

民用航空器维修基础系列教材

中国民用航空局飞行标准司推荐

活塞发动机 (第2版)

PISTON ENGINE

(ME-PA、PH)

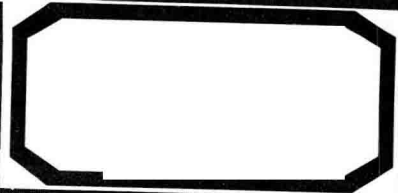
付尧明 主编



清华大学出版社



民用



列教材

活塞发动机 (第2版)

PISTON ENGINE

(ME-PA、PH)

付尧明 主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是根据 CCAR-66 部咨询通告《民用航空器维修/部件修理人员执照笔试考试大纲》和 CCAR-147 部咨询通告《民用航空器维修/部件修理基础培训大纲》的要求编写而成,主要介绍了航空活塞发动机的构造、航空活塞发动机的工作过程及性能、航空活塞发动机的燃油系统、滑油系统、点火系统、进气与排气系统、滑油和散热系统、启动系统、指示系统、发动机的维护和操作。本书可作为民航维修人员的基础培训教材,也可作为有志于从事民航维修业的人员的自学教材,还可作为民航各技术岗位人员进行业务学习的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

活塞发动机:ME-PA、PH/付尧明主编.--2版.--北京:清华大学出版社,2016

民用航空器维修基础系列教材

ISBN 978-7-302-43921-9

I. ①活… II. ①付… III. ①航空发动机—活塞发动机—教材 IV. ①V234

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 111183 号

责任编辑:赵 斌 洪 英

封面设计:李星辰

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.5

字 数:376 千字

版 次:2007 年 1 月第 1 版 2016 年 9 月第 2 版

印 次:2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:46.00 元

产品编号:062907-01

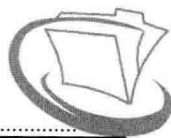
民用航空器维修基础系列教材

编写委员会

主任委员：任仁良

编委：	刘 燕	陈 康	付尧明	郝 瑞
	蒋陵平	李幼兰	刘 峰	刘建英
	刘 珂	吕新明	任仁良	王会来
	张 鹏	邹 蓬	张铁纯	

序 言



PREFACE

2005年8月,中国民航规章CCAR-66R1《民用航空器维修人员执照管理规则》考试大纲正式发布执行,该大纲规定了民用航空器维修持照人员必须掌握的基本知识。随着中国民用航空业的飞速发展,业内迫切需要大批高素质的民用航空器维修人员。为适应民航的发展,提高机务维修人员的素质和航空器的维修水平,满足广大机务维修人员学习业务的需求,中国民航总局飞行标准司组织成立了“民用航空器维修基础系列教材”编写委员会,其任务是组织编写一套满足中国民航维修要求、实用性强、高质量的培训和自学教材。

为方便机务维修人员通过培训或自学参加维修执照基础部分考试,本套教材根据民航局颁发的AC-66R1-02维修执照基础部分考试大纲编写,同时满足AC-147-02维修基础培训大纲。本套教材共12本,内容覆盖了大纲的所有模块,具体每一本教材的适用专业和对应的考试大纲模块见本书封底。

本套教材力求通俗易懂,紧密联系民航实际,强调航空器维修的基础理论和维修基本技能的培训,注重教材的实用性。本套教材可作为民航机务维修人员或有志于进入民航维修业的人员的培训或自学用书,也可作为CCAR-147维修培训机构的基础培训教材或参考教材。

“民用航空器维修基础系列教材”第1版在CCAR-66执照基础部分考试和CCAR-147维修基础培训中得到了非常广泛的应用。通过10年的使用,在第1版教材中发现了不少问题;同时10年来,大量高新技术应用到新一代飞机上(如B787、A380等),维修理念和技术也有了很大的发展,与之相对应的基础知识必须得到加强和补充。因此,维修基础培训教材急需进行修订。

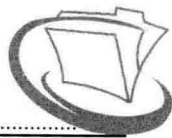
“民用航空器维修基础系列教材”第2版是在民航局飞行标准司的直接领导下进行修订编写的。这套教材的编写得到了民航安全能力基金的资助,同时得到了中国民航总局飞行标准司、中国民航大学、广州民航职业技术学院、中国民用航空飞行学院、民航管理干部学院、上海民航职业技术学院、北京飞机维修工程有限公司(Ameco)、广州飞机维修工程有限公司(Gameco)、中信海洋直升机公司、深圳航空有限责任公司等单位以及航空器维修领域专家的大力支持,在此一并表示感谢!

