

## 热敏性巧克力食品防护包装现状及发展趋势

陈景华<sup>1</sup>, 刘劲阳<sup>1</sup>, 刘刚<sup>2</sup>

(1. 上海理工大学, 上海 200093; 2. 重庆渝物民用爆破器材有限公司, 重庆 400013)

**摘要:** 从巧克力自身受热易融化的问题出发, 简述了常见的几种巧克力包装形式以及在物流过程中所采取的应对措施。通过阐述巧克力包装的材料和结构, 分析了目前市面上几种巧克力包装的优劣; 总结了热敏性巧克力现有的几种物流模式, 并分别指出了其存在的优势和不足, 指出了巧克力包装将来的发展趋势。

**关键词:** 巧克力包装; 热敏性能; 隔热包装; 冷链物流

**中图分类号:** TB484; TS206.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)13-0034-06

### Present Situation and Developing Trend of Heat-sensitive Chocolate Food's Protective Packaging

CHEN Jing-hua<sup>1</sup>, LIU Jin-yang<sup>1</sup>, LIU Gang<sup>2</sup>

(1. University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Chongqing Yuwu Civilian Blasting Equipment Ltd., Chongqing 400013, China)

**Abstract:** Several common chocolate packaging forms and some measures in logistics were introduced to solve the problem of chocolate melting in higher environmental temperature. Advantages and deficiencies of several kinds of chocolate packaging on market were analyzed from packaging materials and structures. Several logistics modes of heat-sensitive chocolate were summarized and their advantages and disadvantages were pointed out respectively. The developing trend of chocolate packaging was put forward.

**Key words:** chocolate packaging; heat-sensitive property; insulation packaging; cold-chain logistics

全球巧克力消费市场已超过了 560 亿美元。近几年(2010 年和 2012 年的数据)中国巧克力的消费量年均增长达到了 15%, 高于全球平均水平。可中国人均巧克力年消费量仅在 100 g 左右, 不足国外消费量的 1/100。但从近期市场监测机构对全国 20 个大城市(上海、北京、广州、天津、成都、哈尔滨等)进行监测显示: 巧克力制品在这 20 个城市已被广泛接受, 各城市的这一消费群体约占其总人口的比例为 30%~60%, 但各地消费水平存在一定差距。中国的巧克力产业正走出低谷, 预计在接下来的 10 年中, 中国将会成为世界第二大巧克力市场。但是由于巧克力产品极易在高温下融化, 从而产生使用价值降低, 口感变差, 香气丧失等一系列不利影响, 给厂商造成巨额损失。以上海为例, 近年来上海夏天的平均温度都在

35℃左右, 温度最高时可达 40℃左右, 而巧克力的最佳储存温度为 12~18℃, 就很容易导致巧克力在 5~7 min 左右就会出现融化迹象, 影响巧克力本身的口感。

为了使巧克力能够足以应付各种各样的“气候变化”, 必将对巧克力的包装提出更高的要求。目前采取的应对措施是采用隔热、避光性较好的铝塑复合材料作为巧克力的包装材料, 其阻隔性能最大限度地保护巧克力不被融化, 同时铝塑复合材料的印刷适性较佳, 能够满足包装设计的要求。在物流上, 多采用冷链运输, 以减少在运输途中因融化等其他一系列外在因素而造成巨额损失。

但无论是从包装材料上还是从物流运输上, 目前的技术都未能让这个问题得到很好的解决。再加上

**收稿日期:** 2012-05-03

**基金项目:** 上海市大学生创新活动计划项目(SH10252111); 现代出版印刷国家级实验教学示范中心教学支持

**作者简介:** 陈景华(1972—), 女, 黑龙江人, 博士, 上海理工大学副教授, 主要从事印刷包装材料教学和研究。

全球温室效应导致气候逐渐变暖、温度上升,使问题变得更加严重,这对于巧克力厂商无疑是个极大的考验。

## 1 巧克力包装特性要求

### 1.1 巧克力热敏特性

巧克力属于热敏性强,不易保存的食品。巧克力的主要成分可可脂的融点在  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右,因此,巧克力在温度达到  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  时便开始软化,超过  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  则开始融化成浆体。此外,巧克力的表面质量受环境温湿度的影响同样很大,在温度由  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  逐步上升到  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  的过程中,巧克力表面的光泽开始暗淡并消失。当相对湿度高于  $65\%$  时也会出现上述类似情况。所以巧克力的最佳储存温度应该控制在  $12\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$  之间<sup>[1]</sup>,相对湿度应低于  $65\%$ 。巧克力若储存不当则会出现软化变形,表面斑白,内部翻砂,串味或香气减少等现象,进而降低巧克力的使用价值。

