

ICS 29.240.01

F20

备案号: 04002-2017

DL/T 500 — 2017

代替 DL/T 500 — 2005

Specification of voltage monitor

国家能源局 发布

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) 电压监测仪结构尺寸要求.....	26
附录 C (规范性附录) 电压监测仪检验规程.....	27

1 范围

本标准规定了电压监测仪的基本术语定义、分类和命名、使用环境条件、工作电源、性能和试验要求、试验要求、环境、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。
本标准不适用于其他自动化装置。

2 规范性引用文件

- GB 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 检索的逐批检验抽样方案
- 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 4208 外壳防护等级 (IP 代码)

- GB 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 6587 电子测量仪器通用规范
- GB 6593 电子测量仪器检验规则
- 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 17626.3 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 17626.4 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

电力系统某节点电压实际值与系统标称电压的偏差相对值

3.2

10 国波电压有效值 *voltage effective value of 10 cycle wave*

U_1

10 国波电压有效值

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。

3.6

启动电压 *the exact voltage when exceeding limit*

U_q

启动电压

3.7

整定电压值基本误差 *error of voltage limiting*

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 t_{min} 与对应的总运行累计时间 t_{min} 的百分比

3.11

电压超上限率

rate of over voltage

实际运行电压偏差在电压标准值以上范围内累计运行时间 t (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

(min)的百分比。

3.13

时钟误差 error of internal clock

在规定的时间内，以

3.14

前置机 front-end processor

internal clock

时间指示偏差表示的增量或减量。

4.1.1.1 按安装方式可分为：

a) 壁挂式。

b) 槽装式。

4.1.1.2 按使用环境可分为：

a) 遮蔽型；

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) 230V；

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。

测量电压额定值为100V，从甲电压互感器二次侧接入。

表3 测量范围

单位：V

测量范围	
0	130
2	236
30	436
100	100
220	220
380	380

4.4 工作电源

4.4.1 接入条件

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

d) 正常运行且不进行通信时的功率消耗应不大于5VA；

e) 正常运行且通信时的功率消耗应不大于12VA。

结构要求

4.5

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指示

灯，以便于巡视观察。

4.5.2 外形及安装尺寸

电压监测仪外形尺寸应符合图1所示的要求。外形尺寸如图1所示，外形及安装

尺寸要求参见附录B。其长、宽、深分别应不超过280mm、180mm、85mm。

电压监测仪外形尺寸应符合图1所示的要求。外形尺寸如图1所示，外形及安装

4.5.3 外壳及其防护性能

4.5.3.1 绝缘要求

4.5.3.1.1 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

非金属外壳的阻燃性能应符合 GB/T 5169.11 的阻燃要求。

电压监测仪外壳的防尘性能应符合 GB/T 4201 的要求。其防尘等级应符合 GB/T 4201 的要求。

外壳防护等级应提高到 IP56。

4.5.4 器件要求

4.5.4.1 接线端子

电压监测仪的接线端子应采用压接式端子，端子表面应镀锡，端子与导线连接处应涂防锈漆。

端子与导线连接处应涂防锈漆，端子表面应镀锡，端子与导线连接处应涂防锈漆。

a) 端子与导线连接处应涂防锈漆，端子表面应镀锡，端子与导线连接处应涂防锈漆。

b) 端子与导线的接触电阻应符合 GB/T 5069 的要求。

4.5.4.4 开关和按键

电压监测仪开关、按键等应灵活可靠，无卡死或接触不良现象，各部件应紧固无松动。

4.5.4.5 显示屏

a) 电压监测仪应使用耐高温液晶显示模块。

b) 液晶显示模块在最高环境温度下应能正常工作 1000h。

4.5.5 接线端子标志

电压监测仪接线端子应有清晰且不易擦除的标志，标志应能说明端子名称及用途。

应有端子与外电路的连接线路图。

5.6 LED 灯标识

4.1

电压监测仪面板上应具有如下 LED 灯标识：

- a) 上电运行标识；
- b) 网络连接成功标识。

c) 前置板连接成功标识。

电压监测仪应能连续运行 10 年以上，且应能连续运行 10 年以上，且应能连续运行 10 年以上。

表6 数据存储要求

数据项	存储要求	备注
最近48天	存储间隔为1min	
最近48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
系统额定电压		+
整定电压上限值		+
整定电压下限值		+
监测点参数	日统计结果	
	数据主动上送标记	+
	U_{min} 上送周期	+
	事件主动上送标记	
	通信地址	
通信规约版本		+
生产厂家		+

