

DART FTU

应用指南

Version 2.0

引言

由于电力工业的迅速发展，电力系统自动化投资重点已从发电厂和输电网自动化转移到配电网自动化。配电网自动化可包括配电自动化（DA）、自动绘图/设备管理/地理信息（AM/FM/GIS）、负荷管理和需求侧管理（LM/DSM）等，以及由实时数据库、设备资料数据库和用户资料数据库为核心所进行开发的应用系统。现阶段配电网自动化着重于配电馈线自动化（FA）系统开发。

DART—配电自动化远动终端(Distribution Automation RTU)是根据配电网自动化的需求，在汇集和了解用户需求以及同配网设备生产厂家共同研讨以后，专门为配网自动化开发出了馈线远动终端（FTU）。

DART具有灵活可靠的控制、数据采集、故障检测能力，非常适合配网自动化系统，如果配上自动化软件将可实现诸如馈线监视、故障检测隔离、负荷转移的多种配网自动化功能。DART的优越性能，使其在世界各地拥有广泛的用户。

在1991年美国纽约长岛电灯公司（LILCO）利用480个DART作为馈线RTU（FTU）并配合无线数字电台实现了馈线自动化，到1993年扩大到850个DART，并在4年内避免了595, 675个用户的停电事故，并因此获得了IEEE DSM及DA大奖。

香港中华电力公司（CLP）在1998年初签订了一个目前世界上最大配电自动化项目，其总体规模为近6000个配电站RTU和500个架空线DART RTU，第一期工程已于1998年开工预计2001年前完成，共安装2000个RTU，是一个举世瞩目大工程。

上海惠安公司(WESCON)是国内最有影响也是最早一批加入国内配网自动化建设的厂商之一。随着我国经济的发展，国家投入大量资金进行城网改造，配网自动化将成为我国城网改造的一个新的热点，惠安公司积极参与城网改造工程的建设。到目前为止，包括绍兴、石家庄电力局在内的近十家供电局采用惠安公司的配网自动化DART RTU(FTU)及通讯产品，其中绍兴、石家庄供电局配网自动化项目的成功是国内配网自动化领域关注焦点。在提供的配网设备中，DART RTU(FTU)是全球配网自动化项目中安装最多的FTU，已经在全球成功安装5000多套，在恶劣环境下可靠、稳定运行，有丰富的实际运行经验。

为了满足日益发展的国内配网自动化建设的需要，作为GE-Harris公司在中国的合作伙伴，惠安公司利用GE-harris配网自动化专用技术，研制开发出相应DART RTU的国产化配网FTU产品DART-C RTU，其中关键的部件从GE-Harris公司引进，其性能和DART RTU完全一样。此产品有很好的性能价格比，以其更加先进、成熟、可靠的性能受到广大用户的欢迎。

除了提供DART、DART-C（国产化）之外，WESCON还提供配网自动化设备的升

级产品 DART plus。同时还提供配网通讯产品：DYMEC光纤接口器、光同步数据传输设备(SDH)、RDS-100无线数字电台。

为了配合WESCON公司的配网总体材料《DART RTU应用指南——配网自动化解决方案》，WESCON公司将陆续出版下列配网系列材料，作为上述总体材料的姐妹篇。

配网自动化系列材料之一《配网自动化通讯方案》

配网自动化系列材料之二《配网自动化典型系统介绍》

配网自动化系列材料之三《配网自动化管理系统(DMS)介绍》

第一章 DART RTU的特点

随着电力工业的发展，电力部门开始重视配网自动化，根据这种需求，GE-Harris公司在汇集和了解用户需求以及同配网设备生产厂家（开关、保护设备、表计等）共同研讨以后，专门为配网自动化开发出了DART-配电自动化远动终端(Distribution Automation RTU)。与输变电的SCADA RTU相比，DART的设计有许多特点。

1.1 DART特点

DART集中了如下的功能：

- 直接从电流互感器和电压互感器上输入交流模拟量。
- 具有逻辑判断和故障检测功能。专利注册的逻辑故障检测、故障定位、故障隔离。
- 具有数字信号处理功能，计算电压和电流有效值、零序电流、无功功率、有功功率、无功电度、有功电度、相角、功率因素、电流方向。
- 记录前1小时和72小时的馈线最大负荷值
- 远方操作一个或多个负荷开关
- 实时检测电网状态和负载状态，实现馈线的远程检测
- 提供多达128个带时标的SOE（事件顺序）记录
- 通过主站软件，确保最佳的负荷转移和最大程度的满足用户要求
- 可用便携计算机现场维护和试验操作

方便的DART组网功能

- 对远方通讯媒体的开放性，包括无线电、光纤、电话线、载波等
- 对通讯协议的兼容性，以DNP3.0为缺省规约，同时支持70多种其他规约（需有CPM规约转换器）。

1.2 应用环境

DART可以在安装在柱上、开闭所中，可以和柱上负荷开关、开闭所中的环网柜、开关柜配合使用，也可以安装在地下设施中。它的设计适于经受外部恶劣的环境，在很大温度范围（ $-40^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ ）内稳定可靠运行，并且不受开关操作和雷电的干扰。

由于集合了变送器、故障检测仪等设备的功能，DART配置十分简洁。在地下安装过程中，DART可配有防水外壳，可以防止进水，损坏设备。

为了保证配电网的可靠性，能够适应不良的环境条件（温度、湿度、震动、高压的电力环境等），保证很高的安全性。DART RTU经过了严格的质量检查和可靠性试验，符合IEC标准，这也是从几千个已经安装了DART RTU装置中得出来的运行经验。

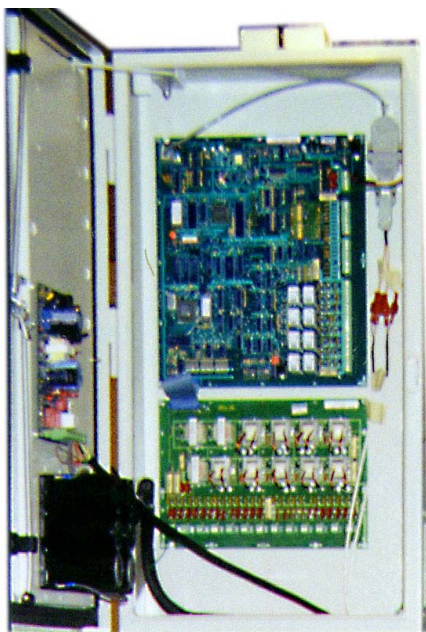


图1-1 DART实物照片

第二章 DART RTU结构

DART集许多设备的功能于一体，不需要购买、安装和维护额外设备（如电流电压变送器、故障检测仪和指示器）。

DART按模块化设计，由主逻辑板模块和交流输入模块组成。DNP规约被用于DART与主站及其他电子设备的通讯。根据现场条件及通讯方式，可以选择增加以下的模块：

- CPM板（通讯处理器板）
- DART电池充电器
- DART MODEM
- 外部通讯设备（如无线信号或光电转换器）

- 用于显示遥信状态的LED板

这些外设设备的正常运行温度范围为 $-40^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$

图2—1描述了DART系统多种模块、I/O、通讯和电源。阴影部分是可选模块。

2.1 DART主要模块

DART由两块印刷线路板组成：WESDAC DART逻辑板和WESTERM DART模拟量输入板。

2.1.1 WESDAC DART逻辑板

逻辑板是基本功能模块，提供系统的I/O功能。所有基本数据的处理都在该电子线路板上，同时，与模拟输入板接口和工作电源、通讯、状态输入和控制输出的端子输入板也在这块板上。

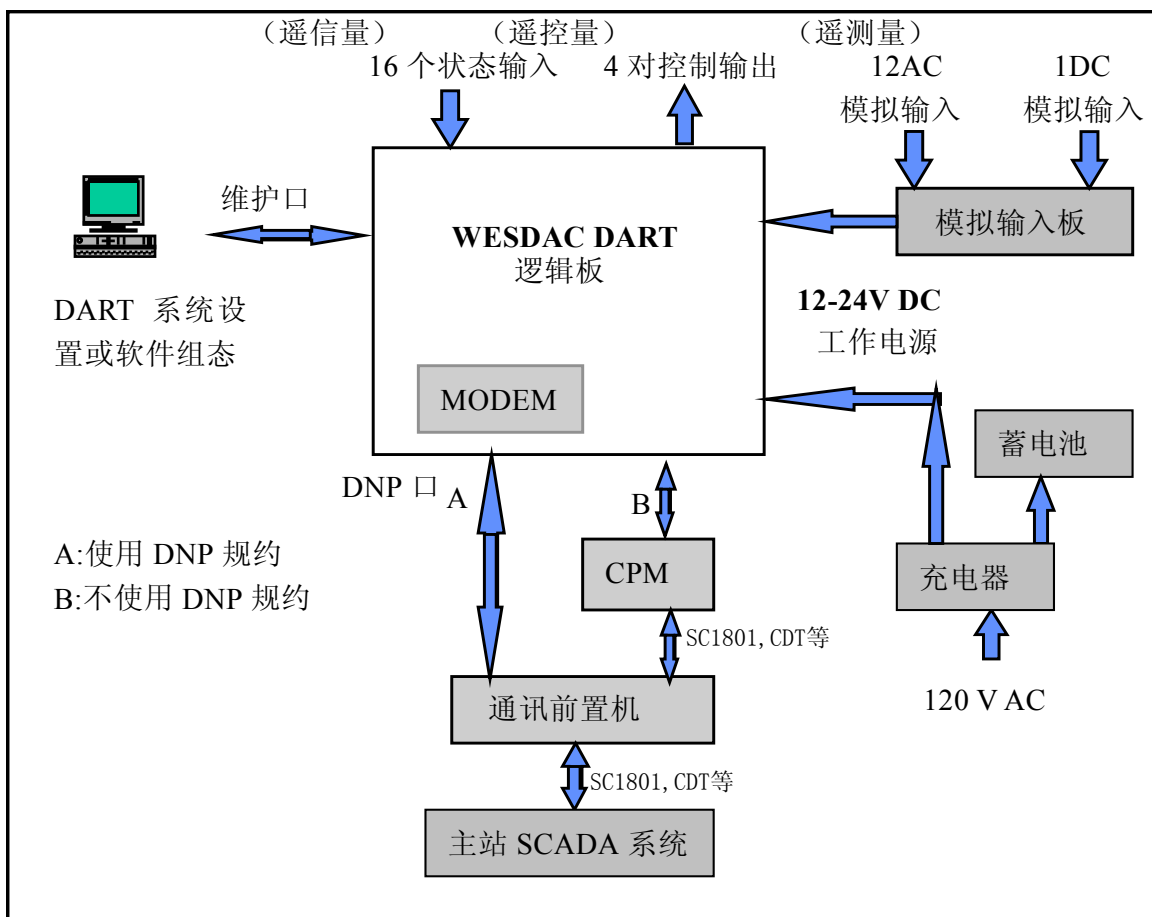


图2—1：DART系统配置图

WESDAC DART逻辑板功能描述：

- 微处理器为M68HC11 8位微控制器，提供串行接口、状态输入和控制输出，并通过LED灯指示DART的工作状态。
- 存储器由EEPROM和RAM组成，数字信号处理器共享的双口RAM。

