

冷冻食品包装材料问题分析及解决方案

济南兰光机电技术有限公司

冷冻食品是指质量合格的食品原料经过适当的加工处理，在零下 30℃急冻，包装后在零下 18℃或更低温度下储藏和流通的食品。由于全程采用低温冷链保藏，此类食品具有货架期长、不易腐败、食用便利的特点，但由此也对包装材料提出了更大的挑战和更高的要求。冷冻食品一般采用软硬组合包装：软塑袋+瓦楞纸箱，下文将以此为基础研究冷冻包装需要应对的问题及相应解决方案。

冷冻食品包装需应对的几个问题

1、干耗、冻结烧现象

冻藏，会极大限制微生物的生长繁殖，降低食品腐败变质的速率，但对于某些进程，如干耗、氧化则会随着冷冻时间的推进而愈发严重。在冷冻室内，温度和水蒸气分压变化如下：

温度、水蒸气分压：食品表面>周围空气>冷却器

一方面食品表面的热量向周围空气传递，自身进一步冷却，另一方面食品表面与周围空气存在的水蒸气分压差促使食品表面的水分、冰晶蒸发和升华为水蒸气融入空气中。至此，含有水蒸气较多的空气因吸收了热量，密度减小，向冷冻室上空运动。当流经冷却器时，由于冷却器温度极低，该温度下的饱和水分压也很小，空气被冷却的同时，水蒸气接触到冷却器表面并凝结成霜附着在上面。降湿后的空气密度变大下沉，再与食品接触，重复上述过程。如此循环往复，食品表面的水分不断损失，重量减轻，即为“干耗”。在干耗持续进行中，食品表面逐渐变为多孔状组织，增加了与氧气的接触面积，使食品脂肪、色素加速氧化，表层褐变、蛋白质变性，这一现象为“冻结烧”。由于水蒸气的转移以及空气中氧气的氧化反应是导致上述现象发生根本原因，因此作为冷冻食品与外界屏障，内包装塑料应具有良好的阻隔水蒸气和氧气渗透的作用。

2、冻藏环境对塑料力学强度的影响

实践中发现，塑料长时间处于低温环境将会变脆，易破裂，物理性能急剧下降，这反映了塑料耐寒性较差的弱点。通常，塑料的耐寒性采用脆化温度表示，随着温度降低，塑料因

其聚合物分子链活动性降低的缘故而变得性脆易折，当在规定的冲击强度下，50%的塑料发生脆性破坏，此时的温度即为脆化温度——塑料材料正常使用的温度下限。若包装材料的耐寒性较差，在后期运输装卸过程中，冰冻食品尖锐的突起将会刺破包装，造成泄漏、加快食品的腐败。

3、冻藏、运输环境对瓦楞纸箱力学强度的影响

食品包装后装入瓦楞纸箱开始进入储藏和运输环节。冷库温度一般设定在-18℃~-24℃，纸箱放入后，逐渐吸收水分，通常经4天可达水分平衡。据相关文献表明，当纸箱达到水分平衡时，其含水量较干燥状态下增加了2%~3%，而纸箱的边压强度、抗压强度、粘合强度均随着时间的增加而降低，分别降低了31%、50%和21%，这意味着进入冷库后，纸箱的力学强度受到一定影响，暴露了后期发生塌箱的潜在风险。

食品由冷库运输到销售地点过程中，经过多次装卸操作，温差的不断变化使箱体周围空气中的水蒸汽冷凝在纸箱表面，纸箱含水率迅速升高约19%，其边压强度将下降约23%~25%，此时纸箱的力学强度能进一步遭到破坏，增加了塌箱发生的几率。另外，纸箱堆码环节，上层纸箱会对下层纸箱施加持续的静压力，当纸箱因吸潮而抗压能力下降时，底层纸箱会首先发生变形和压溃。据统计，因吸潮和超高堆码而引起的纸箱坍塌导致的经济损失约占流通过程总损失的20%左右。

