



中华人民共和国国家标准

GB/T 18216.5—2021/IEC 61557-5:2019

代替 GB/T 18216.5—2012

交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下 低压配电系统电气安全 防护措施的试验、 测量或监控设备 第 5 部分：对地电阻

Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and
1 500 V d.c.—Equipment for testing, measuring or monitoring of
protective measures—Part 5: Resistance to earth

(IEC 61557-5:2019, IDT)

2021-05-21 发布

2021-12-01 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 1

4 要求 3

 4.1 概述 3

 4.2 输出电压 3

 4.3 骚扰电压 3

 4.4 探头和辅助接地极的允许电阻 3

 4.5 电气安全 3

 4.6 符合 IEC 60364-6:2016 附录 C 中 C.3 的测量接地回路电阻的线夹 3

5 标志和使用说明书 3

 5.1 标志 3

 5.2 使用说明书 4

6 试验 4

 6.1 概述 4

 6.2 工作不确定度 4

 6.3 电气安全 5

附录 A (资料性) 推荐的接地环形耦合夹试验配置 6

参考文献 7

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。

本文件是 GB/T 18216《交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备》的第 5 部分。GB/T 18216 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：通用要求；
- 第 2 部分：绝缘电阻；
- 第 3 部分：环路阻抗；
- 第 4 部分：接地电阻和等电位接地电阻；
- 第 5 部分：对地电阻；
- 第 8 部分：IT 系统中绝缘监控装置；
- 第 9 部分：IT 系统中的绝缘故障定位设备；
- 第 12 部分：性能测量和监控装置(PMD)。

本文件代替 GB/T 18216.5—2012《交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 5 部分：对地阻抗》，与 GB/T 18216.5—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修改了术语和定义(见第 3 章,2012 年版的第 3 章)；
- 调整了第 4 章条款的结构以与其他部分保持一致(见第 4 章,2012 年版的第 4 章)；
- 删除了对降低电压方均根值(RMS)25 V 或峰值 35 V 的限制(见 2012 年版的 4.5 的注)；
- 增加了夹具的要求(见 4.6)；
- 增加了对地电压和测量类别的标志(见 5.1)；
- 增加了“危险电压标志缺失警告”的规定(见 5.2)；
- 用术语“工作不确定度”取代“百分数工作不确定度”(见第 6 章,2012 年版的 4.3)；
- 更正了不确定度公式(见表 1,2012 年版的表 1)；
- 增加了环形耦合夹试验配置的建议(见附录 A)。

本文件使用翻译法等同采用 IEC 61557-5:2019《交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 5 部分：对地电阻》。

与本文件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 16895.23—2012 低压电气装置 第 6 部分：检验(IEC 60364-6:2006,IDT)。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国电工仪器仪表标准化技术委员会(SAC/TC 104)归口。

本文件起草单位：哈尔滨电工仪表研究所有限公司、烟台东方威思顿电气有限公司、国网江苏省电力有限公司、深圳市科陆电子科技股份有限公司、厦门业盛电气有限公司、黑龙江省电工仪器仪表工程技术研究中心有限公司、深圳市星龙科技股份有限公司、云南电网有限责任公司计量中心、浙江晨泰科技股份有限公司、国网重庆市电力公司营销服务中心、宁波迦南智能电气股份有限公司、国网黑龙江省电力有限公司电力科学研究院、国网冀北电力有限公司计量中心、许继集团有限公司、华立科技股份有

GB/T 18216.5—2021/IEC 61557-5:2019

限公司、北京中宸泓昌科技有限公司、杭州电瓦特信息技术有限责任公司。

本文件主要起草人：罗玉荣、陈闻新、袁阔、徐晴、李季、章登清、姜滨、黄建钟、沈鑫、盛玉和、王庆增、王三强、蒋卫平、刘剑锋、叶红恩、秦国鑫、周丽霞、曾仕途、郭闯、李桂林、张向程。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2007 年首次发布为 GB/T 18216.5—2007，2012 年第一次修订；

