

PQDIF 和 IEC 61850 标准在电能质量数据传输中的应用

王巍, 金耘岭, 李忠

(南京灿能电气自动化有限公司, 江苏 南京 211100)

摘要: 数据传输是电能质量系统的一个重要组成部分。总结了目前电能质量监测系统常用的几种网络架构, 从特点、结构、应用缺陷几个方面阐述了 PQDIF 和 IEC 61850 标准, 并指出了这 2 种标准在数据定义、传输数据量、传输方式、功能实现和开发难易上各自的优势和缺点。

关键词: 电能质量; 数据传输; PQDIF; IEC 61850

中图分类号: TM769

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2013)03-0081-04

目前国内多个省市已经陆续建立了省网或地市区域的电能质量监测系统。一个典型的电能质量监测系统由电能质量监测终端、传输网络、监测中心系统组成。电能质量监测终端负责采集、计算和统计电网上的电能质量数据; 通过传输网络传输至监测中心; 监测中心系统负责存储、分析、展示电能质量数据。目前大部分电能质量监测终端能够支持以太网的数据传输方式, 因此终端和监测中心系统的传输网络均采用以太网。终端和监测中心之间数据传输协议有私有协议、PQDIF、IEC 61850。私有协议不具有通用性和开放性, 因此不对其进行讨论。PQDIF 为 IEEE1159.3 标准规定的电能质量数据传输协议, 是目前主流的数据传输协议。IEC 61850 是智能变电站的整体标准, 已经有部分省级电能质量监测网采用 IEC 61850 作为电能质量数据的传输协议。文中将通过分析现行的电能质量监测系统网络架构, 对 PQDIF、IEC 61850 的数据传输协议进行详细阐述和深入讨论。

1 电能质量监测系统网络架构

目前全国大部分省均建立了省级的电能质量监测系统, 部分地市也建立了市级的电能质量监测系统。在中国电力科学研究所的牵头下, 国家级电能质量监测系统也在调研和筹备中。目前监测网系统的网络架构^[1]主要有三层式网络、二层式网络和无线 3G 网络 3 种模式。

1.1 三层式网络

三层式网络主要为终端、子站系统、监测主站系统三层网络分布, 如图 1 所示。终端采集数据后通过通信网络传输给子站系统; 子站系统负责存储数据并将数据通过通信网络转发给主站系统; 主站系统存储重点数据并完成高级分析功能。子站系统和主站系统均可发布数据, 子站系统用户只能访问本系统内数据, 主站系统用户可以访问所有下属子站系统内数

据。该网络主要应用于已有监测系统接入上级监测系统, 如市级监测系统接入省级监测系统; 省级监测系统接入国网监测系统; 用户监测系统接入地市监测系统。

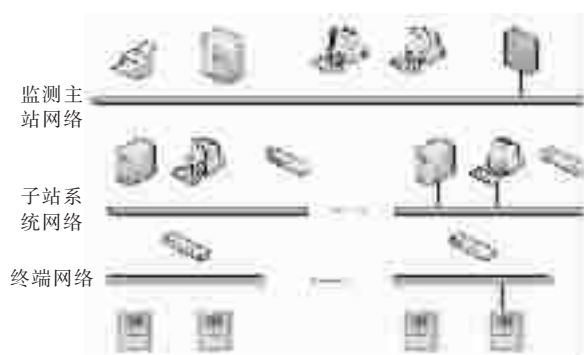


图 1 三层式网络结构

1.2 二层式网络

二层式网络主要为终端、监测主站系统二层网络分布, 如图 2 所示。终端采集数据后通过通信网络传输给主站系统, 主站系统负责数据存储、显示、发布、高级分析等功能。二层式网络主要应用于监测系统直接组网的方式。

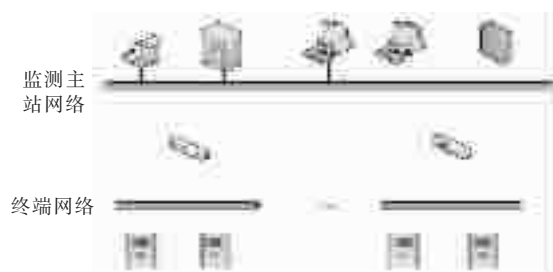


图 2 二层式网络结构

1.3 无线 3G 网络

无线 3G 网络主要由终端、3G 网络、监测主站系统组成, 其网络结构与二层式网络类似, 如图 3 所示。3G 网络主要应用了 3G、虚拟专用网 (VPN) 等先进技术, 通过公用的 Internet 进行数据传输。终端采集数据后通过 3G 路由器, 经由 VPN 发送至主站系统, 主站系统负责数据存储、显示、发布、高级分析等功能。



