

静电对苯胺生产的影响及预防措施

徐宇鹏

(天脊煤化工集团股份有限公司)

摘要: 对于存在易燃易爆物料的化工企业,静电是安全生产过程中不可避免又常被忽视的危险因素。本文从静电产生的原因入手,通过引入实际发生典型案例进一步分析静电产生的危害,从而在苯胺装置实际生产中总结出预防静电的措施。

关键词: 安全;控制;静电

0 引言

化工企业苯胺生产装置易燃易爆物质较多,如氢气、苯、苯胺、硝基苯、硝基酚等。其中氢气在空气中的爆炸极限 4%~74%,最低点燃能 0.017MJ,极易燃。苯的沸点仅为 80.1℃,极易挥发,爆炸极限为 1.2%~8.0%(体积分数),最低点燃能 0.2MJ。这两种物质很容易与空气形成爆炸性混合物,遇明火即发生爆炸。另外苯胺、硝基苯、硝基酚等都有被静电引燃继而发生事故的风险。苯胺生产装置常年存在这些物料,特别是储运罐区,仅苯的最大存储量就达到五千多吨,在运输、使用过程中静电预防是确保生产安全的重要工作之一。因此在生产中要重视静电的不利影响,认真分析静电产生的原因,制定出切实可行的预防措施,通过合理的途径把静电的危害予以消除,保证企业安全生产,避免事故的发生。

1 静电产生的原因

1.1 静电产生的内因

(1) 物质的逸出功不同。任何两种固体物质,当两者作相距小于 $25 \times 10^{-8} \text{cm}$ 的紧密接触时,在接触界面上会产生电子转移现象,这是由于各种物质逸出功的不同的缘故。两物质相接触时,逸出功较小的一方失去电子带正电,而另一方就获得电子带负电。

(2) 物质的电阻率的影响。电阻率高的物体,其导电性能差,带电层中的电子移动较困难,构成了静电荷集聚的条件。

(3) 介电常数(电容率)的影响。如果液体的介电常数大于 20,并连续性有效接地,一般说来,无论是运输还是储存都不可能积累静电。

1.2 静电产生的外因

(1) 紧密的接触和迅速的分离。当接触距离小于 $25 \times 10^{-8} \text{cm}$ 时,就有电子转移,即形成双电层。若分离得足够快,物体就带电。

(2) 附着带电。某种极性的离子或带电粉尘附着到与地绝缘的固体上,能使该固

体带上静电或改变其带电状况。物体获得电荷的多少，取决于该物体对地电容及周围情况。人在有带电微粒的场合活动后，由于带电微粒吸附于人体，因而会带电。

(3) 感应起电。在工业生产中，存在带静电物体能使附近不相连的导体带电的现象。

(4) 电解起电。将金属浸入电解溶液中，或在金属表面形成液体薄膜，由于界面的氧化—还原反应，金属离子将向溶液里扩散；即形成界面电流，随着这一过程的进行，界面上出现双电层，形成电位差。在一定的条件下，这个电位差足以阻止金属离子继续溶解，达到平衡状态。平衡状态遭到破坏时，金属离子继续扩散，形成电流。

(5) 压电效应起电。某些固体材料在机械力的作用下会产生电荷，在局部面积上分布不均匀的正负电荷。虽然压电效应产生的电荷密度小，仍具有可能引起爆炸的能量。

(6) 极化起电。绝缘体在静电场内，其内部和表面能出现电荷，是极化作用的结果。按照分子结构的不同，极化分为两类：一是非极性分子极化，二是极性分子极化。

(7) 喷出带电。粉体、液体和气体从截面很小的开口喷出时，这些流动的物体与喷口激烈的摩擦，同时流体本身分子之间又相互碰撞，会产生大量的静电。

(8) 飞沫带电。喷在空间的液体，由于扩散和分离，出现了许多小滴组成的新的液面，产生静电。

另外还有淌下、沉浮、冻结等许多产生静电的方式。同时需要指出的是产生静电的方式不是单一的，而是几种方式共同作用的结果。

2 静电的危害

静电的主要危害是引发火灾或爆炸。静电的电量虽然不大，但因其电压很高而且容易发生放电，产生静电火花。如周边存在易燃物或可燃气体，极易引起火灾或爆炸。

2020年4月2日10时50分左右，江苏某镇一家居公司，工人在制作海绵包过程中，因摩擦、喷胶等导致海绵包上的静电不断累积，放置海绵包过程中弹簧扰动时与海绵产生间隙形成刷形放电，引燃海绵包内聚集的胶粘剂挥发的可燃气体，继而引燃海绵包及周围可燃物造成火灾事故。导致5人死亡、2人受伤，直接经济损失约877万元。

2020年9月28日14时7分左右，湖北省某公司在使用压滤试验机对二硝基蒽醌滤料进行压滤作业时，滤料在压力作用下流动，与聚丙烯纤维滤布摩擦产生静电，能量积聚达到滤料的静电爆发临界值后，引发滤料起火分解，压滤试验机内温度和压力急剧升高，从而导致压滤试验机内的二硝基蒽醌爆炸，造成6人死亡、1人受伤。

2021年5月5日16时55分，浙江省某科技公司因生产线废气收集排风量不足，可燃气体集聚于烘箱箱体内，输送带上的云母纸产生静电火花引爆气体。发生爆燃事故，造成3人死亡，直接经济损失700余万元。

