



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—202X

冷冻冷藏运输车辆、集装箱温度参数 校准规范

Calibration specification of temperature parameters of refrigerated transport
vehicles and containers

202X—XX—XX 发布

202X—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

冷冻冷藏运输车辆、集装箱
温度参数校准规范

JJF XXXX—202X

Calibration specification of temperature parameters
of refrigerated transport vehicles and containers

归口单位：全国温度计量技术委员会

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

参加起草单位：

本规范委托全国温度计量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.....	1
4 概述.....	3
5 计量特性.....	3
6 校准条件.....	3
7 校准项目和校准方法.....	4
8 校准结果表达.....	8
9 复校时间间隔.....	9
附录 A 设备分类.....	10
附录 B 常见冷链产品运输温度.....	12
附录 C 校准原始记录参考格式.....	18
附录 D 校准证书内页参考格式.....	18
附录 E 冷冻冷藏运输车辆、集装箱温度偏差校准结果不确定度评定示例.....	19

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》编制。

本规范为首次发布。

冷冻冷藏运输车辆、集装箱温度参数校准规范

1 范围

本规范适用于温度范围（-40~20）℃的冷冻冷藏运输车辆、集装箱温度参数的校准。
其它类似冷链运输环境可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 18517 制冷术语

GB/T 22918 易腐食品控温运输技术要求

GB/T 28577 冷链物流分类与基本要求

GB 29753 道路运输 易腐食品与生物制品冷藏车安全要求及试验方法

GB/T 34399 医药产品冷链物流温控设施设备验证性能确认技术规范

GB/T 40475 冷藏保温车选型技术要求

药品经营质量管理规范（2016年国家食品药品监管总局令第28号）

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）适用本规范。

3 术语

3.1 冷链物流 cold chain logistics

根据物品特性，从生产到消费的过程中使物品始终处于保持其品质所需温度环境的实体流动过程。

[GB/T 28577-2021，定义 3.2]

注：冷链物流按货物品类可分为食品类（果蔬类、肉类、水产类、禽蛋类、乳类、粮食类及其加工制品等）、医药、医疗类（药品、医疗器械、生物样本等）、花卉、植物类（花卉、植物及其鲜切产品等）和其他（化学品、精密仪器、电子产品、艺术品等）冷链物流。按冷链物流温度可分为冷藏（C）和冷冻（D）两大类。

3.2 冷冻冷藏车 refrigerated vehicle

装备有隔热结构的车厢及温度调节装置，用于冷冻冷藏运输的专用车辆。

[GB 29753-2023，定义 3.3，有修改]

3.3 冷冻冷藏集装箱 refrigerated containers

装备有隔热结构的箱体及温度调节装置，用于冷冻冷藏运输的集装箱体。

[GB 29753-2023，定义 3.3，有修改]

3.4 多温冷藏车 multi-compartment refrigerated vehicle

具有两个或两个以上独立空间区域，并能分别维持不同内部温度的冷藏车。

[GB 29753-2023，定义 3.8]

3.5 行驶温度记录仪 travelling air temperature recorder

由主机和外接装置组成，在车辆行驶过程中，具有自动测量和记录冷藏车厢内温度并保存数据等功能的装置。

[GB 29753-2023，定义 3.12]

3.6 有效工作空间 efficient working space

冷冻冷藏车辆或集装箱箱体环境中能将规定的温度参数保持在规定偏差范围内的空间。

3.7 预冷/预热时间 pre-cooling/ pre-heating time

冷冻冷藏车辆或集装箱正常启动后，箱体有效工作空间温度达到设定温度范围的时间。

3.8 开门作业时间 time of door opening operation

冷冻冷藏车辆或集装箱的箱体温度处于设定温度的稳定状态，自车门或箱门全开作业起，至有效工作空间内出现任意一个测量点温度超出冷链物流产品运输温度范围为止，期间所经历的时间。

3.9 断电保温时间 power off time

冷冻冷藏车辆或集装箱的箱体温度处于设定温度的稳定状态，断电后，有效工作空间内出现任意一个测量点温度超出冷链物流产品运输温度范围时所经历的时间。

3.10 平均温度

冷冻冷藏车辆或集装箱有效工作空间的温度处于稳定状态下，其各测量点测得温度的平均值。

3.11 温度偏差 temperature deviation

冷冻冷藏车辆或集装箱有效工作空间的温度处于稳定状态下，其平均温度与设定温度的差值。

3.12 温度均匀度 temperature uniformity

冷冻冷藏车辆或集装箱有效工作空间的温度处于稳定状态下，其任意两测量点温度之间的最大差值。

[来源：JJF 1101-2019，定义 3.6，有修改]

