

---

## 致谢和作者

作为全球最大的电子公司之一，惠普每年花在包装材料上的开支超过几亿美元。除了包装材料的成本，其他业务开支，如运输、仓储和制造过程，也在一定程度上依赖于有效的包装设计。例如，运输的费用比保护性材料本身的费用要高出好几倍，因此，包装或产品设计的细微改变即对运输成本产生重大影响。为了保持在市场中的领导地位，惠普聘用并保留了非常精干的包装工程师，他们不断地开发和改进新的工艺、技术及研究。

本文档中所包含的信息取自惠普公司众多员工的广泛研究和贡献。通过采用这些方法，所用包装材料大大减少，配送过程中的损坏大大降低，公司为此节省了数百万美元。

作者：

Paul Grady Russell, 注册职业采购专员 / 成员 – 包装计划经理 – 执行编辑

Matt Daum – 包装研发经理 – 执行编辑

Don Clugston – 高级包装工程师

Kevin Howard – 高级包装工程师

Perry Biancavilla – 高级包装工程师

Rod Degesero – 包装工程师

本手册销售收入的一部分将捐赠给精选出的包装大学。

---

## 目录

前言 .....	3
第 1 节：简介 .....	4
第 2 节：货物单元分类 .....	8
第 3 节：运输环境 .....	11
第 4 节：配送危害 .....	17
第 5 节：配送渠道 .....	22
第 6 节：测量配送环境 .....	25
第 7 节：接受标准和测试级别 .....	27
第 8 节：测试原理和意义 .....	33
第 9 节：包装开发过程 .....	48
第 10 节：参考资料 .....	60

---

## 前言

### 包装测试对于公司的利益和品质声誉至关重要

为了保护产品并将产品配送给客户，包装是非常必要的。为了维护公司的利益和品质声誉，所有的产品都必须有效地交付给全球的客户。包装工程师的一项职责就是设计包装，保护产品免受配送环境中的危害，并使包装和产品在交付给客户时都能满足客户的品质期望。包装的主要目的就是使产品在整个配送渠道中保持功能品质和外观品质。有很多实例表明，包装本身就是展示品质形象的关键因素，它可以增强客户的满意度和忠诚度。

包装测试是一个重要过程，它确保产品在正常的配送危害（如振动、碰撞、挤压、温度和湿度）中可以受到足够的保护。测试新的包装设计还有助于公司将与新产品相关的总成本降至最低，从而增强公司的盈利能力。

包装工程师的另一项职责是提高公司新产品的坚固性。一个比较坚固的产品设计不仅可以降低包装材料费用，同时也能降低物流过程的成本。在设计阶段，工程师们可以平衡分配给产品设计的费用以及预计的物流费用。事实上，在产品开发早期阶段中将产品、包装设计与测试紧密结合起来，可以积极地影响整个商业计划。将产品制造和配送紧密结合，可以让客户从改进的品质、费用和交付中获益无穷。本地运作和推迟包装是这方面最有力的实例。

本手册旨在作为包装专业人员的指南或手册。它提供详细的信息，帮助选择最有效的产品 / 包装测试及测试级别。它为公司在计划和管理新产品的包装开发与测试方面提供更深入的指导。附录帮助所有读者理解适用于设计和测试的包装理论应用。

## 第 1 节：简介

包装测试管理和计划包括：

- \* 从所有设计、生产、市场和物流管理中收集数据
- \* 确定配送渠道
- \* 确定合适的测试级别
- \* 确定用于测试和评估产品包装的损坏标准
- \* 确定适合执行的测试
- \* 确定每次测试的执行时间和地点，以及执行测试的部件数量

目前并没有一个适用于所有产品的通用测试顺序。每个产品都有其自己的一套包装测试要求，这取决于所使用的配送渠道、产品尺寸和外形、产品和包装的费用、上市时间、可用的测试设备以及所需的置信度等。包装工程师的一项职能就是与所有相关人员协商，以确定适用于特定产品的测试和测试级别，以及执行测试的时间和地点。协商的结果是一份测试计划，由包装工程师进行管理。

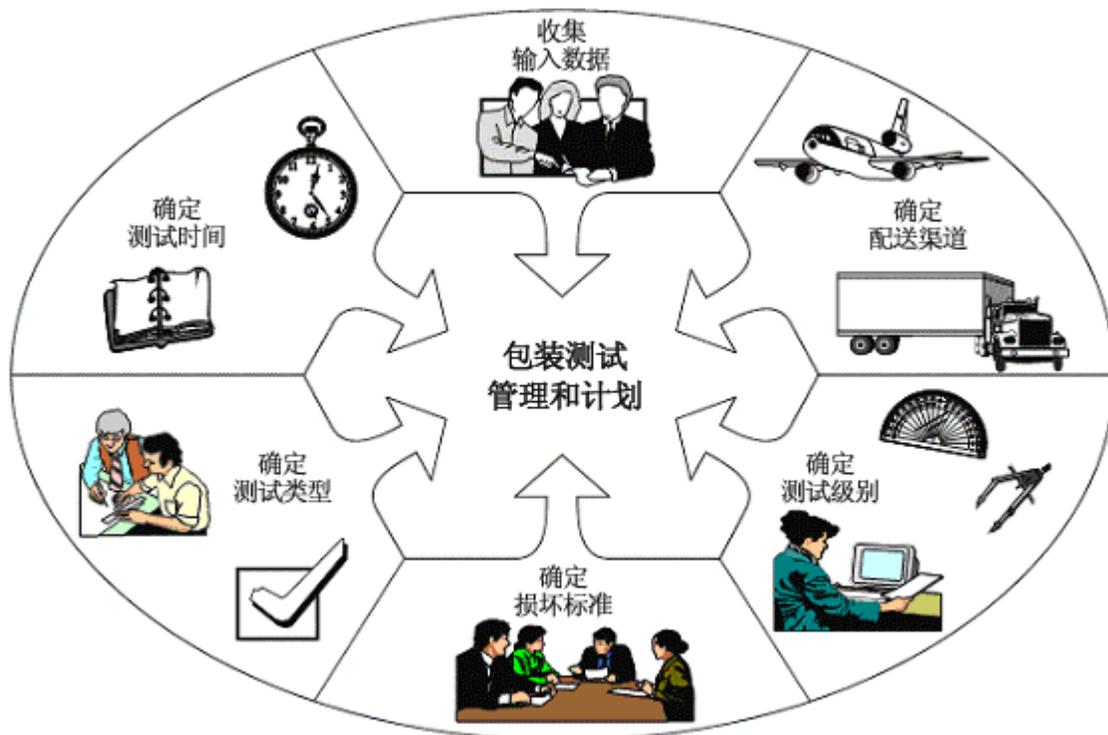


图 1. 包装测试计划的输入数据

### 收集输入数据

为了确定合适的包装测试、测试级别和通过 / 失败标准，包装工程师必须先对以下各项达成一致：如产品易碎性、计划的销售预测、配送渠道、成本目标、损坏风险以及时间表。

---

**易碎性目标** – 产品的强度或坚固性，通常称为易碎性，通常是影响包装设计和成本的最重要的因素。研发人员必须建立产品的易碎性目标，以临界加速度（重力加速度的级别）、速度变化量（下落能量）和冲击脉冲波形表示。易碎性目标可用来评估包装设计的有效性，同时在产品冲击测试中也可作为一项产品设计标准。该目标可显著地影响成本和设计时间。通常，在生产出真正的产品之前，就必须开始设计包装了。在这样的情况下，使用木质或塑料的产品仿制品来监控包装的内部缓冲特性。

**计划的销售预测和成本目标** – 产品或包装损坏会让客户十分不满意。影响包装设计所承担的风险级别的因素包括计划的销售预测、订单履行时间、产品销售价格和成本目标。如果希望较低的损坏风险，则会要求高于正常的测试级别。

**配送渠道** – 产品的配送渠道将定义包装会遇到的发货环境，同时也可以帮助确定要执行的包装测试。该信息通常来自于市场和物流领域。有关详细信息，请参考第 5 节。

**时间表** – 产品设计的时间表也会对包装设计和测试计划产生显著的影响。通常，产品设计的时间表中预留充足的时间以通过测试和比较各种包装设计来降低成本。设计周期较短的产品可能会要求风险较低的（更坚固的）包装设计。时间表还会影响研发人员优化产品设计的能力，从而加强产品的薄弱部位，以便降低包装成本。

**历史数据** – 来自类似尺寸和类型的产品的历史数据将有助于确定合适的测试和级别，以避免过去出现的问题。担保或年度故障率数据也有助于确定特定产品的合适的测试。

## **确定配送环境**

为了确定要执行哪些合适的测试，了解每个特定产品的配送渠道环境是必要的。您可以执行很多包装测试，但并非所有的包装测试都适用于所有的产品和所有的配送渠道。包装工程师必须根据配送系统、计划期限和成本目标来确定测试的合理程度。例如，使用普通搬运器的单箱（非货盘装运）配送需要的测试标准可能不同于整个集装箱（货盘装运）海运。

## **确定测试级别**

所有的配送系统都存在某种程度的不正确操作的风险，可能会导致产品损坏。包装工程师必须在现场就产品损坏的后果和获得所需的保护级别而带来的成本开支进行平衡。每个包装测试都有不同级别的通过 / 失败标准，所选择的质量接受级别对包装成本和设计时间都有着重要的影响。有关详细信息，请参考第 7 节。

---

## 确定包装测试通过 / 失败标准

某些包装测试过程建议了通过 / 失败标准。然而，有时候进行评估的个人可能对标准的解释有所不同。如果某部件稍微弯曲但并未折断是可以接受的话，则在开始测试之前应当予以定义。

可以考虑以下事项，以防止模糊的测试标准。通常，产品损坏（机械或电气操作）或表面缺陷都是不可接受的。

- 是否要求包装缓冲材料能够在整个测试过程中保护产品？测试过程中调换损坏的缓冲件方向是否可接受？
- 对于包装箱，在挤压测试后显示出一些压痕是否可接受？
- 对于泡沫，显示出一些疲劳现象是否可接受，如下落造成的应力裂纹？是否意味着缓冲材料可以重复使用且必须保持未损坏的状态？
- 是否有必要一直测试到失败，以确定安全余量？
- 是否有必要监控包装内部的冲击脉冲并确定冲击感应波谱分析过程中的安全余量？有关详细信息，请参考第 7 节。

## 确定执行的测试

确定执行哪些测试将受到以下因素的影响：该产品的配送环境有哪些特征，该项目需要多少时间和人员。例如，如果产品很重很高，则可能需要一个倾翻测试。最好是复查每个潜在的测试，并确定其对于正在设计的包装是否合适。如果包装测试设备不在公司内部，则可能要在外部的测试服务商处执行合适的测试。当确定哪些测试合适时，还要考虑为了保护现场退回的部件，也需要进行包装。有关详细信息，请参考第 8 节。

## 确定每次测试的执行时间和地点，以及执行测试的产品数量

包装设计和测试可分成一些基本步骤，其中一些步骤会根据所需要的设计试验次数而反复执行。（有关更详细的讨论，请参考第 9 节的“包装开发过程”）。产品的设计和制造时间表将确定每个测试的最佳时间和可用来测试的部件数量。测试位置的选择受到现场可用的测试设备以及产品和包装设计是否使用外部资源（如 OEM）的影响。与所有涉及的项目人员进行协商将有助于确定执行测试的时间和地点，以及可用于测试的产品部件数量。在产品设计周期的早期阶段，对于包装工程师来说，可能有必要构造一个产品摹本或仿制品来进行包装测试。仿制品可为木质或塑料制品，并且应该反映出产品的尺寸、质量和重心。

多个测试的时间选择通常是产品可用性的一个函数。最好是在产品设计周期的早期与项目管理人员交换意见，协商在产品设计周期的何时（检查点）有多少部件可用于测试。以下大致描述了一个典型的产品设计周期以及它如何与包装测试相关联。

调研（I 阶段） - 这是新产品开发周期的最早阶段，产品功能、基本设计和尺寸被固定下来。此时，包装工程师需要与所有涉及的项目人员交流，帮助确定包装测试计划。如果产品的外部设计已经固定下来，包装工程师就可以开始设计产品仿制品，以便在真正的产品很可能不可用的情况下进行包装设计和测试。

---

实验室原型 (LP 阶段) - 开发团队使用机械加工的和立体制版的部件制造一些手制产品。这些原型是用于产品功能测试和设计评估的，它们还不够坚固，无法经受包装的测试。这对于包装工程师来说，是与产品设计人员共同评估现有设计强度的最佳时机。这些原型也可能有助于子装配件的初步冲击测试，以确定薄弱区域及其如何影响包装设计和成本。在此阶段，稍微参与一下即可防止今后的许多难题。包装工程师可以使用仿制品完成单个产品包装的大部分初步包装设计和测试。随着产品设计周期不断缩短，可能还需要一些工具，用于在此阶段完成之前和实际产品原型部件可用之前完成包装缓冲的设计和制作。

生产原型 (PP 阶段) - 使用与预期的生产部件非常近似的加工部件制造一定数量的产品。包装测试在此阶段应继续使用真正的产品，加深了解包装材料对产品的保护能力。此外，这种测试还可以帮助找到对产品设计进行修改，以获得更高的强度并降低包装成本的方向。包装工程师应介入产品冲击与振动测试，以便交流产品易碎性方面的潜在问题，因为产品的易碎性与包装设计息息相关。在此阶段，随着更多产品可用于测试，如果需要，还可以对多个部件进行额外的包装测试，如货盘装货振动和挤压测试，以及散装测试。

试运行 (PR 阶段) - 通常，这是对要测试的产品设计进行的一次大动作，以验证制造过程、加工工具和产品性能。需要再次执行包装测试，以验证产品包装满足所有的包装测试目标。在此阶段，只可以进行非常小的产品改动。此时最适宜在预期的配送系统中往返运送产品，顺便验证一下包装在真实的运输环境中的价值。

制造发布 (MR 阶段) - 此时，产品已大量产出，并存放在成品库中，等待预定的日期发货。对于小批量的即订即造产品，客户的运输实际上已经开始。应该在此阶段执行额外的包装测试，以确信包装在按预期的功能发挥作用。此时，最适合以预期的部件装货配置“运输”生产部件，从而在预期的配送环境中验证多件包装或“散装”。

生产稽核 - 在指定时段之后可能会对预先确定数量的部件执行系统化的产品稽核。包装测试应该是要执行的测试之一，以验证包装设计和产品设计都是充分的，并未因为制造的改变或产品设计中的改变而使包装性能降低。包装工程师应帮助确定哪些测试是适用的。

客户支持 - 最后，作为任何公司新产品的生命周期开发计划的一部分，必须确保产品和部件在客户服务运行过程中得到运输保护。在某些情况下，产品包装对于在客户保修的退货系统中使用可能足够了，但是通常需要特殊的可退回包装。包装工程师应当与客户支持机构一起共同帮助提供和测试对于所有现场备换部件、装配件和产品所必需的适当的包装系统。这通常是在 PP、PR 和 MR 阶段完成的，但为了获得更好的结果，也可在更早的阶段启动。

---

## 第 2 节：货物单元分类

货物单元是将产品和包装的特殊配置定义为一个系统。通常，货物单元是隶属于配送环境的最小的完整单元。包装的产品将分为以下三种类别。这些分类对于理解如何选择运输服务、产品将遇到何种危害以及包装的产品需经过几次装卸都是很重要的，并且确定了合适的测试方法。

配送环境对产品的影响程度很大一部分取决于所使用的包装方法。例如，成套的装货相对单个的小包装产品而言不太容易受到跌落损坏的影响。此手册中讨论的测试过程是专为评估各种包装方法的有效性而设计的。

在测试货物单元之前，它必须根据定义的类型进行分类，这些类型确定了合适的测试和级别。如果用于配送的产品既以单个包装（类型 1）又以“散装”包装（类型 3），或者既有捆扎型单个包装又有独立单个包装，则产品可能有多个分类。如果产品确实有多个分类类型，则需要针对每种配置对其进行测试。

通常，有三种类型或包装配置，如下所述。

类型 1 – 单个或多个产品，箱式和非货盘装运，需要一个或两个人来搬运。作为单个部件发货给最终用户的单独包装的产品定义为“类型 1”，即使包装的产品在其实的配送过程中是整个货盘一起移动的。这些产品会暴露在仓储环境中，并且可能会受到长期（多达 6 个月）的静态压力。这些产品通常是由卡车以零担方式和快递服务来配送的。典型的交通工具具有卡车、集装箱或轨道车上的载重拖车以及飞机。

