

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2433—2019

代替 TB/T 2433—1993

铁路客车及动车组空调装置运用试验方法

Operation test method for air conditioning equipment
for railway passenger car and EMU/DMU

2019-07-22 发布

2020-02-01 实施

国家铁路局 发布

行业标准信息服务平台

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 空调装置运用试验 2

 4.1 运用试验条件 2

 4.2 运用试验内容 3

 4.3 运用试验方法 4

 4.4 测量仪表 6

 4.5 测点布置 6

 4.6 运用试验数据的整理和计算 7

 4.7 运用试验报告 8

附录 A(规范性附录) 模拟旅客显热和潜热 10

附录 B(规范性附录) 补偿传热计算和太阳辐射热计算方法 11

附录 C(规范性附录) 测试客室和相邻区域车内平均温度的测点布置 12

附录 D(规范性附录) 测试舒适区最大的室温温差及相对湿度差别的测点布置 13

附录 E(规范性附录) 测试舒适区气流速度及室温温差的测点布置 14

附录 F(规范性附录) 测试表面温度的测点布置 15

附录 G(规范性附录) 测试舒适区中 3 处最不舒服位置的气流速度的测点布置 16

行业标准信息服务平台

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 TB/T 2433—1993《铁道客车空调装置运用试验方法》。本标准与 TB/T 2433—1993 相比,主要变化如下:

- 增加了术语和定义(见第 3 章);
- 修改了测点布置(见 4.5,1993 年版的 5.1);
- 修改了线路运行试验对环境温度的要求(见 4.1.2,1993 年版的 2.2);
- 增加了线路运行试验时,模拟旅客热负荷的计算和要求(见附录 A);
- 增加了线路运行试验时,车外温度低于设计温度的补偿传热量计算方法和没有太阳时的太阳辐射热量计算方法(见附录 B)。

本标准由中车青岛四方车辆研究所有限公司提出并归口。

本标准起草单位:中车青岛四方车辆研究所有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车大连机车研究所有限公司。

本标准主要起草人:欧阳仲志、王永鏢、刘定言、徐世木、曹艳华、武双虎、周新喜、乔巍。

本标准所代替标准的历次版本发布情况:GB/T 2433—1993。

行业标准信息服务平台

铁路客车及动车组空调装置运用试验方法

1 范围

本标准规定了铁路客车和动车组空调装置运用试验时,整车空调装置运用的试验条件、内容和方法。

本标准适用于铁路客车(含高原客车、带司机室的客车)和动车组空调装置装车后的测试,其他轨道车辆、司机室空调装置可参照使用。

本标准不适用于装有锅炉采暖装置客车的采暖试验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 3095—2012 环境空气质量标准

GB/T 4549.7—2004 铁道车辆词汇 第7部分:采暖、通风及空气调节装置

GB/T 33193.1—2016 铁道车辆空调 第1部分:舒适度参数

GB/T 33193.2—2016 铁道车辆空调 第2部分:型式试验

GB/T 50155—2015 供暖通风与空气调节术语标准

TB/T 3453.2—2016 动车组词汇 第2部分:试验

TB/T 3453.3—2016 动车组词汇 第3部分:部件和系统

ISO 7726:2001 热环境人类工效学 测定物理量的方法(Ergonomics of the thermal environment—Instruments for measuring physical quantities)

3 术语和定义

GB/T 4549.7—2004、GB/T 33193.1—2016、GB 50155—2015、TB/T 3453.2—2016 和 TB/T 3453.3—2016 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空调装置运用试验 **air conditioning installation operation test**

