

● 高等院校试用教材 ●

BAOZHANG CESHI JISHU

包装测试技术

刘 功 赵延伟 主 编



湖南大学出版社

高等学校试用教材

包装测试技术

刘 功 赵延伟 靳桂芳 编
齐世闻 张凯涛 审

湖南大学出版社

内 容 提 要

本书是按全国包装教材编审委员会的要求编写的。主要内容有：绪论、包装测试基础理论、包装测试仪器、包装件内装物的测试、包装材料测试、刚性包装容器测试、柔性包装容器及其他包装容器测试、运输包装件动态性能测试以及微机在包装测试技术中的应用等。

本书的特点是内容丰富、体系完整、概念清晰、论证严谨、文字通俗、实用性强。书中引进了国外最新技术，也介绍了具体测试方法，便于读者借鉴和运用。

本书可供包装工程、包装印刷、包装机械、食品机械、食品工程等专业作教材使用，也可以供从事包装、食品、轻工、外贸、商业和国防等方面工作的工程技术人员和管理人员参考。

包 装 测 试 技 术

刘 功 赵延伟 靳桂芳 编
齐世闻 张凯涛 审

责任编辑：肖鸿猷

☆

湖南大学出版社出版发行

(长沙岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南大学印刷厂印刷

☆

787×1092 16开 24印张 555千字
1989年3月第1版 1989年3月第1次印刷

印数：0001—6000册

ISBN 7-314-00406-4/TS·3

定价：4.70元

编者的话

测试技术是一门新兴的技术学科。作为试验技术的核心，它在科学研究特别是应用研究中起着重要的作用。正确地选择测试手段、测量方法并准确地进行数据处理，现已成为工科院校毕业生从事创造性工作的重要基本技能。为了包装工业飞跃发展的需要，《包装测试技术》已被列为包装工程专业的必修课。

本书是根据全国包装教材编审委员会的要求，按高等学校本科四年制60学时编写的。主要内容有：绪论、包装测试基础理论、包装测试仪器、包装件内装物的测试、包装材料测试、刚性包装容器测试、柔性包装容器及其他包装容器测试、运输包装件动态性能测试以及微机在包装测试中的应用等九章。讲授时内容可根据学生对象和需要有所侧重或取舍。

本书的特点是内容丰富、体系完整、概念清晰、论证严谨、文字通俗，实用性强。书中引进了国外最新技术，也介绍了具体测试方法，便于读者借鉴和运用。

本书可供包装工程、包装印刷、包装机械、食品机械、食品工程等专业作教材使用，也可以供从事包装、食品、轻工、外贸、商业和国防等方面工作的工程技术人员和管理人员参考。

本书由刘功副教授（天津轻工业学院）、赵延伟副教授（中国包装工程学院）主编。其中第一、二、三章由赵延伟编写；第四、五、六、七、八章由刘功编写；第九章由靳桂芳编写。最后由齐世闻教授、张凯涛副教授主审；赵延伟统稿。

限于编者学识水平浅薄，实践经验不足，教学经验有限，书中错误和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

1988年1月于长沙、天津

前 言

人类进行包装活动的历史虽然很长，甚至可以追溯到人类产生之初，但包装实际上形成行业的时间却并不长。尤其是做为现代包装行业，还是在世界工业革命之后。世界资本主义兴起并将电子、化工、机械、生物工程、能源开发等现代科技应用于开发商品新包装，是自20世纪30年代开始的。所以说现代包装工业的历史，最多也只有半个世纪。

美国密执根州大学农学院，在1952年开设包装课，是世界上第一个正式将包装列入高等教育的学校。而到现在也只有35年历史。当今世界，随着现代商品经济高速发展，大量涌现于市场的一切新商品，都需要有适时的新包装，这就必然促使现代包装工业与资本主义商品经济同样的高速相应发展。

我国的现代包装工业，自进入20世纪70年代末期，经过几年的调整、准备之后，于80年代初开始迅速发展。但由于起步晚、基础薄弱，工程技术人才和管理人才极端缺乏，所以大大落后于世界先进水平。中央领导同志早在1983年就指示：要定向培养这方面的人才。在中央领导和中国包装协会、包装总公司及国务院有关部委、各省、市包装协会的直接领导和大力支持下，我国的包装教育，自1984年以来，有了较大的发展。据不完全统计，至1986年底，我国已有近40所高等院校（其中包括部分设有包装装潢设计专业的美术院校）和30多所中等学校，开办了包装工程专业或开设包装技术课；1985年，中国包装协会经国家教委批准，创办了中国包装工课函授学院和包装装潢设计刊授大学；1986年国家教育委员会正式批准筹建中国包装工程学院。

