

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2017.05.011

某火帽发火可靠性的影响因素^{*}

张文平

湖南神斧集团向红机械化工有限责任公司(湖南岳阳,414100)

[摘 要] 为提高火帽发火可靠性,对击发药的吸湿性、装药量、耐压性、壳底厚度、装配工艺等影响因素进行分析和验证。结果表明:击发药装药量小,火帽输出能量降低;击发药、火帽壳、加强帽受潮,对火帽输出能量的降低影响较大;压药压力过低,针刺感度随之下降。同时,通过不同条件下的药盘点火试验,确定了正确判断火帽发火不可靠的条件。击发药装药量为 28~32 mg,压药压力为 180~310 MPa,药剂与管壳在装配前进行烘干,火帽能实现可靠发火。为提高火帽发火可靠性的工艺技术优化和改进提供参考。

[关键词] 火帽;发火;可靠性;因素;装药量;吸湿性;壳底厚度

[分类号] TJ45⁺1

Influencing Factors of Ignition Reliability of a Detonating Cap

ZHANG Wenping

Xianghong Mechanical and Chemical Industry Co., Ltd., Hu'nan Shenfu Group (Hu'nan Yueyang, 414100)

[ABSTRACT] In order to improve the ignition reliability of a detonating cap, factors including moisture absorption, charge quantity, bottom thickness of shell and assembly technique were tested and analyzed. Results show that small charge quantity reduces the output energy of the detonating cap. Meanwhile, Moisture absorptions of charge, detonating cap shell and strengthen cap have significant impact on the output energy decrease. Low charge pressure leads to a reduction of acupuncture sensitivity. Subsequently, via ignition test of charge plate under different conditions, optimum method of judging ignition reliability of the detonating cap was determined. When the charge is 28-32 mg, charge pressure is 180-310 MPa, and the charge and cube are dried before assemblage, the detonating cap could ignite steadily. It could provide references to the optimization of assembly technology to improve ignition reliability of the detonating cap.

[KEYWORDS] detonating cap; ignition; reliability; factor; charge quantity; moisture absorption; bottom thickness of shell

引言

在某火帽发火可靠性试验的上限输出及发火测试中,国军标 GJB167—1986 火帽、雷管制造与验收技术条件^[1]规定:火帽感度试验若在上限发火试验中发生微弱爆炸与燃烧,则算作瞎火。实际生产中,经常有火帽微弱爆炸与燃烧^[2-3](以下称“发火不可靠”)现象。

对此,根据多年设计和生产实践,针对各种可能导致火帽发火不可靠的影响因素进行了分析、研究和验证^[4],确定出装药量、压药压力、吸湿性对火帽输出能量的影响;同时,通过不同条件下的药盘点火

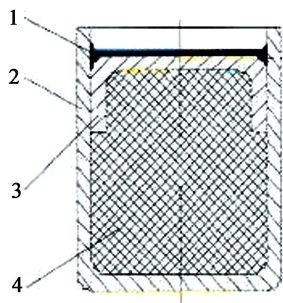
试验,首次提出了能正确判断火帽发火不可靠的条件,为提高火帽发火可靠性的工艺技术途径和工艺优化设计提供参考。

1 产品结构及作用原理

火帽主要由火帽壳、击发药、加强帽 3 部分组成^[5],为密闭式结构。火帽壳内装配击发药,加强帽压入火帽壳,火帽壳与加强帽接缝处涂虫胶漆,起到密封的作用。火帽结构示意图如图 1 所示。

作用原理:火帽在外界一定冲能的作用下发火,为一定距离外的雷管或药剂提供稳定的点火能量,完成预定功能^[6-8]。

^{*} 收稿日期:2016-10-21
作者简介:张文平(1967—),男,工程师,主要从事火工品技术与质量管理工作。E-mail:369880464@qq.com



1 - 虫胶漆;2 - 火帽壳;3 - 加强帽;4 - 击发药。
图 1 火帽结构示意图
Fig.1 Structure diagram of the detonating cap