由于编写时间仓促和我们的水平有限,书中难免存在许多错误和不足,请各位专家和读者及时指出,以便再版时加以纠正。我们相信,经过不断的修订和完善,这套教材一定能成为飞机维修基础培训的经典教材,为提高机务人员的素质和飞机维修质量作出更大的贡献。任何意见和建议请发至:skyexam2015@163.com。

“民用航空器维修基础系列教材”编委会

2016年4月

前言



FOREWORD

本书根据 CCAR-66R1 部咨询通告 AC-66R1-02《民用航空器维修/部件修理人员执照笔试考试大纲》和 CCAR-147 部咨询通告 AC-147-02《民用航空器维修/部件修理基础培训大纲》所规定的航空活塞发动机的相关内容编写而成,是中国民用航空总局飞行标准司所属的“民用航空器维修人员执照考试管理中心”组织编写的民航维修人员基础自学系列教材之一。本书的内容涉及航空活塞发动机的结构和各工作系统,具体包括航空活塞发动机概述、航空活塞发动机的构造、航空活塞发动机的工作过程、燃油系统、启动与点火系统、进气与排气系统、滑油与散热系统、发动机指示系统、发动机的维护与操作等。本书可作为民航维修人员的基础培训教材,也可作为有志于从事民航维修业的人员的自学教材,还可作为民航各技术岗位人员进行业务学习的参考书。

本书的编写力求满足基础培训的通用性以及民航维修行业特点所要求的实用性和针对性。在重点介绍发动机结构和各系统的基本组成、工作原理的基础上,还着重介绍了日常维护和检查工作要点以及部分特殊维护项目的基本实施方法。同时,本书还注意吸收和归纳先进科学技术成果在现代航空活塞发动机上的应用,体现知识、技术上的先进性和应用性。由于我国通用航空的发展水平与世界航空发达国家相比还有较大差距,活塞发动机飞机在我国的应用量相对较小,导致国内可供利用的技术资料和维修资料也相对较少。因此,作者编写本书时,在充分利用国内资源的前提下,较多地借鉴了欧美等通用航空业发达国家的同类教材、培训资料、机型维护手册等相关资料,力争使教材达到全面性、整体性和系统性的要求。本书在内容的采用上还具备一定的前瞻性,力求在一段时间内能够较好地满足中国民航通用航空事业发展对航空器维修人员基础培训的要求。

本书对航空活塞发动机结构和系统进行了一般性介绍,所有内容仅适用于基础培训或学习,不能作为航空维修实践的依据。应特别注意的是,不要将本书所介绍的有关维护的工艺、技术和方法等基础性知识直接应用于具体发动机的维护和维修实践。

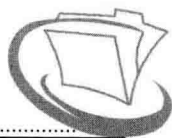
本书由付尧明主编,并负责统稿和编写质量控制,魏武国、闫锋、李世林、冯世榕、宋炎、蒋平清、乔树旺、张洪涛、田凤东等同志参与了本书的编写。考虑到自学教材的特殊要求,在理论阐述、问题描述、术语运用和插图等方面,尽量做到内容翔实、准确,图文并茂,文字简洁、流畅、易读易懂。但由于作者工作领域和水平的局限,书中定有不妥之处,诚恳希望本书使用者能够提出宝贵的意见和建议,以便在本书修订时进一步完善。

在本书的成稿过程中,得到了中国民航飞行学院机务处、航空工程学院和飞机修理厂等学校、部门的工程技术人员和专家的大力支持,还得到了本书审定组陶贵荣、徐琛、蒋陵平等专家的真诚指正和热忱帮助,在此深表谢意。

