

ICS 27.010
CCS F 01

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10463 — 2020

变频调速设备的能效限定值及能效等级

Minimum allowable values of energy efficiency and
energy efficiency grades for variable-frequency drives

2020-10-23 发布

2021-02-01 实施

国家能源局 发布

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 技术要求	3
4.1 基本要求	3
4.2 能效等级	4
4.3 能效限定值	6
4.4 目标能效限定值	7
5 试验方法	7
5.1 基本要求	7
5.2 测试原理	7
5.3 电源要求	8
5.4 检测仪表	8
5.5 被测变频器要求	8
5.6 负载要求	8
5.7 测试步骤	9
附录 A (资料性) 电子负载	11
参考文献	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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国变频调速设备标准化技术委员会（SAC/TC 518）归口。

本文件起草单位：天津电气科学研究院有限公司、天津天传电控设备检测有限公司（国家电控配电设备质量监督检验中心）、上海奇电电气科技股份有限公司、中机国际工程设计研究院有限责任公司、希望森兰科技股份有限公司、中冶南方（武汉）自动化有限公司、苏州汇川技术有限公司、深圳市宝安任达电器实业有限公司、北京合力电气传动控制技术有限责任公司、山东凯迪欧电气有限公司、广州智光电气股份有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司。

本文件主要起草人：楚子林、王春武、韩东明、柴青、罗巨龙、王维、崔海现、罗深、陈实、叶刚桥、余克军、邓伟、赵青、嵇世卿、李凯、孙开发、张冠华、张杰。

变频调速设备的能效限定值及能效等级

1 范围

本文件规定了变频调速设备的能效限定值、能效等级分级方法以及能效试验方法。

本文件适用于电源电压 1 kV 及以下，额定输出频率 0 Hz~100 Hz，输出功率 0.37 kW~1000 kW 的电压源型变频调速设备（以下简称为“变频器”）。

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 1032—2012 三相异步电动机试验方法

GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术

GB/T 3859（所有部分） 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器

GB/T 12668（所有部分） 调速电气传动系统

GB/T 30844（所有部分） 1 kV 及以下通用变频调速设备

IEC 61800-9-2: 2017 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 (Adjustable speed electrical power drive systems—Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications—Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters)

3 术语和定义

GB/T 2900.33、GB/T 3859（所有部分）、GB/T 12668（所有部分）界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

能效 energy efficiency

输出的绩效、服务、商品或能量与输入的能量之间的比值或其他定量关系。

注：输入和输出均需要做出定性和定量的明确规定，并且是可测量的。

[来源：ISO/IEC 13273-1: 2015, 3.4.1]

3.2

效率 efficiency

稳态运行工况下，变频器输出的有功功率 P_{out} 与其所有输入有功功率总和 P_{in} 的比值。

注：效率一般用 η 表示， $\eta = P_{out} / P_{in}$ ，效率宜表示为百分数。

[来源：IEC 60050-113: 2011, 113-03-56, 有修改]

3.3

变频器能效限定值 minimum allowable values of energy efficiency of VFD

变频器效率的最低允许值。

注：之所以规定能效限定值，是希望生产厂家通过技术手段尽量提高变频器的效率。

3.4

变频器 variable frequency drive; VFD

用于改变频率的变流器。

[来源: GB/T 12668.2—2002, 2.2.5, 有修改]

3.5

逆变器 inverter

将直流电转换成单相或多相交流电的电能变换器。

[来源: GB/T 2900.83—2008, 151-13-46, 有修改]

3.6

整流器 rectifier

将单相或多相交流电转换成直流电的电能变换器。

[来源: GB/T 2900.83—2008, 151-13-45, 有修改]

3.7

有源整流器 active infeed converter; AIC

各种能保持直流侧输出电压稳定, 能实现电功率双向流动(整流或回馈), 同时能控制交流侧无功功率或功率因数的自换相整流器。

注: 又称为有源前端整流器或有源前端。

[来源: IEC 61800-9-2: 2017, 3.1.1, 有修改]

