



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

食品热力杀菌设备热分布测试规程

Method of heat distribution test for food thermal sterilization equipments

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

2017 年 11 月 15 日

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

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

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由全国食品工业标准化技术委员会提出。

本标准由全国食品工业标准化技术委员会罐头分技术委员会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

引 言

杀菌设备内热分布影响着食品的品质和食品安全。杀菌设备内热分布不均匀，就会使被杀菌的食品有些杀菌过度，有些杀菌不完全，造成食品品质不佳，甚至引发杀菌不完全的安全事故。

食品热力杀菌设备热分布对于食品工业有着重要的意义，主要体现在以下方面：

- 1) 验证热力杀菌设备在杀菌恒温过程中各部位温度均匀一致的程度，以验证杀菌设备能满足食品杀菌工艺规程规定的杀菌温度的能力，确保食品安全。
- 2) 比较在杀菌过程中杀菌设备内不同位置同一时间的温度均匀程度以及温度变化情况，为设备维修、完善和改进操作水平提供技术依据。
- 3) 比较杀菌设备内冷点与参照温度计（水银温度计）温度差异，为改进杀菌设备装置提供依据。
- 4) 高压蒸汽杀菌时，根据热分布测试数据和曲线验证排气工艺规程的科学性，也为建立或修订新的排气规程提供技术依据。
- 5) 为建立以热水为传热介质的杀菌方式制定最少升温时间提供技术依据。

食品热力杀菌设备热分布测试规程

1 范围

本规程规定了食品热力杀菌设备热分布检测程序及操作技术要求。

本规程适用于以蒸汽、水、汽/气/水混合体为传热介质的高压静止式（立式/卧式，含喷淋式/全水式）、回转式、高压无篮式、高塔水静压式、常压水浴连续式、常压隧道连续式、常压蒸箱、水浴杀菌槽（池）等热力杀菌设备之热分布测试。

本规程不适用于微波加热式、火焰加热式杀菌设备的热分布测试。

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，仅所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。

GB 8950 食品安全国家标准 罐头食品生产卫生规范

SN/T 0400.6 进出口罐头食品检验规程

JJF1366 中国计量技术规范

3 术语和定义

3.1

热力杀菌设备热分布 **heat distribution, HD**

热力杀菌设备内不同位置在杀菌过程中温度分布均匀一致的程度。

3.2

静止杀菌 **still thermal process**

杀菌时，半成品不转动，静止地在杀菌设备内的杀菌方式。

3.3

动态杀菌 **rotary thermal process**

杀菌时，半成品被径向或轴向转动，内容物也随之转的杀菌方式。

4 热分布测试原理

将温度数据采集仪的测温头（针）放置在满负荷（满笼、满锅）的热力杀菌设备内，在热力杀菌过程中采集、记录、比较设备内不同位置在同一瞬间的温度分布情况，以验证杀菌设备内各个位置热量的供给及传热介质传递均匀一致的程度，以此来判断杀菌设备满足食品热力杀菌工艺规程规定的的能力。

5 热分布测试仪器

5.1 温度数据采集仪

5.1.1 温度数据采集仪基本类型

——有线型：分为热电偶型或热电阻型。优点是可以实时获取温度数据，主要用于静止式杀菌设备的热分布测试。

——无线型：大部分是采用铂电阻的温度数据记录仪。既适用于静止式杀菌，也适用于动态杀菌，但温度数据要等杀菌结束后才能获取。

——无线电波发射型：综合兼具有线及无线型的功能。近年来它正被逐渐应用到热分布测试中。

——其他类型。

5.1.2 温度数据采集仪精度要求

应符合 GB 8950 的要求。仪器测量探头（针）应耐温性、稳定性好，温度测量误差 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$ ，并有良好的重复性。另外对采集温度数据间隔时间应可自定义设定。

5.2 杀菌设备的水银温度计

应符合 GB 8950 的要求。

5.3 杀菌设备的自动温度记录仪

应符合 GB 8950 的要求。

5.4 杀菌设备的压力表

应符合 GB 8950 的要求。

5.5 杀菌设备的压力记录仪

应符合 GB 8950 的要求。

6 热分布测试前准备工作

6.1 热力杀菌设备和附属设施要求

待测的热力杀菌设备和杀菌附属设施应符合 GB 8950 的要求，其内容包括排气管径、排气阀类型、蒸汽管径、电子温度计、泄气阀、循环泵等装置的要求。测试前应检查并确保水、电、汽、压缩空气等的供给处于正常状态。

