

中图分类号: U8

论文编号: 1028707 10-Z041

工 程 硕 士 学 位 论 文



东北地区低空空域管理
研究及运行分析

学 号: 0907515

姓 名: 田 野

专业、领域: 交通运输工程

研究 方 向: 空中交通管理系统

指 导 教 师: 韩松臣 教授

南京航空航天大学

研究生院 民航学院

二〇一〇年十二月

中图分类号: U8

论文编号: 102870710-Z041

工程硕士学位论文



东北地区低空空域管理 研究及运行分析

学 号: 0907515

姓 名: 田 野

专业、领域: 交通运输工程

研究方向: 空中交通管理系统

指导教师: 韩松臣 教授

南京航空航天大学

研究生院 民航学院

二〇一〇年十二月

Nanjing University of Aeronautics and Astronautics

The Graduate School

College of Civil Aviation

Management Research and Operation Analysis for Low-altitude Airspace in Northeast China

A Thesis in

Traffic and Transportation Engineering

by

Tian Ye

Advised by

Prof. Han Songchen

Submitted in Partial Fulfillment

of the Requirements

for the Degree of

Master of Engineering

December, 2010

承诺书

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用的内容外，本学位论文的研究成果不包含任何他人享有著作权的内容。对本论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

本人授权南京航空航天大学可以有权保留送交论文的复印件，允许论文被查阅和借阅，可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。

(保密的学位论文在解密后适用本承诺书)

作者签名： 田野

日 期： 2011.1.4

摘要

随着国民经济实力的不断提高，通用航空已成为我国航空事业实现跨越式发展的新契机。国家空管委在“十二·五”规划中，明确提出了构建通用航空发展的新蓝图。按照国家统一规划，选择长春分区作为低空开放的第一批试点地区。长春分区对于打造通用航空强省、大省，具有其特殊的自然资源、相对成熟的配套产业链，以及先进的飞机制造技术，这些都是得天独厚的。参照欧美等发达国家通用航空产业发展经验，优化空域结构、完善空管设施建设、保证各类飞行安全顺利实施，已成为目前研究的重要课题。

本文通过总结一线的实际工作经验，从管制员的角度出发，深入研究了长春分区低空空域运行现状及通用航空发展的制约因素。首先，通过客观分析现行长春管制区域的空域使用及飞行特点，提出长春分区低空空域管理改革方案建议；其次，针对低空目标无法识别，安全性无法得到保障的方面，构建了面向通用航空飞行的空域环境建模；最后，运用基于多 Agent 理论进行低空飞行冲突探测及解脱的方法解决实际困难。

本文提出的低空空域管理改革方案和多 Agent 理论的飞行冲突探测及解脱，对于其他地区低空空域发展也有借鉴意义。

关键词：低空空域， 通用航空， 多 Agent 算法， 安全分析

Abstract

As the national economic power enhances increasingly, Chinese civil aviation great-leap-forward development will be made based on General aviation. The State Air Administration Committee in the "12·5" programming put forward to the blueprint of general aviation development. In accordance with the unified state plan, Changchun area of ATC was chose as the first low open tentative region. There are lots of advantages to build the strong province about General Aviation course such as special natural resources, the integrated industrial chain and advanced aircraft manufacturing technology above of all are unique. According to the experience of the GA in developed countries, all kinds of factors become an important research issue including optimization airspace structure and blameless ATC facilities to ensure the flight safety and run smoothly.

This dissertation analyses these experiences from the practices are summarizes. Standing at the point of ATC controller, the author has researched the current running matter and constraint factors about the low altitude airspace in Changchun region. Firstly, the proposal of low-altitude airspace reform project was put forward in Changchun region based on anglicizing airspace running and flight characteristics. Secondly, because the low-altitude target cannot be identified and safety can't be committed the airspace model of the general aviation flight is constructed. Finally, the practical difficulties are solved by the Multi-Agent theory in the low-flying conflict detecting and relief. This paper puts forward low-altitude airspace reform project and Multi-Agent theory of flight conflict detecting and relief, all of these are significance not only in Changchun region but also in other one.

