

接触二氧化硅和含二氧化硅 产品的工作

全国指导材料

2019 年 9 月

免责声明

澳大利亚安全工作局（Safe Work Australia）是澳大利亚政府于 2009 年成立的法定机构。澳大利亚安全工作局包括来自联邦、各州和领地的成员、代表工人利益的成员和代表雇主利益的成员。

澳大利亚安全工作局与联邦、各州和领地政府合作，以改善工作健康与安全以及工人的赔偿安排。澳大利亚安全工作局是一个全国性的政策机构，不是工作健康与安全的监管机构。联邦、各州和领地有责任在其管辖范围内规范和执行工作健康与安全法律。

ISBN 978-1-76051-925-4（在线 PDF）

ISBN 978-1-76051-931-5（在线 DOCX）

知识共享

除“澳大利亚安全工作局”标志外，本版权作品按“知识共享署名 4.0 国际许可证”进行授权。要查看本许可的副本，请访问 creativecommons.org/licenses，只要是出于非商业目的，您可以自由地复制、发送和改编本文件，条件是必须将本文件署名为“澳大利亚安全工作局”并遵守其他许可条款。

联系信息

澳大利亚安全工作局 | <mailto:info@swa.gov.au> | www.swa.gov.au

目录

概述	4
如何使用本指南.....	5
谁有责任?	6
PCBU 和管理人员.....	6
工人.....	6
制造商、设计商、进口商和供应商.....	7
您所在州或领地的 WHS 法律.....	7
如何识别危害并管控接触硅尘对健康与安全的风险.....	8
与工人协商	10
明确硅尘的危害	10
评估风险.....	12
空气监测	15
健康监测	16
硅尘管控措施的选择与实施	17
消除硅尘	17
替换	17
将工人和其他人与硅尘隔离开来	18
工程管控	19
行政管控	23
个人防护装备	27
检查管控.....	31
更多信息:	32

1. 概述

如果您是运行企业或项目的人士（PCBU），并且您的员工（包括您自己）在工作中会接触二氧化硅或含二氧化硅的产品，本指南就适合您使用。含二氧化硅的产品包括：

- 人造固体石材产品，如人造（复合）石材台面
- 沥青
- 水泥、砂浆和灌浆
- 混凝土、混凝土砌块和纤维水泥制品
- 砖
- 干墙和某些石膏板
- 铺路材料和瓷砖（包括屋顶瓦）。

本指南解释了为保证您的员工远离[可吸入结晶硅尘（硅尘）](#)的危险，您必须采取的措施。

本指南中的所有内容均在《工作健康与安全（WHS）示范法》的覆盖范围内。

2. 如何使用本指南

本指南将帮助您了解如何保护工人免受硅尘的侵害，并做出相关决定。指南提供了管控工作中接触二氧化硅的风险的一般信息，还提供了管控工作中接触含二氧化硅产品的风险的更详细的信息。这些产品可能二氧化硅含量极高，并会对工人的健康造成重大风险。

在责任人有法律责任遵从规定时，本指南会使用“必须”、“要求”或“法定”等措辞。

建议采取某种行动时，本指南使用“应该”一词；在您可选择是否采纳建议时使用“可以”一词。

3. 谁有责任？

根据《WHS 示范法》，工作场所的 [PCBU](#)、工人及其他人员有各种责任，包括在工作场所合理照顾自身的健康及安全。

根据《WHS 示范法》，下列人员有责任管控工作中接触二氧化硅和[含二氧化硅产品](#)的风险：

- 存在硅尘的工作场所的 **PCBU**，或该企业或项目的管理人员；
- 二氧化硅或含二氧化硅产品的设计商、制造商、进口商、供应商或安装商。

一个人可能有多项职责，同时一项职责也可能有多人担任。

工作场所包括进行工作的任何地方，以及工人在工作期间所去或可能去的任何地方。这可能包括办公室、工厂、商店、建筑工地、车辆或住宅。

3.1. PCBU 和管理人员

如果您有管理或管控员工，那么您就很可能是 **PCBU** 或管理人员。

[PCBU](#) 可以是：

- 公司；
- 非法人团体或协会；
- 个体经营者；
- 自雇人士。

合伙企业中经营企业的个人，将被单独和整体视为 **PCBU**。

对于工作场所中员工和其他人的健康和安全，**PCBU** 有主要的注意义务。

公司董事等管理人员有责任进行尽职调查，以确保企业或项目符合 **WHS** 法律的规定。这包括确保企业或项目拥有并使用适当的资源和流程，以消除或尽量减小工作中接触二氧化硅和含二氧化硅产品的风险。这包括：

- 明确硅尘的危害；
- 管控接触硅尘的风险；
- 进行空气监测；
- 为工人提供健康监测。

3.2. 工人

工人有义务合理照顾自身的健康及安全，并必须合理注意，确保自身的行为或不作为不会对他人的健康和安全造成不利影响。工人必须：

- 在合理可行的范围内遵守您作为 **PCBU** 给出的任何工作健康及安全指示；
- 在事先获得通知的情况下，配合您作为 **PCBU** 实施的任何与工作健康和安全相关的合理政策或程序。

硅尘会导致严重的疾病。工人们必须参与健康监测，并按照 **PCBU** 的指示穿戴个人防护装备（**PPE**）。

在与工人讨论健康及安全事宜时，应采取协商的方式，在做出决定前让工人有合理机会表达意见。如工人拒绝参与健康监测或拒绝按照培训和指示使用 PPE，作为 PCBU，您可以采取行动，履行 WHS 法律规定的职责。这可能包括要求工人远离危害源。

3.3. 制造商、设计商、进口商和供应商

含二氧化硅产品的设计商、制造商、进口商和供应商必须在合理可行的范围内，确保该工厂或物质对健康和安全没有风险。这一责任包括对产品进行测试和分析，并提供有关产品的具体信息。这些信息可以以标签、产品信息表或安全数据表（SDS）的形式提供。必须提供的重要信息包括：

- 产品中结晶硅尘的含量；
- 硅尘的有害特性和对健康的风险；
- 在制造、安装、维护或移除含二氧化硅产品时必须采取的健康和安全预防措施。

租用设备（如手持给水电动工具或呼吸防护设备）的供应商应采取一切合理步骤，确保提供安全使用设备有关的适当资料。

制造商没有义务为含二氧化硅的固体产品（如人造石、砖或瓷砖）提供安全数据表（SDS）。但提供安全数据表是良好的做法。

3.4. 您所在州或领地的 WHS 法律

联邦、各州和领地的 WHS 监管机构负责执行 WHS 法律。监管机构将决定您是否符合要求。

WHS 法律在各个州和领地不尽相同。如果您需要帮助，请联系您所在[州或领地的 WHS 监管机构](#)。

4. 如何识别危害并管控接触硅尘对健康与安全的风险

二氧化硅自然存在于许多岩石和土壤中。二氧化硅有非晶态和晶态两种。最常见的结晶二氧化硅是石英（CAS 14808-60-7）。

接触硅尘可导致：

- 疾病
 - 例如结节病、呼吸问题、慢性支气管炎、肺气肿、肺癌、渐进性大块肺纤维化和[硅肺](#)；
- 受伤
 - 例如眼刺激和眼损伤。

硅肺有三种类型：急性、慢性和加速型。硅肺和渐进性大块肺纤维化不可逆转，并往往是致命的。这些疾病的症状可能在接触硅尘多年后才会显现。工人们可能被诊断出患有这些疾病，但没有任何症状，甚至在最初诊断出来时也没有，这就是为什么预防和健康监测是至关重要的。

