Transmission and Distribution Engineering and Technology 输配电工程与技术, 2018, 7(3), 63-70
Published Online September 2018 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/tdet
https://doi.org/10.12677/tdet.2018.73008

Brief Study on the Technical Requirement of Mobile Insulation Resistance Tester for Hand-Held Electric Tools

Zhihua Zhu, Yili Wei

Zhejiang Huadian Equipment Testing Institute Limited Company, Hangzhou Zhejiang
Email: zzh820806@163.com

Received: Aug. 23rd, 2018; accepted: Sep. 11th, 2018; published: Sep. 18th, 2018

Abstract

Aiming at the problem that there is no uniform standard and the quality is uneven for the insulation resistance testing equipment of hand-held electric tools, the standard of "Technical Requirements for the Insulation Resistance Tester of Mobile Hand-Held Electric Tools" is established. Through reasonable selection and testing of flexible electrodes, a kind of insulation resistance test of portable hand-held electric tools is developed. It plays a very important role in reducing the intensity of staff work and improving the safety production efficiency.

Keywords

Flexible Electrode, Hand-Held Electric Tools, Insulation Resistance, Moving Type

浅谈移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪技术要求

朱志华，韦一力

浙江华电器材检测研究所有限公司，浙江 杭州
Email: zzh820806@163.com

收稿日期：2018年8月23日；录用日期：2018年9月11日；发布日期：2018年9月18日

摘 要

针对手持式电动工具绝缘电阻测试设备没有统一标准、质量参差不齐的问题，建立了《移动式手持电动

文章引用: 朱志华, 韦一力. 浅谈移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪技术要求[J]. 输配电工程与技术, 2018, 7(3): 63-70. DOI: 10.12677/tdet.2018.73008

工具绝缘电阻试验仪技术要求》标准，通过对柔性电极进行合理选取并测试，研制了一种移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪，在降低员工作业强度、提高安全生产效率方面发挥了十分重要的作用。

关键词

柔性电极，手持电动工具，绝缘电阻，移动式

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

绝缘电阻作为手持式电动工具的一项重要特性，目前市场上有很多针对绝缘电阻的测试仪，尤其是一类可移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪，满足了电力企业预防性试验快速、简便的需求。但是各生产企业所生产的测试设备没有统一的标准，质量参差不齐，令人堪忧。

本文通过介绍《移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪技术要求》标准的制订过程，阐述了移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪各类电极方式的研究，确定了该类试验仪柔性电极的选取，同时提供了该类试验仪的结构特点及各类参数作为参考。

《移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪技术要求》标准的制订为引导生产企业的技术进步，提高手持式电动工具绝缘电阻测试的效率，指明了方向，规范了试验仪的技术参数、检验、验收规范等要求[1]。

2. 试验仪技术要求制订的基本原则

2.1. 主要依据

主要依据为 GB/T 2611-2007《试验机通用技术要求》[2]、DL/T 845.1-2004《电阻测量装置通用技术条件第 1 部分：电子式绝缘电阻表》[3]和 JB/T 6147-2007《试验机包装、包装标志、储运技术要求》。

2.2. 编制原则

1) 本着创新性和传承性的统一，同时又具有较强的针对性和可操作性；

2) 考虑到移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪的使用现状，以及整个产业的技术现状，同时又有一定的前瞻性；

3) 紧密结合行业特征，充分咨询了相关技术人员以及管理人员，力争使标准满足移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪技术要求。

2.3. 适用范围

适用于电压等级 500 V 及以下移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪的技术要求、检验方法、检验规则、标志与包装等内容。

适用于手持电动工具绝缘电阻测试用的移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪。

2.4. 主要内容

试验仪技术要求的主要内容包括试验仪的结构形式、技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等要求。

2.5. 主要解决的技术问题

移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪结构比较复杂，在规定试验仪技术要求的同时，给出试验仪各类技术要求相应的检验手段是本标准的主要技术问题。

