

## 基于 IEC61850 标准面向对象思想的 IED 建模

罗四倍<sup>1</sup>, 黄润长<sup>2</sup>, 崔琪<sup>2</sup>, 负保记<sup>3</sup>, 张小宁<sup>3</sup>, 张华<sup>3</sup>, 徐洪全<sup>3</sup>

(1. 河南科技大学车辆与动力工程学院, 河南 洛阳 471003; 2. 西安供电局, 陕西 西安 710032;  
3. 西安西瑞保护控制设备有限责任公司研究所, 陕西 西安 710075)

**摘要:** 面向对象的信息模型和建模方法是 IEC61850 标准的核心, 深入剖析了 IEC61850 的面向对象建模技术, 阐明了信息模型各层级之间的“聚合”关系和标准定义的类之间从抽象到具体的“继承”关系, 以及各自在 IEC61850 标准中的作用。进而, 总结了具有一般性的构建智能电子设备 (IED) 信息模型的三步建模方法, 并以高压线路保护装置为例, 介绍了该方法的具体应用。

**关键词:** 数字化变电站; IEC61850; 智能电子设备; 面向对象; 信息模型

### IED modeling based on object-oriented technology of IEC61850 standard

LUO Si-bei<sup>1</sup>, HUANG Run-chang<sup>2</sup>, CUI Qi<sup>2</sup>, YUN Bao-ji<sup>3</sup>, ZHANG Xiao-ning<sup>3</sup>, ZHANG Hua<sup>3</sup>, XU Hong-quan<sup>3</sup>

(1. School of Vehicle & Motive Power Engineering, Henan University of Science & Technology, Luoyang 471003, China;  
2. Xi'an Power Supply Bureau, Xi'an 710032, China; 3. Xi'an Xirui Protection and Control Co. Ltd, Xi'an 710075, China)

**Abstract:** Information models and modeling methods are the core of the IEC 61850 standard. This paper analyzes in depth the object-oriented modeling technology of IEC61850, illustrates in detail the “aggregation” relations among the four different levels of information models and the “inheritance” relations among the classes defined in IEC61850, and also the function of each class in IEC61850. And then the three-step modeling method to construct information model of intelligent electronic device (IED) is summarized, which is generic, and the application of this modeling method in HV line protection is demonstrated.

**Key words:** digital substation; IEC61850; intelligent electronic device; object oriented technology; information model

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)17-0088-05

## 0 引言

IEC61850 是新一代的变电站自动化系统的通信标准<sup>[1]</sup>, 应用了一系列较为完善的技术, 力图实现变电站内所有智能电子设备 (IED) 间的互操作。近几年, IEC61850 标准已从理论研究阶段进入到实质性的工程应用阶段, 成为公认的应用于数字化变电站的通信标准, 是实现数字化变电站的核心技术之一<sup>[2]</sup>。

IEC61850 明确指出, 信息模型和建模方法是本标准系列的核心。这是由于信息交换 (通信) 机制主要依赖于准确定义的信息模型。信息模型以抽象的方式刻画了一个实际功能或设备的通信特征, 使其成为可视和可访问的。信息模型包括模型结构和模型的语义约定, 解决数据的相互理解问题, 是实现互操作性的基础之一<sup>[3]</sup>。

不同于以前的通信标准, IEC61850 采用面向对

象的建模技术, 对信息模型的结构和详细的语义约定做出了明确规定。这样, 对于遵循 IEC61850 标准、完成特定变电站自动化功能的 IED 来说, 其从通信网络可视和可访问的内容由信息模型完全定义了, 并且该信息模型的结构采用标准的基于 XML 的变电站配置语言 (SCL), 然后选择特定通信服务映射 (SCSM) 即可在 IED 之间实现信息的传输。

IED 信息模型的构建在有关论文中也有称为设备建模或数据建模的<sup>[4,5]</sup>。本文在阐述 IEC61850 标准面向对象建模技术的基础上, 总结了构建 IED 信息模型的一般方法和步骤。

## 1 IEC61850 的面向对象建模技术

根据 IEC61850 标准, 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。采用统一建模语言(UML)描述的 IED 分层信息模型如图 1 所示。

