

---

---

---

---

# 绪 论

## 一、冷链食品概述

冷链是指配备专门设施、设备的,能够始终维持产品品质所需低温环境的,由生产、储藏、运输、销售、配送到消费前各环节组成的低温保障体系。冷链物流是指在生产、储运、销售,直到最终消费前的各个环节中,将产品始终保持在规定的低温环境下,以最佳物流手段保证其质量,减少损耗的一种物流体系。按照对货物的温度要求,物流一般可以分为以下几种。①超低温物流:适用温度范围一般要求在 $-50^{\circ}\text{C}$ 下。②冷冻物流:适用温度范围一般要求在 $-18^{\circ}\text{C}$ 下。③冰温物流:适用温度范围一般要求在 $-2\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。④冰藏物流:适用温度范围一般要求在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。⑤控制常温物流:适用温度范围一般要求在 $10\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

冷链食品是指在生产、储运、销售,直到最终消费前的各个环节都必须保持在规定的冷链环境中的食品。它主要是指以农产品、畜禽、水产品、果蔬等为主要原料,经前处理或进一步混配、调制后,在低温( $10^{\circ}\text{C}$ 以下,冷却、冷冻、速冻等)工艺下生产,并在消费者使用之前始终保持在冷链状态下储存、运输、销售、配送的包装食品(或农产品)。根据美国农业部的调查结果显示,冷冻蔬果和新鲜蔬果相比,在营养成分上基本没有差异,甚至在某些情况下,冷冻蔬果里的维生素保存率可能会更高。因此,冷链食品越来越受到人们的欢迎。

## 二、冷链食品的发展历程

食品是一种特殊的商品,不管是生鲜农产品还是加工食品,都有鲜活性、保质性和易腐性等特点,受温度等环境条件的影响很大。所谓“民以食为天,食以安为先”,食物是人们赖以生存的物质基础,食品的安全直接关系到人民的健康和幸福,也关系到国家的稳定和富强。随着经济的发展、人民生活水平的提高,人们的消费观念也发生了很大的变化,越来越多的人开始注重食物的安全和品质以及营养,对食品的要求也越来越高。因此,冷链物流应运而生,食品或者农产品的生产、储藏、运输、销售、配送到消费前各环节,都可以控制在一定的温度下,从而避免食品的腐败和营养元素的流失,而这些都与制冷技术的发展与进步密不可分。

### (一) 冷却与冻结技术的发展历程简介

冷链食品的生产、运输、存储以及货架销售,需要在规定的低温环境中进行,因此制冷技术的发展奠定了冷链食品行业发展的基础。没有制冷技术的进步,就没有现在的整个

冷链食品工业。

从发展进程来看,主要有两种制冷技术:一种是利用自然界中的天然冷源制冷,如使用天然的冰或者深井水吸热,使一定的空间保持低温,用来存储食品。我国很早以前就有了使用冰来冷藏食物的记载:《周礼》中有用鉴盛冰,储藏膳馐和酒浆的记载,表明中国古代很早就已使用冷藏技术;宋代开始利用天然冰来保藏黄花鱼,当时称之为“冰鲜”;冷藏水果出现于明代,《群芳谱》称当时用冰窖储藏的苹果“至夏月味尤美”;和冷藏性质相近的冻藏方法出现于宋代。另一种则是通过一定的技术与设备进行人工制冷。人工制冷与天然冷源相比有许多优点:能实现比天然冷源更低的温度,并且有宽广的温度调节范围。目前人工制冷技术在冷链食品行业应用最多,发展也最快。为了使用方便,国际上对人工制冷所能实现的低温做了温区划分,温度低于 0.3K 的温区为超低温区,一般用于基础理论研究和某些特殊试验;温度低于 120K(-153℃)的温区称为低温区,多用于工业气体的分离与气体的液化;把温度高于 120K 的温度区称为冷冻温区,这一温区广泛应用于冷链食品。例如多数食品冻结储藏温度-25~-18℃,常用食品冷却储藏温度 0~10℃。

最初主要应用天然冷源如天然冰来冷藏夏季食品和防暑降温。14 世纪后,人们开始使用冰和氯化钠的混合物来冷藏食品。16 世纪,出现了水蒸气法冷却空气。1775 年可以看作人工制冷史的起点,苏格兰化学家库伦利用乙醚蒸发使水结冰,解释了融化和汽化现象,提出了潜热的概念,并发明了第一台采用减压水蒸法的制冷机,同时发表了“液体蒸发制冷”论文,开创了人工制冷的新纪元。

