Doc 9830
AN/452

改进型地面活动引导及控制系统(A-SMGCS)手册

经秘书长批准并由其授权出版

第一版 — 2004年

国际民用航空组织

国际民航组织分别用中文、英文、阿拉伯文、法文、俄文和西班牙文出版本出版物，除订单与订购款外，所有信函都应写给秘书长。

订单应与美元汇款或下单国货币的汇款一起寄往下列地址之一。鼓励客户使用信用卡(MasterCard、Visa或American Express)，以免交货延误。有关使用信用卡或以其他方法付款的信息，见于国际民航组织出版物目录的订货信息部分。

International Civil Aviation Organization. Attention: Customer Services Sales Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7
Telephone: +1 514-954-8022; Facsimile: +1 514-954-6769; Sitatex: YULCAYA; E-mail: sales@icao.int;
World Wide Web: http://www.icao.int

Botswana. kags and Tsar Investments (PTY)Ltd., Private Beg 254/525, Gaborone
Telephone: +267 390 4384/8; Facsimile: +267 395 0004; E-mail: ops@kagsandtsar.co.bw

Cameroon. KnowHow, 1, Rue de la Chambre de Commerce-Bonanjo, B.P. 4676, Douala / Telephone: +237 343 98 42;
Facsimile: +237 343 89 25; E-mail: knowhow_doc@yahoo.fr

China. Glory Master International Limited, Room 434B, Hongshen Trade Centre, 428 Dong Fang Road, Pudong, Shanghai 200120
Telephone: +86 137 0177 4638; Facsimile: +86 21 5888 1629; E-mail: glorymaster@online.sh.cn

Egypt. ICAO Regional Director, Middle East Office, Egyptian Civil Aviation Complex, Cairo Airport Road, Heliopolis, Cairo 11776
Telephone: +20 2 267 4840; Facsimile: +20 2 267 4843; Sitatex: CAICAYA; E-mail: icaomid@cairo.icao.int

Germany. UNO-Verlag GmbH, August-Bebel-Allee 6, 53175 Bonn / Telephone: +49 0 228-94 90 2-0; Facsimile: +49 0 228-94 90 2-22;
E-mail: info@uno-verlag.de; World Wide Web: http://www.uno-verlag.de

India. Oxford Book and Stationery Co., 57, Medha Apartments, Mayur Vihar, Phase-1, New Delhi - 110 091
Telephone: +91 11 65659897; Facsimile: +91 11 22743532

India. Sterling Book House – SBH, 181, Dr. D. N. Road, Fort, Mumbai 400 001
Telephone: +91 22 2261 2521, 2265 9599; Facsimile: +91 22 2262 3551; E-mail: sbh@vsnl.com

India. The English Book Store, 17-L Connaught Circus, New Delhi 110001
Telephone: +91 11 2341-7936, 2341-7126; Facsimile: +91 11 2341-7731; E-mail: ebs@vsnl.com

Japan. Japan Civil Aviation Promotion Foundation, 15-12, 1-chome, Toranomon, Minato-Ku, Tokyo
Telephone: +81 3 3503-2686; Facsimile: +81 3 3503-2689

Kenya. ICAO Regional Director, Eastern and Southern African Office, United Nations Accommodation, P.O. Box 46294, Nairobi
Telephone: +254 20 7622 395; Facsimile: +254 20 7623 028; Sitatex: NBOCAYA; E-mail: icao@icao.unon.org

Mexico. Director Regional de la OACI, Oficina Norteamérica, Centroamérica y Caribe, Av. Presidente Masaryk No. 29, 3er Piso,
Col. Chapultepec Morales, C.P. 11570, México D.F. / Teléfono: +52 55 52 50 32 11; Facsímile: +52 55 52 03 27 57;
Correo-e: icao_nacc@mexico.icao.int

Nigeria. Landover Company, P.O. Box 3165, Ikeja, Lagos
Telephone: +234 1 4979780; Facsimile: +234 1 4979788; Sitatex: LOSLORK; E-mail: aviation@landovercompany.com

Peru. Director Regional de la OACI, Oficina Sudamérica, Av. Víctor Andrés Belaúnde No. 147, San Isidro, Lima (Centro Empresarial Real, Vía Principal No. 102, Edificio Real 4, Floor 4)
Teléfono: +51 1 611 8686; Facsímile: +51 1 611 8689; Correo-e: mail@lima.icao.int

Russian Federation. Aviaizdat, 48, Ivan Franko Street, Moscow 121351 / Telephone: +7 095 417-0405; Facsimile: +7 095 417-0254

Senegal. Directeur régional de l'OACI, Bureau Afrique occidentale et centrale, Boîte postale 2356, Dakar
Téléphone: +221 839 9393; Fax: +221 823 6926; Sitatex: DKRCAYA; Courriel: icaodkr@icao.sn

Slovakia. Letové prevádzkové služby Slovenskej Republiky, Štány podnik, 823 07 Bratislava 21
Telephone: +421 2 4857 1111; Facsimile: +421 2 4857 2105; E-mail: sa.icao@lps.sk

South Africa. Avex Air Training (Pty) Ltd., Private Bag X102, Halfway House, 1685, Johannesburg
Telephone: +27 11 315-0003/4; Facsimile: +27 11 805-3649; E-mail: avex@iafrica.com

Spain. A.E.N.A. — Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 14, Planta Tercera, Despacho 3. 11,
28027 Madrid / Teléfono: +34 91 321-3148; Facsímile: +34 91 321-3157; Correo-e: sscc.ventasoaci@aena.es

Switzerland. Adeco-Editions van Diermen, Attn: Mr. Martin Richard Van Diermen, Chemin du Lacuez 41, CH-1807 Blonay
Telephone: +41 021 943 2673; Facsimile: +41 021 943 3605; E-mail: mvandiermen@adeco.org

Thailand. ICAO Regional Director, Asia and Pacific Office, P.O. Box 11, Samyaek Ladprao, Bangkok 10901
Telephone: +66 2 537 8189; Facsimile: +66 2 537 8199; Sitatex: BKKCAYA; E-mail: icao_apac@bangkok.icao.int

United Kingdom. Airplan Flight Equipment Ltd. (AFE), 1a Ringway Trading Estate, Shadowmoss Road, Manchester M22 5LH
Telephone: +44 161 499 0023; Facsimile: +44 161 499 0298; E-mail: enquiries@afeonline.com; World Wide Web: http://www.afeonline.com

国际民航组织出版物目录

本目录每年出版一次，开列了所有现行出版物。目录的补篇公布了新的出版物以及各项修订、补篇等。在国际民航组织网站www.icao.int上可以获取本目录。

Doc 9830
AN/452

改进型地面活动引导及控制系统(A-SMGCS)手册

经秘书长批准并由其授权出版

第一版 — 2004年

国际民用航空组织

修订

各项修订都定期地在《国际民航组织月刊》和每月出版的《国际民航组织出版物和视听培训教材目录增补》中公布，本出版物持有者应进行核查。以下篇幅供记录修订之用。

修订和更正记录

修订		
编号	日期	换页人

更正		
编号	日期	换页人

目录

页码

前言 …… **(v)**

首字母缩拼词、缩写词和符号 …… **(vii)**

术语 …… **(ix)**

第 1 章　引言 …… **1-1**

1.1　地面活动引导及控制系统（SMGCS）的运作 …… 1-1
1.2　改进地面活动引导及控制系统（SMGCS）之目标 …… 1-2
1.3　改进型地面活动引导及控制系统（A-SMGCS）概念 …… 1-2

第 2 章　运行要求 …… **2-1**

2.1　概述 …… 2-1
2.2　系统目标和功能 …… 2-1
2.3　责任和功能的划分 …… 2-2
2.4　与实施相关的要求 …… 2-2
2.5　基本功能要求 …… 2-2
2.6　补充要求 …… 2-5
2.7　系统要求 …… 2-9

第 3 章　运行和性能要求适用指南 …… **3-1**

3.1　系统的目标和功能 …… 3-1
3.2　责任和功能的划分 …… 3-1
3.3　与实施相关的要求 …… 3-3
3.4　基本功能要求 …… 3-5
3.5　补充要求 …… 3-14
3.6　系统要求 …… 3-27

页码

第 4 章　性能要求 …… **4-1**

4.1　系统要求 …… 4-1
4.2　监视要求 …… 4-2
4.3　线路选择要求 …… 4-2
4.4　引导要求 …… 4-2
4.5　控制要求 …… 4-2

第 5 章　执行问题 …… **5-1**

5.1　引言 …… 5-1
5.2　能力分配 …… 5-1
5.3　成本/效益评估 …… 5-2
5.4　评估具体系统是否能够满足改进型地面活动引导及控制系统要求的通用方法 …… 5-9
5.5　安全性评估 …… 5-10
5.6　认证 …… 5-14

附录 A　改进型地面活动引导及控制系统分类 …… **A-1**

附录 B　改进型地面活动引导及控制系统实施级别 …… **B-1**

附录 C　改进型地面活动引导及控制系统设备的开发演进 …… **C-1**

附录 D　安全目标水平（TLS） …… **D-1**

附录 E　改进型地面活动引导及控制系统的研究 …… **E-1**

前言

国际民航组织《地面活动引导及控制系统（SMGCS）手册》（Doc 9476 号文件）中介绍的系统不能始终，特别是在低能见度条件下，为使航空器运行保持所需的能力和安全水平提供必要的支持。因而，需要一套利用现代化技术和高度集各种功能于一体的改进型地面活动引导及控制系统（A-SMGCS）在特殊的天气、交通密度和机场布局条件下，提供适当的能力和安全度。

由于新技术的出现和发展，包括自动化水平的提高，目前已有可能增大高密度复杂机场在低能见度条件下的运行能力。为了避免受到不同技术的束缚，本手册中提出了通用运行要求（见第 2 章）。无论采用什么技术，这些通用要求都可作为分析和开发当地具体要求的指导原则。

本手册中的性能要求（见第 4 章）旨在为迄今为止所遇到的与安全或能力相关的问题提供一些可能的解决方案。然而，随着各种技术、系统和程序的发展，改进型地面活动引导及控制系统概念（见第 1 章）也将得到不断发展。

本手册所载的运行和性能要求（见第 3 章和第 4 章）对于以下两种情况是必要的：在现有的地面活动引导及控制系统需要升级的机场上选择、发展和实施改进型地面活动引导及控制系统；或在目前还没有地面活动引导及控制系统，但交通密度和/或布局需要使用此种系统的机场启用一个改进型地面活动引导及控制系统。

本手册的目的是为生产厂家和运营人，以及认证机构能够根据当地情况并考虑到对国际民用航空运行的全球通用性的要求开发和使用改进型地面活动引导及控制系统提供指导。在开发和实施改进型地面活动引导及控制系统时，还应考虑国际民航组织相关的“标准和建议措施”（SARPs）。

首字母缩拼词、缩写词和符号

首字母缩拼词和缩写词

ADREP	事故/事故征候数据报告（国际民航组织）
ADS-B	广播式自动相关监视
ARP	机场基准点
ARTS	自动雷达终端系统
ASDE	机场地面检测设备
A-SMGCS	改进型地面活动引导及控制系统
ASR	机场监视雷达
ATC	空中交通管制
ATCO	空中交通管制员
ATIDS	机场目标识别系统
ATM	空中交通管理
ATS	空中交通服务
AVOL	机场能见度运行水平
B	基本
C	复杂
CDB	运力／需求平衡
CFMU	中央飞行管理机构
CWP	管制员工作位置
DEFAMM	机场活动管理演示设施（欧盟委员会）
D-GNSS	差分全球导航卫星系统
DLM	数据链路管理器
ECAC	欧洲民用航空会议
ETA	预计到达时间
ETD	预计起飞时间
EUROCONTROL	欧洲航行安全组织
FAA	联邦航空局（美国）
ft	英尺
h	小时
H	高密度
HMI	人—机接口
ICAO	国际民航组织
ILS	仪表着陆系统
km	千米
kt	海里/小时
L	低密度
LAAS	本地增强系统
LAN	局域网
LSS	环路传感器子系统
m	米
M	中密度
NM	海里
NOTAM	航行通告
NTSB	国家运输安全委员会(美国)
PD	探测概率
PDA	告警探测概率
PDAS	飞行员／车辆驾驶员辅助系统
PFA	错误告警概率
PFD	错误探测概率
PFID	错误识别概率
PID	识别概率
RIRP	减少跑道侵入方案（联邦航空局）
RNP	所需导航性能
RVR	跑道视程
s	第二
S	简单
SARPs	标准和建议措施
SID	标准仪表离场
SMGCS	地面活动引导及控制系统
SMR	地面活动雷达
SSDS	地面监视数据服务器
STAR	标准仪表进场
TDMA	时间分隔多路存取
TDOA	到达时间差
TLS	安全目标水平
VDGS	目视停靠引导系统
VFR	目视飞行规则
VHF	甚高频
WGS-84	世界大地测量系统——1984

符号

°	度	－	负
=	等于	%	百分数
>	大于	＋	正
<	小于	±	正或负

术语

注：下列一些术语摘自现有国际民航组织文件（例如附件 14）。

改进型地面活动引导及控制系统（A-SMGCS） 一套用来为控制航空器和车辆提供线路选择、引导和监视的系统，以便能够在所有天气和机场能见度运行水平（AVOL）条件下，在确保所需安全等级的前提下，保持公布的地面活动速率。

机场 拟全部或部分供航空器进场、离场和地面或水面活动之用的，在陆地上或水面上划定的一块区域（包括各种建筑物、装置和设置）。

机场能见度运行水平（AVOL） 最低能见度，在该能见度条件下或高于该能见度的条件下能够保持公布的活动速率。

机场当局 负责管理机场运行的实体。

告警 在机场运行过程中对正在发生的或即将发生的需要注意和采取措施的情况的指示，或者改进型地面活动引导及控制系统工作出现需要注意和采取措施的异常情况的指示。

注：“告警”一词包括警告、注意、提示和警报等，用来表现不同级别的紧急情况或设备性能。

停机坪 在陆地机场上为航空器上下旅客，装卸货物或邮件，加油、停放或维修而划定的一个区域。

停机坪管理服务 在停机坪上管理航空器和车辆活动和运行的服务。

改进型地面活动引导及控制系统能力 该系统能够在可接受的与一特定机场的跑道和滑行道的能力相称的延误程度内安全支持的同时活动的航空器和车辆的最大数量。

危险接近 存在航空器和/或车辆碰撞危险的情况。

识别 一已知的航空器或车辆的呼号与在监视系统的显示器上显示的该航空器或车辆目标之间的相互关系。

侵入 在机场发生的任何航空器、车辆或人员误入指定用于航空器着陆、起飞、滑行和停放的地面保护区的情况。

机动区 机场内用于航空器起飞、着陆和滑行的部分，不包括停机坪。

活动区 机场内用于航空器起飞、着陆和滑行的部分，由机动区和停机坪组成。

注：对改进型地面活动引导及控制系统而言，活动区不包括被动停机位、空停机位和停机坪上专门被指定供车辆活动的那些区域。

障碍物 位于供航空器地面活动的地区上，或突出于保护飞行中航空器的规定面的一切固定的（无论是临时的还是永久的）和可移动的物体或这些物体的一部分。

灯光转换时间 完成向人工灯光控制转换所需的最长时间。

道路 在活动区内确定的专供车辆使用的地面线路。

线路 从活动区内的一个规定的起点到一个规定的终点之间的路径。

跑道侵入 在机场发生的任何航空器、车辆或人员误入指定用于航空器着陆和起飞的地面保护区的情况。

停机位 机坪上指定用以停放航空器的区域。停机位可以分为：

a) 有活动停机位 —— 有发动机正在运转的驻止航空器，或有正在移动的航空器，或有航空器正在向其接近的停机位。

b) 无活动停机位 —— 停放有发动机没有开车的驻止航空器的停机位；或者

c) 空停机位 —— 没有停放航空器，也没有航空器向其接近的停机位。

监视 提供指定区域内的航空器、车辆和障碍物的识别结果和精确位置信息的系统的一种功能。

系统精确度 估计值或测量值与真值的相符程度。

注：对于改进型地面活动引导及控制系统而言，系统精确度包括位置和速度。

系统可用性 改进型地面活动引导及控制系统在其覆盖区域内开始工作时执行一个所需功能的能力。

系统连续性 改进型地面活动引导及控制系统在其覆盖区域内在完成规定工作过程中执行一个所需功能且不意外出现中断的能力。

系统完整性 系统完整性与对改进型地面活动引导及控制系统提供的信息正确性的信任度相关。它包括改进型地面活动引导及控制系统在其不能用来完成计划工作时向用户及时发出有效告警的能力。

系统可靠性 一套改进型地面活动引导及控制系统在给定的条件下以给定的间隔时间执行一项所需功能的能力。

目标 在监视显示器上显示的航空器、车辆或障碍物。

目标安全水平（TLS） 航空器在机场活动的过程中，发生事故（人员死亡或航空器损毁）的概率。

第 1 章

引言

1.1 地面活动引导及控制系统（SMGCS）的运作

1.1.1 当前的地面活动引导及控制系统程序主要是根据“看与被看”原则，在机场活动区域内保持航空器和/或车辆之间的距离。然而，在地面活动中，发生事故和/或事故征候（包括侵入跑道事件）的数量却在不断增多。主要原因有：在低能见度条件*下地面活动量增大，交通量逐渐增大，机场布局复杂，以及运力增强技术和程序的增多。因此，需要增强能力来在目视手段不足的情况下确保航空器和/或车辆之间的距离，以及在所有天气条件下保持机场的运行能力。

1.1.2 机场运作通常是靠空中交通管制员、飞行员和车辆驾驶员目视观察来判断航空器和车辆之间彼此的相对位置。飞行员和车辆驾驶员依靠目视辅助设施（灯光设备、标志和信号装置）的指引，沿着规定的路线滑行和驾驶到指定的交叉点和等待位置。在低能见度时，交通管制员必须根据飞行员的报告和地面活动雷达来监视间隔距离和判断是否可能发生危险接近。在这些情况下，飞行员和车辆驾驶员会感到实施“看与被看”的能力严重减弱。没有规定的最小间隔要求，管制员、飞行员和车辆驾驶员共同担负着避免发生相撞事故的责任。

1.1.3 所有机场都有某种形式的地面活动引导及控制系统。普遍使用的早期系统在《地面活动引导及控制系统手册（SMGCS）》（Doc 9476 号文件）中有详细介绍。最简单的地面活动引导及控制系统由涂色标线和标志组成，而最先进和复杂的地面活动引导及控制系统则采用了可开关的滑行道中线灯和停止排灯。所有地面活动引导及控制系统都把航空器从着陆跑道引导到停机坪上的停放位置和使其返回到起飞跑道，以及对机场地面上的其他活动的航空器和车辆进行引导，例如将航空器从维修区引导到一个停机坪或从一个停机坪引导到另一个停机坪。此外，地面活动引导及控制系统还为车辆提供适当的引导。通常，在机动区内，航空器和车辆的作业和活动主要由空中交通管制（ATC）部门管理。而在停机坪上，上述工作有时由停机坪管理单位负责。最后，地面活动引导及控制系统还可以为允许在机场活动区内的人员提供指导、管制或管理。

1.1.4 对低能见度条件下运行，地面活动引导及控制系统的设计规定了在地面活动中必须遵守的运行程序。不同机场，视空中交通服务（ATS）的规定和政策、组织责任以及机场的布局和设施状况等因素程序各有不同。

1.1.5 在跑道视程（RVR）降低到一个预定值（通常在 400 米至 600 米之间）时，便需要启用低能见度地面活动引导及控制系统程序。此时应向航空器运营人员发出通知，并按低能见度运行检查单要求执行低能见度程序。

1.1.6 在低能见度条件下，可使用指定的低能见度滑行线路，并应将低能见度滑行线路准确地标示在飞行员和车辆驾驶员持有的机场地图上。可利用包括停止排灯和跑道警戒灯在内的灯光系统辅助空中交通管制员控制进入现用跑道的航空器和车辆。着陆航空器应从指定的滑行道滑出跑道，按地面管制员的指示滑行。对进入跑道的车辆严加管制，只允许重要车辆进入活动区。

1.1.7 目前，程序允许航空器在低到零能见度的条件下着陆，在跑道视程低到大约 75 米时起飞。尽管在某些国家使用先进的滑行道引导系统和停止排灯对地面活动进行管制，但国际民航组织没有能够确保在所有天气条件下迅速安全的地面活动引导及控制系统操作规定。

* 本手册中使用的能见度条件定义见“附录 A”。

1.2 改进地面活动引导及控制系统之目标

下列若干高级目标为考虑所需能力提供一个基础，并可能有助于改善地面活动运作：

a) 管制员、飞行员和车辆驾驶员应拥有相同性能等级的系统；

b) 管制员、飞行员和车辆驾驶员在消除可能导致操作错误和偏差的程序模糊性方面应该职责分明；

c) 管制员、飞行员和车辆驾驶员应具有在各种能见度条件、交通密度和机场布局情况下了解情况的更好的手段；

d) 应具有改进的监视手段；

e) 应缩短地面活动延误时间，并应顾及包括跑道运力在内的运作增长的需要；

f) 地面活动功能应能够满足所有类别航空器和必要的车辆的需要；

g) 应具有改进的引导能力和程序，以便：

1) 在各种能见度条件、交通密度和机场布局情况下，确保机场地面上的安全运行；

2) 确保飞行员和车辆驾驶员能够准确无误地遵循指定的线路；

h) 提供地面活动引导的经改进的机场目视辅助设施应该是系统的一个整体组成部分；

i) 自动化和人的因素工程应能为地面和航站之间及航站和航线空域之间提供一个链接，以便在减少管制员和飞行员工作负荷的前提下建立无缝整体运行环境；

j) 应以模块形式开发改进地面活动引导及控制系统，以便能够适用于所有形式的机场；

k) 应提供危险接近预测和/或探测、分析和化解方案。

1.3 改进型地面活动引导及控制系统（A-SMGCS）概念

1.3.1 一套改进型地面活动引导及控制系统与地面活动引导及控制系统的不同点在于，前者能够在一个更广的天气条件、交通密度和机场布局范围内提供一种全面的个体服务。改进型地面活动引导及控制系统在所有情况下都将使用共同模块。在不同的具体情况下使用哪些模块将根据每个机场的具体要求来确定。

1.3.2 使用改进型地面活动引导及控制系统将需要对各种系统功能的责任重新进行划分。依赖飞行员或交通管制人员进行目视监视的程度将有所减小。某些功能将能够提供自动线路选择、引导和控制。

1.3.3 采用改进型地面活动引导及控制系统的主要好处是，但不仅限于，低能见度地面运行。在能见度较好的条件下，还能够明显地提高机场的运力。

1.3.4 目前的地面活动引导及控制系统和改进型地面活动引导及控制系统的明显区别在于，后者应能够为活动区内的所有航空器和车辆提供更精确的引导和控制，并且还应该能够使所有活动中的航空器和车辆，特别是在无法通过目视方法保持间隔距离的条件下，保持适当的间隔距离。因此，重要的是要认清，除了在同一时间内允许进入活动区的航空器和车辆的总数被控制在极低的水平上的情况下，即便使用了常规的地面活动雷达（SMR），依靠管制员的能力也是无法完成上述工作的。因此，改进型地面活动引导及控制系统不仅应能够向空中交通管制部门，还应能够向可能相互接近的航空器和车辆通报交通情况。

1.3.5 错综复杂的交通流可能需要使用一种改进型地面活动引导及控制系统，与空中交通管理 (ATM) 系统连接作为地面管理系统对活动区内所有航空器和获得许可的车辆进行计划和管理。

1.3.6 改进型地面活动引导及控制系统应对解决将来地面活动量增加的问题，如果不采用新的技术来减小空中交通管制员的工作量，地面活动量的增大可能导致地面交通堵塞和系统延迟。从飞行调度/停机坪管理的角度来看，必须要加大信息分享的力度才能管理好停机位/停放区，进而将滑行延误降低到最小程度。

1.3.7 改进型地面活动引导及控制系统将会减少语音通信，改进地面引导辅助设备，更多地依赖驾驶舱内的航空电子设备来协助引导飞行员进出跑道。空中交通管制使用电子手段实施监视的能力也将得到提高。在协助监控地面运行方面，自动化将起到更重要的作用。

1.3.8 通信系统将把话音和数据通信合二为一，系统部件之间的自动数据通信将可为用户提供对方（包括从地面到驾驶舱）的状态信息。必要时，继续使用话音通信。

1.3.9 地面引导将包括用于沿指定路线实施自动化引导和控制的经过改进的目视辅助设施。然而，在低能见度条件下，飞行员可能需要合适的航空电子装备，如一张活动地图，来监控活动进程和是否遵循指定路线。也可使用这些航空电子装备显示地面交通信息。

1.3.10 改进的空中交通管制监视可提供关于在活动区内运行的所有航空器和车辆的位置和识别的精确信息。这将用来提高与运行监控和危险接近告警相关的自动功能。另外，这些监视信息还可用来根据预测的滑行量和到达/离场时间改进交通计划功能。

1.3.11 自动化功能将包括对执行滑行指令情况及可能的危险接近的探测和化解方案进行监控。对地面目视辅助设施也将按照管制员和监视输入信号实施自动化控制。这样，便将为在用的跑道配置建立起地面辅助设施，并根据对航空器和车辆位置和活动情况的准确了解来控制跑道/滑行道交叉口。

1.3.12 地面交通计划自动化功能将与进近/离场运行相结合。在航空器进场时，将根据每条跑道和停机位的分配顺序，精确地预计到达各个停机位的时间。这些信息将有助于缩短航空器装卸货和回程起飞准备时间。在航空器离场时，可协调发动机启动和推出航空器时间，以获得最佳的离场程序，并考虑到计划的路线。另外，还可控制机场配置改变的时间和更有效地实施改变，从而将可能给机场利用率带来的任何影响降低到最小程度。

1.3.13 复杂系统的研发和各种用户的不同需求将需要实施模块式开发和纳入各种要素（其中某些要素已经存在）。预期的改进型地面活动引导及控制系统的逐步发展和各种用户的不同需求将意味着不是所有机场都需要安装使用本手册中介绍的所有设施。另外，本手册只能简单描述机场运行持续改进的步骤。

1.3.14 本手册中涉及的技术标准就能见度、交通密度和机场布局等方面最严格条件要求而言被认为是最严格的。因此，按照这些要求装备设施和使用程序并不适用于所有机场。只有在完成了成本/效益研究评估和考虑了用户的具体需求后，才可启用改进型地面活动引导及控制系统。服务供应商、生产厂家和用户需要不断沟通，才能将运行要求转化成技术要求。

1.3.15 改进型地面活动引导及控制系统需要与确保机场正常运转的运行条件联系起来。不能提供一套可以满足机场需求的系统将会导致运转效率降低，或给安全带来不利影响。重要的是必须清楚地认识到，在一个能见度、交通密度和机场复杂程度以及上述要素的任何组合对航空器和车辆的地面活动并不构成问题的机场上使用复杂的系统是没有必要的，也是不经济的。

第 2 章

运行要求

2.1 概述

2.1.1 本手册中描述的运行要求指的是最严格的条件，需根据能见度、交通密度、机场布局和当地其他具体情况付诸实施。如前所述，本手册中使用的能见度条件指的是附录 A 中描述的条件。

2.1.2 对于某个具体的机场而言，改进型地面活动引导及控制系统应该是一套能够为该机场提供改进型地面活动引导和控制的综合系统。改进型地面活动引导及控制系统的运行安全责任最终将依赖于服务供应商、航空公司和机场当局。在本手册中，“责任”一词仅适用于改进型地面活动引导及控制系统范畴内的人或系统和指定的职责或职能。

2.1.3 机场当局把停机坪区分配给不同的管理部门。在某些情况下，空中交通管制部门具有全面的管辖权，而在另一些情况下，会有某种形式的停机坪管理单位代表机场当局实施全面的或部分的管辖。无论采用哪种管理方式，改进型地面活动引导及控制系统提供的服务水平从跑道到停机位及从停机位到跑道都应是一致的。

2.1.4 为了解决在某一个停机位上的车辆的控制/分隔问题，采用了一种停机位作用从有活动状态到无活动状态相互转换的概念。因此，本手册使用的“活动区”一词不包括无活动停机位、空停机位和专门被指定用于车辆活动的停机坪区域。

2.1.5 一套像在本手册所述的改进型地面活动引导及控制系统需要研发一套综合性人机接口（HMI），以便通过使用计算机和自动化系统来减轻管制员、飞行员和车辆驾驶员的工作负荷，同时又能够保持人工控制能力。