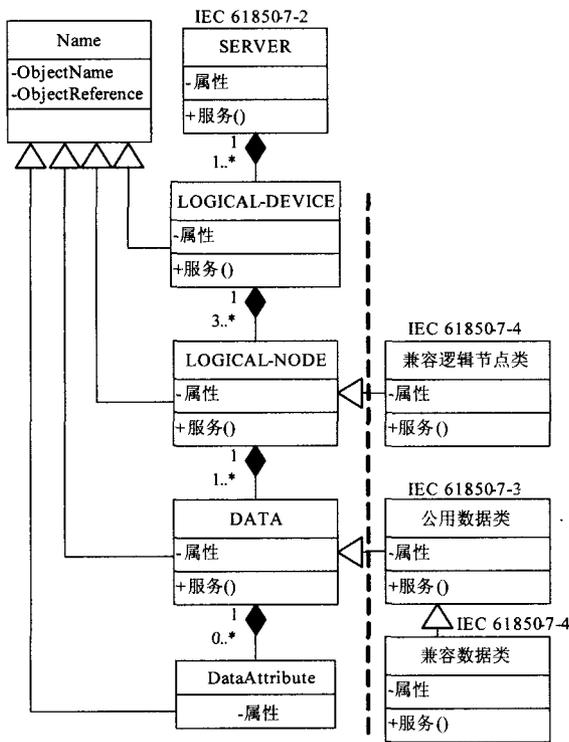


图 1 IED 的分层信息模型  
Fig. 1 Hierarchical information model of IED

IED 的分层信息模型自上而下分为 4 个层级: SERVER (服务器)、LOGICAL-DEVICE (逻辑设备)、LOGICAL-NODE (逻辑节点) 和 DATA (数据), 上一层级的类模型由若干个下一层级的类模型“聚合”而成, 位于最低层级的 DATA 类由若干 DataAttribute (数据属性) 组成。IEC61850-7-2 明确规定了这 4 个层级的类模型所封装的属性和服务。

LOGICAL-DEVICE、LOGICAL-NODE、DATA 和 DataAttribute 均从 Name 类继承了 ObjectName (对象名) 和 ObjectReference (对象引用) 属性。在特定作用域内, 对象名是唯一的; 将分层信息模型中的对象名串接起来所构成的整个路径名即为对象引用。作用域内唯一的对象名和层次化的对象引用是 IEC61850 标准实现设备自我描述的关键之一。

如图 1 所示, 虚线左侧的类模型 SERVER、LOGICAL-DEVICE、LOGICAL-NODE 和 DATA 均是在 IEC61850-7-2 中定义的, 其中 LOGICAL-NODE 类和 DATA 类可认为是基类。

IEC61850-7-2 定义的 LOGICAL-NODE 类是通

用的, 没有定义具体的 LNName (从 Name 类的属性 ObjectName 继承)。虚线右侧的兼容逻辑节点类是在 IEC61850-7-4 中定义的, 它是 LOGICAL-NODE 类的特例(Specialization), 继承了 LOGICAL-NODE 类的所有属性和服务, 包括数据集、报告控制块和日志控制块等。因此, 当某个对象为一个兼容逻辑节点时, 该对象便具有了 LOGICAL-NODE 类所有的属性和服务。在 IEC 的术语中, 兼容与确定语义的意思是相同的。针对特定的应用领域——变电站自动化系统, IEC61850-7-4 将 LOGICAL-NODE 类的属性 LNName 特例化, 进行了命名, 赋予其确定的变电站自动化的语义, 如兼容逻辑节点类 PDIS 即代表了 IED 内的距离保护功能。

同样, IEC61850-7-2 定义的 DATA 类也是通用的, 指明了属性 DataName 和 DataAttribute 的存在, 但没有定义具体的 DataName (从 Name 类的属性 ObjectName 继承), 也没有规定具体有哪些 DataAttribute。虚线右侧的公用数据类是在 IEC61850-7-3 中定义的, 它是 DATA 类的特例, 继承了 DATA 类的所有属性和服务, 并且规定了可适用于多种应用的公共特性和术语, 即对 DataAttribute 进行了“细化”。IEC61850-7-4 定义的兼容数据类是由公用数据类导出的, 因此, 当某个对象为一个兼容数据时, 该对象便拥有了公用数据类所有的属性和服务。针对变电站自动化系统的应用, IEC61850-7-4 将属性 DataName 特例化, 进行了命名, 赋予其确定的语义; 同时, 还定义了某些 DataAttribute 的特定取值及取值所代表的语义。

