



电力信息系统培训教程

信息厂站系统

XINXI CHANGZHAN XITONG

王顺江 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电力信息系统培训教程

信息厂站系统

XINXI CHANGZHAN XITONG

王顺江 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共分十二章,包括分类采集厂站自动化系统、综合厂站自动化系统、智能厂站自动化系统、厂站电压无功控制系统、厂站自动发电控制 AGC 系统、PMU 系统、电厂 AVC 系统、厂站智能辅助系统、火电厂信息系统、核电站特有信息系统、风电场特有信息系统、水电站特有信息及相关系统原理及故障分析,全面阐述了厂站自动化系统的原理和故障处理方法。

本书可以作为自动化专业、设备监控专业、电力建设、厂站二次设计、调度监控、现场运行等人员的培训教材和专业参考书,也可供相关专业技术人员和高校电力专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

信息厂站系统,王顺江,编著. —北京:中国电力出版社, 2015.7

电力信息系统培训教程

ISBN 978-7-313-12377-6

I. ①信… II. ①王… III. ①电力系统-信息系统-技术培训-教材 IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 100867 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>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 7 月第一版 2015 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 446 千字

印数 0001—3000 册 定价 86.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

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

编 写 人 员

张国威	马 千	南贵林	刘金波	冯松起	王爱华
曲祖义	邱金辉	王顺江	高 凯	施毅斌	陈晓东
王洪哲	葛延峰	闫春生	贾松江	何晓洋	严田银
汪文熙	王 鑫	段 刚	魏 明	李洪学	董世聪
徐光亮	焦 勇	朱虹玉	刘荣波	田丰源	杨 东
董绍彤	江 军	宋 丽	范玉和	张 辉	曹慧杰
张淑杰	万澄泽	常秀艳	李振宇	殷艳虹	郑建平
高习斌	薛晓明	李 光	张维宇	王 升	丰国良
岳 伶	李 冰	谷玉林	蒲宝明	高永俊	于常乐
王 凯	王兴财				

前言

随着社会经济的不断发展,电力需求不断扩大,对电能的质量、效率、经济等方面提出了更多更高的要求。而电网规模不断扩大,电网结构日趋复杂,对调度、监控、运行、检修、自动化、保护、通信等专业提出了更高的要求。21世纪是信息时代,若能充分利用电力信息系统,就能提升我们驾驭电网的能力。

20世纪70年代,我国开始研究电力信息技术,经过几十年的发展,厂站和主站信息系统更新不断加快,信息采集、传输、处理和展示日渐高效和准确。但庞大且不断更新的电力信息系统,对运维、应用和管理等方面提出了更多更高的要求。

通过十多年电力信息系统的维护和管理的工作,我们深刻体会到电力信息系统的多样性和发生故障的多变性,若能将这些经验总结起来,应该可以给电力人员提供较大帮助。2011年12月,着手编写《电力信息系统培训教程》,该套书包括《信息采集系统》《信息厂站系统》和《主站及辅助信息系统》。本书为《信息厂站系统》分册,主要包括分类采集厂站自动化系统、综合厂站自动化系统、智能厂站自动化系统、厂站电压无功控制系统、厂站自动发电控制AGC系统、PMU系统、电厂AVC系统、厂站智能辅助系统、火电站信息系统、核电站特有信息系统、风电场特有信息系统、水电站特有信息及相关系统的原理及故障分析,全面阐述了厂站自动化系统的原理和故障处理方法。在各编写人员的共同努力下,终于完成了本套书的编写工作。

本书适合自动化、调度、运行、继电、检修、仪表等专业人员阅读,希望各位读者通过阅读本书,提升电力信息分析能力,给日常工作带来一定的帮助。

限于作者水平,编写时间仓促,若有错漏,恳请各位读者批评指正。

编者

2015年5月

目 录

前言

第 1 章 分类采集厂站自动化系统原理及故障分析	1
1.1 原理分析	1
1.2 故障实例	12
1.3 练习	31
第 2 章 综合厂站自动化系统原理及故障分析	32
2.1 原理分析	32
2.2 故障分析	54
2.3 运维实例	68
2.4 练习	83
第 3 章 智能厂站自动化系统原理及故障分析	84
3.1 原理分析	84
3.2 故障实例	94
3.3 练习	102
第 4 章 厂站电压无功控制系统原理及故障分析	103
4.1 控制策略	103
4.2 SVQC 原理分析	110
4.3 软硬件 VQC	118
4.4 故障实例	141
4.5 练习	150
第 5 章 厂站自动发电控制 AGC 系统原理及故障分析	152
5.1 原理分析	152
5.2 故障实例	159
5.3 练习	164
第 6 章 PMU 系统原理及故障分析	165