此分类也代表多个包装，类似于单元，组合在一个货运集装箱中，通常是非货盘装运。



图 2. 类型 1 货物单元的示例

---

某些包装可能有一个**集成的货盘**，便于**内部或客户装卸**，但尺寸和重量将允许由两个人搬运。此类包装应该分类为类型 1 而不是类型 2。

有时候，根据订单中所包括的特定系统和选件，会将两个以上单箱装的产品捆绑或放在货盘上装运。在此情况下，单箱装的产品将作为类型 1 货物单元来测试，因为它们最终可能要被拆开捆绑并由销售办事处、分销商或最终用户单独装卸。如果是货盘装运和堆放，应评估货盘装运的集装箱完整性，以确保不会发生过度的集装箱挤压。

**类型 2** – 单个产品，货盘装运。此分类代表单独包装或准备发货的产品，这类产品**只能**由机械设备装卸而**通常无法**由两个人来搬运。类型 2 货物单元包括单独在货盘上装运的产品（即加垫货盘）或大货柜型的未包装的装运产品（实际上无法由两人进行搬运）。这些产品通常由卡车以零担方式、集装箱或轨道车上的载重拖车以及货机来配送。



图 3. 类型 2 货物单元的示例

**类型 3** – 多个产品，成套摆放在货盘或滑托板上。此分类代表成套的多个产品，这些产品**只能**在货盘或滑托板上运输。这种分类包括“散装”产品。“散装”包装是指将多个相同的产品作为一个完整的货物单元放在滑托板和 / 或货盘上来运输。这与货盘装运的箱式单元不同，箱式单元可能会从成套的装货中撤出来单独发货，而散装单元不能以任何其他配置方式来发货。换言之，来自配送环境的保护只存在于集成的散装中，而不是每个产品有单独的保护。散装设计要求机械装卸，并且通常是以整个卡车或海运集装箱的量来发货的。这些货盘装运的货物会暴露在仓储环境中，并且可能会受到中短期（多达 3 个月）的静态压力。这些产品通常都是通过卡车、轨道车、海轮和货机来配送的。

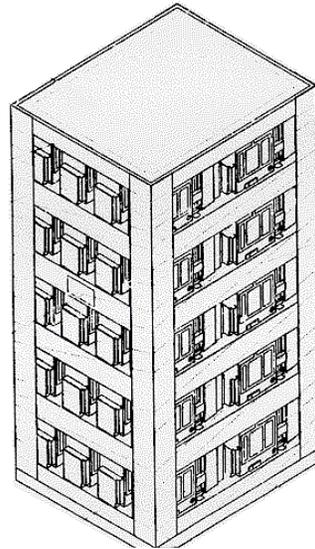


图 4. 类型 3 散装图

如果成套的货物包括最终要按单箱来运输的独立箱装产品，则单独的箱装产品还必须按照类型 1 货物单元来测试。此外，该产品也必须按照类型 3 货物单元来测试。这是非常必要的，因为不同配置之间的压力与张力不同。例如，散装产品在存放时可能支撑 100% 的压力，而将相同部件包装后，外部的集装箱将支撑大部分的压力。同样地，对单个产品的下落测试会产生很大的加速力，而从较低的下落高度对成套货物执行下落测试产生的冲击很小但动态压力却会很大。如果只对一种可能的发货配置执行测试，则会增加配送过程中未预见损坏的风险。

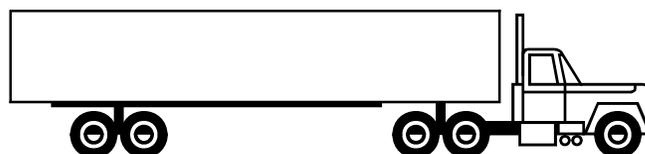
所有这三种分类所碰到的典型危害都包括振动、冲击、动态挤压、环境天气条件（温度、湿度和降水）、低压高度效应和微粒。

---

### 第 3 节：运输环境

运输环境指货物移动的活动，以及这些活动过程中发生的危害事件和要素。货物移动活动可归类为不同的运输“模式”。某些模式带来的危害类型可能与其他模式相同，但危害更严重。重要的是要了解与每个运输模式相关的典型的危害和典型的活动。

#### 公路运输



这可能是最普遍的运输方式，在世界的任何角落都提供了门到门的服务，无论使用现代的燃油动力交通工具还是畜力车或人力车。在配送周期中的某些时候，所有产品都将通过此方式移动。

公路运输的主要危害是振动、冲击和动态挤压。这些危害的严重程度取决于路况、交通工具的速度、交通工具的状况、装货与卸货的方法以及作用于拖车悬挂系统的装货总重量。

在卡车上测量到的振动程度比火车、飞机和船上的振动程度严重。对于行驶在现代（改进的）公路系统上的卡车，其所发生的主导压力频率范围有三种，如表 1 所示。

表 1. 典型的板簧卡车频率

振动源	频率
悬挂系统	2 Hz（满载）至 8 Hz（空）
轮胎	16 Hz（低压）至 20 Hz（高压）
结构	50 Hz 至 100 Hz

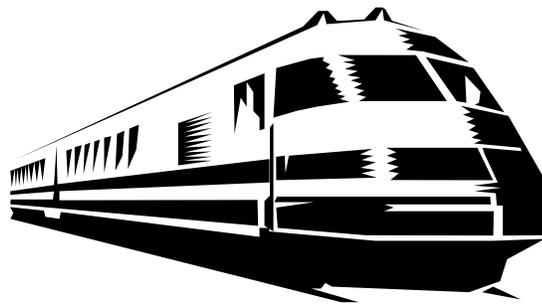
这些振动从卡车的拖车车架、车轮和悬挂系统传递到货物。引擎和变速箱也会产生一些振动，并传递到货物。测量显示，在较低频率下有 0.5g 的连续振动加速度。如果上述这些固有频率对产品有损坏，则需要设计包装来避免这些频率。更为糟糕的情况是，包装的产品有一个组件或者货堆固有频率正好与主导压力频率之一相匹配。

冲击加速度随机发生。当卡车遇到坑洼、道路的连接处和铁路叉口时，会有短暂的冲击。这些冲击会使产品跳离板面然后再撞回板面。这些短暂的事件覆盖了通常表现出来的主导压力频率。如果货物没有固定和捆绑好，则短暂的冲击会对其带来损坏。堆放的产品，尤其是最上面的，可能会遇到放大的加速度，因为能量是通过货物向上传递的。位于货堆中下方的包装产品会遇到动态挤压。如果挤压力超过集装箱的堆放强度，则可能会发生倒塌。这显示出倒塌的危害，其中顶层的产品可能会从 80 英寸（2.03 米）或更高的位置落下，进而发生撞击。

---

卡车会以下述两种方式之一装载，LTL（零担装载）和 FTL（满车装载）。与满载相比较，零担可能会对产品产生更频繁的冲击。零担运输包含各种松散货物，由于货物不同而降低了固定和捆绑的牢固程度。零担运输导致了货物必须以直接换装（从卡车到仓库再到卡车）的操作方式来装卸。直接换装还涉及到拆装操作（将产品从其固定的位置拆离，原本是与同一采购订单上的其他产品共同捆绑在拖车里或货盘上）。零担运输必然涉及到更多的装卸操作，包括人工的和机械的，因为卡车司机需要沿计划的路线不断地取货和卸货。对于满载运输，包装工程师通常便有机会来影响卡车内的堆放方式以及计划特定的包装尺寸填充集装箱。对于满载运输和海运集装箱来说，有效地利用空间是非常重要的，因为每个集装箱的类型和尺寸的费用都是固定的。

对于零担运输，如何安排拖车内装载的货物之间的相互位置，则通常受到以“高装载量”为依据的装载方法的影响。“高装载量”是一种做法，它尽可能将最多的货物装载到卡车上以增加点到点运输的利润。这样引起的主要问题就是动态挤压，由于路途颠簸，放在上面的产品会对其他产品反复碰撞。其他需要考虑的就是由于货物移动和较重的刹车而导致的侧面碰撞，以及由防止货物移动的限制装置（捆绑、货物栏、绳索等）而造成的挤压。随机的振动也是很明显的，可能会导致货堆的倾斜以及外部图形的磨损。



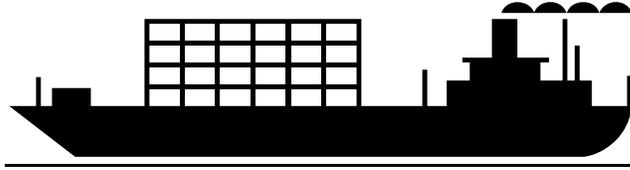
## 铁路运输

遍及世界的铁路运输已经成为倍受欢迎的低成本的地面货运方式。通过铁路运输的货物都是“大批量”的商品，如煤炭、石油、石头、矿石等，因为不需要为了便于装卸而进行包装。铁路运输通常作为将产品运至最终客户的行程之“腿”。由于大多数的最终客户并没有私用的铁路线，因而最后的“腿”仍然需要使用公路运输服务。由于不断改进的公共道路网络而促成的公路运输的通用性，使用铁路运输包装的货物在近几年已经有所下降。铁路公司正在利用集装箱或轨道车系统上的载重拖车来帮助重新获得市场份额。这种运输方式将载重拖车放在平板式轨道车的上面。这种轨道上的卡车系统使得公路运输公司有机会重复利用轨道交通长距离运行的优点。

现代铁路系统产生的振动非常小。这些振动类似于卡车运输过程中所承受的主导压力频率范围。但是，它不包含 12 至 20 Hz 的频率范围（火车没有轮胎）。轨道车的轮子与铁轨之间相互作用所产生的振动传递给货物。振动加速度级别大约为卡车上的一半（0.25g 对 0.5g）。对于铁路运输而言，冲击不是主要问题。但是，如果货物没有固定和捆绑好，则动态挤压可能会成为一个问题。这些危害的严重程度取决于铁轨的状况，接合、断开、停止和启动过程中所使用的速度、以及所有侧面到侧面的摇摆。

---

## 海洋运输



这种模式适用于所有货物进行大陆内部以及大陆之间的运输。在不需要快速交货的情况下，海运也是一种行程之“腿”。如同铁路运输一样，海运的货物最常见的也是“大批量”的商品。一些轮船是客户建造的，来容纳大批量的商品，如石油、矿石或谷物。集装箱运货船成为主要港口城市之间最普遍使用的运输方式。这些船只都是专门设计用来托运“海运货物集装箱”，其尺寸类似于载重拖车，但是没有轮子。使用海运货物集装箱使得包装工程师有机会设计包装来“用立方体堆放”集装箱，类似满载装运的情况。这种关注体积密度的装运方式可以节省可观的成本。海运对于小于集装箱量的货物通常是按体积收费的，而特定尺寸的集装箱有其固定的费用。

与其他运输模式相比，海运（包括内陆水运和海洋运输）产生常见的冲击和振动危害的风险相对较低。它有三种主要危害值得注意。

- 长期暴露在较高的湿度（高达 100%）下。
- 海运集装箱中会有高达 102 英寸（259 厘米）的堆放高度产生的挤压力。同时，松散的货物（非集装箱装的货物）可堆放到 16 英尺（5 米）至 29 英尺（9 米）高。
- 引擎和螺旋桨引起的较小的振动。

在内陆与港口之间的运输过程中，船只只会因为与狭窄的船闸、河道和码头栈桥的接触而受到明显的碰撞。在内海与海洋之间的运输过程中，船只只会因为摆动和颠簸在货物移动过程中造成侧面与货物之间的碰撞。一些货物集装箱在码头装货，而雨、雪和其他气候因素可能会对包装产生危害。集装箱装货和卸货也会对货物造成明显的冲击。

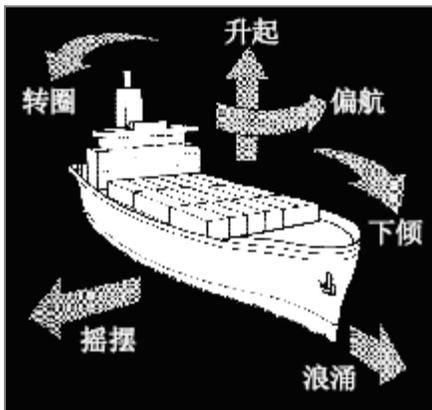


图 5. 移动定义

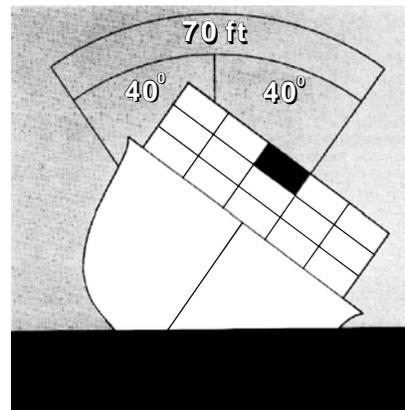
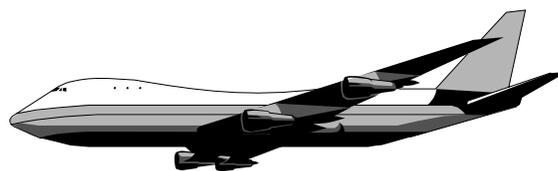


图 6. 典型的船只摆动

## 空运



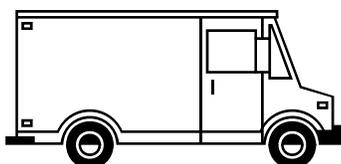
这种运输模式提供了最快捷的交货方式，即使最终必须利用其他方式来实现对最终客户门到门的服务。空运是非常昂贵的，因而通常只限于那些能通过快速交货获得收益的货物。空运货物可以通过专门的货物运输机（称为“货机”）运送，或者通过大多数大型客机运送。货机可以容纳大量堆放在特殊的“空运货盘”上的货物。各种空运货物集装箱也可用来在里面固定包装的货物。较低的甲板货运服务通常比较高的甲板货运服务便宜。他们所提供的交货周期更短。除了常规的货机以外，大型客机也可以在乘客舱下面的货舱中托运限定尺寸的货物集装箱和松散的货物。

如果产品将以多种数量频繁使用空运，则设计一个包装尺寸和货盘方案来满足空运货盘的大小可以降低遭受损坏的可能性。当体积无法满足整个货盘的装货量时，可以使用货物转运公司。他们在空运货物合并方面比较有经验，在将货物交付给飞机之前，他们可以帮助整理空运货盘上或货物集装箱中的产品。设计空运货盘装运时的一些允许和禁止的事项均标示在表 2 中。

表 2. 空运中允许和禁止的事项

允许	禁止
在货盘上配置边角保护装置。	在货盘上悬垂产品。
使用双向捆绑（发生冲撞时可保持装货方式固定在原位）或拉伸包装。	使用不抗压力的包装箱。在产品顶上可能堆放较重的货物。
使用所有可用的空间避免产品中间、周围和顶部放置其他货物。	

空运中的振动通常都是高频率的，源自飞机的引擎。这些振动的频率范围通常在 100 Hz 至 500 Hz 之间，但是所具有的内能非常低。这并不是一个大问题，因为包装材料通常都削弱了此范围的主导压力频率。一些飞机的货舱并未加压或加热。未加压和未加热的货舱可能会对货物产生危害。与海平面附近的温度 37.8°C (100°F) 相比较，缺少温度控制的货舱在 16,000 英尺 (4.88 千米) 的高空中的温度值只有不到 10°C (50°F)。当突然暴露在温暖湿润的条件下，快速的温度变化可能导致冷凝气（和潜在的腐蚀）聚积在产品上。对于某些类别的货物，这些危害可能是严重的，必须通过包装来降低危害。空运集装箱的形状通常都比较怪异。了解飞机的高度限制。如果货盘装货过高，货盘上的货物可能会被从中间分开，需要人工装卸并以各种方式堆放以适合货物空间。卸载和重新装载货物所允许的时间非常短。会尽最大可能利用可用的空间，以从每个航班中获取尽可能多的利润。由于时间和空间都非常珍贵，比起其他运输方式来，搬运工人在装卸过程中更不注重保护产品。



## 快递服务

通过快递服务运送货物是送货业务中最有力的、发展最快的部分。这些服务将陆地运输和空运相结合以将货物在几天甚至更短的时间内送达世界各地。它们主要是快速处理限定尺寸和重量的货物。表 3 列出这些限制。

表 3. 快递服务参考表

整体最大尺寸 =	周长 + 长度或宽度中的较大值		
周长 (参见图 4.6) =	2*宽度 + 2*深度		
	最大	最大	最大
	重量	整体尺寸	尺寸
	磅 (千克)	英寸 (厘米)	英寸 (厘米)
FEDERAL EXPRESS (联邦快递): <a href="http://www.fedex.com/">http://www.fedex.com/</a>	150 (68)	165 (419.1)	119 (302.3)
UNITED PARCEL SERVICE (联合包裹): <a href="http://www.ups.com/">http://www.ups.com/</a>	150 (68)	165 (419.1)	108 英寸 (270 厘米)
U.S. POSTAL SERVICE (美国邮政): <a href="http://www.usps.com/">http://www.usps.com/</a>	70 (31.8)	108 (274.3)	45 (114.3)
DHL (敦豪): <a href="http://www.dhl.com/">http://www.dhl.com/</a>	无	无	无
EMERY: <a href="http://www.emeryworld.com/">http://www.emeryworld.com/</a>	无	无	无
COMMERCIAL AIRLINES	72 (32.7)	62 (157.5)	无
American <a href="http://AACargo.com/">http://AACargo.com/</a>	(行李登记限制)		
Delta <a href="http://www.deltacargo.com">www.deltacargo.com</a>	(行李登记限制)		
United <a href="http://www.unitedcargo.com/">www.unitedcargo.com/</a>	(行李登记限制)		

