

高能炸药及 相关物性能

董海山 主编
周芬芬

方乃相 审校
周怀德

科学出版社

《中国工程物理研究院科技丛书》第 001 号

高能炸药及相关物性能

董海山 周芬芬 主编

方乃相 周怀德 审校

江苏工业学院图书馆
藏书章

科学出版社

1989

内 容 简 介

本书是一本手册,收集了所有高能炸药及其相关物的各种性能数据,并简要地介绍了其测试方法。本书内容比国内外其他同类书都要丰富,其中许多数据是第一次公开发表。

本书适用于从事炸药、爆炸力学及武器战斗部方面工作的科技人员,也可作为大专院校师生、研究生的参考书。

《中国工程物理研究院科技丛书》第 001 号

高能炸药及相关物性能

董海山 周芬芬 主编

方乃桐 周怀德 审校

责任编辑 杨 岭

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1989 年 11 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1989 年 11 月第一次印刷 印张: 12 5/8

印数: 0001—1 350 字数: 326 000

ISBN 7-03-001447-2/O·303

定 价: 15.20 元

《中国工程物理研究院科技丛书》出版说明

中国工程物理研究院建院三十年来,坚持理论研究、科学实验与工程设计密切结合的科研方向,完成了国家下达的各项国防科研任务。通过完成任务,在许多专业学科领域里,不论在基础理论方面,还是在实验测试技术和工程应用技术方面,都有重要发展和创新,积累了丰富的知识和经验,造就了一大批优秀科技人材。

为了扩大科技交流与合作,促进我院事业的继承与发展,系统地总结我院三十年来在各个专业领域里集体积累起来的经验,吸收国内外最新科技成果,形成一套系列科技丛书,无疑是一件十分有意义的事情。

这套丛书将部分地反映中国工程物理研究院科研工作的成果,内容涉及本院过去开设过的二十几个主要学科,现在和今后开设的新学科,也将编著出书,续入本丛书中。

这套丛书将在今后几年里陆续编辑出版。本院早些年零散编著出版的专业书籍,经编委会审定后,也纳入本丛书系列。

谨以此套丛书献给三十年来为我国国防现代化而献身的人们!

《中国工程物理研究院科技丛书》编审委员会

一九八九年元月二十五日

《中国工程物理研究院科技丛书》

编审委员会

主 任 俞大光

副主任 章冠人

委 员 (以姓氏笔划为序)

丁厚本 于洞庭 水鸿寿 方乃相 王铁铮

刘庆兆 汤绍源 华欣生 吴宏志 杨成龙

金行星 周正朝 罗诚鉴 张永昌 张寿齐

赵维晋 姚景华 姚礼屏 贺仁辅 高天祐

徐锡中 徐清之 董海山 谢铭勋 曾启铭

赖祖武

本册编辑 金家华

序 言

中国工程物理研究院的研究人员一贯是埋头干实事,做得多,说得少。这本《高能炸药及相关物性能》总结了该院近三十年在本领域的工作,由董海山、周芬芬主编,经过院科技丛书编审委员会严格审定,现在就要出版了,我认为这是一件了不起的事情,特表示衷心的祝贺。

这是我院科技丛书第一册公开问世,编者要我写个序。我一方面感到莫大欣慰,一方面也想借这个机会说几句心里话。

火药是中国文明历史中四大发明之一。世界著名学者李约瑟在他的名著《中国科学技术史》(1954年)中,指出中国宋朝出版的巨著《武经总要》(1040年)明确地记载着“火炸药”在公元1000年左右已首先在中国应用于军事上,这是人类极伟大的发明和创新。不过,李约瑟曾惋惜中国科学家往往忽略他们祖先的贡献,自己说得太少。所以,我认为本书通过系统总结,把当今我国有关“高能炸药”科学方面能说的说了出来,的确是了不起的。

