



低温液体槽车装卸良好规范指南
GOOD PRACTICE GUIDE FOR LOADING
& UNLOADING OF CRYOGENIC LIQUID TANKERS

AIGA 040/06

亚洲工业气体协会

地址：新加坡，3 港湾坊 #09-04 港湾大厦二，邮编：099254
电话：+65 6276 0160 传真：+65 6274 9379
网址：<http://www.asiaiga.org>



低温液体槽车装卸良好规范指南

GOOD PRACTICE GUIDE FOR LOADING & UNLOADING OF CRYOGENIC LIQUID TANKERS

免责声明

亚洲工业气体协会（AIGA）的所有技术出版物或以 AIGA 名义出版的所有技术出版物（其中包括这些出版物中包含的操作规范、安全规程和所有其它技术信息）是从被视为可靠的来源获得的，并且以 AIGA 成员和第三方在截至这些技术出版物的发布日期的现有技术信息和经验作为基础。

尽管 AIGA 建议其成员参考或使用 AIGA 的出版物，但是 AIGA 成员或第三方对这些出版物的参考或使用完全是自愿的。

对于参考或使用 AIGA 出版物中包含的信息或建议，AIGA 或其成员对相关结果不作任何保证并且对此不承担任何责任。

AIGA 无法控制任何人员或实体（其中包括 AIGA 成员）对其出版物中包含的信息或建议的执行或不执行、错误判读、正确或不正确使用，AIGA 明确排除任何相关责任。

AIGA 的出版物将定期进行评审，在此提请使用者应获得最新的版本。

如有任何内容方面的分歧、或经授权翻译的文件内容与本出版物的英文内容不相符合时，应以 AIGA 提供的官方英文版的内容为准。

Any ambiguities or interpretive differences between an authorized translated version and the English version of this publication shall be construed and applied to preserve the meaning set forth in the official English version which is available from AIGA

致谢

本文件摘录自亚洲工业气体协会成员的内部材料。我们特此感谢这些成员允许我们使用这些材料。

目录

1	前言	1
2	适用范围	1
3	定义	1
4	总则	1
4.1	安全原则	1
4.2	质量原则	2
4.2.1	质量分析	2
4.2.2	具体的生产杂质	2
4.2.3	装车产品的质量的控制	3
4.2.4	在装车时对污染进行检查	3
4.2.5	输送软管和水	3
4.3	可追溯性原则	4
4.3.1	产品在装车时的可追溯性	4
4.3.2	交付的产品的可追溯性	4
5	生产现场的装车规程	5
5.1	生产现场在装车点的责任	5
5.2	质量和分析检查	5
5.3	装车量的计量	5
5.4	车辆抵达装车点	6
5.5	装车前的车辆检查	6
5.6	装车作业	6
5.7	完成装车	7
5.8	接头和转接器	7
6	交货点的卸车规程	7
6.1	质量标准	7
6.2	卸车前的准备工作	8
6.3	卸车作业	8
6.4	完成卸车	8
6.5	交付的产品的质量	8
6.6	向客户提交的文件	9
6.7	交货量的计量	9
7	参考文献	9

1| 前言

基于良好制造规范（GMP）的质量保证体系是确保向最终客户交付的散装气体符合客户要求所必需的。

这样的质量保证体系宜包括以下关键要素：

- 在散装液化低温气体的充装设备和规程的设计和开发过程中考虑到客户的要求
- 对质量控制活动和管理责任作出明确规定
- 按照规定的标准操作规程和个别工作指示，正确地对散装气体进行加工和检查
- 实施自检和质量审查从而定期对质量保证体系的有效性和适用性进行评估

