

# 循环式 CDT规约远动下行通道自动监视的实现

李启林

(河南漯河供电公司,河南 漯河 462000)

**摘要:** 中小型地区级和县级电网调度自动化系统广泛采用了循环式 CDT规约。但循环式 CDT规约对远动下行通道缺乏有效的自动监视手段。对循环式 CDT规约进行了深入分析,提出了利用远动硬件检测下行信号载频、利用远动软件检测下行信号同步码、利用对时命令、利用遥控命令、增加“辅助传输通道”等方法,实现对下行通道的自动监视功能。上述方法简单实用,有一定的互补性,可以根据条件选用。远动下行通道自动监视功能的实现提高了遥控操作的可靠性,对无人(少人)值班变电站的建设具有极大的现实意义。

**关键词:** 循环式 CDT规约; 远动系统; 下行通道; 调度自动化

**中图分类号:** TM764 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2006)18-0042-05

## 0 引言

变电站远动系统(本文所说的远动系统包含常规 RTU远动装置、计算机监控系统及综合自动化系统。规约中称子站)上传调度自动化主站系统(规约中称主站)的传输规约有两种:问答式 POLLING 规约和循环式 CDT规约<sup>[1]</sup>。循环式 CDT规约实时性强、语义简单、软硬件实现容易,资源要求不高<sup>[2]</sup>,目前被多数中小型地区级和县级电网调度自动化系统广泛采用。循环式 CDT规约中,变电站远动系统处于主动地位,调度自动化主站系统只能实时被动接收。如果上行通道异常,远动数据传输便会中断,主站系统在一定时间间隔收不到子站报文或收到的报文连续错误时,产生通道中断或异常报警信息,提醒运行维护人员。但主站系统的下行信息通常是间断的、随机的(例如遥控/升降命令等),空闲时间较多,期间如果发生下行通道中断或异常,因循环式 CDT规约未对下行通道的检测方式进行定义或说明,主站系统便缺乏对下行通道的监视。换言之,下行通道出现问题后主站系统不能给出报警信息,运行维护人员不会知道下行通道的好坏,只有在进行遥控/升降等操作时才能发现下行通道存在问题,导致遥控等操作无法继续下去。在早期,对遥控要求不高的情况下采用循环式 CDT规约是可行的,也是现实的。

随着变电站无人(少人)值守工作的开展,因远动下行通道异常导致的停电等操作效率低下问题日益突显:遥控/升降操作失败,导致需送电时不能及时送上,要停电时又停不了,该调压时却调不成,

调度值班员不得不命令集控站人员到现场进行操作。严重威胁电网安全运行,对降低电能损耗、提高电压合格率、提高服务质量也是严峻的挑战,同时又浪费了大量的人力、物力,无人(少人)值班变电站的优势荡然无存。

改造、完善的方法有:

将循环式 CDT规约改换成问答式 POLLING 规约。但该方法存在一定的现实问题,如:变电站远动系统型号众多,硬件资源扩展受限、软件系统整体变更困难等。而且,改造既占用人力,又要有一定的资金投入,在变电站正在运行条件下,大规模改造是不现实的,只能逐步进行。

设置主备双通道传输。该方案在一定程度上可以缓解此问题。但调度自动化主站系统自动切换通道的判据是通道上行信号的质量,而不是下行通道的好坏。当下行通道出现问题影响操作时,只能由调度人员及时通知自动化维护人员对通道进行人工切换(备通道完全正常的情况下),效率不高,也不能实现对下行通道的自动监视。

基于循环式 CDT规约,找出“变通”的方法实现下行通道的自动监视功能。

本文通过对循环式 CDT规约的分析,认为可以在调度自动化系统中实现下行通道的自动监视功能,并提出了几种可行的方法,有一定的实用价值。

## 1 几个需说明的问题

本文探讨的下行通道指调度中心调度自动化主站系统向各变电站远动系统传送信息的通路。上行通道是指各变电站远动系统向调度中心调度自动化

主站系统传送信息的通路<sup>[3]</sup>。

循环式 CDT规约有新部颁 CDT规约、旧部颁 CDT规约、D ISA 规约等。规约间的不同只是扩充了不同的功能,如 D ISA 规约具备申请和下发保护定值、上传保护事件等功能。本文主要以新部颁 CDT规约为探讨对象,但方法同样适用于其它规约。

