

# TB

## 中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 1675 - 2001

---

### 铁道客车空气调节试验方法

2001—05—24 发布

2001—12—01 实施

---

中华人民共和国铁道部 发布

# 前 言

随着我国铁道客车空调技术的不断发展，新型客车不断出现，对铁道客车的空气调节试验方法，提出了更高的要求。

本标准等效采用 ERRI (欧洲铁路试验研究所)的前身、ORE(国际铁路联盟试验研究所)的 B30 委员会所制定的“客车标准试验程序”中的静置试验程序，并参照 UIC553《客车采暖、通风和空调》有关客车通风、采暖和空气调节的条款，结合我国客车现在的技术状况，特对铁道行业标准 TB / T 1675—85《铁路客车空气调节试验方法》进行修订。

本标准从实施之日起，同时代替 TB / T 1675—850

本标准由四方车辆研究所提出并归口。

本标准由四方车辆研究所起草。

本标准起草人：裴祥林、方学贞、马兆玉、王书傲、欧阳仲志、宋立新、靳谊勇。

本标准首次发布于 1985 年 5 月，本次为第一次修订。

# 铁道客车空气调节试验方法

## 1. 范围

本标准规定了铁道客车静置状态热工性能试验室的条件、试验程序、测试方法、试验数据的整理和计算及试验报告的形式。

本标准适用于新造铁道空调客车，其他有特殊要求的铁道空调客车也可参照使用。

## 2. 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB / T 12817—1991	铁道客车通用技术条件
TB / T 1674—1993	客车隔热性能试验方法
TB / T 1676—1991	铁路客车防寒采暖试验方法
TB / T 1802—1996	铁道车辆漏雨试验方法
TB / T 1951—1987	客车空调设计参数
TB / T 2431—1993	铁路客车车顶单元式空调机组技术条件
TB / T 2646—1995	铁道卧车通用技术条件
TB / T 2650—1995	铁道座车通用技术条件

## 3. 要求

### 3.1. 试验室条件与要求

- 3.1.1. 被试客车四周及顶部距试验室内墙面的距离不小于 1.2m。
- 3.1.2. 试验室应能模拟试验工况所规定的车外空气温度、相对湿度和太阳辐射等条件。
- 3.1.3. 试验室测量区内，空气平均温度波动值不大于  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；空气温度的均匀度应不大于  $3^{\circ}\text{C}$ ；空气相对湿度平均值的波动值不大于  $\pm 3\%$ ；空气流速不大于  $1.5\text{m} / \text{s}$ 。
- 3.1.4. 试验室内在被试客车表面所形成的模拟夏季太阳热辐射强度值侧墙为  $150\text{W} / \text{m}^2$ ；车顶为  $1000\text{W} / \text{m}^2$ ；其偏差值不大于  $\pm 10\%$ 。
- 3.1.5. 试验室应具备在被试客车内模拟旅客和工作人员散发的热负荷和湿负荷的设备，其负荷调节误差不大于  $\pm 2\%$ 。
- 3.1.6. 试验室应能供给被试客车所需制式的电源，其电压的波动值不大于  $\pm 2\%$ 。
- 3.1.7. 试验室内应能建立本标准规定的试验工况。

### 3.2. 被试客车的整备

- 3.2.1. 被试客车内外应清洁；车内设备应完整，状态良好。车体隔热壁应干燥。

- 3.2.2. 排空被试客车上的锅炉、茶炉、水箱、管道等处的所有存水。
- 3.2.3. 被试客车在进入试验室前，客车上的通风、采暖、降温设备及其相关的电气和自动控制设备均处于良好的技术状态。
- 3.2.4. 被试客车与车外相通的各种孔道，均应处于正常运用状态。有特殊要求的，应在该项试验前，按试验要求予以调整。
- 3.2.5. 试验前由试验委托方向试验承担方提供试验所需被试客车的图纸和资料。

