

ICS 43.040.10

T 35



中华人民共和国汽车行业标准

QC/T 828—2010

汽车空-空中冷器技术条件

Automobile air-to-air charge air cooler technical specification

2010-08-16 发布

2010-12-01 实施



中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
5 试验方法	3
6 检验规则	7
7 标志、包装、运输、储存	7
附录 A(规范性附录) 空-空中冷器散热性能与压力降试验计算方法	9
附录 B(规范性附录) 空-空中冷器散热性能与压力降试验记录表	13
附录 C(规范性附录) 中冷器可靠性试验记录表	14
附录 D(规范性附录) 术语与符号	15

前 言

本标准的制定为规范中冷器的设计标准、试验方法及质量检测规则提供理论依据和技术支持,从而提高中冷器的性能和质量。

中冷器是发动机增压中冷技术在整车上普遍应用的重要部件,它的作用是对增压器增压后的高温高压空气进行冷却,进一步增大发动机进气密度和进气量,降低燃烧温度的峰值,提高发动机功率和降低油耗,改善排放。本标准的制定对机动车的节能减排有重要的意义。

本标准制定时参照了日本、法国等国外相关标准。

本标准由全国汽车标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:东风汽车公司技术中心、浙江银轮机械股份有限公司。

本标准主要起草人:孟建军、范正银、殷生岱、夏立峰、崔景茗。

本标准属于首次发布。

汽车空-空中冷器技术条件

1 范围

本标准规定了汽车空-空中冷器总成(以下简称中冷器)的技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、储存。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 3821 中小功率内燃机清洁度测定方法
- GB/T 15089 机动车辆及挂车分类
- JB/T 10408 内燃机换热器 可靠性试验方法

3 术语和定义

3.1

空-空中冷器 air-to-air charge air cooler(CAC)

安装在发动机增压器与进气歧管之间,通过空气冷却来降低增压空气温度的热交换器。

3.2

热侧 hot side

增压空气通过的一侧。

3.3

冷侧 cold side

冷却空气通过的一侧。

3.4

冷却效率 CAC effectiveness

表示中冷器实际散热量与在相同条件下最大可能散热量之比,用中冷器热侧进出口温差值相对于中冷器热侧进口温度与冷侧进口温度的差值的百分比来表示,表达式如式(1):

$$E_a = \frac{T_{ahi} - T_{aho}}{T_{ahi} - T_{aci}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

E_a ——中冷器冷却效率,%;

T_{ahi} ——中冷器热侧进口温度,℃;

T_{aho} ——中冷器热侧出口温度,℃;

T_{aci} ——中冷器冷侧进口温度,℃。

3.5

温升 temperature rise

是指中冷器热侧出口温度与冷侧进口温度的差值,表达式如式(2):

$$\Delta T = T_{aho} - T_{aci} \dots\dots\dots (2)$$

3.6

热侧压力降 Δp_{ah} pressure drop of hot side

表示试验条件下增压空气通过中冷器的压力降。

3.7

冷侧压力降 Δp_{ac} pressure drop of cold side

表示试验条件下冷却空气通过中冷器的压力降。

3.8

中冷器正面积 A_f CAC frontal area

中冷器芯子迎风面积(芯高×芯宽)。

3.9

中冷器散热面积 CAC heat radiating area

是指中冷器冷却管和散热带暴露在冷却空气中的表面积。

3.10

散热系数 heat release coefficient

表示中冷器单位散热面积在温度变化1℃所传递的热量。

3.11

热侧空气放热量 heat rejection of hot side

中冷器热侧增压空气所放出的热量。

3.12

冷侧空气吸热量 heat rejection of cold side

中冷器冷侧空气所吸收的热量。

4 技术要求

4.1 一般技术要求

中冷器应按经规定程序批准的产品图样和技术文件制造,并符合本标准的要求。

4.2 外观及尺寸

4.2.1 焊缝表面应平整光滑,不得有毛刺,外表面不允许有压伤、碰伤等缺陷。

4.2.2 芯子散热带倒伏:中冷器正面积小于或等于0.3m²,允许2处;中冷器正面积大于0.3m²,允许3处。

4.2.3 每条散热带的波峰数公差为名义波峰数的±2%,波峰节距平均公差为±0.25mm。

4.3 性能要求

4.3.1 散热性能和压力降:

散热性能和压力降要求按 5.1 的规定进行试验,满足表 1 的要求。

表 1 散热性能和压力降要求

车辆类型	L 类、M ₁ 类	M ₂ 类、N ₁ 类、N ₂ 类	M ₃ 类、N ₃ 类
温升,℃	≤35	≤25	≤25
热侧压力降,kPa	≤10.7	≤10.7	≤12.5
冷侧压力降,Pa	满足用户的指标要求		

4.3.2 密封性能:

4.3.2.1 湿式检验按 5.2.1 的规定进行,试验时不得出现肉眼可见的气泡;

4.3.2.2 干式检验按 5.2.2 的规定进行,在 15s 时间内压力下降不大于用户规定值。

4.3.3 静压试验:

静压试验按 5.3 的规定进行,试验后不允许有破裂和永久性变形,并满足 4.3.2 密封性试验的要求。

4.3.4 振动试验:

振动试验按 5.4 的规定进行,试验后不允许有破裂和永久性变形,并满足 4.3.2 密封性试验的要求。

4.3.5 压力脉冲试验:

压力脉冲试验按 5.5 的规定进行,试验后不允许有破裂和永久性变形,并满足 4.3.2 密封性试验的要求。

4.3.6 热冲击试验:

热冲击试验按 5.6 的规定进行,试验后不允许有破裂和永久性变形,并满足 4.3.2 密封性试验的要求。

4.4 清洁度

清洁度试验按 5.7 的规定进行,中冷器热侧清洁度用中冷器热侧表面清洗下来的杂质的质量 W_c 来表示,其 W_c 应符合式(3)的规定:

$$W_c \leq 10 + 25F_h \dots\dots\dots (3)$$

式中:

W_c ——热侧杂质质量,mg;

F_h ——热侧散热面积,m²。

杂质最大颗粒度尺寸不得大于 1.6mm。

5 试验方法

5.1 散热性能、压力降性能试验

5.1.1 试验条件:

中冷器散热性能、压力降在规定的试验条件下,试验时热侧进口空气温度应控制在给定温度的 $\pm 2^\circ\text{C}$ 范围内;热侧进口压力控制在 $\pm 5\%$ 范围内;热侧空气质量流量控制在 $\pm 1.5\%$ 范围内。

5.1.2 试验原理:

中冷器试验原理见图 1。

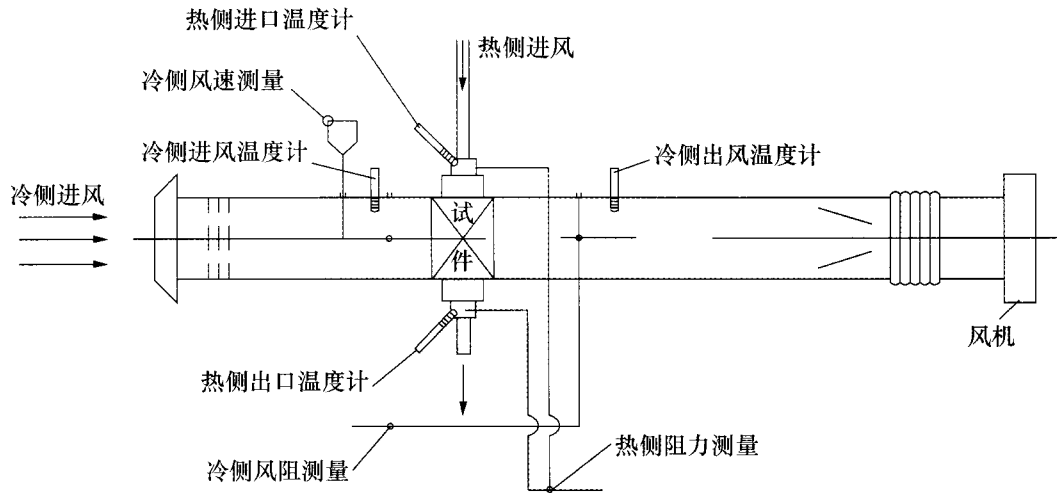


图 1 中冷器试验原理示意图

5.1.2.1 冷侧空气系统:

风机风量必须保证在中冷器冷侧空气流量的 50% ~ 150% 范围内提供冷却空气。

5.1.2.2 热侧空气系统:

热侧空气回路应能够按照规定的压力和温度,在中冷器额定流量的 50% ~ 150% 范围内提供高温压缩空气。

5.1.3 测量参数:

测量参数按照附录 B。

5.1.4 试验程序:

把中冷器安装在试验台上,检查确认各连接处没有泄漏后启动试验设备。调节试验参数到指定值:热侧进口空气温度控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内;热侧进口空气压力控制在 $\pm 5\%$ 范围内;热侧进口空气流量控制在 $\pm 1.5\%$ 范围内,方可认为系统充分稳定,可以开始测量并记录试验数据。在试验过程中每一试验工况点在不小于 30s 时间内采集完数据。

5.1.4.1 散热性能、压力降试验:

5.1.4.1.1 按中冷器正面迎风风速在 $12\text{m/s} \pm 0.4\text{m/s}$ 时所对应的风量值为最大风量,在此数值以下按各自产品的试验大纲选取不少于 4 个工况点。

5.1.4.1.2 先设定热侧其中一个工况点,依次变化冷侧工况,待热侧工况稳定之后,逐次测量,每一工况点的热侧进口空气温度控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内,热侧进口空气压力控制在 $\pm 5\%$ 范围内,热侧进口空气流量控制在 $\pm 1.5\%$ 范围内,然后更换下一个热侧工况,再依次变化冷侧工况,以此测得所有工况下的各参数。在其热平衡误差为 $\pm 5\%$ 时试验结果有效。

5.1.4.2 散热量、压力降等参数的计算方法按照附录 A。

5.2 密封性试验

5.2.1 在湿式检验台上,连接中冷器与空气压缩源,并将中冷器浸没于水槽中,往中冷器热侧通入 250kPa 压力的压缩空气,保压时间大于或等于 30s。

5.2.2 在干式检验台上,往中冷器热侧通入 250kPa 压力的压缩空气,测量压力下降值。

5.2.3 当上述两种方法的检测结论有争议时,优先采用湿式检验。

5.3 静压试验

在常温条件下,往中冷器内通入相对压力为 500kPa 的介质,保压 3min。

5.4 振动试验

按 JB/T 10408 的规定的方进行试验。对中冷器施加上下、左右和前后的正弦波振动,振动频率从小到大逐个选取,每个频率依次进行振动,具体要求按表 2 的规定。

表 2 振动试验参数

车辆类型	频率,Hz	加速度	振动方向	次数
L 类、M ₁ 类	从 15 到 21 增量 $\Delta f=2$	2g	上-下	3×10^5
		1.5g	左-右	1.5×10^5
		2g	前-后	0.75×10^5
M ₂ 类、N ₁ 类、N ₂ 类	从 15 到 24 增量 $\Delta f=3$	3g	上-下	3×10^5
		2g	左-右	1.5×10^5
		3g	前-后	0.75×10^5
M ₃ 类、N ₃ 类	从 24 到 33 增量 $\Delta f=3$	4g	上-下	3×10^5
		3g	左-右	1.5×10^5
		4g	前-后	0.75×10^5

若在上述频率范围内出现共振频率点,跳过该点,增加一个频率点进行试验。

5.5 压力脉冲试验

按 JB/T 10408 的规定的方进行试验。中冷器在压力脉冲性能试验中使用常温空气,具体要求按表 3 的规定,典型的压力脉冲循环见图 2 所示。

表 3 压力脉冲试验参数

车辆类型	L 类、M ₁ 类	M ₂ 类、N ₁ 类、N ₂ 类	M ₃ 类、N ₃ 类
循环相对压力, kPa	3 ~ 138	3 ~ 207	3 ~ 276
频率, Hz	1 ~ 2		
最小循环次数	0.5×10^6	10^6	

