

Doc 9906
AN/472



飞行程序设计质量保证手册

第3卷

飞行程序设计软件验证

经秘书长批准并由其授权出版

第一版 — 2010年

国际民用航空组织

Doc 9906
AN/472



飞行程序设计质量保证手册

第3卷

飞行程序设计软件验证

经秘书长批准并由其授权出版

第一版 — 2010年

国际民用航空组织

国际民用航空组织分别以中文、阿拉伯文、英文、法文、俄文和西班牙文版本出版
999 University Street, Montreal, Quebec, Canada H3C 5H7

订购信息和经销商与书商的详尽名单，
请查阅国际民航组织网站 www.icao.int。

第一版 — 2010 年

Doc 9906 号文件 — 《飞行程序设计质量保证手册》第 3 卷 《飞行程序设计软件验证》
订购编号：9906-3
ISBN 978-92-9231-618-1

© ICAO 2010

保留所有权利。未经国际民用航空组织事先书面许可，不得将本出版物的任何部分
复制、存储于检索系统或以任何形式或手段进行发送。

前言

《飞行程序设计质量保证手册》(Doc 9906号文件) 包括四卷:

第1卷 —— 《飞行程序设计质量保证体系》;

第2卷 —— 《飞行程序设计人员培训》;

第3卷 —— 《飞行程序设计软件验证》; 和

第4卷 —— 《飞行程序设计构建》。

基于传统陆基导航设备的仪表飞行程序一直要求具有高标准的质量管理。然而, 区域导航和相关机载数据库导航系统的实施意味着, 即使微小的数据误差都可能导致灾难性的后果。数据质量要求(精确性、分辨率和完整性)的重大变化, 已对建立一个系统的质量保证过程(常常作为国家安全管理体的一个部分)提出了要求。《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(PANS-OPS, Doc 8168号文件) 第II卷第I部分第2篇第4章: “质量保证”提到本手册并且要求各国采取措施“控制”与构建仪表飞行程序相关的过程质量。本手册为此而编制, 以便为在程序设计过程中达到这些严格的质量保证要求提供指导。所有这四卷涉及的都是与获得、保持和不断完善程序设计质量相关的关键领域。数据质量管理、程序设计人员培训, 以及软件验证, 都是质量保证方案中不可分割的要素。

第1卷 —— 《飞行程序设计质量保证体系》为程序设计各要素的质量保证提供指导, 如程序设计文件、核证与验证方法、源信息/数据的获取/处理方面的指导原则。它还为设计和实施飞行程序提供了通用过程示意图。

第2卷 —— 《飞行程序设计人员培训》为开展飞行程序设计人员培训提供指导。培训是任何质量保证方案的起点。本卷为建立培训方案提供了指导。

第3卷 —— 《飞行程序设计软件验证》为程序设计工具的验证(不是认证)提供主要是标准方面的指导。

第4卷 —— 《飞行程序设计构建》(待以后纳入)。

注: 在本文件各卷中提到“手册”时, 如无进一步说明, 意指《飞行程序设计质量保证手册》。

目录

	页
前言.....	(v)
目录.....	(vii)
缩略语.....	(ix)
定义.....	(xi)
序言.....	(xiii)
本手册的结构	(xv)
第 1 章 引言	1-1
1.1 程序设计领域中的自动化.....	1-1
1.2 对程序设计工具进行验证的必要.....	1-1
1.3 本手册的应用.....	1-1
第 2 章 范围	2-1
2.1 本手册的目的.....	2-1
2.2 功能验证.....	2-1
2.3 关于标准的验证.....	2-1
2.4 程序设计工具中使用的航空和地理数据.....	2-2
2.5 程序设计工具验证的适用.....	2-2
2.6 关于标准验证的报告.....	2-2
2.7 再验证的各项要求.....	2-3
2.8 参考材料的模糊性.....	2-3
第 3 章 程序设计工具概览	3-1
3.1 程序设计工具的主要功能.....	3-1
3.2 两大类程序设计工具.....	3-3
第 4 章 实施验证方案	4-1
4.1 准备工作.....	4-1
4.2 软件验证范围.....	4-1
4.3 工具测试要求.....	4-1
4.4 验证方法.....	4-2
4.5 验证文件.....	4-2

第 5 章 程序设计环境	5-1
5.1 工具文件	5-1
5.2 地理信息	5-1
5.3 WGS-84 坐标系计算	5-1
5.4 磁变	5-2
第 6 章 工具输入	6-1
6.1 航空数据整合与更新	6-1
6.2 地形数据输入验证	6-2
第 7 章 程序设计功能	7-1
7.1 有关单位和凑整过程中的考虑	7-1
7.2 基本数据和参数的验证	7-2
7.3 基本元素验证	7-2
7.4 标准建模验证	7-3
7.5 设计和设计图 (常规/区域导航) 标准建模验证的应用	7-4
7.6 用于计算的标准建模验证应用程序	7-43
7.7 特殊情况	7-44
附录 A 地理变换/转换	App A-1
附录 B WGS-84 坐标系计算	App B-1
附录 C 基本数据和参数	App C-1
C-1 用于程序设计计算的原始数据和参照值	APP C-1
C-2 最低超障余度值	APP C-2
附录 D 基本元素验证	APP D-1
D-1 定位点和航路点构建	APP D-1
D-2 真空速计算结果样本	APP D-3
D-3 标称航迹构建	APP D-4
D-4 离场程序中的障碍物评估	APP D-5
D-5 仪表着陆系统/微波着陆系统面构建	APP D-5
D-6 仪表着陆系统/微波着陆系统进近中的障碍物评估	APP D-6
D-7 雷达进近中的障碍物评估	App D-6
D-8 直线进近	APP D-7
D-9 超障高度调整	APP D-7
D-10 下降坡度与下降率	APP D-7
附录 E 示例验证文件	APP E-1
质量保证反馈意见表	Q-1

缩略语

AIXM	航行情报交换模型
ARP	机场参照点
ATS	空中交通服务
ATT	沿航迹容差
CAD	计算机辅助设计
CMMI	能力成熟度模型集成
CRM	碰撞风险模型
CTR	管制区
DAFIF	数字航空飞行情报档案
DME	测距仪
DTM	数字地形模型
eTOD	电子地形与障碍数据
FTA	定位点容差区
GIS	地理信息系统
IAS	指示空速
IEEE	电气和电子工程师协会
ILS	仪表着陆系统
LOC	航向信标 (定位器)
MOC	最低超障余度
MOCA	最低超障余度高度
MSA	最低扇区高度
NDB	无方向性无线电信标
OAS	障碍物评估面
OCA/H	超障高度/高
OLS	障碍物限制面
PDG	程序设计坡度
RNAV	区域导航 (或随机区域导航)
SI	国际单位制
TACAN	塔康导航设备
TMA	终端区
UTM	通用横轴墨卡托投影
VOR	甚高频全向信标
WGS-84	WGS-84坐标系
WP	航路点
XTT	交叉航迹容差

定义

验收 正式批准的接收 (顺利接收)。

自动化 某一设备、过程或系统的自动运行或控制。

基本元素 在某一具体功能中确认的最低标准目标。

基本参数 在程序设计计算的适用标准中所确定的参照参数或常数。

标准建模 对说明标准的特性和可用于对其进一步研究或应用的标准的原理描述。

程序设计功能 执行预定任务和为程序设计人员提供输出信息的程序设计软件的一个要素。

注：对某一程序设计功能的描述需要包括所有要求的输入信息 (数值、格式等) 和对预期输出信息的全面描述。例如：输出信息可以包括：

- 使用适用规则对输出信息一致性检查的结果；
- 各类计算的结果 (区域宽度、最低超障余度高度等)；和
- 保护区图。

程序设计工具 在程序设计领域提供计算和/或设计和布局的自动化系统。

软件环境 用于支持某一自动化工具，如运行系统或数据库管理系统的软件。

软件验证 通过一系列测试，对一自动化系统符合适用标准的认可。

功能验证 对正确执行自动化功能和对人机界面符合用户要求的确认；

参照标准验证 参照适用标准，通过一系列测试确认结果符合标准。

测试 关键评估的基础。

验证 通过提供客观证据确认某一具体预定用途或应用要求已经达到 (见附件15 ——《航空情报服务》)。经检测证明某数据元素具有完全适用于该数据元素应有特性的值，或者经检测证明一组数据元素可以用于其用途的活动。

核证 通过提供客观证据确认规定的要求已经达到 (见附件15)。对照初始提供的值对某数据元素的当前值进行检测的活动。

序言

《空中航行服务程序 —— 航空器运行》(PANS-OPS, Doc 8168 号文件) 第 II 卷前言指出：“实施程序是各缔约国的责任。”这意味着各国当局对在其领土之内公布的程序负最后责任。

程序设计过程可以由各国自己来完成，也可由各国委托第三方，如空中交通服务 (ATS) 提供人、私人公司或另一国家来完成。

当程序设计过程采用自动化时，各国必须确保各种自动化功能已得到验证，以确保最后结果符合适用标准。

验证工作可以由各国自己进行，也可委托任何认可的第三方 (如另一国家、空中交通服务提供人或私人公司) 进行。

本手册是一本指导材料，它为程序设计工具的验证提供一种但并非是唯一的一种方法。其他方法包括作为安全管理体系一部分的软件安全保证系统 (包括对软件保证水平的要求、软件验证保证、软件结构管理保证、软件要求可追溯性保证、软件要求有效性保证)。

注：本手册对希望证明符合适用标准的软件研发公司也可能是有用的。它可能对任何参与程序设计领域工作的个人或组织也是有意义的。

本手册的编制离不开程序设计软件业界代表的积极投入。确认其他非特定飞行程序设计领域软件验证文件的存在，如美国电气电子工程师协会、能力成熟度模型集成、欧洲航行安全组织、航空无线电技术委员会所确定的文件。

欢迎各国和国际民航组织技术合作实地考察团对本手册提出意见，特别是有关其使用、实用性和覆盖面方面的意见。有关意见将在后续版本中予以考虑。有关本手册的意见请寄往：

The Secretary General
International Civil Aviation Organization
999 University Street
Montréal, Quebec, Canada
H3C 5H7

本手册的结构

本手册结构如下：

第 1 章：引言论述了程序设计领域中的自动化基本原理和对程序设计工具验证的必要，并对使用本手册的主要原则作出了说明。

第 2 章：范围明确规定了本手册的目的，论述了各类验证及其对程序设计工具的适用。本章包括对验证和重复验证过程报告的要求，以及对《空中航行服务程序——航空器运行》(PANS-OPS) 中不一致情况报告的一些指导。

第 3 章：程序设计工具概述对程序设计工具、其主要功能和现有工具的主要类型做了一般性介绍。

第 4 章：实施验证方案对编制和实施一项适用于程序设计工具的实际验证方案提供实际指导。

第 5 章：程序设计环境为程序设计工具的文件编制、地理信息的管理，以及 WGS-84 坐标系计算规定一般性要求。

第 6 章：工具输入规定有关对航空和地形数据的输入和更新的各项要求。

第 7 章：程序设计功能验证为本手册的主要部分。它主要包括四个方面：有关单位与舍入法的考虑、基本参数验证、基本要素验证和标准验证建模。

文字措辞约定

本手册使用了下述文字措辞约定：

- “必须”表示对规范的陈述，实施规范需要遵守的要求；
- “应该”表示建议或最佳做法；和
- “可以”表示某一可选择成分。

第 1 章

引言

1.1 程序设计领域中的自动化

1.1.1 由于计算机技术的最新发展，设计人员们为了在程序设计领域加强质量管理和增强完好性正越来越多地使用程序设计工具。

1.1.2 术语“程序设计工具”意指在程序设计领域中提供计算和/或设计和版面的任何数字自动化系统。这其中包括的产品从电子制表软件中的自动化公式到专门软件包不等。

1.1.3 程序设计工具旨在通过一系列的专门整合功能，协助进行用于离场、航路、进场、终端和/或进近阶段的常规的和/或区域导航程序的设计。它们通过在计算和程序设计生成中，采用符合适用标准的一定程度的自动化，为设计工作提供便利。此外，计算的自动化也有助于提高数据的完好性。

1.1.4 程序设计工具包括在整个程序设计过程中，从数据管理到最后输出（公布准备），为设计人员的工作提供便利的那些装置。

1.1.5 自动化的使用并不是为了取代程序设计人员的专业技术。

1.2 对程序设计工具进行验证的必要

1.2.1 虽然程序设计工具已越来越多地为设计人员所用，不仅能够加强协同工作的配合，而且能够节省设计时间，但是，如果这些工具存在错误，或者如果程序设计标准的一致性不能通过此类工具提供的所有功能得到保证，那么它们也会起到误导作用。因此，非常需要为程序设计工具确定一验证过程。此外，验证也是使用户相信某一工具的手段。

1.2.2 建议使用某一工具的程序设计单位和程序设计软件开发商/供应商参与对工具的验证。

1.3 本手册的应用

1.3.1 本手册依据的是国际民航组织确定的标准，尤其是《空中航行服务程序 —— 航空器运行》(PANS-OPS, Doc 8168 号文件) 中的那些标准。

注：本手册中所参考的《空中航行服务程序 —— 航空器运行》(PANS-OPS) 版本是第五版第 I 卷和第 II 卷的版本。

1.3.2 参照标准的修订必须尽快反映在软件工具中。

1.3.3 本手册中提供的指导原则构成可酌情变通适应其他标准（如国家标准）的框架。

第 2 章

范围

2.1 本手册的目的

2.1.1 本手册的目的是为符合标准的程序设计工具的验证提供指导原则。

注：验证是确认由一系列测试得出的各项标准得到遵守，并不意味着任何颁证工作。对一项程序设计工具的验证意指在该工具的大多数重要的使用实例中确认其符合标准。验证设想存在着适用的标准和某一特定的方法（指导材料和预先确定的测试方法）。可以在研发之后，用“现成”产品进行验证。

2.1.2 本手册的范围**不包括**对程序设计工具的颁证。

注：颁证被界定为是对符合由某一特定程序（颁证程序）衍生出的各项标准的正式认可，意味着颁发合格证书。因此，对程序设计工具的颁证意味着该工具在用其可进行的所有研究中都是符合适用标准的。颁证设想存在着适用的标准和颁证程序。此外，颁证工作必须涵盖整个工具，包括软件的研发阶段（使用类似于 DO-278B 那样的方法），并且必须从该工具最初的研发（运算生成）就为颁证工作做好准备。

2.2 功能验证

2.2.1 功能验证包括确认工具自动化功能的正确运行（如当从菜单中选择某个项目时，该项目就能出现），确认人机界面符合用户要求。因此，这类验证视用户需求而定，并且可由终端用户在验收阶段进行。此外，功能验证并非针对程序设计标准，而是针对一般技术规范（界面与人机工程学、一般计算机化工具规范等）。

2.2.2 功能验证超出了本手册的范畴。但是，用户除本手册提出的指导方针外还可考虑功能验证。

2.3 关于标准的验证

2.3.1 关于标准验证，包括用适用标准对工具进行一系列测试所获得的结果的合规验证。所采用的各项测试必须涵盖工具的全部相关功能（包括一般功能和某些输入/输出功能）。这些测试应该包括对用工具所得出的结果与手工得出的结果进行比较，或者同用之前验证过的独立工具得出的结果进行比较。必须依照事先确定的清单和指导材料进行这些测试。

2.3.2 应该将本手册建议的一系列测试视为最低要求，如果认为适当，实际的验证工作可以包括更多的测试。

2.4 程序设计工具中使用的航空和地理数据

2.4.1 程序设计人员的工作质量高度依赖于设计人员使用的信息的质量。随着自动化的发展，目前无论是航空数据还是地理数据大多都储存在数据库中。

2.4.2 尽管数据质量本身很重要（这超出了本手册的范畴），但是用来整合和更新数据的方法仍是取得工具计算正确结果的关键所在。因此，本文件包括了对数据输入和更新进行验证的指导。

2.4.3 处理航空数据（WGS-84 坐标系测量计算、参考系和投影坐标系之间的转换）可能是程序设计正确性的关键。本手册包括有关这些过程的指导。

2.4.4 至于地理数据，某些程序设计工具采用地形数据（数字地形模型、不规则三角网，等）作为数据显示，而其他程序设计工具则将它们作为内部计算的一部分，用于生成程序规划图。地形数据的使用验证仅针对将数据用于计算的那些工具。将地理数据仅用于显示目的的验证不在本手册范畴之内。

2.4.5 事实已经证明，程序设计人员可能发现不了地形数据正确输入方面的一致性（地理参照相关性方面），但是这种不一致性的确会发生，并且将这样的数据用于计算时，会产生最终结果的极大差异。考虑到这类误差潜在的后果，以及很难发现这些误差，每当将地形数据作为计算的一部分时，就必须特别注意对整合纳入程序设计工具的地形数据的验证。

2.5 程序设计工具验证的适用

2.5.1 本验证手册可能适用于某工具的个别功能，或者适用于整个工具。众所周知，某一工具可能不包含全部的程序设计功能，因此某些验证项目可能不适用于每一个工具。人们也已知道，某用户可能不需要某工具所具有的某项功能。因此，应该在进行验证时决定本验证手册中每一验证项目的适用范围。

2.5.2 验证项目应该包含程序设计过程中的全部重要功能。但是，至少在最初阶段，可以从其他领域接手某些项目（如从航空信息服务领域接手验证航空数据质量）。

2.5.3 对某工具的验证应该针对某软件环境（运行系统、地理信息系统（GIS）或计算机辅助设计（CAD）支持系统、数据库管理系统等）进行。如果环境发生变化，就要再次进行验证（见 2.7.3）。

2.6 关于标准验证的报告

2.6.1 验证过程必须记录在一报告中，明确阐述作为参照的标准（附日期和提及最近经审议的修订），以及软件工具涵盖这些标准的程度。

2.6.2 报告必须准确地提及测试的全部项目（及详尽的结果），以及验证过程没有包括的项目。对某项功能的任何限制（如等待模式的高度限制）都必须记录下来。

2.6.3 验证报告必须提及各项测试的特性（日期、检验人员姓名等）。所使用的工具版本、软件环境版本（地

理信息系统、计算机辅助设计、数据库管理系统等), 以及运行系统的版本都必须记录在报告中。

2.6.4 最后用户有关达标方面的意见和评论都应该记录在验证报告中。

2.6.5 验证报告模板见附录 E。

2.7 再验证的各项要求

2.7.1 每当适用的程序设计标准更新, 程序设计软件开发人员/提供人必须确定更新对程序设计工具的影响, 并予以评估。如果变更对程序设计工具功能有某种影响, 必须对该工具的相应功能进行再验证。

