

起爆药

起爆药是能在较弱的外界作用（如针刺、撞击、摩擦、电能和火焰等）下产生爆炸而引塌其他炸药发生爆轰的一类炸药。它的爆炸威力和猛度爆炸性能比猛炸药要差上些，但感度训，易于激发，爆轰的成长斯短，很快能由燃烧转变成爆轰。一般炸药在普通点火的情况下，只能燃烧，不能立即爆轻，但雷汞、叠氮化铅等化化侯物则在很弱的外界作用下就很容易爆轰。因此，起爆药的这种特性使它无论在军事或民用上都不作为爆破用装药，而是广泛地用于装填雷管、火帽等火工品，起爆各种弹药的装药和工业炸药的药卷、药包装。

根据起爆药特性，可以采用不同的方式激发，如枪炮弹的底火药是以撞击的形式激发，火雷管中的起爆药以点火形式激发，火药时间隙式电雷管中的起爆药以电火药的形式激发，针刺雷管中的起爆药以针刺的形式激发。

起爆药按其组分可分为单质起爆药和混合起爆药。混合起爆药是由单质起爆药、炸药、氧化剂、可燃剂、敏感剂、钝感剂、导电物质等两元或多元体系按一定比例混合而成的。

由于起爆药的感度高，因而保证生产安全极为重要。通常都是千克级的小批量生产。生产工艺、操作方式、设备选用和设计、厂房布置、运输方式、贮存保管等。都要从安全方面加以严格要求和管理。

混合起爆药生产有共同结晶法和机械混合法两种，共同结晶法，是在一个反应器中同时进行几种化学反应，生成多种需要的晶体混合物，并

聚成规则的形状，如短柱状、球状等，这类起爆药也称共同结晶起爆药。

机械混合法，分干混和湿混两种，干混是将几种组分放在转鼓设备中于防爆室内进行，其混合均匀度较差；湿混是用于不溶于水和与水不反应的原料的混全，以适量的黏合剂水溶液加入到物料中，以橡皮或木制工具搅拌混合，

常用的单质起爆药有：叠氮化铅、雷汞、三硝基间苯二酚铅、二硝基重氮酚和特屈拉辛等，这里不作专门论述。常用的混合起爆药配方，将在下面介绍。

击发药剂

含雷汞击发药

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
雷汞	15~50	硝酸钡	15
硫化锑	25~45	氯酸钾	25~55

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
雷汞	15	三硫化二锑	45
氯酸钾	25	硝酸钡	15

制备及说明 雷汞又称雷酸汞，是最早了现和使用的一种起爆药，有白色和灰色两种结晶。密度 4.42g/cm³。吸湿性小，常温下较安定，50℃加热 2h 即发生分解。流散性较好，但耐压性差。它可以装填工业雷管，

与其他组分混合制成击发药，但由于原料不丰富，而且原料及雷汞本身以及生产过程放出的气体有毒等原因，用量很少，近年来逐渐被其他击发药取代。

先制备雷汞，在 28~35℃下将金属汞和稀硝酸反应生成硝酸汞，再在 82~85℃下将硝酸汞逐渐加到乙醇溶液中，反应扣得到粗产品，最后用蒸馏水或去离子水洗涤至中性，筛取出颗粒均匀的晶体，在 50℃烘干 24h 或真空干燥 2h 制得雷汞。再制含雷汞击发药，将氯酸钾、三硫化二锑、硝酸钡分别在专用设备中进行粉碎，最后将 4 种组分在纸持转鼓中混合 5~8min，出料即成。

本击发药外观为均匀的浅灰色或灰白色粉末。无可见杂质，水分 ≤0.10%，颗粒度介于 38~58 孔/cm 的筛间物。

本药主要作为枪弹药的各种炮弹的撞击火帽装药。

注意事项 三硫化二锑的细度和密度对药剂的点火能力和感度影响明显，生产中应该严格控制。

无雷汞击发药（无锈蚀击发药）

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
四氮烯（特屈拉辛）	5	氧化铅	10
氯酸钾	38	铝粉	2
三硫化二锑	45		

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
四氮烯	5	三硝基间苯二酚铅	20
三硫化二锑	37.5	氯酸钾	37.5

制备 在 PH 值为 5~6 和 52~57℃的条件下将硝酸氨基胍和亚硝酸进行重氮化反应，经 1.5h 后降温至 30℃以下出料，炮兵洗涤、抽滤，于 40~45℃下干燥后出料，制得四氮烯；再将浓度 3%~4%、温度 55~66℃的三硝基间二酚钠溶液在 5~10min 的时间内加入浓度 15%、温度 65~75℃的硝酸铅溶液中，进行化合反应。得到粗产品先后经地水洗、醇洗和汽油（或苯）洗涤后，置于 15%浓度的沥青液中进行钝化处理，真空帛滤到颗粒表面呈黄褐色或灰黑色，然后造粒、干燥和筛选，制得三硝基间苯二酚铅；其余操作过程类似于含雷汞击发药。

说明 本品外观呈现黄灰色到棕灰色的均匀颗粒，无肉眼可见杂质，无结块现象；水分≤0.04%。挥发分≤0.04%，灰分≤0.25%。

本品用途同含雷汞击发药。

针刺药剂

含雷汞针刺药剂

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
雷汞	15	三硫化二锑	45
氯酸钾	25	硝酸钡	15