19 世纪中叶,制冷技术进入人工环境时代。1809 年,美国人发现了压缩式制冷的原理;1824 年,德国人发现了吸收式制冷的原理;1834 年,法国人波尔金斯发现了热电制冷,又称为半导体制冷,造出了第一台用乙醚为制冷剂的蒸汽压缩式制冷机;1844 年,约翰·高里制成了世界上第一台制冷和空调用的空气制冷机。1856 年,以  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  为制冷剂的制冷机相继问世;1858 年,尼斯取得了冷库设计的第一个美国专利;1859 年,卡列设计制造了第一台氨水吸收式制冷机;1874 年,皮特成功开发  $\text{SO}_2$  制冷机;1875 年,德国人林德成功设计氨制冷机。以氨为制冷剂大大减小了制冷设备的体积,使得压缩式制冷机在制冷装置的生产与应用中占据了统治地位,时至今日仍然是制冷行业中使用最为广泛的一种方法。

20 世纪以后,制冷技术有了更大的发展。1910 年发明家用冰箱,1918 年发明自动冰箱,1923 年食品快速冻结技术问世,1927 年生产出空调器、空气源热泵。1928 年通用公司发现了氟利昂,氟利昂的出现极大地推动了制冷装置的发展,为制冷技术带来了新的变革,制冷技术得以迅速发展。1930 年汽车空调逐渐发展,1935 年出现卡车自动冷藏装置、飞机发动机低温试验装置。

1928 年氟利昂问世后,满足了人类对制冷剂的各种要求。这样人类从采用天然冰发展到采用人造冰,从采用天然冷源迈向采用人造冷源,但其中空调所需求的制冷量只接近总人工制冷产量的 10%。直至 20 世纪 70 年代以后,随着科学技术的发展,特别是信息技术的迅猛发展,民用与工业空调所消耗的制冷量达到总人工制冷产量的 60%,人类生活才发生了重大变化。

## （二）冷链物流发展历程简介

### 1. 世界冷链物流发展历程

冷链物流(cold chain logistics)是指以制冷技术为基础,以冷冻工艺为手段,使冷链物品从生产、流通、销售到消费者的各个环节中始终处于规定的温度环境下,以保证冷链物品质量,减少冷链物品损耗的物流活动。

冷链在国外发展得较为成熟。美国人 Albert Barrier 和英国人 J. A. Ruddich 于 1894 年先后提出了冷藏链(cold chain)的概念。但直到 20 世纪 40 年代,冷链才得到足够的重视,并迅速发展。1943 年世界食品物流组织(World Food Logistics Organization)的成立大大推动了冷链物流行业的发展,该组织主要目的是改善食品及其他货物在仓储、配送过程中的冷藏技术、人才培养、信息沟通等。

20 世纪 50 年代,美国学者 Arsdel、Zaur 等提出的 3C 和 3Q 原则标志着冷链的系统理论逐渐形成。经过将近一个世纪的发展,西方学术界已经形成了比较完整的冷链理论体系。美国于 2003 年 2 月成立了冷链协会(CCA),该协会由航空公司、卡车运输商、地面搬运商和设备生产商组成,是业内主要研究易腐货物的非营利组织,为运输温控货物提供标准化的指导原则,其宗旨是控制易腐和对温度敏感产品的运输。2004 年,美国冷链协会发布了《冷链质量指标》(CCQI),并指出这一标准可以用来检验运输、处理和储存易腐货物企业的可靠性、质量和熟练程度,并为整个易腐货物供应链的认证奠定了基础。

2007 年,全球冷链物流联盟(Global Cold Chain Alliance, GCCA)正式成立,协会会员包括全球 65 个国家的 1 300 多家公司和组织。全球冷链物流联盟从 2005 年开始启动。2005 年底,国际冷藏仓库协会(International Association of Refrigerated Warehouses, IARW)和世界粮食物流组织(World Food Logistics Organization, WFLO)在得到国际制冷运输协会(International Refrigerated Transportation Association, IRTA)和控制环境建设协会(Controlled Environment Building Association, CEBA)的支持与认可后,开始正式讨论推动建立全球冷链联盟。到 2006 年底,上述组织的董事会联合筹建全球冷链物流联盟,并于 2007 年 4 月正式成立,目前已经成为全球冷链物流产业的核心代言机构,以及全球冷链物流各个环节的沟通、网络协作、理论研究、应用技术工艺研发和行业教育的综合平台。

### 2. 我国冷链物流发展历程

冷链物流服务一直被物流行业公认为是行业服务的难点之一。冷链物流系统比一般常温物流系统的要求更高,建设投资更多,是一个庞大的系统工程。加之国内一线城市的交通流量所限,较高的冷链物流成本让很多想进军该领域的企业望而却步。据业内人士推算,生鲜食品大多需要冷链配送,成本是普通常温配送的 130%,可能需要商家每单付出数十元的配送成本。

我国物流发展起步较晚,直到 20 世纪 80 年代才从日本引进了“物流”的概念,而冷链则是进入 21 世纪才得到重视。2001 年国家标准《物流术语》(GB/T 18354—2001)将冷链定义为“保持新鲜食品及冷冻食品等的品质,使其在从生产到消费的过程中,始终处于低温状态的配有专门设备的物流网络”。全国物流标准化技术委员会冷链物流分技术委

