汽车构造核心课程

汽车发动机构造

主　编　福建省职业院校汽车专业教研团队



華中科技大學出版社
http://www.hustp.com

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造核心课程.汽车发动机构造/福建省职业院校汽车专业教研团队主编.—武汉:华中科技大学出版社,2021.12

ISBN 978-7-5680-7815-3

Ⅰ.①汽… Ⅱ.①福… Ⅲ.①汽车-构造-高等职业教育-教材 ②汽车-发动机-构造-高等职业教育-教材 Ⅳ.①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 267243 号

汽车构造核心课程——汽车发动机构造 福建省职业院校汽车专业教研团队 主编

Qiche Gouzao Hexin Kecheng——Qiche Fadongji Gouzao

策划编辑:王红梅

责任编辑:陈元玉

封面设计:原色设计

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉) 电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园 邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13.75

字 数:327 千字

版 次:2021 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:45.80 元

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

前　言

一、关于2019版大纲

福建省2018年6月进行中等职业学校学业水平考试试点，2019年6月正式进行中等职业学校学业水平考试，考前公布了“汽车构造”课程考试大纲，其包括三部分内容：机械基础、汽车发动机构造和汽车底盘构造。其中，机械基础部分有8个知识点，汽车发动机构造部分有18个知识点，汽车底盘构造部分有19个知识点。

根据教学标准中的“汽车构造”专业核心课程，内容包括汽车发动机构造、汽车底盘构造、汽车电气构造、汽车电控系统等，学业水平考试“汽车构造”课程的考核内容应该围绕这些汽车构造方面的专业知识点及技能来进行。但在2019年的“汽车构造”课程考试大纲内容中，缺少有关汽车电气设备构造、汽车电控系统方面的内容，而多了一项非汽车构造类的、非专业核心的、内容与考试名称不符的专业基础知识——机械基础。

机械基础部分的8个知识点中的凸轮机构的组成、特点、分类及应用，在汽车发动机构造部分的配气机构系统气门驱动中已部分涉及；带传动和链传动的类型、组成及应用特点，在汽车发动机构造部分的配气机构系统配气正时机构中已涵盖；齿轮传动的类型、组成、结构及应用特点，齿轮传动比的计算，在汽车底盘构造部分的变速器中已具体涵盖；蜗杆传动的特点及应用，在汽车底盘构造部分的转向系统中亦有表述；轮系的类型与应用、定轴轮系的传动比计算在汽车底盘构造部分的传动系统、悬挂系统中均有；而键连接的类型和应用特点在汽车发动机构造和汽车底盘构造部分无处不在。

既然不是专业核心课程，又与考核名称违背，其内容在“汽车构造”专业核心课程中已涵盖或涉及，因此大纲中的机械基础方面的内容应该删除。

二、关于2020年版大纲

在2020年修订的“汽车构造”课程考试大纲中，删除了机械基础方面的内容，还增加了汽车电气设备构造方面的内容。2020年修订的大纲中，汽车发动机构造部分有19个知识点，汽车底盘构造部分有20个知识点，汽车电气设备构造部分有11个知识点，共50个知识点。

“汽车电气设备构造”是汽车专业的核心课程，涉及专业核心电学部分的内容。考核这部分内容，也是为了适应汽车专业机电一体化实际应用的需要。内容中除了考核汽车电气设备中电源系统和起动系统部分外，还增加了“掌握万用表的使用”这一电学基础内容，以及“电控独立点火系的组成和工作原理”“了解暖风、空调系统各部件的组成、结构和作用”这两部分核心内容。

汽车发动机构造和汽车底盘构造中增加了部分系统或总成的工作原理内容。汽车发动机构造还增加了“掌握电控歧管喷射汽油发动机燃油系统的功用、组成和工作原理”“理解电控汽油发动机燃油系统主要零部件的作用”“理解进/排气系统的组成、主要零部件的功用”这三部分核心内容。汽车底盘构造还增加了“理解普通手动齿轮变速器的变速传动原理及传动比的计算”和“理解主减速器和差速器的组成、构造、功用及其工作原理”两部分核心内容。将

原来的“动力转向操纵机构的作用和组成”和“制动系的功用、组成和分类”明确为“液压动力转向操纵机构的作用和组成”和“液压制动系的功用、组成和分类”。

相对于旧的考试内容，新大纲紧扣、突出了专业核心内容，更准确地反映了汽车专业的核心知识点，更能衡量考生实际掌握专业知识的水平。

三、关于新大纲中的内容

课程考试大纲中制定的内容主要为了考查学生对专业知识的认知程度，以及学生的专业能力，是专业核心的知识点，是多门专业课程的全部或部分核心内容，不是具体的哪一门课程名称，更不是哪个版本的教材。