由于高速发展起来的我国包装教育，急需适合我国国情的各种层次的包装教材，为此，中国包装协会教育委员会和中国包装总公司教育培训部，在国家教育委员会教材办公室的指导下，经过一年半的筹备，推选36名热心于包装教育的专家、学者和工程技术人员，于1984年成立了全国包装教材编审委员会，并分成14个编写组，负责编写13门高校和6门中等专业学校的包装教材。

高校部分包装教材包括：包装概论、包装材料与成型加工（包括纸、塑材、玻璃、金属四个部分）、包装辅助材料、包装工程机械概论、包装机械、包装测试技术、包装系统控制、包装技术与方法、包装设计、包装设计基础、包装管理、包装力学、包装印刷概论等共13门，基本上能够满足1984年原教育部批准的“包装工程”试办专业规定内容和培养目标的要求。这部分教材的编写，基本上可以满足我国大量开展起来的包装教育对教材的急需，也填补了我国边缘学科教材建设中一个方面的空白，并将对国内外包装教育事业的发展，起到一定的积极作用。

全国包装教材编审委员会为解决急需而组织编写的这套包装教材，各课程组克服了种种困难，做了大量调研和资料搜集工作，力求打破过去编写教材的老框框，尽量做到理论研究与新技术应用相结合。在根据我国国情，对国内外资料的引用和内容的编排上，较其他教材具有一定的开拓、创新精神。关于教学时数，本教材只拟了一个参考时

数，而且有意使教材内容量多于参考时数，以供不同专业方向的各类院校有较大的选用余地。

现代包装是跨行业、跨部门、多种学科互相渗透的边缘学科。尤其是随着现代科学技术的高速发展，包装新材料、新设备、新技术日新月异。更兼现代包装是新兴工业，所涉及的学科领域极广，而编写教材可资借鉴的资料又很少。所以，尽管参加编写本教材的专家学者们，在编写过程中，尽了最大努力搜集和参阅大量国内外最新包装科技资料，并尽可能结合我国国情和生产实践进行编写，但作为开创性的第一套教材，在内容上的某些疏漏、甚至错误在所难免。敬请各有关方面多提宝贵意见，以使其不断充实、完善。

希望在各方面的大力支持与帮助下，我国的包装教材建设取得更大成果，并促使我国的包装教育，能在不长的时间里，跨入世界先进行列。

全国包装教材编审委员会

1987年9月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 包装件的流通过程及其危害.....	(1)
§ 1-2 包装测试技术的概念和发展情况.....	(3)
§ 1-3 包装测试的目的、分类及内容.....	(4)
§ 1-4 包装测试大纲和实验报告.....	(7)
§ 1-5 包装测试数据处理与误差分析.....	(8)
第二章 包装测试基础理论	(21)
§ 2-1 包装测试系统的组成及运用.....	(21)
§ 2-2 信号及其描述.....	(22)
§ 2-3 测试装置的特性.....	(36)
§ 2-4 包装件在流通过程中的外力作用及其影响.....	(49)
§ 2-5 包装件在流通过程中的振动与隔振.....	(58)
§ 2-6 包装件在流通过程中的冲击与缓冲.....	(70)
第三章 包装测试仪器	(83)
§ 3-1 包装测试常用传感器.....	(83)
§ 3-2 包装测试装置中间变换器.....	(103)
§ 3-3 包装测试常用记录与显示仪器.....	(111)
第四章 包装件内装物的测试	(126)
§ 4-1 内装物温度测检.....	(126)
§ 4-2 内装物湿度测试.....	(136)
§ 4-3 内装物重量的检测.....	(148)
§ 4-4 内装物的气体成分测试.....	(157)
第五章 包装材料测试	(165)
§ 5-1 包装材料厚度的检测.....	(165)
§ 5-2 包装材料透气性能测试.....	(169)
§ 5-3 包装材料透湿性的测试.....	(179)
§ 5-4 包装材料热性能测试.....	(184)
§ 5-5 包装材料光学性能检测.....	(190)
§ 5-6 包装材料的其他测试.....	(196)
§ 5-7 缓冲材料测试.....	(202)
第六章 刚性容器测试	(212)
§ 6-1 纸包装容器测试.....	(212)
§ 6-2 塑料容器应力—应变测试.....	(228)

