



珠光砂管理
PERLITE MANAGEMENT

AIGA 032/22

AIGA 032/19 的修订版

亚洲工业气体协会

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

电话: +65 67055642 传真: +65 68633379

互联网: <http://www.asiaiga.org> | 领英: <https://www.linkedin.com/company/asiaigaorg>



珠光砂管理 PERLITE MANAGEMENT

前言

作为行业标准协调计划的一部分，亚洲工业气体协会 (AIGA) 发布了 AIGA 032《珠光砂管理》，由国际协调委员会成员联合制定，最初由压缩气体协会 (CGA) 发布CGA P-8.3《珠光砂管理》。

本出版物旨在作为亚洲工业气体协会 (AIGA)、美国压缩气体协会 (CGA)、欧洲工业气体协会 (EIGA) 和日本工业和医用气体协会 (JIMGA) 所有成员在全球范围内使用和应用的国际统一标准。除了区域监管要求以及格式和拼写方面的细微差别之外，每个协会的技术内容都是相同的。

免责声明

所有AIGA或带AIGA名称的出版物包含的信息，包括业务守则、安全程序及技术信息均从AIGA认为可靠的来源获得，并且/或者基于AIGA及其他组织成员在出版之日提供的技术信息和经验。有鉴于此，我们无法对这些出版物所含信息的精确性、完整性或正确性作出保证，也不为此承担任何法律责任。

尽管AIGA建议其成员参考或使用协会出版物，成员或第三方对出版物的参考或使用行为纯粹出于自愿，不具有约束力。AIGA或其成员对参考或使用AIGA出版物所含信息或建议产生的结果不作任何担保，亦不承担任何相关的法律责任。

AIGA无法控制任何个人或团体（包括AIGA成员）执行或不执行、误解、正确或不正确使用任何AIGA出版物所含任何信息或建议，AIGA明确声明不承担任何与之相关的法律责任。

AIGA出版物接受定期审查，用户请注意获取最新版本。

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.

© 经美国压缩气体协会许可转载。保留所有权利。

亚洲工业气体协会

No-2 Venture Drive, # 22-28 Vision Exchange, 新加坡 608526

电话: +65 67055642 传真: +65 68633307

网址: <http://www.asiaiga.org> 领英: <https://www.linkedin.com/company/asiaigaorg>

内容	页码
1 引言	1
2 适用范围	1
3 定义	1
4 工作人员安全	2
4.1 对珠光砂进行处理	2
4.2 个人防护装备	2
4.3 进入低温冷箱	3
5 运行中的检查及注意事项	3
5.1 低温冷箱大气环境浓度检查	3
5.2 低温冷箱环形空间压力检查	3
5.3 结冰	3
5.4 珠光砂磨蚀	4
6 珠光砂清除	4
6.1 在珠光砂清除前	4
6.2 低温冷箱珠光砂清除	5
7 珠光砂的装填	6
7.1 装填	6
7.2 珠光砂品质	6
7.3 装填时避免保温空间空隙	6
7.4 吹扫气供应	7
7.5 沉降	7
8 珠光砂的处置	7
9 珠光砂释放时的应急计划	7
10 参考文献	8

注：与上一版本相比的技术更改带有下划线。

1 引言

珠光砂用作低温冷箱的保温介质，例如冷箱、低温液体罐、现场安装的平底罐和管道，其中珠光砂被填充到内壳和外壳之间的环形空间中。

2 适用范围

珠光砂无毒、不易燃；然而，材料的性质和巨大的使用量要求必须使用特殊的操作、处理和安全程序。本出版物旨在为降低珠光砂失控释放和事故的风险提供指导，这些释放可能导致严重的人员伤害、财产损失、停机、环境影响和工厂界区以外的后果。

它涵盖了低温冷箱中珠光砂的使用，并侧重于安全性、珠光砂处理程序和应急管理。本出版物适用于使用和处理珠光砂作为低温设备保温介质的工业气体设备制造商、所有者和运营商。本出版物未涵盖保温材料如岩棉或蛭石和其他合成硅酸盐。本出版物不包括与有毒和易燃气体相关的危害。

