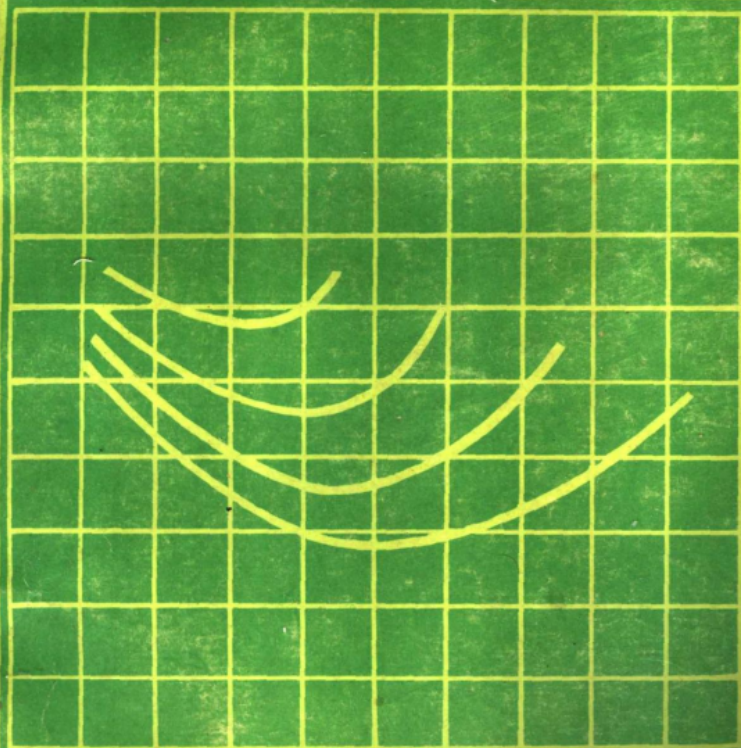


HUAN CHONG BAO ZHUANG

缓冲包装

徐鹤飞 编译



中国包装进出口总公司 中国出口商品包装研究所江苏分所

1983

缓 冲 包 装

徐鹤飞编译

中 国 包 装 进 出 口 总 公 司
中国出口商品包装研究所江苏分所

内 容 提 要

全书共分六章。第一章简要介绍缓冲包装的发展史,研究对象和作用。第二章着重谈了缓冲包装的力学原理。第三章是缓冲材料的性能要求。第四章重点叙述缓冲包装的设计方法及技巧。第五章简要谈了缓冲材料的试验方法及测试的主要仪器设备。第六章为产品的脆值测量,等效的环境条件,最后列出10种国产缓冲材料的静、动态特性曲线。

本书可供从事包装工作的干部,工人,工程技术人员,产品设计师,也可供大专院校师生参阅。

前 言

商品包装是一门综合性的学科，涉及到很多门类，而代表现代包装的水平乃是包装技术。商品的种类很多，而且各有其商品的特性，包装的主要功能是保护商品，商品从装卸、运输、储存的整个过程中，要使商品不受损坏，使用缓冲包装技术是一种有效的途径。

缓冲包装在国外已被广泛应用，我国还刚刚起步，但此项技术已引起广大包装工作者的关切。

本书根据有关部门多年的实践和理论方面的研究，此次汇编成书，目的是为了推广和发展这项技术，减少商品破损，提高经济效益。在编写过程中由于时间仓促，水平有限，缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

本书的出版得到王炼之、黄善祥、石镇楷、孙家安、汪雪冰、陆醒吾、李树民等同志的指教和帮助，并得到中国人民保险公司江苏分公司的热忱关心和支持；书中部分曲线由电子工业部包装标准编制组提供，在此一并致谢。

一九八三年九月

不怕起步晚，
就怕不坚持；
不怕起点低，
就怕不学习。

符豪珠
1982年
10.14.

