

团 体 标 准

T/CSAE ××-2018

汽车用电动热泵空调系统性能测试规范

Performance test specification of electric drive heat pump air conditioning system for automobiles

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2018-××-×× 发布

2018-××-×× 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 型式与基本参数	3
5 要求	3
6 试验	7
7 检验规则	13
8 标志、包装、运输和贮存	14
附录 A（规范性附录） 电动空调系统性能的试验方法	16
附录 B（规范性附录） 电动空调系统噪声测试方法	24
附录 C（规范性附录） 电动空调系统振动测试方法	27

前 言

本标准按照GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由电动汽车产业技术创新战略联盟提出。

本标准起草单位：南京奥特佳新能源科技有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、中国第一汽车集团公司、上海汽车集团股份有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、空调国际（上海）有限公司。

本标准主要起草人：陈祥吉、汪海成、潘乐燕、姜超、王天英、牛凤仙、倪绍勇、沙文瀚、刘琳、师海平。

本标准为首次制定。

汽车用电动热泵空调系统性能测试规范

1 范围

本标准规定了汽车用电动热泵空调系统（以下简称空调系统）的术语和定义、型式与基本参数、要求、试验、检验规范、标志、包装、贮存和运输。

本标准适用于制冷和制热用途的汽车用电动空调系统。本标准不适用使用辅助电加热PTC采暖的装置，普通单冷电动空调系统可参照本标准。

本标准适用于采用R134a、R1234yf两种制冷剂的电动空调系统。其他类型制冷剂（R407C、R410A、CO₂等）的电动空调系统仅做参考。

注：汽车定义按GB/T 3730.1的规定。

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，研究是否可以使用这些文件的最新版本。凡是不标注日期的引用文件，其最新标准适合本标准。

GB 4706.1-2004 家用和类似用途电器的安全 第一部分：通用要求（IEC 60035-1:2001, IDT）

GB 4706.32 家用和类似用途电器的安全热泵、空调机和除湿机的特殊要求（GB 4706.32-2004, IEC 60335-2-40: 1995, IDT）

GB 8410 汽车内饰材料的燃烧特性

GB 9237-2001 制冷和供热用机械制冷系统 安全要求（idt ISO 5149-1:1993）

GB/T 18384.2-2001 电动汽车安全要求

GB/T 13306-1991 标牌

GB/T 18384.3-2015 电动汽车安全要求 第3部分：人员触电防护

GB/T 191 包装储运图示标志（GB/T191-2000, eqvISO 780: 1997）

GB/T 21361-2017 汽车用空调器

GB/T 22068-2016 汽车空调用电动压缩机总成

GB/T 30512-2014 汽车禁用物质要求

GB/T 3785 声级计的电、声性能及测试方法

GB/T 4208-2017 外壳防护等级

GB/T 5226.1 工业机械电气设备 第一部分：通用技术要求（GB/T 5226.1-2002, IEC 60204-1:2000IDT）

GB/T 6388-1986 运输包装收发货标志

GB/T 7725-2016 房间空气调节器

GB/T3730.1-2001 汽车和挂车类型的术语和定义 (eqv ISO/WD 3833:1999)

JB/T 7249 制冷设备 术语

QC/T 656 汽车空调制冷装置性能要求

QC/T 657-2000 汽车空调制冷装置试验方法

SAE J 1627 电子式制冷剂泄漏检测仪的性能评价标准

SAE J 1628 汽车空调系统维修中使用的电子式制冷剂泄漏检测仪的操作规程

3 术语和定义

JB/T 7249 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 汽车用电动热泵空调系统

由电动压缩机、冷凝器、节流元件、蒸发器、风机及必要的控制部件构成的，用于调节车室内的温度，给乘员提供舒适环境的空调系统。

3.2 电动空调系统

压缩机由电驱动的空调系统

3.3 空气焓差法

一种测定空调系统能力的方法，它对空调系统的送风参数、回风参数以及循环风量进行测量，用测出的风量与送风、回风焓差的乘积确定空调系统的制冷量/制热量。

3.4 额定制冷量

在规定的额定制冷工况试验条件下，空调系统从封闭空间、车内或区域排出的热量，单位:W。

3.5 额定制热量

在规定的额定制热工况试验条件下，空调系统向封闭空间、车内或区域排入的热量，单位:W。

3.6 最小制热量

在规定的最小制热工况试验条件下，空调系统向封闭空间、车内或区域排入的热量，单位:W。

3.7 低温额定制热量

在规定的低温额定制热工况试验条件下，空调系统向封闭空间、车内或区域排入的热量，单位:W。

3.8 低温最小制热量

在规定的低温最小制热工况试验条件下，空调系统向封闭空间、车内或区域排入的热量，单位:W。

3.9 送风量

在规定的制冷能力/制热能力试验条件下，单位时间进入空调系统的空气体积流量，单位:m³/h

3.10 压缩机驱动电功率

在规定的制冷能力/制热能力试验条件下，驱动压缩机所消耗的电功率，单位:W。

3.11 辅件耗电功率

在规定的制冷能力/制热能力试验条件下，空调系统蒸发器风机，冷凝器风机及其电控系统总功率，单位:W。

3.12 能效比 (COP)

在规定的制冷能力/制热能力试验条件下，空调系统制冷量（或制热量）与压缩机驱动电功率之比（其值用 W/W 表示）。

4 型式与基本参数

4.1 型式

- a) 普通型；（制热工况能在-10℃以上正常工作）
- b) 低温型。（制热工况也能在-10℃以下正常工作）

4.2 基本参数

空调系统的基本参数包括：制冷量、制热量、送风量、压缩机驱动电功率、辅件耗电功率、噪声。

注：现场不接风管的空调系统，机外静压为 0Pa；接风管的空调系统应标称机外静压。

5 要求

5.1 一般要求

5.1.1 空调系统应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图纸及技术文件制造。

5.1.2 涂装件表面不应有明显的气泡、留痕、漏涂、底漆外露及不应有的皱纹和损伤。

5.2 零、部件及材料要求

5.2.1 空调系统所有零、部件和材料应分别符合各有关标准的规定，满足使用性能要求并保证安全。

5.2.2 空调系统的隔热层应有良好的保温性和不吸水性，并无毒、无异味，且燃烧特性满足 GB8410 中技术要求的规定。隔热层应粘贴牢固、平整。

5.2.3 空调系统的电器元件选择及安装应符合 GB/T 4706.32 和 GB/T 5226.1 的要求。

5.2.4 空调系统用电线电缆的外敷绝缘层应采用阻燃、低烟、无卤型材料。电线电缆的载流量应满足使用要求。

5.2.5 空调系统所有零、部件和材料应符合 GB/T 30512-2014 汽车禁用物质要求的规定

5.3 结构要求

空调系统的排水结构应安全可靠，在运行中的凝结水应顺利流出，不应有渗漏现象，同时空调系统出风口不应喷雾或带水。

5.4 装配要求

5.4.1 空调系统的系统各部件在装配前应保持清洁、干燥。

5.4.2 空调系统内各管路、部件应采取必要的定位措施，确保在运行中不能因振动、冲击和受热、遇冷而发生故障。

5.4.3 空调系统各部件的连接应牢固，不应漏水和漏油。

5.4.4 电气线路、电器设备以及自控器件的安装布置应安全、牢固、可靠。

5.5 性能要求

5.5.1 密封性能

按 6.3.1 方法试验时，空调系统部件的制冷剂泄漏都应不大于规定要求的泄漏量。

5.5.2 防水、防尘性能

空调系统按 6.3.2 方法试验时，空调系统与车体接口部位接缝处不应漏水。空调系统的高压电器件的防水性能应满足 IP 67 要求，按 GB/T 4208-2017 外壳防护等级(IP 代码)执行。