制备 其中，雷汞的制备参见含雷汞击发药，其余过程类似于含雷汞击发药。混合时的加料顺序是先加三硫化二锑，后加硝酸钡和氯酸钾，最后加雷汞。

说明 本品主要装填在针刺火帽，应用于各种炮弹和枪弹的引信中，用于点燃延期药和扩爆药。

含四氮烯和三硝基间苯二酚铅针刺

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
四氮烯（特屈拉辛）	5	三硫化二锑	25
三硝基间苯二酚铅	50	硝酸钡	20

制备 洗将碳酸氨基胍和硝酸（8%）反应，制得可溶性的硝酸氨基胍，再将硝酸氨基胍与亚硝酸钠进行重氮化反应，温度为 50～55℃，生成物在 35～45℃下，干燥 6～8h 即制得四氮烯；将三硝基间苯二酚与碳酸氢钠反应后，加入硝酸铅，反应温度为 65～75℃，反应时间为 30min，生成物在 45～55℃，温度下干燥 8h，即制得三硝基苯二酚铅；硝酸钡和硫化锑分别用球磨机进行粉碎，然后用 38 孔/cm 和 58 孔/cm 的过筛，取用筛间物，按照三硫化二锑、硝酸钡和起爆药的顺序将各组分在混合纸鼓中混匀，一般需要 10～14min 即可。

说明 四氮烯常作为敏化剂混制针刺起爆药和无腐蚀击发药。通常不单独使用，与三硝基间苯二酚铅等组分制成针刺药剂。主要装填针刺火帽，用于各种炮弹和枪弹的引信中。

注意事项 由于四氮烯对针刺、撞击均很敏感，生产中必须严防撞击和摩擦。

含氮化铅针刺药剂

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
氮化铅	9	三硫化二锑	41
四氮烯	25	硝酸钡	18
三硝基间苯二酚铅	27		

制备 将乙醇和水合肼在碱性条件下反应生成氮化钠沉淀，沉淀洗涤后，加入硝酸铅溶液制得粗晶氮化铅，经水洗、醇洗、丙醇洗，并过滤后，在 35 孔/cm 的绢筛上造粒，再在 40~50 下烘下 8h，用 11 孔/cm 的绢筛筛选，即制得纯氮化铅。其余操作类似于含四氮烯针刺药。

说明 同上。

点火药剂

有些药剂的感度较低，或某些制品要求用专门的点火药剂，即引燃药剂。它具有点火温度低（低于 5000℃），燃烧温度高，有适量固体或（和）液体生成物等特点。

含硝酸盐点火药剂

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸钾（KNO ₃ ）	40	无硫黑火药粉	20
硅（Si）	40		

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸纳	47	木炭	6
蔗糖	47		

配方 3（无硫黑火药粉）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸钾	90	木炭	10

含氯酸钾点火药剂

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
氯酸钾	55	硫氰酸铅	45

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
氯酸钾	50	铬酸铅	3
硫氰酸铅	47		

含高氯酸钾点火药剂

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
----	------	----	------

高氯酸钾	55±2	松香粉（外加）	2±1
亚铁氰化铅	45±2		

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
高氯酸钾	5	锆粉	75
硫磺粉	20	酚醛树脂（外加）	5

制备及说明 将配方中各组分分别在专用粉碎球磨机中细碎，一般取用孔径 0.3～0.5mm 筛的筛间物；在混合转鼓中，按用量加入酚醛树脂乙醇溶液或松香丙酮溶液，进行湿混至均匀；药剂晾干和筛选后即制成本点火药，其外观是灰绿色均匀细颗粒，无肉眼可见的杂质，水分≤0.1%，灰分≤0.1 %。

该药剂主要用作炮弹和火帽的点火装药，也用于烟药礼炮中。

镁粉点火药

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
BaCrO ₄	70	Mg	30

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
过氧化钡	80	骨胶	4
镁粉	16		

钽镁合金点火药

配方 1

组分	用量/g
铈镁合金（铈： 镁=80： 20， 合金粒度<0.1mm）	4
二氧化铅粉（粒度<0.1mm）	6

制备及说明 按上述配方用量，将铈镁合金与二氧化铅粉密切混合，然后用通常方法，将约 3 克该混合物压到含有 8g 太安传爆药的雷管中，用引发装置引发这种装药。雷管约在 80ms 内爆炸。

配方 2

组分	用量/g
细铈镁合金粉（合金粒度<0.1mm）	3
镁铝混合物（镁： 铝≈50： 50）	2
细高锰酸钾粉（粒度<0.1mm）	适量

制备及说明 按上述配方用量，将各组分密切混合。约 1/4 量的混合物用本生灯在白炽火焰引点，该装药被点爆，发出大的声响。

含金属氧化物点火药

本方 1（铅丹点火药）

组分	用量/g	组分	用量/g
Pb ₃ O ₄	90	Si	10

配方（铅丹点火药）

组分	用量/g	组分	用量/g
Pb ₃ O ₄	52.4	Si	11.6

Mn	34.2		
----	------	--	--

配方 3

组分	用量/g	组分	用量/g
Pbo	78.4	硅藻土	2.0
Si	19.6		

金属互化物点火物质

配方 1

组分	ω/%	组分	ω/%
Pb	79.81	Al	20.19

配方 2

组分	ω/%	组分	ω/%
Ni	68.5	Al	31.5

配方 3

组分	ω/%	组分	ω/%
Pt	87.5	Al	12.5

制备及说明 配方 1 由 Pb 和 Al 组成特殊金属互化物，相当于化学式 PbAl，已在市场销售，广泛用于烟火装置和爆破器材中。它作为延期及点火物质的优点是：可重现性，不需要混合、压制或防水处理，长期贮存安全性好和体积小等。它的合金化热为 1369J/g，点火温度为 670℃(Al 的熔点 660℃)。可制成线状，片状或粒状等各种形式。线状制品是用挤

