



咨询通告

中国民用航空局飞行标准司

编 号:AC-121-FS-2009-33

下发日期:2009年12月14日

航空承运人湿跑道和 污染跑道运行管理规定

航空承运人湿跑道和污染跑道运行管理规定

1、目的

1.1 本通告是对中国民用航空规章 CCAR - 121 部《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》中有关湿滑跑道等运行要求的进一步细化和解释。

1.2 本通告主要为航空承运人(航空公司)在湿跑道和污染跑道上的运行及实施安全管理提供指导。

1.3 本通告主要供局方对航空公司在湿跑道和污染跑道上的运行进行审批和监察时使用。

2、适用范围

本通告适用于按 CCAR - 121 部运行的航空公司。

3、定义

以下定义适用于本通告,可能与其他资料中的定义有所不同。

干跑道:飞机起降需用距离和宽度范围内的表面上没有污染物或可见的潮湿条件的跑道。

对于经过铺筑、带沟槽或具有多孔摩擦材料处理,即使在有湿气时也能保持“有效干”的刹车效应的跑道也算干跑道。

湿跑道:当跑道表面覆盖有厚度等于或小于 3 毫米(0.118 英寸)的水,或者当量厚度等于或小于 3 毫米(0.118 英寸)深的融雪、湿雪、干雪;或者跑道表面有湿气但并没有积水时,这样的跑道

被视为湿跑道。

污染跑道:飞机起降需用距离的表面可用部分的长和宽内超过25%的面积(单块或多块区域之和)被超过3毫米(0.118英寸)深的积水,或者被当量厚度超过3毫米(0.118英寸)水深的融雪、湿雪、干雪,或者压紧的雪和冰(包括湿冰)等污染物污染的跑道。

如果跑道的重要区域,包括起飞滑跑的高速段或起飞抬轮和离地段的跑道表面被上述污染物覆盖,也应该算作污染跑道。

飞机的地面减速设备:地面滑跑中用于滑跑减速或提高减速率的任何设备。这些设备可能包括但不限于:刹车(人工刹车或自动刹车)、地面扰流板和反推。

审定着陆距离:根据CCAR-25部第125条规定,按人工驾驶着陆、人工最大刹车、以入口速度(VREF)、50英尺高进跑道、水平干跑道、标准大气温度计算的从跑道入口到全停时用的距离。审定着陆距离也称演示着陆距离(Demonstrated Landing Distance),它未包含任何安全余量,也不使用自动刹车、自动着陆系统、平视引导(HUD)系统或反推,审定着陆距离通常不等于实际着陆距离。

实际着陆距离:根据报告的气象和道面条件、标高、跑道坡度、飞机重量、飞机构形、进场速度、自动着陆系统或HUD系统的使用,以及预计着陆时将要使用的减速设备等条件所对应的着陆距离。该距离中不包括任何的安全余量,代表了飞机在此条件下的最佳性能。

所需着陆距离:在CCAR-25部中第125条所要求的审定着陆距离基础上再加上适用的运行规章所定义的飞行前的计划安全余

量所得到的着陆距离。(例如,干跑道条件下,CCAR-121 部第 195 条中关于放行所要求的所需着陆距离为审定着陆距离除以 0.6。)

可用着陆距离:公布的跑道可用着陆距离。该距离可能会比跑道的总长度更短,例如跑道入口内移这种情况。

摩擦力及道面摩擦系数:飞机接触道面,并产生相对运动时,跑道表面阻止飞机相对运动的力,就是道面对飞机的摩擦力,该摩擦力等于飞机作用于道面的正压力乘以道面摩擦系数,道面摩擦系数一般通过道面摩擦测量装置测量。

刹车效应报告:在航空业中广泛地使用了下列刹车效应报告,该报告通常由空中交通管制部门发布。

好 - 在湿跑道或污染跑道上没有感受到刹车制动和方向控制的困难,可以认为刹车效果“好”。“好”是对湿跑道或污染跑道的刹车情况相比较而言的,不应理解为像在干净的干跑道上刹车效果那样好。

中 - 刹车效应明显变差。预期并准备面临更长的着陆距离,例如在跑道被压紧的雪所覆盖的条件下着陆。

差 - 刹车效应严重降低并伴随有滑水的可能性。预期并准备面临显著增加的着陆距离。

劣 - 预期刹车效应为零,并且滑跑方向难以控制。

注意:对应刹车效应为“劣”的条件是不安全的,因此,当报告或预期的道面的刹车效应为劣时,禁止在该道面上运行。

放行前的着陆距离评估:基于 CCAR-121 部第 195 条的相关

规定,考虑到飞行中正常的燃油和滑油消耗后飞机到达目的地时的重量,根据飞机飞行手册中对该目的地机场的气压高度和预计在着陆时当地风的情况和道面状态所对应的着陆距离进行评估。

到达时的着陆距离评估:考虑到飞行员的工作负荷,在尽可能接近目的地机场的地方根据实际条件而不是签派放行时的预报条件来进行的着陆距离的评估。之所以选择接近目的地机场的地方是为了获得最接近实际着陆条件下的气象和道面条件信息,但该位置不得晚于仪表进近程序的起始点或目视进近起落航线的加入点。