2.2 系统目标和功能

2.2.1 为了支持最佳化的“全程”运行，改进型地面活动引导及控制系统应能辅助得到许可的航空器和车辆在活动区内安全和有效地活动。改进型地面活动引导及控制系统应具有以下主要功能：

a) 监视；

b) 线路选择；

c) 引导；

d) 控制。

注：通信被认为是每项主要功能的一个组成部分。

2.2.2 为了能够在改进型地面活动引导及控制系统的各个工作层次上获得最大效益，它应包括一个支持计划功能。

2.2.3 改进型地面活动引导及控制系统应能在机场能见度运行水平（AVOL）上以一个规定的活动流量运行。当能见度条件降低到机场能见度运行水平以下时，改进型地面活动引导及控制系统应该把航空器和车辆在地面上的活动量减小到一个这种新情况能够接受的程度。

2.2.4 该系统应该综合各种活动情况，为所有用户提供完整的交通状况信息，并为航空器和车辆提供危险接近预测和化解方案。

2.2.5 改进型地面活动引导及控制系统应该是模块式结构，以便能够为不同的机场以及同一个机场的不同区域提供适当水平的服务。

2.3 责任和功能的划分

尽管责任和功能可能有所不同，但必须为该系统的所有用户划分明确。改进型地面活动引导及控制系统应该设计得可为以下各方面划定责任和功能：

a) 自动化系统；

b) 管制员；

c) 飞行员；

d) 车辆驾驶员；

e) 调度人员；

f) 应急服务；

g) 机场当局；

h) 管理机构；

i) 保安服务。

注：在使用改进型地面活动引导及控制系统时，飞行员仍负责航空器的安全和操纵。

2.4 与实施相关的要求

2.4.1 改进型地面活动引导及控制系统的设计原则应该允许实现模块化增强。每个机场的改进型地面活动引导及控制系统将由其自己的模块部件组成，具体内容取决于归纳在附录 A 中的各种运行要素。例如，在存在以下一种或多种情况时，将需要改进型地面活动引导及控制系统的某些模块组件：

a) 2、3 或 4 级能见度条件；和/或

b) 大交通密度；和/或

c) 复杂的机场布局。

2.4.2 改进型地面活动引导及控制系统的认证应针对整个系统。

注 1：整个改进型地面活动引导及控制系统包括子系统、设备和实现其各种功能所需要的其他部件，以及运行程序、责任的确认、管理功能和系统支持设施等。

注 2：增加模块或对现有模块进行升级将需要进行认真的分析，以确保原系统认证的有效性不会受到影响。如果不能保证原系统的认证继续有效，则需要对整套系统进行新的认证。

2.5 基本功能要求

注：在讨论以下各种要求时，需要考虑改进型地面活动引导及控制系统的各主要功能的相依性。

2.5.1 监视

2.5.1.1 改进型地面活动引导及控制系统的监视功能应该：

a) 提供有关活动区内所有活动的精确位置的信息；

b) 对经许可的活动的识别和标志；

c) 管理监视功能覆盖范围内的所有移动的或静止的航空器和车辆；

d) 能够对在线路上实施引导和控制所需要的时间和位置数据进行更新；

e) 不受诸如恶劣天气和地形条件等重大运行因素的影响。

2.5.1.2 系统应对所有监视设备的工作状态进行监视，并能够适当地发出告警。

2.5.1.3 向所有相关的管制当局提供机场所需区域内的监视数据。

2.5.1.4 在机场的所需区域内，监视高度范围应能够涵盖复飞和直升机低高度飞行要求。

2.5.1.5 对向每条跑道进近的航空器的监视应能够达到一个确保进场航空器被纳入改进型地面活动引导及

控制系统管理的距离，以便能够对机场上的活动，包括航空器离场、横穿正在使用的跑道的航空器等，进行管理。

2.5.1.6 确保改进型地面活动引导及控制系统的监视功能与邻近机场的交通监视功能之间的无缝过渡。

2.5.1.7 改进型地面活动引导及控制系统应能够探测到任何侵入航空器使用的活动区域和跑道地带，以及机场当局需要的任何指定的保护区内的活动。监视系统还应该连续指示上述区域内的未经许可的航空器、车辆及障碍物的位置。

2.5.1.8 对于处于 2.5.1.7 中提及的区域内的航空器和车辆，改进型地面活动引导及控制系统的监视功能应该能够连续提供探测偏离规定线路所需要的信息。信息更新速率应能够确保系统作出适当的反应。

2.5.2 线路选择

2.5.2.1 改进型地面活动引导及控制系统的人工或自动线路选择功能应该：

a) 能够为活动区内的每架航空器或每台车辆指定线路；

b) 便于随时改变目的地；

c) 便于改变线路；

d) 能够满足复杂机场上的高密度交通的需要；

e) 不限制飞行员在着陆后选择跑道出口。

2.5.2.2 在半自动方式下，线路选择功能还应能够为管理当局提供有关指定线路的咨询信息。

注：在半自动方式下，将由管理当局指定线路。

2.5.2.3 在自动方式下，线路选择功能还应该：

a) 指定线路；

b) 提供适当的信息，确保可在系统故障时或由管理当局酌情决定实施人工干预。

2.5.2.4 在指定线路时，改进型地面活动引导及控制系统应该：

a) 根据最有效的运行配置，将滑行距离缩短到最短距离；

b) 与控制功能配合，将交叉危险接近减低到最小程度；

c) 对运行变化（例如，跑道改变，线路关闭维修，以及临时危险或障碍物）有应对能力；

d) 使用标准化术语或符号；

e) 能够在所有获得许可的用户需要时提供线路；

f) 提供一种使线路可以使用的手段。

2.5.3 引导

改进型地面活动引导及控制系统的引导功能应该：

a) 为任何获得许可的航空器和车辆的活动提供所需的引导，并随时提供可能的线路选择；

b) 向飞行员和车辆驾驶员发出明确的指示，使他们能够沿着为他们指定的线路滑行和行驶；

c) 使所有飞行员和车辆驾驶员能够始终知道自己在指定线路上的具体位置；

d) 能够在任何时间接受线路的改变；

e) 能够指示被限制或不能使用的线路或区域；

f) 使可对所有引导设施的工作状态进行监控；

g) 对在线监控发出告警，根据线路选择和控制要求有选择地转换引导设施。

注：在能见度条件允许获得许可的航空器和车辆进行安全、有序和迅速的活动时，引导功能将主要依赖于标准化地面目视辅助设施。如果迅速活动由于能见度低而受到限制，则需要增加设备或系统来辅助目视辅助设施保持流速。

2.5.4 控制

2.5.4.1 改进型地面活动引导及控制系统的控制功能应该：

a) 具有足以应对最大获得许可的活动速率的能力（动态能力）；

b) 具有机场计划安排最长一个小时内要求的活动的足够能力（静态能力）；

c) 探测危险接近和提供解决方案；

d) 能够提供纵向间距以便预定以下数值：

1) 速度；

2) 相对方向；

3) 航空器尺寸；

4) 喷气流作用；

5) 人和系统响应时间；

6) 减速性能；

e) 发出跑道侵入告警，并启动保护装置（例如停止排灯或警报装置等）；

f) 发出滑行道侵入告警，并启动保护装置（例如停止排灯或警报装置等）；

g) 发出侵入供无线电导航设备使用的临界和敏感区域告警；

h) 发出应急区域侵入告警；

i) 能够纳入计算机辅助管理工具；

j) 将管制员、飞行员和车辆驾驶员保持在决策环内；

k) 将活动控制在在一个速度范围内，以便能够控制所有需要情况下的运作，同时考虑到活动类型；

l) 能够在最低低到机场能见度运行水平的所有能见度条件下，确保运行持续进行；

m) 能够决定控制活动的优先等级。

2.5.4.2 改进型地面活动引导及控制系统的控制功能还应该能够：

a) 确定着陆后的航空器或离场航空器的先后顺序，确保最小延误和机场可用运力的最大利用率；

b) 根据需要将保障和维护车辆与运行活动分离开来；

c) 考虑到以下因素，按照规定的最小间隔要求，保持机场活动的间距：

1) 尾流湍流；

2) 喷气流和螺旋桨/旋翼洗流；

3) 航空器尺寸；

4) 不同的位置和布局（跑道、滑行道、停机坪或停机位等）；

d) 活动的航空器和车辆与障碍物隔开；

e) 使所有航空器与因为保安原因而隔离起来的一个航空器保持一个规定的最小距离（《国际民用航空公约》附件 14 —— 《机场》第一卷第 3 章）。

2.5.4.3 改进型地面活动引导及控制系统应该及时发出以下短期告警，提前时间应足以立即采取适当的纠正措施：

a) 短期危险接近告警：在预计间隔距离可能小于预设/预定的最小间隔距离时发出；

b) 区域侵入告警：在探测到一活动的航空器和车辆有可能进入一个关键或限制区域时发出；

c) 偏差告警：在计算的偏差量大于预设预定的最大偏差值时发出；

d) 跑道侵入告警：在探测到一活动的航空器和车辆有可能进入一条正在使用的跑道（跑道地带）时发出；

e) 滑行道（或正在被作为一条滑行道使用的非使用跑道）或停机坪侵入告警：在探测到一活动的航空器和车辆有可能进入一个正在使用的、但不属于其指定线路的滑行道或停机坪时发出。

2.5.4.4 应该适当提前发出明确的中期告警，以便可根据以下因素采取适当的纠正措施：

a) 危险接近预测；

b) 危险接近探测；

c) 危险接近化解方案。

2.5.4.5 一旦探测到危险接近情况，改进型地面活动引导及控制系统便应或者自动解决危险接近，或者应管制员请求，提供最合适的化解方案。

2.6 补充要求

2.6.1 总的风险系数

使用改进型地面活动引导及控制系统后，其总体风险水平不应超过每 10^7 次运行发生一次人员死亡事故的概率。

2.6.2 航空器类型

改进型地面活动引导及控制系统应能够支持各种类型航空器的运行，并应能够变通适用于未来类型的航空器。

2.6.3 车辆

2.6.3.1 改进型地面活动引导及控制系统应能够为在活动区内工作的所有装备适当的车辆所使用。

2.6.3.2 任何计划在机场的机动区附近运行并获得批准的车辆都必须装备适当的设备，以便向改进型地面活动引导及控制系统通报其位置。

2.6.4 速度和方向

系统应能够支持航空器和车辆在下述参数范围内的运行：

a) 航空器的最小和最大的最后进近、复飞和跑道速度；

b) 航空器的最小和最大的在滑行道上的速度；

c) 车辆的最小和最大速度；

d) 任何行进方向。

2.6.5 敏感度

系统不应受到以下因素的影响：

a) 无线电干扰，包括导航、电信和雷达设备（包括机载设备）产生的无线电干扰；

b) 机场内或机场附近的航空器、车辆、建筑物、雪堆或其他凸起的（固定的或临时的）障碍物所造成的信号反射和阴影；

c) 气象条件或影响正常运行的由于恶劣天气导致的任何机场状态。

2.6.6 基准系统

2.6.6.1 改进型地面活动引导及控制系统应以世界大地测量系统 —— 1984（WGS-84）为基准。

2.6.6.2 改进型地面活动引导及控制系统应使用航空器和车辆上的一个共同基准点。

2.6.7 规划

2.6.7.1 为了支持主要功能（监视、线路选择、引

导和控制），改进型地面活动引导及控制系统的规划功能应该提供：

a) 能够至少提前 20 分钟时间指示选定时间内的预测交通状况的战略规划；

b) 能够提前多达 20 分钟时间指示选定时间内的预测交通状况的预战术规划；

c) 能够指示当前交通状况的战术规划。

2.6.7.2 规划功能应该包括预测一个机场运力和指示交通启动时间来满足该运力的方法。

注 1：运力评估将以诸如天气条件、设备的可用性和活动区各部分的关闭等因素为基础。

注 2：运力评估包括的其他元素有活动区的运行活动需求，如地面检查、摩阻测量和清雪等。

注 3：使用改进型地面活动引导及控制系统需要指定能够确保航空器和车辆安全有效滑行和行驶的线路。给任何活动的航空器和车辆分配线路时，都应在总的规划功能的范围之内依据战略、预战术和战术方面的考虑进行线路分配。

2.6.8 记录

2.6.8.1 有关通信控制活动的某些数据和显示信息都应记录下来，供事故或事故征候调查使用。

2.6.8.2 操作系统应具有直接重放记录数据的功能，作为立即检查可疑设备和开展事故初步调查要求的一部分。

2.6.9 系统故障

2.6.9.1 显示控制数据的系统应具有自动防故障和故障弱化能力。

注：本文中使用的“自动防故障”一词表示有足够的裕度将数据传送到显示设备，以便在设备的某些部件发生故障的情况下，不会导致任何显示数据的丢失。“故障弱化”一词表示使系统设计得即便在设备的故障严重到丢失某些数据的程度，在显示器上仍有足够的数据确保管制员继续操作。

2.6.9.2 在改进型地面活动引导及控制系统的一个部件发生故障的情况下，其影响应不大，系统状态仍始终处于“安全”范围。

2.6.9.3 系统的所有重要部件都应配置有语音和目视故障及时指示功能。

2.6.9.4 改进型地面活动引导及控制系统应具有自动重启功能。恢复时间应在几秒钟时间之内。改进型地面活动引导及控制系统的重新起动应该包括实际交通的有关信息和系统性能的恢复能力。

2.6.10 机场考虑

改进型地面活动引导及控制系统应能适应机场布局（跑道、滑行道和停机坪）的任何变化。

2.6.11 飞行员考虑

应向飞行员提供以下信息和指令：

a) 始终提供位置和方向信息；

b) 在以下情况下，连续进行引导和控制：

1) 着陆滑跑；

2) 向停放位置滑行和从停放位置向跑道等待位置滑行；

3) 对正指定的起飞位置；

4) 起飞滑跑；

c) 指示滑行线路（包括改变方向）和指示停机位置；

d) 在停放、停靠和等待区进行引导；

e) 指示与前面航空器的间隔距离，包括速度调整；

f) 在 4 级能见度条件下，指示与所有航空器、车辆和障碍物的间隔距离；

g) 指示需要遵循的顺序；

h) 防止受到发动机喷气流和螺旋桨/旋翼洗流影响的信息；

i) 指示需要避让的区域；

j) 防止与其他航空器、车辆和已知的障碍物发生碰撞的信息；

k) 有关影响安全的系统故障的信息；

l) 正在使用的跑道的位置；

m) 侵入跑道和滑行道告警；

n) 临界/敏感区域范围。

注：以上提及的大多数要求通过使用地面目视辅助设施都可以得到满足。

2.6.12 车辆驾驶员考虑

2.6.12.1 应向车辆驾驶员提供以下信息和指令：

a) 所有时间有关位置和方向的信息；

b) 指示要行驶的线路；

c) 在行驶线路上的引导或在指定的区域内的引导；

d) 在适当时候的信息和控制，以防止与航空器、车辆和已知的障碍物发生碰撞；

e) 侵入未经许可不得进入区域告警。

2.6.12.2 除 2.6.12.1 所述外，应急救援车辆和作业车辆的驾驶员还应得到以下信息和指令：

a) 在系统的显示范围内，确定紧急事件发生地点位置的能力；

b) 专用优先线路的信息。

注：以上提及的大多数要求通过使用地面目视辅助设施都可以得到满足。

2.6.13 停机坪管理考虑

应向机坪管理服务单位提供以下信息：

a) 航空器（包括被牵引的航空器）的识别、位置和移动进程信息；

b) 有可能对航空器活动造成危险接近的活动的车辆的识别、位置和移动进程信息；

c) 存在障碍物或其他危险因素的信息；

d) 关于系统部件工作状态的信息；

e) 关于用于实现控制的设施的信息。

2.6.14 自动化

2.6.14.1 在有自动化条件下，自动化系统应该显示出可接受的人机接口效率水平。

2.6.14.2 改进型地面活动引导及控制系统的设计应使系统能够区分下述系统元件和功能：

a) 系统辅助决策程序；

b) 系统关于所作决策的建议；

c) 系统直接向用户提供的决策。

2.6.14.3 如果系统不能实施航空器控制、危险接近探测和危险接近告警处理，则不能使用自动引导。

2.6.14.4 如果系统的完整性降低，系统应自动向所有用户发出告警，并应具有能够安全方便地将自动功能转交给管制员的能力。

2.6.14.5 没有自动化，可能无法满足某些运行要求。改进型地面活动引导及控制系统的自动功能可用于系统的以下各个方面：

a) 航空器和车辆的识别；

b) 对目标进行跟踪和标示；

c) 线路分配；

d) 引导和控制；

e) 跑道侵入探测；

f) 对擅自侵入者进行探测；

g) 危险接近预测；

h) 危险接近探测；

i) 危险接近化解；

j) 告警指示；

k) 指示目视辅助设施的适当亮度设定；

l) 停机位分配。

注：自动化验证过程应涵盖所有环境和故障条件，包括转换到人工控制方式。

2.6.15 人机接口（HMI）

2.6.15.1 改进型地面活动引导及控制系统的运作不应影响其他空中交通管制责任。

2.6.15.2 与改进型地面活动引导及控制系统的人机接口应该：

a) 保持人与机器功能的平衡；

b) 允许操作人员保留对应该由操作人员负责的那些功能实施决策的权力；

c) 形成集目视、语音和触摸投入和响应于一体的全面组合。

2.6.15.3 管制员的输入设备在功能上应简单，需要管制员输入的动作量必须尽可能地小。

2.6.15.4 应能在机场管制塔台的典型的各种强度的周围光线条件下看清各种显示信息和指示信号。

2.6.15.5 应考虑到机组人员和车辆驾驶员对系统引导和控制指示作出反应的能力。

2.6.15.6 系统应该始终以明显、易懂和可信的标准形式向飞行员和车辆驾驶员提供重要线路选择、引导和控制数据。实施引导的目的是为了将飞行员/车辆驾驶员的低头时间减小到最低程度，而尽可能多地使用可视信号。

2.6.15.7 对管制人员而言，系统应具有适当的接口，使他们以一种安全有效的方式对线路选择、引导和控制功能进行管理。

2.6.16 接口

2.6.16.1 为了使所有相关各方都能够从改进型地面活动引导及控制系统获得最大好处，系统应该能够与以下各环节相衔接：

a) 空中交通管理（ATM），包括：

1) 进场和离场管理；

2) 进场和离场协调；

3) 最佳启动顺序和时间；

4) 最佳推出的顺序和时间；

5) 综合初始飞行计划处理系统，中央流程管理组件，等；

b) 机场管理系统；

c) 现有和未来空中交通服务（ATS）系统；

d) 气象系统；

e) 目视辅助设施；

f) 现有和未来的航空电子设备；

g) 机场装卸货系统；

h) 航空器经营人；

i) 紧急救援部门；

j) 警察/保安部门；

k) 其他客户或用户。

2.6.16.2 各系统之间的数据交换应该以标准化格式进行。

2.6.16.3 改进型地面活动引导及控制系统应该确保管制员、飞行员和车辆驾驶员之间能够方便沟通和有效行使各自的职责。上述人员也应能够与其他系统衔接。

2.7 系统要求

2.7.1 精确度

2.7.1.1 在规定改进型地面活动引导及控制系统的定位精确度参数时，应考虑到对主要功能以及它们之间的相互依赖性的要求。

2.7.1.2 对于监视功能而言，报告位置的允许误差应该符合引导和控制功能规定的要求。

2.7.1.3 对于引导功能而言，允许位置误差应该与目视和电子滑行引导的误差大致相同。然而，在规定允许误差需要使用电子引导的能见度条件下，应该考虑滑行道宽度和航空器主起落架轮距等因素。

2.7.2 更新速率

在条件允许的情况下，改进型地面活动引导及控制系统部件的更新速率应该与要求的工作性能相适应。

2.7.3 完整性

2.7.3.1 系统的设计应排除在较长的工作时间内产生错误数据的故障。

2.7.3.2 系统应该具有连续提供验证数据和在系统必须终止预定工作时及时向用户发出告警的能力。系统将根据给这些数据指定的优先等级对数据的有效性进行评估。

2.7.3.3 对重要工作数据的验证应该及时，并应符合人的感知和/或反应时间要求。

2.7.4 可用性和连续性

2.7.4.1 改进型地面活动引导及控制系统的可用性应该足以在机场能见度运行水平的条件下支持一个机场活动区内的交通安全、有序和快速移动。

2.7.4.2 改进型地面活动引导及控制系统应该为主管当局确定的所有区域提供连续的服务。意外中断服务应极少发生，如果发生，其持续时间不得影响到使用该系统的航空器的安全。

2.7.4.3 改进型地面活动引导及控制系统的性能应该得到监控，以便发现重大的运行故障，并能够采取适当的纠正措施来恢复服务或提供降低等级的服务。

2.7.4.4 应能够自动地向可能受到影响的任何航空器、车辆或控制设施发出系统状态或重大的运行故障的明确指示。

2.7.5 可靠性

2.7.5.1 应根据安全要求，将改进型地面活动引导及控制系统设计得具有适量的安全裕度和故障允许度。在系统设计中应包括一个具有故障报警功能的自检系统。

2.7.5.2 设备的故障不应导致：

a) 安全性降低（故障弱化）；

b) 基本功能丧失。

2.7.5.3 如果发生超过工作重要时段的故障，系统应该可转换到适当的备用程序。应该向控制部门和任何受影响的用户明确提出系统的重大运行故障。

第 3 章

运行和性能要求适用指南

3.1 系统的目标和功能

改进型地面活动引导及控制系统的主要目标（如 2.2 所述）可通过以下措施来实现：

a) 增强监视功能，确保管制员在机场能见度运行水平的条件下能够接收到活动区内的所有航空器和车辆的所有必要信息（包括它们的识别信息）；

b) 增强飞行员对场景的了解，特别是对在低能见度条件下 —— “看与被看”原则不再适用的情况下的场景的了解；

c) 开发线路选择设施，以便能够充分利用机场能力。这将需要配备一种战术规划工具；

d) 为飞行员和车辆驾驶员提供在活动区内指定线路的明确指示，以使他们能够在机场能见度运行水平的条件下沿着指定的线路滑行和行驶；

e) 通过采用侵入报警和危险接近预测、探测和解决工具，改进对跑道和滑行道运行的控制。

3.2 责任和功能的划分

3.2.1 概述

3.2.1.1 改进型地面活动引导及控制系统运行范围内的责任划分将是系统整体设计时应该考虑的一个重要因素。改进型地面活动引导及控制系统的设计不应受到现行责任划分的局限。必须意识到采用新的技术和运行概念可能需要某些改变。因为系统能力的增强，将需要增添一些新的组件，某些功能的正确工作将会涉及到生产厂家和软件开发商的责任。需要对当前的责任划分进行彻底的和持续的评估，以便能够更清楚地了解新概念会如何影响现行配置。

3.2.1.2 改进型地面活动引导及控制系统及其相关程序的使用使自动化程度进一步提高。这种自动化使得通常由人工执行的与安全相关的任务由“系统”管理成为可能。当存在与对系统功能性所负的职责和责任相关的安全风险时，必须进行全面的风险评估。

3.2.1.3 改进型地面活动引导及控制系统的设计和使用要求充分划分系统安全运行的责任。责任划分必须与运行条件相联系。在低能见度条件下，应特别注意设计的这一方面。一些主要责任包括：

a) 航空器的飞行员应对其航空器的安全负最终责任，并应始终保持对航空器的控制；

b) 相关的管制员应对改进型地面活动引导及控制系统的操纵和判读负主要责任；

c) 可允许一合适的改进型地面活动引导及控制系统自动向管制员、飞行员和车辆驾驶员提供诸如识别、引导和危险接近探测等特定功能；

d) 飞行员或车辆驾驶员将负责对改进型地面活动引导及控制系统的指令或报警做出反应，除非管制员另有其他特殊指令。

3.2.1.4 危险接近探测是改进型地面活动引导及控制系统的一个在某些情况下可以交由一自动化系统担负的职责实例。在所有情况下，都必须明确确定处理任何危险接近的战略。两个临近的物体发生危险接近的可能性取决于若干个参数（例如，距离、速度和位置等）。

3.2.2 责任

3.2.2.1 一个机场的空中交通管制部门的责任区通

常是机动区。在机场停机坪上的服务被称为停机坪管理服务。有些国家专门设有单独的停机坪管理机构，而有些国家则由空中交通管制部门提供停机坪管理服务。

3.2.2.2 负责机场地面运行的大致分为五个方面，分别履行各自每一类都具有独特的功能的职责：机场管理、停机坪管理、空中交通管制、飞行员和车辆驾驶员。

3.2.2.3 监控和操作改进型地面活动引导及控制系统的人员有确保系统正常工作某些责任。但操作人员对无需人力投入的自动化功能可不担负任何责任。

3.2.2.4 改进型地面活动引导及控制系统的战术工作的主要责任由管制员通过系统来承担。主要责任可包括：

a) 由系统提供的引导；

b) 管制当局指定的线路；

c) 系统和/或管制员执行的危险接近探测；

d) 需由系统、管制员、飞行员和车辆驾驶员配合实施的危险接近解决方案。

3.2.2.5 车辆驾驶员必须严格遵守机场的规章制度、改进型地面活动引导及控制系统和空中交通管制的指令。他们始终须适当注意避免他们的车辆与航空器发生碰撞或其他相关的危险。应对车辆驾驶员进行必要的培训，使之了解其职责，并遵守机场、改进型地面活动引导及控制系统和空中交通管制程序。

3.2.2.6 在设想的改进型地面活动引导及控制系统运行条件下，将要求系统及其操作人员对保持各航空器之间的间隔距离承担重大责任。在某些情况下，仍可由飞行员通过目视方法来保持间隔距离，但也有一些运行情况，飞行员可能无法看清发生危险接近的交通状况和障碍物。

3.2.2.7 改进型地面活动引导及控制系统运行条件的本质要求飞行员依赖于系统提供的引导和控制。这种引导和控制需要从跑道延伸到停机位以及从停机位延伸到跑道。没有被纳入改进型地面活动引导及控制系统控制的勤务车辆使用的区域应与航空器活动区绝对分开。此外，由于改进型地面活动引导及控制系统要求的工作环境高度复杂和复杂的人机接口技术，必须对操作人员进行培训并颁发许可证书，以确保他们能够始终胜任工作。控制职责的分配应保证在整个活动区内为航空器和车辆提供相同等级的服务。

3.2.2.8 空中交通管制控制机动区内的航空器和车辆，航空器优先于车辆。为此，空中交通管制在术语、程序和语言方面必须使用标准化的无线电话通信。在较低能见度条件下，当地面防撞责任越来越多地成为空中交通管制单位的责任时，管制员可能不得不限制机动区内活动的航空器和/或车辆的数量。

3.2.2.9 为了使空中交通管制能够履行上述职责，改进型地面活动引导及控制系统的设计应至少能够协助防止：

a) 在所有能见度条件下，航空器和车辆侵入跑道和滑行道；

b) 下列各种碰撞：

1) 在所有能见度条件下，在机动区内活动的航空器之间；

2) 在所有能见度条件下，在机动区内活动的航空器和车辆之间；

3) 在所有能见度条件下，在机动区内活动的航空器和该区域内的障碍物之间；

4) 在 4 级能见度条件下，在机动区内活动的车辆之间；

5) 在 4 级能见度条件下，在机动区内活动的车辆和该区域内的障碍物之间。

3.2.2.10 为了使停机坪管理部门能够履行其职责，改进型地面活动引导及控制系统的设计应能够在停机坪上协助防止：

a) 在所有能见度条件下，航空器、车辆和未经许可的人员侵入指定的区域和线路；

b) 在 3 级和 4 级能见度条件下的下列各种碰撞：

1)　航空器之间；

2)　航空器和车辆之间；

3)　航空器和障碍物之间；

4)　被管制的车辆之间；

5)　被管制的车辆和障碍物之间。

3.2.2.11　在停机坪管理服务和机场管制服务之间应提供一个衔接。停机坪管理服务可以负责航空器停机位的分配，并向航空器运营人通报航空器活动信息。这一目标可通过监听空中交通管制频率和更新航空器进场、着陆和起飞时间的基本信息来实现。

3.2.2.12　机场管理部门负责对机场机动区和停机坪实施例行检查，以确保所有灯光、标志和信号设备始终处于良好状态，没有被冰雪等污染物遮掩。此外，机场管理部门必须指定标准的滑行线路和车辆行驶通道，控制航空器、车辆和人员进入活动区，并负责培训和激励机场工作人员。

3.3　与实施相关的要求

3.3.1　逐步实施

3.3.1.1　预计，改进型地面活动引导及控制系统的运行要求眼下不会导致当前的地面活动引导及控制系统被淘汰。改进型地面活动引导及控制系统要求的基本战略设想，系统的开发和实施将以主要由各个机场的运行和经济条件决定的进度逐步展开。附录 B 列举了确定改进型地面活动引导及控制系统实施水平的标准。