§ 6-3	塑料包装容器的其他力学性能测试	(243)
§ 6-4	玻璃容器测试	(256)
第七章	柔性包装容器及其他包装容器测试	(268)
§ 7-1	柔性包装容器测试	(268)
§ 7-2	集装箱测试	(275)
§ 7-3	托盘测试	(284)
第八章	运输包装件的动态性能测试	(289)
§ 8-1	运输包装件冲击试验方法	(289)
§ 8-2	运输包装件的振动试验	(298)
§ 8-3	运输包装件的滚动试验	(307)
§ 8-4	大型运输包装件测试	(315)
§ 8-5	包装物的脆值测试及包装的试验研制方法	(322)
第九章	微型计算机在包装测试中的应用	(334)
§ 9-1	微处理机、微型计算机及微型计算机系统	(334)
§ 9-1	微型计算机在包装和测试中的应用概况	(337)
§ 9-3	微型计算机在缓冲包装试验方面的应用	(338)
§ 9-4	微型计算机在瓦楞纸箱包装设计中的应用	(340)
§ 9-5	自动拧盖机中的扭矩控制系统	(342)
附录		
一	运输包装件基本试验 总则	(345)
二	运输包装件基本试验 温湿度调节处理	(351)
三	运输包装件基本试验 堆码试验方法	(355)
四	运输包装件基本试验 压题试验方法	(358)
五	运输包装件基本试验 垂直冲击跌落试验方法	(361)
六	运输包装件基本试验 正弦振动(定频)试验方法	(365)
七	运输包装件基本试验 正弦振动(变频)试验方法	(368)
八	运输包装件基本试验 喷淋试验方法	(372)
参考文献		(374)

第一章 绪 论

§ 1-1 包装件的流通过程及其危害

包装是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。同时还包括为了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操作活动。

包装件是产品经过包装后形成的总体。内装物是包装内所装的产品。

一、包装件的流通过程

包装件从完成全部包装起，直至到达用户这一全过程称之为包装件的流通过程。

包装件的流通过程往往是十分复杂的，但可以把它分解为若干个环节。这些环节主要是装卸、运输、储存等，如图 1-1 所示。同时，在流通过程中，某个环节可以不止一次出现。

包装件在流通过程中，必须适应流通环境的各种条件。在不同的流通系统中，一个包装件将遇到的情况不会完全一致。但是把流通环境作为工程中的一个因素来研究，那么全部危害因素都要归纳在内。由于各种条件是错综复杂的。其作用的强度、频次又各有异，要准确地认识它们是困难的。但是，它是包装件面对的现实问题，也是首要研究课题。现在一般采用的方法是把作用因素分解并且规范化，在进行包装件测试时再把这些作用综合起来。从这种观点出发，把流通环境条件区别为气候条件、机械条件等多种参数。例如国际电工委员会对运输环境参数的分类定为气候条件、生物条件、化学作用物质、机械活性颗粒和机械条件等五类。

对于各类条件的各种参数还需要从标准化与系列化角度对它们的不同量值确定严酷等级。这样做可帮助我们确定流通条件，使包装设计有更准确的依据，从而也对包装件的检验有了更精确的判定标准。所以说对包装件流通过程的全面了解是包装工作的基础。不同的包装件在流通过程中所经历的环境条件肯定是有区别的。在不同的流通过程中，对包装件的危害因素、外力作用的大小程度、各因素之间的相互关系等也不尽相同。

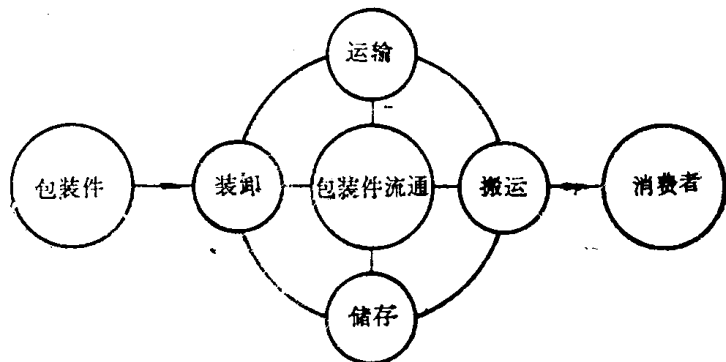


图1-1 包装件流通过程示意图

二、流通过程对包装的危害

包装件在流通过程中受到各种环境因素的综合作用，这些作用很少作为单一条件出现。但是为了分析的方便，一般都以单项作用进行分析。不管包装件的分发途径如何，一般都要经历以下的一些危害。