图3 无线3G网络结构

无线3G网络主要应用于偏远地区无法架设有线通讯网络或架设通信网络成本较高,大量用户侧电能质量监测系统的组建。

2 PQDIF 传输标准

电能质量数据交换格式 PQDIF 由 IEEE 标准委员会制定的 1159.3 标准定义。它完全独立于监测设备的软、硬件,不仅可以较好解决多数据源数据的兼容问题,还可以实现电能质量物理属性的多角度观察功能,满足了电能质量监测技术的发展需要。从标准的定义来看,PQDIF 标准以文件的形式存在比较多。目前多数的 PQDIF 标准应用也是以文件作为应用基础。

2.1 PQDIF 文件的特点

2.1.1 通用性

IEEE Std.1159.3 标准中为大部分的电能质量所涉及的有关测量数据提供了通用的表达方式,因此无论是对于测量数据的保存和读取均是在统一格式下进行的,用户的保存读取过程不用再进行烦琐的格式转换,减少了传输时间,提高了中间效率。

2.1.2 可扩展性

PQDIF 支持通过定义新的标识(GUID—全球唯一标识)来扩展记录,这样对于一些特殊的信息也可通过此类方式来进行保存。

2.1.3 可压缩性

PQDIF 文件采用开放的 ZLIB 压缩方法,使得文件更加紧凑易于保存。同时 PQDIF 文件定义了一些数据的简写规则,如时间序列共享、等差数列简写等,可以大大缩减文件大小。

2.2 PQDIF 文件的结构

PQDIF 文件由物理结构和逻辑结构组成^[2]。物理结构用于描述 PQDIF 文件二进制流的存储方式,该方式与存储的内容无关。逻辑结构用于标定 PQDIF 文件中各标签的层次关系,并根据该层次关系决定物理结构的存储顺序。

2.2.1 物理结构

PQDIF 格式文件是由一系列记录所组成的记录集合(如图4所示)。这些记录按照链表的形式排列,每个

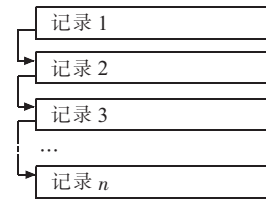


图4 PQDIF 的文件物理结构

记录中都有记录长度,以及下个记录的位置。

PQDIF 文件中每个记录均具有相同的基本结构,包含一个记录头和记录体。记录头由记录头结构组成。记录体由一系列的集合、标量和向量数据组成。这些数据的逻辑归属关系由逻辑结构决定。

2.2.2 逻辑结构

PQDIF 文件的逻辑结构由很多个记录的逻辑分层组成。即由一个简单的容器记录紧接着一个或多个数据源、监控器设置、观察数据组成。实际监测中每一条线路或每一个设备(单元式设备)均可以定义为一个容器,设备的设置和采样数据都是逻辑层的实例。此外,还可以通过定义新的标识来扩展记录。

在每个记录的头部用绝对链接来定义记录的次序,通过紧接着的记录表,定义了一个线性的记录表,该线性表具有一定的逻辑层次,如图5所示。

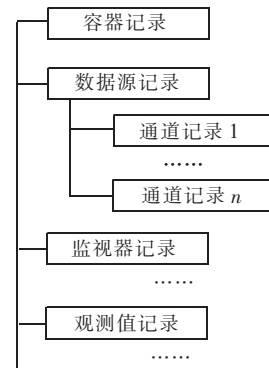


图5 PQDIF 文件逻辑结构

PQDIF 的逻辑结构实际为树形结构,标准内定义了各个标签的父、叶节点之间的逻辑关系。PQDIF 文件通过数据源记录中的4种标签(如表1所示)定义组合来确定每个逻辑通道对应的电能质量指标类型。

如某通道定义的4种标签值分别为:ID_QT_VALUELOG、ID_QM_VOLTAGE、ID_QC_RMS 和 ID_PHASE_AN,即可确定此通道首要序列定义表示的测量数据类型为稳态A相电压有效值。

2.3 PQDIF 的应用缺陷

在实际应用中 PQDIF 文件暴露出部分应用的缺陷。由于 IEEE1159.3 标准制定较早(2002年),因此缺少一些指标的定义,如谐波角度、谐波无功功率、谐波视在功率等。如要传输这部分的数据就要增加自定义的标签,降低了文件的通用性。另一方面部分指标的标

表1 标准中用于确定测量数据类型定义的4种标签

标签名称	标签值举例
高级类型标签	波形值(ID_QT_WAVEFORM)
	趋势值(ID_QT_PHASOR)
	统计值(ID_QT_VALUELOG)
物理量标签	电压(ID_QM_VOLTAGE)
	电流(ID_QM_CURRENT)
	功率(ID_QM_POWER)
特征标签	有效值(ID_QC_RMS)
	频谱值(ID_QC_SPECTRA)
	正序值(ID_QC_SPOS)
相位标签	A相(ID_PHASE_AN)
	B相(ID_PHASE_BN)
	AB相间(ID_PHASE_AB)