员会(简称“冷标委”)于2009年11月30日在北京揭牌成立。中国冷链物流最早致力于冷冻和冷藏服务,始建于20世纪60年代,当时的肉禽类和水产类产品需要满足市场的有序供应和淡旺季的调节,属于计划经济时期的产物。而到了20世纪90年代,中国开始实行市场经济,北、上、广等大城市相继出现了大型的连锁商业超市,它们对产品的保鲜需求有了更高的要求,从而进一步推动了冷藏链环节的进步。而相较于国外19世纪中期兴起的冷藏运输,发展时间的差距决定了我国冷链物流发展的态势——初期起步阶段。有数据显示,我国综合冷链流通率在19%左右,不足发达国家的1/5。因此,在我国冷链物流的发展过程中,国家出台一系列的政策规划,为冷链物流的发展提供了积极的产业环境和政策支持。综合来看,我国冷链物流发展历程可以大概分为以下三个阶段。

**第一阶段:**新中国成立后至改革开放初期,包括生鲜产品在内,我国生活和生产资料的运销绝大多数时间处于计划经济体制系统内。在新中国成立初期,大中城市的蔬菜水果主要由城市周边的农民就近运销,小城镇则主要依赖集贸市场。我国在当时实行高度集中的计划经济体制,流通体制与之配套,逐步建立了商业、粮食、供销合作、外贸等流通组织系统,生鲜产品的流通也纳入其中。随着城市人口的增加,蔬菜供不应求的矛盾日益突出,在一些大城市开始有国营商业、供销合作社经营蔬菜,改变了当时蔬菜基本由私营商人经营的状况。随着中国食品公司和中国蔬菜公司的相继成立,大中城市对果品、蔬菜采取了国营公司统购包销的政策,取消生产者的自产自销,关闭了城乡农贸市场。在这一阶段,生鲜商品流通体系由中央一级采购供应站、各省(地、市)的二级采购批发站和县级的商业机构组成。各级商业机构对生鲜产品包购包销;我国的商品供应按一、二、三级批发逐级调拨;商业批发企业根据各行政区的划分设置,全国商业流通主要依靠国营渠道。

这种流通结构决定了当时生鲜产品的收货方主要是各级批发企业,生鲜物流服务主要侧重干线运输整车发运和收货,生鲜产品的冷库也以储存为主。物流结构决定物流装备技术,冷链技术和装备主要依靠长途干线冷链运输车辆和大型储存型冷库。

**第二阶段:**改革开放初期直至2010年。我国经济经历了30多年的高速发展,城市人口和规模都迅速增长。随着我国改革开放的不断深入和经济体制的整体转型,我国的商品流通体制也打破了计划经济体制形成的一、二、三级批发的流通格局和计划调拨商品的供给模式,商品生产者开始自己选择销售对象,形成了渠道多样化、环节逐步减少的商品流通体制。同时随着商品流通领域政策的放开,大量的行业外资源进入商品流通领域,商品批发的中间商大量增加。

这个阶段在物流运作方面,随着城市化的发展和城镇化潮流,连锁零售和连锁餐饮等新型商业模式崛起,连锁零售门店和连锁餐馆成为生鲜产品的重要收货对象,这使得城市配送成为生鲜冷链物流服务的重要内容。生鲜产品的城市配送,要求把生鲜产品配送至连锁零售或连锁餐饮的门店。经销生鲜产品的城市经销商,其仓库不仅仅要承担存储型冷库的功能,更需要拥有配送中心的职能。这种生鲜物流服务决定了当时需要的冷链技术和装备主要是城市型冷链配送车辆,车型需要符合城市通行规则,一般拥有侧开门和尾板,以方便在城市门店装卸货。这个时期称得上真正意义上的现代食品冷藏链开始在中国出现和发展。

**第三阶段:**2010年至今,从发达国家的历史数据看,当人均GDP(国内生产总值)达到

4 000 美元的时候,冷链物流行业开始进入快速发展期,我国在 2010 年正式突破人均 GDP 4 000 美元大关,这一年也被称作我国的冷链元年。在这一阶段,以互联网为代表的信息技术革命带领我国经济进入一个全新的发展时期,电子商务作为全新的销售方式和销售渠道,带动了物流行业的爆炸式发展。由于在 2012 年众多电商和快递巨头开展生鲜产品的电商销售业务,因此这一年也被国内媒体称为“中国生鲜电商元年”。当年,电商巨头淘宝、京东、亚马逊纷纷推出生鲜电商销售频道,快递巨头顺丰速递旗下电商食品商城“顺丰优选”也正式宣布上线。生鲜电商竞争的背后是冷链物流服务能力的较量。