缓冲包装目录

第一章 包装概论

1.1 包装的定义	(1)
1.2 缓冲包装	(3)
1.3 缓冲包装研究的对象	(4)
1.4 缓冲包装的作用	(5)

第二章 缓冲力学

2.1 物体的运动	(10)
2.1.1 加速度	(11)
2.1.2 重力加速度	(12)
2.1.3 质量	(14)
2.2 力和加速度	(15)
2.3 振动与冲击	(17)
2.3.1 振动	(18)
2.3.2 冲击	(22)
2.4 包装物落下时的运动	(23)
2.5 缓冲特性的分类	(27)
2.5.1 线型弹性体	(27)
2.5.2 3次函数的弹性体	(28)
2.5.3 正切曲线型弹性体	(28)
2.5.4 双直线型弹性体	(29)

2.5.5	双曲正切曲线型弹性体	(29)
2.5.6	不规则的弹性体	(30)
2.6	用线型弹性体的缓冲	(31)
2.7	非线性弹性体的缓冲	(39)
2.8	缓冲效率	(41)
2.9	缓冲材料的粘性效应	(46)
2.10	外箱重量的影响	(59)
2.11	包装内容品受振动的影响	(63)
2.12	在包装内容品各部分上产生的加速度	(70)
2.12.1	二自由度系统的响应	(70)
2.12.2	由于自由落下在易损部分产生的加 速度	(71)
2.12.3	外箱重的缓冲包装物易损部分产生 的加速度	(76)
2.13	内容品的一部分与外箱的底相碰时产生的 加速度	(78)
2.14	物品和内箱间的空隙的影响	(82)

第三章 缓冲材料特性

3.1	缓冲材料分类	(86)
3.1.1	根据应力~变形曲线把缓冲材料分 为6类	(86)
3.1.2	材料分级	(86)
3.1.3	按形状分类	(87)
3.2	缓冲材料的特性	(88)

3.2.1	冲击能量吸收性	(88)
3.2.2	振动吸收性	(89)
3.2.3	回弹性	(91)
3.2.4	压缩蠕变	(93)
3.2.5	可挠性与抗张力	(93)
3.2.6	破损减耗度	(93)
3.2.7	破碎性	(94)
3.2.8	氢离子浓度	(94)
3.2.9	温湿度稳定性	(94)
3.2.10	吸湿性	(95)
3.2.11	抗霉性	(95)
3.2.12	耐化学腐蚀性	(95)
3.2.13	耐油性	(95)
3.2.14	磨耗性	(95)
3.2.15	带电性	(95)
3.2.16	密度	(95)
3.2.17	成型、加工性	(95)
3.2.18	作业性	(96)
3.2.19	经济性	(96)
3.2.20	废弃性	(96)
3.3	缓冲材料流变学	(96)
3.3.1	缓冲材料弹性的特征	(101)
3.3.2	缓冲材料的力学模型	(104)
3.4	缓冲系数	(107)
3.4.1	缓冲系数的求法	(111)
3.4.2	静态缓冲系数的求法	(111)
3.4.3	动态缓冲系数的求法	(117)

4.6.2	缓冲材料受压面积调正的方法	(229)
4.6.3	不规则形状产品的缓冲	(230)
4.6.4	其他技术	(234)
4.7	价格的计算	(237)

第五章 缓冲材料试验方法

5.1	试验片	(238)
5.1.1	试验片的制取	(238)
5.1.2	试验片的尺寸	(239)
5.1.3	试验片的调正	(239)
5.2	尺寸的测量	(240)
5.2.1	纵向、横向尺寸的测量	(240)
5.2.2	厚度的测量	(241)
5.2.3	密度的测量	(242)
5.3	试验场所的标准状态	(242)
5.4	静态压缩试验方法	(242)
5.4.1	应力~变形的测量	(243)
5.4.2	回弹性的测量	(245)
5.5	动态压缩试验方法	(246)
5.5.1	概述	(246)
5.5.2	加速度~静应力曲线图的制作	(248)
5.5.3	厚度变化~静应力曲线图的制作	(250)
5.5.4	动态变位的测量	(251)
5.6	抗压蠕变的测量	(252)
5.7	动态试验器材	(254)

5.7.1 缓冲材料冲击用试验机	(254)
5.7.2 加速度测量装置	(255)