签定义存在多种定义,如谐波可用ID_QC_SPECTRA(谐波频谱)定义,也可用ID_QC_SPECTRA_HGROUP(谐波组)定义,同时还需要Observation内采用tagChannelFrequency标签或tagChannelGroupID标签定义谐波次数,这无形中增加了解析的复杂度。由于PQDIF文件数据采用序列化结构,因此在传输实时数据时文件过于臃肿,实时传输效率较低。

3 IEC 61850 标准

IEC 61850 标准^[3-11]是国际电工委员会第57技术委员会(IEC TC57)制定的关于变电站自动化系统和通信网络的国际标准。其最初目的是取消各种协议转换,使变电站内不同厂家的IED之间通过一种标准协议实现互操作和信息共享。随着IEC 61850 公用电力事业自动化通信网络和系统(第二版)的陆续发布,已经将其应用领域扩展到变电站之外,成为电力系统自动化领域唯一的无缝通信国际标准。IEC 61850 是一个庞大的变电站自动化标准,电能质量仅仅是其中的一个组成部分。电能质量相关的模型建立、通信协议、抽象通信接口完全依照IEC 61850 相关章节的定义。

3.1 IEC 61850 的特点

IEC 61850 标准规划了整个变电站内的所有智能电子设备模型和通信网络模型、通信协议。

3.1.1 良好的互操作性

IEC 61850 标准通过规定一系列的抽象通信服务接口(ACSI)约定了数据传输映射。不同厂家的IED设备之间、IED和监控系统之间可完全实现互操作。

3.1.2 良好的稳定性

IEC 61850 标准实际仅定义了智能变电站的规划,通过采用现行成熟的各种标准对本标准进行定义和解释。如采用UCA 2.0 标准进行变电站内各种数据对象和公用数据类的建模,采用工业制造报文规范

(MMS)进行通信传输,采用可扩展标记语言(XML)进行模型描述等,因此其具有良好的稳定性。

3.1.3 良好的扩展性

IEC 61850 标准可以通过逻辑节点类、公共数据类的定义来适应各行业的需求。如2011年发布的第二版扩展了电能质量各指标的逻辑节点定义,使得电能质量指标传输摆脱了最初采用完全可依照标准实现。后期如果出现新的电能质量指标类型,完全可以通过标委会增加新的逻辑节点来实现。

3.1.4 功能自由分布

IEC 61850 标准中对变电站内各种功能模型均进行了定义,因此完全可以实现不同的IED设备完成不同的功能模型或一个IED设备完成整个变电站内所有功能模型。在硬件足够强大的未来完全可以实现一台电能质量监测终端完成整个变电站的数据监测。

3.2 IEC 61850 的模型描述

IEC 61850 采用变电站配置语言(SCL)语言进行整个变电站模型描述。SCL语言是基于XML技术的一种语言规范,通过SCL内定义的各逻辑设备、逻辑节点、数据对象等描述,可以完整解析出电能质量终端能够分析计算的电能质量数据和电能质量终端所具有的各项功能。

3.3 IEC 61850 的传输协议

IEC 61850 协议采用MMS协议进行数据传输,MMS协议采用的是基于以太网的TCP/IP协议,因此其传输链路仅能采用以太网。

3.4 IEC 61850 的应用缺陷

IEC 61850 标准为变电站标准,其应用的网络模型为变电站内的通信网络,对于实时性要求很高。在实际应用中,电能质量归属于各地计量或者生计部门,因此通信网络一般采用四区网络(MIS网络),该网络由于混杂了各种办公、开票、自动化等信息,数据传输的实时性不强,通信链接经常会中断。对实时数据的传输和操作造成很大的影响。

4 2种标准比较

4.1 数据定义

PQDIF文件采用数据源记录的标签定义组合来表明电能质量指标定义。在观测值记录中仅能保存电能质量指标的值。定义组合比较繁琐,并且有些存在二义性。传输的数据单一,无法传输更多复杂的数据。

IEC 61850 采用面向对象的建模方法对电能质量指标进行建模,模型中包含电能质量指标值、品质、上下限值、值类型等信息。通过数据集的定义,可以自由裁剪传输的数据类型。所有电能质量指标的定义都由一个标准中明确规定的对象名称来表示,简洁明了。

4.2 数据传输量

PQDIF 文件采用压缩和数据裁减的技术,其文件大小可以最小达到原始数据量的 1/2,最大可以达到原始数据量的 1/100,保证较少的链路数据传输量。

IEC 61850 采用 MMS 协议进行数据传输,MMS 协议在电能质量数据传输时对原始数据又进行了一次 ASN.1 编码,造成链路数据传输量的增加。

经过实际测算,对于传输相同电能质量指标一天的统计数据,PQDIF 文件的数据传输量为 1.5 MB 左右,IEC 61850 标准的数据传输量为 21 MB 左右。

