

101 规约在馈线自动化系统中的应用

夏远福,江道灼,黄民翔

(浙江大学电气工程学院,浙江 杭州 310027)

摘要:主要讨论了在采用分层体系结构的馈线自动化系统中如何实现各种数据的收集并保证故障信息的快速、优先上传。分析了馈线自动化系统中信息传输的特点,对 101 规约与 DNP3.0 规约的事件收集机制作了比较,认为 101 规约更适合各层间采用了不同网络拓扑结构的馈线自动化系统。探讨了 101 规约在馈线自动化系统中实现时应注意的问题。分析了系统应采用的网络拓扑结构,讨论了在收集数据时,控制中心、区域工作站及 FTU 各自需实现的功能。分析表明,101 规约能保证在馈线自动化系统中实现故障信息快速上传,从而达到快速隔离故障区域的目的。

关键词:电力系统; 馈线自动化; 远动传输; 101 规约

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2002)10-0029-04

1 引言

馈线自动化的主要目的是实现对馈线运行的实时在线监控。基于 FTU 的采用分层体系结构的馈线自动化系统如图 1 所示^[1]。当故障发生后,馈线自动化要求能及时准确地确定、迅速隔离故障区段并恢复健全区段的供电。因此,快速、准确传输故障信息是实现馈线自动化系统的关键。

目前我国讨论较多的适用于馈线自动化系统的通讯规约主要有两种^[2]:DNP3.0 规约和 101 规约。101 规约即 DL/T634-1997 基本远动任务配套标准^[3,4],是我国制定的电力行业标准,它等效采用 IEC 颁布的 IEC60870-5-101 基本远动任务配套标准,并根据我国的实际情况作了部分选择和补充。

由于一条馈线上一一般都安装多个负荷开关和 FTU,因此故障发生时,通常会有多个 FTU 同时检测到故障信息并形成一级用户数据。DNP3.0 采用平衡式传输方式,对于网络拓扑结构为多点共线、多点星形等情况,只能采用冲突避免机制来进行故障信息上传,这增加了上报的延时时间,甚至会造成重要数据帧的丢失^[5,6];而 101 规约严格规定只有在点对点或多个点对点的全双工通道才采用平衡式传输,其它网络拓扑结构都采用非平衡式传输并使用快速—校验—过程来收集一级用户数据,避免了采用冲突避免机制所带来的缺点,能实现重要数据的快速、优先上传。可见,101 规约比 DNP3.0 规约能更好地满足馈线自动化系统的通讯要求。图 1 所示的分层体系结构馈线自动化系统,在通信时可能某两层间采用多个点对点的全双工通道,而另两层之间采用

其它类型的网络拓扑结构,采用 101 规约能满足系统的通信要求。

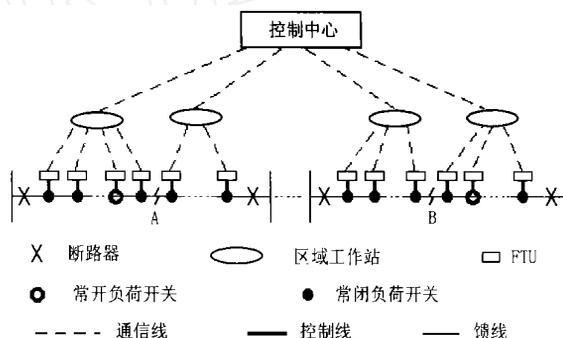


图 1 基于 FTU 的馈线自动化系统示意图

Fig. 1 Schematic diagram of feeder automation system based on FTU

2 馈线自动化系统各层应实现的功能及网络拓扑构成

图 1 所示的馈线自动化系统,数据采集和故障判断、定位、隔离等功能的实现由控制中心与各区域工作站相互配合来完成。在系统正常运行时区域工作站实现转发功能,即从所控制的 FTU 收集各负荷开关的运行情况并保存数据等待控制中心召唤,或转发控制中心下达的命令对 FTU 进行远方控制;在故障发生时除了转发功能外,区域工作站还需根据收集的数据对该工作站管理范围内发生的故障进行判断、定位、隔离并恢复对非故障区域的供电。区域工作站只能对发生在管理范围内的故障进行判断,而对于区域工作站之间发生的故障(如图 1 中 A、B 两处所示),需由控制中心根据从各区域工作站收集

的故障前和故障时的信息及各区域工作站对故障的处理情况进行判断并发送控制命令实现故障隔离。此外,控制中心还能对系统的运行参数进行设置并根据当前各开关的负荷情况实现馈线的网络重构。

