

第五章 食品的罐藏技术

[教学目标] 本章使学生了解常见的罐藏容器及其特性，了解罐藏新技术，熟悉罐藏食品杀菌时间的计算方法及杀菌工艺条件的确定，掌握食品罐藏的基本工艺过程及其特性。

第一节 罐藏容器

一、金属罐

(一) 常见的制罐材料

- 镀锡薄钢板。镀锡薄钢板是一种理想的制罐材料，这主要是因为钢基比较坚固，在罐头的搬运及贮藏过程中不易破损，有利于保护食品。而锡层能保护钢基，使之免受腐蚀，微量的锡溶入食品中，也不会引起毒害作用。锡层还具有良好的延展性，在制罐时既不会裂开，也不会脱落
- 镀锡薄钢板是以钢基为中心，上下各分布着合金层、镀锡层、氧化膜及油膜的多层结构。镀锡板罐的抗腐蚀性主要与钢基的化学成分和物理特性、锡层厚度、保护膜、容器构造及内装食品的相对腐蚀性等因素有关用于生产镀锡板的钢板通常有 L 型和 MR 型钢，D 型钢只用于深冲容器的制造。此外还有 MC 型、N 型钢等
- 在制罐时，镀锡板的强度是必须考虑的重要因素。镀锡板的强度与许多因素有关，如厚度、尺寸、调质度等。镀锡薄板的厚度和尺寸不仅影响其机械强度，还会影响到材料的利用率及制罐成本。国际上采用毫米为单位来表示其厚度和尺寸，而美国则习惯用每“基箱” (Base Box) 的重量为单位表示其厚度，用英寸表示其尺寸。所谓基箱就是指 112 张尺寸为 14×20 英寸的镀锡薄板捆成的一包，其面积为 31 360 平方英寸或 20.33 平方米。我国生产的热浸镀锡薄板共分 12 种规格，厚度由 0.16 毫米至 0.50 毫米。最常用的厚度为 0.22，0.25 及 0.28 毫米等几种镀锡薄板
- 调质度 (temper) 是镀锡薄板经机械加工或热处理后表示其硬度、抗拉强度、延展性等机械性能的指标。调质度可通过调节钢基成分、冷和热轧、退火及回火等工艺操作来加以控制。不同调质度的镀锡板，其用途是不同的。调质度低的适合于制深冲罐，而调质度高的适合于制大型高压容器
- 镀铬薄板。镀铬薄板是表面镀有铬和铬的氧化物的低碳薄钢板，一般由钢基、金属铬层、水合氧化铬层及油膜等部分构成。它是为减少用锡量而发展的镀锡薄板的代用品，已在罐头生产中大量使用。镀铬板使用时不能焊锡，罐身接缝只能采用粘接和电焊的方法。用于罐藏容器均须内、外涂料，以保护镀铬层，增强镀铬板的耐腐蚀性。另外，镀铬板的钢基成分、调质度及规格尺寸等均按镀锡板标准制造
- 铝合金薄板。铝合金薄板是铝镁、铝锰等合金经铸造、热轧、冷轧、退火等工序而制成的，它的优点是重量轻，能抗大气的腐蚀，基本上不被含硫食品腐蚀，能用不同的方法成型等。其缺点是不能用焊锡法接缝，罐身强度较小，对绝大多数含水食品来说，铝合