远动通道主要有模拟通道(四线, MODEM)和数字通道(RS232等)。二者并无本质区别,只是为了适应不同的通信设备的接口。

## 2 问题的分析和实现<sup>[4]</sup>

循环式 CDT规约下行信号主要包括:对时命令(包括设置时钟命令、设置时钟校正值命令、召唤子站时钟命令)、遥控/升降命令、复归命令、广播命令(电度冻结命令)、设定命令等。

CDT规约文本 4.8.6条还规定“下行通道中不发命令时应连续发送同步码”,即下行通道在无对时等命令时应连续发送 EB90EB90EB90H。但个别系统并不完全遵守本条规定,而采用空闲时不发送任何信息的办法,这时,通道上为常发载频信号。

本文认为,循环式 CDT规约下行通道的自动监视可以利用上述已有的下行信息通过“变通”变电站远动系统、“变通”调度自动化主站系统及增加“辅助传输通道”等方法实现。

### 2.1 “变通”变电站远动系统

#### 2.1.1 远动硬件检测下行信号载频实现下行通道的监视<sup>[3]</sup>

远动系统常采用低速数据接口及四线模拟接口(MODEM)接入通信设备。数据接口一般由远动系统的 RS232接口直接或经隔离器隔离后输出至通信设备;模拟接口通常由远动装置内部的 RS232接口接入远动 MODEM,经调制后成为模拟信号,再接入通信设备。

远动系统数据接口与通信设备间或远动装置数据接口与远动 MODEM 间在具体连接和设置时,多采用最简单的 RS232应用接法,如图 1(图中只画了一端,另一端与此相同)。该方式只在远动系统与通信 PCM 设备间或远动装置与远动 MODEM 间接入发送数据、接收数据、信号地三根线,不连接检测清除发送、载频检测、数据设备就绪等信号状态连线。这样,发送数据不受检测清除发送、载频检测、数据设备就绪等信号控制,可以确保上行信号的实时可靠传输。

为实现对下行通道的监视,可以改变上述的应

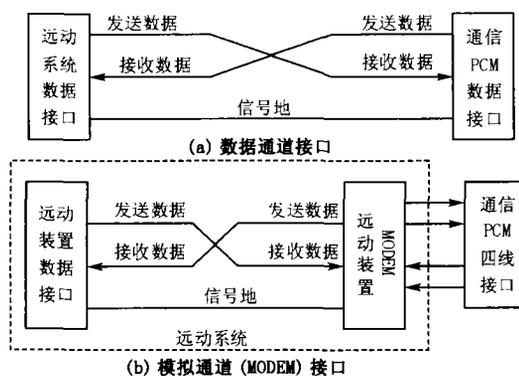


图 1 检测信号都不连接的 RS232接口

Fig 1 RS232 interface of connectionless detected signal

用接法:通过接入请求发送、载波检测、数据就绪等信号线使远动系统或远动装置的发送接收信号的限制,如图 2。由图可见,在远动系统数据接口与通信设备间或远动装置数据接口与远动 MODEM 间的请求发送端与自己的清除发送相连,使得设备向对方请求发送时,随即通知自己的清除发送端,表示对方已经响应。同时请求发送线还连接对方的载波检测线。数据设备就绪是一个接收端,它与对方的数据终端就绪相连,就能得知对方是否已经准备好。这样当检测不到下行信号的载频时,远动系统或远动装置认为对方(通信设备或远动 MODEM)没有准备好,便停止发送上行数据。调度自动化主站系统因接收不到变电站远动系统上行信号,系统便产生上行通道报警事项。然后,维护人员可以根据上行通道载频的有无(通信中断,收不到载频;通信停发,能收到载频)判断是上行通道链路中断或上行通道链路正常但因下行通道异常强迫停发,从而间接实现对下行通道的监视目的。

改动后,对于数据通道,远动系统与通信设备 PCM 间的通信连线将由 3 根增加到 7 根,用 5 × 2 × 0.5 的屏蔽音频电缆线即可。对于模拟通道,由于远动装置数据接口与远动 MODEM 板通常在一个母板上,可直接通过改变远动 MODEM 板及远动装置接口板的跳线实现。远动 MODEM 与通信 PCM 间不需要任何变动。

本方案使远动系统的上行信号受下行信号的控制,通过远动系统硬件监测下行信号的有无来决定上行信号是否发送,间接判断出下行通道的好坏,一定程度上降低了上行信号的可靠性。但可靠性指标与采用问答式 POLLING 规约相同,实用中完全可以接受。

