

第二部分 宽带网络的管理和 宽带网络的各种业务

第3章 宽带网络的管理

第4章 宽带网络的各种业务

电子工业出版社版权所有
盗版必究

第3章 宽带网络的管理

本章的内容如下：

- 本章内容简介
- 公共网络
- 各城市之间、各大洲之间的核心网络
- 运营商网络的带宽特性
- 光传输网络——传输多种类型的业务
- 在核心网中传输电影、电视
- 中间一公里网络
- 最后一公里的接入网
- 有线电视运营商网络中的接入网
- 用线缆数据机终端系统提供 IP 业务
- 国家紧急情况下的电信业务
- 信令
- 附录 3A

3.1 本章内容简介

由于对云计算、社交网络，尤其是对视频流式传输的信任日益明显，所以与以往任何时候相比，数据业务都增长得快一些。根据思科公司的统计数据，2015—2016 年，繁忙时段的数据业务增长了 32%，2016—2017 年则增长了 51%。业务的增长给运营商带来了巨大的难题。网络的容量增大之后，并没有解决如何对网络中新添加的视频进行管理的问题。除了增大容量，电话和有线电视运营商正在借助于软件实现如下特性：

- 在产生拥塞(或线路故障)的就近位置，自动地为业务重新选择路由；
- 为网络的内容分配优先级；
- 在为住宅用户和企业用户提供业务时，简化实现新收益的处理流程；
- 在产生拥塞(或线路故障)的就近位置，自动地为业务重新选择路由；
- 快速、高效地配备和备份网络工具；
- 通过由客户端启动的方式，快速添加新的用户特性、企业特性；
- 为了减小业务的时延，对路由的选择进行管理；
- 在 99%的时间内，实现网络的正常运行。

在实现上述目标时，供应商正在借助于软件定义网络(Software Defined Network, SDN)的方式，在网络中实现功能。软件定义网络的控制软件支持网络自动化的功能，例如，当网

络中断时,为业务重新选择通信的路由。将软件定义网络安装在网络运营中心的计算机中——在那里,技术人员可以应对重大的故障。

采用网络功能虚拟化(Network Function Virtualization, NFV)技术之后,不需要在专用硬件上安装网络功能。取而代之的是,将网络的多个功能(包括路由选择功能、交换功能)进行提炼之后,再用软件实现,并安装在商用服务器中。NFV 技术的性能体现在:这些经过提炼处理的软件可以低成本地复制并备份到备用服务器中。尤为重要的是,在网络中配备了网络功能虚拟化技术之后,能够以较快的速率、较低的成本完成网络功能的升级和设备的安装。

为了适应快速增长的数据业务,在业务集中的中心位置,中心交换局正在过渡到对网络中的数据更好地进行管理。将中心交换局重新设计之后演变成的数据中心(Central Office Re-architected as a Data Center, CORD)规定:重新设计的中心交换局更像是企业的数据中心。与企业数据中心的管理方式类似,电话公司用 CORD 管理共享、集中的应用程序及其功能。

与运营商的宽带网络类似的是,借助于光缆把各大洲相连的海底网络必须对不断增长的数据量进行管理。根据美国电信市场调研公司(一家咨询公司)的调查结果,2016 年,海底光缆的业务量增加了 45%。具体体现在国际业务特性的变化:运营商业务不再是海底光缆业务的主要来源,更为确切地说,在目前的海底光缆网络中,内容供应商、云供应商(包括 Facebook 公司、微软公司、谷歌公司)产生的业务所占的比例最大。

为了确保海底光缆提供足够的容量,一些机构已经取得了海底光缆线路的部分所有权。Facebook 公司、谷歌公司共同拥有香港与加利福尼亚之间光缆线路容量的三分之一。微软公司与亚马逊公司也拥有其他海底光缆的部分所有权。对连接到海底光缆的电子设备进行改造之后,能够增大海底光缆的容量。

电话公司在各大城市之间的核心网络中传输业务。而且,电话公司还通过中间一公里网络传输业务,具体体现在这些网络将乡村地区连接到因特网的入口处,然后由网络的最后一公里设施将业务传输到各个用户、各个企业。升级、安装最后一公里设施时,网络的边缘部分是个难点。由于通用户、公司、住宅楼的连线的量很大,所以网络的最后一公里需要的线缆最复杂,因而需要的成本最高。

