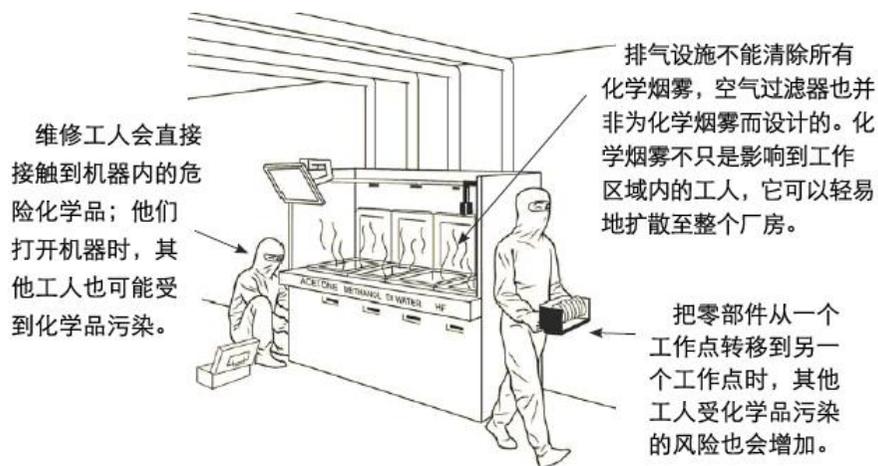


电子产品的制造——概述

从电脑、手机、电视到玩具，我们每天使用的各种电子产品都是由电子厂工人生产的。电子厂的生产过程既快速又紧张。工人经常在长时间工作中不断重复同一动作，因而出现筋肌劳损。但电子业中最危险的工作，要数那些会接触到化学品的岗位。

电子业使用成千上万种化学品，其中大部份不但对人体有害，也会污染工厂所在地的河流、空气和土地。即使化学品在封闭式的机器内或受管制的范围内使用，远离大部份工人，但工人的健康仍然可能在不直接接触或使用化学品的情况下受到影响。因为少量化学品可通过以下几种方式释放出来：

- 丨 从机器泄漏，并在空气过滤系统中循环流动；
- 丨 工人将制品从一部机器搬到另一部机器时，化学品可能泄漏；
- 丨 化学品可积聚在工厂内外的废料系统和水系统；
- 丨 工人在清理和维修机器时，因接触机器内的化学品而患病。



电子行业 化学品危害（简表）

A. 制造晶圆

	工序	化学品/状态	影响	备注
1	切割晶圆	切削液/液体、烟雾	皮肤感到刺激、发痒；发热；出疹；吸入烟雾导致哮喘	
2	清洗晶圆	丙酮、甲醇	皮肤干燥、刺痛、发热	
		过氧化氢、氢氧化氨		防护手套：丁基橡胶
		氢氟酸		防护手套： 外层—氯丁橡胶 内层—丁腈橡胶 被烧伤的急救药品： 葡萄糖酸钙凝胶

B. 制造芯片

	工序	化学品/状态	影响
1	“绘画”图案	光阻剂	皮肤、眼睛、鼻、喉咙不适；长期接触→胃、肝、肾出现问题
2	湿蚀刻	硝酸、乙酸、氢氟酸	
3	干蚀刻（即等离子蚀刻、电浆蚀刻）	氟化氢	
4	“种植”、“沉积”薄膜	氯化氢（磊晶技术）	
		砷化氢、磷化氢、二硼烷、硼（掺杂剂）	昏厥、麻痹、呼吸困难
5	金属喷镀	铬、铅、镍等金属	

C. 制造印刷板

	工序	化学品/状态	影响	备注
1	纤维板	玻璃纤维粉末	皮肤刺痛、擦伤	
2	电镀	电镀液体 / 金属烟雾	金属烟热: 头痛、发烧、发冷、肌肉酸痛、呕心、呕吐、虚弱、疲倦	这些症状与感冒相似, 易导致工人误会。
3	印码	油墨		
4	移除光阻剂	碳酸钾、一水碳酸钠		
5	移除铜	氯化铜、氯化氨		工人应佩戴耐酸衣物、眼罩、口罩; 每天更换手套
6	涂上防焊漆	环氧树脂、钾		

D. 元件安装

	工序	化学品/状态	影响	备注
1	焊接	助焊剂 (含树脂溶剂、酸性化学品)、焊接剂 (锡或锡及铝的混合剂; 无铅的铜金属材料)	可导致哮喘; 头痛、流鼻血、呼吸困难、喉咙痛、眼睛不适、出疹	无铅的焊剂可能危害更大
2	检测	含镍腕带	皮肤敏感	

E. 产品装配

	工序	化学品/状态	影响	备注
1	塑料机壳 (化学成分)	阻燃剂 (含溴、磷、氟)		欧盟已禁止含溴阻燃剂
2	铝机壳	铝粉尘	可导致爆炸、铝尘肺	
3	电池	镍、镉、锂、汞等		
4	电线、电缆	聚乙烯、聚氯乙烯	释放的气体可令鼻、咽喉、肺、皮肤不适	

一、危害，从原料开始

电子产品所用的原料，其开采过程往往就已浸透了工人和其他人民的血泪——

电子业使用的铂、锡、钨、金、银、铜、钨钽和钴，都是从非洲和亚洲国家开采的。

矿石和金属的供应涉及很复杂的矿场经营分包制度。一些小型、非正规的矿场由武装集团经营，多数没有向政府登记。武装集团从中获利，来资助他们国家的内战。因此，这类矿产常被称为“战争矿产”或“血矿”。

控制这些矿场的帮派或“合法”企业，大多通过暴力取得和维持对矿场的控制。而矿场的工作和生活条件，可用“奴役”来形容。

其中典型的奴役状况：

- n 很多矿工在暴力威胁下被迫在矿场工作；
- n 部份人则因欠债而被迫在矿场工作；
- n 有工人听说矿场工资高，前来找工作，发现被骗时已难以逃离矿场；
- n 不时有些儿童也会被迫在矿场劳动；
- n 成年或未成年女工每天都面对性暴力的威胁；
- n 矿场里很多人死于暴力、意外事故和尘肺等职业病。

虽然存在上述状况，但因政府和警察都受制于矿场主和他们的武装集团，使矿工们求助无门。



同时，矿场周边的居民不仅亲眼家园因矿场而受到破坏和污染，还时常受到暴力威胁。当矿藏穷尽后，经营矿场的人便离开，遗留下受尽污染且不能耕种的土地和水源。这一切都使周边居民深受其害。

一些民间运动针对金属和矿产的买家、电子厂和电子产品的品牌制造商，要求他们向矿场的生产环境负责。“取回电子产品运动”（Take IT Back Campaign）、“好电子”（Good Electronics）和非政府组织联盟，便跟电子业组成的团体如“电子产业公民联盟”（Electronic Industry Citizens Coalition - EICC）和“全球电子可持续性倡议会”（Global e-Sustainability Initiative - GeSI）以及各国政府和联合国合作，为电子业供应链不同环节——从矿场到回收——带来的问题寻求解决办法。他们向电子厂商施压，要他们拒绝跟侵犯基本人权的矿场做生意。基本人权包括合理工资、没有强迫劳动或童工，健康、安全的生产及合适的环境保护措施。他们同时向电子商施压，要他们想办法减少使用和增加回收原料。

要知道如何能减少采矿对健康和环境的破坏，请参阅《环境健康社区指引》（A Community Guide to Environmental Health）第21章“采矿与健康”。

二、晶圆¹

不论是什么电子产品，生产过程第一步就是制造薄薄的硅晶圆片（晶圆）。它是所有设计和电子连接的基础。工人将原料硅²放进容器中熔解，加工成长柱状的结晶棒（锭），再锯成一片片薄薄的晶圆。

锯片旋转切割晶圆时，为了防止过热，会在锯片上滴注切削液。锯片旋转时，切削液会溅到地上或旁边的人身上，还会产生烟雾。烟雾会影响人体，或进入肺部。

切割晶圆的过程存在着多种职业危害：

- | 金属切削液对健康的危害
- | 一旦皮肤接触到这液体或烟雾，你会感到皮肤刺痛、发痒、发热、出疹甚至皮肤刺痛。
- | 烟雾也可能引致呼吸问题。部份人吸入烟雾，会感到呼吸困难，出现哮喘症候或者其它长期的呼吸问题。
- | 锯片开动时很吵，会导致听力问题，应多了解噪音危害。

在这种场所工作的工人，面对的另一个风险是滑倒。虽然不同机器的渗漏情况各异，但这种场所总是湿漉漉的。要避免跌倒，工人应穿上防滑鞋。他们还应戴上防止吸入切割液和烟雾的面罩。

¹ 晶圆（wafer），又译“晶圆片”，即单晶硅片，通常是圆的。把晶圆切割成许多“方形”的晶粒，经过加工、封装、测试等过程后，即为芯片（chip）。“chip”，在大陆译作“芯片”，在台湾则译作“晶片”。

² 即从硅砂中提炼出粗硅，再加氯气高温还原制成的纯硅。



如果你出疹，有呼吸困难，或有其它你认为跟金属切削液有关的健康问题，你应找一本笔记本，建立自己的“健康档案”，记下你何时被液体溅到或吸入烟雾，以及后来出现的症状。利用这本“档案”，追踪和报告跟工作安排相关的问题，要求厂方改善相关措施和提供必需的防护装备。一旦你因为受化学品污染而在未来患病，这本“档案”可以帮助你争取医疗上的权益和赔偿。

清洗晶圆

要把切割好的晶圆弄平滑，需要几个化学程序，由工人在工厂里称为无尘车间（或洁净车间）的地方进行。由于晶圆十分敏感，很小很小的尘埃也可能损坏它，所以无尘车间必须非常清洁。工人穿着保护衣物，戴上口罩，另外还穿上脚套、头套、手套和眼罩。他们要通过一条通道才能进入无尘车间。所有这些措施，都是为了确保无尘车间一尘不染。主管有时告诉工人，这些装备是为了保护他们不受化学品伤害，但其实这些装备真正的目的，是为了保护晶圆不受工人污染！

清洗晶圆的方法，最常见的是浸洗。工人将晶圆放进盛有不同化学品的盆中浸洗，从一个盆转移到另一个盆之前，晶圆会放进装水的盆中冲洗。

在早期投产的生产线以及规模较小的工厂里，清洗晶圆的工序是手工操作的——工人将一盘盘晶圆放进盛有化学溶液的盆内。现在工厂已将清洗晶圆和抛光的工序机械化，由机器将晶圆

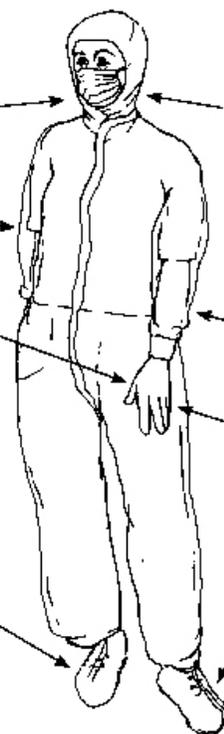
谁受到保护？

保护芯片的装备

- 薄薄的纸或布口罩保护芯片不受工人的口水污染。
- 保护衣遮盖工人皮肤，避免工人皮肤接触到芯片。
- 针对不同的化学品，使用不同的手套。
- 鞋套防止工人的鞋污染芯片。

保护工人的装备

- 薄薄的纸或布口罩不足以防止工人受化学品污染。正确使用有过滤和呼吸装备的口罩，也许可以让你得到保护。维修工人任何时候都应使用有呼吸装备的口罩。
- 薄薄的塑料保护衣不能防止工人被烧伤；必须使用能抵挡酸性化学品的保护衣、围裙和手袖。
- 某些塑料比其它塑料容易溶解；必须确保手套能防止你受到正在使用的化学品伤害，详见本书。
- 橡胶或皮制的鞋可能可以保护你免受泄漏的化学品伤害。好的橡胶鞋底能让你避免滑倒。