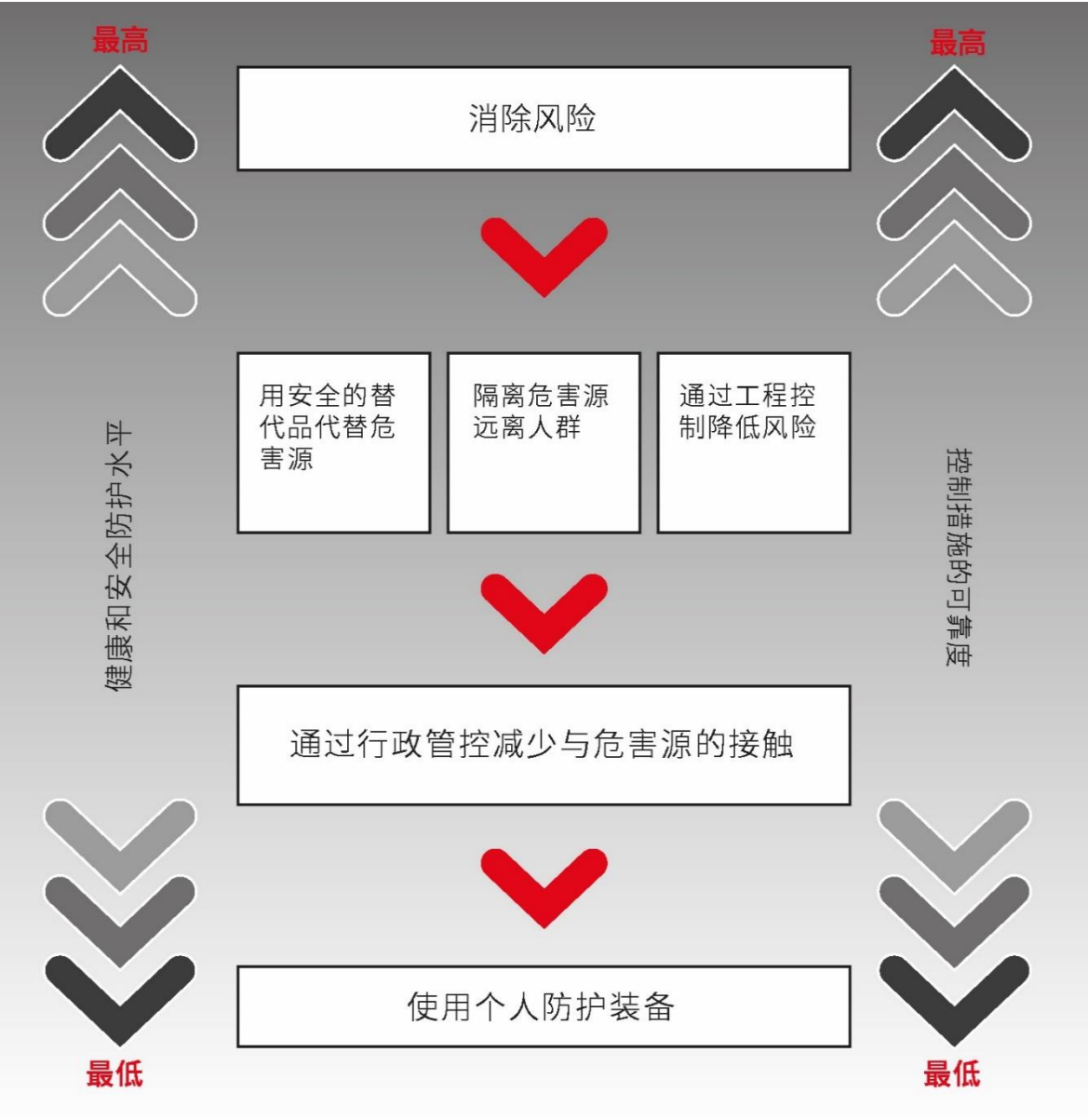
作为责任人，您需要综合采取多种不同的管控措施，以消除或尽量减少工作场所中的硅尘。这包括在工作中接触天然二氧化硅（例如采矿或挖掘隧道）或接触二氧化硅含量高的产品（例如人造石）的情况。

如果您仅仅依靠一种管控措施（如 **PPE**），则可能会对工人的健康造成重大风险，并且您可能会违反 **WHS** 法律。事实证明，仅仅依靠 **PPE** 并不足以充分保护您的员工。

本指南仅作提供如何管控硅尘风险的指导之用，并不能覆盖您的工作场所中可能存在的所有危险。在管控硅尘时，您必须小心确保不会造成其他危害，或未能尽到您的 **WHS** 职责。

您可以使用[管控体系](#)，通过选择和实施各种措施来管理接触硅尘的[风险](#)。

图 1 管控措施体系



4.1. 与工人协商

您必须和工人及其选出的健康与安全代表（HSR）（如有代表）商谈工作场所的健康与安全。这包括讨论与硅尘有关的所有事宜。

您必须就健康与安全事宜与工人协商，健康与安全事宜包括（但不限于）：

- 明确接触硅尘的风险；
- 制定硅尘管控方案；
- 对产生硅尘的工艺或程序进行更改；
- 改进为保护工人免受硅尘危害所实施的管控措施；
- 解决健康和安全问题；
- 健康监测；
- 监控工作场所的情况；
- 为工人提供信息和培训。

您的员工参与有关健康和安全的讨论是很重要的，因为通常他们可能最清楚自己工作的风险。共同参与识别危害，评估和管控工作场所的风险，将有助于加深工人对这一流程及其带来的改变的参与度。

这份[《模式操作守则：工作健康与安全协商、合作与协调》](#)可为您提供关于协商责任的更多信息。

4.2. 明确硅尘的危害

为管理硅尘的风险，您必须首先确定硅尘是否正在生成并被释放到您工作场所的空气中。只要硅尘在空气中，工人们就会接触到并可能吸入硅尘。

不同类型的岩石和岩石产品的二氧化硅含量各不相同，例如：

类型	二氧化硅含量（%）
花岗岩	25 至 40
页岩	22
天然砂岩	67
人造石材	> 90
骨料、砂浆和混凝土	不等

硅尘是在工作场所中破碎、切割、钻孔、研磨、打磨、锯切或抛光天然石材或人造含二氧化硅产品的过程中产生的。硅尘产生和发现于：

- 制造和施工期间；
- 采矿或挖掘隧道时；
- 废料或砂基产品中；
- 运送到您工作场所的材料中。

有些粉尘颗粒小到不可见，被称为可吸入颗粒。可吸入硅尘颗粒是小到可以吸入的颗粒，能渗透进肺部深处，造成永久性损伤，并可导致严重的疾病或死亡。硅尘还与自身免疫疾病和慢性肾脏疾病的发生有关。

在工作场所中或含有二氧化硅的产品上并不总是有标签或安全数据表（SDS）。如果您没有产品信息表或 SDS，您可能需要与供应商联系，了解二氧化硅含量是多少。然而，您可以假设所有的人造石材产品都含有大量的二氧化硅。

通常含有二氧化硅的材料和产品包括：

- （天然和人造）石材产品
- 合成补牙材料
- 成品木材
- 砖
- 水泥
- 沥青
- 干墙和某些石膏板
- 灌浆
- 砂浆
- 瓷砖
- 甚至某些塑料材料。

会将硅尘释放到空气中的活动包括：

- 制造、安装、维护和拆除人造石材台面
- 挖掘、土方工作和钻井设备的操作
- 粘土和石材加工机械操作
- 铺路和铺面
- 采矿、采石和矿石精制过程
- 道路建设和隧道挖掘
- 建筑施工和拆除
- 砖、混凝土或石材切割；特别是使用干式方法
- 喷砂（喷砂剂的结晶硅含量不得超过 1%）
- 翻砂铸造
- 混凝土或砖石的角磨、锤打和凿切
- 气井和油井的水力压裂
- 陶艺
- 岩石或渣土的破碎、装载、搬运和倾倒
- 清洁活动，如清扫或加压空气吹尘。

在工作中接触有害硅尘的实例

制造含二氧化硅的产品

在过去 10 至 15 年间，住宅和商业空间中的台面使用人造石材的情况显著增加。制造石材产品可能会导致接触硅尘的风险。

制造、安装、维护和拆除含二氧化硅的产品

在对含二氧化硅的产品进行切割、研磨、修整、拆除或喷砂时，或在储存或处理这些流程产生的含尘废物时，就可能会产生硅尘。

人造石材产品的二氧化硅含量可高达 97%。大量的二氧化硅意味着，如果工人吸入了这些产品产生的粉尘，他们患上呼吸疾病和硅肺的风险非常高。被诊断出硅肺和渐进性大块肺纤维化的工人数量的增加与工作中接触人造石材有关。