3.13 温度稳定度 temperature fluctuation

冷冻冷藏车辆或集装箱有效工作空间的温度处于稳定状态下，在规定的时间内，其各个测量点实测最高温度与最低温度之差的最大值。

[来源：GB/T 34399-2017，附录 A，有修改]

4 概述

冷冻冷藏运输车辆/集装箱（以下简称设备）主要由冷源、具有隔热结构的车厢/箱体和温度监测记录仪表等组成，其中设备的隔热车厢包括单温车厢和多温车辆两种。根据温度调节装置型式不同，分为机械制冷、非机械制冷（以液化气体、蓄冷板等作为制冷源）、机械制冷及加热等。设备的主要作用是提供满足食品、药品和生物制品等冷链物品运输要求的适当环境条件，确保冷链物品保持完好的性状和性能，广泛应用于冷链物流中，是冷链物流中不可缺少的重要环节。

5 计量特性

设备的计量特性主要包括温度偏差、温度均匀度、温度稳定度，技术要求见表 1。

表 1 设备计量特性的技术要求

校准项目	技术要求
温度偏差	$\pm 3^{\circ}\text{C}$
温度均匀度	3°C
温度稳定度	6°C

6 校准条件

6.1 环境条件

为模拟实际运输过程中可能遇到的最严苛的温度条件，环境温度通常选择本地区高温（该地区一年中可能出现的最高温度）或低温（该地区一年中可能出现的最低温度）等极端外部环境条件进行校准，也可根据客户要求选择。

箱体环境周围应避免其他冷、热源影响，环境条件还应满足测量标准器正常使用的要求。

6.2 负载条件

校准时应说明负载的情况。根据用户需要可在空载、满载或实际常用负载条件下进行校准，其中满载条件的装载率需达70%以上。

6.3 测量标准及其他设备

标准器及技术指标见表2。

表 2 标准器及技术指标一览表

标准器	主要技术指标	备注
温度测量标准	(1) 测量范围：应覆盖 $(-40\sim 20)$ $^{\circ}\text{C}$ ； (2) 分辨力：不应低于 0.1 $^{\circ}\text{C}$ ； (3) 扩展不确定度 ($k=2$)：不应超过工作空间允许温度偏差绝对值的 $1/3$ ； (4) 具有电子存贮温度记录功能及 12h 以上连续测量和记录能力。	
时间测量标准	$(0\sim 24)$ h, MPE: $\pm 1\text{s/d}$	用于测量预冷/预热时间、开门作业时间、断电保温时间等

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目一般包含工作空间的温度偏差、温度均匀度和温度稳定度。校准前应检查设备外观，测试设备的预冷/预热时间、开门作业时间和断电保温时间。

也可根据设计要求以及使用方的使用需求确定校准和测试项目。

7.2 校准前的检查和测试

7.2.1 外观检查

目测进行检查，应符合以下规定：

(1) 车厢外体应有冷藏冷冻车辆的标识，车厢顶部、侧壁、门及制冷/加热设备与车厢联接处不应有渗漏现象，车厢内应设置保证气密性能的排水孔。

(2) 车辆应配置可实时采集、记录、调控车厢温度、超温报警的行驶温度记录仪，其显示仪表安装位置应便于驾驶员查看。车厢内每个单独的工作空间应配备至少两个独立的温度传感器，温度传感器应按要求进行计量检定/校准。

(3) 车厢内部应留有保证气流充分循环的空间，对运输温度要求较高的车辆，车厢门处应安装隔离外部空气的装置。

7.2.2 预冷/预热时间

设备启动制冷/加热，同时启动温度标准器记录功能并记录时间，温度标准器记录时间间隔为1min，直到箱体内所有测量点均达到设定温度范围为止，停止记录时间并计算时间间隔。

7.2.3 开门作业时间

将设备箱体入口的门全开，同时启动温度标准器记录功能并记录时间，温度标准器记录时间间隔为1min，直到有效工作空间内第一个测量点温度超出冷链物流产品运输温度范围为止，停止记录时间并计算时间间隔。

