

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 21707—2018  
代替 GB/T 21707—2008

## 变频调速专用三相异步电动机绝缘规范

Insulation specification for variable frequency adjustable speed definite purpose  
converter-fed three-phase induction motors



2018-06-07 发布

2019-01-01 实施

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

# 目 次

前言 .....	I
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 .....	2
5 检验规则 .....	4
附录 A (规范性附录) 高频冲击试验仪波形参数计量导则 .....	6
附录 B (规范性附录) 测试浸渍树脂的挥发分 .....	8
附录 C (资料性附录) 变频电机绝缘结构的评定规程 .....	9
参考文献 .....	11
图 A.1 “畸变”波形与标准波形对比示意图 .....	6
图 A.2 双极对称方波示意图 .....	7
图 A.3 接线图 .....	7
表 1 电磁线通用要求 .....	2
表 2 电磁线在高频冲击电源下的寿命 .....	2
表 3 电磁线耐高频冲击试验的波形参数 .....	4
表 C.1 二电平变频器供电的电机绝缘结构各部位试验电压(峰峰值) .....	9
表 C.2 应力类型与 IVIC 的关系 .....	10

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 21707—2008《变频调速专用三相异步电动机绝缘规范》，与 GB/T 21707—2008 相比，主要技术变化如下：

- 修改了范围(见第 1 章,2008 年版的第 1 章)；
- 增加了术语和定义(见第 3 章)；
- 增加了对漆包扁线和玻璃丝绕包漆包扁线的要求(见 4.1.1)；
- 修改了对漆包圆线的要求(见表 2,2008 年版的表 1)；
- 修改了浸渍树脂挥发分的要求(见 4.1.2,2008 年版的 3.1.2)；
- 修改了电磁线耐高频冲击的波形参数(见表 3,2008 年版的 3.1.1)；
- 增加了 I 型绝缘结构的评定(见 4.3.4)；
- 增加了 II 型绝缘结构的评定(见 4.3.5)；
- 删除了绝缘结构的耐高频脉冲性能评定(见 2008 年版的 4.3)；
- 删除了资料性附录“IEC 62068-1 关于脉冲电压特性”(见 2008 年版的附录 A)；
- 增加了规范性附录“高频冲击试验仪波形参数计量导则”(见附录 A)；
- 增加了资料性附录“变频电机绝缘结构的评定规程”(见附录 C)。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国旋转电机标准化技术委员会(SAC/TC 26)归口。

本标准起草单位：上海电机系统节能工程技术研究中心有限公司、铜陵精达特种电磁线股份有限公司、苏州巨峰电气绝缘系统股份有限公司、江苏大通机电有限公司、长沙湘鸿仪器机械有限公司、卧龙电气集团股份有限公司、上海电器科学研究所(集团)有限公司、北京金风科创风电设备有限公司、山东蓬泰股份有限公司、住友重机械减速机(中国)有限公司、台湾福保化学股份有限公司、苏州太湖电工新材料股份有限公司、无锡友方电工股份有限公司、上海电器科学研究院、上海电器设备检测所有限公司、上海电缆研究所有限公司、上海申发检测仪器有限公司、福州大通机电有限公司、四川大学、杜邦(中国)研发管理有限公司、SEW-电机(苏州)有限公司、河北电机股份有限公司、常州威远电工器材有限公司、丹阳四达化工有限公司、安徽皖南电机股份有限公司、大速电机有限公司、株洲时代电气绝缘有限责任公司、西安泰富西玛电机有限公司、先登控股集团股份有限公司、艾伦塔斯电气绝缘材料(铜陵)有限公司、苏州市新的电工有限公司、上海裕生特种线材有限公司。

本标准主要起草人：张生德、赵超、彭春斌、夏宇、肖先雄、梁学昊、田国群、吴艳红、王栋、巩运许、丁康、杨伟志、张春琪、李雪、李锦樑、黄慧洁、潘国梁。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 21707—2008。