1. 装卸过程

包装件在搬运过程中对于小件包装，必须考虑跌落的可能性，人工装卸尤其要考虑。即使在采用集装箱的情况下，进箱或出箱如果没有采用托盘化单元包装，仍然有两次跌落的风险。一般货物在全部流通过程中，伴随运输方式的每一次转换都要产生多次跌落的风险。还有一种情况是中型包装，在这种情况下有叉车起重的这种方式。这种装卸方式也存在人工装运的工序，即须考虑支棱与支角跌落的情况，因为在实际情况中存在有这种危害，如使用撬杠等。在采用机械装卸过程中，当场地条件恶劣、产品重心偏移，或由于操作原因等都可能引起事故。在实际情况中，包装件因跌落造成的损坏所占比例最大。

大包装和集装包装件往往采用起吊装卸。起吊装卸常发生包装漏底事故。这是因为对包装件结构未经测试，也未进行模拟试验造成的。还有起吊装卸时，违章操作、设备故障都会出现类似事故。另外需要注意的是起吊的固定问题，在缺乏妥善固定的情况下，吊起的成组货物中有落下的可能性。在起吊加速、停车、横向移运，或与其他东西碰撞时都有可能发生。这种事故在对固定问题加以重视和采取可靠措施后都可以避免。但是事故一旦发生，因跌落高度较高，对包装件的损坏是严重的。

当搬运机械设备受到限制时，对于大包装件也有采用拖拽的方法。如果采用此种装卸形式，而结构设计又不合理，就会出现包装框架结构解体；若包装材料选用不妥，还会出现局部破坏的可能。值得注意的是，一旦出现类似情况，常常会造成较大的事故。

包装件由于条件和场地的限制，或者是由于纯粹人为的原因，会出现把货物翻滚着移动的可能。这多出现在中等重量的包装件中，有时较轻和较小的包装件也会出现这种情况，因而造成货物的多次、多面的连续冲击。往往在这种情况下还伴随着棱、面、角之间互相碰撞的情况，因此对包装容器、内装物都将造成严重的损坏。

2. 堆码过程

堆码对包装件造成的危害主要是静压力，它将对包装容器、内衬垫、内装物都会产生影响。如果是单一品种的包装件堆码造成的静负荷则比较容易计算准确。但是包装件在流通过程中混装是常见现象，尤其是在联运过程中以重压轻的现象几乎是不可避免的。因此对包装件堆码时的静压力不可忽视。而且还要考虑因为作用面积小，而出现压力集中在包装件某局部位置的可能性，以及工人站在包装件某一位置上操作而出现的局部静压力过大的情况。

3. 运输过程

包装件在运输过程中，无论采用何种运输方式，由于路面条件和运输工具自身的原因，或者其他原因，都会使包装件受到冲击和振动的危害。因为振动作用是复杂的，振动源本身就是不规范的作用，因而对包装件的影响也极其复杂。尤其是在公路运输过程

中，如包装件不加固定，不仅有振动作用，而且会有频繁的冲击作用施加在包装件或内装物上。在各种运输方式中，包装件堆码情况是有的，因此还需考虑堆码振动的情况。

4. 气候条件

作用于包装件的气候条件十分复杂，从现象上不难看到包装件受雨淋的情况。有些不允许雨淋的包装件，即使在流通过程中十分留心，也不可避免雨淋的现象。环境温度的变化、湿度的变化、腐蚀粒子作用、气压影响等，都不可避免地作用于包装件上，而这些作用的最终结果，大多数反映为内装物的化学变化。

