



低温液体在用户现场的存储

STORAGE OF CRYOGENIC AIR GASES AT USER PREMISES

AIGA 030/13

对 AIGA 30/06 的修订

Asia Industrial Gases Association

亚洲工业气体协会

N0 2 Venture Drive, # 22-28 Vision Exchange, Singapore 608526

Tel电话 : +65 6760160 Fax 传真 : +65 62749379

Website 网址 : [http // www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)



低温液体在用户现场的存储

STORAGE OF CRYOGENIC AIR GASES AT USER PREMISES

免责声明

所有 AIGA 出版物或带有 AIGA 名称的出版物，其包含的信息，包括业务准则，安全程序和其它技术信息等均来自 AIGA 认为可信的来源，和/或基于在出版时可取得的 AIGA 和其它组织成员的技术信息和经验。基于此，我们对这些出版物中所含信息的精确性、完整性或正确性，既不代表或给与保证，也不承担任何责任。

尽管 AIGA 建议其成员参考或使用其出版物，但这种由其成员或第三方的参考或使用，应完全处于自愿且没有任何约束力。

AIGA 或其成员，对于参考、使用 AIGA 出版物中所含的信息或建议的结果不作任何保证，且不承担任何义务或责任。

AIGA 无法控制任何个人或团体（包括 AIGA 成员）执行或不执行、曲解、恰当或不恰当地使用 AIGA 出版物中所含任何信息或建议。AIGA 在此明确声明不承担于此相关的任何责任。

AIGA 出版物将被定期回顾。请使用者注意获取最新版本。

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.

© Reproduced with permission from European Industrial Gases Association 本翻译文件经欧洲工业气体协会授权出版，保留一切法律权利。

目录表

1 前言 1

2 范围 1

3 定义 1

3.1 固定式低温容器 1

3.2 内筒 1

3.3 外筒 1

3.4 投入使用 1

3.5 合格人员 2

3.6 授权人员 2

3.7 使用者 2

4 简介 2

4.1 氮、氩和氧的性质 2

4.2 注意事项 2

4.2.1 大气含氧不足和富氧 3

4.2.1 低温冻伤 3

4.2.2 空气冷凝 3

4.2.3 油、脂、可燃物和其它外物, 3

4.2.4 材料的脆化 4

4.2.5 吸烟/动火作业 4

4.2.6 保温材料 4

4.3 法规与规范 4

5 布局与设计特点 4

5.1 简介 4

5.1.1 安全距离 4

5.1.2 设备位置 5

5.1.3 液体传输区 5

5.1.4 围墙泵区的通风 6

5.1.5 设备布局 6

5.1.6 切断阀 6

5.1.7 二级切断 6

5.1.8 泄漏的导引 6

5.1.9 接头 6

5.1.10 回流污染 6

5.1.11 围栏 7

5.1.12 液体汽化器 7

5.1.13	基础、地面建设和螺栓固定	7
5.1.14	其它要求	8
5.2	室内安装	8
5.2.1	建筑物	8
5.2.2	门	8
5.2.3	通风	8
5.2.4	沟、坑、人孔、套管	8
5.2.5	电缆穿越	8
6	接近设备	8
6.1	人员	9
6.2	接近设备控制装置	9
6.3	注意事项和指南	9
6.3.1	一般性措施	9
6.3.2	介质的确认	10
6.3.3	告示的易辨识性	10
6.3.4	操作和应急指南	10
7	测试和试运行	10
7.1	设备测试	10
7.1.1	压力试验	11
7.1.2	泄压装置	11
7.2	控制装置的调整	11
7.3	警示的张贴	11
7.4	试运行	11
8	运行和维护	11
8.1	装置的运行	12
8.1.1	运行人员	12
8.1.2	运行的困难或紧急情况	12
8.2	定期检查和维修	12
8.2.1	简介	12
8.2.2	储罐	12
8.2.3	设备	14
8.2.4	汽化器	15
8.2.5	压力释放装置	15
9	培训及人员保护	15
9.1	工作许可	15
9.2	人员培训	15
9.3	紧急程序	16

10 参考 16

附录 A；安全距离的定义 17

附录 B1：液氮和液氩的最小安全距离 17

附录 B2：液氧的安全距离 18

附录 B3：确定距离用的网格图 19

附录 C：试运行前的检查清单 20

附录 D：对低温容器损失真空的建议 21

对 AIGA 030/06 的修正

章节	变更
2	澄清了对现有设备和新安装设备均适用
3-6	增加了对授权人员的定义
5.1.8	增加了泄漏的分流
5.2.3	澄清了通风级别
6.2	澄清了对延长的充装点的要求
10	增加了参考部分
附录 D	将 EIGA 安全通报 15 纳入文件

注： 技术方面的变化均有下列线

1 前言

在用户现场带压储存低温液体不仅仅是储存气体的有效途径，在同输送系统一起使用时，由于避免了气瓶操作它还提高了安全性。

但低温液体的特性，使其非常有必要采取一定的预防措施并遵守相应的规则。

作为推动高水平安全标准的持续努力的一部分，原来的 IGC 文件 Doc.16/85 [1] 和 17/85[2]已被本文件替代。本文件已在 2012 年修订以纳入最新的行业经验。

本文旨在为那些直接同大宗液体储存设备的设计、运行和维护相关的人员提供指导。它只为提供建议而不是要完整地论述这一主题。使用时应有合理的工程学判断。

2 范围

本 AIGA 文件涉及在使用者现场安装，用于液氧、液氮和液氩的固定式真空绝热储存系统。其原则也适用于其它深冷气体。

本文件适用于单体水容积在 1000 升到 125000 升的储罐的安装。

对于超过 125000 升的设备，本文件也可用作指南。当地适用的法规可使安全距离有所不同。

本文件适用于新设备的安装，但也可以用作现有设备的指南。

3 定义

3.1 固定式低温容器

指用于一种或多种低温液体的绝热容器。由内容器、外套筒以及相关的管道系统构成。固定式低温容器不是用来在充满状态下运输的。它可以在全空或装有少量残留低温液体或气体，且压力不超过 2barg 的状态下，从一个固定地点转运到另一个固定地点。本文所指固定式低温容器，是组装完整、功能完备、能立即投入使用的设备。