采矿、采石、隧道挖掘和采掘矿石

接触硅尘是众所周知的问题，工人在破碎岩石的作业中接触硅尘的风险很高。

建筑、建造和拆除

在工地切割混凝土和在石头上使用电动工具会产生硅尘。

4.3. 评估风险

风险评估要考虑到如果员工暴露在危险中会怎样，并且考虑发生这种情况的可能性。

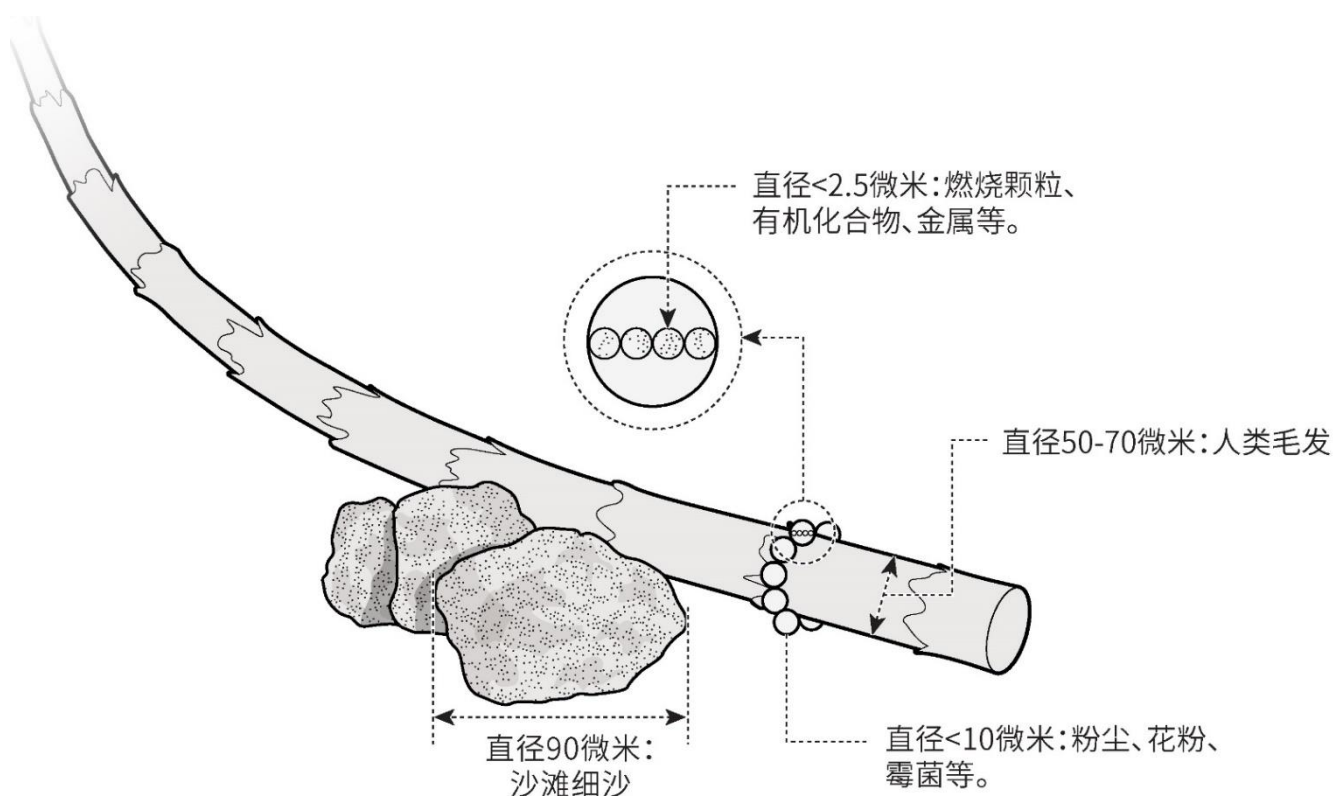
如果您在工作场所发现了硅尘，或发现您的工作实践会产生硅尘，那么您应该考虑：

- 工人们会如何、在哪里、以及多长时间暴露在硅尘中
- 您会采取哪些管控粉尘的措施
- 衡量管控措施是否有效的方法。

可吸入硅尘是肉眼不可见的，并且在工作结束后也可以在空气中悬浮很长一段时间。较大的、可见的粉尘颗粒比不可见的粉尘颗粒沉降快很多，这意味着即使工人们在空气中看不到粉尘，也能吸入可吸入硅尘。重要的是要考虑工人（和工作场所中没有直接接触二氧化硅的其他人）是否有暴露的风险。

可吸入结晶硅尘颗粒直径小于 10 微米（ μm ），在吸入后可进入肺部深处（请见下面的图 2）。

图2 粉尘颗粒大小（来自采矿和采石职业健康与安全委员会）



在评估风险时，您应该考虑空气中是否有工人可能会接触到的其他污染物（烟雾或薄雾）。重点是要考虑您所采取的管控措施是否能保护工人免于所有可能的接触。

风险评估问答示例：XYZ 铺砌公司

您拥有一家小公司，业务是切割和铺设含二氧化硅的铺路石。

大部分的铺路石切割作业都在室外进行，使用的是手持电动工具。切割用的电锯通常使用金刚石刀片，作业时能出水抑尘并在工地上进行。很少使用砌块切割机。

在铺设石材时也会用到非常细的沙子，并将沙子干扫到铺路石之间。

有什么危害？

工人在切割铺路石和清扫沙子时可能吸入硅尘。

有什么害处呢？

会产生肺损伤，包括癌症、支气管炎和硅肺。

谁会受到伤害？

所有从事切割和清扫作业的工人以及附近的工人和其他人。

您现在该怎么做？

- PPE 安全防护（钢头靴、防护工作服、安全帽、手套）
- 出水抑尘
 - 切割是在靠近铺设作业的区域进行的
 - 有些水管在漏水，有些附件有损坏
 - 泥浆没有回收好
 - 沙是干扫的
- 护目镜保护工人的眼睛
 - 有些非常老旧
- 防尘口罩
 - 有些工人留有胡须，不戴口罩
- 如有噪音大的电动工具，要使用听力保护用品（耳塞）
 - 附近进行切割作业的工人没有耳塞

您需要采取哪些行动进行改善？

- 在离铺设作业较远的地方设立切割区域，尽量减少粉尘和噪音对其他工人的影响
- 用水清理和完成石材铺设
- 检查并修理水管接头和软管
- 将泥浆回收到电锯下的盆子中进行处理
- 为设备和 PPE 进行定期维护
- 为工人提供 PPE 和 RPE 培训
- 核查工作所需的防尘口罩类型
- 核查剃须政策
- 更换旧的和有问题的护目镜
- 为切割区域附近的工人提供听力保护用品

如果您的工人会切割、研磨、打磨、钻孔和抛光含二氧化硅的产品，或进行任何将硅尘释放到空气中的作业，而且没有有效的管控，工人将接触可吸入硅尘而患上疾病。

如果您的工作场所中有任何作业会从人造石材产品中产生灰尘，那么您的工人和其他人都会面临重大的健康风险。

有些工具比其他工具能释放更多硅尘到空气中。使用手持工具（如圆锯或研磨机）切割或研磨人造石材的工人可能接触的硅尘数量最大。这些工具通常用于完成制造和安装的任务，包括给水槽和灶台面打孔，或在成形和连接作业中使用。

在使用手持工具的区域，从事其他作业的工人也可能会暴露在大量粉尘中。

如果不进行出水抑尘和使用局部排气通风，干式切割、打磨或抛光人造石材会产生大量硅尘，远远超过了[工作场所接触标准](#)。

许多 WHS 监管机构现在都已禁止不加管控的人造石材干式切割作业，因为这种做法会给工人的健康带来极大的风险。请详询您当地的 WHS 监管机构，看看这是否适用于您。