整车或整列动车组组装完成并且空调出厂运转试验已经完成并合格,整车满足出厂条件或交付状态,到气候试验室、线路或试验场地进行空调装置的运用性能试验。

注:包括静置车辆空调性能试验、车辆静止状态下空调运行试验和车辆按规定速度运行时空调性能试验。空调性能试验包括空调装置通风性能、制冷性能、采暖性能等试验。

3.2

车外温度 **outside temperature**

车外空气的温度。

3.3

车内温度 **inside temperature**

车内空气的温度。

3.4

静置车辆空调性能试验 **static vehicle air conditioning system performance test**

车辆放置在热工气候试验室,在车辆静止状态下进行的车辆空调通风性能、制冷性能、采暖性能等试验。

3.5

静止车辆通风性能试验 static vehicle ventilation performance test

在车辆静止状态下进行空调装置的新风量、回风量、送风量、气流速度及应急通风量等通风参数的符合性试验。

注:改写 TB/T 3453.2—2016,定义 19.1。

3.6

静止车辆制冷性能试验 static vehicle cooling performance test

在车辆静止状态下进行空调装置的制冷性能、降温速率、恒温控制等符合性试验。

注:改写 TB/T 3453.2—2016,定义 19.2。

3.7

静止车辆采暖性能试验 static vehicle heating performance test

在车辆静止状态下进行空调装置(含客室采暖装置)的采暖性能、升温速率、恒温控制等符合性试验。

注:改写 TB/T 3453.2—2016,定义 19.3。

3.8

运行车辆制冷性能试验 operating vehicle cooling performance test

车辆在规定速度和夏季空调设计环境条件,空调装置处于各种工作状态时,车辆制冷性能的符合性试验。

注:改写 TB/T 3453.2—2016,定义 19.4。

3.9

运行车辆采暖性能试验 operating vehicle heating performance test

车辆在规定速度和冬季空调设计环境条件,空调装置(含客室采暖装置)处于各种工作状态时,车辆采暖性能的符合性试验。

注:改写 TB/T 3453.2—2016,定义 19.5。

3.10

气候试验室 climate chamber

在一定建筑空间内,人工模拟自然环境的不同温度、湿度和太阳辐射等气候条件,也可通过风速模拟车辆运行速度等的试验场地。

4 空调装置运用试验

4.1 运用试验条件

4.1.1 车辆及其内部设备状态

试验车辆及其内部设备应处于正常运用状态。在气候试验室进行静置试验的车辆由试验室供电。进行运行试验的动车组应自行供电和牵引,自身具备供电电源的车辆应自行供电,自身无动力或供电电源的车辆应由适用机车或发电车进行牵引或供电。

试验中车辆应处于设计定员(在非载客车辆上进行试验时,可通过电加热和电加湿设备模拟旅客的显热和潜热)。运行试验时相邻车与被试车的空调装置保持相同的车内温度设置和控制模式。

运行试验制冷工况模拟被试车内人员热负荷、传热补偿热负荷以及太阳辐射热负荷的用电,可从其他车的电源取电。通过电加热和电加湿设备模拟旅客显热和潜热的要求见附录 A。

运行试验采暖工况不加入传热补偿热负荷以及太阳辐射热负荷,可根据设计要求和试验时的车外温度达到设计值,确定是否加入模拟被试车内人员热负荷。

4.1.2 车外温度、相对湿度和气候状态

制冷运行试验期间车外温度为 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ K}$, 相对湿度为 $60\% \pm 30\%$ 。特殊情况下可以超过限值, 但干球温度不低于下限值。试验宜在有阳光的气候状态下进行。

当试验期间车外温度低于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 应通过在车内加入电加热量来补偿车体传热的不足, 补偿车体传热量 Q 计算方法见附录 B。

当试验期间车外温度低于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 应适当增加新风量补偿新风热负荷的不足。当试验期间车外温度大于或等于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 新风调节门的开度调到设计规定位置。

当试验期间没有太阳辐射时, 应在车内使用电加热设备加入热量来补偿太阳辐射热, 太阳辐射热量 Φ 计算方法见附录 B。

采暖运行试验期间, 静止试验车外温度宜为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下, 运行试验车外温度宜为设计规定最低温度加 15 K 以下, 特殊情况下运行试验车外温度可在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。试验宜在无阳光的气候状态下进行。

4.1.3 运行速度和时间

在与车辆速度等级相匹配线路上保持正常运行时, 夏季制冷运行宜在 9 时 ~ 17 时进行, 冬季采暖运行宜在 19 时 ~ 次日 6 时进行。

4.1.4 记录的有效时间

运行试验中, 在连续 1 h 以上车外温度参数符合 4.1.2 的条件下所测定的试验数据方为有效。

4.2 运用试验内容

4.2.1 静置车辆空调性能试验

车辆放置在热工气候试验室, 在车辆静止状态下进行的车辆空调通风性能、制冷性能、采暖性能等试验。

4.2.2 运行车辆空调性能试验

4.2.2.1 分类

运行试验按车辆静止和运行两种状态进行, 将车辆置于自然环境下进行的空调通风性能、制冷性能、采暖性能等试验, 按照空调控制置于手动位和自动位两种控制模式进行。

4.2.2.2 运行车辆制冷性能试验

4.2.2.2.1 车辆静止状态, 空调控制置于手动位时, 测定空车降温速率。空调送风量处于制冷模式下最高挡位且送风状态稳定后测定车内微风速。

4.2.2.2.2 车辆运行, 空调控制置于手动位时, 测定和记录下列内容:

- 车外温度和相对湿度、车辆运行速度、天气状况、运行区间和地点;
- 车内温度、相对湿度、空调送风和回风温度;
- 空调装置和车内模拟加热加湿设备的输入功率或电压和电流(具备条件时测量);
- 观察车内有无喷雾和漏水现象;
- 观察和记录空调装置的工作情况。

4.2.2.2.3 车辆运行, 空调控制置于自动位时, 测定和记录下列内容:

- 车外温度和相对湿度、车辆运行速度、天气状况、运行区间和地点;
- 车内温度、相对湿度、空调送风和回风温度;
- 车内沿水平面距地板面 1.1 m 高和垂直方向同一断面 0.1 m 与 1.7 m 之间空气温度的最大温差, 测点位置见附录 C 和附录 D;
- 空调装置和车内模拟加热加湿设备的输入功率或电压和电流(具备条件时测量);
- 观察和记录恒温控制器(如有)或空调控制器(板)动作和空调装置工作情况;
- 观察车内有无喷雾和漏水现象。

4.2.2.2.4 运营中二氧化碳浓度和灰尘含量测试如下:

被试车投入运营后, 当夏季车外温湿度符合 4.1.2 时, 在运营客车内进行车内空气中二氧化碳的

容积浓度和车内空气中的灰尘含量测试(具备条件时测量)。

4.2.2.3 运行车辆采暖性能试验

4.2.2.3.1 车辆静止状态,空调控制置于手动位时,测定空车升温速率。空调送风量处于采暖模式下最低挡位且送风状态稳定后测定车内微风速。

4.2.2.3.2 车辆运行,空调控制置于手动位时,测定和记录下列内容:

- a) 车外温度、车辆运行速度、天气状况、运行区间和地点;
- b) 车内温度、空调送风和回风温度;
- c) 空调装置和车内模拟加热设备的输入功率或电压和电流(具备条件时测量);
- d) 观察和记录空调装置的工作情况。

4.2.2.3.3 车辆运行,空调控制置于自动位时,测定和记录下列内容:

- a) 车外温度、车辆运行速度、天气状况、运行区间和地点;
- b) 车内温度、空调送风和回风温度;
- c) 车内沿水平面距地板面高度 1.1 m 和垂直方向同一断面 0.1 m 与 1.7 m 之间空气温度的最大温差;
- d) 空调装置和车内模拟加热设备的输入功率或电压和电流(具备条件时测量);
- e) 观察和记录恒温控制器(如有)或空调控制器(板)动作和空调装置的工作情况。

4.3 运用试验方法

4.3.1 静置气候试验方法

静置气候试验在热工气候试验室内进行,按 GB/T 33193.2—2016 的要求进行。

4.3.2 运行车辆制冷性能试验

4.3.2.1 空车降温速率测定

车辆静止,不载客,空调控制置于预冷或手动全冷模式。试验前被试车辆置于阳光照射下,开启门窗,使车辆充分吸热,空调系统置于通风状态,待车内温度达到设计工况规定的温度,并保持 1 h 后关闭门窗。当试验场地的车外温度低于设计工况规定的温度且没有阳光时,可用模拟旅客显热的电加热设备对车内空气进行升温,使车内温度达到设计工况规定的温度。

开始空车降温速率试验前,关闭模拟旅客显热的电加热设备电源。当试验期间车外温度低于 35 ℃ 时,保留按照附录 B 计算的补偿车体传热量 Q 。当试验期间没有太阳辐射时,保留按照附录 B 计算的太阳辐射热量 Φ 。

先记录一组车内外温湿度和太阳辐射强度等原始数据,然后开启空调装置,每隔 10 min 测量一次温度、相对湿度、电流、电压及功率等参数,连续测记 70 min(或供需双方合同规定的时间)或达到车内设定温度值加 2 K。

4.3.2.2 舒适区的气流速度测定

车内舒适区气流速度的测点布置见附录 E。每个测量点应顺序测定两次,并标出每次的平均值。两次平均值的相对偏差应不超过 10%。

4.3.2.3 车辆运行空调控制置于手动位试验

车内模拟旅客热负荷的加热加湿设备以及补偿车体传热、补偿太阳辐射热的加热设备均匀布置在车内,模拟旅客热负荷以及补偿车体传热、补偿太阳辐射热的供电电源可分别单独控制,将各加热加湿设备的功率调节到设计计算要求的值。

对于手动位有全冷、半冷、通风、全暖、半暖等位置的控制器,开始试验时将手动控制置于全冷位,当车内温度达到设计要求温度减 2 K 后,将手动控制置于半冷位,当车内温度达到设计要求温度加 2 K 后,将手动控制置于全冷位,通过手动控制保持车内平均温度在车内设置温度 $T_{ic} \pm 2$ K 左右。

对于手动位有温控器设置值的控制器,开始试验时将温控器设置值置于设计要求的 T_{ic} ,设置手动温控器的车内温度控温范围为 $T_{ic} \pm 2$ K,开启空调机组制冷。

4.3.2.4 车辆运行空调控制置于自动位试验

车内模拟旅客热负荷的加热加湿设备以及补偿车体传热、补偿太阳辐射热的加热设备均匀布置在车内,模拟旅客热负荷以及补偿车体传热、补偿太阳辐射热的供电电源可分别单独控制,将各加热加湿设备的功率调节到设计计算要求的值。

开始试验时将恒温控制器(如有)或空调控制器(板)置于自动位,车内温度设置值置于设计要求的车内设置温度 T_{ic} ,设置车内温度控温范围为 $T_{ic} \pm 2\text{ K}$,开启空调机组制冷。

4.3.2.5 车内空气中二氧化碳容积浓度测定

在客室 3 个测温断面中央距地板面的高度 1.5 m 处布置 3 个测点,每 10 min 测量一次,连续测量 9 次,取其平均值作为该车内空气中二氧化碳的容积浓度值,被试车辆的旅客乘坐率应在 90% 以上。

4.3.2.6 车内空气中含尘量测定

在客室 3 个测温断面中央距地板面的高度 1.5 m 处布置 3 个测点,采用滤膜称重法或颗粒统计法测量。采样需在车内卫生状态良好,人员流动不大的情况下进行。采用滤膜称重法时,采样流量为 40 L/min,采样时间不小于 25 min,采样后滤膜增加重量的平均值作为该车的含尘量,被试车辆的旅客乘坐率应在 90% 以上。

