



管 理 程 序

中国民用航空局航空器适航审定司

编 号：AP-21-AA-2012-35

下发日期：2012 年 4 月 5 日

航空工程师、试飞员和项目支援专业人员 培训大纲

目录

1. 目的	1
2. 适用范围	1
3. 撤销	1
4. 背景	1
5. 工作职责	2
5.1 总则	2
5.2 所有专业	2
5.3 结构	2
5.4 系统和设备	3
5.5 动力装置	4
5.6 试飞	5
5.7 项目支援	6
6. 培训框架	7
6.1 总则	7
6.2 必修课	7
6.3 航空器适航专业培训课程	7
6.4 课程分类	9
7. 附则	9
附录 1 培训框架	10

航空工程师、试飞员和项目支援专业人员培训大纲

1. 目的

本程序为从事航空器适航审定工作的工程人员、试飞员和相关项目支援专业人员建立一套培训大纲。该程序作为《航空器适航系统人员培训管理程序》（AP-00-01）的补充，用来提高相关人员的专业水平和项目管理能力。

2. 适用范围

本程序适用于中国民用航空局航空器适航审定系统的人员（包括委任代表），也建议航空工业界从事航空产品设计和适航管理的人员采纳。

3. 撤销

本管理程序取代《航空工程师、试飞员和项目支援专业人员国家培训大纲》（AP-ARJ21-06）。

4. 背景

2008年2月15日，中国民用航空局航空器适航审定司参考美国联邦航空局指令《National Training Plan for Aerospace Engineers, Flight Test Pilots, and Programs Supports Specialists》(Order 8000.32)发布了专用于ARJ21-700飞机的管理程序《航空工程师、试飞员和项目支援专业人员国家培训大纲》（AP-ARJ21-06），为从事航空器适航审定工作的工程人员、试飞员和相关项目支援专业人员建立一套培训大纲，并在ARJ21-700飞机的型号合格审定过程中进行了应用。因此，中国民用航空局航空器适航审定司决定重新颁发该管理程序，使其能够应用于所有航空器的型号合格审定中。

5. 工作职责

5.1 总则

下文提供工作职能清单，涵盖航空器结构合格审定、系统和设备合格审定、动力装置合格审定、试飞合格审定和项目支援专业等各个领域。

5.2 所有专业

a. 研究、解释和使用有关航空器、发动机和螺旋桨合格审定的中国民用航空规章（CCAR）。

b. 规划合格审定项目，包括确定表明符合性所需的符合性验证工作。

c. 开展合格审定项目，评估和批准（或不批准）提交的设计资料，以确定符合性。

d. 开展结构试验和飞行试验，包括分析为表明符合性所建议的试验方法、目击试验、根据适航规章要求评估试验结果。

e. 确定申请合格审定的该类别飞机没有不安全的特性或特点。

f. 建议批准型号合格审定。

g. 参与事故/事故征候调查，评审使用困难报告，确定是否需要采取纠正措施。

h. 参与规章和政策的制定。

5.3 结构

a. 结构工程师应关注整个飞机结构，包括：

(1) 机身

(2) 翼梁

(3) 雷达罩

- (4) 发动机短舱
- (5) 整流罩
- (6) 尾翼
- (7) 固定翼和旋翼
- (8) 起落架和浮筒式起落架
- (9) 飞行控制系统（副翼、升降舵、方向舵）
- (10) 襟翼、其它增升和特殊机体装置

b. 结构工程师负责确定以下方面是否满足规章要求:

- (1) 飞行载荷
- (2) 地面载荷
- (3) 所有其它施加在机体上的内、外载荷
- (4) 结构动力学
- (5) 颤振和振动
- (6) 结构疲劳
- (7) 材料和工艺
- (8) 结构验证程序
- (9) 许用应力
- (10) 结构限制
- (11) 航空器适坠性

5.4 系统和设备

a. 系统和设备工程师应关注飞机以下方面:

- (1) 系统和设备

- (2) 适坠性
- (3) 客舱
- (4) 安全防护
- (5) 应急设备

b. 系统和设备工程师负责确定系统和设备的设计、制造、试验、功能和可靠性是否符合规章要求，包括：

- (1) 电气（发电、配电和控制系统）
- (2) 电子（自动飞行控制、导航和通信系统）
- (3) 仪表（空速表、高度表、航向、飞行姿态和飞行指引系统）
- (4) 机械（液压、气动和增压系统）
- (5) 环境（空调和氧气系统）
- (6) 适坠性（应急出口、滑梯、座椅、安全带）
- (7) 其他（显示、通告、照明、计算机、闪电防护、机轮、轮胎、刹车和防滑系统）

5.5 动力装置

a. 动力装置工程师应关注影响飞机动力装置（发动机和螺旋桨）的飞机系统的所有方面和辅助动力装置（单独的产品或已经装于航空器上）相关系统的所有问题。

b. 动力装置工程师负责动力装置系统和部件的设计、制造、试验、功能、可靠性是否符合规章的要求，包括：

- (1) 发动机
- (2) 发动机安装

- (3) 螺旋桨
- (4) 螺旋桨安装
- (5) 控制系统
- (6) 动力传递系统
- (7) 旋翼驱动系统
- (8) 辅助动力装置（APU）
- (9) 燃/滑油热交换器
- (10) 燃油和滑油系统
- (11) 动力管理系统
- (12) 装于发动机上的附件，包括：
 - (a) 电气发电机
 - (b) 液压泵
 - (c) 引气系统
 - (d) 反推系统
 - (e) 动力装置防火系统
 - (f) 动力装置防冰系统
 - (g) 动力装置性能分析
 - (h) 发动机仪表
 - (i) 发动机动力管理系统
 - (j) 闪电防护（影响动力装置系统）

5.6 试飞

- a. 试飞员和试飞工程师负责确定飞机的设计在下述方面是否符合规章

要求和建立的相关程序：

- (1) 飞机运行限制
- (2) 运行程序（应急、非正常、正常）
- (3) 飞行品质
- (4) 性能
- (5) 系统和设备运行
- (6) 功能和可靠性
- (7) 飞行员——飞机——环境的相容性

b. 试飞员和工程师要驾驶飞机在临界构型、速度、高度和姿态等状态下通过一系列的试验，表明其对适用要求的符合性。

5.7 项目支援

a. 项目支援专业人员针对被指派的项目，就程序、行政管理方面的问题向管理层、技术人员和其他人员提供建议、帮助和咨询，包括计划、发展、分析、准备、控制和总体管理。

b. 指派的项目有：

- (1) 事故/事故症候调查，使用困难报告评估
- (2) 适航指令
- (3) 委任代表
- (4) 技术标准规定（TSO）
- (5) 参与如下工作：
 - (a) 国际事务
 - (b) 研发工作

(c) 咨询通告/适航管理程序

(d) 培训项目

(e) 规章

c. 项目支援专业人员帮助工程人员完成以下工作：

(1) 项目评估、工作进程、报告准备以及建立/确保技术项目顺利进行

(2) 规章/非规章程序和相关支持文件

(3) 程序性指南和人员、管理、机构和项目政策

(4) 公众听证会

(5) 管理信息和摘要材料

6. 培训框架

6.1 总则

附录 1 提供的培训框架是推荐性的，目的是达到最优培训结果。课程的安排应当满足机构和个人的需求。以前的经历和培训应当记入个人培训记录中，以免重复。

b. 培训框架中列出的是根据 AP-00-01 划分的“航空器适航专业培训”科目。从事航空器适航审定工作的工程人员、试飞员和相关项目支援专业人员应参加 AP-00-01 规定的航空器适航基础知识培训。

6.2 必修课

从事航空器适航审定工作的工程人员、试飞员和相关项目支援专业人员应参加 AP-00-01 规定的航空器适航基础知识培训。

6.3 航空器适航专业培训课程

下文列出适用于具体专业的航空器适航专业培训课程，在附录 1 培训

框架中还有概括介绍。

a. 结构——结构

(1) 航空器基本载荷

(2) 航空器振动

b. 结构——适坠性

(1) 冲击动力学

(2) 乘员保护和存活性

(3) 可燃性、烟雾和毒性

c. 系统——电子/电气

(1) 可靠性、概率和安全分析

(2) 系统安全性和风险分析

(3) 软件评审

d. 系统——机械

(1) 可靠性、概率和安全分析

(2) 系统安全性和风险分析

(3) 控制系统设计和分析

e. 动力装置——发动机

(1) 活塞和涡轮发动机原理

f. 动力装置——安装

(1) 活塞和涡轮发动机原理

g. 试飞工程师

(1) 航空器性能

- (2) 试飞原则和实践
- (3) 航空器防冰/除冰系统
- (4) 驾驶舱标准化中的人为因素
- (5) 涡轮发动机原理
- (6) 生理性训练

h. 试飞员。

- (1) 飞行员熟练性（例如，FAA 的 Order 3000.17）
- (2) 生理性训练
- (3) 试飞原则和实践
- (4) 驾驶舱标准化中的人为因素