有关如何管理 WHS 风险的更多信息，请参阅[《模式操作守则：如何管理工作健康与安全风险》](#)。[《模式操作守则：工作场所危险化学品风险管理》](#)还提供了关于如何对工作场所的化学品（包括硅尘）进行详细风险评估的信息。

在昆士兰州，如果您要安装人造石材台面，您需要准备一份安全工作方法声明（SWMS）。有关更多信息，请参阅[《模式操作守则：施工作业》](#)。

空气监测

有针对可吸入结晶硅尘的[工作场所接触标准](#)，不得超标。在澳大利亚，工作场所的接触标准是 0.05 mg/m^3 。

如有以下情况，您必须进行空气监测，以确定您的工作场所空气中可吸入结晶硅尘的浓度：

- 您不确定是否超过了接触标准；或者
- 为查明是否存在健康风险有必要进行监测。

空气监测可帮助评估工人面临的风险，因为它能显示出：

- 工人接触的程度
- 哪些流程或产品会造成接触
- 您当前的管控措施是否有效。

图3 工人的呼吸带



应该有合格人员为您进行空气监测，例如认证职业卫生师。

您必须保留空气监测记录至少 30 年。您还必须确保您的工人能查阅这些记录。空气监测报告应包括：

- 空气监测的背景和目的，包括当前的工作场所接触标准
- 需要测量的任务，包括与此任务相关的工作模式和风险
- 所实施的管控措施及其效果

- 进行了什么取样和测量（长期和短期），包括取样设备校准的信息
 - 采样方式的细节
 - 分析样品的方式和地点，包括分析设备的校准信息
 - 结果的解读：
 - 接触源
 - 现行管控措施是否足够
 - 风险评估，包括识别未测量、但可能成为接触源的作业，以及任何未测量、但可能接触的工人
 - 是否符合 WHS 法律
 - 建议，例如：
 - 粉尘管控行动计划
 - 改变管控措施和工作方法
 - 工人培训
 - 进一步进行空气监测
 - 健康监测。
-

开展含二氧化硅产品作业的工作场所空气监测

没有足够的证据表明，在工作中接触含二氧化硅的产品（如人造石）时，有任何管控措施的组合能保证使接触量低于工作场所接触标准。

在工作中接触含二氧化硅产品时，需要进行空气监测，以确认是否超出了可吸入结晶硅尘的接触标准。

建议在以下情况下应进行空气监测：

- 如果工作中接触含二氧化硅的产品，每年至少应进行一次
 - 如果有工人生病，或者健康监测报告建议您核查管控措施
 - 如果您的作业方式或所用工具类型发生了变化
 - 例如，您经常使用某种新工具
 - 如果实施了新管控措施或您更改了管控措施
 - 例如，如果安装了隔离室或通风设备，或启用了新的轮班安排。
-

健康监测

如果工人的健康因为接触硅尘有风险，您必须安排健康监测并支付费用。这包括不直接产生粉尘但距离硅尘较近的工人，或通过其他方式接触硅尘（如清洁工作区域或设备）的工人。

一些含二氧化硅的产品（如人造石）的二氧化硅含量非常高，并且会对接触这些产品的工人构成重大健康风险。根据 WHS 法律，这意味着您必须为所有参与制造或安装人造石制品的工人提供健康监测并支付费用。您还应该考虑为其他可能在这些作业中接触到硅尘的工人提供健康监测。这包括在清洁时接触硅尘的工人，或在制造二氧化硅含量高的产品附近开展行政工作的工人。您应向以下工人提供健康监测：

- 成型工
- 电锯工人
- 整理工
- CNC 雕刻机和喷水器操作工人
- 打磨工人
- 劳工

- 监工。

健康监测应在工人首次受雇时、或在工人刚开始在工作中接触二氧化硅和含二氧化硅的产品时开始。这样就能检测到工人健康状况的任何变化。如果您的工人在工作中接触二氧化硅（特别是人造石材产品），而您还未提供健康监测，您必须尽快安排监测。

必须由有经验的医生进行或监督健康监测。对硅尘的健康监测包括使用专门设备对工人进行筛查。取决于工人过去的接触和病史，一些医生可能会建议让专科医生做进一步检查，以发现早期硅肺。

做健康监测的医生会为您提供健康监测报告。报告必须保存至少 30 年，并且必须将报告的副本发送给工人。

如果为您进行监测的医生有以下情况，您必须向 WHS 监管机构提供健康监测报告：

- 告知您有工人可能因为在工作中使用、处理、生产或储存二氧化硅而感染疾病、受伤或患病
- 建议您采取补救措施（例如让某个工人停止工作）。

在某些司法管辖区，医生可将工人的疾病诊断汇报给卫生部。

如果您是提供健康监测的 PCBU，特别是如果您与另一位责任人分担职责，请参阅《PCBU 健康监测指南》和《[结晶硅尘](#)健康监测指南》获取更多信息。

4.4. 硅尘管控措施的选择与实施

对您的工作场所最为有效的管控措施取决于您的行业、作业流程和接触风险。

您很有可能需要采取一系列的管控措施来保护工人免受硅尘侵害。您可能还需要设立空气监测和健康监测程序，以确认您的管控措施有效、工人受到了保护。

消除硅尘

消除意味着您完全移除了工作场所中的硅尘危害物。

在许多情况下，消除硅尘是不实际的。如果您的工作场所会自然产生硅尘，或在制造最终产品或提供服务时必然会产生硅尘，那么消除硅尘就不太可能。

您可以通过消除产生粉尘的作业流程，从源头上消除硅尘。例如：

- 采用产生较少粉尘的生产工艺
 - 例如，任何湿式方法都可能比干式方法产生更少的粉尘
- 在产生时立即处理粉尘，因为这样比捕捉空气中的粉尘更有效
- 使用抑尘技术处理传播过程中的粉尘
 - 例如水喷雾、化学添加剂、局部排气通风（LEV）和吸尘。

如果合理可行，请消除您的工作场所中含二氧化硅的产品。这将有效消除工人在使用这些产品开展作业时接触硅尘的风险。

替换

替换是指使用危险性较低、因此风险较低的物品来代替一种产品或化学品。

能否有效替代二氧化硅和含二氧化硅的产品将取决于您的工作场所和工人的工作任务。同样，如果工作会自然产生硅尘，或在制造最终产品或提供服务时必然会产生硅尘，替换就可能是不实际的。

