

**TB**

# 中华人民共和国铁道行业标准

**TB/T 1819—2006**

代替 TB/T 1735—1986, TB/T 1819—1996

---

## 内燃机车柴油机用中冷器

Intercooler for diesel locomotive

2006-08-07 发布

2007-01-01 实施

**中华人民共和国铁道部 发布**

## 目 次

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 前 言 .....                                   | Ⅱ  |
| 1 范 围 .....                                 | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                             | 1  |
| 3 技术要求 .....                                | 1  |
| 4 试验方法和检验规则 .....                           | 3  |
| 4.1 型式试验 .....                              | 3  |
| 4.1.1 试验总则 .....                            | 3  |
| 4.1.2 性能试验(研究性试验) .....                     | 3  |
| 4.1.3 振动和冲击试验 .....                         | 5  |
| 4.1.4 性能试验 .....                            | 5  |
| 4.2 出厂检验 .....                              | 5  |
| 4.2.1 检验项目 .....                            | 5  |
| 4.2.2 检验规则 .....                            | 5  |
| 5 标志、包装、运输和贮存 .....                         | 6  |
| 附录 A(规范性附录) 中冷器传热面积、气流横截面积和水流横截面积计算方法 ..... | 7  |
| 附录 B(规范性附录) 中冷器性能试验计算表 .....                | 12 |

## 前 言

本标准代替 TB/T 1819—1996《内燃机车用柴油机中冷器技术条件》和 TB/T 1735—1986《内燃机车中冷器性能试验方法》。

本标准与 TB/T 1819—1996 相比主要技术内容变化如下：

- 将原标准第 3 章第 3.16 条表 1 中冷器性能指标中的空气质量流速改为空气质量流量；空气阻力改为中冷器配机时的空气压力损失；增加了柴油机增压压力指标；将传热系数改作参考参数（本标准第 3.15 条表 1）；
- 增加了部分机车柴油机用中冷器的性能指标（本标准第 3.15 条表 1）；
- 增加了中冷器性能试验时空气压力损失与配机时空气压力损失的换算方法（本标准第 3.16 条）；
- 将 TB/T 1735—1986《中冷器性能试验方法》的内容纳入到本标准中（本标准第 4.1.2 条）；
- 增加了中冷器振动和冲击试验（本标准第 4.1.3 条）；
- 增加了产品应附带使用维护说明书的要求（本标准第 5.4 条）；
- 增加了中冷器传热面积、气流横截面积和水流横截面积计算方法（本标准附录 A）；
- 增加了空气质量流量的计算方法（本标准附录 B 表 B.1）。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录。

本标准由铁道行业内燃机车标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要由中国北车集团大连机车研究所和铁道部标准计量研究所负责起草，中国北车集团大连机车车辆有限公司、中国北车集团北京二七机车厂、GEA（芜湖）川崎机械制冷设备有限公司和大连通用热力系统有限公司参与起草。

本标准主要起草人：孔丽君、王勋村、吴平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为

- TB/T 1735—1986；
- TB/T 1819—1987、TB/T 1819—1996。

## 内燃机车柴油机用中冷器

### 1 范 围

本标准规定了内燃机车柴油机用增压空气中间冷却器(以下简称中冷器)的技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存等要求。

本标准适用于内燃机车柴油机用新造中冷器。内燃动车柴油机及发电机组柴油机用新造中冷器也可参照本标准执行。

### 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 191—2000 包装储运图示标志(ISO 780:1997 EQV)

GB/T 1527—1997 铜及铜合金拉制管

GB/T 2059—2000 铜及铜合金带材

GB/T 3131—2001 锡铅钎料(ISO 9453:1990 NEQ)

GB/T 6418—1993 铜基钎料(JIS Z3262 NEQ)

GB/T 8891—2000 铜及铜合金散热扁管(ISO 2936:1975 NEQ)

GB/T 13306—1991 标牌

TB/T 3058—2002 铁路应用 机车车辆设备 冲击和振动试验(IEC 61373:1999, IDT)

### 3 技术要求

3.1 中冷器应按照经规定程序批准的产品图样和设计文件制造,并符合本标准的规定。

3.2 同型号的中冷器应具有互换性。

3.3 中冷器零件使用的各种材料和焊料应符合有关标准的规定。焊料应符合 GB/T 3131—2001 和 GB/T 6418—1993 或其他相关标准的规定;冷却管应符合 GB/T 1527—1997 或 GB/T 8891—2000 或其他相关标准的规定;散热片应符合 GB/T 2059—2000 或其他相关标准的规定。

3.4 中冷器冷却管应光洁平直,不应有凹凸和弯曲,管子端面应平整,不应有压皱和截面减少的现象。

3.5 中冷器散热片应平整,不应有倒伏、卷曲和破裂,其上的开口应整齐光洁。

3.6 管片式中冷器的片距应均匀,每 10 个片距的偏差应在  $\pm 1$  mm 之内,相邻两片平行度公差为规定片距的 15%;散热片总数可在  $\pm 1\%$  的范围内变动。管带式中冷器的波距应均匀,每 5 个波距的偏差应在  $\pm 1$  mm 之内,每条波纹带总波数可在  $\pm 1\%$  的范围内变动。

3.7 散热片与冷却管应紧固密合,中冷器芯子为焊接结构的散热片或波纹带与冷却管的焊着率不应低于 90%。

注:焊着率即为散热片或波纹带沿冷却管两侧直边的实际焊着长度与理论焊着长度之比。

3.8 胀接式中冷器冷却管与管板组装加工后,冷却管端部不应有起皮、微裂纹等现象。

焊接式中冷器冷却管与管板组装加工后,需用专用塞规插入管内检查,以保证管内畅通;塞规横截面积应不小于冷却管横截面积的 85%,插入深度应不小于冷却管深度的 30%。

3.9 冷却管如有渗漏,只允许加套管,套管根数不应多于总根数的 1%。加套管的中冷器应在标牌上

加标识和数量。

- 3.10 中冷器壳体的内外表面应光滑平整;内表面应做可靠的防锈处理。
- 3.11 中冷器组装过程中,法兰密封面可涂密封材料。
- 3.12 中冷器组装完成之后,应分别对水腔和增压空气腔进行密封性试验,水腔试验压力为工作压力的1.5倍,增压空气腔试验压力为1.2倍的工作压力,保压时间不少于20min,不应有漏气现象。试验后应彻底清除积水。
- 3.13 在彻底清除内部杂质、污物后,应封闭中冷器进、出水道和气道,并按产品图样的规定进行油漆。
- 3.14 中冷器的传热面积、气流横截面积、水流横截面积的计算按附录A的规定进行。
- 3.15 按4.1.2的规定,对中冷器进行性能试验。基本型号机车柴油机用中冷器的性能指标应符合表1的规定。中冷器的水压力损失应满足供需双方的约定值。

