

20XX－XX－XX实施

电雷管测试仪校准规范

Calibration Specification for Electric Detonator Tester

（报批稿）

20XX－XX－XX发布

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

**JJF**（兵工民品） 0012－2022

布

发

中华人民共和国工业和信息化部

电雷管测试仪校准规范

**Calibration Specification**

**for Electric Detonator Tester**

**JJF**（兵工民品） 0012－2022

归 口 单 位 ：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：山西北方机械制造有限责任公司

参加起草单位：内蒙古第一机械集团股份有限公司

国防科技工业1411二级计量站

太原理工大学

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

赵补红（山西北方机械制造有限责任公司）

刘开军（山西北方机械制造有限责任公司）

郝宝峰（山西北方机械制造有限责任公司）

参与起草人：

吴 葳（国防科技工业1411二级计量站）

宋小娟（国防科技工业1411二级计量站）

张忠毅（内蒙古第一机械集团股份有限公司）

侯 凯（太原理工大学）

目 录

引言 ……………………………………………………………………………………（Ⅱ）

1 范围…………………………………………………………………………………（1）

2 引用文件……………………………………………………………………………（1）

3 术语…………………………………………………………………………………（1）

4 概述…………………………………………………………………………………（1）

5 计量特性……………………………………………………………………………（1）

5.1 直流电阻示值误差………………………………………………………………（1）

5.2 工作电流…………………………………………………………………………（1）

6 校准条件……………………………………………………………………………（2）

6.1 环境条件…………………………………………………………………………（2）

6.2 测量标准及其他设备……………………………………………………………（2）

7 校准项目和校准方法………………………………………………………………（2）

7.1 校准项目…………………………………………………………………………（2）

7.2 校准方法…………………………………………………………………………（2）

8 校准结果表达………………………………………………………………………（4）

9 复校时间间隔………………………………………………………………………（5）

附录A 电雷管测试仪直流电阻最大允许误差表示形式……………………………（6）

附录B 原始记录格式…………………………………………………………………（7）

附录C 校准证书内页格式……………………………………………………………（8）

附录D 测量不确定度评定示例……………………………………………………（10）

引 言

本规范依据JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1001-2011《通用计量术语定义》编制。

本规范为首次发布。

电雷管测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于具有直流电阻（0~3000）Ω测量功能、工作电流不大于30mA的电雷管测试仪校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 8031-2015 工业电雷管

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 工作电流 working current

电雷管测试仪在测量中通过负载电阻的电流。

4 概述

电雷管测试仪（包括数显式、指针式）是一种便携式测量电雷管全电阻的仪器。具有精度高、性能稳定、操作方便、抗干扰性能强等特点。电雷管测试仪采用恒电流源的电流经过被测电阻，然后测量该电阻两端电压，经过运算成电阻值后直接从表头上显示出被测电阻的电阻值。它由恒流源，电压处理单元及指示/显示装置等部分组成。

5 计量特性

5.1 直流电阻

电雷管测试仪直流电阻测量范围为（0~3000）Ω，其最大允许误差见表1。其中数显式电雷管测试仪的误差用绝对误差表示,指针式电雷管测试仪的误差用引用误差和相对误差表示。电雷管测试仪直流电阻最大允许误差表示形式见附录A。

表1 电雷管测试仪直流电阻最大允许误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 显示方式 | 数显式 | 指针式 | 指针式 |
| 最大允许误差（Ω） | ±（0.5% *Rx*± 3字） | ±1.5%*R*m | ±2.5%*Rx* |
| 注：*Rx*—被校仪器的显示值或指示值，*Rm*—被校仪器所测量程满度值。 | | | |

5.2 工作电流

技术要求选择符合GB 8031-2015的要求。工作电流不大于30mA。

注：以上指标不是用于合格性判断，仅供参考。

6 校准条件

6.1 校准环境条件

环境温度：（20±5）℃；

相对湿度：25%～75%。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 校准设备应经过计量技术机构检定或校准，满足校准使用要求，并在有效期内使用。校准设备技术要求见表2。

表2 校准设备技术要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 技术要求 |
| 1 | 过渡电阻器 | 0.01Ω 0.01级 |
| 2 | 过渡电阻器 | 0.1Ω 0.01级 |
| 3 | 过渡电阻器 | 1Ω 0.01级 |
| 4 | 标准电阻器 | (0.001~1111.210)Ω 0.01级 |
| 5 | 标准电阻器 | 0.01Ω~111.11111kΩ 0.01级 |
| 6 | 数字多用表 | （0~100）m±（0.050%读数+0.005%量程） |

