ICS 29.240.01
F 20

电力设备带电检测仪使用技术导则

DL / T 500 — 2017

代替 DL / T 500 — 2009

on of voltage monitor

Specificati

2018-06-01 实施

国家能源局 发布

目　次

附录 A （规范性附录） 电压监测统计计算方法 25
附录 B （资料性附录） 电压监测仪结构与要求 26
附录 C （规范性附录） RS-232 串口联机检验校正接线规范 28

前　言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则　第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。

本标准是对 DL/T 500—2009 的修订。本次修订的主要内容包括：

——根据近年来电压监测仪的发展情况，对电压监测仪的环境条件、监测内容、工作电源要求、环境适应性、功耗要求、电磁兼容等级等进行了相应修改；

——增加了电压监测仪的型式和器件要求；

——根据近年来电压监测仪的采样窗口、统计方法等作出了详细规定；

——增加了事件检测与告警、远程维护、软件升级、失电上报等功能，对数据存储、参数设置、显示功能等进行了修改；

——提出了有线网络、无线网络通信要求，提出了通信协议要求。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准起草单位：[illegible]

本标准主要起草人：[illegible]

本标准于2009年首次发布，本次为第一次修订。

本标准实施后代替 DL/T 500—2009。

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）。

1 范围

本标准规定了电压监测仪的术语和定义、分类和命名、使用环境条件、工作电源、结构要求、功能要求、性能要求、试验要求、标志、包装、运输及贮存要求等。

本标准适用于50Hz交流电力系统中对供电电压偏差进行监测、统计的电压监测仪。

本标准也适用于具备电压偏差监测和统计功能的电能信息采集终端及其他自动化装置。

2 规范性引用文件

GB/T 191 包装储运图示标志

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 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的安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 6587 电子测量仪器通用规范

GB 6388 运输包装收发货标志

GB 6593 电子测量仪器质量检验规则

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 交流电测量设备 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 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

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 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验

DL/T 478 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL/T 1208 电能质量评估技术导则 供电电压偏差

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电压偏差 deviation of voltage

电压偏差系统正常运行状态下的缓变电压均方根值与系统标称电压的偏差相对于系统标称电压的百分数。

3.2

10 周波电压有效值 voltage effective value of 10 cycle

[redacted]

U_i

[redacted]

3.5

越限电压 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

3.7

整定电压值基本误差 error of voltage limiting

[redacted]

电压合格率 voltage qualification rate

实际运行电压偏差在限值范围内累计运行时间（min）与对应的总运行统计时间（min）的百分比。

3.11

电压超上限率 rate of over voltage

在上限电压标准值以上范围内累计运行时间（min）与对应的总运行统计时间（min）的百分比。

3.12

电压超下限率 rate of low voltage

在低于下限电压标准值以下范围内累计运行时间（min）与对应的总运行统计时间（min）的百分比。

3.13

时钟误差 error of intern

在规定的时间间隔内，以

3.14

前置机 front-end proces

al clock

时间指示偏差表示的增量或减量。

sor

4.1.1.1 按安装方式可分为：

a） 挂装式；

b） 槽装式。

4.1.1.2 按使用环境可分为：

a） 遮敞型；

b） 户外型。

4.1.1.3 按工作电源额定电压可分为：

a） 100V；

b） 220V；

c） 380V；

d） 自适应（100、220、380V）。

4.1.2 型号命名

产品型号命名规则见图1。

4.2 使用环境条件

4.2.1 气候环境条件

电压监测仪正常运行的气候环境条件见表1。

测量误差范围为 100V。从电压互感器二次侧接入。

表3 测 量 范 围

单位：V

测量范围		
下限	上限	
60	130	100
99	286	220
170	396	380

4.4 工作电源

4.4.1 输入电

4.4.2 频率及波形范围

a） 额定频率为 50Hz，允许偏差不超过±5%；

b） 电压总谐波畸变率不超过 5%。

4.4.3 功率消耗

a） 正常运行且不进行通信时的功率消耗应不大于 5VA；

b） 正常运行且通信时的功率消耗应不大于 12VA。

4.5 结构要求

4.5.1 外观

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的机械损伤和涂敷层剥落等现象。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。