2 影响火帽发火可靠性的因素

2.1 击发药装药量

火帽内击发药装药量少,火帽所释放出的能量少,输出能量可能无法点燃规定距离外的雷管或药剂,不能完成预定功能^[9-13]。为验证装药量对输出能量的影响,进行了降低装药量的模拟试验,固定装药压力为 125 MPa,点燃规定距离的药盘。试验发现,未点燃的产品,帽壳内均有残渣;火光较弱,为白光;爆炸声为“嗤”声;击针尖有白色残渣。试验结果见表 1。

表 1 击发药装药量对输出能量的影响

Tab.1 Effect of primer mixture charge on energy output

装药量/mg	试验发数	未点燃发数	未点燃率/%
24	51	15	29.41
25	49	7	14.29
27	20	2	10.00
28	20	0	0

表 1 试验结果表明:随着击发药装药量的降低,火帽输出能量也减少,输出能量不能点燃规定距离外的药盘的概率也随之提高。因此,不能保证火帽击发药装药量的情况下,火帽的输出能量就难以保证完成预定的功能,即造成火帽发火不可靠。

2.2 击发药吸湿性

击发药易吸湿。当环境湿度较大时,击发药吸湿后,药剂感度降低,输出能量可能无法完成预定功能^[9-13]。为验证击发药吸潮后对火帽输出能量的影响,在击发药吸潮后,装配火帽直接进行上限发火试验,点燃规定距离的药盘。试验中,击发药的装药量均为(30±1)mg,每种条件试验 40 发,未点燃现象同 2.1。试验结果见表 2。

表 2 击发药吸湿对输出能量的影响

Tab.2 Influence of moisture absorption of primer mixture on energy output

击发药吸潮条件	未点燃发数	未点燃率/%
自然环境,相对湿度≥85%,放置 8 h	0	0
自然环境,相对湿度≥85%,放置 16 h	3	7.5
放有蒸馏水的密闭容器中,常温,相对湿度≥95%,放置 3 h	9	22.5

表 2 试验结果表明:湿度高的环境对火帽输出能量的降低影响较大,难以点燃规定距离外的药盘的概率较高,造成火帽发火不可靠的可能性提高。

2.3 火帽壳和加强帽吸湿性

除了击发药的吸湿性,火帽壳和加强帽放在自然环境中,如果空气湿度大,也可能吸有少量湿气,影响火帽输出能量。为验证潮湿环境是否影响火帽的输出能量,选同一批击发药,做装配前火帽壳和加强帽烘干与不烘干对火帽输出能量的影响对比试验,试验结果见表 3。

表 3 火帽壳和加强帽吸湿对输出能量的影响

Tab.3 Effect of moisture absorption of detonating cap shell and strengthen hat on energy output

火帽装配条件	试验发数	未点燃发数	未点燃率/%
温度 45 ℃,烘干 2 h	200	0	0
没有烘干	50	1	2

表 3 试验结果表明:火帽壳和加强帽经烘干后,装配火帽的输出能量能满足预定的功能;而没有烘干的火帽壳和加强帽装配火帽,其输出能量受到影响,可能不能点燃规定距离外的药盘。

2.4 击发药耐压性

击发药的压药压力大,击发药可能被压死;压药压力小,击发药密度小;两种情况均有可能造成输出能量减弱,难以点燃规定距离外的药盘^[14]。为验证击发药压药压力大小对输出能量的影响,在不同压药压力下对装配火帽进行药盘点火试验。试验中,采用同批击发药,未点燃的现象同 2.1,对比试验结果见表 4。

表 4 结果表明:击发药压药压力为 80~125 MPa 时,击发药针刺感度较低;压药压力为 180~310 MPa 时,击发药针刺感度能满足预期要求,药盘点火试验成功率 100%。