Key words: Low-altitude Airspace; General Aviation; Multi-Agent Algorithm; Safety Analysis.

目 录

第一章 绪论 1

1.1 研究背景及意义 1

1.2 国内外研究现状 2

1.3 研究内容及结构 5

第二章 我国的空域分类及低空空域现状 7

2.1 空域的分类 7

2.2 通用航空的定义和特点 7

2.3 我国通用航空发展现状 9

2.4 美国低空空域管理及通用航空的发展情况 10

2.5 我国开放低空空域面临的问题 11

2.5.1 我国空域划分情况 12

2.5.2 我国低空空域使用现状 13

2.5.3 开放低空空域的难点问题 14

2.5.4 我国低空空域开放的前提条件 16

2.6 本章小结 17

第三章 长春管制区域低空空域管理改革方案 18

3.1 长春管制区域现状分析 18

3.1.1 长春管制区低空空域使用情况 18

3.1.2 长春管制区低空空域飞行特点 18

3.1.3 长春管制区域低空开放难点问题 20

3.2 长春低空空域管理改革方案 21

3.2.1 空域规划 21

3.2.2 立法建设 22

3.2.3 人才培养 23

3.2.4 设施建设 24

3.3 低空空域服务平台的建设 25

3.3.1 低空空域监视系统 26

3.3.2 飞行计划服务系统 26

3.3.3 气象信息服务系统 27

3.3.4 航行情报服务系统 28

3.4 本章小结 30

第四章 基于多 Agent 理论的通航飞行冲突探测与解脱问题研究 31

4.1 多 Agent 系统 31

4.2 面向低空空域飞行的空域环境建模 31

4.3 基于多 Agent 理论的通航飞行冲突探测方法 32

4.3.1 建立低空空域飞机的多 Agent 模型 32

4.3.2 低空空域飞行冲突探测 32

4.3.3 低空空域飞行冲突解脱 33

4.4 算例	34
4.5 本章小结	37
第五章 总结和展望	38
5.1 本文的主要工作	38
5.2 继续研究的建议	38
参考文献	39
致谢	42
在学期间的研究成果	43

图表目录

表 2.1 ICAO 空域定义表..... 8

表 2.2 各国国情与通用航空资源比较..... 9

表 2.3 低空空域发达国家低空分类标准图.....11

表 2.4 我国空域分类一览表..... 12

表 2.5 低空空域使用情况表..... 14

图 3.1 长春管制区域空域图..... 19

图 3.2 长春管制区域通用飞行架次年变化图 20

图 3.3 6 月与 8 月通航飞行流量变化图..... 20

图 3.4 监视子系统结构图..... 26

图 3.5 飞行计划服务系统例图..... 27

图 3.6 航行情报资料的处理流程..... 28

图 3.7 航行情报子系统结构图..... 29

图 3.8 服务平台软件构架图..... 29

图 4.1 资源协调流程图..... 34

图 4.2 资源空域图..... 35

图 4.3 AGENTA、AGENTB、AGENTC 模型..... 35

图 4.4 冲突模型..... 36

图 4.5 协调后的合法路径..... 37

第一章 绪论

1.1 研究背景及意义

改革开放至今，我国经济及综合国力都得到快速增长，有力推动了我国通用航空事业的迅猛发展，特别是随着国家低空空域政策的逐步放开以及低空空域改革试点的建立，对通用航空发展起到了快速推进的作用，使得通用航空领域特别是旅游探险、矿藏勘探、护林防火等通用航空飞行量逐渐增大，使用动力伞，热气球和各种轻型航空器从事商业宣传活动、体育娱乐性飞行活动也逐渐增多，使得对低空空域的需求也日益增加。因此，如何在确保安全，避免影响军事、公共运输飞行的前提下，更好地开发利用低空空域这一重要资源，加强对低空空域进行科学的空域管理，尽可能满足并促进通用航空的发展，被提上了日程。因此，在我国通用航空迅猛发展的时期，如何做好低空空域资源管理，在保证安全的前提下，科学、有效地利用国家资源，对于确保我国国防安全以及经济建设发展有非常重要的现实意义。