3.3.1.2　一般而言，改进型地面活动引导及控制系统应该在已经安装的地面活动引导及控制系统的基础上对现有地面设备逐步改进，以达到理想的运行水平。在某一具体机场上应该做到哪种程度应该视该机场的交通流量、运行条件和配置而定。在交通量有扩展要求时，可为现有的地面活动引导及控制系统增加设备。因此，一个机场解决适用改进型地面活动引导及控制系统的方案将视机场的具体运行要求和物理特性而定。这一发展过程将在附录 C 中加以说明。

3.3.2　标准化及认证

3.3.2.1　目前已有对航空器、航空器的运行和机载电子设备通用的认证程序。它具有公认的法规目标和通用程序。空中交通服务系统通常不采用这种认证办法。地面系统服务供应商常常根据现用的“标准及建议措施”(SARPs) 制定系统的技术规格，但将在没有独立协议和统一安全目标的情况下交付使用系统。而改进型地面活动引导及控制系统的实施则需要采用一种认证方法，以处理整体系统或服务的安全问题。这一方法被建议用于集机上和地面设备新技术于一体并应用了先进的自动化技术的所有新的空中交通服务系统。

3.3.2.2　系统认证将考虑并证明改进型地面活动引导及控制系统能够满足系统的各项功能域的安全要求和程序的安全目标。此外，提供或使用改进型地面活动引导及控制系统的组织的安全和质量管理基础结构将需要证明其配置适当，并应受到持续监控。达到认证标准便可以取得作业使用改进型地面活动引导及控制系统的许可，也会让参与运营的航空器运营人获得作业使用许可。

3.3.2.3　“安全案例”法的使用是一种用来证明改进型地面活动引导及控制系统的安全性的手段。这一方法为系统安全的可接受性提供了合理的论据。还提供了一个确保运行安全性被持续监控以及在必要时进行改进的机制。

3.3.2.4　认证工作应由一个工作组集体协作完成。该工作组可包括改进型地面活动引导及控制系统供应商、空中交通服务提供者、机场当局、参与运营的航空器经营人和认证机构。认证机构最好具有自主权力。

3.3.2.5　在设计改进型地面活动引导及控制系统时应采用国际标准和技术规范，以保证系统具有通用性和开放的系统模块性。通用性应确保航空器各系统能够与全世界的任何改进型地面活动引导及控制系统兼容。

3.3.2.6　为了使一个设备能够满足通用性要求，需要采用工业标准。这些标准规定最低功能和性能要求。通用性要求的具体化也需要对设备的工作性能进行安全分析，以确定没有带来附加的危险因素。这将是获得设备型号认证的一种保证，并可减少对改进型地面活动引导及控制系统的所有或某一主要部件重新认证的需要。

3.3.2.7 在改变经认证的系统的一部分时，需要考虑的一个问题是改变对系统的操作使用的影响程度。例如，在用另一个牌号的部件更换改进型地面活动引导及控制系统的某一牌号的部件之前，必须确保新部件具有与原部件相同的功能特性，而且系统的安全要求也不能因此而降低。

3.3.3 新技术的采用

3.3.3.1 从一般意义上讲，为改进型地面活动引导及控制系统采用新技术必须符合国际标准。采用新的技术必须得到相关主管当局的批准。

3.3.3.2 考虑到保安和维护等因素，改进型地面活动引导及控制系统的所有地面设备最好都安装在机场范围以内。

3.3.3.3 尽管技术解决方案不在工作要求范畴之内，在考虑将要采用的技术和该技术可能对系统性能带来的影响时，也必须考虑到某些影响工作效率的因素。以下是需要考虑的几个主要方面：

a) 监视：

1) 目前，机场管制程序需要通过目视确认的方法来保持安全水平。在能见度条件较低的情况下，这种目视确认能力将会受到影响。可对监视辅助设备进行更新，以提供目标识别和分类能力；

2) 监视工具可提供危险接近预测、探测和化解数据；

b) 通信：

1) 所有机场都应保持使用无线电话作为发出战术指令的主要工具；

2) 可使用数据通信线路作为无线电话的辅助工具。尤其是在发布时间要求不严格和无需立即采取行动的诸如放行和线路选择指令时特别有用。数据通信信息，特别是驾驶舱内实际显示的此类信息必须采用标准的格式。接收到数据信息与完全理解该信息的含义之间存在重大区别。要能够真正理解驾驶舱内显示的各种自由文本数据信息需要花费很多功夫；

c) 引导和控制：

1) 当前的地面活动引导及控制系统已经提供了目视参考信息以及灯光、标志和信号。这些参考信息和信号在中期内可以通过可开关的中线灯和停止排灯进一步增强。在极其复杂的情况下或较低的能见度条件下，可能需要增加一些设施，如：

i) 电子显示器；

ii) 增强视景系统；

iii) 从卫星获得数据；

2) 无论通过何种方法 —— 增强型灯光设备或更为复杂的技术 —— 为滑行道和停机坪上的航空器提供如何精确的引导，飞行员都必须保持对航空器的控制。

3.3.3.4 在以下各个方面实现全面的国际标准化极为重要：

a) 目视引导和航空地面灯光系统；

b) 航空电子显示格式；

c) 增强视景系统；

d) 非目视引导系统。

3.3.3.5 对宽机身航空器而言，航空器前方较大面积被驾驶舱壁板遮挡住，这就使得在跑道视程（RVR）小于 75 米时，滑行道灯光需要增大到足够的强度，飞行员才能看清滑行道。在附件 14 的第一卷中，载有对不同的机场能见度运行水平值所需要的最小灯光强度的详细介绍。

3.3.3.6 可以使用改进型地面活动引导及控制系统，通过改进计划和监视所有天气条件下的地面活动或改进引导同时保持安全这种方法来提高高密度和/或复

杂机场的运行能力。

3.3.3.7 改进型地面活动引导及控制系统需要某些只有外部信息源才能提供的数据。实质上，这就是可能对改进型地面活动引导及控制系统的运行产生影响的地方。这可能包括，但不仅限于以下各个方面：

a) 机场信息：

1) 物理特性/布局；

2) 正在使用的跑道，包括专门用于着陆或起飞交通的跑道；

3) 重要安全区（例如，跑道等待位置以及导航设备保护区等）的划分；

4) 跑道和滑行道的可用性；

5) 在建工程；

b) 气象信息：

1) 机场当前和预测的气象条件；

2) 能见度/跑道视程，酌情包括停机坪和滑行道上的能见度/视程；

3) 云底高度；

4) 风速和风向；

5) 大气压力；

6) 温度和露点；

c) 飞行运行信息：

1) 机场能见度运行水平；

2) 尾流湍流；

3) 标准仪表离场（SID）和标准仪表进场（STAR）航线，包括按噪声大小排列优先使用顺序的航线。

3.3.3.8 在对改进型地面活动引导及控制系统进行更新之前，应对新数据进行验证。例如，应检查新数据与原先的数据的不一致性，不可思议的差异，差异超出容限。

3.3.3.9 改进型地面活动引导及控制系统提供的所有数据都应带有发送日期和时间以及有效期。视数据的用途不同，改进型地面活动引导及控制系统的功能或设备可确定数据的有效性。改进型地面活动引导及控制系统从外部信息源接收的没有日期、时间和有效期的信息应被视为无效信息。不得使用旧数据和无效数据。

3.4 基本功能要求

注：整个改进型地面活动引导及控制系统的功能运作将考虑各项功能的相互依存性。相互依存性视改进型地面活引导及控制系统的概念而有所改变，一种功能的一部分或全部可由另一功能提供。

3.4.1 监视

概述

3.4.1.1 监视是所有地面活动引导及控制系统和改进型地面活动引导及控制系统的一项重要功能。目前，管制员通常采用目视监视、地面活动雷达 (SMR) 和无线电话综合手段对地面活动情况进行监视。对其他航空器和车辆的监视也是飞行员和车辆驾驶员的一项重要职责。当能见度逐渐降低时，管制员和飞行员实施目视监视的能力也随之减弱。当管制员从管制塔台上无法清楚地观察机动区时，这会给管制员带来很大的问题。当能见度下降到 400 米以下时，飞行员和车辆驾驶员的目视观察能力也将会受到严重影响。

3.4.1.2 改善监视功能，克服以上所述在机场能见度运行水平以下监视能力减弱的问题是对改进型地面活动引导及控制系统的一项关键要求。因此，监视功能应该能够提供包括跑道升降带在内的活动区内的所有活动航空器和车辆的识别信息和精确的位置信息。

3.4.1.3 要满足下述要求，预计可能需要使用多种类型的传感器和数据融合设备：

可靠性

3.4.1.4 为了确定改进型地面活动引导及控制系统监视功能的可靠性，在监视设备技术规格方面应考虑以下各项参数：

a) 探测概率 (PD) —— 一架航空器、一台车辆或一个物体被探测和显示出来的可能性；

b) 错误探测概率 (PFD) —— 除一架航空器、一台车辆或一个物体外的任何其他东西被探测和显示出来的可能性；

c) 识别概率 (PID) —— 显示出一架航空器、一台车辆或一个物体的正确识别特征的可能性；

d) 错误识别概率 (PFID) —— 显示出的航空器、车辆或物体的识别特征发生错误的可能性；

覆盖范围

3.4.1.5 取决于正在使用的程序，监视功能应能够确定包括无障碍物区和保护区在内的活动区内的航空器和车辆的位置和识别特征。

3.4.1.6 监视覆盖区要求应适用于所有能见度条件下的运行。

3.4.1.7 改进型地面活动引导及控制系统的垂直覆盖范围应包括在机场上实施的所有相关的非地面运行。

3.4.1.8 至少应在接地前 5 分钟或距机场至少 10 海里的距离上提供进场航空器的信息，包括呼号和预计到达时间（ETA）。这一信息的来源可能不是改进型地面活动引导及控制系统的一个部分，可能由一外部系统提供。

识别

3.4.1.9 在规定的覆盖区内，监视功能应能够识别并提供每架航空器和每台车辆的呼号，并根据呼号确定其位置。应识别和确认航空器的型号，包括任何改型。应该正确地标示出所有障碍物的位置。

纵向精确度

3.4.1.10 纵向精确度要求基于监视精确度对探测所要求的间隔距离减少和潜在的交通危险接近或跑道侵入等能力的影响。对以下两种情景进行分析：i) 跑道侵入，即航空器穿越跑道等待位置；以及 ii) 两架航空器之间的纵向间隔距离减少。跑道侵入情景旨在用来确定监视系统需要就可能的侵入发出告警的时间，以防止航空器继续前进进入跑道（见图 3-1）。此图用于跑道等待位置距离跑道中线 75 米的机场。

3.4.1.11 在这一情景和精确度影响的灵敏度分析结果的基础上，可以认定在进入跑道前 20 米的距离可保证有足够的时间（有一定的富余量）探测跑道侵入并使航空器停下来。这种结果的前提是，飞行员能够直接接收到危险接近信息。

3.4.1.12 在必须向空中交通管制员发出告警，然后再通过管制员向飞行员发出指令的情况下，所有精确度值都将具有过大的时间延迟，导致无法防止航空器进入跑道。然而，在一般意义上讲，优于 20 米的监视精确度将会使系统性能明显改善，并能够留出更多的反应时间来避免危险接近。建议的纵向精确度为 6 米。

横向精确度

3.4.1.13 要求的位置精确度基于条件最苛刻的国际民航组织（ICAO）的规定，旨在确保一架停放在一停机位上的航空器与任何邻近的建筑物、另一停机位上的航空器和其他物体之间的距离不小于 3 米。

数据更新速率和等待时间

3.4.1.14 为了将探测所要求间隔距离减小和潜在危险接近的时间延迟缩短到最小程度，数据更新速率应达到 1 秒钟。在机场上，间隔距离和间隔时间如此短的情况下，尽可能地缩短数据更新速率十分重要。

3.4.1.15 对更新速率的变化设置限制主要是考虑人的因素。如果更新速率改变过大，目标的活动速率将很难通过人的判断来确定一架航空器或一台车辆的活动

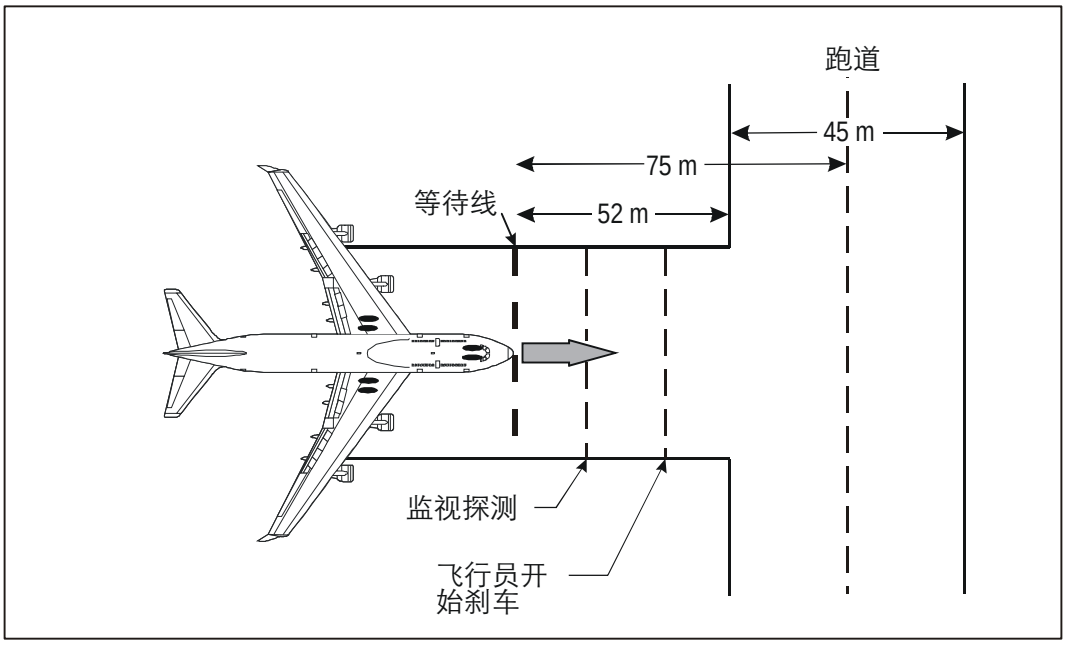


图 3-1　跑道侵入探测情景图

情况。尽可能地减小更新速率的变化量能够增强空中交通管制员和飞行员对为他们提供的信息可靠性的信心。将变化量限制在 10%范围内较为合适。

3.4.1.16　从确定目标位置到该信息被用来探测间隔距离减小或危险接近之间的数据等待时间被选定为一秒钟，是一个合理的上限值。

3.4.2　线路选择

3.4.2.1　线路选择功能应能够提高机场的效率，特别是在复杂的机场上更是如此。在这些情况下，以及在交通密度较大的情况下，可能需要某种形式的自动化线路选择功能。

覆盖范围

3.4.2.2　线路选择功能应能够为活动区以及在必要时车辆使用的其他区域内的航空器和车辆提供线路选择信息。

3.4.2.3　线路选择功能应能够为每架相关的航空器和每辆相关的车辆提供最佳的线路信息。应考虑到航空器或车辆在所有能见度条件下行驶完一条线路的总时间。

3.4.2.4　线路选择功能应能够在下述诸方面对包括被牵引的航空器在内的航空器和车辆的地面活动的交通流量进行优化：

a)　减小延误 —— 在规划线路时，应努力使一架航空器能够遵守为其指定的起飞时间或在规定的时间达到为其指定的登机门；

b)　潜在危险接近 —— 应考虑在平行滑行道上的某些型号的航空器的翼尖与翼尖之间的间隔距离；

c)　在能见度成为需要考虑的因素时的纵向间隔距离，包括发动机喷气流以及螺旋桨/旋翼的洗流；

d)　被堵塞的、不能使用的或临时关闭的部分活动区；

e)　滑行速度（以减少刹车和加速以及燃油消耗）。

3.4.2.5　线路选择功能应能够处理预先确定的或由

用户确定的中途点（例如，穿过除冰站位的线路）。

3.4.2.6 任何时候都应选定一条备用线路，以备有要求时使用。

3.4.2.7 通过人工方式或在发生危险接近时，应能够立即取消或改变一条现用的或已经使用过的线路。在一条线路被取消后，应提供一条新的接替线路。

处理线路请求的时间

3.4.2.8 线路选择的处理和处理结果的传输各需要一秒钟时间，这就意味着在几秒钟（包括管制员响应时间）之内便可为飞行员提供一条可用线路。只要在活动之前确定线路，这一时间便不会对运行工作产生明显的影响。

3.4.2.9 处理能力与在任何同一时间可能被请求的线路数量有关。这种假设的前提是线路请求处理是随机的。因此，在任何一秒钟时间内，可被请求的线路数量极少。在计划离场航空器数量较大，间隔时间很短时，将会出现最大量需求。

3.4.3 引导

概述

3.4.3.1 在能见度条件能够保证许可活动的安全、有序和快速流时，引导功能将主要基于包括灯光设备、标记和信号设备在内的地面目视辅助设施。

3.4.3.2 当能见度条件可使飞行员仅依靠目视引导滑行，但仅使用目视引导使许可活动的快速移动受到限制时，可能需要使用其他设备或系统来支持引导功能。

3.4.3.3 当能见度条件不允许飞行员仅依靠目视引导滑行时，机场本身、在活动区内活动的航空器以及许可的车辆都应装备适当的设备，以满足引导功能的需要（当允许在这些能见度条件下运行时）。

3.4.3.4 在指定了一条线路后，飞行员或车辆驾驶员便需要适当的信息来保证其沿着该线路滑行或行驶。引导辅助设施将指示航空器或车辆如何在滑行道或停机坪上安全活动。开关中线灯和/或可寻址标记牌使每条线路都被专门指定。

可靠性

3.4.3.5 在引导可靠性要求的技术规范中应考虑以下各项参数：

a) 动作概率 —— 引导辅助设备对发出的指令作出正确响应的可能性；

b) 错误动作概率 —— 引导辅助设备未按指令动作的可能性。

覆盖范围

3.4.3.6 至少应为机场活动区提供引导。

3.4.3.7 在确定改进型地面活动引导及控制系统覆盖要求时，应考虑以下各个飞行阶段：

a) 进场：

1) 着陆拉平和着陆滑跑开始；

2) 高速滑行；

3) 着陆滑跑结束，滑行开始，或在快速出口滑行道时，高速滑行结束，滑行开始；

4) 滑行结束，停机位滑行道开始；

5) 停机位滑行道结束，停机位开始（空停机位变为有活动停机位）；

6) 停机位结束，停靠开始；

7) 停机位变为无活动停机位。

b) 离场

1) 无活动停机位变为有活动停机位；

2) 停机位滑行道开始（停机位变成空停机位）；

3)　停机位滑行道结束，滑行开始；

4)　滑行结束，起飞滑跑开始；

5)　起飞滑跑结束；

c)　停机坪活动，如牵引航空器和维护活动等。

目视辅助设施

3.4.3.8　当前的目视辅助设施和提供的其他引导设备足够完成大多数机场运行工作。除 4 级能见度条件外，将不需要在附件 14 中要求的设备基础上增加其他设备。

3.4.3.9　在附件 14 中，对用于支持改进型地面活动引导及控制系统工作的包括滑行道中线灯、跑道和滑行道交点警戒排灯和可寻址标记牌在内的滑行引导目视设备的亮度提出了要求。

计时

3.4.3.10　在航空器或车辆的速度为 55 千米/小时 (30 海里/小时) 时，2 秒钟时间可滑行或行驶约 30 米，30 米通常是两个中线灯的间隔距离。那么，在使用中线灯引导航空器或车辆时，2 秒钟就应是打开或关闭中线灯的最长时间。

目视辅助设施故障

3.4.3.11　在一自动目视辅助设施管理系统发生故障（不是总电源故障）时，改进型地面活动引导及控制系统应设计得将跑道入口的所有警戒排灯打开，并将所有滑行道中线灯和中间停止排灯关闭。对滑行引导目视辅助设施也应能够利用人工打开或关闭。

滑行道中线灯参数

3.4.3.12　恒定光强组灯 —— 其长度由第一和最后一组停止排灯之间的纵向间隔距离决定。出于安全考虑，在航空器之间应该留出一个自由光强灯组，尽管这样做会降低滑行道的能力。

3.4.3.13　可变光强组灯 —— 航空器前方的灯组长度可以根据视程在二个至六个打开的灯之间变化。取决于视程的不同，在驾驶舱遮挡范围与滑行道中线的交点与第一个打开的中线灯之间，最多可关闭三个灯，以便使飞行员能够很容易地适应由可开关的中线灯引导。

3.4.3.14　目视辅助指令 —— 前方的绿灯表示“随行”。在飞行员被要求跟着绿灯前进时，一旦绿灯消失，就表示飞行员或车辆驾驶员应该停止前进。红灯表示“停止”，黄灯或闪光灯表示“小心慢行”。

监视信息自动控制灯光

3.4.3.15　设计一可以由监视功能和线路选择功能一起自动控制 (或部分自动控制的) 引导系统应当是实际可行的。在这方面，滑行道灯光可沿着所需线路自动打开或关闭。这是一项有可能在未来进行探索并使其他目视辅助设施实现自动化的系统开发。

目视停靠引导系统（VDGS）

3.4.3.16　常规的停机位入口和停放目视标志正在被更为复杂的目视停靠引导系统所取代。目视停靠引导系统可向机组成员提供更精确的对准定线和距离信息。某些目视停靠引导系统能够探测航空器的类型。应将这种目视停靠引导系统纳入改进型地面活动引导及控制系统。

3.4.4　控制

概述

3.4.4.1　任何控制系统的设计都应考虑到安全和效率要求。还应考虑所有相关航空器和车辆的滑行性能及限制因素。

3.4.4.2　控制功能应该能够：

a)　处理偏离指定的线路情况；

b)　应对运行改变（例如，跑道改变、因维修需要而关闭线路，以及临时出现的危险情况或障碍物等）；

c) 控制为应急车辆或作业车辆的驾驶员指定的优先线路；

d) 应对可能对安全构成威胁的不同类别的参与者，包括航空器、许可的机场车辆、其他机场车辆（没有任何通信联络）以及侵入车辆等。

纵向间隔距离

3.4.4.3 需要进行大量的研究工作才能确定地面活动的航空器和车辆之间的纵向间隔距离要求。为了计算所需的纵向间隔距离，必须考虑以下各项参数：

a) “随行”的航空器在飞行员、管制员和改进型地面活动引导及控制系统所需的总的响应时间内能够行进的距离；

b) 航空器停下来所需要的距离；

c) 两架航空器始终应保持的最短距离，不包括发动机喷气流的影响；

d) 航空器长度与在航空器后面必须保持好才能避免发动机喷气流影响的距离之和。

纵向间隔距离 = a) ＋b) ＋c) + d) = St

注：图 3-2 列明各项参数。

3.4.4.4 下面是为了能够计算纵向间隔距离应规定的其他参数：

a) Va —— 航空器 A 的初始速度（千米/小时）；

b) Vb —— 航空器 B 的初始速度（千米/小时）；

c) Aa —— 航空器 A 的减速度（米/秒 ^{2}）；

d) Ab —— 航空器 B 的减速度（米/秒 ^{2}）；

e) Pir —— 飞行员反应时间（秒）；

f) Cor —— 管制员反应时间（秒）；

g) Syr —— 系统反应时间（秒）；

h) Sar —— 安全反应时间（秒）。

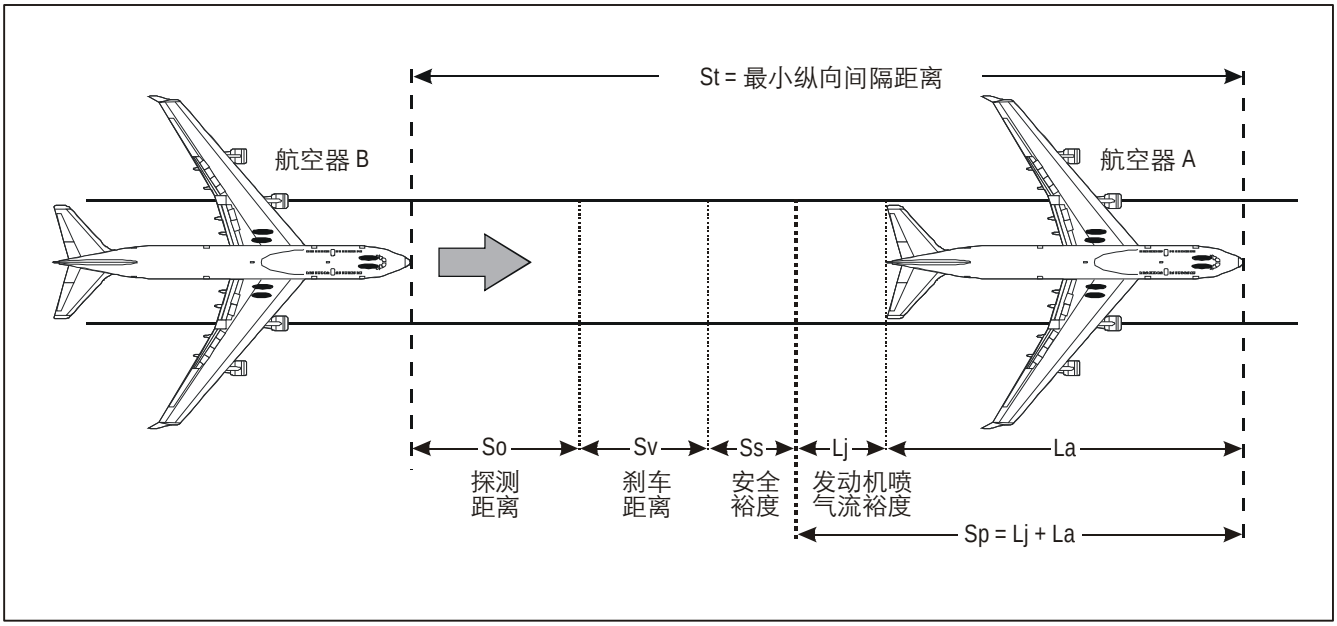


图 3-2 纵向间隔参数

总时间 = e) ＋ f) ＋ g) ＋ h) = Ts

可靠性

3.4.4.5　在确定控制可靠性要求技术规范时，应考虑以下各项参数：

a) 告警情况探测概率（PDA）—— 改进型地面活动引导及控制系统在一个给定的时间段内发出的正确的告警报告数量，以在相同时间段内发生的告警情况总数中所占的百分比表示；

b) 错误告警概率（PFA）—— 改进型地面活动引导及控制系统在一个给定的时间段内发出的错误告警报告数量，以在相同时间段内记录的告警报告总数中所占的百分比表示。

3.4.5　危险接近告警

3.4.5.1　控制、引导和线路选择功能的目标应该是防止机动区内的航空器、车辆和其他物体相互碰撞。该目标还可以延伸到防止发生危险接近。

3.4.5.2　控制功能应该能够：

a) 处理偏离指定的线路情况；

b) 应对运行改变（例如，跑道改变、因维修需要而关闭线路以及临时出现的危险情况或障碍物等）事件；

c) 控制为应急车辆或作业车辆的驾驶员指定的优先线路；

d) 应对可能对安全构成威胁的不同类别的参与者，包括航空器、许可的机场车辆、其他机场车辆（没有任何通信联络）以及侵入车辆等。

3.4.5.3　监视功能有助于对情况的了解，促进进行连续的监控和对遵守预期的活动要求作出评估。

3.4.5.4　一旦探测到或预测到危险接近，则应视其严重程度予以化解。应该有足够的时间通过规划程序对预测的危险接近予以化解。而对于实际发生的危险接近，则需要立即采取行动由系统自动处理或由人工处理。

3.4.5.5　在允许采用“看与被看”原则而又不减小机场能力的能见度条件下，改进型地面活动引导及控制系统的纵向间隔距离功能可能只是需要用来探测可能的危险接近。

3.4.5.6　危险接近告警的一个重要方面是将探测到的和预测的危险接近区别开来（见图 3-3）。探测到的危险接近在处理上应优先于预测的危险接近。对于探测到的危险接近，应立即采取行动，以防止发生碰撞。而对于预测的危险接近，则需要快速采取行动，以避免使危急情况进一步发展。告警系统应该能够通过向系统的用户提供不同组合的告警的方式显示这种区别。