作为低温液体槽车装卸良好规范指南，本文件描述了生产现场和散装物流组织在这项活动中的职能和责任。

2 适用范围

本文件特别涵盖了向客户交货的液态氧、液态氮和液态氩槽车的装卸作业。这些输送过程适用于工业、电子、制药和食品行业的客户，除非客户要求实施特定规程。

本文件还希望强调指出在生产现场与散装物流组织之间在作业交接点的合同关系和相互义务。

注：本文件中所述的过程并不涵盖装置和气体供应系统，这些都会对气体的安全性和质量产生影响。

3 定义

本文件中使用的术语定义如下：

Ppm:	百万分比（按体积）浓度单位。
生产现场:	负责生产低温液体的运营现场。
散装物流组织:	负责通过槽车或拖车槽车将低温液体运输和交付给客户的运营单位。
产品:	液态氮（LIN）、液态氧（LOX）或液态氩（LAR）。
车辆:	交货槽车或半拖车槽车。
操作人员:	在生产现场负责槽车装车的人员（根据不同的地点，操作人员可以是司机、生产现场操作人员或专职槽车充装人员）。

4 总则

4.1 安全原则

低温液体装卸是可能导致重大安全风险的活动，因此有必要实施相应的安全规程。

对低温液体进行处理的操作人员至少宜配备以下个人防护装备（PPE）：

- 安全鞋
- 长裤

- 长袖衫
- 适用于低温液体的手套
- 护目装置

首选衣料是纯棉或阻燃材料。

4.2 质量原则

- 交付的产品应符合客户合同中规定的规格
- 生产现场负责确保输送到储存容器中的产品符合质量标准以及第 4.3 条中规定的可追溯性标准
- 在产品装车之后，散装物流组织负责确保将没有受到可检测出的污染的产品交付给客户

4.2.1 质量分析

质量分析是与产品质量规格中规定的每一种杂质的浓度极限进行比较的阈分析。

每一个生产现场都宜制订储存在装车现场的产品的质量规格。质量规格应确定潜在杂质的性质和最高浓度阈值。

质量规格及其保证方法必须构成生产现场（供应商）与散装物流组织签订的合同文件的主题。对于最终客户，上述合同将对交付的产品质量提供规格保证。

注：

在质量规格方面，以下两种杂质之间是存在区别的：

- 在生产过程中产生的杂质
- 在生产现场的储存容器与客户现场之间的输送作业过程中由于空气污染而产生的杂质；司机或操作人员必须避免这些杂质对产品质量产生可检测出的影响，可对输送软管进行吹扫以避免污染

4.2.2 具体的生产杂质

每一种潜在杂质的最高浓度（随大气条件和分离装置内部条件而变）一旦确定之后，通常适用于所有的情况。

宜至少每年进行一次定期分析从而检查储存容器中的这些杂质的浓度没有发生异常变化。

对生产现场的储存容器进行的定期分析通常限于对由于大气空气进入而导致的潜在污染进行检查，即对以下方面进行检查：

- 液态氧中的氧含量
- 液态氮中的痕量氧
- 液态氩中的痕量氧和氮

宜将空分装置发生的所有意外事件通知散装物流组织，使其了解是否有任何储存容器不符合质量要求。

必须将所有这些分析都记录在数据库中。

4.2.3 装车产品的质量控制

在大部分情况下，由生产现场进行分析。生产现场通常配有分析仪库房，用于存放分析装置并且将分析装置保持在受控温度条件下。宜定期对分析仪进行监控、维护和校准。

并不建议在客户现场进行要求对浓度为百万分之几的痕量进行检测的质量检查。这是因为这些场所的工作条件通常都不适当，除非是在设有配备完善的服务中心或分析实验室的客户现场。

除了对储存容器中的产品进行分析（这通常是生产现场的责任）以外，生产现场还为散装物流组织提供以下分析：

- 对待装车的车辆中的剩余产品进行分析
- 进行分析从而对客户的具体要求的遵守情况进行检查，这通常宜限于检查在装车时对储存容器进行的分析符合规定的要求并且出具合格证

4.2.4 在装车时对污染进行检查

在装车时进行的质量检查的性质是基于以下两个假定：

- a) 只有三个主要组分（氮、氧和水）中的一种组分可能导致运输过程中的污染（在可检测出的范围内）
- b) 所有的交货车辆都必须在接入客户现场的储存容器的输送管线上安装一个止回阀以防止回流污染；由于低温，客户现场的储存容器将起到冷阱的作用，捕集由于从客户网络回流到储存容器中而产生的所有污染物