（1）加大抢险救灾和紧急救援力度

自然灾害对人民的生命财产和国家经济损失是巨大的，2008年的特大暴风雪灾和汶川地震中，通用航空的航空器机动灵活，特别是直升机能够垂直起降，在地面、水面交通断绝的情况下，直升机发挥出了难以替代的作用。同时，通用航空在救灾过程中还参与了空中遥感、空中指挥勘察、航空摄影、航空拍摄等任务，为救灾提供了珍贵的影像资料和指挥决策依据^[1]。

（2）开放低空空域对农林业发展有着重要意义

地面耕作机械化，已经不能满足农业现代化的需求，还需要现代化的空中作业配合，如今，通用航空在飞机播种、农化、护林、人工降水等方面都有着不可或缺的作用；低空空域的开放不仅可以加强农林业的快速发展同时飞播造林、种草方面还可以加大我国生态建设速度^[2]。

（3）开放低空空域对工业发展有着重要意义

通用航空在工业上应用非常广泛，包括石油后勤服务、航测、航空物探、遥感和航空摄影等。开放低空空域可以加强工业发展，为国家经济建设加快步伐。

（4）航空旅游方面

空中游览为旅游者提供独特的视角，在各种旅游项目中独树一帜。随着国家经济的增长和加入WTO，我国旅游业发展速度增长很快，同时，我国景区众多且大都远离机场或城镇，交通十分不便。直升机机动灵活，具有长时间空中悬停和良好的超低空低速飞

行能力，能垂直起降，不依赖机场和跑道，能到达固定翼飞机不易到达的地方^[3]。

(5) 开放低空空域可以增加战略储备，降低飞行员淘汰率

发展私人驾驶飞机能够带动众多的航空运动爱好者，通过民间资金就能培养众多的飞行人才，在军队和民航需要选择人员进行培训时，就可以减少大量的时间和资金。这对我国的航空事业发展是十分有利的。

(6) 低空空域的开放可以加大我国航空科技力量

有关航空科技的研究很多都需要借用航模或航空器来实现，低空空域的开发能够使学者的研究限制减少并能够得到准确的科研数据，为加大我国航空事业发展提供科技保障。

总之，开放低空空域对于加快我国通用航空建设步伐，以及带动相关产业，加大就业率，提高国家经济建设等方面都有着重要的现实意义。

但是，我国目前对低空空域的划设、管理和使用还没有一套系统和行之有效的规章制度，低空飞行申报手续繁琐、飞行组织困难；按现有的规章制度组织保障，存在动态监控难度大，空中目标识别困难等诸多问题，为飞行安全工作带来了隐患。

因此，对现有的空域管理方式、方法以及相应的保障程序进行调整，加大低空飞行的动态监控力度，以便低空空域飞行健康有序的发展，也是保证航空安全是有利保证，同时也是促进国家经济建设发展的有效途径。

1.2 国内外研究现状

国外发达国家从上世纪九十年代开始对空域管理方面的问题开始了研究。主要采取空域分类管理的方式来促进低空空域开放，各国按照国际民航组织（International Civil Aviation Organization 以下简称为ICAO）的空域分类推荐标准，首先划分多个飞行情报区（Flight Information Region 以下简称为FIR），在每个FIR内又划分为非管制空域和管制空域两大类。非管制空域是在各管制区、终端区、航路和各种特殊空域（禁区、限制区、告警区、警戒区、军事活动区等等）之外，在非管制空域内又分中空空域和低空空域，航空器不受管制程序的限制，飞行相对“自由”^[4]，但要受到管制员的监控，在没有空中交通管制许可的情况下严禁进入管制空域，各类管制空域均定义管制区范围，分为固定空域和临时空域，这种空域的划分方式为不同任务的飞行创造了灵活、便利的条件^[5]。航空运输业发达的国家不仅引入ICAO的空域分类标准，而且还根据各自国家的实际情况对空域管理进行了创新，研发了空域管理和辅助设计系统，以便合理的利用有限的空域资源。