——本次为第二次修订。

引言

IEC 60364-6 规定了在 TN、TT 或 IT 系统中电力安装设备的首次试验、连续监控以及这些设备调整后试验的标准化条件。除了规定施行这些试验的通用标准外,IEC 60364-6 还包括了需要通过测量来验证的要求。只有在少数几种情况下,例如在测量绝缘电阻时,IEC 60364-6 包括了所使用的测量装置的特性细节。在 IEC 60364-6 中作为例子给出并在文件的正文中加以引用的电路图,一般不适用于实际使用。

当电气安装出现危险电压以及设备的使用不当或有缺陷时,在电力安装中施行试验很容易引起意外。因此,技术人员在简化测量以外,还需要依赖于保证测量方法安全的测量装置。

应用电工和电子测量装置的通用安全规则(IEC 61010-1)进行防护措施试验本身是不充分的。在电力安装中进行测量不仅对技术人员,还可能由于测量方法不同对第三方造成危害。

同样,为了获得一个关于设备的客观评判,例如设备移交以后进行周期性试验、连续绝缘监控或者在性能保证的情况下,一个重要的前提是采用不同厂家的测量装置获得可靠的和可比的测量结果。

制定 GB/T 18216 的目的在于规定与上述特性相符合的统一原则,这些原则适用于标称电压交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下系统中的电气安全试验和性能测试用的测量和监控设备。GB/T 18216 拟由十个部分组成。

- 第 1 部分:通用要求。目的在于确立标称电压交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下低压配电系统中用于电气安全性测量和监控的试验设备的通用要求。
- 第 2 部分:绝缘电阻。目的在于确立测量适用于非激励状态下的设备和电气安装设备的绝缘电阻设备的相关要求。
- 第 3 部分:环路阻抗。目的在于确立测量线导体与防护导体之间,线导体与中线导体之间或两线导体之间的环路阻抗设备的相关要求。
- 第 4 部分:接地电阻和等电位接地电阻。目的在于确立测量设备的接地导体、保护接地导体以及等电位连接导体电阻的相关技术要求。
- 第 5 部分:对地电阻。目的在于确立使用交流电压来测量对地电阻的测量设备的相关要求。
- 第 6 部分:TT、TN 和 IT 系统中剩余电流装置(RCD)的有效性。目的在于确立测量适用于 TT、TN 和 IT 系统中剩余电流装置防护措施有效性的试验设备的相关要求。
- 第 8 部分:IT 系统中绝缘监控装置。目的在于确立 IT 系统中绝缘监控装置的相关要求。
- 第 9 部分:IT 系统中的绝缘故障定位设备。目的在于确立 IT 系统中绝缘故障定位设备的相关要求。
- 第 10 部分:用于防护措施的试验、测量或监控的组合测量设备。目的在于确立试验、测量或监控的多种测量功能或测量方法组合在一起的设备的相关要求。
- 第 12 部分:性能测量和监控装置(PMD)。目的在于确立配电系统中测量和监控电参数的综合性能测量和监控装置的相关要求。

交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下 低压配电系统电气安全 防护措施的试验、 测量或监控设备 第 5 部分:对地电阻

1 范围

本文件规定了适用于使用交流电压来测量对地电阻的测量设备的要求。

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 18216.1—2021 交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 1 部分:通用要求(IEC 61557-1:2019,IDT)

IEC 60364-6:2016 低压电气装置 第 6 部分:检验(Low voltage electrical installations—Part 6: Verification)

IEC 61010-1:2010+AMD1:2016 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分:通用要求(Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use—Part 1: General requirements)

IEC 61010-2-030:2017 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 2-30 部分:具有试验和测量电路的测量设备的特殊要求(Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use—Part 2-030: Particular requirements for equipment having testing or measuring circuits)