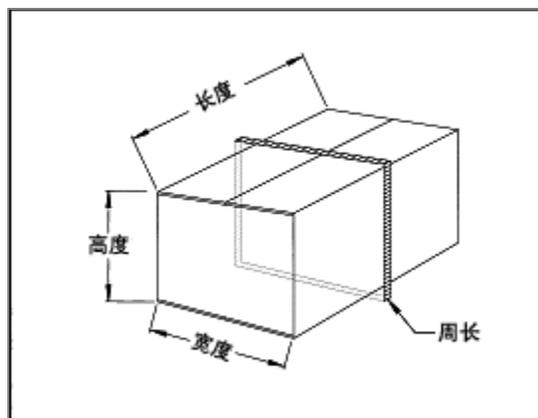


图 7. 包装箱尺寸定义

### 内在危害 - 快递

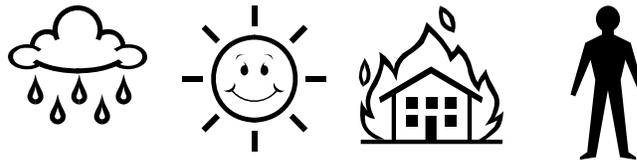
这种运输模式的内在危害有冲击、振动、气候状况和分拣活动。分拣活动包括由传送带系统造成的潜在损坏。装卸人员通常对容易出现损坏的包装特别注意。这些包括：里面的内容看起来比较松散的包装，以及视为“不可通过传送带运送”的包装。“不可通过传送带运送”的包装包括那些圆形的包装或者某一尺寸超出最大限制的包装。不可通过传送带运送的包装必须采用特殊方式进行装卸，通过手推车将其从一个位置移动到另一个目的地。货物按尺寸和重量分类。“叉车装卸的产品”是指那些大型的（长度加周长超过 457 厘米）较重的货物（超过 68 千克）。“人工装卸的产品”是指那些尺寸小、重量轻的货物。

表 4. 快递服务推荐的做法

	机械装卸	人工装卸
具体的装卸要素:	通过标准的叉车和货盘起重器	通过一至两个人抬起
承受的表面重量:	每平方英尺必须小于 100 磅 (4788 牛顿 / 平方米)	不适用
地址标记:	每个标记都必须牢固地贴在包装的里外侧显眼的位置，清楚地标示出发货人和收货人的姓名和地址。	
包装形状:	不运送形状不规则的包装。将货盘装货的顶部排成正方形。	不在包装箱上堆放其他不规则形状的包装。
封闭和固定:	不在滑板上运送松散包装。用绑带、收缩包装或拉伸包装进行固定。使捆绑处远离货盘开口处以防止叉车设备弄破捆绑。	不使用绳索、家用胶带或遮蔽胶带来封装包装的开口。使用包装封条（塑料或加固的纸）。

货盘:	使用与包装底座或包装层方案相匹配的滑板。	不适用
带轮的包装 / 包装箱	不运送带轮的包装，因为它们可能超出底板承受的重量并且可能滚进其他货物中。将带轮的包装固定在滑板上，将其装入包装箱或卸下轮子。	
柜式集装箱:	不运送带腿、脚或嵌套设备的包装，因为它们可能超出底板承受的重量或刺破 ULD 集装箱、其他包装或设备。将这些包装放置在滑木上，将其装入包装箱 / 板条箱，或卸下它们的腿 / 脚 / 嵌套设备。	
集装箱封闭:	不能对封口缝垂直封装。应该沿封口缝向下封装每一侧面的几英寸长。	
包装箱材料:	不能超过包装箱制造商合格证上限制的毛重。	

由于包装是通过快递服务配送网络运送的，因而它会遇到不同强度的冲击和振动。在卸货、重新装货和发货卡车活动的过程中，包装可能会在任意时间暴露在气候状况中长达数个小时，包括在飞机外。在关键位置，包装会通过人工装卸和传送带系统处理相结合的方式进行运送和分拣。对于货物的输入、分拣和输出来说，这种传送带系统方法是所有快递服务站装卸货物所采用的最常见的方法。



#### 第 4 节：配送危害

常见危害可分为以下几类：

- 装卸（装货 / 卸货、冲击、振动）
- 存放或仓储
- 气候
- 生物
- 污染

#### 装卸

整个配送链都会发生此类活动。与此类活动相关的危害严重程度一部分取决于包装的尺寸和重量以及可用的装卸设备。

在发达国家，由于频繁地使用机械装卸设备并将货物组装成装货单元或货物集装箱，因而这些危害已经降低。分发散装货所面临的损坏危险最大，因为此活动需要人工完成。

---

在装货、分拣和卸货的过程中遇到的主要危害是抛扔货物时所受到的水平方向和垂直方向的碰撞。下落高度测试限制反映了这种危害。

水平碰撞是由于摆动和旋转圆柱体、抛扔货物以及用叉车排列货物时对货物进行堆放而引起的。

由于装卸设备，如抓货器、吊钩、网或叉车引起的刺破、戳破或挤压也是可能遇到的一些危害。这些是比较极端的情况，而且总是难免的。



### 传送带系统上的冲击和振动

**冲击：**冲击可能在装货和卸货过程中、传送（如放置在传送带上）过程中、碰到转向器时以及在集结点与其他包装碰撞时发生。当包装从飞机或卡车上卸下来然后放置到传送带上时，它们可能会遭遇野蛮装卸。有时包装装卸人员会将包装抛扔到货车上或传送带上。在快速而匆忙的货物装卸过程中，抛扔几英尺并从不同高度丢下会经常发生。

**振动：**来自传送带的振动可由几个因素引起，尽管没有一个能够造成包装或产品的损坏。最普遍的因素是：

1. 滑轮不平衡。
2. 链轮齿上的滚筒链未完全对准。
3. 与减压器直接连接的轴未正确对准。
4. 传送带的边与传送滚筒和支撑杆发生碰撞。

**与转向器叶片的撞击：**包装通过固定的斜角叶片和推 / 拉转向器转离传送带。

1. 固定的斜角叶片（图 8） - 在传送上传送的包装将撞击到与传送带传送方向成一角度的固定的转向器。包装撞击到转向器叶片后，便离开传送带滑入滑道上或者另一个传送带上进行下一步传送。对包装的撞击取决于传送带的速度、转向器的角度、包装的弹性与重量。

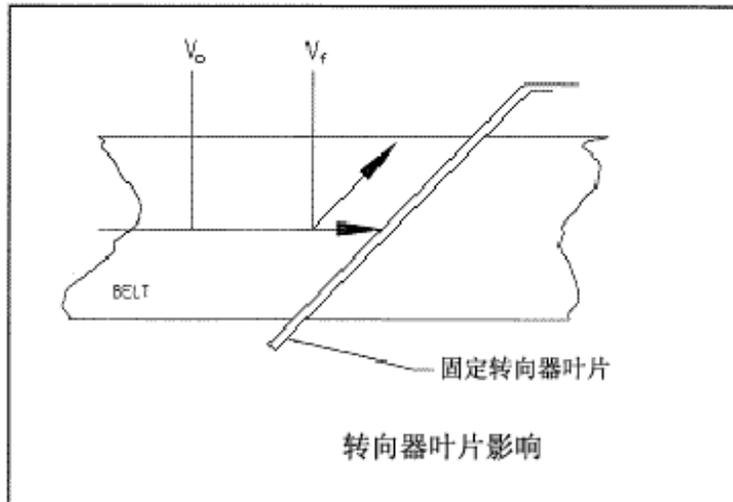


图 8.

2. 推 / 拉转向器 (图 9) - 转向器可能仅仅是推动包装离开传送带。转向器与包装之间的撞击力取决于传送带的速度、包装的重量、转向器接触包装时的速度以及转向器叶片的表面 (裸露的还是带衬垫的)。

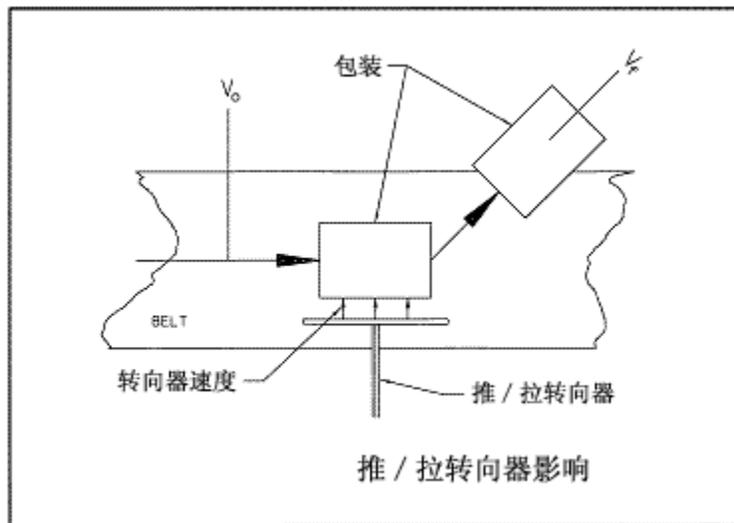


图 9.

向下移动到滑道和滑槽中时与其他货物的撞击：包装从高层向低层滑动到成曲线的滑槽中，通常要在传送带上越过几个转弯。在搬运仓储中，空间通常是非常宝贵的。陡峭的滑道占据的空间较少。滑道越斜，包装下降的加速度越大，从而对包装本身及其他包装的冲击力越大（因为包装都聚集在滑道底部）。因此，滑道的下倾角度通常都限制在 18 度左右。对于有必要增加下倾角而超过 18 度，通常要使用限速缓冲装置。滑槽中，减速滚筒可用来降低包装的速度。这些滚筒使用了制动装置，因此可以在包装通过时降低速度。

---

## 存放和仓储危害

堆放所产生的主要危害是包装（有时候称为产品）挤压。这种危害的严重程度受堆放方式、货堆保持的时间、相对湿度和温度影响。其他危害可能包括底板或货盘的受力不均（导致货堆倾斜），或者货架的受力不均（导致过于集中地挤压在底面较小的部分）。存放和仓储区域可能会受到气候控制。一般货盘装货的堆放高度为 180 英寸（457 厘米），可以堆放 6 个月。热带区域或夏季的存放区域中的湿度很容易达到 80% 以上。

## 气候危害



如果仓库或者集装箱没有任何气候控制，则会暴露在炎热、霜冻和潮湿（冷凝）的情况下。湿度大可能是影响波浪型包装箱抗压强度的最严重的危害，即使包装箱设计得非常到位。研究表明，循环的温度和湿度变化对包装箱的抗压强度有着显著的影响。与外部气候相关的危害有以下这几种。它们包括降水（雨、雪或其他降水形式）的影响、温度和湿度（大规模的、变化的和循环的）的影响以及日光或阳光的辐射。液状的水可能表现为降雨、冷凝或船体渗出的水分（较冷的船体上产生的冷凝水）。

温度（高温和低温）和起伏较大的湿度会对某些货物产生危害。由于阳光直射在箱式货车、棚子上，或者过于靠近加热系统和锅炉，环境温度可能会很高并且剧烈波动。美国政府对亚利桑那州沙漠中存放的卡车集装箱的研究表明，其内部气温短时间可超过 65° C (150° F)，而每天有 7 个小时气温超过 54° C (130° F)。

由于气流和运输过程中的风，也会产生低温。

阳光辐射或光线（通常为紫外线区）也可能因导致敏感部件的化学属性的变化而对某些货物产生危害。

辐射还会使纸箱上印刷的图案褪色，并使纸箱上的氢键变弱。它还会使木质的装运集装箱变形。

最后，空气中的水蒸气量也会使货物调整它们的持水平衡容量。这可能意味着从空气中吸收水分或损失水分。咸的海水也可能造成侵蚀。需要使用干燥剂来控制这个问题。一些 ESD（静电放射）包装材料属性也可能由于湿度过大或过小而产生负面影响，因此包装 ESD 敏感部件时一定要加倍小心。

因此，了解所有的气候危害对产品和包装的影响是非常重要的。必须预测到可能由于气候影响而造成的包装性能下降，并在包装设计过程中对其予以补偿。将气候变数与其他测试方法结合起来也是一个非常好的主意。

---

## 生物和社会危害



生物危害可能是微观的，如细菌、霉菌和真菌，也可能是宏观的，如昆虫、啮齿动物或人类。微观危害通常发生在对微生物有利的气候条件下。这些条件通常包括高于 70% 的湿度值和 20 至 30 °C（68 至 86 °F）之间的温度值。有关昆虫的宏观危害通常需要高于 50% 的湿度条件和 15 至 30 °C（59 至 86 °F）之间的温度值。来自啮齿动物的宏观危害需要适当的食物源或筑窝材料。当商业气氛（如缺乏安全性）容易导致货物的取样、偷盗或损坏时，来自人的宏观危害就变得非常普遍。对于国际货运来说，海关人员有权检查和 / 或扣留包装。检查可能包括打开（有时损坏或破坏）包装。其他人为危害可能涉及到需要保护货物远离无人看管的孩子，尤其是对于某些类型的产品（如玩具、电子游戏等）。

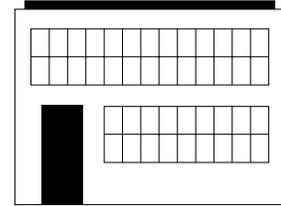
## 污染



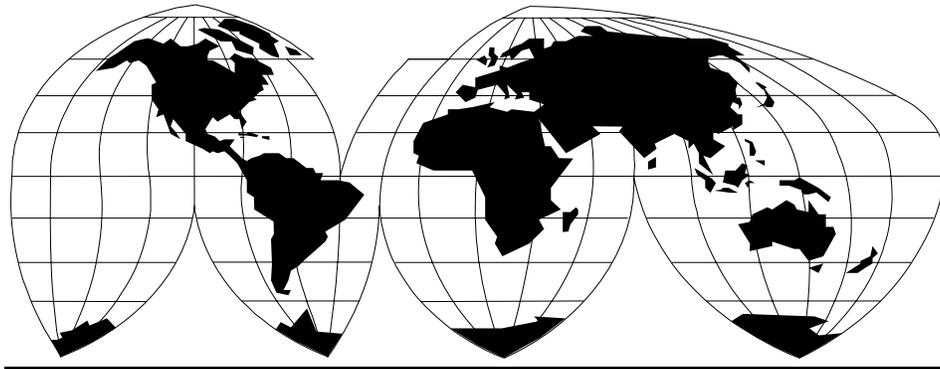
污染是由过于靠近其他货物或大气条件而造成的。污染可能来自于溅出的液体、异味、空气中扩散的化学物、放电、离子辐射、磁场放射和灰尘。

---

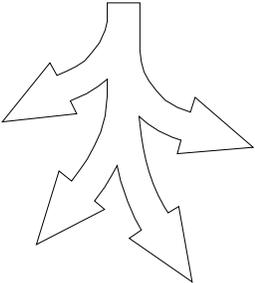
## 第 5 节：配送渠道



了解配送渠道对于为包装的产品制定一个有效的测试计划是非常重要的。



配送渠道是指产品从生产车间到最终用户手中所经历的流程。有时，一个产品需要经过多个加工位置才能实现其完整价值而成为一个最终产品。在产品到达最终用户（主要客户）之前要经历许多次装卸。可使用各种运输模式将产品交付给最终用户。配送渠道对产品有其特有的“危害”。以下三种因素将产生不同程度的危害：所处季节、地域位置和运输模式。应该对包装进行测试以确保保护产品免于这些危害。您可能会问以下问题：是采用空运、铁路运输、卡车运输还是海运？产品是否采用单独的货盘装运？包装是采用人工装卸还是机械装卸？



### 确定配送渠道

为了加深对配送渠道的了解，应该参考两种信息来源。第一种信息来源应当是市场部门。可以获取以下信息：目标市场、销售方法、配送渠道和客户概况。概况应该包括能够确定主要最终用户、经销商网络、VAR（增值分销商）和零售业务的信息。

了解客户的位置以及每个区域、每个经销商或分销商预期的订单数量。这个市场图景应该让人知道产品去向和预期数量。产品的发货数量对于产品如何包装、装卸和运输具有显著的影响。



