

# IP 核心网的网络规划和优化技术研究

韩涛

北京六合北方通讯工程设计院有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i5.5942

**[摘要]** 在 IP 网络承载的业务越来越丰富的背景下, IP 核心网的规划和优化显得越发重要。本文从实际的网络规划和优化入手, 研究在 IP 核心网具有重要地位的 BGP 的规划和优化的方法。BGP 是当今 IP 核心网的重要组成部分, 它拥有多种路由策略控制机制, 可以有效地实现流量分担、业务质量控制以及网络维护与管理。随着用户数量的持续增加, BGP 的规划和优化已经成为 IP 核心网发展的必备技能。本文详细阐述了 BGP 包括 BGP 的消息类型和格式、BGP 的有限状态机以及各种路由属性, 并阐述了 BGP 在 IP 核心网中的一般规划方法。

**[关键词]** BGP 路由策略; 流量分担; 增量规划

## Research on the network planning and optimization technology of IP core network

Han Tao

Beijing Liuhe North Communication Engineering Design Institute Co., LTD. 100070

**[Abstract]** Under the background of more and more rich services of IP network, the planning and optimization of IP core network become more and more important. This paper starts with the actual network planning and optimization, and studies the method of planning and optimization of BGP, which is important in the IP core network. BGP is an important part of today's IP core network. It has a variety of routing policy control mechanisms, which can effectively realize traffic sharing, business quality control, and network maintenance and management. As the number of users continues to increase, the planning and optimization of BGP has become a necessary skill for the development of the IP core network. This paper expounds the message type and format of BGP, the finite state machine of BGP and various routing properties, and expounds the general planning method of BGP in the IP core network.

**[Key words]** BGP routing strategy; traffic sharing and incremental planning

### 前言:

IP 网络被视为 MAN 的中坚力量, 其功能不仅仅局限在连接 MAN 的入口, 而且还能够在 MAN 内部架起一座桥梁, 连接不同 MAN, 实现 MAN 的有效交换。如今, 网络的功能和复杂度不断增加, 其重要性也在不断攀升。随着技术的进步, 许多公司不仅继续推广 Internet 服务, 还正在努力拓宽其他领域, 比如 NGN、5G 以及与其他公司的合作。因此, 建立一个能够支持这些新兴技术的 0oS 中继网络变得尤其重要。

### 一、BGP 的阐述

#### (一) BGP-4 概述

边界网关协议 (Border Gateway Protocol BGP) 旨在为 Internet 提供一种安全、高效的路由信息传输机制, 它允许不同的参与者 (SPEAKER) 在互联网中传输可靠的数据, 从而构成一个安全、高效的互联网路径。

BGP 协议采用了一种基于路由向量的协议, 它的协议号

179, 可以将两个不同的协议相互交换, 即 Internal BGP、eBGP、External BGP。这种协议可以将两个协议之间的交换转换成一种可靠的交换机制, 从而实现更高效的网络管理。

#### (二) BGP 报文格式

BGP 的运行依赖于多种消息, 其中包括 4 种不同的类型:

1. OPEN 消息可以让 BGP 对等体之间以一种更加透明的方式传递他们的版本、As 码、维护期限以及 BGP 标记等重要数据, 从而实现双方的共同决策<sup>[1]</sup>。

2. UPDATE 消息, 它提供了一系列的路由更新信息, 包括优化路由、调整可达性, 以及更改路由信息及其路径属性。

3. KEERALIVE 消息通过定期发送到 BGP 对等体之间, 以确保双方之间的连接能够持续有效地运行。

4. NOTIFICATION 信号被用来提醒 BGP 系统, 如果它们遇到了任何问题 (例如中断、协商失败或者数据传输出现问题), 就会向它们发出 NOTIFICATION 信号, 并终止相互之间的联系。

OPEN 报文旨在创造一种新的 BGP 对等体关系,这种新地对等体可能会被激活,因此,当接受 OPEN 信号时,就可以开启一种新的连接,而当接受 KEEPALIVE 信号时,就可以开启一种新的连接。BGP 邻居之间的握手达到了完美的结合,他们之间的 UPDATE、KEEPALIVE 和 NOTIFICATION 消息也完美地实现了互通。每条 BGP 消息的开始和结束语均为“消息头+消息体”,而且它们的内容也完全保持了一致。

