

第一章 食品、食品包装和包装食品

当今世界,人类面临着人口、营养、能源、环境的四大挑战。我国是世界上人口最多的国家,加强对营养问题的研究,无疑有更大意义。而食品加工和包装技术与食品营养和卫生有密切的关系。

民以食为天,食品如何在储存、运输、加工、销售过程中保持新鲜,防止变质,减少损失是人们一直关心和研究的问题。

综观食品生产过程,主要包括原料处理、中间加工、产品包装三个基本环节。在当今商品竞争日趋激烈的时代,食品包装已成为食品生产中重要的环节。食品包装的材料、包装技术和方法的不断发展和完善,使食品包装发展成为独立于食品工艺学的一门专门学科,且日益显现出重要性。

1.1 食物

食物是人体生长发育、更新细胞、修补组织、调节机理必不可少的营养物质,也是产生热量保持体温、进行体力活动的能量来源。所以,食物是人体营养必需品,没有食物,人类就不能生存。

为了满足人体营养需求,食物应含有足量的蛋白质,能为人体提供必需的氨基酸,并含有足量的易消化的有机物。能为人体提供热量,还含有适量的维生素以及无机盐类,以满足人体生理的需求。

1.2 食品

人类的食物,除少数物质如盐外,几乎全部来自动植物。人类

主要是通过种植、饲养、捕捞、狩猎来获得食物。这些食物原料易于腐败，需要进一步加工处理，才便于保藏和运输。

为了适应人们的饮食习惯和爱好，以及满足各种特殊需要，食品工厂还利用各种动植物性食物为原料，经过不同的配制和各种加工处理，形成形态、风味、营养价值各不相同的花色繁多的加工品。

经过加工制作的食物统称为食品。食品既可以按照保藏方法的不同，又可以按照原料种类的不同进行分类。前者如罐头、食品、冷冻食品等，后者如果蔬制品、水产制品等。随着科学技术的日益发展，人民生活的不断提高，不断出现了新的食品类型，如方便食品、仿制食品或模拟食品和疗效食品等。

食品种类虽然很多，但作为商品应符合下述各项要求：

(1) 外观：包括色泽和形态。食品不仅应当保持应有的色泽和形态，还必须具有整齐美观的特点。

(2) 风味：即为食品的香气和味感。食品中的香气系挥发性物质，在食品热加工过程中极易挥发而使食品失去香气。

(3) 营养和易消化性。这是人们对食品最重要的要求。

(4) 卫生和安全性。

(5) 方便性。

(6) 贮运耐藏性。

1.3 食品包装与包装食品

1.3.1 包装

日本工业标准规格 (JIS) JISZ1010: Packaging 是指在运输和保管物品时，为了保护其价值及现有状态，使用适当的材料、容器和包装技术包裹起来的状态（形成过程及结果）。包装也叫定型包

装。

包装分为单个包装、内包装及外包装之类。

G2BH122—83 包装为在流通过程中保护商品、方便贮运、促进销售，按一定的技术方法而采用的容器、材料和辅助物品等的总称，也指为了达到上述目的而采用容器、材料和辅助物的过程中施加一定技术方法等的操作活动。

1.3.2 食品包装

采用适当材料、容器和包装技术把食品包裹起来，以便食品在运输和贮藏中保持其价值和现有状态。食品包装也可分成单个包装、内包装和外包装之类。

食品包装中常用包装容器和包装材料两个名词，其实两者是有区别的。包装容器一般指缸、罐、桶以及带盖木桶等器具。包装材料从广义上讲指用于包装食品的一切材料，有时也包括容器，但从狭义上讲则指包装食品用的塑料薄膜、纸、铝箔等。

1.3.3 包装食品可分为新鲜食品和加工食品两类。

随着食品包装的迅速发展，不断出现新型包装食品，而且随着食品制造方法、杀菌方法和流通方法的逐渐完善，包装食品的包装方法、销售方法也有了新的变化。这些包装食品在食品制造工序、包装工序中均采用了新技术如快速冷冻、加热杀菌、真空充气、脱氧剂、冷冻干燥、喷雾干燥、添加剂与粉末化、无菌化等。

