

# 自由活塞式发动机

柯士金、列文合著



机械工业出版社

# 自由活塞式發動機

柯士金、列文合著

黃宜諒等譯



机械工业出版社

1959

## 出版者的話

本書系根据苏联国营机械制造書籍出版社 (Машгиз) 出版的柯士金 (В. К. Кошкин) 与列文 (Б. Р. Левин) 合著的[自由活塞式發动机](Двигатели со свободно движущимися поршнями) 1954年版譯出的。

在本書中討論了自由活塞式發动机的結構和理論，并引述了計算和闡明了这种类型發动机的优点与缺点。

書中广泛地分析了自由活塞式發动机的热力过程，引述了这种發动机計算的基本理論关系；在許多研究出的特性中，說明装有这种發动机的联合热力装置的有效应用程度。本書还叙述了：当考虑了發动机气缸中实际的發热动力学而进行确定自由活塞的运动規律。

这类書籍在国外也較少，目前国内都在大跃进，不少單位都在进行这种發动机的研究和制造，为此譯出本書，以供各單位参考。

本書也可供从事于內燃机專业的工程技术人员之用，亦可作高等工业学校內燃机专业学生和研究生的教学参考書。

本書由黃官諒、武善謀、李厚生、姚彪寰及饒寿人等同志集体譯出，在翻譯过程中并得到史紹熙教授的指导和帮助。

NO. 2524

1959年2月第一版 1959年2月第一版第一次印刷

850 × 1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 字数 149 千字 印張 5<sup>14</sup>/<sub>16</sub> 0,001— 4,800 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业營業許可証出字第 008 号

定价(11)1.30元

# 目 次

原序	4
緒論	5
采用的主要符号	11
第一章 自由活塞式发动机的基本概念	15
1 自由活塞式发动机的基本方案	15
2 自由活塞式发动机的一些特点	24
3 自由活塞式发动机的主要优点	28
第二章 自由活塞式发动机的构造	35
4 有空气缓冲器的自由活塞式发动机-压缩机	35
5 无空气缓冲器的自由活塞式发动机-压缩机	41
6 无空气缓冲器的自由活塞式燃气发生器	50
7 有空气缓冲器的自由活塞式燃气发生器	52
第三章 自由活塞式发动机的热力分析	60
8 自由活塞式发动机装置的有效特性的各项参数	60
9 自由活塞式发动机-压缩机主要尺寸的計算	89
10 空气缓冲器所需容积的計算	102
11 自由活塞式发动机工作稳定性及其調节	108
第四章 自由活塞式发动机工作过程的計算	122
12 各基本方程式的推导	122
13 自由活塞式发动机工作过程計算例題	130
14 自由活塞动力学的特点	140
15 自由活塞式发动机工作过程的特性	149
第五章 自由活塞式发动机的应用	158
16 驱动压缩机用的自由活塞式发动机	158
17 装有自由活塞式燃气发生器的固定式联合装置	165
18 用于铁路运输上的装有自由活塞式燃气发生器的联合装置	170
19 汽車用装有自由活塞式燃气发生器的联合装置	176
20 船舶用装有自由活塞式燃气发生器的联合装置	181

## 原 序

以高度技术为基础的社会主义生产的不断增长，是同下面的任务有密切关联的：即要繼續發展应用在社会主義工业各部門中的經濟的热力装置以及設計新式的、巨型的、經濟的热力發动机。