#### 2.1.2 远动软件检测下行信号同步码实现下行通

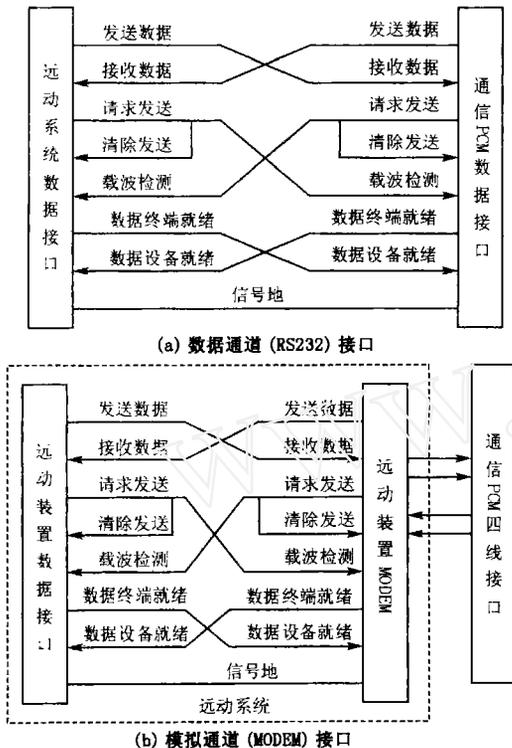


图2 连接检测信号的RS232接口

Fig 2 RS232 interface of connecting detected signal

## 道的监视

该方案实现原理与2.1.1远动硬件检测下行信号载频类似,但由远动软件检测下行信号同步码完成。在对时、设定、广播、遥控/升降等下行命令中均含有同步码EB90EB90EB90H。前述分析知,空闲时多数系统也发送EB90EB90EB90H。因此,可以通过简单修改变电站远动系统软件的办法实现对下行信号的监视。即:修改后,由远动系统软件实时扫描下行通道并捕捉同步码,当一定时间间隔未接收到同步码,系统便认为下行通道异常或中断,从而自动停发上行数据信号。调度自动化主站系统因接收不到变电站远动系统上行信号,便产生通道异常或中断报警事项,然后维护人员可以根据上行通道载频的有无(通信中断,收不到载频;通信停发,能收到载频)判断是上行通道链路中断或上行通道链路正常但因下行通道异常强迫停发,从而间接实现对下行通道的监视目的。

在远动系统软件中加入检测同步码的功能对系统改变很小,厂家实现较为容易。

### 2.2 “变通”调度自动化主站系统<sup>[4,5]</sup>

#### 2.2.1 利用对时命令实现对下行通道的自动监视

调度自动化主站系统一般设定的对时间隔为若干分钟。循环式CDT规约完整的对时过程如下:首

先主站向子站下发设置时钟命令717AH。子站接收到设置时钟命令后,将时钟调整到下发的时钟值;然后主站向子站发送召唤子站时钟命令314CH。子站收到召唤命令后,应在上行信息中返送两个信息字,即子站时钟和等待时间,功能码为84H、85H;最后,主站比较了子站与主站间时钟差别并计算子站时钟校正值后,向子站发出设置时钟校正值命令710BH,使子站时钟完全与主站一致。

可见,在完整的一个对时周期中,子站应响应主站系统的召唤子站时钟命令,即返送两个信息字(子站时钟和等待时间)。因此,通过修改主站系统SCADA软件,利用对时过程中子站是否向主站上送时钟信息判断下行信号的好坏:如果在对时过程中子站不能响应主站的时钟召唤命令,主站就可以认为子站没有收到或没有正确地收到对时命令,主站在报送对时命令失败信息的同时也报送下行通道异常信息,从而实现了对下行通道的自动监视目的。

当然,有少数系统例如早期的远动系统并没有完全遵循循环式CDT规约的规定,子站只响应主站下发的设置时钟命令717AH,并不响应召唤子站时钟命令,所以对时周期是不完整的。这时就不能利用对时命令实现对下行通道的监视,只能采取其它的办法。

#### 2.2.2 利用遥控命令实现对下行通道的自动监视

为确保遥控命令正确可靠,遥控命令普遍采用了“遥控选择-遥控返校-遥控执行(或遥控撤消)三步。即主站首先向子站下发7161E0H遥控选择命令,子站正确收到后向主站插入传送遥控返校信息,功能码为E1H,主站在正确收到返校信息后再下发遥控执行命令71C2E2H(当然也可以发遥控撤销命令71B3E3H)。

因此,利用遥控信息处理过程,我们可以通过增加一个“虚”遥控对象的办法实现对下行通道的自动监视。

首先,在某变电站远动系统组态中将某路备用遥信量及备用遥控量设置为“某变电站下行通道监视”,配置相应遥控和遥信点号,并进行关联。通常,变电站远动系统的遥控量、遥信量均有富余,很容易满足上述要求。

