



宋静波 编著

波音737飞机 动力装置

(CFM56-3 & APU)



中山大学出版社



波音737飞机动力装置
(CFM56-3 & APU)

ISBN 978-7-306-03087-0



9 787306 030870 >

定价：35.00元

波音737飞机动力装置

(CFM56-3 & APU)

宋静波 编著

中山大学出版社

·广州·

图书在版编目 (CIP) 数据

波音737飞机动力装置: CFM56-3 & APU/宋静波 编著.—广州:
中山大学出版社, 2008.11
ISBN 978-7-306-03087-0

I. 波… II. 宋… III. 旅客机—动力装置 IV. V271.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第050334号

出版人: 叶侨健

策划编辑: 曾纪川

责任编辑: 邓启铜

封面设计: 曹巩华

责任校对: 曾纪川

责任技编: 黄少伟

出版发行: 中山大学出版社

编辑部电话 (020) 84111996, 84113349

发行部电话 (020) 84111998, 84111160

地 址: 广州市新港西路135号

邮 编: 510275 **传真:** (020) 84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn>

E - mail: zdebs@mail.sysu.edu.cn

印 刷 者: 湛江教育印刷厂

规 格: 787mm×1092mm 1/16 16.75 印张 350千字

版次印次: 2008年11月第1版 2008年11月第1次印刷

定 价: 78.00元 **印数:** 1-4000册

Preface

Boyin 737 Feiji Dongli Zhuangzhi

前言

随着民用航空业的飞速发展，人们对民航客机高效、稳定、安全工作的要求越来越高。发动机安全可靠的工作，是保证飞机安全飞行的基本条件。地面机务维护人员掌握航空发动机知识，提高对发动机故障的预测和检查分析能力是十分必要的。

本书根据飞机地面维护机电专业教学大纲的要求编写。主要内容包含波音737-300型民航客机上的CFM56-3发动机和GTCP-85-129辅助动力装置，重点分析CFM56-3发动机的结构、发动机各系统以及主要的维护工作，并介绍B737-300辅助动力装置的结构和系统。

本教材共分十章，主要包括CFM56-3发动机总体介绍、发动机构造、发动机燃油系统、发动机启动和点火系统、发动机滑油系统、发动机空气系统、发动机操纵系统、发动机指示系统、发动机排气系统、辅助动力装置的结构和系统。本书对CFM56-3发动机控制以及高压涡轮间隙控制进行了较为详细的分析。

本书既可作为航空院校飞机地面维护机电专业“典型发动机构造和系统”的教材，也可以作为“民用航空器维修人员执照基础部分航空器动力装置”的教学参考书。

由于编者水平与能力有限，书中错漏在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2008年10月1日

目
录

Contents

第1章 概述	1
1.1 动力装置	1
1.2 危险区	2
1.2.1 发动机警告牌	3
1.2.2 动力装置噪音区	3
1.3 动力装置整流罩	4
1.3.1 进口整流罩	4
1.3.2 风扇整流罩	7
1.3.3 反推整流罩	8
1.3.4 前整流罩	13
1.4 发动机安装节	14
1.4.1 发动机前安装节和推力杆	14
1.4.2 发动机后安装节	16
1.5 发动机拆卸	16
1.6 发动机排放系统	18
第2章 CFM56-3发动机构造	21
2.1 概述	21
2.1.1 发动机性能参数	22
2.1.2 发动机几何尺寸	23
2.1.3 发动机主要特征	23
2.2 发动机单元体	24
2.2.1 风扇主单元体	26
2.2.2 核心发动机主单元体	39
2.2.3 低压涡轮主单元体	49
2.2.4 附件驱动主单元体	54