# 变频调速专用三相异步电动机绝缘规范

## 1 范围

本标准给出了变频器供电的三相异步电动机的绝缘规范,包括术语和定义、技术要求与检验规则。  
本标准适用于额定电压为 1 140 V 及以下变频调速专用三相异步电动机。

## 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 4074.7—2009 绕组线试验方法 第 7 部分:测定漆包绕组线温度指数的试验方法

GB/T 5591.3 电气绝缘用柔软复合材料 第 3 部分:单项材料规范

GB/T 6109.20 漆包圆绕组线 第 20 部分:200 级聚酰胺酰亚胺复合聚酯或聚酯亚胺漆包铜圆线

GB/T 7095.6 漆包铜扁绕组线 第 6 部分:200 级聚酯或聚酯亚胺/聚酰胺酰亚胺复合漆包铜扁线

GB/T 7672.5 玻璃丝包绕组线 第 5 部分:200 级浸漆玻璃丝包铜扁线和玻璃丝包漆包铜扁线

GB/T 11026.4—2012 电气绝缘材料 耐热性 第 4 部分:老化烘箱 单室烘箱

GB/T 17948.1 旋转电机绝缘结构功能性评定 散绕绕组试验规程 热评定与分级

GB/T 17948.3—2017 旋转电机 绝缘结构功能性评定 成型绕组试验规程 旋转电机绝缘结构热评定和分级

GB/T 22720.1—2017 旋转电机 电压型变频器供电的旋转电机无局部放电(I 型)电气绝缘结构的鉴别和质量控制试验

JB/T 10508 中小电机用槽楔技术条件

IEC 60034-18-42 旋转电机 第 18-42 部分:电压型变频器供电的旋转电机耐局部放电电气绝缘结构(II 型) 鉴别和认可试验[Rotating electrical machines—Part 18-42:Partial discharge resistant electrical insulation systems(Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters—Qualification tests]

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**尖峰电压** **voltage overshoot**

$U_b$

超过稳态冲击电压部分的峰值电压值。

### 3.2

**I 型绝缘结构** **Type I insulation systems**

对于变频器供电电机,在其寿命期间不承受局部放电的绝缘结构。

3.3

**Ⅱ型绝缘结构 Type Ⅱ insulation systems**

对于变频器供电的电机,在其寿命期间承受局部放电的绝缘结构。

注:通常,额定电压大于或等于 700 V 的电机采用Ⅱ型绝缘结构。

3.4

**冲击电压绝缘等级 impulse voltage insulation class;IVIC**

对于变频器供电电机,由制造商规定的、并在说明书和铭牌标出的、与额定电压有关的安全峰峰电压。

4 技术要求

4.1 单一材料的要求

4.1.1 电磁线

4.1.1.1 通用要求

电磁线除了应满足表 1 中的要求外,还能够承受绕线过程中的张力,且在绕线过程中漆膜应不开裂、不失去附着性。

表 1 电磁线通用要求

电磁线	技术要求
漆包圆线	GB/T 6109.20
漆包扁线	GB/T 7095.6
玻璃丝绕包漆包扁线	GB/T 7672.5

4.1.1.2 耐高频冲击性能

电磁线漆膜的化学结构及涂敷工艺,应能使电磁线有效地承受高频冲击电压的长期冲击。在 4.3.1.2 所述的条件下对电磁线进行耐高频冲击性能评定,其应满足表 2 中的规定。

注:本标准仅规定导体标称直径为 1.000 mm、2 级漆膜厚度漆包圆线的耐高频冲击性能;对于其他规格漆包圆线,耐高频冲击性能由供需双方协商确定。

表 2 电磁线在高频冲击电源下的寿命

电磁线	电磁线寿命/h	
	中值	最小值
漆包圆线	≥12.00	≥6.00
漆包扁线	由供需双方协商确定	
玻璃丝绕包漆包扁线		

4.1.2 浸渍树脂

为保证绝缘结构中的空隙含量保持在最低水平,应采用耐热等级不低于 155(F)级的无溶剂浸渍树脂;除与电磁线有良好的化学相容性外,其挥发分应不大于 3.00%,宜使用挥发分低的浸渍树脂。