具有直接作用的自由活塞式發动机的装置，就是經濟的热力装置可能型式的一种。

这些發动机具有一系列优点；毫无疑问，它們是有着远大前途的。

本書是系統地叙述自由活塞式發动机理論和計算的首次嘗試著作。

在叙述这种發动机的理論和計算时，作者認為有必要以适当的分析其作用原理来比較詳細地討論这种發动机的現有結構。

在本書头几章中介绍了自由活塞式發动机一些主要数据的原始資料，由此可以找出这些發动机的特点，确定各項参数，以及了解这种發动机在国民經济中的作用及其發展远景。

关于判明各主要参数对于具有这种發动机的热力装置的效率的影响，給予很大注意，其原因是由于目前对这个問題还缺乏充分的認識。

在本書中还研究了与自由活塞式發动机的穩定性及其調节有关的一些問題。書中有单独一章介绍这种發动机工作过程的計算方法。

考虑到初次有系統地叙述自由活塞式發动机的理論和构造，因此，对本書的任何批評性的意見請寄：莫斯科，特萊吉雅可夫斯基大街，第一号，苏联国立机器制造書籍出版社，汽車、拖拉机及农业机械制造書籍編輯部。

## 緒 論

在最近三十年来，直接作用的自由活塞式发动机的概念获得了十分广泛的传播，现在，在许多工业热力装置中已采用了类似型式的发动机。

把内燃机的活塞与压缩机的活塞直接联在一起（如同近代的形式那样）的方法来实现直接作用的自由活塞式发动机的最早设计之一，是苏联工程师龙喀维奇（E. E. Лонгкевич）所提出的，在1923年前他已拟定了这种发动机独创性的构造，并称之为「由自由活塞压缩和加热气体的发生器」。

术语「自由活塞」是指这些活塞的运动规律并不是由与其联系的任何机构（例如，曲柄连杆机构）来确定的，而是仅由作用在活塞顶上的气体压力所决定。

由于这种发动机的活塞行程不可能严格地限制，因之，压缩比可相应地在宽广的范围内变化。在这种情况下，关于工作过程性质的问题就更具有原则性的意义，其中，可看到在自由活塞式发动机中实际上不可能实现压缩工作混合气和电火花点火的工作过程。

在龙喀维奇的著作中已建立了这样的观点：压燃式发动机的工作过程最适宜作为自由活塞式发动机的工作过程；在这种工作过程中可以显著地增加压缩冲程的气体压力，这便为具有可变活塞行程的发动机的工作创造了条件。

直接作用的自由活塞式发动机既用以驱动压缩机（供应压缩空气），又作为具有高经济性的联合热力装置中的工质（燃气）发生器。

装有自由活塞式发动机的联合热力装置是紧凑的、经济的，并且去除了一般内燃机有曲柄连杆机构的及普通燃气涡轮所固有

的許多缺点。

与一般型式的內燃机相比較，自由活塞式發动机具有簡單的结构和完全的均衡性，这些是它們的重要优点之一。由于自由活塞式發动机沒有曲柄連杆机构，这就簡化了它們的结构，同时一般發动机所固有的振动也因而不存在。在这种装置中，發动机的活塞是借杆件直接与压缩机的活塞相连接的，这就免除了軸承的損耗。

由于活塞側压力的消除，显著地減低了活塞与气缸套的磨損，这对延長發动机的使用寿命是有利的。

現代普通型式的燃气渦輪發动机已达到高度完善的程度。然而这种發动机經濟性的进一步提高却受渦輪机叶片所用材料的限制，因为这种材料的改进速度較緩慢，而渦輪机叶片材料的耐热性能决定了渦輪机前气体最高容許的溫度。

将直接作用的自由活塞式發动机作为工質（燃气）發生器而与燃气渦輪联合在一起时，便建立成联合热力装置。在这种装置中，当渦輪机前的气体溫度不很高（ $500^{\circ}\sim 600^{\circ}\text{C}$ ）时便具有高的效率；因为在这种热力装置中，工質是在高溫高压的發动机气缸中获得的，而这在普通燃气渦輪中是不可能达到的。

在用自由活塞式發动机作为燃气發生器而与燃气渦輪联合成的联合热力装置中，保証可以得到热效率为40%或更高的工作經濟性能。

当用增压方法来强化这种發动机的工作时，工作气体的流量可增至每秒几十公斤。如果能达到这样的强化程度則这种装置的比重量将是極小的，因此完全有可能构成适于作为各种运输设备中的联合热力装置（由自由活塞式發动机作为燃气發生器而与燃气渦輪联合而成的）。

