

高福麒等编著

缓冲包装技术



兵器工业出版社

缓冲包装技术

高福麒 等编著

兵器工业出版社

缓冲包装技术

高福麒 等编著

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

北京市海淀区昊海印刷厂印装

开本: 787×1092 1/32 印张: 8 字数: 179 千字

1989 年 9 月第 1 版 1989 年 9 月第 1 次印装

印数: 3000 定价: 5.70 元

ISBN 7-80038-065-3/TB.1

内 容 提 要

本书共分为六章。主要包括：绪论；缓冲包装力学原理；缓冲材料；包装的缓冲设计；缓冲包装方法；缓冲包装性能试验等。

对各生产部门，改进产品包装设计，减少产品在流通过程中的损失，提供了资料和方法。

可供国防、机械、轻工、农产品加工以及商业、外贸、交通等部门和行业从事包装设计、生产、管理、贮存运输的科技人员使用，也可供工科大专院校、中等专业学校、包装职业学校师生进行产品包装教学时参考。

前 言

市场经济的发展必然导致商品在广大范围内进行流通。为了防止包装产品在流通过程中遭受外力作用而产生破损，就必须在产品包装时采用缓冲包装技术。我国由于缓冲包装技术资料的缺乏，多数产品的包装设计对此未引起足够的重视，造成大批包装产品在流通过程的装卸、运输中遭受碰撞而破损，给国家带来了巨大的经济损失。为了减少这种损失，作者在原编写的《工业包装技术》一书的基础上，整理了办包装技术学习班的教材，参考国内外资料编写了这本《包装缓冲技术》，内容包括：绪论、缓冲包装的原理、缓冲材料、包装的缓冲设计、缓冲包装方法、包装缓冲性能试验，作为《工业包装技术》一书的补充，供从事产品包装科技人员和商品流通的管理人员及有关大专院校师生参考。本书由侯桂珍同志执笔编写第五章，高斌同志执笔编写第六章，其余由高福麒同志执笔编写并对全书进行了审校工作，在脱稿前得到赵锡正同志和许多同志的支持和帮助，在此表示感谢。

由于作者学识水平有限，书中难免存在错误和缺点，衷心地希望广大读者斧正。

编著者

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 缓冲包装的目的	(1)
第二节 缓冲技术在包装中的重要性	(1)
第二章 缓冲包装的原理	(5)
第一节 物体的运动	(5)
1. 力与加速度的关系	(5)
2. 振动与冲击	(8)
3. 包装物跌落时的运动	(12)
第二节 缓冲特性的分类	(16)
1. 直线弹性体	(17)
2. 三次函数弹性	(17)
3. 正切曲线弹性	(18)
4. 双直线弹性	(18)
5. 双正切曲线弹性	(19)
6. 不规则的弹性	(20)
第三节 线型弹性体的缓冲	(20)
第四节 非线性弹性体的缓冲	(28)
第五节 缓冲效率	(30)
1. 缓冲材料的弹性	(30)
2. 缓冲材料的粘滞性	(34)
3. 缓冲材料的缓冲系数	(38)
第六节 包装各部分产生的加速度	(43)
1. 二自由度的情况	(43)
2. 自由落体时易损部分产生的加速度	(44)

3. 外包装箱重量的影响·····	(49)
4. 内容品的一部分接触外包装底时产生的加速度·····	(54)
5. 包装内空隙的影响·····	(58)
6. 包装内物品受振动的影响·····	(60)
第三章 缓冲材料 ·····	(66)
第一节 缓冲材料的分类和特性·····	(66)
1. 缓冲材料的分类·····	(66)
2. 缓冲材料的特性·····	(67)
第二节 泡沫塑料·····	(72)
1. 泡沫塑料发泡方法·····	(73)
2. 常用泡沫塑料·····	(77)
第三节 气泡塑料薄膜·····	(107)
第四节 丝状缓冲材料·····	(110)
第五节 纤维缓冲垫·····	(123)
第六节 瓦楞纸·····	(127)
第四章 包装的缓冲设计 ·····	(134)
第一节 缓冲包装设计的基本条件·····	(135)
1. 包装在流通中所受的外力·····	(137)
2. 包装物的允许加速度·····	(152)
3. 缓冲材料的选择·····	(159)
第二节 缓冲包装的基础设计·····	(160)
1. 把缓冲特性进行数值化的求法·····	(161)
2. 缓冲系数的使用方法·····	(188)
3. 最大加速度—静态应力曲线图的应用 ·····	(202)

