

佟臻, 高彦祥. 液体饮料无菌灌装技术发展趋势 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(5): 464-472. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021050180

TONG Zhen, GAO Yanxiang. Advanced Progress of Aseptic Filling Technology for Liquid Drinks[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(5): 464-472. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021050180

· 专题综述 ·

液体饮料无菌灌装技术发展趋势

佟 臻, 高彦祥*

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 中国轻工业健康饮品重点实验室, 北京 100083)

摘要:近年来, 消费者对于减糖、无糖、无酒精饮料等健康饮料的广泛需求以及市场对于绿色、环保、循环经济重要性的认识提高, 推动了饮料市场的转型及稳健发展, 液体饮料的无菌灌装技术也随之不断进步, 再生塑料、植物基包装等新型包装, 脉冲强光、电子束等新型灭菌技术以及自动化智能化无菌灌装设备开始应用于饮料的无菌灌装。本文对近年来液体饮料无菌灌装所用的包装材料、包装材料灭菌技术以及无菌灌装工艺设备进行综述, 并对无菌灌装技术的发展现状和趋势进行总结与展望, 以为液体饮料无菌灌装技术的进一步发展提供理论基础。

关键词:液体饮料, 无菌灌装, 包装材料, 灭菌技术, 无菌灌装设备

中图分类号:TQ619.8

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2022)05-0464-09

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021050180



本文网刊:

Advanced Progress of Aseptic Filling Technology for Liquid Drinks

TONG Zhen, GAO Yanxiang*

(Key Laboratory of Healthy Beverages, China Light Industry, College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In recent years, the extensive demand of consumers for health drinks such as sugar-reducing, sugar-free and alcohol-free drinks and the improvement of market awareness of the importance of green, environmental protection and circular economy have promoted the transformation and steady development of the beverage market. The aseptic filling technology of liquid drinks has also been continuously improved, including new packaging materials such as recycled plastics and plant-based packaging, new sterilization technology such as pulsed light and electron beam as well as automatic intelligent aseptic filling equipment. The packaging materials, packaging material sterilization technology and equipment used in aseptic filling of liquid drinks in recent years are reviewed in this paper, the development status and trend of aseptic filling technology are also summarized and prospected, in order to provide theoretical basis for further development of aseptic filling technology of liquid drinks.

Key words: liquid drink; aseptic filling; packaging material; sterilization technology; aseptic filling equipment

饮料是一种受众广泛、市场广阔的消费品, 饮料工业是社会高度关注的食品产业之一。随着消费者对于饮料“自然、健康”需求的愈发强烈, 碳酸饮料、高糖果汁茶饮等品类在市场上已经面临衰退, 而各种减糖、无糖、无酒精饮料等新饮料品类则备受消费者欢迎, 且增长势头强劲^[1]。消费者对于饮料的广泛需求也刺激了无菌灌装行业的迅速发展。近年来, 无菌包装产量高速增长, 发达国家的无菌包装已占整个饮料包装的 65% 以上, 我国为全球第二大无菌包装市

场, 也是无菌包装增长速度最快的市场^[1]。2019 年我国规模以上无菌包装企业(年主营业务收入 2000 万元及以上全部工业法人企业)为 7916 家, 较 2018 年增加 86 家, 累计营业收入 10032.53 亿元, 同比增长 1.06%, 累计实现利润总额 526.76 亿元, 同比增长 4.28%^[2]。

液体饮料的无菌灌装是指在无菌环境下用无菌机械装置将液体饮料灌装到无菌或预灭菌包装中, 然后以无菌方式封合包装。这种无菌加工的产品相比

收稿日期: 2021-05-21

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0400900)。

作者简介: 佟臻(1997-)女, 博士研究生, 研究方向: 天然产物与功能食品, E-mail: 527023029@qq.com。

* 通信作者: 高彦祥(1961-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 饮料加工新技术, E-mail: gyxcau@126.com。

于其他产品而言具有其独特的优势。相比于热灌装工艺的灌装温度高(>85℃)、产品品质差,巴氏灭菌工艺的保质期短且需低温贮藏、冷链运输等缺点^[3],无菌加工采用超高温瞬时灭菌后常温灌装,产品品质与风味几乎不受影响,产品可常温贮藏与运输,保质期可达 6~12 个月^[4]。

无菌灌装技术的发展距今已有 80 年的历史。1917 年,美国 Dunkly 获得了一项关于饱和蒸汽对罐头瓶和罐头盖的灭菌和无菌灌装专利;20 世纪 40 年代初,美国 Martin 开发了 Dole-Martin 无菌灌装系统,这一系统至今仍在沿用;1962 年,瑞士 Alpura AG 公司以纸铝塑复合材料为基础生产了牛奶的无菌灌装设备;随后,瑞典 Tetra Pak 公司以此为基础进行利乐包复合材料以及利乐包灌装生产设备的生产与销售,推动了无菌灌装技术向不同产品包装类型的扩展,是现代无菌灌装技术发展的基石^[3]。1976 年,我国广东罐头厂引进第一台利乐无菌灌装机;1990 年,航天部工艺研究所成功研制出我国首款自主设计的大袋无菌灌装系统,是我国无菌灌装技术自主设计的开端;2001 年,汇源果汁和顶新集团率先引进聚酯(PET)瓶无菌灌装生产线,推动了我国饮料工业的发展,使我国饮料生产技术和设备进入国际先进行列^[5];2005 年,乐惠集团与中国农业大学合作研发了我国首条国产 PET 无菌灌装生产线^[6-7];2009 年,我国首条称重式无菌冷灌装生产线投入运营^[8];2014 年,克朗斯公司首次将吹瓶机与无菌灌装系统耦联,该吹瓶机采用气态过氧化氢对瓶胚进行灭菌^[9]。目前,过氧化氢、过氧乙酸干法灭菌技术已广泛应用于无菌吹灌旋灌装生产线^[10-11]。相比于化学杀菌,电子束等物理杀菌技术近年来开始应用于无菌灌装生产线中瓶胚的杀菌,这种杀菌技术既节能减排又无化学品残留,可以满足无菌灌装行业经济环保安全的迫切需求^[12]。

本文对近年来液体饮料无菌灌装所用的包装材料、包装材料灭菌技术以及无菌灌装设备进行综述,并对无菌灌装技术的发展现状和发展趋势进行总结与展望,以期对无菌灌装技术的进一步发展提供理论基础。

1 无菌灌装包装材料

目前,饮料市场中,金属包装、塑料包装以及纸铝塑复合材料包装占据了饮料包装市场的主要地位。液体饮料的金属包装分为两片罐和三片罐,两片罐包括铝制两片罐和钢制两片罐,整个包装罐由罐身和罐盖组成,故称两片罐。两片罐多用于碳酸饮料的包装;而三片罐以镀锡薄钢板(马口铁)为主,包装罐由罐身、罐底和罐盖组成,多用于不含气的饮料包装^[13]。

液体饮料常用塑料包装材质包括聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)和 PET。PE 可进一步分为低密度聚乙烯(LDPE)、中密度聚乙烯(MDPE)和高密度聚乙烯(HDPE)三种,PE 具有良好的热封性,可适用于各种饮料^[14]。PP 是一种无毒无味、化

