



## 信息通告

中国民用航空局空管行业管理办公室

---

编 号：IB-TM-2012-005

下发日期：2012年11月16日

# “新建、改建、扩建空管运行设施设 备情况”安全评估指导材料

# 目 录

1 总则 .....	3
1.1 依据 .....	3
1.2 需开展安全评估的情况 .....	3
2 评估工作程序 .....	4
2.1 系统描述 .....	4
2.2 危险源辨识 .....	4
2.2.1 基本思路 .....	4
2.2.2 主要考虑因素 .....	5
2.2.3 危险源辨识方法 .....	6
2.3 风险分析 .....	7
2.4 风险管控 .....	8
2.5 编写《危险控制单》 .....	8
2.6 安全评估报告 .....	9
附录 1: 危险辨识常用方法 .....	10
附录 2: 危险控制单 .....	13
附录 3: XX机场双跑道运行空管安全评估报告 .....	14

# 1 总则

## 1.1 依据

为指导民航空管运行单位开展针对新建、改建、扩建涉及空管运行的设施设备情况（以下简称设施设备变更）的安全评估工作，根据《民用航空空中交通管理运行单位安全管理规则》，依照《民航空中交通管理安全评估管理办法》，编制本指导材料。

## 1.2 需开展安全评估的情况

民航空管运行单位在遇到下列设施设备变更情况时，应当开展相应的安全评估工作：

- (1) 新建区域、进近、塔台等管制单位；
- (2) 新建机场航站楼；
- (3) 新建或增加跑道、滑行道；
- (4) 通信模式或通信手段变化，如管制由语音通信转为数据链通信（CPDLC）；
- (5) 空管监视手段变化，如增加监视设备（ADS-B、地面监视雷达等）；

(6) 其他因设施设备变更导致管制程序、方式需要做出重大调整或对空管运行产生重大影响的情况。

## 2 评估工作程序

设施设备变更评估过程一般包含系统描述，危险源辨识、风险分析、风险管控、编写《危险控制单》和安全评估报告等步骤。

### 2.1 系统描述

系统描述是实施安全评估的基础工作，本指导材料推荐采用5M模型对系统进行描述，易于操作。在进行系统描述时，应当明确设施设备变更项目引发的所有变化，从子系统、要素的层面，进行对比分析，客观描述系统变更的情况。同时，还需要明确变更后的新系统、其子系统和包含的各种功能、运行指标或参数。

5M模型主要从任务、人员、设备、管理和环境五个方面对系统进行描述，元素之间相互影响、制约。

### 2.2 危险源辨识

#### 2.2.1 基本思路

安全评估应当以设施设备变更为出发点，通过系统描述对系

统进行全面详细的分析，发现危险源及可能危害后果，采取措施缓解风险，确保因变更带来的风险处于可接受范围。

识别过程应当从空管运行角度出发，将危险源可能造成的所有后果列出来，每一种后果均是风险分析的对象。

### **2.2.2 主要考虑因素**

在危险源辨识中，应当充分利用系统描述内容，着重评估因新改扩建项目投入运行可能产生的各项变化，从人员、设备、环境和管理及其交互等方面入手进行危险源辨识。重点考虑以下几个方面因素：

#### **(1) 管制员及相关人员**

管制员的技能水平对空管运行安全与效率起着重要作用。在识别设施设备变更项目的安全风险时，应当主要考虑管制员在设施设备变更后的技能水平、熟练程度、人机界面熟悉度、工作负荷等方面；同时还要考虑机务维修人员对设备运行的维护能力以及飞行员对新程序、运行环境的配合等方面。