3.2 内筒

用来盛装低温液体的压力容器。

3.3 外筒

气密的套筒用来支撑内容器，承载绝热材料并建立真空。

3.4 投入服务

使容器准备好投入使用的作业过程。可以是新容器首次投用，或者是停止使用后的容器又被再次使用。

3.5 合格人员

如：来自气体公司的人员，有经验，经过培训并被推荐执行既定的任务。

3.6 授权人员

授权人员是由容器所有者、使用者或相关主管部门批准，执行具体任务或履行具体职责的人员。

3.7 使用者

本文件中的使用者是指将低温容器中的产品应用于其工艺流程的客户。

4 简介

气态的氧、氮和氩是无色、无臭和无味的。氮和氩无毒但可引起窒息。氧没有毒，比空气略重。它本身不可燃但强力助燃。在大气压下吸入纯氧并没有危险，但如果暴露其中若干小时，则会导致肺功能暂时性的紊乱。

下列 AIGA 和 EIGA 的出版物应给以关注：

AIGA 005 氧气和富氧空气的火灾危险性 [3]

AIGA 008 惰性气体和缺氧的危害 [4]

EIGA SL 01 窒息的危险 [5]

4.1 氮、氧和氩的性质

以下为氮、氧和氩的物理性质：

		氮	氧	氩
空气中的含量	Vol %	78.1	21	0.9
气体密度 (1.013bara/15°C)	kg/m ³	1.19	1.35	1.69
沸点 (1.013bara)	°C	-196	-183	-186
液体密度 (1.013bara/沸点温度)	kg/m ³	805	1140	1405
环境条件下液体的气态体积	$\rho_{\text{liquid}}/\rho_{\text{gas}}$	679	842	831

较冷的氧、氮和氩的蒸汽比空气重，会在坑洼处和管沟等处聚集。

4.2 预防措施

氧、氮和氩的性质使下述特殊措施非常合理：

4.2.1 空气缺氧或富氧

大气中正常状态下会含有 21%（体积比）的氧。富氧状态，例如含量仅上升至 25%时就会导致燃烧的概率急剧增加。氮和氩通过降低大气中的氧含量可起到窒息的作用。许多物质，包括一些常见的在空气中不燃的金属，在氧气中点燃后会燃烧。富氧或缺氧的危险在 AIGA/EIGA 出版物中都有介绍。见[3]，[4] 和[5]。

在储存和/或传输低温液体时，良好的通风总是必须的。

4.2.1 低温烧伤

在下面情况下会对皮肤造成严重的伤害：接触低温液体以及低温气体，没有保温的管道或盛有低温液体的容器。因此，在接触存有低温液体的设备时应佩戴手套和眼睛保护装备

4.2.2 空气冷凝

大气可在没有保温的，盛有压力低于 1.5barg 的低压液氮的管道和容器上冷凝，从而导致附近空气富氧。

4.2.3 油、脂可燃物和其它外物

多数油类、脂类和有机材料在富氧环境中都具有燃烧或爆炸的危险。因此绝不可在氧系统的设备上使用。只有那些适用于氧气应用的特殊材料才可以使用。

所有用于氧系统的设备都需要特别的设计和准备。

非常重要的是：在将设备投入氧气相关应用前，无论是首次或在维护之后，所有可能与富氧环境接触的表面都应进行了“用于氧气服务的清洗”。亦即：干燥且没有任何污染。污染物质如渣滓、锈、焊接残留物、喷砂材料等；同时应完全避免碳氢化合物或其他同氧气不兼容的物质。

用于氧气的设备在进行维护和组装时应在干净、无油的条件下进行。所有工具盒防护服（如罩衣、手套和鞋）应干净无油脂。不需要手套时，保证双手清洁是必须的。

整套设备或其部件的脱脂需要使用满足以下要求的脱脂剂：

- 无毒或低毒（低蒸汽压以保持蒸汽浓度低于临界值）；而且
- 所有材料应同氧兼容。

在投氧试运行前除去系统中所有脱脂剂的残留是非常重要的。一些溶剂，如卤化溶剂，虽然在空气中是不燃的，但在富氧环境或液氧中会发生爆炸。

良好的现场管理是非常必要的，以防止由散落的碎片或易燃物造成的污染。

氮和氩都不会同油类或脂类发生反应。尽管要求不会像对氧气设备那样严格，但保持良好的清洁度仍是有益的做法。

氧气清洁指南可参见 AIGA 012[6]。氧气清洁检验标准可参见 EN12300 [7]。

4.2.4 材料的脆化

许多材料，如一些碳钢和塑料，在很低的温度下会变得很脆。因而使用大多数服务条件下都适合的材料是非常基本的要求。处于汽化器下游的管道和容器，如果会受到低温的影响，则应考虑采取防护措施。见 AIGA 027 [8]。

4.2.5 吸烟/动火作业

在附录 A 和 B 规定的最小安全距离内，吸烟、动火作业（除非采取了特殊防护措施）以及明火都应禁止。

4.2.6 保温材料

用于液氧管道保温的材料成分应在成品状态时适合于液氧环境。

4.3 法规与规范

低温液体低温储存装置应符合本文件描述的最低要求。应遵守国家或地方的法规。

5 布局和设计特点

5.1 简介

严格遵守压力容器及其相关设备的设计和建造规范，是预防危险泄漏的最好保证。

安装地点的选择应对员工、当地民众和财产的危险降至最低。应考虑到附近地点存在的危险工艺，它们可能会危及到储存设备的完整性。

5.1.1 安全距离

规定安全距离是为了保护储存设备和环境。

基于实际经验，它们是避免低温液体储存设备正常运行风险的保护措施。

附录 B 所示安全距离反映了被广泛接受的实际操作，并来源于欧洲和美国的运行经验。它们同超过 300000 储罐年的服务时间相关。一旦有任何证据表明需要进行修正，我们将会进行修正。