学性质稳定且具有良好耐热性的高分子材料,但其较差的透光性以及刚韧平衡性限制了其在液体饮料包装中的应用。透明成核剂的应用使得所制备出的高透明 PP 瓶在具有普通 PP 制品优点的同时还具有高透光率、高热变形温度、高拉伸强度、成本低等优势,可广泛应用于需要高温灌装的各种饮料^[15]。PVC 具有透明度高、可塑性良好、耐酸碱等优点^[16],其大致可分为硬制品、软制品和糊状制品三类^[17],以注拉吹法生产的 PVC 瓶瓶壁均匀,可灌装各种含气饮料^[18]。PET 是一种结晶性好、无色无味、具有良好透明度的高分子材料,采用两步吹塑法生产的 PET 瓶,能充分发挥 PET 高透明度和玻璃状外观的特性,是代替玻璃瓶最理想的塑料瓶^[19]。PET 瓶占据了液体饮料包装 67% 的市场份额,远超其他所有材料^[20]。近年来,基于对绿色环保的需求,Loop Industries 研发出 Loop™PET,实现了塑料生产向循环经济模式转型,利用废弃塑料制备新型再生塑料,这种再生塑料聚酯(PET)纯度极高,质量媲美初生塑料,完全符合 FDA 食品接触用途包装的要求。2018 年,可口可乐、百事、达能、欧莱雅相继与 Loop Industries 达成合作关系,将在其包装中采用再生塑料包装^[21]。

纸铝塑复合包装是目前全球普及率最高的乳品包装之一,利乐包和康美包是目前应用最为广泛的纸铝塑复合包装。利乐包由瑞典 Tetra Pak 公司发明并持有专利,利乐包装包括利乐枕、利乐砖、利乐钻、利乐旋、利乐晶、利乐威、利乐冠、利乐皇等形态^[22],其中利乐枕、利乐威成本较低,适用于中低端产品;利乐砖、利乐晶、利乐旋由于生产和灌装过程中涉及压型和折叠,工艺更为复杂,因而成本更高,适用于中高端产品;利乐钻是 Tetra Pak 公司的高端包装产品,光明莫斯利安、蒙牛纯甄等常温酸奶是该包装的典型代表,这款包装近年来也开始应用于矿泉水的无菌包装^[23]。利乐皇®植物基包装是 Tetra Pak 研发的首款完全可再生包装,其原料完全来源于甘蔗^[24]。康美包隶属于瑞士 SIG 集团,相比于利乐包装的在线先杀菌后成型工艺,康美包采用预制成型后,在线灭菌后灌装,因而可以实现一种灌装机灌装两种包型产品,即既可灌装康美砖型包又可灌装康美多角包,只要两种包形具有相同的底部面积即可实现^[25]。SIG NATURE PACK 100 是 SIG 研发的 100% 基于植物的可再生材料制成的无菌纸盒包装材料,是一种专为牛奶设计的无铝包装。对于对光和氧气更敏感的液体饮料,SIG 提供了 SIG NATURE PACK Full Barrier,相比于 PACK 100,其包含非常薄的铝层^[26]。康美包包装采用胶印工艺,相比于利乐包装采用的柔印工艺,康美包包装表面的印刷质量和印刷工艺灵活度更好,手感也更加挺括,但质感略薄,利乐包装则较硬,质感较厚^[27]。除此之外,液体饮料常用的包装还包括百利包、爱壳包、屋顶包等。百利包是法国百利公司的一款无菌包装,主要材质为多层复合 PE,有黑膜层

可隔绝光照和紫外线,避免对产品产生影响,高端产品有铝膜层,常用于乳品和植物蛋白类饮料^[28]。爱壳包是瑞典 Ecolan 公司的专利包装,其由 PE 和碳酸钙组成,碳酸钙的加入使 PE 比其他单纯聚烯烃类材质包装更易降解,因而也更加环保^[29]。

随着液体饮料市场的迅速发展,液体饮料包装在未来的演变需要包装生产商和饮料品牌的共同探索与思考^[30]。2020年于上海召开的 IPIF 国际包装创新大会为液体饮料包装的发展提供了一些新思路^[31-32]:实现包装可回收、可循环;减少原生塑料的使用,提高再生聚酯(rPET)等循环塑料在饮料行业中的利用率;推进聚乳酸(PLA)、聚羟基脂肪酸酯(PHA)等生物可降解材料在饮料包装中的应用;推进交互式智能标签、智能包装在饮料行业的应用。SIG 集团分享了关于饮料行业未来包装的看法:个性化和保护性在饮料包装中的重要性,交互技术使饮料包装更加智能化;纳米技术在保护屏障、检测成分含量等方面的潜在应用^[33]。

2 无菌灌装包装材料灭菌技术

2.1 不同灭菌技术对包装材料灭菌效果的影响

2.1.1 传统灭菌技术对包装材料灭菌效果的影响

一般来说,无菌灌装包装材料传统的灭菌技术包括热处理(饱和蒸汽灭菌、过热蒸汽灭菌、干热空气灭菌)、化学处理(过氧化氢灭菌、过氧乙酸灭菌)、辐照处理(紫外辐照、红外辐照、电离辐照)等^[34]。

SCARAMUZZA 等^[35]探究了过氧乙酸(PAA)对铝、马口铁和 PET 上球毛壳菌、芽孢杆菌、平冢曲霉的灭菌效果。结果显示,相比于对照组,PAA 对于接种到铝、马口铁和 PET 上的球毛壳菌、芽孢杆菌、平冢曲霉灭菌效果更强,其中,接种到马口铁上的灭菌效果最强。SCARAMUZZA 等^[36]还探究了不同温度液体过氧化氢对条状铝、锡、HDPE、PET 上的各种霉菌的灭活效果。结果显示,在所有材料和所有测试温度下,芽孢杆菌对于过氧化氢的耐受性更强,其次是平冢曲霉、球壳拟杆菌和巴西曲霉。对于芽孢杆菌,塑料材料在 50 和 53 °C 的热死亡率(D_T)高于金属材料,而在 57 °C 和 60 °C 下 D_{50} 值相似。而对于平冢曲霉,铝和 HDPE 在 50 °C 的 D_{50} 高于锡和 PET 上的 D_{50} 。可以看出不同化学灭菌剂对于不同包装材料的灭菌效果不同,因而采用单一的化学处理对不同包装材料进行灭菌较为局限,无法实现高效灭菌。ZHAO 等^[37]探究了气态环氧乙烷(EtO)、饱和蒸汽(SS)对 PLA、聚己二酸对苯二甲酸丁二酯(PBAT)及其混合物的灭菌效果。结果显示,SS 处理会导致 PLA 样品结晶,样品出现收缩且外观由透明变为不透明,EtO 处理会导致 PLA 样品出现收缩现象,说明单一的热处理和化学处理都无法良好的适用于不同包装材料的灭菌。近年来,研究人员开始对传统化学灭菌技术进行革新,SIDEL^[38]将气化过氧化氢与紫外辐照耦合使用对 PET 瓶胚进行灭菌。结果

显示,紫外辐照会激发过氧化氢发生歧化反应产生活性氧成分,显示出比单一灭菌更好的灭菌效果,说明将传统的灭菌技术耦合可能会产生协同作用,进一步提高灭菌效率,这也为传统灭菌技术的创新使用打开了新的思路和方向。