网络信息化的发展,使冷链物流进入一个全新的时期。2013 年,许多电商巨头宣布介入冷链物流,天猫、苏宁易购、京东、顺丰优选等企业纷纷斥巨资建设冷链物流。广大消费者只需要上网轻点鼠标,就可以获得自己需要的新鲜食品。冷链物流和信息技术的融合,冷链物流网络的发展,冷链物流技术的不断完善,直接推动了我国新鲜农产品和加工食品的跨地区流通与反季节销售,人们可消费的食品种类也变得多样化起来。近 10 年,我国冷链事业在政府、行业、下游企业各维度的合力推进下,有了较为长足的发展。

### (三) 冷链食品的发展历程简介

19 世纪上半叶,冷冻剂被发明出来,电冰箱开始出现,这时各种保鲜和冷冻食品开始进入市场及消费者家庭。到 20 世纪 30 年代,欧洲的食品冷链物流体系已经初步建立。20 世纪 50 年代,世界各地有了直接以商品形式出现的冷冻食品。

伯宰(Birdseye)于 1927 年和 1928 年分别申请了多板冷冻机和双皮带冷冻机的专利。1928 年,冷冻食品在美国诞生。1930 年,第一批冷冻食品开始公开发售。在第二次世界大战期间,罐头食品被送往海外供给士兵,美国政府鼓励国民购买冷冻食品。随着冻鱼条和电视餐的出现,冷冻食品成为美国的主要食品。在 1945 年至 1946 年之间,美国销售了 8 亿磅冷冻食品。

1942 年,美国冷冻食品的销售量已达 28.32 万 t,金额达 1.62 亿美元。1948—1958 年,美国 Arsdel 提出 T. T. T. 概念,制定了《冷冻食品制造法规》,冷冻食品实现了工业化生产。经过近百年的发展,美国冷冻食品年产量达 2 000 万 t,品种达 3 500 多个,人均年占有量 60kg 以上;欧洲冷冻食品年产量也有 1 000 万 t,品种达 2 500 多个,人均年占有量 30kg;而日本为 500 多万 t,品种 3 500 多个,人均年占有量 20kg。全球冷冻食品市场 1999 年为 804 亿美元,2000 年为 835 亿美元,2003 年达到 920 亿美元,2008 年为 1 148 亿美元,2013 年达到了 1 360 亿美元,2017 年达 1 601 亿美元。由此可见,冷冻食品在食品工业中的重要性。

但是,冷冻食品在我国只有近 50 年的历史。20 世纪八九十年代,我国冷冻食品行业处于萌芽期。国内开始出现冷冻食品,主要以初加工的肉制品为主。最初沿海城市大型罐头厂试产外销出口,采用冻藏间代替冻结间,且大部分工序采用人工操作。制冷能力有限,冻结时间大多在几小时,实际还是“慢冻食品”,生产发展十分缓慢。1973 年,北京、青岛、上海等冷冻食品厂从日本引进螺旋式冷冻机,开始了我国冷冻食品的实质性发展。最初只是冷冻肉制品、水产品、冷饮制品。

20 世纪 90 年代到 2004 年,是我国冷冻食品的快速发展期。1980 年后,设备和工艺

水平得到改进,行业加工工艺进步巨大,逐渐发展到冷链保鲜与鲜切果蔬、冷鲜肉及调理肉制品、冷冻面米及调制配餐食品、乳制品等。1992年,国内第一颗冷冻汤圆诞生。冷链食品逐渐成为我国食品工业的重要组成部分,占据全国食品市场的1/4以上。2013年冷冻食品规模以上企业销售收入达649.81亿元左右,行业增速达18%以上(食品平均13.87%),2014年715.39亿元,2015年879.91亿元。

2005年到2017年是我国冷冻食品的整合发展期。消费者对冷冻食品的需求日趋旺盛,并且变成日常消费;冷链的逐渐完善使得冷冻食品安全与健康更有保障;市场快速扩张并且进一步细分。中国的冷冻食品企业98%以上为民企和外企,市场要素非常鲜明。冷冻禽制品在2015年的销售额达到1159.69亿元。冷冻面米产量由2005年129万t扩增至2014年528万t,年均复合增速为16.96%,2013年冷冻面米制品行业的产值约为400亿元。中国冷冻面米制品行业发展势头较为迅猛。2017年我国冷冻面米食品行业需求量约618.5万t,同比2016年的569.1万t增长了8.68%。

