



电能量远方终端

**ERTU – II**

用户手册

南京南自电力仪表有限公司

南京市江宁开发区庄排路 157 (158) 号 邮编 211100

电话: 025-83429522

传真: 025-83412307

[www.nzyb.cn](http://www.nzyb.cn)



# 目 录

<b>1. ERTU-II 概述</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ERTU-II 的特点</b> .....	<b>2</b>
<b>3. ERTU-II 主要功能</b> .....	<b>4</b>
3.1. 电量数据采集.....	4
3.2. 电量数据查询.....	4
3.3. 档案管理.....	4
3.4. 定时任务管理.....	5
3.5. 本地显示.....	5
3.6. 参数设置.....	6
3.7. 用户管理.....	6
3.8. 自检功能.....	7
3.9. 对时功能.....	7
3.10. 系统维护、升级.....	7
3.11. 文件传输.....	7
3.12. 开关量输入、输出.....	7
3.13. 审计功能.....	8
<b>4. ERTU-II 技术参数</b> .....	<b>9</b>
4.1. 电源.....	9
4.2. 环境.....	9
4.3. 可用性.....	10
4.4. 内部时钟.....	10
4.5. 数据存贮.....	10
4.6. 本地交互接口.....	10
4.7. 主站通讯接口.....	11
4.8. 电能表通讯接口.....	11
4.9. 积分周期.....	11
4.10. 内置调制解调器.....	11
4.11. GPRS 无线模块.....	11
4.12. 标准.....	12
<b>5. ERTU-II 数据流程简述</b> .....	<b>13</b>
<b>6. ERTU-II 硬件结构和安装说明</b> .....	<b>14</b>
6.1 功能特点.....	14
6.2 安装说明.....	15
<b>7. ERTU-II 安装使用</b> .....	<b>18</b>
<b>8. 其他说明</b> .....	<b>19</b>
8.1 定时任务实时性能分析.....	19
8.2 版本说明.....	20

---

<b>9. 参考资料 .....</b>	<b>21</b>
<b>10. 联系我们 .....</b>	<b>22</b>
<b>11. 附录 .....</b>	<b>23</b>
附录 1. ERTU- II 终端数据流程框图.....	24
附录 2. ERTU- II 设备接线图.....	25
附录 3. RS-485 网络标准及应用.....	27

# 1. ERTU- II 概述

电能量远方终端（Remote Terminal Unit of Integrated Totals）ERTU- II 是电能量计量系统 TMR（Tele-Meter Reading）的一个远方终端设备，符合《中华人民共和国电力行业标准 DL/T 743—2001 电能量远方终端》标准。它与电能量计费主站一并构成了电能量计费系统，运用于各级调度结算中心对远方电量信息的采集和处理。ERTU- II 终端除了可以采集多种类型电能表的电量数据外，还可以对数据进行必要的加工处理，具有存贮、本地显示输出等功能，并将电量数据以被动或主动的方式传送到主站系统。同时 ERTU- II 终端可支持同时与多个主站进行通讯，每个主站系统都可以依据其登录权限进行完全独立的操作。

ERTU- II 终端所采用的都是当前成熟、先进的硬件和软件技术。硬件配置方面，ERTU- II 终端所采用的元器件和接插件都是技术成熟稳定，性能强大高效的国际知名品牌工业级产品。软件配置方面，ERTU- II 终端装载了世界上最先进的嵌入式实时多任务操作系统，所有应用程序模块都是基于该操作系统实现的。ERTU- II 终端从最根本上保障了产品的高性能、高效率、高可靠、高稳定。

## 2. ERTU- II 的特点

- I ERTU- II 终端安装了世界最先进的嵌入式实时多任务操作系统，美国 WindRiver 公司的 VxWorks。所有应用均基于该操作系统而实现。
- I ERTU- II 终端支持多种电能表规约类型，可以采集多种不同厂家电能表的电量数据。
- I ERTU- II 终端采用兼容 IEC60870-5-102 规约标准的协议与主站系统进行通讯。该兼容协议是在 IEC60870-5-102 规约标准的基础上，进行了扩展定义，在符合兼容性的同时，大大扩展了用户的操作功能。
- I ERTU- II 终端同时支持用户定制规约与主站系统进行通讯。
- I ERTU- II 终端支持多种类型的通讯端口。其中，与主站通讯包括：1 路 Ethernet 网口, 1 路全信号 RS232 串口, 最多 3 路内置的语音拨号 Modem, 最多 2 路无线 GPRS。与电能表通讯包括：最多 8 路 3 线 RS485，最多 4 路 RS422，最多 4 路电流环。
- I 友好的用户界面。ERTU- II 终端采用全金属机箱面板设计，提供了一个由 23 个按键，320x240 的点阵式液晶显示屏和 8 个系统运行指示灯组成的用户交互接口。显示界面支持中文简体、中文繁体和英文。
- I ERTU- II 终端可以通过面板上的交互接口、本地 PC 机及远程三种方式进行操作。当通过面板上的交互接口进行操作时，支持所有的查询操作和大部分的设置操作。通过本地 PC 机和远程方式时，配合主站软件可完成所有的查询和设置操作。
- I 安全可靠。ERTU- II 终端采用登录机制来实现对系统的保护，不论以何种方式进行操作，必须首先以正确的用户名和口令进行登录，在获得系统验证后该用户同时获得相应的权限，才能进行与其权限相对应的操作。ERTU- II 系统中支持三种用户权限，一般用户权限、系统用户权限和超级用户权限。
- I 易于维护。ERTU- II 终端可以通过远程诊断接口，实现远程维护和硬件诊断等。
- I ERTU- II 终端的数据存贮介质采用的是具有标准 IDE 接口的 FlashDisk（静态电子盘）。该 FlashDisk 的容量从 4M~2Gbytes，甚至更大，在保证数据安全、稳定的同时，使用户能够依据实际的需求来选择合适的容量，也可方便的进行扩展。
- I ERTU- II 终端支持文件系统，其中的参数和数据信息都是以参数文件和 DBF 数据库文件的形式保存的。可以方便的将 ERTU- II 终端中的数据移植到 PC 上进行处理。
- I ERTU- II 终端的应用功能以多任务模式实现，支持多个主站的并行操作，支持多条线路并行抄表等，大大缩短了用户操作和抄表操作的响应时间，大大提高了系统运行效率。
- I ERTU- II 终端的设计概念是以定时任务为核心的，最主要的操作和功能均是针对定时任务的。定时任务有多种类型：定时抄表任务、定时电能表时钟同步任务、定时 GPS 时钟同步任务等。每个定时任务都可以独立设置、并行执行。用户可根据实际需求灵活配置定时任务的内容，包括：电能表对象、电量数据项、任务执行起始/终止时间、任务执行周期等。
- I ERTU- II 终端内置高精度日历时钟和 GPS 时钟（GPS 为选件）。
- I ERTU- II 终端具有软件、硬件双重看门狗。
- I ERTU- II 终端具有审计机制。系统运行事件（系统开机、系统复位、系统失电等）、用户操作信息（用户登录、用户抄表等）均以文件的形式进行记录，并可远程、本地查看、短信通知。

- I ERTU-II 终端采用标准的 19"/3U 机箱，所有元器件和接插件均采用工业级的知名品牌。中心处理器采用成熟可靠的摩托罗拉（MOTOROLA）32 位网络通讯微控制器 CPU32 系列 CPU，具备防静电、抗电磁干扰、低功耗、超强通讯能力等特色。电源采用德国 PULS 的开关电源模块，交直流供电，零切换时间，安全可靠，性能卓越。

## 3. ERTU- II 主要功能

其主要功能如下所列：

### 3.1. 电量数据采集

ERTU- II 终端通过直接读取电能表中的电量数据的方式来采集数据。同时支持以不同的协议规约采集不同类型电能表的电量数据。系统提供了两种方式来触发采集操作。

- Ø 用户命令触发。用户发送采集命令，命令中指定所要采集的电能表对象和电量数据项，ERTU- II 终端在接收到该命令后即激活采集操作，读取相应的电量数据。
- Ø 定时抄表任务触发。当 ERTU- II 终端中存在定时抄表任务时，根据定时抄表任务的执行起始时间和执行周期信息，定时任务会周期的自动执行采集操作，所要采集的电能表对象和电量数据项均在定时抄表任务中指定。所采集到的电量数据被存储在相应的 DBF 数据库中。

### 3.2. 电量数据查询

ERTU- II 终端允许用户远程或本地查询电量数据。电量数据可以是 DBF 数据库中的历史数据，也可以是当前电能表中的即时数据。

- Ø 历史数据查询。该查询只负责查询已经保存在数据库中的电量数据，电量数据库是依据定时抄表任务建立的，在进行查询之前，用户首先需要选定定时抄表任务，从而选定电量数据库。用户可以指定所需查询数据信息的时间范围，也可仅查询数据库中最近的数据。还可指定所要查询的电能表对象和电量数据项，且这些指定的电能表对象和电量数据项都是在选定的定时抄表任务中所包括的。
- Ø 即时数据查询。该查询可以得到当前电能表中的最新电量数据。用户可以指定需要查询的电能表对象和电力数据项。该查询所得的电量数据不做存储。

