

汽车、拖拉机散热器风筒试验方法

本标准适用于汽车、拖拉机、工程机械、小型船舶内燃机及固定式、移动式内燃机的冷却系散热器的性能试验,也适用于模型芯子的性能试验。

1 试验项目

1.1 散热器的性能试验,包括下列三项:

- a) 散热性能试验;
- b) 空气阻力试验(简称风阻试验);
- c) 水流阻力试验(简称水阻试验)。

2 试验条件

2.1 成品散热器和模型芯子,必须符合按规定程序批准的产品图样的要求。

2.2 试验用水必须清洁,不得含有泥沙、铁锈和其它杂物。

2.3 本标准规定用吸风试验方法,试验在常温下进行,试验时进风温度波动不得超过 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。从风筒进风口起 $3D$ 距离内不得有障碍物。进风口边缘距地面应大于 D 。

注:风筒为圆形时, D 为风筒内径;风筒为矩形时, D 为高度加宽度之和的二分之一。

2.4 试验设备及仪器,试验前必须经过检查和校正。

3 试验设备

3.1 试验设备由风筒循环水路、循环水加热装置、水泵、风机、测试仪器及控制装置等组成,其布置情况见图1。

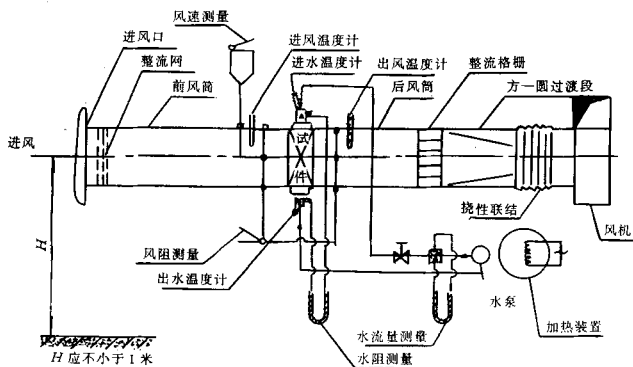


图1 试验装置布置简图

3.2 风筒的进风集流器形状采用双纽曲线。如图 2。

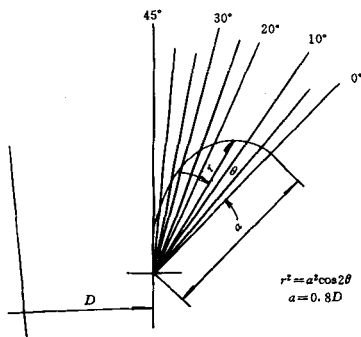


图 2 进风口的曲线图形

小风筒内径 D 为 250 mm；大风筒则 $D = \frac{A+B}{2}$ ，其中 A 和 B 分别为风筒截面的高度和宽度。风筒内壁必须平整、光滑，各连接处必须密封，不得漏气。为了使气流均匀稳定，在散热器的前后风筒内，分别设置整流网及整流格。成品散热器及模型芯子的风筒结构分别见图 3 及图 4。

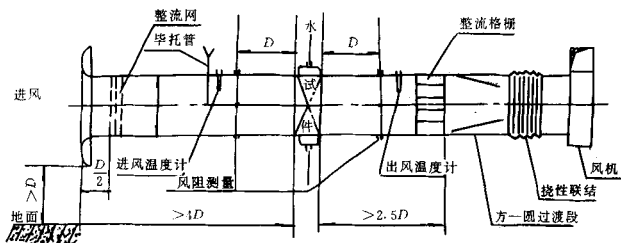


图 3 成品散热器试验风筒简图

整流网：24 目铜丝网 3 层，每层距离 100 mm。

整流格栅：每格尺寸 100×100 mm 左右。

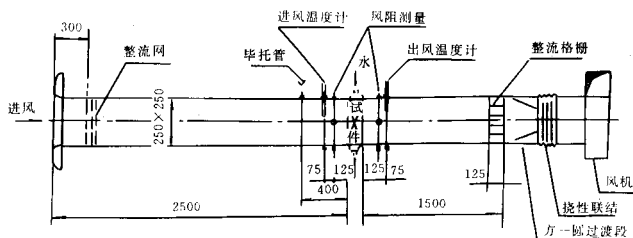


图4 模型芯子试验风筒简图

芯子正面尺寸: 250×250 mm。

整流网: 24 目铜丝网 3 层, 每层距离 100 mm。

整流格栅: 4×4 共 16 格。

3.3 为了试验不同类型的成品散热器, 在散热器前后可用过渡段与风筒本体连接。扩散的过渡段, 其扩散角不大于 8° ; 收敛的过渡段, 其收敛角不大于 15° , 见图 5。成品散热器的宽度或高度尺寸与风筒本体相应尺寸的比例在 0.8~1.2 范围内。