2018年以后,我国冷冻食品行业进入高速发展期。消费者消费水平进一步提高,城镇化的不断推进,在各个产业链有突破性的进展,冷冻食品行业将会进入高速发展期,但是行业发展也会面临挑战。2018年,我国冷冻食品行业产量达1035万t,销售收入为960亿元,国内冷冻食品制造行业规模以上企业数量达到了461家,资产总额达到了628.83亿元,同比增长8.66%。据前瞻预计,到2024年,中国冷冻食品行业销售收入将突破1600亿元。目前国内冷冻米面行业,三全、思念、湾仔码头三大品牌通过改进生产工艺、创新产品种类脱颖而出,三者的市场占有率总和接近70%。三全自2013年成功收购龙凤之后,市场占有率跃升至34%,稳居同行业龙头地位。

### 三、冷链食品的产业现状及发展趋势

#### (一) 我国冷链食品概况

我国冷链食品起步于20世纪初,最初只是冷冻肉制品、水产品、冷饮制品。1980年后逐渐发展到冷链保鲜与鲜切果蔬、冷鲜肉及调理肉制品、速冻面米及调制配餐食品、乳制品等。2000年以后,人们饮食向方便快捷化、个性多元化、绿色安全化、健康营养化方向发展,不但要求食品种类多样、配送迅速,还要求新鲜、健康、安全、无污染,冷链食品成为人们追求的新热点,发展迅速。随着社会经济的发展和人们生活节奏的加快,人们对冷链食品的需求越来越大,冷链食品已成为我国农产品加工业和食品工业的重要组成部分,占据全国食品市场的25%~30%。冷链食品也是世界上发展最快的产业之一,在发达国家其市场销量已占全部食品的60%~70%。2015年,全国冷冻冷藏食品行业规模达8000亿元,其中,速冻米面销售额为879.91亿元,冷冻禽制品的销售额达到1159.69亿元,冰淇淋的产销量达到451.42万t,产值1123.16亿元。

#### (二) 我国食品发展形势与需求

“十三五”时期,我国对食品科技研发的支持力度明显增强,取得了一批重大科技成果,制定了一系列新标准,建设了一批创新基地,培育了一批优秀人才,组建了一批产业技

术创新联盟,食品科技创新能力不断增强,食品装备行业整体技术水平显著提高,食品安全保障能力稳步提升,有力支撑了食品产业持续健康发展,实现了食品产业科技创新发展大好局面。

### 1. 产业自主创新能力明显增强

我国食品产业科技发展迅速,产业自主创新能力明显增强,方便营养的谷物食品、果蔬制品及低温肉制品等一批关系国计民生、量大面广的大宗食品的产业化开发,大幅度提高了农产品的加工转化率和附加值。

### 2. 食品产业科技水平大幅提升

我国食品科技研发实力不断增强,基础研究水平显著提高,高新技术领域的研究开发能力与世界先进水平的整体差距明显缩小,在超高压杀菌、无菌灌装、自动化屠宰、在线品质监控和可降解食品包装材料等方面研究取得重大突破,开发了一批具有自主知识产权的核心技术与先进装备,食品物流从“静态保鲜”向“动态保鲜”转变,在快速预冷保鲜、气调包装保藏、适温冷链配送等方面取得了显著成效,有效支撑了新兴物流产业的快速发展。

### 3. 品质监控全程追溯,保障食品质量安全

我国食品产业在食品安全监测检测、风险评估、追溯预警、安全控制等方面取得了系列突破,全面加强了食品质量安全标准体系建设。食品加工制造与物流配送的全过程质量安全控制技术开发,成为国际食品安全科技领域的研发热点。食品品质变化新型评价和货架期预测,快速精确和标准化的食品质量安全检测,食源性致病微生物高通量精准鉴别与监控,简捷高效的溯源技术及全产业链的食品质量安全追溯体系构建等,成为保障食品安全的关键。

### 4. 不断突破前沿技术,培育食品新兴产业

食品生物加工、分子修饰、高效浓缩、质构重组、膜分离与冷杀菌及超低温液氮急冻等前沿技术不断突破,为食品生物工程开发和先进制造提供了新途径。依靠科技进步,全球食品产业向高品质、高技术、智能化和低碳化方向发展,并不断推出创新产品,持续打造和培育食品新兴产业。

### 5. 绿色加工、低碳制造保障产业持续发展

面对资源、能源及环境约束日益严峻的形势,传统的食品加工生产方式正经历深刻的变化。高效分离、物性修饰、超微粉碎、非热加工、组合干燥、蛋白工程、发酵工程、酶工程、细胞工程、基因工程和分子食品等现代食品绿色加工与低碳制造技术的创新发展,已成为跨国食品企业参与全球化市场扩张的核心竞争力和实现可持续发展的不竭驱动力。

### 6. 智能高效全程冷链实现物流保质减损

高效低碳制冷新技术、绿色防腐保鲜新方法、环境友好包装新材料、智能化信息处理与实时监控技术装备开发受到全球性的高度关注。构建“产地分级预冷—机械冷库储藏—冷藏车配送—批发站冷库转存—商场冷柜销售—家庭冰箱保存”的全程冷链物流体系,保障食品从“农田到餐桌”全程处于适宜环境条件,实现食品物流保质减损成为全球物流产业的共识。