再来看一下兼容逻辑节点类和兼容数据类的关系: 在分层信息模型中, 兼容逻辑节点类位于兼容数据类的上一层级, 它们是整体与部分的关系, 若干个兼容数据类组成兼容逻辑节点类的一部分。这种关系在 IEC61850-7-4 部分得到了很好的体现。兼容逻辑节点类和兼容数据类共同解决了交换的变电站自动化功能的信息是什么的问题。在 IED 实际实现中, 我们真正使用的是兼容逻辑节点类和兼容数据类。

一方面, 通过上述面向对象建模技术的运用, IEC61850 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 IEC61850 标准的 IED 实现良好的互操作提供了有力保证。

另一方面, IEC61850 标准这种面向对象的建模方法, 特别是它所定义的抽象类——LOGICAL-NODE 类和公用数据类, 使其天然地具有很好的开

放性，能够在更为广阔的应用领域获得应用——只需导出适合特定应用的兼容逻辑节点类和兼容数据类，或根据应用需要由 DATA 类导出额外的公用数据类，构建起特定应用领域的信息模型。例如，应用于水电厂自动化的 IEC61850-7-410 标准，应用于分布式能源系统 (DER) 的 IEC61850-7-420 标准，应用于风电场监视与控制的 IEC61400-25-2 标准和应用于高压开关设备的 IEC62271-3 标准等<sup>[6-9]</sup>。IEC61850 的最新版本(第 2 版)已将标准名称由“变电站通信网络和系统”改为“电力企业自动化通信网络和系统”。以上都表明 IEC61850 的面向对象建模方法是具有强大生命力和广泛适用性的。

## 2 构建 IED 信息模型的方法

掌握了 IEC61850 面向对象的建模方法，就不难建立应用于变电站自动化系统的特定 IED 的信息模型，下面介绍构建 IED 信息模型的一般方法和步骤。由于该方法的通用性，此处不指明具体的 IED，IED 可以是保护装置，也可以是测控装置，还可以是保护测控一体化装置等。如无特别说明，本文第 2 部分的服务器、逻辑设备、逻辑节点和数据分别是指 SERVER 类、LOGICAL-DEVICE 类、兼容逻辑节点类和兼容数据类的实例。

### 2.1 第 1 步建模：确定逻辑节点和数据

逻辑节点是一个交换数据的功能的最小部分。因此，首先要准确描述 IED 的功能，明确该 IED 具有哪些功能，进一步确定在诸多功能中哪些是需要交换数据的(即进行通信)。然后，根据 IEC61850-7-4 标准，将每个需要进行数据交换的变电站自动化功能逐一分解为若干核心功能逻辑节点(指 IEC61850-7-4 中非 LPHD 和 LLN0 的逻辑节点)。核心功能逻辑节点的基本组成部件如图 2 所示。

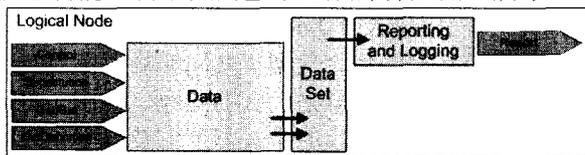


图 2 逻辑节点的基本组成部件

Fig. 2 Basic building blocks of logical node

根据 IED 的分层信息模型和逻辑节点的基本组成部件可知，一旦确定了某个核心功能逻辑节点，即得到了 IEC61850-7-4 中某个兼容逻辑节点类的实例，该逻辑节点就自然拥有了逻辑节点类中所有的兼容数据(即图 2 中的 Data)。但在 IEC61850-7-4 中，兼容逻辑节点类所包含的兼容数据都分为“必选”和“可选”2 类。“必选”数据是强制性的，兼