- 开关电源提供逻辑板所需的独立电压。
- **状态输入：**处理16个可组态状态输入量（12V或24V标定值）：事件顺序、状态或脉冲累寄存器（FORM A、FORM C）的改变。SOE的分辨率为10ms,带时标。
- **控制输出：**处理8个独立的输出量（4对控制输出），具有遥控返校功能，并能闭锁远方操作的特点。
- **模拟输入：**处理多达12个标准的模拟输入量，（3PT, 3CT）、（6PT, 6CT）、（3PT, 9CT）可供选择，每工频周期采样16次，并进行模拟量计算，精度为0.2%。模拟输入量由WESTERM DART模拟输入板完成。

逻辑板输入/输出端子描述：

- 状态输入和控制输出的端子
- 电源输入端子
- 1个与SCADA主站或D20子站通讯的串行口（RS232）
- 1个组态和设备维护串行口（RS232）

2.1.2 WESTERM DART模拟输入板

WESTERM DART模拟输入板从线路传感设备接收模拟量，转换为标准值后输入到DART逻辑板。例如将电流转换为电压，然后将电压降低到5V AC。输入板包含独立的变换器和多达12个AC模拟输入回路，直接从电压互感器、电流互感器或线路传感器上接收信号，并且有一个可选的插件式子板来接收单独的DC模拟输入。

模拟输入可组态。12个模拟输入可以分成4组，每组3个输入。每组承担一路馈线的电压或电流输入。每组的3个输入代表一路馈线的3相。这样具有12路模拟量输入的DART可以控制2路馈线（每路馈线有各自的三相PT、CT）及3路馈线（每路馈线有各自独立的三相CT,但PT共用，一般用在开闭所中）。

2.2 DART可选模块

2.2.1 WESDAC CPM（可选）

为能满足当前和以后配网自动化通讯及规约应用，DART可以选择通讯处理器板（CPM）。WESDAC CPM板用作规约转换器，使用DNP规约的DART可与使用不同规约的主站通讯。

DART提供一个超过70种主站规约的规约库，CPM全部支持这些规约。CPM板支持二进制或面向字节规约，同步通讯和EPRI的未来通用规约——用户通讯结构（UCA），如国内常用的SC1801、CDT、IEC870-5-T101、国标Polling等。

CPM上可选一个Be11 202或CCITT V.23调制解调器，同时包含一个额外的通讯口用来与当地智能电子设备通讯如表计、继电器、开关或自动重合闸。如图2-2所示。

DNP 规约说明

WESDAC DART使用DNP规约通讯。DNP是一种开放式网络通讯协议，用于SCADA和配网自动化系统。

DNP规约基于OSI 7层模式的三层（应用层、数据链路层和物理层），符合IEC TC57提出的IEC-870-5标准。

DNP适于使用在安全性高、速度中等并且向高速递进的应用。它应用十分灵活，并且是向用户开放的，用户不需任何特殊的硬件结构。DNP是一种公用的区域规约。具有支持现场主动上报功能，能及时上报故障信息。例如对采用公用电话网作为通讯媒介的配网自动化系统，采用这种主动上报功能DART能主动拨号，将故障信息上报主站。

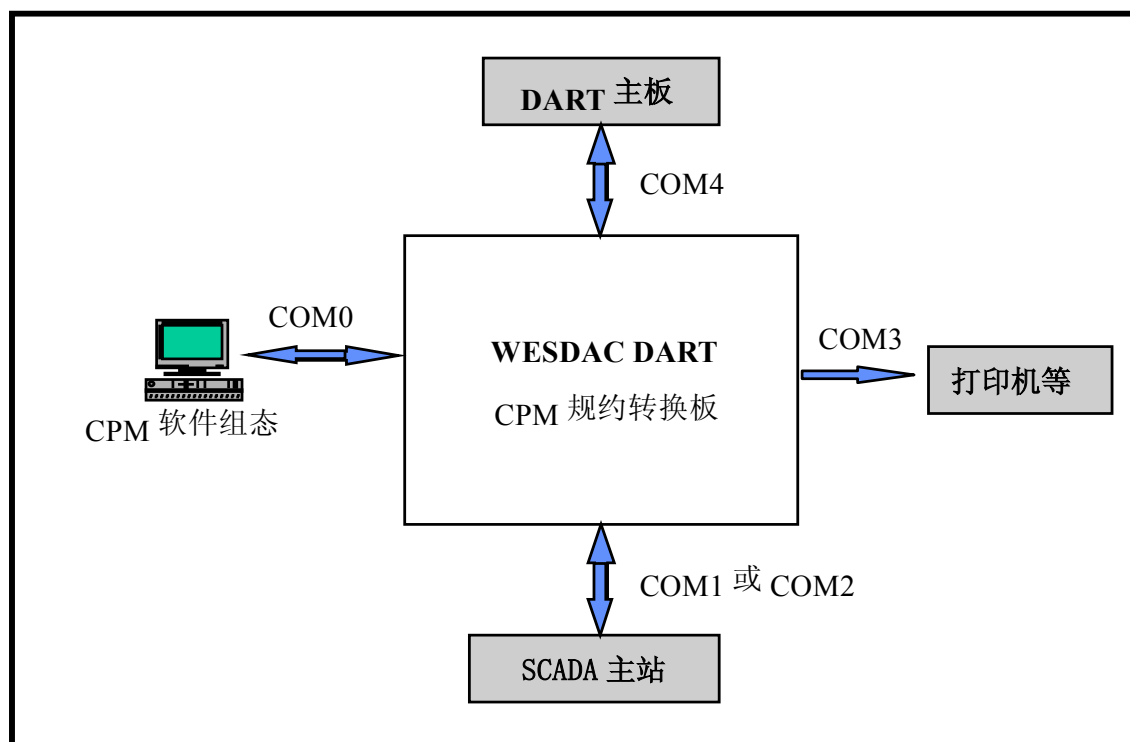


图2-2 规约转换板CPM结构图

2.2.2 DART 电池及充电器（可选）

DART的标准工作电源是额定12VDC或24VDC。如果当地没有12VDC或24VDC电源，可以在当地使用DART电池充电器输出电源。DART蓄电池可以被用来作为备用工作电源，采用充电器对电池进行充电。

电池充电器的输入为120VAC，输出12VDC或24VDC供DART模块使用。在交流电源失电时，密封的铅酸蓄电池提供长达48小时的电力供DART模块工作（整个系统功耗为1.5W）或提供8小时电力给带有无线电台的DART模块。

DART充电器具有智能特性，提供具有温度自适应特性的浮充电压及过放电保护性能，能随时检测电池电压和容量。当充电器输入电源失压或低于一定电压、或电池过压充电时，充电器会也将产生遥信上报主站。

2.2.3 DART调制解调器（可选）

DART模块可配备DART调制解调器，它为Bell 202或 CCITT V.23频率转换Modem，接口使用DNP规约。利用公共电话网可使用拨号MODEM。

2.2.4 外部通讯设备（可选）

外部通讯设备如无线电台、调制解调器、拨号MODEM或光纤转换器根据用户的需求可以接在DART上。这些外部通讯设备需要另外购买。WESCON公司提供GLB无线电台和DYMEC光纤设备。

2.2.5 LED状态显示（可选）

可选的LED状态显示板提供16个状态输入的指示器。这块板直接插在WESDAC DART的逻辑板上。用于指示16个遥信输入的状态。

2.3 DART的组态与维护

DART的组态系统允许用户自己建立最合适的系统参数并下载组态数据到现场的DART上。用户可用组态系统软件对DART参数进行配置。该软件运行在IBM兼容机上，用户在PC机上生成组态记录，然后通过DARTMAINT串行口下载到DART内存。

- 设置主站与DART之间设置通讯口参数
- 状态量输入、控制量输出、模拟量输入的参数定义
- 定义故障检测条件参数的配置
- 模拟量纠正偏差的设置
- 通过PC机终端仿真程序显示DART的实时数据

具体的DART组态软件参数设置见附录3。

第三章 DART RTU应用条件

DART RTU是专用的配网自动化设备，具有馈线监视、故障诊断及故障隔离负荷转移的功能。配电网环网结构、通讯条件、开关电动操作机构、维护电源等必须具有相应的条件，才能发挥其功能。

3.1 配电网条件

现在的10KV配电网一般具有两种结构：辐射结构和环网结构。对于具有辐射结构的配电网，利用DART RTU可实现故障定位和故障隔离，但不能实现负荷转移。因此，要实现配网自动化，配电网的结构需具有环网结构，但平时开环运行。当电网发生故障，需要负荷转移时，环网结构闭环运行

