

IEC 61850

应用入门

何磊 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

IEC 61850 应用入门

何磊 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

前 言

IEC 61850 标准是迄今为止变电站自动化领域最为完善的通信标准，也是国际电工委员会第 57 技术委员会近年来发布的最重要的一个国际标准。由于在提升设备互操作性方面的杰出表现，以及面向未来需求的开放性、可扩展性，IEC 61850 标准在全世界范围内得到了广泛应用，目前已经成为智能变电站乃至智能电网领域的核心标准之一。未来 IEC 61850 标准的应用范围将进一步扩大，不仅涉及变电站内的继电保护和自动化、电能质量、高压设备状态监测，还将延伸至变电站与控制中心之间、变电站与变电站之间、同步相量传输、水电站、风力发电、光伏发电、配电自动化、电动汽车、电池储能等各个领域，涵盖电力生产的发、输、变、配、用各个环节。国际电工委员会的最终目的是使 IEC 61850 成为电力自动化领域唯一的无缝通信国际标准，以实现“一个世界、一种技术、一个标准”的目标。

毫无疑问，IEC 61850 标准的应用对电力生产过程产生了重大影响。以采用 IEC 61850 标准的变电站为例，站内各种装置通过网络进行数据交换，信息传输方式发生了根本性的改变。这些变革对相关从业人员的知识结构和素质提出了新要求。无论是变电站建设初期的系统设计、安装调试，还是投运后的运行维护、检修试验，甚至电网故障后的事故分析，都有可能涉及 IEC 61850 标准的实际应用（如配置文件的阅读、通信报文的捕获和分析等）。尽快理解、掌握这一新标准，向先进技术靠拢，无疑成为电力生产一线技术人员的迫切需求。

然而，许多初次接触 IEC 61850 标准的技术人员常常会为标准中纷繁芜杂的术语、抽象的概念而苦恼，短时间内很难深入理解并全面掌握该标准。造成这种问题的原因，一方面是 IEC 61850 采用了面向对象建模、抽象通信服务接口和特殊通信服务映射等诸多先进技术，标准本身体系庞大而且内容复杂；另一方面，该标准同时涉及电力自动化、计算机、通信等多个学科的知识。对许多传统电力专业的技术人员而言，限于所学的专业和所从事的工作，计算机、网络通信等方面的知识一般比较薄弱，如果不具备这些基础知识，直接阅读标准文本会面临很大的理解困难。

比较遗憾的是，目前国内涉及 IEC 61850 的著作不多，尤其缺乏一部能全面、系统、深入地介绍这部标准的专著。另外，高等院校相关专业的教材中也很少涉及这方面的内容。这就使得希望了解 IEC 61850 的技术人员一直缺乏这方面的学习和参考资料。本书正是为了适应这种需要而编写的。

本书从生产实际需要和一线技术人员实际情况出发，以培养读者对 IEC 61850 标准的理解、应用能力为重点，在内容上既全面系统地介绍了 IEC 61850 分层信息模型、MMS、GOOSE、采样值、对时等方面的基础理论知识，又结合现场工作实际深入分析并讲解了一些常见的通信报文，以期从理论与实际两方面帮助读者较快运用所学的知识，提升现场的实际操作技能，直接为生产服务。

写书不仅是简单地把有关的技术内容告诉读者，而要考虑怎么写才能使读者容易理解，尽量减少初学者的困难，因此要写一本好书是非常不容易的。本书在编写时充分考虑到初学者的认识规律，尽量采用浅显易懂的语言和读者容易理解的方法进行叙述，力争避免技术术语的简单堆砌，努力实现深入浅出。为了做到通俗易懂而又不失严谨，对每一句话都进行了反复斟酌推敲。作者衷心地希望，通过本书帮助更多的同行更容易地理解和掌握 IEC 61850 标准。

本书在编写过程中曾得到王文新、高骏、刘海峰、曹树江、常风然、郝晓光、范辉、高志强、陈海滨、李铁成等同志的大力支持和不吝赐教，并参考了国内许多同行的优秀论文、资料，在此向诸位致以由衷的谢意！