2020年修订的考试大纲中制定出了考试所要考核的知识点，也指明了考试题型。“汽车构造”课程从专业知识角度而言，具有组成、作用复杂，类型众多，工作原理、工作过程繁复等特点。

例如，汽车发动机构造中的第十一个知识点“掌握配气机构各主要零部件的功用及结构”，指明是主要零部件的功用及结构，配气机构有凸轮轴下置式、凸轮轴中置式、凸轮轴顶置式，凸轮轴顶置还可分为单顶置凸轮轴和双顶置凸轮轴；就每缸气门数量，有每缸两气门和多气门的发动机；就气门顶部的形状，有球面顶、平顶、凹顶、喇叭顶；就气门尾端的形状，有锁片式结构和锁销式结构；就凸轮轴的驱动结构，有齿轮传动、齿形皮带传动、链条传动；就挺柱类型，有机械挺柱和液力挺柱。不同类型发动机配气机构的结构、组成不同，其主要零部件的功用及结构也不相同。而不论这些结构、类型中的哪一种作为考核内容，都没有超出考试要求的范围。

例如，汽车发动机构造中的第十九个知识点“理解进/排气系统的组成、主要零部件的功用”。这里提到进/排气系统，实际运用中的汽车进/排气系统类型比较多，仅进气系统可分为增压发动机和自然吸气发动机两种，其中增压发动机有涡轮增压、进气谐振增压等，涡轮增压又有废气增压、机械增压、双涡轮增压、多涡轮增压、气波增压等；进气系统中的进气管有垂直进气管和回旋进气管。如此众多类型的进气系统，其进气系统结构不尽相同，组成的零部件迥异。而这些内容都是可以考核的，没有超出考试范围。但这些内容在以往传统的汽车专业教材中极少出现，这是挺尴尬的事。如果要一一阐述每一类型进气系统的组成和每一零部件的功用，估计需要长篇累牍。但这里，不可能详尽阐述，因此需要精选、细选其中主要的、共有的零部件进行无遗漏的阐述。

四、关于本书

基于上述面临的困惑、迷茫、尴尬的局面，光有大纲是不够的，不利于很好地把握考试的具体内容。因此，必须将大纲中每一条知识点从众多课程或教材中遴选出来，细化为详尽的、具体的、紧扣大纲的内容。

为了更好地契合考核内容的要求，在细致研读新版大纲的基础上，编写出三大部分，包括汽车发动机构造、汽车底盘构造、汽车电气设备构造。

在每个知识点的具体内容阐述前，给出了考试【提示】和【考核要点】及可能转变成的考核题型。

但在编写过程中，为了保持内容的相对完整，或者为了保持同一知识不同要求之间的过渡，避免无厘头，适度地拓展了一些内容。同时，也是基于类型、结构繁多的原因，恐有遗漏，

请予谅解。

五、关于配套部分

1. 演示 PPT

为了更好地把握考试范围，本书配套了演示 PPT（扫码免费下载），可以就其中提示，对考试内容进行线下课堂讲解。

2. 讲解视频

另外就汽车发动机构造的 19 个知识点、汽车底盘构造的 20 个知识点、汽车电气设备构造的 11 个知识点，一一对应配套了 50 个讲解视频（扫码观看），供线下课堂讲解或线上自学。

3. 在线练习题

对大纲 50 个知识点中的每个知识点，根据考试大纲中的考试题型要求，编制出练习题（扫码在线练习）。在编制过程中，尽可能将一个内容以多种题型呈现出来，如一个内容编制成判断题后，再编制成单项选择题，还（或）编制成综合题。汽车发动机构造的 19 个知识点编制出 1800 多题，其中包括之前多年的福建省高职单招、高职入学考试试卷中与 2020 年修订的考试大纲中要求一致的试题，还包括近年的学业水平考试试题。

编　者

2021 年 10 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

1　发动机的分类 …… (1)
一、按照动力源不同分类 …… (2)
二、按照进气系统工作方式分类 …… (4)
三、按照活塞运动方式分类 …… (7)
四、按照气缸排列形式分类 …… (8)
五、按照气缸数目不同分类 …… (10)
六、按照冷却方式不同分类 …… (11)
七、按照完成一个工作循环活塞的往复次数不同分类 …… (11)
八、按照燃油机供应方式分类 …… (13)
九、按照发动机在车身上的布局分类 …… (14)
2　发动机的基本组成结构 …… (16)
一、曲柄连杆机构的基本组成结构 …… (17)
二、配气机构的基本组成结构 …… (17)
三、冷却系统的基本组成结构 …… (18)
四、润滑系统的基本组成结构 …… (18)
五、进气、排气系统及排气净化装置 …… (19)
六、启动系统的基本组成结构 …… (24)
七、燃油系统 …… (25)
八、汽油机点火系统 …… (28)
九、进气增压装置 …… (29)
十、电控发动机管理系统 …… (31)
3　发动机术语的概念及表达式 …… (32)
4　四冲程汽油发动机的工作过程 …… (34)
一、进气冲程 …… (34)
二、压缩冲程 …… (35)
三、做功冲程 …… (35)
四、排气冲程 …… (35)
5　曲柄连杆机构的功用、组成、工作原理及工作条件 …… (36)
一、曲柄连杆机构的功用 …… (36)
二、曲柄连杆机构的组成 …… (37)
三、工作原理 …… (37)
四、工作条件 …… (38)

