



## 与液体工艺有关的静电危害

作者：Vahid Ebadat 博士

液体在管道，软管和过滤器中流动或者在搅拌的时候都会产生静电电荷。如果液体是静电绝缘的电荷就会累积。该电荷会在液体表面引起静电放电。这些放电可能具有足够的能量点燃易燃蒸汽，例如容器内易燃液体上面形成的蒸汽。液体的流动和搅拌也会使不接地的导电（金属）容器，管道和配件带有静电。

积累在绝缘体（塑料），没有接地的金属厂房和设备上的电荷可以引起足够高能量的静电放电点燃易燃气氛。带电液体的静电放电也有可能导致玻璃衬里和PTFE衬里的管道与容器发生穿孔，结果造成管道或容器的泄漏与腐蚀，并污染液体。因此，确定和控制这些潜在的静电点燃危害是必不可少的。

# NFPA 77和静电危害评估

静电荷的产生没有其本身的危害。不过，当静电荷积累到足够高以引起放电的时候危害就会引起。这样，静电危害评估的第一步是鉴别工艺过程中静电荷从哪里产生并积累。其次，如果静电荷的产生和积累不能被控制，必须鉴别静电放电的类型。最后，为了核实危害的存在，必须确定这些放电的有效能量并与易燃环境的最小点燃能 (MIE) 或容器和管道内衬材料的介电强度相比较。

美国消防协会 (NFPA) 标准77概述了鉴别静电危害的系统方法。该标准规定每个工艺过程都要进行评估以识别潜在的静电危害，包括没有接地的导体，例如金属厂房与设备和人员，以及电绝缘材料制成的配件。该评估应该：

- 1 在切实可行的范围内在实际的操作环境下进行；
- 2 基于现场测量与地的电阻，电的连续性，电场，流动电流，以及电荷；
- 3 参考当时的环境条件对电荷产生与积累的影响。

## 控制与液体工艺有关的静电危害的方法

与液体工艺有关的控制静电危害的方法包括：

### > 增加液体导电性能

液体具有的潜在静电危害可以通过增加其导电性而显著降低。具体而言，理想的效果是增加单相液体导电性 $>100\text{pS/m}$ ，对包含固体与不互溶物的液体导电性 $>100\text{pS/m}$ 。这可以通过添加导电性液体或抗静电添加剂来实现。

### > 液体接地

为了最大可能的降低液体静电电荷的积累，应该尽量保证液体的接地，包括玻璃内衬容器和PTFE内衬管道。对玻璃内衬容器，接地的金属底部的径流阀，接地的放在液面以下的钽片，或者接地的金属浸渍管，都可以提供恰当的导电通路。使用抗静电或者导电内衬材料可以减少穿孔的发生。

### > 限制液体流速

在装灌操作时限制液体的流速可以帮助降低管内液体流动时静电荷的产生，这也可以通过尽可能的降低承接容器内的飞溅与喷雾来实现。如果不能限制流速或者不能使用浸渍管，可能没有办法通过有效地消除液体的静电荷来降低液体静电放电点火的概率。这种情况下，应该考虑在灌装前和灌装过程中使容器惰化来最小化火灾或爆炸的风险。