IEC 61010-2-032 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 2-32 部分:用于电气试验和测量的手持和手控电流传感器的特殊要求(Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use—Part 2-032: Particular requirements for hand-held and hand-manipulated current sensors for electrical test and measurement)

IEC 61243-3 带电作业 电压检测器 第 3 部分:两极低压型(Live working—Voltage detectors—Part 3: Two-pole low-voltage type)

3 术语和定义

GB/T 18216.1—2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 维护用于标准化的术语数据库,网址如下:

——IEC 术语库:<http://www.electropedia.org/>;

——ISO 术语库:<http://www.iso.org/obp>。

3.1

对地电阻 resistance to earth

R_A

对地阻抗的实部。

注 1: 对大地的电阻(US)。

注 2: 与 IEC 60364-6 中使用的“接地电阻”术语,是相同的意思。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-01-18,有修改,增加注 1、注 2 和符号]

3.2

骚扰电压 disturbance voltage

在规定条件下测得并叠加在测量电压上的两分离导体上两点之间由电磁骚扰引起的电压。

[来源:GB/T 4365—2003,161-04-01,有修改,与本文件中的使用一致;另外,删除已弃用的术语“干扰电压”]

3.3

接地极 earth electrode

可以嵌入到特定的导电介质(如混凝土或焦炭)中,与大地有电接触的导电部分。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-02-01,有修改,美国不同的“ground electrode”已被省略]

3.4

接地极端子 earth electrode terminal

连接到待测接地极探头的连接点,用于注入测量所需的试验电流。

注:根据本文件的要求,接地极端子标记为“E”。

3.5 接地极探头端子 earth electrode probe terminal

连接到待测接地极探头的连接点,在测量中探头无论是作为直接连接到接地极还是最接近于接地极的电压探头,都用于电势采样。

注:根据本文件的要求,接地极探头端子标记为“ES”。

3.6

辅助接地极端子 auxiliary earth electrode terminal

连接到附加的临时接地极的端子,用于注入测量所需的试验电流。

注:根据本文件的要求,辅助接地极端子标记为“H”。

3.7

辅助接地极电阻 auxiliary earth electrode resistance

R_H

一种附加的接地极电阻。

3.8

探头电极端子 probe electrode terminal

附加的临时接地极,在测量中用作电势采样的电压探头。

注:根据本文件的要求,探头电极端子标记为“S”。

3.9

探头电极电阻 probe electrode resistance

R_S

一种附加的接地极电阻。

4 要求

4.1 概述

除了 GB/T 18216.1—2021 第 4 章的要求外,还应满足以下要求。

4.2 输出电压

出现在端子 E 和 H 之间的输出电压应是交流电压。

4.3 骚扰电压

由配电系统的交流或直流电流引起的电压值应由制造商在操作说明书中说明,并应在表 1 的计算中使用。

4.4 探头和辅助接地极的允许电阻

测量设备应有判定探头和辅助接地极的电阻是否超过最大允许值的能力。

4.5 电气安全

测量中不应出现危险的接触电压。这可以通过下列要求对输出电压源进行适当的设计来实现:

- 将输出电压的开路值限制到方均根值(RMS)50 V AC 或峰值 70 V;
- 或,当输出电压值可能超过 U_L 时,将短路输出电流值限制到方均根值(RMS)3.5 mA AC 或峰值 5 mA;
- 如果输出电压源不能符合上面任一要求时,依据 IEC 61010-1:2010+AMD1:2016 中图 2 的要求,在允许时间内输出电压源应自动断开。

