

实验技术与方法

一次性热饮杯迁移量试验中温度和时间条件的选择

邹小娜,陈俊骐,梁炜锋,李丹,姚皓程,刘斌,陈杰,陈彩霞
(广州海关技术中心,广东广州 510070)

摘要:目的 通过调查问卷和实验室温度实测相结合的方法,研究堂食用一次性热饮杯特定迁移量试验的时间和温度。方法 采用调查问卷的方式了解消费者的消费习惯,得出堂食用一次性热饮杯在使用过程中预计接触食品的时间,以此得出堂食用一次性热饮杯特定迁移量试验所需迁移时间;在模拟消费环境下利用真实食品再现堂食用一次性热饮杯的实际使用情况,并用自动温度记录仪记录试验过程中的杯内壁温度变化,以此得出特定迁移量试验所需迁移温度。结果 根据消费者店内堂食消费行为习惯的调研结果,在绝大部分情况下,堂食用一次性热饮杯实际接触食品的时间为1 h;对热饮杯在实际使用过程中的内壁温度进行实测,结果表明不同条件下一次性热饮杯在1 h内与食品接触的平均温度介于60℃~66℃之间。结论 根据问卷调查和温度实测的结果,选择一次性热饮杯的特定迁移试验条件为70℃、1 h。本研究结果为相关检测机构和实验室在测试堂食用一次性热饮杯迁移量研究提供参考借鉴。

关键词:迁移试验;时间;温度;一次性器皿;食品接触材料;食品器皿

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2024)01-0021-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2024.01.004

Selection of temperature and time conditions in migration tests of disposable hot drink cups

ZOU Xiaona, CHEN Junqi, LIANG Weifeng, LI Dan, YAO Haocheng,
LIU Bin, CHEN Jie, CHEN Caixia

(Guangzhou Customs Technical Center, Guangdong Guangzhou 510070, China)

Abstract: Objective To study test time and temperature of specific migration tests for hot drink cup through a questionnaire and a laboratory real temperature measurement method. **Methods** The consumption habits of consumers were investigated by means of questionnaires, the estimated time of contact with food during the general actual use of the hot drink cup was obtained, and the migration time required for the specific migration quantity test of the hot drink cup was obtained. Using real food to reproduce the actual use of the hot drink cup in a simulated consumption environment, and using an automatic temperature recorder to record the temperature changes during the test, the migration temperature required for the specific migration test of the hot drink cup was obtained. **Results** According to the survey results of consumers' consumption habits in a restaurant, most consumers, in the process of eating in the restaurant, had an actual contact time with a hot drink cup of 1 h. According to the temperature measurement results during the actual use of the hot drink cup, its average temperature in different conditions within 1 h was 60℃-66℃. **Conclusion** According to a questionnaire and measured temperatures, it is recommended that a specific migration test condition of 70℃ for 1 h is selected. This study on specified migration conditions, including duration and temperature, was conducted through investigation and measurements and can be used as a reference to relevant testing institutions and laboratories when testing dine-in hot drink cups.

Key words: Migration test; time; temperature; disposable utensil; food contact material; food utensil

近年来,食品接触材料及制品安全的重要性不断提升,各国关于食品接触材料及制品的法规也在

不断完善^[1-2]。对于食品接触材料,通过迁移试验考察其中某些风险性物质的特定迁移量是评估其安全风险的重要且基本手段之一^[3]。GB 31604.1—2015《食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移试验通则》已分别给出特定迁移试验所需时间和温度条件^[4],但在实际检测工作中,对于某些实际类型的食品接触制品(如堂食用热饮杯、外卖餐盒等),

收稿日期:2023-05-08

作者简介:邹小娜 女 助理工程师 研究方向为食品质量与安全 E-mail:840204658@qq.com

通信作者:李丹 男 研究员 研究方向为食品接触材料 E-mail:macroground@126.com

由于其在真实使用场景下的实际使用温度往往为从高温到低温连续变化的过程,使用时间也不易准确确定,假如始终保持最高接触温度且维持最长接触时间进行测试(如选择 100 °C、6 h 甚至更长时间),会产生测试条件过于严苛的可能性,因此很多检测实验室在选择特定迁移试验条件时往往存在较大的主观性。