5.6 热冲击试验

按 JB/T 10408 的规定的方进行试验。

中冷器的热疲劳强度要求按表 4 的要求,典型的热冲击循环见图 3 所示。

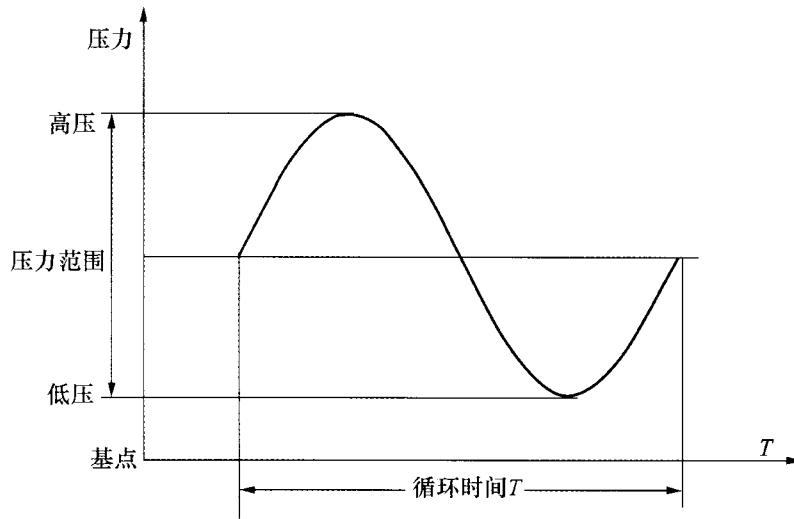


图2 典型的压力脉冲循环图

表4 热冲击性能试验参数

车辆类型	L类、M ₁ 类	M ₂ 类、N ₁ 类、N ₂ 类	M ₃ 类、N ₃ 类
温差,℃	150 ± 6	175 ± 6	200 ± 6
循环频率,次/h	≥ 30		
最少循环次数	3000		