压法将 Pb 包覆在 Al 芯外制成，Al 及 Pb 生成的化合物有 AlPb、Al₃Pb₂ 和 AlPd₂。

配方 2 是由 Ni 和 Al 组成金属互化物，相当于 NiAl 化合物，其合金化放热反应了具有烟火技术意义。由 Ni 和 Al 组成粉状物持用于改进的铝热剂中，可增加放热量和反应速度。合金化热为 1378J/g。Ni 和 Al 组合只能在粉状混合物中起反应，线状或片状时不反应。Al 及 Ni 生成的化合物有 Al₃Ni、AlNi、AlNi₃。

配方 3 由 Pt 和 Al 组成金属互化物，合金化热只有 804J/g。

含金属粉和聚四氟乙烯及聚氯三氟乙烯的点火药

配方 1

组分	ω/%	组分	ω/%
聚四氟乙烯（PTFE）	25.0	镁	50.0
聚氯三氟乙烯（PCTEF）	10.0	氟化钠	7.5
		重铬酸钾	7.5

说明 爆热（H E ·）5354.6J/g，推进剂点火延滞期（P I D ·）32.0ms。

配方 2

组分	ω/%	组分	ω/%
镁	40.0	氟化钠	7.5
PTFE	35.0	重铬酸钾	7.5
PCTFE	10.0		

说明 （H.E.）6687J/g，（P.I.D.）17.5ms。

配方 3

组分	ω/%	组分	ω/%
镁	30.0	氟化钠	7.5
PTFE	45.0	重铬酸钾	7.5
PCTFE	10.0		

说明 （H.E.）7792J/g,(P.I.D.)14.5ms。

含金属粉和聚四氟乙烯点火药

配方 1

组分	ω/%	组分	ω/%
钽（Zr）	66.40	重铬酸钾	2.50
PTFE	28.60	氟化钠	2.50

配方 2

组分	ω/%	组分	ω/%
锆（Zr）	33.39	重铬酸钾	3.00
铝（Al）	9.00	氟化铅（PbF ₂ ）	9.00
PTFE	36.61	过氯酸锂（LiClO ₄ ）	9.00

配方 3

组分	ω/%	组分	ω/%
钛（Ti）	21.53	重铬酸钾	3.00
铝	9.00	PbF ₂	9.00
PTFE	46.82	LiClO ₄	9.00

摩擦药剂

含硫化锑摩擦药

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
氯酸钾	60	硫	10
三硫化二锑	30		

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
氯酸钾	66.2	阿拉伯胶	0.7
三硫化二锑	33.1		

配方 3

组分	用量/g	组分	用量/g
氯酸钾	42	木炭	20
雷汞	8	虫胶（外加）	1.5~3
三硫化二锑	30		

制备 先将氯酸钾精制，即将氯酸钾溶于水，加适量盐酸、加热、煮沸 4~5h，以除去溴酸盐。趁热滤去不溶性杂质，再在搅拌下冷却析晶。

再将三硫化二锑精制，即用高温熔融法除去其中易挥发、易分解杂质，经球磨机粉碎，取孔径 0.3~0.5mm 筛间颗粒。

最后，依次加入可燃物，氧化剂和黏合剂，将各组分混合均匀（湿混）即制成药剂。

本药剂外观是灰白色的均匀粉状混合物，水分≤0.1%，无肉眼可见杂质。

说明 本药剂主要用作手榴弹点火药（拉火药），也用于各种弹丸的点
火引信中。

含硫摩擦药

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
氯酸钾	60	硫磺	10
硅粉	30		

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
氯酸钾	52	硫磺	9
玻璃粉	12		

制备 氯酸钾和三硫化二锑分别用重结晶法和高温熔融法精制，精制过
程见含硫化锑摩擦药。硅和玻璃粉分别在铁制球磨机或其他专用细碎机
中粉碎，至细度达到要求，各组分在湿药纸鼓中混合 8~12min 至均匀，
即制得本药剂。

含三硝基间苯二酚铅磨擦药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
三硝基间苯二酚铅	30	二氧化铅	28
硝酸钡	38	玻璃粉	4

制备 三硝基间苯二酚铅的制备参见无雷汞击发药；硝酸钡在内衬羊毛的木持球磨机内粉碎 5～15min，筛选孔径为 0.3～0.5mm 的筛间物；分别粉碎和筛选其他组分；按氧化铝、玻璃粉、硝酸钡和三硝基间苯二酚铅的顺序，将各组分加入混药纸鼓中混合 4～12min，至均匀即制成本药剂。

延期药剂

有烟延期药

配方 1（634 延期药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸钾	75±1.0	醋柳木炭	15±1.0
升华硫	10±1.0		

配方 2（675 延期药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸钾	75±1.5	柳枝炭或鼠李炭	15±1.5
升华硫	10±1.0		

制备 先将硝酸钾经万能粉碎机细碎，粒度为全部通过孔径 0.28mm 的筛；硫磺和木炭在内装铜球的铁制二料混合球磨机中混磨 4～5h，至二料粉细度全部通过孔径 0.4mm 的筛；二料粉和硝酸钾在内装木球的皮革制三料混合球磨机中磨混 3～6h，再筛分，使其通过孔径为 0.18～0.23mm 的绢丝筛网，三料粉经热压机压药，再打碎后于造粒机上造粒，得到能通过孔径 0.60～0.65mm 筛、通不过孔径 0.30～0.36 筛的药粒；

