

火星电气
Mars electric

HX-GKJ 新型工控机小电流接地故障选线

河北火星电气设备制造有限公司

目 录

1. 概述.....2
2. 适用范围.....2
3. 产品型号说明.....2
4. 技术特点.....3
5. 技术参数.....4
6. 选线原理.....4
7. 硬件配置.....5
8. 注意事项.....8
9. HX-GKJ 选线装置开孔尺寸及背板图.....10

1. 概述

小电流接地系统是指中性点不接地以及经消弧线圈接地或高阻接地方式的电力系统，国内大部分 66kV 及以下电网都采用这种接地方式。它的主要缺点是在发生单相接地故障时无法迅速确认问题出在哪一条线路上。由于这种故障引起的相电压升高对系统的绝缘性能构成很大威胁，必须迅速查出故障线路并加以排除。

80 年代后期，国内学者提出了群体比幅比相选线技术，并研制出了国内第一台选线装置。第一代选线产品在 90 年代前期曾在国内得到过广泛地推广应用。但是，由于早期选线理论和技术上的局限，第一代产品的灵敏度和准确率都不高，根据抽样统计，至 90 年代后期有 85%以上的在线产品都相继退出了运行。

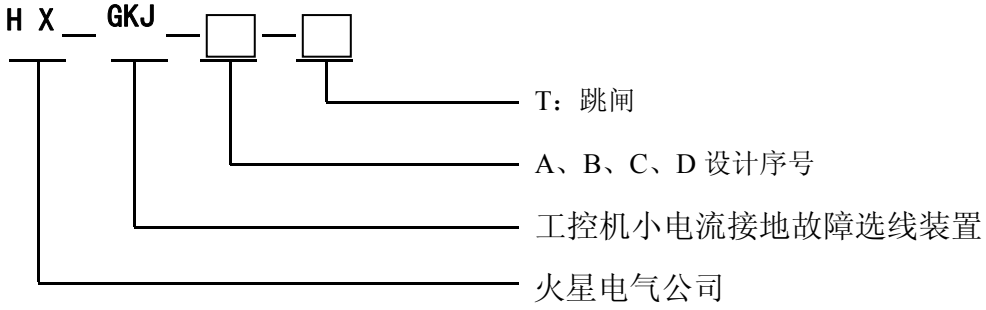
近几年来，随着新的选线技术的发展，及以工控机为硬件架构的采用，出现了新一代选线装置。由于这种装置应用了多种选线技术，硬件结构稳定可靠，使选线技术有了质的飞跃，发展势头很猛。

“HX-GKJ 新型工控机小电流接地故障选线装置”是我公司技术人员在总结了各种小电流接地选线方案成功经验和失败教训的基础上，应用当代计算机测控技术的新理念和新方法，最终突破了“选线准确率偏低”这一长期困扰人们的难题，使选线结果真正具有了实用价值，选线准确率达到 98%以上。

2. 适用范围

本装置适用于 3KV－66KV 各种电压等级，各种出线方式的中性点不接地或中性点经电阻、消弧线圈接地、母线上装有消弧装置（消弧柜）系统的单相接地选线，可广泛用于电力系统的变电站、发电厂、水电站及化工、采油、冶金、煤炭、铁路等大型厂矿企业的供电系统，能够迅速可靠地指示出发生单相接地故障的线路。

3. 产品型号说明



A 代表出线路数与母线路数之和为 16；B 代表出线路数与母线路数之和为 32；
C 代表出线路数与母线路数之和为 48；D 代表出线路数与母线路数之和为 62。

表 3-1 HX-GKJ 系列工控机小电流接地故障选线装置产品定货类别：

规格	可选线路	母线段数	订货周期（天）	功能	备注
HX-GKJ/A	14	2	按客户要求	选线、报警	异常报警
HX-GKJ/B	28	4	按客户要求	选线、报警	异常报警
HX-GKJ/C	42	6	按客户要求	选线、报警	异常报警
HX-GKJ/D	56	6	按客户要求	选线、报警	异常报警
HX-GKJ/B-T	28	4	按客户要求	选线、报警、跳闸	双机箱
HX-GKJ/D-T	56	6	按客户要求	选线、报警、跳闸	双机箱

