

国外火炸药 原材料性能手册

张杏芬 编译



兵器工业出版社

国外火炸药原材料性能手册

张杏芬 编译

兵器工业出版社

(京)新登字049号

内 容 简 介

这是一本有关国外火炸药原材料的手册,收集国外文献,经整理、编译而成。全书共收录国外火炸药原材料301种。按其在火炸药中的主要用途分类,分别列出各原材料的名称、分子式、化学、物理、热力学、力学、爆炸燃烧、安定性、毒性及其防护等性能数据。附有主要参考文献22种。

本书内容广泛,数据较全,可供火炸药工作者及有关人员和单位参考。

国外火炸药原材料手册

张杏芬 编译

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

顺义县后沙峪印刷厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张 19.5 字数: 456.456千字

1991年11月第1版 1991年11月第1次印刷

印数: 1~1200 定价: 20.00元

ISBN 7-80038-324-5/TQ·13

编写说明

《国外火炸药原材料性能手册》是依据国外近年来公开发表的20余种火炸药手册和一些近期期刊、特刊、专利、军事标准等文献资料（包括英、俄、日、德、法）编译而成。

品种的选择主要是根据国外火炸药制式和准制式配方中已应用的原材料和某些比较成熟的研制配方的原材料。其中某些原材料虽然由于自身安定性或与其它组分的相容性差等原因，目前还未能使用，但认为，随着科学技术的发展，有可能解决应用问题。为了供今后设计者参考，故也收录在内。

本手册共收录原材料301种，按它们在火炸药配方中的主要作用分类，共分七大部分：氧化剂和单质炸药部分56种；增塑剂部分67种；粘合剂部分47种；燃料添加剂部分29种；催化剂部分59种；安定剂部分19种（其中包括若干新安定剂的介绍）；钝感剂及其它附加剂24种。最后还附有火炸药原材料的中文名称笔划索引，以利读者查找。

文中给出了各种化合物的中外文名称，分子式、结构式及化学、物理、热力学和力学性能、燃烧、爆炸性能、安定性、毒性及其防护等性能数据，并尽量按照中华人民共和国国家标准GB3100~3102-82换算法定计量单位。文中还给出了各原材料的制备方法、标准规格及应用等。

手册后附有主要参考文献目录，其中只注明文献名称。

本手册由张杏芬同志编译。书稿经杨殿英、杜永生、王天佑等同志审校，孙国祥、项传林、张亦安、杨春盛等同志参加部分审校。在此一并感谢。

由于编审人员专业水平有限，遗漏不妥之处在所难免，尚望读者赐教为盼。

编译者

1989年6月

45/ 27/07

目 录

氧化剂及单质炸药

一、高氯酸盐类	(3)
高氯酸锂	(3)
高氯酸钾	(3)
高氯酸铯	(5)
高氯酸铵	(6)
高氯酸羟胺	(10)
2-[三(二氟氨基)甲氧基]-乙胺高氯酸盐	(10)
高氯酸硝酰	(11)
高氯酸亚硝酰	(11)
六高氯酸铝三(硝酰)	(12)
高氯酸肼	(12)
二高氯酸肼	(13)
高氯酸胍	(15)
高氯酸三氨基胍	(15)
高氯酸硝基胍	(16)
二、硝酸盐类	(17)
1,3-二硝基咪唑啉	(17)
黑索金	(17)
奥克托金	(22)
重(β, β, β -三硝基乙基- N -硝基)乙二硝酸胺	(27)
乙二硝酸胺	(27)
环三亚甲基三亚硝酸胺	(29)
二硝基甘脲	(29)
特屈儿	(30)
硝基胍	(33)
三、硝酸盐类	(37)
硝酸钠	(37)
硝酸钾	(38)
硝酸钡	(40)
硝酸铅	(42)
硝酸铵	(42)