### 3.3. 仪器、仪表

- 3.3.1. 测试仪器、仪表均应在计量检定有效期内。
- 3.3.2. 温度、湿度和电气参数的测量，均应能遥测，自动记录并同步进行。
- 3.3.3. 在温度测量范围内，温度的测试误差不大于 $\pm 0.5$ 。
- 3.3.4. 在相对湿度测量范围内，相对湿度的测试误差不大于 $\pm 3\%$ 。
- 3.3.5. 当测量风速在 $0.05\text{m/s} \sim 2\text{m/s}$ 范围内时，其测试误差不大于 $\pm 10\%$ ；当测量风速在 $2\text{m/s} \sim 30\text{m/s}$ 范围内时，其测试误差不大于 $\pm 5\%$ 。
- 3.3.6. 在电量测量范围内，电量测试误差不大于 $\pm 0.5\%$ 。

### 3.4. 试验工况

所有试验均应在无灯光照明条件下进行。

- 3.4.1. 规定采暖工况—车外空气温度为 $0$ ；空车、无太阳辐射的试验工况。
  - 3.4.2. 设计采暖工况—车外空气温度为被试客车冬季设计外气计算温度； $1/2$ 定员，无太阳辐射的试验工况。
  - 3.4.3. 低温采暖工况—车外空气温度为被试客车可能遇到的极端低温(暂定 $-42$ )； $1/2$ 定员、无太阳辐射的试验工况。
  - 3.4.4. 设计制冷工况—车外空气状态为被试客车的夏季设计外气计算温度、相对湿度；满员、有夏季太阳辐射的试验工况。
  - 3.4.5. 高温制冷工况—车外空气状态在设计制冷工况的等湿状态下，将被试客车车外的空气温度升至 $+40$ 的试验工况。
  - 3.4.6. 极端高温制冷工况—车外空气状态在设计制冷工况的等湿状态下，将被试客车车外的空气温度升至 $+43$ 的试验工况。
  - 3.4.7. 高湿制冷工况—车外空气状态在设计制冷工况的等湿状态下，将被试验客车车外的空气相对湿度增加到 $95\%$ 的试验工况。
- 3.5. 本标准中某些条款若不能符合试验委托方要求或需增减某些试验项目时，则由试验委托方与承担方双方共同协商解决。

## 4. 试验方法

### 4.1. 客车传热系数(K值)试验

此项试验按 TB / T 1674 进行。

4.1.1. 测量车内通风机不运转时的 K 值。

4.1.2. 测量车内通风机在高速挡运转、新风口正常关闭时的 K 值。

#### 4.2. 客车通风量和微风速的测试

客车通风量为测定的送风道风速与面积之积或测定的新风量与回风量之和。

4.2.1. 测量风筒应与所测风口的截面尺寸相吻合，其长度不应小于风口对角线长度的 2 倍，风速测量截面设在测量风筒的中部(当测量风筒接在出风口上时，要在靠近出风口端的测量风筒内增加长度等于风口对角线长度的整流器)。