4、说明

随着现代航空技术的发展,飞机的可靠性越来越高。根据飞机制造厂商统计,近年来发生的事故和事故征候的主要类型为冲出跑道,其中大多数发生于在湿跑道和污染跑道上的着陆。分析冲出跑道的原因,主要有:飞机在 1000 英尺/500 英尺高时仍未进入稳定状态;不稳定进近(例如:速度过大、过跑道入口高度偏高等)导致接地距离过长;发动机反推选择时间太晚;自动刹车设置偏低;人工刹车太晚或力量太弱;机场海拔高导致相同表速条件下实际地速大、跑道长度偏短而余度偏小;跑道摩擦系数低于预期等。为了加强对飞机在湿跑道和污染跑道上的运行管理,保证飞行运行安全,通过广泛征求对湿跑道和污染跑道运行管理和相关要求的意见和建议,参考飞机制造商的推荐,结合我司多年来从事运行管理的经验,制定了本咨询通告。

5、湿跑道和污染跑道的测定和报告

跑道的表面状态可以用数种描述性的术语来报告,包括:污染物的种类和厚度,跑道摩擦测量设备的读数,飞机的刹车效应报告,或者机场车辆的刹车条件报告等。目前,航空业界和多国政府部门的测试未能在不同条件下的跑道摩擦、跑道污染物的种类、刹车效应报告和飞机的刹车性能之间确立起一种可靠的相互关系。为了找出跑道摩擦测量设备的读数与飞机的刹车性能之间的直接关系,相关人员做了大量的测试。但是,这些测试还没能针对所有跑道污染物种类给出一个可复现的决定性的结论。因此,航空公司和飞行机组不能只根据跑道摩擦测量表的读数来进行着陆距离的计算。同样地,由于飞行员的刹车效应报告较为主观,其他飞行机组必须正确判断才能利用这种报告以预测其飞机的刹车性能。例如,在相同条件下在同一条跑道着陆的两架相同型号的飞机的飞行机组可能会给出不同的刹车效应报告。两架飞机的特性、重量、驾驶员技术、驾驶员的经验和预期等方面的不同都有可能最终导致最终报告的差异。另外,受降水量、气温、跑道的使用情况和污染物的处理等因素影响,跑道的道面条件可能会在非常短的时间内就明显地变差或好转,也就可能与上一份报告的情况大为迥异。飞行机组必须考虑所有可用的信息,包括道面条件报告、刹车效应报告和摩擦测量等。

航空公司和飞行机组应该使用适用的最不利的可靠的刹车效应报告,或者预期最坏的跑道或跑道部分道面条件,在着陆前进行实际着陆性能的评估。航空公司和飞行机组在确定实际着陆距离

时,应该考虑如下因素的影响:报告的时效、报告发布以来当前的气象条件、发布该报告的飞机型号或所用减速设备、报告发布后道面是否被处理过以及道面处理的方法等。航空公司和飞行机组应该正确判断相关信息对于其飞机的着陆性能的适用性并做出决定。

表 1 给出了刹车效应、道面条件与摩擦系数之间的参考关系。

表 1. 刹车效应、道面条件（污染物类型）与摩擦系数之间的关系

刹车效应		预期的关系		
术语	定义	跑道表面条件	ICAO	
			代码	μ
好	刹车减速效果和方向控制正常。	水层厚度不大于3毫米(0.125英寸) 干雪厚度小于19毫米(0.75英寸) 压紧的雪, OAT不大于15°C	5	0.4及更高
好到中			4	0.39-0.36
中	刹车减速效果明显变差, 方向控制能力略降低	干雪厚度大于等于19毫米(0.75英寸) 撒沙处理过的积雪 撒沙处理过的冰 压紧的雪, OAT大于15°C	3	0.35-0.3
中到差			2	0.29-0.26
差	刹车减速效果严重变差, 方向控制能力可能严重降低, 有滑水可能	湿雪 融雪 水层厚度大于3毫米(0.125英寸) 冰(没有融化)	1	0.25-0.21
劣	预期刹车效果为零, 方向难以控制 注意: 此条件下禁止滑行、起飞和着陆	冰(正在融化) 湿冰	9	0.2 及更低

[注: 按 ICAO 附件 14 的说明, 表 1 是根据在压实的雪和结冰跑道上的摩擦测量数据做出的, 因此不能认为它适用于所有道面条件。按 FAA AC 150.5200-30C 的说明, 表 1 的摩擦测量结果在下述道面条件下才是可靠的: 1、冰或湿冰, 且湿冰上的水膜小于等于 1 毫米、不足以引起滑水; 2、任意厚度压实的雪; 3、厚度小于等于 1 英寸的干雪; 4、厚度小于等于 1/8 英寸的湿雪或溶雪。表 1 的 μ 值与刹车效应的对应关系仅供参考。]