由于时间仓促，加之作者水平所限，书中难免会有纰漏和不足之处，恳请各位专家同仁和读者批评指正。

编 者
2012 年 5 月

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 常规变电站的自动化系统.....	1
第二节 IEC 61850 标准的内容及特点	4
第三节 IEC 61850 标准的发展趋势.....	10
第二章 基础理论知识	15
第一节 面向对象的基本概念	15
第二节 OSI 网络通信模型	23
第三节 TCP/IP 网络模型	33
第四节 以太网技术基础	50
第五节 XML 语言基础	72
第六节 XML Schema 基础.....	80
第七节 常用软件工具	98
第三章 面向对象的 IEC 61850 建模	114
第一节 IEC 61850 分层信息模型的基本概念	114
第二节 IEC 61850 分层模型的具体定义	135
第三节 IEC 61850 配置方式与配置文件	162
第四章 MMS 服务	183
第一节 MMS 基础知识	183
第二节 IEC 61850 与 MMS 的映射关系	193
第三节 MMS 与 ASN.1 编解码	200
第四节 MMS 典型报文分析	212

第五章 GOOSE、SV 及对钟服务	260
第一节 GOOSE 服务	260
第二节 IEC 61850 - 9 - 2 SV 服务	279
第三节 简单网络时间协议 (SNTP)	303
第四节 IEEE 1588 精确时钟同步协议	313
附录 A 常用字符与 ASCII 代码对照表	347
参考文献	349

概 述

第一节 常规变电站的自动化系统

20 世纪 90 年代中期以来, 分层分布式的变电站综合自动化系统在我国电力系统逐步得到推广和应用。目前新建变电站基本上都采用变电站综合自动化系统, 老变电站也都在进行变电站综合自动化改造, 许多变电站都实现了无人值班, 变电站运行与管理的安全性指标、经济性指标得到了大幅度提升。但是, 随着技术的进步和运行水平的提高, 常规变电站综合自动化系统逐渐暴露出一些不足之处, 归纳起来有以下四个方面。

一、二次设备之间互操作性差

互操作性是指来自同一厂家或不同厂家的设备之间交换信息和正确使用信息协同操作的能力。在变电站自动化系统发展初期, 人们就期待解决不同生产厂家二次设备之间的互操作问题。但是在 IEC 61850 标准颁布之前, 各种通信规约 (如 IEC 60870-5-101、IEC 60870-5-103、DNP3.0 等) 都基于串口通信机制。这些规约的应用功能比较有限, 各厂家为了满足应用的要求对规约进行了各自的扩展。由于对规约的理解不同, 各厂家的设备相互之间并不完全兼容, 导致不同厂家的设备之间不能真正实现互操作。

为了实现各种装置之间互操作, 20 世纪 90 年代初期国际电工委员会开始制定 IEC 60870 系列标准, 到最终完成制定经过了 10 年时间, 具体的时间见表 1-1。

表 1-1 IEC 60870 系列标准制定的时间

时 间	完成制定的标准
1990 年 2 月	完成第一份文件 IEC 60870-5-1 《远动设备及系统传输帧格式》
1995 年 11 月	完成第一个完整规约 IEC 60870-5-101 (远动)

续表

时 间	完成制定的标准
1996年6月	完成第二个完整规约 IEC 60870-5-102 (RTU 与电表)
1997年12月	完成第三个完整规约 IEC 60870-5-103 《继电保护设备接口配套标准》
2000年12月	完成第一个基于以太网的完整规约 IEC 60870-5-104 (远动)
2002年11月	完成 IEC 60870-5-101 第2版 (远动)
2003~2004年	完成 IEC 60870-5-6 (IEC 60870-5 系列规约的兼容测试步骤)

以变电站内继电保护设备通信采用的 IEC 60870-5-103 为例, 该标准存在的不足主要有:

(1) IEC 60870-5-103 标准是基于 RS232/485 串行通信, 本质上是一种问答式规约。而 2000 年及以后各厂家推出的第二代分层分布式变电站自动化系统是基于网络通信的, 不能完全采用 IEC 60870-5-103 标准。为了提高变电站中重要信息的实时响应速度, 需要增加设备主动传输重要事件的通信机制。但是, 不同厂家对这一机制的技术实现方案存在相当差异, 妨碍了设备之间互操作的实现。