编 者

2016 年 5 月

目 录



CONTENTS

第 1 章 航空活塞发动机概述	1
1.1 航空活塞发动机的分类和组成	1
1.1.1 航空活塞发动机的分类	1
1.1.2 航空活塞发动机的组成	3
1.2 航空活塞发动机的基本工作原理	4
1.2.1 基本名词	4
1.2.2 四行程发动机的基本工作原理	5
1.2.3 航空活塞发动机汽缸的点火次序	6
1.3 航空活塞发动机的理想循环	8
1.3.1 发动机的理想工作过程	8
1.3.2 发动机的理想循环	9
第 2 章 航空活塞发动机的构造	10
2.1 汽缸	10
2.1.1 汽缸的工作条件	10
2.1.2 汽缸的构造	11
2.2 曲拐机构和减速器	13
2.2.1 活塞组件	13
2.2.2 连杆	17
2.2.3 曲轴	18
2.2.4 减速器	21
2.3 气门机构	22
2.3.1 气门机构的组成	22
2.3.2 气门间隙	28
2.4 机匣和附件传动	29
2.4.1 机匣的功用	29
2.4.2 星型发动机的机匣	30
2.4.3 水平对置型发动机的机匣	33

2.4.4	附件传动	36
2.4.5	活塞发动机用轴承	37
2.5	主要机件的常遇故障和维护	38
2.5.1	液锁	38
2.5.2	汽缸漏气	38
2.5.3	排气门卡阻	39
2.5.4	活塞和汽缸壁的早期磨损	40
2.5.5	活塞烧坏和汽缸头裂纹	41
2.5.6	涨圈卡死或折断	41
2.5.7	主要机件的检查与维修	42
第3章	航空活塞发动机的工作过程	47
3.1	进气过程	47
3.1.1	进气过程的功用及进气情形	47
3.1.2	进气门的早开和晚关	49
3.1.3	充填量及其影响因素	50
3.1.4	进气过程的压容图和进气功	52
3.2	压缩过程	53
3.2.1	压缩过程的功用及进行情况	53
3.2.2	压缩比	54
3.2.3	压缩过程的压容图	54
3.3	燃烧过程	55
3.3.1	燃烧过程的功用和进行情形	55
3.3.2	燃烧完全程度分析	56
3.3.3	燃烧快慢分析	58
3.3.4	点火时刻分析	59
3.3.5	发动机实际使用的混合气成分	61
3.3.6	混合气的不正常燃烧	63
3.3.7	燃烧过程压容图	70
3.4	膨胀过程	70
3.4.1	膨胀过程的功用和进行情况	70
3.4.2	残余燃烧	71
3.4.3	膨胀过程的压容图	71
3.5	排气过程	72
3.5.1	排气过程的功用和进行情况	72
3.5.2	排气门的早开晚关	72
3.5.3	气门同开	73
3.5.4	排气过程压容图	74
3.6	发动机的实际循环	75

3.6.1	实际循环的概念	75
3.6.2	实际循环与理想循环的比较	76
3.6.3	发动机的定时图	77
3.7	航空活塞发动机的功率和经济性	77
3.7.1	发动机功率	78
3.7.2	发动机的经济性	84
3.8	航空活塞发动机的特性	86
3.8.1	负荷特性	87
3.8.2	螺旋桨特性	87
3.8.3	高度特性	89
3.8.4	增压特性	91
第4章	燃油系统	92
4.1	燃油系统概述	92
4.1.1	航空汽油简介	92
4.1.2	燃油系统的作用	95
4.1.3	燃油的雾化和汽化	95
4.1.4	两种燃油系统	96
4.2	主要部件	99
4.2.1	油箱	99
4.2.2	燃油选择开关	99
4.2.3	主油泵	100
4.2.4	辅助油泵	103
4.3	汽化器的工作原理	104
4.3.1	简单浮子式汽化器的工作原理	104
4.3.2	浮子式汽化器校正设备和辅助装置的工作原理	107
4.4	喷射式燃油调节器的工作原理	113
4.4.1	Bendix 燃油喷射系统	113
4.4.2	TCM 燃油喷射系统	120
4.5	燃油系统的维护	125
4.5.1	燃油系统维护注意事项	125
4.5.2	燃油系统故障	125
4.5.3	燃油系统的维护操作	127
4.6	航空煤油活塞发动机及 FADEC 系统简介	128
4.6.1	概述	128
4.6.2	航空煤油活塞发动机的燃油系统	128
4.6.3	航空活塞发动机 FADEC 控制简介	132