7.2.4 断电保温时间

将设备冷源/热源断电或停止工作，同时启动温度标准器记录功能并记录时间，温度标准器记录时间间隔为1min，直到有效工作空间内第一个测量点温度超出设定温度范围为止，停止记录时间并计算时间间隔。

若设备有效工作空间温度长时间未超冷链物流产品运输温度范围，可根据用户实际要求记录时长及温度。

7.3 校准方法

7.3.1 校准温度点的选择

一般依据设备类型和用户使用需求选择常用冷链运输产品的冷藏冷冻温度点进行校准。设备类型见附录A，常见冷链产品运输温度范围见附录B。

7.3.2 测量点的数量和位置

(1) 测量点的布置包括空间均匀布点和特殊位置布点，布点数量应根据箱体空间的大小确定，具体要求见表3。以满载情况为例，在箱体内放置保温箱、冷藏箱或货箱模拟物（模拟实际货物的体积和形状，通常由不易腐烂的材料制成，如塑料或泡沫），使之成为满载状态。货物码放高度不得超过制冷/加热机组出风口下沿，确保气流正常循环和温度均匀分布。

(2) 可根据使用方的实际使用需求增加或减少测量点数量。

(3) 根据使用方的实际，可选择在静态环境条件、动态环境条件下进行校准。静态条件是指设备在静态（静止）条件下所处的环境条件；动态条件是指设备在实际行驶状态下所处的环境条件。应尽可能模拟实际运输条件，综合考虑最差条件进行校准，按照运输起始地和目标地近三年气温趋势分析确定运输路线。

表 3 温度测量点布置要求

空间均匀布点	特殊位置布点
a) 每个单独箱体内测量点数量不应小于 12 个（不含中心点），每增加 20m ³ 增加 12 个测点，不足 20m ³ 的按 20m ³ 计算，箱体中心位置至少布置 1 个测量点； b) 测量点均匀分布，通常根据箱体的长度和有效容积分 2 层或 3 层布置； c) 箱体内各角均需布置测量点，每一测量点离壁距离不小于 100 mm。	a) 空调或制冷/加热设备的送风、回风位置至少布置 1 个测量点； b) 箱体内距离箱门中心位置不小于 100 mm 处至少布置 1 个测量点； c) 箱体内每组货架（如有）至少布置 3 个测量点； d) 箱体内行驶温度记录仪的监控传感器位置附近需布置测量点； e) 箱体内其他对温度有影响的设施设备周围及送风死角位置至少布置 1 个测量点。
注：（1）应确保测量点均布设在货物可能存放的位置。 （2）应绘制测量点分布示意图，标明各测点序号。	

7.3.3 测量点数量及位置的图示说明

根据表3确定的测量点数量和位置，可按照图1（立体图）和图2（水平三层）的示例图布置温度测量点，并说明每个测量点的位置信息。以小型设备为例，箱体空间 $\leq 20\text{m}^3$ 时，箱体有效工作空间内至少布置温度测量点17个。测量点（1~13）为空间均匀布点，其中测量点9为箱体内几何中心位置；测量点14为风机口特殊位置布点，测量点15、16为箱体内温度监控传感器特殊位置布点，测量点17为箱门特殊位置布点。