5.5.3 制冷量

按 6.3.2 方法试验时，空调系统实测制冷量不应小于额定制冷量的 95%。

5.5.4 最大负荷的制冷运行

- a) 按 6.3.3 方法试验时，空调系统各部件不应有损坏，并能正常运行。
- b) 空调系统在第 1h 连续运行期间，能正常运行。
- c) 当空调系统停机 3min 后，再启动连续运行 1h。但在启动运行的最初 5min 内允许过载保护器跳开，其后不允许动作；在运行的最初 5min 内过载保护不复位时，而在停机不超过 30min 内复位的，再运行 1h。

5.5.5 凝露工况运行

按 6.3.4 方法试验时空调系统在凝露工况下能正常运行，凝结水不应从空调系统中随风吹出，而应顺利的从排水孔（管）排出。

5.5.6 低温制冷工况运行

按 6.3.5 方法试验时，空调系统在低温制冷工况下能正常运行，且蒸发器风道不应被冰霜堵塞，空调系统出风口不应有冰屑或水滴吹出。

5.5.7 额定制热量

按 6.3.6 方法试验时，空调系统实测制热量不应小于额定制热量的 95%。

5.5.8 最小制热运行

按 6.3.7 方法试验时，空调系统各部件不应有损坏，并能正常运行。

5.5.9 低温额定制热量

按 6.3.8 方法试验时，空调系统实测低温制热量不应小于低温额定制热量的 95%。

5.5.10 低温最小制热运行

按 6.3.9 方法试验时，空调系统各部件不应有损坏，并能正常运行。

5.5.11 除霜工况运行

按 6.3.10 方法测量热泵空调系统在结霜工况下应能安全除霜，除霜总时间不超过试验总时间的 20%；除首次化霜外，其余每次化霜百分比应达到 100%。室外机底盘不应结冰过多，不应恶化，不能把排水口堵住。

5.5.12 压缩机驱动电功率

按 6.3.2 方法试验时，空调系统压缩机实测驱动电功率不应大于额定压缩机驱动电功率的 110%。

5.5.13 辅件耗电功率

按 6.3.2 方法试验时，空调系统辅件实测耗电功率不应大于额定辅件耗电功率的 110%。

5.5.14 噪声

按 6.3.13 方法测量空调系统的蒸发器侧噪声（声压级），测量值应不超过 69dB（A）。测量空调系统的冷凝器侧噪声（声压级），测量值应不超过 79dB(A)。

5.5.15 能效比

空调系统的能效比实测值不应小于标称值的 95%。且不应小于下表 1 中规定的数值。

表 1 空调系统的能效比数值

项目	能效比 COP(W/W)
额定制冷	≥ 1.8
额定制热	≥ 1.8
低温额定制热	≥ 1.7

5.5.16 耐振性能

空调系统的压缩机、蒸发器、冷凝器振动试验后不应有磨损、裂缝、渗漏。零部件应不受损坏，紧固件无松动，性能符合要求。

5.6 安全要求

5.6.1 空调系统安全

空调系统的各部件性能应符合 GB9237-2001 的 5.1.1.1 强度试验和 5.1.1.2 全系统试验的规定。
(注：空调系统的各部件包括压缩机、换热器、阀门、管路等。)

5.6.2 控制器件安全性能

空调系统应用防止运行参数（如温度、压力等）超过规定范围的安全保护措施或器件，保护器件设置应符合设计要求并灵敏可靠。

5.6.3 机械安全

空调系统的设计应保证在正常运输、安装和使用具有可靠的稳定性。空调系统应有足够的机械强度，其结构应能在按 6.3.14 的方法进行振动试验和车辆正常运行时，其零部件应不受损坏，紧固件无松动，性能符合要求。振动试验后，进行气密性试验，保证不漏。防护罩、防护网或类似部件应有足够的机械强度。

5.6.4 电器安全性能

5.6.4.1 绝缘电阻

按 6.3.15.1 方法试验时，空调系统带电部位压缩机对地、对非带电金属部位的绝缘电阻应不小于 $5M\Omega$ 。符合 GB/T 18384.3-2015 电动汽车安全要求 第 3 部分：人员触电防护的要求。

5.6.4.2 电气强度

按 6.3.15.2 方法试验，空调系统带电部位和非带电的金属部位之间施加规定的试验电压，历时 1min，应无击穿和闪络。

5.6.4.3 接地电阻

空调系统应有可靠的接地装置并标识明显，按 6.3.15.3 方法试验时，其接地电阻不得超过 0.1Ω 。

5.6.4.4 系统保护

空调系统的整个系统带有安全保护功能。例如过压保护、欠压保护、过流保护、短路保护、开路保护等

5.6.4.5 安全标识

空调系统在明显的位置设置永久性安全标识（如接地标识、警告标识等）。

5.6.4.6 其它

其它与功能安全和故障防护的要求，按 GB T 18384.2-2001 电动汽车安全要求第 2 部分：功能安全和故障防护执行。

6 试验

6.1 试验条件

6.1.1 空调系统性能试验装置见附录 A。

6.1.2 试验工况按表 2 的规定。

表 2 试验工况

单位为℃

实验条件		蒸发器侧入口空气状态		冷凝器侧入口空气状态		转速 n (rpm)
		干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度	
制冷运行	额定制冷	27	19.5	35	---	额定转速
	最大负荷制冷	32.5	26	50		额定转速
	低温制冷	21	15.5	21		额定转速
	凝露	27	24	27		额定转速

制热运行	额定制热	7	6	20	15	额定转速
	最小制热	-10	(-12)	20	15	最低转速
	低温额定制热	-12	(-13.8)	20	15	额定转速
	低温最小制热	-20	(-21)	20	15	最低转速
	除霜运行	2	1	20	12	额定转速

(注：空调系统制热工况在-10℃时，括号内的湿球温度仅做参考。)

