

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

航空运输对于保持和促进国家和地区的经济增长和社会进步有着举足轻重的作用。在过去的二十多年中，中国民用航空运输一直保持着持续、快速的增长，为促进我国国民经济健康发展和社会进步做出了重大贡献。但与此同时，民用航空运输的持续高速增长也给我国的空中交通管理带来了新的挑战。如果不能有效满足空中交通发展的需求，这不仅对航空运输业，而且对我国整个国民经济的发展都将产生一定的负面影响。而无论从全球，还是从地区和国家角度来考虑，为保持民用航空的活力，关键之一就是要建立一个安全、可靠、高效而且从环境上可持续发展的空中交通安全管理系统。

本文从我国航空运输的发展和空中交通管理现状分析着手，讨论我国民用航空空中交通安全管理系统的战略发展问题。全文分四章。

第一章简单介绍了空中交通管理行业的发展阶段，中国民用航空运输与空中交通管理的发展以及我国空中交通管理面临的发展机遇与挑战。

第二章主要介绍我国空管行业的安全管理特点和国外空中交通安全管理思想的发展与主要管理模式。

第三章提出了建设我国空管安全管理系统的设想，并从系统发展目标，安全管理模式和管理的创新等方面详细阐述了空管安全管理系统的建设与发展问题。

第四章以厦门空管中心为例进一步深入探讨安全管理体系的发展与创新。

关键词：空中交通管理；安全管理系统；管理创新

Abstract

Aviation transportation plays a vital role in the development of country and the improvement of society. In the past 20 years, the civil aviation of china has grown continuously at a very high speed, which contributes much in national economy and social development, but it has brought a big challenge to the management of safety at the same time .In order to maintain the strengths of civil aviation, one of the key factors is to build a safely, dependable, effective safety management system. Beginning with the analysis of situation of civil aviation and safety management in china, this thesis concern on the development strategy of air traffic safety management system. This thesis is made up of four parts.

Chapter 1 describes briefly the development of civil aviation and air traffic management.

Chapter 2 compares the characteristic of air traffic management in China with that of international aviation.

Chapter 3 proposes to build a safety management system in china, and presents from the point of development of system and innovation of safety management in detail.

Chapter 4 analyses the case of Xiamen air traffic management center.

Key Words: Air Traffic Management; Safety Management System;
Manage Innovation

目 录

第一章 空中交通管理概述	1
第一节 空中交通管理的发展	1
第二节 中国民用航空运输与空中交通管理的发展	4
第三节 中国空中交通管理面临的发展机遇与挑战	8
第二章 中外空中交通安全管理比较	15
第一节 我国空中交通安全管理的特点	15
第二节 我国空管安全管理中存在的问题	17
第三节 国外空中交通安全管理思想及模式	22
第三章 我国空中交通安全管理系统的建设	32
第一节 建立安全管理系统的必要性	32
第二节 安全管理系统的发展目标	33
第三节 安全管理系统的运行模式	35
第四节 安全管理系统建设的重点	38
第四章 厦门空管中心安全管理系统分析	43
第一节 厦门空管中心安全管理特点	43
第二节 厦门空管中心安全管理存在的不足	45
第三节 厦门空管安全管理的创新	49
结 束 语	53
参 考 文 献	54
后 记	55

第一章 空中交通管理概述

第一节 空中交通管理的发展

每天，全球有大约 300 万人乘坐民航班机旅行。尽管在国际航班上人们通过座椅上安装的通信设备就可以方便地收听到航空器驾驶员与空中交通管制员的通话情况，但在普通的社会公众眼里，空中交通管理还是显得有些神秘。

空中交通管理是为了实现一定的安全性和经济性目标，利用一定的空域资源，对系统所辖空中交通活动进行监视、控制、协同等一系列管理活动的总称。¹空中交通管理的产生与发展和空中交通活动的日益增长是分不开的。

