



基于 IEC61850 标准的变电站网络设备性能信息模型

邓烽,何思源,赵高峰

(南京南瑞集团公司,江苏 南京 211103)

摘要:结合变电站网络状态监测需求,提出了一种基于 IEC61850 标准的网络设备性能信息模型,实现将网络设备状态信息纳入智能变电站统一监控管理体系,变电站监控系统可直接获取通信网络和网络设备的状态信息和配置信息,如链路状态、带宽占用状态、端口转发状态、端口分组丢失率、误码率等,形成变电站网络实时信息监控,并根据监测结果进行网络设备异常诊断,分析变电站异常数据流量,从中排查变电站存在的安全隐患。

关键词:智能变电站;IEC61850 通信模型;网络状态监测

中图分类号:TM76

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015401

An IEC61850 communication model for network devices in smart substation

DENG Feng, HE Siyuan, ZHAO Gaofeng

Nanjing NARI Group Corporation, Nanjing 211103, China

Abstract: An IEC61850 communication model for network devices in smart substation was proposed, and the network device status information management was introduced into a unified monitoring and management system of smart substation. The substation monitoring system can directly get the state information and configuration information of the communication network and network devices, such as link status, bandwidth status, port forwarding state, the port packet loss rate, bit error rate and so on.

Key words: smart substation, IEC61850 communication model, network status monitoring

1 引言

2012 年,国家电网公司启动了新一代智能变电站的设计和建设,以“系统高度集成、结构布局合理、装备先进适用、经济节能环保、支撑调控一体”为目标,从设计技术、设备技术、控制技术 3 方面入手,采用整体集成设计,引导设备研制,优化主接线和平面布局,提高变电站整体设计

水平。采用一次设备与传感器、智能组件的一体化设计,实现设备功能整合。2013 年,公司完成 6 个 110 kV/220 kV 新一代智能变电站示范建设和投运,2014 年开展新一代智能变电站建设。随着新一代智能变电站从示范阶段步入大规模建设阶段,现有的网络通信技术在应用中出现一些新问题,如不同电压等级智能变电站通信网络架构差异较大,没有统一设计规范;变电站通信网络缺乏有效的管理

收稿日期:2015-10-28;修回日期:2015-11-28

基金项目:国家电网公司科技项目“新一代智能变电站网络通信及保护深化技术研究”

Foundation Item: The Science and Technology Project of State Grid Corporation of China “Deepen Technology Research on Communication Network and the Protection of the New Smart Substation”



手段,网络交换机存在工程应用问题等,已极大影响了变电站系统的安全可靠运行。

2 变电站网络设备统一信息模型的必要性

智能变电站通信网络承载着采样值和保护跳闸等重要信号,信息通信是变电站可靠运行的关键环节。但在网络监视方面,变电站采用网络分析仪,虽记录整个变电站内智能单元间的通信报文,但没有监测整个通信网络的通信状况,智能变电站网络设备的网络管理也没有纳入智能变电站统一管理体系,变电站监控系统无法直接获取通信网络和网络设备的状态信息和配置信息。因此,需要针对变电站网络设备建立一套统一的信息模型,实现将网络设备状态信息纳入智能变电站统一监控管理体系,变电站监控系统可直接获取通信网络和网络设备的状态配置信息及网络故障、告警等信息,如链路状态、带宽占用状态、端口转发状态、端口分组丢失率、误码率等,形成变电站网络实时信息监控,从而根据监测结果进行网络设备异常诊断,分析变电站异常数据流量,达到排查变电站网络安全隐患的目的。

3 变电站网络设备信息模型

3.1 变电站通信监控网络架构

考虑到实现变电站通信网络全网状态实时监控,构建的智能变电站统一监控管理体系网络架构建议采用三层一网方案,站控层、间隔层、过程层网络合一,如图1所示。各个网络设备在变电站监控系统中都可监测,且站内建立统一的数据通信平台,实现一体化数据传输,网络结构简单,便于工程设计和日常维护。

3.2 变电站网络通信监测需求

根据变电站网络通信实时监控需求,站内网络设备应当具备以下的功能:

- 设备基本信息及参数查询,如设备名称、软件版本等,便于设备检修及维护;
- 设备网络参数查询及配置,如MAC地址、IP地址等,方便根据变电站通信需要变更网络拓扑;
- 设备网络端口信息监测及控制,如端口带宽占用状态、端口转发状态、端口分组丢失率、误码率等性能数据,便于实现网络性能及链路链接状态监测;

