



卓越工程师

教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材

Food Canning Technology

食品罐藏工艺学

汪秋宽 主编



科学出版社

卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材

食品罐藏工艺学

汪秋宽 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书为“卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”之一。全书共分五章：罐藏容器、食品罐藏原理、水产品罐藏工艺、家畜家禽罐藏工艺、果蔬罐藏工艺。每一章都设置了案例教学和思考题。全书注重知识拓展、教学内容和手段的改进，以加深学生对所学内容的理解掌握。教材更实质性地将罐头生产工艺技术与课堂内容融合在一起，通过学习，可较透彻地理解和掌握食品罐藏工艺技术，为食品新型产品的研究开发及生产企业的技术管理奠定基础。

本书可作为食品科学与工程和食品质量与安全应用型专业本科生教材，同时也可作为相关研究人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品罐藏工艺学/汪秋宽主编. —北京：科学出版社，2015

卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材

ISBN 978-7-03-046310-4

I. ①食… II. ①汪… III. ①罐头食品-食品加工-高等学校-教材
IV. ①TS294

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 267747 号

责任编辑：席 慧/责任校对：张怡君

责任印制：赵 博/封面设计：迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张：16 3/4

字数：397 000

定价：42.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材

编写、审定委员会

主 任 朱蓓薇

编写委员会

副主任 王 硕 孙远明

委 员 (以姓氏笔画为序)

于国萍	马 涛	王世平	王俊平	王喜波
邓泽元	石彦国	刘光明	李云飞	李汴生
李雁群	张 敏	张英华	邵美丽	林松毅
赵新淮	高金燕	曹敏杰	章建浩	彭增起

审定委员会

委 员 (以姓氏笔画为序)

艾志录	史贤明	刘静波	江连洲	励建荣
何国庆	陈 卫	周 鹏	郑宝东	胡华强

秘 书 席 慧

《食品罐藏工艺学》编写委员会

主 编 汪秋宽

副主编 任丹丹

编 委 (以姓氏笔画为序)

包海蓉 任丹丹 刘登勇 何云海 汪秋宽

总 序

2010年6月23日，教育部在天津大学召开“卓越工程师教育培养计划”（即“卓越计划”）启动会，联合有关部门和行业协（学）会，共同实施卓越计划。以实施该计划为突破口，促进工程教育改革和创新，全面提高我国工程教育人才培养质量，努力建设具有世界先进水平、中国特色的社会主义现代高等工程教育体系，促进我国从工程教育大国走向工程教育强国。

为了推进“卓越计划”的实施，科学出版社经过广泛调研，征求广大专家、教师的意见，联合多所实施“卓越计划”的相关高校，针对食品科学与工程类本科专业组织并出版“卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”，该系列教材涵盖食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程、乳品工程、酿酒工程等相关专业，旨在大力推进教育改革，提高学生的实践能力和创新能力，建立一套具有开拓性和探索性的创新型教材体系，培养具有国际竞争力的工程技术人才。

根据教育部的学科分类，食品科学与工程类属于一级学科，与数学、物理、生物、天文、化工等基础学科属同等地位。它具有多学科交叉渗透的特点，涉及化学、物理、生物、农学、机械、环境、管理等多个学科领域。特别是20世纪50年代以来，随着计算机技术和生物技术在食品工业中的广泛应用，食品专业更是如虎添翼，得以蓬勃发展。据统计，全国开设食品科学与工程类本科专业的高校近300所，已有14所高校的食品科学与工程专业入选前三批的“卓越计划”。“卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”汇集了相关高校教师、企业专家的丰富教学经验和研究成果，整合相关的优质教学资源，保证了教材的质量和水平。

2013年4月13日，科学出版社“卓越计划”第一批规划教材的编前会议在东北农业大学食品学院举办；2014年6月13日，“卓越计划”第一批规划教材的定稿会议和第二批规划教材的启动会议在大连工业大学食品学院举行。经过科学出版社与广大教师的共同努力，保障了该系列规划教材编写的顺利实施。

该系列丛书注重对学生工程能力和创新能力的培养，注重与案例紧密结合，突出实用。丛书作者都是长期在食品科学与工程领域一线工作的教学、科研人员，有着深厚的系统理论知识和相关学科教学、研究经验。本系列教材的策划与出版，为培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才，为建设创新型国家，实现工业化和现代化的宏伟目标奠定了坚实的人力资源优势，具有重要的应用价值和现实意义。

中国工程院院士

朱蓓薇

2015年1月16日于大连

前言

我国罐头行业属于典型的农副产品加工业，也是传统的出口创汇产业，在国民经济中具有很重要的作用。近年来，随着市场需求和科技研发能力的增强，高新技术在罐头加工业中得到了较为广泛的应用；罐头行业装备发展态势十分明显，高新技术得到了逐步推广与应用，如连续化去囊衣技术在酸性罐头（橘子罐头）中的广泛应用、EVOH 包装材料的推广应用；罐头新型杀菌关键技术，包括低温杀菌、分段杀菌、高温连续杀菌、低温连续杀菌和无菌包装技术等，使产品的品质大大改善。罐头产品质量稳步提高，安全风险低，逐渐实施了全产业链的管理。罐头产业也逐渐将重点转至关注原料基地建设、产品质量的可追溯性、品质指标的完善和提高，拓展了国内高端客户和销售市场。

科技发展促进了罐头行业的发展，罐头行业的发展需要更多的相关专业技术人员的支撑。食品科学与工程和食品质量与安全专业是罐头行业主要技术人员培养专业学科，承担着行业科技技术发展的重任。本书为“卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”。为加深学生对授课内容的理解，教材在每一章都设置了案例教学和思考题；作为卓越工程师系列教材，本书注重了教学内容、手段的改进，通过增加实际案例、思考题，加深学生对所学内容的理解和掌握。本书更实质性地将罐头生产工艺技术与课堂内容融合在一起，适应于食品科学与工程和食品质量与安全应用型专业。本书的主编为汪秋宽，具体分工如下：大连海洋大学汪秋宽编写绪论和第2章食品罐藏原理；上海海洋大学包海蓉编写第1章罐藏容器；大连海洋大学何云海编写第3章水产品罐藏工艺；渤海大学刘登勇编写第4章家畜家禽罐藏工艺；大连海洋大学任丹丹编写第5章果蔬罐藏工艺。

本书兼顾高等学校对教材的科学性与理论性要求，保证教材课程内容的完整性与系统性，理论联系实践，尽量使学生彻底理解与掌握食品罐藏工艺学原理与实际生产工艺技术。本书是“卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”中的一本，是食品工艺学导论、食品冷藏工艺学、食品工程原理等课程的配套教材，要求学生具备食品化学、食品微生物学、食品工程原理等课程基础。本书因其实践性较强，不仅可作为高等学校课程教材，也可供从事食品加工行业的技术人员使用。