5. 生物作用

微生物会导致包装件内包装物的霉变；昆虫或啮齿动物则可能直接破坏内装物。对生物危害的防护形成了专用性包装技术。

6. 人为偷窃

包装件在流通过程中被人偷窃内装物是一种特殊形式的危害。危害严重时，有必要从包装技术与方法上加以防护。

7. 流通过程对内装物的危害作用

包装件在流通过程中对内装物也有危害作用。一般而言，内装物的任何一个特性都有一个极限。与包装件流通过程相关的内装物的特性，在流通过程中若某一性质参数大于流通条件，那么内装物不会损坏；如果流通条件超过了内装物性质可以耐受的极限，那么内装物就要被破坏，因此需要了解内装物的有关特性和有关的参数，即使是单一材料的内装物，也有材料的极限强度和它的结构强度。而对于绝大多数的内装物而言，多种材料和复杂的结构是两个主要特征，只要其中有一种材料、一个结构发生破坏，都要导致内装物功能性损伤。从破坏的现象上，可能会出现单一材料的破坏、外壳的破坏、应力集中、部件损坏、弹性支承的损坏、振动造成的损坏等（在§2-4中还会详细阐述）。

综上所述，包装件在流通过程中，存在着可能引起包装件破坏的各种危害。危害是多种因素造成的，主要取决于流通过程各个环节的特性、内装物自身的特性以及包装设计，如包装件的尺寸、质量、形状，包装材料、包装结构及其总体，搬运辅助装置等因素。

正因为这样，所以在进行包装设计时必须对包装件流通过程有全面的了解，并要对包装件进行相关量的测试和进行包装件的模拟试验。

§ 1-2 包装测试技术的概念和发展情况

科学的发展与测试技术的发展有密切的联系。测试是人们认识客观事物的重要方法，是通过试验测量和数据处理等基本环节从客观事物取得有关信息量值的重要认识过程。它的准确度、灵敏度以及测试的范围在很大程度上决定了科学的发展水平。测试技术达到的水平愈高，则科学的成就也愈为深广。另一方面，科学的发展又为测试技术的发展创立了新的前提、新的途径和新的可能性。

一、包装测试技术的概念

包装科学技术的发展与包装测试技术的发展密切相关。反之，包装科学技术的发展又促进了包装测试技术的进步。

所谓包装测试就是用以评定包装件在流通过程中的性能的一种手段。它包含有包装测量和包装试验两个方面的内容。包装测量，就是把包装件中的某些信息，如包装件在流通过程中的位移、速度、加速度、外力、温度、湿度等物理量检测出来，并加以量度；包装试验，就是通过包装试验方法，如压力试验、堆码试验、跌落试验、连续冲击试验、斜面冲击试验、吊摆试验、六角滚筒试验、滚动试验、振动试验、起吊试验、耐候试验、高温试验、低温试验、喷淋试验、透湿度试验、透水性试验、低压试验、渗漏试验、长霉试验、盐雾试验和运输试验等，把包装件所存在的许多信息中的某种信息，用专门装置人为地激发出来，以便测量。包装测试技术就是以解决上述两个课题为目的的一门技术科学。

二、包装测试技术的发展情况

由于包装现代化的需要，包装件中各种被测量的静态测量（被测的量不随时间而变化）已愈来愈显出其局限性。现代包装的科学研究、设计计算、工程过程都要求对动态量（被测的量随时间而变化）加以测量。对包装件动态量的测量（动态测量）可以用机械的方法、光的方法和电的方法。随着电子技术、半导体器件以及电子计算机的发展，特别是微电子技术和微型电子计算机技术的发展，对电量的测量技术已达到了比较完美的程度。它的高精确度、高灵敏度、高响应速度，以及能耗少、体积小、可以连续测量、自动控制等特点，达到了用机械方法和一般光的方法测量时很难达到的水平，致使电测法（把被测的非电量变换成电量后，再加以测量）在动态测量中得以应用、发展并日趋成熟。

包装件在流通过程中除了对一些静态或稳态下的参数（静态特性），如包装件的几何尺寸、重量、温度和湿度等进行测量外，还要对包装件在搬运、储存和运输过程中所受到的动态参数（动态特性）、如振动和冲击时的加速度和受力情况进行测量，以便更好地了解包装件在流通过程中的确切情况，找出薄弱环节，改进包装设计。

我国测试技术，最先应用于国防工业和一些尖端科学，应用于包装工程领域还是近几年的事，但发展速度很快。除建成了全国和部门的包装测试中心外，有些发达省、市和大企业也陆续建立了包装测试站或实验室。特别是经国家教员批准试办的包装工程专业，几乎都设置了包装测试技术课。随着高等院校测试技术研究的广泛开展，以及高等院校相关专业毕业生参加工作，将促进我国包装测试技术的进一步发展。