1999年，美国联邦航空局(Federal Aviation Administration, FAA)^[6]几经修改基本确定了新的国家空域计划(National Airspace System, NAS)^{[7]-[9]}。计划在2015年前实现美国空

域管理系统现代化,以通过在陆基与星基系统的稳妥融合、数字化技术应用和空域整体管理等方面的努力,优化空域系统,为实现自由飞行创造条件^[10]。俄罗斯建设的“克里木”系统在空域管理方面突出防空和空管的高度统一,是空管空防一体化建设的典型结合体,它实现了空管空防雷达、导航、通信与观测系统的融合,该系统的建设,改进了空情辨识程序,促进了空管空防机构间的信息共享,形成了国家空管空防的一体化^[11]。澳大利亚的空域管理与评估系统的研究与开发已有40多年的发展历史,已经掌握和存储了大量空域管理与评估知识及经验,现在他们提出:有效的空域管理不仅限于空中交通管制(Air Traffic Control, ATC),它还包括确保安全、有效和高效率的空中交通系统所需的一切功能。良好的空域管理系统尽量减少约束条件,并允许飞行员在他们最优路径上飞行,以满足预定的出发和到达时间,同时又保证到最高的安全系数^[12]。20世纪80年代中后期,美国着力进行自动飞行任务规划方法的研究,并取得了较大的成功^{[13] [14]}。但在实用上仍有较大的局限性。

我国的空域管理已经不能满足现有的空域需求情况,严重的浪费了空域的利用率。自2000年以来,许多学者专家提出了加强空域管理的改革措施和建议。民航总局空管局刘松、王伟提出划设A、B、C、D四类空域保障公共运输航空和军事航空需要,将其余的空域根据对公共运输航空和军事航空的影响程度划分为E、F、G三类低空空域,规定相应目视和仪表飞行的要求和运行服务保障办法,并有条件的放松对E、F、G三类低空空域的管制,以促进通用航空的发展^[15]。空军空中交通管制人员培训中心徐德津等人提出在充分考虑国土防空安全、用户要求、地理条件、地面导航能力等综合因素基础上,划设通用航空飞行空域,对600米以下低空域有条件分批向私人开放^[16]。空军空中交通管制人员培训中心郑俊华、中国民航飞行学院牟奇锋等人提出调整机场空域范围,建立空域使用评估机制,动态管理低空空域,简化协调层次和环节,加大对空域的动态管理力度,最大限度地实现低空空域资源共享,同时加强相关人员法规教育和技能培训,增强全民的航空法规意识,为通用航空发展创造良好的环境^[17]。2009年,闫少华,邢文文从不同国家空域分类管理,低空空域界定方法以及目视飞行规则等方面,对低空空域管理方法及对我国低空空域管理的启示进行了认识的分析^[18]。2010年,尧丰,韩松臣等人针对传统的低空空域管理的开展方式暴露出的许多缺陷,讨论了如何利用计算机信息化技术提高低空空域管理的工作效率,减少通用航空运行中低空空域飞行活动单位与各空管单位的协调负担,整合各种空管资源,降低通航飞行成本。基于J2EE体系结构,提出了集成Struts和Hibernate框架的低空空域综合管理系统架构模型,对系统功能模块划分和具体的业务流程进行了分析与实现。结果表明,所提出的系统架构模型对提高系统的开发效率、提升系统的性能和质量有一定的作用^[19]。同时在发表的《基于MAS/工作流的LAAMS系统框架研究》中,提出了低空空域综合管理系统概念。设计了基于MAS/