药粒在光药机中磨去棱角、增大流散性、减小吸湿性，最后筛分、包装。
其中孔径 0.35~0.36mm 筛筛除药粉，用孔径 0.5~0.56mm 的筛筛出 4# 药粒，用孔径 0.65~0.78mm 筛筛出 3#药粒。

说明 其配方 1 性能为：吸湿性≤1.5%，水分 0.8% ±0.1%,药粒含量 0.1%，堆积密度≥0.8g/cm³，颗粒密度（1.7±0.05）g/cm³；配方 2 性能为：吸湿性≤1.6%，水分 0.9% ±0.1%，药粉含量 0.075%，堆积密度≥0.9g/cm³，颗粒密度（1.8±0.03）g/cm³。

634 延期药一般用于火帽和雷管之间，作为炮弹等弹体的发火点燃延期药，也用作点火药和传火药，用于烟花、礼炮和弹丸中；675 延期药是缓燃延期用于烟花、礼炮和弹丸中；675 延期药是缓燃延期药，其燃速仅为 634 延期药的 1/2~2/5，通常压装在时间引信的延期药盘中，大多用于特种弹。

注意事项 配料混合是延期药制造过程中最危险的工序，应严禁使用铁器，严格控制各组分配比、细度和混合均匀度。

微烟延期药

配方（600 引信延期药）

组分	用量/g	组分	用量/g
铬酸钡	79±1.5	硝棉丙酮溶液（外加）	2±0.25
氯酸钾	10±0.8		
五硫化二锑	11±0.5		

制备 将上述配方前三组分分别在球磨机细碎，取用孔径 0.3mm 和 0.5mm 筛的筛间物。将三组分按配比准确称量后，放在皮纸上折混 20 次，再筛混 4 次，混合物倒入湿混盆内，再加入 2% ±0.25% 的硝棉丙酮溶液，用竹板混匀、捏块后，倒在 5 孔/cm 的铜筛上造粒。量取混合物的药品倒入模具内摊平，盖上模盖扣放在油压机上压药，药量 150~200g，压力 1800~2000kPa，保压 1~1.5min，压药饼厚 5~10min，将剩余药面加入适量丙酮，拌匀、压药、循环 3 交，药饼晾干，再在 11 孔/mm 的筛上进行造粒。造粒后颗粒在 50~60℃ 下干燥至水分 < 0.1%。凉药后用 11 孔/cm 和 19 孔/cm 的筛进行筛分，取用筛间物，即成。

说明 其堆积密度 ≥ 1.2g/cm³，颗粒密度 ≥ 2.45g/cm³，药粉含量 ≤ 0.5%，水分含量 ≤ 0.15%。

本药剂主要用作火箭引信的秒级延期药。

注意事项 本药剂造粒工序操作危险，应确保安全。

601 耐水微烟延期药（炮弹引信延期药）

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
铅丹	76±0.6	硝棉丙酮溶液（外加）	2±0.4
锆粉	24±0.5		

制备 制备与 600 微烟延期药相似。

说明 本药外观是铁红色光滑颗粒，堆积密度 $\geq 2.0\text{g/cm}^3$ ，颗粒密度 $\geq 4.2\text{g/cm}^3$ ，药粉含量 $\leq 0.6\%$ ，水分 $\leq 0.15\%$ 。

本药主要用于新 40 火箭弹点火具、榴-4 和榴-5 式时间引信中。

注意事项 铅粉点火温度较低，对静电很敏感，因此生产过程应注意控制温度和静电荷。应在湿态贮存和运输，含水量需大于 25%，但应注意含水量 5%~15% 的铅比干铅粉危险性更大。

602 微烟延期药（炮弹自爆延期药）

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
高氯酸钾	5 ± 0.5	三硫化二锑	15 ± 1.0
铬酸铅	80 ± 1.5	硝棉丙酮溶液（外加）	0.5 ± 0.2

制备 将高氯酸钾和铬酸铅分别在球磨机和粉碎，使细度介于 0.30~0.50mm 之间，再在密封条件下将三硫化二锑加热至 800℃ 熔化进行精制，精制后的硫人锑用内装青铜球的铁制球磨机粉碎，过筛，取孔径 0.3~0.5mm 筛的筛间物。其余制备过程与 600 微烟延期药相似。

说明 本药外观为土黄色均匀颗粒，无肉眼可见杂质，其堆积密度 $\geq 1.2\text{g/cm}^3$ ，药粉含量 $\leq 0.5\%$ ，水分 $\leq 0.15\%$ 。

本药主要用于小品径高射炮杀伤弹的自爆装置中，如作为榴-2 引信中的延期药。

爆破筒引信延期药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
铬酸钡	56	硅粉	4.2
铅丹	31	虫胶漆（外加）	0.15
锑粉	8.8		

制备 将硅打碎至块度<2cm，在球磨机内碾磨 45~55h，出料后通过 25 孔/cm 的筛。将锑块打碎至块度<1cm，用风选法粉碎，再送入球磨机加酒精湿磨，出料后通过 18 孔/cm 的筛。铅丹和铬酸钡分别在球磨机中粉碎，按可燃剂、氧化剂、添中剂的顺序。混合物在 11 孔/cm 的筛上造粒，再于 50~60℃干燥至水分≤0.08%，凉药后进行筛选，取用 11 孔/cm 和 19 孔/cm 筛的间物。