进行车内含尘量测定时,在始发站或到达站对车外环境空气的含尘量进行测定,作为背景含尘量。如果背景含尘量达到或超过 GB 3095—2012 中表 2 总悬浮颗粒物(TSP) 24 h 平均浓度限值二级($300\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$)的要求,车内含尘量测试结果无效。

4.3.3 运行车辆采暖性能试验

4.3.3.1 空车升温速率测定

车辆静止,不载客,空调控制置于手动位预热(或全暖)模式。被试车辆置于无太阳辐射的地方,开启门窗,使车辆充分散热降温,将空调系统置于通风状态,待车内温度达到 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ K}$,并保持 1 h 后关闭门窗,开始空车升温速率试验。开机前,先记录一组车内外温度原始数据,然后开启空调装置(含客室采暖装置),每隔 10 min 测量一次温度、电流、电压及功率,连续测量 70 min(或供需双方合同规定的时间)或车内平均温度达到 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。

进行空车升温速率试验前,车内温度要控制在 $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,以防车内水管和存水设备冻坏。

4.3.3.2 舒适区的气流速度测定

车内舒适区气流速度的测点布置见附录 E,每个测量点应顺序测定两次,并标出每次的平均值。两次平均值的相对偏差不应超过 10%。

4.3.3.3 车辆运行采暖控制置于手动位试验

对于手动位有全冷、半冷、通风、全暖、半暖等位置的控制器,开始试验时将手动控制置于全暖位,当车内温度达到设计要求温度加 2 K 后,将手动控制置于半暖位,当车内温度达到设计要求温度减 2 K 后,将手动控制置于全暖位,通过手动控制保持车内平均温度在 $T_{ic} \pm 2\text{ K}$ 。

对于手动位有温控器设置值的控制器,开始试验时将温控器设置值置于设计要求的 T_{ic} ,设置手动温控器的车内温度控温范围为 $T_{ic} \pm 2\text{ K}$,开启空调装置(含客室采暖装置)进行制热。

4.3.3.4 车辆运行采暖控制置于自动位试验

开始试验时将恒温控制器(如有)或空调控制器(板)置于自动位,车内温度设置值置于设计要求的 T_{ic} ,设置车内温度控温范围为 $T_{ic} \pm 2\text{ K}$,开启空调装置(含客室采暖装置)进行制热。

4.3.4 车辆运行试验的数据记录

车辆运行,空调控制置于手动位或自动位时,每隔 10 min 记录一次车内外温湿度及空调系统输入功率、车辆运行速度等参数,并取车外空气参数符合 4.1.2 规定的 1 h 以上的测试数据,作为试验有效数据。

空调控制置于自动位时,注意观察恒温控制器(如有)或空调控制器(板)的动作情况。

4.4 测量仪表

4.4.1 一般要求

测量结果应连续记录,推荐采用所有被测值至少每分钟读取一次。测量仪器应适合测量位置、环境和参数的需要,车外传感器应能耐受风霜雨雪等天气条件、车辆运行速度和振动等影响。

4.4.2 温度

4.4.2.1 空气温度

测量仪器的分类等级应符合 ISO 7726:2001 中表 2 的 S 级要求,车辆静置和运行试验用测温仪器的最大允许误差为 ± 0.3 K。

4.4.2.2 表面温度

测量仪器的分类等级应符合 ISO 7726:2001 中表 2 的 S 级要求,测量表面温度时应采取预防外部干扰的措施,防止其他热源的辐射、对流和传导等外部影响。

4.4.3 相对湿度

测量仪器的分类等级应符合 ISO 7726:2001 中表 2 的 C 级要求。

4.4.4 气流速度

采用手持式记录仪或连续记录仪,采用连续记录仪时每秒应扫描一个读数,采集记录周期至少为 20 s。每个采集周期都要计算出算术平均值。

测量仪器的分类等级应符合 ISO 7726:2001 中表 2 的 C 级要求。

4.4.5 电功率及有关电参数

使用准确度在 1.0% 以内的仪器进行此项测量。

4.4.6 二氧化碳测试仪

二氧化碳含量测试仪器测量偏差不应大于测量上限的 $\pm 5\%$,稳定性要求每 12 h 漂移小于 5%,响应时间小于 15 s。

4.4.7 含尘量测试仪

含尘量测试仪的精度应达到 $\pm 5\%$ 。

4.5 测点布置

4.5.1 车内温度测点

按附录 C、附录 D 和附录 E 的规定进行布置。考虑运行试验的特殊性,可以适当减少断面布点数量,但断面数不应少于 1 个。

4.5.2 表面温度测点

测试表面温度的测点布置见附录 F。

4.5.3 送风口和回风口的温度测点

在客室内靠两端部的第二排座椅或靠近车端部的卧铺间内布置送风口温度测点。

集中回风时在回风口的几何中心布置回风温度测点,分散回风时在客室内靠两端部的第二排座椅或靠近车端部的卧铺间内或其他能准确测试回风温度的位置布置回风口温度测点。

4.5.4 舒适区的气流速度测点

按附录 E 和 G 的规定进行布置。

4.5.5 舒适区的相对湿度测点

按附录 D 的规定,将测点布置在包间的几何中心点或客室断面几何中心。

4.5.6 车外温湿度测点

车外温度和相对湿度测点一般布置在车端连接风挡的两侧,夏季空调制冷试验时可在布置温度测点处布置湿度测点,冬季采暖试验可不布置湿度测点。车外温湿度测点的布置应避免车辆散热和通风设备可能带来的影响,保证温湿度测试的准确性。布置在车外的温湿度测点和设备应采取措施避免车辆运行的影响和固定牢固。