浸渍树脂的其他技术要求按供需双方协议。

#### 4.1.3 对地绝缘

对地绝缘材料的耐热等级不低于 155(F)级,其常规性能应满足 GB/T 5591.3 的技术要求,如聚酯薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酰亚胺薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料或聚芳酰胺纤维纸等。

#### 4.1.4 相间绝缘

相间绝缘材料的耐热等级不低于 155(F)级,其常规性能应满足 GB/T 5591.3 的技术要求,如聚酯薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酰亚胺薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料或聚芳酰胺纤维纸等。

#### 4.1.5 层间绝缘

层间绝缘材料的耐热等级不低于 155(F)级,其常规性能应满足 GB/T 5591.3 的技术要求,如聚酯薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酰亚胺薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料或聚芳酰胺纤维纸等。

#### 4.1.6 槽楔

槽楔采用耐热等级不低于 155(F)级,其常规性能应满足 JB/T 10508 的技术要求,如聚酯玻璃纤维引拔槽楔、环氧玻璃纤维引拔槽楔或磁性槽楔。

#### 4.1.7 引接线

引接线的连续运行导体最高温度至少为 125℃。引接线与绕组线连接处可采用相应的热固性胶粘带加以保护,其常规性能应满足相关产品技术要求。

#### 4.1.8 套管

采用套管的耐热等级不低于 155(F)级,其常规性能应满足相关产品技术要求。

### 4.2 绝缘结构技术要求

#### 4.2.1 耐热等级

耐热等级应不低于 155(F)级。

#### 4.2.2 I 型绝缘结构的技术要求

I 型绝缘结构应满足 GB/T 22720.1—2017 中的技术要求。

#### 4.2.3 II 型绝缘结构的技术要求

II 型绝缘结构应满足 IEC 60034-18-42 中的技术要求。

### 4.3 试验方法与试验设备

#### 4.3.1 电磁线耐高频冲击性能评定

##### 4.3.1.1 试样制备

对于电磁线耐高频冲击性能评定,以导体标称直径为 1.000 mm、2 级漆膜厚度的漆包圆线、漆包扁线或玻璃丝绕包漆包扁线作为试样。按照如下所述制备试样:

——漆包圆线:按 GB/T 4074.7—2009 中 5.1.1 的规定制备成“绞线对”形式;

——漆包扁线或玻璃丝绕包漆包扁线:按 GB/T 4074.7—2009 中 5.1.2 的规定制备成“背靠背”形式。

## 4.3.1.2 试验条件

在温度为 155 ℃ 的老化烘箱,老化烘箱应满足 GB/T 11026.4—2012。采用符合表 3 所示参数的高频冲击波形对电磁线试样连续地进行试验。

表 3 电磁线耐高频冲击试验的波形参数

参数	要求
波形	对称方波
极性	双极
稳态冲击电压	(3 000±15)V,以检测仪器输出直流电压为准
尖峰电压	应不大于稳态冲击电压的 2%
频率	(20±0.4)kHz
冲击上升时间 <sup>a</sup>	(100±10)ns,负载时。波形应符合:电压从负峰值至 0 和 0 至正峰值所需时间均应不小于 49%冲击上升时间
冲击下降时间	(100±10)ns,负载时。波形应符合:电压从正峰值至 0 和 0 至负峰值所需时间均应不小于 49%冲击下降时间
注:表 3 所规定的波形参数仅适用于电磁线耐高频冲击性能评定。	
<sup>a</sup> 冲击上升时间为峰值电压从低电位上升至高电位所需的时间。	