2.1.2 新型灭菌技术对包装材料灭菌效果的影响

近年来,一些新型灭菌技术逐渐出现在人们的视野,如:低温等离子体、电介质阻挡层放电(DBD)、电子束(EB)、脉冲强光(PL)、过氧化氢等离子体(HPGP)等。

KORDOVA 等^[39]研究了过氧化氢气溶胶低温等离子体对圆柱形聚四氟乙烯容器内部的 8 种微生物的灭菌效果,结果显示,过氧化氢气溶胶低温等离子体处理的灭菌效率远高于纯水气溶胶非热等离子体和过氧化氢气溶胶单独处理的灭菌效率,当容器体积为 0.5 L 时,大部分微生物在过氧化氢气溶胶非热等离子体处理 30 s 后被完全杀灭,所有微生物在过氧化氢气溶胶非热等离子体处理 120 s 后被完全杀灭,而单独使用纯水气溶胶非热等离子体和过氧化氢气溶胶处理在 120 s 后没有观察到明显的灭菌效果。HUANG 等^[40]探究了 DBD 对食品包装材料(PE、PP、PET)上大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、鼠伤寒沙门氏菌以及无毒李斯特菌的灭菌效果。结果显示,微生物数量随着输入功率和处理时间的增加明显减少,40 W 处理 10 min 后,PE 上的大肠杆菌、鼠伤寒沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和无毒李斯特菌分别降低了 3.37、3.28、1.07 和 1.15 log(CFU/mL),说明 DBD 对于革兰氏阴性菌(大肠杆菌和鼠伤寒沙门氏菌)的灭菌效力强于革兰氏阳性菌(金黄色葡萄球菌和无毒李斯特菌)。RINGUS 等^[41]探究了脉冲强光(PL)对低密度聚乙烯(LDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)、聚乙烯层压超金属化聚对苯二甲酸乙二酯(MET)、聚乙烯涂层纸板(TR)和聚乙烯涂层铝箔纸板(EP)上无毒李斯特菌的灭菌效果。结果显示,LOPE、HOPE、MET、TR 和 EP 上的李斯特菌减少量分别达到(7.2±0.29)、(7.1±0.06)、(4.4±0.85)、(4.5±1.32)和(3.5±0.82) log(CFU/mL),除 MET 外,其他材料表面均未发生明显加热,这些结果表明 PL 是一种有效的食品包装材料灭菌方法。ZHAO 等^[37]探究了电子束(EB)和过氧化氢等离子体(HPGP)对 PLA、PBAT 及 PLA/PBAT 的灭菌效果。结果显示,EB 适用于所有材料的灭菌,而 HPGP 不适用于 PBAT 和 PLA/PBAT 的灭菌。STEP CZYNSKA 等^[42]探究了低温等离子体对于 PLA 上产黄青霉、枝孢霉、烟曲霉、镰刀菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的灭菌效果。结果显示,低温等离子体对于真菌灭菌效果显著,除烟曲霉(97.2%)外,其余真菌在低温等离子体处理 10 min 后死亡率达到 100%;对于细菌而言,当低温等离子体处理时间超过 5 min 时可实现有效灭菌。这些实验结果表明这些新型灭菌技术对于包装材料具有良好的灭菌效果,可有效杀灭多种细菌

和真菌,且大部分新型灭菌技术可适用于多种包装材料。除此之外,这些物理灭菌技术低能耗、无污染、灭菌效率高、无需人工干预,是液体饮料包装材料灭菌技术发展的另一个重要方向。

2.2 不同灭菌技术对包装材料其他性能影响

基于铝箔对电磁波的干扰,微波辅助热灭菌(MATS)并不适用于铝箔包装,因而在 MATS 条件下常采用聚合物包装^[43]。然而,聚合物包装的氧气和水蒸气阻隔性在热处理过程中会降低^[44]。阻隔性能的变化通常会影响到贮藏期间的产品质量和产品的货架期^[45]。PATEL 等^[46]评价了 MATS 对双层 Al₂O₃ 涂层 PET 材料的阻隔性能的影响。结果显示,MATS 处理后双层 Al₂O₃ 涂层 PET 材料仍具有优异的氧气和水蒸气阻隔性;49 °C 贮藏 60 d 后,双层 Al₂O₃ 涂层 PET 材料的氧气透过率和水蒸气透过率略有上升,但数值仍较低((0.02±0.01)cc/m²·day, (0.22±0.05)g/m²·day),说明 MATS 处理基本不影响双层 Al₂O₃ 涂层 PET 材料的氧气和水蒸气阻隔性。

尽管辐照灭菌具有非热灭菌、强穿透、无残留的优点,但电离辐照引起的电离作用会导致聚合物的降解,从而使得聚合物包装材料的抗张强度提高和机械性能下降,导致其对氧气和水蒸气阻隔性下降,影响其保护产品的能力^[47]。BENYATHIAR 等^[48]探究了 γ 辐照和电子束辐射对 PLA 膜的影响。结果显示,辐照会导致 PLA 的分子量、结晶温度和熔融温度下降,多分散指数增加,辐照对 PLA 膜的颜色没有影响,辐照导致 PLA 的表面张力、拉伸强度、断裂伸长率和弹性模量降低,水蒸气和二氧化碳透过率降低,而对氧气透过率没有影响,说明 γ 辐照和电子束辐射对 PLA 膜的物理性能产生明显影响。

3 无菌灌装工艺与设备

3.1 无菌灌装工艺

无菌罐装工艺是将产品与包装材料分别进行灭菌处理后进入无菌区进行灌装与密封。在 PET 无菌灌装工艺中,首先对液体食品进行超高温瞬时灭菌,然后快速降温至室温(25 °C),进入无菌罐中缓存,其

次用化学消毒剂对瓶子及瓶盖进行灭菌,然后在无菌环境下进行灌装封盖,完全密封后进行后续包装^[49]。对于纸基复合材料的无菌灌装工艺而言,康美包的无菌灌装工艺与 PET 的无菌灌装工艺较为相似,其先将包装材料预制成型,而后进行灭菌及灌装^[50];而利乐包的无菌灌装工艺则为先对包装材料进行灭菌,而后成型灌装^[51]。PET 瓶和纸基复合材料的无菌灌装工艺见图 1 和图 2。2021 年 1 月我国发布了 PET 瓶和纸基复合材料的无菌灌装生产线无菌验证规范^[52-53],规范中对前期工作、洁净室、包装材料、无菌线设备以及验证方法做出了明确规定。对比两份文件,纸基复合材料的无菌罐装生产线对于洁净室的要求更高,额外规定洁净室的空气沉降菌落试验计数应不大于 30 个。而在包装材料方面,PET 规范中规定空瓶和瓶盖灭菌前原始菌落数应不大于 5 CFU/瓶(盖),且灌装的微生物验证测试中产品染菌率应不大于万分之一;而卷筒或纸板形式的纸基复合材料灭菌前与食品接触表面的菌落总数应不大于 20 CFU/cm²,且并未对产品染菌率进行明确规定。除此之外,灭菌后过氧乙酸或过氧化氢残留测定中选定的 PET 空瓶数量由冲瓶头决定,每个冲瓶头取三个;而纸基复合材料为任意选取 20 个容器或剪取与包装容器展开后近似大小的面积 20 块。在原始菌落测试试验中,PET 规范额外增加了旋盖后空瓶微生物验证测试以及旋盖空瓶商业无菌检验。

