

一周最品质

(总第 49 期)

清贵教员谈“重着陆”

【编者按】

十分感谢民航局特聘专家，民航局航空安全办公室副主任刘清贵教员的慷慨赐稿和对“山航飞行品质管理”微信平台的支持。

如何预防重着陆，是每一位飞行员职业生涯中都要面临的挑战和课题，尽管不同机型，不同环境，以及着陆手法的不尽相同，都会导致重着陆的发生，但是引发重着陆的相关因素大致相同。刘教员从重着陆的判断标准展开论述，系统的分析造成重着陆的主要原因，并结合多年带飞经验总结出如何避免重着陆的思路和方法。希望通过这篇文章的学习，大家集思广益，展开讨论，有效避免重着陆的发生，提升飞行品质，确保飞行安全。

“重着陆”在飞行界是一个约定俗成的概念，意思就是飞机着陆接地时，感觉像一块砖头似地“砸”到了跑道上，屁股上有明显的撞击感。“重着陆”虽然不会造成更多的人员伤亡，但会造成飞机机体、起落架等结构损坏。据统计，在着陆不安全事件中，“重着陆”占到了 22%。1993-2002 年间，全球发生的 385 起事故中，由于重着陆，导致 2 架飞机损毁、47 架严重损坏、11 架较为轻微的损坏。那么，究竟什么是重着陆？它产生的原因是什么？又该如何避免呢？

一、判断重着陆的标准

按通俗的飞行习惯，飞行员通常将着陆分为正常着陆、扎实着陆和重着陆。这些分类没有明确的界限和统一的标准，

这和飞行员主观上的判断与个人的感觉、经验以及背景等有关。

为了测量着陆载荷的“轻”和“重”，航空界引入了垂直加速度的概念，在飞机上安装了专门的测量设备，通过测量的垂直加速度值来判定着陆的质量。空客公司和波音公司都分别发布了垂直加速度的“门槛值”。

空客飞机维护手册（AMM）建议，当飞行机组报告有重着陆，且数字式飞行数据记录器（DFDR）或等同的数据监测器显示接地时的垂直速度，超过 10 英尺/秒或者垂直加速度超过基于某一机型和着陆重量的某个特定值时，应进行重着陆检查。例如，对空客 A340-300 来说，如飞机重量低于最大着陆重量，垂直加速度的门槛值是 1.75g。

波音 AMM 中的垂直加速度门槛值，从波音 747 型号的 1.80g 到波音 737 型号的 2.20g 不等。经验表明，大多数机组成员在下降速率超过大约 4 英尺/秒的时候，就会感觉发生了重着陆。

中国大陆各航空公司，通常将接地时垂直加速度大于等于 1.70g 定性为记录事件，大于等于 1.80g 但小于 2.00g 者定性为一般差错，大于等于 2.00g 者定性为严重差错。当然，这得看机型而论。

目前，通常使用下列参数来判定重着陆：一是记录飞机重心的垂直加速度，二是记录下降率（无线电高度表）。在着陆接地时，若飞机垂直速度大、起落架减震支柱压缩时

间短，造成垂直加速度大，接地载荷超过了规定的机型限制值，称之为“重着陆”。目前，对于波音 737、空客 A320 系列飞机，多数公司将垂直加速度大于等于 2.00g 的着陆，确定为重着陆。

二、造成重着陆的主要原因

造成重着陆的原因多种多样，概括地说，主要包括以下几种：

一是恶劣天气。当飞机在风切变、大风、大雨等恶劣天气中着陆时，若飞行员未及时修正天气因素造成的偏差，容易发生重着陆。例如，飞机飞越跑道入口后，顶风突然减少，甚至变为顺风，在飞机迎角（升力系数）没有及时增加的情况下，升力骤然减小，飞机就会快速掉高度，如果修正不及时，就可能导致重着陆。

二是操纵技术。由于飞行员没有掌握正确的着陆技术，导致短五边飞机状态不稳定、过早或过晚地拉开始、过早地减少推力、接地弹跳处置不当等，均可能造成重着陆。

三是不同飞机特点。传统飞机收油门只有一个作用，即减速。而现代飞机收油门到最后位置，不仅是为了减小推力让飞机进一步减速，还在于接地后启动升起扰流板，改变机翼构形，破坏升力（空客认为，升力将减少 50%左右），让飞机尽快减速，以缩短着陆滑跑距离。以空客 A320 飞机为例，它在进近到 50 英尺时，会自动记录飞机的姿态，若飞行员

不带杆，通过 30 英尺后，飞机姿态将自动减少，在 8 秒内变为 -2° 。假如飞行员不理解该操纵法则，很容易造成飞机下沉快，甚至重着陆。

四是看地面的方法不对。发生重着陆，许多情况是飞行员视线没有转移出去或者看得过近（视线固着），判断不出当时的高度或下降率，误低为高。飞机已经接地了，误以为还有高度，感觉到接地很意外。