高频冲击试验仪波形参数的计量导则见附录 A。

## 4.3.1.3 试验结果

对 5 个试样进行耐高频冲击性能评定,试样结果取中值和最小值。

## 4.3.2 浸渍树脂挥发分的测定

浸渍树脂挥发分的测定方法见附录 B。

## 4.3.3 绝缘结构耐热性评定

绝缘结构耐热性评定应按 GB/T 17948.1 或 GB/T 17948.3—2017 的规定进行。

## 4.3.4 I 型绝缘结构的评定

应按照 GB/T 22720.1—2017 中的规程对 I 型绝缘结构进行评定,及确定 I 型绝缘结构的冲击电压绝缘等级,简单规程参见附录 C 中 C.2。

## 4.3.5 II 型绝缘结构的评定

应按照 IEC 60034-18-42 的规程对 II 型绝缘结构进行评定,简单规程参见 C.3。

## 5 检验规则

## 5.1 对单一绝缘材料和电磁线的检验

对电磁线耐高频冲击性能的检验,在首批进货确认和每年抽检时进行。

对其他绝缘材料,按常规进货检验方法进行。

## 5.2 对整体绝缘结构的检验

对电机整体绝缘结构的检验在电机产品鉴定和绝缘结构变动时进行。



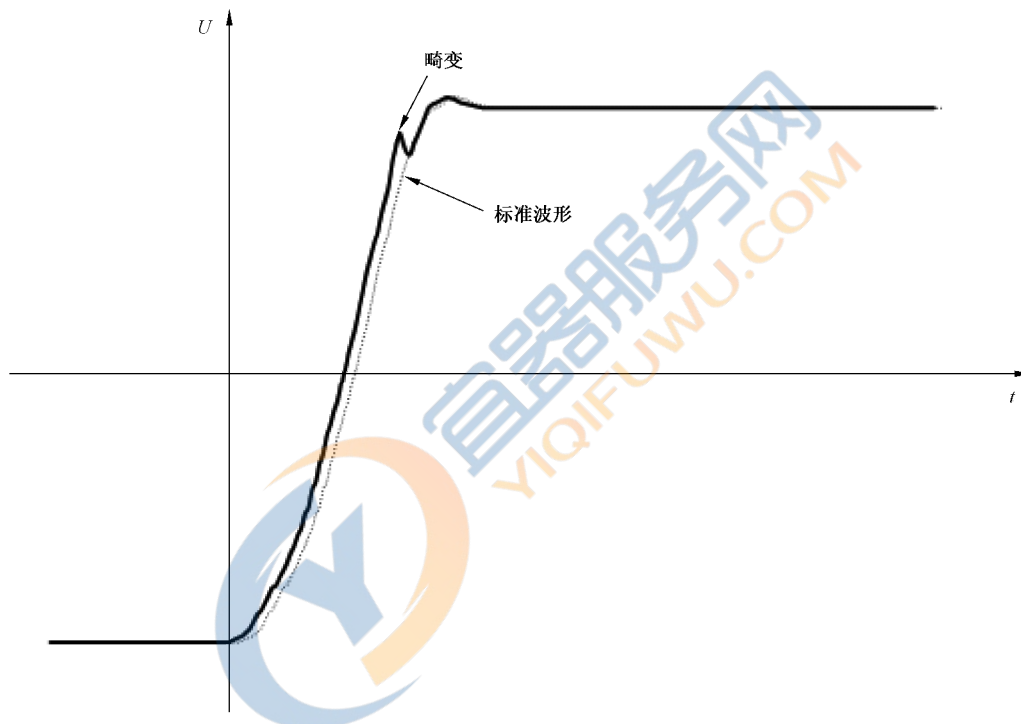


附录 A  
(规范性附录)

高频冲击试验仪波形参数计量导则

A.1 概述

在某些情况下,电源输出电压在上升或下降过程中,可能会出现“畸变”,如图 A.1 所示。示波器将自动读取该“畸变”波形的参数,如冲击上升时间(或冲击下降时间)。这些参数与“标准波形”参数有所差异,从而可能导致相同样品在不同高频冲击试验仪下耐高频冲击性能差异较大。



说明:

$U$  —— 电压;