另外，箱体外应布置环境温度测量点1个，用于监控箱体外部环境温度的变化。

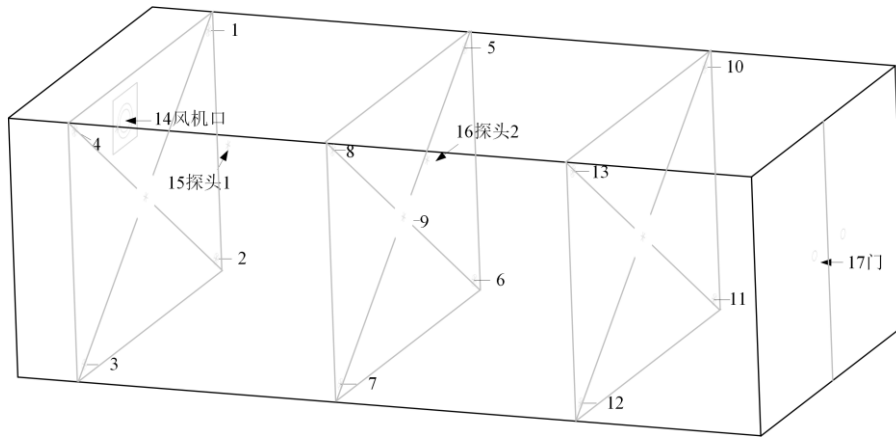
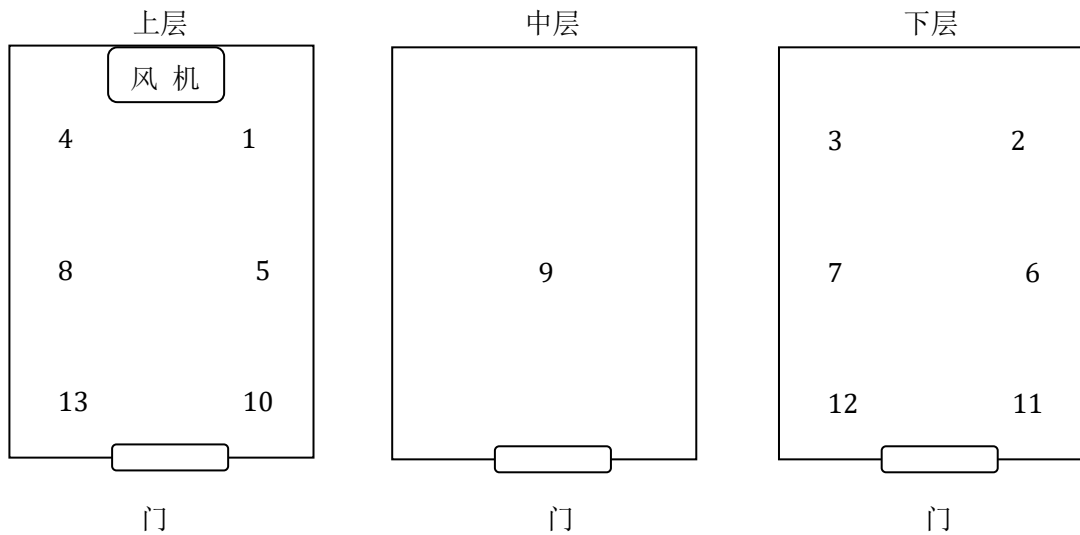
图 1 箱体内部温度测量点布置的立体示例图 ($\leq 20\text{m}^3$)

图 2 三层水平面空间均匀布点示例图

7.3.4 温度数据的测量

箱体有效工作空间完成预冷/预热且测量点温度均达到设定温度并稳定后，开始记录各测量点的温度值。数据采集、记录的时间间隔应不超过2min，静态环境条件下持续测量时间至少5h，动态环境条件按照实际移动运输时间而定。持续测量时间也可根据用户需求而定。

7.4 数据处理

7.4.1 温度偏差

$$\Delta t = \bar{t} - t_s \quad (1)$$

式中：

Δt ——温度偏差， $^{\circ}\text{C}$ ；

\bar{t} ——设备有效工作空间的平均温度，℃；

t_s ——设备设定温度，℃。

7.4.2 温度均匀度

$$\Delta t_f = \max | (t_i - t_j) | \quad (2)$$

式中：

Δt_f ——温度均匀度，℃；

t_i ——第*i*个测量点实测温度值，℃；

t_j ——第*j*个测量点实测温度值，℃。

7.4.3 温度稳定度

$$\Delta t_u = \max | t_{i \max} - t_{i \min} | \quad (3)$$

式中：

Δt_u ——温度稳定度，℃；

$t_{i \max}$ ——在规定时间内，第*i*个测量点测得的最高温度值，℃；

$t_{i \min}$ ——在规定时间内，第*i*个测量点测得的最低温度值，℃。

8 校准结果表达

经校准的设备出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 被校准设备的名称；
- c) 进行现场校准的地点；
- 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；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；

- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- n) 校准人和核验人签名；
- o) 校准结果仅对被校对象有效性的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

