

空客喷漆车间火灾危险性分析

●赵雅娟¹, 刘 静¹, 张军庆²

(1. 天津市消防总队, 天津 300040; 2. 衡水市消防支队, 河北 衡水 053000)

摘 要:从喷漆大厅火灾爆炸危险源、全部气化的危险性两个方面分析了空客 A320 飞机喷漆车间的火灾爆炸危险性, 并对喷漆车间爆炸危险区域进行了划分, 提出了在飞机喷漆车间设计中应采取的安全措施。

关键词:喷漆车间; 火灾爆炸; 危险区域; 安全措施

中图分类号: D631.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-2077(2007)10-0057-03

1 空客 A320 项目及喷漆机库概况

本工程由 A320 系列飞机总装生产设施及相关附属设施组成, 建筑总占地面积 84 315m², 共有 19 项单体建筑及构筑物。空客 A320 飞机总装项目 14 号、15 号两个喷漆车间均由喷漆大厅及附楼组成, 喷漆车间建筑高度为 19.30m, 建筑占地面积为 6 900m², 总建筑面积为 15 970m²。喷漆大厅采用单层钢柱、钢桁架结构, 设地下供应管沟。大厅跨度为 60.0m, 进深 56.7m, 大厅下弦高度 10.17m, 尾翼部分下弦高度 14.90m。

2 喷漆工艺流程

空客 A320 整机喷漆作业工艺流程为: 飞机入库 → 去除机身外表部分保护层 → 对不喷漆的部分进行保护 → 溶剂清洗去除表面油污 → 喷底漆 → 常温干燥 → 喷面漆 → 常温干燥 → 喷标志漆 → 常温干燥 → 去除不喷漆部分的保护层 → 出库。为保证喷漆工作的顺利完成, 喷漆工作开始前需要进行涂料准备工作, 包括漆液的搅拌、估料、配料、稀释等, 这就要求配套相应的调漆设备、配漆设备、过滤设备等。整机喷漆工作一般采用连续工作方式, 每班需要 8 名喷漆工人。单架飞机(不含垂直尾翼)整机喷漆周期根据飞机表面颜色的复杂程度来定, 如颜色简单的飞机喷漆时间约需 4~7 天, 颜色比较复杂的飞机喷漆时间需要

15~16 天, 颜色和图案特别复杂的飞机喷漆时间则需 25 天。飞机采用静电喷漆方法完成喷漆, 需要配备高压静电发生装置、静电喷枪、自吸泵等配套喷漆设施。静电喷漆采用静电喷枪, 利用电晕放电原理使雾化的溶剂和水性涂料在高压直流电场作用下带负电, 并吸附于带正电的飞机表面进行放电。静电喷漆利于环保和节省漆料。一架 A319、A320 飞机(含垂直尾翼)喷漆所消耗的漆料、有机溶剂的总量约为 600kg。

3 火灾爆炸危险性

喷漆车间喷漆作业时使用的漆料和溶剂中的主要危险介质有甲苯、二甲苯(邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯)、甲乙酮等, 这些挥发性可燃液体挥发出的可燃蒸气与空气形成的混合物在条件适宜的情况下, 会发生爆炸。

3.1 喷漆大厅火灾爆炸危险源

对飞机进行喷漆作业的主要流程是进行表面处理、喷漆和干燥三道工序。下面分别对各工序进行火灾爆炸危险性分析。

3.1.1 表面处理

表面处理就是要消除飞机表面的保护层、油污和其它杂质, 去除或减轻表面缺陷, 以提供适用涂漆要求的良好基底。表面处理的方法常用的有手工处

收稿日期: 2007-05-21

作者简介: 赵雅娟(1977—), 女, 河北河间人, 工程师; 刘静(1977—), 女, 天津静海人, 工程师; 张军庆(1983—), 男, 河北武强人。

理、机械处理、喷射处理、化学及电化学处理、火焰处理、有机溶剂处理、磷化、氧化和钝化处理等。有机溶剂包括汽油、甲苯、二甲苯、三氯乙烯、四氯乙烯、甲乙酮、脱漆剂和石油溶剂等。由于这些有机溶剂大都属于易燃液体,且易挥发,使用时一旦遇明火和火花,便有可能引发火灾和爆炸。