穿着保护衣物并不代表你受到保护。

放进化学溶液中。操作员将一盘盘晶圆放进机器，关上门，然后从外面控制机器。晶圆浸洗过后，工人会打开机器的门，将晶圆取出，检查后再送到光掩膜（光罩）机。因此，晶圆浸洗时产生的烟雾，这时会随着取出的晶圆一起飘到机器外。



没有人告诉我们这些化学品会致癌！

我是在美国加州一家生产商用仪器的工厂里工作多年的工人。当年罐头厂从我居住的地区搬走后，我跟大部份朋友及邻近居民都在电子厂找到工作。我们负责用溶剂清洗晶圆。几年后，我怀孕了，并且一切看来正常。厂方告诉我们无尘车间很安全，孕妇可在那里工作。而医生也没有过问我的工作状况。

我儿子出生时，头很小，但没有人表示担忧，我也不担忧。此后，他的身体渐渐发育，智力却停滞不前。起初，我寄望医生可以治疗他，让头骨长大，脑部发育。但他们告诉我，孩子在我肚子里时，脑部已经停止了发育，头骨也因此不再生长。为此我不停询问：“为什么这种事情发生在我身上？”

后来，我得知是工厂的化学品影响了胎儿生长，而工厂与制造这些化学品的公司其实早就清楚这些风险。我的儿子在成长中，需要很多支持才能生存下来。听说其他女工同样发现子女出时存在先天残疾。我因此感到很愤怒。为什么工厂这样对待我们？他们偷走了我们孩子的生命；明知这样，他们竟然还若无其事地活着？

故事分享

操作封闭式的机器，当然比直接用手将晶圆放进化学溶液好，但这种生产方式仍然给工人的健康带来很多问题。尤其是它制造了一个假象，让人以为生产范围是安全的，但事实却非如此。为了确保它们没有泄漏气体，这些封闭式的机器需要定期检查，而操作、清洁和维修机器的工人，必须受到保护。

在不同的电子厂，溶液盆里所装的化学品不同。常见的溶剂有丙酮和甲醇，其用途是溶解原料。不同的溶剂用来溶解不同的东西，它们各有所长，溶解力各异，危险程度不一。接触或暴露于溶剂，是电子业工人所面对的最常见危害之一。

在浸洗和吹干后，需要把晶圆放进水、过氧化氢和氨水（Ammonia Water）的混和液中洗涤，然后再冲洗，吹干。最后一轮的化学溶液是氟化氢溶液，名为氢氟酸。氢氟酸可以通过皮肤、眼睛、鼻子和口进入人体。受到氢氟酸影响的症状不会立即出现，通常是在造成伤害后才见到症状。



急救

氢氟酸烧伤紧急护理

氢氟酸烧伤引致的症状可能不会立即出现，但造成的创伤比其它酸性化学品或溶剂来得严重，烧得更深。工厂应在每个使用氢氟酸的车间备有葡萄糖酸钙凝胶。一旦你被氢氟酸溅到，要立即用水冲洗溅到的部位，脱下该部位的衣物和装备，涂上葡萄糖酸钙凝胶（不论你是否感到被烧伤），并立即前去诊所。如果没有葡萄糖酸钙凝胶，就要不断用水冲洗溅到氢氟酸的部位，直至你见到医生。你也可以用冰袋令烧伤速度减缓。医生会用葡萄糖酸钙浸泡和遮盖受影响的部位。如果情况严重，医生可能会直接将葡萄糖酸钙注入烧伤的部位。³

³ 可参阅 Where There is No Doctor (《在没有医生的地方》)，第 96-97 页。

触碰到化学品或给溅到

清洗芯片的工人需要避免触碰到化学品和避免让化学品溅到。如果溅到，即使只是一点点，也必须立即用水冲洗溅到的部位，脱下所有溅到化学品的衣物或装备。任何碰过化学品的仪器，未清洗前切勿使用。如果你触碰到丙酮、甲醇、氨水（阿摩尼亚），你会感到皮肤干燥、刺痛和发热，应立即到诊所检查。过氧化氢（双氧水）烧伤的症状可能不会立即出现，因此，如果你给过氧化氢溅到，即使你没有什么感觉，也应该立即用水冲洗溅到的部位，并脱下所有保护衣物。

如果你或你的同事给化学品溅到，不论你们是否受伤或是否去了诊所，也必须将情况记录在你的“健康手册”内。

☉ 手套

跟雇主、职业安全委员会或其他工人合作，一起了解你的工作会接触到什么化学品，并且应该戴上哪种手套作为防护。跟化学品的生产商联络，索取你使用的化学品的“物质安全说明书”（简称MSDS）。

大部份防护装备的设计，是针对意外受到化学品污染的情况的。但在电子厂，工人在日常工作中经常接触到化学品。比如，工人用手将装有晶圆的容器放进化学品里。在这种情况下，一般的防



护装备不足以保护工人。你应每天更换手套。如果你必须重复使用同一双手套，每次戴上手套时，应当谨记检查手套有无破损。你可以通过目测看到较明显的破损，但要知道手套是否有微细的洞，你必须给手套灌水，然后将手套从腕部紧紧地向手指方向卷折。如果有水喷射出来，或者手套变色，又或者手套变得比新用时坚硬，那就把它丢掉，换一双新的手套。

针对不同的化学品使用不同的手套：

化学品	手套类别	备注
氢氟酸	氯丁橡胶外层手套和丁腈类橡胶内层手套	丁基橡胶手套有助抵挡大多数的酸性化学品和溶剂，如乙醇（酒精），对过氧化氢的防护性最好。
酸性化学品	天然乳胶手套	有些人对天然乳胶有敏感反应，如果你有敏感但又必须使用天然乳胶手套，你可以在里面戴上棉质手套。
纳米粒子	戴上最少两双丁腈类橡胶手套	不要使用棉手套。

化学烟雾

为了保护芯片，无尘车间的空气不断被过滤处理，以清除空气里的尘埃和其它粒子。空气会进入排气口，通过过滤器，然后重新排入无尘车间。但是，化学品还会产生烟雾和蒸汽，而过滤器设计并非针对这些烟雾和蒸汽的。含有化学烟雾的空气会被重新排进无尘车间。一天下来，无尘车间的空气含有的化学品会越来越多。如果不戴上合身和设有合适过滤装置的面罩，工人会吸入含有化学烟雾的空气。

我们通常看不到也嗅不到化学品释放的烟雾，因此往往不知道自己已经受到化学品污染。吸入化学品的烟雾会令你的鼻、喉咙和肺部受损。如果某些化学品通过你的肺部进入血管，你身体的其它部份也可能受损。很多溶剂对男性和女性的生殖健康有害。

无尘车间利用强力的排气和抽气设施来除去工作环境里的烟雾，但即使排气设施非常靠近浸洗晶圆的盆，都不可能排走所有烟雾。在这儿工作的工人，需要针对所使用的化学品，戴上合适的防护罩。由于工人会同时或在同一地点使用多种化学品，他们所戴的防护罩必须能抵挡最危险的烟雾。要知道哪种防护罩能帮助你避免受到哪种化学品污染，你可以阅读“物质安全说明书”(MSDS)。

化学烟雾对肺部造成的伤害

如果你吸入用来清洗晶圆的溶剂，比如氨水(阿摩尼亚)和丙酮，你会患上化学性肺炎。肺炎是肺部受到刺激，出现炎症反应时的状态。当你的肺部出现炎症反应，吸入氧气时会有困难。你可能会感到胸部受压，就好像没法吸入足够的空气一样，或者深呼吸时感到有困难。很多人同时开始不断咳嗽，只要轻微动一下也会喘气。

即使房间里有排气设施，或者你戴了面罩，你也可能因为受到化学烟雾污染而出现症状。要知道接触特定化学品引起的症状，请参阅相关“物质安全说明书”。

如果你有上述症状，尤其是如果你知道自己曾接触化学烟雾，你应找医疗人员或医生给你检查。她应给你照一张胸部X线片(胸透)，检查你肺部的功能。她可能还会给你验血，看看你血液的含氧量。肺炎的治疗包括戴上口罩，从氧气罐呼吸氧气，以及服用皮质类固醇，缓和肺部的炎症。另外，不论是上班还是在家，你必须避免接触化学烟雾。不要服用抗生素，因为抗生素对化学性肺炎是没有用的。如果你不医治上述症状，你的肺炎会恶化并最终致命。如果服用方法不正确，皮质类固醇是有害的。⁴

⁴ 详情可参阅 Where There is No Doctor (“在没有医生的地方”)，第 51 页以及 Where Women Have No Doctor (“妇女身边的医生”)，英文版第 498 页。

呼吸防护罩

不同的防护罩能抵挡不同的烟雾和蒸汽。

1 **净气防护罩**。这类防护罩利用物质或过滤装置过滤空气。使用过滤净气呼吸装置时，必须针对工人所使用的特定化学品安装合适的过滤筒。在无尘车间，工人应戴上防护罩，并装上针对氨水（阿摩尼亚）和氢氟酸的过滤筒。



1 **送气防护罩**。这类呼吸装置有供给氧气的功能，工人将吸入气筒内干净的空气，而不会吸入周围的空气。无尘车间的维修工人应使用送气防护罩，因为他们有较大机会接触大量的净气防护罩所不能过滤的化学烟雾。



1 如果工作时可能接触纳米粒子，工人应使用能过滤至少 99% 粒子的**过滤净气呼吸装置**。

冰冷的无尘车间！

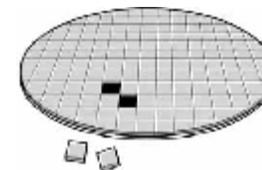
在室温的情况下，大部份化学品会释放蒸汽，温度越高，释放的蒸汽越多。很多化学品是易燃物品，温度达到该化学品的燃点时，会发生爆炸或燃烧。甲醇和丙酮的问题尤其严重。为了减少在空气中蒸发的化学品，无尘车间的温度都被调校到很低。因此，在无尘车间工作的工人，即使在工作时要不停活动，他们有时仍会感到很冷和不适。

在晶圆上制造芯片

“我在印尼巴淡的一间生产名牌手机芯片的工厂工作。工厂的各个部门中，干蚀刻部门的工人最常患病，尤其是呼吸道问题。老板现在搞了一个轮替的措施。一旦工人患病，他们会被调到工厂的另一一些岗位，并让新工人到等离子室工作。你也许以为这样工人便会减少接触到让他们生病的东西，但老板这样做，实际上是让工厂里所有的工人生病。”



晶圆清洗过后，就进入光掩膜（光罩）和蚀刻工序，最后会给切割成芯片。光掩膜和蚀刻的工序，几乎全部在封闭的机器里进行。这些工序使用了很多可威胁人类健康的化学品。



任何一道微细的裂缝或未紧闭的门，都可能让化学烟雾从机器和跟机器相连的管道与排气口泄漏。虽然有防护装备，维修工人打开机器时，仍要直接接触化学品。

电子厂的生产节奏都很急促，常常是一边维修一边生产。其实这样做可能会让所有的工人受到化学品污染。

光掩膜（在芯片上“绘画”图像）

每片芯片上的设计图案，都是给“绘画”在晶圆上的。首先，工人给晶圆涂上对光敏感的化学品，称为光阻剂，然后用紫外线灯照射晶圆，将每片芯片的设计图案传送到涂了光阻剂的晶圆上。

☉ 光阻剂

光阻剂很容易通过皮肤和鼻孔进入人体，并使皮肤、眼睛、鼻和喉咙感到不适。如果工人长期暴露于超出安全水平的环境，胃部、肝脏和肾脏都会出现问题。

光阻剂可以以液体或者烟雾的形态出现，也可能在抽气管道内变成固体。工人必须穿戴合身的防护装备，包括眼罩、头套和面罩，并确保皮肤不会接触到光阻剂。

光掩膜是在机器内进行的。这些机器设有强力的抽气设施，将光阻剂的烟雾抽进排气管，避免易燃的光阻剂积聚。当机器抽出光阻剂的烟雾时，微量的光阻剂会进入排气口，一点一点地积聚起来，令排气口的效能降低，而工人面对蒸汽积聚甚至爆炸的风险便会增加。维修工人经常要打开和清洗机器。每次进入机器，他们都可能受到光阻剂污染。为了保护自己，维修工人在清理或调校机器时，应使用连接了独立空气供应系统的呼吸装备。