表1 基本型号机车柴油机用中冷器的性能指标

| 序号 | 机车型号                                                                                              | 柴油机型号                    | 额定试验工况                        |                         |                                     |                         | 散热量<br>$Q_a$<br>(kW) | 柴油机增<br>压压力<br>$p_k$<br>(MPa) | 中冷器配<br>机时空气<br>压力损失<br>$\Delta p_k$<br>(Pa) | 传热系数 <sup>a</sup><br>$k$<br>[W/(m <sup>2</sup> ·K)] |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|    |                                                                                                   |                          | 空气质量<br>流量<br>$G_a$<br>(kg/s) | 进气温度<br>$t_{a1}$<br>(℃) | 水流量<br>$V_w$<br>(m <sup>3</sup> /h) | 进水温度<br>$t_{w1}$<br>(℃) |                      |                               |                                              |                                                     |
| 1  | DF <sub>4B</sub>                                                                                  | 16V240ZJB                | 2.26                          | 145                     | 50                                  | 52                      | ≥200                 | 0.246                         | ≤1 230                                       | ≥107                                                |
| 2  | DF <sub>4C</sub>                                                                                  | 16V240ZJC                | 3.05                          | 185                     | 52.5                                | 52                      | ≥358                 | 0.28                          | ≤2 180                                       | ≥129                                                |
| 3  | DF <sub>4D</sub>                                                                                  | 16V240ZJD                | 3.2                           | 195                     | 67.5                                | 52                      | ≥393                 | 0.33                          | ≤4 100                                       | ≥146.5                                              |
| 4  | DF <sub>5</sub>                                                                                   | 8V240ZJ                  | 0.7                           | 156                     | 13.75                               | 45                      | ≥66                  | 0.318                         | ≤535                                         | ≥123                                                |
| 5  | DF <sub>5D</sub>                                                                                  | 8V240ZJD                 | 3.2                           | 190                     | 60                                  | 52                      | ≥377                 | 0.33                          | ≤6 500                                       | ≥220                                                |
| 6  | DF <sub>7</sub> /DF <sub>7B</sub>                                                                 | 12V240ZJ1/<br>12V240ZJ7  | 2.00                          | 160                     | 55                                  | 55                      | ≥192                 | 0.235/<br>0.265               | ≤2 710/<br>2 400                             | ≥197                                                |
| 7  | DF <sub>7C</sub> /DF <sub>7D</sub>                                                                | 12V240ZJ6/<br>12V240ZJ6A | 2.25                          | 176                     | 55                                  | 55                      | ≥252                 | 0.251/<br>0.275               | ≤2 210/<br>2 020                             | ≥157                                                |
| 8  | DF <sub>8</sub>                                                                                   | 16V280ZJ                 | 3.6                           | 162                     | 50                                  | 50                      | ≥363                 | 0.265                         | ≤4 700                                       | ≥228                                                |
| 9  | DF <sub>8B</sub> 、DF <sub>9</sub> 、<br>DF <sub>11</sub> 、DF <sub>11Z</sub> 、<br>DF <sub>11G</sub> | 16V280ZJA                | 3.83                          | 170                     | 50                                  | 50                      | ≥406                 | 0.282                         | ≤4 000                                       | ≥224                                                |
| 10 | DF <sub>10D</sub> 、<br>DF <sub>10F</sub>                                                          | 12V240ZJD                | 2.5                           | 190                     | 52.5                                | 52                      | ≥265                 | 0.33                          | ≤6 450                                       | ≥158                                                |

a 传热系数为参考指标。

3.16 中冷器配机时的空气压力损失应按照公式(1)进行换算。

$$\Delta p_k = \frac{w_k}{w_1} \cdot \Delta p_a = \frac{\rho_1}{\rho_k} \cdot \Delta p_a \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $\Delta p_k$ ——配机时中冷器的空气压力损失;
- $\Delta p_a$ ——性能试验时中冷器的空气压力损失;
- $w_k$ ——配机时中冷器内的空气流速;
- $w_1$ ——性能试验时中冷器内的空气流速;
- $\rho_1$ ——性能试验时中冷器进口空气密度;
- $\rho_k$ ——配机时中冷器进口空气密度。

## 4 试验方法和检验规则

### 4.1 型式试验

#### 4.1.1 试验总则

##### 4.1.1.1 基本要求

4.1.1.1.1 提交试验的中冷器应符合产品设计图样、设计文件和第3章的要求。

4.1.1.1.2 试验测量用的各种仪器仪表均应按期进行计量检定。

##### 4.1.1.2 试验范围

属于下列情况之一者应进行型式试验：

- a) 新产品鉴定时；
- b) 产品异地生产时；
- c) 产品停产二年及以上恢复生产时；
- d) 当改变产品的设计、工艺、材料等产品性能有较大影响时；
- e) 连续生产二年或累计生产500台时；
- f) 用户要求时。

##### 4.1.1.3 抽样数量

按4.1.1.2规定的每一试验范围对中冷器进行型式试验时，应抽取两台中冷器样品。

注：供需双方对型式试验样品数量有特殊约定的，按双方协议执行。

##### 4.1.1.4 试验项目和次序

试验项目包括性能试验、振动和冲击试验。

试验应按以下次序进行：性能试验（研究性试验）、振动和冲击试验、性能试验。

注：供需双方对型式试验项目有特殊约定的，按双方协议执行。

#### 4.1.2 性能试验（研究性试验）

##### 4.1.2.1 试验设备

###### 4.1.2.1.1 整体组成

中冷器性能试验设备为中冷器试验台。为了模拟内燃机车中冷器的实际运用工况，满足流体流量和温度调控，以及对各有关参数进行测量的需要，中冷器试验台应由空气系统和水系统两部分所组成。

###### 4.1.2.1.2 空气系统

4.1.2.1.2.1 空气系统应由风机组、风洞、风量调节装置、空气加热装置，以及测量空气流量、温度和压力用的仪器仪表等组成。

4.1.2.1.2.2 风洞应由入口段、整流段、收缩段、测量段和试验段等部分组成。

4.1.2.1.2.3 应对风洞测量段和试验段采取严格的隔热保温措施。

4.1.2.1.2.4 风洞测量段的流场系数 $\epsilon$ 不应低于95%。

4.1.2.1.2.5 测量中冷器进出口空气静压用的测压孔，宜设置于距中冷器进出口100 mm~150 mm处；沿压力测量横截面四周应均匀地设置数个（不少于4个）直径为 $\phi 1$  mm~ $\phi 2$  mm的测压孔；测压孔应垂直于风洞壁面；壁面应光滑平整，不应有毛刺。在测压孔上焊接的测压管，其内孔与测压孔应在同一中心线上；用测压环将数个测压管连通在一起。