通过消费习惯调研和消费场景下的使用温度实测,是选择迁移试验温度和时间条件的科学有效方法之一。本文针对提供热饮堂食消费的饮食门店内所使用的热饮杯,通过调研和实测相结合的方式,在模拟消费环境下再现热饮杯的实际使用情况,研究进行特定迁移试验时所需的时间和温度条件,为相关实验室开展食品接触材料实际样品检测工作时选择适当的迁移时间和迁移温度等条件提供参考。

1 材料与方法

1.1 主要设备与材料

标准环境舱(内部容积 1 m³,型号 AQ-EC01 SSW,广州澳企实验室技术股份有限公司);自动温度测量仪(型号 8430-21,日置电机株式会社公司),带测温探头;电热板(型号 CB500,英国 STUART 公司);热饮杯若干(带盖及不带盖);淋膜纸杯、聚丙烯(PP)塑料杯,均购自网络购物平台;咖啡、奶茶、红茶饮品:以打包方式直接购自某快餐店;奶盖(喷射淡奶油):购自网络购物平台。

1.2 方法

1.2.1 通过调研方式对特定迁移试验所需时间的研究

仅从理论上研究热饮杯迁移试验条件会过于理想化,因此应该结合消费者在实际使用过程中的情况去判定试验条件。本研究为了解消费者在提供热饮堂食消费的线下门店中进行消费的一些情况,通过线上问卷调查、大中小学在校学生定向问卷调查、街头随机访问 3 种形式,共调查 520 个消费者样本,收回有效问卷 494 份(其中线上问卷调查 265 份、大中小学在校学生定向问卷调查 126 份、街头随机访问 103 份),有效回收率 95.00%。待调研目标人群基础信息见表 1。

1.2.2 通过实测方式对特定迁移试验所需温度的研究

1.2.2.1 环境舱温度选择

热饮杯在接触热饮类食品的真实使用场景下,杯中饮料的温度随着其热量向环境散失而持续性降低,因此热饮杯的使用温度通常表现为自初始温

表 1 调研的目标人群信息

变量	类别	样本数量/个	占比/%
性别	男	234	47
	女	260	53
年龄	<18 岁	131	27
	18~40 岁	301	61
	>40 岁	62	12
文化程度	小学及以下	20	4.0
	中学	100	20
	大学	294	60
	研究生	80	16

度起持续降低的过程。

研究组在不同品牌、不同地点的 15 家提供热饮堂食消费的饮食门店,对刚刚注入热饮杯的 34 款不同热饮的初始温度进行测试,除两款热饮温度分别为 95.3 °C 和 95.7 °C 之外,其他 32 款热饮的初始温度都集中在 91.7 °C ~ 94.4 °C 之间。因此本研究中将研究用热饮的起始温度设定为 95 °C。

对于热饮消费场景下的环境温度,研究组实地考察 15 家不同的热饮门店,发现在冬天,南方地区门店通常不开空调,北方地区会开启制暖空调,各门店内温度多在 20 °C 以下;而根据 GB 50736—2016《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》的要求,寒冷地区和严寒地区主要房间冬季应采用 18 °C ~ 24 °C 供暖,夏热冬冷地区主要房间冬宜采用 16 °C ~ 22 °C。在夏季炎热气温条件下,各门店则基本上都会开启制冷空调,且多数门店温度会根据消费者喜好将温度调得较低,甚至产生较冷的感觉,实测温度则一般在 22 °C ~ 25 °C 之间,仅有 1 家门店内室温为 28 °C;而根据国办发[2007]42 号《国务院办公厅关于严格执行公共建筑空调温度控制标准的通知》的要求,我国公共建筑内的单位其夏季室内空调温度设置不得低于 26 °C,冬季室内空调温度设置不得高于 20 °C^[5]。

一般情况下,若环境温度越高,对于装入了热饮的热饮杯热量散失越慢,杯内高温持续时间越长;而环境温度越低,则热饮杯内的热饮热量散失越快,温度下降也会越快。因此将本研究中的环境温度(可通过实验用环境舱来实现)设置为 26 °C,可认为此条件为堂食用热饮杯在真实使用场景下最具代表性的环境温度的最严苛条件,因为此时杯内饮品热量散失速度较慢,杯内维持较高温度的时间更长。