☉ 紫外线灯

当工人打开机器，取出或放入晶圆时，光掩膜机内的紫外线灯应当关着。但即使紫外线灯是在封闭的机器内使用，仍然可能伤害我们的眼睛。工人应戴上防紫外线的聚碳酸酯眼罩和面罩，穿上可以遮盖全身，尤其是手腕的衣物。即使是衣袖和乙烯基（PVC）手套间小小的缝隙，也会让工人受到紫外线污染。

另外，紫外线灯很容易折断。灯里含有汞（水银），而汞是毒性很高的化学品。紫外线灯折断不但可能令工人遭割伤或触电，工人还可能因此受到汞的危害。

汞（水银）泄漏怎么办？



紫外线灯折断时，里面的水银会小片小片地散布四周。你应当立即关掉所有机器、暖炉、风扇和冷气机，然后离开房间。关门时必须确定所有工人都已离开，并通知主管让维修人员清理现场。

如果你要自行清理现场，你需要一双手套、眼药水滴管、两张硬纸张或纸板，两个胶袋、胶纸、手电筒和一个装有水的玻璃容器。

1. 不要触摸水银。打开窗户或房门。
2. 除下腕表、戒指、镯子等首饰。水银会黏附其它金属。
3. 即使是白天，也要用手电筒照着，这样你会更清楚地看到水银。
4. 如果可能，戴上防化学品的手套。如果你只有乳胶手套，那么至少要戴上两双手套。
5. 用小张的硬纸或纸板，将水银和碎玻璃扫到一块儿。
6. 用眼药水滴管吸起水银珠，然后把水银滴进装有水的玻璃容器。戴着手套拾起碎玻璃，和用来将水银和玻璃扫在一起的纸板。
7. 用胶纸将余下的水银黏住，拾起。
8. 将胶纸、眼药水滴管、手套、纸板放进胶袋。
9. 在胶袋上写上“水银废料”，然后将之放进装有水的玻璃容器内。
10. 将玻璃容器密封，在上面写上“水银废料”，放进另一个胶袋。
11. 以处理有毒废料的方式处置玻璃容器和里面的东西。

蚀刻

——为了清除化学品而使用更多的化学品！

晶圆上有些地方没有刻上设计图案，这些地方的光阻剂需要被清除——即使用液体或气体化学品，通过湿蚀刻或干蚀刻的技术清除光阻剂。

☉ 湿蚀刻

工人会将晶圆放进盛有硝酸、乙酸和氢氟酸的盆内。这些酸性化学品会释放有毒烟雾，因此工作区域必须密闭，并设有强力排气口（局部抽风系统）。酸性化学品还会烧伤皮肤，因此所有在这里工作的工人，必须穿着能抵挡酸性化学品的防护装备。

☉ 干蚀刻

干蚀刻是借助气体、蒸汽或机器的活动（而非酸性化学品）进行的。**等离子蚀刻**（又称为**电浆蚀刻**）是其中一种干蚀刻技术。等离子（电浆）是化学品在作为气体和液体之间的一种物理状态。晶圆被放进一个真空的容器内。等离子形态的氟化氢被吸进容器内，然后用辐射加热。热力令等离子转动并“撞击”晶圆上没有设计图案的地方，将这些地方蚀掉。该过程完结后，化学品会通过排气口给抽走，然后工人从机器中取出晶圆。在这儿工作的工人，仍可能会受到氟化氢和辐射污染：

1 工人打开机器门，放进或取出晶圆，或清洗维修机器时，都可能受到辐射和氟化氢污染。即使抽气设施会将机器内的气体

抽走，从机器内取出的晶圆，还是会再释放一会儿烟雾的。如果晶圆被取出之前，能在一个有排气设备的“等候区”放一会，工人受化学品危害的风险便可以减轻。

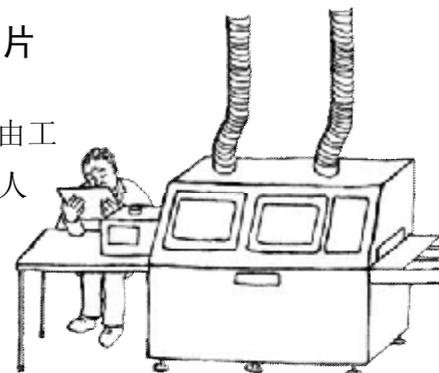
1 当机器的门或其它部份没有关好或校正，或者化学品未完全抽走前，机器的门已打开，在这些情况下，少量化学品或辐射会被泄漏。有时维修工人为了解决某个疑难，会拆卸机器的挡板或防短路联锁装置，查看机器的运行状况。这时化学品便可能泄漏。即使维修工人有防护装备，这儿的其他工人也会受影响。

氟化氢：即使每次只吸收到少量氟化氢，久而久之，它也会在我们身体内积聚，令我们生病。吸入或触摸氟化氢可能会让你感到呼吸困难和皮肤刺痛。氟化氢可以导致心脏问题。某些类别的氟化氢会带来癌症和生殖健康问题。怀孕女性不应在使用氟化氢的环境中工作，因为胎儿会受影响。

辐射：辐射有很多种，危害有轻有重。在干蚀刻的工序中，射频（无线电频率）辐射被用来加热气体，使之与晶圆上的硅产生互动。因此，这地方非常热，人的眼睛和男性睾丸会受到伤害。

检查晶圆上的芯片

大部分程序的最后一步，是由工人检查晶圆，找寻瑕疵或问题。工人整天都弯腰驼背，用显微镜或直接在工作台上检查晶圆。由于他们长时间弯曲颈部和肩膀，背部



缺乏支持，颈部、肩膀和背部（尤其是下背部）会疼痛。

眼睛是靠肌肉控制的。整天使用显微镜，且聚焦在同一距离，会令眼部肌肉变得虚弱，并且只习惯看这个距离的东西。当工人离开显微镜时，他们会发现眼睛不像以往那样容易转变焦点，并且感到眼睛绷紧和疲劳，视力变差。

护眼运动：每天用眼睛扫视房间。头不要动，让眼睛在所有东西上慢慢移动，沿着墙向上移动，扫过屋顶，再沿着另一堵墙向下移动。每天花至少两分钟用这种方式扫视房间，有助于保护眼睛。

一些工厂现在用液晶显示屏来检查晶圆，不再使用显微镜，但工人仍须常做护眼运动，避免眼部肌肉常常绷紧。



在晶圆上种植多层薄膜

晶圆还要经过几道化学处理程序，在上面沉积掺杂剂和离子（藉以改变硅的电特性），在芯片上植上更多硅和沉积各类金属。

“种植”和“沉积”新的薄膜的过程很相似。两者都利用射频（无线电频率）辐射发出的热力，将“烘箱”里的化学品和化学气体变成蒸汽。在为晶圆表面作准备工序时，磊晶技术（在晶

圆上额外种植多层硅薄膜的技术）会使用到氯化氢。

工人因此面对一个巨大风险——受到辐射和掺杂剂气体的危害。高温增加了爆炸的可能，所以工人还要面对工厂火灾的威胁。

危险的氣體

掺杂剂一般是气体，如砷化氢、磷化氢、二硼烷和硼。掺杂剂跟硅蒸汽和“电磁能”结合，可以在晶圆表面上形成多层薄膜。操作的工人要将晶圆放进机器，再从机器中取出晶圆，还要更换气缸。维修工人要修理和清洗机器。他们这样做时，都可能受到掺杂剂气体的危害。

如果你受到掺杂剂气体的污染，你可能会感到虚弱、疲倦、困乏、昏昏欲睡、神志不清，并且可能出现头痛和抽筋。如果你受到严重污染，你可能会昏厥、麻痹和呼吸困难。一旦砷化氢泄漏，工人应该立即离开，然后脱下所有保护装备和衣物，用水和肥皂洗澡。虽然砷化氢中毒无法治愈，但你也应该到诊所去——医务人员会给你一些治疗，缓和你的不适。



“我们留意到工作区域有某种气味。经过一轮测试，我们测出砷化氢的浓度水平很高，而且是来自晶圆的。原来当我们从机器取出晶圆时，晶圆正释放这种气体。之后他们给我们配备了新式的呼吸器。但是，如果当时释放的气体是没有味道的话，后果会怎样呢？”

砷化氢的气味有点像大蒜。如果你嗅到这气味，那表示你暴露的程度已足以对你造成伤害。

⊘ 高温和火灾的风险

很多掺杂剂气体是易燃并具有爆炸性的，加热后的风险尤其大。如果排气口或机器的任何部份积聚了太多掺杂剂气体，会发生爆炸，故此这些机器要经常清洗。清洗机器的方法很多，而像抽气泵等一些部件，更要勤于清洗。用来润滑抽气泵的油可以吸收部份气体，但接触到这种油也会损害工人的健康。因此，维修工人都应该得到最高程度的保护，包括送气的呼吸器、防化学品的眼罩、防护手套和所有其它保护装备。

另外，机器有时会很热。这里的工人可能会因为不小心碰到机器而烫伤。

⊘ X - 射线

射频（无线电频率）辐射和掺杂剂气体结合后，会产生 X - 射线。X - 射线是一种能引发癌症和严重损害男女生殖健康的辐射，怀孕女性和她们的胎儿尤其容易受害。

很多机器加上了铅制的屏障，防止工人受到 X - 射线污染，但 X - 射线仍可能泄漏。所有在这里工作的工人，都应当配戴能探测到 X - 射线水平的仪器。

⊘ 加上金属 · 金属喷镀

要想让芯片的不同部份发生电连接，就需要在晶圆上加上金属，其中最常见的是铝，但也有用铬、铜、锡、铅、镍、黄金、银、钛、钨和铂的。这些金属的危害程度不同，但所有的金属变成气体时都极为危险，因为很容易吸入它们，而且可能意外咽下

清除铅和其它有毒物质

铅是一种可以对人体造成重大伤害的金属。它会在骨骼和软组织中积聚，并且可以伤害我们身上所有的器官，尤其是脑部和神经系统。电子业的生产使用大量的铅，尤其是用于制造芯片，以及制造用来印制电路板的焊料（锡膏）。

2006 年欧盟推出“欧盟有害物质限用指令”（European Union Restriction of Hazardous Substances Directive - RoHS），限制和减少在电子业使用的六种最危险的物质：铅、汞、镉、六价铬（铬）、多溴化联(二)苯和多溴二苯醚。欧盟指引承认，这些化学品危害工厂工人和回收电子废料的社区群体的健康。放弃使用这些化学品有助于保护人类和环境。

任何工厂想向欧盟国家（以及美国加州）出售它们的产品，都必须遵守这条法例。因此，很多工厂开始购入和使用比较昂贵的无铅焊料和导线架。一些工厂抗拒改变，声称无铅产品没有含铅产品好。但随着越来越多公司投资和使用比较安全的化学品，电子业也日益接纳和使用无铅物质。

它们。这在电镀过程中也很普遍。

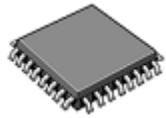
在这个部门，几轮生产后，工人可能会用吸尘器吸走掉落在车间和机器内的金属碎片。为了避免金属积聚，机器运转了几回后，工人便得好好清理机器。他们会人工清理机器内部，或者用甲醇擦洗机器的这些部份。

三、芯片（晶粒）

晶圆被绘上图案后，便会给切成一块块的芯片（晶粒）。切割过程是在密封的机器内进行。之后芯片给黏贴在通常是含铅的陶瓷或塑料基体上。黏贴在基体上的芯片就是集成电路（IC）。