### 1.2 巧克力包装要求

巧克力本身是一种非常脆弱、娇贵的产品,这对巧克力包装提出了非常高的要求。主要体现在以下几个方面。

1) 包装须具有良好的避光性能,防止阳光照射到包装材料表面层后,因热传递而造成的内包巧克力产品融化。

2) 除了巧克力自身的热敏性外,巧克力吸附特性也很强。要求包装材料应具有良好的阻气阻液特性,以防止气体和水蒸气的进入,加速产品变质。

3) 包装材料还需要具有防酸,防渗析,防霉防虫和防污染等一系列的性能,以防止巧克力出现发花,发白,渗油和出虫等现象,导致产品变质。

4) 在包装工艺上,需采用低温封合方式,以防止在封合过程中因温度过高而导致巧克力出现融化现象。

此外,包装必须满足食品包装的基本要求,满足在运输存放时的强度要求,包装材料自身的安全卫生等。

## 2 热敏性巧克力食品防护包装现状

为了满足巧克力产品要求,即阻隔性好,避光,印刷美观,低温封合等一系列要求,巧克力包装多采用

双层包装结构,内层为锡箔材料,益于隔热保温,外层为纸质材料,方便印刷;或是采用塑料复合薄膜进行包装,如纯巧克力采用 BOPP/PVDC/冷封胶结构包装材质,而对于果仁巧克力则使用 VMPET/BOPP/PVDC/冷封胶结构包装材质,PVDC, VMPET 均为高阻隔材料,冷封胶的使用是为了在低温下进行封合,热量不至于影响到巧克力本身。由于果仁中含有较多的油脂,易氧化变质,因此在结构中增加了阻氧层<sup>[2]</sup>。

### 2.1 双层包装形式

巧克力产品的双层包装形式中选用锡箔作为巧克力的内层包装,外层则选用纸质材料,见图 1。目



图 1 巧克力的双层包装结构

Fig. 1 Double layers packaging structure for chocolate

前,一些国外进口的巧克力多采用这种形式,如,法国 Valrhona 品牌巧克力等。

锡的导热系数较低( $67\text{ W/mK}$ ),即隔热能力较强,锡同时具有防潮、阻氧、反光、防微生物侵蚀的优良特性,且其极佳的避光性,避免了由于光照产生的热辐射导致温度的传递。因此,金属锡是作为巧克力的包装材料最佳材料。但锡箔本身的强度低,耐折度、耐撕裂度差,且其印刷工艺复杂。故采用锡作为内层包装,而纸质材料作为外层包装,以满足包装的强度要求,也起到一定的隔热作用。

由于锡在地壳中的含量仅为  $0.004\%$ <sup>[3]</sup>,2007 年全球可采伐锡储量仅 610 万 t,大致 15 年左右锡矿将会用尽。为了节约资源和降低成本,这种包装方式逐渐已被其他包装方式替代。

### 2.2 铝塑复合包装形式

目前更多的巧克力公司采用铝塑复合纸对巧克力进行包装。其中以德芙公司表现最为显著。德芙巧克力旗下的产品,多采用这种形式对巧克力进行包装。

铝箔是柔软的金属材料,具有防潮、气密、反光、耐磨蚀、保香、无毒无味等优点。但铝箔是热的良导

体(导热系数 203 W/mK),若单独包装巧克力,无法防止巧克力在运输和销售中出现融化现象。铝箔与塑料或纸复合,把铝箔的阻隔性与纸的强度、塑料的阻隔性融为一体,复合材质对水汽、空气、紫外线和细菌等的阻隔性能得到很大的提高。