1.2.2.2 实验步骤

在环境舱内放置一张小木凳,并提前 24 h 开启环境舱,调节温度为 26 °C,相对湿度为 50%。

分别将购买的咖啡、奶茶、红茶等饮品倒入不同的烧杯内,在电热板上重新加热至 95 °C。根据 GB 5009.156—2016《食品安全国家标准 食品接触

材料及制品迁移试验预处理方法通则》中规定,倒入作为测试样品的热饮杯(不带盖)中至边缘 1 cm 处^[6]。立即插入测温探头并使其紧贴杯内壁,再将装有饮品的热饮杯立即置于环境舱内的木凳上,记录杯内壁温度在 1 h 内的变化情况。

将 3 款饮品重新加热至 95 ℃后,分别倒入作为测试样品的热饮杯(不带盖)中,并在饮品上方覆盖一层 2 cm 厚奶盖,插入测温探头并使其紧贴杯内壁,再将装有饮品的热饮杯立即置于环境舱内的木凳上,记录杯内壁温度在 1 h 内的变化情况。

将 3 款饮品重新加热至 95 ℃后,分别倒入作为测试样品的热饮杯(带盖)中,盖好盖子,插入测温探头并使其紧贴杯内壁,再将装有饮品的热饮杯立即置于环境舱内的木凳上,记录杯内壁温度在 1 h 内的变化情况。

将 3 款饮品重新加热至 95 ℃后,分别倒入作为测试样品的热饮杯(带盖)中,并在饮品上方覆盖一层 2 cm 厚奶盖,盖好盖子,插入测温探头并使其紧贴杯内壁,再将装有饮品的热饮杯立即置于环境舱内的木凳上,记录杯内壁温度在 1 h 内的变化情况。

2 结果与分析

2.1 通过消费者堂食消费习惯调研确定迁移试验的适宜时间

根据表 1 可知,494 个调查对象中女性占 53.00%,男性占 47.00%。从年龄这一变量分析发现,接受调查群体中 18~40 岁的调查者占比最大,达到 61.00%;其次为 18 岁以下,占比 27.00%,最少为 40 岁及以上,仅为 12.00%。从数据可以看出,群体中热衷于线下门店消费热饮大多数是 18~40 岁阶段的人群。这可能与这类人群经常处于工作或学习阶段、消费能力较强或较为丰富的日常生活习惯密切相关^[7]。

通过查阅相关文献^[8-9],了解调查消费者消费行为需回答的问题。本调查拟主要集中于两个实质性问题:(1)消费者在饮品店堂食消费热饮时,从开始饮用到饮用完毕一般会消耗多长时间;(2)影响消费者饮用饮品速度的因素。通过调查者填写问卷的情况来判断其消费习惯,得出热饮杯与饮品的接触时间。

绘制堂食店内热饮杯从接触饮品到消费结束所需时间与该时间段消费者人数的柱状图(图 1),可见 33% 的消费者会在 0.5 h 内饮用完毕,在 0.5~1 h 之间饮用完毕的消费者居多,占比 62%,略高于总体值。这两数据说明,大部分消费者会在 1 h 内饮用完毕。1.5 h 以上饮用完毕的消费者非常少,