如典型的无菌包装食品是杀菌技术和无菌包装技术以及与无菌材料技术相结合的产物。

1.3.4 食品包装的目的

保证食品的质量和安全性，为用户使用提供方便；突出商品包装外表及标志，以提高商品的价值。其中，防止食品变质，保证食

品质量乃是食品包装的最重要的目的。

1.3.5 食品包装的历史和发展前景

(1)食品包装发展简史

人类文化的发祥地埃及、美索不达米亚、印度、中国等国家 有史以来就开始制造和贮藏食品。从许多文史资料中知道，公元前 1400 年左右，埃及就已用带细裂纹的陶瓷罐作为制造啤酒的容器。公元前 1000 年左右，希腊开始大量生产啤酒并出口。葡萄酒的最初产地是美索不达米亚，当时制造葡萄酒所用的容器是木桶，而在产地消费时用山羊皮或猪皮作为包装容器。干酪也是一种古老的食物 据传说在公元前 775—750 年左右，罗马人已经能制造出干酪，而且还能制作类似凝乳酶型的干酪。这种干酪在日本平安时代从中国传到日本。当时还开始用绵羊肚做袋子盛装牛乳。

日本的食物包装史也很悠久，从很多的贝（原始人吃过的贝壳堆积起来的贝丘）中 发掘出绳文时代 公元前 6000 - 300 年 的陶器，这些陶器是用于食物的加热或运输的。另外，当时用于包装食物的材料还有树叶、竹皮、竹筒、皮革和葫芦等。

弥生时代（公元前 300 - 公元 300 年前后）由于盛行种植水稻 编制了大量草袋、草绳、草席等 这些草编物大部分用于粮食的贮藏和运输。当时，酒的贮藏是用高温窑烧制的须惠陶器罐（日本从古坟时代后期到奈良、平安时代大量生产的一种素陶器，主要做食物祭器用 贮藏的。

从奈良到平安时代，所使用的食物容器有陶器罐和用树皮或常春藤编的篮子等。当时作为携带粮食用的包装材料竹皮很受重视。还有皮革袋和木桶多用为液体包装容器。据日本书纪（日本最古的正史）记载，当时鲜鱼的包装常用稻秸编的草袋子。

近代的食品包装是从瓶装和金属罐装罐头的发明开始的，很早以前就有人开始对此进行研究。 1765 年意大利人阿贝斯巴兰

查尼进行了罐头保存技术的研究，其后在 1804 年法国人尼古拉阿培尔成功地研制出密封瓶罐头食品的制作工艺。

金属罐头是在 1810 年由英国人皮塔姆兰发明的，并首先被拿破仑采用作为军用食品。1812 年美国开始生产金属罐装罐头，1871 年日本在长崎开始制造金属罐装罐头。

继金属罐装罐头食品之后，划时代的包装食品——蒸煮袋食品（后称软罐头）问世。1940 年美国开始对此进行研究。1956 年伊利诺大学的 Nelson 和 Seinberg 以包括聚酯薄膜在内的 9 种包装材料进行了试验，从而发现了用于蒸煮食品的最佳包装材料。从 1958 年开始美国陆军 Natick 研究所和 Swift 研究所试制了蒸煮食品。1977 年美国食品与药品管理局（FDA）、美国农业部（VSDA）批准生产部分蒸煮食品，从而使蒸煮食品进入生产和销售阶段。日本的蒸煮食品历史尚短。1968 年才开始生产蒸煮袋装咖喱饭，1970 年和 1972 年相继生产蒸煮袋装米饭和汉堡牛肉饼。1977 年厚生省对蒸煮食品制定了容器包装加热加压食品的定义及制造标准。