$t$  —— 时间。

图 A.1 “畸变”波形与标准波形对比示意图

A.2 计量导则

为了消除畸变波形对试验参数的影响,本标准将统一采用手动调制示波器的光标对电源输出波形参数进行读取及计量校准,双极对称方波示意图如图 A.2。操作步骤如下:

- 按照图 A.3 的接线方式进行接线,将数字示波器的测量通道设置为直流耦合。
- 调整数字示波器的时基和触发,使电压信号稳定显示。
- 调节直流偏置和信号幅度,使输入的冲击电压信号的底值和顶值之间的部分居中覆盖约 80% 屏幕。
- 调节测试通道的采集速率(时基),直到冲击前沿上升时间  $t_r$  能清晰准确地显示在屏幕上如

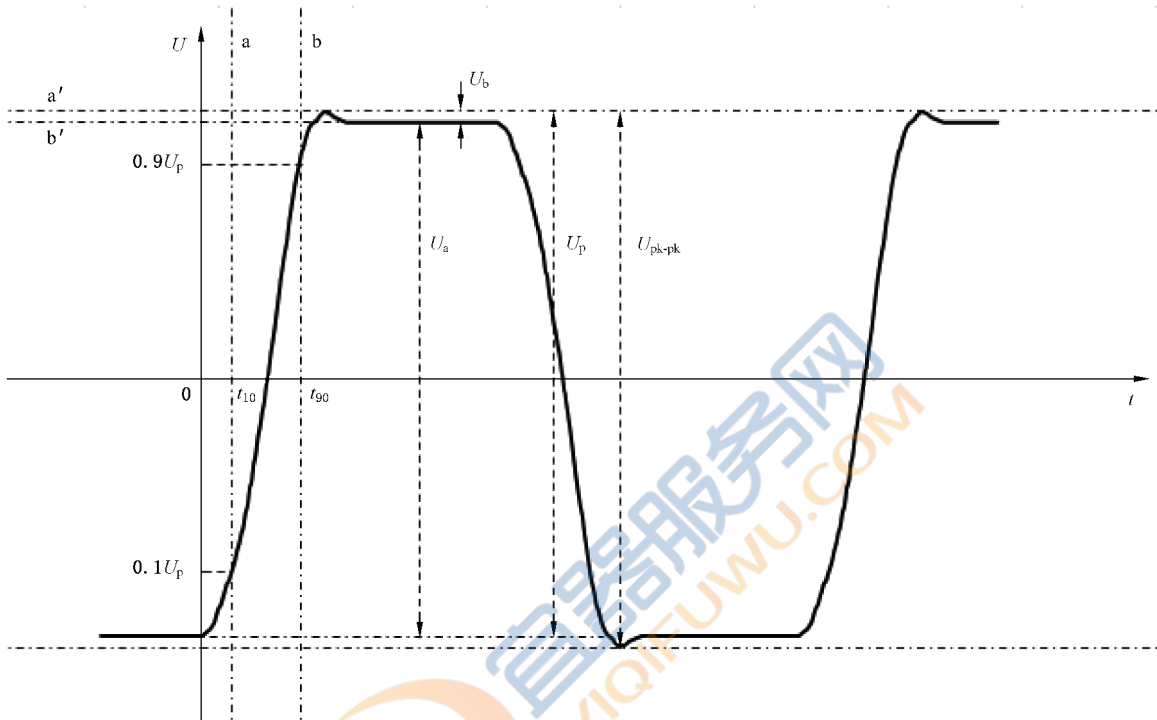
图 A.2。

- e) 调整时间光标 a 和 b 的位置至  $0.1U_p$  和  $0.9U_p$  处, 读取对应光标的时间  $t_{10}$  和  $t_{90}$ , 按照式(A.1) 计算冲击上升时间  $t_r$ , 冲击下降时间计算方法相同。

$$t_r = 1.25(t_{90} - t_{10}) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

- f) 调整两电压幅值光标 a' 和 b' 的位置, 如图 A.2, 读取尖峰电压 ( $U_b$ )。

- g) 如频率等其他参数可从示波器上直接读取。



说明:

- $U$  —— 电压;
- $t$  —— 时间;
- $U_p$  —— 峰值电压;
- $U_b$  —— 尖峰电压;
- $U_a$  —— 稳态冲击电压;
- $U_{pk-pk}$  —— 峰峰电压。

图 A.2 双极对称方波示意图

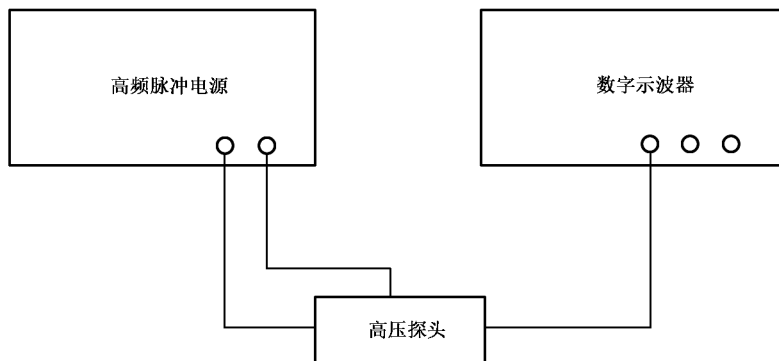


图 A.3 接线图

**附 录 B**  
(规范性附录)  
**测试浸渍树脂的挥发分**

**B.1 仪器和材料**

测试浸渍树脂挥发分所需仪器及材料的要求如下所示：

- 厚度为 0.1 mm, 面积约为 95 mm×95 mm 的平整铝箔；
- 老化烘箱, 其应满足 GB/T 11026.4—2012 要求；
- 天平的感量为 1 mg。

**B.2 试验步骤**

浸渍树脂挥发分试验步骤按照如下进行：

- a) 用正方形铝箔弯折成三个底面积 45 mm×45 mm, 高 25 mm 的同样铝皿, 铝箔在使用前用二甲苯和无水乙醇的混合物擦净；
- b) 铝皿预先在(135±1)℃烘箱中加热 30 min, 在干燥器中冷却后称量；
- c) 在铝皿中加入(10±0.5)g 被试树脂, 使其均匀分布在皿底。在空气中放置 30 min 后, 将铝皿水平放置于烘箱中, 加热温度和时间由产品标准规定；

注：铝皿在烘箱中处于未封闭状态。

- d) 试样取出, 放入干燥器内冷却到室温, 再称量。

挥发分 X 按式(B.1)计算：

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- m* ——铝皿质量, 单位为克(g)；
- m*<sub>1</sub> ——加热前试样与皿的质量, 单位为克(g)；
- m*<sub>2</sub> ——加热后试样与皿的质量, 单位为克(g)。

以三个试样测定值的中间值作为结果, 取两位有效数字。

## 附录 C

(资料性附录)

## 变频电机绝缘结构的评定规程

## C.1 概述

本附录仅简单描述了变频电机 I 型绝缘结构和 II 型绝缘结构的评定规程,详细评定规程参见 GB/T 22720.1—2017 与 IEC 60034-18-42。

## C.2 I 型绝缘结构的评定

## C.2.1 I 型绝缘结构的鉴别

## C.2.1.1 鉴别规程

宜使用模型线圈或者完整绕组作为试品对 I 型绝缘结构进行鉴别试验,按照如下所述依次进行:

- a) 预诊断试验;
- b) 电气诊断试验;
- c) 高温曝露试验,按照 GB/T 17948.1 或 GB/T 17948.3—2017 依次进行高温曝露、机械振动、潮湿曝露及电气诊断试验;

注:如果根据 GB/T 17948.1 和 GB/T 17948.3—2017 已经确定绝缘结构的耐热等级,仅需在 GB/T 17948.1 和 GB/T 17948.3—2017 中规定的三个老化温度中的任一温度下进行高温曝露试验。

- d) 局部放电试验,按照 GB/T 20833.1—2016 或者 GB/T 23642—2017 分别对匝间、相间、对地进行局部放电试验。若局部放电起始电压高于规定值,重复 c),否则试验结束。