---

信息的第二来源是物流（运输、配送或运送）部门。他们计划和签约了各种运输服务，将产品运送给最终用户。考虑了“目标”和“数量”的市场信息后，开始获得最后一张图景，即“采用的方式”。配送计划应基于“时间”和“成本”。某些公司要求将产品在 4 天之内交付给客户。这种时间要求，结合发送到客户区域的产品数量，共同影响到底选择陆地运输、海洋运输还是空运。少于满车装运的少量货物（零担）比起满车装运（满载）来说要花费更长的时间。满车装运是直接的点对点交货。零担方式涉及很多在卡车终点站重新规划路线的转运（散装），直到产品交付给最终客户为止，同时随着装卸次数的增加也增加了对包装保护的需要。

了解预期的配送渠道对于采取正确的测试是非常重要的。下面介绍三种配送渠道方案，描述如何选择测试。

### **生产地点—最终客户**

直接发送到客户的配送渠道可以较容易地进行定义，但是比起更复杂的配送渠道来说其严重程度并不小。这种渠道通常将货物作为一个单独的包装直接从生产地点运送到客户。产品适于归类到哪种货物单元分类？客户是谁？客户通常位于哪里？路途较远（全球配送）？还是就在当地（地区配送）？

### **生产地点—配送中心—最终客户**

这种方案稍微复杂一些，包含了更多的装卸循环和仓储危害。仓库装卸、存放和出库活动给产品带来了更多的潜在危害。要询问的问题包括：产品适于归类到哪种货物单元分类？客户是谁？客户通常位于哪里？路途较远（全球配送）？还是就在当地（地区配送）？产品放在配送中心多长时间？配送中心的存放条件（堆放高度、温度、湿度等）如何？配送中心是否要从包装中取出产品进行一些增值服务？是否通过包装箱中的狭槽来固定位置？是否可能需从包装中取出产品进行重新加工？单独的包装是否从配送中心发送到客户？

### **生产地点—公司配送中心—客户配送中心—存放地—最终客户**

这种情况通常出现在“零售”或“消费者”市场。一个复杂的、多次装卸和存放的方案会让产品承受多种危害。首先要了解产品适于归类到哪种货物单元分类？随着产品沿着配送渠道移动，它可能适合多个分类。每个配送中心的仓储危害和局限性是什么？每个仓库装卸、存放和出库活动都将花费额外的时间并给产品带来额外的危害。产品放在每个配送中心多长时间？产品将面临的配送中心的存放条件（堆放高度、温度、湿度等）如何？典型的“存放”状况（存储、展示、交货服务等）是什么？最终客户是谁？最终客户如何将产品运到其操作地点（家里或公司）？货物单元一直以货盘运送？还是最后要单独运送包装？

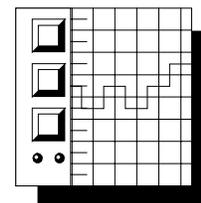
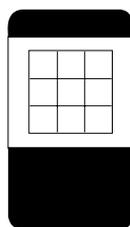
---

## 其他配送渠道

还有一些其他配送渠道需要了解。

“直接运达”指制造商直接将产品从生产地点发送给客户或发送到指定位置，如销售和维修部门。原产地和目的地实际上可能是世界上的任何地点。可能会用到任何运输方式和多个转运点。“直接运达”过程可包括单独的货物单元或散装货物单元。在“交换”过程中，经销商或客户有时必须需要包装材料并选择将产品退回指定维修点的运输方式。这可能会用到各种包装和运输方式，包括普通邮递和快递服务（如 UPS 或 FedEx）。在发展中国家，这方面需要特别注意，以确保保护好产品。越来越多的整个货物单元通过第三方邮递服务商发送到客户处，以及从客户处发送到维修部门。有时，转运点就是一个投递箱，在城市的繁忙地区沿街边放置。通常，服务部门通过汽车、客货两用车和箱式货车在客户位置与取货 / 投放点之间运输。

与服务支持部门紧密合作，可以了解如何能更好地确保替换部件、调换装置和整个产品的包装更加安全和经济。



## 第 6 节：测量配送环境

在进行包装设计和制订测试策略的过程中，了解配送环境中遇到的危害及其对产品的影响之间的关系是非常重要的。用轻便的仪器测量配送循环过程可以提供有关包装产品危害程度的详细而特定的信息。这些记录仪器可以捕获冲击脉冲数据，并通过脉冲计算出假定的下落高度。这些记录仪在使用受控制的（完全控制的点对点交付）配送渠道时最有帮助。所记录的信息可用于优化包装设计以通过根据记录的数据定制的测试计划。本手册中的测试限制有一部分就是来自使用便携式仪器所测量的环境数据。

### 设备

一些公司开发了功能齐全的仪器来测量下落高度、冲击级别、温度和湿度。目前（2005 年），有两个公司处于技术领先地位。可通过下列方式联系他们获取当前的产品信息：

**Lansmont Corporation**  
Ryan Ranch Research Park  
17 Mandeville Court  
Monterey, CA 93940-5739  
电话：831.655.6600  
www.lansmont.com

**Instrumented Sensor Technology, Inc.**  
4704 Moore Street  
Okemos, MI 48864  
电话：517-349-8487  
传真：517-349-8469  
www.isthq.com

### 收集技术

在建立环境研究计划时，在一致的基础上准备记录足够的信息是很重要的。这就可以对在不同的时间和不同的情况下获得的数据执行有用的比较。

在使用数据记录仪设备构建信息的收集和报告时，请参考 ISO 4178-1980 (E) “Complete, filled transport packages - Distribution trials - Information to be recorded”。

### 数据收集注意事项

记录仪收集的数据可能产生误导。充分理解记录仪用来收集和保存数据的原则，并在建立、收集或解释数据之前咨询专家。了解设备的局限性。数据计算中的局限性、错误和仪器标度的变化都可能产生错误并降低数据的有效性。以下是大多数数据记录仪的一些重要局限性：

- 
1. 下落高度计算算法：确保记录仪器不将速度变化作为向量处理。相反，算法应该以向量的方式增加加速度，然后从结果脉冲中确定下落高度。
  2. “e”的问题：一些仪器要求用户提供 e 值，复原系数。这绝对是危险的，因为 e 值非常依赖于撞击的表面。如果 e 值仅仅偏离了 0.1 或 0.2 (e 在 0 到 1 之间)，则下落高度的计算可能会产生很大的偏差。

$$\Delta V = (1 + e)\sqrt{2gh} \quad \text{其中 } e = \text{复原系数}$$

3. 脉冲持续时间：大多数的记录仪都是按照“切断”脉冲的前 10% 和后 10% (基于峰值加速度) 来定义冲击脉冲持续时间。这样会产生一些问题。首先，产品 / 包装将面对所有的能量，而不仅仅是修整之后余下的能量。使用 FFT (快速傅立叶变换) 的滤除算法依赖于数据的持续时间。在某些情况下，脉冲持续时间的变化会在滤除数据时提供误导数据。
4. 边 / 角下落算法：从边角下落中测量真正的下落高度是非常复杂的。角下落中表现的三个角度或者边下落中表现的两个角度对于正确的计算都是非常关键的。
5. 取样错误：由于记录设备的内存有限，测量只能每若干毫秒进行一次，而脉冲是稍后从一系列不连续的点中重建的。这就会导致“缺少”脉冲峰值，因为取样是恰在峰值之前和之后进行的。这便引起粗差，取决于数据收集的频率。
6. 加速计错误：每个加速计都有准确性错误和横向灵敏度错误。哪怕只有 2-5% 的错误值就可能混入数据并产生误导数据。

为了获取最准确的结果，选择使用“Zero G”频道的数据记录仪。“Zero G”频道记录仪根据自动检测包装自由下落的持续时间来计算下落高度。到目前为止，这些都是最准确的记录仪。然而，即使这些记录仪也有局限性，例如无法指出包装是否是自由下落或者侧面是否受到撞击。

---

## 第 7 节：接受标准和测试级别

产品和包装系统必须提供产品保护和存放完整性的可接受级别。本节为包装工程师和产品开发团队提供了一个基础，以此确定包装和 / 或产品的损坏或故障有哪些，并指导他们建立测试级别。

本节中所描述的接受标准和测试级别旨在指导产品开发团队建立包装性能标准。为了确保包装的产品可以经受野蛮装卸，需要一个合适的测试级别来确保产品的损坏程度最小。确定合适的测试级别将是一项非常复杂的业务决策。

本节的主要目的是确定一些关键因素，这些因素必须在开发包装性能接受标准和测试级别时考虑到。致力于专门的市场或配送渠道的产品开发团队可能要修改下列列表，以包括对他们的产品而言尤为重要的其他因素。

### 接受标准

相关的工程部门必须在测试之前建立接受标准。接受标准必须与其目的相匹配，需要考虑最终客户所要求的产品和包装送达时需具有的状况。建议将包装测试过程中发生的损坏类型和数量与已知货运历史产品的实际配送和装卸时发生的损坏相比较，或者与类似集装箱的测试结果相比较。还应当建立损坏级别，这意味着货运中可接受的损坏百分比，或其他一些财务模型中。

以下是一些通用接受标准的例子：

标准 1 – 产品无损坏，并可按照说明书中的陈述正常工作。

标准 2 – 包装继续保持产品的位置。

标准 3 – 表面没有褪色。

通常，合适的接受标准意味着测试完成之后集装箱中的物品还可以进行正常的销售和使用。详细的接受标准可允许产品或其包装有指定程度的损坏。接受标准的形式和内容不一而同，因特定的情形而异。方法也有很多，从简单的通过-失败判断到高精度的定量评分或定量分析系统。

产品损坏 产品损坏可以是任何导致产品不能满足其性能测试规范的情况，也可以是导致产品不能销售给客户的表面损坏。建议使用制造过程中最终检测时所采用的相同标准来确定表面损坏。

对于由准备检测（如机械夹具、仪器和预装卸）引起的表面损坏不应当视为失败。

结构性损坏可定义为制造公差之外的任何部件的分离、松脱、断裂或变形。由于磨损，会产生无传导性的粒子。总之，产品在测试后应能够满足所有数据表和制造规范及公差。

---

包装损坏 包装的目的是为了吸收或改变环境带来的能量，因而能抵制普通的性能退化，并且根据接收标准的定义来保护和保持产品处于其原有的或未损坏的状况。因此，某些程度的包装性能退化是预料之中的，也是可接受的。不可接受的包装损坏可定义为、但不限于以下几种：(1) 任何会导致产品损坏的包装状况变化；(2) 包装无法包含产品在其预期的位置 (3) 需要在分销商处重新包装的表面或结构性损坏。请参考表 5 作为示例。

表 5. 密封类型损坏的接受标准示例

发货单元类型	损坏位置	不可接受的包装损坏	示例	可接受的包装损坏	示例
类型 1 (小型包装箱产品)	集装箱 (外部)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 任何断裂，其程度已到了不再能包含或支撑产品。</li> <li>- 挤压损坏，使货盘货载不稳定。</li> <li>- 无法闭合，有一个以上的封口打开着，或者无法支撑产品的重量。</li> <li>- 严重的表面或美感上的性能退化。</li> <li>- 纸箱无法运送设备，有安全危害</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 胶连处断开并露出内部的货物。</li> <li>- 压塌的纸箱，使货盘货载不稳定。</li> <li>- 胶带、弹簧锁或扣件不起作用，危及密封装置。</li> <li>- 分层、变色或者产品图形的字迹模糊。</li> <li>- 手提孔或把手不起作用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 由于挤压边角而造成的局部边缘断裂。</li> <li>- 挤压损坏，但是货盘货载仍然稳定。</li> <li>- 挤压区封闭处局部开裂（纸箱仍有效地封闭）。</li> <li>- 由于装卸挤压而造成的凹痕、灰尘、小孔。</li> <li>- 运送设备的纸箱撕裂或破裂，但结构仍保持完整。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 边或角有小的局部裂痕 / 断裂。</li> <li>- 由内部包装或产品支撑物、角部的填料和拉伸包装支撑的较小挤压。</li> <li>- 跨底边的胶带裂开。</li> <li>- 凹角、弄脏的平板、小部分的纸箱刺破。</li> <li>- 把手角撕破。</li> </ul>
	缓冲 (内部)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 连接处或表面断裂，导致包装失去原有的配置。</li> <li>- 材料断裂或变形，不再能保持产品位置。</li> <li>- 由于缓冲引起的产品污染或磨损，导致表面或功能上的缺陷。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 层压材料分离。</li> <li>- 缓冲退化，使产品不再能保持其原有的位置，或者缓冲无法继续其保护功能。</li> <li>- 产品纹理磨破，并且被泡沫粉末污染。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 断裂或永久变形，但是仍能使内部包装保持产品原位。</li> <li>- 由于缓冲引起的产品污染，并未导致表面或功能上的缺陷。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 破裂的和压垮的肋材构架。</li> <li>- 产品上松散的泡沫珠子或纸浆纤维。</li> </ul>

类型 2 (大型单一产品货盘装运)	外部	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 货盘功能不符</li> <li>- 断裂的包装、绑带、夹子或捆绑。</li> <li>- 货盘结构上不能再使用的或者造成人员伤害的断裂的螺钉、固定系统或其他硬件。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 突出的钉子或螺钉或尖锐的木材。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 木质品裂开、破裂或断开，但功能未退化。</li> <li>- 松散的拉伸包装、绑带或固定物。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 破裂的支撑木条或木块。</li> </ul>
	内部	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 与类型 1 内部相同。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 与类型 1 内部相同。</li> </ul>	
类型 3 (成套的多种产品)	外部	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 与类型 2 外部相同。</li> <li>- 组合方法 (如捆绑带、拉伸包装) 允许单独的产品离开货堆。</li> <li>- 不可再使用的滑托板。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 由于拉脱的拉钩、产品移位而不可再使用的滑托板。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 由于纸箱或货堆移位，纸箱的边缘不再对齐，但装货配置对于运输来说仍保持稳定。</li> <li>- 破裂的滑托板，弯曲或卷曲但仍可再使用。</li> </ul>	
	内部	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 与类型 1 内部相同。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 与类型 1 内部相同。</li> </ul>	

注意：一个集装箱的累积测试可能会造成不可接受的损坏。请记住，任何一个集装箱不太可能经历此系列中所测试的所有配送元素。因此，测试过程中可以多次更换产品的包装材料，也可以更换产品，由工程师斟酌决定。例如，在表面下落、角下落和边下落测试中，每次使用一个新的包装箱和缓冲垫。

---

## 测试级别

建议的测试程度级别基于包装的类型和配送危害的可能性。如果建议的级别对于产品已知的配送渠道过轻或过重，则可以选择稍高或稍低的保证级别。请注意，一个较高的测试级别可以降低发生损坏的可能性，但是通常这也会增加包装和物流的成本。

示例有：

- 1) 24 小时快递货运环境。实例表明，70 磅（31.75 千克）的包装可以经受 36 英寸（91.44 厘米）的下落。一次可能暴露在气候条件外几个小时。
- 2) 第三世界国家。由于缺少良好的公路和机械装卸设备，产品可能要以任何方式运输，甚至用畜力车或人力车。因此，所有的测试级别都应增加，并且包装的产品要通过所有方式的测试。
- 3) 成套 / 货盘货载。不会单独地装卸产品，单独产品落下的可能性较低。因此，下落测试级别可以降低。

封面			
日期:		货物单元数:	
产品:			
序列号:			
单位名称和编号:			
阶段:		生产:	实验室:
管理员:			
测试请求人:		分机:	
产品规模:			
(选择其中之一)	类型 I - 产品将装箱, 而不采用货盘装运。		
	类型 II - 单一产品在货盘上装运。		
	类型 III - 多种产品在货盘上装运。		
<b>执行的测试</b>			
随机振动	<input type="checkbox"/>	滚动碰撞	<input type="checkbox"/>
正弦振动	<input type="checkbox"/>	斜坡间隙	<input type="checkbox"/>
碰撞	<input type="checkbox"/>	湿度 / 温度	<input type="checkbox"/>
挤压	<input type="checkbox"/>	滑托板拉构	<input type="checkbox"/>
稳定性	<input type="checkbox"/>	现场货运	<input type="checkbox"/>
翻倒	<input type="checkbox"/>	高度 / 减压	<input type="checkbox"/>
侧放	<input type="checkbox"/>	降雨	<input type="checkbox"/>
捆绑	<input type="checkbox"/>	其他	<input type="checkbox"/>
<b>测试目的</b>			
(为什么进行这些测试?)			
.			
<b>失败定义</b>			
(如何确定是通过还是失败?)			
<b>产品失败</b>			
<b>包装失败</b>			
<b>偏差和注释</b>			
按如下所述执行撞击测试:			
1. 每个部件都对其 6 个面执行下落测试。更换泡沫。			
<b>总结和结论</b>			
(是否达到测试目的? / 接下来做什么?)			

