

高等学校交流讲义

内 燃 机 設 計

西安交通大学内燃机教研组編

只限学校内部使用



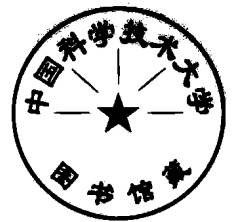
中国工业出版社

高等学校交流讲义



内 燃 机 设 计

西安交通大学内燃机教研组编



中国工业出版社

583
1: 051

本书系根据交通大学内燃机教研组主编的“内燃机动力学，构造与计算”的中册与下册改编而成的。在这次出版前由西安交通大学新增加了四章和修改了部分内容。该书原系苏联专家罗纲诺夫 (С.Г.Роганов) 在交通大学讲学时的讲稿。

本书内容包括内燃机主要零件，组件与辅助系统的构造，主要零件所用的材料和它们的强度计算，以及内燃机设计的方法和设计中应考虑的问题等。

内 燃 机 设 计

西安交通大学内燃机教研组编

*

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张26³/₈·插页6·字数588,000

1961年10月北京第一版·1961年10月北京第一次印刷

印数0001—2,543·定价(10=6)3.30元

统一书号: 15165·889 (—机201)

前 言

本书系根据交通大学內燃机教研組主編的“內燃机动力学、构造与計算”的中册与下册改編而成的。原书自1958年出版以来，曾被国内某些高等学校內燃机专业采用作为“內燃机設計”課程的教材，試用結果认为基本上符合教学大綱的要求，所以在今年3月召开的內燃机教材會議上被推荐为交流讲义。

为了更适应目前教学上的要求，在此次出版前，根据参加會議代表們的意見，进行了修改和补充。与初版比較，这次增加了四章內容：內燃机总体設計，內燃机的燃料供給系統，內燃机进排气系統和內燃机的典型构造。此外对第一章进行了重新編写，在內燃机的潤滑系統一章內增加了“滑油及其性质”一节。

由于改編的时间倉促，不妥之处在所难免，尚希讀者提出意見和指教。

西安交通大学內燃机教研組

一九六一年四月

目 录

前言	1	1. 机体零件的制造	121
第一章 概說	4	2. 气缸体——曲軸箱	121
1. 內燃机按照构造特征的分类	4	3. 气缸套筒	126
2. 內燃机設計的一般方法	10	4. 气缸体和曲軸箱	129
3. 內燃机的基本要求		5. 气缸头	144
和內燃机設計工作者的任务	11	6. 发动机的其他机体零件	154
4. 內燃机产品設計的一般程序	13	7. 机体零件的强度計算	154
第二章 活塞組	15	8. 滑动軸承的計算	171
1. 活塞	15	第七章 內燃机的配气机构	183
2. 活塞的材料	16	1. 气閥	183
3. 活塞的构造	18	2. 閥座	197
4. 組合活塞	31	3. 导管	199
5. 活塞的計算	35	4. 气閥彈簧	200
6. 活塞銷	38	5. 彈簧盤	202
7. 活塞銷的計算	39	6. 凸輪軸	203
8. 活塞环	41	7. 凸輪軸对气閥的驅动	215
9. 活塞环的計算	47	8. 星型发动机的气閥配气机构	223
第三章 連杆和滑块机构	53	9. 滑閥配气机构	225
1. 連杆的材料	53	10. 配气器官的計算	230
2. 連杆体	54	11. 气閥机构中零件的强度計算	244
3. 連杆小头	55	第八章 內燃机的总体設計	253
4. 連杆大头	57	1. 內燃机产品設計的方法与程序	253
5. 多列式发动机和		2. 內燃机产品設計的主要参数选择	256
星型发动机的連杆构造	66	3. 內燃机总体設計的方法	265
6. 連杆的强度計算	69	第九章 內燃机的燃料供給系統	272
7. 滑块机构	75	1. 总論	272
8. 滑块机构的計算	76	2. 外部形成混合气的发动机的供給系統	275
第四章 曲軸	79	3. 內部形成混合气的	
1. 曲軸的材料	80	发动机的燃料供給系統	283
2. 曲軸的一般构造形式	81	4. 燃料滤清器	309
3. 曲拐元件的构造	84	5. 燃料泵及噴油嘴的排量 and	
4. 曲軸的首部和尾部	91	主要尺寸的确定	312
5. 曲軸的强度計算	102	第十章 內燃机的进排气系統	318
第五章 飞輪	113	1. 进气滤清器	318
1. 飞輪的材料和构造	113	2. 进气管	321
2. 飞輪的計算	115	3. 进气預热装置	323
第六章 机体零件	121	4. 排气管	324

