

5G 政企专网差异化保障方案 与用户级风险管控机制研究

Research on Differentiated Guarantee Scheme and User-level Risk Control
Mechanism of 5G Government Enterprise Private Network

陈 锋, 陈 海, 洪林梦涵 (中国联通福建分公司, 福建 福州 350000)

Chen Feng, Chen Hai, Hong Linmenghan (China Unicom Fujian Branch, Fuzhou 350000, China)

摘 要:

通过对 5G 政企专网用户不同应用需求进行梳理, 分别对 PMBR 技术、GBR 技术、调度优先级差异化技术进行了深入的技术研究与实践, 并形成具有针对性的 5G 政企专网无线差异化保障方案; 同时, 为同时保证 5G 政企专网用户和普通用户的网络感知生成 5G 政企专网用户级风险管控机制。

关键词:

5G 政企专网; 无线网络差异化保障; 用户级风险管控机制

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.02.007

文章编号: 1007-3043(2022)02-0040-05

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

It mainly analyzes the different application demands of users of 5G government enterprise private network, intensively studies and practices the PMBR (Preferred Minimum Bit Rate), GBR (Guaranteed Flow Bit) and differentiation of scheduling priorities respectively. Then a targeted and differentiated support scheme for users of 5G government enterprise private network is formed. At the same time, a user-level risk control mechanism of 5G Government-enterprise private network is generated to ensure the network perception of both users of 5G government enterprise private network and ordinary users.

Keywords:

5G government enterprise private network; Differential protection of wireless networks; User-level risk control mechanism

引用格式: 陈锋, 陈海, 洪林梦涵. 5G 政企专网差异化保障方案与用户级风险管控机制研究[J]. 邮电设计技术, 2022(2): 40-44.

1 概述

据预测, 2026 年全球 5G 网络整体规模为 1 663 亿美元, 其中政企专网市场规模达到 483 亿美元, 企业园区政企专网市场规模占比达 15%, 市场前景巨大。相较于传统政企专网而言, 5G 政企专网具有服务等级升级溢价、减少 SLA 赔付、开通响应时间快、排障响应时间快、资源消耗小等优点。尤其是对于需要临时短期专线(如: 临时工地、临时办公场所、抢险救灾指挥部等)、宽带线路资源不易到达但有专线需求以及有临时调整带宽需求的用户而言, 5G 政企专网无疑是较佳

的选择。因此如何实现 5G 政企专网的无线侧差异化的网络保障并做好 5G 政企专网用户级风险管控, 是本文的主要研究方向。

2 5G 政企专网简述

传统政企专网有资源可达性低、建设和维护成本高的问题。相较于传统政企专网而言, 5G 政企专网在技术上而言相较于传统政企专网, 有如下几个优点。

a) 可获得性强: 5G 政企专网利用了 5G 网络丰富的频谱优势, 可在 5G 网络建设时快速发展用户、部署安装 CPE、支撑企业业务, 比其他接入技术布网工程时间短, 投资回报时间短, 总运营成本低。

b) 用户体验好: 5G 政企专网运用成熟的提速技

收稿日期: 2021-11-30

术,如 Massive MIMO、载波聚合、多天线收发、波束赋型、多用户配对、高阶解调模式,可以为 5G 政企专网用户提供类光纤的空口传输速率;另一方面,同样的带宽条件下,5G 政企专网的频谱效率也比传统政企专网的更高。

c) 单线成本低:5G 政企专网可以充分复用 5G 网络的频谱资源,一网两用可以支撑更有竞争力的套餐资费设计,随着热点区域的用户发展,只需要挑选高价值站点进行扩容,实现精准投资。

3 5G 政企专网组网实现方案

3.1 5G 政企专网的实现目标

逐步完成 5G 速率差异化保障、VPN、切片等技术验证,通过端到端方案,为中小企业、大型企业提供互联网宽带及点对点专线业务保障能力,构筑 5G 2B 专线基础能力 1.0。