3.8

参考变频器 reference VFD

使用数学公式以及功耗定义的变频器, 用于给出变频器功耗的参考值。

[来源: IEC 61800-9-2: 2017, 3.1.13, 有修改]

3.9

功耗 power loss; PL

维持变频器在某工作点正常运行所必须消耗功率的总和。

注: 通常以热的形式消耗, 包括功率回路损耗、控制回路损耗、通风机电源等的损耗, 按 3.2 定义, $P_L = P_{in} - P_{out}$ 。

3.10

参考功耗 reference power loss

参考变频器在 90% 额定输出频率、100% 额定输出电流工作点的功率损耗。

注: 考虑维持变频器正常运行所需的所有功耗的总和, 例如包括冷却、控制回路损耗等。

3.11

位移因数 displacement power factor

基波电压与基波电流相位角差值的余弦。

[来源: GB/T 12668.1—2002, 2.4.9, 有修改]

3.12

功率因数 power factor

周期波形有功功率 P 的绝对值与视在功率 S 的比值。

注: 功率因数一般用 λ 表示, $\lambda = |P|/S$ 。

[来源: IEC 60050-131: 2002, 131-11-46, 有修改]

3.13

峰值因数 crest factor

周期波形峰值的绝对值与其方均根值之比。

[来源: IEC 61800-9-2: 2017, 3.1.4]

3.14

谐波电压因数 **harmonic voltage factor; HVF**

衡量电源电压的低频谐波特性的电能特征值。

HVF 按式 (1) 计算:

$$HVF = \sqrt{\sum_{n=2}^k \frac{U_n^2}{n}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

U_n ——谐波电压的标么值 (以额定电压 U_N 为基值);

n ——谐波次数 (不含 3 及 3 的倍数);

k ——13。

[来源: GB/T 755—2019, 7.2.1.1, 有修改]

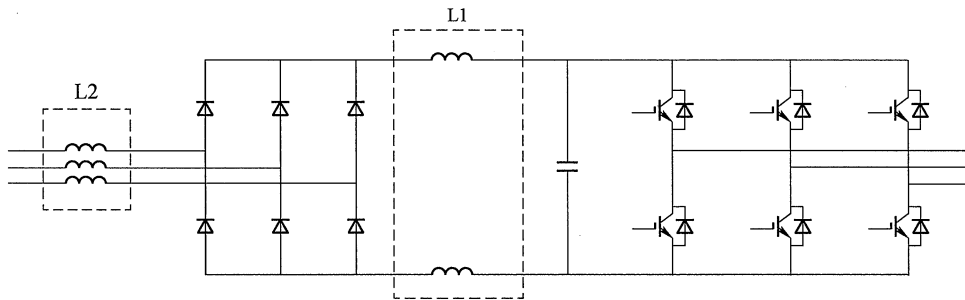
4 技术要求

4.1 基本要求

4.1.1 拓扑结构

本文件考虑目前最常用的变频器拓扑, 其整流部分是二极管整流器, 中间直流环节是电容器, 逆变部分是三相两电平绝缘栅双极型晶体管 (insulated gate bipolar transistor, IGBT) 逆变器, 常用的变频器拓扑见图 1。

同样的输出功率, 由于逆变器比变频器少了二极管整流部分, 故效率略高, 相关数据可参照变频器。对于有源整流器加逆变器构成的能量可双向流动的变频器, 其典型功耗约为逆变器功耗的 2 倍, 相关数据亦可参照变频器。



注: 直流滤波电抗器 L1 和交流进线电抗器 L2 都不是必需的。

图 1 常用的变频器拓扑

4.1.2 关于功耗的说明

基于变频器的调速电气传动系统, 在充分考虑所带负载及负载的机械特性, 以及整套系统所运行的负载-时间曲线的情况下, 通过变频调速调节风机或泵的流量、将制动的机械能量回馈电网等, 可实现节能降耗。变频器是调速电气传动系统中的基本传动模块 (basic drive module, BDM), 其效率主要与功率器件的选用、IGBT 开关频率、调制算法及冷却系统功耗等因素相关。

