

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

罐藏食品热穿透测试规程

Method of heat penetration test for canned food

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020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专利的责任。

本文件由全国食品工业标准化技术委员会（SAC/TC64）提出并归口。

本文件起草单位：中国食品发酵工业研究院有限公司、中国罐头工业协会、泉州市鲤中食品机械有限公司、诸城市金鼎食品机械有限公司、漳州市食品科技应用研究院、上海梅林正广和股份有限公司、厦门银鹭食品集团有限公司、杭州娃哈哈集团有限公司、厦门青田食品工业有限公司、湛江市欢乐家食品有限公司、福建紫山集团股份有限公司、新疆中亚食品研发中心（康美瑞公司）。

本文件主要起草人：顾洪法、华懋宗、葛双林、杨式培、孙晓春、林焜辉、仇凯、晁曦、陈军、郑艺英、雷益聚、舒志成、康江河、郭丽蓉、林东、陈其钢、陈国辉、郑必铭、东思源。

本文件为首次发布。

罐藏食品热穿透测试规程

1 范围

本文件规定了罐藏食品热穿透测试的术语和定义、热穿透测试原理、热穿透测试仪器、热穿透测试前准备工作、测试方法、数据处理、热穿透测试报告的要求，并给出了关于罐藏食品热穿透测试有效期的建议。

本文件适用于罐藏食品的热穿透测试。

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。

QB/T 5218 罐藏食品工业术语

JF 1366 中华人民共和国国家计量技术规范 温度数据采集仪校准规范

3 术语和定义

QB/T 5218界定的以及下列术语和定义适合于本文件。

3.1

杀菌规程温度 *scheduled process temperature*

热力杀菌工艺规程所规定的杀菌恒温阶段的温度。

3.2

杀菌操作设定温度 *operation process setting temperature*

热力杀菌人员预先设定的杀菌操作温度，它不得低于杀菌规程温度。

注：一般略高于杀菌规程温度 $0.1^{\circ}\text{C}\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

3.3

杀菌操作温度 *actual process temperature*

杀菌过程中，罐藏食品所受到实际杀菌的温度。

注：它也是杀菌过程中水银温度计所示温度，安装在水银温度计旁的温度数据采集仪可以记录下该杀菌实际温度。

3.4

杀菌参照温度 *reference temperature*

在热穿透测试过程中，不同时间点所采集到食品温度及变化，将这些不同的温度折算为某一个参照性的基准温度。

注：用 R_t 表示，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，它并非为度量温度值，而是仅用于杀菌强度计算的数值。

3.5

传导型传热产品 conduction heating products

在加热或冷却过程中通过食品分子间相互碰撞,使热量由高能量分子向邻近低能量分子依次传递的产品。

注:如午餐肉、香肠、八宝饭类、高粘度的果酱、调味酱等。

3.6

对流型传热产品 convection heating products

在加热或冷却过程中通过内容物的液体或气体循环流动而传递热量的产品。

注:如果汁类、糖水水果类、盐水或清水蔬菜类等。

3.7

混合型传热产品 combination heat transfer products

食品热力杀菌过程中,其传热既有对流也有传导的混合方式的产品,固形物较多、内容物粘度较大的产品。或初期热量传递通过内容物的液体介质循环流动为主的对流方式,后期热量通过食品分子间相互碰撞进行传递的热传导方式的混合传热形式的产品。

注:如八宝粥、米饭等。

3.8

冷点 cold spot

在杀菌过程中,容器内传热最慢的位置。

3.9

D 值 D value

在一定的环境和一定的加热温度条件下,每杀死 90%的对象菌数(芽孢数)所需要的时间(单位为分)。

注:用时间表示的微生物的耐热能力,又称作10倍细菌减少值。

3.10

Z 值 Z value

微生物加热致死时间(D值)缩减为十分之一的温度,所需要增加的加热温度。

注:用温度表示的微生物的耐热能力。

3.11

LR 值 lethal rate

在某一热力杀菌条件下,在单位时间内(1分钟)加热所杀死微生物的效率值。

注:称为致死率值。

3.12

F 值 F value

表示产品所受到的热力杀菌强度(程度)的数字表达的值。

注：即在热力杀菌过程中，对于耐热性为某Z值的某种微生物，所受到一定的温度加热，将此温度转换成某基准参照温度的受热时间，单位为分钟。

4 热穿透测试原理

将温度数据采集仪放置在待测定产品的冷点位置，采集、记录或传输该点在杀菌过程中温度变化的数据，并根据罐藏食品对象菌的耐热性值，计算出冷点位置在该温度下单位时间的致死率，然后将杀菌全过程致死率累加得到总致死率即热力杀菌强度值（F值）。

5 热穿透测试仪器

5.1 主要仪器

温度数据采集仪：由测温探头及温度数据记录处理系统组成。

5.2 基本要求

5.2.1 仪器类型

包括有线型和无线型，其中无线型温度数据采集仪又分为无线芯片记录型、无线红外反射型和无线电波发射型等。

5.2.2 仪器基本要求

仪器测温探头应耐热稳定性好，测量精度为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，分辨率为 0.01°C ，并具有良好的重复性，对采集温度数据间隔时间应可自定义设定。

