



国家电网
STATE GRID

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训专用教材

电网调度自动化厂站端调试检修 下

国家电网公司人力资源部 组编

GUOJIADIANWANGGONGSI
SHENGCHANJINENG RENYUAN
ZHIYENENGLI PEIXUN
ZHUANYONG JIAOCAI




中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网
STATE GRID

国家电网公司 生产技能人员职业能力培训专用教材

输电线路运行
输电线路检修
配电线路运行
配电线路检修
输电电缆
配电电缆
输电线路带电作业
配电线路带电作业
变电运行(110kV及以下)
变电运行(220kV)
变电运行(330kV)
变电运行(500kV)
变电运行(750kV)
变电检修
油务化验
变压器检修
直流设备检修

电气试验
继电保护
电能信息采集与监控
电测仪表
用电检查
抄表核算收费
装表接电
电能计量
用电业务受理
95598客户服务
电网调度
电力通信
电网调度自动化主站运行
电网调度自动化主站维护
 电网调度自动化厂站端调试检修
农网配电
农网营销

ISBN 978-7-5123-1013-1



9 787512 310131 >

定价: 65.00 元(上、下册)

销售分类建议: 电气工程



国家电网
STATE GRID

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训专用教材

电网调度自动化厂站端调试检修 下

国家电网公司人力资源部 组编

周宇植 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训教材》是按照国家电网公司生产技能人员模块化培训课程体系的要求,依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(简称《培训规范》),结合生产实际编写而成。

本套教材作为《培训规范》的配套教材,共72册。本册为专用教材部分的《电网调度自动化厂站端调试检修》,全书共9个部分36章175个模块,主要内容包括计算机及数据通信原理,厂站自动化系统原理,二次系统安全防护,电能量及通信原理,设备安装,设备调试与检修,设备异常处理,相关知识和技能,事故调查处理及专业规程。

本书可作为供电企业电网调度自动化厂站端调试检修专业工作人员的培训教学用书,也可作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电网调度自动化厂站端调试检修. 下/国家电网公司人力资源部组编. —北京:中国电力出版社,2010.11
国家电网公司生产技能人员职业能力培训专用教材
ISBN 978-7-5123-1013-1

I. ①电… II. ①国… III. ①电力系统调度-自动化技术-技术培训-教材 IV. ①TM734

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第209968号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010年12月第一版 2011年7月北京第三次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 40.625印张 1252千字
印数7001—10000册 定价65.00元(上、下册)

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司
生产技能人员职业能力培训专用教材

目 录

前言

上 册

第一部分 计算机及数据通信原理

第一章 微型计算机原理	3
模块 1 微型计算机系统结构 (ZY2900401001)	3
模块 2 微型计算机外围设备 (ZY2900401002)	6
模块 3 微型计算机总线标准 (ZY2900401003)	10
模块 4 微型计算机的接口技术 (ZY2900401004)	14
模块 5 微型计算机的中断技术 (ZY2900401005)	17
模块 6 微型计算机的串行通信接口 (ZY2900401006)	22
第二章 单片机原理	27
模块 1 单片机简介 (ZY2900402001)	27
模块 2 单片机中央处理器 (ZY2900402002)	29
模块 3 单片机串、并行接口 (ZY2900402003)	31
模块 4 单片机定时器及计数器 (ZY2900402004)	35
模块 5 单片机中断系统 (ZY2900402005)	38
模块 6 单片机寻址方式和存储器 (ZY2900402006)	42
模块 7 单片机指令系统 (ZY2900402007)	45
模块 8 单片机外部扩展功能 (ZY2900402008)	49
第三章 计算机网络及通信原理	54
模块 1 计算机网络的定义、组成和分类 (ZY2900403001)	54
模块 2 计算机网络的发展 (ZY2900403002)	61
模块 3 计算机网络的体系结构 (ZY2900403003)	65
模块 4 局域网技术 (ZY2900403004)	71
模块 5 路由器原理及简单操作 (ZY2900403005)	77
模块 6 路由器配置 (ZY2900403006)	83
模块 7 交换机原理及配置 (ZY2900403007)	89
模块 8 数据通信系统的构成与分类 (ZY2900403008)	93
模块 9 数据传输的基本概念 (ZY2900403009)	98
模块 10 数据传输介质 (ZY2900403010)	102
模块 11 数据信号的数字传输 (ZY2900403011)	107
模块 12 多路复用技术 (ZY2900403012)	110
模块 13 差错控制的基本概念 (ZY2900403013)	114
模块 14 差错控制的原理及编码建议 (ZY2900403014)	117

15	数据交换的基本原理 (ZY2900403015)	121
	模块 16 数据交换的分类 (ZY2900403016)	124
	模块 17 数据通信网 (ZY2900403017)	127

