



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF × × × × — × × × ×

空气净化器试验舱计量校准规范

Metrological Calibration Specification for
Test Chamber of Air Cleaner

(征求意见稿)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局 发布

空气净化器试验舱计量校准规范

Metrological Calibration

Specification for Test Chamber

of Air Cleaner

JJF XXXX—XXXX

归口单位：全国能源资源计量技术委员会
能效标识计量分技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范委托全国能源资源计量技术委员会能效标识计量分技术
委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和定义	(1)
4 概述	(2)
5 计量特性	(3)
5.1 容积	(3)
5.3 气密性	(3)
5.4 混合度	(3)
5.5 回收率	(3)
5.6 本底浓度	(3)
6 校准条件	(4)
6.1 环境条件	(4)
6.2 测量标准及其他设备	(4)
7 校准项目和校准方法	(4)
7.1 校准项目	(4)
7.2 校准方法	(4)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(8)
附录 A 原始记录格式(供参考)	(9)
附录 B 校准证书内页格式(供参考)	(13)
附录 C 试验舱结构参数(供参考)	(16)
附录 D 颗粒物本底浓度测量不确定度分析示例	(17)

引 言

本规范依据 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编写而成。

本规范为首次发布。

空气净化器试验舱计量校准规范

1 范围

本规范规定了空气净化器试验舱（以下简称“试验舱”）的计量特性、校准条件、校准项目及方法、校准结果等内容。本规范适用于空气净化产品净化性能检测用试验舱的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF（轻工）102-2018 空气净化器性能试验舱校准规范

JJG 700 气相色谱仪

JJG178 紫外、可见、近红外分光光度计

GB/T 18801-2022 空气净化器

IEC 63086-1:2020 家用和类似用途电气空气净化设备性能测量方法 第1部分：一般要求
(Household and similar electrical air cleaning appliances-Methods for measuring the performance Part 1: General requirements)

GB/T 18883 室内空气质量标准

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和定义

3.1 试验舱 test chamber

用于测定净化器对空气中目标污染物去除能力的限定密闭空间及标准试验条件的装置。

[来源：GB/T 18801-2022，3.4]

3.2 本底浓度 background concentration

使用洁净空气为载体，空载时试验舱内目标污染物的浓度。

[来源：JJF（轻工）102-2018，3.2]

3.3 气密性 gas tightness

单位时间(h)内由试验舱外进入到试验舱内的空气总量与舱内空气总量的比值。

3.4 混合度 mixing level

试验舱内空气污染物的浓度均匀性实测值与标准值的比值。

[来源: JJF (轻工) 102-2018, 3.4]

3.5 回收率 recovery rate

一定时间内测得的试验舱内目标气态污染物的质量, 与进入试验舱相应气态污染物的质量的比值。

[来源: JJF (轻工) 102-2018, 3.5]

4 概述

试验舱可以模拟室内环境, 是用于检测和研究室内空气净化器的装置, 通常由舱体、清洁空气供给系统、温湿度控制系统、空气采样系统、污染源发生装置及数据监控系统等组成, 其典型结构见图 1。