第五章 缓冲包装方法	(208)
第一节 一般缓冲包装方法.....	(208)
1. 全面缓冲包装法.....	(208)
2. 部分缓冲包装法.....	(209)
3. 悬浮式缓冲包装法.....	(210)
第二节 缓冲材料受压面积的调整.....	(211)
1. 扩大受压面积的方法.....	(211)
2. 减小受压面积的方法.....	(213)
第三节 形状不规则物品的缓冲包装.....	(214)
1. 对有突起部位的产品进行全面缓冲法	(215)
2. 用保护盖或支承框架进行保护法.....	(215)
3. 用成型材料固定法.....	(216)
4. 用各种缓冲材料进行组合包装.....	(217)
5. 大型产品的缓冲包装法.....	(219)
第六章 缓冲包装性能试验	(220)
第一节 缓冲试验的分类和标准.....	(220)
第二节 缓冲材料的试验法.....	(228)
第三节 缓冲包装的冲击试验法.....	(235)
第四节 缓冲包装的振动试验法.....	(239)

第一章 绪 论

第一节 缓冲包装的目的

工厂生产的各种产品，尽管本身性能很好，质量优良，但若从工厂生产出来的产品在到达使用之前所进行的装卸、搬运、保管、运输等流通过程中，受到损坏，变质，就不能发挥应有的效能。这种被损坏、变质的产品往往将变得毫无价值，不仅生产加工时所消耗的人力、物力白白被浪费遭受经济损失，若系军品在战时还会丢失战机，带来不必要的伤亡，造成战争失利的严重后果。

因此，对产品进行包装的目的，就是要保护好产品，使其在流通过程中，不致于遭受到化学的或物理的作用而变坏。所以在进行包装设计时要考虑包装可能遇到的各种复杂的环境影响因素，其中占有重要地位的影响因素，就是包装遭受外力而产生的机械损伤。为了防止这类作用的影响，主要的方法就是采用缓冲技术来进行缓冲包装。

第二节 缓冲技术在包装中的重要性

所谓缓冲技术，就是当物体受到外力的作用时，为了减少外力对物体产生损坏作用所采取的技术措施。

缓冲技术研究的范围，包括研究作用于产品的各种外力的特性，缓冲材料的性质，缓冲方法的使用。

把缓冲技术应用于产品包装，使包装设计更加可靠和合理，其基本要求，应该是使产品的包装达到：（1）经济廉价；（2）简单易行；（3）便于装运；（4）牢固可靠；（5）确保产品安全；（6）便于折包使用。

若在包装设计中，充分利用缓冲技术的研究成果，就会设计出最佳的包装结构和形态，从而提高包装的效能和减少产品在流通过程中的损失，降低商品成本。所以缓冲技术，越来越引起包装科技人员的重视和广泛应用。随着包装技术在40年代和50年代受到重视和发展的同时，包装的缓冲技术也同时开始受到重视，1945年闵德林(R.D.Mindlin)发表了“包装工程中的防震力学”以后，即奠定了防震的理论基础。1954年日本的松本政雄又发展了“防震包装”综述了各国的研究成果，提出了进行缓冲包装设计的当务之急，主要是研究缓冲材料的特性，设法测定产品的G值。日本于1969年出版了《缓冲包装设计手册》，给进行缓冲包装设计，提高包装的性能带来了很大方便。

我国包装技术的发展，长期未受到足够重视，包装处于较落后的状态，特别是缓冲包装技术更没有引起足够的重视，甚至于很多包装就没有进行缓冲设计，使得我们的产品在国内外流通过程中，造成损坏，每年给国家带来百亿元以上损失。

例如，据有关方面的调查：

（1）我国1982年的出口商品，由于包装技术落后，在装卸、贮运过程中受外力作用，造成破坏，渗漏和变质。虫

害等所遭受的损失就减少了外汇收入54亿元。

(2) 我国每年大量生产的各种鲜蛋中有14.5亿斤作为商品流通,但长期以来没有采取有效的缓冲包装,1982年在国内外贸易中就破损鲜蛋约一亿二千万斤,白白浪费价值达一亿二千多万元。