6、湿跑道和污染跑道的运行要求

6.1 飞机性能分析

a. 在湿跑道或污染跑道上起飞,必须做飞机性能修正,并且其数据便于机组查找和使用。建议提供湿跑道起飞分析表,优化起飞性能。

b. 在湿跑道或污染跑道上起飞,应使用飞机起飞性能软件或电子飞行包计算相关起飞参数,或者利用飞机制造厂商推荐方法修正得到相关起飞参数。

c. 在进行航线性能分析时,需要对干跑道、湿跑道和该机场可以预见的污染跑道进行着陆分析。如存在着陆限制(即:着陆重量小于结构限制重量),航空公司应提供着陆重量分析表。

d. 在污染跑道上起飞,不能使用灵活温度(假设温度)减推力,但可以使用降低额定值减推力起飞(Derated Takeoff)。

6.2 签派放行

a. 签派放行时应重点关注湿跑道或污染跑道的实况和预报以及任何影响起飞和着陆距离的因素,严格放行标准。

b. 放行要求

(1) 在湿跑道或污染跑道上起飞,应该使用修正的起飞重量,而且不得大于相同条件下干跑道的最大起飞重量。

(2) 跑道表面有超过 13 毫米(0.5 英寸)(含)深的积水或当量厚度的其他污染物时禁止起降。

(3) 在有关的气象报告和预报表明目的地机场跑道在预计着

陆时刻可能是湿的时,该目的地机场的有效跑道长度应当至少为 CCAR - 121 部 195 条(b)款所要求的跑道长度的 115%,否则,该飞机不得起飞。如果在湿跑道上的实际着陆技术证明,对特定型号的飞机,已经批准了某一较短但不小于 195 条(b)款要求的着陆距离,并且已经载入飞机飞行手册,则可以按照手册的要求执行。

(4) 在有关的气象报告和预报表明目的地机场跑道在预计着陆时刻可能是污染的时,该目的地机场的有效跑道长度应当至少为以下距离中的较大者:CCAR - 121 部 195 条(b)款所要求的跑道长度的 115%,以及根据认可的污染跑道实际着陆距离数据确定的着陆距离的 115%(注:如果厂商没有提供污染跑道上的实际着陆距离数据,可以使用表 2 来进行计算,其中包含了 15%的余量,不再乘以 115%)。否则,该飞机不得起飞。如果上述污染跑道的道面已经进行了特殊处理,而且实际着陆技术证明,对特定型号的飞机,已经批准了某一较短但不小于 CCAR - 121 部 195 条(b)款要求的着陆距离,并且已经载入飞机飞行手册,则可以按照手册的要求执行。

6.3 到达时的着陆距离评估要求

a. 具体要求

航空公司应为飞行机组提供相关的程序以便其根据到达时的实际条件而不是签派放行时的预报条件来进行着陆性能的评估。这些实际条件包括气象条件(机场气压高度、风向和风速等)、跑

道条件、进场速度、飞机重量和构形以及将要使用的减速设备等。根据上述条件得到实际着陆距离后,应该再加上 15% 的安全余量,并且仍然不大于跑道的可用着陆距离。飞行机组使用上述相关程序进行了着陆距离的评估之后,如果不能保证至少 15% 的安全余量,就不得进行着陆。

上述安全余量代表了到达时的预计实际着陆距离与可用着陆距离之间必须有的最小距离余量,而且考虑了相应气象和道面条件、飞机构形和重量条件下以及预计要使用的飞机地面减速设备的影响。也就是说,将要使用的跑道的可用着陆距离必须能够保证飞机在实际条件下以着陆时的构形实现全停,并且仍然留有至少 15% 的安全余量。

b. 符合性方法举例

航空公司可以采用多种方法来使运行简单化甚至免去评估,从程序上来说,应该采用最适合航空公司当前程序的方法。在运行手册系统中应该清晰地向有关人员说明相关程序。下列方法并没有包括全部选择,也不能作为任何特定方法的认可,仅仅是符合性方法的一些范例:

(1) 基于可预见的最恶劣的气象和道面条件,针对航空公司的特定机型建立能够符合本指导的最短跑道长度要求。

(2) 放行前着陆距离计算中所考虑的相应条件/构形等相关信息,作为放行文件的一部分提供给飞行机组,以便飞行机组在到达时进行对照检查,决定是否需要进行着陆距离评估。

(3) 将基于相关参数能够得到着陆距离的图表数据提供给飞行机组和/或签派员,并体现在航空公司的运行程序中。

(4) 能够基于相关参数实现着陆距离计算的电子飞行包设备。

注意:上述只是符合性方法的一些示例。还有不少的其他方法也是可以接受的。

c. 需要进行着陆前距离评估的条件

这项评估并不意味着每次着陆前必须进行一个特定的着陆距离计算。多数情况下,由于起飞前的计算准则已经计入了较大的安全余量,所以在到达时的着陆距离能够满足至少 15% 的安全余量要求。只有在航路飞行中目的地机场的相关条件(例如:道面条件、将要使用的跑道、风、飞机的着陆重量/构形/速度/减速设备等)变差的情况下,或者起飞是基于 CCAR - 121 部 195(c)(e) 款来实施的前提下,通常就需要采用计算或其他方法来确定实际着陆距离。航空公司应该建立相关程序来确定何时必须采用计算或其他方法来确定预计的实际着陆距离,以保证到达时至少有 15% 的安全余量。