第5章 启动与点火系统	137
5.1 启动系统	137
5.1.1 启动系统.....	137
5.1.2 启动系统启动步骤和常遇故障.....	141
5.2 点火系统	142
5.2.1 电火花的产生原理.....	142
5.2.2 点火系统的组成.....	143
5.2.3 磁电机.....	143
5.2.4 启动点火装置.....	150
5.2.5 电嘴.....	151
5.2.6 磁电机开关.....	155
5.2.7 点火系统的隔波装置.....	155
5.2.8 点火系统维护.....	157
第6章 进气与排气系统	163
6.1 进气系统	163
6.1.1 进气系统的功用.....	163
6.1.2 吸气式发动机的进气系统.....	163
6.1.3 增压式发动机.....	170
6.2 排气系统	178
6.2.1 水平对置式发动机的排气系统.....	178
6.2.2 星型发动机的排气系统.....	180
6.2.3 排气系统常见故障及维护.....	181
第7章 滑油与散热系统	184
7.1 滑油系统概述	184
7.1.1 滑油系统的功用.....	184
7.1.2 滑油的类型.....	184
7.1.3 滑油的特征参数.....	185
7.1.4 机件的摩擦和润滑.....	186
7.2 润滑系统工作原理	188
7.2.1 发动机机件的润滑方法.....	189
7.2.2 润滑系统的组成和工作情形.....	190
7.2.3 润滑系统主要附件的工作原理.....	192
7.3 滑油的冲淡	197
7.4 滑油系统的维护	198
7.5 散热系统	198
7.5.1 气冷式冷却系统.....	199

7.5.2 影响汽缸温度的因素	202
7.5.3 散热系统的维护	203
第8章 发动机指示系统	205
8.1 测压仪表	206
8.1.1 进气压力表	206
8.1.2 滑油压力表	207
8.1.3 燃油压力表	207
8.2 测温仪表	208
8.2.1 非电气法测温	208
8.2.2 电气法测温	209
8.3 转速表	210
8.3.1 非电气法测量	210
8.3.2 电气法测量	210
8.4 燃油流量表	212
8.4.1 压力式流量表	212
8.4.2 容积式远读流量表	212
8.5 Garmin 1000 的发动机指示系统	213
第9章 发动机的维护与操作	217
9.1 发动机的安装	217
9.1.1 发动机的安装位置	217
9.1.2 发动机安装架	218
9.1.3 安装发动机前的检查	221
9.1.4 安装发动机	221
9.2 发动机的试车检查	224
9.2.1 发动机监控参数	224
9.2.2 发动机启动	224
9.2.3 发动机暖机	225
9.2.4 螺旋桨变距检查	225
9.2.5 点火系统的检查	225
9.2.6 巡航混合比的检查	226
9.2.7 慢车转速和慢车混合比检查	226
9.2.8 二速增压器的检查	227
9.2.9 加速性与减速性检查	227
9.2.10 发动机停车	227
9.3 汽缸的拆卸、安装与检查	228
9.3.1 汽缸的更换	228
9.3.2 汽缸的拆卸	228

9.3.3	汽缸的安装	229
9.4	发动机的油封与启封	230
9.4.1	发动机油封的目的	230
9.4.2	油封部位	230
9.4.3	防潮	231
9.4.4	启封程序	231
9.4.5	附件的检查和启封	231
参考文献		233



航空活塞发动机出现较早,发展期较长,理论研究和实践应用方面都比较成熟和完善。直到现代,虽然出现了大功率的适用于高速飞行的喷气式发动机,活塞发动机仍占有重要的地位。在飞行速度不太高的飞机上,航空活塞发动机能发挥其耗油率低、使用维护成本低的优点。因此,航空活塞发动机在轻型低速飞机上仍广泛采用。据中国民用航空局统计资料显示,我国通用航空飞行器使用的动力装置中,活塞发动机占比超过 50%。

