ICS 01.040.29
CCS F20/29

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2115—2020

电压监测仪检验技术规范

Testing technical specification for voltage monitor

2020－10－21 发布　　2021－02－01 实施

国家能源局　　发布

目　　次

前　　言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　检验类别和周期 4
5　检验条件 6
6　检验要求 7
7　检验方法 15
8　检验结果的处理 27

前　言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力电容器标准化技术委员会（DL/TC 03）归口。

本标准起草单位：国网陕西省电力公司电力科学研究院、国网陕西省电力公司、国家电网有限公司、国网江苏省电力有限公司、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、南方电网科学研究院有限公司、国网重庆市电力公司电力科学研究院、厦门亿力天龙科技有限公司、长沙天恒测控技术有限公司

本标准主要起草人：刘守谦、杨柳、刘伟、江涛、王冲、马烨、孙刚、魏昊焜、沈兴来、邢超、罗兵、刘刚、郭磊、毕鹏翔、吴华、胡斌、张佳、黄家锋、邓志军

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电压监测仪检验技术规范

1 范围

本标准规定了电压监测仪的术语和定义、检验类别和周期、检验条件、检验要求、检验方法及检验结果的处理等。

本标准可作为电压监测仪设计、开发、制造、试验和运行的依据。

具有电压偏差监测和统计功能的其他自动化终端或装置的检验可参考本标准。

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，仅所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 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2828.2 计数抽样检验程序 第2部分：按极限质量（LQ）检索的孤立批检验抽样方案

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备安全通用要求

GB/T 5169.11 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法

GB/T 6587 电子测量仪器通用规范

GB/T 12113 接触电流和保护导体电流的测量方法

GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差

GB/T 17215.211 电测量设备（交流）通用要求、试验和试验条件 第11部分：测量设备

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.18 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验

GB/T 17626.30 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法

DL/T 478 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL/T 500 电压监测仪使用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义及规范性引用文件所列的相关国家标准、行业标准中给出的术语和定义都适用于本标准。

3.1

电压偏差 voltage deviation

实际运行电压对系统标称电压的偏差相对值，以百分数表示。

3.2

整定电压（标准）值 voltage limiting

U_b

按GB/T 12325规定的供电电压偏差的上限电压标准值与下限电压标准值。

3.3

起动电压 the exact voltage when exceeding limit

U_q

刚好驱动电压监测仪超限计时，并稳定指示超限时的监测电压值。

3.4

标称电压 nominal voltage

U_n

系统指定或识别的电压。

3.5

工作电源额定电压 rated voltage of power supply

U_g

监测仪工作电源电压值，其值为AC 100V、220V、380V等。

3.6

电压合格率 rate of qualified voltage

实际运行电压偏差在限值范围内累计运行时间与对应的总运行统计时间的百分比。电压监测统计的时间单位为“分钟”，见式（1）。

$$电压合格率（\%）=（1-\frac{电压超限时间}{电压监测总时间}）\times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（1）$$

注：电压监测总时间为实际总供电时间。

3.7

电压超上限率 rate of voltage exceeding upper limit

实际运行电压偏差在上限电压标准值以上范围内累计运行时间与对应的总运行统计时间的百分比，见式（2）。

$$电压超上限率（\%）=\frac{电压超上限时间}{电压监测总时间}\times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（2）$$

3.8

电压超下限率 rate of voltage exceeding lower limit

实际运行电压偏差在下限电压标准值以下范围内累计运行时间与对应总运行统计时间的百分比，见式（3）。

$$电压超下限率（\%）=\frac{电压超下限时间}{电压监测总时间}\times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

3.9

电压测量误差 error of voltage measurement

γ

在正常使用条件下，监测电压测量值与标准源输出电压值之间的误差，见式（4）。

$$电压测量误差（\%）=\frac{监测电压测量值\text{-}标准测量值}{标准测量值}\times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

3.10

整定电压值基本误差 error of voltage limiting

r_z

在正常使用条件下，电压监测仪上、下限整定电压的起动电压U_q和相应的整定电压（标准）值U_b之差与整定电压（标准）值U_b的比值（以百分数表示），见式（5）。

$$r_z=\frac{U_q-U_b}{U_b}\times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

3.11

电压合格率误差 error of qualified voltage rate

r_u

在正常使用条件下，被测量的电压合格率C_u，对应于被测量的预置值C_{uy}的相对误差（以百分数表示），见式（6）。

$$r_u=\frac{C_u-C_{uy}}{C_{uy}}\times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

3.12

电压超上限率误差 error of voltage exceeding upper limit rate

r_s

在正常使用条件下，被测量的电压超上限率C_s，对应于被测量的预置值C_{sy}的相对误差（以百分数表示），见式（7）。

$$r_s=\frac{C_s-C_{sy}}{C_{sy}}\times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (7)$$

3.13

电压超下限率误差 error of voltage exceeding lower limit rate

r_x

在正常使用条件下，被测量的电压超下限率C_x，对应于被测量的预置值C_{xy}的相对误差（以百分数表示），见式（8）。

$$r_x = \frac{C_x - C_{xy}}{C_{xy}} \times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (8)$$

3.14

失电保护时间 continuous working time after power cutting

当电压监测仪失去工作电源后，其备用电源能保证电压监测仪保留所记忆的数据，且能继续走时的规定时间。

3.15

平台系统 platform system

对电压监测仪与系统交互、通信、系统显示等功能进行检测、判定与统计的软件系统。

3.16

接触电流 touch current

当人体或动物接触一个或多个装置或设备可触及零部件时，流过身体的电流。

4 检验类别和周期

4.1 检验分类

电压监测仪检验类别包括型式检验、出厂检验、验收检验、周期检验。

4.2 型式检验

具备下列情况之一时，应随机抽取3台样品按本标准规定的全部技术要求检验：

a) 新产品设计定型鉴定及批量试生产定型鉴定；
b) 产品结构、工艺或主要材料上有改变，可能影响其符合本标准要求时；
c) 停产一年后重新投产时；
d) 出厂检验与上次型式检验结果有较大差异时；
e) 使用单位提出型式检验要求时。