端子的电压应额定为小于或等于 50 V,或者至少,额定为等于配电系统的标称电压,且符合 IEC 61010-2-030 中测量类别 II 的工作电压。

当额定电压小于或等于 50 V,则应在操作说明中给出警告,用符合 IEC 61243-3 的两极低压检测器检查接地系统上是否存在危险电压。

除接地钉/杆外,符合 IEC 61010-031 的测试导线和附件,应至少与端子的额定值相符。

4.6 符合 IEC 60364-6:2016 附录 C 中 C.3 的测量接地回路电阻的线夹

符合 IEC 60364-6:2016 附录 C 中 C.3 的测量接地回路电阻的线夹,无论是附属于仪器还是独立的,都应根据 IEC 61010-2-032 规定为 A 型或 B 型。

如果规定为 A 型,则至少应额定为测量类别 II。

如果规定为 B 型,则至少应额定为测量类别 II,并且应在操作说明中给出警告,要用符合 IEC 61243-3 的电压测试仪预先检查接地系统上是否存在危险电压。

5 标志和使用说明书

5.1 标志

测量设备除了按 GB/T 18216.1—2021 的 5.1 和 5.2 规定外,还应提供下列信息:

- 最大工作不确定度适用的测量范围。
- 输出电压的频率。
- 端子的名称(如果适用):
 - E: 接地极端子;
 - ES: 最接近接地极放置的探头电极端子;
 - S: 探头电极端子;
 - H: 辅助接地极端子。
- 依据 4.5 的要求, 端子 H、S、E 和 ES 的标志。
- 额定对地电压或测量类别和最大对地电压, 后面跟随符合 IEC 61010-1:2010+AMD1:2016 的表 1 符号 12。

5.2 使用说明书

使用说明书除了按 GB/T 18216.1—2021 的 5.3 规定外, 还应提供下列信息:

- 测量对地电阻的设备使用范围(如工厂或其他);
- 大于 4.3 规定值的串联骚扰电压的影响(如有);
- 关于正确使用手摇发电机的说明(如提供);
- 不同于 5.1 规定的端子的名称;
- 如果适用, 在 B 型线夹的情况下, 应在操作说明书中给出警告, 用符合 IEC 61243-3 的带有两极低压检测器检查接地系统上是否存在危险电压。

6 试验

6.1 概述

除了 GB/T 18216.1—2021 第 6 章外, 还应进行以下试验。

6.2 工作不确定度

在标明或声明的测量范围内, 在下列参比条件下按表 1 确定的以测得值对引用值之比的最大工作不确定度不应超过 $\pm 30\%$:

- 电源电压为其标称值;
- 手摇发电机的转速为标称转速(r/min)(若使用手摇发电机供电时);
- 以电网电源工作的测量设备, 按 6.2 的供电电源的标称频率;
- 参比温度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- 按制造商规定的参比位置;
- 探头和辅助接地极的电阻至少为 $100\ \Omega$;
- 骚扰电压小于 1 V。

表 1 工作不确定度的计算

基本不确定度或影响量	参比条件或规定的工作范围	代码	符合 GB/T 18216 相关部分的要求和试验	试验类型
基本不确定度	参比条件	A	本文件的 6.2	R
位置	大约参比位置±90°	E ₁	GB/T 18216.1—2021 的 4.2	R
电源电压	由制造商规定的限值	E ₂	GB/T 18216.1—2021 的 4.2,4.3	R
温度	(0±2)℃和(35±2)℃	E ₃	GB/T 18216.1—2021 的 4.2	T
串联骚扰电压	见 4.3	E ₄	本文件的 4.3	T
探头和辅助接地极电阻	0 R _A ~100 R _A ,且≤50 kΩ 由制造商指定	E ₅	本文件的 6.2	T
系统频率	标称频率的 99%~101%	E ₇	本文件的 6.2	T
系统电压	标称电压的 85%~110%	E ₈	本文件的 6.2	T
工作不确定度	$B = \pm \sqrt{A^2 + \frac{4}{3} \sum_i E_i^2}$		本文件的 6.2	R
说明： A —— 基本不确定度； E _i —— 改变量； R —— 例行试验； T —— 型式试验； F —— 基准值； $B[\%] = \pm \frac{B}{F} \times 100\%。$				