#### **(2) 设施设备的风险变化**

在辨识安全风险时，应假设原系统的风险是可接受的，从而将评估的范围缩小到因设施设备变更带来的风险上。主要考虑设施设备自身稳定性风险及其对空管运行带来的影响。

### **(3)空域环境与地面运行环境**

设施设备变更后对所在地的空域环境或者地面运行环境可能产生的影响，容易因人员不熟悉、设备不兼容而产生风险。因此，在识别环境危险源时，可主要考虑以下几个方面：

管辖空域水平和垂直范围，航线数目、结构情况；

管制区内每日架次、高峰小时架次、同时最多架次、交通分布情况；

管制区内的禁区、限制区和危险区；

相邻管制区采用的管制方式及限制情况等。

### **(4)管理规章与程序**

规章、程序是防止不安全操作行为的重要措施。在识别安全风险时，应当考虑现行管制程序、应急程序、管制移交程序、设备操作程序等的完备性和可操作性。

## **2.2.3 危险源辨识方法**

危险源辨识可以通过两种方式进行：一是对系统的各组成元素进行详细剖析，并进行危险源和隐患分析或测试，确定其特性；二是根据以往记录的不安全事件、事故报告，厘清导致各种问题发生的主要危险源类型，结合到实际工作中去发现类似的危险源。

危险源辨识的常用方法包括：危险与可操作工具（HAZOP）、

头脑风暴 (Brain Storm)、事件树分析 (ETA)、故障树分析 (FTA)、蝶形分析 (Bow-Tie)、初步危险分析 (PHA)、比较安全评估 (CSA)、失效模式与影响分析 (FMEA) 等。附录 1 简要介绍了事件树分析 (ETA)、故障树分析 (FTA) 和蝶形分析 (Bow-Tie) 3 种方法。

在选择危险源识别的方法时，应该遵循以下原则：

- (1) 最大数量的识别出系统中的相关危险；
- (2) 能够识别出危险的发生原因；
- (3) 尽量预测危险产生的结果；
- (4) 能够帮助推荐或确定出有效的风险缓解措施。

## 2.3 风险分析

危险源辨识过程完成后，应当对危险源的每项可能后果都进行详细分析，确认后果发生的可能性和严重度，从而确定其风险等级，并判断每个后果的风险是否可以接受，最后给出相应的缓解步骤。

本指导材料附录 3 中《XX 机场双跑道运行空管安全评估报告》举例采用了《民航空中交通管理安全评估管理办法》附录 4 推荐的专家评估法，基于危险发生可能性分类表和危险后果严重度分类表，结合风险矩阵确定每个风险的风险等级。

## 2.4 风险管控

按照《民航空中交通管理安全评估管理办法》的要求，一般情况下风险控制措施及安全建议包括：建立必要的运行手册、程序、检查单，优化运行程序等；验证操作程序是否满足运行要求；强化人员专项培训，尤其针对管制员工作方式、工作习惯变化较大的方面；加强与空管运行相关单位的协调等。

尝试所有的风险缓解措施后：

- 1、如果风险降低至可接受水平，则需要进一步对危险追踪、监视和管理，以实现风险的闭环管理。
- 2、如果风险还没有降低至可以接受的水平，那么实施设备变更带来的风险没有符合安全要求，必须修改设施设备变更的目标，或者放弃部分项目变更的计划；
- 3、如果风险是不可接受的，则设施设备变更项目不能实施。

## 2.5 编写《危险控制单》

对每个识别出来的危险，要用数字进行标号，并填入《危险控制单》（见附录2）。《危险控制单》应当包括识别出的每个危险源、危险的各种后果、各项后果发生的可能性、后果严重度、风险评判等级以及风险缓解措施。