5. 排气消音装置.....	326	第十三章 内燃机的起动设备.....	378
第十一章 内燃机的冷却系统.....	328	1. 转动发动机曲轴的设备.....	378
1. 空气冷却系统.....	328	2. 使发动机曲轴易于转动的设备.....	392
2. 液体冷却系统.....	330	3. 使最初燃烧易于出现的设备.....	394
3. 空气冷却系统和液体冷却系统的比较.....	332	第十四章 内燃机动力装置的	
4. 液体冷却系统中个别组件的构造.....	333	逆转设备.....	397
5. 冷却系统的计算.....	350	1. 逆转设备的分类.....	397
第十二章 内燃机的润滑系统.....	355	2. 可逆转发动机的逆转设备.....	398
1. 内燃机的润滑油.....	355	3. 控制枢纽.....	398
2. 润滑油系统的分类.....	359	4. 逆转离合器和逆转减速传动机构.....	401
3. 润滑系统的组件构造.....	362	第十五章 典型发动机的构造.....	405
4. 曲轴箱通风及其他设备.....	373	1. 汽车拖拉机发动机.....	405
5. 润滑系统中主要元件的计算.....	374	2. 固定式和船用发动机.....	411

第一章 概 說

“內燃机設計”這門課程原名“內燃机构造与計算”，改名为“內燃机設計”这样更能确切地符合于課程的內容，反映課程的性质。內燃机設計是內燃机专业的主要課程之一，他与其他基础課及专业課发生密切的联系，一定要在学习一些基础課及专业課的基础上才能学习這門課程，也只有在学习這門課的基础上才能进行設計的实践。

這門課程的基本內容是研究內燃机的結構，設計及零件强度計算方法，通过這門課程学习基础上应了解內燃机的結構与設計方法，了解內燃机零件的强度，剛度，抗磨性的計算方法。

1 內燃机按照构造特征的分类

从內燃机应用到現在仅仅只有80年历史，可是它已发展成为最广泛采用的原动机，应用在国民經济的各个部門中。由于內燃机应用的范围是多方面的，因此对他的构造所提出的要求是各种各样的。这样，就使得按內燃机构造特征来建立內燃机的分类方案产生了很大的困难。

所以，在拟定分类方案时，首先一个任务是選擇一些最一般的特征，在这些特征的基础上再进一步进行个别分类。为了要确定这一些特征，因此应首先了解对內燃机提出那些基本要求。目前根据各种用途的內燃机总的情况看来，最基本的要求是內燃机的构造应尽可能簡單，結構要緊湊，重量要最小，同时又能保證高度的可靠性，耐用性与經濟性。

从构造簡單的角度出发主要由两方面所决定：一方面必須要使制造与維護方便，而另一方面必須提高內燃机的工作可靠性。設計工作者的主要任务之一就是要設計一种能满足高度經濟性，可靠性，耐用性，而結構又簡單的內燃机。这一点从內燃机发展历史上就完全得到了論証，在十九世紀末叶，中小型企业迫切需要一种結構緊湊而又使用費用低的原动机来代替笨重的蒸汽机，因而出現了內燃机的創造与发明。

从結構緊湊性及重量輕的要求来看，如果說在內燃机发展初期它还不是一个很重要指标的話，那么，在現代內燃机所应用的范围内，它已是有重大的意义了。这是因为在內燃机发展初期，它主要应用在固定动力装置中，它对这些指标要求不高，但随着內燃机发展現在已成为运输动力装置中的主要原动机，而在这些运输动力装置中結構緊湊性及重量輕往往就决定了整个动力装置的結構。

总的看来在設計內燃机时应当考虑到构造簡單，而又能保證規定的功率，經濟性和可靠性的条件下获得最小的外形尺寸及重量。因此在內燃机按結構特征分类的分析方案时必须根据上述基本設計原則出发。

下面分述內燃机按构造特征分类：

1. 內燃机按冷却方法分类

現代內燃机上采用的冷却介质有两种——液体及气体，当采用不同的冷却介质时，保証內燃机有效冷却的机构也应当不同。因而采用液体冷却和采用气体冷却的內燃机在

构造上有着很大的区别，这在相当程度上决定了这些内燃机的运转性质，运转性质不同则运转时所需要的设备也不相同。

根据所用的冷却介质不同，所有现代内燃机可以分为两种不同型式：

a) 液冷式内燃机。

b) 气冷式内燃机。

2. 内燃机按气缸数分类：

从前面所述结构简单观点出发单缸发动机是最合理的结构，但实际上单缸发动机要获得很大的功率是不能实现的，为了减轻发动机重量，减小外形尺寸及增加工作的平稳性而必须要采用多缸发动机。

因此发动机按气缸数分类可分为：

a) 单缸发动机。

b) 多缸发动机。目前船用发动机已达24缸，航空发动机达54缸。

3. 内燃机按气缸构造分类：

在现代发动机中气缸构造是多种多样的，然而这些构造有着下述的一些主要特征：发动机的气缸可以在个别制成后再固定在发动机机体(曲轴箱)上，这种发动机的构造称为气缸个别安装的构造，它通常用在气冷式发动机中便获得良好的冷却。但是在大多数发动机中气缸制成一个整体，这种气缸的构造称为块状构造。