### 3.3. 档案管理

ERTU- II 终端可以对档案进行查询和设置，其上的档案分为两类：

- Ø ERTU- II 终端档案。该档案是与每一台 ERTU- II 终端所一一对应的。档案中包含了 ERTU- II 终端所有必备信息，主要有：ERTU- II 终端地址、ERTU- II 终端名称、IP 地址、子网掩码、网关和端口号、主站名称、IP 地址和端口号、通讯协议类型标识、通讯模式字、通讯电话号码、报警电话号码、回送电话号码、邮箱地址/邮箱

用户名/邮箱口令等等。用户可以在远程或本地查询该档案信息，或在环境变更后（如电话号码更改，IP 地址改变等），修改该档案的内容。该档案不支持，也不允许删除操作。

- Ø 电能表档案。该档案与 ERTU-II 终端所下挂的电能表相对应，每一块电能表都会有一份电能表档案来记录它的具体信息，包括：表序号、表号、表地址、DLMS 通讯地址、通讯线路号、通讯协议类型、通讯波特率、状态字、表类型等。这些信息主要应用于多类型、多线路的电能表电量数据采集当中。用户可以在远程或本地查询所有的电能表档案信息，也可以在 ERTU-II 终端需要增加、删除、更换电能表时，增加、删除相应的电能表档案。

### 3.4. 定时任务管理

定时任务是整个 ERTU-II 系统的核心，大部分电量数据的采集和传输都是通过定时任务来实现。通过设定定时任务，ERTU-II 终端能够在指定的时间，按照指定的周期，以指定的优先权调度执行指定的用户操作，其中定时任务周期的选择范围从 0 分钟~65535 分钟，0 表示该任务永久挂起。此方式极为灵活，用户可通过不同的起始时间，执行周期和执行优先权来合理安排多个定时任务，避免冲突、充分利用资源。

用户可以在远程或本地 PC，结合主站软件对定时任务进行设置、删除和查询操作，也可以通过本地显示屏的交互界面，完成上述相同操作。相关主站软件的描述请参看终端文档《EPS-BS05 参数设置软件 用户手册》。

定时任务的类型包括以下三种：

- Ø 定时抄表/回送任务。此类型任务是整个定时任务中最重要的。在 ERTU-II 终端中依照不同的需求，允许有多个不同的定时抄表/回送任务。在设置该任务的时候，可指定该任务的执行起始时间、执行周期、电能表对象和电量数据项。当该任务所采集的电力数据需要主动的回送主站时，还可指定回送的起始时间和回送的周期。设置成功后，ERTU-II 终端将根据设置信息来调度任务的执行。
- Ø 定时电能表时钟同步任务。该任务是用于对 ERTU-II 终端下挂所有的电能表进行时钟同步操作。每一个 ERTU-II 终端中最多只有一个该类型的定时任务。
- Ø 定时 GPS 时钟同步任务。当终端选配内部 GPS 设备时，该任务用于周期读取 GPS 时钟信息，同步设置 ERTU-II 终端的系统时钟。每一个 ERTU-II 终端中最多只有一个该类型的定时任务。

### 3.5. 本地显示

友好的本地用户交互界面，主要由液晶显示屏、键盘、系统运行指示灯组成。

- Ø 支持中、英文的显示界面切换，使用 320x240 的大屏幕液晶显示器。支持大、小写英文字符和数字的输入。
- Ø 具有 8 个系统运行指示灯实现状态显示。
- Ø 具有 18 个按键的小键盘，和 5 个快捷功能键。
- Ø 本地登录机制，需要输入用户名和口令。用户名和口令最大均支持 16 个字符，字符可为 26 个英文字符（区分大小写）和数字。
- Ø 超时系统自动登出并关闭显示。
- Ø 支持显示休眠和自动背光的打开、关闭。
- Ø 查询电量数据。
- Ø 查询审计信息。
- Ø ERTU- II 终端和电能表档案管理。
- Ø 定时任务管理。
- Ø 通讯参数、系统参数配置。
- Ø 用户管理。
- Ø 本地调试。
- Ø ERTU- II 终端帮助信息，包括：系统日期时间，产品信息、公司信息等。

### 3.6. 参数设置

ERTU- II 终端的参数设置主要针对本地功能，参数的类型有以下两类：

- Ø 通讯参数。ERTU- II 终端具有多个不同类型的端口（包括：串口，内置嵌入式语音拨号 Modem，无线 GPRS 等），用户可通过设定每一个通讯端口，来指定该端口的具体通讯模式或运行参数，如：通讯波特率，硬件流控，奇偶校验，停止位，主站通讯/抄表模式，短信号码，GPRS 通讯 IP、端口号等。
- Ø 显示参数。显示参数包括显示休眠参数和显示关闭参数。显示休眠类似于屏保功能，用户在长期不操作面板键盘时，显示进入黑屏状态但系统不登出，任意的按键都能恢复到用户之前最近的工作状态；显示关闭则是在用户长时间不操作时，关闭显示，同时登出系统。通过设置显示参数，可禁止或使能显示休眠和显示关闭功能，并可指定显示休眠和显示关闭的超时时间。

### 3.7. 用户管理

ERTU- II 终端允许存在多个用户，每一个用户均有其对应的用户信息，用户信息的基本元素包括：用户名、口令和权限级别。不同权限的用户具有不同的操作级别。一般用户只可进行查询操作，系统用户可进行查询和设置操作，超级用户则可进行所有的 ERTU- II 终端所支持的操作类型。用户管理的内容主要包括：

- Ø 增加新用户。
- Ø 删除用户信息。
- Ø 修改用户信息。

- Ø 查询用户信息。

### 3.8. 自检功能

- Ø 具有软、硬件看门狗功能。
- Ø 具有硬件自诊断功能。

### 3.9. 对时功能

ERTU-II 终端支持针对其自身的对时功能和电能表的对时。根据不同要求和硬件配置，当进行 ERTU-II 终端自身的对时操作时，还可选择 GPS 时钟对时和主站对时。

- Ø GPS 对时。ERTU-II 终端支持一个内置可选的 GPS 信号接收设备，通过读取 GPS 时钟信号实现对时操作。
- Ø 主站对时。通过主站发送时钟同步命令来实现。
- Ø 电能表对时。是通过主站发送电能表对时命令或设置电能表时钟同步定时任务来实现。

### 3.10. 系统维护、升级

- Ø 在线诊断。ERTU-II 终端可在系统运行期间提供任务运行状态信息、系统资源信息等一系列的诊断信息。

### 3.11. 文件传输

ERTU-II 终端支持与主站之间进行文件传输。通过此功能，可以实现参数文件的下载和电量数据库文件的上传等操作。

- Ø 控制方向上的文件传输。文件从主站发送到 ERTU-II 终端。
- Ø 监视方向上的文件传输。文件从 ERTU-II 终端发送到主站。

### 3.12. 开关量输入、输出

- Ø 支持 32 路的开关量输入。
- Ø 支持 32 路的开关量输出。

### 3.13. 审计功能

ERTU-II 终端将会监测并记录系统的运行状况，记录的信息存储在数据库当中。用户可查询指定类型，指定时间范围的审计信息。审计信息被分为三类：

- Ø 单点事件信息。包括：系统上电，系统失电，系统复位，硬件错误，告警信息，错误信息，定时任务回送事件等。
- Ø 系统运行信息。包括：定时任务执行，GPS 自动对时等。
- Ø 用户操作信息。包括：用户登录，设置定时任务，查询电量数据等。

## 4. ERTU- II 技术参数

ERTU- II 终端的技术参数，达到或超过《中华人民共和国电力行业标准 DL/T 743——2001 电能量远方终端》中的规定。

### 4.1. 电源

终端支持双路电源，即可双路同时供电（互为备份），也可单路独立供电，两路电源支持无间隙切换。每路电源均可接入交流或直流。

- Ø 交流电源：85~285VAC（220VAC），47~63Hz（50Hz），谐波含量小于 10%。
- Ø 直流电源：
  - 额定 24VDC：电压范围 19~28VDC
  - 额定 48VDC：电压范围 38~56VDC
  - 额定 220VDC：电压范围 120~330VDC
- Ø 功耗：取决于实际运行的功能模块数量，其中：
  - 额定功率：40W（无开关量）。
  - 最大功率：70W（64 路开关量）
- Ø 具有输入输出过压、过流保护，直流反极性输入保护等措施。