航空公司可以要求飞行机组来执行这项评估,或者建立其他的程序来完成此项评估。不管航空公司建立了何种方法,其程序都应该考虑所有的放行前的计算条件和到达时的实际情况。

d. 具体计算方法

几乎所有的飞机制造商都提供了在污染跑道条件下飞机的性

能数据和计算方法以及推荐的操纵技术。航空公司为了满足本通告中关于实际着陆性能评估的规定而利用相关程序和数据所得到的结果,至少与相关条件下飞机制造商被批准的或建议的性能数据一样保守。

如果不能从飞机飞行手册 (AFM)、飞行机组操作手册 (FCOM)、快速检查单 (QRH)、飞行计划与性能手册 (FPPM) 等手册或相关软件得到湿跑道或污染跑道实际着陆距离的数据,可以使用表 2 中的系数与符合相关运行规章 (例如 121.195 (b) 款) 的放行前干道面所需着陆距离的乘积来确定在湿跑道或污染跑道上的着陆距离。只有在没有上述数据的情况下才应该应用表 2。表 2 中的系数包括了本指导中所推荐的 15% 安全余量,并且也考虑了正常运行实践中的着陆空中距离的情况。因此,航空公司不必再对上述乘积所代表的距离进行修正以求符合本指导中的推荐。

表2. 指定道面条件的距离数据不可用时用于评估的距离换算表

道面条件	报告的刹车效应	干跑道所需着陆距离的换算系数[注]
湿道面和干雪	好	0.9
压紧的雪	中	1.2
湿雪, 融雪, 积水, 冰	差	1.6
湿冰	劣	禁止着陆

[注: 干跑道所需着陆距离乘以换算系数所得数值相当于指定道面条件实际着陆距离加上 15% 的余量。]

注意:表 2 中的系数是基于使用最大人工刹车、使用自动扰流板(如果装备)以及反推工作前提下得到的。对于无反推的运行(或不能使用反推),表 2 中的计算结果还要再乘以 1.2。表 2 中的系数不能用于评估自动刹车条件下的着陆距离要求。

在可行的前提下,着陆距离的评估应该尽可能地在接近飞机到达时完成,并且利用当时最新的信息。考虑飞行关键段的工作负荷,推荐做法是在收到自动天气通播(ATIS)或抄收落地条件后,在下降顶点前作进近简令时计算并进行着陆距离评估。进行实际着陆距离评估时,应该使用基于可靠的刹车效应报告或跑道污染物报告(或预计的跑道表面条件,如果没有相应报告)等在着陆将要使用的跑道范围内的最不利的刹车条件。例如,如果跑道表面条件报告为从中等到差,或者在中段是中等,而在末段为差,那么在在进行实际着陆距离的评估时,跑道表面条件就应该被假定为差。(本例中假定飞机将使用跑道的全长来完成着陆)。着陆距离评估完成后,如果在着陆以前相关条件发生了变化,飞行机组需要考虑继续着陆是否更安全,或者再次计算着陆距离,并且制定并在复飞或中断着陆时执行备用方案。

6.4 机组标准操作程序(SOP)要求

在湿跑道和污染跑道上安全运行,良好的 SOP 是降低风险的主要手段。这些程序必须针对和关注其最终用户,即飞行机组。在湿跑道和污染跑道上运行时,作为最低标准,SOP 应包括以下与防止冲出跑道相关的程序:

(1) 在进近开始前应该评估影响飞机在湿跑道和污染跑道上安全运行的所有因素,特别是不利的气象条件和到场时的着陆距离。

(2) 接地位置和接地方法。

(3) 稳定进近,包括进近参数在稳定进近标准之外执行在各个阶段的复飞程序。

(4) 交叉检查和标准喊话。

(5) 使用刹车和其它减速装置。

6.5 飞行机组操纵及训练要求

a. 飞行员的操纵

在湿跑道或污染跑道上着陆,飞行机组应该按照手册所推荐的着陆技术进行操作,尤其应该严格保持飞机过跑道入口的高度和速度,在正确的接地点接地并及时使用减速设备减速。

b. 飞行训练要求

飞行训练应包含理论训练(着陆性能计算及影响因素等)、飞机或模拟机训练和复训。

航空公司的飞行机组的训练大纲中应当包括湿跑道和污染跑道运行中各方面知识的要点。并针对每一种机型制定相应的训练大纲,理论知识须包括湿跑道和污染跑道上运行时影响安全操作的各种因素,诸如稳定进近、着陆距离的确定方法、刹车效应、飞机构形、最佳的减速技术、安全余量、着陆偏差的影响(高飘跳、速度大)、减速设备的工作延迟以及其他飞行操纵技术等,都应该包含

