

电力系统数据网络技术体制分析

辛耀中, 卢长燕

(国家电力调度通信中心, 北京 100761)

摘要: 分析了数据网络中 SDH, ATM, IP 等技术的发展趋势, 以及宽带数据网络技术应用 4 种典型模式。根据电力系统传输网络的状况和应用业务的特点, 提出了一套综合解决方案, 并对当前有争议的几个问题: 网络技术融合、专用网与公用网、宽带网与窄带网进行了讨论。

关键词: 电力系统; 数据网络; 通信; 技术体制

中图分类号: TM 73

0 引言

最近, 在全国电力系统“十五”二次规划的制定过程中, 电力系统数据网络技术体制成了全系统关注的焦点, 对此展开了热烈讨论和深入研究, 提出了各种各样的观点, 曾数次邀请国内著名专家学者进行技术咨询, 但是意见不一, 而网络设备生产厂家更是“卖西瓜说西瓜好, 卖冬瓜讲冬瓜好”。分歧和争论主要可以归纳为两大类: ①主张以 ATM 交换技术为核心; ②主张以 IP 交换技术为核心。

我们认为, 应该根据电力系统的通道基础、应用特性、安全要求、服务需求、技术发展等方面综合考虑电力系统数据网络的技术体制, 并据此提出一套综合解决方案。

1 宽带数据网络技术的发展

近几年来, 光纤介质上的密集波分复用 (DWDM)、同步数字体系 (SDH)、异步传递模式 (ATM)、IP 交换及 IP 应用等技术发展很快, 已经广泛应用, 但这几种技术对某一应用场合而言未必都是必须的。目前至少提出了 4 种典型模式: ①光纤 + SDH + ATM + IP; ②光纤 + ATM + IP; ③光纤 + SDH + IP; ④光纤 + IP。见图 1。

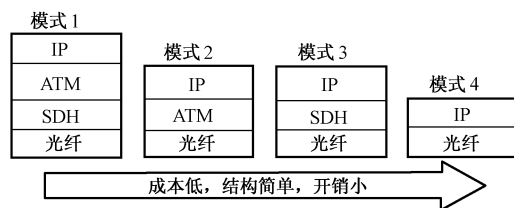


图 1 宽带数据网络技术体制发展示意图

Fig. 1 Development of broad-band network technology

由图 1 可见, 从模式 1 到模式 4, 最底层的光纤

介质在各模式中相同, 上层的 IP 交换和应用在各式方式中相同; 从左到右, 其设备成本和运行成本依次降低, 而系统性能依次提高。

1.1 光纤通信

光纤通信技术发展飞速, 目前单波道数据速率达 2.5 Gbit/s, 实验速率可达 40 Gbit/s, 采用 DWDM 技术的一对光纤可传输数据达数百上千 Gbit/s。光纤通信已经在电信领域得到了广泛应用。对电力系统而言, 采用光纤通信技术有两大潜在优势: 一是利用高压电网的自然出线走廊, 建设复合地线光缆 (OPGW), 形成广域光纤网络; 二是利用配电网, 将光纤延伸到家家户户。这个优势是其他行业所没有的。不少国家充分利用这个优势, 建立了独特的电力光纤通信网络, 除了更好地服务于电力生产外, 还对社会提供通信服务。而目前我国电信行业的“八纵八横”光纤网络已经基本建成, 铁路系统的光缆已达 2 万 km, 广电部门的有线电视光纤网络也已到户, 电力系统光纤通信的外部发展空间已经受限。现在电力行业各地都在加紧光纤网络的建设, 主要在新建高压输电线路路上采用 OPGW 光缆, 但新建线路毕竟有限, 所以不少地方利用现有输电线路建设自承式光缆 (ADSS) 或缠绕光缆, 且这类光缆在电腐蚀以及检测标准等方面还存在很多问题, 近期急需突破不停电更换 500 kV/220 kV 地线架设 OPGW 光缆的技术, 国外 (如英国、韩国等) 已经大面积采用。

1.2 SDH 技术

SDH 是在 PDH (准同步数字体系) 的基础上发展起来的, 仍然采用时分复用 (TDM) 技术, 加强了组网功能, 具有自愈能力。由于固定带宽分配, 所以故障路由迂回实为有损迂回。SDH 源于传统通信技术, 自然与传统通信业务融为一体, 尤其对实时业务 (遥控、遥调、继电保护等) 及等时性要求高的视频业务能够很好地支持, 并很容易为通信专业人员所接

