

# Clean Electronics Production Network

## 定性暴露评估

### 流程指南

2019 年 6 月

*Distributed in Collaboration with  
Responsible Business Alliance*



**Responsible Business Alliance**

Advancing Sustainability Globally

*Developed and owned by Clean Electronics Production Network an innovation network of  
Green America's Center of Sustainability Solutions*

## 简介

Clean Electronics Production Network (CEPN) 是一家多方利益相关者合作组织，致力于攻克电子产品供应链中复杂的工作场所健康安全挑战。该组织编制了《定性暴露评估 (QEA) 指南》，协助各公司评估工人在电子制造组装作业中，接触有害化学品的潜在风险。CEPN 是一个协作创新的平台，技术供应商、品牌、劳工和环境倡导者、政府及其他权威专家等多方利益相关者依托平台，共同努力，了解、解决和消除生产电子产品的工人接触有毒化学品的情况与问题。

各类工厂机构均可运用 QEA 工具，包括完全无评估工人暴露风险经验或经验较少的工厂。QEA 迅速明确了可能需要立即采取纠正措施的“高风险”化学品暴露作业，允许工厂针对最危险的情况运用有限资源，强化监督。此外，QEA 还为工厂提供了暴露评估计划的证明文书，在证明化学品管理程序合规时可能用到这些文书。

利用 QEA 的益处包括：

- **简单低成本：**QEA 涵盖了简单表格和详细说明，用于记录化学品使用情况、危害控制系统和工人任务。评估可由工业卫生专业知识有限的 EHS 人员完成。
- **减轻风险：**明确化学品暴露风险高的作业任务，否则它们可能被忽视。
- **改进：**得出总体风险等级结果，可用于决定必要控制手段、绩效提升及暴露风险缓解办法。
- **文书记录：**记录和完善化学品管理系统的关键要素，以便主动辨识风险和缓解方法。

本指南涵盖了 QEA 描述（含方法 4 大步骤）以及《QEA 数据收集表》填写示例（见附录 A）。空白的可编辑《QEA 数据收集表》将以单独文档的形式提供。

## QEA 概览

QEA 是在整合信息与判断基础上的工作场所暴露风险评估，而非依托工作场所采样/分析数据的严格定量分析。定性评估运用专业判断，根据所用化学品的物理和毒理特性，以及化学品使用场所/实践相关的信息，评估和管理化学制剂职业暴露。定性评估允许评估者针对潜在职业暴露情况制定初步决定，而不必执行 QEA。定量评估要求运用空气采样/分析技术，严格测量工作场所暴露状况。

“专业判断”一词意指风险评估基于环境、健康和安全管理（EHS）专业人员的评估，这类人员具备充足的教育、培训和知识条件，能够确定：

- a) 化学品的健康危害分类
- b) 化学品的物理/化学性质
- c) 工作场所化学品暴露控制手段的有效性

工作场所暴露控制手段包括工程控制、行政工作实践以及借助个人防护装备（PPE）防范化学品暴露。要准确开展定性暴露评估，就要基本了解工业卫生工作场所评估原则和实践。

## QEA 范畴

QEA 流程的使用范围仅限于涉及挥发性液体、蒸气或气体的工作场所作业。本 QEA 不得用于评估固体材料、非挥发性粉尘、物理危害、放射性或生物制剂的暴露风险。

## QEA 方法 — 4 大步骤

QEA 方法包括以下四个步骤。下一节中将详细介绍。

	步骤	描述	
定性 等级	步骤 1	明确所评估的制造工艺的单项流程步骤（即“作业任务”）	风险
	步骤 2	明确上述各制造工艺流程步骤（即“作业任务”）中使用的所有制造/加工材料（产品名称）	
	步骤 3	完成作业任务 QEA，确定潜在化学品暴露的定性风险等级	
	步骤 4	根据定性风险等级结果，确定建议/后续步骤	
QEA 将 所评估 项作业 的定性 等级， 分类如			确定的每任务风险等级下：

- **可接受：**定性风险等级为“微小”或“低”，表示现有暴露控制手段可以接受。可以假定员工对作业任务工艺化学品的暴露程度低于适用的职业暴露限制。**无需定量暴露测算。**
- **不确定：**定性风险等级评估结果为“中”，表示暴露可能性不确定。员工执行作业任务期间，化学品暴露程度可能超过适用的职业暴露限制。**为了更好地了解员工暴露水平，可能需要额外开展定量评估。**
- **不可接受：**定性风险等级评估结果为“高”或“非常高”，表示员工的暴露可能性超过适用的职业暴露水平。**需额外采取暴露控制手段，以减小员工化学品暴露的可能性。**