第二部分 厂站自动化系统原理

第四章 调度自动化系统概述	135
模块 1 调度自动化系统的结构与组成 (ZY2900405001)	135
模块 2 调度自动化系统功能 (ZY2900405002)	136
模块 3 高级应用软件基础 (ZY2900405003)	143
模块 4 电压无功优化知识 (ZY2900405004)	146
第五章 RTU 基本知识	149
模块 1 RTU 概述 (ZY2900406001)	149
模块 2 RTU 的结构 (ZY2900406002)	151
模块 3 RTU 的工作原理 (ZY2900406003)	152
第六章 变送器原理	160
模块 1 变送器概述 (ZY2900501001)	160
模块 2 交流电流变送器 (ZY2900501002)	163
模块 3 交流电压变送器 (ZY2900501003)	166
模块 4 功率变送器 (ZY2900501004)	168
模块 5 非电量变送器 (ZY2900501005)	170
模块 6 其他变送器 (ZY2900501006)	173
第七章 自动化系统数据采集及处理原理	177
模块 1 自动化系统概况 (ZY2900502001)	177
模块 2 直流采样原理 (ZY2900502002)	181
模块 3 交流采样原理 (ZY2900502003)	187
模块 4 遥信采集电路 (ZY2900502004)	191
模块 5 遥信输入形式 (ZY2900502005)	193
模块 6 事件顺序记录 (ZY2900502006)	197
模块 7 遥控命令执行 (ZY2900502007)	199
第八章 信息传输规约及方式	203
模块 1 远动信息采集内容 (ZY2900404001)	203
模块 2 DL 451—91CDT 规约 (ZY2900404002)	204
模块 3 IEC 60870-5-101 规约 (ZY2900404003)	212
模块 4 IEC 60870-5-104 规约 (ZY2900404004)	228
模块 5 IEC 60870-5-102 规约 (ZY2900404005)	236
模块 6 IEC 60870-5-103 规约 (ZY2900404006)	243
模块 7 其他智能设备专用规约 (ZY2900404007)	260
模块 8 信息传输方式 (ZY2900404008)	263
模块 9 远传数据处理装置原理 (ZY2900404009)	268

第三部分 二次系统安全防护

第九章 二次系统安全防护基础知识	273
模块 1 电力二次系统的安全风险 (GYZD00601001)	273

模块 2	二次系统安全防护的目标及重点 (GYZD00601002)	274
模块 3	二次系统安全区域的划分原则 (GYZD00601003)	274
模块 4	二次系统安全的基本原则 (GYZD00601004)	276
模块 5	二次系统安全防护策略 (GYZD00601005)	277
第十章	二次系统安全防护技术及设备的介绍	280
模块 1	二次系统安全防护常见技术措施 (GYZD00602001)	280
模块 2	防火墙的工作原理 (GYZD00602002)	285
模块 3	计算机病毒的概念及常见种类 (GYZD00602004)	289
模块 4	主机防护技术介绍 (GYZD00602006)	295
模块 5	IP 加密认证装置 (GYZD00602009)	301
模块 6	访问控制的原理 (GYZD00602010)	302
模块 7	变电站二次系统安全防护方案 (GYZD00603002)	308

下 册

第四部分 电能量及通信原理

第十一章	电能量采集通信原理	313
模块 1	电能表的通信方式 (ZY2900503001)	313
模块 2	电能表的通信规约 (ZY2900503002)	317
模块 3	电能量采集设备原理 (ZY2900503003)	324
模块 4	电量采集主站系统 (ZY2900503004)	328
第十二章	通信传输原理	334
模块 1	电力系统通信方式及概述 (ZY2900504001)	334
模块 2	光纤通信概述 (ZY2900504002)	336
模块 3	光纤通信原理 (ZY2900504003)	339
模块 4	SDH 传输与自愈原理 (ZY2900504004)	343
模块 5	PCM 概述 (ZY2900504005)	348
模块 6	PCM 编码原理 (ZY2900504006)	350

第五部分 设备 安 装

第十三章	屏体安装	357
模块 1	屏体搬运及开箱检查 (ZY2900101001)	357
模块 2	屏体固定、安装、接地及检查 (ZY2900101002)	357
第十四章	线缆敷设、制作及接校	360
模块 1	线缆施放标准 (ZY2900102001)	360
模块 2	线缆接校及制作 (ZY2900102002)	361
模块 3	线缆接地及检测 (ZY2900102003)	363
第十五章	后台计算机的安装	365
模块 1	后台计算机系统软件安装 (ZY2900103001)	365
模块 2	后台计算机硬件设备的安装 (ZY2900103002)	370
第十六章	远动及数据通信设备的安装	374
模块 1	远动及数据通信设备的安装 (ZY2900104001)	374