本书的编者长期从事食品工艺学教学工作，在食品罐藏工艺学及实践教学中积累了丰富的经验，在本书编写过程中结合学生在学习过程中经常出现的问题而设置了思考题，加深学生的理解。

编者

2015年8月

目 录

总序 前言 绪论

一、罐头食品的发展历史	1
二、中国罐头产业发展状况	2
参考文献	8

第1章 罐藏容器

第一节 罐藏容器概述	10
一、罐藏容器发展概况	10
二、罐头食品对罐藏容器的要求	12
三、罐藏容器的种类及其性能	13
第二节 金属罐藏容器的制罐材料	14
一、镀锡薄钢板	14
二、镀铬薄钢板	21
三、覆膜铁	23
四、铝合金薄板	23
五、罐头涂料	24
第三节 罐型规格系列与空罐落料	30
一、罐型规格系列	30
二、镀锡板罐裁板落料及消耗定额	33
第四节 三片罐空罐制造工艺	35
一、焊锡接缝圆罐制造工艺	35
二、电阻焊接缝圆罐制造工艺	41
第五节 两片罐空罐制造工艺	46
一、浅冲罐	46
二、深冲罐	47
三、薄壁拉深罐	47
第六节 易拉盖	49
一、易拉盖的分类	49
二、易拉盖生产	49
第七节 玻璃罐	50
一、玻璃罐的制造	50
二、玻璃罐的技术条件	50
三、玻璃罐的类型及封口形式	51

第八节 软罐头包装	52
一、蒸煮袋	53
二、蒸煮盒（盘）或罐	54
三、结扎灌肠	55
第九节 罐藏产品空罐包装创新应用的典型案例	55
一、空罐包装设计理念的过去和未来	55
二、国外罐藏食品借鉴	56
三、金属罐藏包装容器产品的技术升级	57
本章小结	57
思考题	57
参考文献	58

第2章 食品罐藏原理

第一节 罐头生产的基本过程	59
一、食品原料的保藏、处理和加工	59
二、食品的装罐	60
三、罐头的排气	63
四、罐头的密封	67
五、罐头的杀菌和冷却	71
六、罐头的检查、包装和贮藏	75
第二节 罐头食品的微生物学	79
一、罐头食品的微生物	79
二、罐头食品的微生物腐败	80
三、罐头食品的微生物耐热性	84
第三节 罐头的传热	96
一、罐头食品的传热方式	96
二、影响罐头传热的因素	98
三、加热杀菌时罐头传热状态的测定	105
第四节 罐头食品杀菌时间及 F 值的计算	107
一、杀菌致死时间—— F 值的近似计算方法	107
二、加热杀菌时间的一般算法	114

第五节 罐头的压力及真空度	118	第六节 油浸水产罐头生产工艺	167
一、影响罐内压力变化的因素	118	一、油浸鲛鱼罐头	167
二、真空度及影响因素	123	二、油浸鲱鱼罐头	169
第六节 软罐头生产工艺	125	三、油浸烟熏鳗鱼罐头	170
一、袋装食品加工过程	125	四、油浸烟熏带鱼罐头	171
二、盘装食品加工过程	125	第七节 水产品罐头的常见问题及解	
三、结扎食品的加工过程	126	决方法	172
四、软罐头的排气和封口	126	一、腐败变质	172
五、软罐头的杀菌方法	127	二、硫化物污染	173
本章小结	127	三、血红蛋白凝结	174
思考题	128	四、粘罐	174
参考文献	128	五、清蒸水产罐头变色	174
第3章 水产品罐藏工艺		六、茄汁水产类罐头茄汁变暗	174
第一节 水产品罐藏原料	129	七、玻璃状结晶	175
一、水产罐藏原料的种类和质量规格 ..	132	八、虾蟹肉变软	176
二、鱼类罐藏原料的保鲜	134	本章小结	177
三、水产罐藏原料的验收	135	思考题	177
四、鱼类罐藏原料的特性	139	参考文献	177
第二节 水产品罐藏原料的处理和预		第4章 家畜家禽罐藏工艺	
热处理	142	第一节 畜禽肉类罐藏原料	178
一、原料处理	142	一、畜禽肉类原料的组织结构	178
二、预热处理	145	二、畜禽肉的化学和营养成分	183
三、水产罐头分类	148	第二节 畜禽肉类原料的处理	190
第三节 清蒸水产罐头生产工艺	149	一、畜肉	190
一、清蒸鲑鱼罐头	149	二、禽肉	191
二、清蒸对虾罐头	150	第三节 重组肉罐头生产工艺	192
三、原汁赤贝罐头	151	一、重组技术	192
四、清汤蛭罐头	152	二、重组肉分类	192
第四节 调味水产罐头生产工艺	153	三、重组肉制品的加工原理	193
一、凤尾鱼罐头	153	四、重组新技术	193
二、豆豉鲛鱼罐头	155	五、主要重组肉罐头生产工艺	194
三、烟熏鲢鱼罐头	157	第四节 清蒸原汁肉罐头生产工艺 ..	204
四、荷包鲫鱼罐头	158	一、清蒸猪肉罐头	204
五、红烧花蛤罐头	159	二、原汁猪肉罐头	205
六、豉油鱿鱼罐头	160	三、清蒸牛肉罐头	206
第五节 茄汁水产罐头生产工艺	161	四、白烧鸭罐头	208
一、茄汁鲭鱼罐头	162	五、白斩鸡软罐头	208
二、茄汁沙丁鱼罐头	164	六、去骨鸡罐头	209
三、茄汁黄鱼罐头	164	七、清蒸羊肉罐头	210
四、茄汁鲢鱼罐头	166	第五节 调味类肉罐头生产工艺	211

一、红烧牛肉罐头	211	一、果蔬的分选	229
二、红烧兔肉罐头	212	二、果蔬的洗涤	230
三、五香猪蹄软罐头	213	三、原料的去皮及修整	231
四、崇仁五香麻鸡软罐头	214	四、原料的热烫与漂洗	234
五、茄汁兔肉软罐头	215	五、原料的抽空处理	234
六、咖喱牛肉罐头	216	六、果品的护色	236
七、咖喱猪大肠罐头	216	第三节 糖水水果罐头生产工艺	236
八、豆豉猪肉酱软罐头	218	一、糖水水果罐头	236
九、苏州酱汁肉罐头	219	二、糖水水果罐头的加工实例	238
十、无锡酱排骨罐头	220	第四节 蔬菜罐头生产工艺	242
十一、多味卤汁兔肉软罐头	221	一、蔬菜罐头加工概述	242
十二、烤鹅罐头	222	二、青豆罐头	245
本章小结	224	三、蘑菇罐头	248
思考题	225	四、番茄酱罐头	251
参考文献	225	第五节 果酱类罐头生产工艺	253
第5章 果蔬罐藏工艺		一、果胶凝胶的理论基础	253
第一节 果蔬罐头的分类及原料概况		二、果酱类罐头	254
.....	226	第六节 案例介绍	256
一、果蔬罐头的分类	226	本章小结	258
二、果蔬原料的特点	227	思考题	258
三、原料的要求	227	参考文献	258
第二节 果蔬加工前处理	229		