局部放电试验电压水平由双方协商确定。若没有可用的资料,可按照 GB/T 22720.1—2017 计算局部放电的试验电压。对于二电平变频器供电的电机,局部放电试验电压建议如表 C.1 中所示。

表 C.1 二电平变频器供电的电机绝缘结构各部位试验电压(峰峰值)

冲击电压绝缘等级(IVIC)	相间试验电压, $U_N^a$	相对地试验电压, $U_N$	匝间试验电压, $U_N$
A	4.08	2.86	1.30
B	5.57	3.90	1.78
C	7.43	5.20	2.36
D	9.28	6.50	2.95

<sup>a</sup>  $U_N$  为电机的额定电压,为有效值。

## C.2.1.2 判断准则

对于 I 型绝缘结构的鉴别,不能通过电击穿试验来判定试品是否失效,以局部放电起始电压来确定试品是否失效。其判断准则如下:

- 局部放电起始电压在试验期间高于规定值;
- 试品具有预期的耐热等级或待评结构具有与基准结构相同或者更长的热老化寿命。

### C.2.2 I 型绝缘结构型式试验

按照 GB/T 22720.1—2017,采用冲击电源或者工频电源对完整定子绕组或整机进行型式试验,若局部放电起始电压高于规定值,则通过型式试验。

注:如果使用完整绕组作为试品进行如 C.2.1.1 所述的鉴别规程且已成功通过判断准则(C.2.1.2),不需要进行型式试验。

### C.2.3 I 型绝缘结构的冲击电压绝缘等级

在对 I 型绝缘结构进行评定之前,确定试验的应力类型,I 型绝缘结构所承受应力类型与冲击电压绝缘等级(IVIC)的关系如表 C.2 所示。例如,选择应力类型“C-严酷”对绝缘结构进行评定,且绝缘结构通过评定,那么该绝缘结构的冲击电压绝缘等级为 C,可在电机铭牌和说明书中标明“IVIC C”。

表 C.2 应力类型与 IVIC 的关系

应力类型	IVIC
A-温和	A
B-中等	B
C-严酷	C
D-极端	D

## C.3 II 型绝缘结构的评定

### C.3.1 匝间绝缘

按照 GB/T 20833.1—2016 或 GB/T 23642—2017 对 II 型绝缘结构匝间绝缘进行局部放电试验:

- 若没有局部放电,则不需要对匝间绝缘进行鉴别试验;
- 若有局部放电,则在室温下对匝间绝缘进行电压耐久性试验。

### C.3.2 主绝缘

对于 II 型绝缘结构主绝缘的鉴定,根据 GB/T 17948.4—2016 进行电压耐久性试验。

### C.3.3 应力梯度结构

依次对应力梯度结构进行如下试验:

- a) 采用冲击电源对试品进行 100 h 的电压耐久性试验;
- b) 在基频下采用正弦波电源对试品进行 1 000 h 的电压耐久性试验;
- c) 重复 a)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 17948.4—2016 旋转电机 绝缘结构功能性评定 成型绕组试验规程 电压耐久性评定
- [2] GB/T 20833.1—2016 旋转电机 旋转电机定子绕组绝缘 第1部分:离线局部放电测量
- [3] GB/T 23642—2017 电气绝缘材料和系统 瞬时上升和重复电压冲击条件下的局部放电(PD)电气测量
- 





中国标准在线服务网  
<http://www.spc.org.cn>

中华人民共和国  
国家标准  
变频调速专用三相异步电动机绝缘规范  
GB/T 21707—2018

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

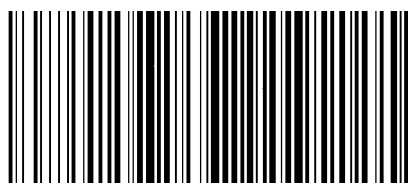
服务热线: 400-168-0010

2018年6月第一版

\*

书号: 155066 · 1-60752

版权专有 侵权必究



GB/T 21707-2018