因此假定客户网络回流不会导致交货车辆受到污染，只要所有的交货都被输送到低温储存容器中。但是，如果槽车曾向客户网络中除了低温储存容器以外的其它交货点进行交货，槽车可能有受到污染的风险。需要对槽车进行彻底解冻（例如在受到水或二氧化碳污染时）和吹扫。在槽车重新投用之前，必须对槽车中的这些杂质进行分析。

进行例行交货的槽车仅可能受到大气空气污染，这些槽车的装车质量控制将包括对以下方面进行的检查：

- 液态氧中的氧含量
- 液态氮中的痕量氧浓度；在实践中，由于装车将促成稀释，因此对软管吹扫进行阈分析即可（当读数达到规格极限值时批准装车），这样可缩短分析时间
- 液态氩中的痕量氧浓度和（如有可能）痕量氮浓度
- 所有这些分析都必须记录在数据库中

以下部分阐述了水造成的污染。

4.4.5 输送软管和水

由于水蒸气在低温液体中固化为晶体，因此无法在低温液体释放出的蒸气中检测到水。因此，无法通过对输送软管中的气体进行分析从而在生产现场获得低温液体中的水含量的代表性样本。实际上，更加重要的是采取措施以防止输送软管中的水冷凝。

- 装车软管在不使用时与空气的隔离方式是很重要的
- 必须尽可能防止输送软管中的冰被输送到正在充装的槽车中

在与水有关的问题方面，软管是物流链的一个薄弱环节。当软管每一次与仍处于低温条件下的空气接触时，软管中的空气将释放出水而且波纹不锈钢内表面将捕集水分。

4 米的装车软管中可能含有 50 立方厘米的水。

避免这种情况的最佳方法是在装车作业之间不允许装车软管接触到空气、当软管被断开并且恢复到大气压力时将软管始终保持在干吹扫氮气中。可以比较方便地在生产现场安装这种装置。因此建议在每一个装车点都安装一个这种装置。

- 作为一项补充预防措施，特别是在没有安装软管吹扫系统的情况下，建议在液体输送方向上使用回流对软管进行吹扫，从而使位于软管上游的水在软管底部结冰之前回流。建议在输送作业过程中不要移动软管以防止冰片松动并且被液流携走。

4.3 可追溯性原则

还宜实施相关规程以确保可追溯性。宜通过这些规程对以下信息进行跟踪：

- 关于某次交货的某次装车信息（向前可追溯性）
- 关于某次装车的所有交货信息（向后可追溯性）

4.3.1 产品在装车时的可追溯性

在生产现场记录的数据宜保存几个月的时间。考虑到某些客户的生产过程的时间长度，建议将这些记录保存 12 个月。

需要记录的数据包括：

- 与装车有关的数据（参见第 5.7 条）：
 - 在地磅处记录的车辆的抵达和离开日期和时间
 - 车辆编号
 - 装车的产品
 - 关于符合生产规格的检查
 - 装车前后的重量和净载重量
- 对生产现场的储存容器进行的分析（参见第 4.2.2 条）：
 - 对生产涉及的各种杂质进行的年度检查
 - 对由于大气空气进入而产生的杂质进行的连续分析
- 批准装车的阈分析（参见第 4.2.3 条）：
 - 每一次装车的阈分析

4.3.2 交付的产品的可追溯性

有必要对与运输和每一次交货有关的所有数据进行记录从而建立一个完整的可追溯性系统。

通常由司机在行程报告中对这些数据进行记录，这些数据宜包括：

与装车有关的数据：

- 装车的生产现场
- 装车产品的性质
- 装车日期和时间
- 装车前后的重量 — 净载重量

与司机和车辆有关的数据：

- 车辆编号
- 司机姓名
- 行驶里程和行程开始时间

- 行驶里程和行程结束时间
- 行程编号

与每一次交货有关的数据:

- 客户名称
- 交货地点
- 交付的产品的详细信息
- 交货日期和时间（开始和结束）
- 交货前后的液位和压力
- 交货前后的计量表读数 — 净交货量
- 向客户提供的交货通知单编号

考虑到某些客户的生产过程的时间长度，建议将这些记录保存 12 个月。

5 生产现场的装车规程

5.1 生产现场在装车点的责任

生产现场通常在储存容器下游配有以下设备：输送泵、吹扫线路、压力传感器、可接入储存容器或吹扫线路的分析装置以及输送软管。

生产现场必须负责制订操作指南并且对输送软管及其进口和出口接头（例如软管架、软管盖和连续吹扫流）进行维护。

生产现场还宜确保最高泵排出压力与下游设备（管道、阀门、计量和调节装置、输送软管）和槽车的工作压力相适合。如果存在任何不适合的情况，必须安装一个或多个安全装置从而为比较薄弱的要件提供保护。

5.2 质量和分析检查

- 分析重点仅仅是由于大气空气进入而最有可能导致的污染
- 生产现场必须制订规程从而对储存容器中的产品质量进行连续监测，通常至少安装一个专用分析仪对储存容器进行监控
- 在装车之前，通过输送软管对车辆中的剩余产品的纯度进行检查
- 对分析进行记录以确保这些试验的可追溯性
- 在每一个作业阶段都进行检查分析的吹扫和输送步序将避免在装车过程发生任何可检测出的污染，这意味着装车的产品质量与生产现场的储存容器中的产品质量是完全相同的（在分析仪可检测出的范围内）

5.3 装车量的计量

必需对交货车辆的装车量进行计量。

- 从而确定生产现场的供应量，生产现场宜确保对所有的出库量进行准确的记录
- 在出车前对车辆的总行驶重量进行检查
- 将客户交货量和开票计费量联系起来从而减少误差或舞弊的可能性

地磅是唯一符合以上标准的称重装置，用于向司机出具显示有出车前的载重量和总车重的货签。由于货签上显示了装车日期和时间以及产品名称和车辆编号，因此货签是为可追溯性提供支持的要件之一。

不符合以上标准的现有计量系统包括：

- 车辆试验旋塞阀。由于准确度不足，因此试验旋塞阀不适用于计量。试验旋塞阀是一个取决于液体密度和槽车倾斜角度的指示器。由于抵达装车点的车辆总是未被彻底清空，因此试验旋塞阀也不适于对生产现场的装车量进行计量。

注意：低温槽车不宜过量充装。如果将液体充满储槽的几何体积，储槽中的液体热膨胀可能导致储槽破裂。

- 如果车辆最初的装车情况不明，装车点的流量计不适合并且不能被用于确定装车是否完成。

5.4 车辆抵达装车点

进入生产现场装车的所有司机都必须遵守生产现场的操作规则 and 规定。这意味着必须采用书面方式公布这些规则并且向司机传达这些规则。

在抵达生产现场时，司机必须能够出示与车辆和运输产品有关的所有法定文件。可进行某些检查。

不了解生产现场操作规则的司机宜首先要求生产监督人员提供操作规则。然后司机可前往称重站进行抵达记录、在装车前对车辆称重、要求分配装车点并且将车辆开到装车点。

5.5 装车前的车辆检查

在抵达装车站时，司机必须：

- 设置好车轮制动垫块
- 配备好个人防护装备
- 确定工作区域（不允许未经授权的人员擅自进入）
- 确保待装车的产品是正确的（查对储存容器和槽车上的标记）
- 确保槽车配有充分的超压防护装置
- 确保充装接头适用于待充装的产品

司机或操作人员然后可进行以下操作：

- 使用装车软管将车辆接入装车点
- 对软管进行吹扫，将车辆中的剩余产品吹扫到装车站；无需较高的吹扫流率；在软管中保持一个低流率的层流速即可；吹扫的有效性不一定与吹扫时发出的噪声成正比
- 确保槽车中的剩余产品质量是合格的
- 剩余正压阈值达到 $0.2\sim 0.3$ barg（剩余正压表明槽车在上一次装车之后没有被彻底清空并且暴露在空气中）