4.3 出厂检验

由制造厂检验部门对生产的每个产品进行检验，合格后应加封印出厂，提供质量合格证和出厂检验报告。每只电压监测仪均应进行出厂检验。

4.4 验收检验

验证电压监测仪在运输过程中未受到损伤，确保要安装的电压监测仪可正常运行。

在允许条件下，对生产厂商提供的同型号、同等级、同类型、基本相同时段和一致条件下制造的产品进行抽样。抽样数量按照4.7要求确定。

4.5 周期检验

在电压监测仪MTBF（平均无故障时间）内，执行故障检修；在电压监测仪MTBF后，执行周期检验，周期检验的间隔为6年。

4.6 检验项目

电压监测仪检验项目如表1所示。

表 1 检验项目

序号	检验项目		技术要求条款	检验方法条款	型式检验	出厂检验	验收检验	周期检验
1	外观与结构检查	外观检查	6.1.1	7.1.1	+	+	+	+
2		电气间隙和爬电距离检查	6.1.2	7.1.2	+			
3	准确度试验	电压测量误差试验	6.2.1	7.2.1	+	+	+	+
4		整定电压值基本误差试验		7.2.2	+	+	+	+
5		电压合格率误差试验		7.2.3	+	+	+	
6		电压超上限率误差试验		7.2.4	+	+	+	
7		电压超下限率误差试验		7.2.5	+	+	+	
8		时钟准确度试验		7.2.6	+	+	+	+
9	电源影响试验	电压影响试验	6.2.1	7.3.1	+	+		
10		频率影响试验		7.3.2	+	+		
11		谐波影响试验		7.3.3	+	+		
12	功耗试验		6.4	7.4	+	+		
13	功能试验	监测统计功能试验	6.5.1	7.5.1	+	+	+	
14		U_{1min} 采样时间试验	6.5.1	7.5.2	+			
15		数据存储功能试验	6.5.2	7.5.3	+			
16		参数设置与查询功能试验	6.5.3	7.5.4	+	+	+	
17		显示功能试验	6.5.4	7.5.5	+	+	+	
18		升级功能试验	6.5.5	7.5.6	+			
19		停电试验	6.5.6	7.5.7	+	+		
20	通信试验		6.6	7.6	+	+	+	
21	绝缘性能试验	绝缘电阻测量	6.7.1	7.7.1	+	+	+	+
22		介电强度试验	6.7.2	7.7.2	+	+		
23		接触电流测试	6.7.3	7.7.3	+	+		
24	电磁兼容试验	静电放电抗扰度试验	6.8.1	7.8.1	+			
25		射频电磁场辐射抗扰度试验	6.8.2	7.8.2	+			
26		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	6.8.3	7.8.3	+			
27		阻尼振荡波抗扰度试验	6.8.4	7.8.4	+			
28		浪涌（冲击）抗扰度试验	6.8.5	7.8.5	+			
29		工频磁场抗扰度试验	6.8.6	7.8.6	+			
30	气候环境影响试验	温度试验	6.9	7.9.1	+	+		
31		恒定湿热试验	6.9	7.9.2	+			
32	外壳防护等级试验		6.10	7.10	+			
33	机械性能试验	振动试验	6.11	7.11.1	+			
34		冲击试验		7.11.2	+			
35		倾斜跌落试验		7.11.3	+			
36		运输试验		7.11.4	+			
37	外壳和端子着火试验		6.12	7.12	+			
注：“+”表示要进行该项试验。								

4.7 批次抽样方案及合格判定

抽样程序应参照GB/T 2828.2进行，采用二次抽样方案。抽样时应先选定批量，然后抽取样本。批量一经确定，不允许随意扩大或缩小。

选定批量时，应将同一厂家、型号、生产批次的电压监测仪划分成批量为281～1200只的若干批，按方案A抽样和判定。若同一厂家型号生产批次的电压监测仪数量不足280只时，按一批处理，但应按方案B抽样和判别。具体方案如下：

$$\begin{bmatrix} n1; & A1, & R1 \\ n2; & A2, & R2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 32; & 1, & 4 \\ 32; & 4, & 5 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} n1; & A1, & R1 \\ n2; & A2, & R2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20; & 0, & 2 \\ 20; & 1, & 2 \end{bmatrix}$$

方案A：批量为281～1200只时　　方案B：批量为280只及以下时

式中：

n1—第一次抽样样本量；

n2—第二次抽样样本量；

A1—第一次抽样合格判定数；

A2—第二次抽样合格判定数；

R1—第一次抽样不合格判定数；

R2—第二次抽样不合格判定数；

若在第一样本中发现的不合格品数小于或等于第一次抽样合格评定数，则判定该批为合格批。若在第一样本中发现的不合格品数大于或等于第一次抽样不合格评定数，则评定该批为不合格批。若在第一样本中发现的不合格品数，大于第一合格评定数同时又小于第一不合格评定数，则抽第二样本进行检验。若在第一和第二样本中发现的不合格品数总和小于或等于第二合格评定数，则判该批为合格批。若在第一和第二样本中发现的不合格品总数大于或等于第二不合格评定数，则评定该批为不合格批。

评定为合格批次的，则该批电压监测仪可以接收；判定为不合格批次的，应将该批电压监测仪全部退货。

5　检验条件

5.1　检验标准仪器或装置的要求

5.1.1　标准电压表及标准电源装置的要求

5.1.1.1　标准电压表法

标准电压表测量准确度不低于0.1%；

5.1.1.2　标准电源法

a)　标准电源输出电压准确度不低于 0.05%；

b)　标准电源输出电压稳定度不低于 0.05%（1 分钟）。

5.1.2　标准计时装置的要求

标准计时装置的标准时钟的日计时误差不超过0.1秒/天，也可采用北斗系统或GPS的标准时钟作为时钟的标准。

5.2　检验环境条件

电压监测仪的试验及测量，除另有规定外，均应在不超过表2规定的条件下进行。

表 2 检验时环境条件及其偏差允许值

影响量	标准值允许偏差
环境温度	20℃ ±15℃
相对湿度	45%～75%
大气压	79.5kPa～106kPa
通风	良好
阳光照射	避免直射
工作电源电压	测量范围（见表 4）
工作电源频率	50Hz（1±2.5%）
波形总畸变率	不大于 5%
外部磁场强度	不大于 20A/m（0.025mT）

6 检验要求

6.1 外观和结构要求

6.1.1 外观要求

a) 电压监测仪面板应整洁，仪器名称、型号、出厂编号、生产日期等信息字迹应清楚醒目，人机界面布局合理、整洁美观，各显示器件及调整器件安装得当；
b) 外表面应光滑且无明显机械损伤和涂复层剥落等现象。部件应安装正确，牢固可靠，操作灵活，各紧固部位无松动。塑料件无气泡、变形等缺陷；
c) 应在显著位置设有运行状态指示灯，以便于巡视观察。

6.1.2 电气间隙和爬电距离要求

电压监测仪内部螺钉、引线之间以及线路板之间应保持足够的间隙和安全距离。

裸露带电部分对地和对其它带电部分之间，以及出线端子螺钉对金属盖板之间应具有表3规定的最小电气间隙和爬电距离。印制导线间距离按DL/T 478的规定选取。

表 3 电气间隙及爬电距离

额定电压（交流有效值）V	最小电气间隙 mm		最小爬电距离 mm
	L－L	L－A	
U≤60	2	3	3.6
60＜U≤250	3	5	8
250＜U≤500	4	6	16

注：1. L—L 表示两个带电部分之间的最小间隙；
2. L—A 表示带电部分和裸露导电部件之间的最小间隙。

6.2 准确度要求

6.2.1 正常条件下要求

在正常使用条件下，在对应的温度类别上限温度和下限温度范围内，0.5级电压监测仪应保证以下准确度要求：

a） 在监测电压测量范围内，电压测量误差不超过±0.5%；
b） 整定电压值的上限值和下限值基本误差不超过±0.5%；
c） 电压合格率误差不超过±0.5%；
d） 电压超上限率误差不超过±0.5%；
e） 电压超下限率误差不超过±0.5%；
f） 内部日计时误差每天不超过±1 秒；

6.2.2 极限条件下要求

电压监测仪在极限工作条件下，即高于上限温度或低于下限温度（遮蔽型：-20℃～+60℃，户外型：-30℃～+75℃）应能正常操作，其测量误差不应超过±1%。

6.3 工作电源要求

a） 工作电源取自监测电压，允许电压波动范围应与监测电压范围相同，监测电压范围见表 4。

表 4 监测电压范围

监测电压额定值 V	监测电压范围 V	
	下限	上限
100	60	130
220	99	286
380	171	494

b） 额定频率为 50Hz，允许偏差不超过±5%；
c） 电压正弦波形总畸变率不超过 5%。

6.4 功耗要求

a） 正常运行且不通信时的功耗应不大于 5VA；
b） 正常运行且通信时的功耗应不大于 12VA。

6.5 功能要求

6.5.1 监测统计功能要求

电压监测仪应具备表5所述监测统计功能。

表 5 监测统计功能要求

数据项	监测统计要求	备注
U_i	对监测电压的有效值采样，基本测量时间窗口为 10 周波，并且每个测量时间窗口与紧邻的测量时间窗口连续无间隙而不重叠	两位小数
U_{1s}	作为预处理值贮存，取该秒内 5 个 U_i 的方均根值	两位小数
U_{1min}	以 1 分钟作为一个统计单元，取 0 秒时刻开始的 1 分钟内 U_{1s} 的方均根值，不足 1 分钟的值不进行统计计算	两位小数

表 5（续）

数据项		监测统计要求	备注
日、月电压监测统计数据	时间统计	总运行统计时间、合格累计时间、超上限累计时间、超下限累计时间	单位为分钟
	合格率统计	电压合格率、电压超上限率、电压超下限率	两位小数
	极值统计	电压最大值及其发生时刻、电压最小值及其发生时刻	极值为两位小数，发生时刻精确到分钟
	平均值统计	电压算术平均值	两位小数
电压监测仪工作状态信息		前一次复位后连续工作时间、自投运以来总运行时间	单位为小时
注：1.日、月电压监测统计数据是在工作电压允许波动范围内，根据 U_{1min} 及监测电压额定值、整定电压上限值和整定电压下限值统计； 2.月统计数据默认自然月为统计周期。可设置 1 日至 28 日中任意一天为月统计日，月统计时间为月统计日的当日零点起至下月的月统计日当日零点止。			

