

航空公司签派放行阶段业载提升策略研究

马 玲 王航臣 *

(中国南方航空股份有限公司北京分公司,北京 102600)

摘要:针对窄体机型业载容易受到限制,导致航空公司效益减少这一问题。首先,分析了航班运行业载影响因素,指出业载限制主要分为高温带来的性能限制、油箱容积与结构重量限制。其次,解析了上述3种限载的具体原理,详细分析了三者存在的差异。最后,针对高温限载,提出在签派放行阶段,可以通过提前申请有利跑道或有利跑道方向、优化性能计算条件、更换有利机型、优化航路、改近备降场、改变高度层和主动延误航班等方式提升载量;针对油箱容积与结构重量限制,提出修改燃油偏差、修改成本指数、调整燃油密度等解决方式;并对部分方式使用空客性能软件 Flysmart+进行仿真计算,证明了方式的有效性。

关键词:航空公司;签派放行;业载;飞机性能

中图分类号: V355

文献标识码: A

OSID: 

0 引言

受客流、成本和政策等因素的影响,宽体客机由于运营成本较高且对机场和航线的适应性要求较高,在很多航线受到限制。与此相比,窄体飞机更适合执行短途和中等航程的飞行,而国内航线大多数属于这一类别。这些窄体机型在客流量相对较低的航线以及班次高密度和高频率的航班运营中具有更好的经济性和更高的效率。但窄体机型比宽体机型更容易受到性能、结构和航程的限制,这些限制轻则造成减货甚至减客,影响航空公司效益和服务口碑;重则使飞机不能正常起飞和降落,影响运行安全。因此,有必要对航班执行前签派放行阶段的业载提升策略进行研究。

目前,国内外关于业载提升的相关研究主要集中在载重配平和重量预测估计方面,从签派放行的角度优化业载的研究相对较少。在载重配平方面,2014年,Vancroonenburg等^[1]提出了一种混合整数线性规划模型,作为航空货物装载规划的决策支持

工具。2023年,赵向领^[2]在文献[1]的基础上研究了客改货航班载重平衡的优化问题,并设计了求解算法。2024年,赵向领^[3]在文献[1]和文献[2]的基础上总结了航空货运配载的研究现状和未来方向。在重量预测方面,2015年,LURKIN^[4]建立货运业载规划模型,来优化业载与燃油重量。2017年,舒姚涵^[5]通过均值差分模型预测宽体机业载。2021年,蒋小强^[6]指出目前航空公司采用的平均法评估旅客体重会带来较大的误差,继而提出了一种新的评估旅客体重的方法。2023年,曾振华等^[7]提出客运航班加清水等重量管理较为粗放,提出通过精准加水降低飞机的无油重量。在签派放行角度方面,主要研究集中在飞机性能方面,2022年,张序^[8]探讨了高原机场飞机性能降级的影响和应对措施;2023年,王可等^[9]以C909(ARJ21飞机)为例探讨了优化起飞速度提升场地长度限制和爬升限制的优化方法。王天波等^[10]探讨了非常规性能构型对于高原机场性能提升的作用。

综上,已有文献中,从签派放行的角度研究载

* 通信作者. E-mail: wanghangchen@csair.com

基金项目:国家自然科学基金与中国民用航空局联合基金(U1633124)

引用格式:马玲,王航臣.航空公司签派放行阶段业载提升策略研究[J].民用飞机设计与研究,2024(4):148-156. MA L,

WANG H C. Research on load enhancement strategies for dispatcher release[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2024 (4):148-156 (in Chinese).

量提升的论文较少,且多集中于性能优化方面,缺少其他签派放行措施对于载量提升的研究。因此,本文的创新点如下:

- 1) 将业载限制细分为高温带来的性能限载、油箱容积、结构重量限制导致的限载,并对导致上述3种限制的原因进行了分析;
- 2) 分别针对高温限载和油箱容积与结构重量限制,提出了相应的业载优化方法。