6 曲柄连杆机构主要零部件的构造、功用及相互关系 …… (42)
一、机体组 …… (43)
二、活塞连杆组 …… (51)
三、曲轴飞轮组 …… (54)
7 汽油发动机机体组、曲轴飞轮组主要零部件的构造和功用 …… (61)
一、汽油发动机机体组 …… (62)
二、曲轴飞轮组 …… (75)
8 四缸发动机曲柄连杆机构曲拐布置及工作顺序 …… (87)
9 配气机构的功用及组成 …… (89)
一、配气机构的功用 …… (89)
二、配气机构的组成 …… (90)
10 气门间隙的概念 …… (92)
11 配气机构各主要零部件的功用及结构 …… (94)
一、气门组 …… (95)
二、气门传动组 …… (104)
12 发动机水冷却系统的功用、组成及其循环路线 …… (114)
一、传统皮带式发动机水冷却系统的功用、组成及其循环路线 …… (115)
二、电子风扇式发动机水冷却系统的功用、组成及其循环路线 …… (116)
13 发动机水冷却系统主要零部件的构造和作用 …… (118)
一、传统皮带式发动机水冷却系统主要零部件的构造和作用 …… (120)
二、电控发动机水冷却系统主要零部件的构造和作用 …… (129)
14 发动机润滑系统的作用、组成和润滑形式 …… (135)
一、发动机润滑系统的作用 …… (136)
二、发动机润滑系统的组成 …… (137)
三、发动机润滑系统的润滑形式 …… (138)
15 发动机润滑系统主要零部件的类型、组成和功用 …… (140)
一、发动机润滑系统的组成 …… (141)
二、供给装置 …… (141)
三、滤清装置 …… (142)
四、仪表与信号指示装置 …… (147)
五、散热系统 …… (148)
六、通风系统 …… (152)
16 机油的作用和牌号 …… (156)
一、机油的作用 …… (156)
二、机油的牌号 …… (157)
17 电控歧管喷射汽油发动机燃油系统的功用、组成和工作原理 …… (163)
一、电控歧管喷射汽油发动机燃油系统的功用 …… (164)
二、电控歧管喷射汽油发动机燃油系统的组成 …… (164)

三、电控歧管喷射汽油发动机燃油系统的工作原理 …… (164)
18 电控汽油发动机燃油系统主要零部件的作用 …… (167)
一、电控汽油发动机燃油系统喷射的形式和组成 …… (167)
二、电控汽油发动机燃油系统主要零部件的作用 …… (169)
19 进/排气系统的组成、主要零部件的功用 …… (186)
一、发动机进气系统和排气系统概述 …… (186)
二、发动机进气系统的功能 …… (187)
三、发动机进气系统的种类 …… (188)
四、发动机进气系统主要零部件的功能(机械部分) …… (189)
五、大众 EA111(1.2TFSI)发动机进气系统 …… (197)
六、大众 EA888 系列新 2.0 发动机进气系统 …… (200)
七、排气系统的组成、主要零部件的功能 …… (202)

1

发动机的分类



提示

本节考查发动机的分类。分类方式有很多种，可以按照动力源、进气系统工作方式、活塞运动方式、气缸排列形式、气缸数目、冷却方式、完成一个工作循环活塞的往复次数、燃油供应方式、发动机在车身上的布局进行分类。



考核要点

本节主要考核以下内容。

(1) 按照动力源不同分类。

(2) 按照进气系统工作方式分类。

(3) 按照活塞运动方式分类。

(4) 按照气缸排列形式分类。

(5) 按照气缸数目不同分类。

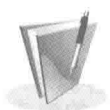
(6) 按照冷却方式不同分类。

(7) 按照完成一个工作循环活塞的往复次数不同分类。

(8) 按照燃油供应方式分类。

(9) 按照发动机在车身上的布局分类。

本节的知识点可转换的考核题型包括单项选择题、判断题、综合题。学习时，还要关注各类型发动机中零部件的名称。



知识点

汽车发动机是汽车的动力，是汽车的心脏，影响汽车的动力、经济和环保，其分类方式有很多种。

一、按照动力源不同分类

按照动力源的不同，汽车发动机可分为汽油发动机、柴油发动机、乙醇/汽车生物柴油机、燃气发动机(天然气、生物沼气、煤层气(瓦斯)、石油伴生气、页岩气)、电动发动机、混合动力发动机和氢能源发动机等。