工作流的LAAMS系统模型,提出了层次式的Agent建模思路,分别建立了角色Agent、决策Agent以及服务Agent^[20]。

在冲突探测方面,国外很早就进行了研究并取得了很多成果。Reich^[21]飞机碰撞危险模型将每架航空器假设成一个平均长度的立方体来计算碰撞危险和间隔之间的关系。在Reich模型的基础上,J. Hu等人综合了各种影响飞行安全的不确定因素,将Reich模型的碰撞区域改为由最小安全间隔标准定义的保护区^[22]。只要辨认两架航空器保护区域是否重叠就可以判断航空器之间是否存在冲突。在概率分析法中^[23] J. Hu提出了中期和短期的概率预测模型概念,中期模型是预测航空器未来时间内的潜在冲突,通过解脱算法避免冲突,短期冲突是研究的是航空器即刻要发生的冲突,需要立即采取措施。Lee. Yang^[24]采用了在轨迹模型中包含航空器意图信息的概率估计方法,用蒙特卡洛仿真根据航空器意图及各种干扰推测航空器未来的飞行轨迹,进行冲突探测和解脱。Folton^[25]分析了多架飞行冲突的复杂性,提出了使用计算几何方法探测飞行冲突的思想。他采用建立Voronoi^[26]多边形的方法,确定一架航空器的邻近数以及与它们发生冲突的可能性,而不必再去讨论相距较远的其它航空器,提高了计算的快速性。但是,由于航空器速度的不同,这种基于航空器空间几何分布的冲突探测方法受到了限制。

在冲突解脱方面, Menon等人在《自由飞行中冲突解脱的最优策略》^[27]中,介绍了一种类似于线性方法的冲突解脱算法。它研究的重点是关于解脱多航空器冲突的系统方法的发展。冲突解脱算法通过调整计划航路点序列综合生成能最大可能按预期执行顺序飞行的无冲突航路。Ronojoy等人在《多架飞行器冲突解脱的调遣设计》^[28]中,采用了势能函数的方法,建立了多机冲突解脱方案。Durand^{[29][30]}的遗传解脱算法,采用是离散的航路点模型,考虑了航空器速度的不确定性导致的误差,对多机冲突划分类别,易于拓展到三维,但精确度有待加强。Mondoloni^[31],冲突解脱算法也是基于遗传算法的,可以获得在诸如最短时间、最小油耗或总花费条件下的无冲突飞行方案,已经应用十飞行的爬升、转弯、下降阶段未来6-25分钟内冲突预测,能解决含有一定飞行规划约束的冲突,实例证明能使消耗函数达到最优,能简单的和飞行计划最优函数合为一体,但计算比较复杂、耗费时间较多,不能预测短期(5分钟内)的冲突。我国的专家学者也在航空器的冲突解脱方面进行了研究,清华大学自动化系的陈晨^{[32][33]}等人在《空中交通管制中改进型冲突探测算法研究与应用》一文中采用基于概率的冲突探测算法,对基于布朗运动的二维冲突概率算法进行了仿真分析,得出各种因素对冲突概率的影响效果,在此基础上对算法进行了三维扩展,给出了实际应用的流程,该改进型算法已经实际应用于空中交通管制指挥监测系统(ATCCMS)中,运行结果表明改进型算法是满足有效性和实时性要求的。王世锦,隋东^[34]发表了《低空空域飞行冲突风险研究》,为了确定低空空域内航空器飞行的安全间隔和风险概率,基于国际民航组织标准和我国民航局规定,根据