6.5.2 数据存储功能要求

电压监测仪应存储表6所列数据，且满足存储要求。

表 6 数据存储要求

数据项	存储要求	备注
U_{1min}	最近 45 天	存储间隔为 1 分钟
日电压监测统计数据	最近 45 天	
月电压监测统计数据	本月及上月	
事件记录	本月及上月的最近 256 条	电压超上/下限、超上/下限返回、停电、上电等类型
前一次复位后连续工作时间	最近 1 个数据	单位为小时
自投运以来总运行时间	1 个数据	单位为小时

6.5.3 参数设置与查询功能要求

电压监测仪应能实现参数的本地和远程设置、查询，对可预置整定或任意设定的控制键，必须加装闭锁电压监测仪或采取加密措施。设置与查询参数项要求见表7。

表 7 设置与查询参数项列表

参数类别	参数项	查询	设置	备注
日期与时间	日期	+	+	年、月、日
	时间	+	+	时、分、秒
监测点参数	系统电压标称值	+	+	
	整定电压上限值	+	+	
	整定电压下限值	+	+	
	月统计结算日	+	+	

表 7（续）

参数类别	参数项	查询	设置	备注
	数据主动上送标记	+	+	
	U_{1min} 上送周期	+	+	
	事件主动上送标记	+	+	
通信参数	通信地址码	+	+	
	电压监测仪 IP 地址	+	+	
	状态接入控制器（CAC）IP 地址	+	+	
	状态接入控制器（CAC）端口号	+	+	
	接入点名称（APN）	+	+	
	接入点名称（APN）用户名和密码	+	+	
	心跳间隔	+	+	
基本信息	型号	+		
	软硬件版本	+		
	通信规约版本	+		
	生产厂家	+		
	生产日期	+		
	出厂编号	+		
	用户身份识别卡（SIM 卡）串号	+		
其他	权限密码		+	
	清除数据		+	
	电压监测仪复位		+	

6.5.4 本地显示与指示功能要求

电压监测仪宜采用具有背光功能的液晶显示屏，应采用菜单式、中文显示界面；在低温要求苛刻等特殊场合，可选用其它显示方式。应至少能查询显示表8所列内容。

表 8 本地显示数据项

参数类别	参数项	备注
日期与时间	日期	年、月、日
	时间	时、分、秒
监测电压	U_{1s}	1 秒刷新，小数点后显示 2 位
统计数据	上月统计数据	其中电压合格率、电压超上限率、电压超下限率显示小数点后 2 位
	当月统计数据	
	上日统计数据	
	当日统计数据	
监测点参数	整定电压上限值	
	整定电压下限值	
	月统计日	

表 8（续）

参数类别	参数项	备注
通信参数	电压监测仪通信地址码	
	电压监测仪 IP 地址	
	状态接入控制器（CAC） IP 地址	
	状态接入控制器（CAC）端口号	
	接入点名称（APN）	
状态指示	电压监测仪运行灯	显示电压监测仪是否通电运行
	网络连接指示灯	显示电压监测仪是否与运营商网络或有线网络成功连接
	状态接入控制器（CAC）连接指示灯	显示电压监测仪是否与状态接入控制器（CAC）成功连接
	网络制式指示	显示当前网络制式，如 GPRS、4G、以太网等
	信号强度指示	显示信号强弱信息
	电压监测仪当前 IP 地址	

6.5.5 软件升级功能要求

a) 电压监测仪应支持远程升级和本地升级；
b) 电压监测仪的软件升级应保证电压监测仪内的格式统一；
c) 软件升级失败时应自动恢复至上一版本，并恢复运行；
d) 软件升级完成后应能自动开始转入正常运行。

6.5.6 运行异常情况处理功能要求

6.5.6.1 电源失电保护与来电自动上报功能要求

a) 一旦失去工作电源，电压监测仪应能立即向平台系统上报停电事件。失电期间保持原有数据不丢失，原有的数据保持不变，来电后立即补送未及时上送的 1 分钟电压有效值和统计数据。
b) 电压监测仪一旦失去工作电源，上电后应自动恢复运行。

6.5.6.2 通讯卡异常处理功能要求

电压监测仪远程通信卡欠费停机或通信卡损坏时，不影响本地采样和统计工作；续费充值或更换通信卡恢复正常后，装置应能自动恢复远程无线通信，并在存储时间内能实现从上次中断时间开始续传数据功能。

6.6 通信功能要求

6.6.1 通信数据

电压监测仪的通信数据应包括以下内容：读取电压监测仪设备通信地址、电压的上下限整定值、电压瞬时有效值、当天统计数据、电压越限报警信号、读和设置内部时钟、清零、月统计日等信息，其它内容可根据需要确定。

6.6.2 各种类型信息的响应时间要求

a) 重要信息（如重要状态信息）巡检时间不应大于 15 分钟；
b) 常规数据召测和设置响应时间（指主站发送召测命令到主站显示数据的时间）不应大于 15 秒；
c) 历史数据召测响应时间（指主站发送召测命令到主站显示数据的时间）不应大于 30 秒；
d) 用户事件响应时间不应大于 30 分钟。

6.6.3 安全防护要求

平台系统与电压监测仪间设置报文的传输应有身份认证和加密措施。

6.7 绝缘性能要求

6.7.1 绝缘电阻要求

电压监测仪各电气回路对地和无电气连接的各电气回路之间的绝缘电阻要求如表9所示。

表 9 绝缘电阻

额定电压 V	绝缘电阻 MΩ		测试电压 V
	正常条件	湿热条件	
U≤60	≥10	≥2	250
60＜U≤250	≥10	≥2	500
U＞250	≥10	≥2	1000
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路采用 U＞250V 的要求。			

6.7.2 介电强度要求

在正常试验大气条件下，电压监测仪被试部位应能承受表10中规定的50Hz交流电压历时1分钟介电强度试验。试验时不得出现击穿、闪络及电压突然下降等现象。

表 10 介电强度要求

额定电压 V	试验电压有效值 V	测试时间 min
U≤60	1000	1
60＜U≤250	2000	1
250＜U≤690	2500	1
注：1. 检验电压施加部位：1）所有的电压线路以及标称电压超过 33V 的辅助线路连接在一起为一点，另一点是地，检验电压施加于该两点间。2）在工作中不连接的各线路之间。 2. “地”的含义：当表壳是用金属制造时，“地”是安放在导电平面上的表壳自身；当表壳或其一部分是绝缘材料制造时，“地”是指包围仪表并与所有可触及导电件接触，同安放表底的导电平面连接的导电箔。在端子盖处，应使导电箔尽可能地接近端子和接线孔，距离不大于 2cm。		

6.7.3 接触电流要求

应符合GB/T 6587的有关规定，接触电流不超过3.5mA（交流有效值）。

6.8 电磁兼容要求

6.8.1 静电放电抗扰度试验

按照GB/T 17626.2的规定，并在下述条件下进行：

——作为台式设备试验；

——电压线路和辅助电源线路施加标称电压；

——直接放电和间接放电；

——试验电压：8kV；

——放电次数：每一极性10次；

——直接放电时如因无外露金属部件而不能接触放电，则以15kV试验电压作空气放电（相对湿度范围为30% ~60%）。

在试验中，允许功能暂时丧失或性能暂时降低，但在骚扰停止后仪表能自行恢复，无需操作者干预。

6.8.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照 GB/T 17626.3 的规定，并在下述条件下进行：

——作为台式设备试验；

——暴露于电磁场中的电缆长度：1m；

——频率范围为：80MHz ~ 1000MHz；

在 1kHz 正弦波上以 80%调幅载波调制；

——电压线路和辅助电源线路施加标称电压；

——未调制的试验场强：10V/m；

在试验中，允许功能暂时丧失或性能暂时降低，但在骚扰停止后仪表能自行恢复，无需操作者干预。

6.8.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按照 GB/T 17626.4 的规定，并在下述条件下进行：