2.3	发动机站位和安装边	56
2.4	发动机孔探检查	58
2.4.1	低压转子 (风扇和低压压气机) 孔探检查	60
2.4.2	高压压气机孔探检查	61
2.4.3	燃烧室和高压涡轮孔探检查	62
2.4.4	高、低压涡轮转子叶片的孔探检查	64
第3章	发动机燃油系统	65
3.1	燃油分配系统	66
3.1.1	燃油泵组件	66
3.1.2	燃油/滑油热交换器和伺服燃油加热器	73
3.1.3	燃油分配管路	75
3.2	燃油主控制系统	78
3.2.1	燃油伺服压力	79
3.2.2	燃油计量系统	80
3.2.3	N2转速调节器系统	82
3.2.4	燃油限制系统	85
3.2.5	可调静子叶片 (VSV) 系统	95
3.2.6	可调放气活门 (VBV) 系统	96
3.2.7	慢车控制系统	97
3.3	功率管理控制器	98
3.3.1	PMC接头和传输电缆	100
3.3.2	风扇进口温度 (T12) 传感器	103
3.3.3	风扇进口压力传感器	104
3.3.4	功率杆角度	104
3.3.5	PMC的工作情况	104
3.3.6	PMC电门	106
3.3.7	PMC调节和测试	106
第4章	发动机启动和点火系统	108
4.1	发动机启动系统	108
4.1.1	启动活门	108
4.1.2	启动机	110
4.1.3	启动电门	114
4.2	发动机点火系统	114
4.2.1	点火选择电门	116
4.2.2	点火电门	116
4.2.3	点火激励器	116

4.2.4	高压分配系统	117
4.2.5	点火嘴	118
4.3	发动机启动	118
第5章	发动机滑油系统	120
5.1	系统概述	120
5.1.1	供油	121
5.1.2	回油	121
5.1.3	通气	121
5.2	滑油系统的主要部件	121
5.2.1	滑油箱	121
5.2.2	润滑组件	127
5.2.3	回油滤	129
5.2.4	燃油/滑油热交换器	130
5.3	滑油系统监控	131
5.3.1	滑油量指示	132
5.3.2	滑油压力指示	134
5.3.3	滑油温度指示	135
5.3.4	低滑油压力警告灯	135
5.3.5	滑油滤旁通警告灯	136
第6章	发动机空气系统	139
6.1	前后轴承腔的增压	140
6.2	发动机附件冷却	141
6.2.1	发动机内部附件冷却	141
6.2.2	低压涡轮机匣冷却	142
6.2.3	发动机外部附件冷却	143
6.2.4	高压涡轮间隙控制	146
6.3	压气机控制	154
6.3.1	可调静子叶片 (VSV) 系统	154
6.3.2	可调放气活门 (VBV) 系统	157
6.3.3	引气偏置传感系统	159
6.3.4	第5级启动放气系统	160
第7章	发动机操纵系统	162
7.1	启动操纵系统	163
7.2	正推力操纵系统	165
7.2.1	推力手柄传动机构	165

7.2.2 正推力手柄	166
7.3 反推力操纵系统	167
7.3.1 推力手柄联锁机构	167
7.3.2 自动油门伺服机构	169
7.4 发动机的使用限制	172
7.4.1 发动机推力	172
7.4.2 发动机使用限制说明	172
7.5 发动机操作程序	173
7.5.1 使用地面气源或APU气源启动发动机	173
7.5.2 发动机启动过程中不正常情况的处置	174
7.5.3 发动机正常停车程序	174
7.5.4 发动机工作过程中内部着火处理程序	175
7.5.5 发动机火警应急停车操作程序	175
第8章 发动机指示系统	177
8.1 主发动机显示组件	177
8.2 辅助发动机显示组件	180
8.3 发动机转速系统	181
8.3.1 N1转速系统	181
8.3.2 N2转速系统	183
8.4 排气温度指示系统	185
8.5 发动机振动监控系统	187
8.5.1 压气机振动传感器	187
8.5.2 涡轮振动传感器	187
8.5.3 振动传感器的探测原理	189
8.6 燃油流量指示系统	190
8.6.1 燃油流量(消耗量)指示	190
8.6.2 燃油流量传感器	190
第9章 发动机排气系统	192
9.1 发动机排气系统	192
9.1.1 涡轮排气	193
9.1.2 风扇排气	193
9.1.3 反推力系统	193
9.2 反推力组件	194
9.2.1 风扇排气管道	194
9.2.2 阻流门和阻力杆	194
9.2.3 格栅组件	196