4. 技术特点

1.HX-GKJ 系列选线装置实时采集系统故障信号，应用多种选线方法进行综合选线，具体包括：智能群体比幅比相法、谐波比幅比相法、小波法、首半波法、有功分量法、能量法等。装置通过粗糙集理论确定各种选线方法的有效域，根据故障信号特征自动对每一种选线方法得出的故障选线结果进行可信度量化评估，应用证据理论将多种选线方法融合到一起，最大限度地保证各种选线方法之间实现优势互补。为了避免故障信号受到干扰而导致误选，装置采用了连续选线方法，每隔一定时间(1 秒)重新采集数据进行分析，只要故障没有消失，装置的选线计算就不停止。

2.装置具有故障录波功能，可以提供故障前后的波形，包括故障发生前的一个周期和故障发生后五个周期的波形，可保存现场故障录波数据和选线结果 20 万次。装置自动检测，将存满一年的数据自动删除；用户也可以随时删除历史纪录。

3.装置具有控制输出功能，可与断路器跳闸回路相连，实现选线后的故障切除，也可与自动重合闸结合。

4.适用于中性点不接地、经固定消弧线圈接地、经自动调谐式消弧线圈接地和经高阻接地等接地方式；适用于母线加装消弧装置的系统；适用于不同电压等级(66kV、35kV、10kV、6kV、3kV)的系统。

5.用户在定货时可依据系统电容电流大小，选择内置电流互感器的一次抽头，保证系统电容电流较小时，装置无死区，电容电流较大时，无饱和。

6.装置能准确识别直接接地、经电阻接地、经弧光接地、间歇性弧光接地等复杂的故障类型，在现场工作人员的配合下可以解决不同线路两点同相接地故障问题。

7.选线装置具有自检功能，死机自动恢复功能，并能监视各线路出去口处一次接地电容电流和各段母线零序电压。

8.选线装置具有与远动装置的接口功能，可以提供遥信无源节点、标准 RS232、485、422 串口接口。装置采用标准 CDT 规约。

9.装置根据各段母线的零序电压变化自动判断系统运行方式，即各段母线并列运行或是分段运行。

10.对于各种原因导致的意外断电，装置无须值班人员启动，当再次通电时，装置自动启动，给无人值守变电站带来很大的方便。

11.HX-GKJ 系统装置配备看门狗电路，确保工控机连续稳定运行。

12.系统采用 Windows2000 操作系统，具有良好的人机对话功能，易于操作人员掌握使用，运行稳定。软硬件的扩展功能能力强，适于二次开发。

5. 技术参数

1. 装置电源额定工作电压：交流 220V、50Hz 或直流 220V；
2. 装置功耗：＜60W；
3. 接入装置的母线 PT 二次零序电压：≤交流 150V；
4. 接入装置的线路 CT 最大二次零序电流：交流 1A（基本配置）—5A 可调；
5. 接入装置的出线 CT 最小二次零序电流：交流 2mA；
6. 装置动作启动电压：交流 1—100V 可调（默认设置交流 15V）；
7. 母线段数：1～6 段；
8. 选线回路：1～56 路；
9. 装置完成一次综合判据选线时间：30-80ms；
10. 开关量输出常开触点容量：直流 220V，2.5A；
11. 同 RTU 和综自站通信方式：硬节点或串接 RS232、485、422，通信规约采用标准 CDT 规约；
12. 环境温度：－10℃～+55℃；
13. 湿度：≤90％；
14. 大气压力：80～110Kpa；
15. 标准：满足 DL/T872-2004；

6. 选线原理

该装置在选线原理上突破了传统选线装置采用单一判据或几种判据机械罗列的缺陷，采用了综合判据选线理论与方法，采用测度理论和证据理论，引入可信度及加权系数两个指标，对每一种选线方法在不同运行方式和故障下选线结果的可信度做量化评估，根据可信度确定一个加权系数，构造一个判据函数，应用模糊决策理论，确定选线结果。本装置综合应用了以下选线方法：

1)．基波群体比幅比相法

对小电流接地系统，当系统发生单相接地时，故障线路零序电流等于所有非故障线路零序电流之和，故障线路零序电流方向与非故障线路零序电流方向相反（相位相差 180°）。本装置根据上述原理形成了基波群体比幅比相判据，考虑到不能安装零序电流互感器的架空线路的零序电流由三相 CT 合成，CT 变比不同及 CT 的测量误差导致依靠零序电流幅值判断接地线路可靠性很低，因此本装置以相位做主要判据。