2.7.2 每当发行软件工具的一个新版本, 必须确定相对于前一版本的变化, 并且必须对这些变化的影响进行评估。如果新版本包括新的功能, 或者包括对先前功能的修改, 必须对该工具进行再验证。

2.7.3 随着软件的计算环境 (运行系统、地理信息系统或计算机辅助设计支持系统、数据库管理系统等) 发展变化, 可能的话 (*), 必须确定和评估对该工具的影响。如果认为必要, 应该进行全面的或局部的再验证。

(*) 众所周知, 某些更新可能不形成文件或者不通报。在这种情况下, 确定和评估影响可能是不可能的。

2.8 参考材料的模糊性

2.8.1 已知道验证过程可能会指出当前《空中航行服务程序 —— 航空器运行》的模糊性。

2.8.2 验证过程中所遇到的假定为出自《空中航行服务程序 —— 航空器运行》模糊性的任何问题, 都应当向国际民航组织报告, 以便在整个适当的过程中予以考虑。

第 3 章

程序设计工具概览

3.1 程序设计工具的主要功能

引言

3.1.1 程序设计工具为用户提供可分为三大类的功能：设计环境、输入和输出，以及具体的程序设计。

设计环境

3.1.2 分类设计环境相当于程序设计人员在设计中必须考虑的整套总的方面的问题，但是并不具体涉及制式标准。

3.1.3 它包括下述各个方面：

- 地理信息：坐标参照系集成、WGS-84 坐标系计算、各种参照系之间的转换、制图投影等；
- 图形工具：图形物（线段、曲线、文本等）的创建和管理，地理信息的 2 维或 3 维显示；
- 参考材料：直接使用用于设计的参照标准和文件；
- 为便于今后研究，记录并存档设计人员的产品；和
- 程序设计研究报告。

3.1.4 正确发挥各项环境功能的作用有益于各个工具的正确运行。因此，验证这些功能是必要的，并且已将其包括在本手册中。

3.1.5 应该指出，这些功能一般都源自经验证的系统，如发布地理信息的地理信息系统、作为图形工具的计算机辅助设计系统、纸质参考材料的数字副本和用做记录和存档的一般自动化功能。

工具输入和输出

3.1.6 工具输入和输出相当于将数字信息和数据整合纳入软件工具与从软件工具发出数字信息和数据。这些功能包括设计人员使用的某些航空和地形数据的输入和输出数据格式（碰撞风险模型（CRM）障碍物、航行情报交换模型（AIXM）、航空无线电公司 424 规范（ARINC 424）、数字航空飞行情报档案（DAFIF）等）的管理。

3.1.7 输入功能相当于整合纳入对程序设计有用的信息和/或数据的能力。其中包含最初获得信息/数据, 以及更新处理。

3.1.8 它包括下述各项:

- 光栅数据的整合: “位图”图表、图像、数字地形模型 (DTM) 等;
- 矢量文档的整合: 矢量数字地形模型、地形学数据等;
- 航空信息的整合、管理和更新: 助航系统、机场、障碍物、空域等。

3.1.9 某程序设计工具的数据输入可以通过某数据库的自动装载进行, 也可通过手工数据捕捉的方法进行。在两种情况下, 最重要的是要保证输入工具的数据的完整性达到国际民航组织为数据所设定的适用标准 (附件 11 ——《空中交通服务》和附件 14 ——《机场》) 的各项要求。

3.1.10 输入功能是软件工具正确运行的关键。例如, 如果没有正确处理航空数据库的更新, 由于使用了过期的原始信息, 得出的结果可能是错误的。这就是为什么验证手册论述输入功能的原因。

3.1.11 输出功能可使程序设计人员获取设计的某些输出结果 (设计图或文件): 设计图显示、计算结果文件、各种不同格式的程序设计编码 (如 ARINC 424)。它们包括下述功能:

- 2 维或 3 维程序设计图显示;
- 包括全部计算结果的输出文件;
- 程序的图形表现 (从设计模式到航空图表);
- 程序编码 (ARINC 424, 航行情报交换模型等)。

3.1.12 验证手册将输出作为程序设计工具产出结果的一部分。然而, 程序的图形表现与适用标准 (如附件 4 ——《航图》所定义) 的一致性不在本手册的范畴之内。

程序设计

3.1.13 分类“程序设计”相当于设计过程的核心: 参照标准相符性、程序设计图 (带保护区模板), 以及程序计算。现有功能视工具类型而定 (见第 3.2 节)。

3.1.14 它包括下述各个方面:

- 整合用于计算的国际民航组织的参数;
- 为所考虑的标准建模 (如适用的话): 标准算法的实施、合规检查、不合规时提供给用户的信息 (告警和差错信息)。某些工具可能不包括建模, 或者仅部分包括建模, 在这种情况下, 算法由绘

图工具代替，并进行一致性检查；

- 全部程序要素的带保护区的区域导航/常规、航路/终端/进近程序设计图：
 - 等待模式
 - 反向
 - 进场和离场
 - 起始、中间和最后航段
 - 精密进近
 - 复飞
 - 航段之间的衔接
 - 盘旋
 - 甚高频全向信标/无方向信标 (VOR/NDB) 航路
- 区域导航/常规，航路/终端/进近程序计算：
 - 超障高度/高 (OCA/H)
 - 程序设计梯度
 - 下降斜率或下降率
 - 最低安全高度 —— 程序高度
 - 其他参数，包括指示空速 (IAS)、起始和末端航段高度、倾斜角等
- 碰撞风险模型计算；和
- 附件 14 表面 (障碍物限制面) 计算，有关障碍物和地形的制图和评估。

3.1.15 正确使用设计功能是验证过程中进行核证的重要组成部分。困难的是各种工具之间这类功能的自动化程度可能大不相同。

3.2 两大类程序设计工具

3.2.1 尽管程序设计工具有各种不同的功能 (见第 3.1 节)，但是可以确定两大类程序设计工具：辅助工具和专门工具。

辅助工具

3.2.2 在这类工具中，自动化程度不很高，并且对适用标准有一些限制，但是向用户提供一些辅助功能，只要设计人员有充分的知识和技术，便可促进其高效、高质量、省时地完成工作。

3.2.3 然而，在软件工具中，一般都包括一致性检查，检验是否符合一般规定 (如航段最大长度、与跑道有关的最后进近航段的对准等)。

3.2.4 由于此类软件工具基本上依赖设计人员的技术知识，因此适用于此类软件工具的验证过程参数可能

不那么多。但是，仍然需要进行验证，以确保不会因为错误地应用一般规定（见前文），或者由于与工具环境和输入/输出功能（地理信息管理、航空和地理数据集成等）相关的问题而使设计不达标。

专门工具

3.2.5 这类工具的自动化水平高。目的是最好地符合相应的标准，而且软件中大多数标准都通过标准建模和相继的算法生成而得到实际实施。

3.2.6 各种综合检查为用户提供严格符合标准的信息，但是也提供越过某些标准（通过特许）的能力。

3.2.7 由于这类软件工具包含实际某些标准的大量建模，对它们的验证过程至关重要，因为即使专家程序设计人员都可能发现不了其中的某个差错。

第 4 章

实施验证方案

本章为准备和实施适用于程序设计工具的实际验证方案提供实际指导。它适用于最初的验证，也适用于各项新功能和/或更新程序设计工具和/或更新系统环境的再验证。

4.1 准备工作

4.1.1 程序设计工具的验证需要时间和精力。需要早做准备，以确保正确的实施。

4.1.2 鉴于此，建议制订一个工作计划，确定：

- 软件验证的范围；
- 总体目标计划；
- 可用资源；
- 验证过程的验证团队，包括根据验证范围确定的专门知识；
- 要完成的任务；
- 每项任务中每一团队成员的职责和任务；和
- 暂定详细的工作方案 (工作项目和时间范围)。

4.2 软件验证范围

4.2.1 软件验证范围相当于与程序设计工具验证相关的总体工作方案，并且必须基于相关的程序设计工具的功能范围 (见 2.5.1)。

4.2.2 软件验证范围需要具体确定，以便使应该接受验证的实际程序设计工具得到验证。

4.3 工具测试要求

4.3.1 根据验证范围，验证工作需要一系列的测试。

4.3.2 在进行任何验证工作之前，必须由程序设计软件开发人员确认硬件和软件是根据硬件和软件规格安

装和配置的。

4.3.3 验证工作应该考虑到程序设计软件开发人员可能已经进行过的各项测试。只要可能，由开发人员先期进行的任何评估都应在用户现场进行重新评估。开发人员也许能够为用户提供数个用于重新评估的测试数据集。

4.3.4 工具测试应该遵循事先确定的书面计划，有正式的测试总结和正式的验收记录。测试应该涵盖各种运行环境，以便系统能够遇到各种各样的情况和事件（探测在较正常活动中不明显的潜在缺陷）。

4.3.5 工具测试应该在用户地点进行，至少部分验证工作应该在用户地点进行。用户地点测试应该在所安装系统配置的一部分的实际工作环境中完成。应该在预定该工具运行的环境中，通过使用该工具来完成测试工作。在用户地点测试期间，应该记录系统正常运行情况和所遇到的任何系统故障情况。为弥补用户地点测试中发现的缺陷而对系统所做的修改，应该遵循如其他程序设计工具变更一样的各项程序和控制措施。

4.3.6 需要具有测试规划知识、明确预期的测试结果和记录全部测试结果。能够得到程序设计软件开发人员/提供人有关这些方面的支持是十分有益的。

4.4 验证方法

验证方法见第7章。验证方法包括基本参数和基本要素的验证，以及通过对方法和概念、输入数据、输出数据和图形检验等的评估进行的标准验证建模。

4.5 验证文件

4.5.1 进行验证期间，应该编制所进行测试的详尽文件。该文件应该包括测试过程，其中包括输入数据和测试结果。验证文件格式样本见附录E。

4.5.2 为了持续不断地对软件进行改进，鼓励用户为程序设计软件开发人员/提供人提供验证文件。

第 5 章

程序设计环境

5.1 工具文件

5.1.1 工具文件应该根据技术参照标准和资料编制。所提供的工具文件必须与工具的各项功能相一致。

5.1.2 工具文件的验证必须通过对参照标准的全面审查来进行。

5.1.3 与适用标准的对比必须证明这些标准和工具文件之间没有矛盾之处。如果存在矛盾，验证结果就必须对这些差异进行说明，并作出适当的解释，同时必须证明其对程序设计的影响是可以接受的。

5.2 地理信息

5.2.1 地理信息的验证旨在证实（如适用的话）地理数据在工具中得到了正确处理。根据国际民航组织的要求，空中导航所使用的全部坐标都必须以 WGS-84 世界大地测量系统表示（更多信息，参见《国际民航组织世界大地测量系统——1984 (WGS-84) 手册》(Doc 9674 号文件)）。

5.2.2 大地测量参照系的参数和地理投影必须遵循参考地理标准。

5.2.3 各种参照系统或基于投影的坐标之间的转换参数也必须根据参考材料进行核证。一种可替代的验证正确转换的方法是，将两个参照系统/投影系统中已知的一组有代表性的特定点与通过在工具中进行过实际转换处理的坐标进行比较。用于程序设计的全部参照系统和投影系统都应该采取这种做法。

5.2.4 附录 A 给出了几个普通大地测量参照系之间的转换表和几个从 WGS-84 地理坐标至普通的基于投影坐标的转换表。

5.3 WGS-84 坐标系计算

5.3.1 必须对用工具计算的 WGS-84 坐标系测地计算的效度进行评估（如适用）。

5.3.2 所需考虑的测地计算至少包括以下内容：

- 由方位和距某已知点的距离确定的某点的坐标；
- 2 个已知点之间的方位角和大地距离；和
- 由 2 条测地线交叉所确定的某点的坐标。

5.3.3 验证 WGS-84 坐标系计算结果的主要过程是进行一个典型样本的各种计算 (见 5.3.2)。然后, 应将所得结果同实地测量的结果进行比较, 或由某官方测地学会进行验证, 或者同先前得到验证的某测地计算器得出的结果进行比较。

5.3.4 附录 B 提供了测地计算表和输入数据与功能样本的结果表, 这些表又可以用做验证的补充材料。

5.4 磁变

5.4.1 必须对工具所用磁模型的效度进行评估 (如适用)。

5.4.2 应该根据对特定日期、具体位置 (坐标) 的典型样本磁值的评估, 对磁模型进行验证。然后, 应将所得结果与从不同来源获得的值 (如国家模型、地图信息等) 进行对比, 或与实地测量的结果进行对比。

第 6 章

工具输入

6.1 航空数据整合与更新

6.1.1 对航空数据整合和更新的验证旨在核证各数据成分 (和相关属性) 是否正确地从原数据库整合到工具中。

6.1.2 考虑整合到程序设计工具中的数据应该包括程序设计过程中可能使用的全部数据, 如:

- 助航设备 —— 属性包括种类、坐标, 以及公告的运行范围 (如工具使用的话);
- 着陆辅助设备 —— 属性包括种类和各个成分 (如定位器、滑行道、测距仪 (DME) 等) 以及其各自的坐标, 如果工具使用的话, 还包括其他属性 (类别、角度等);
- 机场 —— 属性包括名称和/或地名代码、机场参照点 (ARP) 坐标、机场标高和跑道指示器;
- 跑道特征 —— 入口、末端等, 及其各自的坐标;
- 障碍物 —— 属性包括坐标、标高、高度 (视适用);
- 空域特征 —— 限制区边界、管制地带、终端区域、飞行情报区等, 以及相关的属性 (如几何描述符); 和
- 航路点、交叉点、定位点、报告点 —— 属性包括名称、类型和坐标。

6.1.3 为了确保将数据正确地整合到工具中去, 建议可以在工具中检索与数据库相关的元数据 (有关数据集的数据)。元数据至少应该包括下述各项:

- 数据来源;
- 平行参照系统 (如 WGS-84 坐标系);
- 垂直参照系统 (如平均海平面); 和
- 单位。

6.1.4 必须将一组典型原始数据整合到工具中, 并且将工具数据集同原始数据集进行对比, 以这种方法对数据整合进行验证。可能使这两组数据产生重大差异的关键问题是参照系统之间的差异, 或者是基于投影的坐标、数值凑整和单位制间的差异。

6.1.5 必须对每一数据元素的对比进行加工处理，加工处理可以以详尽的方式进行，也可以以典型随机方式进行。各项功能，如“打印文件”或“对数坐标记录表”，都对这项工作有帮助。

6.1.6 必须以相同的方式对数据更新过程进行验证，将更新的原始数据集同工具中更新的数据进行对比。必须验证每一数据元素。必须特别注意要确保更新过程没有改变原始数据，因此，对未更新数据的核证也必须包括在对比过程中。

6.1.7 本手册并未论述航空数据变化对通过某些工具的各种功能所获得的最终结果所产生的影响。

6.2 地形数据输入验证

6.2.1 本节讨论地形数据整合的验证，但是地形数据的实际验证不在本手册的范畴之内。

6.2.2 地形数据整合验证仅适用于那些在程序设计计算中使用地形数据的工具（如确定某特定区域最关键的点）。（另见第2章2.4.4）。

6.2.3 每当在某工具的计算中使用地形数据时，必须说明下述属性：平行和垂直参照系统、平行和垂直精度，以及地形数据集的分辨率。其他可选择的属性包括覆盖区域、数据来源和时间标记。其他有关地形数据属性的信息如下：

- 平行/垂直参照系统是数据点平行位置/标高所参照的数据；
- 精度是估计值或测量值与真值之间的一致程度；
- 地形数据分辨率的定义是两个相邻标高点之间的平均角距或直线距离；
- 覆盖区域是地形数据边界的描述符；
- 数据源是数据始发站的标识符；和
- 时间标记是有关数据初始加工或修改日期的信息。

6.2.4 对地形数据整合的验证旨在核证工具中所包含的地形数据与原始地形数据没有差别。对将地形数据整合进程序设计工具中的验证所采用的方法应该是，用交替法（如在一个地理信息系统对这两组数据进行比较），将为工具中有代表性的一组点所提供的3维坐标同原始地形数据集中提供的3维坐标进行比较。可能造成值之间主要差异的重要问题包括与参照系统或投影相关联的移位和地形数据分辨率的变化。

6.2.5 整合进工具中的地形数据集的显示是检查相关精度的一个附加手段，也是软件管理数据的方法，例如同专用图进行对比。

6.2.6 附件15第10章（电子地形和障碍物数据—eTOD）为电子地形和障碍物数据设定了《标准和建议措施》，载有对于验证过程可能十分有用的一般性指导。

6.2.7 特别是附件 15 规定须依照下述覆盖区域,收集成套的电子地形和障碍物数据,并且记录在数据库中,规定这些数据须符合附件 15 附录 8 表 A8-1 的具体数量要求,而障碍物数据须符合附录 8 表 A8-2 的具体数量要求。

- 区域 1 (整个国家领土) 须覆盖一国的整个领土,包括机场/直升机机场。
- 区域 2 (终端管制区) 须为《国家航行资料汇编(AIP)》公布的终端管制区域,或者限制在一个自机场/直升机机场参照点起 45 公里半径内的区域 (取小者)。在没有建立终端管制区域的仪表飞行规则 (IFR) 机场/直升机机场,区域 2 须为机场/直升机机场参照点的 45 公里半径内的区域。
- 在仪表飞行规则机场/直升机机场,区域 3 (机场/直升机机场区域) 须覆盖自 (各) 跑道的 (各) 边缘至离跑道 (各) 中心线延伸 90 米的区域,对于机场/直升机机场 (各) 活动区的所有其他部分,距指定 (各) 区域的 (各) 边缘 50 米。
- 区域 4 (II 类或 III 类运行区) 须限定在已经设定精密进近 II 类或 III 类运行的跑道和运营人要求提供详尽地形信息,以便使其能够通过使用无线电测高计,评估地形对确定决断高度的影响的跑道。该区域的宽度须为跑道中心线两侧外延 60 米,长度须为自跑道入口沿延长的跑道中心线测量的 900 米。

