

文章编号: 1000-3673 (2001) 09-0008-04

变电站通信网络和系统协议 IEC61850介绍

谭文恕

(中国电力科学研究院, 北京 100085)

AN INTRODUCTION TO SUBSTATION COMMUNICATION NETWORK AND SYSTEM - IEC 61850

TANG Wen-shu

(Electric Power Research Institute, China, Beijing 100085, China)

摘要: 本文介绍了国际标准变电站通信网络和系统 IEC61850, 包括 IEC61850的结构、特点。

关键词: 变电站通信网络; 远动通信; 国际标准

中图分类号: TM 734 文献标识码: C

变电站通信网络和系统协议 IEC61850中的一些标准, 从2001年开始将进入委员会文件投票阶段。这些标准的制定和执行将对我国变电站自动化系统产生重大影响, 因此引起许多制造厂和用户的关注。2000年6月, IEC TC57 SPA G 会议决定以 IEC61850 标准作为制定电力系统无缝通信系统体系标准的基础, 实现将来的统一传输协议。此决定引起了人们的重大关注。为此, 本文介绍 IEC61850标准及其体系结构和特点, 说明选用 IEC61850作为制定电力系统远动无缝通信系统基础的原因, 并将其和 IEC60870-6(TASE 2)作一些比较。

文献[1]牵涉到 IEC61850有关问题, 本文在谈到相关问题时一并讨论。

1 变电站通信体系

IEC61850将变电站通信体系分为3层(如图1): 变电站层(第2层)、间隔层(第1层)、过程层(第

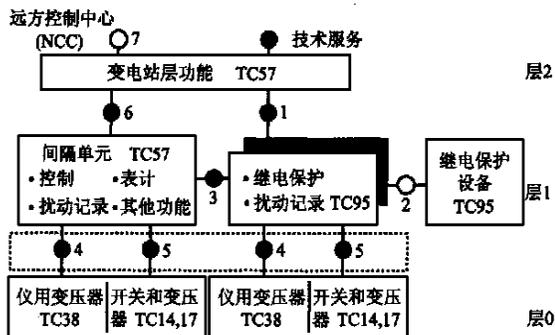


图1 变电站自动化系统的一般结构

Fig 1 General architecture of substation automation system

0层)。在变电站层和间隔层之间的网络采用抽象通信服务接口映射到制造报文规范(MMS)、传输控制协议/网际协议(TCP/IP)以太网或光纤网。在间隔层和过程层之间的网络采用单点向多点的单向传输以太网。IEC61850标准中没有继电保护管理机, 变电站内的智能电子设备(IED, 测控单元和继电保护)均采用统一的协议, 通过网络进行信息交换。

2 IEC61850标准的特点

(1) 分层

IEC61850除了将变电站自动化系统分成变电站层、间隔层、过程层之外, 每个物理装置又由服务器和应用组成, 将服务器(server)分为逻辑装置(logical device)-逻辑节点(logical node)-数据对象(data object)-数据属性(data attributes)(如图2所示), 物理装置内包含服务器(server)和应用。从应用方面来看, 服务器包含通信网络和 I/O。由 IEC61850来看, 服务器包含逻辑装置, 逻辑装置包含逻辑节点, 逻辑节点包含数据对象、数据属性。从通信的角度来看, 服务器通过子网和站网相连, 每个 IED 既可扮演服务器角色也可扮演客户的角色(如图3所示)。这种分层, 需要有相应的抽象服务来实现数据交换。ACSI 服务有服务器模型、逻辑装置模型、逻辑节点模型、数据模型和数据集模型(如图4所示), 通过 server directory 收集服务器中的逻辑装置名字和文件名字, 通过 LDD irectory 收集每个逻辑装置中的逻辑节点名字, 通过 LND irectory 收集每个逻辑节点中的数据对象名字, 通过 Data Directory 收集每个数据对象中的数据对象属性名字, 通过 GetDataDefinition 服务中的参数分别读取全部数据

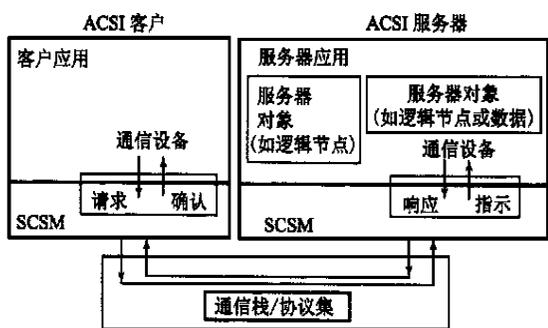


图5 应用过程与应用层之间的相互作用
Fig 5 Interaction between application process and application layer (client/server)

