



大会 — 第 38 届会议

技术委员会

议程项目 38：需要技术委员会审议的其他问题

近似平行跑道同时运行：指导要求

（由印度提交）

执行摘要

本文件介绍了印度为增加容量，开展近似平行跑道运行方面的成功经验。文件论述了印度拟定的初步的数学模型，该模型可构成技术专家组对这一题目开展进一步严谨工作的基础，以促进统一适用近似平行跑道同时运行的指导。

行动：请大会：

- a) 注意到德里英迪拉·甘地国际机场采用的初步的数学模型，和
- b) 注意到近似平行跑道的安全成功运行有助于增加容量。
- c) 要求理事会审议利用数学模型、模拟，在细致研究该进程中的相关变量后，为 Doc 9643 号文件：《平行或近似平行跑道同时仪表运行（SOIR）手册》中关于近似平行跑道同时仪表运行制定适当的指导。

战略目标：	本工作文件涉及安全及环境保护和航空运输的可持续发展的战略目标。
财务影响：	不适用。
参考文件：	附件 14：《机场》

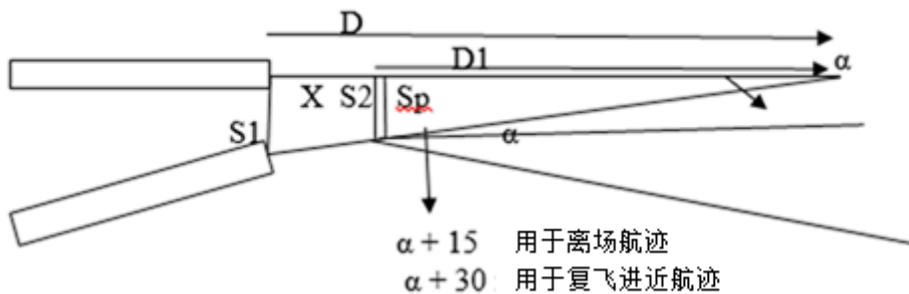
## 1. 背景

1.1 新德里英迪拉·甘地国际机场在过去的十年中，业务量增长了近 300%。为了安全高效地处理日益增长的业务量，需要利用全部三条近似平行跑道开展同时运行以增加机场容量。新建成的第三条 29 号跑道投入运行前，采用隔离相关模式，使用了间距较窄、趋于汇集的 28 号和 27 号跑道，并且将容量从使用单一跑道的每小时 35 架次起降增加到了每小时 44 架次起降。随着 29 号跑道投入运行，对 28 号和 29 号平行跑道采用了混合模式开展运行，并将容量增加到了每小时 65 架次起降。2009 年，计划整修 28/10 号跑道，使其长期无法投入运行，且容量下降是一个较大关切，此时出现了使用近似平行跑道的需求。因此，需要在近似平行的 29 号和 27 号跑道上开展混合模式的运行。但是，为适应不断增长的业务量需求，拟定了在三条跑道上同时运行的概念。所面临的挑战就是在全部三条跑道上进行离场和进场运行，这三条跑道包括间距较窄且趋于汇集的 27 号和 28 号跑道，以及同样趋于汇集的 27 号和 29 号两条跑道。

1.2 尽管平行和近似平行跑道同时运行手册(Doc 9643 号文件)(SOIR)在该文件第 5.1.2 节当中，为平行跑道同时运行提供了详细的指导，但没有为近似平行跑道同时运行拟定特殊程序。每种情况都是在个案基础上加以考虑的，并且取决于若干变数。

1.3 **数学模型：**考虑到上述情况，并且由于需要高效利用所有三条跑道，印度机场当局拟定了一个初步的数学模型，具体如下：

近似平行跑道 — 跑道中心线延长线的汇聚/发散角不超过 15 度的非交叉跑道。



假设： $\alpha$  = 跑道之间的汇聚角

$S_1$  = 汇聚端跑道之间的最小间距。

$X$  = 跑道终端距离离场航空器可以转向之前的最小距离。

因此，在这一点，两架航空器到达最近距离  $S_2$ 。

$S_2$  = 跑道汇聚端航空器可以开始转向时，跑道中心线延长线之间的最小间距。因此，这是航空器之间的最小距离，因而对安全至关重要。

$S_p$  = 两架航空器航迹之间、航迹变为平行时的最小距离。

$S_p$  根据平行或近似平行跑道同时仪表运行手册，应等于或大于规定开展特定同时运行的平行跑道之间的最小间距。

由于按照  $\alpha$ （最大 15 度）转向所用的时间少之又少，因此， $S_p$  将恰好大于  $S_2$ 。

因此，如果  $S_2$  符合附件 14 规定开展特定同时运行的两条平行跑道之间的最小间距要求，那么就**能够开展此类运行**。

$D$  = 汇聚点至跑道离场端（DER）的距离。

$D_1$  = 汇聚点至可以开始转向的那一点的距离。

$$\text{正切 } \alpha = S_1/D = S_2/D_1$$

根据平行或近似平行跑道同时仪表运行手册（Doc 9643 号文件），离场航迹应在离场后立即偏向 15 度。因此，在近似平行跑道的情况下，离场航空器应在离场后立即按  $\alpha+15$  度偏向。与此类似，进行复飞进近的航空器应当按  $\alpha+30$  度偏向，而不是接近似平行跑道情况下的 30 度偏向。