1 航班运行限载因素分析

1.1 林芝—广州航线因高温限制起飞性能

1.1.1 案例经过与分析

某日,A319-115型飞机原定于12:00执飞林芝至广州的航班,但由于运力调整,起飞时间被推迟至13:45。这次调整使得航班进入林芝机场的高温时段,高温导致飞机限载问题严重。为此,机组咨询林芝塔台,询问由于性能限制,是否可以使用05号跑道起飞。林芝塔台回应称,由于机场正处于进港高峰时段,并且有第三方活动,如果选择05号跑道起飞,起飞时间可能需要推迟到14:30左右。随后,由于05号跑道顺风增大,机组决定调整飞机构型为1+F,并结合一周的温度变化来预测实际温度,最终决定改用23号跑道,利用最大顶风起飞以满足性能要求。在计算结果得到机组同意后,航班被放行。

1.1.2 案例总结

这一类限制可统一称为高温限载。高温限载的实际原因是进入夏季后,由于温度升高,达到发动机的平台温度后导致飞机性能变差,给飞机运行带来不利影响。例如,在高高原机场或地形复杂的机场,气温的升高会对飞机的起飞与着陆限重造成不利影响,若不能及时处理,会出现临时减旅客、拉行李的情况,不仅容易造成航班延误,更可能造成负面舆论事件。因此,高温带来的限制均为性能限制。高温限载一直是签派员面临的一大难题,尤其是昆明、西双版纳、拉萨等热门高原和高高原机场,每年都会有很多航班受到限重影响,有些最后正常解决;有些最后选择减少货物,申请加降机场;这都是高温限载带来的问题。

高温限载主要影响飞机的起飞和落地性能。起飞性能限制可以细分为场地长度限重、爬升限重和障碍物限重。其中场地长度限重常见于机场跑

道长度不足的情况,需通过降低起飞决断速度 V_1 解决,这就导致必须减轻起飞重量。这类限重与风速风向、防滑系统/刹车系统工作情况、机场温度、跑道坡度、机场气压高度均有关系。爬升限重则是对飞机本身能力的要求,主要是预防风切变及误操作带来的意外和紧急情况。障碍物限重是最终爬升效果与障碍物轨迹带来的要求,常见于净空条件较差的机场。后两种限重主要受限于爬升梯度。

飞机的着陆性能受到进场爬升和着陆爬升规定的限制,这些要求可能会影响飞机的落地重量。以进近爬升为例,规章要求在计算时需保证飞机的爬升梯度达到2.1%。然而,由于障碍物的影响,一些机场要求基于更高的特定进近爬升梯度来计算限重。例如,西宁机场要求2.5%的爬升梯度,丽江机场要求3.2%,而西双版纳机场则要求4%。如果叠加高温的影响,可能会造成落地重量受到性能限制。

1.2 长春—广州航线因极限航程达到飞机结构限制

1.2.1 案例经过与分析

某日,A321-231型飞机执行长春至广州航班任务。在签派放行单上,最近的备降机场被设定为深圳。在飞行计划制作阶段,签派员发现当日航班的旅客和行李业载较多(无货物),如果按照标准加载正常起飞油量,则无法携带全部预计业载。签派员尝试申请使用距离更短的02航路以减少航路耗油,但未能成功。随后,签派员与机组协商,决定继续使用01航路(与02航路相比,01航路会多消耗400 kg燃油),并调整航班燃油密度,将航班所加总油量增加至18.7 t。同时,签派员与机组共同制定了空中运行预案并放行了航班。最终,航班正常起飞并运行平稳。上述情况是一个典型的案例,说明了当飞机的航程达到限时,可能会遇到油箱容量限制,导致无法装载全部预期的业载。

1.2.2 案例总结

极限航程带来的限制分为油箱限制和结构限制两种。

油箱容量限制对业载的影响在远程航线上尤为显著。对于窄体机型执飞的长距离航线,例如北京至胡志明、北京至乌鲁木齐、哈尔滨至广州等,可能会出现携带的酌情油量为负值或不足以满足运行需求的状况。如图1所示,当航线航程超出飞机