6.1.3 风机用电动机端电压

风机用电动机端电压应符合表 3 的规定。

表 3 额定电压与端电压之间的关系 单位为 V

额定电压	端电压
12	13.5±0.3
24	27±0.3

6.1.4 冷凝器进风口风速

当冷凝器安装在车的迎风面时，应符合表 4 的规定。

表 4 进风口风速 单位为 m/s

压缩机转速	冷凝器进风口风速
低转速	2.5
额定转速	4.5
高转速	9

6.1.5 仪器仪表的型式及准确度

仪器仪表的型式及准确度应符合表 5 的规定。

表 5 仪器仪表的型式及准确度

类别	型式	准确度
温度测量仪表	水银玻璃温度计 电阻温度计 热电偶 温度传感器	空气温度±0.1℃ 制冷剂温度±1℃
空气压力测量仪表	气压表，气压变送器	风管静压±2.45Pa
制冷剂压力测量仪表	压力表，压力变送器	±2.0%
电测量仪表	指示式	±0.5%
	积算式	±1.0%
气压测量仪表（大气压力）	气压表，气压变送器	大气压力度数的±1.0%
转速仪表	转速表，闪频仪	测定转速的±1.0%
质量测量仪表		测量质量的±1.0%

注：噪声测量应使用 I 型或 I 型以上的精度级声压计。

6.1.6 空调系统进行额定工况试验时，各参数的度数允差应符合表 6 的规定。

表 6 额定工况试验时的度数允差

项目	度数的平均值对额定工况的偏差	各度数对额定工况的最大偏差
----	----------------	---------------

空气温度/℃	干球	±0.3	±1.0
	湿球	±0.2	±0.5
电压/V		±1.0%	±2.0%
空气体积流量/(m ³ /h)		±5%	±10%
空气流动的外阻力/出风静压/Pa		±5	±10

6.1.7 空调系统进行试验时（除额定工况外），试验工况各参数允差应符合表7规定。

表7 性能试验时的度数允差 单位为℃

试验工况	测量项目	度数的平均值对额定工况的偏差度数与规定值的最大允许偏差
最大负荷制冷	空气干球温度/湿球温度	±1.0/±0.5
低温制冷		
凝露		
最小制热		
低温最小制热		
除霜运行		

6.2 一般要求

6.2.1 空调系统所有试验应按铭牌上的额定电压和额定频率进行。

6.2.2 性能试验时，整套空调系统完整联接，并检查确保制冷剂无泄漏，风道无漏风等条件下试验；室内部分的隔热和安装要求按产品说明书进行。

6.3 试验方法

6.3.1 密封性能试验

空调系统的系统和部件在正常的制冷剂充灌量下，使用满足 SAE J 1627 关于 R134a 的技术要求，可测试部件泄漏率为 14g/a 的电子式制冷剂泄漏检测仪按 SAE J 1628 规定的操作规程进行检验。

6.3.2 制冷量试验

按空调系统标称的出风静压和 6.1 规定的额定制冷试验条件及附录 A 的方法进行试验。

6.3.3 最大负荷制冷试验

按 6.1 规定的最大负荷制冷试验条件稳定运行 1h，然后停机 3min，再启动运行 1h。

6.3.4 凝露工况试验

按 6.1 规定的凝露工况试验条件连续稳定运行 4h。

6.3.5 低温制冷工况试验

按 6.1 规定的制冷低温工况试验条件连续稳定运行 4h。

6.3.6 额定制热量试验

按 6.1 表 2 的普通额定制热工况(7℃)下试验,压缩机在额定转速下连续稳定运行(不少于 1h)时,所测得的能力。

6.3.7 最小制热能力运行

按 6.1 表 2 的最小制热工况(-10℃)下试验,压缩机在最低转速下连续稳定运行(不少于 1h)。测试时内风机调为低风运行。

6.3.8 低温额定制热量试验

按 6.1 表 2 的低温额定制热工况(-12℃)下试验,压缩机在额定转速下连续稳定运行(不少于 1h)时,所测得的能力。

6.3.9 低温最小制热能力运行

按 6.1 表 2 的低温最小制热工况(-20℃)下试验,压缩机在最低转速下连续稳定运行(不少于 1h)。

6.3.10 除霜工况试验

a) 按表 2 除霜工况运行,首先以高转速风量制热运行至首次出现除霜周期结束时,开始计时,连续运行 4 个完整除霜周期,或连续运行 4 小时,直到 4 小时后首次出现除霜周期结束为止,应取其长者,后保持工况不变,断电停机三分钟后开中风制热,直接开始计时,连续运行 4 个完整除霜周期,或连续运行 4 小时,直到 4 小时后首次出现除霜周期结束为止,应取其长者,再保持工况不变,断电停机三分钟后开低转速风量制热,直接开始计时,连续运行 4 个完整除霜周期。有必要时,还应该延长试验时间(如样机有冰霜累积的倾向)。

注:换风速试验前,检查室外机冷凝器上是否残留有霜、冰,如残留有霜、冰,应停机或强制制冷等其化尽再进行下一档风速试验。

b) 自动除霜试验若每个除霜周期大于 2 小时而小于 3 小时,且化霜干净的则连续运行 3 个完整除霜周期。自动除霜试验若每个除霜周期大于 3 小时且化霜干净的则连续运行 2 个完整除霜周期。

c) 若自动除霜高转速风量试验完成后由于设备冷机长时间工作造成设备蒸发器结冰,无法稳定工况,应停止样机和设备冷机,升高设备温度,让设备蒸发器上的冰化掉后按 5.1.2 工况运行,以额定转速风量运行至首次出现除霜周期结束时,开始计时,连续运行 4 个完整除霜周期,或连续运行 4 小时,直到 4 小时后首次出现除霜周期结束为止,自动除霜低风试验类同以上。

d) 周期及除霜刚刚结束后,室内侧的空气温度波动不应大于 5℃,通过加大室内侧制冷机组容量而达到。如果需要可以使用热泵机组内的辅助制热或按制造厂的规定。

注 1:若被测样机室内机具有辅助电加热装置 PTC,试验时应将电加热装置 PTC 电源断开。

注 2:工况稳定后样机运行过程中,室外侧湿度在室外工况允许的波动范围内应控制在 75%—90%之间。

注 3:有特殊要求时,应按照特殊除霜工况进行试验(试验时,要保证室外侧较高湿度),试验方法同上。

6.3.11 送风量试验

按附录 A 给定的试验方法，在制冷量/制热量测定的同时，测定空调系统的送风量。

6.3.12 压缩机驱动功率

按附录 A 给定的试验方法，在制冷量/制热量测定的同时，测定空调系统的压缩机驱动功率。

6.3.13 噪声试验

在额定电压和额定频率下，按附录 B 的规定测量空调系统的噪声。

6.3.14 振动试验

按附录 C 的规定，仅进行一体式空调系统空调系统的振动试验。

6.3.15 电器安全性能试验

6.3.15.1 绝缘电阻试验

采用兆欧表或专用绝缘电阻测量仪测量空调系统带电部位对非带电部位的绝缘电阻。根据被测线路的额定电压选择兆欧表或专用绝缘电阻测量仪，等级按表 8-1 测试控制电压涉及部件空调面板 ECU 等和按表 8-2 测试空调高电压涉及部件电动压缩机等。绝缘电阻测量后，被测线路应对地充分放电。