注:

- 附件 15 第 10 章的各项规定自 2008 年 11 月适用于区域 1 和区域 4,自 2010 年 11 月适用于区域 2 和区域 3。
 - 有关电子地形、障碍物和机场制图信息的指导原则 (Doc 9881 号文件) 提供了有关地形和障碍物数据的详细指导资料。
-

第 7 章

程序设计功能

本章提供软件工具程序设计功能验证的指导原则。程序设计功能是一工具为提供某输入数据集结果遵循的过程。

本章分为四个部分：

- 测量单位和凑整问题；
- 基本参数验证 本节和其有关附录论述程序设计计算所使用的参照参数和常数；
- 基本要素验证 本节确定在最后结果验证之前必须检验的基本制图和计算方法，并在附录中提供示例；和
- 标准建模验证 本节通过四个领域的评估提出标准建模验证方法的建议：方法与概念；输入数据；输出数据和图形检查。包括程序设计工具功能所需的输入数据和预期的输出数据，以及用做说明的一些绘图输出示例。

7.1 有关单位和凑整过程中的考虑

7.1.1 大多数软件工具都可以利用任何单位制进行计算，但是全世界很多工具（和用户）一般为了便于计算都使用国际单位制（SI）值，只是之后为了结果的显示，它们才转换成非国际单位制值。但是，有些工具可能根据用户所选择的单位制进行计算。不同的工具也会以不同的数据精确度和分辨率水平对待某些值，值的凑整也会不同。但是，一般而言，程序设计工具会利用各个值进行精确程度高于现有手工计算的计算。

7.1.2 因此，就如何进行验证和有关结果评估问题，单位制的采用、所使用的换算因数、所使用数据的精确度和分辨率，以及凑整问题都是验证过程中需要考虑的因素。

7.1.3 软件所采用的单位制之间的换算必须符合附件 5 ——《空中和地面运行中使用的计量单位》的规定。表 7-1 提供了程序设计过程中最常用的换算因数。

表 7-1 常用换算因数

换算因数	值	来源
海里至米 (m)	1 852.0	附件 5, 表 3.3
* 英尺 (ft) 至米 (m)	0.304 8	附件 5, 表 3.3
米 (m) 至英尺 (ft)	= 1/0.304 8	
节 (kt) 至米/秒 (m/s)	0.514 444	附件 5, 表 3.3

(*) 必须注意英尺至米换算因数, 在《空中航行服务程序 —— 航空器运行》, 第 II 卷 (Doc 8168 号文件) 的第 13 次修订中已作了变更。

7.2 基本数据和参数的验证

7.2.1 必须提供工具中用于计算的原始数据和参数列表, 并且参数值必须易于检验。

7.2.2 附录 C 第 1 节提供了程序设计工具中可能使用的原始数据代表性样本, 以及参照值 (适用时) 或与这些元素相关的值的范围。

7.2.3 附录 C 第 2 节提供了包括在《空中航行服务程序 —— 航空器运行》中的最低超障余度 (MOC) 值。

7.3 基本元素验证

7.3.1 本节连同附录 D 为验证构建区域所进行的计算提供了一些指导原则, 并且为与仪表飞行程序设计相关联的基本概念的验证提供了一些指导原则。某些这类元素可以编入工具的某项功能中。

7.3.2 这些功能需要输入数据的值, 并提供计算结果。该工具应该检验这些数据的值, 以及位于标准规定界限之内的计算结果。在该功能允许输入值超出这些界限的情况下, 便应将该信息告知程序设计人员。

7.3.3 在验证过程中, 应该根据《空中航行服务程序 —— 航空器运行》对下述计算进行检验:

- 计算真空速时考虑到高度;
- 将指示空速转换成真空速;
- 计算转弯半径;
- 计算转弯期间的风效, 并绘制相应的图;
- 计算沿非引导直线航径的风飘移, 并绘制相应的图;

- 计算引导定位点容差，在交叉点，为常规导航中的所有已知的定位点计算定位点容差带；和
- 为各类航路点计算交叉航迹容差 (XTT) 和沿航迹容差 (ATT)。

7.3.4 为了方便贯彻执行上述建议，附录 D 第 1 节至第 7 节提供了与几个基本功能有关的参照标准、值和公式细节。在第 8 节至第 10 节还提出了有关决定直线进近、超障高调整，以及下降坡度和下降率的计算的建议。

7.3.5 在验证过程中，应该根据要求，对那些参照标准特别难以建模的一些基本概念所采用的方法进行描述。如考虑斜距（测距仪、塔康）、计算下降率、划分与某航段有关的区域、高度管理等。

7.4 标准建模验证

7.4.1 标准建模验证是核证通过使用工具所获得的结果是否符合标准。为此，本手册提供了指导方针和代表性示例。

7.4.2 本手册提供的示例都是具有代表性的示例，但是不能认为它们囊括了全部，或者是包括了所有情况。本手册中的示例是针对一特定原始数据集的示例。如果原始数据发生变化，则其后的验证就会得出不同的结果。

7.4.3 标准建模验证必须基于将用工具所得结果与实际示例中手工操作标准（制图、计算结果等）所获得的结果进行对比。必须确定并分析这些结果之间的差异，以便可根据程序设计专家的建议决定取舍。

7.4.4 在对这些差异的分析过程中，必须考虑到若干已知的下列潜在差异根源：

- 用于计算的单位(*) 众所周知，不同的单位制在转换成某单一单位制时，结果会出现微小差异；
- 各单位之间的换算因数 采用严格限制的或惯用的换算因数（如 984.25 英尺对应 1 000 英尺换算成 300 米）就可能最终结果的差异；
- 凑整规则 根据凑整过程（采用单一最后凑整或采用中间凑整），最终结果可能出现微小差异；
- 投影 将工具的计算结果和手工计算结果进行比较时，显示计算结果所采用的投影可能会导致微小差异；
- 中间步骤 在某些自动工具内部，模板的显示数学上是由计算机驱动的，而手工设计通常包括绘图处理方面的强制步骤（风旋和模板在绘图之前就计算好了，并且用于特定区域的设计）；这样就会导致难以同模板模型进行直接目视比较。

(*) 必须指出，以不一致的方式将 SI 单位凑整到非 SI 单位或反之（如 300 米=1 000 英尺）时，Doc 8168 号文件造成双值性。

7.4.5 此外，在参照标准不十分明确时也会产生差异，因为这样会导致不同的操作方法 (*)。这种情况在自动化工具中更为突出，因为原本为手工操作设计的参照标准可以用于各种情况，甚至用于非现实的情况。

(*) 例如：计算一助航系统垂直面不稳定性的高度考虑可有多种解释，这就导致最终结果的差异。

7.4.6 对最终结果差异的分析必须特别谨慎，因为软件所得计算结果不可能同手工获得的结果或另一独立软件所获得的结果完全一致。但是，鉴于已知潜在差异的根源，对比的目的必须是确定这些差异是否可接受。差异的可接受性必须基于能够证明工具计算结果所提供的保障等于或大于通过手工设计，或者用先前验证过的独立工具所得结果可提供的保障，或者能够证明差异较小 (*) 并且是可接受的。

(*) 已知软件工具计算增加的准确性在某些情况下可能会使计算结果在一定程度上不像手工计算结果那么保守。

7.4.7 标准建模验证必须包括工具中可用的每一类设计、设计图或计算的各项测试 (结果对比)。这些测试必须系统地指出：

- 参照标准，包括版本号 (PANS-OPS 版本和修订号)；
- 包含数字/描述的参考材料段落；
- 输入信息 (适用时的航空和地理数据)；
- 全部构建参数；和
- 测量元素数据。

注：当地形数据用于测试时，必须给计算中所涉及的各地形数据点作出标记。

7.4.8 所有的测试结果都必须包括一份已经使用过的最重要地形数据点或障碍物的完整清单。该清单必须包括坐标、高度、所需最低超障余度 (如适用)，以及穿越 (如适用)。应创建每次测试的日志文件。计算结果清单中的坐标和位置应该在绘图上反映出来，以方便核对。

7.4.9 所建议的标准建模验证过程的应用详见下述设计和设计图 (第 7.5 节)、程序计算 (第 7.6 节) 及具体案例 (第 7.7 节) 各节。这些章节包括对全球具有代表性的程序进行的一系列测试，附有相关的输入数据 (航空和地理信息) 和详细的结果。

7.5 设计和设计图 (常规/区域导航) 标准建模验证的应用

标准建模验证的应用基于三个要点：适用规则方面的知识；程序设计方面的经验；以及对需要验证的工具的应用。将这三个要点融合在一起的整体过程可能足以成功地实施这种验证。但是，为了能有一个较正式的过程，已经开发出一套按部就班的方法。然而，众所周知，验证的实际实施可能是求得整体过程与后面描述的正式过程之间的平衡。

7.5.1 方法

7.5.1.1 描述

7.5.1.1.1 本建议方法不仅依据一航段保护区的一特定验证样本与一软件工具生成的相应保护区之间的目视比较，而是推荐一种规定的按部就班的过程，该过程基于对保护区设计中包括的特定领域和元素进行核对。目的是将每一个核对过的主题/元素同某一水平的一致性/可接受性联系起来（是/否）。适用时，在每一个主题内，根据一系列相关的输入/输出值，对参数列表或标准列表进行评估/核对。

7.5.1.1.2 本方法可适用于本应用程序的所有特性。确定本方法的细节是验证机构的责任。

7.5.1.1.3 本方法要求使用须经验证的应用程序；因此，本手册只给出了非常一般的示例。

7.5.1.2 验证领域

7.5.1.2.1 有四个验证领域，每一个领域相当于一个适当的问题，每一个问题指向一个级别的评估。有四个可能的（和排他性的）评估级别：

- 是 = 元素/主题可接受；
- 否 = 元素/主题不可接受；
- 不清楚 = 元素/主题不能评估；
- 超出范围 = 元素/主题未包括在验证范围之内。

7.5.1.2.2 “是”与“否”之间界限的定义由验证团队负责，并且应该记录在验证计划中。

7.5.1.2.3 后面描述的领域被认为是起码的一些领域，鼓励验证部门对领域进行必要的扩展。

注：在这些领域中，根据应用程序的种类（专业的或辅助工具），有些领域可能不适用。

7.5.1.3 领域 1 —— 软件工具使用的方法或概念

7.5.1.3.1 问题是，就某一主题而言，模型与规则标准是否相符？要回答这个问题，验证团队必须调查软件如何理解和使用与此元素相关的规则标准。然后，团队必须就应用程序为评估元素所使用的方法的适宜性作出决定（接受=是/否）。团队还必须评估软件工具是否就其方法和该方法与规则之间的可能差异提供了足以令人满意的信息。可以通过开发人员/提供者提供的数字或纸质文件提供这类信息，或者通过专用界面（逐步地或全面地）在应用程序内提供这类信息。

7.5.1.4 领域 2 —— 输入数据

7.5.1.4.1 就某特定项目而言，根据惯例，工具使用的建议值是否适用？根据工具类型（专门或辅助工具），就输入值形式而言，软件可或多或少地有一定的弹性，这些值可以是：

- 建议的锁定值；
- 管理输入域，即受一致性/真实性检查的输入数据；和/或
- 未管理输入域。

注：在该领域中，应该始终关注输入值，而不是用户界面。

7.5.1.5 领域 3 —— 输出值

7.5.1.5.1 根据输入，输出是否适用？或者输出是否不可用（并且实际上无法对输出进行评估）？

7.5.1.5.2 就该领域而言，验证团队必须将输出同达到质量要求的数据进行比较。如果结果对于评估的主题是不可用的，评估级别便不能有效。

注：对该领域进行的检查不应该妨碍验证团队对设计进行控制（见领域 4）。

7.5.1.6 领域 4 —— 图形检查

7.5.1.6.1 最终建议的设计与参照标准相符吗？酌情使用软件，可通过对具体值的比较进行图形检查，如：

- 定位点容差的角值；
- 定位点容差的长度；
- 区域八字面的角值；和
- 某特定保护区表面。

7.5.1.6.2 可以通过各种方法进行比较，如：

- 页面，使用传统的绘图工具（尺子、指南针等）进行测量；和
- 通过适合的工具进行屏幕测量。

7.5.1.6.3 对每一个主题，验证团队都应该创建并记录一个附有适当参照的最低限度相关元素列表。

7.5.1.7 实际验证

7.5.1.7.1 实际上，可以采用有关被检查主题的表格进行验证，示例如下：

A 需要测试的一般主题 [标题]						
A1 主题 [标识]		[简短描述]				
A11 元素或参数 [标识]		参考文件: 如《Doc8168号文件—第xxx章》			文件版本: 如《第xx次修订》	
领域	细节	评估级别				意见
		是	否	超出范围	不清楚	
方法/概念	...					
输入数据	...					
输出数据	...					
图形检查	...					
分数						
A12 元素或参数 [标识]		参考文件: 如《Doc8168号文件—第xxx章》			文件版本: 如《第xx次修订》	
领域	细节	评估级别				意见
		是	否	超出范围	不清楚	
方法/概念	...					
输入数据	...					
输出数据	...					
图形检查	...					
分数						

7.5.2 方法的应用

7.5.2.1 下列清单毫无遗漏地囊括了全面验证方案中应该包括的各项功能。但是，众所周知，并非所有工具都包括所有相应的功能。此外，这样的一个全面验证方案意味着大量的工作量，这么大的工作量不可能分配给验证过程。

7.5.2.2 因此应将本清单作为最大极限的列表，由本手册用户决定本清单内符合有关工具的元素，并负责选择那些最适合相关工具验证的元素。

7.5.2.3 除非另有说明，否则下列清单既适用于常规导航也适用于基于性能的导航：

- 航路
- 进场
- 最低扇区高度 (MSA)

- 终端进场区域 (仅用于区域导航)
- 等待模式
- 反向和直角航线 (仅用于常规导航)
- 起始进近航段
- 中间进近航段
- 非精密进近最后进近航段
- 垂直引导进近 (仅用于区域导航)
- 精密航段
- 复飞
- 盘旋 (仅用于常规导航)
- 离场
- 航段的衔接

7.5.3 示例

7.5.3.1 盘旋

下面示例旨在评估基于输出结果和图形结果的盘旋的可接受性。

a) 方法/概念

已经记录了将工具文件 (或其他相关材料) 中描述的盘旋功能的方法和概念。在本示例中, 有得到认可的可用文件。

目标	盘旋
参考文件	Doc 8168 号文件第 II 卷第 1 部分第 4 节第 7 章
文件版本	第 13 次修订

b) 输入数据

1) 软件需要下述值:

- 航空器类型;
- 机场标高;
- 温度;
- 风的类型;
- 指示空速;
- 入口坐标; 和
- 倾斜角。

2) 下表包括所需的值。

输入数据					
THR 16 坐标	41° 55' 45".8883 N	012° 25' 40".1264 E			
THR 34 坐标	41° 53' 44".6216 N	012° 26' 17".9834 E			
THR 35 坐标	41° 54' 31".7435 N	012° 24' 40".2610 E			
THR 17 坐标	41° 56' 36".7320 N	012° 24' 11".6239 E			
THR 09 坐标	41° 54' 58".2541 N	012° 22' 35".0575 E			
THR 27 坐标	41° 54' 46".3514 N	012° 25' 03".2384 E			
温度	ISA+15				
指示空速 (kt)	100	135	180	205	250
机场标高 (ft)	313				
倾斜角 (°)	19.3	20	20	20	20
航空器类型	A	B	C	D	E

3) 输入数据的一致性检查: 如果检查出某输入值不符合适用标准, 剔除该值, 或以警告用户的方式作“标记”。在上面的示例中, 输入数据符合标准, 所以将它们整合到工具中。

	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
机场标高	x				
温度	x				
风的类型	x				
指示空速	x				
入口坐标	x				
倾斜角	x				

c) 输出数据

1) 工具计算得出的结果概括为如下输出数据:

- 真空速 (V);
- 转弯半径 (r);
- 风速 (W);
- 以入口为圆心的半径

航空器类型	A	B	C	D	E
输出数据					
V + W/V (kt)	128	164	210	236	283
R (°/s)	3.00	2.42	1.89	1.68	1.41
r (NM)	0.68	1.08	1.77	2.23	3.20
S SEG (NM)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
以入口为圆心的半径 (NM)	1.66	2.56	4.04	5.06	7.1
以入口为圆心的半径 (km)	3.1	4.7	7.5	9.4	13.1

在检查中要注意海里和公里之间的不一致性。

	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
真空速	x				
转弯半径	x				
风速	x				
以入口为圆心的半径	x				海里与公里之间不一致

d) 图形检查

本步骤包括对图形输出的评估, 例如, 区域形状, 与入口处的关系、入口处的使用、距离测量等。
(见图7-1)