铝塑复合材料 PET/Al/OPP 结构见图 2。最外

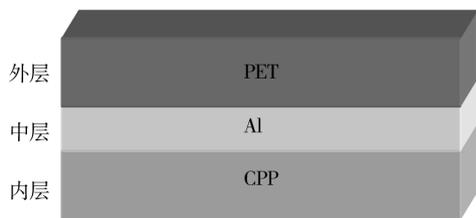


图 2 PET/Al/OPP 的结构

Fig. 2 PET/Al/OPP structure

层采用的是聚酯(PET),PET 材料具有良好的气密性和保香性,可以防止巧克力在物流和储存过程中的香气散失。

因为具有良好的阻隔性,对气体,水蒸气的透过率低,同时也可以对外界温度起到一定的阻碍作用;再者,PET 的机械性能优良,其强韧性是所有热塑性塑料中最好的,抗张强度和抗冲击强度比一般的薄膜要高出许多,可以弥补 Al 耐折度低的缺点;此外,PET 挺力好,尺寸稳定,适于印刷,也是作为最外层的原因之一;另外 PET 膜具有优良的耐热,耐寒性和良好的耐油性<sup>[4]</sup>。而中间层铝可以起到防潮,阻氧,防微生物的作用,此外由于 Al 的阻光作用,可以减少因为光照而产生的热量,进而起到隔热的效果。最内层的未拉伸的聚丙烯(CPP)的作用是防潮和阻隔,起到对内包巧克力的保护作用。

由于被包装的产品与外界的光、湿、气等充分隔绝,从而使包装物受到了完好的保护。同时这种复合包装材料不会造成对人体和内装物的污染,易于达到包装的卫生安全标准。铝塑复合材料不仅是作为巧克力类热敏性食品的包装材料,以其优异的阻隔性和防潮性,在快消品市场中也得到不少青睐。

### 2.3 镀铝膜复合包装形式

镀铝膜就是将塑料薄膜通过蒸镀技术,在塑料表面形成一层致密的具有亮度的镀铝薄膜产品,具有金属和塑料的特性。但与铝塑复合不同,镀铝膜所用的铝层更加薄,成本更加低。常见的镀铝膜有聚酯镀铝膜(VMPET),邻苯基苯酚镀铝膜(VMOPP),聚乙烯

镀铝膜(VMPE)等,以 PET,OPP,LDPE 为基层,不同铝层厚度的阻隔性参考文献[5]。下面以 VMPET 为例进行介绍。

VMPET,是以 PET 为基层的镀铝薄膜。具有 PET 的高阻隔性,同时薄膜表面的镀铝使其具有遮光、防紫外线照射的作用。从一定程度上可以代替铝箔,同时也具有价廉、美观等优点。但是镀铝膜发展到目前为止,仍有些许问题。

1) 镀铝膜在复合后易产生白色或灰色的斑点,在满版油墨印刷复合过程中最为常见。

2) 镀铝层“迁移”现象。即镀铝层大部分转移到其它薄膜上,造成剥离强度下降,使产品耐内容物的性能下降,影响了产品质量。

3) 镀铝膜复合产品剥离强度较差。

正是由于上述 3 点问题<sup>[6]</sup>,使得目前镀铝膜并没有完全替代铝箔和铝塑复合包装材料。

### 2.4 镀铝纸包装

低定量镀铝纸(50 g/m<sup>2</sup> 以下)既具有纸张的柔韧性,又具有铝箔复合纸的空气阻隔性能。因此,在巧克力包装中多采用低克重镀铝纸。镀铝纸成本较低,转移镀铝纸的铝层厚度只有 0.02~0.04 μm,比传统铝箔复合纸厚度减少近 300 倍以上;同时,镀铝纸易回收,即使废弃后的镀铝纸在自然环境下也能很快氧化降解。此外,镀铝纸生产所用原辅材料无味、无毒、安全卫生,符合美国 FDA 标准。在成本费用上,真空镀铝纸比铝箔纸可节约 10%左右,而且真空镀铝纸适于高速印刷,可提高生产效率。在包装性能上具有良好的韧性,很少出现针孔和裂口,无龟裂现象,阻隔性良好,可防止外界热量的传递;同时具有耐折性,防止铝箔出现因折叠而断裂的现象。其适印范围广,可适应凹印,胶印,柔版印刷和网印,也可压纹,模切,甚至压凹凸,各种印刷技术在其表面都能得到很好地表现。因此,现在镀铝纸除了在包装热敏性食品应用外,同时也应用在日用化妆品,酒类,饮料食品标签等领域。

镀铝纸也有其不足之处:易产生褶皱和翘角,需要在运输途中使用塑料膜来保护镀铝纸,以避免因叠放而影响其平整度;同时,铝层过薄,还不适合某些印刷方式和复杂工艺。因为丝网印刷主要适用于非吸收性材料(复合金,银卡纸和 PET 膜等),对材料厚度有一定要求。真空镀铝纸的铝层过薄,容易对材料造成划伤,增加印品的废品率<sup>[7]</sup>。