受。由 SDH 的帧格式可知,SDH 帧头开销为 2.96%,效率为 97.1%,传输效率相对较高,而且非常便于对外出租带宽。SDH 的主要问题是,对通道的传输能力没有充分利用,这是 TDM 体制的固有缺陷。SDH 采用同步复用,对时钟同步要求很高,大规模的 SDH 网络需要同步网的配合。

1.3 ATM 技术

ATM 是从分组交换技术发展而来的,与 X.25 传统分组交换相比,有两大改进:一是将分组长度固定,以便于硬件实现,提高效率;二是为了同时满足数据、语音、视频等应用的要求,将分组长度在这些应用之中综合平衡,最后定为 53 个 8 位位组,以提高实时性能,且使效率不至于太低。ATM 是目前惟一基于统计复用,且能够同时满足数据、语音、视频应用要求的宽带网络交换技术,已广泛应用于电信等需要综合服务的场合。ATM 在发展初期大有将广域网和局域网统一于自己麾下的趋势,但随着千兆以太网的出现以及局域网交换技术的发展,ATM 已退守广域网地盘;而 IP 交换技术的迅速崛起,也使其在广域网方面很可能让位于 IP 交换技术。ATM 的主要缺陷是效率问题,其信元头部开销为 9.4%,效率为 90.6%。ATM 具有很好的服务质量(QoS)机制,能够很好地承载实时应用和等时性应用。对于电力系统特有的继电保护应用,ATM 可通过 AAL1 适配技术提供标准的 E1 G.703 信道(2 Mbit/s),理论上完全可以满足继电保护的要求,但现在还缺乏实验数据和现场实践。预计 ATM 仍将在一定的环境下使用。

1.4 IP 交换技术

IP(Internet Protocol)本来只是一种为美国 DARPA 网开发的网间互联的网际协议,后来在 UNIX 和 NT 的内核中实现,随着 UNIX 和 NT 而迅速普及,并导致 Internet 的革命性的发展。与 ISO/OSI 协议相比,IP 协议简单实用,面向数据业务,采用变长报文结构,不同种类的应用有不同的平均报文长度,长度越短,效率越低,实时性越好。IPv4 报头为 24 个 8 位位组,IPv6 报头为 40 个 8 位位组,开销很大。对电力系统实时应用来说,若以平均报文长度 256 个 8 位位组计算,其报头开销为 15.6%,效率为 84.4%;若以平均报文长度 512 个 8 位位组计算,其报头开销为 7.8%,效率为 92.2%。由于因特网日益普及,几乎使所有应用都与 IP 相关,人们自然想到是否可以将 IP 应用扩展至语音业务和视频业务,乃至核心交换领域。实验证明是可行的。与传统电话网络不同的是,IP 网络建造在商业化部件的基础之上,把智能推向网络边缘,网络边缘是用户和小型开发商的领地。原以为 ATM 和 SONET 将成为新一代电话网络的两大支柱,但近来光纤 IP 的

发展大大削弱了 SDH/SONET 的作用,甚至有可能彻底终结 ATM。今后,IP 网络将日益普及。

1.5 光纤+SDH+ATM+IP

早期的宽带数据网络一般以 SDH 为基础。网络层采用 ATM 交换技术,实现数据、语音、图像等多种应用的综合,通过 ATM 信元交换实现统计复用,提高通道利用率;上层通过 IP 适配各种应用。这种光纤+SDH+ATM+IP 模式综合采用了几种技术,可以很方便地适应各种应用场合,提供多种接入方式。目前主要是一些传统电信公司采用该模式,广东电力公司和天津电力公司也采用该模式,可以为用户提供全方位通信服务,灵活性较好。但这是以较高的设备投资、较高的运行成本、较高的额外开销为代价的。使用 ATM 在 SDH 上传送 IP 数据,将增加设备和协议层,并随着传输速度的增加而使系统更加复杂,这是因为 ATM 必须将分组数据业务量分段和再组装(SAR)。SAR 功能要求 ATM 交换机中装有昂贵的芯片组,因而限制了扩充性。许多数据网络专家认为,ATM 不是传送 IP 业务的最佳途径,也不能满足未来对带宽的要求。关于通过 SDH 用 ATM 传送 IP 业务是否更有效,一直有争论:ATM 支持者认为 ATM 能提供服务质量(QoS)保证,所以它能更可靠地传送语音、视频和其他时间敏感的分组数据;IP 支持者认为 ATM 开销大、效率低。在 OC-12 线路的 622 Mbit/s 带宽上处理 ATM 报头信息,将需要大约 60 Mbit/s 的信元负担,加上把 IP 映射成 ATM 帧所需的网络接口开销,总的带宽减少量最高达 30%,实际测得的协议开销为 22%,综合效率仅为 78%。