大多数航空活塞发动机使用航空汽油作为燃料,使用点燃方式进行燃烧。但近年来,使用航空煤油作为燃料的航空活塞发动机逐渐增多,该类航空活塞发动机使用压燃式燃烧。压燃式四行程航空活塞发动机与点燃式四行程发动机的不同将在第 4 章中进行说明。本章主要通过介绍点燃式四行程发动机的组成、工作原理、理想循环以及发动机的性能等一般知识来说明航空活塞发动机的基本工作原理和一般特性。

1.1 航空活塞发动机的分类和组成

1.1.1 航空活塞发动机的分类

从基本工作原理方面的差别来看,航空活塞发动机主要有四行程发动机和二行程发动机两种,后一种只是在过去的少数飞机上采用过,目前使用的航空活塞发动机都是四行程发动机。由于长期发展的结果,航空活塞发动机的种类繁多,形式千差万别。但因航空业的不断进步,有的类型已经逐渐淘汰掉了,所以对航空活塞发动机的分类,仅限于在目前仍广泛采用的类型,作一简单的划分。

1. 按混合气形成的方式划分

根据形成混合气的方式不同,航空活塞发动机可分为汽化器式发动机和直接喷射式发动机。

汽化器式发动机中装有汽化器,燃油与空气在汽化器内混合好后,再进入发动机汽缸中燃烧。直接喷射式发动机中装有燃油直接喷射装置,发动机工作时燃油由直接喷射装置直接喷入各汽缸或汽缸头部进气门腔室,与适量的空气在汽缸内形成混合气。

2. 按发动机的冷却方式划分

根据发动机的冷却方式不同,航空活塞发动机分为气冷式发动机和液冷式发动机。

图 1-1 和图 1-2 所示分别为两种冷却方式发动机的外形。

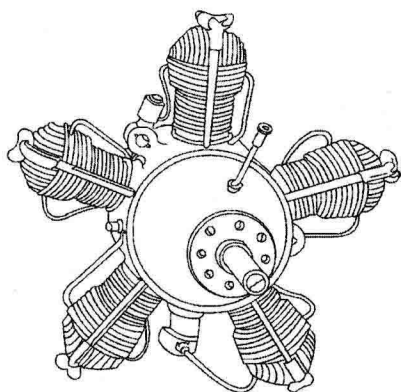


图 1-1 气冷式发动机

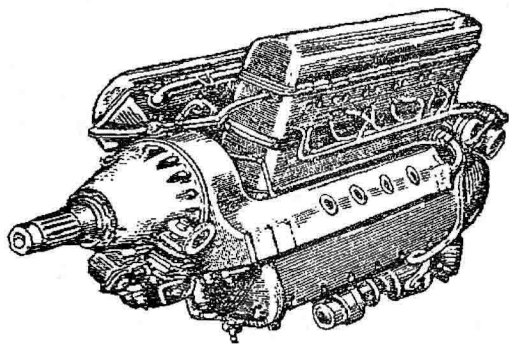


图 1-2 液冷式发动机

气冷式发动机直接利用飞行中的迎面气流来冷却汽缸和相关部件。

液冷式发动机利用循环的液体来冷却汽缸和相关部件,然后冷却液再将所吸收的热量散入大气之中去。

3. 按空气进入汽缸前是否增压划分

根据空气在进入汽缸前是否增压,航空活塞发动机分为吸气式发动机和增压式发动机。

吸气式发动机工作时,外界的空气被直接吸入发动机汽缸。一般吸气式发动机用在飞行高度较低的飞机上。增压式发动机上装有增压器,外界的空气进入汽缸之前,先经过增压器提高压力后,再进入发动机汽缸。增压式发动机一般用在飞行高度较高的飞机上。

4. 按汽缸排列的方式划分

根据汽缸排列的方式不同可以分为星型发动机和直列型发动机。直列型发动机的汽缸呈“列队”式前后排列,它又可分为单排直列型、水平对置型和 H 型或 V 型等形式。目前使用中最常见的为水平对置型,如图 1-3 所示。汽缸在机匣的左、右两侧各排成一行,彼此相对,这种发动机有四缸、六缸和八缸等。