6.1	原理分析	165
6.2	故障实例	176
6.3	练习	186
第7章	电厂 AVC 系统原理及故障分析	187
7.1	运行原理	187
7.2	系统结构	187
7.3	系统功能	189
7.4	信息采集	195
7.5	控制策略	198
7.6	信息输出	199
7.7	故障实例	199
7.8	练习	201
第8章	厂站智能辅助系统原理及故障分析	202
8.1	系统结构原理分析	202
8.2	视频监控子系统原理及故障分析	204
8.3	门禁监控子系统原理及故障分析	207
8.4	温湿度系统原理及故障分析	209
8.5	漏水探测系统原理及故障分析	210
8.6	电子围栏设备原理及故障检测分析	212
8.7	SF ₆ 监测系统的原理及故障分析	214
第9章	火电厂信息系统原理及故障分析	216
9.1	电气网络监控系统 NCS	216
9.2	典型故障分析	218
9.3	热力分散控制系统 DCS	222
9.4	生产管理信息系统 MIS	228
9.5	练习	233
第10章	核电站特有信息系统原理及故障分析	234
10.1	反应堆堆芯测量	234
10.2	反应堆控制棒棒位控制	238
10.3	反应堆保护	240
10.4	故障实例	243
第11章	风电场特有信息系统原理及故障分析	245
11.1	风功率预测系统	245
11.2	风机振动检测系统	248
11.3	风机中央监控系统(风机 SCADA 系统)	251
11.4	风机 AGC 及有功控制系统	254
11.5	风机通信环网监控系统	256

11.6	测风塔检测系统	259
11.7	练习	262
第 12 章	水电站特有信息及相关系统原理及故障分析	263
12.1	电站计算机监控系统	263
12.2	水电站信息	279
12.3	水情测报系统	281
12.4	故障实例	287
12.5	练习	292

分类采集厂站自动化系统原理及故障分析

分类采集厂站自动化系统是指分别集中采集三遥信息的厂站自动化系统，这种厂站自动化系统出现在电力系统厂站自动化系统微机化改革的初期，对目前的信息自动化人员来说较为陌生，但现阶段仍有较多厂站在使用。因此对其各种故障进行深入分析，让自动化维护人员全面掌握，有利于系统运行维护和安全管控。最为典型的是 RTU 老站，RTU 也叫远动终端，是英文 remote terminal unit 的缩写。

1.1 原理分析

分类采集厂站自动化系统是通过分类集中方式采集厂站信息，系统包括四个部分，分别是遥信、遥测、控制（遥控遥调）、RTU 或总控，本书将从五个方面对其原理进行分析，后台在本系统中可有可无，不做深入的解析。

1.1.1 系统结构

分类采集厂站自动化系统的结构较为简单，具体如图 1-1 所示。遥信、遥测单元和控制单元采集信息后，通过其本身 CPU 进行初步处理，处理完成后发送给 RTU/总控，RTU/总控进行深度处理后，传送给主站和后台，以便于实现监视和控制。遥信、遥测单元和控制单元和 RTU/总控之间通过 RS 485 线连接，采用专用、CDT 等规约进行信息传输。RTU/总控和后台间可采用串口 RS 485、RS 232、RS 422 或网络 RJ 45 方式连接，进行信息传输。RTU/总控和主站间的信息传输没有网络方式，只能通过专线，采用 101 和 CDT 规约进行传输，要通过数据网 104 进行传输数据，必须经过规约转换装置，规约转换装置通过串口 RS 232 与 RTU/总控建立信息通信，通过 RJ 45 与站内数据网设备建立通信通道，采用 104 规约与主站进行信息传输。

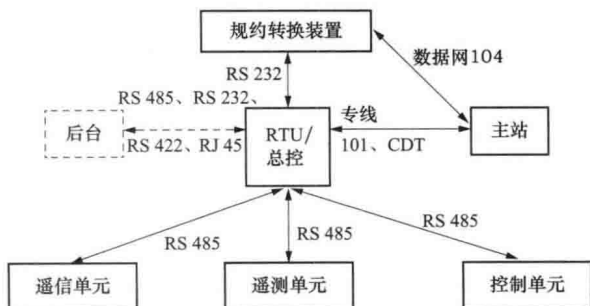


图 1-1 分类采集厂站自动化系统结构图

1.1.2 遥信单元

遥信单元以硬节点方式采集全站的遥信信息，遥信单元的硬件结构和信息采集过程

如图 1-2 所示，目前运行的设备因厂家的不同，类型较多，本书以 DISA 和 TH8098 为例，展示实际运行设备，如图 1-3～图 1-6 所示。依照图 1-2 所示对遥信单元展开深入的原理分析。

