

PTN 和 SDH 在电力系统中的应用分析

王 勇

(盐城响水县供电公司, 盐城 响水 224600)

摘 要: 数据业务在电力通信中占有越来越重要的地位, 电力通信业务最终将向全 IP 化方向发展, 为适应这一发展需要, 电力通信光传送网也必然向分组化方向演进和发展。PTN 是对 SDH/MSTP 光传送网的继承和创新, 是现阶段实现电力通信光传送网向分组传送网演进的最佳解决方案, 本文以电力系统为例从管理运维和经济效益方面分析了 PTN 和 SDH 在电力通信数据业务应用的优缺点。

关键词: PTN; SDH 数据; 电力系统

0 引言

各种新兴的数据业务应用对带宽的需求不断增长, 同时对带宽调度的灵活性提出了越来越高的要求。作为一种电路交换网络, 传统的基于 SDH 的多业务传送网难以适应数据业务的突发性和灵活性。而传统的面向非连接的 IP 网络, 由于其难以严格保证重要业务的质量和性能, 因此不适宜作为电信级承载网络。

PTN 利用 PWE3 (Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge) 技术实现面向连接的业务承载, 采用针对电信承载网优化的 MPLS (Multiprotocol Label Switching) 转发技术, 配以完善的 OAM (Operation, Administration and Maintenance) 和保护倒换机制, 集中了分组传送网和 SDH 传送网的优点, 实现了电信级别的业务。

以分组交换为核心的 PTN 技术, 是一种以 IP 化为导向的传输技术, 在利用分组交换核心提供电信级的 QoS 业务并实现高效传送的同时, 还具备了良好的 OAM、精准的同步性能和网络级的保护特性, 可广泛地适用于承载无线回传网络、以太网专线、以及视频等高品质的多媒体数据业务。PTN 一方面继承了面向 MSTP 网络在多业务、高可靠、可管理和时钟等方面的优势, 另一方面又具备以太网的低成本和统计复用的特点。相对于 IP 技术, 它又具备了 TDM/ATM 支持能力、电信级 OAM 手段、超强的时间同步能力和低成本优势。它的优势在于完美地结合了数据技术与传输技术, 来自数据方面的大容量分组交换/标签交换技术, QoS 技术, 来自传送的 OAM 管理, 50ms 保护和

同步, 可以使业务提供商的基础网络获得最大的技术优势, 增强未来快速部署新应用的灵活性和降低成本, 并可最大程度地利用现有网络资产。因此面向连接的、支持类似 SDH 端到端性能管理的 PTN 网络, 是下一代网络新的核心技术之一。

1 PTN 和 SDH 技术比较概述

1.1 设备特点

SDH 是一种基于时分复用的同步数字技术。对于上层的各种网络, SDH 相当于一个透明的物理通道, 在这个透明的通道上, 只要带宽允许, 用户可以开展各种业务, 如电话、数据、数字视频等, 而业务的质量将得到严格的保障。

稳定性好: SDH 基于时分复用, 稳定性高, 提供了丰富的检、纠错能力。SDH 可以组成各种形式的环网, 具有完善的自愈保护功能, 使得传输链路的可用性很高。

高速率性: SDH 可提供 2Mbps 至 10Gbps 的电路速率。它可以作为链路来支持 IP 网, 它的作用只是将路由器以点到点的方式连接起来。

高可靠性: SDH 网络可提供高质量、高可靠性的传输通道。通过自愈环的结构, 可确保通道的切换时间小于 50ms。同时, 联通网络的互联环结构, 保证跨环业务的生存性。

PTN 支持多种基于分组交换业务的双向点对点连接通道, 具有适合各种粗细颗粒业务、端到端的组网能力, 提供了更加适合于 IP 业务特性的“弹性”传输管道; 点对点连接通道的保护切换可以在 50 ms 内完成, 可以实现传输级别的业务保护和恢

复；继承了 SDH 技术的操作、管理和维护机制，具有点对点连接的完整 OAM，保证网络具备保护切换、错误检测和通道监控能力；完成了与 IP/MPLS 多种方式的互连互通，无缝承载核心 IP 业务；网管系统可以控制连接信道的建立和设置，实现了业务 QoS 的区分和保证，灵活提供 SLA 等优点。

