

doi: 10.7690/bgzdh.2013.09.008

## 分步压装含铝炸药的成型性研究

王淑萍, 王晓峰, 贾宪振, 王彩玲, 刁小强

(西安近代化学研究所, 西安 710065)

**摘要:** 为了提高分步压装装药质量和装药密度, 保证装药工艺及使用过程的安全性, 设计了 3 种不同粘结剂配比的含铝炸药, 通过 50℃、20℃、-40℃ 及温度冲击条件下药柱的抗压强度测试, 研究不同配方药柱的力学性能和环境适应性; 采用分步压装工艺进行装药试验, 通过装药密度对比分析, 研究粘结剂配比对分步压装工艺成型性的影响。结果表明: 复合粘结剂配比对炸药可压性有一定影响, 含少量增塑剂的炸药配方具有低比压成型特征, 有利于提高分步压装装药密度和工艺安全性, 并且装药具有良好的环境适应性。

**关键词:** 分步压装; 含铝炸药; 可压性; 力学性能

**中图分类号:** TJ410.5 **文献标志码:** A

## Molding Property of Aluminum-Containing Explosive for Step-Press-Loading

Wang Shuping, Wang Xiaofeng, Jia Xianzhen, Wang Cailing, Diao Xiaoqiang

(Xi'an Modern Chemistry Research Institute, Xi'an 710065, China)

**Abstract:** In order to improve the loading quality and loading density, so the technique safety of step-press-loading charge can be bettered, three kinds of aluminum containing explosives with different binder system were designed. By measuring pressing-intensity at 50℃, 20℃, -40℃ and temperature-loading test, mechanical and environmental property have been researched. Utilizing step-press-loading technique and analyzing loading density, the effect of different binder on the molding property can be learned. It can be concluded that the composite binder has some impact on the compressibility of step-loading aluminized explosive, and explosive with less plasticizer can be molded by lower specific pressure, resulting in higher loading-density, better technique safety and environmental adaptability as well.

**Key words:** step-press-loading; aluminum-containing explosive; compressibility; mechanic property

## 0 引言

压装炸药的成型性与多种因素有关, 如炸药及粘结剂组分、规格、制备工艺及装药方式等, 通过一定比压下药柱密度及密度均匀性、力学性能、药柱质量等来表征炸药的成型性。研究显示, 对于压装炸药, 提高炸药装药的密度能够有效降低炸药的撞击感度和冲击波感度, 从而有效提高炸药装药的抗过载能力<sup>[1]</sup>。

分步压装工艺是对进入弹体内的每一份炸药, 通过螺杆持续旋转和冲压完成装药过程。在具备一定流散性的基础上, 还要求炸药具有低比压成型特征和良好的环境适应性, 这主要是由于在高比压下, RDX 晶体颗粒破碎比例增大, 热点生成几率增大, 导致装药的撞击感度增高<sup>[2]</sup>, 所以在低比压下提高炸药装药密度的同时, 可以提高装药工艺过程和应用的的安全性。基于此, 笔者针对分步压装工艺对炸药的的特殊要求, 设计了 3 种不同粘结剂和增塑剂配比炸药, 研究药柱的成型性和力学性能, 为选择分步压装用炸药提供参考。

## 1 实验

## 1.1 样品制备

按照现用分步压装用炸药的组分及物料特性, 设计了以 RDX 为基的含铝 PBX 系列分步压装炸药配方, 通过在配方中加入增塑剂, 使得炸药配方在较低的成型压力下即可达到较高密度和降低感度的目的。笔者设计了 3 种复合粘结剂配比, 见表 1。首先对 RDX 进行钝化处理, 之后采用先干混再喷洒复合粘结剂溶液的方法制备炸药样品<sup>[3]</sup>。表 1 中的 A-IX-II 是现用分步压装炸药。

表 1 分步压装炸药的复合粘结剂配比

炸药名称	复合粘结剂配比
配方 1	1.5%粘结剂, 0.0%增塑剂
配方 2	1.3%粘结剂, 0.2%增塑剂
配方 3	0.75%粘结剂, 0.75%增塑剂
A-IX-II	80%钝化 RDX, 20%铝粉

## 1.2 力学性能测试

对 3 种炸药样品和 A-IX-II 炸药压制  $\phi 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$  药柱, 按照 GJB772A-97 方法 416.1, 分别进行了 50℃、20℃、-40℃ 和温度循环后 (药柱经高

收稿日期: 2013-03-18; 修回日期: 2013-04-26

作者简介: 王淑萍(1964—), 女, 山西人, 学士, 研究员, 从事炸药装药技术研究。

温(70±2)℃、30 min 至低温(-45±2)℃、30 min 循环3次)的抗压强度测试,结果见表2。结果显示,加入“粘结剂+增塑剂”的炸药抗压强度均高于A-IX-II炸药,50℃时,3种炸药的力学强度差别不大,随着温度的下降,粘结剂和增塑剂对药柱的抗压强度和压缩率影响愈加明显,增塑剂的增加会降低药柱的力学强度。