变频器在整流器侧使用交流进线电抗器 (图 1 中的 L2)、直流滤波电抗器 (图 1 中的 L1), 能改善输入功率因数及电网侧谐波指标, 虽会导致功耗小幅升高, 但仍鼓励加装。内置交流进线电抗器、直流滤波电抗器的变频器, 应在产品说明书中明确标出。

变频器的输出电抗器能减小输出的电流变化率 (di/dt)，虽会导致功耗小幅升高，但还是宜加装。内置输出电抗器的变频器也应在产品说明书中明确标出。

4.1.3 变频器的要求

变频器的一般性能、安全性能应符合 GB/T 30844 (所有部分) 的规定，电磁兼容性应符合 GB/T 12668.3 的规定。

4.2 能效等级

4.2.1 分级原则

通过试验，得到变频器在规定工作点 (90%额定输出频率，100%额定输出电流) 的效率，按此效率进行变频器的能效分级，同时给出变频器效率对应的输入功率因数。

4.2.2 参考变频器的能耗

IEC 61800-9-2: 2017 给出了参考成套传动模块 (reference complete drive module, RCDM) 的参考功耗，以及不同的额定输出电压下参考成套传动模块的输出电流，据此可列出参考变频器的参考功耗及不同额定输出电压下的输出电流，参考变频器的参考功耗及不同额定输出电压下的输出电流见表 1。

变频器的数学模型及相关计算见 IEC 61800-9-2: 2017 的 5.2 和附录 B。

注：表 1 参考 IEC 61800-9-2: 2017 的表 18，数值部分根据我国的电压等级进行了修改。

表 1 参考变频器的参考功耗及不同额定输出电压下的输出电流

额定功率 kW	额定容量 kV·A	参考功耗 kW	380 V 电压时的电流 A	660 V 电压时的电流 A
0.37	0.697	0.117	1.06	0.61
0.55	0.977	0.129	1.48	0.85
0.75	1.29	0.142	1.96	1.13
1.1	1.71	0.163	2.6	1.5
1.5	2.29	0.188	3.48	2
2.2	3.3	0.237	5.01	2.89
3	4.44	0.299	6.75	3.88
4	5.85	0.374	8.89	5.12
5.5	7.94	0.477	12.06	6.95
7.5	9.95	0.581	15.12	8.7
11	14.4	0.781	21.88	12.6
15	19.5	1.01	29.63	17.06
18.5	23.9	1.21	36.31	20.91
22	28.3	1.41	43	24.76
30	38.2	1.86	58.04	33.42
37	47	2.25	71.41	41.12
45	56.9	2.7	86.45	49.78
55	68.4	3.24	103.9	59.84
75	92.8	4.35	141	81.18
90	111	5.17	168.6	97.1
110	135	5.55	205.1	118.1

表 1 (续)

额定功率 kW	额定容量 kV·A	参考功耗 kW	380 V 电压时的电流 A	660 V 电压时的电流 A
132	162	6.65	246.1	141.7
160	196	8.02	297.8	171.5
200	245	10	372.2	214.3
250	302	12.4	458.8	264.2
315	381	15.6	578.9	333.3
355	429	17.5	651.8	375.3
400	483	19.8	733.9	422.5
500	604	24.7	917.7	528.4
560	677	27.6	1029	592.2
630	761	31.1	1156	665.7
710	858	35	1304	750.6
800	967	39.4	1469	845.9
900	1088	44.3	1653	951.8
1000	1209	49.3	1837	1058

4.2.3 分级方法

变频器的能效分为 3 个等级，其中能效为 1 级表示效率最高。变频器效率分界点和能效限定值见表 2，变频器的效率分级及其与 IE 等级的关系见图 2。

注：为了与现有电动机、变压器等国家标准能效的分级习惯保持一致，本文件中规定的变频器能效等级与 IEC 61800-9-2 中的 IE 等级不同。两者对应关系：本文件的 1 级对应 IE2，2 级对应 IE1，3 级对应 IE0，具体可见图 2。