占比仅约 2%。因此可以认为,对 95% 以上的消费者而言,在店消费期内,热饮杯和饮品接触的时间为 1 h 以内。

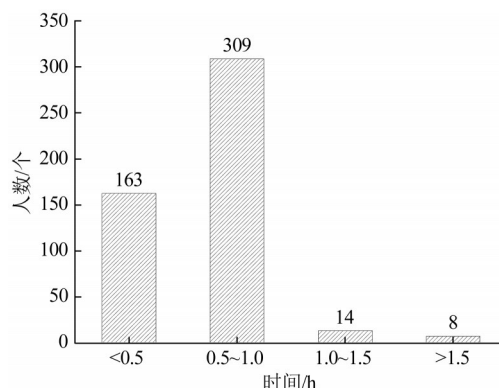


图 1 堂食店内热饮杯从接触食品到消费结束所需时间与该时间段消费者人数

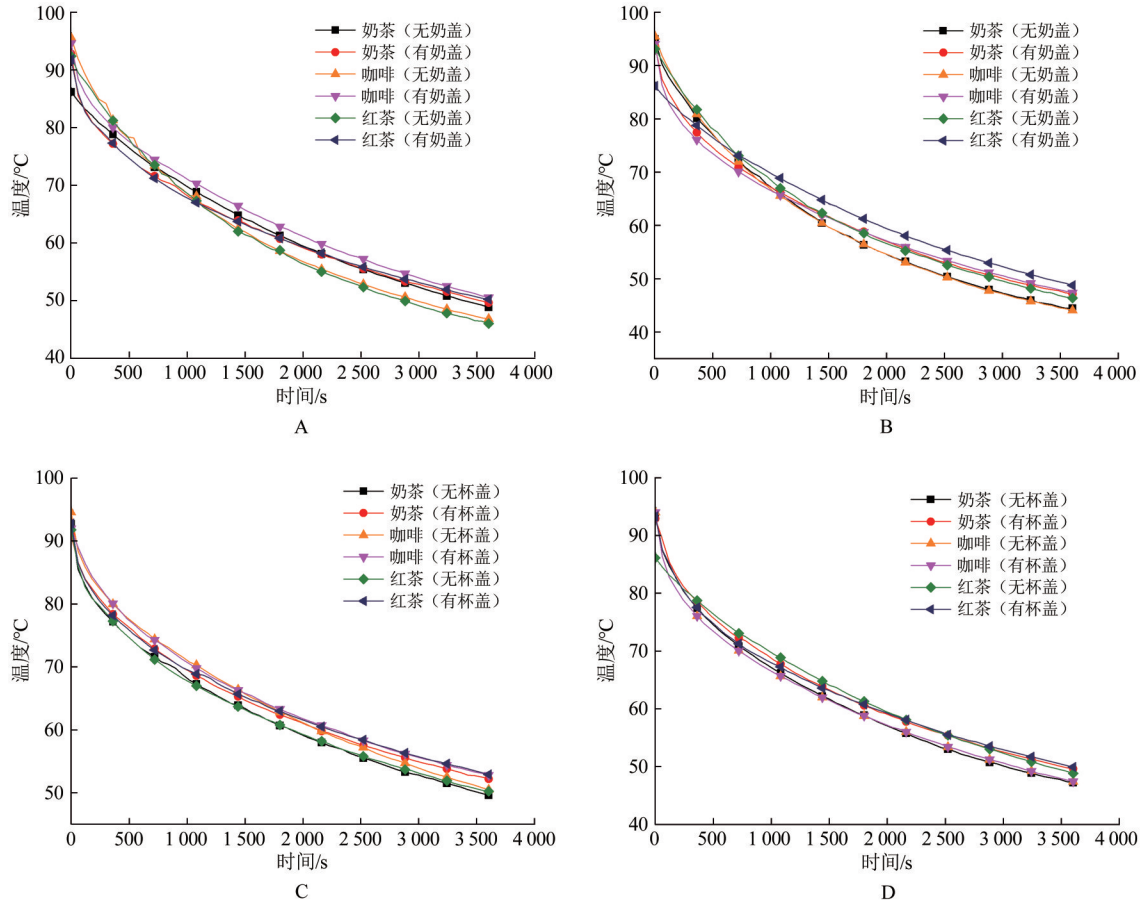
Figure 1 The time required for hot drink cups in the canteen from contact with food to the end of consumption and the number of consumers during this period

因此根据 GB 31604.1—2015《食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移试验通则》中表 3 的规定^[4],选择特定迁移试验的适宜时间为 1 h。

2.2 通过实测方式确定迁移试验所需的适当温度

用环境舱模拟快餐店内夏季最为常见的室温环境 26 ℃,选择测试的食品对象为常见热饮类饮品咖啡、奶茶、红茶,并考虑影响饮品温度变化的主要因素(如饮品是否覆有奶盖、热饮杯是否带盖)。得到不同饮品在不同材质热饮杯内以及在有无覆奶盖、有无杯盖情况下的温度变化曲线。