1) 绝缘电阻表的检测，检测要求应依据 DL/T 845.1-2004 规定的内容进行。

2) 压力加载系统的检测[4]，要求在试验仪压力加载系统中，使用压力表检测动力源气泵的最大输出压力应控制在 10 kPa ± 5%范围内。

3) 框体的检测，对试验仪施加 6 kPa 压力值，并保持 10 min，使用游标卡尺进行检测，最大变形量不得超过 10 mm。按 GB/T 2423.6 的要求进行框体的碰撞试验，按 GB/T 2423.8 的要求进行框体的自由跌落试验，并满足相应标准的要求。

4) 柔性电极的检测，将 2 个直径为 30 mm、高为 50 mm 带接线柱的圆柱形黄铜电极，放置在试验仪柔性电极导电布任意两个最远端，任意两点之间的电阻应满足不大于 1.5 Ω 的要求。

5) 安全保护装置检测，当试验仪压力加载系统的压力达到最大工作压力的 1.2 倍(6 kPa)时，安全保护装置应立即动作，自动停机。

3. 试验仪的检验方法

标准中详细的规定了试验义的技术要求，给出了试验仪技术要求相应的检验手段。

3.1. 绝缘电阻表的检测

电子式绝缘电阻表为标准产品，电力行业标准 DL/T 845.1 有详细的检测要求，所以对于电子式绝缘电阻表的检测主要依据该标准执行，并应满足标准里的相关技术要求。

3.2. 压力加载系统的检测

压力加载系统的检测主要是模拟实际工作状态，标准中设置的力值为 3 kPa，主要也是考虑实际设备的工作压力，因为根据电极选择时的数据，当压力达到 3 kPa 左右时，柔性电极对电动工具的包覆已经较为完全，所以对压力加载系统的测试，选用了这个压力值。

同时技术要求中规定动力源气泵最大压力输出值不得大于 10 kPa 这个极限值，目的是即使当自动控制部分与及安全保护装置同时失效的情况下，也不会存在箱体由于内部压力过大而自爆的情况发生。

3.3. 箱体的检测

设置箱体检测的目的，是为了考核试验仪箱体在承受极限载荷时的机械性能，根据试验仪实际工作范围在 2~5 kPa 特点，所以选择了最大工作压力的 1.2 倍即施加 6 kPa 压力值，并保持 10 min，使用游标卡尺检测加载状态下试验仪框体的变形量，不应大于 10 mm。

3.4. 柔性电极的检测

对于柔性电极的检测，主要检测内容是检测柔性电极的内阻，为了更好更科学的选择试验方法，特意选取 5 种不同直径的黄铜电极，对同一块柔性电极进行了电阻的测试，测试数据如表 1 所示，根据测试结果，当黄铜电极直径大于 30 mm 时，测试的柔性电极内阻基本趋于稳定，所以确定黄铜电极的直径为 30 mm。

具体的检测过程为将 2 个直径为 30 mm、高为 50 mm 带接线柱的圆柱形黄铜电极，放置在试验仪柔性电极导电布的任意两个最远端，使用数字欧姆表进行检测，任意两点之间的电阻应不超过 1.5 Ω。

Table 1. Resistance test results of brass electrodes with different diameters
表 1. 不同直径黄铜电极测试电阻结果

序号	黄铜电极直径(mm)	柔性电极电阻(Ω)
1	10	1.45
2	20	1.32
3	30	1.10
4	40	1.08
5	50	1.07

3.5. 安全保护的检测

安全保护的检测的目的是考核试验仪的安全保护是否能稳定可靠的动作，按照试验仪的最大工作压力的 1.25 倍确定安全保护装置的动作值，所以当试验仪的最大压力为 5 kPa 时，安全保护装置的动作压力 6.25 kPa，即当试验仪压力超过 6 kPa 时，安全保护装置的动作。