附录 B 给出的安全距离是建议的最小距离。是在平面图上量至液态低温储罐的外壳，或在日常运行过程中可能发生泄漏的永久安装设备的某一点，如充装点和压力释放装置。

5.1.2 安装位置

安装位置应在室外，且不会遭受过往车辆带来的危险。

设备不应安装在地面以下，除非已进行了有书面证明的风险评估并已采取了所有适用的应对措施。

储罐应安装在同槽车停车区域相同水平面的地点，以便操作工/司机控制装卸过程。

5.1.2.1 针对电气危害的保护措施

选择的位置，应可以避免源自高架或其它电缆的电弧对设备造成损害。安装的所有部件都应按照当地的法规，恰当地接地并做防雷保护。

对氧罐而言，安装在附录 B 所规定的火源距离内的电气设备，其防护等级应达到 IP54，或高于 EN 60529 [9]。

5.1.2.2 安装水平度和坡度

低温液体储罐如要升高安装，则需要由特别设计的结构来支撑。该支撑结构应能承受因低温液体的泄漏而造成的危害；或者给予保护以防止被泄漏所危害。

地面的坡度应能提供正常的地表水排泄。

对于氧气，还应考虑防止将危险材料，如油类，导向氧气设备。

5.1.2.3 气体放空位置

放空气体，包括那些源自安全泄放装置的，应排放到室外安全地点，以免对人员、使用中的建筑物和钢结构等造成影响。

氧气的放空位置应能保证源自该点的放空气流，不会与来自可燃气体或液体的放空气流混合。

应考虑防止包括因冷凝而产生的水在放空出口处的积存。

5.1.2.4 水蒸汽云

安装设备时，应适当考虑源自泄漏或放空的水气云移动的可能性。它可能会造成危害（降低能见度，富氧/缺氧等）。主导的风向和地形应给予重视。

5.1.3 液体传输区域

液体传输区域应被指定为“禁止停车”区域。

公路或铁路槽车在准备充装或卸载时，应位于开放区域，不可被墙体包围以致液体或浓蒸汽的顺利排出受到限制。

液体传输区域应靠近设备区的大门。而设备的安装和朝向应有利于车辆在紧急情况下直接驶离该区域。

不建议将槽车停在公共区域内进行液体传输。但如有必要，在传输期间，应将危险区域用适当的警示清楚地标明。在传输期间应严格控制进入这一区域。

公路槽车的传输区域，应使用水泥或其它适合的无孔材料。对于氧气，还应该是不可燃的材料。

5.1.4 封闭泵区的通风

泵和/或气化设备如放置于封闭区域内，必须要有适当的通风措施。进出的开口和/或自由放空或强制放空的开口，应导向可使低温气体自由排出的地方。如是氧气，该地点不应有易导致危害的可燃材料的聚集。

5.1.5 设备布局

设备的安装应为进出和维护提供方便。

5.1.6 切断阀

应考虑切断阀对源自外部损害的保护作用。

5.1.7 二级切断

对于公称管径大于 9mm，来自正常液位以下，且在储罐和大气之间只有一种切断方法的管线（如液体充装管线），应考虑增加次要的切断手段，以防止一旦主切断阀失效而发生任何较大的液体泄漏。

次要的切断方法，可以通过下述例子实现：安装第二个阀门、单向阀，或者在开放的管道端口安装一个固定或移动式的封头。

应采取适当的措施防止由积液而产生的压力聚集。

5.1.8 泄漏的转移

如容器有可能发生较大的液体泄漏，相应的预防措施应到位，以便将泄漏液体引导至可用的安全区域。

5.1.9 接头

用于液态气体传输的接头与用于其它产品的接头，必须是不能互换的。

5.1.10 回流污染

由用户至容器的回流污染（倒流）如有可能发生，预防措施必须到位。

5.1.11 围栏

如没有其它方法可用，可以用围栏防止未经授权的人员进入。如受控现场有足够的监控措施，围栏是非必须的。

如设置围栏，围栏和设备之间的最小间隙应为 0.6m，以允许围栏内可以自由进出和撤离。围栏不应限制通风。

无论围栏的位于何处，附录 B 中的安全距离均适用。围栏高度应约为 1.8 m。

木材和其它易燃材料不能用于建设围栏。

大门应为向外打开的，宽度足够使人员的进出非常容易。在日常运行中，门应锁闭。

应考虑设置应急出口。

如果是氧气储槽，任何防火墙或隔断墙都应用砖、水泥或任何其它适合的非燃材料建造。

需要在夜间进行送货的地方，应考虑照明设施。

5.1.12 液体汽化器

应采取措施防止系统温度低于它的最低允许运行值（见 4.3.4）。

5.1.13 基础、地面建设和螺栓固定

储罐基础应设计得能够安全地承载储罐的重量、其中的介质和其它可能由风力、积雪等施加其上的载荷，同时还取决于地面条件。安装设备的地面应使用水泥或其它适合的材料。如用于氧环境，安装设备的地面以及以充装软管接头为中心的至少 1m 半径的范围，应使用水泥或其它任何适合的、不可燃的无孔材料制作。膨胀接头的材料应是可接受的用于液氧环境的材料。应避免水的集聚。处于液体和气体放空口下方的基础表面应考虑给与保护。鉴于没有任何膨胀接头的材料同氧完全兼容，因此在设计时，应避免在软管接头处的 1m 范围内有任何接头。

许多因素决定了储罐是否需要用螺栓固定。以下因素应给与考虑：

- 地震活动性
- 风力载荷，包括：
 - 风速
 - 地形（周围地形的性质）
 - 地表粗糙度（开放状态或有保护）
 - 储罐外形因素（长/径比，储罐上的附属物）

有关进一步的信息和计算，可参见有关风力载荷的 EN 标准 EN 1991-4 [10]，以及有关抗震设计的 EN 1998-4 [11]。

5.1.14 其它要求

选择的安装地点应能被气体供应商接受，并为低温液体的储存而保留。

设备的安装、测试、试运行、维护和改造必须严格遵守适用的设计规范、国家法规，并应取得容器所有者的同意。

5.2 室内安装

不推荐在室内或受限空间进行安装。如果有，则应进行有针对性的安装风险评估。必须在室内安装时，该建筑物应该是专门设计的。如果是现有的建筑物，则应进一步符合下列条件：

5.2.1 建筑物

设备应放置在由非可燃材料建造的独立的建筑物内。对于氧气设备，建筑应该使用防渗材料。

在现有的封闭建筑物内时，应采取措施，如建设连续的实体墙或隔断墙，以保证液态低温设备完全与相邻的设备隔离。至少要有围墙的两面墙体是现有建筑物的外墙。

应考虑设置紧急出口。

5.2.2 门

门应该置于外墙上，且应向外开启。

有关宽度，可参见 5.1.11.