4.6 运用试验数据的整理和计算

4.6.1 车内温度及相对湿度的平均值

每组数据的平均温度 t_0 计算见公式(1), 试验周期内平均温度 t 计算见公式(2):

$$t_0 = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

t_0 ——每组数据的平均温度,单位为摄氏度(℃);

t_i ——各测点的温度,单位为摄氏度(℃);

N ——用以计算车内平均温度的测点数。

$$t = \frac{\sum t_0}{M_a} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

t ——试验周期内的平均温度,单位为摄氏度(℃);

M_a ——试验周期内的测量次数。

每组数据的平均相对湿度 φ_0 计算见公式(3), 试验周期内平均相对湿度 φ 计算见公式(4):

$$\varphi_0 = \frac{\sum_{i=1}^N \varphi_i}{X} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

φ_0 ——每组数据的平均相对湿度;

φ_i ——各测点的相对湿度;

X ——用以计算车内平均相对湿度的测点数。

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_0}{M_a} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

φ ——试验周期内的平均相对湿度。

4.6.2 车内平均温差 Δt

车内平均温差指测试周期内, 车内温度测点中同一水平面高度 1.1 m 或同一垂直方向(同一断面 0.1 m 与 1.7 m 之间)中最高温度测点的温度 t_{\max} 与最低温度测点的温度 t_{\min} 之差的平均值 Δt , 车内平均温差 Δt 计算见公式(5)。

$$\Delta t = \frac{\sum_{K=1}^M t_{(\max)K} - t_{(\min)K}}{M_a} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

Δt ——车内最大水平空气温差或车内最大垂直空气温差,单位为摄氏度(℃);

$t_{(\max)K}$ ——同一时刻内所有同一水平面或(同一垂直方面)测点的最高温度,单位为摄氏度(℃);

$t_{(\min)K}$ ——同一时刻内所有同一水平面或(同一垂直方面)测点的最低温度,单位为摄氏度(℃)。

4.6.3 车外温湿度

车外温湿度按列车两侧测点中背阴侧读数为车外计算温湿度值。

4.6.4 车内二氧化碳容积浓度计算

每组数据的平均二氧化碳容积浓度 C_0 计算见公式(6), 试验周期内平均二氧化碳容积浓度 C 计算见公式(7):

$$C_0 = \frac{\sum C_i}{Y} \dots\dots\dots(6)$$

式中：
C₀——每组数据的平均二氧化碳容积浓度的百万分率；
C_i——各测点的二氧化碳容积浓度的百万分率；
Y——测点数。

$$C = \frac{\sum C_0}{M_b} \dots\dots\dots(7)$$

式中：
C——试验周期内的平均二氧化碳容积浓度的百万分率；
M_b——试验周期内的测量次数。

4.6.5 车内空气含尘量计算(滤膜称重法)

4.6.5.1 换算为标准状况的采气量

换算为标准状态的采气量计算见公式(8)：

$$V_0 = \frac{273 \times V_t \times P_t}{(273 + t) \times P_0} \dots\dots\dots(8)$$

式中：
V₀——标准状况下采样空气的体积,单位为立方米(m³)；
V_t——采样地点温度为t(℃)时的采样空气体积,单位为立方米(m³)；
P_t——采样地点温度为t(℃)时的大气压,单位为帕(Pa)；
t——采样地点的温度,单位为摄氏度(℃)；
P₀——标准大气压,取 101 325 Pa。

4.6.5.2 滤膜称重法的含尘量

滤膜称重法的含尘量计算见公式(9)：

$$W = \frac{W_2 - W_1}{V_0 \times S} \dots\dots\dots(9)$$

式中：
W——含尘量,单位为毫克每立方米(mg/m³)；
W₁——采样前滤膜重量,单位为毫克(mg)；
W₂——采样后滤膜重量,单位为毫克(mg)；
S——采样时间,单位为分(min)。

4.7 运用试验报告

4.7.1 静置车辆空调性能试验报告

静置车辆空调性能试验报告按 GB/T 33193.2—2016 的要求出具。

4.7.2 运行车辆空调性能试验报告

应包括以下内容：

- a) 试验时间地点和运行区间。
- b) 试验车辆的型号、车号、制造工厂及出厂年月。动车组同一编组中其他车的车型和数量,或牵引机车、发电车、其他车的车型和数量。
- c) 被试车空调装置型号、制造厂、结构型式及主要技术参数。
- d) 包括以下测试结果：
 - 1) 车辆静止时,空车降温速率、空车升温速率及车内气流速度。