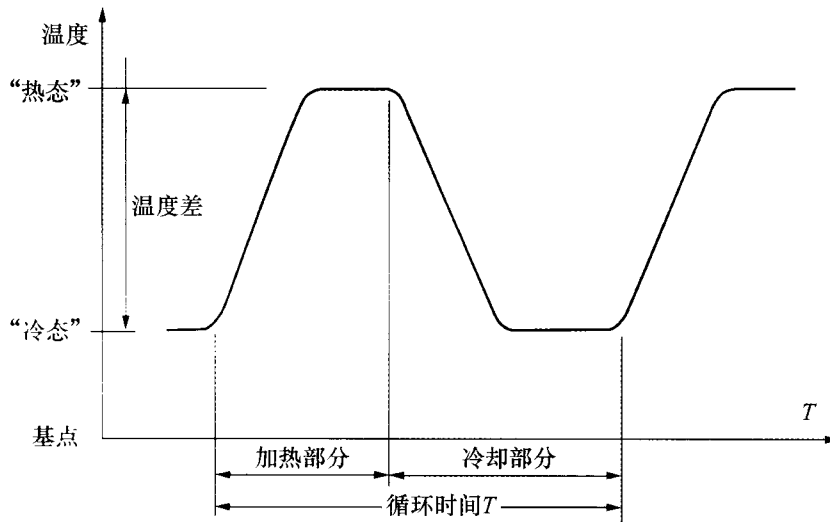


图3 典型的热冲击循环图

5.7 清洁度

往中冷器热侧注入其容积60%的试验用清洗液,按照GB/T 3821规定方法进行测试。试验用清洗液应符合GB/T 3821的要求。

5.8 试验结果的数据处理和评定

5.8.1 试验中原始数据、测量参数及计算结果,填入相应中冷器散热性能与压力降试验记录整理表,见附录B;将试验结果绘制成相应的性能曲线。

5.8.2 密封性试验、静压强度试验、压力脉冲强度试验、热冲击强度试验、振动试验中原始数据及测量参数,填入中冷器可靠性试验记录表,见附录 C。

6 检验规则

6.1 出厂检查

中冷器出厂前,检验部门应按 4.2 的规定检验,检验合格并加以标记后方可出厂。

中冷器在装箱前应加以清理,内部不得有任何杂质存在。

6.2 型式检验

有下列情况之一时,除应按 4.2 的规定检验外,还应按第 4 章规定对产品进行检验。

- 新产品投产前或老产品转厂生产前的鉴定。
- 产品的结构、工艺或材料发生重大的更改,有可能影响产品性能时。
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。
- 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

型式检验是经出厂检验合格的产品。

6.3 检验内容

检验内容按表 5 的规定进行。

表 5 检验内容

序号	检验项目	型式检验	出厂检验
1	安装尺寸	—	√
2	外观	—	√
3	密封性能试验	—	√
4	散热性能、压力降试验	√	—
5	静压试验	√	—
6	振动试验	√	—
7	压力脉冲试验	√	—
8	热冲击试验	√	—

6.4 抽样与判定规则

抽样与判定规则由供需双方协商确定。

7 标志、包装、运输、储存

7.1 标志

每个产品上应标明:制造厂名称或代号、产品名称、零件号、出厂日期。

7.2 包装

产品按用户的要求进行包装,进出气口必须用防尘盖密封。

7.3 运输

产品在运输中应防止磕碰、划伤、变形。

7.4 储存

产品应储存在通风、清洁、干燥、无腐蚀性气体的环境中,在正常保管情况下,自出厂之日起,制造厂应保证中冷器在 12 个月内不得有表面腐蚀想象。

附 录 A
(规范性附录)

空-空中冷器散热性能与压力降试验计算方法

A.1 热侧空气放热量

A.1.1 热侧空气流量的计算:

A.1.1.1 热侧空气密度的计算:

热侧测量处空气密度按式(A.1)计算:

$$\rho_{ah} = 1.293 \times \frac{273.15}{T_{ah}} \times \frac{p_{ah}}{1.01325 \times 10^5} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- ρ_{ah} ——热侧测量处空气密度,kg/m³;
- p_{ah} ——热侧测量处空气绝对压力,Pa;
- T_{ah} ——热侧测量处空气温度,K。

A.1.1.2 热侧空气风速及流量计算:

热侧测点风速按式(A.2)计算:

$$v_{ah} = \sqrt{\frac{2h}{\rho_{ah}}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- v_{ah} ——热侧测点风速,m/s;
- h ——热侧测点动压,Pa。

热侧空气体积流量按式(A.3)计算:

$$V_{ah} = A_{ah} \cdot v_{ah} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- V_{ah} ——热侧空气体积流量,m³/s;
- A_{ah} ——热侧测量处管路截面面积,m²。

热侧空气质量流量按式(A.4)计算:

$$G_{ah} = V_{ah} \cdot \rho_{ah} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

- G_{ah} ——热侧空气质量流量,kg/s。

A.1.2 热侧空气放热量的计算:

热侧空气放出的热流量按式(A.5)计算:

$$Q_{ah} = G_{ah} \cdot C_{p_{ah}} \cdot (T_{ahi} - T_{aho}) \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

- Q_{ah} ——热侧空气放出的热流量, kW;
- $C_{p_{ah}}$ ——热侧空气比定压热容, kJ/(kg·°C);
- T_{ahi} ——热侧空气进口温度, °C;
- T_{aho} ——热侧空气出口温度, °C。

A.2 冷侧空气吸热量

A.2.1 冷侧空气流量的计算:

A.2.1.1 使用皮托管测量时:

A.2.1.1.1 冷侧空气密度的计算:

冷侧测量处空气密度按式(A.6)计算:

$$\rho_{ac} = 1.293 \times \frac{273.15}{T_{ac}} \times \frac{P_{ambc}}{1.01325 \times 10^5} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