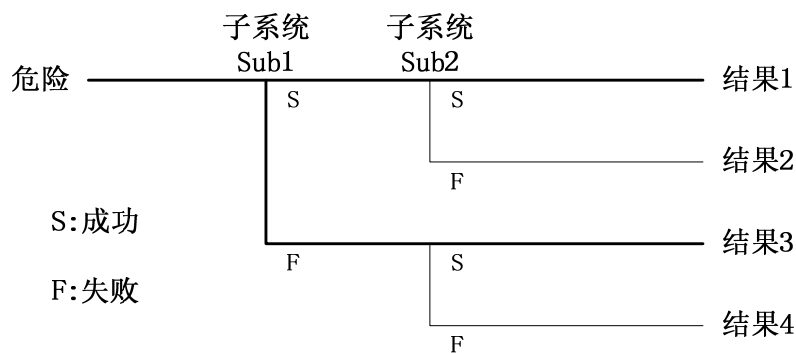
## 2.6 安全评估报告

在上述工作的基础上，对设施设备变更的安全评估形成明确的评估结论，并针对实施变更存在的问题及应当采取的改进、缓解措施提出建议。最后，按照《民航空中交通管理安全评估管理办法》的要求，对设施设备变更进行安全评估后形成安全评估报告，并报所在地区管理局或监管局备案。

## 附录 1: 危险辨识常用方法

### 1. 事件树分析法 (ETA)

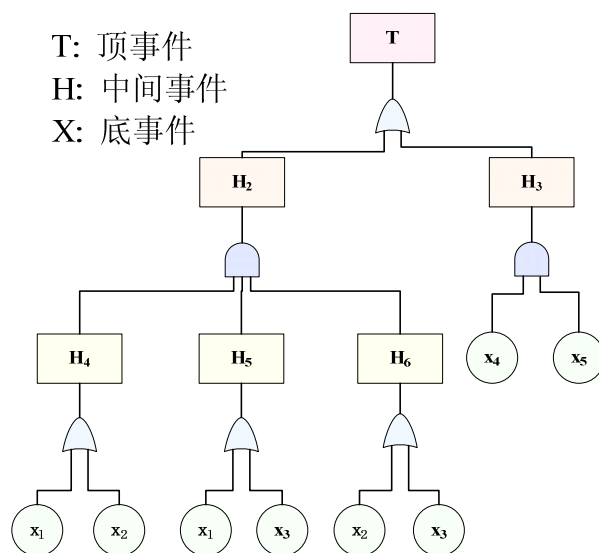
事件树分析法以一个初始事件为起点,按照事故发展的顺序,分阶段性的,一步一步的进行分析,是一种时序逻辑的事故分析方法。每一事件可能出现的后续事件只可以存在两种完全对立的系统状态(成功或者失败,正常或者故障,安全或者危险等)的某一种状态,根据这个原则逐步向结果方面进行发展,直到发生系统故障或者事故为止。事件树分析法既可以定性地了解整个事故(或危险)的动态变化过程,又可以定量的计算出各个阶段的发生概率,最终了解事故(或危险)在发展过程中各种状态的发生概率。



事件树示意图

## 2. 故障树分析法（FTA）

故障树分析法技术采用逻辑的方法，根据因果关系反推，形象地进行危险的分析工作。其采用倒立树状逻辑因果关系图，用事件符号、逻辑门符号和转移符号描述系统中各种事件之间的因果关系。该方法特点是直观、明了，思路清晰，逻辑性强，体现了以系统工程方法研究安全问题的系统性、准确性和预测性，它是空管安全评估的主要分析方法之一。