当与这种發动机联合的燃气渦輪的总效率为40%时，發动机的功率可达300~40,000馬力。

可以預言，由于自由活塞式發动机具有优点，不久后自由活塞

式發動機將極廣泛地被應用在工業和農業的各個部門，如汽車、鐵道運輸和船舶。當這種發動機的結構作適當的改進後，還可能應用到某些空中運輸上。

在最近期間內，可以期望自由活塞式發動機被廣泛地用來驅動自由活塞式壓縮機。當在煤氣輸送下線上採用這種發動機-壓縮機時，煤氣的輸送保證極為經濟。同時，這種裝置十分簡單，不需要專門訓練過的技术人員來維護。此外，當所輸送的气体是可燃气体則發動機可採用這些气体作為燃料。

在最近期間內，在需要大量各種經濟的聯合裝置的建築、安裝及其他工程部門中，自由活塞式發動機-壓縮機的使用將具有重大的意義。由普通內燃機驅動的現代可移動式壓縮機裝置是較昂貴且不經濟的；但在這方面，如果應用了效率高、構造簡單以及金屬消耗量小的自由活塞式發動機-壓縮機，就能製造出輕便、緊湊及經濟的聯合裝置，這種裝置保證能得到廉價的壓縮空氣。

祖國的學者與工程師們發表了許多有關自由活塞式發動機理論和構造的著作。

在1922~1923年，蘇聯工程師龍喀維奇首先詳盡地研討了自由活塞式發動機的獨創性結構，這種結構被用於鐵道及水路運輸上的聯合熱力裝置中，作為燃氣渦輪的燃氣發生器。在1924年，他發表了有關這問題的論文〔分工合作的內燃機〕<sup>●</sup>。

祖國的學者們首先開始進行了聯合熱力裝置的研究，而龍喀維奇的有關自由活塞式燃氣發生器與燃氣渦輪聯合使用的設計，是聯合熱力裝置進一步的發展。

遠在1909~1912年，莫斯科高等工業大學的格林涅維茨基 (В. И. Гринецкий) 教授在彼得堡的舊普梯洛夫斯基工廠中研究及製成了用於內燃機車上的聯合裝置<sup>●</sup>。格林涅維茨基的裝置，

● 原文為 [Разделенный двигатель внутреннего сгорания]，現意譯為“分工合作的內燃機”。——譯者

● 原文為聯合發動機 (комбинированный двигатель)。——譯者



是由一个單缸二冲程發动机、一个活塞式單缸压缩机（用以供应压缩空气以便發动机气缸进行祛气及充气）和一个膨胀气缸（从發动机气缸中排出的燃烧产物就在这里完成有效功的附加膨胀）所組成。

将工作气体的高温 and 高压区域轉移到具有高效率的压燃式發动机气缸中去的想法是格林涅維茨基的思想基础。这种發动机的示功圖的下部就使用观点來說好处是不大的，因此，工作介質預先在压缩机中受到压缩，而最后在燃气渦輪或活塞式机器中完全膨胀是合理的。这样，便获得一种联合热力装置；在这装置中，压缩机消耗了發动机的功率，但保证了高的增压，而發动机排出的与祛气混合的廢气就作为膨胀机器的工作气体。

在1913年，舍里斯特（А. Н. Шелест）教授研究出一种联合热力装置。在这种热力装置中，內燃机与增压器联结在一起作为燃气發生器，燃气从它排出后被利用到曲柄連杆机构式的膨胀气缸中或用以作用于燃气渦輪的叶片上。