在内。所有飞行机组成员都应该针对这些要点进行理论训练。

在飞行训练训练中,应加强在各种不利条件和不利机场的湿跑道和污染跑道上运行的飞行技术训练。获得最佳减速性能的程序应该包括在飞行训练大纲中。如果目前的训练大纲中没有包括,这些程序应该被整合进飞机或模拟机的训练课程中,或者是适当的培训课程中。所有的飞行机组成员都应该参加这个训练,并在实践或复训中检验其相应能力和熟练程度。

6.6 运行手册要求

几乎所有的飞机制造商都提供了在污染道面情况下飞机的运行标准、性能计算方法和推荐的操纵技术。航空公司的运行手册中应包括不低于上述标准的运行政策,并体现在训练大纲和 SOP 中。对于严格依照手册运行的情景意识和决断能力的训练不应仅局限于允许范围内操纵技术的训练。

7、监督检查

强调针对飞机着陆性能的有效检查是保证在湿跑道和污染跑道上的运行安全,防止冲出或偏出跑道的有效方法。局方应对航空公司有关湿跑道和污染跑道运行的管理方法、训练要求、放行前的着陆距离评估、到达时的着陆距离评估等规定进行监督检查。

降低冲出跑道风险的策略应被运用在飞行训练和检查中,教员、检查员和监察员应在实践考试和熟练检查中,在具备冲出跑道隐患的情景下着重关注驾驶员的决断和风险管理能力,用于确认驾驶员能够在实际环境中应用上述原理。例如:非预计的风向、风

速、着陆跑道、道面状况变化等条件就需要驾驶员重新评估着陆性能。

8、其它事宜

8.1 航空公司应根据湿跑道和污染跑道上运行的特点,制定相应机型的最低设备清单 (MEL) 或在 MEL 中增加针对性的条款,需重点考虑地面减速设备等。

8.2 对于刹车等减速装置在放行前或空中出现故障时,航空公司应该有相应的程序来保证在污染跑道上着陆时的足够裕度。对于影响刹车或升力阻尼能力的不工作系统,参考适用的:

a. 对于空中故障,FCOM 和 QRH。

b. 对已知放行条件,MEL、构形偏差清单 (CDL) 或放行偏差指南 (DDG)。

8.3 轮胎的胎面条件对刹车作用影响很大,严重磨损的轮胎不适于在湿跑道或污染跑道上运行。

8.4 短跑道上运行时航空公司应考虑使用更严格的运行标准,如:侧风标准、顺风标准和着陆标准等。

8.5 航空公司应该制定相应程序,针对具体机场,对于管制员关于道面的通报、其他机组关于刹车效应的报告、气象报告等外部信息所对应的道面条件制定统一的规范。

8.6 航空公司应强化飞行员的复飞意识,避免勉强进近和着陆,在湿跑道和污染跑道上着陆时尤为重要;还应积极使用所需导航性能 (RNP)、恒定下滑角最后进近 (CDFA) 等技术,尽可能避免

飞机大下滑角进近、顺风着陆或目视盘旋着陆。

8.7 航空公司应加强对飞行员的飞机系统理论培训,使他们充分熟悉所飞机型的减速方式及减速系统的工作逻辑,这有助于飞行员在各种情况下采取适当的措施,对于现代电传飞机尤为重要。

8.8 航空公司应该参照本通告 6.5 条 b 款的相关要求制定签派员训练大纲并进行相应的训练和复训。这种训练的完成方式和方法,应该与航空公司传达类似知识给飞行运行人员的方法一致。

8.9 航空公司应当按照本通告要求,审查本公司的运行手册、机组标准操作程序(SOP)和训练大纲中有关湿跑道和污染跑道运行的内容,需要修改的,应立即进行修改,并将运行手册和训练大纲报局方审批。

8.10 本通告 6.3 条“到达时的着陆距离评估要求”也适用于干跑道。在干跑道情况下,当实际使用的跑道、实况风、飞机的实际着陆重量/构形/速度/减速设备与放行时相比变差时,评估就有必要,15%的着陆距离余量必须予以保证。

本咨询通告自发布之日起生效。航空公司应按照本通告进行检查和整改,地区管理局应进行相应措施的监督检查,确保在 2010 年 3 月 31 日前满足本通告的要求。

背 景

目前,现有法规中并没有明确给出跑道表面条件的定义,航空公司通常参照飞机制造商给出的定义运行,这些定义并不完全相同。

多数航空公司没有在合适的地方给出飞机在到达时评估现有的着陆距离是否足够的政策,甚至当相关条件(包括跑道、气象、道面、飞机重量、飞机构形和预计使用的减速设备)不同于和差于放行时的预计条件时也是如此。在到达时执行了着陆距离评估的航空公司也并不是都有考虑了跑道表面条件或刹车效应报告的程序。

许多在到达时执行了着陆距离评估的航空公司没有在预计的实际着陆距离基础上加上安全余量。那些在预计着陆距离上加了增量的航空公司也没有采用一致的安全余量(也就是说实际着陆距离增加的百分比不同)。