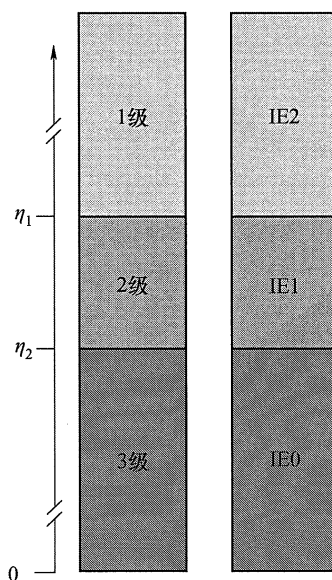


图 2 变频器的效率分级及其与 IE 等级的关系

根据变频器实际效率，可按照表 2 和图 2 的分级方法对变频器能效进行分级。

表 2 适用于电压等级 1000 V 以下变频器的能效分级，即输出电压 380 V 和 660 V 的变频器，能效分级都使用表 2。

表 2 变频器效率分界点和能效限定值

额定功率 kW	额定容量 kV · A	参考功耗 kW	参考变频器效率	1 级效率点 η_1	2 级效率点 η_2	能效限定值
0.37	0.697	0.117	76.0%	80.8%	71.7%	68.7%
0.55	0.977	0.129	81.0%	85.0%	77.3%	74.3%
0.75	1.29	0.142	84.1%	87.6%	80.9%	77.9%
1.1	1.71	0.163	87.1%	90.0%	84.4%	81.4%
1.5	2.29	0.188	88.9%	91.4%	86.5%	83.5%
2.2	3.3	0.237	90.3%	92.5%	88.1%	86.1%
3	4.44	0.299	90.9%	93.0%	88.9%	86.9%
4	5.85	0.374	91.4%	93.4%	89.5%	87.5%
5.5	7.94	0.477	92.0%	93.9%	90.2%	88.2%
7.5	9.95	0.581	92.8%	94.5%	91.2%	89.2%
11	14.4	0.781	93.4%	94.9%	91.8%	89.8%
15	19.5	1.01	93.7%	95.2%	92.2%	90.2%
18.5	23.9	1.21	93.9%	95.3%	92.5%	90.5%
22	28.3	1.41	94.0%	95.4%	92.6%	90.6%
30	38.2	1.86	94.2%	95.6%	92.8%	91.8%
37	47	2.25	94.3%	95.6%	92.9%	91.9%
45	56.9	2.7	94.3%	95.7%	93.0%	92.0%
55	68.4	3.24	94.4%	95.8%	93.1%	92.1%
75	92.8	4.35	94.5%	95.8%	93.2%	92.2%
90	111	5.17	94.6%	95.9%	93.3%	92.3%
110	135	5.55	95.2%	96.4%	94.1%	93.1%
132	162	6.65	95.2%	96.4%	94.1%	93.1%
160	196	8.02	95.2%	96.4%	94.1%	93.1%
200	245	10	95.2%	96.4%	94.1%	93.1%
250	302	12.4	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
315	381	15.6	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
355	429	17.5	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
400	483	19.8	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
500	604	24.7	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
560	677	27.6	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
630	761	31.1	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
710	858	35	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
800	967	39.4	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
900	1088	44.3	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
1000	1209	49.3	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%

4.3 能效限定值

变频器效率不应低于表 2 中最后一列给出的能效限定值，此值由 2 级效率点 η_2 减去 3%（或 2%、1%）所得，关于 3%（或 2%、1%）的规定如下：

- 3%，输出功率小于 1.5 kW；
- 2%，输出功率为 1.5 kW~30 kW（包含 1.5 kW，但不包含 30 kW）；
- 1%，输出功率不小于 30 kW。

4.4 目标能效限定值

变频器的目标能效限定值不应低于 2 级。变频器产品宜在 5 年内，达到此目标能效限定值。随着技术的进步，在修订本文件时，再升级相关指标。

5 试验方法

5.1 基本要求

变频器功耗测试的相关试验在以下给定的条件下进行：

- 变频器安装环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 进风口风温 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 变频器垂直安装，自带冷却风扇或其冷却风扇按额定转速运行；
- 在测试功率点稳定运行 30 min 以上，散热器温度稳定后测量；
- 测试环境中空气应相对静止，除自带冷却风扇外，应没有直接冷却变频器的气流，如果不能满足本要求，可将变频器安装在柜壳中。