表 8-1 控制电压兆欧表等级

额定电压值	兆欧表的电压值
DC24V 以下	500V

表 8-2 兆欧表等级

额定电压值	兆欧表的电压值
≤250	250V
>250-500	500V
>500-1000	1000V

6.3.15.2 电气强度试验

空调系统应按表 9-1 和表 9-2 规定的试验电压进行电器强度试验。

表 9-1 控制电压电气强度试验电压

额定电压 (V)	实验电压 (V)	电源功率 kVA	电源频率 Hz	电源持续时间 s
DC12V/24V	500	1	50-60 正弦波	60

表 9-2 高电压电气强度试验电压与漏电流

额定电压 (V)	实验电压 (V)	电源功率 kVA	电源频率 Hz	电源持续时间 s	漏电流 mA
≤60	500	1	50-60 正弦波	60	≤5
>60-125	1000				≤10

>125-250	1500				
>250-500	2000				≦20
>500	1000+2 U_N				≦25

6.3.15.3 接地电阻试验

空调系统应按 GB 4706.1—1998 中 27.5 的方法进行接地电阻试验。

7 检验规则

7.1 出厂检验

每套空调系统均要做出厂检验。检验项目，技术要求和试验方法按表 10 的规定。

7.2 抽样检验

7.2.1 空调系统应从出厂检验合格的产品中抽样，检验项目和试验方法按表 10 的规定。

7.2.2 抽样方法由抽样方自行确定，逐批检验的抽检项目、批量、抽样方案、检查水平及合格质量水平等由制造厂质量检验部门自行决定。

7.3 型式检验

7.3.1 新产品、定型产品作重大改进或第一套产品应作型式检验，检验项目按表 10 的规定。

7.3.2 型式检验运行时如有故障，应在故障排除后重新检验。

表 10 检验项目

序号	项目	出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法			
1	一般检查	√			5.1, 5.2, 5.3, 5.4	视检			
2	标志				8.1				
3	包装				8.2				
4	绝缘电阻					√		5.6.4.1	6.3.15.1
5	电气强度							5.6.4.2	6.3.15.2
6	接地电阻							5.6.4.3	6.3.15.3
7	密封性能							5.5.1	6.3.1
8	制冷量	—	√	√	5.5.3	6.3.2			
9	制热量				5.5.7	6.3.6			
10	低温制热量				5.5.9	6.3.8			
11	送风量				-	6.3.11			
12	压缩机驱动电功率				5.5.12	6.3.12			
13	辅件耗电功率				5.5.13	6.3.2			
14	能效比				5.5.15	6.3.2, 6.3.6, 6.3.8			
15	最大负荷制冷				5.5.4	6.3.3			
16	凝露				5.5.5	6.3.4			
17	低温制冷工况				5.5.6	6.3.5			

18	最小制热工况				5.5.8	6.3.7
19	低温最小制热工况				5.5.10	6.3.9
20	除霜工况				5.5.11	6.3.10
21	噪声				5.5.14	6.3.13
22	振动				-	6.3.14
23	机械安全				5.6.3	6.3.15
注：“√”为必做项目，“—”为可选做项目。						

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 永久性铭牌

每套空调系统应在明显的位置上设置永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定，内容包括：

- a) 制造厂的名称；
- b) 产品型号和名称
- c) 主要技术性能参数（制冷剂代号及其他如：额定制冷量、额定制热量、送风量、机外静压、压缩机驱动功率、辅件耗电功率、制冷剂充注量、系统耗电电压和重量、噪声等）；
- d) 产品出厂编号；
- e) 产品出厂日期。

8.1.2 运行状态的标志

空调系统应标有运行状态的标志，如风机旋转方向的箭头、指示仪表和接地标志等。

8.1.3 出厂文件

每套空调系统上应随带下列技术文件：

8.1.3.1 产品合格证，内容包括：

- a) 产品型号和名称；
- b) 产品出厂编号；
- c) 检验员签字和印章；
- d) 检验日期。

8.1.3.2 产品使用说明书。

8.1.3.3 装箱单。

8.1.4 应在相应地方（如铭牌、产品说明书等）标注产品执行标注编号。

8.2 包装

8.2.1 空调系统在包装前应进行清洁处理，整体式空调系统应充注额定量制冷剂；分体式空调系统可充入额定量制冷剂，也可充入干燥的氮气或惰性气体，压力可控制在 0.1MPa~0.3MPa 表压范围内，各部件应清洁、干燥，易锈部件应涂防锈剂。

8.2.2 空调系统应外套塑料袋或防潮纸并固定在箱内。

8.2.3 空调系统包装箱上应有下列标志：

- a) 制造单位名称;
- b) 产品型号和名称;
- c) 净重、毛重;
- d) 外形尺寸;
- e) “小心轻放”、“向上”、“怕湿”和堆放层数等。有关包装、储运标志应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的有关规定。

8.3 运输和贮运

8.3.1 空调系统在运输和贮运过程中不应碰撞、倾斜、雨雪淋袭。

8.3.2 产品应贮存在干燥的通风良好的仓库中。

附录 A (规范性附录) 电动空调系统性能的试验方法

A.1 试验方法

本标准规定的试验方法：制冷量/制热量测量—蒸发器侧/冷凝器侧空气焓差法。

A.2 温度测量

A.2.1 测量风管内的温度应在横截面的各相等分格的中心处进行，所取位置不少于三处或使用取样器。测量处和空调系统之间的连接管应隔热，通过连接管的漏热量不超过被测量制冷量/制热量的 1.0%。

A.2.2 蒸发器侧空气入口处的温度应在空调系统空气入口处至少取三个等距离的位置或采用同等效果的取样方法进行测量。温度测量仪表或取样器的位置应离空调系统空气入口处 150mm。

A.2.3 冷凝器侧空气入口处的温度测量应满足下列条件：

a) 应在冷凝器侧热交换器周围至少取三点，测量点的空气温度不应受冷凝器侧排出空气的影响。

b) 温度测量仪表或取样器的位置应离冷凝器侧热交换器表面 600mm。

A.2.4 经过湿球温度测量仪表的空气流速为 5m/s 左右。在空气进口和出口处的温度测量用同样的流速，空气流速高于或低于 5m/s 的湿球温度测量应进行修正。

A.3 制冷量/制热量计算

A.3.1 制冷量计算

用蒸发器侧试验数据分别按式 (A.1)、式 (A.2)、式 (A.3) 计算制冷量、显热制冷量和潜热制冷量：

$$q_{tci} = Q_{mi} (h_{a1} - h_{a2}) / [v_n' (1 + W_n)] \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$q_{sci} = Q_{mi} C_{pa} (t_{a1} - t_{a2}) / [v_n' (1 + W_n)] \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

$$q_{lci} = 2.47 \times 10^6 Q_{mi} (W_{i1} - W_{i2}) / [v_n' (1 + W_n)] \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$C_{pa} = 1006 + 1860 W_{i1} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