航空器动力学原理,采用看见避让原则,在飞行规则、能见度要求、反应时间、航空器速度以及盘旋坡度角或航空器爬升角度等约束条件下,建立了同高度对头飞行冲突和交叉飞行冲突的冲突避让轨迹数学模型。四川大学朱允民^[35]等人基于飞行途中的随机影响及观测仪器的随机误差的考虑,从随机框架的角度提出了Kalman滤波作为冲突探测的一种方法。该方法不仅从模型上保证了更接近航空器的实际飞行情况,而且对于那些由于随机因素而产生的潜在冲突也能给出一定概率的预报。南京航空航天大学民航学院的刘星^[36]等人参考国外的有关资料并结合我国的有关管制规定,应用遗传算法对自由飞行条件下的冲突探测与解脱进行了一定的研究。但对多架飞机的复杂冲突情况还有待研究。戴玲^[37]等人引入了自动化的Agent,提出一个离散环境下的分布式的飞行冲突解脱方法。程丽媛^[38]在两机解脱模型的基础上,引入优先权的概念,使涉及多机冲突群的飞机能够根据优先次序先后进行解脱。

现阶段我国低空空域的管理仍停留在较低的水平,一方面供通用航空使用的低空空域资源严重不足,另一方面由于空域管理体制的问题又造成大量的低空空域资源闲置浪费,通用航空需求量因低空空域不开放等问题受到严重制约。因此,要改变我国长期以来公共运输航空与通用航空发展不平衡的现状,促进通用航空与航空制造等相关产业的快速发展,就必须在科学借鉴航空发达国家的先进经验的基础上,对低空空域管理进行改革,要在确保安全的前提下科学、充分、合理的开发和利用低空空域资源,本论文的工作就是对低空空域管理改革问题进行研究,并对低空空域飞行航空器基于多Agent系统下的冲突探测与解脱方法进行研究,提出科学、合理的改革方案。

1.3 研究内容及结构

本文从低空空域使用现状出发,研究国外先进经验,从多方面提出低空空域改革的必要性,针对长春管制区域低空空域现状和特点,提出了改革方案,并对基于多Agent技术环境下的冲突探测与解脱进行了研究。全文共分五章:

第一章为绪论。介绍了课题的研究背景和意义、国内外研究现状,在多方面提出了开放低空空域的必要性,最后给出了本文的研究内容。

第二章通过介绍美国低空空域管理及通用航空的发展,对比我国低空现状,提出了我国开放低空空域的难点问题和前提条件。

第三章对长春管制区域低空现状进行了分析,介绍当前长春管制区域低空空域的使用情况和飞行特点,提出低空空域管理改革方案。

第四章在基于多Agent技术环境下对低空空域的飞行冲突和解脱进行了研究并给出实例。

第五章利用Agent系统分析了低空飞行在水平范围内的冲突探测与解脱,解决了实

际工作中遇到的问题，针对Agent系统的适应性进行了预测，为今后理论研究提供了方向。

第二章 我国的空域分类及低空空域现状

2.1 空域的分类

空域是飞行空域的简称，是为航空器飞行而设置的，航空器是在大气层内活动的，有一定的高度范围限制。所以空域应指“地球表面以上可供航空器飞行的一定范围的空气空间”^[39]。空域资源是指在空中交通运输生产上能够满足人类当前或未来使用需要，能产生使用价值并影响劳动生产率的空域要素。空域资源是在自然力作用下形成的，所具有资源的固有属性，主要体现为介质性、有限性和连续性。

空域资源可重复使用，具有长期开发利用价值。而且，空域资源的容量是一定的，又不可贮存，所以合理开发使用空域资源就可以发挥效益，不然就会造成资源的浪费^[40]。

世界许多航空发达国家对空域的划分，均是参照ICAO(国际民航组织)的A、B、C、D、E、F、G空域定义的(表2.1)^[41]，在全国范围内首先划分多个FIR(飞行情报区)，在每个FIR内又划分为非管制空域和管制空域两大类。非管制空域是在各管制区、终端区、航路和各种特殊空域(限制区、告警区、警戒区、禁区、军事活动区等等)之外，在非管制空域内航空器不受管制程序的限制，飞行相对“自由”，但要受到管制员的监控，而管制空域在没有空中交通管制许可的情况下是严禁进入的。