(2) 国际电工委员会在制定 IEC 60870-5-103 标准时, 提出了继电保护装置通过采用通用报文来实现“自我描述”的概念, 但是没有同时给出通用报文具体应用时的指导性规范。为了与此前开发并已实际应用的设备相兼容, 等同采用该标准的电力行业标准在其附录中补充了很多不符合互操作性原则的专用报文, 造成了无法解决的互操作性问题。

因此, IEC 60870-5-103 在工程应用中并没有达到预期的互操作性, 不同厂商的设备之间仍需要通过大量的协议转换才能实现互联。

另外, 20 世纪 90 年代中期分层分布式变电站综合自动化系统开始在国内应用, 但是直到 1999 年国内才开始采用 IEC 60870-5 标准, 二次设备通信标准化实施的进度滞后于变电站综合自动化系统的发展。目前在运的变电站中, 仍有大量变电站的二次设备之间的互连是采用“厂方协议”来实现的。不同厂家之间的通信协议不统一。甚至同一厂家应用于不同地区或同一地区不同时期建设的变电站, 本厂家设备之间的互连协议都可能存在差别, 这种差别严重妨碍了设备之间的互操作。

综上所述, 由于通信规约本身的问题, 加上各制造厂对规约的理解和扩展不同, 导致相互之间不能完全兼容。为实现不同厂家设备的互联, 不得不采用大量的通信规约转换。这一方面增加了系统复杂性, 影响了信息传输的速度和可靠性; 另一方面增加了系统成本和设计、调试、维护的难度, 同时工程改扩

建、设备选型受到很大约束，不利于变电站自动化系统的长期维护和运行。

二、信息难以实现共享

目前变电站内的主要系统有：① 基于 RTU/测控单元的 SCADA 系统；② 基于同步相量测量 PMU 的广域测量 WAMS (Wide Area Monitoring System) 系统；③ 基于保护装置、故障录波器的故障信息管理系统；④ 基于变电站“五防”的防误操作闭锁系统；⑤ 电能计量系统；⑥ 电能质量监测系统；⑦ 一次设备在线监测系统等。

这些系统大多在不同阶段建设，相互之间是独立的，产生了很多问题：① 各个系统自成体系，管理和维护分属于不同的部门；② 通信线路重复投资、重复建设；③ 整体可靠性差，不利于安全生产；④ 各个系统之间硬件重复配置，二次接线复杂，投资成本大、维护量大，维护困难；⑤ 各系统的装置针对各自的应用研发，相互之间不能实现兼容与信息共享，形成了各种“信息孤岛”现象；⑥ 设备配置冗余，却不能实现信息应用的冗余。

随着电力企业的应用需求不断增加，基于现有设计思想的各种设备数量仍将增多，信息孤岛林立，极大地妨碍了信息的有效应用。

网络通信技术的发展已经使变电站自动化系统接入和共享其他一些有用信息成为可能。为减少设备重复投资，提高电力系统运行和管理效率，需要对变电站各种信息的对象进行统一建模，把分属于不同技术管理部门、各自相对独立发展的多个系统的信息整合、集成到一起，使信息在不同的技术管理部门之间得到充分共享，从而达到减少设备重复投资、提高电力系统运行和管理效率的目的。

三、系统的可扩展性差

随着 IT 技术的迅猛发展，与变电站自动化系统相关的通信、嵌入式应用等技术的更新速度比变电站自动化系统（一般认为其更新周期应在 12 年以上）的更新速度快得多。而 IEC 61850 之前的各种通信规约没有将系统应用与通信技术进行分层处理，系统应用无法适应计算机技术、网络通信技术的发展以及设备的升级更新。可以说，以前的通信规约制约了新技术、新装置的进一步应用。

常规变电站自动化系统在系统扩建或更新设备时需要付出很大的附加成本。在变电站增加间隔、更换测控装置或继电保护装置时，由于通信接口和通信协议存在差别，往往需要增加规约转换设备，并且需要进行现场调试，甚至还可能需要更改自动化系统的数据库定义并进行相应的试验验证，采用不同厂家的设备更新时更加困难。因此，以前的通信规约不利于变电站自动化系统的长期安全运行和维护。