(3) 1982年我国生产的各类鲜果收购量达450万吨,由于包装落后,在流通中的损伤及腐败率高达50~70%,折算经济损失约三亿元。

(4) 1982年我国生产销售自行车1735万辆,由于包装不良,有10%存在不同程度损伤,损失金额达一亿元。生产销售缝纫机516.3万架,损伤8%,损失金额五千万元。其他类似商品因包装不善而变成残品就损失人民币五亿元以上。

(5) 我国生产的各种易碎产品中,包装也非常落后,特别是缓冲包装设计不善,造成损失更是惊人;1982年我国生产陶瓷产品36.8亿件,在流通中破损七亿件,损失金额达1.5亿元;生产玻璃3569万箱,采用原始的稻草等防震材料,在装卸运输中破损率达20%,损失金额4.2亿元;又如电子产品中的真空器件,破损率达20%,最高达到90%,损失价值约三亿元;各种仪器由于包装不良在流通过程中破损率也很高,仅显微镜1982年在运输中的破损率就达40%,仪器、仪表每年损失约一亿元。

还有粮食、食品,化肥,水泥等产品,因包装不良而遭破损,造成大量损失。

从以上例子可以看出,我国的产品包装技术特别是缓冲包装技术的落后所带来的损失是巨大的,这对我们这样一个

发展中国家进行四个现代化的建设，将受到很大的影响，所以在改进产品包装的过程中，充分应用缓冲技术来减少包装的破损，将会带来巨大的经济效益，这是一个事半功倍的好事，我们又何乐而不为呢！为了向广大从事产品生产、流通的人员，推广缓冲包装技术，笔者编写了这本小册子，供有关人员参考，期望抛砖引玉，能起到改进包装，减少损失，为祖国的四个现代化事业作出一点贡献。

第二章 缓冲包装的原理

第一节 物体的运动

包装物品在流通过程中，在运输、装卸、码垛作业时，物品由于运动而产生一定的加速度，则有外力作用于物品。这种力使物品受到冲击和振动而引起破损，采用缓冲包装就是为了减少因外力的作用而产生的破损，为此对物体的运动状态应进行了解。

1. 力与加速度的关系

按牛顿第三定律，任何瞬间的作用力（ P ）是运动物体的质量（ m ）与加速度（ a ）的乘积，力的作用方向与加速度的方向相同。

$$P = ma \quad (2-1)$$

式中 P ——作用力（ kg ），
 m ——质量（ $\text{kg} \cdot \text{s}^2 / \text{cm}$ ），
 a ——加速度（ cm / s^2 ）。

若加速度为重力加速度的时候，则静止物体受重力加速度（ g ）作用，其重量（ W ）为物体质量和重力加速度的乘积。

$$W = mg \quad (2-2)$$

式中 g ——重力加速度,它的国际标准值为 980.655cm/s^2 ,一般使用值为 980cm/s^2 。重力加速度值的大小,随地球不同纬度地区而不同。下列各地的标准重力加速度值如表 1-1 所示:

表 1-1 各地重力加速度值

地 区	纬 度	g 值 (cm/s^2)
赤 道	0°	978.10
东 京	$35^\circ 41'$	979.801
华 盛 顿	$38^\circ 53'$	980.112
格林威治	$51^\circ 29'$	981.188
极 地	$90^\circ 0'$	983.10

当物体是自由落下时候,若不考虑空气阻力,从开始落下 1s 后,物体就有 980cm/s 的速度,2s 后则有 1960cm/s 的速度,其关系式如下:

$$g = 980 \quad (2-3)$$

$$v = gt \quad (2-4)$$

式中 g ——重力加速度 (cm/s^2);

v ——自由落体速度 (cm/s);

t ——下落时间 (s)。

随着下落时间的增加,物体运动速度有所变化,微小时间内的速度变化称为加速度,当物体落地停止运动的时候,

是因速度的反方向加速度的作用，这个负的反方向加速度使物体运动速度降低，达到停止。物体自由落下的高度与速度的关系如下式：

$$v = \sqrt{2gh} \quad (2-5)$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (2-6)$$