一、空中交通管理的任务与内容

国际民航组织（International Civil Aviation Organization）关于空中交通管理任务的描述是：**有效地维护和促进空中交通安全，维护空中交通秩序，保障空中交通畅通。**空中交通管理的内容主要包括空中交通管制、空中交通流量管理和空域管理。其中：

空中交通管制服务的任务是防止航空器与航空器相撞及在机动区内航空器与障碍物相撞，维护和加快空中交通的有序流动。

飞行情报服务的任务是向飞行中的航空器提供有助于安全和有效地实施飞行的建议和情报。

告警服务的任务是向有关组织发出需要搜寻援救航空器的通知，并根据需要协助该组织或协调该项工作的进行。²

¹ 施和平：《空中交通管理新论》，厦门大学出版社，2001年，P1。

² 国际民航组织（内部材料）：《国际民航公约》附件 11，1990年7月修订版。

二、空中交通管理的萌芽

人类真正意义上的飞行活动最早可以追溯到 1903 年，莱特兄弟首次驾驶重于空气的航空器飞上了蓝天。初次挑战的成功极大地激发了人类探索天空的热情。随着航空材料、航空器结构和动力的不断改进，航空器飞行性能有了质的提高，而通信、导航性能的改善也给航空飞行迅速发展注入了新的动力。一方面，航空器可以比以往飞得更高、更快和更远；另一方面，航空飞行的安全性和舒适度也得到了极大的改善。二十世纪 30 年代，航空器开始正式投入商业运营。空中飞行活动的日益增多催生了提供管制服务、协调飞行冲突和保障飞行安全的管理需求。为公平、有效地协调众多的空域用户的需求矛盾，保障空中交通安全与畅通，对空中交通实行统一的管理也就显得有些顺理成章了。1929 年世界上第一个空中交通管制塔台在美国圣路易斯兰伯特机场诞生，但早期的空中交通管制手段还很落后，航空器的位置几乎全靠管制员用速度、时间、距离和简单的计算尺来计算，因此难以准确掌握航空器的位置，空中交通管制的范围也大多局限在航空器起飞和着陆阶段，在航路飞行阶段则主要是由飞行员按目视飞行规则自行保持与其它飞机的安全间隔。由于安全保障设施和方法都极为有限，航空事故频频发生。此后，世界各国相继加速了空中交通管制设施的研制和对空中交通管制方法和飞行程序的研究，并逐渐形成现代空中交通管理规则的雏形。³

三、空中交通管理的三个发展阶段

20 世纪 50 年代以前的空中交通密度尚处在比较低的水平，可航空间的价值也未能得以充分体现。但是到 70 年代后期，情况开始发生了显著的改变。空中交通活动迅速增多，由此产生了安全余度降低、航班延误增加、

³ 程延文：“紧随时代发展的空管技术”，《中国民用航空》，2003 年 11 期，P25。

经济效益下降和运营成本提高的一系列连锁反应。而与此同时，用户对空域资源的争夺也日趋激烈。尽管随着管制技术的不断改进和管制间隔标准的进一步缩小，拓展了更多的可航空域，但有限的空域与不断增长的航空需求相比仍然显得是微不足道，目前，世界各国都不同程度的面临着空中交通管理发展的瓶颈问题。随着经济全球化的不断发展，世界各国在航空领域的交往与协作也日趋频繁。在此基础上，国际民航组织提出了发展新航行系统（Future Air Navigation System）FANS 和建立通信，导航，监控和空中交通管理（Communications, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management）CNS/ATM 的新概念。可以预期：一体化的 CNS/ATM 的普及必将促进空中交通管理的进一步变革。

以空中交通管理的内容和概念的变化来区分，民用航空领域的空中交通管理迄今为止经历了以下三个主要的发展阶段：

第一个阶段是空中交通管制（ATC）阶段，这个阶段的管理是以管制指挥为导向，空中交通管制单位对空中交通活动实行统一的管制指挥，航空器按管制员指令的高度沿空中划设的航路和航线飞行。

