

活塞课程设计说明书

一. 设计题目:活塞组设计

设计参数: 195 柴油机, $P_e=8.82\text{kw}$, $n=2000\text{r/min}$, 水冷, $P_{me}=650.4\text{kpa}$, 连杆重心位置 $L_B/L_A=0.3909$ (其中 L_B 指重心到连杆大头中心的距离, L_A 指重心到连杆小头中心的距离)。

三. 设计要求:

1. 用计算机绘制活塞(A1), 活塞销(A3)各一张。
2. 设计说明书一份(包括零件图分析、定位方案确定、定位误差计算等内容; 最好能写出整个工艺过程)。

目 录

前 言	1
1 活塞的概述	2
1.1 活塞的功用及工作条件	2
1.2 活塞的材料	2
1.3 活塞结构	2
1.3.1 活塞顶部	2
1.3.2 活塞头部	3

1.3.3 活塞裙部	3
2 活塞的结构参数	4
3 活塞最大爆发压力的计算	5
3.1 热力过程计算	5
3.2 柴油机的指示参数	8
3.3 柴油机有效效率	10
4 活塞销的受力分析	11
5 活塞的加工工艺	14
参考文献:	15

前 言

内燃机的不断发展,是建立在主要零部件性能和寿命不断改进和提高的基础上的,尤其是随着发动机强化程度的提高、功率的增大和转速的增加,零部件尤其是直喷式柴油机活塞的工作环境变得更加恶劣了.活塞的结构直接影响活塞的温度分布和热应力分布,因此就有必要对活塞的结构和性能作出预测和评价。

活塞是内燃机上最关键的运动件,它在高温高压下承受反复交变载荷,被称为内燃机的“心脏”,特别是坦克、舰艇和军用车船用内燃机活塞则要求更高,它已成为制约内燃机发展的一个突出问题。

本次课程设计的题目是发动机铝活塞的结构及工艺设计,选择利用合适的机床加工发动机活塞,通过这次课程设计,要求熟练掌握并能在实际问题中进行创新和优化其加工工艺过程。

1 活塞的概述

1.1 活塞的功用及工作条件

活塞是曲柄连杆机构的重要零件,其主要功用是承受燃烧气体压力和惯性力,并将燃烧气体压力通过活塞销传给连杆,推动曲轴旋转对外作功.此外,活塞又是燃烧室的组成部分.

活塞是内燃机中工作条件最严酷的零件。作用于活塞上的气体压力和惯性力都是周期变化的,燃烧瞬时作用于活塞上的气体压力很高,如增压内燃机的最高燃烧压力可达 14-16MPa。而且活塞还要承受在连杆倾斜位置时侧压力的周期性冲击作用,在气体压力、往复惯性力和侧压力的共同作用下,可能引起活塞变形,活塞销座开裂,活塞侧部磨损等.由此可见,活塞应有足够的强度和刚度,而且质量要轻.

活塞顶部直接与高温燃气接触，活塞顶部的温度很高，各部的温差很大，柴油机活塞顶部常布置有凹坑状燃烧室，使顶部实际受热面积加大，热负荷更加严重。高温必然会引起活塞材料的强度下降，活塞的热膨胀量增加，破坏活塞与气缸壁的正常间隙。另外，由于冷热不均匀所产生的热应力容易使活塞顶部出现疲劳热裂现象。所以要求活塞应有足够的耐热性和良好的导热

性，小的线膨胀系数。同时在结构上采取适当的措施，防止过大的热变形。

活塞运动速度和工作温度高，润滑条件差，因此摩擦损失大，磨损严重。要求应具备良好的减摩性或采取特殊的表面处理。

1. 2 活塞的材料

现代内燃机广泛使用铝合金活塞。铝合金导热性好(比铸铁大 3-4 倍)，密度小(约为铸铁的 1/3)。因此铝活塞惯性力小，工作温度低，温度分布均匀，对改善工作条件减少热应力延缓机油变质有利。目前铝活塞广泛采用含硅 12%左右的共晶铝硅合金制造，外加铜和镍，以提高热稳定性和高温机械性能。铝活塞毛坯可采用金属模铸造，锻造和液压模锻等方法生产。