3.4.5.7　每个机场都有特定场所参数和需要处理的情况。下面列出了一些能够被改进型地面活动引导及控制系统预测到和探测到的可能的危险接近告警情景：

a) 跑道危险接近：

1) 朝着一条关闭的跑道进场的航空器，或在一条关闭的跑道上离场的航空器；

2) 进场或离场的航空器与在跑道上移动的航空器或车辆 (包括在跑道等待位置以远的航空器) ；

3) 进场或离场的航空器朝着交汇或交叉跑道移动或在交汇或交叉跑道上的移动的航空器或车辆；

4) 进场或离场的航空器与从相反方向到达跑道的航空器；

5) 进场或离场的航空器与横穿跑道的航空器或车辆；

6) 进场或离场的航空器与接近跑道正在滑行的航空器 (预计会越过跑道等待位置) ；

7) 高速离开跑道的进场航空器与交汇滑行道上移动的航空器或车辆；

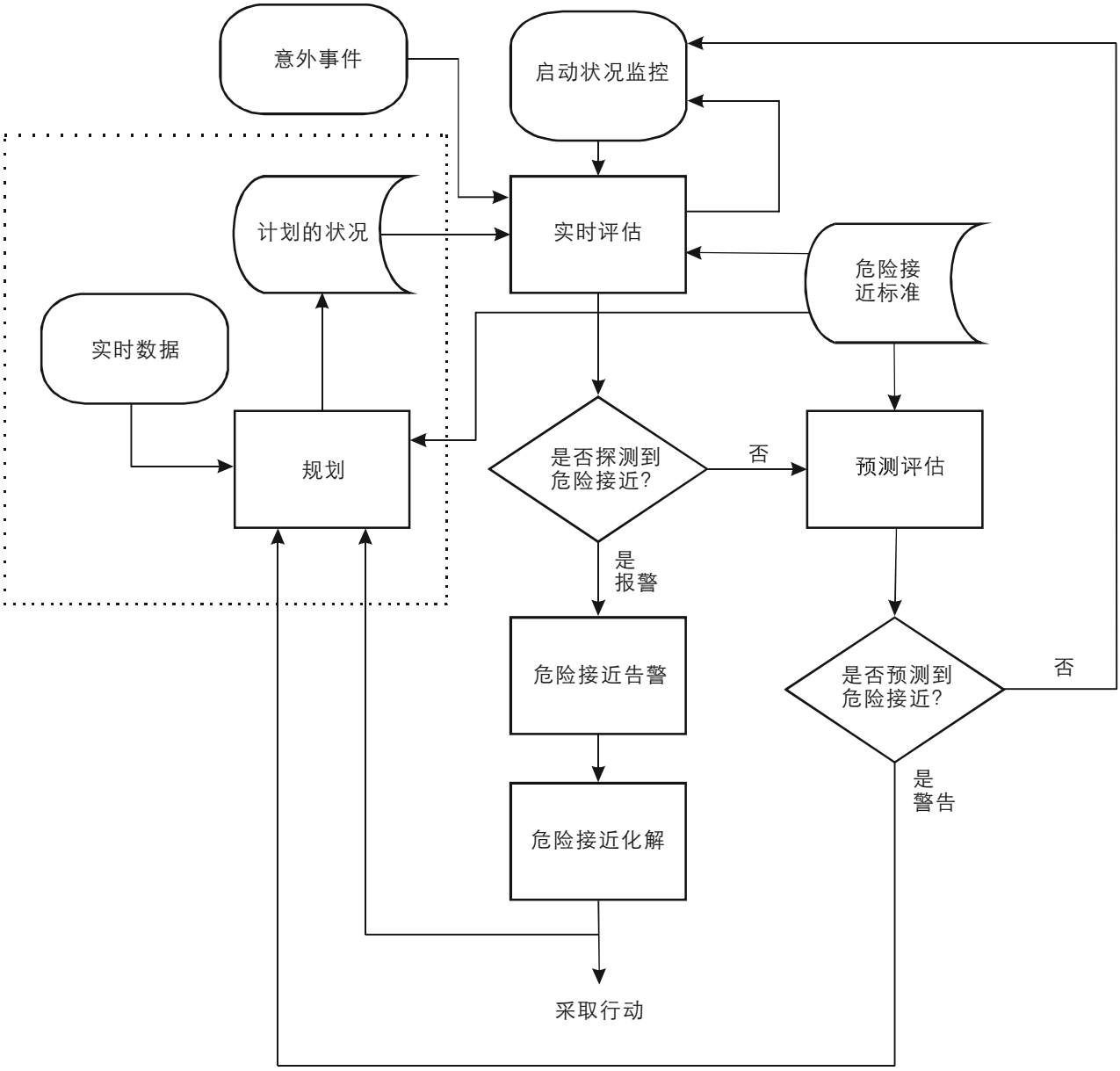

意外事件
启动状况监控
计划的状况
实时评估
危险接
近标准
实时数据
规划
是否探测到
危险接近?
否
预测评估
是
报警
危险接近告警
是否预测到
危险接近?
否
是
警告
危险接近化解
采取行动

图 3-3　危险接近告警

8) 进场航空器与在（受到保护的）敏感区内移动的航空器或车辆；

9) 从非指定点或非许可的位置离开跑道的航空器；

10) 接近跑道的未经许可的航空器或车辆；

11) 接近跑道的不明航空器或车辆；

b) 滑行道危险接近：

1) 在一条关闭的滑行道上的航空器；

2) 接近静止的航空器或车辆的航空器；

3) 超越同一方向的航空器或车辆的航空器；

4) 航空器与从对面滑行过来的航空器或行驶过来的车辆；

5) 接近滑行道交点的航空器与交会的航空器或车辆；

6) 滑行速度过大的航空器；

7) 从非指定点或非许可的位置离开滑行道的航空器；

8) 滑行道上的未经许可的移动航空器或车辆；

9) 滑行道上的不明的移动航空器或车辆；

10) 穿过亮着的停止排灯；

c) 停机坪/停机位/登机门危险接近：

1) 活动中航空器与有危险接近危险的的航空器或车辆；

2) 活动中航空器与有危险接近危险的静止的物体；

3) 从非指定点或非许可的位置离开停机坪/停机位/登机门区域的航空器；

4) 在停机坪/停机位/登机门区域内不明的移动航空器或车辆。

在以上所有告警情景下，也应注意车辆活动情况。

3.4.5.8　与探测到的危险接近相关的告警应在适时发出并提醒相关的管制员、飞行员和/或车辆驾驶员注意。与预测的危险接近相关的告警（警告）也应发出。

3.4.5.9　危险接近告警系统的设计应该遵循特定的规则系统。这些规则应考虑下述各种因素的影响：

a) 移动航空器或车辆的类型；

b) 移动航空器或车辆的速度和方向 (线性和非线性轨迹预测) ；

c) 速度和刹车性能；

d) 接近活动区的某些具有较高危险接近风险的区域 (例如，跑道等待位置和跑道交叉点等) ；

e) 动态情景 (例如，发生偏离滑行道情况等) 。

3.4.5.10　具有危险接近告警逻辑推理功能的先进的地面监视系统必须连续分析关于航空器和车辆的轨迹位置和预测的大量数据。由于系统的局限性，以可接受的最新速率也只能对有限数量的航空器进行处理，或可以降低的最新速率处理所有航空器。尽管人们都觉得一套强有力的系统应该能够以可以接受的最新速率对所有航空器和车辆进行处理，但是应该确定优先处理顺序，以确保系统逻辑功能能够有效地发挥作用。跑道是具有发生灾难性事件风险最大的区域。因此，应首先考虑探测和预测这个区域内发生的危险接近。危险接近告警优先顺序应该如下：

1. 跑道危险接近；

2. 滑行道危险接近；

3. 停机坪/停机位/登机门危险接近。

3.4.5.11　受监控的区域应该是跑道升降带或精密进近和正在使用的着陆辅助设备所需的保护区，以限制性程度最高者为准。

3.4.5.12 当航空器距离接地时间在30秒钟以内时，应检查受监控的区域有无监控目标存在。如果发现有符合告警标准的目标，应引起管制员的注意。

3.4.5.13 当航空器距离接地时间在15秒钟以内时，如果探测到受监控的区域内有目标，应向管制员发出警报。管制员应能够确认接到警报并采取必要的行动。

3.4.5.14 危险接近信息应该明确无误地显示在监视显示器上，或通过其他适当的手段显示出来。在危险接近继续存在的过程中，该信息应能够被连续地显示。在4级能见度条件下，危险接近信息应同时提供给相关的飞行员和管制员。此外，在其他能见度条件下，此类信息也最好能够提供给飞行员。

3.4.5.15 决定是否发出告警的标准取决于进场航空器的速度和航线与地面目标的速度和路线的比较结果和计算两者达到最接近状态的时间。减少误警或多余告警的数量是十分重要的，特别是在良好的能见度条件下。当在同一条跑道上一架离场航空器后面紧跟着一架进场航空器时，如果离场航空器的速度较大且两者之间的距离正在逐渐拉大，则不应发出告警。

3.4.5.16 在有航空器离场时，如果探测到在受监控的区域内同时有两个或两个以上目标，应向管制员发出告警，以提醒管制员在该跑道上有多架航空器或多台车辆。告警应该一直持续到在跑道上只剩下一个目标或当一个目标达到了一个预定的速度且可以认定该目标正在起飞时为止。在这种情况下，应对离场航空器前方的区域进行监控，如果发现有任何目标，都应发出告警。

3.4.5.17 应对滑行道和停机坪进行监控，在出现以下可能的危险接近时，应向管制员和飞行员和/或车辆驾驶员发出告警：

a) 由于机动翼尖间隔距离变小；

b) 迎头危险接近；

c) 侵入（未经许可进入一滑行道或一停机坪，或者没有能够按指示等待或让道等）；

d) 线路危险接近（即，两条或多条给定线路存在碰撞风险）。

3.5 补充要求

3.5.1 总的风险系数

3.5.1.1 在采用了新的程序和各种条件下的活动速率增加的情况下，使用改进型地面活动引导及控制系统应能够保持并在可能的情况下提高机场运行的安全程度。

3.5.1.2 Doc 9476号文件称，致命事故风险系数不应该超过 10^7 次运行分之一。应使用相同的总体安全水平数字来衡量改进型地面活动引导及控制系统的性能。

3.5.1.3 这一数字代表了整个飞行运行（包括起飞、爬升、巡航、进近、着陆和滑行）的安全目标或安全目标水平（TLS）。它适用于一个机场上正在使用的各种系统、程序和设备的综合评估，包括航空器运行因素。包括改进型地面活动引导及控制系统因素在内的机场地面运行安全目标水平已经在对欧洲和美国提供的事故数据进行分析后确定。分析结果在附录D中予以简介。

3.5.1.4 机场的不同区域可能需要或者允许有不同的安全要求。因此，各个机场的改进型地面活动引导及控制系统可能会有自己独特的安全要求。但在将改进型地面活动引导及控制系统与机场的其他系统和程序配合使用或在空中交通管理系统内部使用所提供的安全水平应能满足总体安全目标水平的要求。

3.5.1.5 应对机场上的安全水平进行不间断的测量和监控。对任何已经或可能导致安全水平降低到目标水平以下的事件都应进行调查，在必要时，应采取纠正措施，以提高安全性和防止类似事件再次发生。

3.5.2 航空器型号

改进型地面活动引导及控制系统应能供配备有可在所有天气运行程序下运行的设备的各种型号的航空器使用。原则上讲，这将包括所有商业航空运输以及大多数通用航空和军用运输航空器。

3.5.3 车辆

3.5.3.1 许可在机动区内活动的车辆的数量越少越

好。在极低能见度条件下，应仅限于那些实施支持工作的必要的车辆。

3.5.3.2　通常应遵循以下原则：

a)　进入机动区各部分的车辆应严格控制并应仅限于：

1)　应急车辆；

2)　空中交通服务或机场作业（如跑道检查）车辆；

b)　可能需要进入跑道或滑行道的其他车辆包括：

1)　跑道维修车辆或清扫车；

2)　清雪车；

3)　航空器牵引车；

c)　许可进入机动区的车辆应尽可能装备能够满足相应的改进型地面活动引导及控制系统运行要求的设备，并应受到与航空器类似的管制程序的控制；

d)　在停机坪上，除了上述规定的车辆外，还会有许多航空器勤务保障车辆进出，应严格地将这些车辆分隔开来。少量的勤务车辆和/或拖车需要进入停机坪中被航空器使用的区域，这些车辆需要装备能够满足改进型地面活动引导及控制系统在低能见度条件下工作要求的设备。可将多数勤务车辆限制在每个停机坪的一些指定区域内，这些区域可紧靠勤务车要保障的停放着的航空器，但不得对停放的航空器构成妨碍。

在低能见度条件下，上述车辆的活动必须受到管制部门的严格控制。

3.5.4　速度和方向

3.5.4.1　在能见度良好的条件下，航空器可以以大约高达 90 千米/小时 (50 海里/小时) 的速度离开跑道，以大约高达 55 千米/小时 (30 海里/小时) 的速度在滑行道直线段上滑行；在弯道或复杂的滑行道构型上，速度应降低到 20 千米/小时（10 海里/小时）。直升机可以以较高的速度进行空中滑行。

3.5.4.2　在低能见度条件下，使用较低的速度可能更慎重。但是，如果要保持跑道能力，不让滑行道上的航空器发生拥挤，保持与能见度良好条件下的正常速度相当的速度很重要。应避免频繁地启动和停车。具备以固定的速度并保持固定的间隔距离跟随前面的航空器滑行的能力很重要。对于改进型地面活动引导及控制系统更为重要的是应该具备掌握滑行时间的功能，以便确保航空器能够在正确的时间到达跑道等待位置，以在批准的时间起飞离场。

3.5.4.3　改进型地面活动引导及控制系统可能需要有关不在地面的航空器和/或机场边界以外的航空器的活动信息。因此，应规定高度要求。此外，高度信息可提供用来确定尾流湍流、旋翼洗流和其他类似危险的重要数据。

3.5.4.4　改进型地面活动引导及控制系统还应酌情包含直升机运行，直升机运行可能不遵循与固定翼航空器使用的同样的进场、离场和滑行线路。

3.5.5　敏感度

改进型地面活动引导及控制系统的设计人员应考虑以下因素：

a)　抗机场上其他系统电磁干扰的能力；

b)　机场现行的特殊要求和限制条件，其中可包括：

1)　改进型地面活动引导及控制系统覆盖的区域，以及跑道、滑行道、停机坪等的数量和位置等；

2)　管制塔台的位置和视野或能够提供局部或全部机场管制服务的其他位置；

3)　建筑物和其他障碍物的位置；

4)　改进型地面活动引导及控制系统外部或远

距离部件的位置，包括这些部件的可用性和可维护性；

5) 气象条件对改进型地面活动引导及控制系统性能的影响。

3.5.6 基准系统

3.5.6.1 采用世界大地测量系统 WGS-84 可能需要做大量的工作，以便将每个机场及其设施包括进去。应用先进的导航技术或引导方法将使采用一种通用和正确的标准成为必要。尤其是在采用航空器航空电子设备自主能力的情况下，便更是如此。

3.5.6.2 应提供机场上的以下各点：

a) 机场基准点（ARP）；

b) 地形表示；

c) 拓朴表示。

3.5.6.3 改进型地面活动引导及控制系统应使用以 WGS-84 坐标表示的机场基准点作为 x-y 坐标网格的原点，x 轴为东西方向，y 轴为南北方向。在改进型地面活动引导及控制系统实施系统内部计算时，机场的任何其他点都将使用 x-y-z 坐标网格以机场基准点为基准，计算单位为米。

3.5.6.4 为了使机场相关点与机场基准点相互关联，所有计算结果都应从由《世界大地测量系统 —— 1984（WGS-84）手册》（Doc 9674 号文件）提供的不同点的 WGS-84 坐标上获得。

3.5.6.5 地形表示是机场及其周边区域内拓扑点和拓朴形状的数字表示。

3.5.6.6 应提供一份标有用各个点的坐标和高度给出的拓扑点信息的地图，特别应提供下述地理点：

a) 跑道入口；

b) 跑道限界；

c) 等待位置；

d) 停止排灯；

e) 跑道出口；

f) 滑行道交点；

g) 交点限界；

h) 可开关的中线灯组限界；

i) 停放位置；

j) 建筑物拐角。

每个点都应该具有独特的识别标志。

3.5.6.7 拓朴形状结构应描述一个物体的三维形状，应具有独特的识别标志和一组相关的拓扑点。

拓扑点测量要求

3.5.6.8 图 3-4 示出了跑道入口的地形测量点。为测量目的，在可以用于实施着陆的跑道段的开始位置，跑道入口拓扑点应该被视为跑道的中心。在跑道边缘不规则处或与滑行道相连接处，应选择一条最能够标识可能的跑道边缘的恰当的理论线。在跑道入口内移时，拓扑点应该是跑道入口标志的中心。

3.5.6.9 应确定好从勘测为跑道入口的点到靠近跑道头的混凝土铺面跑道末端之间的距离，误差应在 10 厘米以内。

3.5.6.10 当跑道入口内移时，在混凝土铺面跑道的末端，应将跑道限界拓扑点作为跑道的中心示出。

3.5.6.11 跑道等待位置拓扑点应在等待位置标志与滑行道中线的交点上测量（见图 3-5）。如果有多个等待位置供不同能见度条件使用，则必须对每个等待位置进行测量。

3.5.6.12 停止排灯拓扑点应在停止排灯和滑行道中线的交点上测量。

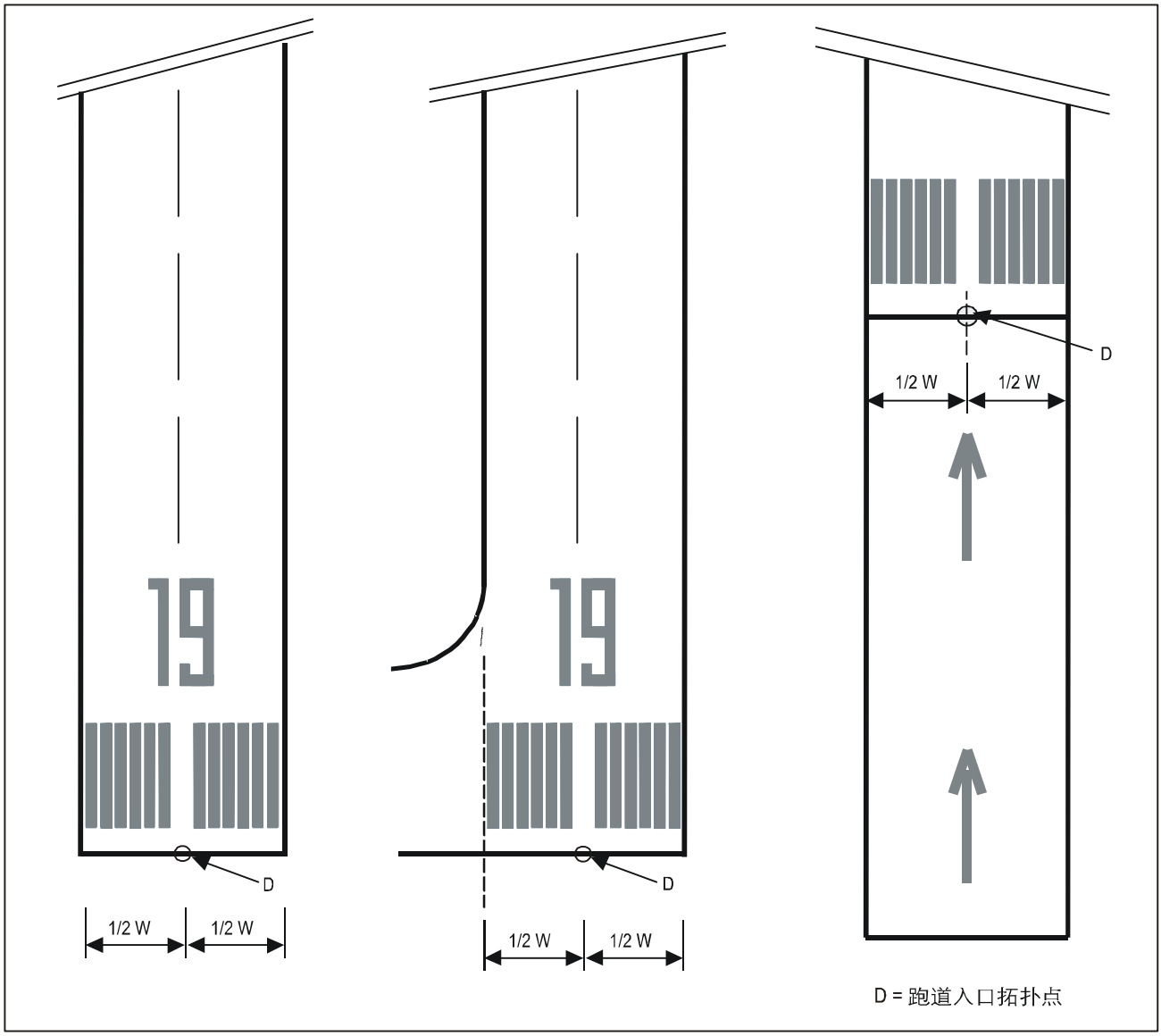


图 3-4　地形测量点 —— 跑道入口

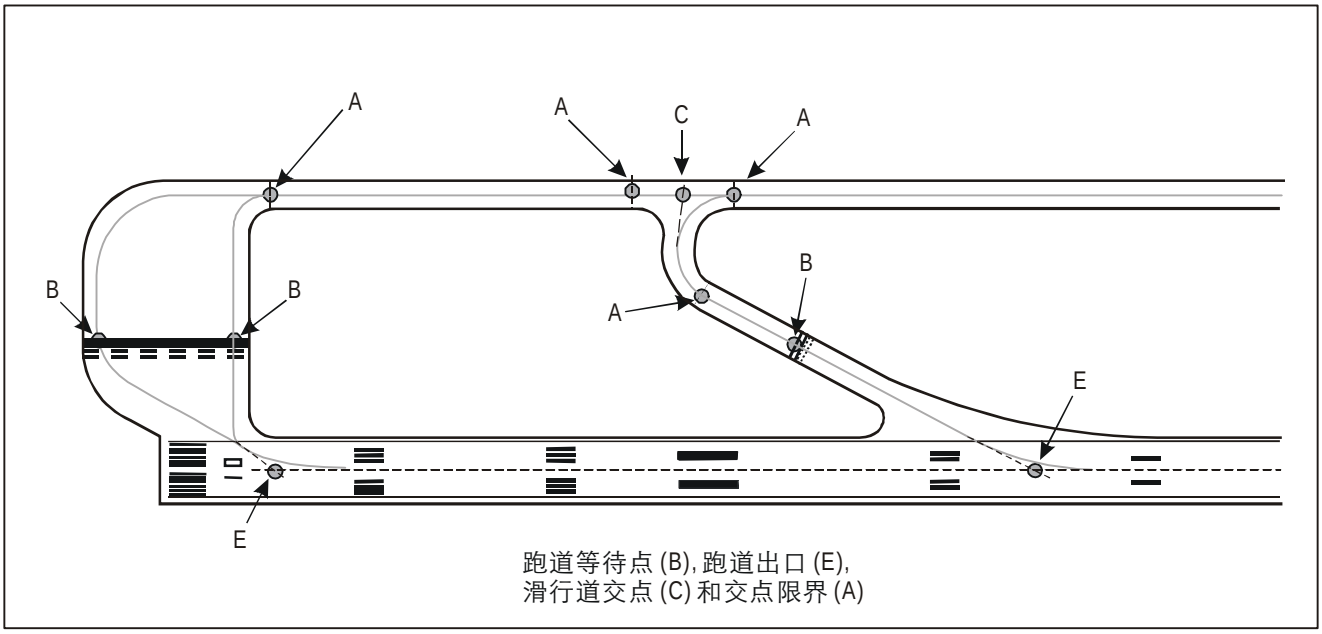


图 3-5　地形测量点 —— 等待位置、跑道出口和滑行道交点

3.5.6.13　跑道出口拓扑点应在跑道中线和滑行道中线最近直段的延长线的交点上测量（见图 3-5）。

3.5.6.14　滑行道交点应由滑行道中线的交点或滑行道中线最近直段的延长线的交点确定（见图 3-5 和 3-6）。

3.5.6.15　交点限界应由滑行道中线交点和交点显示来确定。在装有中线灯的地方，此点应与交点上的可开关的中线灯组的开始点相同（见图 3-5 和 3-6）。

3.5.6.16　中线灯组拓朴点应在属于两个不同的灯组的两个连续的中线灯的中心的中线上测量（见图 3-7）。

3.5.6.17　应测量以下与停放位置相关的点：

a)　滑行道中线与停机位边界相交点；

b)　在航空器停下时，预计航空器前轮或飞行员位置所处的停机位轴线上的点。如果有若干个点，应测量距离 a) 中指示的点最远的一个点。

3.5.6.18　为改进型地面活动引导及控制系统目的，表 3-1 列出了机场不同点的 WGS-84 坐标的精确度。

表 3-1　基准点的精确度要求

机场点	精确度
跑道入口	1 m
跑道限界	1 m
等待位置	0.5 m
停止排灯	0.5 m
跑道出口	0.5 m
滑行道交点	0.5 m
交点限界	0.5 m
可开关的中线灯组限界	2.5 m
停放位置	0.5 m

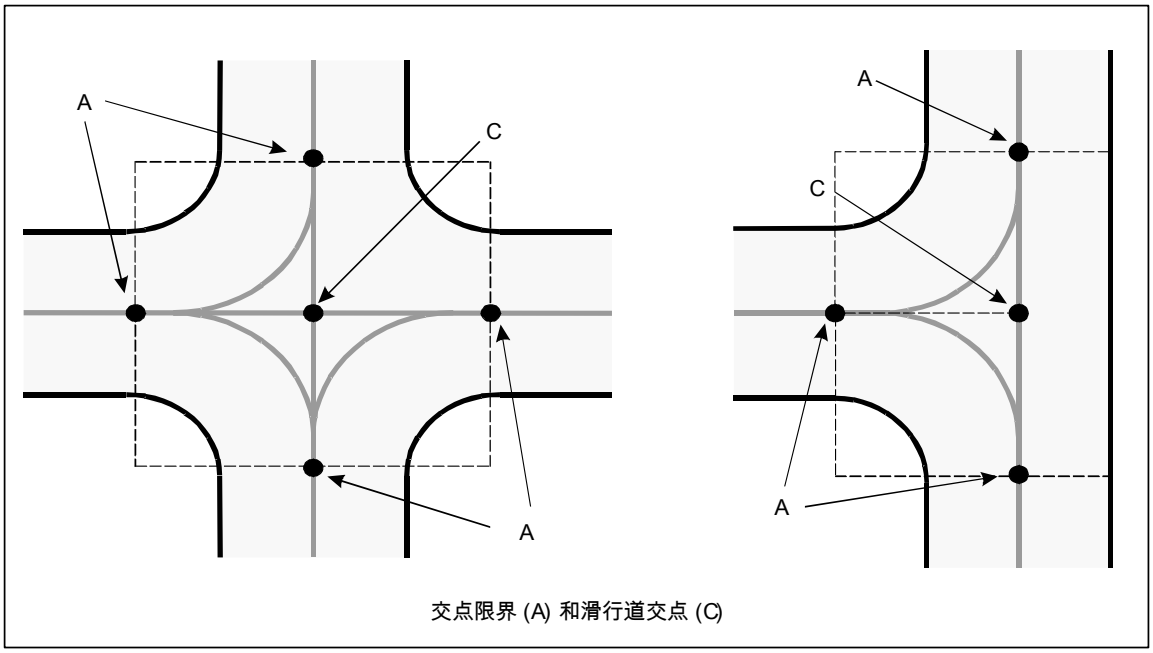


图 3-6　地形测量点 —— 滑行道交点

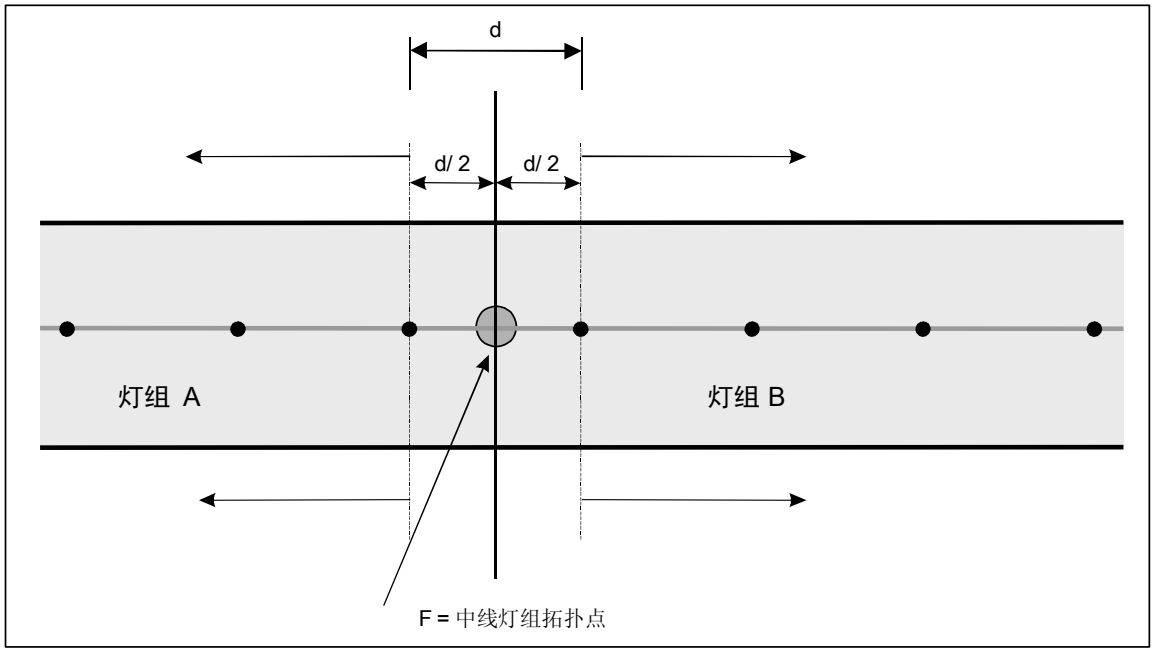


图 3-7　地形测量点 —— 滑行道灯组

3.5.6.19 地形表示法应是供飞行员和管制员使用的机场布局的逻辑表示法（见图 3-8）。

3.5.6.20 一个由许多连接两个拓扑点的线条构成的线条网络被用来表示跑道、滑行道和停机坪滑行道。这些线条应被称为“连接线”或“过渡线”(TL)，线条的端头应被称为“节点”或“连接点”(TN)。