随着罐头和蒸煮食品的出现，食品包装技术迅速发展。勿庸讳言，食品包装技术的进步，是同食品包装材料和食品包装机械的开发研究所取得的成就分不开的。

1945 年以前，食品包装多以罐、瓶、纸制容器和木质容器为主，还使用一部分玻璃纸和硫酸纸。1950 年前后开始研究塑料薄膜食品包装材料。1954 年日本试制用偏氯乙烯薄膜包装鱼肉、腊肉，取得成功。其后由于聚乙烯薄膜制造国产化，成功地研制了玻璃纸和聚乙烯复合薄膜，并有了由各种薄膜组合层压的复合薄膜。随着复合薄膜生产技术的不断提高，又出现了共挤出多层复合薄膜。从此，这些薄膜成为食品包装材料的主流。

另一方面，由于食品包装机械的飞速发展，成功地研制出真空包装机、充气包装机以及热封包装机。与此同时，随着食品的包装

方法和贮藏方法的不断改进，食品包装已逐渐形成自动化体系。食品包装机与计量机、检测机以及捆包机等配套组装成为食品包装系统，广泛用于食品加工。这些食品包装系统又同微型电子计算机和传感器组装配套，因而在食品包装上已完全实现了包装自动化、无人操纵化。

食品是为了提供营养素而生产、加工和消费的。在加工过程中发生的营养价值的任何形式的降解都是值得注意的，因为它影响到食品所要达到的主要目的。显然，当食品变质到不能被消费者所接受时，就失去了全部营养价值。消费者能觉察到的食品质量上的不同程度的降解，总是伴随着营养价值的相应的降解。食品加工的目的主要是延缓这种降解，使食品更加容易被消费者接受，以及使营养素可以更好地被利用吸收。食品包装是食品加工中的重要组成部分。

所有食品加工的操作方式都可理解为食品的位置、温度、成分、结构以及接触辐射能等因素的改变。这些都是现代食品工艺学家和工程师们为了使食品适合于工业化和城市化社会食品供应系统的要求而巧妙处置的主要因素。任何一种食品加工方法都可使用一种或联合使用几种因素。构成食品中所发生变化的热力学的基本机制和定律都是同样地影响每一种物理化学变化的基本机制。食品往往包含有深刻地使人容易感动的作用，不同的个人和集团还会对食品有不同的理解，如印度教徒对牛肉及牛肉制品的态度。这种事实决不会改变那些物理化学定律，它迫使我们具有设计、开发和提供安全的富含营养的食品的能力。

食品是极其复杂的生物学系统。当我们检查到现代技术的社会中与食品加工有关联的技术问题时，食品生物学系统的复杂性就变得很明显了。食品在加工过程中和加工以后，如果将食品放置于环境中，食品就会处在与其外部环境不平衡的状态中，或者当暴露在环境中时很容易被降解。食品包装的作用就是要控制食品

与其环境之间的平衡，使食品在到达消费者手中之前能提高或者至少不降低其质量，从而保持其营养价值。食品包装与食品供应系统其他要素之间的关系如图所示。

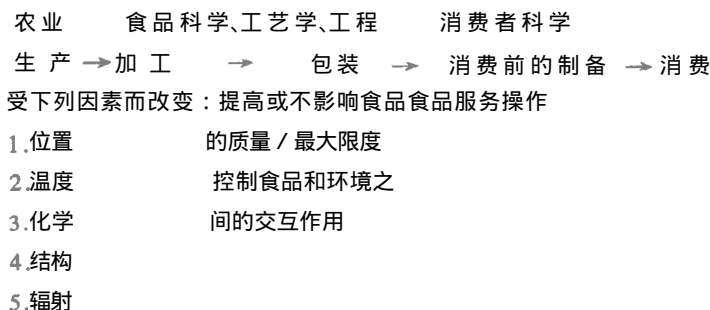


图 1-1 现代社会中食品供应系统的图示

理想的食品包装应该有益于或者至少无害于它与食品之间的相互作用。同时，这种包装应该最大限度地控制食品同其环境的所有成分之间的平衡，以提高食品的质量，或至少能防止其变质。因此，可以认为，根据包装材料在食品和环境之间起隔绝作用的程度可以判断食品包装在提高或保护食品质量（尤其是营养价值）上的成败。