从点、线、面逐步扩展,在满足企业专线需求基础上,进一步探索在安防、监控、无人机巡检等 2B 场景的移动专线业务,实现专线业务能力 2.0。

围绕 5G 专线基础能力,进一步延伸拓展 5G 行业应用等增值业务;通过 5G 专线撬动整个政企业务。

3.2 5G 政企专网的技术特点

5G 政企专网用户组网模式由传统的“专线+AR 设备”调整为“5G 基站+CPE+AR 设备”的方式为企业提供专线服务,CPE+AR 能支持多种 VPN 业务,一方面能满足企业业务隔离诉求,另一方面充分结合了 5G 大带宽、低时延特性和无线接入移动性强、可快速开通的优点,同时可以提供速率、时延、可靠性等端到端保障(见图 1)。

3.3 5G 政企专网的组网方案介绍

对政企用户业务需求,政企专网业务分为二层转发模式专线和三层转发模式专线。

二层转发模式专线:主要是指对于专线用户来说,运营商提供的线路就像个普通的以太链路一样,可以对租用线用户的二层以太流量做二层转发。二层转发是根据报文的目的 MAC 地址直接进行转发,转发过程中不用对报文的头部做任何的修改。二层专线的优点之一是可以近似认为是一段光纤资源。

三层转发模式专线:对于三层专线来说主要是专用线两端工作在 OSI 模型的第 3 层,也就是 IP 层,针对租用线进行 IP 三层转发的模式。三层转发是根据报文的目的 IP 地址来进行转发,并且要对报文的二层头部进行相应的修改。二层转发模式指在同一网段内的通信,三层转发模式指跨网段的通信。

二层通信多用于小型的局域网络,有技术成熟、多端口接入等优势。三层适用于大型网络之间的路由,具有路由功能强大、可选择最佳路由、实现负荷分担等优势。二层专线和三层专线在实际应用中各有优劣,具体选择上主要看政企用户实际应用场景和业务习惯。

根据二层转发模式和三层转发模式技术特点,组网方案选型建议如表 1 所示。

4 无线差异化网络保障方案

无线侧当前可以通过不同的 5QI/QCI 映射不同的优先级进行用户差异化调度,其中已实现基于 PMBR (Preferred Minimum Bit Rate)、GBR (Guaranteed Bit Rate)和调度优先级差异化的专线速率保障^[1],表 2 对这几种方案进行了对比。