4.2.2. 在测量风筒的风速测量截面上，均匀分布的风速测点不得少于 12 点。全部测点测量值的平均值为平均风速。

4.2.3. 平均风速测量必须连续测量 3 次，每次测量的平均风速之间的偏差应不大于 5%，取 3 次平均风速的平均值为该截面风速。

4.2.4. 所有微风速测点上的微风速按顺序测量 2 次，每次测量的平均值之间的偏差应不大于 10%。

#### 4.3. 采暖试验

4.3.1. 规定采暖工况时，在空车状态下，测试车内空气平均温度由 0 升至 18 所需时间。

4.3.2. 设计采暖工况时，对于采用温水采暖装置的客车，本试验按照 TB / T 1676 进行。

4.3.3. 低温采暖工况时，在空车状态下，测试 2h 车内空气平均温度由 0 升到的温度值。

#### 4.4. 降温速率试验

4.4.1. 试验室处于指定试验工况时，打开车门和车窗，使车内、外空气参数平衡，并维持 2h。

4.4.2. 关闭车门和车窗，使车上所有孔道处于正常运用状态，记录车内外空气温度数据。把温控器置于手动位，开机使车内降温。

4.4.3. 开机后每隔 10min 记录一次数据，连续记录 1h 后再每隔 15min 记录一次数据，连续记录 1h。

#### 4.5. 车内最高或最低温度试验

4.5.1. 试验室处于指定试验工况时，被试客车温控器置于手动位，使被试客车的采暖或制冷设备全部投入正常运行状态。

4.5.2. 被试客车的采暖或制冷设备连续运转，车内空气温度趋于稳定后，每隔 20min 记录一组温度数据，连续 8 组温度数据的变化值不大于  $\pm 0.5$  ，且不是单调上升或下降。取中间 4 组温度数据的平均值为车内最高或最低温度。

4.5.3. 在车内最高或最低温度试验时，测试上述 4 组温度数据的同时，测量的车内空气相对湿度的平均值，为车内的相对湿度。

#### 4.6. 车内温度自控试验

4.6.1. 试验室处于指定试验工况时，被试客车的温控器置于自控位。温控器的设定温度为 19 或 26 。

4.6.2. 被试客车上的采暖设备或制冷设备，必须经历 3 个完整的启停周期，试验方可结束。

4.6.3. 记录每次启停时的时间、温度、湿度和设备的消耗功率。制冷工况时，对 3 个启停周期内蒸发器所产生的冷凝水进行称重；采暖工况时，3 个启停周期的湿度平均值为车内湿度。

#### 4.7. 客车设备利用效率试验

4.7.1. 按 4.6 进行采暖工况车内温度自控试验时，利用车内外的温度、湿度、设备消耗功率，计算采暖设备利用效率。

4.7.2. 按 4.6 进行制冷工况车内温度自控试验时，利用车内外的温度、湿度、设备消耗功率和蒸发器冷凝水重量，计算制冷设备的利用效率。

#### 4.8. 客车客室内表面温度测试

当被试客车车内空气温度稳定后，对车内客室地板表面、靠座椅的侧墙内表面及窗玻璃的内表面等处的温度进行测试。

#### 4.9. 极端高温制冷工况试验

##### 4.9.1. 制冷机组连续起动试验

极端高温制冷工况时，起动制冷机组运转 1min，停机，间隔 10min 再起，共 3 次。观察起动过程是否正常。

##### 4.9.2. 制冷机组低电压连续工作试验

按 4.9.1 第三次起动后，不停机连续运转 0.5h，每 5min 测试车内空气的温度、相对湿度和制冷机组的工作电流，并观察制冷机组运转情况。

#### 4.10. 制冷机组淋雨试验

在制冷机组正常运转的状态下，按 TB/T 1802 的规定，对制冷机组及其四周车顶连续淋雨，淋雨时间不少于 10min。检查客车内各处是否有漏水、凝露、喷雾等不良现象。

#### 4.11. 电气参数测试

4.11.1. 被试客车的通风机、采暖设备和制冷机组消耗功率均采用测量输入(包括机组专用电源变换设备)电功率的有功功率的方法；并同时测量输入电压和电流。

4.11.2. 采用三表法测量交流三相有功功率，即测出每相的耗功率再行相加。

4.11.3. 测量功率和电流时，应注意导电截面积的选择，使其所引起的功率和电流测量的系统总误差符合 3.3.6 的规定。

### 5. 测点布置

#### 5.1. 车内空气温度和微风速的测点

5.1.1. K值试验时,按TB/T 1674规定设置车内温度测点。采暖、制冷试验时,在车内测量截面内,测点距车内地板面的高度分别为0.1m,0.5m,1.2m和1.7m。

5.1.2. 餐车和座车的测量截面的位置,按餐厅或客室长度中心,以及餐厅或客室两端窗户的中心,取三个测量截面;并在餐车厨房和侧走廊的中部,在距车内地板面1.7m高度处各布置一个测点;酒吧、乘务员室、洗脸室、厕所等的中部均按距车内地板面1.2m高度处各布置一个测点。