(2) 食品包装的前景

充足的食物供应系统是任何一种现代化的工业化社会所必须的组成部分。在当今的世界上，食品系统是城市文化中不可缺少的生活供应系统之一。如果没有以科学的农业、食品科学、食品工艺学、食品工程和消费者科学的原理为基础的现代化食品供应系统，就无法养活全世界的人口。食品装工艺学和食品工程是现代食品供应系统所必须的辅助成分。因此，食品包装的进步是近代工艺学的一部成功的记录，它提供了数量更多、质量更好、更加方便，为正在日益增加的和远离食品生产原料基地的世界人口更能

接受的食物。

当今的美国每 4 个人中约有 3 个人住在城市而 1790 年时，每 100 人中不到 3 人住在城市。现在绝大多数的美国人消费的膳食是由许多种食品所组成的，其中有许多食品通常要运输数百甚至数千公里才能到达消费者手中。美国的超级市场一年中出售的食品约有 8000 种，而在上世纪末和本世纪初，城市商店中大约只有 100 种食品。这些食品中每种都需要包装，这种包装是单独设计的，以满足保存该食品的需要。

现在的航海家所能吃到的食品同早期从欧洲到美洲的移民在他们横渡大西洋时带的食物相比（表 1-1）在食品包装和运输上已经取得了很大的进步。19 世纪前的欧洲，一般人常年能吃到的蔬菜品种与今天能普遍享受到的品种相比是极其有限的。

表 1-1 在近代历史上先进社会所享用的食品品种

1620 年在航行到美洲去的 <i>May flower</i> 号上所能享用的食品	在 18 世纪冬季欧洲的平民所能享用的食品
饼干	甜 菜
培根	圆白菜
薄脆饼干	胡萝卜
干制的熏鱼	韭 葱
干豆	小扁豆
燕麦粉	洋 葱
	防 风
	四季萝卜
	芜 菁

对于现代城市中的消费者来说，理解在现代包装的食品中所发生的食品质量的部分降解，与现代化食品加工和包装出现之前所受到的较大损失相比是很小的。不幸的是，在那些还没有采用现代食品加工技术的地区，食品的大量损失仍在继续。没有现代食品包装，现代的工业化社会所依赖的食品供应系统就不可能存在。虽然如此，随着食品分配系统的技术趋于复杂化，现代社会的

要求在不断增长，消费者比较不受约束的期望和权利在继续增长。消费者对这种正在扩大的服务付出代价之一便是他们正在越来越依赖于技术，而采用的技术正在加速变得复杂化，因此，消费者难于完全理解它。

人类食品供应的历史是一部变化的编年史，其中充满着引人注目的变动。饮食上的这种历史性的变化在生物学效果上可能至少相等于从现代食品工艺学和工程学所产生的变化。旅游者可以经常目睹到不同的地方在烹调的食物上某些变化的残余。

史前的人采集和猎取四季变化的不同食品。迁居使这种变化不定的食品供应更加变化无常。在当时的情况下，农业和畜牧业的兴起是一场饮食革命，至少相当于近代历史上采用现代技术而发生的变化。商业贸易的扩大以及“新大陆”、亚洲和太平洋等被西方人“发现”，激发了居住在欧洲的人饮食革命的成功。例如，500年前美洲印第安人只进食马铃薯、玉米、番茄、利马豆、菜豆、鳄梨、菠萝、花生、红椒、青椒、香子兰豆和巧克力等食品。

面包是人类食品加工变革的一个实例。面包也是人类最古老的加工食品之一。面包及有关的烘烤制品构成世界许多地区的主食品。然而各地的面包种类却完全不同。这种变化是在人类食品供应的加工和配方上对技术变动好恶程度的量度。