五是视觉误判。跑道宽窄与长短、道面不同（水泥与沥青）、白天与夜间视景差异以及能见度的不同，对飞行员的视觉都会产生不同程度的影响，造成飞行员判断失误，导致重着陆。

三、如何避免重着陆

要避免重着陆，总的思路是，创造稳定的进近条件，正确判断飞行状态和趋势，按照标准操作程序（SOP）准确操纵，按需及时修正进近着陆偏差，果断处置危及飞行安全的不利状态。对建立运行经历者的监视运行（俗称“带飞”），监视者要把握自己的技术门槛底线（所谓“放手量”），一旦触及自己的技术底线，要立即接管操纵。

具体来说，可以从以下几个方面来避免重着陆：

一是稳定进近。稳定进近是避免重着陆的前提条件和运行基础，包括：

1. 稳定的航向道跟踪或着陆航向:1 个点航道偏离或 5° 的航向偏离。

2. 稳定的下滑道跟踪或下降率: 1 个点下滑道偏离或下降率 1000 英尺/分。

3. 稳定的目标速度: $\text{目标速度} + 10\text{kts} \geq \text{IAS} \geq \text{目标速度} - 5\text{kts}$ 。

4. 稳定的着陆形态: 完全建立着陆形态。

5. 稳定的安定面配平: 相对稳定的俯仰配平位置。

6. 稳定的发动机功率: 大于慢车推力。

除法规要求的 1000 英尺 (IMC, 即仪表进近天气条件) 和 500 英尺 (VMC, 即目视进近条件) 的稳定要求外, 还应特别注意低高度的相对稳定。

2009 年, 民航局在杭州召开的民航飞标会议上进一步强调, 在 100 英尺以下, 飞机应处于一种相对稳定状态, 机组应首先考虑姿态和下降率, 避免为切入正常下滑道而使用小姿态和过大的下降率。如果无法在正常的接地区域着陆, 应中断着陆。

此外, 需要设立门槛概念, 将飞机准确引导到相应的门口中间。如最后进近定位点 (FAF)、1000 英尺、500 英尺和跑道入口等几个关键点。这样, 飞机的姿态、轨迹、能量就能处于正常状态。

二是注意力分配。在决断高度或最低下降高度以上, 操纵的飞行员 (PF) 应将 70% 的精力用于观察仪表; 而在决断

高度或最低下降高度以下，PF 应将 70%的精力用于观察飞机与跑道的相对位置以及运动趋势，适当注意主要仪表的扫视，特别是速度的变化趋势。

三是正确的进近速度（能量管理）。进近速度（Vapp）随着飞机重量、着陆形态、顶风、自动推力接通与否、是否结冰以及下沉气流等的变化而变化。在进近过程中，不但要使用正确的 Vapp，同时还应加强对速度的监控，及时采取措施，防止指示空速小于进近速度。尤其在低高度，当发现指示空速小于进近速度时，某些机型可以将推力手柄短时前推过 CLB 挡位并收回，以快速增加推力，稳定速度，为安全着陆创造条件。

四是拉平技术。拉开始高度随着陆重量、下降率以及风等参数的变化而不同，同时也与机型有关。例如，空客 A320 拉开始高度约为 30 英尺，但推荐的做法是 50 英尺后应适当减小下降率。在拉平过程中禁止推杆，可以适当停杆。根据下降率和飞机相对于跑道高度，及时将推力手柄收到慢车位，过晚带进近推力着陆会造成着陆时飞机能量过大、扰流板未及时伸展，使飞机跳跃，从而增加处置的难度，容易造成重着陆。

五是着陆过程中的偏差修正。统计数据表明，大约 60% 的重着陆均存在着陆跳跃的情况。在发生着陆跳跃时，机组应如何处置呢？对于轻度的跳跃（跳跃高度 $\leq$ 6 英尺），机组应该：“冻结”俯仰姿态，保持慢车推力，继续完成着陆；

对于重度的跳跃（跳跃高度 ≥ 6 英尺，机组应该：复飞，加 TOGA 马力；保持飞机姿态（制止由于推力增加导致的姿态增大，不要增加飞机姿态、不要试图避免飞机在复飞过程中再次接地）；保持襟/缝翼形态和起落架放下；只有安全地建立上升轨迹后，收襟翼和起落架。

六是避免视觉误判。在夜间、能见度较差或雨中着陆时，不操纵的飞行员（PM）应在着陆阶段适当增加对飞机仪表的扫视，确认飞机的状态，并及时提醒 PF。必要时，可借助无线电高度的自动高度报告。

寄语

和尊敬的山航飞行员朋友们共享：

早餐时，遇到某航机长。他说，仔细琢磨最近几起相对典型的不安全事件，我觉得严格按照 SOP 来做，完全可能规避掉这些风险。

SOP 是紫红色的，因为它是鲜血凝结而成的；

SOP 是最省事的，因为它是最简化的；

SOP 是最安全的，因为它的裕度最大；

SOP 是严格的，因为它的分工是最统一的；

SOP 更是懒人保安全的葵花宝典！

撰稿：刘清贵

编审：杨波