说明 本药剂主要用于装填延期大雷和爆破筒引信，系一种秒级延期药，延期时间可达 6~8s。

注意事项 本药的热感度较低，为了提高点火可靠性，一般在药粒外层包覆点火药，如用铅丹点火药。

手榴弹延期药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
氯酸钾	13.4	酚醛树脂酒精溶液(3%，	适量

铬酸钡	39.2	外加)	
锑粉	47.4		

制备 配方中氯酸钾应使用精制品，如用工业品，需用蒸馏水重结晶制品。重结晶的药、水质量比为 1：（2.5～3.2），溶解温度 70～90℃。析晶、过滤和烘干后，在木制球磨机内粉碎，内装直径 10～25mm 铜球或外包橡皮的金属球，粉碎时间 8～25min，粉碎细度通过孔径 0.5mm 的筛。铬酸钡用粉碎机或球磨机进行细碎。锑块粗碎后，送入球磨机，在酒精存在下，进行湿法粉碎。很小心地将三种成分进行定量混合，用 3%酚醛树脂的酒精溶液或纯酒精在造粒机中对混合物进行造粒。低温烘干、凉药、筛选后使用。

说明 本药外观为米黄色均匀颗粒，无肉眼可见杂质，堆积密度 $\geq 1.3\text{g/cm}^3$ ，药粉含量 $\leq 0.5\%$,水分 $\leq 0.15\%$ 。

本药主要用于手榴弹、手雷、跳雷等杀伤武器中作延期药。

火工品用药剂

火工品是指装有火炸药的较敏感的小型爆炸元件或装置，能在外界大不的初始冲能（如机械能、热能或电能）作用下，发生燃烧、爆炸等化学反应，并以其所释放的能量去获得某种化学、物理和机械效应，如点燃火药、起爆炸药或作某种特定的动力能源等。

火工品在军事上，是各咱常规弹药、核武器、导弹及其他航天器的点火和起爆元件。在民用上，是矿山开采、毫秒爆破、爆炸成型、石油勘探、

深井采油、钢炉射孔、航空救生、捕捉和驯服野兽等方面非常有用的器件。

火工品按用途可分为：引燃用火工品，包括火帽、底火、导火索、点火具等；起爆用火工品，包括雷管、导爆索、传爆管等；动力源用火工品，包括各种小型启动器，如切割器、爆炸螺栓、抛射管、推力器、爆炸阀门等。

常用引燃用火工品药剂和起爆用火工品药剂的配方如下。

引燃用火工品药剂

火帽用药

火帽是常用作爆炸序列中相当小而灵敏的起始元件，由金属壳内装击发剂构成，可借针刺、撞击或摩擦等方式发火，以爆炸形式将能量传递给序列中的下一个元件。火帽的击发药以氧化物、可燃物和起爆药为基本成分。

含雷汞的火帽用药剂

配方 1

组分	ω/%	组分	ω/%
雷汞	27	硫化锑	29
氯酸钾	37	玻璃粉	7

配方 2

组分	ω/%	组分	ω/%
雷汞	16.5	硫化锑	28.0
氯酸钾	55.5		

配方 3

组分	ω/%	组分	ω/%
雷汞	25	硫化锑	37.5
氯酸钾	37.5		

无雷汞的火帽用药剂

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
斯蒂芬酸铅	40	二氧化铅	5
特屈拉辛	3	硅化钙	10
硝酸钡	42		

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
斯蒂芬酸铅	30~35	二氧化铅	5~8
特屈拉辛	2~3	硅化钙	6~12
硝酸钡	40~45	硫化锑	6~9

配方 3

组分	用量/g	组分	用量/g
斯蒂芬酸铅	45	硫化锑	20
特屈拉辛	5	铝-镁合金	5

硝酸钡	33		
-----	----	--	--

导火索用药剂

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸钾	63±2	硫磺	10±2
木炭	27±2		

制备 硝酸钾在 30A 型鼠笼式粉碎机中细碎，再通过孔径为 0.28mm 的筛；精选的优质木材（水分<25%）放在炭化炉中烧制 8~12h，烧制温度 350~400℃，然后冷却、出料、选炭，放置一段时间扣方可使用。高纯硫（纯度≥99.5%）和精选木炭准确称量扣，在内装表铅球的铁制球磨机中进行粉碎和混俣，混磨 4~5h，0.5~0.6mm 孔径的筛，将硝酸钾、木炭粉、硫按配方用量加入内装木球的皮革制球磨机粉碎和混俣 3~6h，出料后通过 0.18~0.23 孔径的筛，即可用于制取导火索。

说明 本药剂外观呈黑色或灰黑色粉末，无结块，无肉眼可风的杂质，水分≤1.0%，5s 发火点 436℃，撞击感度 30%，摩托车擦感度 40%，燃速≥6mm/s，导火索燃速 110s/m。

本药剂用于制作导火索，也用于烟火，炮竹和部分爆破作业。本药压制成型是一种点火药和延期药。

导火索是以黑火药为芯药，用棉麻线为外层，将其缠裹包覆作成索状，用来传递火焰，主要用于露天工和爆破。现在用于矿业的导炎索，由聚

乙烯包覆，燃烧秒时准确，耐用曲折性强，耐用水性、耐湿性也好，导火索直径在 4.6mm 以上，药量在 3.5g/m 以上。导火索的燃烧时间必须一定而且一致。

注意事项 本药制备中，筛 分合格的两组分混合粉须充分冷却（冷却时间>30h）后，才能用三组分混保，以防发生自燃。

导火索制取时需注意，其燃烧时间的一致，如燃烧有明显差异时，各爆破坑道的爆炸顺序即紊乱，会发生很大事故，当导火索吸湿时，包皮与芯药之间会也现空隙，这部分形成速燃，是非常危险的。