——作为台式设备试验；

——电压线路施加标称电压：

——在耦合设备与仪表之间的电缆长度：0.5 m ；

——试验电压以共模方式（线对地）作用于：

电压线路和地之间：

——电压峰值：4kV

——重复频率：100kHz

——试验时间：60s；

供电电源端口和地之间：

——电压峰值：4kV

——重复频率：100kHz

——试验时间：60s；

标称电压超过 40V 的辅助线路之间：

——电压峰值：2kV

——重复频率：100kHz

——试验时间：在 10 分钟内等间隔地作用三次，每次作用 1s。

对于与通信接口连接的，长度超过 1m 的脉冲传输线、数据传输线，应进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。电压监测仪处于正常工作状态，按照 GB/T 17626.4 规定，使用电容耦合夹将试验电压以共模方式耦合至输入/输出脉冲和数据通信线路，在下述条件下进行：

——耦合在脉冲/数据传输线上的试验电压：2kV

——试验时间：60s。

在脉冲群的作用下，电压监测仪及组网系统各设备不应出现损坏，并能正常工作。试验后，应能正常工作和通信。

6.8.4 阻尼振荡波抗扰度试验

按照 GB/T 17626.18 的规定，并在下述条件下进行：

——作为台式设备试验；

——电压监测仪处于正常工作状态；

——在电压线路和标称电压超过 40V 的辅助线路施加脉冲；

——试验电压：共模方式：2500V；差模方式：1000V；

——试验频率：100kHz，重复速率：40 次/s；1MHz，重复速率：400 次/s；

——试验时间：60s（对每种试验频率以 2s 开、2s 关，进行 15 个周期）。

在试验中，允许功能暂时丧失或性能暂时降低，但在骚扰停止后仪表能自行恢复，无需操作者干预。

6.8.5 浪涌（冲击）抗扰度试验

按照 GB/T 17626.5 的规定，并在下述条件下进行：

——电压监测仪处于正常工作状态；

——在电压线路和辅助线路施加标称电压；

——浪涌发生器与仪表之间的电缆长度：1 m；

——以差模方式（线对线）试验；

——试验波形：1.2/50μs；

——相位角 ：在相对于交流电源零位的 60°和 240°施加脉冲；

——试验电压：4kV；

——试验次数：正负极性各施加 5 次；

——重复率：1 次/min。

在试验中，允许功能暂时丧失或性能暂时降低，但在骚扰停止后仪表能自行恢复，无需操作者干预。

6.8.6 工频磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.8 的规定，并在下述条件下进行：

——电压监测仪处于正常工作状态；

——磁场强度：100A/m；

——试验频率：50Hz；

——试验方式：浸入法；

在试验中，允许功能暂时丧失或性能暂时降低，但在骚扰停止后仪表能自行恢复，无需操作者干预。

6.9 气候环境试验要求

按照DL/T 500-2017气候环境条件分类代码进行试验。环境试验结束后，对电压监测仪进行目测检查，应无裂纹、涂复层剥落等损伤；文字和标志应清晰；控制机构应灵活；紧固部位应无松动；塑料件应无起泡、开裂、变形，机械构件应无破裂、明显变形；电气部件应无明显位移或脱落。气候环境试验结束后，按有关规定进行性能特性测试，结果应符合6.5、6.6有关规定。温度试验（如高寒地区）有特殊要求时，按照需求进行试验。

6.10 外壳防护等级要求

安装在户内或表箱内的电压监测仪外壳的防护等级应不低于GB/T 4208中IP 51的等级要求。直接安装于户外的电压监测仪外壳防护等级可增强到IP56。

6.11 机械性能要求

电压监测仪应能承受表11所列的试验，试验结束后，对电压监测仪进行目测检查，应无裂纹、涂复层剥落等损伤；文字和标志应清晰；控制机构应灵活；紧固部位应无松动；塑料件应无起泡、开裂、变形，机械构件应无破裂、明显变形；电气部件应无明显位移或脱落。

表 11 机械性能

试验项目	试验条件
振动试验（非包装状态）	试验应在下列条件下，按 GB/T 2423.10 进行： ——仪表在非工作状态，无包装； ——频率范围：10~150Hz； ——交越频率：60Hz； ——f<60Hz，恒定振幅 0.075mm； ——f>60Hz，恒定加速度 9.8m/S^2(1g） ——单点控制； ——每轴扫描周期数：10； 注：10 个扫描周期=75min。 试验后，仪表应无损坏或信息改变，并能正确工作。
冲击试验	试验应在下列条件下，按 GB/T 2423.5 进行： ——仪表在非工作状态，无包装； ——半正弦脉冲； ——峰值加速度：30g_n（294m/s^2）； ——脉冲次数：6 个面，每面三次(共 18 次) ——脉冲持续时间：（11±1）ms。 试验后，仪表应无损坏或信息改变，并能正确工作。
倾斜跌落试验	试验应在下列条件下，按 GB/T 6587 进行： 跌落高度或角度：100mm 或 45° 跌落次数：以底面 4 个边为轴各跌落 1 次(共 4 次) 工作状态：工作状态 试验后，仪表应无损坏或信息改变，并能正确工作。
运输试验	试验应在下列条件下，按 GB/T 6587 进行： 振动频率：5、15、30Hz 加速度：（9.8±2.5）m/s^2 振动时间：每个频点 30 分钟 振动方法：垂直固定 自由跌落：80cm 试验后，仪表应无损坏或信息改变，并能正确工作。

6.12 阻燃性能要求

非金属外壳、端子排的阻燃性能应符合GB/T 5169.11的阻燃要求：

在非金属外壳和端子排（座）及相关连接件的模拟样机上进行试验，在施加灼热丝期间和在其后的30s内，观察样品的试验端子以及端子周围，试验样品应无火焰或不灼热；或样品在施加灼热丝期间产生火焰或灼热，但应在灼热丝移去后30s内熄灭。

7 检验方法

7.1 外观与结构检查

7.1.1 外观检查

电压监测仪处于非工作状态，用目测法进行检查，结果应符合本标准第6.1.1条的要求。

7.1.2 电气间隙和爬电距离检查

用游标卡尺测量电压监测仪裸露的带电部分对地和对其它带电部分之间，以及出线端子螺钉对金属盖板之间的距离，结果应符合6.1.2条的要求。

7.2 准确度试验

7.2.1 电压测量误差试验

通电预热半小时后，按照电压监测仪监测电压额定值对应的测量范围下限、监测电压额定值、监测电压额定值对应的测量范围上限（至少三个试验点）进行测试，在每个测试点等待测试电压稳定后，至少读取两次U_{1min}测量数据，取其算术平均值作为测量结果。电压监测仪功能特性试验及电压测量误差检验采用下列两种方法中的一种，接线图见图1和图2所示。

7.2.1.1 比较法

用比较法检验电压监测仪的连线如图1所示。

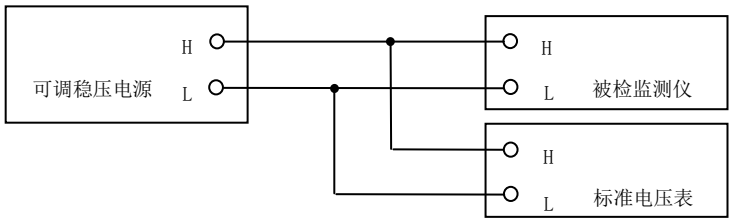


图 1 比较法检验接线示意图

将被检电压监测仪和标准电压表并联到可调稳压电源上。调节可调稳压电源，在三个试验点处，分别读取电压监测仪显示值和标准电压表显示值，计算测量相对误差，应满足本标准第6.2.1条的准确度要求。若标准表的示值为U_N（即实际值），被检表的显示值为U_X，则