1. 汽油发动机

汽油发动机(Gasoline Engine)是将燃料的化学能转化为机械能，对外部输出功率，是以汽油作为燃料的发动机。由于汽油黏性小，蒸发快，可以用汽油喷射系统将汽油喷入气缸，经过压缩达到一定的温度和压力后，用火花塞点燃，使气体膨胀做功。普通汽油发动机和柴油发动机是往复活塞内燃机。汽油发动机的特点是，转速高，结构简单，质量轻，噪音小，启动容易，造价低廉，运转平稳，使用维修方便。汽油发动机在汽车上，特别是小型汽车上大量使用，至今不衰。

2. 柴油发动机

柴油发动机是通过燃烧柴油来获取能量释放的发动机。柴油发动机的优点是，功率大，经济性能好。压缩比、热效率、经济性和排放性能优于汽油发动机的。柴油发动机的工作过程与汽油发动机的工作过程有许多相同的地方，每个工作循环也经历进气、压缩、做功、排气四个行程。但由于柴油发动机使用的燃料是柴油，其黏度比汽油大，不易蒸发，而其自燃温度却较汽油低，因此可燃混合气的形成及点火方式与汽油发动机的不同，可燃混合气是在高温、高压下自燃，也称压燃。

3. 燃气发动机

燃气发动机泛指所有使用燃气作为燃料做功的系统。汽车上的燃气发动机就是将普通汽油发动机、柴油发动机的油换成气，加装一套燃气供给系统，原来的发动机基本不用换零部件。

4. 电动发动机

电动发动机是将电源的电能转化为机械能的装置。电源为电动汽车的驱动电动机提供电能，电动机通过传动装置或直接驱动车轮和工作装置将电源的电能转化为机械能。目前，电动汽车上应用的电源主要有钠硫电池、镍镉电池、锂电池、燃料电池、飞轮电池等，这些新型电源的应用，为电动汽车的发展开辟了广阔的前景。

5. 混合动力发动机

通常所说的混合动力一般是指油电混合动力，即燃料(汽油、柴油等)和电能的混合。混合动力汽车是由电动马达作为发动机的辅助动力驱动汽车。

混合动力汽车的燃油经济性高，而且行驶性能优越。混合动力汽车的燃油发动机，在起步、加速时，由于有电动马达的辅助，所以可以降低油耗，简单来说，就是与同样大小的汽车相比，燃油费用更低。

(1) 增程式插电混合动力汽车：这类插电混合动力汽车，严格来说仍是电动车。如图 1-1

所示，车内只有一套电力驱动系统，包括驱动电机、充电接口、锂离子电池等。增程式插电混合动力车的电动机直接驱动车轮，发动机则用来驱动发电机给电池充电。因为发动机并不直接驱动车轮，因此也不需要变速箱。这相当于在普通的电动车上装载了一台汽油/柴油发电机。

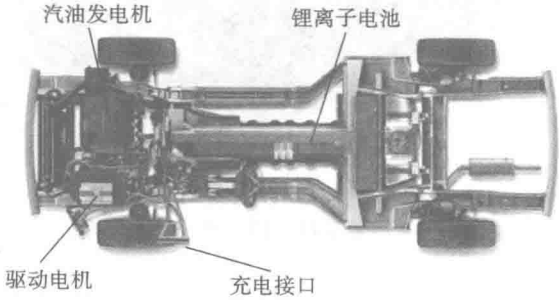


图 1-1 增程式插电混合动力汽车

(2) 并联式插电混合动力汽车：这类插电混合动力汽车，车内有两套驱动系统，大多是在传统燃油车的基础上增加电动机、电池、电气设备等，电动机与发动机共同驱动车轮，如图1-2所示。有的车内只有一台电机，驱动车轮的时候充当电动机，不驱动车轮给电池充电的时候充当发电机。