6 热穿透测试前准备工作

6.1 基础信息采集

主要包括测试单位基本概况（如单位名称，地址、联系人员及联系方式等）、测试产品基本信息（如产品名称、规格、容器类型、内容物形态、装罐介质、固形物、固液比、粘度、装罐方式、初温等）。

6.2 杀菌设备及其附属装置的准备

杀菌设备及其附属装置应符合相应文件的规定，并应通过热分布测试验证。

6.3 温度数据采集仪校准

温度数据采集仪使用前应校准。

校准方法应符合JJF 1366的要求：即在标准恒温油浴槽或其它恒温设施中与已知准确度的水银温度计或电子温度计（分度值需至少 0.1°C ）对照校验。一般采用定点温度校准法，如对杀菌常用的温度 100°C 、 116°C 、 121°C 或其他特定的杀菌温度点进行定点校准。温度测量数据记录仪的记录值与已知准确度的水银温度计或电子温度计之间的偏差值应记录存档，在数据处理时予以修正。

6.4 测试样品准备

6.4.1 用于验证杀菌规程的样品准备

用于测试热穿透的样品应与企业正常生产的产品相同，包括相同的工艺流程、包装容器尺寸、加工方法、内容物及各种技术参数等。装入量可用热力杀菌的关键因子中最大装入量。

6.4.2 用于制定杀菌规程的样品准备

为制定杀菌规程的热穿透测试样品，为确保测试结果的可靠性，固形物的装入量宜比预计正常条件装入量高于或等于5%，初温宜控制比预计生产条件的初温小于或等于3℃。

6.4.3 测试食品包装容器的准备

6.4.3.1 基本要求

热穿透测试适用于不同的容器，但在容器装入食品前，除了小型或微型植入式的测温装置外，其他无论是有线的或无线的仪器都需在容器外壁上先行开孔，以便安装测温探头及密封部件，开孔的位置应符合条款 6.4.3.2~6.4.3.6 的规定。开孔方式：可用冲压器开孔，也可钻孔，开孔大小应与测温探头规格相匹配。