替换可能是一种管控硅尘接触风险的有效方法。例如，您可以：

- 使用不含二氧化硅或含有二氧化硅较少的产品
- 使用无需切割、研磨或抛光的含二氧化硅产品
- 使用液态或糊状的二氧化硅产品。

将工人和其他人与硅尘隔离开来

隔离是指在危害物和工人之间设置屏障或距离。

隔离是一种有效的方法，能保护工人免受硅尘侵害。最有效的隔离控制方式是设置物理屏障，避免工人接触硅尘。

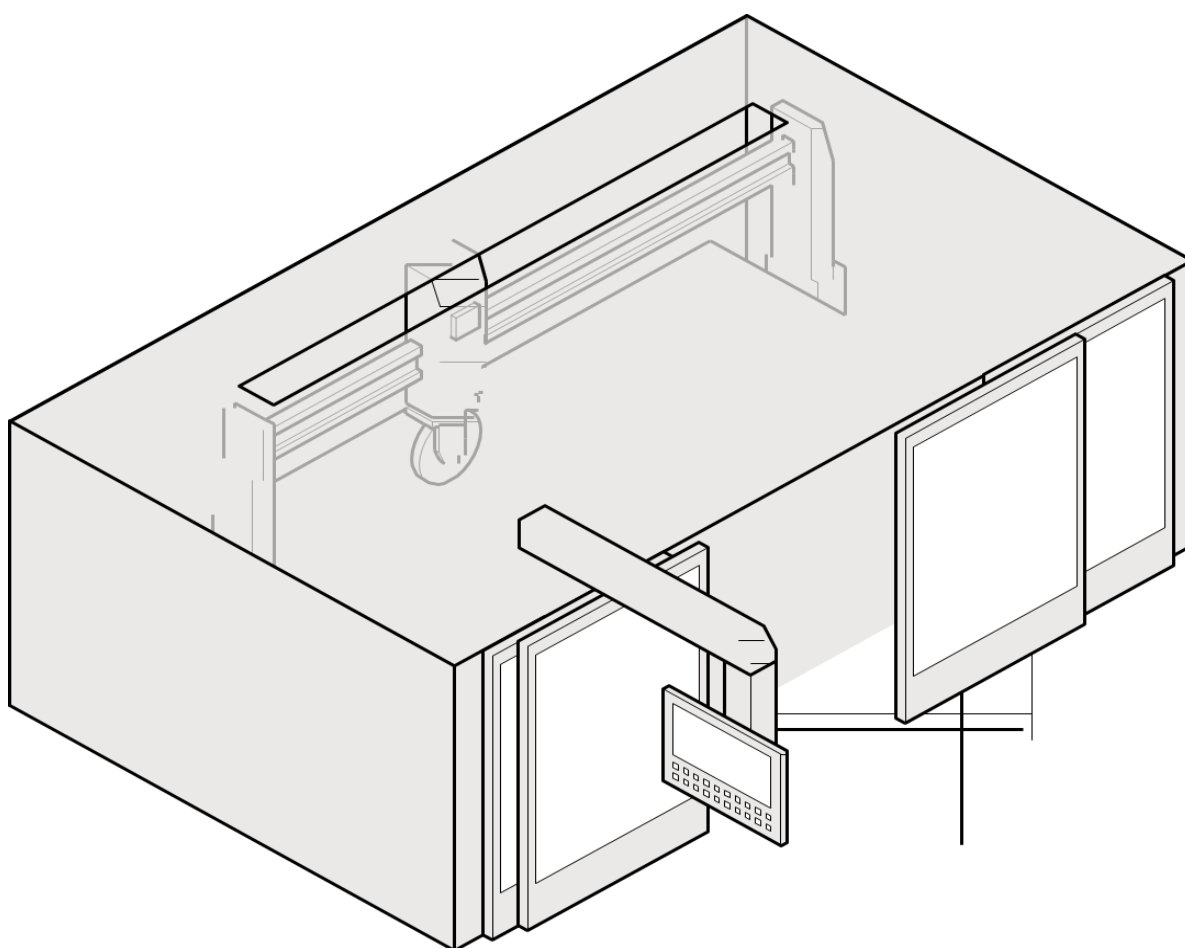
隔离控制包括：

- 用封闭的房间隔离极易产生硅尘的工作流程，并限制出入
- 在不同的工人和工作站之间设置物理屏障和隔离区，以防止硅尘或水雾进入其他工作区域或流向其他工人
- 拉开工作流程与其他员工之间的距离。
 - 例如，在使用手持电动工具时，要考虑其他工人的工作位置
- 指定一个远离工作区域的房间或区域来进行其他活动，例如更衣或进餐。

您还可以在自动化作业周围加设屏障来保护工人免受硅尘的侵害。

在可能的情况下，工人不应该在安装现场制造含二氧化硅的产品。如果需要在安装现场进行修改，作业应在室外指定区域进行，并穿戴适当的 **PPE** 和使用工程管控，包括使用湿式方法和集尘系统。

图 4 自动湿切割的隔离室范例



工程管控

工程管控使用物理方法来改变任务的特性。对您的工作场所最为有效的工程管控取决于工人的工作任务。

控制硅尘的工程管控措施包括：

- 自动化切割、研磨或钻孔
- 使用湿切削方法
- 局部排气通风
- 钻孔机、雕刻机、锯子和其他设备应设计配备 H 级局部排气通风装置和抑尘用的出水附件
- 使用可丢弃的背衬板或垫板
- 为大型机械（如挖掘机和推土机）安装正压封闭驾驶室
- 使用 M 级或 H 级工业吸尘器清理粉尘。