第六章 产品的脆值测量及环境条件

6.1 产品的脆值测量	(258)
6.1.1 概念	(258)
6.1.2 试验方法	(259)
6.2 环境条件	(267)
6.2.1 自由落下等效试验条件	(267)
6.2.2 等效的振动试验条件	(268)
6.3 缓冲材料的静态、动态特性曲线	(269)
6.4 术语汇编	(305)

缓 冲 包 装

第一章 包装概论

从1982年秋在首都举办的全国首届包装展览会上看，我国的商业包装已具有一定的水平，但工业包装展出的项目很少，科学合理的设计结构那就更少了，本书是否能对改变这种状况起点启发作用。

缓冲包装是工业包装的主要内容之一，它的基本任务是保护产品，即把工厂生产的产品完好无损地送到使用者手里，能够达到这个基本要求的合理的包装应该是：牢固可靠、经济价廉、简单易行、便于装运、便于使用、防止盗窃等。本章首先就缓冲包装的定义、研究对象及其作用分别进行简要的论述。

1.1 包装的定义

一般认为把产品用外壳保护起来。

包装工业发达的美国，把它定义为：包装是使用恰当的材料、容器，并采用恰当的技术，使产品安全到达目的地，即产品在流通过程中的每一环节，无论遇到何种外来影响，都能保护产品，不影响其使用价值。

加拿大包装协会的提法是：把产品由供应者送到顾客或

消费者手中，并能保持产品完好无损的工具。

在多次国际会议上，专家们提出过一些清楚的概念，比如：包装是一个在产品生产、运输、储存和出售期间，用以暂时将产品包裹起来的材料，目的是对这些产品加以保护和装饰，以便很好地使用这些产品。还有，包装是使完整的产品、正确的数量、适当的时间送到适当的地点，在适当的价值下保持完好的状态。

我国把包装定义为：“为在流通过程中保护产品、方便储运、促进销售，按一定技术方法而采用的容器、材料及辅助物等的总体名称”。

上述是总的定义，进一步，包装又分工业包装和商业包装或称销售包装。工业包装指产品在运输、储存中避免损坏，便于装卸和使用。商业包装是指产品能合理地出售和分发，保护产品在储存期间质量新鲜，这种包装应能吸引消费者的注意力。

工业包装具有多种形式，但一般都由单包装，内包装和外包装组成。

单包装为一个一个的包装，价格高的产品必须单个加以保护，选用适当的材料和容器等，对产品进行良好保护的技术。

内包装：它是由数个或数十个单包装组成的，考虑到冲击、振动、水、水气、光热等对产品的影响所使用的技术措施。

外包装就是产品的外部包装，又称外壳，主要是适应运输、装卸要求而施予的技术。

包装不是目的，而是把产品从生产者手里，送到使用者手中，并使产品性能保持不变的手段。因此，有些产品无包

装也可以。但是，当今产品生产十分丰富多采，对外贸易日趋兴旺发达，绝大多数产品都少不了包装，不过保护的程度不同罢了。

1.2 缓冲包装

当前我国在运输方面的经济损失很大，据统计，大抵和美国的年损失相等，而美国的国民总产值和对外贸易总额比我国大得多。究其原因，除环境条件恶劣外，如典型的哈尔滨铁路分局双城堡车站洗衣机损坏事例和运输工具落后及道路不良等。然而，包装设计结构缺乏科学性也是重要因素。往常我们的包装设计，处于盲目性，所作试验甚少，即使做了某些项目，也只知道其然，不知其所以然，不是产品保护不足，就是防护有余。这样，既浪费了材料，又不能达到包装的目的。

缓冲包装是克服这一问题的有效方法之一，它已被世界上发达的国家从事包装事业的人们所掌握。经过努力，迈出了第一步，1.4节中谈及的可以说明这一技术的特点。

所谓缓冲包装，就是包装产品在运输、装卸过程中受到冲击、振动等外力时，能把其力调整到不超过产品的脆值（允许加速度）。二次大战中，盟国的军需物资运送到前方，发现损坏严重，于是美国军方要求政府对包装进行研究，1945年（R·D·Mindlin）闵特林发表了缓冲包装动力学（*Dynamics of Package Cushoning*）的理论。他的重要功绩是找出了包装产品损坏的主要原因是由于冲击作用时间的长短，并把当时使用缓冲材料的力学性能分成6类，使之公式化，即由材料的应力~应变曲线以及相应公式，计算其受力。从而奠定了