四、二次电缆回路安全隐患多

在常规变电站中，虽然继电保护、测控装置以及计量电表等二次设备实现了数字化，但这些装置之间以及装置与断路器、互感器之间仍然采用电缆进行连接，开关场至保护小室之间存在大量的二次电缆，用来传输电压和电流模拟量、断路器和隔离开关位置等状态量以及控制命令。实际运行中，由于电缆二次回路接地状态无法实时监测，二次回路两点接地的情况时有发生，有时会造成继电保护设备误动作。在二次电缆比较长的情况下，电容耦合等干扰也可能引起二次设备运行异常。因此，二次电缆实际上构成了变电站安全运行的重要隐患。

近年来，电子式互感器及智能断路器等新型设备的日趋成熟，以及高速以太网在实时系统中的开发应用，为变电站信息的采集、传输实现全数字化处理提供了理论和物质基础，采用以太网代替二次电缆成为可能。电子式互感器、智能断路器的应用需求是制定 IEC 61850 标准过程层部分的重要动力。

以上问题表明，为实现不同设备之间的互操作和信息共享，已出现制定新一代通信标准的强烈需求。为此，国际电工委员会制定了 IEC 61850《变电站通信网络和系统》系列标准（简称 IEC 61850 标准），该标准已经成为未来变电站自动化领域的唯一国际标准。

第二节 IEC 61850 标准的内容及特点

迄今为止，IEC 61850 标准是变电站自动化领域最为完善的通信标准，也是国际电工委员会第 57 技术委员会（简称 IEC TC57）近年来发布的最重要的一个国际标准。它总结了变电站自动化发展的历史和未来趋势，在传统变电站自动化通信协议及通信技术发展所形成的基础上，采用面向对象的建模技术和面向未来通信的可扩展架构，来实现“一个世界，一种技术，一个标准”的目标。它已成为数字化/智能变电站应用技术的重要支撑。

一、IEC 61850 标准的制定背景

早在 20 世纪 90 年代初，国际电工委员会就意识到不同厂家的继电保护设备之间需要一个统一的信息接口，来实现设备之间的互操作。为此 IEC TC57 和 IEC TC95 成立了一个联合工作组，制定了“继电保护设备信息接口标准”，即 IEC 60870-5-103 标准。

与此同时，美国电力科学研究院（EPRI）在 1990 年开始了公共通信体系 UCA（Utility Communication Architecture）标准的制定工作，目的在于提供一个具有广泛适用性的、功能强大的通信协议，使各种设备能够通过使用该协议实

现互操作。

为避免出现两个可能冲突的标准（IEC 60870-5-103 和 UCA 2.0），1994 年德国国家委员会提出制定通用的变电站自动化标准的建议；1995 年 IEC TC57 为此成立了三个工作组（WG10/11/12），负责制定新的变电站自动化通信标准，其中 WG10 负责变电站数据通信协议的整体描述和总体功能要求，WG11 负责定义变电站站控层数据通信总线，WG12 负责定义过程层数据通信协议。

WG10/11/12 三个工作组参考的主要相关标准有：

- (1) IEC 60870-5-101 远动通信协议标准；
- (2) IEC 60870-5-103 继电保护设备信息接口标准；
- (3) UCA 2.0 变电站和馈线设备通信协议体系；
- (4) ISO/IEC 9506 制造报文规范 MMS (Manufacturing Message Specification)。

1998 年，IEC、EPRI 和美国电气电子工程师协会 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 达成协议，由 IEC 牵头，以美国 UCA2.0 为基础，开始制定 IEC 61850 标准。1999 年 3 月，WG10/11/12 三个工作组提交了 IEC 61850 的委员会草案，随后又相继提交了投票草案和最终草案。2000 年 6 月，IEC TC57 决定将 IEC 61850 作为制定电力系统无缝通信体系标准的基础。2002 ~ 2005 年，IEC 61850 标准的各个分册陆续颁布并成为国际标准。