点火具用药剂

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
Fe ₂ O ₃	70	Ti	30

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
Fe ₂ O ₃	50	乙酸钠纤维素的丙酮溶液	外加，适量
Pb ₃ O ₄	20		
Ti	30		

制备及说明 现代技术的发展，一些应用烟火剂的装置使用了电起爆，为此研制了多种小型起爆具即点火管。电爆破雷管就是这种起爆具。如爆炸桥丝雷管，不装起爆药，而有一根裸桥丝，用于将电流转拘为点燃

周围药剂所需热量。根据点燃药剂的需要，也可用一种无气体点火药，覆盖桥丝以提高点火能力。上述的配方 1，基本药剂由 70：30 的 Fe_2O_3 和 Ti 的混合物组成。配方 2 的点火花药涂层由 Fe_2O_3 、 Pb_3O_4 和 Ti 及外加醋酸纤维素的丙酮溶液作粘结剂而混合制成的。由上术药剂装药制成的无气体电点火管用于保险柜等销毁装置，点火药本方见前述含硝酸盐点火药剂配方 3

配方 3

组分	用量/g	组分	用量/g
TiH ₂	33	KClO ₄	67

电点火具用无烟硝化棉

本电点火具用药，其本体由硝化棉材料构成，石墨、石墨化炭黑、过氧化铅导体或硅、锗等半导体材料薄膜密切地包覆在本体表面上，当导体薄膜被子电加热时，硝化棉细纤维被子加热到发光点，点燃发射药。

制备 把松散硝化棉药粒压成密实的直径约为 1.65cm，厚度约为 0.64mc 的药片。药片质量 约为 1.28~1.54g，密度约为 1.3m/cm3。在每个药片的一个平面上，滴上一滴悬浮在水中石墨胶体悬浮液，该悬浮液在 66℃的烘箱中干燥 2h。一部分悬乳液渗入药片的纤维中并粘在药片暴露的纤维上，其余的悬浮液在药片表面形成薄膜。薄膜厚度为 1.27~2.54mm。从而制得电点火用药片。在药片上的导体薄膜上牢牢地固定上电极。

每个点火药片放在实验弹的一端，代替正式的火药和击发药。实验弹放进用发射的实验枪中。实验枪装有电池-电容线路，配有适当的开关，以控制电池对电容器充电以及电容器通过电极放电。供电以后，1~2ms之间点火药被点燃，发射药燃烧所形成膛压对实验弹产生初速发射出去。

在制备药剂过程中，改变点火药的密度、长度和厚度，制成不同规格的药片，并在其表面上包覆石墨薄膜，用不同点火具试验，都取得了较好的结果。

起爆用火工品药剂

雷管用药剂

雷管是用来爆猛炸药的，是品种最多、使用最广的基本起爆元件。雷管由金属壳（有的工业雷管可用纸壳或塑料壳）中分层装由起爆药和猛炸药构成。军用雷管按激发能源不同，分为针刺雷管、火焰雷管和电雷管。工业雷管要求作用塌爆钝感的炸药，有较大的威力，尺寸较大，装药量较多，在传爆系列中，有时由雷管起爆传爆管或传爆药，再由伟爆管或伟爆药起爆主装药。雷管用药剂主要是雷汞、叠氮化铅等。

雷汞

配方 1（冷硝酸汞溶液法）

组分	用量/g	组分	用量/g
汞	300	乙醇（90%）	1900

硝酸（54% HNO_3 ，相对密度 1.34）	3000	乙醇	238+158
-----------------------------------	------	----	---------

制备及说明 按上述配方用量，将汞溶于冷硝酸中，再将此溶液加入到装有 1900g 乙醇的烧瓶中，几分钏后开始激烈反应生成硝酸汞，并沉淀出结晶。反应终了时，再分 2 次加入 238g 和 158g 乙醇，硝酸汞一乙醇作用即得雷汞。用布过滤器将雷汞滤出，用水洗耳恭听除酸即可。每 100 份汞可制得 118～128 份雷汞。这是制雷汞最早方法之一。

配方 2（热硝酸汞溶液法）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸（65% HNO_3 ，相对密度 1.40）	10	汞	1
		乙醇（87%）	8.3

制备及说明 按上述配方用量，将 1 份汞溶于 10 份硝酸中，溶解时适当加热。将加热至 55℃的硝酸汞加入到装有 8.3 份乙醇的烧瓶或曲颈甑中，约 15min 后，反应开始，反应终了时，让反应器静置约 30min，使内容物冷却。将沉淀过滤，用 100 份汞可制得 125 份雷汞。这是制雷汞广泛采用的一种方法。

叠氮化铅

配方

组分	用量/kg
硝酸铅（配成浓度 9%～10%的溶液）	4.5
糊精	0.15
氮化钠（配成浓度 2.7%～3.0%的水溶液）	1.5

制备 原料配制,将硝酸铅、氮化钠和糊精配制成各自所需浓度的溶液。化合,将硝酸铅溶液加入反应器中,加热至 50℃,用氢投送化钠将溶液调至 PH 值为 4,再加入与少量水混合的糊精溶液,随后加入氮化钠溶液,搅拌,反应 1h,将生成的叠氮化铅沉淀过滤、洗涤,除去杂质。再干燥,去除水分,干燥温度 65~70℃,制得产品,包装。