在考虑和使用工程管控时，要小心是否会造成其他危害。由于许多工程管控都是电动的，您应该注意工作场所的噪音和振动水平，并根据需要提供个人听力保护用品。

硅尘有研磨性，会损害和磨损工程管控设备。重点是要做一个维护计划，以确保您的设备工作状态良好。您应该定期检查设备是否有以下情况：

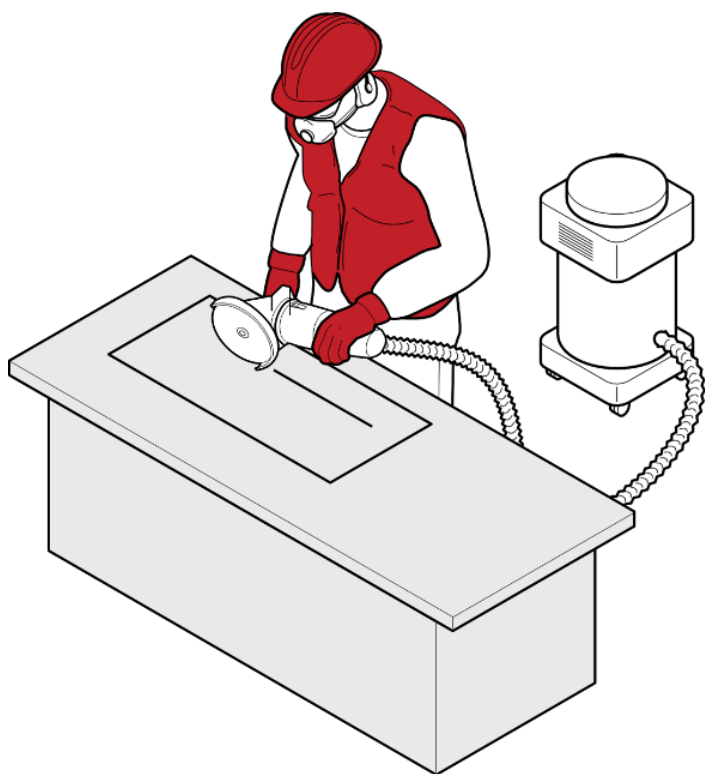
- 磨损、腐蚀或部件损坏
- 气动工具漏气

- 出水抑尘或除尘设备的折裂、穿孔或泄漏
- 遮挡喷水的防护罩和翻板阀损伤。

通风

如果设计得当，通风是一种非常有效的工程管控手段。通风系统多种多样，您需要使用适合您工作场所和工人工作任务的通风系统。

图5 工人使用自带除尘装置的工具进行切割/研磨作业

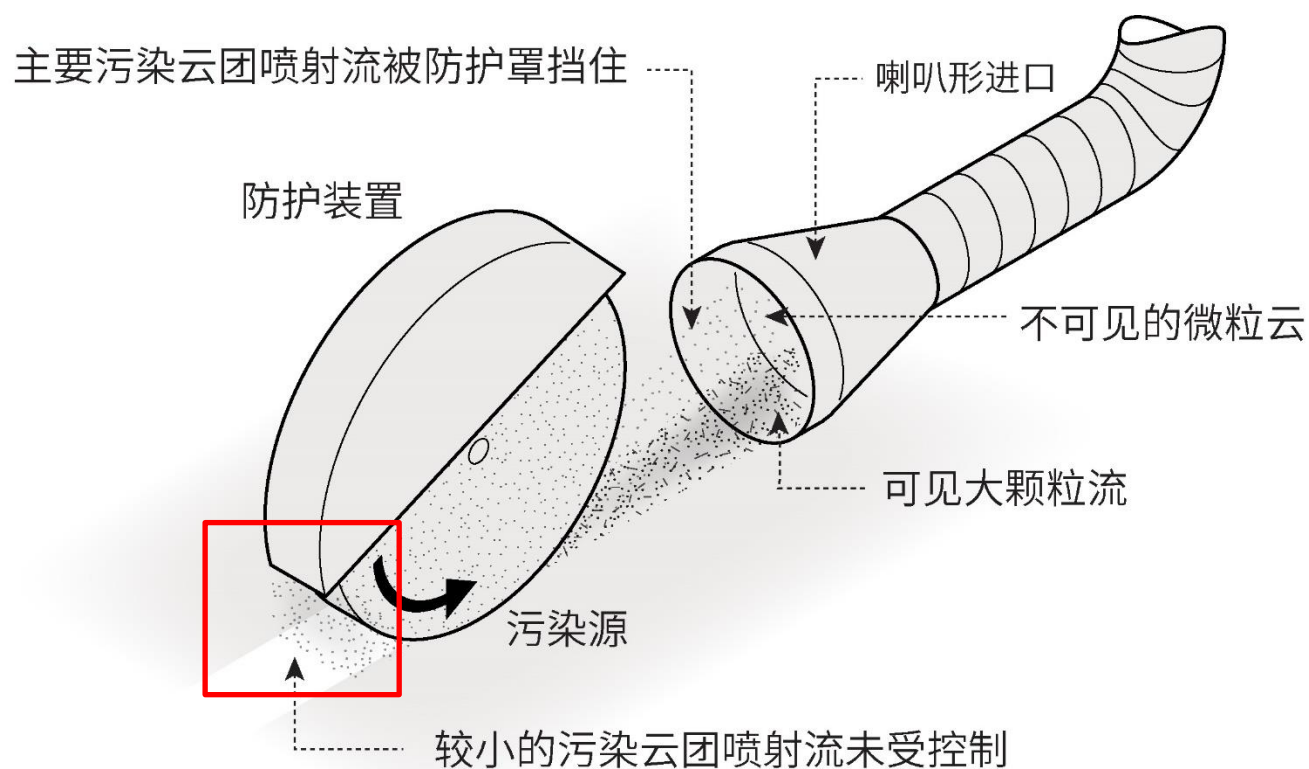


局部排气通风

局部排气通风可用于在硅尘到达工人的呼吸带之前，清除污染源附近的硅尘。

关于通风和其他工程管控的更多信息，请参阅[《模式操作守则：工作场所危险化学品风险管理》](#)。

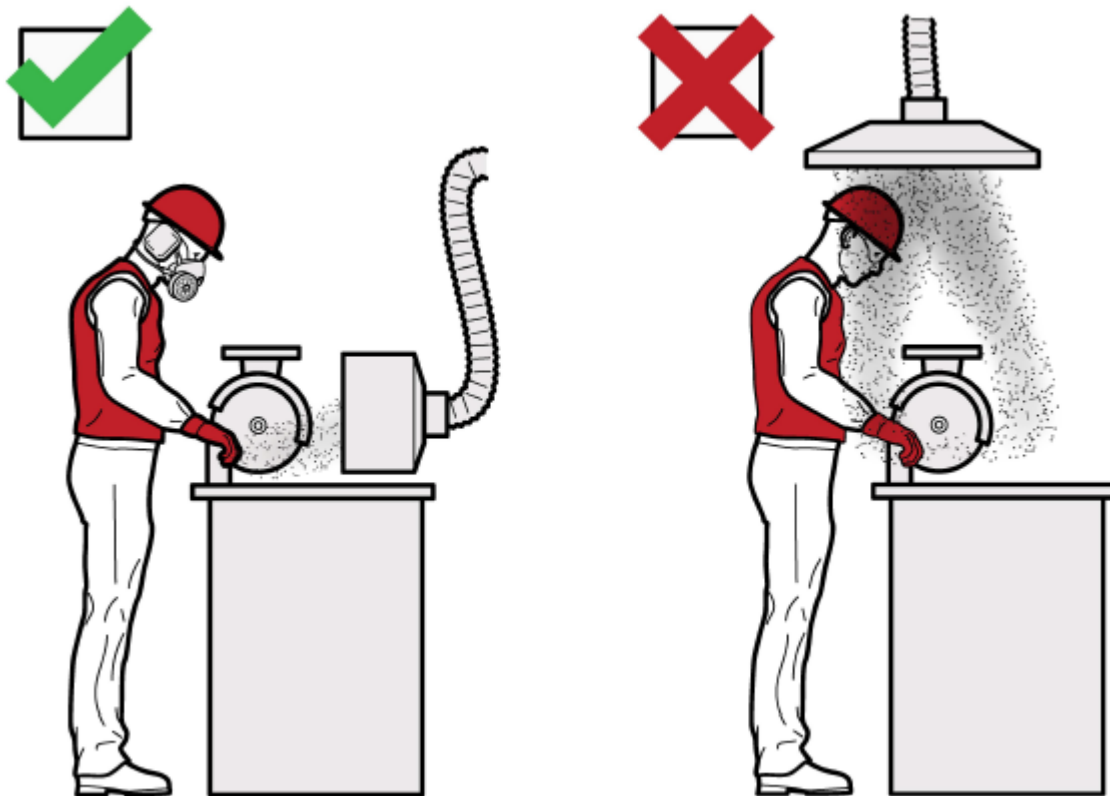
图6 局部排气通风的运作视图



含二氧化硅产品的工程管控

研究发现，即使用湿式方法处理二氧化硅含量高的产品，也无法充分控制硅尘。在旋转工具上加水也会产生有二氧化硅污染的雾，这也必须加以控制。

图 7 使用局部排气通风的示例



因此在使用这些产品时，应结合使用设计得当的出水抑尘和局部排气通风。重点是要：

- 只使用专门设计来与出水附件一起使用的工具和机械，并要有适当的防护等级（IP），例如：
 - 在切割石板时，应使用装有出水附件的桥切机抑尘
 - 切割水槽口和灶台面口时，请使用出水抑尘的雕刻机、喷水切割机或桥切机
 - 使用装有多个送水装置、并能将水送至圆盘刀片和石材接触点的手持式角磨机
 - 使用出水抑尘的湿边铣床或抛光机
 - 当抛光或研磨石材时，使用带有中心送水装置的抛光机
- 使用足够多的出水装置，以防止作业中出现可见粉尘
- 保持足够的水压（0.5 升/分钟或按照制造商的要求），以确保将水送至产品或工具上
- 使用防护罩、塑料翻板阀或电刷防护罩控制喷水
- 防止工人在操作过程中减弱或关闭抑水系统
- 只使用专门设计来可使用局部排气通风附件的工具和机械，例如带有防护罩的钻孔机、圆锯和磨床以及 h 级的吸尘器
- 安装固定的、可移动的或柔性的捕集罩，在硅尘生成点捕获粉尘。