二、IEC 61850 标准内容概述

IEC 61850 系列标准（第 1 版）一共有 14 个分册，具体见表 1-2。

表 1-2 IEC 61850 系列标准

编号	名称	发布日期
1	概述	2003 年 4 月
2	术语	2003 年 8 月
3	总体要求	2002 年 1 月
4	系统和项目管理	2002 年 1 月
5	功能和设备模型的通信要求	2003 年 7 月
6	与变电站有关的 IED 的通信配置描述语言	2004 年 3 月
7-1	变电站和馈线设备的基本通信结构：原理和模型	2003 年 7 月
7-2	变电站和馈线设备的基本通信结构：抽象通信服务接口 (ACSI)	2003 年 5 月

续表

编号	名 称	发布日期
7-3	变电站和馈线设备的基本通信结构：公用数据类	2003 年 5 月
7-4	变电站和馈线设备的基本通信结构：兼容的逻辑节点类和数据类	2003 年 5 月
8-1	特定通信服务映射（SCSM）： 对 MMS（ISO 9506-1 和 ISO 9506-2）和 ISO/IEC 8802-3 的映射	2004 年 5 月
9-1	特定通信服务映射（SCSM）： 通过串行单方向多点共线点对点链路传输采样测量值	2003 年 5 月
9-2	特定通信服务映射（SCSM）： 通过 ISO/IEC 8802.3 传输采样测量值	2004 年 4 月
10	一致性测试	2005 年 5 月

2004 ~ 2008 年，我国电力标准化委员会对 IEC 61850 系列标准进行了同步的跟踪和翻译工作，标准的 14 个分册被转换成我国电力行业 DL/T 860 系列标准（等同采用 IEC 61850 系列标准）。

IEC 61850 系列标准从内容上可以分为以下四大部分：

(1) 系统部分。该部分主要包括 IEC 61850-1、IEC 61850-2、IEC 61850-3、IEC 61850-4 和 IEC 61850-5 共 5 个分册。在这 5 个分册中介绍了制定 IEC 61850 标准的出发点，其内容不仅仅从通信技术本身进行描述，还从系统工程管理、质量保证、系统模型等方面进行叙述，使 IEC 61850 标准能够更好地应用于电力系统。

(2) 配置部分。IEC 61850-6 定义了变电站系统和设备配置、功能信息及相对关系的变电站配置描述语言。

(3) 数据模型、通信服务和映射部分。该部分是 IEC 61850 最核心的技术部分，包括 IEC 61850-7-1/2/3/4、IEC 61850-8-1 和 IEC 61850-9-1/2 系列共 7 个分册。该部分从技术实现的角度描述了 IEC 61850 的信息模型、通信服务接口模型、信息模型与实际通信网络的映射方法，实现了系统信息模型的统一、通信服务的统一和传输过程的一致。

(4) 测试部分。为验证系统和设备的互操作性，IEC 61850-10 定义了一致性测试的方法、等级、环境和设备要求等规定。

三、IEC 61850 标准的主要特点

IEC 61850 标准吸收了多种国际最先进的新技术，并且大量引用了目前正

在使用的多个领域内的其他国际标准。如表 1-2 所示，IEC 61850 标准涉及系统和项目管理、质量保证和系统模型等多个方面。与传统的 IEC 60870-5-103 标准相比，IEC 61850 标准不仅仅是一个单纯的通信规约，更是一个十分庞大的标准体系，涉及变电站自动化的设计、开发、工程、维护等多个方面。

同 IEC 60870-5 系列标准相比，IEC 61850 标准具有以下突出的技术特点：

1. 信息分层

IEC 61850 标准提出了变电站内信息分层的概念，无论从逻辑概念上还是从物理概念上，都将变电站自动化系统分为三个层次，即站控层、间隔层和过程层。IEC 61850 定义了层与层之间的通信接口，如图 1-1 所示。这些通信接口实现了以下功能：① 间隔层和变电站层的保护数据交换；② 间隔层与远方保护（不在本标准范围）之间保护数据交换；③ 间隔层内部数据交换；④ 过程层和间隔层之间采样值交换；⑤ 过程层和间隔层之间控制数据交换；⑥ 间隔和变电站层之间控制数据交换；⑦ 变电站层与远方工程师办公地数据交换；⑧ 间隔之间直接数据交换（如间隔联锁功能）；⑨ 变电站层内部数据交换；⑩ 变电站和远方控制中心之间控制数据交换。