金罐不如镀锡板罐那样耐久。铝合金薄板由于具有良好的金属压延性，所以适用于制造扁平冲底罐和深拉冲拔罐，特别是做成易拉罐，大大方便了罐头的开启

（二）罐头涂料

- 罐内壁涂料的要求。① 涂料必须无毒害、无污染、卫生安全、不影响内容物的风味和色泽。对涂膜的微量迁移物应符合卫生要求；② 涂料成膜后能有效地防止内容物对罐壁的腐蚀。不会产生不良后果；③ 涂料对罐壁应有良好的附着力，且应均匀致密。同时应具有必要的强度和机械性能，能适应制罐工艺要求；④ 能耐高温杀菌，涂膜不变色、不软化、不脱落，并能经受焊锡热；⑤ 要求工艺操作简便，干燥迅速而不回粘，涂印良好，不会产生针状小孔、花纹、雾滴等缺陷；⑥ 涂料及所用溶剂价格要低廉；⑦ 涂料应有良好的稳定性，便于存放。
- 罐头内壁涂料的组成及种类。罐头内壁涂料种类较多，成分各异。但主要成分一般都是树脂、溶剂、颜料和辅助材料
- 涂料的工艺及质量要求。涂料工艺的核心包括涂印和固化两个部分，此外包括选择、清洗等前工序和检查、包装等后工序。涂印是将罐头内壁涂料涂布在基板上或空罐的内壁，使之形成均匀的表面覆盖层——湿膜或粉末涂层。涂印的方法有辊涂和喷涂等，其中辊涂应用最广。固化是利用热能或辐射能的作用，使涂印后湿膜中的溶剂蒸发，树脂进一步交联，或使固体粉末熔融，最后形成干固而坚韧的涂膜。固化的常见方法有烘烤、红外线辐射、焊锡热或电阻焊接热等，另外还有紫外线固化、电子束固化等方法
- 罐外壁涂料的目的和要求。罐头外壁涂料也称彩印涂料，可替代纸商标，省去贴标工序，还可防止罐头外壁生锈，改善罐头的贮存性能。对外涂料的一般要求如下：①印铁商标经沸水加压蒸气加热处理后，涂膜不应变色、软化，脱落和起泡，保持原有光泽和色彩；②涂料和油墨经烘干后，白涂料不泛黄，彩色油墨不变色，光泽良好；③涂料和油墨干燥良好，不回粘；④涂料成膜后附着力良好，满足罐头制造工艺要求；⑤采用高速印铁机，油墨印刷性能良好；⑥涂料及所用溶剂价格便宜；⑦涂料和油墨的贮藏稳定性好
- 罐头密封胶。罐头密封胶填充于罐头底、盖和罐身卷边接缝中间，因二重卷边的压紧作用将罐底、盖和罐身紧密结合起来，保证了罐头卷边的严密封闭，杜绝外界空气的侵入。罐头密封胶必须满足以下要求：①无毒无害，符合食品卫生要求；②不含杂质，可塑性好，便于填满罐底、盖与罐身卷边接缝间的空隙；③具有良好的抗热、抗水、抗氧化等性能。确保罐头在沸水杀菌、钝化处理、油类制品生产以及加热排气情况下不溶化，不脱落。特别是耐热性要高，以适应罐头的高温高压杀菌
- 焊料及助焊剂。目前我国罐藏容器中，镀锡板的三片接缝罐使用较广泛。焊料中含1%~2%的铋可提高接缝焊接强度，但会影响其工艺特性。杂质含量不得超过0.1%，尤其含铁量必须低于0.1%，否则将使焊料熔点升高，合金变脆。含锌和镁量不得超过0.01%，以免降低焊料的流动性和在凝固时产生裂纹。目前国内用于三片接缝罐的锡铅焊料

有两种，一种焊料含锡 60%，铅 40%；另一种含锡 50%，铅 50%。常用的助焊剂有氯化锌溶液、乙醇胺盐酸盐焊锡药水、松香焊锡药水等种类，其中以氯化锌溶液使用较广泛。