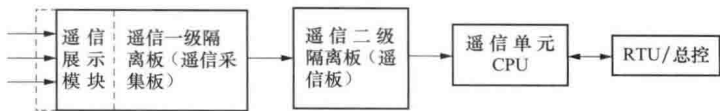


图 1-2 遥信单元结构图

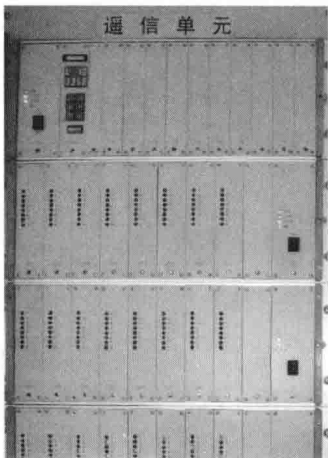


图 1-3 DISA 遥信单元正面

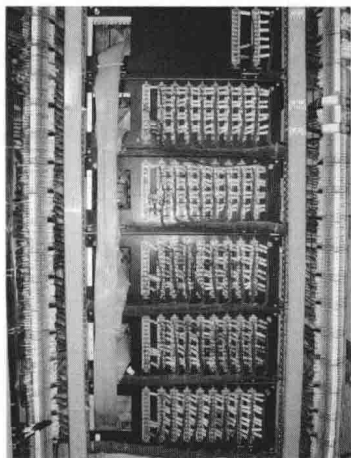


图 1-4 DISA 遥信单元背面

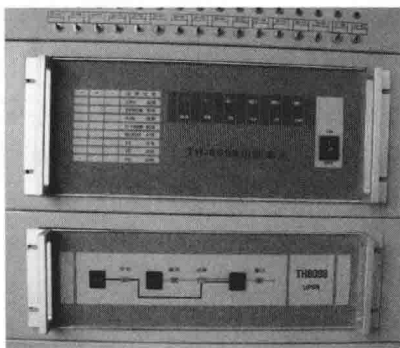


图 1-5 TH8098 遥信单元正面

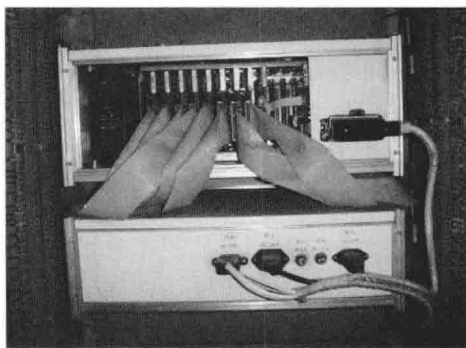


图 1-6 TH8098 遥信单元背面

1.1.2.1 遥信展示模块

现场遥信节点通过电缆方式连接到遥信单元端子排，首先经过遥信展示模块，遥信展示模块不一定存在，早期产品都有，后期随着厂站后台的推行，慢慢消失了。在遥信单元中，信息展示对事故处理、信息调试、巡检等工作都有非常重要的作用，厂家的不同，展示的方式也有所不同。展示方式主要有两种，分别是展示模块独立方式和一级隔离板集成方式。

(1) 展示模块独立方式。遥信信息通过电缆连接到遥信单元端子排后，先引入展示

模块,如图 1-7 所示,每个遥信点都有一个发光二极管和一个调试按钮组成,当发光二极管亮时表示遥信状态为“1”,反之为“0”,调试按钮只有在信息为“0”时有效,按钮上拨即此点遥信状态从“0”变成“1”。

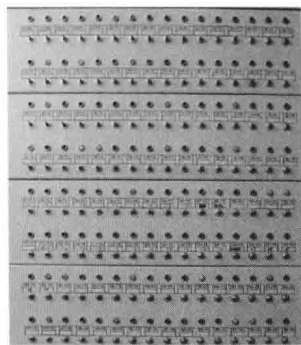


图 1-7 独立方式遥信展示

(2) 一级隔离板集成方式。遥信一级隔离板集成方式,即将遥信展示模块集成到遥信一级隔离板上,如图 1-8 所示,每个一级隔离板都有 8 个发光二极管,表示本遥信采集板采集遥信信息状态,当发光二极管亮时表示遥信状态为“1”,反之为“0”。