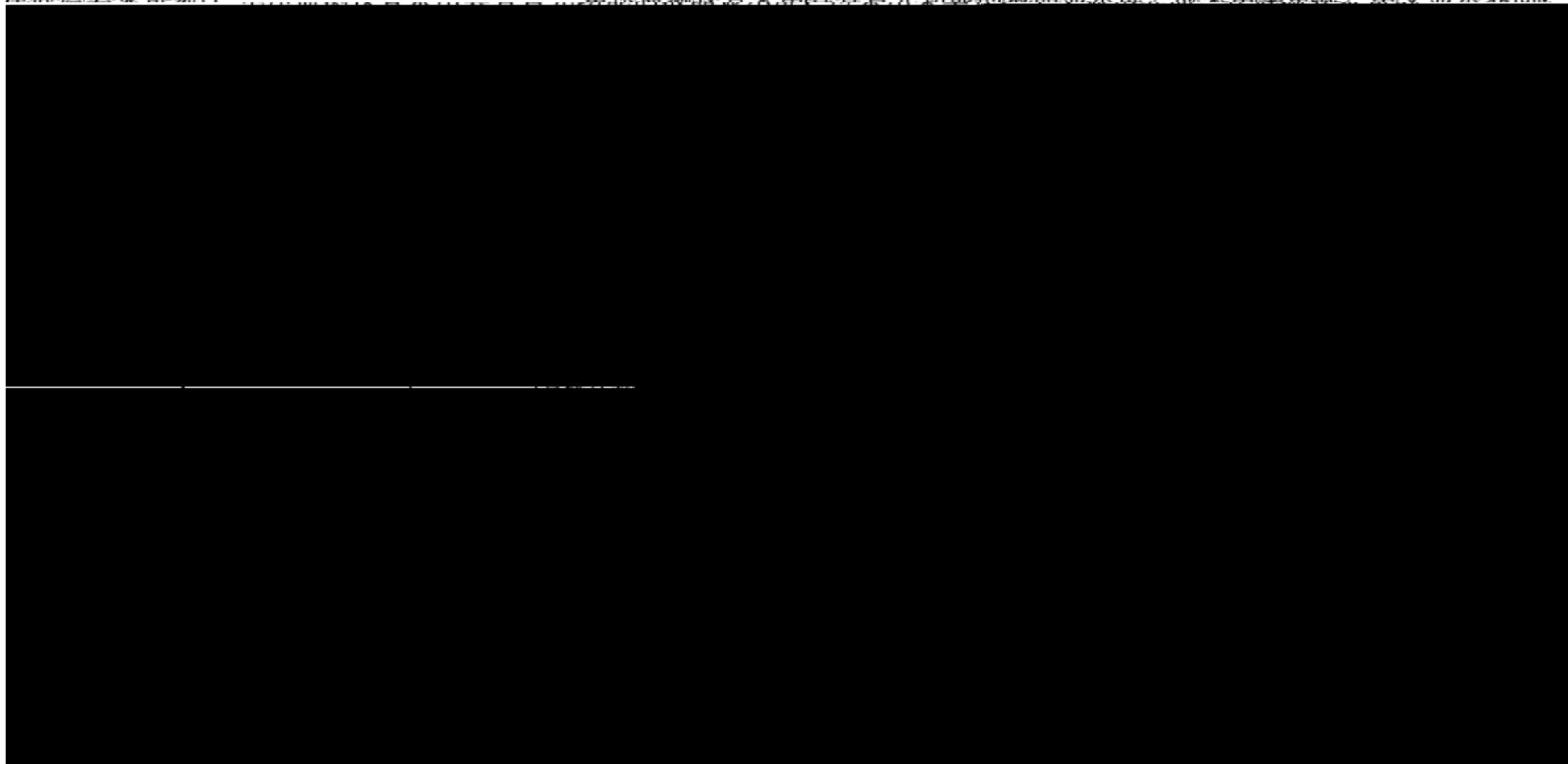
表7 (续)