集成电路的封装

集成电路会被封装在塑料或环氧树脂内。芯片和封装物质会被加热，令芯片四周形成一个保护壳。为了强化芯片和令它更耐火而加上去的塑料、树脂和化学品，都会危害工人健康。



电镀

芯片的金属连接部位要进行电镀。电镀是将芯片放进一盆金属液体里，令它产生导电性能。车间工人会接触到电镀液体释放的金属烟雾。

吸入金属烟雾会令工人出现金属烟热的症状，包括头痛、发烧发冷、肌肉酸痛、恶心、呕吐、虚弱和疲倦。因为这些症状跟感冒相近，很多工人会以为自己患上感冒，甚至会吃感冒药。其实，一旦吸入大量金属烟雾，工人会在数小时至数天后出现金属烟热的症状，并且要数小时至数天才会痊愈。如果工人继续工作，症状可能会持续或恶化。如果其他电镀车间的工人都有这些症状，应通知老板，要他检查车间是否有过量金属烟雾，并想办法排除烟雾。工人应要求老板改善排气系统和提供较好的口罩。

很多人接触金属烟雾数天后会慢慢适应，症状不再出现。但是，只要有一天没有接触烟雾，上述症状便会再出现。想知道症状是金属烟雾还是感冒引起，可以留意症状是否总在每周开始工作的第一天出现。



“老板经常给我们喝牛奶，他说喝了牛奶便不会病。”

喝牛奶会让你的胃舒服一点，但如果你接触了有毒化学品，你还是会病的。唯一不患病的方法，是不让自己接触到有毒的化学物品。

印码（标记）

工人用油墨或激光打印机在芯片上打印标签，包装后再送到印制电路板的工厂。这里的工人应戴上手套，避免皮肤接触到油墨或芯片上残存的化学品。他们也应戴上眼罩，避免双眼受到激光影响。激光看来无害，但其实激光的强光会很容易、并且很快地使我们的眼睛永久受损。

太阳能电池的制造

越来越多的工人从事太阳能电池的制造，尤其在晶圆厂或芯片厂的工人，有许多都是制造太阳能电池或光伏芯片的。光伏芯片可分硅晶和非硅晶的形式。硅晶太阳能电池的制造过程与电子芯片类似，但工序较为简化（关于工人所接触的危险化学品，可参考以上章节）。非硅晶太阳能电池则使用了许多有毒原料。其中

薄膜电池制造成本最低，最好应用，但含有可致癌的有毒金属镉。砷化镓芯片发电效率最高，但含有剧毒砷。在从事这类产品的制造时，必须特别小心。

Ø 薄膜 电池

薄膜电池经常使用碲化镉与硫化镉为原料，制造薄膜时会在玻璃基板上加上一层碲化镉或硫化镉。方法有电镀法、化学水浴沉积法、密闭空间升华法、喷溅法和气体沉积法。工人可能在下面几种情况下接触到镉：准备材料时的碰触，烟雾或气体外泄时吸入，液体喷溅或移动工件时的碰触，处理废料时的接触。

厂房需有良好的排风设备，为工人提供合适的防护眼罩、口罩。工厂的制造设备需定期保养检查。需设置监控仪器，监控毒害物质外泄的程度，并且定期安排工人进行健康检查，检查体内有毒物质的沉积量，以及是否引发病症。

Ø 镉化合物

含镉原料大量使用于电池制造（以及其它行业）。镉已成为当今最普遍的环境污染物之一，是一代代大型镉污染事件、工人群体镉超标镉中毒事件的元凶。镉易于蓄积在人体内，难以排出，半衰期长达几十年，目前也无有效的排镉药物。镉侵害骨骼和血液系统，造成骨软化、骨质疏松；镉可致癌，对肾脏等多系统、多器官产生毒性作用（要了解更多有关镉的资料，请参阅安之康出版的手册《镉时代》）。

Ø 砷化镓 芯片

砷化镓芯片广泛用于功率放大器的制造，手提电话、无线电机、行动基地台里面都有，在电子产品中也经常可以看到。砷化镓芯片用于太阳能电池的发电效率最高。有越来越多太阳能厂制造这类产品。砷化镓芯片的制造和硅晶芯片大致相同，只是在硅晶圆片上以气体沉积法加上砷化镓的成分，使其成为砷化镓基板。包括磊晶和往后的所有工序，都可能接触到砷或砷的化合物。砷的毒性很强，对工人的健康有重大影响。

磊晶

第 22 页《危险的气体》中提到的砷化氢，就是制造砷化镓所使用的掺杂剂气体之一。气体沉积磊晶须用到砷与氟两种有毒气体，制造一小片砷化镓光伏芯片（发电量约 1W）须用到约 23 公吨的砷，0.7 公吨的氟和 1000 公吨的氢气。每使用 2 公吨的原料，如发生泄漏意外都可能造成灾难性的后果。

研磨 抛光 切割

磊晶之后的其它工序，与硅晶芯片大致相同。从涂光阻剂到清洗，都可参考硅晶芯片。但砷化镓芯片在几个工序中也会产生含砷的有毒废水。砷化镓晶圆要经过研磨与抛光才能精准制造出芯片，最后也同样要切割成芯片。因为这些晶圆已含有砷化镓，所以在加工过程流出的废水里，含有高浓度的砷（每升废水约含 150 毫克的砷）。如不小心接触到砷，它会累积在内脏、骨头及头发中，可能造成呕吐、肾衰竭和神经病变。未经适当处理的废水

会威胁环境与民众健康。

工厂须设置良好的排风设备和废水处理设备，定期保养检查生产设备。厂方须监控砷的泄漏程度，并为工人做定期健康检查。



砷中毒

砷中毒

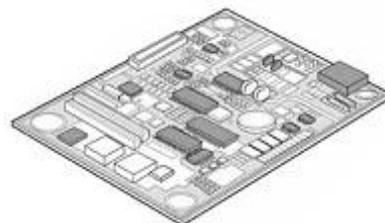
砷，旧名为“砒”，含剧毒。急性砷中毒会造成身体代谢及循环系统的障碍、血便、肾衰竭、神经病变及呕吐。慢性砷中毒会导致倦怠、疲劳、食欲不振与皮肤角质化。

假如每日摄取到 0.05 毫克的砷，会有 31% 的机率发生皮肤癌，0.13% 的机率引起肾脏癌和膀胱癌。国际癌症组织已将砷列为第一级致癌物。

— 紧急处置 —

- 1 如眼睛接触到砷粉尘或烟雾，须立即以清水冲洗 15 分钟，并将患者尽速送至医院治疗。
- 1 如身体接触到砷，须立即以大量清水冲洗。
- 1 如吸入砷粉尘或烟雾，须立即将患者从工作现场转移，保持身体温暖，尽速送医。

四、印制电路板（印制板）



电子仪器的组件中有一块较大的基板，称为印制电路板（Pr CB）。上面的部件包括：集成电路、电连接和让电子仪器开动的各种部件和晶体管。制造印制板的过程跟制造集成电路的差不多，工人同样要面对多种危险，如光掩膜、刻蚀和沉积新薄膜，只是规模比制造集成电路时更大。

由于印制板面积较大，在工人给印制板进行电镀或用锡膏、将各种部件焊接到电路板上的过程中，会释放出更多烟雾。工人受到化学品危害的机会也更大。尽管“欧盟有害物质限用指令”禁止电子产品含铅，但不少工厂依然使用这种危害人类健康和环境的金属。

由于印制板面积较大，在工人给印制板进行电镀或用锡膏、将各种部件焊接到电路板上的过程中，会释放出更多烟雾。工人受到化学品危害的机会也更大。尽管“欧盟有害物质限用指令”禁止电子产品含铅，但不少工厂依然使用这种危害人类健康和环境的金属。

印制板边缘掉落大量玻璃纤维粉末。虽然戴了手套，我的皮肤还是给刺痛和擦伤。医生说，我的皮肤里也有玻璃纤维！我告诉老板只是这手套不够，但他说法例只要求他提供这种手套。

制造印制板

制造印制板的原料是环氧玻璃纤维。这是一种含有玻璃纤维的塑料薄片；玻璃纤维能令薄片更坚硬。印制板两面（用机器）压上铜箔。有些印制板不用铜而用其它金属，比如铝、镍、铬等。工人须除去印制板上多余的铜，只留下元件之间的金属连接。



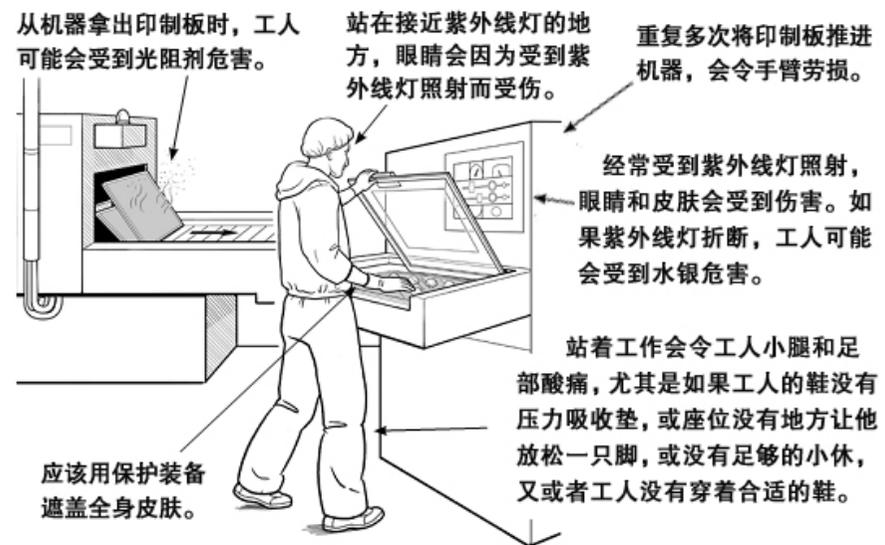
印制板主要分为三类：

- n “单面板”：所有部件和电连接都在同一面的；
- n “双面板”：电路板两面都有元件和电连接的；
- n “多层板”：电连接分布在内层和外层，而元件在外层的（就像双面板一样）。

光掩膜

光掩膜利用光化学法，在印制板覆盖了铜的部位印制设计图型，做法是用紫外线灯将图像印到印制板上。照射了紫外光的部位会变硬，剩下的部份因为仍然柔软，较易去除。

光掩膜车间的工人要用人工给印制板涂上光阻剂，然后将印制板放进机器。完成光掩膜后，工人再将印制板从机器中取出来。

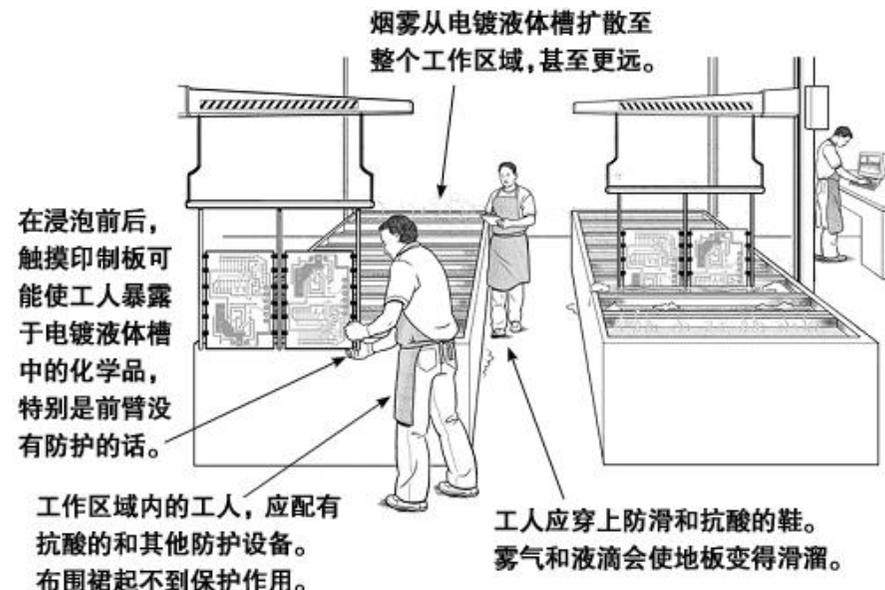


显影、蚀刻、去光阻

工人将印制板放上输送带，印制板会经过多部机器。首先被放进碳酸钾或一水碳酸钠的液体，来移除光阻剂；然后再放进氯化铜或氯化氨中，来移除铜。这样再经过几个清洗的步骤，最后是移除用来保护铜的硬化光掩膜，剩下铜的图像。