下文中的步骤 4 概述了将定性风险等级从“不可接受”或“不确定”降至“可接受”的化学品暴露控制策略建议。

## QEA 说明指南

## 步骤 1:

---

### 明确所评估的指定制造工艺的单项流程步骤（即“作业任务”）：

- 与工艺生产线经理、工艺工程师和员工面谈，获取必要信息，以明确作业任务特征，确定执行作业任务过程中的化学品暴露可能。与执行作业任务的员工面谈，要求其描述所有涉及工艺化学品的任务（包括准备工作、清洁、化学品处理或涉及化学品使用的维护活动中执行的任务）。要求员工描述其为防范化学品暴露而采取的任何防护措施。
- 检视制造标准操作程序、产品物料清单（BOM）或其他制造工艺描述，明确所有使用化学品的制造工艺（作业任务）（如制造加工材料/产品、粘合剂、结合剂、助焊剂、润滑剂、洗涤溶剂和工具维护产品）。
- 全面巡查作业现场，员工执行作业任务时在旁观察，以确保其充分了解化学品处理过程和化学品暴露可能性。
- 观察作业现场运用哪些暴露控制手段，管控作业任务期间的员工工艺化学品暴露情况，如工程控制、行政控制或使用个人防护装备（PPE）。
- 在《QEA 数据收集表》中记录发现（示例见附录 A；空白可编辑表格以单独文档的形式提供）。

### 作业任务描述：

- **生产线/制造工艺：**记录被评估的生产线或制造工艺的名称。
- **作业任务名称：**记录被评估的作业任务的名称。
- **作业任务规范编号：**记录作业任务的规范（规范编号）或工序编号。
- **作业任务工作站描述：**简要描述工作站和制造设备。
- **作业任务描述：**简要描述员工在完成作业任务期间，在工作站执行的涉及化学品使用处理的作业活动。
- **作业任务时长、频次、可变性：**描述涉及相应化学品的作业任务的作业时长、频次和可变性。

### 职位

- **执行作业任务的员工所在职位：**说明所有执行作业任务并面临类似化学品暴露风险的员工所在的职位。
- **执行作业任务的职位员工人数**

## 暴露控制

- **工程控制手段：**描述为控制员工化学品暴露而采取的工程控制手段（如工艺围蔽、局部排气通风、房间整体排气等）。
- **行政控制手段：**描述为控制员工化学品暴露而采取的行政控制手段（如生产限制、作业任务轮换、化学品使用率限制等）。
- **个人防护装备：**描述员工在作业任务中使用的任何个人防护装备（PPE）（如化学防护手套的名称和类型、防溅化学护目镜、耐化学品围裙、化学防护服、化学防护靴、呼吸防护装备的名称和类型等）。
- **记录/观察内容：**酌情描述作业任务中涉及化学品暴露控制或员工化学品暴露可能性影响因素的其他任何工作场所观察结果。

## 步骤 2

---

明确上述各制造工艺流程步骤（作业任务）中使用的所有制造/加工材料（产品名称）：

- 围绕被评估的作业任务期间用到的所有工艺材料，获取符合全球化学品统一分类和标签制度（GHS）格式的安全数据表（SDS）。
- 在《QEA 数据收集表》中记录制造工艺化学品信息（化学品制造商名称和化学品名称）（示例见附录 A；空白可编辑表格以单独文档的形式提供）。

### 化学品库存：

- **作业任务期间使用的化学品（化学品制造商名称、化学品名称）：**列出作业任务期间使用的生产用化学品。包括制造商名称和化学品名称。
- **作业任务期间化学品的使用率：**提供作业任务期间使用的化学品的数量和使用率信息。

## 步骤 3

---

完成作业任务 QEA，确定潜在化学品暴露的定性风险等级：

### A) 确定健康影响评级：

为了表明化学品的固有毒性，参照表 1 确定健康影响评级的 0-4 级划分。为化学品的健康影响评级打分时，应当考虑相关的急性和慢性毒性数据。评分应依据化学品的 GHS 健康危害分类或已发表的毒性测试结果（如 GHS 急性毒性、GHS 致癌性、GHS 生殖毒性、经口半数致死量、吸入 4 小时半数致死浓度等）。