硝酸肼·····	(46)
硝酸胍·····	(47)
三氨基胍硝酸盐·····	(48)
二硝酸乙二胺·····	(48)
四、硝酸酯基、硝基、二氟氨基化合物·····	(50)
太安·····	(50)
丙三醇三硝酸酯·····	(52)
硝化纤维素·····	(55)
六硝基乙烷·····	(60)
原碳酸三硝基乙酯·····	(61)
硝仿肼·····	(62)
三硝基蔡·····	(64)
苦味酸·····	(65)
苦味酸铵·····	(68)
二硝基苯·····	(70)
硝基苯胺·····	(72)
1,3,5-三硝基苯·····	(72)
梯恩梯·····	(74)
四硝基二苯并四氮戊搭烯·····	(79)
2,4,6-三硝基二甲苯·····	(80)
苯并-〔1,2,5〕-三氧二氮茂-〔1,4,7〕-三氧化物·····	(81)
3,3'-二氨基-2,2',4,4',6,6'-六硝基联苯·····	(82)
六硝基芪·····	(82)
硝基苯·····	(84)
2,2,4,4-四(二氟氨基)戊烷·····	(85)
1,3-二氨基-2,4,6-三硝基苯·····	(85)
四硝基甲烷·····	(87)
1,3,5-三氨基-2,4,6-三硝基苯·····	(89)
D-甘露(糖)醇六硝酸酯·····	(92)

增 塑 剂

一、活性增塑剂·····	(97)
乙二醇二硝酸酯·····	(97)
一缩二乙二醇二硝酸酯·····	(98)
二缩三乙二醇二硝酸酯·····	(100)
1,2-丙二醇二硝酸酯·····	(102)
1,3-丁二醇二硝酸酯·····	(102)
二甲醇硝胺二硝酸酯·····	(103)

二乙醇- <i>N</i> -硝胺二硝酸酯	(103)
2-甲基-2-硝基丙二醇二硝酸酯	(105)
2-乙基-2-硝基丙二醇二硝酸酯	(105)
1,4-二氟-1,1,4,4-四硝基丁二醇二硝酸酯	(105)
1,2,4-丁三醇三硝酸酯	(106)
季戊四醇三硝酸酯	(107)
季戊四醇丙基醚三硝酸酯	(107)
季戊四醇丙烯醚三硝酸酯	(108)
三羟甲基乙烷三硝酸酯	(108)
硝基异丁三醇三硝酸酯	(110)
缩水甘油硝酸酯	(111)
硝化木糖醇	(112)
三(二硝酸酯基甲基)三噁烷	(112)
硝基甲烷	(113)
硝基乙烷	(115)
双(2,2-二硝基丙醇)缩甲醛	(116)
双(2-氟-2,2-二硝基乙醇)缩甲醛	(116)
双(2-氟-2,2-二硝基乙醇)缩二氟甲醛	(117)
双(2,2-二硝基丙醇)缩乙醛	(118)
双(2,2-二硝基丙醇)缩乙醛/双(2,2-二硝基丙醇)缩甲醛, 50/50(重量%)	(119)
<i>N</i> -烷基- <i>N'</i> -(2-硝氧乙基)乙二硝胺	(119)
甲基, 1-甲基-2,2,2-三硝基乙基醚	(120)
乙基, 1-甲基-2,2,2-三硝基乙基醚	(120)
2,4-二硝基苯甲醚	(120)
2,4-二硝基苯乙醚	(121)
硝基甲苯	(121)
2,4-二硝基甲苯	(123)
一硝基萘	(126)
二硝基萘	(127)
二、非活性增塑剂	(130)
酒石酸二丁酯	(130)
季戊四醇二醋酸二丙酸酯	(130)
己二酸二正丙酯	(131)
己二酸二辛酯	(131)
己二酸二异辛酯	(132)
己二酸二异癸酯	(132)
壬二酸二(2-乙基丁酯)	(133)
壬二酸二乙基己酯	(133)

癸二酸二甲酯	(134)
癸二酸二乙酯	(134)
癸二酸二丁酯	(135)
癸二酸二辛酯	(136)
三醋酸甘油酯	(136)
乙酰柠檬酸三乙酯	(137)
乙酰柠檬酸三丁酯	(138)
邻苯二甲酸二甲酯	(138)
邻苯二甲酸二乙酯	(139)
邻苯二甲酸二丁酯	(140)
邻苯二甲酸二异丁酯	(142)
邻苯二甲酸二戊酯	(142)
邻苯二甲酸二辛酯	(142)
邻苯二甲酸二异辛酯	(144)
邻苯二甲酸二己酯	(144)
邻苯二甲酸二苯酯	(145)
磷酸三丁酯	(145)
磷酸三辛酯	(145)
磷酸三甲苯酯	(146)
磷酸三苯酯	(146)
磷酸三- β -氯乙酯	(147)
萘	(148)
樟脑	(149)
蓖麻油	(151)