控制中心与区域工作站及区域工作站与 FTU 之间的通信都采用 101 规约,要实现上述功能,网络拓扑结构的选择相当重要。由于馈线的大部分故障都发生在区域工作站管理范围内,因此它与 FTU 之间的网络拓扑结构可考虑选用多个点对点全双工信道。在这种网络结构下,通信满足 101 规约中的平衡式传输,即 FTU 可以启动链路服务将一级用户数据主动上传给区域工作站,使系统能尽快对发生的故障进行判断并隔离。而区域工作站与控制中心之间网络拓扑结构可采用多点星形。在这种网络结构下采用非平衡式传输,虽然区域工作站所存放的一级用户数据不能主动上报,但控制中心可采用快速—校验—过程方式及时召唤突发事件。区域工作站传送到控制中心的数据量比较大,因此可考虑采用光纤等带宽较大的传输媒介来加快传输速度并采用文件传输方法来收集一次故障所产生的大量数据。

3 101 规约在馈线自动化系统中应用时应注意的问题

101 规约采用 EPA 模型,只包含物理层、链路层和应用层。除此之外,规约还将部分应用层功能定义到链路层,如召唤 1、2 级用户数据,这类报文不包含应用层数据,减少了处理工作量。上述特点满足馈线自动化系统故障发生时快速响应的要求。由于同时采用平衡和非平衡传输方式,图 1 所示的馈线自动化系统在实现时应注意以下几个问题:

(1) 链路层的设置与选择。

对于平衡传输过程,链路层由两个互不联系的方向所组成,一个特定的站在启动和从动方向存在相互独立的控制链路层^[4]。因此,在处理接收数据帧时,应根据启动报文位判断处理该数据的控制链路层。以主站为例,启动报文位 $PRM = 0$ 表示数据帧为主站启动链路传输的响应帧或确认帧,应由启动链路层处理。而 $PRM = 1$ 表示该数据帧为子站启动链路传输的请求帧或发送帧,应由主站从动链路层处理。非平衡式传输是平衡式传输的一个特例,链路层由一个方向组成,此时主站链路层为启动链路层,而子站链路层为从动链路层。

(2) 连续地成组传输的窗口尺寸为 1^[4]。

101 规约采用的窗口尺寸为 1,即在上一轮传输

服务完成之后,才能开始下一次的传输服务^[4]。对于只有一个响应帧或确认帧的命令,在正确接收到响应帧或确认帧的情况下,启动站即可开始下一轮传输服务。但对于总召唤命令,子站链路层在收到该命令后向主站连续地成组传送多帧数据,主站收到结束帧后表示这次链路传输服务完成。由于子站需要传送多帧数据,且数据帧数量不能确定,因此主站在设置链路服务匹配超时时间时无法计算。如果设置的时间过长,则在请求帧或响应帧受干扰时会浪费大量时间。为了解决上述问题,在启动总召唤时,匹配超时时间可设置为请求二级用户数据时所采用的超时时间,主站在收到一帧响应帧数据后,按设置的超时时间重新开始计时。如果计时时间到,则按照重传次数重发总召唤命令。如果重传次数超过设定值,则链路层向服务用户发送确认原语报告此次传输服务失败。

在使用总召唤命令时,还应注意子站在响应召唤期间有遥信变位等一级用户数据发生的情况。这时召唤的信息可能由于该事件而过时,所以子站应马上发送结束帧来结束这次总召唤并清空发送缓冲区中的响应报文。主站在收到结束帧后处理该突发事件,并在处理完之后重新发送总召唤命令。这样,馈线自动化系统既能对突发事件作出快速响应,又能及时得到各 FTU 的最新状态。

(3) 对服务原语和应用规约数据单元的缓冲。

服务原语在服务用户和链路层之间的界面传送^[4],服务用户通过向链路层发送请求原语或响应原语来启动或结束传输过程。101 规约采用的窗口尺寸为 1,但服务用户的请求原语或响应原语都可能在链路传输服务正在进行时发生(如非平衡方式下故障发生时主站召唤一级用户数据命令帧或主站总召唤命令在子站形成大量的响应数据帧)。为了防止服务原语和数据帧的丢失,可在应用层中建立缓冲区对请求原语、响应原语及形成的应用规约数据单元进行缓冲。对于平衡式传输,由于一个特定的站存在启动链路层和从动链路层,因此应用层中建立的缓冲区也应分为启动缓冲区和从动缓冲区,分别对请求原语和响应原语及形成的应用规约数据单元进行缓冲。虽然一个特定的站包含互不相关的从动链路层和启动链路层,但物理层却只有一个。因此在一轮传输服务结束后,先检查从动缓冲区是否为空,如果非空则该站从动链路层读取响应原语及应用规约数据单元形成响应帧数据来结束启动的传输过程。从动缓冲区为空后,启动链路层在 33 位