6.2.2 由测量标准引入的扩展不确定度（*k*=2）一般不超过被校电雷管测试仪最大允许误差绝对值的1/4，分辨力一般不超过被校电雷管测试仪最大允许误差绝对值的1/10。

6.2.3 标准电阻器（过渡电阻器）的允许电流应不低于被校电雷管测试仪的工作电流。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

电雷管测试仪校准项目见表3。

表3 电雷管测试仪校准项目

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 |
| 1 | 外观及通电检查 | 7.2.2 |
| 2 | 直流电阻 | 7.2.3 |
| 3 | 工作电流 | 7.2.4 |

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 将电雷管测试仪表头、旋钮和开关等部位的尘土、油污等杂物用柔软的布子擦拭干净，检查是否有影响校准结果的缺陷，将电池按正负极要求安装到电池盒内，将电雷管测试仪放置到校准实验间内，与标准器进行温度平衡处理，平衡温度时间不小于4h。

7.2.1.2 零位调整：按电雷管测试仪说明书要求将仪器调零。

7.2.2 校准点选取

校准点选取原则如下：

a）校准点应覆盖所有量程并兼顾各量程之间的覆盖性及量程内的均匀性，同时应考虑被校电雷管测试仪使用说明书中对校准点的建议；

b）数显式电雷管测试仪校准点的选取原则为：量程下限至上限均匀选取不少于6个校准点，其中包括量程值10%的点、中间点和量程值95%的点；

c）指针式电雷管测试仪校准点的选取原则为：基本量程选取有效范围内的数字分度线；

d）对每个校准点读数两次，指针式电雷管测试仪上升和下降各一次。

7.2.3 外观及通电检查

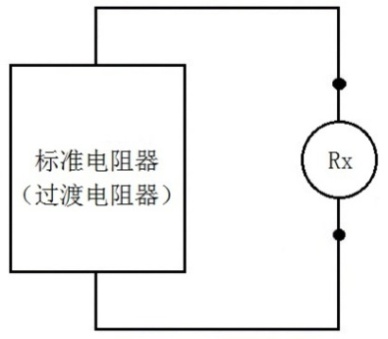
7.2.3.1 电雷管测试仪外形结构完好，外露件等不应损坏或脱落，机壳、旋钮等不应有影响正常工作的机械碰伤，按键无卡死或接触不良的现象。

7.2.3.2 电雷管测试仪应标有型号、出厂编号、生产商、防爆标识和正确使用的标志。

7.2.3.3 对电雷管测试仪应做通电检查，各测量功能、量程切换应正常，并观察当直流电阻输入值变化时被校仪器的显示能否作相应变化。

7.2.4 直流电阻校准

7.2.4.1 直流电阻校准原理如图1所示。



Rx—被校电雷管测试仪

图1 直流电阻校准原理图

7.2.4.2 指针式电雷管测试仪校准：调整被校电雷管测试仪的零位并处于标志位置，用被测电雷管测试仪两测量导线直接与标准电阻器(过渡电阻器)两接线端子相连接。调节标准电阻器(过渡电阻器)，使被校电雷管测试仪的指针顺序地指示在已选定的数字分度线上，读取校准点标准直流电阻值，记录被校电雷管测试仪校准点的数字分度值*R*X和标准电阻器(过渡电阻器)的直流电阻值，被校电雷管测试仪在上升和下降各测量一次，记录两次标准电阻器(过渡电阻器)的直流电阻值，其平均值作为校准点的直流电阻标准值*R*S。示值误差按公式（1）计算。

7.2.4.3 数显电雷管测试仪校准：调整被校电雷管测试仪的零位并处于标志位置，用被测电雷管测试仪两测量导线直接与标准电阻器(过渡电阻器)两接线端子相连接。调节标准电阻器(过渡电阻器)，使标准直流电阻顺序地指示在已选定的校准点*R*S，并记录在校准已选定点时被校电雷管测试仪输出的直流电阻值。每个校准点读数两次，其平均值作为被校电雷管测试仪的示值*R*X。示值误差按公式（1）计算。