3.2 无菌灌装设备

自 20 世纪 50 年代第一个高效微粒空气(HEPA)过滤无尘室出现以来,无菌灌装设备就成为无菌加工的关键。相比于手工灌装,无菌灌装设备的出现提高了生产效率,规范了生产工艺。多年来,随着无菌灌装设备的不断改进和创新,无菌灌装设备的性能也不断提高。

陈国栋^[54]开发了一种新型全自动无菌灌装设备,该设备可以固定灌装瓶,防止旋转时灌装瓶因为毛刷转动,灌装瓶倾倒;当输送带表面有水时,气压缸可以伸出吸水棉包裹灌装瓶,从而可在移动过程中吸

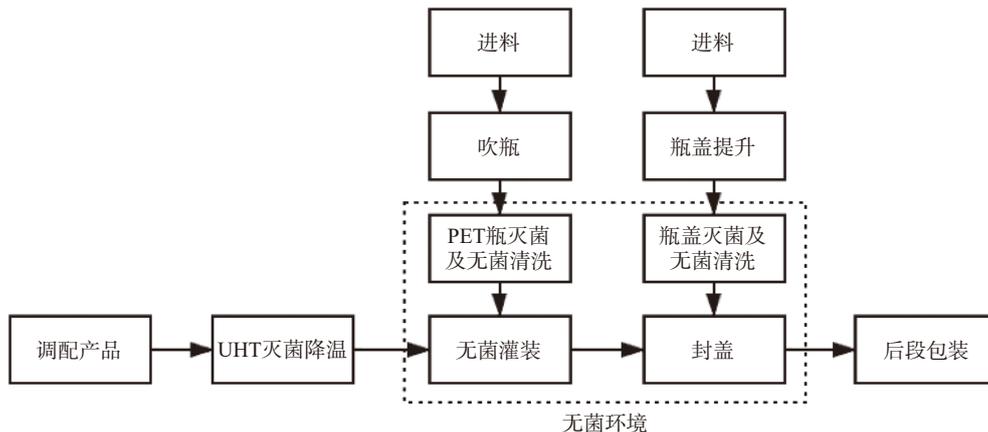


图 1 PET 无菌灌装生产工艺流程图

Fig.1 Aseptic filling process flow chart of PET

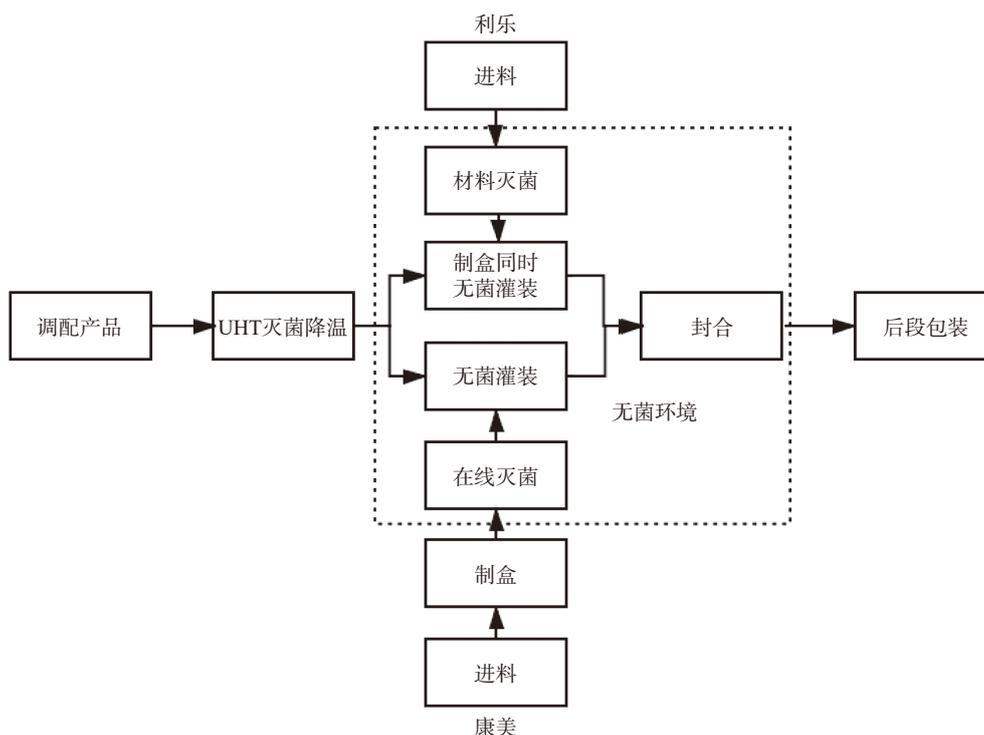


图2 纸基复合材料无菌灌装生产工艺流程图

Fig.2 Aseptic filling process flow chart of paper based composites

收输送带表面的水,保证输送带清洁。冉扬^[55]提供了一种带有出口冷却功能的全自动果汁灌装设备,该设备可通过各装置相互配合,在对果汁进行无菌消毒处理后,对果汁进行快速冷却,避免高温果汁直接灌装降低果汁的质量,实现果汁品质的提高。钟少玲^[56]开发了一种新型无菌灌装设备,该设备采用封闭式灌装箱结构,在对食品进行无菌灌装的过程中,能保持灌装设备内部处于无菌状态,保障了灌装过程的安全性;且该设备设置有多个灌装管,可一次对多个产品进行灌装处理,可提高无菌灌装设备的工作效率。徐劲松^[57]提供了一种果蔬汁生产用无菌灌装设备,该设备通过设置循环通路实现了对输送管道的灭菌,防止管道滋生细菌,该设备还配备有细菌过滤网,保证设备内部始终保持无菌环境。李文涛^[58]提供了一种饮料无菌快速灌装设备,解决了无菌灌装设备不能快速灌装以及无菌灌装设备无法自动旋盖密封的问题。罗邦毅等^[59]研发了一种全新灌装阀,这种灌装阀满足无菌卫生要求,且可控制灌装液柱和收液,防止滴漏。吴催农等^[60]提供了一种限流灌装阀,实现流速控制,减少了流道内气泡的产生,避免了流体在流出分流道时出现飞溅的现象。李水波等^[61]通过电气程序控制,控制灌装桶内压力,实现液位精准控制。李文涛^[62]研制出了PET瓶封盖液位喷码检测设备,该设备采用双相机多路光源,可多角度成像,采用深度学习与传统特征提取相结合,可靠性高,可快速适应多种瓶型,且可实现无盖、高盖、歪盖、断桥、环缺陷、喷码、液位等多种类型缺陷的自动检测。吕桂善等^[63]研发了瓶胚静电除尘及灭菌设备,解决了原有设备效果差、易卡瓶和耗气量高等问题,进一步

提高了瓶坯除尘设备的速度、效果、能耗以及稳定性等方面。

西格蒙德等^[64]研发了一种监测容器清洗机运行的方法,该方法可以可靠地监测环境数据和运行数据,避免容器清洗机运行中的错误评估,保存容器清洗机运行的完整信息。施泰纳等^[65]提供了一种将产品液体引入到饮料生产设施的脱气容器中的入口阀的方法,该方法可以抑制过早释放气体和起泡的产生,并相对温和且有效地对诸如果汁等的产品液体进行脱气。齐格勒等^[66]提供了一种将液态产品灌装到容器中的填充机以及检查填充机上的填充过程和/或CIP流程的方法,该方法可以测量通过单个填充器的瞬时实际流量以及各个灌装过程和/或CIP流程中流过单个填充器的产品或清洁剂或消毒剂的总量,从而及时发现并终止由于瓶子破损而导致的不规则的填充过程,将由于容器破损而造成的产品损失降至最低程度。梅林格等^[67]研发了一种容器抓取和运输设备,该设备可实现在旋转式饮料灌装设备中侧向抓取和保持设备。法瓦^[68]研发了一种容器封闭件供给装置和具有容器封闭件供给装置的加盖设备,该设备可在不降低生产效率的情况下,以便利的方式控制容器是否灭菌。科拉迪尼等^[69]研发了一种新型贴标机,该设备具有较高的灵活性,可以自动控制 and 调节产品和标签的间距,并对缺少产品和标签的情况实时调整,使得贴标的整体效率得到提高。

