

# 紙壳雷管的研究

井巷教研組胡峯等

## 前 言

爆破工程愈来愈广泛地应用于我国高速发展的社会主义工业、农业、交通运输及建筑等各个部門中，特别是在党中央发出社会主义建設总路綫后，所出現的以鋼为綱全面大跃进以后，利用炸药爆破，高效率的开采鉄矿、及各种金屬矿、煤矿及其他各种非金属矿，大规模地兴修水利、高速地挖运土方，在峻山叢嶺中興建鉄路公路，尤其是在浙江省平湖县創造用爆破法深翻土地后，炸药用量与日俱增，用于起爆炸药的雷管估計每天要消耗几百万发左右，我国現在出产的銅壳雷管，不仅供不应求，而且每天还消耗優質銅几吨至几十吨，銅壳雷管的高昂价格，又大大地增加爆破工程的成本，因此完全有必要改进現生产的雷管結構，以紙壳代替銅壳，每年将可为国家节约優質銅数千吨，价值数千万元，这对我国当前十分缺銅的情况來說，意义是十分重大的，同时雷管成本还可大大降低，雷管制造技术及設備也可大大简化，使雷管的制造也能采取“小土群”办法广泛生产，以适应鋼鉄元帅及工农业全面大跃进的需要。

根据資料記載，在苏联紙壳雷管已經应用于矿业爆破工程中，我国撫順煤炭科学研究院及山东化工厂等，也曾进行过研究試驗，証明了用紙壳雷管起爆炸药是可能的，但是，由于某些原因，今并未生产。

在党中央的开展羣众性技术革命的号召下和在中共安徽省委及中共合肥市委的亲切关怀与指导下，我們鼓足干劲，打破迷信，在毫无經驗及資料設備的情况下，經過謹慎摸索，終于試制成紙壳火雷管及紙壳电雷管，进行了實驗室試驗与工业試驗，自58年11月中旬即正式开始在合肥炸药厂大量生产。

由于時間紧迫，水平有限，而又忙于生产，因此，对紙壳雷管的結構、性能及制造方法等，尚缺乏足够大量的系統的研究与試驗。

## 紙壳雷管的結構

紙壳雷管的結構与我国現生产的銅壳雷管相似，唯外壳及底形略有差異。

根据原料供应情况，我們制成了紙壳單式火雷管、复式火雷管，單式电雷管和复式电雷管。紙壳單式雷管即雷管中起爆药只有一种，用純雷汞或雷汞80%加氯酸鉀20%混合而成的

爆粉（以下皆称爆粉），經造粒烘干，压裝于管壳內，为节省水銀等原料，并提高雷管威力，生产中只生产后一种，其构造见图1。紙壳复式雷管即在一个雷管中上下装两种起爆药，試驗时主起爆药會采用雷汞与爆粉两种，用爆粉作主起爆药的雷管較容易吸湿而降低質量，故在生产中火雷管宜采用純雷汞作主起爆药。电雷管由于兩端皆封閉，为节省雷汞可采用爆粉。付起爆粉會采用黑索金，特层儿，梯恩梯等，其中以黑索金、特层儿較好，威力大，但材料来源不易，价格昂貴，梯恩梯虽威力較差，但材料易得，成本低，便于土法上马。