6.2 确定测温头（针）放置数量

6.2.1 静止杀菌设备

静止杀菌设备包括用蒸汽、热水；蒸汽/空气/水、蒸汽/空气混合物作为热媒的非动态的杀菌设备，但不包括高压无篮杀菌锅。不同杀菌设备确定原则如下：

——卧式或立式杀菌设备最少放置数量：

a) 以杀菌篮筐（容积 $< 1\text{ m}^3$ ）为单位，每个装满产品的杀菌篮中至少需放置 3 个测温头（针）；

- b) 杀菌设备的水银温度计旁须放置 1 个测温头（针）；
- c) 若杀菌设备的自动温度记录仪与水银温度计位于不同位置，则须在自动温度记录仪旁放置 1 个测温头（针）。

如放满一个杀菌锅为4个杀菌篮，则至少应放12个测温头（针），另外加上杀菌设备的水银温度计旁放置1个测温头（针），自动温度记录仪根据位置应不放置或放置1个测温头（针），所以四个篮框的杀菌设备至少应须放置13~14个测温头（针）。同上，五个篮筐的杀菌设备至少应须放置16~17个测温头（针），以此类推。如果能放置更多的测温头（针），对热分布的评估更为全面准确。示意图参见图1和图2。

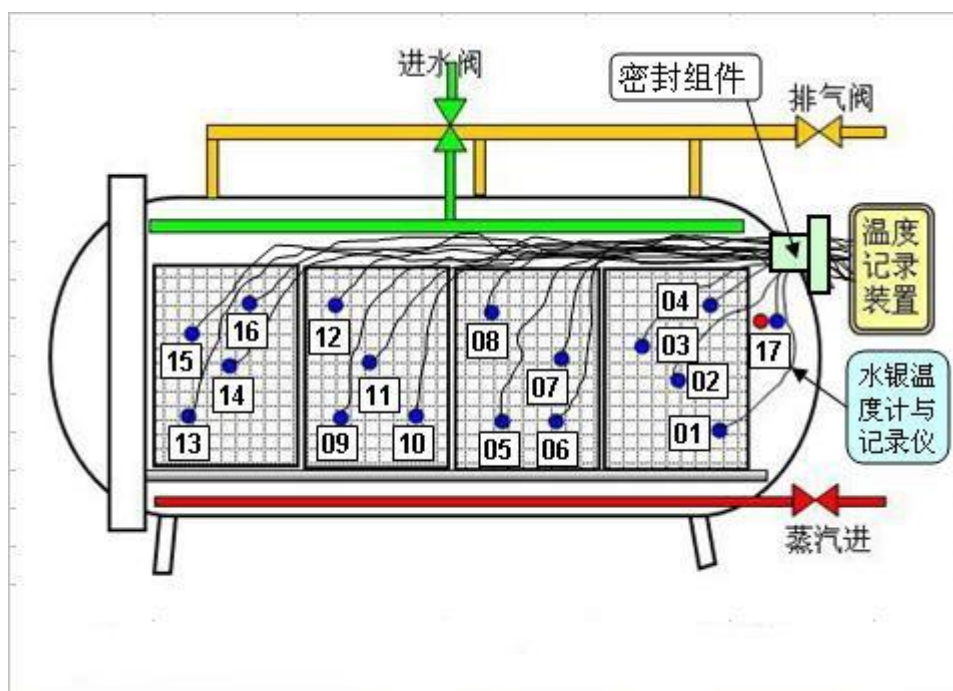


图 1 4X5 层杀菌篮 17 个有线测温头（针）布点示意图

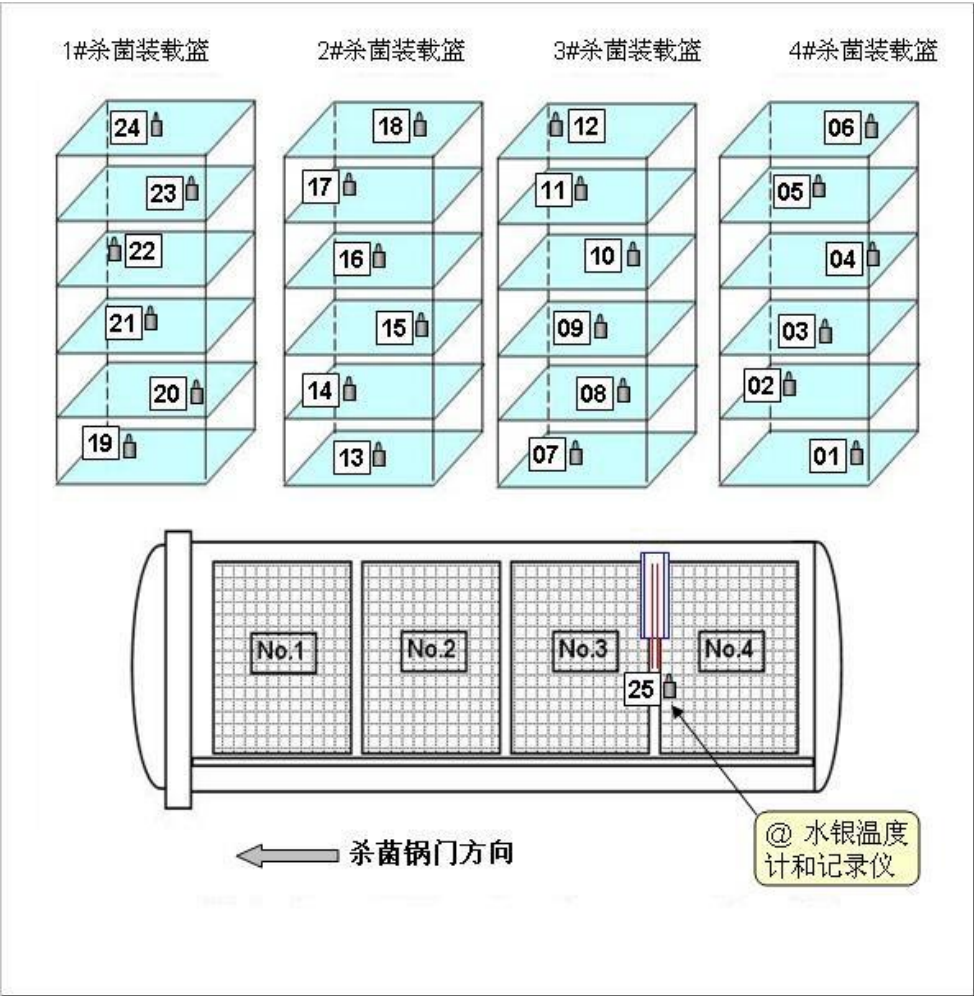


图 2 4X6 层杀菌篮 25 个无线测温头（针）布点示意图

——高压无篮杀菌锅设备放置数量：

通常以每个杀菌锅放置 16 个测温头（针），水银温度计及温度记录仪附近放置 1 个测温头（针）。

6.2.2 动态杀菌设备

6.2.2.1 回转式杀菌锅放置数量

a) 整笼旋转式回转式杀菌锅放置数

测温头（针）放置数量同静止式杀菌锅要求。如放满一个杀菌锅为4个杀菌篮，则至少需放置 13~14个测温头（针）。

b) 逐罐运动式回转式杀菌锅放置数

应至少放置16~24个测温头（针）。

6.2.2.2 常压连续式杀菌机放置数量

应放置12个或以上的测温头（针）。如杀菌设备宽度为3000mm，可放入12个测温头（针），一般沿设备输送方向的垂直线按每200~250mm等间距均布放置1个测温头（针）。示意图见图3。