4. 移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪的介绍

4.1. 试验仪的主要组成

试验仪主要由柔性电极(可由导电布与海绵组成)、压力加载系统(包括气动执行机构和气泵)、框体、电子式绝缘电阻表等构件组成，如图 1 所示；试验仪的实际效果图，如图 2 所示。

4.2. 柔性电极选取

柔性电极是一种可以根据被测试样形状、在外力作用下能紧密贴合的电极装置，目前市场上具有该类特点的电极方式主要有金属箔、导电布和导电海绵。

在标准制订过程中，为了选取合适的电极作为试验仪的试验电极，通过大量的验证试验来选取合适的电极形式。

4.2.1. 柔性电极选取测试方案

为了保证数据的可比性，所有测试均应在温度和湿度相对稳定的场所下进行，所选用的手持式电动工具都是市场上所购买货具有代表性的产品，每种试验方法对同一样品进行三次绝缘电阻测试，取平均值作为最终结论数据。

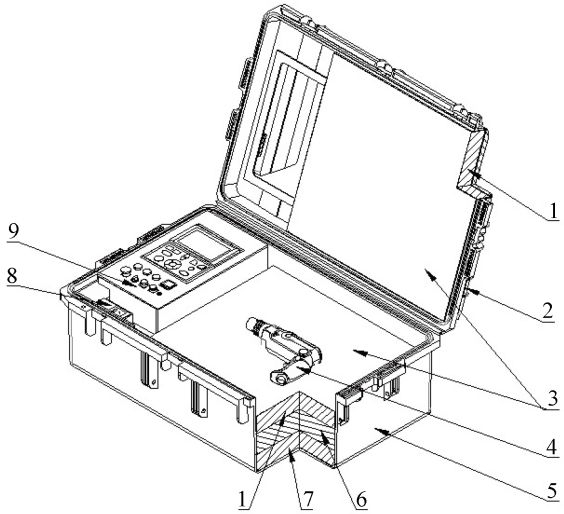
1) 金属箔覆盖法，选取不同产家不同种类的手持式电动工具(主要是为了保证测试结果能够尽量大的涵盖目前市场上较普遍使用的产品)，依据 GB/T3787-2006《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》，进行绝缘电阻的测试。

2) 钢珠覆盖法，清除手持式电动工具表面的金属箔，只留下出风口和散热孔的金属箔(为了防止细钢珠进入手持式电动工具而采取的防护措施)，用钢珠将手持式电动工具距绝缘层上表面 10 mm 厚度完全覆盖，进行绝缘电阻的测试。

3) 导电布覆盖法，用导电布，采用手扎紧的方法(像缠纱布一样，将手持式电动工具相对紧密的缠绕)，将手持式电动工具完全包覆后，进行绝缘电阻的测试。

4) 导电布覆盖 + 钢珠覆盖法，采用导电布，直接将手持式电动工具包盖住，用钢珠将手持式电动工具距绝缘层上表面 10 mm 厚度完全覆盖，进行绝缘电阻的测试。

5) 导电布覆盖+海绵压紧法，采用导电布，直接将手持式电动工具包盖住，利用海绵压紧的方法，使导电布能与试样表面紧密接触，进行绝缘电阻的测试。



1-导电海绵/海绵；2-框体上盖；3-柔性电极(导电布)；4-手持式电动工具；5-框体下盖；6-气动执行机构；7-海绵；8-测试端子；9-控制部分

Figure 1. General schematic diagram
图 1. 总示意图

Figure 2. Insulation resistance tester
图 2. 绝缘电阻试验仪

4.2.2. 柔性电极选取测试过程

利用现有的试验设备，保持室内温度处于恒温条件，采用不同的试验方法进行绝缘电阻的测试，金属箔覆盖法，如图 3 所示；钢珠覆盖法，如图 4 所示；导电布覆盖法，如图 5 所示，导电布覆盖 + 钢珠覆盖法，如图 6 所示；导电布覆盖 + 海绵压紧法，如图 7 所示。