的经济航程时,可承载的业载量将随之减少。

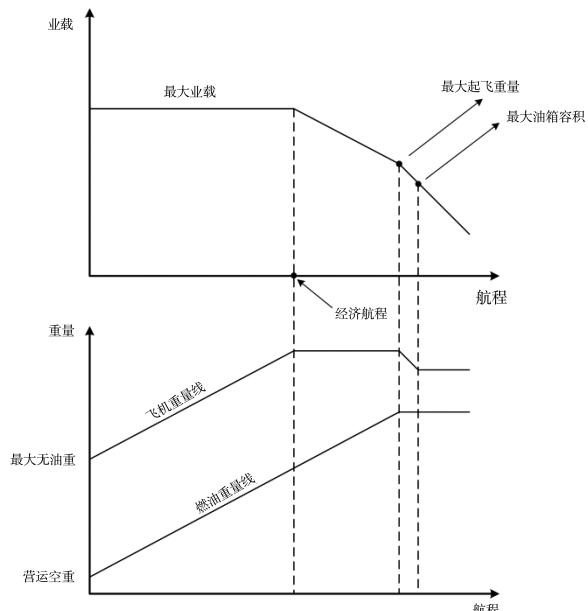


图 1 业载-航程关系

结构重量限制业载。结构重量限制分为 4 种,分别是:最大起飞重量、最大落地重量、最大滑行重量和最大无油重量。

最大起飞重量(maximum take off weight,简称 MTOW)是确保飞机不会因超重而对其整体结构造成损伤的关键限制。它定义了飞机在起飞时所能承受的最大重量,这个重量是着陆重量和预计航程所需的油量之和。因此,当飞机的重量接近其结构限制的 MTOW 时,可能的原因包括:1)航程过长,导致所需的航程油量过多,从而增加了起飞时的总重量。2)着陆重量中包含了过多的备降油量,这也会导致飞机的起飞重量受到限制。

最大着陆重量(maximum landing weight,简称 MLDW)是依据飞机起落架在着陆时所能承受的冲击负荷而设定的重量限制。它是由无油重量、备降油量、最后储备油量、酌情携带油量以及不可预期燃油量等部分加总而成。根据适航规章规定,对于同一型号的飞机,其最后储备油量是固定的,而同一航线上的不可预期燃油量也保持不变。因此,影响 MLDW 的主要变量是无油重量和备降油量。无油重量过大,即业载过重,或备降油量过多,意味着备降场的选择距离较远,均可能导致飞机受到落地限重。

最大滑行重量(maximum taxi weight,简称

MTW)取决于飞机的结构强度,是起飞重量与滑行油量之和。业载的限制因素主要是起飞油量和最大起飞重量,很少会受到滑行油量的影响。

最大无油重量(maximum zero fuel weight,简称 MZFW)是飞机在不加装可用燃油情况下能够承受的最大重量,是营运空重(operational empty weight,简称 OEW)与业载之和。OEW 在飞机出厂或改装后不会变化,理论上可用业载为 MZFW 与 OEW 之差,但实际需要通过对比 MTOW 和 MLDW,取最小值后得到。

在实际运营中,干线客机的业载能力主要受限于最大起飞重量(MTOW)和最大着陆重量(MLDW)。这两种限制通常在以下情况下显现:当飞机的油箱容积与结构重量限制相结合,或者上述情况叠加复杂天气条件下需要携带较多的额外油量时。

1.3 深圳—安克雷奇航线受跑道 PCN 限制

1.3.1 案例经过与分析

波音 777F 飞机在深圳宝安机场运行时常用起飞跑道为 15/33 号跑道,该跑道道面等级序号(pavement classification number,简称 PCN)值为 72/R/B/W/T,根据波音 777F 机型飞机特性手册,其道面强度限制重量为 332 t。为达到提升业载的目的,当日申请 16/34 号跑道起飞。在后续的运行中发现,该手册的图表是基于飞机主起落架承担 91.7% 的总重,即飞机重心 31% MAC 的条件设计的。在实际运行中,波音 777F 飞机重心比较靠前,可以采取按实际起飞重心计算道面强度限重的方法来提升限重。例如,当波音 777F 飞机实际起飞重心为 24% MAC 时,对应的跑道道面强度限重为 335.3 t,增加了近 3.3 t。此案例属于 PCN 限制载量的典型案例,通过更改有利跑道,优化 PCN 计算条件,达到提升载量的目的。