绪论

一、罐头食品的发展历史

罐头食品是将食品原料经过处理后装入一定的容器中，经排气、密封、杀菌而达到长期储藏目的的一种食品。在 18 世纪，法国大博物学家 G. 布封（G. Buffon, 1707~1788）和英国博物学家李约瑟（J. T. Needham, 1713~1781）利用显微镜进行观察研究，进行了“肉汤加热密封”的研究实验；意大利生物学家和生理学家拉扎罗·斯帕兰扎尼（Lazzaro Spallanzani, 1729~1799）对李约瑟的实验进行了反复的验证，得出“新一代生命（包含微生物）不会自发发生”的结论，换句话说，没有微生物发生，食品就不会腐败变质。1795 年，法国政府征集食品长期保存的方法。于是，尼古拉·阿培尔（Nicolas Appert, 1749~1841）集思广益，充分利用前人的研究成果，采用斯帕兰扎尼的加热密封方法，经过多年的研究实验，终于在 1805 年成功研究出可以长期贮存的玻璃瓶装食品，尼古拉·阿培尔申请了专利。1812 年，尼古拉·阿培尔在巴黎附近的马西镇建立了世界上第一个罐头食品厂，产品主要供给军方食用。尼古拉·阿培尔公布食品保存方法以后，在欧洲引起了各国的强烈争议。世界著名的化学家、微生物学家路易斯·巴斯德（Louis Pasteur, 1822~1895）经过大量科学、精密的实验，从科学理论上证明了微生物的生长繁殖是食品腐败的主要原因，从而证明了尼古拉·阿培尔发明的食品罐头的可靠性和科学性。罐头食品储藏技术的发明，使食品得以保存较长时间，且使消费者尝到了营养美味的各种罐头食品，使食品延长了货架期，为食品行业的发展做出了突出贡献。1810 年，英国的杜兰德将瓶子换成了手工制作的白铁盒，使这种保存食品的方法得到了进一步的改进和推广。尼古拉·阿培尔发明的罐头食品，为北极探险和世界科学技术的发展创造了基本条件，还为以后的许许多多的企业家和科学家，造就了各种各样的食品罐头工厂及大大小小的包装发明，并使新材料、新技术、新设备和新产品相继问世。尼古拉·阿培尔给它取名为“Conserve”，传入中国时，根据它的发音和外形，谐音译为“罐头”。

经过 200 多年的发展，罐藏容器从开始的玻璃瓶罐、手工制作的金属罐到后来的三片罐、两片罐及以铝合金为罐材的易拉罐，以及后来的纸质复合材料和蒸煮袋的出现，使罐藏容器品种更为新颖、多样、实用。罐头生产技术也由最初完全手工操作发展到今日的机械化安全生产。

中国罐头行业从 1950 年开始成为农产品加工出口最大的品种，为新中国的经济建设立下了汗马功劳，为社会主义新农村建设作出了巨大贡献。长期以来，整个行业一直注重外销，忽略了国内市场的培育，随着国际市场的变化，罐头行业逐渐把国内市场作为重点。近年来，通过宣传，使更多消费者对罐头有所认知，企业增强了品牌影响力，开发生产了更多的色香味俱佳的产品，国内市场的发展潜力已经得到释放，市场销量逐渐增加。

二、中国罐头产业发展状况

罐头行业属于典型的农副产品加工业，季产年销，在欧美市场，罐头产量及销售市场一直比较稳定。图 0-1 为全球水产罐头产量的变化，由图 0-1 可见，全球水产罐头产量比较稳定，略呈逐年增加状态。图 0-2 为我国水产罐头产量的变化，图 0-2 显示我国水产罐头产量呈逐渐增加的趋势。罐头行业在我国农业国民经济中占有重要的地位，属于劳动密集型产业，中小企业较多，行业进入门槛不高，每年消耗农产品 2000 万 t，直接服务三农，给农民创造了就业机会；每年为国家创汇近 50 亿美元。根据国家统计局对规模以上的近 900 家企业统计的数字显示，2013 年我国罐头行业完成产量累计为 1000 余万 t。目前我国的罐头原料种类逐渐拓宽，肉类、水产品类、果蔬类、粮食类等都可制作罐头。罐头行业以原料供应地为龙头，产业分布已趋向明朗化。我国水产品类罐头的产区以广东、福建、浙江、山东、辽宁等沿海地区为主；柑橘罐头以浙江、湖南、湖北等地为主产区；肉类罐头以上海、福建、四川为主产区；黄桃罐头以河北、山东、安徽和辽宁为主产区；福建和山东还是蘑菇、芦笋罐头的主产区；番茄酱罐头主产于新疆和内蒙古；竹笋罐头则是浙江、福建、江西的名牌产品；大量的八宝粥主要产于浙江、福建和山东等地。