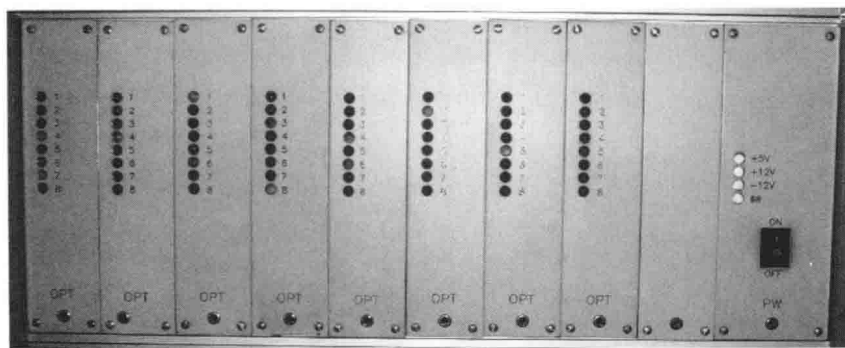


图 1-8 DISA-1 遥信展示

如图 1-9 所示为 TH8098 遥信一级隔离灯板,一级隔离灯板由发光二极管展示此点遥信的状态,如发光二极管发亮表示导通,遥信状态为“1”,反之为“0”。

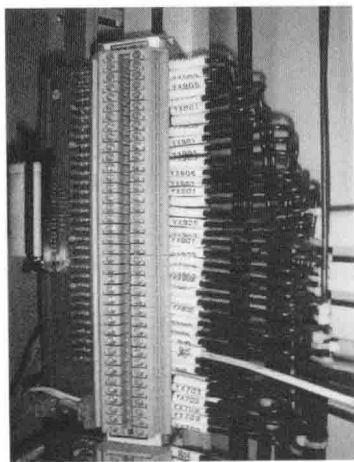


图 1-9 TH8098 遥信一级隔离灯板

1.1.2.2 遥信一级隔离

遥信一级隔离是将采集的 220V 电压等级遥信信息转换成 0~5V 或者 0~20mA 的电压或电流信息,已备遥信二级隔离处理。如图 1-10 和图 1-11 所示为 DISA-1 遥信一级隔离单元,每个机笼 9 块板组成,从左到右分别是 8 块遥信一级隔离板,最后一块是电源板。每块遥信一级隔离能采集 8 个遥信点,一个遥信一级隔离单元能采集 64 个遥信号。

部分厂家设备有采用 48V 遥信电源,如图 1-12 所示为 TH8098 遥信一级隔离灯板,遥信一级隔离采用灯板电阻方式,使得输入到二级隔离遥信板上的

的电压为 0/5V。

1.1.2.3 遥信二级隔离

遥信二级隔离是将 0~5V 或者 0~20mA 电信号转换成计算机能识别的信号“1”和

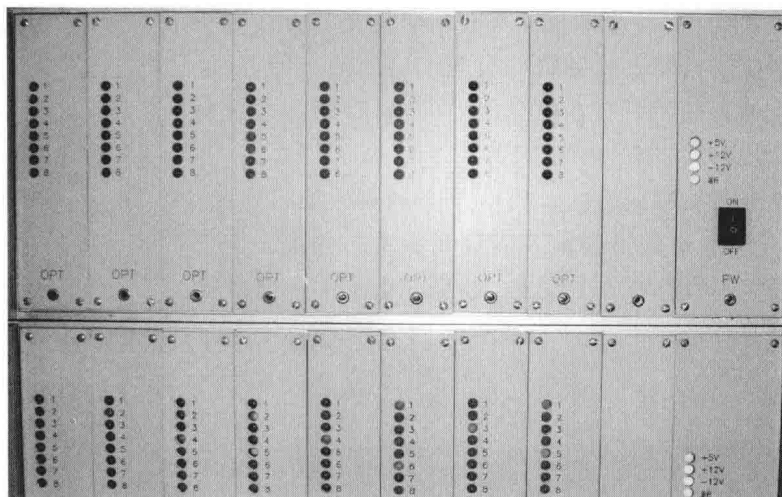


图 1-10 DISA-1 遥信一级隔离正面

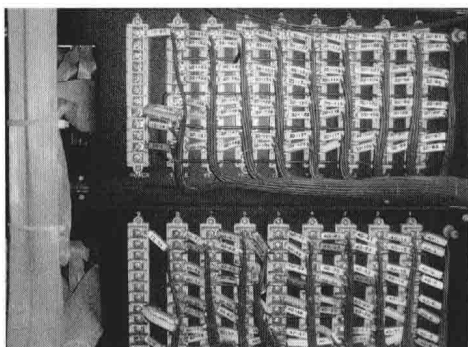


图 1-11 DISA-1 遥信一级隔离背面

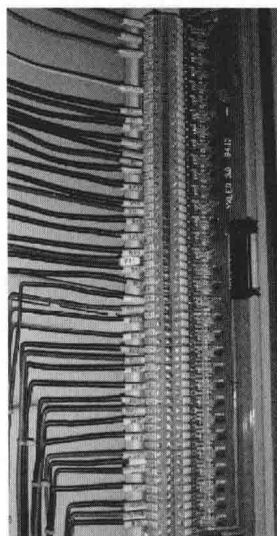


图 1-12 TH8098 遥信一级隔离灯板

“0”，再传给遥信 CPU 单元。如图 1-13 所示为 DISA-1 遥信 CPU 机笼，从左到右分别是 1 块电源板、1 块 CPU 板、10 块遥信二级隔离板，每块遥信二级隔离板能处理 64 个遥信信号。