### (三) BGP 有限状态机

1. Idle 状态可以说是 BGP 系统中最初始化时所需要考虑到的第一个步骤,它可以阻止其他可能影响系统性能和可靠性的行为,同时也可以通过调整系统中原有和未调整的 session 来触发 Start 事件。Start 事件一旦触发,本地系统将自动重新配置“ConnectRetry”定时器,同时启动 BGP 协议,以建立 TCP 网络的连接。一旦 BGP 协议被接收,它将被调整至 Connect 模式。当 BGP 发言者检测出异常时,应立即将其从 Idle 状态中解除,而不是等待 Start 事件的出现。因为,一旦出现了持久的 BGP 失败,就可能使得发言者陷入困境,从而不能达成最终的目标。

2. 当处于 Connect 状态时, BGP 需要确保两条通信线路的连接已经建立。若通信线路的连接顺利实现, bgp 将会将状态转换为 OpenSent (发送 OPEN 消息);若通信线路的连接未能实现, bgp 将会将状态转换为 Active;若 ConnectRetry 定时器出现故障, bgp 将会自动关闭,恢复至 Connect 的原有状态<sup>[2]</sup>。

3. 当处于 Active 状态时, BGP 会首先进行初始化,以便与其他 BGP 进行交互。一旦交互完成, bgp 会调整其状态至 OpenSent。然后,当 ConnectRetry 定时器发生故障时, bgp 会自动调整其定时器,以便与其他 BGP 进行交互;此外,由于某些原因, bgp 还会被迫调整至 Idle 或 Idle 状态。

4. OpenSent 状态下, BGP 将接收来自对端的 OPEN 消息,但是一旦收到,就必须进行正确的检查,以确保消息包头的准确性;若检查结果出现错误,或者由于连接冲突,本地系统将发出 NOTIFICATION 消息,并将状态转换为 Idle。如果 OPEN 消息未出现错误, BGP 将会发出一条 KEEPALIVE 消息,以确保定时器的正确性。此外, Hold Timer 也将被设定为一个较高的值,然后经过协议调整,最终由一个较低的 Hold Time 值来取代。如果 HoldTime 值为 0,则必须重新激活 HoldTime 和 KeepAlive 定时器,以确保系统的稳定运行。

5. 当处于 OpenConfirm 的情况时, BGP 将会接受 KEEPALIVE 的信号,若该信号被接受,则将其设置为 Established,同时关闭 Hold Timer。当 NOTIFICATION 信号被接受时,系统将自动将其转移至 Idle。此外,为了确保定时器的准确性,系统还将定时向 KEEPALIVE 信号发出警报,以确保定时器的准确性。

6. 当系统处于 Established 时, BGP 之间的连接就被建立起来了;此时,双方将可以通过发送更新信号 (UPDATE、NOTIFICATION) 或者保持静止来与其他方保持同步。当协议的 Hold Time 设定为零时,无论是 KEEPALIVE 还

是 Hold Time, 系统均需要定时器来响应。此外,当本地端的系统接受 NOTIFICATION 信号时,它也需要定时器来响应,以确保 Idle 的状态。此外,当出现异常时, UPDATE 信号可以用来 ACK 原因,比如丢弃封装属性、属性重复等;当系统收到 NOTIFICATION 信号时,它就会终止与用户的交流,同时还可能自动更新自己的 Idle。

### (四) BGP 路由的属性

BGP 路由属性是一组参数,它们对特定的路由进行了详细的描述,使得 BGP 能够通过配置路由策略,对路由进行过滤和选择。所有的 BGP 路由属性都可以分为以下四类:

1. BGP 路由器必须具备一定的特征,即 Update 消息中的属性,以确保它们能够正确地传输路由信息,否则将会导致系统出现错误<sup>[3]</sup>。

2. BGP 路由器被广泛接受,它们的特性被广泛接受,并且无需满足 Update 消息的需求,因此,用户可以自行决定是否使用 BGP。

3. BGP 路由器拥有一种特殊的功能,即允许用户自定义一种可传输的特征,即使这种特征本身是无效的,也能够将该特征发送到 AS,从而使得其他的对等体也能够获得该特征。

4. 若 BGP 路由器未能提供可选的非过渡 (Optional non-transitive) 特征,则这一特征将被视为无效,并无法向任何相关系统发出警报。

## 二、IP 核心网中的 BGP 规划

1. AS Number 被 CNNIC 统一管理,它们被定义为 64512-65535 的数字,而 ISP 也会根据自身情况,选择使用这种数字,但当它们超出 AS 的管辖时,就会被过滤掉。

2. BGP 的邻居关系可以分为两种:一种是 ISP 与其他网络之间的 eBGP,另一种是 ISP 与其他网络之间的 iBGP。

3 通过调整 Local Preference 的参数,我们能够更好地指挥 AS 域的路由器,其参数的取值范围是 100,这个参数的取值范围较广,代表着 IP 核心网络的最佳路径,因此,我们应该将其纳入到整个规划过程之中,使其成为最佳的解决办法。

4. 控制 AS 的入流量走向, MED 是一种重要的参数,它的值取决于系统的性能,一般情况下, MED 值越小,优先级就越高,因此,在控制 as 的入流量时,应该将其值设置为 0,以便更好地反映 as 的内部拓扑结构。此外,还可以将 IGP 路由的 cost 值复制到 eBGP 路由的 MED 中,以获得更好的控制效果。

5. As\_Path 具有两个重要功能:一是阻止 AS 之间的交叉,二是控制 as0 的路径,即通过调整 AsPath 的长度来实现路径选择。与 MED 不同, MED 仅限于控制 AS 之间的交叉,而“As\_Path Prepend”则能够控制 AS 之间的路径。

6. RR (路由反射器) 是一种有效的网络结构,它可以有效地避免路由黑洞的发生,并且可以有效地减少 N 平方问题的发生。因此,在 AS 内部, iBGP 的邻居必须是全连接 (fullmesh),以便有效地组织起一个完整的网络<sup>[4]</sup>。

## 三、IP 核心网的 BGP 增量规划研究

IP 核心网的重点是提供高质量的传输服务,包括高效率、

稳定的数据传输、灵活的用户体验和丰富的功能,并具备快速更新和维护的功能,满足日新月异的用户需求。随着网络的扩大,为了增强 iBGP 的扩展性,需要将网络从一种架构迁移到另外一种架构。鉴于之前提到的 iBGP 全连接的 N 平方问题,所以现在 IP 核心网上普遍采用路由反射器的方式组成反射环境的网络结构,这就涉及从其他网络环境迁移到路由反射环境的问题,因此本章的增量规划研究,主要针对如何将现在常见的一些网络环境优化到全反射的网络环境中。通过增量规划,更换高性能的网络设备,扩大链路容量,改变网络环境,从而提高网络的性能,增强网络的可扩展性。

在 IP 核心网中,BGP 的组网方式可以分为两个层面:路由转发和数据转发。本章将探讨如何有效地实施 BGP 增量规划,以提升路由转发的效率。为此,通常会在核心网中安装 BGP 路由反射器(RR),它不仅可以避免 BGP 的 N 平方问题,而且还能够有效地提升路由信息的传输效率,从而更好地实现数据传输。随着技术的进步,许多传统的 IP 核心网络已经开始采用更先进的技术,如 IGP 和 BGP,来提升数据传输的效率。这种技术不仅可以自动寻路,还可以实现负载均衡,使得传输更加高效,特别是在流量高峰期,它的效率更加优秀。为了满足 IP 核心网上业务的多样化和路由策略的复杂性,我们必须对原有的网络进行重新设计,采用 BGP 路由反射技术来构建新的网络结构。

#### (一) IP 核心网的网络结构分析

1. 核心层网络。该系统的核心目的是通过交换数据包来实现高效的数据传输,因此它的设备必须具有足够的容量、快速的传输速度和良好的稳定性;