4.5.2 外形及安装尺寸

a） 嵌装式电压监测仪宜采用统一的外形尺寸，长、宽、深分别为 230、160、65mm，外形及安装尺寸要求参见附录 B，长、宽、深分别应不超过 280、180、85mm。

b） 柜装式电压监测仪宜采用统一的外形尺寸，分别为 100、80、250mm，外形及安装尺寸要求参见附录 B。

4.5.3 外壳及其防护性能

4.5.3.1 一般要求

a） 电压监测仪外壳的导电部分应在电气上连成一体，并可靠接地；

b） 外壳应满足发热元器件的通风散热要求。

4.5.3.2 机械强度

外壳应有足够的机械强度，外物撞击造成的变形应不影响其正常工作。电压监测仪的机箱

4.5.3.3 阻燃性能

非金属外壳的阻燃性能应符合 GB/T 5169.11 的阻燃要求。

4.5.3.4 外壳防护性能

电压监测仪外壳防护等级应达到 IP56。

4.5.4 器件要求

4.5.4.1 接线端子

4.5.4.4 开关和按键

4.5.4.5 显示屏

a） 电压监测仪应使用宽温型液晶显示模块；

4.5.5 接线端子标志

应有端子与外电路的连接线路图。

4.5.6 LED 灯标识

电压监测仪面板上应具有

a） 上电运行标识；

如下 LED 灯标识：

4.6 功能要求

4.6.1 监测统计功能

电压监测仪监测统计功能要求见表 4。

表 4 监测统计功能要求

自投运以来总运行时间	单位：h	
电压监测仪工作状态信息	前一次复位后连续工作时间、	
电压监测仪监测数据	电压合格率、电压超上限率、电压超下限率	
电压监测仪统计数据	电压合格率统计	电压合格率、电压超上限率、电压超下限率
	时间统计	下限累计时间
	电压平均值统计	电压算术平均值

4.6.2 事件检测与告警功能

记录要求见表 5。

表 5 事件判断方法和记录要求

事件类别	判断方法	事件记录要求
电压上限值		内：并持续 1min

表6 数据存储要求

数据项	存储要求	备注
最近45天	存储间隔为1min	U_{1min}
最近45天		日电压监测统计数据
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

			时、分、秒
			系统标称电压
			整定电压上限值
			整定电压下限值
		监测点参数	日统计结算日
数据主动上送标记	+	+	
U_{1min} 上送周期	+	+	
		事件主动上送标记	+ +
		通信地址码	+ +
			ABC
			小数位
			状态
基本信息		通信规约版本	+
		生产厂家	+

表 7（续）

参数类别	参数项	查询	设置	备注
基本信息	生产日期	+		
	出厂编号	+		
	SIM卡卡号	+		
	权限密码		+	
其他	清除数据		+	
	电压监测仪复位		+	

注：“+”表示应具备该功能。

4.6.5 本地显示与指示功能

[redacted]

前置机端口号	
APN	
电压监测仪运行灯	显示电压监测仪是否上电运行
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
状态指示	显示电压监测仪是否与前置机成功连接；
前置机连接指示灯	显示电压监测仪是否
信号指示	显示信号强弱信息