i. 项目支援专业人员，无强制性培训要求

6.4 课程分类

附录 1 概括介绍了适用于具体专业的培训科目和类别，分为必修、工作必需、非常需要、能力提高和职业发展五类。

7. 附则

本管理程序由中国民用航空局航空器适航审定司负责解释。

附录 1 培训框架

★ 类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高的 5.职业发展

专业	描述	适用类别							
		机体		系统		动力		试飞	项目支援专家
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员
1. 材料性能金属	复习数学和统计学。通过试件和部件测试确定结构许用应力。使用MIL-HNBK5的要求来处理数据。试件和部件测试技术。温度和环境修正因素。	2	2		3	2	2		
2. 飞机载荷评估									
A基本载荷	基本空气动力学、载荷分析方法、设计数据、临界载荷情况、翼型特性、飞机平衡、尾翼和机翼载荷、着陆载荷、飞行中载荷的测量、标准载荷报告的评估	1	3			3	3		
B运输机和通用航空飞机	原则和要求、时间历程和机动载荷、离散阵风、载荷分布、柔性飞机阵风载荷、离散和连续、动力光谱密度分析、机翼载荷缓和系统、机翼小翼的影响、后掠和高马赫数的影响、柔性飞机动态着陆和滑行时的载荷、地面操	1	3			3	3		

作载荷、飞行中载荷的测量。

附录1 培训框架（续）

类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别							
		机体		系统		动力		试飞	项目支援专家
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员
2. 飞机 载荷评 估（续） C、 旋翼机	旋翼空气动力学、动量和叶片基本原理、1-G和机动载荷、阵风载荷、高频振动载荷、气动弹性稳定性的影响、发动机/机体匹配、扭转稳定性、驱动系统载荷、起落架和地面操作载荷、高马赫数的影响、飞行载荷测量。	1	3			3		3	
3. 飞机 振动	复习数学和物理。定义和术语、基本线性和扭转频率方程、单自由度和多自由度、自由和强制阻尼系统、非平衡和平衡设备、减震器和阻尼器、振动设备和使用、连续梁和变截面梁分析、耦合模式、地面振动测量	1	3		3	2		2	

附录1 培训框架（续）

类别： 1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别							
		机体		系统		动力		试飞	项目支援专家
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员
4. 操纵系统设计和分析	全手动到全动力和全自动、独立性、冗余性和造成多重系统失效的典型失效源评估。	2		2	1	3	3	2	
5. 结构分析	有限元分析、重量参数分析、建模技术、NASTRAN、SOM-LA、KRASH、DYCAST等软件。	2	2			3	3		
6. 闪电防护系统	闪电原理、防护的设计方法、适用的规章和指南、测试和分析方法	3		2	3	3	3	3	
7. 损伤容限评估	断裂力学概念、应力强度因子、损伤元件的剩余强度、表面-棱角的深埋裂纹、紧固件的柔性、能量释放速率和伪封闭形态解（pseudo closed form solutions）、临界裂纹长度、止裂措施、裂纹扩展估算、迟滞模式。	2			3	3	3		

附录1 培训框架（续）

类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别							
		机体		系统		动力		试飞	项目支援专家
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员
8. 飞机防冰除冰系统	关于结冰的物理知识、技术报告AD-4、结冰的数据统计、防冰方法AC20-73、有冰和无冰形态下的测试和分析方法。	3		3	2	2	2	1	2
9. 颤振分析和飞行颤振测试	结构弹性和刚性、固有频率和模态、激励技术、地面振动测试、颤振特性、二维和三维不可压缩流和可压缩流、二自由度和三自由度颤振、气动弹性的影响、颤振测试、数据采集和仪器、数据处理	2							