2)．五次谐波法

对于中性点经消弧线圈接地系统，由于消弧线圈不能对谐波进行补偿，系统中五次谐波含量最大，因此可以采用系统中五次谐波分量比幅比相进行选线。

3)．首半波法

根据发生故障的最初半个周波内，故障线路零序电流与正常线路零序电流极性相反的特点，比较首半波的零序电流极性进行故障选线。

4)．小波法

小电流接地选线判据可分为暂态判据和稳态判据，暂态判据是利用系统接地瞬时的暂态数据进行选线，稳态判据则是利用系统接地过渡过程完成后的稳态数据进行选线，系统接地时暂态信号的幅值比稳态信号大，信噪比高，本装置采用了暂态判据，进行接地故障选线。

5)．电流抽样法

对于自动调谐的消弧线圈，由于自动调谐消弧线圈自动跟踪系统电容，正常情况下消弧线圈处于过补偿状态，发生接地后自动调谐到全补偿状态，减小接地电流，电流抽样法利用调谐前后的零序电流变化进行选线，首先将调谐前后的零序电流折算到一个电压，然后比较各条线路的零序电流变化量，变化量最大的就是故障线路。

6)．零序有功分量法

对于中性点经消弧线圈接地系统，消弧线圈不能补偿零序电流有功分量，因此故障线路零序电流有功分量与正常线路零序电流有功分差相位相反，并且故障线路零序电流有功分量幅值最大，通过计算能量函数 E=∑U0(K)I0(K)的值来体现有功分量的大小和方向。

7. 硬件配置

6.1．一体化工控机

a ）HX-GKJ 新型工控机小电流接地故障选线装置采用国际知名厂家的一体化工控机为硬件架构，工艺精良，性能优异，稳定性高。机身为标准 4U 机箱。如图（6-1）。前板配有 6.4 英寸 TFTLCD 大屏幕显示、功能按键、可推拉式标准键盘和鼠标。



图（6-1）HX-GKJ 小电流接地选线装置

b ）主板设计为 P4 级 PICMG 全长 CPU 卡，主频 1G，提供板载 256MDDR266 内存，可扩展至 1GB。同时还提供两个 USB 端口，一个 RS-232/485/422 端口。

6.2．嵌入式低工耗工业主板

采用高度集成及无风扇设计，性能卓越，稳定可靠，可广泛应用在环境比较恶劣的工业现场。

①．工业级 CPU 卡 intel852GM+ICH4 芯片组，板载 ULVCeleron-M800MHz 超低功耗处理器。

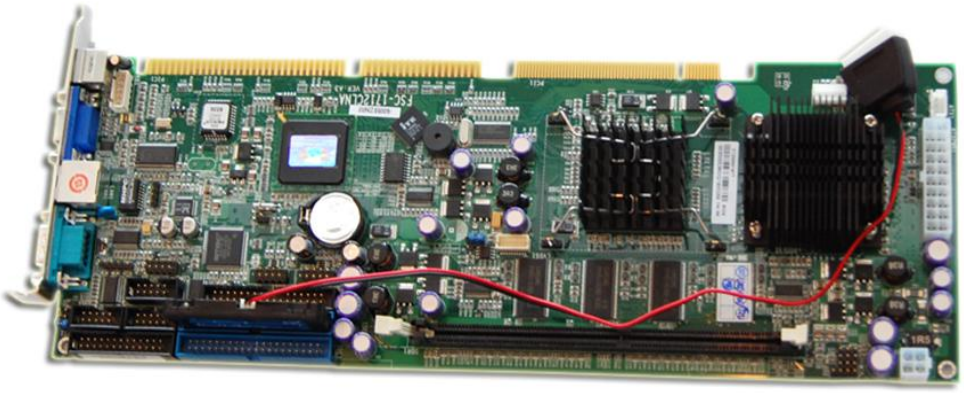
②．intel852GM+ICH4 芯片组集成显卡支持 36bitLVDS 功能.

③．板载 256MDDR200/266MHz 系统内存。

④．CompactFlash 固态电子硬盘。

⑤．LAN10/100M 以太网控制器，一个 RJ45 接口。

⑥．4 串 1 并 2USB 等多接口。



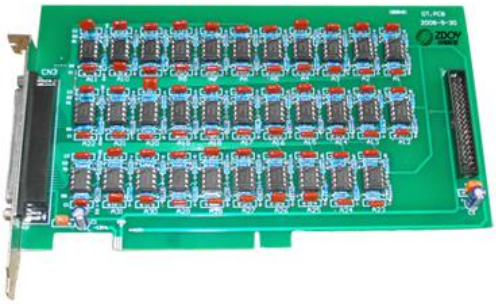
图（6-2）嵌入式低工耗工业主板

6.3.CT/PT 滤波板

小电流接地系统的母线零序电压信号和各条线路的零序电流信号经过现场的PT 和CT 变换后输入高精度 CT/PT 滤波板，如图（6-3，6-4）经低通滤波器滤波后变换为平滑的电压信号送至 A/D 卡。