5.1.3. 卧车按中部和两端包间的中心,取三个测量截面;并在各层卧铺中心距铺面0.3m高度处各布置一个测点;在走廊的两端和中部距离车内地板面1.7m高度处各布置一个测点;乘务员室、洗脸室、厕所等的中部距离车内地板面1.2m高度处各布置一个测点。

5.1.4. 车内各处微风速的测点位置与温度测点位置相同。此外在卧车测量截面的每个铺位上,在相当旅客头部和脚部的位置,各布置一个微风速测点。

## 5.2. 车内设备表面温度的测点

5.2.1. 在餐车和座车的测量截面中,在紧靠两侧墙座位前的地板面上;在距地板面1.2m高度的侧墙内表面处及窗玻璃中心内表面处各布置一个表面温度测点。

5.2.2. 在卧车测量截面中,选定一侧铺位,在下铺的铺前距侧墙内表面0.5m处的地板面上;铺位中心的侧墙内表面上,距铺面0.4m高度处;在上铺中心相对的车顶内表面上,距侧墙内表面0.5m处;在窗玻璃中心的内表面上,各设一个表面温度测点。当有太阳辐射时,拉上窗帘把窗玻璃内表面的测温点移到窗帘内表面上。

## 5.3. 车内湿度测点

5.3.1. 餐车和座车的三个测量截面的几何中心,各布置一个湿度测点。

5.3.2. 卧车的三个测量截面所在的包间中心,各布置一个湿度测点。

## 5.4. 通风系统空气温度和湿度的测点

5.4.1. 在每个新风口格栅外0.05m处布置一组新风温度和湿度测点。

5.4.2. 在每个回风口格栅外0.05m处布置一组回风温度和湿度测点。

5.4.3. 在位于每个通风系统的第一和最远端送风口风栅外0.05m处,各布置一组温、湿度测点。

## 5.5. 制冷机组冷凝器的温度测点

制冷机组冷凝风机的进风口和冷凝器出风口处各布置2个温度测点。

## 5.6. 试验室温、湿度测点

5.6.1. 温度测点共设置28个。在三个测量截面被试车外的四面中心和四个角上,以及在端墙外折棚两侧中心,距离车外表面0.1m~0.2m处各布置一个温度测点。

5.6.2. 湿度测点共2个,设置在被试客车外两侧中心、距被试车外表面0.5m处。

# 6. 试验数据的整理和计算

## 6.1. 客车传热系数(K值)

6.1.1. 按 TB/T 1674 规定的整理和计算方法，分别计算通风机不运转和运转时的 K 值。

6.1.2. 通风机运转时影响 K 值的系数

$$K\phi = \frac{K_f}{K} \dots\dots\dots (1)$$

式中 K — 客车通风机运转影响隔热壁 K 值的系数；

K — 客车通风机不运转时的 K 值，W / (K · m<sup>2</sup>)；

K<sub>f</sub> — 客车通风机运转时的 K 值，W / (K · m<sup>2</sup>)。

6.2. 通风系统测试数据的整理和计算

6.2.1. 通风量、新风量和回风量的计算公式

$$V = 3600F\bar{U}_{cp} \dots\dots\dots (2)$$

式中 V — 风量，m<sup>3</sup> / h；

F — 测量风筒的截面积，m<sup>2</sup>；

$\bar{U}_{cp}$  — 三次测量风速的平均值，m / s。

6.2.2. 每小时供给每位旅客的新鲜空气量

$$= V_h / n \dots\dots\dots (3)$$

式中 — 每小时供给每位旅客的新鲜空气量，m<sup>3</sup> / (h · 人)；

V<sub>h</sub> — 新风量，m<sup>3</sup> / h；

n — 被试客车的定员数。

6.2.3. 客车内的平均微风速按两次测量值的算术平均值计算。

6.3. 空气温度、相对湿度和温度差的数据整理和计算

6.3.1. 空气温度按每个试验周期所测数据的算术平均值计算

$$\bar{t}_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{t}_j \dots\dots\dots (4)$$