注：实际支持的交、直流电源，可根据用户要求进行定制，以上为一实例以供参考。

### 4.2. 环境

- Ø 存储温度：-25℃~+70℃。运行温度：-20℃~+55℃。
- Ø 湿度：最大 90% r.F（无露水）。
- Ø 振动：符合 IEC68-2-6
- Ø 机械强度：符合 IEC68-2-27
- Ø 绝缘、耐压：符合 GB/T-13729-92 规定。
  - a) 双路电源回路对地 2000V（漏电流：2.54mA）；
  - b) 输出回路各自对地和电气隔离的各回路之间：500V（漏电流：<0.1mA）；
- Ø EMC 抗干扰性：根据 IEC60870-2-1 第 3 或 4 级。
- Ø 抗静电放电干扰能力：符合 GB/T 15153.1 中的规定。
- Ø 抗快速瞬变脉冲群干扰能力：符合 GB/T 17626.4 中的规定。
- Ø 抗高频干扰能力：符合 GB/T 15153.1 中的规定。
- Ø 整机射频辐射电磁场抗扰度：10V/m；
- Ø 抗工频磁场干扰能力：符合 GB/T 15153.1 中的规定。
  - a) 整机工频磁场抗扰度：400A/m。
- Ø 抗浪涌干扰能力：符合 GB/T 15153.1 中的规定。

- a) 双路电源回路浪涌抗扰度：4.0KV。
- Ø 耐冲击电压能力：符合 DL/T 743-2001。
  - a) 双路电源回路对地：正负极性 5000V；
  - b) 输出回路各自对地和电气隔离的各回路之间：正负极性 2000V；

### 4.3. 可用性

- Ø 平均无故障工作时间（MTBF）不小于 60000 小时。
- Ø 使用寿命不小于 15 年。

### 4.4. 内部时钟

- Ø 内置高精度带温度补偿的日历时钟，精度：±1 分钟 / 年。
- Ø 主站对时精度：<0.5 秒。
- Ø 内置 GPS 模块（选件）。GPS 对时精度：<1 毫秒；

### 4.5. 数据存贮

由于采用 FlashDisk，数据的存贮的容量可以方便的配置和扩展。

- Ø 存贮容量：FlashDisk 的容量范围：4M~2G 字节。用户可根据自身需求灵活选择。
- Ø 电量数据存储天数：数据存储天数与定时抄表任务中所设置的电能表数目，电量数据项的数目以及定时任务的执行周期相关。
- Ø 电量数据类型：由于采用电量数据项参数文件的形式，几乎所有类型的电量数据均能存储，包括电量、需量、电压、电流等。只要是在参数文件中包括的电量数据项，就能够存储。同时，可以方便的在参数文件中增加新的电量数据项。

### 4.6. 本地交互接口

由显示屏、键盘、系统运行指示灯组成。支持中/英文、字符和图形显示。支持 26 个英文字符大、小写和 0~9 数字的输入。

- Ø 显示屏：冷阴极背光 320x240 点阵液晶显示屏。
- Ø 键盘：一共 23 个按键，其中 18 个按键的小键盘用于实现输入英文字符、数字，方向控制（上、下、左、右），确认，取消，开显示等诸多操作。5 个快捷功能键用来实现快捷操作。

#### 4.7. 主站通讯接口

- Ø 传输规约：DL/T 719——2000 (idt IEC60870-5-102: 1996)、兼容 DL/T 719——2000 的扩展协议。当通讯接口使用 Ethernet 网络或无线 GPRS 接口时，传输规约基于 TCP/IP 上运行。
- Ø 接口数量、类型：最多支持 5 路可复用通讯接口与主站通讯，包括：1 路 10BASE-T 以太网接口 (Ethernet)、1 路全信号 RS232 串口，最多 3 路内置嵌入式语音拨号 Modem、最多 2 路无线 GPRS。
- Ø 通讯速率：Ethernet 网络接口——10Mbps，内置嵌入式 Modem——56Kbps，无线 GPRS——38400bps，RS232——300~38400bps 可选。

#### 4.8. 电能表通讯接口

- Ø 传输规约：部颁 DL/T645，IEC1107 (ABB 表、兰吉尔 B/D 表等)，DLMS 等。
- Ø 接口数量、类型：最多支持 8 路可复用通讯接口与电能表通讯，包括：最多 8 路 3 线 RS485、最多 4 路 RS422、最多 4 路电流环。
- Ø 一台 ERTU-II 终端最多可支持 255 只电能表。
- Ø 通讯速率：300~38400bps 可选。
- Ø RS485 端子间可承受 500V 的交流电历时 5 分钟不损坏。
- Ø RS485 端子可承受 8kV 的静电接触放电。

#### 4.9. 积分周期

电量数据的积分周期实际由定时任务的执行周期所决定。ERTU-II 终端中定时任务的执行周期可在 1 至 65535 分钟 (45 天左右) 之间任意设定。并支持多个不同的积分周期并行采集。

#### 4.10. 内置调制解调器

- Ø 传输模式：CCITT: V.90, V.34+, V.34, V.32bis (TCM), V.32 (QAM & TCM), V.22bis, v.23 Main (host), V.23 Back (user), V.22, V.21; Bell: 212A, 103。
- Ø 硬件纠错和压缩：ITU-T V.42 & V.42bis, MNP class 2-5。
- Ø 振铃电压和频率：15.3~68Hz, TTL 兼容。
- Ø 振铃次数：1 次

#### 4.11. GPRS 无线模块

- Ø 调制方式：0.3GMSK

- ∅ 频率范围：
  - ┌ GSM900: 发送: 880~915MHz, 接收: 935~960MHz
  - ┌ E-GSM900: 发送: 880~890, 接收: 925~935MHz
  - ┌ GSM1800: 发送: 1710~1785MHz, 接收: 1805~1880MHz
- ∅ 频率容限:  $\leq 0.1\text{ppm}$
- ∅ 发射功率:  $\leq 33/30\text{dBm} + 2\text{dB}$
- ∅ 占用带宽:  $\leq 200\text{kHz}$
- ∅ 杂散发射限值:  $\leq -30\text{dBm}$

#### 4.12. 标准

- ∅ 符合《中华人民共和国电力行业标准 DL/T 743—2001 电能量远方终端》。
- ∅ 符合《中华人民共和国电力行业标准 DL/T 719—2000 idt IEC60870-5-102: 1996 远动设备及系统 第 5 部分: 传输规约 第 102 篇: 电力系统电能累计量传输配套标准》。

## 5. ERTU- II 数据流程简述

ERTU- II 终端依照系统时钟，周期的执行定时任务（包括：定时抄表/回送任务、定时电能表时钟同步任务、定时 GPS 时钟同步任务）。定时抄表/回送任务，以设定的执行周期采集电能表数据并保存到数据库中，同时定期的将数据库中的数据主动回送到主站系统。定时电能表时钟同步任务，用以周期的给电能表进行对时。定时 GPS 时钟同步任务，用以周期的以 GPS 时钟信息对终端的系统时钟进行同步设置。ERTU- II 终端实时监控运行状况，记录审计信息，包括：单点事件信息，系统运行信息和用户操作信息。电量数据和审计信息可以通过远程、本地通讯端口，配合主站软件进行采集和查询，也可通过面板上的键盘和液晶显示等进行交互查询。用户还可通过面板上的键盘和液晶显示，或者远程、本地主站系统维护 ERTU- II 终端的系统档案和运行参数。