1.6 光纤+ATM+IP

为了提高通道利用率,充分利用 ATM 信元分组交换的统计复用特性,提出了完全抛弃时分体系,直接将 ATM 用于光纤上,一步跨入统计复用体系。这对于电力通信系统而言,的确是一个革命性进步,作者在 3 年前曾主张采用该方式,江苏电力公司已采用。但该方式也有若干不足:①ATM 交换机的线路驱动能力较低,一般在 40 km~60 km 之内,取消 SDH 后,在广域网上必须增加光放大设备,而光放大设备比较昂贵,几乎与 SDH 设备价格相当;②由于没有 SDH 的带宽复接功能,对要求固定带宽的继电保护通道、安全自动装置通道、常规远动通道、对外出租带宽等,不能提供直接支持,只能通过固定比特率(CBR)适配的方式实现,但大量的 CBR 适配破坏了 ATM 统计复用的优点,比 SDH 开销更大;③该方式的安全隔离特性比 SDH 弱得多,只能提供基于虚拟专网(VPN)的逻辑隔离,对于关键业务是很不够的,安全部门也不认可;④在 ATM 上传输继电保护信号,虽然原理上没有问题,但还未见到

国内外有关测试或应用的报道。

1.7 光纤+SDH+IP

直接用 IP+SDH 能够传送所有类型的业务,而且对于只传数据的网络来说,是理想的传输手段,因为它不用 ATM,因此减少了网络堆栈层,开销较少。随着 IP 业务量的增加,这种考虑变得更加重要了。ISP、本地电话营运商乃至大型企业用户,希望直接通过 SDH 传送 IP 业务,作为一种快速、高效、可靠、容错和更容易配置的替代技术。这里需要特别注意的是:虽然从效率角度看,光纤+SDH+IP 模式高于光纤+ATM+IP 模式,但这是以损失部分系统整体效益为代价的。因 IP 也具有统计复用特性,所以分配给 IP 交换的带宽利用率与 ATM 交换一样,没有降低,但其他部分的带宽,尤其是分配给传统业务(如 PCM 终端、程控交换等)的带宽仍然是时分模式,综合利用率较低。另一方面,光纤+SDH+IP 模式很容易实现对不同 IP 应用业务之间的物理隔离,这对电力系统控制、保护等关键业务是至关重要的。而在光纤+ATM+IP 模式和光纤+IP 模式中不得不采用隔离特性不是很好的 VPN 技术,或采用更低层的波道隔离或纤芯隔离措施,这又导致造价的成倍提高。

1.8 光纤+IP

由图 1 可见,只有底层的光纤和上层的 IP 存在于所有 4 种模式中,而 ATM 和 SDH 都可以省略,所以提出 IP 直接上光纤的模式。该方式线路利用率较高,最适合于一般的 IP 数据业务。对于电力系统中实时性要求很高的继电保护和安全自动装置等应用,从理论上讲,IP 不可能提供 CBR 支持,但可以采用预留带宽方式加以弥补。这方面还没有见到国内外的相关报道,所以该模式近期全面用于电力系统还存在一定风险。目前 IP 也在吸收 ATM 的优点,以后也可能采用定长报文,预计随着 IP 技术的快速发展,会有效地解决这方面的问题。目前虽不敢断言 IP 是万能的,但它确实主宰了现在的网络世界,原因有:①以 IP 技术为核心的因特网遍布全世界;②对 IP 协议的支持已成为计算机系统的核心组成部分。因此,对 IP 技术应从战略高度来认识。

2 电力系统数据网络应用特点及综合解决方案

网络应用的分类方法有许多种,可以按实时等级、安全等级、业务类型等多种标准进行分类。综合考虑这些因素,电力系统网络应用可分为四大类:管理信息类、生产控制类、话音视频类、对外经营类。