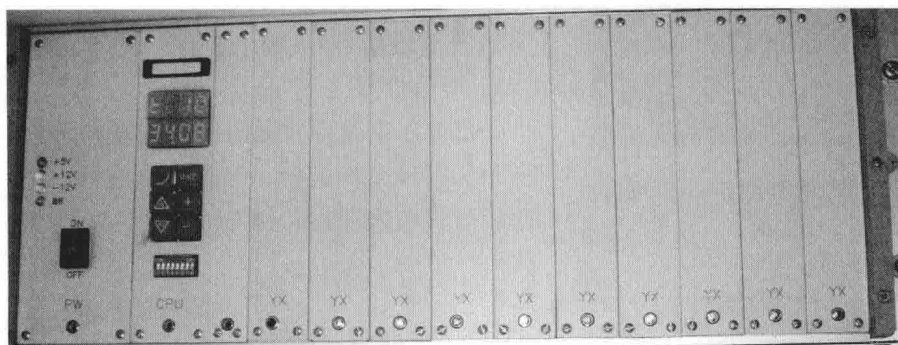


图 1-13 DISA-1 遥信 CPU 机笼

如图 1-14 所示为 TH8098 遥信单元，整个机笼中从左到右分别是一个电源模块，三个遥信二级隔离板，一个接口转换通信板，一个遥信 CPU 板，三个遥信二级隔离板。每个遥信二级隔离板采集 32 个遥信信息，因此本站最多采集 196 个遥信信号。

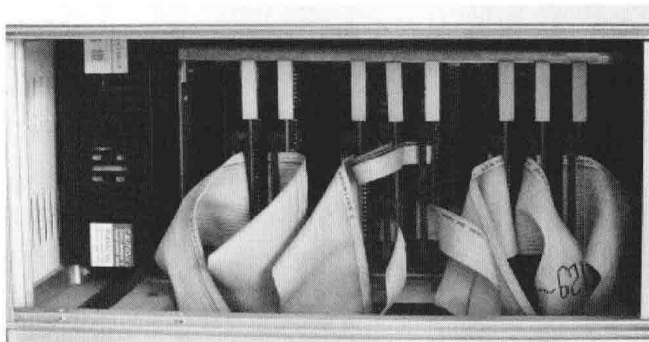


图 1-14 TH8098 遥信单元

1.1.2.4 遥信单元 CPU

遥信单元 CPU 是全站遥信信息采集处理的核心，它从遥信二级隔离板中采集全站所有遥信信息，再将信号编排，通过报文形式传送给 RTU/总控，同时它也接受 RTU/总控的对时信息。遥信单元 CPU 是 SOE 信息产生的源头，遥信信息通过二级隔离板送入后，依照送入的时间打上标签，再送给 RTU/总控，所以遥信一、二级隔离板的采集延时可能导致站内 SOE 不准确。

如图 1-13 所示，CPU 板上有按钮和二极管显示，通过按钮、二极管显示，连接笔记本修改内部参数设置。

如图 1-14 所示，有一块 CPU 板，TH8098 可以将 CPU 板连接笔记本（需修改内部跳线），修改内部遥信配置，定义遥信点是否需要 SOE 等。

1.1.3 遥测单元

分类采集厂站的遥测单元一般由一个遥测 CPU、一个 A/D 转换板和多个电压、电流变送器组成，具体结构如图 1-15 所示，有两种信息的采集，分别为交流和直流，交流又分为是 TA 和 TV 信息，即电流互感器和电压互感器二次信息。

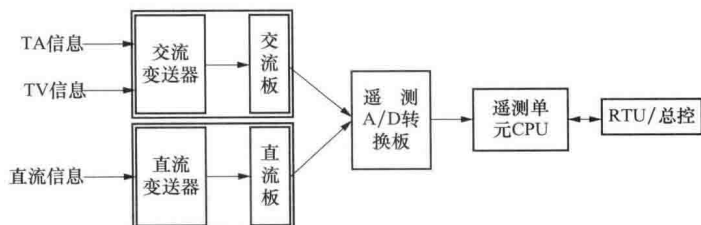


图 1-15 遥测单元结构图

1.1.3.1 交流信息

电力交流信息包括 TA 和 TV 信息，TA 信息输入 0~5A 或 0~1A，TV 回路不可

以开路,安全接地点不可以断开,如发生 TA 回路开路或者安全接地点断开故障,可能导致高电压的产生,严重危及电网、人身和设备的安全。TV 信息输入为 $0\sim 120\text{V}$,TV 回路不可以短路,安全接地点不可以断开,TV 回路短路会导致大电流的接入,安全接地点的断开会导致高电压的产生,严重危及电网、人身和设备的安全。