这两种气缸构造不同，大大地影响了整个发动机的构造，并且也使发动机的生产制造过程和修理方法不同。根据这一特征，我们可以将发动机分为两类：

a) 气缸个别安装的发动机(图1)。

b) 气缸块状构造的发动机(图2)(图3)，(必须指出，每一气缸块中可以有2, 3, 4, 6, 8或10个气缸)。

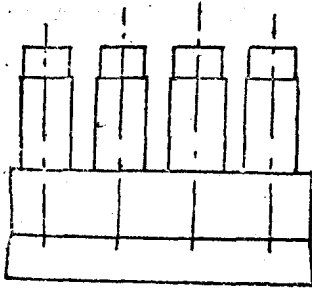


图 1

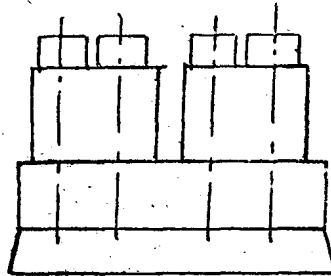


图 2

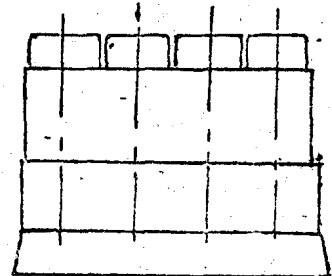


图 3

4. 内燃机按气缸相对于曲轴排列分类：

为了获得较小的发动机尺寸，便于操作维护及满足某些动力装置的特殊要求，而出现了下列各种排列型式：

a) 气缸垂直排列的内燃机

在目前所采用的内燃机中大部分系气缸向上垂直排列(图4)，这类结构的特点是发动机安装维护方便，活塞组获得良好的工作条件，摩擦功较小，活塞磨损较均匀，安装发动机所需基础面积较小，此外还积累了大量使用与制造经验，因此预计该类结构发动机今后仍能获得广泛的应用。

在某些情况下采用气缸向下垂直排列(图5),一般称为倒置式,这类结构采用于轻型航空发动机中,其特点为能增加驾驶员对前面空间的视线。

5) 气缸水平排列的内燃机(图6)

气缸水平排列的最突出优点是发动机高度小并且便于在车辆上安置,对战车而言可减少受击面,对一般运输车辆而言可增加车身有效载重面积,因此近来开始更广泛地采用在坦克、载重汽车及公共汽车发动机中。

6) 气缸径向排列的内燃机(图7)

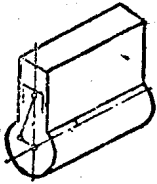


图 4.

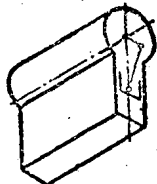


图 5

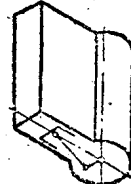


图 6

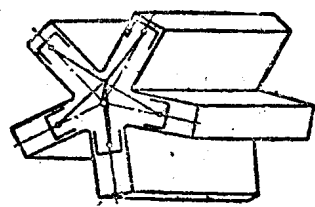


图 7

气缸径向排列一般称为星形发动机,它对于气冷式发动机特别有利,因能获得良好冷却。同时发动机的长度最短,但连杆与曲轴较复杂,强度要求高,过去广泛采用于航空发动机,也有采用在重型坦克上的。

7) 气缸与轴平行排列的内燃机

气缸与轴平行排列一般称为鼓形发动机(图8),它能保证结构紧凑,但由于从活塞到轴的传动机构的工作可靠性和耐磨性方面存在问题,目前尚未能实际应用。

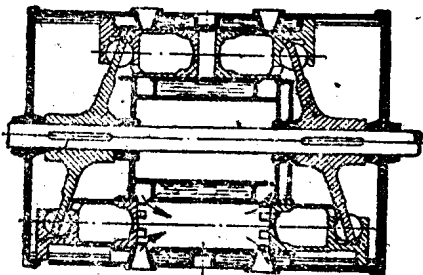


图 8

5. 内燃机按气缸列数分类:

为了提高内燃机单机功率曾不断增加气缸数目,但气缸数增加后便加长了曲轴长度,增加了外形尺寸,因而出现了下列几种气缸排列型式:

a) 单列式发动机

在前面所列举的各种类型发动机(图4, 5, 6)皆为单列式发动机,它广泛地应用在各种动力装置中。

b) 双列式发动机

双列式发动机一般称为V型发动机(图9),它在运输动力装置中与单列式发动机同样获得广泛采用,并将日益发展。它具有较小的外形尺寸,特别是较小的长度较轻的重量,曲轴箱,曲轴,气缸头皆具有较大的刚度。根据发动机的气缸数目,它的用途,对外形尺寸的要求及点火均匀性最常采用的气缸中心线夹角为 60° , 90° 和 120° 。当气缸中心线夹角为 180° 时便成为两列气缸对置排列,一般称为对置式(图10),它能保证最小的高度,并能获得良好的冷却,因此广泛采用于机器脚踏车用气冷式发动机中。

c) 三列式发动机

三列式发动机一般称为W型发动机(图11),W型发动机具有与V型发动机相类似的优点,但由于连杆及其他零件构造复杂受力严重,因此未获得广泛应用。随着每列气缸数目不同, γ 角可选用 40° , 60° 及 80° 等。