容逻辑节点类的实例必须具有，而“可选”数据则应根据 IED 的变电站自动化功能的实际情况决定取舍。如果“必选”和“可选”数据都无法满足 IED 的实际功能要求时，就需要依据 IEC61850 对兼容数据类扩展的规定，创建新的数据。因此，在确定了所有逻辑节点之后，还需要决定每个逻辑节点中“可选”数据的取舍以及是否需要创建新数据。

同样，根据 IED 的分层信息模型可知，一旦确定了某个数据——即某个兼容数据类的实例，由于 IEC61850-7-4 定义的兼容数据类是由公用数据类导出的，则该数据就自然拥有了公用数据类中所有的数据属性(即图 1 中的 DataAttribute)。但在 IEC61850-7-3 中，公用数据类所包含的数据属性都分为了“必选”、“可选”、“有条件的必选”和“有条件的可选”4 类。因此在确定了各个逻辑节点的所有数据之后，还必须确定每个数据需要哪些数据属性以满足逻辑节点的功能要求。IEC61850-7-3 规范的公用数据类一般情况下可以满足 IED 的建模要求，因此不建议扩充新的公用数据类。

综上，确定逻辑节点和数据这一步建模的流程如图 3 所示。

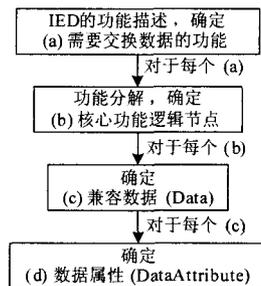


图 3 IED 第 1 步建模的流程

Fig. 3 Flow chart of the first step of modeling IED

### 2.2 第 2 步建模：构建逻辑设备

核心功能逻辑节点及其数据代表了实际的应用功能和从通信网络可视的相应信息。为定义有关实际 IED 的信息和建模适用于多个逻辑节点的通信方面，需建立主要由逻辑节点和附加的服务组成的信息模型另一层级——逻辑设备类模型。逻辑设备的基本组成部件如图 4 所示。

逻辑设备可看作是一个包含逻辑节点对象和提供相关服务(如 GOOSE、采样值交换和定值组)的容器。从图 1 的 IED 分层信息模型可知，一个逻辑设备至少包含 3 个逻辑节点：1~n 个核心功能逻辑节点、1 个 LPHD(物理设备信息)和 1 个 LLN0(逻辑节点零)。LPHD 定义了实际 IED(物理设备)的一些公用信息，如物理设备铭牌、健康状况等。

为了满足规约转换器或网关等 IED 建模的需要, IEC61850 在 LPHD 逻辑节点中提供了数据 Proxy 以表明该逻辑设备是否为其他物理设备的映像(代理)。LLN0 则为访问逻辑设备的公用信息提供了一些通信服务模型, 如 GOOSE 控制块、采样值控制块和定值组控制块等。

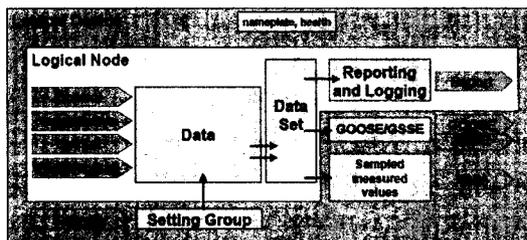


图 4 逻辑设备的基本组成部件  
Fig. 4 Basic building blocks of logical device

一个逻辑设备只能位于同一个 IED 中, 因此逻辑设备不是分布的。一个 IED 逻辑设备的划分通常以核心功能逻辑节点的公共特征为基础, 如可将一个保护测控一体化装置的逻辑设备划分为测量 LD、保护 LD、控制及开入 LD 和录波 LD 等。

### 2.3 第 3 步建模: 服务器

通常一个 IED 建模为一个 SERVER 类的实例。从图 1 的 IED 分层信息模型可知, 一个服务器至少包含 1 个逻辑设备。除了逻辑设备, 服务器还包括由通信系统提供的其他一些公共基本组成部件, 如应用关联 (Application Association) 提供设备间建立和保持连接的机制并实现访问控制机制; 时间同步 (Time Synchronization) 为时标 (如报告和日志应用) 提供毫秒级精度时间或为同步采样应用提供微秒级精度时间; 文件传输 (File Transfer) 提供了大型数据块 (文件) 的交换方法。此外, 服务器还具有服务访问点 (Service Access Point) 属性——它是地址的抽象, 用于在底层的 SCSM (特点通信服务映射) 标识服务器。服务器的基本组成部件如图 5 所示。