参见附录 1：ERTU- II 终端数据流程框图。

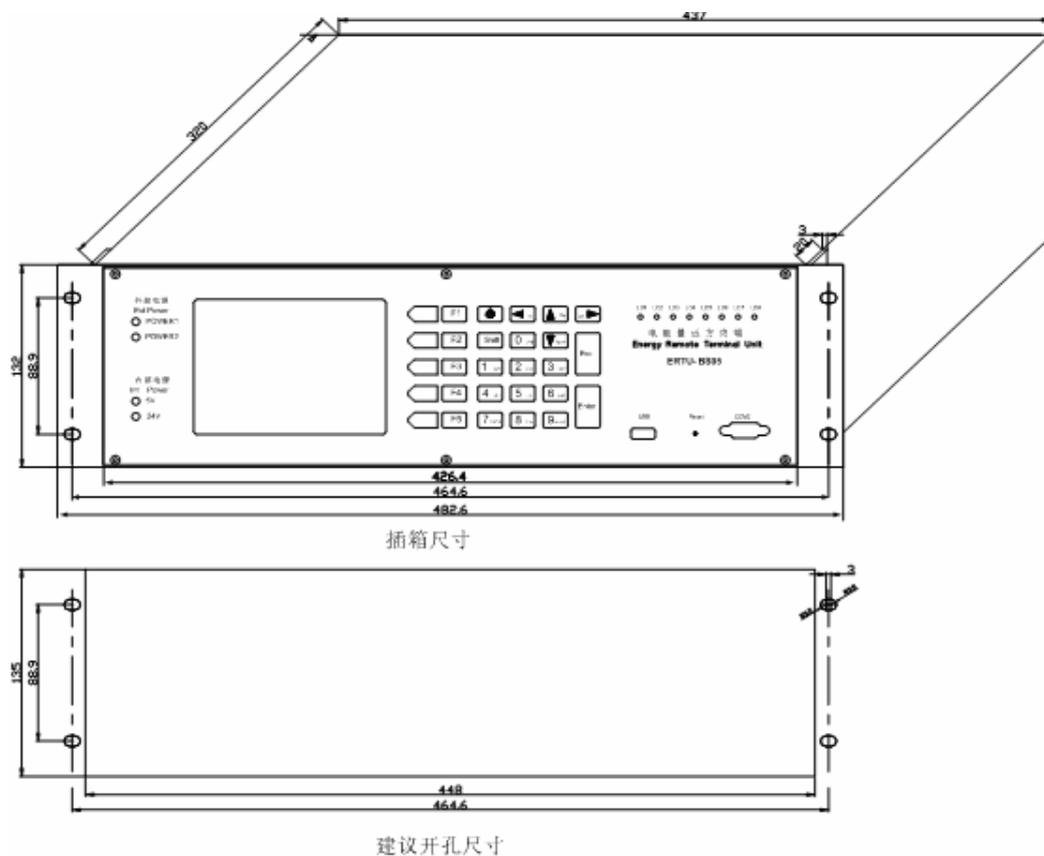
## 6. ERTU- II 硬件结构和安装说明

### 6.1 功能特点

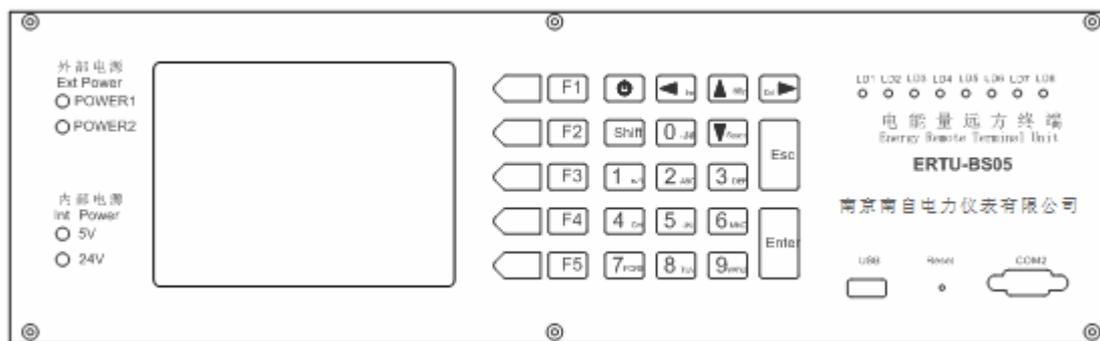
1. 电源：
  - u 支持双路或单路电源供电，支持交流或直流输入，两路电源互为备份，无间隙切换。交流、直流电压范围可选，可根据用户需求指定。
  - u 本设备电源模块均采用具有多家国际安全认证的德国 PULS 的开关电源模块，既保证本设备的工作安全可靠，又保证本设备对外界的影响控制在标准范围内。
  - u 本设备电源模块除提供设备内部工作电源外，还可提供多达 64 路开关量的隔离电源，每路开关量最大电流为 20mA。
  - u 各通讯接口或端子均和设备主电源隔离。
  - u 外部电源和设备主电源隔离。
2. 控制器：
  - u MCU：采用 MOTOROLA 公司生产的 32 位嵌入式工业级 MCU
  - u 操作系统：VxWorks 实时操作系统，Tornado 集成开发环境
  - u 看门狗：内、外结合
  - u 主频：>20MHz
  - u 内存：2M 字节
  - u 数据空间：工业级电子盘，标准配置为 256M 字节
  - u 时钟：独立备用电源的外部时钟芯片，保证设备失电 10 年内时钟仍连续保持；本设备的时钟可通过系统校对，在选用 GPS 模块时也可直接由 GPS 授时
  - u 报警：通讯报警，本地蜂鸣器报警，LCD 显示报警
  - u 自检：MCU 可自动检测各功能部件是否正常工作
3. 通讯：
  - u 与主站的通讯：
    - 1 路 10M 以太网；
    - 3 路 56K 语音拨号 MODEM；
    - 2 路无线 GPRS；
    - 1 路本地 RS232 串口；
  - u 与电表的通讯：
    - 支持 8 路隔离 1/8 负载 RS485，每路 RS485 的最大负载数为 128；
    - 支持 4 路电流环，每路最多可接 4 只电流环电能表；
    - 支持 4 路全双工 RS422；
4. 开关量（可选模块）：
  - u 32 路隔离 24V/20mA 输入开关量
  - u 32 路隔离 24V/20mA 输出开关量
5. 人机界面：
  - u 全金属面板
  - u 显示：320×240 点阵宽温 LCD 显示屏
  - u 键盘：共 23 个按键，其中 F1-F5 与 LCD 显示界面配合使用，其他按键功能见使用手册

## 6.2 安装说明

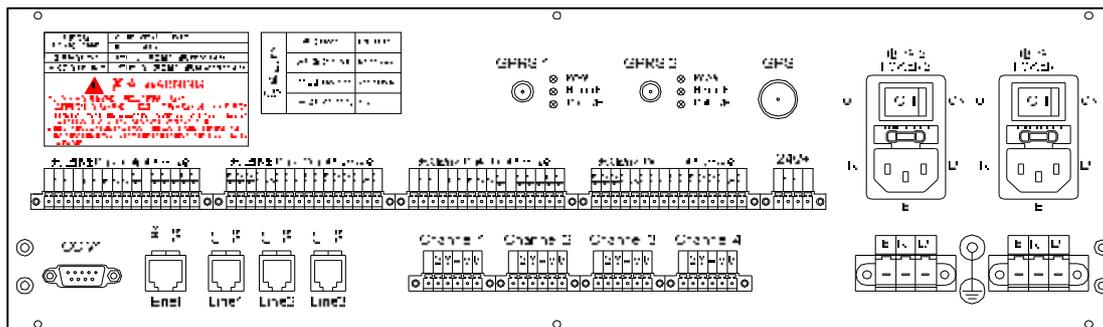
- 外形尺寸：标准 19 英寸 3U 机箱。具体尺寸见下图（单位mm）



- 前面板如下图：板上的 COM2 口是一个标准全信号的 RS232，可用来与本地的主站通讯



- 插箱背面图：



- I **COM1**: RS232 串口，用于系统调试
- I **COM2**: 标准全信号 RS232 串口，用于本地主站通讯
- I **Enet**: 10M 以太网口；LNK 灯指示网络链路状态，T/R 灯指示网络数据收发
- I **Line1 / Line2 / Line3**: 电话线插口，内部接 56K 工业级语音拨号调制解调器；CD 灯指示数据载波信号，T/R 灯指示 Modem 数据收发
- I **GPRS-1 / GPRS-2**: 无线 GPRS 天线接口，内部接 GSM 无线通讯模块；Power 灯指示 GSM 模块电源状态，Network 灯指示 GPRS 网络状态，Data T/R 灯指示 GPRS 数据收发
- I **GPS**: GPS 天线接口（选件）
- I **开关量输出 (Digital Output) / 开关量输入 (Digital Input)**: 开关量信号接口（选件），可供 32 路开关量输入，开关量为 24V 每路最大 20mA 电源；接线端子采用德国 PHOENIX 可插拔式端子，接线可靠、方便，导线截面  $1.5\sim 2.5\text{mm}^2$
- I **电源 1 (POWER1) / 电源 2 (POWER2)**: 电源输入接口，双电源互为备份，单路电源也可独立工作。每路电源均可接入交流或直流电源，接线可任意采用以下两种方式中的一种：
  - i. 端子接线----德国 PHOENIX 功率型插头与插座，接线可靠、方便，导线截面  $1\sim 4\text{mm}^2$ ；
  - ii. 通用标准 3 孔插座；
- I **Channel-1 / Channel-2 / Channel-3 / Channel-4**: 电能表通讯接口，接线端子采用台湾 ANYTEK 可插拔式端子，接线可靠、方便，导线截面  $1.5\sim 2.5\text{mm}^2$ 。依据不同的配置，可分别支持 RS485，RS422 和 CS 电流环：
  - i. RS485: 最多支持 8 路 RS485，每 2 路 RS485 (RS485-1 和 RS485-5、RS485-2 和 RS485-6、RS485-3 和 RS485-7、RS485-4 和 RS485-8) 分别占用一路 Channel。每路 RS485 线路最多可并同类接口芯片电能表 128 个。RS485 总线网络拓扑要采用终端匹配的总线型结构，不能采用环形或星形网络，详细的 RS485 网络接线要求请参考《附录 3.RS-485 网络标准及应用》；
  - ii. RS422: 最多支持 4 路 RS422，每路 RS422 占用一路 Channel；
  - iii. CS 电流环: 最多支持 4 路电流环接口，其中 CS-1~CS-4 分别与 RS485-5~RS485-8 复用。每路 CS 电流环线路最多可接 4 只电流环表；

具体的通道端子分配情况请参看《附录 2.ERTU-II 设备接线图》中的“CHANNEL 端子接线表”。

- I **接地**: 端子直径 6mm

## 关于电源接入的特殊说明：

- 1、终端电源支持交/直流、单/双路供电，针对不同的用户需求，提供相应的电源方案；
- 2、严禁在同路电源的端子和插座中同时接入电源；
- 3、谨防触电！当从电源的端子（插座）接入电源后，同路电源的插座（端子）也将带电。用户应当加以注意。