检视产品安全数据表 (SDS)，确定产品/混合物的联合国全球化学品统一分类和标签制度 (GHS) 健康危害分类\*。SDS 第 2 节 (危害辨识) 和第 11 节 (毒理学信息) 中列出了化学品的 GHS 健康危害分类和毒性信息。若 SDS 中未纳入 GHS 健康危害分类，或者相关信息不充分，无法确定 GHS 健康危害分类或健康危害等级，可能需要联系化学品制造商，了解更多毒性信息。

若化学成分信息属于商业机密信息或专有成分，未在 SDS 中显示，请联系化学品供应商/制造商，以开展员工化学品暴露评估为目的，索取化学成分信息。为了获取化学成分信息，可能需要与化学品制造商/供应商签订保密协议。若 GHS SDS 中表明了 GHS 健康危害分类，则无需寻求披露所有专有成分，因为参照 SDS 中列出的 GHS 健康危害分类即可决定 QEA 健康影响评级。

若化学品属于混合物 (含有两种或以上化学成分)，则健康影响评级需基于混合物的毒性。参照 GHS 分类<sup>1</sup>，详细了解混合物的 GHS 健康危害分类指南。

---

<sup>1</sup> 联合国全球化学品统一分类和标签制度 (GHS)

[http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev07/English/ST\\_SG\\_AC10\\_30\\_Rev7e.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev07/English/ST_SG_AC10_30_Rev7e.pdf)

表 1

健康影响评级	GHS* 急性毒性	GHS 致癌性或生殖毒性	GHS 皮肤刺激性、腐蚀性或严重眼损伤	GHS 呼吸道过敏	GHS 皮肤过敏	GHS 生殖细胞诱变剂	GHS 特异性靶器官毒性—单次或反复暴露	经口半数致死量 (LD50) (mg/kg)	吸入 4 小时半数致死浓度 (LC50) (ppm)	描述
0								> 2,000	>20,000	接近无毒
1	类别 4 							>300 且 ≤ 2,000	>2500 且 ≤ 20,000	轻微毒性
2	类别 3 		类别 3 				类别 3 	> 50 且 ≤ 300	>500 且 ≤2500	中等毒性
3	类别 2 	类别 2 	类别 2 			类别 2 	类别 2 	>5 且 ≤ 50	>100 且 ≤500	高毒性
4	类别 1 	类别 1A 和 1B 	类别 1 	类别 1A 和 1B 	类别 1 	类别 1A 和 1B 	类别 1 	≤ 5	≤100	剧毒

## B) 确定暴露评级:

暴露评级（0-4）基于相应化学品的蒸气压、现行工程/行政暴露控制手段以及被评估作业任务期间的潜在化学品暴露频次/持续时长。暴露评级由以下三个变量的单项评级乘积决定：分散性评级、控制等级评级和频次/时长评级。

### B-1 分散性评级:

检视产品 SDS 第 9 节（化学和物理特性），了解化学品/混合物的蒸气压。若加工材料是不同化学成分的混合物，则了解或计算混合物的蒸气压。

分散性评级	20 °C 下的蒸气压	
<b>1</b>	<25 mmHg	33 mbar
<b>2</b>	25 - 100 mmHg	33 - 133 mbar
<b>3</b>	100 - 250 mmHg	133 - 333 mbar
<b>4</b>	>250 mmHg	> 333 mbar

### B-2 控制等级评级:

根据采用的化学品暴露控制手段，确定控制等级：

控制等级评级	控制等级
<b>0</b>	封闭系统；释放到作业环境的可能性最小
<b>1</b>	半封闭系统；在确定点有释放可能；已在确定点实施有效的工程控制
<b>2</b>	开放系统；已实施有效的工程控制，遏制/清除空气中的污染物。有效运用行政和 PPE 控制手段
<b>3</b>	开放系统；一定程度的工程控制
<b>4</b>	开放系统；暴露控制不力或无控制

### B-3 频次/时长评级

根据任务的持续时长和执行频次（如每月、每月不到一次或每天）确定频次/时长评级。

作业任务时长	作业任务频次		
	>1 次/月	>每天/<每月	每天
<15 分钟	1	1	1
15 分钟 - 1 小时	1	2	2
1-2 小时	1	2	3
2-4 小时	1	3	4
>4 小时	1	4	5