###### 4.1.2.1.3 水系统

4.1.2.1.3.1 水系统应由水泵组、水加热装置、水温调节装置、水流量调节装置、水流量测量装置、储水箱、排气装置和管路，以及测量水流量、水温度和水压力的仪器仪表等组成。

4.1.2.1.3.2 应对测量中冷器进出口水温度用的一段水管路，采取严格的隔热保温措施。

4.1.2.1.3.3 测量中冷器进出口水温用的仪器仪表，宜尽量设置于距中冷器进出口一段距离的等直管段处。

4.1.2.1.3.4 测量中冷器进出口水压力用的测压孔,宜设置于距中冷器进出口一段距离的等直管段处;测压孔直径宜为  $\phi 1\text{ mm} \sim \phi 2\text{ mm}$ ;测压孔应垂直于管壁;管壁应光滑平整,不应有毛刺。

4.1.2.2 测量用仪器仪表  
测量用仪器仪表见表 2。

表 2 测量用仪器仪表

| 测量参数           |                       | 试验用仪器仪表       |       |         |                             |
|----------------|-----------------------|---------------|-------|---------|-----------------------------|
| 名称             | 单位                    | 名称            | 准确度   | 数量      | 备注                          |
| 中冷器空气流量(空气动力压) | Pa                    | 皮托—静压管及差压力变送器 | 0.5 级 | 1 套     | 或采用<br>准确度相<br>当的其他<br>仪器仪表 |
| 中冷器水流量         | $\text{m}^3/\text{h}$ | 涡轮流量变送器及频率计   | 0.5 级 | 1 套     |                             |
| 中冷器进出口空气温度     | $^{\circ}\text{C}$    | 温度传感器         | B 级   | 至少各 9 支 |                             |
| 中冷器进出口水温度      | $^{\circ}\text{C}$    | 温度传感器         | A 级   | 各 1 支   |                             |
| 中冷器前空气压力       | Pa                    | 差压力变送器        | 0.5 级 | 1 支     |                             |
| 中冷器空气压力损失      | Pa                    | 差压力变送器        | 0.5 级 | 1 支     |                             |
| 中冷器水压力损失       | Pa                    | 差压力变送器        | 0.5 级 | 1 支     |                             |
| 大气压力           | Pa                    | 压力变送器         | 0.5 级 | 1 支     |                             |

4.1.2.3 测试参数

性能试验的测试参数见附录 B 表 B.1。

4.1.2.4 传热和压力损失性能试验

4.1.2.4.1 传热和空气压力损失性能试验

4.1.2.4.1.1 中冷器的传热和空气压力损失性能试验是以实物在专用的中冷器试验台上进行的。

4.1.2.4.1.2 中冷器的传热和空气压力损失性能试验,是将中冷器的水流量  $V_w$ 、进口水温度  $t_{w1}$  和进口空气温度  $t_{a1}$  调节并固定于规定值,对选定的空气质量流量  $G_a$  进行试验的。当水流量  $V_w$ 、进口水温度  $t_{w1}$  和进口空气温度  $t_{a1}$  均稳定之后,应同时采集附录 B 表 B.1 所列的各有关参数。对每一个试验工况点均应重复采集数据 3 次或以上,以各参数的平均值作为试验结果。

4.1.2.4.1.3 在保持中冷器的水流量  $V_w$ 、进口水温度  $t_{w1}$  和进口空气温度  $t_{a1}$  于规定值不变的情况下,在规定的空气质量流量  $G_a$  (按 3.15 表 1 和附录 B 表 B.1 计算得出)附近范围内,应选取不少于 6 个不同的空气质量流量  $G_a$ ,每两个相邻空气质量流量之间的间隔宜在  $2f_a(\text{kg/s})$  左右。按 4.1.2.4.1.2 的要求,对不同的空气质量流量  $G_a$  逐一进行试验。

4.1.2.4.1.4 中冷器进口空气温度  $t_{a1}$  与规定值的允差为  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

4.1.2.4.1.5 中冷器进口水温度  $t_{w1}$  与规定值的允差为  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

4.1.2.4.1.6 中冷器各测点热平衡误差  $\delta$  的允差为  $\pm 5\%$ 。

4.1.2.4.1.7 根据需要,可选取其他不同的水流量  $V_w$ ,按 4.1.2.4.1.2 至 4.1.2.4.1.6 的要求,对中冷器进行不同工况下的传热和空气压力损失试验。

4.1.2.4.2 水压力损失性能试验

在规定的中冷器水流量  $V_w$  (按 3.15 表 1)附近范围内,应选取不少于 6 个不同的水流量  $V_w$ ,每两个相邻水流量之间的间隔宜在  $0.2f_w(\text{m}^3/\text{s})$  左右,逐一进行试验。当水流量  $V_w$  稳定之后,同时采集中冷器进出口的水压力  $p_{w1}$  和  $p_{w2}$ ,然后通过计算得到中冷器的水压力损失  $\Delta P_w$ ;或通过采集中冷器进出口水的压力差,直接得到中冷器的水压力损失  $\Delta P_w$ 。如果中冷器进出口水压力的测试点不在同一高度,应对水压力损失  $\Delta P_w$  进行修正。

4.1.2.5 数据计算

4.1.2.5.1 按附录 B 表 B.1 中冷器性能试验计算表的计算方法,计算中冷器的散热量  $Q_a$ 、传热系数  $k$ 、空气压力损失  $\Delta P_a$  和水压力损失  $\Delta P_w$  等参数。

4.1.2.5.2 按 3.16 的方法,将中冷器试验时空气压力损失  $\Delta P_a$  换算成配机时的空气压力损失  $\Delta P_k$ 。

4.1.2.5.3 根据试验数据计算结果,绘制  $Q_a = f(U_a)$ 、 $k = f(U_a)$ 、 $\Delta P_k = f(U_a)$  及  $\Delta P_w = f(W_w)$  的关系曲线。

