

# 内燃机试验车间通风与排烟

28  
137-141

王占营  
(机械工业部第三设计研究院)

TU1834.53

**摘要** 介绍了发动机出厂试验间发动机总的发热量,每一部分热量所占比例及热损去向。试验间通风量的计算、通风降温方案。发动机总的排烟量计算、降低烟气温度所需新风量计算及排气系统降温、防火及防爆措施。

**关键词** 试验车间, 通风, 排烟 发动机, 内燃机。

**中图法分类号** TU 834 53

## 1 内燃机试验车间的通风

目前国内柴油机试验间通风设计成功的很少。试验间温度过高,有时高达45℃,不少试验间刚建一年,室内墙壁及顶棚就被烟气熏黑。现在由于通风降温不好,已直接影响到产品的出厂试验和工人的身体健康。因此,如何合理的进行试验车间通风系统设计,已成为工艺和通风专业人员面临的一个重要课题。

### 1.1 发动机试验时散到车间的热量

柴油机试验间总的发热量为:

$$Q = N_e \cdot \epsilon \cdot S$$

式中:  $Q$ —每台发动机总的发热量(kJ/h);  $N_e$ —发动机的功率数(kW);  $\epsilon$ —燃料消耗率(kg/kW·h);  $S$ —燃料的低位发热量(kJ/kg)。

汽油机在最高效率时燃料消耗量  $\epsilon = 0.33$  kg/kW·h

柴油机在最高效率时燃料消耗量  $\epsilon = 0.233$  kg/kW·h

汽油的低位发热值  $\epsilon = 43\ 300$  kJ/kg; 柴油的低位发热值  $S = 42\ 800$  kJ/kg。

内燃机的总的发热量分为如下几部分:

1) 汽油机总发热量作为100%,其中各部分热量损失所占比例如下:

冷却损失32%; 排气损失32%; 有效功25%; 机械损失6%; 辐射损失5%。

2) 柴油机总发热量100%,其中各部分热损失所占比例如下:

冷却损失30%; 排气损失28%; 有效功30%; 机械损失7%; 辐射损失5%。

内燃机各部分热量损失的去向:

A、有效功是由测功机所吸收;

B、排气损失热量、烟气,大部分是通过排气管道排到室外,正常情况下,只有少

收稿日期:1997-08-05

王占营,男,1939年生,高级工程师

量烟漏到室内,室内排烟管有些热量以辐射形式散到室内。如果室内烟管采用水冷套管冷却或加保温层,可以减少这部分热量散失,而且还可以减少烫伤;

C、冷却损失热量:一般要用水管把冷却水从室内引到室外冷却塔进行放热,这一部分冷却损失热量就散发到室外。如果内燃机水箱放在室内,这种情况冷却热量损失就散发在室内;

D、机械损失:它是内燃机作机械运动摩擦转化为热量,这一部分热量是散发在室内;

E、辐射损失:这一部分热量是机体及室内部分排烟管以辐射形式散发到室内。

一般汽油内燃机散到室内的热量最少为 11%,最多为 43%。

一般柴油内燃机散到室内热量最少为 12%,最多为 42%。

目前很多内燃机试车间排烟管接头漏气严重,室内排烟管没有保温,室内烟管有时温度很高,甚至发红,这样不仅造成室内余热增加,而且容易烫伤操作人员。为了减少散发到室内热量,发动机排烟管接头应加以改进,使之尽量严密。建议室内排烟管采用水套冷却管,这样不仅减少室内余热,而且劳动安全还能得到保证。这种方法在上海柴油机厂已得到应用,它可以降低排烟温度,减少排烟道的失火率。另外,这一部分热水还可以用来洗澡,从而达到节能的目的。

## 1.2 内燃机试车车间的通风量计算

### 1) 消除内燃机试车间的余热所需空气量

$$L = \frac{\Delta Q}{C(t_n - t_w)\rho} (\text{m}^3/\text{h})$$

式中:  $L$ —排风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );  $\Delta Q$ —试车时散到室内的热量 ( $\text{kJ}/\text{h}$ );  $C$ —空气的比热,一般取  $1 \text{ kJ}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ ;  $t_w$ —室外夏季通风计算温度 ( $^\circ\text{C}$ );  $t_n$ —室内温度 ( $^\circ\text{C}$ );  $\rho$ —空气密度 ( $1.15 \text{ kg}/\text{m}^3$ )。

根据规范,一般在炎热地区,即通风计算温度  $\geq 32^\circ\text{C}$  时,取  $t_n = 35^\circ\text{C}$  较合适。过去工艺提出室内最高允许为  $40^\circ\text{C}$ 。这个数值一般应该是操作人员在试验室停留短时间时可以,根据我国的实际情况,只有大马力柴油机比较适合,即人员大部分时间在控制室内控制。而一般中小马力柴油机出厂试验,操作人员在试验间工作时间很长。尤其是在一个试验间有很多台位时,柴油机生产批量很大时,试验间每时每刻都有操作人员,若长时间在  $40^\circ\text{C}$  的高温环境工作不符合劳动保护条例的,所以笔者认为一般中小马力试验间室内温度最高不应大于  $35^\circ\text{C}$ 。