### B-4. 计算暴露评级

将“分散性评级”、“控制等级评级”和“频次/时长评级”相乘，得出“总乘积”（即“分散性评级” x “控制等级评级” x “频次/时长评级” = “总乘积”）。

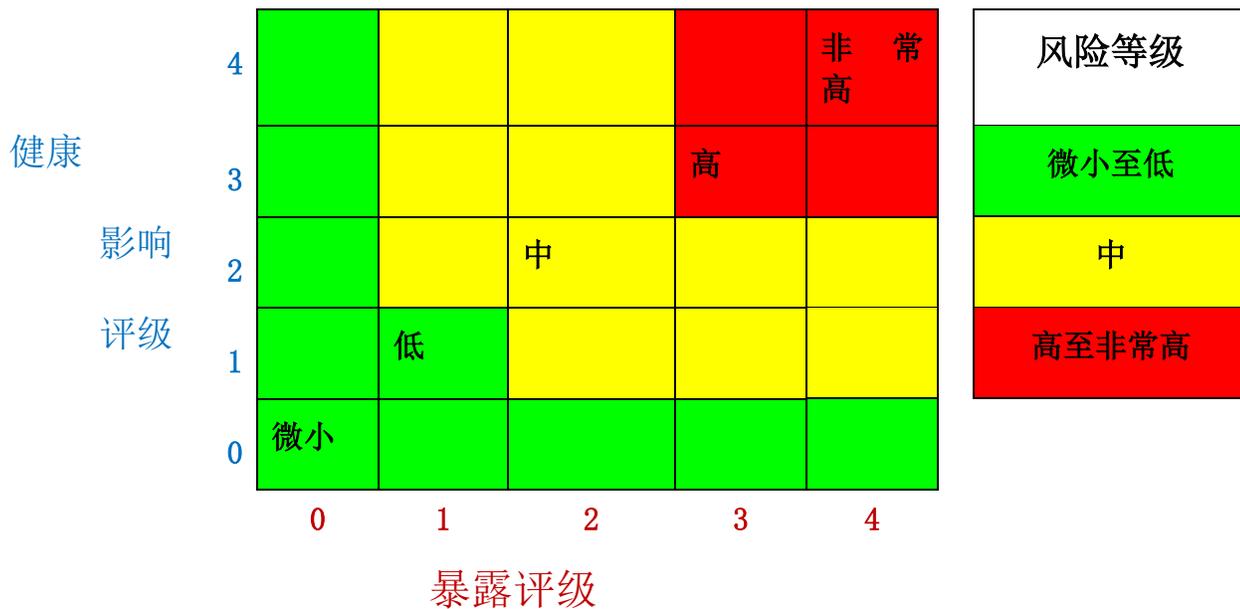
根据总乘积确定暴露评级（0-4）：

总乘积	暴露评级
<10	0
10 - 20	1
21 - 30	2
31- 40	3
>40	4

### C) 确定定性风险等级：

使用步骤 A 和步骤 B 得出的健康影响和暴露评级结果，借助定性风险等级矩阵，确定定性风险等级（即微小、低、中、高或非常高）。

## 定性风险等级矩阵



- 在《QEA 数据收集表》中记录健康影响评级、暴露评级和定性风险等级计算结果（示例见附录 A；空白可编辑表格以单独文档的形式提供）。

## 步骤 4

根据各项被评估作业任务的定性风险等级结果，确定建议/后续步骤：

**可接受：**定性风险等级为“微小”或“低”，表示现有暴露控制手段可以接受。可以假定员工对作业任务工艺化学品的暴露程度低于适用的职业暴露限制。**无需定量暴露测算。**

若工艺化学品随时间发生变化，或暴露控制手段改变，应重复开展定性风险评估，以确保修订后的作业任务仍然属于“微小”或“低”风险类别。

**不确定：**定性风险等级评估结果为“中”，表示暴露可能性不确定。员工执行作业任务期间，化学品暴露程度可能超过适用的职业暴露限制。**为了更好地了解员工暴露水平，可能需要额外开展定量评估。**

为将定性风险等级降至“可接受”，工厂可选择采用额外暴露控制手段（如下所列），代替 QEA。此时需要开展新的定性风险评估，确认额外的暴露控制手段足以将风险级别降至“可接受”。