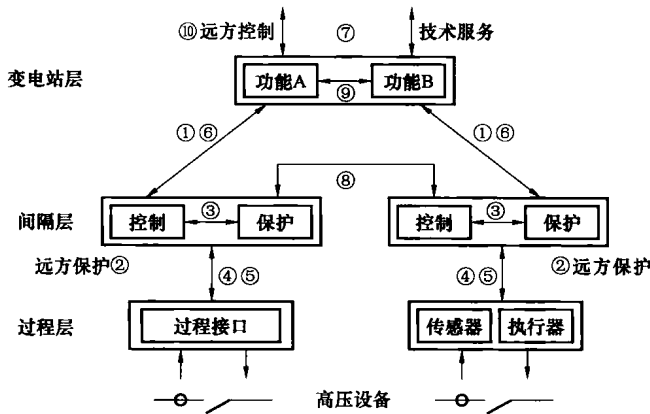


图 1-1 信息分层的变电站自动化系统

图 1-2 是遵循 IEC 61850 信息分层结构构建的数字化变电站与传统变电站的结构对比。

如图 1-2 (b) 所示，数字化变电站站控层包括监控主机、操作员工作站、远动工作站、工程师工作站、GPS 对时装置等，形成全站监控管理中心。站控层提供站内运行人机界面，实现对间隔层设备的管理控制，并通过电力数

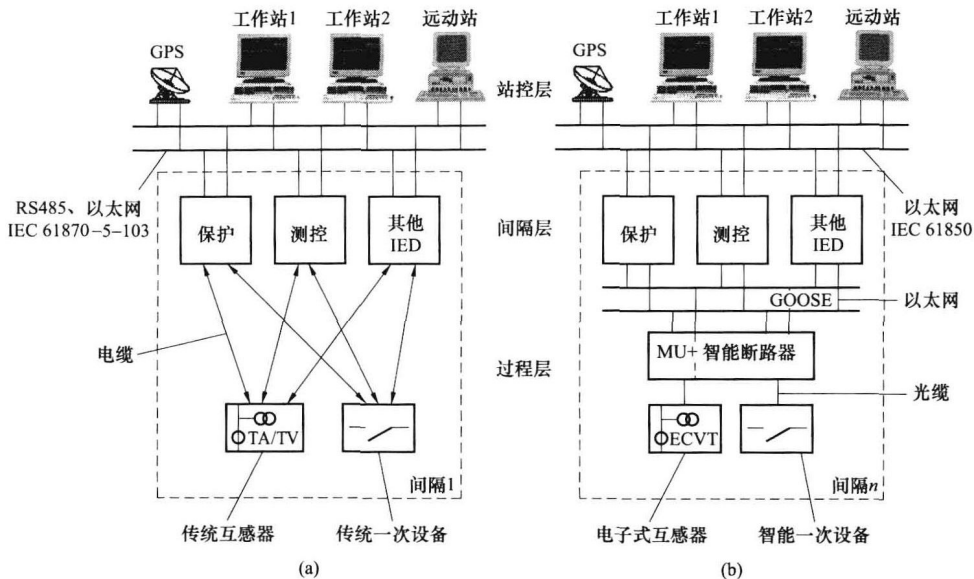


图 1-2 数字化变电站与传统变电站结构对比
(a) 传统变电站结构；(b) 数字化变电站结构

据网与调度中心或集控中心通信。

间隔层包括继电保护装置、测控装置等二次设备。间隔层设备汇总本间隔过程层实时数据信息，通过网络传送给站控层设备，同时接收站控层发出的控制操作命令，实现操作命令的承上启下传输功能。间隔层还具备对一次设备的保护控制和操作闭锁等功能。

过程层包括变压器、断路器、隔离开关、互感器等一次设备及其所属的智能组件（如电子式互感器合并单元、断路器智能终端等）。过程层主要完成模拟量采样、开关量输入/输出和操作控制命令发送等与一次设备相关的功能。