第二个阶段是空中交通管理服务（ATS 或 ATM）阶段，以管制服务和环境治理为导向，科学管理是这一阶段管理的主要特点。

第三个阶段是空中交通运营（ATO）阶段，以安全、经济和战略发展为导向，追求系统的可持续发展，强调管理的系统性和信息化。⁴

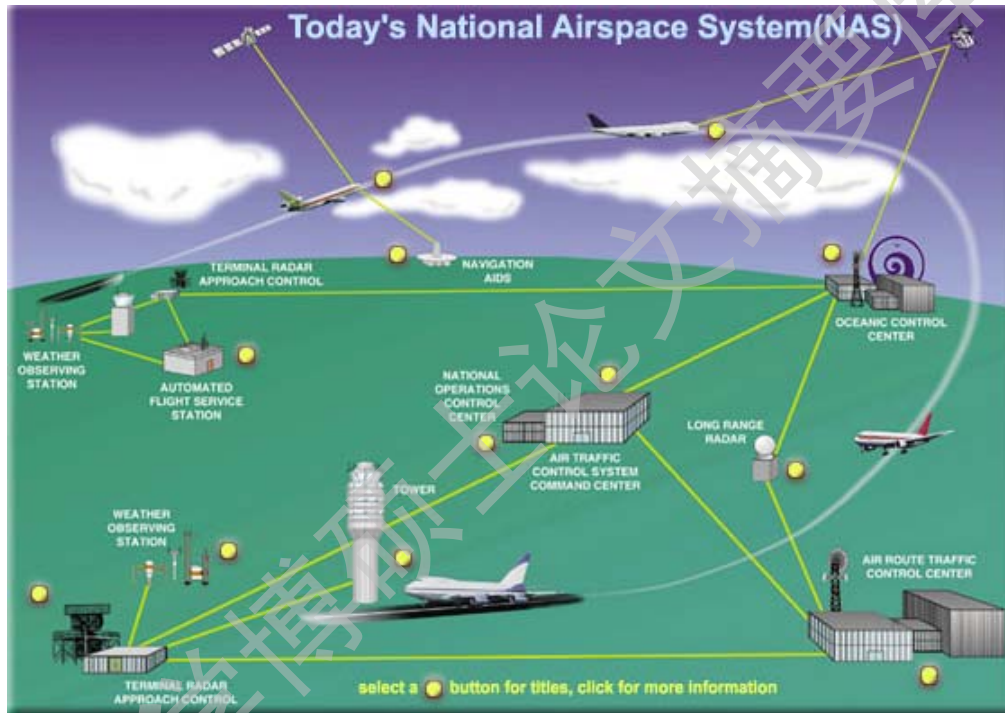
从以上不同发展阶段的管理战略和管理重点的变化我们不难看出未来空中交通管理的发展趋势——建立安全、可靠、高效且从环境上可持续发展的安全管理系统（见图 1.1）。空中交通安全管理系统主要组成部分包括：

- 空中交通管制系统；
- 通信、导航系统；

⁴ 刘绍勇：“全国民航管工作会议上的讲话”，《空中交通管理》，2003 年第 2 期，P9。

- 雷达监控系统;
- 航行情报系统;
- 气象服务系统;
- 安全信息系统。

图 1.1: 空中交通安全管理系统示意图



资料来源: FAA, Safety Management System

第二节 中国民用航空运输与空中交通管理的发展

与公路、铁路等交通运输方式相比,航空运输具有高速和资本密集、技术密集的特点。现代航空器的运行时速通常都在 700 到 800 公里左右,而一架载客百人的航空器其价格高达几亿元人民币,在航空器的制造和运行的各个环节都离不开高科技的支持。与欧美等航空运输发达国家相比,