绝对误差为：

$$\Delta = U_x - U_N \quad \cdots\cdots\cdots\

交流标准源法检验电压监测仪的接线如图2所示。

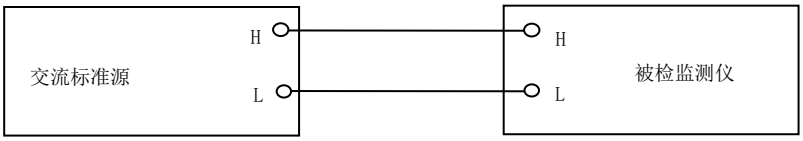


图 2 交流标准源法接线示意图

若交流标准电源的示值为U_N，被检表的显示值为U_X，则

绝对误差为：

$$\Delta = U_x - U_N \quad \cdots\cdots\cdots\

a) 在正常使用条件下，任意设置年、月、日、时、分、秒值，连续运行 3 天，每天与标准计时装置（或 GPS 标准时钟）瞬时值比较一次并记录偏差值，取三次的平均值作为电压监测仪的日计时误差。
b) 用时间频率测量仪器或日计时误差测量仪，在电压监测仪时间信号输出端子上进行测试，每次测量时间为 10s，连续测量 10 次，取 10 次结果的平均值，即得到日计时误差。
c) 检验时可以选取以上两种方法之一，优先选择第 7.2.6 中 b）条款的方法，其误差应满足第 6.2.1 条的要求。

7.3 电源影响试验

7.3.1 电压影响试验

将工作电源频率保持在（50±0.5）Hz范围内 ，工作电源电压分别置于测量范围（表4）上限和下限，进行电压测量误差试验，误差应符合本标准第6.2.1条的规定。

7.3.2 频率影响试验

将工作电源电压保持在额定值，电源频率分别置于52.5Hz和47.5Hz，进行电压测量误差试验，误差应符合本标准第6.2.1条的规定。

7.3.3 谐波影响试验

在正常使用条件下，分别在监测电压的额定值、上限值及下限值叠加入谐波量使电压波形总畸变率为5%时，进行电压测量误差试验，误差应符合本标准第6.2.1条的规定。

7.4 功耗试验

a) 在正常使用条件下，给电压监测仪施加额定电压，不进行通信，显示背光熄灭，在其输入端用伏安法测量其损耗最大值，应满足 6.4 条的规定。
b) 在正常使用条件下，给电压监测仪施加额定电压，进行远程通信，显示背光不熄灭，在其输入端用伏安法测量其损耗最大值，应满足 6.4 条的规定。

7.5 功能试验

7.5.1 监测统计功能试验

电压监测仪通电，查询并记录监测电压额定值、整定电压上（下）限值，调节输出电源电压，自电压监测仪时钟00秒起加量，使其在测量范围内波动。当监测时间大于1分钟后，通过面板调显或通信接口读取第6.5.1条规定的电压监测仪统计数据，改变电源电压，在未满下一个1分钟前，各项统计值不变，满1分钟后各项统计值随之变更。

设置月统计日为自然月的任意一天，变更电压监测仪日期进行试验，如设置月统计日为25日，变更电压监测仪日期为X月27日，自电压监测仪时钟00秒起，保持额定电压通电5分钟，变更电压监测仪日期为（X+1）月20日，查询当月合格时间应为5分钟。

7.5.2 U_{1min} 采样时间试验

a) 设定被测电压监测仪系统标称电压，设置整定电压上（下）限值为系统标称电压的±10%，清除电压监测仪保存的统计数据。
b) 自时钟 00 秒起，在 1 分钟内，给电压监测仪施加额定电压 20 秒，施加 120%额定电压 40 秒，应识别为增加电压超上限时间 1 分钟。

c） 自时钟 00 秒起，在 1 分钟内，给电压监测仪施加额定电压 40 秒，施加 120%额定电压 20 秒，应识别为增加电压合格时间 1 分钟。

d） 自时钟 00 秒起，在 1 分钟内，给电压监测仪施加额定电压 20 秒，施加 80%额定电压 40 秒，应识别为增加电压超下限时间 1 分钟。

e） 自时钟 00 秒起，在 1 分钟内，给电压监测仪施加额定电压 40 秒，施加 80%额定电压 20 秒，应识别为增加电压合格时间 1 分钟。

f） 自时钟 00 秒起，给电压监测仪施加额定电压 40 秒，工作电源电压降至零，1 分钟后恢复至额定电压，查询验证电压监测仪应未统计增加记录刚才的不足 1 分钟的电压，电压监测仪合格时间、超上限时间和超下限时间保持不变。

g） U_{1min} 采样时间试验后，电压监测仪各统计值误差应符合第 6.2.1 条的规定

7.5.3 数据存储功能试验

电压监测仪通电，查询并记录监测的额定电压、整定电压上（下）限值，调节输出电源电压，使其在工作电压范围内波动，变更电压监测仪日期，查询存储的统计数据，检查存储的数据符合第6.5.2条的要求。

7.5.4 参数设置与查询功能试验

电压监测仪通电，分别通过面板操作键、本地通信接口（RS232、以太网口等）设置第6.5.3条规定的参数项，依次查询验证保存的各项参数应与设置值相同。

闭锁电压监测仪或加密措施工作时，应无法再对电压监测仪进行更改参数等操作。

7.5.5 显示功能试验

电压监测仪施加额定工作电压，检查各项显示值符合第6.5.4条的要求。

7.5.6 升级功能试验

通过就地接口和远程两种方式升级电压监测仪程序，检查其功能符合第6.5.5条的要求。

7.5.7 运行异常情况处理功能试验

7.5.7.1 电源失电保护与来电自动上报功能试验

a） 被监测电压信号消失时，监测仪应立即停止统计工作，内部时钟继续运行，原有的统计数据保持不变，并符合第 6.5.6.1 条规定。

b） 监测仪工作电源停电时，后备电源必须立即自动投入运行，且符合 6.5.6.1 条的规定。

7.5.7.2 通讯卡异常处理功能试验

在电压监测仪中使用已停机或损坏了的通讯卡，监测仪除通讯功能外均应能正常运行；在更换通讯卡或续费充值后，监测仪应能自动恢复远程无线通信，且符合6.5.6.2条的规定。

7.6 通信试验

7.6.1 与主站通信试验

由主站随时发出召测指令采集电压监测仪的各种数据和信息（详细数据见第6.6.1条的要求），终端监测仪应准确无误地向主站发送召测的数据和信息。有主动上报功能的监测仪应按任务设置的定时发送周期定时自动发送设定的数据项目。

7.6.2 响应时间

响应时间一般指从主站发送信息(或命令)到电压监测仪最终信息显示或命令执行完毕所需的时间。它是信息采集时间、信息传递时间、发送站处理时间和接收站处理时间的总和。各种类型信息的响应时间要求应符合6.6.2条的要求。

7.6.3 安全防护

按类别搭建标准的安全接入平台环境，并使用已安装加密芯片和未安装加密芯片的电压监测仪分别接入：对于已安装加密芯片的电压监测仪，验证平台系统与电压监测仪之间报文传输是否为密文传输，数据交互是否正常；对于未安装加密芯片的电压监测仪，验证报文传输是否为明文加密码验证，数据交互是否正常。

7.7 绝缘性能试验

7.7.1 绝缘电阻测量

电压监测仪处于非工作状态，使用裸露软铜线将电源输入端、测量端和保护端分别连接，用兆欧表按照表12的部位进行检验，电阻值应满足第6.7.1条的要求。

表 12 绝缘电阻检验部位

检验部位
电压监测仪监测电压端子——机壳接地端或保护端
电压监测仪通信端子——机壳接地端或保护端
电压监测仪监测电压端子——电压监测仪通信端子

7.7.2 介电强度试验

按照电压监测仪不同类型，在不同的部位施加表10中规定的工频交流电压，试验后应满足第6.7.2条的要求。

7.7.3 接触电流测试

按GB 4793.1和GB/T 12113的规定进行试验，其结果应符合本标准第6.7.3条的规定。

7.8 电磁兼容试验

7.8.1 静电放电抗扰度试验

试验设备：静电放电发生器；测量范围：满足6.8.1要求；准确度：±5%。

试验方法：

试验布置如图3所示，实验室的地面应铺设一块厚度至少为0.25mm的铝或铜金属板作为接地参考平面，也可以使用其它金属材料，但厚度至少0.65mm。接地参考平面的最小尺寸为1m^2，接地参考平面的四周至少应超出仪表或耦合板0.5m，并应与接地保护系统相连接。