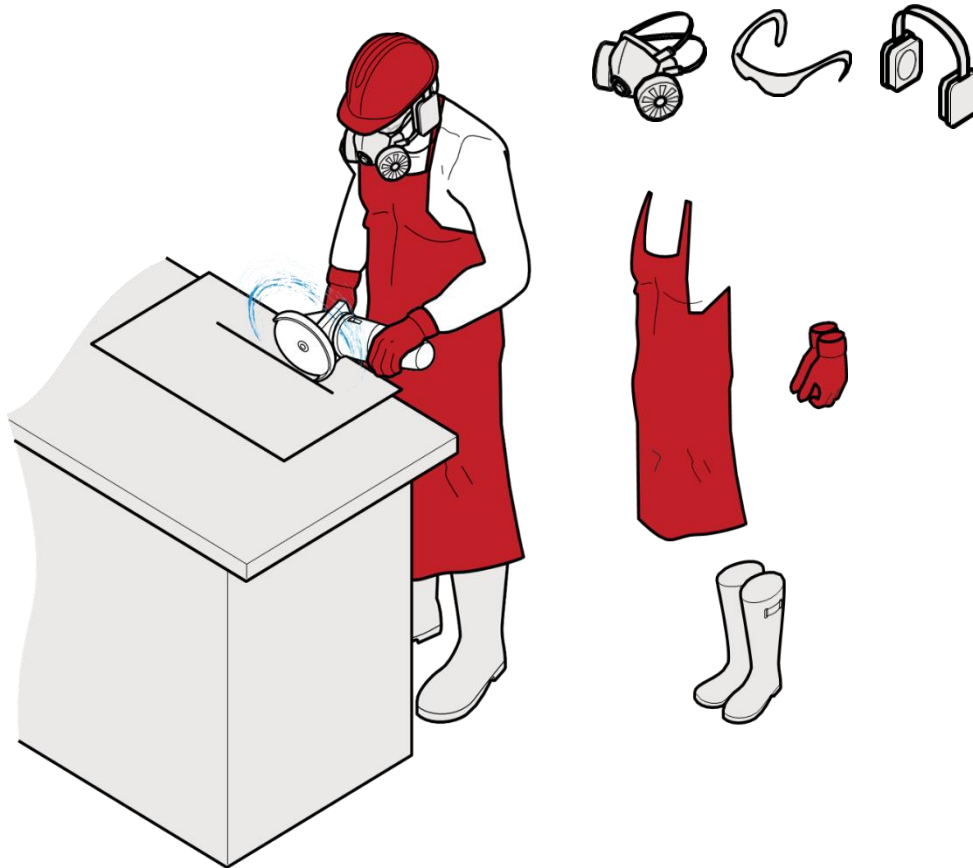
单独使用手持喷雾瓶、海绵或水软管将水喷到旋转工具上不足以抑制硅尘。

使用湿式制造方法可能会给您的工作场所带来其他危害。使用湿式方法时，请考虑：

- 安装通风设备以控制可能携带粉尘的水雾
- 提供防水围裙、防水防滑的鞋和不会起雾并阻碍工人视力的护眼用品
- 过滤回收的水
- 确保溢流能有效从设备和工作区域排出

- 安装防滑地板
- 实施内务管理政策，确保溢流不会干燥并产生粉尘危害
- 如果天气很冷的时候在室外用湿式方法作业，请检查是否有结冰的危险。

图 8 湿切方法与合适的 PPE 示例



行政管控

行政管控只能用于提供额外的保护，必须只能在实施替代、隔离和工程管控之后才加以考虑。

行政管控依赖于员工的行为，如果发现您的工作场所中有二氧化硅，实施管理政策和开展员工培训是非常重要的。您还需要监督员工，确保他们理解并遵循管理政策。

硅尘行政管控的例子包括：

- 规划好切割任务，确保切割次数最少
- 有关接触二氧化硅或清理二氧化硅废料的书面规则和政策
 - 例如设有书面的清理程序和记录
- 设备和 PPE 的维护计划和记录
- 制定工作轮班时间表，这样同一批工人就不会持续接触二氧化硅
- 制定限制区域政策，这样只有工作任务会产生硅尘的员工才能进入高风险区域。

工作中接触含二氧化硅产品的行政管控

如果您在工作中会接触含二氧化硅的产品，您应该制定和实施行政管控，以支持为保护工人而实施的更高级别的管控措施。措施可包括：

- 轮班政策可确保工人不暴露在高于工作场所接触标准的硅尘中，或长时间持续接触硅尘
- 为沾了粉尘的 PPE 和工作服提供洗衣服务，并出台政策提供支持，政策规定：
 - 不允许将沾了粉尘的 PPE 和工作服带回家
 - 只准在指定区域更换沾了粉尘的 PPE 和服装
 - 什么时候必须清洗沾了粉尘的 PPE 和服装
- 设备和 PPE 的储存、清洁和维护政策要求：
 - 不使用时，沾了粉尘的 PPE 和设备应放入密封袋中储存
 - 只能在指定区域清洗 PPE 和设备
 - 工作场所要有提示硅尘危害以及使用 RPE 和 PPE 的标志。

图 9 硅尘危害标志的示例



培训

如果您会在工作中接触二氧化硅或含二氧化硅的产品，您必须与工人谈论硅尘的危害。下列情况必须提供培训：

- 作为入职培训和复习培训的一部分
- 如果在工人执行特定的任务或活动时存在硅尘或可能产生硅尘
- 当工作场所发生重大变化、并且改变了工人可能接触硅尘的方式时。

您在培训期间提供给工人的信息应该能让工人清楚理解：

- 什么是硅尘以及对健康的影响
- 有哪些保护工人的管控措施
- 什么情况下会有接触的风险，包括
 - 不良的工作习惯
 - 当管控措施效果不佳时
- 如果在工作场所发现了不安全的操作，该怎么办。

您应该鼓励员工立即报告危害、健康和安全问题。这很重要，因为这样才能在事故或疾病发生前管理风险。

内务管理

即使在工作结束后，良好的内务管理也能消除或减少对硅尘的接触。为您的工作场所制定书面规则和政策是内务管理的好方法，也是一项行政管控措施。例如，您可以要求员工：

- 多尘的工作区域和流程需要洒水
- 为工作区域制定清洁计划并制定工程管控的维护计划
 - 例如，经常清洁多尘的车道或使用频繁的区域，并在日间保持湿润
- 执行日常清洁泥浆和沉降粉尘的程序
 - 例如将湿泥浆放入密封容器内处理掉
- 切勿使用压缩空气、干式清扫或通用吸尘器清洁表面或衣物
- 使用低压水、湿式清扫或者 M 级或 H 级吸尘器清洁多尘的地板、墙壁、其他表面和设备
- 更换吸尘袋和过滤器时，请始终遵循吸尘设备制造商的操作手册和说明。

如果您的工人在室外，您可以用塑料布覆盖地面，然后用上面的方法清除残留的粉尘。

消除污染

沾了粉尘的衣服和 PPE 会使工人和其他人暴露在硅尘中。如何尽量减少接触 PPE 和工作服上残留粉尘的例子有：

- 使用工业用的 H 级吸尘器清除衣服和制服上的粉尘
 - 把这些装置放置在多尘工作区域的出口处，可鼓励工人在离开前用吸尘器清理衣服
 - 您应该确保工人有地方洗手臂、洗手、洗脸、甚至洗头发。
- 为沾了粉尘的工作服和 PPE 提供洗衣服务，这样工人就不会将其带回家清洗
 - 如果您使用商业洗衣店，请将衣服弄湿并放进密封的、贴有标签的塑料袋里，请告诉洗衣店衣服受到了结晶硅尘污染
- 要求工人在每次轮班结束后换下沾了粉尘的衣服，或者如果工人刚刚完成了一项多尘的任务，要求工人在下一次休息时换衣服
- 为工人提供胶靴和围裙。

工人的衣服和制服必须经常清洗，以防止硅尘污染休息室和工作场所的其他地方，更重要的是，防止工人把硅尘带回家。

关于工作场所设施的更多信息，请参阅[《模式操作守则：管理工作环境和设施》](#)。

个人防护装备

永远不要仅仅依靠 PPE 来保护工人免受硅尘的侵害。

在使用 PPE 之前，您需要进行风险评估以确定可以和应该使用哪些其他管控措施。只有在实施了替换、隔离、工程和行政管控之后，才应该考虑 PPE。PPE 只能作为更高级别管控措施的补足，或者在没有其他可用安全措施的情况下使用。

在选择和使用 PPE 方面，WHS 法律有相关要求。

您必须确保您提供的 PPE 是合适的（如有提供，请检查 SDS），并且工人穿着合身。这将确保 PPE 有效发挥作用。错误的或大小不合适的 PPE 意味着您的工人会受到硅尘伤害。例如，硅尘就可能会进入工人的眼睛，或进入工人的呼吸带和肺。

您必须确保 PPE 是干净卫生和工作效果良好的。这样就不会给工人造成其他的危险，PPE 也能正常起效。应向制造商或供应商索取关于维护和清洁 PPE 的信息。

您必须就如何使用、清洁和储存您提供的 PPE 为员工提供持续培训、信息和指导。工人必须合理照顾自己的健康和安全。工人应该遵循合理的指示，并配合您出于保护工人的目的实施的任何工作场所政策。工人必须按照您的指示使用和穿戴 PPE。然而，您也必须监督工人，检查他们是否理解培训内容、是否正确使用 PPE。

图 10 个人防护装备



呼吸防护设备

由于硅尘颗粒非常小，工人应使用能有效密封面部的密合型呼吸面罩。这意味着工人需要把胡子刮干净，或者只留不影响面部密封或呼吸阀的面部毛发。因为每个人的脸大小和形状都不同，所以没有“一刀切”的呼吸面罩。这意味着您还应该在工人开始多尘的工作前，测试每个工人的 RPE 密合程度。