该工序所在车间的面积一般很大，化学品附近设有排气设备，排走化学品的烟雾。工人使用溶剂时，可能会被溅到、烧伤或滑倒受伤等。因此，工人应穿上耐酸的防护服，每天更换手套，并戴上眼罩和口罩，避免吸入未被排气系统排走的烟雾。

电镀



工人要在印制板上有铜的部位进行电镀，多加几层铜。印制板会被放进几个安着铜柱的电镀液体槽内。铜柱上的铜会脱落并沉积在印制板的铜上面。然后取出印制板，放进锡或锡与铅的混合化学剂内，把铜再掩盖起来，以免在随后的工序中遭到损坏。

印制板的加工

印制板要先经过加工，才能放上各类元件：

- 1 防焊漆——印制板要涂上一层防焊漆（通常是绿色的），防止非金属部位沾到焊接剂。首先，工人利用机器给整个印制板涂上环氧树脂，然后将印制板放进钾和水的混合剂内，除去印制板上被锡盖着的铜上面的树脂。
- 1 图标（图形镀敷）——给印制板印上元件的位置图，方便组装和维修。这些资料通常是利用丝网漏印技术或热敏油墨印在板上的。
- 1 移除锡 / 铅——利用硝酸和高铁离子的混合剂移除印制板上的锡 / 铅，让铜显露出来。
- 1 最后的表面处理——焊点需要磨平，元件才能顺利地黏到板上。接下来，印制板被浸在一盆镍和黄金的混合剂中，以增加印制板的导电性能。

元件的安装

印制板经过最后的加工后，会装上集成电路和晶体管。将穿孔式元件（DIP）装上印制板时，元件的“脚”会穿过板上的孔，

固定在适当位置，然后焊接。如果印制板有焊点，工人会在焊点上涂上胶水，把元件贴上去，再进行焊接，或以治具协助焊接。

集成电路和晶体管等器件被装上印制板后，要用化学品再焊接。这个过程对电子厂工人的健康构成重大威胁。

贴装

Ø 机器贴装	通过表面贴装机将元件贴到电路板上（SMT）。首先，机器会给金属焊点涂上助焊剂和焊接剂，然后贴上元件。印制板会再加热，让焊接剂溶解。
Ø 人手贴装	较大的元件或穿孔（DIP）元件（比如晶体管）是人手贴装的。工人不停重复同一动作会令他们的身体，尤其是手和臂十分疲劳。

焊接

为了在元件的金属末端和磁道或焊点间造成无缝连接，元件必须焊接到电路板上。焊接是在两片不同的金属间加上液体金属的桥（通常是锡，或锡与铅的混合剂，或一种无铅的铜合金材料）。为了能焊接到金属表面，金属要先用助焊剂处理，而助焊剂是用不同化学品混合而成的，同时含有溶剂和酸性化学品。





故事分享

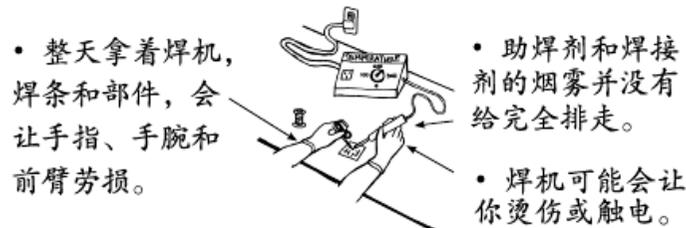
焊接工作让我患上哮喘⁵

我曾在不同工厂当印制电路板的焊接工，多年后我开始呼吸困难，经常不能做深呼吸。我以为那是因为我年纪渐长。但有一次，职业健康医生为我做定期检查后，神情看来很担忧。他要我做各样检查，如肺部检查，以及检查我的皮肤是否对某些东西敏感。他们又问我是否吸烟以及我过去的工作。他说我患上哮喘，要每天吸用一种药物。我问他我是否可以得到伤残赔偿或给调往其它岗位，他说不能确定我是因为现在还是过去的工作让我患上哮喘。我被迫继续做焊接，但我现在有哮喘并要吃药。

含有化学树脂的助焊剂会令一些人患上哮喘，但助焊剂或焊接剂（或者两者！）含有的其它化学品，也可能令人患上哮喘或使病情恶化。

焊接用机器或人手进行，也可能两者并用。各种焊接机器（如涂上助焊剂和进行回流焊的机器，以及进行波焊的机器）的工序很相似。印制板首先经过预热（使它更能接受焊剂），被喷上或放进助焊剂，再加热，然后喷上或放进焊接剂。这过程的每个步骤都会释放金属烟雾。焊接车间的工人会同时接触到印制板、助焊剂和焊接剂释放的烟雾。刚从机器取出来的印制板通常仍在释放烟雾。

⁵ 可参阅《GBZ 57-2008 职业性哮喘诊断标准》



○ 助焊剂和焊接剂含有的危险化学品

尽管电子业的很多工序已经自动化了，而且机器通常都是密闭的，并有着不错的排气设施，但工人仍可能接触到焊接剂和助焊剂的烟雾。

在工人从机器内取出部件，检查部件并将之冷却、堆放和运输的整个过程中，部件可能仍在释放烟雾。

焊接工人通常刚开始工作或在工作几个月后，会出现以下症状：

- | | | |
|-----|------|---------|
| 头痛 | 呼吸困难 | 眼睛发红和不适 |
| 流鼻血 | 喉咙痛 | 皮肤出疹 |

助焊剂和焊接剂还可能引致其它较严重的健康问题（如哮喘和癌症），但相关症状往往要较长时间以后才出现。

究竟是什么化学品或生产过程带来这些健康问题呢？我们知道，助焊剂和焊接剂使用的一些金属或化学品（如铅和树脂）会导致即时的健康问题和长远的疾病，如肾衰竭和生殖能力下降。我们还知道预热和将不同的化学品、金属结合会带来新的或更严重的问题。但是，要“证明”特定的化学品带来哪种特定问题，却十分困难。全球各地有很多工人都在争取政府与企业承认他们的疾病是“跟工作有关的”或是“职业病”。

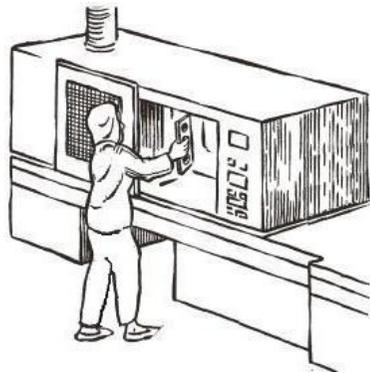
无铅焊接

禁止电子业在焊接中使用铅和在生产过程中使用某些物质的“欧盟有害物质限用指令”(RoHS)和欧盟“化学品注册、评估、授权和限制法规”(Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals - REACH)通过后,一些公司开始研究无铅焊接剂,其中一种不含铅,但含有铜、锡和少量镍。尽管从焊接剂中除去铅是积极的一步,但新的溶剂带来新的问题:无铅焊接剂要用更多助焊剂,需要预热至较高温度,并且比含铅焊接剂释放更多微小粒子。人们只是简单地相信新的焊接剂比含铅焊接剂安全,而没有对此进行研究。

正如大多数新的科技,只要人们和各国政府争取立法禁用对人类和环境有害的化学品,新的焊接剂也有可能慢慢改进。

检测

工人会用眼睛和电子仪器检查印制板和板上的元件。之后电路板才会送往包装部。为了避免产品受静电影响,工人要戴上接地手腕带,腕带含镍。有些人的皮肤对这种金属敏感。一些工厂的检测部已改用无镍的腕带。



五、装配电子产品

芯片和印制电路板以及其它部件(如显示屏、键盘、塑料机壳、电池和灯等)会被运送到装配厂,由长长的生产线上的工人安装、黏合和焊接。最后对产品清洁、擦亮和检测。通不过检测的产品被送去修理部。那里的工人会打开产品,以人手修理产品。

装配厂的工作既重复又非常紧张。一些电子产品(比如手机)的零件很小,工人组装时要使用放大镜。一些部件(如芯片、印制电路板和电池)要手工焊接,工人因此会受到助焊剂和焊接剂的危害。为了让产品看来更熠熠生辉,工人得打磨和擦亮产品,并可能造成跟吸入粉尘或皮肤敏感有关的健康问题。粉尘爆炸和火灾曾导致很多工人伤亡,案例详见第49页。

制造其它部件

塑料机壳

因为塑料比较轻、耐用和便宜,大部份电子产品都有塑料外壳。塑料外壳是用喷注法制造的。为了令塑料更坚硬或变成指定的颜色、耐火,甚至抗菌,制造过程中加入了很多不同的化学品。

阻燃剂让塑料不会因为热力而溶化,但阻燃剂会在人体内累积。长期接触阻燃剂会严重危害健康。欧盟禁止含有化学品“溴”的阻燃剂,但很多工厂制造电子产品时,仍然使用含溴的阻燃剂。

1 另类化学品——由于含溴阻燃剂被禁用,化学公司开始找寻替

代或另类化学品，包括以磷和氮为基本成份的阻燃剂。尽管有人认为这些化学品不会危害工人和消费者的健康或破坏环境，但其实我们只是不清楚它们对人类健康有什么影响罢了。

- 1 改变所用的材料，减少使用阻燃剂——某些新的塑料和像铝这样的金属只需添加很少甚至完全不用阻燃剂。一些制造商正改用这些材料，以减少使用阻燃剂。

电池

有些电子产品使用一次性电池，如碳锌电池、碱性电池和氧化银电池。另一些电子产品使用可再充电的电池，如镍镉电池、镍氢电池和锂离子电池。其实所有种类的电池都含有毒物质，并且经常泄漏。制造电池的工人和他们家人中毒的风险最大。但是，最早受这些有毒材料威胁的，是开采这些材料的工人。而在这些产品被丢弃之后，有毒物质会进一步扩散到环境中去。

电池厂工人抗议雇主毒害他们

数年前，为某名牌电池公司制造镍镉电池的工人，因接触氧化镉原料而中毒。镉是一种有毒的重金属，会致癌和破坏人的肺、肾脏、血液和骨骼。一名工人腰骨疼痛，医生告知是“腰椎间盘突出”，之后偶然到职业病医院检查，验出血液里镉含量严重超标。其他工人也有晕眩、头痛、骨痛等症状，更有女工小产。一些工人得知后也去抽血检查，发现体内镉的水平也很高。消息传开之后，其他工人纷纷前去职业病医院自费体检，接着发展到集体要求公司安排体检。最后发现 400 多人镉超标，

先后有 20 多人诊断为中毒。

工人要求资方负责，为他们提供治疗并作出赔偿。工人怀疑资方欺骗工人，伪造检查结果，例如资方安排部分工人住院一两个星期，声称已排出体内的镉，然后要他们继续工作。直到事情无法收拾，资方才肯提出一个“赔偿”方案，设法让工人离厂，同时将部分生产委托给内陆另一家劳动环境更为恶劣的电池厂。

工人不断抗议、提出诉讼和向当地政府及中央政府申诉，又得到民间团体的支持，积极宣传镉中毒的危害和工人的遭遇。最后该公司被迫设立一个基金，让镉超标工人每年体检。工人则持续为争取治疗和赔偿斗争了许多年。



自从欧盟于 2006 年禁止使用镉后，现在人们较多使用锂电池和镍氢电池。镍镉电池的销量有所下降，但仍在大量生产。至于已受到或正在受镉的毒害，导致健康出现问题的工人，他们可以向谁求助？谁又该对他们负责呢？