式中  $\bar{t}_{cp}$  — 气温的平均值，；

N — 测量次数，次；

$\bar{t}_j$  — 每次测量空气温度的平均值，；

j — 温度自控启停的次数，次。

6.3.2. 空气相对湿度按每个试验周期所测数据的算术平均值计算

$$\bar{\varphi}_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \varphi_j \dots\dots\dots (5)$$

式中  $\bar{\varphi}_{cp}$  — 空气相对湿度的平均值，%；

$\bar{\varphi}_j$ —一次测量空气相对湿度的平均值，%。

6.3.3. 客室高度方向或客室长度方向的空气温度差，分别按每个试验周期所测数据的算术平均值计算

$$t_{cp(H.L)} = \bar{t}_{max(H.L)} - \bar{t}_{min(H.L)} \dots \dots \dots (6)$$

式中  $t_{cp(H.L)}$ —客室高度或长度方向空气温度的差值，；

$\bar{t}_{max(H.L)}$ —客室高度或长度方向空气最高温度的平均值，；

$\bar{t}_{min(H.L)}$ —客室高度或长度方向空气最低温度的平均值，。

6.4. 车内温度自控试验数据的计算和整理

6.4.1. 车内温度自控 3 个启停后，计算客室空气温度

$$\bar{t}_{cp(on.off)} = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \bar{t}_{j(on.off)} \dots \dots \dots (7)$$

式中  $\bar{t}_{cp(on.off)}$ —设备启或停时客室的空气平均温度，；

$\bar{t}_{j(on.off)}$ —每次设备启或停时客室空气温度的平均值，。

6.4.2. 自控时设备运转时间和设备运转周期的计算

$$T_{r(h.c)i} = \theta_{off(h.c)i} - \theta_{on(h.c)i} \dots \dots \dots (8)$$

式中  $T_{r(h.c)i}$ —自控时采暖或制冷设备每次启动的运转时间，min；

$\theta_{off(h.c)i}$ —自控时采暖或制冷设备停止运转的时刻，min；

$\theta_{on(h.c)i}$ —自控时采暖或制冷设备启动运转的时刻，min。

$$T_{a(h.c)i} = \theta_{on(h.c)i+1} - \theta_{on(h.c)i} \dots \dots \dots (8.1)$$

式中  $T_{a(h.c)i}$ —自控时采暖或制冷设备每次启动的运转周期，min。

$$\bar{T}_{r(h.c)} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 T_{r(h.c)i} \dots \dots \dots (8.2)$$

式中  $\bar{T}_{r(h.c)}$ —自控时采暖或制冷设备的平均运转时间，min；

$i$ —温度自控时设备启停的次，次。

$$\bar{T}_{a(h.c)} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 T_{a(h.c)i} \dots \dots \dots (8.3)$$

式中  $\bar{T}_{a(h.c)}$ —自控时采暖或制冷设备的平均运转周期，min。

6.4.3. 自控时采暖或制冷设备的运转率

$$\eta_{rh} = \frac{\bar{T}_{rh}}{\bar{T}_{ah}} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

式中  $\eta_{rh}$ —采暖设备的运转率，%；

$\bar{T}_{rh}$ —采暖设备的平均运转时间，min；

$\bar{T}_{ah}$ —采暖设备的平均运转周期，min。

$$\eta_{rc} = \frac{\bar{T}_{rc}}{\bar{T}_{ac}} \times 100\% \dots\dots\dots (9.1)$$

式中  $\eta_{rc}$ —制冷设备的运转率，%；

$\bar{T}_{rc}$ —制冷设备的平均运转时间，min；

$\bar{T}_{ac}$ —制冷设备的平均运转周期，min。

## 6.5. 采暖和制冷设备利用效率的计算

### 6.5.1. 采暖设备利用效率的计算

$$\eta_{hot} = \frac{P_{h1}}{P_{h2}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中  $\eta_{hot}$ —采暖设备利用效率，%；

$P_{h1}$ —设计采暖工况时的理论消耗功率，kW；

$P_{h2}$ —设计采暖工况时的实测消耗功率，kW。

$$P_{h1} = KA(\bar{t}_{in} - \bar{t}_{out}) + [V_{h1} \cdot \rho(i_{in} - i_{out})] \times 27.78 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (10.1)$$