### （三）中国食品产业未来发展目标

#### 1. 食品科技自主创新能力进一步提高

着力推进食品科技新方法建立、新技术突破、新装备配备、新标准支撑和新产品创新，显著增强食品科学基础研究和前沿技术研究的综合实力，取得引领产业发展、突破产业瓶颈的科技成果。食品科技研发水平和创新能力进一步接近世界先进水平，食品加工转化率和资源利用率大幅度提高，中华传统食品加工制造等领域达到世界领先水平。

#### 2. 食品科技创新驱动产业发展能力进一步增强

食品加工关键技术与装备制造水平显著提高，重点装备自给率大幅度提升。初步构建覆盖“从农田到餐桌”的现代食品物流技术与标准体系，食品物流损耗和能耗显著降低。食品全产业链质量安全检测技术和追溯技术取得突破，膳食营养干预的健康食品科技保障体系不断完善，提升全国居民健康水平，为推进健康中国建设提供坚实的科技支撑。

#### 3. 食品安全综合保障能力进一步提升

围绕全产业链危害风险的迁移转化、监测检测、追溯预警、过程控制等构建食品安全有效保障的科技创新体系，实现快速检测试剂与装备国产化率全面提升，风险因子筛查实现定向检测和非定向筛查的双突破，基于风险评估的食品安全标准科学性得到加强，大数据技术在食品安全智能化监管中广泛应用，全产业链食品安全风险控制能力进一步加强。

#### 4. 食品科技创新基础条件进一步完善

构建高水平的科技创新基地平台，建设一批国家重点实验室、国家食品安全检测与评价实验室、国家工程技术研究中心和食品产业科技创新中心等食品科技孵化和创新基地。培养一批食品科技领军人才与创新团队，积极推进国际交流与合作。

#### 5. 食品加工制造共性关键技术研究有新突破

重点突破高效分离、靶向萃取、分子修饰、质构重组、超微粉碎、组合干燥、新型杀菌、快速钝酶、低温浓缩、节能速冻、生物工程、绿色制造和综合利用等现代食品制造共性关键技术，提升中华传统食品和民族特色食品等新兴食品产业的标准化、连续化和工程化技术水平，开发方便美味、营养安全的新型健康食品。

#### 6. 成套装备研发及示范

开展高效处理、品质检测、在线监控、远程诊断和网络管理等装备制造研究，开发智能绿色食品制造系统设备、成套工程装备、环保型绿色包装材料与智能化包装机械，研发粮油、果蔬、薯类、畜（禽）产品、水产品综合加工及传统食品工业化专用成套装备。

#### 7. 冷链物流转型升级

围绕食品冷链物流核心工艺技术、物流包装与技术装备、全供应链智能化物流管理与产品质量安全溯源和标准系统、“互联网+电商”等现代食品物流产业技术需求，开展物流保质减损新工艺与新技术、包装新材料和新装备研发，构建基于信息技术的智能化物流管理平台、微环境智能化监控和品质质量及安全溯源技术体系。开展“互联网+电商”物流及其配套保质减损与包装新技术开发研究，集成相关技术装备，构建技术标准体系，开展规模化示范应用，全面提升我国食品冷链物流科技水平，促进食品物流产业转型升级。

#### （四）中国冷链食品产业的发展动力

##### 1. 市场需求强劲

我国是农产品生产与消费大国,但冷链生鲜食品的规模远低于世界发达国家。目前果蔬、肉类和水产品冷链流通率分别在 15%、25% 和 30% 左右,其冷藏运输率分别为 20%、40% 和 50% 左右,而欧、美、加、日等发达国家和地区的果蔬、水产冷链流通率均达到 95% 以上,肉禽则达到近 100%。未来 5~10 年,我国冷链食品的发展仍将保持 15%~20% 的增速。

##### 2. 民生迫切要求

(1) 我国经济快速发展、消费者收入持续增加,这为冷链食品的消费提供了良好的经济基础。

(2) 食品加工工艺、装备、杀菌、包装技术的改进以及从农田到餐桌的全程质量控制与溯源体系、全程冷链流通体系的建立和完善,为冷链食品的发展提供了技术保障。

(3) 我国城乡居民生活方式的改变、乡村小超市的壮大,以及微波炉、冰箱等家用电器的普及,为冷链食品跃升提供了环境基础。

(4) 社会主义新农村城镇化建设、餐饮及团餐原料的标准化与集中采购、冷链配送及终端市场的延伸,为冷链食品的高速发展提供了广阔的消费空间。

(5) 融合互联网信息化技术、大数据与云平台、现代冷链体系的生鲜电子商务的加速发展,为冷链食品的跨越发展提供了现实途径。

#### （五）中国冷链食品产业存在的问题

##### 1. 食品全产业链的安全控制水平有待提高

食以安为先,冷链食品产品种类多、工艺环节多、原料品种多、手工作业多、流通环节多,食品安全事件时有发生,暴露出我国冷链食品安全并不乐观,迫切需要建立起一套从原料到产品的质量控制、安全风险监测、评估、预警、应急与溯源体系以及快速检测体系。如原料非热减菌技术、生产过程中安全控制栅栏技术、快速高通量微生物检测技术、冷链流通安全保障溯源技术。