3.1.1 环网配电模式

利用DART 实现馈线自动化，达到馈线出现故障进行自动检测并能及时恢复供电，必须使相应的配电网建立在环网结构、开环运行的网络基础上。而传统城市配电网采用辐射供电模式：为保证对重要客户供电，采用双回路甚至三回路供电，这样必然增加变电站配电线路的回路数。为了适应配网自动化需要，将旧城区辐射供电方式改造成环网结构开环运行的环网供电结构方式是重要一环。

由于环网供电结构方式实际上是以单回路供电的投资，得到双回路供电的可靠性。任一线路损坏，首先依靠DART RTU自动化故障识别，然后通过相应的软件自动进行故障隔离、网络重构、负荷转移、恢复供电。这个过程一般在1分钟内实现，缩短了恢复供电时间，提高了供电可靠性。比用多回路供电，减少了增加回路数的投资。

3.1.2 环网开环定位问题

实现故障段负荷隔离、非故障段负荷恢复以及负荷转移等，配电网必须具有环网供电的功能。当系统需要做负荷转移时，可以通过分析DART RTU送上来的1小时和72小时负荷最大（电流）值来判断正常侧线路是否有多余容量接纳转移过来的负荷。

但在进行配电网环网规划时，无论是架空线环网还是电缆环网，都必须考虑开环点定位问题。

为了保证负荷转移不会引起非故障段的线路出现过负荷，在环网供电开环运行的网络中，若开环点按照两端负荷均匀分布来定位，在正常运行情况下，每条馈线只承担50%的负载。在实际系统中还考虑不同季节的线路允许传输容量值。根据现有配电网的具体情况，充分利用变电站主变的容量和线路允许的传输容量，统一规划，确定环网开断的位置。在此基础上，当系统需要做负荷转移时，通过分析DART RTU积累的1小时和72小时最大负荷值来判断正常侧线路是否有多余容量带动转移过来的负荷，使负荷转移具有更加高的成功率。

3.1.3 中性点不接地系统和单相接地故障

工业发达国家11-23KV配电系统大多采用中性点小电阻接地系统，积累了丰富的运行经验。对于中性点小电阻接地系统，当发生单相接地短路故障时，通过大地构成短路电流回路，造成很大的短路电流，一般为1000-2000A，利用DART RTU判断相地故障和相间故障一样容易判别，实现故障定位、故障隔离。

但在我国的10KV配电网中除少数大城市象上海、北京、广州电网已改造为中性点小电

阻接地系统之外，大部分是不接地系统；当发生单相接地故障时，由于产生的电容性接地，故障电流较小，一般为几个安培，较难准确检测。在实际的电网运行中，60%以上的故障是由单相接地（应该说是障碍，一般允许2-3小时）引起的。当在变电站安装小电流接地保护装置后，通过零序电流、零序电压和电流方向或五次谐波才能判断接地的故障线路。当判断出单相接地的故障线路后，利用DART RTU可以实现单相接地故障检测；根据DART RTU设备检测数据，并利用适当的软件模拟人工拉切技术，实现单相接地故障点的检测和定位，但架空线路必须是手拉手的环网供电结构方式。

3.2 配网通讯条件

由于配网自动化系统的站端设备数量非常多，位置分散，覆盖面广，从而增加通讯系统建设的复杂性。从目前采用的通讯方式来看，应采用综合通讯方式，并采用多层集结的方式。对于市中心，市区繁华地段，因其负荷密度，建议采用环网光纤通讯模式。市区、市郊可以采用无线方式。其它如通讯电缆、电话线，电力载波，无线扩频技术等也可以因地制宜，综合考虑。

3.2.1 光纤通讯

由于光纤通讯技术日趋成熟，其价格趋于下降趋势，如果具有良好的管线系统，敷设光缆的条件比较好，不妨选择光缆作为配网自动化的通讯设备。多模光缆价格不贵，而光电转换器（光缆接口器）体积小，价格接近调制解调器。光缆采用的模式通常有点对点模式，主站/子站环路模式、对等环路模式。

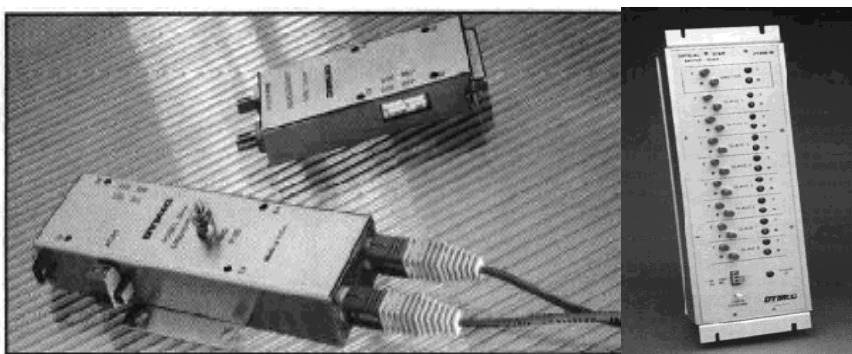
光纤数据通讯具有性能优越，抗干扰性能好，系统灵活特点。光纤通讯不但可用于地下配电系统，也可用于市内架空线路配电线路（沿架空线路电杆架设）。

DART RTU提供光纤通讯的接口。采用光纤数据通讯实现配网自动化，已在绍兴供电局得到成功的应用。其光缆接口器采用美国DYMEC公司的产品（WESCON公司是美国DYMEC公司产品中国总代理），其主要性能如下：

- 传输距离6km(多模)及35km(单模)
- 传输速率高达116kbps
- 链路及中继连接
- 点对点、星型、总线、环网组网
- RS232、RS485、TTL接口
- 运行温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$

值得注意的是，星型光缆接口器特别适用于主干环上有支线设备的通讯连接方案。

图3-1 光纤连接器



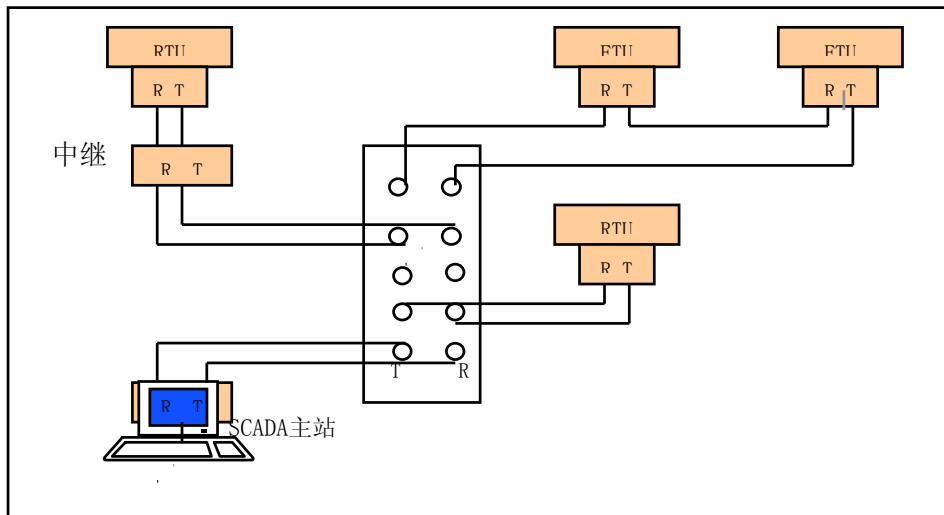


图3-2 光纤连接组网方案

3.2.2 无线通讯

由于无线电通讯技术成熟，其价格低廉，除了有许多高层建筑的大城市闹市区外，其它地区都可采用无线电通讯技术实现配网自动化。尤其对于铺设光缆条件不够成熟的地方实现配网自动化，无线电通讯是首选的通讯方式。对于无线电无法覆盖的区域可通过无线电中继得到解决。

DART RTU提供无线通讯的接口。采用无线电方式实现配网自动化，在石家庄供电局得到了成功的应用，采用RDS-100无线电系统，实现主站系统和DART RTU的通讯。在实际的应用中，把无线电收发机放在DART RTU的机箱中。

美国GLB公司的RDS-100无线电台（WESCON公司是美国GLB公司产品中国总代理）的主要参数为：

- 收发转换时间最短为 5ms
- 传输速率高达19200bps
- 可用频率从100MHz到960MHz
- 数字中继组网方式最大可达8级
- 可使用多种通讯模式，从透明模式到X.25协议。
- 点对点、点对多点的组网方式



图3-3 RDS-100数字电台

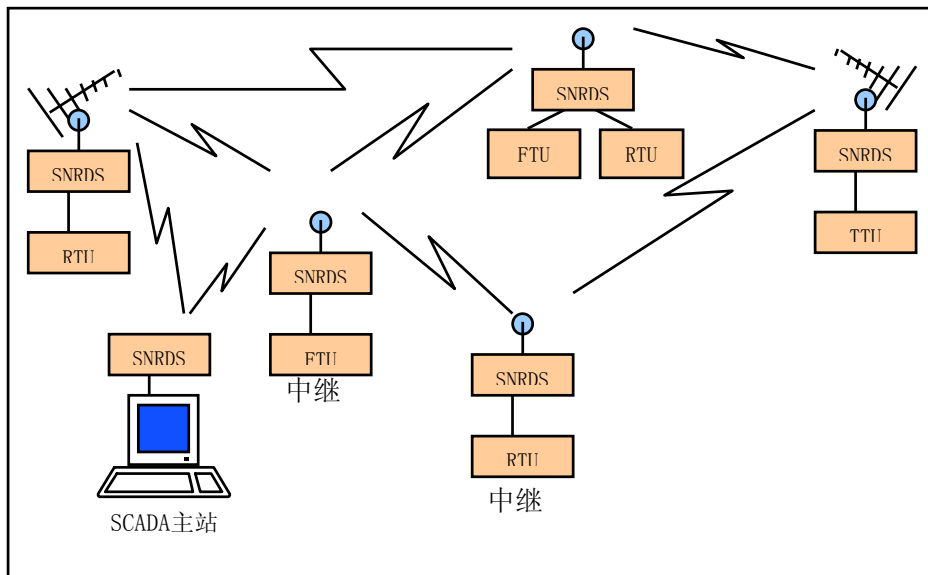


图3-4 无线电组网方案

3.2.3 公共电话网通讯

使用拨号式电话系统利用公共电话网进行通讯，最大的优点是费用低廉，安装方便，不受地域限制，并且迅速能实现配网自动化。但此系统不能实现实时性数据传输（因RTU上报数据前，需要电话拨号的时间），一般实际故障恢复时间在4分钟左右。对于一些老城区，尤其象高楼多、环境比较复杂的区域，光缆铺设条件差，受到各种条件制约的城网改造，实现配网自动化采用公共电话网通讯将作为一种节省投资的有效方法。

