

## 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 .....	6
5 试验方法 .....	8
5.1 基本要求 .....	8
5.2 测试原理 .....	8
5.3 电源要求 .....	8
5.4 检测仪表 .....	9
5.5 被测变频器要求 .....	9
5.6 负载要求 .....	9
5.7 测试步骤 .....	10
附录 A （资料性附录） 电子负载 .....	12
A.1 概述 .....	12
A.2 功率部分 .....	12
A.3 控制部分 .....	12
A.4 使用方法 .....	12
参 考 文 献 .....	14

# 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国变频调速设备标准化技术委员会（SAC/TC 518）归口。

本标准起草单位：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、北京合力电气传动控制技术有限责任公司、广州智光电气股份有限公司、山东凯迪欧电气有限公司、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。

本标准主要起草人：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、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

本标准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。

本标准适用于电源电压 1 kV 及以下，额定输出频率 0 Hz~100 Hz，输出功率在 0.37 kW~1 000 kW 之间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

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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它定量关系。

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。

[ISO/IEC 13273-1: 2015, 定义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1：效率一般用 $\eta$ 表示， $\eta=P_{out}/P_{in}$ ，效率宜表示为百分数。

注2：改写 IEC 60050-113:2011，定义 113-03-56。

### 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 (VFD)** converter; variable frequency drive

用于改变频率的变流器。

[GB/T 12668.2—2002, 定义2.2.5]

### 3.5

**逆变器** inverter

将直流电变换成单相或多相交流电的电能变换器。

注：改写GB/T 2900.83—2008, 定义151-13-46。

### 3.6

**整流器** rectifier

将单相或多相交流电变换成直流电的电能变换器。

注：改写GB/T 2900.83—2008, 定义151-13-45。

### 3.7

**有源整流器 (AIC)** active infeed converter

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1：又称为有源前端整流器，或有源前端。

注2：改写 IEC 61800-9-2: 2017, 定义 3.1.1.

### 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。

注：改写 IEC 61800-9-2: 2017, 定义3.1.13。

### 3.9

**功耗 (PL)** power loss

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：通常是以热的形式消耗，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率功耗的总和，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。

注：改写GB/T 12668.1—2002，定义2.4.9。

### 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1：功率因数一般用λ表示，λ=|*P*|/*S*。

注2：改写IEC 60050-131：2002，定义131-11-46。

### 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。

[IEC 61800-9-2：2017，定义3.1.4]

### 3.14

**谐波电压因数 (HVF)** harmonic voltage factor

衡量电源电压的低频谐波特性的电能特征值。

HVF值按式(1)计算：

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

式中：

*U<sub>n</sub>*——谐波电压的标幺值（以额定电压*U<sub>N</sub>*为基值）；

*n*——谐波次数（不含3及3的倍数）；

*k*——13。

注：改写GB/T 755—2008。

## 4 技术要求

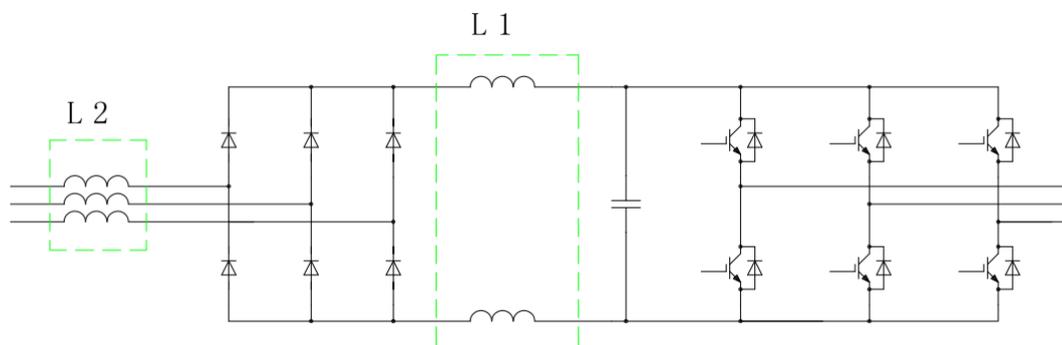
### 4.1 基本要求

#### 4.1.1 拓扑结构

本标准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IGBT逆变器，参见图1。

对于同样的输出功率，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，其典型功耗值大约是逆变器功耗的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都不是必须的。