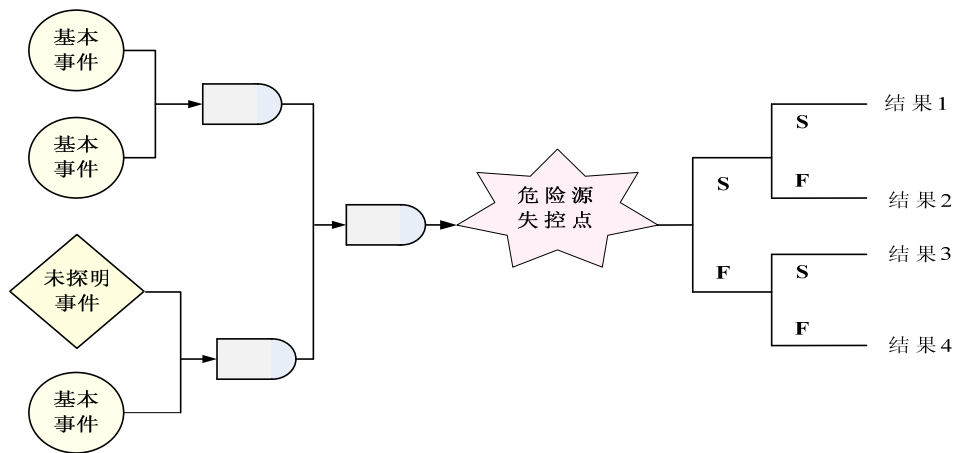


故障树示意图

## 3. 蝶形分析法（Bow-Tie）

蝶形分析模型图左侧代表危险的原因，右侧代表危险的后果。通过一系列的事件链将危险源失控点、危险源和危险源导致的后

果关联起来，并以图表的形式来描述导致事故的路径，以及其预防和控制事故发生等安全管理体系中基本的组成部分，通过检查可能导致事故控制失效的路径，进一步了解系统关键组成部分预防“防护机制”失效。



蝶形分析示意图

## 附录 2: 危险控制单

编号	危险描述	危险可能的后果	风险可能性	风险严重度	风险等级	风险缓解措施

### 附录 3: XX机场双跑道运行空管安全评估报告

# XX 机场双跑道运行 空管安全评估报告

A 空管单位

2012 年 3 月

## 签字页

本报告依据《民用航空空中交通管理运行单位安全管理规则》、《民航空中交通管理安全评估办法》等规章、规范性文件的要求编写，目的在于通过安全评估，提前发现不安全因素，及时采取措施，确保 A 空管单位的双跑道安全运行。本报告客观、真实，风险分析全面，风险控制措施有效。

双跑道运行筹备工作组组长：

2012 年3 月5 日

## 摘 要

为了 A 空管单位由单跑道运行转变为双跑道运行，2012 年 3 月双跑道运行筹备工作组针对实施双跑道运行进行了安全评估。通过采用专家评估法，识别关键危险 7 项。工作组针对关键危险分别提出了风险缓解和控制措施，并给出了安全建议 4 条。

工作组认为如果风险控制措施得到落实，那么系统风险可接受。建议在落实上述措施和建议后，单跑道运行可以转变为双跑道运行，并持续进行风险监控。



## 1 概况

XX 国际机场位于市区东部，为国内干线机场，对外开放的一类航空口岸，运行国际定期航班。目前 XX 机场飞行区等级为 4E 级，运行 1 条长 3400 米、宽 40 米的跑道。机场现有国内及国际航站楼各一座，共有 22 座登机桥，80 个客机位，8 个货机位。

2006 年 12 月，XX 机场启动了二期扩建工程，正式开始双跑道扩建项目，目前已建成 3600 米×50 米的第二跑道。预计 2013 年 1 月 1 日开始双跑道试运行。

按照《民用航空空中交通管理运行单位安全管理规则》的要求，依据《民航空中交通管理安全评估管理办法》，评估小组系统地识别并分析了 XX 机场双跑道运行中存在的安全风险，给出较为合理完善的风险缓解措施，编制了安全评估报告。本报告的安全评估结论表明，XX 机场双跑道运行的安全风险处于可接受范围之内。

## 2 系统描述

本报告采用 5M 模型对 XX 机场双跑道空管运行进行描述，覆盖全面、条理清晰。

### 2.1 任务 (Mission)

XX 机场航班量保持稳定 xx % 的增长率，2007 年首次突破 10 万大关，2010 年总计起降已达到 18 万架次以上，预计

到 2015 年，XX 机场全年航班起降将达到 25 万架次。为了提高终端空域容量、满足未来日益增长的航班需求，2006 年 12 月，XX 机场启动了二期扩建工程，目前已建成 3600 米×50 米的第二跑道。预计 2013 年 1 月 1 日，XX 机场正式开始双跑道试运行。

本次评估是对塔台、进近管制双跑道运行前的评估。

## 2.2 人员 (Man)

塔台管制室管制人员构成情况 (略)

进近管制室管制人员构成情况 (略)

班组排班情况。(略)