1.3.2 案例总结

PCN 限重主要分为 2 种情况,一种是航空器等级号(aircraft classification number,简称 ACN)较高,另一种是一些中小机场由于建设成本限制,跑道的长度和道面等级序号(pavement classification number,简称 PCN)值都不高,导致出现 PCN 限制飞机重量的情况。例如 A321 机型在常德机场的 PCN 限重为 84 062 kg,A321NEO 飞机的 PCN 限重为 83 562 kg。现在常用的评估方法有 2 种:一种是根据飞机重量

转化为 ACN 值,再与机场公布的 PCN 值进行比较;二是根据机场的 PCN 值和飞机的等级序号值表反推飞机重量。

当 $ACN > PCN$ 时,满足下列条件可允许有限制地超载运行:

- 1) 道面没有呈现破坏迹象,土基强度未显著减弱期间;
- 2) 飞机等级序号超出道面等级序号不大于 10% (柔性道面)或 5% (刚性道面);
- 3) 年超载运行次数在年运行总次数的 5% 以内。

不过在采取这种措施前,需征得机场管理部门同意。1.3.1 节的案例涉及的是定期航班,通常需要寻求其他优化方法来提高业载。需注意的是,国际民航组织将于近期在全球范围启用新的机场道面强度报告格式“航空器分类等级(aircraft classification rating,简称 ACR)-道面分类等级(pavement classification rating,简称 PCR)”,即“ACR-PCR”方法,以全面替代现行的“ACN-PCN”方法。虽然格式有变更,但这一部分的原理是相同的。

2 签派放行阶段业载提升策略

2.1 高温限载方面

由 1.1 节可知,高温限载均是飞机性能不足带来的限制。因此,载量的提升策略主要集中在飞机性能的改善方面。

2.1.1 提前申请有利跑道或有利跑道方向

对易受到限重的机场、航路航段应保持情景意识。制作飞行计划时,对易受限重的机场需做起飞限重和着陆限重分析。如果出现了性能限制,可以考虑提前向机场申请有利跑道或有利跑道方向。

以空客 A321 机型在昆明机场起飞为例,需要根据所用跑道、实际温度等条件,精确计算性能限重。经查询,该机场 4 条跑道的性能限重不同,其中默认 22 号跑道限制最小,但昆明机场一般使用 03 号或 21 号跑道起飞。由于夏季温度较高,对载量影响较大,制作计划和放行航班时,若性能限重限制了实际载量,可尝试提前向空管申请,使用 04 或 22 号跑道起飞。又如在西双版纳机场,A320/A321 需计算起飞限重,34 号跑道限载非常严重(同等条件下,比 16 号跑道业载减少 6 t 左右),如果风向不利使用 34 号跑道起飞,可以在符合规章要求并与机组

达成一致意见的情况下,向塔台申请使用 16 号跑道起飞。上述 2 种方法主要取决于机场的运行情况和塔台的意见,一般情况下不作为优选方法。

以空客 A321-231 机型为例,对于执飞西双版纳机场至广州白云机场的航线,使用空客的性能软件 Flysmart+ 进行性能计算,并依据飞行计划计算程序来确定油量。在计算过程中,设定以下条件:气温为 35 °C、道面干燥、静风、防冰系统关闭。在飞行计划中,最近的备降机场定为深圳宝安机场,酌情携带油量为 1 t。根据这些参数,计算可得西双版纳机场 16 号跑道的可用业载为 14 945 kg,而 34 号跑道的可用业载则为 8 600 kg。这一计算结果揭示了不同跑道和条件对飞机业载能力的影响,同时也凸显了在高温条件下优化飞行计划的重要性。

2.1.2 优化性能计算条件

一般在性能计算时都会给机组留一定操作裕度,如果与机组达成一致意见,可以适当优化性能计算条件。比如性能计算时,按照空调开关状态,改变襟翼形态,获取实际温度的方式精算性能限制的起飞重量。这种方式是提升载量最有效的方式,但需要注意,这种方式会挤压机组的操作空间,对于机组胜任力的要求更高,尤其在忽然出现顺风时,高原机场容易接近或超过轮胎最大限速。