(二)空罐制造

- 焊锡接缝圆罐的生产工艺流程：焊锡接缝圆罐是由罐身、罐盖、罐底三件组合而成，因而也称为三片罐。各部分的生产工艺如下：罐盖：镀锡板→切板→切角、切缺→端折→成圆→涂焊药→钩合→踏平→涂焊药→焊锡→翻边。罐盖：镀锡板→切板→冲盖→圆边→注胶→干燥硫化。罐身：罐盖→封底→检查→包装→入库
- 焊锡接缝圆罐的罐身制造。① 切板：切板时首先碰到的问题是如何确定镀锡板的落料尺寸。通常罐身板落料宽度(H)等于该罐型卷边密封后的外高(h)再加上 3.5 mm。罐型大的可加上(3.5~4)mm。② 罐身成型：通过切角、切缺、端折、成圆及踏平等工序，罐身板即被加工成罐身。切角是将身板一端的两角按规格要求切去，以减少罐身接缝两端的叠接面，便于封口时双重卷边缝的紧密结合。切缺是在罐身板的另一端按规格要求切出两个 V 型或 u 型缺口，其目的是使接缝棱角斜坡和其邻近叠缝部分经过踏平后容易压紧平服，避免小洞眼，防止漏锡。端折是将切角、切缺后的罐身板两端分别压折成方向相反的弯钩，以便罐身接缝钩合。端折宽度一般为(2.3~2.8)mm。端折后罐身板在成圆机械的作用下形成符合规格的圆筒状，即为成圆。踏平即将罐身圆柱体钩合的折边部分压紧成纵缝，并使钩合纵缝陷入罐身内部，凸于内壁，罐身外表压平后仅留一浅缝沟。踏平之后即进行焊锡，其目的是让焊锡渗入罐身接缝的各叠层间隙内，使它们牢固地结合在一起，形成良好的密封结构。焊锡之前罐身接缝处应涂抹焊药，以清除锡层表面的油污、氧化物及杂质，以利于进行焊接
- 焊锡接缝圆罐的罐盖制造。① 切板 镀锡板在冲盖之前需裁切成各种形式的条板如直线形、波形等，然后在条板上涂一次油，以防止镀锡板在冲盖时产生损伤。② 冲盖、圆边 各种条板通过装有特制模具的冲床制得具有一定规格标准的膨胀圈纹、埋头度及盖边形状的罐盖。③注胶 注胶是在罐盖盖钩内注入密封胶，再烘干和高温硫化，作为空罐的密封垫料，以保证罐头的密封性能。注胶须均匀，且注胶部位和注胶量也应合适。烘干后的胶膜应无气泡、洞眼、可塑性和弹性良好。(4) 焊接圆罐的封底封底是用封罐机将罐身的翻边和底盖的钩边进行牢固紧密卷合，形成二重卷边
- 二重卷边的形成。要形成密封的二重卷边，必须具备四个基本要素，即符合要求的罐盖、罐身、盖钩内的胶膜及具有卷边性能的封罐机。二重卷边的形成过程如下：当罐身和罐盖同时进入封罐机封口作业位置后，在压头和托底板的配合下，头道辊轮首先围绕罐身作圆周运动和自转运动，并逐步沿径向推进，将盖钩和身钩卷合在一起，形成二重卷边的雏形后即行退出。紧接着二道辊轮也作相同的运动沿径向切入，从而将头道滚轮完成的卷边压实成形，然后退出，即形成完整的二重卷边

二、玻璃罐

(一)玻璃罐的制造

- 玻璃罐的制造材料是玻璃，它是由石英砂、纯碱及石灰石等组分按一定比例配合后在1000℃以上的高温下熔融冷却而成。配合比例通常是：石英砂约占55%~70%，纯碱5%~25%，石灰石15%~25%。此外还含有4%~8%的氧化铝、氧化铁、氧化镁等氧化物。玻璃罐的制造工艺流程如下：原料磨细→过筛→配料→混合→加热熔融→成型冷却→退火→检查→成品

(二)玻璃罐的性能及技术要求

- 理化性能。玻璃罐应具有较好的化学稳定性。一般要求，玻璃罐内注入稀酸后，在沸水浴中加热30分钟，其酸性不消失。玻璃罐还应具有一定的热稳定性。要求将玻璃瓶先浸入40℃热水5分钟，再浸入100℃沸水静置5分钟，然后浸入60℃热水中静置5分钟后不破碎
- 机械性能。要求玻璃的抗张力为(34.3~38.3)N/mm²。抗压力为(588~1225)N/mm²。玻璃的硬度值为5~7
- 技术要求。玻璃罐应透明无色，或略带青色，罐身应端正光滑，厚薄均匀，罐口圆而平正，底部平坦，罐身不得有严重的气泡、裂纹、石屑及条痕等缺陷