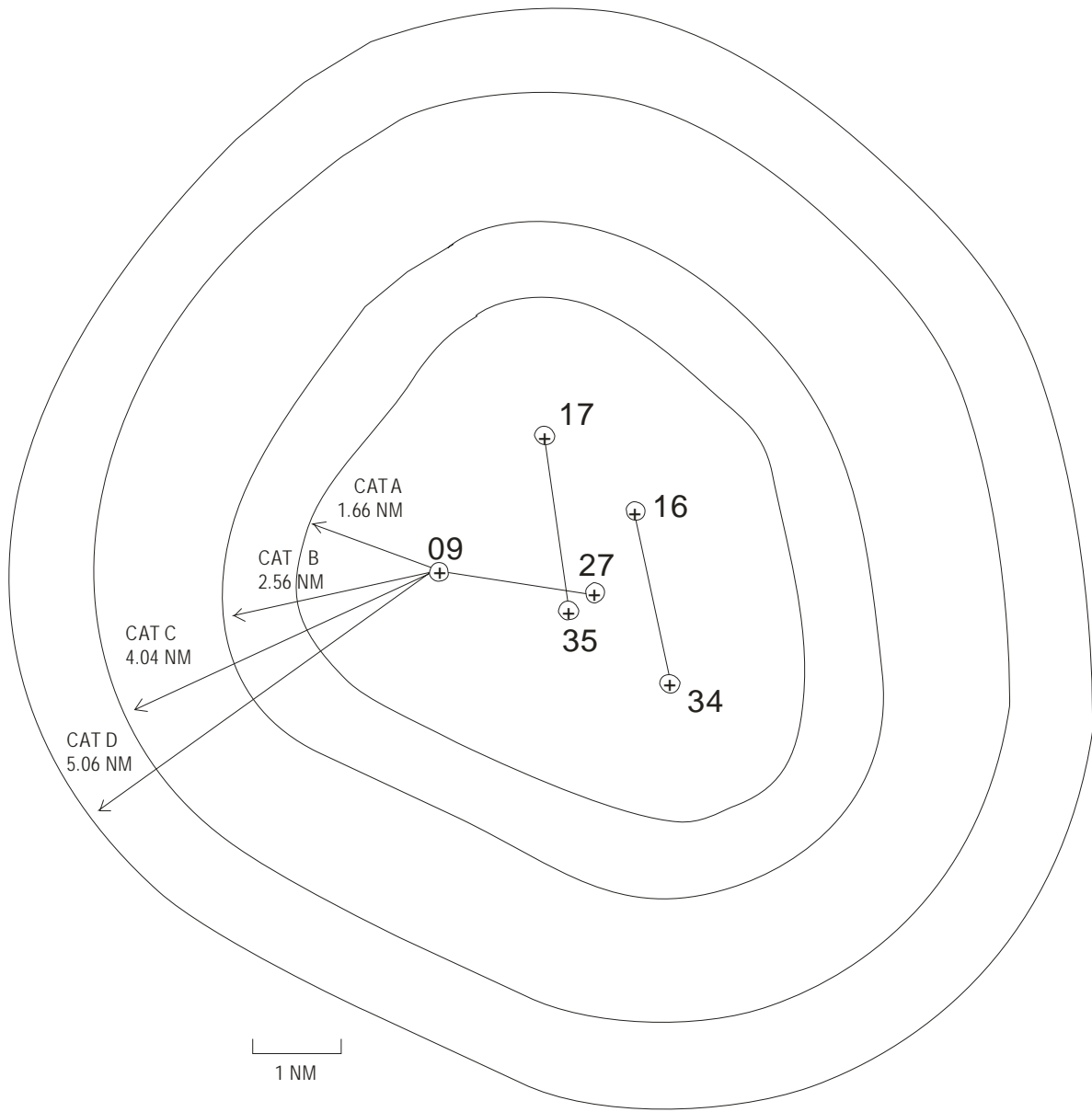


图7-1

盘旋区A-D

	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				

e) 结论

下表概括了盘旋验证的结果。

目标	盘旋				
参考文件	Doc 8168 号文件，第 II 卷，第 1 部分，第 4 节，第 7 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
机场标高	x				
温度	x				
风的类型	x				
指示空速	x				
入口坐标	x				
倾斜角	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
真空速	x				
转弯半径	x				
风速	x				
以入口处为圆心的半径	x				海里与公里之间不一致
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				
结论	本盘旋功能被接受。				

7.5.3.2 等待模式

下面的示例旨在基于图形结果与手工绘图之间的比较，对等待模板的可接受性进行评估。

a) 方法/概念

已经记录了等待模板功能的工具文件 (或其他相关材料) 中所描述的方法和概念。在本示例中, 有得到认可的可用文件。

b) 输入数据

1) 本软件需要下述值:

- 航空器类型;
- 指示空速;
- 温度;
- 风的类型 (国际民航组织, 统计等);
- 离港时间; 和
- 等待保护高度。

2) 输入数据的一致性检查 检查如果某输入值不符合适用标准, 将其剔除, 或通过向用户告警作出标记。

c) 输出数据

工具计算得出的结果概括为如下输出数据:

- 真空速 (V)
- 转弯半径 (r); 和
- 风速 (W)。

d) 图形检查

本步骤包括对绘图结果的评估。

为此, 根据《空中航行服务程序 —— 航空器运行》标准 (见下面), 用相同的输入数据进行手工绘图。软件绘图结果和手工绘图相互覆盖进行对比。

需要对手工绘图和软件绘图结果之间的重大差异进行研究, 并且使其合理化 (见 7.4.2)。

为了说明上述过程, 已经根据下述数据和计算进行了手工绘图。

数据	
	非国际单位
指示空速	230 kt
高度	14 000 ft
时间	1 min
温度	ISA + 15°C

使用非国际单位计算			
行	参数	公式	值
1	K	14 000 ft的换算因数和ISA + 15°C (见第2卷附录2第1部分第2节第1章)	1.275 5
2	V	$V = K$ 指示空速 (IAS) *	293.4 kt
		*真空速也许可以从第II部分第4节第1章附录A中推断出。	
3	v	$v = V / 3\ 600$	0.081 5 NM/s
4	R	$R = 509.26 / V$, or $3^\circ/s$, 选小者	1.722°/s
5	r	$r = V / 62.83 R$	2.71 NM
6	h	以千英尺计	14
7	w	$w = 2h + 47$	75 kt
8	w'	$w' = w / 3\ 600$	0.020 8 NM/s
9	E ₄₅	$E_{45} = 45w' / R$	0.544 NM
10	t	$t = 60T$	60 s
11	L	$L = v t$	4.89 NM
12	ab	$ab = 5v$	0.41 NM
13	ac	$ac = 11v$	0.90 NM
14	gi1 = gi3	$gi1 = gi3 = (t - 5) v$	4.48 NM
15	gi2 = gi4	$gi2 = gi4 = (t + 21)v$	6.60 NM
16	Wb	$Wb = 5w'$	0.10 NM
17	Wc	$Wc = 11w'$	0.23 NM
18	Wd	$Wd = Wc + E_{45}$	0.77 NM
19	We	$We = Wc + 2E_{45}$	1.32 NM
20	Wf	$Wf = Wc + 3E_{45}$	1.86 NM
21	Wg	$Wg = Wc + 4E_{45}$	2.41 NM
22	Wh	$Wh = Wb + 4E_{45}$	2.28 NM
23	Wo	$Wo = Wb + 5E_{45}$	2.82 NM
24	Wp	$Wp = Wb + 6E_{45}$	3.36 NM
25	Wi1 = Wi3	$Wi1 = Wi3 = (t + 6)w' + 4E_{45}$	3.55 NM
26	Wi2 = Wi4	$Wi2 = Wi4 = Wi1 + 14w'$	3.84 NM
27	Wj	$Wj = Wi2 + E_{45}$	4.38 NM
28	Wk = W ₁	$Wk = W_1 = Wi2 + 2E_{45}$	4.93 NM
29	Wm	$Wm = Wi2 + 3E_{45}$	5.47 NM
30	Wn3	$Wn3 = Wi1 + 4E_{45}$	5.73 NM
31	Wn4	$Wn4 = Wi2 + 4E_{45}$	6.02 NM

32	XE	$XE = 2r + (t + 15)v + (t + 26 + 195/R)w'$	15.68 NM
33	YE	$YE = 11 v \cos 20^\circ + r(1 + \sin 20^\circ) + (t + 15) v \tan 5^\circ + (t + 26 + 125/R)w'$	8.31 NM

然后可将下面所示结果图，即图7-2，同使用相同输入数据由软件绘制的图形结果进行比较。

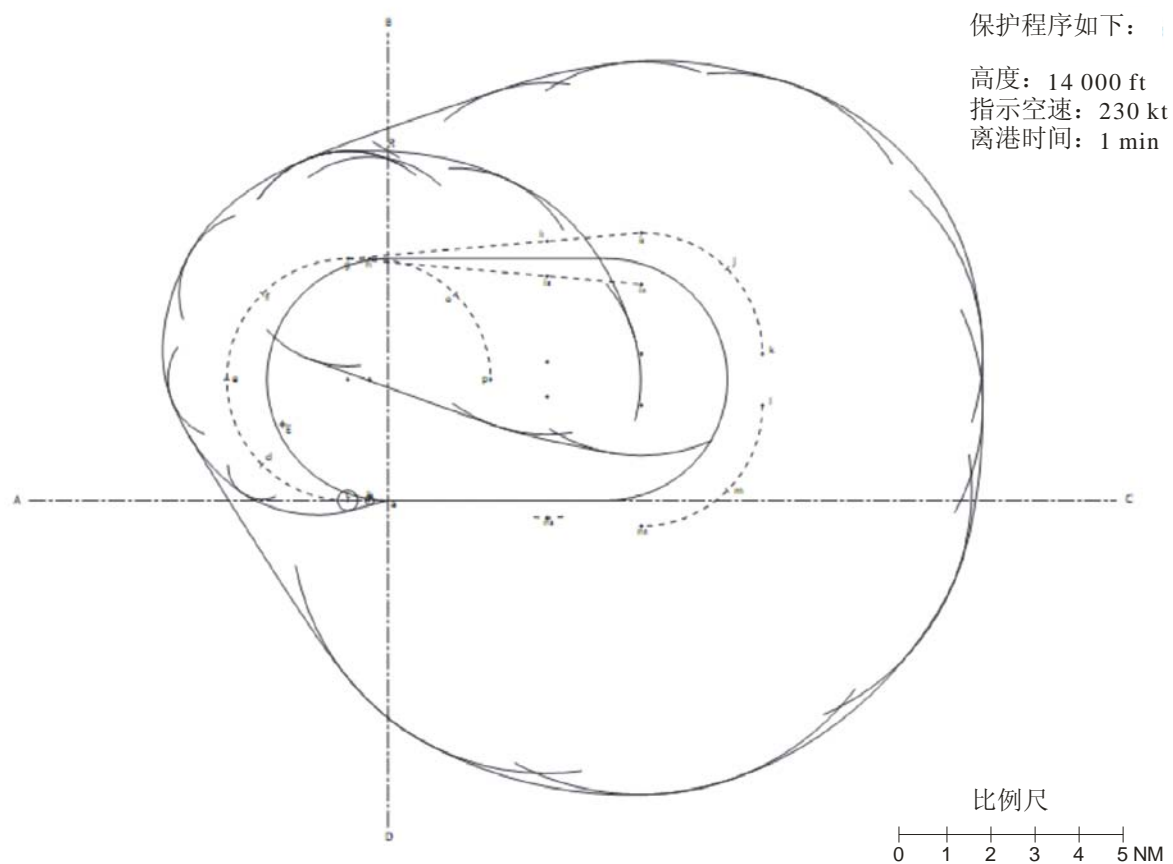


图7-2

本示例结论如下：

目标	等待模式				
参考文件	Doc 8168 号文件第 5 版 (2006), 第 II 卷, 第 1 部分, 第 4 节, 第 2 章和第 II 部分, 第 4 节				
文件版本	第 1 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
指示空速	x				没有指示空速和航空器类型之间的一致性检查
保护高度	x				
温度	x				
离港时间	x				如果时间与高度不相符提供警告
风的类型	x				
进港航迹				x	
转弯方向				x	需要予以考虑
助航系统类型				x	
所需入口				x	
助航系统高度				x	
助航系统坐标				x	
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
真空速	x				
转弯半径	x				
风值	x				
等待模板 (图形)	x				
基本等待区域				x	
等待入口				x	
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				
结论	本功能被接受。建议两个转弯方向都应该予以考虑。				
	注 1: 认为最理想的是提供基本等待区域+入口。				
	注 2: 应增加功能, 提供最小等待高度的计算。				

7.5.3.3 反向与直角航线

7.5.3.3.1 基线转弯 下面的示例是评价基于输出结果和图形结果的基线转弯的可接受性。

a) 方法/概念

已经记录了基线转弯功能工具文件 (或其他适当文件) 中描述的方法和概念。在本示例中,

有得到认可的可用文件。

b) 输入数据

软件需要下述值：

- 国际标准大气压变量 (ISA VAR)；
- 指示空速和航空器类型；
- 风速；
- 倾斜角；
- 助航系统类型、坐标和标高；
- 转弯方向；
- 起始定位点高度；
- 最后定位点高度；
- 进港航迹；
- 离港时间；
- 进入角。

下列表包括所需值。

输入数据	
国际标准大气压变量	ISA + 15°
指示空速	250 kt
风速	58.826 kt
倾斜角	25 deg
助航系统类型	甚高频全向信标
助航系统标高	0 ft
助航系统坐标	41° 48' 13.751" N 12° 14' 15.029" E
转弯方向	右
起始定位点高度	6 000 ft
最后定位点高度	3 000 ft
进港航迹	305.31 deg
离港时间	90 s
进入角	30 deg

c) 输出数据

工具计算得出的结果概括为如下输出数据：

- 进港距离；
- 离港航迹；
- 进港下降倾斜度；
- 离港下降倾斜度；
- 转弯高度；

- 转弯半径；和
- 离港距离。

输出数据	
进港距离	7.01 NM
离港航迹	86.64 deg
下降倾斜度 (进港航段)	802.49 ft/min
下降倾斜度 (离港航段)	1 197.5 ft/min
转弯高度	4 203.74 ft
转弯半径	2.462 NM
离港距离	7.01 NM

d) 图形检查

本步骤包括对图形输出的评估，例如区域形状、助航系统位置、离港航段位置和长度、转弯半径等。(见图7-3)

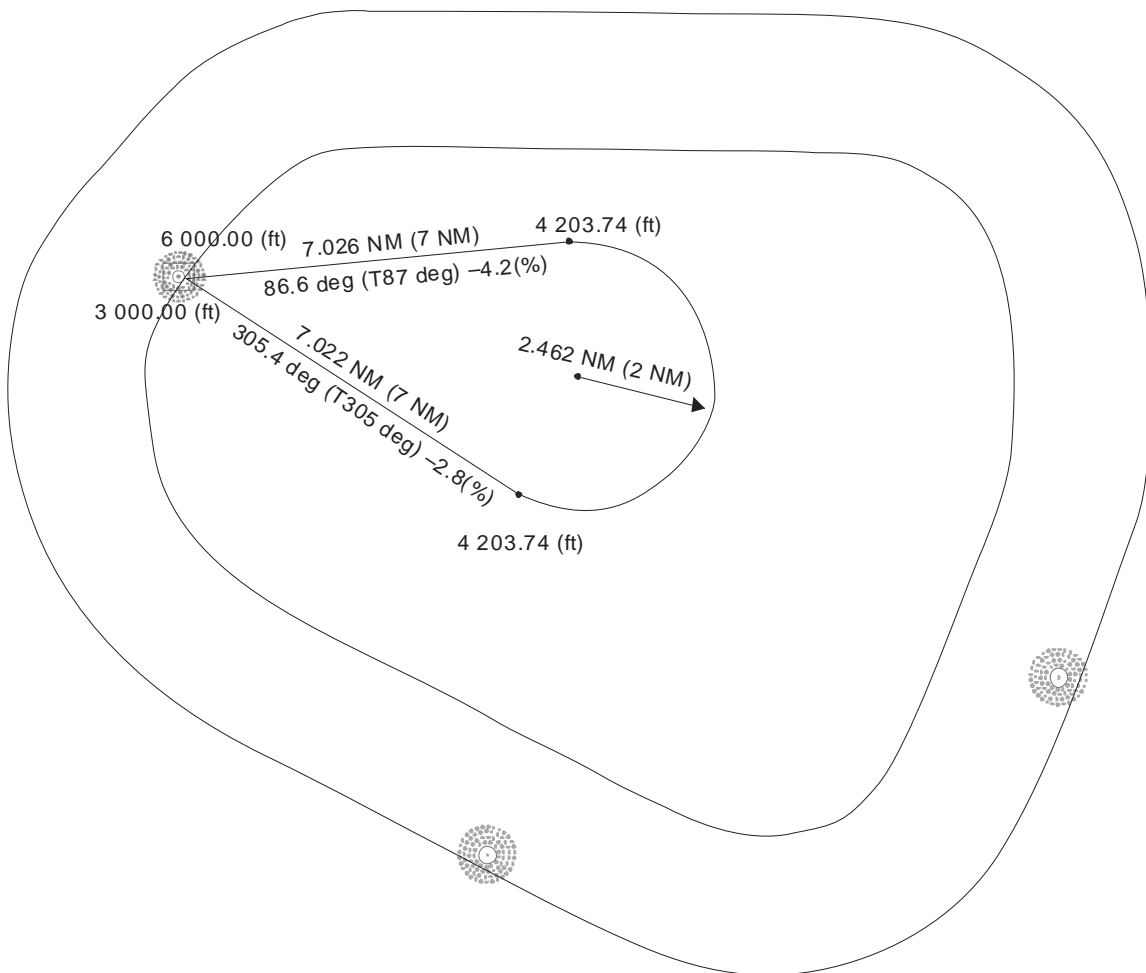


图7-3

e) 结论

目标	基线转弯甚高频全向信标 (时间限制)				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 1 部分, 第 4 节, 第 3 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
国际标准大气压变量	x				
指示空速和航空器种类	x				
风速	x				
倾斜角	x				
助航系统类型、坐标和标高	x				
飞行方向	x				
起始定位点高度	x				
最后定位点高度	x				
进港航迹	x				
离港时间	x				
进入角	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
进港距离	x				
离港航迹	x				
进港下降倾斜度	x				
离港下降倾斜度	x				
转弯高度	x				
转弯半径	x				
离港距离	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				
结论	本基线转弯甚高频全向信标 (时间限制) 被接受。				

7.5.3.3.2 程序转弯 下列示例旨在对基于输出结果和图形输出的程序转弯的可接受性进行评估。

a) 方法/概念

已经记录了程序转弯功能工具文件 (或其他适当文件) 中描述的方法和概念。在本示例中, 有得到认可的可用文件。

b) 输入数据

软件需要下述值：

- 国际标准大气压变量 (ISA VAR)；
- 指示空速和航空器类型；
- 风速；
- 倾斜角；
- 助航系统类型、坐标和标高；
- 转弯方向；
- 程序转弯类型；
- 起始定位点高度；
- 最后定位点高度；
- 离港航段距离；
- 程序轴距；和
- 程序轴角。