以空客 A321-231 机型为例,性能计算条件和飞行计划条件同 2.1.1 节,使用 34 号跑道起飞。计算结果如表 1 所示。

表 1 A321-231 机型不同性能计算条件下的业载能力

空调	襟翼形态	起飞限重/kg	可用业载/kg
开	CONF 2	68 964	8 600
关	CONF 2	70 274	9 808
开	CONF 1+F	70 149	9 692
关	CONF 1+F	71 473	10 912

2.1.3 提前测算,更换有利机型,优化航路

在执行次日航班之前,预排性能较好的机型。除此之外,签派员可以根据次日预报最高温和保守油量政策,提前测算可用业载,并与货运、配载部门提前沟通;如果出现载量限制的情况,可以建议更换有利机型或控制座位销售。以空客公司的窄体机型为例,在不发生旅客或行李溢出的情况下,可以将 A321 机型换成推重比更高的 A320/A319 机型,或在不影响其他航线的情况下,更换为

A321NEO、A320NEO 等性能更好的机型。

在标准条件下,不同型号的 A321 和 A320 飞机在特定航线上的业载能力存在差异,具体如下:

(1) A321 机型:A321-253N>A321-231W>A321-211W>A321-231。

(2) A320 机型:A320-232(77 t)>A320-214W>A320-232>A320-214。后三种机型业载能力差异不大,A320-232(77 t)业载能力优势明显,但旅客座位数比其他 3 种 A320 少。

(3) 在比较 A321 和 A320 系列飞机的业载能力时,需要根据具体航线和运行条件进行详细分析。

表 2 提供了哈尔滨至广州这一典型极限航程的参考数据,但实际的业载能力应以具体计算结果为准。该表显示,哈尔滨至广州航线的航路距离为 1 764 n mile,计划巡航高度为 FL321,且备降机场定为揭阳。考虑到冬季航线上的顶风较大,计算中采用了冬季航路风数据的 68%。根据表 2 的数据分析,在极限航程时,A320 和波音 737 由于重量小,所以航程耗油少,更容易出现受到 MTOW 限制的情况;而 A321 和波音 737MAX 机型由于重量大,航程耗油相对多,更容易出现最大燃油容量(maximum fuel capacity,简称 MFC)限制或落地重量限制。因此,在编排极限航程的飞机任务时,可以考虑在业载较小的情况下,优先编排 A320 机型或波音 737 机型执行,可以达到节油的目的。在业载较大时,优先编排 A321NEO 机型或波音 737MAX 机型;若航路、机场无特殊天气,也可考虑使用 A321 或增重型波音 737 来执行。

在不能通过更改机型提高业载的情况下,如果起飞机场和目的机场存在多条航路,可以提前申请使用较短的航路,达到减少油量,增加业载的目的。

表 2 哈尔滨—广州航线各机型最大业载

机型	航程油量/kg	轮挡时刻	起飞全重/kg	最大业载/kg	限制因素
A321-211W	13 147	4:58	84 701	16 755	MFC
A320-251 (73.5 t)	9 686	4:57	73 500	14 014	MTOW
A320-232W	11 309	4:59	73 500	14 091	MTOW
A320-214	11 823	4:59	73 500	13 577	MTOW
A321-253NX (89 t)	11 627	4:56	89 000	22 173	MTOW

表2(续)

机型	航程油量/kg	轮挡时刻	起飞全重/kg	最大业载/kg	限制因素
A320-232	11 585	4:58	73 500	13 815	MTOW
A321-231W	13 133	4:57	86 817	18 884	MFC
A320-251(79 t)	10 026	4:56	77 339	17 513	MLDW
A319-153N	8 885	4:56	70 000	13 415	MTOW
A320-251(77 t)	10 017	4:56	77 000	17 183	MTOW
A319-115	11 299	4:59	70 000	12 101	MTOW
A321-231	13 119	4:57	82 108	14 189	MFC
A321-211	13 100	4:57	80 192	12 292	MFC
A320-232(77 t)	11 957	4:58	76 383	16 326	MLDW
A319-112	10 993	4:59	68 000	10 907	MTOW
A321-271	12 043	4:57	91 229	23 686	MLDW
A320-271	10 082	4:57	77 404	17 522	MLDW
A320-214W	11 408	5:01	73 500	13 992	MTOW
A321-253NX (93.5 t)	11 845	4:56	90 959	23 914	MLDW
A321-253N	11 627	4:56	89 000	22 173	MTOW
波音 737-700W (70 t 22K)	10 570	5:04	68 549	13 579	MLDW
波音 737-800W (73 t)	11 345	4:59	73 255	14 160	MTOW
波音 737-800W (78 t)	11 729	4:58	77 041	17 561	MLDW
波音 737-800WS (79 t)	11 864	4:58	78 052	18 488	MZFW
波音 737-800W (76 t)	11 642	4:58	75 976	16 584	MTOW
波音 737-800 (73 t)	11 824	4:58	73 255	14 031	MTOW
波音 737MAX8 (82 t)	10 116	4:56	79 344	19 229	MLDW
波音 737-800WS (73 t/65 t)	11 345	4:59	73 255	14 110	MTOW
波音 737MAX8 (76 t)	9 797	4:56	76 022	16 225	MTOW

