

# IEC60870-5 传输规约的应用及试验

杨 洪

(苏州供电公司,江苏 苏州 215004)

**摘要:** 讨论了变电站与控制中心的通信信息和传输特点,分析了变电站内远动、继电保护、故障录波、安全自动、环境监控及生产等装置的信息内容和传输要求以及生产控制信息的传输现状,指出 IEC60870-5 系列传输规约的 101 为基本远动任务配套标准,102 为满足电量计费系统的传输,103 为继电保护信息的需要。提出对于大型变电站与控制中心间较复杂的数据信息传输,利用网络允许许多协议同时并存和较高的传输速率及容量的特性,以一个网络化的数据传输通道同时采用 IEC 60870-5 系列的 4 个配套标准(101、102、103、104)传输信息;在较小的变电站,用 1 200~9 600 bit/s 速率的串行通道,在扩展配套标准 IEC60870-5-101 引入同用分类服务,实现远动、保护等信息同时传输的方案。指出应用中信息传输时间、对多运行状态对象的控制、继电保护定值的传输、传输厂站信息文档等为尚需解决的问题。

**关键词:** 变电站自动化;通信接口;传输规约

**中图分类号:** TM 73

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1006-6047(2007)11-0075-04

## 0 概述

在电网控制中心与发电厂、变电站间主要传送 2 类信息,一类是直接在线运行的实时监控信息和不直接控制的相关控制信息,另一类是既非在线运行又不具备控制功能的生产管理和信息管理及办公自动化的信息。IEC 为适应电力系统(包括能量管理系统(EMS)、数据采集与监控(SCADA)系统和配电自动化系统及其它公用事业)的信息传输,制定了 IEC60870-5 系列传输规约<sup>[1-5]</sup>和配套标准 IEC60870-5-101、IEC60870-5-102、IEC60870-5-103、IEC60870-5-104(简称 101、102、103、104)等,我国的 GB/T 18657 系列标准<sup>[1-5]</sup>及配套标准 DL/634.5101、DL/T719、DL/T667、DL/634.5104 引用了 IEC 的这些标准<sup>[6-9]</sup>。

电力系统中,传统的信息传输是按照专业分工和管理需求为各种信息建立的传输通道。例如,远动信息,继电保护管理信息及故障录波数据,电能量采集信息都使用各自独立传输通道,采用独自の传输规约(如远动规约、电能量规约、保护信息规约),变电站与控制中心间经常是存在多条为适应各种应用的传输通道。

随着变电站自动化技术的发展,监控、继电保护、安全自动装置等变电站二次设备逐步融合,趋于以统一的信息传输平台构成一体化的变电站自动化系统,现在已经大量在 35/10 kV 电气间隔回路中使用的继电保护、测控一体化的装置,有些变电站直接将所有的智能装置联接在同一个通信网络上组成变电站自动化系统。许多变电站自动化系统由一台用

于当地人机接口(HMI)的计算机和一套与控制中心通信的远动终端装置,以及与变电站内通信网络相联接的测控、继电保护装置及各种智能装置组成。这就集合了变电站几乎所有智能设备信息的自动化系统,与控制中心之间的通信信息内容包括了远方的信号、测量、控制、调整等基本远动信息和继电保护、故障录波、低频低压减负荷等多种功能装置提供的全部数据信息,由于没有适当地使用传输规约和管理分工等原因,在多数工程中为远动、继电保护管理信息,电能计量信息等各自开通传输通道来传输数据,或者只传输基本的远动信息,需要其它信息时由人员到变电站现场的设备上读取。

大型变电站,由于数据信息量庞大,较高的传输要求和复杂的运行管理结构(如调度关系)等因素的作用,在相对宽裕的通信资源支持下,独立的信息通道为运行管理提供了一定方便;小型变电站因为传输信息的数量减少,运行管理关系比较简单,使用统一的通信接口和传输规约实现全部生产控制信息的传输,能够有效地节省资源、方便管理。