4.6.6 维护功能

4.6.6.1 时钟与对时功能

a） 电压监测仪应采用具有温度补偿功能的内置硬件时钟电路，日走时误差不超过±1s。

超过±1s。

d） 时钟设置必须有防止非授权人操作的安全措施。

直流电压为 5V、电流不小于 50mA。

4.6.6.2 自检自恢复功能

4.6.6.3 软件升级功能

a） 应支持远程升级和本地升级。

b） 软件升级应保证内部数据安全，确保数据格式兼容。

c） 软件升级失败时应自动恢复至上一版本，并恢复运行。

4.6.6.4 失电保护与上报功能

4.6.7 通信功能

4.6.7.1 安全防护

前置机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。

4.6.7.2 通信方式

通信，实现与远程前置机通信。

b） 应提供 RS 232 或 RS 485 串口通信，实现维护、校验、本地通信等功能。

c） 应具备无线网络自动附着功能，在通信链路出现异常时能自动重新连接网络、恢复链路，每次建立链接时间应不大于 45s。

4.6.7.4 以太网通信

压监测仪可提供 RJ 45 以太网接口，支持跨网关的以太网络通信。

4.6.7.5 串口通信

a） 电压监测仪应具有至少 1 组 RS 232 或 RS 485 串口。

表 9（续）

	测试电压 V		额定绝缘电压 V		绝缘电阻 MΩ	
		正常条件		恶劣条件		
	$U_r \leq 250$					
	$U_r > 250$					

注：与一次设备及外部回路直接连接的接口回路采用 $U_r > 250$V 的要求，但与二次设备及外部回路不直接连接的接口回路采用 $U_r \leq 250$V 的要求。

4.7.2.2 绝缘强度

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 1min 绝缘强度试验。试验时不得出现击穿或闪络等现象。

表 10 试验电压

	额定绝缘电压 V	额定短时工频耐受电压 kV	额定雷电冲击耐受电压 kV
	$U_r \leq 60$	2	4
	$60 < U_r \leq 250$	2	4
	$250 < U_r \leq 630$	2	4
	$630 < U_r \leq 1000$	2	4

注：与一次设备及外部回路直接连接的接口回路采用 $U_r > 250$V 的要求，但与二次设备及外部回路不直接连接的接口回路采用 $U_r \leq 250$V 的要求。

4.7.2.3 接触电流

应符合 GB/T 4207 的有关规定，接触电流不超过 3.5mA（交流有效值）。

4.7.3 机械性能

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、涂料件应无起泡、开裂、散层剥落等现象；文字和标志应清晰；控制机构应灵活；紧固部位应无松动；塑料制造时，“地”是指包住仪表并与所有可触及导电件接触、同实际安装的导电平面连接的导电箔。在端子盒处，应使导电箔尽可能地接近端子和接线孔，距离不大于 2cm。

表 11 机械性能

	频率范围：5Hz～55Hz	
	1.50mm（5Hz≤f≤10Hz）	
	0.75mm（10Hz＜f≤25Hz）	

表 11（续）

试 验 条 件	试 验 项 目
[redacted]	[redacted]
	自由跌落：80cm

4.7.4 电磁兼容要求

[redacted]

表 12 电 磁 兼 容 要 求

级	类 别	规 范 要 求	试 验 等
	静电放电抗扰度	GB/T 17626.2	4
	电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3	3

[redacted]

5.1 一般规定

5.1.1 正常试验条件

[redacted]

表 13 试验时环境条件及其偏差允许值

影 响 量	标准值允许偏差	备 注
环境温度	20℃±15℃	温度试验除外
[redacted]	[redacted]	[redacted]
79.5kPa～106kPa		大气压

阳光照射	避免直射
工作电源电压	电压影响试验除外
频率影响试验除外	工作电源频率	50Hz(1±2.5%)
谐波影响试验除外	波形总畸变率	≤5%

标准电压表及标准电源装置 5.1.2.1

a） 标准电压表测量准确度不超过±0.1%；

b） 标准电源输出电压准确度不超过±0.05%。

为时钟的标准。 标准计时装置的标准时钟的频标误差不超过 0.1s/天，也可采用 GPS 的标准时钟作

5.2.1 温度试验

5.2.1.1 根据电压监测仪相应的使用条件，在表 1 规定的正常工作条件的上限和下限环境温度，使电压

常工作，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 4.7.1.2 的规定。

5.2.1.3 在极限条件温度的上限和下限，电压监测仪处于通电状态，保持 24h 后，进行 5.3.1 和 5.3.4 规定的试验。

要求。

5.3 电源影响试验

5.3.1 电压影响试验

[redacted]