#### 4.1.2.6 检验规则

按规定试验工况进行的中冷器性能试验,各项性能试验结果应符合 3.15 的规定。

#### 4.1.3 振动和冲击试验

##### 4.1.3.1 试验设备

4.1.3.1.1 振动和冲击试验设备应具有足够的承载能力。

4.1.3.1.2 振动和冲击试验设备应能产生随机推力,并能满足 TB/T 3058—2002 对 1 类 A 级车体安装部件随机振动及冲击参数的要求。

##### 4.1.3.2 振动试验

4.1.3.2.1 安装和定位,按 TB/T 3058—2002 中 6.1 的规定。

4.1.3.2.2 固定点、控制点、参考点和响应点,按 TB/T 3058—2002 中 6.2.1 至 6.2.4 的规定。

4.1.3.2.3 试验严酷等级和频率范围,按 TB/T 3058—2002 表 2 中,对 1 类 A 级车体安装部件的规定。

4.1.3.2.4 加速度试验持续时间,按 TB/T 3058—2002 中 9.2 的规定。

##### 4.1.3.3 冲击试验

4.1.3.3.1 安装和定位,按 TB/T 3058—2002 中 6.1 的规定。

4.1.3.3.2 重复频率,按 TB/T 3058—2002 中 10.4 的规定。

4.1.3.3.3 试验严酷等级、脉冲波形和方向,按 TB/T 3058—2002 表 3 中,对 1 类 A 级和 B 级车体安装部件的规定。

4.1.3.3.4 冲击次数,按 TB/T 3058—2002 中 10.6 的规定。

##### 4.1.3.4 振动和冲击试验后的检验

###### 4.1.3.4.1 外观检查

振动和冲击试验之后,中冷器外观不应出现机械性损坏和紧固件松动的现象;中冷器安装尺寸应符合设计文件要求。

###### 4.1.3.4.2 密封性试验

按 3.12 的规定,对经振动和冲击试验之后的中冷器进行密封性试验。

#### 4.1.4 性能试验

按 4.1.2 的规定,对经振动和冲击试验之后的中冷器进行性能试验。性能指标应符合 3.15 的规定。

#### 4.2 出厂检验

##### 4.2.1 检验项目

###### 4.2.1.1 外观检查

按产品设计图样、设计文件和第 3 章的规定,进行外观及安装尺寸检查。

###### 4.2.1.2 密封性试验

按 3.12 的规定,对中冷器进行密封性试验。

##### 4.2.2 检验规则

4.2.2.1 应对每台中冷器进行出厂检验。

4.2.2.2 中冷器经技术检验部门检验合格并出具合格证后方可出厂。

## 5 标志、包装、运输和贮存

5.1 每个中冷器应在易于观察的位置,设置能在整个使用期内保持清晰的标牌,标牌的型式与尺寸应符合 GB/T 13306—1991 的规定,其内容至少包括:

- a) 产品名称;
- b) 产品型号;
- c) 出厂编号;
- d) 出厂日期;
- e) 制造厂名称(或商标代号);
- f) 套管数量。

5.2 中冷器应装入衬有防水材料的干燥、结实的专用包装箱内。

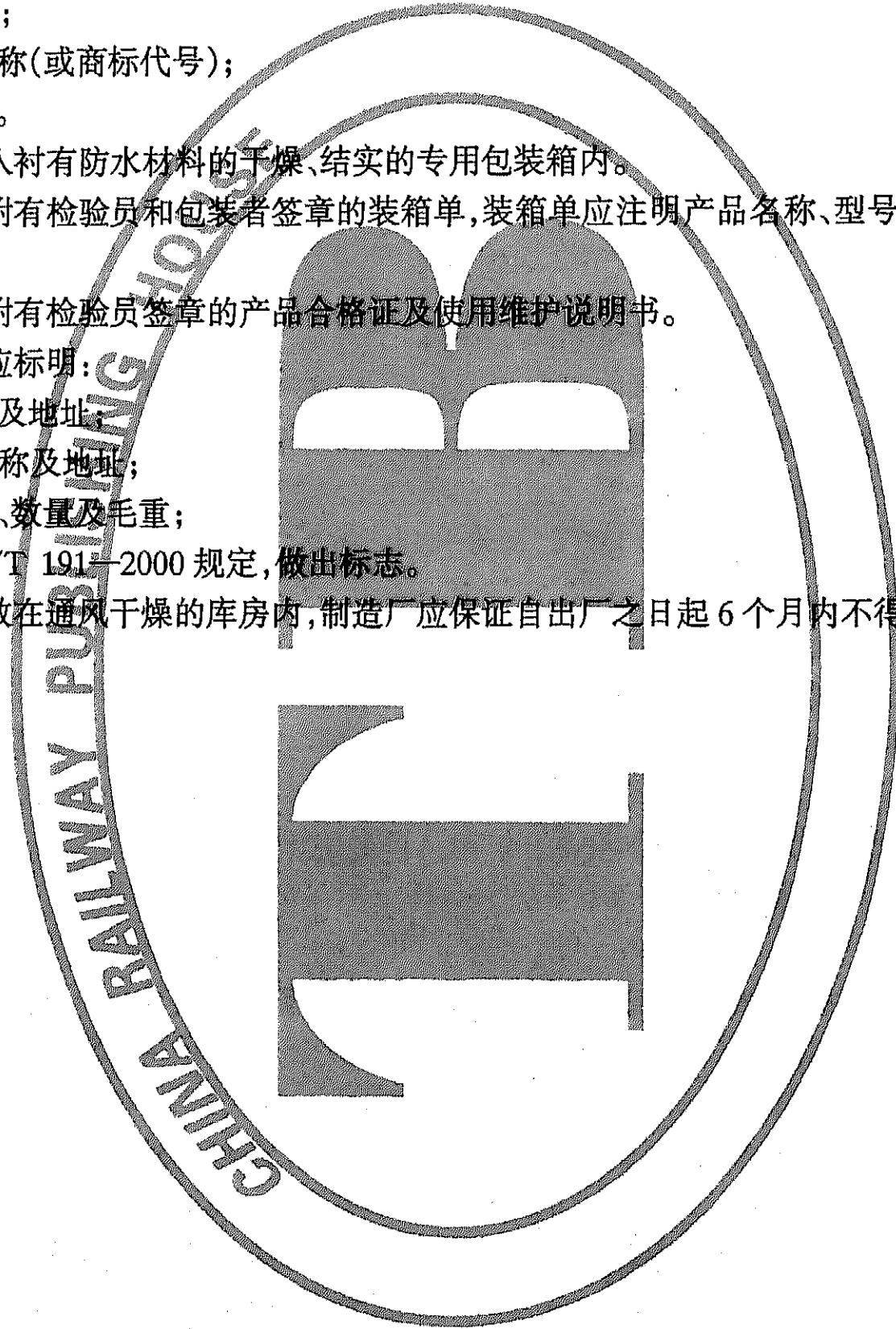
5.3 包装箱内应附有检验员和包装者签章的装箱单,装箱单应注明产品名称、型号、数量、出厂编号和出厂日期。

5.4 包装箱内应附有检验员签章的产品合格证及使用维护说明书。

5.5 包装箱外部应标明:

- a) 收货单位及地址;
- b) 制造厂名称及地址;
- c) 产品名称、数量及毛重;
- d) 按照 GB/T 191—2000 规定,做出标志。

5.6 中冷器应存放在通风干燥的库房内,制造厂应保证自出厂之日起 6 个月内不得锈蚀。



## 附录 A

(规范性附录)

## 中冷器传热面积、气流横截面积和水流横截面积计算方法

## A.1 扁管串片式中冷器

## A.1.1 传热面积

A.1.1.1 扁管空气侧总传热面积  $F_t$ 

$$F_t = N_t f_t = N_t [\pi a + 2(b - a)](L - n_t \delta_f - 2\delta'_f) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