模块 2 校核设备安装的合理性 (ZY2900104002)	377
--------------------------------------	-----

第六部分 设备调试与检修

第十七章 测控装置的调试与检修	385
模块 1 遥信采集功能的调试与检修 (ZY2900201001)	385
模块 2 事件顺序记录 SOE (ZY2900201002)	388
模块 3 遥测信息采集功能的调试与检修 (ZY2900201003)	393
模块 4 遥控功能联合调试 (ZY2900201004)	397
模块 5 测控装置与站内时间同步 (ZY2900201005)	401
模块 6 施工安全措施及技术措施 (ZY2900201006)	404
模块 7 三遥功能正确性验证及分析 (ZY2900201007)	409
第十八章 站内通信及网络设备调试与检修	413
模块 1 站内通信线路的调试与检修 (ZY2900202001)	413
模块 2 装置通信参数设定 (ZY2900202002)	416
模块 3 网关设备的调试与检修 (ZY2900202003)	420
模块 4 路由器系统参数配置 (ZY2900202004)	424
模块 5 交换机的调试与检修 (ZY2900202005)	432
模块 6 通信设备运行状态的鉴别 (ZY2900202006)	442
第十九章 站内其他智能接口单元通信的调试与检修	443
模块 1 规约转换器接口的调试与检修 (ZY2900203001)	443
模块 2 智能设备的规约分析及选用 (ZY2900203002)	446
第二十章 后台监控系统的检修与调试	449
模块 1 后台监控系统启动及关闭 (ZY2900204001)	449
模块 2 读懂后台监控遥信量、遥测量及通信状态 (ZY2900204002)	450
模块 3 后台监控系统的图形生成 (ZY2900204003)	452
模块 4 后台监控系统数据库修改 (ZY2900204004)	454
模块 5 报表制作 (ZY2900204005)	461
模块 6 备份和恢复数据库 (ZY2900204006)	463
模块 7 进行系统参数及系统数据库配置 (ZY2900204007)	466
模块 8 遥测系数及遥信极性的处理 (ZY2900204008)	467
模块 9 电压无功控制 (ZY2900204009)	468
第二十一章 数据处理及远传数据处理装置调试与检修	472
模块 1 配置数据处理装置的系统参数 (ZY2900205001)	472
模块 2 数据处理及通信装置组态软件功能设置 (ZY2900205002)	473
模块 3 常规通道的调试与检修 (ZY2900205003)	479
模块 4 与调度主站通信参数设置 (ZY2900205004)	481
模块 5 正确地配置远传数据 (ZY2900205005)	485
模块 6 站内时钟系统功能调试 (ZY2900205006)	488
模块 7 分析远动规约数据报文 (ZY2900205007)	490
第二十二章 GPS 的调试与检修	495
模块 1 GPS 基本构成及工作原理 (ZY2900206001)	495
模块 2 GPS 时间同步准确度测试方法 (ZY2900206002)	498
模块 3 GPS 授时的几种方式及设备运行状态 (ZY2900206003)	500

第七部分 设备异常处理

第二十三章 测控装置的异常处理	509
模块 1 遥测信息异常处理 (ZY2900301001)	509
模块 2 遥信信息异常处理 (ZY2900301002)	513
模块 3 遥控信息异常处理 (ZY2900301003)	516
模块 4 测控装置对时异常处理 (ZY2900301004)	517
模块 5 测控装置系统功能及通信接口异常处理 (ZY2900301005)	519
第二十四章 站内通信及网络设备异常处理	521
模块 1 站内通信及网络设备线路连接的异常处理 (ZY2900302001)	521
模块 2 网关设备的异常处理 (ZY2900302002)	523
模块 3 路由器设备的异常处理 (ZY2900302003)	524
模块 4 交换机的异常处理 (ZY2900302004)	527
第二十五章 站内其他智能接口单元通信的异常处理	531
模块 1 智能设备及通信线路的异常处理 (ZY2900303001)	531
模块 2 规约转换器的异常处理 (ZY2900303002)	532
第二十六章 后台监控系统的异常处理	534
模块 1 后台监控系统参数异常处理 (ZY2900304001)	534
模块 2 遥信数据异常处理 (ZY2900304002)	535
模块 3 遥测信息异常处理 (ZY2900304003)	536
模块 4 遥控功能异常处理 (ZY2900304004)	537
模块 5 计算机操作系统异常 (ZY2900304005)	538
模块 6 后台监控系统恢复及备份异常处理 (ZY2900304006)	539
模块 7 后台监控系统数据库异常处理 (ZY2900304007)	540
模块 8 告警功能异常处理 (ZY2900304008)	544
模块 9 报表、曲线等其他功能异常处理 (ZY2900304009)	546
第二十七章 远传数据处理装置异常处理	549
模块 1 与调度主站的通信异常处理 (ZY2900305001)	549
模块 2 远传数据选择的异常处理 (ZY2900305002)	551
模块 3 站内系统时钟异常处理 (ZY2900305003)	553
模块 4 通信规约报文异常处理 (ZY2900305004)	555
第二十八章 综合异常分析处理	558
模块 1 遥测量异常 (ZY2900306001)	558
模块 2 遥信量异常 (ZY2900306002)	560
模块 3 遥控量异常 (ZY2900306003)	562
模块 4 通道异常 (ZY2900306004)	564
第二十九章 变电站时钟同步系统的异常处理	566
模块 1 GPS 设备对时异常处理 (ZY2900307001)	566
模块 2 GPS 授时设备工作异常处理 (ZY2900307002)	568