粘合剂、固化剂及固化促进剂

一、活性粘合剂	(155)
聚乙烯醇硝酸酯	(155)
聚乙烯二醇二硝酸酯	(155)
聚缩水甘油硝酸酯	(156)
丙烯酸季戊四醇三硝酸酯	(156)
甲基丙烯酸季戊四醇三硝酸酯	(157)
季戊四醇乙烯醚三硝酸酯〔2-(羟甲基)-2-(乙烯氧甲基)-1,3-丙二醇三硝酸酯〕	(158)
聚2,2-二硝基丙基乙烯基醚	(158)
硝基聚氨酯	(158)
丙烯酸2,2-二硝基丙酯	(159)
二、非活性粘合剂	(161)

聚四氟乙烯·····	(161)
全氟丙烯和偏二氟乙烯的共聚物·····	(162)
沥青·····	(162)
聚硫橡胶·····	(163)
丁腈橡胶·····	(165)
丁苯橡胶·····	(165)
天然橡胶·····	(165)
硅酮树脂·····	(166)
聚氯乙烯·····	(166)
聚氨酯·····	(167)
聚丁二烯和丙烯酸·····	(168)
聚丁二烯-丙烯酸-丙烯腈三元共聚物·····	(169)
端羧基聚丁二烯·····	(170)
端羟基聚丁二烯·····	(171)
聚乙烯·····	(172)
聚丙烯·····	(173)
聚异丁烯·····	(174)
聚苯乙烯·····	(175)
聚甲基丙烯酸甲酯·····	(176)
聚碳酸酯·····	(177)
聚醋酸乙烯酯·····	(177)
醋酸纤维素·····	(178)
甲基纤维素·····	(178)
乙基纤维素·····	(179)
氯乙烯与三氟氯乙烯共聚物·····	(180)
热塑性聚氨酯·····	(180)
环氧树脂·····	(180)
三、固化剂、固化促进剂和偶联剂·····	(182)
异佛尔酮二异氰酸酯·····	(182)
2,4-甲苯二异氰酸酯·····	(183)
六次甲基二异氰酸酯·····	(184)
4,4'-甲撑二苯胺·····	(184)
间苯二胺·····	(184)
三乙撑四胺·····	(185)
二乙撑三胺·····	(185)
三(2-甲基-1-氮丙啶)-磷化氧·····	(186)
乙撑腈醇·····	(186)
过氧化甲乙酮·····	(187)
过氧化苯甲酰·····	(187)

燃料添加剂

一、金属及其氢化物	(191)
锂	(191)
铍	(191)
硼粉	(193)
镁粉	(194)
铝	(195)
锆粉	(198)
锡	(200)
镍粉	(200)
氢化锂	(201)
氢化铍	(202)
氢化镁	(202)
三氢化铝	(203)
氢化锆	(204)
氢化锂铝	(205)
二、富氮化合物	(206)
5-氨基四唑	(206)
1-烯丙基-5-氨基- α -四唑	(206)
2-烯丙基-5-氨基- β -四唑	(207)
双四唑二铵	(207)
双四唑二胍	(207)
迭氮胍	(208)
二酰亚胺草酸二酰胍	(208)
乙二硝胺胍	(209)
甲硼烷胍	(209)
聚甲硼烷胍	(210)
N-烯丙基-N'-硝基胍	(210)
迭氮三氨基胍与甲醛的聚合物	(210)
二苯胍	(211)
2,2'-二甲基偶氮四唑	(211)
甲基耐纳	(212)

· 催化剂

一、无机催化剂	(215)
氧化镁	(215)

氧化钙	(216)
二氧化钛	(217)
氧化铬	(219)
二氧化锰	(220)
氧化铁	(221)
三氧化二铁	(221)
四氧化三铁	(222)
氧化钴	(223)
氧化铜	(224)
氧化亚铜	(224)
氧化锌	(225)
氧化铅	(227)
二氧化铅	(229)
四氧化三铅	(230)
二氧化锡	(231)
钠冰晶石	(232)
钾冰晶石	(232)
碳酸钙	(232)
碳酸镉	(233)
碳酸钡	(233)
碳酸铅	(234)
碱式碳酸铅	(234)
铬酸钴	(235)
铬酸铜	(235)
铬铜矿	(235)
铬酸钡	(236)
铬酸铅	(237)
重铬酸铵	(237)
重铬酸铅	(238)
高氯酸锰	(238)
高氯酸铜	(238)
六氰络亚铁酸正铁	(238)
二、有机盐类	(240)
草酸铅	(240)
醋酸铅	(240)
2-乙基己酸铅	(240)
硬脂酸铅	(241)
二元硬脂酸铅	(242)
己二酸铜	(242)