AFM 中的着陆性能数据是在飞行测试中利用不能代表实际运行实践的试飞和研究准则得到的。依据 CCAR-25 部第 25.125 款的规定得到并在所批准的 AFM 中发布的着陆距离,并不是实际着陆距离(注意:某些制造商会提供代表运行要求的实际着陆距离数据)。审定试飞所得到的着陆距离是为了在给定飞机重量并

由试飞员操纵的条件下演示飞机的最短着陆距离,根据正常运行的规章要求,再加上附加距离,才能得到最小的运行场地长度。为了尽可能地缩短着陆距离的空中段,在确定着陆距离的试飞和数据分析中,会采用高的接地下降率(高达 8 英尺/秒)和 -3.5 度的进近角。接地后尽早使用最大人工刹车,用于尽可能地减小着陆距离的地面段。因此,依据 CCAR-25 部第 125 条得到的着陆距离会短于正常运行条件下的着陆距离。

湿跑道和污染跑道的着陆距离数据通常是基于审定中所获取的干的、平坦的、硬质道面上的着陆性能数据加以分析计算得到的。因此,湿跑道和污染跑道的相关数据可能并不能表现实际运行中的着陆性能。由于运行的着陆性能无法基于试飞数据重现,再加上影响着陆距离的变量众多,在放行前的着陆性能计算中就需要在相关条件下的审定着陆距离的基础上再加上一个明显的安全余量。但是,现有法规并没有为到达时的着陆距离评估指定一个特定的安全余量。这个安全余量主要是由航空公司和/或飞行机组自行决定。

制造商不会以一种统一的格式提供建议的着陆距离信息。但是,多数喷气机制造商所提供的着陆距离性能信息适用于不同的气象条件,不同的飞机减速设备和设定,不同的跑道或刹车效应条件。建议的着陆距离信息的格式取决于制造商,这种性能信息可以用多种不同的报告文件来表示。

当跑道道面条件不如平坦的干跑道时,制造商所提供的着陆

性能数据通常是基于干道面的着陆性能数据,根据特定的道面条件,将飞机可用的摩擦系数降低,再加以分析计算得到的。多数情况下,跑道受雪、融雪、积水或冰等污染时的着陆性能数据是依照欧洲航空安全署(EASA)的适航审定以及运行的规章的相关规定来得到的。根据欧洲的关于污染跑道的审定或运行要求所得到的相关数据,如果适用,在到达时可以被用于污染跑道的着陆距离评估。

一项关于目前适用的法规的检视说明,法规并没有指明在到达时必须执行的着陆距离评估的形式,但是要求了航空公司在危险条件下限制或推迟相关运行。

CCAR-121部195(b)款要求航空公司在起飞时满足确定的着陆距离要求。这些要求限制了飞机的允许起飞重量,从而保证飞机在下列条件下的跑道可用着陆距离的指定百分比内实现着陆全停:(1)在静风条件下目的地机场的最理想跑道;(2)在预计风向、风速条件下最适宜的跑道。121.195(d)款进一步要求,当跑道处于湿滑条件下着陆距离应该再加上15%的增量,除非湿跑道上的实际着陆技术能够表明着陆距离短于上述修正过的距离。虽然飞机可以在这些条件下被合法地放行,仅仅满足上述要求并不能保证飞机可以在到达时的实际条件下在所用跑道的可用着陆距离内安全地着陆,特别是当跑道、道面条件、气象条件、飞机构形、飞机重量或飞机地面减速设备的使用等条件与放行计算时的预计条件不符时更是如此。121部第531条和532条规定,安全运行的责

任由航空公司、机长和适合于运行实施条件的签派员共同承担。

CCAR - 121.195(e) 款中规定,就算不能符合 5(b) 款第(2)项,如果所指定的某个备降场能够满足 5(b) 款(1)和(2)项之规定,飞机仍然可以被放行。这就意味着,有必要在着陆前完成着陆距离的评估,以确定是否能够安全地在目的地机场着陆,或者改航至一个备降场。

CCAR - 121 部第 625 条和 626 条要求签派员向飞行机组提供可能影响该次飞行安全的相关信息,例如机场和气象条件等,或者可行的话,飞行机组应该获得上述信息。航空公司和飞行机组从而使用这些信息进行决策,以保证安全飞行。121 部第 551 条和 552 条要求,如果某些情况,包括机场或跑道情况等,对安全运行构成威胁时,航空公司和/或机长应当限制或暂停到该机场的运行。只有在飞行能够安全完成的条件下,机长才能继续飞向飞机被放行的机场。着陆距离评估应该根据到达时的相关条件来进行,从而有助于判断相关条件是否影响到了飞行安全,以及决定是否应该限制或推迟着陆。