*Δ*=*R*X-*R*S （1）

式中：

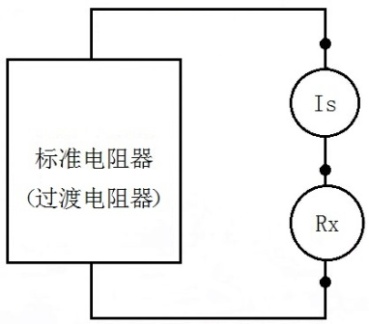
*Δ*——示值误差，Ω；

*R*X——被校电雷管测试仪示值，Ω；

*R*S——标准电阻器(过渡电阻器)输出标准值，Ω。

7.2.5 工作电流校准

测量电流校准原理如图2所示。



IS—标准数字直流电流表；RX—被校电雷管测试仪

图2 测量电流校准原理图

按照图2将仪器连接，由标准数字电流表直接显示通过负载的测量电流值，标准数字电流显示值*I*s和通过负载的测量电流值相等，如公式（2）。

*I*x=*I*s （2）

式中：

*I*x——通过负载的测量电流值，mA；

*I*s——标准数字电流表显示值，mA。

将测量结果记录在校准原始记录中，原始记录格式参见附录B。

8 校准结果表达

校准结束后出具校准证书，推荐校准证书内页格式见附录C。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出，并给出测量不确定度，不确定度评定示例见附录D。校准证书至少包含以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）客户的名称和地址；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h）如果与校准结果有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i）校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k）校准环境的描述；

l）校准结果及其测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对被校对象有效的声明；

p）未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

电雷管测试仪的复校时间间隔建议为一年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定，使用单位亦可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录**A**

电雷管测试仪直流电阻最大允许误差表示形式

A.1 绝对误差形式表示电雷管测试仪的允许误差公式

用绝对误差形式表示电雷管测试仪的允许误差公式，如公式（A.1）。

Δ=±（a%Rx±n个字） （A.1）

式中：

Δ——被校仪器的示值的最大允许误差；

Rx——被校仪器的显示值或指示值；

a——与显示值有关的误差系数；

n——以数字表示的绝对误差数。

A.2 相对误差形式表示电雷管测试仪的允许误差公式

用相对误差形式表示电雷管测试仪的允许误差公式，如公式（A.2）。

 （A.2）

式中：

——电雷管测试仪允许误差的相对误差；

——被校仪器的示值的最大允许误差；

——被校仪器的显示值或指示值。

A.3 引用误差形式表示电雷管测试仪的允许误差公式

用引用误差形式表示电雷管测试仪的允许误差公式，如公式（A.3）。

 （A.3）

式中：

——电雷管测试仪允许误差的引用误差；

Δ——被校仪器的示值的最大允许误差；

*Rm*——被校仪器所测量程满度值。

附录**B**

原始记录格式

第 页 共 页

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 委托单位： | 校准证书编号： | |
| 委托单位地址： | 校准日期： 年 月 日 | |
| 仪器名称： | 依据文件： | |
| 出厂编号： | 制造商： | |
| 型号规格： | 仪器状况： | |
| 校准地点： | 温度： ℃ | 相对湿度： % |

校准用主要计量标准器具：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 出厂编号 | 测量范围 | 测量不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 溯源单位 | 证书编号 | 有效期 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

一、外观及通电检查：

二、直流电阻和工作电流校准：

指针式电雷管测试仪

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 测试仪  指示值 | 标准值 | | 平均值 | 示值误差 | 测量不确定度*U* | 工作  电流 |
| 上升 | 下降 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

数字式电雷管测试仪

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值 | 测试仪显示值 | | 平均值 | 示值误差 | 测量不确定度*U* | 工作  电流 |
| 1次 | 2次 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

校准人： 核验人：

附录**C**

校准证书内页格式

证书编号××××××-××××

第 页 共 页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准机构授权说明： | | | | | | | | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）： | | | | | | | | |
| 校准所使用主要计量标准器具 | | | | | | | | |
| 名称 | | 仪器  编号 | 测量  范围 | 测量不确定度/准确度等级/最大允许误差 | | | 检定/校准证书编号 | 证书有效期 |
|  | |  |  |  | | |  |  |
|  | |  |  |  | | |  |  |
|  | |  |  |  | | |  |  |
| 测量溯源性说明： | | | | | | | | |
| 校准环境条件及校准地点： | | | | | | | | |
| 温度 | ℃ | | | | 地点 |  | | |
| 相对湿度 | % | | | | 其它 |  | | |

注：

1. 本实验室仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责；
2. 本证书的校准结果仅对所校准的样品有效；
3. 除全文复制外，未经实验室批准不得部分复制证书。

证书编号××××××-××××

校 准 结 果

第 页 共 页

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 电雷管测量仪显示值或指示值/Ω | 标准值/Ω | 测量不确定度*U*/Ω  （*k*=2） | 工作电流/mA |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