第八部分 相关知识和技能

第三十章 不间断电源的原理	573
模块 1 UPS 原理 (ZY2900701001)	573

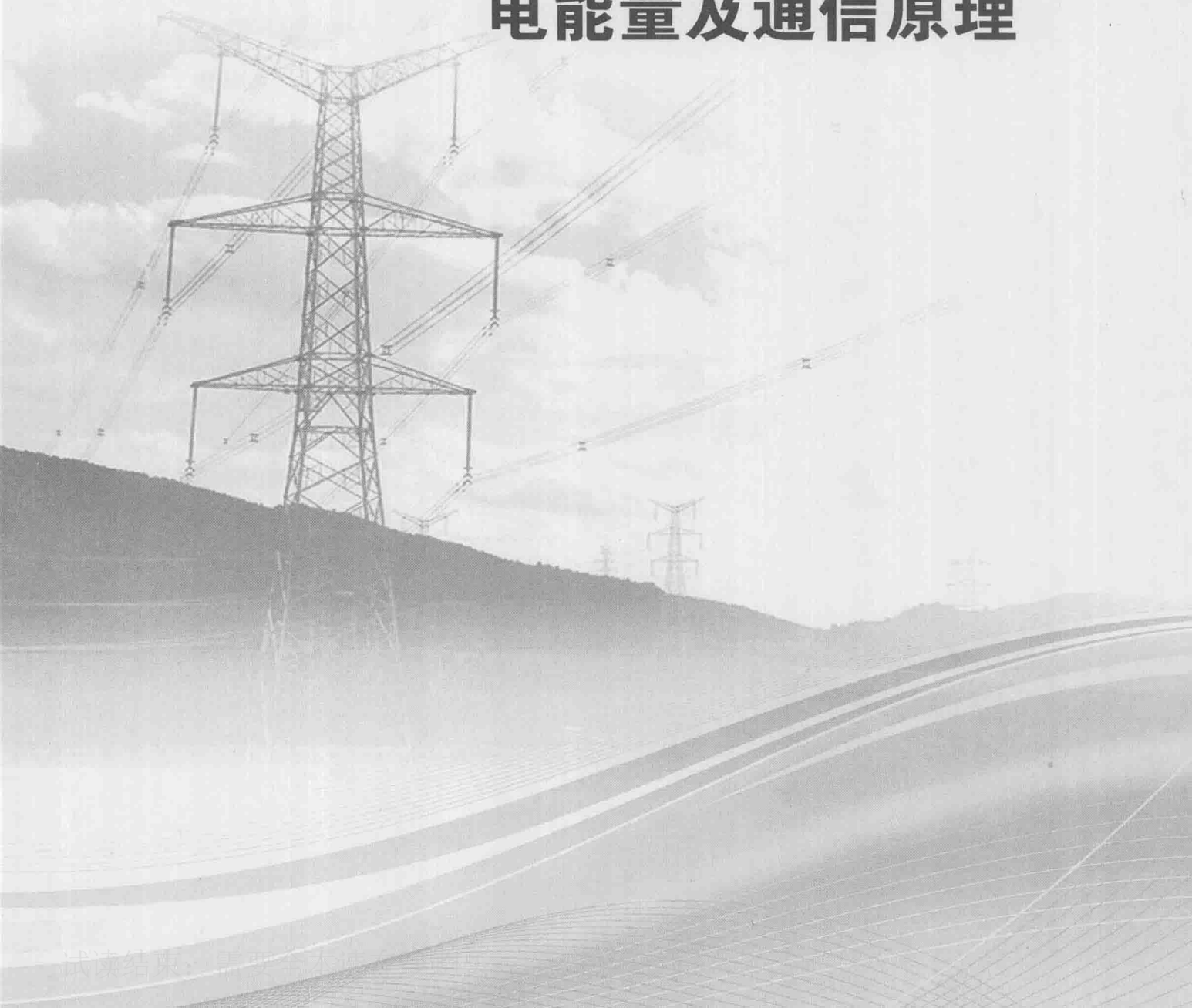
模块 2	逆变电源原理 (ZY2900701002)	574
模块 3	UPS 输入输出及容量配置 (ZY2900701003)	575
第三十一章	不间断电源的使用	577
模块 1	UPS 的安装 (ZY2900702001)	577
模块 2	UPS 维护和管理 (ZY2900702002)	578
第三十二章	调度自动化主站数据处理	581
模块 1	调度主站实时数据库设置 (ZY2901002001)	581
模块 2	主站通道设置及参数配置 (ZY2901002002)	582
模块 3	主站处理数据流程 (ZY2901002003)	584
第三十三章	专用仪器仪表	587
模块 1	网线测试仪 (ZY2900801001)	587
模块 2	误码率测试仪 (ZY2900801002)	588
模块 3	网络分析仪 (ZY2900801003)	590
模块 4	交流采样校验仪 (ZY2900801004)	591
第三十四章	五防知识	596
模块 1	“五防”的概述及作用 (ZY2900601001)	596
模块 2	传统电气“五防”的原理与应用 (ZY2900601002)	597
模块 3	微机“五防”技术的原理与应用 (ZY2900601003)	597
模块 4	微机“五防”与传统电气“五防”的技术比较 (ZY2900601004)	601