### 3 热敏性巧克力的物流模式

温度高于 28 °C 时巧克力将出现融化现象。即使是在现有的包装防护条件下,在物流和销售中这一问题依旧存在。于是,巧克力公司都把目光集中在物流过程中的防护包装上,巧克力在物流过程中的温湿度要求见表 1。

表 1 物流过程中的温湿度要求

Tab.1 Temperature and humidity requirements of logistics process

项目	相应范围
最佳运输储存温度/°C	10~18
相对湿度/%	4.4~7.2
相对湿度/%	65~70

瑞士林德特巧克力公司生产中心设立在瑞士,但绝大部分的巧克力产品从欧洲出口到美洲、澳洲、亚洲和中东海湾地区。他们采用的是远洋班轮冷藏集装箱运输,少采用空运巧克力,以此达到减低运输成本的目的。而世界知名的物流公司 UPS,将巧克力运输到天气既热又潮湿的城市,常采用隔热包装和特殊层状冰袋运输等冷链物流方式,以达到食品在运输过程中不被融化的目的。

#### 3.1 长途物流模式

在长途物流过程中,巧克力的运输方式必将不同于一般快速消费品,一般采用冷藏集装箱卡车,使巧克力的储存温度保持在 12~18 °C。如图 3 为一般冷

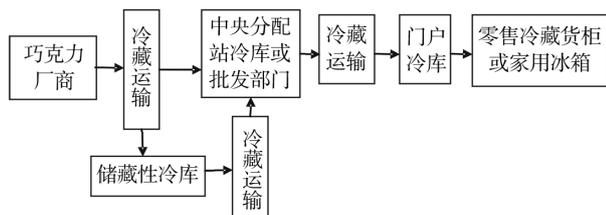


图 3 冷藏运输流程

Fig. 3 Cold-chain transport process

链物流流程。对大部分进口到我国的巧克力而言,多采用冷藏集装箱或厢式冷藏卡车。长途运输宜采用铁路冷藏车或是冷藏集装箱,在水路运输中,可采用滚装船(集卡或冷藏卡车)或集装箱船运输<sup>[8]</sup>。

此种运输方式可满足巧克力类热敏性食品在低温(冷藏或冷冻)条件下储运的要求,通过在其车上(船或是火车)设置冷冻或冷藏及保温设备,如空调等

制冷设备,以防止产品在运输过程中发生融化、变质等现象。

与其他行业或货物的供应链管理相比较,这种让整个储藏空间完全处于低温环境的冷链物流管理更加复杂,对运输载体的要求也较高,所产生的物流费用也更大,从而提高了巧克力的成本。

#### 3.2 短途物流模式

短途物流中可利用特殊的隔热保温防潮箱进行运输,将干冰或冰袋加入巧克力盒内,直接将隔热保温箱套套在巧克力包装盒外,以防止巧克力在途中融化。冷链专用箱的适用温度见表 2,可根据内装物对

表 2 冷链专用箱的适用温度

Tab.2 Temperature of special cold-chain box

温度范围/°C	装载货品
-5~15	低温冷冻食品的运输 (主要是面向巧克力,海鲜等高档食品)
0~10	生物制品的运输
0~20	主要用于恒定保温食品的运输

温度的不同要求来调解干冰或冰袋的使用量,加上隔热保温防潮箱套可将温度保持 3~4 d。

在防止巧克力融化问题上,相比在长途运输中所采用的冷链运输,短途运输在一定程度上降低了物流成本,同时也减少巧克力食品的成本,降低售价以刺激产品销量。由于隔热保温防潮箱自身体积大小的限制,导致在单位次数的运输中所能运载的产品相对于长途运输而言有所减少。

### 4 热敏性巧克力防护包装发展趋势

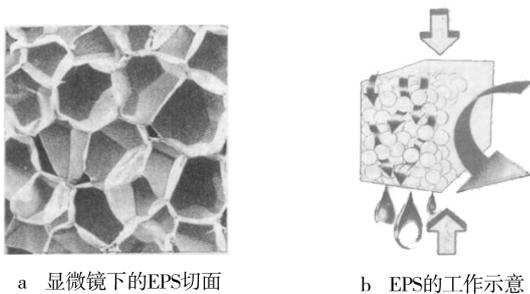
巧克力厂商每年因巧克力被融化造成的产品损失可高达数百万英镑,大大减少了巧克力的利润空间<sup>[9]</sup>。再加上国内冷链物流的不完善,运输成本较高,在巧克力的运输过程中大多未采用冷链运输方式,来解决巧克力类热敏性食品的遇热易融化的问题。据此,卡夫公司在 2010 年 1 月表示,希望利用巧克力的包装来解决其高温下存放和运输的问题,并希望以后巧克力能够应对各种各样的“气候变化”。为满足卡夫公司的这一要求,巧克力类热敏性食品的包装必将向着降温包装,隔热包装发展。