(1) 信息输入部分。信息输入部分都是端子排,本来不应叙述,但是 TA 和 TV 回路安全问题至关重要,因此在此特意详细叙述。如图 1-16 和图 1-17 所示,TA 电缆的输入端连接非常的牢固,中间有临时作业连接端子,图 1-16 端子内侧有防止开路的安全电阻(电阻较大,不能起封死 TA 的效果),图 1-17 可以断开的连接片。如图 1-18 和图 1-19 所示,都为电压端子排,中间有防止短路的熔断器,确保 TV 回路不再设备内短接。这种老设备最大特点就是所有遥测回路都在一起,运行维护需要更加小心,防止 TA 开路和 TV 短路。

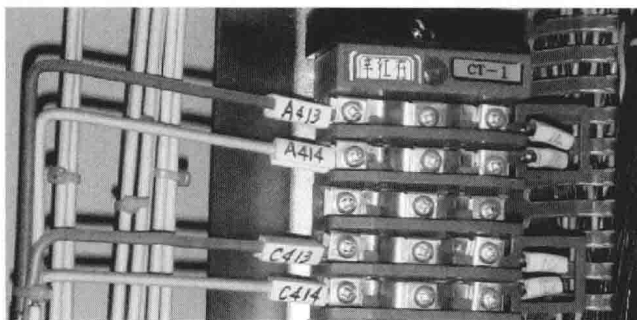


图 1-16 TA 回路遥测端子 1



图 1-17 TV 回路遥测端子 2

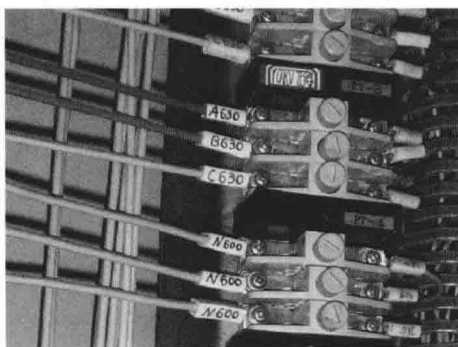


图 1-18 TV 回路遥测端子 1



图 1-19 TV 回路遥测端子 2

(2) 交流变送器。交流变送器是将 TA 和 TV 电压、电流信息转换成 $0\sim 5\text{V}$ 或者 $4\sim 20\text{mA}$ 。如图 1-20 所示,上部为电压变送器,下部为电流变送器。

(3) 交流板。交流板是将采集的多个电压、电流模拟量整合,以便于 A/D 转换单元的接收和处理。如图 1-21 所示为 TH8098 遥测单元,从左到右分别是 2 个电流板、1 个电压板、1 个 A/D 转换板、1 个遥测 CPU 板。1 个电流板采集的是多路电流,1 个电压板也是采集多路电压。

