

# 面向商用飞机的乘客上网需求分析

潘路平

中电科航空电子有限公司, 四川成都, 中国

**【摘要】**在航空运输业竞争加剧、航司致力于通过引入“互联网+”技术等手段提升乘客体验的背景下, 需要开展乘客上网需求的分析以支撑地空网络的选择和改进。本研究通过调研乘客上网业务类型、带宽需求及使用概率, 结合不同机型载客量, 完成了乘客及飞机带宽需求的评估。研究结果显示, 在当前常见的地空网络中, Ka 波段卫通可完全满足需求, Ku 波段卫通和部分 ATG 网络能满足大部分需求。本研究可为新兴地空网络的发展提供数据支撑, 对推动地空宽带服务发展具有重要意义及潜在影响。

**【关键词】**乘客上网; 商用飞机; 地空通信; 卫星通信; ATG

## 1. 引言

随着航空运输业竞争的加剧, 航空公司和制造商越发关注如何提高乘客体验。在“互联网+”时代, 部分航空公司开始尝试在飞机客舱中引入互联网技术, 如通过客舱娱乐系统接入互联网, 或为旅客提供无线网络连接等。欧美区域航空互联市场是发展最早也是最为成熟的市场, 美联航、德国汉莎航空、美国西南航空等大型航空公司已广泛在欧洲、北美和亚洲等众多航线上提供机载地空宽带服务[1]。相比国外同行, 中国航空公司在地空宽带服务系统的装机量存在较大差距, 但是随着近几年各大航空公司对该领域的重视度提升, 结合高通量卫星、低轨卫星和空天地一体化信息网络的国产化加速发展趋势, 该领域的发展将呈井喷态势[2]。

在此背景下, 本研究通过聚焦商用飞机乘客上网需求研究, 开展常见地空网络的性能及需求匹配情况研究, 为航空互联技术发展提供支撑。

## 2. 乘客上网需求研究

### 2.1 乘客上网业务类型

商用飞机的乘客上网业务[3,4]主要包括:

a) 网上聊天: 考虑飞机用户是特殊场景, 一般考虑只有一种聊天工具在使用, 典型应用如微信、QQ 等即时通信;

b) 网页浏览: 飞机用户主要使用手机、笔记本电脑和平板等电子设备, 考虑到客舱狭小的环境, 本文分析主要按照手机单页面网页浏览进行分析, 典型应用如网络新闻和网络文学;

c) 电子邮件收发: 一般根据用户与邮件

服务器的带宽而定, 分析按照一般的最低收发带宽进行分析, 典型应用如邮件下载文件带宽大于上载文件带宽;

d) 文件下载: FTP、图片等文件下载, 典型应用如网络漫画;

e) 网上购物: 典型应用如淘宝和京东网上购物;

f) 网络游戏: 典型应用如联机游戏;

g) IP 电话: 典型应用如 H.323 纯语音 IP 电话, 采用 G.723 编码;

h) 数字音频: 典型应用如网络音乐以及网络音频播放;

i) 视频会议: 典型应用如腾讯会议;

j) 视频点播: 多媒体视频业务, 如网络视频和短视频;

k) 数字化电视: 分配型媒体业务, 如网络直播。

### 2.2 业务带宽需求

根据乘客上网业务类型的不同, 其典型带宽需求如表 1 所示:

表 1. 乘客上网业务带宽需求

序号	业务类型	最低下行带宽 (Kbps)	最低上行带宽 (Kbps)
1	网上聊天	32	32
2	网页浏览	10	10
3	电子邮件收发	128	32
4	文件下载	256	32
5	网上购物	64	32
6	网络游戏	128	32
7	IP 电话	32	32
8	数字音频	10	10
9	视频会议	256~512	256~512
10	视频点播	512~2048	16~64
11	数字化电视	500~800	16~32

### 2.3 业务使用概率

根据用户的使用习惯，每种乘客上网业务会占用时长不一样，本文定义为乘客上网业务使用概率。乘客上网业务使用概率是根据大量用户的长期使用习惯统计出来的，由于飞机用户数通常在 90 人以上，根据大数定理，乘客上网业务使用概率可以使用该数据来模拟近似航空用户的上网业务行为使用时间分布。结合《第 44 次中国互联网络发展状况统计报告》，给出乘客上网业务使用概率如表 2 所示：