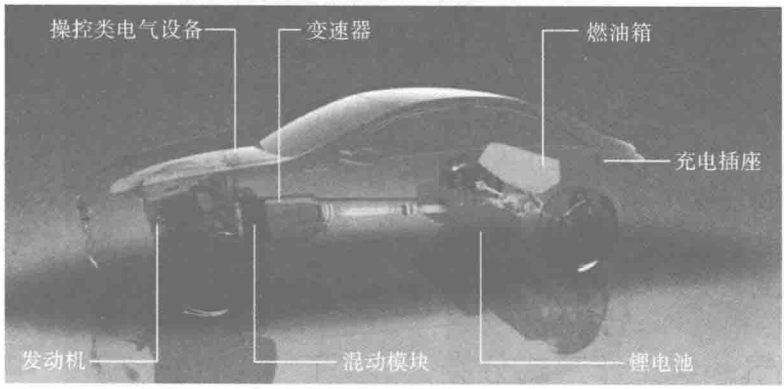


图 1-2 并联式插电混合动力汽车

(3) 混联式插电混合动力汽车：与并联式插电混合动力汽车一样，这种模式的汽车也有两套驱动系统，但不同的是，混联式插电混合动力汽车有两个电机。一个电机仅用于直接驱动车轮，还有一个电机具有双重角色(当需要极限性能的时候，充当电动机直接驱动车轮，整车功率就是发动机与两个电机的功率之和；当电力不足的时候，就充当发电机，给电池充电)。

混联式插电混合动力汽车，还可以再细分为两类：一类是前置(见图 1-3)；另外一类是前后置(见图 1-4)，就是把兼职的电机与发动机放到一起，另外的纯电动机单独放置。

混合动力发动机的优点除混联式插电混合动力汽车具有的优点外，还可以在前轮驱动、后轮驱动、四轮驱动三种模式下切换。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

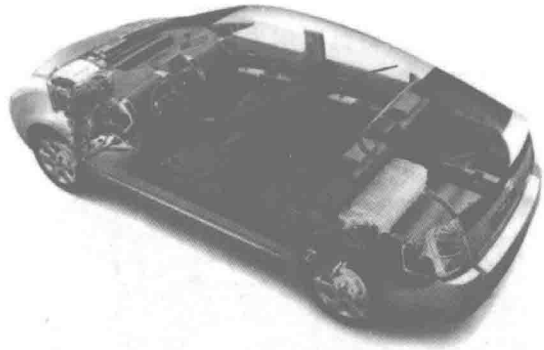


图 1-3 前置混联式插电混合动力汽车

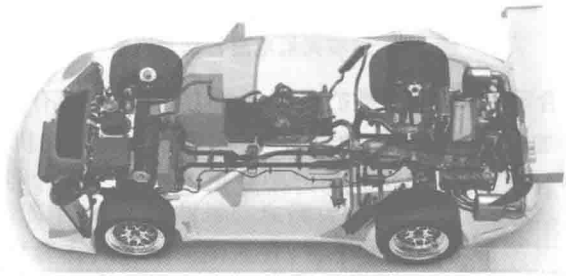


图 1-4 前后置混联式插电混合动力汽车

6. 氢能源发动机

氢动力汽车以氢气代替燃油作为燃料。氢气在车体内经过燃烧后只排出水蒸气，对空气不会造成任何污染，是一种理想的汽车燃料；但以氢气作为燃料也存在不安全因素。因为氢与氧以固定比例混合就会发生爆炸，为了避免发生这种情况，车内储备氢气的装置防护设计必须严格达到标准要求，而且车体的安全装置要相当稳固、牢靠。

二、按照进气系统工作方式分类

按照进气系统工作方式的不同，可分为增压式发动机与非增压式发动机。非增压式发动机为自然吸气发动机；增压式发动机有机械直连涡轮、电子辅助涡轮、可变截面涡轮、双增压、多涡轮增压。

1. 自然吸气发动机

自然吸气发动机主要是通过四冲程中的排气冲程完成的，由缸内产生的负压让大气压力推动空气进入发动机，这种状态下，发动机缸内的进气压不会超过 1.2 个大气压，也就是说，空气量只会在自然压力下。

2. 增压式发动机

(1) 机械直连涡轮(见图 1-5)：是利用发动机排出的废气作为动力来推动涡轮室内的涡

轮(位于排气道内),涡轮又带动同轴的叶轮(位于进气道内),叶轮就压缩由空气滤清器管道送来的新鲜空气,再送入气缸。当发动机转速加快时,废气的排出速度与涡轮转速也同步加快,空气压缩程度也得以加大,发动机的进气量相应增加,这样就可以增加发动机的输出功率。