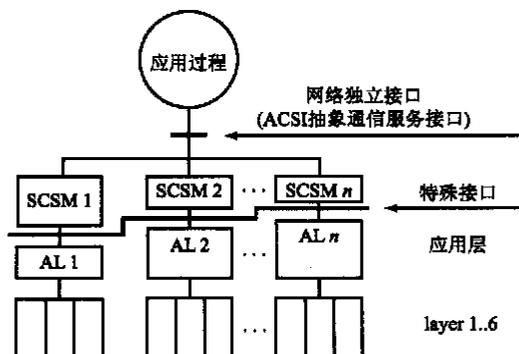


图6 应用过程
Fig 6 Application process

备的信息与调度控制中心的数据库约定,并一一对应,这样才能正确反映现场设备的状态。在现场验收前,必须使每个信息动作1次,才能验证其正确性。这种技术是面向点的。由于技术的不断发展,变电站内的应用功能不断涌现,需要传输新的信息,已经定义好的协议可能无法传输这些新的信息,因而使新功能的应用受到限制。采用面向对象自我描述方法就可以适应这种形势发展的要求,不受预先约定的限制,什么样的信息都可以传输。采用面向对象自我描述的方法后,传输到调度控制中心的数据都带说明,马上可建立数据库,使得现场验收的验证工作大为简化,数据库的维护工作量也大为减少。

DL/T667-1999继电保护设备信息接口配套标准明确规定,应推广采用兼容范围和通用服务。变电站自动化系统中各个制造厂生产的继电保护设备差异很大,超出了DL/T667-1999继电保护设备信息接口配套标准中已定义的专用范围,因而目前要将各个厂生产的继电保护设备连接起来非常困难。如果采用具有自我描述功能的通用服务,此问题就不会发生。但DL/T667-1999没有提供一套数据对象代码和数据对象描述方法。IEC61850也是采用自我描述面向对象的办法,要彻底解决面向对象的自我

描述,达到互操作性,则需要定义如下内容:

- 1) 定义完整的各类(单元)数据对象和逻辑节点、逻辑设备的代码;
- 2) 定义用这些代码组成的完整地描述数据对象的方法;
- 3) 定义一套面向对象的服务。

在 IEC61850-7-3、-7-4中定义了各类(单元)数据对象和逻辑结点、逻辑装置的代码,在 IEC61850-7-2中定义了用这些代码组成完整地描述数据对象的方法和一套面向对象的服务。IEC61850-7-2、-7-3、-7-4的关系如图7所示。



图7 IEC61850-7-2、-7-3、-7-4关系图
Fig 7 Relationship between IEC61850-7-2、-7-3、-7-4

IEC61850-7-3、-7-4提供了80多种逻辑节点名字代码和350多种数据对象代码,23个公共数据类,涵盖了变电站所有功能和数据对象,提供了扩展新的逻辑节点的方法,并规定了由一套数据对象代码组成的方法,还定义了一套面向对象的服务(如图4所示)。这三部分有机地结合在一起,完全解决了面向对象自我描述的问题,仅靠采用MMS是不可能实现面向对象自我描述的。

IEC60870-6 (TA SE 2)是采用面向点的,但缺乏一套面向对象的服务。

图8为对象命名的例子。

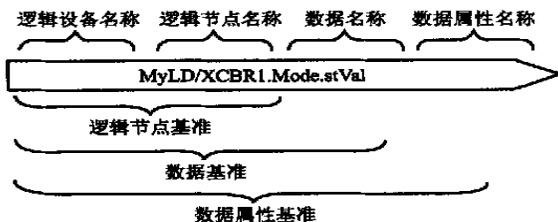


图8 为对象命名的例子

Fig 8 The example for object naming

(4) 电力系统的配置管理

由于 IEC61850提供了直接访问现场设备,对各个制造厂的设备用同一种方法进行访问,这种方法可以用于重构配置,很容易获得新加入设备的名称并用于管理设备属性。IEC 60870-6 (TA SE 2)就没

有这种功能,因为 TA SE 2没有这种分层,没有有关变电站和变电站内设备的描述和特征,只能靠控制中心的网络拓扑将接收的信息值和实际变电站及站内设备联系起来。因此 TA SE 2和60870-5系列一样是属于面向点的,而 IEC61850是面向设备的。