第九部分 事故调查处理及专业规程

第三十五章	事故分析及处理	605
模块 1	通过测控和监控系统运行日志分析故障信息 (ZY2900901001)	605
模块 2	对电气设备安装、运行、检修中出现的重大事故和 缺陷提出相关的处理建议 (ZY2900901002)	609
第三十六章	事故预案与反事故措施	611
模块 1	电力生产反事故措施 (ZY2900902001)	611
模块 2	编写制定事故预案 (ZY2900902002)	614
附录 A	《电网调度自动化厂站端调试检修》培训模块教材各等级引用关系表	619
参考文献		630

第四部分

电能量及通信原理





第十一章 电能量采集通信原理

模块 1 电能表的通信方式 (ZY2900503001)

【模块描述】本模块介绍了电能表通信方式的基本概念，包含电能表的四种通信方式及特点。通过背景介绍、列表参数、图形示意，掌握电能量信息采集传输基本应用原理。

【正文】

随着我国市场经济改革日趋成熟和电力行业体制改革的不断深化，电力市场引入竞争机制，电厂、电网各自独立经营和承担风险，参与电力市场的竞争，即“厂网分离，竞价上网”。电厂向电网公司卖电，投资方与运营、管理方签订上网协议，构成了以电能量为基础的买卖电关系。电网内部管理也逐步走向商业化、市场化。电厂、网局、省局、地区局等之间开始将电力交换接点的电量作为其计量结算、考核、奖惩的主要依据。商业化运行的核心就是供电和购电双方以电力交换点的电能量作为计量结算依据，原来人工抄表和统计结算的抄表方式显然不能适应市场商业化运营的需要。因此，必须建立以自动化为基础的电能量计量计费自动化系统，以提高电能量的采集、传输、处理的精确性、可靠性和及时性。

电能量采集系统由系统主站、数据通道、厂站设备（电能量数据采集器、电能表计等）三部分组成。实现了对电网和电能表实时数据的采集与监测，独立完成分时计费、电能量统计、电能量平衡、电能量管理以及电力营业考核自动化等功能；并具有远程维护，授权 Internet 用户远程查询等远程管理功能；并且通过与 MIS、SCADA、DMS、EMS 等系统实现数据交换与共享，为其他子系统提供了准确、完整的信息数据。

一、电能表通信方式的概述

随着微电子技术的不断进步，许多的通信方式被应用到电能表通信中。其中比较常用的有以下四种：

(1) 红外通信。红外通信包括近红外通信、远红外通信。近红外通信指光学接口为接触式的红外通信方式。远红外通信指光学接口采用非接触方式的红外通信方式，由于容易受到外界光源的干扰，所以一般采用红外光调制/解调来提高抗干扰度。红外通信的主要特点是没有电气连接、通信距离短，所以主要用于电能表现场的抄录、设置。

(2) 有线通信。有线通信主要包括 RS-232 接口通信、RS-422 接口通信、RS-485 接口通信等。由于有线通信具有传输速率高、可靠性好的特点，被广泛采用。

(3) 无线通信。无线通信包括无线数传电台通信、GPRS、GSM 通信等。随着信息传递技术的飞速发展，无线通信技术在通信领域发挥着越来越重要的作用。使用无线数传电台可以在几百米到几公里的范围内建立无线连接，具有传输速率高、可靠性较好、不需要布线等优点。使用 GPRS 或 GSM 网络通信，还可以充分地利用无线移动网络广阔的覆盖范围，建立安全、可靠的通信网络。

(4) 电力载波通信。电力载波通信是通过低压电力线进行数据传输的一种通信方式。在载波电能表内部，除了有精确的电能计量电路以外，还需有载波通信电路。它的功能是将通信数据调制到电力线上。常见的调制方式有 FSK、ASK 和 PSK。处于同一线路上的数据集中器则进行载波信号的解调，将接收到的数据保存到存储器中。由此构成载波通信网络。电力载波通信的特点是不需要进行额外的布线、便于安装；但是由于电力网络上存在着各种电器，具有噪声高、衰减大的特点，这就限制了通信传输的距离和速率。



二、RS-232、RS-422、RS-485 通信方式及特点

RS-232 是串行数据接口标准，最初是由电子工业协会（EIA）制定并发布的，RS-232 在 1962 年发布，命名为 EIA-232-E，作为工业标准，以保证不同厂家产品之间的兼容。

RS-422 由 RS-232 发展而来，它是为弥补 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 10Mbit/s，传输距离延长到 4000 英尺（速率低于 100Kbit/s 时），并允许在一条平衡总线上连接最多 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，被命名为 TIA/EIA-422-A 标准。

为扩展应用范围，EIA 又于 1983 年在 RS-422 基础上制定了 RS-485 标准，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，后命名为 TIA/EIA-485-A 标准。