图 10. 测试报表示例

---

## 第 8 节：测试原理和意义

本节将说明测试的基本原理及其限制。每个测试类型都有以下几项：

- 测试原理
- 实际发生的事情
- 测试所模拟的事情
- 执行测试的原因
- 对照真实事件的测试
- 测试结果与真实事件（历史）的比较

### 随机振动 - 建议



**测试原理：**所有包装的产品都会遇到一些运输和装卸，因而它们就会受到一定程度的随机振动。产品可能会因为一些弹簧 / 质量组件的共振频率的振动激励而损坏，或者依速度决定的组件的疲劳，以及由于磨损而造成的表面部件的损坏。振动也可能分离堆放的货物，并使包装移位甚至很可能从货堆上掉下。即使不是全部，也有大部分运输过程中的振动并非由理想的正弦波组成，而是一些“随机”的混合频率和振幅。随机振动测试也用来观察产品组件的外部 and 内部产品组件与包装的产品之间的相互作用。

**实际发生的事情：**通过卡车、空运或铁路运输的产品会受到来自不同振源的振动，包括发动机、轮胎、路面等。在产品沿配送渠道运送的过程中，包装 / 产品会受到许多种不同频率的振动。这种现象可以从一份有关运输环境的快速调查中很明显地体现出来。卡车运输的主要振源是悬挂系统、卡车车架结构、轮胎和路面。对于空运来说，引擎和轮胎提供了主要的振动来源。轨道车所受振动来自于悬挂系统、轨道布置和状况。通常，所有最初的振源都是根据振源输入（如通过地穴时）以指定的顺序同时激发的。尽管振动的来源和频率有些是可预测的和已知的，但是它们组合起来的效应产生了对照于纯正的正弦波而言的“随机”信号。然而，值得注意的是，基本上总是有几个主导压力频率范围作为随机信号的基础。以卡车为例，由于有悬挂系统、车轮和结构，对随机信号的检测表明，频率的主导振幅在 2-7 Hz、12-20 Hz 和 55-70 Hz 的范围中。大多数与损坏相关的振动都是由这些主导频率引起的。

**测试模拟的事情：**随机测试试图使产品 / 包装在封包中承受来自卡车载重拖车板上的相同振动能量。功率谱密度 (PSD) 将输入频率和加速度数据绘制到控制器中，作为振动表的基础。通过按照振动表测试包装的产品，希望能有与真实情况相同的输入数据传递到实验室的包装中。

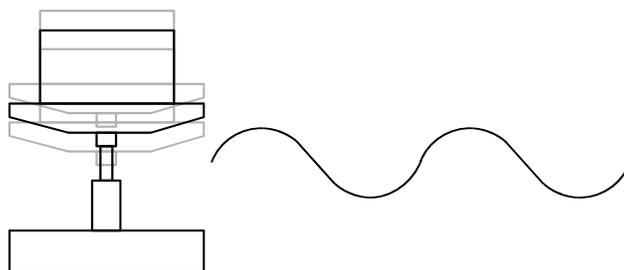
**执行测试的原因：**所有的产品在运输过程中都要经受振动，因此测试是必要的。尽管有一些严重的局限性（稍后描述），但是或许仍然是最有用的包装测试。测试对于产品 / 包装设计中未覆盖的潜在薄弱点仍然是非常有用的，并且根据预期配送渠道中的性能给出通过 / 失败的反馈。

---

**对照真实事件的测试：**由 PSD 曲线图定义的随机振动是一种加速测试（参看附录 B 获取有关如何绘制 PSD 曲线图的信息）。由于 PSD 曲线图通常是通过一些收集的数据绘制的，因而信号本身具有一定级别的有效性；即，特殊运输的频率和振幅。用来驱动振动表的 PSD 曲线图对于特殊运输模式应反映出主导频率附近的更高的  $G^2/Hz$  值。然而，记住以下局限性是非常重要的：

1. 不包括尖峰值。PSD 曲线图是使用 RMS Gs（均方根）数据（参见附录 B）计算的，因此，加速度峰值是信号的平均值（如由于凹坑产生的冲击）。如果非常需要，一些 RV 控制器也可以增加这些尖峰值。
2. 编辑原有信号。由于随机振动测试是加速测试，因而捕获的原始信号的静止部分已被删除。这样就只留下了较严重的冲击，但与实际发生的情况有所不同。很难决定应该保留什么删除什么，因为如果以较低的 G 级保留静止部分，则 PD（功率密度）的强度就会降低。
3. 随机混合正弦波。随机振动控制器并不以其自然发生的顺序混合频率。这是因为 PSD 曲线图只是一个“组分列表”，告诉控制器包括了哪些频率和哪些振幅。它并没有告诉控制器以什么顺序混合这些频率，混合都是随机完成的。有一点非常重要，由于存在自然顺序，各种振源都是同时激发的（卡车的悬挂系统、轮胎和结构都是随着它们移动通过凹坑的同时而激发的）。由于它们是同时激发的，因而所有的都是同相混合的，而控制器却是异相混合的。
4. 实验室测试时间与实际路面时间。对于有多少实验室测试再现了实际的路面时间并没有什么关系。PSD 曲线图的生成方式本身就排除了所有直接或间接的关系。克服这个问题的常见方法是使测试按需要持续足够长的时间，直到该领域中的类似损坏再现。据此，实验室可以为今后的产品设置最小的通过 / 失败测试参数。另外，这也取决于包装工程师是否认为再现的损坏是一致的（参见上述项目）。理想情况下，希望以相同的输入再现相同的损坏。
5. PSD 曲线图创建自特殊的交通工具、路面和季节。所有这三项都因许多变量而产生极大的变化。例如，春天在底特律行使的卡车与夏天在德克萨斯行使的卡车相比所经历的振动级别有着很大的区别。因此，标准化就显得非常不切实际。在决定一种通用的标准化的测试方法时，取最差状况所对应的 PSD 曲线图是非常必要的。

**正弦振动（参见 ASTM D-999）  
建议**



---

## 测试原理:

**集装箱共振:** 以特殊频率共振对于运输模式中的重要时段是可能发生的, 尤其是卡车通过公路时, 由于来自轮胎、悬挂系统和卡车车床的潜在的主导压力频率而引起。这种测试对于预见外部包装箱图形上的刮伤问题以及与振动引起的摩擦相关的其他问题来说也是非常有用的。某些测试规范建议使用这种测试来监控内部产品组件的反应, 这其实是很困难的。(ASTM D-999 不建议将这种测试用于内部组件的分析。这种测试只用于评估包装的性能。倒是支持监控缓冲垫的反应)。

**垂直货堆共振:** 这种测试对于确定多种货物堆放的货堆中共振的存在和效应是非常有用的, 同时它也确定了集装箱的强度是否足以支撑堆放时的动态负载。这种测试可对固定在一起的(通过拉伸包装、绑带等)货堆执行, 也可为了模拟零担装运(小于一整车的装运)的情况对松散的货物执行。这种测试还有助于确定货堆中的货物单元是否会移动和从货堆上跌落。

## 实际发生的事情和测试模拟的事情:

**集装箱共振:** 随着交通工具的运动, 包装的产品也可能受到来自不同振源的共振。几乎总是会有不止一个频率出现, 它们可能会激发产品内的多个组件以及包装 / 产品系统。包装可能会受到刮伤和外部包装箱的损坏, 以及因振动而引起的内部包装物的损坏。对于包装工程师而言, 非常重要的一点是要了解他们正试图通过集装箱共振测试收集哪些数据。如果正在试图监控产品内部的组件, 则与仅监控产品 / 包装系统相比采取的方案就会不同, 因为产品 / 包装可能会激发共振, 而内部组件不会(反之亦然)。监控内部组件也是很困难的, 因为它们大多都很小, 很轻, 而且很容易受到加速计重量的影响。外观检查也是很困难的, 因为产品已被包装。根据不同的失败方式, 可以采取不同的停留时间。

**垂直货堆共振:** 货堆共振在某些程度上几乎总是不可避免的, 尤其是在卡车载重拖车板上。对于整个产品货堆而言, 可以会发生翻倒, 有些货物可能从顶部跌落, 或者有些包装可能弹起并相互碰撞。拉伸包装、绑带或松散的装货配置, 以及产品 / 包装重量和材料组合也会使货堆以某些特殊频率共振。共振货堆测试对于预测性能是非常有用的。

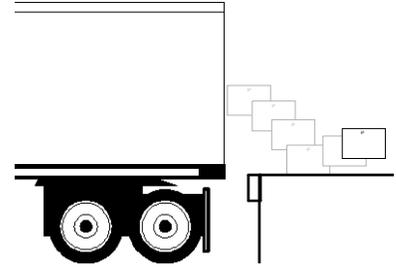
**执行测试的原因:** 垂直货堆共振测试对于监控堆放产品的共振行为和 / 或稳定性问题是非常有用的。最后, 测试对于评估由于振动引起的磨损造成的潜在损坏非常有用。

**对照真实事件的测试:** 根本问题是, 测试是针对一个特殊的频率, 这并不能说明真实生活中振动输入带来的变化。换言之, 真实的振动输入是由同一时间的多个频率输入组成的。这意味着驻留在某一特殊频率从实际的角度讲过于粗糙, 从定性的角度讲缺乏说服力。测试从实际的角度讲过于粗糙, 因为产品 / 包装对于任何可评估的时间来说不会驻留在某一特殊频率。回想一下, 大多数的真实振动输入都不是纯正的正弦波, 而是许多频率的组合。另一方面, 如果包装系统的固有频率属于卡车三个主导频率范围之一, 则包装可能在某个重要的时间段内被激发共振。这对于理解包装 / 产品系统是否容易受到这些频率的影响是至关重要的。在某些方面, 这种测试也可能被视为在定性上是缺乏说服力的。这是非常有可能的, 因为驻留在某一频率上只会以相同的频率激发组件。而事实上, 许多频率及其相关的组件都是同时激发的。如果这些单独的组件(具有不同的固有频率)彼此之间靠得很近, 就可能发生碰撞。这称为“同时共振”。驻留在某一频率可能就不会涉及到这种“相互干扰”的潜在损坏。

---

依靠集装箱共振测试来确定产品组件损坏会引起另一潜在问题。注意，ASTM D-999 建议，正弦驻留测试不适用于产品组件损坏。因为产品包装后很难监控到内部的产品组件。

一般而言，这些测试对于一些未涉及到的频率非常有用，这些频率可能引起不稳定货堆的损坏，同时对于评估振动引起的摩擦而造成的潜在损坏也很有帮助。



### 自由下落的碰撞测试 (ASTM D-775, D-5276, D-1083) – 建议

#### 测试原理:

a) 类型 1 包装：人工装卸的产品可能会在配送链的任何时候跌落。24 小时的交货服务每天会装卸大量包装，产品很容易受到冲击危害。包装工程师需要一个可重复的测试来评估衬垫设计的改变。碰撞测试对于评估和认证产品和 / 或包装设计改变的合格性也是非常必要的。一般而言，冲击对产品 / 包装的完整性造成最大的威胁。

b) 类型 2 和 3 包装：这些分类的产品很重，通常体积也很大，需要机械装卸。由于自由下落造成的冲击威胁较小，因此要使用与类型 1 不同的测试。这些类型的包装通常都是通过推动、滑动、拖动或倾翻来装卸。自动化的移动都会将产品从较低的高度落下，或者放在边角位置。

#### 实际发生的事情:

- a) 类型 1 包装：人工装卸很可能使产品从不同高度自由下落。通常，产品在从一个位置运输到另一个位置或者脱离零售货架时，其所处高度与人体的腰部高度相当。24 小时交货服务所用的自动化机器设备使用传送线来移动产品通过集散位置。典型的传送带高度是距离地面 36 英寸（91.4 厘米），包装在沿传送带运动时会跌落下来。在拆装货运站野蛮装卸也是很常见的，包装会被单独装卸以适合运输工具的空间。空运包装的野蛮装卸都是众人皆知的，包括抛扔、翻滚和挤压，以便适合飞机舱内难以安排的装货区域。近年来进行了一些研究，以量化不同配送渠道中下落的高度和频率。虽然来自这些研究的结论存在争议，但它们确实显示出单个包装经常遭受野蛮装卸，包括自由下落。大多数测试标准限制的设置包括了 90-95% 数据范围的高度。

- 
- b) 包装也可下落到其他包装、软表面和其他导致不平整撞击（边角等）的表面区域上。随着下落环境中的参数改变，执行相应的减速度级别。因此，在受控制的实验室环境（硬表面、平直下落等）中设置的下落条件可能在真实配送环境中不一定发生，但提供了一种可重复的方法来评估包装和 / 或产品改变。

通过观察发现，包装几乎不可能完全平直地下落到任何一个平面上。这是由于各种因素造成的，包括重心和摩擦力。这在设置测试和解释测试数据时变得非常重要，因为平直下落通常代表了对产品的最坏的冲击（以减速度值表示）。真实生活中的下落几乎总是带有旋转的，这意味着产品将击中边或角上的表面。这样的情况下，产品的损坏可能都发生在外表、塑料部件而不是内部组件。这种包装类型的产品下落都是随机的，因而包装应该保护所有的面、边和角。包装可能下落到其他包装上、地面上以及各种各样的表面上，影响复原系数、摩擦力，进而影响减速度值和速度变化值。

b) 类型 2 和 3 包装：这些产品比类型 1 产品重很多，因而需要机械设备移动。这些产品都是以受控制的方式移动的，因此自由下落的潜在可能性最小。通常这些产品不能也不会在送达客户之前拆除货盘。它们在配送环境中的移动都是通过货盘起重器、叉车和其他机械设备进行的。例如，如果叉车过快地将货物安放在地面上，则可能对产品有些冲击。有时，一些物理结构，如支撑杆、墙壁或其他产品可在移动和堆放这些产品时起到支撑作用。侧面冲击是可能发生的，尤其在叉车司机装货时。即使产品或货盘装货被抬升到一个较高的高度（例如堆放货盘），产品通常也不会存在以自由下落方式跌落的风险。极度的损坏可能是由于特殊情况造成的，如叉车刺穿、产品或货盘悬浮在空中时液压传动装置故障或货盘破损。从实用性考虑，不能期望包装能保护产品免遭此类“灾难”，除非针对特殊类别的产品，事先与生产线管理人员达成一致。

测试模拟的事情： 自由下落测试试图再现配送渠道中正常装卸过程中遇到的最严重的撞击。

执行测试的原因： 尽管下落测试在理论上是可重复的，实际上却不总是可重复的。即使使用机械下落测试设备也不能保证达到真实的平直下落，部分原因包括包装在下落设备上的放置方式以及摩擦力等。使用网和其他升降设备也使得条件不总是可重复的。如果不考虑这些局限性，对包装的改动，即使是非常微小的，也可以快速而轻松地进行评估。下落测试还为工程师提供了有关衬垫性能的数据，以及整个产品设计强度。冲击通常是所发生的最严重的事件，因而下落测试为评估包装设计提供了一种方法。所有的包装可能不会都受到自由下落，因而这种测试代表了一种真实世界中“最糟糕”的情况，而包装可以为这种情况提供一个解决方案。

对照真实事件的测试： 如果不考虑局限性，下落测试可能是可执行的包装测试中最有用的、直接相关的测试。尽管平直下落不总在实际生活中遇到，但是在实验室中却可以不断再现，并且可以作为加速度输入“最糟糕”的情况。边角下落可能代表了速度变化损坏中最糟糕的情况，如破坏的塑料家用制品。为了评估包装性能，可以收集一些有用的数据，包括衬垫性能和产品冲击，实验室结果可以与这些现场数据进行核对。

有些下落测试规范要求将减速度值限制为 30 G's（或其他一些 G 级别）或更小，以便通过测试。尽管其目的是为了限制对部件的冲击，但这决不是应该使用的标准。30 G 的限制对于输入冲击脉冲的不同持续期或形状而言说明不了任何事情。例如，30 G 梯形输入带 20 毫秒的持续期所引起的损坏比 30 G 正弦输入带 20 毫秒的持续期更加严重（意味着更多的能量）（参见图 6.1）。应该使用的标准是对部件造成的损坏是否使部件功能受损或出现不可接受的表面缺陷。同时，当产品确实经受了下落测试时，还应该继续量化包装所提供的安全余量。例如，经受了一组 30 英寸（76.2 厘米）下落测试的产品实际上是否也能够经受得住 48 英寸（121.9 厘米）的下落测试？此问题的答案就表面产品是否处于过度包装及其程度。