2.1 管理信息类应用

电力系统管理信息类应用可分为 2 个部分,其

中,有关信息资源的应用大都采用 Web 技术,有关公文流转的应用大多基于流控技术(如 Lotus Notes, Exchange),而这两种技术又都是基于 TCP/IP 的。这类应用中的多媒体服务其实也是基于 TCP/IP 的,不应归入传统视频业务。所以,管理信息类应用也是基于 TCP/IP 的数据业务,突发性很强,速率要求较高(如 155 Mbit/s),实时性不高,作为电力系统的内部公用网,应覆盖除生产控制类以外的所有数据业务,其网络布局集中于行政办公中心,一般集中在城市,为宽带网络。

2.2 生产控制类应用

由表 1 可知,在电力系统生产控制类应用中,除了继电保护和安全自动装置近期只能用 SDH/PDH 专线外,其他应用都可采用基于 TCP/IP 的数据网络。全国地调以上 6000 多套常规 RTU 需要较长时间才能全部过渡到网络方式,目前一级网上还有几个调度中心采用 DECnet 协议,但低层仍基于 IP/X.25。对于无人值班变电站的视频监视系统(遥视),采用常规专线通道的应该归入视频业务,采用数据网络方式的可以作为数据应用。所以总体上看,生产控制类应用是基于 TCP/IP 的数据业务,速率要求不高($N \times 2$ Mbit/s),数据流基本恒定,但实时性较强,可靠性和安全性要求较高,其网络布局须覆盖大量发电厂和变电站,属于较特殊的一类窄带业务。

数据网络是电力市场的重要技术工具,正是由于数据网络,特别是因特网的飞速发展和普及,才导致电子商务以及现代电力市场的快速发展。狭义地看,数据网络不直接参与市场交易等应用功能,仅是市场数据信息的交换传输平台;广义上讲,EMS、电能量计费等系统也是支撑电力市场运营的重要平台,是技术支持系统中的组成部分。根据国外和国内(上海)的经验,基于数据网络之上的电力市场既容易又方便,所以还没有数据网络的电力市场试点单位都在加紧网络建设。总之,可以得出以下结论:①即时信息系统应该向市场参与者和公众开放,尤其是配电市场,应该连到公共因特网,但要采取必要的安全防护措施;②报价系统也应连到公共因特网,但必须采取严格的安全防护措施,在发电侧电力市场阶段,也可以采用企业网或实时专网,这可适当减少安全防护投资;③能量管理系统涉及实时控制,数据流量不大且基本恒定,应该采用专用通道或实时专网,以便实现物理隔离,确保控制系统和电网安全;④电能量计费系统属于准实时业务,与金钱直接相关,所以安全要求也很高,可以利用实时专网,没有条件的地方可采用电话拨号方式。

表 1 电力系统生产控制类应用
Table 1 Applications of network technology to production and control in power systems

电力应用	传输方式	低层协议	应用层协议	传输速率/ (kbit · s ⁻¹)	实时性	安全可靠
继电保护之间	专线	PDH/SDH	专用	≤64	ms 级	安全可靠
继电保护-主站	网络	TCP/IP	DL476	≥64	s 级	安全可靠
安自装置-主站	专线	PDH/SDH	专用	≤64	ms 级	安全可靠
故障录波-主站	网络/拨号	TCP/IP	应用层 DL476	≥64	s 级	可靠
现有 RTU-主站	专线	PDH/SDH	IEC60870-5-101	0.600/1.200	s 级	可靠
新型 RTU-主站	网络	TCP/IP	TASE. 2/DL476	≥64	s 级	安全可靠
能量管理系统之间	网络	TCP/IP	TASE. 2/DL476	≥2000	s 级	安全可靠
变电站自动化系统-主站	网络	TCP/IP	IEC61850 系列 TASE. 2/DL476	≥64	s 级	安全可靠
电能量计量装置-主站	网络/拨号	TCP/IP	IEC60870-5-102	≥64	s 级	安全可靠
电能量计量系统之间	网络	TCP/IP	TASE. 2/DL476 IEC60870-5-102	≥2000	s 级	安全可靠
水情采集装置-主站	网络/拨号	TCP/IP	DL476	≥64	s 级	安全可靠
水调自动化系统之间	网络	TCP/IP	DL476	≥2000	s 级	安全可靠
发电报价系统-主站	网络/拨号	TCP/IP	Web EDIFACT	≥64	s 级	安全可靠在公网加密
市场信息发布系统	网络	TCP/IP	Web	≥2000	s 级	安全可靠在公网加密
调度生产管理系统的	网络	TCP/IP	Web	≥2000	s 级	安全可靠
雷电采集装置-主站	网络	TCP/IP	Web	≥64	s 级	可靠
雷电定位系统之间	网络	TCP/IP	Web	≥2000	s 级	可靠
无人值班站视频监控-主站	网络专线	TCP/IP	Web	≥2000	ms 级	可靠