5.2 测试原理

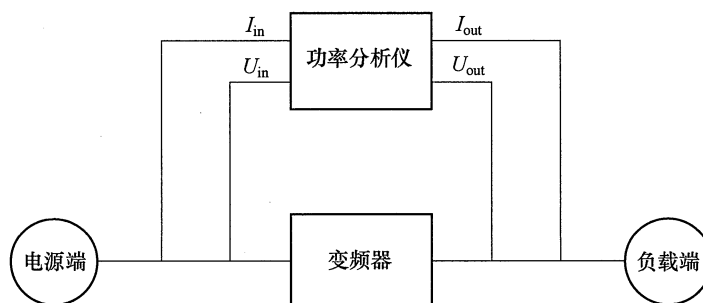
变频器的效率测试采用输入输出测量法，即通过对变频器输入侧和输出侧有功功率的精确测量计算变频器的效率，变频器功耗的测试原理见图 3，变频器效率使用公式（2）确定。

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P_{in} ——输入有功功率，几部分输入功率的和。第一部分 P_{in1} 根据功率分析仪测量的输入电压 U_{in} 和输入电流 I_{in} 确定；如果变频器还有其他电源输入端口，例如若变频器的控制电源、风机电源等分别供电，则应分别测量变频器正常运行时，所有这些辅助供电的电源端口的输入有功功率，并求出总和为 P_{in2} ；最终可得到输入有功功率 $P_{\text{in}} = P_{\text{in1}} + P_{\text{in2}}$ 。

P_{out} ——输出有功功率，根据功率分析仪测量的输出电压 U_{out} 和输出电流 I_{out} 确定。



注：输入有功功率 P_{in} 的第一部分 P_{in1} 以及输出有功功率 P_{out} 可分别通过测量两相电流和两个线电压，采用两功率表模式测量功率。

图 3 变频器功耗的测试

5.3 电源要求

变频器的效率测试对供电电源的要求如下：

- 供电电源的电压波动范围：±2.5%。
- 供电电源的谐波电压因数不应超过 0.03。
- 电源频率：50 Hz±0.3 Hz。
- 电源电压的峰值因数应为 1.35~1.44。
- 供电网络短路容量与变频器容量的比值（短路比）：
 - 对于额定输出容量在 111 kV·A 及以下的变频器，应为 50~200；
 - 对于额定输出容量超过 111 kV·A 的变频器，应为 5~50。

5.4 检测仪表

变频器输入和输出的有功功率通常使用功率分析仪测量，用于测量变频器输入或输出电流的传感器应符合 GB/T 1032—2012 要求。

应根据被测的电流和电压适当选择功率分析仪的量程范围。功率分析仪制造商标称的不确定度宜为 0.1%，该不确定度应是功率分析仪的整体不确定度，包括可能的传感器。

功率分析仪和传感器的带宽应足够宽，不宜小于 1 MHz，以保证总有功功率的测量误差小于或等于被测变频器视在功率的 0.2%。

用于传输测量信号的电缆应小心安装，如果可能应进行屏蔽。

注 1：使用功率分析仪测量功率时，需要关注传感器引入的测试相位差。

注 2：功率分析仪的带宽范围为 0 Hz 到 10 倍开关频率 (f_{sw}) 就可保证变频器输出功率的测量精度。如果需要外部电流传感器，可使用霍尔零磁通型传感器。

5.5 被测变频器要求

被测变频器应满足如下要求：

- 变频器的脉冲方式使用制造商定义的出厂默认值；
- 变频器应满足 GB/T 30844.3 给出的电气安全要求；
- 测试前变频器应恢复到出厂设置，不进行参数辨识及相关优化，被测变频器工作在 V/F 模式，设定低频段不增强或减弱磁场，开关频率使用出厂默认值，变频器在给定的测试点稳定运行。