乙酰丙酮铁	(242)
草酸钙	(243)
硬脂酸锌	(243)
邻苯二甲酸铅	(244)
水杨酸铅	(244)
乙酰水杨酸铅	(246)
4-羟基苯甲酸铅	(246)
2,5-二羟基苯甲酸铅	(246)
2,4-二羟基苯甲酸铅	(247)
二元 β -雷索辛酸铅	(247)
邻氨基苯甲酸铅	(248)
没食子酸铅	(248)
四乙基铅	(249)
苯二甲酸铜	(249)
四水合水杨酸铜	(250)
二茂铁	(250)
卡托辛	(251)
聚甲醛	(251)
二硝基乙腈钠	(252)
二硝基乙腈钾	(252)
碳黑	(252)

安 定 剂

中定剂 I	(257)
中定剂 II	(258)
中定剂 III	(260)
中定剂 IV	(261)
丁基中定剂	(261)
阿卡代特 I	(261)
阿卡代特 II	(262)
阿卡代特 III	(263)
二苯胺	(263)
2-硝基二苯胺	(264)
二硝基二苯胺	(265)
二苯基氨基甲酸乙酯	(265)
苯氨基甲酸乙酯	(266)
甲基苯氨基甲酸乙酯	(266)
乙基苯氨基甲酸乙酯	(267)

<i>N</i> -烯丙基- <i>N,N'</i> -二苯基脲·····	(267)
间苯二酚·····	(268)
苯酐·····	(269)
松香·····	(269)
附录: 德国火炸药研究所 (ICT) 的部分安定性研究数据·····	(270)

钝感剂及其它附加剂

硬脂酸·····	(277)
硬脂酸钙·····	(277)
地蜡·····	(278)
石蜡·····	(278)
蜂蜡·····	(279)
石墨·····	(279)
氧化铝·····	(280)
石棉·····	(281)
二氧化硅·····	(281)
尿素·····	(283)
硝酸钙·····	(284)
氯酸钾·····	(285)
氯酸钠·····	(286)
硫酸钾·····	(286)
硫酸钠·····	(287)
硫酸钡·····	(287)
硅酸钙·····	(288)
二氧化钡·····	(289)
卵磷脂·····	(290)
硅胶·····	(290)
二苯甲酮·····	(290)
硫黄·····	(291)
凡士林·····	(294)
苯乙烯·····	(294)
中文笔画索引·····	(296)
主要参考文献·····	(299)

氧化剂及单质炸药

1000

一、高氯酸盐类

高氯酸锂

英文名称 Lithium perchlorate, LP

分子式 LiClO_4

分子量 106.4

氯平衡 按生成 CO_2 计 60.2%

性质 无色不规则潮解的结晶。

晶型结构:

晶系	空间群	a	c
四角	C_{4v}^2	7.71	5.42

密度: 2.43g/cm^3

沸点: 380°C (分解)

熔点: 236°C

吸湿性: 很易吸湿和潮解。其水合盐在 95°C 熔化。

溶解性:

在水中: $59.7\text{g}/100\text{g}$ (25°C)

在非水溶剂中 (25°C):

溶剂	丙酮	醋酸乙酯	乙醚	甲醇	乙醇
$\text{g}/100\text{g}$ 溶剂	136.5	95.2	113.2	182	151.8

比热容: $104.6\text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

生成热:

- 384.2 kJ/mol (定压)

- 699.98 kJ/mol (定容)

溶解热: - 26.15 (无水, $450\text{H}_2\text{O}$)

33.0 ($\text{LiClO}_4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$)

($450\text{H}_2\text{O}$)

26.55 (25°C) (结晶)

活化能: 259.41 kJ/mol ($400\sim$

430°C)

热分解: $\text{LiClO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 在 146°C 时失去水。纯的无水盐可以加热到 300°C , 不分解。但普通的样品, 由于粉尘和大气杂质的催化效应, 在低温下分解为 LiCl , O_2 。当温度上升到 400°C 以上时有明显的分解。在约 420°C 时, LiClO_4 开始有明显的损失。在 610°C 有吸热破坏, 接近于 LiCl 的熔点(614°C)。在 LiClO_4 熔化和快速分解开始之间的温度间隔为 $247\sim 502^\circ\text{C}$ 左右。分解温度为 380°C , 分解产物为 LiCl , O_2 。