工作不确定度应适用于 GB/T 18216.1—2021 所给出的额定工作条件和下列条件:

- 在端子 E(ES)和 S 之间或对地电阻环路分别注入系统频率为(400±20) Hz、(60±3) Hz、(50±2.5) Hz、 $\left(16 \frac{2}{3} \pm \frac{5}{6}\right)$ Hz 的串联骚扰电压或直流电压。带有辅助电极设备的串联骚扰电压的方均根值(RMS)应为(3±0.15) V;
- 使用电流钳的设备,若骚扰失调影响量超过改变量 E₄ 的规定值和工作不确定度的规定值,应明确指出存在干扰失调。注入串联骚扰电压的试验配置的例子能在附录 A 中找到;
- 辅助接地极和探头电极的电阻:0~100R_A, 且≤50 kΩ;
- 对于以电网电源供电的测量设备和(或)直接从配电系统获取其输出电压的测量设备,系统电压应在标称系统电压的 85%~110%之间,系统频率应在标称系统频率的 99%~101%之间。

6.3 电气安全

检查在每个测量范围内是否满足 4.5 中规定的开路电压,短路电流和断开延迟的条件(例行试验)。检查是否显示超过探头和辅助接地极允许的最大电阻(型式试验)。

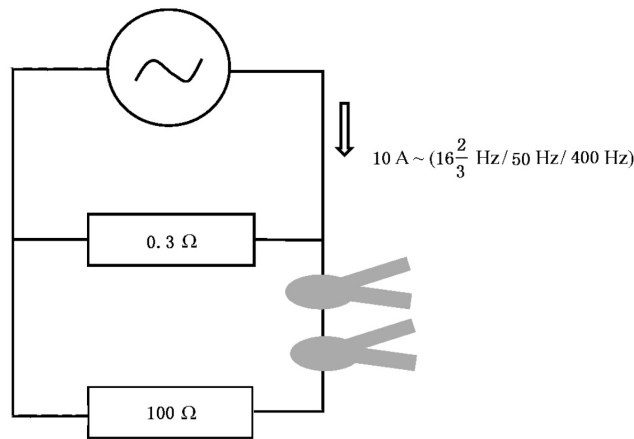
附录 A
(资料性)
推荐的接地环形耦合夹试验配置

A.1 概述

本附录给出了推荐的试验配置,将小于 1 V 的串联骚扰电压注入到接地故障环形耦合夹的测量电路。

A.2 试验目的

电流流量对电阻测量的影响(试验布置见图 A.1)。



注：对 100 Ω 以上量程的测量电路,电阻和电流的值能相应变化。

图 A.1 试验布置

A.3 试验结果

负荷	无电流	10 A, 16.67 Hz	10 A, 50 Hz	10 A, 400 Hz
读数	107.2 Ω	108.4 Ω	108.6 Ω	109.4 Ω
读数的变化	参比值	1.12 %	1.31 %	2.05 %

参 考 文 献

- [1] IEC 60050-161:1990 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Part 161: Electromagnetic compatibility(GB/T 4365—2003,IDT)
- [2] IEC 60050-195:1998 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)— Part 195: Earthing and protection against electric shock (GB/T 2900.73—2008,MOD)
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下
低压配电系统电气安全 防护措施的试验、
测量或监控设备 第 5 部分:对地电阻

GB/T 18216.5—2021/IEC 61557-5:2019

*

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

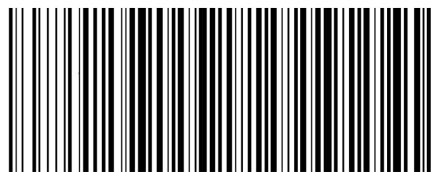
服务热线:400-168-0010

2021 年 5 月第一版

*

书号:155066·1-67455

版权专有 侵权必究



GB/T 18216.5-2021



码上扫一扫 正版服务到