说明 叠氮化铅简称氮化铅,呈白色结晶,有 α 和 β 两种晶型,一般生产使用 α 型,为短柱状,密度 4.71g/cm³。吸湿性小,但在水中也能爆炸。热安定性好,接近晶体密度时爆速 5300m/s。撞击感度和摩擦感度都比雷汞高,起爆力比雷汞强,药粒流散性好,耐压性好,是目前广为使用的一种起爆药。

主要用于装填电雷管和混合装填针刺雷管、延期雷管及火焰雷管。

特屈拉辛（四氮烯）

配方

组分	用量/kg	组分	用量/kg
亚硝酸钠	4	糊精	少量
硫酸氨基胍	5		

制备 向反应器中加入 50L 亚硝酸钠溶液（其中含 4kgNaNO₂）,加热至 50~55℃。随后向此热溶液中加入 40L 硫酸氨基胍溶液（其中含干物料 5kg）,加料时间 1~2h。还可加入适量糊精,以得更均匀的结晶,搅拌 30min 扣,特屈拉辛结晶沉淀于反应器底部,用水冲洗、过滤,再用水

冲洗，最后用乙醇洗涤，在 45~55℃干燥后出料，制得特屈拉辛。现在用碳酸氨基胍替代硫酸氨基胍，加氨水、蒸馏水转变为硝酸氨基胍溶液，再与硝酸钠溶液进行重氮化反应制得产品(见无雷汞击发药配方 2 制法)。

说明 特屈拉辛又称四氮烯，是无色或浅黄色羽毛状结晶，密度 1.64g/cm³，散装密度只有 0.45g/cm₃，吸湿性小，难溶于水，与金属不起反应，常温下较安定，但加热至 50℃即发生分解。起爆力较弱，但针刺刺激度较猛，反应后不留固体残渣。

特屈拉辛常作为敏化剂混制针刺起爆药和无腐蚀击发药。通常不单独使用，其流散性不好，耐用压性差。

混合起爆药

雷管是初用单一的雷汞或雷汞：氯酸钾 80：20 的混合物装填，加入氯酸钾改善了雷汞压药性能，增加了雷汞的可燃性，因而允许采用较大的压药压力以改善装药的粘结性能。

近代的雷管采用复式装药，即在底部装填特屈拉辛或太安等猛炸药，而在顶部装填一层用以起爆猛炸药的雷汞或雷汞与氯酸钾的混合物，采用这种装药方式，制造了矿山用更大起爆力的雷管。用叠氮化铅装填的雷管系采用铝制管壳。叠氮化铅可单独使用或者与斯蒂芬酸铅或特屈拉辛连同使用，后者可改善叠氮化铅的可燃性能（斯蒂芬酸铅即三硝基间苯二酚铅，用于火雷管和制造点火药，常与叠氮化铅混合使用），叠氮化铅药层也可用斯蒂芬酸铅药层覆盖。

前苏联近代使用的确良 TAT-1 雷管，装填三层药：

底层，特屈儿，0.12g；

中层，叠氮化铅，0.21g；

顶层，斯蒂芬酸铅，0.06g。

近代火炮的引信雷管还有的装填太安的叠氮化铅，并加入斯蒂芬酸铅或特屈拉辛以增加叠氮铅的火焰感度，如：

底层，太安，0.35g(在 180MPa 下压装)

中层，太安，0.35g（不压装）；

顶层，92.5%叠氮化铅和 7.5%特屈拉辛的混合物，0.30g(在 110~180MPa 下压装)。

又如：

底层，太安，0.2g（在 50MPa 下压装）；

中层，太安，0.2(不压装)；

顶层，80%叠氮化铅和 20%斯蒂芬酸铅的混合物，0.4g（在 50MPa 下压装）。

导爆索用药剂

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
粗晶黑索今	60±1	细晶黑索今	40±1

制备及说明 黑索今的生产方法常用的有两种。一是直接硝解法：将原料乌洛托品粉碎、筛选和干燥；在硝化机内，使乌洛托品与硝酸进行硝解反应，再在成熟机内进行补充反应并生成黑索今；用水稀释硝化液使温度上升，将不安定的副产物氧化掉，并使黑索今结晶析出，过滤；滤扣的黑索今用水漂洗和煮洗以除去残留的酸；用蜡类等纯化剂包覆药粒表面，降低其机械感度。用真空干燥合格成品。若采用 17%~21%硝酸于 10~20℃反应可得细晶黑索今；若用 50%硝酸于 64~75℃时反应，则得粗黑索今。二是醋酐法：使乌洛托品与硝酸、硝酸铵、醋酐在醋酸介质中进行硝解反应制得黑索今。醋酐在醋酸介质中进行硝解反应制得黑索今。醋酐法制造黑索今的工艺，又分一步法和两步法两种。一步法是将乌洛托品直接投入醋酐硝解浓度中反应生成黑索今；两步法是先以稀硝酸与乌洛托品的二硝酸盐，再将此盐分离，经干燥后再投入硝酸、硝酸铵、醋酐和醋酸的混悬液中进行硝解反应制得黑索今。

将制得的粗晶黑索今和细晶黑索今按配方用量放入志用混合转鼓中混合，每次混合 10kg，混合 5min 后，用孔径为 0.18~0.23mm 的筛除去粗粒和杂质，在低于 45℃下干燥至水分小于 0.06%即制得本药剂。