下列表包括所需值。

输入数据	
国际标准大气压变量	ISA + 15°
指示空速	250 kt
风速	58.826 kt
倾斜角	25 deg
助航系统类型	甚高频全向信标
助航系统标高	0 ft
助航系统坐标	43° 48' 37.503" N 11° 12' 5.4128" E
转弯方向	右
类型	80/260 deg
起始定位点高度	6 000 ft
最后定位点高度	3 000 ft
离港航段距离	6 NM
程序轴距	7 NM
程序轴角	45 deg

c) 输出数据

工具计算得出的结果概括为如下输出数据：

- 离港航段时间；
- 进港航段距离；
- 转弯高度；

- 离港下降倾斜度；和
- 进港下降倾斜度。

输出数据	
离港航段时间	76.930 s
进港航段距离	12.455 NM
转向高度	4 208.69 ft
离港下降倾斜度	243.45 ft/NM
进港下降倾斜度	97.04 ft/NM

d) 图形检查

本步骤的目的是对图形输出进行评估，例如区域形状、助航系统位置、离港航节的位置和长度、转弯方向和设计等。(见图7-4)

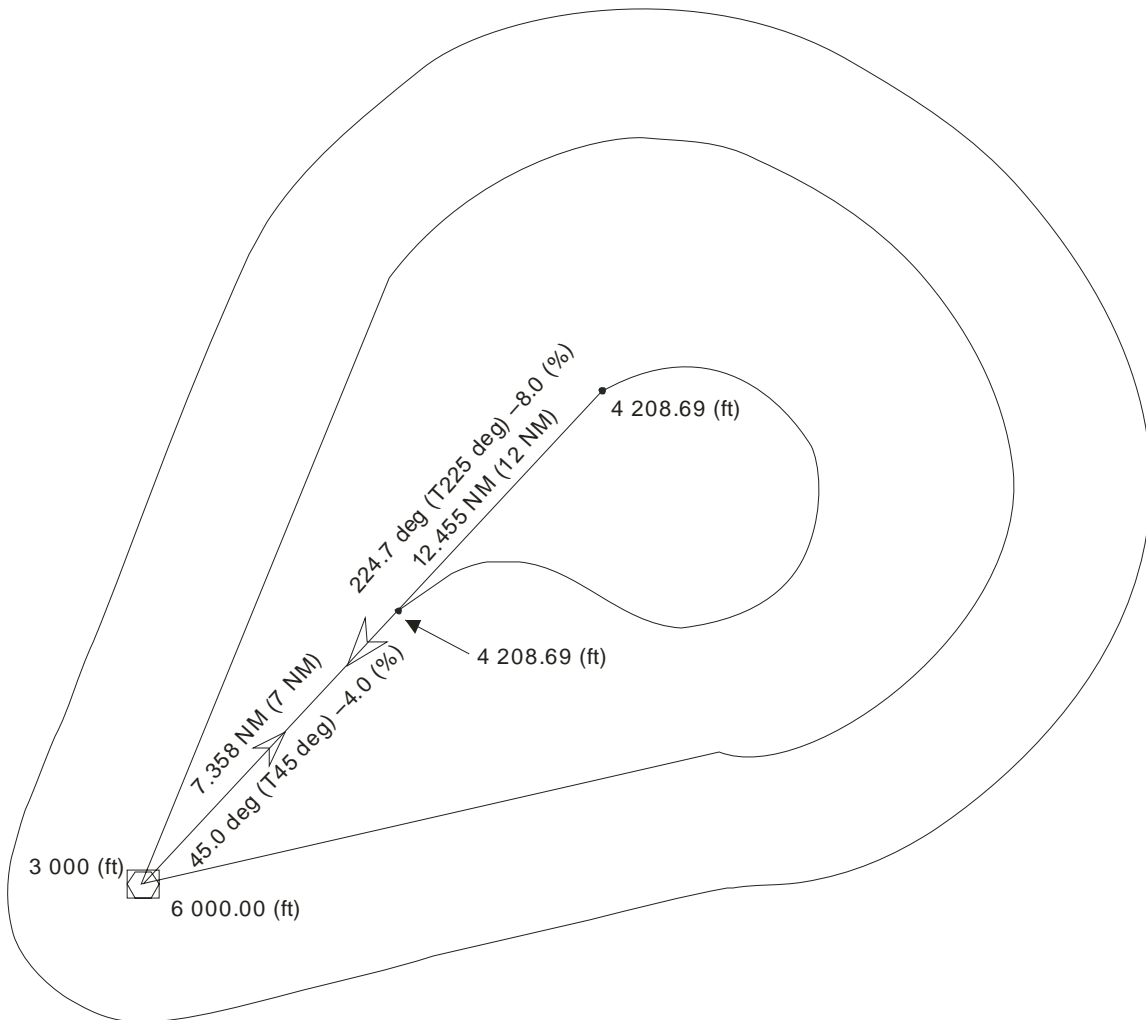


图7-4

e) 结论

目标	程序转弯甚高频无线电全向信标/测距仪 (距离限制)				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 1 部分, 第 4 节, 第 3 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
国际标准大气压变量	x				
指示空速和航空器类型	x				
风速	x				
倾斜角	x				
助航系统类型、坐标和标高	x				
飞行方向	x				
程序转弯类型	x				
起始定位点高度	x				
最后定位点高度	x				
离港航段距离	x				
程序轴距	x				
程序轴角	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
离港航段时间	x				
进港航段距离	x				
转弯高度	x				
离港下降倾斜度	x				
进港下降倾斜度	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				
结论	本程序转弯甚高频无线电全向信标/测距仪 (距离限制) 被接受。				

7.5.3.3.3 直角航线

下列示例旨在对基于输出结果和图形输出的直角航线的可接受性进行评估。

a) 方法/概念

已经记录了基线转弯功能工具文件 (或其他适当文件) 中描述的方法和概念。在本示例中, 有得到认可的可用文件。

b) 输入数据

软件需要下述值:

- 国际标准大气压变量 (ISA VAR);
- 指示空速和航空器类型;
- 风速;
- 倾斜角;
- 助航系统类型、标高和坐标;
- 设施入口;
- 飞行方向;
- 起始定位点高度;
- 最后定位点高度;
- 离港航段时间; 和
- 离港航段角。

下表包括所需值。

输入数据	
国际标准大气压变量	ISA + 15°
指示空速	240 kt
风速	58.826 kt
倾斜角	25 deg
助航系统类型	无方向性无线电信标
助航系统标高	0 ft
助航系统坐标	45° 38' 21.922" N 08° 44' 6.8707" E
进入角	全方向
飞行方向	右
起始定位点高度	6 000 ft
最后定位点高度	3 000 ft
离港航段时间	120 s
离港航段角	90 deg

c) 输出数据

工具计算得出的结果概括为如下输出数据:

- 离港航段距离;
- 进港航段距离;
- 转弯高度;
- 离港下降倾斜度; 和
- 进港下降倾斜度。

输出数据	
离港航段距离	8.956 NM
进港航段距离	8.953 NM
转弯高度	4 181.10 ft
离港下降倾斜度	909.448 ft/min
进港下降倾斜度	590.551 ft/min

d) 图形检查

本步骤包括对图形输出的评估，例如区域形状、助航系统位置、直角航线的位置和长度等。
(见图7-5)

此外，在验证过程中可以使用《等待、反向和直角航线程序模板手册》(国际民航组织Doc 9371号文件) 进行对比。

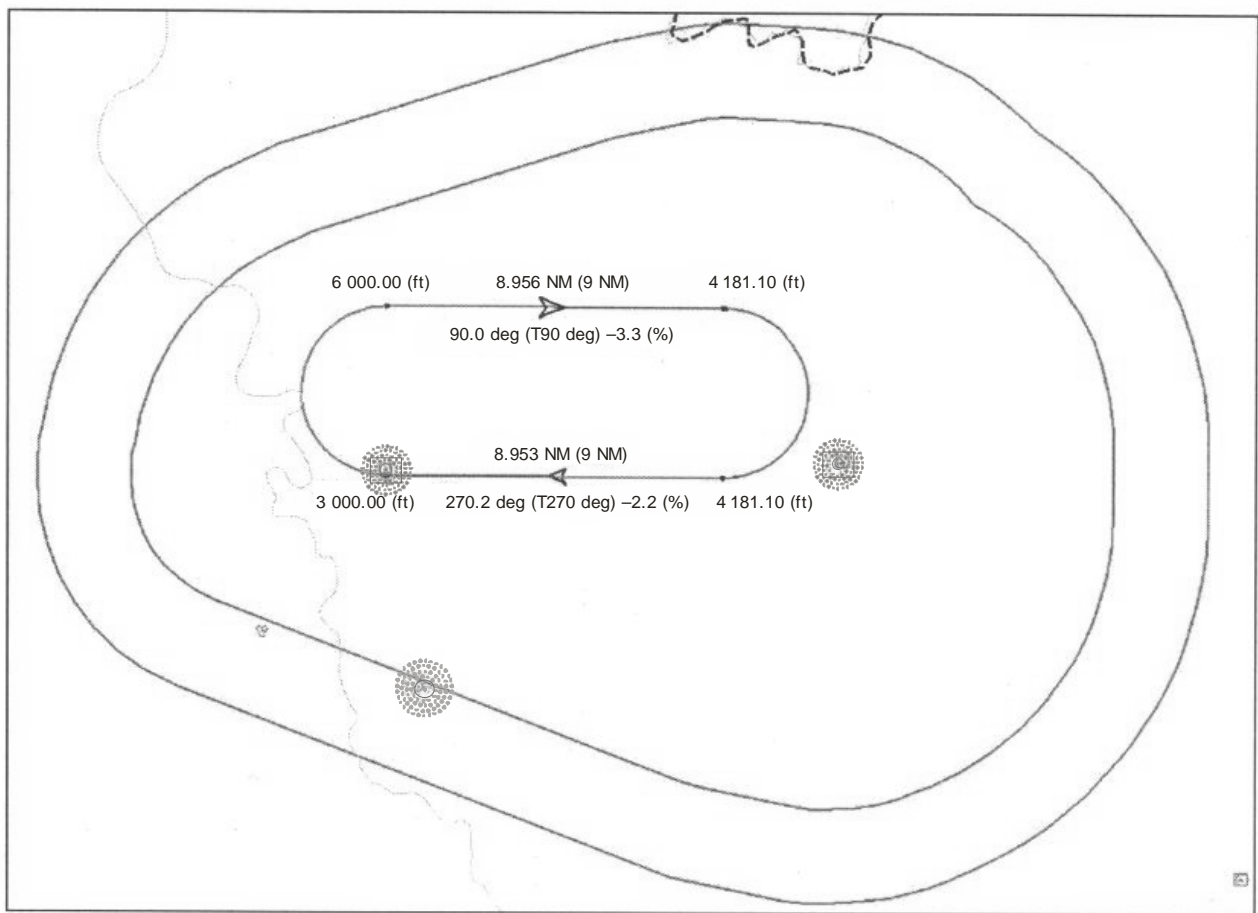


图7-5

e) 结论

目标	直角航线				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 1 部分, 第 4 节, 第 3 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
国际标准大气压变量	x				
指示空速和航空器类型	x				
风速	x				
倾斜角	x				
助航系统类型、坐标和标高				x	
设施入口				x	
飞行方向				x	
起始定位点高度				x	
最后定位点高度				x	
离港航段时间				x	
离港航段角				x	
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
离港航段距离	x				
进港航段距离	x				
转弯高度	x				
离港下降倾斜度	x				
进港下降倾斜度	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				
结论	本直角航线被接受。				

7.5.3.4 终端进场区域

下列示例对终端进场区域设计的可接受性进行评估。本示例仅包括图形输出结果。

a) 方法/概念

终端进场区域设计的参考文件是《空中航行服务程序 —— 航空器运行》，第 II 卷, 第 III 部分, 第 2 节, 第 4 章。在本示例中, 有得到认可的可用文件。

b) 输入数据

- 进近类型 (T或Y);
- 起始进近定位点坐标 (直线、右基线和左基线);
- 中间定位点坐标;
- 最后进近定位点坐标;

- 起始航段方位；
- 中间和最后航段方位；
- 终端进场区域障碍物/地形坐标和标高 (或相关的电子地形和障碍物数据文件)；
- 每一扇区半径；和
- 内下降弧半径 (如适用)。

注：应该指出，根据所用工具，输入数据可能不需要所有上述项目。

c) 图形检查

应该通过对比手工绘图 (使用计算机辅助设计系统或类似软件) 和飞行程序设计系统输出结果，进行图形检查。(见图7-6)

下面是终端进场区域的输入数据和相应的图形设计示例。

终端进场区域类型	T-bar
起始进近定位点 (1) 坐标 (直线)	41° 54' 20.1568" N 012° 37' 01.8645" E
起始进近定位点 (2) 坐标 (左基线)	41° 47' 55.7210" N 012° 33' 03.3757" E
起始进近定位点 (3) 坐标 (右基线)	41° 57' 18.8597" N 012° 28' 25.2903" E
中间定位点坐标	41° 52' 37.3157" N 012° 30' 44.5025" E
最后进近定位点坐标	41° 50' 54.1296" N 012° 24' 27.4765" E
起始航段方位 (直线)	250°
起始航段方位 (左基线)	339.8°
起始航段方位 (右基线)	159.7°
中间-最后航段方位	250°
直线扇区障碍物/地形坐标和标高	41° 57' 37.4619" N 012° 52' 05.0609" E 3 000 ft
右扇区障碍物/地形坐标和标高	42° 02' 50.1827" N 012° 10' 57.6461" E 3 500 ft
左扇区障碍物/地形坐标和标高	41° 36' 09.7808" N 012° 26' 22.0812" E 2 500 ft
直线扇区最低终端进场区域高度	4 000 ft
右扇区最低终端进场区域高度	5 500 ft
左扇区最低终端进场区域高度	3 500 ft

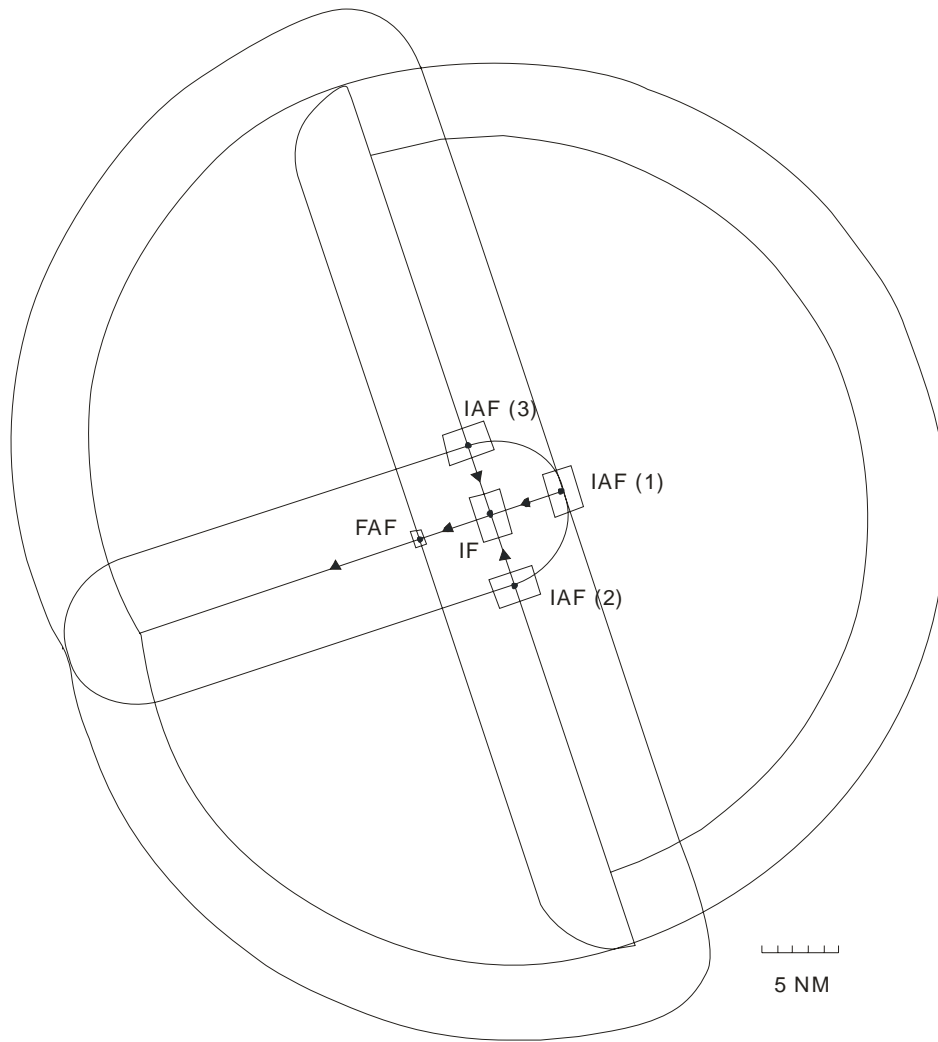


图7-6

d) 结论

目标	终端进场区域				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 III 部分, 第 2 节, 第 4 章				
文件版本	2006 年第 5 版				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
进近类型	x				
起始进近定位点坐标	x				
中间定位点坐标	x				
最后进近定位点坐标	x				
下降弧的半径	x				

起始航段方位	x				
障碍物/地形坐标和标高	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
最低终端进场区域高度	x				
图形输出	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				
结论	本终端进场区域设计被接受。				

7.5.3.5 起始进近航段

下列示例旨在对某起始进近航段区域计算的可接受性进行评估。本示例不包括任何图形输出结果。

目标	起始航段				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 3 部分, 第 4 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
指示空速范围	x				
温度	x				
风的类型	x				
最大保护高度	x				
指示空速	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
风速	x				
助航系统范围	x				
起始进近定位点容差	x				
末端定位点容差	x				
定位点可接受性	x				
始端区域宽度	x				
区域八字形角	x				
末端区域宽度	x				
主/次区域宽度	x				

	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查				x	建议图形输出
结论	本起始航段功能被接受。				