式中 KA—该车的隔热壁传热量，kW / K；

$\bar{t}_{in}$ —车内空气平均温度，℃；

$\bar{t}_{out}$ —车外空气平均温度，℃；

$V_{h1}$ —该车实测的冬季新风量，m<sup>3</sup> / h；

$i_{in}$ —车内空气的焓值，kJ / kg；

$i_{out}$ —车外空气的焓值，kJ / kg；

$\rho$ —车外空气的密度，kg / m<sup>3</sup>。

$$P_{h2} = \bar{P}_{hotz} + P_{f1} + P_{n1} \dots\dots\dots (10.2)$$

式中  $\bar{P}_{hotz}$ —采暖设备功耗在 3 个自控启停周期内的平均值，kW；

$P_{n1}$ —车内 1 / 2 定员发散功率的总和，kW；

$P_{f1}$ —通风机冬季挡消耗功率的实测值，kW。

$$\bar{P}_{hotz} = (\bar{P}_{hot} \times \bar{T}_{rh}) \div \bar{T}_{ah} \dots\dots\dots (10.3)$$

式中  $\bar{P}_{hot}$ —采暖设备消耗功率 3 次测量值的平均值，kW。

### 6.5.2. 制冷设备能量利用效率的计算

$$\eta_{cool} = \frac{P_{C1}}{P_{C2}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中  $\eta_{cool}$ —制冷设备能量利用效率，%；

$P_{c1}$ —设计制冷工况时的理论消耗功率，kW；

$P_{c2}$ —设计制冷工况时的实测消耗功率，kW。

$$P_{C1} = KA(\bar{t}_{out} - \bar{t}_{in}) + [V_{h2} \cdot \rho(i_{out} - i_{in}) + P_{wat}] \times 27.78 \times 10^{-3} + P_{n2} \dots \dots \dots (11.1)$$

式中 KA—该车的隔热壁传热量，kW / K；

$\bar{t}_{in}$ —车内空气平均温度，℃；

$\bar{t}_{out}$ —车外空气平均温度，℃；

$V_{h2}$ —该车实测的夏季新风量，m<sup>3</sup> / h；

$i_{in}$ —车内空气的焓值，kJ / kg；

$i_{out}$ —车外空气的焓值，kJ / kg；

$\rho$ —车外空气的密度，kg / m<sup>3</sup>；

$P_{wat}$ —实测蒸发器产生冷凝水所耗能量，KJ/h；

$P_{n2}$ —车内满员时，定员发散的功率，kW。

$$P_{wat} = Q_{wat} [2482 + 1.85(\bar{t}_{in} - 8)] \dots \dots \dots (11.2)$$

式中  $Q_{wat}$ —制冷设备的三个自控周期内蒸发器所产生的冷凝水量，kg / h；

2482—8℃时水的汽化潜热，kJ / kg；

1.85—水蒸气的定压比热，kJ / (kg · K)；

8—蒸发器表面的温度，℃。

$$P_{c2} = \bar{P}_{coolz} + P_{f2} \dots \dots \dots (11.3)$$

式中  $\bar{P}_{coolz}$ —制冷设备在 3 个自控启停周期内消耗功率的平均值，kW；

$P_{f2}$ —通风机夏季挡消耗功率的实测值，kW。

$$\bar{P}_{coolz} = (\bar{P}_{cool} \cdot \bar{T}_{rc}) / \bar{T}_{ac} \dots \dots \dots (11.4)$$

式中  $\bar{P}_{cool}$ —制冷设备消耗功率 3 次测量值的平均值，kW；

$\bar{T}_{rc}$ —自控时制冷设备的平均运转时间，min；

$\bar{T}_{ac}$ —自控时制冷设备的平均运转周期，min。

## 7. 试验报告的内容和形式

7.1. 客车空气调节试验报告应以简明的表格形式提出。

7.2. 试验报告内容包括；被试客车概况、试验简要结论；隔热性能试验和通风试验结果；采暖试验和降温试验结果等。