##### 2. 品质稳定性控制技术薄弱

现有食品质量波动和缺陷严重制约着行业的发展,如果蔬失水、馒头皱缩、肉类汁液流失、风味退化、质构老化等工业化特征明显,“家庭厨房”品质缺失。加强行业共性技术研究,有利于解决制约行业发展的瓶颈问题,促进产业层次的升级。

##### 3. 行业智能化工程技术水平亟待提高

中小型食品企业主要依靠手工作业、人海战术组织生产,其机械化水平低、劳动效率低、产品质量稳定性差、食品安全控制困难,亟待推进行业机械化、自动化、智能化技术研究,促进产业装备升级。

##### 4. 新技术研发、应用和推广滞后

冷链食品加工新型技术的应用滞后,新型冷链技术应用不足,新型节能冷冻技术,如真空预冷技术,电位水减菌技术,深层冻结技术,液氮、液化二氧化碳冻结技术,裸冻技术,

冰点冻结,分段冻结等,应用缓慢。

#### 5. 创新能力弱,产品同质化严重

绝大多数速冻食品企业研发投入占销售额的比例不足1%,新产品研发不足、传统特色食品现代化工业化程度不够,速冻面、米食品产品主要集中在饺子、汤圆、面点、粽子等几个大类,市场规模大的革命性新产品、突破性新产品暂时还没有出现。

#### 6. 冷链储运流通(物流)体系滞后

虽然冷链食品行业的冷链已基本覆盖从生产到流通销售各个环节,但从食品整体冷链体系而言,我国食品冷链还未形成从农田到餐桌的完整体系,无论是从我国经济发展的消费内需来看,还是与发达国家相比,我国冷链储运流通(物流)体系均处于落后阶段。

#### 7. 冷链基础设施落后

目前我国缺乏冷链食品标准,企业执行力度差,冷链理念薄弱,食品安全意识还不够强。谈及食品安全,现在更多是强调生产环节以及终端零售和餐饮,但冷链物流与配送安全一直是被忽略的。我国食品冷链流通不完善,导致产品销售半径有限、适宜货架期短、品质保证与安全等风险较大。

### (六) 我国冷链食品新技术与创新

以传统食品工业化自主创新为重点,加强国际合作与交流,引进国际前沿技术研究,加强食品装备自动化、智能化、信息化融合,开发新型安全、方便、营养、健康的冷链食品,重点发展速冻面、米及调制食品,大力发展低温畜禽肉制品和乳制品食品,强化冷链果蔬食品,积极拓展冷鲜团膳食品、可微波套餐食品、有机食品等方便快捷的冷链食品等。

我国冷链食品的新技术与创新体现在以下几方面。

#### 1. 冷链食品调理新工艺技术

液氮喷淋深冷速冻技术、阻抗重结晶技术、微胶囊风味保真技术、速冻馄饨真空和面技术、速冻馄饨快速均匀复热技术、生物酶制剂、复合胶体对速冻馄饨皮的耐煮性、真空油炸技术、速冻春卷复热保脆技术、油炸后剩余油的澄清循环利用技术。

#### 2. 冷链食品产品质量评价技术

通过感官评价与物性测定、人体生理反应与食用心理学等基础研究,逐步建立了以物性检测为主的速冻调理食品客观评价体系。

#### 3. 冷链食品品质提升工程化技术

(1) 冷链食品品质劣化控制技术。冷链过程中水分物态变化及重结晶控制,减少对皮、馅质构的破坏、汁液流失造成的营养损失。

(2) 冷链食品风味变化控制技术。利用配料加工优化技术控制风味裂变,天然风味提取物对产品的风味稳定和增味技术。

#### 4. 冷链食品安全控制工程化技术研究

(1) 开展金黄色葡萄球菌、沙门氏菌等多种有害微生物高通量检测技术研究。

(2) 开发冷链食品品质实时跟踪、监控预警与溯源工程技术。

(3) 开发冷链食品原料、接触物和包装材料有害物质检测控制工程技术。

### 5. 传统食品工程化装备研发与推广

开发速冻面点连续醒发工程技术与装备,开发速冻水饺自动化包装系统,开发速冻粽子、馄饨自动化成型生产技术与装备,开发食品生产在线机器人应用技术。

### 6. 新技术研发及推广

真空预冷技术、电位水减菌技术、深层冻结技术、液态冻结技术、裸冻技术、冰点冻结、分段冻结。

### 7. 冷链食品新产品开发

开发传统、特色食品菜肴工业化关键生产技术。提升现有主导产品的品质,开发突破性创新产品。开发可微波方便食品、有机食品及产业化示范。开发团膳套餐食品,满足社会快节奏生活需求。