我国民用航空运输的发展历史并不长，根据航空运输的发展水平和特点，我们可以将其划分成以下三个主要的发展时期：

一、缓慢发展期（1950年——1978年）

1950年我国政府正式组建新中国民航后，同年8月1日开辟了第一条国内固定航线经营国内航班。1950年11月1日签发的《中华人民共和国飞行基本规则》成为规范我国空中交通活动的第一个基本法规。在之后相当长的一段时期，中国民航实行的一直是以军队领导为主的政企合一管理体制，民航集政府部门、空中交通管制、航空公司和机场多重身份于一身，既是主管民用航空事业的政府部门，又是直接经营民用航空业务的全国性企业。这个时期航空运输的开放程度也极为有限，基本上成为专门为政府和国家利益服务的交通工具。航空运输长期徘徊在生产规模不大，生产力水平不高，长期政策性亏损，发展缓慢的状况。1950年我国共开辟了12条航线，年载运旅客1万人，年运输总周转量157万吨公里；到1978年，航线也仅发展到162条，载运旅客231万人，运输总周转量近3亿吨公里。⁵

二、高速增长期（1979年——2002年）

1978年我国实施改革开放的基本国策后，开放航空运输市场也很快被提上议事日程。1980年3月，民航脱离军队建制，实行政企分开，走企业化道路。此后我国民用航空运输一直保持着快速的发展。2002年，中国民航运输总周转量、旅客运输量和货邮运输量达到165亿吨公里、8594万人次和202万吨，分别比1978年增长54倍、36倍和31倍，年均增长率分别为18.2%、16.3%和15.5%，其中运输总周转量的增长速度是同期世界民航增长速度的3.9倍。尽管在2003年由于非典型性肺炎（SARS）的影响，

⁵ 民航发展研究所市场需求研究小组：“中国航空运输市场分析与预测”，《中国民用航空》，2004年第8期，P26。

航空运输总量出现了短暂的回落，但 2004 年，我国民航旅客运输总量又创记录地超过 24193.5 万人，货邮运输量 552.6 万吨，飞机起降架次 266.6 万架次。⁶

三、跨越式发展期（2003 年——2020 年）

2003 年到 2020 年是我国民航全面实施体制改革方案，实现由航空大国向航空强国跨越的历史时期。根据美国波音公司关于中国航空市场的分析预测，到 2020 年前，中国航空运输年平均增长率将达到 9.3%，远远高于世界民用航空运输 4.7% 的年均增长率。2003 年底，我国商用运输飞机保有量为 661 架，预计到 2020 年中国商业运输飞机保有总量将达到 2020 架，成为仅次于美国的全球第二大航空市场。中国民航运输之所以能保持如此强劲的发展势头，与下列因素密切相关：

（1）中国全面建设小康社会和国民经济持续、健康向上发展是民用航空运输持续增长的原动力。未来 15 年里中国国民经济预计仍将保持 8% 左右的增长速度，从其他国家和地区的发展经验看，国民经济快速发展的时期也正是航空运输高速增长的时期。

（2）经济全球化使中国与世界各国在政治、经济、科技、文化等方面的联系更加紧密，这无疑将增加社会在航空运输方面的需求；

（3）加入世界贸易组织后，中国民用航空运输市场更趋开放，中国关于航空运输的限制在逐步减少；

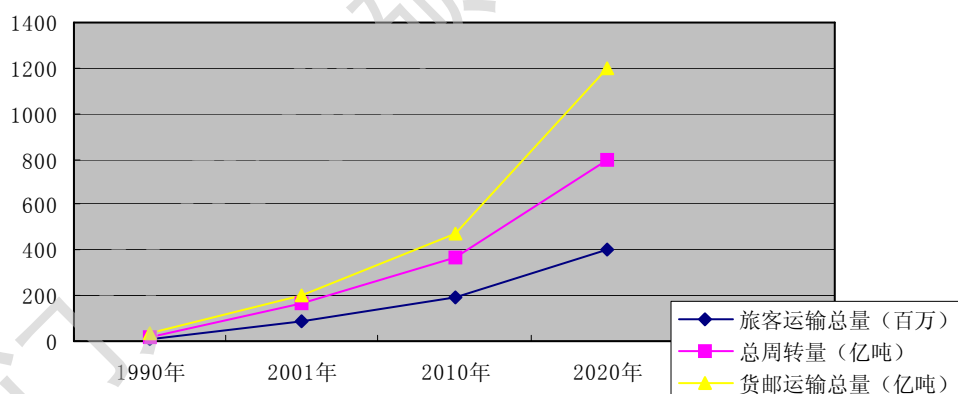
（4）中国民用航空运输已经具备相当的生产力规模，供给能力已达到较高水平。按总吨公里计(不含香港、澳门和台湾的统计数字)，2004 年中国航空运输总量在世界的排名已上升至第 5 位。