2. 汇聚层网络。它的主要目的是阻止拓扑结构的变化,以免对核心层造成不利影响,并且能够有效地控制路由表的尺寸;

3. 接入层网络。它的核心目标是为终端用户提供多种接口,以便他们能够轻松访问网络。

#### (二) IP 核心网流量分析

IP 核心网上的流量按用户归属可以分为内网流量和外网流量,按业务的类型可以分为横向流量和纵向流量。从各种流量流经的路径来看,外网流量分为两种,一种是通过边界路由器转发,并不进入核心层,另外一种则会访问本网用户,所以需要经过边界路由器传到核心层路由器,再转发至区域路由器(AR),从而到达用户端,内网流量也分为两种,一种是本网用户的互相访问,根据区域的归属会访问不同的区域路由器和核心层网络,另外一种则是访问外网,通过边界路由器转发至外网。通过上面的分析可以知道采用分层结构是一个不错的选择。一方面可以保证服务质量,还便于用户管理。

#### (三) IP 核心网的网络结构分类

1. 采用平面分层结构的传统骨干网可以有效地实现多级网络,其中包括核心层、汇聚层和接入层三个层次,从而使用户可以在短时间内获得高质量的网络服务,从而实现快速、稳

定的上网体验。

2. 早期的 IP 核心网通常采用平面分层型网络,但如今,国内大多数运营商已经改变了这种方式,将网络划分为三个层次:核心层,根据地理位置将网络划分为多个大区,并且实现全连接或部分全连接,以提升网络的稳定性。而汇聚层,则采用双向的组网方式,将多个大区的核心设备上行,以实现更高效的数据传输。

#### (四) BGP 增量规划

平面分层模型中的 BGP。作为网络架构的基础,核心层负责传输大规模的信息,其中大多数都有 20 台以内的最高级的路由器,这些路由器之间可能有着紧密的联系,也可能没有。在这个架构中,核心层起到了桥梁的作用,将两种不同的信息传输给汇聚层,从而实现信息的有效传输。核心链路可以将多个节点联系起来,从而使整个系统具备更高的可靠性。然而,如果将多个节点分开安装,可以避免节点之间的冲突,从而增强系统的可靠性。BGP 技术可以帮助实现更高效的传输,并且可以更好地保护系统免受恶意攻击。为了更好地管理核心架构,我们应该使用多种技术,包括实现完整的互联互通(full-mesh),以及使用具有更高带宽的链路。

汇聚层旨在通过提供一个更加灵活的网络架构,以减轻核心路由器的负担,将多条信息传输到一起,并且可以减少 BGP 对等的数量。它包括两种不同的链路:上行和下行。通过双向上行链路,两台核心路由器可以实现跨越多个地点的连接,而下行链路则负责将数据传输至接入层,从而实现多路径的传输。此外,汇聚层的存在,不仅可以减少核心路由器的端口数量,还能够扩展网络的覆盖范围;而且,汇聚路由器之间不需要直接连接,因此可以更好地预测数据传输的趋势,从而更有效地实现带宽容量的规划。因此,为了实现汇聚层的增量规划,我们需要重新设计网络结构,从而使其能够适应路由反射环境,从而实现更加优化的网络性能。

#### 结论:

BGP 是 IP 核心网的重要支撑技术之一,也是目前 IP 核心网上应用最为广泛,配置最为复杂的协议,随着用户和业务的增长,对 BGP 的规划和优化已经成为 IP 核心网网络维护和管理的最重要工作。针对实际工程上碰到的 BGP 的优化和规划的问题,研究一般的规划和优化方法,可以很好地指导网络维护和管理工作的进行。

#### [参考文献]

- [1]高建英.有线电视网络全 IP 化技术架构规划与探讨[J].电视技术,2022,46(09):108-111+119.
- [2]谷旭源.浅谈中央广播电视总台 8K 超高清电视播出系统网络规划及应用[J].现代电视技术,2022,No.255(09):70-74.
- [3]黄毅.大型数据中心的网络规划设计[J].中国新通信,2022,24(17):30-32.
- [4]王义华,吴玮,黄建波等.专网 IP 地址地理定位管理的方法分析[J].电子技术,2022,51(06):34-35.