### 关于通讯口复用的说明：

ERTU-II 终端中通讯通道功能存在复用现象，无法同时支持所有的通道功能，用户可依据具体需求进行定制。具体复用情况如下（以 2 路 Modem、8 路 RS485 作为缺省全配置）：

- I GPRS 模块 1、Modem 模块 1 复用；GPRS 模块 2、Modem 模块 3、RS485 模块 5 复用；
- I RS422 模块 1、RS485 模块 1+5 复用；RS422 模块 2、RS485 模块 2+6 复用；RS422 模块 3、RS485 模块 3+7 复用；RS422 模块 4、RS485 模块 4+8；<sup>①</sup>
- I 电流环模块 1、RS485 模块 5 复用；电流环模块 2、RS485 模块 6 复用；电流环模块、与 RS485 模块 7 复用；电流环模块 4、RS485 模块 8 复用。

<sup>①</sup> 每一路 RS422 模块占据 4 个通讯端口（R+/R-，T+/T-），因此每一路 RS422 模块与 2 路 RS485 模块复用。

## 7. ERTU- II 安装使用

ERTU- II 系统应用程序在上电后即会自动启动运行,启动之后用户即可通过本地用户交互接口(LCD 显示器,键盘)或主站软件对 ERTU- II 设备进行操作。有关具体的运行过程和操作方法细节,请参看《ERTU- II 电能量远方终端 操作手册》和《EPS-BS05 参数设置软件 用户手册》。

ERTU- II 的接线图参看**附录 2: ERTU- II 设备接线图**

## 8. 其他说明

### 8.1 定时任务实时性能分析

在该系统当中，决定定时抄表任务实时性能的主要是终端抄收多功能电能表的速度。当前大部分电能表的缺省通讯速率为 1200bps，远远低于系统的处理速度。由于存在这一速度瓶颈，导致定时抄表任务不能够完全实时的记录电量数据。

例如：有一定抄表任务，其内容是抄收同一 485 线路上 10 块电能表的多项电量数据，起始时间为 00:00（格式：hh:mm），执行周期为 5 分钟。当 00:00 时刻，该定时任务开始执行，开始抄收第一块电能表的电量数据。假设在 1200bps 下，抄收完一块电能表的数据需要 30 秒，由于需要顺序点名的抄收所有 10 块电能表的数据，因此每一次任务的执行时间均  $\geq$  5 分钟，且在 0:00 这一时刻采样点，每一块电能表的实际采集时间分别为（格式：hh:mm:ss）：00:00:00、00:00:30、00:01:00、00:01:30、00:02:00、00:02:30、00:03:00、00:03:30、00:04:00、00:04:30。这样存在两个问题：1. 由于任务运行时间溢出，会造成任务下一次的运行时间从 00:10 开始，丢失了 00:05 这一时刻采样点的数据。2. 电量数据库中存储的电量数据若以固定采样时标（定时任务执行时刻）进行标记，并不能准确的反应每一块电能表在这一采样点时刻的数据，存在误差。在当前的 ERTU-II 终端中，支持以固定时间采样时标（以定时任务的执行时刻作为采样时标）或实时时间采样时标（以实际抄表的时刻作为采样时标）两种方式来对电量数据进行存储，用户可根据自身的需求来选择相应的方式。

为了解决以上的种种问题，提高系统定时任务的效率，用户主要可以通过以下四种措施来达到目的：

1. 提高电能表的通讯速率。选择更高通讯速率的电能表，能够大大的提升抄收电能表数据的速度，缩短定时任务执行的时间。当前，许多的电能表多支持提升波特率的通讯方式，ERTU-II 系统支持 300、1200、9600 等多种固定波特率和 1200-）9600、1200-）4800、1200-）2400、300-）1200 等多种提升波特率的通讯方式。
2. 合理分配电能表线路。当一条 485 线路上的电能表太多时，会影响整个定时任务的执行效率。合理的将多个电能表平均分配到多条线路上，充分利用 ERTU-II 系统的并行处理能力，也能大大提高定时任务的执行效率。在规划设计阶段，对电能表的档案设计和 RS-485 的总线网络设计就应好好考虑。

以上两种方案只能缓解抄表实时性上的问题，要想从根本上解决，就必须通过抄取电能表当中的负荷曲线电量数据或是冻结电量数据来代替抄收电能表中的实时数据。

3. 抄收电能表中的负荷曲线数据。在上述例子中，当任务在 00:00 执行，此时固定采样时标为 00:00，实际抄收第 5 块表的时间为 00:02:00，若是抄收电能表中的当前数据，则回送的电量数据是 00:02:00 以后的电量数据，实际电量数据时标与采样时标不一致。若是抄收电能表的负荷曲线数据，可以指定抄收 00:00:00 时刻的电量数据，则实际电量数据的时标就为 00:00:00，与采样时标一致，达到了完全实时的要求。但是这种方式，需要所有的电能表均要具有负荷曲线的功能。同时需要终端能够抄收负荷曲线的数据，由于抄收负荷曲线的协议至今尚无通用标准，因此在目前还未被广泛使用。

4. 抄收电能表的冻结电量数据。电能表的冻结命令是一个广播命令，当电能表接收到该冻结广播命令时，会立即将自身的实时数据进行保存，即冻结，稍后可顺序将多个电能表中的冻结电量数据读回。由于冻结操作是广播命令，实时性高，且冻结电量数据不随时间而变化，因此能够满足用户对抄表实时性的要求。同样在在上述例子中，当任务在 00:00 执行时，用户仅需先发送一帧电量冻结的广播命令，再顺序抄收电能表的冻结电量数据，则实际电量数据的时标均为 00:00:00，与采样时标一致。其缺点在于，需要电能表支持冻结广播命令，且尽可能多的支持冻结电量数据的类型以支持用户的需求，对电能表有更高的要求。同时冻结命令和抄收冻结数据的协议尚无通用标准，因此目前同样未被广泛使用。

## 8.2 版本说明

我们致力于新产品的不断开发，因此 ERTU-II 系列产品由于版本更新或用户配置等原因，实际的硬件配置和软件配置可能与本手册可能会略有差异，请以实际的软硬件配置版本为准。

## 9. 参考资料

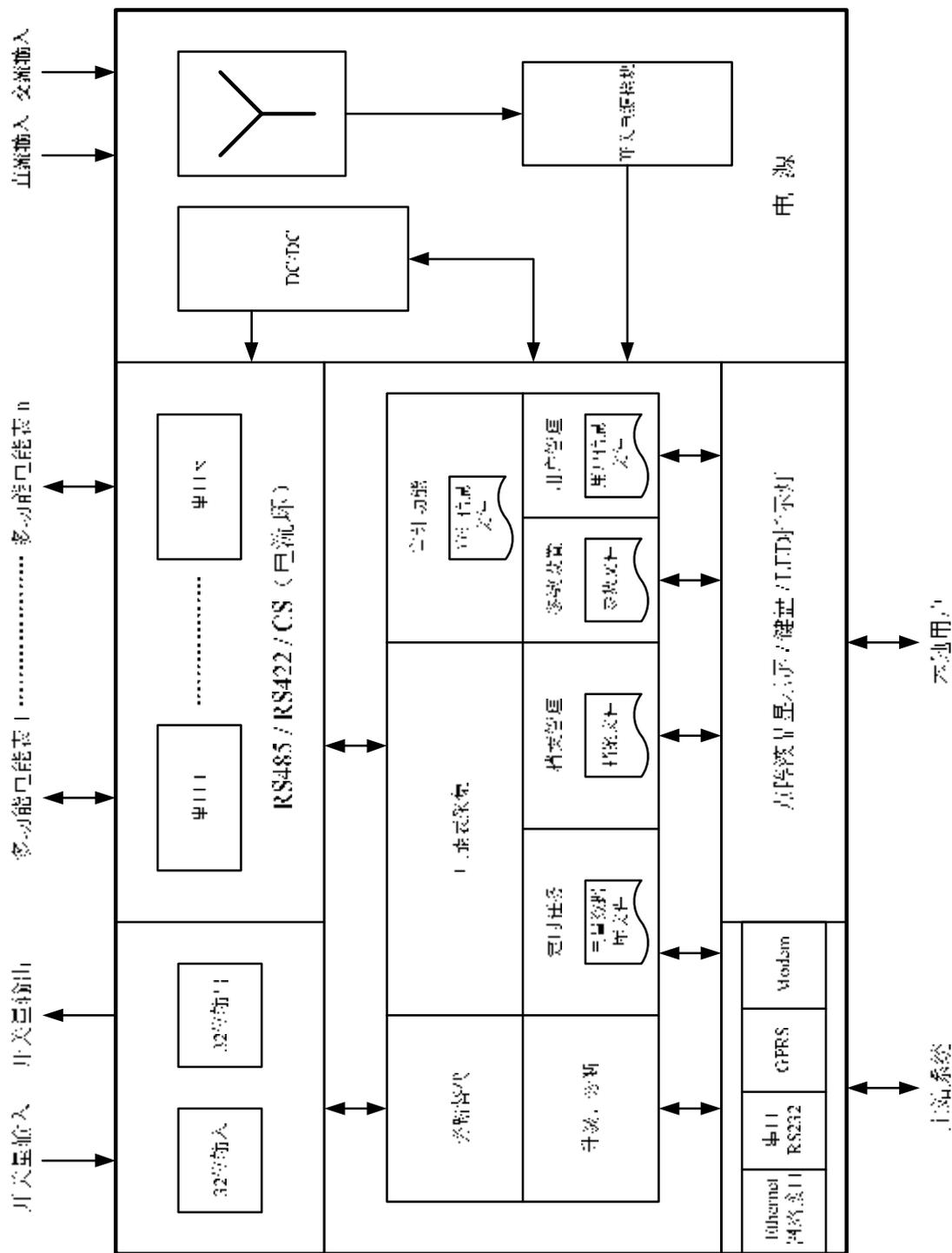
- I 《ERTU-II 电能量远方终端 操作手册》
- I 《EPS-BS05 参数设置软件 用户手册》