DART RTU提供公共电话网通讯接口。拨号式电话线是使用通过拨号MODEM的公共电话网，使DART RTU和主站进行通讯。

DART RTU故障上报功能不仅适用于光纤、无线电通讯设备，还适用于电话系统。一旦馈电线路发生故障，DART RTU通过MODEM自动拨号，采用DNP3.0规约主动上报通讯主站。

DART RTU有两个串行接口，其中一个接调制解调器（电话线）或光端机、或无线电装置等以实现远程通讯，另一个可以和便携机通讯，以便就地测试，设置各种参数。

实际上，通讯系统不只是为了DART RTU的应用，还可考虑配网自动化中的其它系统的应用：如远方读表、配变监测、需方控制（DSM）等均可利用现有的通讯设备，组网应用。

3.3 开关/重合器条件

DART RTU应和柱上及开闭所开关/重合器一起配合使用，开关应具有电动操作机构。一般具有以下特性：

1. DART RTU能接受主站命令，操作各开关的“分/合”。开关上有“分/合”按钮及开关位置指示，有闸刀打开指示及闸刀闭锁功能。同时有“就地/遥控”选择开关，以保证当开关

或线路检修时，可靠地断开远方遥控回路。

2. 一套二相或三相电流互感器 (CT 1, 5A) 和一套一相或三相电压互感器 (PT 7.6, 69, 120V AC)。一般国内开关电动操作机构大部分只有内置电流互感器，而没有内置电压互感器，使用 DART 配套的用户，就会没有输入电压和没有工作电源的问题，需另配设备。
3. 国内大部分厂家的柱上开关电动操作机构的操作电压为 220VDC (AC)，如果和 DART 相配套的话，由于 DART 继电器常开、常闭接点的操作电压为 28VDC 或 120VAC，DART 需增加中间继电器完成对开关的控制。
4. 国内电动开关的储能装置储能之后，只可能进行一次合闸，两次跳闸，基本上满足目前线路运行要求，但最好有 4-5 次跳合闸能力，满足多次重合闸需要。

下列国外的开关厂家，是美国 GE-Harris 公司 DART RTU 产品已经进行成功配套的厂商，可供用户配套参考：

S&C Electric Co.,
Joslyn Power Products
Kearney National Company
Turner Electric Corporation
Cooper Power System

国内开关厂家：

丹阳开关厂、湛江开关厂等

3.4 蓄电池要求

在配电网运行中，当线路出现故障时，相应变电站开关保护跳闸，造成全线停电。配电自动化系统通过分析在故障期间获得信息，判断故障区域，并通过远方控制隔离故障区域，恢复正常区域供电。这时要求蓄电池能可靠提供线路上分段开关或环网开关等一次设备操作电源，同时提供通讯收发器工作电源、DART 工作电源，维持 RTU 正常工作。

蓄电池是由长寿命、免维护的蓄电池组及充电器组成。正常运行情况下蓄电池处于浮充状态。系统一旦断电，系统的工作电源由蓄电池组供电。电源系统具有完善的保护和监测手段。

DART 的标准工作电源是额定 12 到 24VDC。DART 蓄电池可以被用来作为备用工作电源，采用充电器对其进行充电。电池充电器的输入电压为 120VAC，输出 12VDC 或 24VDC。密封的铅酸蓄电池可提供长达 48 小时的电力供 DART 模块工作（整个系统功耗为 1.5W）或提供 8 小时电力给带无线电台的 DART 模块。

3.5 遥信量条件

DART 有 16 个可组态的状态输入量（遥信）。对于状态输入量需有 12V 或 24V 湿节点电源，外部供电。DART 可提供多达 128 个带时标的 SOE（事件顺序）记录。一般由 DART RTU 组网的配网自动化系统中包含的遥信量有：

- 开关量的开、合
- 储能装置的合、分
- AC 电源失电、不失电
- 电压电池过高、过低

- 远方/就地开关
- 是否失压
- 保护动作合、分
- 是否过流
- 断路器合、分

第四章 DART RTU功能描述

DART RTU是功能强大的一个监控装置，具有馈线监视、故障诊断、故障隔离及负荷转移的功能。要发挥其功能必须采用集中远方监视模式，利用主站SCADA系统软件对DART进行监控。集中远方监视模式的基本结构如图：

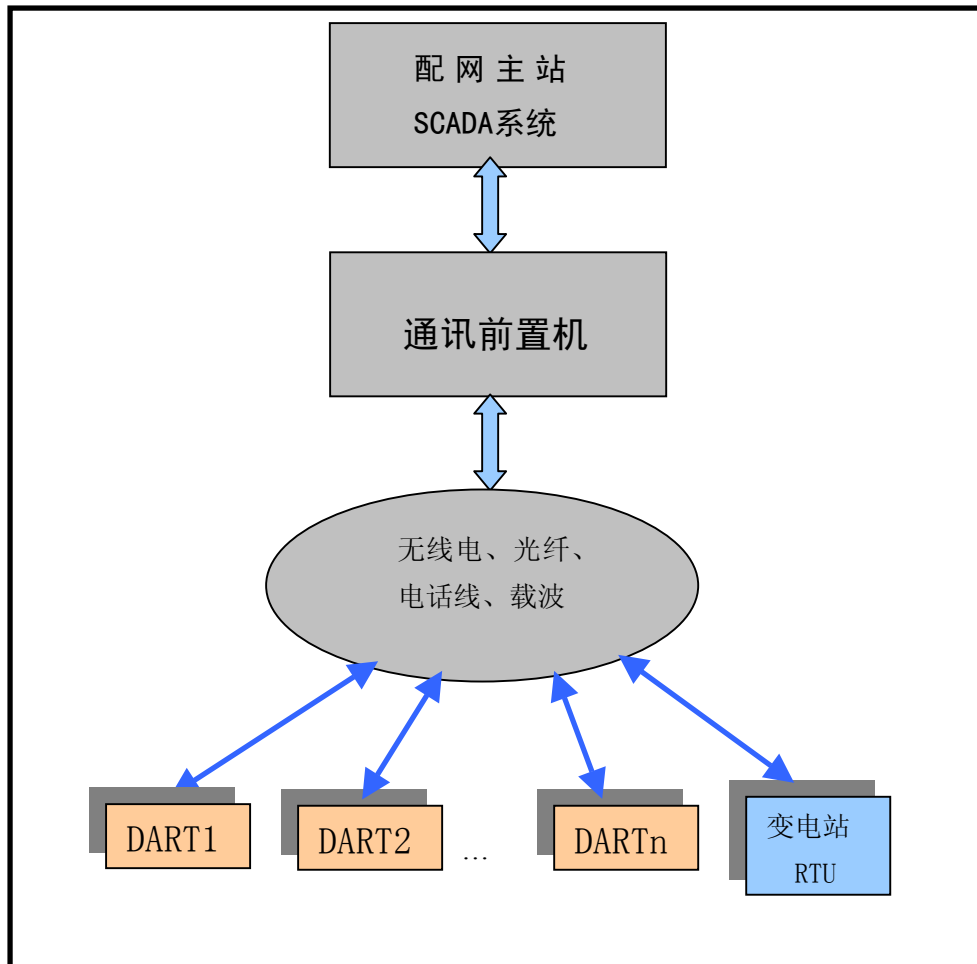


图4-1 DART RTU 基本应用框架

集中远方控制模式实现配网自动化是由负荷开关、DART RTU、通讯前置机（用于规约转换和数据收集）、通讯配网中心站（主站）组成，采用主从通讯方式。每个分段开关的DART RTU或开关柜的DART RTU和配调中心站通讯，进行故障隔离和负荷转移，由配调中心站采用遥控方式进行集中控制。

注：上图中的前置通讯机在目前的组网方案中采用D20通讯转换板。D20是美国GE-Harris公司的产品，在配网自动化系统中主要用于规约转换（包括DNP3.0、SC1801、CDT在内的70种规约库）和数据处理。D20是以Motorola 68020CPU为核心，配有512K RAM、128K NVRAM、512K EPROM和7个RS232接口（也就是说可同时转换7种不同的规约），以及2个RS485通讯接口的通讯处理和控制单元。在D20装置中，有一个用户可随时定义的实时数据库，可实现对远方DART RTU的数据采集处理和控制在。应用D20通讯前置机之后，减少了主站的工作量，实现了灵活的规约转换机制，以便以后配网系统的兼容和进一步扩充。通过D20还可以实现PLC编程，实现配网故障后快速的自动分段、恢复供电的功能。

当然在上述DART RTU基本应用框架中，也可以不应用通讯转换器，把DART数据直接接到主站计算机上。这样，主站计算机就需要增加许多数据处理软件，包括规约转换软件，会减慢主站系统处理速度。