全世界所有国家的目标都是在国家出现紧急情况时,网络能够有效地运行。在国家出现紧急情况期间,对网络的持续性、网络的通信能力进行监控和管理是面临的主要难题。当商业部门、政府部门、个人在紧急情况下需要开展日常业务时,在确保网络的有效运行方面,网络的备用路由、软件管理、持续的监控等因素都极其重要。在日常生活中,越来越多的人通过宽带网络保持联系、接入应用程序、获取新闻、参与电子通信。

3.2 公共网络

所有的网络(包括移动网络、Wi-Fi 网络、局域网)都配备了接入网(网络的边缘)部分、城域网(回传网络)部分、主干网部分。通常情况下,乡村地区的网络还包括中间一公里网络。可以把公共网络的结构分为 5 部分:

- (1)最后一公里(也称为网络的边缘部分、起始一公里,或称为接入网)。

- (2)城市里的城域网(Metropolitan Area Network, MAN)。
- (3)位于小城市的网络与长途网络之间的中间一公里网络或回传网络,将乡村地区接入长途(核心)网络。
- (4)区域性网络将相距 321~643 英里的城市连接起来。这种类型的链路包含了波士顿与纽约市之间的线路、纽约市到华盛顿特区之间的线路。这些线路将大城市中的业务传输到有线电视公司、电话公司的交换机或路由器中——在这些交换机或路由器里,将业务汇集之后接入主干网或接入中间一公里网络。
- (5)核心网络将各城市与各大洲相连。核心网也称为主干网。



通常情况下,针对同一设备或同一类型的网络而言,电信领域、数据网络领域的工作人员所用的术语不相同。例如,也把核心网称为长途网和主干网。一般来说,把接入网或边缘宽带网称为最后一公里和最初一公里,或称为边缘网络。而且,术语“供应商”“运营商”“因特网业务供应商(Internet Service Providers, ISP)”的含义相同。

运营商宽带网络的各个组成部分

接入网或边缘网络	用户通过接入网(也把接入网称为网络的最初一公里或最后一公里)、电话公司与所需的用户建立通信。在大多数情况下,本地电话公司与有线电视公司拥有接入网的线缆与电子设备。对于无线公司来说,通过公司的天线实现了与用户移动设备之间的链接。接入网还通过网络的最后一公里将长途供应商与用户联系起来。一些接入网通过光纤、固定电话、蜂窝天线将人们的移动设备、住宅电话接入网络中。 在连接到各个住宅用户、本地公司时,由于需要的线缆太多,因此升级的成本很高。通常情况下,在进行升级时,需要将网络的最后一公里从旧的铜缆升级为容量更高的光缆。接入网中包含了从大型摩天大楼、办公园区到运营商设备的连接
城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)	城域网的含义是,从运营商在城镇的设备到网络的入网点(Points of Presence, POP)、配线中心之间运行的系统。配线中心配备了(与外部线缆连通的)本地电话公司交换机、各种连线、电子设备的地方。网络的入网点的含义是,交换机将业务切换到长途(供应商)网络、主干网(供应商)的位置,以及实现双向传输的位置
中间一公里网络或回传网络	中间一公里网络将乡村地区连接到核心网(主干网)。其中包含了回传到运营商交换机的光纤链路或无线链路。在大多数情况下,这些光纤链路或无线链路将乡村地区与城市间的网络、互联网连接起来。回传业务指的是从本地信源通往核心主干网的传输业务
核心网(主干网)	这些连接线跨越数百千米,在遥远的城市之间传输业务。在美国,主干网将洛杉矶与纽约相连、将波士顿与芝加哥相连。横跨海洋的海底光缆也是长途网络的例子。通过这些海底光缆在美国、欧洲、非洲、澳大利亚、新西兰、亚洲之间传输洲际业务