显示器和屏幕

电子产品使用的屏幕有很多种，如阴极射线显像管（CRT）、液晶（LCD）、等离子和发光二极管（LED）。大部份屏幕是用玻璃或塑料制造的，有前后两个部份，并用化学品将它们黏贴在一起。在紫外线灯照射下，化学品会硬化，之后里面会灌入液晶、氖和氙气，然后密封。屏幕最后会给切成一块块的显示屏。尽管生产过程大部份已经自动化，但显示器工厂的工人仍可能在生产、检测或维修机器时，受到上述气体污染。有关工人用来清洁屏幕的溶剂造成的问题，请参阅第 48 页案例。

电线和电缆

大多数电线和电缆是用塑料包着的铜线造的。最常用的塑料是聚乙烯（PE）和聚氯乙烯（PVC）。塑料和塑料添加剂释放的气体可以令工人的鼻、咽喉、肺和皮肤不适（不只在接触到塑料的部位）。聚氯乙烯等塑料已被确认是致癌物质。一些电缆也使用到聚四氟乙烯（特富龙，在台湾称为铁氟龙）作为材料，聚四氟乙烯受热至摄氏 260 度以上开始变质，350 度以上开始分解并释放有毒物质。

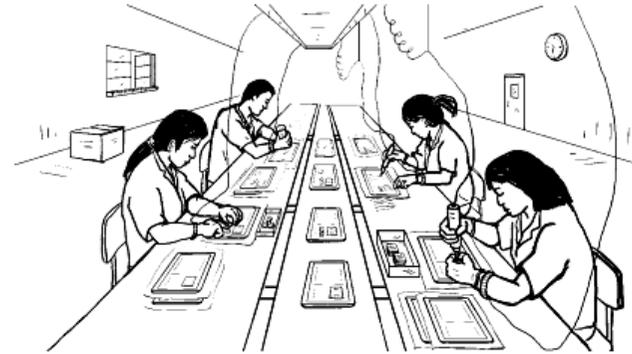
高速生产线

在高速生产线上，产品是由工人或机器放到输送带上的。

由于组装工作非常快，产量指标很高，工人和机器每几秒钟便要將部件放上输送带。这种生产方式给了工人巨大的压力——

就是绝对不能犯错——因为一个错误就会让整条生产线慢下来。

如果你不停重复使用身体同一部位和不停做同样的动作，该部份会受伤和酸痛。完全不动也会让你的身体受伤。你可以感到你过度使用和完全不使用的身体部位酸痛吗？



装配工人最常见的损伤在于手部和臂部：

- 感到沉重和不能快速地移动
- 有关部位感到麻木
- 手指和手掌割伤和瘀伤
- 烧伤，尤其是给焊接用的烙铁烧伤
- 工具和电线缠在一起时（尤其是在袖内），可能令工人受伤

急救箱是锁上的，如果给割伤，得找管工打开急救箱。



超时工作导致 F 厂工人自杀和死亡

深圳的 F 厂为全球的主要电子公司（品牌公司）生产手提电话和其它电子产品。工人在工厂 24 小时轮班工作。厂规规定“不准聊天”、“不准

四处张望”。只有吃饭时工人才可以休息。为了控制工人,管工和经理经常向工人怒吼或用说话侮辱他们。工人经常被迫加班,有时连续工作 24 小时甚至更久。即使身体不适,工人仍被迫继续工作。

2010 年,该厂一名年轻工程师在被迫连续工作 34 小时后猝死。同年,18 名工人因不满该公司不人道的工作条件而试图自杀。

F 厂力图为自己开脱。它回避主要的问题——工作条件,而只是做一些小修小补的事。他们稍微提高了最低工资,在厂房、宿舍楼等建筑物设置安全网,防止工人跳楼,以及设立了几间娱乐室。它在内陆许多城市开设更大的厂房,但导致工人自杀的工作环境和条件丝毫没变。

传媒的报导令很多人关注 F 厂问题,可惜仍未足以说服大型电子公司或政府实质地改善电子工人的工作条件。

自我保护 ABC

改善工作环境,防止工人受伤和患上痛症

把你工作所需的所有东西放在你身旁,这样可以减少身体劳损。如果你要不停重复同样的动作,就更应这样做。用一些东西承托你不停活动的部位(如手腕、手臂和手肘)以及选用适合你身材的桌椅。这有助于减轻工作带来的痛症和劳损。

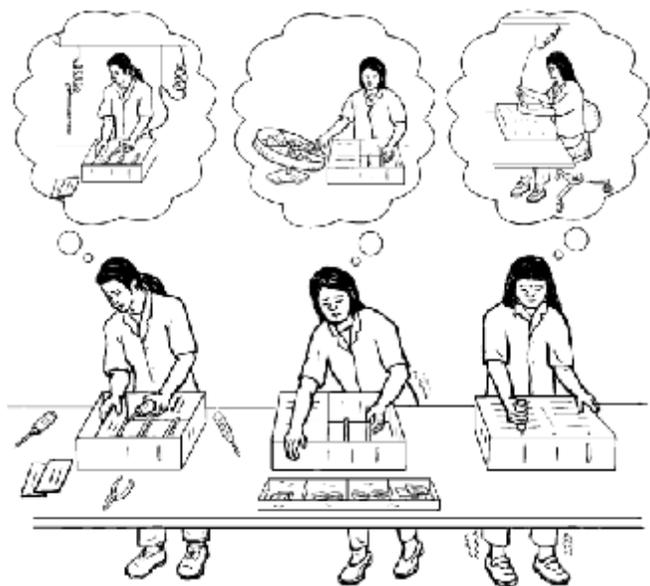
检查你的工作台:

- | 要拿取你需要的部件和工具,你的手要伸出多远?
- | 要拿取输送带上的产品和放下产品,你的手要伸出多远?
- | 你从输送带拿取和放下的产品、部件或工具有多重?
- | 你的椅子或凳子适合你的身材吗?或者你是站着工作的?
- | 你的手臂和手腕是靠在一个尖锐的边缘上,还是在放了垫子的平面上?
- | 你的工作台是否舒适?



争取凳子

我在深圳一家电子厂工作时,厂方决定重新设计装配线。旧的生产线像英文字母 I,是一条直线,新的像 U。后者较省地方,可以让更多工人在装配线上工作,但工人却因此要站着工作。我们中间一些人参加了一个女工服务团体,学会团结一起,争取改善我们的工作环境。该团体协助我们提出申诉。跟老板会面时,我们告诉他,我们不能长时间站着工作。这不但影响我们的健康,也影响我们的工作表现。申诉的过程很漫长,幸好有这个团体的支持,我们才有信心说服老板给我们凳子。几个月后,他终于答应我们的要求。争取到凳子让我们很兴奋。我们现在正在学习人体工效学,知道如果有较好的椅子,我们的背和脚不会那么痛。但这一刻我们感到自己已相当成功。



更好的防护装备

一些装配厂没有给工人提供任何个人防护装备或保护衣物，而另一些工厂则不理工人不同的工作性质或他们面对的不同风险，全部都派发同样的防护装备。

不同防护用品具有不同作用：

- 1 **防静电和防尘衣物：**包括防静电帽和防静电腕带。这些衣物是用来防止产品受到工人衣物或跟工人接触产生的静电影响，同时防止产品染尘。防静电腕带通常戴在左手，并且是接地线的。这些个人防护装置能防止工人触电，以及避免工人接触刺激皮肤的粉尘。装配芯片、集成电路和印制电路板的工人，应配有防静电装备。
- 1 **手套和手指套：**用来把工人的手和没有衣物遮盖的身体部位包裹起来，有助于减少工人受到化学品和粉尘的刺激，或避免因过劳而给割伤或擦伤。
- 1 **口罩：**纸质口罩也许可以防止工人吸入大粒的粉尘，但不能防止工人吸入塑料、黏合剂、焊接剂和助焊剂释放的烟雾，也阻隔不了细小的粉尘和纳米粒子。
- 1 **耳塞：**虽然大部份装配厂很吵，工人的听觉很容易受损，但通常只有检测扬声器的工人才有耳塞。有时即使只是跟两步以外的人谈话，工人也得提高声线。装配厂的噪音足以损害工人的听觉。按法例规定，工厂应为暴露于噪声环境的工人提供耳塞或耳罩。如果工厂没有提供，工人可以给自己制作一双简单的耳塞，作为应急之用。

小休和活动有助减轻酸痛

工人能够小休，站起来，活动一下，望望四周和上厕所，便不会因为重复的工作而劳损。



在车间和家里做一些简单的运动，有助减轻痛楚和避免劳损。

有需要时喝水和上厕所，有助于避免尿道炎。

让眼睛每小时小休一会，减轻眼部压力。

I 眼罩和安全帽：在厂内某些范围，如研磨部、包装部和货运部，工人应戴上眼罩和安全帽。

制服不是保护衣物。但如果工人下班时脱下制服，上班时才再换上制服，而厂方每天为工人清洗制服，也会有助于保障工人及其家人的健康。很多工人的衣服、袋、鞋子、头发甚至皮肤，可能在工作时受到化学品污染。这样工人就有可能会将有害的化学品带回家。因此，如果厂方没有提供制服，或没有提供换衣服的地方，工人应自己带备衣服，下班前更换衣服并尽量清洁身体。

清洁和抛光打磨

电子产品装上了所有部件后，工人便要清洁产品。不同部件是用不同方法和化学品清洁的，包括增压空气、异丙醇（IPA）和可能含有甲醇和其它化学品的脱脂剂。

要防止工人吸入化学烟雾，车间应设有排出和稀释烟雾，并使烟雾远离工人的排气系统。

该车间的工人应获发并应戴上手套，因为异丙醇和脱脂剂会对皮肤造成刺激，而且会通过皮肤被人体吸收。

一些电子产品有金属外壳（通常是铝制的）。金属外壳要经过打磨抛光，让它们看起来光洁亮丽。不论是机器还是人手打磨，过程中都会产生大量粉尘。排气设施和其它工程控制措施都可以减少积聚的尘埃，但工人仍应戴上过滤性的口罩。纸质口罩不足以抵挡这些粉尘。



工厂为省钱毒害工人

我在××科技公司开设于苏州的工厂工作。我们的车间是清洁手机的触控面板的。我们一向用异丙醇（俗称“火酒”）清洁面板，但有一天，工厂管理层让我们用一种新的化学品。几星期后，我感到很不舒服，晕眩而且虚弱。还有很多工人跟我一样。大家向管工投诉，说新的化学品有问题，但他叫我们闭嘴，说我们可以辞职不干。

一天醒来后，我发现自己动弹不得。家人带我到诊所。我在那里看到很多其他工友。医生检查后，说我们是正己烷中毒⁶。正己烷，是一种可以令人瘫痪和死亡的化学品。结果有4名工人因此死亡，一些工友病情较轻，但我是很多个月后才痊愈。为了争取健康赔偿，我一直跟工厂抗争。

事件发生几个月后，我们才知道老板用正己烷取代异丙醇，是因为正己烷干得快，产品的良率高，可以让他赚更多钱。但工厂的排气设施和给工人的防护装备，根本不能保护工人免受这种化学品的危害。在很多民间团体的支持下，我们要求工厂给患病工人提供医疗和赔偿。非政府组织说，我们应该找品牌公司。虽然品牌公司将生产包给工厂，但品牌公司仍应为事件负责。但是，品牌公司说他们对正己烷一事毫不知情，又说他们一早叫工厂不要使用正己烷。



“在美国的维修部，我们也遇上同样的事！”