## 10. 联系我们

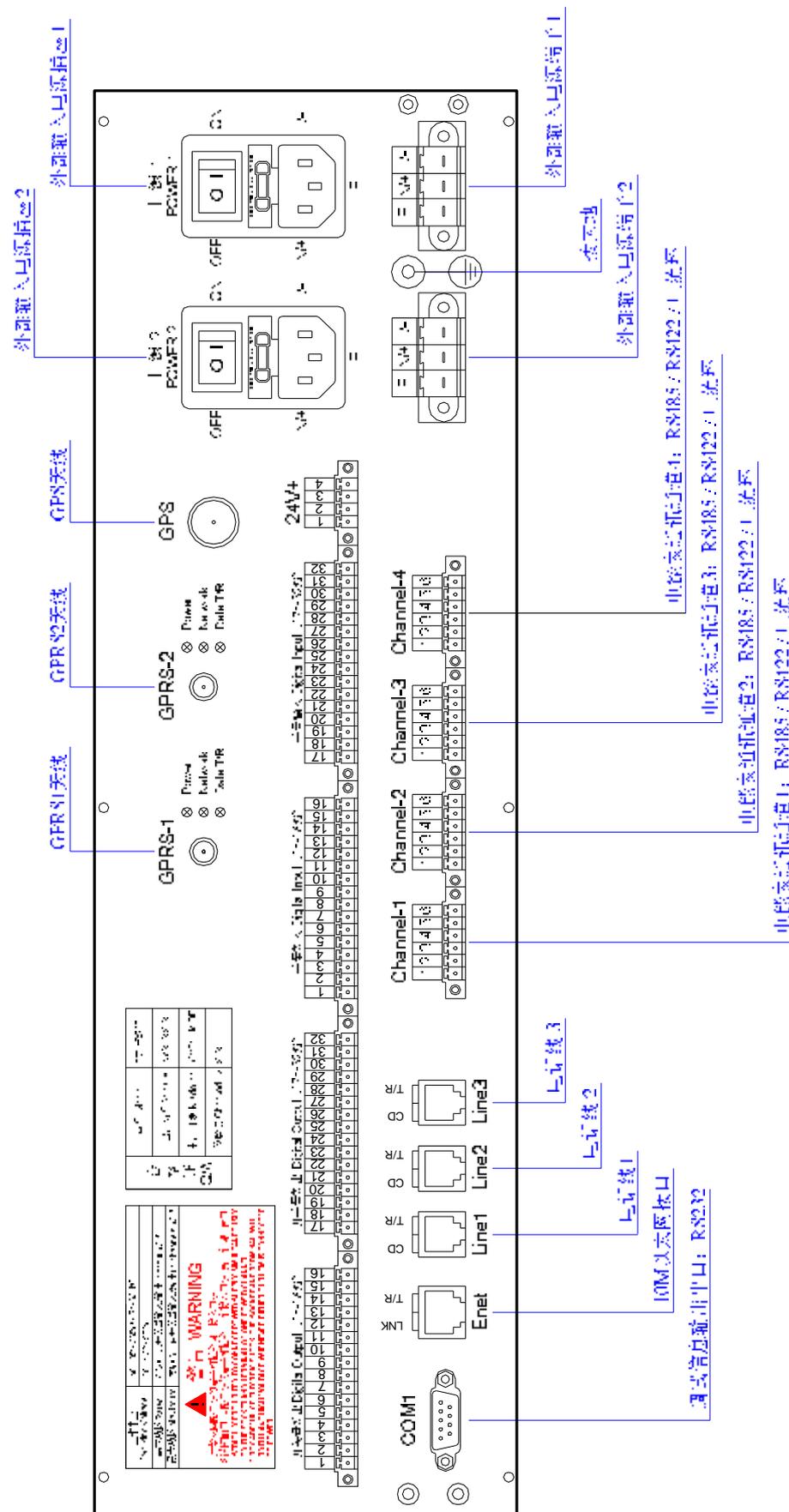
电 话： 86-25-83429522  
传 真： 86-25-83412307  
主 页： [www.nzyb.cn](http://www.nzyb.cn)

## 11. 附录

附录 1. ERTU- II 终端数据流程框图



附录 2. ERTU- II 设备接线图



**警告:**



1. 严禁从同路电源的端子和插座同时接入电源!
2. 谨防触电! 同路电源的端子和插座, 一个接入电源, 另一个同时带电!

CHANNEL 端子接线表:

		A	B	G
RS485	RS485-1	Channel -1: 1	Channel -1: 2	Channel -1: 3
	RS485-2	Channel -2: 1	Channel -2: 2	Channel -2: 3
	RS485-3	Channel -3: 1	Channel -3: 2	Channel -3: 3
	RS485-4	Channel -4: 1	Channel -4: 2	Channel -4: 3
	RS485-5	Channel -1: 4	Channel -1: 5	Channel -1: 6
	RS485-6	Channel -2: 4	Channel -2: 5	Channel -2: 6
	RS485-7	Channel -3: 4	Channel -3: 5	Channel -3: 6
	RS485-8	Channel -4: 4	Channel -4: 5	Channel -4: 6

		A (R+)	B (R-)	G	Y (T+)	Z (T-)	G
RS422	RS422-1	Channel -1: 1	Channel -1: 2	Channel -1: 3	Channel -1: 4	Channel -1: 5	Channel -1: 6
	RS422-2	Channel -2: 1	Channel -2: 2	Channel -2: 3	Channel -2: 4	Channel -2: 5	Channel -2: 6
	RS422-3	Channel -3: 1	Channel -3: 2	Channel -3: 3	Channel -3: 4	Channel -3: 5	Channel -3: 6
	RS422-4	Channel -4: 1	Channel -4: 2	Channel -4: 3	Channel -4: 4	Channel -4: 5	Channel -4: 6

		+	-
电流环	电流环-1	Channel -1: 4	Channel -1: 5
	电流环-2	Channel -2: 4	Channel -2: 5
	电流环-3	Channel -3: 4	Channel -3: 5
	电流环-4	Channel -4: 4	Channel -4: 5

## 附录 3. RS-485 网络标准及应用

建议性标准RS-485作为一种多点差分、数据传输的电气规范现已成为业界应用最为广泛的标准通信接口之一。这种通信接口允许在简单的一对双绞线上进行多点、双向通信。它所具有的噪声抑制能力、数据传输、速率电缆长度及可靠性是其他标准无法比拟的。正因为此，许多不同领域都采用RS-485作为数据传输链路。例如汽车电子、电信设备、局域网、蜂窝基站、工业控制、仪器仪表等等。这项标准得到广泛接受的另外一个原因是它的通用性。RS-485标准只对接口的电气特性做出规定，而不涉及接插件、电缆或协议，在此基础上用户可以建立自己的高层通信协议。

尽管RS-485标准已被广泛接受但是对于它在实际应用中的一些具体问题并没有得到深入广泛的认识甚至存在着种种误区以至于影响到整个系统的性能本文在回顾RS-485标准的基础上重点讨论几个实际应用中常被忽视的问题。

### RS-485 标准回顾

RS-485 标准最初由电子工业协会（EIA）于1983 年制订并发布，后由TIA—通讯工业协会修订后命名为TIA/EIA-485-A 不过，工程师还是习惯地称之为RS-485。RS-485由RS-422 发展而来，后者是为弥补RS-232之不足而提出的。为改进RS-232通信距离短、速率低的缺点，RS-422定义了一种平衡通信接口，将传输速率提高到10Mbps，传输距离延长到4000英尺，即1219米（速率低于100kpbs时），并允许在一条平衡线上连接最多10 个接收器。RS-422是一种单机发送、多机接收的单向、平衡传输规范，为扩展应用范围，随后又为其增加了多点、双向通信能力，即允许多个发送器连接到同一条总线上，同时增加了发送器的驱动能力和冲突保护特性，扩展了总线共模范围，这就是后来的EIA RS-485标准。