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		+	
	出厂日期		+	
其他	权限密码			+
	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

电压监测仪应采用非易失性的内部存储器，应能通过本地显示界面显示电压监测仪运行状态、电压监测仪运行时间、电压监测仪运行信号强弱信息等。



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
与运营商网络或有线网络成功连接	网络连接指示灯
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
信号强弱信息	信号指示

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。

±5s, 有线通信对时误差不超过±1s。

b) 应具备和前置机对时的功能, 无线通信对时误差不超过

±5s, 有线通信对时误差不超过±1s。在外部电源停电后应能继续对时, 断电后可保持上次对时

a) 时钟设置应必须有防止误操作的安全措施。

直流电压为 5V、电流不小于 50mA。

4.6.6.2 自检自恢复功能

b) 一旦失去工作电源, 上电后应自动恢复运行。

4.6.3 软件升级功能

4.6

- 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。

d) 软件升级完成后应能自动转入正常工作运行。

4.6.6.4 失电保护与上报功能

电压监测仪应能立即向前置机上报停电事件, 失电期间保持原有数据不丢失。在工作电源失去时, 电压

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

a) 电压监测仪应支持与前置机通信, 可采用有线或无线通信, 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。

4.6.7.3 无线通信

a) 电压监测仪应采用运行稳定可靠的工业级无线通信模块, 且应具备 SIM 卡仓位。

b) 无线通信模块应支持表壳内, 可根据现场需求配置不同型号表壳。

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
建立连接时间应不大于 45s。

以太网通信

4.6.7.4 以太网通信

电压监测仪可提供 RJ 45 以太网接口, 支持跨网关的以太网通信。

a) 电压

以太网接口通信速率为 10/100/1000Mbps (自适应), 遵循 IEEE 802.3¹⁾、10Base-T、100Base-TX 标准。

b) 以太网

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 11 (续)

试验条件	试验项目
风速: 0.5~7.5m/s	
自由跌落: 60cm	

4.7.4 电磁兼容要求

在正常工作条件下，由电磁兼容标准所要求，要求的相应等级的干扰，应要求消除后不影响中压监测仪的正常工作。

表 12 电磁兼容要求

级	类别	规范要求	试验等级
	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

5.1 一般规定

5.1.1 正常试验条件

本标准规定的试验条件，除另有规定外，均应符合表 13 规定的条件。

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
大气压	79.5kPa~106kPa	

	阳光照射	避免直射	
频率影响试验除外	工作电源电压	测量范围 (见表 3)	电压影响试验除外
谐波影响试验除外		工作电源频率	50Hz \pm (\pm 2.5%)
		波形总畸变率	\leq 5%

5.1.2 检验标准仪器或装置的要求

5.1.2.1 标准电压表及标准电源装置

- a) 标准电压表测量准确度不超过 \pm 0.1%;
- b) 标准电源输出电压准确度不超过 \pm 0.05%。

5.1.2.2 标准计时装置要求

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 的标准时钟作为时钟的标准。

5.2 气候环境影响试验

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,使电压监测仪处于通电状态,保持 24h 后,进行 5.6 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 4.7.1.1 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。

5.2.2 恒湿试验

要求。

5.3 电源影响试验

5.3.1 电压影响试验

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，在其输入端用伏安法测量其功耗最大值，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，不进行通信，在其输入端用伏安法测量其功耗最大值，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 电气间隙和爬电距离