9.2.4	反推作动筒与移动套筒	197
9.2.5	同步轴	199
9.2.6	反推同步锁	199
9.3	反推控制系统	200
9.3.1	反推力手柄和反推锁定机构	201
9.3.2	反推系统微电门	205
9.3.3	反推移动套筒接近传感器	206
9.3.4	液压保险和换向活门	207
9.3.5	反推力控制活门组件	209
9.3.6	反推作动筒	210
9.3.7	发动机同步锁电路	212
9.4	反推系统的工作	214
9.4.1	收进位置	214
9.4.2	展开(放出)工作	215
9.4.3	收进工作	216
9.5	反推指示系统	216
第10章	辅助动力装置	219
10.1	辅助动力装置(APU)	221
10.1.1	APU概述	221
10.1.2	APU工作系统	222
10.1.3	APU发动机	222
10.1.4	APU发动机外部附件	229
10.2	APU燃油系统	230
10.2.1	APU燃油活门	230
10.2.2	燃油加热器	232
10.2.3	燃油泵和燃油控制组件	232
10.2.4	燃油电磁活门	234
10.2.5	燃油系统工作	234
10.3	APU启动和点火系统	235
10.3.1	APU启动程序	236
10.3.2	启动机	238
10.3.3	点火激励器	239
10.3.4	点火嘴	239
10.4	APU空气系统	239
10.4.1	冷却空气系统	240
10.4.2	APU引气系统	240
10.4.3	防喘放气活门	243

10.4.4	空气系统工作	245
10.5	APU控制	245
10.5.1	APU控制电门 (手柄)	245
10.5.2	APU速度电门和控制组件	247
10.5.3	APU控制系统工作	248
10.6	APU指示系统	249
10.6.1	APU排气温度指示	249
10.6.2	APU超速警告灯	249
10.6.3	APU计时器	249
10.7	APU排气	250
10.8	APU润滑系统	251
10.8.1	APU滑油箱	251
10.8.2	滑油泵组件	253
10.8.3	顺序滑油压力电门	255
10.8.4	滑油冷却器	255
10.8.5	润滑系统指示	255

概 述

1.1 动力装置

B737-300 飞机由两台吊装在机翼下部的 CFM56-3 型涡轮风扇发动机产生推进动力, 如图 1-1 所示。飞机上的动力装置为飞机提供飞行所需的推力和飞机停止滑行的止动力 (反推力), 也为飞机空调、增压和防冰等系统提供增压空气, 还可以通过附件齿轮箱驱动飞机和发动机附件。