1.2 产品理念

SDH (MSTP) 即为多业务传送平台，下面针对“多业务”、“传送平台”关键词说明其特点：“多业务”说明在 1 个设备上实现了多种业务的接入汇聚并通过统一的封装层由 PWE3 承载，实现了传统以太/ATM 设备与 SDH 设备的融合，丰富的接口满足了传统 SDH 设备进入网络环境复杂的城域网环境；“传送平台”说明其具有高可靠性、可运营性，通过完善多层次的保护方案实现故障时 50ms 恢复。

PTN 即为分组传送网，下面分别针对“分组”、“传送”关键词说明其特点：“分组”说明其交换核心为信元交换，相对 MSTP 的电路交换，可统计复用交换带宽，针对未来高突发统计分布的数据业务，实现不同业务的带宽共享，提高带宽利用效率；“传送”说明其具有高可靠性（完善的保护）、可运营（用户可精确控制配置，可定制 Qos）的传统 SDH 承载网络的特征。

1.3 关键差异

MSTP 具有电路交换的核心，MSTP 提供的是 VC 硬管道，带宽固定分配，能满足传统语音通讯业务要求。但即使该用户无业务流量，仍然固定占用该带宽，不能和其他业务共享，不能统计复用，设备交换带宽利用效率较低，不能适应数据业务高速增长高突发的带宽需求。

PTN 与 MSTP 相比最关键差异的是引入了信元交换的核心，适用了 all IP 的要求，同时在封装层引入 PWE3，实现多业务归一，降低网络建设和运营成本。

MSTP 不支持 1588 等 PSN 时钟/时间传送技术，对于频率同步，能通过 SDH 时钟机制高质量的实现；但对时间同步，没有解决方案，在需要时间同步的领域，必须使用 GPS 时钟。

PTN 支持 1588 V2 等 PSN 时钟时间传送技术，可消除对 GPS 时钟的需求，满足需要时间同

步的领域。

1.4 承载效率

PTN 可以提供弹性带宽，具备统计复用能力，提升管道利用率，MSTP 只能提供刚性带宽。线路侧承载业务速率比 MSTP 高，PTN 可提供 GE、10GE、40GE、100GE 等大带宽承载，MSTP 普遍基于 STM-1/STM-4/STM-16 等进行承载。

PTN 通过端到端 PWE3 进行多业务的统一承载，承载效率高，而 MSTP 在承载以太业务时，必须先把以太业务封装成 SDH 的帧格式（EOS）进行传送，带宽利用率低，承载效率低下。

2 PTN 和 SDH 在电力通信运用中的优缺点

2.1 传输效率分析

对于以太网和 IP 业务来说，PTN 承载效率明显高于 MSTP，因为 MSTP 需要通过 GFP 或者 LAPS 把以太网帧封装到 TDM 的虚通道中，这个过程会增加封装的开销以及处理的时延；而对 E1 等 TDM 业务而言，PTN 需要采用 CES 仿真，把 E1 的帧封装到以太报文中，MSTP 的承载效率要高于 PTN。综合起来比较，要看实际承载的业务是 E1 等 TDM 业务流量大还是以太网/IP 业务的流量大。

对于一个典型的独立型变电站，其业务包括：

（1）TDM 业务业务：传输调度数据网 每个站按 2 个 E1 考虑；

（2）VOIP 语音业务：IP 行政电话 每个站接口按 1 个考虑 IP 调度电话每个站接口按 1 个考虑；

（3）视频业务：每个站接口按 1 个考虑；

（4）100M 数据业务：信息、电量远传、通信监测、用电信息采集、变电站智能监测等各种业务各占用 1 个 PTN 端口，每个站共计占用 5 个端口。

从以上可以看出，基于 IP 的业务，包括 VOIP 业务、视频业务以及 100M 数据业务，其流量远远要大于 TDM 业务。因此，随着电力综合数据业务的逐渐发展，采用 PTN 网络的业务承载效率要远远高于 MSTP 网络。