⁶ 可参阅《GBZ 84-2002 职业性慢性正己烷中毒诊断标准》



F 电子厂粉尘爆炸

我在 F 厂的抛光车间工作。我们的工作就是打磨某品牌触屏手机的铝背板。工厂每天 24 小时不停地轮班生产；为了完成订单，我们所有的人每天都超时工作。

每天下班时，我们全身都沾满铝尘——头发、双手、衣服和鞋子里全都是蓝色的。天知道我们体内是怎样的！

一天早上，抛光车间发生大爆炸，大家都惊慌逃走。我们不知道发生了什么事，也不知道为什么爆炸。很多人受伤，当天就死了两个人。工厂关闭了几天，说是为了调查。

但是，工厂很快又复工了。厂方说有一条排气管未能把所有粉尘排走，但我们知道真正的问题比他们说的严重。

我们车间经常布满粉尘。如果他们说的是事实，那表示不是一条，而是所有的排气管都出了问题。真相是：他们任由粉尘积聚。几个月后，另一家制造同一品牌手机的工厂也发生了爆炸，而起因跟我们那次爆炸一样。之后，品牌公司说，他们已为所有供货商修理好他们的排气系统，不会再发生爆炸。但我很想知道，其他工厂的工人是否跟我们一样，下班时全身都是蓝的。他们工厂里是否有人因为爆炸而死亡，抑或像我一样，虽然获救，但仍因为爆炸而常常发恶梦。

很多类型的粉尘都可以引起爆炸！

六、检测、包装和付运

产品包装和付运前要进行质量检查。主要的检查由机器进行，但在终检的车间，工人会面对下列危害：

I 噪音：机器会打开、关上、轻碰、重撞和摇晃产品。完成检查或产品不合格时，它们会发出哗哗声或响起警号。检查产品的工人不戴耳塞的情况下，不停地听到这些声响。即使音量不高，工人的听觉也可能因此受损（有关噪声的资料，详见安之康出版的手册《职业噪声和听力保护》）。

I 光线：检查屏幕的工人，因为要将屏幕和显示器调校到合适的颜色，所以会接触到强光。有关眼部健康和光线，可参阅第 21 页。



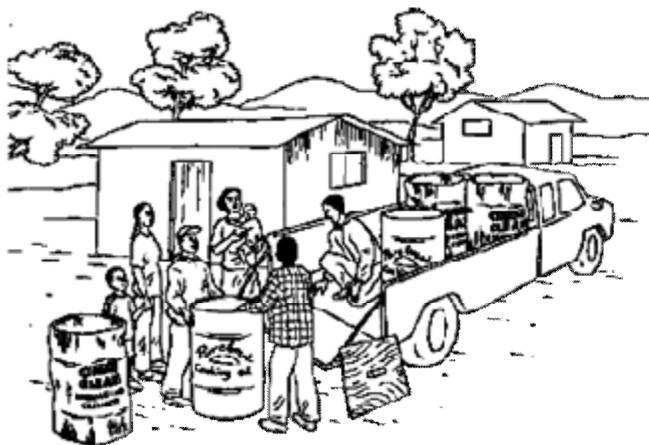
I 损伤：把较大型的电子产品从一个车间搬到另一个车间时，工人也可能会受伤，比如给掉下的东西弄伤。任何电子产品都可能会破裂，工人可能给尖锐的边缘割伤，或者受到化学品危害。工人也可能暴露于产品仍在释放的微量化学品。如果工人知道产品里面是什么，以及产品是用什么制造的，一旦受化学品危害而病倒，工人和他们的上司就会更好应付。

一件电子产品如果未能通过检测，会被送到工厂另一车间检查。该车间的工人会用手将产品拆开，将有问题的零件拆除，装上新的零件，重新焊接和黏合部件，再检测并清洁产品。这个过程中，也存在相关的危害因素。

七、废料如何处置？

工厂使用的化学品有些会被回收，有些从工厂排出去，后者往往造成各种污染：

- 1 **空气污染：**酸性化学品、塑料和溶剂的烟雾会通过排气系统排出去。一些工厂的排气系统可能会过滤某些化学品，但有些未经过滤就直接释放到空气里。
- 1 **水污染：**电子生产用的化学液体，用过后会被分离、过滤和中和。一些化学品会循环再用，其它可能会被送去垃圾场。废液经过“清洁”后，会被排入小区的水系统。但实际上其中仍含有很多化学品，一旦跟其它工厂排出的废水结合，并渗入供水系统，小区里的人可能会接触到有毒的水！
- 1 **固体废料：**金属、黏合剂和其它固体的化学品会被分离。不能回收或中和的化学品，会送到垃圾场。



他们毒害我们的土地、水源和身体

上世纪八十年代，美国加州硅谷有很多电子厂。他们告诉工人，电子厂的工作既清洁又安全。对很多人来说，能够在电子厂工作是一个很好的机会，甚至是一种成功的象征。但不久工人开始病倒，女性的月经和生育出现问题；一些孩子出生时有缺陷；有人患癌并且因此死去。发生在电子厂和工厂周边的这些事并非偶然。事实上，这些工厂知道他们使用的化学品对人体有害。其中一家大公司开始追踪曾在其工厂工作的人的疾病和死亡。

差不多在同一时间，针对水的测试显示工厂四周的地下水遭污染，原来电子厂储藏化学品的槽将化学品泄漏到四周的土地和水里去。没有人知道究竟有多少人因此受害。

电子厂所在的地方，现在是全美国污染最严重的地区之一。即使在几十年后的今天，曾经住在这里或仍旧住在这里的人，都还会出现跟电子厂使用的化学品相关的健康问题。

对于他们造成的污染和疾病，电子厂怎么说？他们声称他们不是故意泄漏化学品的，又辩称化学品很安全，轻微的污染对人类无害。电子厂并没有改善相关的科技和生产较环保的产品，也没有减少和放弃使用对人类和环境有害的化学品。他们干脆将设在美国的工厂搬到其它国家，利用其它国家较宽松的环保和职业安全法例（一些国家甚至没有这类法例），继续公开和自由地污染环境，危害工人和小区居民的健康。

八、回收



很多电子产品本来就只计划让人用一阵子就丢弃，其中一些可能会由特定机构回收。危险化学品回收后会被中和，金属和塑料会再用，而其它东西则会用安全的方法处理。但是，大部份电子产品被运送到较贫穷的国家，在这些国家中以不安全的方法非正式地回收。

为了取得金属，工人会打烂电子产品，砸碎屏幕或机壳，并且会溶掉印制电路板、线槽和套管来取得里面的金、银和其它金属。从事非正式回收工作的人，每天触摸、吸入和咽下最危险的化学品。与此同时，所有这些化学品进入空气、水和土地。

随着我们每天制造、消费和丢弃电子产品，越来越多这类化学品进入世界每个角落、每个人的生活环境。正因为这样，很多组织和政府向品牌公司施压，要他们对他们设计和销售的产品负责。从原料的开采到产品的丢弃和回收，品牌公司都有责任。因为他们既然要求使用这些有毒的物品，就有责任确保这些物品不会伤害人类和环境。我们还应要求这些品牌公司提供较安全的生产程序和化学品、材料，确保被丢弃的物品不是有毒的。

电子业不能借毒害我们身体来谋利！

附录 I：工友说说——电子厂职安健问题

我在一家正规的大电子厂做工。为了保证产品性能，车间里面干净整洁，温度湿度都要保持在一个范围内。所以不论冬夏，在车间里比在自己的出租屋还舒服。

焊锡和打胶

我们车间主要是组装零部件，制作成品。整个车间有比较好的通风系统，只有一些工位需要焊锡、打胶，而且这两个工位都安装有通风管（即局部抽风系统），大部分有毒害的气体都被抽走了。整个车间并没有多大味道，但是做这些工位的人因为离得太近，还是会吸进去不少。她们都不戴口罩，客户来检查也不用戴。只是个别担心健康的工人会找管理人员要，管理人员就让工人自己去医务室领免费的一次性口罩。通风系统有时也会出一些问题，比如：堵塞、通风不畅等等。员工要找管理人员反映，管理人员再去找生技（即生产技术人员）来维修。一般管理人员是不会拖延，但是生技们就不喜欢跑得那么勤快了。所以，通风管出了问题，总要半天才能找到人来修。这中间的那些烟、气（化学气体）也不知会被工人吸进多少。

做这些工位的工人有些不在乎，觉得没事；有些工人就不喜欢做，担心每天吸进去那么多，以后会得病。不喜欢做的人会找各种理由不做这个工位。有的故意学不会，做慢一些；有的去医院开证明说自己有鼻炎。管理们一般都是大声训斥一顿，能把工人骂怕了，回去接着做的就做，实在不行的，才会给调换工位。

对于管理人员来说，每个员工都老老实实做事，不给她们找麻烦才好。不然，一个要换，其他都要换，她们就难管了。可是，每个人情况不一样，如果对抗不过这些管理人员，往往就只能强迫着做自己不想做的工作。

和我们相邻的车间环境没我们这边好。她们那边制作零件要用大量的胶水，还有很多机器。虽然也有通风系统，但车间里味道还是大得很。我们只隔着一堵墙，但是过了那个通道口，胶水味和机器散发的热气就扑面而来。也许是一种补偿，厂里凡是工作环境不好的地方管理都会松一些，那个车间的管理人员就不会像我们这边的好似吃了呛药一样大吵大嚷。为了避免生产的不良品会影响我们车间的组装，他们那边生产零件的量很大，所以加班时间会比我们这边稳定得多。我们这边的一些工人还很羡慕那边加班多，管得松，但另一些人会觉得那边环境不好，做久了会短命。

外观水

外观水，就是检查产品外观的工人为了把产品外部的余胶、脏污清理干净，用的一些有机溶剂。根据产品清洁的不同特点，会用到酒精、甲醇、甲苯、正己烷等等。

检查外观的工位没有设置通风管，可能是因为外观水一般不会大量使用。工人只是用清洁布蘸少量的清洁剂擦掉脏污就可以。如果脏污很多，就要投诉给管理人员，让前面的工位找出相应的原因。工人进厂的时候有培训，厂里会告诉大家，那些装在小瓶子里的东西是不能喝的，并且因为那些溶剂易燃易爆，不用的时候要及时把瓶盖盖上，避免里面的液体挥发。但是不会强调里面

的液体究竟有多大毒害。很多工人只是在培训中听到一次，往往都不留意。有些人为了省事，并不会每用完一次外观水就把瓶盖盖上。因为有产量要求，如果总是盖盖子的话要累死啦。小休的时候，工人也常常忘记盖上瓶盖，就趴在桌子上睡觉聊天。管理人员会因为上级有这些要求，而提醒工人盖盖子，但是如果上面没人督促，她们也懒得多说一句。

我刚进厂的时候，车间里一直用的都是酒精或者甲醇。后来换了新机种，可能是因为材料特性还有产量要求，一部分生产线的外观水换成了正己烷。正己烷比酒精挥发得快，也好用。因为早就听说正己烷的毒性比较大，会提醒身边检查外观的同事，用完记得盖盖子，或者少用，但她们往往不怎么在乎。而且并不是全部工位都换了正己烷，所以看起来影响也并不大。

我们厂是正规大厂，职安健这方面做的应该算是不错了。但厂里其实也是能省就省，能蒙就蒙。

一个调到外地分厂的同事跟我们说，她们那里用的外观水全是正己烷。大概因为是新开的厂（说是新建，其实也有一年多了），车间里的通风设施还没有建好，味道很大。有段时间接连有几个员工感到头晕，恶心，甚至还有一个晕倒的。因为很多员工都是从老厂调过去的，知道老厂里的通风还是很不错的。她们找管理人员投诉，要求把排气的设施搞好一点，很长时间也没见动静。后来，可能是有些员工投诉到当地的一个什么部门，负责检查工厂安全生产情况的⁷。管理们接到领导要来检查的通知，就赶紧搞

⁷ 按现行规定，工人遇到这些职业危害、安全隐患，而厂方未有处理，可向安监部门（安全生产监督管理部门）投诉。

卫生，把那些试剂藏起来。慌乱之中把一桶正己烷碰洒出来了，拿着墩布使劲擦。气味还没散去，检查的领导已经到了车间门口，一进去就被熏了个跟头，扭头回去开罚单了。这件事后来被大家当作笑话来传。