3.5.6.21 应根据可开关的中线灯组的能力将跑道、滑行道和停机坪划分成块或段和交点（B）。它们的识别标志应与机场使用的中线灯组的识别标志相同。

3.5.7 基准点

3.5.7.1 应为航空器和车辆确定一个共用基准点，供改进型地面活动引导及控制系统使用。可以考虑将该共用基准点确定在以下任一位置上：

a) 航空器或车辆的纵轴中点；或

b) 飞行员或车辆驾驶员的眼睛参考位置；或

c) 航空器或车辆的前轮；或

d) 航空器机头。

3.5.7.2 为了能够提供精确的位置、矢量和识别信息，最好为所有系统确定同一个基准点。

3.5.8 规划

3.5.8.1 能够适当调整规划元素以便符合变化的情况对任何机场有效和灵活的运行是至关重要的。

3.5.8.2 机场运行受到多种因素的影响，在规划时必须考虑到所有这些因素。这些因素包括可能需要调整活动速度或着陆和起飞方向的天气条件。此外，在设备故障和活动区路面无法使用时可能需要使用非常规程序和线路。部分活动区因维护而关闭或清雪可能导致时间延误。

3.5.8.3 规划工作将包括对机场运力预测、登机门分配和离场和进场地面活动计划。地面活动计划将为每一航空器和车辆计算不同的可能线路，计划时需要考虑到预计的运力、登机门/航班起降时刻分配、最小滑行时间和延误等因素。这些计划可能修改，逐渐将时间范围缩小到预战术计划结果（一般提前 20 分钟）。从那一时刻起，自动线路选择功能或在自动线路选择功能不起作用的情况下机场管制员将担负起为每一航空器和车辆分配合适的线路的任务。线路将从战术计划建议的那些线路（如果有战术计划建议线路的话）中或从预先确定的线路中选择，或者如果可供选择的线路都不符合地面活动状况实际需要的话，则由系统进行线路预测。线路分配将只取决于通报线路时的地面活动状况。

3.5.9 记录

为了能够精确地再现包括操纵员投入在内的机场运行情况，所有数据都将在改进型地面活动引导及控制系统的几个位置（包括在航空器上）上记录下来。最好不需要使用专用软件/硬件工具和技术，就能够读取和重放任何记录的数据。

3.5.10 系统故障

3.5.10.1 改进型地面活动引导及控制系统必须有足够的冗余度、故障容差或减少故障能力，以便保证系统继续运行或能力降低而不影响必要的安全水平。这适用于可导致改进型地面活动引导及控制系统运行中断或丧失某一功能的软件和硬件故障。对于任何已知的潜在故障，都应有后备支持程序。

3.5.10.2 应考虑到出现意外和灾难性故障的可能性。在发生此类故障时，应有一定的程序，来解除对系统（可能是整个改进型地面活动引导及控制系统）的依赖。

3.5.11 起动和再起动

在接通改进型地面活动引导及控制系统的任何一部分时，设备都应进行内部系统检查，包括检查各种数据的精确度，然后能够在几乎不需要用户干预的情况下提供运行服务。

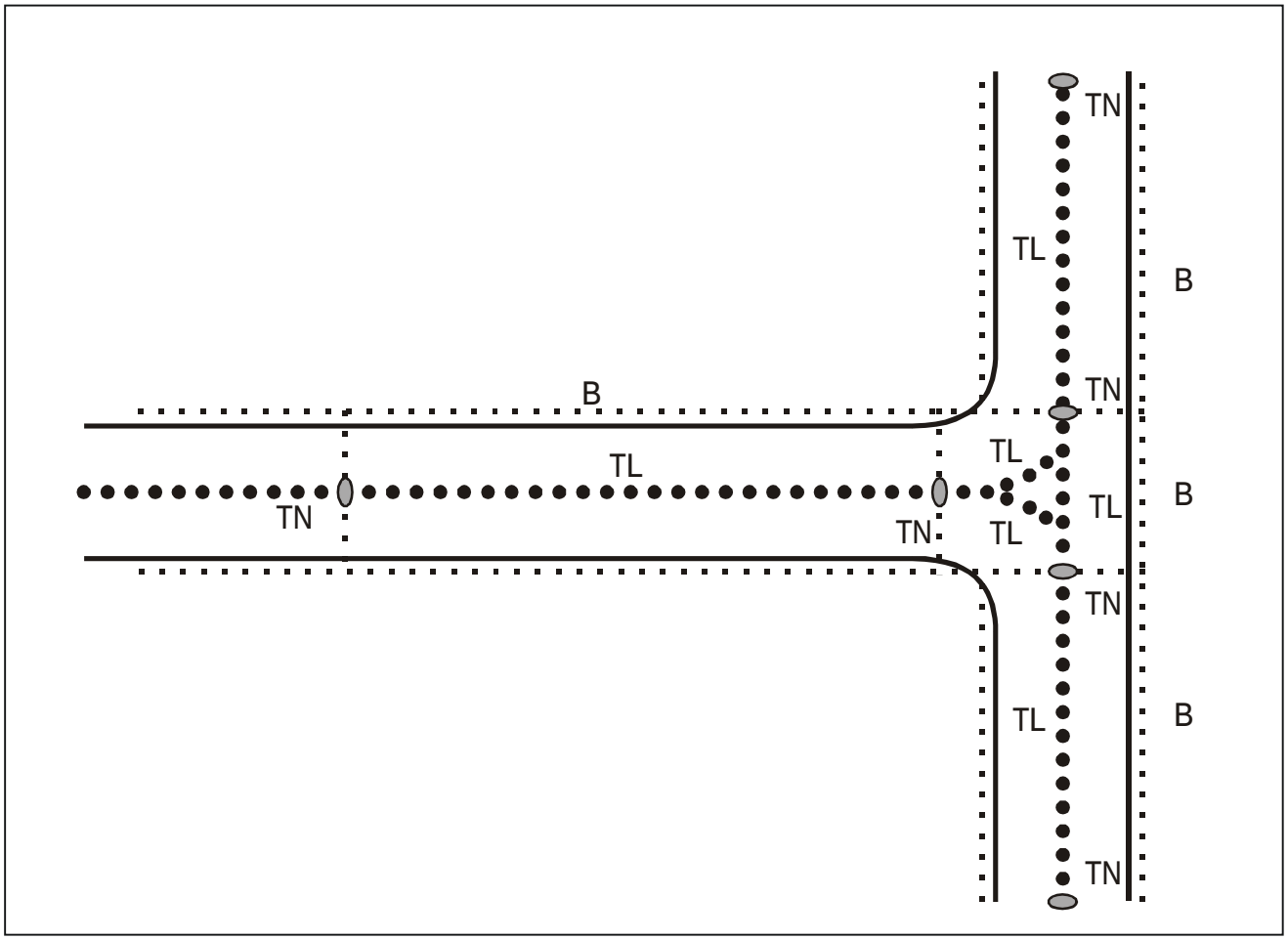


图 3-8　地形测量点

3.5.12　机场考虑

3.5.12.1　改进型地面活动引导及控制系统在某一机场的选址考虑不应与现用的地面活动引导及控制系统的相关考虑不同。改进型地面活动引导及控制系统的许多要求载于附件 14 的第一卷中。

3.5.12.2　改进型地面活动引导及控制系统的设计应尽可能地保证在机场有变化时将不需要对改进型地面活动引导及控制系统或其部件进行重大的重新配置。应配置有供升级服务和增添新设备的系统扩充功能。

3.5.12.3　应考虑在以下各个方面改进型地面活动引导及控制系统对机场运行的影响：

a)　活动区在所有建议的运行条件下的使用；

b)　仪表着陆系统（ILS）临界和敏感区保护（如果有的话）；

c)　空中交通管制程序（特别是在低能见度条件下）；

d)　消防和救援车辆运行（特别是在低能见度条件下）；

e)　其他地面车辆运行；

f)　现有灯光、标记和标志系统；

g)　现有结构及其照明。

3.5.13 空中交通管制考虑

空中交通管制自动化

3.5.13.1 极少数机场具有合理的布局，大多数都是经过扩大和变通改造的。因此，其结构都比较复杂且各不相同。没有几个机场在设计时就考虑到了自动运行因素。新的较大型航空器的使用使得这种情况更为复杂，从而导致某些航空器在某些滑行道上的使用受到限制，增加了对灵活性的需要。

3.5.13.2 当一个机场采用改进型地面活动引导及控制系统时，空中交通管制部门将负责系统的管理和总体运行。但某些功能便交由系统的自动化部件完成。

3.5.13.3 管制人员的职责可能需要进行重新划分，由于自动化带来的程序的可能改变，管制人员的职责划分有可能随之改变。视能见度条件、自动化程度和采用改进型地面活动引导及控制系统的水平，职责和/或责任的分配也会有所不同。某些功能的部分或全部决策过程可由系统本身完成。

3.5.13.4 自动化功能应以模块形式接入。每个部件都应是独立的（在其他部件不能工作时，能够工作）。应提供接口，使管制员能够接管故障环节的工作。在正常的运行中，这些接口还应能够使工作人员在系统功能发生错误或在发生非计划事件需要对运行进行更改时，调整自动化部件的功用。例如，有时可能因为设备故障或天气条件需要调整一个自动计划部件，以降低离场起动速率。

3.5.13.5 在设计时应仔细平衡人机接口（HMI）和自动化概念。虽然认识到必须避免过多地增加显示器和输入设备的数量，但必须有足够的同样的备份，以提供支援服务。在管制员工作台上装备多少设备较为适宜是系统设计必须考虑的重要任务之一。

3.5.13.6 应提供训练设施，以保证工作人员能够得到充分的培训，熟练地使用设备，以及在发生故障时能够接手自动化功能的工作。这种培训不应仅仅局限在初始阶段，而是应该持续地进行下去，以保持工作人员始终能胜任其工作。

空中交通管制功能要求

3.5.13.7 就监视而言，应该为管制员配备一台用来显示空中交通管制部门责任区域内的交通状态信息的显示器。该显示器应能显示所有受该部门管制的航空器和车辆的位置和识别特征。进入责任区（特别是正在使用的跑道升降带）内的非许可目标也应显示出来。

3.5.13.8 当需要时，系统必须允许空中交通管制人工输入，以选择备用线路来满足特殊运行的需要。人工指示线路选择指令的方法必须易于操作，以免影响其他主要任务的执行。

3.5.13.9 空中交通管制必须能够对线路自动选择指令进行监控，并能够干预改变线路选择指令。

3.5.13.10 视情况，所有有关的管制当局都应具有将活动区内的航空器和车辆从当前位置引导到其预定目的地的方法，包括引导到可能需要的任何中间位置。语音通信将仍然是实施引导的主要联系方式。

3.5.13.11 改进型地面活动引导及控制系统应具有附加的控制能力和冗余度，以便使空中交通管制能够对超出开始时预期的标准运行范围以外的情况继续实施控制。

空中交通管制和人机接口（HMI）

3.5.13.12 实际的交通流量不仅局限于从停机位到跑道和从跑道到停机位之间。由于航空器可能无法按照预定的顺序离场，例如，不断变化的天气条件恶化到某些运营人的最低标准以下，因此非常需要系统具有灵活性。在直至包括起飞滑跑在内的任何阶段上，都可能因为技术故障要求航空器返回停机位。在系统设计中充分考虑人的因素，将有助于提供这种灵活性。

3.5.13.13 如果操作人员要对改进型地面活动引导及控制系统的运行提供任何有意义的帮助的话，即便仅仅是一种监控作用或在系统故障时支持，他们应该执行系统的某些功能。人工监控效果差。在执行监控任务时，如果人没有参与系统的运行之中，便可能无法接替系统的功能。

3.5.13.14 人为错误是当前的系统内发生故障的一个主要原因。采用自动化手段应能创造一个让操作人员发挥最大灵活性并具有应付意外情况的能力的环境，同时将发生错误的可能性降低到最小程度。

3.5.14 飞行员考虑

3.5.14.1 任何时候都必须保护航空器的安全。因此，应向每架航空器的飞行员提供足够的信息，以确保他们能够在所有运行条件下安全地滑行航空器，并具有系统防止航空器与其他航空器或车辆碰撞的知识。

3.5.14.2 应提供一些具体的积极措施防止航空器或车辆在任何能见度条件下侵入跑道。

3.5.14.3 系统应为活动区内的航空器和重要车辆提供可以满足跑道能力要求的能力。它还应使航空器能够保持预定的滑行速度，以确保准时到达停机位和跑道等待位置。

3.5.14.4 为了达到上述目的，应在所有运行条件下为飞行员提供：

a) 任何时间的航空器位置和方向信息；

b) 在以下情况下的连续引导和控制：

1) 着陆滑跑；

2) 向停放位置滑行和从停放位置向跑道等待位置滑行；

3) 进入指定的起飞位置；

4) 起飞滑跑；

c) 要行进的线路的指示，包括方向改变和停机指示；

d) 在停放、停靠和等待区域内的引导；

e) 与前方航空器间隔距离的指示，包括速度调整；

f) 在4级能见度条件下，与其他航空器、车辆和障碍物的间隔距离的指示；

g) 要求顺序的指示；

h) 防止受到发动机喷气流或螺旋桨/旋翼洗流影响的信息；

i) 对应避让区域的识别；

j) 防止与其他航空器、车辆或已知障碍物相撞的信息；

k) 关于影响安全的系统故障的信息；

l) 正在使用的跑道的位置；

m) 跑道和滑行道侵入告警；

n) 临界/敏感区域的范围。

注：上述大多数要求可以通过使用地面目视辅助设施得到满足。

3.5.14.5 获取了解交通状况的任何技术措施都应该与航空电子设备和其他技术的发展完全适应，例如，增强视景系统供作为所有天气条件下的其他运行方式使用。

3.5.14.6 所有机场的改进型地面活动引导及控制系统在各种天气条件下都应采用标准化程序，不应有任何重大改变。

3.5.14.7 在航空器接地后，飞行员便需要精确的引导，以帮助他们减速，以识别和确定指定的快速出口滑行道，然后沿着滑行道上的明确的线路滑行到指定的停机位。在离开停机位时，他们仍然需要引导，以便能够沿着明确的线路滑行到指定跑道的指定等待位置，并需要引导对准跑道中线。

3.5.14.8 对于在等待位置和在停机坪上活动的航空器的引导应足以使航空器如同在不受限制的能见度一样的近距离内实行机动。对于在滑行道上的引导应足以使航空器能够沿着滑行道中线滑行。应采取积极的措施防止线路选择错误，特别是防止航空器未经许可进入（侵

入）正在使用的跑道。目前使用的高光强绿色中线灯光系统一般足以适用于除最低能见度条件外的所有能见度条件。能够通过开关转换指示指定线路的和使用停止排灯来控制来自交汇线路的危险接近的航空器的系统具有优越性。在指定的线路上使用更多的以一定间隔距离拉开的停止排灯来防止一架航空器追赶上前方的航空器，很可能会对滑行道能力造成限制，而且让航空器走走停停很不经济。

3.5.14.9 如果从经济上合算，而且对飞行员而言，在各个机场的目视显示方面不会发生重大的变化，通过附加的或替代的技术解决方案来提供更精确的引导从运行方面来讲是可以接受的。

3.5.14.10 让系统在 4 级能见度条件下运行，可能需要在航空器或车辆上增加一些设备。

3.5.14.11 在跑道和停机位之间，飞行员需要有明确的和无直接冲突的线路。这些线路的选择将由管制当局负责。为了获得足够的能力，可能有必要对往/返跑道的道路采用单向线路。如果使用数据链路，它将应能够满足飞行员对接收和显示线路选择、了解交通状况和危险接近探测和化解的需要。

3.5.14.12 危险接近的探测和化解主要由一系统功能完成。在发生任何危险接近时，都应向有关航空器的飞行员和/或有关车辆驾驶员发出通报。发生以下情况时，将需要采取适当行动：

a) 前方是正在使用的跑道；

b) 前方有横行的或静止的航空器/车辆，或接近航空器/车辆一侧；

c) 前面或岔道上有速度较慢的航空器/车辆；

d) 有交会的航空器/车辆；

e) 迎头危险接近。

3.5.14.13 在交通密度高的机场上，可能会同时出现多个危险接近情况。这是一个管制员无法处理的。系统需要探测这种情况，并将这种状况及解决方案以下述用语的形式显示给管制当局或飞行员：

a) 停机或减速；

b) 等待直至目视观察到危险接近；

c) 改变线路到……；

d) 等待直至危险接近情况得到解决；

e) 复飞。

3.5.14.14 为了保持机场能力，管制当局可以有意识地缩小线路上航空器或车辆之间的距离。在低能见度条件下，仅依赖目视探测可能是不够的。在这些情况下，系统应为相关的航空器/车辆确定适当的间隔距离。此时，需要：

a) 告知飞行员其附近航空器、车辆或障碍物的相对位置；

b) 管制当局指令飞行员需要采取的行动；

c) 为飞行员提供适当的引导，使其与附近的航空器或车辆保持所需的间隔距离。

3.5.14.15 在极低的能见度条件下，可能需要航空器上装备一些相关的设备才能完成如下的一些机动动作，如：

a) 在滑行道上以预定的间隔距离跟随前方的航空器；

b) 近距离绕过另一架航空器或另一台车辆。

3.5.15 车辆驾驶员考虑

3.5.15.1 在除无活动和空停机位以及受管制的滑行道交叉路口以外的活动区内运行的车辆驾驶员都应配备无线电话设备，并能获得足够的信息，以便能够在所有运行条件下安全地驾驶车辆，并具有，系统防止航空器与其他航空器或车辆碰撞的知识。

3.5.15.2 应提供一些具体的积极措施防止车辆在任何能见度条件下侵入跑道。

3.5.15.3 应提供一些具体的积极措施防止未经许可的车辆侵入活动区。

3.5.15.4 系统应为救援和消防车提供引导和控制，以确保它们能够在要求的反应时间内到达活动区内的任何地点。系统还应考虑到在活动区内执行诸如道面检查、驱鸟、除冰和扫雪等必要的任务的作业车辆。

3.5.15.5 仅仅允许在停机坪道路（包括受管制和不受管制的交叉路口）以及无活动和空停机位上活动的车辆不应受改进型地面活动引导及控制系统的控制。

3.5.15.6 应为所有车辆的驾驶员装备设施，以便知道自己的车辆靠近活动区。此外，还应为每辆受管制的车辆的驾驶员装备设施，使他们知道：

a) 活动区内的车辆的位置和方向；

b) 指定的行驶线路，特别是包含有滑行道和/或跑道的线路；

c) 活动区内的任何可能的危险接近的相对距离；

d) 任何正在使用的跑道的位置；

e) 跑道保险区和分级区以及升降带范围；

f) 助航临界/敏感区的范围。

3.5.15.7 在大多数情况下，可使用标准的灯光、标记和标志系统通报交通状况。

3.5.15.8 需要在活动区内行驶的所有车辆的驾驶员都应经过正式的培训，并应取得证明他们有资格驾驶和使用各自型号车辆或设备的许可证。这种培训应包括学习相关的机场的所有运行规章制度和熟悉用于车辆驾驶员的改进型地面活动引导及控制系统的相关知识，酌情包括如何使用无线电话设备。

3.5.15.9 应对需要在活动区内行驶的所有车辆的驾驶员进行身体检查，确保他们符合必须达到的体检要求，包括听力检查和彩色视觉检查。

3.5.16 停机坪管理/机场当局考虑

3.5.16.1 在使用改进型地面活动引导及控制系统的机场上，需要在活动区内行驶的所有车辆都应装备能够使用该系统的设备。但是，没有必要在仅用来在停机位上为航空器提供保障服务的车辆上安装这种设备，因为这些车辆只是在航空器停放妥当后才会接近停机位。给这些车辆安装这种设备也是不经济的。

3.5.16.2 活动区包括“有活动停机位”，但不包括“无活动停机位”。未被占用的停机位被称为“空停机位”，也不包含在活动区内。因此，停机位的状态可分为以下几种：

a) 有活动停机位——有发动机正在运转的驻止航空器，或有正在移动的航空器，或有航空器正在向其接近的停机位。在有航空器被向后推即被牵引时，该停机位也属于有活动停机位。在停机位处于有活动状态时，所有车辆都应避让开该停机位或只能保持在该停机位上一个指定的区域内；

b) 无活动停机位——停放有发动机没有开车的驻止航空器的停机位。此时，不属于单车控制的车辆可以离开指定的车行道和停放区，驶近航空器并对航空器实施勤务工作；

c) 空停机位——没有停放航空器，也没有航空器向其接近的停机位。该停机位可分配给进场航空器。在有航空器进入之前，车辆在该停机位上的活动不受限制。

3.5.16.3 要对活动区内的所有交通进行全面控制是不切实际的。在停机坪上，改进型地面活动引导及控制系统仅适用于机动中的航空器可能会与其他航空器或车辆发生危险接近的区域。因此，有必要将停机坪上车辆的活动限制在一个指定的区域内和线路上。还有必要使勤务保障车辆避开一个有活动停机位。可以通过用涂色线画出安全区域的方法，使车辆避开有活动停机位。也可以通过其他技术手段对有活动停机位进行保护。重要的是，任何新的解决方法都应该保持灵活性，让改进型地面活动引导及控制系统能够在航空器活动

时充分发挥作用，并允许勤务车辆在航空器停放后接近该停机位。

3.5.16.4 相关的管制当局通常有权改变每个停机位的状态，使其与其活动相适应。也可能需要使用不同颜色的彩色灯光信号来指示停机位的状态。

3.5.16.5 在允许航空器和车辆在极低能见度条件（小于 75 米跑道视距）下活动的机场上，除在停机位附近使用的常规的涂色标志线外，还需要使用具有恒定光强的（可选择的）灯光设备，以保证航空器和车辆的间隔距离。

3.5.16.6 在允许采用“看和被看”原则的足够良好的能见度条件下，可能没有必要严格执行通报和更新每个停机位的状态。然而，至少在低能见度下执行运行程序的机场上，可考虑将该程序持续应用于所有能见度条件。

3.5.16.7 供停机坪使用的改进型地面活动引导及控制系统功能应该与用于其他所有区域的该系统的功能相适应，以确保航空器和车辆能够安全有序地从停机坪向其他区域转移。

3.5.17 自动化

3.5.17.1 采用自动化是地面活动引导及控制系统和改进型地面活动引导及控制系统两者之间的一个主要区别。地面活动引导及控制系统将演化包括改进型地面活动引导及控制系统的一些功能要素，如控制、引导和线路分配等。改进后的自动化系统能够提供更安全、更有效的运行环境，但同时也意味着操作人员的工作环境更为复杂。

3.5.17.2 对任何自动化程序都应通过全面的验证过程，以确保所有运行要求都能得到满足。验证过程应涵盖所有环境和故障条件，包括向人工控制转换的能力。

3.5.18 人机接口（HMI）

3.5.18.1 尽管在国际民航组织关于人的因素的文件汇编中没有专门提及改进型地面活动引导及控制系统，但其内容适用于先进技术的研发、应用、管理和培训等各个阶段。

3.5.18.2 至少在可预见的未来，在正常的滑行运行中将仍然需要飞行员继续在没有外部操纵或控制设施的情况下对其航空器进行操纵。因此，应尽量完善改进型地面活动引导及控制系统供飞行员使用的引导和控制功能。此外，要最大限度地发挥操作人员在改进型地面活动引导及控制系统中的灵活性，人的因素同样非常重要。

3.5.18.3 基本限制条件和主要设计因素是飞行员、车辆驾驶员和系统操作人员判读改进型地面活动引导及控制系统的引导和控制信息和履行各自职责的能力。

3.5.18.4 驾驶舱内的工作包括视觉、声音和触觉等几个方面的操作顺序。在这几个方面，应注意兼顾这些动作，避免过于集中于任何某一个方面。如上所述，机组人员需保持对航空器的控制。在低能见度条件下飞行的困难会加大飞行员目视观察的工作负担，需要高度集中注意力。应注意任何一个因素都不能被使用到极限。

3.5.18.5 在上述 3.5.18.4 段中提及的原则对系统的操作人员的工作也同样适用。尽管在低能见度条件下直接观察受到局限，但这并不表示可以免除相关人员在这一方面的责任。将来，改进型地面活动引导及控制系统将不但要在低能见度条件下使用，而且会在所有天气条件下使用，以使机场能力能够得到最大程度的利用。至少，在能见度条件从低向高或从高向低过渡期间，实施目视观察仍是可能的，而且也是整个工作的一个必要部分。

3.5.18.6 空中交通管制始终应具有观察机场活动的能力。操作人员可以通过语音和音频投入来执行其他任务，包括观察任务。而键盘操作和信息显示需要高度集中视力和靠触觉完成的动作。先进的技术可能需要使用键盘和信息显示。但两者应该兼顾，不要顾此失彼，影响其他重要工作。

3.5.18.7 建议系统用户和操作人员应参与相关系统部件的早期设计，以确保系统的使用功能更为完善。这一点对系统的效率和效能十分重要。

3.5.19 接口

3.5.19.1 机场运行是整个空中交通管理（ATM）系统的一整体组成部分。机场能力应与周边空域系统处理空中交通的能力相适应。在改进型地面活动引导及控制系统和空中交通管理系统之间应做到信息交换不断线。

3.5.19.2 改进型地面活动引导及控制系统的使用者主要有三个方面的人员，即管制员、飞行员和车辆驾驶员。三个方面都需要能够与系统进行配合。此外，该系统也需要与其他系统配合。

3.5.19.3 系统与飞行员和车辆驾驶员的配合主要应以目视辅助设施和无线电话设备为基础，同时应具备将来在航空器上加装显示器和空地数据链路的可能性。

3.5.19.4 改进型地面活动引导及控制系统需要从其他系统提供的信息包括（但不限于）以下内容：

a) 跑道位置；

b) 进场/离场顺序；

c) 航空器型号；

d) 航空器识别；

e) 预计到达时间（ETA）和预计起飞时间（ETD）；

f) 停机位分配（如果由另一系统进行的话）；

g) 气象数据；

h) 紧急情况；

i) 优先等级；

j) 航班起降时刻分配；

k) 基础设施限制（例如维护和航空器除冰等）。

3.5.19.5 需要改进型地面活动引导及控制系统向其他系统发送的信息包括（但不限于）以下内容：

a) 实际到达/离场时间；

b) 使机场实际能力能够受到监控的数据；

c) 可用的机场设备、勤务和程序；

d) 航空地面灯状况；

e) 地面活动紧急情况；

f) 停机位实时分配；

g) 预计提前到达停机位；

h) 中断起飞状况。

3.5.19.6 应该研究对运行产生影响的所有通信数据进行自动记录的需要。

3.6 系统要求

3.6.1 精确度

3.6.1.1 “精确度”一词一般用来描述真实的位置和速度与预计的位置和速度之间的符合程度。

3.6.1.2 改进型地面活动引导及控制系统的精确度要求将取决于以下几个因素：

a) 机场类型；

b) 改进型地面活动引导及控制系统设计的功能复杂性；

c) 对自动化的依赖程度。

3.6.1.3 改进型地面活动引导及控制系统的精确度要求的真值应由对具体机场所做的安全性评估确定。

3.6.2 完整性

3.6.2.1 “完整性”与对改进型地面活动引导及控制系统提供的信息的正确性的信任程度相关。完整性包括当改进型地面活动引导及控制系统不应使用时，它向用户提供及时和有效告警的能力。