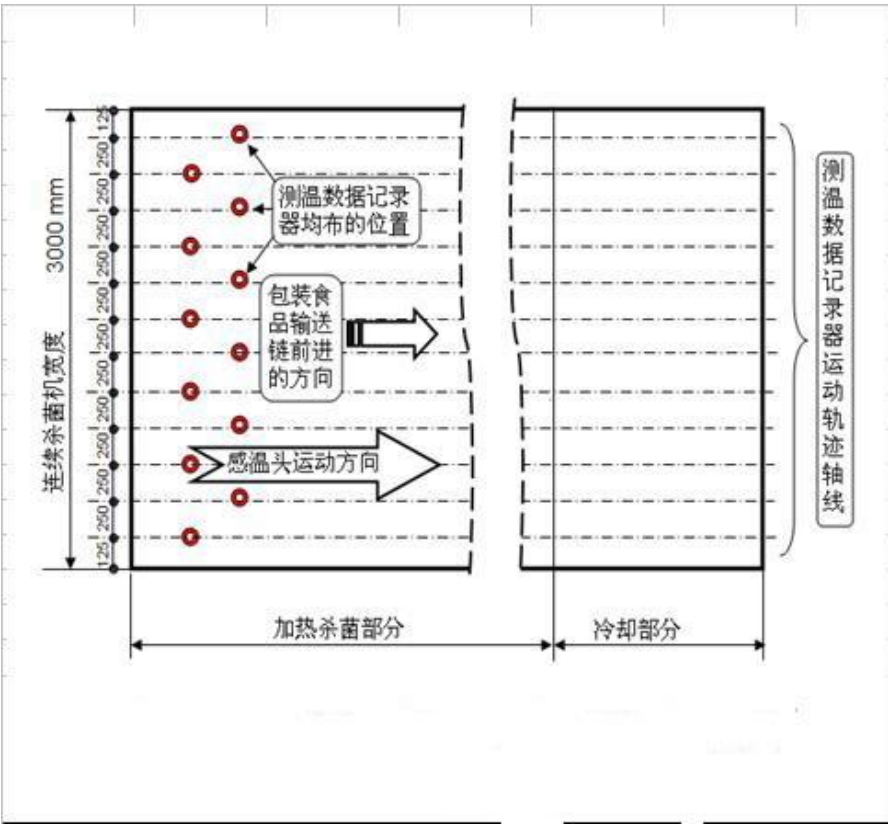


图 3 常压连续杀菌设备无线测温头（针）布点示意图

6.2.2.3 水静压连续杀菌机放置数量

测温头（针）放置的数量应根据杀菌机宽度确定，有的机器很宽，单排就可以放够测温头（针），有的机器为双排进罐，原则上每一个载罐槽/板/筒或者载罐盒（屉）应均匀放置温度数据采集仪，一般为16~24个测温头（针）就可。示意图见图 4。