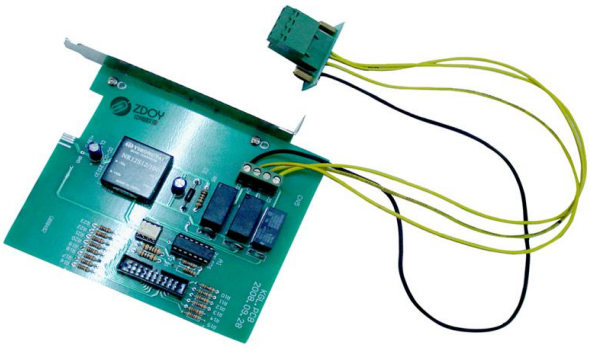
图（6-3）CT/PT 板



图（6-4）滤波板

6.4.开关量板

开关量板提供接地故障、电源掉电、装置异常、三个硬接点信号。每路输出有 1000V_{DC} 的高电压隔离，集电极开路电压达到 40V_{DC}，输出通道带有 D 型锁存器，有感性负载二极管保护回路，可以适用于现场的多种应用。通道信号以继电器常开接点形式输出。如图(6 -5)



图（6-5）开关量板

6.5.数据采集卡

本装置采用 PCI8606 数据采集卡，采样数据通过 PCI 总线存入寄存器，输入最大电压为正负 5V，分辨率 12 位。32 路单端输入。



图（6-5）PCI8606 型数据采集卡

6.6.看门狗技术

HX-GKJ 系统装配备看门狗电路，确保工控机连续稳定运行。

6.7.操作系统

系统采用 Windows2000 操作系统，具有良好的人机对话功能，易于操作人员掌握使用，运行稳定。软硬件的扩展功能能力强，适于二次开发。

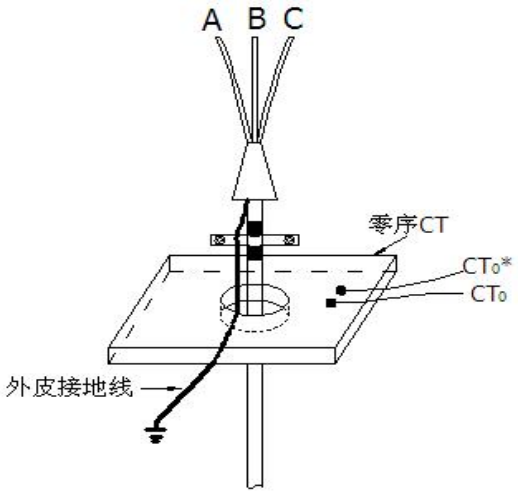
8. 注意事项

● 掌握现场资料，由用户提供变电站名称，二次回路接线，所有出线名称，零序 CT 变比，以备现场软件设置之用。

● 二次回路接线时必须保证零序电流互感器的极性严格一致。对于有两段母线以上的系统必须保证所有 PT 极性相同。PT、CT 之间按同名端相连。

● 投运前需测试或准确计算系统电容电流，以保证选线装置参数设置正确。本公司为用户提供电容电流测试方案。

● 装置选线启动电压设定值根据现场绝缘装置整定值设置或由继电保护部门专门提供。（9-1）零序电流互感器的安装注意事项：所有零序 CT 安装的极性必须严格一致（以一次电缆的电流从母线流出为准）；一次电缆的接地外皮地线必须穿过零序 CT，在线路侧接地；电缆的固定夹应和电缆的外皮绝缘。如下图：