式中 h —落下高度 (cm)。

对于自由落体的加速度、运动速度落下高度与时间的关系可以用图2-1 的曲线表示：

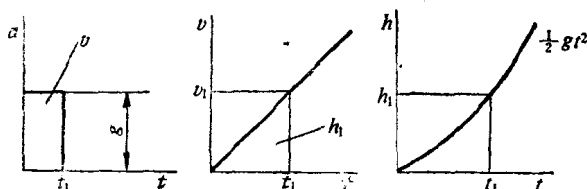


图 2-1 自由落体的加速度、运动速度、落下高度与时间的关系

冲击速度与落高的关系见图 2-2；

若将 (2-2) 式代入 (2-1) 式：

$$\text{则 } P = W/g \cdot a \quad (2-7)$$

$$\text{或 } P = W \cdot a/g \quad (2-8)$$

将这个式中的最大加速度与重力加速度的比值 $a/g = G$

$$\text{则 } P = W \cdot G \quad (2-9)$$

G 是物体产生的最大加速度与重力加速度的倍数，用 G 来表示加速度的大小，容易计算出作用力的大小。

例如：有 5kg 重的物体，其加速度为 4900cm/s^2 ，求其作用力的大小？

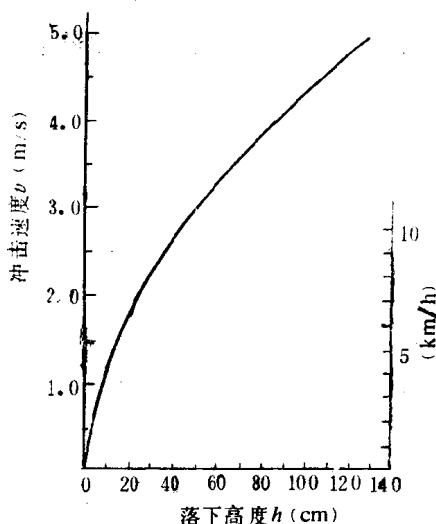


图2-2 冲击速度与落高关系

按 (2-7) 式:

$$P = 5/980 \times 4900 = 25\text{kg}$$

若求出加速度的比值:

$$a/g = 4900/980 = 5G$$

按 (2-9) 式:

$$\text{则 } P = 5 \times 5 = 25\text{kg}$$

2. 振动与冲击

包装物品在流通中的运输、装卸、搬运作业时, 所受加速度影响而产生的力, 主要有坠落和惯性等发生的冲击加速度及运输工具行走时速度反复增减变化所产生的振动加速度, 随着加速度的大小不同而有大小不同的作用力对包装物

品发生影响，造成不同程度的损坏。由于作用时间与物体的力学性质的关系而有差别。

(1) 振动

振动是在一定时间内进行相同的往返运动的现象，在多数运输工具上产生的振动是一种复杂的运动，把这些不同的振动和位变作为一种单纯的振动来考虑。单纯的振动就象钟摆一样，在一定周期内，从基点起进行反复运动的振动。其振动波形见图 2-3，图中的横坐标为时间；纵坐标为位变量。从基点达到的最大位变量为 x_{m1} ，相反方向的最大位变量为 x_{m2} ，把最大位变量 x_{m1} 和 x_{m2} 作为振幅，从 x_{m1} 到 x_{m2} 的位变量作为全振幅，从基点到 x_{m1} 或 x_{m2} 为止作为单振幅。

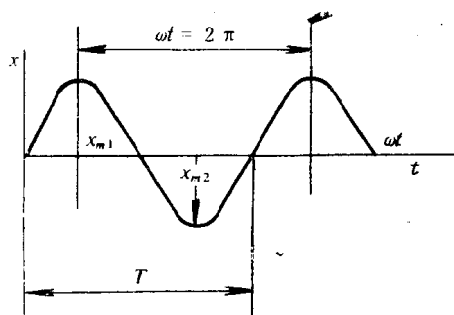


图 2-3 单弦振动波形

振动1个全振幅所需要的时间，即从基点经过1个全振幅又回到基点的时间称为周期(T)。单位时间内往复运动的振动次数称为频率。图(2-3)的正弦波曲线的振动叫做单弦振动或调和振动，它们的运动一般以下式表示。

$$x = x_m \sin \omega t \quad (2-10)$$