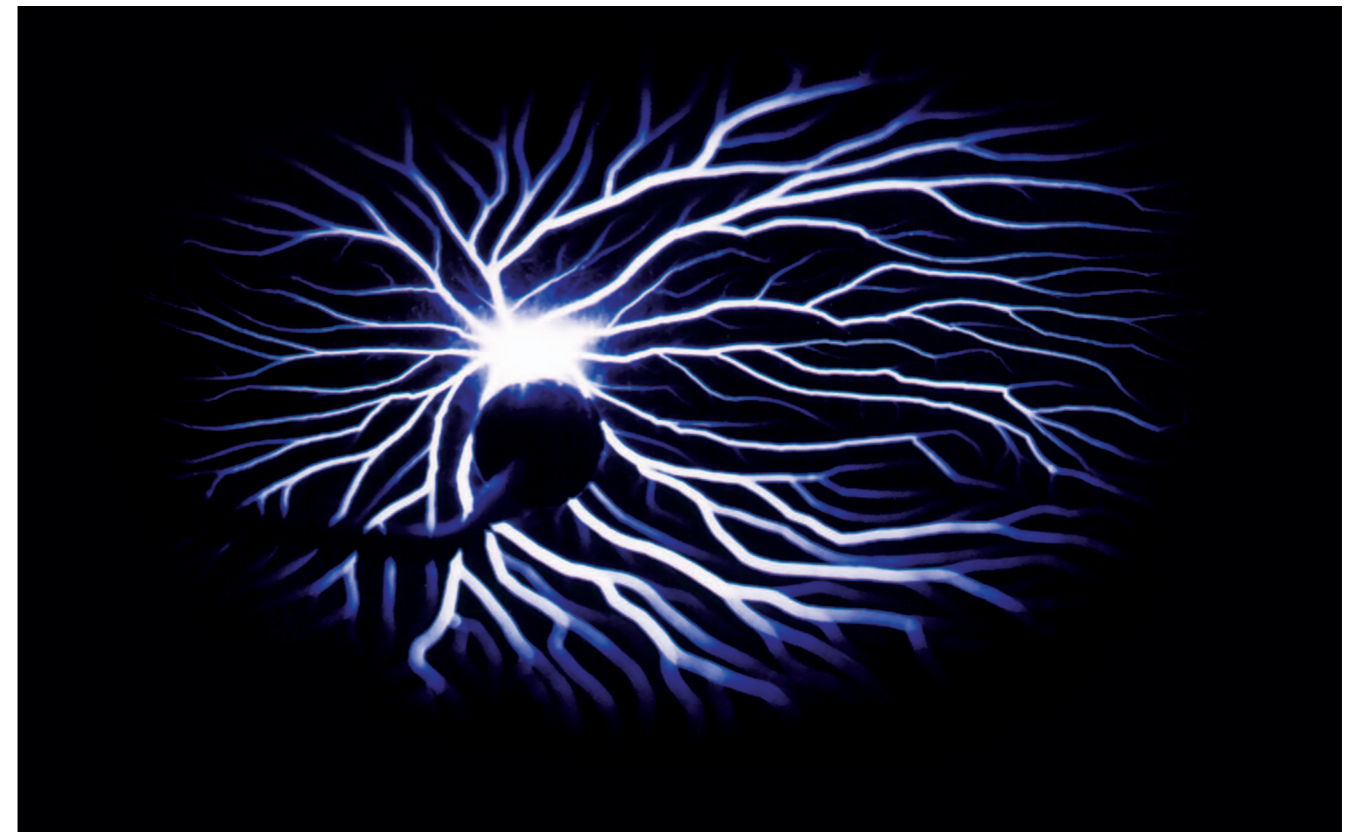
### > 过滤

液体在装入承接容器以前经常先通过一个过滤器。液体在过滤器中流过时因为大量的表面接触会产生很高的静电电荷。在易燃液体进入到承接容器以前应该先消除静电电荷来降低潜在的静电点火危害。这同情况下可以尽可能的将过滤器安装在承接容器上游尽可能远的位置，这样在液体进入到承接容器以前液体的静电就可以通过过滤器下游的接地的金属管道来消除。

### > 搅拌

因为在操作过程中液体表面的静电释放是难免的，建议在惰化的环境中进行电绝缘液体的搅拌。尤其是建议单相液体导电性在 $100\text{pS/m}$ 以下和包含固体与不互溶物质的液体的导电性在 $1000\text{pS/m}$ 以下的液体搅拌使用惰化。

值得注意的是，上述的预防措施并非详尽无遗或包罗万有。相反，它们是最常用的预防措施，并解决一些比较常见的液体处理操作。这些预防措施本质上是必要并一般性的，因此可能不适合所有的应用。取决于特定的应用或条件能否合理地预测，可能需要额外的或不同的预防措施。应评审其他预防措施当涉及到计量和取样，浸渍管的使用，液体过滤器的位置，金属厂房及设备的接地，抗静电塑料管道和软管的使用，带有易燃液体的塑料的使用。应寻求必要的专家建议