6.4.3.2 金属包装容器开孔位置

金属包装容器开孔位置主要包括以下类型：

a) 金属罐容器开孔位置轴向开孔位置：一般在罐盖或底的圆心位置开孔，示意图见图 1；

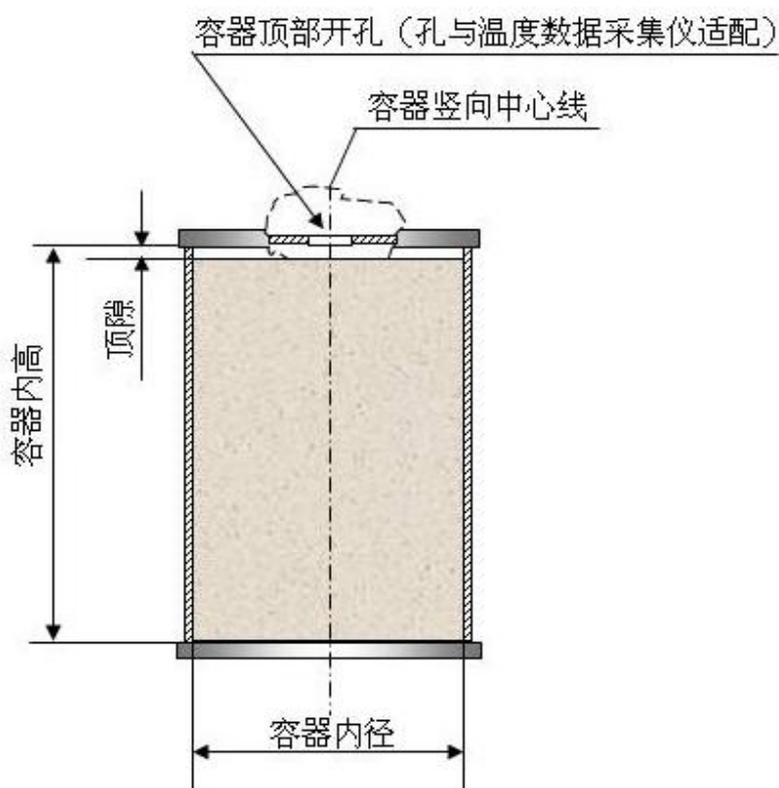


图 1 金属罐容器开孔位置轴向开孔位置示意图

b) 外周侧壁开孔位置：开孔位置高度按产品的冷点自定义设定，适用一体式温度数据采集仪安装，

示意图见图 2 和图 3；

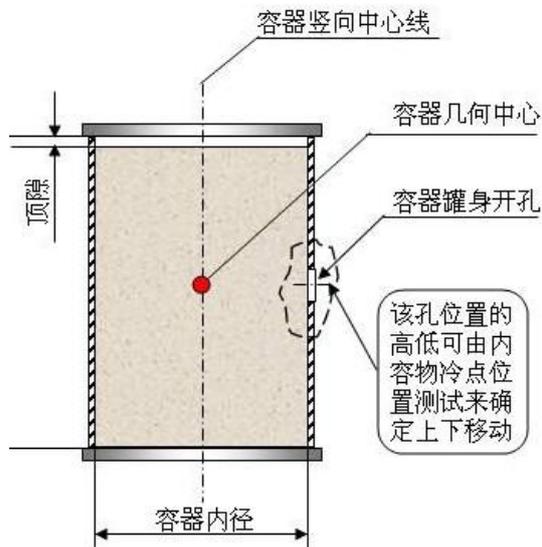


图 2 外周侧壁开孔位置示意图

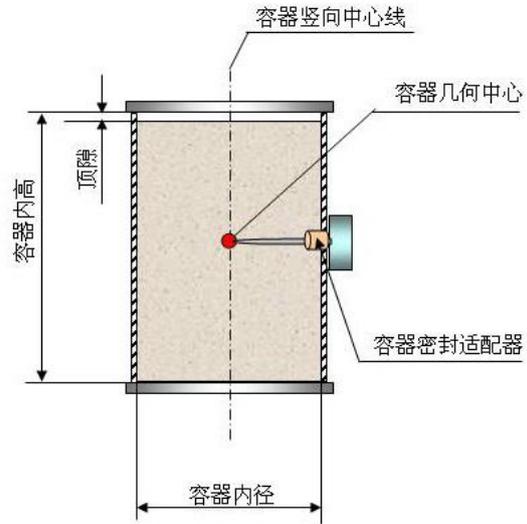


图 3 一体式温度数据采集仪安装示意图

c) 真空型产品侧壁开孔位置：需用专用的凹形冲压开孔器开孔，它适用分体式温度数据采集仪，先安装好测温探头后再在真空封罐机内密封，使罐内保有正常真空度，示意图见图 4、图 5 和图 6。

