



中华人民共和国国家标准

GB/T 20833.1—2021/IEC 60034-27-1:2017
代替 GB/T 20833.1—2016

旋转电机 绕组绝缘 第 1 部分：离线局部放电测量

Rotating electrical machines—The winding insulation—
Part 1: Off-line partial discharge measurements

(IEC 60034-27-1:2017, Rotating electrical machines—Part 27-1:
Off-line partial discharge measurements on the winding insulation, IDT)

2021-03-09 发布

2021-10-01 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	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 电机中局部放电性质	3
5 测量技术和仪器	6
6 测量可视化	8
7 试验回路	10
8 测量标准化	14
9 试验规程	16
10 试验结果的评定	19
11 试验报告	23
附录 A (资料性附录) 试验频率的参数对试验过程的影响	25
附录 B (资料性附录) 确定局部放电幅值的其他方法	26
附录 C (资料性附录) 其他离线局部放电检测和离线定位的方法	29
附录 D (资料性附录) 外部噪声、干扰和灵敏度	30
附录 E (资料性附录) 噪声抑制方法	33
附录 F (资料性附录) 局部放电数据和相位可辨识的局部放电图的评价	38
附录 G (资料性附录) 完整绕组试验电路	42
附录 H (资料性附录) 宽带和窄带测量系统	48
参考文献	50
图 1 不同时间常数下耦合单元与局部放电脉冲的频率响应	7
图 2 局部放电量与测量电压的函数关系 $Q = f(U/U_{\max})$	8
图 3 PRPD 谱图示例	9
图 4 符合 IEC 60270 的基本试验回路	11
图 5 完整绕组局部放电测量的试验回路	12
图 6 S1.1 试验回路的标准化的	15
图 7 局部放电测量期间对试品施加的电压	17
图 8 局部放电源的辨识和定位示例	22
图 B.1 极化效应指标示例	26
图 B.2 A/D 转换精度的影响及 Q_r 的计算实例	28

图 D.1	多个电流分量对试品再充电	30
图 E.1	无相位窗遮蔽	33
图 E.2	有相位窗遮蔽	33
图 E.3	通过测量装置的脉冲电流	34
图 E.4	噪声抑制的示例	36
图 E.5	抑制交叉噪声示例	36
图 F.1	局部放电图示例	38
图 G.1	星形和三角形连接的说明图,参见 7.3	42
图 H.1	宽带和窄带局部放电系统的典型脉冲响应	49
表 1	开路星形点连接图 S1	12
表 2	闭路星形点连接图 S2	12
表 3	开路星形点连接图 E1	13
表 4	闭路星形点连接图 E2	13
表 5	在高压测量的开路星点连接 I1	14
表 6	在星点测量的开路星点连接 I2	14
表 7	闭路星形点连接图 I3	14
表 A.1	宜使用的最小测试时间和最大转换速率	25
表 F.1	旋转电机中主要局部放电源相关的危险性	40

前 言

GB/T 20833《旋转电机 绕组绝缘》分为 4 个部分：

- 第 1 部分：离线局部放电测量；
- 第 2 部分：在线局部放电测量；
- 第 3 部分：介质损耗因数测量；
- 第 4 部分：绝缘电阻和极化指数测量。

本部分为 GB/T 20833 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 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》，与 GB/T 20833.1—2016 相比主要技术变化如下：