表 2.业务使用概率

序号	业务类型	占空比 (%)
1	网上聊天	14.5
2	网页浏览	13.1
3	电子邮件收发	5.0
4	文件下载	3.5
5	网上购物	10.0
6	网络游戏	1.0
7	IP 电话	3.0
8	数字音频	19.5
9	视频会议	1.2
10	视频点播	24.9
11	数字化电视	4.3

### 2.4 乘客上网业务平均带宽估计

乘客上网平均带宽需要根据乘客开机联网比例  $\gamma$ 、开机联网不使用业务的空闲比例  $\lambda$ 、基于业务实时性的线路利用指数向量  $\theta$  进行预估，则乘客上网业务的平均带宽  $B$  采用式 (1) 进行评估：

$$B = \gamma(\lambda(\theta \circ \alpha)\beta^T + (1 - \lambda)\kappa) \quad (1)$$

式中： $\circ$ 表示 Hadamard 乘积， $\alpha$ 表示乘客上网业务使用概率， $\beta$ 表示每种乘客上网业务的带宽， $\kappa$ 表示开机不上网需要消耗的网络流量。

#### 2.4.1 乘客开机联网比例

网络中开机的数量、访问互联网的比例并非都属于随机性，而是有一定的规律。在商用飞机的客舱场景下，假设开机联网数约占总数的 2/3。

#### 2.4.2 开机联网不使用业务的空闲比例

乘客开机联网中，并非所有人都要使用相关的上网业务。大多数情况下，开机且上网的人数占开机比例的 1/2。此处假设开机联网、但不使用上网业务，需要消耗的下行和上行带宽为 15kbps 和 3kbps。

#### 2.4.3 基于业务实时性的线路利用指数

乘客上网业务的实时性不同，需要为该

业务预留的网络带宽则不同，与非实时业务相比，实时业务需要更宽的预留带宽，其线路利用指数也越高。商用飞机乘客的上网业务类型主要包括三类：

- a) 实时业务：如音频会议、视频会议、微信聊天业务、网络游戏等；
- b) 半实时业务：如基于 IP 的电视、音频和视频等流媒体业务；
- c) 非实时业务：如网络购物、电子邮件、Web 浏览以及 FTP 文件下载业务等。

假设非实时业务的线路利用指数为 1，则半实时业务和实时业务的线路利用指数均大于 1，本文假设为 1.25 和 1.5，则基于业务实时性的线路利用指数向量见式 (2)。

$$\theta = [1.25 \ 1.0 \ 1.0 \ 1.0 \ 1.5 \ 1.5 \ 1.5 \ 1.5 \ 1.5 \ 1.5] \quad (2)$$

### 3.飞机带宽评估

#### 3.1 单乘客带宽估算

单乘客带宽按三种情况进行评估：

a) 基础平均带宽：不包含视频点播、视频会议以及数字化电视，主要包括网上聊天、网页浏览、电子邮件收发、文件下载、网上购物、网络游戏、IP 电话、数字音频，经评估各项业务的下行和上行带宽如图 1 和图 2 所示，综合各项业务带宽叠加后单名乘客的平均下行和上行带宽分别为 28.3Kbps 和 17.8Kbps；