q_{tci} ——制冷量（蒸发器侧数据），单位为瓦（W）；

Q_{mi} ——额定工况下的送风量，单位为立方米每秒（ m^3/s ）；

h_{a1} ——进入蒸发器侧空气的焓（对于 1kg 干空气组成的湿空气），单位为焦耳每千克（J/kg）；

h_{a2} ——离开蒸发器侧空气的焓（对于 1kg 干空气组成的湿空气），单位为焦耳每千克（J/kg）；

v_n' ——喷嘴处空气的比体积，单位为立方米每千克（ m^3/kg ）；

W_n ——喷嘴处空气的含湿量（对于 1kg 干空气组成的湿空气），单位为千克每千克（kg/kg）；

q_{sci} ——显热制冷量（蒸发器侧数据），单位为瓦（W）；

C_{pa} ——空气的比热（对于 1kg 干空气组成的湿空气），单位为焦耳每千克（J/kg）、 $^{\circ}C$ ；

t_{a1} ——进入蒸发器侧空气干球温度，单位为度（ $^{\circ}C$ ）；

t_{a2} ——离开蒸发器侧空气干球温度，单位为度（ $^{\circ}C$ ）；

q_{lci} ——潜热制冷量（蒸发器侧数据），单位为瓦（W）；

W_{i1} ——进入蒸发器侧空气的含湿量（对于 1kg 干空气组成的湿空气），单位为千克每千克（kg/kg）；

W_{i2} ——离开蒸发器侧空气的含湿量（对于 1kg 干空气组成的湿空气），单位为千克每千克（kg/kg）。

A.3.2 制热量计算

制热量按照下式计算：

(1) 测定能量：

$$q_{thi'} = \frac{Q_{mi} C_{pn} (t_{a2} - t_{a1})}{60v_n (1 + x_n)}$$

(2) 总能量：

$$q_{thi} = q_{thi'} + q_{li} + q_{lp}$$

式中： $q_{thi'}$ 从室内侧计算而得的测定采暖量（kW）；

Q_{mi} 样机室内侧风量的测定值（ m^3/min ）；

C_{pn} 空气的低压比热{kg/kg(DA)°C}；

t_{a2} 样机室内侧出风干球温度（°C）；

t_{a1} 样机室内侧进风干球温度（°C）；

v_n 喷嘴正前方的空气比容（ m^3/kg ）；

x_n 喷嘴正前方的空气绝对湿度{kg/kg(DA)}；

q_{thi} 从室内侧计算而得的总采暖量（kW）；

q_{li} 室内侧样机、从室内侧样机到出风空气取样装置的风管、以及收风室的渗热量（kW）；

q_{lp} 管路长超过 5mm 部分引起的能量减少值（kW）；

A.4 空气流量测量

A.4.1 空气流量按 A.4.2 规定的喷嘴装置进行测量。

A.4.2 喷嘴装置

A.4.2.1 装置按图 A.1 所示，由一个隔板分开的进风室和排风室组成，在隔板上装一只或几只喷嘴。空气从被试空调系统出来经过风管进入进风室，通过喷嘴排入试验房间或用风管回到空调系统进口。

A.4.2.2 喷嘴装置及其与空调系统进口的连接应密封，渗漏空气量应不超过被测空气流量的 1.0%。

A.4.2.3 喷嘴中心之间的距离应不小于较大的一个喷嘴喉径的 3 倍，从任一喷嘴的中心到最邻近的风室或进风室板壁的距离应不小于该喷嘴喉径的 1.5 倍。

A.4.2.4 扩散板在进风室中的安装位置应在隔板的上风侧，其距离至少为最大喷嘴径的 1.5 倍；在排风室中的安装位置应在隔板的下风侧，其距离至少为最大喷嘴喉径的 2.5 倍。

A.4.2.5 应安装一台变风量的排风机和排风室相连以进行静压调整。

A.4.2.6 通过一只或几只喷嘴的静压降采用一只或几只压力计测量，压力计的一端接到装在进风室内壁上并与壁齐平的静压接口上，另一端接到装在排风室内壁上并与壁齐平的静压接口上。应将

每一室中的若干个接口并联地接到若干个压力计上或汇集起来接到一只压力计上，按图 A.1 也可用毕托管测量离开喷嘴后气流的速度头，在采用两只或两只以上的喷嘴时应使用毕托管测出每一喷嘴的气流速度头。

A.4.2.7 应提供确定喉部处的气流密度的方法。

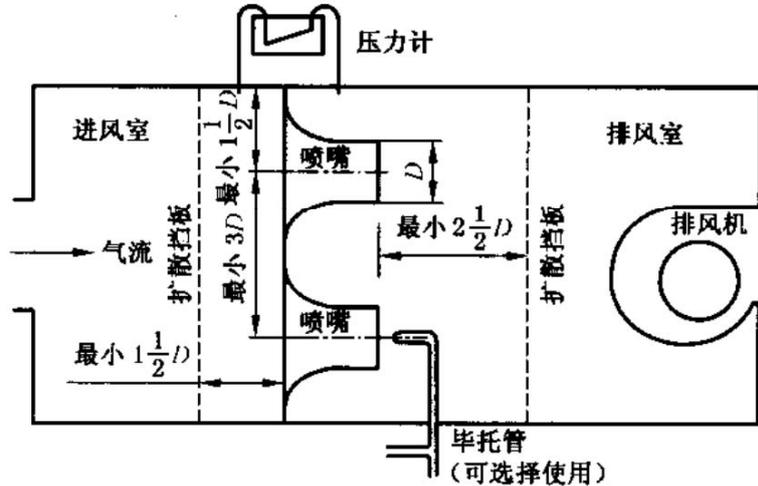


图 A.1

A.4.3 喷嘴

A.4.3.1 喷嘴使用时的喉部风速应不大于 15m/s。

A.4.3.2 喷嘴按图 A.2 的结构制造，按 A.4.2 的规定进行安装，使用时不需进行校准。喉径等于或大于 127mm 的喷嘴流量系数可定为 0.99，需要更精密的数据和喉径小于 127mm 的喷嘴的流量系数按表 A.1 的规定，或对喷嘴进行校准。

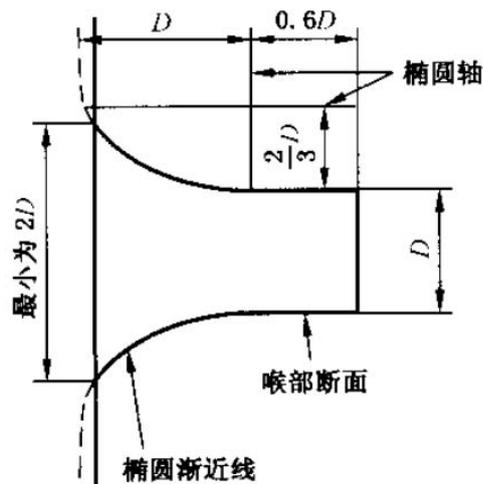


图 A.2

雷诺数	R_e	流量系数	C
50000		0.97	

100000	0.98
150000	
200000	0.99
250000	
300000	
400000	
500000	

雷诺数按式 (A.5) 计算:

$$Re = f v_a D_a \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

R_e ——雷诺数;

f ——温度系数;

v_a ——喷嘴处空气的流速, 单位为米每秒 (m/s);

D_a ——喷嘴的喉径, 单位为毫米 (mm)。

温度系数由表 A.2 确定

表 A.2

温 度	℃	温度系数 f
-6.7		78.2
4.44		72
15.6		67.4
26.7		62.8
37.8		58.1
48.9		55
60		51.9
71.1		48.8