5.6 负载要求

5.6.1 一般要求

宜使用两台电动机组成对拖机组，作为变频器能效测试的负载；也可使用电子负载作为变频器能效测试的负载。在被测变频器的输出端应串接阻抗为 1% 的电抗器。能效测试的负载应保证变频器输出基波电流的总谐波失真（total harmonic distortion, THD）小于或等于 5%。

5.6.2 机组

两台电动机 M1 和 M2 的输出轴通过连接器直接连接，电动机 M1 和 M2 分别由被测变频器 A 和陪试驱动设备 B 驱动，L 是阻抗为 1% 的电抗器，测试系统的原理见图 4。

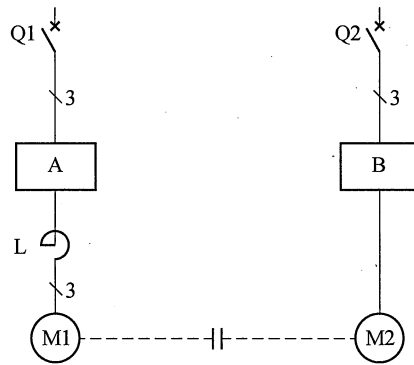


图4 测试系统的原理

电动机 M1 使用三相鼠笼型变频电动机，极数 4 极，额定频率 50 Hz，能效为 1 级（或能效为 IE2 或 IE3），其额定电压与被测变频器的额定电压一致，额定电流应大于被测变频器额定输出电流，但不应大于 1.5 倍被测变频器额定输出电流。

电动机 M2 可以是直流电动机或交流变频电动机。如果 M2 为直流电动机，其额定转速应大于或等于 1500 r/min，额定力矩大于 M1 的额定力矩，装置 B 选用与电动机配套的可逆直传动装置；如果 M2 为交流变频电动机，其参数可与 M1 相同，或其他参数相同、额定功率大于 M1（机座号应与 M1 一致），装置 B 选用与电动机 M2 配套且能量可双向流动的变频调速设备。

测试时，通过功率分析仪测量装置 A 输入及输出的电压、电流，通过装置 B 调节电动机轴上的力矩，使装置 A 在测试工作点（90%额定输出频率，100% 额定输出电流）稳定运行。

注 1：电动机 M1 的基波位移因数参考表 A.1。

注 2：机组电动机的冷却风机由其他辅助电源供电。

5.6.3 电子负载

可使用电子负载代替 5.6.2 给出的机组，作为变频器能效测试的负载。电子负载的说明参见附录 A。

注：在使用电子负载的场合，按表 A.1 给出的 $\cos\varphi$ 设定被测变频器的输出位移因数。

5.7 测试步骤

5.7.1 一般要求

变频器能效测试宜在本文件 5.1~5.6 给出的条件下进行。

测试时，被测变频器运行在连续工作模式，设定被测变频器的工作频率为 45 Hz；通过加载设备，使被测变频器的输出电流达到表 1 给出的电流，在散热器温度稳定（温升速率小于 1 K/30 min）后进行测量。测试所用功率分析仪的 4 路电压检测和 4 路电流检测所使用的检测元件应完全相同。

变频器能效测试的测量结果可能会出现缓慢波动，因此，需要使用一段时间内的测量平均值作为最终结果。例如，可每 3 s 测一组 P_{in1} 、 P_{out} 、 λ ，测量并记录 100 组数据，计算 100 组数据的平均值。测量得到不同时间的 3 个平均值，再取算术平均值得到最后结果。

如果控制电源、通风机电源等变频器正常工作所必需的辅助电源是通过主回路进线电源以外的其他辅助电源端供电，所有这些辅助电源的有功功率也需要测量，并将结果累加到 P_{in2} 中。