## 1 信息内容和传输要求

变电站自动化系统实时采集传送运行中的各设备的运行状态、测量值,并随时准备接受和执行来自控制中心的操作命令,这些功能的数据使用最基本的信息(遥测、遥信、遥控、遥调),一般要求在 1 s 或几秒内完成传输(实时传输)。IEC60870-5 标准及配套标准 101 和 104 为这些数据信息的传输提供了相应的应用服务数据单元以实现传输,选择适当的传输速率和接口,正确地应用传输规约,可以很好地完成此类信息传输。

变电站内的继电保护、故障记录和安全自动装置等设备在运行中会因为电网扰动或自检等产生的一些告警、动作等信号,也需要快速传送到控制中心,这些信息一般作为遥信量接入自动化系统,采集传送。继电保护、安全自动装置在电网发生扰动和事故等情况时会产生动作报告、波形文件等信息,电力生产控制中可能会需要查询继电保护设备整定和一些在线监测装置的检测报告,在控制中心需要查询时应能传输,还有电能表计的数据等。一般而言,操作人员作一次数据查询,等待响应的时间在 20~40 s 是可以接受的,电能计量信息经常是由自动化系统每小时或每天自动采集表计的数据,在 1 h 内完成一次传输也是可以接受的。

变电站的环境监控(如防火、防盗等)设备发出的动作、告警等也需要及时传送,因此经常采用遥信形式由自动化系统实时采集传输。工业监视设备的音频、视频信息由于需要传输的数据量相当大,一般采用独立的通道或者利用电力管理信息网络,以专门的传输协议传送。

生产管理信息主要是指操作票、工作票等,主要是通过管理信息网络完成传输的,传输协议直接采用网络通信协议(如 TCP/IP 协议等),这些信息传输任务主要由调度管理信息系统或生产管理信息系统承担,不直接联接变电站自动化系统,一般也没有实时性要求。

## 2 生产控制信息传输现状

目前,变电站自动化系统的实时信息多数以 101、104 等传输规约或循环传输规约(如 DL451-91 及各种变化版)传输,继电保护信息、电能量等主要是采用独立的传输通道,以专门的传输规约完成数据传输。

变电站自动化的发展已经能够联接各种具有智能通信接口的设备实现全面的信息采集,配套标准传输规约 103 继电保护设备信息接口配套标准可以在变电站自动化系统中联接不同制造厂设备,在严格控制标准定义的继电保护信息的专用范围使用后,能够很好地实现变电站自动化系统内部通信。而发展中的 IEC61850 变电站网络和系统标准,以“一个世界,一个标准”为目标,全面地规划变电站通信网络和系统。不过 IEC61850 标准目前只应用于变电站内,在变电站与控制中心间传输,仍以 IEC 60870-5 系列传输规约为首选。

## 3 传输规约的应用

IEC60870-5 系列传输规约的基本远动任务配套标准 101(DL/T634.5101)为传输变电站自动化系统的测量值、单点/双点信息、步位置、比特串和单/双命令、步调节命令、设定命令等信息提供了相应的应用服务数据单元来满足控制中心与变电站之间实

现遥测、遥信、遥控、遥调功能的要求<sup>[10]</sup>。配套标准 104 采用标准传输协议子集的 101 网络访问是 101 的应用层与 TCP/IP 提供的传输功能的结合,应用服务数据单元的传输 101:2002 一致<sup>[11-15]</sup>。

变电站自动化系统提供了脉冲累计量和串行通信接口等接入电能累计的方法,几乎可以实现所有的电能表计的接入。控制中心即使不进行电能计费结算也会因生产管理等原因需要电能表计的数据,配套标准 101 提供了累计量及计数量召唤命令等应用服务数据单元满足这种要求。配套标准 102:1996 是为了适应电力市场,采用了 IEC60870-5 基本标准中的 FT1.2 异步式字节传输帧格式,并对物理层、链路层、应用层、用户进程作了许多具体的规定和定义而编制的,用以满足电量计费系统的传输电能累计量的需要。