3.1.2 喷漆

飞机涂漆采用的是静电喷涂方法,尽管作业过程中挥发的可燃性液体量较少,但由于喷漆使用的各种溶剂的闪点低、挥发性强、爆炸下限低,加之喷涂过程要强行雾化,因此,可燃液体蒸气还是容易达到爆炸浓度的。

3.1.3 干燥

油漆的干燥是指油漆由液态或粘稠状薄膜变成固态的化学和物理过程。喷漆大厅采用自然干燥法,即在温度为15~30℃,相对湿度不大于80%的条件下进行空气干燥。自然干燥比加热烘干安全,但溶剂会大量挥发。

3.2 全部汽化的危险性

一般可燃气体检测报警装置的报警控制值是该可燃气体爆炸下限的25%,当空间内的空气与可燃气体的混合气体浓度达到这个值时就发出报警。此外,在实际中还应考虑到在一个较大的空间内,可能存在可燃气体扩散不均匀的现象,会形成局部高浓度而引发爆炸的危险可能性。

对于任何一种甲、乙类火灾危险性液体,其单位体积全部挥发后的气体体积可按(1)式进行计算:

$$V = 829.52 \frac{B}{M} \quad (1)$$

式中, V ——气体体积, L;

B ——液体相对密度(水=1);

M ——蒸气相对密度(空气=1)。

喷漆大厅内喷漆过程中用到多种易燃、易挥发性化学物质,由于大厅容积大,即使可燃液体全部汽化也可能在整个大厅内达不到其爆炸下限。以某一喷漆车间的喷漆大厅为例,假设喷漆过程中可燃液体全部挥发且挥发后的蒸气能够均匀分布在喷漆大厅内,计算不同区域在不同工序达到爆炸下限的可能性。

3.2.1 混合性气体体积

根据客户要求不同,所用的漆料配方和所用的油漆量也不同,平均每架次飞机(含垂直尾翼喷漆)所用材料为:底漆52L、面漆221L,上述数据中已包

含有稀料,主要成分为二甲苯、甲苯;清洗剂109L,主要成分为甲乙酮。有关稀料、清洗剂主要成分的物理化学性质见表1。

表1 稀料、清洗剂主要成分物化性质

名称	爆炸下限 (V%)	闪点 (℃)	自燃温度 (℃)	蒸气密度 (空气=1)	液体密度 (水=1)
甲苯	1.2	4	535	3.14	0.87
二甲苯	1.0	25	463	3.66	0.88
甲乙酮	1.7	-9	505	2.42	0.81

注:数据引自《石油化工原料与产品安全手册》

考虑到最不利的情况,假定清洗工段所使用的所有甲乙酮全部汽化,则产生的蒸气与空气所形成的爆炸性混合气体的体积为:

$$V_{\text{清洗}} = 109 \times 829.52 \times \frac{0.81}{2.42} \div 1000 \div 1.7\% \\ = 1780.2 \text{ m}^3$$

而喷漆工段使用的稀料的二甲苯、甲苯全部汽化,产生的蒸气与空气所形成的爆炸性混合气体的体积为:

$$\text{底漆: } V_{\text{底漆}} = 52 \times 829.52 \times \frac{0.88}{3.14} \div 1000 \div 1.0\% \\ = 1208.9 \text{ m}^3$$

$$\text{面漆: } V_{\text{面漆}} = 221 \times 829.52 \times \frac{0.88}{3.14} \div 1000 \div 1.0\% \\ = 5137.7 \text{ m}^3$$

3.2.2 车间内不同区域的体积

整个车间的体积: $60.0 \times 56.7 \times 10.2 = 34700.4 \text{ m}^3$; 地面以上0.5m的体积: $60.0 \times 56.7 \times 0.5 = 1701 \text{ m}^3$; 地面以上1.5m的体积: $60.0 \times 56.7 \times 1.5 = 5103 \text{ m}^3$