为使漏入车间内的废气中有害气体的浓度降低到规定值所需的新鲜空气量。

考虑排烟管连接较严密,而且是采用机械排烟的情况,漏入车间的废气量是极小的。一般可以按 1% 计算。

### 2) 冲淡一氧化碳所用的空气量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

废气中一氧化碳含量最高可达 4%,而按规范允许最大浓度为  $30 \text{ mg}/\text{m}^3$  (空气密度  $\rho = 1.15 \text{ kg}/\text{m}^3$ )。

$$L = \frac{Gr \times 0.04 \times 0.01 \times 10^6}{30 \times 1.15} \approx 11.3G,$$

式中:  $L$ —排风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );  $G$ —试车总排烟量 ( $\text{kg}/\text{h}$ )。

3) 冲淡丙烯醛用的空气量( $\text{m}^3/\text{h}$ )

烟气中丙烯醛含量最高可达 0.13%; 而按规范允许最大浓度为  $0.3 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。

$$L = \frac{Gr \times 0.0013 \times 0.01 \times 10^6}{0.3 \times 1.15} \approx 37.4G,$$

根据上述计算结果进行比较, 取其大值作为排风系统的设计风量。

4) 内燃机试车车间的气流组织

对于单间试验单台有地下室的, 一般采用上送下排。送风口最好采用双层带形百叶风口。对于没有地下室的试验室排风口, 最好设在每台发动机排烟口侧面。严禁设在门口附近, 因为小马力柴油机试验间门是经常开启的, 容易造成短路。

## 2 内燃机试验间排烟

小功率柴油机厂试验间进行产品出厂试验时, 由于批量大, 同时试验的台位数可多达几十台。这时所产生的大量高温烟气必须通过机械排烟系统排出室外, 才能保证试验工作的顺利进行。

如果排烟系统不畅, 将使气缸内的排气压力  $P_e$  相应提高, 就直接影响吸气过程的完善性能和有效功率的测定准确性, 这样就有可能把一台合格的产品误判为不合格产品。同时由于排烟系统不畅也会增加试验间的漏气量, 将给车间带来很多麻烦, 甚至把试验间熏得一团糟。

目前排烟系统形式有以下几种:

### 2.1 诱导式排气系统

它是利用压缩空气或高压风机产生高速喷射。把烟气用诱导进入诱导装置。然后把高温烟气排到室外高空。这种系统适用一个台位。一个独立的排烟系统, 如南京汽车厂就是这种形式。对于多台合用一个排烟系统的问题较多。

### 2.2 自然排烟系统

利用一个高烟囱的热压产生的自然引力进行排烟。这种排气形式受室外气候影响较大, 热压变化大, 而且热压较小, 排烟效果不稳定。如果台位较多, 水平烟管较长时更不适用。

### 2.3 机械排烟系统

它是把很多台位的排烟管汇集到一个排烟地沟, 然后由通风机直接排到室外高空。这种排烟形式是用通风机克服系统的阻力, 排烟效果良好, 其优点是:

- 1) 试验台位布置可以不受限制, 适合于大批量生产。
- 2) 试验台位的排气背压能予以控制和调节, 有利于产品试验参数测定的准确性。
- 3) 排气地沟可以降低废气流的脉冲速度和噪声, 机械排气负压较大, 可以减少漏入到试验间的有害气体。

柴油机排烟量计算:

A、重量法: 按空气与燃料消耗量之和计算。

$$G_r = g_e \cdot N_e (aL_0 + 1)$$

式中:  $G_r$ —每台内燃机每小时的排烟量 ( $\text{kg/h}$ );  $N_e$ —每台内燃机额定功率 ( $\text{kW}$ );  $\alpha$ —过量空气系数, 低速内燃机采用 1.6~2.0, 高速内燃机采用 1.2~1.7; 带增压器的内燃机采用 1.8~2.2。

$g_r$ —内燃机燃油消耗率 ( $\text{kg/kW}\cdot\text{h}$ );  $L_0$ —燃烧一公斤燃料理论需要的空气量, 一般采用 14.5  $\text{kg/kg}_c$ 。

B. 换算至大气状态下每台每小时容积计算排气量

$$q_{r,0} = \frac{P_r}{P_0} \cdot q_r = \frac{P_r}{P_0} \cdot G_r \cdot \frac{R_r T_r}{10^4 P_r} = G_r \cdot \frac{R_r T_r}{10^4 P_0}$$

式中:  $q_{r,0}$ —每台内燃机每小时容积排气量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );  $P_0$ —环境压力, 一般采用 1.033  $\text{kg/cm}^2$ ;  $P_r$ —排气压力, 低速采用 (1.03~1.1)  $P_0$ ;