星型发动机的汽缸排列呈辐射状,又可分为单排星型和双排星型两种。目前由于航空喷气发动机的发展,双排星型活塞发动机在航空上的应用已减少,主要是单排星型活塞发动机,如图 1-4 所示。

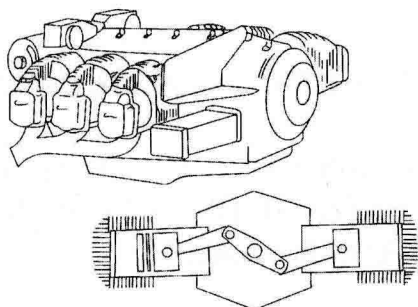


图 1-3 水平对置型发动机

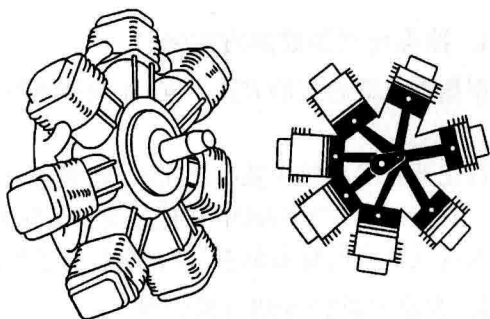


图 1-4 单排星型发动机

5. 按驱动螺旋桨的方式划分

根据发动机曲轴和螺旋桨之间是否装有减速器,航空活塞发动机可以分为直接驱动式和非直接驱动式发动机。直接驱动式发动机其螺旋桨由发动机曲轴直接驱动,非直接驱动式发动机其螺旋桨由发动机曲轴通过减速器驱动。

以上每一项对发动机的划分,都是只说明发动机的某一个侧面,对具体的发动机,应综合各种区别加以说明。例如,现在国内通航仍广泛使用的国产活塞五型(670型)航空活塞发动机,是九缸、单排星型、气冷式、汽化器式、非直接驱动式发动机并带有增压器;美国莱康明公司生产的 IO-360 航空活塞发动机是四缸、水平对置型、气冷式、直接喷射式、吸气式、直接驱动发动机。

1.1.2 航空活塞发动机的组成

装有活塞发动机的飞机,它向前飞行的拉力是由发动机带动的螺旋桨产生的,所以螺旋桨就成了飞机的推进器,活塞发动机加上螺旋桨就组成了飞机的动力装置。有关螺旋桨的知识本章不作阐述,下面分析活塞发动机的组成时不包括螺旋桨推进器。

航空活塞发动机的形式千差万别,构造繁简不一,但是它们的基本组成部分和基本工作原理都大体相同。航空活塞发动机由下列主要机件和一些附件工作系统组成。

1. 主要机件

航空活塞发动机的主要机件包括汽缸、活塞、连杆、曲轴、气门机构和机匣。这些机件的相互位置关系如图 1-5 所示。汽缸呈圆筒形,固定在机匣上;活塞装在汽缸里面,并通过连杆和曲轴相连,曲轴由机匣支承。曲轴与螺旋桨轴相连,有的发动机曲轴的轴头本身就是螺旋桨轴;气门机构是由进气门、排气门以及凸轮盘(或凸轮轴)、挺杆、推杆、摇臂等传动机件组成的,这些机件分别安装在汽缸和机匣上。

汽缸是混合气进行燃烧并将燃料燃烧释放出来的热能转换为机械能的地方。活塞在汽缸内作往复运动,燃气的压力作用在活塞的顶面上,活塞就被推动而做功。燃气所做的功,最终用来带动螺旋桨旋转,产生拉力,使飞机前进,但活塞在汽缸内只能作直线运动,因此,必须把活塞的直线运动转变为螺旋桨的旋转运动,这个任务即由连杆和曲轴来完成。如前所述,连杆的一端连接活塞,另一端与曲轴的曲颈相连。当活塞承受燃气的压力作直线运动时,经过连杆的传动,就能推动曲轴旋转,从而带动螺旋桨旋转。活塞、连杆和曲轴这三个在运动中密切关联的机件,通常又合称为曲拐机构。发动机运转时,汽缸内不断进行着气体的新陈代谢,气门机构的作用就是控制气门的开启和关闭,以保证新鲜混合气(或空气)在适当的时机进入汽缸,和保证燃烧做功后的废气适时地从汽缸排出。机匣是发动机的壳体,它除了用来安装汽