这些无菌灌装相关设备的研发案例说明无菌灌装相关设备的研发不断趋向于自动化、智能化、可追溯,不断减少无菌灌装过程中人工占比,从而减少人工使用对设备和无菌环境的污染,从而进一步提高生

表 1 新型无菌灌装设备及其相关技术效果

Table 1 New aseptic filling equipments and related technical effects

发明人	技术效果	参考文献
赵嘉等	保证灌装产品不扩散到其他灌装工位, 保证灌装工位的温度和湿度不受其他工位温度和湿度的影响	[70]
商恩玄	保证啤酒酒瓶瓶体在啤酒灌装时稳定不晃动, 保证瓶体位于放置板的中心位置, 与灌装管始终对齐	[71]
岳全刚	保证了灌装操作在无菌环境下进行, 可对不同规格的啤酒瓶体进行固定, 可对啤酒进行定量灌装, 保证啤酒灌装时二氧化碳纯度恒定	[72]
陈二豪等	可快速且及时对无菌灌装设备主体进行增压, 提高灌装效率	[73]
魏舒等	解决了现有的无菌灌装设备进出口液体密封装置消毒效果不佳的问题	[74]
钟万琼等	实现连续化无菌灌装, 避免灌装设备被外接空气污染	[75]
Y-A·杜克洛	将同向旋转双螺杆挤出机与模制然后加热吹塑的坯件的容器生产线进行结合, 减少吹塑过程中的能量损耗, 降低废品率, 避免了颗粒附聚物的产生	[76]
斯特凡诺·德里科等	改善灌装过程中流量测量缓慢以及流量计发送信号缓慢造成的灌装量不准确的问题, 实现流量的精准控制	[77]
F·戈代等	实现膜片式容器的不可逆翻转, 保证灌装封口后容器仍保持原有形状	[78]
沃尔夫冈·格鲁贝尔等	避免产品进入泄压通口以及泄压气体通道所造成的产品损失	[79]
约瑟夫·诺特	实现填充阀在安装状态下的饱和蒸汽灭菌, 减少蒸汽消耗及清洁费用, 提高灭菌效率	[80]
费利克斯·赛特勒等	实现将封闭件位置以及已填充容器的正确转移, 并可根据容器的高度、腹部直径等因素进行相应调整	[81]

产效率及产能。表 1 对国内外其他新型无菌灌装相关设备进行补充。

4 总结与展望

近年来, 液体饮料无菌灌装技术快速发展, 取得了突破性成果。在包装材料方面, 实现包装可回收、可循环, 减少原生塑料的使用, 提高 rPET 循环塑料以及植物基包装在饮料行业中的应用; 推进生物可降解材料在包装中的利用; 推进交互式智能标签、智能包装在饮料行业的应用。近年来, 生物基包装材料的研究十分火热, 其不仅能够对食品产生很好的保鲜作用, 而且其中添加的功能成分还可以进一步抑制食品内微生物的生长, 延长食品货架期, 绿色天然, 节能环保, 然而目前仍未应用于工业生产, 仍需要研究人员的不断探索。在包装材料的灭菌技术中, 一方面对传统化学灭菌技术进行革新, 将化学灭菌剂与低温等离子体耦合应用, 提高了灭菌效率; 另一方面采用新型物理灭菌技术, 如电子束、脉冲强光等, 这些物理灭菌技术低能耗、无污染、灭菌效率高、无需人工干预, 是液体饮料包装材料灭菌技术发展的重要方向。然而, 目前工业应用中仍以传统化学灭菌技术为主要手段, 这些新兴的物理灭菌技术以及将传统化学灭菌技术与其他灭菌技术耦合等方式仍仅局限于实验室内, 未得到广泛应用, 需要长时间的普及和推广。而对于无菌灌装设备而言, 无菌灌装相关设备的研发不断趋向于自动化、智能化、可追溯, 从而减少无菌灌装过程中的人工使用, 减少其对设备和无菌环境的污染, 发展自动化智能化集成的互联工厂。随着市场对循环经济、可持续发展以及高效智能灌装系统的高度需求, 无菌灌装技术尚有广阔的发展空间, 需要整个行业的深入探索和不断研究, 从而实现液体饮料无菌灌装的不断创新与超越。

参考文献

[1] 智研咨询. 2016 年中国无菌包装市场现状分析及发展趋势预测 [EB/OL]. <https://www.chyxx.com/industry/201607/433069.html>. 2016-07. [Zhiyan Consulting. Analysis of China's aseptic

packaging market status and forecast of development trends in 2016 [EB/OL]. <https://www.chyxx.com/industry/201607/433069.html>. 2016-07.]

[2] 中商产业研究院. 2020 年中国无菌包装行业存在问题及发展前景预测分析 [EB/OL]. <https://www.askci.com/news/chanye/20201020/1507371257034.shtml>. 2020-10. [China Commercial Industry Research Institute. 2020 China's aseptic packaging industry problems and development prospects forecast analysis [EB/OL]. <https://www.askci.com/news/chanye/20201020/1507371257034.shtml>. 2020-10.]

[3] ENOCK A G. Aseptic filling [J]. *International Journal of Dairy Technology*, 2010, 20(2): 85-90.

[4] 张威. PET 热灌装与无菌冷灌装工艺技术比较 [J]. *中外食品工业*, 2014(5): 6. [ZHANG W. Comparison of PET hot filling and aseptic cold filling technology [J]. *Sino-Foreign Food Industry*, 2014(5): 6.]

[5] 汪洋, 王云. 国内食品无菌灌装技术现状及前景 [J]. *中国食品工业*, 2006(3): 30. [WANG Y, WANG Y. Status and prospect of domestic food aseptically filling technology [J]. *China Food Industry*, 2006(3): 30.]

[6] 丛福滋. PET 瓶无菌冷灌装技术发展研究 [J]. *农业科技与装备*, 2010(1): 52-55. [CONG F Z. Technology of germ-free and cold filling of PET-bottles [J]. *Agricultural Science & Technology and Equipment*, 2010(1): 52-55.]

[7] 章信. 首条国产 PET 瓶无菌冷灌装生产线通过国家技术鉴定 [J]. *包装与食品机械*, 2005, 23(4): 59-59. [ZHANG X. The first domestic PET bottle aseptic cold filling production line has passed the national technical appraisal [J]. *Packaging and Food Machinery*, 2005, 23(4): 59-59.]

[8] 张春波. 国内首条称重型无菌冷灌装生产线成功投入运营 [J]. *酒·饮料技术装备*, 2009(1): 40-40. [ZHANG C B. The first weighing aseptic cold filling production line of China successfully put into operation [J]. *Brew & Beverage Technology and Equipment*, 2009(1): 40-40.]