IEC 61850 的“站控层+间隔层+过程层”的分层模式与传统的变电站综合自动化系统不同。传统的变电站综合自动系统采用“站控层+间隔层”的两层体系结构，“过程层”功能都是在间隔层设备中实现的。随着电子式互感器和智能断路器的工程应用，现代电力技术的发展趋势是将越来越多的间隔层功能下放到过程层中去。由此可见，IEC 61850 标准是个面向未来的标准。

2. 信息模型与通信协议独立

IEC 61850 标准根据电力生产过程的特点和要求，总结出电力生产所必需的信息传输的网络服务，定义了抽象通信服务接口 ACSI (Abstract Communication Service Interface)。ACSI 独立于具体的网络底层通信协议（如目

前采用的 MMS 协议) 和具体的网络类型 (如以太网)。当需要与具体的网络接口时, 只需采用特定通信服务映射 SCSM (Specific Communication Service Mapping), 由 SCSM 映射到具体的通信协议栈。SCSM 的内容就是根据需求将 ACSI 信息模型和服务映射到具体的通信协议。

众所周知, 变电站自动化系统有 30 年或者更长的生命周期, 其功能变化很少, 通常情况是随着需求的增加而增加部分功能。相比之下网络通信技术发展迅猛, 今后可能会出现更加符合电力生产特点的通信网络。若将来根据需要选用另一种协议替换目前的 MMS, 只要改变具体的 SCSM 即可, 并不需改变 IEC 61850 已经定义好的各种信息模型。同理, IEC 61850 若要对信息模型进行扩充、升级, 也不需要改变已采用的底层通信协议。特定通信服务映射 SCSM 的应用为 IEC 61850 带来了足够的开放性。

如图 1-3 所示, IEC 61850-7-1/2/3/4 定义了电力生产所必需的信息模型和传输服务, 可以在较长时间内保持稳定; IEC 61850-8-1 和 IEC 61850-9-2 负责将信息模型和服务映射到到具体的通信网络。这种体系架构大大提升了标准应对通信技术发展的能力, 只需改变 IEC 61850-8-1 或 IEC 61850-9-2, 就可以选用最合适的通信技术来为变电站自动化系统功能提供支持。

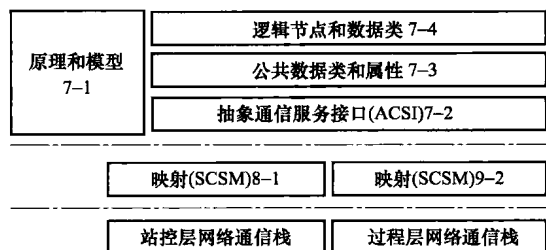


图 1-3 面向未来通信的可扩展架构

3. 数据自描述

IEC 60870-5 系列标准采用“面向点”的数据描述方法。变电站自身的信息模型在报文中只是一个个没有明显含义的数据, 所有数据或数据包都需要发送端和接收端事先约定, 并一一对应, 这样才能正确反映现场设备的状态。在工程验收时, 必须将每一个信息点动作一次才能验证其正确性。一旦有任何无论多么微小的调整, 如间隔扩充或改造, 从站内监控系统到调度端相应的数据点都必须作相应的增补和修改。这是一项耗费大量资金和时间的工作。由于技术的不断发展, 变电站内新的应用功能不断涌现, 需要传输的信息不断增

加,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,所以面向点的数据描述方法已不大适应技术发展的需要。

与 IEC 60870-5 系列标准采用面向点的数据描述方法不同,IEC 61850 标准对信息采用面向对象的自描述方法。面向对象的数据自描述在数据源就对数据本身进行自我描述,没有预先约定的限制,传输到接收方的数据都带有自我说明,能马上建立数据库,不需要再对数据进行工程物理量对点、标度转换等工作,使得现场的验证工作大大简化,同时也简化了数据库的管理和维护工作。