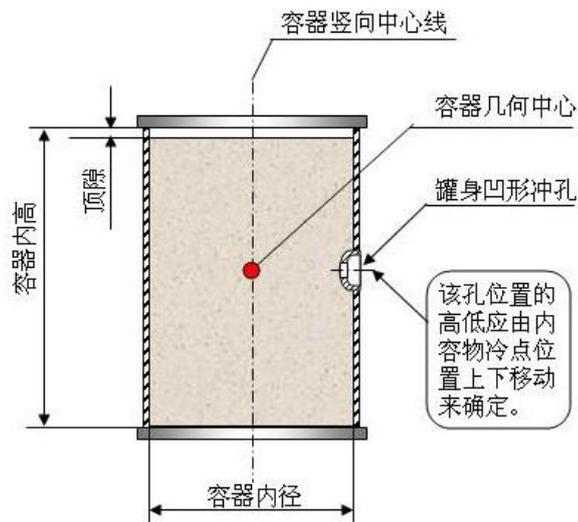


图 4 真空型密闭容器侧壁开孔位置示意图

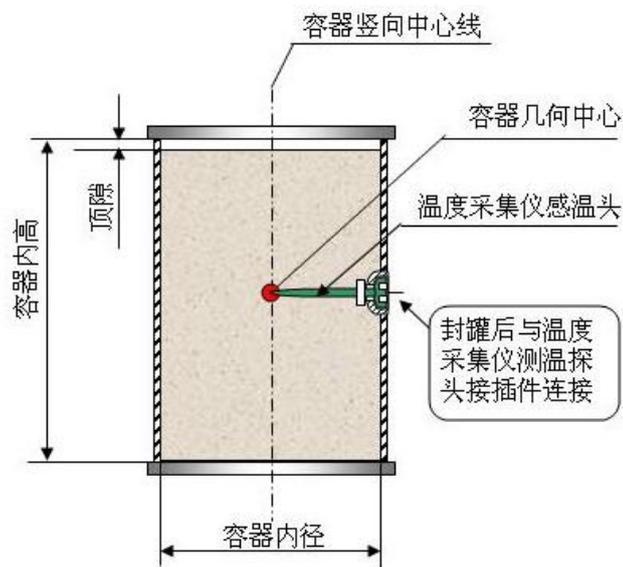


图5 分体式温度采集仪安装于传导型产品示意图

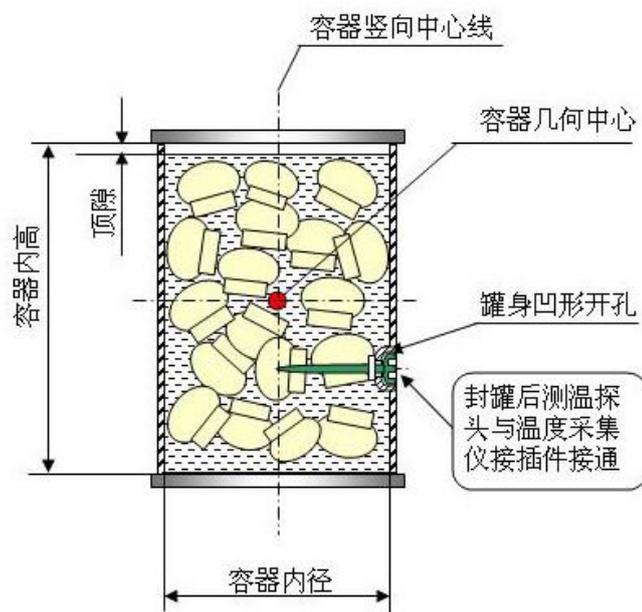


图6 分体式温度采集仪安装于对流型产品示意图

6.4.3.3 金属包装容器非开孔测温

若使用小型或微型温度数据采集仪作热穿透测试,可直接将温度数据记录仪一起与食品真空密封、杀菌,应采用不锈钢弹簧片把温度数据采集仪固定在容器中,其测温探头的位置应置于内容物冷点位置,

测温探头的设置见示意图 7。

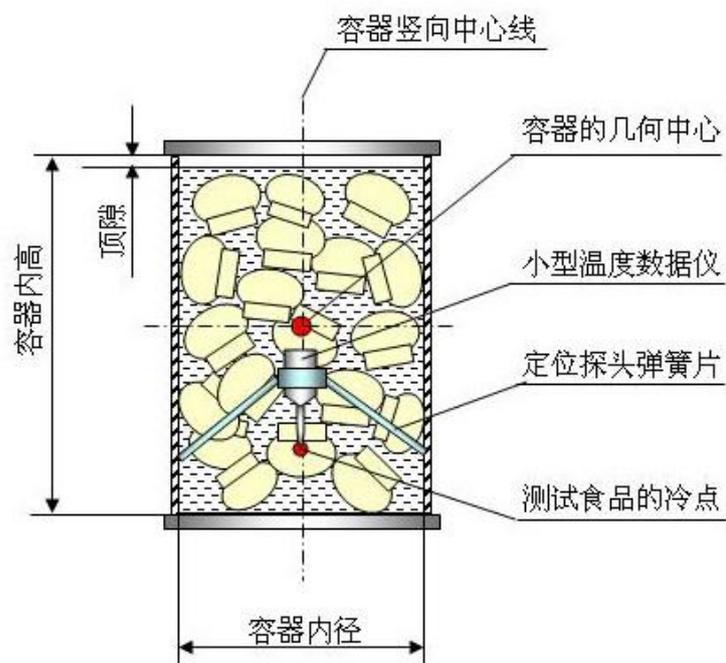


图 7 小型的或微型温度数据采集仪测温探头位置示意图

6.4.3.4 玻璃瓶容器开孔位置

应在顶部的瓶盖正中位置，示意图见图 8。

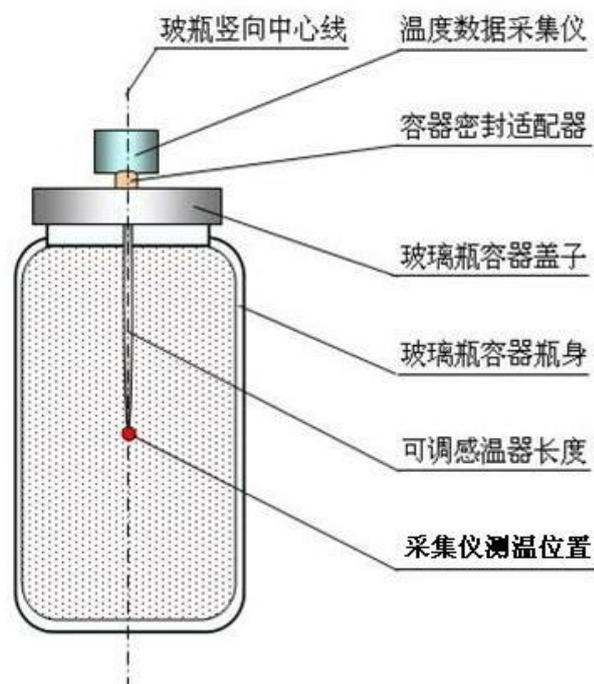


图 8 玻璃瓶盖中心开孔位置示意图

6.4.3.5 塑料杯式容器开孔位置

可在塑料杯底或杯身位置开孔，必要时还要增添辅助加强材料，示意图见图 9。如果杯身材料偏薄，可在容器外增添辅助加强材料。

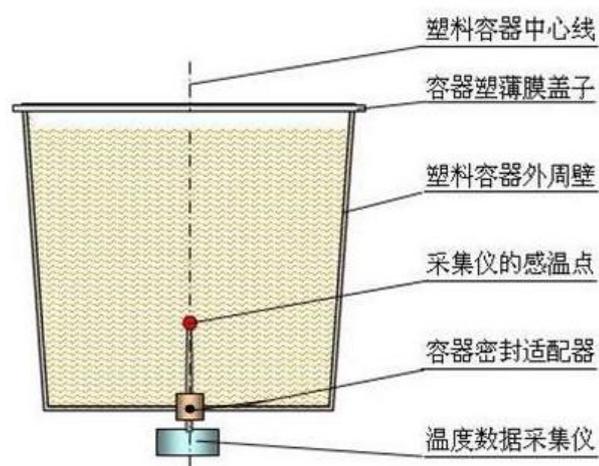


图 9 半刚性容器底部中心开孔位置示意图

6.4.3.6 蒸煮袋开孔位置

蒸煮袋开孔位置一般在袋底端附近，以便安装密封部件。由于蒸煮袋材质较薄，强度较低，为确保测温探头固定在被测产品的冷点位置，可在开孔同时在蒸煮袋内放置探针支架。示意图见图 10。