2.3 话音视频类应用

话音业务又可分为 3 种：①行政电话，指电力生产各级部门之间日常电力生产和管理用的电话，目前业务承载在电力行政电话自动交换网上，中继线传输速率为 2 Mbit/s 到 $N \times 2$ Mbit/s。②调度电话，指各级电力调度中心之间，电力调度中心与发电厂站、变电所之间的电力调度、水库调度用电话，它对电网的安全运行至关重要，要求极高的业务保障，因此具有最高优先级别。目前主要采用带有备份的 64 kbit/s 专线电路和具有最高优先级别的电路交换方式来承载。③会议电话，指电力生产各级管理部门之间用于电力生产重要工作的安排、指挥等多方通信的电话，它是第 2 优先级别的电话业务。

视频业务主要包括：①电视会议系统，当前采用 H. 320 技术，一般 MCU 之间和 MCU 与终端设备之间采用 2 Mbit/s 或 $N \times 64$ kbit/s 的通道；②无人值班变电站视频监视，其传输速率为 64 kbit/s ~ 384 kbit/s。

话音业务和视频业务本来都是建立在 PDH/SDH 时分体制之上的，若转移到 ATM 平台上不是很困难，主要因为 ATM 具有很好的 QoS 及 CBR 的适配能力。如果将这类应用放到 IP 平台上，理论上讲没问题，但因为 IP 是面向数据业务的，当前阶段实际效果不是很好，以后会不断改善。

2.4 对外经营类应用

要使电力系统通信成为新的经济增长点，必须充分考虑对外经营。管理信息类应用主要体现了行业的技术进步，不直接创造价值；生产控制类应用服

务于电力生产，责任很大，但不直接创造价值；只有对外经营可以直接带来收益。对外经营类应用受外部环境影响很大，如：对外经营许可权、电信服务商状况、用户需求情况等，应该先进行深入细致的市场调查和分析评估，根据市场的需要建立相应的通信网络系统，但一定要与电力系统内部使用的数据网络物理隔离，防止社会用户影响电力系统的核心业务。这类网络拓扑结构主要覆盖大、中型城市，以及人口密集地区和富裕地区。

2.5 网络安全体系

目前公共网络上黑客、病毒盛行，虽然采用了一系列的安全防护措施，如防火墙、加密、安全扫描、黑客追逐、动态监测等，但仍有不少著名网站受到攻击。我国公共安全部门明确规定，国家机关和政府部门的内部网络必须与公共因特网物理隔离。最简单的办法就是，所有的网络交换设备、布线系统、服务器、用户终端等全部 2 套，一套对内，一套对外，两者互相之间不能相连。电力部门虽然已经从政府部门转变为企业，但电力生产直接关系到国计民生，其安全性要求甚至高于一般的行政办公系统，因此也被要求执行国家网络安全方面的有关规定。网络安全是以昂贵的造价为基础的。

电力系统原来的数据网络为内部专用的封闭系统，受到攻击的可能性很小。但网络的发展使安全性发生了 2 个本质的变化：①随着因特网的迅速普及，各地数据网络或信息网络大多已接入公共因特网，虽然都配备了防火墙，但防护能力仍很弱，已经发现网络黑客的痕迹；②随着电力通信的高速发展和高

速光纤通信网络的建设,必然会发展到对外经营,社会上的用户形形色色,使网络安全问题更为复杂。如果黑客通过数据网络制造电网事故,引起系统瓦解,后果不堪设想,所以必须加强网络的安全防护。

总之,电力系统数据通信网络的安全防护措施,宏观上应该实现2个物理隔离,即外网与内网的物理隔离、生产控制类应用与其他应用的物理隔离,以确保实时的生产控制类应用的安全。