4.1 馈线监视功能

4.1.1 DART 计算检测功能

与传统RTU相比，DART RTU的模拟处理是很不同的。采用交流直接采样，输入各相电流、电压。耦合变压器把AC信号转换成较低电平AC信号。这些耦合变送器还具有把从现场来的高压信号与DART隔离开来的能力。

每个AC信号被多路开关传送到一个高速A/D转换器，并且每周波数字采样16次。数字信号处理器对这些数字采样，并且把每个采集量存储在内存中。然后数字信号处理器处理AC输入的数字，计算下列参数：

- 电压有效值
- 电流有效值
- 零序电流
- 有功功率、无功功率、有功电度、无功电度
- 相角和功率因素
- 电流方向

数字信号处理器将这些计算参数送到微处理器，完成一系列配网自动化功能：

- 故障检测
- 计量
- 开关控制

通过上述配网自动化功能，可对馈线进行实时监控、控制。

4.1.2 通过主站软件实现馈线SCADA功能

上述的DART计算数据及一系列配网自动化功能，通过主站计算机系统采集，可实时对馈电线路进行监测，实现馈线SCADA功能。主要包括：

1. 馈线实时监测

- 对所监控的供电环路显示网络接线图
 - 显示馈电线路的电压、电流、有功功率、无功功率、有功电度、无功电度、功率因素、电流方向、相位角、零序电流
 - 开关状态信息及有关其他状态信息和报警信息显示
 - 开关设备出现的变位状态在主界面上实时显示及SOE显示
 - 显示负荷曲线电压棒图等相关图形
 - 配电网运行报告
2. 对开关设备进行远方控制
 - 在人工控制模式下遥控开关的投、切、闭锁、开锁
 - 在自动控制模式下按照预定的恢复送电方案控制相应的开关操作
 3. 事件报警和顺序记录
 - 被监测线路发生过流、短路等事件时，及时给出报警信号并顺序记录
 - 事件记录报告打印，及时了解事件信息
 4. 各种统计、打印功能

4.2 配电网故障检测

WESDAC DART是配电自动化应用的理想产品，在它的许多特点当中，DART 具有配电开关负荷端故障检测的专用功能。这种故障检测技术能检测出相—相故障和相—地故障，并且通过电源端断路器重合闸成功还是闭锁来切除故障。

故障检测技术能在故障切除后监视电压和负荷电流的有和无。这种技术的可靠性肯定优于简单的过电流幅值故障继电保护检测器。后者受磁化的杂乱电流和其他谐波的影响容易误判。有了这种高可靠性，系统操作人员能快速而简单地确定馈线上故障位置，并实现自动分段，恢复对无故障区域供电。

4.2.1 故障告警

当DART检测到故障时，它产生故障指示，由主站作为故障告警接收，依据故障的属性及切除的办法，一个或多个输出将送出并主动上报主站。

DART有一个故障检测算法，可以检测和区分出三个等级过流的故障，包括永久性故障、瞬时性故障、负荷过流三个级别。这三个级别的故障检测是由预置在DART中的专用配网程序控制，没有通讯系统也可实现。

第1级：当出现永久性故障时，离故障点电源侧最近的DART RTU检测并按预置程序控制DART所在断路器(重合器)跳闸，断路器一次或多次重合失败后，断路器(重合器)跳闸闭锁切除故障，并由DART发出跳闸闭锁告警信息，要求组织检修以恢复对故障线路的供电。

第2级：当线路出现瞬时短路或接地故障时，离故障点电源侧最近的DART检测并按预置程序控制DART所在断路器(重合器)跳闸，断路器一次或多次重合成功后，切除

故障恢复供电。同时DART发出跳闸、重合闸成功信息。反映被小动物或树枝引起接地式瞬间短路故障已清除，不影响供电，但仍需巡线查看现场是否有危险的遗留物件需清除。

第3级：当线路过负荷，但尚不太影响线路安全运行的情况，DART检测到电流超过预置置，发出过负荷告警信息，引起运行人员注意。

4.2.2 故障检测说明

以下是一个用SCADA监测电源端保护装置的断路器和7个电动操作的开关（SW1、SW2、SW3和SW4、SW5、SW6、SW7）馈线部分的典型应用的例子，每一个开关都带有一个DART，馈电线路可通过远端的正常断点联络开关（SW4）切换供电的变电站。

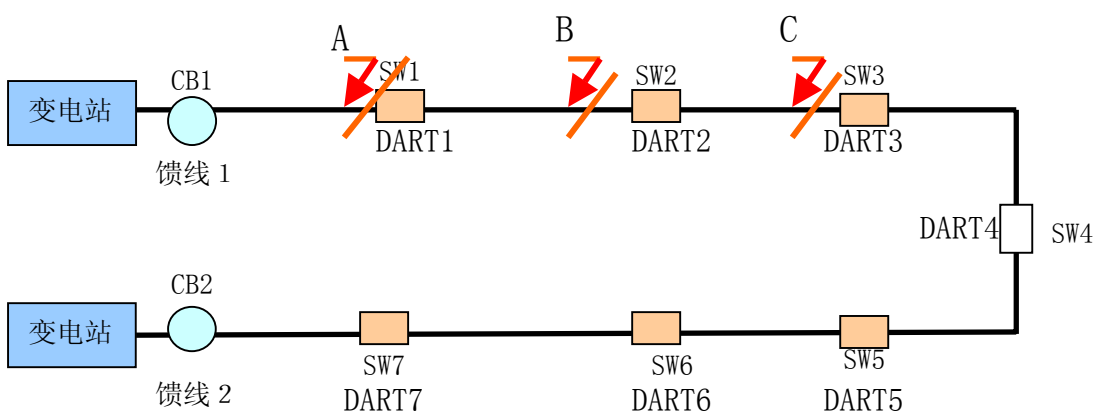


图4-2 10KV典型环网供电系统

假定出现短路故障A、短路故障B时，对这些故障的切除和供电恢复的说明如下：

对于短路故障A，断路器CB1动作跳闸切除故障A，由于DART1-3装在故障的负荷侧，所有DART上报都为正常情况，操作人员得知这些信息后，就知道故障位于断路器CB1和SW1之间。要恢复供电，操作员断开SW1，隔离故障，然后闭合SW4，恢复SW1所属的负荷供电。

对于短路故障B，断路器CB1动作切除故障，根据断路器CB1重合闸成功或重合闸不成功（闭锁）来判断瞬时故障还是永久性故障，SW1的DART1分别上报是第2级还是第1级故障。SW2和SW3的DART2、DART3上报情况正常，提示系统操作人员故障位于SW1和SW2之间。

如果断路器CB1闭锁，并由此SW1上报第1级输出，操作人员断开SW1和SW2，并且闭合断路器CB1和远方联络开关SW4，除故障段外，所有的线段恢复供电。

4.2.3 DART和上层软件配合实现线路自动分段隔离、非故障段自动恢复

DART的故障检测信息经过通讯系统发送至主站，主站软件经过分析，对线路故障的处理一般经过故障信息上报主站系统、故障段自动分段隔离、非故障段自动恢复送电、线路状态实时显示等四个阶段。上述过程一般在1分钟之内完成。

1. 故障信息上报主站系统

馈电线路发生故障时，变电站断路器跳闸，作为馈线FTU的DART检测到线路上满足过流、失压条件后，使所控制的分段开关分闸，并将这些过流、失压、跳闸、重合闸、闭锁等信息上报主站系统。

2. 故障段自动分段隔离

主站软件对短路线路进行拓扑关系分析，确定故障区间。当短路故障发生在多级分段线路的后段时，控制前级开关的DART RTU虽然未处在故障段，但也因检测到过流、失压的条件而跳闸。主站软件判断故障后给前级跳闸的DART RTU下发合闸命令，使其所控制的分段开关合闸，完成发生故障线路的自动分段隔离。

3. 非故障段自动恢复送电

当馈电线路环网供电时，主站软件通过负荷转移决策，在自动的模式下，给相应的联络开关和分段开关的DART RTU下发合闸命令，使非故障段自动恢复供电。

4. 线路状态实时显示

利用馈电线路的网络接线图，动态反映线路实时事件和状态，提供整个网络的全局动态着色反应和局部的追踪信息。

4.2.4 故障检测可靠性

DART RTU故障检测技术的可靠性是很重要的。防止没有故障出现时，而检测出配电网上故障的误报现象。为确保这种可靠性，按照组态配置，DART的故障检测能防止励磁涌流，空线路充电，倒送电（反向电流可能是负荷端的开关提供电流进入到电源端的故障）而导致的故障误告警。这是通过配置确认信息产生的周期，和励磁涌流的方向来判断的。

4.3 负荷转移功能

DART RTU具有故障检测的功能，并且根据DART RTU所安装的位置进行准确的定位。尽快地进行故障隔离及恢复供电，对DART RTU进行集中远方监控，实现负荷转移。

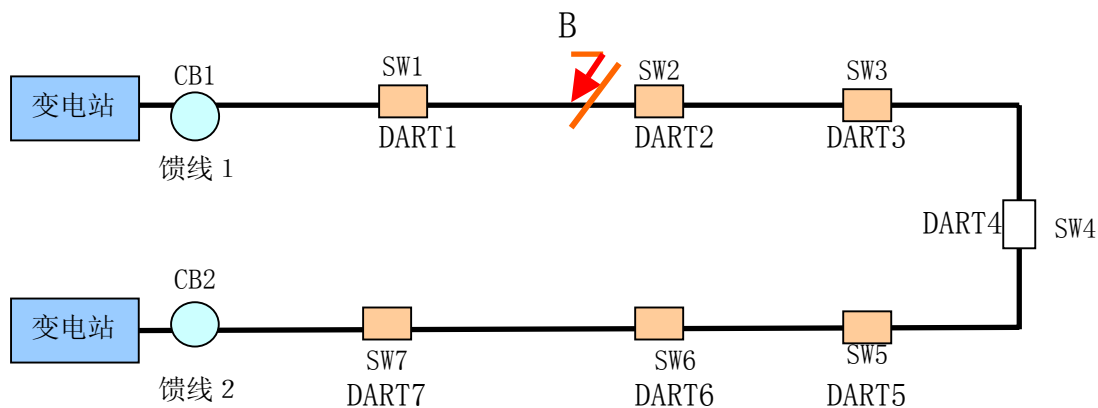


图4-3 10KV典型环网负荷转移

实现负荷转移，配电网必须具有环网供电的功能。对应于图4-2 当系统需要做负荷转移时，通过分析各DART RTU送上来的1小时和72小时负荷最大（电流）值来判断正常侧线