在一些关于着陆距离的咨询信息中,着陆距离的空中段,也就是飞机从 50 英尺高过跑道头到接地点的距离都是 1000 英尺的相同长度。AFM 中的干跑道审定着陆距离对应的是飞机在取证试飞时的演示着陆距离。这些审定着陆距离所包括的空中段距离会随飞机重量变化而变化,但名义上仍然约为 1000 英尺。在实际飞行运行中,飞机着陆距离的空中段并不总是 1000 英尺。此外,自

动着陆系统和其他着陆引导系统(例如 HUD)的使用会导致着陆距离的空中段更长。因此,航空公司应该根据他们的特定运行条件、运行实践、程序、训练和经验等来相应调整着陆距离的空中段长度。

湿跑道和污染跑道上着陆性能特点

在湿跑道或有积水,融雪,雪或冰的污染跑道上着陆,对着陆性能的主要影响在于:刹车效应会明显变差,出现滑水的可能性较大,飞机的方向控制能力会削弱。

据统计,跑道条件本身或结合不利的侧风是75%的着陆时偏出或冲出跑道的间接因素。有积水,融雪,雪或冰的污染跑道是18%的所有着陆事故的直接因素。

1、刹车作用

跑道上的液体污染物(如,积水,融雪或干雪)或硬质污染物(如,压实的雪或冰)的出现,通过以下方式,不利地影响了刹车性能(减速力):

a. 减小轮胎和跑道表面的摩擦力。摩擦力的减小量依据以下因素:

- 轮胎胎面条件(磨损)和充气压力;
- 跑道表面类型;
- 防滞系统性能。

b. 在跑道表面和轮胎之间形成一道液体层,因而减少了接触面积从而形成了滑水的风险(也就是完全失去轮胎和跑道表面之间的接触和摩擦)。

液体污染物（如积水，融雪或干雪）通过以下方式，在着陆时提供减速力：

- 阻止机轮向前运动，因而导致一个位移阻力；
- 产生冲击起落架和机身的水花，因而导致一个冲击阻力。

取证规则要求将水花避开发动机进气口以防止影响发动机性能。

2、滑水

当轮胎胎面与跑道表面上的液体污染物相互挤压时，产生的流体动力将机轮部分或完全抬离道面，使机轮转速下降甚至停转，这种现象叫滑水。滑水导致轮胎和跑道之间的摩擦系数减小或丧失。

主轮和前轮均受滑水的影响，因而影响刹车性能和前轮转弯的功效。

当飞机在液体污染的跑道上滑跑时，滑水总是以某种程度出现。

滑水的严重程度与下列因素密切相关：

- 缺乏跑道表面粗糙度和排水性（如，横向的锯切槽）；
- 液体污染物层的厚度和本质（如，水或融雪）；
- 轮胎压力；
- 地速；
- 防滞系统的工作情况（如，机轮锁死）。

对于每一飞机类型和跑道污染物可定义临界滑水速度。

在接地时,可能出现滑水,阻止机轮起旋并影响减速设备工作。扎实接地可防止在接地时滑水和确保主起落架机轮旋转。

3、方向控制

在污染跑道上,应使用方向舵脚蹬保持方向控制(在飞机速度到滑行速度前不要使用前轮转弯手轮)。

在湿跑道或污染跑道上,在大于滑行速度时使用前轮转弯会导致前轮滑水,因而失去前轮转弯力,从而失去方向控制。

若有必要实施不对称刹车,应在需要的一侧实施脚蹬刹车且在对面的一侧完全释放刹车以重新获得方向控制。

湿跑道和污染跑道运行的飞行员训练大纲

有效的训练大纲是提供与着陆性能相关理论知识的另一个工具。有效的训练同时增强了对理论知识和 SOP 在驾驶舱中的实践应用。航空公司的训练大纲应至少包括以下直接与防止冲出跑道相关的内容：

- (1) 航空公司特定的 SOP；
- (2) 稳定进近；
- (3) 各机型在飞机飞行手册或经批准的目的地机场分析中的着陆距离原始资料和条件；
- (4) 飞行前对着陆距离的计算；
- (5) 在到场时刻对着陆距离的重新评估；
- (6) 速度过大导致的后果；
- (7) 超过预计接地点接地导致的后果；
- (8) 各机型刹车,包括自动刹车的使用和减速装置的使用；
- (9) 滑水现象；
- (10) 着陆距离的简易计算方法；
- (11) 复飞及终止着陆的原因和动作

这些训练内容应被整合至型别等级训练,航空公司的训练大纲和 CCAR - 142 部训练中心的核心课程中。

实际着陆距离的简易计算方法

下表中的简易计算方法可以帮助飞行机组理解和掌握相关条件对着陆距离的影响。附表1中所列的数值不能代替飞机制造商经审定在AFM中所提供的数据,这些数值可作为飞行机组在进行着陆或复飞决断时的一个快速参考,但偏保守。附表2是一个计算示例。

附表1. 着陆距离的简易计算

条 件		对着陆距离的影响
不稳定进近		不可预测
速度偏大	干跑道	每10节增加300英尺
	湿跑道	每10节增加500英尺
	平飘着陆	每10节增加2500英尺
正常速度	下坡着陆	每1%的下坡坡度增加10%的着陆距离
	延迟接地	每秒增加230英尺
	过跑道头高度高	每高10英尺增加200英尺着陆距离
	延迟刹车	每秒增加220英尺