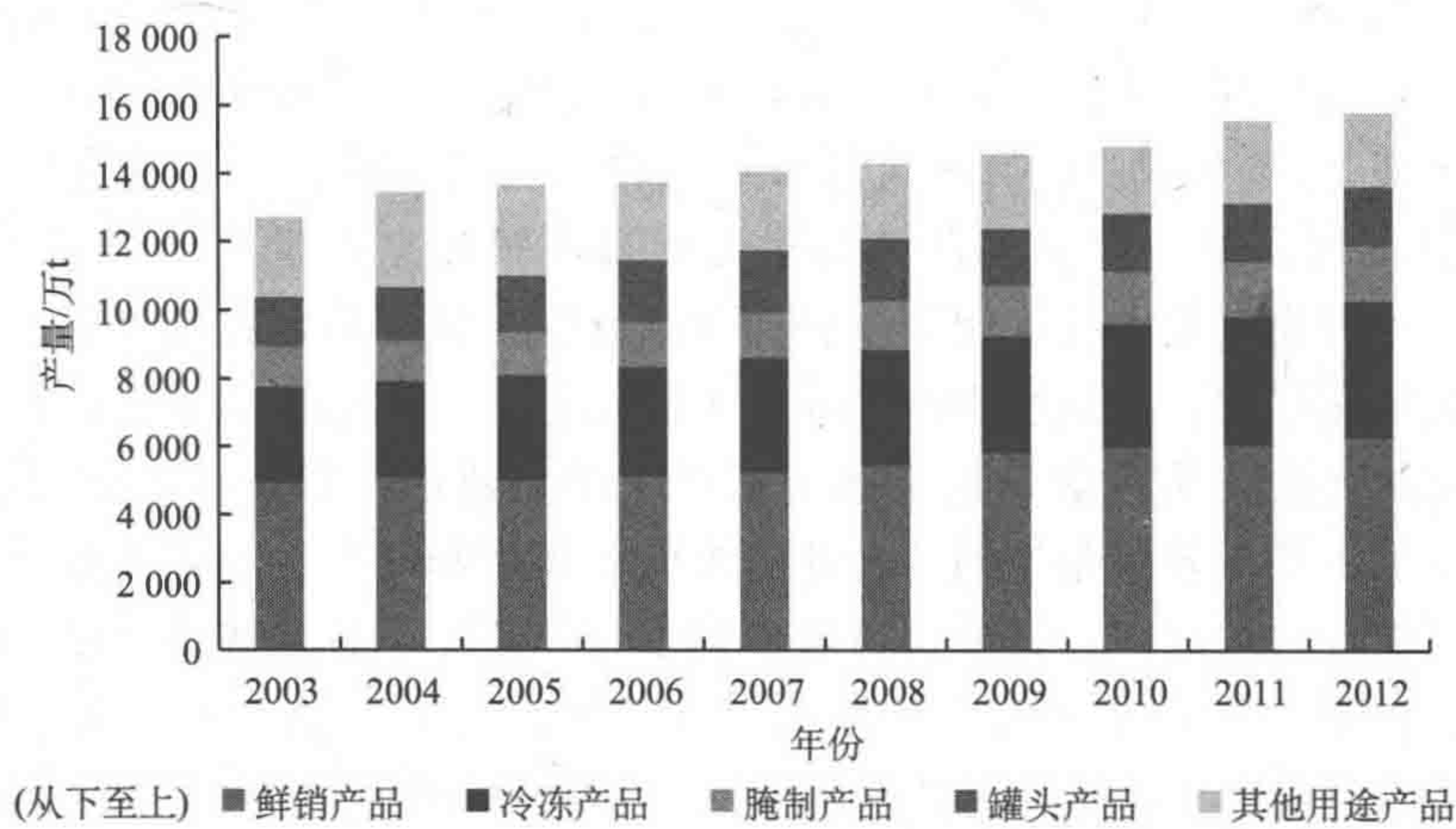


图 0-1 全球水产罐头产量的变化 (数据来源: FAO, Fishery and Aquaculture Statistics, 2014)

我国水果种植面积广阔，柑橘、苹果、梨和桃等水果种植面积超过亿亩，大量的水果产量保证了水果罐头的生产，对区域农业经济发展和社会稳定有着十分重要的意义。水果的市场主要是鲜销，部分作为食品工业包括罐头加工的原料。我国水果罐头年出口量近 100 万 t，在国际市场有一定竞争力，国内市场也呈现逐年扩大的趋势。每年罐头加工所需的各种鲜果原料近 500 万 t，是水果转化升值的重要途径。2013 年以来，全行业深入贯彻科学发展观，坚持以市场为导向、科技为支持，大力实施名牌战略，优化产业结构，提高食品质量，发展循环经济；近些年来，罐头原辅材料种类的增加和生产工艺技术的提升，促进了我国罐头行业的不断发展。以往单纯依赖出口，而如今内销市场经过近几年的努力，有了长足的进步，内销销量远远超过了出口。罐头行业属于农副产品加工业，直接服务于三农，有利于提高农民的生活水平，为新农村的建设直接作出贡献。