2.5 击发药混装蜡渣

在装配火帽的模具打蜡过程中,有可能模具打

表 4 压药压力对输出能量的影响

Tab.4 Effect of charge pressure on energy output

压力/ MPa	装配条件	试验 发数	未点燃 发数	未点燃 率/%
80	装药量 25 mg, 药高 2.3 ~ 2.7 mm	43	7	16.3
125	装药量 25 mg, 药高 2.3 ~ 2.4 mm	49	3	6.1
180	装药量 32 mg, 药高 (2.5 ± 0.2) mm	250	0	0
256	装药量 32 mg, 药高 2.7 ~ 2.9 mm	10	0	0
310	装药量 32 mg, 药高 2.5 ~ 2.7 mm	52	0	0

蜡过多,模孔或死角沾蜡过多,模具装管时,管壳内有可能装有蜡渣。为验证蜡渣对输出能量的影响,采用同批击发药,固定装药量为 28 ~ 30 mg,在其他条件不变的前提下,在击发药药中混入少量蜡渣与无蜡渣的击发药做对比试验,试验结果见表 5。

表 5 蜡渣对比试验

Tab.5 Contrast test about residual wax
in primer mixture

装配条件	试验 发数	未点燃 发数	未点燃 率/%
装蜡渣 2 ~ 3 mg	30	2	6.7
无蜡渣	30	0	0

表 5 试验结果表明:击发药中混装蜡渣,对火帽输出能量有一定影响。但实际操作过程中,由于严格控制装配过程,蜡渣或其他杂质混入产品的概率是很小的。

2.6 火帽壳底厚度

在正常试验中,火帽壳底部一般都被炸穿。为验证火帽壳底部变簿对输出能量的影响,采用同批击发药,固定装药量为 28 ~ 30 mg,在其他条件不变的前提下,做火帽壳底部厚度对比试验,试验结果见表 6。

表 6 火帽壳底厚度对比试验

Tab.6 Contrast test about bottom
thickness of detonating cap shell

装配条件	试验 发数	未点燃 发数	未点燃 率/%
底厚 0.17 ~ 0.22 mm	40	0	0
正常底厚 0.24 ~ 0.28 mm	40	0	0

表 6 试验结果表明:火帽壳底部厚度的轻微变化对输出能量的大小影响不大,均能正常点燃规定

距离外的药盘,完成预定功能。

2.7 单模与群模装配

考虑压药设备对火帽输出能量的影响,采用同批击发药,在其他条件不变的前提下,只是压药设备不同,分别采用手板杠杆压力机(单模)和 60T 油压机(群模)两种设备压制火帽,做对比试验,试验结果见表 7。

表 7 单模与群模装配对比试验

Tab.7 Contrast test between single mode
and mold group

装配条件	试验 发数	未点燃 发数	未点燃 率/%
装药量 28 ~ 30 mg; 压药压力 260 MPa; 杠杆生产	53	0	0
	54	0	0
	51	0	0
	50	0	0
	51	0	0
装药量 29 ~ 31 mg; 压药压力 280 MPa; 群模生产	100	0	0
	100	0	0
	100	0	0
	100	0	0
	100	0	0
	100	0	0
	100	0	0

表 7 试验结果表明:无论是采用单模生产还是群模生产,经 959 发药盘点火试验考核,均无瞎火现象,对火帽输出能量无任何影响。

3 验证试验

为验证以上分析结果:确定每发产品击发药装药量为 29 ~ 33 mg,压药压力为 190 MPa,击发药和火帽壳、加强帽装配前分别烘干 6 h 和 2 h,杠杆压力机上装配火帽做点燃规定距离外的药盘试验^[15-16]。试验结果见表 8。

表 8 验证试验结果

Tab.8 Proof test results

装药量/mg	试验发数	未点燃发数	未点燃率/%
32 mg	100	0	0
31 mg	100	0	0
30 mg	100	0	0

通过表 8 的验证结果可以看出:火帽装配前,击发药和火帽壳、加强帽应进行烘干;装配时,装药量和压药压力偏上限,均有利于确保火帽输出能量,点燃规定距离外的雷管或药剂,完成预定功能。