A.4.3.3 喷嘴的面积通过测量其直径确定, 准确度为±0.2%。直径测量在喷嘴喉部的两个平面上进行, 一个在出口处, 另一个在靠近圆弧的直线段, 每个平面沿喷嘴四周取四个直径, 直径之间相隔约 45°。

A.4.4 计算

A.4.4.1 通过单个喷嘴的空气流量按式 (A.6)、式 (A.7) 计算:

$$Q_{mi} = 1.414 C A_a (p_v v_n')^{0.5} \dots\dots\dots (A.6)$$

$$v_n' = 101.325 v_n / [(1 + W_n) p_n] \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

Q_{mi} ——额定工况下的送风量, 单位为立方米每秒 (m³/s);

C ——流量系数;

A_a ——喷嘴面积, 单位为平方米 (m²)。

p_v ——喷嘴喉部的动压或通过喷嘴的静压差, 单位为帕 (Pa);

v_n' ——喷嘴处空气的比体积, 单位为立方米每千克 (m³/kg);

v_n ——在喷嘴进口处的干湿球温度下, 并在标准大气时空气的比体积, 单位为立方米每千克 (m³/kg);

W_n ——喷嘴处空气的含湿量, 单位为千克每千克 (kg/kg);

p_n ——喷嘴前的静压力, 单位为帕 (Pa)。

A.4.4.2 使用多个喷嘴时, 总空气流量按 A.4.4.1 的单个喷嘴的流量和计算。

A.5 静压的测定

A.5.1 配有风机和单个空气出口的空调系统

A.5.1.1 空调系统的机外静压装置按图 A.3，在空调系统空气出口处安装一只短的静压箱，空气通过静压箱进入空气流量测量装置，静压箱的横截面尺寸应等于空调系统出口尺寸。

A.5.1.2 测量机外静压的压力计的一端应接至出风口静压箱的四个取压接口的箱外连通管，每个接口位于静压箱各壁面中心位置，与空调系统空气出口的距离为出口平均横街面尺寸的两倍。采用进口风管的空调系统，另一端应接至位于进口风管各壁面中心位置的管外连接管；不用进口风管的空调系统，另一端应和周围大气相通，进口风管的横截面尺寸应等于空调系统进口尺寸。

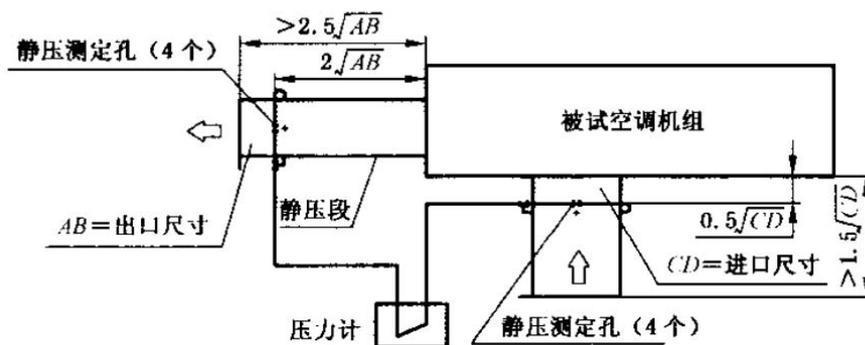


图 A.3

A.5.2 配有风机和多个空气出口的空调系统

在每个空气出口上装一个符合图 A.3 的短静压箱，空气通过静压箱进入一个共用风管段，然后进入空气流量测量装置。在每个静压箱进入共用风管段的平面上分别装一个可调节的限流器，平衡每个静压箱中的静压，多个送风机使用单个空气出口的空调系统按 A.5.1.1 的要求使用一个静压箱进行试验。

A.5.3 静压测定的一般要求

A.5.3.1 静压接口用直径为 6mm 的短管制作，短管中心应与静压箱外表面上直径为 1mm 的孔同心。孔的边口不应有毛刺和其他不规则的表面。

A.5.3.2 静压箱和风管段、空调系统以及空气测量装置的连接处应密封，不应漏气。在空调系统出口和温度测量仪表之间隔热，防止漏热。

A.6 冷凝器风速测定

在不带风机冷凝器的空气回风口上装一个符合图 A.4 的静压箱，出风口连接可变频的引风机，并按图 A.4 所示，测量冷凝器风速，共 25 个测定取测量值的平均值。

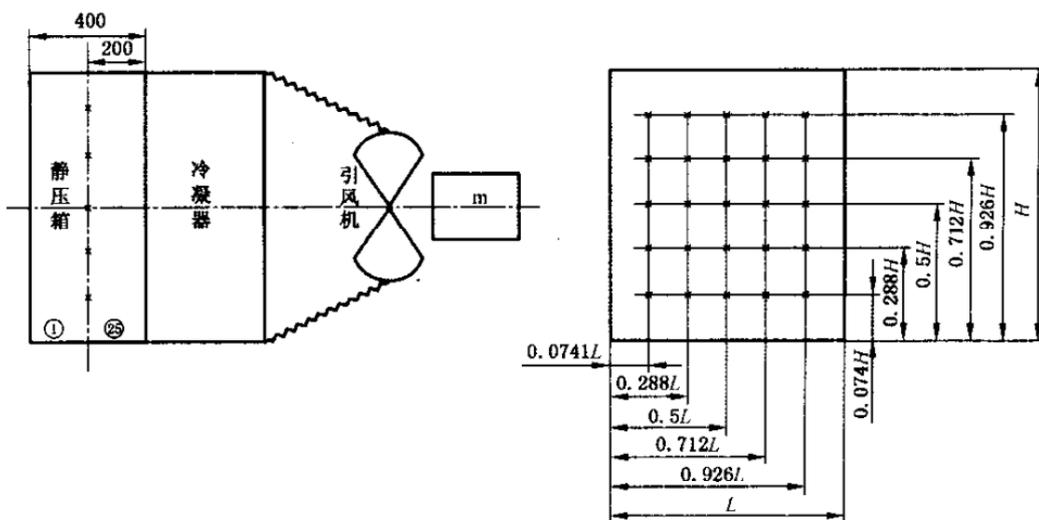


图 A.4

实际风速为所测 25 个风速的平均值。

A.7 试验的准备及运行

A.7.1 试验室的要求

A.7.1.1 应有一间蒸发器侧试验房间，房间的测试条件应保持在允许的范围内。

A.7.1.2 应有一间冷凝器侧试验房间，房间应有足够的容积，使空气循环和正常运行时有相同的条件。房间除安装要求的尺寸关系外，应使房间和空调系统冷凝器有空气排出一侧之间的距离不小于 2m，空调系统其他面和房间之间的距离不小于 1m。房间空调装置处理空气的流量不应小于室外部分空气的流量，并按要求的工况条件处理后低速均匀送回冷凝器侧试验房间。试验时空调系统附件的空气之流速不应超过 2.5m/s。