7.5.3.6 中间进近航段

下列示例旨在对中间进近航段区域计算和绘图的可接受性进行评估。

目标	中间航段				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 3 部分, 第 5 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
指示空速范围	x				
风的类型	x				
最大保护高度	x				
指示空速	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
风速	x				
助航系统范围	x				
航段的最小/最大长度	x				
中间进近定位点容差	x				
末端定位点容差	x				
定位点可接受性	x				
始端区域宽度	x				
区域八字形角	x				
末端区域宽度	x				
主/次区域宽度	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查		x			要求图形输出
结论	在能够提供并检查图形输出之前, 本中间航段功能不被接受。				

7.5.3.7 非精密进近最后进近航段 (常规)

下列示例旨在对非精密进近最后进近航段区域计算的可接受性进行评估。本示例不包括任何图形输出。

目标	最后航段				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 3 部分, 第 6 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
指示空速范围	x				
风的类型	x				
最大保护高度	x				
指示空速	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
风速	x				
助航系统范围	x				
航段的最小/最大长度	x				
最后进近定位点容差	x				
复飞点容差		x			复飞点容差小于《空中航行服务程序 —— 航空器运行》规定容差
定位点可接受性	x				
始端区域宽度	x				
区域八字形角	x				
末端区域宽度	x				
主/次区域宽度	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查				x	
结论	在决定复飞点容差之前, 本功能不被接受。				

7.5.3.8 区域导航全球卫星导航系统非精密进近最后进近航段

a) 方法/概念

区域导航全球卫星导航系统非精密进近设计参考资料是《空中航行服务程序 —— 航空器运行》第II卷, 第III部分, 第1节, 第2章。本示例中, 有得到认可的可用文件。

b) 输入数据

- 入口坐标;
- 最后进近定位点坐标; 和

- 复飞点坐标。

此外，为最新界限构建，考虑如下输入数据：

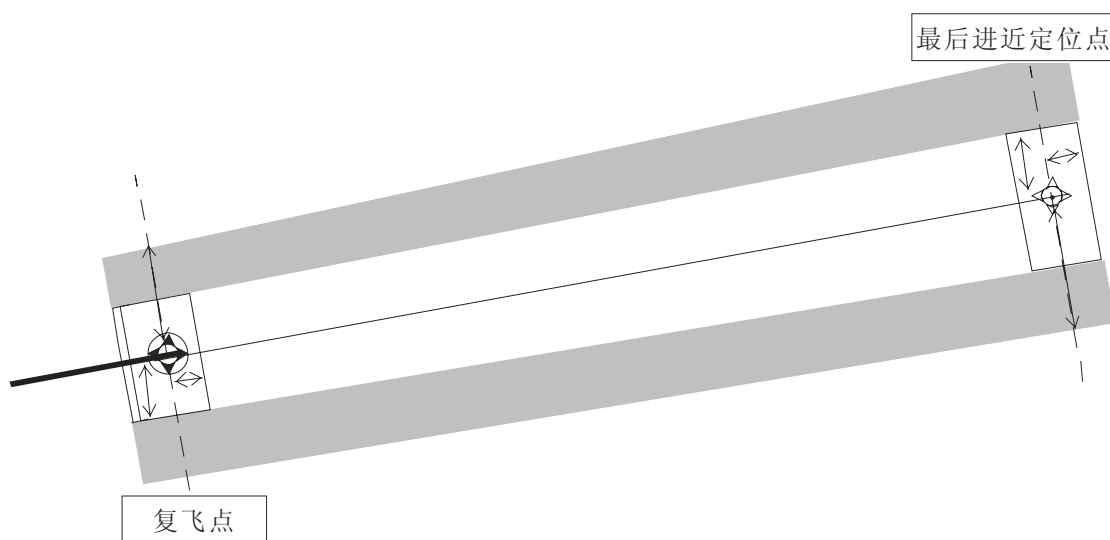
- 航空器类型；
- 指示空速范围；
- 风的类型；和
- 最大保护高度。

c) 输出数据

- 风速；
- 最后进近定位点沿航迹容差和交叉航迹容差；
- 半宽度正切最后进近定位点；
- 半宽度正切复飞点；
- 主/次区域宽度；和
- 航路点、最后航段、定位点容差（沿航迹容差和交叉航迹容差）和保护区域图形输出。

d) 图形检查

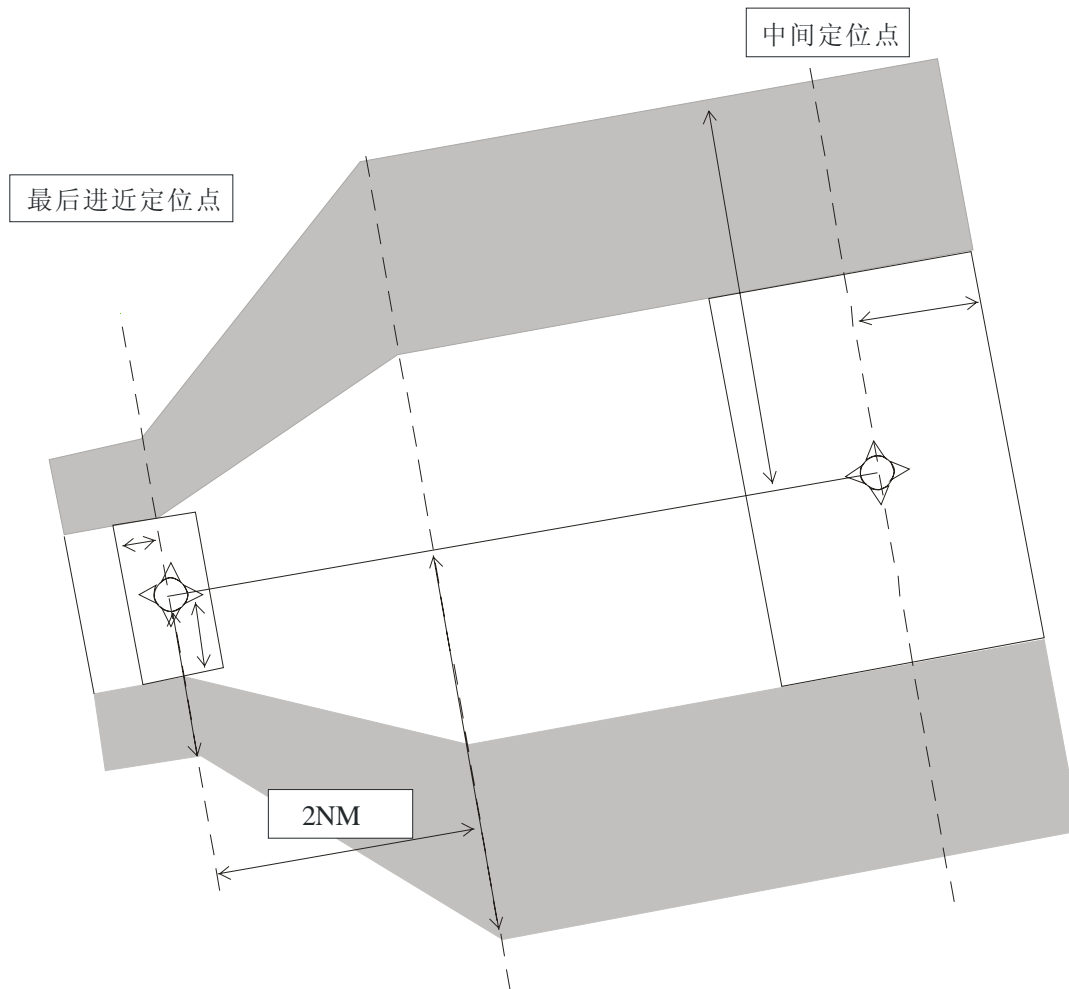
本步骤包括对图形输出、保护区域形状、区域半宽度、每一航路点最后进近定位点和复飞点的航迹容差/交叉航迹容差、航段最小/最大长度的评估。(见图7-7)



航路点	沿航迹容差	交叉航迹容差	1/2航路
最后进近定位点	0.3 NM	0.6 NM	1.2 NM
复飞点	0.3 NM	0.5 NM	1.0 NM

图7-7

相同的过程可以用于任何其他的直线区域导航进近航段，下图所描述的是中间航段。



航路点	沿航迹容差	交叉航迹容差	1/2航路
最后进近定位点	0.3 NM	0.6 NM	1.2 NM
中间定位点	1.0 NM	1.5 NM	3.0 NM

图7-8

e) 结论

目标	最后航段				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 III 部分, 第 1 节, 第 2 章				
文件版本	2006 年第 5 版				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
指示空速范围	x				
风的类型	x				
最大保护高度	x				
入口坐标	x				
最后进近定位点坐标	x				
复飞点坐标	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
风速	x				
最后进近定位点沿航迹容差和交叉航迹容差	x				
半宽度正切最后进近定位点	x				
半宽度正切复飞点	x				
主/次区域宽度	x				
图形输出	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				
结论	本功能被接受。				
	注: 同前后航段的衔接不属于本功能。				

7.5.3.9 垂直引导进近 (APV)

下列示例旨在对垂直引导进近程序大气压垂直导航最后航段的可接受性进行评估。本示例不包括任何图形输出。

目标	最后航段 (APV)				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 III 部分, 第 3 节, 第 4 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
入口标高	x				
机场标高	x				
航空器类型	x				
指示空速	x				
基准点高度	x				
入口上方最后进近点高度 (中间航段高度)	x				
设计垂直航径角度	x				
最低可能温度	x				
中间进近最低超障余度	x				
最后进近最低超障余度	x				
传感器	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
障碍物评价面最后进近航段区域宽度 (起始)	x				
障碍物评价面最后进近航段区域宽度 (末端)	x				
最后进近点/最后进近定位点位置或最后进近航段同前一航段最低超障余度的交叉点	x				
低温折算的垂直航径角度	x				
基准点高度坐标	x				
最后进近航段角度	x				
最后进近航段原点 (X _{FAS})	x				
最低公布温度	x				
最小垂直航径角度	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查		x			
结论	在具有图形输出能力并且能够得到核证之前, 本功能不被接受。				

7.5.3.10 目视航段面 (VSS)

a) 方法/概念

验证测试的目的是为直线非精密进近程序验证目视航段面。目视航段面参考《空中航行服务程序——航空器运行》第II卷，第1部分，第4节，第5章。本示例中，有得到认可的可用文件。

b) 输入数据

- 程序类型；
- 跑道参照代码；
- 内进近面宽度；
- 航迹与中心线之间的偏斜角 (如可用)；
- 航迹与中心线之间的偏斜距离 (如可用)；
- 超障高；
- 入口坐标和标高；
- 最后进近航段清晰度，包括进近角度；和
- 障碍物/地形的坐标和标高 (或相关电子地形和障碍物数据文件)。

c) 输出数据

- 目视航段面形状；和
- 穿越障碍物/地形。

d) 图形检查

本步骤包括对图形输出进行评估。包括对目视航段面本身的检查，及其相对于跑道的位置的检查，如果有的话，还须对穿越障碍物/地形等进行检查。(见图7-9)

注：图形检查不可能足以对地形和障碍物穿越表面的有效性进行评估。有关地形和障碍物数据验证更多指导见6.2。

下节提供目视航段面根据特定的输入数据集进行表面构建的示例。

输入数据	
程序类型	直接非精密进近
跑道参照代码	3 或 4
航迹与中心线之间的偏斜角	0
航迹与中心线之间的偏斜距离	0
最后进近航段清晰度	倾斜度 3° 方位 267.763°
超障高	350 ft
入口坐标	41° 29' 04.9576" N, 010° 27' 44.8054" E
入口标高	0 ft
障碍物坐标	41° 29' 07.3272" N, 010° 28' 04.4657" E
障碍物标高	200 ft
输出数据	
入口上方高度	15 m
自入口处距离	60 m
宽度基线	300 m (150 m 延伸跑道的两侧)
八字面	15% (延伸跑道的两侧)
目视航段面斜度	1.88°
表面末端(自进近入口至目视航段面末端的水平距离)	3 257 m
障碍物的穿越	是

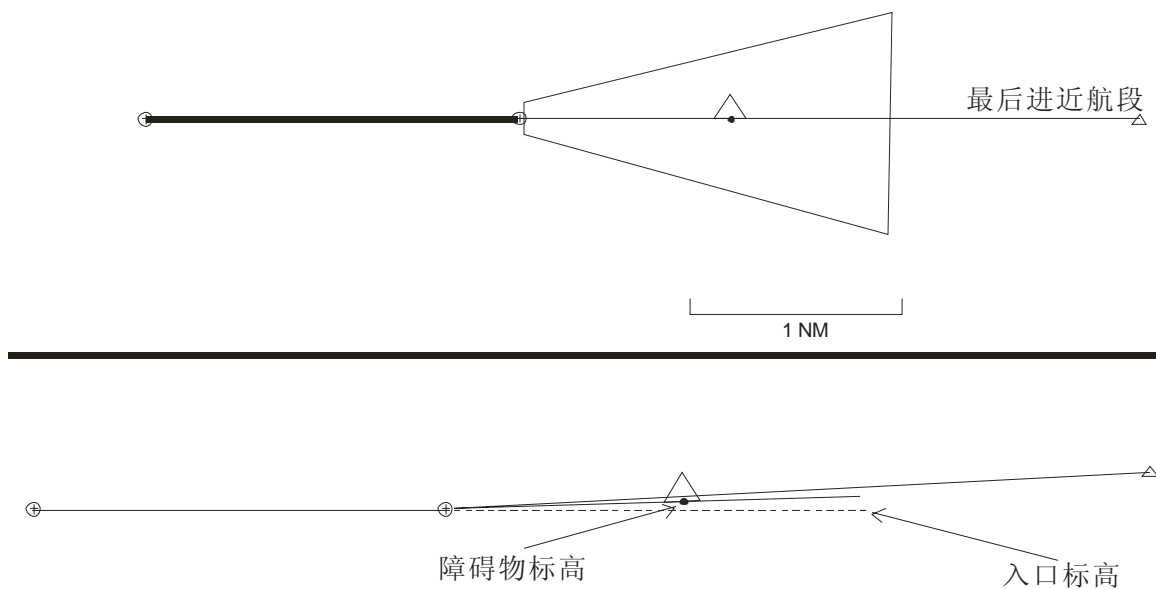


图7-9

e) 结论

目标	目视航段面 (VSS)				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 I 部分, 第 4 节, 第 5 章				
文件版本	2006 年第 5 版				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
程序类型	x				
跑道参照代码	x				
内进近面宽度	x				
航迹/中心线之间的偏斜角	x				
航迹/中心线之间的偏斜距离	x				
超障高	x				
入口坐标和标高	x				
最后进近航段	x				
障碍物/地形	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
目视航段面形状		x			目视航段面仅以绘图形式提供。
穿越地形/障碍物	x				
图形输出	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				
结论	本功能被接受。				
	注: 应该提供关键的目视航段面 3 维坐标。				

7.5.3.11 精密进近航段

下列示例旨在对基于障碍物评价面 (OAS) 方法的仪表着陆系统精密航段的可接受性进行评估。

注: 在下列示例中, 障碍物评价面基于障碍物评价面模板, 但是又不同于该模板, 因为它们延伸至最后进近点。

a) 方法/概念

- 1) 在本示例中, 工具文件描述计算在终点一侧障碍物评价面延伸, 以及计算其在复飞进近一侧的限制所使用的方法。也描述计算设计表面方程式以适合航向信标台 (LOC) 天线与跑道入口之间的实际距离所使用的内插方法。

2) 上述工具文件中所提供的方法和概念被认为是可接受的。

b) 输入数据

- 航空器类型;
- 翼展;
- 下滑道天线与航空器轮子之间的距离;
- 所选择的跑道和航向信标台的方向;
- 入口坐标;
- 入口标高;
- 仪表着陆系统类型;
- 航向信标天线的坐标 (或航向信标天线与所选择入口之间的距离);
- 入口处航向信标波束宽度;
- 偏置航向信标 (如适用);
- 下滑道角度;
- 基准点高度 (RDH);
- 复飞坡度;
- 最后进近点高度 (或最后进近点与入口之间的距离);
- 最后进近定位点 (如适用);
- 精密航段末端 (如适用)。

注: 应该指出, 视工具不同, 输入数据可能不需要上述所有各项。

c) 输出数据

- 用于障碍物评估面各重要点坐标的参照系统;
- 名称为C、D、E和C”、D”、E”特定点的坐标;
- 以特定格式给出的平面等式 ($z = Ax + By + C$);
- 所请求点上的具体平面的标高; 和
- 障碍物评估面的图形输出。

注: 增加其他输入数据 (地形和障碍物), 可以提供其他输出数据, 如:

- 计算每一类航空器精密航段的超障高度/高;
- 使用最后进近定位点所忽略的障碍物;
- 主要障碍物;
- 爬升起始点 (SOC) 位置 (x, y, z)。

d) 图形检查

本步骤包括评估图形输出, 例如障碍物评估面形状、航向信标天线和最后进近点位置、跑道入口位置以及最后轴线。

下述各节提供根据特定输入数据集构建障碍物评估面的示例。

- 航空器类型: Cat D;
- 翼展: 32.5米;
- 下滑道天线和航空器轮子之间的距离: 7米;
- 仪表着陆系统类型: Cat I;
- 航向信标天线和着陆入口之间的距离: 2 500米;
- 入口处航向信标波束宽度: 210米;
- 下滑道角度: 3°;
- 基准点高度 (RDH): 15米;
- 复飞坡度: 2.5%;
- 最后进近点高度: 1 500英尺;
- 精密航段末端: 入口上方1 000英尺; 和
- 最后进近定位点: 不使用。

输出数据如下:

- 坐标系: 基于入口位置 (单位: 米) 的标准x, y, z系统; 和
- 名称为C, D, E和C", D", E"各特定点的坐标。

	x	y	z
C	281	49	0
D	-286	135	0
E	-900	205	0
C"	10 807	153	300
D"	5 438	967	300
E"	-12 900	3 058	300

- 以特定格式给出的平面等式 ($z = Ax + By + C$)。

表面	A	B	C
W	0.0285	0	-9.01
X	0.026747	0.176346	-17.60
Y	0.023023	0.201942	-22.33
Z	-0.025	0	-22.50