(三)玻璃罐的类型及其封口形式

- 卷封式玻璃罐。罐盖用镀锡薄板或涂料铁制成，橡胶圈嵌在罐盖盖边内，卷封时由于辊轮的推压将盖边及胶圈紧压在玻璃罐口边上。其特点是密封性能良好，能够承受加压杀菌，但开启比较困难
- 螺旋式玻璃罐盖底内侧有盖爪，瓶颈上有螺纹线，与爪相互吻合。旋盖后，罐盖内胶圈正好压紧在瓶口上，保证了罐的密封性。常见的盖子有四个盖爪，而玻璃瓶颈上有四条螺纹线，盖子旋转1/4圈时即获得密封性，因此，也称为回旋式玻璃罐
- 压入式玻璃罐。其罐盖底边向内弯曲，并嵌有合成橡胶圈。当它紧贴在罐颈外侧面上时，便保障了罐头容器的密封。开启时，只要撬开靠着瓶口的突缘，即可打开罐盖。封盖操作也非常简便，只需要从上向下压即可
- 垫塑螺纹式玻璃罐，使用垫塑螺纹盖，盖内注入塑料溶胶形成垫片。玻璃瓶口外侧有螺纹，盖边无螺纹。真空封装时，盖内塑料垫片压入瓶颈便产生同样螺纹，从而达到密封效果。开启时，只需拧开罐盖即可

三、软罐容器

第二节 食品罐藏的基本工艺过程

一、罐藏原料的预处理

二、食品的装罐

(一)装罐前容器的准备

- 食品在装罐前，首先要依据食品种类、性质、产品要求及有关规定选择合适的空罐，然后再进行充分的清洗，以除去空罐中的灰尘、微生物、油脂等污物及氯化锌等残留物。清洗可用手工或机械的方法。目前，大中型企业均采用机械方法，通过喷射蒸气或热水来清洗。清洗之后再漂用漂白粉溶液消毒
- 容器消毒后，每只罐的微生物残留量应低于几百个。消毒后，应将容器沥干并立即装罐，以防止再次污染

(二)食品的装罐

- 原料经过清洗、挑选、分级、切分、去皮、去核、打浆、榨汁及烹调预处理后，应迅速装罐。装罐时应力求质量一致，并保证达到罐头食品的净重和固形物含量的要求。每只罐头允许净重公差为 $\pm 3\%$ 。但每批罐的净重平均值不应低于固体物净重。罐头的固形物含量一般为45%~65%，因食品种类、加工工艺等不同而异
- 装罐时还必须留有适当的顶隙。顶隙是指罐内食品表面层或液面与罐盖间的空隙。顶隙大小将直接影响到食品的装罐量、卷边的密封性、罐头变形及腐蚀等。顶隙过小，杀菌时食品膨胀，引起罐内压力增加，将影响卷边的密封性。同时还可能造成铁罐永久变形或凸盖，影响销售，顶隙过大，罐头净重不足。且因顶隙内残留空气较多，将促进铁皮的腐蚀或形成氧化圈，并引起表层食品变色、变质。一般地，罐内食品表面与容器翻边或顶边应相距(4~8)mm左右
- 装罐的方法有人工装罐和机械装罐两种。一般地，肉禽、水产、水果、蔬菜等块状或固体产品等，大多采用人工装罐；而颗粒状、流体、半流体、糜状产品等大多采用机械装罐。装罐之后，除了流体食品、糊状胶状食品、干装食品外，都要加注液体，称为注液。注液能增进食品风味，提高食品初温，促进对流传热，改善加热杀菌效果。注液可以排除罐内部分空气，减小杀菌时的罐内压力，减轻罐头食品在贮藏过程中的变化
- 预封是在食品装罐后用封罐机初步将盖钩卷入到罐身翻边下，进行相互钩连的操作。钩连的松紧程度以能允许罐盖沿罐身自由地旋转而不脱开为准，以便在排气时，罐内空气、水蒸气及其他气体能自由地从罐内逸出。预封的目的是预防因固体食品膨胀而出现汁液外溢；避免排气箱冷凝水落入罐内而污染食品；防止罐内温度降低和外界冷空气窜入，以保持罐头在较高温度下进行封罐，从而提高了罐头的真空度