**不可接受：**定性风险等级评估结果为“高”或“非常高”，表示员工的暴露可能性超过适用的职业暴露水平。**需额外采取暴露控制手段，以减小员工化学品暴露的可能性。**

应当实施额外的暴露控制手段（如下所列），以减小员工化学品暴露的可能性。

## 暴露控制建议

用于减轻员工化学品暴露的额外暴露控制策略包括：

- 改造制造工艺

- ✓ 改造工艺，避免在制造工艺中使用危险化学品/产品。
- ✓ 以毒性较低的化学品替代危险化学品。
- ✓ 以有害成分占比较低进而毒性也较低的化学品替代危险化学品。
- ✓ 以蒸气压较低的替代生产材料替代危险化学品。
- 工程暴露控制
  - ✓ 安设工艺围蔽装置（不开放使用化学品）
  - ✓ 安设局部排气通风装置
    - 局部通风围蔽
    - 局部集烟罩
    - 局部排烟机
- 行政暴露控制
  - ✓ 使用个人防护装备（PPE），防止员工化学品接触/暴露
    - 皮肤防护
      - 抗化学腐蚀手套
      - 化学防护服（如耐化学品围裙、防护袍）
      - 抗化学腐蚀鞋靴
    - 眼部/面部防护
      - 防溅化学护目镜
      - 化学面罩
    - 呼吸防护装备
      - 供气式呼吸器
      - 空气净化呼吸器
      - 注：依靠呼吸防护手段控制职业暴露时，需实施全面的呼吸防护计划。可能需要测算工作场所的定量暴露状况，以确保使用选定呼吸器足以控制员工暴露。
      - 有关实施全面呼吸防护计划的其他资料请见以下网址：
        - 美国 OSHA 呼吸防护指南  
<https://www.osha.gov/SLTC/respiratoryprotection/guidance.html>
        - 美国 NIOSH 呼吸防护选择  
<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2005-100/pdfs/2005-100.pdf>
        - 全球呼吸防护计划面临的共同挑战  
<http://www.oh-2018.com/files/2017/05/Session-15a-McCullough-27.04.17-14.25.pdf>

- 在《QEA 数据收集表》中记录健康影响评级、暴露评级、定性风险等级计算结果以及建议/纠正措施（示例见附录 A；空白可编辑表格以单独文档的形式提供）。
- 针对作业任务期间使用的每项化学品逐一评定定性风险等级。

## 附录 A 《QEA 数据收集表》填写示例

每项作业任务均须接受定性暴露评估。每项作业任务对应使用一份《QEA 数据收集表》。

### 作业任务描述

生产线或制造工艺名称: XYZ 笔记本电脑生产

作业任务名称: 显示屏装配

作业任务规范编号: XYZ 123456

#### 作业任务工作站描述:

工作站包括工作平台。工作站配备了可移动式放大镜, 内置工作灯。零部件箱位于桌面上。员工坐在工作台前的椅子上, 工作台的桌面上放有两个溶剂分配泵筒 (容量均为 50 毫升)。散装溶剂容器 (1 升瓶) 存放在工作站附近的易燃品贮藏柜中。带盖的废溶剂桶位于工作台下方地面上。零部件箱中存放着每管 20 毫升的 Ace Superglue 粘合剂。

#### 作业任务描述:

员工将液晶显示屏安装在上盖上, 将扁平接插件连接至液晶显示屏。员工用浸透清洁剂 (丙酮) 的擦拭布擦拭上盖外周 (液晶显示屏周围)。使用溶剂分配泵筒向擦拭布上分配清洁剂。清洁剂蒸发后, 员工打开一管 2 毫升的 Ace Superglue 粘合剂, 将粘合剂的胶珠涂抹在液晶显示屏外周。员工将玻璃外屏盖在粘合剂上。干燥 1 分钟后, 员工使用除胶溶剂 (苯) 将玻璃周边多余的粘合剂除去。员工将废溶剂擦拭布放入废溶剂桶。员工在工作站上手动补充溶剂分配泵筒, 将散装容器中的溶剂倒入分配泵容器。