在网络的核心汇聚层，PTN 40GE 产业链已经成熟，业界各主流光模块厂家已经可以实现 40GE 光模块的规模生产，业界各主流 PTN 设备厂商也

已经成熟推出 40GE 板卡, PTN 40GE 已具备整体成熟商用的能力。在接入层, PTN 10GE 设备也已经在现网规模商用, 集成度最高的 PTN 10GE 设备只有 2U 高, 可以接入 4 个 10GE 端口, 更能满足智能电网新增业务越来越大的带宽需求。

2.2 业务可靠性分析

PTN 网络层面的保护技术主要包含线性保护和环网保护, 线性保护主要包括 1+1 LSP 保护、1:1 LSP 保护等, 环网保护机制, 在具体的网络应用中, 可能存在不用的保护机制混合应用的情况。

线性保护 1+1 LSP 保护和线性 1:1 LSP 保护均遵循 G8131 标准, 两种保护机制原理简单, 倒换速度快, 是目前应用最多的两种保护机制。环网保护是基于段层的保护机制, 类似于 SDH 的复用段保护原理, 在故障处相邻两节点进行桥接, 采用 TMS 层 OAM 中的 APS 协议, 实现小于 50 ms 倒换, 在分布型业务模型下, 环网带宽利用率更高。

以上几种保护技术保护倒换时间都小于 50ms, 均能达到电信级要求。从网络应用的角度出发, 线性保护可以实现全网的端到端保护, 利于业务的管理和故障的定位, 环网保护可以抵御多次网络故障, 但是无法实现全网的端到端保护; 从网络带宽利用率来看, 1+1 LSP 保护的备用通道是被占用的, 不能用于传次要业务, 1:1 LSP 保护的备用通道正常时是空闲的, 只有在发生业务倒换是才被占有, 正常情况下可用来传次要业务, 有效的提高网络带宽利用率。

PTN 支持基于硬件 ASIC 实现 OAM, 提供链路层、承载层、业务层 OAM, 保证海量级业务的高可靠性和倒换速度。

PTN 支持主控、交叉、时钟、电源等关键部件备份、TPS、MPLS Tunnel APS、PW APS、LMSP、LAG、ML-PPP、IMA、环网保护、双归保护等针对设备、MPLS Tunnel、PW、链路、节点、环等完善的保护机制, 实现业务级、设备级和网络级保护。

PTN 借鉴 SDH 帧中携带故障定位与保护信息的机制, 创造性的采用了硬件收发 OAM 报文与 APS 保护倒换机制, 提供快速的故障检测和保护倒换, 满足电信级承载网络的要求(倒换中断时间 <50 ms), 基本与 SDH 相当。但除此之外还新增双归保护, 可以保护核心站点失效。

2.3 业务安全分析

PTN 采用 MPLS-TP 协议进行业务的转发, 针对每个业务建立不同的标签交换路径 (LSP)。每个业务独享属于自己的 LSP 通道, 如图 1 所示。

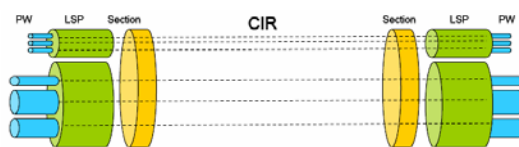


图 1 PTN 业务通道示意图

在 PTN 设备中, 在不同层级采取了隔离技术, 包括 PW 通道层隔离、LSP 通道层隔离、VLAN 隔离, 很好地保障了各业务报文之间的独立性和安全性, 不同业务具有良好的隔离性, 不同业务报文不会串访。

PTN 是面向连接的, 通过建立端到端的管道 (Tunnel) 来承载业务, 保护路径和工作路径固定, 业务路径可规划可控制, 类似之前 SDH 中的 VC 通道, 其分层/分级的告警/性能机制也与 SDH 类似, 可维护性高。

