

固体推进剂生产中排放有害物质 对大气污染的研究*

李宪昌 曹丽宁 彭维勉 赵素丽 刘孟珍

(航天工业总公司 46 所, 呼和浩特, 010016)

摘 要: 对固体推进剂生产中排放有害物质引起的大气污染问题, 运用高斯模式与环境监测相结合的方法进行了系统研究, 评价了不同大气稳定度下苯乙烯的浓度分布, 提出了有效的防治措施。

主题词: 固体推进剂, 气体扩散, 大气监测, 高斯方程, 苯乙烯, 推进剂污染

分类号: V435.6, X510.2

A STUDY ON ATMOSPHERIC POLLUTION OF HARMFUL POLLUTANTS EXHAUSTED DURING SOLID PROPELLANTS PRODUCTION

Li Xianchang Cao Lining Peng Weimian Zhao Suli Liu Mengzhen

(The 46th Research Institute, China Aerospace Corporation, Huhehot, 010076)

Abstract: A study on the atmospheric pollution of harmful pollutants exhausted during solid propellant production is made systematically by means of combination Gaussian model prediction with environment monitoring. The styrene concentration distributions under different atmospheric stabilities are evaluated and the effective measures for the prevention and cure of the pollution are proposed.

Keywords: Solid propellant, Gaseous diffusion, Atmospheric monitoring, Gauss equation, Styrene, Propellant pollution

1 引 言

复合固体推进剂的组成和生产工艺, 决定了在其生产过程中要排放许多有害物质。各生

* 本文 1992 年 10 月 26 日收到

产工序使用和排放的有害物质的种类、数量以及它们对生产场所和周围环境的污染状况，正是人们所关注的，然而国内还没有这方面的报道。

我们通过现场调查，分析和监测，辅以高斯扩散数学模式计算和预测，对上述问题进行了系统研究，取得了比较满意的结果。因此，本文的研究方法及其结果具有一定的普遍意义。

2 研究工作程序和实验研究方法

2.1 研究工作程序

研究工作程序见图 1。

2.2 实验研究方法

2.2.1 选定高斯大气扩散数学模式

进行大气污染扩散预测，使用最普遍的是高斯大气扩散数学模式，尤其是其中的烟羽模式^[1]。推进剂生产中排放污染物的方式与高斯模式通常所研究的对象是相同的，本研究所选定的试验场地，地形地貌基本满足应用该模式的条件。因此，选定高斯模式。

2.2.2 大气稳定度和扩散参数

大气稳定度分类方法和扩散参数分别采用帕斯奎尔和布里吉斯方法确定和估算^[1]。

2.2.3 主要项目的测试和分析方法

(1) 推进剂中残存苯乙烯 (BX) 的分析方法采用航天工业部标准 QJ914.5-85《复合固体推进剂 (丁羧系统) 残存苯乙烯的分析方法》。

(2) 车间内空气中 BX 的测定方法采用气相色谱法。

(3) 大气中 BX 的测定采用大气采样器采样，分光光度比色法测定。

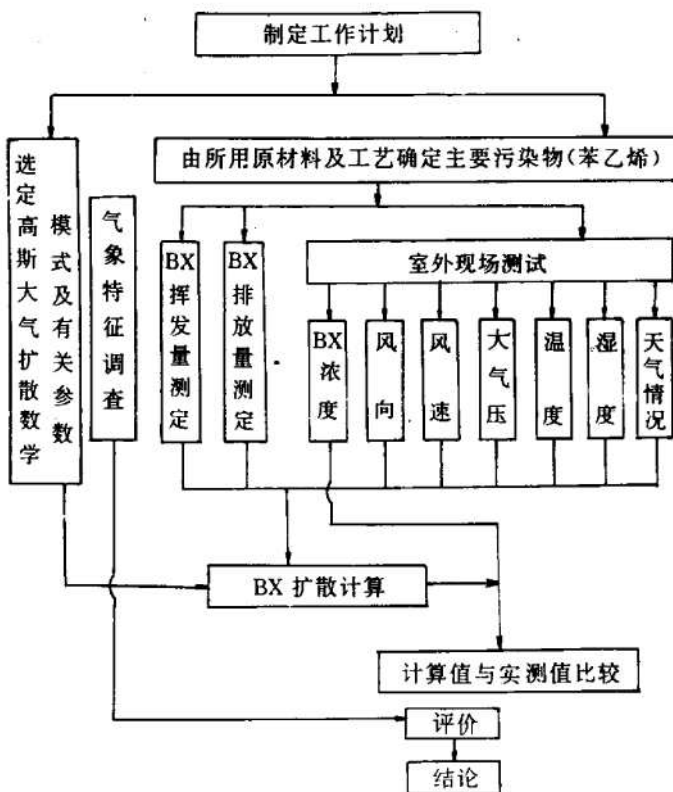


图 1 研究工作程序框图

3 实验研究结果和讨论

3.1 推进剂生产中排放的主要污染物

推进剂生产主要工序有：壳体内衬层制造、备料、推进剂混合、浇铸固化、脱模、整形和总装等。在内衬层（包复层）喷涂时，料浆要用 BX 作稀释剂，而这些 BX 几乎全部挥发到空气中；在一些推进剂配方中，需要外加一定量的 BX 作稀释剂，在推进剂混合、浇铸、固化等阶段都有 BX 挥发、排放；生产设备都要用丙酮等有机溶剂清洗，这些溶剂几乎全部挥发、排放到大气中，在备料过程中还有氧化剂、铝粉等粉尘。从用量、排放量和毒性等方面综合分析确定 BX 为主要污染物。由表 1 可见，丁羧推进剂挥发性物质中 BX 占 91% 以上。因此，本文以 BX 为主要研究对象。