由于没有一家电话公司、蜂窝电话公司或有线电视公司所提供的业务遍布美国国内全境(或世界的其他地方),所以,所有的供应商在自己公司的(包括因特网、云端、蜂窝网络)用户与其他供应商的用户之间传输语音和数据业务时,都需要与其他的电话公司建立连接。这些供应商还需要与其他国家的运营商之间建立连接。

3.3 各城市之间、各大洲之间的核心网络

主要以 IP 技术为根基的核心网络在公共网络中传输的是最为集中的业务。这类网络传输

数据分组格式的语音(网络电话业务),在大容量光缆中传输经压缩处理之后的非网络电话语音业务、数据业务、视频业务。核心网中的各种业务在各个国家的国内传输、各个国家之间和各大洲之间传输,以及在海底传输。

沿线的多个站点的业务如下:

- 在靠近城市和郊区的配线中心和网络的入网点提取业务。
- 切换到其他长途运营商的其他线路上继续传输。
- 传输到位于市内的城域网(MAN)。
- 利用长途运营商、本地固定电话公司或蜂窝电话公司的网络,通过网络的最后一公里将业务传输给住宅用户、商业用户。

运营商还可以在长途网络中的企业站点之间传输数据业务、网络电话业务。对于可选的业务(可选业务的实例:①语音和视频会议业务的安全性;②语音和视频会议业务的优先处理)而言,将用户的这些类型的业务进行具体的处理。把这些网络当成运营商专用数据网络的一部分。把这类网络与因特网分隔开,并且确保端到端的速率、低时延指标(低时延的含义是时延不明显或不存在时延)。更多的信息参阅第4章的相关内容。

3.3.1 借助于软件定义网络对骤然增加的业务进行管理

电话公司越来越多地升级网络的各个部分,通常情况下,期望完全升级到软件定义网络(SDN)之后,对网络中每年翻番的业务进行管理。顾名思义,在管理业务时,软件定义网络通过软件设计的方式,对网络进行控制。在运营商的网络中,业务不断增长的主要原因是:来自云端及通往云端的数据业务,以及网飞公司、亚马逊公司和其他公司的流媒体视频业务的不断增加。

以前,只在有线电视网络中播放电影节目、电视节目,现在,每天24小时通过亚马逊公司、网飞公司和Hulu网站等渠道播放。因此无法预测网络业务的峰值。有线电视公司和传统电话公司的用户越来越期望随时随地都能观看电影节目和电视节目。借助于节目内容的流式传输方式,用户可以在白天或晚上的任何时间通过智能手机、平板电脑、联网电视收看这些节目。

流媒体视频需要有区别地处理电子邮件、文本信息。需要优先接入视频电影、视频会议的业务,这样这些业务的时延就不会引起音频(或视频)的中断、暂停。为了动态地处理大量的这类业务,会根据内容的类型(即实时特性)对业务流按照优先级进行处理,通常情况下,还会根据应用的特性进行优先级排序。例如,由于短暂的时延对电子邮件、文本消息的影响并不明显,所以通常情况下,与实时流式视频业务相比,电子邮件的优先级低一些。软件定义网络中的软件控制能够对这些业务的峰值进行管理,并针对具体的业务类型进行优先处理。

软件定义网络有个集中式的控制器;该控制器明确地规定了应用程序、业务的处理。这是通过实时地发送到网络节点的控制方式来实现的;这些方式对具体路由的使用、业务的优先级进行管理。这些控制方式在控制平面内传输。控制器向传输实际数据的网络节点(交换机和路由器)实时地发送控制方式。例如,如果一条路由的业务中止了,那么控制器会向节点发送更新之后的控制方式,于是所有业务都会重新选择网络中正常工作的路由。

以下是控制平面处理方式的例子：

- 在高峰时段，为业务重新选择路由。
- 在人员聚集的活动期间，需要时可以增大带宽。例如，通常情况下，为了限制业务的速率，运营商在 400 Gbps 信道内的工作速率为 10 Gbps。在需要时，可以轻松地将速率增大到 400 Gbps。
- 通过远程输入的计算机命令，用自动(或手动)方式重新配置正在运行中的光复用器。
- 向 IT 经理们出售门户网站的接入权限，从而经理们能够因具体的活动将速率增大，而不需要等待运营商提供更高的业务带宽。
- 在为商业用户加速安装电缆调制解调器、高速接入网之后，减少了时延并很快就增加了新业务的收入。可以在接入企业网之后通过安装程序完成设备的安装过程，然后通过软件完成业务的远程启动。在安装之前需要多次现场考察。