表2 4种炸药力学强度测试结果

样品	(抗压强度/MPa)/(压缩率/%)			
	50℃	20℃	-40℃	20℃(高低温循环后)
配方1	3.06/2.30	9.00/3.42	19.3/4.57	12.4/2.42
配方2	3.01/2.41	7.56/2.84	16.2/4.76	10.7/2.10
配方3	3.66/3.48	6.21/3.44	13.4/5.45	8.19/2.61
A-IX-II	2.48/2.48	4.91/2.49	10.9/4.46	6.99/1.92

### 1.3 分步压装装药试验

采用分步压装工艺进行3个配方炸药和A-IX-II炸药的装药试验,记录了装药压力、螺杆冲压次数、压制时间等参数。通过测量壳体容积和装药量,计算装药整体密度。之后对弹体装药进行了温度冲击试验:经高温+70℃,恒温24h,在5min内将弹丸转送入已调节至-55℃的低温试验箱内,恒温24h,共进行3个循环,在低温状态和恢复常温后对装药质量进行了无损检测,结果见表3。可见,在相同压力下,随着增塑剂含量的增加,压制时间变长,装药密度增加;对于相同配方炸药,装药密度随压力的增大而增大。温度冲击试验后,装药质量的变化与复合粘结剂的配比和装药密度有关。

表3 4种炸药分步压装试验和装药质量检测结果

炸药品种	压力/MPa	冲压次数	压制时间	整体密度/(g/cm <sup>3</sup> )		裂纹数量	
				低温	常温	低温	常温
配方1	5.0	118	1'33"	1.697	无	无	无
		118	1'33"	1.695	无	无	无
	4.2	110	1'20"	1.653	1条	无	无
		110	1'26"	1.650	2条	无	无
配方2	5.0	129	1'40"	1.726	1条	1条	1条
		134	1'48"	1.725	1条	1条	1条
	4.2	124	1'37"	1.679	无	无	无
		124	1'37"	1.685	无	无	无
配方3	5.0	170	2'13"	1.768	2条	无	无
		171	2'10"	1.770	1条	无	无
	4.6	166	1'50"	1.759	2条	1条	1条
		156	1'52"	1.733	1条	无	无
A-IX-II	5.0	142	1'50"	1.706	1条	无	无
		139	1'40"	1.701	3条	无	无

## 2 结果与讨论

### 2.1 粘结剂和增塑剂含量对炸药可压性的影响

分步压装装药的成型过程,实质上是炸药颗粒在压力作用下相互错动、镶嵌、挤实,使孔隙减小,最终产生弹塑性形变的过程。由于炸药散粒体的滑动能力以及力学特性的差异,致使其可压性和密度

分布存在着差异。在炸药中加入了高聚物粘结剂(见表1),目的是提高炸药的力学性能,便于混合炸药的加工和成型。通过加入增塑剂来降低高分子间的引力,从而降低其软化点,增加塑性。由于增塑剂一般都具有一些小分子、高沸点、低挥发性的特点,对混合炸药不仅起增塑的作用,有的还起增韧、钝感和润湿的作用,改善炸药的耐冲击性<sup>[4]</sup>。

由表3和图1结果可知,配方1未加增塑剂,炸药的蠕变性较差,导致螺杆压制次数少,压制时间短,装药密度较低。配方2和配方3加入了不同含量的增塑剂,使装药时间及螺杆冲压次数增加,提高了装药密度。说明在配方中加入一定量的增塑剂可使炸药具有低比压成型的特性,从而保证装药过程的安全性。这是由于增塑剂的加入对高聚物粘结剂起了稀释作用<sup>[4]</sup>,减小了高分子链之间的作用力,增强了链段之间的活动能力,提高了高聚物粘结剂的本体粘度,增塑剂的加入量同高聚物的本体粘度成正比,可以提高粘结剂的粘流性能,使混合炸药的可塑性和柔顺性更好,从而增加炸药的蠕变性能。因此,采用分步压装工艺装药时,可增加螺杆的冲压次数,延长压制时间,增加装药量,有助于提高装药整体密度(见图1)。但随着增塑剂含量的增加,炸药的力学强度有所下降(见表2)。而装药的力学性能与成型性能、安全性能存在一定的矛盾;因此,只能在保证强度满足使用要求的前提下,尽可能提高炸药的成型性,保证工艺过程的安全性,而不能强求过高的力学性能<sup>[5]</sup>。

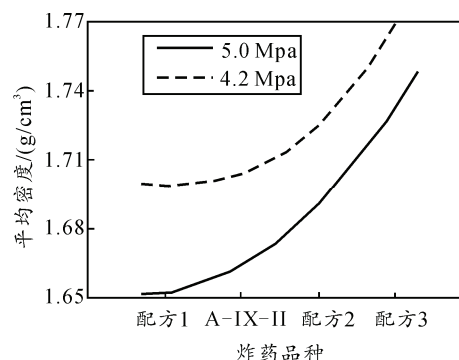


图1 4种炸药的分步压装密度比较

### 2.2 粘结剂和增塑剂含量对装药力学性能的影响

由表3温度循环试验结果可知,装药经温度冲击试验后,配方1和配方2装药产生的裂纹较少,配方3裂纹较多,这与炸药自身的力学性能有关。装药受到环境温度变化时,混合炸药颗粒之间应力发生变化,增塑剂含量较多时,炸药的抗压强度下降,装药内部容易产生裂纹。