航空运输的增长势必推动空中交通管理的发展与变革，而反过来空中交

⁶ “2004 年民航机场生产统计公报”，《中国民航报》，2005 年 2 月 25 日。

通管理的发展又会进一步维护和促进航空运输的健康成长。在民航组建初期，由于国际关系复杂，民用航空器的绝对数量和飞行量也很少，保障国防安全成为我国空中交通管理的主要目标。而改革开放前我国经济整体发展水平不高，民航对空域使用的需求比较有限，因此建国初期实行的空中交通管理体制就一直沿袭了下来。但随着国民经济的逐渐发展，民用航空活动大量增加，原有的军航统一管制的弊端逐渐显露出来。为适应航空运输发展的需要，1993年9月我国正式确定空管体制改革战略目标，并在2000年完成了从由军航对空中交通进行统一指挥到将部分航路和航线移交民航指挥的阶段性改革目标，下一步的战略发展目标是实现国家对空域的统一管理。1990到2004年间，空管系统保障航班飞行架次增长了近6倍，而同期由于空管原因造成的飞行事故率大大降低，90年代初空管原因造成的事故征候率为万分之0.1到0.2，2002到2004年三年均低于万分之0.04。⁷

图 1.2：中国民用航空运输主要经济指标与增长趋势预测



资料来源：根据中国民航机场生产统计公报整理

⁷ 中国民用航空总局空中交通管理局（内部材料），2005年。

第三节 中国空中交通管理面临的发展机遇与挑战

航空运输的持续增长为空管系统创造了前所未有的发展机遇，但同时也带来了巨大的安全压力和挑战，下面就这两方面分别加以表述。

一、空中交通管理的发展机遇

1、航空安全管理的需求持续增长

未来15至20年我国国民经济仍将保持快速的发展为航空运输的持续发展奠定了良好的基础，而航空运输的持续增长和机队规模的不断扩大也无疑将使航空运输需求将更趋于旺盛。据民航总局预测，到2020年我国日均处理空中交通活动将达到25000架次，为2005年的近5倍，管制员人数也将达到9000人左右。良好的行业发展前景为空中交通管理提供了更加广阔的发展空间。作为民航运输行业的三大支柱之一，空管系统的重要性已经越来越得到社会各界和民航系统的认同，空中交通管理不仅仅是保障飞行安全的重要关口，同时也是保证航空运输效率和效益的主要环节。

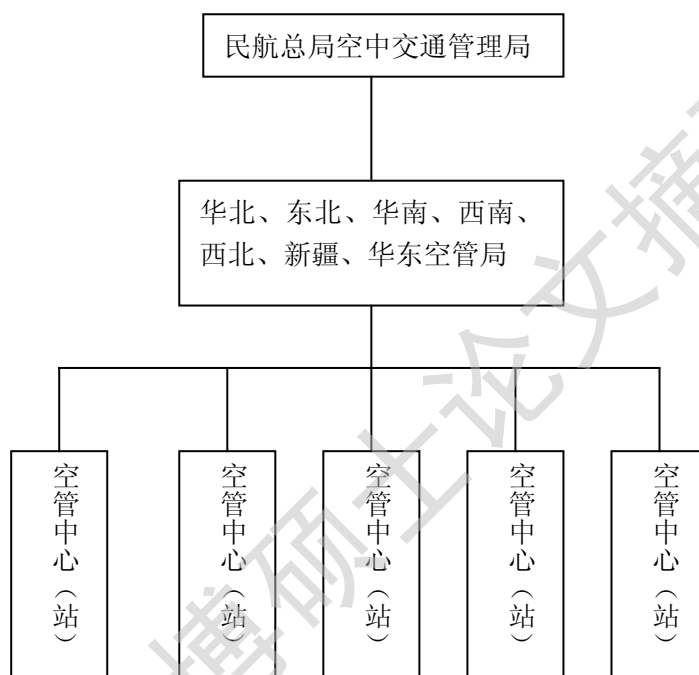
近年来，空管系统保证飞行安全和航班正常的压力和责任在逐年加大，为进一步改善空域环境、完善空管基础设施建设，国家明显加大了在空管基础设施上的投入，“九五”期间空管总共投入了45个亿，而“十五”到目前已经投入了30多亿。目前，在6600米以上的航路上都实现了甚高频无线通信的双重覆盖，北京到广州的空中航线已经全面实施雷达管制。基础设施的改善提高了空域的安全保障能力，有效扩大了繁忙航路和机场的容量。