爆发点: 380°C

点火和爆炸危险性 有威力的氧化剂, 因氧化反应可引起着火和爆炸。

安全分类

军械安全手册: 当不贮存在原来的运输容器或相当物中时为1级, 2级。

美国州际商务委员会: 氧化物料; 黄色标签, 分类为“炸药和其它危险项目”。

毒性及其防护 刺激皮肤和粘膜。锂盐列入中等有毒。它们影响神经系统, 并可引起死亡。

制备 用氢氧化锂或碳酸锂与高氯酸反应制得。

应用 在固体火箭推进剂中作氧化剂。含该氧化剂的火箭推进剂可用于短射程的弹道武器, 也可用于多级火箭系统和助推器中, 可制成 $\text{Li}(\text{N}_2\text{H}_4)_2\text{ClO}_4$ 和 LiClO_4 。 $2\text{NH}_2\text{OH}$ 配位化合物作为氧化剂用于推进剂, 理论比冲可达272秒, 实际比冲256秒。

高氯酸钾

英文名称 Potassium perchlorate, Potassium perchlorate

分子式 KClO_4

分子量 138.55

氯平衡 按生成KCl计 +46.19%。

性质 白色斜方晶体或无色斜方晶体，在300℃时转化成立方形。

晶型结构：

系	空间群	a	b	c	分子/单位晶胞
斜方	V_h^{16}	8.834	5.650	7.240	4
立方	T_a^2 或 T^2	7.47			
	D_{2h}^{12}	8.857	5.663	7.254	4

转化热：13.77 kJ/mol

转化点：在299℃ α （斜方）转化成 β （立方）。

密度：2.52g/cm³（固体）

2.53574±0.0001 g/cm³(0℃)

沸点：653℃分解

熔点：<400~610℃(588℃有分解)

折射率：1.4737

溶解性：

在水中

温度(℃)	溶解度(g/100ml)
0	0.75
100	18.2
265	70

在非水溶剂中(25℃)

溶 剂	g/100g
丙酮	0.155
醋酸乙酯	0.0015
乙醇	0.012
乙醚	不溶
甲醇	0.105
乙二醇	1.03

吸湿性：在真空干燥器中达到平衡之后，在23~25℃和93%相对湿度下，24小时之后；

规格级：1mg/g

纯样品：<1.0mg/g

规格级物料的临界相对湿度：99.3%
(26.2℃)99.8%(15℃)

比热容：112.4 J/(mol·K)(定压)

生成热：-465.64 kJ/mol

溶解热：-50.21kJ/mol

活化能：261.92kJ/mol(490~515℃)

热分解：

分解热：在室温， $\text{KClO}_4 \rightarrow \text{KClO}_2 + \text{O}_2$ ：7.24J/mol

分解温度 约530℃开始

分解产物 $\text{KCl} + 2\text{O}_2$

撞击感度：

矿业局仪器，2公斤落锤 100+cm
(10%点)

匹克汀尼兵工厂仪器，2公斤落锤
40"+(10%点)

点火和爆炸危险性 与有机物、细粉金属、胼、水合物、羧胺、盐、可燃物料、强氧化剂、氧化物、砷、锑或硫混合时有着火和爆炸危险。加热时，放出非常毒的烟。高氯酸钾着火可以用水进行灭火。

安全分类

军械安全手册：当不包装在原来运输容器时为1级，2级。

美国州际商务委员会：在炸药和其它危险物料下列出。分类为氧化物料；黄色标签。

贮存 贮存在远离有机材料，其它易氧化材料和无火源的、冷的通风处。应少量贮存，容器应保持密闭，并贴标签。小心贮存，避免机械杂质进入容器中。处理时用还原剂（例如：在稀硫酸中的硫代硫酸钠或亚硫酸氢盐）覆盖。运输到大的盛水容器中，然后中和。用大量水排入下水道。

毒性及其防护 中等毒性。对皮肤、粘膜、眼、喉和鼻及呼吸道有刺激，可影响肾。应避免与高氯酸钾接触。致人死的剂量为50~500mg/kg。