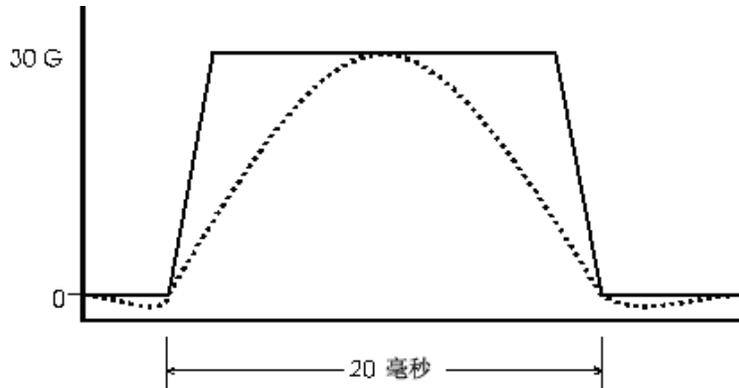


图 11. 20 毫秒, 30G 冲击脉冲

最后，已经有很多猜想认为，通过在冲击台上生成一个与特定下落高度的撞击速度相同的速度变化，来在冲击设备上模拟自由下落测试。通过这种猜想意识到的优点是非常诱人的：一个是可测量对测试样本的精确的输入冲击，而且平直撞击也是绝对可重复的。然而，两种测试之间的结果完全不同。这种猜想是使冲击台展现出大量回弹能量，而它们恰与包装产品的衬垫系统匹配。如果一个网无法抓住包装，它就可能从冲击台推进几英尺。换言之，施加到产品的能量与自由下落测试过程中的能量是不同的，而底板也不会正面击中并使部件回弹到几英尺的高度。除非进行更深入的研究能够评估出与自由下落的关系，否则我们不建议使用冲击设备来替换自由下落测试。

### 滑托板上的货载 - 建议

测试原理：对滑托板货载执行测试的许多原因与对货盘装运和板条箱装运的产品（类型 2）的测试原理相同。由于滑托板货载所遇到的特有的动态条件，可能还有一些额外的测试和评估。

---

**实际发生的事情：**滑托板货载的装卸在装卸频率、货物堆放方面与货盘装货基本相同。主要差别就是滑托板上的产品可能受到动态压力，尤其是顶层和底层的产品在从压盘装卸过程中。滑托板附加设备通常需要一个与地面成角度的压盘，随着滑托板货载被抓住并拖放到压盘上，可能对部件造成一定的弯曲。滑托板货载在移动过程中水平方向也是倾斜的，比货盘装卸时还要严重。另外一个明显的区别是，滑托板不带有任何地面或交通工具板与产品之间的坚固的物理屏障。这可能就暗示某些区域会有积水或者一些其他危害，而对于这些危害，货盘货载已提供了一些保护措施。

**测试模拟的事情：**测试使用实际的滑托板设备，因而可以再现真实的动态滑托板装卸情况，包括滑托板拉钩的强度和包装和 / 或产品的任何稳定性或损坏问题。

**执行测试的原因：**在滑托板上装卸的任何产品都应该执行此测试，尤其是容易受到挤压和 / 或弯曲损坏的产品。滑托板上装运的散装货也应进行测试，以评估散装材料（如泡沫、瓦楞纸等）的物理完整性。

**对照真实事件的测试：**正常的装卸过程可以通过此测试很容易地再现。此测试不必显示那些通常是野蛮装卸才会造成的潜在损坏。某些特殊的条件，比如湿度大并结合其他因素，可能不容易再现，除非这些条件是测试的目的所在。

### **挤压测试 – 建议**

**测试原理：**这种测试是为了确保纸质的包装箱以及带凹槽的特殊包装箱可以承受正常的全球仓储和配送过程中的挤压。

**实际发生的事情：**包装是以各种方式在各种环境条件下堆放的。包装在仓库货堆或卡车后边时，必须能够承受处于货堆底部时的压力。除了纸的选择和带凹槽的类型外，有四个主要因素影响包装箱的抗压强度。湿度、时间、包装箱样式和堆放方式。在指定包装箱强度时，湿度是关键考虑因素，就因为纸张是吸水（吸水性）材料。一般而言，高于 50% 的湿度条件就开始快速恶化包装箱的抗压强度。周期性的湿度和温度也已经证实会恶化包装箱的强度。湿度大还可能使表面层和 / 或凹槽出现脱层，造成严重的问题。时间也是非常重要的，时间长就会使包装箱承受较长时间的“静止负载”，引起包装箱松弛和失去强度。堆放方式是影响包装箱抗压强度的第三个显著因素。由相同的包装箱堆放的货堆可以在垂直方向保持整齐，这样比起有点儿错列的包装箱（未对齐）而言可以堆放得更高一些。当包装箱的挤压负载不是落在其最强的部位（竖直边）时，包装箱的强度便大打折扣。包装箱尺寸不同的货堆与错列的相同包装箱的货堆具有相同的效果。由于垂直边没有对齐，抗压强度降低。要考虑的其他因素包括：侧面可能刺穿或穿孔的“固定门”；印刷类型；为衬垫添加底层；内部支撑（如隔板或泡沫）以及封闭方法（胶带、订书钉、胶水等）。动态挤压在配送过程中也是很常见的，尤其对于其固有频率属于卡车运输环境中三个主导压力频率范围之一的包装系统。

---

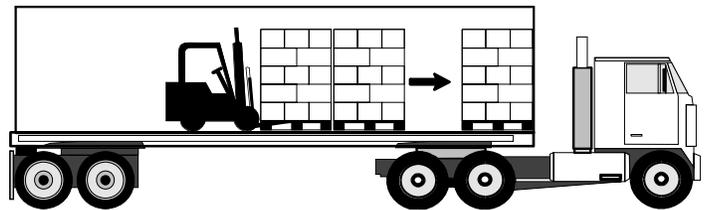
**测试模拟的事情：**此测试的目的有两个。第一，它可用作瓦楞装运集装箱的质量控制检查。此外，可以开发抗压强度规范并用于图纸中，而不需要指定瓦楞材料（很难测试这些规范）。要求供应商对运输纸箱执行挤压测试，作为判断集装箱材料和结构的结合质量的一种方法。此测试的第二个目的是为了提供一种精确的方法，评估满载的集装箱的总强度并确定产品 / 包装是否将在配送过程中承受预期的挤压负载。此方法还可用来测试未装箱的产品的负载点，在这个点上，挤压负载将通过包装传递给产品。当产品的内在强度特征可辅助承受配送过程中的挤压时，包装成本就可以降低（例如散装）。

**执行测试的原因：**几乎所有的产品都是通过瓦楞装运集装箱运输的，它不仅包含产品，还提供了一种结构，可以使堆放和存放保持一段时间。

**对照真实事件的测试：**这里有两个重要的局限性应该提及。第一是决定测试过程中是使用固定压盘还是浮动压盘。对于固定压盘的挤压测试器，挤压过程中压盘保持水平，并平行于包装箱的底座。如果包装箱的角有不同的高度，则压盘将首先接触到最高的角。然后这个角将承受大量负载，直到压盘接触到第二高的角，以此类推。如果压盘接触到所有四个角时，包装箱未出现问题，则这样获得的抗压强度就代表包装箱实际静止负载的合理估计值，而这种实际静止负载是指它可以支撑它上面的其他包装箱的负载。克服这个局限性的一种方法是使用浮动压盘，这种压盘自动旋转来调整其位置，直到它接触到包装箱上的至少三个点，然后才开始施加负载。这更精确地模拟了由其他包装箱带来的实际负载，因为它测试的是最薄弱的垂直边。因此，我们推荐使用浮动压盘。这种测试并不建议用于模拟动态挤压环境。

### 货盘排列 - 可选

**测试原理：**成套货载和大型集装箱装运的产品都要从常见的机械装卸（如叉车和货盘起重器）中受到水平碰撞。类似碰撞后，货载必须保持其结构上的完整性，货盘必须保持其功能依然可用。



**实际发生的事情：**载重拖车装货 / 卸货过程中的典型活动和仓库操作包括采用机动化和非机动化的叉车和货盘起重器移动货物。操作员必须装卸货物，并安排它们的存放、分段运输、交通工具上的装货和卸货。当叉车或货盘起重器接触货物时，便发生水平碰撞，可能会对产品和 / 或货盘造成损坏。通常，叉车或货盘起重器是在运行过程中以一定速度接触货物的，因为叉车司机通常都是按照所搬运的产品量付费的。

---

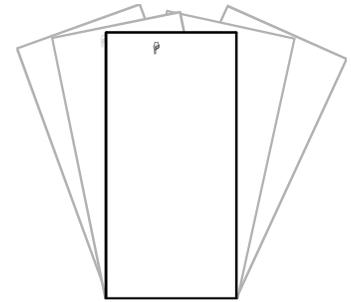
**测试模拟的事情：**此测试试图模拟成套和大型集装箱装运的产品在仓库中的装卸情况，尤其是具体的装卸设备接触到货物时引起的碰撞。

**执行测试的原因：**成套货载和大型集装箱装运的产品将通过机械装卸设备来装卸，很容易受到水平碰撞。

**对照真实事件的测试：**一般而言，这种测试针对特定的测试方案精确地模拟真实世界的事件。不太可能测试产品可能遇到的每种情况，但是结果通常对于测试的环境而言是精确的。

### 稳定性测试 - 可选

**测试原理：**当一些类型 2 和类型 3 的产品以及货盘货载在狭窄通道中运输或移动时，它们的尺寸和重量便成为问题。这种测试用来评估这些产品翻倒的倾向性。



**实际发生的事情：**典型的装卸过程，包括上下斜坡的运输，滑托板装卸和机械装卸，可能会将产品倾斜到一定程度，使货物单元不稳定。在仓库中，当堆放高度达到某一点时也会使货载不稳定，而包装箱的强度、时间和湿度仍起着稳定作用。有些产品也可能受到人工装卸的外力，例如工人要将产品推拉到一个新的位置。

**测试模拟的事情：**测试试图模拟较重的和 / 或尺寸对装卸造成困难的产品在正常装卸条件下包装翻倒的倾向性。这种测试的结果通常都是一个翻倒角度 - 在这个角度下，货载开始从静止状态翻倒。

**执行测试的原因：**大型、较重的货物单元在它们超出了稳定的重心位置时会变得不太稳定。容易翻倒的货物单元会造成人员伤害的危害。所有重量等于或超过 100 磅（45.4 千克）的包装，或者任何包装高度在其运输方向上超过了 36 英寸（91.4 厘米），则它们都应该执行这种测试。这种测试与重心比（重心的高度与底座最小尺寸的比）或高度比（高度与底座最小尺寸的比）较大的产品尤为相关。在这些情况下，一般的比率分别是 0.25 和 0.5，大于这个比率就可能出现问题。

**对照真实事件的测试：**通常，这个测试对于试图模拟真实世界事件是现实的。导致翻倒的动态压力也应该在测试过程中予以考虑，以便有一个比较完整的现场条件表示。如果测出的倾斜角度小于 20 度，则意味着可能会有问题。

### 翻倒测试 - 可选

**测试原理：**任何不满足稳定性测试要求的包装都应该通过此规范来执行测试。正常装卸中不能保持稳定的货物单元可能会翻倒到它的侧面或端面。

---

**实际发生的事情：**不稳定的产品可能会翻到，例如在卡车上正沿斜坡上下移动的货盘起重器上的货物单元。有时货物单元在仓库堆放得过高，导致不稳定的货物跌落。大型较高的产品可能是由客户人工移动的，以便能恰当地通过门口或环境中的其他比较狭窄的区域。由卡车装运的货物单元也可能由于卡车的急驶急停引起的外力而造成翻倒。

**测试模拟的事情：**此测试试图模拟真实世界中不稳定产品的装卸情况。

**执行测试的原因：**对于易于倾翻的货物单元（参见稳定性测试），应该实际翻倒产品以评估潜在的损坏问题。

**对照真实事件的测试：**一般而言，这种测试针对特定的测试方案精确地模拟真实世界的事件。不太可能测试产品可能遇到的每种情况，但是结果通常对于测试的环境而言是精确的。

### **侧放测试 – 可选**

**测试原理：**设计这种测试是为了确定是否可以侧放集装箱及其所装运的产品，而不会对产品或包装引起任何损坏。这种测试并不是为了确定是否可以在非底座方向放置包装。

**实际发生的事情：**大体积的货物单元有可能会被侧放，以便更容易地通过门口、走廊、升降级等。当运送产品通过狭窄的通道时，侧放产品会体现出明显的好处。

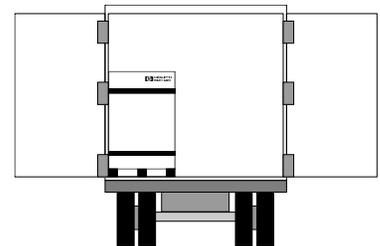
**测试模拟的事情：**这种测试试图模拟真实世界中大型和 / 或较重产品的装卸情况。

**执行测试的原因：**重量超过 100 磅（45.4 千克）的包装应该执行此测试。设计这种测试是为了确定是否可以侧放集装箱及其所装运的产品，而不会对产品或包装引起任何损坏。这种测试并不是为了确定是否可以在非底座方向放置包装。

**对照真实事件的测试：**一般而言，这种测试针对特定的测试方案精确地模拟真实世界的事件。不太可能测试产品可能遇到的每种情况，但是结果通常对于测试的环境而言是精确的。

### **捆绑测试 – 可选**

**测试原理：**设计这种测试是为了确定产品和 / 或包装是否能承受运输过程有时发生的捆绑力。捆绑用于在运输过程中将产品固定在卡车上，尤其是零担运输。这种测试也适用于货盘装货的捆绑以及需要包装箱固定在货盘上的类型 2 产品。



---

**实际发生的事情：**对于大型的货物单元，货运公司都会采用“填满箱式货车”的方式运送产品，这就意味着单独的产品以零担货运的方式运送。货物单元有时固定在卡车壁上，以防止其在运输过程中移位和跌落。捆绑物可能是纤维的（类似于腰带）或绳子。对于类型 2 产品，捆绑也可用来固定顶层的包装箱和货盘，通常使用聚酯的、尼龙的或聚丙烯的捆绑材料。有时，捆绑会抠到外部包装中，造成不可接受的损坏。捆绑也可用于固定堆放的货物，造成同样的包装箱和 / 或产品损坏。

**测试模拟的事情：**测试试图重现真实情况下捆绑材料对包装所施加的拉力。这些拉力可能会撕破包装材料，使包装松散，更严重的情况会将产品本身撕破。

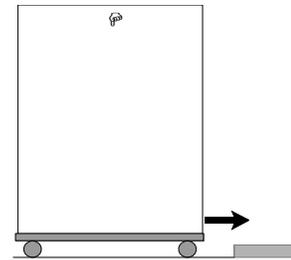
**执行测试的原因：**捆绑与其固定的包装箱和 / 或产品相比，其宽度通常都是比较窄的，这可能就会对外部包装产生永久的机械变形或不可接受的表面损坏。

**对照真实事件的测试：**一般而言，这种测试针对特定的测试方案精确地模拟真实世界的事件。不太可能测试产品可能遇到的每种情况，但是结果通常对于测试的环境而言是精确的。

### **滚动碰撞测试 - 可选**

**测试原理：**设计这种测试是为了确保要滚动或沿地面推动的包装或产品可以承受此类装卸过程中遇到的正常碰撞。

**实际发生的事情：**带脚轮的包装是用来滚动的，它可能在移动过程中遇到危害。通常，客户滚动或推动的产品都必须移动通过卡车和码头之间的斜坡，地毯压板、门槛以及每天可能遇到的其他一些正常的危害。必须对产品予以保护，使其免受这些碰撞甚至翻倒的危害。



**测试模拟的事情：**测试试图模拟滚动或滑动产品或包装通过客户现场的典型结构危害时遇到的碰撞。

**执行测试的原因：**体积较大的包装，尤其是那些带脚轮的，可能很难装卸和移动，并且通常必须通过地板或地面上的障碍物。包装必须在碰到这些危害时为货物单元提供保护。

**对照真实事件的测试：**一般而言，这种测试针对特定的测试方案精确地模拟真实世界的事件。不太可能测试产品可能遇到的每种情况。然而，测试的结果将表示包装 / 产品在与滚动碰撞相关的正常的环境危害中获得保护的能力。在此测试中，四英寸的高度是典型的街道路崖的高度。

---

## 斜坡间隙测试 – 可选

**测试原理：**设计这种测试是为了确定带脚轮的产品或运输箱（带轮子的板条箱）是否可以滚动通过配送设施和客户设施中常见的斜坡，而不会拖底、翻倒或损坏。它也可用于需要利用斜坡从包装中取出的产品，确保产品与包装之间没有障碍。

**实际发生的事情：**许多配送站点和客户站点都有斜坡，用来移动产品。带脚轮的产品通常都是由于其难以装卸的尺寸和重量而设计成在这些斜坡上滚动。如果轮子的尺寸或底面不够大，包装或产品就可能翻倒、拖底或以其他方式的损坏。同时，对于需要依靠斜坡从包装中取出的产品，验证产品能从包装系统中取出而不会翻倒是非常重要的。