2、航空运输的快速发展加速了空管体制改革的进程

空管体制改革的相对滞后一直是制约我国空管安全发展的主要因素，但近年来航空运输的快速发展则明显加速了空管体制改革的进程。目前，民航行业的管理关系已经基本理顺，作为国务院主管全国民航事务的直属机构，

民航总局不再代行国有资产所有者职能，管理的主要责任转变为对民用航空的安全管理、市场管理、空中交通管理、宏观调控和对外关系协调。空管体制方面的改革进展也较为顺利，初步形成了总局空管局——地区空管局——空管中心（站）为一体的空中交通管理体系（见图1.3）。

图 1.3：空中交通管理组织结构示图



空中交通管理局（以下简称空管局）作为民航总局下属的一个专业管理局，下辖 7 个地区空管局、30 个空中交通管理中心（以下简称空管中心），各空管中心均为事业单位编制，实行企业化管理。

2004 年，民航空管部门共保障国内外航班及其他飞行安全起降飞机起降架次 266.6 万架次，比 2003 年增长 25.8%，杜绝了空管原因造成的飞行

事故，事故征候万架次率仅为 0.022。⁸

3、全球空管一体化的趋势提供了我国空管系统与国际标准接轨的机会

随着民用航空领域国际间交流与合作范围的扩大，国家与国家之间的界限逐渐被突破，国际民航组织在第 11 次航行大会上提出全球空管一体化的运行概念，强调 国别限制，提供集中统一的空中交通服务，而一体化的技术基础是实现安全标准、运行标准和服务质量的一性，这无疑为我国空管部门提供了一个学习和 的机会。如果能根据国际空管发展的趋势和特点，结合我国安全管理的实际情况，建立适应于航空运输发展需求的安全管理系统，就有可能在较短时间内实现安全管理的跨越式发展。

二、空中交通管理面临的主要挑战

1、长期政策性保护造成空管部门和组织成员对运行环境的适应能力下降

行业保护和国家政策 持的影响，我国民用航空空中交通管理一直在相对 的环境中运行。一方面，空管部门为空域用户提供 价的空中交通安全管理服务；另一方面，政府对空管部门也给 特别的 护，按计划供给各 管理资源。长期的政策性保护既使航空业在宏观经济领域中保持了较高的独立性，又为尚处在发展初期、 争力 的航空行业 于过早 到国际 争的 重 得了发展的时机，但同时也造成空中交通管理部门故步自 ， 与国际 进的安全管理思想的交流和对国际技术标准的 收。随着航空运输 争的加 和市场化程度的不断提高，空域用户要求进一步开放天空、放 管制，提高空域使用效率，降低运营成本的 声日趋强烈。在统一、公平、 争、有序的市场环境基本形成的条件下，来自宏观运行环境的压力显然是难以 的。