附录1 培训框架（续）

类别： 1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别									
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家	
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员		
10. 疲劳评估	定义和认知、失效理论、疲劳裂纹的产生和扩展、疲劳概念、疲劳数据的解释、冶金因素、具体设计和制造中需要注意的问题、声疲劳、疲劳数值分析、疲劳测试、确定寿命	2			3	2	2				
11. 航空器飞行动力学	动量方程、空气动力学概念、纵向和侧向稳定性导数、握杆、杆力/速度/载荷系数梯度、松杆、扰动方程、频率响应和反馈系统、自动驾驶仪模式、耦合和非耦合问题、气动弹性的影响、性能、升/阻和高升力装置、压力分布	2	3	3	3	3	3	2		3	

附录1 培训框架（续）

类别： 1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别									
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家	
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员		
12. 静态和动态稳定性、自动飞行控制	运动方程、纵向，横向和航向稳定性导数、拉普拉斯变换、小扰动方程、频率响应和模态、飞机对操纵和阵风输入的反应、线性反馈系统、稳定性综合增强系统	3		2		2			2		
13. 计算机技术和基础知识	现行计算机操作系统和系统程序调查、计算机系统结构和设计逻辑、计算机结构、人工智能、程序系统使用、计算机和程序的最近发展、实时系统使用的软件和硬件、语言、计算机辅助设计和制造	2	2	2		2	2		2	2	3

附录1 培训框架（续）

类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别									
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家	
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员		
14. 软件的验证和认可	软件审定要求和指南			1	3	3	3	3			
15. 驾驶舱标准化中的人为因素	驾驶舱设计、机组工作量评估、可视性、照明和控制。				3		3	1		1	
16. 外国审定	双边协议、ICAO、FAR、BCAR和JAR要求、机构的政策、民航局和地区管理局的职责、协议	2	2	2		2	2	2	2	2	3

附录1 培训框架（续）

类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别							
		机体		系统		动力		试飞	项目支援专家
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员
17. 复合材料	多相材料、纤维和基体材料的特性、单向复合性材料和层合板、铺层结构理论和特性、层间应力、断裂、疲劳、结构元件分析、设计和评估、测试方法、加工、处理、修理、设计应用。	2	2			2	3		
18. 噪声	设计技术、规章要求、评估程序、噪音降低参数、分析方法、测试程序	3					2	2	
19. 旅客防护和存活性	适坠性设计概念、座椅约束系统、人的容忍度、座舱的无致命伤害化、撤离系统、客舱照明、坠撞后起火	3	1						

附录1 培训框架（续）

类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别							
		机体		系统		动力		试飞	项目支援专家
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员
20. 碰撞动力学	加速度、速度、力和动力学术语，乘员活动包线、碰撞动力学概念、冲击、坠撞动力学和运动学，碰撞生存概念、仪表、测试和仪器	3	1				2		
21. 燃油系统和设计	设计原理、适坠性考虑、火源、灭火和防火、易碎装置、自封分离联轴器	3	2			3	2		
22. 氧气和保护呼吸系统	系统设计、安装和维修、流量和耗量要求的计算方法、测试和分析方法、行业规范		3		2				

附录1 培训框架（续）

类别： 1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别									
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家	
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员		
23. 火和烟雾探测、灭火系统	飞行中探测和灭火系统、灭火剂、手提式灭火器、货舱分级/评估、烟的渗透和通风、坠撞后着火考虑、测试和分析方法	3	2		2		2				
24. 易燃性、烟雾和毒性	客舱材料的易燃性、散热、火焰传播、刺激性气体、呼吸保护装置、火/烟环境的撤离	3	1								
25. 可靠度、概率和安全分析	数学知识复习、概念和概率分布、故障和故障树分析、可靠性期望值、余度和容限分析、测试和使用数据评估、测试、资质和制造评估、系统安全和危害评估	2	3	1	1	2	2	2	3	4	