符合 4.7.1.1 的规定。

5.3.4 功耗试验

5.3.4.1 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，显示熄灭，在其输入端用仪安法测量其损耗最大值，应满足 4.4.3 中 a）的规定。

5.3.4.2 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，在其输入端用仪安法测量其损耗最大值，应满足 4.4.3 中 b）的规定。

5.4 外观和结构试验

5.4.1 外观检查

5.4.2 外壳防护等级试验

5.4.3 电气间隙和电痕检查

4.4 电气间隙和爬电距离

		V	
5	5.6	2	
8	8	3	

间隙。

L—A 表示带电部分和裸露导电部件之间的最小

5.4.4 外壳和端子着火试验

[illegible]

5.5 功能试验

5.5.1 监测统计功能试验

[illegible]

5.5.2 数据存储功能试验

[illegible]

5.5.3 参数设置与查询功能试验

[illegible]

5.5.4 显示功能试验

[illegible]

5.5.5 软件升级功能试验

[illegible]

5.5.6 通信功能试验

[illegible]

5.6 准确度试验

5.6.1 采样时间试验

[illegible]

min 内，给电压监测仪施加额定电压 40s，施加 120%额定电压 20s，应识 5.6.1.3 自时钟 00 秒起，在 1

6.1.4 自时钟 00 秒起，在 1min 内，给电压监测仪施加额定电压 20s，施加 80%额定电压 40s，应识 5.

别为增加电压合格时间 1min。

in。

变。

5.6.1.7 本样的间试验后，电压监测仪各统计值误差应满足 4.7 里的要求。

5.6.2 基本测量误差试验

监测电压额定值对应的测量范围上限（至少 3 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/mm 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的方法有比较法和交流标准源法。

5.6.2.2 比较法。用比较法检验电压监测仪的接线如图 2 所示。

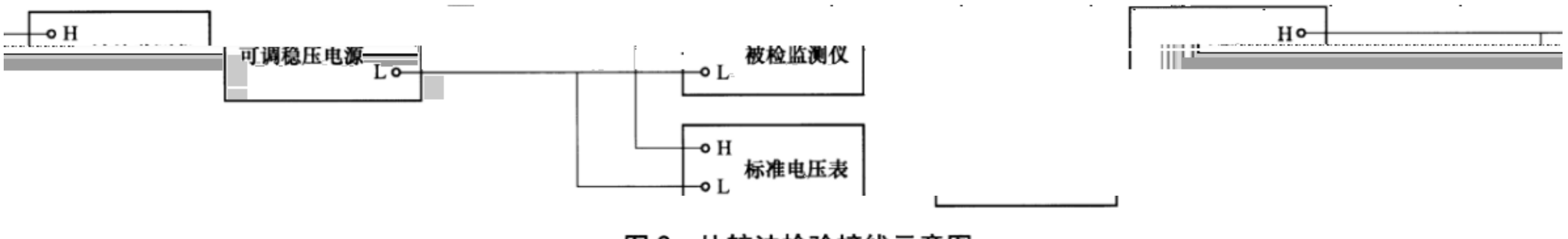


图 2 比较法检验接线示意图

将被检电压监测仪和标准电压表并联到可调稳压电源，调节可调稳压电源，在 3 个试验点处，分别

表的示值为 U_N（即实际值），被检电压监测仪的显示值为 U_X，则：

绝对误差为：

$$\Delta = U_X - U_N \tag{4}$$

相对误差为：

$$\frac{U_X - U_N}{U_N} \times 100\% \tag{5}$$

式中：

U_X——电压监测仪监测电压测量显示值；

流标准源法检验电压监测仪的接线如图 3 所示。 5.6.2.3 交流标准源法。交



图 3 交流标准源法接线示意图

若交流标准电源的示值为 U_N，被检电压监测仪的显示值为 U_X，则：

绝对误差为：

$$\Delta = U_X - U_N \tag{6}$$

相对误差为：

$$\gamma = \frac{U_X - U_N}{U_N} \times 100\% \tag{7}$$

[illegible]