试验舱典型容积有 1 m^3 、 3 m^3 、 10 m^3 、 20 m^3 、 30 m^3 、 81 m^3 。

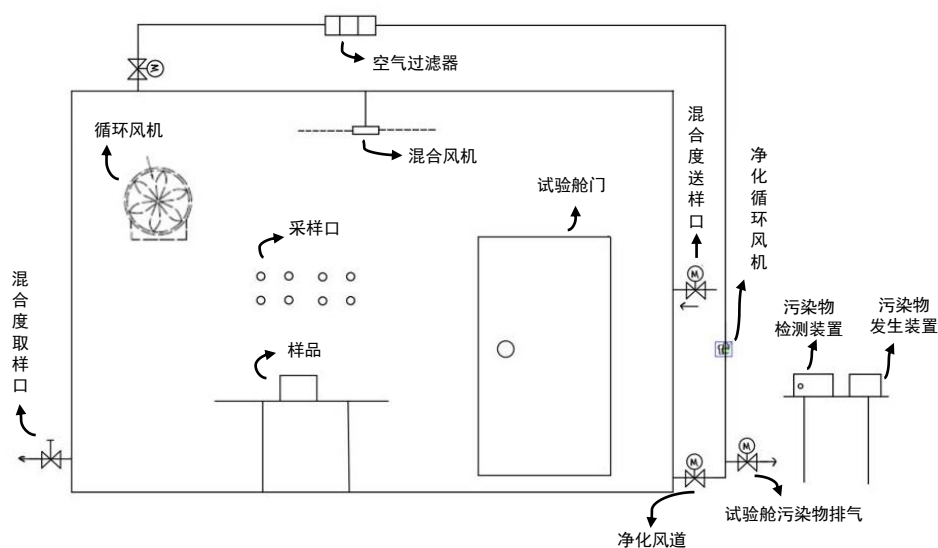


图 1 空气净化器试验舱

5 计量特性

5.1 容积

容积的技术要求见表 1。

表 1 容积的技术要求

舱规格	最大允许误差
$1\text{m}^3 \leq V \leq 81\text{m}^3$	$\pm 2\%$

5.2 温湿度

温度和相对湿度的技术要求见表 2。

表 2 温度和相对湿度的技术要求

舱类型	温度	相对湿度
气态污染物试验舱	$(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$	$(50 \pm 5) \%$
其他类型试验舱	$(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$	$(50 \pm 10) \%$

5.3 气密性

气密性： $\leq 0.05\text{h}^{-1}$ 。

5.4 混合度

混合度： $> 80\%$ 。

5.5 回收率

用甲苯或正十二烷进行回收率测试，回收率： $\geq 80\%$ 。

注：仅进行气态污染物测试的试验舱，需符合回收率的技术要求。

5.6 本底浓度

表 3 本底浓度的技术要求

类别	技术要求
颗粒物（粒径 $0.3\mu\text{m}$ 以上粒子数）	$\leq 1000\text{L}^{-1}$
甲醛	$\leq 0.04\text{mg}/\text{m}^3$
TVOC	$\leq 0.30\text{mg}/\text{m}^3$

注：1 仅进行颗粒物测试的试验舱只需符合颗粒物本底浓度的要求；

2 进行气态污染物测试的试验舱需要符合颗粒物、甲醛、TVOC 本底浓度的要求；

3 如需要测定上述污染物之外的气态污染物，其对应的本底浓度应低于 GB/T18883 规定限值的 50%。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：(15~40) °C；

相对湿度：40%~75%；

供电电源：(220±22) V，(50±0.5) Hz。

6.2 测量标准及其他设备

校准时所需的标准器及配套设备如下：

- a) 温度测量标准：最大允许误差±0.5°C；
- b) 湿度测量标准：最大允许误差±2%RH；
- c) 二氧化碳测试仪：最大允许误差±3%或±50μmol/mol；
- d) 尘埃粒子计数器：测试粒径范围（0.3~10）μm，计数最大允许误差±30%FS；
- e) 气相色谱仪：符合 JJG700《气相色谱仪》的要求；
- f) 分光光度计：符合 JJG178《紫外、可见、近红外分光光度计》的要求；
- g) 液相色谱仪：符合 JJG705《液相色谱仪》的要求；
- h) 激光测距仪：最大允许误差±5mm。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

试验舱校准项目包括容积、温湿度、气密性、混合度、回收率、本底浓度。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

校准前应检查试验舱各部分均应处于正常工作状态。

7.2.2 容积

采用几何测量法，直接测量试验舱内长、宽、高的几何尺寸，计算舱内容积。舱内风机、温湿度传感器等所占体积不计，舱内倒角引起的体积变化不计。

7.2.3 温湿度

试验舱正常工作状态下，开启温湿度控制系统，达到设定温湿度后，稳定运行30min，试验舱内温湿度用温湿度测量标准直接测量。采样点应距试验舱进风口和出风口至少1 m，且应距离墙壁至少0.5 m，采样点高度应在地面以上（1.0±0.5）m处，每2min采样一次，连续监控30min，计算平均值。

7.2.4 气密性

用二氧化碳作为示踪气体，关闭试验舱舱门；采样点的位置参考7.2.3，采样点应配备一个采样口，该采样口与试验舱外部的二氧化碳测试仪相连。打开试验舱空气处理装置，记录二氧化碳的背景浓度，启动温、湿度控制装置，将温、湿度设置为5.2规定的试验条件。

打开混合风机和循环风机，将二氧化碳气体通过空气采样口注入试验舱内。当二氧化碳浓度达到 $(3500 \pm 500) \mu\text{mol/mol}$ 后，停止通入二氧化碳气体，并保持混合风机运行 10 分钟。二氧化碳完全混合后，关闭混合风机。试验期间，循环风机应连续运行。