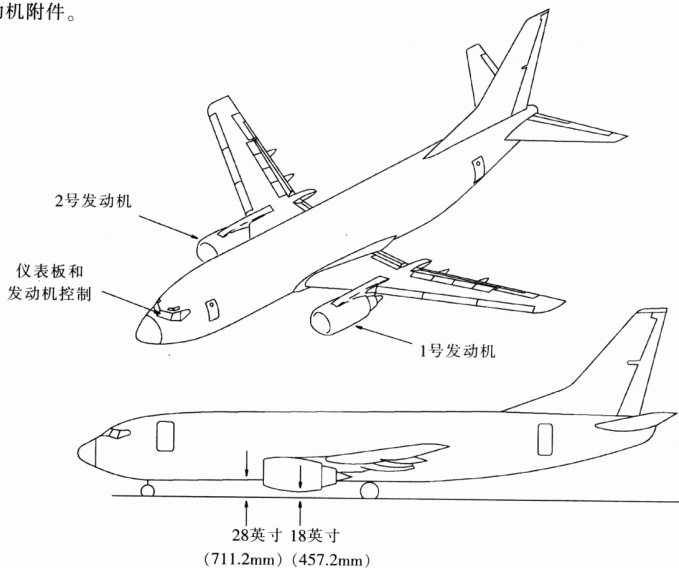


图 1-1 动力装置

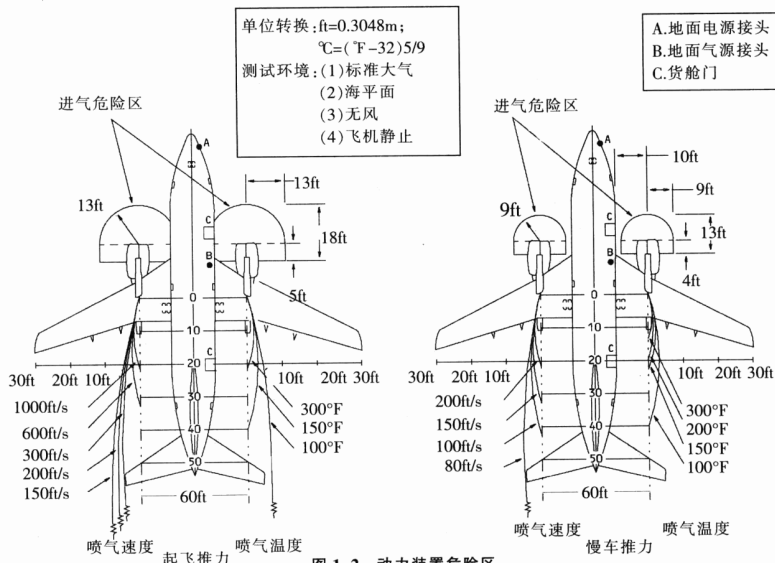
CFM56-3 发动机是双转子、轴流式、高涵道比和高压缩比的涡轮风扇发动机。该发动机是由美国通用电器 (GE) 公司和法国的斯奈克玛 (SNECMA) 公司合作生产的。根据飞机型号所选择的发动机, 在海平面静态下能产生约 18500lb.(82KN) ~23500lb.(105KN) 磅推力。

如图 1-1 所示, 动力装置安装在机翼下部, 两侧机翼各装一台。发动机的操纵和指示部分在驾驶舱内的中央操纵台和前仪表板上。发动机整流罩上设置有动力装置的检查窗口。

发动机固定在飞机机翼的吊架上, 发动机的前整流罩离地面约 28in.英寸 (711.2mm.), 风扇及推力整流罩离地面约 18in.(457.2mm.)。由于发动机安装在飞机上后, 离地面较近, 便于维修人员工作, 不需要大的维修工作台或工作梯就可接近发动机。发动机的重量, 包括快速更换发动机装置在内, 大约有 5340lb.(24KN)。

1.2 危险区

必须掌握动力装置的危险区, 以便采取相应的措施, 防止伤害人员及损坏设备。CFM56-3 是一台高流量比的发动机。当发动机工作时, 进气具有巨大的吸力, 能把大的物体 (包括人) 吸入进气道; 排气具有较高的温度和速度, 在起飞推力时, 靠近机尾的排气速度高达 300ft./s (91.44m/s), 能把人吹跑, 甚至能吹翻车辆和工作台。高速的排气会造成噪音, 损害维修人员的听力。危险区包括发动机进气口的进气危险区和核心发动机排气的排气危险区。如图 1-2 所示即为进气危险区。在慢车功率状态, 排气危险区从机尾向后延伸至 100ft.(30.5m) 的位置; 在起飞功率状态, 排气危险区从机尾向后延伸至 1900ft.(579m) 的位置。



1.2.1 发动机警告牌

发动机工作时，危险区用警告牌标明。警告牌在每侧的整流罩上，靠近风扇排气处，如图1-3所示。警告牌内有：一个标明进气、排气危险区的发动机外形图，一个国际通用的“禁止人员入内”标志和文字警告内容。警告牌内的颜色是红色与黑色。