从供应探险队的食品和军粮给养可以进一步看出一个社会在提供食品的能力上已经发生的变化。这种食品系统总是提供当时社会中的技术水平所能提供的最佳食品。

19世纪和20世纪早期的探险家所用的食品主要限于罐头食品和其他耐贮存的干制食品。如果将这种早期探险家的食物与首次登上月球的美国宇航员的平衡膳食相比（表1-2）即可明显地看出在食品加工技术（特别是包装）上所出现的革命。美国宇航员所用的典型的食品包装是一种透明的、不透水气、不会破损的袋子。这种包装装有弹簧加压的单向阀，可以注水以供长期贮存的冷冻干燥食品复水之用。此包装设计成“碗”形，割开后，宇航员可以很方便地用标准餐用叉和匙取食复水后的食品。这种“碗”的包

装还带有一粒含有杀菌剂的药片，食品吃掉后，将药片放入碗中，因此该包装还可装入“在微生物学上”稳定的食品废料起着一种环境污染控制装置的作用。

表 1-2 阿波罗 14 指令长的菜单(第 1~5 天)

天数	早餐		午餐		正餐		热值 /天
	食品	种类 ^①	食品	种类 ^①	食品	种类 ^①	
1 和 5 ^②	梨	RSB	鸡肉米饭	RSB	奶油番茄汤	RSB	1748
	炒鸡蛋	RSB	调味苹果酱	RSB	肉汁通心粉	RSB	
	培根肉丁(8)	IM	巧克力	IM	柚子夹味芳香食物	RSB	
	葡萄柚饮料	RD	橙-葡萄柚饮料	RD	干酪压缩饼干(4)	D	
2	黑咖啡	RD			葡萄柚饮料	RD	2272
	什锦水果	RSB	浇卤火鸡	T	奶油番茄汤	RSB	
	香肠饼	RSB	蔓越桔和橙混合酱	RSB	法兰克福香肠	T	
	加香水果谷物	RSB	罐头水果		香蕉布丁	RSB	
3	橙饮料	RD	菠萝果料蛋糕	IM	巧克力小方饼(4)	IM	2157
	黑咖啡	RD	葡萄混合饮料	RD	菠萝-橙汁	RD	
	桃	T	豌豆汤	RSB	龙虾酱浓汤	RSB	
	炒鸡蛋	RSB	面包片(2) ^③	NS	炖牛肉	RSB	
4	培根肉丁(8)	IM	涂抹夹心面包 ^④	T	牛肉夹心面包(4)	D	2098
	葡萄柚饮料	RD	咸味奶油布丁	RSB	卡拉麦尔糖果	IM	
	黑咖啡	RD	葡萄柚饮料	RD	橙-葡萄柚饮料	RD	
	混合水果	T	大米汤仔鸡	RSB	卤牛肉	T	
	加拿大培根肉丁(8)等蔬菜	RSB	调味汁肉丸子	T	仔鸡蔬菜	RSB	
	玉米片	RSB	柠檬布丁	T	巧克力布丁	RSB	
	菠萝葡萄柚饮料	RD	全麦粉压缩饼干(4)	D	蔓越桔夹心饼干(4)	D	
	黑咖啡	RD	葡萄果汁混合饮料	RD	葡萄柚饮料	RD	

定义：RSB=可复水的带匙碗；RD=可复水的饮料；IM=中湿；D=脱水的；T=恒温的；NS=自然状态。

② 正餐是在第 1 天吃的，早餐是在第 5 天吃的。

干酪、黑麦粉或精白粉面包。

鸡肉、火腿、鱿鱼色拉、切达干酪涂抹酱、花生酱、果冻。

从供给战务、巡逻和长途行军用的军用食品上可以看到类似的革新(表 1-3)。在保存和包装食品的能力上，这种给人深刻印象的进展是对近代食品包装技术的一项贡献。如果没有包装容器