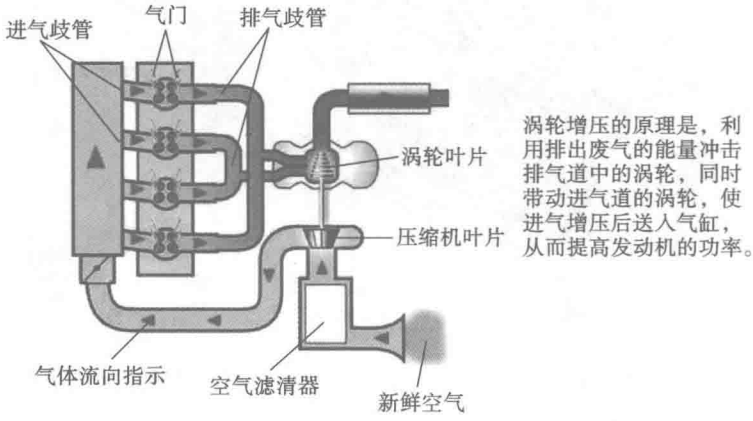
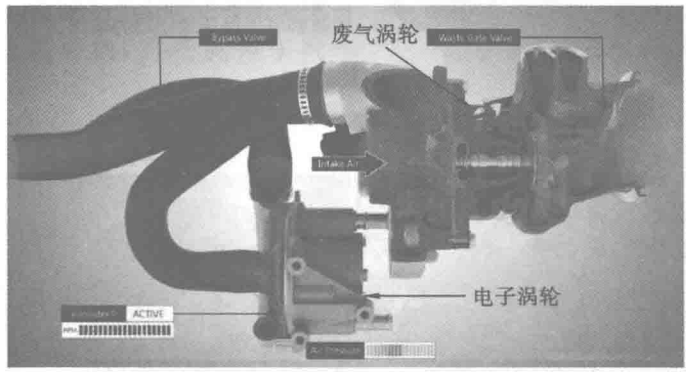


图 1-5 机械直连涡轮增压式发动机

(2) 电子辅助涡轮(见图 1-6):有两个用处,一个就是在涡轮起压转速太慢时,可靠电子辅助使涡轮提前起压;另一个就是在增压过程中,如果要继续提升马力,靠电子辅助使涡轮转速进一步提升。具体实施就要靠各种传感器的配合。

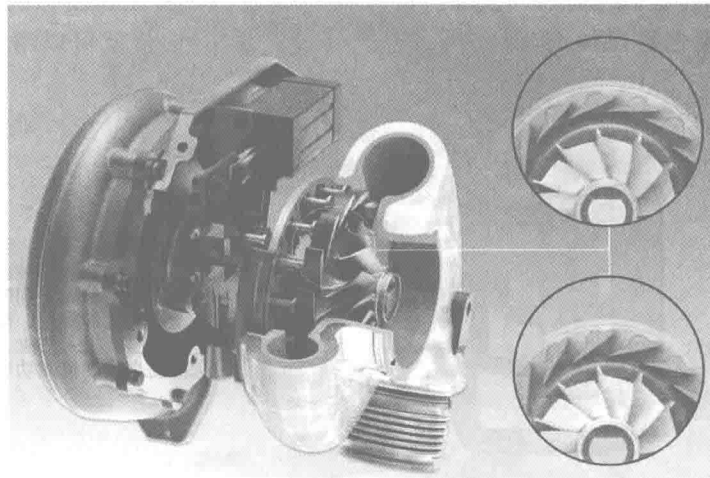


电子涡轮并不是完全取代废气涡轮，而是充当辅助的角色，当有需要时才介入增压。

图 1-6 电子辅助涡轮增压式发动机

(3) 可变截面涡轮(见图 1-7):就是改变叶片形状或长度,来实现压力大小的自由调控。可变截面涡轮就是通过在传统涡轮叶片外,再加一层可转动的类似导流板的叶片,这层叶片可以通过电控任意转动角度,从而调节增压力度和增压响应。当需要响应快时,导流叶片关闭,提高响应能力;当需要增压值大时,导流叶片打开,提高进气量(注意,导流叶片是不随涡轮转动的,只起导流作用)。

(4) 双增压(见图 1-8):双增压并不是两个涡轮,而是涡轮增压和机械增压共同配合。低转速用机械增压来提高响应,高转速时由于涡轮介入,可带来更高的动力。



涡轮增压器的排气端外围加了一圈通过电子系统控制角度的叶片



VGS通过改变废气进入涡轮的入口截面面积。高转速时，涡轮排气入口面积增大，排气流速减小，涡轮转速相对降低，避免增压器超速，增压压力过大；低转速时，涡轮入口面积减小，加快排气流速，使涡轮转速更快，增压压力和供气量相应增加。因此发动机在高转速和低转速都可以保证最佳动力输出。