如果无法在装车时进行分析：

采用同样的方式以低流率对软管进行吹扫，将车辆中的剩余产品吹扫到装车站，至少吹扫 5 分钟。

这项规程有助于防止在装车时发生污染，但是在装车前缺乏关于车辆中的剩余产品质量的明确信息，无法保证装车产品的质量。

5.6 装车作业

司机或操作人员必须对整个装车过程进行监督，以确保正确地实施所有的步序，并且在发生意外事件时采取相应的措施。

通常通过接入车辆储槽的气体空间的顶部充装管线进行产品充装。

这将对气体进行再冷凝并且降低槽车中的压力。因此无需对正在充装的槽车进行排气，否则将导致本来可以避免的产品损耗。为了在槽车中保持一个最低压力（通常超过 0.3 barg），司机

或操作人员可在顶部和底部充装阀之间进行分流。司机宜对槽车中的压力进行监控并且调整充装阀从而达到所需压力。

在储槽中的液位达到满液位的 70%之前，无需打开试验旋塞阀。当有液体从试验旋塞阀流出或者地磅显示拖车被充满，司机或操作人员必须停止输送、关闭相应的阀门并且在将软管断开和复位之前对输送管线进行尽可能彻底的吹扫。

宜将管线中的液体吹扫到槽车中而不是吹扫到装车站。

5.7 完成装车

在交货放行之前，必须对装车后的车辆称重。

如果装车后的车重超过核准的总载重量，必须对超重进行吹扫。生产现场必须配有必要的设备，采用明确的操作规程以完全安全的方式对车辆超重进行吹扫。

在继续交货之前，必须再次对车辆称重。

对以下信息记录记录以确保装车可追溯性：

- 在地磅处记录的车辆的抵达和出发日期和时间
- 车辆编号
- 装车的产品
- 关于符合生产规格的检查
- 装车前后的重量和净载重量
- 在相应的情况下，关于符合客户规定的所有特殊规格的合格证（这些规格不超出生产现场保证的规格）

将向司机提供一套数据复本，在当天结束时将该复本交给散装物流组织。

司机必须对车辆进行进一步检查，重点关注压力和阀门闭合度。特别是位于槽车底部的主液体出口阀以及后门在运输过程中宜关闭。

在完成文件编制和检查之后，司机可以出发。

5.8 接头和转接器

所有的储槽和运输槽车都必须标明储存产品的名称和种类。司机或操作人员必须确保从正确的储槽中将正确的产品装车。

连接槽车和储存容器的软管接头宜为特定产品种类的专用接头。关于建议使用的接头的信息，参见 AIGA 024/05《移动式 and 固定式散装储槽的接头》。

不宜使用转接器，除非获得公司的批准并且由公司进行控制。

6 交货点的卸车规程

6.1 质量标准

与客户商定的交付的产品质量规格的限制性必然低于生产现场保证的质量规格。交货设备的设计以及交货操作规程必须避免在交货过程中发生任何可检测出的污染并且无需进一步的分析。交付到客户现场的储存容器中的产品质量与生产现场的储存容器中的产品质量应完全相同（在分析仪的灵敏度极限内）。

注：

本文件中所述的充装规程是一般规程。某些客户（特别是从事电子行业的客户）现场配有特殊装置，可能要求实施经过专门调整的规程。本文件没有对这些规程进行描述。

6.2 卸车前的准备工作

在抵达交货点开始卸车作业之前，司机必须完成以下准备工作：

- 在将车辆停放好之后，设置好车轮制动垫块
- 配备好个人防护装备，确保个人防护装备符合安全装备规则
- 核实交货点符合操作标准
- 核实在上一次交货之后没有发生异常情况：没有发生泄漏、压力计和液位计正常运行、客户交货点没有发生功能异常情况
- 核实超压安全装置的泄压阀和爆破片处于良好的状况下
- 如果使用电机驱动的泵进行交货，确认交货点的插座和接地处于良好的状况下
- 核实车辆的泵装置的排出压力适合于待充装的储存容器的最高工作压力；即使是设有防止充装结束时超压的安全系统，司机也宜采取防止超压的措施；参见 EIGA 59/98《防止低温储槽在充装过程中超压》
- 最后，在交货之前对储存容器的压力和液位进行记录，以确定待使用的泵的运行速率并且对输送量进行估计