设备无人看管时，门应锁闭。

5.2.3 通风

应采取措施保证同大气充分的自然或强制通，以保证氧气含量保持在 19%到 23.5%之间。

5.2.4 管沟、凹坑、人孔、套管

在围墙范围内不允许有管沟、凹坑、人孔、裸露的电缆或管道套管。

5.2.5 电缆穿越

除了设备运行所必需的电缆外，在围墙内或围墙上，或可能被液体泄漏影响到的地方都不允许有电缆。

6 接近设备区域的管理

6.1 人员

设备进行设计时，应使授权人员可以始终自由进、出设备运行区域。

严禁任何未经授权的人员接触设备。所有警示应支持这一观点。

6.2 接近设备控制装置

充装接头和设备控制器所处的位置，应保证接近它们没有任何障碍。

充装接头和设备控制器所在位置应彼此非常靠近；而且相对于操作人员的位置，它们和槽车的控制装置都应在视线之内并容易接近。应牢记：弹性连接软管的长度一般在 3-4m。

延长的充装接头应限制在可无障碍行走的 10m 范围内。如距离更远，或者从槽车处已无法看到储罐的仪表，则需采取特殊措施。如：双人充装，或将容器仪表和阀门复制到充装点。

6.3 注意事项和指南

6.3.1 一般性警示

注意事项应在储罐上或靠近储罐的地方，特别是进入点，清晰地张贴出来，保证随时可以被看到。标明如下内容：

- 液氮/液氩/液氧
- 禁止吸烟*
- 禁止动火作业*
- 禁止存放可燃物*
- 仅限授权人员
- 不要接近任何气雾

氧气储存设备还要增加：

- 禁用明火（禁止明火）
- 不得储存油、脂或可燃物

应使用形象标示取代文字告示。例如：



尽管氮/氩是惰性气体，但仍建议在临近区域禁止吸烟和明火以避免引起火灾的可能性。

为了便于对紧急情况的控制，应有标牌明示以下信息：

- 气体供应商的*姓名和当地的地址
- 气体供应商的*本地电话号码
- 本地应急服务机构的电话号码

* 或对容器负责的公司名称。

在控制点也应能得到这些信息。

6.3.2 介质的识别

储罐应根据实际，清楚地标明“液氮”、“液氩”或“液氧”。

多个储罐间的连接设备或延长的充装管线，都应清楚地标明气体的名称或符号以避免混淆（另见 5.1.9）。

6.3.3 告示的易辨识性

所有张贴的告示均应保证易读、明显并保持更新。

6.3.4 运行和紧急情况指南

设备安装地点应有运行和紧急情况指南。这些指南应易读并保持更新。

7 测试和试运行

7.1 设备测试

试运行前，供应商或其代表应按照确定的步骤进行以下测试：

7.1.1 压力试验

大多数国家的法规一般并不要求运行中的设备做压力试验，但会要求对现场制作的管道做压力试验。需要做压力试验时，适合测试压力的压力指示设备应在测试前安装好。应采取预防措施，防止在试验过程中系统超压。如需进行气压试验，试验压力不应超过 1.1 倍的最大工作压力。任何水压试验以后，系统/设备必须排干并完全干燥，并做彻底检查。

干燥空气/氮气是气压试验的首选试验介质。系统压力应逐步增加到试验压力。试验过程中发现的任何缺陷，应按照批准的方法整改，系统应重新试验。在开始整改工作之前，系统应泄压。

压力试验应由一名负责人员全程见证并签发试验证书。证书应存档以供将来参考。

压力试验过程中，一般不需要安装仪器、仪表等。但应在加压进行泄露试验前安装到位（泄露试验包括检查接头部位是否有泄漏，一般会在低于最大允许工作压力的压力下进行）。

7.1.2 泄压装置

检查确认所有运输锁止装置都已从内容器、外套和管道系统的泄压装置上移去。同时所有装置都没有损坏并功能正常。

检查泄压装置的设定压力（印在或附在每个装置上），确认符合系统的最大允许工作压力。

如果要用一个三通阀配置两个或是同时运行，或是交替运行的泄压装置，设计时应保证不管三通阀的驱动装置的位置如何，至少应有一个泄压装置一直能够全通径承受储罐压力。

*工厂制造的储罐和压力容器，在首次安装前，均已按照相关规范在制造商的车间进行了测试。在没有向制造商了解情况前，不要对容器做进一步的测试。要避免水压试验。参见 AIGA 文件 046/08：固定式低温容器的定期检查 [12]。

7.2 控制装置的调整

控制装置应按照系统要求的运行条件加以调整，并且功能测试必须是成功的。

7.3 注意事项的张贴

在设备投入运行前，应张贴注意事项(见 6.3)。

7.4 试运行

试运行应按照书面程序和国家规范（如适用），由授权人员进行。

应进行试运行的检查。附录 C 可用作准备检查清单的指南。

8 运行和维护

8.1 设备运行

8.1.1 运行人员

只有授权人员可被允许操作设备。操作指南应提供给运行人员。

为方便运行人员，供应商应用颜色代码或其他方法，将紧急情况时应切断的阀门的手轮标示出来。这些阀门一般有：

- 去和离开增压汽化器的供液阀和返回阀
- 产品汽化器的供液阀
- 用户室内管线的切断阀
- 任何取液阀门

因设备类型差异，阀门的数量会有不同。

8.1.2 运行问题或紧急情况

任何同设备有关的运行问题都应咨询气体供应商。

客户不应改动供应商的设备。

任何对客户拥有的设备或附属系统的改造建议，应同气体供应商讨论并达成一致。

8.2 定期检查和维护

8.2.1 一般原则

设备的例行检查和维护应该在计划的基础上进行并记录完成。

应对设备进行有规律的检查，以确保其在适宜的条件下得到维护，同时安全距离也得到保持。

8.2.2 储罐

当储罐因改造或维护原因脱离使用时，应在干燥和惰性状态下维护。当临近需要重新投用前，应由合格人员对储罐上可接触到的区域进行检查。

8.2.2.1 内容器

没有必要定期对内容器进行检查或测试，因为：

- 内容器的内表面不会受到工艺流体（干燥状态）的腐蚀；
- 内容器的外表面由外容器和真空保护，免受环境腐蚀；

- 内容器的材质适合低温。

检查应包括：

- 对容器和设备外部的肉眼检查，确保内容器和外套筒之间的真空正常；
- 阀门的功能检查；
- 运行条件下的检漏试验；以及
- 对设备的运行和环境条件的任何变化进行的评估。