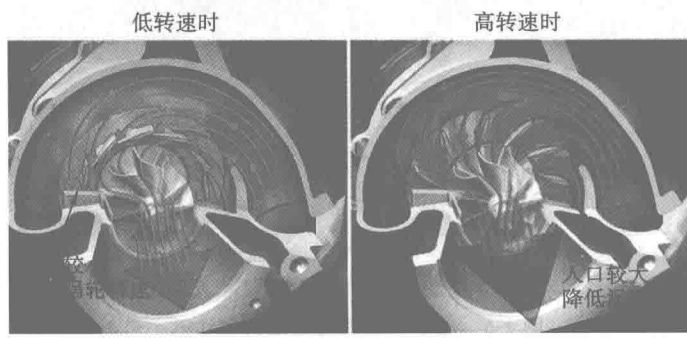


图 1-7 可变截面涡轮

(5) 多涡轮增压：这是比较常见的解决大马力涡轮发动机迟滞的一种方法。常见的为双涡轮增压，一个小涡轮叶片串联一个大涡轮叶片，废气驱动小涡轮叶片，提高响应能力，驱动大涡轮叶片提高进气能力。还有更暴力的四涡轮增压，但这纯粹是为了性能。多涡轮增压可根据发动机标定取向来决定大小涡轮。



图 1-8 双增压发动机

三、按照活塞运动方式分类

按活塞运动方式的不同，可分为往复活塞式内燃机和转子发动机（旋转活塞式）两种。

1. 往复活塞式内燃机

往复活塞式内燃机是指活塞在气缸内作往复直线运动的活塞式内燃机（见图 1-9）。这种内燃机具有效率高、体积小、质量轻和功率大等优点，现在技术比较成熟，广泛应用于汽车动力。

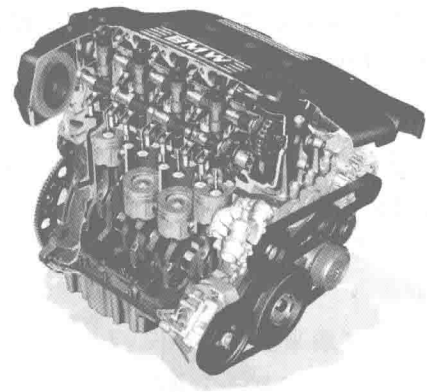


图 1-9 往复活塞式内燃机

2. 转子发动机

转子发动机采用三角转子旋转运动控制压缩和排放（见图 1-10），与传统的往复活塞式内燃机的直线运动迥然不同。转子发动机与传统的往复活塞式内燃机的比较：往复活塞式内燃机和转子发动机都依靠空气燃料混合气燃烧产生的膨胀压力以获得转动力。两种发动机的机构差异在于使用膨胀压力的方式。在往复活塞式内燃机中，产生在活塞顶部表面的膨胀压力向下推动活塞，机械力被传给连杆，带动曲轴转动。对于转子发动机，膨胀压力作用在转子的侧面。从而将三角形转子的三个面之一推向偏心轴的中心。这一运动在两个分力的作用下进行。一个是指向输出轴中心的向心力，另一个是使输出轴转动的切线力。

转子发动机的转子每旋转一圈就做功三次，与一般的四冲程发动机每旋转两圈才做功一次相比，具有高马力容积比（发动机容积较小就能输出较多动力）的优点。另外，由于转子发动机的轴向运转特性，它不需要精密的曲轴平衡就能达到较高的转速。整个发动机只有两个转动部件，与一般的四冲程发动机具有进气门、排气门等二十多个活动部件相比，结构

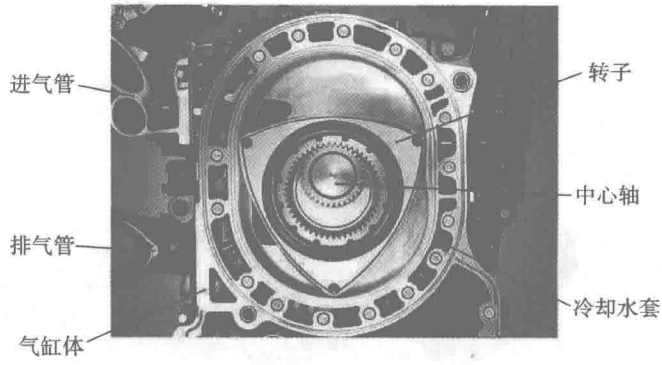


图 1-10 转子发动机

大大简化，发生故障的可能性也大大减小。转子发动机的优点亦包括体积较小、重量轻、低重心、震动小等。

但其缺点是油耗高，污染重。由于没有往复活塞式内燃机的高压缩比，使得燃烧不能够很充分。磨损严重，零部件寿命短。其独特的机械结构也造成这类引擎较难维修。

四、按照气缸排列形式分类

按气缸排列形式不同，可分为 L 型（直列）发动机、V 型发动机、VR 型发动机、W 型发动机和水平对置发动机等。

1. L 型（直列）发动机

如图 1-11 所示，L 型（直列）发动机的气缸成一字排列。主要有 L3、L4、L5、L6。L 型（直列）发动机具有结构简单、制造成本低、低速扭矩特性好、耗油量少、体积小，适用范围更广，缺点是低功率。