2.6 网络利用率

我国电力系统数据网络的建设和应用已经有近10年的历史,因受通道的限制,到目前一级网络主干电路也仅384 kbit/s。开始时只承载实时调度数据业务,后来为了促进电力信息系统的发展,决定数据网络也要承载管理信息业务,在没有足够带宽的情况下,这是不得已而为之。实时数据基本上为恒定网络负荷,管理信息为突发型网络负荷,两者相结合,可实现互补和优化,提高网络利用率,这在当时的条件下发挥了重要作用,本文作者也曾发表文章介绍这方面的情况。但是没有预料到 Internet/Intranet 会如此迅速发展,数据网络上 Web 浏览用户数目激增,在某些时段会阻断实时数据的正常传输(重庆、四川、福建均有此现象发生),这时不得不人为中断 Web 服务,以保证实时数据的传输。因此,以后在具有比较富裕的光纤宽带网络的情况下,应该尽可能将这两类应用分开,其意义是安全隔离和分类优化。

2.7 网络实时性

一般认为,ATM 交换最适合于实时应用,这要端到端全程都采用 ATM 时才能达到。实时性是响应实时性、传输实时性、等时性等方面的统称。视频业务数据传输量大,且视觉要求画面不能抖动和变形,所以对等时性和传输实时性要求较高,希望报文长度适中,可用 CBR 或固定带宽方式实现。话音业务数据量小,且受听觉特性的制约,对响应实时性和传输实时性要求较高,希望报文尽可能短。一般数据业务突发性较强,对实时要求相对不高,希望报文尽量长,以提高效率。电力调度自动化的实时数据为小流量恒定数据流负荷,主要要求实时响应,希望报文长度适中。ATM 为了同时满足数据、话音、视频各自的实时性要求和性能效率的要求,只好在两者之间进行折中,其信元长度通过表决确定为53个8位位组,便于硬件实现。而 IP 实质上是变长分组交换技术,主要是为数据业务设计的,在实时特性方面不及 ATM。由于 ATM 技术在局域网方面的失败,使 ATM 不能延伸到桌面,局域网(LAN)接入 ATM 广域网需要通过基于 IP 的路由器,即 ATM 不能提供端到端的服务。对于数据业务,尤其是实时数据业务而言,即使广域网采用 ATM 交换,但两端接入仍

为 IP,所以系统实时性取决于 IP 的实时性,且因位于中间的 ATM 将 IP 的大包转成小包,到对侧再把小包转为大包,增加了延时,降低了效率,所以整体实时性还不如纯 IP 交换网络。

2.8 数据网络技术体制综合方案

综上所述,根据电力系统的通道基础、应用特性、安全要求、对外服务、技术发展等方面的要求,提出了一套电力系统数据网络技术体制的综合解决方案,如图2所示。

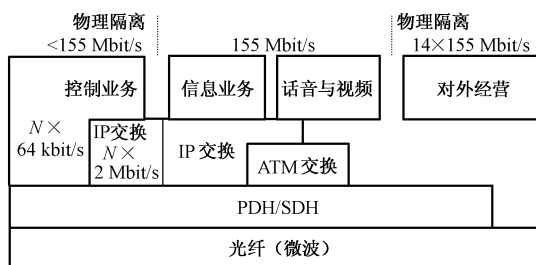


图2 电力系统数据网络技术体制综合解决方案

Fig. 2 A comprehensive solution of data network communication for power systems

在这套综合解决方案中,以光纤和 SDH 作为公共宽带平台(622 Mbit/s~2.5 Gbit/s)。

对生产控制类应用可提供以下2种服务:①在 SDH/PDH 上提供若干 64 kbit/s 专用通道,以满足继电保护、安全自动装置、现有远动设备的要求;②提供 $N \times 2$ Mbit/s 通道,连接各级控制中心及电厂、变电站,在现有数据网络基础上,采用 IP 技术完善建设实时控制专用数据网,实现与其他应用的安全隔离。

在 SDH 平台上,管理信息类应用宜采用 IP 交换技术,话音视频类应用宜采用 ATM 或 IP 交换技术。因两者都是非实时应用,也可以合并成一类,有多种组合方式,可以直接建立在 SDH 或 ATM 或 IP 交换之上。