[9] 克朗斯公司. 克朗斯 Contiform Asept Bloc 无菌饮料装瓶设计的突破进展 [J]. *食品安全导刊*, 2014(1): 52-53. [KRONES. Breakthrough progress of Kronen Contiform Asept Bloc aseptic

- beverage bottling design[J]. China Food Safety Magazine, 2014(1): 52-53.]
- [10] 江苏新美星包装机械股份有限公司. 新美星干法杀菌技术在灌装生产线上的应用[J]. 酒饮料技术装备, 2017(3): 50-51. [NEWAMSTAR. Newamstar application of dry sterilization technology in filling production line[J]. Brew & Beverage Technology and Equipment, 2017(3): 50-51.]
- [11] 王振柱, 江海峰. 干法杀菌技术在液态灌装容器中的应用研究[J]. 科学与信息化, 2018(20): 125-126. [WANG Z Z, JIANG H F. Application of dry sterilization technology in liquid filling container[J]. Technology and Information, 2018(20): 125-126.]
- [12] 张国宏. 塑料包装容器高能电子干法杀菌技术[J]. 酒·饮料技术装备, 2019(5): 50-52. [ZHANG G H. High-energy electronic dry sterilization technology for plastic packaging containers[J]. Brew & Beverage Technology and Equipment, 2019(5): 50-52.]
- [13] 吴嘉武. 我国容器包装用密封材料概述(摘要)[A]. 上海市老科学技术工作者协会一、二、三届学术年会论文选集, 2006: 142-143. [WU J W. Overview of sealing materials for containers and packaging in China (abstract)[A]. Selected Papers of the First, Second and Third Annual Academic Conferences of Shanghai Association of Old Scientists and Technologists, 2006: 142-143.]
- [14] 常南. 食品用塑料复合包装膜中残留甲苯迁移规律及迁移机理研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2017. [CHANG N. Research on migration regularity and mechanisms of residual toluene from food plastic laminated films[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2017.]
- [15] 尹芬, 林月城, 段继华, 等. 聚丙烯包装材料透明改性的研究[J]. 包装工程, 2016, 37(11): 27-31. [YIN F, LIN Y C, DUAN J H, et al. Transparent modified polypropylene packaging material[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(11): 27-31.]
- [16] 刘勇. 聚氯乙烯树脂用于食品包装材料的研究[J]. 中国化工贸易, 2017, 9(2): 214. [LIU Y. Study on the use of polyvinyl chloride resin as food packaging materials[J]. China Chemical Trade, 2017, 9(2): 214.]
- [17] 杨涛. PVC 包装材料前景浅析[C]. 中国包装联合会. 中国塑料包装工业高新技术与绿色包装论坛暨中国包装联合会塑料制品包装委员会八届三次年会论文集. 2013: 118-127. [YANG T. Analysis on the prospects of PVC packaging materials[C]. China Packaging Federation. China Plastic Packaging Industry High-Tech and Green Packaging Forum and China Packaging Federation Plastic Products Packaging Committee Third Annual Conference Proceedings. 2013: 118-127.]
- [18] 翦汲. 常用塑料包装材料知多少?[J]. 上海包装, 2008(4): 34-35. [JIAN J. How much do you know about commonly used plastic packaging materials?[J]. Shanghai Packaging, 2008(4): 34-35.]
- [19] 高建. 国内外塑料食品包装材料安全性问题与包装标准差异的对比研究[D]. 无锡: 江南大学, 2009: 15-16. [GAO J. Research on the safety of plastic food packaging materials and the differences in standards between China and other countries[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009: 15-16.]
- [20] REIMER. 饮料包装市场的现状与趋势[EB/OL]. https://www.sohu.com/a/431540713_389140, Sohu. News. 2020-11. [Reimer. Current status and trends of the beverage packaging market[EB/OL]. https://www.sohu.com/a/431540713_389140, Sohu. News. 2020-11.]
- [21] 中国塑料网. Loop Industries——百事可乐和欧莱雅的 rPET 供货商[EB/OL]. <https://www.su-liao.com/html/xinwen/xingyexinwen/16279.html>. 2018-12. [China Plasticscom. Loop Industries-Pepsi and L'Oreal's rPET supplier[EB/OL]. <https://www.su-liao.com/html/xinwen/xingyexinwen/16279.html>. 2018-12.]
- [22] Tetra Pak. 利乐食品和饮料包装解决方案[EB/OL]. <https://www.tetrapak.com/zh-cn/solutions/packaging>. 2020-12. [Tetra Pak. Tetra Pak food and beverage packaging solutions [EB/OL]. <https://www.tetrapak.com/zh-cn/solutions/packaging>. 2020-12.]
- [23] Tetra Pak. Flow®碱性矿泉水选用带梦幻盖™的利乐钻®无菌包装 500 毫升峰型: 完美搭配[EB/OL]. <https://www.tetrapak.com/zh-cn/insights/cases-articles/flow-alkaline-water-in-tetra-prisma-aseptic>. 2019-03. [Tetra Pak. Flow® alkaline mineral water uses Tetra Pak® aseptic packaging 500 mL peak shape with dream Cap™: A perfect match[EB/OL]. <https://www.tetrapak.com/zh-cn/insights/cases-articles/flow-alkaline-water-in-tetra-prisma-aseptic>. 2019-03.]
- [24] Tetra Pak. 利乐皇®植物基包装——首款完全可再生包装[EB/OL]. <https://www.tetrapak.com/zh-cn/solutions/packaging/packages/tetra-rex>. [Tetra Pak. Tetra Pak® plant-based packaging-the first fully renewable packaging[EB/OL]. <https://www.tetrapak.com/zh-cn/solutions/packaging/packages/tetra-rex>.]
- [25] SIG. 为每一款产品提供包装解决方案[EB/OL]. <https://www.sig.biz/zh/packaging/overview>. 2020-12. [SIG. Provide packaging solutions for each product[EB/OL]. <https://www.sig.biz/zh/packaging/overview>. 2020-12.]
- [26] SIG. 100% 基于植物的可再生材料无菌包装[EB/OL]. <https://www.sig.biz/en/packaging/beverage-packaging/signature-pack-details>. 2020-12. [SIG. Aseptic packaging of 100% plant-based renewable materials[EB/OL]. <https://www.sig.biz/en/packaging/beverage-packaging/signature-pack-details>. 2020-12.]
- [27] Zhihu. 利乐包和康美包的差别, 为什么乳制品喜欢用利乐包, 而饮料则喜欢用康美包[EB/OL]. <https://www.zhihu.com/question/35004413>, 2015-08. [Zhihu. The difference between Tetra Pak and Combibloc, why do dairy products like Tetra Pak and beverages like Combibloc[EB/OL]. <https://www.zhihu.com/question/35004413>, 2015-08.]
- [28] 孟泉科, 王春红. 百利包纯牛奶产品生产中 HACCP 质量管理体系的应用[J]. 三门峡职业技术学院学报, 2018, 17(1): 137-141. [MENG Q K, WANG C H. The application of HACCP system in PrePak pure milk products[J]. Journal of Sanmenxia Polytechnic, 2018, 17(1): 137-141.]
- [29] Ecolean. 无菌包装的一次轻革命[EB/OL]. <https://www.ecolean.com/lightweight-packages/aseptic-packaging>. 2020-12. [Ecolean. A light revolution in aseptic packaging[EB/OL]. <https://www.ecolean.com/lightweight-packages/aseptic-packaging>. 2020-12.]
- [30] Zhihu. 牛奶到底有多少种包装[EB/OL]. <https://zhuoanlan.zhihu.com/p/192704825>, 2020-08. [Zhihu. How many kinds of packages are there for milk[EB/OL]. <https://zhuoanlan.zhihu.com/p/192704825>