表2(续)

机型	航程油量/kg	轮挡时刻	起飞全重/kg	最大业载/kg	限制因素
波音 737-800WS (73 t/66 t)	11 345	4:59	73 255	14 410	MTOW
波音 737-800W (79 t)	11 864	4:58	78 024	18 260	MZFW
波音 737-700W (67 t 24K)	10 555	5:05	67 131	12 176	MTOW

2.1.4 选择较近的备降场

选择较近的备降场是“油换业载”的做法,在确保航班安全裕度的前提下,可选择较少酌情携带油或较近备降场,亦或两者组合来提升航班业载能力。这种情况一般适用于好天气的情况,如果航路有天气覆盖、起飞/目的/备降机场天气较差时,需要谨慎使用。

2.1.5 修改高度层

在一定高度范围内,高度层越高,耗油越少。这种方法类似于减少酌情携带油和选择较近备降场,但偏离实际高度层过多,可能导致油量消耗偏差过大的情况,后续可能涉及空中取消备降场等操作。

以空客 A321-231 机型为例,性能计算条件设定为:空调开,道面干,静风,襟翼 2,飞行计划条件同 2.1.1 节,使用 34 号跑道起飞。不同高度层的计算结果如表 3 所示。针对西双版纳至广州航线的管制要求,该航线的飞行高度通常被设定在 FL331 至 FL351 之间。如果由于这一高度限制导致业载能力受限,进而出现部分旅客无法办理值机手续的情况,可以考虑调整飞行高度层,尽量避免减客的发生。

表 3 A321-231 机型不同高度层可用业载

高度层	可用业载/kg
FL371	8 600
FL351	8 572
FL331	8 508
FL311	8 432
FL291	8 359

2.1.6 延误航班,等待温度降低

通常来说,如果遇到高温和低气压的天气条件,航空公司可以考虑将航班的起飞时间适当延后,以便等待气温下降和气压上升,这通常会对飞机的起飞性能产生积极影响。然而,采取这种策略时,必须综合考虑多个因素,包括后续航班的衔接安排、旅客的旅行体验,以及夜间机场的关闭时间等。以拉萨机场为例,由于其复杂的地形条件,机场细则 2.20 规定,非 RNP AR 运行的航班必须在白天进行起降。在这种情况下,单纯依赖推迟起飞时间来适应天气条件的策略可能存在一定风险。

2.1.7 申请加降

在因为业载油量无法满足中国民航局要求的油量政策时,可以申请加降一个中间机场,在完成补油后继续前往目的机场。这种情况同样受限于中国民航局的批复情况。

2.2 油箱容积与结构重量限制方面

2.2.1 修改燃油偏差指数

燃油偏差指数主要用于对爬升、巡航、等待、下降四个阶段的油耗进行补偿,该数据由航空公司性能专家根据飞机 QAR 数据中飞机实际耗油情况进行定期的补偿。因此,如果特殊情况下需要修改该数值,需经相关人员同意后,方可调整计算机飞行计划中的燃油因子。