9 复校时间间隔

送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。一般情况下，建议复校时间间隔为一年。

附录 A

设备分类

A.1 非机械制冷设备

当环境温度为30℃时，车厢内部平均温度保持的温度范围应符合表A.1的规定。

表A.1 非机械制冷设备温控范围技术要求

车辆类别	A	B	C	D
车厢内温控范围/℃	≤7	≤-10	≤-20	≤0

A.2 运输易腐食品的机械制冷设备

当环境温度为30℃时，车厢内部平均温度保持的温度范围应符合表A.2的规定。

表A.2 运输易腐食品的机械制冷设备温控范围技术要求

车辆类别	A	B	C	D	E	F	I
车厢内温控范围/℃	0~12	-10~12	-20~12	≤0	≤-10	≤-20	≤-30

A.3 运输生物制品的机械制冷设备

当环境温度为30℃时，车厢内部平均温度保持的温度范围应符合表A.3的规定。

表A.3 运输生物制品的冷链设备温控范围技术要求

车辆类别	G	H
车厢内温控范围/℃	2~8	≤-20

A.4 机械制冷及加热设备

在一定环境温度下，车厢内部平均温度保持的温度范围应符合表A.4的规定。

表A.4 机械制冷及加热设备温控范围技术要求

车辆类别	A	B	C	D	E	F
环境温度/℃	-10~ 30	-20~ 30	-30~ 30	-40~ 30	-10~ 30	-20~ 30
车厢内温控范围/℃	0~12	0~12	0~12	0~12	-10~ 12	-10~ 12

表A.4（续） 机械制冷及加热设备温控范围技术要求

车辆类别	G	H	I	J	K	L
环境温度/°C	-30~ 30	-40~ 30	-10~ 30	-20~ 30	-30~ 30	-40~ 30
车厢内温控范围/°C	-10~ 12	-10~ 12	-20~ 12	-20~ 12	-20~ 12	-20~ 12

附录 B

常见冷链产品的运输温度

表 B.1 水果类产品运输温度要求

类型	名称	运输温度/℃	
		中长途运输	短途配送(3h)
热带、亚热带 水果	木瓜	7~13	5~12
	番荔枝	15~20	
	木菠萝	13~15	
	香蕉	12~15	
	红毛丹	10~13	
	椰子	5~8	
	龙眼、荔枝	4~7	
浆果类	葡萄	0~3	
	草莓	5~6	
	猕猴桃	5~6	
	番石榴	5~10	
	蓝莓	0~3	
	柿子	0~3	
	杨桃	5~8	
柑桔类	柑橘	5~10	
	柚子	12~15	
	柠檬	5~10	
	西柚	0~4	

表 B.1 (续) 水果类产品运输温度要求

类型	名称	运输温度/°C	
		中长途运输	短途配送(3h)
核果类/仁果类	苹果	0~4	
	梨	0~4	
	枣	0~3	
	桃	0~3	
	杏	0~3	
	芒果(生果实)	13~15	
	芒果(催熟果)	5~8	
	樱桃、李子	0~3	
	橄榄	7~10	
	山楂	0~4	0~4
	杨梅	0~3	0~3
瓜类	西瓜	10	5~12
	甜瓜(中、晚熟)	3~5	
	甜瓜(早、中熟)	5~10	

表 B.2 蔬菜类产品运输温度要求

类型	名称	运输温度/°C	
		中长途运输	短途配送(3h)
根茎菜类	萝卜、胡萝卜、芜菁、芦笋	0~3	5~12
	竹笋	0~3	
	土豆	5~7	
	芋头	5~7	
	扁块山药	12~14	
	长柱山药	2~4	
	洋葱	0~2	
花菜类	菜花、韭菜花、黄花菜	0~2	
	洋白菜、结球生菜(莴苣)	0~2	
叶菜类	芹菜、茼蒿、结球生菜、直立生菜、油菜、奶白菜、甘蓝、欧芹	0~3	
	韭菜、大白菜、茭白	0~3	
	菠菜(尖叶型)	0~2	
	油菜、芥兰	5~8	
茄果类	绿熟番茄	10~12	
	初熟番茄	7~10	
	成熟番茄	3~5	
	茄子	11~13	
	甜玉米	0~3	
瓜菜类	南瓜	13~15	
	冬瓜	13~15	
	苦瓜	12~15	
	丝瓜	8~10	
	佛手瓜	4~6	
	西葫芦	10~12	
	黄瓜	12~13	
菜用豆类	毛豆	8~10	8~10
	菜豆、豆角、芸豆、扁豆、四棱豆	8~10	8~10
	豇豆	9~10	9~10
	豌豆、荷兰豆、甜豆	0~3	0~3
食用菌类	双孢蘑菇、香菇、平菇	0~3	0~3
	金针菇	1~3	1~3
	草菇	11~13	11~13
香辛类	大蒜(裸蒜)	0~3	0~3
	葱、蒜苗	0~3	0~3
	辣椒	9~12	9~12
	生姜	13~14	13~14