虚拟网络及其功能

虚拟一词指的是具有所模拟的硬件结构(或网络结构)的所有特性与功能，但具有不同的物理形式。在虚拟网络功能的例子中，以前硬件(如路由器和交换机)的功能(如交换和路由功能)现在用具有同样特性的软件实现，而且与硬件交换机、硬件路由器的功能完全相同。网络的结构也可以虚拟化，见下文的网络功能虚拟化。

3.3.2 网络功能虚拟化——基本结构

网络功能虚拟化(Network Function Virtualization, NFV)指的是这样一种体系结构：用软件实现网络的功能(如存储器、路由选择、信息交换等功能)。不再需要通过安装专用的、指定厂商的硬件来实现这些功能。这与服务器的虚拟化有些相似——在实现服务器的虚拟化时，将多个应用程序作为虚拟机安装在服务器中。不过，与应用程序的虚拟化不同，这里需要做的是：在服务器中，用软件实现网络功能虚拟化的硬件设备的功能。网络功能虚拟化规定了将这些软件功能组合在一起的方式。

1. 虚拟网络功能——用软件实现硬件节点的功能

虚拟网络功能(Virtual Network Function, VNF)指在体现硬件功能的虚拟化服务器中的每一个软件。下面列出了一些新的处理功能，这些功能可以协同工作，很容易备份，通常安装在商品硬件(如 X86 和具有额外处理能力的更新型的服务器)中。图 3-1 示出了在一个单独的服务器中实现的虚拟网络功能。把安装了多个虚拟网络功能的设备称为白盒。

白盒

术语白盒表示在一个服务器中配备了多个虚拟网络功能的实体。图 3-1 列出的每个功能以前都是在单独的、专用的、指定厂商的硬件“盒子”中实现的。根据虚拟网络功能的基本结构，以前由各个指定厂商的专用硬件实现的这些功能，现在能够与网络的其他功能一起在一个开源的商品服务器中共存。

白盒的优势是，与发生故障时安装硬件、备份每个硬件相比，可以更容易安装、备份其中所包含的功能。而且添加网络的新功能快一些——这是网络功能升级速率得到提高的原因之一。