本药剂是一种重要的单持炸药。其外观为白色粉状结晶，无肉眼可见杂质，水分≤0.06%，堆积密度 0.5~0.55g/cm³。

本药剂用作导爆索装药，可用于各类装药的传爆系统。黑索今通常与其他炸药制成混合炸药。还可作为固体火箭推进的高能添加组分。

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
雷管级太安①		孔雀绿染料	0.75

①雷管级太安：

组分	ω/%	组分	ω/%
50 目筛上物	76.4	200 目筛上物	7.9
100 目筛上物	12.9	200 目筛下物	1.8

制备及说明 上述粒度组成的雷管级太安的流动速率小于 0.5g/s。将约 150g 的这种太安在 0.5%（质量）即约 0.75g 的孔雀绿染料（比色指数为 42000）水溶液浸渍 10~15min，然后过滤和干燥到水分为 0.2%。这样处理过的太安流动速率为 1.1g/s，即粉状炸药太安由于吸附了离子型染料，流动速率可提高 100%，改进了炸药的流动性，但不损害其率可提高 100%，改进了炸药的流动性，但不损害其安定度，处理和未处理过的太安，安定度都大于 16h。

这种自由流动的太安炸药适用来制造导爆索等起爆火工品。

导爆管用药剂

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
黑索今	92	硬脂酸钙（外加）	0.25
超细铝粉	8		

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
奥克托金	91	石墨粉（外加）	0.25
超细铝粉	9		

配方 3

组分	用量/g	组分	用量/g
硝基胍	91	硬脂酸钙（外加）	0.25
超细铝粉	9		

制备及说明 奥克托金，学名环四亚甲基四硝胺，是高熔点炸药，熔点 282℃，白色晶体，密度 1.96g/cm3。密度 1.84g/cm3 时，爆速达 9124m/s，它的化学稳定性较好，具有一定的耐热性。它是目前单质猛炸药中爆炸性最好的一咱。但机械感度比黑索今高，熔点高，难于单独进行装药。

奥克托金的生产方法多采用醋酐法，即将乌洛托品在 44℃的醋酸-硝酸铵-聚甲醛的硝化体系中除去，降温、过滤、驱酸、进行水洗耳恭听，制得粗品奥克托金，经过转晶，制成为 β 型奥克托金托品。

奥克托金逐渐应用于导弹战斗部装药和某些反坦克弹装药及一些特殊用途哪耐用热情况下的爆破药柱，也作为高能添加剂用于火箭推进剂中。使用时通常制成以它为主体药的混合炸药，如高分子粘结炸药等。

硝基胍存在两种晶型， α 型是一种长的针状晶体； β 型是一种薄的片状晶体。两种晶型在水中溶解度不同，在甲醇、乙醇、丙酮、苯等溶剂中的溶解度很小，溶于硝酸和硫酸。

硝基胍的制备分两步。第一步，尿不比与硝酸铵通过胶柱反庆生成硝酸胍。半尿素与硝酸铵按质量比 1: 1 在配料熔融器混合，送入填充硅胶催化层的反应柱，在 190~195℃ 的反应，制得粗产物，加入粗产物量 1.5 倍的水加热溶解、过滤，滤液在 4℃ 以下结晶，分离、干燥，制得纯度 93%~98% 的硝酸胍。第二步，从硝酸胍制硝基胍。半上述硝酸胍加入浓流酸（97% 以上），在 10~20℃ 反应生成硝基胍，加入 10 倍量的冰水稀释反应液，过滤，滤饼经洗涤后即得针状粗制硝基胍。最后用聚乙烯醇水溶液将粗制品重结晶制得高密度的硝基胍晶体。

硝基胍的爆炸性能接近 TNT，以它为基础组成的混合炸药，广泛用于各种弹体装药。硝基胍是三基发射药（硝化棉、硝化甘油、硝基胍）中的重要组分。由于硝基胍的爆温低，所以三基火药对炮膛烧蚀性小而称为所谓冷火药，有延长火炮使用寿命的优点。

黑索今的制备及性能参见导爆索用药配方 1。

分别将黑索今、奥克托金、硝基胍在水为介质的超细粉碎设备中进行超细粉碎，至平均粒径达到 5~10 μm 。再加入超细铝粉和其他组分，混保均匀即制得上述各配方导爆管用药剂。

导爆管是在高强度塑料软管内壁，涂以含铝粉的太安、黑索今、奥克托金或硝基胍等薄层炸药构成的，其爆速约为 200m/s。导爆管的主要用途是超爆和传递爆轰。如 70 年代，出现了一各称为 NONEL 系统的非电起爆系统。该系统由塑料导爆管、非电毫秒雷管、起爆元件和连接元件组成。起爆后冲击波利用内沟槽效应而传播，通过系统中装配在雷管起爆端的消爆管消爆后，再点燃延期雷管，以保证延期的精度。

动力源用火工品药剂

配方

组分	ω/%	组分	ω/%
硝化甘露醇	15	铝	70
特屈拉辛	10	粘结剂	15

说明 动力源用火工品包括的内容很多，上述配方是装填铝铆钉的混合炸药。这种混合物炸药的成分系如此选择，以使当用灼热的铁器加热铆钉头时能产生微弱的爆炸，而这种爆炸使铆钉体发生膨胀，从而把铆钉固定在应有的地方。炸药铆钉首先在铆接飞机零件方面得到了应用。最初只采用铝合金铆钉，后来采用了钢铆钉，但都小尺寸铆钉。开始时采用爆发点十分低（如 180℃）的氯酸盐混侯炸药装腔填这种铆钉。现在炸药铆钉广泛用于军事及民用各领域。