RS-485是一个电气接口规范，它只规定了平衡驱动器和接收器的电特性，而没有规定接插件、传输电缆和通信协议。RS-485标准定义了一个基于单对平衡线的多点、双向（半双工）通信链路，是一种极为经济、并具有相当高噪声抑制、传输速率、传输距离和宽共模范围的通信平台。RS-485接口的主要特点如下：

- I 平衡传输
- I 多点通信
- I 驱动器输出电压（带载）： $\geq |1.5V|$
- I 接收器输入门限： $\pm 200mV$
- I -7V 至+12V 总线共模范围
- I 最大输入电流：1.0mA/-0.8mA（12Vin/-7Vin）
- I 最大总线负载：32个单位负载（UL）
- I 最大传输速率：10Mbps
- I 最大电缆长度：4000英尺（即1219米）

### 网络配置

RS-485支持半双工或全双工模式，网络拓扑一般采用终端匹配的总线型结构，不支持环形或星型网络。最好采用一条总线将各个节点串接起来，从总线到每个节点的引出线长度应尽量短，以便使引出线中的反射信号对总线信号的影响最低。图1所示为实际应用中常见的一些错误连接方式（a, c, e）和更正的连接方式（b, d, f）。图中a, c, e三种不恰当的网络连接尽管在某些情况下（短距离、低速率）仍然可以正常工作，但随着通信距离的延长

或通信速率的提高，其不良影响会越来越严重，主要原因是信号在各支路末端反射后与原信号叠加，造成信号质量下降。除此之外还应注意总线特性阻抗的连续性，在阻抗不连续点也会发生信号的反射。例如，总线的不同区段采用不同电缆、某一段总线上有过多收发器紧靠在一起安装、或者是有过长分支线引出总线时都会出现阻抗不连续点。总之应该提供一条单一、连续的信号通道作为总线。

有关总线上允许连接的收发器数标准并没有做出规定，但规定了最大总线负载为32个单位负载（UL）。每单位负载的最大输入电流为1.0mA/-0.8mA，相当于约12kΩ。为了扩展总线节点数器件生产厂家增大收发器输入电阻。例如MAX487，MAX1487 的输入电阻增加至48kΩ 以上（1/4UL），节点数就可增加至128个，96kΩ 输入电阻的MAX1483允许节点数可到256 个。

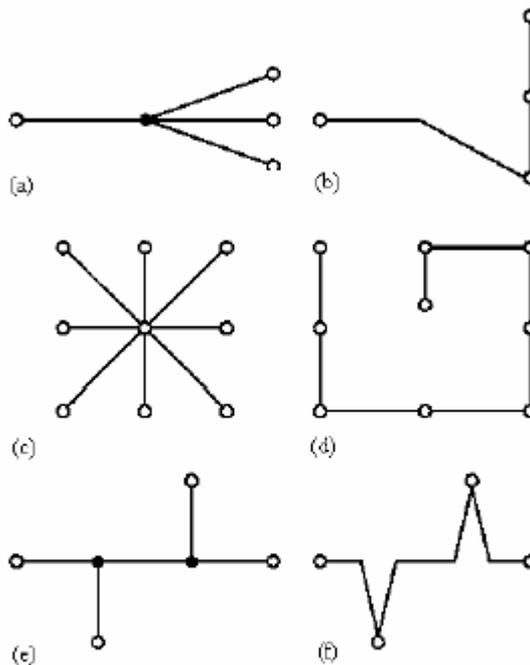


图 1.几种错误的网络连接方式及更正方式

### 总线匹配

是否对RS-485总线进行终端匹配取决于数据传输速率、电缆长度及信号转换速率。UART是在每个数据位的中点采样数据的，只要反射信号在开始采样时衰减到足够低就可以不考虑匹配。有一条经验性的准则可以用来判断在什么样的数据速率和电缆长度时需要进行匹配：当信号的转换时间（上升或下降时间）超过电信号沿总线单向传输所需时间的3倍以上时就可以不加匹配。例如具有有限斜率特性的RS-485接口MAX483输出信号的上升或下降时间最小为250ns，典型双绞线上的信号传输速率约为0.2m/ns（24AWG PVC电缆），那么只要数据速率在250kbps以内、电缆长度不超过16米，采用MAX483作为RS-485接口时就可以不加终端匹配。

当考虑终端匹配时，有多种匹配方案可以选择。最简单的就是在总线两端各接一只阻值等于电缆特性阻抗的电阻（图2a）。大多数双绞线特性阻抗大约在100Ω至120Ω之间。这种匹配方法简单有效，但有一个缺点，匹配电阻要消耗较大电流，对于功耗限制比较严格的系统不太适合。另外一种比较省电的匹配方案是RC匹配（图2b）。利用一只电容C隔断直流成分可以节省大部分功率。但电容C的取值是个难点，需要在功耗和匹配质量间进行折衷。除上述两种外，还有一种采用二极管的匹配方案（图2c）。这种方案虽未实现真正的“匹配”，但它利用二极管的钳位作用迅速削弱反射信号，达到改善信号质量的目的，节能效果显著。

### 引出线

RS-485总线上的每个收发器通过一段引出线接入总线，引出线过长时，由于信号在引出线中的反射，也会影响总线上的信号质量。和前面的讨论一样，系统所能允许的引出线长度也和信号的

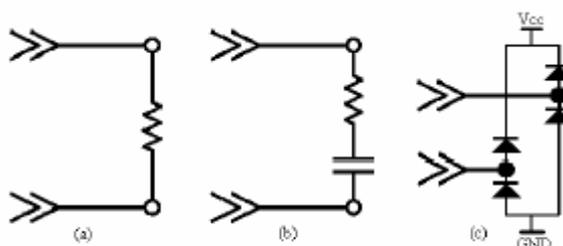


图 2. 几种终端匹配方案

转换时间、数据速率有关。下面的经验公式可以用来估算引出线的最大长度:

$$L_{max} = (t_{RISE} \cdot 0.2m/ns) / 10$$

以MAX483 为例, 对应于250ns 的上升/下降时间, 总线允许的最大引出线长度约为5米。

从以上的分析可以看出, 减缓信号的前后沿斜率有利于降低对于总线匹配、引出线长度的要求, 改善信号质量, 同时, 还使信号中的高频成分降低, 减少电磁辐射, 因此, 有些器件生产厂商在RS-485接口器件中增加了摆率限制电路来减缓信号前后沿, 但这种做法也限制了数据传输速率。由此看来, 在选择接口器件时, 并不是速率越高越好, 应该根据系统要求, 选择最低速率的器件。

### 失效保护

RS-485标准规定接收器门限为±200mV。这样规定能够提供比较高的噪声抑制能力, 但同时也带来了一个问题: 当总线电压在±200mV中间时接收器输出状态不确定。由于UART以一个前导“0”触发一次接收动作, 所以接收器的不定态可能会使UART错误地接收一些数据, 导致系统误动作。当总线空闲、开路或短路时都有可能两线电压差低于200mV的情况, 必须采取一定措施避免接收器处于不定态。传统的做法是给总线加偏置, 当总线空闲或开路时, 利用偏置电阻将总线偏置在一个确定的状态(差分电压≥200mV)。如图3, 将A上拉到地, B下拉到+5V, 电阻的典型值是1kΩ, 具体数值随电缆的电容变化而变化。

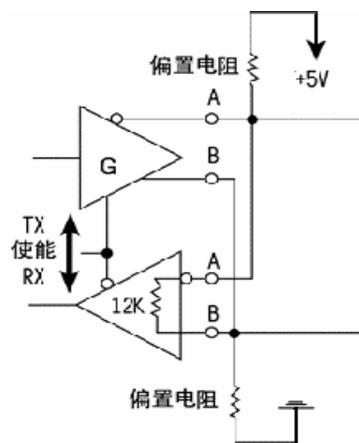


图3. RS-485总线偏置电路

上述方法是比较经典的方法, 但这种方法仍然不能解决总线短路时的问题, 为此有些器件制造商将接收门限移到-200mV/-50mV, 巧妙地解决了这个问题。例如Maxim公司的MAX3080系列RS-485接口, 不但省去了外部偏置电阻, 而且解决了总线短路情况下的失效保护问题。

### 地线与接地

电子系统的接地是一个非常关键而又常常被忽视的问题, 接地处理不当经常会导致不能稳定工作甚至危及系统安全。对于RS-485网络来讲也是一样, 没有一个合理的接地系统可能会使系统的可靠性大打折扣, 尤其是在工作环境比较恶劣的情况下, 对于接地的要求更为严格。有关RS-485网络的接地问题很少有资料提及, 在设计者中也存在着很多误区, 致使通信的可靠性降低、接口损坏率较高。一个典型的错误观点就是认为RS-485通信链路不需要信号地, 而只是简单地用一对双绞线将各个接口的“ A ”、“ B ”端连接起来。这种处理方法在某些情况下也可以工作, 但给系统埋下了隐患, 主要有以下两方面的问题:

- I 共模干扰问题。的确, RS-485 接口采用差分方式传输信号, 并不需要相对于某个参照点来检测信号, 系统只需检测两线之间的电位差就可以了。但应该注意的是, 收发器只有在共模电压不超出一定范围(-7V 至+12V)的条件下才能正常工作。当共模电