三、罐头的排气

(一)排气的目的

- 阻止或减轻因加热杀菌时空气膨胀而使容器变形或破损。尤其是二重卷边受到过大的压力后，其密封性易受影响
- 阻止需氧菌和霉菌的生长发育

- 控制或减轻罐藏食品在贮藏中出现的罐内壁腐蚀
- 避免或减轻食品色、香、味的变化
- 避免维生素和其他营养素遭受破坏
- 有助于避免将假胀罐误认为腐败变质性胀罐

(二)排气的效果

- 排气与微生物生长发育的关系。能在罐内食品中存在的微生物大多为需氧菌，它们需要有相当量的游离氧才能生长。比如灰绿青霉菌，最高需氧量为(3.22~3.68)mg/L，最少需氧量为(0.06~0.66)mg/L。这意味着排除游离氧有可能抑制需氧菌的生长发育
- 排气和加热杀菌时罐头变形破损的关系。未排气的罐头食品在加热杀菌时，罐内空气、水蒸气和内容物均将受热膨胀，以致罐内压力显著增加。如果罐内外压差过大，密封的二重卷边结构就会变得松弛，甚至会漏气、爆裂而成为废品。罐内外压力差与顶隙、食品种类、封罐时内容物的温度、是否排气及杀菌锅压力等因素有关
- 排气和罐头食品内壁腐蚀的关系。前面已讲过，罐内壁腐蚀是罐头食品贮藏过程中常见的现象。如果罐内有氧气存在，则阳极反应强烈，并促进阳极反应，从而促进了罐壁腐蚀。Huenink, Bigelow 等人都证明了罐内氧的存在将促进罐壁腐蚀。美国制罐公司则证明氧的存在会促进水果中的酸对罐内壁的腐蚀。为此，水果罐头应充分排气，尽量减少罐内残氧量。要求真空封罐时密封温度不低于 70℃，真空度不低于 $0.5 \times 10^5 \text{N/m}^2$ 。
- 排气和罐头食品色、香、味的变化。食品长期暴露在空气中，易发生氧化反应而导致色、香、味的变化。含脂多的食品，由于氧化酸败，将使食品表面发黄和产生腥味。苹果、梨、桃及蘑菇等果、蔬切片与空气接触就会发生褐变。果酱、果冻、果汁等色泽和香味也会因氧化而改变。一般地，食品组织、水及液汁等处均存在氧。当罐头处于真空条件下时，这些氧气将会逸出，使罐内残氧减少。因此，真空排气可以明显地减轻罐头食品的色、香、味的变化。
- 排气和罐头外观的关系。排气良好的罐头因内压低于外压，底盖呈内凹状。食品腐败变质时，除平盖酸败外常产生气体，使罐内压力上升，真空度下降，严重时底盖外凸形成胀罐。因此，人们常通过外观检查来初步判断罐头是否变质。但是，如果排气不充分，就难以从外观上识别罐头食品质量的好坏

(三)罐内真空度的测定

- 罐头排气后罐内残留气体压力和罐外大气压力之差即罐内真空度。习惯上以 mmHg 表示，国际单位以 N/m^2 或 Pa 表示
- 罐内真空度主要取决于罐内残留气体压力。罐内残留气体愈多，其压力愈大，则真空度就愈低。罐内真空度可用真空表直接测定。表测数据与罐内实际真空度有误差，误差大小决定于真空表内部通道的空隙大小。该空隙越大，则误差越大，反之则越接近于罐内实际真空度