解决方案

1、选择高阻隔、高强度的内层包装材料

包装材料，种类繁多、性能各异，只有了解各种包装材料的物理性能，才能根据冷冻食品包装的防护要求选择合理的材料，使其既能维持食品的风味和质量，又能体现商品价值。目前，冷冻食品领域使用的塑料软包装主要分为三类：第一类是单层袋，如PE袋，阻隔效果较差，普遍用于蔬菜包装等；第二类为复合软塑袋，采用粘合剂将两层或多层塑料粘合在一起，如OPP/LLDPE、NY/LLDPE等，防潮、耐寒、耐穿刺性能良好；第三类为多层共挤软塑袋，将不同功能的原料如PA、PE、PP、PET、EVOH等分别熔融挤出，在总模头汇合经吹胀成型、冷却复合在一起。这类材料不采用粘合剂，具有无污染、高阻隔、高强度、耐高低温等特点。相关资料表明，发达国家第三类包装的使用约占全部冷冻食品包装的40%，而我国

仅占 6%左右，需要进一步推广。

随着科研的进步，新材料也层出不穷，可食性包装膜是其代表之一。它以生物降解多糖、蛋白质或脂质为基质，通过包裹、浸渍、涂布或喷洒等手段在冷冻食品表面形成一层以天然可食性物质为原料、通过分子间相互作用而形成的保护膜来控制水分转移和氧气渗透。这种薄膜具有明显的阻水性、较强的抗气体渗透能力以及很好的物理机械性能，最重要的是可与冷冻食品一起食用，无任何污染，具有广阔的应用前景。

2、提高内层包装材料的耐寒性和力学强度

方法一，选择合理的复合或共挤原料。尼龙、LLDPE、EVA 都是具有优异的耐低温性和耐撕裂抗冲击性能，在复合或共挤工艺中加入此类原料，可有效提高包装材料的防水阻气性以及机械强度。方法二，适当提高增塑剂的比例。增塑剂主要用来削弱聚合物分子之间的次价键，从而增加聚合物分子链的移动性，降低结晶性。表现为聚合物的硬度、模量脆化温度下降，而伸长率柔韧性的提高。

3、提高瓦楞纸箱的抗压强度

目前市场上基本采用开槽瓦楞纸箱运输冷冻食品，这种纸箱四周由四片瓦楞纸板订合而成，上下由四块折翼交叉折叠封合成型。通过文献分析和试验验证，可发现纸箱坍塌多发生于箱体结构中竖直放置的四块纸板处，因此加强该处的抗压强度可有效提高纸箱整体的抗压强度。第一、在纸箱内壁四周增加环形内套。建议采用 A 楞纸板，这种弹性、减震性佳，防止冷冻食品尖锐处刺破受潮的纸板。第二、采用套合型纸箱结构，这种箱型通常由多片瓦楞纸板加工而成，其箱体和箱盖分离，通过套合使用。据试验表明，在相同包装条件下，套合结构比开槽结构的纸箱抗压强度提高约 2 倍。

4、加强包装检测力度

包装对冷冻食品意义重大，因此国家制定了 GBT 24617-2009 《冷冻食品物流包装、标志、运输和储存》、SNT 0715-1997 《出口冷冻食品类商品运输包装检验规程》等相关标准、规程，通过设定包装材料性能的最低要求来保障从包装原材料供应、包装工艺到包装效果的品质。对此，企业应建立完善的包装质量控制实验室，配备三腔一体集成块结构的氧气/水蒸气透过率测试仪、智能电子拉力试验机、纸箱抗压机等试验仪器，对包装材料可进行阻隔

济南兰光机电技术有限公司
中国济南无影山路144号（250031）
总机：（86）0531 85068566
传真：（86）0531 85062108
E-mail: marketing@labthink.cn
网址: <http://www.labthink.cn>

性、抗压性能、耐穿刺、耐撕裂、耐冲击性能等一系列检测试验。

总结

冷冻食品的包装材料在应用过程中面临着许多新需求和新问题,积极研究和解决对于冷冻食品的储存和运输质量及包装材料的改进具有莫大的裨益。另外,完善包装检测流程,建立各类包材测试数据体系将对未来的选材和质量控制提供研究基础。