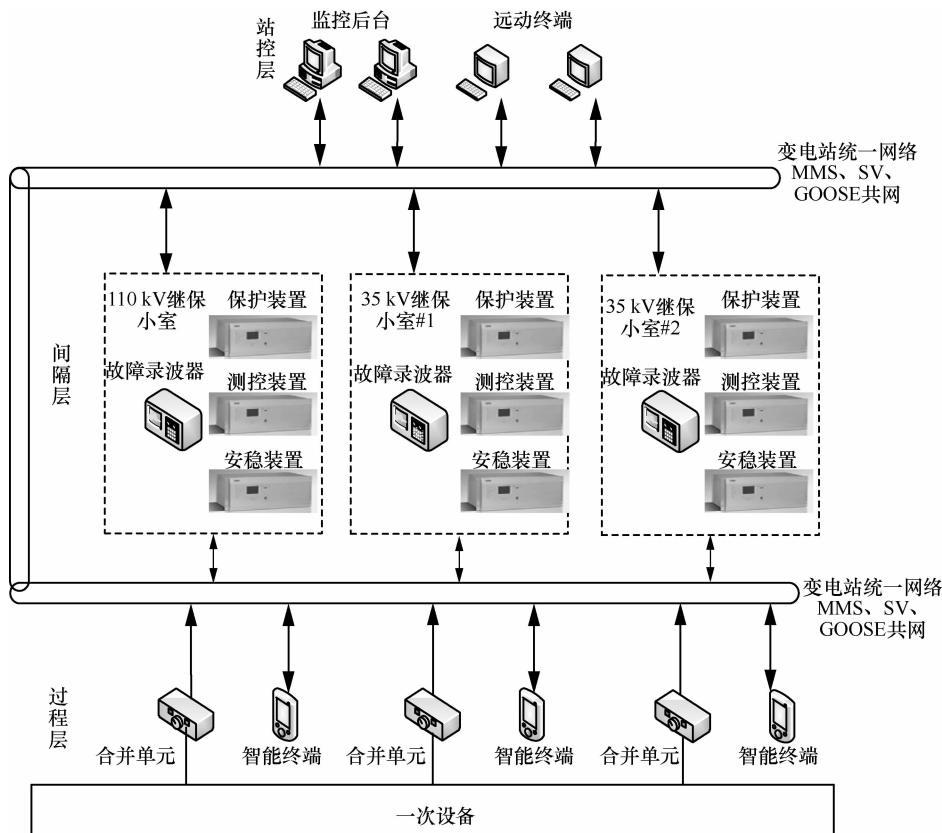


图1 实时监控变电站通信网络网络架构

- 设备自身监视、控制和维护,用于监视设备自身工作状态并产生相关报告和日志以及控制重新自启动等,并利用报告方式将网络故障、告警等网络异常诊断信息发送给运行人员;
- 传输功能及协议状态查询,如 VLAN、端口镜像、多播转发表等,便于实现网络传输状态监测,从而全面掌握全网通信状态,以此分析变电站各业务数据流量和特性,达到定位优化变电站网络性能的目的。

3.3 变电站网络设备信息建模

IEC61850^[2,3]的分层信息模型包括物理设备(PHD)、逻辑设备(LD)、逻辑节点(LN)、数据对象(DO)和属性数据(DA)。逻辑节点是与其他 IED 信息交互的最小功能单元,是整个模型的核心。本文将网络设备视为一个物理设备,物理设备根据设备数据传输相关服务和其他扩展服务功能需求,分为基本服务逻辑设备和高级服务逻辑设备 2 种类型。采用以不同功能模块整体为对象,根据上述网络设备功能划分来构建网络设备监测和配置信息逻辑节点模型。具体建模方法如下:对于设备基本描述信息,相应的逻辑节点可通过简单的划分形成,如设备信息、设备参数、控制信息等;涉及交换机端口描述信息,如端口转发速率、端口通信模式、风暴抑制模式等控制信息和物理媒体类型和连接状态等状态信息,根据不同端口功能,为每个端口组合创建一个逻辑节点实例;对于同时与设备全局性能参数和端口性能参数相关的信息,应分别构建逻辑节点模型进行描述,如生成树协议;对于仅描述交换机各个端口的信息,应为每个端口创建 1 个逻辑节点实例,例如广播风暴抑制。