当一个 IED 建模为一个 SERVER 类的实例, 它就自然拥有了图 5 所示的各个基本组成部件, 并且服务器包含的所有内容从通信网络看均是可视和可访问的。经由通信网络对服务器的内容进行访问, IEC61850 采用了两种通信方法。一种为 Client-Server (客户/服务器) 模式, 适用于后台监控系统或远动网关对 IED 的访问。另一种为 Peer-to-Peer (对等通信, 发布者/订阅者) 模式, 可用于: ① IED 装置间为完成分布式功能而进行的快速和可靠的互通信——GOOSE; ② 采样值服务, 周期性传输采样值。

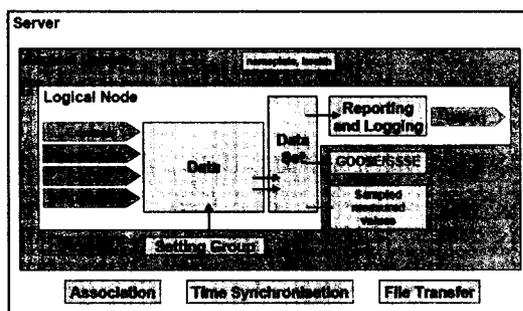


图 5 服务器的基本组成部件  
Fig. 5 Basic building blocks of server

### 3 IED 建模实例

某高压线路微机保护装置采用 IEC61850 与站控层进行通信, 过程层未数字化, 仍为传统方式。根据构建 IED 信息模型的一般方法和步骤, 本文对其进行建模。

表 1 某线路保护装置的核心功能逻辑节点列表

Tab.1 List of the LNs with the core functionality of an line protection IED

功能描述	兼容逻辑节点类	逻辑节点实例
纵联距离保护	PDIS	PDIS1
	PSCH	PSCH1
三段式距离保护	PDIS	PDIS2
		PDIS3
		PDIS4
		ZeroPTOC1
四段式零序保护		ZeroPTOC2
		ZeroPTOC3
		ZeroPTOC4
		ZeroPTOC5
零序反时限保护	PTOC	ZeroPTOC6
不灵敏 I 段		PTOC1
PT 断线过流		PTOC2
保护启动元件		PTRC1
保护跳闸条件	PTRC	
模拟量测量	MMXU	MMXU1
		MMXU2
		MMXU3
		MMXU4
故障录波	RDRE	RDRE1
开关量输入		GGIO1
告警	GGIO	GGIO2
		GGIO3

该线路保护装置的功能描述如下: 主保护为纵联距离保护; 后备保护为三段式距离保护、四段式

零序保护及零序反时限保护；模拟量测量、故障录波、开关量输入和告警等。对上述功能进行逐一分解，根据 IEC61850-7-4 确定的核心功能逻辑节点如表 1 所示。

对于所得到的每个兼容逻辑节点类的实例，确定其包含的 Data。以三段式距离保护的 I 段 (PDIS2) 逻辑节点为例，它除了包含兼容逻辑节点类 PDIS 的“必选”数据外，还根据该装置的特定功能需求，创建了 2 个新的 Data：相间距离 I 段电抗定值 PhReact 和接地距离 I 段电抗定值 GndReact。由前文可知，这两个 Data 分别是兼容数据类 PhReact 和 GndReact 的实例。而这两个新的兼容数据类均继承自公用数据类 ASG (模拟定值)。

对于所得到的每个 Data，确定其包含的数据属性。以上述新的数据 PhReact 为例，它除了包含公用数据类 ASG “有条件的必选”数据属性 setMag 外，还使用了如下“可选”数据属性：minVal、maxVal 和 stepSize。