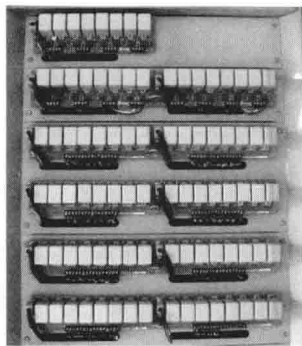


图 1-20 TH8098 交流变送器

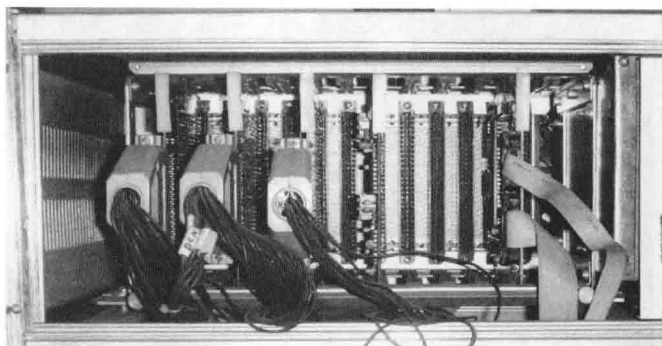


图 1-21 TH8098 遥测单元

当然也有一些厂家将交流变送器和交流板做在一起,如图 1-22 所示为 DISA-1 其中的一个遥测单元,3AC 板就是将交流变送器和交流板集成的模块。

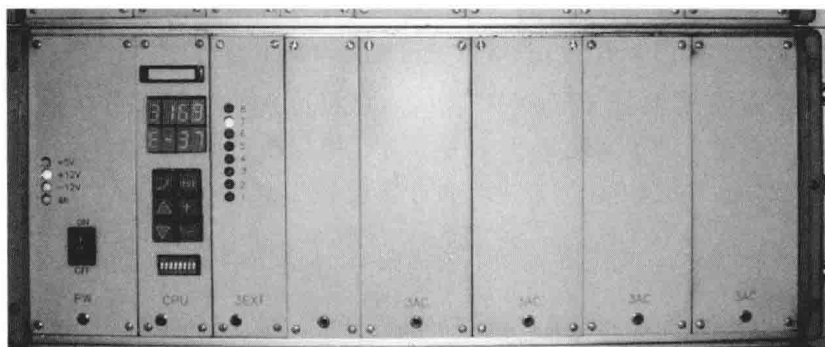


图 1-22 DISA-1 遥测单元

(4) A/D 转换板。A/D 即模数转换,将模拟量转换成计算机能识别的数字量。这种转换包括四个过程,分别是采样、保持、量化和编码。如图 1-21 所示,就有一块 A/D 转换板,又如图 1-22 所示有 1 块 3EXT 板,就是负责遥测信息的 A/D 转换。

(5) 遥测单元 CPU。遥测单元 CPU 是全站遥测信息采集处理的核心,它从 A/D 转换板中采集遥测信息,再进行计算处理,完成全站遥测信息的采集和处理,如一条线路的电流、电压、功角等信息是实时采集的,但有功、无功等信息都是通过遥测 CPU 计算出来的。通过报文形式传送给 RTU,同时它也接受 RTU 的定时信息。

如图 1-21 所示,有 1 块 CPU 板,TH8098 可以将 CPU 板连接笔记本(需修改内部跳线),修改内部遥测配置。

如图 1-22 所示 CPU 板上有按钮和二极管显示,通过按钮、二极管显示、连接笔记本修改内部参数设置。

1.1.3.2 直流信息

因直流信息的 A/D 转换和遥测 CPU 功能与交流信息采集中相同,而交流信息采集中已详细描述了这两个部分,在此不作分析,本部分只分析直流变送器和直流板。而直流板和直流变送器很多情况下是集成在一起的,如图 1-23 所示。当然也有分开,如

图 1-24 所示，然直流板和交流板却合成在一起，如图 1-21 所示。

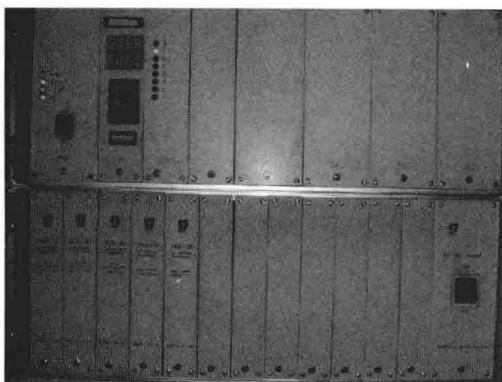


图 1-23 直流变送器和直流板集成

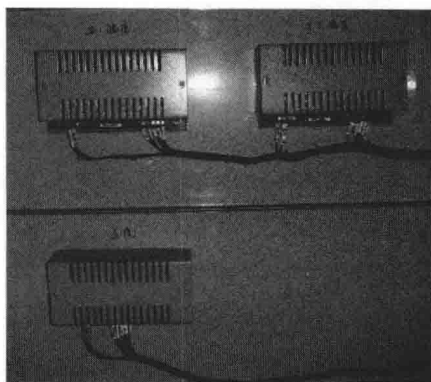


图 1-24 直流变送器

在变电站直流变送器主要采集变压器温度信息和直流电压信息，变压器温度信息是电阻式，通过采集变压器 PT100 和 Cu50 变送器送出的电阻信息，实现变压器温度信息的采集，温度直流变送器分 PT100 和 Cu50，它将输入的电阻信息转换成 $0\sim 5V$ 或 $4\sim 20mA$ 的直流信息，便于实现 A/D 转换。直流电压变送器是将变电站直流电压信息转换成 $0\sim 5V$ 或 $4\sim 20mA$ 的直流信息，便于实现 A/D 转换。

1.1.4 控制单元

这种分类采集厂站的控制只有断路器、隔离开关、接地开关和变压器挡位，全部通过遥控实现，断路器、隔离开关和接地开关都是通过一对继电器实现分合位置的控制，变压器挡位通过两对继电器实现升、降和急停。遥控单元硬件结构如图 1-25 所示，包括了遥控压板、遥控继电器、遥控板、遥控单元 CPU 四个部分。