A.7.2 空调系统的安装

A.7.2.1 被试空调系统应按制造厂的安装要求进行安装，空调系统安装于冷凝器侧房间内，空调系统的蒸发器侧应由风道与蒸发器侧相连。

A.7.2.2 除按规定的方法安装需要的试验装置和仪表外，不应改装空调系统。

A.7.2.3 需要时，空调系统应抽空并充注制造厂说明书中规定的制冷剂类型和数量。

A.7.3 制冷量的试验程序

房间空调装置和被试空调系统应进行不少于 1h 的运行，工况稳定后记录数据。每隔 15min 记录一次，直至连续 5 次的试验数据的允差在表 5、表 6 规定范围内。

A.8 试验记录及试验结果

A.8.1 空调系统制冷量/制热量试验应记录的试验数据如表 A.3。

表 A.3

序号	记录项目	单位
----	------	----

1	试验日期	
2	试验人员	
3	试验空调系统的型号和出厂编号	
4	试验空调系统的额定参数	
5	大气压力	kPa
6	电压	V
7	试验时间	h
8	系统功率	W
9	蒸发器侧机外静压	Pa
10	空气进入空调系统蒸发器的干、湿球温度	°C
11	空气离开空调系统蒸发器的干、湿球温度	°C
12	喷嘴处空气的干球温度	°C
13	喷嘴前的静压	Pa
14	喷嘴的数量/喷嘴的直径	只/mm
15	喷嘴前后空气的静压差	Pa
16	压缩机转速	r/min
17	冷凝器进风口风速	m/s

A. 8. 2 试验结果应定量表示被试空调系统对空气产生的效果，对于给定的试验工况试验结果应表示：

- a) 制冷量/制热量，W；
- b) 额定工况下的送风量，m³/h；
- c) 系统总功率，W；
- d) 能效比（COP），W/W。

A. 8. 3 试验时若大气压力低于标准大气压（101kPa），大气压读数没降低 3.5kPa 制冷（热）量可增加 0.8%。

A. 8. 4 空气焓值应根据饱和温度和标准大气压的偏差进行修正。

附录 B (规范性附录) 电动空调系统噪声测试方法

B.1 范围

本附录规定了空调系统的噪声测试方法。

B.2 测定场所

测定场所应为反射平面上的半自由声场，被测空调系统的噪声与背景噪声之差应大于 10dB (A)。若在测试中，背景噪声不能满足上述要求，而噪声差在 6dB (A) -10dB (A) 之间时，则测量值应按表 B.1 修正；若背景噪声差在 6dB (A) 以下，则测量结果仅作估算值。

表 B.1 单位为 dB(A)

试验空调系统噪声级与背景噪声级差值	试验读数的修正值
9-10	-0.5
≥6-8	-1

B.3 测量仪器

测量仪器应使用 GB/T 3785 中规定的 I 型或 I 型以上的声级计，以及准确度相当的其他测试仪器。

B.4 运行条件

测量空调系统噪声时，应分别测量蒸发器噪声和冷凝器噪声，按表 3 所规定的端电压分别开动风机。原则上在所规定最大风量下进行噪声测量。有机外静压要求的空调系统，为避免出风的影响，应接入按 B.6 规定的静压风道，在 B.6 规定的静压测定点加额定的机外静压，以使测定在不受出风影响的状态下进行。

B.5 测点位置

B.5.1 安装在车室内的由蒸发器和风机构成的空调系统，按图 B.1 所示放置，测量蒸发器侧噪声，共 2 个测点 (①②)。

B.5.2 安装在汽车顶部、侧面或后部由蒸发器和风机构成一体的空调系统，按图 B.2 所示放置，测量蒸发器侧噪声，共 3 个测点 (①②③)；测量冷凝器侧噪声，共 3 个测点 (④⑤⑥)；