目前，我国罐头行业全面面向国内和国际两个市场，摆脱了传统的只依靠出口市场一条

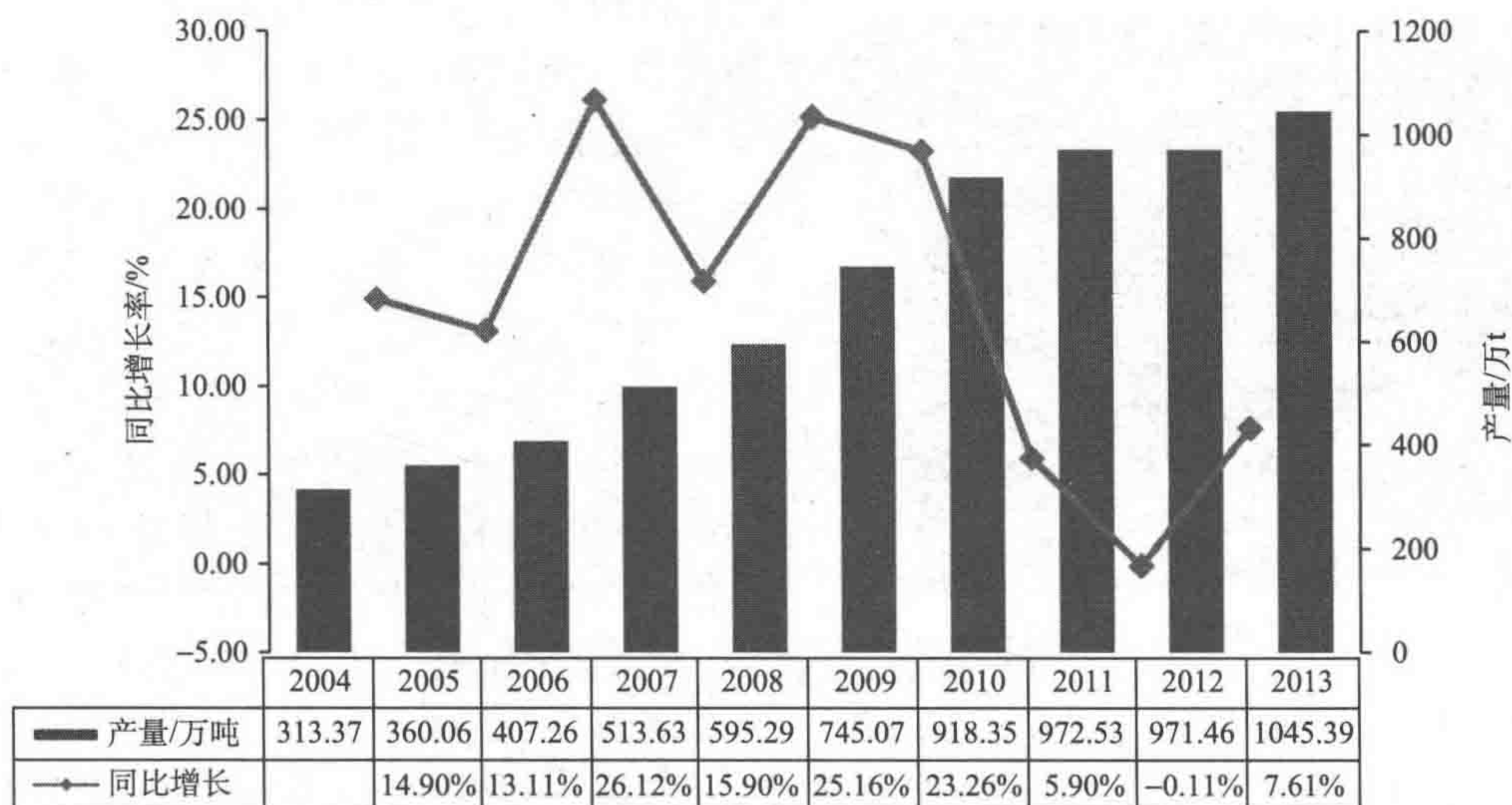


图 0-2 我国水产罐头产量的变化（数据来源：国家统计局）

腿走路的境况，并且有很多企业把重心从国外市场部分移至国内市场。根据国家海关数据显示，近年来，出口额的同比增长率均大于出口量的同比增长率，该现象表明，我国出口罐头的平均吨价处于持续上扬态势。2013 年，我国罐头出口已经覆盖到全球 185 个国家和地区，出口市场的基本格局并没有发生实质性变化，欧盟、日本、美国、俄罗斯仍是我国罐头的最大出口市场。从出口量来看，2013 年，中国罐头出口超过 10 万 t 的国家有 5 个，分别是日本、美国、俄罗斯、尼日利亚和德国。中国罐头出口市场的集中度较高。

近年来，亚非、中东发展中国家和地区的罐头贸易量在逐渐增加，特别是软罐头、调理食品、粥与调味酱等产量提高较快。所以说罐头食品的发展也能够反映现代食品的发展，并将会继续反映食品的发展状况。目前，罐头产品几乎涉及所有的食物原料，从谷物、薯类、果蔬、畜禽肉类、水产、乳品、菌菇类、调味品等到这些原料的液态、流体、固态等产品形态，罐头食品种类繁多、琳琅满目。近些年来，欧美传统罐头市场贸易量基本保持不变或略有下降，速冻食品有时替代了小部分肉类、蔬菜、水产、水果罐头食品。

我国未来的罐头消费市场潜力巨大。在国际上罐头食品一直是发达国家食品消费的主要品种之一，美国人均罐头年消费量在 90kg 左右，西欧约 50kg，日本为 23kg，而我国罐头食品人均消费每年仅为 1kg。国内大多消费者在罐头认识上存在一定误区，认为罐头食品缺少营养、含有防腐剂，把罐头与不新鲜、不营养等同，甚至对罐头保质期较长也大不认可，这些问题已严重影响到国内消费市场。随着消费者对罐头食品的认知，了解罐头食品的生产及长期保存的原理，方便、营养丰富的罐头食品的消费量就会逐年上升，同时，目前罐头食品企业规范的质量安全管理增加了罐头市场消费信心。

罐头机械设备的发展推动了整个罐头行业的发展。英国第一个发明了镀锡金属罐，美、德、日等国相继进行了研究，使其制造工艺技术趋于完善。美国在金属包装工业发展领域有着悠久的历史，在 20 世纪 30 年代啤酒就使用金属罐包装，美国拥有世界上最先进的成型、充填、封口等机械装备，高科技、高精度、高效率给美国带来了高质量的产品。近年来，美

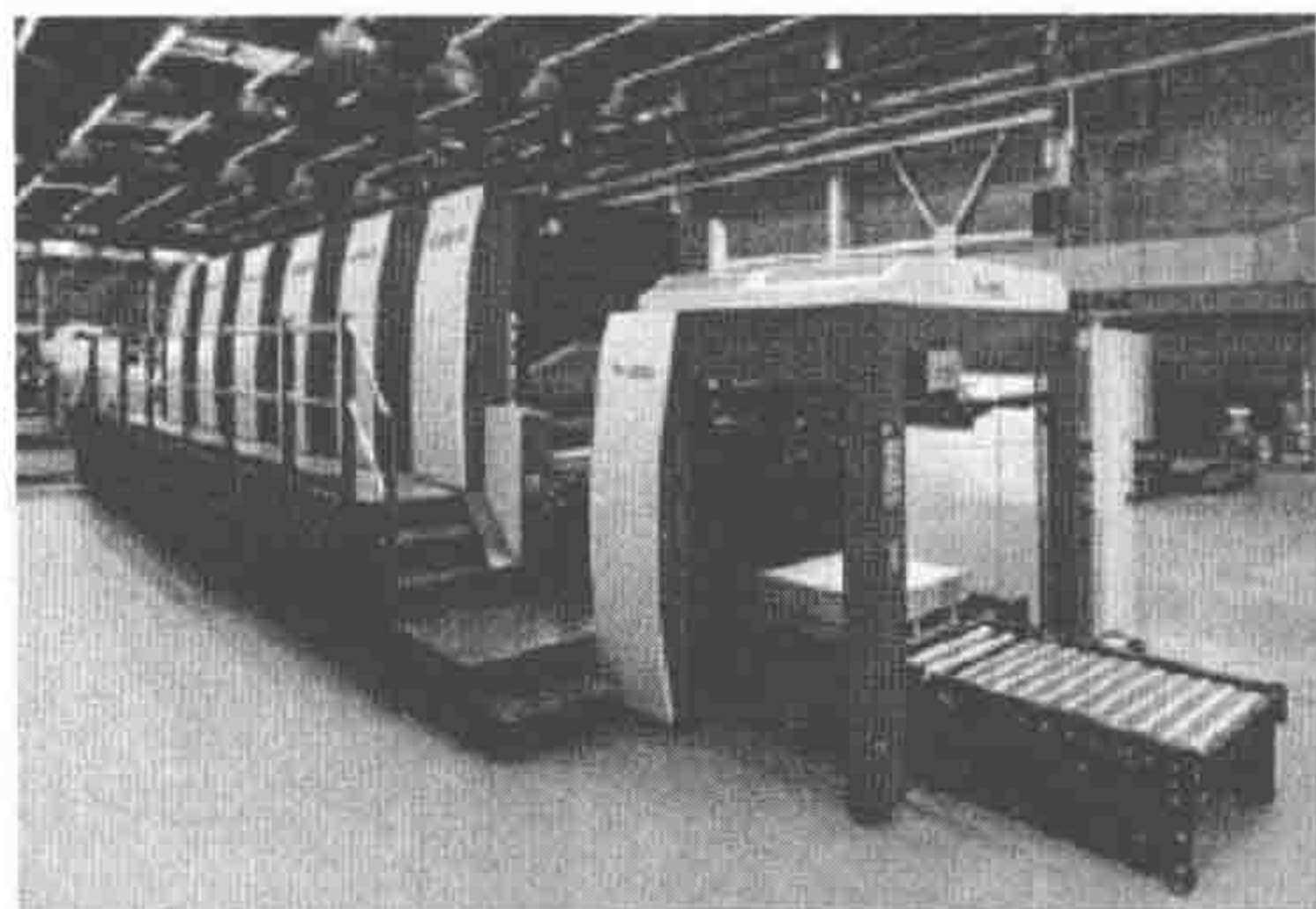


图 0-3 金属之星印铁机
(引自：杨鹏和朱从容，2014)