4.2.3. 柔性电极选取数据汇总

通过对 5 种电极方式测试数据的记录，汇总成数据表格，即表 2 数据。

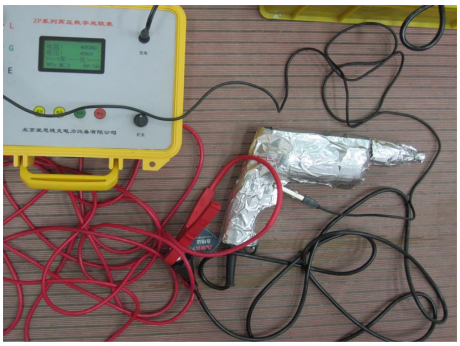


Figure 3. Metal foil mulching
图 3. 金属箔覆盖法

Figure 4. Steel ball covering method
图 4. 钢珠覆盖法

Figure 5. Conductive cloth covering method
图 5. 导电布覆盖法

Figure 6. Conductive cloth covering + steel ball covering method
图 6. 导电布覆盖 + 钢珠覆盖法

Figure 7. Conductive cloth covering + sponge compaction method
图 7. 导电布覆盖 + 海绵压紧法

Table 2. Average value of insulation resistance of different electrodes
表 2. 不同电极绝缘电阻平均值

序号	手持式电动工具名称	绝缘电阻平均值(GΩ)				
		金属箔覆盖法	钢珠覆盖法	导电布覆盖法	导电布覆盖 + 钢珠覆盖法	导电布覆盖 + 海绵压紧法
1	螺丝刀	1.777	1.673	1.342	1.229	1.222
2	电动扳手	15.68	14.86	10.78	9.57	9.43
3	手电钻	3.161	2.556	1.744	1.995	1.709
4	电钻	18.86	16.45	15.39	12.45	11.98
5	冲击电钻	4.854	4.377	3.061	2.223	2.204
6	冲击电钻	14.89	12.51	7.539	8.613	6.829
7	锤钻	17.23	16.45	15.27	13.56	13.01
8	角向磨光机	15.67	14.11	13.56	12.52	12.19
9	角向磨光机	7.164	6.571	5.257	5.102	4.250
10	抛光机	4.540	4.278	3.926	3.900	3.800
11	平板砂磨机	8.892	7.981	7.665	7.613	7.114
12	热风枪	11.79	10.41	9.338	9.213	8.816

4.2.4. 柔性电极确定

通过表 2 数据可以看出，采用导电布覆盖+海绵压紧法测出的手持式电动工具绝缘电阻最小，说明这种方法的柔性电极最稳定可靠；经过分析，采用该类形式的电极，能更有效的保证导电布与手持式电动工具绝缘壳体的不规则表面更全方法的接触，能更好的反应手持式电动工具的实际绝缘电阻，所以最终选取该类电极形式作为试验仪的柔性电极。

5. 结论

如今，在检测行业中，移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪已成为手持式电动工具绝缘电阻测试必不可少的作业工具，其在降低员工作业强度、提高安全生产效率方面发挥了十分重要的作用。因此，制定该标准对满足行业制造需要，提升移动式手持电动工具绝缘电阻试验仪的技术水平具有很大的意义。

参考文献

[1] 余虹云, 俞成彪, 李瑞. 电力安全工器具及小型施工机具使用与检测[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.

[2] GB/T 2611-2007 试验机通用技术要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

[3] DL/T845.1-2004 电阻测量装置通用技术条件第 1 部分: 电子式绝缘电阻表[S]. 北京: 中国人民共国国家发展和改革委员会, 2004.

[4] 唐怀杰. 压力容器设计技术的研究[J]. 装备制造技术, 2014(3): 206-208.

Hans汉斯

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD
   下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2325-1565，即可查询
2. 打开知网首页 http://cnki.net/
   左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：http://www.hanspub.org/Submission.aspx
期刊邮箱：tdet@hanspub.org