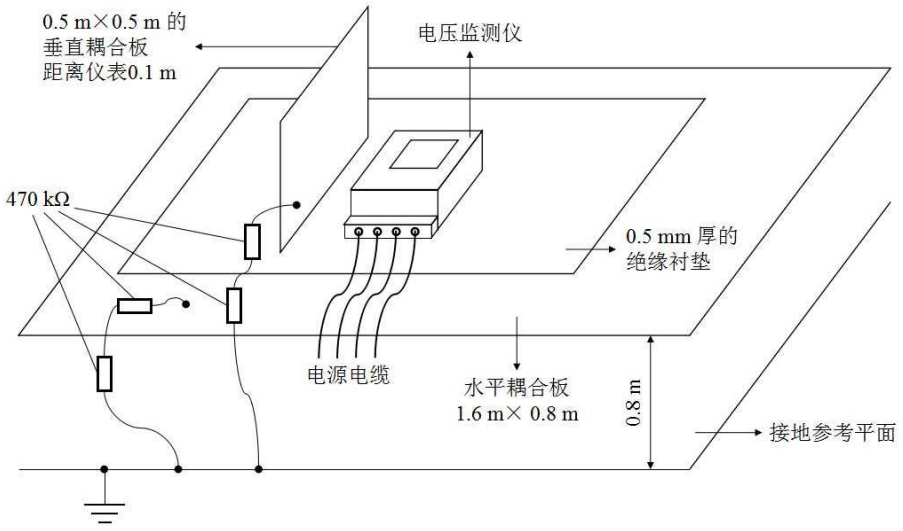


图 3 静电放电抗扰度试验布置

试验台为一个放在接地参考平面上0.8m高的木桌，放在桌面上的水平耦合板面积为1.6m×0.8m，垂直耦合板面积为0.5m×0.5m。耦合板的材料和厚度应与接地参考平面相同，应通过每端带有一个470kΩ电阻的电缆与接地参考平面相连接。水平耦合板边缘与仪表的距离为0.1m，垂直耦合板平行于仪表放置且与其距离为0.1m。

静电放电发生器的放电回路应以低电阻方式连接接地参考平面。

静电放电试验包括直接放电和间接放电两种方式，直接放电包括接触放电和空气放电，间接放电为耦合板放电，直接放电施加于操作人员可能触及的仪表部位，在仪表金属部位采用接触放电，不能进行接触放电的部位采用空气放电。通过耦合板对仪表进行间接放电，放电电极的长轴应处于耦合板的平面，并于其前面的边缘垂直接触，应考虑对仪表的所有面施加耦合放电。

接触放电和耦合放电的试验电压应从2kV、4kV、6kV、8kV逐级增加，空气放电的试验电压应从2kV、4kV、8kV、15kV逐级增加。静电放电试验应以单次放电的方式进行，每个试验点每一极性的放电次数为10次，连续单次放电之间的时间间隔为1秒。

试验后，检查仪表信息和功能，结果应满足6.2、6.5和6.6的要求。

7.8.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

试验设备：全电波暗室或可调半电波暗室；射频电磁场抗扰度测试系统，测量范围、准确度：满足6.8.2的要求；电压监测仪检验装置。

试验方法：

试验前，应该用场探头在校准栅格每一节点上检查所建立的场强强度，发射天线和电缆的位置应与校准时一致，测量结果应与校准时一致，如不一致需重新校准。场强检查应在80MHz~1000MHz范围内对校准栅格上至少两个节点以水平和垂直两种极化方式进行。

试验布局如图4所示，仪表以正常工作位置安装在绝缘支架上，并置于均匀域电磁场中，仪表某表面应与校准的平面相重合，且正对天线轴心。仪表检验装置置于电波暗室外。仪表的进线和出线应使用不加屏蔽的平行导线，暴露于电磁场中的长度为1m，并尽可能沿水平方向和垂直方向进行布线；1m以外的连线应进行去耦处理。

用1kHz正弦波对信号进行80%的幅度调制后，在80MHz~1000MHz频率范围内进行扫描试验。若扫频以步进方式进行，则步进幅度应不超过前一频率的1%，尽可能找到敏感频率点，在每一频率点上，

幅度调制载波的扫描驻留时间应不少于仪表功能性操作和误差测试所需时间；扫频也可以采用线性方式。应对仪表的正面和侧面逐一进行试验，仪表的每一表面应在发射天线处于垂直极化位置和水平极化位置下进行试验。在未调制试验场强10V/m条件下，电压线路和辅助线路通以标称电压。

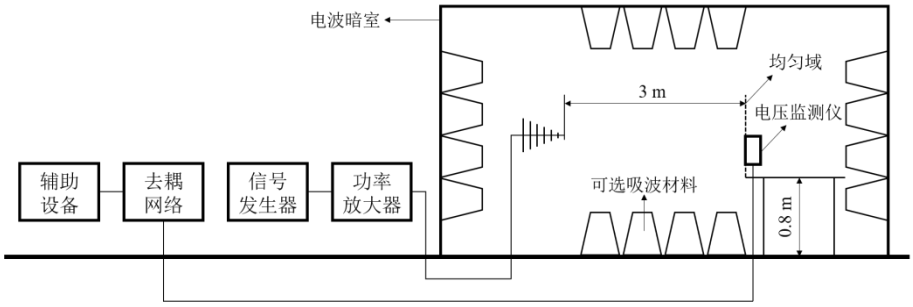


图 4 射频电磁场抗扰度试验布置

试验后，检查仪表信息和功能，结果应满足6.2、6.5和6.6的要求。

7.8.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

试验设备：脉冲群发生器，测量范围、准确度：满足6.8.3要求；电压监测仪检验装置；耦合/去耦网络。

试验方法：

试验布局如图5所示，实验室的地面应铺设一块厚度至少为0.25mm的铝或铜金属板作为接地参考平面，也可以使用其它金属材料，但厚度至少0.65mm。接地参考平面的最小尺寸为1m×1m，接地参考平面的四周至少应超出仪表或耦合板0.1m，并应与保护接地系统相连接。脉冲群发生器和耦合/去耦网络放置在接地参考平面上并与接地保护系统相连。

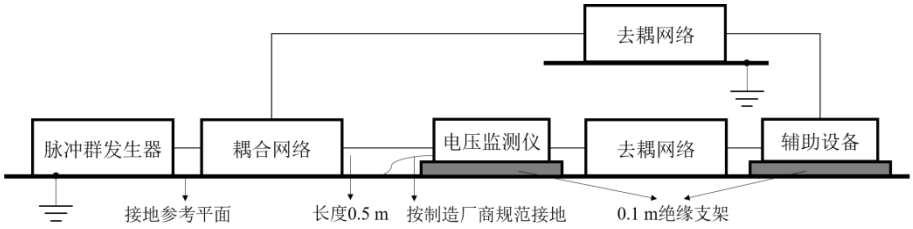


图 5 电快速瞬变脉冲群试验布置

仪表应按6.8.3配置和连接，并置于接地参考平面上0.1m高的绝缘支架上。仪表与试验室四壁和除接地参考平面外的其它金属性结构之间的距离至少0.5m，仪表与耦合网络之间的信号线和电源线的长度应为0.5m。

电压线路的试验设置如图6所示，电压线路通以标称电压，将4kV脉冲群干扰信号耦合到电压线路端子与地之间。标称电压大于40V的辅助线路的试验设置参照电压线路，试验电压为2kV。