8.2.2.2 由用户对设备进行的定期检查

真空绝热储罐的用户有照顾的义务，以确保设备在现场安全运行。用户应阅读操作手册获得更详细的信息。

除制造商的文件外，如有必要，低温容器应带有该容器的专门文件，且所有供应的部件应配有指南，涵盖如下内容：

- 运行；
- 辅助设备；以及
- 检查记录。

这些文件应由容器的所有者或使用者保留。

用户应有适合的运行指南。这些指南可以用一种永久性的方式附在容器上。

用户还有责任保证这一训练和意识持续进行并维持最新。

即使储罐已由送货的司机在充装时进行了检查，用户仍应进行日常检查。

用户应检查：

- 设备的安全；
- 设备应干净、整齐且没有任何障碍物或材料会影响其安全；
- 槽车送货区域没有障碍物；
- 储罐或管道是否有损坏的迹象；
- 管道或汽化器没有过多结冰（冰的覆盖面积超过大约 75%或冰延伸到了地面）；
- 遵照地方规范给设备的电力供应。

对任何的储罐真空损坏迹象（外容器上的结冰痕迹）必须特别注意。更多信息可参加附录 D。

这些检查如果没有常规进行，就可能危及安全，导致潜在的设备故障和可能的人员伤害。

用户应将储罐设备与上述各项相关的问题，立即通报给所有者。

8.2.2.3 充装时的检查

设备应在充装前由槽车司机进行检查。这一检查应按照书面程序进行。

检查应包括：

- 回顾操作指南；
- 核实 产品接头的对错；
- 对接头的状况进行肉眼检查（没有损坏、尘土、过度结冰）；
- 对阀门和安全装置进行肉眼检查；
- 用肉眼检查在运行条件下充装管道是否泄漏；
- 对设备的运行条件及其环境的变化进行评估。例如：临时储存的树/枝等。
- 肉眼检查包括：
 - 对容器和设备进行外部肉眼检查，确保内容器和外套筒之间的真空没有受损。见附录 D 的指南。如果容器真空度已损坏，低温液体储罐的所有者应立即调查真空损失的原因。
 - 如果真空损失同内部管道故障有关，例如有低温气体从真空泄放阀溢出，则应立即通过将压力降低到大气压力，并用安全方式排空低温液体以使低温储罐变得安全。压力的降低是减小危险程度的最有意义的行动。

如果有危害容器安全的缺陷，司机不应对储罐进行充装。

检查可以记录下来。司机应将任何缺陷报告给储罐所有者机构内的负责人员。在送货过程中，司机应保持好所要求的储罐运行压力。

8.2.3 设备

应对安装的设备进行定期的和有计划维护。

建议每年对真空密封外壳、暴露的管道和控制装置进行肉眼检查，以确定它们符合要求的条件。这可以由用户进行或由司机在送货时进行。

8.2.4 汽化器

针对积雪和结冰应进行有规律的检查。如有必要应将它们从空浴式汽化器的汽化部件上除去，以维持满意的运行状态。如需要从设备上除冰，应首选使用热水或水蒸气，以避免对设备的机械损伤。

当使用水浴式或蒸汽加热的液体汽化器时，建议定期对外壳和外部管道表面进行肉眼检查，同时配合对盘管进行气压检漏。

8.2.5 泄压装置

在日常运行中，应对装置进行定期的肉眼检查。

应定期对每一个泄压阀进行测试，以证明其在下一个服务期限内仍可使用。除非国家法规或不寻常的使用条件要求更严格，否则泄压阀的测试可以按照 EIGA Doc.24 文件进行：真空绝热低温储罐的压力保护装置[13]。

防爆膜部件性能会因时间退化，导致其释放压力等级下降。因此，不时更换膜片部件是有必要的。

9 培训和人员防护

9.1 工作许可

在对设备进行维护之前（冷作业、动火作业、进入容器、电气工作等），授权人员应针对每一种工作类型，向进行工作的个人签发书面的工作许可。对于较小的工作可自行授权。

9.2 人员培训

所有参与液态低温储存系统的试运行、日常运行和维护的人员，应充分了解同低温气体相关的危险。并且，如果适用，为了运行或维护设备应接受适当的培训。

培训应涵盖特定岗位的操作人员可能会遇到的各种情况和潜在的危险。

培训应该涵盖下列内容。但并非对所有人员都局限于这些内容：

- 气体的潜在危险；
- 现场安全规定；
- 应急程序；
- 防护服/装置的使用，包括在适用的地方需要的呼吸器；
- 低温烧伤的急救处理；以及
- 消防设备。

此外，单个人员还应接受针对他们受雇从事的工作的专门培训。

建议所有培训应在一套正式的系统下进行。所做培训应有相应记录；如有可能，应展示培训取得的成果，以便表明哪些方面还需要进一步的培训。

培训计划应为今后定期的复习课程做好准备。

9.3 应急程序

应急程序应包括液态低温气体的泄漏事件，以使有可能受其影响的人员了解，如何将这种泄漏的负面影响降至最低。

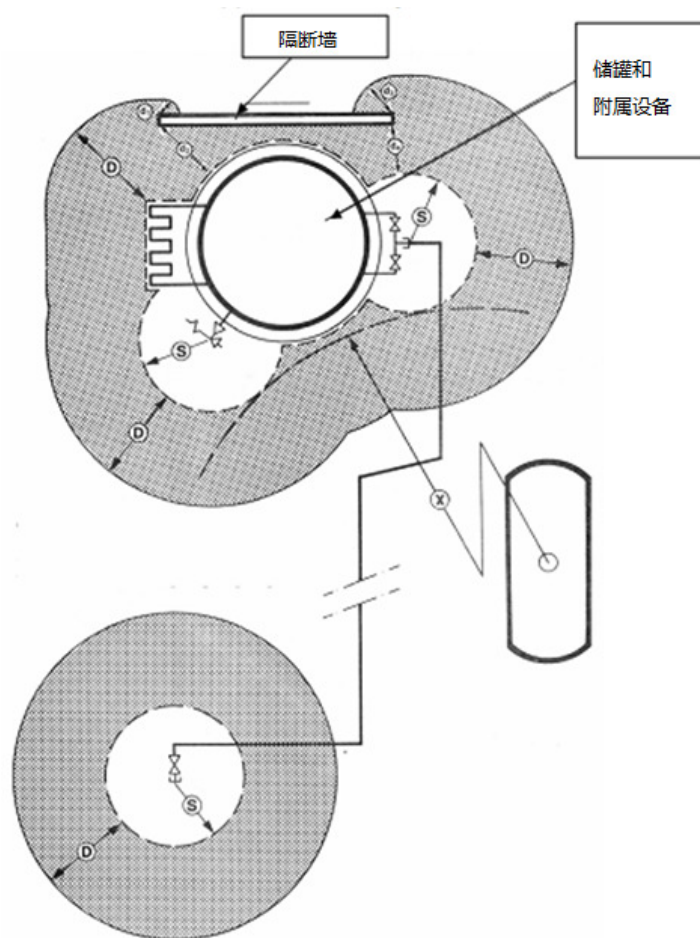
以下指导原则可用于制定应急程序：

- 发出警报；
- 寻求帮助和应急服务；
- 如果适合且可安全实施，则立即切断气源，；
- 从危险区域疏散所有人员并隔离该区域；
- 警告公众有关大量低温气体云的可能危险；如有必要就进行疏散；以及
- 通知气体供应商。