§ 1-3 包装测试的目的、分类及内容

一、包装测试的目的及其样品的选择

包装测试的目的是为了评定包装的功能。即在一定的流通条件下，检验包装件的防

护性能是否良好；考察包装件可能引起的损坏，并研究其原因和预防措施；比较不同包装的优劣；检查包装件性能是否符合有关标准、规范和法令。按照国家有关标准对包装件进行必要的包装测试，对改进包装设计、提高包装质量，扩大产品影响、提高企业经济效益和社会经济效益都具有十分重要的意义。

包装测试如何正确选择测试项目，主要应根据流通过程各个环节中可能出现的危害。因此，要求了解这些危害对包装件产生的影响或损坏；对于所选用的测试项目进行模拟或重现上述影响或损坏的危害作用的能力有确切的了解。正确选择测试项目还应根据不同的测试目的，并要适当考虑测试设备条件、测试时间、测试样品（用于测试的包装件）数量、测试费用、以往的测试经验等因素。

测试样品应在具有相同包装和相似的流通过程的包装件中随机抽取，进行每项测试的样品数量不应少于 3 件。进行多项测试应对每组测试样品均按顺序进行测试。但对特定目的的测试可以对多组样品按顺序分别进行各项测试。如果测试的目的仅仅是为了评定包装容器的性能，则可以采用有缺陷的产品（模拟物）作为测试样品的内装物，但在测试前必须将其缺陷作出记录。对于出自研究目的的测试，还可以采用模型作为测试样品的内装物。进行测试时测试样品的状态应该是模拟或重现包装件在流通过程中经受危害时的状态。

二、包装测试强度

包装测试强度一般用量值表示。各项测试需要确定量值的因素如下：

1. 温湿度调节处理需要确定量值的因素有温度、相对湿度、时间、预先干燥条件（如果需要的话）等。

2. 堆码试验需要确定量值的因素有负载及其持续时间、温度和相对湿度、测试样品的数量和状态等。

3. 垂直冲击跌落试验需要确定量值的因素有跌落高度、冲击次数、温度和相对湿度、测试样品的数量和状态等。

4. 水平冲击试验（斜面冲击、吊摆冲击试验）需要确定量值的因素有水平加速度、冲击次数、冲击面、附加的障碍物（如果需要的话）、吊摆质量、温度和相对湿度、测试样品的数量和状态等。

5. 正弦振动试验需要确定量值的因素有频率（定频、变频）、加速度或位移幅值、测试持续时间、附加负载（如果需要的话）、温度和相对湿度、测试样品的数量和状态等。

6. 压力试验需要确定量值的因素有最大负载（预定值），压板移动速度、温度和相对湿度、测试样品的数量和状态等。

7. 低气压试验需要确定量值的因素有气压及其持续时间、实验室内的温度、测试样品数量等。

8. 使用压力机的堆码试验需要确定量值的因素有所加负载及其持续时间、温度和相对湿度、测试样品的数量和状态等。

9. 喷淋试验需要确定量值的因素有喷淋水量及其持续时间、测试样品的数量和状

态等。

10. 滚动试验需要确定量值的因素有滚动次数、测试样品的数量和状态等。

恰当地确定和选用上述量值的大小，主要取决于引起危害的因素，危害产生的结果和选用测试项目进行模拟或重现这些危害结果作用的能力。其次还要考虑要求包装件的安全可靠程度。

三、包装测试的分类与顺序

包装测试的分类可分为单项测试、多项测试和综合测试。单项测试只进行一系列测试中的某一项，但可以用相同或不同的测试强度和测试样品状态，重复进行多次测试。单项测试一般用于评定包装件对某一特定危害（例如基于研究性目的或对某一包装件损坏事故进行调查）的防护性能；多项测试是用一系列测试中的若干项（包括综合测试）或全部测试进行的顺序测试。多项测试一般用于评定包装在整个流通过程中的防护性能；综合测试是有两种以上的危害因素同时作用于包装件上的测试。综合测试一般用于评定包装件在两种以上的危害因素综合作用情况下的防护性能。