国已经将相关的自动控制技术、特种加工技术、生物技术、激光技术等先进技术应用到机械制造技术中，包括罐头杀菌设备、包装设备和生产线技术。图 0-3 所示的是德国高宝公司制造的金属之星印铁机，印铁机有同步换版专用驱动装置，随时印刷单元的换版时间不超过 3min，还设有控制系统和专业的颜色测量。德国高宝公司里存储了所有生产企业的印刷机操作数据，通过 3 个远程诊断服务中心为客户服务及解决故障问题，80% 以上的问题都可以得到解决。金属之星印铁机为实罐生产提供了五彩缤纷的空罐，推动了罐

头行业的发展。德国已经将快速制造、成套生产、精度高、稳定性好等机械装备特点应用到罐头生产设备及生产线上，并通过计算机模拟仿真，将各种零件的数据和实际工作时间的参数应用到设计的设备上，以提高生产效率，降低废品率。系列的模拟仿真数据可以使设备生产企业迅速根据客户意见更改模型，大幅缩短了设备的研发制造时间。目前网络技术也是协助设备生产企业解决问题的帮手，罐头生产企业可以通过网络技术将故障设备出现的实时数据参数及时传送到远程维修服务中心进行故障诊断分析，以快速解决问题。日本最早将微电子技术应用到空罐制造机械中，现已经将伺服电机驱动、PLC 技术和传感器检测技术等完美地运行在空罐生产中，使罐头生产线实现了生产过程无人操作。日本的小野食品机械株式会社生产了全自动 F 值检测杀菌设备，设备一方面受热均匀且温度提升速度快，另一方面避免了过度杀菌可能造成的营养损失，如图 0-4 所示。日本三友机械制造有限公司的方罐注胶机应用了伺服电机驱动和激光传感器检测，这样可以根据生产需要调节注胶机速度，且通过激光传感器在注胶完成后自动对注胶的质量进行检测，自动剔除不合格的产品，如图 0-5 所示。

我国的包装机械生产起步于 20 世纪 50 年代，70 年代末期经过发展逐渐形成包装机械行业，当时金属包装行业主要以中小企业为主。随着我国改革开放与经济快速发展，民营企业大量引进了国外的先进生产设备，制罐业也进入了快速发展时期。但目前我国的机械制造水平与国外发达国家还存在较大差距，大部分生产设备还都是单机生产，成套设备生产很少，且仍存在生产效率低、能耗高等缺陷。表 0-1 列出了国内外封罐机的技术参数对照。从表 0-1 中可以看出，美国的安祖鲁斯公司（Angelus）封罐机产能最大，最大产能为每分钟 2500 个，这就意味着生产的高效率、低成本。意大利的西弗莱尼公司（Cevolani）和台湾新益机械公司的主要封罐机工作头数也较多，有 12 个，每分钟的最大产能高达 1200 个。浙江舟山博达机械公司是国内知名的制罐机械企业，其生产的主流封罐机工作头数也有 8 个，最大产能为每分钟 500 个。由此可见，目前国内大陆的制罐机械工作效率较国外及中国台湾还有差距，且其稳定性和可靠性较国外先进设备也有距离，且设备寿命相对也短。国内的制罐机械企业以民营和中小企业为主，大部分制罐机械企业规模偏小，相对自主研发能力薄弱，“小而全”是企业的主要特征之一，生产集约化程度不高，生产设备难有突破，与国外的先进设备相比缺少竞争力，只能通过压低价格获得市场份额，不仅造成了资源浪费，还不利于制罐机械行业的良性发展。随着国家对创