4 结论

1)影响火帽发火可靠性的主要因素有击发药装药量、压药压力以及药剂和管壳的受潮情况等,而火帽壳底部厚度的轻微变化对输出能量的大小影响不大。

2)击发药装药量为 28 ~ 32 mg、压药压力180 ~ 310 MPa,药剂和管壳在装配前进行烘干,火帽输出能量能满足预定功能,可靠发火。

3)通过不同条件下的药盘点火试验发现,如有下述任一现象,均可正确判断火帽发火不可靠:火帽发火后,帽壳内有残渣;火帽发火时火光显白光且很弱,击针尖端有白色物质;火帽发火爆炸声为燃烧的“嗤”声。利用这些可以对火帽发火可靠性试验进行准确的判断。

参 考 文 献

[1] 兵器工业部 804 厂. 火帽、雷管制造与验收技术条件: GJB167—1986[S]. 北京:兵器工业部,1986.
No. 804 Factory, Ministry of Ordnance Industry. Manufacture and acceptance specification for primer and detonator:GJB167—1986[S]. Beijing: Ministry of Ordnance Industry, PRC,1986.

[2] 郝建斌. 燃烧与爆炸学[M]. 北京:中国石化出版社,2012.

[3] 恽寿榕,赵衡阳. 爆炸力学[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
YUN S R,ZHAO H Y. Explosion mechanics[M]. Beijing:National Defence Industry Press,2005.

[4] 张文平. 某底火击穿漏烟问题的解决[J]. 火工品,2010(1):42-44.
ZHANG W P. Solution for the problem of the bottom of some primer brokendown and leak smoke[J]. Initiators & Pyrotechnics,2010(1):42-44.

[5] 冯国田,刘伟钦. 火工品综合技术手册[M]. 北京:北京理工大学出版社,2004.

[6] 蔡瑞娇. 火工品设计原理[M]. 北京:北京理工大学出版社,1999.

[7] 王凯民,温玉全. 军用火工品设计技术[M]. 北京:国防工业出版社,2006.
WANG K M,WEN Y Q. Design of initiator and pyrotechnics for weapon system[M]. Beijing: National Defence Industry Press,2006.

[8] 王凯民,张学舜. 火工品工程设计与试验[M]. 北京:国防工业出版社,2010.
WANG K M,ZHANG X S. Engineering design and test technology of initiators & pyrotechnics [M]. Beijing: National Defence Industry Press,2010.

[9] 成一,王卫国,李慧琴. 火工药剂学[M]. 南京:南京理工大学,2003.

[10] 盛涤伦,徐厚宝,马凤娥. 起爆药流散性的研究[J]. 火工品,2003(2):25-28.
SHENG D L,XU H B,MA F E. Study on the flowability of primary explosive[J]. Initiators & Pyrotechnics,2003(2):25-28.

[11] 蒋荣光,刘自镭. 起爆药 [M]. 北京:兵器工业出版社,2005.

[12] 孙业斌,惠君明,曹欣茂. 军用混合炸药[M]. 北京:兵器工业出版社,1995.

[13] 张英豪,曹文俊,田淑文. 几种起爆药的性能与应用探讨[J]. 火工品,2008(3):23-25.

[14] 王淑萍,王晓峰,金大勇,等. 压制密度及密度均匀性对装药撞击安全性的影响[J]. 含能材料,2011,19(6):705-708.
WANG S P,WANG X F,JIN D Y, et al. Influence of pressed explosive charges density and its distribution on impact safety[J]. Chinese Journal of Energetic Materials,2011,19(6):705-708.

[15] 袁志发,周静芊. 试验设计与分析[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

[16] 中国兵器工业总公司. 炸药试验方法:GJB772A—1997[S]. 北京:国防科技技术工业委员会,1997.