表 B.3 肉蛋制品运输温度要求

类型	运输温度	
	中长途运输	短途配送 (3h)
冷冻肉类	-18℃以下	-15℃以下
冷藏肉类-新鲜肉类	0℃~3℃	0℃~3℃
冷冻加工腌制肉	-18℃以下	-15℃以下
冷藏加工腌制肉	0℃~4℃	0℃~4℃
冷冻蛋品	-18℃以下	-15℃以下
鲜蛋	4℃~7℃	4℃~7℃

表 B.4 水产品运输温度要求

类型	运输温度	
	中长途运输	短途配送 (3h)
冷冻水产品	-2℃~2℃	-2℃~2℃
冷冻水产加工品	-18℃以下	-15℃以下
冷藏水产加工品	0℃~4℃	0℃~4℃
冷藏水产腌制品	0℃~4℃	0℃~4℃
超低温冷冻水产品	-40℃以下	-30℃以下

表 B.5 其它类产品运输温度要求

类型	运输温度	
	中长途运输	短途配送 (3h)
冷冻调理食品	-18℃以下	-12℃以下
冷藏调理食品	0℃~5℃	0℃~5℃
液态奶类	2℃~5℃	2℃~5℃
冷藏烘焙食品	2℃~5℃	2℃~5℃
巧克力	5℃~18℃	5℃~18℃
奶油	-18℃以下	-12℃以下
冰淇淋	-25℃以下	-23℃以下

表 B.6 生物医药运输温度要求

类型	运输温度
常规疫苗、药品等	2℃~8℃
特定药品、疫苗、生物制品等	-20℃~0℃
特殊生物制品等	≤-20℃

附录 C

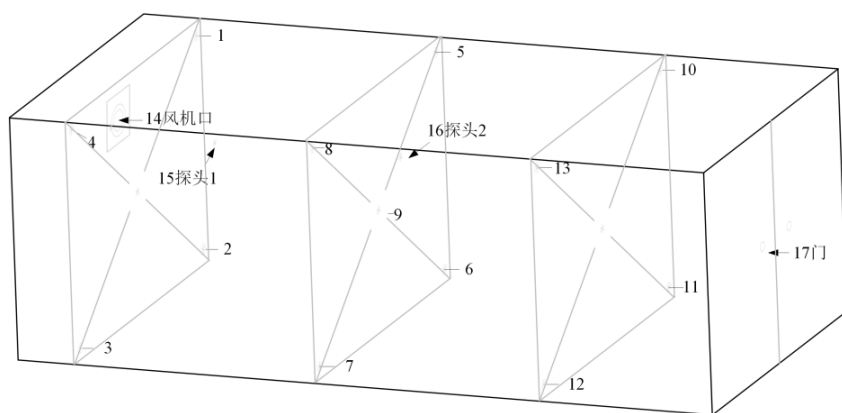
校准记录参考格式

委托单位：				样品名称：		
委托单位地址：				生产厂家：		
型号规格：				出厂编号（或车牌号）：		
校准地点：				外观检查：		
校准依据：						
标准器名称	型号规格	测量范围	出厂编号	准确度等级/ 最大允许误差 /不确定度	证书 编号	有效期至

C.1 温度校准记录

温度设定值/°C		外部环境温度范围/°C				静态/动态环境条件下持续测量 时间/h					
次数	时间	温度测量点									单位：（°C）
		1	2	3	4	5	6	7	n	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
...											
n											
最大值											
最小值											
平均温度				温度 偏差				不确定度			
温度 均匀度						温度 稳定度					
预冷/预热 时间（s）				开门作业时间（s）				断电保温时间（s）			
校准员				核验员				校准日期			