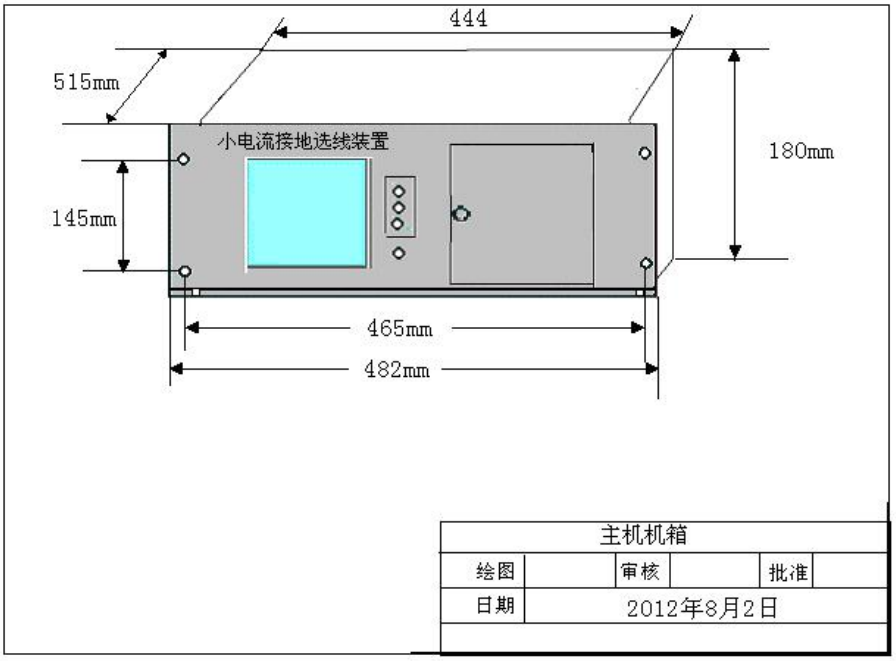
（9-1）零序电流互感器安装图

● 通过一个断路器引出两条以上的电缆时，若末端不连在一起，则作为两条线路处理；若连在一起可装大内径零序电流互感器作为一条线路对待，必须使用多个零序 CT 时，该回路所有零序 CT 应具有相同的电气参数（变比、精度等）

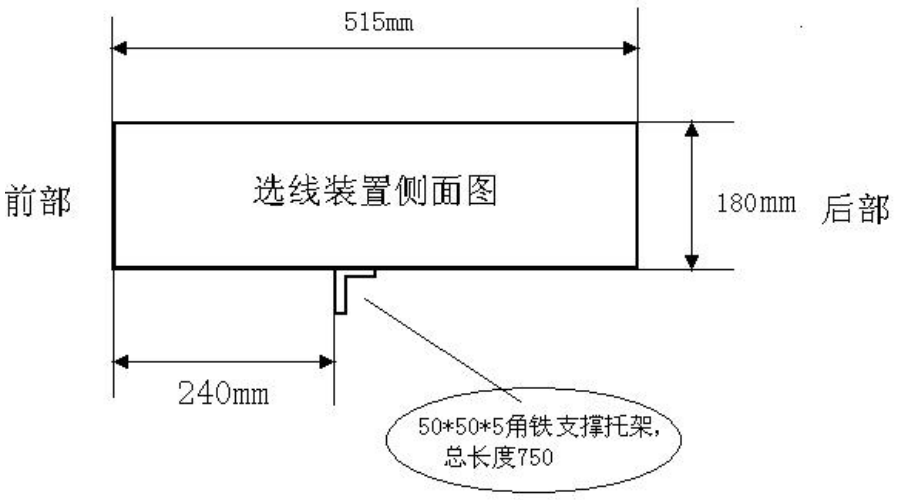
● 对于架空线路出线，通常只用 A、C 两相 CT。必须加装 B 相 CT，且与 A、C 相 CT 的精度和特性一致。三相 CT 接成零序滤过器形式引入选线装置。