图 2 中仅对比 A 和 B 中奶茶这一真实食品的温度曲线交叉点前半段可以发现,添加奶盖比不添加奶盖降温速度快。这是由于刚覆在食品上面的奶盖温度较低,使得添加奶盖比不添加奶盖的降温快。通过一段时间的热传递后,奶盖和真实食品的温度达到一致,即达到热平衡,可将两者看作同一系统,此时对于温度的影响只有和外界(空气系统)的热传递^[10]。对比曲线交叉点后半段可知,有奶盖比没有奶盖的降温速度更慢,这是由于奶盖中含有油脂,油脂的导热系数远低于水,造成同时间内热传递较慢,即损失的能量较少,所以保温性能更好。咖啡和红茶同样能得出与奶茶同样的结果,因此,可以认为奶盖的存在可在一定程度上提升食品的保温性能。对比图 C 和图 D 可知,杯盖具有一定防止热量快速散失的作用,因此可使杯子内部的热平衡点提前到达,使得 1 h 后,在均有奶盖的情况下,有杯盖比没有杯盖的温度更高。因此,杯盖的存在使得食品在 1 h 内的降温速度变慢。



A: 淋膜纸杯在无杯盖情况下温度变化曲线图; B: PP杯在无杯盖情况下温度变化曲线图; C: 淋膜纸杯在有奶盖情况下温度变化曲线图; D: PP杯在有奶盖情况下温度变化曲线图

图2 两种堂食用热饮杯在不同使用情况下温度变化曲线图

Figure 2 Temperature curves of two kinds of hot drink cups under different conditions

从图3和图4看出,仅对比奶茶这一真实食品交叉前半段可知,淋膜纸杯中食品的降温速度比PP杯慢。由于淋膜纸杯内部有一层PE材质的塑料淋膜,使得淋膜纸杯的保温性能比PP杯好,杯子四周的温度散失较慢,因此食品在淋膜纸杯中的热平衡点比在PP杯中更快到达。根据曲线交叉点后半段可知,食品在淋膜纸杯中的温度比在PP杯中高,这也证实了淋膜纸杯的保温性能相比起PP材质热饮杯来说更好,咖啡和红茶这两种真实食品同样能得出相应结果。

不同材质的堂食用热饮杯在有奶盖或者杯盖的存在下,一定程度上使得杯内温度呈曲线下降。对实验中得到的温度变化曲线数据在1h内进行积分并除以1h时长,可得到各种使用场景下1h内的平均温度。在1h的消费时长内,奶茶、咖啡和红茶在不同材质热饮杯内,以及在有无覆奶盖、有无杯盖情况下,平均温度均在60℃~66℃之间。3种饮品在不同材质热饮杯内,以及在有无覆奶盖、有无杯盖情况下,平均温度均<70℃。因此可以根据GB 31604.1—2015《食品安全国家标准 食品接触材

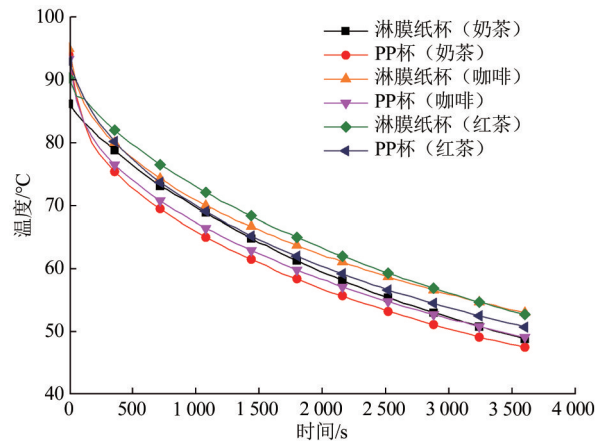


图3 不同材质热饮杯在有杯盖无奶盖时温度变化曲线图

Figure 3 Temperature curves of hot drink cups with lids of different materials without milk lids