- 在所请求点上的特定平面的标高。

表面	x	y	z
W	2 000	250	79.98
X	1 200	1 000	207.24
Y	-1 500	1 000	145.08
Z	-2 500	500	40

e) 结论

目标	精密航段				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 II 部分, 第 1 节, 第 1 章				
文件版本	2006 年第 5 版				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
翼展	x				
下滑道天线与航空器轮子之间的距离	x				
所选择的跑道和航向信标台方向	x				
入口坐标	x				
入口标高	x				
仪表着陆系统类型	x				
航向信标台天线的坐标	x				
航向信标台波束宽度	x				
偏置航向信标台		x			使用偏置仪表着陆系统检查该功能
下滑道角度	x				
基准点高度	x				
复飞坡度	x				
最后进近点坐标	x				
使用最后进近定位点		x			
精密航段末端	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
参照系统		x			检查本系统中入口的坐标
各特定点坐标	x				
平面等式	x				
平面标高	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查		x			
结论	在进行图形检查之前, 本功能不被接受。				

7.5.3.12 复飞

下列示例旨在对非精密进近复飞航段（直飞）区域计算的可接受性进行评估。本示例不包括任何图像输出。

目标	非精密进近复飞航段（直飞航段）				
参考文件	Doc 8168 号文件，第 II 卷，第 III 部分，第 7 章				
文件版本	第 13 次修订				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念			x		
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
航空器类型	x				
指示空速范围	x				
风的类型	x				
最大保护高度	x				
指示空速	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据					
风速	x				
助航系统范围	x				
复飞点容差	x				
末端定位点容差	x				
各定位点可接受性	x				
爬升起始点位置	x				
起始区域宽度	x				
区域八字形角度	x				
末端区域宽度	x				
主/次区域宽度	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查				x	
结论	在得到方法和概念文件并对其审查之前，本非精密进近复飞航段不被接受。				

7.5.3.13 离场

下列示例旨在对航迹调整情况下直飞离场的可接受性进行评估。本示例仅包括图形输出。

a) 方法/概念

这种类型的离场参照《空中航行服务程序 —— 航空器运行》(Doc 8168号文件), 第II卷, 第I部分, 第3节, 第3章, 以及图I-3-3-2。

本示例中, 有得到认可的可用文件。

b) 输入数据

- 跑道起飞末端位置, 以画出离场的正确位置;
- 跑道方向, 同程序设计梯度 (PDG) 一起使用, 以找到最新的航迹调整点;
- 程序设计坡度, 同跑道方向一起使用, 以找到最新航迹调整点;
- 离场航迹, 用于画出离场外边缘; 和
- 离场距离。

c) 图形检查

本步骤包括对图形输出的评估, 例如角度和距离。(见图7-10)

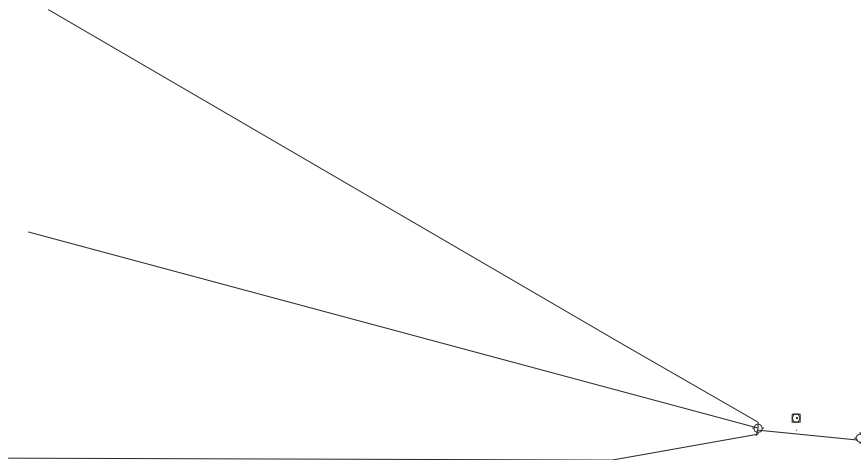


图7-10

d) 结论

目标	直飞离场 (使用航迹调整)				
参考文件	Doc 8168 号文件, 第 II 卷, 第 I 部分, 第 3 节, 第 3 章				
文件版本	2006 年第 5 版				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
方法/概念	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输入数据					
跑道起飞末端位置	x				
跑道方向	x				
程序设计坡度	x				
离场航迹	x				
离场距离	x				
	是	否	不清楚	超出范围	意见
输出数据				x	无输出数据 (仅为 2 维图)
	是	否	不清楚	超出范围	意见
图形检查	x				仅 2 维
结论	本离场 (2 维) 被接受。				

7.6 用于计算的标准建模验证应用程序

7.6.1 为获得最小高度 (或倾斜度) 的计算包括下述几个步骤:

- 识别与给定航段或程序相关的地形和障碍物数据;
- 将相关的最低超障余度应用于此前确定的地形和障碍物数据, 同时考虑到与主区域和次区域有关的差异; 和
- 识别管制障碍物 (或地形), 并计算最低超障余度高度 (或超障高度或程序设计坡度), 同时考虑到《空中航行服务程序 —— 航空器运行》凑整规则。

7.6.2 这些步骤应该酌情以与第 7.5 节规定的相同方式提交验证: 方法/概念评估、输入和输出数据检查, 以及图形检查。

7.7 特殊情况

7.7.1 众所周知，本手册建议的方法尚不足以包含无法由一系列手工计算、直观检查或测量各关键点进行测试的那些功能。

7.7.2 碰撞风险模式和最后进近航段数据模块生成器就属于这种情况。

7.7.3 对于这些特殊情况，基于软件安全保证系统这类过程的外部验证过程是必要的。

附录A

地理变换/转换

(参照: 第5.2节)

本附录提供WGS-84坐标系与各种普通大地测量参照系统之间的变换表格, 以及从WGS-84坐标系地理坐标至普通基于投影坐标的转换表格。提供这些表格作为输入数据样本, 它们可以用于验证过程。

输入 (WGS-84)		输出 (ED50)		转换模型 (参数)
纬度	经度	纬度	经度	
41° 0' 0".0	012°0' 0".0	41° 00' 03".6300	12° 00' 03".5800	多元回归 (撒丁岛)
51° 0' 0"	0° 0' 0",0	51° 00' 03".1417	0° 00' 04".9774	多元回归 (ED50 坐标系 联合王国)
40° 0' 0".0	-5°0' 0".0	40° 00' 04".3681	-4° 59' 55".2049	多元回归 (ED50 坐标系 西欧)

自WGS-84 坐标系投影至统一横轴默卡托 (UTM) WGS-84坐标系

输入 WGS-84 坐标系		UTM 区	UTM WGS-84 坐标系	
纬度	经度		X	Y
39°00'00,00" N	008°00'00,00" W	29	586592,678	4317252,165
54°00'00,00" N	012°00'00,00" E	33	303379,102	5987687,71
72°00'00,00" N	031°00'00,00" E	36	431030,463	7990077,472

WGS-84坐标系至1969年, 南美洲, 阿根廷

基准点	椭球体	纬度	经度	椭球体高度 (m)
WGS-84 坐标系	WGS-84 坐标系	S40 04 46.02	W071 09 03.22	0
南美洲1969, 阿根廷	南美洲1969	S40 04 44.72	W071 09 00.73	-32

WGS-84 坐标系至北美洲1927, 墨西哥

基准点	椭球体	纬度	经度	高度 (m)
WGS-84 坐标系	WGS-84 坐标系	N16 45 25.55	W099 45 13.75	0
北美洲1927, 墨西哥	Clarke 1866	N16 45 22.71	W099 45 12.61	16.3

自WGS-84坐标系投影至兰勃特等角投影 (1969年, 南美洲, 阿根廷)

地图投影	椭球体	纬度	经度
WGS-84 坐标系	WGS-84 坐标系	S40 04 46.02	W071 09 03.22

基准点	椭球体	投影	东航/Y (m)	北航/X (m)
南美洲1969, 阿根廷	南美洲1969	兰勃特等角投影	-15644582	6594544.1

附录B

WGS-84坐标系计算

(参考第5.3节)

本附录提供WGS-84坐标系测量计算表和三种功能和一组输入数据样本的结果，这些表可以用于验证过程中。三种功能如下：

a) 第1种功能（“直接”）呈现自某已知点的方位角和距离所确定的某一点的计算结果。输入数据样本包括：

- 已知点的坐标 (单元格包括“输入数据”之前的纬度和经度)，以六十进制度数 (*) 表示；
- 样本方位角 (列)，以度数表示；和
- 样本距离 (行)，以海里表示。

(*) 六十进制度数为度、分和秒。

在表单元格内给出所得结果，结果点的纬度和经度以六十进制度数表示。

示例 (表中示例以**黑斜体**表示)：距 (纬度为N45°00'00,00"，经度为E45°00'00,00") 所确定的点30°和10海里的点的坐标是：

纬度：N45°08'39,34" — 经度：045°07'03,86" E。

b) 第2种功能（“反”）呈现两个给定点之间的方位角（前方位角和反方位角）和距离的计算结果。输入数据样本：

- 第一个给定点的坐标 (单元格包括“输入数据”之前的纬度和经度)，以六十进制度数表示；和
- 第二个给定点的坐标 (位于称作P1、P2等之前的列中)，以六十进制度数表示。

在表格单元格中给出以小数点度数表示向前与反向方位角和以海里表示距离的结果。

示例 (表中示例以**黑斜体**表示)：由 (纬度N45°00'00,00"，经度 E45°00'00,00") 确定的点和由 (纬度S000°01'00,00"，经度W000°00'01,00") 确定的点之间的方位角和距离是：

前方位角234,88° — 反方位角35,40° — 距离3598,268 NM。

c) 第三种功能（“交叉”）呈现计算位于两条测量线（每一条测量线由该线的两个点界定）交叉点位置的某点的计算结果。输入数据的样本包括：

- 界定第一条测量线的两个点的坐标 (单元格包括P1和P2点之前的纬度和经度), 以六十进制度数表示; 和
- 界定第二条测量线的两个点的坐标 (单元格包括P3和P4点之前的纬度和经度), 以六十进制度数表示。

结果位于表格中标识为“交叉点”, 以六十进制度数表示的交叉点纬度和经度的列内。

示例 (表中示例以**黑斜体**表示): 点P界定为位于由点P1和点P2界定的测量线交叉点和位于由点P3和点P4界定的测量线交叉点。输入数据是P1-P2-P3-P4的坐标:

P1: 纬度 S85°00'00,00", 经度 W175°00'00,00"

P2: 纬度 S80°30'30,00", 经度 W170°50'50,00"

P3: 纬度 S87°50'50,50", 经度 W179°59'59,00"

P4: 纬度 S84°55'55,55", 经度 W172°30'30,30"

结果为P坐标: 纬度 S69°49'50,99"和经度 W168°22'36,58"。

前方位角234,88° — 反方位角35,40° — 距离 3598,268 NM。

重要注意事项:

WGS-84坐标系参数是由《世界大地测量系统 —— 1984 (WGS-84) 手册》(Doc 9674号文件) 确定的参数。

在本附录中所提供的各示例中, 测量线被作为超出起始点和终止点的延伸线。

由于凑整程序, 在自动系统所得结果和表格内所呈现的结果之间可能存在某些微小的差异 (通常低于坐标十分之一秒)。任何结果同表格的差异在百分之一秒单位 (如: W168°22'36,56" 相对于 W168°22'36,57") 均可忽略不计。

由于它们的特殊特性, 对极高纬度 (>85度) 中的值的计算可能需要特别谨慎, 要听取大地测量学专家的建议。

第一种功能 (“直接”)

输入	纬度	S85 00 00,00 W175 00 00,00	
方位角/距离	1	10	100
0	84°59'00,30" S 175°00'00,00" W	84°50'03,04" S 175°00'00,00" W	83°20'30,21" S 175°00'00,00" W
30	84°59'08,28" S 174°54'18,53" W	84°51'20,62" S 174°04'31,14" W	83°30'39,05" S 167°38'41,18" W
60	84°59'30,08" S 174°50'07,84" W	84°54'54,24" S 173°22'46,62" W	83°59'49,28" S 161°08'08,92" W
90	84°59'59,90" S 174°48'35,10" W	84°59'50,13" S 173°05'53,47" W	84°43'58,35" S 156°37'35,26" W
120	85°00'29,77" S 174°50'05,88" W	85°04'50,95" S 173°19'30,52" W	85°35'21,89" S 155°58'57,71" W
150	85°00'51,67" S 174°54'16,57" W	85°08'34,44" S 174°01'14,83" W	86°20'28,02" S 161°53'47,29" W
195	85°00'57,66" S 175°02'57,83" W	85°09'35,94" S 175°30'31,12" W	86°34'29,17" S 177°47'56,73" E
210	85°00'51,67" S 175°05'43,44" W	85°08'34,44" S 175°58'45,18" W	86°20'28,02" S 171°53'47,29" E
225	85°00'42,16" S 175°08'05,43" W	85°06'57,06" S 176°22'38,04" W	85°59'50,64" S 167°57'17,36" E

输入	纬度	N45 00 00,00 E045 00 00,00	
方位角/距离	1	10	100
0	45°00'59,99" N 045°00'00,00" E	45°09'59,93" N 045°00'00,00" E	46°39'58,49" N 045°00'00,00" E
30	45°00'51,95" N 045°00'42,29" E	45°08'39,34" N 045°07'03,86" E	46°26'12,46" N 046°12'17,43" E
60	45°00'29,99" N 045°01'13,24" E	45°04'59,31" N 045°12'13,36" E	45°48'52,99" N 047°03'49,61" E
90	44°59'59,99" N 045°01'24,56" E	44°59'59,13" N 045°14'05,59" E	44°58'33,07" N 047°20'53,52" E
120	44°59'30,00" N 045°01'13,22" E	44°54'59,38" N 045°12'11,24" E	44°08'56,12" N 047°00'17,44" E
150	44°59'08,04" N 045°00'42,27" E	44°51'20,22" N 045°07'01,74" E	43°33'02,70" N 046°08'44,98" E
195	44°59'02,05" N 044°59'38,12" E	44°50'20,44" N 044°56'21,76" E	43°23'18,62" N 044°24'30,56" E
210	44°59'08,04" N 044°59'17,73" E	44°51'20,22" N 044°52'58,26" E	43°33'02,70" N 043°51'15,02" E
225	44°59'17,57" N 044°59'00,22" E	44°52'55,34" N 044°50'03,30" E	43°48'35,05" N 043°22'20,85" E

输入	纬度	S000 01 00,00 W000 00 01,00	
方位角/距离	1	10	100
0	00°00'00,30" N 000°00'01,00" W	00°09'02,96" N 000°00'01,00" W	01°39'29,60" N 000°00'01,00" W
30	00°00'07,78" S 000°00'28,95" E	00°07'42,18" N 000°04'58,46" E	01°26'01,61" N 000°49'54,24" E
60	00°00'29,85" S 000°00'50,87" E	00°04'01,48" N 000°08'37,68" E	00°49'14,50" N 001°26'26,19" E
90	00°01'00,00" S 000°00'58,89" E	00°01'00,00" S 000°09'57,93" E	00°00'59,98" S 001°39'48,25" E
120	00°01'30,15" S 000°00'50,87" E	00°06'01,48" S 000°08'37,69" E	00°51'14,47" S 001°26'26,23" E
150	00°01'52,22" S 000°00'28,95" E	00°09'42,18" S 000°04'58,46" E	01°28'01,60" S 000°49'54,28" E
195	00°01'58,24" S 000°00'16,50" W	00°10'42,42" S 000°02'36,01" W	01°38'04,09" S 000°25'51,55" W
210	00°01'52,22" S 000°00'30,95" W	00°09'42,18" S 000°05'00,46" W	01°28'01,60" S 000°49'56,28" W
225	00°01'42,64" S 000°00'43,35" W	00°08'06,36" S 000°07'04,51" W	01°12'03,26" S 001°10'36,66" W

第二种功能 (“反”)

输入	纬度 经度	S85 00 00,00 W175 00 00,00		
第 2 点		前方位角	反方位角	距离
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00	42,47	193,29	648,588
P2	S50 50 50,50 W100 45 45,00	80,37	187,83	2291,496
P3	S27 27 27,00 W75 30 00,00	102,02	185,53	3816,414
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00	174,98	180,44	5700,026
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00	174,98	180,44	5702,017
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20	195,89	178,54	6905,899
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00	223,53	175,12	8317,37
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59	313,81	171,27	9131,085
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00	0,10	265,91	10499,682

输入	纬度 经度	S000 01 00,00 W000 00 01,00		
第 2 点		前方位角	反方位角	距离
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00	188,54	144,64	6134,191
P2	S50 50 50,50 W100 45 45,00	218,73	98,54	5811,213
P3	S27 27 27,00 W75 30 00,00	241,88	83,34	4635,052
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00	0,00	180,00	0
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00	0,96	180,96	1,99
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20	43,32	227,00	1705,719
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00	35,40	234,88	3598,268
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59	19,00	308,44	6353,785
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00	359,99	91,00	5401,616

输入	纬度 经度	N45 00 00,00 E045 00 00,00		
第 2 点		前方位角	反方位角	距离
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00	174,73	194,67	8965,814
P2	S50 50 50,50 W100 45 45,00	243,25	91,25	9396,851
P3	S27 27 27,00 W75 30 00,00	269,65	52,90	7810,802
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00	234,88	35,40	3598,268
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00	234,90	35,42	3596,627
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20	227,77	33,99	1918,193
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00	0,00	180,00	0
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59	33,61	289,43	2914,448
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00	359,99	45,99	2709,324

输入	纬度 经度	N89 59 30,00 W89 00 00,00		
第 2 点		前方位角	反方位角	距离
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00	236,48	0,03	9906,751
P2	S50 50 50,50 W100 45 45,00	191,76	0,00	8442,851
P3	S27 27 27,00 W75 30 00,00	166,50	360,00	7040,705
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00	91,00	359,99	5401,616
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00	91,00	359,99	5399,626
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20	70,66	359,99	4185,953
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00	45,99	359,99	2709,324
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59	320,01	0,01	1476,595
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00	0,00	180,00	0

