DNP3.0规约在发电厂监控系统中的应用

常学科[1]， 白兴海[2]
（1. 宁夏宁电光伏材料有限公司， 宁夏 银川 750021；
2. 宁夏中宁发电有限责任公司， 宁夏 中宁 755100）

摘 要： 针对传统远动规约在目前电厂、变电站等大型数据采集与监控系统中，遥控规约存在响应速度慢，报文丢失等诸多问题，在电厂监控系统中采用了分布式网络规约DNP3.0，以满足大型监控系统的技术要求。应用结果表明：DNP3.0规约的应用层设置以及灵活的数据处理机制可为大型数据采集与监控提供经济、灵活、可靠的解决方案。

关键词： 规约； DNP； 监控系统
中图分类号： TM764.2 **文献标志码：** B **文章编号：** 1672-3643(2013)04-0049-04
有效访问地址： http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1672-3643.2013.04.012

Application of Distributed Network Protocol 3.0 in supervisory system of power plant

CHANG Xueke[1], BAI Xinghai[2]
(1. Ningxia Electric Power Photovoltaic Material Co., Ltd., Yinchuan Ningxia 750021, China;
2. Ningxia Zhongning Power Generation Co., Ltd., Zhongning Ningxia 755100, China)

Abstract: Aiming at traditional remote control protocol exists lots of problems such as low response speed and message lost in large scale data collection and supervisory system of the current power plant and substation, adopts Distributed Network Protocol (DNP) 3.0 to satisfy the technological demands of large scale supervisory system. The application result shows that the application layer configuration and flexible data processing mechanism of DNP3.0 can provide economic, flexible and reliable solution for large scale data collection and supervisory system.

Key words: protocol; DNP(Distributed Network Protocol); supervisory system
DOI: 10.3969/j.issn.1672-3643.2013.04.012

目前，远动系统在电力系统发挥着至关重要的作用。随着远动系统的高速发展，电厂、变电站监控系统中子站多、数据量大，系统必须满足数据传输完整性、快速性等要求。而具有高效、可靠、灵活和标准化等特点的分布式网络规约（Distributed Network Protocol，DNP）既可用于数据采集与监视控制系统（Supervisory Control And Data Acquisition，SCADA），也可应用于分布式的自动化系统。

收稿日期： 2013-04-13
作者简介： 常学科（1979），男，助理工程师，从事电力生产技术管理工作。

目前在我国广泛应用于电力系统中子站系统、远程终端控制单元(Remote Terminal Unit,RTU)、智能电子设备以及主站系统之间的通信。宁夏中宁发电有限责任公司网络监控系统(Net Control System,NCS)在间隔层的RTU与主控单元采用了DNP3.0规约,很好地实现了在线检测与控制等功能。

1　网络监控系统结构

中宁发电有限责任公司网络监控系统应用GE-HARRIS公司生产的D25型RTU,下设10个间隔单元,主控单元采用基于GE-HARRIS公司D20ME模块的D200,双网冗余配置,并采用配套软件ConfigPro来灵活配置DNP3.0规约,实现"四遥"功能。

1.1　间隔层

间隔层根据现场发变组、线路等一次设备划分,共有10个测控间隔。主要设备采用GE-HARRIS公司生产的D25型RTU,该型号RTU具有很好的可扩展性和可组态性。D25RTU与一次设备辅助触点以及保护、自动装置报警接口硬接线连接,实现开关量的采集,并可以和现场CT、PT二次回路相连,实现电流、电压、功率等模拟量的采集。最终所有通过硬接线方式采集到的遥信、遥测量,D25RTU通过DNP3.0规约上传至主控单元D200。监控系统主站与RTU之间一般采用点对多点的通道配置方法,当子站数量众多时,传统规约的问答方式数据采集时间较长,势必影响重要变化信息的及时上传。而DNP3.0规约定义的主站探询及子站自发响应,主动上报方式的配合很好地解决了上述问题。D25RTU内的DNP3.0规约有如下特点:

(1) 支持主动上报,即非请求响应(Un-solicited);

(2) 支持竞争冲突处理(Collision Avoidance);

(3) 支持数据存储在RAM或NVRAM中以便于处理;

(4) 支持读类别数据(Class Data)。

具体处理过程如图1所示。

图1　数据处理流程

1.2　主控制层

主控制层主要设备主要为基于GE-HARRIS公司D20ME模块的D200RTU以及后台工作站、通讯监测设备等。本系统采用双机双网冗余结构配置,2台D200RTU、2个以太网,为保证系统可靠运行,双网双机可实现故障自动切换。以太网采用光纤通信,能以100 Mbps的速率进行传输。每台后台机和D25RTU均配有2个网卡,以配合双网通讯。D200RTU通过DNP3.0规约可实现对间隔层数据的召唤或接收。