测量相对误差，应满足 4.7.1.1 的准确度要求。

5.6.3 [illegible]

[illegible]

[illegible]

5.6.4 [illegible]

[illegible]

[illegible]

[

5.7.2 绝缘强度试验

的要求。

5.7.3 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 4.7.3 的规定。

5.8 机械性能试验

5.8.1 振动试验

在无包装非工作状态下，电压监测仪应能经受 3 个轴向上的振动试验，循环 2 次，并符合表 11 的有关要求。试验方法参照 GB/T 6587 的有关规定进行。试验结束后，对受试电压监测仪的检查应符合 4.7.3 的规定。

5.8.2 冲击试验

在无包装非工作状态下，电压监测仪应能经受半正弦波脉冲冲击，并符合表 11 的有关要求。试验方法参照 GB/T 6587 的有关规定进行。试验结束后，对受试电压监测仪的检查应符合 4.7.3 的规定。

5.8.3 倾斜跌落试验

5.8.4 运输试验

电压监测仪采用规定的运输包装，试验装置无表明点。当符合表 11 的有关要求。试验方法参照 GB/T 6587 的有关规定进行。试验结束后，对受试电压监测仪的检查应符合 4.7.3 的规定。

5.9 电磁兼容试验

5.9.1 静电放电抗扰度试验

按照 GB/T 17626.2 的规定，试验按表 16 的要求和下述条件进行：工作条件下，在电压监测仪外壳、和人员可能触及的部位上施加接触放电，在邻近设备施加空气放电，试验后电压监测仪不应出现损坏或信息的改变，并能满足 4.7.1.1 规定的准确度要求。

表 16 静电放电抗扰度试验的要求

试验电压	接触放电	空气放电
严酷等级	4 级	4 级
试验电压	15 kV	8 kV
放电次数	10	10

5.9.2 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：

——电压和辅助线路加参比电压；

——频率范围为 80MHz～1000MHz；

——严酷等级为 3 级；

——试验场强为 10V/m。

5.9.3 [illegible]

[illegible]

[illegible]

[

5.9.5 浪涌（冲击）抗扰度试验

电压监测仪处于正常工作状态，按照 GB/T 17626.5 的规定，并在下述条件下，对电压监测仪的电源回路和电压回路施加脉冲：

——严酷等级：4；

——试验波形：1.2/50μs；

——试验电压：4kV；

——试验次数：正负极性各施加 5 次。

试验后对电压监测仪进行准确度试验，应满足 4.7.1.1 的要求。

[illegible]

[illegible]

[illegible]

表17 试验项目和顺序

验收试验	周期检验	序号	试验项目	技术要求条款	试验方法条款	型式试验	出厂试验
4.3	5.3.1	3	电压影响试验				
4.4.2	5.3.3	4	频率影响试验				
4.4.2	5.3.2	5	谐波影响试验				
4.4.3	5.3.4	6	功耗试验				
4.2.1	5.3.1	7	预热试验				
4.2.4	5.3.5	8	多功能检查试验				
4.5.7	5.4.3	9	电气时际和光电指示检查				
4.7.1	5.6.3	18	基准电压基本误差试验				
4.7.1	5.6.4	19	综合测量误差试验				
4.7.1	5.6.5	20	时钟准确度试验				
4.7.2.1	5.7.1	21	绝缘电阻测量				
4.7.2.2	5.7.2	22	绝缘强度试验				
4.7.2.3	5.7.3	23	接触电流测试				
4.7.3	5.8.1	24	振动试验				
4.7.3	5.8.2	25	冲击试验				
		33	工频磁场抗扰度试验	4.7.4	5.9.6	+	