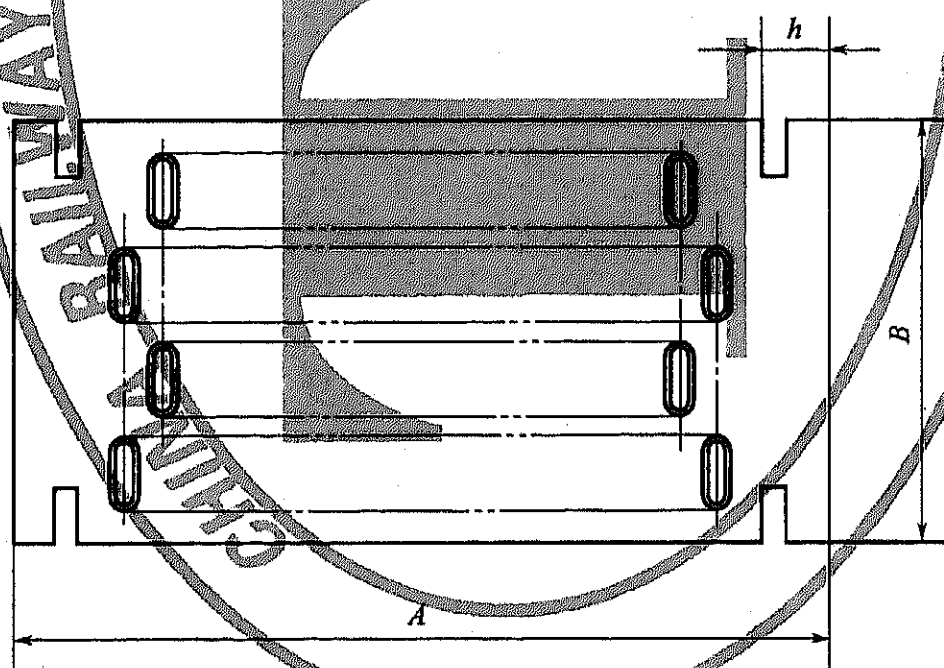
 $F_t$ ——扁管空气侧总传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ ); $f_t$ ——一根扁管空气侧传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ ); $N_t$ ——扁管总数; $a$ ——扁管断面宽度,单位为米(m); $b$ ——扁管断面长度,单位为米(m); $L$ ——扁管有效长度,单位为米(m); $n_t$ ——中冷器迎风面散热片片数; $\delta_f$ ——散热片厚度,单位为米(m); $\delta'_f$ ——端部散热片厚度,单位为米(m)。

图 A.1

A.1.1.2 散热片总传热面积  $F_f$ (图 A.1)

$$\begin{aligned} F_f &= N_f f_f + 4f'_f \\ &= 2N_f \left\{ (A - 2h)B + (A - 2h)\delta_f - N_t \left[ \frac{\pi}{4} a^2 + (b - a)a \right] \right\} \\ &\quad + 8 \left\{ (A - 2h)B + (A - 2h)\delta'_f - N_t \left[ \frac{\pi}{4} a^2 + (b - a)a \right] \right\} \quad \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

式中:

 $F_f$ ——散热片总传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ ); $N_f$ ——中冷器总散热片片数;

$f_f$ ——片散热片传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );  
 $f'_f$ ——片端部散热片传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );  
 $A$ ——散热片长度,单位为米( $\text{m}$ );  
 $B$ ——散热片宽度,单位为米( $\text{m}$ );  
 $h$ ——侧护板遮挡长度,单位为米( $\text{m}$ )。

A.1.1.3 中冷器总传热面积  $F$ 

$$F = F_t + F_f \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$F$ ——中冷器总传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ )。

A.1.2 气流横截面积  $f_a$ 

$$f_a = (A - 2h)L - N_t a L - n_t (A - 2h - N'_t a) \delta_f - 2(A - 2h - N'_t a) \delta'_f - 2N'_t C \delta_f n_t \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$f_a$ ——中冷器气流横截面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$N'_t$ ——气流横截面扁管数量;

$C$ ——散热片管孔翻边长度,单位为米( $\text{m}$ )。

A.1.3 水流横截面积  $f_w$ 

$$f_w = N_t \left[ \frac{\pi}{4} (a - 2\delta_t)^2 + (b - a)(a - 2\delta_t) \right] \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$f_w$ ——水流横截面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$\delta_t$ ——管壁厚度,单位为米( $\text{m}$ )。

## A.2 圆管串片式中冷器

## A.2.1 传热面积

A.2.1.1 圆管空气侧总传热面积  $F_t$ 

$$F_t = N_t f_t = N_t \pi d (L - n_t \delta_f) \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$F_t$ ——圆管空气侧总传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$f_t$ ——一根圆管空气侧传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$N_t$ ——圆管总数;

$L$ ——圆管有效长度,单位为米( $\text{m}$ );

$n_t$ ——中冷器迎风面散热片片数;

$\delta_f$ ——散热片厚度,单位为米( $\text{m}$ );

$d$ ——圆管外径,单位为米( $\text{m}$ )。

A.2.1.2 散热片总传热面积  $F_f$ (图 A.2)

$$F_f = N_f f_f = 2N_f \left\{ (A - 2h)B + (A - 2h)\delta_f - N_t \frac{\pi}{4} d^2 \right\} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

$F_f$ ——散热片总传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$N_f$ ——中冷器总散热片片数;

$f_f$ ——一片散热片传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$A$ ——散热片长度,单位为米(m);  
 $B$ ——散热片宽度,单位为米(m);  
 $h$ ——侧护板遮挡长度,单位为米(m)。