4.1 GBR 保障方案

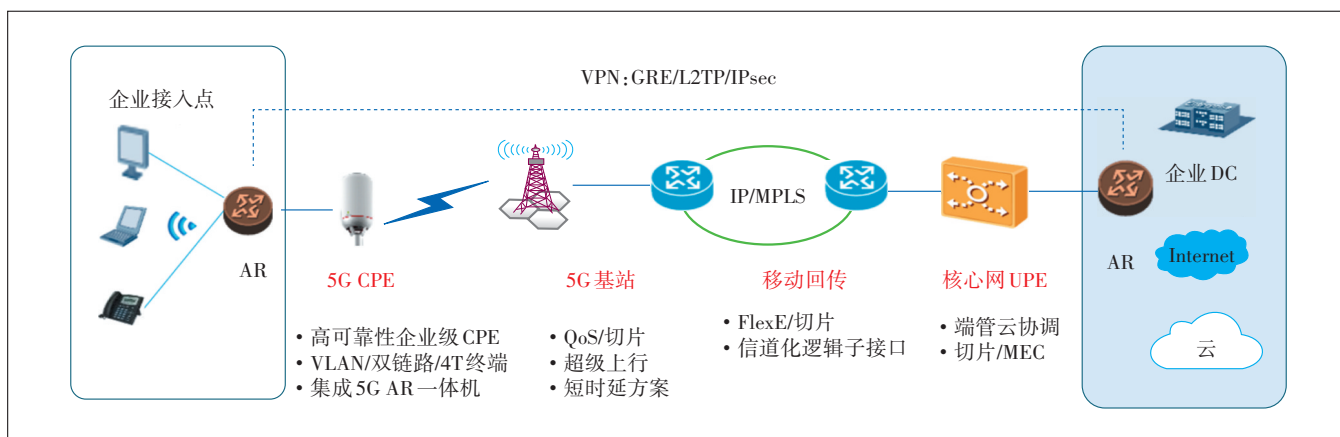


图 1 5G 政企专网组网示意图

表 1 5G 政企专网组网方案

转发模式	组网技术	CPE 模式	是否具备主备容灾能力	是否具备负载分担能力	协议栈复杂度	隧道规格	组网灵活性	分支与企业总部终端 IP
三层转发(L3)	CPE 桥接+GRE	桥接	是	是	低	高	高	不同网段
	CPE DMZ+L2TP	路由	是	是	高	低	中	不同网段
二层转发(L2)	CPE 桥接+Ethernet over GRE	桥接	是	否	低	高	高	相同网段
	CPE DMZ+L2TP+Bridge	路由	否	否	高	低	低	相同网段

表 2 无线差异化网络保障方案对比

5G 政企专网用户保障方案	原理	优缺点	推荐方案优先级
PMBR 保障方案	在基站侧设置 QCI=8, PMBR =100 Mbit/s (示例), 基站按照 PMBR 速率保障专线带宽	核心网给专线用户分配专用 QCI, 基站灵活设置保证速率, 操作方便, 保障效果较好	高
GBR 保障方案	专线设置为 GBR 业务, 基站优先调度高优先级 GBR 业务保障专线带宽, QCI 为 9 的默认承载被高优先级 GBR 旁路	核心网给专线用户分配专用 QCI 并设置保证速率, 基站侧无法灵活设置保证速率	中
调度优先级保障	专线用户调大调度因子, 增加调度概率	专线用户按加权因子优先调度, 无法按保证速率保障	低

无论在 NSA 组网还是在 SA 组网下, 业务最终映射到 gNodeB 的 QCI 承载上, 由承载的差异化调度实现各业务差异化服务。根据核心网下发的 QoS 属性参数 (如 GBR 业务的最小速率保障), 基站实现差异化调度, 具体原理如下。

a) GBR 业务速率保障及速率限制 (基站→UE 方向) 原理。gNodeB 通过 eNodeB (NSA 组网) 或者 5G 核心网 (SA 组网) 获取 GBR 业务的最小速率保障值 (即 GFBR)。GBR 业务用户若下行缓存中有待传数据时, 每 TTI 对比 UE GBR 承载上 T 时间内 (即 3GPP TS 23.501 规定的 Default Averaging Window 值, NSA 组网下, T 为 1 000 ms; SA 组网下, T 默认为 2 000 ms) 传输吞吐量如果小于 GBR 业务的最小速率保障值 GFBR, 则将无线资源优先分配给该承载使用, 尽量保障该承载的速率达到 GBR 业务的最小速率保障值, 否则保持基本的调度的优先级不变。

b) GBR 业务速率保障及速率限制 (UE→基站方向) 原理。当用户上行 BSR>0 时, 每 TTI 对比 UE GBR 承载上 T 时间内传输吞吐如果小于最小速率保障值 (即 GFBR), 则将无线资源优先分配给该承载使用, 尽量保障该承载的速率达到最小速率保障值 (即 GFBR), 否则保持基本的调度, 计算出的优先级不变^[2]。

4.2 PMBR 保障方案

基站设置 5G 政企专网用户最小保证速率: 在基站侧设置 QCI=8, PMBR =100 Mbit/s (示例), 基站按照 PMBR 速率保障专线带宽, 基站周期性针对该用户默认承载的下行速率进行观测统计, 如果速率低于设定的目标值, 则相对性提升该用户的下行调度优先级, 使这部分用户能够得到更多的调度机会从而提高其下行速率。当用户速率达到或者超过设定目标值之后, 相对的降低该用户的下行调度优先级, 使其不再抢占普通用户的调度资源^[3]。即通过对专线用户的优先级调整, 使这部分用户可以抢占普通用户的资源, 直到用户速率稳定在目标值附近^[4] (见图 2)。