龙喀維奇繼承了我国学者所創造的联合热力装置的工作，他把自由活塞式發动机作为燃气發生器而与燃气渦輪联用的設計，是一种新創的高效率的联合热力装置。

圖 1 示出龙喀維奇所設計的、作为燃气發生器用的自由活塞式發动机的示意图；在工作气缸 1 中，进行着二冲程压燃式發动

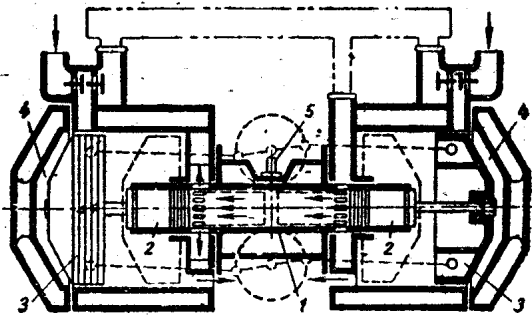


圖 1 龙喀維奇設計的自由活塞式燃气發生器的示意图。

机的工作过程。发动机的两个工作活塞 2 互作反方向的运动。发动机的两个活塞各借助杆件与压缩机中相应的活塞 3 相连接。

在发动机气缸中，在燃料燃烧后所产生的压力的作用下，活塞分离的工作冲程就进行；同时，在压缩机的气缸 4 中进行着压缩空气并把空气压入发动机的祛气贮气箱中去。当发动机的两个活塞开啓排气孔与祛气孔之后，发动机气缸的排气、祛气和充气过程就开始；发动机排出的气体可导向燃气涡轮或曲柄连杆机构式的膨胀机器去，在其中燃气进行膨胀而完成有效功。

活塞的回复行程是在残留于压缩机余隙容积中的压缩空气的压力作用下而实现的。当发动机气缸中进行着空气压缩冲程的同时，在压缩机气缸中进行着吸气冲程。当压缩終了时，经喷嘴 5 喷入发动机气缸内的燃料就着火。繼之，又重复整个循环。同步机构（圖 1 中是用虚线表示）是用来协调两对活塞组的运动的。

把龙喀維奇所设计的自由活塞式发动机与彼斯卡尔（Р. П. Пескар）工程师在法国所设计的自由活塞式发动机及德国戎克斯（Юнкерс）牌自由活塞式发动机相比较一下，就很容易看出，在这些发动机之間存在着完全相同的作用原理。在同样将自由活塞式发动机作为燃气涡轮的燃气发生器的問題上，龙喀維奇比外国学者，在第二次世界大战期間才开始的类似的研究要早許多年。

在斯捷金（Б. С. Стечкин）、柴洛斯基（А. Д. Чаромский）及許多其他苏联工程师們及技师們的著作中，都載有对联合热力装置结构方案进一步的設計以及对其工作过程的研究。

从1935年起，苏联的工业部門开始制造用以驱动空气压缩机的各种型式的自由活塞式发动机。在1937年，[压缩机] 工厂試制成一台这种联合装置的試驗装置；該厂一系列的試驗研究結果，确定这种型式的装置可以应用于国民經济的各个部門。

列別杰夫（С. Е. Лебедев）的著作是对自由活塞式发动机进行理論研究的首批文献之一；在此著作中，引載有决定自由活塞式发动机-压缩机主要尺寸的計算公式。在許多苏联热力学家們