附录1 培训框架（续）

类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别							
		机体		系统		动力		试飞	项目支援专家
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员
26. 无损检测	放射线照相技术、超声波、涡流、磁粉、液体渗透、全息术、红外线	3			3	3		3	
27. 控制系统理论	基础控制系统理论、“S”时间内的稳定性——线性和非线性系统				2				
28. 驱动系统动力学	扭转和旋转模态分析、轮齿激励频率和涡轮叶片固有频率、扭转稳定性、挂钩、接头	3				2		2	
29. 传递系统	齿轮、轴承、轴、密封、润滑、冷却、滑油泵/滤、壳体设计					3		2	
30. 引气系统	设计技术、进气道气流畸变、结冰考虑、进气损失、失速和喘振特性、环境考虑					3		2	2

附录1 培训框架（续）

类别： 1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别								
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员	
31. 涡轮发动机原理	涡轮发动机基本原理、部件、可压缩流、涡轮喷气、涡轮风扇、涡轮轴、性能、动力学	4				1	1	1		2
32. 起落架系统	起落架收放系统、轮胎、机轮、刹车、防滑、自动刹车、操纵、失效影响、测试和分析方法	3			2			2		2
33. 试飞原理和实施	性能和飞行品质的基本标准化和复训、试飞程序、数据收集和简化、稳定性和操纵性、失速、起飞和着陆等等。发动机冷动、技术现状、飞行咨询系统、电传操纵、数字导航、飞行指引、机翼载荷减缓	3	3	3	3	3	3	1		1

附录1 培训框架（续）

类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别									
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家	
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员		
34. 生理训练	对8100.4和4040.9的符合性							1		1	
35. 环境系统	空调、引气冷却、臭氧、增压、通风、系统的目的和功用、失效影响、测试和分析方法	2			2		3		3		
36. 飞行员的熟练性	指令3000.17，初始检查、每年复训、仪表、更新									1	
37. 航空器事故调查/预防	条例和规章、CAAC表格、报告、技术调查方法、坠毁过程、验尸、生物化学、飞行员经历	3	3	3		3	3		3		4
38. 燃油管理系统	水蒸气/液体比例（热燃油）、压力泵、过滤器、供油管路、压力损失分析、液压机械燃油控制、电子燃油控制、调节器、失效模式。					2		2		2	

附录1 培训框架（续）

类别： 1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别									
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家	
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员		
39. 活塞式发动机原理	部件、性能、动力学	4				1		1	2		
40. 设计、制造、运行和持续适航	航空器设计、制造及其运行原理、系统的正常和非正常运行、飞行控制、导航、电气、液压和气动、燃油、起落架、飞机性能和飞行品质、质量保证、航空器的维修和使用	3	3	3		3	3		3	3	4
41. 结构连接	基体材料、机械特性、冶金问题、制造、弹性—塑性特性、断裂和裂纹的扩展、塑性和疲劳、设计问题、环境影响	2						2			
42. 技术写作与沟通	简短、明了，资料表达的正确、精确，消除冗余、完成工作，员工学习	3	3	3		3	3		3	3	3

附录1 培训框架（续）

类别： 1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别									
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家	
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员		
43. 项目管理	组织技巧、目标设定、管理理论和实践、上下级和平级之间的沟通、责任感	3	3	3		3	3		3	3	3
44. 员工工作技巧	解决技术问题和行政问题的能力、沟通、提议或建议的准备和提出、信息源管理	3	3	3		3	3		3	3	3
45. 人际关系技巧	咨询技巧、人际关系问题解决、员工发展、团队行为、沟通中的对话技巧和态度	3	3	3		3	3		3	3	3
46. 规章和政策制定	规章、适航指令、管理程序、咨询通告、管理文件等法规和规范性文件的制定	3	3	3		3	3		3	3	3

附录1 培训框架（续）

类别：1.必修 2.工作需要 3.非常需要 4.能力提高 5.职业发展

专业	描述	适用类别									
		机体		系统		动力		试飞		项目支援专家	
		结构	适坠性	电子/电气	机械	发动机	安装	工程师	飞行员		
47. 审定程序	所有审定工程师和试飞员的入职培训、机体、动力装置、系统和试飞	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
48. 现代电子系统	数字雷达、惯性导航系统、区域导航、飞行管理系统、电子飞行仪表系统、数字自动驾驶仪/自动油门技术的自动着陆系统等			2		3		3	2	2	
49. 办公室指导(对新员工)	民航局的组织机构、行政管理程序、培训、应急准备等等	2	2	2	2	2		2	2	2	2