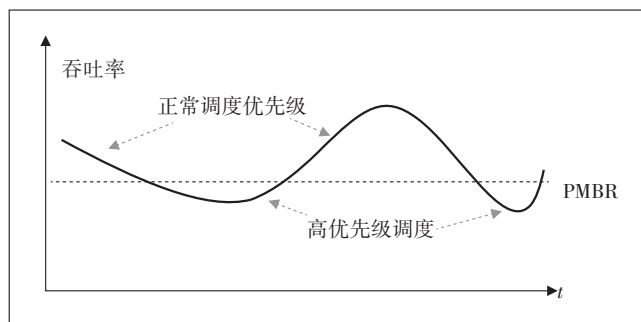


图 2 PMBR 保障方案原理示意图

4.3 调度优先级保障方案

对 5G 政企专网用户提高调度优先级, 基站侧可根据 5G 政企专网用户 (QCI/5QI 为 8) 和普通用户 (QCI/5QI 为 9) 差异化设置调度优先级, 用户等级越高用户获得的调度优先级越高, 在其他条件相同情况下, 5G 政企专网用户调大调度因子会增加该业务的调度概率^[5]。调度优先级公式如下 [调度因子对应公式中的 $\gamma(QCI)$]:

$$\text{priority} = \frac{\text{eff}}{r} \times \gamma_{\text{comm}}, \text{ 其中 } \gamma_{\text{comm}} = \gamma(QCI) \times f(D)$$

式中:

eff——当前信道质量

r——历史传输速率

$\gamma(QCI)$ ——不同 QCI 级别对应的调度优先级的

加权。加权因子配置值越大,则调度优先级越高

$$f(D) \rightarrow f(D) = \frac{D}{\text{Packet Delay Budget} - D}, D \text{ 是指}$$

数据包在 Buffer 缓存中等待的时延, Packet Delay Budget 默认均为 300 ms。

4.4 无线差异化网络保障方案效果验证

4.4.1 GBR 与 PMBR 方案对比

核心网将 QCI4 保障带宽设置为 300 Mbit/s, 基站侧将 QCI8 的 PMBR 设置为 300 Mbit/s, QCI4 稳定在 300 Mbit/s 左右, 而 QCI8 下载速率波动较大。即 GBR 保证资源调度优先级高于 PMBR(见图 3)。

4.4.2 PMBR 与调度优先级方案对比

基站侧将 QCI8 的 PMBR 设置为 300 Mbit/s, 基站侧设置 QCI9 的加权因子高于 QCI8 的调度加权因子。测试结果: MBR 保障方案的优先级高于调度优先级保障方案(见图 4)。

4.4.3 高调度优先级与普通用户对比

QCI8 和 QCI9 均未设置 PMBR 保障速率, 设置

QCI8 调度优先级加权因子高于默认承载 QCI9。测试结果: 专线用户按加权因子提升调度优先级(见表 3)。

4.4.4 小结

GBR、PMBR 和调度优先级 3 种保障方案中, GRB 优先级最高、PMBR 次之、调度优先级方案仅比普通用户提供高调度优先级。

5 用户级风险管控机制

一是由于 5G 政企专网套餐资费相对传统套餐更便宜, 担心用户将 CPE 中的 SIM 卡拔出来, 放在手机中继续使用; 二是 5G 政企专网用户签约长期合约后 CPE 可免费使用, 但顾虑用户中途更换其他运营商 SIM 卡; 三是因为 CPE 具有可接车载电源或连接移动电源, 可在移动状态下随身携带使用的特性, 担心这样会影响到普通用户体验; 四是由于政策法规或其他客观条件限制, 有部分区域限制使用 5G 政企专网产品, 担心用户使用合法地址来申请, 但实际却在非法区域固定使用, 以此逃脱监管。综合上述考量, 提出机卡分离管