## 2.3 设备 (Machine)

本报告将 XX 机场双跑道空管运行设备分为通信、导航、监视、空管自动化和气象等几大类，分别描述如下。

### 2.3.1 通信导航监视设备

(1) 甚高频地空通信配置 (略)

(2) 内话系统 (略)

(3) 导航设备 (略)

(4) 监视设备 (略)

### 2.3.2 空管自动化设备

(1) 数字放行系统 (DCL) (略)

(2) 空管自动化系统 (略)

(3) 电子进程单 (略)

(4) 航管信息系统 (略)

(5) 数字化自动航行情报服务 (D-ATIS) (略)

### **2.3.3 气象设备 (略)**

## **2.4 管理 (Management)**

空管单位为 XX 机场的双跑道运行制定了详细的一整套方案,包括双跑道运行模式、管制范围与席位设置、地面运行程序等。

### **2.4.1 双跑道运行方案 (略)**

(1) 隔离运行模式 (略)

(2) 半混合运行模式 (略)

(3) 单跑道运行模式 (略)

### **2.4.2 管制范围**

(1) 塔台管制 (略)

(2) 地面管制 (略)

(3) 进近管制 (略)

### **2.4.3 管制席位设置**

(1) 塔台管制席位 (略)

(2) 进近管制席位 (略)

### **2.4.4 地面运行程序**

### **2.4.5 管制员培训方案**

(1) 塔台管制室 (略)

(2) 进近管制室 (略)

## 2.5 环境 (Media)

### 2.5.1 机场基本信息与场面布局 (略)

### 2.5.2 空域环境 (略)

### 2.5.3 飞行程序 (略)

## 3 危险源辨识

基于系统描述,采用头脑风暴法,识别出 XX 机场双跑道运行中存在的 7 条危险源,如表 3-1 所示。

表 3-1 危险源控制单

危险源编号	危险源描述	可能导致的后果
1	航空器中止进近后使用复飞程序。	部分复飞程序采用指定高度转弯,使得飞行轨迹不确定性增加,可能导致复飞航空器与离场航空器冲突。
2	航空器的地面滑行路线复杂,存在多个冲突点。	可能导致航空器与航空器之间、航空器与地面车辆之间的发生刮碰。
3	XX 机场因航站楼遮蔽,导致塔台无法目视部分机位与滑行道,存在目视盲区。	可能导致航空器与航空器之间、航空器与地面车辆之间的发生刮碰。
4	受军方活动影响,空域内进离场航路的限制多。	可能导致航空器之间发生空中飞行冲突。
5	电子进程单无备份系统。	如发生故障,可导致运行混乱。

6	两条跑道的跑道号易混淆。	管制员容易发布错误指令或飞行员听错指令，可能导致航空器落错跑道。
7	F类航空器地面航空器运行受限	在运行过程中可能误入限制F类运行的道口。

#### 4 风险评估与缓解

本次安全评估按照风险评估方法，逐项考虑 XX 机场双跑道运行存在的危险源，对每个危险源进行详细分析与评估，参考《民航空中交通管理安全评估管理办法》制定的危险发生可能性分类表和危险严重程度分类表，确认其风险发生的可能性和后果严重度，根据危险源的风险等级，分别将其置入风险矩阵中，从而判断每个危险源的风险接受度，形成风险控制表（表 4-1）。最后结合双跑道运行方案和实际运行情况，从修改运行方案、建立应急程序和加强培训等方面，对每项危险源给出相应的风险缓解措施。

表 4-1 风险控制表

编号	危险源	危险可能性	后果严重度	风险可容忍度
1	航空器中止进近后使用复飞程序。	3	C	可容忍
2	航空器地面滑行路线复杂，存在多个冲突点。	3	C	可容忍

3	因航站楼遮蔽，导致塔台存在目视盲区。	4	C	可容忍
4	受军方活动影响，空域内进离场航路的限制多。	3	D	可容忍
5	电子进程单无备份系统。	3	D	可容忍
6	两条跑道的跑道号易混淆。	3	C	可容忍
7	F类航空器地面航空器运行受限。	4	D	可容忍