- 192704825, 2020-08.]
- [31] IPIF. IPIF 国际包装创新大会 [EB/OL]. <https://www.china-ipif.com/zh-cn/ipif.html>, 2020-10. [IPIF. IPIF international packaging innovation conference[EB/OL]. <https://www.china-ipif.com/zh-cn/ipif.html>, 2020-10.]
- [32] Chinapaper. 全产业链解读包装可持续 2020IPIF 国际包装创新大会圆满落幕. [EB/OL]. <http://www.chinapaper.net/news/show-51846.html>, 2020-10. [Chinapaper. Interpretation of packaging sustainability in the whole industry chain 2020 IPIF international packaging innovation conference ended successfully[EB/OL]. <http://www.chinapaper.net/news/show-51846.html>, 2020-10.]
- [33] ALI Kaylan. 包装可持续| 食品饮料行业未来包装: 个性化、保护性、纳米技术 [EB/OL]. https://www.sohu.com/a/395480886_679193, 2020-05. [Ali Kaylan. Sustainable packaging | future packaging in the food and beverage industry: Personalization, protection, nanotechnology[EB/OL]. https://www.sohu.com/a/395480886_679193, 2020-05.]
- [34] VOICU G, CONSTANTIN G A, STEFAN E M, et al. Aspects regarding the aseptic packaging of food products[J]. *Agricultural and Mechanical Engineering*, 2017: 495–502.
- [35] SCARAMUZZA N, MUTTI P, CIGARINI M, et al. Effect of peracetic acid on ascospore-forming molds and test microorganisms used for bio-validations of sanitizing processes in food plants[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2020: 332.
- [36] SCARAMUZZA N, CIGARINI M, MUTTI P, et al. Sanitization of packaging and machineries in the food industry: Effect of hydrogen peroxide on ascospores and conidia of filamentous fungi[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2020: 316.
- [37] ZHAO Y P, ZHU B, WANG Y M, et al. Effect of different sterilization methods on the properties of commercial biodegradable polyesters for single-use, disposable medical devices[J]. *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications*, 2019: 105.
- [38] SIDEL Participations. Procède de décontamination d'une surface externe d'une preforme en matière thermo plastique[P]. WO 2018/046875 A2. 2018-03-15.
- [39] KORDOVA T, SCHOLTZ V, KHUN J, et al. Inactivation of microbial food contamination of plastic cups using nonthermal plasma and hydrogen peroxide[J]. *Journal of Food Quality*, 2018, 17(3): 149–156.
- [40] HUANG Y, LIU Y, HSU C. Sterilization of plastic packaging materials using dielectric barrier discharge at atmospheric pressure[J]. *Taiwanese Journal of Agricultural Chemistry and Food Science*, 2015, 53(4): 151–159.
- [41] RINGUS D L, MORARU C I. Pulsed light inactivation of *Listeria innocua* on food packaging materials of different surface roughness and reflectivity[J]. *Journal of Food Engineering*, 2013, 114(3): 331–337.
- [42] STEPCZYNSKA M. Surface modification by low temperature plasma: Sterilization of biodegradable materials[J]. *Plasma Processes and Polymers*, 2016, 13(11): 1080–1088.
- [43] TANG J. Unlocking potentials of microwaves for food safety and quality[J]. *Journal of Food Science*, 2015, 80(8): E1776–E1793.
- [44] ZHANG H, BHUNIA K, MUNOZ N, et al. Linking morphology changes to barrier properties of polymeric packaging for microwave-assisted thermal sterilized food[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2017, 134(44): 1163–1179.
- [45] PATEL J, PARHI A, AL-GHAMDI S, et al. Stability of vitamin, color, and garlic aroma of garlic mashed potatoes in polymer packages processed with microwave-assisted thermal sterilization technology[J]. *Journal of Food Science*, 2020, 85(9): 2843–2851.
- [46] PATEL J, SONAR C R, AL-GHAMDI S, et al. Influence of ultra-high barrier packaging on the shelf-life of microwave-assisted thermally sterilized chicken pasta[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2021: 136.
- [47] PORTO K, NAPOLITANO C M, BORRELY S I. Gamma radiation effects in packaging for sterilization of health products and their constituents paper and plastic film[J]. *Radiation Physics and Chemistry*, 2018, 142: 23–28.
- [48] BENYATHIAR P, SELKE S E, HARTE B R, et al. The effect of irradiation sterilization on poly (lactic) acid films[J]. *Journal of Polymers and the Environment*, 2020, 17: 289–299.
- [49] 高彦祥, 史继军. 传统 PET 灌装与无菌冷灌装技术比较[J]. *酒. 饮料技术装备*, 2004(2): 33–35. [GAO Y X, SHI J J. Comparison of traditional PET filling and aseptic cold filling technology[J]. *Brew & Beverage Technology and Equipment*, 2004(2): 33–35.]
- [50] SIG. Aseptic beverage filling[EB/OL]. <https://www.sig.biz/zh/technology/filling>.
- [51] Tetra Pak. 利乐 A3 高速灌装机[EB/OL]. <https://www.tetrapak.com/zh-cn/solutions/packaging/filling-machines/tetra-pak-a3speed>. 2020-12. [TetraPak. Tetrapak A3 highspeed filling machine[EB/OL]. <https://www.tetrapak.com/zh-cn/solutions/packaging/filling-machines/tetra-pak-a3speed>. 2020-12.]
- [52] 中国食品和包装机械工业协会. PET 瓶无菌灌装生产线无菌性验证规范: T/CFPMA 0020-2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021-01-08. [China Food and Packaging Machinery Industry Association. Specification for aseptic verification of PET bottle aseptic filling production line: T/CFPMA 0020-2020[S]. Beijing: China Standard Press, 2021-01-08.]
- [53] 中国食品和包装机械工业协会. 纸基复合材料无菌包装生产线无菌性验证规范: T/CFPMA 0019-2020 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2021-01-08. [China Food and Packaging Machinery Industry Association. Specification for aseptic verification of paper-based composite material aseptic packaging production line: T/CFPMA 0019-2020[S]. Beijing: China Standard Press, 2021-01-08.]
- [54] 陈国栋. 一种新型全自动无菌灌装设备 [P]. CN210559301U. 2020-05-19. [CHEN G D. A new type of fully automatic aseptic filling equipment[P]. CN210559301U. 2020-05-19.]
- [55] 冉扬. 具有出口冷却功能的全自动果汁灌装生产与消毒设备 [P]. CN110240107A. 2019-09-17. [RAN Y. Fully automatic juice filling production and disinfection equipment with outlet cooling function[P]. CN110240107A. 2019-09-17.]
- [56] 钟少玲. 一种用于食品加工的装罐设备 [P]. CN211810351U.