包装测试的顺序是：单项测试在测试前进行温湿度预处理；多项测试首先应根据流通过程各环节所含危害的实际情况，确定若干个测试项目，并根据这些危害出现的先后次序，合理安排测试顺序。在比较简单的情况下，典型的包装件测试顺序应该是：温湿度预处理、堆码试验、冲击试验、气候试验、振动试验等。同时应当视实际需要，恰当地插入或增添其他试验。如上所述，进行测试时必须首先进行温湿度预处理。如有可能，测试应在与温湿度预处理所采用的相同温湿度条件下进行。如达不到相同条件，则包装件必须在温湿度预处理完毕后5分钟内开始测试。

四、包装测试的主要内容

包装测试的主要内容分述如下：

1. 包装容器测试

包装容器测试包括纸容器测试、塑料容器测试、玻璃容器测试、金属容器测试和其他容器测试等。

2. 内装物物理性能测试

内装物物理性能测试包括内装物温度、湿度的测试、热封试验、防水试验、浸水试验、喷淋试验、透湿度试验以及其他物理性能测试等。

3. 包装件的静态性能测试

包装件的静态测试包括堆码试验、压力试验、接缝强度试验以及其他静态试验。

4. 包装件的动态性能测试

包装件的动态性能试验包括跌落试验、水平冲击试验、滚动试验、振动试验、六角滚筒试验以及其他动态性能试验等。

5. 包装件的特殊性能测试

包装件（含内装物）的特殊性能测试包括防霉包装测试、防腐包装测试、防锈包装测试及其他特殊性能测试等。

五、包装测试结果的评定

包装件测试结果的评定应根据包装件（特别是内装物）的质量降低程度或变质程度、包装件容量损失程度，以及包装件发生轻微损坏是否会在今后的流通过程和使用过程中造成危害或潜在的危害来确定。如果可能，应采用量值表示。同时评定测试结果时，应考虑内装物的价值、包装件发货数量、流通费用和内装物对人、环境、其他物品有无危害因素。

§ 1-4 包装测试大纲和实验报告

包装测试的效果好坏，体现在测试数据的可靠性、测试过程的经济性和测试所需时间等方面。在包装测试过程中必须始终考虑：什么是我们要测试的东西？这些东西用什么参数来表达？用什么方法来测量这些参数？这些方法是否能精确地测量这些参数？这些测量结果又告诉了我们什么？这些问题看起来是基本的，然而往往又是编制测试大纲和编写实验报告必须经常提出的问题。

一、测试大纲的编制

由于产品使用地点各异和流通过程不尽相同，因此即使对于同一种产品往往也不可能由产品标准具体规定需要进行的包装件的测试项目。通常的做法是根据在实际流通过程中可能出现的危害及其他应该考虑的因素以及测试目的，对不同情况的包装件编制不同的测试大纲。所谓包装测试大纲就是进行单项或多项试验所依据的技术文件。其内容包括试验项目、温湿度预处理、试验强度、试验顺序、试验结果、评定标准等。包装测试大纲并且要符合产品标准及其他标准、规范和法令。测试大纲往往也可能是多方面（生产、使用、运输）共同协议的结果。

编制包装测试大纲的一般方法可按下述程序进行：

1. 查明流通过程中的每个环节。
2. 查明每个环节包含的危害、危害程度及发生危害的可能性（应根据有关流通环境条件标准进行考虑）。
3. 确定模拟（或重现）这些危害需要进行的测试项目；如发生某种危害的可能性不大，或者危害程度较小，对包装件造成危害的可能性不大，则相应于这种危害的测试可以不进行。
4. 确定测试强度基本值。如果需要，可对测试强度基本值进行修正，并确定测试强度最终值。
5. 确定测试顺序。
6. 确定主要测试设备，测量仪器及其连接方法。
7. 测试结果的评定。

在编制包装件测试大纲时，还要注意以下一些问题：

1. 在包装件的测试过程中，待研究的量和测试仪器或测试装置都有一些必须仔细

控制的变量。例如包装件的热传导试验，必须包括可能失散到实验仪器所在实验室周围空气中的热量。而且空气周围的温度不同，失散的热量也不一样，因此必须把周围空气的温度控制在某个合理的恒定值上。特别是做包装的对比试验时，更要仔细控制两个实验的某些条件完全相同。

2. 对于实验结果的记录，必须作好周密的准备来记录结果，以及与实验有关的观察。然而，许多实验人员却在一些草稿纸上记录实验数据、结果，以及重要草图，或者在混乱的状态下进行这些工作，以致使有些记录出错或丢失。实验结果和数据应采用统一设计的表格进行记录。如果实验结果要送入计算机中进行处理，则必须考虑计算机的输入要求来选择记录方式。