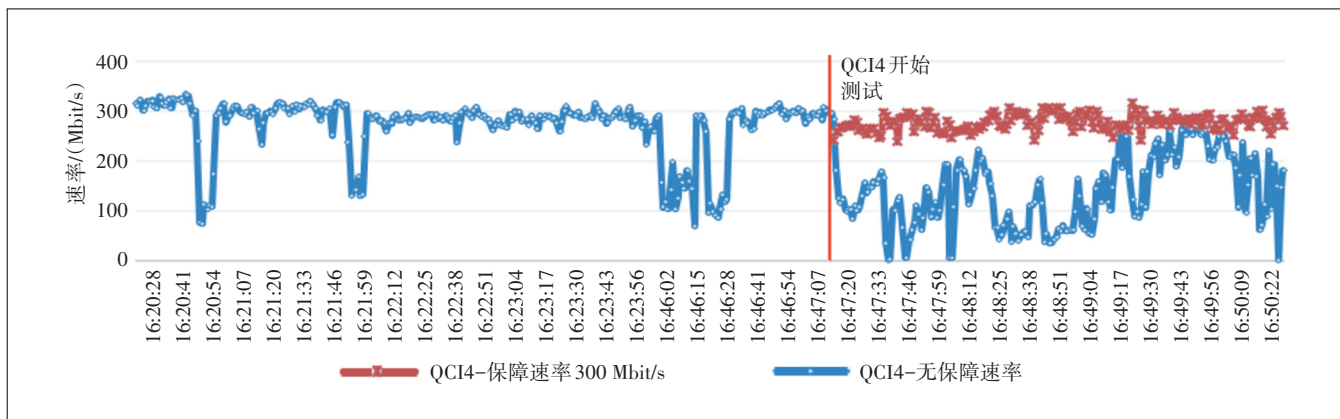


图 3 GBR(QCI4)保障方案调度优先级比 PMBR(QCI8)保障优先级高的测试对比图

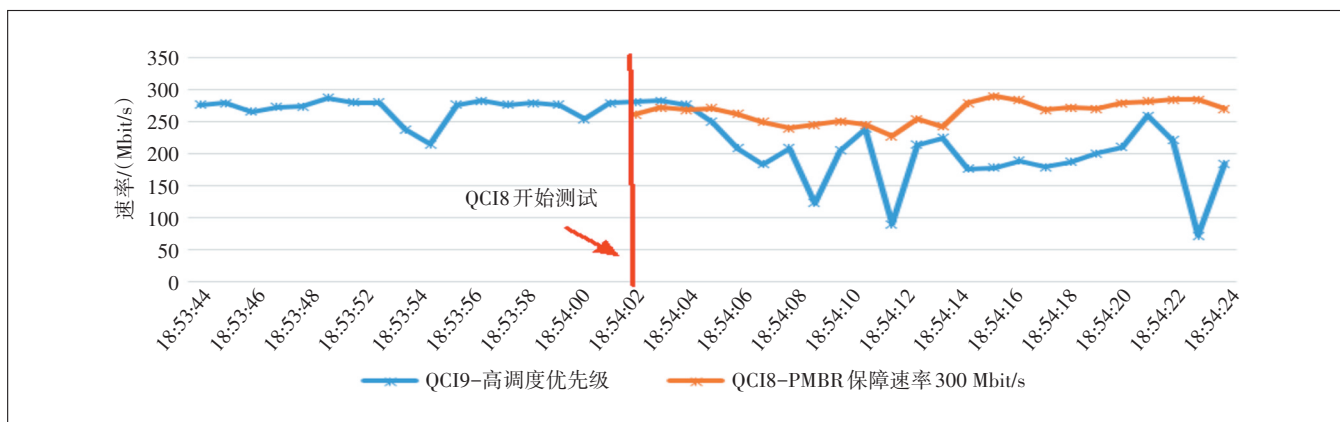


图 4 PMBR 保障方案(QCI8)的优先级高于调度优先级(QCI9)保障方案的测试图

表3 专线用户(高调度优先级 QCI=8)与普通用户(QCI=9)不同设置用户速率对比

下行调度加权因子		下载速率/(Mbit/s)		专线/普通用户速率比/%	上行调度加权因子		上传速率/(Mbit/s)		专线/普通用户速率比/%
专线用户(QCI=8)	普通用户(QCI=9)	专线用户(QCI=8)	普通用户(QCI=9)		专线用户(QCI=8)	普通用户(QCI=9)	专线用户(QCI=8)	普通用户(QCI=9)	
1 000	800	349	301	86.25	1 000	800	92	76	82.61
1 000	600	371	228	61.46	1 000	600	95	64	67.37