2) 四列式发动机

四列式发动机一般称为x型发动机(图12), 这类型式可获得较小外形尺寸, 在这类发动机中曲柄连杆机构的零件及机体配气机构零件非常复杂。

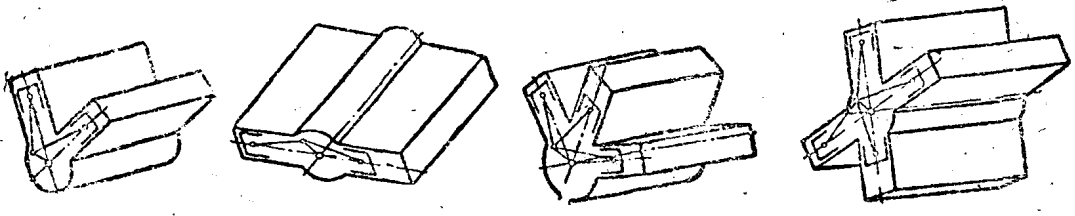


图 9

图 10

图 11

图 12

6. 内燃机按轴数分类:

随着内燃机向大功率高速发动机发展, 便出现了双轴式及多轴式发动机, 采用了多轴式后便可实现结构紧凑性及轻便性, 并能使许多组件简化及减轻其载荷, 并可往往采用典型单轴发动机的零件。

按其轴数可分为下列几类:

a) 单轴式发动机

单轴式发动机目前应用最广泛, 今后仍然会广泛采用。

b) 双轴式发动机

双轴式发动机结构形式很多(图13、14), 图13中示出两V型发动机连接成一四列式发动机, 图14示出二个对置式发动机连接成一整体, 采用这两种方案可以利用典型单轴发动机的零件。

在某些情况下, 这些发动机的外形尺寸及重量指标方面都不及单轴发动机, 特别是当用简单方法将两单轴发动机联接起来时, 为了要在很小外形尺寸情况下, 获得较高的功率, 因而出现对动活塞二冲程发动机(图15~17), 采用这种结构后发动机的外形尺寸及重量可以大大减轻。

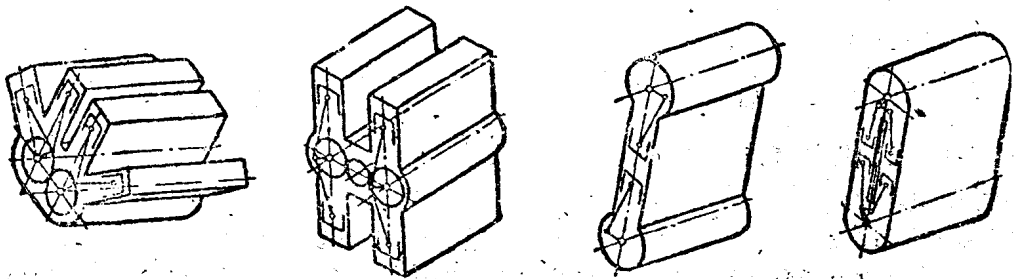


图 13

图 14

图 15

图 16

c) 三轴式发动机

三轴式发动机, 一般称为△型发动机(图18, 19)它具有较小的外形尺寸及较高的功率, 但这类结构, 机体零件非常复杂, 同时不易接近油泵及油嘴部分, 此外由于控制排气活塞的热力负荷及机械负荷较大, 燃烧室形状不够有利, 因此未获得广泛应用。另有一种三轴式(图20)亦因热力负荷过重, 燃烧室形状不利而未获得推广。

d) 四轴式发动机(图21)