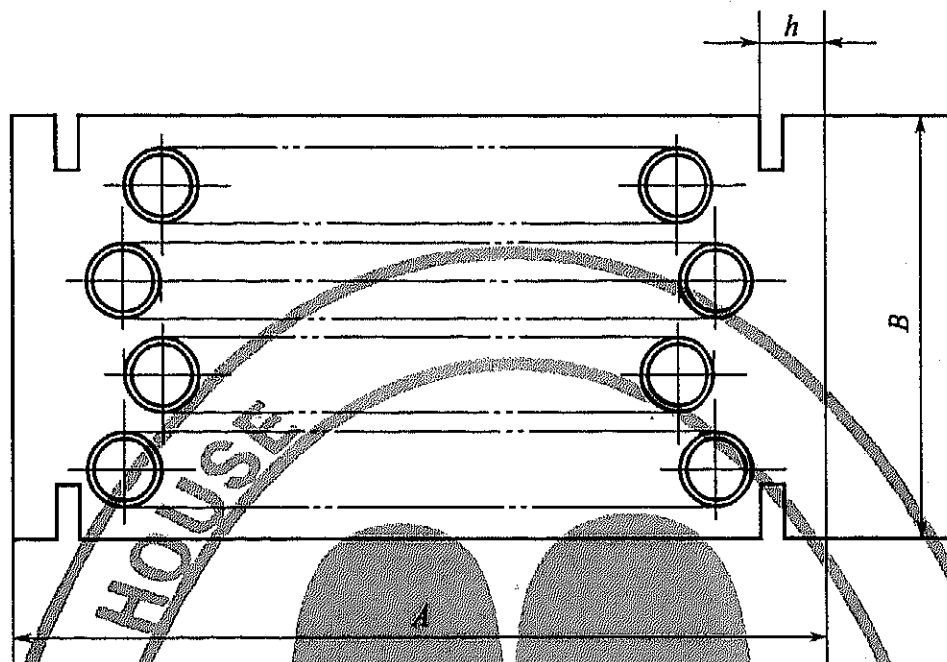


图 A.2

A.2.1.3 中冷器总传热面积  $F$ 

$$F = F_t + F_f$$

.....(8)

式中:

$F$ ——中冷器总传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ )。

A.2.2 气流横截面积  $f_a$ 

$$f_a = (A - 2h)L - N'_t d L - n_t (A - 2h - N'_t d) \delta_f - 2N'_t C \delta_f n_t$$

.....(9)

式中:

$f_a$ ——中冷器气流横截面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$N'_t$ ——气流横截面扁管数量;

$C$ ——散热片管孔翻边长度,单位为米(m)。

A.2.3 水流横截面积  $f_w$ 

$$f_w = N_t \frac{\pi}{4} (d - 2\delta_t)^2$$

.....(10)

式中:

$f_w$ ——水流横截面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$\delta_t$ ——管壁厚度,单位为米(m)。

## A.3 管带式中冷器

## A.3.1 传热面积

A.3.1.1 扁管空气侧总传热面积  $F_t$ 

$$F_t = N_t f_t = N_t [\pi a + 2(b - a)](L - 2\delta'_f)$$

.....(11)

式中:

$F_t$ ——扁管空气侧总传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$f_t$ ——一根扁管空气侧传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$N_t$ ——扁管总数;

$a$ ——扁管横截面宽度,单位为米(m);  
 $b$ ——扁管横断面长度,单位为米(m);  
 $L$ ——扁管有效长度,单位为米(m);  
 $\delta'_f$ ——端部散热片厚度,单位为米(m)。

## A.3.1.2 散热片总传热面积

## A.3.1.2.1 波纹带一个波长

$$l_f \cong 2z + \pi d = \frac{2y}{\cos\theta} + \pi d = \frac{2(H - d + d\sin\theta - \delta_f)}{\cos\theta} + \pi d \left(1 - \frac{2\theta}{180}\right) \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:

$l_f$ ——一个波长,单位为米(m);  
 $H$ ——波高,单位为米(m);  
 $x, y, z, \theta, d$ ——波形特性尺寸(图 A.3);

$P$ ——波距,单位为米(m);  
 $\delta_f$ ——翅片厚度,单位为米(m)。

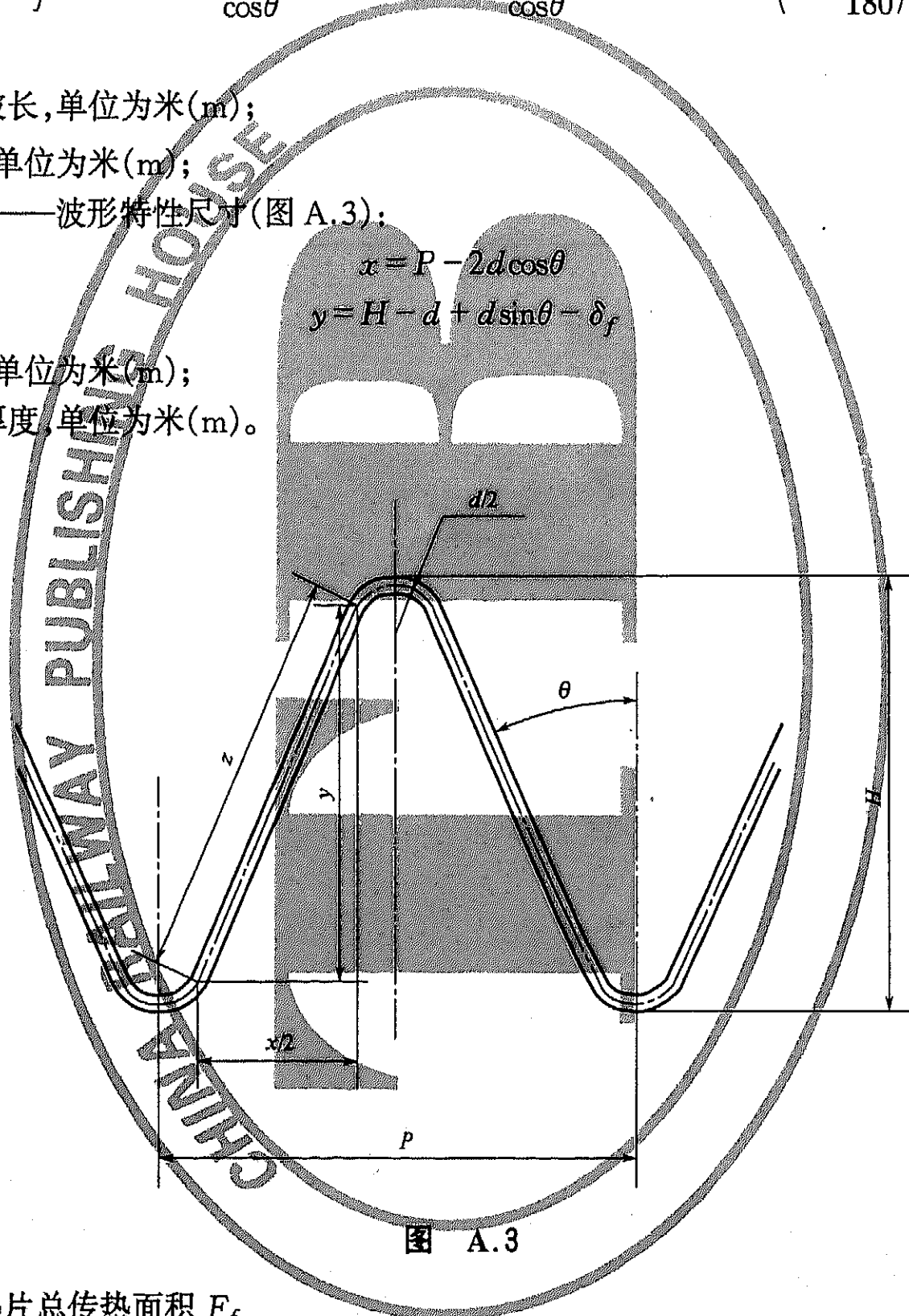


图 A.3

A.3.1.2.2 散热片总传热面积  $F_f$ 

$$\begin{aligned} F_f &= N_f f_f + f'_f = 2N_f l_f n_f B + 2f'_f \\ &= 2N_f n_f B \left( \frac{2y}{\cos\theta} + \pi d \right) + 2 \left[ A_1 B_1 - N_t \left[ \frac{\pi}{4} a^2 + (b-a)a \right] \right] + 2A_1 \delta'_f \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中:

$F_f$ ——散热片总传热面积,单位为平方米( $m^2$ );  
 $N_f$ ——波纹带总数;  
 $f_f$ ——一条波纹带传热面积,单位为平方米( $m^2$ );  
 $f'_f$ ——片端部散热片传热面积,单位为平方米( $m^2$ );

$n_f$ ——一条波纹带波数；

$B$ ——波纹带宽度,单位为米(m)；

$A_1$ ——端部散热片长度,单位为米(m)；

$B_1$ ——端部散热片宽度,单位为米(m)。

#### A.3.1.2.3 中冷器总传热面积 $F$

$$F = F_t + F_f \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中：

$F$ ——中冷器总传热面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ )。

#### A.3.2 气流横截面积 $f_a$

$$f_a = A L - n_t a L - N_f n_f l_f \delta_f - 2 \delta'_f (A_1 - n_a a) \quad \dots\dots\dots(15)$$

式中：

$f_a$ ——气流横截面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ )；

$A$ ——中冷器有效宽度,单位为米(m)；

$n_t$ ——气流横截面扁管数。

#### A.3.3 水流横截面积 $f_w$

$$f_w = N_t \left[ \frac{\pi}{4} (a - 2\delta_t)^2 + (b - a)(a - 2\delta_t) \right] \quad \dots\dots\dots(16)$$

式中：

$f_w$ ——水流横截面面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ )；

$\delta_t$ ——管壁厚度,单位为米(m)。

附录 B  
(规范性附录)  
中冷器性能试验计算表

表 B.1 \_\_\_\_\_ 型中冷器性能试验计算表

大气压力  $B$  \_\_\_\_\_ Pa 大气温度  $t$  \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$  传热面积  $F$  \_\_\_\_\_  $\text{m}^2$  气流横截面积  $f_a$  \_\_\_\_\_  $\text{m}^2$   
水流横截面积  $f_w$  \_\_\_\_\_  $\text{m}^2$  风洞测量段横截面积  $f$  \_\_\_\_\_  $\text{m}^2$  流场系数  $\epsilon$  \_\_\_\_\_ 试验日期 \_\_\_\_\_