其次,在调度自动化主站系统数据库中进行对应的设置,即按照与变电站远动系统对应的组态添加一条“某变电站下行通道监视”记录,定义遥信点号、遥控点号,并关联。

最后,在调度自动化主站系统数据库中增加一

个“用户过程”,并根据需要,选择相应的“用户过程”触发启动模式。“用户过程”通常配置有定时间间隔执行模式、特定时间点执行模式、状态变位执行模式、事故告警执行模式等。对于本方案,可以将该“用户过程”设置为定时间间隔执行模式,定时间间隔设为1分钟或数分钟。所谓“用户过程”,就是调度自动化主站系统厂家提供的相对简单的供用户二次开发的接口程序。“用户过程”语言实际上是主站系统软件的开发语言及主站系统厂家提供的一些特殊命令的封装。“用户过程”增加以后,可以编写该“用户过程”,程序流程如下:

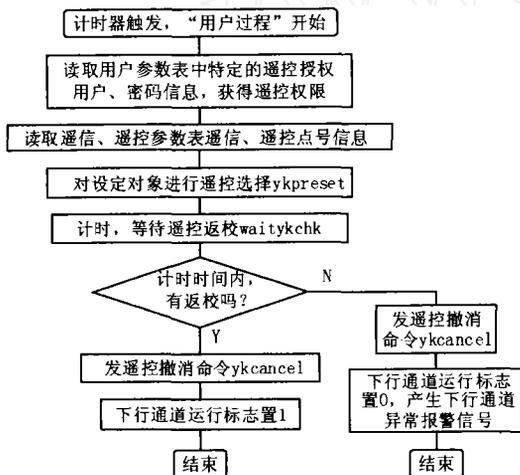


图3 遥控命令实现下行通道监视流程

Fig 3 Flow chart of down channel monitor based on telecontrol

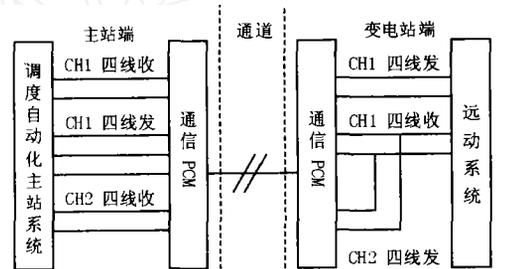
用户过程编写完毕并编译后,系统就会按配置的时间间隔自动启动该进程进行“某变电站下行通道监视”的遥控操作。“用户过程”程序触发启动后首先读取用户参数表中指定的遥控授权用户、密码信息,获得遥控操作权限;再读取遥信参数表、遥控参数表,获得“某变电站下行通道监视”的遥信点号、遥控点号;然后自动发送遥控预置命令 ykreset,同时启动计时器,等待遥控返校 waitykehk;在计时时间内,收到遥控返校信息,程序自动发遥控撤消命令 ykcancel,同时将下行通道运行标志置1(代表下行通道运行);一旦没有收到遥控返校信息,程序在发遥控撤消命令 ykcancel的同时将下行通道运行标志置0(代表下行通道异常),并报出通道异常报警信号,从而实现对下行通道的自动监视功能。

本方案相当于利用遥控命令自动定期进行下行通道的测试,适用于远动系统具备遥控功能且有备用遥控、遥信的情况,目前多数系统均能满足要求;

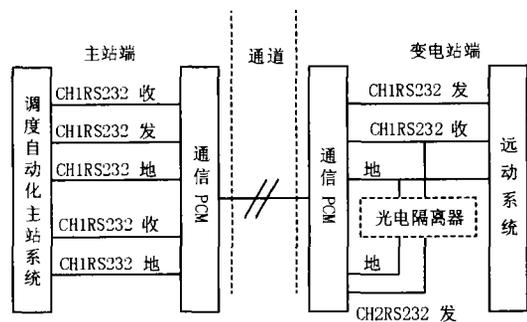
对主站系统则没有特殊要求。因此,应尽可能优先采用本方案。

### 2.3 增加“辅助传输通道”实现对下行通道的自动监视<sup>[6]</sup>

对于调度自动化主站系统通信设备接口足够,系统接入厂站数目允许且通信设备通道丰富的情况下,可以采用增加“辅助传输通道”的办法实现对下行通道的自动监视。模拟通道及数据通道采用的接线如图4所示。