4.3 电气间隙和爬电距离

表 14 电气间隙和爬电距离

电压等级 (V)	基本绝缘		加强绝缘	
	爬电距离 (mm)	电气间隙 (mm)	爬电距离 (mm)	电气间隙 (mm)
72~110	2	3	3	3.6
110~220	3	3	3	3

带电部分之间的最小间隙；
带电部分和裸露导电部件之间的最小间隙。

—L 表示带电部分

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

相对误差为:

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

测量相对误差, 应满足 4.7.1.1 的准确度要求。

5.6.3 整定电压基本误差试验

将电压监测仪置于整定电压上(下)限附近, 电压监测仪在(下)限附近缓慢变化, 电压监测仪应能正确显示(下)限电压值, 电压监测仪在(下)限附近缓慢变化, 电压监测仪应能正确显示(下)限电压值。

5.6.4 电压合格率(或时间)的综合测量误差试验

在整定电压允许范围内波动, 超限指示不显示, 在监测时间满 10min (出厂试验、验收试验和周期试验, 可取 2min, 下同)后, 电压监测仪应能正确显示电压合格率, 电压监测仪在(下)限附近缓慢变化, 电压监测仪应能正确显示(下)限电压值。

5.6.4.2 电压合格率(或时间)的综合测量误差试验

电压监测仪进入下一个 10min 的监测统计, 时间满 10min 后, 电压监测仪应能正确显示电压合格率, 电压监测仪在(下)限附近缓慢变化, 电压监测仪应能正确显示(下)限电压值。

5.6.4.3 电压合格率(或时间)的综合测量误差试验

在正常使用条件下, 电压监测仪在(下)限附近缓慢变化, 电压监测仪应能正确显示(下)限电压值, 电压监测仪在(下)限附近缓慢变化, 电压监测仪应能正确显示(下)限电压值。

5.7 绝缘性能试验

5.7.1 绝缘电阻测量

电压监测仪处于非工作状态, 使用裸露软铜线将监测电压端子、通信端子和机壳接地或保护端分

表 15 绝缘电阻试验接线

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

5.7.2 绝缘强度试验

5.7.3 接触电流测试

按 GB 4001.1 和 GB/T 12113 的规定进行测试，其结果应符合 4.7.2.3 的规定。

5.8 机械性能试验

5.8.1 振动试验

电压监测仪应能经受 3 个轴向上的振动试验，每轴 2 次，应符合表 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

电压监测仪应能承受正弦波冲击，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

电压监测仪应采用相应的运输试验，应符合表 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

电压监测仪外壳按照 GB/T 17626.3 的规定，试验按表 15 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可信的改变，并能满足 4.7.1.1 规定的准确度要求。

表 15 静电放电抗扰度试验的要求

放电等级	试验电压	放电次数
4 级	15 kV	10
4 级	8 kV	10

条件下进行：按照 GB/T 17626.3 的规定，并在下述条

- 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 在快速瞬变脉冲群电压试验

5.9.3.1 在 80MHz~1000MHz 频率范围内，按照 4.7.1.1 的规定进行；

a) 电压和辅助线路加参比电压，在电源回路阻抗为 100Ω 时，

- 1) 电压峰值：4kV；
- 2) 严酷等级：4 级；
- 3) 重复频率：100kHz。

重复频率：100kHz；

试验时间：60s。

4)

5.9.3.2 在电源回路阻抗为 100Ω 时，

1) 电压峰值：4kV；

2) 严酷等级：4 级；

3) 重复频率：100kHz；

4) 试验时间：60s。

c) 在参比电压超过 40V 的辅助线路之间施加：

1) 电压峰值：2kV；

2) 严酷等级：4 级；

3) 重复频率：100kHz；

4) 试验时间：在 10min 内等间隔地作用 3 次，每次作用 1s。

数据传输线，应进行由快速瞬变脉冲群

4.7.1.1 规定，使用电容耦合来将试验电压以

5.9.3.2 进行。

线上的试验电压：2kV；

5.9.3.2 对于与通信接口连接的，长度超过 1m 的脉冲传输线。

抗扰度试验。电压监测仪处于正常工作状态，按照 GB/T 17626

4.7.1.1 规定的耦合方式耦合至输入/输出脉冲和数据通信线路。在下述条件下

——严酷等级：4 级

——耦合在脉冲/数据传输线

——试验时间：60s。

在脉冲群的作用下，电压监测仪及到系统设备不应出现复位、掉电、报警、工作异常等现象。试验后，应

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。

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：1.2/50 μ s；
- 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。