2.2.2 修改成本指数

成本指数 C_t 定义为飞机每小时运营成本与燃油成本的比值,如式(1)所示。式中, C_T 表示航班的时间成本; C_F 表示航班的燃油成本。飞机的经济速度与成本指数的大小紧密相关:当 C_t 较高时,意味着时间成本在决策中占据更重要的位置,因此飞机会采用更高的速度飞行,以减少飞行时间,但这也意味着相对更高的燃油消耗;当 C_t 较低时,燃油成本成为更重要的考量因素,飞机会倾向于选择较低的速度飞行,以降低燃油消耗,但相应的飞行时间会增加;当 C_t 等于 0 时,飞机将采用恒定高度下的最大航程巡航方式,此时的速度是绿点速度(经济巡航速度)的 1.316 倍。然而,这种速度因接近飞机的最小操纵速度,稳定性较差,通常很少被使用。根据波音公司的统计数据,当成本指数在 40~80 之间变化时,燃油消耗的差异仅为 0.2%~0.4%,对短航程燃油和业载影响较小。

$$C_t = \frac{C_T}{C_F} \quad (1)$$

2.2.3 调整燃油密度

这种情况适用于飞机不受结构限制,但满载影响油量的情况。具体做法为向机场当地航油单位询问当天的燃油密度(一般每日报送两次),按照实际密度制作飞行计划。以空客 A321 机型为例,为了避免减载,在向机长证实最大加油量后,可以将总油量增加 100~200 kg。一般 A321 的最大油箱燃油量约为 18.4 t,更改燃油密度可以加至 18.6 t 以上的油量。

2.2.4 其他可用方法

其他的方式与高温限载时相同,可以通过更换有利机型、减少油量等方式增加业载,也可以选择较近的备降场、修改高度层等方式。

在更换有利机型方面,对于受油箱容量限制的航班,同一机型中,有翼尖小翼的飞机业载能力优于没有翼尖小翼的飞机(带翼尖小翼的飞机小时耗油量更低)。新一代发动机 LEAP 系列和 PW1000 系列比上一代发动机燃油消耗更低。

另外,可以考虑使用不同重量构型的飞机以适应不同航线的业载需要。

2.3 其他优化方式

其他方式在签派放行阶段的可用余度较小,需要提前进行优化才能使用,主要为一些长期性的优化方案。

2.3.1 制作起飞一发失效应急程序提高业载

如果完全按照标准仪表离场程序的离场航迹,某些净空条件较差的机场障碍物会大幅降低最大起飞重量。如果制作一发失效程序,合理选择决断点,通过改航或者提前转弯等方法避开关键障碍物,可在满足安全的前提下,有效提高起飞重量,从而给公司带来业载效益。

2.3.2 优化公司燃油政策

过多的油量会影响载量,优化公司燃油政策本质是通过减少起飞油量来提高业载。比如优化不可预期燃油、缩短航路距离等。根据中国民航局 CCAR121 部的规定,局方可以颁发运行规范批准合格证持有人使用不同的燃油政策。因此,在满足安全要求的基础上,可以向局方申请实施不可预期燃油最低标准 5%,甚至 3%。在缩短航路距离方面,可以向局方申请距离更短的航路,达到节约航程燃油的目的。在航路飞行高度的优化方面,应考虑航班密度、航路风速以及不同机场进离场程序的优化

等具有可操作性的因素,并提前在飞行计划系统中进行设置。

2.3.3 针对航线特点,选购合适机型

表 4 展示了 A320 飞机的几种典型重量构型,这些构型是航空公司在采购飞机时可以选择的。同样,波音公司也为 737 飞机提供了不同的重量构型,相关信息可以在波音公司的官方网站上查询。此外,空客还提供了附加中央油箱(additional centre tank,简称 ACT)的选装项,这一配置能显著提升飞机的载油量。以 A320neo 为例,增加一个 ACT,MFC 可增加 2 992 L。这样的改进对于执行极限航程的航班尤为有效。因此,航空公司可以协同航务、市场营销和飞机采购等部门,在开通新航线前提前规划并部署最合适的机型。

表 4 A320 系列机型典型重量构型

	A320-200 (鲨鳍小翼,CFM 国际发动机)	A320neo
MTOW/t	73.5	73.5
	66	70
	67	77
	68	79
MLW/t	70	
	71.5	
	75.5	
	77	
	78	
MZFW/t	64.5	66.3
	66	67.4
	60.5	62.8
	61	64.3
	61.5	
	62.5	
MFC/L	24 159	23 759
	1 ACT +2 992	1 ACT +2 992
	2 ACT +5 984	