#### 4.1 泡沫塑料包装材料

##### 4.1.1 发泡聚苯乙烯(EPS)

目前隔热包装多体现在物流技术上,而采用 EPS

就是常见的方式之一。EPS 是由完全封闭的多面体形蜂窝构成见图 4a, 蜂窝的直径在 0.08~0.15 mm, 壁厚为 0.001 mm。所谓的 EPS 其实是由 98% 的空气和 2% 聚苯乙烯组成。因为截留在蜂窝内的空气是一种热的绝缘体, 使 EPS 具有良好的保温性能, 且空气可长期保留在其中, 见图 4b。所以保温的效果稳定不变。



a 显微镜下的EPS切面

b EPS的工作示意

图 4 EPS 的微观物理结构

Fig. 4 Microscopic physical structure of EPS

EPS 的导热系数为 0.037~0.041 W/mK, 但也受其密度和厚度的影响。随着 EPS 厚度减少, 热辐射的透过率上升, 当厚度低于 10 mm 时尤为明显。而 EPS 的导热系数也随着密度的下降而降低, 当密度降到 32 kg/m<sup>3</sup> 时导热系数降到最低值, 密度再降低, 导热系数反而有上升的趋势。故通常选用密度为 30~40 kg/m<sup>3</sup> 左右的 EPS 泡沫塑料为好。同时 EPS 作为泡沫塑料在包装件中也起到优异的缓冲作用<sup>[10]</sup>。

#### 4.1.2 聚氨酯(PU)

PU 具有最优异的隔热性能, 并具有极佳的耐磨性、耐油性、防水性, 是目前国际上公认的性能较理想的保温材料, 其导热系数仅为 0.018~0.023 W/mK。聚氨酯硬泡是冷冻冷藏设备最理想的绝热材料。虽然聚氨酯硬泡的隔热效果良好且对环境的污染少, 但其使用量仅占商场份额的 10%<sup>[11]</sup>。

#### 4.2 物流保温箱

物流保温箱可方便小批量、多频次、短途的物流运输。将冷冻货物和冷藏货物分别装于不同箱内温度的保温箱中, 不仅保证了冷冻冷藏货物的质量, 同时有效的利用普通货车的配送能力, 减少冷藏车的使用量, 降低配送成本, 更加环保节能。

常见的隔热保温箱(见图 5)大多是 2 层结构, 外层多为 0.02 mm 的铝箔, 内层为泡沫塑料, 多采用



图 5 隔热保温箱(锡箔)

Fig. 5 Heat insulation box (tin foil)

EPS。内层的泡沫塑料起到隔热作用, 外层的铝箔材料, 起到阻隔, 防潮, 遮光等作用。采用这种方式在物流过程中对巧克力可起到保护效果。隔热保温箱可以在 24~48 h 内保存内部的巧克力处于 24 °C 以下, 防止巧克力在物流过程中由于天气或其他因素而造成损失。但隔热保温箱的成本较高, 单个箱子的售价都在 \$10 左右。

此外, 市面还有采用 PS 作为绝热材料的保温箱和采用 LLDPE 环保材料, 经过旋转模压工艺一次成型精制而成的保温箱。根据不同的温度要求, 结合冰袋使用, 以达到运输的要求。

#### 4.3 冰袋运输

20 世纪 70 年代, 发达国家开始采用保温冰袋技术来保鲜产品, 此种运输方式无污染。到 20 世纪 90 年代已被亚洲地区逐渐接受和推广运用, 目前在水产品, 化学药剂, 生物制品等领域运用。在运输巧克力类热敏性食品上, 有时也采用这种方式。

常见的冰袋材质结构分为重复使用型冰袋材质和一次性冰袋材质。一次性冰袋材质一面是高密度塑料, 另一面是无纺布。重复使用型的冰袋材质, 由 2 个非编织纺织材料层与多元丙烯酸多元醇压缩而成, 具有特殊的交链聚合物结构形式, 而外层的塑料运用单向微细穿孔技术, 使塑料层纺织层相互结合, 以适应各种不同的环境, 见图 6。

