



中华人民共和国国家标准

GB/T 29326—2023/IEC TS 60034-31:2021

代替 GB/T 29326—2012

包括变速应用的能效电动机的选择 应用导则

Selection of energy-efficient motors including variable speed applications—
Application guidelines

(IEC TS 60034-31:2021, Rotating electrical machines—Part 31: Selection of
energy-efficient motors including variable speed applications—
Application guidelines, IDT)

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	V
引言	VI
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义、符号和缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 符号	2
3.3 缩略语	2
4 背景	3
4.1 概述	3
4.2 IEC 标准简介	5
5 应用	8
5.1 电动机长时间满载运行的应用场合	8
5.2 平方转矩-转速特性的应用场合(泵、风机、压缩机)	8
5.3 恒转矩特性的应用场合(输送机、升降机、起重机)	10
6 电机基本原理	11
6.1 概述	11
6.2 技术	11
6.3 效率	12
6.4 功率因数	14
6.5 极数、频率和转速的关系	15
6.6 恒速运行与变速运行的区别	15
7 恒速运行电动机	16
7.1 概述	16
7.2 50 Hz 和 60 Hz 时电动机的额定值	16
7.3 起动性能	17
7.4 运行转速和转差率	18
7.5 变负载电动机的损耗	18
7.6 功率因数	19
7.7 部分负载时的效率	19
7.8 电动机在不同电压或电压范围时的定额	20
7.9 软起动	20
7.10 IE 效率等级	20
7.11 效率测定方法	21
7.12 电源和环境温度变化的影响	21
7.13 电动机尺寸	22

8	变速运行电动机	22
8.1	概述	22
8.2	任意转速下额定运行的电动机	22
8.3	变频和负载变化的电动机损耗	22
8.4	设计为恒速运行的电动机在变速运行下的额外损耗	23
8.5	变频器	23
8.6	变频驱动损耗	23
8.7	变频驱动功率因数	23
8.8	部分转速和部分转矩时电动机传动系统的效率	24
8.9	IE 和 IES 能效等级	24
8.10	效率测定方法	24
8.11	电动机和变频驱动系统尺寸	25
9	系统选择指南	25
9.1	系统选择方法介绍	25
9.2	电动机系统成本	28
10	维护和寿命预期	29
10.1	工业用电机的常见故障原因	29
10.2	轴承润滑剂的寿命预期	30
10.3	绕组绝缘的寿命预期	30
10.4	VFD 供电电动机轴承和绝缘的潜在故障源	31
10.5	变频器的维护和寿命预期	31
10.6	维护方法	31
附录 A (资料性)	电动机和变频器的典型效率值和损耗	32
A.1	概述	32
A.2	直接并网电动机的损耗	32
A.3	变速电动机的损耗	33
A.4	变频器(VFD)损耗	33
附录 B (资料性)	直接并网(DOL)电动机典型效率值表	34
附录 C (资料性)	节能和节约生命周期成本的示例	38
C.1	概述	38
C.2	水泵	38
C.3	为风机更换电动机时的常见误判	40
C.4	并行风机	41
C.5	电动机材料与能效和 CO ₂ 排放	42
附录 D (资料性)	损耗和效率插值计算表	44
参考文献		45
图 1	工业用电动机数据统计	4
图 2	1995 年—2020 年工业用电动机能效等级预测全球市场份额	5
图 3	电动机传动单元构成	5

图 4	7 个标准工作点,摘自 IEC 60034-2-3	7
图 5	不同额定输出功率下,4 极电动机提高一个能效等级输入功率减少的百分比.....	8
图 6	有/无节流阀的系统特性曲线及恒速时的泵特性曲线	9
图 7	DOL 或 VFD 运行的不同电动机驱动的 ESOB 的平均电耗	10
图 8	输送机(传输带)、起重机、升降机等系统特性曲线	11
图 9	笼型感应电动机	12
图 10	DOL 电动机与 VFD 电动机工作性能的比较	16
图 11	典型 4 极笼型感应电动机在不同额定功率下的损耗占比	19
图 12	4 极三相笼型感应电动机不同额定功率的运行特性	20
图 13	在恒定输出功率时电流、转速、功率因数和效率随电压变化的典型曲线	21
图 14	变频器的示意图	23
图 15	变频器输入端线电流的畸变功率因数与总谐波失真	24
图 16	不同应用的典型系统特性曲线	25
图 17	电动机传动单元及系统中相关设备概况	26
图 18	根据 2017/2018 年欧洲市场调查,不同额定功率等级 MDU 主要单元的成本占比	28
图 19	工业用感应电动机故障原因分布占比	30
图 20	3 种不同的维护类型(即维护保养、定期检修、预见性维护)简单的相对比例	31
图 C.1	标准水泵特性	38
图 C.2	IE2 感应电动机和 IE4 自启动同步电动机的转矩-同步转速曲线,以及风机的系统特性 曲线	40
图 C.3	相同流量时的两种不同风机控制方法对比	41
图 C.4	从一次能源、煤,到电动机的能流图	42
图 D.1	EXCEL 计算表摘录	44
表 1	电气传动系统和电动机传动单元的 IEC 能效标准概况	6
表 2	4 极三相笼型感应电动机损耗分布	13
表 3	极数、频率和转速的关系	15
表 4	以 50 Hz 为基准,相同转矩时 50 Hz 和 60 Hz 电动机的效率计算	17
表 5	电网供电交流电动机的 IE 能效等级	20
表 B.1	50 Hz、IE1 感应电动机的典型效率值	34
表 B.2	50 Hz、IE2 感应电动机的典型效率值	35
表 B.3	50 Hz、IE3 感应电动机的典型效率值	36
表 B.4	50 Hz、IE4 感应电动机典型效率值	37
表 C.1	工作点 OP1 到 OP3 电动机性能的计算	39
表 C.2	系统损耗和性能	40
表 C.3	节省电量、煤炭量和 CO ₂ 排放量的计算	43