3.6.2.2 在出现任何故障时，应发出适当的告警，包括故障对系统运作的重要影响。

3.6.2.3 应对完整性水平进行安全性评估，评估直接关系到安全目标水平。其他完整性要求包括：

a) 完整性风险的确定 —— 应该确定在一个给定间隔时间内发生无法探测的故障或事件的概率；

b) 错误识别 —— 应使用一种错误探测程序来保证所需的完整性水平；

c) 错误分类 —— 应对每个探测到的错误进行分析，并应在规定的时间内采取一个错误纠正或错误处理方法；

d) 错误处理 —— 应规定在报告故障之前允许在给定的时间内进行多少次尝试或再试来完成一项无错误功能作业或处理工作。

e) 数据的完整性和有效性 —— 应对改进型地面活动引导及控制系统中潜在的数据的完整性进行连续不断的检查。这些数据包括具有规定寿命周期的数据和包含在数据库中的数据。

f) 信息错误 —— 应防止发布危险或具有误导性的信息。

3.6.2.4 应确保只有得到授权的人员才可利用改进型地面活动引导及控制系统和执行某些功能（如系统配置等）的能力。服务供应商应确保改进型地面活动引导及控制系统的完整性水平可对付非法、意外或其他非授权利用造成的危害。应有适当程序来探测非法利用和这种行为所造成的后果。

3.6.3 可用性

3.6.3.1 在系统发生给改进型地面活动引导及控制系统的使用带来长期影响的故障的情况下，应采取适当的措施（例如，发布航行通告）将系统状态通报所有用户。

3.6.3.2 改进型地面活动引导及控制系统是机场运行的一个整体组成部分，也是空中交通管理系统的一个重要组成部分。因此，该系统所需要的可用性水平应与机场的其他系统或空中交通管理系统的可用性相当或更好。

3.6.3.3 在实施必要维护时，改进型地面活动引导及控制系统所有功能的可用性不应该同时受到影响。故障容许度和可维护性应达到最大化，以保证降低能力的改进型地面活动引导及控制系统，仍然能够提供安全有效的服务。

3.6.3.4 当改进型地面活动引导及控制系统的设计使其一项或多项功能依赖机载设备时，系统必须具有安全地操纵机载设备发生故障的航空器的能力。

3.6.3.5 单个机场的运行需要包括：

a) 可以实施起飞和着陆的天气条件；

b) 改进常规地面活动引导及控制系统无法实现的监视、线路选择、引导或控制能力的需要；

c) 任何天气条件下的任何安全方面；

d) 功能间相互关系的考虑；

e) 目标功能与替代功能间相互关系的考虑。

3.6.4 连续性

3.6.4.1 “连续性”指的是改进型地面活动引导及控制系统在计划运行期间，不发生意外中断，连续执行所需功能的能力。

3.6.4.2 根据系统性能和安全要求，改进型地面活动引导及控制系统的设计应能够保证在执行重要功能或服务时的中断概率不超过可接受的限度。

3.6.5 可靠性

3.6.5.1 改进型地面活动引导及控制系统的所需完整性和系统的可靠性之间存在着密切的联系。为了获得具有高度可靠性及完整性的系统，有时需要两个或三个

相同的部件，从而增大了成本和复杂性。此外，在某些点上通常会有一个故障转移机构，作为一个共模故障点，它可能损害可靠性。经常会在部件的重要性和功能性之间寻求折衷。

3.6.5.2　要考虑的可靠性的重要因素有：

a)　一个系统部件的功能性的重要程度；

b)　探测一故障的方法；

c)　所有重要故障都会被探测出来；

d)　一故障是如何对系统功能性产生影响的；

e)　如何对一故障进行控制和处理；

f)　如何向用户通报故障。

第 4 章

性能要求

4.1 系统要求

4.1.1 概述

4.1.1.1 在将改进型地面活动引导及控制系统投入使用之前，应对系统性能和功能要求进行验证，以确保各项设计技术规范或要求都已经得到满足。

安全

4.1.1.2 改进型地面活动引导及控制系统涉及到地面上航空器的目标安全水平 (TLS) 应为 1×10^{-8}/运行的相撞概率。

4.1.1.3 预计功能风险为：

a) 引导：3×10^{-9}/运行；

b) 监视：3×10^{-9}/运行；

c) 控制：3×10^{-9}/运行；

d) 线路选择：1×10^{-9}/运行。

覆盖范围

4.1.1.4 改进型地面活动引导及控制系统至少应能覆盖机场的活动区，以及在进场航空器能够被纳入改进型地面活动引导及控制系统运行的距离范围内的向每条跑道进近的航空器。

能力

4.1.1.5 改进型地面活动引导及控制系统应具有在任何时候对活动区内的所有航空器和车辆进行处理的能力。

4.1.1.6 应该在机场假设的高峰交通量的基础上，确定机动区内的最大航空器数量。改进型地面活动引导及控制系统的能力应足以适应不断增加的机场能力的需要，并应对其进行定期检查，以确保其足以处理当前的交通量。

速度

4.1.1.7 改进型地面活动引导及控制系统应能够以足够的精确度处理在其覆盖范围内使用的所有航空器和车辆速度。

4.1.1.8 改进型地面活动引导及控制系统应能够处理以下速度，确定的精确度误差在±2 千米/小时 (1 海里/小时) 以内：

a) 在直线滑行道上的航空器：0~93 千米/小时 (0~50 海里/小时) ；

b) 在滑行道弯道上的航空器：0~36 千米/小时 (0~20 海里/小时) ；

c) 在跑道出口的航空器：0~150 千米/小时 (0~80 海里/小时) ；

d) 最后进近和复飞的以及在跑道上的航空器：0~460 千米/小时 (0~250 海里/小时) ；

e) 在活动区内的车辆：0~150 千米/小时 (0~80 海里/小时) ；

f) 在停机位和停机位滑行带上的航空器和车辆：0~20 千米/小时 (0~10 海里/小时) 。

4.1.1.9 对于所有在上述速度范围内移动的航空器和车辆，改进型地面活动引导及控制系统都应能够根据而不降低控制和线路选择功能实施监视和引导。这一点

与目视辅助设施和与人相关的功能的转换有着特别密切的关系。

4.1.1.10 改进型地面活动引导及控制系统应以磁航向确定每架航空器和每台车辆的运动方向，误差应在±1°范围内。

4.2 监视要求

注：预计需要一种以上的监视传感器才能满足监视要求。

4.2.1 监视功能应能够探测航空器、车辆和障碍物。应采用适当的方法，把诸如信号反射和阴影在内的负面影响降低到最低程度。

4.2.2 需要在航空器和车辆上设定一个基准点，使改进型地面活动引导及控制系统能够确定它们的位置。尽管这一要求适用于监视功能，但它主要用于控制和引导功能。

4.2.3 一航空器、车辆或障碍物在地面的实际位置应该确定在 7.5 米的半径范围内。在改进型地面活动引导及控制系统用来确定一架飞行中的航空器的位置时，其高度误差应在±10 米范围内。

4.2.4 航空器和车辆的位置和识别数据至少应每秒钟更新一次。

4.2.5 航空器和车辆的监视位置数据的等待时间和验证不应超过 1 秒。航空器和车辆的识别数据的等待时间和验证不应超过 3 秒。

4.3 线路选择要求

4.3.1 在设计线路选择功能时，应使用表 4-1 中列出的要求。

4.3.2 处理一条初始线路所需的时间不应超过 10 秒。在航空器或车辆运动中实施的线路变更再处理的时间不应超过 1 秒。

4.3.3 在处理最佳化线路时，滑行距离的长度的计算结果误差应在 10 米以内，计算所需时间应短于 1 秒。

4.4 引导要求

4.4.1 对经过验证已经提供了正确的线路或信息作出的开始引导的总响应时间不应超过 2 秒钟。

4.4.2 复原时间最多为 0.5 秒。

4.5 控制要求

4.5.1 告警探测概率 (PDA) 应该高于 99.9%。而错误告警概率 (PFA) 应低于 10^3。

4.5.2 任何控制功能的响应时间都应该小于 0.5 秒。

4.5.3 纵向间隔距离 (见图 3-2) 应以以下典型数值为基础：

a) Va = 55 千米/小时 (30 海里/小时) ；

b) Vb = 55 千米/小时 (30 海里/小时)；

表 4-1 线路选择最大故障率要求

能见度条件	要求（每小时故障）
1	1.5E-03
2	1.5E-04
3	3.0E-06
4	1.5E-06

c) Aa = 1~2 米/秒 ^{2}（取决于航空器的重量、摩擦系数等）；

d) Ab = 1~2 米/秒 ^{2}（取决于航空器的重量、摩擦系数等）；

e) Pir = 1 秒；

f) Cor = 1 秒；

g) Syr = 2 秒；

h) Sar = 1 秒。

4.5.4　在使用上述数据计算的基础上，可以得出以下结论：

a) 55 千米/小时（30 海里/小时）的设计滑行速度是可行的；

b) 要获得下面规定的最小间隔距离，需要将航空器的前后纵向间隔距离 (St) 大约保持为 200 米；

c) 在航空器已经停止时，系统能够提供一个大约为 60~15 米的最小纵向间隔距离 (Ss + Lj) 。较小的数值适用于等待位置。

第 5 章

执行问题

5.1 引言

下文概括一些在设计和使用改进型地面活动引导及控制系统之前或过程中可以采取的步骤，特别考虑到如何确保改进型地面活动引导及控制系统能够满足机场的各项要求和为机场的安全和/或能力问题提出解决办法。

5.2 能力分配

5.2.1 概述

5.2.1.1 应确保系统始终具有足够的能力来适应机场交通需求，同时保持一个预定的能力余量，即确保一个正确的能力 / 需求平衡 (CDB) 。

5.2.1.2 当需求量降低到小于能力时，能力/需求平衡 (CBD) 也应被用来提醒相关人员和部门，以便能够采取适当的措施，节约资源。

5.2.2 能力管理

应考虑以下几种不同的能力：

a) 理论能力 —— 为现有设施 (布局、系统等) 计算的能力，包括：

   1) 停机坪能力 —— 可停放航空器的最大数量 (有机型指示) ；

   2) 滑行道能力 —— 可同时在滑行道上活动的航空器的最大数量；

   3) 跑道能力 —— 每小时内可在跑道上活动的航空器的最大数量；

   4) 进近能力 —— 机场管制员和进近管制员之间交接的航空器的最大数量。

应使用设计和运行数值对上述每种能力进行计算，它以预定的时间单位表示出来。

b) 降级的能力 —— 由理论能力得出降级后的机场能力，它受到各种设施限制 (故障、维护、天气条件、当地法规等) 的影响而降低。应在考虑到以下几个因素的基础上，计算出不同的数值：

   1) 长期 —— 与存储的飞行计划进场和离场有关的活动；

   2) 短期 —— 与途中进场或离场前的航空器有关的活动；

   3) 实时 —— 与航空器在机场上和机场附近的实际活动有关的活动。

5.2.3 需求管理

5.2.3.1 就能力而言，需求应分配给不同的机场区域（停机坪、滑行道和跑道），同时考虑到进场、离场和停放的航空器。

5.2.3.2 为了获得整个时间范围内的不同的需求值，系统不仅要考虑飞行计划和机组人员或航空公司的要求，而且还应考虑到一些临时限制情况，以及预想不到的高峰交通量和由于其他机场的限制而出现的预料之外的航空器进场。

5.2.4 需求和能力平衡机制

5.2.4.1 凡能力和需求比接近 1 时就会出现问题。

5.2.4.2 在执行阶段必须为系统确定一个预定的余量值。余量值反映对需求和能力评估的不确定性。在运行过程中，应根据经验对此余量值进行修改。

5.2.4.3 预料问题可用的时间是决定采取什么行动的一个关键因素。预测提前的时间越长，采取措施的选择余地越大。

5.2.4.4 根据时间范围的大小，即从实际执行开始前几个月的时间，便可以采取不同的行动对需求或能力进行修改。下面是几种可能采取的行动：

a) 长期：

1) 增大关键 (瓶颈) 资源的能力；和/或

2) 通过修改存储的飞行计划来减小资源需求 (仅在确认没有其他选择后，方可采用) ；

b) 中期；

1) 修改途中、进场或离场航空器的飞行计划；和/或

2) 将到达航空器分流到其他机场（仅在确认没有其他选择后，方可采用）；

c) 实时：

1) 为离场航空器重新分配起降时刻。

5.3 成本/效益评估

5.3.1 概述

5.3.1.1 使用成本/效益分析方法帮助决策者确定系统研发和支持改进型地面活动引导及控制系统的设备和服务配置利用的最佳备选方案。尽管机场地面活动的复杂性随着能见度的降低而增大，但效益的增长可能与能见度没有直接关系。例如，如果起飞延误的信息共享可提高空中交通管理的效率，这种效益能够在各种能见度条件下实现。开发使用改进型地面活动引导及控制系统的机场在进行成本/效益分析时应考虑能见度条件，但能见度条件不是惟一的因素。

5.3.1.2 风险分析能够衡量出通过程序改变或技术升级带来的预期的改善结果。风险分析得出一个事件（即跑道侵入、地面相撞等）发生的概率。为机场提出的改进方案应表明能够降低这种风险。

5.3.1.3 可以使用以成本规避、航空器损失、人员伤亡、机场服务中断、成本调查等形式表示的效益将风险的降低变成一个量化值。然而，由于地面事故发生概率很小，这些成本规避带来的节约效果可能只是“软”节约，也就是说，这些节约可能能实现，也可能不能实现。

5.3.1.4 可以确定与效率相关的可量化效益，并可根据这些效益对改进进行评估。在程序改变或技术改进后可对预计的节约效果进行衡量。机场使用者可以通过缩短延误时间、滑进和滑出时间、航空器在登机门处的周转时间、改进的航空器服务工作、提高机场运力 (以每小时吞吐量表示) ，或减低运营成本等来验证预期的节约效果。效率效益随着每次运营而增加，但安全效益可能仍看不到。关于安全效益，尽管风险可以降低，但不能确保不发生任何事故。

5.3.1.5 实施成本/效益分析的方法可因不同国家和机场的标准经济管理模式而异。评估应该为改进方法以满足需求提供基础。在有了基本原则、假设和数据的前提下，可使用不同于所提议的评估方法的成本/效益分析评估方法。这将使机场使用者和其他用户采用他们自己的方法判定其运营效益。

5.3.2 成本/效益准则

经营者的主要效益与改进运营效率有关。机场和空中交通管制效益包括安全和效率两个方面。安全效益和效率效益应分开进行分析，以便于决策。实施成本/效益分析的准则包括以下各点：

- 确定并提供将能力尽可能提高到最大程度的措施。这将使机场用户可确定能力的增强是否需要改进航空器装备；
- 考虑由于与航班改航和取消相关的成本规避 (包括将旅客运送到其最终目的地的成本) 而

可能发生的效益；

- 确定滑行时间的小时成本。它可能与在成本/效益分析中使用的传统的小时取轮挡时间成本有所不同。滑行时间成本更多的是代表地面运行成本。

- 考虑由改进指挥和控制而不仅仅是由空中交通管理改进可能带来的效益。共享监视信息可为机场经营人和机场服务供应商带来指挥和控制效益。

- 使用机场交通量增长预报或全国交通量增长预报来预测未来的需求。

- 在 1 级至 4 级能见度条件下的计划运行小时内使用历史气象数据。

- 在条件许可时，应进行增值分析，以便只确定一项新的措施的附加效益，即扣除任何原先效益之后的净效益。任何改进型地面活动引导及控制系统都应采用模块方式来增加系统能力，以提高服务水平。成本/效益分析也应采用模块形式，以便获得增值改进效果。

- 使用当前和预测的成本，并使用寿命周期成本来确定总成本。寿命周期成本估算包括研究、工程以及开发、采购、运行、停止使用和清理成本。在一个备选方案或项目需要使用用户设备时，这些成本也必须包括进去。应考虑非经常成本，也应考虑经常成本。应为每个主要成本要素说明成本数据来源。

- 应解释清楚计算成本和效益值的方法，包括现值计算、效益的比例分配、成本和效益的年度分配，以及实现效益或发生成本的时间。

- 改进型地面活动引导及控制系统中的某一组件可能具有支持地面活动以外的其他工作的价值。因此，分析时应确定有多大部分的效益和成本属于地面运行。

- 以前采购的系统已经在其价值的基础上得到了验证。继续使用诸如现用的地面活动雷达等现有系统的成本不应计入改进型地面活动引导及控制系统的成本，除非需要一性能改进的新雷达。在这种情况，替换系统应被视作为成本/效益分析的一个模件。

- 应考虑与人员无关的成本的规避，这可包括维护节约费用、减少通信的成本、租赁、租金、公共事业费、以及延迟或取消资本投资的需求等。

- 应明确二级用户效益。改进型地面活动引导及控制系统提供的是信息产品。无论是改进的地面监视信息、调度信息、还是登机门分配信息等，这些信息对服务供应商而言都具有超出空中交通管制、机场用户和机场经营人以外的价值。

- 在平衡成本和效益时，应考虑到系统性能的权衡抉择。有时，通过技术和程序的权衡比较，可使改进型地面活动引导及控制系统达到目标要求。好的成本/效益分析应考虑到一个想像的系统中的每一备选方案和确定的模件。应对这些权衡抉择进行明确界定，以便其他审核分析结论的人和决策者能够考虑到这些权衡抉择。

5.3.3　确定效益

5.3.3.1 效益是在现有基线能力的基础上实现的改进。在本手册中提出的运行要求上，再加上本地的、现场具体用户和机场的要求。将现有的基线运行能力与那些为改进型地面活动引导及控制系统确定的新的运行要求进行比较。确定谁将获得哪些效益。这种效益分配将有助于对效益和成本进行量化。这种分配还将有助于确定在分析时使用的假设条件。

5.3.3.2 表 5-1 对效益进行了详细的划分。必要时，每个机场应对该表进行修改。

表 5-1 效益分类

服务供应商效益		
空中交通管理服务供应商	• 管制员生产率 • 维护生产率 • 租赁通信节约 • 租金、公共事业费、其他费用节约 • 责任成本节约 • 未来资本费用规避	
其他空中导航服务供应商	• 生产率 • 维护生产率 • 租赁通信节约 • 租金、公共事业费、其他费用节约 • 责任成本节约 • 未来资本费用规避 • 为用户的服务成本降低	
机场服务供应商	• 能力（每小时运行能力）提高 • 运行生产率 • 维护生产率 • 旅客吞吐量提高 • 救援响应时间缩短 • 跑道不能使用的时间缩短	
用户效益		
延误节约	航空承运人	• 航空器运行成本节约 • 改航避免 • 航班取消量减少
	短程航空和空中出租飞机	• 航空器运行成本节约 • 改航避免 • 航班取消量减少
	通用航空	• 航空器运行成本节约
	军用航空	• 航空器运行成本节约 • 提高全天候能力

用户效益		
安全	• 死亡事故避免 • 致伤事故避免 • 航空器损毁事故避免 • 航空器损坏事故避免 • 地面车辆损坏事故避免	
效率	航空承运人	• 航空器运行成本节约 • 周转时间缩短 • 人事节约 • 维护费用节约 • 资本投资费用避免
	短程航空和空中出租飞机	• 航空器运行成本节约 • 周转时间缩短 • 人事节约 • 培训节约 • 维护费用节约 • 资本投资费用避免
	通用航空	• 航空器运行成本节约 • 周转时间缩短
	军用航空	• 航空器运行成本节约 • 周转时间缩短 • 人事节约 • 维护费用节约 • 资本投资费用避免
信息用户效率	• 指挥和控制能力增强 • 服务水平提高 • 人事节约 • 培训节约 • 维护费用节约 • 周转时间缩短 • 旅客/货物的吞吐量增大	

5.3.3.3 表 5-2 中列出了改进型地面活动引导及控制系统提供信息的潜在用户。根据该表可明确分辨主要用户和次要信息用户。有些机场当局可能会对改进型地面活动引导及控制系统提供的信息的使用加以限制。

5.3.4 成本的确定

5.3.4.1 应将成本界定为寿命周期成本。在过去，空中交通管制系统的预计寿命周期被确定为 20 年。由于采用了经过改进、成本效益高的自动化设备以及依赖于商业产品，这种趋势正在改变。一个空中交通管制硬件的寿命为 5~10 年变得更为常见。商业航空公司期望航空器制造商安装的设备寿命周期能够达到 20 年。而航空公司自己安装的航空电子设备的寿命约为 5~7 年，航空电子设备的成本回收时间一般为 3~5 年。

表 5-2 信息用户

用户	航站监视	地面监视	飞行计划数据	到达数据列表
空中交通管制	×	×	×	
停机坪管理	×	×	×	
运行 (航空公司)	×	×	×	×
运行 (机场)	×	×	×	×
机场维护		×	×	×
扫雪队	×	×	×	×
救援和消防		×		
噪声监控	×			
财务 (着陆费)				×
飞行信息显示系统			×	×
地面运输			×	×
行李装卸			×	×
加油			×	×
配餐			×	×
海关和移民			×	×
住宿设施			×	×

注 1: 航站监视能够报告航站区内的所有航空器的位置和时间。

注 2: 地面监视报告机场机动区内的所有航空器和车辆的位置。如果监视覆盖面积扩大到停机坪区域，地面监视的能力将增加控制功能。

注 3: 飞行计划数据提供离场信息与登机门/停机位识别。

注 4: 到达数据列表包含预计着陆时间和登机门/停机位达到时间，以及登机门识别信息。

5.3.4.2 表 5-3 列出了用户成本分类。地面设备的项目成本分类在表 5-4 中列出。这些成本表列举了一些成本潜在源实例。每一改进型地面活动引导及控制系统都有不同的成本源。主要目的是在成本分析的早期阶段列出一个适用的成本源清单。和在效益分析中一样，要求所有相关的服务供应商和用户尽早参与进来是十分重要的。

5.3.4.3 另一个经济效益评价标准是净现值 ——预期的净效益的贴现值 (即效益减掉成本) 。为了计算净现值，效益和成本流量应按一个特定的比率打折扣。各个国家的折扣率各有不同。各个用户采用的折扣率也不尽相同。

5.3.5　建议的成本/效益分析和报告的要点

建议的成本/效益分析和报告的要点包括：

- 关于目标、成本、调查确定的备选方案、方法、以及评估的效益和成本的概述；
- 对可供将来使用的有助于确定任何先前的成本/效益研究能力和应用的缺点的任何历史数据的探讨；
- 对当前基线、现有系统的缺点和建议用来克服这些缺点的解决方案的说明；

表 5-3　用户成本分类

用户	成本源
采购	• 硬件 • 固件 • 软件 • 安装 • 机会（不使用）成本 • 工程 • 整合 • 测试和验证 • 培训开发 • 管理 • 筹资成本
运行	• 劳动力 • 培训 • 租赁通信 • 设施 • 公共事业
维护	• 不使用成本 • 劳动力 • 培训 • 备件 • 后勤 • 测试设备 • 维护管理
信息用户	• 租赁通信 • 硬件 • 软件 • 培训 • 系统维护 • 公共事业

表 5-4 地面设备项目成本分类

服务供应商	成本源
项目管理	• 管理工作 • 财务管理 • 规划和时间安排 • 合同管理 • 数据管理
系统工程	• 工程管理 • 接口管理 • 配置管理 • 质量保证 • 生产管理 • 过渡管理 • 技术监控 • 运行要求 • 系统设计
生产前	• 概念验证 • 原型开发 • 部署成本
主任务设备	• 硬件 • 固件 • 软件 • 整合 • 生产/组装
测试	• 测试计划 • 开发性测试与评价 • 工作测试和评价
数据	• 技术手册 • 工程数据 • 数据保管 • 其他文件
培训	• 培训要求分析 • 培训手册 • 管理 • 课程开发 • 授课
整合后勤保障	• 后勤管理 • 保障设备 • 零备件 • 仓储 • 设施要求
场地使用	• 场地征购 • 场地勘察 • 环境评估 • 场地准备 • 场地设备安装和检查

服务供应商	成本源
运行保障	• 承包人维护 • 直接工作维护 • 供应保障 • 保障设备 • 培训及培训保障 • 租赁通信 • 设施 • 公共事业 • 定期检查和/或鉴定
处置	• 处置管理 • 拆除/停止使用 • 毁坏 • 环境审计 • 危险废物管理 • 设施建设或改造 • 场地恢复 • 残余价值回收

- 能够满足任务需要的技术和程序备选方案、每一备选方案的特点以及每一备选方案能否满足任务的全部或部分要求；
- 对确定成本和效益时使用的每种基本规则和假设条件的描述，包括用来折扣价值的各种因素；
- 对用来估算效益和成本的方法、所使用公式和参考的数据来源的描述；
- 根据所使用基本准则和假设条件对寿命周期成本进行的评估。应使用参数法、卖方报价表和类比法来估算寿命周期成本和推算整个寿命周期内的成本；
- 对已确定的、以模块方式表示的效益的描述，以便能够理解增量效益；
- 对每一备选方案的效益和成本进行的比较，并以最大效益和最低成本原则进行排列；
- 由概率分析确定的效益和成本信息的可信赖程度。还应对改变关键假定值会产生什么影响进行测试。

5.4　评估具体系统是否能够满足改进型地面活动引导及控制系统要求的通用方法

5.4.1　引言

5.4.1.1　最好使用一种标准的评估方法来评估具体的技术，以便使每项被评估的技术都能有一个基准。评估工作是一个不断反复的过程，它应该在包括当局、服务供应商、经营人和生产厂家在内的参与各方相互之间的密切合作下进行。

5.4.1.2 应通过可行性评估来验证各种技术和系统应用的可行性，可行性评估确定一种被选用的技术是否满足要求。可行性评估可包括各种不同的技术，比如理论分析、模拟或仅仅是数据收集等。

5.4.1.3 如果采用标准方法进行评估，记录的评估结果可作为认证工作的一个依据，以及作为系统或部分系统的性能和运行要求的证据。

5.4.2 通用技术评估方法

5.4.2.1 图 5-1 说明了评估过程的信息流程。重要的第一步包括确定拟评估的技术、该技术的具体结构以及该技术在改进型地面活动引导及控制系统中要起的作用（例如，引导功能等）。在评估过程中，如果不能满足某些要求，则这种结构可能会发生改变。在发生变化时，将修改的结构全部记录在案，并从头重新开始实施评估过程是很重要的。

5.4.2.2 在记录拟评估的改进型地面活动引导及控制系统的技术、结构和作用时，表格形式可能有助于支持文字说明。

5.4.3 通用评估参数

改进型地面活动引导及控制系统的运行和性能要求应细化为量化的性能参数和定性的设计准则。在可能时，每项性能参数都有一个相关的度量标准。结果获得的通用矩阵将被用来为评估改进型地面活动引导及控制系统中拟采用的技术提供一个基础。

5.5 安全性评估

5.5.1 引言

5.5.1.1 在改进型地面活动引导及控制系统宣布投入使用之前，应对其进行安全性评估，以便了解该系统的应用对安全的影响，以及系统的部件发生故障时对安全的影响。对安全性评估进行适当的记录，记录形式应便于以后在系统改装时实施更新。记录应明确指出评估所针对的安全目标，并说明该目标是否已经达到。