由于 EIA 提出的建议标准都是以“RS”作为前缀，所以在通信工业领域，仍然习惯将上述标准以 RS 作前缀称谓。

1. RS-232 通信方式

RS-232 是目前最常用的串行通信接口之一。它的全名是“数据终端设备（DTE）和数据通信设备（DCE）之间串行二进制数据交换接口技术标准”。

(1) 物理接口定义：RS-232 标准规定采用一个 25 引脚的 DB-25 连接器，通常插头在 DCE 端，插座在 DTE 端。连接器的每个引脚的信号内容如图 ZY2900503001-1 和表 ZY2900503001-1 所示。

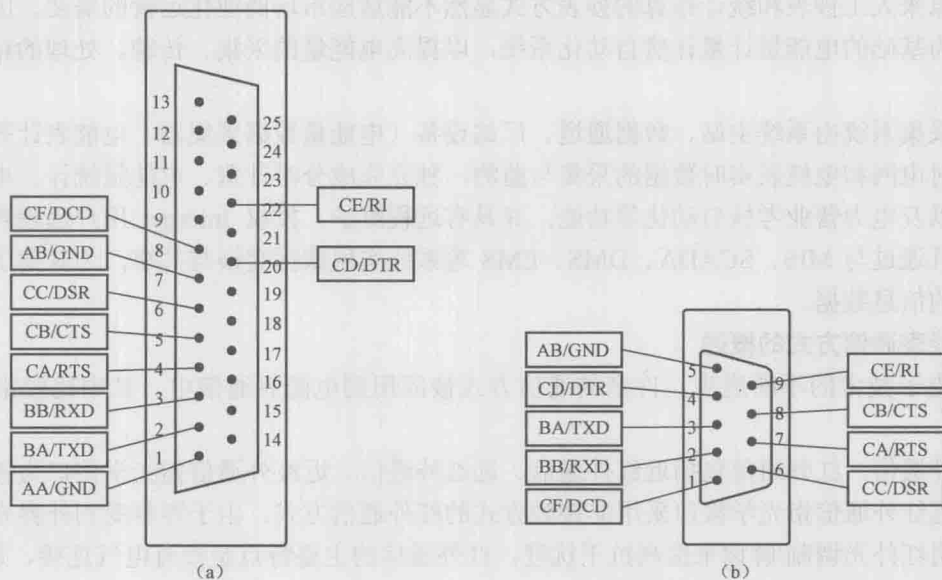


图 ZY2900503001-1 RS-232 引脚

(a) DB-25; (b) DB-9

表 ZY2900503001-1

RS-232 引脚标准

引 脚		名 称	描 述	引 脚		名 称	描 述
DB25	DB9			DB-25	DB-9		
1			保护地	2	3	TXD	发送数据
3	2	RXD	接收数据	4	7	RTS	请求发送
5	8	CTS	清除发送	6	6	DSR	数据设备就绪
7	5	GND	信号地	8	1	DCD	载波检测
20	4	DTR	数据终端就绪	22	9	RI	振铃指示

其他引脚用做第二通信通道或未定义。由于在实际应用中，很少用到第二通信通道，所以有很多

场合使用 DB9 的连接器。

(2) 电气特性定义: RS-232 标准规定, 在 RS-232 中任何一条信号线的电压均为负逻辑关系。即: 逻辑“1”为 $-5 \sim -15\text{V}$; 逻辑“0”为 $+5 \sim +15\text{V}$ 。噪声容限为 2V 。即要求接收器能识别低至 $+3\text{V}$ 的信号作为逻辑“0”, 高到 -3V 的信号作为逻辑“1”。

(3) 传输速率: RS-232 标准规定最大传输速率为 20Kbit/s 。

(4) 传输距离: RS-232C 标准规定在码元畸变小于 4% 的情况下, 传输电缆长度应为 50 英尺。其实 4% 的码元畸变是很保守的, 在实际应用中, 约有 99% 的用户是按码元畸变 10%~20% 的范围工作的, 所以实际使用中最大距离会远超过 50 英尺。

目前 RS-232 接口是 PC 机与通信工业中应用最广泛的一种串行接口。由于其发展比较早, 有以下缺点:

RS-232 是为点对点通信 (即只有一对收发设备) 而设计的, 不具备网络功能; 传输速率较低, 在异步传输时, 波特率最大为 20Kbit/s ; 接口使用一根信号线和一根信号返回线而构成共地的传输形式, 这种共地传输容易产生共模干扰, 所以抗噪声干扰性弱; 传输距离有限, 最大传输距离标准值为 50 英尺。因此, RS-232 接口适合本地设备之间的通信。

RS-232、RS-422 和 RS-485 的电气参数比较见表 ZY2900503001-2 所示。

表 ZY2900503001-2 RS-232、RS-422、RS-485 电气参数比较

	RS-232	RS-422	RS-485
工作方式	单端	差分	差分
节点数	1 收 1 发	1 发 10 收	1 发 32 收
最大传输电缆长度 (英尺)	50	4000	4000
最大传输速率	20Kbit/s	10Mbit/s	10Mbit/s
最大驱动输出电压 (V)	± 25	$-0.25 \sim +6$	$-7 \sim +12$
驱动器输出信号电平 (负载最小值) (V)	$\pm 5 \sim \pm 15$	± 2.0	± 1.5
驱动器输出信号电平 (空载最大值) (V)	± 25	± 6	± 6
驱动器负载阻抗 (Ω)	$3000 \sim 7000$	100	54
限摆率 (最大值) ($\text{V}/\mu\text{s}$)	30		
接收器输入电压范围 (V)	± 15	$-10 \sim +10$	$-7 \sim +12$
接收器输入门限	$\pm 3\text{V}$	$\pm 200\text{mV}$	$\pm 200\text{mV}$
接收器输入电阻 (Ω)	$3000 \sim 7000$	≥ 4000	≥ 12000
驱动器共模电压 (V)		$-3 \sim +3$	$-1 \sim +3$
接收器共模电压 (V)		$-7 \sim +7$	$-7 \sim +12$