PTN 主要采用静态组网方式, 可以组建高稳定性的大网, 相比路由器采用动态信令方式, PTN 网络不会出现路由震荡、路由收敛慢等问题, 抗网络攻击能力更强。

另外, 从产品实现原理来说, PTN 跟 SDH 都是通过管道技术实现业务的透明传输, PTN 也采用透明管道的设计理念保证业务安全, 两者在安全性上没有区别。

管道技术: PTN 通过管道技术 (Tunnel/PW), 使得各业务流之间完全隔离, 避免了不同用户间的干扰或侵入;

透明传输: PTN 基于端口或子端口接入业务并做透明传输, 不对业务自身包含的协议进行处理, 可避免从协议层面发起的攻击;

硬件转发: PTN 的业务报文完全由硬件转发, 软件不参与, 软件层面的故障不会影响业务;

独立管理: PTN 采用独立的管理通道, 业务报文无法侵入到管理通道中, 确保网元管理与业务配置层面的安全。

2.4 管理和运维分析

电路交换时代, 作为传送网 SDH 不可分割的一部分, 各厂家的网管系统 (NMS) 基本上都严格按照电信管理网 (TMN) 要求设计, 严格使用

标准协议、接口和信息模型来设计,实现电信网络管理的自动化和标准化管理。可以说,网管系统独立于电信网络,与电信网络通过标准协议接口来接收电信网络的信息,并控制电信网络的运行,不允许未知、不确定的行为。同时提供丰富的标准北向接口,便于于 OSS 集成。因此,SDH 传送网是一个强管理、受管控的电信网络。

PTN 设计理念上,完全借鉴了电信管理网(TMN)的思路,提供也是一个强管理、受控的网络。所有用户对网络设备的操作、管理和维护全部通过远程的集中网管来完成,故障管理(Fault),性能管理(Performance),告警管理(Accounting),配置管理(Configuration),安全管理(Security)功能全部通过网管实现,并不提供第二种途径,也不需要其他工具或者途径配合完成。北向接口能力完全继承传送设备网管的北向接口能力,例如 Corba, SNMP, XML 等。

为了达到远程管理的目的,必须提供一个管理通道,保证设备上电时,管理就是可达。PTN 借鉴 SDH 管理通道 ECC 设计思想,设备上提供一条与业务无关的管理通道(DCN)。DCN 是独立于控制平面和业务之外一个专用逻辑通道,用来传送 PTN 网络网元和网元之间的管理信息。当前 PTN 实现方式是占用一个独立的业务 VLAN,该 VLAN 是系统用来传送管理信息的,用户业务不能占用,也可以实现设备上电 DCN 可通,管理可达。

电路交换时代,SDH 传送网络提供基于“电路连接”业务,例如 VC12 连接,VC4 连接等,网管管理的基本对象是“电路连接”,其操作、管理和维护也是基于“电路连接”的,同样,性能统计、告警管理、保护倒换、配置、故障管理也是基于“电路连接”的。

分组交换时代的 PTN 设备,提供的仍然是“电路连接”业务。例如 PW 连接,LSP 管道连接等,网管管理的基本对象仍然是“电路连接”,其操作、管理和维护也是基于“电路连接”的,同样,性能统计、告警管理、保护倒换、配置、故障管理也是基于“电路连接”的。PTN 的网管感知和管理整个网络的拓扑结构、资源和存量,只要知道一个网络的拓扑结构,就可以创建端到端的连接,并且进行业务的快速发放和运维管理。

2.5 经济效益分析

根据摩尔定律,集成电路芯片上所集成的电路的数目,每隔 18 个月就翻一倍,微处理器的性能每隔 18 个月提高一倍。也就是说,越晚开发的产品,因为采用更新开发的芯片,性价比会越高。在公网,大规模建设 MSTP 的时代已经过去了,业界各主流厂家最近 5 年来在 MSTP 产品研发上的投入也随之大幅减少。现在业界主流的 MSTP 产品都是大概 5 年前开发的,甚至更长时间以前开发的,所以都没有使用上当前最新的芯片和电子元器件。而 PTN 产品是最近 5 年内开发的,业界各主流传输厂家也持续在 PTN 产品研发上投入资源,所以更新更强大的芯片也持续在 PTN 产品上应用。相比业界主流的 MSTP 产品,业界主流的 PTN 产品性能更加强大、线路带宽更大、集成度更高、功耗更低、性价比更高。