10 参考文献

- [1] IGC Doc 16/85 (已收回)：用户现场的液氧储存设备
- [2] IGC Doc 17/85 (已收回)：用户现场的液氮和液氩储存设备
- [3] AIGA 005：氧气和富氧空气的火灾危险
- [4] AIGA 008：惰性气体和缺氧的危险
- [5] EIGA 安全传单 SL 01：窒息危险
- [6] AIGA 012：氧用设备清洗
- [7] EN12300：低温容器 – 低温应用环境的清洁度
- [8] AIGA 027：低温汽化设备 – 设备和管道脆性断裂的预防
- [9] EN 60529：外壳防护等级规范(IP 代码)
- [10] EN 1991-4 欧洲法规 1：建筑物的作用.筒仓和槽罐
- [11] EN 1998-4 欧洲法规 8：抗震结构设计.筒仓、槽罐和管道
- [12] AIGA 046：固定式低温容器的定期检查
- [13] EIGA Doc. 24：真空绝热低温储罐的压力保护装置

附录 A：安全距离定义


$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = D \text{ (隔断墙的长度和位置决定 } d_1, d_2, d_3, d_4 \text{).}$$

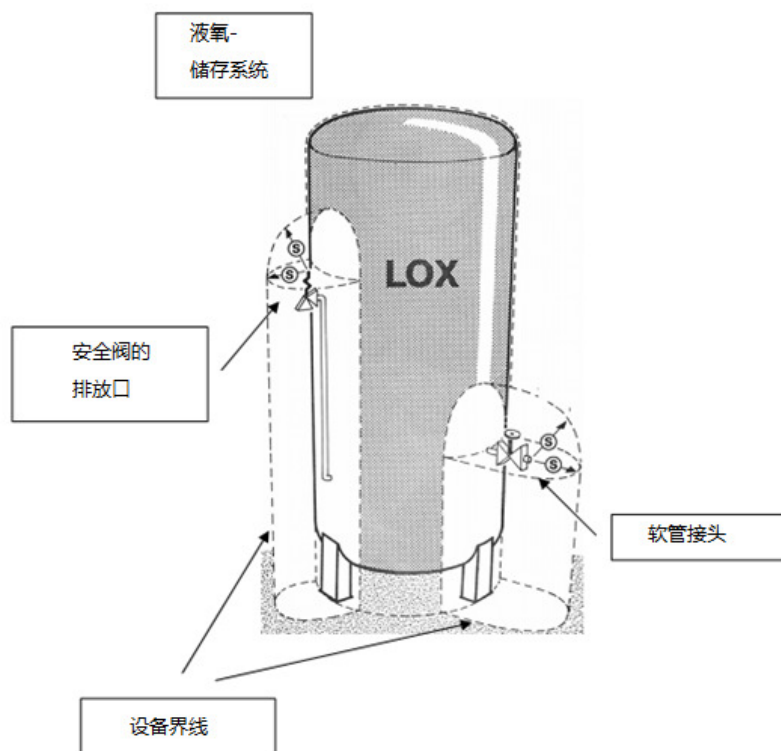
= 自设备界线测量出的距离 "D"

"D" = 根据5.1.1, 自设备界线测出的安全距离

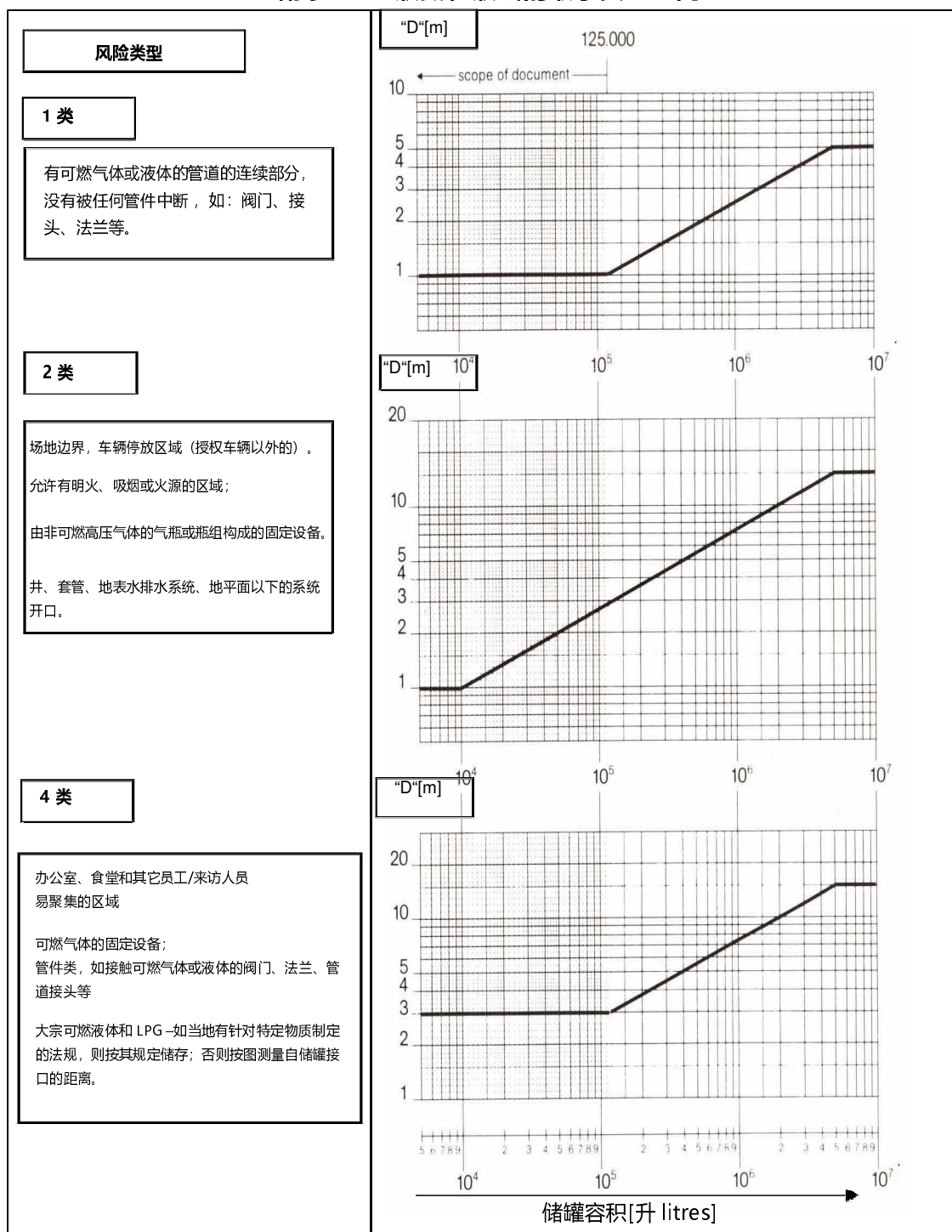
“S” = 根据附录B1中1类风险，自系统中所有在日常运行中可能发生氧气泄漏或溢出的各点测出的距离（对于氮气和氩气S=0）