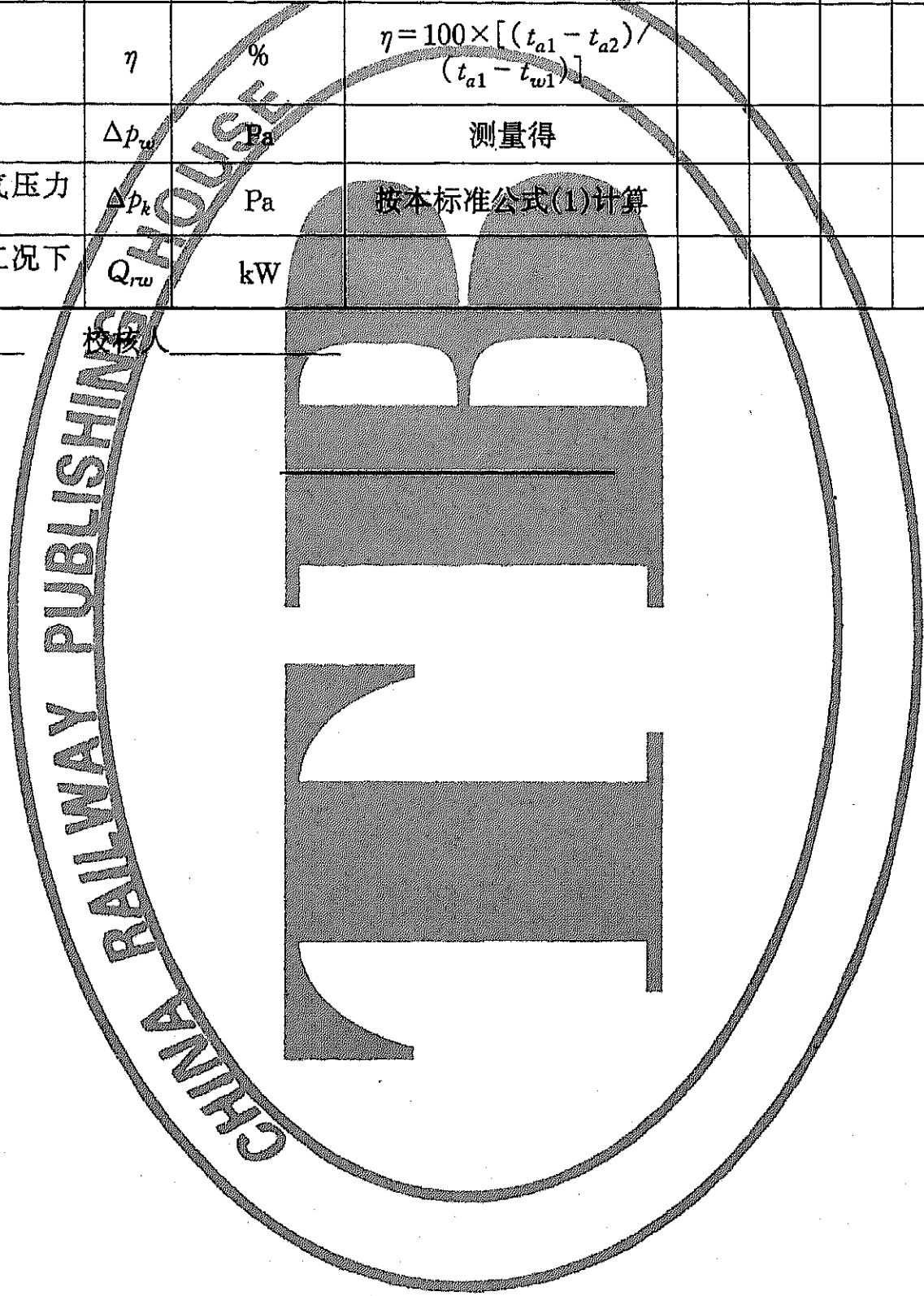
| 序号 | 参数名称       | 符号           | 单位                                      | 计算公式                                                               | 工况<br>1 | 工况<br>2 | 工况<br>3 | 工况<br>4 | 工况<br>5 | 工况<br>6 | 工况<br>7 |
|----|------------|--------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 中冷器进口空气温度  | $t_{a1}$     | $^{\circ}\text{C}$                      | 测量得                                                                |         |         |         |         |         |         |         |
| 2  | 中冷器出口空气温度  | $t_{a2}$     | $^{\circ}\text{C}$                      | 测量得                                                                |         |         |         |         |         |         |         |
| 3  | 中冷器进出口空气温差 | $\Delta t_a$ | K                                       | $\Delta t_a = t_{a1} - t_{a2}$                                     |         |         |         |         |         |         |         |
| 4  | 中冷器内空气温度   | $t_{am}$     | $^{\circ}\text{C}$                      | $t_{am} = (t_{a1} + t_{a2}) / 2$                                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 5  | 中冷器进口空气静压  | $h_{st}$     | Pa                                      | 测量得                                                                |         |         |         |         |         |         |         |
| 6  | 中冷器进口空气密度  | $\rho_{a1}$  | $\text{kg}/\text{m}^3$                  | $\rho_{a1} = (B + h_{st}) / [R \times (273 + t_{a1})]$             |         |         |         |         |         |         |         |
| 7  | 中冷器空气压力损失  | $\Delta p_a$ | Pa                                      | 测量得                                                                |         |         |         |         |         |         |         |
| 8  | 中冷器内平均空气压力 | $p_{am}$     | Pa                                      | $p_{am} = (B + h_{st}) - \Delta p_a / 2$                           |         |         |         |         |         |         |         |
| 9  | 空气定压比热     | $C_{pa}$     | $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  | 查表得(按平均温度)                                                         |         |         |         |         |         |         |         |
| 10 | 中冷器内平均空气密度 | $\rho_{am}$  | $\text{kg}/\text{m}^3$                  | $\rho_{am} = p_{am} / [R \times (273 + t_{am})]$                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 11 | 空气动压       | $\bar{h}_d$  | Pa                                      | 测量得                                                                |         |         |         |         |         |         |         |
| 12 | 空气容积流量     | $V_a$        | $\text{m}^3/\text{h}$                   | $V_a = 3600 f (2 \bar{h}_d / \rho_{a1})^{0.5}$                     |         |         |         |         |         |         |         |
| 13 | 空气质量流量     | $G_a$        | $\text{kg}/\text{s}$                    | $G_a = V_a \rho_{a1} / 3600$                                       |         |         |         |         |         |         |         |
| 14 | 中冷器内空气流速   | $W_a$        | $\text{m}/\text{s}$                     | $W_a = (V_a / 3600 \times f_a) (\rho_{a1} / \rho_{am})$            |         |         |         |         |         |         |         |
| 15 | 中冷器内空气质量流速 | $u_a$        | $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ | $u_a = G_a / f_a$                                                  |         |         |         |         |         |         |         |
| 16 | 空气散热量      | $Q_a$        | kW                                      | $Q_a = u_a \times f_a \times C_{pa} \times \Delta t_a$             |         |         |         |         |         |         |         |
| 17 | 中冷器进口水温    | $t_{w1}$     | $^{\circ}\text{C}$                      | 测量得                                                                |         |         |         |         |         |         |         |
| 18 | 中冷器出口水温    | $t_{w2}$     | $^{\circ}\text{C}$                      | 测量得                                                                |         |         |         |         |         |         |         |
| 19 | 中冷器进出口水温差  | $\Delta t_w$ | K                                       | $\Delta t_w = t_{w2} - t_{w1}$                                     |         |         |         |         |         |         |         |
| 20 | 中冷器内平均水温   | $t_{wm}$     | $^{\circ}\text{C}$                      | $t_{wm} = (t_{w1} + t_{w2}) / 2$                                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 21 | 水比热        | $C_{pw}$     | $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  | 查表得(按平均温度)                                                         |         |         |         |         |         |         |         |
| 22 | 水密度        | $\rho_w$     | $\text{kg}/\text{m}^3$                  | 查表得(按平均温度)                                                         |         |         |         |         |         |         |         |
| 23 | 水容积流量      | $V_w$        | $\text{m}^3/\text{h}$                   | 测量得                                                                |         |         |         |         |         |         |         |
| 24 | 中冷器内水流速    | $W_w$        | $\text{m}/\text{s}$                     | $W_w = V_w / (3600 \times f_w)$                                    |         |         |         |         |         |         |         |
| 25 | 水吸热量       | $Q_w$        | kW                                      | $Q_w = (V_w \times \rho_w \times C_{pw} \times \Delta t_w) / 3600$ |         |         |         |         |         |         |         |

表 B.1 (续)

| 序号 | 参数名称           | 符号           | 单位                    | 计算公式                                                                                                  | 工况<br>1 | 工况<br>2 | 工况<br>3 | 工况<br>4 | 工况<br>5 | 工况<br>6 | 工况<br>7 |
|----|----------------|--------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 26 | 热平衡误差          | $\delta$     | %                     | $100 \times [(Q_a - Q_w) / Q_a]$                                                                      |         |         |         |         |         |         |         |
| 27 | 对数平均温差         | $\Delta T$   | K                     | $\Delta T = \frac{(t_{a1} - t_{w2}) - (t_{a2} - t_{w1})}{\ln[(t_{a1} - t_{w2}) / (t_{a2} - t_{w1})]}$ |         |         |         |         |         |         |         |
| 28 | 传热系数           | $k$          | W/(m <sup>2</sup> ·K) | $k = \frac{1000 \times [Q_a / (F \times \Delta T)]}{1}$                                               |         |         |         |         |         |         |         |
| 29 | 中冷器冷却效率        | $\eta$       | %                     | $\eta = 100 \times [(t_{a1} - t_{a2}) / (t_{a1} - t_{w1})]$                                           |         |         |         |         |         |         |         |
| 30 | 中冷器水压力损失       | $\Delta p_w$ | Pa                    | 测量得                                                                                                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 31 | 配机时中冷器空气压力损失   | $\Delta p_k$ | Pa                    | 按本标准公式(1)计算                                                                                           |         |         |         |         |         |         |         |
| 32 | 中冷器额定试验工况下的散热量 | $Q_{rw}$     | kW                    |                                                                                                       |         |         |         |         |         |         |         |

计算人\_\_\_\_\_

校核人\_\_\_\_\_



中 华 人 民 共 和 国  
铁道行业标准

内燃机车柴油机用中冷器

Intercooler for diesel locomotive

TB/T 1819 — 2006

\*

中国铁道出版社出版、发行

(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174

北京市兴顺印刷厂印刷

版权专有 侵权必究

\*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1.25 字数:25 千字

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

\*

统一书号: 15113·2389 定价:10.00 元