用二氧化碳测试仪测定试验舱内二氧化碳初始浓度为 C_0 （取时间 $t=0\text{min}$ ），待试验舱内的初始浓度采集完成后，开始试验。试验过程中，每 5min 采集 1 次，全部采样时间为 1h，二氧化碳浓度随时间的变化符合指数函数的变化趋势，用式（1）表示：

$$C_t = C_0 e^{-kt} \quad (1)$$

式中：

C_t ——在时间 t 时的二氧化碳浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

C_0 ——在 $t=0$ 时的二氧化碳初始浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

k ——衰减常数， h^{-1} ；

t ——时间， h ；

按照式（1）做 $\ln C_t$ 和 t 的线性拟合，可得衰减常数，取绝对值，即为气密性 K ，用式（2）表示：

$$K = - \frac{\left(\sum_{i=1}^n t_i \ln c_{ti} \right) - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n t_i \right) \left(\sum_{i=1}^n \ln c_{ti} \right)}{\left(\sum_{i=1}^n t_i^2 \right) - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n t_i \right)^2} \quad (2)$$

式中：

K ——气密性， h^{-1} ；

t_i ——第 i 个取样点对应的的时间， h ；

$\ln C_{ti}$ ——第 i 个取样点对应的二氧化碳浓度的自然对数；

n ——采样次数。

7.2.5 混合度

7.2.5.1 动态测量法

用二氧化碳作为示踪气体，关闭试验舱舱门，舱内应保持正常测试状态（如有循环风机，要开启）；打开试验舱的送风道和排风道，向送风道送入干净空气，1 h 送风量应为试验舱舱容积的 50%，试验舱可设置上送下回或下送上回的送风道和排风道。

将二氧化碳气体注入送风道，使进气口处二氧化碳浓度稳定为 $(3000 \pm 500) \mu\text{mol/mol}$ ，在排气口处同时开始监测二氧化碳浓度，混合度 (σ_{mix}) 用式 (3) 表示：

$$\sigma_{\text{mix}} = \left[1 - \frac{\sum_i^n |C_m(i) - C(i)| \cdot \Delta t}{\sum_i^n C(i) \cdot \Delta t} \right] \times 100\% \quad (3)$$

式中：

σ_{mix} ——混合度；

$C_m(i)$ ——排气口处二氧化碳浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$C(i)$ ——完全混合后二氧化碳理论浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

Δt ——二氧化碳采样间隔时间，min；

i ——个体样本指数；

n ——样本总数；

$$C(i) = C_s + (C_0 - C_s)e^{-\frac{G \cdot t}{60 \cdot V}} \quad (4)$$

C_s ——进气口处二氧化碳浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

C_0 ——试验舱内在测试零时刻的初始浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

G ——进气口处的流速， m^3/h ；

V ——试验舱容积， m^3 ；

t ——测试时间，min。

7.2.5.2 静态测量法

用二氧化碳作为示踪气体，关闭试验舱舱门。打开试验舱空气处理装置，用二氧化碳测试仪测定试验舱内二氧化碳初始浓度为 C_0 ，启动温、湿度控制装置，将温、湿度设置为5.2规定的试验条件。

将二氧化碳气体以恒定流速通过空气采样口注入试验舱内，同时打开混合风机和循环风机，实时监测试验舱进气口和排气口处二氧化碳浓度，待舱内理论浓度达到 $(3000 \pm 500) \mu\text{mol/mol}$ 时，停止试验。混合度 (σ_{mix}) 用式 (5) 表示：

$$\sigma_{\text{mix}} = \left[1 - \frac{\sum_i^n |C_A(i) - C_B(i)| \cdot \Delta t}{\sum_i^n C(i) \cdot \Delta t} \right] \times 100\% \quad (5)$$

式中：

σ_{mix} ——混合度；

$C_A(i)$ ——进气口处二氧化碳浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$C_B(i)$ ——排气口处二氧化碳浓度, $\mu\text{mol/mol}$;

$C(i)$ ——完全混合后二氧化碳理论浓度, $\mu\text{mol/mol}$;

Δt ——二氧化碳采样间隔时间, min ;

i ——个体样本指数;

n ——样本总数;

$$C(i) = C_0 + \frac{Q \cdot t}{V} \times 1000 \quad (6)$$

C_0 ——试验舱内在测试零时刻的初始浓度, $\mu\text{mol/mol}$;

Q ——二氧化碳的供气流速, L/min ;