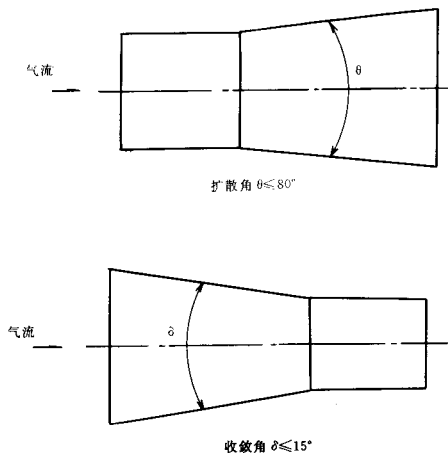


图5 过渡段的扩散角及收敛角

3.4 风机的风量必须保证在散热器前面的最大风速为 25~30 m/s。风量的调节, 可采用改变风机的转速、孔板节流或开风窗或装挡风板等方法。

3.5 循环水路装有排除气体的装置, 水泵的流量应保证散热器水管内的水流速达到 1 m/s 的最大值。调节水流量的阀门安装在水泵出口的一侧。

3.6 循环水的加热装置的能力必须大于散热器的散热量。加热量应能调节, 可采用电热管加热或蒸汽管

加热。加热水槽及热水管道的外露部分必须隔热。按所试散热器的大小,水槽水容量为 $0.5\sim 1\text{ m}^3$,以保证试验时水温稳定。

3.7 测量风量用的毕托管装置在进风集流器后的稳流段内,毕托管轴应位于风道中心,与气流方向的偏斜度不大于 5° 。

3.8 风阻的测定点应在散热器前后的风筒的稳流段内,且距散热器两侧各为 D 。在每个测量截面上装置直径为 $5\sim 8\text{ mm}$ 的测压孔,测压孔应垂直于风筒壁面,并须平整、光滑,不得有突起和毛刺。

3.9 水阻的测定点应在距散热器进、出水口 100 mm 内,测压管必须垂直于进、出水管,其直径应为 $1\sim 5\text{ mm}$ 。测定点处的管径等于散热器的进、出水管管径,且管路不得弯曲,个别弯曲型进、出水管,需单独进行水阻测量。

3.10 进、出风温计的安装方式参见图6。

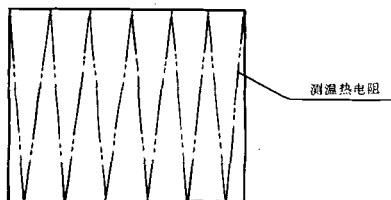
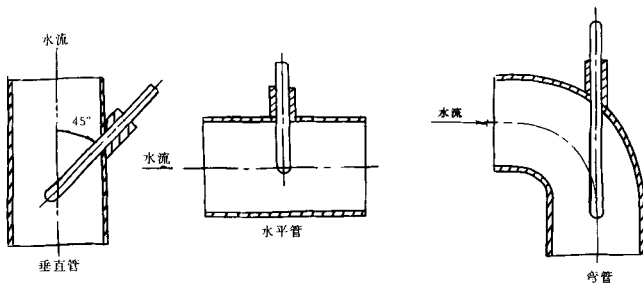


图6 风温计的安装方式示意图

3.11 进、出水温的测量点应靠近散热器进、出水管口处,温度计的安装方式见图7。



感温头必须位于水流的中心部分

图7 水温计的安装方式示意图

4 测试仪器

4.1 风速测量: 风速在 6 m/s 以上的用毕托管或探针并配有最小刻度值为 1 mm 的倾斜式微压计; 6 m/s 以下的用毕托管或探针并配有最小刻度值为 0.01 mm 的补偿式微压计测量。

4.2 水流量测量可采用孔板、喷嘴或文氏管等节流装置并配有最小刻度值为 1 mm 或 1 mm 以下的U形管汞柱压差计。节流装置的安装方式按照JB 1041—1967《水泵流量的测定方法》的规定。水流量测量也可

采用涡轮流量计。

4.3 风温测量采用刻度值为 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的温度计或热电阻温度计。水温测量采用刻度值为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的温度计。室温及湿度的测量采用干湿球温度计。

4.4 风阻测量采用刻度值为 1 mm 或 1 mm 以下的微压计,水阻测量采用刻度值为 1 mm 或 1 mm 以下的 U 形管汞柱压差计或同样精度的其它压差计。大气压力测量采用水银气压计。

5 试验方法

5.1 试验前先测出风筒的速度场系数,试验时只测中心风速。

5.2 试验时上下水室、循环水路及散热器与前后风筒衔接处不得漏水、漏气。

5.3 试验前开启加热装置、水泵、风机,并调节风速、水流量,待进水温度达到规定值时,排除水路中的气体,待工况稳定后才能进行试验。

5.4 散热性能试验和水阻、风阻试验可同时进行,也可单独进行。

5.5 测量参数包括:进水温度、出水温度、水流量、进风温度、出风温度、风量(风速)、水阻、风阻、大气压力、湿度及室温。

5.6 散热性能试验按下列规定进行:

(1) 液—气总温差定为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$,即 $t_{w1} - t_{a1} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。总温差允许在 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内变动。试验时每个试验点的进水温度的波动不超过 $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 确定最大水流量为额定流量的 150% (模型芯子的最大水流量,按水管内最大水速为 1 m/s 来计算),在此范围内选取 5 个水流量工况点。

(3) 确定最大风量:高速车辆为 $25\sim 30\text{ m/s}$,载重车为 $20\sim 25\text{ m/s}$,拖拉机及固定动力装置为 15 m/s ,在此范围内选取 5 个工况点。

(4) 按本条例第(2)款规定稳定一个水流量工况点,根据本条第(3)款要求逐点变更风量,待热工况稳定后测定各参数,然后再更换另一个水流量工况点,按上述顺序变更风量,测完各参数。

(5) 每个工况点必须测定三次,三次测出的进、出水温差的差值不能大于 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,否则试验应重做。

5.7 风阻试验:按第 26 条第(1)款控制进水温度。水流量为额定值。按第 26 条第(3)款依次变更风量,测取各工况点的风阻值。

5.8 水阻试验:按第 26 条第(2)款依次变更水流量,测取各工况点的水阻值。

6 结果整理

6.1 试验时测得的各参数及计算结果应填入“散热器性能试验记录、整理表”,如下:

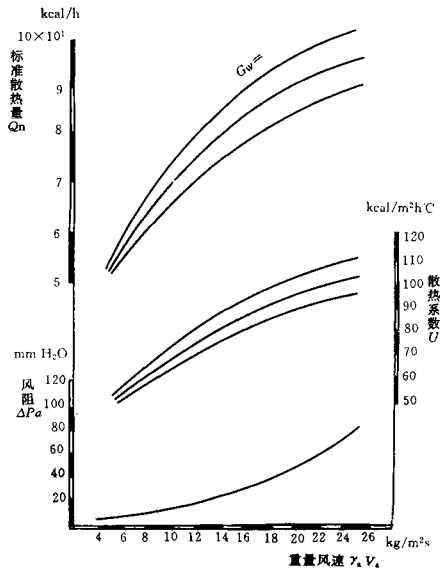
散热器性能试验记录、整理表

散热器型号	_____	正面面积	_____ m ²	湿度	_____ %
制造单位	_____	散热器面积	_____ m ²	气压	_____ mmHg
车型	_____	水量	_____ l	试验人员	_____
额定水流量	_____ kg/min	重量	_____ kg	试验日期	_____ 年 _____ 月 _____ 日
额定风速	_____ m/s	室温	_____ C		

工 况 点	散 热 试 验														阻 力 试 验		备 注							
	水 侧							气 侧							水 阻	风 阻								
	进水温	出水温	水温差	水的重度	流量计压差	水流量	散热量	进风温	平均出风温	气温差	空气重度	空气或压	风速	重量风压				风量	吸热量	液气总温差	热平衡误差	液气平均温差	散热系数	标准散热量
t_{w1}	t_{w2}	$t_{w1} - t_{w2}$	γ_w	h_{20}	G_w	Q_w	t_{a1}	t_{a2m}	$t_{a1} - t_{a2m}$	γ_a	h_a	V_a	$\gamma_a V_a$	G_a	Q_a	$t_{w1} - t_{a1}$	$\frac{Q_w - Q_a}{Q_w}$	ΔT	U	Q_s	ΔP_w	ΔP_f		
1																								
2																								
3																								

6.2 试验结果应绘成性能曲线图,如图8和图9。

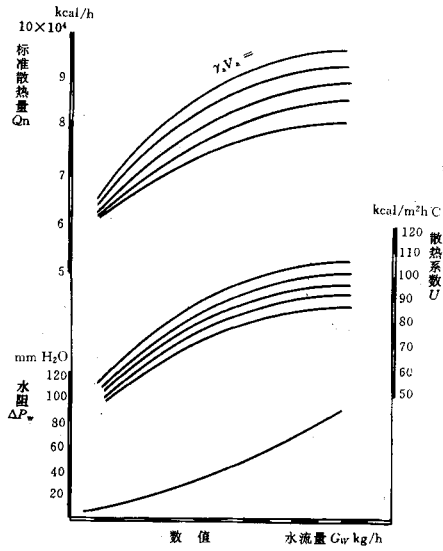
第一机械工业部 厂	散热性能及阻力特性试验		试验日期:
			室温: C
			湿度: %
型号:	车型:	标准总温差 60°C	大气压: mmHg