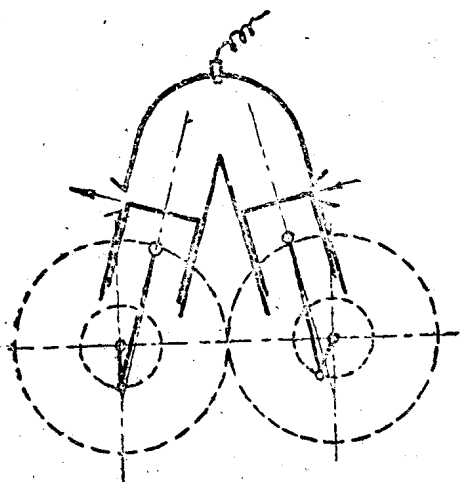


图 17

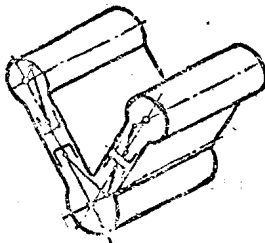


图 18

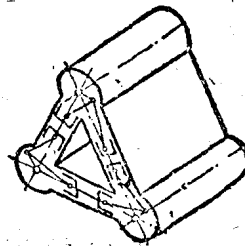


图 19

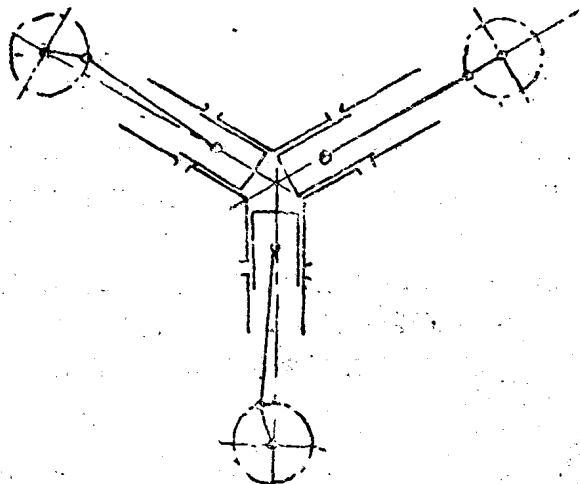


图 20

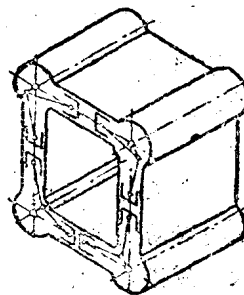


图 21

四轴式发动机具有与上述结构类似的优缺点。

g) 无轴式发动机

所谓无轴式发动机即指其功率不是通过轴输出的，而是直接从发动机的活塞或其他机构传出。在自由活塞燃气发生器(图22)自由活塞压气机(图23)及柴油打桩机(图24)、柴油凿岩机(图25)，均属于无轴式发动机，这类发动机结构紧凑，简单，热效率高，预计今后将会获得广泛应用。

7. 内燃机按活塞往复运动转变为旋转运动方法分类。

a) 无曲轴发动机

无曲轴发动机增加了结构上的紧凑性如图8所示的鼓形发动机，但目前尚未完全走出实验室阶段。

b) 有曲柄的发动机

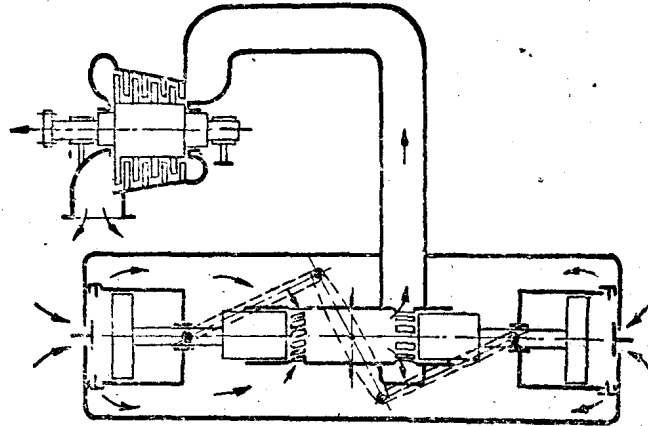


图 22

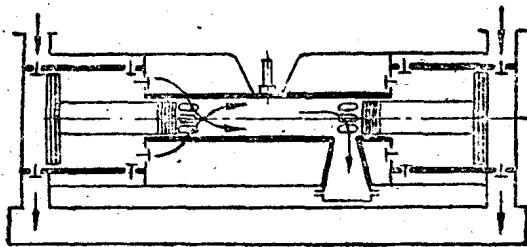


图 23

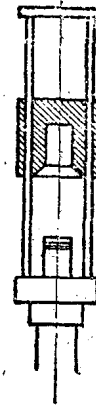


图 24

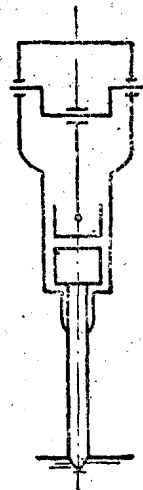


图 25

有曲柄发动机按其传动型式又可分为:

(i) 有滑块机构的发动机(图26)。

(ii) 无滑块机构的发动机(图27)。

无滑块机构的发动机高度小, 结构紧凑重量轻, 获得广泛采用, 但在有滑块机构的发动机中气缸及活塞不受侧压力, 滑块机构部分易于滑润, 因此这种发动机的机械效率较高, 使用寿命较长, 因此采用于大型固定式及船用发动机中。



图 26



图 27

8. 内燃机按配气机构分类

控制内燃机进排气的机构一般有盘阀及滑阀两种结构, 在四冲程发动机中大多数采用盘阀机构, 而只有少数高速强化发动机采用滑阀机构, 在二冲程发动机中很多采用滑阀配气, 而也有采用混合配气, 因此现有内燃机按配气机构基本上可分为:

- a) 具有盘阀配气机构的发动机(一般称为气阀配气机构)(图28);
 b) 具有滑阀配气机构的发动机(图29, 30, 31);
 c) 具有盘阀-滑阀混合配气机构的发动机(图32),
 9. 内燃机按曲轴转向分类。

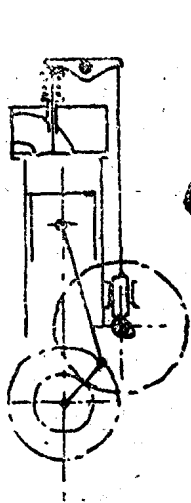


图 28

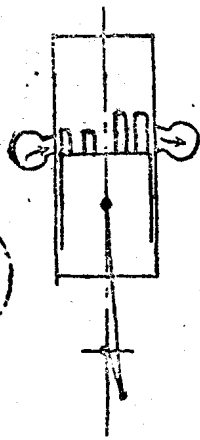


图 29

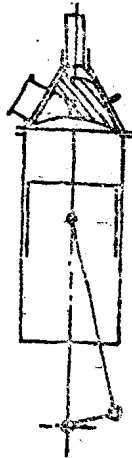


图 30

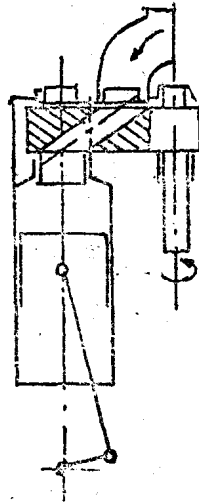


图 31



图 32

在船用及航空用的发动机装置中,为了消除倾复力矩,必须要采用不同转向的发动机;在陆地运输用的动力装置中若所用的发动机机组把功率通过一根公共轴输出时也会有同样的需要。

此外,在船用发动机动力装置中,遇到船舶倒车时需要能将轴的转向改变,这些能够改变曲轴转向的发动机称为可倒转的发动机。

根据上述的特征发动机可分为:

- a) 不可倒转的发动机(只能实现左转或右转);
 b) 可倒转发动机(其中包括左转或右转发动机)。

2 内燃机设计的一般方法

内燃机设计包括选型和计算两个主要内容。内燃机的设计步骤在理论上可以按这样进行:根据产品要求选择发动机参数,然后确定负荷的大小,根据许用应力确定出零件的尺寸,通过适当的布置,设计出一台内燃机来。但这种方法实际上并不采用,不仅是因为这种方法非常繁复与费时,更由于内燃机零件的相互牵连和制约,此外由应力来计算尺寸必然会产生很大的困难,这是因为下列原因:

1. 作用在内燃机零件上的外力很难精确的确定。由于零件是弹性体它的变形很难确定,而变形又影响到力的传递。

2. 零件中产生的应力也难以确定,一则外力难以确定,二则应力分布与结构形状有关,而内燃机零件的形状又较复杂,所以不能精确的求得应力分布情况,很难找出真正的危险断面。

3. 许用应力难以确定。这是因为材料的许用应力与很多因素有关,如尺寸、形状、

表面光洁度、内应力等，不像材料力学中形状简单的材料许用应力作为定值看待。复杂形状的内燃机零件的许用应力要通过实验来确定。

4. 目前尚缺乏精确的计算公式，材料力学中的公式只适用于简单的形状，很难符合内燃机零件的复杂形状。

由于上述这些原因，内燃机设计在目前不能完全采用理论上的方法来进行，而是大部分采用经验设计的方法，先广泛地利用经验数据和参考发动机来选择机件的尺寸，再按照现有材料力学及经验公式来进行强度、磨损及变形的计算，最后根据工作应力及许用应力用来确定所选的几何尺寸是否适当。有时，对复杂零件的设计，由于计算的不完善，还不得不采用各种试验的办法来确定应力和应变。

在今后的内燃机设计中，计算方法的发展方向就是要求计算能够更完善地反映出零件工作的真实情况。在目前计算方向正趋向于精确算法。如曲轴计算中，原先采用静力计算。这种计算方法仅从静力的角度来考虑，而没有考虑动力载荷对应力的影响，因此这种计算方法显然是不精确的，它仅适合于负荷变化幅度不太大的低速发动机。根据曲轴的损坏分析可以知道，大部分是由于疲劳载荷所引起。因为往往发现曲轴的损坏是在应力集中区域，而这种应力集中现象对受到疲劳载荷的材料影响很大，对于受静力载荷的材料来说影响很小，而曲轴正是受到疲劳载荷，故应该按疲劳载荷来进行计算。现在已经发展了一套较完整的疲劳载荷的计算方法，使曲轴的计算与实际情况更符合，又如连杆计算也应用了疲劳计算和作出了比较符合实际情况的应力分布图，这样也就能更精确地计算其应力确定更完善的几何尺寸。