5.5.1.2 安全性评估的目标不仅仅意味着要使当局确信系统的安全性，而且要明确指出诸如培训和控制等安全要依赖的一些方面，以便能够保持所需的安全水平。

5.5.2 系统说明

为了进行安全性评估，需要对整个系统进行描述。描述要从拟评估的系统开始。该说明应包括：

a) 系统的预期功能，包括其工作方式；

b) 系统性能参数及其许可极限（例如，哪些因素构成一个故障）；

c) 系统的功能和物理极限及其组成部分；

d) 系统需要承受的环境条件；

e) 与其他系统和操作人员（管制员、飞行员和车辆驾驶员）的接口；

f) 系统的功能方框图及其接口。

5.5.3 危险性分析

5.5.3.1 危险性分析应该指出哪些因素构成系统的一个故障条件。危险性分析的重点应放在系统的功能和脆弱性上，包括：

a) 改进型地面活动引导及控制系统或其一部分的一个故障后果对规定的性能极限范围内的功能的影响；

b) 系统的其他可能的故障的后果以及其对其他系统的影响；

c) 其他系统的故障对改进型地面活动引导及控制系统的影响；

d) 对可能的共模或级联故障的识别（例如，导致若干航空器失去其引导的引导系统的一个故障）；

e) 由操作人员识别可能的错误源。

5.5.3.2 危险性分析的结果可能明确地表明系统（或系统的一个部分）需要重新设计。

5.5.4 故障模式分析

需要对系统总体进行故障分析，以证实系统满足运行要求。

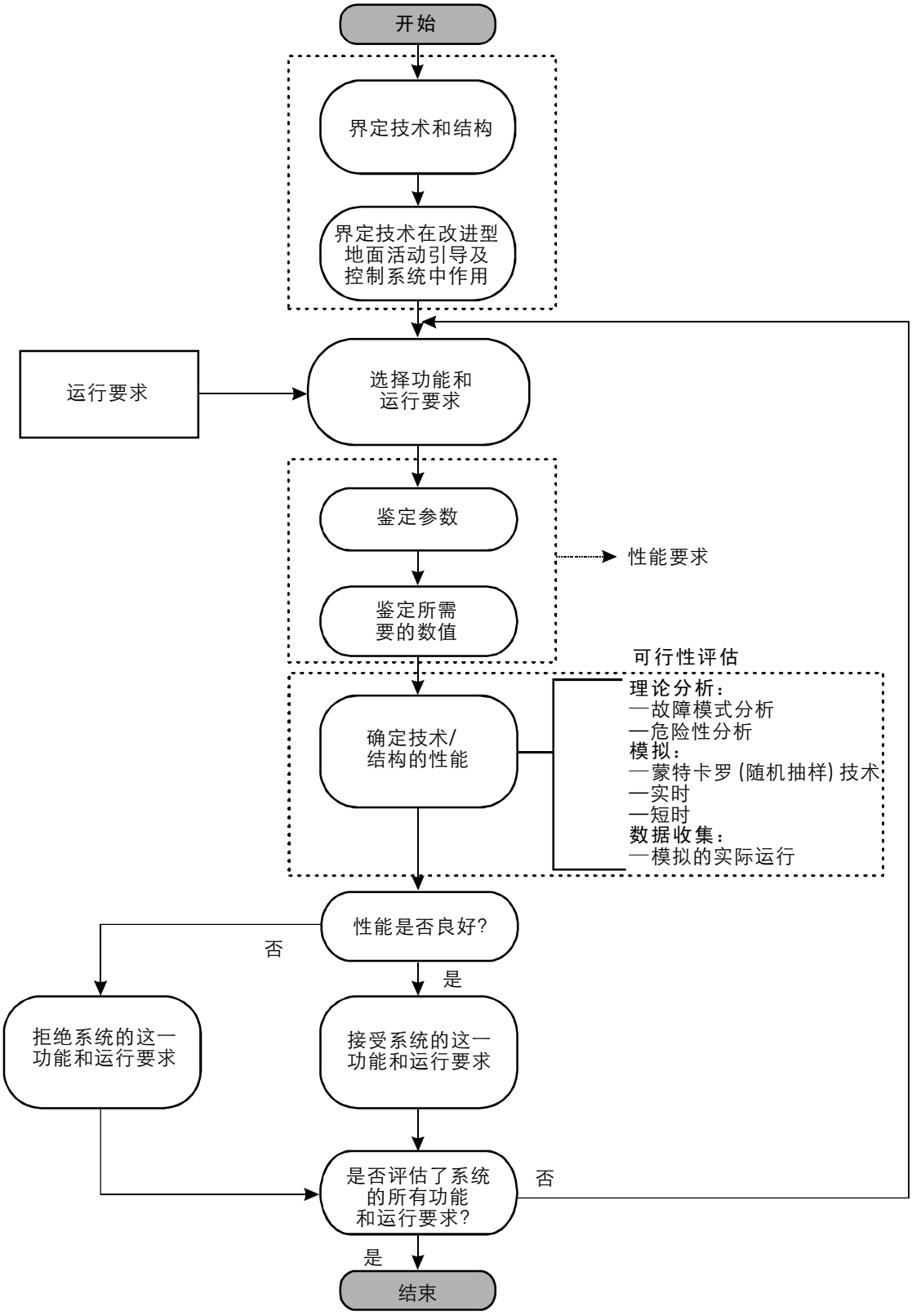


图 5-1　通用技术评估法流程图

5.5.5 风险分布

为了确保对系统的总体安全性有一个适当的评价，有必要指明改进型地面活动引导及控制系统的每个组成部分的故障概率。

5.5.6 安全性评估方法实例

5.5.6.1 对为改进型地面活动引导及控制系统使用的每个程序都应进行一般性安全或风险评估。然而，当在机场上执行这些程序时，应需要进行现场特定风险评估，以确保完全考虑到了当地的所有安全问题。下面介绍这样一种风险评估的实施方法。

5.5.6.2 风险评估应在改变一个现用程序或采用一个新程序、一套新系统或一种新类型设备之前进行。风险评估应评估所有功能和系统，以及给它们安全性带来的改变。采用新系统带来的任何风险都必须符合为该程序、系统或设备确定的安全水平的要求。所采用的方法和实施结果都应完全记录在案，而且最好由服务供应商将其呈报给安全管理部门审核批准。

5.5.6.3 一个功能的任何故障的风险水平可从最大允许发生率得出并与之相关联。最后一步是要确定需要适用于这些程序或系统的规格、设计和测试的工具或方法，以提供必要的安全保障。

5.5.6.4 容许有一定的风险并不意味这种风险可被视为微不足道或可被忽略不计，而是说需要对其进行监控，并在可能的情况下减小这种风险。

风险评估过程

5.5.6.5 通用风险评估过程如下：

a) 查明可能出现的安全危害，包括任何相关程序、系统或设备的故障；

b) 按照发生概率和对航空器的影响的严重程度对查明的安全危害风险进行分类；

c) 评估查明的安全危害风险是否在容许范围内；

d) 如果风险程度超出了容许范围，则应采取降低风险的措施。

5.5.6.6 应将风险评估过程中所用的方法和结果都写入报告。报告中还应对新系统、程序或更改进行说明。对于被确定的每一重要的风险，应提供这种风险可容许度的基本理由或“论据”以及所采取的任何减轻风险措施的详细描述。报告还应对概述监控和管理安全的管理程序。应将报告呈报安全主管部门审核/批准。

风险分类

5.5.6.7 为了确保风险评估的有效性，对事件发生的概率和严重程度必须有一整套适当统一的定义。

5.5.6.8 许多与安全相关的行业都已经在使用一种风险分类模型。在表 5-5 和表 5-6 中分别列出了某些国家采用的事件发生概率的定义和安全严重程度种类。在征得安全主管部门的同意后，也可以使用其他风险分类模型。

注 1: 某些风险取决于航空器处于风险状态下的飞行小时数 (每飞行小时) ，而一次飞行持续的时间对风险具有影响。因此，使用了“每小时”这一词语。对于机场运行而言，通常用“每次运行”更为合适，因为系统功能性通常并不随时间而变化。

注 2: 事件发生的概率既可以数量界定，也可以质量界定。在某些应用中，数值分析可能不切实际，例如，一个人的失误率就不能有把握地以数字形式来表示。另外，定性评估对分类为轻微或重大的事件可能就足够了。

风险可容许性矩阵

5.5.6.9 风险可容许性矩阵界定任何具体的影响或事件所允许的最大发生概率。表 5-7 中列出了一个实例。

注 1: 在认证时通常不把轻微影响考虑进去，但从商业或运行角度而言，轻微影响也是不能接受的。

注 2: 表 5-7 中列出了可以应用的最低安全性能标准。

表 5-5 事件发生概率定义

事件发生概率分类	极不可能	极少	很少	可能
数量定义	< 10^{-9}/飞行小时	10^{-7}~10^{-9}/飞行小时	10^{-5}~10^{-7}/飞行小时	1~10^{-5}/飞行小时
质量定义	在整个机队运行寿命期间几乎不应该发生	当考虑几个同类系统时不太可能发生，但必须认为有发生的可能性	在每一系统的整个运行寿命期间不太可能发生，但在考虑几个同类系统时，可能会发生几次	在运行寿命期间可能发生一次或多次

表 5-6 安全危急程度分类

类别	灾难性的	危险的	重大的	轻微的
产生下列一种或多种影响	• 航空器损毁 • 多人死亡	• 安全裕度大幅度降低 • 有身体压力或工作量过大，以至于不能依赖机组人员准确或全面地完成他们的任务 • 乘员中有少量人受重伤或死亡	• 安全裕度明显降低 • 由于工作量增大或由于影响其效率的条件，导致机组人员应对不利的运行条件的能力降低 • 乘员受伤	• 麻烦 • 工作受到限制 • 应急程序

5.6 认证

5.6.1 所有构成改进型地面活动引导及控制系统主要组成部分的地面设备都必须通过使用认证，并定期接受检查或审查。机场经营人应具有为确保改进型地面活动引导及控制系统的性能所必需的地面设备建立的合格维护程序。

5.6.2 机载设备认证应包括在航空器认证程序范围内。

5.6.3 改进型地面活动引导及控制系统使用的所有软件都应通过标准的软件认证程序进行核证。

5.6.4 改进型地面活动引导及控制系统的任何新应用或变动，都应经管理部门评估，以确保系统符合各项运行要求。评估后应发给正式的批准书。可写明增加的运行使用要求或限制。

5.6.5 机场经营人和空中交通管制服务供应商负责其管辖范围内的人员培训和设备维护程序。在认证过程中，他们应能够证明他们能够执行确保改进型地面活动引导及控制系统正常运作所需的所有任务。

5.6.6 改进型地面活动引导及控制系统的生产厂家负责适当编制系统概念和设计的文件。此外，还应提供系统各种能力的证据。根据当地具体情况，生产厂家可能必须与管理部门或采购部门打交道。

表 5-7 风险可容许性矩阵

数量事件发生概率	1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9}				
联合航空规章（JAR）25 质量事件发生概率	经常	合理可能	很少	极少	极不可能
影响的分类	轻微		重大	危险	灾难性

附录 A

改进型地面活动引导及控制系统分类

1. 引言

1.1 在确定适合某一机场的改进型地面活动引导及控制系统水平时，应考虑以下各种因素：

a) 能见度条件；

b) 交通密度；

c) 机场布局。

1.2 能见度条件和机场交通密度的标准见《地面活动引导及控制系统手册（SMGCS）》（Doc 9476 号文件）。

2. 能见度条件

2.1 在 Doc 9476 号文件（第 2 章）中，为研究地面活动引导及控制系统列出了三种能见度条件，而本手册包括了对低能见度条件进行的更为详细的划分。能见度条件被细分和界定如下：

a) 1 级能见度条件：

在此能见度条件下，飞行员足以通过目视参照滑行航空器，并可以避免与滑行道上或交叉路口上的其他航空器或车辆相撞，交通管制单位的人员能够根据目视监视对所有交通进行管制；

b) 2 级能见度条件：

在此能见度条件下，飞行员足以通过目视参照滑行航空器，并可以避免与滑行道上或交叉路口上的其他航空器或车辆相撞，但交通管制单位的人员不能完全根据目视监视对所有交通进行管制；

c) 3 级能见度条件：

在此能见度条件下，飞行员足以通过目视参照滑行航空器，但不能避免与滑行道上或交叉路口上的其他航空器或车辆相撞，交通管制人员也不能完全根据目视监视对所有交通进行管制。对于滑行而言，这种能见度条件通常被认为相当于小于 400 米、大于 75 米的跑道视程（RVR）；

d) 4 级能见度条件：

在此能见度条件下，飞行员仅通过目视引导不能够滑行航空器。这种能见度条件通常被认为相当于等于或小于 75 米的跑道视程。

注：以上能见度条件适用于昼夜运行情况。

2.2 在为一个具体的机场选择改进型地面活动引导及控制系统模块时，除了以上介绍的各种主要标准外，也应考虑一些短期暂时性因素的影响，比如，低角度太阳眩光、曙暮光、以及不同的昼夜观察条件等。

2.3 机场活动流量可包括超过正常活动流量的短期高峰负荷。这会给空中交通管制人员仅通过目视方法掌握交通现状带来困难。

3. 交通密度

3.1 交通密度是在不考虑能见度条件的前提下在中等繁忙时测得的。

3.2 交通密度分为以下三类：

a) 低密度 (L) ：

每条跑道每小时的活动量不大于 15 次，或在典

型情况下，机场的总活动量小于 20 次；

b) 中密度 (M) ：

每条跑道每小时的活动量在 16~25 次之间，或在典型情况下，机场的总活动量在 20~35 次；

c) 高密度 (H) ：

每条跑道每小时的活动量大于 26 次，或在典型情况下，机场的总活动量大于 35 次。

4. 机场布局

机场布局分为以下三个级别：

a) 基本 (B) ：

一个机场有一条跑道，有一条通往一个停机坪区域的滑行道；

b) 简单 (S) ：

一个机场有一条跑道，有多条通往一个或多个机坪区域的滑行道；

c) 复杂 (C) ：

机场有多条跑道，有多条通往一个或多个机坪区域的滑行道。

5. 机场类型

5.1 通过确定各项适用的标准，便能够确定支持某一具体机场在拟定的最低能见度条件下运行所需要的地面活动引导及控制系统或改进型地面活动引导及控制系统模块。

5.2 考虑到本附录中 2.1、3.2 和 4 所述的标准，可得出 36 种有可能与一个机场类型相关的组合。在不同能见度条件下的分类组合情况见表 A-1。

表 A-1 机场类型组合

能见度条件	1	2	3	4
机场类型	T-1: (B)(L) T-2: (B)(M) T-3: (B)(H) T-4: (S)(L) T-5: (S)(M) T-6: (S)(H) T-7: (C)(L) T-8: (C)(M) T-9: (C)(H)	T-10: (B)(L) T-11: (B)(M) T-12: (B)(H) T-13: (S)(L) T-14: (S)(M) T-15: (S)(H) T-16: (C)(L) T-17: (C)(M) T-18:(C)(H)	T-19: (B)(L) T-20: (B)(M) T-21: (B)(H) T-22: (S)(L) T-23: (S)(M) T-24: (S)(H) T-25: (C)(L) T-26: (C)(M) T-27: (C)(H)	T-28: (B)(L) T-29: (B)(M) T-30: (B)(H) T-31: (S)(L) T-32: (S)(M) T-33: (S)(H) T-34: (C)(L) T-35: (C)(M) T-36: (C)(H)

注：附录 B 显示在考虑了维持改进型地面活动引导及控制系统能力所需的功能要求后与系统实施级别相当的机场类型的分组情况。

附录 B

改进型地面活动引导及控制系统实施级别

附录 A 中给出了以能见度条件、交通密度和机场布局为基础的机场分类标准。通过确定适用的标准便能够确定某一具体机场上的改进型地面活动引导及控制系统的适当的功能实施级别。需要考虑 36 种可能的机场类型标准组合、4 种功能标准 (监视、控制、线路选择和引导) 以及 3 个用户组 (管制员、飞行员/车辆驾驶员和系统) 。总而言之，供选择的因素太多，无法帮助任何人根据这些可选因素来确定与一个具体机场相适应的实施级别。表 B-1 中列出的是一个将改进型地面活动引导及控制系统实施情况分为 5 个级别的涵盖所有情况的分组方法的实例。表中列出了所有级别上的 4 种基本功能。从表中可以看出，随着级别的提高，自动化和航空电子设备所起的作用也逐渐增大。V 级对机场的要求最高，自动化程度也最高。

表 B-1　确定改进型地面活动引导及控制系统实施级别的标准

机场类型	用户	监视	控制			线路选择	引导					级别
			危险接近预测和/或探测	危险接近分析	危险接近化解		地面				机载	
							*1	*2	*3	*4		
T-1: 1:(B)(L) T-2: 1:(B)(M) T-3: 1:(B)(H) T-4: 1:(S)(L)	管制员	×	×	×	×	×						I
	飞行员/ 车辆驾驶员		×	×	×		×					
	系统											
T-5: 1:(S)(M) T-6: 1:(S)(H) T-7: 1:(C)(L) T-10: 2:(B)(L) T-11: 2:(B)(M) T-13: 2:(S)(L)	管制员	×	×	×	×	×						II
	飞行员/ 车辆驾驶员		×	×	×		×	×				
	系统	×	×									

机场类型	用户	监视	控制			线路选择	引导					级别
			危险接近预测和/或探测	危险接近分析	危险接近解决		地面				机载	
							*1	*2	*3	*4		
T-8: 1:(C)(M) T-12: 2:(B)(H) T-14: 2:(S)(M) T-16: 2:(C)(L) T-19: 3:(B)(L) T-20: 3:(B)(M) T-22: 3:(S)(L)	管制员		×	×	×				×			III
	飞行员/ 车辆驾驶员		×	×[1)]	×[1)]		×					
	系统	×	×	×	×	×						
T-9: 1:(C)(H) T-15: 2:(S)(H) T-17: 2:(C)(M) T-18: 2:(C)(H) T-21: 3:(B)(H) T-23: 3:(S)(M) T-24: 3:(S)(H) T-25: 3:(C)(L) T-26: 3:(C)(M) T-27: 3:(C)(H)	管制员		×	×	×							IV
	飞行员/ 车辆驾驶员		×	×[1)]	×[1)]		×					
	系统	×	×	×	×	×				×		
T-28: 4:(B)(L) T-29: 4:(B)(M) T-30: 4:(B)(H) T-31: 4:(S)(L) T-32: 4:(S)(M) T-33: 4:(S)(H) T-34: 4:(C)(L) T-35: 4:(C)(M) T-36: 4:(C)(H)	管制员		×	×	×							V
	飞行员/ 车辆驾驶员						×				×	
	系统	×	×	×	×	×				×		

*1：涂色中线和滑行道引导标志
*2：恒定光强中线灯
*3：人工开关的中线灯
*4：自动开关的中线灯

注 1：在 3 级能见度条件下不适用。

附录 C

改进型地面活动引导及控制系统设备的开发演进

由于改进型地面活动引导及控制系统处于早期研究开发阶段，此附录中的资料仅应作为指南使用。不应用来作为技术规范的理由。表 C-1 为 36 种可能的机场类型列出了为 4 种改进型地面活动引导及控制系统基本功能中的每一种功能提供必要级别的服务可能需要的设备类型。对于某些要求，设备址已充分开发出来，并已投入使用。而在其他一些情况下，则是可能已经开发出可能适用的设备，设备的技术性能已经得到验证，设备不久就可以投入使用。在另外一些情况下，则是设备的研发仍处早期阶段。认识到改进型地面活动引导及控制系统的设备开发演进和运作程序会受到的严重影响是很重要的。表 C-1 仅用作说明之用。

表 C-1 改进型地面活动引导及控制系统设备的开发演进

机场类型			能见度	监视系统										线路选择系统		引导系统			控制系统							
				进近		机动区				停机坪									危险接近			活动	侵入告警		保护	
	布局	交通级别		目视	仪表	探测	跟踪	识别	精确度	探测	跟踪	识别	精确度	线路	线路规划	目视设备	情况了解	限制区	探测	告警	化解		跑道	滑行道	跑道	滑行道
1	B	L	1											ATCO	ATCO	P	C									
2	B	M	1											ATCO	ATCO	P	C									
3	B	H	1	R	R									ATCO	ATCO	P	C									
4	S	L	1											ATCO	ATCO	P	C									
5	S	M	1			SMR								ATCO	ATCO	P	C		(√)							
6	S	H	1	R	R	√	√							ATCO	ATCO	P	C		(√)				(√)	(√)		
7	C	L	1		R	SMR								ATCO	ATCO	P	C		(√)							
8	C	M	1		R	√	√							ATCO	Sys	M	C		(√)				(√)	(√)		
9	C	H	1	R	R	√	√							Sys	Sys	A	C		√	√	√		√	√		
10	B	L	2		R	SMR								ATCO	ATCO	P	C		(√)			(√)	√	√		
11	B	M	2		R	SMR								ATCO	ATCO	P	C		(√)			(√)	√	√		
12	B	H	2	R	R	√	√							ATCO	Sys	M	C		(√)			(√)	√	√		
13	S	L	2		R	SMR								ATCO	ATCO	P	C		(√)			(√)	√	√		
14	S	M	2		R	√	√	√						ATCO	Sys	M	C		(√)			(√)	√	√		
15	S	H	2	R	R	√	√	√						Sys	Sys	A	C		√	√	√	(√)	√	√		
16	C	L	2		R	√	√	√						ATCO	Sys	M	C		(√)			(√)	√	√		
17	C	M	2		R	√	√	√						Sys	Sys	A	C		√	√	√	(√)	√	√	H,C,G,S	H,C,T
18	C	H	2	R	R	√	√	√						Sys	Sys	A	C		√	√	√	√	√	√	H,C,G,S	H,C,T
19	B	L	3		R	√	√	√		√				ATCO	Sys	M	C		(√)	√	√	√	√	√	H,C,G,S	H,C,T
20	B	M	3		R	√	√	√		√				ATCO	Sys	M	C		(√)	√	√	√	√	√	H,C,G,S	H,C,T
21	B	H	3		R	√	√	√	√	√	√	√	√	Sys	Sys	A	C		√	√	√	√	√	√	H,C,G,S	H,C,T
22	S	L	3		R	√	√	√		√	√			ATCO	Sys	M	C		(√)	√	√	√	√	√	H,C,G,S	H,C,T
23	S	M	3		R	√	√	√	√	√	√	√	√	Sys	Sys	A	C		√	√	√	√	√	√	H,C,G,S	H,C,T
24	S	H	3		R	√	√	√	√	√	√	√	√	Sys	Sys	A	C		√	√	√	√	√	√	H,C,G,S	H,C,T
25	C	L	3		R	√	√	√	√	√	√	√	√	Sys	Sys	A	C		√	√	√	√	√	√	H,C,G,S	H,C,T
26	C	M	3		R	√	√	√	√	√	√	√	√	Sys	Sys	A	C		√	√	√	√	√,E	√,E	H,C,G,S	H,C,T
27	C	H	3		R	√	√	√	√	√	√	√	√	Sys	Sys	A	C		√	√	√	√	√,E	√E	H,C,G,S	H,C,T
28-36	所有	所有	4		R	√	√	√	√	√	√	√	√	Sys	Sys	A,E	C,E	E	√	√	√	√,E	√,E	√,E	H,C,G,S,E	H,C,T,E

机场类型：

布局	B=基本
布局	S=简单
布局	C=复杂
交通流量	L=低密度
交通流量	M=中密度
交通流量	H=高密度

系统组件：

R	进近雷达
SMR	地面活动雷达 [1)]
P	涂色中线，有灯/无灯 [1)]
M	人工开关的中线灯(组) [1)]
A	自动开关的中线灯
C	机场图及标记牌 [1)]
H	等待位置标记 [1)]
G	跑道警戒灯 [1)]
S	可开关的停止排灯 [1)]
T	交通灯
ATCO	空中交通管制员
Sys	系统
√	需要的新的研发
(√)	合乎需要的新的研发
E	增强型驾驶舱显示器

注 1：详细内容见 Doc 9476 号文件的表 2-2。

附录 D

安全目标水平 (TLS)

1. 引言

本附录中提供了用来确定改进型地面活动引导及控制系统安全目标水平的详细背景信息。需将一部分整个飞行的安全目标水平（每 10^7 次运行一次事故）分配给改进型地面活动引导及控制系统滑行阶段。所选用的为一次运行确定一适当安全目标水平的方法，是以欧洲民用航空会议（ECAC）所在区域内部的历史事故和活动流量为基础的。还概述了在美国采取的一种类似的方法。两种方法可以得出可供比较的结果。

2. 欧洲民用航空会议事故数据

2.1 欧洲民用航空会议的研究报告是在国际民航组织“事故/事故征候数据报告”（ADREP）系统数据库和从国际民航组织统计年鉴（世界民用航空统计（Doc 9180 号文件））摘录的欧洲民用航空会议机场的活动数量的基础上编写的。欧洲航行安全组织（EUROCONTROL）的中央飞行管理机构（CFMU）的飞行数据被用来分析活动量，但由于这些信息只是 1992 年以后的飞行数据，因此只作为参考信息使用。

2.2 事故/事故征候数据报告数据库在 1980~1999 年曾被用来收集欧洲民用航空会议成员国的地面活动事故数量和特点。在这一时期，共收集了来自 27 个欧洲民用航空会议成员国的 627 次记录的事故。其中 52 次事故是灾难性的或导致航空器完全损毁。而其他 575 次事故，即使具有严重后果或幸免成难，但没有包括在此次研究报告内。在这 52 次灾难性或航空器损毁事故中，有 2 次是发生在滑行或跑道运行中。

2.3 从 1980 到 1996 年，在欧洲民用航空会议地区共有 150 612 893 次活动。而 1997 至 1999 年的数据尚未公布；因此，估计年增长率为 5%。由于这些数据仅仅源于一些主要机场，考虑到其他非主要机场上的交通量，在上述航空器活动总量上加上了 10%的系数，从而得出总的活动量为 165 674 182 次。

2.4 上述数据显示欧洲民用航空会议整个地区的滑行事故率为 2/165 674 182 = 1.2 × 10^{-8}/次运行。如果我们考虑，航空器每次滑行时间不超过 6 分钟，那么，每个小时的风险将为 1.2 × 10^{-6}/小时。这一数值可与下文概述的使用全世界和美国的事故数据在美国进行的类似的改进型地面活动引导及控制系统安全目标水平分析方法相比较。

3. 全世界和美国事故数据

3.1 国际民航组织全天候运行专门小组的一个分组在 1997 年进行了一次旨在确定改进型地面活动引导及控制系统安全目标水平的分析。该分析考虑了飞行的着陆和滑行阶段的事故数据，并与 10^7 的全球机场运行安全目标水平内的一个计算出来的重大伤亡事故风险率进行了比较。

3.2 对 1985~1994 年间的全世界事故数据的分析结果表明每次运行的死亡事故率为 1.8 × 10^{-6}，滑行死亡事故占总死亡事故量的 5%。因此，全世界的每次运行滑行的死亡事故率为 9.0 × 10^{-8}。

3.3 对 1985~1994 年间的美国国家运输安全局 (NTSB) 数据的分析结果表明每次运行的死亡事故率为 0.56 × 10^{-6}，滑行死亡事故占总死亡事故量的 11%。因此，美国的每次运行滑行死亡事故率为 6.2 × 10^{-8}。

3.4 在制定进近和着陆所需导航性能 (RNP) 中确定的总安全目标水平为 1.5 × 10^{-7}/飞行任务。最后进近和着陆分配额为 1.0 × 10^{-8}/运行。

3.5 包括整个飞行运行的滑行阶段在内的改进型地面活动引导及控制系统的安全目标水平必须处于整个

飞行任务安全目标水平范围内。另一个因素是事故数据反映出由于各种原因造成的事故，而与改进型地面活动引导及控制系统有关的事故可能只占滑行事故的一部分。因此，改进型地面活动引导及控制系统安全目标水平不应该承担与运行的滑行阶段有关的所有风险份额。

3.6 正如可以从全世界事故数据和美国国家运输安全局的航空器运行的数据所看到的，滑行死亡事故率大致相同（9.0 比 6.2 × 10^{-8}/运行）。如前所述，总飞行任务安全目标水平的目标为 1.0 × 10^{-7}。最后进近和着陆阶段占 1.0 × 10^{-8}。同样，其他飞行阶段也只占总安全目标水平的一小部分。因此，滑行阶段应分摊一个相类似的部分。综合以上各种因素，改进型地面活动引导及控制系统安全目标水平为 1.0 × 10^{-8}/运行。尽管在评估时使用的数据是在同一个时间段收集的，给历史事故率留出 6~9 的安全系数是符合为各个飞行阶段分配的供进近和着陆所需导航性能使用的安全目标水平的要求，因此，可被认为是一个比较合理的结论。

附录 E

改进型地面活动引导及控制系统的研究

1. 引言

1.1 此附录着眼于已经在欧洲和美国立项研究或已经进入试运行的一些改进型地面活动引导及控制系统项目。

1.2 此附录的目的不仅是对改进型地面活动引导及控制系统进行描述，而且要提供一些可以用来为研发一套适用于某一个具体机场的改进型地面活动引导及控制系统所需的部件或子系统的信息。

2. 机场活动管理演示设施（DEFAMM）

2.1 机场活动管理演示设施是一个由欧盟委员会发起的由包括工业、科研机构、以及机场和空中交通管制当局在内的 15 个欧洲合作伙伴共同开展的研究项目[1]。在机场活动管理演示设施中，涵盖改进型地面活动引导及控制系统所有主要功能的各种原型子系统都在运行环境下（包括四个欧洲机场）进行了演示。这是首次对机场地面交通管理进行的欧洲一级的大规模的综合系统演示。该项目于 1995 年 12 月 1 日开始，到 1999 年 3 月 31 日结束。

2.2 四个机场参与了改进型地面活动引导及控制系统演示活动。不是在每个演示现场都执行了所有功能。这是因为机场活动管理演示设施的总体功能构成了一套复杂的系统，在一个单独的试验场地（同时也是一个担负正常运行任务的机场）的演示本会完全超负荷。此外，较为理想的是，演示改进型地面活动引导及控制系统能够在拥有各种不同机场设施和地形限制条件的不同环境下合算地应用。另一个优点是对于诸如定位基准和数字化机场地图等系统能够使用一些独立的测试环境。