V ——试验舱容积, m^3 ;

t ——测试时间, min 。

7.2.6 回收率

向试验舱内分别通入定量的污染物, 舱内理论浓度 $(2.0 \pm 0.2) \text{ mg/m}^3$ 。污染物应采用舱内直接挥发法, 挥发的同时开启混合风机和循环风机并计为零时刻, 20min后关闭混合风机, 60min后测试污染物终止浓度, 采样点的位置参考7.2.3。回收率用式(7)表示:

$$R = \frac{C_3}{C_2} \times 100\% \quad (7)$$

式中:

R ——回收率, %;

C_2 ——初始理论浓度, mg/m^3 ;

C_3 ——终止浓度, mg/m^3 ;

7.2.7 本底浓度

本底浓度测试时, 试验舱内净化应不少于1h, 待目标污染物浓度低于5.6的技术要求, 关闭空气净化装置。试验舱开启循环风机, 1 h后开始采集舱内空气, 测定目标污染物浓度。采样点的位置参考7.2.3。

颗粒物本底浓度采用激光粒子计数器直接测试, 取三次测量结果的平均值; 甲醛、TVOC浓度依据 GB/T 18883 规定的试验方法进行分析。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映, 校准证书应至少包含以下信息:

a) 标题: “校准证书”;

- b) 试验装置名称及地址;
- c) 进行校准的地点 (如果与试验装置地址不同);
- d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 对校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的说明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔是由试验舱的使用情况、使用者、装置本身质量等诸多因素所决定, 因此, 使用单位可根据实际使用情况自行确定复校时间间隔。一般情况下, 建议复校时间间隔为 12 个月。

附录 A

原始记录格式（供参考）

委托单位名称			
委托单位地址			
设备名称			
制造单位			
规格型号		仪器编号	

校准用主要计量标准器具

标准器名称	规格型号	设备编号	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	有效期

校准依据：_____

环境条件 温度：_____相对湿度：_____

校准地点：_____

备注：_____

校准日期：_____

校准人员：_____核验人员：_____

1、舱内容积：

舱内尺寸	标称值	实测值
长（m）		
宽（m）		
高（m）		
舱内容积（m ³ ）		

2、舱内温湿度：

项目	显示值	实测值
温度（℃）		
相对湿度（%）		

3、气密性：

采样点序号	采样时间（min）	采样点浓度（μmol/mol）
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
气密性		

4、混合度：

采样点序号	采样时间（min）	进口浓度（μmol/mol）	出口浓度（μmol/mol）
1			

2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
混合度			

5、回收率：

测试对象	初始理论浓度 (mg/m ³)	终止浓度 (mg/m ³)	回收率

6、本底浓度：

颗粒物		
测试次数	粒子浓度采样结果 (L ⁻¹)	平均值 (L ⁻¹)
1		
2		
3		
甲醛		
采样体积 (L)	样品质量 (mg)	浓度 (mg/m ³)
TVOC		
采样体积 (L)	样品质量 (mg)	浓度 (mg/m ³)

附录 B

校准证书内页格式（供参考）

证书编号：XXXX—XXXX

校准机构授权说明				
校准环境条件及地点：				
温 度		地 点		
相对湿度		其 他		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	检定/校准 证书标号	证书有效期至

注：

- 1、XXXX XXXX 仅对加盖“XXXXXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
- 2、本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
- 3、未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

第 页，共 页

证书编号：XXXX—XXXX

校 准 结 果

1、舱内容积：

标称值	实测值	测量不确定度
长（m）		
宽（m）		
高（m）		
舱内容积（m ³ ）		

2、舱内温湿度：

项目	显示值	实测值	测量不确定度
温度（℃）			
相对湿度（%）			

3、气密性：

技术要求	实测值	测量不确定度
≤0.05h ⁻¹		

4、混合度：

技术要求	实测值	测量不确定度
>80%		

5、回收率：

测试对象	技术要求	实测值	测量不确定度
	≥80%		
	≥80%		

6、本底浓度：

测试对象	技术要求	实测值	测量不确定度

第 页，共 页

证书编号：XXXX—XXXX

- 1、被校准仪器修理后，应立即进行校准。
- 2、在使用过程中，如对被校准仪器的技术指标产生怀疑，请重新校准。
- 3、根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下_____个月校准一次。