在储存容器和车辆之间对输送软管进行连接之后，首先打开车辆的软管吹扫阀，然后稍微打开通过软管与储存容器的气相连接的阀门，在从储存容器到车辆的方向上对软管进行吹扫。

6.3 卸车作业

- 对槽车压力进行调节，以确保液体过冷和充分的泵吸入压力
- 如果车辆没有配备泵，对车辆储槽压力进行调节，使之超过储存容器压力 2~3 bar 以便输送
- 将泵开机；对于配有电机的泵，建议车辆配备一个自动系统对相位顺序进行检查以防止泵反向运行；至少要求安装一个手动相位开关
- 当泵被启动而且旁通被关闭时，对泵排出阀进行调节从而对所需压力和流率进行设置；然后对储存容器中的液相和气相之间流量分布进行调节从而将压力保持在客户要求的水平上

在充装过程中，宜对车辆储槽和客户现场的储存容器的压力进行连续监控和调节。司机必需在场进行控制。

6.4 完成卸车

在完成卸车之后，司机宜完成以下工作：

- 将软管与储存容器断开并且将软管复位放到原位；将储存容器的压力调节器重新投运；关闭充装阀、确保没有安全阀正在排气或者即将打开并且确保充装进口接头被关闭并且使用整体法兰对接头进行密封
- 关闭储存容器的围栏（如有）
- 对车辆压力进行核实、确保阀门被关闭（尤其是建压阀以及位于槽车底部的主液体出口阀，在运输过程中需要关闭这些阀门）并且确保车辆后门被关闭

6.5 交付的产品质量

这个阶段无需任何其它质量控制。在生产现场实施装车质量控制、严格实施上述规程并且定期进行验证检查将确证交付到客户现场的储存容器中的产品符合生产规格以及客户的规格。

6.6 向客户提交的文件

在离开客户现场之前，司机向客户提供显示有以下信息的预先编号的交货通知单：

- 客户详细信息和交货地点
- 交货日期和时间
- 交付的产品性质
- 交货量

宜将这些信息包括在随后发送给客户的发票中。为了避免以后出现任何争议，宜要求客户在交货通知单上签字以确认交货。

如客户提出请求，生产现场宜出具一份关于符合合同规格的合格证。司机将合格证连同交货通知单一并交给客户。

6.7 交货量的计量

上述作业适用于配有流量计用于计量交货量的车辆，但是车辆并不总是配有流量计。

用于计量交货量的方法如下：

a) 使用车辆配备的流量计进行计量：

这是建议采用的计量方法。

这种方法的总体准确度通常约为 3~4%。在交货之后在现场进行计量，将计量值作为交货量记录在发票上。

与下面描述的计量方法不同，这种方法不会产生额外成本，在获得计量值的过程中不存在误差风险。

b) 通过称重进行计量：

如果在交货前后使用的是同一个地磅，用于车辆称重的地磅通常可提供大约 3~5%的准确度。

c) 根据液位差进行计量：

这种方法无需资金投入，除了在储存容器中安装液位计以外。这种方法的最高准确度是 $\pm 5\%$ （取决于液位的准确度以及对储存容器的几何形状的了解程度）。根据液位差，使用换算表（产品换算表和储存容器换算表）来计算交货量。如果交货量计算方法涉及产品密度，可能存在显著误差。

7 参考文献

AIGA 024/05 《移动式 and 固定式散装储槽的接头》

AIGA 026/06 《医用气体良好制造规范指南》

EIGA 文件：

- IGC 59/98 《防止低温储槽在充装过程中超压》