数据采用面向对象自我描述方法后虽然使传输开销增加,但是由于网络技术的发展,网络传输速率不断提高,面向对象自我描述方法的实现成为可能。

4. 面向对象的数据统一建模

IEC 61850 标准采用面向对象的建模技术,使得信息模型具有继承性、可复用性等特点。根据 IEC 61850 标准,智能电子设备 IED 的信息模型为分层的结构化的类模型。信息模型的每一层都定义为抽象的类,封装了相应的属性和服务。属性描述了这个类的所有实例的外部可视特征;而服务提供了访问(操作)类属性的方法。从建模层次上分,每个 IED 包含一个或多个服务器,每个服务器本身又包含一个或多个逻辑设备,逻辑设备包含逻辑节点,逻辑节点包含数据对象。数据对象则是由数据属性构成的公用数据类的命名实例。

通过上述面向对象建模技术的运用,IEC 61850 构建起结构化的信息模型,并通过采用标准化命名的兼容逻辑节点类和兼容数据类对变电站自动化语义进行了明确约定,这些都为应用 IEC 61850 标准的 IED 实现良好的互操作提供了有力保证。

第三节 IEC 61850 标准的发展趋势

一、IEC 61850 标准的最新进展

先进的设计思想、面向对象的信息建模技术、面向未来需求的开放性,使得 IEC 61850 标准在全世界范围内得到了广泛应用。但是,在实际应用中,第 1 版标准还是暴露出许多不足之处。

1. IEC 61850 标准第 1 版存在的不足

IEC 61850 标准的内容相当庞大,分成 14 个分册,标准页面达 1000 页之多,其中难免会出现前后不一致和模糊的地方,导致不同厂家有不同的理解和解释,从而引起设备间的互操作问题,阻碍标准的推广和应用。另外,第 1 版的 IEC 61850 标准并没有给出有关变电站与变电站之间、变电站与控制中心之间通信模

式的具体规范，这也制约了该标准在电力系统更大范围内的推广和应用。

IEC 61850 标准第 1 版存在的不足主要有：

(1) 逻辑节点数目不足，不能满足继电保护、电能质量监测、在线监测等功能建模的需要；

(2) 部分通信模型服务定义存在互操作盲区，需要细化规定；

(3) 未对网络冗余、网络安全等重要应用需求作出规定；

(4) 水电站、风力发电等领域对 IEC 61850 的使用提出需求；

(5) 变电站之间和变电站与控制中心之间的通信还未融入 IEC 61850 体系；

(6) 一致性测试标准需要进一步扩展。

2. IEC 61850 标准当前的制定/修订情况

按照惯例，国际标准一般在 5 年左右修订一次。IEC 61850 系列标准自 2004 年发布后，IEC TC57 技术委员会的 3 个工作组 WG10、WG11、WG12 合并，由 WG10 继续负责 IEC 61850 标准的修订、维护等相关工作。根据应用和发展的需求，从 2007 年起，IEC TC57 WG10 工作组对原有 IEC 61850 的 1、4、5、6、7-2、7-3、7-4、8-1、9-2、10 部分进行了修订，其中部分文档已经正式发布，剩余的多数文档也已经到了投票表决阶段，今后将陆续发布。

IEC 61850 标准第 2 版主要围绕以下三个方面进行了修订：

(1) IEC 61850 标准从面向变电站扩展到其他电力公用事业领域，涉及水电厂、分布式风力发电，涵盖了电力公用事业自动化的各个方面，这正适应了目前智能电网的发展、新能源的推进和电力企业信息整合的需要。

(2) IEC 61850 标准第 2 版的通信应用范围进一步扩大，从变电站内部扩展到变电站之间和变电站到控制中心之间。

(3) 对第 1 版有关内容进行了明确和细化，对第 1 版中不同章节表述不一致的地方进行了校正，对一些模糊之处进一步明确，避免各厂家由于理解不一致造成设备互操作问题。

IEC 61850 标准第 2 版体系结构如图 1-4 所示。

IEC 61850 标准第 2 版的名称已由“变电站内通信网络和系统 (Communication Networks and Systems in Substations)”改为“公用电力事业自动化的通信网络和系统 (Communication Networks and Systems for Power Utility Automation)”，明确将 IEC 61850 标准的覆盖范围延伸至变电站以外的所有公用电力应用领域。与第 1 版相比，IEC 61850-9-1 部分在第 2 版中被废除，另外将新增多个相关的标准或技术规范，如表 1-3 所示。