附录**D**

测量不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 测量标准器

过渡电阻器主要参数：测量范围11×1Ω，准确度等级0.01级。

D.1.2 被测对象

数显电雷管测试仪，主要参数：测量范围（0~3000）Ω，最大允许误差±（0.5%*R*X+ 3字）。

D.1.3 测量方法

依据本规范7.2.3条款，以校准1Ω点为例进行测量不确定度评定。用1Ω过渡电阻器作为测量标准，用被校电雷管测试仪直接测量标准电阻，记录电雷管测试仪的显示值。

D.2 测量模型

设*R*S为标准过渡电阻器设定标准电阻值，*R*X为被测电雷管测试仪的显示值。在标准条件下，温度、湿度等带来的影响可忽略，示值误差通过式（D.1）计算。

*Δ*＝*R*X－*R*S （D.1）

考虑到电雷管测试仪的分辨力对测量结果的影响，测量模型通过式（D.2）计算。

*Δ*＝*R*X－*R*S+*δR*X （D.2）

式中：

*Δ*——被测电雷管测试仪直流电阻示值误差，Ω；

*R*X——被测电雷管测试仪示值，Ω；

*R*S——过渡电阻器设定值，Ω；

*δR*X——被测电雷管测试仪的分辨力对测量结果的影响，Ω。

**D**.3 标准不确定度来源和标准不确定度分量评定

D.3.1 被测电雷管测试仪测量值重复性引入的标准不确定度*u*(*R*X)

过渡电阻器设定标准电阻值为1Ω，用数字电雷管测试仪对过渡电阻器进行测量，在重复性测试条件下，重复测量10次，得到下列数据见表D.1。

表D.1 直流电阻重复性测量数据

|  |  |
| --- | --- |
| 第*i*次测量 | 直流电阻*Ri*/Ω |
| 1 | 0.997 |
| 2 | 0.997 |
| 3 | 0.998 |
| 4 | 0.998 |
| 5 | 0.998 |
| 6 | 0.998 |
| 7 | 0.998 |
| 8 | 0.997 |
| 9 | 0.998 |
| 10 | 0.997 |
| 平均值 | 0.9976 |

单次测量值的实验标准偏差为：



被校电雷管测试仪的测量值由两次读数的平均值得到，故由测量重复性引起的标准不确定度用下式计算得到：



D.3.2 由过渡电阻器引入的标准不确定度*u*(*R*S)

用B类方法评定。标准过渡电阻器经上级计量机构量值传递合格，精度为0.01级，在1Ω使用时最大允许误差为：e=±（0.01%×1）Ω=±1×10-4Ω，其半宽度*a*=1×10-4Ω，按均匀分布处理，取包含因子，则：



D.3.3 由被校电雷管测试仪分辨力引入的标准不确定度*u*(*δR*X)

用B类方法评定。被测电雷管测试仪在直流电阻1Ω点的分辨力为0.001Ω，则不确定度区间半宽度为*a*=0.0005Ω，按均匀分布处理，取包含因子，则：



D.3.4 标准不确定度分量汇总表见表D.2，灵敏系数由公式（D.2）计算得到。

表D.2 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量*Ri* | 标准不确定度来源 | 标准不确定度  *u*（*Ri*） | 概率  分布 | 灵敏系数  *ci* | 标准不确定度分量  *ui*（*Δ*） |
| *R*X | 被测电雷管测试仪示值重复性 | 3.6×10-4Ω | 正态 | 1 | 3.6×10-4Ω |
| *R*S | 标准过渡电阻器  最大允许误差 | 5.8×10-5Ω | 均匀 | -1 | 5.8×10-5Ω |
| *δR*X | 被测电雷管测试仪  分辨力 | 2.9×10-4Ω | 均匀 | 1 | 2.9×10-4Ω |

**D**.4 合成标准不确定度

由于被测电雷管测试仪重复性引入的标准不确定度包含分辨力引入的标准不确定度，为避免重复计算，在合成标准不确定度计算时将二者中较小值舍去。

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：



**D**.5 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：

*U*=*k*•*u*c(*Δ*)=2×0.00036Ω≈0.001Ω

故被校电雷管测试仪在1Ω校准，包含因子*k*=2时，扩展不确定度为*U*=0.001Ω。

**JJF （**兵工民品**）** 0012－2022

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

电雷管测试仪校准规范

JJF（兵工民品）0012－2022

版权所有 不得翻印