试验装置:	试验者:	图号:
-------	------	-----

图8

第一机械工业部 厂	散热性能及阻力特性试验		试验日期:
			室温: _____ C
			湿度: _____ %
型号:	车型:	标准总温差 60.C	大气压: _____ mmHg



试验装置:	试验者:	图号:
-------	------	-----

图 9

附 录

- 1 整理计算时,所有的计算数据取三位有效数字。
 2 散热性能用水侧散热量(Q_w)进行计算,其正确度用风侧吸热量(Q_s)进行验算。

$$\text{若 } \frac{Q_w - Q_s}{Q_w} \times 100\% > \pm 10\%$$

应重新进行试验,要求较高的试验应控制在 $\pm 5\%$ 以内。

- 3 计算步骤及公式:

- (1) 空气重度 γ_s ,

$$\gamma_s = 0.464 \frac{B}{273 + t_{a1}} \quad \text{kg/m}^3$$

式中: B ——试验时的大气压力, mmHg;

t_{a1} ——试验时的进风温度, C

- (2) 平均风速 V_s ,

$$V_s = \frac{A_t}{A_t'} \psi \sqrt{\frac{2gh_d}{\gamma_s}} \quad \text{m/s}$$

式中: A_t ——装毕托管处的风筒截面积, m^2 ;

A_t' ——散热器芯子的正面积, m^2 ;

g ——重力加速度, 9.80 m/s^2 ;

h_d ——毕托管测得的空气动压, mmH₂O;

ψ ——速度场系数。

$$\psi = \frac{V_s}{V_c}$$

式中: V_c ——毕托管测量截面上的中心风速, m/s。

- (3) 重量风速 $\gamma_s V_s$,

$$\gamma_s V_s = \frac{A_t}{A_t'} \psi \sqrt{2gh_d} \gamma_s \quad \text{kg/m}^2\text{s}$$

- (4) 风量 G_s ,

$$G_s = 3600 \times A_t \times \gamma_s \times V_s \quad \text{kg/h}$$

- (5) 水流量 G_w

如用差压式流量计,水流量计算方法见 JB 1041-67《水泵流量的测定方法》,

$$G_w = 0.04435 a \epsilon d^2 \sqrt{h_{30} \gamma_w} \quad \text{kg/h}$$

式中: a ——节流装置的流量系数;

ϵ ——压缩系数,对水 $\epsilon=1$;

d ——节流元件内径, mm;

h_{30} ——常温时 U 形压差计的汞柱差值, mmHg;

γ_w ——通过流量计的热水平重度, kg/m^3 。

- (6) 水侧散热量 Q_w

$$Q_w = G_w \cdot C_{Pw} (t_{w1} - t_{w2}) \quad \text{kcal/h}$$

式中: C_{Pw} ——水的定压比热, $C_{Pw}=1 \text{ kcal/kg} \cdot \text{C}$;

t_{w1} ——散热器进水温度, C;

t_{w2} ——散热器出水温度, C。

(7) 气侧吸热量 Q_g ,

$$Q_g = G_a \cdot C_{Pa} (t_{a2m} - t_{a1}) \quad \text{kcal/h}$$

式中: C_{Pa} ——空气的定压比热, $C_{Pa} = 0.240 \text{ kcal/kg} \cdot \text{C}$; t_{a1} ——进风温度, C ; t_{a2m} ——平均出风温度, C 。(8) 液—气平均温差 $\overline{\Delta t}$

$$\overline{\Delta t} = \frac{t_{w1} + t_{w2}}{2} - \frac{t_{a1} + t_{a2m}}{2} \quad \text{C}$$

(9) 散热系数 U

$$U = \frac{Q_w}{S \overline{\Delta t}} \quad \text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$$

式中: S ——散热器的气侧散热总面积, m^2 ,

$$S = 2S_f + S_1$$

式中: S_f ——全部散热片单面面积, m^2 ; S_1 ——全部水管与空气接触的面积, m^2 。

$$S_1 = n(W \cdot T - m \cdot F_\psi) \times 10^{-6}$$

式中: F_ψ ——片上单管孔截面积, mm^2 ; n ——片数; m ——管数; W ——片长, mm ; T ——片宽, mm 。管带式散热器的 S_1 按带的展开长度乘以带宽及带数计算。

$$S_1 = m \cdot H \cdot l_c \times 10^{-6}$$

式中: m ——管数; H ——芯高, mm ; l_c ——管的周长, mm 。(10) 标准散热量 Q_n

$$Q_n = Q_w \frac{60}{t_{w1} - t_{a1}} \quad \text{kcal/h}$$

附加说明:

本标准由长春汽车研究所提出。

本标准由上海汽车配件厂等起草。