上提供的保护层，食品在到达消费者手中时就会失去其原有的质量，这种质量包括食品的营养价值及其装饰性的和感官上的特性。

表 1-3 美国军用口粮中成分的演变

1775 年的陆军	
面包（或面粉）16oz（盎司）	豌豆或大豆 3Ukpt/每周（品脱/周）
肉、牛肉 12oz 或	牛乳 1Ukpt
猪肉 12oz 或	大米 1/2Dkpt 或
咸鱼 16oz	玉米粉 1pt/周
	啤酒或苹果酒，1Uk（夸特）
1846 年在得克萨斯西部南部的美军	
牛肉 20oz 或猪肉 12oz	咖啡（约 1oz）
面包或面粉 18oz	糖（约 1oz）
马铃薯或苹果干	
1864 年美军野外口粮	
面包 22oz	糖
肉 16oz（新鲜或咸牛肉，	咖啡
或咸猪肉）	盐、胡椒、醋
第一次世界大战时美军战壕口粮	
肉类罐头 烤牛肉 咸牛肉、鲑鱼、沙丁鱼	
盐、糖、咖啡	
1945 年美军单人口粮（C-4）	
300 × 308 型罐头的肉类	
猪肉香肠饼（带汁）	黄豆猪肉
法兰克福香肠和大豆	火腿和利马豆
鸡肉蔬菜	咸牛肉
肉烧黄豆	肉丝面条
炖牛肉	肉意大利细面条
第一次世界大战时美军战壕口粮	
汉堡煎肉饼（带汁）	火腿蛋（加马铃薯）
300 × 200 型罐头装的水果	
樱桃	梨
桃	杏
菠萝	什锦水果

注：1oz = 28.3g 1Ukpt = 0.568dm³； 1Ukqt = 1.136dm³

在没有广泛采用现代包装和食品加工技术的那些国家，由于不适当的包装而遭受损失的食品合计占粮食产量的 5% ~ 10%，高的甚至达到 20% ~ 40%。10% 的粮食意味着每年损失 5 千万吨谷物。在热带地区的非洲国家，贮存的玉米、大豆和其他豆科植物经常损失达 50% 易腐的水果和蔬菜损失 30% ~ 40% 也是常有的事。

现在食品包装并不是完美无缺的，因为即使采用当前最精湛的技术包装的食品，其质量还会发生降解。有许多降解现象不是因包装而影响的变质反应，是于即使在不透气的容器内仍会发生的化学和物理的降解反应。

一般说来，当食品受到氧化、光照、加热以及 pH 的改变使食品营养价值产生降解，包装的作用大多能保护食品免受因氧化和光线的作用而引起的变化。对光线敏感的营养素包括维生素 C、维生素 B₁、维生素 B₂、组氨酸、色氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸和含硫氨基酸类。对氧化作用敏感的营养素有饱和和脂肪酸类、生育酚、维生素 C、维生素 B₁ 和氨基酸类。最近已经发表了详尽的文献综述，介绍了食品包装和营养素的稳定性之间的相互关系，综述中还提及了包装对各种食品中营养素保存作用的影响。

食品包装在工艺上已经取得了重大成就，成功的基本原理主要来自作为包装隔绝层特性函数的食品质量和营养素的降解动力学和降解机制得到了科学的阐明。在食品降解和包装参数之间利用这些复杂关系的最精采的方法正成为食品包装发展的重点。

食品包装和营养素之间的反应极其复杂。直至最近，某种包装系统的效果或者是通过长期贮藏试验得出的，或者是根据经验预告的。这种方法常常用在不需要防护的包装上，那种过分的保护会造成不必要的经济损失，严重地限制了包装的使用，还造成包装人力、物力上的浪费。这会转嫁给消费者较高的费用，给环境带来更多的污染问题。此外，这些方法总是排除贯彻食品包装系直

统新概念所需的灵活性。

食品的长期贮存试验从二次世界大战时就开始使用，美国国防部至今仍采用这种方法。但是，除非在特定试验中，否则食品与条件的关系难于确定。将这些初步结果应用到其他系统去也会受到知情的工艺学家、科学家和工程师的反对，因为在这个问题上的因素是很复杂的 这就会对改变食品包装支持 保守的 观点。