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 29326—2012《包括变速应用的能效电动机的选择——应用导则》，与 GB/T 29326—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围，扩大到适用于 IEC 60034-1 所覆盖的所有电机(见第 1 章，2012 年版的第 1 章)；
- b) 增加了“Q(流量)”等符号和“AC(交流)”等缩略语(见第 3 章)；
- c) 增加了电动机及变频驱动的节能潜力分析以及能效相关 IEC 标准介绍(见第 4 章)；
- d) 增加了电动机长时间满载运行、平方转矩-转速特性和恒转矩特性应用场合的示例(见第 5 章)；
- e) 增加了电机的基本原理(见第 6 章)；
- f) 增加了恒速运行电动机的性能特征(见第 7 章)；
- g) 增加了变速运行电动机的性能特征(见第 8 章)；
- h) 增加了电动机系统选择指南(见第 9 章)；
- i) 更改了维护和寿命预期分析(见第 10 章，2012 年版的第 9 章)。

本文件等同采用 IEC TS 60034-31:2021《旋转电机 第 31 部分：包括变速应用的能效电动机的选择 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。

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、哈尔滨电气动力装备有限公司、江苏大中电机股份有限公司、山东博诚电气有限公司、浙江鑫升新能源科技有限公司、上海电气集团上海电机厂有限公司、卧龙电气淮安清江电机有限公司、河北电机股份有限公司、上海电器科学研究所(集团)有限公司、长沙学院、安波电机(宁德)有限公司、重庆市质量和标准化研究院、上海电科电机科技有限公司、深圳市风发科技发展有限公司、佳木斯电机股份有限公司、雷勃电气(无锡)有限公司、厦钨电机工业有限公司、山东华力电机集团股份有限公司、SEW-电机(苏州)有限公司、浙江金龙电机股份有限公司、江西江特电机有限公司、河南永荣动力股份有限公司、南阳防爆(苏州)特种装备有限公司、西门子电机(中国)有限公司、江苏利多电机有限公司、山东富智大兴电机有限公司。

本文件主要起草人：周洪发、佟安妮、万科、宋雨、王荷芬、尹超、郑夏均、彭大华、黄坚、徐秉俊、胡正席、张伟、张明、张文娟、周庆余、张旭。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2012 年首次发布为 GB/T 29326—2012；
- 本次为第一次修订。

引 言

本文件提供了能效电动机在恒速运行和变速运行时技术和经济层面的应用导则。

2016年,全球范围内电力消耗约有50%用于电动机,为单类设备中耗电量最大,仅工业用电动机就占了总耗电量约30%。虽然“耗电量”一词被广泛运用,但大部分电能做的是有用功,电动机将电能转化为机械能,其中小部分转化为热损耗。因此电动机,尤其是可根据不同负载要求控制转速和转矩的变速电动机,是实现显著节电的关键设备。

降低能耗的一个简单方法是投资更高效的电动机,因为运行成本主要来自电费,这种方式通常会带来快速的投资回报。然而,更大的节能潜力要从整体的系统视角来确定。据估计,尽管50%以上电动机将得益于变频器的控制,比如替换掉调节介质流量的节流装置之类高耗能机械控制装置,但实际使用的电动机中仅有12%是由变频器控制的。本文件旨在为正确使用恒速和变速电动机提供指导,并从实际用途和工作特性的角度分析何时使用它们。

本文件给出了恒转矩工作特性和平方转矩工作特性的示例,并描述了实际意义,以便加深对其可行性的理解。本文件的某些部分也可能适用于其他电动机。

包括变速应用的能效电动机的选择 应用导则

1 范围

本文件对交流电动机在能效方面的应用提供了技术和经济层面的指导,适用于电机制造商、OEM(原始设备制造商)、终端用户、监管机构、立法机关和其他相关方。

本文件适用于 IEC 60034-1、IEC 60034-30-1、IEC TS 60034-30-2 所覆盖的所有电机。

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 12668.902—2021 调速电气传动系统 第 9-2 部分:电气传动系统、电机起动器、电力电子设备及其传动应用的生态设计 电气传动系统和电机起动器的能效指标(IEC 61800-9-2:2017, IDT)

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

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

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)]

IEC 60034-2-3 变频器供电交流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 motors)

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

IEC 60034-12 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 machines—Part 12:Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors)

IEC 60034-30-1 旋转电机 第 30-1 部分:电网供电的交流电动机效率分级(IE 代码)[Rotating electrical machines—Part 30-1:Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)]

IEC TS 60034-30-2 旋转电机 第 30-2 部分:变速交流电动机效率分级(IE 代码)[Rotating electrical machines—Part 30-2:Efficiency classes of variable speed AC motors (IE code)]

IEC 60072(所有部分) 旋转电机尺寸和输出功率等级(Dimensions and output series for rotating electrical machines)

IEC 61800-9-1 调速电气传动系统 第 9-1 部分:电气传动系统、电机起动器、电力电子设备及其传动应用的生态设计 采用扩展产品法(EPA)和半解析模型(SAM)制定电气传动设备能效标准的一般要求 [Adjustable speed electrical power drive systems—Part 9-1: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications—General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the extended product approach (EPA) and semi analytic model (SAM)]