空闲间隔后从启动缓冲区读取请求原语及应用规约数据单元,启动下一次链路服务。从动缓冲区中数据也可在重传发送帧后检测到线路空闲间隔后发送。

4 区域工作站功能的实现

区域工作站分别采用平衡和非平衡两种通信方式与 FTU 和控制中心通信,在实现其功能时应注意以下几个问题:

(1) 链路地址域地址与应用服务数据单元公共地址的确定。

在 101 规约中,应用服务数据单元公共地址是根据应用层情况确定的,而链路层地址域所指地址是根据链路层的结构情况而确定的。因此,对于整个馈线自动化系统来说,应用服务数据单元公共地址应由各 FTU 确定。但由于控制中心与区域工作站的链路层结构不相同,因此它们所采用的地址域地址并不相同。控制中心与各区域工作站通信时,链路层地址域地址由各区域工作站确定;而区域工作站与其所管辖的 FTU 进行通信时,其链路层地址域地址由各 FTU 确定。与 FTU 通信时,链路层地址域地址与应用服务数据单元公共地址是同一个值,而与控制中心通信时,一个链路层地址域地址下,有多个应用服务数据单元公共地址,其数目由区域工作站所管辖的 FTU 数目所确定。这样,通过地址域地址、应用服务数据单元公共地址和信息体地址,控制中心能区分所采集的全部信息量。

(2) 区域工作站中链路层的配置与选择。

区域工作站的通信是两个方向的。在与控制中心通信时区域工作站是子站,由于采用非平衡式传输,因此区域工作站中存在一个与控制中心通信时所使用的从动链路层;在与所管辖的 FTU 通信时区域工作站是主站,由于这时通信采用平衡式传输,因此区域工作站中还存在多个与 FTU 进行通信的从动链路层和启动链路层(如图 2 所示),其数目由区域工作站所管辖的 FTU 数目决定。对于上述链路层,应在所属的应用层中为其分配相应的应用规约数据单元缓冲区。

(3) 应用用户数据的转发。

在正常运行时,区域工作站向各 FTU 循环发送召唤 2 级数据及总召唤、分组召唤等命令,对于 FTU 响应的 1、2 级用户数据帧,或 FTU 主动上报的 1、2 级用户数据帧,区域工作站中与该 FTU 通信所使用的应用层在获取应用规约数据单元后,根据其应用

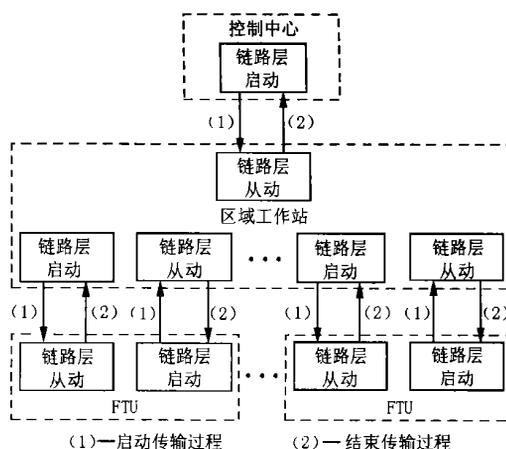


图 2 链路层配置

Fig. 2 The disposition of link layer

服务数据单元公共地址和数据类型存放该应用规约数据单元。在收到控制中心召唤数据命令帧时,区域工作站将存放的应用规约数据单元送到与控制中心通信时使用的从动链路层中,实现数据的转发功能。

(4) 控制中心命令的转发。

区域工作站从控制中心收到遥控、设置参数、时钟同步等命令时,应对接收的命令帧进行转发。即对接收帧中应用服务数据单元进行分析,根据应用服务数据单元公共地址,区域工作站能确定采用哪个启动链路层与 FTU 进行通信,并启动一次链路传输服务。对于收到的确认帧,区域工作站应将确认帧中应用服务数据单元及形成的响应原语送入与控制中心通信的从动链路层中,结束控制中心启动的链路服务。

