

无源冷链运输

无源冷链运输方法泛指任何不需要外部电力或维护的冷链用品运输方法。无源系统自成一体，在原产地就已准备就绪，除了一些基本的注意义务外，运输商无需进行持续管理。

无源冷链集装箱

有些与医疗相关的救援用品（如疫苗和其他救生药物）在人道主义实地环境中运输时严重依赖无源冷链集装箱。无源冷链集装箱是一种隔热箱，通常附带冰袋和/或冰包，不需要外部电源或机械支持，在人道主义情境下特别实用，因为在这种环境下可能没有持续的电力连接或先进的基础设施，或相关设施无法有效运作。无源冷链集装箱（根据具体情况，可一次性使用或可重复使用）只能将货物在预定的温度范围内保持一段有限的时间，根据集装箱和外部环境温度的不同，保温时间在 12 小时到 120 小时之间。请注意，无源集装箱的实际保温时间取决于集装箱和地面的实际情况。对于相对较短的运输时间，如单日车辆运输或通过直升机运输，无源冷链集装箱是运输少量用品的理想选择。

保温箱主要有两类 - 可重复使用的容器（冷箱和疫苗运输箱）和一次性包装箱。注意：“一次性”一词并不意味着这些类型的保温箱只能使用一次，它们只是指材料的一次性性质。一次性保温箱在单次操作中可多次重复使用。

冷箱s - 装有冰袋且可重复使用的隔热容器，用于在医疗仓库间运输物资或将物资运输到医疗机构。冷箱还可在冰箱故障或除霜时临时储存用品。

冷箱的疫苗储存容量介于 5 到 25 升之间，其最短低温保持时间在 48 小时至 96 小时之间（分别称为“短程”和“远程”冷箱）。



疫苗运输箱 - 隔热的可重复使用的容器，在将疫苗（和稀释剂）从配备冷藏设施的医疗机构运输到没有冷藏设施和冰的疫苗接种点的过程中，可让疫苗（和稀释剂）保持低温。疫苗运输箱比冷箱要小，因此更便于以徒步或其他方式出行的卫生工作者个人携带，其总行程时间和免疫活性范围为几个小时到一整天不等。疫苗运输箱的储存容量介于 0.1 到 5.0 升之间。



一次性隔热箱 - (也称为隔热运输容器) 隔热容器, 由纸板或模塑泡沫制成, 例如聚氨酯、聚乙烯或发泡聚苯乙烯 (EPS)。有的一次性隔热箱专为一次性使用而设计, 有的则可回收再利用。一次性隔热箱用于长距离运输用品。一次性隔热箱的储存容量、温度范围、低温保持时间和耐用性因解决方案而异: 一些解决方案适用于保持时间 36-48 小时的道路运输, 另一些则适用于保持时间最长 120 小时的航空运输。一次性隔热纸箱的主要问题之一是其一次性使用寿命, 且其发泡聚苯乙烯和水基凝胶袋的低成本材料的组分大部分无法回收利用。



制造商使用一次性保温纸箱将具有敏感冷链需求的产品运往世界各地。一次性保温容器必须符合一定的标准, 其低温保持时间通常最长为 4 天。保温容器受到世界卫生组织资格预审标准的监管。

国际空运中使用三类包装 (按批量递减顺序在下方列出) :

A 类 包装的设计可确保在 43°C 的环境温度下暴露至少 48 小时后，用品的温度不会升至 +8°C 以上。

B 类 包装的设计可确保在 43°C 的环境温度下暴露至少 48 小时后，用品的温度不会升至 +30°C 以上。在环境温度为 -5°C 的情况下，还必须防止用品的温度在至少 48 小时内降至 +2°C 以下。

C 类 包装不提供高温保护。但在 -5°C 的环境温度暴露至少 48 小时后，包装必须防止用品的温度降至 +2°C 以下。

无论使用哪种无源隔热运输箱，因为需要频繁的人工装卸，建议每个隔热纸箱的重量应小于 50kg，以确保在运输过程中易于搬运。

托盘运输器

托盘运输器是一种无源隔热包装，专门用于覆盖或包裹整个冷链相关用品托盘。托盘运输器可以是泡沫绝缘材料、纸板或某种形式的耐热织物。托盘运输器主要用于商业提供商运输大宗冷链所需的医疗产品。

