；
- 增加了共振频带、通用变频电机、专用变频电机的术语和定义(见 3.13、3.18、3.19)；
- 增加了滑动轴承最小安全转速的描述(见 4.3.5)；
- 增加了电缆长度与电应力、冲击电压绝缘等级与电应力以及低压和中高压电机绝缘系统能力的描述(见 7.2、7.3、7.4)；
- 增加了对变频器高频效应的描述(见 8.1.4)；
- 增加了有关高频轴承电流的产生和危害的内容(见 8.2、8.3)；
- 增加了削弱高频共模电流的方法(见 8.4.1、8.4.2)并扩充了表 6；
- 增加了对变频器适用型电机的要求(18.1、18.2.2、18.2.3、18.3、18.5.2、18.6、18.7、18.8、18.9、18.10、18.11、18.12、18.13)。

本文件等同采用 IEC TS 60034-25:2022《旋转电机 第25部分：用于电力传动系统的交流电机 应用导则》，文件类型由 IEC 的技术规范调整为我国的国家标准。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 考虑到我国标准体系，将标准名称修改为《用于电力传动系统的交流电机 应用导则》。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国旋转电机标准化技术委员会(SAC/TC 26)归口。

本文件起草单位：上海电机系统节能工程技术研究中心有限公司、浙江江潮电机实业有限公司、佳木斯电机股份有限公司、南方泵业股份有限公司、浙江鑫升新能源科技有限公司、玛龙通电气(无锡)有限公司、北京金风科创风电设备有限公司、山西电机制造有限公司、浙江大学、卧龙电气驱动集团股份有限公司、山东华力电机集团股份有限公司、力博工业技术研究院(山东)有限公司、四川宏华电气有限责任公司、苏州朗高电机有限公司、杭州爱纬斯电子有限公司、上海电科电机科技有限公司、绍兴摩泰机电科技有限公司、浙江大学先进电气装备创新中心、兰州电机股份有限公司、长沙长利电气有限公司。

本文件主要起草人：王文良、周洪发、张晓明、付怀波、姚娟、郑金民、陈理、李术林、温泽鹏、史婷娜、夏永强、尹志华、岳彦博、邵红飞、张琪炳、陈国祥、曹海东、王鸿鹄、朱宽宁、黄鑫。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2007 年首次发布为 GB/T 21209—2007, 2017 年第一次修订。
- 本次为第二次修订。

引 言

变频器供电的电机在性能特性和运行参数上均受到整个传动系统的影响,包括供电系统、变频器、布线电缆、电机、机械轴系以及控制装置,其中的每个部分在技术方面是变化多样的。本文件所描述的诸量值仅作参考。

电力传动系统的设计涉及一些重要参量,鉴于该系统与运行条件的多样性之间存在技术上的复杂关系,要对所有参量规定数值或限值已超出了本文件的范围和目的。

实际上,电力传动系统在很大程度上是由不同厂商生产的部件所组成的。本文件的目的就是要尽可能地阐明这些部件对电机设计及其性能特性所带来的影响。

本文件涉及专门为变频器供电设计的交流电机(专用变频电机),以及 IEC 60034-12 规定的原本设计成用于电网直接供电的变频电机(通用变频电机)。

用于电力传动系统的交流电机 应用导则

1 范围

本文件描述了变频器供电的交流电机的性能特性,明确了应用于变频工作制的电机的设计要点。作为电力传动系统的一部分,本文件还规定了电机和变频器之间的接口参数及其相互影响,包括安装指南,但不包括电源接口处的电压,而这部分电压由 IEC TS 61800-8 描述。

IEC 60034 系列标准的其他相关部分的一般要求也适用于本文件范围之内的电机。

电机若运行于潜在爆炸性气体的环境,粉尘防爆的附加要求见 IEC 60079 系列。

安全性并非本文件的主要涉及内容,但其给出的一些建议牵涉到必须考虑的安全性问题。

若变频器制造商给出了特定的安装建议,则优先采用其建议,再参照本文件。

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—2025 旋转电机 定额与性能(IEC 60034-1:2022,IDT)

GB/T 10069.3—2024 旋转电机噪声测定方法及限值 第 3 部分:噪声限值(IEC 60034-9:2021,IDT)

GB/T 12668.8—2017 调速电气传动系统 第 8 部分:功率接口的电压规范(IEC TS 61800-8:2010,IDT)

IEC 60034-1 旋转电机 第 1 部分:定额和性能(Rotating electrical machines—Part 1:Rating and performance)

注:GB/T 755—2025 旋转电机 定额与性能(IEC 60034-1:2022,IDT)

IEC 60034-2-1 旋转电机 第 2-1 部分:旋转电机(牵引电机除外)确定损耗和效率的试验方法(Rotating electrical machines—Part 2-1:Standard methods for determining losses and efficiency from tests(excluding machines for traction vehicles))

注:GB/T 25442—2018 旋转电机(牵引电机除外)确定损耗和效率的试验方法(IEC 60034-2-1:2014,IDT)

IEC 60034-2-2 旋转电机 第 2-2 部分:确定大电机各项损耗的专用试验方法-IEC 60034-2-1 的补充(Rotating electrical machines—Part 2-2:Specific methods for determining separate losses of large machines from tests-Supplement to IEC 60034-2-1)

注:GB/T 34861—2017 确定大电机各项损耗的专用试验方法(IEC 60034-2-2:2010,IDT)

IEC 60034-2-3 旋转电机 第 2-3 部分:变频器供电交流感应电动机确定损耗和效率的特定试验方法(Rotating electrical machines—Part 2-3:Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC induction motors)

注:GB/T 32877—2022 变频器供电交流感应电动机确定损耗和效率的特定试验方法(IEC 60034-2-3:2020,IDT)

IEC 60034-6 旋转电机 第 6 部分:冷却方法[Rotating electrical machines—Part 6:Methods of cooling(IC Code)]

注:GB/T 1993—1993 旋转电机冷却方法(IEC 60034-6:1991,IDT)

IEC 60034-12 旋转电机 第 12 部分:单速三相笼型感应电机的起动特性(Rotating electrical ma-