4.3 数据传输方式

PQDIF 为文件协议,没有规定数据传输协议。可以采用二进制流或者文件传输的方式进行传输,如 FTP, TCP/IP, MMS 等,并且可以在各种传输介质上传输,如以太网、GPRS、3G、串行总线等。传输方式灵活多变,适应性强。IEC 61850 采用 MMS 协议为基于 TCP/IP 的传输协议,仅能传输在以太网上。

4.4 实现的功能

PQDIF 为文件协议,因此 IEEE 1159.3 标准中并无定值操作、限值设定、手动触发等交互功能的定义,因此很难使用 PQDIF 文件对电能质量终端进行操作。仅能使用其进行电能质量数据传输。

IEC 61850 标准是一整套变电站操作标准,对于变电站内的所有功能均有定义,因此很容易实现监测系统与电能质量终端之间的各种交互操作和数据传输。可以实现电能质量数据动态监测的功能。

4.5 开发难易度

PQDIF 文件协议结构简单易懂,整个文件结构遵循编程结构思想,监测系统开发人员很容易就能掌握其文件结构,进行解析编程。能够减少监测系统接入的开发周期。可使用 C、VC++、C#、VB、JAVA 等多种语言进行开发。IEC 61850 协议比较庞大,监测系统开发人员需要理解系统模型建立、MMS 协议、ASN.1 编码、SCL 语言、XML 等相关知识才能进行开发,软件开发周期长。目前较多采用 C、VC++ 等语言进行开发。

5 结束语

目前电能质量通用的几种网络架构在实际使用中

可以采用多种网络价格混合使用的方式来构架通信网络,以满足不同用户或监测目标的接入。在数据传输协议中,PQDIF 文件标准和 IEC 61850 通信标准都是通用的标准,均可应用于文中描述的各种网络架构。PQDIF 更适用于数据传输量较少、实时性要求不高的通信网络,如无线 3G 网络。IEC 61850 标准则可广泛应用于二层式、三层式、无线 3G 网络等各种网络架构。相对于 PQDIF,IEC 61850 在控制和实现的功能上更灵活更丰富,因此 IEC 61850 标准必将成为未来电能质量数据传输的主要传输标准。

参考文献:

- [1] 雷斌,余金霞,李忠. 电能质量监测系统的方案探讨[J]. 江苏电机工程,2011,30(2):63-65.
- [2] 朱伟立,王俊,王巍,等. PQDIF 在嵌入式电能质量监测终端上的实现与应用[J]. 江苏电机工程,2011,30(2):59-62.
- [3] 李永亮,李刚. IEC 61850 第 2 版简介及其在智能电网中的应用展望[J]. 电网技术,2010,34(4):11-16.
- [4] IEC 61850, Communication Networks and Systems in Substations [S].
- [5] IEC 61850-6, Configuration Description Language for Communication in Electrical Substations Related to IEDs [S]. Ed.2 (CDV).
- [6] IEC 61850-7-4, Basic Communication Structure: Compatible Logical Node Classes and Data Classes [S]. Ed.2 (CDV).
- [7] IEC 61850-7-3, Basic Communication Structure: Common Data Classes [S]. Ed.2 (CDV).
- [8] IEC 61850-90-1, Use of IEC 61850 for the Communication between Substations [S].
- [9] IEC 61850-80-1, Exchanging Information from a CDC-based Data Model Using IEC 60870-5-101 or IEC 60870-5-104 [S].
- [10] IEC 61850-7-410, Hydroelectric Power Plants: Communication for Monitoring and Control [S].
- [11] IEC 61850-7-420, Basic Communication Structure: Distributed Energy Resources Logical Nodes [S].

作者简介:

- 王巍(1980),男,江苏南京人,工程师,从事电力系统自动化产品的系统开发工作;
- 金耘岭(1970),男,安徽淮南人,高级工程师,从事电力系统自动化产品的研究、开发及管理工作;
- 李忠(1973),男,江苏启东人,高级工程师,从事电力系统自动化产品的研究、开发及管理工作。

Application of PQDIF and IEC 61850 in Power Quality Data Transmission

WANG Wei, JIN Yun-ling, LI Zhong

(Nanjing Shining Electric Automation Co. Ltd., Nanjing 211110, China)

Abstract: Data transmission is an important part of system power quality. This paper summarized the current network structure commonly used in power quality monitoring system, as well as describing PQDIF and IEC 61850 standard from aspects of characteristics, structure and using defect. This article also pointed out their respective pros and cros in data definition, amount of data transmission, transmission mode, function realization and difficulties of development.

Key words: power quality; data transmission; PQDIF; IEC 61850