托盘运输器示例：



托盘运输装置内置一个木制或塑料托盘平台，可由叉车或托盘搬运设备进行搬运和运输。托盘运输装置通常可容纳更多数量的物资。在使用或订购时，建议托盘运输器的外部尺寸不要超过 [ISO 标准托盘尺寸](#)，高度也不要超过 160 厘米。高度要求可能因具体情况而异，但 160 厘米通常是托盘作为一个整体单元装入大多数飞机的最大高度。托运人在使用托盘运输器之前应了解最终的运输要求。在任何情况下，托盘运输器都不得在运输过程中拆掉托盘或进行双层堆放！

运输无源链集装箱

无论采用哪种方法，无源冷链集装箱的运输一般都应遵循以下几个关键步骤：

- 在可能的情况下，无源冷链集装箱和箱子应加盖，并避免阳光直射。
- 集装箱应远离过热的环境热源（如发动机）
- 运输时间应严格控制在无源低温集装箱的规定范围内。理想情况下，最长运输时间不应超过集装箱保持用品冷却能力预期时间的 2/3。在许多情况下，运输时间也应基于预计的返程时间，以防货物被拒收或因各种原因无法卸载。
- 接收无源集装箱的人员应事先得到通知，并在接收区域等候。
- 根据操作性质或对货物的要求，可能会包括温度检测设备。如需有关监测设备的更多信息，请参阅本指南中的[温度监测](#)部分。

此外，运输无源冷链集装箱的一般清单可能包括以下内容：

装运前行动：	<ul style="list-style-type: none"> ● 确保所有包装部件数量充足，以满足装运当天的装运需要。 ● 确保所有成分都已调节到正确的温度（即温度稳定介质，无论是冷冻还是冷藏）。无源保鲜盒的调节说明取决于所用集装箱的类型，通常在“夏季”和“冬季”环境温度条件下有所不同。 ● 确保指定车辆处于良好的工作状态，具有最新的维修记录，且驾驶员已进行过相关的日常安全检查。
装运日：在原产地采取的行动：	<ul style="list-style-type: none"> ● 准备产品并使用指定的二次或辅助包装对其进行包装。 ● 按照批准的现场程序组装无源运输系统并包装和装载产品。。 ● 如有必要，添加温度数据记录仪或温度指示器。放置在产品附近。不要让它们接触冰袋等温度稳定介质。 ● 确保责任方完成所有文书工作和检查清单。
运输期间的行动：	<ul style="list-style-type: none"> ● 在停车休息期间，应酌情将车辆停放在安全的停车区域；应尽可能将车辆停放在阴凉处。 ● 运输过程中不得打开集装箱。
抵达日：在目的地采取的行动：	<ul style="list-style-type: none"> ● 打开包装，将产品从无源运输系统中取出，并立即转移到正确的温控储存条件下。 ● 取回并停用温度监测器，以便进行数据检索。 ● 确保责任方填写所有清单和到货单。
装运后的行动：	<ul style="list-style-type: none"> ● 将完成的清单转发给相关人员，包括电子温度数据文件。 ● 酌情处置、翻新或重新使用包装。

改编自：[世界卫生组织 - 温控陆运和空运业务](#)

规划无源低温集装箱运输

使用便携式无源冷却容器

由于部分地点存在基础设施和物流的限制，建议在运输前评估下游接收设施的物流能力。物流能力有限时，最好使用独立隔热纸箱运送低温用品。

可重复使用的容器，通常用于将低温用品从一个固定的仓库运送到另一个，以及从中央仓库运送到医疗机构。冷箱的储存容量介于 5.0 到 25.0 升之间。

冷箱 冷箱有两种类型：

- 短程：最短低温保持时间 48 小时。
- 远程：最短低温保持时间 96 小时。

疫苗运输箱

用于在总行程时间和免疫活性范围为几个小时到一整天不等的情况下运输疫苗。疫苗运输箱的疫苗储存容量介于 0.1 到 5.0 升之间。

选择低温用品运输方式时，需要考虑以下因素：

- 运输中的每种低温用品（尤其是疫苗）对冷热的敏感性都很高。有关用品温度敏感性的更多信息，请参阅制造商的说明（如有）。在任何其他情况下，请参阅世卫组织的《如何使用无源容器和冰袋》。
- 在整个运输或外展过程中，所需的低温保持时间可使运输的低温用品保持在安全温度。在接种外展服务活动中，需要计入的时间应包括往返接种地点的行程时间，以便安全地管理未使用的疫苗。
- 基于待运输低温用品体积的所需容量。

选择适合的容器时，必须让运输时间显著短于容器的低温保持时间。诸如车辆故障、人为错误或失误等意外事件通常会延长运输时间。当行程时间超过容器的低温保持时间时，可能有必要更换冰袋。可用单独的容器运输备用冰袋，也可在储备兼容冰袋的中途储存设施中更换。因此，不可在需要准备的冰袋数量上做出妥协。