103:1997 继电保护信息接口配套标准是适用于具有编码的位串行数据传输的继电保护设备(或间隔单元)和控制系统交换信息的传输规约。这个标准为在不同继电保护设备(或间隔单元)和控制系统之间达到互换的目的,规定了 2 种信息交换方式,第 1 种方式是基于严格规定的应用服务数据单元(ASDUs)和为传输“标准化”报文的应用过程,第 2 种方式使用了通用分类服务以传输几乎所有可能的信息。101:2002 为变电站与控制中心之间传输继电保护信息传输定义了继电保护设备事件,继电保护设备成组启动事件,继电保护设备成组输出电路信息等应用服务数据单元和扰动数据文件传输的标准,用来满足控制中心对生产控制过程中的继电保护信息的需要<sup>[14]</sup>。

因此,变电站自动化系统与控制中心的传输规约选择 IEC60870-5 系列传输规约标准(GB/T18657),应用基本远动任务配套标准 101:2002(DL/T634.51-01-2002)和 104:2000 采用标准传输协议子集的 101 网络访问(DL/T 634.5104-2002),能够满足基本信息传输的需求。

## 4 应用中的具体问题及解决

如前所述,大型变电站与控制中心之间的数据信息的数量较大,为满足较高的传输要求和复杂的运行管理结构,为各种应用设立独立的信息通道为运行管理提供了一定方便;小型变电站与控制中心之间因为传输信息的数量减少,使用统一的通信接口和传输规约实现全部生产控制信息的传输,能够有效地节省资源、方便管理。因此,对于大型变电站,在变电站与控制中心之间设立数据网络通道,变电站自动化系统以远动接口采用 104 协议在网络上传输远动实时信息,以继电保护信息接口采用 103 协议在网络上传输继电保护设备和部分智能电气设备信息,以 102 协议在网络上传输电能计量信息(因为 103 协议和 102 协议都只有串行通信传输时的定义,在网络通道上传输时,参考使用 104 配套标准),甚至可以在



网络通道中划出一个适当的传输带宽用于传输文件类型的事事故记录信息(如:故障录波文件等),即在一个网络通道上,应用网络传输允许多个协议同时使用的特性,运行 IEC60870-5 系列的 3 个配套标准,同时完成实时控制信息、继电保护信息、电能计量信息的传输,利用网络传输通道的通信容量和速度获取较好的通信效率。对于小型变电站,控制中心一般只需要传输实时控制信息,并可以在需要时召唤继电保护信息(动作报告、告警、定值)和电能计量数据,为合理使用通信资源,可以使用一个具有适当的传输能力的串行通信接口,将遥测、遥信、遥控、遥调信息和继电保护信息以及电能计量信息整合,使用 101 传输规约,引入一些 IEC60870-5 系列传输规约标准中规定的应用格式完成全部信息的传输。

当然,具体应用中为了适应传输信息的时间响应要求和信息内容对传输格式的要求,尚存在一些需要解决的问题。

#### 4.1 信息传输时间

配套标准 DL/T634.5101-2002 选用了 GB/T18657-2 链路传输规则提供的 FT1.2 帧格式,虽然对于单独使用物理通道的传输可采用平衡式链路,多数控制中心至变电站间传输时仍是采用了非平衡式链路实现通信。

控制中心与变电站远动建立通信后,信息传输是查询-响应的过程,变电站只有收到控制中心的查询才能传输信息,另外,电力系统远动使用 V.24/V.28 的频移键控 FSK(Frequency Shift Keying)接口,最高传输速率仅 1.2 kbit/s,许多控制中心主站系统以最大传输报文的传输时间确定查询周期,有些变电站自动化设备还要求以“查询-回复传输数据标志-召唤-回复传送数据”的查询方式传输,传输效率不高。

假设某变电站远动用 1.2 kbit/s 传输,应用 101 规约,最大报文长度为 255 字节,可以算出传输时间约需 2.4 s,若以 3 s 为周期查询,以上述的查询方式传输,传输一组数据的时间将超过 1 s,如果需要传输的信息超过一个报文的容量,传输过程将更长。