5.9.6 工频磁场抗扰度试验

电压监测仪处于正常工作状态，按照 GB/T 17626.8 的规定，并在下述条件下进行：

- 严酷等级：5；
- 试验频率：50Hz；
- 试验方式：侵入法。

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。

6.1 检验分类

包括型式试验、出厂试验、验收试验、周期检验。

6.2 型式试验

下列情况之一应随机抽取 3 台样品按本标准所规定的全部或不要求进行试验：

- a) 新产品设计定型鉴定及批量试生产定型鉴定；

6.4 验收试验

6.5 周期检验

在电压监测仪 MTBF 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 3 年。

6.6 项目和顺序

6.0 项目和顺序

表17 试验项目和顺序

试验项目	技术要求条款	试验方法条款	型式试验	出厂试验	验收试验
4.4.2	5.3.3	+	+		
4.4.3	5.3.4	+	+		
4.7.1	5.6.5	+	+	+	+
19	4.7.1	5.6.4	+	+	+
20	4.7.1	5.6.5	+	+	+
绝缘电阻测量	4.7.2.1	5.7.1	+	+	+
绝缘强度试验	4.7.2.2	5.7.2	+	+	
接触电流测试	4.7.2.3	5.7.3	+	+	
振动试验	4.7.3	5.8.1	+		
冲击试验	4.7.3	5.8.2	+		
33	4.7.4	5.9.6	+		

注：“+”表示要进行该项试验。

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

- a) 生产厂商名称、地址、电话、网址；
- b) 产品名称、型号；
- c) 设备数量；
- d) 包装箱外形尺寸 (mm)；
- e) 净重或毛重 (kg)；

- i) 发站 (港) 及发货单位。

7.1.3 储运图示和发货标志

根据 GB 6388 的有关规定，电压监测仪包装储运图示和发货标志应根据被包装产品的特点，按 GB/T 191 规定正确选用。

7.2 包装

7.2.1 包装前检查

电压监测仪包装前应检查下列内容：

- a) 技术资料、出厂试验报告、产品合格证、附件、备品备件及装箱清单应齐全；
- b) 外观应整洁、无损伤。

7.2.2 包装的要求

7.3 运输

在运输和装卸中必须严格遵守包装箱上的标志规定，允许采用各种方式运输。

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} 为每秒连续测量的 10 个有效值，其计算公式如下：

$$U_{1s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} U_i^2}{N}} \quad (A.1)$$

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 10。

A.2 U_{1min} 的计算方法

U_{1min} 为每分钟电压有效值的平均值，其计算公式如下：

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

- 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

A.3.1 电压合格率计算方法

日、月电压合格率计算公式如下：

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

A.3.2 电压超上限率的计算方法

A.3.2 电压超下限率的计算方法

日、月电压超上限率计算公式如下：

日、月电压超下限率计算公式如下：

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

计算方法

A.5 电压超下限率的计算方法

附录 B

(资料性附录)

电压监测仪安装尺寸示意图

B.1 挂装式电压监测仪安装尺寸示意图

尺寸如图 B.1 所示。

挂装式电压监测仪的后视(安装)