根据保护装置的功能划分为以下 4 个逻辑设备：保护 LD、模拟量测量 LD、故障录波 LD 和公用及开入 LD。各逻辑设备的具体构成如表 2 所示。

表 2 某线路保护装置的逻辑设备列表

Tab. 2 List of the logical devices of an line protection IED

LD Name 及功能描述	LD 包含的逻辑节点实例		
“Prot” 保护	LLN0	LPHD1	表 1 中的保护逻辑节点实例
			MMXU1
“Meas” 模拟量测量	LLN0	LPHD1	MMXU2
			MMXU3
			MMXU4
			RDRE1
“FltRcd” 故障录波	LLN0	LPHD1	GGIO1
			GGIO2
			GGIO3
“LD0” 公用及开入	LLN0	LPHD1	GGIO1
			GGIO2
			GGIO3

逻辑设备 Prot 的 LLN0 包含：①与某几个具体保护功能 LN 相关的定值 Data，如相间距离电阻定值、接地距离电阻定值、零序电抗补偿系数和零序电阻补偿系数等；②保护事件数据集 ProtEvent，包含各类保护的启动和动作事件信息；③报告控制块 ProtEventRpt，引用数据集 ProtEvent，实现保护事件信息的及时上送。

逻辑设备 Meas 的 LLN0 包含：①模拟量测量数据集 AnalogMeas，包括了多种电压、电流、有功和无功等模拟量的测量信息；②报告控制块 AnalogMeasRpt，引用数据集 AnalogMeas，实现模

拟量测量信息的及时上送。

逻辑设备 FltRcd 的 LLN0 包含：①故障录波数据集 FltRcdSt，包括了录波启动、录波完成等状态信息；②报告控制块 FltRcdStRpt，引用数据集 FltRcdSt，实现录波状态信息的及时上送。

逻辑设备 LD0 的 LLN0 包含：①保护压板 Data，如纵联压板、距离 I 段压板、距离 II III 段压板、零序 I 段压板、零序其它段压板和零序反时限压板等；②控制字 Data，如公用控制字、纵联控制字、距离控制字和零序控制字等；③保护告警数据集 ProtAlarm 及引用该数据集的报告控制块 ProtAlarmRpt；④开关量输入数据集 ProtDI 及引用该数据集的报告控制块 ProtDIRpt；⑤压板数据集 ProtEna 及引用该数据集的报告控制块 ProtEnaRpt。

该线路保护装置整体建模为一个 SERVER 类的实例，与站控层采用双 100 M 以太网通信，通信模式为客户/服务器模式。至此，就完成了 IED 的全部建模工作。

## 4 结论

分层信息模型和面向对象的建模方法是 IEC61850 标准实现互操作性目标的重要技术。本文深入剖析了 IEC61850 的面向对象建模技术，阐述了信息模型各层级之间的“聚合”关系和标准定义的类之间从抽象到具体的“继承”关系，以及各自在 IEC61850 标准中的作用。进而，总结了构建 IED 信息模型的三步建模方法，该方法具有一般性，并以高压线路保护装置为例，介绍了该方法的具体应用。我国的变电站自动化系统和 IED 装置具有适合我国国情的某些特殊性，因此我国 IEC61850 标准工程应用中在 IED 建模方面不可避免地遇到了一些问题。对此仍需进行后续的研究，提出可行的解决方案。

## 参考文献

- [1] IEC. IEC 61850: Communication Networks and Systems in Substations[S].
- [2] 辛耀中, 王永福, 任雁铭. 中国 IEC 61850 研发及互操作试验情况综述[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(12): 1-6.  
XIN Yao-zhong, WANG Yong-fu, REN Yan-ming. Survey on Research, Development and Interoperability Test of IEC 61850 in China[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(12): 1-6.