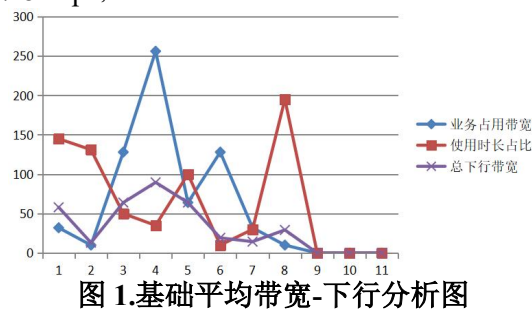


图 1.基础平均带宽-下行分析图

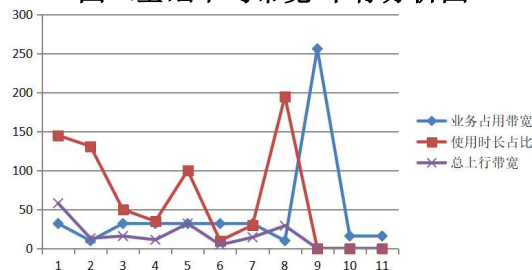


图 2.基础平均带宽-上行分析图

b) 进阶平均带宽：在基础带宽的基础上，增加了低分辨率视频点播、视频会议以及数字化电视的业务，经评估各项业务的下行和上行带宽如图 3 和图 4 所示，综合各项业务带宽叠加后单名乘客的平均下行和上行带宽分别为 263.2Kbps 和 29.5Kbps；

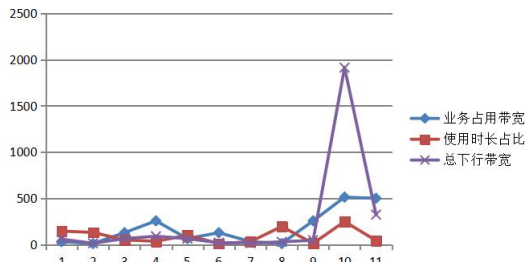


图 3.进阶平均带宽-下行分析图

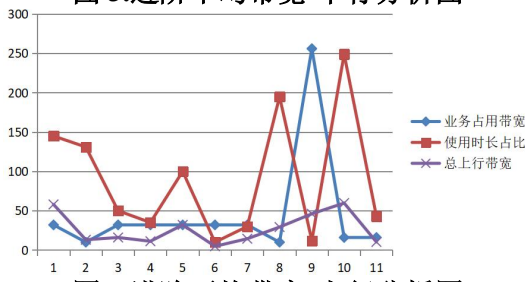


图 4.进阶平均带宽-上行分析图

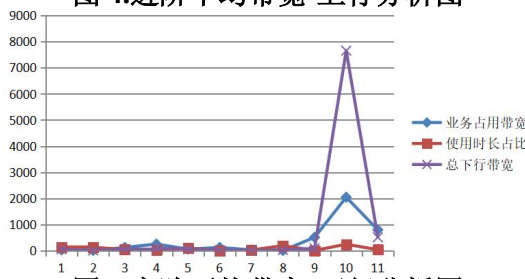


图 5.高阶平均带宽-下行分析图

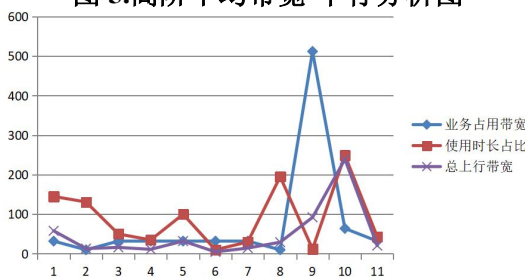


图 6.高阶平均带宽-上行分析图

在进阶带宽的基础上，将视频点播、视频会议和数字化电视的分辨率进一步提升，经评估各项业务的下行和上行带宽如图 5 和图 6 所示，综合各项业务带宽叠加后单名乘客的平均下行和上行带宽分别为 860.9Kbps 和 53.1Kbps；

### 3.2 飞机带宽需求评估

根据航线客流量的不同，航空公司会选择不同类型的飞机进行执飞。支线飞机主要运营市场需求少的小客流量航线，干线飞机主要运营市场需求多的大客流量航线[5]。在大客流量航线中，航空公司又会根据客流量大小和飞行航程，将执飞机型细分为窄体和宽体两种情况。

典型支线机、窄体机和宽体机载客人数分别为 90、168 和 280[6]。根据载客人数和

3.1 章节完成的乘客带宽估算结果，单架飞机的总带宽需求如表 3 所示：

表 3.飞机带宽需求

类型	带宽情况	下行带宽 (Mbps)	上行带宽 (Mbps)
支线	基础	1.1	0.5
	进阶	7.9	0.9
	高阶	25.8	1.6
窄体	基础	2.0	1.0
	进阶	14.8	1.7
	高阶	48.2	3.0
宽体	基础	3.3	1.7
	进阶	24.6	2.8
	高阶	80.4	5.0