图 10 软包装袋壁近底部开孔示意图

6.4.3.7 管式包装容器开孔位置

管式包装容器测试位置应在容器管口。示意图见图 11。



图 11 管状食品从管牙口导入温度采集仪示意图

7 测试方法

7.1 确定测温探头放置位置

7.1.1 基本要求

测温探头应放置在容器内传热速度最慢的温度冷点，该冷点可以通过实验来确定，即将测温探头安放在容器的不同部位，探测容器内部食品不同部位的温度来确定，确定了冷点位置后，在该冷点放置测温探头。可参照以下经验数值选择冷点安放测温探头。

7.1.2 热传导型产品

对于热传导型式的产品，如午餐肉、浓酱型食品、一些固体包装（如虾仁、干装水果等），冷点位置一般在容器的几何中心，示意图见图 12。对于硬性材料包装产品，如果顶隙较大，受顶隙的隔离作用，冷点位置会相应向顶隙端稍微上移。

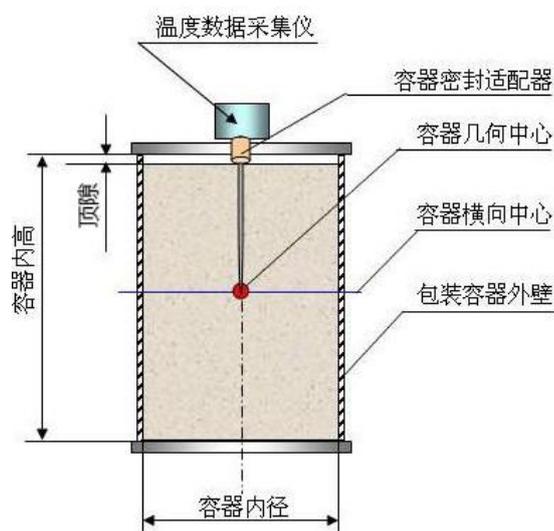


图 12 容器顶部安装温度采集仪-传导型产品测温探头位置示意图

7.1.3 热对流型产品

对于传热为对流型产品，如含较多汤汁的蘑菇、青豆等产品在静止杀菌时，由于汤汁受热产生流动，其冷点位置一般在离罐底近三分之一处的中心轴线上。示意图见图 13。

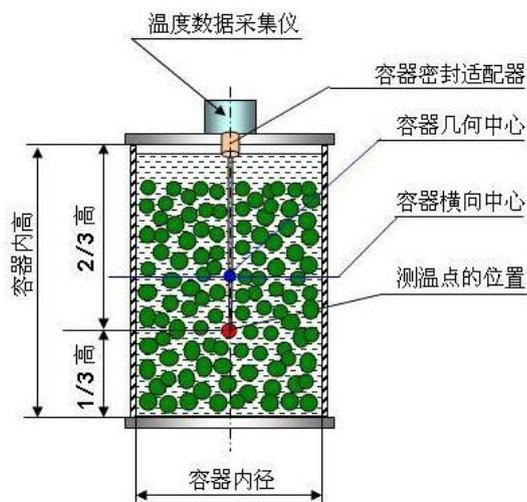


图 13 容器顶部安装温度采集仪-对流型产品测温探头位置示意图

7.1.4 对流与传导混合传热产品

对流与传导混合传热产品，如块形较大的鱼、肉、玉米羹等，其冷点位置在上述两者之间（对流和传导二种产品的冷点位置之间）。不同容器测试要求如下：

a) 对于罐高小于等于 127mm 的容器，其冷点位置一般在离容器底约 13mm 的中心轴与罐几何中心之间。示意图见图 14。

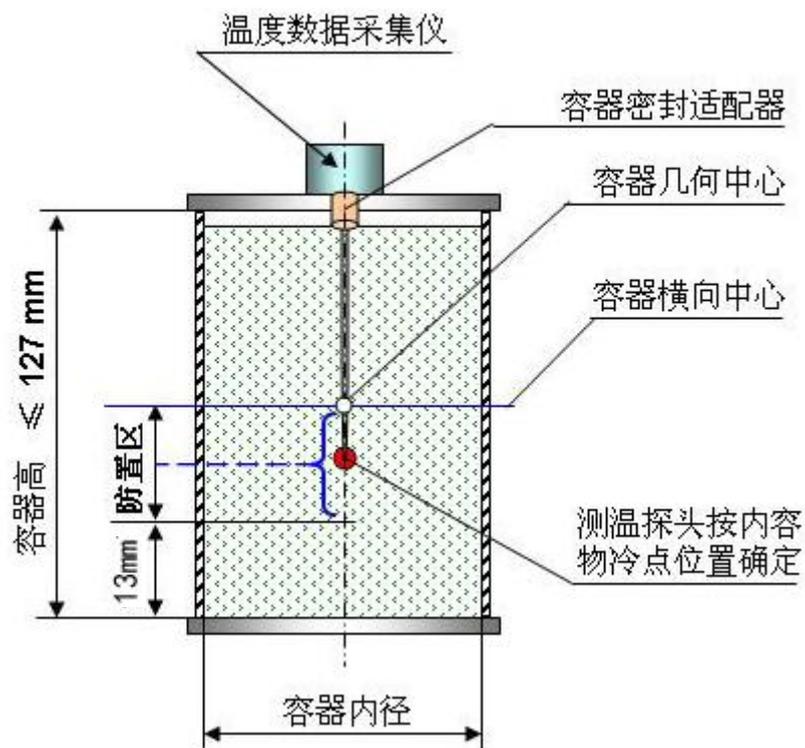


图 14 容器高度小于等于 127mm 对流与传导混合传热产品测温探头位置示意图

b) 对于罐高大于 127mm 的罐，其冷点位置一般在离罐底 19mm 的中心轴与罐几何中心之间。示意图见图 15。

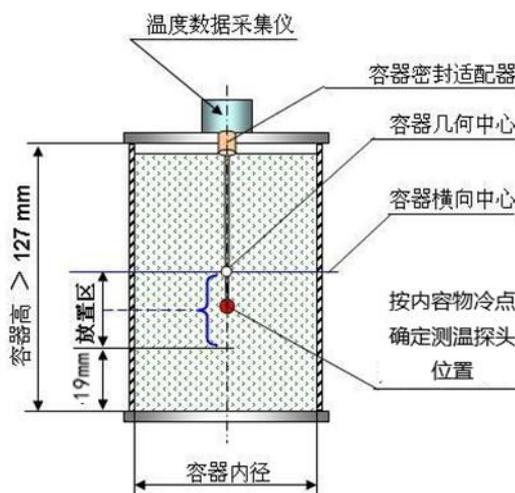


图 15 容器高度大于 127mm 对流与传导混合传热产品测温探头位置示意图

7.2 测温头放入内容物的部位

7.2.1 均质类食品，测温探头可直接插入食品几何中心部位内。