采用保温冰袋的优点: 保温冰袋冷容量高, 其冷源释放均匀且缓慢(释冷速度比冰块慢 3~5 倍), 保冷时效佳; 保温冰袋无水渍污染, 由于冰块在释冷时会产生水渍, 容易使货物受潮而影响质量, 所以保温袋在航空货运中得到广泛使用; 保温冰袋可重复使用, 节省成本; 保温冰袋内容物无毒、无味(但不可食用), 用高新技术生物材料配制而成, 具有一定的弹性; 可以重

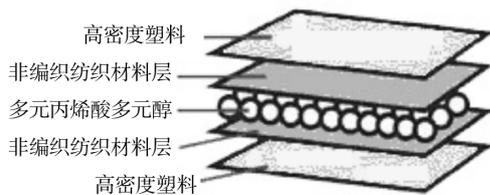


图6 重复使用型冰袋结构

Fig. 6 Reusable ice pack structure

复使用,冷热双用,最低可以被冷冻到 $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最高可以被加热到 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,可以任意切割尺寸。

在提倡绿色包装的今天,对巧克力类热敏性食品而言,在运输上保温冰袋的确是不二选择。但很难在长途运输中单独使用,一般与EPS泡沫结合使用。在EPS泡沫中加入冰袋,使之包装内部达到低温效果。

## 5 结语

目前,无论是国外还是国际上对巧克力类热敏性食品的遇热易融化的问题,并未找到完全的解决方法。解决问题的入手点多停留在运输物流上,而很少去关注包装材料本身。研发新型隔热包装材料,新型降温包装材料,是解决此类问题的另一个思路。通过包装材料的改进,从根本上解决困扰巧克力厂商多年的问题。

### 参考文献:

- [1] 谢旭军,郭新华. 巧克力包装:安全、低成本、多样化[J]. 印刷工业,2010(8):66-68.  
XIE Xu-jun, GUO Xin-hua. Chocolate Packaging: Security, Low Cost, Diversification[J]. Printing Industry, 2010(8):66-68.
- [2] 韩永生. 塑料复合薄膜及其应用[M]. 北京:印刷工业出版社,2008.  
HAN Yong-sheng. Plastic Composite Film and Its Application[M]. Beijing:Printing Industry Press,2008.
- [3] 崔荣国,刘树臣. 我国锡矿资源状况及国际竞争力分析[J]. 国土资源情报,2010(8):29-33.  
CUI Rong-guo, LIU Shu-chen. China Tin Ore Resources Situation and International Competitiveness Analysis[J]. Land and Resources Information, 2010(8):29-33.
- [4] 骆光林. 包装材料学[M]. 北京:印刷工业出版社,2006.  
LUO Guang-lin. Packing Material Science[M]. Beijing:Printing Industry Press,2006.
- [5] 江谷. 软包装材料及复合技术[M]. 北京:印刷工业出版社,2007.  
JIANG Gu. Flexible Packaging Materials and Composite Technology[M]. Beijing:Printing Industry Press,2007.
- [6] 丁浩. 塑料应用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2000.  
DING Hao. Plastic Application Technology[M]. Beijing:Chemistry Industry Press,2000.
- [7] 白木,子荫. 真空镀铝纸及其在包装中的应用[J]. 包装工程,2003,24(6):126-128.  
BAI Mu, ZI Yin. Vacuum Coating Aluminum Paper and Its Application in Packaging[J]. Packaging Engineering, 2003,24(6):126-128.
- [8] 计韵. “冷链”和集装箱运输[J]. 集装箱化,2008(12):29-30.  
JI Yun. "Cold Chain" and Container Transportation, 2008(12):29-30.
- [9] 卡夫公司寻求防止巧克力融化的新包装[J]. 印刷技术,2011(12):59.(余不详)  
Kraft Seek to Prevent the New Packaging of Melting Chocolate[J]. Printing Technology 2011(12):59.
- [10] 都学飞,欧阳效卓,张汪年. EPS缓冲材料的静态压缩性能的试验研究[J]. 包装工程,2012,33(3):39-45.  
DU Xue-fei, OUYANG Xiao-zhuo, ZHANG Wang-nian. Experimental Research on Static Compression Properties of EPS Buffer Material[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3):39-45.
- [11] 周祥兴,任显诚. 塑料包装材料成型及应用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2003.  
ZHOU Xiang-xing, REN Xian-cheng. Plastic Packing Material Molding and Application Technology[M]. Beijing:Chemistry Industry Press,2003.