总之，内燃机的计算方法已日趋完整，但目前在工程实际中全面应用这些方法尚缺乏必要的实际和计算的比较资料，现在正需要大量的收集这些资料，努力创造出的一套工程上实用的疲劳计算，动力计算，以及考虑到实际工作条件（强度、腐蚀、磨损等）的计算方法，使内燃机设计更趋于完善。

3 内燃机的基本要求和内燃机设计工作者的任务

从内燃机发展到今天近百年来，由于它存在一系列的优点，因而被广泛地使用于国民经济的各个部门。由于内燃机使用范围，使用条件的不同，对内燃机的构造，性能也有多种多样的要求，但内燃机总的发展趋势是提高它的功率及效率，改善经济性，不断提高内燃机的转速，降低单位重量及减小外形尺寸，燃用重油及各种劣质燃料，以便更好地满足移动动力装置的需要。同时还应不断地改善生产工艺，提高材料质量，降低材料成本，此外还应采用自动化及远距离操纵保证运转的可靠性及操作方便，并应改善结构设计保证内燃机运转安全可靠且有足够长的使用寿命。

但是一台内燃机要想满足所有上述要求是相当困难的，因为这些要求中有些要求是相互矛盾的，例如要求内燃机重量应最轻，但这与内燃机高度经济性往往是有矛盾的，因为当内燃机在最大功率时往往燃料是燃烧得不完善的时候，另外要求内燃机重量轻又往往与使用寿命发生矛盾，因为要保证重量轻，工作强度高的结果必然加速了零件的磨损，降低了使用寿命；此外我们为了设计重量轻的内燃机，那么必须要采用高级材料及高度的制造精确性，这样就增加了制造成本和使用费用。

从上述例子说明了各个要求是相互矛盾的，随着内燃机用途不同，在某种场合下，

上述要求显示出不同的重要性，因此設計工作者的任务应根据不同的用途掌握其主要要求，在保証主要要求的前提下尽量滿足其他的要求。

对于航空用內燃机，应首先保証其最輕的重量，最小的外形尺寸，并应保証高度的可靠性及尽可能高的經濟性，为了滿足上述主要要求往往就牺牲了使用寿命，制造成本及使用简单的要求来达到。

对于船用內燃机而言，重量指标就沒有那样起决定性的作用，因为在船舶方面內燃机本身重量仅作为整个船舶动力装置中很小的一部分(对一般民用船舶而言)，但从船体結構看，船用內燃机应有較小的外形尺寸，特别是寬度方面的外形尺寸。此外对船用內燃机的經濟性也提出了較高的要求，要求在不添加燃料情况下航行路程要长，另外还提出了高度可靠性及使用寿命长的要求，同时維護与修理要尽可能简单。

对于固定式发电动力装置最主要的一个要求是高度的經濟性及足够长的使用寿命，而重量指标就是一个次要因素。

对于汽車拖拉机內燃机应在相当大程度上滿足上述各項基本要求。

因此应根据不同用途的內燃机，在設計上采取不同的措施来滿足主要的要求。

在內燃机設計过程中不仅应考虑到用途不同而应有不同的設計，同时还应不断地吸取其他科学技术发展的成就，更应根据国内实际情况不断地改进內燃机的結構。

例如在設計內燃机时首先要考虑到所采用的燃料，即燃料往往决定了內燃机的基本型式，燃料消耗量又是評定內燃机性能的一項主要指标，因此在設計一台內燃机时往往首先应考虑到如何降低单位油耗量，如何采用价廉低质的地方性燃料，正因为这样，因此在設計內燃机过程中应密切結合我国燃料的情况，根据我国具体情况，将汽油、柴油用于汽車拖拉机等移动式动力装置中，而固定式內燃机尽可能采用重油，特别是利用煤焦油，煤气及酒精等地方性燃料，因此应根据燃料的来源及价格設計出符合于某种燃料的新型結構。

此外新的材料出現对于內燃机的結構上的改进起了很大的推进作用，例如許多过去必須用鋼料鍛造的零件如曲軸、凸輪軸等零件都可用表面可淬硬的鑄铁来代替，而鑄件反而更容易滿足結構形状的要求，因此可設計出应力分布更合理的結構形状，同时还大大地簡化了加工工艺过程及减少金属材料消耗量。又如近若干年来焊接技术的发展，在大型內燃机中采用了焊接机体，这样不仅能減輕重量(平均能減輕重量20~30%)，而且减少了机械加工，减少毛坯車間設備提高了生产率，同时还能制造那些鑄造所不能获得的薄壁結構。鍍鋅技术的日益完善，使得有可能对活塞环，气缸套表面进行多孔性鍍鋅，这样能大大降低这些零件的磨損和摩擦，延长了它們的使用寿命。此外新的制造工艺发展同样对于內燃机的結構設計有着重大的影响，如气缸套筒，活塞环等采用离心澆注，活塞，气缸头用硬模澆注，曲軸連杆用模鍛代替自由鍛，这一切制造工艺的发展都大大地提高了生产率，改善了零件的結構强度，降低了內燃机的制造成本，因此在內燃机設計时就必須要相应地設計一种符合于新材料新工艺的先进結構。