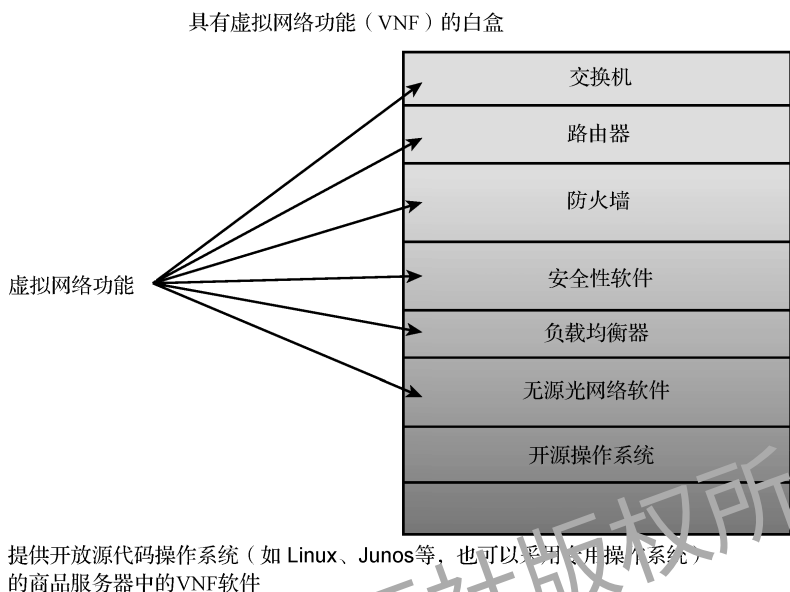


图 3-1 配备了(从虚拟网络功能软件中提炼特性的)网络硬件的白盒

可以将网络功能虚拟化为服务器、白盒中的软件，以下是虚拟网络功能的例子：

- 为在网络之间传输的业务选择通信路由的路由器；
- 在网络中传输业务的交换机；
- 在多个宽带电路之间实现业务均等的负载均衡器，使单个电路(路径)不会过于拥塞；
- 管理应用程序并向设备发送命令的控制器；
- 在采用不同协议的网络之间实现转换功能的网关；
- 网络地址转换(Network Address Translation, NAT)，在内部设备的外部 IP 地址和内部 IP 地址之间进行转换；
- 设备中的安全性软件(设备指的是专用于一个功能的硬件)；
- 防火墙，用于屏蔽抵达的业务中的病毒或其他类型的攻击。

在软件中添加网络功能的主要优势是灵活性、灵敏性、所实现的速率。借助于软件中的计算机命令，可以轻松、快速地完成功能的配置与备份。与设计、购买、管理各种硬件单元不同的是，可以用控制软件将网络功能添加到所需要的网络单元。

由于这些重要的功能都位于同一台服务器中，因此，如果服务器出现故障，会失去所有这些功能。为了提高系统的可靠性和可持续性(在故障期间能够正常工作)，一般电话公司会配置备份的白盒。如果其中一个单元发生了故障，那么另一个单元可以接管故障单元的业务。

在软件定义网络中所规定的方式表明了如何进行①路由选择；②优先处理；③均衡业务

负载；④设计防火墙。IT 人员通过计算机完成网络控制方式的规划、规定，然后根据需要自动调用它们。

2. 调用网络功能——开源 MANO

开源代码的管理和组织 (Management and Organization, MANO) 是个 ETSI ISG 标准。ETSI ISG 表示欧洲电信标准协会行业规范组织 (European Telecommunications Standards Institute Industry Specification Group, ETSI ISG)。开源 MANO 指的是运营商能够统一管理和调用网络功能。开源 MANO 的目的是：网络能够相互兼容，便于电话公司购买商品硬件。该标准规定了有线电话公司网络、有线电视网络、5G 移动网络的业务。ETSI 行业规范部门的职责是：在软件定义网络中配备网络功能虚拟化软件时，防止出现混乱、无序。

世界上 60 家最大的电话公司都是参与制定 MANO 标准的规范部门的成员。这些标准旨在实现与软件定义网络控制器、VFN 结构、VNF 软件的兼容性。

在大型数据中心，“虚拟机杂乱无序的拓展”会导致不必要的重复。与大型数据中心一样，如果没有如何管理和配置这些功能的相关标准，那么，各个机构可能就没法对虚拟化网络功能的位置、数量进行控制。所设计的 MANO 用于云环境和本地数据中心。ETSI NFV MANO 标准由如下几部分组成：

- 与运营支持系统 (Operations Support System, OSS) 的接口：用于管理运营商业务的安装、更改。
- 运营商的 MANO 用户能够远程制定更改业务计划的方式。对期望控制自己网络业务的公司而言，该部分特别重要。
- 与计费支持系统 (Billing Support System, BSS) 的接口：管理电话公司计费的应用程序。
- 能够用插件管理亚马逊公司的云业务 [包括弹性云 2 (Elastic Cloud, EC2)] 中的各个单元。插件指的是将新功能添加到父程序 (父程序指较大型的程序) 中的小程序。浏览器中也采用了插件。
- 对虚拟化计算、存储、其他的网络资源进行控制和管理。
- 使用容器的能力。有关容器的相关内容见第 2 章。
- 在整个行业内统一执行开放式标准。
- 网络内部排除故障的能力。



术语“东-西”业务、“南-北”业务指的是数据中心内的业务和通往数据中心的业务。东-西业务指同一服务器内的虚拟机之间的业务或数据中心里各台服务器之间的业务，如图 3-2 所示。南-北业务指来自客户机的业务，在该客户机中，用户输入了期望得到远程数据库、存储网络或专用服务器的信息的请求。客户机可以位于远程位置，也可以位于同一位置。