(四) 排气方法

- 加热排气法
- 真空封罐排气法
- 蒸气喷射排气法

四、罐头的密封

- 金属罐的密封。金属罐的密封与空罐的封底原理、方法和技术要求基本相同。但所用封罐机的种类、结构不完全一样。封罐机械有手扳封罐机、半自动封罐机、自动封罐机、真空封罐机及蒸气喷射封罐机等
- 玻璃罐的密封。前面已讲过，玻璃罐的罐口边缘与罐盖的形式有多种，因而其封口方法也有多种。目前采用的密封方法有卷边密封法、旋转式密封法及掀压式密封法等。卷边密封法是依靠玻璃罐封口机的滚轮的滚压作用，将马口铁盖的边缘卷压在玻璃罐的罐颈凸缘下，以达到密封的目的。它多用 500mL 玻璃罐的密封。其特点是密封性能好，但开启困难。旋转式密封法有三旋、四旋、六旋和全螺旋式密封法等，主要依靠罐盖的螺旋或盖爪扣紧在罐口凸出螺纹线上，罐盖与罐口间填有密封填圈。装罐后，由旋盖机把罐盖旋紧，便得到良好的密封。该法的特点是开启容易，且可重复使用，广泛用于果酱、糖酱、果冻、番茄酱等罐头的密封。掀压式密封法是依靠预先嵌在罐盖边缘上的密封胶圈，由掀压机压在罐口凸缘线的下缘而得到密封，特点是开启方便。此外还有抓式密封法，靠抓式封罐机将罐盖边缘压成“爪子”，紧贴在罐口凸缘的下缘而得到密封
- 蒸煮袋的密封。蒸煮袋也即软罐头，一般采用真空包装机进行热熔密封。依靠内层的聚丙烯材料在加热时熔合成一体而达到密封的目的。封口效果取决于蒸煮袋的材料性能，热熔合时的温度、时间及压力、封边处是否有附着物等因素

五、罐头的杀菌和冷却

(一) 罐头食品的热传导

1. 热传导方式

- 导热。由于物体各部分受热温度不同，分子所产生的振动能量也不同，依靠分子间的相互碰撞，导致热量从高能分子向邻近的低能分子依次传递的热传导方式即导热。导热可分为稳态导热和不稳态导热。前者是指物体内部温度的分布和热传导速度不随时间而变，后者则温度的分布和热传导速度皆为时间的函数。在加热和冷却过程中，罐内壁和罐头几何中心之间将出现温度梯度。在该温度梯度作用下，热量将由高温处向低温处传递
- 对流传热。这是借助于流体的流动来传递热量的方式，也即流体各部分的质点发生相对位移而产生的热交换。对流有自然对流与强制对流之分，罐头内的对流通通常为自然对流。罐内液态食品在加热介质与食品间温差的影响下，部分食品受热迅速膨胀，密度下、降，比未受热的或温度较低的食品轻，重者下降而轻者上升，形成了

液体循环流动，并不断进行热交换。如此使罐内各处的温差较小，传热速度较快，所需加热时间就短。属于对流换热方式的罐头食品有果汁、汤类等低粘度液体状食品。这类罐头食品的冷点在中心轴上离罐底(20~40)ram 的部位上，如图 5.13 所示

- 对流导热结合式传热。许多情形下，罐头食品的热传导往往是对流和导热同时存在，或先后进行。一般地，糖水或盐水的小块或颗粒状果蔬罐头食品属于导热和对流同时存在的情况，而糊状玉米等含淀粉较多的罐头食品，先对流传热，淀粉受热糊化后，即由对流转变为导热。属于这类情况的还有盐水、玉米、番茄汁等