**测试模拟的事情：**测试试图重现真实情况下产品沿斜坡上下移动时的压力和装卸运动。

**执行测试的原因：**所有带脚轮的产品或运输箱都应该执行此测试，因为安装脚轮的目的就是为了在这些情况下使用。

**对照真实事件的测试：**一般而言，这种测试针对特定的测试方案精确地模拟真实世界的事件。不太可能测试产品可能遇到的每种情况，但是结果通常对于测试的环境而言是精确的。

## 湿度 / 温度存放测试 – 建议

**测试原理：**设计这种测试是为了确定包装的产品是否可承受极端的湿度 / 温度配送环境而不被损坏。在环境极限可能会影响产品和 / 或包装的可靠性时，应该使用这种测试。此外，这种测试可以在执行本节的其他测试之前进行，以检查产品和包装材料是否达到要求。例如，完成高湿度测试时立即执行随机振动测试，就可以模拟在高湿度国家中的卡车运输环境中发生的损坏。

**实际发生的事情：**许多集装箱材料和包装材料，尤其是纸质的材料，在温度和相对湿度 (RH) 发生变化时，其物理属性也随之变化。例如，许多亚洲和拉丁美洲的国家，表现的气候模式显著地影响了瓦楞材料的性能。北极和沙漠的温度极限也会在运输环境中发生。温度和湿度与冲击和振动相结合就可能产生不可预料的结果，并加重了现有的问题。

**测试模拟的事情：**根据所选择的温度和湿度，以及它们的持续时间或周期，就可以模拟许多不同的气候。实例包括，在热带环境中通过海洋运输，或者在沙漠路面上通过卡车运输。

**执行测试的原因：**任何可能会受到已知湿度和 / 或温度极限的包装都应该使用这种测试，尤其是与其他合适的装卸测试相结合。真实环境可能不同于实验室控制的 70 °F (21.1 °C) 的气温和 50% 的相对湿度。

**对照真实事件的测试：**此测试中所引用的条件是其相关气候的代表，但是不必重复实际的现场条件。然而，这些条件确实有助于模拟真实世界的条件，并且对包装和材料有着类似的影响，至少指出了潜在的问题。

---

## 滑托板拉钩测试 - 可选

测试原理：设计这种测试是为了确定滑托板拉钩是否能在整个配送系统中承受反复的装卸而不被损坏。

实际发生的事情：滑托板在整个配送过程中要装卸数次，因而其拉钩必须能承受反复的推、拉和抓力。在测试过程中看不到的环境条件，如较大的湿度或积水，可能影响纸质滑托板的性能。也可能出现拉钩破裂，使滑托板实际上已在一些面上不可用。

测试模拟的事情：测试试图模拟正常的滑托板装卸过程中应用于滑托板拉钩上的力。

执行测试的原因：首次使用滑托板的产品都应该执行这种测试，以确保滑托板的材料和规范满足装卸要求。通常较重的产品也应使用这种测试，以确保拉钩强度是合适的。

对照真实事件的测试：一般而言，这种测试针对特定的测试方案精确地模拟真实世界的事件。不太可能测试产品可能遇到的每种情况，但是结果通常对于测试的环境而言是精确的。

## 现场货运测试 - 可选

测试原理：使用相同的配送渠道或类似的运输方式，产品通常为了测试而进行运送，实际上是为了收集实际的现场数据。毕竟，现场货运条件是实验室测试所试图模拟的。

实际发生的事情：产品通过许多不同的运输方式装卸，并且可能经历几个不同的环境条件。了解产品是如何配送的以及通过哪些配送渠道，就有机会监控和评估那个环境中的包装。然而，有限的现场货运可能无法显示出配送环境中面临的所有潜在的危害，尤其是对于其他特殊的配送渠道。

测试模拟的事情：测试是用来确定包装是否可以承受特殊的配送环境。

执行测试的原因：这个测试对于收集真正的现场数据是非常有用的，但是由于每个产品每次可能以稍微不同的方式到达其目的地，因而结果也不是结论性的。这个测试对于本节中建议的其他测试应该是补充性的而不是替代的。

对照真实事件的测试：从有限的现场货运测试中获得的结果从统计的角度讲尚不足以保证在整个生产中的配送过程不对产品造成损坏。然而，如果以此方法测试足够多的产品，则现场货运测试将是有关配送环境中包装完整性的最有用的数据来源。从现场测试中获取精确和足够的反馈将是决定如何解释结果时应该考虑的主要障碍。

---

## 高度 / 减压测试 - 可选

测试原理：这个测试确定了非使用状态的被包装产品是否可以承受空运中，以及高度超过海平面 7500 英尺（2286 米）以上的运输过程中遇到的低压 / 严寒的环境。

实际发生的事情：有两种运输方式可能使产品经历低压环境。一种是空运，它的货物通常要被加压到 8000 英尺（2438 米）。然而，有些空中运货商使用低高度的飞机，就不会对其货物加压，而它的高度一般达到 12,000 英尺（3568 米）。另一种是卡车运输，卡车可能将产品运到高海拔区域，如高山。

测试模拟的事情：测试试图模拟在不同高度移动时所经历的压力变化。

执行测试的原因：需要保持密封以防止泄漏或压力变化的包装，或者容易因压力变化而坍塌的包装应当使用此测试。

对照真实事件的测试：一般而言，这种测试针对特定的测试方案精确地模拟真实世界的事件。不太可能测试产品可能遇到的每种情况，但是结果通常对于测试的环境而言是精确的。设计这种测试并不是为了模拟突然失压。

## 雨水测试 - 可选

测试原理：设计这种测试是为了确定包装的产品是否能承受降雨而不被损坏。在环境极限可能会影响产品和 / 或包装的可靠性时，应该使用这种测试。许多调查表明，产品可能会被丢在无人看管的码头上、敞篷式卡车上或停机坪上经受雨淋。这在发展中国家尤其可能发生，它们的配送渠道可能没有发达国家完善。

实际发生的事情：产品几乎在每个位置都可能淋雨。通常归咎于设施的局限性，如开放的码头、敞篷式卡车或位于飞机跑道正等候装卸的货物。这些条件在拉丁美洲和亚洲国家尤为普遍，其天气情况经常包括雨季或降雨量很大的月份。

测试模拟的事情：设计这种测试是为了模拟不同程度的降雨量，取决于当地条件。

执行测试的原因：任何要运送到配送渠道不完善的国家的产品都会经历严酷的天气情况，包括降雨。雨水会明显地影响纸质包装材料，尤其是当综合考虑其他冲击和振动时。

---

对照真实事件的测试：根据测试的持续时间，这个测试相当精确地模拟降雨的情况。将这个测试与其他环境因素，如温度极限相结合，就会提高模拟程度，即使那些因素是随机的。另外，将这个测试与其他冲击和振动测试相结合可以更深入地了解包装的性能。

---

## 第 9 节：包装开发过程

### 简介

包装开发过程提供了一个连续的方法，在新产品开发环境中开发包装和指导测试。本节遵循产品开发的周期并列出一一些在每个产品开发阶段对包装分析、设计和测试提出的建议。

### 概述

以下新的包装开发阶段描述了支持产品开发周期所必要的包装输入：

#### 设计目标 (DO)

DO 阶段是新产品的可行性研究。可行性研究评估了产品的功能集、成本和价格，以确保产品满足市场的需求。由于尚未进行产品设计，因而向研发团队提供最佳的产品设计功能以最小化配送、包装和处理成本（例如，设计可拆装的纸盘可以缩小包装尺寸和降低材料的用量）是至关重要的。而这些避免成本的选择也会对将产品投入到下一阶段产生直接影响。

#### 调研 (I 阶段)

I 阶段是新产品开发的开始。产品的功能集、工业和物理设计都将在此阶段固定下来。为产品开发团队提供包装指导是非常关键的。这种输入将确保产品开发团队拥有所有的包装数据，足以定义产品的工业和物理设计。如果可能，还应该复查对于配送的假设。

#### 实验室原型 (LP 阶段)

在此阶段，开发团队制造了少量的部件用来测试。在 LP 阶段，包装设计开始启动，以满足 I 阶段建立的要求和说明。产品和包装测试应相互集成，以帮助了解在预期的配送环境中它们的局限性。包装测试计划应固定下来，为下一阶段做好准备。如果可能，在此阶段应确定特定的配送要求。

#### 生产原型 (PP 阶段)

PP 阶段验证了新产品的可制造性，并且生产了较大批量的产品来测试产品的改进、性能和生产可靠性。这通常是对产品或包装进行重大改变的最后机会。包装设计应已定稿，且材料已经订购，为下一阶段做好准备。生产组件和服务装置应该已经确定，相应的部件包装已在此阶段设计好以确保及时提供支持。在一些服务交付模型中，此阶段可以包括整个部件。

#### 试运行 (PR 阶段)

PR 阶段以近乎生产的量来测试产品生产和可靠性的所有方面。最终的生产包装测试应已完成，所有的产品包装问题都应解决，准备好进入下一阶段。部件包装、生产组件和服务装置都应在此阶段通过测试并记录下来。

## 制造发布（MR 阶段）和生产

MR 阶段是产品发布的阶段，生产和库存都已建立好，为预定的发布日期做好准备。在此阶段，监控配送渠道中大量运输和装卸的变数是至关重要的。

## 阶段矩阵表

下表概述了新产品开发周期中的不同阶段。

表 6. 新产品开发阶段

### DO/I 阶段

分析 / 测试建议	最佳做法	最低要求	评注 (参考)
针对配送的产品设计	<p><u>输入</u></p> <p>设计功能复查</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 外部     顶面和底座（外壳适合度、装货表面区域、半径、边角、插入部件的刃角、托盘）。</li><li>- 内部     机械组件 - 移动组件、内部到外部的撞击 / 负载点。</li></ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 设计备选方案</li><li>- 设计改进</li><li>- 产品 / 包装界面</li></ul>	<p><u>输入</u></p> <p>参照现有产品的类似产品功能，如外部尺寸、重量、内部机制。</p> <p><u>输出</u></p> <p>提供具有类似平台或设计功能的历史设计问题。概述对关键部件的改进，以最小化配送渠道中危害带来的缺陷。</p>	<p>在 I 阶段复查产品的最初工业设计模型 / 图纸是至关重要的。在这个早期阶段，产品设计的改变会更容易一些。</p> <p>此阶段配送设计的目标应是最小化产品的尺寸并最大化其强度。</p> <p>理解产品的功能，以提供有关如何在配送过程中保护组件的输入。</p>

DO/I 阶段 (续)

分析 / 测试建议	最佳做法	最低要求	评注 (参考)
<p><b>包装设计备选方案</b></p>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 产品概括选项 (外部尺寸、重量、负载区域)</li> <li>- 附件列表 (手册、笔记等)</li> <li>- 产品易碎性</li> <li>- 产品市场计划</li> <li>- 配送渠道和方法</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 包装概况 (内部和外部尺寸)</li> <li>- 包装选项 (单独、成套、散装)</li> <li>- 易碎性 / 包装敏感度</li> <li>- 包装成本 (消耗级别)</li> <li>- 概念上的包装设计</li> <li>- 上市时间分析</li> <li>- 环境问题</li> </ul>	<p><u>输入</u></p> <p>参照现有产品的类似附件和分发渠道。</p> <p><u>输出</u></p> <p>提供现有产品的下列包装数据:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 产品易碎性</li> <li>- 包装设计</li> <li>- 配送和包装成本。</li> </ul>	<p>在驱动包装设计、配送方式和成本以及产品易碎性方面, 提供包装概念是至关重要的。</p> <p>复查产品市场推广所需的所有组件。为包装选项 (单独、成套和散装) 提供产品和包装概况。绘制概念性图纸来说明每个选项。为研发团队提供易碎性级别目标。</p> <p>分析配送渠道中的产品 / 包装及其成本。</p>
<p><b>包装过程</b></p>	<p><u>输入</u></p> <p>MFG. 产品 / 包装计划 (空间、周期、存放、装卸、设备、货站门、过程策略)</p> <p>配送中心本地策略 (过程、空间、周期、存放、装卸、设备、货站门、成本、质量)</p> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 包装 / 设备界面</li> <li>- 潜在的包装过程</li> <li>- 包装周期</li> <li>- 包装装卸和存放</li> </ul>	<p><u>输入</u></p> <p>参照现有产品的类似包装过程。</p> <p><u>输出</u></p> <p>提供包装过程文档, 指定了类似产品的过程、周期、空间、存放和装卸。</p>	<p>必须结合包装过程来设计包装。必须考虑到包装界面的每个方面, 包括运送给客户的整个渠道, 甚至于退货的渠道。</p> <p>收集所有当前包装过程的广泛的知识。分析整个配送渠道中新产品包装的要求, 评估当前的包装过程是否适合新产品。可能需要对现有过程或新过程进行。</p>
<p><b>配送选项</b></p>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 配送方法和选项计划</li> <li>- 配送方法成本 (海运、陆地运输和空运)</li> <li>- 集装箱尺寸 (载重拖车 / 空运或海运集装箱)</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 运输成本分析, 单独、成套和散装</li> <li>- 集装箱利用率分析</li> <li>- 装货图</li> <li>- 运送成本影响</li> </ul>	<p><u>输入</u></p> <p>参照现有产品的类似配送过程。</p> <p><u>输出</u></p> <p>提供配送过程文档, 指定类似产品的集装箱利用率、周期、运输成本。</p>	<p>检查产品所有计划的配送方法 (空运、海运、公路运输和铁路运输等)。复查并修改包装设计, 以确保整个配送循环都得到了正确的保护。</p> <p>提供配送成本矩阵表, 显示每个货物单元成本和每种运输方法的运输时间。此数据为项目组提供了有关产品配送方案的清晰的理解。</p>
<p><b>包装 / 配送计划</b></p>	<p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 提供所分析产品的最佳包装和配送方法建议。</li> </ul>	<p><u>输出</u></p> <p>提供建议, 遵循类似的包装和配送方法。</p>	<p>使用产品和包装设计、包装过程和配送选项的分析, 提供一个最佳的有关产品和包装、过程及配送方法的建议。</p>

## LP 阶段

分析 / 测试建议	最佳做法	最低要求	评注 (参考)
<b>产品设计复查</b>	<p><b>输入</b> 复查 I 阶段开发中所选的产品设计功能 / 概况。</p> <p><b>输出</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 设计改进</li> <li>- 潜在的设计问题</li> <li>- 产品 / 包装界面</li> </ul>	<p><b>输入</b> 复查 I 阶段开发中所选的产品设计功能 / 概况。</p> <p><b>输出</b> 无</p>	复查所选产品设计并为研发团队生成产品设计潜在薄弱功能的报告。通常, 比起增加包装来补偿产品的弱点, 改进产品设计所花费的成本要少一些。
<b>包装设计复查 / 提议</b>	<p><b>输入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集接受的产品概况 (外部尺寸、重量、负载区域)</li> <li>- 附件列表 (手册、笔记等)</li> <li>- 产品易碎性协议 (目标)</li> <li>- 研发 / 上市时间表</li> <li>- 所选的配送渠道和方法。</li> <li>- 原型包装要求用于试运输等</li> </ul> <p><b>输出</b> 从 I 阶段提议中提供包装设计更新。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 包装设计概念</li> <li>- 包装形式概念 (单独、成套、散装)</li> <li>- 包装功能设计</li> <li>- 包装成本</li> <li>- 包装图纸 / 说明书</li> <li>- 原型包装策略</li> <li>- 环境包装策略</li> <li>- 包装测试计划</li> </ul>	<p><b>输入</b> 从“最佳做法”中收集相同的输入</p> <p><b>输出</b> 向选定的包装供应商提供有关包装概念和成本的产品数据, 并将此数据提交给项目组。</p>	<p>生成产品、过程和配送渠道的具体的包装设计。提供成本和环境影响。</p> <p>目标是为包装设计启动一个定位效应。拥有一个固定的包装设计就为研发团队提供了设计的接受基准, 同时也便于产品设计的改进。</p>
<b>包装过程复查 / 提议</b>	<p><b>输入</b> 复查产品的修改及其对包装过程策略的影响。</p> <p><b>输出</b> 从 I 阶段提议中提供包装过程策略更新。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 包装和设备界面</li> <li>- 潜在的包装过程</li> <li>- 人员要求</li> <li>- 包装周期</li> <li>- 特定的包装设备</li> <li>- 包装装卸和存放</li> </ul>	<p><b>输入</b> 收集有关包装产品的生产和配送渠道的建议。</p> <p><b>输出</b> 提供包装过程文档, 指定类似 HP 产品的过程、周期、空间、存放和装卸。</p>	<p>建立包装过程, 启动过程开发。对包装的设计必须适合包装过程设备的能力。</p> <p>包装过程可能需要对包装设计进行其他的修改, 因此在产品设计的早期阶段结合这些修改是非常重要的。</p>
<b>配送复查 / 提议</b>	<p><b>输入</b> 复查产品的修改及其对包装 / 配送计划的影响。</p> <p><b>输出</b> 从 I 阶段提议中提供配送策略更新。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 运输成本分析</li> <li>- 单独、成套、散装</li> <li>- 集装箱利用率分析</li> <li>- 装货图</li> <li>- 运送成本影响</li> </ul>	<p><b>输入</b> 参照现有 HP 产品的类似配送过程。</p> <p><b>输出</b> 提供配送过程建议, 指定类似 HP 产品的集装箱利用率、周期、运输成本。</p>	<p>检查产品所有计划的配送方法 (空运、海运、公路运输和铁路运输等)。复查并修改包装设计, 以确保整个配送循环都得到了正确的保护。</p> <p>提供配送成本矩阵表, 显示每个货物单元成本和每种运输方法的运输时间。此数据为项目组提供了有关产品配送方案的清晰的理解。</p>