最近对这种复杂的系统用计算机运算的数学模式的进展及其在工程上的应用已经引起了研究人员的兴趣，人们正在探讨在食品包装设计领域内采用这种技术的可能性。最近已对这个课题发表了一些观点。这些资料可以为保存或提高某种营养素的食品包装设计提供基础。

这种数学模式方法的一个简单实例可以通过预告在包装的食品与环境之间的相互反应来加以说明，现假设 5 种关系来探讨这个问题：

首先 决定质量 (Q) 的食品特性取决于食品的原始条件 (Q_0) 以及能在所经历的时间 (t) 内改变这些特性的反应。这些反应又取决于包装的内部环境，如相对湿度 (RH)、氧的分压 (PO_2) 和温度 (T)。根据假设， Q 变化的机制可以准确地用一个数学函数来表示 即

$$\frac{dQ}{dt} = f(RH, PO_2, T, \dots)$$

其次， Q 能接受的最大变化可以通过同消费者的认可，或食品的安全性标准有关联的客观的分析试验法加以鉴定。这对取代离散的、客观的、分析试验数据及其与消费者的愿望的关系是很必要的。

第三，在包装内的各种成分取决于：(1) 食品的性质；(2) 包装隔绝层的特性；(3) 外部环境。可以设想，环境参数的变化是同食品 and 包装的特性有关联的，例如：

$$A_w = f(A_{w_0}, t, RH, K_1, \dots, K_m, T, \dots)$$

式中, A_w = 食品在给定时间下的水分活度, A_{w_0} 为初始 A_w , K_1, \dots, K_m = 表示食品和包装材料吸附和扩散特性的常数, T = 温度。

第四, 包装材料的隔绝性与内部环境和外部环境都有关。

第五 根据前面 4 种假设列出的各种方程式能够联列起来并求出解, 从中可以得出预告的贮存时间, 或者对给定的贮存条件能够提出所需的包装特性。

作为一个简单的实例, 将油炸马铃薯片作贮藏试验, 可以列举出上述假设应用到包装内部所发生的变化分析上。在此情况下, 该系统即可用减少到只有三个方程式的图式表示。这个实例连同其数值的解法一起, 已在最近的论文上发表。在使用计算机解题时, 这些方程式会预告随着下列境况而发生变化:

包装内的氧气压力;

以产品的单位重量所消耗的氧气量表示的氧气程度 (E) 和能容忍的氧化的最大程度 (E_{\max});

③包装内部相对平衡湿度 (RH) 和产品可容许的最大 RH (RH_{\max})。

这些变量是相互关系的, 因为氧化的速度取决于包装内部的氧气压力和相对平衡湿度。现已发现对上述变量以无因次形式考虑更为方便。用这种办法, 氧化的程度可能用能容许的最大氧化水平的分数 (E/E_{\max}) 来表示, 油炸马铃薯片的相对平衡湿度 (RH) 可以用能容许的最大相对湿度的分数 RH/RH_{\max} 来表示。

一包油炸马铃薯片在氧化作用或相对湿度的比值达到一致时即认为其有效贮藏期已终止。因此, 氧气和水蒸气的透过性能够使 E/E_{\max} 和 RH/RH_{\max} 同时达到一致的那种包装, 被认为是最佳条件 (可以经历最长的贮藏期)。

只有对特定的条件才能计算出这种假设的最优化, 这些条件

包括包装中的初始环境、产品的重量、贮藏条件、薄膜面积和薄膜厚度。最完善的数学方法并不容易，因为各变量之间存在着复杂的相互关系。解决这类问题的共同方法是所谓“急剧升降法”（steepest descent method），但是更为满意的方法是连续校正法。计算机模拟的最大优点是它可以迅速估价产品或包装条件的变化所产生的影响，而不必求助于复杂的贮存试验。

1975年，美国总统办公室的科技政策办公室（OSTP）中设立了两个咨询小组，专门准备美国关键性科技政策问题的议事日程，委员会由 Bell Laboratories 和 Simon Ramo of TRW, mc 的董事长 William O. Baker 任主席。咨询小组由代表学术界、政府和工业界的 32 名成员组成。