此外內燃机設計又必須要与国内实际情况密切結合起来，不能单纯地追求先进指标，例如：根据我国农业需要就应该設計一种結構简单，可靠性高和坚固耐用及能适应地方性燃料的內燃机而宁可其它指标降低一些。又如：在重量指标要求不太高的拖拉机发动机上，为了单纯追求重量輕而去选用大量輕合金及高級合金鋼，那就完全不符合我

国实际情况，这完全是不经济的。因此内燃机的技术指标必须要密切地结合国内情况来进行选取。

在较大量或大量生产的内燃机为了提高其工作性能和指标采用完全新的设计来代替现生产的内燃机是不很合理，有时甚至是不可能的。因此，在现生产的内燃机的基础上改进某些构件与组件，发展与改进其工作性能和指标，而不变更决定其工艺性的主要构造特性，是内燃机设计工作者经常而且极重要的任务。因为，这样可以不致破坏现生产和打断生产耗费大量资金，并且可以较为合理地利用机床和工夹具。

综上所述，设计一台好的内燃机或现生产内燃机的改进都与其他科学技术的发展和我国实际的使用情况，材料与燃料资源，生产使用，与维修的技术水平，生产可能性等等条件有着密切的关系。因此，内燃机设计工作者的重要任务是：掌握内燃机理论和设计的技术，善于学习前人劳动成果，熟悉内燃机发展过程，了解现代科学技术的成就，密切结合我国条件和工厂生产的实际情况，善于分析内燃机设计中的各主要要求的内在联系，掌握其主要方面来解决内燃机实际设计工作中的复杂问题，设计出符合我国国民经济需要的优良的新型内燃机。

4 内燃机产品设计的一般程序

产品设计是工厂生产技术的第一步，是生产的依据，也是决定产品质量的首要环节。内燃机的产品设计必须要按照正规的设计程序，使设计工作正规化以保证设计质量，提高设计效率，特别由于内燃机是复杂的动力机械，用途广泛，型式繁多，设计过程中很容易发生错误，而这些错误往往会导致严重的后果（因为往往有些错误要到装配、试车甚至到长期运行中才会发现），为了减少可能发生的错误，因此在内燃机设计过程中必须要严格地遵守一定的设计方法与程序，从内燃机产品设计实践中总结出产品设计的程序一般可按下列办法进行：编制技术任务书；技术设计；工作图设计；样品试制；试验定型等。

编制设计技术任务书的首项工作就是根据国民经济的需要拟制设计的技术条件，其中包括用途（船用，汽车拖拉机用，或其它多种用途），功率 N_e ，转速 n （额定转速 n_e 及最大最小转速的工作范围）。燃料品种及标志发动机先进性的二个重要参数：平均有效压力（ P_e ）及燃料消耗量（ g_e ）的数值。除此以外，还规定了发动机的结构参数，单位马力重量（ G/N_e ）和外形尺寸及发动机的运转参数，使用寿命，适应性系数等，以及其他一些特殊要求，如：调速器的调速率和噪音大小等问题。在拟制技术条件之后，接下去应说明制造新产品的理由。它包括如何满足国民经济的需要，国内是否有同类型发动机，是否进行改装能满足要求，以及新产品在国民经济中的作用及重要性，因而要详细分析国内外同类型发动机的特点。收集的资料及进行实验的结果，数据及绘表，与新产品进行比较以便显示出新产品的优点所在。总之，技术任务书应反映新产品的使用范围，用途，性能是能符合于国民经济发展的需要，国内外同类型发动机详细研究比较的结果，确切地反映了国内外先进水平，先进经验及最新技术和最新的科学成就。

当设计技术任务书编制完毕，经厂方技术会议通过和有关部门领导机关批准后，便进入产品图纸设计的具体工作阶段——技术设计阶段。根据技术任务书的要求，对多种方案进行比较，确定发动机的结构方案，即进行发动机的总体设计，绘制纵横剖面图，

外形布置图，以反映结构型式及布置的合理程度，这些工作系设计过程中的重要环节，只要当结构尺寸大致确定下来便可进行部件设计，热计算与强度计算将与这项工作平行进行。

最后进行工作图设计，其中包括有组件，部件，零件图，还包括标准件，外购件明细表，包装图，安装图及发动机保养维护说明书。

当这些工作完成后，设计工作者的工作远未结束，因为在试制，试验，调整，以致新产品试生产和正式投入生产工作中还将会有一系列问题都需要反复修改设计，有时甚至会出现完全推翻原设计的情况。这一工作的工作量极大，设计师必须从头至尾地参加，亲自了解设计中存在问题，作为修正设计的依据。