中国古代的贤哲虽然缺乏西方科学发展的系统基础,但他们在所有领域中都做出了许多发现和发明。这一点引起过世界科学家包括大科学家爱因斯坦在内的惊奇(参见《爱因斯坦文集》第一卷,574页)。当然,这一点也一直不断地激起我国人民的深思。这是不是中国人民勇于实践和善于实践的结果呢?从这本书包含的内容看来,的确可以说明,掌握高能炸药的性能必须依靠“实践出真知”的道理。

回顾50年代末期,我国开始搞尖端技术时,世界新兴起的“高能炸药”在中国还是一个空白。一位苏联权威专家曾怀疑发明火药的中国能否掌握“高能炸药”。在这种情况下,没有忘记历史的中国科技人员,除了埋头干实事,多做少说之外,还能用什么来为自己的历史文明辩护并向现代科学技术的挑战作出答辩呢?现

在，这本书的出版恰恰作了“事实胜于雄辩”的回答。通过读这本书，人们会联想到：中国科学传统的贫乏和落后不能阻挡我们的胜利；历史的光荣完全可以通过科学实践进一步继承和发扬。

这本书的大部分内容是在完成特定任务中孕育带动出来的产物，是我院化工材料研究所和其兄弟所的众多科研人员辛勤劳动的结晶。它颇具瑞典诺贝尔先生当年实践炸药的那股浓郁的烟火气息。全书列出单质炸药、混合炸药、炸药胶粘剂、涂层及其它相关物近 90 种，给出实测性能数据约 5000 个。它既不是一本论文专著或专业教材，也不是一本普通手册。它是一本包含技术进步和不少创新的参考书，对于想了解和掌握高能炸药性能和应用的人都会有很好的参考价值，相信它能达到学术交流和共同提高的目的。

由于本书涉及到的专业复杂性和每个课题研究工作的深浅不一，某些方面（如混合炸药）的数据较全面，在力学性能方面甚至包括了国外没有公开发表过的内容，而在另一些方面的阐述则可能较简，甚至“宁缺毋滥”。这种“实事求是”的精神是本书的一个特色，也是值得肯定的。

陈能宽

1989.3.18.于北京

编 者 的 话

本书提供了中国工程物理研究院曾经试验、使用或还在使用的各种炸药、胶粘剂、涂层及其它相关物的性能数据，并简要地介绍了性能测试原理和方法。

本书所列的混合炸药绝大多数都是由中国工程物理研究院化工材料研究所研制生产的。另有五种是由我院提出技术要求，由原五机部二〇四研究所和中国科学院兰州化学物理研究所研制的。混合炸药的性能数据，除极个别的以外，都取自我院化工材料研究所的测试结果。

本书所列的单质炸药的性能数据大部分采用我院实测结果。我院没有的，取自二〇四研究所编的《火炸药手册》(1981年)及国内其它文献。国内没有的，取自 Terry R. Gibbs, Althouse Popolato, 《LANL Explosive Property Data》(1980), B. M. Dobratz 《LLNL Explosives Handbook》(1981) 及国外其它文献资料。

本书共列出单质炸药、混合炸药、炸药胶粘剂、涂层及其它相关物近 90 种，给出实测性能数据约 5000 个，其中绝大多数从未公开发表。书中的许多炸药性能测试方法，如解析法测爆压、平面飞片试验、圆筒试验、板痕试验、苏珊试验、药片撞击感度、微热量热法测炸药热安定性、激光脉冲法测热扩散率和比热以及炸药的弹性模量、泊松比、蠕变等力学性能等等，都是在国内首次建立的。其中小圆筒试验、激光脉冲法测热参数等测试方法在我院建立之前，未见公开文献报道过。

我们把中国工程物理研究院化工材料研究所二十多年来有关炸药及相关物方面的文献资料搜集、整理成册，奉献给广大读者，以期对从事炸药、爆炸力学及武器战斗部的研究、设计、生产和应