表 1 丁羧推进剂中挥发物的组成

组份	丁二烯	乙醇	丁二烯二聚物	苯	乙苯	苯乙烯	其它*
含量 (%)	1.07	0.31	1.03	2.11	2.61	91.97	0.34
备注	* 是指有机物未知物, 本表中所有组份总量为 99.4%, 余量 0.6% 是 CO ₂ , H ₂ 等无机物。						

3.2 包复层制造过程中 BX 的排放量

包复层制造分三个阶段: 配料、喷涂、固化。喷涂阶段还包括生产设备、器具的清洗。表 2 是各阶段排放的情况。由表中数据可见, 喷涂阶段排放的 BX 占 75% 以上。

表 2 包复层制造过程中 BX 的排放情况

数 据		发 动 机 尺 寸 (m)	φ1.4×4.45	φ1.4×1.68
含 量 (%)				
BX 用量 (kg)			40	18
配 料	排风量 (m ³ /s)		1.66	1.66
	排放时间 (h)		4	3
	BX 浓度 (mg/m ³)		31.0	22.2
	BX 排放量 (kg)		0.74	0.398
	排放率 (%)		1.9	2.2
	排放强度 (mg/s)		51.4	36.9
喷 涂	排风量 (m ³ /s)		2.75	2.75
	排放时间 (h)		4.0	3.5
	BX 浓度 (mg/m ³)		756.5	399.2
	BX 排放量 (kg)		30.0	13.8
	排放率 (%)		75.0	76.7
	排放强度 (mg/s)		2083	1095
固 化	BX 排放量 (kg)		9.0	3.6
	排放率 (%)		22.5	20.0
	固化时间 (天)		7	7
	排放强度 (mg/s)		15.0	6.0

3.3 推进剂主要生产工序 BX 挥发 (排放量)

表 3 综合了推进剂混合、浇铸、固化过程中 BX 的挥发、排放数据。挥发量是指在某一生产过程中推进剂中 BX 的减少量; 排放量是指某一生产过程中由排风机排放 BX 的量。由于生产工艺的原因, 挥发量一般大于排放量。

研究结果表明,推进剂生产排放的污染物,其主要污染区域是所在污染源的150m以内,即深受其害的是本厂职工。在一定的气象条件下,在1500m处,BX最大浓度可达 $0.02\text{mg}/\text{m}^3$,已超标。

当地气象特征的观测和综合分析表明,近地大气污染物的输送是以东西输送为主,且向东输送大于向西的输送。

4.2 改进建议

根据国内固体推进剂研制生产现状调查和本研究结果建议:

(1) 对现有排放量大的重点污染源安装处理设备;对排放量小的污染点,增加排风筒高度,以减少对厂房周围的污染。

(2) 在新型号、新配方研制中,尽量采用新材料,新技术,以减少或替代易挥发的原材料;提倡“三同时”的原则。

5 几点结论

5.1 主要污染物的确定

研究结果表明,到目前为止,国内固体推进剂生产中排放的主要污染物是BX。

5.2 BX挥发量和排放量的测定

用测定推进剂中BX的变化情况确定BX的挥发量,即物料平衡测算方法;用测定排风量及BX的浓度来确定BX的排放量;在推进剂混合阶段这两种数据是接近的,说明两种方法是正确的。同时,通过实测发现,无论那个工序BX及其它污染物其挥发量(排放量)与使用量成正比。

5.3 污染源类型

国内固体推进剂生产中有害物质大部分是由排风机经一定高度的风筒排放,并且时间较长,因此属于连续点源或高架连续点源。

5.4 高斯扩散数学模式的应用

研究结果表明,用高斯扩散数学模式预测BX的扩散分布情况,所得数据与现场实测数据接近,规律性一致,具有显著的相关性。这说明高斯模式的运用是成功的。

5.5 实验研究方法的适用性

本文所采用的一些实验研究方法及其所得数据,如推进剂中BX的测定方法及数据,对此类推进剂的研制及其贮存老化也有其现实意义。

5.6 关于环境影响和建议

通过实际监测和调查表明,对环境影响的评价是符合实际的,所提建议是合理的。

参 考 文 献

- [1] 吴鹏鸣等. 环境空气监测质量保证手册. 北京: 中国环境科学出版社, 1989年
- [2] 国家环保局. 空气和废气监测分析方法. 北京: 中国环境科学出版社, 1990年