7.2.2 对非常小的颗粒状食品（如小号青豆），测温探头不易插入颗粒内部，一旦插入，颗粒食品就破裂，可以将测温探头置于汤汁内。

7.2.3 对于块状食品测温探头应插入到其几何中心。

7.3 确定测试样品的数量

测试样品的数量应不少于 10 个包装单位。当热穿透测试离差值较大时，应重复测试，确保获得可靠的数据。对于一些均质产品，可以减少测试数量，以 6 个~8 个包装单位为宜。

7.4 温度采集间隔时间

若杀菌恒温时间在 40 min 以内，温度采样间隔时间一般为 0.5 min/次；如杀菌时间 40 min 以上，温度采样间隔时间可以适当放长，如 1 min/次，也可自定义设定。若杀菌时间很短，每个测温头采集的数据至少应在 25 个以上。

7.5 不同杀菌设备的热穿透测试操作步骤

热穿透测试均需在杀菌设备里进行，不同杀菌设备的测试程序基本相同，应符合以下要求：

- a) 热穿透测试应在热分布均匀的杀菌设备里进行；
- b) 安放好温度数据采集仪的样品后，按该产品杀菌工艺规程或按新产品的模拟杀菌工艺规程和设备操作规程进行杀菌全过程的操作；
- c) 在杀菌阶段中，除了电子系统自动记录数据外，还应手记水银温度计、蒸汽压力等参数，以便数据分析时参考；
- d) 杀菌结束后读取温度数据采集仪所采集的温度数据记录，并以此作杀菌强度计算依据。进行数据处理前，如测温探头放置于块状食品内的，需开罐取出测温探头确认是否仍然插在块状食品内部。若不是应舍去这数据或重复测试。

8 数据处理

8.1 F 值计算步骤

8.1.1 Z 值和 Rt 值的确定原则

根据产品特性确定 Z 值和 Rt 值的原則如下：

——低酸食品：低酸食品需用高于 100℃ 温度杀菌，杀菌强度用 F_0 表示， F_0 就是 $F_{(Z/Rt)} = F_{(10/121)}$ （微生物 Z 值为 10℃，杀菌参照温度为 121℃ 的 F 值）。

——酸性食品和酸化食品：酸性食品和酸化食品通常用不高于 100℃ 温度杀菌，杀菌强度用 $F_{(Z/Rt)}$ 表示，一般用 $F_{(8.89/93.3)}$ 值来表示，微生物 Z 值为 8.89℃，杀菌参照温度为 93.3℃ 的 F 值，或用其它微生物耐热性 Z 值和杀菌参照温度 Rt 值，此时需要在 F 字的上标和下标来标注，或用简写法 $F_{(Z/Rt)}$ 标注。