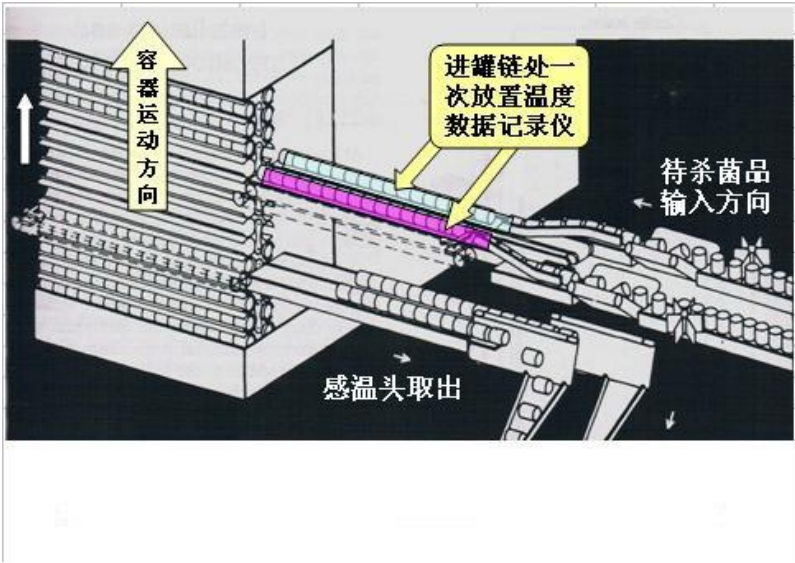


图 4 水静压连续杀菌设备无线测温头（针）布点示意图

6.2.2.4 水浴杀菌槽放置数量

水浴杀菌使用量大部分局限于大罐杀菌（如18Kg装的竹笋），一般都在非密闭条件下杀菌，对于此种低温杀菌，每立方米装载体积放置3~4个测温头（针）。

6.3 确定测温头（针）放置位置

应依据热力杀菌设备的类型进行确定。测温头（针）放置位置需记录存档，可以用二维或三维图形标示，也可拍照存档。热分布感温头布点二维图参见示意图5。

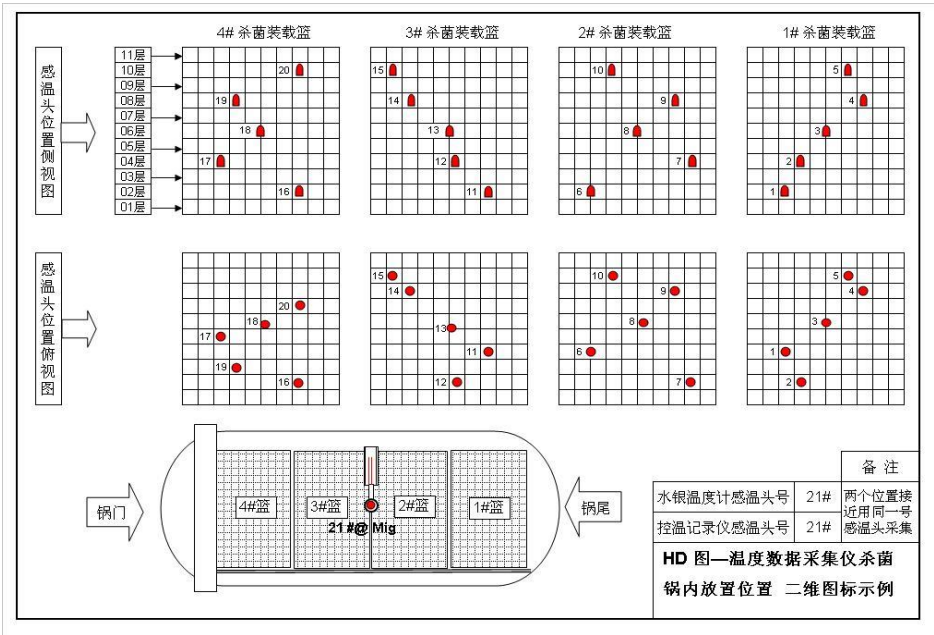


图5 热分布感温头布点二维图

6.3.1 静止杀菌设备

——卧式或立式杀菌设备测温头（针）放置位置按以下原则确定：

- a) 在贴近杀菌设备的水银温度计处放置1个测温头；
- b) 在贴近杀菌设备的自动温度记录仪传感器处放置1个测温头。若水银温度计与自动温度记录仪传感器位于同一处，则无需再重复放置测温头；
- c) 杀菌篮轴向中心位置放置1个测温头；
- d) 杀菌篮底部与顶部中心位置各放1个测温头；
- e) 如要增放测温头，除上述位置外，可在杀菌篮的其他位置随机放置。