- 2) 车辆运行,空调控制置于手动位时,车内外空气温度及相对湿度(冬季无车外相对湿度);空调装置和车内模拟加热加湿设备的输入功率或电压和电流。
 - 3) 车辆运行,空调控制置于自动位时,车内外空气温度及相对湿度(冬季无车外相对湿度);空调装置和车内模拟加热加湿设备的输入功率或电压和电流,车内沿水平面和车辆铅垂断面方向的空气最大温度差及空调控制器动作情况。
 - 4) 在全部试验过程中,车内有无喷雾和漏水现象。
 - 5) 车内二氧化碳容积浓度和车内空气中含尘量。
 - 6) 其他说明。
- e) 试验的简要结论。
- f) 参加试验单位、试验人员、试验负责单位、负责人、试验报告拟稿人、审校人等。

行业标准信息服务平台

附 录 A
(规范性附录)
模拟旅客显热和潜热

A.1 一般要求

采用电加热和电加湿设备模拟旅客显热和潜热时,电加热和电加湿设备应满足车内使用的安全要求,其绝缘和耐压性能应满足安全规定。

对客室加热的模拟,每个电加热和电加湿设备的功率应小于或等于 500 W。对司机室加热的模拟,每个电加热和电加湿设备的功率应小于或等于 100 W。

A.2 车内布置

电加热和电加湿设备应均匀布置在车内地板上,如采用电热毯模拟人体发热时应均匀布置在车内座椅或床铺上,使车内温度和相对湿度均匀。

A.3 功率计算

输入电加热设备的全部电功率计算为输入车内的显热加热量。

输入电加湿设备的全部电功率一部分计算为潜热量,剩余部分计算为显热量,潜热量等于电加湿设备加热水使水蒸发所散发的热量。对不同车内温度下电加湿设备散发的潜热量,应进行测试标定。

附 录 B (规范性附录)

补偿传热计算和太阳辐射热计算方法

B.1 补偿传热计算方法

当试验期间车外温度低于 35 ℃ 时,可通过电加热设备在车内加入热量来补偿车体传热量的不足,补偿车体传热量按公式(B.1)计算。

$$Q = K_s \cdot F(35 - T_e) \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

Q ——补充车外温度低于 35 ℃ 时的传热量,单位为瓦(W);

K_s ——被试车车体传热系数,取静止试验时测得的车体传热系数值的 1.2 倍,单位为瓦每平方米开 $[W/(m^2 \cdot K)]$;

F ——被试车车体传热面积,单位为平方米(m^2);

T_e ——试验开始时车外的空气温度,单位为摄氏度(℃)。

以试验开始时车外的空气温度作为计算温度,是考虑车外温度随时变化,而加入车内的热量需要稳定,一旦计算好加入车内的热量 Q ,中途不再改变。当试验开始后,车外的空气温度达到 35 ℃ 以上,并维持 1 h 以上时,停止电加热设备的电源。

B.2 太阳辐射热计算方法

当试验日无太阳辐射时,可通过电加热设备在车内加入热量来补偿太阳辐射热量,补偿太阳辐射热量按公式(B.2)计算。

$$\Phi = K_{CD} \cdot F_{CD} \frac{\varepsilon_{CD}}{\alpha_w} J_{CD} + K_{CQ} \cdot F_{CQ} \frac{\varepsilon_{CQ}}{\alpha_w} J_{CQ} + K_{DB} \cdot F_{DB} \frac{\varepsilon_{DB}}{\alpha_w} J_{DB} + D \cdot \sigma \cdot F_{CH} \cdot J_{CQ} \quad \dots\dots (B.2)$$

式中:

Φ ——进入车内的太阳辐射热量,单位为瓦(W);

K_{CD} 、 K_{CQ} 、 K_{DB} ——车顶、侧墙、地板的传热系数,单位为瓦每平方米开 $[W/(m^2 \cdot K)]$;

F_{CD} 、 F_{CQ} 、 F_{DB} 、 F_{CH} ——车顶、一侧侧墙、地板和车窗玻璃的传热面积,单位为平方米(m^2);

ε_{CD} 、 ε_{CQ} 、 ε_{DB} ——车顶、侧墙、地板的阳光吸收系数;

J_{CD} 、 J_{CQ} 、 J_{DB} ——车顶、一侧侧墙、地板外表面上的太阳辐射强度,单位为瓦每平方米(W/m^2);

D ——玻璃透光系数;

σ ——遮光系数;