冰袋

决定容器的类型后，需要计算出所需的冷箱数量。随后需要计算所需的冰袋数以及温度跟踪和警报装置数。每个容器都有可容纳的特定冰袋数。

在常规冷链管理中，建议每个冷箱或疫苗运输箱都应有至少两套冰袋，其中一套保持冷却状态，而另一套在冷箱或疫苗运输箱中使用。请注意，采购的每个冷箱或疫苗运输箱通常都提供一套冰袋，因此至少需要再订购一套。

冰袋的类型必须根据容器和要求的温度来选择。理想情况下，它们应与该国内使用的其他冰袋兼容。

冰袋有几种类型：

注水冰袋

最常用的冰袋，装在不同尺寸的固体矩形塑料容器中。最常见的有：0.3 升（有两种不同的尺寸：173x120x26mm 和 163x90x34mm）、0.4 升（163x94x34mm）和 0.6 升（190x120x34mm）。它们用于保持可重复使用的冷箱或疫苗运输箱中的温度。世卫组织目前建议使用注水冰袋。对此用途来说，饮用水足够安全且通常容易获得；因此，饮用水是加注冰袋的最实用物质，而且在使用得当时，水和冰都能有效控制货物的温度。

凝胶袋

预先加注水和添加剂混合物的密封冷却容器。凝胶袋包括柔性塑料袋或矩形塑料容器。因其热特性（某些凝胶袋的冰点可能远低于 0°C）且耐用性较差，世卫组织不建议使用凝胶袋。

相变材料袋

加注水以外其他相变材料的容器。它们可以被设计为在适宜的温度范围内发生相变，从而避免与冷冻水相关的风险。但是，它们也更昂贵，且需要更长、更复杂的调节流程。

根据用品的紧急程度，冷链和低温用品制造商使用各种类型和尺寸的冰袋来空运产品，其中可包含各种填充材料，包括水、凝胶和 PCM。重复使用从国际运输容器中回收的冰袋是一种常见的做法。世卫组织不鼓励这种做法，因为袋的功能不一定与水袋相同。此外，它们也并非为重复使用而设计，且在尺寸上可能不兼容国内供应链中常用的无源容器。建议将这些包装从接收的低温用品中取出，并根据疫苗制造商的建议和/或国家废弃物管理政策进行回收或处置。

调节水袋

冰袋的温度必须根据待运输低温用品要求的温度来设定。疫苗主要有两种：

- 冷藏箱中装运的用品可能是冷冻的。示例：麻疹、脊髓灰质炎、黄热病、脑膜炎等疫苗
- 示例，冷藏箱中运送的用品在冷冻时会受到不可逆转的损坏：催产素、百白破、白破、破白、破伤风、甲肝、乙肝和 B 型流感嗜血杆菌疫苗。

要了解用品是否可以安全冷冻，请查阅制造商指南。如果冷箱运输的用品均可冷冻，则可直接从冰柜中取出冷冻冰袋放入冷箱。

如果用品在冷冻时会损坏，则需要将在冰袋放入冷箱前对其进行“调节”。这意味着将冰袋温度提高到 0°C。冰袋的调节包括将所需数量的冷冻冰袋放在桌子或工作台上（最好避开阳光直射），然后等到其全部到达 0°C。在炎热的天气下，这一过程可能需要至少 30-45 分钟，而在凉爽的天气下，可能需要更长时间（+20°C 时为 90-120 分钟）。可以使用的冰袋的特征是，内部必须有液态水，且摇动时冰芯能够在冰袋内自由移动。为了加速这一过程，可将冰袋单层且相互分开放置。

某些货物在运输时可能需要使用冷水袋和温水袋。在气温经常低于 0°C 的国家，会使用暖水袋保护对冷冻敏感的物品。暖水袋应在 +18°C 至最高 +24°C 的室温下制备。冷水袋应在温度不超过 +5°C 的冰箱中制备。