附表 2. 计算示例

1. 飞行手册中审定着陆距离 (基础数据)	3000 英尺
2. 飞机过跑道头时的速度修正量 (最大修正值为 20 节), 对应着陆距离的增加为: 干跑道: 每节增加 20-30 英尺 湿跑道: 每节增加 40-50 英尺 平飘着陆: 每节增加 250 英尺	(以 5 节为例) 250 英尺 1250 英尺
3. 由于阵风, 接地时间延迟 2 秒 (每秒增加 230 英尺)	460 英尺
4. 假定过跑道头高度偏高 10 英尺 (增加 200 英尺距离)	200 英尺
5. 考虑 MEL/CDL 要求增加的距离	至少 500 英尺
6. 小结	5660 英尺
7. 跑道道面条件 假定为湿跑道, 增加 15% 的距离或根据 AFM 进行修正	850 英尺
8. 未能采用最大人工刹车 增加 20% 的距离或根据 AFM 进行修正	1130 英尺
9. 实际着陆距离为: 6 (项) + 7 (项) + 8 (项)	7640 英尺

潮湿地区修建机场对跑道长度等的考虑

在我国南方等潮湿地区,尤其是进入雨季后,跑道道面经常处于湿或污染状态,会明显地影响飞机的着陆性能,增加飞机的着陆距离,使飞机冲出或偏出跑道的可能性增加。因此,在进行新机场修建或改扩建时,所规划的跑道长度应该满足该机场预计将要起降的飞机机型的着陆距离要求。

根据现有的飞机的 AFM 或 FCOM 等,确定在最大着陆重量、典型气象条件(机场气压高度、风向和风速等)、湿跑道和可预见的污染跑道条件、正常进近速度、可用的着陆构形以及减速设备工作正常等条件下的飞机实际着陆距离,再加上至少 15% 的余量,机场跑道长度不得小于该值。在跑道端以外尽可能按照国际民航组织所推荐的标准设置跑道升降带(Runway Strip)和跑道端安全区(RESA)。

在进行跑道修建时,应该尽量避免跑道有纵向坡度,尽可能将该跑道的坡度控制在 1% 以内。进行道面铺筑时,跑道表面应该进行带沟槽或多孔摩擦材料处理,以提高湿跑道条件下的着陆性能。还应该综合考虑导航台布置等因素,避免后期的跑道入口内移从而减小跑道可用着陆距离。

为了便于机组在着陆接地时进行目视观察,跑道最好加装中

线灯和 PAPI (Precision Approach Path Indicator) 灯。对于长度相对较短的跑道,建议在距跑道两端 600 米的位置分别设置跑道剩余距离标记牌。

在跑道的运行维护中,考虑到在跑道接地区未清洁的橡胶沉积物等会导致跑道的表面遇湿就滑,必须尽可能迅速并完全地清除掉跑道上滞留的尘土、砂子、油、橡胶沉积物等,使其积聚减至最小。

现代电传飞机减速系统的工作逻辑(进近着陆)

为了避免飞行员误操作导致飞机出现重大问题,现代电传飞机对反推、地面扰流板和自动刹车三个重要减速系统的工作设置了自动保护,减速系统通常的工作逻辑如下:

1、反推

功效:在不同道面条件下提供减速,高速时更为有效。

接通:主起落架接地后,飞行员拉反推,系统确认主起落架已接地后反推开始工作。

2、地面扰流板

功效:减小升力、增加机轮对地面的正压力,提高刹车效率;还可增加约 30% 的气动阻力。

接通:地面扰流板已预位,油门杆处于慢车位或处于反推范围内,系统确认主起落架已接地,地面扰流板伸出;如果地面扰流板未预位,选择反推后,系统确认主起落架已接地,地面扰流板伸出。

经验显示,并非所有情况下地面扰流板都能保证预位。例如,匆忙进近,没有做着陆检查单。在地面扰流板未预位的情况下,选择反推也可伸出地面扰流板。但是,如果没有选择反推,则地面扰流板不能伸出。

3、自动刹车

功效:在着陆过程中建立和保持所选定的减速率。

接通:着陆前选择自动刹车的不同模式,当地面扰流板伸出时,自动刹车接通。

特别提示:人工刹车可超控自动刹车。

为确保减速系统正确工作,飞行员必须严格遵守 SOP,并做到:

- a. 飞机着陆前,地面扰流板必须预位;
- b. 飞机接地前,油门杆必须放置到慢车位;
- c. 如果扰流板没有预位,飞机接地后,必须选择反推方可伸出扰流板,之后自动刹车才能开始工作;
- d. 如无刹车,启用刹车失效程序。

以上是现代电传飞机进近着陆时反推、地面扰流板和自动刹车的工作逻辑,未包含中断起飞,至于具体机型特别是非电传飞机,可能与此有所不同,飞行员应按照机型手册中的具体规定执行。