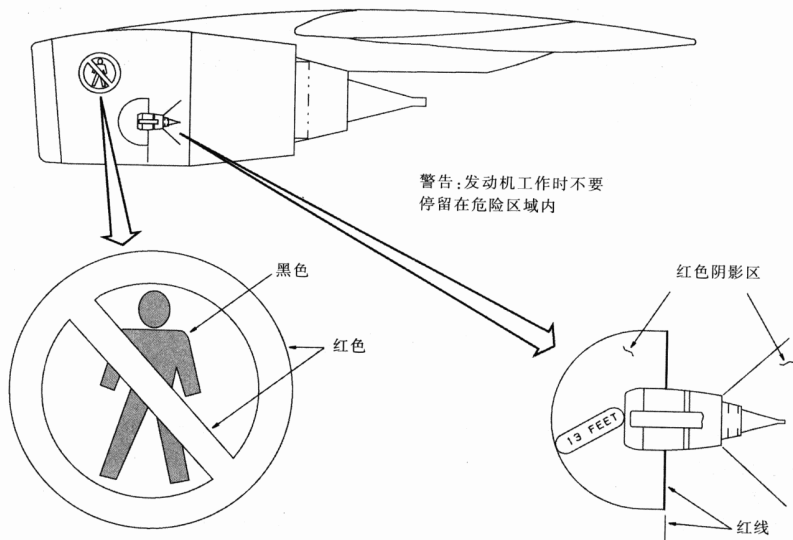


图1-3 发动机警告牌

1.2.2 动力装置噪音区

发动机工作时会产生噪音，这是由于气流进入发动机和流过发动机的各部件所造成的，包括进气道、压气机、涡轮和排气管。发动机工作时所产生的噪音，特别是在高功率时，会损害人的听力。因此，不论何时，在工作的发动机附近，必须使用耳塞。如图1-4所示。

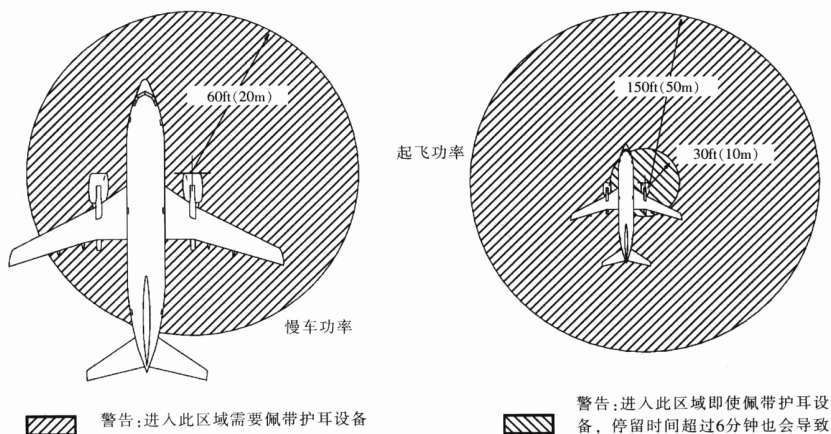


图1-4 动力装置噪音区

1.3 动力装置整流罩

整流罩包围住发动机,保护安装在发动机上的部件和附件,并形成光滑的外表面。整流罩由进口整流罩、左和右风扇整流罩、前整流罩和反推整流罩组成,如图1-5所示。风扇整流罩和反推整流罩是铰接并能够拆卸的。有需要时,打开或拆卸风扇整流罩和反推整流罩,可接近发动机的各个部件。在每一台发动机的内侧风扇整流罩上各安装有1个涡流控制装置(VCD)。

进口整流罩、左和右风扇整流罩和反推整流罩围绕风扇和核心发动机固定。进口整流罩不是安装在吊架上,而是安装在发动机上。前整流罩与飞机吊架的连接,提供了合适的气动型面,并减少阻力。当内侧的风扇整流罩和内、外侧的反推整流罩都打开时,前缘襟翼和缝翼不能放出。

1.3.1 进口整流罩

进口整流罩以最小的气动阻力为发动机进入最佳的工作状态提供了合适的气流通道。该进口整流罩不像大多数的喷气发动机入口那样是正圆形,而是底部扁平,以增加与地面的间距。进气噪音由进口表面的消音板减弱。在进口整流罩的后缘有2个吊挂接头,在后安装边上还有1个吊挂接头是方便拆卸和安装使用的。如图1-5、1-6所示。

进口整流罩用24个螺栓和2个定位销固定。定位销在3点钟和9点钟位置,固定在发动机的风扇机匣上。