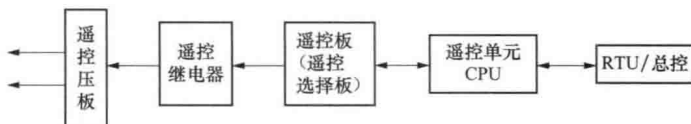


图 1-25 遥控单元硬件结构图

遥控是电力自动化系统最有可能出现电网安全事故的部分，为保证遥控的安全可靠，设计的遥控过程较为复杂，具体如图 1-26 所示，一个完整的遥控执行过程（选择正确）。

1.1.4.1 遥控压板

遥控压板是遥控开出的源头，只要断开压板，遥控将无法开出，一对遥控有分压板和合压板，如图 1-27 所示。

1.1.4.2 遥控继电器

遥控继电器是遥控的执行元件，它将执行遥控命令。遥控继电器依照不同厂家，不同时代有所不同。图 1-28 为 TH8098 最老一代继电器，图 1-29 为 TH8098 最后一代继电器，图 1-30 为 DISA-1 断路器、隔离开关继电器，图 1-31 为 DISA-1 变压器挡位继电器。

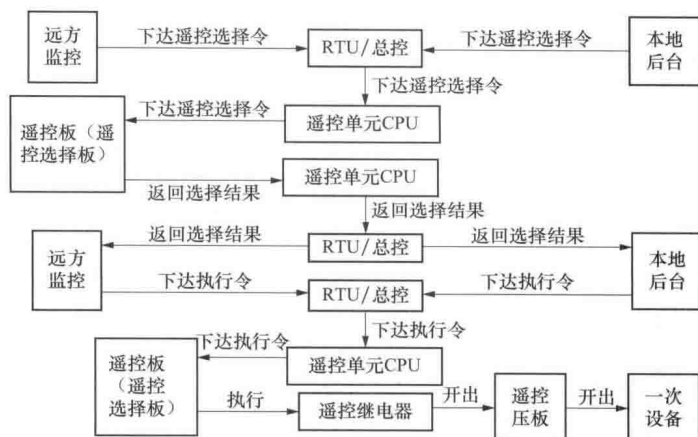


图 1-26 遥控过程

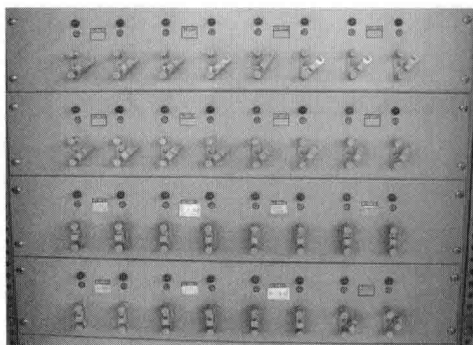


图 1-27 遥控压板

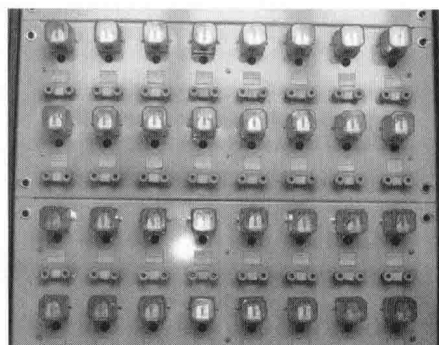


图 1-28 TH8098 最老一代继电器



图 1-29 TH8098 最后一代继电器

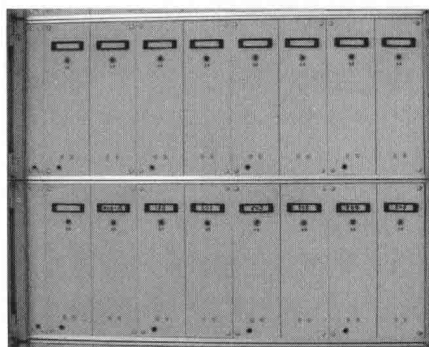


图 1-30 DISA-1 断路器隔离开关继电器

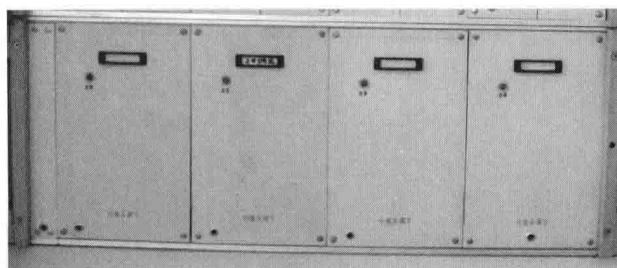


图 1-31 DISA-1 变压器挡位继电器