3 与数据技术体制相关的几个问题

3.1 网络技术的融合问题

社会上一般指“三网”为电话网、数据网、广播电视网,分别对应3类业务和3类技术:话音、数据、图像。随着技术的飞速发展,三者相互借鉴、相互渗透、相互融合,导致3类业务和3类网络的相互渗透和融合,引起了3类业务系统更激烈的竞争。所以“三网融合”常被引申为广义的3类技术(话音、数据、图像)的融合。电力系统也有“三网”:传输网、数据(交换)网、信息网,但这是指网络的3个层面,不存在上述意义的业务融合,主要指管理体制的协调。但要特别注意的是,融合决不是网络系统简单的“三合一”,因为各类应用有其特有的属性和要求,不同的应用

对象需要不同的延时特性和安全级别(如非密、加密、逻辑隔离、物理隔离等),所以只能合并同类项,综合考虑各类业务要求、网络效率及网络安全。

3.2 专用网与公用网问题

电力系统数据网络的技术体制,是采用专用网模式,还是采用公用网模式,是网络规划和建设中难以回避的问题。一般而言,专用网与公用网在网络属性方面具有共性,其主要差别在于网络的服务对象(客户),特别是服务对象对网络属性产生影响的那些因素,主要有以下几个方面:

a. 网络规模:由于公用网面对社会公众,专用网服务对象相对固定,从而在网络拓扑、结构、容量等方面存在差异。

b. 应用目的:公用网追求网络流量,专用网注重满足固定客户的特殊需求。

c. 服务对象:公用网服务对象较为抽象,对客户需求的预测,对网络协议的透明性有较高的要求;专用网客户需求较为明确,对协议的支持要求较高。

d. 服务程度:公用网服务范围在网络边界;专用网则是客户端到端的服务。

e. 网络安全:公用网仅负责网络本身的安全;专用网需建立包括客户在内的安全体系,在采取必要的安全措施的情况下,还须对网络进行全程监管。

公用网和专用网的差别不体现在网络的所有者,也不由网络设备所决定(有时,专用网与公用网使用同一型号的设备),而是取决于网络服务对象的属性。对于电力系统数据网络,首先是建立满足电力生产和管理要求的电力专用网,这可能包括用于电力生产控制的实时专用网和行政管理的信息专用网;其次要充分考虑对外经营,在电力专用网之外另

建一套满足外部需要的社会公用网。应特别注意,不可用公用网模式解决专用网问题,也不能用专用网模式解决公用网问题。

3.3 宽带网与窄带网问题

宽带和窄带网络一般以连接骨干交换机的干线带宽来划分,带宽不小于 155 Mbit/s 为宽带网,小于 155 Mbit/s 为窄带网。宽带网另一个显著的标志是网络质量的提高,它主要得益于传输(光纤)技术而非交换机。首先进入宽带网的是 ATM 交换机,它是技术进步推动的结果,ATM 采用固定长小帧,便于硬件实现和大规模集成,但它缺乏 ATM 业务支持,为此在 ATM 层之上增加了面向应用的 5 个适配层,分别对应语音、视频、分组、帧中继和 IP,从而走向市场,享有“网之网”的美誉。值得一提的是,ATM 只实现了窄带网络业务的综合,尚不是真正意义的宽带综合业务网。随之进入宽带网的便是千兆交换机,它是应用发展拉动的结果,由于其无任何技术和市场障碍,使广大因特网用户及其应用“无缝”地进入了宽带网络。

随着电力系统光纤网络建设的发展,电力系统数据网也将进入宽带网络世界。在这片网络新天地里,应该是有所为而有所不为。有所为意味着,宽带网要作为电力系统的基础设施,推动企业技术进步,促进信息技术发展,为新技术应用打好基础;有所不为是指,宽带网不应成为窄带网的改造,不应成为信息高速公路的“高架桥”。

辛耀中,男,教授级高级工程师,国家有突出贡献的中年专家,长期从事电网调度自动化和数据网络工作。

卢长燕,男,高级工程师,长期从事数据网络工作。

ANALYSIS OF DATA NETWORK TECHNOLOGY ARCHITECTURE FOR POWER SYSTEMS

Xin Yaozhong, Lu Changyan (National Electric Power Dispatching and Communication Center, Beijing 100761, China)

Abstract: This paper analyzes the development trend of SDH, ATM, IP in data network technology and their four representative application modes for broad-band network communication. A comprehensive solution is proposed according to status and application business of electric power communication. Some problems in dispute about integrated network communication technology, dedicated and public network, broad and narrow band network, are also discussed.

Keywords: power systems; data network; communication; technology architecture