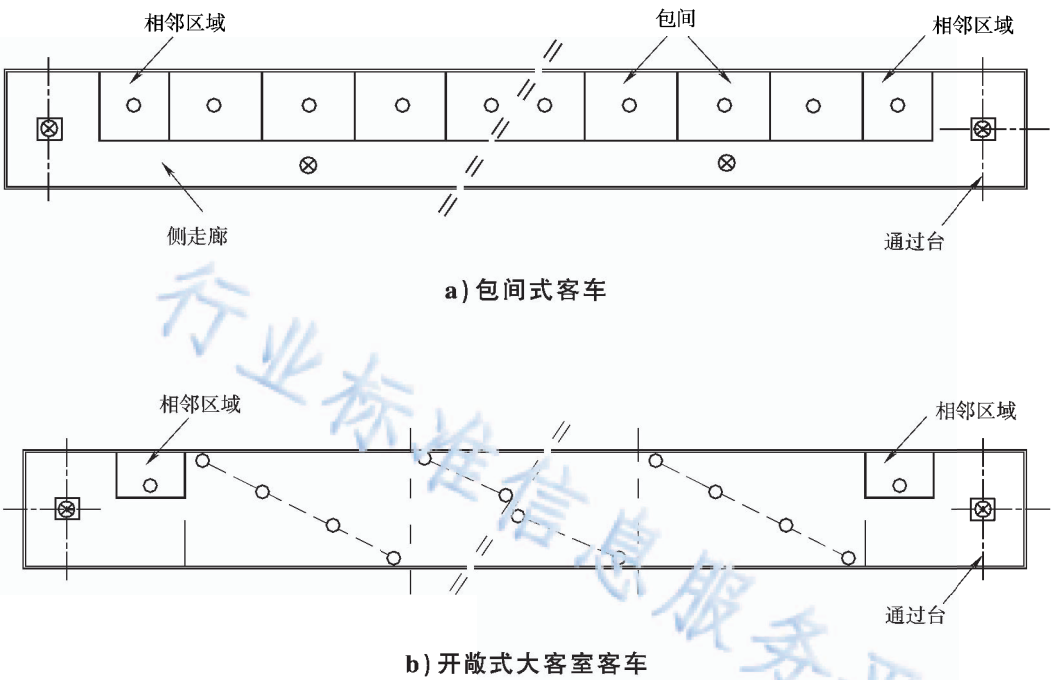
α_w ——车体外表面换热系数,单位为瓦每平方米开 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 。

当开始试验后,又出现太阳并维持 1 h 以上时,停止电加热设备的电源。

附 录 C
(规范性附录)

测试客室和相邻区域车内平均温度的测点布置

测试客室和相邻区域车内平均温度(T_{im})的测点布置见图 C. 1。



说明:

- 距地板面 0.1 m 高度的测点;
- 距地板面 1.1 m 高度的测点;
- ⊗——距地板面 1.7 m 高度的测点。

图 C. 1 客室和相邻区域车内平均温度的测点布置示意

各测点布置应满足以下要求:

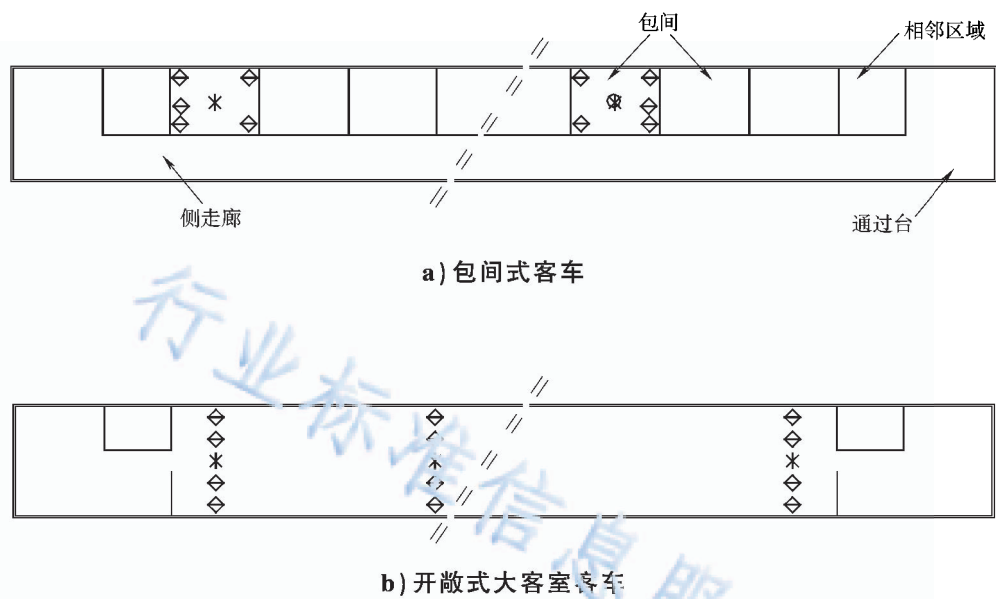
- a) 包间内的测点:布置在每个包间的几何中心点;
- b) 开敞式大客室客车内的测点:位于图 C. 1 所示的对角斜线上(旅客舒适区被平分成 3 等份);
- c) 走廊内的测点(包间式客车):沿走廊的纵向中心线,分别布置在第 2 个包间及倒数第 2 个包间附近;
- d) 通过台内的测点:沿车体中心线与侧门中心线交点处布置测点;
- e) 相邻区域的测点:布置在几何中心点。

如果车辆与上述平面布置(卧车、卧铺车、餐车、座卧合造车)不相符,测点应该按需设定。

附录 D
(规范性附录)

测试舒适区最大的室温温差及相对湿度差别的测点布置

测试舒适区最大的室温温差及相对湿度差别的测点布置见图 D. 1。



说明：

◇——按附录 E 所述测点位置；

*——测量区域的几何中心点，也是相对湿度测点布置的位置。

图 D. 1 舒适区最大的室温温差及相对湿度差别的测点布置示意

测点分布见附录 E。

包间式客车的测点布置应满足以下要求：

- a) 位于与车门相邻的包间的席位上，图 D. 1 中以◇标识；
- b) 位于沿客车长度约 2/3 处的包间席位上，图 D. 1 中以◇标识；
- c) 距地板面高 1.7 m 处，图 D. 1 中以*标识。