在变电站工程中,首先是改进传输的过程。101:2002 允许直接以数据传输响应查询,只有一个响应报文无法完成对查询的响应时才需在后续的查询中继续响应,因此尽可能地及时查询和直接传输数据来响应查询,能够提高传输效率;其次,根据对运行中传输通道报文的分析,正常情况下通道中的主要传输的是测量值,因为即使电力系统稳定运行时,测量值也是在一定范围内不断变化的,若不加控制甚至可能因为产生数据的速度超过通道传输能力而阻塞。实验证明,按照测量精度要求选择传输测量值的阈值控制测量信息传输量,可以让正常运行中传输报文的 70% 是长度小于 32 字节的短报文,主站系统若接收完一个报文后尽快发出查询,则 400 ms 就能完成一次数据的查询传输,使用 1.2 kbit/s 传输速率的通道,能够在 1 s 内完成传输;第三,充分利用

通道和设备的传输能力,提高传输速率。目前,许多变电站远动通道使用的是通信系统提供的 64 K 带宽的通道(4 线 E/M),有能力适当至少 9.6 kbit/s 的传输速率,若采用 9.6 kbit/s 的速率传输,“查询-传输标志-召唤-传输数据”也只需要 300 ms 左右的查询周期,可以在 1 s 内完成传输数据。当然,使用大于 1.2 kbit/s 的传输速率时,原有的 V.24/V.28 FSK 调制解调器接口无法胜任,需要改进。在能够利用 TCP/IP 网络传输变电站与控制中心间的信息时,应用配套标准 104 提供的传输机制,可以使传输数据更加快捷。

#### 4.2 对多运行状态对象的控制

操作一组电气回路从运行状态转换为冷备用状态等程序化操作,按照远动术语定义就是远程调节(teleadjusting)或遥调<sup>[10]</sup>,101 的控制命令中设定命令具有这种能力,可以将命令中的设定值定义为描述控制对象起始状态和结束状态的值,从而实现这一传输需求。这种应用实质上并不违背传输规约标准,应研究和试验。

#### 4.3 继电保护定值的传输

101 中没有定义传输继电保护定值参数数据的应用服务,当控制中心需要查询继电保护设备定值时,只能以查询文件方式传输,传输规约中复杂文件传输的实现过程,目前许多自动化设备没有能力完成。

自动化的发展,变电站与控制中心之间可能出现传输规约中没有明确定义应用数据服务单元的传输需求。如果可以效仿配套标准 103 的做法,引入类似通用分类服务的传输方式,可以比较简单地实现各种信息传输的需要,应该开展研究和试验。

#### 4.4 传输厂站信息文档

在应用 IEC60870-5 系列传输规约时,变电站自动化系统与控制中心之间的传输采用不带自身名称定义的应用服务信息,通信双方以传输信息点表作为依据解释信息内容。

如果能够将变电站自动化系统的传输信息点表以标准文档的格式传输至控制中心,主站系统有条件实现信息内容的自动解释和相关数据库的定义,有效简化调试和校核工作。

在控制中心主站系统需要时召唤厂站传输信息点表,应用规约提供的文件传输或者利用其它方式传输标准化的参数文件,将能弥补 IEC60870-5 系列传输规约因为采用不带自身描述的信息传输的不足。

## 5 结语

在江苏苏州地区的一些 110 kV 变电站工程中,为了满足程序化操作和变电站无人值班监控的要求,在应用 IEC60870-5-101 规约时使用了设定命令实现了对多状态设备的状态转换控制,引入了通用分类服务以适应继电保护定值和操作任务文档传输的要求。实践证明,按上述方式应用 IEC60870-5

系列通信协议,可以很方便地在小型变电站的自动化系统与控制中心之间完成信息传输接口的整合,利用有限的通信资源完成控制中心对变电站的全面监控。

综上所述,随着 IEC61850 标准的推出,变电站内逐步形成以数字通信技术联接构成的一体化集合系统,变电站与控制中心之间的通信却尚无完全满足全部信息传输需求的传输规约,从生产实践出发,以科学的态度正确应用现有的技术标准满足发展中的电网自动化技术对信息传输的需求仍然具有十分现实的意义。