的著作中，更进一步地研討了自由活塞式發動機-壓縮機及自由活塞式燃氣發生器的各種不同結構方案。

由所引載的蘇聯學者們在創立自由活塞式發動機的理論和設計方面的著作的實際資料，說明祖國在熱能學方面，以及在有關這個問題方面，同樣也有着許多重要的研究成果。

## 采用的主要符号

采用的符号		意 义
全 名	缩 写	
自由活塞式 发动机	СПД	在直接作用的发动机中，在气体作用下移动的活塞不須曲柄連杆机构就可直接傳出功。
自由活塞式 发动机-压缩 机	СПДК	自由活塞式发动机的全部功率都消耗在用以驅动供应压缩气体的压缩机上。
自由活塞式 燃气发生器	СПДГ	自由活塞式发动机是联合热力装置的一个組成部分；它的主要任务是供应工作介質-燃气。
内死点	B. M. T	发动机的两个活塞相接近时的極限位置。
外死点	H. M. T	发动机的两个活塞相远离时的極限位置。
活塞的工作 (远离的)行程		在发动机气缸內燃燒产物膨胀的过程中，自由活塞式发动机两个活塞的运动。
活塞的回复 (靠攏的)行程		在发动机气缸內气体压缩的过程中，自由活塞式发动机二个活塞的运动。

$N_e$ (馬力)——发动机的有效功率。

$N_T$ (馬力)——燃气渦輪的有效功率。

$N_k$ (馬力)——驅动压缩机所需的功率。

$L_e$ (公斤公尺)——发动机的有效功(就任意量的工作气体而言)。

$L_i$ (公斤公尺)——发动机的指示功(就任意量的工作气体而言)。

$l_e$ (公斤公尺/公斤)——发动机的有效比功，即 1 公斤工作气体所产生的有效功。

$l_T$ (公斤公尺/公斤)——燃气渦輪的有效比功，即 1 公斤工作气体所产生的有效功。

$l_k$ (公斤公尺/公斤)——压缩机的比功，即压缩 1 公斤空气(或气体)所需的功。

$\eta_k$ ——压缩机的效率。

$\eta_e$ ——发动机的实际效率。

$\eta_T$ ——燃气渦輪的内效率。

$\eta_i$ ——发动机的指示效率。

$\eta_m$ ——发动机的机械效率。

$\eta_{СПДК} = \eta_m \eta_e$ ——自由活塞式发动机-压缩机的效率。

- $\eta_{yem}$ ——整个自由活塞式燃气發生器-燃气渦輪联合裝置的效率。
- $n$  (循环/分)——在發动机气缸的一个工作容积中每1分鐘内所完成的循环数。
- $m$  (公斤秒<sup>2</sup>/公尺)——自由活塞式發动机的往复运动部分的質量。
- $G_a$  (公斤/秒)——發动机每秒鐘的空气消耗量。
- $G_k$  (公斤/秒)——压縮机每秒鐘的空气(气体)流量。
- $V_k$  (公尺<sup>3</sup>/分)——自由活塞式發动机-压縮机在每1分鐘中的体积輸气量,是按压縮机进口处气体的状态計算的。
- $V$  (公尺<sup>3</sup>)——發动机气缸的瞬时容积。
- $V_h$  (公尺<sup>3</sup>)——發动机气缸的工作容积(活塞所扫过的)。
- $V_{hj}$  (公尺<sup>3</sup>)——压縮机第  $j$  級的工作容积(活塞所扫过的)。
- $V_a$  (公尺<sup>3</sup>)——压縮开始时,發动机气缸的总容积。
- $V_c$  (公尺<sup>3</sup>)——压縮終了时,發动机气缸最小容积的一半容积,即燃燒室容积的一半容积。
- $V_{bhu}$  (公尺<sup>3</sup>)——当發动机活塞开啓排气孔时,活塞所扫过的气缸容积。
- $V_n$  (公尺<sup>3</sup>)——当發动机活塞开啓祛气孔时,活塞所扫过的气缸容积。
- $V_{sp,j}$  (公尺<sup>3</sup>)——压縮机第  $j$  級的余隙容积。
- $V_{h\delta}$  (公尺<sup>3</sup>)——为活塞所扫过的空气缓冲器的气缸容积。
- $T^\circ$  (绝对)——绝对溫度。
- $t^\circ$  (C)——攝氏溫度。
- $T_a^\circ$  (绝对)——周圍空气(在压縮机进口处的)的绝对溫度。
- $T_{o_j}^\circ$  (绝对)——压縮机第  $j$  級进口处的(冷却器后的)空气绝对溫度。
- $T_k^\circ$  (绝对)——压縮机出口处的空气绝对溫度。
- $T_r^\circ$  (绝对)——發动机排气的绝对溫度。
- $T_1^\circ$  (绝对)——渦輪机前,工作气体(燃气)的绝对溫度。
- $T_n^\circ$  (绝对)——祛气空气的绝对溫度。
- $p_0$  (大气压)——發动机周圍的空气压力。
- $p_{o_j}$  (大气压)——压縮机第  $j$  級进口处的空气(气体)压力。
- $p_k$  (大气压)——压縮机压縮后,压縮机出口处的空气(气体)压力。