控机制和卡站分离管控机制。

5.1 5G 政企专网用户机卡分离管控机制

通过用户使用过程中平台上报的IMEI号进行监控,运维中心对用户办理业务登记的IMEI号与之匹配,人工判定用户是否有过机卡分离行为。针对机卡分离情节严重的,后台可限制其使用。具体流程如下。

a) 通过用户办理业务时的台账获取用户 5G 政企专网号码和所用 CPE 设备编号。

b) 通过大数据平台获取用户 5G 政企专网号码当前使用的设备编号。

c) 将当前设备编号与台账登记的设备编号进行对比,判断其是否存在机卡分离的情况。

d) 对于机卡分离用户,可限制其使用 5G 政企专网业务。

5.2 5G 政企专网用户卡站分离管控机制

5.2.1 基于后评估识别异常移动

通过对位置移动的用户进行监测,运维中心人工判断是否采取强制措施,对于经常移动位置,或移动到高负载小区的用户,可选择限制其使用。其具体流程如下。

a) 通过用户办理业务时的台账获取用户 5G 政企专网号码和 5G 政企业务使用地址。

b) 通过大数据平台获取用户 5G 政企专网号码常驻的 5G 小区并根据工参获取小区经纬度。

c) 通过地理爬虫工具获取 5G 政企业务使用地址的详细经纬度。

d) 将用户 5G 常驻小区经纬度与 5G 政企业务使用地址经纬度进行距离计算,判定其是否有过卡站分离行为。

e) 卡站分离判别准则如下:小于 3 km,则为无卡站分离;大于 3 km 但小于 10 km,则为卡站分离;大于 10 km,则属于严重卡站分离行为。

f) 对于卡站分离用户,可限制其使用 5G 政企专网业务。

5.2.2 制定 5G 政企专网黑白名单进行用户管控

通过对 5G 政企专网用户设置专属的 TAC 区,通过黑白名单机制可以达到专网专用的目的。实现原理:提取 Attach Request 中所携带的 IMSI,建立管控白名单与黑名单。对 IMSI 在黑名单中的目标用户发送 EMM (EPS Mobile Management) cause 为 8 “LTE and non-LTE services not allowed”的 Attach 拒绝信令;对 IMSI 在白名单中的非目标用户发送 EMM cause 为 12 “Tracking area not allowed”的 Attach 拒绝信令。从而实现目标用户的身份甄别,完成对非目标用户的通信阻断,且不会影响基站的正常通信。

6 结束语

本文通过对 PMBR 技术、GBR 技术、调度优先级差异化技术的研究,探讨了 5G 政企专网用户体验感知保障方案;同时研究总结了 5G 政企专网用户管控策略,通过机卡锁定、卡站锁定等技术方案,实现对 5G 专网用户的灵活掌控,降低对公众用户的体验影响。5G 政企专网项目立足于支撑市场前端 5G 2B 业务的发展,进一步促进数字化中国建设,特别是针对宽带资源不足区域,通过 5G 政企专网替代方案,有效提升通信运营商口碑品牌形象。

参考文献:

[1] 李一,刘光海,李菲,等. 5G NSA 网络端到端差异化 QoS 策略研究[J]. 邮电设计技术,2020(3):75-79.
 [2] 刘明娜,刘昱廷,余肖潇. 基于 QoS 的端到端差异化管控策略研究[J]. 电信工程技术与标准化,2020,33(4):51-56.
 [3] 陈嘉明. 基于 Non-GBR 与 ARP 优先级的 QoS 管控研究[J]. 电信工程技术与标准化,2019,32(4):81-87
 [4] 张建民. 基于 PCC 策略控制的差异化服务的研究和实现[D]. 北京:北京邮电大学,2011.
 [5] 高激. 无线移动通信网络的资源调度研究[D]. 成都:电子科技大学,2019.

作者简介:

陈锋,毕业于福州农林大学,高级工程师,云网专家,主要从事无线网络规划建设优化工作;陈海,毕业于重庆大学,高级工程师,硕士,主要从事无线网络优化工作;洪林梦涵,毕业于集美大学,主要从事无线网络优化工作。