B.5.3 风机和蒸发器分开安装时，按图 B.3 或图 B.4 所示放置，测量蒸发器侧噪声，共 3 个测点 (①②③)。

B.5.4 带风机的冷凝器，按图 B.5 所示放置，测量冷凝器侧噪声，共 1 个测点 (①)。

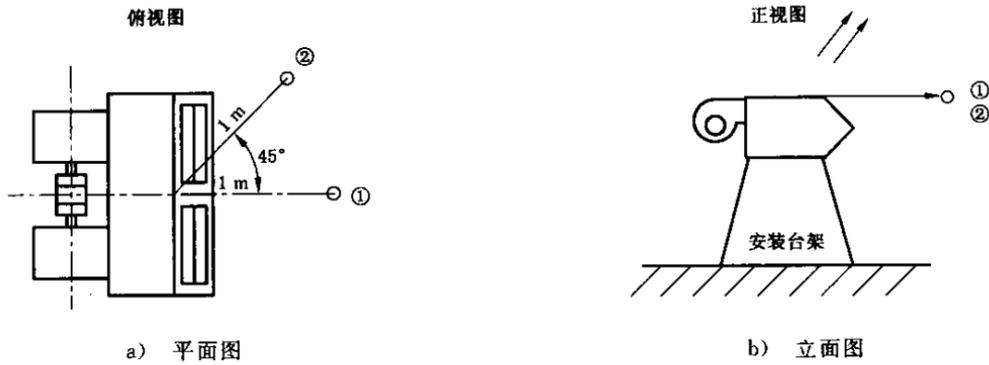


图 B.1

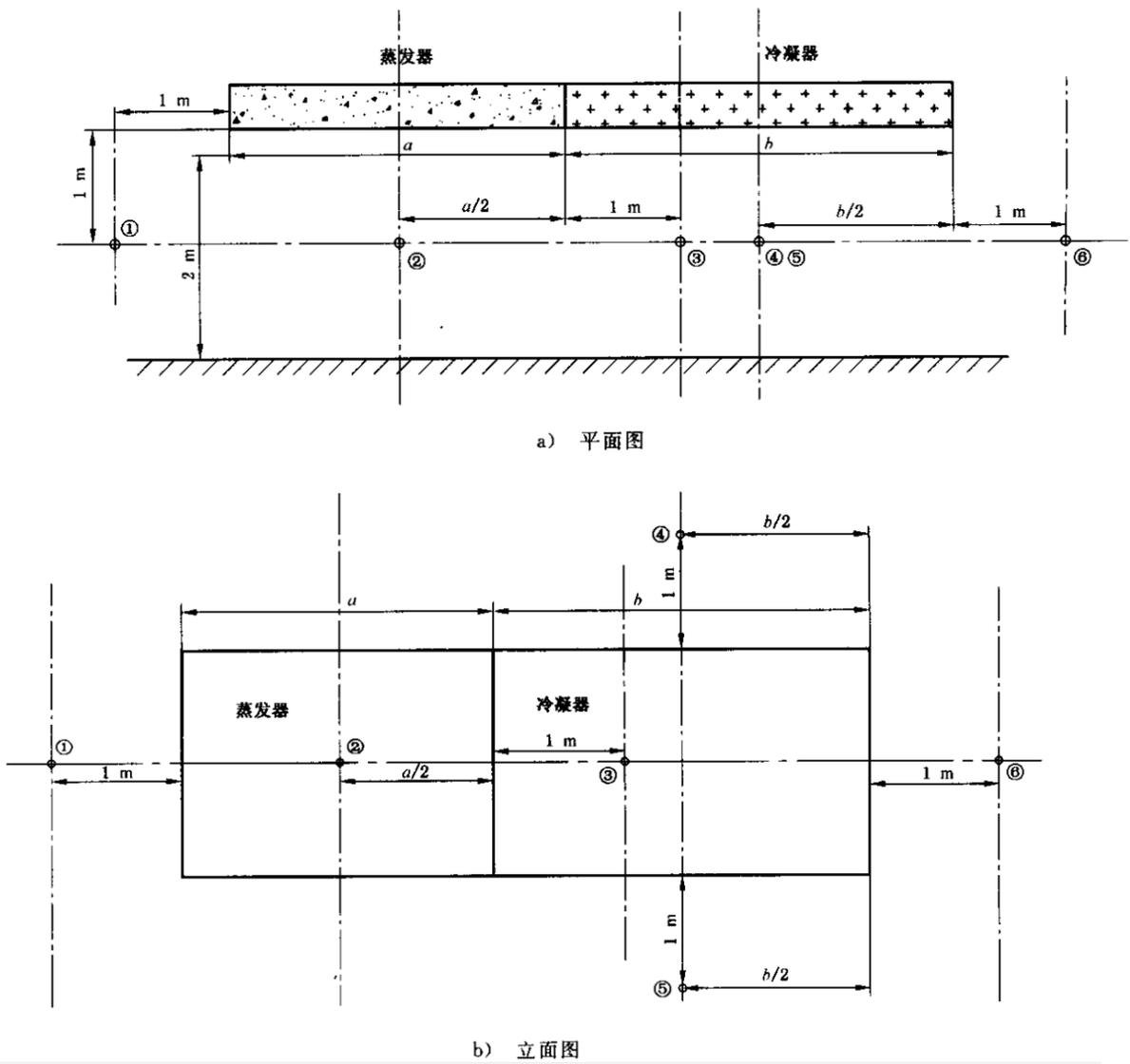


图 B.2

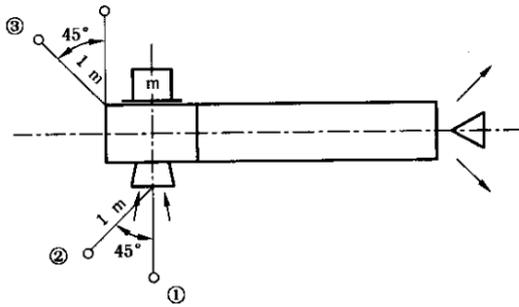


图 B.3

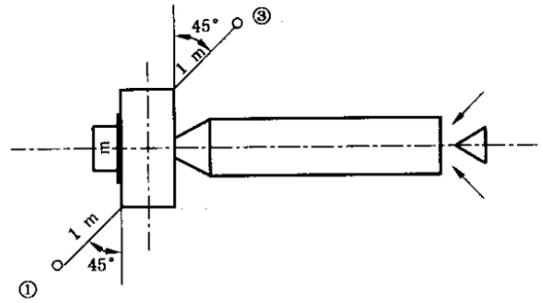


图 B.4

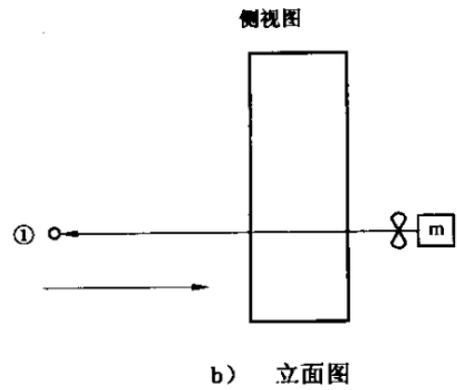
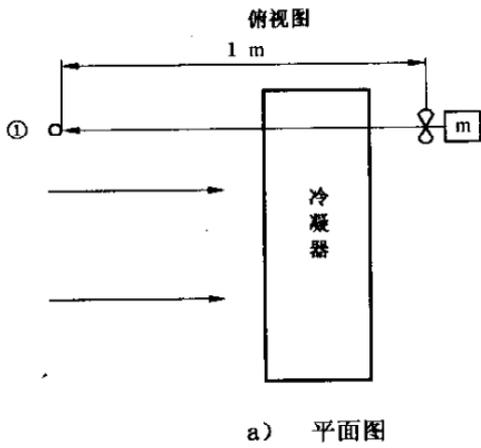


图 B.5

B.6 测量方法

在 B.5 规定的测点位置，测定空调系统噪声 A 声级，测定应在 B.4 规定的运行条件下进行测量，取各测点测量最大值为测量值。

附录 C (规范性附录) 电动空调系统振动测试方法

C.1 范围

本附录规定了汽车用电动空调系统的振动测试方法，一体式空调系统适用于本方法。

C.2 试验条件

C.2.1 谐振频率

各部件的谐振频率按表 C.1 的规定。

表 C.1 谐振频率

部件谐振情况	谐振频率/Hz
谐振	部件固有的谐振频率 ^a
无谐振	33 或 67
按 C.3.1 谐振频率探测试验方法进行测试的结果	

C.2.2 振动加速度

各部件的振动加速度按表 C.2 的规定。

表 C.2 振动加速度

振动加速度阶段	振动加速度/(m/s ²)
5	5
20	20
30	30

C.3 试验方法

C.3.1 谐振频率探测试验方法

部件的谐振频率应该在一定频率范围内选择与被测试部件一致的频率，按固定的速率连续递增和递减频率 5Hz 到 200Hz 的频率来探测。

C.3.2 振动耐久性试验方法

部件的振动耐久试验应该考虑与汽车类型、在实际设备中的位置以及表 C.2 中 3 个测试阶段的一致来进行。试验应分为有、无谐振两种情况来进行。

原则上说来，表 C.2 通常应用于振动条件的分类。不过必要时，振动方向和测试时间可根据参与传输各方之间的一致性来决定。

1) 没有谐振时振动耐久试验应参照表 C.3 来进行。

表 C.3 振动耐久试验要求

阶段	频率/Hz	振动加速度/(m/s ²)	测试时间/h		
			垂直	横向	纵向
5	33 或 67	5	4	2	2

20		20			
30		30			

2) 有谐波时振动持久性试验应先参照表 C.4 来进行, 后再参照表 C.5 来进行。

表 C.4 有谐波时振动持久性试验 (1)

阶段	频率/Hz	振动加速度/(m/s ²)	测试时间/h		
			垂直	横向	纵向
5	谐振频率	5	1	0.5	0.5
20		20			
30		30			

表 C.5 有谐波时振动持久性试验 (2)

阶段	频率/Hz	振动加速度/(m/s ²)	测试时间/h		
			垂直	横向	纵向
5	33 或 67	5	3	1.5	1.5
20		20			
30		30			

C.4 路面试验

C.4.1 路面试验的试验要求。

表 C.6 路面试验的试验要求

路面试验	路面要求	试验时间
试验要求	国家规定第二等级公路	连续运行 6h

C.4.2 当空调系统总质量大于 300kg 或外形尺寸大于 5mX5m 时, 可以采用路面试验进行考核。