3 结论

业载限制一直是影响航空公司效益的重要因素之一,通过签派员优化业载能力,能够显著提升

运输能力。通过将限载分为高温限制的性能限载和结构限载,得出以下结论:

- 1) 对于可能出现两种限制的航线,提前测算性能和载量,前移风险关口,能够有效解决业载限制的问题;
- 2) 如果出现性能限载,可以通过优化性能计算条件的方式解决,但需要与机组达成一致,避免出现额外风险;
- 3) 改近备降场、修改高度层、修改燃油偏差等3种方式,本质上都是在符合规章的条件下,用油换载量,但在天气较差或有特殊通告带来额外的油量消耗时,需要谨慎使用。

参考文献:

- [1] VANCROONENBURG W, VERSTICHEL J, TAVERNIER K, et al. Automatic air cargo selection and weight balancing: a mixed integer programming approach [J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2014, 65: 70-83.
- [2] 赵向领,李云飞.客改货飞机载重平衡问题建模与Benders分解算法设计 [J].交通运输工程学报,2023, 23(2):199-211.
- [3] 赵向领,左蕾,李云飞,等.民用航空运输载重配平问题研究综述 [J].中国民航大学学报, 2024, 42 (1):1-9,58.
- [4] LURKIN V, SCHYNS M. The airline container loading problem with pickup and delivery [J]. European Journal of Operational Research, 2015, 244(3): 955-965.
- [5] 舒姚涵.基于GM(1,1)分段组合的宽体货机预测模型研究 [J].民用飞机设计与研究, 2017(4):31-34.
- [6] 蒋小强,郭鹏,王岳.浅析基于调查确定航班旅客平均重量方法 [J].空运商务, 2021(2):56-59.
- [7] 曾振华,王航臣.航空公司运行全链条节油策略研究 [J].民航管理, 2023(12):71-73.
- [8] 张序.飞机性能降级对民机在高原机场起飞的风险研究 [J].民用飞机设计与研究, 2022(4):93-99.
- [9] 王可,郝欣洁,孙宏.ARJ 21飞机起飞速度全局优化方法及效果 [J].科学技术与工程, 2023, 23(25): 11006-11013.
- [10] 王天波,赵涛,徐蕾,等.民用飞机高原机场起飞性能分析及优化 [J].航空工程进展, 2023, 14(1): 135-140.

作者简介

马 玲 女,本科,工程师,中国南方航空股份有限公司北京分公司飞行签派室副主任。主要研究方向:航空公司运行管理。E-mail: ma-ling@csair.com

王航臣 男,硕士,工程师。主要研究方向:航空公司运行管理。E-mail: wanghangchen@csair.com

Research on load enhancement strategies for dispatcher release

MA Ling WANG Hangchen *

(Beijing Branch, China Southern Airlines, Beijing 102600, China)

Abstract: This paper focuses on the issue of narrow-body aircraft payload restrictions that lead to reduced airline profitability in civil aviation operations. Firstly, the factors affecting aircraft payload are analyzed, and it is pointed out that payload restrictions mainly fall into two categories: performance limitations caused by high temperatures and structural limitations caused by extreme range. Secondly, the specific principles of high-temperature payload restrictions and extreme range are analyzed, and the differences between the two are detailed. High-temperature payload restrictions mainly involve takeoff and landing weight restrictions, which are caused by insufficient runway length or unsatisfactory performance gradient requirements. Extreme range payload restrictions is mainly due to fuel tank capacity limitations. Finally, for high-temperature payload restrictions, it is suggested that favorable runways or runway directions should be applied for during the dispatch release phase, performance calculation conditions should be optimized, favorable aircraft types should be replaced, flight routes should be optimized, alternative landing sites should be arranged, altitude levels should be changed, and flight delays should be actively implemented to increase payload. For extreme range restrictions, it is suggested to modify fuel deviations, cost indices, and adjust fuel densities to solve the problem. Some methods are simulated using the Airbus performance software Fly-smart+ to prove their effectiveness.

Keywords: airlines; dispatcher release; commercial load; aircraft performance

* Corresponding author. E-mail: wanghangchen@csair.com