1.3　工作站

工作站根据不同的需要,将SCADA工作站上的流程图显示、趋势曲线、历史数据保存、历史曲线查询、报警管理、报表管理等服务提供给生产运行人员,使运行人员及时了解生产消耗状况,为运行方式与故障处理等提供及时、详实、可靠的统计资源。

2　DNP 3.0规约简介

DNP 3.0是开放式协议,在物理层与数据链路层参照了IEC 870-5标准,遵循IS0/OSI七层参考模型的开放式远动通信规约。它规定了类似的物理层、链路层及应用层的内容。这种特定的模型被称之为性能增强的体系结构(Ethernet for Plant Automation,EPA)。IEC 101规约与DNP 3.0规约虽同为EPA结构,但IEC 101规约的自发响应上报方式,不能适用于点对多点的通道配置方式。这在目前的SCADA系统应用中有很大的局限性。为了支持高级的RTU功能和大于最大帧长的报文,DNP 3.0的数据链路采用一个伪传输层去完成最短报文的组装与分解,发送数据时它可以将较长的应用层报文拆分为多个短帧然后多帧传送,反之,接收时将短帧组装成完整的应用层报文[1]。

此传输层定义巧妙解决DCT、IEC 101规约应用数据容量小的弊端。

其层次结构如图2所示。

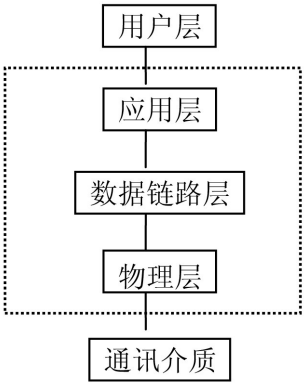


图2　DNP规约模型结构

DNP 3.0规约的文本共分4部分：数据链路层规约、传输功能、应用层规约及数据对象库。

3　DNP 3.0功能的实现

3.1　系统应用数据

DNP 3.0协议将应用数据共分为4类：第1类数据为遥信量和事件顺序记录（Sequence Of Event，SOE）；第2类数据为遥测量（电压、电流、功率等）；第3类数据为电度量；0类数据为静态数据[2]。4类数据的优先级顺序由高到低依次为：高优先级(classl)—中优先级（class2）—循环优先级（class3）—无优先级（class0）。以上所述各类数据的相关设定如表1所示。

表1　应用数据定义

数据种类	所属类型	对象号	变体号
遥测数据	2类数据	30	01/02/03/04
遥信数据	1类数据	01/02	01/02
SOE事件	1类数据	02/21/22	01/02
电度量	3类数据	20	05/06
遥调输出		41	02
遥控输出		12	02
校时		51	01/02

中宁发电有限公司网络监控系统使用不带标志的16位模拟量传送电流、电压、功率等测量值，使用单位2进制输入对象传送遥信信息、控制继电器输出块对象发送遥控命令、带变位时间的2进制输入对象请求S0E事件，使用时间与日期对象进行校时。

3.2　DNP规约在系统中的功能实现

中宁发电有限公司网络监控系统采用了DNP 3.0的主站轮询与子站自发响应模式，即在子站（D25）与主站（D200）的通讯中，每次通讯均由主站发起，子站响应主站的各种请求，采集各种实时数据、开关状态、报警信息和SOE事件。而子站采集到开关状态、遥测量变化时，可主动上传数据。

3.2.1　遥测、遥信信息的采集

中宁发电有限公司网络监控系统中遥测量是指电压、电流、功率、功率因数、频率等测量值，遥信指对应开关或线路的开关状态、运行状态及监视信息。子站D25采用交流采样与直流采样模块分别对遥测、遥信量进行采集。DNP 3.0在子站D25中设置了遥测死区，即所采集模拟量码值的变化量绝对值大于该死区阀值，子站可不经主站召唤而主动上传该模拟量数据，同时在主站D200中设置了召唤间隔时限与遥测死区时限，在系统上电运行后，主站按照设定时限不间断地召唤子站数据，在遥测死区时限内没有子站主动上传变化遥测事件时，主站对整个遥测数据进行召唤扫描，使测量值保持很好的时效性。

DNP 3.0对遥信数据同样采用定时限扫描全部子站与变化信息主动上传的方式。针对开关、设备的运行状态等外部遥信和系统故障信息等内部遥信，DNP 3.0根据需要，可以配置为检测当前状态或检测变位信息等检测类型。由于外部遥信变位信息一般作为SOE处理，通常设定外部遥信只检测当前状态。

3.2.2　遥控输出

DNP 3.0应用层的命名代码根据数据类型的特点，可完成读、写、冻结、自发命令等。控制命令根据代码可设置为选择操作、直接操作、无确认操作等方式。本系统采用选择操作方式，遥控操作前，对遥控对象进行选择，确认状态操作可行后方可下发遥控指令，降低误操作的几率，为值班操作员留下较大的回转余地。