低空空域是国家空域体系的重要组成部分，它具有空域所拥有的一般属性，同时也具有它自身的特性。低空空域的服务对象主要是通用航空，所以，研究低空空域管理改革，就必须要对通用航空进行研究。

2.2 通用航空的定义和特点

ICAO从航空器运行的角度定义通用航空。航空器运行规定对它定义是：通用航空运行是区别于商业航空运行或航空作业的一类航空器运行^[42]。

在我国，1996年3月1日实施的《中华人民共和国航空法》第一百四十五条对通用航空进行了解释：通用航空是指使用民用航空器从事公共航空运输以外的民用航空活动，包括从事工业、农业、林业、渔业和建筑业的作业飞行以及医疗卫生、抢险救灾、气象监测、海洋监测、科学实验、教育培训、文化体育等方面的飞行活动^[43]。

《通用航空飞行管制条例》第三条规定，本条例所称通用航空是指除军事、警务、海关缉私飞行和公共航空运输飞行以外的航空活动，包括从事工业、农业、林业、渔业、矿业、建筑业的作业飞行和医疗卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、遥感测绘、教育训练、文化体育、旅游观光等方面的飞行活动。

表2.1 ICAO空域定义表

空域类型	飞行种类	间隔配备	提供的服务	速度限制	无线电通信需求	ATC放行许可
A	仅限IFR	一切航空器	空中交通管制服务	不适用	持续双向	需要
B	IFR	一切航空器	空中交通管制服务	不适用	持续双向	需要
	VFR	一切航空器	空中交通管制服务	不适用	持续双向	需要
C	IFR	IFR与IFR IFR 与VFR	空中交通管制服务	不适用	持续双向	需要
	VFR	VFR与IFR	1)ATC 服务：配备与IFR 的间隔 2)VFR/VFR交通情报(根据要求提供避让交通建议)	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：指示空速(IAS)：250 海里/ 小时	持续双向	需要
D	IFR	IFR与IFR	ATC服务：VFR飞行的交通情报(和根据要求；提供避让交通的建议)	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：IAS：250 海里/ 小时	持续双向	需要
	VFR	不配备	IFR/VF和VFR/VFR交通情况(根据要求提出避让交通的建议)	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：IAS：250 海里/ 小时	持续双向	需要
E	IFR	IFR与IFR	ATC服务和尽可能提供关于VFR 飞行交通情报	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：IAS：250 海里/ 小时	持续双向	是
	VFR	不配备	尽可能提供交通情报	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：IAS：250 海里/ 小时	不需要	不需要
F	IFR	尽可能IFR与IFR	空中交通咨询服务 飞行情报服务	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：IAS：250 海里/ 小时	持续双向	不需要
	VFR	不配备	飞行情报服务	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：IAS：250 海里/ 小时	不需要	不需要
G	IFR	不配备	飞行情报服务	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：IAS：250 海里/ 小时	持续双向	不需要
	VFR	不配备	飞行情报服务	3050米(10000 英尺)以下 AMSL：IAS：250 海里/ 小时	不需要	不需要
* 当过渡高低于3050 米（ 10000 英尺）AMSL 时，使用FL100 代替10000 英尺						

与公共运输相比来说，通用航空具有四个方面的特点。一是通用航空飞行点多、面广、分散，作业项目复杂，种类繁多，对气象和地理条件制约大，季节性和紧急性强。二是通用航空是一项专业性、技术性很强的生产活动，不同的作业项目有不同的标准，技术要求高，飞行难度大。三是通用航空飞行一般使用小型飞机，保障能力差，多为低空、超低空飞行，没有固定的高度和航线，保障飞行安全难度较大；四是通用航空具有