(下转第 121 页 continued on page 121)

足而不动作。

(2) 110 kV 清会线两侧保护也均正确动作, 清侧约在 59 ms 故障切除, 重合闸(检无压)动作, 重合成功; 会侧约在 72 ms 故障切除, 重合闸(检同期)因条件满足而动作成功。

### 2.2.3 故障综合分析

根据以上故障信息, 结合两条故障线路的实际长度(110 kV 深文线  $L=14.13$  km, 110 kV 会清线  $L=31.9$  km)分析, 可以判断该两线上的确均存在故障, 那为何非相邻的两线在同一时间内发生同样类型的故障呢? 虽然故障发生时伴有雷雨, 可一个雷击能同时击中两条非同杆架设的线路的确少见。或许这两线实际上存在相互交叉的情况? 于是将系统的地理接线图进行查看, 发现该两线的实际走线是 110 kV 清会线架设于 110 kV 深文线的上方, 从空中往下俯视, 两线有重叠的部分, 初步判断该起故障是一起跨线故障, 因此根据这一情况, 对系统接线重新绘制, 如图 7 所示。

通过对两线现场的实际地理接线查证而得知, 由俯视角度看, 重叠点距离清澜电厂约 2.3 km, 距离 110 kV 文昌站约 9.5 km; 与故障录波图的故障测距结果进行对比, 发现故障点误差并不大, 于是依据这一故障点对这起故障进行理论计算, 与故障录波测得的结果进行对比和分析, 计算结果见图 7 中

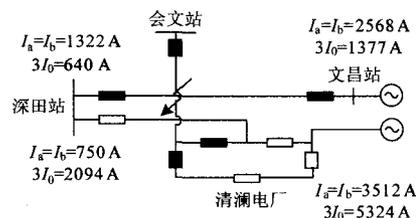


图 7 新系统图

Fig.7 Connection of new circuits

所列数据, 发现两者的结果大致吻合。因此可以判断, 这是一起因雷击引起的瞬时性两相接地的跨线短路故障, 故障接地点分布在 110 kV 深文线和 110 kV 清会上。

### 3 结论

本文针对一起并不复杂的跨线故障进行分析、计算和判断, 得出了在对线路进行故障分析时, 除了对相关的故障录波图进行分析外, 还要深入了解线路实际的地理布线情况, 方能更加快速地对故障产生的原因做出合理和正确的判断。

收稿日期: 2008-12-12; 修回日期: 2008-12-23

作者简介:

欧素敏(1973-), 女, 工程师, 从事电力系统继电保护整定计算和运行管理工作。E-mail:ousumin@163.com

(上接第 92 页 continued from page 92)

- [3] 张结, 卢德宏. IEC 61850 的语义空间研究[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(11): 45-48.  
ZHANG Jie, LU De-hong. On the Semantic Space in IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(11): 45-48.
- [4] 吴在军, 窦晓波, 胡敏强. 基于 IEC61850 标准的数字保护装置建模[J]. 电网技术, 2005, 29(21): 81-84.  
WU Zai-jun, DOU Xiao-bo, HU Min-qiang. Modeling of Digital Protective Device According to IEC61850 [J]. Power System Technology, 2005, 29(21): 81-84.
- [5] 廖泽友, 孙莉, 贺岑, 等. IED 遵循 IEC 61850 标准的数据建模[J]. 继电器, 2006, 34(20): 40-43.  
LIAO Ze-you, SUN Li, HE Cen, et al. IEDs Data Modeling Based on IEC61850 Standards[J]. Relay, 2006, 34(20): 40-43.
- [6] IEC. IEC 61850 Communication Networks and Systems for Power Utility Automation - Part 7-410: Hydroelectric Power Plants - Communication for Monitoring and Control[S].

- [7] IEC. IEC 61850 Communication Networks and Systems for Power Utility Automation - Part 7-420: Basic Communication Structure - Distributed Energy Resources Logical Nodes[S].
- [8] IEC. IEC 61400 Wind Turbines - Part 25-2: Communications for Monitoring and Control of Wind Power Plants - Information Models[S].
- [9] IEC. IEC 62271 High-voltage Switchgear and Controlgear - Part 3: Digital Interfaces Based on IEC 61850[S].

收稿日期: 2009-03-27; 修回日期: 2009-05-05

作者简介:

罗四倍(1982-), 男, 硕士, 主要从事数字化变电站和电力系统继电保护的研究; E-mail: starbayer@163.com

黄润长(1965-), 男, 高级工程师, 从事电气工程专业工作;

崔琪(1965-), 男, 工程硕士, 高工, 主要从事电力系统继电保护运行管理工作。