路是否有多余容量带动转移过来的负荷。

当永久性故障发生在 B 段时，DART 自动断开 SW1，自动恢复系统在断开 SW2 后，判断馈线 2 的剩余容量是否大于 SW2 的 1 小时最大负荷值，如果大于这个容量，合上联络开关 SW4；如果馈线 2 的剩余容量只大于 SW3 的 1 小时最大负荷值，那么断开 SW3，再合上联络开关 SW4；如果馈线 2 的剩余容量小于 SW3 的 1 小时最大负荷值，不合联络开关 SW4。这样就保证负荷转移不会引起非故障段的线路出现过负荷。在实际系统中还设置不同季节的线路容量许可值以满足不同季节的用电特点。

如果配网已经配置了负荷管理子系统（LM），DART RTU 还可和负荷管理终端、控制器和智能表计等负荷控制设备联合使用。比如通过 DART RTU 的遥控功能和相应的开关，切除部分负荷等等。

4.4 利用 DART RTU 的配网高级应用功能

通过对 DART 数据的收集，配网自动化系统对数据进行分析，可得到以下基础数据，进行电网动态分析：

- 网络接线分析
- 潮流计算
- 状态估计
- 负荷预报
- 短路电流计算
- 电压/无功优化

通过以上功能可以派生出各种应用功能：

- 负荷预测
- 网络重构
- 事故隔离和恢复
- 投诉电话处理
- 馈线负荷分配

结合主站软件对其他终端如负荷控制、远方表计、电压调整、无功补偿等终端进行综合控制，真正实现配网自动化。

4.5 利用 DART RTU 的配网地理信息系统（GIS）

DART RTU 是功能强大的一个监控装置，具有馈线监视、故障诊断及负荷转移的功能。要发挥其功能将地理信息系统和配网 SCADA 系统结合在一起，利用 DART RTU 的数据对配电网信息进行动态管理。结合 DART 提供的负荷数据计算负荷密度，统计各时段的用电量，计算线损。同时可实现对开关的模拟开合操作，进行仿真预演和事故重演。由于配网系统不断进行

改造，可进行动态建模和网络重构。

配网高级应用功能和地理信息系统功能见GE-Harris公司 ENMAC 配网自动化系统(DMS)资料。

第五章 DART RTU典型应用

DART RTU已经在世界各地得到成功的应用。主要有SEC of Victoria(澳大利亚)、PLN(印度尼西亚)、Texas 电力公司(美国)、Long Island Lighting Co. (美国)、中国香港特区等等。在中国主要用户有绍兴供电局、石家庄供电局、山东枣庄供电局、四川自贡供电局等用户。以下主要对绍兴供电局、石家庄供电局等应用DART实现配网自动化项目进行介绍。

5.1 典型系统介绍

5.1.1 光缆为通讯媒介的DART RTU应用(绍兴供电局)

1. 系统介绍

绍兴供电局进行配网自动化的试点工作，整个配网试点小区安装9台负荷开关，连接10KV开关站一次设备间隔9个，安装DART RTU 13套，D20M作为通讯管理前置机，敷设光缆5.2公里。

2. 通讯媒介

光纤环网，采用光缆与10KV线路同杆架设，安装方式采用钢绞线吊式。光缆通过35KV的城关变电所，D20M作为通讯管理机。城市变电站与调度站采用多址微波通讯。

3. 通讯前置机： D20M

5. 通讯规约：DART RTU和D20M采用DNP3.0规约。D20M和主站计算机采用CDT 规约

6. 负荷开关：采用美国S&C公司生产的Scada-mate负荷开关。

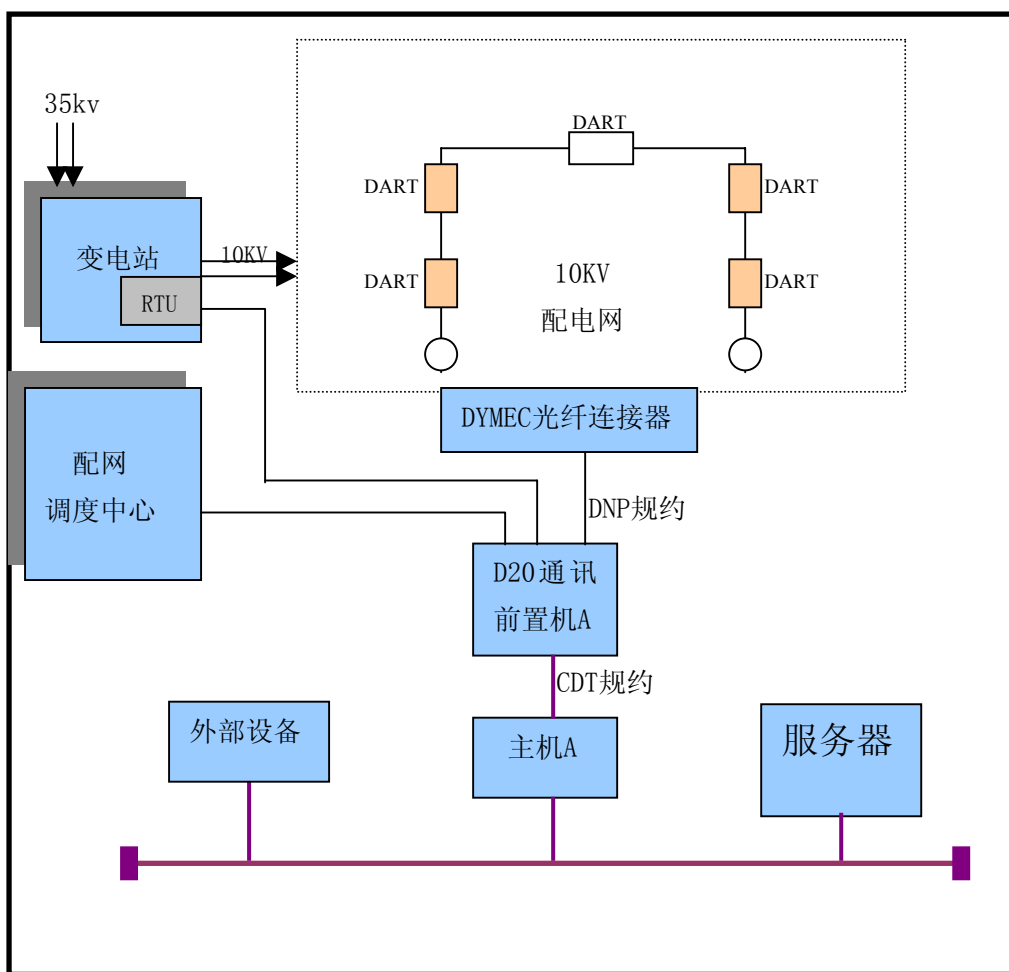


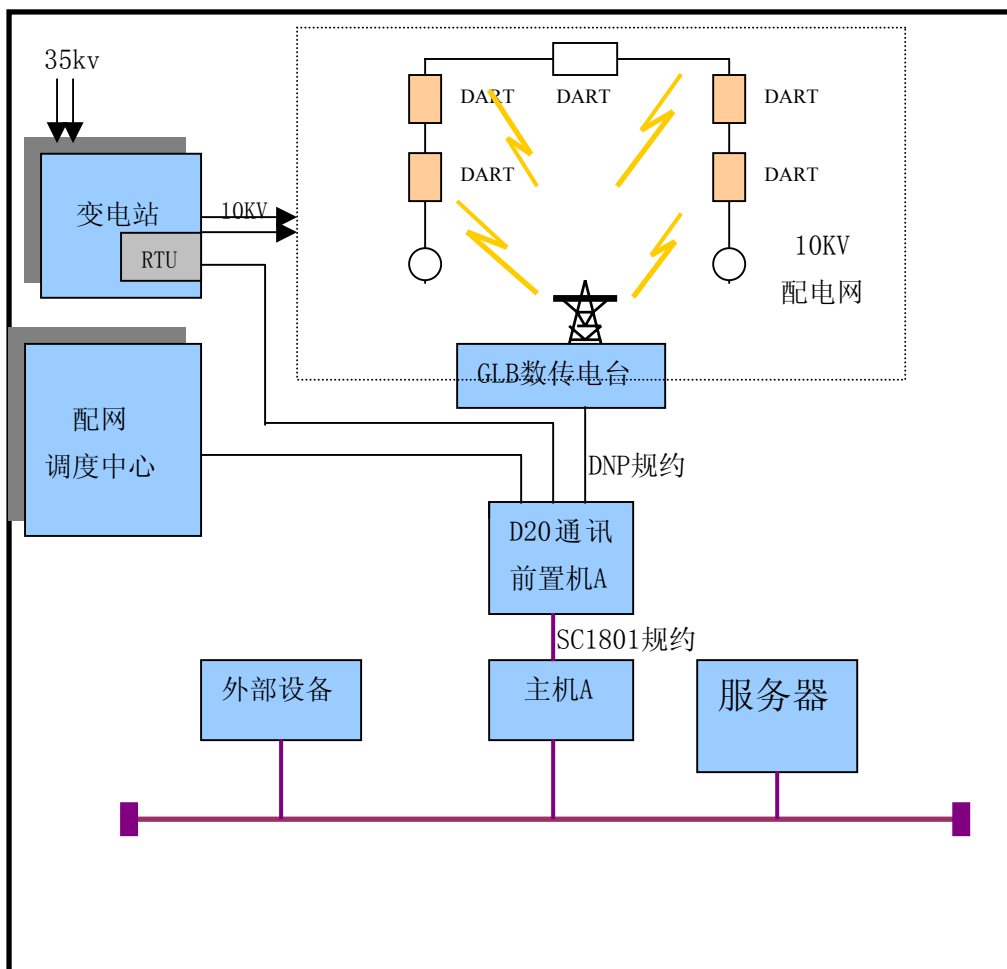
图5-1 绍兴供电局配网系统框图

注：绍兴供电局目前的DA系统处于试验阶段，通讯前置机和主站计算机只有一套。一般对于比较复杂的配网自动化系统需再配一套通讯前置机和一套主站计算机作为备用设备。

5.1.2 无线电为通讯媒介的DART RTU应用（石家庄供电局）

1. 系统介绍

石家庄供电局进行配网自动化的试点工作，整个配网试点小区安装电动负荷开关6台，分别为联络开关3台，分段开关2个，电缆开关1个，配变33台。按装DART RTU 6台。