(a) 模拟通道(四线)辅助传输通道接线图



(b) 数字通道(RS232)辅助传输通道接线图

图4 辅助传输通道接线图

Fig 4 Frame of auxiliary channel

图中CH1为正常的远动传输通道,CH2为增加的“辅助传输通道”。

由图可见,对于模拟通道,首先,在变电站端直接将CH1四线收复接到另一路CH2的四线发;其次,在主站端将CH2四线收接入调度自动化主站系统;然后,在调度自动化主站系统中新增一个“虚厂站”,并按CH2占用的远动通信端口配置相应的通道参数(相当于新增一套远动系统及通道)。这样,正常的远动传输通道CH1的下行信号(对时、遥控/升降等命令)通过“辅助传输通道”CH2被同时返送回调度自动化主站系统。主站系统通过监视CH2的同步码EB90EB90EB90H的有无自动监视CH2通道的好坏。而CH2的上行即是CH1的下行,从而实现了下行通道CH1的自动监视。

对于数字通道,同样在变电站端将CH1的RS232收、地复接到另一路CH2的发、地;主站端将

CH2的 RS232收、地接入调度自动化主站系统;并按与模拟通道同样的做法配置主站系统,完成自动监视功能,不再累述。

“辅助传输通道”的接入可能会对正常的远动传输通道 CH1产生影响,应采取适当的措施消除。对模拟通道,复接后远动系统接收电平可能会降低,可以通过适当提高发送电平的办弥补;对数据通道,一般不允许直接跨接,采用本方案的时候可以在复接处增加一个有源光电隔离器,如图 4虚线所示。

本方案增加了调度自动化主站系统的处理负荷,占用了通道资源,对于重要变电站的远动系统无法用其它方式实现时可考虑采用。

### 3 结束语

本文介绍的几种自动监视循环式 CDT远动规约下行通道的方法,不需大的投资,且方案间具有互补性,具体实施可以根据设备现状等情况采取不同的方案。下行通道自动监视的实现,提高了遥控操作的成功率和可靠性,对无人(少人)值守变电站的建设有极大的现实意义。方案的实行同时也使循环式 CDT规约能继续“生存”下去,并发挥其效用。

### 参考文献:

- [1] 唐涛,诸伟楠,杨仪松,等. 发电厂与变电站自动化技术及其应用[M]. 北京:中国电力出版社,2005.  
TANG Tao, ZHU Wei-nan, YANG Yi-song, et al Automation Technique of Power Plant and Transformer Substation and Its Applications[M]. Beijing: China Electric Power

Press, 2005.

- [2] 沈金官. 电网监控技术[M]. 北京:中国电力出版社, 1997.  
SHEN Jin-guan Power Grid Supervisory Control Technique[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.
- [3] 何升,夏铭,车志超,等. 全国供用电工人技能培训教材——运动自动化[M]. 北京:中国电力出版社, 1999.  
HE Sheng, XIA Ming, CHE Zhi-chao, et al Skill Training Material of China Power System Workers——Telecontrol Automation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.
- [4] DL451-91. 循环式远动规约[M]. 北京:中国电力出版社, 1997.  
DL451-91. Cycle Data Transmitting Protocol[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.
- [5] 毕胜春. 电力系统运动及调度自动化[M]. 北京:中国电力出版社, 2000.  
BI Sheng-chun Telecontrol and Dispatching Automation of Electric Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.
- [6] 周俊礼,傅吉俊. 简单实用的数字远动通道检测方法[J]. 电力系统通信, 2005, 26(7): 77-78, 80.  
ZHOU Jun-li, FU Ji-jun Simple and Applied Digital Telecontrol Channel Examine Method[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2005, 26(7): 77-78, 80.

收稿日期: 2006-02-16

作者简介:

李启林(1971-),男,本科,工程师,从事自动化和保护专业工作;E-mail: liqilinlhr@163.com

## Automatic monitoring realization of down channel based on cycle data transmitting (CDT) protocol

LI Qi-lin

(Henan Luohe Power Supply Company, Luohe 462000, China)

**Abstract:** CDT protocol is used in many region and county dispatching automation systems. But CDT protocol can not monitor effectively down channel of telecontrol system. Through analyzing the CDT protocol, this paper proposes some solutions to realize monitor function. Hardware of telecontrol system is employed to detect carrier frequency of down channel, and software of telecontrol system to detect synchronization code of down channel. Adjusting time command, and telecontrol command, and adding second transmission channel are also employed. These solutions are simple and complementary. Automatic monitoring realization of down channel can improve the reliability of telecontrol, and has practical meaning for the unmanned (few manned) substation.

**Key words:** CDT protocol; telecontrol system; down channel; dispatching automation