近 视

胶水、焊锡烟、外观水都是看得见闻得到。但有些工位就会在无形之中累积下来一些不大不小的毛病。好比用显微镜、放大镜去检查一些很细小的产品。看起来这个工位干干净净的，无毒无害，其实很费眼睛。很多人做了一两年视力下降很厉害，原本视力很好，却变成近视眼。一般工人不喜欢戴眼镜，觉得那是文化人的东西。她们就那么照常过日子，只不过看东西模糊点，时间长了就习惯了，所以也看不出来是不是近视。

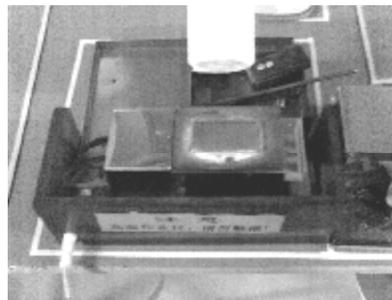
一些普通的检查外观的工位，也会很费眼睛。为了满足客户的要求，一些很微小的裂缝，小污点，都要检查出来。检查时的光线强度，不是根据人眼健康的要求定，而是以如何能够有效检查出不良品而定。而且因为厂里产量的要求，要在十多秒内检查完十多个项目，一天下来，头晕眼花。如果不小心放过去不良品，被骂不说，还要扣掉奖金。

锡 炉

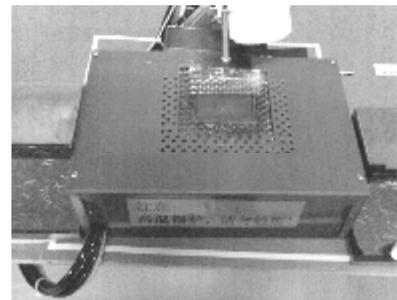
这个比用焊枪焊锡看起来危险多了。我们旁边车间是做耳机电线的，有一个工序是用手捏着线芯，在 400 度左右的锡炉里快速地沾一下，让线芯均匀地裹上一段长度和厚度都符合要求的锡。

操作员必须徒手拿线，手指头和锡液只有不到 5 厘米的距离。不能戴线手套，容易着火，只会更危险。而且不管是戴手套，还是用夹子一类的工具去拿电线，都很难做出符合要求的产品，只有用手才能做得又快又好。有些女孩子看见锡炉里的锡都不敢做，400 多度啊，要是稍微不小心，手就会被烫熟的。而且焊枪只是一点点锡，这个锡炉每时每刻都在烧着，同样的通风管，可抽不过来这么多锡烟。不少人都有被溅起的锡烫伤的经历，一般都不严重，还没有听说过很大的事故。

厂里也应客户的要求改进过锡炉。据说是一个大客户来视察，看到工人那样操作吓了一跳，觉得太危险了，要厂里改进，不然有可能会取消订单，省得他们的产品惹上祸害工人的麻烦（很怀疑这些老客户以前没有看到过。我们这样做可是已经很多年了）。但是改进后的锡炉只是更便于操作，能够减少操作员的多余动作。比如增加一个脚踏板自动刷装置，让操作员可以不用手拿着金属片除去锡液表面冷却的那层，而是用脚一踩就可以刮去。另外多加了一些隔板，使操作员不用抬着胳膊做事，这样也就不容易累，能够加快速度，提高效率。安全保护方面却一点也看不出有什么改进，操作员还是要用手拿着线芯（有照片对比）。但有意思的是，



改进前



改进后

附录 II：电子产品研发工作

一些习惯于旧版锡炉的员工还不喜欢这个新东西。用脚踏板自动刷不如自己弄的干净，隔板烫烫的，胳膊放上去也不方便。而且因为新设备要不断调整，觉得麻烦，耽误自己做事，还和那些大学生技术员吵过嘴，搞得技术员气得骂那个大姐神经病。

防暑费（高温津贴）

我们的车间因为是做成品装配的，主要是手工操作，没有使用什么大型的机器，而且有空调，环境比较好。不然你想，要是一个个热得汗流浹背，那些脏污还不都得弄到产品上？但是旁边的半成品车间就没这么好了。虽然也有空调，但那么多的锡炉和机器，温度能比我们车间高出好几度，很多人一会儿就热出一身汗来。

有员工提过说该有高温补贴，可厂里的理由是：我们有空调，工作环境的温度没有超标，所以免谈（不知道厂里是在哪个墙角量的温度）。不过，厂里还是“人性化”地给她们配了几台电扇。可电扇数远远小于生产拉的数量。于是，每到上班的时候就是抢电扇的时候。各拉之间抢，一条拉上不同工位的人抢。有人嫌热要吹电扇，有人嫌电扇把烟吹到自己这里不要吹。有时候电扇实在不够用了，人还要和产品抢电扇，把那些用来吹干产品上胶水的电扇，偷偷扭过来一点吹自己，被负责的人看到了免不了吵几句。一直熬到冬天才会不为电扇争吵。曾有人提出过找厂里要求多分几台电扇，可哪个管理人员都不愿意开口，只是敷衍说，厂里就这样安排的，大家适应一下就好了。这种不讨好的事情，一般不到不得已，没人会去说。

我从事的是电子产品研发工作，职安健的问题几乎不曾注意过。以前我只在意是否能完成工作，产品是否能顺利进入生产线，有没有什么电路问题还没解决，样品是否符合规格。这些问题已经让我们天天加班都做不完了，哪里有时间留心职安健的问题。有人过劳死我们都知道，但除了拿来开自己玩笑之外，实在也不怎么在意，此等不见棺材不掉泪的心态到底是逞强还是逃避，我也想不清楚。

试作样品

超时工作的问题已经是家常便饭，就不多提。说说每个工作阶段会碰到的问题吧。电路及印制版设计好之后即要进行样品试作，小量生产几个样品，第一版样品通常需修改设计或调整电路特性。于是拿着焊机焊锡一边测试一边更换组件，直到电路达到要求为止。印制版中有的焊接点连接面积大(地线或电源)散热快，但是焊机温度不能调太高，所以在此阶段还是很多人使用有铅焊锡，因为熔点较低。手工焊接一些接脚很密集的零件需要用大量的助焊剂。这几年也不知道吸入了多少烟雾。虽然有抽风设备，但吸力不够强，倒是噪音也吵到了旁边办公的同事。焊接过程经常要用到吸锡线，吸锡线中也有许多助焊剂。

焊接完毕之后要清洗，记得我们进行超音波清洗时用的清洗剂是正溴丙烷，取件时除了戴上一般口罩之后还得停止呼吸加速

完成，迅速盖上清洗槽的盖子才不至于受不了气味。有时则用**甲苯**和**酒精**清洗，赶着做实验的情况下，也省略手套跟口罩了。有时半天一天都做着这个工作，晚上眼睛突然刺痛了起来，不知道是眼睛太累还是受到烟雾影响。

产品测试

我公司做的是无线电子产品，产品的无线通信能力是否能达到标准则需要**在无干扰的环境下测试**。为了隔绝其它电波干扰，我们会在金属打造的隔离室中进行测试。人体在隔离室中受到**无线电波的辐射**很强，因电波会在隔离室中不断反射，人体吸收量很大，待久了会感到头晕，耳朵发热。

电子产品通常都会发热，我们会订下操作温度的范围，因此要进行**高温和低温的测试**，在高温摄氏**50度**的情况下，产品内部有时已接近摄氏**100度**，一些塑料部件，印制版和零件内部的**化学物质释放出来**，非常刺鼻。

损坏维修

研发人员也须负责找出产品损坏的原因，因此经常要支持维修的工作。有些零件或**IC**内部烧毁后，其封装物质——含有环氧树脂或其它化学物质——会融化并释放有毒烟雾，刺鼻难闻。强烈建议实验室和办公室分开，建造良好的抽风系统。如果我们经常不在乎，公司又怎么会主动增加这些设备呢，反正工程师流动率高，将来发生职业病也难以证明是在该公司造成的。

工作压力

产品故障率太高，是研发的设计问题。产品卖不出去，是研发部做的产品没竞争力，或者用料太贵，创意不够好。维修部修不好，找研发部修。采购部有更便宜的替代料，找研发部测试。公司为降低人事成本，将部分品管人员解雇，其工作由研发部接手。

指责、期望、繁杂琐碎的事务加诸于身的情况下，我怀疑我们能榨出什么好的创意来。我想每个部门都一样都必须承受业绩的压力，有时我们会互相推拖责任。一切都只是为了公司能赚钱，股东赚了钱，我们才能赚到钱。但有时股东又要求删减人事成本，出了问题该负责的人可能会被辞退，如此一来谁不明哲保身呢？总经理说过一句话：“在公司的每个人都很重要，离开的每个人都不重要！”如果你被辞退，谁还记得你曾付出的心力和青春。

工作压力不仅让我们身心受迫，也让工人无法团结一致要求更合理的工作条件。老板曾说：“你们之间都没嫌隙的话，我岂不失业？”我想对股东也是一样的，“如果你们都团结一致的话，我如何让你们乖乖替我赚钱？”

保护自己的工作安全，仅仅是一个卑微的要求，但却是再重要不过的事了。

◇ 目 录 ◇

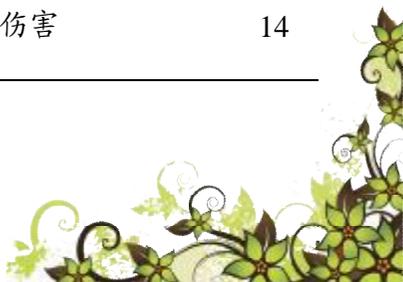
电子产品的制造——概述	1
一、危害，从原料开始	4
二、晶圆	6
清洗晶圆	7
□ 没有人告诉我们这些化学品会致癌！	9
在晶圆上制造芯片	16
蚀刻	19
检查晶圆上的芯片	20
在晶圆上种植多层薄膜	21
○ 清除铅和其它有毒物质	24
三、芯片（晶粒）	25
集成电路的封装	25
电镀	25
印码（标记）	26
太阳能电池的制造	26
四、印制电路板（印制板）	30
制造印制板	30

印制板的加工	33
□ 焊接工作让我患上哮喘	35
○ 无铅焊接	37
五、装配电子产品	38
制造其它部件	38
□ 电池厂工人抗议雇主毒害他们	39
高速生产线	41
□ 超时工作导致 F 厂工人自杀和死亡	42
自我保护 ABC	43
□ 争取凳子	44
清洁和抛光打磨	47
□ 工厂为省钱毒害工人	48
□ F 电子厂粉尘爆炸	49
六、检测、包装和付运	50
七、废料如何处置？	51
□ 他们毒害我们的土地、水源和身体	52
八、回收	53
附录 I：工友说说——电子厂职安健问题	54
附录 II：电子产品研发工作	60



防护、急救和护理措施速查 ◆◆◆◆◆

	页码
1. 保护工人的装备	8
2. 不同的防护用品的作用	46
3. 防护手套	11
4. 呼吸防护罩	15
5. 检查你的工作台是否符合“人体功效”	44
6. 减轻酸痛的小休和活动	45
7. 护眼运动	21
8. 氢氟酸烧伤紧急护理	10
9. 汞（水银）泄漏怎么办？	18
10. 砷中毒	29
11. 化学烟雾对肺部造成的伤害	14



专题集

- 劳动保护史 · 工人状况 · 工资 · 工会
- 童工 · 未成年工 · 学生工 · 女工
- 劳务派遣 · 社会保险 · 生态饮食
- 职业卫生诊断标准 · 辐射 · 尘肺
- 高温中暑 · 手臂振动病 · 噪声 · 焊接

有毒化学品专题

- 化学品 · 石棉 · 苯 · 甲苯 · 汞（水银）
- 正己烷（白电油） · 三氯乙烯（洗板水）
- 甲醛 · 亚硝酸盐 · 硫化氢 · 铝 · 铬 · 铅
- 镉及其化合物 · 1, 2-二氯乙烷

行业专题

- 各行各业职安健 · 矿山 · 建筑 · 钢铁
- 化工 · 电镀 · 集装箱 · 核电 · 玩具
- 电子 · 电池 · 制鞋 · 环卫工人