注：石家庄供电局目前的DA系统处于试验阶段，通讯前置机和主站计算机只有一套。一般对于比较复杂的配网自动化系统需再配一套通讯前置机和一套主站计算机作为备用设备。

2. 通讯媒介

采用美国GLB公司RDS-100无线数传电台，实现主站系统与DART RTU的通讯，GLB通讯模式可以根据网络的实际结构由用户定义为非连接透明模式，为半双工数据通讯。信道频率为230MHz。信道通讯速率为9.6Kb/s。柱上开关配置的GLB与DART RTU一同安装在柱上开关控制箱内。

3. 通讯前置机： D20M

4. 通讯规约： DART RTU和D20采用DNP3.0通讯协议。D20和主站计算机采用SC1801规约转换器

5. 负荷开关： 采用国产丹阳市高新电力电器设备厂ZW1-10型柱上真空成套设备。

6. 主站系统：选用基于Windows-NT技术的XCEL-NT SCADA系统。该系统在PC工作站硬件平台上实现全部SCADA功能。

5. 1. 3公用电话网为通讯媒介的DART RTU应用（某供电局）

1. 系统介绍

某供电局进行配网自动化的试点工作，整个小区安装环网柜。

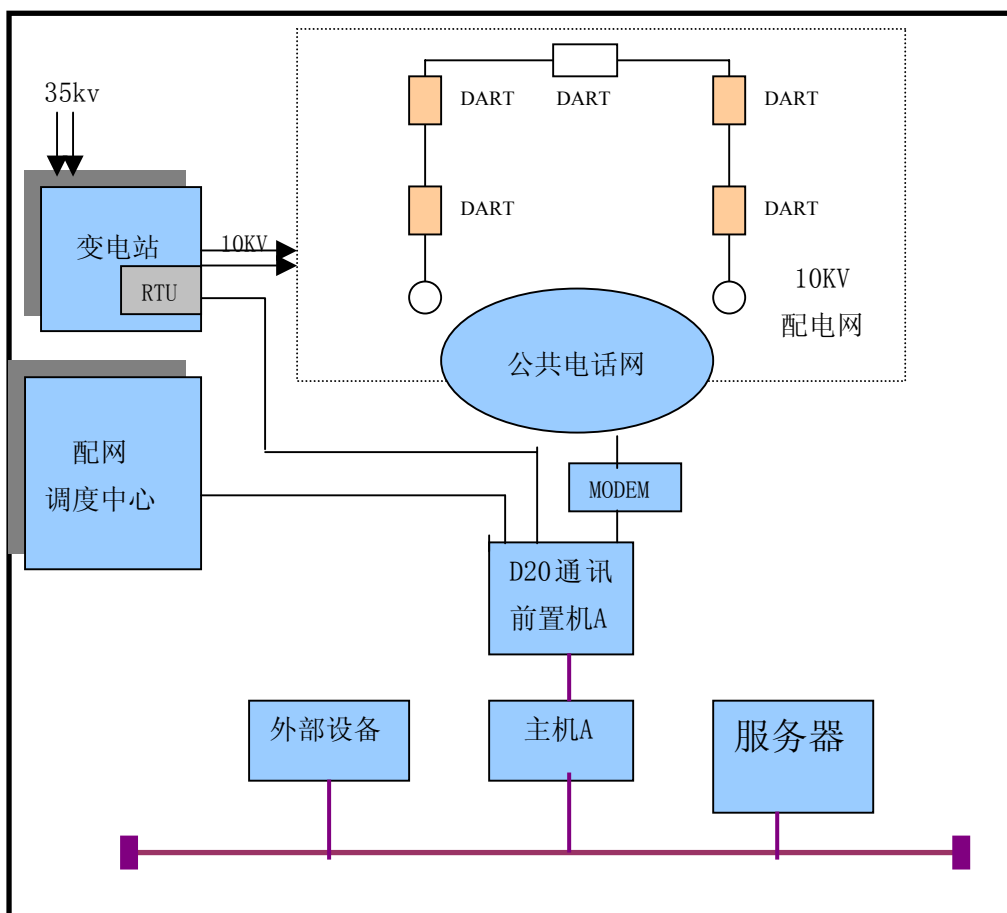


图5-3 某供电局配网SCADA系统框图

2. 通讯媒介

使用拨号式电话系统，利用公共电话网进行通讯，最大的优点是费用低廉，安装方便，不受地域限制，并且迅速能实现配网自动化。

3. 通讯前置机：GE-Harris公司 D20M

4. 通讯规约：DART RTU和D20采用DNP3.0通讯协议。D20和主站采用SC1801规约

5. 主站系统：选用基于Windows-NT技术的XCEL-NT SCADA系统。该系统在PC工作站硬件平台上实现全部SCADA功能。

5.2 典型系统功能简述

DART RTU是功能强大的一个监控装置，具有馈线监视、故障诊断及负荷转移的功能。利用主站SCADA系统软件对DART进行控制，使DART RTU的功能得到最大限度的发挥。

5.2.1 馈线SCADA功能

通过主站计算机系统采集，可实时对馈电线路进行监测，实现馈线SCADA功能。主要包括：

1. 馈线实时监测

- 定时采集负荷开关内各FTU数据，包括遥信、遥测，事件记录及故障信息
- 对所监控的供电环路显示网络接线图
- 采集变电站信息，进行实时处理
- 显示馈电线路的电压、电流、有功功率、无功功率、有功电度、无功电度、功率因素、电流方向、相位角
- 开关状态信息及有关的其他状态信息显示
- 开关设备出现的变位状态的实时显示

2. 对开关设备进行远方控制

- 在人工控制模式下遥控开关的投、切、闭锁、开锁
- 在自动控制模式下按照预定的恢复送电方案控制相应的开关操作

3. 事件报警和顺序记录

- 被监测线路发生过流、短路等事件时，及时给出报警信号并顺序记录，SOE分辨率为10ms
- 事件记录报告打印，及时了解事件信息

4. 各种统计、打印功能

5.2.2 故障识别、故障隔离、恢复供电

DART的故障检测信息经过通讯系统发送至主站，主站软件经过分析，对线路故障的处理一般经过故障信息上报主站系统、故障段自动分段隔离、非故障段自动恢复送电、线路状态实时显示等四个阶段。上述过程一般在1分钟之内完成。

配电网自动化不仅涉及到配电网本身，还和向它供电的变电站密切相关。如识别故障与变电站状态有关，恢复供电首先要遥控合上变电站出现断路器等等。

5.3 重要用户介绍

5.3.1 香港中华电力公司配网自动化项目

香港中华电力公司 (CLP) 供电面积1000平方公里, 内有人口450万人, 165万用户, 包括九龙和新界地区及若干海岛。

香港中华电力公司 (CLP) 和GE Harris于1998年初签订了一个迄今历史上最大的配网自动化RTU供货合同, 其总体规模为近6000个配电站RTU和500个架空线DART RTU。

第一期工程将于2001年前完成, 共安装近1000个RTU。其中柱上RTU 241个, 配电站RTU 716个。整个配网系统经一次配电站送到现有的控制中心, 经信关 (GATEWAY) 接入SCADA系统。1998年该工程已动工, 1998年7月1日安装好并投运第一个RTU, 随后每天投运4个RTU。

香港中华电力公司 (CLP) 计划要建设新的配电控制中心 (DMS), 当DMS投入后, 25个一次配电站的通讯直接接入新的DMS, 此时除柱上RTU 241个外, 配电站RTU将发展到4520个。到全部工程结束整个系统RTU将达6500个, 其中配电站RTU 6000个, 柱上RTU 500个。

RTU设备的选型经中华电力公司详细论证决定配电站RTU选用D25和D10, 杆上开关监控设备用DART RTU。一次配电站的数据集中器和平台采用D200。

这个项目已引起全世界电力行业的重视, 在我国当前城市电网改造自动化已列为当前电力建设重点的今天, CLP这个项目也是我国电力行业关注的焦点。

5.3.2 美国纽约长岛电力公司 (LILCO) 配网自动化项目

在1994年LILCO电力公司在GE Harris的支持下开始用480个DART (采用S&C开关) 和GLB无线数字电台组成了以配电网故障快速隔离和负荷转移为主的配网自动化系统, 到1996年扩大到850个DART RTU, 在4年内避免了595, 675个用户的停电事故。并因此获得了IEEE DA/DSM大奖。

第六章 DART RTU 应用效益

当配网自动化系统投运后, 能够测量并记录运行电流的大小和方向等实时量, 并可将一些实时信息通过SCADA系统, 为地理信息系统 (GIS) 构建网络拓扑关系而进行的一系列科学计算提供必不可少的数据和信息。并为负荷预测和供电方案的制订等提供科学的依据。同时当发生故障时, 系统能迅速查出故障点并隔离故障区段。