⁸ 中国民用航空总局（内部材料），2005 年 2 月。

2、在安全管理的思想理念和系统建设方面与国际先进水平还存在明显差距

目前我国空域资源的使用效率远远低于欧美发达国家的水平，对民航开放使用的空域仅占总空域资源的24%，而与我国国土面积相近的美国空域资源的利用率已达到98%以上。⁹现有的安全管理水平与欧美等发达国家相比也存在较大的差距，具体表现在：

- 空管系统建设相对滞后于安全管理的发展需要，空管设备系统化、集成化和集成化程度较低；
- 空管基础设施尚不完善，区域间发展较不平衡；
- 空管法规体系不健全，规章和标准建设与国际接轨不足；
- 空管系统的管理理念和安全运行管理方法落后；
- 技术自主研发能力和安全管理应用研究能力不足，主要空管设备都要依靠国外进口；
- 人力资源管理落后，人员知识结构不能满足发展的需求。

3、相对落后的安全管理水平与快速增长的空中交通需求之间的矛盾日益突出

1990年到2000年，中国民航每百万飞行小时事故率为1.48架次，而同期全球的平均水平在1次左右，欧美等发达国家在0.2次左右。随着航空运输总量的不断增加，如果仍然维持每百万小时1.4次的事故率，那么当年飞行小时达到300万时，平均4个月我国就要发生一起飞行事故，这显然大大超出了社会所能接受的程度。¹⁰航空事故绝对次数的增加不仅将导致社会公众对航空安全的不信任，同时也势必影响航空运输行业的健康发展。由于人力、空域等各项管理资源不可能无限地供给，因此，如何适应社会环境、市场环

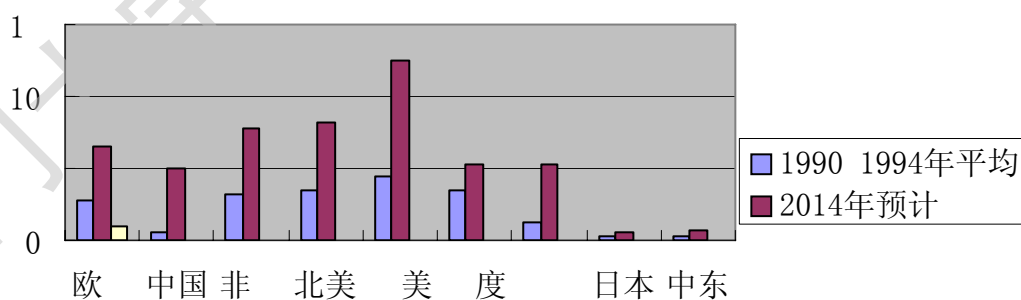
⁹ 小平：“中国民航空管系统发展战略”，《空中交通管理》，2002年第4期，P8。

¹⁰ 刘绍勇：“全国民航空管工作会议上的讲话”，《空中交通管理》，2003年第2期，P8。

境和管理需求的变化，在保证安全飞行的前提下，进一步改善空域结构和缩小飞行间隔，提高空管保障能力，提高空域使用的安全性和效率成为空中交通管理部门面临的重大挑战。

尽管在航空安全保障方面我国空管部门有着良好的记录，目前还未发生过管制原因造成的航空安全事故。但我们要 地看到这是在空中交通总量不高的基础上 得的，从商用运输飞行事故率的趋势预测（见图1.4）我们可以发现目前的安全状况并不容人 观。数据显示， 使保持现有的事故率水平不变，到2014年，航空安全事故的绝对数量将比现在增加一倍以上，也就是意 着平均每周全球都将有一个民航航班发生事故。在生活节 不断加快的信息社会，航空运输仍然是社会公众远程旅行时的首 方式。 然航空运输在安全保障方面有着远较公路、铁路和航运为高的安全记录，但是，作为最主要的高端的运输工具，公众对航空运输的安全性有着较其它运输方式来 更高的期 ， 论对事故的绝对数量的关注程度也远 过相对事故率水平的关注。要 安全事故的绝对数量降低到能为社会所接 的程度，就必 依靠事故率的大 减低。

图 1.4：商用运输飞行事故率——现状及未来预测



资料来源： ， 199

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库