开敞式大客室客车的测点布置应满足以下要求：

- a) 位于临近两端车门处第二排的座位上，图 D. 1 中以◇标识；
- b) 位于大客室中心位置处的座位上，图 D. 1 中以◇标识；
- c) 距地板面高 1.7 m 处，图 D. 1 中以*标识。

如果车辆与上述平面布置(卧铺车或者餐车)不相符，测点的位置应该按需设定。

附录 E
(规范性附录)

测试舒适区气流速度及室温温差的测点布置

测试舒适区气流速度及室温温差的测点布置见图 E. 1。

单位为米

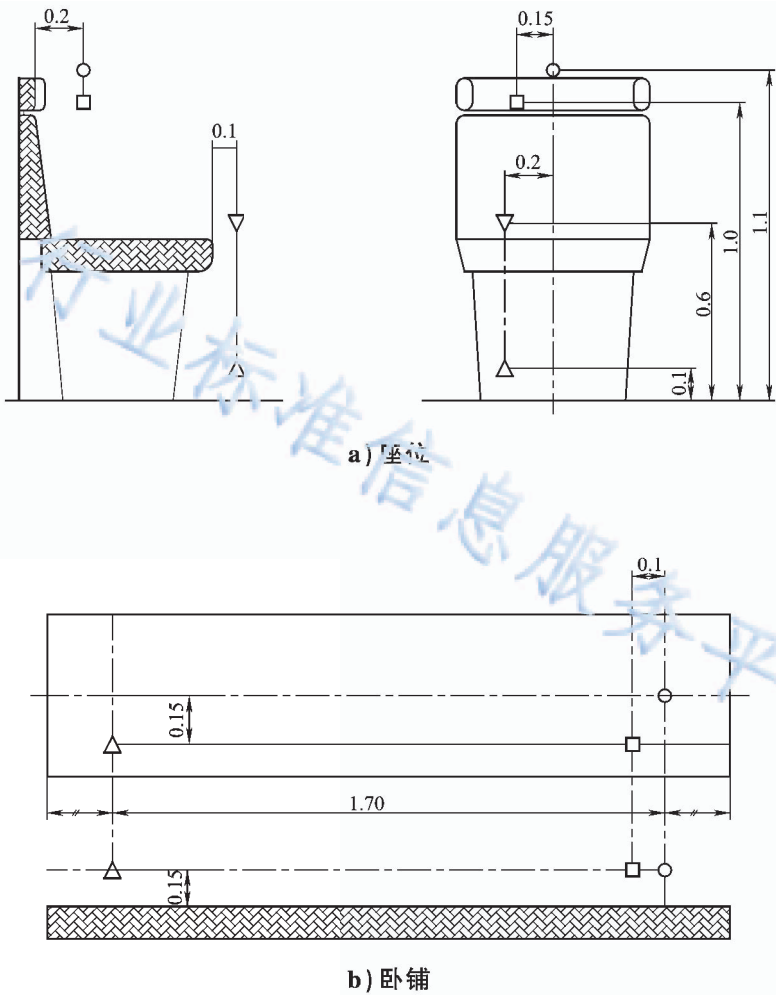


图 E. 1 舒适区气流速度及室温温差的测点布置

附 录 F
(规范性附录)
测试表面温度的测点布置

F.1 一般要求

按附录 D 的要求,表面温度测量应在同样的包间或区域内进行。

F.2 地板及车顶内表面

测点应布置于附录 D 所示区域的几何中心点。

F.3 车窗玻璃

测点应布置于车窗玻璃面的几何中心点。

F.4 车窗窗框

测点应布置于窗框的一个垂直边框的中心。

F.5 侧墙

侧墙的测点布置应符合以下要求:

- a) 单侧座位旁的墙面,测点布置于附录 E 所示的肩部及膝部区域;
- b) 其他的墙面(与相邻区域间的隔墙):测点尽可能接近墙面的几何中心点。

附 录 G
(规范性附录)

测试舒适区中 3 处最不舒服位置的气流速度的测点布置

G.1 座椅位置定义

距地板面高 1.1 m 处气流速度最高的 3 处位置为最不舒服的座椅位置。

G.2 测点布置

3 处座椅位置的气流速度测点应布置在附录 E 所示的(就座旅客的)头部、肩部和脚部。

行业标准信息平台

行业标准信息服务平台

行业标准信息服务网

中 华 人 民 共 和 国

铁道行业标准

铁路客车及动车组空调装置运用试验方法

Operation test method for air conditioning equipment

for railway passenger car and EMU/DMU

TB/T 2433—2019

*

中国铁道出版社有限公司出版、发行

(100054,北京市西城区右安门西街8号)

读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174

北京建宏印刷有限公司印刷

版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1.5 字数:32 千字

2019年10月第1版 2019年10月第1次印刷

*



151135898

定 价: 15.00 元