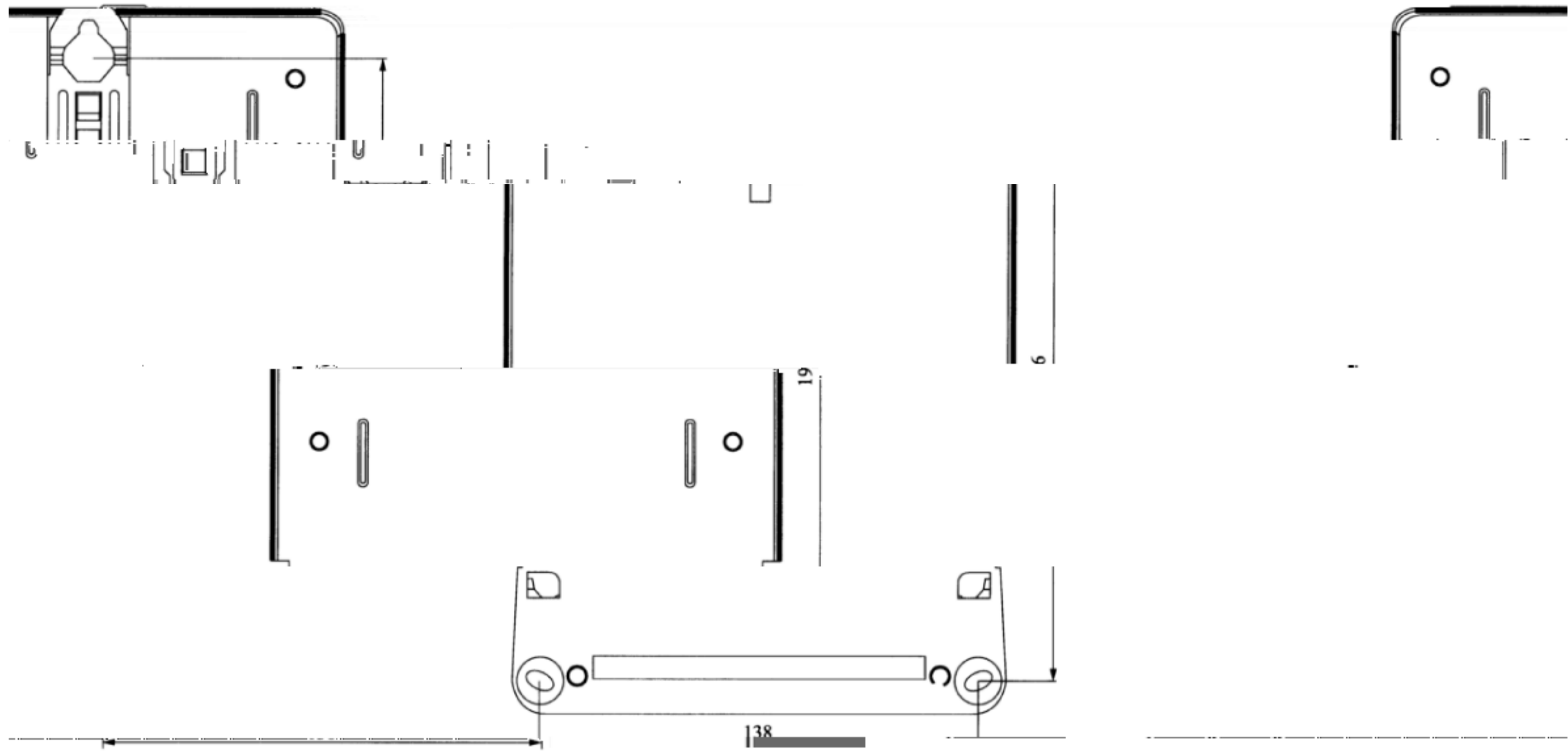


图 B.1 电压监测仪安装尺寸示意图

电压信号接线端子要求

B.2 挂装式电压监测仪