为了提高铝活塞的强度和硬度，并稳定形状尺寸，必须对活塞进行淬火和时效热处理。

1.3 活塞结构

活塞按部位不同，分为顶部，头部和裙部三部分。

1. 3. 1 活塞顶部

活塞顶部是燃烧室的组成部分，其形状与燃烧室形状和压缩比有关，一般有平顶，凸顶和凹顶三种。

1. 3. 2 活塞头部

活塞头部是指由活塞顶部到油环下端面之间的部分。在活塞头部加工有用来安装气环和油环的气环槽和油环槽。在油环槽的低部还加工有回油孔或横向切槽。活塞头部有足够的厚度，从活塞顶部到环槽区的断面要尽可能的圆滑，过度圆角半径应足够大，以减少热流阻力，便于热量从活塞顶部经活塞环传给气缸壁，使活塞环的温度不至于过高。

1. 3. 3 活塞裙部

活塞头以下的部分为活塞裙部，活塞销座位于裙部。裙部起导向作用，并承受侧压力。因此，活塞裙部的形状保证活塞在气缸得到良好的导向，气缸与活塞之间在任何工况下都能保证均匀，合适的间隙，并有一定的承压面积。

2 活塞的结构参数

发动机选取为 195 型柴油机，参数设计参照《柴油机设计手册》

活塞缸径 $D=95\text{mm}$

(一) 压缩高度 $H_1=59.85\text{mm}$

(二) 顶岸 (第一环槽至活塞顶端距离) $h=14.25\text{mm}$

(三) 采用三道环 (其中两道气环, 一道油环)

气环高度取 5mm , 油环高度取 7mm

第一道环岸高度为 6mm 第二道环岸高度略小于第一道环岸高度, 为 5mm

(四) 活塞销直径为 $d=35.15\text{mm}$ 顶环
槽宽为 3mm

(五) 裙长
 $H_2=71.25\text{mm}$ 下裙长为
 50.35mm

(六) 销座间距 $B=36.1\text{mm}$

(七) 活塞重量 比重量 $G/D^3=0.9-1.4$ 取为 1.23 ,
 $G=G/D^3 \cdot D^3=1.23 \cdot 95^3=1054.57\text{g}$

(八) 顶部厚度 $\delta=11.4\text{mm}$ 总长= $59.85+50.35=110.2\text{mm}$

燃烧室 $d_k/D=0.6$ $d_k/h=3$

$d_k=0.6 \cdot 95=57$ $h=d_k/3=19$

铝的线性膨胀系数为 $23.1 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$

活塞头部的最大温度为 350 摄氏度, 所以其变形量为

$$X = 95 \times 23.1 \times 10^{-6} \times 350 = 0.7681 \text{mm} \approx 0.8 \text{mm}$$

活塞裙部最大温度为 200 摄氏度, 所以其形变量为

$$Y = 95 \times 23.1 \times 10^{-6} \times 200 = 0.4389 \text{mm} \approx 0.4 \text{mm}$$

3 活塞最大爆发压力的计算

最大爆发压力计算参考《内燃机原理》

环境压力 $p_0 = 0.1013 \text{Mpa}$

环境温度

$$T_0 = 293 \text{K}$$

几何压缩比 $\varepsilon = 21$

有效

压缩比 $\varepsilon' = 18.9$

燃烧过量空气系数 $\alpha = 1.65$

参与废

气系数 $\gamma_r = 0.02$

参与废气温度 $T_r = 720 \text{K}$

增压空气压力

$$p_k = 0.12135 \text{Mpa}$$

最大燃烧压力 $p_z = 6.47265 \text{Mpa}$

Z 点热利用系数

$$\xi_z = 0.70$$

B 点热利用系数 $\xi_b = 0.85$

燃烧室扫气系数 $\varphi_s = 1.15$

燃料质量分数 $C = 0.87$ $H = 0.126$ $O = 0.004$ 燃料低

$$H_u = 42286.68 \text{ kJ/kg}$$

3. 1 热力过程计算

充气过程系数 增压器后空气温度:

$$T_k = T_0 \left(\frac{p_k}{p_0} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 293 \left(\frac{0.12135}{0.1013} \right)^{\frac{1.8-1}{1.8}} \quad \kappa = 318$$

式中, 去增压器内平均多变压缩指数 $\kappa_k = 3.8$

压缩始点温度

$$T_a = \frac{T_k + \Delta T_k + \xi_c \gamma_r T_r}{1 + \gamma_r} = \frac{318 + 5 + 1.11 \times 0.02 \times 720}{1.02} \quad K = 331$$