——无篮框式杀菌锅设备测温头（针）放置位置按以下原则确定：

无篮杀菌机的结构特殊，它的水银温度计和记录仪感温头大多装在杀菌锅底部位置，故热分布布点时可首先放置这两个位置旁的感温头，放置时最好借助特制工具来完成定位。

其余将测温头固定在有标识的食品包装容器上，让其按一定的间隔时间依次从杀菌锅上方按设定的时间间隔人为干预方向丢落到杀菌锅内的缓冲水中，并无序随机地堆叠在杀菌锅内。

测温头放置间隔时间按式（1）计算：

$$t = \frac{T}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

t ——测温头（针）放置间隔时间；

T ——杀菌锅装满一锅待杀菌食品包装容器所需时间；

n ——测试用测温头（针）数量。但是若水银温度计和温度数据采集仪位置靠近，导致两处只放置一个测温头，则公式中此处应为测温头数量再加1。

——水浴杀菌槽测温头（针）放置位置按以下原则确定：

以每立方米体积为计算单位，在几何中心放一个测温头（针），上部和下部平面位置随机各放一个测温头（针），水银温度计及温度自动记录旁也需放置测温头（针）。

6.3.2 动态杀菌设备

6.3.2.1 回转式杀菌锅

- a) 整笼旋转式回转式杀菌锅

同静止式杀菌设备。

- b) 逐罐运动式回转式杀菌锅

逐罐进出的回转式杀菌设备按时间间隔无序布点。时间间隔的计算方法按式（1）计算。

6.3.2.2 水静压式连续杀菌机

一次性将测温头（针）同时放入同一水平线上的载罐（或瓶）器（板/槽/篮/屉式）内。

6.3.2.3 常压连续式杀菌机

按输送链宽度每隔200~250mm同时将所有测温头（针）放入输入链入口端，也可分组交错同时放入。

6.4 热分布测试用的包装容器规格

6.4.1 测试用的包装容器应选用被测试企业生产用的最小规格包装容器。

6.4.2 如果企业在生产最小规格包装容器的产品，就用该产品来测试；如生产线的包装容器不是最小规格，则用最小规格包装容器灌装水来模拟产品（俗称水罐）测试。

6.4.3 滚动式常压连续杀菌设备的热分布测试不受容器规格限制；但斗或槽式常压连续杀菌设备的热分布测试仍需采用最小规格包装的产品进行测试。

6.4.4 测试时，包装容器装载方式、分隔板孔径及开孔面积等应符合 GB 8950 的要求。

6.5 罐藏食品的初温

测试热分布时，罐藏食品的初温应稍低于杀菌规程中的初温。

6.6 温度数据采集时间间隔

温度采样时间可自定义设定，通常以0.5min采集一次温度数据。如果杀菌时间较短，则可缩短采集温度的间隔时间，以杀菌恒温阶段计，采集温度数据应不少于25个。

用实罐做热分布测试，不论是什么型式的温度数据采集仪，均需要整个杀菌过程完成后才可终止温度数据采集。

如以水罐为负载作热分布测试，恒温时间 15 分钟后就能结束数据采集，进入冷却阶段。

6.7 热分布测试操作程序

6.7.1 基本要求

应按各类杀菌设备的操作规程及产品的杀菌工艺规程要求执行。

6.7.2 蒸汽高压杀菌

蒸汽高温杀菌时，开泄气阀、排气阀、底部放水阀，关压缩空气阀、溢流阀、进水阀等，开足蒸汽阀进行排气；

当锅内冷凝水已排尽即关底部放水阀，并严格执行杀菌规范中“两个开足”（蒸汽阀和排气阀开足），达到“两个至少”（排气温度和时间二个条件同时满足）才能关闭排气阀；

继续升温，达到杀菌温度后开始计算恒温时间；

在升温 and 恒温过程中应始终开启泄气阀及设备底部冷凝水排出阀，防止锅内冷凝水积剩；

恒温时间结束，便进入冷却阶段。

6.7.3 常压蒸汽杀菌

对蒸汽常压（ $\approx 100^{\circ}\text{C}$ ）杀菌，操作时先将排气阀开足，泄气阀开足，在大气压下（表压为零）的条件下升温；

在达到杀菌温度后，先不要马上开始恒温计时，而要仔细调节蒸汽进气阀，控制好 $\approx 100^{\circ}\text{C}$ 温度，待温度稳定分后，方可开始杀菌恒温计时；

恒温时间结束进入冷却阶段。

注：蒸汽常压杀菌全过程中，排气阀、泄气阀、泄水阀都要开足，不得中途关闭，否则会导致非常压杀菌。蒸汽常压杀菌需适当延长升温时间（如2~3分钟）。

6.7.4 常压热水杀菌

常压热水杀菌无论是间歇式或连续式,测试时可将测温头随同待杀菌的食品包装容器同步放置到杀菌设备中,经过升温、恒温、杀菌、冷却之全过程,就可获取杀菌设备内热分布状况。

6.7.5 高压热水杀菌

以热水作为传热介质的高压高温热水杀菌操作(含全水式,喷淋式),在注水至规定的水位后,便开始加热升温,待水温达到80℃时,记下时间,并继续加温到杀菌恒温温度。从80℃开始升到杀菌恒温温度的时间段定为升温时间(简称CUT;);

达到杀菌温度后就可开始杀菌恒温计时;

恒温结束进入冷却阶段,完成热水杀菌的全过程。

注1: 鉴于热水热焓没有蒸汽高,杀菌时传热速度不如蒸汽快,且大部分以水为介质杀菌的产品多数用玻璃容器,它们不适宜激烈升温,杀菌锅内的温度不易达到均匀,故需要规定一个合理的升温时间。此处引用美国FDA“最少升温时间”(Minimum CUT),它的含义是:杀菌设备经过最少升温时间后,整个锅内的温度已趋均匀。如规定的最少升温时间为15分钟,实际升温时间用了14分钟就到达杀菌恒温温度,此时尚不能开始杀菌计时,需再等待1分钟,到达了规定的15分钟后,才可杀菌计时,其目的是要确保杀菌锅内温度均匀。

注2: 因杀菌作业的进水水温、产品、季节不同,杀菌设备里实际初始水温势必不一致,为了使设定最少升温时间有一个统一的起算点,本规程规定该最少升温时间以80℃开始起算。

注3: 最少(短)升温时间可以在热分布测试数据中获得后,并结合杀菌设备供热能力,可加上10-15%时间安全系数后给以规定该时间。

6.7.6 无篮框式杀菌锅高压杀菌

测温头从无篮杀菌锅顶部投置到杀菌锅内各对应的位置后,开始正常的杀菌操作作业;

杀菌结束后食品包装容器与测温头从杀菌锅下部底门出口跌落至缓冲水槽中,取出测温头读取温度数据。

6.7.7 连续式杀菌机

对于连续杀菌机,无论是常压($\leq 100^\circ\text{C}$ 低温)还是高压($> 100^\circ\text{C}$ 高温)的杀菌机,测温头均可在杀菌机输入端放入,在输出端取出就可完成热分布测试的测温作业。

7 热分布测试记录

热分布测试过程应如实作好记录,包括测试单位基本概况、杀菌设备及附属设施核查表、测试过程描述、数据记录仪测试数据汇总表。热分布测试记录应存档保存。蒸汽杀菌杀菌设备及附属设施调查表参见附录A。

8 热分布数据分析

8.1 各类杀菌设备热分布均匀判定标准

8.1.1 蒸汽杀菌设备

若满足以下任一条件,则可认为热分布是可以接受的:

- a) 热力杀菌升温阶段结束，恒温开始1分钟内，最慢的测温头≤参照温度（指放置于水银温度计旁的测温头的测温值，下同）1.67℃(3.0°F)，被视为可以接受。
- b) 如果升温阶段结束，恒温3分钟内，最慢的测温头≤参照温度0.56℃(1.0°F)，被视为可以接受。

8.1.2 热水杀菌设备

若同时满足以下两个条件，则可认为热分布是可以接受的：

- a) 如果升温阶段结束，恒温6分钟内，最慢的测温头≤参照温度1.1℃ (2.0°F) 被视为可以接受。
- b) 每个测温头在恒温阶段的平均温度值 \overline{X}_i 与其他所有测温头平均值 $\overline{X}_1, \overline{X}_2, \overline{X}_3, \dots, \overline{X}_n$ 的再平均温度值 $\overline{\overline{X}}$ 比较，其离差值在0.56℃范围内。

8.2 热分布数据及曲线图

热分布数据表是杀菌设备温度分布客观情况的真实反映，一切评估均应以此数据为准。热分布曲线图只是为是能直观快捷地了解杀菌设备温度分布概况，热分布报告应有以上两种形式。某公司汽-气混合热媒杀菌设备热分布曲线图见图6。

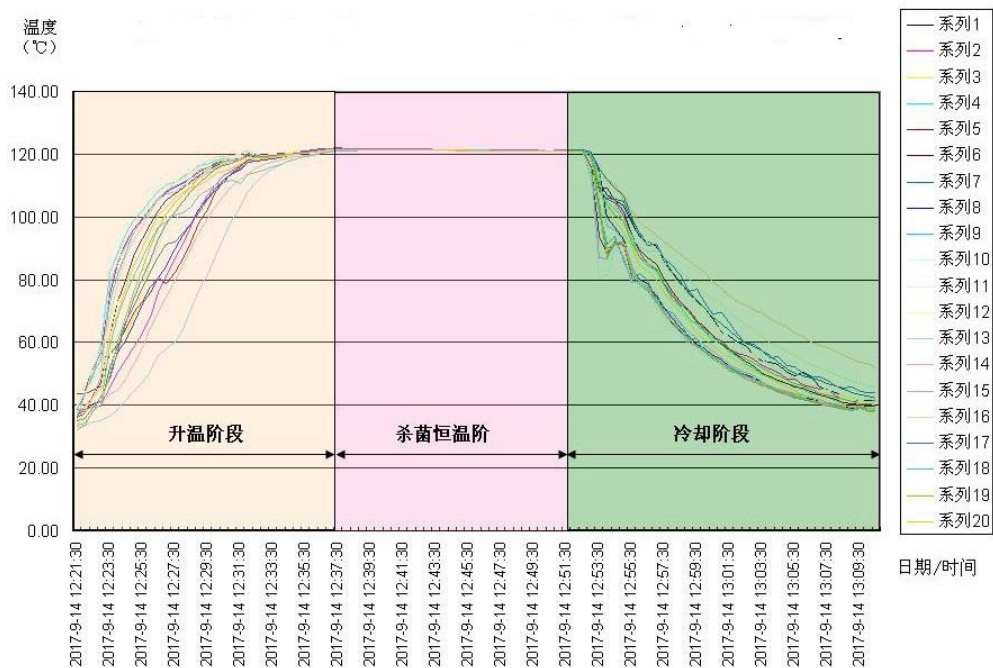


图 6 某公司汽-气混合热媒杀菌设备热分布曲线图

8.3 数理统计分析

数理统计分析可以帮助热分布均匀性的分析，建议可以比较各不同测温头在同一时间的温度变化；及同一测温头在不同时间的温度变化；整体温度分布的最大值(Max)、最小值(Min)、（Max-参照值）、

(参照值-Min)、标准差(σ)等数据,这些数据可以帮助了解和分析杀菌设备内温度分布总体情况。也可以了解杀菌设备控温系统与实际温度的偏差。

如数理统计分析的数据表明有异常,需分析原因,重复验证。

9 测试报告

热分布测试报告建议包括以下内容:

a) 热分布文字报告

包括工厂概况、杀菌设备调查资料、测温头(针)记录仪分布位置图;测试用产品状况及工作参数(产品、容器类型、规格尺寸、放置形式、初温、蒸汽压力、杀菌温度等)。

b) 热分布温度数据报告

为温度数据处理器接收到各测温头(针)显示的温度信号后生成的数据表,如实反映热分布测试过程中各点的温度状况。

c) 热分布温度曲线图

为温度数据记录仪根据温度数据处理器生成的数据表生成的以时间为横坐标,温度为纵坐标的曲线图。

d) 热分布综合评估

根据热分布测试所得温度数据,结合数理统计,综合判断杀菌设备是否满足热力杀菌要求,如发现问题应一一列出。

10 结果分析

10.1 热分布测试不合格原因分析

造成热分布不均匀的因素很多,检测机构应根据自身专业知识为委托检测方提出科学的原因分析和合理有效的改进措施。

10.2 热分布测试不合格的处置方法

如果热分布测定结果表明该设备的热分布不合格,必须对杀菌设备硬件或软件加以整改后,再经热分布重新测试合格后的设备方可用于食品热力杀菌。

11 热分布测试次数

如果热力杀菌设备结构符合本规程叙述的“规范”,操作程序恰当,绝大多数杀菌设备一次性测试就可获得良好的热分布结果。如果杀菌设备结构上有瑕疵,一般来说即使测试2次或2次以上,也不会获得理想的数据。因而对于符合“规范”的热力杀菌设备一次热分布测试,其热分布数据表明温度很均匀,可以不再进行第二次的所谓重复性测试。对于不符合规范的杀菌设备必须在改进杀菌设备后再测试,直到测试结果达到理想状态。

12 热分布测试结果的有效期

12.1 若满足以下条件，热分布测试结果有效期为三年

- a) 杀菌设备及其配套设施在上次热分布测试后未发生改变；
- b) 至少每半年用锅炉除垢剂或酸性清洗液对杀菌设备（特别是对喷气管/孔、喷水管/孔等装置）进行一次防堵疏通的清洗，且清洗记录可追溯。

12.2 杀菌设备以及它的配套设施如管道、阀门、装载容器的隔板、篮筐底板开孔面积、容器排列方法以及排气规程、控制程序、安装地点等发生改变时，须重新进行热分布测试。

附 录 A
(资料性附录)
杀菌设备及附属设施调查表

A.1 杀菌设备及附属设施调查表应符合表A.1 要求。

表A.1 蒸汽杀菌杀菌设备及附属设施调查表调查表

概 况	工 厂 名 称				工 厂 电 话	
	工 厂 地 址				工 厂 电 邮	
	工 厂 传 真		联系人姓名		联系人手机	
	备 注					

蒸汽 供给	蒸汽供汽源		总汽管直径	DN	总管蒸汽压	Mpa
	进汽口直径	DN	进汽阀类型		进气阀大小	DN
	旁通阀直径	DN	温控阀尺寸	DN	温控阀类型	
	汽扩散管径	DN	喷汽口方向		最窄进汽径	DN
	喷汽管孔径	Ø mm	喷汽孔数量	个	出进面积比	倍
	备 注					

排气 泄气	排气管管径	DN	排气管数量		集气管直径	DN
	排气阀类型		排气阀大小	DN	排气阀数量	个
	泄气阀位置		泄气阀大小	Ø	泄气阀数量	个
	水银温度计旁泄气阀大小		Ø	自动温度记录仪泄气阀大小		Ø

进排 和循 环水	进水管直径	DN	进水阀类型		进水阀直径	DN
	喷水管直径	DN	喷水管孔径		喷水孔数量	
	喷水口方向		冷却水水源		水是否回收	□有/□无
	冷水氯化否	□有/□无	何种消毒剂		余 氯 浓 度	
	排水管直径	DN	排水阀类型		排水阀直径	DN
	冷却循环泵	□有/□无	循环泵流量	m ³ /hr	冷凝泄水阀	DN

压缩 空气	进气管直径	DN	进气管位置		压缩气压力	Mpa
	进气阀类型		进气阀尺寸	DN	定量阀数量	个
	定量阀流量		仪表用气压	Mpa	油水分离器	□有/□无
	备 注					

控制 仪表	水 银 温 度 计 数	支	温度计量程	℃	每分梯度数	℃
	每摄氏度长	mm/℃	温度计位置			
	有无记录仪		记录仪量程		温度分度值	
	每摄氏度宽	mm/℃	测温点位置		测温件类型	
	气电转换器	□有/□无	薄膜比例阀	□有/□无	电动比例阀	□有/□无
	温度时间控 制方式类型	□人机界面电脑 □人机界面 PLC □数显温控仪 □时间继电器 □连续比例控制 □间歇电动控制 □ 手动控制 □其他				
	压力表量程	Mpa	压力表直径	Ø mm	表盘分度值	Mpa
	备 注					

装载 设施	杀菌篮底板开孔率百分比		%	杀菌篮四周开孔面积百分比	%
	杀菌篮有无使用隔板		□有/□无	杀菌篮隔板开孔面积百分比	%
	备 注				