料及制品迁移试验通则》中表4的规定^[4],对于本研究涉及各款堂食用热饮杯,在不同的消费场景下,将特定迁移试验的温度均设定为70℃较为合适。

3 结论

本文通过对消费者消费习惯进行调研,结果表

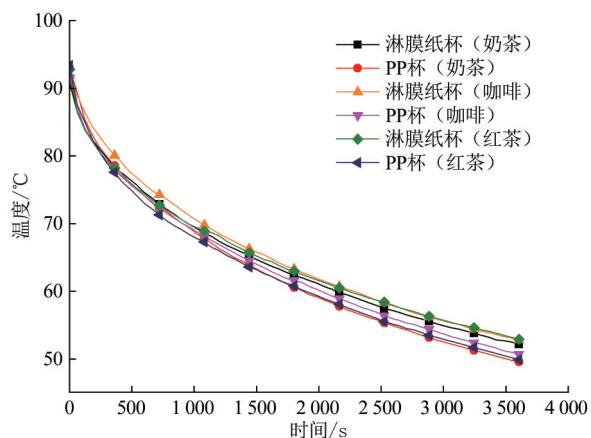


图4 不同材质热饮杯在有杯盖有奶盖时温度变化图

Figure 4 Temperature curve of hot drink cups with milk lids and lids of different materials

明将堂食用热饮杯的特定迁移试验时间选择为1 h较为合适;通过对淋膜纸杯和PP热饮杯所接触的典型真实食品在不同条件下的温度变化情况进行实际测量,结果表明将特定迁移试验温度选择为70℃较为合适。因此建议将堂食用热饮杯的特定迁移试验条件设定为70℃、1 h。本文所用的研究方法和研究结果可供相关实验室和检测机构在测试热饮杯的特定迁移量时参考借鉴。

参考文献

- [1] 许佩佩,陈默,尹世久,等.消费者对食品包装材料安全的认知与使用行为研究[J].包装工程,2014,35(3):107-111.
XU P P, CHEN M, YIN S J, et al. Influences of packaging attributes on consumers' perception and using decisions [J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3): 107-111.
- [2] 刘爽.食品接触材料的安全卫生问题与检验标准现状研究[J].食品安全导刊,2021,312(19):149-154.
LIU S. Study on safety and hygiene problems and inspection standards of food contact materials [J]. China Food Safety Magazine, 2021, 312(19): 149-154.
- [3] 张泓,隋海霞,邢航,等.食品接触材料食品安全国家标准体系建设[J].中国食品卫生杂志,2022,34(5):1010-1015.
ZHANG H, SUI H X, XING H, et al. Establishment of national food safety standard system for food contact materials [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(5): 1010-1015.
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移试验通则:GB 31604.1—2015[S].北京:中国标准出版社,2016.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National standards for food safety General rules for migration testing of food contact materials and articles: GB 31604.1-2015 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.
- [5] 国务院办公厅.国务院办公厅关于严格执行公共建筑空调温度控制标准的通知[J].宁夏政报,2007,307(19):4.
General Office of the State Council. Notification of The General Office of the State Council on Strictly Implementing the Air Conditioning Temperature Control Standards for Public Buildings [J]. Ningxia Political News, 2007, 307(19): 4.
- [6] 国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移试验预处理方法通则:GB 5009.156—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National Food Safety Standard—General rules for pretreatment methods for migration test of food contact materials and products: GB 5009.156—2016 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [7] 靳明,赵昶.绿色农产品消费意愿和消费行为分析[J].中国农村经济,2008,281(5):44-55.
JIN M, ZHAO C. Analysis of consumption intention and behavior of green agricultural products [J]. Chinese Rural Economy, 2008, 281(5): 44-55.
- [8] 李颖超,王伟,王永强,等.消费者使用食品接触材料安全状况调查研究[J].包装工程,2020,41(15):181-186.
LI Y C, WANG W, WANG Y Q, et al. Investigation on safety conditions of consumers food contact materials [J]. Packaging Engineering, 2020, 41(15): 181-186.
- [9] 武振.略谈消费者行为的定性调查与定量调查[J].中央财经大学学报,2003(9):61-65.
WU Z. On qualitative and quantitative survey of consumers' behavior [J]. Journal of Central University of Finance and Economics, 2003(9): 61-65.
- [10] 黄思俞,魏炽旭,郑联慧.稳态法导热系数测量实验及数据处理方法的研究[J/OL].计量学报,2023,44(4):508-513[2023-05-06].
HUANG S Y, WEI C X, ZHENG L H. Investigation of the steady state method for thermal conductivity measurement and its data processing method [J/OL]. Acta Metrologica Sinica, 2023, 44(4): 508-513 [2023-05-06].