3.2.3　SOE事件信息

DNP 3.0规约通过功能码的设置可将SOE事件设置为单独发送，以此满足遥信触发SOE或SOE触发相关遥信的功能。子站检测到有开关动作或故障引起的保护动作等重要事件发生时，立即在响应

报文中将数据标志置位而插入上传。主站收到该信息后，通过请求来获得SOE事件的相关信息[3]。

3.3　DNP 3.0规约的消息碰撞处理

由于DNP 3.0规约能够在多种通信网络拓扑结构下支持自发响应方式，在点对多点通信模式下，子站众多，上行下行数据量大，就会产生消息碰撞问题。DNP 3.0规约针对链路层消息碰撞配置了数据载波检测（Data Carrier Detect，DCD）以及发送时间延迟等处理方案。应用层的消息碰撞主要是由于主站请求命令与子站自发响应的冲突，发生“答非所问”的问题[4]。DNP 3.0规约配置的子站立即处理与确认后处理相配合的方式，很好的解决了主站与子站的请求与响应的冲突问题。此项配置功能也是DNP 3.0规约比DCT、IEC 101等传统规约优越的特点之一，弥补了传统规约报文丢失、消息延迟等缺陷。

4　结论

（1）DNP 3.0规约，采用伪传输层的方法对大容量数据分片传送，打破每一帧数据长度限制，保证数据传输速率与可靠性。

（2）DNP 3.0规约应用层设置中，通过对象、限定词、变程的灵活定义，可以表示多种数据类型和数据表示格式，满足不同数据传输优先级与不同响应时间需要。

（3）DNP 3.0规约的灵活配置以及不同通信方式下的多种消息碰撞处理机制功能更适合于目前SCADA系统可靠性的要求。因此，在电厂、变电站等较大型的SCADA系统中，DNP3.0规约能够提供更好的解决方案。

参考文献：

[1]　蔡运清.DNP3.O规约简介[J].电力系统自动化，1998，22(1)：49-51.

[2]　李志明，李鸣春，DNP 3.0规约在广州地区调度系统的应用[J].广东电力，1999，12(3)：12-16.

[3]　安艳萍，申群太，DNP3.0在基于RTU的综合自动化系统的实现[J].工业控制计算机.2006，19(8)：19-21.

[4]　张怿宁，徐丙垠，DNP 3.0自发响应方式和消息碰撞处理[J].电网技术，1999，23(11)：30-33.

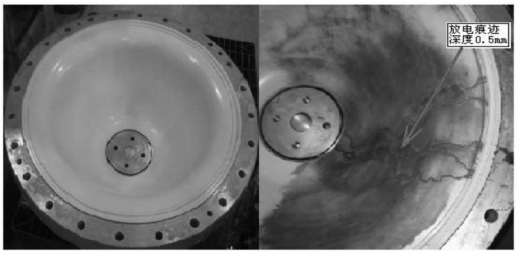
（上接第31页）

变电站7521 A相断路器出现故障的原因为断路器在现场安装过程中，故障盆式绝缘子电联接根部或与金属法兰连接处残留异物，产品带电运行后随着运行时间的延长，此处局部放电量逐步上升，最终导致盆式绝缘子贯穿性对地闪络故障发生。另外，断路器现场耐压试验及罐体内SF_6气体的试验时间为11月，与投运时间上差近一月，黄河变电站12月份昼夜温差较大，罐体内SF_6气体在温差变化较大的情况下气体中的水分会析出成凝露附着在盆式绝缘子的表面也是造成绝缘击穿的一个因素。

5　结论

（1）造成断路器故障跳闸的原因为断路器盆式绝缘子根部存在残留异物或凝露导致运行中发生放电击穿故障。

（2）近年来SF_6罐式断路器在投入和运行过程中，发生过不同的断路器内部绝缘故障，有的是在安装过程中带入金属异物产生；有的是在断路器运行一段时间后本体内产生剥落物，从而引发内部放电故障；有的是产品的主绝缘部件质量不过关发生绝缘故障；因此，生产厂家应在其生产组装工艺，高端试验检测技术等方面实现跨越，完善检测方法，保证产品供货质量，以确保电网安全稳定运行。



正常盆式绝缘子　　故障盆式绝缘子

图4　正常盆式绝缘子与故障盆式绝缘子

参考文献：

[1]　阳少军，樊灵孟，林志波.一次500 kV罐式断路器事故原因分析[J].高电压技术，2006，32(10)：126-127.

[2]　岳彦峰，黄兴泉.一起SF_6断路器灭弧室爆炸的原因分析[J].高电压技术，2007，33(6)：189-190.