高速采用 (1.05~1.15)  $P_0$ ; 带增压器的采用 (0.75~0.9)  $P_k$ ;  $P_k$ —增压压力, 正常增压采用 1.4; 加强增压采用 1.4~2.2; 高增压采用 2~3 ( $\text{kg/cm}^2$ );  $R_r$ —烟气体常数, 采用 28.5 左右。

C. 试验间高温烟气总量计算

$$L_m = q_r \cdot m \cdot K \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$G_m = G_r \cdot m \cdot K \quad (\text{kg/h})$$

式中:  $m$ —同一个试车间试验台位数量;  $K$ —同时使用系数, 采用 0.6~0.75。

D. 新鲜空气需要量计算

在计算进入排气系统所需的新鲜空气量时, 主要考虑把高温烟气降到排气地沟和通风机能承受的 60~65 $^{\circ}\text{C}$ 时所必需供给的新鲜空气量。

$$L_c = \frac{(t_r - t_c) \cdot G_m}{(t_2 - t_1) \cdot \rho}$$

式中:  $L_c$ —新鲜空气量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );  $t_r$ —柴油机排气温度  $t_r = T_r - 273$  ( $^{\circ}\text{C}$ );  $t_c$ —排气系统允许温度 60~65 ( $^{\circ}\text{C}$ );  $t_1$ —试验间内允许的最高室温

对寒冷地区  $t_1 \leq 32$  ( $^{\circ}\text{C}$ ); 对炎热地区  $t_1 = 35$  ( $^{\circ}\text{C}$ );

$G_m$ —试验间高温烟气总量 ( $\text{kg/h}$ );  $\rho$ —在  $t_1$  室温下的空气容重 1.15 ( $\text{kg/m}^3$ )。

排烟系统设计总风量为

$$L = L_m + L_c \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

在排烟系统设计时要对防爆可能性采取必要的措施。地沟排烟在国内有不少厂家发生过爆炸。如天津动力机厂、二汽及南汽等排气地沟都发生过爆炸。不过这些排烟地沟均为利用热压自然排烟系统。地沟排烟失火的情况就更多了。失火的原因主要是排烟地沟运行时间长了, 地沟内积累了不少油垢和少量的 CO 等可燃物。另外烟气里还含有一些高温碳颗粒, 加之烟道内空气温度很高, 所以很容易起火。为了消灭火灾只有降低烟气温度和明火的来源。为此要在排烟管上设阻火器, 同时进行喷水。阻火器可以采用四层 20 目不锈钢网。断面烟气速度控制在 8  $\text{m/s}$  左右即可。

另外, 在设计排烟地沟时, 新风口面积要考虑足够大。进风速度一般控制在 4  $\text{m/s}$  左右为宜。新风口位置应设在离风机最远的地方。地沟要设坡度, 而且坡度  $\geq 0.5\%$ ; 地沟要设集水坑。地沟使用的材料要用耐高温的材料。地沟盖板上要设一定数量的防爆孔。风机要采

用防爆风机。

排烟管最好采用水套冷却水管,冷却水可以循环使用,也可以综合利用。

试车车间通风排烟只要按上述要求设计和施工,车间劳动条件就会得到改善,排烟地沟也就可以避免失火。

参 考 文 献

- 1 汽车环境试验装置,日本冷冻空调技术,昭和 50 年 6 月
- 2 徐瑞林,柴油机试验车间降温式集中排烟系统设计

Ventilation and Exhaust in the Test Room of Gas Engine

Wang Zhanying

(The Third Design and Research Institute of Mechanical Industry Department)

**Abstract** This paper introduces the calculation method of total heat spread into the test room during factory test of the engines, the proportion of each part of the heat, the direction of the heat loss, calculation method of the air volume of ventilation in the test room, ventilation schedule for lowering temperature, calculation method of total displacement of engine fume, calculation method of volume of fresh air headed to lower the temperature of fume, and measures for lowering temperature, fire-prevention and anti-explosion of fume-displacing system.

**Key Words** test room, ventilation, smoke extracting

(编辑:陈 蓉)

=====

上接 47 页

**Abstract** In view of the fact that there are no detailed references at home as to the vertical zoning of air-conditioning water system in high-rise buildings, the paper takes detailed technical and economical contrast to three practicable ways of the vertical zoning of air-conditioning water system: 1) employing an upstairs refrigerating system and a plate heat exchanger together; 2) employing an upstairs refrigerating system and 3) employing a plate heat exchanger in a building. The contrast of the three ways is based on real project cases, in respects of system reliability, operation control, original investment and operation cost. As a result, this paper presents the optimum solution to vertical zoning of AC water system. The authors aim at providing a reference to the HVAC designers.

**Key Words** air-conditioning water system, vertical zoning, optimum zoning solution

(编辑:刘家凯)