#### 参考文献:

- [1] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. GB/T18657.1 2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 1 篇:传输帧格式[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [2] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. GB/T18657.2 2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 2 篇:链路传输规则[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [3] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. GB/T18657.2 2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 3 篇:应用数据的一般结构[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [4] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. GB/T18657.2 2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 4 篇:应用信息元素的定义和编码[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [5] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. GB/T18657.2 2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 5 篇:基本应用功能[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [6] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. DL/T 634.5101-2002 远动设备及系统 第 5-101 部分 传输规约 基本远动任务配套标准[S]. 北京:中国电力出版社,2002.
- [7] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. DL/T 634.5104-2002 远动设备及系统 第 5-104 部分 传输规约 采用标准传输协议子集的 IEC60870-5-101 网络访问[S]. 北京:中国电力出版社,2002.
- [8] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. DL/T 719-2000 远动设备及系统 第 5 部分 传输规约 第 102 篇 电力系统电能累计量传输规约配套标准[S]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [9] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. DL/T 667-1999 远动设备及系统 第 5 部分 传输规约 第 103 篇 继电保护信息接口配套标准[S]. 北京:中国电力出版社,1999.
- [10] 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会. GB/T 14429-2005 远动设备及系统术语[S]. 北京:中国标准出版社,2005.
- [11] 徐立子. 国际标准与电网调度自动化[J]. 中国电力,2003,36(7):27-30.  
XU Li-zi. International standard and power network dispatching automation[J]. Electric Power,2003,36(7):27-30.
- [12] 谭文恕. 传输协议现状及国内外相关标准[J]. 电力设备,2004,5(7):11-14.  
TAN Wen-shu. Present status of transmission protocol and relative domestic and international standards[J]. Electrical Equipment,2004,5(7):11-14.
- [13] 谭文恕. 远动信息的网络访问[J]. 电力系统自动化,2001,25(12):51-52.  
TAN Wen-shu. Network access for telecontrol information[J]. Automation of Electric Power Systems,2001,25(12):51-52.
- [14] 徐立子. 变电站自动化系统 IEC60870-5-103 和 IEC60870-5-104 协议的分析和实施[J]. 电网技术,2002,26(4):62-65.  
XU Li-zi. Analysis and implementation of protocol of IEC 60870-5-103 and IEC 60870-5-104 for substation automation system[J]. Power System Technology,2002,26(4):62-65.
- [15] 赵渊,沈智健. 基于 TCP/IP 的 IEC60870-5-104 远动规约在电力系统中的应用[J]. 电网技术,2003,27(10):56-60,71.  
ZHAO Yuan,SHEN Zhi-jian. Application of TCP/IP based IEC60870-5-104 telecontrol protocol in power system[J]. Power System Technology,2003,27(10):56-60,71.

(责任编辑:汪仪珍)

#### 作者简介:

杨 洪(1962-),男,江苏常州人,工程师,主要从事变电站自动化和电力系统自动化专业技术管理工作(E-mail: yanghongsz\_2817@hotmail.com)。

## Application and test of IEC60870-5 transmission protocol

YANG Hong

(Suzhou Power Supply Company,Suzhou 215004,China)

**Abstract:** The communication information between substation and control center is discussed,as well as its transmission features. The information contents of substation devices and their transmission requirements are analyzed,such as RTUs,protections,fault recorder,automatic safety,environment monitor,etc.. The current conditions of information transmission are described. In IEC60870-5 series of transmission protocol standards,section 101 is for basic remote control tasks,102 is for remote electric energy metering and 103 is for relay protections. For the complex data transmission between large substation and control center,the networked communication channel with higher transmission speed and capacity is recommended,applying multiple protocols of four IEC60870-5 series standards (101,102,103,104). For small substations,the serial communication channel with 1 200~9 600 bit/s speed is suggested,applying IEC60870-5-101 standard with extended classified service for transmitting the information of remote control and protection simultaneously. Some problems to be solved in the applications are pointed out,such as transmission time,multi-running-status-object control,protection-setting transmission,substation document transmission,etc.

**Key words:** substation automation; communication interface; transmission protocol