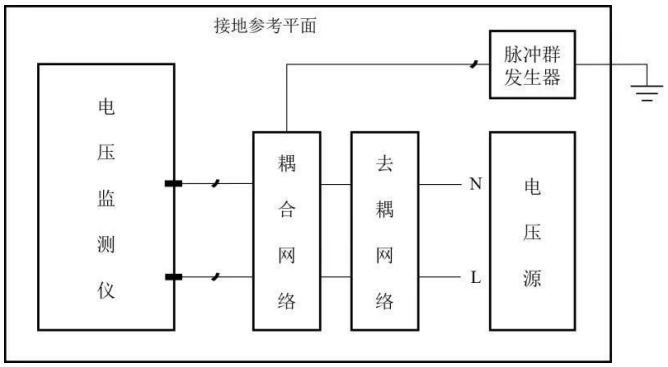


图 6 电快速瞬变脉冲群试验线路图

仪表应在正、负两种极性下进行试验，每一极性的试验时间为60s。试验过程中，测量施加脉冲群干扰时仪表的误差（应采取措施确保误差测量设备不受干扰）。

试验后，检查仪表信息和功能，结果应满足6.2、6.5和6.6的要求。

7.8.4 阻尼振荡波抗扰度试验

试验设备：振荡波发生器，测量范围、准确度：满足6.8.4的要求；耦合/去耦网络；电压监测仪检验装置。

试验方法：

试验布置如图7所示，试验台为一张0.8m高的木桌，桌面上应铺设一块厚度至少为0.25mm的铝或铜金属板作为参考平面，也可使用其它金属材料，但厚度至少0.65mm。接地参考平面最小尺寸为1m×1m，接地参考平面的四周至少应超出仪表0.1m，并应与保护接地系统相连接。振荡波发生器和耦合/去耦网络放置在接地参考平面上并于接地保护系统相连。

仪表应按6.8.4要求配置和连接，并置于接地参考平面上0.5mm的绝缘衬垫上。仪表与实验室四壁和除接地参考平面外的其它金属性结构之间的距离至少0.5m，仪表与耦合网络之间的电缆长度为1m。

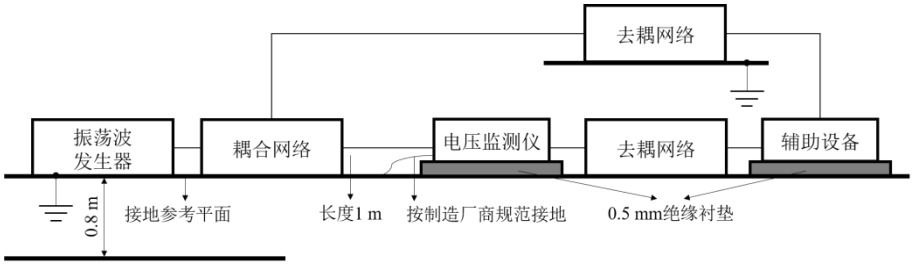


图 7 振荡波抗扰度试验布置

（a）共模试验

电压线路的试验设置如图8所示，电压线路和辅助线路通以标称电压，将2.5kV阻尼振荡波干扰信号通过耦合网络施加到仪表的电压线路端子与地之间。标称电压大于40V的辅助线路的试验设置参照电压线路。

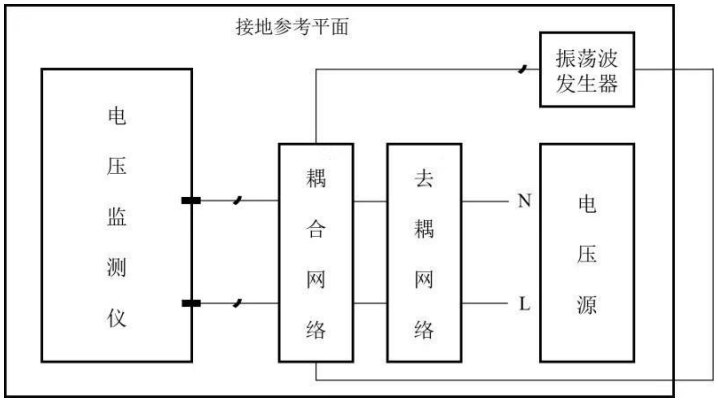


图 8 振荡波抗扰度共模试验线路图

（b）差模试验

电压线路的试验设置如图9所示，电压线路和辅助线路通以标称电压，将1.0kV衰减振荡波干扰信号通过耦合网络施加到电压线路（L-N）之间。标称电压大于40V的辅助线路的试验设置参照电压线路。

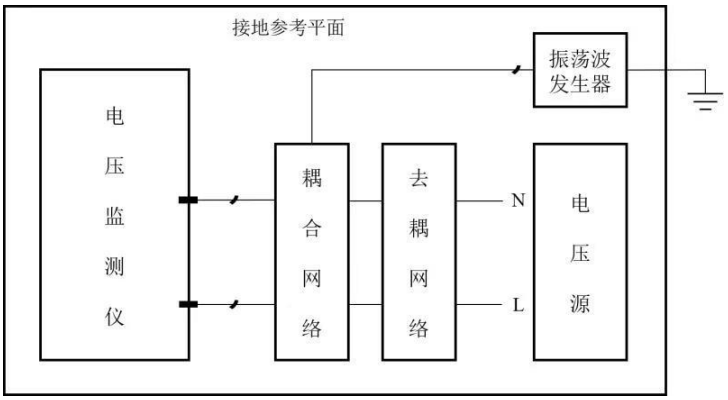


图 9 振荡波抗扰度差模试验线路图

仪表应在正、负两种极性下进行试验，每一极性下试验时间为60s。试验过程中，测量施加衰减振荡波干扰时仪表的误差（应采取措施确保误差测量设备不受干扰）。

试验后，检查仪表信息和功能，结果应满足6.2、6.5和6.6的要求。

7.8.5 浪涌（冲击）抗扰度试验

试验设备：浪涌信号发生器，测量范围、准确度：满足6.8.5要求；耦合/去耦网络。

试验方法：

试验布置如图10所示，浪涌抗扰度试验信号发生器和耦合/去耦网络放置在接地参考平面上并与保护接地系统相连。仪表应按6.8.5要求进行配置和连接，仪表与耦合网络之间信号线和电源线长度为1m。

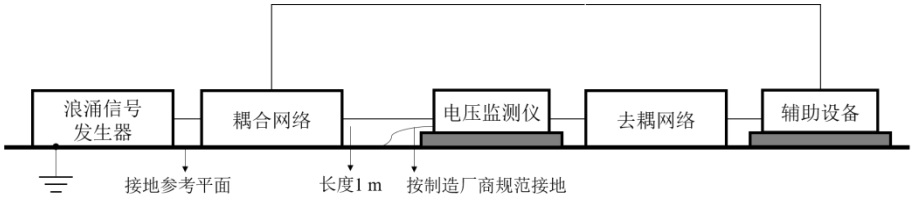


图 10 浪涌（冲击）抗扰度试验布置

电压线路的试验设置如图11所示。电压线路和辅助线路通以标称电压，将浪涌干扰信号耦合到电压线路各端子（L-N）之间。

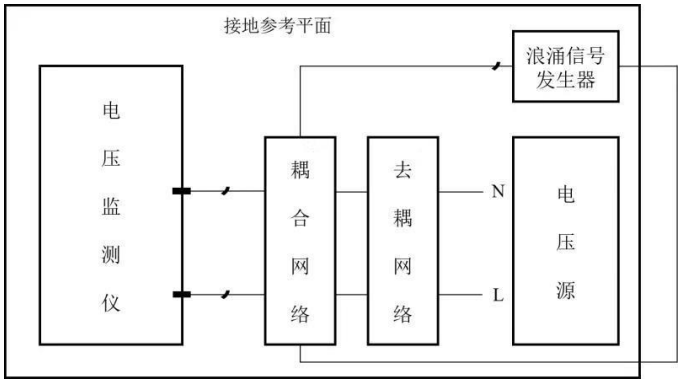


图 11 浪涌（冲击）抗扰度差模试验线路图

采用试验波形：1.2/50μs，电压线路的试验电压应从0.5 kV、1 kV、2 kV、4 kV逐级增加，仪表应在试验电压相对于交流电源零位的60°和240°两种相位条件下、正负两种极性状态下，分别进行试验，每一极性试验次数为5次，重复率为每分钟1次。