有关低温冷箱的设计注意事项、操作和维护的信息包含在 AIGA 079，低温冷箱的安全设计和操作 [1]¹中。

本出版物不试图推荐或建立特定的设计或使用标准，而是提供最佳实践。终端用户应确定具体要求。

3 定义

就本出版物而言，以下定义适用。

3.1 术语

3.1.1 应

指该程序是强制性的。它被应用在某些符合特定建议的标准的地方，不允许出现偏差。

3.1.2 宜

指建议执行该程序。

3.1.3 可

指该程序是可选的。

3.1.4 将

仅用于表示未来，而不是要求程度。

3.1.5 能

表示一种可能性或能力。

3.2 技术定义

3.2.1 冷箱

圆柱形或矩形外壳，通常是金属外壳，覆盖着精馏塔和其他低温设备。

注 – 精馏塔和冷箱外壳之间的空间填充了保温材料，通常使用珠光砂。

¹参考文献用括号内的数字显示，并按参考文献出现的顺序列出。

3.2.2 低温

温度低于 -130 °F (-90 °C)。

3.2.3 珠光砂

惰性火山玻璃岩，受热膨胀时形成无味、不易燃、无毒的轻质粉料。

注意 - 它是一种高效的保温材料，用于减少冷量损失或热量泄漏到低温冷箱中。

警示：由于它是一种轻质粉末，如果吸入或淹没在珠光砂中，它可能会造成窒息危害。

3.2.4 珠光砂喷发

珠光砂在保温空间内快速、不受控制地位移，可能导致剧烈的珠光砂释放。

注意：它通常是由珠光砂中积聚的低温液体快速汽化引起的，该液体突然升温、移动或受到物理干扰，并且可能在液体积聚后的任意时刻发生。

3.2.5 珠光砂释放

失控的珠光砂泄漏到环境中。

3.2.6 吹扫气体

干燥、无油的惰性气体。

注意 - 有关吹扫气纯度的要求，请参阅 AIGA 079 [1]。

4 工作人员安全

4.1 对珠光砂进行处理

参与处理含有散装珠光砂设备的维护人员需接受安全、正确的处理珠光砂的方法及其特性的培训。该培训需记录在案。安装和清除工作人员应具有珠光砂处理经验，并宜受到监督。

4.2 个人防护装备

膨胀的珠光砂是一种无毒材料，但宜根据特定任务的要求使用推荐的个人防护装备（PPE）。宜使用连体工作服、手套和安全帽来防止皮肤刺激。

珠光砂是轻质的，很容易在空气中传播。如果珠光砂进入眼睛或呼吸道，会引起严重的刺激。由于处理过的珠光砂呈粉尘状，应使用眼睛保护装置来提供保护。有关个人防护装备的更多信息，请参阅AIGA 066，个人防护装备的选择[2]。

警示：如果保温材料进入眼睛，请勿揉搓。立即用水冲洗眼睛。

如果人员必须进入或在珠光砂浓度高的区域工作，则应根据美国联邦法规（29 CFR）第 1910 部分第 29 篇 [3] 使用配备粉尘过滤器（NIOSH 批准或等同）的防尘口罩或面具式空气净化呼吸器。有关法规规定的暴露限值信息，请参阅安全数据表（SDS）。

警示：珠光砂产品可能含有二氧化硅晶体，这被认为是有害的粉尘。长时间吸入大量有害粉尘会使肺部代谢机制超负荷，并使肺部更容易患上呼吸系统疾病。

其他安全因素需考虑珠光砂处理过程中可能使其夹带低温液体。

4.3 进入低温冷箱

进入低温冷箱应在安全工作许可流程下进行，因为进入涉及许多潜在危险，包括但不限于以下内容：

- 掉入珠光砂中被淹没窒息；
- 由于残余的吹扫氮气的释放、或氧气在低温表面上凝结而导致缺氧；
- 由于富氧液体、或液氧泄漏、或冷表面形成的冷凝空气蒸发而导致氧气富集；
- 由于工艺泄漏导致珠光砂内充满气态氧而导致的氧气富集；
- 因接触低温表面而引起的冻伤；
- 由于低温冷箱内大气水分冻结而导致冰块或冻结的珠光砂块掉落；
- 当珠光砂在清除或维护活动期间受到干扰时，由于积聚的氧气或氮气可能突然释放，导致突然的富氧或缺氧环境；
- 由于珠光砂中积聚的液体可能导致珠光砂喷发的危险，甚至可能发生在冷箱设备复温之前（有时在初始复温后的许多天），这些液体可能随时突然蒸发；并且
- 珠光砂通过冷箱的内部联结从相邻的冷箱泄漏。