用的广大科技人员有所裨益。

本书所提供的数据资料是中国工程物理研究院化工材料研究所广大职工集体劳动的结晶。本书绝大部分章节均由长期从事该专业工作的具有丰富经验的科技人员编写。参加第一章编写的有马丽莲、花平环、韩敦信、胡庆贤、楚士晋、郝莹、阮庆云、李秀榕、陈启珍、马秀贵、赵瑞珍。参加第一、四章编写的有唐海涛。郑培森参加了第二、四章的编写。曾国春编写了第三章。

方乃相高级工程师、周怀德高级工程师对本书进行了细致的专业审稿,对有关数据进行核算;俞大光、章冠人研究员参加审定工作,在此一并表示感谢!

编者向参加性能测试工作、为本书提供了性能数据的同事,表示衷心的感谢!

1988年5月

目 录

第一章 炸药性能测试方法及数据	1
§ 1.1 炸药名称与配方	1
1.1.1 单质炸药	1
1.1.2 混合炸药	2
§ 1.2 物理性质	4
1.2.1 物理状态、密度、熔点	5
1.2.2 分子量与元素组成	7
1.2.3 溶解度	9
§ 1.3 化学性能	10
1.3.1 爆热与爆容	10
1.3.2 燃烧热	14
§ 1.4 热性能	15
1.4.1 线膨胀系数	15
1.4.2 热扩散率(导温系数)	17
1.4.3 比热	18
1.4.4 导热系数	20
1.4.5 热安定性与相容性	22
1.4.6 热爆炸	57
§ 1.5 力学性能	59
1.5.1 抗压强度及抗拉强度	59
1.5.2 泊桑比	61
1.5.3 压缩弹性模量及拉伸弹性模量	61
1.5.4 应力应变曲线	65
1.5.5 蠕变	96
§ 1.6 炸药感度	104

1.6.1	落锤撞击感度	104
1.6.2	摩擦感度	107
1.6.3	小药片撞击感度	110
1.6.4	电火花感度	111
1.6.5	苏珊试验 (Susan test)	111
1.6.6	枪击感度	116
§ 1.7	冲击波引爆	118
1.7.1	隔板试验	118
1.7.2	持续脉冲起爆楔试验	121
§ 1.8	爆轰性能	126
1.8.1	爆速	126
1.8.2	爆压及爆轰产物的多方指数	129
1.8.3	圆筒试验	145
1.8.4	板痕实验	168
1.8.5	平面飞片速度	171
§ 1.9	炸药加速老化性能	173
1.9.1	加速老化后尺寸的稳定性	173
1.9.2	加速老化后的力学性能变化	177
1.9.3	炸药加速老化后配方中高分子材料分子量变化	184
1.9.4	加速老化过程的爆速变化	193
§ 1.10	抗辐照性能	195
1.10.1	炸药的抗辐照性能	195
1.10.2	高分子材料的抗辐照性能	200
第二章	高能炸药模拟材料	207
§ 2.1	导言	207
§ 2.2	模拟材料组成及性能	207
2.2.1	组成及模拟对象	207
2.2.2	元素组成	209
2.2.3	热物理性质	209
2.2.4	力学性能	209
第三章	高能炸药粘接剂和涂覆层	211
§ 3.1	主要原材料	211