9. HX-GKJ 选线装置开孔尺寸及背板图

10.1.主机箱尺寸图

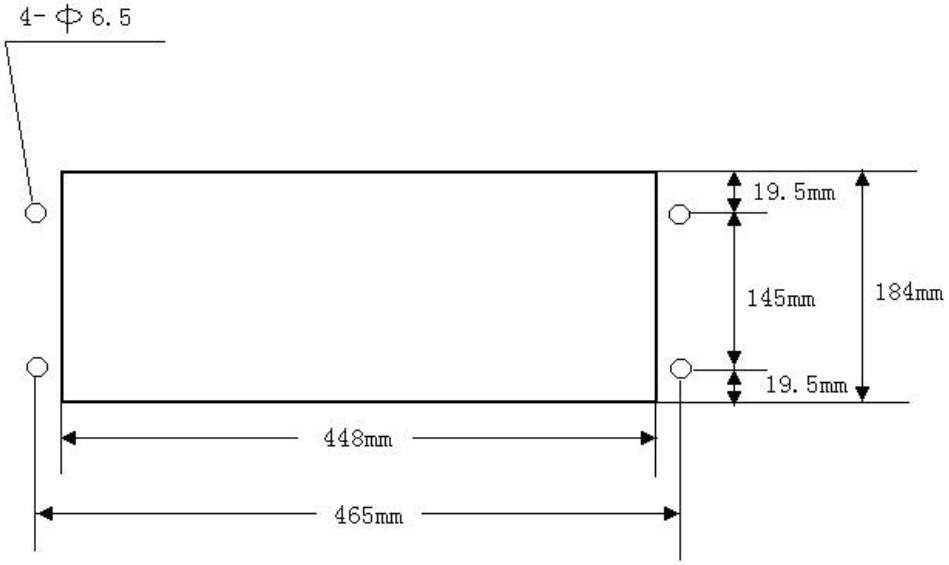


图（1）主机箱正视尺寸图



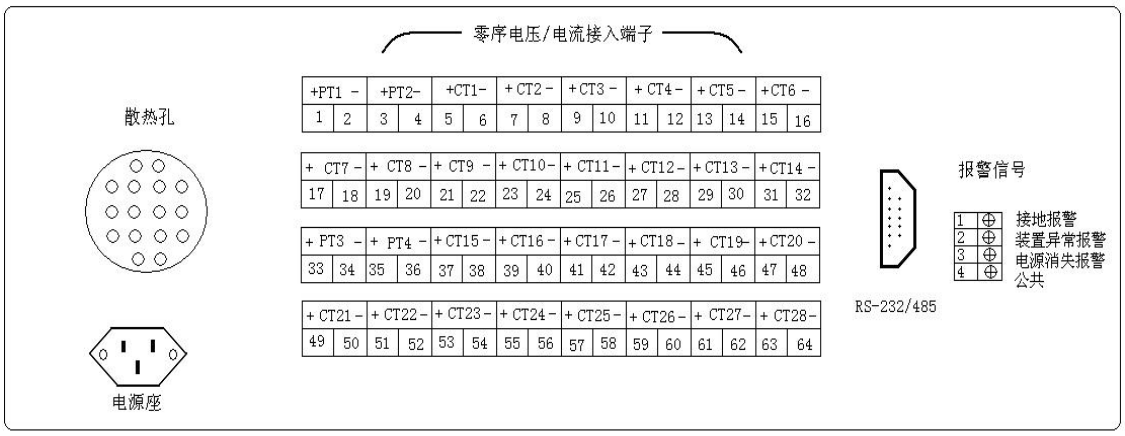
图（2）主机箱侧面安装图

10.2 主机箱开孔尺寸图（建议）



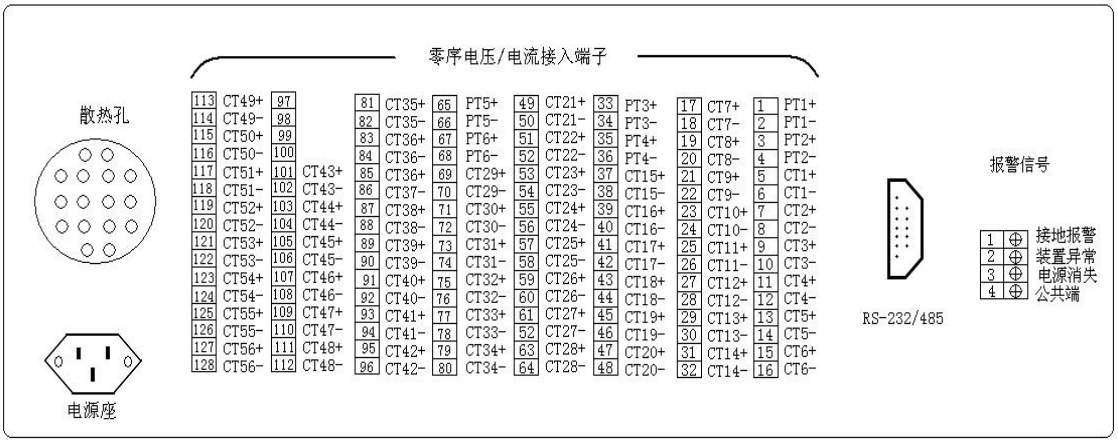
图（3）主机箱开孔尺寸图（建议）

10.3 主机箱背板图



图（4）4 路电压 28 路电流主机箱背板图

注：此图为 B 路装置背板图，A 路装置零序电压/电流端子减少一半



图（5）6 路电压 56 路电流主机箱背板图

注：此图为 D 路装置背板图，C 路装置零序电流端子减少 14 路