电压信号接线端子尺寸示意图如图 B.2 所示。

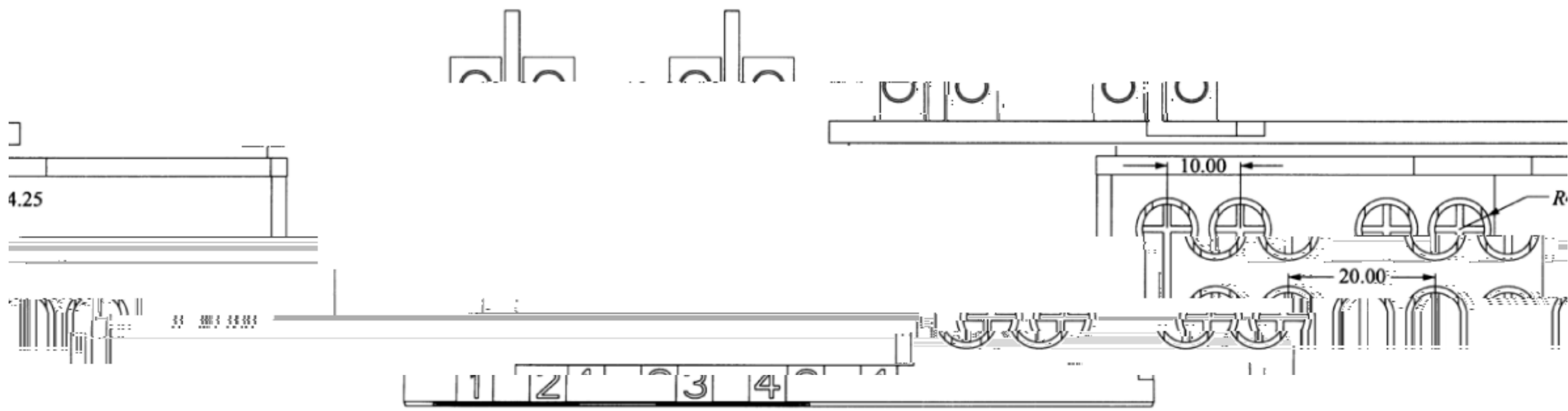
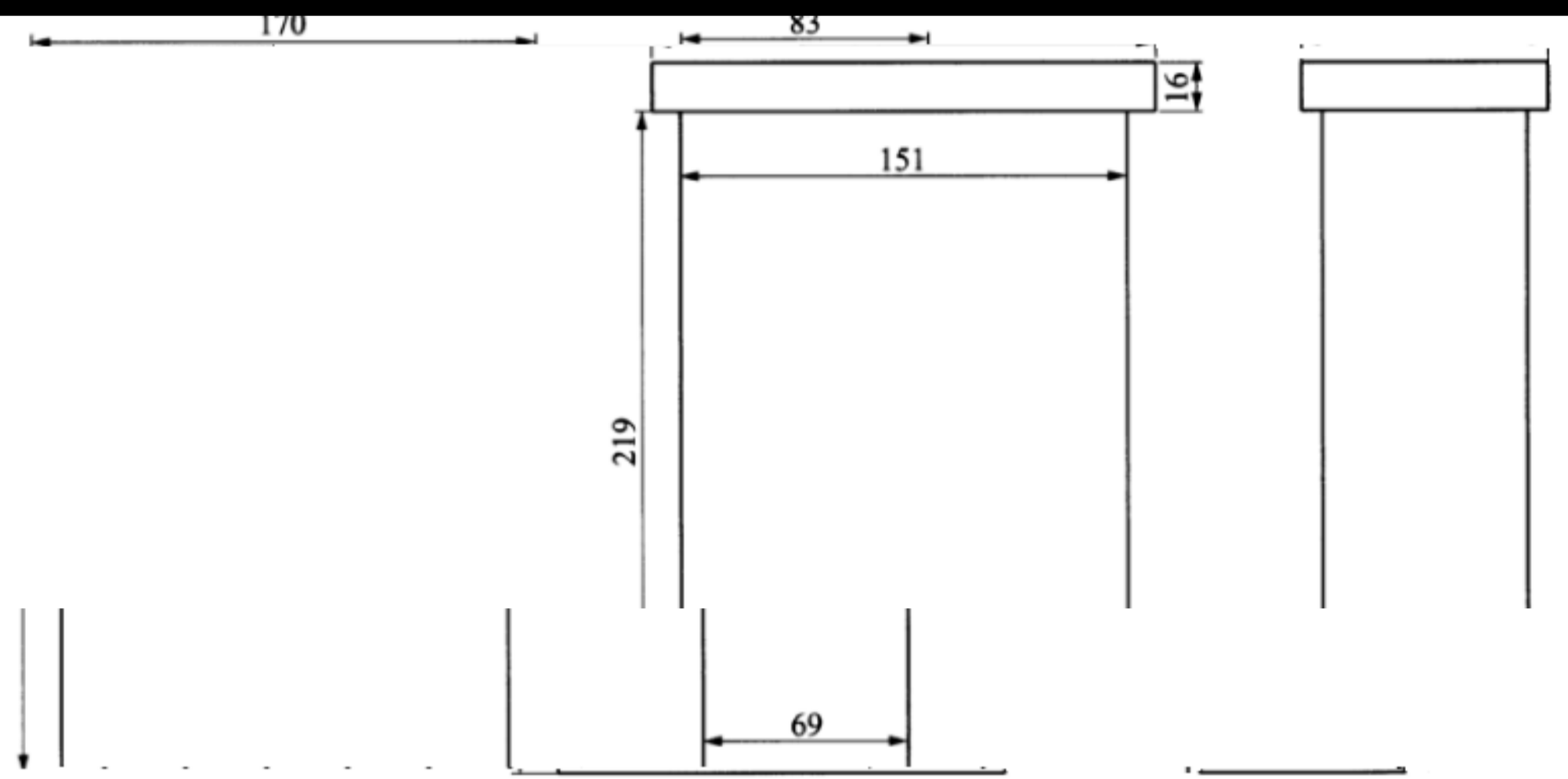