包装保鲜容器

打包过程中的第一步是擦干冰袋表面的所有液滴，然后根据冷箱制造商的规格将其放入冷箱中：必须使用正确尺寸和数量的冰袋。每个冷箱内通常会提供装满冷箱所需的技术规格表。

将低温用品放入冷箱内，并在对温度敏感的产品和冰袋之间放入纸板，以防止其接触。确保所有剩余空间都填满包装材料，以免在运输途中损坏。

在不使用二级包装/纸板箱打包低温用品苗时（使用疫苗运输箱时的常见做法），将用品和稀释剂放在位

于冷箱或运输箱中间的塑料袋中，以保护其不会因冷凝而损坏。

将所需的温度监测设备放在冷箱或运输箱中。不要让监测设备与冰袋接触。如果在容器中使用温度计，将其放在可见且易于触及的位置，以避免在检查温度时长时间打开容器。

必要时，放在冰袋的顶层，然后关闭容器。

使用保鲜盒计算疫苗运输量

计算要运输的疫苗量时，必须知道运输的每种疫苗和稀释剂：

- 所需储存温度：疫苗运输通常考虑 3 个温度范围：-15°C 至 -25°C、+2°C 至 +8°C 或环境温度。
- 待运输的剂数。
- 每剂的包装体积（cm³/剂）。包装体积包括疫苗瓶、内含疫苗瓶的包装和任何中间包装（二级包装）。

每剂疫苗和稀释剂的最大推荐包装体积是：

疫苗类型	每瓶剂数	每剂 cm ³
卡介苗（冻干）	20	1.2
百白破、白破、破白、破伤风	10	3.0
	20	2.0
百白破-乙肝	2	6.0
	10	3.0
破伤风-B 型流感嗜血杆菌	10	2.5
破伤风+B 型流感嗜血杆菌（冻干）	1	45.0
	10	12.0
破伤风-乙肝+B 型流感嗜血杆菌（冷干）	1	22.0
	2	11.0

疫苗类型	每瓶剂数	每剂 cm3
乙肝	1	18.0
	1 (Uniject 注射器中)	30.0
	2	13.0
	6	4.5
	10	4.0
	20	3.0
B 型流感嗜血杆菌 (液体)	1	15.0
	10	2.5
B 型流感嗜血杆菌 (冻干)	1	13.0
	2	6.0
	10	2.5
麻疹 (冻干)	10	3.5
麻腮风 (冻干)	1	16.0
	10	3.0
麻风 (冻干)	10	2.5
	20	2.5

脑膜炎 A&C 疫苗类型	每瓶剂数	每剂 cm3
	50	1.5
脊髓灰质炎	10	2.0
	20	1.0
破伤风 (Uniject 注射器中)	1	25.0
黄热病	5	6.5
	10	2.5
	20	1.0
卡介苗稀释剂	20	0.70
B 型流感嗜血杆菌稀释剂	1	35.0
	10	3.0
麻疹、麻风和麻腮风稀释剂	1	20.0
	10	4.0
流脑 A&C 稀释剂	20	2.5
	50	1.5
	5	7.0
	10	6.0

黄热病稀释剂		
疫苗类型	每瓶剂数	每剂 cm3
	20	3.0
脊髓灰质炎滴管	不适用	17.0 (每单位)
卡介苗稀释剂	20	0.70

请注意，将每剂的包装体积乘以剂数后计算得出的体积仅考虑了一级和二级包装：但不包括冷箱包装。正确规划运输方式需要估算最终运输体积（包括冷箱）。为此，可以使用运输箱体积扩张系数。体积扩张系数取决于疫苗的类型。世卫组织关于建立或改善初级和中级疫苗仓库的指南中建议采用以下运输箱体积扩张系数：

- 卡介苗、脊髓灰质炎、麻疹、麻腮风、麻风 = 6.0
- 其他疫苗 = 3.0
- 稀释剂、滴管 = 1.5

疫苗类型 - 疫苗类型非常重要，因为不同的疫苗采用不同的剂型。最常见的是疫苗瓶（或安培瓶），但在人道主义行动中也可能使用单剂载药注射器。根据疫苗类型，疫苗瓶可包含不同剂数，通常为 1、10 或 20 剂。计算所需疫苗储存和运输容量时的关键变量便是要储存的剂数和每剂的估计体积。每剂的估计体积（或包装疫苗体积）量化了储存或运输疫苗及稀释剂所需的体积，并取决于每瓶的剂数、疫苗瓶或安培瓶（一级包装）的物理尺寸以及外部包装（二级包装）的体积。

多剂量疫苗瓶示例：



单剂载药疫苗注射器示例：



有些产品的稀释剂与疫苗包装相同。在此情况下，有必要冷藏稀释剂和疫苗。无论何种情况，都应在制备疫苗前 24 小时冷藏稀释剂。稀释剂的冷藏通常在疫苗供应链的最后一步中完成。

应尽可能使用疫苗生产商或供应商的数据计算每剂包装疫苗体积。同时建议使用世卫组织指导文件计算疫苗量：[如何计算疫苗量和冷链容量需求](#)。