2. RS-422 通信方式

针对 RS-232 接口的不足, EIA 发布了 EIA-422-A 标准。标准全称是“平衡电压数字接口电路的电气特性”。RS-422 和 RS-232 不一样, 数据信号的传输采用平衡传输方式 (也称作差分传输), 它的每个通道使用一对双绞线, 其中一根定义为 A, 另一根定义为 B。RS-422 一般采用 4 线接口, 实际使用时还有一根信号地线, 共 5 根线。由于接收器采用高输入阻抗和发送驱动器比 RS-232 有更强的驱动能力, 所以允许在相同传输线上连接多个接收节点 (最多可接 10 个)。RS-422 四线接口采用单独的发送和接收通道, 不控制数据方向。

(1) 电气特性: RS-422 标准规定, 发送端 A、B 之间的正电平为 $+2 \sim +6\text{V}$ 时为逻辑“1”, 负电平在 $-2 \sim -6\text{V}$ 时为逻辑“0”。在接收端, AB 之间有大于 $+200\text{mV}$ 的电平时, 输出正逻辑电平, 小于 -200mV 时, 输出负逻辑电平。接收器接收平衡线上的电平范围通常在 $200\text{mV} \sim 6\text{V}$ 之间。

AB 线对地的共模电平限制在 $-7 \sim +7\text{V}$ 之间。

(2) 传输速率: RS-422 标准规定最大传输速率为 10Mbit/s 。



(3) 传输距离: RS-422 标准规定最大传输距离为 4000 英尺。由于平衡双绞线的长度和传输速率成反比, 在 100Kbit/s 的速率下, 才可能达到最大传输距离。因此, 只有在线路很短的情况下, 传输速率才能达到最大值。

RS-422 需要一个终接电阻, 阻值等于传输电缆的特性阻抗。终接电阻应当接在传输电缆的最远端。传输距离短时可以不用终接电阻。

3. RS-485 通信方式

为增强 RS-422 的网络能力, EIA 对 RS-422 标准进行了修订, 形成 EIA-485-A 标准, 即 RS-485 标准。增加了多点通信能力。RS-485 是由 RS-422 发展而来的, 因此它的电气特性继承了 RS-422 标准。它采用平衡传输方式, 有 4 线制和 2 线制两种传输方式。4 线制方式和 RS-422 完全兼容, 只能实现点对多点的通信。2 线制方式则实现了多点半双工通信能力。RS-485 的发送器包含一个使能端, 这在 RS-422 下是可用可不用的。当发送器使能不起作用时, 发送器处于高阻状态, 相当于断开发送器和总线的连接。

RS-485 和 RS-422 的不同之处还在于其输出的共模电压是不同的, RS-485 接口的共模输出电压为 $-7\sim+12\text{V}$ 之间。

RS-485 标准修改了接收器的输入阻抗, 由 RS-422 的 4000 修改为 32 000, 使一个发送器可以连接多达 32 个接收器。由于集成电路技术的发展, 现在的一些厂商可以提供更强驱动能力的驱动器和更高输入阻抗的接收器, 能够使一个发送器连接高达 256 个接收器。

RS-485 传输速率和传输距离和 RS-422 是一样的。最大传输速率为 10Mbit/s, 最大传输距离为 4000 英尺。但是, 平衡双绞线的长度和传输速率成反比。在 100Kbit/s 的速率下, 才可能达到最大传输距离。只有在很短的情况下, 传输速率才能达到最大值。

RS-485 标准要求两个终接电阻, 其阻值等于传输电缆的特性阻抗。终接电阻应当接在传输电缆的两端。传输距离短时可以不用终接电阻。

RS-485 通信方式由于组网简便、通信速率高、距离远, 在电能表通信中得到了广泛的应用。但是如果组网不适当, 则会引起通信不畅、甚至通信不上的问题。

(1) RS-458 总线一般采用总线型结构, 不支持树形或星形网络。应当采用一条双绞线作为总线, 将各个节点连接起来。每个节点到总线的引出线要尽可能地短, 以便使引出线中的反射信号对总线信号的影响最低。