注：“+”表示要进行该项试验。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

电压监测仪应具有下列标志：

a） 名称及型号；

b） 监测电压额定值；

c） 准确度等级；

d） 生产厂商名称及注册商标；

e） 出厂编号；

f） 出厂年月；

7.1.2 包装标志

7.1.3 储运图示和收发货标志

7.2 包装

7.2.1 包装前检查

7.2.2 包装的要求

7.3 运输

附　录　A
（规范性附录）
电压监测统计计算方法

A.1　U_{1s}的计算方法

U_{1s}为该秒内连续测量的U_i的均方根值，计算公式如下：

$$U_{1s}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}U_i^2}{N}} \qquad (A.1)$$

式中：

U_{1s}——1s 电压有效值；

U_i——10 周波电压有效值；

N——1s 内 U_i个数，N取 5。

A.2　U_{1min}的计算方法

U_{1min}为该分钟内的U_{1s}的均方根值，计算公式如下：

$$U_{1min}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}U_{1si}^2}{N}} \qquad (A.2)$$

式中：

U_{1min}——1min 电压有效值；

U_{1si}——1s 电压有效值；

N——1min 内 U_{1s}个数，N取 60。

A.3　电压合格率的计算方法

日、月电压合格率计算公式如下：

$$\text{电压合格率}\ (\%)=\left(1-\frac{\text{超上限累计时间}+\text{超下限累计时间}}{\text{总运行统计时间}}\right)\times 100\% \qquad (A.3)$$

A.4　电压超上限率的计算方法

日、月电压超上限率计算公式如下：

$$\text{电压超上限率}\ (\%)=\frac{\text{超上限累计时间}}{\text{总运行统计时间}}\times 100\% \qquad (A.4)$$