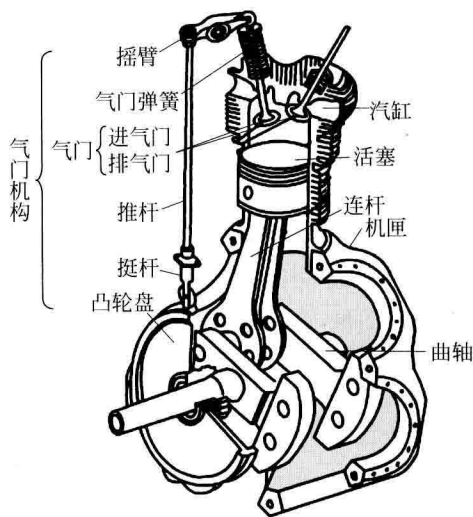


图 1-5 航空活塞发动机的组成

缸和支撑曲轴外,还将发动机的所有机件连接起来,构成一台完整的发动机。

大功率航空活塞发动机,在螺旋桨轴和曲轴之间一般都装有减速器,使螺旋桨轴的转速低于曲轴的转速。

2. 工作系统

航空活塞发动机不但要具备上面所述的主要机件,而且还必须有许多附件相配合,才能够进行工作。发动机的附件分属于几个工作系统,每个工作系统担负发动机工作中一个方面的任务。航空活塞发动机一般都具有燃油、点火、润滑、冷却和启动等工作系统。

1) 燃油系统

燃油系统的功用是不断地供给发动机适当数量的燃油,并将燃油雾化,同空气均匀混合形成可燃混合气。燃油系统的型式有汽化器式和直接喷射式两种。

2) 点火系统

点火系统的功用是在适当的时刻产生电火花,点燃汽缸内的混合气。电火花是由装在汽缸上的电嘴在高压电的作用下产生的,产生高压电的附件叫磁电机。

3) 滑油系统

滑油系统的功用是不断地将滑油送到各机件的摩擦面进行润滑,以减小摩擦阻力,减轻机件的磨损。滑油是在滑油泵的作用下,在滑油系统内部循环流动的。

4) 冷却系统

冷却系统的功用是把汽缸的一部分热量散发到大气中去,保证汽缸的温度正常。冷却系统的型式有气冷式和液冷式两种,目前在航空上多采用气冷式冷却系统。

5) 启动系统

启动系统的功用是发动机启动时,将曲轴转动起来,使发动机从静止状态转入正常工作。启动发动机的动力有气动力和电动力两种。

1.2 航空活塞发动机的基本工作原理

航空活塞发动机将热能转变为机械能,是由活塞运动的几个行程来完成的。活塞运动四个行程完成一个工作循环的发动机,叫四行程发动机;活塞运动两个行程完成一个工作循环的发动机,叫二行程发动机。现代航空活塞发动机都属于四行程发动机,本节只讨论四行程发动机的工作循环。

1.2.1 基本名词

发动机工作时,活塞在汽缸内作往复直线运动,通过连杆连接,使曲轴作旋转运动。为了描述活塞的运动,下面参照图 1-6 介绍活塞发动机工作的常用名词。

(1) 上死点: 活塞顶距曲轴旋转中心的最远距离的位置,如图 1-6(a)所示的位置。

(2) 下死点: 活塞顶距曲轴旋转中心的最近距离的位置,如图 1-6(b)所示的位置。

(3) 曲轴转角: 曲臂中心线与汽缸中心线的夹角。

(4) 活塞行程 L : 上死点与下死点间的距离。

(5) 曲臂半径 R : 曲轴旋转中心与曲颈中心的距离。由图 1-6 可见,它与活塞行程的关系为