如果工人想要蓄须，但面部毛发可能影响操作或者影响有效佩戴密合型呼吸面罩（如剪得较短的胡须），可能可以戴外罩较松的电动空气净化呼吸面罩。

呼吸防护设备密合度测试

密合度测试用于测量面罩和佩戴者面部之间的密封效果。

工人在首次使用密合型呼吸面罩前，应先通过呼吸面罩密合度测试，包括：

- 半脸一次性型
- 半脸可重复使用型
- 全脸可重复使用型
- 密合型电动空气净化呼吸面罩（PAPR）。

可以进行两种类型的密合度测试：

- 定性测试
 - 合格/不合格类型的测试，看佩戴者是否能尝到或嗅到测试剂
 - 只用于半脸型呼吸面罩
- 定量测试
 - 使用专门的设备来测量有多少气体泄漏进了呼吸面罩中
 - 用于半脸型呼吸面罩、全脸型呼吸面罩和 PAPR。

定量密合度测试结果比定性测试更客观，因为有些工人的味觉或嗅觉可能不准确。这可能导致“假合格”，工人的健康就没有得到充分保护。

建议使用定量方法对全脸型呼吸面罩和PAPR进行密合度测试。

所有密合度测试都必须由合格人士、制造商、供应商或顾问进行：

- 在工人第一次戴密合型呼吸面罩之前测试
- 每次向工人提供新厂牌或型号的呼吸面罩时
- 在佩戴者的面部特征发生变化而可能会影响密封时（例如体重大幅下降或增加）。

应根据风险评估的结果定期（如每年或每两年一次）重复进行密合度测试。

保存每一位工人密合度测试的书面记录，包括：

- 测试类型
- 呼吸面罩的厂牌、型号、类型和尺寸
- 测试日期和结果。

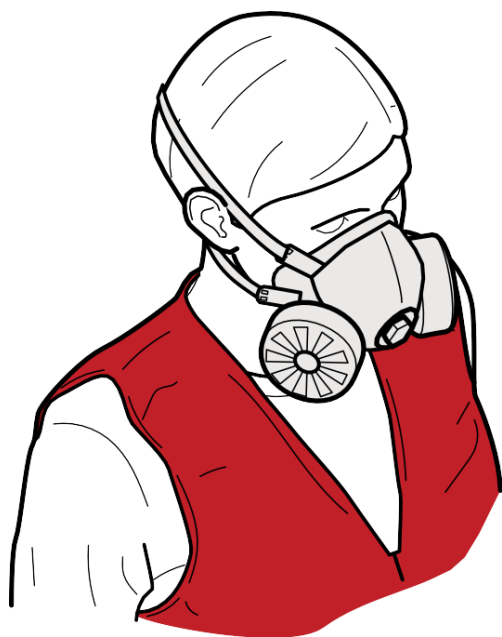
在密合度测试后，给工人签发密合度测试记录卡。

您必须为使用 RPE 的工人提供培训。这是为了确保工人能按照要求佩戴、使用和维护 RPE。培训必须由合格人士提供，例如顾问、公司内部的人员或 RPE 制造商或供应商的代表。

良好的 RPE 培训应包括：

- 为什么工作需要穿戴 RPE
- 什么时候工人应该并且必须穿戴 RPE
- RPE 的工作原理
- RPE 的局限性
- 如何正确穿脱 RPE
- 如何进行密合度测试
- 如何清洁和维护 RPE
- 何时以及如何更换过滤器
- 在不使用时，如何以及在哪里储存 RPE。

图 11 呼吸防护设备



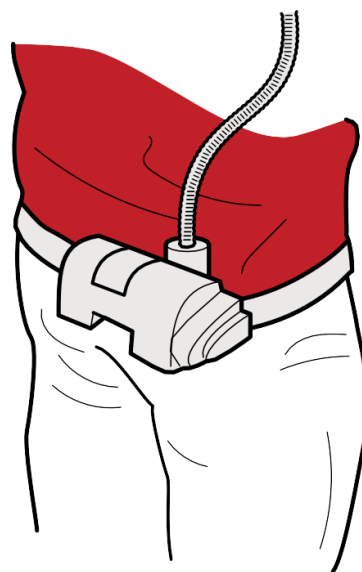
半脸可重复使用型呼吸面罩



全脸型呼吸面罩（过滤盒）



全脸型电动空气净化呼吸面罩（PAPR）



工作中接触含二氧化硅产品时使用的 PPE

呼吸防护设备不足以保护您的工人免受硅尘侵害。

由于人造石材制品的二氧化硅含量很高，必须采取综合管控措施来保护工人的健康，包括工程管控、隔离、工作实践、个人防护设备、工人培训和咨询。

建议使用手持供水设备的工人佩戴带装有 P3 级过滤器的全脸呼吸面罩或装有 P2 级过滤器的全脸 PAPR。

密合度测试非常重要，因为它能确保呼吸面罩正常工作并且能与工作所需的任何其他 PPE 舒适地同时穿戴。您可能需要向供应商或制造商寻求建议。

您选择的 PPE 还必须适合应对在接触含二氧化硅产品时可能出现的其他风险，例如：

- 护眼用品
- 围裙、靴子和手套
- 安全帽
- 个人听力保护用品。

如上所述，由合格人员对工人进行培训是必要的，您应该监督工人，确保工人理解培训内容并正确使用 PPE。

案例研究:石匠

一位石匠多年来一直在工作中接触天然大理石和花岗岩制品，花岗岩的二氧化硅含量为 25%。

公司请职业卫生师测量了该工人在工作初期的接触水平。该工人定期接受健康监测，包括每五年拍一次 x 光片。

通风排气系统确保了接触水平低于工作场所接触标准。

由于工业需求的增加，商业模式发生了改变，工人开始使用二氧化硅含量在 90%以上的人造石材产品。

在重新检查二氧化硅接触水平时，空气中的二氧化硅水平高于工作场所接触标准，需要对现有管控系统进行修改，以重新控制接触水平。

为了控制这一风险，采用了一套新系统，包括采用湿法切割和佩戴装有 P2 级过滤器的电动空气净化呼吸面罩。

更多信息请详见澳大利亚安全工作局（Safe Work Australia）网页：[个人防护装备](#)。

4.5. 检查管控

管理 WHS 风险是一个持续的过程，需要长期给与关注，特别是在有改变发生并影响到了工作场所活动的时候。

您所采取的管控措施应该定期检查，以确保措施有按计划发挥效用。您应该更频繁地检查高风险的管控措施。不要等到出了差错再检查。如有以下情况，您就必需要重新检查管控措施：

- 当管控措施无法有效控制风险时，例如：
 - 工人的健康监测报告结果显示有工伤或疾病

- 为工人进行健康监测的医生要求您重新检查管控措施
- 空气监测显示，空气中的硅尘达到或超过了工作场所接触标准的 50%
- 在工作场所发生重大变化之前，例如：
 - 工作场所本身发生改变
 - 工作环境的任何方面发生改变
 - 任何工作系统、程序或工艺流程发生改变
- 如果发现了新的危害或风险
- 如果在咨询中您的员工或 HSR 提出要求
- 如果 HSR 要求重新检查
- 至少每五年检查一次。

在检查管控措施时，可以使用与识别危害时相同的过程。请咨询您的工人和 HSR，并考虑以下问题：

- 管控措施的设计是否合理，在运行中是否有效？
- 管控措施是否造成了新的问题？
- 辨识出所有的危害了吗？
- 新工作方法、新设备或化学品是否有让工作更安全？
- 是否有遵循安全程序？
- 为工人提供的关于如何安全工作的指导和培训是否成功？
- 工人是否有积极参与识别危害和可用的管控措施？工人是否有公开提出健康和安全方面的顾虑，并及时报告问题？
- 随着时间推移，健康和安全事故发生的频率和严重程度是否有所降低？
- 如果出现了新的法规或新的信息，这是否意味着您当前的管控措施可能不再是最有效的了？

如果您发现了任何问题，请重新逐项检查您的信息，并就风险控制做出进一步的决定。

4.6. 更多信息：

更多有关在工作场所控制硅尘的信息，请详询您[本地的 WHS 监管机构](#)。