(5) 数据对象统一建模

目前 IEC TC57的各种标准都是根据各种特定应用,对各种对象建模,不能作到完全一致。要将各种协议连接起来,或者和 SCADA 数据库连接起来,就得进行转换。在采用网络技术的情况下,这种状况很难适应发展的需要。IEC TC57 规定2001年 IEC61850有一个任务就是从 SCADA 数据库到过程的对象统一建模。和 IEC61970的数据模型协调一致,IEC61850统一建模就不会发生任何问题,因为这两个标准都正在制定中,有可能也有必要协调一致。IEC TC57 还要求检查 IEC61850 的数据模型是否涵盖了 IEC60870-5-101、IEC608705-103、IEC60870-6(TA SE 2)的数据模型。而 TA SE 2就没有这种可能性,因为它早已颁布,而且得到应用,TA SE 2的数据模型已不能改动。因此 TA SE 2和 IEC61970的 CM (Common Information Mode)不可能很好地协调,只能采用数据转换的方法。文献[1]中写道:“IEC61850没有一般模型……”和 CM IEC61970互不兼容……”。事实正好相反。

为了使得 IEC61850达到互操作性,IEC TC57专门制定了“IEC61850-10:一致性测试”标准。要求各个制造厂的设备实现互操作和互联是 IEC TC57制定国际标准的基本出发点和前提。事实上,尽管 IEC61850要到2002年才陆续出版,但 SIEMENS、ABB 等公司已推出了 IEC61850的变电站自动化系统的产品。提出制定“变电站至控制中心通过61850通信”的标准才1年多,然而 ALSTOM、QEI 已在 SCADA 系统中实现。IEC61850是源于美国的 UCA 2.0,对 UCA 2.0在服务 and 对象模型方面作了扩充,在美国都已成立了UCA 用户协会。在制定 IEC61850的过程中,在美国、德国、荷兰等国都有示范工程,用以验证标准。通过实践来进一步促进标准的完善。在德国有一个示范工程,参加该工程的有 SIEMENS、ABB、ALSTOM 等,用一公司的变电站主站和其他公司的 IED 相联,然后用另一公司的变电站主站和其他公司的 IED 相联,示范工程的总结已在2000年 CIGRE 会议上发表。文献[1]认为“IEC61850不支持互用性、设备互联、工程化和可操

作性”,这是没有依据的。

3 为什么采用无缝通信系统协议(IEC 61850),它对 SCADA 系统的影响

大家比较容易理解的是:采用无缝通信系统协议(IEC61850)可以避免劳民伤财的协议转换之外,还有更深层次的意义。

由于网络技术的迅猛发展,提供了通过网络交换数据的可能性。随着电力市场的兴起和电力系统的扩大,信息量越来越大,要求在各种自动化系统内快速、准确地集成、合并和传播从发电厂到用户接口的实时信息。公司花费大量资金用于实时信息交换,数据集成和维护,而且费用还在剧增。为满足此需求的无缝通信系统协议(变电站至控制中心通过61850通信)应运而生了。

IEC61850和以前使用的协议不同之处在于对象模型,它建模了大多数公共实际设备和设备组件。这些模型定义了公共数据格式、标识符、行为和控制在,例如变电站和馈线设备(诸如断路器、电压调节器和继电保护等)。

IEC61850(例如以太网、TCP/IP、MM S)在终端设备中采用了先进的 IT 技术,低廉的宽带设备、高效的处理器能力、定义和传输过程数据的元数据(metadata),将应用重复使用的标准名和类型信息用以在线验证整个系统的数据库的集成和配置。自我描述能显著降低数据管理费用、简化数据维护、减少由于配置错误而引起的系统停机时间。

采用无缝通信系统协议(IEC61850)能大幅度改善信息技术和自动化技术的设备数据集成,减少工程量、现场验收、运行、监视、诊断和维护等费用,节约大量时间,增加了自动化系统使用期间的灵活性。

将来会有越来越多的智能设备集成到电力系统的应用(SCADA、实时系统、机器诊断等)中去,为了避免出现糟糕局面,有力的高效的实现无缝数据集成和共享信息是解决此问题的主要手段。

由于硬件、软件、通信网络更新较快,必然导致采用独立的抽象的通信接口。

在一个设备内,无缝集成要求将数据对象模型映射到MM S 数据字典(这就是实时数据交换),还要求将数据对象模型映射到XML 数据字典(这就

(下转第15页 continued on page 15)