图1 适用的变频器拓扑

#### 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，可能会有更大的节能空间。例如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，可节能降耗。变频器是调速电气传动系统中的基本传动模块（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，虽会导致功耗有些许升高，但还是鼓励加装。内置这两种电抗器的变频器，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 $di/dt$ ，虽会导致功耗有些许升高，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、安全性能应分别符合GB/T 30844（所有部分），电磁兼容性应符合GB/T 12668.3。

### 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，按此效率值进行变频器的能效分级。同时给出变频器效率值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（RCDM）的参考功耗值，以及不同的额定输出电压下，参考成套传动模块（RCDM）的输出电流值。表1是据此给出的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值。

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 参考变频器的功耗及不同额定电压下的电流值

额定功率 kW	额定容量 kVA	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
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	1 029	592.2
630	761	31.1	1 156	665.7
710	858	35	1 304	750.6
800	967	39.4	1 469	845.9
900	1 088	44.3	1 653	951.8

表1 参考变频器的功耗及不同额定电压下的电流值（续）

1 000	1 209	49.3	1 837	1 058
-------	-------	------	-------	-------

#### 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。表2给出了三个能效等级的效率分界点（ $\eta_1$ 和 $\eta_2$ ），图2给出能效等级分级方法。

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，本标准中规定的变频器能效等级与IEC 61800-9-2中的IE等级不同。两者对应关系为：本标准的1级对应IE2，2级对应IE1，3级对应IE0，参见图2。

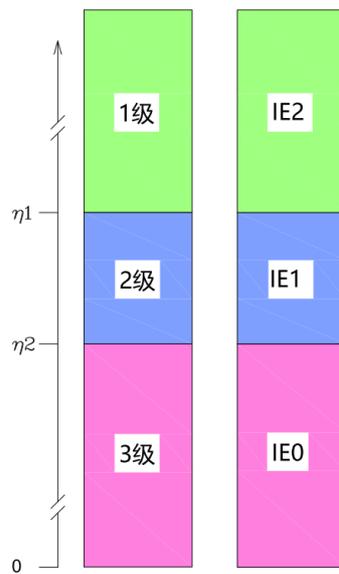


图2 变频器的效率分级及其与 IE 等级的关系

根据变频器实际效率值，按照表2和图2，实现变频器能效分级。

表2适用于电压等级1 000 V以下变频器的能效分级，即输出电压380 V和660 V变频器，能效分级都使用表2。

#### 4.3 能效限定值

变频器效率应不低于表2中最后一列给出的能效限定值，此值是2级效率点 $\eta_2$ 的值减去：

- 3%（输出功率小于 1.5 kW）或；
- 2%（输出功率大于等于 1.5 kW 到小于 30 kW）或；
- 1%（输出功率大于等于 30 kW）。

#### 4.4 目标能效限定值

变频器的目标能效限定值应不低于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，在修订本标准时，再升级相关指标。

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 kVA	参考功耗 kW	参考变频器效率	1级效率点 $\eta_1$	2级效率点 $\eta_2$	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	1 088	44.3	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%

表2 变频器效率分界点和能效限定值 (续)

1 000	1 209	49.3	95.3%	96.4%	94.2%	93.2%
-------	-------	------	-------	-------	-------	-------

## 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, 自冷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, 可将变频器安装在一个柜壳中。

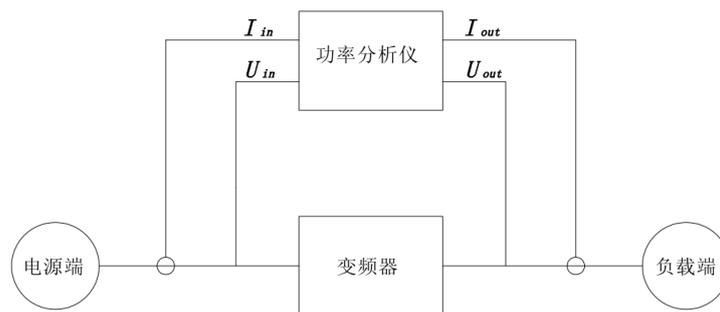
### 5.2 测试原理

变频器的效率测试采用输入输出测量法, 该方法基于对变频器输入侧和输出侧有功功率的精确测量, 原理参见图3。变频器效率使用公式 (2) 确定:

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

式中, 输入有功功率  $P_{\text{in}}$  是几部分输入功率的和。第一部分  $P_{\text{in1}}$  根据功率分析仪测量的输入电压  $U_{\text{in}}$  和输入电流  $I_{\text{in}}$  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值, 并求出总和为  $P_{\text{in2}}$ ; 最终可得到输入有功功率  $P_{\text{in}} = P_{\text{in1}} + P_{\text{in2}}$ 。

式中的输出有功功率  $P_{\text{out}}$  根据功率分析仪测量的输出电压  $U_{\text{out}}$  和输出电流  $I_{\text{out}}$  确定。



注: 输入有功功率  $P_{\text{in}}$  的第一部分  $P_{\text{in1}}$  以及输出有功功率  $P_{\text{out}}$  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 确定变频器功耗的输入输出测量方法

### 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  $\pm 2.5\%$ ;
- 供电电源的谐波电压因数应不超过 0.03;

- 电源频率 50 Hz±0.3 Hz;
- 电源电压的峰值因数应在 1.35 到 1.44 之间;
- 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 kVA 及以下的变频器，应在 50~200 的范围内；
  - 对于额定输出容量超过 111 kVA 的变频器，应在 5~50 的范围内。

#### 5.4 检测仪表

使用功率分析仪测量输入和输出的有功功率。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。

注1：需要关注传感器引入的测试相位差。

功率分析仪和传感器的带宽应足够宽，宜不小于 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%。

注2：功率分析仪带宽从 0 Hz 到大于 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。

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。

#### 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 dv/dt 电抗器。能效测试的负载应保证变频器输出基波电流的 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 1% 的电抗器，测试系统的原理参见图 4。

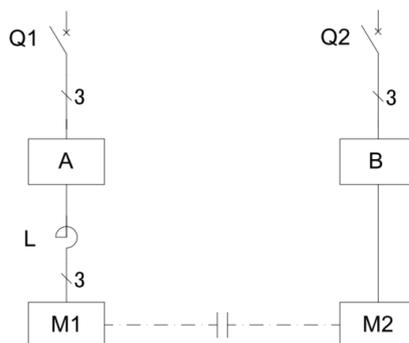


图4 机组构成的测试系统

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。

注1：电动机 M1 的基波位移因数参考表 A.1。

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 rpm，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流传动装置；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  $\cos\phi$  值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 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 给出的电流值，在散热器温度稳定（温度上升率小于 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，需要使用在一段时间内的平均值作为最终结果。例如，可每 3 s 测一组  $P_{in1}$ 、 $P_{out}$ 、 $\lambda$  数据，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 个这样的平均值，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须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子供电，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

能效等级的划分基于变频器在输出频率 45 Hz，输出额定电流（参见表 1）这个工作点的效率值。

### 5.7.3 测试流程

变频器能效的测定流程参见图 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、功率以及输出侧的电压、电流、功率，以及输入功率因数的值；
- 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）。