在满足所有密闭空间进入要求之前，切勿进入冷箱。除了所有公司要求外，还应满足适用的当地和国家法规，例如 OSHA 29 CFR Part 1910 [3] 中的要求。

只要有可能，请清除所有珠光砂，吹扫或冲洗冷箱，以消除灰尘和易滑表面的危险。当需要人员在珠光砂上工作时，应使用足够安全的工作平台或其它安全措施，例如使用安全带。

5 运行中的检查及注意事项

5.1 低温冷箱大气环境浓度检查

宜定期完成大气环境浓度检查，以验证保温层中气体组分与吹扫气组分相同，并验证工艺气体没有泄漏到低温冷箱中。氧气监测仪的使用仅指示氧气的存在或不存在。

注：对于使用氢气去除粗氩中氧的氩气生产工厂，氢气可能会泄漏到冷箱中。宜定期分析冷箱环形空间中的氢气。

5.2 低温冷箱环形空间压力检查

应根据设计值定期检查低温冷箱环形空间的压力。低压可能表明吹扫不充分，高压可能是由于泄漏造成的。

5.3 结冰

外部结冰可能由以下原因引起：

- 低温气体或液体泄漏；

- 由于以下原因进入空气或水：
 - 低温冷箱密封不当，空气渗透进冷箱
 - 低温冷箱维护不充分导致裂缝、腐蚀等。
 - 吹扫不充分；
- 保温不足和/或安装不当；并且
- 保温效果差。

当怀疑有问题（例如，可见的结霜点）和/或在例行低温冷箱维护期间，宜定期检查珠光砂填充位置。保温层将沉降，尤其是在珠光砂添加到低温冷箱中之后，并且可能需要再次填充以达到保温所需的顶部位置。

警示：检查珠光砂位置时请务必小心。保温空间包含珠光砂和吹扫气体，吹扫气体具有窒息性。

5.4 珠光砂磨蚀

珠光砂具有磨蚀性。当夹带在气体射流中时，珠光砂能磨穿金属管道和设备，损坏设备并进入工艺中。这种气体射流的主要来源是工艺泄漏，或者是低温冷箱内损坏或破裂的管道。即使是很小的气体泄漏也能导致工艺管道设备或相邻工艺管道设备出现更大的开口。这些泄漏最终可能会变得非常巨大，如果不解决泄漏问题，可能会导致珠光砂大量释放或引发灾难性失效。

有关更多信息，请参阅 AIGA 079 [1]。

6 珠光砂清除

警示：采取措施减少工作区域的人员数量。如果可能，用警戒线隔离该区域并张贴警告标志，以阻止非必要人员进入。

6.1 在珠光砂清除前

在清除珠光砂之前，请按所列顺序执行以下步骤：

- a) 低温工艺装置停车；
- b) 排放所有来自工艺设备和管道的低温液体；
- c) 将工艺设备和管道加热至安全工作温度；

警示：至少应采取预防措施，防止人员由液体聚集而导致的珠光砂喷发事件导致的泄漏、淹没、低温暴露和窒息。

- d) 将工艺设备减压至微正压，以防止珠光砂在泄漏的情况下进入工艺，同时允许人员在安全的情况下进入低温冷箱；
- e) 停止将吹扫气流向低温冷箱保温空间并物理隔离吹扫气的供应。这可以通过移除一段管道或插入盲板法兰来实现；
对于 HYCO 设施，应对冷箱和工艺管道中的所有易燃和有毒物质吹扫置换。
- f) 检查环形空间压力和大气成分，如有可能，在冷箱的不同高度进行检查；并且
- g) 在清除珠光砂之前打开顶部人孔，防止在珠光砂清除过程中形成局部真空，防止潜在的冷箱倒塌。