"X" = 根据附录B中4类风险或地方法规, 大宗可燃液体储存的距离

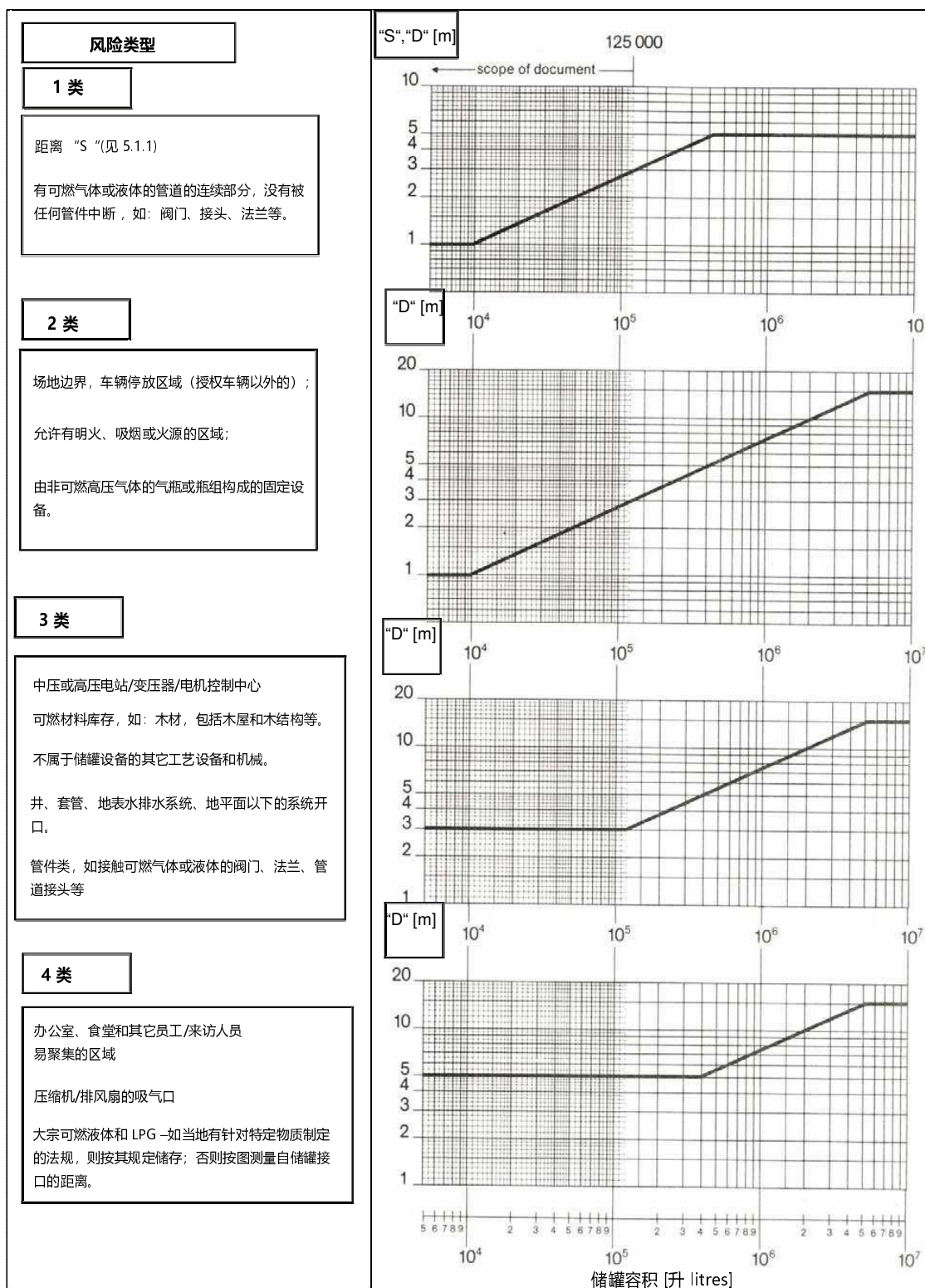
设备界线图示：日常运行中可能会发生氧气泄漏或溢流的系统周边开放区域



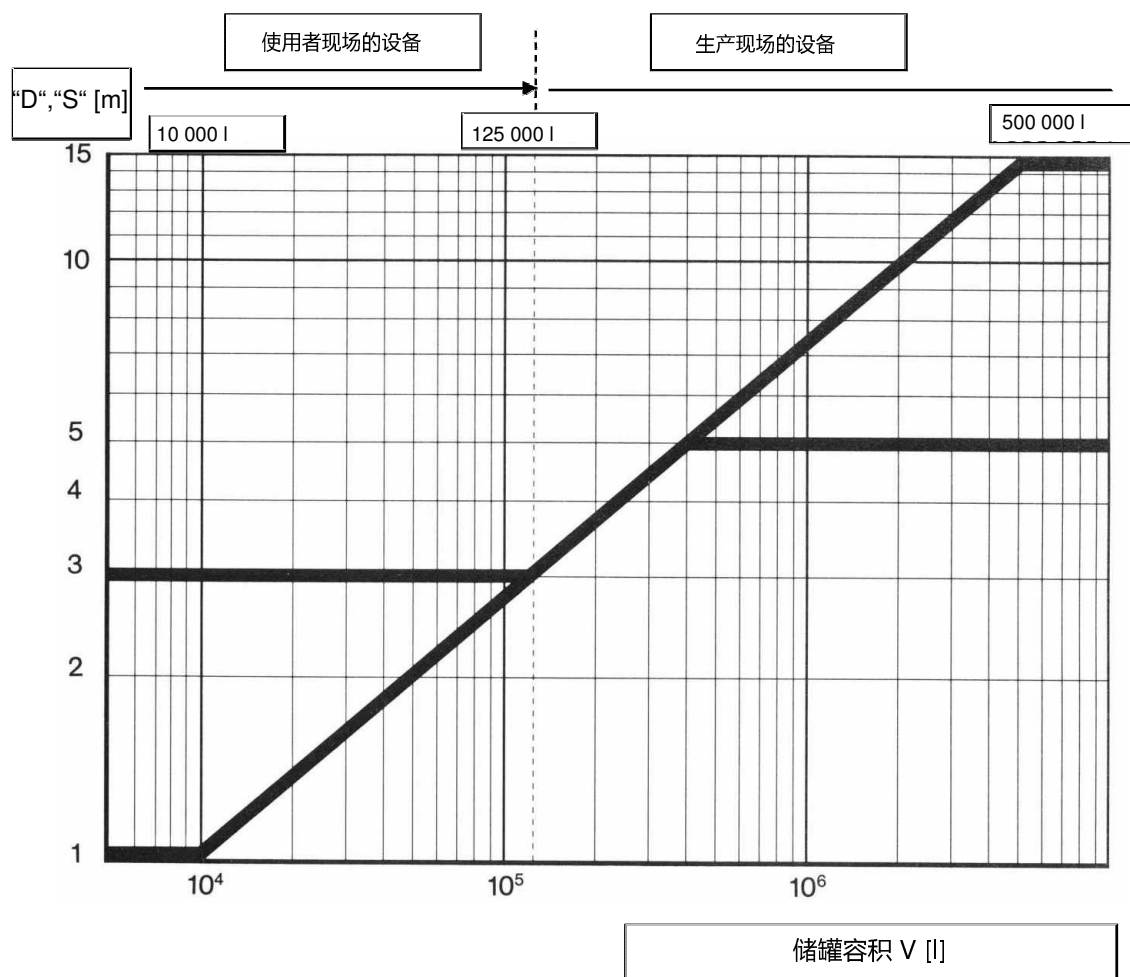
附录 B1：液氮和液氩的最小安全距离



附录 B2：液氧的安全距离



附录 B3：确定距离的网格图



附录 C：试运行前的检查清单

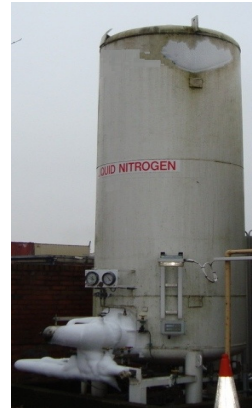
	Yes	No	注释
人员和槽车容易进入			
足够的安全距离			
基础适合			
储罐螺栓固定			
设备与流程图相符			
已安装主切断阀			
所有记录完整、准确			
有相关指南			
指南是最新的			
警示与产品相符			
已指定本地的技术负责人			
安全装置安装正确			

附录 D：对低温储罐损失真空时的建议

珠光砂空隙：

许多储罐都是用珠光砂保温的。它是用火山灰制造的非常细微的粉末。珠光砂可将来自内筒的热辐射降至最低，并将内、外筒之间的空间充满。经多年运行后，有时珠光砂会压实并沉淀。这就造成了珠光砂空隙。这样，尽管内、外筒间的真空仍保持在建议的水平，但辐射热传导会发生。有珠光砂空隙的地方，外筒表面经常会有一块区域出现绿色的霉斑或结霜的痕迹。结霜可能仅在天气较冷的期间（低于冷凝点）出现。

珠光砂空隙通常，但不会总是，在储罐的上四分之一部分出现。而且是在运输或水平放置储罐时，其最靠近地面的那一面的反面出现。珠光砂空隙通常具有半圆或半椭圆的形状。下面是有些例子：



珠光砂空隙将会轻微地增加自然蒸发率，但因真空仍存在，所以它不会影响到设备的安全。