图 B.2 接线端子尺寸示意图



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

C.1.

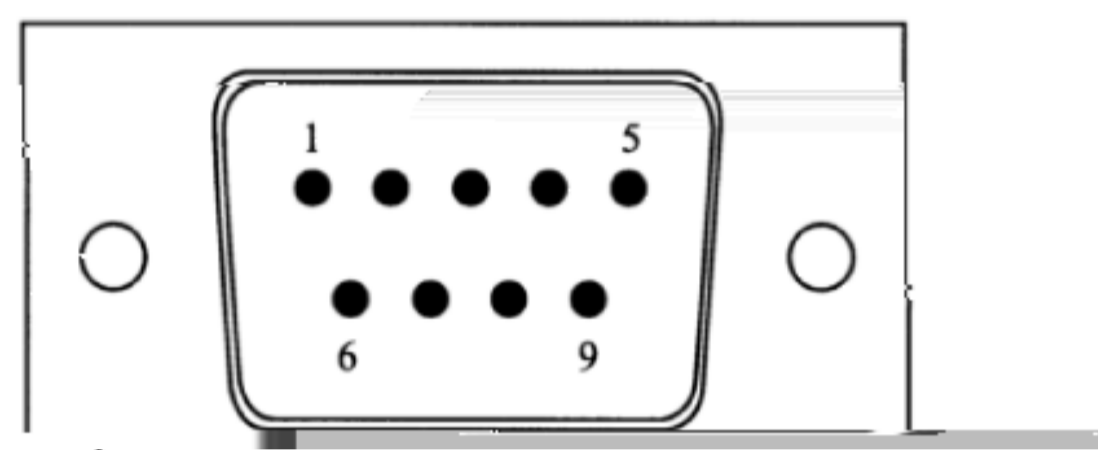


图 C.1 联机接口 (DB9-公头) 端子

表 C.1 DB9 端子输出规定

端子号	功能	说明	电压范围	电源
1	空			
2	RS232 RXD	接收		
3	RS232 TXD	发送		
5	GND	地		
6	GND	地		
8	空			
9	空			