3. 实验结束后，保持良好的笔记本，使实验设计、实验观察与理论预测等成为一项清晰而有顺序的记录。

二、实验报告

按照包装件测试大纲完成实验后，需要制写实验报告。其主要内容包括：测试样品的数量和分组、包装和内装物的详细记录或说明、测量设备、仪器型号规格、预处理温湿度条件和测试场所的环境条件、测试量值、测试操作记录、测试结果分析、测试日期、工作人员签名以及实验的理论依据和参考文献等。

对实验报告的内容，应认真核实。特别是数据信息，必须正确无误。

实验报告必须简明扼要。如能用图表清楚地说明概念的就用图表，而不必把读者可以通过仔细研究图表就可以弄清楚的问题再加以文字说明。换句话说，实验报告必须言语精练。

§ 1-5 包装测试数据处理与误差分析

通过包装测试，获得了大量的实验数据。这些实验数据包含着许多有用的信息，是我们合理地进行包装设计，科学地进行包装件在流通过程中各种环境的分析不可缺少的依据。但是，只有对这些测试信息进行科学的处理，才能去粗取精，去伪存真，由此至彼，有表至里，从中提取尽可能多的有用信息。随着科学技术的不断发展，实验数据处理方法的研究也在不断深入。

一、误差产生的原因与分类

1. 误差产生的原因

对包装件进行测试时，由于测试仪器、测试方法和测试人员素质的差别，这三个方面都可导致不同的测量误差。现将产生误差的原因分述如下：

①仪器误差：由所用的测试仪器和量具所产生的误差。仪器误差主要是仪器制造时所用的元件、零件加工和装配等的误差，定度时标准仪器本身的误差以及定度方法等误差造成的。

②安装调整误差：由于仪器安装不正确、引线过长、接地不良以及操作不正确等，

使仪器工作不正常或指示不准所造成的误差。

③人为误差：如视差，读数读得过早或过迟所造成的误差。

④方法误差：或曰理论误差，间接测量时，将直接测量所得数据代入计算公式，计算出最后结果。如果计算公式本身就是一个近似公式，则计算公式本身就有一定误差。这种误差称为方法误差。

⑤环境误差：温度、湿度、大气压力等因素的影响，使仪器内部工作状态改变而引起的误差，习惯上称为环境误差。

2. 误差的分类

为了方便分析研究问题，必须将误差进行分类。误差分类一般可用以下方法进行：

①按误差性质来分可分为系统误差(包括半系统误差)、偶然误差(又称随机误差)和粗大误差(又称过失误差)等。

②按产生误差的条件来分可分为固有误差、工作误差、基本误差和附加误差(无线电仪器称为变动量)等。

③按误差产生的原因来分可分为仪器误差、安装调整误差、人为误差、方法误差和环境误差等。

从误差分析而言一般常用第一种分类法，也是我们研究误差理论的基础。

二、误差的定义与特点

1. 绝对误差

测试结果A与被测量真值A₀之间的差值称为绝对误差：

$$\Delta = A - A_0 \quad (1-1)$$

对于测试仪器而言，指示值为A，被测量的真值为A₀，Δ是用该仪器进行测量时的绝对误差；对测量仪器或电阻、电容之类量具而言，标称值(额定值)为A，量具(或电阻、电容)的真值为A₀。

绝对误差的特点是：绝对误差是名数，是有单位量纲的，因此其数值大小与所取单位有关；它能反映出误差大小与方向，但它却不能确切地反映出测量工作的精细程度。

所谓真值是被测量本身所具有的真实大小。真值是客观存在的，但对其值的认识，只能随着生产斗争与科学实验的发展，测试精度的不断提高才能无限地接近于真值。在实际计算误差时，常以更高一级的标准仪器的示值近似地作为“真值”(称为实际值)，代入公式进行计算。所以实际工作中实际值与真值不再区分开来。

2. 相对误差

绝对误差与约定值之比为相对误差。约定值可以是被测量的实际值、示值(或量具的标称值)或仪器的满刻度值。

相对误差常见的有实际相对误差δ_实。如果设Δ为绝对误差，实际相对误差则为：

$$\delta_{\text{实}} = \frac{\Delta}{A_0} \quad (1-2)$$

即相对误差用被测量实际值的百分比来表示，其绝对误差相当于实际值的百分之几。