A.5　电压超下限率的计算方法

附 录 B

（资料性附录）

电压监测仪结构尺寸要求

B.1 挂装式电压监测仪安装尺寸要求

挂装式电压监测仪的后视（安装）尺寸如图 B.1 所示。

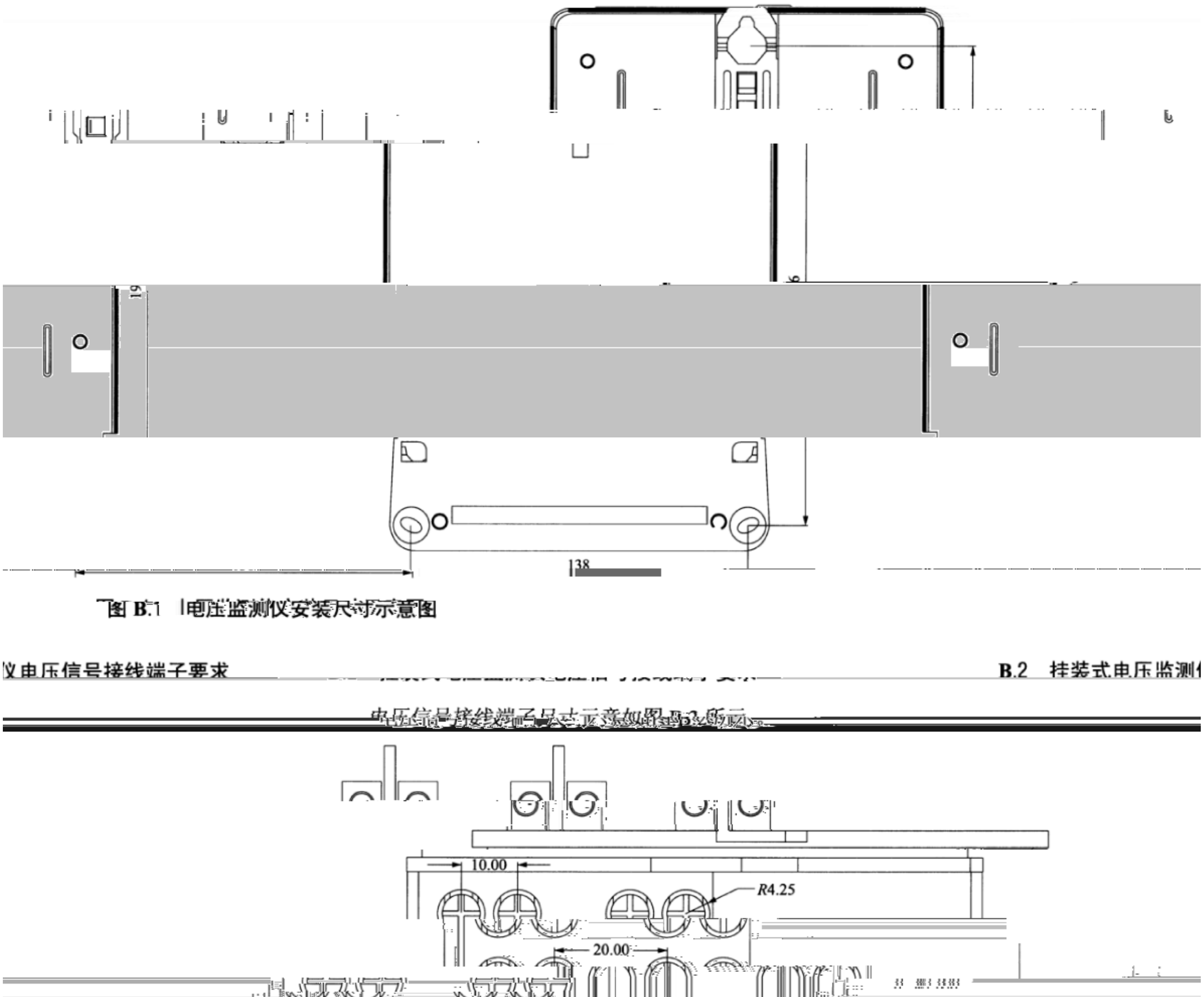
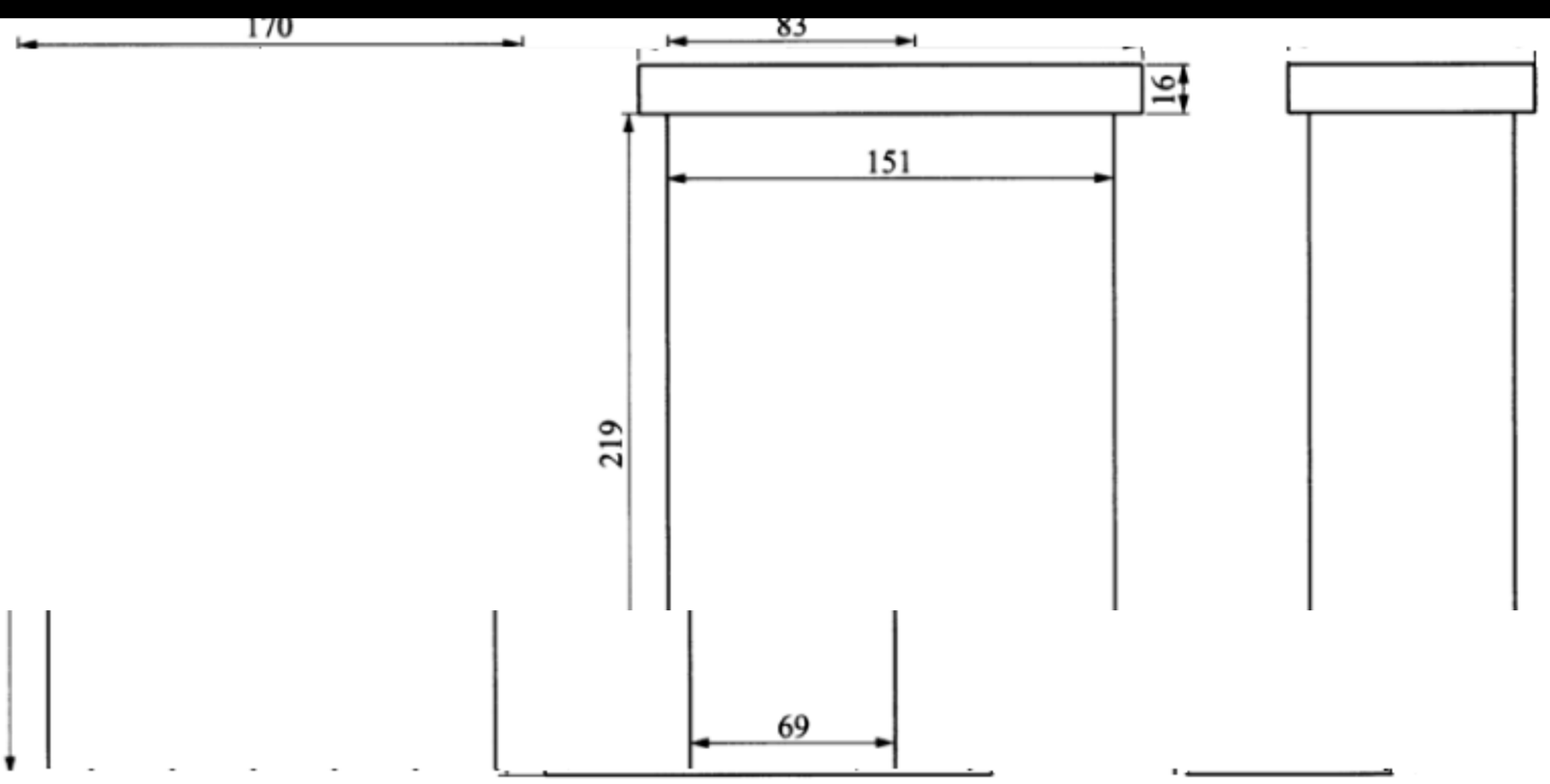