式中, ΔT_k ——新气预热度, $\Delta T_k = 5K$; ξ_c ——比热修正系数, $\xi_c = 1.11$

压缩始点压力

$$p_a = 1.0 p_k = 1.0 \times 0.12135 \text{ Mpa} = 0.12135$$

$$\text{充气系数 } \eta_v = \frac{\varepsilon \frac{T_k}{T_a} \frac{p_a}{p_k} \frac{1}{1 + \gamma_r}}{\varepsilon - 1} = \frac{18.4}{20} \times \frac{364}{331} \times \frac{0.12135}{0.1618} \times \frac{1}{1 + 0.02} = 0.738$$

平均多变压缩指数

$$\kappa_1 - 1 = \frac{8.315}{a + bT(1 + \varepsilon^{\kappa_1 - 1})} = \frac{8.315}{19.26 + 0.0025 \times 374(1 + 18.4^{\kappa_1 - 1})}$$

(1) 式中, a, b-常数, 对于空气 (忽略残余废气), a= 19.26 , b=0.0025

第一次试算, 式 (1) 等号右端代入 $\kappa_1=1.37$, $\kappa_1 - 1 = \frac{1.968}{5.382} = 0.362$

第二次试算, 式 (1) 等号右端代入 $\kappa_1=1.369$, $\kappa_1 - 1 = \frac{1.968}{5.382} = 0.362$

压缩终点温度

$$T_c = T_a \varepsilon^{(\kappa_1 - 1)} = 331 \times 18.4^{1.362 - 1} K = 950 K$$

压缩终点压力

$$p_c = p_a \varepsilon^{\kappa_1} = 0.1618 \times 18.4^{1.362} Mpa = 8.544 Mpa$$

燃料燃烧所需理论空气量

$$L_0 = \frac{1}{0.21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O}{32} \right) = \frac{1}{0.21} \left(\frac{0.87}{12} + \frac{0.126}{4} - \frac{0.004}{32} \right) \frac{kmol_{(空气)}}{kg_{(燃料)}} = 0.495$$

燃烧所需的实际空气量

$$L = \alpha L_0 = 1.65 \times 0.495 kmol_{(空气)} / kg_{(燃料)} = 0.817 kmol_{(空气)} / kg_{(燃料)}$$

理论分子变化系数

$$\beta_0 = 1 + \frac{0.0369}{\alpha} = 1 + \frac{0.0639}{1.65} = 1.0387$$

实际分子变化系数

$$\beta = \frac{\beta_0 + \gamma_r}{1 + \gamma_r} = \frac{1.0387 + 0.02}{1 + 0.02} = 1.035$$

Z 点烧去的燃料质量分数

$$x_z = \frac{\xi_z}{\xi_b} = \frac{0.70}{0.85} = 0.824$$

Z 点处分子变化系数

$$\beta_z = 1 + \frac{\beta_0 - 1}{1 + \gamma_r} x_z = 1 + \frac{1.0387 - 1}{1 + 0.02} \times 0.824 = 1.0313$$

Z 点燃烧产物的平均摩尔比定容热容

$$\begin{aligned} c_{v, \text{产}} &= \frac{(1.064x_z + \gamma_r) c'_v + [\alpha(1 + \gamma_r) - (x_z - \gamma_r)] c'_v}{\alpha(1 + \gamma_r) + 0.064x_z} \\ &= \frac{(1.064 \times 0.824 + 0.02)(20.47 + 0.0036T_z)}{1.65 \times (1 + 0.02) + 0.64 \times 0.824} \\ &+ \frac{[1.65(1 + 0.02) - (0.824 + 0.02)](19.26 + 0.0025T_z)}{1.65(1 + 0.02) + 0.064 \times 0.824} \\ &= 19.89 + 0.00307T_z \end{aligned}$$

式中, $c'_v = a + bT_z$

b 点燃烧产物的平均摩尔比定容热容

$$\begin{aligned}
c_{v,ms} &= \frac{(1.064 + \gamma_r)c''_v + (\alpha - 1)(1 + \gamma_r)c'_v}{\alpha(1 + \gamma_r) + 0.064} \\
&= \frac{(1.064 + 0.02)(20.47 + 0.0036T_\delta) + (1.65 - 1)(1 + 0.02)(19.26 + 0.0025T_x)}{1.65(1 + 0.02) + 0.064} \\
&= 20.18 + 0.00322T_\delta
\end{aligned}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/978122033141007005>