(5) 故障发生时的处理。

故障发生时,除了对接收帧中应用服务数据单元进行存放外,区域工作站还对故障发生前和发生时的电流、电压等数据进行分析。通过对故障电流或故障功率方向的判断,确定故障发生区域并发送遥控命令对 FTU 管理的负荷开关进行分合闸操作,实现故障隔离并恢复非故障区域供电。区域工作站对遥控命令确认帧中的应用服务数据单元也应转发。由于突发事件帧与遥控响应帧的传送原因不同,通过分析传送原因,控制中心能区分由区域工作站遥控命令和突发事件所引起的负荷开关分合闸操作。结合搜集的电压、电流等数据,控制中心能对馈线中发生的故障作进一步判断,并能根据馈线实际运行情况实现网络重构。

5 结语

本文描述了馈线自动化系统的分层体系结构,并分析了 101 规约的平衡式和非平衡式两种传输方式。文中还介绍了如何在采用分层体系结构的馈线自动化系统中实现区域工作站功能。分析表明,101 规约完全能满足馈线自动化系统的通信要求。

参考文献:

- [1] 刘健,等. 配电自动化系统[M]. 北京:中国水利电力出版社,1998.
- [2] 蔡运清. IEC 870-5 系列及 DNP3.0 规约简介[J]. 电力系统自动化,1998,22(1):49-52.
- [3] DL/T634—1997,运动设备及系统[S]. 北京:中国电力出版社,1998.

- [4] 谭文恕. 基于基本运动任务配套标准的说明[M]. 北京:电网技术杂志社,1998.
- [5] 谭文恕. 关于配电自动化系统的传输规约[J]. 电力系统自动化,1999,23(16):37-39.
- [6] 李贵存,刘万顺,郭启军. 配电自动化馈线终端的信息采集与通信规约[J]. 电网技术,2000,24(7):55-58.

收稿日期: 2002-04-22; 修回日期: 2002-05-22

作者简介:

夏远福(1977-),男,硕士研究生,从事配电网自动化的研究和开发工作;

江道灼(1960-),男,教授,电力系统及其自动化专业,主要从事 HVDC 微机控制技术、FACTS 及其应用技术、配电网自动化等方面的科研。

Application of 101 protocol to feeder automation system

XIA Yuan-fu, JIANG Dao-zhuo, HUANG Min-xiang
(Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: This paper chiefly describes how to realize data acquisition and guarantee to transmit fault information quickly and preferentially in hierarchical structure of feeder automation system. It analyses the characteristic of information transmission in feeder automation system and compares the event collection mechanism between 101 protocol and DNP3.0 protocol, it is considered that 101 protocol is more adaptive to feeder automation system in which every hierarchical structure has different network topological structures. Then the application of 101 protocol to feeder automation system is discussed in detail, some special problems are analyzed. At last the network topological structure which should be used in the system is discussed, and the functions which should be realized in control center, district workstation and FTU each are also analyzed in this paper. These analyses indicate that 101 protocol can guarantee to transmit fault information quickly, thereby fault district can be insulated rapidly which is required by feeder automation system.

Key words: power system; feeder automation; remote transmission; 101 protocol

2002 年度中华电力教育基金“许继奖教金”在山东大学颁奖

9月14日,中华电力教育基金会在山东大学召开2002年度“许继奖教金”颁奖大会。山东大学江世芳教授、东南大学史世文教授获“突出贡献奖”,天津大学李林川等6位教授获“教育优秀一等奖”,东北电力学院陆达等10名教授获“教育优秀二等奖”。另有4名教授主持的研究项目各获得10万元的资助。

中国电力企业联合会名誉理事长、“许继奖教金”工作委员会名誉主任张绍贤、中国电力教育协会常务副理事长许英才、山东电力集团副总经理笪鸿兴、山东大学党委副书记尹薇等领导出席会议并发表了热情洋溢的讲话,许继集团董事长兼总裁王纪年在会上介绍了“许继奖教金”设立的宗旨及许继集团改革、创新、发展的情况。

“许继奖教金”是中华电力教育基金的重要组成部分,主要奖励在电力系统及其自动化科学研究、人才培养中做出贡献的优秀教师,资助在电力系统及其自动化领域内进行的基础理论及应用研究和高新技术的开发研制,对高校电力系统及其自动化专业的教学、科研以及教师队伍稳定,起到了重要的作用,在全国高校中,享有很高的声誉。

从1994年4月许继集团有限公司出资2000万元人民币设立“许继奖教金”以来,包括清华大学、浙江大学、山东大学、西安交通大学等19所院校的77名高校教师获得奖励,22项科研课题获得资助。

新华社山东分社、光明日报、经济日报、中国青年报、《中国电力报》、中国机电日报、中国证券报、深圳证券时报、《中国电机工程学报》、《继电器》、山东电视台、大众日报、财富时报等专业报刊报道了这次盛会。