2. 影响罐头传热的因素

- 罐头食品的物理特性
- 罐藏容器材料的物理性质、厚度和几何尺寸
- 罐头食品的初温
- 杀菌锅的型式和罐头在杀菌锅中的位置

(二) 罐头杀菌时间及 F 值的计算

- 安全 F 值的估算
- 实际杀菌条件下 F 值的计算
- 加热杀菌时间的一般算法
- 罐头杀菌时间和 F 值的公式算法

六、罐头杀菌新技术

- 欧姆加热 (Ohmic Heating)。欧姆杀菌是一种新型热杀菌的加热方法，将电流直接通入食品中，利用食品本身的介电性质产生热量达到杀菌的目的，特别适合带颗粒的流体食品。对于带颗粒的流体食品如使用常规的杀菌方法，要使颗粒内部达到杀菌温度，其周围液体必须过热，从而影响产品的品质，但采用欧姆杀菌，由于流体食品中的颗粒加热速度几乎与流体的加热速度相近，因此可以避免过热对食品品质的破坏。这种技术首先由英国 APV 公司开发成功，目前一些国家已将该技术应用到食品的加工中
- 高压加工 (High Pressure Process, HPP)。高压加工指将食品密封在容器内放入液体介质中或直接将液体食品泵入处理槽中，然后进行 100Mpa~1000 Mpa 的加压处理，从而达到杀灭微生物的目的。自 1986 年日本京都大学教授林力丸提出高压在食品中的应用研究报告后，从而在食品界掀起了高压处理食品研究的热潮。高压杀菌机理通常认为是在高压下蛋白质的立体结构崩溃而发生变性使微生物致死，杀死一般微生物的营养细胞只需在室温 450Mpa 以下的压力，而杀死耐压性的芽孢则需要更高的压力或结合其它处理形式。每增加 100MP 压力，料温温度升高 2~4℃，温度升高与压力增加成比例，故也有认为对微生物的致死效果是压缩热和高压的联合作用。1991 年第一批高压食品果酱在日本诞生，随后又推出了高压处理果汁。

- 脉冲电场技术(Pulsed Electric Field, PEF)。将食品置于一个带有两个电极的处理室中,然后给予高压电脉冲,形成脉冲电场作用于处理室中的食品,从而将微生物杀灭,使食品得以长期贮藏。PEF 技术中的电场强度一般为 15~80kV/cm, 杀菌时间非常短,不足 1 秒钟,通常是几十微秒便可以完成。其杀菌机理的解释有电崩解(electric breakdown)和电穿孔(electroporation)。电穿孔认为在外加电场的作用下细胞膜压缩并形成小孔,通透性增加,小分子如水透过细胞膜进入细胞内,致使细胞的体积膨胀,最后导致细胞膜的破裂,细胞的内容物外漏而引起细胞死亡。电崩解认为微生物的细胞膜可以看作是一个注满电解质的电容器,在正常情况下膜电位差 V_m 很小,由于在外加电场的作用下细胞膜上的电荷分离形成跨膜电位差 V ,这个电位差 V 与外加电场强度和细胞直径成比例,由于外加电场强度的进一步增加,膜电位差的增大,导致细胞膜的厚度减少,当细胞膜上的电位差达到临界崩解电位差 V_c 时,细胞膜就开始崩解,导致细胞膜上孔(充满电解质)的形成,进而在膜上产生瞬间放电,使膜分解。当细胞膜上孔的面积占细胞膜的总面积很少时,细胞膜的崩解是可逆的。如果细胞膜长时间地处于高于临界电场强度的作用处理会致使细胞膜大面积的崩解,由可逆变成不可逆,最后导致微生物死亡
- 微波杀菌、振荡脉冲杀菌、脉冲强光杀菌、生物杀菌

七、罐头的检验、包装和贮藏

- 罐头的检验。罐头杀菌冷却后,须经保温、外观检查、敲音检查、真空度检查、开罐检查、化学检验、微生物学检验,评判其各项指标是否符合标准,是否符合商品要求。具体检查方法可参照罐头食品检验的有关规定
- 罐头的包装和贮藏。罐头经检查合格后,擦去表面污物,涂上防锈油,贴上商标,按规格装箱。罐头出厂或销售前应在专门仓库内贮藏,贮藏温度以 20℃左右为宜,相对湿度一般应低于 80%