---

<b>包装和配送计划</b>	<b>输出</b> - 提供所分析产品最佳包装和配送方法的最 终建议。	<b>输出</b> 提供建议，遵循类似的包装和 配送方法。	这应成为最终提议。有关包装和产品 设计的工作将基于提议中所同意的。
----------------	---	-------------------------------------	--------------------------------------





PP 阶段 (续)

分析 / 测试建议	最佳做法	最低要求	评注 (参考)
<p><b>生产组件包装</b></p>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 从生产部门收集上层部件和装置的列表。</li> <li>- 从过程中收集下列各项：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>每种包装的数量</li> <li>最大的包装尺寸</li> <li>每种包装的最大重量</li> <li>建议的包装样式</li> </ul> </li> <li>- 从生产工程师和开发工程师处收集下列信息：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>易碎部件特征</li> <li>ESD 部件和敏感性结果</li> <li>表面部件</li> <li>特殊特征 / 方位</li> </ul> </li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 初始组件包装规范。</li> <li>- 向供应商提供组件包装文档以进行复查和定价。</li> <li>- 为了安装和测试而请求的样品。</li> <li>- 提供组件包装的一般规范 (货盘、标签等)</li> </ul>	<p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 提供一般的组件规格, 包括：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>最大的包装尺寸</li> <li>每种包装的最大重量</li> <li>需要的包装样式</li> <li>ESD、易碎的、表面的或特殊特征包装要求。</li> </ul> </li> </ul>	<p>尽管所需要的组件包装可能在下一阶段改变了, 建立初始基准用于采购和供应商仍然是很重要的。</p> <p>向产品组件供应商提供设计原则或规范, 以确保它的保护性和易用性。</p>
<p><b>服务组件 / 装置包装</b></p>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 从技术市场部门收集服务部件和装置的列表。</li> <li>- 从技术支持部门和服务工程部门收集下列信息：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>每种包装的数量</li> <li>最大的包装尺寸</li> <li>每种包装的最大重量</li> <li>运输网络</li> </ul> </li> <li>- 从生产工程师和开发工程师处收集下列信息：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>易碎部件特征</li> <li>ESD 部件和敏感性结果</li> <li>表面部件</li> <li>特殊特征 / 方位</li> </ul> </li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 向供应商和服务部件组织提供服务包装文档以进行复查和定价。</li> <li>- 为了安装和测试而请求的样品。</li> </ul>	<p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 提供服务部件包装设计规范</li> <li>ESD、易碎的、表面的或特殊特征包装要求。</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 联络服务部件组织和组件供应商或生产部门以找到一种合适的现有包装。</li> </ul>	<p>向服务部件组织提供包装规范或服务组件或装置规范, 以确保服务包装可用。</p> <p>建立包装, 用于产品整个生命周期支持和保护。</p>

---

<b>产品 文档</b>	<b>输出</b> 更新包装文档 - 包装组件规范 - 包装装置规范 - 货盘货运规范 - 包装成本分析 - 项目时间期限	<b>输出</b> - 与“最佳做法”相同的文档	提供详细的报告，更新当前的包装和材料、人工及配送的总成本。  文档应该指出哪些部件已经订购用于生产。
------------------	---	-----------------------------	--

## PR 阶段

分析 / 测试建议	最佳做法	最低要求	评注 (参考)
<p><b>包装测试</b></p> <p><b>最终用户包装 (单独和成套)</b></p>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集其他的或修改的包装样品。</li> <li>- 确认测试失败模式。</li> </ul> <p><u>证测试参数</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 确定要执行的 PR 测试</li> <li>- 确定访问装备位置。</li> <li>- 收集 PR 产品进行测试。</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 项目组设计复查</li> <li>- 生产和配送中心设计复查</li> <li>- 自由下落测试</li> <li>- 振动测试</li> <li>- 挤压测试</li> <li>- 温度和湿度测试</li> <li>- 根据包装测试结果修改包装设计。</li> <li>- 根据包装测试结果请求产品设计修改。</li> <li>- 向生产部门、配送中心和关键的客户提供样品以进行复查。</li> </ul>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集与“最佳做法”相同的数据。</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 向供应商提供最新的包装要求。</li> <li>- 向包装供应商提供修改的模型和样品附件，以另外创建包装。</li> <li>- 供应商执行仪器上的下落测试。</li> <li>- 通过室内运输测试验证供应商的结果。</li> <li>- 为温度和湿度测试提供包装样品</li> </ul> <p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集与“最佳做法”相同的数据。</li> <li>- 向包装供应商提供修改的模型，创建散装包装。</li> <li>- 供应商对完全货盘层设计执行仪器上的下落测试。</li> <li>- 通过室内运输测试验证供应商的结果。</li> <li>- 为温度和湿度测试提供包装样品。</li> </ul>	<p>在 PR 阶段执行包装测试是为了通过不断改变产品和包装来保持产品 / 包装的性能概况。</p> <p>自由下落测试应包括所有的面、角、边，以确定产品的薄弱点。</p> <p>振动测试包括单独的和成套的货物单元（模拟的），以确定包装的薄弱点。</p> <p>为了给产品设计团队提供足够的时间进行修改，存放和挤压测试应该在 PR 阶段完成。</p> <p>测试缺陷应该比较小，修改应该来自设计团队。</p> <p>加工的部件应该可用于测试验证。</p> <p>散装包装应该加工，并可用于生产测试。</p> <p>货物单元应该装成完整的散装包装。散装包装装卸（移动、拉伸包装、集装箱装载、倾斜装载）测试应该启动。</p> <p>货物单元应可用于振动和下落测试。下落测试应该完成，以模拟叉车的错误装卸。货物单元应为了测试货运而发送到最近的配送中心，以评估散装货真实的装卸情况。</p>
<p><b>散装</b></p>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集其他的或修改的包装样品。</li> <li>- 确认测试失败模式。</li> <li>- 确定测试参数</li> <li>- 确定要执行的 PR 测试</li> <li>- 向生产部门提供包装样品以进行复查。</li> <li>- 确认对产品的修改。</li> <li>- 订购生产货运的包装。</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自由下落测试</li> <li>- 振动测试</li> <li>- 挤压测试</li> <li>- 温度和湿度测试</li> <li>- 装卸和存储测试</li> <li>- 根据包装测试结果修改包装设计。</li> </ul>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集与“最佳做法”相同的数据。</li> <li>- 向包装供应商提供修改的模型，创建散装包装。</li> <li>- 供应商对完全货盘层设计执行仪器上的下落测试。</li> <li>- 通过室内运输测试验证供应商的结果。</li> <li>- 为温度和湿度测试提供包装样品。</li> </ul>	

PR 阶段 (续)

分析 / 测试建议	最佳做法	最低要求	评注 (参考)
<p><b>生产组件包装</b></p> <p><b>服务组件 / 装置包装</b></p>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集定价信息和供应商的设计、修改请求，并与生产部门、工艺部门和采购部门共同复查。</li> <li>- 收集和复查样品包装。</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <p>测试组件样品包装</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自由下落测试</li> <li>- 振动测试</li> <li>- 挤压测试</li> <li>- 温度和湿度测试</li> <li>- 装卸和存储测试</li> <li>- 根据包装测试结果修改包装设计。</li> <li>- ESD 部件 / 包装测试</li> </ul> <p>批准包装设计。</p> <p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集定价信息和供应商的设计、修改请求，并与生产部门、技术市场部门、服务部件工程部门和采购部门共同复查。</li> <li>- 收集和复查样品包装。</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <p>测试服务包装。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自由下落测试</li> <li>- 振动测试</li> <li>- 挤压测试</li> <li>- 温度和湿度测试</li> <li>- 装卸和存储测试</li> <li>- 根据包装测试结果修改包装设计。</li> <li>- ESD 部件 / 包装测试</li> <li>- 批准包装设计。</li> </ul>	<p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 要求供应商给制造过程开发工程师发送包装设计和样品，用于复查和接受。</li> <li>- 要求供应商测试组件及其包装。供应商按需要发送记录好的测试证明文档：</li> <li>- 自由下落测试</li> <li>- 振动测试</li> <li>- 挤压测试</li> <li>- 温度和湿度测试</li> <li>- 装卸和存储测试</li> <li>- 根据包装测试结果修改包装设计。</li> <li>- ESD 部件 / 包装测试</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <p>批准包装设计。</p> <p><u>输入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集供应商 / 服务部件组织的确认，证明服务包装已通过批准、测试和文档记录。</li> </ul> <p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 记录包装设计原件和维护包装文档的负责人。</li> </ul>	<p>在此阶段中，各方都应该对包装方案达成一致。设计应该是现场测试的，在 MR 之前提供了足够的验证时间。</p> <p>包装规范应该由 ER 部门记录成文档，而不考虑设计原件。</p> <p>在此阶段中，各方都应该对包装方案达成一致。设计应该是现场测试的，在 MR 之前提供了足够的验证时间。</p> <p>如果是负责部门设计的，包装规范应该记录成文档，如果不是，每个部门的设计原件应该由负责部门保管以便稽核。</p>
<p><b>产品文档</b></p>	<p><u>输出</u></p> <p>更新包装文档</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 包装组件规范</li> <li>- 包装装置规范</li> <li>- 货盘货运规范</li> <li>- 包装成本分析</li> <li>- 项目时间期限</li> </ul>	<p><u>输出</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 与“最佳做法”相同的文档</li> </ul>	<p>提供详细的报告，更新当前的包装和材料、人工及配送的总成本。</p> <p>用于生产的订购的部件应该已经指定并记录在文档中。</p>

---

## MR 阶段

分析 / 测试建议	最佳做法	最低要求	评注 (参考)
文档	<u>输出</u> 完成包装文档 (发布为 A 版本) <ul style="list-style-type: none"><li>- 包装组件规范</li><li>- 包装装置规范</li><li>- 服务包装规范</li><li>- 货盘货运规范</li><li>- 最终包装成本分析</li></ul>	<u>输出</u> - 与“最佳做法”相同的文档	提供有关最终包装, 以及材料、人工及配送总成本的详细报告。将此成本与最初的成本模型相比较。

---

## 第 10 节：参考资料

您可从以下地址获取本文档所引用的参考资料。

### 美国国家标准学会 (ANSI)

说明： ANSI Federation，组建于 1918 年，由制造业和服务业、自由职业者协会和商会、标准开发人员、学术人员、政府机构以及消费者和劳工权益构成，他们共同开发了自发的国家统一标准。ANSI 是两大无条约国际标准组织中的独立美国代表：ISO（国际标准组织），通过美国国家委员会，IEC（国际电工委员会）。这些组织的标准可以通过联系他们的客户服务处（见下列联系信息）获取。

网址：<http://www.ansi.org/home.html>

电话：212-642-4900

传真：212-302-1286

地址：11 West 42nd Street  
New York, NY 10036  
USA

### 美国试验与材料协会 (ASTM)

说明： 组建于 1898 年，ASTM (American Society for Testing and Materials) 已经成长为世界上最大的一个自发标准开发系统。ASTM 是一个非营利的组织，为生产人员、用户、最终消费者和那些有兴趣的人员（政府和学术的代表）提供了一个论坛，方便他们聚集在一起，编写一些材料、产品、系统和服务的标准。从 132 个标准编写委员会的工作中，ASTM 出版了标准的测试方法、规范、实践、指导、分类和术语。ASTM 的标准开发活动涵盖金属、涂料、包装、纺织品、石油、建筑、能源、环境、消费产品、医疗服务和设备、计算机化的系统、电子和许多其他领域。ASTM 总部设有技术研究或测试设施；此类的工作都是由来自全世界的 35,000 名技术合格的 ASTM 成员自发完成的。71 卷的 ASTM 标准年度手册中每年要出版 9,100 多个 ASTM 标准。这些标准及相关信息都销往全世界。ASTM 成员在 ASTM 一致的过程中开发标准。ASTM 的其他产品包括技术出版物、培训课程和“统计质量保证计划”。该组织的标准可以通过联系他们的客户服务处（见下列联系信息）获取。

网址：<http://www.astm.org/>

电子邮件：[service@local.astm.org](mailto:service@local.astm.org)

电话：(610) 832-9585

传真：(610) 832-9555

地址：100 Barr Harbor Drive  
West Conshohocken, PA 19428-2959  
USA

---

## 国际电工委员会 (IEC)

**说明:** IEC 创建于 1906 年, 是 1904 年在美国圣路易斯举行的国际电气会议上决定的。委员会的目的是为了促进电气工程与电子工程领域所有的标准化问题及相关事物的国际间协作, 从而提升在国际上的相互了解程度。IEC 由国家委员会组成, 其中的 51 个成员代表了全世界所有的工业国家。IEC 与许多国际组织协作, 特别是与国际标准组织 (ISO) 协作, 于 1976 年共同通过了协作协议, 同时它也不断加大了与国际电信协会 (ITU) 之间的协作。在区域级, 与欧洲电工标准委员会 (CENELEC) 达成联合工作协议, 包含了 18 个国家委员会, 其中大部分也都是 IEC 的成员, 与 COPANT, 泛美洲标准委员会达成协作一致。为了完成其任务, 在其他活动中, IEC 出版了国际标准和技术报告; 国际标准作为国家标准的基础, 同时也是起草国际标书和合约的参考。IEC 出版物都是英法双语的, 俄罗斯联邦国家委员会出版俄语版本。在其他重要的 IEC 出版物中, 还包括国际电工词典 (IEV) 和 IEC 多语电学字典。该组织的标准可以通过联系他们的客户服务处 (见下列联系信息) 获取。

**网址:** <http://www.iec.ch/>  
**电子邮件:** [customer\\_service@iec.ch](mailto:customer_service@iec.ch) 或 [dn@iec.ch](mailto:dn@iec.ch) 或 [ek@iec.ch](mailto:ek@iec.ch)  
**电话:** +41 22 919 02 11  
**传真:** +41 22 919 03 00  
**地址:** 3, rue de Varembe  
PO Box 131  
1211 Geneva 20  
Switzerland

## 国际标准组织 (ISO)

**说明:** 国际标准组织 (ISO) 是全球性的国家标准团体联盟, 来自大约 100 个国家, 每个国家一个成员。ISO 是非政府组织, 建于 1947 年。ISO 主要任务是促进全球标准化及相关活动的开发, 以便于货物和服务的国际间交换, 以及文化、科学、技术和经济领域的开发合作。ISO 的工作促成了按照国际标准出版的国际间协议。该组织的标准可通过联系您所在国家的 ISO 销售代理获得, 可通过网址找到相应的联系方式:

**<http://www.iso.ch/isob/direct/sales/e>**

**网址:** <http://www.iso.ch/>  
**电子邮件:** [INTERNET:central@isocs.iso.ch](mailto:INTERNET:central@isocs.iso.ch)  
**电话:** + 41 22 749 01 11  
**传真:** + 41 22 733 34 30  
**地址:** 1, rue de Varembe  
Case postale 56  
CH-1211 Genève 20  
Switzerland

---

### **国际安全运输协会 (ISTA)**

说明: ISTA 创建、倡导和提供了性能测试标准、培训、教育和认证, 这些工作能够减少产品在实际过程中损坏和过度包装, 从而为公司在经济和环境方面双重受益。

网址: <http://www.ista.org>

电子邮件: [lsabala@ista.org](mailto:lsabala@ista.org)

电话: 517.333.3437

传真: 517.333.3813

地址: 1400 Abbott Road  
Suite 160  
East Lansing, Michigan USA  
48823-1900

### **IAPRI (国际包装研究机构协会)**

说明: 作为国际成员协会于 1971 年创建的 IAPRI, 将包装作为全球科学提升为国际组织和研究基金会内部的重要的目标组。它是该领域唯一的全球网络, 通过这个网络, 组织之间可以交流和开发意见、交换经验, 并在很多时候能够降低重复劳动。

网址: <http://www.iapriweb.org/>

电子邮件:

电话:

传真:

### **IoPP (包装职业协会)**

说明: 包装职业协会 (IoPP) 的主要任务是成为领先的专门组织, 服务于包装社团的教育需要。

网址: [www.iopp.org](http://www.iopp.org)

电子邮件: [info@iopp.org](mailto:info@iopp.org)

电话: (630) 544-5050

传真: (630) 544-5055

地址: 1601 North Bond Street, Suite 101  
Naperville, Illinois 60563