$p_1$ (大气压)——渦輪机前的燃气压力。

$p_a$ (大气压)——發动机中开始压缩时的气体压力。

$p$ (大气压)——發动机中气体压力的瞬时值。

$c_p$ (千卡/公斤度)——气体的等压比热。

$c_v$ (千卡/公斤度)——气体的等容比热。

$B_u$ (公斤/小时)——發动机每 1 小时所消耗的燃料量。

$B_o$ (公斤/循环)——發动机每 1 循环所消耗的燃料量。

$q_m$ (千卡/公斤)——热量，由一公斤可燃气体所产生的进入發动机的热量。

$H_u$ (千卡/公斤)——燃料的低热值。

$L_o$ (公斤/公斤)——燃烧 1 公斤燃料时，理論上所需的空气量。

$\alpha$ ——發动机的过量空气系数。

$x$ ——在該瞬时下，發动机气缸中燃料已經燃烧的部分。

$\xi$ ——發动机实际工作过程中的热量利用系数。

$\eta_w$ ——發动机中热传导的热量损失系数。

$\eta_{wj}$ ——考虑被吸入压缩机第  $j$  級內的空气預热和空气泄漏的系数。

$$\epsilon = \frac{V_a}{2V_c} \text{——發动机的压缩比。}$$

$$\epsilon_{oj} = \frac{V_{sp \cdot j}}{V_{hj}} \text{——压缩机第 } j \text{ 級中余隙的相对容积。}$$

$$\epsilon_\delta = \frac{V_\delta}{V_{h\delta}} \text{——空气缓冲器最終容积 } \ominus \text{ 的相对数值。}$$