这些偏向飞行最好尽可能由两架航空器共同进行，以便及早完成所需航迹偏向。

至此， $X = D - D_1$  = 航空器达到任何转向最低高度的所需距离。

#### 离场 —

由于无法预期离场航空器在达到跑道离场端之上 400 英尺高之前转向，因此离场转向所需最低距离的平均梯度为 7%，

$$X = 400/0.07/6076 \text{ 海里} = 0.94 \text{ 海里} = 1 \text{ 海里（近似值）}。$$

这一距离  $X$  可能大于**最低距离**，以满足超障、专用空域或环境要求，并将相应修改  $S_2$  的数值。

#### 复飞进近 —

进行复飞进近的航空器可以在接近跑道入口开始爬升（SOC）之后转向。这一转向点可能因障碍物、专用空域、环境要求或**多重跑道运行**等原因而有所不同，如：可能要求复飞进近航空器在跑道终端过后再转向。

### 1.4 以下是 27、28 和 29 号三条近似平行跑道的特征及其相关性

#### 1.4.1 27 和 29 号近似平行跑道的汇聚特征如下：

- a) 两条跑道端点的间距为3010米和3550米；
- b) 汇聚角为12度；
- c) 其跑道中线延长线在7.6海里处相交；和
- d) 29号跑道和27号跑道的跑道入口错开2127米（1.15海里）。

#### 1.4.2 27 和 28 号近似平行跑道的汇聚特征如下：

- a) 两条跑道端点的间距为450米和1100米；

- b) 汇聚角为13度；和
- c) 其跑道中线延长线在1.08海里处相交。

为德里 27 号和 29 号跑道适用的标准，

$$S_1 = 3010 \text{ 米}, \alpha = 12 \text{ 度}$$

$$D = 3010 / \tan 12 = 14160 \text{ 米}$$

$$D_1 = 14160 - 1852 = 12308 \text{ 米}$$

$$S_2 = D_1 * \tan \alpha = 12308 * \tan 12 = 2616 \text{ 米} > 1525 \text{ 米}$$

1.5 利用上述简单的数学模型并在模拟试验后，发现在德里机场的近似平行跑道上开展同时运行是可行的，但需要符合平行或近似平行跑道同时仪表运行手册所述的其他条件。但考虑到该进程中不同的相关变数，因此需要进行进一步严格的数学分析。

1.6 尽管如此，虑及增加容量及加强安全的必要性，在英迪拉·甘地国际机场有效利用全部三条跑道的西风气流实施了以下运行模式。

- a) 27 号跑道只用于进场；
- b) 28 号跑道只用于离场；和
- c) 29 号跑道既用于进场也用于离场。

相应修改了标准仪表离场、复飞进近航迹和空中交通管制程序。

1.7 27 和 29 号跑道允许进行相关进近。27 号跑道和 29 号跑道的航向信标设定的航空器之间的对角线间隔保持在 3 海里，而不是对平行跑道相关进近要求的 2 海里。

1.8 27 号和 29 号跑道进行同时独立离场。为此适当修改了标准仪表离场。

1.9 允许在间距较窄的 27 号跑道和 28 号跑道进行隔离运行，条件是 27 号跑道进场接近 3 海里之前，28 号跑道离场开始滑跑，以确保复飞情况下，离场航空器与复飞进近的航空器之间有 3 海里的雷达间隔。

1.10 通过上述近似平行跑道开展同时运行，现已达到每小时 76 架次起降，而可实现容量是每小时 85 架次。

1.11 但是，为了在近似平行跑道充满信心地开展此类同时运行，需要为具备适当跑道构型的近似平行跑道开展此类运行进行数学模拟、模型建造，以确保达到安全目标等级，以及可以开展此类运行的各种条件。

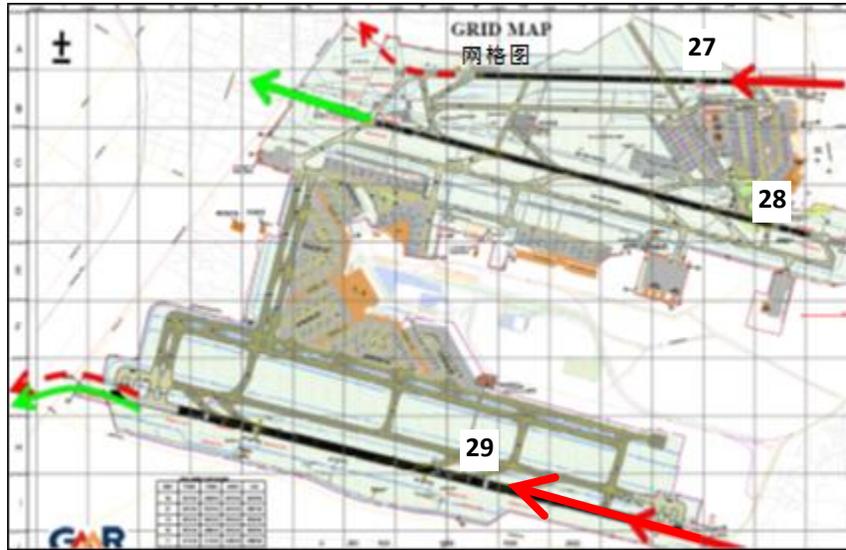


图-1

—完—