3.1.1	环氧树脂 E-35, E-51	211
3.1.2	环氧丙烷苯基醚(690#)	211
3.1.3	环氧丙烷丁基醚(501#)	212
3.1.4	聚醚 N-303	212
3.1.5	聚酰胺 650, 651	213
3.1.6	101 聚氨酯胶(乌利当胶)	213
3.1.7	JLY-121 聚硫橡胶	214
3.1.8	聚乙烯醇缩丁醛	214
3.1.9	虫胶	214
3.1.10	乙二酸	215
§ 3.2	粘接剂	215
3.2.1	SWJ-9301 胶	215
3.2.2	SWJ-9302 胶	218
3.2.3	SWJ-9303 胶	220
3.2.4	SWJ-9304 胶	222
3.2.5	SWJ-9305 胶	223
3.2.6	SWJ-9306 胶	224
3.2.7	SWJ-9307 胶	227
3.2.8	SWJ-9308 胶	229
3.2.9	SWJ-9309 胶	230
3.2.10	SWJ-9310 胶	230
§ 3.3	炸药涂覆层	231
3.3.1	涂覆层配方	231
3.3.2	涂覆层性能	232
3.3.3	与炸药的相容性	235
3.3.4	涂覆炸药后的性能	235
3.3.5	耐冲击振动性能	236
3.3.6	涂覆层耐环境适应性	237
3.3.7	抗辐照性能	239
3.3.8	抗静电性能	239

第四章 高能炸药及相关物性能数据

§ 4.1	BTF	241
-------	-----------	-----

§ 4.2	DATB	243
§ 4.3	DINGU	246
§ 4.4	FEFO	248
§ 4.5	HMX	249
§ 4.6	HNB	253
§ 4.7	HNS	255
§ 4.8	NC	257
§ 4.9	NQ	259
§ 4.10	PETN	261
§ 4.11	RDX	264
§ 4.12	TATB	267
§ 4.13	Tetryl	271
§ 4.14	TNB	274
§ 4.15	TNT	276
§ 4.16	2 [#] 炸药	280
§ 4.17	4 [#] 炸药	282
§ 4.18	6 [#] 炸药	283
§ 4.19	7507 炸药	284
§ 4.20	熔黑梯-901 (RHT-901).....	286
§ 4.21	熔黑梯-902 (RHT-902).....	289
§ 4.22	熔黑梯-903 (RHT-903).....	292
§ 4.23	熔梯钡-904 (RTBa-904)	293
§ 4.24	聚2 [#] 奥-9001 (JEO-9001)	296
§ 4.25	聚奥苯-9002 (JOB-9002)	299
§ 4.26	聚奥苯-9003 (JOB-9003)	301
§ 4.27	聚奥苯-9004 (JOB-9004)	305
§ 4.28	聚黑-9005 (JH-9005)	308
§ 4.29	聚黑-9006 (JH-9006)	310
§ 4.30	聚胍-9007 (JG-9007)	312
§ 4.31	聚 7507-9008 (JW-9008)	314

§ 4.32	聚 7201-9009 (JQ-9009)	317
§ 4.33	聚黑-9105 (JH-9105)	318
§ 4.34	聚黑-9106 (JH-9106)	323
§ 4.35	聚奥-9110 (JO-9110)	325
§ 4.36	聚奥-9144 (JO-9144)	327
§ 4.37	聚奥-9153 (JO-9153)	331
§ 4.38	聚奥-9159 (JO-9159)	334
§ 4.39	聚奥-9185 (JO-9185)	340
§ 4.40	聚 2 [#] -9177 (JE-9177)	343
§ 4.41	聚 2 [#] -9204 (JE-9204)	344
§ 4.42	聚 2 [#] -9310 (JE-9310)	346
§ 4.43	聚 2 [#] -9619 (JE-9619)	348
§ 4.44	固泰-920 (GI-920)	349
§ 4.45	固 2 [#] -921 (GE-921)	352
§ 4.46	固泰-922 (GI-922)	355
§ 4.47	固黑-923 (GH-923)	357
§ 4.48	钝泰-950 (DI-950)	361
§ 4.49	聚苯乙烯	363
§ 4.50	聚异丁烯	365
§ 4.51	丙烯腈-苯乙烯共聚物	367
§ 4.52	聚乙酸乙烯酯	368
§ 4.53	聚乙烯醇缩丁醛	370
§ 4.54	氟橡胶	372
§ 4.55	聚甲基丙烯酸甲酯	374
§ 4.56	聚氨酯泡沫塑料	375
§ 4.57	123 树脂(季戊四醇-丙烯醛树脂)	377
§ 4.58	有机硅橡胶	378
§ 4.59	硝酸钡	380
§ 4.60	石墨	380
§ 4.61	氟碳石墨	381