图 B.1 电压监测仪安装尺寸示意图

B.2 挂装式电压监测仪电压信号接线端子要求

电压信号接线端子尺寸示意如图 B.2 所示。

图 B.2 接线端子尺寸示意图



图B.3 外形尺寸示意图

附 录 C

（规范性附录）

RS 232 串口联机检验接口接线规范

RS-232 串口联机接口使用 DB9 接口（公头），各端子的排列如图 C.1 所示。各端子输出规定见表 C.1。

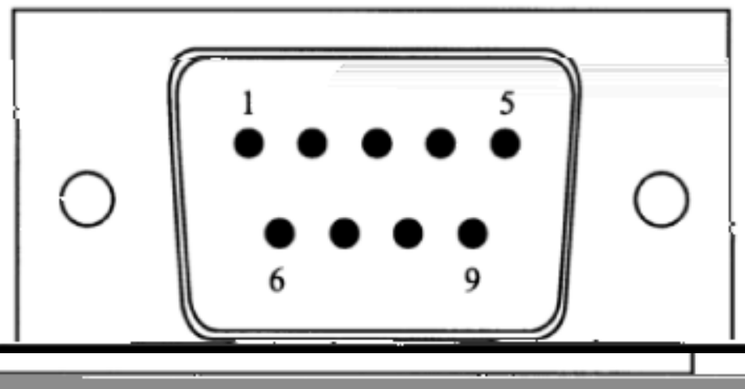


图 C.1 联机接口（DB9 公头）端子

表 C.1 DB9 端子输出规定

编号	功能	说明	电平范围	输入/输出
1	空			
2	RS 232 RXD			输入
3	RS 232 TXD			输出
4	报警指示	报警时为 0V	报警时为 5V	输出
5	GND			
6	GND			
7	空			
8	空			
9	空			