5.7.2 能效认定方法

能效等级基于变频器在输出频率 45 Hz、输出额定电流（见表 1）的工作点的效率进行划分。

5.7.3 测试流程

变频器能效测试的流程见图 5，测试时应注意：

- 变频器运行在输出频率 45 Hz 和 100% 的输出电流下，直到热稳定；
- 热稳定后开始记录数据：测量并记录输入侧的电压、电流、功率和输出侧的电压、电流、功率，以及输入功率因数；
- 变频器的相对输出电压（百分比）不低于其相对输出频率（百分比）。

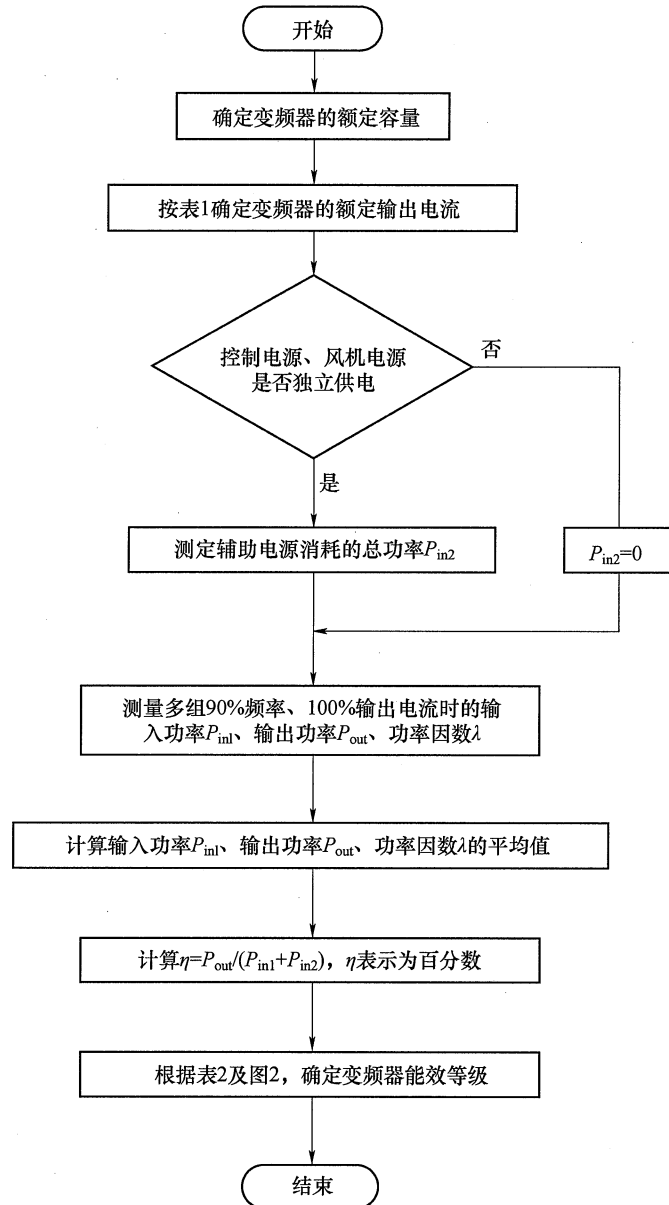


图 5 变频器能效测试的流程

5.7.4 测试结果

通过测试得到 3 组变频器效率，以及对应的输入功率因数，计算算数平均值得到变频器的最终效率及对应的输入功率因数。得到的最终效率用于变频器的能效分级，能效分级方法参照图 2 以及表 2。变频器的输入功率因数与效率同时发布，作为用户选型的参考数据。

附录 A

(资料性)

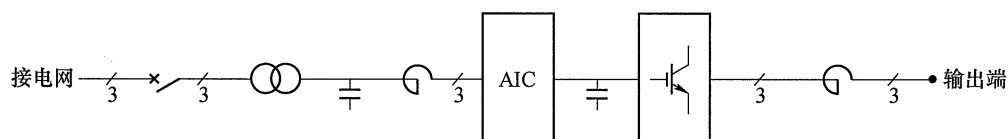
电子负载

A.1 概述

电子负载是一种可作为被测变频器的负载，是可直接控制被测变频器输出电流及位移因数的功率变换器。

A.2 功率部分

用于模拟电动机的电子负载（功率部分）见图 A.1，其核心是能量可双向流动的变频器（有源整流器+逆变器），其可通过变压器改变输出电压等级并实现与电网隔离，逆变器的输出侧串接电抗。