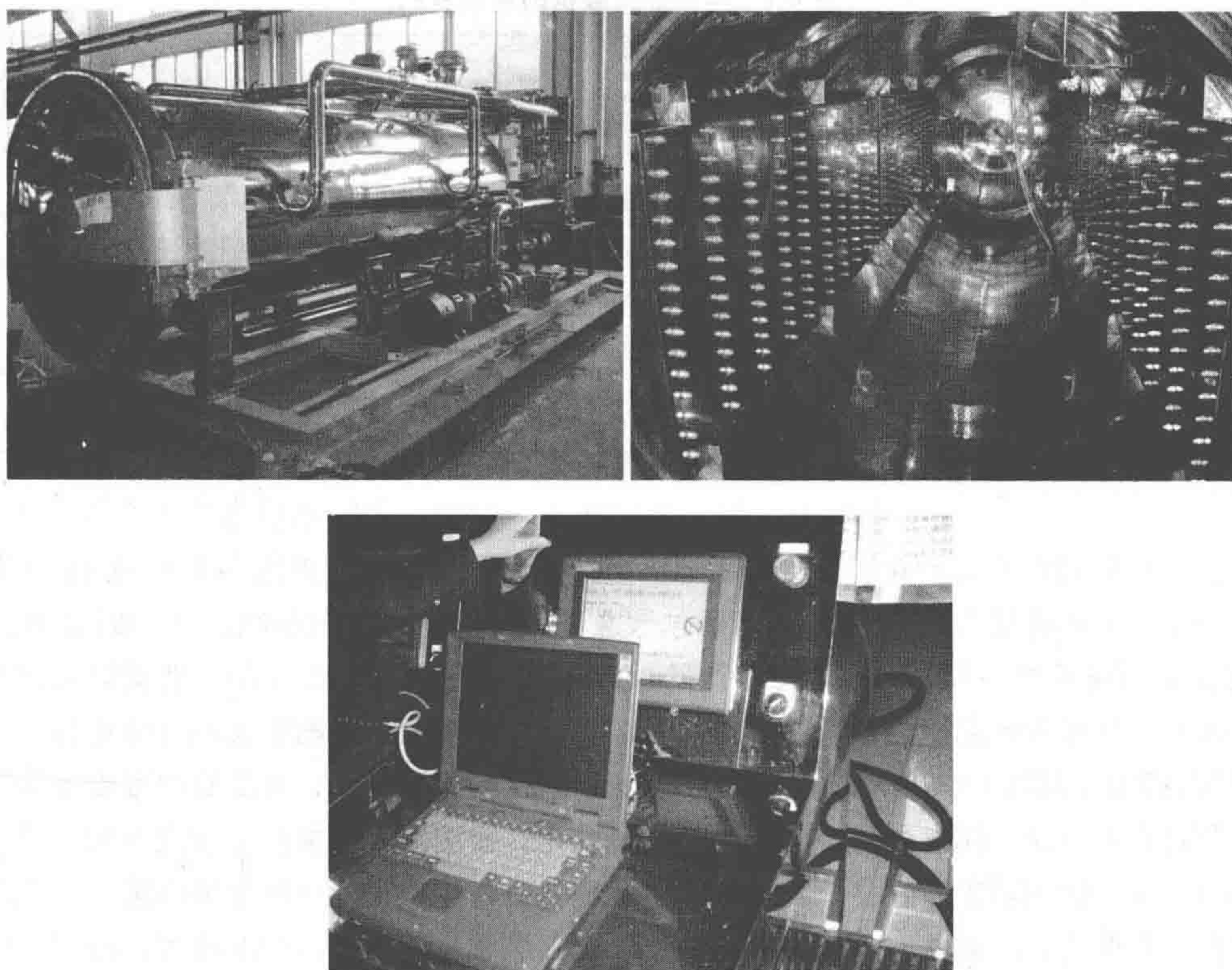


图 0-4 日本杀菌 F 值自动检测设备

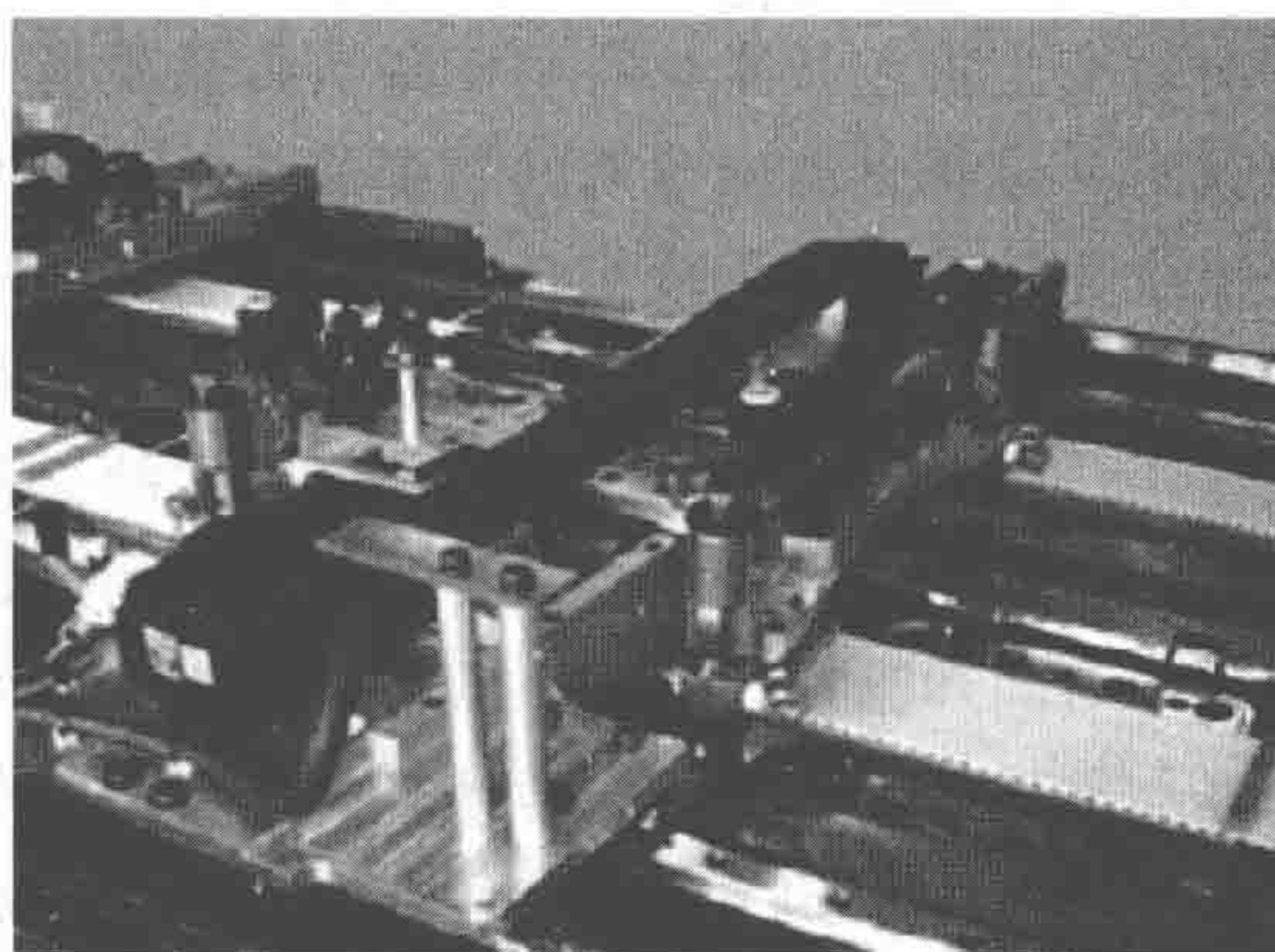


图 0-5 日本方罐注胶机（引自：杨鹏和朱从容，2014）

新科技的重视及投入，罐头包装生产线、杀菌设备的研发逐渐受到关注，部分优化设计的罐头生产线和关键设备已经投入生产使用（孙秋花等，2013；张武蓉，2012），通过设计罐头灭菌锅自动控制装置系统，全面、实时地对检测数据进行自动记录，实现罐头灭菌锅控制装置自动化。

表 0-1 国内外封罐机的技术参数

生产企业	产品型号	每分钟生产能力/个	工作头数	适用罐径/mm	适用罐高/mm
美国安祖鲁斯公司 (Angelus)	18 V	500~2500	18	50.8~76.2	46~203.2
	12 V	400~1800	12	50.8~76.2	46~203.2
意大利西弗莱尼公司 (Cevolani)	AT541	250~800	8	52~105	38~210
	AT518	200~1200	12	52~105	38~210
台湾新益机械公司	S-B65	1200	12	52~74	30~200
舟山市博达机械公司	GT3B56A-S	300~500	8	52~99	39~160

来源：杨鹏和朱从容，2014

罐头生产设备的高自动化程度推动了罐头生产的产能及规模。美国 Dole 公司的 30 条菠萝作业线，每小时处理能力达 180t；美国台尔蒙公司的 30 条黄桃作业线，每小时处理能力为 50t，泰国菠萝罐头单一品种，小型厂年产量 3 万 t，大型厂年产量 10 万 t。我国罐头产业的生产技术水平、规模等不断更新改造和升级，生产企业的生产规模逐渐扩大，机械化程度逐渐提高。目前我国的制罐机械少部分如电阻焊机基本已经达到国际水平，大部分制罐设备与发达国家相比仍存在着差距。国外的先进设备已经向集成化、智能化、低能耗化方向发展，更加重视环保和人性化；国内的设备还是单机生产较多，成套设备生产很少。部分国内罐头生产的装备机械化程度不断提高，如八宝粥罐头生产的连续化和机械化程度高，产能较大，已经形成规模化效益；番茄酱和黄桃罐头行业，生产量比较大，在国际市场上销售额也是稳中有涨。