其次，人体受到静电电击容易引发二次事故。静电造成的电击，可能发生在人体接近带电物体的时候，也可能发生在带静电电荷的人体接近接地体的时候。一般情况下，

静电的电量较小，因此静电电击不会直接使人致命，但静电电击易引起坠落、摔倒等二次事故。电击还可能引起职工紧张，影响工作。

另外，在某些特殊的生产工程中，不消除静电将会影响生产或降低产品质量。静电还可引起电子元件误动作，引发二次事故。

3 苯胺装置防止静电的措施

3.1 工艺控制法

工艺控制法是从工艺流程、设备构造、材料选择及操作管理等方面采取措施，限制电流的产生或控制静电的积累，使之控制在安全的范围之内。

主要措施有：

(1) 限制输送速度

装卸苯、苯胺时控制流量不大于 $55\text{m}^3/\text{h}$ ，以控制物料流动速度，减少静电产生。

(2) 对设备和管道选用适当的材料

所有物料管线包括保温材料包裹层均采用金属材质，防止静电积累。

(3) 控制室内环境湿度

室内空气湿度低于 30% 时，有利于磨擦产生静电，若将湿度提高到 45%，静电就难产生了。但因为电气设备中的电子元件对湿度非常敏感，如果湿度过高会导致电子元器件的绝缘性能下降，从而引起电气设备故障，另外湿度过高更容易导致金属设备生锈，从而影响设备寿命。因此，在室内设备间一般控制湿度在 40%RH~60%RH。

3.2 泄漏导走法

泄漏导走法即静电接地法。静电接地是消除导体上静电简单、有效的措施。可以利用工艺手段对空气增湿、添加抗静电剂。也可采取静电跨接、直接接地、间接接地等方式，把设备上各部分经过接地点与大地连接，但静电连接系统的电阻不应大于 100 欧姆。

主要措施有：

(1) 人体接地。在危险场所入口，设置金属接地静电消除装置。人员进入前用手接触，以消除人体所带的静电（见图 1）。



图 1 金属接地静电消除装置

(2) 设备接地。所有储罐、管道、现场仪表等可靠接地，防止静电积累（见图 2）。

(3) 车辆接地。进入储运装卸域内的车辆必须具有且正确使用防静电地拖（见图 3）。



图 3 车辆接地图



图 2 设备接地图

另外，针对装卸作业中的车辆还设置了安全装卸静电接地控制器（见图 4）。在对车辆进行装卸作业前，先把静电接地控制器的金属夹夹在车身的金属部分，保证车辆有效接地。该静电接地控制器具有报警连锁功能，在接地不良时不仅可以发出声光报警，而且可以触发联锁——停止运行的装卸泵或限制泵的启动。

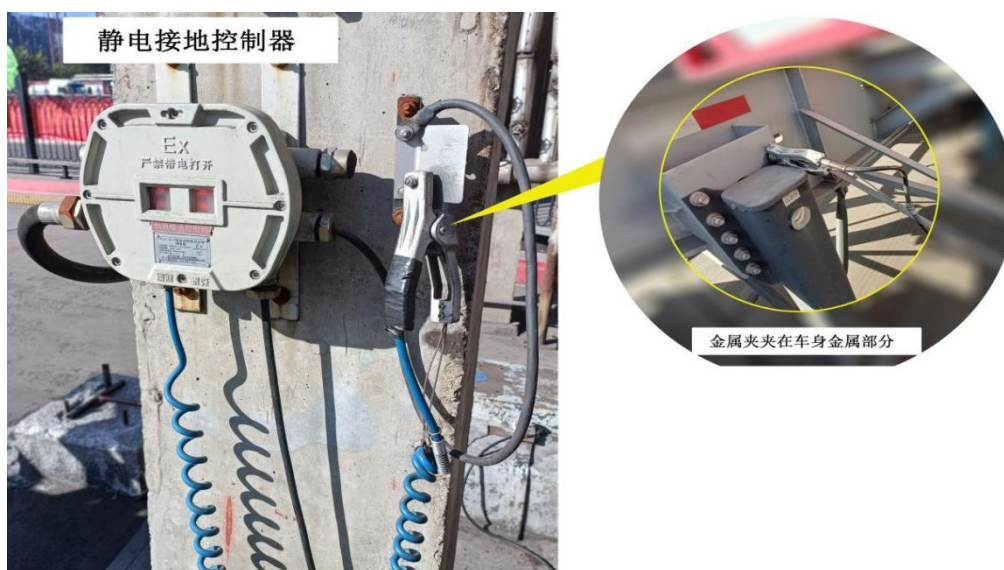


图4 装卸静电接地控制器

此外，还可以通过工作地面导电化、合理使用规定的劳动防护用品等手段预防、消除静电危害，确保生产安全。在实际运用中发现消除静电最简便、经济又可靠的方法就是接地法，此种方法只需要一根导线与大地相连，这也是现实生活、生产中使用最多的消除静电的方法。

4 结论

实践证明，通过采取上述防静电措施，结合化工人员精心操作，我公司苯胺装置自2006年投产至今，避免了因静电损伤设备发生的静电危害事故，从而保证了苯胺装置的连续稳定运行。