- 2020-10-30. [ZHONG S L. A canning equipment for food processing[P]. CN211810351U. 2020-10-30.]
- [57] 徐劲松. 一种果蔬汁生产用无菌灌装设备[P]. CN210065134U. 2020-02-14. [XU J S. A kind of aseptic filling equipment for fruit and vegetable juice production[P]. CN210065134U. 2020-02-14.]
- [58] 李文涛. 一种饮料无菌快速灌装设备[P]. CN210915272U. 2020-07-03. [LI W T. A kind of aseptic fast filling equipment for beverage[P]. CN210915272U. 2020-07-03.]
- [59] 罗邦毅, 张晓凌, 张彩芹. 灌装阀[P]. CN211139742U. 2020-07-31. [LUO B Y, ZHANG X L, ZHANG C Q. Filling valve[P]. CN211139742U. 2020-07-31.]
- [60] 吴催农, 吴蕾, 狄杰. 一种无菌灌装阀[P]. CN208135875U. 2018-11-23. [WU C N, WU L, DI J. A kind of aseptic filling valve[P]. CN208135875U. 2018-11-23.]
- [61] 李水波, 郭红飞, 王梦蝶. 一种生产使用的无菌灌装阀[P]. CN206244383U. 2017-06-13. [LI S B, GUO H F, WANG M D. An aseptic filling valve used in production[P]. CN206244383U. 2017-06-13.]
- [62] 李文涛. 一种封盖液位喷码检测机[P]. CN208856882U. 2019-05-14. [LI W T. A capping liquid level spray code detector[P]. CN208856882U. 2019-05-14.]
- [63] 吕桂善, 陶潇杭, 周运华, 等. 一种雾化双氧水对瓶胚杀菌装置及工艺[P]. CN111558073A. 2020-08-21. [LV G S, TAO X H, ZHOU Y H, et al. A device and process for sterilizing preforms with atomized hydrogen peroxide[P]. CN111558073A. 2020-08-21.]
- [64] 迈克尔·西格蒙德, 阿尔内·哈斯. 用于监测容器清洁机的运行的方法[P]. CN112439758A. 2021-03-05. [SIGMUND M, HAAS A. Method for monitoring the operation of a container cleaning machine[P]. CN112439758A. 2021-03-05.]
- [65] 汉内斯·施泰纳, 罗兰·法伊尔纳, 弗洛里安·尤斯特尔. 脱气容器入口阀的旋流和节流流体及液体引入脱气容器方法[P]. CN202010685173.7. 2020-07-16. [STEINER H, FAJERNER R, USTER F. Swirl and throttling of inlet valve of degassing vessel and method of introducing liquid into degassing vessel[P]. CN202010685173.7. 2020-07-16.]
- [66] 曼弗雷德·齐格勒. 将液态产品灌装到容器中的填充机和检查填充机上的填充过程和/或 CIP 流程的方法[P]. CN202010631288.8. 2020-07-03. [ZIEGLER M. Filling machine for filling liquid products into containers and method of checking the filling process and/or cip process on the filling machine[P]. CN202010631288.8. 2020-07-03.]
- [67] 卡塔利纳·梅林格, 马克西米利安·魏因齐尔, 贝内迪克特·施罗普夫. 容器抓取器和容器运输设备[P]. CN202010914114.2. 2020-09-03. [MEHRINGER C, WEINZIER M, SCHROPF B. Container grabber and container transport equipment[P]. CN202010914114.2. 2020-09-03.]
- [68] 法布里齐奥·法瓦. 容器封闭件进给装置和具有容器封闭件进给装置的加盖设备[P]. CN202010082242.5. 2020-02-07. [FAVA F. Container closure feeding device and capping equipment with container closure feeding device[P]. CN202010082242.5. 2020-02-07.]
- [69] 斯特凡诺·科拉迪尼, 玛蒂亚·朱利亚尼. 构造成将标签施加到容纳可倾倒产品的物品上的贴标机[P]. CN202010249483.4. 2020-10-20. [CORADINI S, GIULIANI M. A labeling machine configured to apply labels to items containing pourable products[P]. CN202010249483.4. 2020-10-20.]
- [70] 赵嘉, 王伟. 一种灌装机的隔离系统[P]. CN212244151U. 2020-12-29. [ZHAO J, WANG W. An isolation system of a filling machine[P]. CN212244151U. 2020-12-29.]
- [71] 商恩玄. 一种啤酒无菌灌装设备[P]. CN210656097U. 2020-06-02. [SHANG E X. A beer aseptic filling equipment[P]. CN210656097U. 2020-06-02.]
- [72] 岳全刚. 一种啤酒无菌灌装设备[P]. CN209193526U. 2019-08-02. [YUE Q G. A kind of beer aseptic filling equipment[P]. CN209193526U. 2019-08-02.]
- [73] 陈二豪, 王德智. 一种便于操作的食物加工用无菌生产设备[P]. CN208931704U. 2019-06-04. [CHEN E H, WANG D Z. An easy-to-operate aseptic production equipment for food processing[P]. CN208931704U. 2019-06-04.]
- [74] 魏舒, 任晚琼, 王海荣. 一种无菌灌装设备进出口液体密封装置[P]. CN208360639U. 2019-01-11. [WEI S, REN W Q, WANG H R. A liquid sealing device for the inlet and outlet of aseptic filling equipment[P]. CN208360639U. 2019-01-11.]
- [75] 钟万琼, 郭宜华, 燕家白. 一种无菌灌装设备[P]. CN208166553U. 2018-11-30. [ZHONG W Q, GUO Y H, YAN J B. A kind of aseptic filling equipment[P]. CN208166553U. 2018-11-30.]
- [76] Y-A·杜克洛. 通过双螺杆挤出机的带回收的容器生产[P]. CN201880087901.5. 2020-09-18. [DUCLOS Y-A. Production of recycled container through twin-screw extruder[P]. CN201880087901.5. 2020-09-18.]
- [77] 斯特凡诺·德里科, 安娜丽莎·马尔法托. 控制调节填充阀的方法以及用于执行该方法的填充装置[P]. CN201880075053.6. 2020-07-03. [DERICO S, MALFATO A L. Method of controlling and adjusting filling valve and filling device for carrying out the method[P]. CN201880075053.6. 2020-07-03.]
- [78] F·戈代, J·奈芙. 翻转塑料容器底部的方法、应用方法的装置和装置用法[P]. CN201880082270.8. 2020-08-04. [GODET F, NEVEU J. The method of turning the bottom of the plastic container, the device of the application method and the usage of the device[P]. CN201880082270.8. 2020-08-04.]
- [79] 沃尔夫冈·格鲁贝尔, 弗洛里安·珀施尔, 沃尔特·诺伊迈尔. 用于将液态产品灌装到容器中的填充阀和填充机[P]. CN202010629931.3. 2021-01-05. [GRUBER W, PERSCH F, NEUMEIER W. Filling valve and filling machine for filling liquid products into containers[P]. CN202010629931.3. 2021-01-05.]
- [80] 约瑟夫·诺特, 霍尔格·穆勒, 弗洛里恩·哈贝塞采尔. 用于灌装容器的装置中的清洁验证[P]. CN202010637046. X. 2021-01-05. [KNOTT J, MULLER H, HABERSITZER F. Cleaning verification in a device for filling containers[P]. CN202010637046. X. 2021-01-05.]
- [81] 费利克斯·赛特勒, 马尔科·雷德尔. 用于用容器封闭件封闭容器的封闭装置[P]. CN202010435926.9. 2020-05-21. [ZETTLER F, RIDDLE M. Closing device for closing containers with container closures[P]. CN202010435926.9. 2020-05-21.]