- ρ_{ac} ——冷侧测量处空气密度, kg/m³;
- P_{ambc} ——冷侧测量处的空气绝对压力, Pa;
- T_{ac} ——冷侧测量处空气温度, K。

A.2.1.1.2 冷侧空气风速、风筒速度场系数及流量的计算:

冷侧各测点动压的算术平均值按式(A.7)计算:

$$p_{ac} = \frac{1}{m}(h_1 + h_2 + \dots\dots h_m) \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

- p_{ac} ——冷侧各测点动压的算术平均值, Pa;
- $h_1, h_2, \dots\dots h_m$ ——冷侧各测点动压, Pa;
- m ——测点数目。

冷侧测量截面处平均风速按式(A.8)计算:

$$v_{amc} = \sqrt{\frac{2p_{ac}}{\rho_{ac}}} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

- v_{amc} ——冷侧测量截面处平均风速, m/s。

冷侧中心风速按式(A.9)计算:

$$v_{oc} = \sqrt{\frac{2h_o}{\rho_{ac}}} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

- v_{oc} ——冷侧中心风速, m/s;
- h_o ——冷侧中心测点动压, Pa。

风筒速度场系数按式(A.10)计算:

$$D = \frac{v_{amc}}{v_{oc}} \dots\dots\dots (A.10)$$

式中:

D ——风筒速度场系数。

冷侧空气体积流量按式(A.11)计算:

$$V_{ac} = D \cdot A_{lc} \cdot v_{oc} \dots\dots\dots (A.11)$$

式中:

V_{ac} ——冷侧空气体积流量, m^3/s ;

A_{lc} ——冷侧测量处风筒截面面积, m^2 。

冷侧空气质量流量按式(A.12)计算:

$$G_{ac} = V_{ac} \cdot \rho_{ac} \dots\dots\dots (A.12)$$

式中:

G_{ac} ——冷侧空气质量流量, kg/s 。

A.2.1.2 使用孔板测量时的计算:

冷侧空气体积流量按式(A.13)计算:

$$V_{ac} = \alpha \cdot \varepsilon \cdot a \sqrt{\frac{2\Delta p_{ak}}{\rho_{ac}}} \dots\dots\dots (A.13)$$

式中:

V_{ac} ——冷侧空气体积流量, m^3/s ;

α ——流量系数;

ε ——空气膨胀修正系数;

a ——孔板开孔面积, m^2 ;

Δp_{ak} ——孔板前后压差, Pa ;

ρ_{ac} ——冷侧测量处空气密度, kg/m^3 。

冷侧空气质量流量按式(A.14)计算:

$$G_{ac} = V_{ac} \cdot \rho_{ac} \dots\dots\dots (A.14)$$

式中:

G_{ac} ——冷侧空气质量流量, kg/s 。

A.2.2 冷侧空气吸热量的计算:

冷侧空气吸入的热流量按式(A.15)计算:

$$Q_{ac} = G_{ac} \cdot Cp_{ac} \cdot (T_{aco} - T_{aci}) \dots\dots\dots (A.15)$$

式中:

Q_{ac} ——冷侧空气吸入的热流量, kW ;

Cp_{ac} ——冷侧空气比定压热容, $kJ/(kg \cdot ^\circ C)$;

T_{aco} ——冷侧空气出口平均温度, $^\circ C$;

T_{aci} ——冷侧空气进口温度, $^\circ C$ 。

A.3 正面风速

正面风速按式(A.16)计算:

$$v_f = \frac{V_a}{A_f} \dots\dots\dots (A.16)$$

式中:

- v_f ——正面风速,m/s;
- V_a ——空气体积流量,m³/s;
- A_f ——中冷器芯子正面面积,m²。

A.4 测量数值的判断

某一工况下冷侧吸热量与热侧放热量之间必须满足式(A.17)。

$$\left| \frac{Q_{ah} - Q_{ac}}{Q_{ah}} \right| \times 100\% \leq 5\% \dots\dots\dots (A.17)$$