核验员：

附录 C

试验舱结构参数（供参考）

试验舱结构参数见表 C。

表 C 试验舱结构参数

舱内容积	舱内尺寸	舱体材料	密封材料	混合风机	循环风机
1m ³	1.0m×1.0m×1.0m	厚度为 5mm 以上浮法玻璃或厚度为 0.8mm 以上不锈钢板，或其他类似低吸附材料	用硅橡胶条及玻璃密封胶，或其他类似低释放材料	直径约 0.5m～1.0m，三叶	无
3m ³	1.4m×1.4m×1.5m				
10m ³	2.0m×2.0m×2.5m				
20m ³	2.85m×2.8m×2.5m			直径约 1.0m～1.5m，三叶	风量 500m ³ /h～700m ³ /h，直径 0.2m，安装位置：离地 1.5m，离后墙 0.4m，尺寸最大允许误差 ±5mm
30m ³	3.5m×3.4m×2.5m				
81m ³	6.0m×4.5m×3.0m				

注：

- 1 试验舱必须可靠接地。
- 2 81 型试验舱混合风机要增加 2 个，均匀分布于试验舱顶部，循环风机也要增加 2 个，分别放置于试验舱内的两个对角位置。
- 3 其他容积的试验舱可参考使用本规范。

附录 D

颗粒物本底浓度测量不确定度分析示例

D.1 测量模型

以空气中 $0.3\mu\text{m}$ 以上颗粒物浓度为例，颗粒物本底浓度用式 (D.1) 表示：

$$\bar{c} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 c_i \quad (\text{D.1})$$

式中：

\bar{c} ——颗粒物平均浓度， L^{-1} ；

c_i ——单次采样的颗粒物浓度， L^{-1} ；

D.2 标准不确定度来源

由测量模型可知， $0.3\mu\text{m}$ 以上颗粒物浓度的测量不确定度来源包括以下三个方面：

- a) 测量重复性引入的标准不确定度分量；
- b) 尘埃粒子计数器分辨力引入的标准不确定度分量；
- c) 尘埃粒子计数器准确度引入的标准不确定度分量。

D.3 标准不确定度分量分析

D.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1

使用尘埃粒子计数器在试验舱内对粒径 $0.3\mu\text{m}$ 以上颗粒物进行测量，连续采样 10 次，对重复测量结果进行分析，测量结果见表 D.1。

表 D.1 颗粒物本底浓度测量结果

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
测量结果 (L^{-1})	648	662	683	696	710	726	744	724	756	731	708

实验标准偏差 s 按公式 (D.2) 计算：

$$s = \frac{1}{c} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}} = 0.050 \quad (\text{D.2})$$

式中：

n ——测量次数；

\bar{c} ——测量结果的算术平均值， L^{-1} ；

c_i ——第 i 次的测量值， L^{-1} ；

校准时取 3 次测量结果的平均值, 因此测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1 为:

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} \times 100\% = 2.9\% \quad (\text{D.3})$$

D.3.2 尘埃粒子计数器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

尘埃粒子计数器分辨力为 1 L^{-1} , 区间半宽度为 0.5 L^{-1} , 采样结果的平均值为 675, 按均匀分布计算, 则

$$u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3} \times 708} \times 100\% = 0.04\% \quad (\text{D.4})$$

从以上计算可以看出, 由于重复测量引入的标准不确定度分量 u_1 大于分辨力引入的标准不确定度分量 u_2 , 由 JJF 1033—2016《计量标准考核规范》可知, 当重复性引入的标准不确定度分量大于分辨力引入的标准不确定度分量时, 可不考虑分辨力引入的不确定度分量, 因此分辨力引入的不确定度分量 u_2 在标准不确定度合成时可忽略不计。

D.3.3 尘埃粒子计数器准确度引入的标准不确定度分量 u_3

由计量证书得知, 尘埃粒子计数器的测量不确定度为 10% ($k=2$), 则

$$u_3 = \frac{10\%}{2} = 5.0\% \quad (\text{D.5})$$

D.4 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量一览表见表 D.2。

表 D.2 标准不确定度分量一览表

标准不确定度来源	u	标准不确定度分量
测量重复性	u_1	2.9%
标准器准确度	u_2	5.0%

D.5 合成标准不确定度

由于标准不确定度分量 u_1 和 u_2 相互独立, 则合成标准不确定度 u_{cr}

$$u_{cr} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 5.8\% \quad (\text{D.6})$$

D.6 扩展不确定度

置信区间为 95%, 包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度 U_r 为:

$$U_r = k \times u_{cr} = 12\% \quad (\text{D.7})$$