$$h_{\delta \text{ 出}} = \frac{V_{\delta \text{ 出}}}{V_h} \text{——排气孔的相对高度。}$$

$$h_n = \frac{V_n}{V_h} \text{——祛气孔的相对高度。}$$

$\Pi_n$ ——祛气泵的压力升高比。

$\Pi_k$ ——压缩机的压力升高比。

$\Pi_{kj}$ ——压缩机第  $j$  級的压力升高比。

$n_1$ ——發动机中平均多变压缩指数。

$n_k$ ——压缩机中空气的平均多变压缩指数。

⊖ 空气缓冲器的最終容积 (Конечный объем) 是指發动机活塞处于外死点时空气缓冲器的容积。——譯者

$n_n$ ——祛气泵中平均多变压缩指数。

$n_\delta$ ——缓冲器气缸中的平均多变压缩和膨胀指数。

$\varphi$ ——祛气系数。

$\nu$ ——水力损耗系数。

$F$  (公分<sup>2</sup>)——发动机的活塞面积。

$F_{kj}$  (公分<sup>2</sup>)——压缩机●第  $j$  级的活塞面积。

$F_\delta$  (公分<sup>2</sup>)——空气缓冲器的活塞面积。

$i$ ——压缩机的级数。

$s_n$  (公厘<sup>3</sup>)——活塞的行程。

$w$  (公尺/秒)——活塞的速度。

$j$  (公尺/秒<sup>2</sup>)——活塞的加速度。

● 原文无“压缩机”三字，此三字系译者加入。——译者

● “公厘”二字是译者加入，原文并无此字。——译者

## 第一章

# 自由活塞式发动机的基本概念

### 1 自由活塞式发动机的基本方案

在现代热能学中，自由活塞式发动机有着许多种基本方案；这些方案，可按下述三种最重要的特征来进行分类：

- 1) 按自由活塞式发动机在工程上的用途；
- 2) 按使活塞向内死点回复的方法；
- 3) 按气缸对称分布或不对称分布的构造特点。

按用途，所有的自由活塞式发动机可划分为两类。

第一类发动机（自由活塞式发动机）是用作驱动供应压缩机，用以供应压缩空气（气体）；在此情况下，发动机与压缩机被组成装配在同一个气缸体内的联动机。发动机的活塞直接与压缩机的活塞相连接，而发动机工作气缸中气体所发出的全部功（除去克服活塞与气缸壁间摩擦所消耗的功）都传给压缩机。

第二类发动机（自由活塞式发动机）是用作为工作气体（燃气）发生器；在此情况下，压缩机所供应的全部压缩空气是供发动机气缸祛气及增压之用，随后，发动机的燃烧产物与空气混合在一起被导向燃气涡轮或活塞式膨胀机器中去作为工作气体（燃气）。这种自由活塞式发动机就成为联合热力装置的组成部分。

按使活塞向内死点回复的方法，所有的自由活塞式发动机可以分成两种型式：

第一种型式的发动机（自由活塞式发动机）的特点，是具有被称为空气缓冲器的专用气缸，在这气缸中进行压缩空气和积蓄能量，所积蓄的能量是用来在回复冲程中用以驱动发动机工作活塞作回复运动。



第二种型式的發動机（自由活塞式發動机）是沒有專用緩冲器气缸的自由活塞式發動机，充填在壓縮机气缸余隙容积內的壓縮空气所存的能量为發動机工作活塞的回复冲程所利用。

这两种型式的自由活塞式發動机都同样地可分成兩組：即相对于發動机燃燒室的对称平面而言，各气缸是对称排列的或不对称排列的兩組。

气缸对称排列的自由活塞式發動机中，在每一边都准确的对置着祛气泵的、空气緩冲器（如果有的話）的气缸和壓縮机各級的气缸。

气缸不对称排列的自由活塞式發動机中，这种对置的形式是不存在的，相反例如，壓縮机的第一級气缸或緩冲器气缸是装在一边，而壓縮机的第二級气缸却装在另一边。

表 1 自由活塞式發動机主要型式的分类

按活塞向內死点回复的方法	原 則	
	按各气缸相对于燃燒室对称平面的排列	
	对 称 的	不 对 称 的
有空气緩冲器的自由活塞式發動机——在自由活塞式發動机中带有專用的气缸，在这些气缸中实现了空气的压缩和能量的儲蓄，而所存蓄的能量是用以供活塞回复(靠擺的)行程所需。	有空气緩冲器的对称式自由活塞式發動机。	有空气緩冲器的不对称式自由活塞式發動机。
无空气緩冲器的自由活塞式發動机——在自由活塞式發動机中，活塞的回复冲程是利用充填于壓縮机余隙容积中的壓縮空气所存积的能量来进行的。	无空气緩冲器的对称式自由活塞式發動机。	无空气緩冲器的不对称式自由活塞式發動机。

在表 1 中所列出的自由活塞式發動机的主要型式是按其构造特征来分类的。但所列举的分类，并不包括具有自由活塞式發動机的热力装置的全部可能型式，特别是在不同的可能联合方案方面。然而，所有的主要型式的自由活塞式發動机它包括了，不管这些發動机是被应用在何种工程部門的。由于自由活塞式燃气發生器与自由活塞式發動机-壓縮机之間，在构造上的区别基本上不大，故可只詳尽討論自由活塞式發動机-壓縮机的一些典型方案。