试验后，检查仪表信息和功能，结果应满足6.2、6.5和6.6的要求。

7.8.6 工频磁场抗扰度试验

试验设备：电流源（试验发生器）、感应线圈。

试验方法：

试验布置如图12所示，试验磁场由流入感应线圈中的电流产生，采用浸入试验方式，将试验磁场施加到被检电压监测仪上。

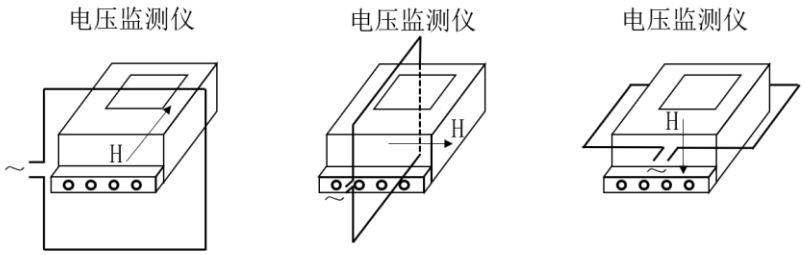


图 12 工频磁场抗扰度试验布置图

感应线圈应由铜、铝或其它导电的非磁性材料制成，其横截面和机械结构应有利于在试验期间使线圈稳定。感应线圈应具有适当的尺寸，以包围住被检电压监测仪（在三个互相垂直的方位上）。在试验前，应对感应线圈进行校准。

电压电路和辅助电源电路施加标称电压，将连续磁场施加在被检电压监测仪的三个垂直平面上，短时磁场（3 s）的磁感应强度应达到1000 A/m。

试验后，检查仪表信息和功能，结果应满足6.2、6.5和6.6的要求。

7.9 气候环境影响试验

7.9.1 温度试验

a) 根据电压监测仪相应的使用条件，在 DL/T500-2017 规定的正常工作条件的上限和下限环境温度，使电压监测仪处于通电状态，保持 16h 后，进行第 7.2.1 条规定的试验。在试验期间及试验后，电压监测仪应能正常工作，误差应符合第 6.2.1 条要求。
b) 在极限条件温度的上限和下限温度，电压监测仪处于通电状态，保持 24h 后，进行第 7.2.1 条规定的试验。在试验期间及试验后，电压监测仪应能正常工作，误差应符合第 6.2.2 条要求。
c) 在极限条件温度的上限和下限温度，电压监测仪处于通电状态，保持 24h 后，进行第 7.5.1 条和第 7.5.5 条规定的试验。
d) 在 DL/T500-2017 规定的贮存条件的上限和下限温度，电压监测仪的电源处于断开状态，至少保持贮存 16h，然后使环境温度恢复至 20℃土 2℃，接通电源，经热平衡后，进行第 7.5.1 条和第 7.5.5 条规定的试验。
e) 上述试验过程结束后，对电压监测仪进行目测检查，应无裂纹、涂复层剥落等损伤；文字和标志应清晰；控制机构应灵活；紧固部位应无松动；塑料件应无起泡、开裂、变形，机械构件应无破裂、明显变形；电气部件应无明显位移或脱落。

7.9.2 恒定湿热试验

a) 在温度 40℃±2℃、相对湿度（93±3）%的条件下，电压监测仪处于通电状态，持续时间 16h，在试验期间及试验后，电压监测仪应能正常工作。试验过程结束后，对电压监测仪进行目测检查，应无裂纹、涂复层剥落等损伤；文字和标志应清晰；控制机构应灵活；紧固部位应无松动；塑料件应无起泡、开裂、变形，机械构件应无破裂、明显变形；电气部件应无明显位移或脱落。
b) 保持湿热状态，电压监测仪处于非工作状态，使用裸露软铜线将电源输入端、测量端和保护端分别连接，用兆欧表按照表 9 的部位进行检验，测试时间不得少于 5s，电阻值应满足第 6.7.1 条要求。

7.10 外壳防护等级试验

按GB/T 4208的规定进行终端外壳防护等级（IP值）试验，符合第6.10条的要求。

7.11 机械性能试验

7.11.1 振动试验

试验设备：振动台，测量范围：满足6.11要求，准确度：频率响应：±0.5dB，台面加速度波形失真度：（10~20）Hz：≤25%，（20~150）Hz：≤10%。

试验方法：

电压监测仪为非工作状态，无包装。

使用刚性夹具将电压监测仪紧固在试验台上，确保电压监测仪所有的接触面与夹具间有良好的刚性接触，试验台产生的振动力能通过夹具如实地传递给电压监测仪，且电压监测仪表壳不应变形。

试验按6.11要求进行，应在仪表三个互相垂直的轴向上分别施加振动，试验过程中，电压监测仪应始终保持与夹具之间的刚性接触。

试验后，电压监测仪应满足6.1和6.2要求。

7.11.2 冲击试验

试验设备：冲击试验台，测量范围：满足6.11要求，准确度：速度变化量：在标称脉冲值的±15%以内，横向运动比≤30%。

试验方法：

电压监测仪为非工作状态，无包装。

使用刚性夹具将电压监测仪紧固在试验台上，确保电压监测仪所有的接触面与夹具间有良好的刚性接触，试验台产生的冲击力能通过夹具如实地传递给电压监测仪，且电压监测仪表壳不应变形。

试验按6.11的要求进行，应对仪表的三个互相垂直轴向的每一个方向连续施加3次冲击，共18次。试验过程中，电压监测仪应始终保持与夹具之间的刚性接触。

试验后，电压监测仪应满足6.1和6.2的要求。

7.11.3 倾斜跌落试验

电压监测仪在工作状态下进行试验，试验按6.11的要求进行。

在水泥面上垫上一张厚度为20mm的胶合板上进行。胶合板应与水泥面保持刚性接触。分别以电压监测仪底面的每一个边为轴，把相对应的一边抬高到规定的数值（高度或角度的选取是以先满足者为准），然后使电压监测仪自由跌落。

如果电压监测仪允许有一个以上的工作位置时，则各位置均应按上述同样的方法进行试验。

试验后，电压监测仪应满足6.1和6.2的要求。

7.11.4 运输试验

电压监测仪采用规定的运输包装，试验按6.11的要求进行。

7.11.4.1 运输振动试验（固定点频、正弦波）

电压监测仪应垂直固定在振动台上，其重心应位于振动台面的中心区域，进行垂直方向上的固定点频试验。

在试验过程中，当发现电压监测仪有异常现象时，立即停止试验，及时检查并分析原因，待故障排除后，重新做此项试验。

7.11.4.2 自由跌落试验

首先使电压监测仪处于正常包装运输状态，以电压监测仪底面向地面做自由跌落（初速度为零），跌落三次，然后将前、后、左、右4个面分别朝下各跌落一次，共计跌落7次。

跌落高度应满足表11选项。

跌落试验时，应使电压监测仪的受试面平行于水泥地面，按自由落体下跌。

7.11.4.3 翻滚试验

电压监测仪按正常运输状态放置，以受试品底面为起始面向任意方向翻转，六面各冲击2次，按表11规定的距离进行连续的翻滚试验。

试验后，电压监测仪应满足6.1和6.2的要求。

7.12 外壳和端子着火试验

在非金属外壳和端子排（座）及相关连接件的模拟样机上按GB/T 5169.11规定的方法进行试验，模拟样机使用的材料应与被试电压监测仪的材料相同。端子排（座）的热丝试验温度为：960℃±15℃，外壳的热丝试验温度为：650℃±10℃，试验时间为30s。在施加灼热丝期间和在其后的30s内，观察样品的试验端子以及端子周围，试验样品应无火焰或不灼热；或样品在施加灼热丝期间产生火焰或灼热，但应在灼热丝移去后30s内熄灭。

8 检验结果的处理

按本标准规定进行检验的电压监测仪，经检验合格的应出具检验报告并粘贴合格标签，检验报告应包括关键检验数据；经检验不合格的，应出具检验结果通知书，并标注“不允许使用”。检验报告和检验结果通知书应至少保存3年，原始记录应至少保存3年。