针对上述危险源及其风险程度，逐项给出风险缓解措施。  
如表 4-2 所示。

表 4-2 风险缓解措施单

危险源编号:	1	风险等级:	3C
危险源描述: 航空器中止进近后使用复飞程序。			
风险缓解措施: 1. 依据空域限制，制定双跑道运行的中止进近处置预案。 2. 针对双跑道运行中可能出现的中止进近场景进行针对性模拟训练。			
危险源编号:	2	风险等级:	3C
危险源描述: 航空器的地面滑行路线复杂，存在多个冲突点。			

<b>风险缓解措施:</b> 1. 进行仿真模拟, 优化地面滑行路线。 2. 在地面管制设备中增加告警功能。			
危险源编号:	3	风险等级:	4C
<b>危险源描述:</b> 因航站楼遮蔽, 导致塔台无法目视部分机位与滑行道, 存在目视盲区。			
<b>风险缓解措施:</b> 1. 安装场监雷达设备, 加强对该区域的航空器的位置识别。 2. 滑入该区域的航空器由地面引导车引导才能进入机坪。 3. 与机场协商, 将塔台目视盲区部分管制移交给机场。			
危险源编号:	4	风险等级:	3D
<b>危险源描述:</b> 受军方活动影响, 空域内进离场航路的限制多。			
<b>风险缓解措施:</b> 1. 积极与军方协调, 尽量减少对 XX 机场周边空域的影响。 2. 加强管制员指挥技能培训。			
危险源编号:	5	风险等级:	3D
<b>危险源描述:</b> 电子进程单无备份系统。			
<b>风险缓解措施:</b> 在系统投入使用初期, 保留纸质进程单。			
危险源编号:	6	风险等级:	3C

危险源描述：两条跑道的跑道号易混淆。			
风险缓解措施： 1. 建议上报民航局，调整跑道号。 2. 加强五边监控。			
危险源编号：	7	风险等级：	4D
危险源描述：F类航空器地面运行受限。			
风险缓解措施： 针对F类飞机制定防误入不可用滑行道措施，并做好应急处置方案。			

## 5 安全评估结论与建议

通过对XX机场双跑道运行的安全评估，共识别XX机场双跑道运行中危险源7项，其中处于不可接受范围内的危险源0项，可容忍范围内危险源7项，可接受范围内危险源0项。在制定一系列风险缓解措施后，XX机场双跑道运行的总体风险处于可接受范围内。

通过安全评估，我们认为，针对机场双跑道运行，本单位制定了较为完善的运行规则与程序，基本涵盖了双跑道运行中容易影响运行安全的因素，并且针对存在的安全风险制定了相应措施，但是仍然存在一些不可避免的问题。首先，XX机场终端空域环境复杂，受军航活动影响严重，进离场航线的设置受到严重制约；航班量不断增加，终端空域容量趋于饱和；双跑道运行后，容量有所提高，但进离场程序与



复飞程序变得更为复杂，空域内运行矛盾会进一步加剧，复杂的进离场航线限制与拥挤的终端空域对航空器的运行安全存在着较大影响。

为了保证机场双跑道运行的安全、顺畅、有序，结合风险评估结论，提出以下几点建议：

一、对空域冲突点密集区加强监，制定详细的航空器中止进近处置预案，并加强人员培训。

二、空管单位应进一步完善双跑道运行中的航空器滑行程序，优化滑行路线，密切监视容易发生滑行冲突的热点区域，减少航空器对头冲突的可能；制定冲突应急处置预案，保证地面运行的安全有序。

三、进一步加强对塔台目视盲区的监控和管理，尽快增加监视设备，为管制员提供可靠的参考；与机场签订地面分区管理协议，明确移交和协作程序。

四、对于采取风险缓解措施的危险源，在双跑道运行过程中应继续监督风险缓解措施的应用，验证缓解措施的有效性与可靠性，并对采取缓解措施后的危险源进行风险评估分析，确保实现风险的闭环管理。