3.4 变电站网络设备信息建模

3.4.1 基本功能逻辑设备建模

(1) 基本信息逻辑节点 0 模型

基本信息逻辑节点 0(LLN0)用于描述网络设备自身的相关信息,见表 1,逻辑设备都有一个唯一的逻辑节点 0(LLN0),可采用建模方法(1)进行建模。

(2) 网络参数类 LN 模型

网络参数类 LN 模型用于描述网络设备自身网络参数,见表 2,可采用建模方法(1)进行建模。

(3) 端口信息类 LN 模型

由于网络设备端口较多,每个端口具有相同的数据,每个端口都使用一个统一的标准逻辑节点,包含该端口所有控制信息和状态信息数据,见表 3。

表 1 基本信息逻辑节点 0(LLN0)类模型

类型	公共参数逻辑节点 0 类		
	数据名	数据类型	描述
设备信息	DevName	单点状态	设备名称
	SoftVersion	单点状态	软件版本
	Company	单点状态	制造商描述
	ManuContact	单点状态	制造商联系信息
参数	SysDate	单点状态	系统日期
	SysTime	单点状态	系统时间
	AgeTime	单点状态	地址老化时间
控制	DelLog	单点状态	删除日志文件
	ReStart	单点状态	重启
	SetDefault	单点状态	恢复出厂配置
	SaveConfig	单点状态	保存配置

表 2 网络参数类模型

数据名	数据类型	描述
PortNum	单点状态	端口数
MacAddr	单点状态	MAC 地址
IpAddr	单点状态	IP 地址
IpNetMsk	单点状态	子网掩码
GateWay	单点状态	网关

表 3 端口信息类 LN 模型

类型	端口信息类 LN		
	数据名	数据类型	描述
控制信息	PortNo	单点状态	端口号
	PortSpeed	单点状态	端口转发速率(Mbit/s)
	PortCommMode	单点状态	端口通信模式
	PortFlowCtl	单点状态	端口流量控制
	PortEn	单点状态	端口使能
	PackStmCtl	单点状态	风暴抑制模式
	StmPeakVelo	单点状态	风暴峰值速度
	StmAveRate	单点状态	风暴平均速度
	MirrMode	单点状态	镜像模式
	MirrDestPNum	单点状态	镜像目的端口号
状态信息	PhyMedia	单点状态	物理媒体类型
	LnkSt	单点状态	连接状态

(4) 运行报警类 LN 模型

对应于设备的所有运行报警服务统一到基本功能逻辑设备的运行报警类模型中,见表 4,分解为状态信息和控制信息两种信息数据,所有告警阈值都通过控制信息配置。

3.4.2 高级应用功能类模型

考虑到变电站网络通信状态监控需求及建模的适用



表 4 运行报警类模型

类型	运行报警类		
	数据名	数据类型	描述
状态信息	AlmReStart	单点状态	设备重启
	AlmTelnet	单点状态	用户 Telnet 登录
	AlmConfig	单点状态	配置变化
	AlmPwm	单点状态	电源告警
	AlmDev	单点状态	设备异常
	...	单点状态	...
控制信息	AlmPwmVal	单点状态	电源告警阈值
	AlmTmpVal	单点状态	温度告警阈值
	...		...

性,本文结合电力系统的特点和需求,根据网络功能及网络状态扩展了高级应用数据。

对应于网络设备 2/3 层协议状态信息及相应端口传输信息,扩展出各相应高级功能逻辑节点类型,见表 5。其中,对于前文分析的不适合直接建模的 VLAN、端口镜像和链路聚合数据采用建模方法(2)建立模型,多播转发表、静态单播地址表数据和多播过滤采用建模方法(3)进行建模,并根据支持协议的不同,划分为 3 个逻辑节点类。由于上述的逻辑节点类所描述的信息均为一组端口的集合,本文定义集合型公共数据类用于描述此类端口组合信息。此外,应用建模方法(4),可建立对交换机优先级、生成树和广播风暴抑制等信息进行描述的逻辑节点类。

其中,VLAN、多播过滤、优先级和 STP 等协议的关键参数构建的定值管理数据集最为重要,应与继电保护定值一同进行管理。

3.5 整体模型结构

整个网络设备模型结构如图 2 所示,分别由基本功能

表 5 高级应用功能类模型

序号	LN 类	高级功能描述
1	NVLAN	虚拟网
2	NMIR	端口镜像
3	NLINK	链路聚合
4	NMULT	多播过滤全局信息
5	NSMUL	静态多播过滤
6	NDMUL	动态多播过滤
7	NIS	IGMP snooping
8	NGMRP	GMRP
9	NPRI	优先级
10	NTREE	生成树
11	NSTORM	广播风暴抑制