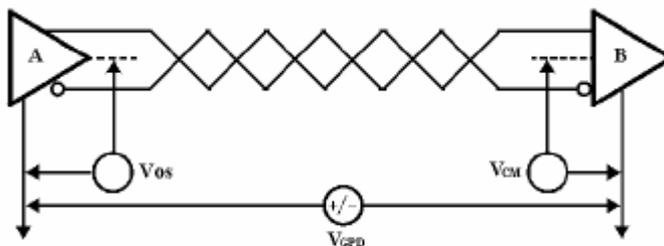


图4. 地电位差导致的共模干扰问题。

压超出此范围就会影响通信的可靠，直至损坏接口。如图4所示，当发送器A向接收器B发送数据时，发送器A的输出共模电压为 $V_{OS}$ ，由于两个系统具有各自独立的接地系统，存在着地电位差 $V_{GPD}$ ，那么接收器输入端的共模电压就会达到 $V_{CM}=V_{OS}+V_{GPD}$ 。RS-485标准规定 $V_{OS} \leq 3V$ ，但 $V_{GPD}$ 可能会有很大幅度（十几伏甚至数十伏），并可能伴有强干扰信号，致使接收器共模输入 $V_{CM}$ 超出正常范围，并在信号线上产生干扰电流，轻则影响正常通信，重则损坏接口。

I 电磁辐射（EMI）问题。驱动器输出信号中的共模部分需要一个返回通路，如果没有一个低阻的返回通道（信号地），就会以辐射的形式返回源端，整个总线就会像一个巨大的天线向外辐射电磁波。

因此，尽管是差分传输，对于RS-485网络来讲，一条低阻的信号地还是必不可少的。如图5a所示，一条低阻的信号地将两个接口的工作地连接起来，使共模干扰电压 $V_{GPD}$ 被短路。这条信号地可以是额外的一对线（非屏蔽双绞线）、或者是屏蔽双绞线的屏蔽层。值得注意的是，这种做法仅对高阻型共模干扰有效，由于干扰源内阻大，短接后不会形成很大的接地环路电流，对于通信不会有很大影响。当共模干扰源内阻较低时，会在接地线上形成较大的环路电流，影响正常。通信笔者认为可以采取以下三种措施：

1. 若干扰源内阻不是非常小，可以考虑在接地线上加限流电阻限制干扰电流。接地电阻的增加可能会使共模电压升高，但只要控制在适当的范围内就不会影响正常通信（图5b）；
2. 采用浮地技术，隔断接地环路。当共模干扰内阻很小时上述方法已不能奏效，此时可以考虑将引入干扰的节点（例如处于恶劣的工业环境的现场仪表）浮置起来（也就是系统的电路地与机壳或大地隔离），这样就隔断了接地环路，不会形成很大的环路电流（图5c）；
3. 采用隔离接口。有些情况下，出于安全或其他方面的考虑，电路地必须与机壳或大地相连，不能悬浮，这时可以采用隔离接口来隔断接地回路，但是仍然应该有一条地线将隔离侧的公共端与其它接口的工作地相连（图5d）。

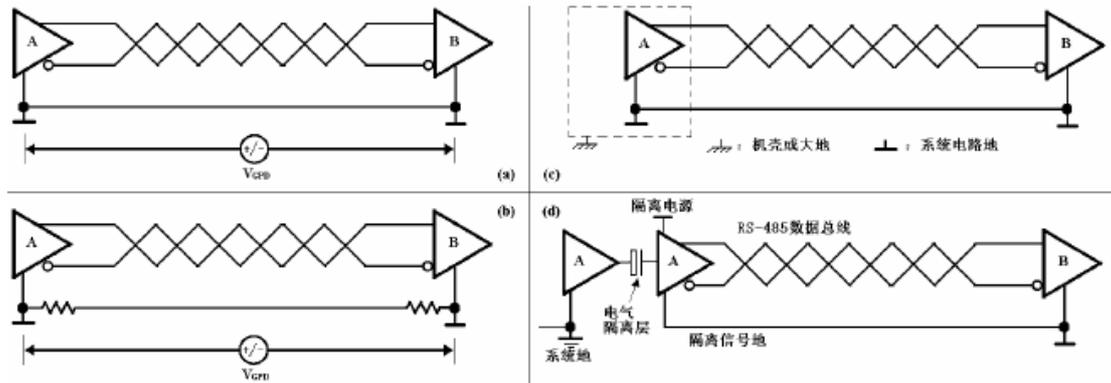


图 5. 地线与接地方案

### 瞬态保护

前面提到的接地措施只对低频率的共模干扰有保护作用，对于频率很高的瞬态干扰就无能为力了。因为引线电感的作用，对于高频瞬态干扰来讲，接地线实际等同于开路。这样的瞬态干扰可能会有成百上千伏的电压，但持续时间很短。在切换大功率感性负载（电机、变压器、继电器等）、闪电等过程中都会产生幅度很高的瞬态干扰，如果不加以适当防护就会损坏接口。对于这种瞬态干扰可以采用隔离或旁路的方法加以防护。

图6a 所示为隔离保护方案。这种方案实际上将瞬态高压转移到隔离接口中的电隔离层上,由于隔离层的高绝缘电阻,不会产生损害性的浪涌电流,起到保护接口的作用。通常采用高频变压器、光耦等元件实现接口的电气隔离,已有器件厂商将所有这些元件集成在一片IC中,使用起来非常简便,如Maxim公司的MAX1480/MAX1490,隔离电压可以到2500V。这种方案的优点是可以承受高电压、持续时间较长的瞬态干扰,实现起来也比较容易,缺点是成本较高。

图6b所示为旁路保护方案。这种方案利用瞬态抑制元件(如TVS、MOV、气体放电管等)将危害性的瞬态能量旁路到大地,优点是成本较低,缺点是保护能力有限,只能保护一定能量以内的瞬态干扰,持续时间不能很长,而且需要有一条良好的连接大地的通道,实现起来比较困难。

实际应用中可以将二者结合起来灵活运用(图6c)。隔离接口对大幅度瞬态干扰进行隔离,而旁路元件保护隔离接口不被过高的瞬态电压击穿。

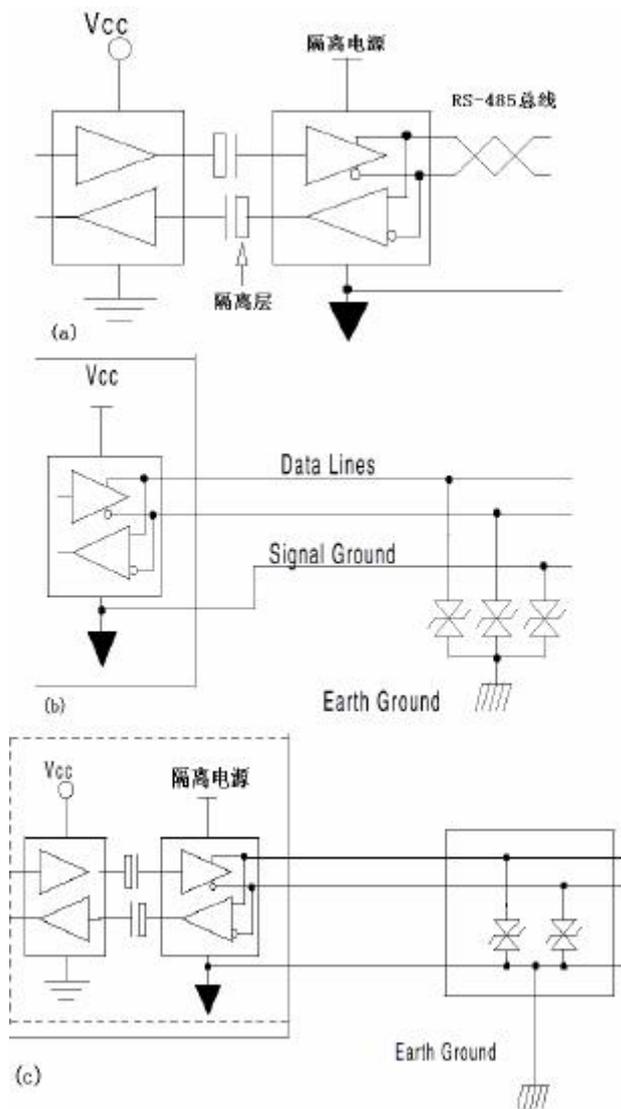


图 6. 瞬态保护方案

#### 其他注意要点

- I RS-485网络各节点间的连接线必须使用双绞线,切忌使用平排线。
- I 对RS-485网络的各节点,特别是针对那些在户外恶劣条件下工作的网络节点,为保证网络通讯质量,要求涂刷三防漆。

#### 结论

RS-485标准定义了一个极为坚固和可靠的通信链路,具有高噪声抑制、宽共模范围、长传输距离、冲突保护等特性,但一个真正牢靠的RS-485网络还有赖于合理的应用。合理的网络布局、信号通道的连续性、周全的保护措施等,在设计之初就应该有一个总体规划。