注：图中的输出端与被测变频器的输出端子连接。

图 A.1 用于模拟电动机的电子负载（功率部分）

电子负载使用有源整流器与电网连接，逆变部分的开关频率足够高，以保证自身产生的谐波小，不影响变频器的功耗。此外，测试前可根据所代替电动机的定子电阻及定子漏感参数（25℃），调节输出侧的电阻和电感。

注：只要输出功率满足，一个电子负载可代替多个机组。可通过切换实际的电阻、电感，模拟不同电动机的定子电阻及定子漏感。

A.3 控制部分

电子负载的控制部分应有较高的处理速度及检测精度，以实现被测变频器精确的输出电流控制及输出位移因数控制。

A.4 使用方法

使用电子负载测试变频器效率的原理见图 A.2。图 A.2 中，A 为被测变频器，L 为阻抗为 1% 的电抗器，电子负载代替图 4 中的机组和双向变流器，作为 A 的负载。

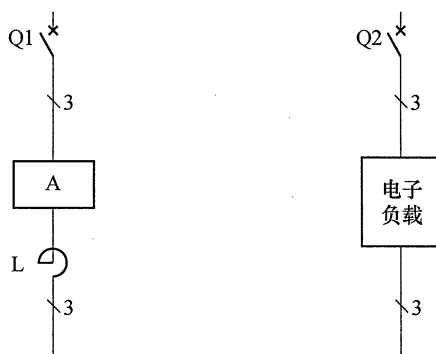


图 A.2 使用电子负载测试变频器效率的原理

测试时，通过功率分析仪测量被测装置 A 输入及输出的电压、电流，通过电子负载调节 A 的输出电流及位移因数，使装置 A 在给定的测试工作点运行。测试时，变频器输出的基波电压与基波电流的位移因数符合表 A.1 的规定，可在表 A.1 基础上有±0.08 的偏差。

表 A.1 额定输出电流时，变频器输出基波电压、基波电流间的位移因数

变频器输出视在功率 kV·A	小于 1.29 (0.75)	1.29 (0.75) ~ 7.94 (5.5)	7.94 (5.5) ~ 56.9 (45)	56.9 (45) ~ 245(200)	245 (200) ~ 1209 (1000)
输出基波的位移因数	0.73	0.79	0.85	0.86	0.87
注：表中第一行括号中表示的是有功功率，单位为 kW。					

参 考 文 献

- [1] GB/T 755—2019 旋转电机 定额和性能
- [2] GB/T 2900.83—2008 电工术语 电的和磁的器件
- [3] GB/T 12668.1—2002 调速电气传动系统 第1部分：一般要求 低压直流调速电气传动系统额定值的规定
- [4] GB/T 12668.2—2002 调速电气传动系统 第2部分：一般要求 低压交流变频电气传动系统额定值的规定
- [5] ISO/IEC 13273-1: 2015 Energy efficiency and renewable energy sources—Common international terminology—Part 1: Energy efficiency
- [6] IEC GUIDE 118: 2017 Inclusion of energy efficiency aspects in electrotechnical publications
- [7] IEC 60050-113: 2011 International Electrotechnical Vocabulary — Part 113: Physics for electrotechnology
- [8] IEC 60050-131: 2002 International Electrotechnical Vocabulary—Part 131: Circuit theory
- [9] IEC 61800-9-1: 2017 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 9-1: Energy efficiency of power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications—General requirements for setting energy efficiency standards for power drive equipment using the extended product approach (EPA) and semi analytic model (SAM)
- [10] IEC TS 62578: 2015 Power electronics systems and equipment—Operation conditions and characteristics of active infeed converter (AIC) applications including design recommendations for their emission values below 150 kHz
- [11] CSA 838-13 Energy efficiency test methods for three-phase variable frequency drive systems
-