标也要求具有较高的分辨率。在 IEC 61850 协议中对标准的 IED 同步和有关报文的同步均提出了精确度要求。

IEC 61850 定义了7种类型的报文和3种性能级 A、B 和 C。

性能级 A 适用于小变电站或接收数据传输速率较低的情况。性能级 B 适用于正常要求的情况。性能级 C 适用于变电站内通信速率和数据流有特别高要求的情况。

类型1为快速报文。类型2为中速报文。类型3为低速报文。类型4为同步生数据报文。类型5为文件传输。类型6为时间同步报文。类型7为具有访问控制的命令报文。

在类型6时间同步报文中规定,这类报文用来同步变电站自动化系统中 IED 的内部时钟。需要2种级别的同步精确度:

(1) 标准的 IED 同步,正常时间同步精度为 $\pm 100 \mu\text{s}$

(2) 数字仪用互感器和类型4报文的同步

- 对性能级 A,同步精度为 $\pm 25 \mu\text{s}$
- 对性能级 B,同步精度为 $\pm 4 \mu\text{s}$
- 对性能级 C,同步精度为 $\pm 1 \mu\text{s}$

目前我国变电站中大多尚未装设全球卫星同步时钟系统(GPS)。要实现时间同步,则在调度控制中心必须装设能满足上述要求的 GPS 系统。按 IEC 60870-5-101 协议对所属变电站自动化系统实现时间同步。

只有当所属变电站全都装设了满足 IEC 61850 要求的 GPS 后调度中心才可不对各变电站自动化系统进行时间同步。

建议目前各变电站暂不必安装 GPS,以节省投资。精确度不够的便宜的 GPS 绝不要采用。调度中心则应安装精确度高且能满足 IEC 61850 要求的 GPS,以对所属变电站自动化系统进行统一对时。

目前欧洲国家变电站自动化系统较多使用 MENBERG FUN KU HREN 公司的 GPS,其性能为:脉冲精度在同步和运行 20 min 后小于 $\pm 500 \text{ ns}$;当时钟同步源丢失时或运行开始 20 min 期间内小于 $\pm 2 \mu\text{s}$

参考文献:

- [1] IEC 61850-1. Communication network and systems in substations Part 1: Basic principles[S]. 1999.
- [2] IEC 61850-2. Communication network and systems in substations Part 2: Glossary[S]. 1999.
- [3] IEC 61850-5. Communication network and systems in substations Part 5-1: Communication requirements for function and device models[S]. 1999.
- [4] IEC 60870-5-103. Transmission protocols-Companion standard for the informative interface of protection equipment[S]. 1997.
- [5] 谭文恕. 电力行业标准 DL/T 667-1999 简介[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(1): 57-59.
- [6] 徐立子. 变电站自动化系统的分析和实施[J]. 电网技术, 2000, 24(5): 25-29.

收稿日期: 2001-03-12.

作者简介:

徐立子, 教授级高工, 从事电力系统自动化及信息管理系统的研究和开发工作。

(编辑 查仁柏)

(上接第11页 continued from page 11)

是采用标准 Web 浏览器的非实时应用)。这2种应用的映射能保持一致,因为采用的是同一数据模型,但在电力系统的无缝集成要求安全性高。

由上可以看到,在各个 IED 和各变电站的数据都是自我描述的、重复使用数据类、简化数据维护、无缝的命名规则、对数据统一建模、容易集成到 Web 技术、具有灵活性可扩性可用性、定义了大量数据属性和元数据(过去有些数据是在主站定义,现在将这些定义在信源中完成),这些必然影响 SCADA 系统主站的集成方式。因此会出现新一代的实现无缝通信系统的 SCADA 系统。

4 结束语

IEC61850 是正在制定的标准。在制定过程中明

确提出信息分层、可实现系统的配置管理、面向对象、采用映射的方法和具体网络独立、数据对象统一建模。这是符合采用网络传输建立无缝通信系统要求的。因此被 IEC TC57 2000 年 SPAG 会议确定为制定无缝通信系统传输协议的基础。2001 年 IEC TC 57 第10工作组马上启动开展这方面的工作。

参考文献:

- [1] 祁寿枝, 李国, 秦立军, 等. 新一代基于光纤以太网的 SCADA 系统——关于电网调度系统及其体系结构研讨[J]. 电力自动化设备, 2000, 25(7).
- [2] Proposed IEC TC57. Telecontrol communication architecture 2000.

收稿日期: 2001-03-09; 改回日期: 2001-08-22.

作者简介:

谭文恕, 教授级高工, 从事电力系统自动化工作, 近期参与国家标准的制定工作。