2.3 机场活动管理演示设施功能演示

监视功能

2.3.1 如图 E-1 的结构所示，监视功能由两个独立传感器和两个非独立传感器实现。两个独立传感器是现用的地面活动雷达（SMR）和直接提供数字式目标报告的新型雷达数据提取器电子扫描雷达。两个非独立传感器构成了带有一个 S 模中央站（主要用于航空器探测和识别）的原型 S 模多边系统和一套带有一个差分全球导航卫星系统（D-GNSS）中央站（主要供车辆使用）的差分全球导航卫星系统子系统。还演示了一个车辆用非独立传感器，以提高监视能力。

2.3.2 传感器的数据合成由传感器数据处理系统完成。该处理系统对 4 种类型的传感器的数据和来自机场监视雷达（ASR）的已经使用过的数据进行组合，以提供一个独特的交通状况画面。传感器数据合成是软件产品，其任务是跟踪和过滤监视数据，旨在提供受控制的车辆的识别信息以及对交通状况进行监控。

控制功能

2.3.3 处理危险接近的子系统在传感器数据处理计算机的工作站实现。其主要功能是探测和处理：

a) 区域违反和侵入；

b) 跑道侵入；

c) 交叉口危险接近；

d) 追尾和迎头危险接近；

e) 偏离指定的线路；

1. 欧盟委员会 DG VII：航空运输/机场/任务 4.3.1/44。

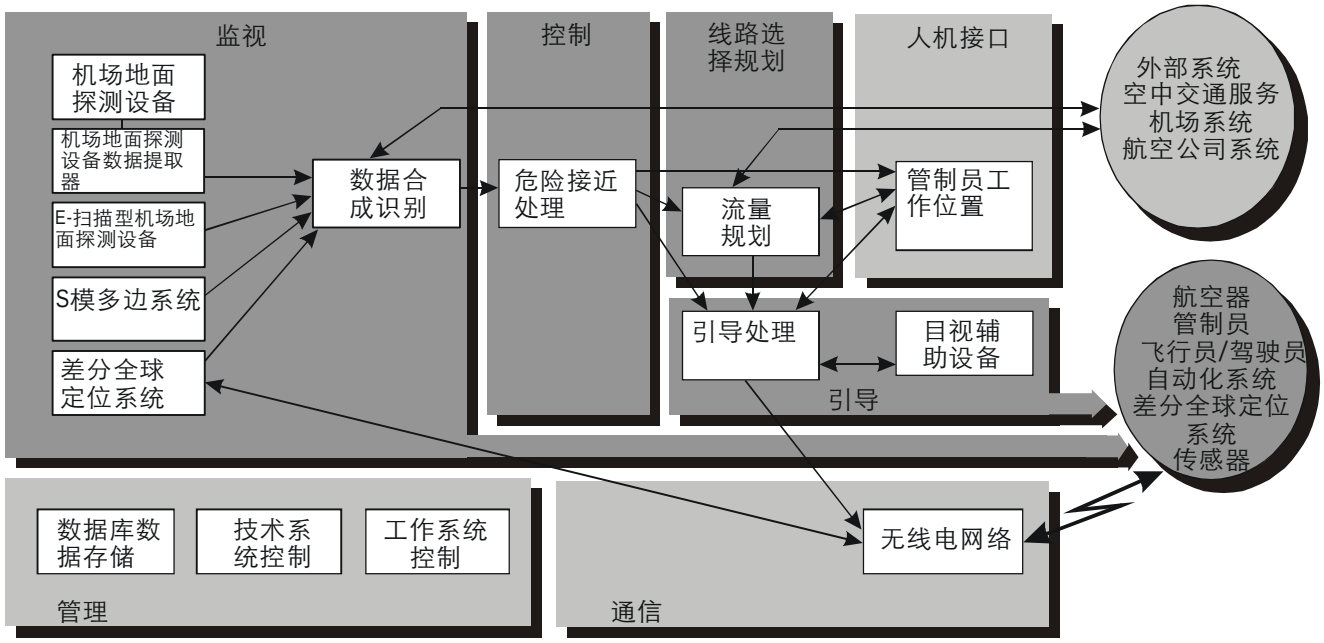


图 E-1　机场活动管理演示设施功能结构

f)　与分配的起降时刻不一致。

规划功能

2.3.4　执行的基本规划功能包括：

a)　向管制员提供的关于以下各项的拟议活动计划（线路和起降时刻）：

1)　在最后进近位置上的进场航空器；

2)　请求开车后的离场航空器；

3)　选择的有请求的航空器或车辆；

b)　根据以下情况，任何时候编辑和修改计划的方法：

1)　去往新目的地的线路变更；

2)　目的地不变而线路变更；

3)　根据新的起降时刻变更计划；

c)　与管制员协商计划的方法，即：

1)　向人机接口发送计划建议；

2)　在计划被管制员接受时改变状态；

3)　在计划得到管制员许可时改变状态；

d)　发送到引导处理功能的已经得到许可的计划。

引导功能

2.3.5　允许的引导处理程序：

a)　根据滑行计划和当前的航空器或车辆状况，人工或自动开关每段中线灯和停止排灯；

b)　通过数据链路和机载显示系统协商许可和自动传输滑行计划和引导指令。

2.3.6　通过机场地面灯光实施引导，以便：

a)　用可开关的选择性滑行道中线灯，根据许可的

计划指定的线路引导航空器或车辆；

b)　允许人工开关滑行道中线灯；

c)　允许人工开关停止排灯。

2.3.7　用机载显示系统（飞行员/驾驶员辅助系统）实施引导，以便：

a)　显示航空器/车辆本身在机场上相对于指定线路的位置；

b)　支持滑行计划协商（例如请求许可、接到许可和接受许可）；

c)　显示获得许可的活动计划（例如，滑行线路和起降时刻）。

2.3.8　在一个有六条滑行道交会的交叉路口，对一个能够目视显示正确线路的可寻址标记牌进行了试验。在这个交叉路口，有些飞行员为了寻找他们的滑行线路会放慢速度或将航空器停下来。使用可寻址的标记牌的目的是提高滑行效率。该标记牌由空中交通管制通过改进型地面活动引导及控制系统进行遥控。航空器的呼号和停放目的地显示在左侧的屏幕上，而要滑行的线路以地图的形式显示在右侧的显示器上（见图 E-2）。

通信功能

2.3.9　通信功能构成一时间分割多路存取（TDMA）VHF 数据链路子网络，用来执行以下三项主要任务：

1.　每秒钟向监视系统发送装备有相关设备的航空器或车辆的差分全球导航卫星系统位置报告；

2.　向航空器或车辆发送差分全球导航卫星系统修正信息；

3.　为机载引导交换数据（即许可协商和传送许可的活动计划）。



图 E-2　在机场活动管理演示设施功能演示中试验的可寻址标记牌

人机接口（HMI）

2.3.10 提供两种类型的人机接口：管制员工作位置（CWP）和飞行员/车辆驾驶员辅助系统（PDAS）人机接口。管制员工作位置由两台用来显示当前交通状况的目视显示器组件组成。一台显示屏用来放大被监视区域的具体部位。

2.3.11 在实施滑行计划协商时，通过一台机载显示器上的预先定义的键输入一个许可请求，然后通过数据链路将该请求发送给地面系统。接到的许可信息显示在飞行员/车辆驾驶员辅助系统的显示屏上。获得批准的活动计划以一条滑行线路的形式显示在显示屏上，在线路点上标有起降时刻。航空器或车辆以及其他装有相关设备的航空器或车辆的位置信息也显示在飞行员/车辆驾驶员辅助系统的显示屏上。

3. 通过对改进型地面活动引导及控制系统进行测试实现运行效益评估（BETA 项目）

3.1 BETA 项目也是由欧盟委员会在 2000~2001 年资助的。该项目涉及对安装在三个欧洲机场上的系统部件进行的运行测试 (根据本手册的早期草稿) 。系统包括不同生产厂家制造的、与现有的机场和空中交通管制设备及基础设施相结合的监视传感器设备和计算机，构成了欧洲第一套完整的改进型地面活动引导及控制系统（见图 E-3）。

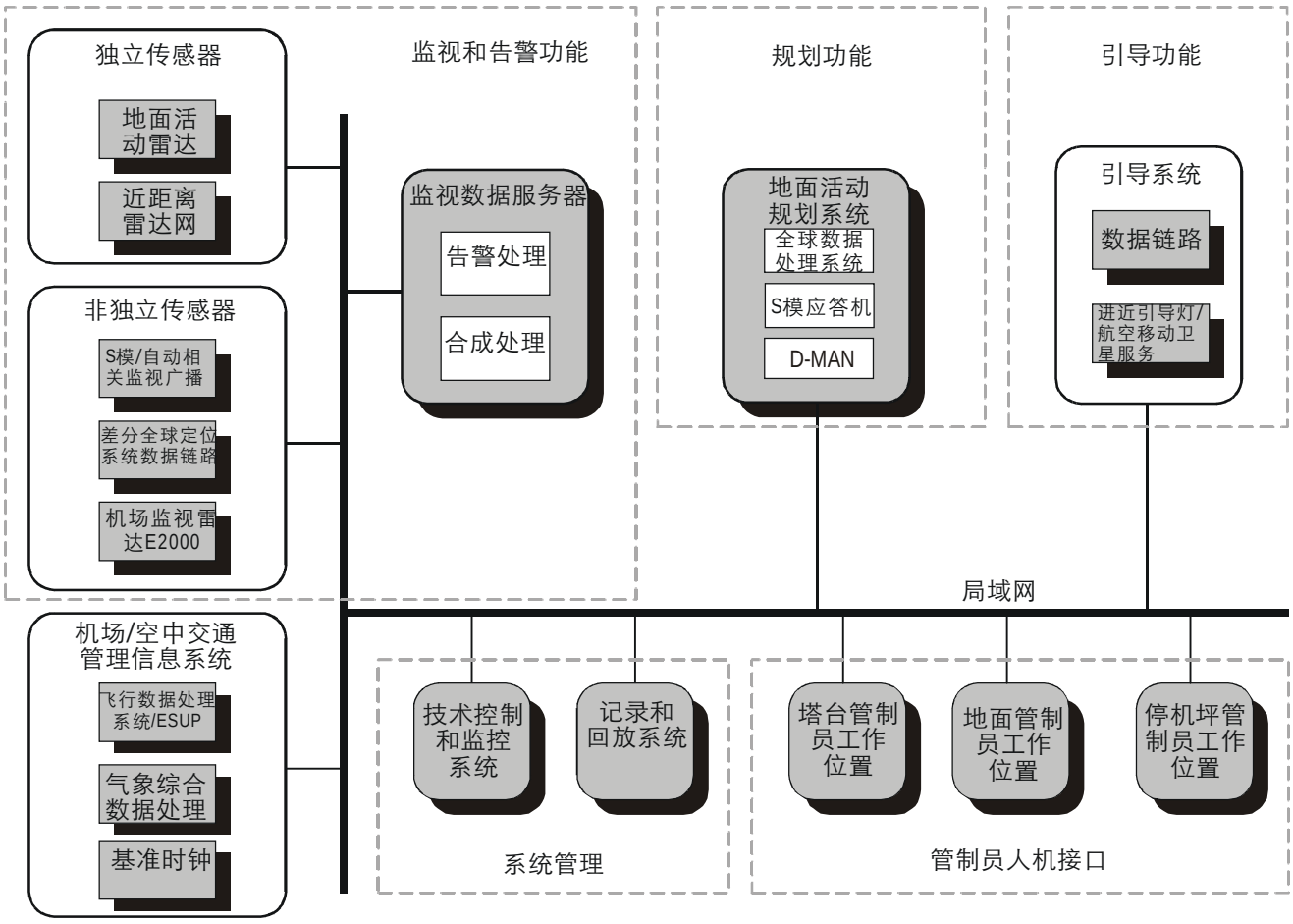


图 E-3 BETA 功能结构

3.2　系统测试涵盖了以下各方面：

a)　监视：

1)　机场活动区的交通状况和障碍物以及进近情况的探测和显示；

2)　对装备相关设备配合引导系统的航空器或车辆 (包括进场航空器) 的自动识别；

3)　装备有主动式 S 模应答机的离场航空器；

4)　参与的车辆 (装备有数据链路设备的测试车辆和勤务车辆) ；

5)　其他目标的人工识别；

b)　告警：

1)　为进场和离场航空器提供的跑道占用/跑道侵入告警；

2)　限制区侵入告警；

3)　交叉路口停止排灯告警；

4)　线路偏离告警；

c)　规划：

1)　飞行计划显示；

2)　飞行计划（包括目视飞行规则和车辆等）制定、修改和编辑；

3)　电子临时应急跑道；

4)　交接；

5)　离场顺序建议；

6)　滑行道线路选择；

d)　引导：

1)　停止排灯；

2)　机载引导；

3)　许可指令传递；

4)　线路指示；

e)　管制员人机接口：

1)　交通状况显示；

2)　规划显示。

3.3　BETA 设备是以无余度配置形式提供的，重点放在数据完整性、精度和可用性上。

4.　联邦航空局减少跑道侵入方案（RIRP）

4.1　在 2000 年，根据联邦航空局减少跑道侵入方案 (RIRP)[2] 在美国开始对改进型地面活动引导及控制系统的新技术进行试验评估。

4.2　减少跑道侵入方案监视系统

图 E-4 是减少跑道侵入方案监视系统的方框图。系统的核心部件是地面监视数据服务器（SSDS）。地面监视数据服务器接受来自各个信息源提供的监视和飞行计划信息，并进行信息“融合”成一份最佳报告，显示给用户。监视信息来自多台非独立和独立传感器，包括终端雷达、地面雷达、感应环路、自动相关监视——广播（ADS-B）和多边系统。通过飞行计划组件接收来自当地自动化系统——一套自动化雷达终端管制系统（ARTS）的飞行计划信息。大多数信息都是通过局域网在子系统之间传递。预计系统将是模块式结构，以满足美国国内各个机场的监视要求。

4.3　传感器投入

减少跑道侵入方案原型演示系统将接受各种监视输入信息，包括：

2. “1998 年旨在防止跑道侵入和改善地面活动状况的机场地面活动安全计划”，跑道侵入计划办公室（ATO-102），联邦航空局；1998 年。

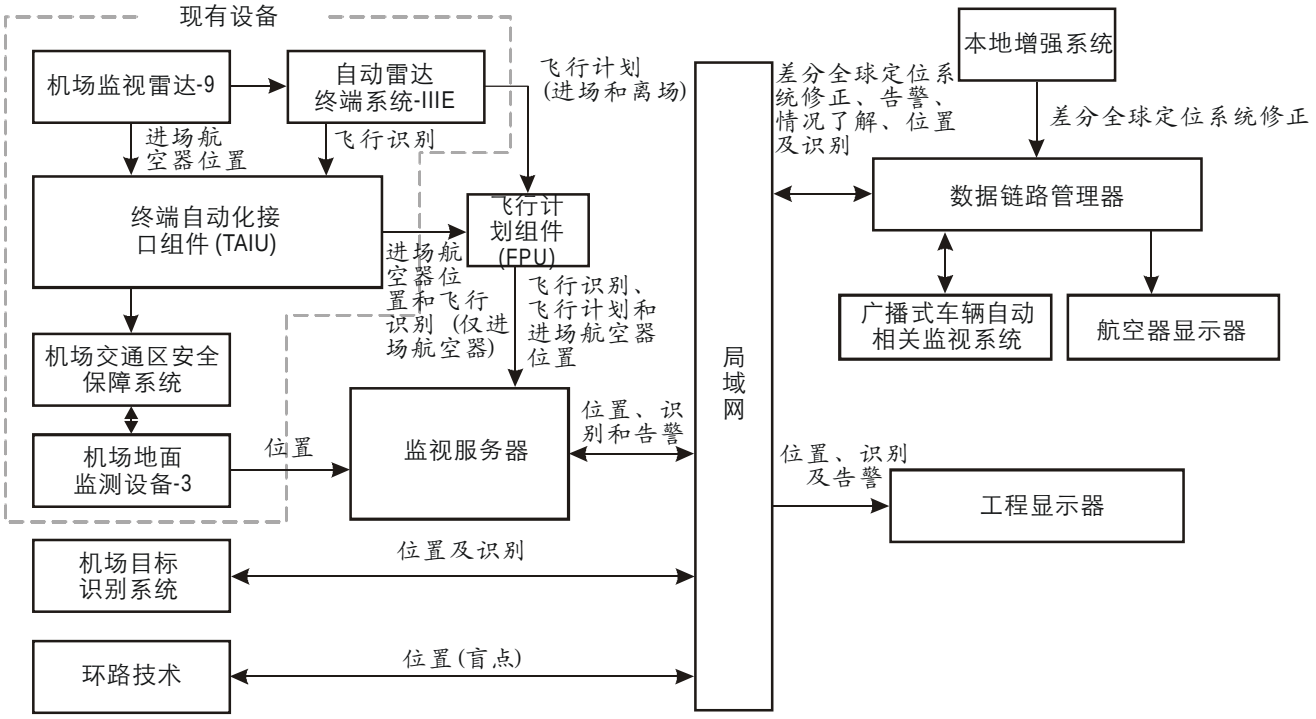


图 E-4　减少跑道侵入方案系统方框图

a) 机场地面监测设备-3 (ASDE-3)：ASDE-3 是一套主要用来实施机场地面监视的雷达设备。它的更新速率为 1 秒钟，将为地面监视数据服务器提供原始数字化视频信号。地面监视数据服务器将对原始视频数据进行处理，然后输出位置报告供合成使用。

b) 机场监视雷达-9 (ASR-9)：ASR-9 是一套终端雷达系统，其覆盖范围为 110 千米 (60 海里) 。ASR-9 的更新速率大约为 5 秒钟。减少跑道侵入方案系统将使用 ASR-9 提供的进场航空器的位置数据。

c) 机场目标识别系统 (ATIDS)：ATIDS 是一套多边系统，用来跟踪在机场地面上覆盖范围内的航空器并提供识别信息。其覆盖范围包括整个地面活动区 (滑行道和跑道)，加上 3 千米进场走廊的地面上方 90 米 (300 英尺) 空域。将利用装备有 S 模应答机的航空器定时发出的“间歇振荡信号”对该航空器进行跟踪。发射的信号由位于机场周边的收发机接收。在接到信号后，将进行到达时间差计算，然后产生一个位置报告。此外，机场目标识别系统也可以在 1090 MHz 频率上接收到自动相关监视——广播信号，从航空器的发射信号中获取位置和其他信息。

d) 环路技术：减少跑道侵入方案系统还利用环路传感器子系统 (LSS) 中的环路技术，以辅助减小覆盖范围内的盲区。在滑行道上安装使用了类似于自动车辆交通系统使用的感应式环路 (例如，交通灯触发装置) 。当一架航空器或一台车辆通过一个环路时，会产生头尾探测信号，监视服务器可把这些信号处理成位置报告。

e) 车辆自动相关监视——广播系统 (ADS-B)：车辆 ADS-B 系统采用自动相关监视——广播概念，为管制员提供机场地面车辆的监视信号，并向车辆驾驶员提供交通状况通报。每辆装备有相关设备的车辆都利用差分全球导航卫星系统技术和广播确定自己的位置，并向覆盖整个机场的三个基站广播车辆的位置和识别信息。

一个通过数据链路管理器与减少跑道侵入程序局域网接口的主基站负责收集这些位置和识别信息。

f) 自动雷达终端系统-IIIE (ARTS-IIIE)：ARTS-IIIE 自动化系统为进场和离场航空器提供飞行计划信息。

g) 本地增强系统 (LAAS)：一个 LAAS 地面站提供差分全球导航卫星系统修正信号。这些修正信号将由局域网通过各套系统的数据链路管理器上传给航空器和车辆。

4.4　输出

该系统还具有可以把来自地面监视数据服务器的航空器和其他目标的状况信息以及跑道等待排灯信息提供给以下用户的能力：

a) 航空器显示器：交通和安全告警信息可以通过使用车辆自动相关监视——广播系统的数据链路管理器从地面监视数据服务器上传给航空器上的试验型显示器。图 E-5 和 E-6 示出了两个在航空器或车辆内使用的、用来指示线路选择和危险接近告警信息的活动地图显示。

b) 管制员显示器：地面监视数据服务器为空中交通管制提供一个彩色显示器。该显示器将显示每架航空器的最佳位置报告和识别信息。此外，该显示器还将显示侵入告警和等待位置信息。

c) 数据链路管理器 (DLM)：数据链路管理器在减少跑道侵入方案系统局域网和外部系统之间起着一条通路的作用。这些系统包括车辆自动相关监视——广播系统、本地增强系统地面站、以及未来的数据链路通信工程。数据链路管理器提供了一个接口，以保证车辆自动相关监视——广播系统和减少跑道侵入程序系统局域网之间的目标报告交换，并将来自减少跑道侵入方案系统的安全告警信息上传到车辆和航空器。



图 E-5　驾驶舱进场活动地图显示



图 E-6　驾驶舱离场活动地图显示

d) 车辆驾驶员显示器：如前所述，车辆自动相关监视——广播系统将为车辆驾驶员提供位置、识别和安全告警信息。

4.5　机载引导

4.5.1　减少跑道侵入方案系统试验包括对航空器（或车辆)在等于或低于 75 米跑道视程的能见度条件下执行和保持一条滑行线路的能力的检验。

4.5.2　在 4 级能见度条件下，监视、线路选择和控制功能的运行和性能要求应计及一架航空器在活动区内的自我导航能力。这些功能可能完全包含在航空电子设备中，或由机场改进型地面活动引导及控制系统通过数据链路提供。

4.5.3　在表 E-1 中列出的位置预计误差值是在根据附件 14 第一卷中规定的的最低机场跑道、滑行道和停机坪设计要求对总系统误差进行分配的基础上取得的。

4.5.4　作这种分配的目的是为各种型号的航空器提供足够的道路转弯误差。分配的依据是运行和模拟机性能数据。

4.5.5　表 E-1 中给出的纵向位置预计误差的基础是假设引导传感器在所有水平方向都达到相同性能水平。

4.5.6　作为一个实例，图 E-7 示出了基准代码 E 机场的主滑行道设计标准，它给航空器翼尖与其他任何物体 (包括平行滑行道上的航空器机翼) 之间留出了 15.5 米的余量。主机轮到滑行道边缘的最小间隔距离是 4.5 米。标准还推荐一个 10.5 米的道肩。这样，在机轮和道

肩外边缘之间的间隔距离将达到 15 米。其结果是，在出现事故风险之前，可允许航空器偏离滑行道中线 15 米。因此，这是规定的安全极限值。

4.5.7　15 米的安全极限值仅适用于代码为 D 和 E 的机场。由于代码为 A、B 和 C 的机场的余量较小，这些机场的安全极限值被相应地确定为 8 米。

表 E-1　机载引导所需的横向和纵向位置预计误差

机场代码	横向和纵向位置预计误差（95%，单位为米）		
	快速出口、正常和停机坪滑行道	停机位滑行通道	停机位
A	0.4	0.4	0.3
B	0.6	0.4	0.3
C	0.8	0.5	0.4
D	1.1	0.6	0.5
E	1.1	0.6	0.5

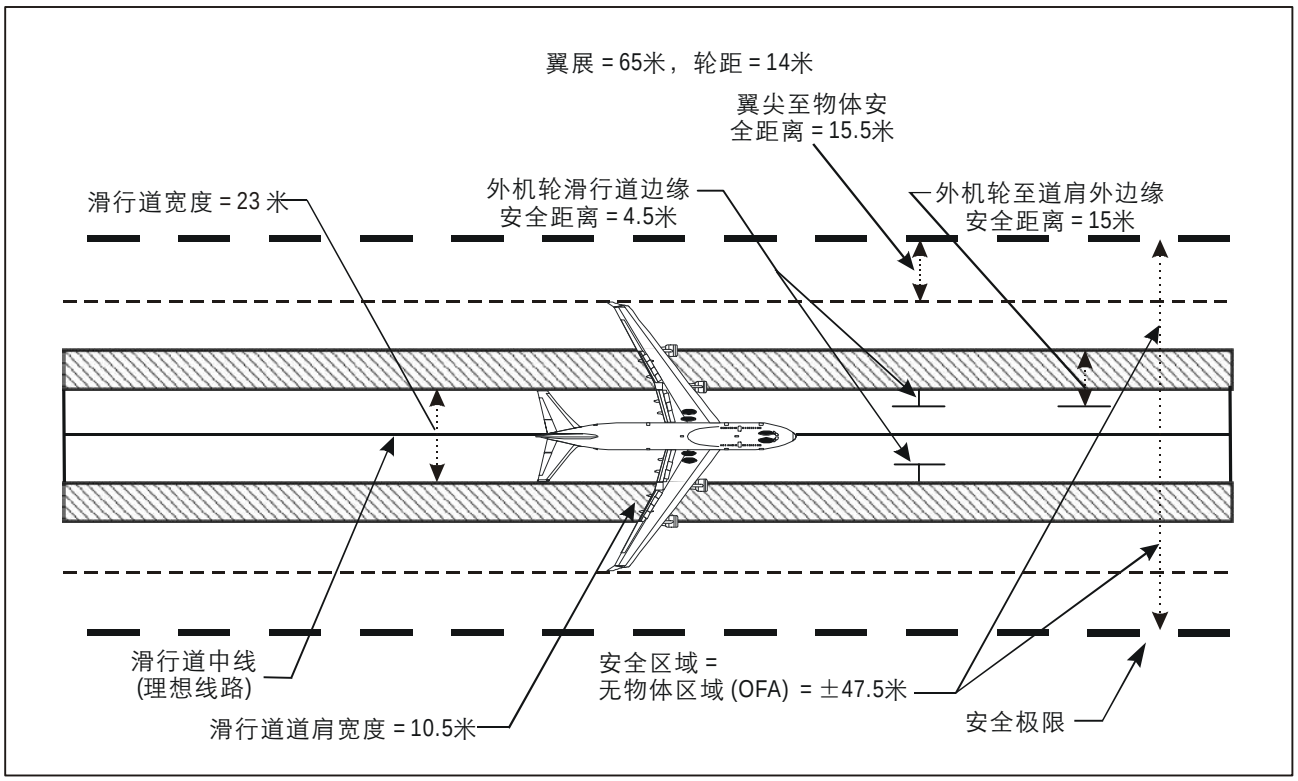


图 E-7　代码 E 机场航空器滑行道设计标准

—完—

国际民航组织技术出版物

以下摘要不仅介绍了国际民用航空组织发行的各种系列技术出版物的地位，还大体说明了其内容。如《航图目录》或《国际空中航行气象表》等不属于某种系列的专用出版物不包括在内。

国际标准和建议措施 是理事会依据《国际民用航空公约》第五十四条、第三十七条和第九十条通过的，并为方便起见，定为公约的附件。各缔约国对国际标准中所包含的规范的统一应用，被认为是对国际空中航行的安全或正常是必需的。同时，对建议措施中的规范的统一应用，被认为是对国际空中航行的安全、正常或效率是有利的。了解一个国家的本国规章或措施与按照国际标准所建立的规章或措施之间的差异，对于国际空中航行的安全或正常至关重要。事实上，依据公约第三十八条，一个国家若不遵守国际标准，则有义务将任何差异通知理事会。了解与建议措施之间的差异，对空中航行安全也是重要的，虽然公约对此没有强加任何义务，但理事会已提请各缔约国将其与国际标准之间的差异之外的这类差异也通知理事会。

空中航行服务程序（PANS） 由理事会批准，在世界范围内实施。它主要包括那些作为国际标准和建议措施还尚不成熟的操作程序，以及那些具有永久性质但若编入附件又过于具体的材料，或由于经常修订而对公约而言处理起来又过于繁琐的材料。

地区补充程序（SUPPS） 与空中航行服务程序有相似的地位，即它们都是经理事会批准的，但只在各自地区内实施。由于某些程序适用于重叠的地区或在两个或两个以上的地区是通用的，所以将它们编写成合订本。

以下出版物是依据理事会批准的原则和政策，由秘书长授权编写的。

技术手册 作为国际标准、建议措施和空中航行服务程序的补充材料，对其便利实施提供指导和信息。

空中航行规划 对国际民航组织各空中航行地区的国际空中航行的设施和服务提出了详细的要求。它们是在地区空中航行会议的建议和理事会所采取的相应行动的基础上，由秘书长授权编写的。对这些规划定期地进行修改，以反映出在要求方面以及在建议的设施和服务实施状况方面的变化。

国际民航组织通告 对各缔约国感兴趣的问题提供专门信息，包括对技术问题的研究。

ISBN 92-9194-611-7

© ICAO 2005
10/05, C/P1/50

Order No. 9830
Printed in ICAO