## Chilworth科技可以在哪些方面帮助您的工厂进行潜在静电危害的评估和控制

### > 咨询服务

Chilworth科技静电危害专家可以提供现场危害评估，以及进行现场测量包括电场，跨接和接地，和操作员工的接地电阻。会提供详细的现场观察报告，现场测试结果及其说明，以及可行的改进工艺安全的建议。

### > 测试服务

Chilworth科技最先进的静电测试实验室可以检测表面和容积电阻率，液体导电系数，电荷弛豫时间，荷电率，击穿电压，静电放电的引火性，气体、蒸汽、粉尘和复合气氛的最小点燃能。另外，我们的实验室装备有柔性联运散装货物集装袋 (FIBC) 在各种湿度条件下静电特性的全面测试。

### > 培训服务

Chilworth科技提供为您量身定制的有关静电危害评估与控制的内部培训课程。这些课程都是由具有多年鉴别和控制静电危害实践经验的技术人员进行讲解。



## 总结

在液体处理和加工操作中静电荷的产生和积累是可以预计的。这些电荷会积聚在液体本身，工厂的未接地导电（金属）部件上，以及绝缘体（塑料）上。由此产生的静电放电可以点燃易燃蒸汽和/或引起如针孔等容器和管道的内衬和涂层等的其它物理损伤。用于控制这些静电危害和影响的措施包括连接和接地所有工厂的导电部件，避免使用非导电性体，增加液体的电导率。

## 欲了解更多信息

关于本文的任何问题，请联系DEKRA测试和认证中国有限公司，上海市闸北区江场三路250号16号楼10楼，上海 200436，中国，T + 86 21 6056 7667, F + 86 21 6056 7555

### Vahid Ebadat 博士

Vahid Ebadat 博士是Chilworth北美的首席执行官。他在工艺及操作危害咨询方面有着丰富的经验，特别是化工，制药及食品加工工业领域。Ebadat博士是在气体及蒸汽可燃性、粉尘爆炸以及静电危害控制方面杰出的培训演讲者。他同时是美国防火协会NFPA 77（静电技术）和 NFPA 654（阻止由制造，加工及处理可燃性固体颗粒引起的火灾及粉尘爆炸标准）技术委员会委员，以及美国材料测试标准ASTM E27（化学品潜在危害性）委员会委员。Ebadat博士的科研成果累累，在各种技术白皮书及文献中出版发行了很多技术性文章。



## Chilworth, DEKRA集团过程安全的中流砥柱

成立于1986年的Chilworth目前是DEKRA集团过程安全业务的中流砥柱。过程安全服务与DEKRA工业业务的整合，为化学，农业化学，制药，食品加工，石油行业的主要公司提供完备的服务。我们的服务范围包括：

- > 实验室测试：粉尘和气体的可燃性，热稳定性，化学反应失控，监管测试（REACH等）
- > 过程安全中涉及到的咨询和培训：管理，文化，审核，风险分析（HAZOP等），事故专家意见，主要危险源，功能安全，紧急救援系统，主要过程安全法规（SEVESO/ATEX/OSHA）的符合性等甚至更多。

我们在世界各地都设立了代表处，这意味着我们可以，确保向任何地方的客户提供本土的专业服务，并提供最好的DEKRA测试，检验和认证服务。

欲了解更多信息，请访问 [www.chilworthglobal.com](http://www.chilworthglobal.com)

## 联系我们

- > 中国 : [info-cn@chilworthglobal.com](mailto:info-cn@chilworthglobal.com)
- > 法国 : [info-fr@chilworthglobal.com](mailto:info-fr@chilworthglobal.com)
- > 印度 : [info-in@chilworthglobal.com](mailto:info-in@chilworthglobal.com)
- > 意大利 : [info-it@chilworthglobal.com](mailto:info-it@chilworthglobal.com)
- > 荷兰 : [info-nl@chilworthglobal.com](mailto:info-nl@chilworthglobal.com)
- > 西班牙 : [info-es@chilworthglobal.com](mailto:info-es@chilworthglobal.com)
- > 瑞典 : [info-se@chilworthglobal.com](mailto:info-se@chilworthglobal.com)
- > 英国 : [info-uk@chilworthglobal.com](mailto:info-uk@chilworthglobal.com)
- > 美国 : [safety-usa@chilworthglobal.com](mailto:safety-usa@chilworthglobal.com)