8.1.2 罐头食品 F 值计算公式

按照公式（1）计算 F 值：

$$F = \sum LR_i = \sum tp * (1 / \log^{-1}((Rt - CT) / Z)) \dots \dots \dots (1)$$

其中：

tp ——温度数据采集仪采集温度的时间间隔，由测试人员自定义设定，单位为 min；

CT——被测试罐藏食品中内容物冷点温度变量，可由温度数据记录仪获得，单位为℃；

Rt ——杀菌参照温度，对于低酸食品，定为 121℃，对于酸化食品，通常选 93.3℃，也可由热力杀菌人员自定义设定；

Z ——微生物耐热性数值，对低酸食品，取 10℃，对于酸化食品通常取 8.89℃，也可自定义选用。

LR——微生物每分钟受热致死率，单位为分钟。

∑ ——数学求和符号，其意义将所有测试时间内所采样得到的致死率求和。

注：杀菌强度F值计算有不同的方法，最为通用的方法有一般法（General method）、鲍尔法（Ball method）、斯登巴法（Stumbo method）、电脑数据选择法（Computerize method），数据表明，不同方法计算的结果基本相同，本规程不排除所有合适的计算方法。UHT杀菌产品热穿透测试计算公式可参照附录A。

8.2 数据分析

8.2.1 F 值修正原则

应符合如下要求：

——如杀菌操作温度平均值与杀菌规程温度之差异在 +0.5℃以内的，这是合乎杀菌规范的，可以不加修正。

——如杀菌操作温度平均值与杀菌规程温度的差异在 +0.5℃以上，所测得杀菌强度 F 值会偏高，为准确评估或验证食品热力杀菌规程，可将杀菌规程温度与实际操作温度所导致 F 值差异加以修正，并在热穿透报告中指出操作温度偏高程度。

——如杀菌操作温度平均值与杀菌规程温度之差异是负公差，它应作为杀菌偏差处理，需调整好杀菌设备操作系统，并重新作热穿透测试。

——UHT 杀菌 F 值不需要修正。

8.2.2 F 值修正计算

F 值修正应先确定修正系数，修正系数可按公式（2）计算：

$$fc = 10^{(RT-OT)/Z} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

fc——修正系数；

RT——杀菌规程中规定的恒温温度，单位为℃；

OT——实际操作控制杀菌恒温温度的平均值，单位为℃；

Z——微生物耐热性 Z 值，低酸性食品 Z 可选用 10℃，酸化食可选用 8.89℃。

在评估产品杀菌强度值 F 值时，可将最小 F 值用修正系数修正，F 值的修正按公式（3）计算：

$$F_{(Z/Rt)} = \min F \times fc \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$F_{(Z/Rt)}$ —— 杀菌强度；

min F——最小杀菌强度；

fc——修正系数

8.2.3 热穿透测试基础数据采集

应包括测试时间、测试样品名称、规格、杀菌规程、温度数据记录仪编号、采样周期、近水银温度计温度值、测试样本大小等资料。

8.2.4 热穿透数据的整理

热穿透测试过程主要是测试获得食品内部冷点温度及变化，并根据温度记录计算出杀菌强度值。该温度变化除了主要由热力杀菌规程所决定，也与杀菌设备结构相关联，主要在升温与冷却两个阶段，因而在热穿透数据整理时，可按杀菌设备、杀菌方式、传热方式等因素分门别类加以整理取舍，作食品质量综合评估的总杀菌强度 F 值。

8.2.5 杀菌强度 F 值统计分析

热穿透测试后可获得每一个包装食品的杀菌强度F值，统计分析后可以获得测试样品的最大F值（max F），最小F值（min F），平均值（ \bar{x} ），极差（R）。

如果极差很大，需要分析原因，如因个别测温探头与食品插入部位脱落，或因容器密封与温度数据记录仪密封不好都会引起温度数据异常可剔除后再分析，必要时需重新测试。

8.3 杀菌强度 F 值评估

8.3.1 食品商业无菌评估

低酸食品、酸性食品和酸化食品应满足以下原则：

——低酸食品商业无菌评估：

加工低酸食品的F值是建立在肉毒杆菌12D杀菌理论基础上，推荐杀菌强度值 $F_0 \geq 3$ 分钟；出口产品还需符合进口国（产品销售地区）的有关规定。

——酸性食品和酸化食品商业无菌评估：

加工不同pH的酸性食品和酸化食品相对应的F值不同，推荐值见表1。

表1 加工不同pH的酸性食品和酸化食品对应F值推荐值

| 产品平衡 pH | 所需杀菌强度 F 值（分钟） | 备 注 |
|------------------|----------------|---|
| ≤ 3.9 | 0.1 | 本表 F 值为 $F_{(8.89/93.3)}$ 值，即基于如下参数： 微生物耐热性 Z 值和杀菌参照温度 R_t 如下： $Z = 8.89^\circ\text{C}$ $R_t = 93.3^\circ\text{C}$ |
| $> 3.9 \sim 4.1$ | 1.0 | |
| $> 4.1 \sim 4.2$ | 2.5 | |
| $> 4.2 \sim 4.3$ | 5.0 | |
| $> 4.3 \sim 4.4$ | 10.0 | |
| $> 4.4 \sim 4.5$ | 20.0 | |