缓冲包装的理论基础。接着克莱德和剑迹的研究成果相继发表，他们通过实践，并从理论上得到论证，进而为包装设计开辟了途径。战后，日本的包装工业获迅猛发展，50年代，日本的屈直昌发表了“产品的机械破损与其包装”一文，对包装的缓冲问题，从理论上来探讨的趋向已越来越受到重视。

我国古代劳动人民对包装事业曾作出过重要贡献。据考证在纪元八千年前，人们用陶土烧制成陶瓷器，大约在公元前7000年到1500年间，玻璃器皿的制造已是相当重要的工业之一了。举世闻名的造纸术，对包装事业的发展起了划时代的作用，至今，纸张仍占包装材料应用中的第一位。目前，我国的包装行业，又开始了新的起步，相信到本世纪末，赶上国际先进水平是可能的。

1.3 缓冲包装研究的对象

缓冲包装是一门综合性的科学，它与数学，力学，材料学，环境工程，测量技术及管理学密切相关，主要研究下述方面的课题。

1. 产品流通中有关冲击与振动的环境条件，对各种运输车辆，各种道路，装卸机械等进行G值的测定，对环境温湿度的测定等。这方面已成立了专门的小组，着手进行研究。电子工业部在82年，把冲击、振动的等效环境条件制订了部标，83年升级国标。

2. 产品本身对外力的承受能力，用脆值(G)表示，这是产品破损的内因。初步测定了部分电视机，收音机，收录机，仪器，电子管等数十种产品的脆值，详见6.1节，取得了一些有用的数据。

3. 用来缓和冲击和振动的各种缓冲材料的动力学特性及其合理地选择方法, 6.3节列出的国产10种缓冲材料静、动态特性曲线, 可供包装设计师选用。

上述三项是缓冲包装研究的主要内容, 俗称三要素。此外, 如产品的固定, 包装结构设计技巧, 特种缓冲包装设计, 防潮、防水材料的研究等。

1.4 缓冲包装的作用

缓冲包装的广泛应用, 可以获得下列方面的效益, 请看下表。

缓冲包装新旧结构效益对照表 表1-1

产 品	缓 冲 包 装	旧 包 装
TM—90电子管, 脆值 $G=60$, 重量 $W=1.1$ 公斤, 外形图见图1—1(A)。	包装体积缩小46.5%, 包装重量减轻50%, 包装成本降低54.5%, 跌落、运输试验合格。见图1—2(A)。	用16根弹簧吊装, 由千支承弹簧的开口销利刃, 易损飞机表面, 不得空运。部队使用不宜, 因为是纸外壳, 不防潮。结构见图(1—2(B))。
TM—87电子管, 脆值 $G=50$, 重量 $W=28$ 公斤, 外形图见图1—1(B)。	6只产品送到用户手中, 1只未损。见图1—3	同样是弹簧结构, 连续3次每次派专人押送, 3只产品全遭损坏,
KF—115电子管, 脆值 $G=140$, 重量 $W=40$ 公斤, 见图1—1(C)。	5个面每面跌落3次, 落下高度90公分, 共计15次, 得平均 $G=27$, 最大 $G=36$, 仅占产品脆值的25.7%。外形见图1—4。	1只产品从1米高度的堆码上滑到水泥地面, 经检测发现漏气。

表中列出的3个产品, 可以概括缓冲包装的作用。

1. 能很好地保护产品,减少运输、装卸过程中的损坏。
2. 准确、合理地选用缓冲材料,减少浪费。如 $TM-90$ 经过计算,选用聚氨酯泡沫塑料作缓冲衬垫较为合理,如



左(A) $TM-90$, 右(B) $TM-87$, 中(图C) $KF-115$

图 1—1 产品外形图