6.2 低温冷箱珠光砂清除

6.2.1 监测

宜连续监测保温空间气体成分是否存在过量氧气、可燃气体或是两者。宜沿着冷箱的高度检查成分。如果检测到高的氧浓度（用氮气吹扫时氧气大于 5%，或者用干燥空气吹扫时氧气大于 23%），则宜关闭人孔并恢复吹扫。继续吹扫，直到排出气体中的氧气浓度降至上述水平以下。

6.2.2 清除流程

为了降低珠光砂失控释放的风险，珠光砂的清除宜从低温冷箱的顶部开始并向下进行。这既减少了珠光砂桥接（粉末聚集成固体块状）的可能性，也减少了发生失控释放时从冷箱中排出的珠光砂的总量。

珠光砂释放和喷发可能由以下但不仅限于以下原因引起：

- 由于设备或工艺管线故障导致的低温冷箱超压，包括吹扫气超压；
- 当低温液体聚集在珠光砂中，并且珠光砂受到物理干扰或液体突然升温时，可能会由于液体快速汽化而导致局部超压；
- 由于运行条件（如真空）、脆化或外部负载而导致保温冷箱的结构失效；
- 清除过程操作不当（例如，快速清除珠光砂、从不正确的位置开始清除、打开低于珠光砂位置以下的低温冷箱面板、珠光砂从邻近的已清空的部分冷箱区域意外释放）；并且
- 桥接的珠光砂突然崩塌。

如果提供了珠光砂清除喷嘴，则宜使用该喷嘴。如果在清除过程中不存在该喷嘴，宜考虑添加喷嘴。有关喷嘴布置的更多信息，请参阅 AIGA 079 [1]。如果已知珠光砂中聚集有低温液体，则不宜将珠光砂从冷箱底部清除；装满珠光砂的保温层中液体闪蒸可能会导致珠光砂喷发。

为了检测到低温液体的泄漏，应考虑对正在被清除的珠光砂中的氧气浓度进行连续监测。

如果使用不是被设计为氧用途的设备（例如商用真空卡车上的真空鼓风机）清除珠光砂，则宜使用开顶式珠光砂收集箱。这样可以对珠光砂进行脱气（逸出气体或气化的液体），并防止潜在的富氧环境，从而避免火灾危害。

如果怀疑珠光砂中含有低温液体或饱和低温气体，请谨慎操作，这可能会导致珠光砂收集箱中出现危险气体。

宜使用压力计或压力表监测地面和珠光砂移除高度处的保温空间压力。如果压力突然开始增加，则可能表明珠光砂即将释放，宜立即停止珠光砂的清除。

6.2.3 残余珠光砂

当大部分珠光砂被移除后，可能需要清除残余珠光砂。如果需要进入冷箱清除残余珠光砂，请遵循法规和安全程序，包括以下内容：

- 遵守适用的安全工作许可流程；

- 监测环形空间的氧含量在安全范围;
- 检查内部是否有冰块, 并通过物理方法或蒸汽来处理大的冰块;
- 注意不要干扰或破坏珠光砂清理作业附近的细小管道; 并且
- 通过刷子、铲子或仅在绝对必要的情况下用水清洗表面来去除残留的珠光砂。

7 珠光砂的装填

在对低温冷箱进行保温之前, 应检查保温空间, 并应移除不属于设备设计的任何材料或物品, 例如脚手架、工具、临时管道支架、胶带、木材、各种容器等。

7.1 装填

在需要少量珠光砂的情况下, 无论是筒仓式还是袋装式珠光砂都能直接通过低温冷箱顶部的人孔进行装填。散装的膨胀珠光砂可以用含传输软管的封闭式罐车运输, 将珠光砂直接装填到低温冷箱或储罐的环形空间中。罐车在运输过程中应防止水进入珠光砂。罐车内部宜保持清洁。

在需要大量珠光砂的情况下, 在工厂所在位置珠光砂矿石膨化可能更加高效。宜由合格的承包商应完成此操作并提供所有必要的设备和服务。

7.2 珠光砂品质

每次处理后珠光砂性能都会退化。使用前, 宜检查珠光砂的以下特性, 并与制造规格进行比较:

- 疏松密度;
- 压实密度;
- 颗粒分析;
- 游离水分含量;和
- 有机物含量。

注意 - 如果重复使用珠光砂, 通常会有一些磨损, 宜用新的珠光砂填满低温冷箱。

警告: 重复使用珠光砂时, 重点是要确认材料在处理和储存过程中没有被碳氢化合物或水分污染。在富氧大气中, 碳氢化合物的存在能导致能量释放, 从而导致死亡或重伤。

警示: 较高珠光砂压实密度会限制管道的移动, 从而导致泄漏或故障。珠光砂压实密度还会限制气体流动, 可导致低温冷箱超压失效, 从而导致死亡或重伤。

7.3 装填时避免保温空间空隙

有几种方法可以在不产生气泡或保温空隙的情况下装填低温冷箱:

- 珠光砂可以分阶段引入, 以帮助减少空隙。对于冷箱, 首先在较低的位置添加珠光砂。然后继续装入冷箱, 通过更高的装填口添加珠光砂;

- 当不使用分阶段装填或分段装填结束时，可以对保温空间进行顶部装填，并且
- 在可行的情况下，可以使用振动设备或橡胶槌来敲击低温冷箱外部，使珠光砂沉降，从而避免出现气泡或空隙。

7.4 吹扫气供应

一旦保温空间充满珠光砂，所有冷箱的入口应关闭，吹扫气供应宜立即投入使用。有关吹扫气操作和故障排除的更多信息，请参阅 AIGA 079 [1]。

7.5 沉降

在低温冷箱内的工艺设备冷却并开始运行后，通常会发生珠光砂沉降。宜检查低温冷箱的顶部，并在必要时添加额外的保温材料。

警示： 检查珠光砂位置时要小心。保温空间用吹扫气加压，吹扫气可以是氮气（窒息剂）。应采取安全预防措施。可能需要一个自给式呼吸器（SCBA），以确保检查人员的安全，使其免受从开口处排出的窒息性气体的影响。在紧急情况下，也可能需要一名待命人员。根据用于进行检查的开口大小和掉入低温冷箱的可能性，也可以使用防坠落装置。如果检查人员需要打开低温冷箱的面板进行检查，则需要获得密闭空间进入许可证。

8 珠光砂的处置

珠光砂的处置可能受当地环境法规的约束。如果怀疑存在污染，请进行适当的测试，以确定该材料是否符合适用的当地危废品法规的定义。如果确认有污染，请按照适用法规处理珠光砂。

未受污染的珠光砂可以按照当地环境法规的规定进行处置或回收。

9 珠光砂释放时的应急计划

使用珠光砂的设施应制定珠光砂释放的应急计划。应急计划应说明如果发生珠光砂释放，需呼叫谁。该计划可以列出具有清理能力和当地处置地点的公司。许多垃圾填埋场需要事先批准，以便在需要处置时，文档工作已经完成，珠光砂能被快速接收。

应定期审查应急计划，以确保信息准确和更新。工作人员应接受应急预案培训，并应在对任何应急程序进行实质性变更时通知工作人员。

应急计划至少应包括以下程序：

- a) 保护发生释放的区域；
- b) 从释放发生地撤离人员；
- c) 评估释放的规模和程度；
- d) 根据评估结果实施预防措施（例如，防止珠光砂进入到下水道、公路和邻近的工艺或设备中）；
- e) 根据需要联系应急响应机构和临近工厂、社区；
- f) 真空吸尘或湿扫从而避免粉尘化；

- g) 联系合格的珠光砂清理和处置承包商；并且
- h) 检查珠光砂安全数据表（SDS）以了解任何所需的急救/应急程序。

10 参考文献

除非另有规定，否则均应使用最新版本。

[1] AIGA 079《低温冷箱的设计和运行安全》，亚洲工业气体协会，www.asiaiga.org

注：本出版物是行业标准国际协调计划的一部分。除地区监管要求外，每个地区文件的技术内容均相同。有关协调的区域参考文献列表，请参阅参考文献的前言。

[2] AIGA 066《个人防护装备的选择》，亚洲工业气体协会，www.asiaiga.org

注：本出版物是行业标准国际协调计划的一部分。除地区监管要求外，每个地区文件的技术内容均相同。有关协调的区域参考文献列表，请参阅参考文献的前言。

[3]《联邦法规》第 29 章（劳工），美国政府印刷局，www.gpo.gov