### 8. 冷链流通过程控制技术

智能温度计与冷藏车载 GPS(全球定位系统),RFID(射频识别)监测技术,实时监控和预警,品质可视化实时表征技术。建立冷链物流、低温配送标准体系,构建生产、仓储、运输、加工、集采、交易、配送一体化可追溯温控冷链体系。

## (七) 我国冷链食品行业发展趋势

### 1. 消费升级带动行业发展

我国人口城镇化进程进一步加快,促进消费者购买力提高。截至 2018 年末,我国的城镇化率已经达到 59.58%。未来 15 年,中国将有 2.8 亿人口从农村进入城市。在中国,城市人口的人均收入大约是农村人口人均收入的 3 倍,城市化进程将因此大幅提高全国人均收入水平,为总体消费者购买力提供巨大的助推力。随着人们生活水平的不断提高和生活节奏的加快,消费者对营养价值高、食用便利、安全卫生的速冻食品的需求越来越大。根据亚洲国家发展速冻食品的经验,人均年收入 1 500 美元是消费速冻食品的临界点。它意味着只有达到这样的收入水平,国民才会对消费速冻食品有更多的需求。据国家统计局数据显示,2018 年我国居民人均可支配收入为 2.8 万元人民币,远远超过 1 500 美元的速冻食品消费临界点,伴随着我国国民经济的持续快速增长,主要消费群体阶层发展壮大,我国消费者购买能力大大提高,速冻食品行业在我国已经进入快速发展期。

### 2. 速冻食品行业的发展机遇

速冻技术的出现,延长了食品的保质期,速冻食品风靡食品市场,成为食品行业不可忽视的一股力量。随着现代社会城镇化水平的不断提高、家庭规模的进一步缩小,以及生活节奏的加快,越来越多的消费者选择将速冻食品纳入日常饮食的一部分。虽然近些年我国速冻食品行业发展速度快,但我国速冻食品行业起步较发达国家晚,目前我国人均年消费量不足 10 kg,与美国、日本等发达国家相比,仍存在一定的差距。而且速冻食品行业尚未形成较为清晰的市场格局,行业内缺乏较为明确的全国品牌,区域性特征明显。

### 3. 行业市场空间日趋扩大

随着中国经济的不断发展,居民的生活消费水平不断提升,加之城镇化进程的推进,社会分工细化,生活节奏日益加快,速冻食品被越来越多的人接受并成为日常饮食的一部

分,我国对速冻食品的消费需求将逐渐与发达国家靠拢。

#### 4. 行业日益规范

我国速冻食品行业发展初期管理的不规范,也导致各类产品质量参差不齐,问题食品时有发生,严重影响整个行业的健康发展。随着行业的日益成熟,《速冻面米食品》(SB/T 10412—2007)、《速冻调制食品》(SB/T 10379—2012)、《食品安全国家标准速冻面米制品》(GB 19295—2011)等国家标准、行业标准和各类规范陆续出台,提高了速冻食品的市场准入门槛,有效阻挡了劣质食品进入市场。《中华人民共和国食品安全法》的实施,使人们能够在法律框架内解决食品安全问题,对速冻食品企业在产品加工、销售中的质量安全提出了更高的要求,也提高了速冻食品行业运行的整体水平。

#### 5. 市场竞争趋势

从发达国家速冻食品行业发展进程来看,行业竞争最终将呈现资源向大企业集中的趋势。由于食品安全直接关乎居民的身体健康,政府部门对于生产企业的监管和社会舆论监督日益严格,小企业将因为不达标以及缺乏有影响力的品牌而逐渐被市场淘汰。此外,消费者在选择速冻食品时虽然主要出于便利性的考虑,但是其对于口感和口味的要求并未因此而降低,这就要求企业不断进行研发,在提升产品口感的同时不断推出新品种,以迎合消费者的喜好。大企业由于具备产品质量好、品种多样化、管理规范的优势,在行业中的竞争优势将不断强化,市场份额将日趋集中。

#### 6. 生产技术水平不断提升

随着行业的不断发展,我国速冻食品的生产技术水平将不断提升。早期的速冻食品生产以手工小作坊为主,生产效率低且安全卫生得不到保证。随着行业技术的不断发展,各种机器设备的先进程度不断加深,行业自动化水平将不断提高,使全行业的生产效率得到快速提升,产品质量安全也更加可控。随着速冻产品的普及化,速冻技术还将向提高速冻食品的口感及营养价值的方向发展。