式中:

- Q_{ah} ——热侧空气的放热量,kW;
- Q_{ac} ——冷侧空气的吸热量,kW。

A.5 散热量

空-空中冷器内冷热空气进行热交换的散热量按式(A.18)计算:

$$Q = \frac{Q_{ah} + Q_{ac}}{2} \dots\dots\dots (A.18)$$

式中:

- Q ——空-空中冷器的散热量,kW。

A.6 传热系数

传热系数按式(A.19)计算:

$$K = \frac{Q}{A_c \cdot \Delta t_m} \dots\dots\dots (A.19)$$

式中:

- K ——传热系数,W/(m²·°C);
- A_c ——散热面积,m²;
- Δt_m ——平均温差,°C。

附录 B
(规范性附录)

空-空中冷器散热性能与压力降试验记录表

中冷器型号: _____ 制造单位: _____ 配套车型: _____ 发动机型号: _____
 芯子尺寸(芯高×芯宽×芯厚): _____ mm 散热面积: _____ m² 热侧流通截面积: _____ cm²
 条件 1: 增压空气流量: _____ kg/s 热侧进口温度: _____ °C 热侧进口压力: _____ kPa 风速: _____ m/s
 条件 2: 增压空气流量: _____ kg/s 热侧进口温度: _____ °C 热侧进口压力: _____ kPa 风速: _____ m/s
 环境温度: _____ °C 大气压力: _____ kPa 环境湿度: _____ %
 试验人员: _____ 试验时间: _____

工况点	热侧						冷侧						试验数据分析									
	质量流量 kg/s	进口温度 °C	出口温度 °C	温度差 °C	进口压力 kPa	出口压力 kPa	压力降 kPa	放热量 kW	质量流量 kg/s	迎面风速 m/s	进口温度 °C	出口温度 °C	温度差 °C	进口压力 Pa	出口压力 Pa	冷侧压力降 Pa	吸热量 kW	对数平均温差 °C	管内平均流速 m/s	热平衡误差 %	传热系数 W/(°C·m ²)	
	G_{ah}	T_{ahi}	T_{aho}	ΔT_{ah}	p_{ahi}	p_{aho}	Δp_{ah}	Q_{ah}	G_{ac}	v_{ac}	T_{aci}	T_{aco}	ΔT_{ic}	p_{aci}	p_{aco}	Δp_{ac}	Q_{ac}	ΔT_m	v_{ahm}	δ	K	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

附 录 D
(规范性附录)
术语与符号

符号	术语	单位
E_a	中冷器冷却效率	%
T_a	环境温度	℃
T_{aci}	中冷器冷侧进口温度	℃
T_{aco}	中冷器冷侧出口平均温度	℃
T_{ahi}	中冷器热侧进口温度	℃
T_{aho}	中冷器热侧出口温度	℃
Δp_{ah}	热侧压力降	kPa
Δp_{ac}	冷侧压力降	Pa
G_{ah}	热侧空气质量流量	kg/s
Q_{ah}	热侧空气放热量	kW
$C_{p_{ah}}$	热侧空气比定压热容	kJ/(kg·℃)
V_{ac}	冷侧空气体积流量	m ³ /s
G_{ac}	冷侧空气质量流量	kg/s
Q_{ac}	冷侧空气吸热量	kW
$C_{p_{ac}}$	冷侧空气比定压热容	kJ/(kg·℃)
v_f	正面风速	m/s
A_f	中冷器芯子正面积	m ²
Q	中冷器散热量	kW
K	传热系数	W/(m ² ·℃)
A_c	散热面积	m ²
ΔT_m	对数平均温差	℃
F_h	中冷器热侧散热面积	m ²

中华人民共和国汽车行业标准

汽车空-空中冷器技术条件

QC/T 828—2010

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

880×1230毫米 1/16 1.25印张 31千字

2010年10月第1版 2010年10月第1次印刷

印数1—700册

☆

统一书号:1580177·520

定价:15.00元

版权专有 侵权必究

S/N:1580177·520



9 158017 752007 >