#### 作业任务时长、频次、可变性:

向笔记本电脑上盖装配一个 PC 玻璃外屏约需 5 分钟。员工每小时加工 12 台。员工每天工作 8 小时, 完成系统任务。员工上下午各休息 15 分钟。员工午餐时间 30 分钟。每天轮班时间 9 小时, 包括休息时间。员工每周工作 6 天。员工之间的工作流程差异很小。

## 职位描述

执行作业任务的员工所在职位：2 级制造技工

执行作业任务的员工人数：50

## 暴露控制

工程控制手段：

工作站位于工厂车间。工厂车间安设空调（22℃，50% 相对湿度，暖通空调系统提供 10% 补风）。工作站无局部排气（仅有工厂车间整体排气设施）。

行政控制手段：

无

个人防护装备（PPE）：

护目镜、抗化学腐蚀手套品牌：Ajax 型号 XYZ，乳胶，8 英寸袖长，厚度 1 密尔

先前任何定量暴露评估发现的记录/观察内容或结果：

涂抹粘合剂清洁剂以清除废粘合剂时，以及用散装溶剂瓶补充溶剂分配泵筒期间，溶剂均散发气味。员工们表示班次结束时眼部感到不适，他们认为原因在于使用溶剂。

## 化学品库存

作业任务期间使用的化学品：化学品制造商名称、化学品名称：

- 1.) Ace 化工公司，试剂级 99% 丙酮
- 2.) Ace 化工公司，试剂级 99% 苯
- 3.) Ace 化工公司，Ace Superglue 粘合剂

作业任务期间化学品的使用率：

清洁每台产品使用 10 毫升丙酮（每个班次使用 1.2 升）  
清洁每台产品上的废粘合剂使用 20 毫升苯（每个班次使用 2.4 升）  
每台产品涂抹 2 毫升 Ace Superglue 粘合剂（每个班次使用 24 毫升）

## 定性暴露评估风险等级

化学品名称 (1): Ace 化工公司, 试剂级 99% 丙酮

健康影响评级: 0 级, 基于 LD50 大鼠经口 - 5,800 mg/kg

暴露评级计算结果: 4 级, 基于暴露得分 45 分

- 蒸气压: 184.0 mmHg
- 分散性评级: 3
- 控制等级评级: 3
- 频次/时长评级: 5

总体风险等级: 微小

- 微小至低 / 可接受
- 中 / 不确定
- 高至非常高 / 不可接受

建议/今后行动:

工艺操作及填充溶剂分配罐期间并无丙酮过量暴露的可能性。建议将手套类型改为耐丙酮的抗化学腐蚀手套 (丁基橡胶, 最低厚度 2 密尔)。

化学品名称 (2): Ace 化工公司, 试剂级 99% 苯

健康影响评级: 4 级, 基于 GHS 致癌性类别 1

暴露评级计算结果: 4 级, 基于暴露得分 45 分

- 蒸气压: 25 °C 100 mmHg
- 分散性评级: 3
- 控制等级评级: 3
- 频次/时长评级: 5

总体风险等级: 非常高

- 微小至低 / 可接受
- 中 / 不确定
- 高至非常高 / 不可接受

建议/今后行动:

着手寻找不含苯或其他致癌/生殖毒性成分的替代除胶清洁剂。改用替代材料前, 安装局部排气装置, 清除涂抹时散发的气态苯。在适用于溶剂的通风罩中, 将散装苯倒入溶剂分配器或溶剂容器。使用经 NIOSH 或同等认证的防苯呼吸防护装置。开展定量工业卫生评估, 确定局部排气通风和呼吸防护措施的充分性。向工厂厂长告知潜在的苯暴露情况以及纠正措施建议。

化学品名称 (3): Ace 化工公司, Ace Superglue 粘合剂

健康影响评级: 0 级, 基于 LD50 > 5000 mg/kg

暴露评级 计算结果: 1 级, 基于暴露得分 15 分

- 蒸气压: < 0.2 mm Hg
- 分散性评级: 1
- 控制等级评级: 3
- 频次/时长评级: 5

总体风险等级: 微小

- 微小至低 / 可接受
- 中 / 不确定
- 高至非常高 / 不可接受

建议/今后行动:

无 Ace Superglue 化学成分过量暴露的可能性。建议将手套类型改为耐丙酮手套 (丁腈橡胶, 最低厚度 2 密尔)。

如有必要, 为任务期间使用的其他化学品额外添加风险等级评估结果。

评估人姓名: John Smith

评估日期: 2018 年 3 月 29 日