已经提出了 8 个特别紧急的问题，其中有两个问题集中在食品上。这 8 个问题可简述如下：

食品，重点是在运输、贮存和加工过程中的损失；

营养研究，重点是联邦政府充分支持的问题；

政府的管理对使用新技术的影响；

能源的研究、保护和环境的影响；

充分支持海洋地理学的研究；

⑥ 有效地采用新技术，提高生产率；

⑦ 充分支持基础研究；

⑧ OSTP 在制定联邦政策中的作用。

由美国国家科学基金会主办的马萨诸塞理工学院研究室最近确定了食品科学和工程的关键问题。研究室由来自学术界、政府和工业界的大约 75 名第一流的食物科学家和工程师组成，决定将下列研究课题给予优先考虑：“研究食品材料对其保护环境的反应。”这项研究应该有助于改善食品的保藏方法，既适用于加工前大批原料的贮存，又可用于加工后的小包装贮存。研究工作中应该包括食品材料与包装材料之间相互反应的内容。

近年来，为了对那些没有采用现代食品包装的地区增加食品的供应，已经进行了或者打算进行更大的努力。不应忽略，在这些特殊的条件下，用在现代包装上的投资往往能够比提高农业生产率所用的类似的投资回收得快得多。为了简单地说明这个问题，正确地包装现有的作物比之提高作物的产量总是更加容易和更加有效。

随着人们对食品包装的要求的不断提高，体现大多数优秀包装的特征所需的技术难度肯定会不断提高。所需要的研究、开发、试验和工程学包括营养稳定性之间的相互关系，外表装璜、感官质量、隔绝性、顶隙气的种类以及食品与包装之间的相互反应等因素。这一系列相互关系的机制和动力学需要阐明并译成数学模式，运用计算机迅速处理 以便能够识别包装上想望的大多数特性。

1.4 搞好食品包装的要求

食品包装工程是一门综合性的应用科学，涉及到化学、物理学、生物学等基础学科及包装材料、包装机械等专业知识。要搞好食品包装应掌握以下内容。

1.4.1 要了解食品本身的特性及其所要求的保护条件

了解食品的主要成分、特性及其可能发生的内在反应，包括非生物的内在化学反应和生物所引起的腐变反应机理。

了解食品中的主要成分（特别是维生素等营养成分）的敏感因素，包括温度、湿度、氧气、光线、辐射、微生物及物理、机械等方面的因素的影响。

只有掌握了被包装食品的生物学、化学、物理特性及其敏感因素（即对防护条件的要求），才能确定应该选用什么样的包装材料和包装工艺来包装特定食品，才能达到其保护性要求及延长其贮

存期的目的。

1.4.2 要了解哪些材料能符合给定食品的防护要求

掌握常用包装材料的物理化学和机械性能、应用范围、成本等，才能根据被包装食品的防护要求，在众多的材料中选择了保护功能好且成本适宜的包装材料。

1.4.3 掌握有关的包装技术方法

对于给定的食品，除选择合适的包装材料和容器外，还应采用最适宜的包装技术方法。对于同一食品往往可以采用不同的包装技术方法，而达到相同或相近的要求。至于究竟选择哪种方法，应视具体条件决定。

1.4.4 了解包装后包装整体结构和包装材料对食品的影响，以及食品在流通中的质量变化

例如要了解包装材料中的添加剂等成分向食品中迁移的情况，以及食品中某些成分向包装容器中渗透和被吸附情况等。

1.4.5 了解商品的销售对象、运输方式以流通区域的气候和地理条件

国内销售商品和对不同国家的出品商品的包装和装璜要求不同。不同运输方式往往对包装的保护性要求也不一样。例如公路运输对缓冲包装要求较高。在设计包装时也要考虑到流通区间的气候条件。例如，在赤道地区应该避免使用易于自动热胀冷缩的塑料膜及低软化点的热熔胶，而运往寒冷地区的产品包装，应避免使用遇冷脆化变硬的高分子材料。