(2) 应注意总线各段的特性阻抗的连续性, 降低阻抗突变点引起的信号反射。避免在不同的区段使用特性阻抗不同的电缆, 或某一段总线上收发器紧靠在一起安装。

(3) 使用终端电阻。一般的低速、近距离通信可以不接终端电阻。高速、长距离通信必须安装终端电阻。

(4) 接地问题。RS-422 与 RS-485 传输网络的接地是很重要的, 接地系统不合理会影响整个网络的稳定性, 尤其是在工作环境比较恶劣和传输距离比较远的情况下, 对于接地的要求更为严格。否则, 接口损坏率较高。有时候, 连接 RS-422、RS-485 通信链路时只是简单地用一对双绞线将各个接口的“**A**”、“**B**”端连接起来, 而忽略了信号地的连接, 这种连接方法在许多场合虽然能正常工作, 但埋下了很大的隐患。问题主要有下面两个方面: ①共模干扰问题: RS-422 与 RS-485 接口均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。这样往往忽视了收发器有一定的共模电压范围, 如 RS-422 的共模电压范围为 $-7\sim+7\text{V}$, RS-485 收发器共模电压范围为 $-7\sim+12\text{V}$, 只有满足上述条件, 整个网络才能正常工作。当网络线路中共模电压超出此范围时就会影响通信的稳定可靠, 甚至损坏接口。②电磁干扰 (EMI) 问题: 发送驱动器输出信号中的共模部分需要一个返回通路, 如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。

三、CS 电流环方式通信方式基础知识和特点

CS 电流环通信方式发展较早, 大约在 19 世纪 60 年代, 美国长途电传打字机采用 60mA 电流环进行通信。60 年代中期, 20mA 电流环被广泛地应用在电传打字机领域。到 19 世纪 80 年代初期, 电流

环被应用到越来越多的领域。

在工业现场,仪表进行长线传输信号主要有以下问题:①由于传输的信号是电压信号,传输线会受到噪声的干扰;②传输线的分布电阻会产生电压降;③在现场如何解决仪表放大器工作电压的问题。为了解决上述问题和避开相关噪声的影响,就采用电流来传输信号,因为地阻抗的传输线对噪声并不敏感,并且容易实现电气隔离。4~20mA 的电流环是用 4mA 表示零信号,用 20mA 表示信号的满刻度,同时该电流也可解决仪表的供电问题。如图 ZY2900503001-2 CS 电流环通信方式示意图。

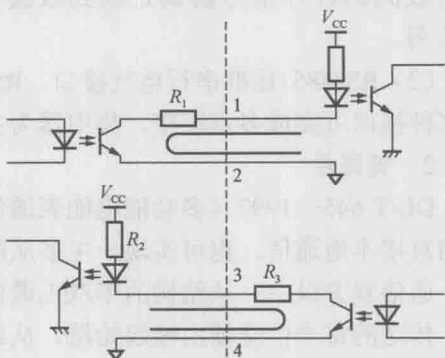


图 ZY2900503001-2 CS 电流环通信方式示意图

在电能表通信中,一般使用电流断开表示逻辑“0”,使用电流接通表示逻辑“1”进行通信。

电流环通信方式能广泛应用,得益于它是一种廉价的、具有较强的抗干扰能力的通信方式。它采用 2 线接口实现单向的通信功能。但随着 RS-422 以及 RS-485 总线的发展,电流环的使用已经逐步地减少。

【思考与练习】

1. 简述 RS-232、RS-422 和 RS-485 通信之间的差别。
2. 简述 RS-485 通信组网时需要注意的问题。

模块 2 电能表的通信规约 (ZY2900503002)

【模块描述】本模块介绍了电能表通信规约的基本概念,包含电能表几种常见通信规约。通过协议介绍、流程简述,了解电能量信息采集传输中电能表的通信规约。

【正文】

一、电能表通信协议概述

1. 电能表概述

目前国内使用的多功能电能表的种类很多,大体上可分为国内电能表和国外电能表,国内的电能表精度相对较低,主要为 0.5S 级。国外电能表精度较高,厂家比较少,主要品牌有:兰吉尔、爱拓利、红相、ABB、EMH、ENERMET、ELSTER 等。

2. 电能表协议概述

国内电能表主要采用 DL/T 645—1997《多功能电能表通信协议》和威胜集团公司定义的《威胜通信协议》。

国外电能表由于生产国家不同,所以采用的通信协议也比较繁杂,主要采用 IEC 1107 (IEC 62056-62)、DLMS 协议、EDMI 协议等。

二、国内电能表通信协议

(一) 多功能电能表通信协议

为了规范和统一多功能电能表的数据传输,电力工业部组织有关单位参照 IEC 标准(关于本地和总线数据通信)的有关内容,并结合国内电力系统多功能电能表使用中的实际情况,制定、发布了 DL/T 645—1997《多功能电能表通信协议》;1998 年 6 月 1 日起实施。

DL/T 645—1997《多功能电能表通信协议》的实施,改革了人工抄表,实现了电能计量信息和控制信息的长距离传输,提高了用电管理部门的用电管理水平。

1. 物理层

DL/T 645—1997《多功能电能表通信协议》中规定的数据终端设备或手持单元与费率装置之间的物理接口有三种:接触式光学接口、调制型红外光接口和 RS-485 标准串行电气接口。后两种是目前国内电力系统普遍采用的物理接口。