C.2 箱体内温度测量点分布示意图

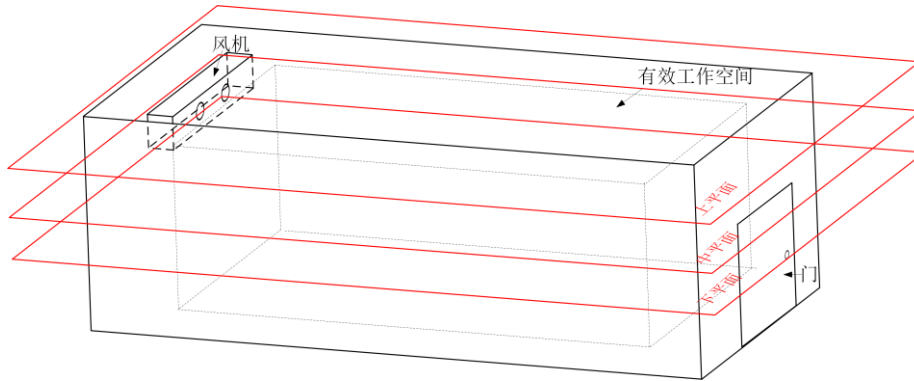


附录 D

校准证书内页参考格式

校 准 结 果

D.1 箱体内有效空间示意图



D.2 温度校准结果

温度设定值/℃	负载条件	外部环境温度范围/℃	静态环境条件下持续测量时间/h	动态环境条件下持续测量时间/h

	温度偏差/℃	均匀度/℃	稳定度/℃
校准结果			
不确定度 U ($k=2$)			

D.3 其他检查、测试结果

负载条件：_____ 环境条件：_____

	外观	预冷或预热时间/s	开门作业时间/s	断电保温时间/h
检查、测试结果				

(以下空白)

附录 E

冷冻冷藏运输车辆、集装箱温度偏差校准结果不确定度评定示例

E.1 被测对象

冷藏车辆，箱体容积：14.4m³，控制系统温度设定分辨力为 0.1 °C，温度设定点：4°C。

E.2 测量标准

温度测量标准：冷链温度记录仪，温度显示分辨力为 0.1 °C；测量时带修正值使用，温度测量不确定度 $U=0.10$ °C ($k=2$)。

E.3 校准方法

按照本规范对温度偏差的校准要求，将标准器—冷链温度记录仪按规范要求布置。冷藏车的设定值为：4°C，开启冷藏车控制系统，箱体内温度达到设定值并稳定后开始记录各布点温度值。

E.4 测量模型

E.4.1 温度偏差公式

$$\Delta t = \bar{t} - t_s \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

Δt ——温度偏差，°C；

\bar{t} ——设备有效工作空间的平均温度，°C；

t_s ——设备设定温度，°C。

E.5 标准不确定度分量

不确定度来源：被测对象测量重复性引入的标准不确定度分量，标准器分辨力引入的标准不确定度分量，标准器修正值引入的标准不确定度分量，标准器稳定性引入的标准不确定度分量。

E.5.1 温度测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1 的评定

在 4℃校准点，重复测量 10 次，标准偏差 s_1 用下式计算得到：

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.167 \text{ } ^\circ\text{C}$$

则 $u_1 = s_1 = 0.167 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

E.5.2 标准器温度分辨力引入的标准不确定度分量 u_2 的评定

标准器温度分辨力为 0.1℃，不确定度区间半宽 0.05℃，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_2 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ } ^\circ\text{C}$$

根据以上计算结果，分辨力引入的标准不确定度分量远小于测量重复性引入的标准不确定度分量，故可忽略不计。

E.5.3 标准器温度修正值引入的标准不确定度分量 u_3 的评定

标准器温度修正值的不确定度 $U = 0.10 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($k = 2$)，则标准器温度修正值引入的标准不确定度分量：

$$u_3 = U / k = 0.10 / 2 = 0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$$

E.5.4 标准器温度稳定性引入的标准不确定度分量 u_4 的评定

标准器相邻两个校准周期温度修正值的最大变化 0.10℃，按均匀分布考虑，则由此引入的标准不确定度分量：

$$u_4 = \frac{0.10}{\sqrt{3}} = 0.06 \text{ } ^\circ\text{C}$$

E.6 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总表 E.1。

表 E.1 温度偏差测量标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	备注
u_1	温度测量重复性	0.167℃	分辨力引入的标准不确定度分量可忽略。
u_2	标准器温度分辨力	0.029℃	
u_3	标准器温度修正值	0.05℃	
u_4	标准器温度稳定性	0.06℃	

E.7 合成标准不确定度

E.7.1 温度偏差校准合成标准不确定度 u_c 计算

由于 u_1 、 u_3 、 u_4 相互独立，互不相关，则合成标准不确定度 u_c 按下式计算得到：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.185 \text{ } ^\circ\text{C}$$

E.8 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，温度偏差校准不确定度为 $U = k \times u_c = 0.37 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

E.9 不确定度报告

不确定度报告的表示形式：温度偏差 $\Delta t = 1.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ， $U = 0.4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($k=2$)