- 修改了标准适用范围和规范性引用文件(见第 1 章和第 2 章,2016 年版的第 1 章和第 2 章)；
- 增加了术语和定义(见第 3 章)；
- 修改了电机中局部放电性质(见第 4 章,2016 年版的第 4 章)；
- 修改了测量仪器的影响(见 5.4,2016 年版的 5.4)；
- 修改了局部放电数据表达的最小范围(见 6.2,2016 年版的 6.2)；
- 增加了校准脉冲等级和允许误差(见 7.1)；
- 修改了标准测量(见 7.3.2 和 7.3.3,2016 年版的 7.3.2)；
- 增加了使用集成试验设备(见 7.3.4)；
- 修改了绕组及绕组部件局部放电测量(见 9.1,2016 年版的 9.1)；
- 删除了电磁探头(见 2016 年版的 9.2.2)；
- 修改了试验结果的评定(见 10.1、10.2.1 和 10.3.1,2016 年版的 10.1、10.2.1 和 10.3.1)；
- 删除了附录在线局部放电测量(见 2016 年版的附录 A)；
- 增加了试验频率参数对试验过程的影响(见附录 A)；
- 增加了确定局部放电幅值的其他方法(见附录 B)；
- 修改了离线局部放电检测和离线定位的方法(见附录 C,2016 年版的附录 B)；
- 增加了从接线端和星接中性点解释局部放电测量和感应放电/振动火花(见附录 D)；
- 增加了完整绕组测量连接电路(见附录 G)；
- 修改了宽带和窄带系统(见附录 H,2016 年版的 5.4)。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60034-27-1:2017《旋转电机 第 27-1 部分：绕组绝缘离线局部放电测量》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 7354—2018 高电压试验技术 局部放电测量(IEC 60270:2000,MOD)；
- GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求(IEC 60060-1:2010,MOD)；
- GB/T 16927.2—2013 高电压试验技术 第 2 部分：测量系统(IEC 60060-2:2010,MOD)；
- 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(IEC 60034-18-32:2010,IDT)；
- GB/T 22720.2—2019 旋转电机 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)的鉴定试验(IEC 60034-18-42:2017,IDT)；

GB/T 20833.1—2021/IEC 60034-27-1:2017

——GB/T 20833.2—2016 旋转电机 旋转电机定子绕组绝缘 第2部分:在线局部放电测量 (IEC/TS 60034-27-2:2012,IDT);

——GB/T 20833.4—2021 旋转电机 绕组绝缘 第4部分:绝缘电阻和极化指数测量 (IEC 60034-27-4:2018,IDT)。

本部分做了下列编辑性修改:

——为与我国技术标准体系一致,将标准名称修改为《旋转电机 绕组绝缘 第1部分:离线局部放电测量》。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国旋转电机标准化技术委员会(SAC/TC 26)归口。

本部分起草单位:上海电机系统节能工程技术研究中心有限公司、安徽省电机产品及零部件质量监督检验中心、山西电机制造有限公司、铜陵精达特种电磁线股份有限公司、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、东方电气集团东方电机有限公司、哈尔滨大电机研究所、上海电器设备检测所有限公司。

本部分主要起草人:张生德、赵云峰、张文和、彭春斌、王国龙、张文斌、张跃、马赫然、陈阳、汪双灿。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 20833—2007;

——GB/T 20833.1—2016。

引 言

多年来,局部放电(PD)测量一直是评估新绝缘结构的质量和绝缘结构老化状态的手段。它也被用作探测、定位电气绝缘绕组在运行过程中由动态应力激发的局部放电源。与其他绝缘测试方法(如介质损耗角或绝缘电阻的测量)相比,局部放电测量可识别绝缘结构内部的放电源。

在电机的维护和检修方面,局部放电的测量和分析也可提供下列信息:

- 绝缘结构是否存在老化或潜在缺陷;
- 老化进程;
- 检修方式和大修间隔。

虽然旋转电机的局部放电试验被广泛应用,但一些研究表明,不仅存在不同的测量方法,而且标准和分析方法以及测量数据的最终评估也往往不同且不具可比性。因此,对于采用局部放电测量方法评估绝缘结构状态的用户,有必要提供一些指南。

定子绕组局部放电试验可分为两大类:

- 离线测量,定子绕组与电网隔离且使用独立的电源为绕组施加电压;
- 在线测量,旋转电机接入电网且正常运行(IEC 60034-27-2)。

这两种方法各有利弊。尽管在线测量的方法在全球应用广泛且其对工业的价值已被证实,但本部分仅限于离线测量技术。考虑到该方法对于PD测试领域中的非专业人士的可用性,有必要对其充分简化。

局限性:

当对定子绕组进行局部放电测量时,有些外界因素不可避免地会影响测量结果。因此,只有在特定条件下,局部放电测量才具有可比性。

在生产制造或运行现场环境下,假如不采取减少噪声的措施,那么局部放电测量结果会受到影响。受测量频率带宽或降噪算法的影响,各类测量系统将PD信号从噪音中分离所采用的软硬件是有差异的。局部放电测量方法中将已测到的PD信号再转化为等效电荷的环节所采用的标准化测量校准设备也会影响测量结果。

温湿度和试样的装配对PD结果影响较大。对于定子绕组而言,局部放电脉冲在传播过程中的衰减和弥散,取决于绕组的设计和脉冲信号的初始值。

基于上述原因,确定电机绕组局部放电幅值的限值是很难的,例如生产或运行的验收标准。

此外,绝缘结构劣化的程度和失效的风险取决于局部放电的类型以及在定子绕组绝缘中的位置,这两者都会对测量结果产生很大影响。

测试人员宜注意,本部分局部放电测量方法的原理,不是所有定子绕组有关的绝缘问题都可通过测量局部放电检测到(例如由于绝缘中不同组分间形成导电通道而不伴随脉冲信号的绝缘失效机理)。由于电子噪声的影响和其他干扰限制了检测的灵敏度,在实际应用中脉冲信号更难被探测到。

对于单个线棒和线圈,由于测量设备和设置的差异,局部放电幅值的限值也很难规定。因此,本部分没有给出固定的限值。

旋转电机 绕组绝缘

第 1 部分：离线局部放电测量

1 范围

GB/T 20833 的本部分规定了旋转电机绕组绝缘离线局部放电测量的通用基础规范：

- 测量方法和仪器；
- 试验回路的布置；
- 试验规程的标准化；
- 噪声的降低；
- 试验结果文件编制；
- 试验结果评价。

本部分中描述的试验方法适用于槽部有或无防晕层电机的定子绕组，以及采用成型绕组或散绕绕组制造的电机定子绕组。在特殊情况下，本部分也适用于高压电机转子励磁绕组。测量方法适用于频率为 0.1 Hz~400 Hz 的正弦交流电压下试验。参见附录 A。

本部分给出的解释指南只有满足下述要求时适用：

- 在 50 Hz/60 Hz 工频下或在 45 Hz~65 Hz 的电源频率范围内进行测量；
- 成型绕组及绕组组件，如线棒及线圈；
- 带有槽部防晕结构的绕组，通常对额定电压 6 kV 及以上的电机有效。

对于散绕绕组电机，无槽部防晕层的成型绕组，以及非工频下的试验，解释指南不适用。本部分离线局部放电测量规程可用于评估制造质量的一致性 or 该类绕组的趋势，变频电机绕组也同样适用。

注：I 型绝缘结构低压电机测试的规定见 IEC 60034-18-41。II 型绝缘结构高压变频电机的鉴定试验规程见 IEC 60034-18-42(不包括可选测试部分)。

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。

IEC 60034-18-32 旋转电机 第 18-32 部分：绝缘结构功能性评定 成型绕组试验规程 电压耐久性评定 (Rotating electrical machines—Part 18-32: Functional evaluation of insulation systems—Test procedures for form-wound windings—Evaluation by electrical endurance)

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) 鉴定试验 [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]

IEC TS 60034-27-2 旋转电机 第 27-2 部分：旋转电机定子绕组绝缘在线局部放电测量 (Rotating electrical machines—Part 27-2: On-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines)

IEC 60034-27-4 旋转电机 第 27-4 部分：旋转电机绕组绝缘的绝缘电阻和极化指数测量