逻辑设备(LD1)和高级功能逻辑设备(LD2)组成,LD1 中的端口管理类逻辑节点可以根据端口数目建成多个实例,而 LD2 中的逻辑节点可以根据上述建模方法自行建模。

4 结束语

随着智能变电站技术的进一步成熟和发展,通信网络设备作为网络元素实现不同 IED 之间的数据传输和信息交换,其重要性更为突出。网络设备的参数设置决定了信息的交换和处理方式,对采样值信息和控制命令等重要信息的发送和接收有直接影响,这与继电保护设定值同等重要。本文提出了基于 IEC61850 标准的变电站网络设备性能信息模型,对能够表征网络运行状态的参数和可配置参数进行统一表达,可实现对变电站通信网络及设备的运行状态的监视和参数统一管理,变电站监控系统可以直接获取通信网络和网络设备的状态信息和配置信息,通过监控链路链接状态、端口转发状态及带宽占用状态,判断网络设备是否有业务报文传入及数据流是否正常,在通信网络

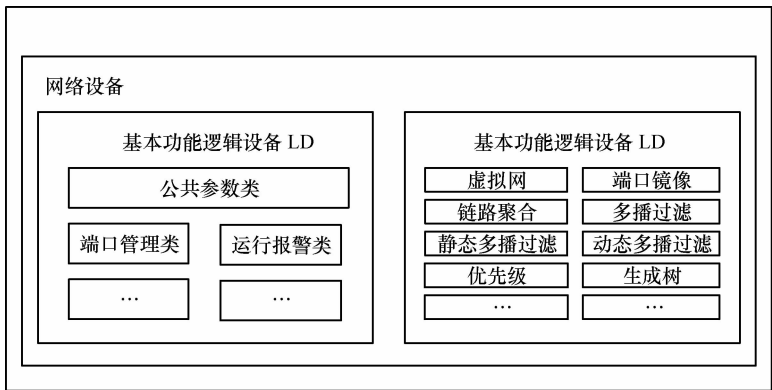


图 2 网络设备 IEC61850 模型结构

出现故障时,诊断是否为设备故障,对保障智能变电站的可靠安全运行具有重要意义。

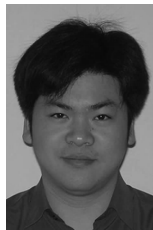
参考文献:

- [1] 胡道徐, 沃建栋. 基于 IEC61850 的智能变电站虚回路体系 [J]. 电力系统自动化, 2010, 34(17): 78-82.
HU D, WO J D. Virtual circuit system of smart substation based on IEC61850 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(17): 78-82.
- [2] IEC61850-7-4. Basic communication structure for substation and feeder equipment-compatible logical node classes and data classes[S]. 2003.
- [3] IEC 61850-7-3. Basic communication structure for substation and feeder equipment-common data classes[S]. 2003.
- [4] Q/GDW 396-2009. IEC61850 工程继电保护应用模型 [S]. 北京: 国家电网公司, 2009.
Q/GDW396-2009. Data model of protection relay in project based on IEC61850[S]. Beijing: State Grid Corporation of China, 2009.
- [5] 肖明彦, 窦文华. 基于以太网交换机平台的 SNMP 代理实现 [J]. 电讯技术, 2000, 40(4): 99-103.
XIAO M Y, DOU W H. SNMP agent realization based on Ethernet exchanger platform[J]. Telecommunication Engineering,

2000, 40(4): 99-103.

- [6] CHRISTENSEN M, KIMBALL K, SOLENSKY F. Considerations for internet group management protocol (IGMP) and multicast listener discovery (MLD) snooping switches [R]. Heise Zeitschriften Verlag, 2006.
- [7] HARRINGTON D, PRESUHN R, WIJNEN B. An architecture for describing SNMP management frameworks[R]. LETF, 1997.

[作者简介]



邓烽(1976-),男,南京南瑞集团公司高级工程师,主要研究方向为变电站网络通信、变电站自动化等。

何思源(1978-),男,南京南瑞集团公司工程师,主要研究方向为电力系统自动化等。

赵高峰(1975-),男,南京南瑞集团公司高级工程师,主要研究方向为电力系统通信。