实施配网自动化后, 由于采用了遥控操作, 并且对系统运行的情况进行了实时监控; 当系统实现负荷转移时, 减轻了人员的劳动强度, 同时也提高了工作效率, 节约了生产开

支；由于实现了故障的自动定位，减少了停电时间和次数。对配网系统实现远程的监控和控制，减少了故障现场的巡视，提高了在紧急情况下的反应时间；快速的故障定位和隔离使停电和中断最少化，减少了工作人员故障定位和隔离时间。故障造成的非故障区域用户停电时间可压缩到1分钟以内。

由于采用了分段方式，主站接受线路DART RTU送来的信息，确定了故障点，并将遥控信息下发到故障点两侧的分段开关、联络开关和变电所出线开关，实现了整个线路故障的隔离和自动（手动）恢复供电，使停电面积减少了75-80%。社会效益十分显著。同时，在同等条件下故障点的停电时间，比实现配网自动化之前缩短了一个人工故障寻线时间。据绍兴供电局对试点区域的预测计算，配电自动化小区内每发生一次故障，可比配网自动化试点前多供电量0.3246万千瓦时，经济效益十分可观。

附录1：配网自动化系列产品

	DART plus	DART	DART-C(国产化)	SCD9600
AC模拟量输入(遥测)	15	12	12	6
DC模拟量输入(遥测)	16	1	1	0
状态量输入数(遥信)	32/64/96	16	16	8
控制量输出数(遥控)	8/16	8	8	4
每周采样点数	64	16	16	21
微处理器	32位	8位	8位	8位
通讯口	4个RS232/ 485通讯口和以太网口	2个RS232通讯口	2个RS232通讯口	2个RS232通讯口
多种通讯规约	DNP3.0、SC1801、CDT 和TCP/IP等	DNP3.0、CDT、SC1801等	DNP3.0、CDT、SC1801等	DNP3.0、CDT、SC1801
故障录波功能	有	无	无	无
适用范围	变电站/开闭所	架空线/开闭所	架空线/开闭所	架空线
可编程功能(PLC)	有	无	无	有
监控回路	可达到6回路	可达到3回路	可达到3回路	1个回路

DART plus、DART、DART-C、SCD9600是WESCON公司用于配网自动化的系列产品，其中DART RTU是主导产品。上述产品中各有其特点，根据用户的具体情况和要求作出选择。表中列出的是主要参数，具体见相应的产品说明书。

附录2: DART RTU的主要技术规范

DART模块

- WESDAC DART逻辑板和WESTERM DART模拟量端子板
- 8位, 2.0MHz的M68HC11微处理器
- AD2105数字信号处理器
- 9~36VDC输入
- 现场地址: 16位, 可跳线
- 功耗2W
- DART电池 (可选)

通讯

- 2个RS-232通信口
 - 主通信口 (达到9600波特)
 - DARTMAINT板上诊断通讯口
- 典型界面: 光纤, 电话线, MAS和扩频
- 无线输出口
- 可选1200波特Bell 202 MODEM
- 可选CPM

状态输入

- 16位状态输入
- 10 ms去抖动 (2个扫描周期)
- 12或24V湿节点, 外部供电
- 过载能力: 200% 额定连续值
- 实现COS报警 (COS: 状态改变)
- SOE分辨率为10ms带时标 (SOE: 事件序列)
- 脉冲计数
- 可选的LED状态显示

模拟输入

- 直接PT、CT或线路终端传感器输入
- 12个AC输入和一个可选的DC输入
- 多达6个电压互感器输入, 范围为: 7.6, 69, 120VAC
- 多达9个电流互感器输入, 范围为: 1, 5A
- 12位加符号位的分辨率
- 最大负荷: 电流0.5VA, 电压0.05VA
- 精度: 0.2%
- 额定过载: 在200%电流范围内
- 电压: 200%的连续值
- 电流: 400%的连续值
- 采样速度: 每周期16次

控制输出量

- 8个独立的密封继电器输出
- 单点故障保护
- 操作前的选择检查功能

- 可选的8个附加独立输出

WESDAC CMP (可选)

- 32位, 16MHz的Motorola MC68332微控制器
- 12或24VDC输入
- 4个RS-232通讯接口
- DART (DNP3.0 规约)
- Bell 202调制解调器
- 继电器、表或其它智能设备
- WESMAINT维护功能

DART电池充电器 (可选)

- 120V/240V AC输入
- 12或24V DC额定输出
- 8Ah密封的铅酸蓄电池
- 供DART使用48小时或供DART和无线电一起使用8小时的备用电池
- 低电压保护
- 报警: AC失电, 电池电压过低或电池过压充电
- 温度补偿漂移浮充

环境

- 运行温度为 -40°C 到 $+80^{\circ}\text{C}$
- 湿度为100%结露 (外壳密封)

物理特性

- NEMA3尺寸为: $24'' \times 14'' \times 10''$ (h $\times$ w $\times$ d)
- WESDAC DART逻辑板 $13.5'' \times 12.5''$ (h $\times$ w)
- WESTERM DART模拟端子板 $8'' \times 12.5''$ (h $\times$ w)
- WESDAC CPM $4'' \times 6.5''$
- 可移动凤凰端子
- 挂锁

标准和保护

- 输入回路隔离电压1500VDC
- 抗脉冲和快速瞬变能力: ANSI/IEEE C37.90.1-1980
- 耐冲击能力: ANSI/IEEEC62.41-1980目录B
- EMI 电磁辐射干扰: 相当于FCC15章A级

附录3: DART RTU组态参数

参数	描述	设定范围
过流启动	当过流大于最小相故障起动设定值。	200—1200A 650A
过流结束	当过电流从大于相故障过起动电流设置值下降到小于相故障过电流起动设定值时所给定的条件。	2—1200A 620A

参数	描述	设定范围
电流恢复	当相电流超过电流消失整定值的20%，但以不大于过电流状态起动整定值时所给定的条件。	2—75A 20A
电流消失	当负荷电流从大于电流消失设定值的20%下降到小于电流消失的设定值时。	2—50A 15A
电压恢复	当电压大于正常系统相电压的85%时给定的条件。	2000—99999V 11000V
电压消失	当电压从大于正常系统相电压的85%下降到小于正常系统相电压的10%时给定的条件。	246—99999V 2000V
零序故障启动	当过电流大于零序故障电流设定最小值时。	100—1000A 100A
倒送	此条件为其存在电流电压的相位关系严重不同于在安装 DART RTU 的开关之后的故障，倒送标志自动设置，只需采集两个周期的负荷电流和线路电压，即可自动判定正常方向。倒送标志在开关断开大于15分钟后自动失效。	90°—180° 90°
识别过电流	即为过流超过最小相间故障跳闸设定的最小时间，产生第3层输出。	1—100半周波 4个半周波
识别过电流复	即为过电流结束，电压复归并复置过流检测器，同时回到正常状态的最小时间。	10—1000周波 10个周波
识别无电流电压	即为躲过励磁涌流时电流或者电压消失的最小时间。	2—100个周波 5个周波
识别开关状态	即为过流结束，并且无电压，产生第2层故障报警的最小时间。	2—100个周波 2周波
重合闸时间间隔	此时间延迟等于在开关断开后到电源侧的保护设备自动重合的最长重合时间间隔。重合闸时间间隔当过流结束，无电压或者电流被检测到时启动。一旦上述条件不满足立即被复置。	2—10000个周波 1200周波
识别开关恢复 (复置间隔)	该时间延迟等于电源侧所保护设备切除瞬时故障重合成功的重置间隔，该计时器依据检测电压或电流恢复的条件而启动。	2—10000周波 1200周波
励磁抑制	即为足够变压器涌流躲过相间故障开始启动设定的最小时间。省略值与额定5000KVA的变压器配合。	10—120周波 60周波

参数	描述	设定范围
识别闲置状态	即为复置故障检测器回到正常状态所需的时延。该计时器当其检测到电压或者电流消失时启动, 或者在电源侧被保护装置被闭锁后启动。	600-7200周波 3600周波
识别零序故障	即为过流必须超过零序启动设定的最小时间, 产生一个故障检测器输出。	1-100半周波 4个周波
确定方向状态	特定二进制状态点与输出作为功率正向或反向设定。	正向 反向
故障事件的状态变化COS	如果允许, 从上一次召唤后, 故障事件(状态改变)将随着全部故障检测器输出的现状一起报告到主站。	是 不
故障事件的事件顺序记录SOE	如果允许, 最多到128个故障事件(状态变化)将打上时标, 存储在存储器中, 根据不同的规约, 在主站召唤时上报, 在上报结束后标志清除。	

附录4 DART RTU订货指南

DART用户订货时必须说明以下几点:

- (1). 指定DART的工作电源是12V还是24VDC
- (2). DART充电器输出电压依据DART工作电源选择12V还是24VDC。
- (3). 模拟输入从以下3组中选择一组 (3PT, 3CT) (3PT, 9CT) (6PT, 6CT)
- (4). (PT输入电压/CT输入电流)选择项为:
(7. 6V/5A), (69V/5A), (120V/5A), (120V/1A)
- (5). 如需直流模拟输入请选择:
15V, 30V, 1MA, 5MA, 20MA, 1. 25MA, 5V, 1. 5MA, 60V
- (6). 订购CPM板时, 须指定是否带MODEM接口, 同时指定需把DNP3. 0规约转换成什么规约。
- (7). 指定是否需要机箱, 国产的还是进口的.
- (8). 以下几项, 同样供用户选择:
 - A. DART MODEM
 - B. 状态显示LED
 - C. 8个可扩充控制输出
 - D. 6V/8A 蓄电池

通讯前置机D20选择

在订货之前，需要确定主站和通讯前置机采用什么规约。常用的规约有SC1801规约、CDT规约等。

和D20相关的PLC软件有：自动分段软件和自动恢复软件。