内筒支撑的霜斑

内筒是由若干钢带和支撑支持，并使其位于外筒的中心。支撑的设计应使热传导降至最低。但在较冷的天气里，有时通过支撑的热传导会导致很小的绿色霉斑或霜斑。这些斑一般是圆形的。以下是一些例子：



由于真空仍在，这些霜斑不会影响到储罐的运行或设备的安全。

对大气的真空损失:

很少发生真空损失的情况。一旦发生，一般是因为真空封闭装置的密封完整性受到损失（抽真空口或测真空口），或者是因为连接到外筒的管道的焊接出现裂纹。真空损失一般会经过相当长的时间。

通过下述现象，可在较早阶段发现真空损失：内筒的放空或泄压系统较高的气体排放频率，或者储罐正常运行在较低压力下时，储罐泄压阀设定压力却在提高。

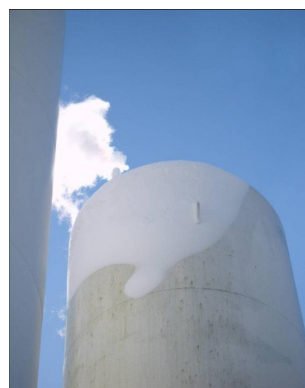
发生明显的真空损失时，在内筒支撑或筒加强环的位置，储罐的较大部分会出现更明显的结霜。下面是一个例子：



一旦怀疑有明显的真空损失发生，应立即向储槽所有者报告。储槽所有者应检查真空情况，并在可行时立即修复真空。

对内筒气体的真空损失:

内筒或其内部的管道出现裂纹，将导致液体或低温气体泄漏到环形空间并伴有相应的真空损失。这种情况非常稀少。这样的真空损失一般会非常快，并且会使真空完全损失。通过比前面所给的例子中面积更大的霜斑，以及外筒泄压阀处放空的低温蒸汽，可以识别出此种真空损失。下面是实例：



一旦发生内筒完全损失真空的情况，储罐应尽快停止使用。不管储罐内还有多少液体，应通过放空将储罐压力降至大气压，以使储罐变得安全。对内筒气体损失真空的情况发生时，应立即向储槽所有者报告。只有当压力降到大气压后，才可以由经过批准的人员将液体从储罐中排出。