3.2.3 危险性

通过计算可以看出,在3个工序过程中,面漆工段达到爆炸下限的可燃蒸气混合物的体积最大,为 5137.7 m^3 ,远远小于整个车间的体积 34700.4 m^3 。在可燃蒸气均匀分布在喷漆大厅内的前提下,3个喷漆工序都没有达到爆炸下限的可能。由表1可知,这些可燃蒸气相对于空气的密度都比较大,容易在地面区域积聚。通过对比达到爆炸下限的可燃蒸气混合物和喷漆车间内局部区域的体积可以看出,清洗工段最容易达到爆炸下限的区域是在大厅地面以上0.5m的区域内;底漆工段地面以上0.5m的区域内,没有达到爆炸下限;面漆工段最容易达到爆炸下限的区域是在大厅地面以上1.5m的区域内。这表明在喷漆过程中,接近地面的局部区域,如地面以上

1.5m 和地沟、地坑等范围内,可燃蒸气的混合物仍有达到爆炸下限的可能。但对与喷漆区相对较远的顶部空间,可燃蒸气达到爆炸下限的可能性相对较小。对喷漆大厅内的爆炸危险区域的划分需要考虑这些因素。

4 设计中采取的安全措施

4.1 通风措施。整个喷漆工位上方均匀布置大风量送风口,下方设置回风地沟及回风口。喷枪产生的少量漆雾被有效稀释,迅速被回风地沟抽出。喷漆工位周边设置上送下回的风幕,有阻止含漆气流外泄的作用。漆雾的主要成分比空气重,在气流的作用下,很难在喷漆工位上方聚积,见图 1。

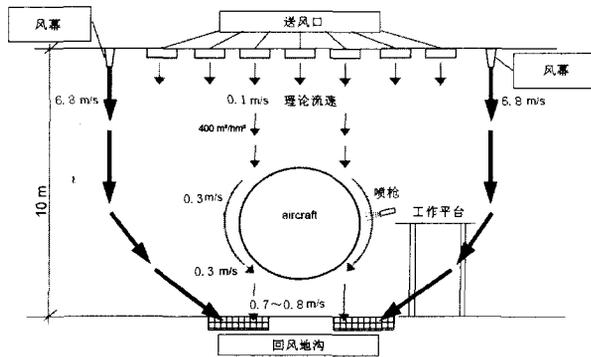


图1 通风措施

4.2 早期预警措施。喷漆车间内、回风地沟内均设置可燃气体自动报警系统,可早期发现聚积的爆炸性危险气体。

4.3 防护措施。喷漆车间内的电气设备均采用防

爆型产品,照明为吸顶安装的专用灯具,采用冷光源(荧光灯管)。灯具防护等级为 IP55,防止可能出现的少量漆雾与电气部分接触。

4.4 电气联锁措施。喷漆车间的通风系统与喷漆用压缩空气及与喷漆作业无关的电气系统联锁。只有通风系统正常启动以后,压缩空气管路电动阀门才能打开,才能进行喷漆作业,保证漆雾可靠排出。同时,通风系统启动以后,与喷漆作业无关的电气系统,如周边电器插座等,将切断电源。

4.5 排烟措施。喷漆车间设计了机械排烟系统。

5 爆炸危险区域划分

通过对飞机喷漆车间爆炸危险区域的划分办法,考虑到喷漆大厅内采取的相应措施,喷漆作业在有良好通风的条件下,喷漆大厅内的爆炸危险区域可按如下方式划分:喷射流视为爆炸危险区域,等级为 0 区,围绕喷射枪口半径为 1m 的区域为 1 区。地面上的搅拌容器、溶剂容器半径为 1.5m 的区域为 1 区。飞机停放地面以下的地沟、地坑到地面 1.5m 的区域为 1 区。除上述划分的爆炸危险区域以外,喷漆车间内的其它区域不需要进行爆炸危险区域的划分。

参考文献:

- [1] GB50016-2006, 建筑设计防火规范[S].
- [2] GB50058-1992, 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范[S].
- [3] HBJ12-1995, 喷漆机库设计规定[S].

The Analysis of Fire Risk of Airbus Painting Workshop

ZHAO Ya-juan¹, LIU Jing¹, ZHANG Jun-qing²

(1. Tianjin Fire Corps, Tianjin 300040, China;

2. Hengshui Municipal Fire Brigade, Hebei Province 053000, China)

Abstract: This paper analyzes the fire risk of Airbus painting workshop from two aspects of causes of fire and liquefied gases and zones the fire risk areas. The paper suggests some prevention measures about them.

Key words: painting workshop; fire explosion; risk areas; safety measures

(本栏责任编辑、校对 马 龙)