注1：该pH值为产品平衡pH，一般可采用精密电子pH计测量。

注2：如果Z值和Rt值与表内备注值不同，上表数据不适用。

8.3.2 食品感官评估

产品应符合相应产品质量标准要求。

9 热穿透测试报告

热穿透测试报告应包括如下内容：被测试单位概况、产品名称、形态、包装介质、热力杀菌规程（含关键因子）、测试程序简述、最小杀菌强度（F值）、热穿透数据表，如杀菌温度偏高需加以说明F值修正值、结论性评估以及建议等内容。

10 关于罐藏食品热穿透测试有效期的建议

罐藏食品热穿透测试结果是由产品的属性（低酸或酸化）和产品传热特性和热力杀菌规程决定的，只要产品的原料、形态、pH、容器规格、装入量、灌装介质、固液比、初温等关键因子不改变，杀菌规程不变，热穿透数据应不变的，热穿透测试报告为长期有效的，由热穿透测试数据建立起来的杀菌规程也是长期有效的。

如当产品关键因子发生了变化，则应重新调整食品热力杀菌规程，并需重新作热穿透测试对调整后的杀菌规程进行验证。

附录 A (资料性附录)

UHT 杀菌产品热穿透测试计算公式

A.1 “准无菌”（洁净）包装产品

“准无菌”包装的产品经高温短时间（UHT）杀菌后输入洁净区域灌装，洁净室虽很洁净，但它尚未达到无菌等级，仅是在较洁净条件下灌装和密封，此种加工方法通常用于酸性或酸化食品的热灌装产品，其F值可按公式（A.1）计算：

$$F = \Delta t * 10^{((FT-Rt)/Z)} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中，

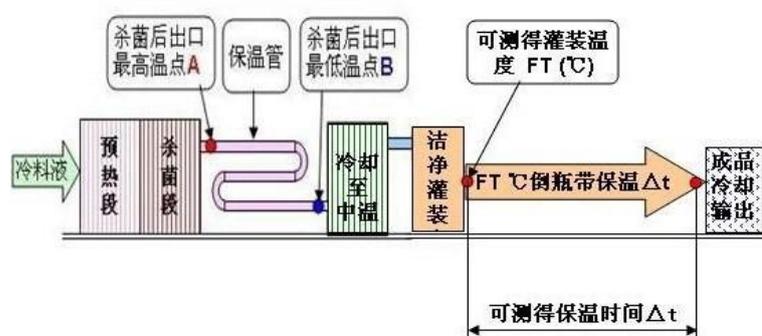
FT——灌装后容器食品内温度，单位为℃。

Δt ——该产品在灌装后至进入冷却机前的保温时间（如塑料瓶装饮料俗称倒瓶时间），单位为min。通常 Δt 较短，温度采样间隔可以设定1s采样一次。

Rt——用于计算F值的参照基准温度，瓶装饮料多为酸化饮料，可取93.3℃（200°F）。

Z值——酸化食品用的Z值，可取8.89℃（16°F）。

注：洁净室准无菌灌装（并非真正意义的无菌灌装）只适用于酸化食品，热穿透测试温度采集点和保温时间参见图A.1。



图A.1 洁净热灌装热穿透测试示意图

A.2 无菌包装产品

无菌包装的产品在经过UHT杀菌后，直接进入无菌密封区，低酸性食品，杀菌冷却后立即在无菌密封区内冷灌装和密封，其F值可用UHT加热阶段时间计算。UHT加热温度很高（通常在135℃或以上），时间很短（通常是几秒到几十秒），对于此类无菌灌装产品热穿透测试，可以用温度数据采集仪来替代原UHT设备保温管尾端温度计测温，再利用管道流量计算获取杀菌时间（半成品在保温管内时间）来计算F值，计算方法可按公式（A.2）和（A.3）：

$$F = S/60 * 10^X \dots\dots\dots (A.2)$$

式中，

F——杀菌强度，单位为 min；

S——杀菌的秒数，它是指 UHT 杀菌机输出口至保温管尾端的时间。

$$X = (T - R)/Z \dots\dots\dots (A.3)$$

式中，

R——杀菌值计算参照基准温度，低酸性食品可取 121℃；

Z——为微生物致死耐热性，对低酸性饮料可取 10℃；

T——为 UHT 杀菌机的保温管尾端出口处温度，单位为℃。

如果产品是酸性或酸化食品，式中的 R 可用 93.3℃，Z 值用 8.89℃。保温尾管端的出口温度 T 可以用温度数据采集仪测得，而保温时间则可以流量法或实验法求出其在保温管内的停留时间 S 值（秒钟）。