§ 4.62	石蜡	382
§ 4.63	邻硝基甲苯	384
§ 4.64	对硝基甲苯	385
简缩词汇表		386
单位换算表		388

第一章 炸药性能测试方法及数据

§ 1.1 炸药名称与配方

1.1.1 单质炸药

表 1.1.1 单质炸药的代号与名称

代号	化 学 名 称	其它名称
BTF	苯并三-1,2,5 氧二氮茂-1,4,7-三氧化物 (Benzotris-1,2,5-oxadiazole 1,4,7-trioxide)	苯基三唑唑氮氧化物
DATB	1,3-二氨基-2,4,6 三硝基苯 (1,3-diamino-2,4,6-trinitrobenzene)	
DINGU	二硝基甘脲 (Dinitroglycoluril)	
FEFO	重(2-氟-2,2-二硝基乙基)缩甲醛 Bis (2-fluoro-2,2-dinitroethyl) formal	
HMX	环四甲撑四硝胺 (Cyclotetramethylene tetranitramine) 1,3,5,7-四硝基-1,3,5,7-四氮杂环辛烷 (Octahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocine)	奥克托今; 10 [#] 炸药
HNB	六硝基苯 (Hexanitrobenzene)	
HNS	六硝基芪 (Hexanitrostilbene)	
NC	硝化棉 (Nitrocellulose)	硝化纤维
NQ	硝基胍 (Nitroguanidine)	
PETN	季戊四醇四硝酸酯 (Pentaerythritol tetranitrate)	泰安; 喷特儿 (Penthrite)
RDX	环三甲撑三硝胺 (Cyclotrimethylene trinitramine) 1,3,5-三硝基 1,3,5-三氮杂环己烷 (Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine)	黑索今; T ₄ (Cyclonite)

续表 1.1.1

代号	化 学 名 称	其它名称
TATB	三氨基三硝基苯 (Triamino-trinitrobenzene)	
Tetryl	2, 4, 6-三硝基苯甲硝胺 (2,4,6-Trinitrophenyl methyl nitramine)	特屈儿 (CE, Pyronite)
TNB	1,3,5-三硝基苯 (1,3,5-Trinitrobenzene)	
TNT	2, 4, 6-三硝基甲苯 (2,4,6-Trinitrotoluene)	梯恩梯 (Tolit)
2#炸药	重(β,β,β -三硝基乙基-N-硝基)乙二胺 Bis (β,β,β -trinitroethyl-N-nitro) ethylene diamine	
4#炸药	重(2,2,2-三硝基乙醇)缩甲醛 Bis (2,2,2-trinitroethyl) formal	
6#炸药	N,N-重(三硝基乙基)硝胺 N,N-Bis-(trinitroethyl)nitramine	
7507炸药	1,3,3,5,7,7-六硝基-1,5 二氮杂环辛烷 (1,3,3,5,7,7-Hexanitro-1,5-diazacyclooctane)	

1.1.2 混合炸药

本书中混合炸药命名原则根据“GJB 169-86 军用混合炸药命名规则”，混合炸药名称第一个汉字表示混合炸药类型，代号第一个字母为相应的汉语拼音第一个字母；如“聚”表示塑料粘结炸药，代号为“J”；第二个汉字表示主炸药成分，如“黑”则为黑索今，代号“H”，“聚黑”为以黑索今为主体的塑料粘结炸药。如含多种炸药，则为主的写在前面，为辅的写在后面。如“熔黑梯”“RHT”表示黑索今与梯恩梯的熔注炸药，而以黑索今占主要成分。

名称后的序号为产品序号，第一位数字表示中国工程物理研究院代号，以后的数字为产品顺序号。