第三种功能 (“交叉”)

输入数据		
P1	S85 00 00,00 W175 00 00,00	
P2	S80 30 30,00 W170 50 50,00	
P3	P4	交叉点
S84 48 48,48 W175 00 00,00	S87 50 50,50 W 179 59 59,00	85°07'31,82" S 175°13'35,55" W
S82 30 30,30 W172 30 30,30	S 89 59 30,00 W170 00 02,00	83°01'05,99" S 172°30'29,56" W
S87 50 50,50 W 179 59 59,00	S 84 55 55,55 W172 30 30,30	69°49'50,99" S 168°22'36,58" W
S 84 55 55,55 E180 00 00,00	S85 00 00,00 E180 00 00,00	86°48'14,08" S E180 00 00,00
S 89 59 30,00 W170 00 02,00	S78 25 25,25 E175 50 50,50	87°31'31,84" S 175°53'04,51" E

输入数据		
P1	N45 00 00,00 E045 00 00,00	
P2	N36 30 30,30 E046 00 01,01	
P3	P4	交叉点
N43 50 40,30 E035 00 00,00	N50 00 01,01 E036 45 45,45	61°28'22,87" N 041°45'17,87" E

输入数据		
P1	S000 01 00,00 W000 00 01,00	
P2	N002 02 02,02 E004 04 04,00	
P3	P4	交叉点
S05 05 05,05 W005 40 40,40	N00 00 00,00 E00 00 00,00	00°02'15,57" S 000°02'30,74" W
S03 00 40,00 W000 01 00,00	N03 03 03,03 E003 02 02,02	00°59'27,41" N 001°59'48,49" E
N03 03 03,03 E004 30 30,30	S05 05 05,05 W005 40 40,40	00°54'11,35" N 001°49'21,72" E
N05 05 05,00 E000 00 00,50	S05 05 05,05 E004 30 30,30	00°54'59,32" N 001°50'56,85" E

附录C

基本数据和参数

(参考: 第7.2节)

C-1 用于程序设计计算的原始数据和参照值

常数	值		
PI	3.1416		
地球平均半径 (Doc 9674号文件, WGS-84坐标系手册)	6 378 137 m		
扁率 (Doc 9674号文件, WGS-84坐标系手册)	$\frac{1}{298.257223563}$		
g	9.80665m/s ²		
海里 (附件5, 表3.3)	1 852.0 m		
确定飞行高度层和修正海平面气压 (QNH) 的参考气压 (Doc 4444号文件)	1 013.2 hPa		
复飞爬升倾斜度 (Z) (Doc 8168号文件, 第II卷, 第1部分, 第4节, 第6章)	默认值2.5% 附加值2%、3%、4%、5%		
高度损失 (HL)	CAT A	气压高度计 (m/ft) 40 (130)	无线电测高计 (m/ft) 13 (42)
	CAT B	43 (142)	18 (59)
	CAT C	46 (150)	22 (71)
	CAT D	49 (161)	26 (85)
	CAT H	35 (115)	8 (25)
跑道起飞末端的障碍物鉴别面高度 (H)	5m (16 ft)		

C-2 最低超障余度值

纳入软件中的最低超障余度值可以高于下表提供的飞行各航段的值：

飞行航段	主区域中的最低超障余度值 (对于次区域, 该值呈线性从整个值减少至次区域外边界上的0)	多山区域
起始进近航段	984 ft (300 m)	由程序设计人员定
中间进近航段	492 ft (150 m)	由程序设计人员定
非精密最后进近航段	在没有最后进近定位点程序时, 246 ft (75 m) 或295 ft (90 m)	由程序设计人员定
复飞航段	根据复飞区域中障碍物的位置, 98 ft (30 m) 或164 ft (50 m)	由程序设计人员定
离场	$0.008 \cdot D$, D为从障碍物至跑道离场末端 (DER) 的距离, 或295 ft (90 m), 以高者为准。	由程序设计人员定
进场	984 ft (300 m)	由程序设计人员定
航路	984 ft (300 m)	<ul style="list-style-type: none"> • 在900 m (3 000 ft) 与 1 500 m (5 000 ft) 之间为450 m (1 476 ft) • 大于 1 500 m (5 000 ft) 600 m (1 969 ft)

附录D

基本元素验证

(参照第7.3节)

D-1 定位点和航路点构建

下表表述为Doc 8168号文件, 第II卷, 第I部分, 第3节, 第2章所描述的常规定位点计算定位点容差区域 (FTA) 的参数:

助航系统类型	构建保护区域的八字角	跟踪	相交	天线上空的定位点容差区域
VOR	7.8°	5.2°	4.5°	50°
NDB	10.3°	6.9°	6.2°	40°
LOC	不适用	2.4°	1.4°	不适用
DME	不适用	至天线的距离0.46 km (0.25 NM) + 1.25%		不适用

常规定位点构建

下表表述参照Doc 8168号文件, 第II卷, 第III部分, 第1节, 第2、3、4章构建航路点。

在下表中, 使用了下述值:

D	从参照设施至航路点的距离 = $(D1^2+D2^2)^{1/2}$
FTT	飞行技术容差
ST	系统计算容差
VT	$D1-D\cos(Q+\alpha)$
DT	$DTT \cos Q$
AVT	$D2- D \sin(Q- \alpha)$
ADT	$DTT \sin Q$
TSE	系统总误差

有关全球卫星导航系统参数, 请参照Doc 8168号文件, 第II卷, 第III部分, 第1节, 第2章。

有关测距仪/测距仪, 参数已在Doc 8168号文件, 第II卷, 第III部分, 第1节, 第3章中引用。

有关甚高频全向信标/测距仪参数, 请参照Doc 8168号文件, 第II卷, 第3部分, 第1节, 第4章。

航路点类型	交叉航迹容差 (km/NM)	沿航迹容差 (km/NM)
甚高频全向信标/测距仪	$\pm(\text{VT}^2+\text{DT}^2+\text{FTT}^2+\text{ST}^2)^{1/2}$	$\pm(\text{AVT}^2+\text{ADT}^2+\text{ST}^2)^{1/2}$
测距仪/测距仪	$\pm(\text{VT}^2+\text{DT}^2+\text{FTT}^2+\text{ST}^2)^{1/2}$	$\pm(\text{AVT}^2+\text{ADT}^2+\text{ST}^2)^{1/2}$
测距仪/测距仪 (当测距仪站台在1989年1月1日之后开始使用时)	$\pm(\text{TSE}^2 + \text{FTT}^2 + \text{ST}^2)^{1/2}$	$\pm(\text{TSE}^2 + \text{ST}^2)^{1/2}$
全球卫星导航系统	7.41/4.00: 起始进近航路点位于距进近机场参照点30海里圆周之外	3.70/2.00: 起始进近航路点位于距进近机场参照点30海里圆周之外
	2.78/1.50: 起始进近定位点位于距进近机场参照点30海里圆周之内	1.85/1.00: 起始进近定位点位于距进近机场参照点30海里圆周之内
	2.78/1.50 起始航段定位点	1.85/1.00起始航段定位点
	2.78/1.50 中间进近定位点	1.85/1.00中间进近定位点
	1.11/0.60 最后进近定位点	0.56/0.30最后进近定位点
	0.93/0.50 复飞点	0.56/0.30复飞点
	2.78/1.50复飞中的定位点位于距进近机场参照点30海里圆周之内	2.78/1.50复飞中的定位点位于距进近机场参照点30海里圆周之内
	7.41/4.00复飞中的定位点位于距进近机场参照点30海里圆周之外	7.41/4.00 复飞中的定位点位于距进近机场参照点30海里圆周之外
所需导航性能	所需导航性能值 (自0.93 km/ 0.5 NM 至0.03 km/0.02 NM)	所需导航性能值 (自0.93 km/0.5 NM 至0.03 km/0.02 NM)

区域导航航路点构建参数

D-2 真空速计算结果样本

下表提供了几个给定高度真空速计算的结果样本。

指示空速	高度	指示空速 + 15	真空速
160	1 000	1.041 1	166.569 460
160	2 000	1.056 7	169.079 422
160	3 000	1.072 8	171.645 361
160	4 000	1.089 2	174.268 937
160	5 000	1.105 9	176.951 871
160	10 000	1.195 8	191.321 781
185	1 000	1.041 1	192.595 939
185	2 000	1.056 7	195.498 081
185	3 000	1.072 8	198.464 949
185	4 000	1.089 2	201.498 459
185	5 000	1.105 9	204.600 601
185	10 000	1.195 8	221.215 810
210	1 000	1.041 1	218.622 417
210	2 000	1.056 7	221.916 741
210	3 000	1.072 8	225.284 536
210	4 000	1.089 2	228.727 980
210	5 000	1.105 9	232.249 331
210	10 000	1.195 8	251.109 838
230	1 000	1.041 1	239.443 599
230	2 000	1.056 7	243.051 669
230	3 000	1.072 8	246.740 206
230	4 000	1.089 2	250.511 597
230	5 000	1.105 9	254.368 314
230	10 000	1.195 8	275.025 061
240	1 000	1.041 1	249.854 190
240	2 000	1.056 7	253.619 133
240	3 000	1.072 8	257.468 042
240	4 000	1.089 2	261.403 406
240	5 000	1.105 9	265.427 806
240	10 000	1.195 8	286.982 672
250	1 000	1.041 1	260.264 782
250	2 000	1.056 7	264.186 596
250	3 000	1.072 8	268.195 877
250	4 000	1.089 2	272.295 214
250	5 000	1.105 9	276.487 298
250	10 000	1.195 8	298.940 283

注：在《空中航行服务程序——航空器运行》详细说明构建等待区使用马赫数替代真空速的地方（即在高高度等待的特殊情况下），使用真空速设计的等待区域，不考虑该部分的标准会提供过多的保护，该功能可能是可接受的，尽管该设计并不完全符合《空中航行服务程序——航空器运行》标准。

D-3 标称航迹构建

下表表述用于计算标称航迹的公式 (Doc 8168号文件, 第II卷)。

标称航迹构建公式

航段	公式
转弯率 R (°/秒)	$R = \frac{3431 \tan \alpha}{\pi V}$ 式中: α = 倾斜角 (°) V = 真空速 (kt)
风速计算公式	$W = 12 h + 87$ 式中: W = 风速 (kt) h = 高度, 以千米计 或 $W = 2 h + 47$ 式中: W = 风速 (kt) h = 高度, 以千英尺计
转弯期间的风效 90°航向变化	$E = \frac{W}{40R} \text{ km (NM)}$ W = 风速km/h 或 (kt)
基线转弯的进港航节和离港航节之间的偏差	$\phi = \frac{36}{t} \text{ 真空速小于或等于170 kt}$
	$\phi = \frac{0.215 \cdot TAS}{t} \text{ 真空速超过170 kt}$
	式中: t 特指离港航节时间 (min) TAS 特指该程序的最大指示空速
反向程序区域构建中的风效	$w = (2h + 47) \text{ kt}$ 其中 h 以千英尺计
侧过航转弯中的转弯预期	$Y = r \times \tan (0.5 \times \alpha)$ 式中: Y = 转弯预期距离 r = 转弯半径 α = 航迹角度变化 (度) $120^\circ \geq \alpha$.
定向转弯保护区半径	$D = \left(\frac{V}{60} + 1.0 \right) t + 1.5 \text{ NM}$ 式中: t = 离港时间 (min) V = 航空器速度 (kt) D = 半径 (NM)

D-4 离场程序中的障碍物评估

本节论述计算构建离场程序的公式：

离场程序障碍物评估公式

计算	公式
转弯离场：位于转弯区域中的障碍物	障碍物高度必须低于90 m (295 ft)
转弯离场： 转弯区域中的超障余度	$PDG(d_r + d_0) + H - MOC$ 式中： d_r = 从障碍物至K-K线最短距离 (m or ft) d_0 = 从跑道离场末端至K-K线的水平距离 (m or ft) PDG = 公布的程序设计梯度 H = 如第6.1.2段所述 MOC = 0.008 ($d_r + d_0$) 或90 m (295 ft) (CAT H 80 m (265 ft))，以高者为准。
全方向离场	障碍物标高/高度要小于： $TNA / H + 0.033d_0 - MOC$ CAT H: $90mt + 0.05 d_0 - MOC$

D-5 仪表着陆系统/微波着陆系统面构建

本节论述构建障碍物评价面的公式。

仪表着陆系统/微波仪着陆系统进近程序公式

计算	公式
表面构建	$Z = Ax + By + C$ 式中： A、B、C指国际民航组织Doc 8168号文件，第III部分附篇I
在非标准情况下，常数的调整	$W_{\text{面}} = C_w - (t - 6)$
	$W^*_{\text{面}} = C_{w^*} - (t - 6)$
	$X_{\text{面}} = C_x - B_x \cdot P$
	$Y_{\text{面}} = C_y - B_y \cdot P$
	式中： $P = \frac{t}{B_x} \text{ or } s + \frac{t-3}{B_x}$ 取最大值 式中： S = 半翼展 (m) t = 下滑道天线与轮子的最低部位之间的垂直距离 (m)
参照数据的调整	$C_{\text{corr}} = C + (RDH - 15)$ 式中： C_{corr} = 适当表面系数C的校正值 C = 表格值 基准高度 (m)

D-6 仪表着陆系统/微波着陆系统进近中的障碍物评估

本节论述对仪表着陆系统/微波着陆系统进近中障碍物的评估公式。

仪表着陆系统/微波着陆系统中障碍物的评估公式

计算	公式
最低高度区域中障碍物的等效高度	$h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (900 + x)}{\cot Z + \cot \theta}$ 式中： h_a = 相等进近障碍物的高度 h_{ma} = 复飞障碍物的高度 θ = 下滑道角 Z = 复飞面角度 x = 相对于入口的障碍物角度 注： CAT H的公式是 $h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (700 + x)}{\cot Z + \cot \theta}$
直线精密复飞中障碍物的最大高度	$\text{障碍物高度} < (OCA/H_{ps} - HL) + d_0 \tan Z$ 式中： OCA/H_{ps} 和 HL 查阅Doc 8168号文件，表II-1-3-2，并且与同类型航空器有关。 d_0 从与直线复飞航迹平行的爬升起始点测量 Z 是复飞面与水平面的角度

D-7 雷达进近中的障碍物评估

本段论述《空中航行服务程序 —— 航空器运行》所述的雷达进近。

雷达程序的公式

计算	公式
超障面和水平面的交叉	$D = \frac{98}{\tan 0.6\theta} - \frac{H}{\tan \theta}$ 式中： D = 入口前的距离 H = 入口之上的标称下降航径高度 (m) θ = 标称下滑道角度 (°) 0.6θ = 最差假定下滑道角度

D-8 直线进近

如果软件协助确定所选最后轴是否是直线进近轴,则必须检查软件所使用的标准是否符合Doc 8168号文件,第II卷,第1部分,第4节,第5章所做的规定。

D-9 超障高度调整

如果软件为设计人员提供的信息足以确定直线进近,就必须检查软件是否将各类航空器的超障高度最小值都考虑到了。

如果都考虑到的话,就必须检查该最小值是否与Doc 8168号文件,第II卷,第I部分,第4节,第5章中的表相一致。

如果软件达到上述假设,并且如果软件通过计算或输入考虑到了最后航段的标称坡度,那么必须根据Doc 8168号文件,第II卷,第I部分,第4节,第5章,检查软件是否在大坡度情况时告诫设计人员和/或由于最后的大坡度,计算一个最小超障余度值。

正常最小超障余度值必须用软件同最后航段中对障碍物的测量所获得的超障余度进行比较。必须检查软件所得与该航段相关的超障余度是否是最高超障余度。

D-10 下降坡度与下降率

如果软件为用户提供坡度计算,必须检查该坡度是否是在沿设计轨线的两个定位点之间实际计算所得。必须计算各定位点的每一标称位置之间的该坡度。

如果与计算有关的航段是最后航段,便计算最后进近定位点的标称位置与跑道入口之间的坡度,假定该轨线正通过入口位置上方15米(50英尺)。

如果软件计算下降率,就必须使用确定的指示空速的标称飞行时间计算该下降率。

附录E

示例验证文件

(参照第4.5节)

软件名称		仪表程序设计系统		版本	1.0	
测试者姓名		John Q. Public	单位/国家	联邦航空局/美国		
签名		<i>John Q Public</i>		日期	2007年5月16日	
测试 #	1	标题	盘旋	目标	构建验证和盘旋区障碍物评估	
参考文件		《空中航行服务程序 —— 航空器运行》，第II卷 [第I部分, 第4节, 第7章]				
相关测试 #		测试 # 7 和 # 8				
初始条件						
应用程序不限制，组装了数据库集“AI”。创建并保存了程序标题VOR/DME直线最后测试#8。						
步骤	需要采取的行动		预期结果		通过	失败
1	CAT A 区域		应用程序正确构建区域		x	
2	CAT A 障碍物评估		应用程序正确评估障碍物		x	
3	CAT B 区域		应用程序正确构建区域		x	
4	CAT B 障碍物评估		应用程序正确评估障碍物		x	
意见						
无						



质量保证 反馈意见表

为了对本文件进行改进，请提交任何书面意见、反馈意见或建议，或者有关新项目/附加主题的建议。

主题：《飞行程序设计质量保证手册第3卷 —— 飞行程序设计软件验证》

至： ICAO

Air Traffic Management Section

Air Navigation Bureau

999 University Street

Montréal, Quebec H3C 5H7

CANADA

请在适当项目行打“√”，并且视需要复制本表。

- 在第_____页_____段发现一个 (程序或印刷) 错误。
- 建议将第_____页的第_____段更改如下：
(如有必要另附页)
- 本文件今后修订时，请包括下述主题：
(简要地描述所建议的主题，如有可能，给出建议文本)
- 其他意见：
- 附件列表 (请注明本表所附全部附件)。
- 我愿意就上述各项进行讨论。请与我联系。

呈递人 (姓名、单位和地址): _____

日期: _____

电话: _____

电子邮件地址: _____

— 完 —