罐头食品的新型前处理技术及杀菌技术的发展拉动了行业发展。随着消费者对新鲜度、口感的需求，近些年进行的涉及罐头质量的原料预处理技术和产品杀菌技术的创新与开发，包括适合热力杀菌的独特有效安全护色技术、有利于罐头食品质量营养的保质杀菌技术、结合栅栏因子的低强度杀菌技术、延长食品保藏期的新型非热杀菌技术等等。国外已经将罐头新型杀菌工艺技术和计算机优化技术应用于罐头杀菌等多种新型杀菌方法，以保证罐头食品的营养、风味和质构，如已经采用微波杀菌、高压低温杀菌、辐照杀菌、无菌包装技术、气体火焰直接加热的火焰灭菌法等；利用计算机建模和杀菌公式的灭菌方法、结合神经网络模型的杀菌技术、水排气灭菌法、脉动侧喷式杀菌釜及结合高压的热处理杀菌方法。因此，传统的热杀菌需要逐渐优化杀菌时间和温度，通过杀菌设备建立计算机控制的自动杀菌技术。另外，科学家还通过食品保质期的研究，即第一考虑有利于食品的保质期及保证在长途运输和远离产区的销售消费质量与安全，在新鲜和保质期之间寻找平衡点，虽然保质期越长越好，但如果保质期过长导致产品的品质会随时间发生变化时，保质期就要适当缩短。科学家提出，对要求新鲜口味的食品，在保藏期方面要相对缩短保质时间。另外，我国罐头行业普遍采用的杀菌方式是热杀菌，一方面产生了大量的能耗；另一方面冷却阶段使用冷水为介质，产生了大量污水，都不利于罐头行业的节能减排。鉴于此现状，目前国内外部分罐头厂已经开始了废水的处理及重复利用 (Cristóvão et al., 2014)。除此之外，以罐头食品质量营养为导向的新型制罐工艺技术不断涌现，如变温杀菌工艺对鳙鱼软罐头品质的影响 (张路遥等, 2013)；通过调节杀菌初温缩短杀菌时间，以缩短罐头生产周期 (王强, 2010)；新型罐头的生产工艺技术的研发，如番茄干罐头加工技术的研究 (李疆等, 2011)；张雅杰等

(2014) 研究了高静压对不同品种黄桃罐头的质构差异, 结果表明, 不同品种特性对高静压加工黄桃罐头果肉的硬度和汤汁黏度无显著影响, 热处理的黄桃罐头果肉硬度有所下降。近几年研究开发的新产品工艺技术还包括海参罐头杀菌工艺技术研究(桑磊等, 2013)、酱汁鲍鱼硬罐头杀菌工艺及流变学性质研究(黄菊青等, 2013)、山杏仁蕨菜罐头的工艺技术研究(鞠国泉, 2005)和盐析菜罐头生产工艺研究(王雅利, 2012)。

罐头食品的发展还有赖于产品安全质量的保证。发达国家的罐头工业已形成了从食品原料基地、食品加工厂到食品物流和贸易一体化的集团公司。对于当今世界食品消费的发展趋势, 随着经济水平的提高和物质文化的丰富, 消费者要求食品食用更加方便, 保存更容易、安全性更高, 值得注意的是, 消费者也越来越重视食品的新鲜度, 希望食品的加工程度最小, 同时也更关注加工厂对环境和生态产生的影响。自 20 世纪 90 年代以来, 食品行业的质量安全管理系统逐步在行业内建立发展、逐渐完善。罐头产品质量安全管理稳步提高, 对于低酸性食品更是加强了生产线的安全风险。目前我国罐头食品大部分的国家标准和行业标准也正在逐渐与国际接轨, 行业内食品质量管理或危害分析关键控制点(HACCP)和良好生产操作规范(GMP)的质量控制体系也在逐渐完善, 管理和监督的有效度逐渐提升。罐头生产的经营模式也在发生变化, 有些柑橘罐头企业也从追求规模产量转变为进一步把产业做精做专, 按照全产业链的运作模式, 把重点放在原料基地建设、产品质量的可追溯性、品质指标的完善和提高, 有利于高端客户和国内市场的开发。企业也在通过 HACCP 管理系统、罐头食品宣传, 消除消费者对罐头食品添加防腐剂、营养价值低及安全难保证等的误解。HACCP 体系已经在传统的罐头生产中得到推广应用, 如小黄鱼罐头的生产(钟文珠等, 2007)、鲕鱼罐头的生产(王坚强, 2004)和新型罗非鱼罐头加工过程质量安全管理(何俊燕等, 2008)。目前, 大中型罐头生产企业已经逐渐将产品追溯体系应用到企业产品质量控制中, 以从源头上控制产品质量, 如罐头的安全生产管理及质量追溯系统的建立(杨君等, 2010; 杨信廷等, 2006)。罐头质量的提高还得益于近些年我国强大的检测分析能力和罐头食品营养质量保证的工艺技术, 包括罐壁中双酚类化合物和其他有害物质的检测控制, 如罐头食品中双酚类化合物残留(梁凯等, 2012; 李碧芳, 2011; 胡文兰等, 2013), 还包括鲭鱼罐头中 7 种多氯联苯的测定(李莉等, 2014), 肉类罐头中总砷含量不确定度的评定(彭新然等, 2008)。生产工艺的不断改进同样提升了产品的质量, 如不同照明条件下菌菇罐头中发丝的准确识别(王秀萍等, 2014)。有关营养成分变化的控制方面研究报道也很多, 如芦笋罐头营养品质及抗氧化性研究(马挺军等, 2010)和柑橘罐头的维生素 C 保存率研究(喻凤香等, 2012); 麻竹笋罐头贮藏过程中质构、果胶和色泽的变化(郑炯等, 2014); 正交试验优化干装苹果罐头固化护色剂配方(张永茂等, 2013); 贮藏过程中荔枝罐头褐变的初步分析(林小燕等, 2010)。国外在该领域的研究也较多, 如罐藏果蔬营养成分的变化与保护(Mercedes et al., 2015)。新型原料和保健功能罐头的研制开发, 如大枣罐头的研制开发(Homayouni et al., 2015); 保健型五粮饭罐头及其加工工艺(王卫等, 2012); 幼儿青豆鱼泥罐头的研制(孟祥晨等, 2000); 婴幼儿蔬菜鱼泥罐头的研制(孟祥晨等, 2000)和鱼骨泥对鱼肉蛋黄酱罐头品质的影响(范三红等, 2014)。

罐头食品行业是一个发展潜力巨大的行业。目前, 研究开发的罐头产品种类繁多, 罐头种类依其用途分, 包括有家庭食品小罐头、公共膳食罐头、开启方便的旅行罐头、各种疗效罐头和针对特殊需要的高空、高山、宇宙罐头, 以及婴幼儿营养罐头等。从空罐到实罐, 从