随着电网精细化管理的不断深入及智能电网的建设,大量的营销、管理、多媒体业务将融入电力通信网络,业务类型将由传统的 64K、2M 等低速小颗粒 TDM 业务转向 FE、GE、10GE 等大颗粒 IP 业务。大批电网信息化、自动化和互动化的新业务对带宽的需求迅速增长,业务类型迅速转型,IP 数据业务已占通信网络容量的 90% 以上,这对电力通信网的网络带宽的高效性、灵活性、可靠性和可管理性提出了新的要求,现有的 MSTP 传输网无法满足未来的发展需要。

以 MPLS-TP 为主流的 PTN 技术已在电信网络中大规模推广应用,其不断完善 OAM、网络保护及可扩展性已经满足电信级网络的要求,在电力通信网中广泛部署 PTN 网络的技术条件已经成熟。IP 化是网络发展的必然趋势,面临技术和网络转型期的通信业正在积极跟进相关技术和产业的发展动向。PTN 网络首次在传送网中引入了分组交换的特性,虽然也由此造成了传送网络拥塞的可能性,但是通过对于 PTN 网络 QoS 的合理规划,针对每一条业务流制定有效地转发策略,能够把传送网发生拥塞的可能性降到最低,并且根据业务的特性提供差异化的传送服务,保证每条业务的传送质量。

3 PTN 在响水电力系统中实际应用

盐城响水接入层传输网于 2007 年投运,设备

采用中兴 622M/2.5G SDH 光传输设备，接入层传输网不符合通信规划要求，不能实现数据业务的统计复用高效传输，不能保证高等级业务的安全、高效传输。现有 SDH 设备不具有面向 IP 化业务演进的综合承载解决能力，无法满足传输网业务 IP 化的发展要求。

响水 PTN 网络由一个 10G 主环与三个 GE 支环组成，支环与主环呈环连接拓扑结构。见图 2。

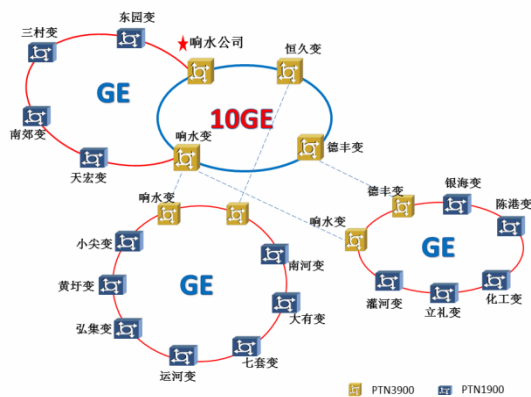


图 2 响水 PTN 网络拓扑图

各变电站到响水公司中心站之间的业务保护方式采用 1+1 LSP Tunnel（双发选收）模式，业务因故障中断的保护倒换时间小于 50ms。

目前响水 PTN 网络主要承载 MIS 网业务，通过 PTN 可以实现对 MIS 业务带宽、性能进行更好的管理和控制，使得可靠性大大提高。

4 结束语

数据业务在电力通信中占有越来越重要的地位，电力通信业务最终将向全 IP 化方向发展，为适应这一发展需要，电力通信光传送网也必然向分组化方向演进和发展。PTN 是对 SDH/MSTP 光传送网的继承和创新，是现阶段实现电力通信光传送网向分组传送网演进的最佳解决方案。用 PTN 解决方案来建设电力数据网，为电力数据业务提供高带宽效率、高可靠性、具有完善管理维护机制的承载网，这一先进平台将确保满足目前和未来智能电网建设的需求。

参考文献：

[1] 肖萍萍,吴健学. SDH原理与应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.

[2] 李如振,王海洋,杨雪,等. 山东电力PTN数据承载网规划及建设方案[J].电力系统通信,2012(06):12-17.

[3] 贾小铁,雷学义,吴云峰,等. PTN为智能电网提供理想的信息通信平台[J].电力系统通信,2010,31(07):20-23.

作者简介：

王 勇（1984—），男，江苏盐城人，工程师，从事电力通信系统运行维护工作。