### 地空网络性能与需求匹配

根据通信体制的不同，航空地空通信系统可分为卫星中继（SAT）和地面基站（ATG）两种模式。

卫星中继模式是指飞机飞行过程中，通过与卫星建链，实现地空通信的解决方案。根据通信频段的不同，可细分为 L 波段卫通、Ku 波段卫通、Ka 波段卫通。

地面基站模式是在飞机航路航线下架设数个地面基站，飞机在飞行过程中通过与地面基站建链，实现地空通信的解决方案。当前全球建成投入运营的 ATG 网络为：美国 Gogo 和欧洲空中网络（EAN）。

当前常见的地空网络性能[7-11]与需求的匹配情况如表 4 所示。

表 4.地空网络性能与需求匹配表

网络类型	速率 (Mbps)	需求匹配					
		支线		窄体		宽体	
L 波段卫通	0.4	基础	√	基础	×	基础	×
		进阶	×	进阶	×	进阶	×
		高阶	×	高阶	×	高阶	×
Ku 波段卫通	20~40	基础	√	基础	√	基础	√
		进阶	√	进阶	√	进阶	√
		高阶	√	高阶	×	高阶	×
Ka 波段卫通	70~100	基础	√	基础	√	基础	√
		进阶	√	进阶	√	进阶	√
		高阶	√	高阶	√	高阶	√
ATG 网络-美国 Gogo	10	基础	√	基础	√	基础	√
		进阶	√	进阶	×	进阶	×
		高阶	×	高阶	×	高阶	×
ATG 网络-欧洲空中网络 (EAN)	30~75	基础	√	基础	√	基础	√
		进阶	√	进阶	√	进阶	√
		高阶	√	高阶	√	高阶	×

## 5. 结论

本文评估了乘客上网业务类型、带宽、使用概率,对单乘客上网带宽进行了计算,结合不同机型的载客人数,最终形成了支线(1.1~25.8Mbps)、窄体(2.0~48.2Mbps)、宽体(3.3~80.4Mbps)的单飞机总带宽需求。综上所述,在常见的地空网络中,Ka波段卫通可以完全满足需求,Ku波段卫通和ATG网络-欧洲空中网络可以满足大部分需求。随着高通量卫星和低轨卫星通信等新兴技术的快速部署,将为航空互联和旅客上网提供更多地空网络作为可选项。

## 参考文献

- [1] 杨岩青,陈学锐,高唯杰,等.飞机智慧客舱发展趋势研究[J].民航学报,2024,8(05):24-27.
- [2] 赵文强.宽带卫星通信技术在智慧客舱中的应用[J].卫星应用,2023,(04):57-61.
- [3] 艾伟.国航公司机舱互联网业务商业模式研究[D].北京邮电大学,2023.DOI:10.26969/d.cnki.gbydu.2023.003302.
- [4] 李钢.民航飞机运行阶段接入互联网技术解决方案研究[D].厦门大学,2019.
- [5] 郭才森,黄祖欢.支线飞机与干线飞机利用率比较研究[J].大飞机,2025,(06):58-62.
- [6] 吴光辉.中国商用飞机发展三部曲[J].Engineering,2021,7(04):28-33.
- [7] 刘海涛,肖妮,高云.民用航空空地通信系统发展路线研究[C]//中国航空学会.第十届中国航空学会青年科技论坛论文集.中国飞行试验研究院,2022:1056-1060.DOI:10.26914/c.cnkihy.2022.057393.
- [8] 赵庆贺,毛新胜,庞珂.民机空地宽带互联系统发展现状及趋势[J].通信技术,2019,52(10):2428-2432.
- [9] 陈祥,李宇,王洪全.机载客舱无线化网络方案研究[J].航空科学技术,2020,31(06):35-41.DOI:10.19452/j.issn1007-5453.2020.06.006.
- [10] 任振东,杜稀暉.面向互联飞机的空天地网络一体化融合研究[J].民用飞机设计与研究,2022,(02):137-143.
- [11] 黄松涛,李洲.机载互联网的卫星通信实现方式分析和展望[J].电信工程技术与标准化,2018,31(11):6-10.