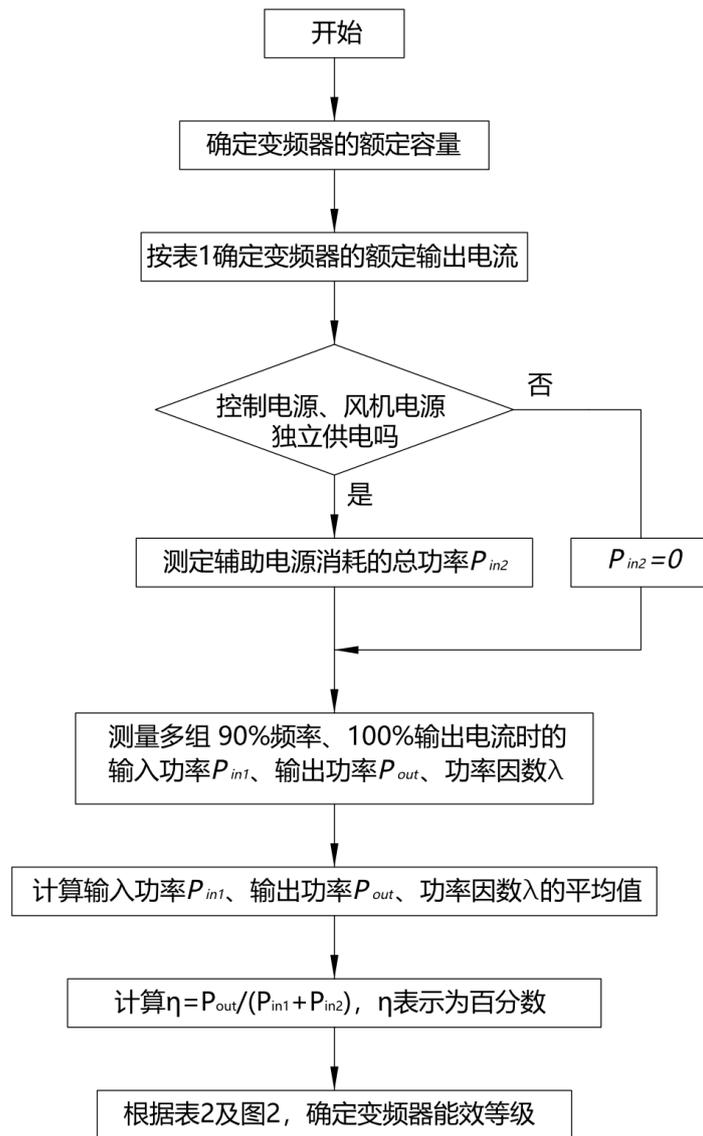


图5 变频器能效测试的流程

#### 5.7.4 测试结果

通过测试得到 3 组变频器效率值，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值及对应的输入功率因数。

得到的最终效率值用于变频器的能效分级，参照图 2 以及表 2。

变频器的输入功率因数与效率值同时发布，作为用户选型的参考数据。

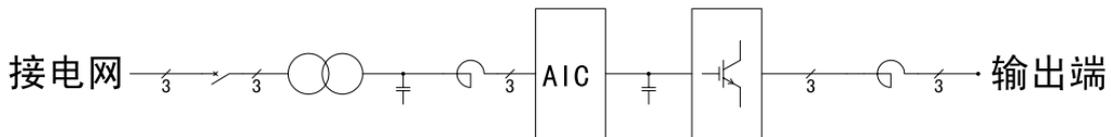
附 录 A  
(资料性附录)  
电子负载

A.1 概述

电子负载是一种可作为被测变频器的负载,并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

电子负载的功率部分参见图 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),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。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。

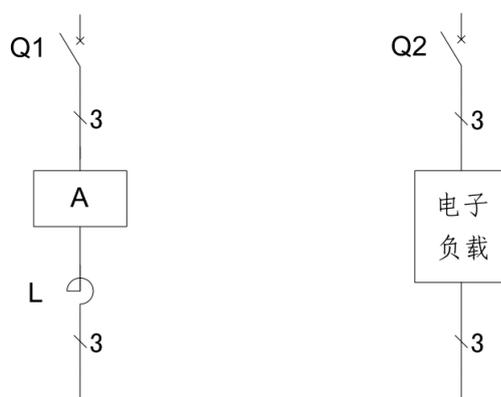
注:只要输出功率满足,一个电子负载可代替多个机组。可通过切换实际的电阻、电感,模拟不同电动机的定子电阻及定子漏感。

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,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

使用电子负载测试的原理参见图A.2。该图中,A为被测变频器,L为阻抗为1%的 $dv/dt$ 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 电子负载用于变频器效率测试

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 $\pm 0.08$ 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 kVA (有功功率 kW)	小于 1.29 kVA (0.75 kW)	1.29 kVA (0.75 kW) 到小于 7.94 kVA (5.5 kW)	7.94 kVA (5.5 kW) 到小于 56.9 kVA (45 kW)	56.9 kVA (45 kW) 到小于 245 kVA (200 kW)	245 kVA (200 kW) 到 1 209 kVA (1 000 kW)
输出基波的位移因 数	0.73	0.79	0.85	0.86	0.87

## 参 考 文 献

- [1] IEC GUIDE 118 Inclusion of energy efficiency aspects in electrotechnical publications
- [2] 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)
- [3] 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
- [4] CSA 838-13 Energy efficiency test methods for three-phase variable frequency drive systems