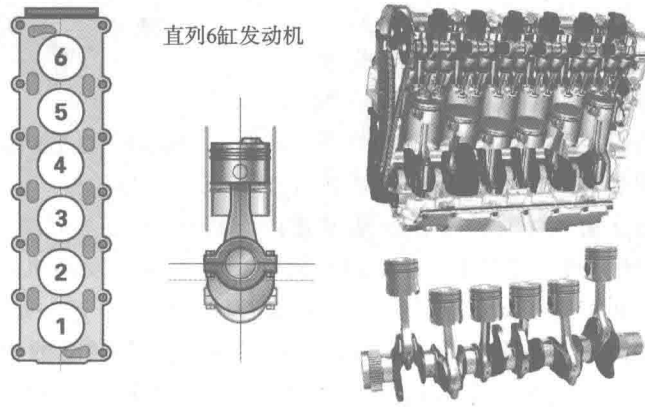


图 1-11 L 型（直列）发动机

2. V 型发动机

如图 1-12 所示，V 型发动机就是将所有气缸分成两组，把相邻气缸以一定夹角布置在一起，使两组气缸形成有一个夹角的平面，从侧面看气缸呈 V 字形的发动机。V 型发动机与 L 型（直列）发动机相比，缩短了机体长度和高度，增加了气缸体的刚度，减轻了发动机的重量，但增加了引擎的宽度，形状复杂，加工困难，在汽车上布置起来较为方便。便于通过扩大气缸直径来提高排量和功率，用于超过 6 缸的发动机。目前的 V 型发动机主要是 V6、V8、V10、V12。

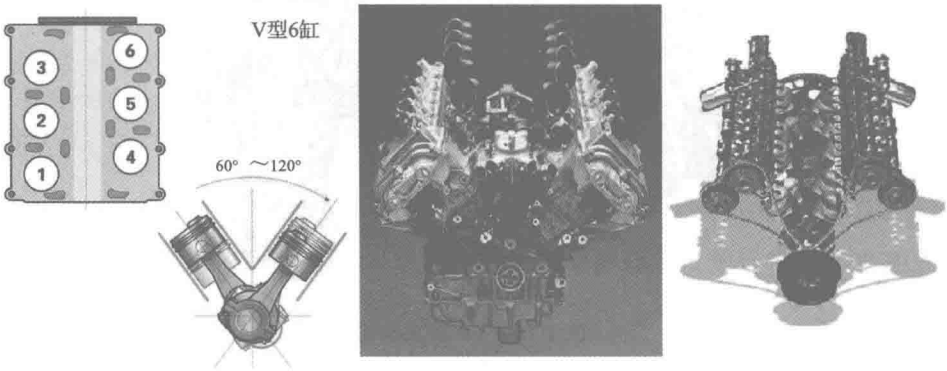


图 1-12 V 型发动机

3. VR 型发动机

如图 1-13 所示，为了满足在中低挡车辆上横向安装大功率发动机的需要，VR 型发动机诞生了。6 个相互成 15°或更小的角度偏置布置的气缸容纳在一个不太宽的且较短的发动机缸体上。此类发动机不同于 V 型发动机，它只有一个气缸盖，并且比 V 型发动机更窄。

4. W 型发动机

如图 1-14 所示，W 型发动机由两组 V 型发动机组合而成，从侧面看起来像“W”，因此得名。同时，可以说 W12 发动机是由两个 V6 发动机组成的，其最大优点是结构紧凑，易于布置，有利于发动机舱室空间的优化，缺点是结构过于复杂。W 型发动机是通用的专利技术。只有大众品牌使用 W 型发动机。目前主要使用 W12 和 W16。

5. 水平对置发动机

如图 1-15 所示，实际上，水平对置发动机也是 V 型发动机，但它的圆筒夹角是 180°。水平对置发动机是汽车发动机组合机械原理最复杂的一种，制造成本高，目前只有保时捷和斯巴鲁在使用。水平对置发动机的最大优点是它的重心很低。由于它的气缸是水平对向布置的，不仅降低了汽车的重心，而且使车头变平和低，从而提高了汽车的驾驶稳定性。与此同时，气缸布局是对称、稳定的结构，运行时的功率损耗最小。此外，活塞曲轴的振动在左右运动中相互抵消，从而实现低噪音和低油耗。目前主要有 4 个气缸和 6 个气缸两种。

需要全本请访问 www.ertongbook.com