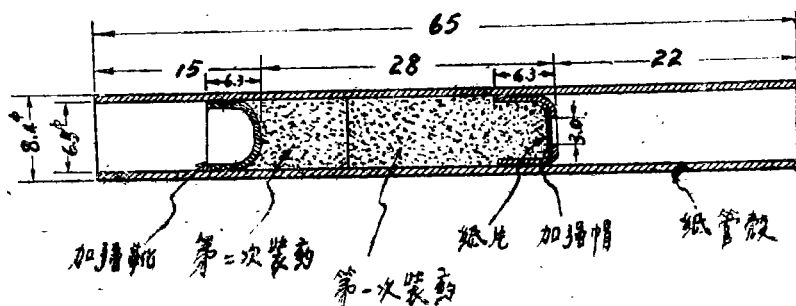


图1. 7\* 紙壳單式火雷管

火雷管即以导火綫引爆，我們曾試制成單层紗包不防水导火綫，由于刺火能力較小，故在火雷管加强帽外口填塞少量消化棉或黑火药，导火綫先引燃消化棉，而后再引爆起爆药。

电雷管即以电力引煤，在火雷管內装上电引焰裝置即可，电引焰裝置曾試制成两种，一种是消化棉电引焰裝置，即在灼热电阻絲周圍填塞以硝化棉，电阻絲灼热以后先点燃硝化棉，而后使雷管引焰，另一种是药滴式电引焰裝置，即在灼热电阻絲周圍蘸上如火柴头上的药滴，通电后药滴引燃，因而引爆雷管。复式的药滴引焰电雷管的构造见图2。

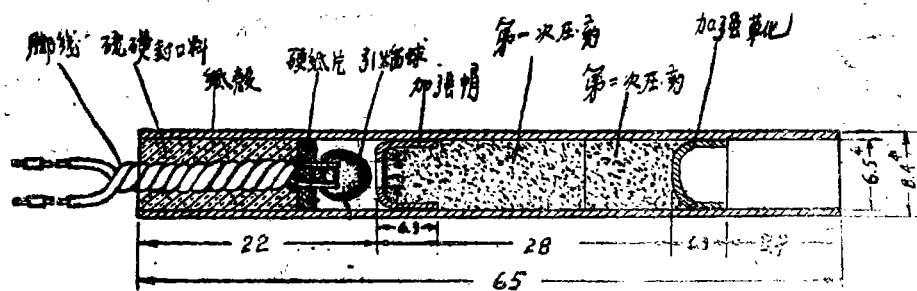


图2. 7\* 紙壳單式电雷管

## 装藥品种与装藥量及压藥方法

根据原料来源及起爆硝铵类炸药的能力，采用下列装藥品种与装藥量。

表 1

雷 管 名 称	装 药 品 种	装 药 量
單式 7 号雷管	①雷汞粒 (或爆粉粒)	1.75 克
	②爆粉粒	1.75 克
單式 8 号雷管	①雷汞粒	2.1 克
	②爆粉粒	2.1 克
复式 7 号雷管	①雷汞粒 (或爆粉粒)	0.5 克
	① TNT 粉	1.1 克
	②雷汞粒 (或爆粉粒)	0.45 克
	②特层儿	1.1 克
	③雷汞粒 (或爆粉粒)	0.45 克
复式 8 号雷管	③黑索金	1.1 克
	①雷汞粒 (或爆粉粒)	0.5 克
	① TNT 粉	1.5 克
	②雷汞粒 (或爆粉粒)	0.45 克
	②特层儿粉	1.5 克
	③雷汞粒 (或爆粉粒)	0.45 克
	③黑索金	1.5 克

采用爆粉作主起爆药或全部装药的单式雷管, 由于其中含有20%的氯酸钾, 所以吸湿性较大, 保存期短, 容易变质, 但爆力较大, 并使价格昂贵的雷汞用量减少。复式雷管中的付起爆药以黑索金威力最大, 不易变质, 性亦稳定, 但制造成本很高, 原料来源困难, 以梯恩梯最易得, 价格亦低, 但威力较小。

雷管中装药密度对雷管的威力和起爆敏感度有很大影响, 如雷汞以500公斤/平方公分以上的压力压药使装药密度达到3.65克/平方公分以上时雷汞即失去火焰起爆感度, 用火焰 (导火綫、电引焰等) 点燃仅能燃烧而不爆炸。但是, 对一般装药来说, 压药密度愈大, 雷管爆炸威力也愈大, 为此雷管装药分几次压入, 底部药用最大压力。

往雷管中压药的可能方法, 有下列几种:

(1) 在压药模中将装药密度大的底端药先压成药柱, 而后再装入纸壳中。此法能使压药密度增至最大, 不致使管壳压裂而出废品, 但生产手续较繁, 速度慢, 黑索金等起爆药不易压结成柱;

(2) 直接在纸壳中压药: 与铜壳雷管压药相同, 但因纸壳强度实际上稍低于铜壳, 故压力大, 纸壳易破裂, 压力小不能达到要求的装药密度, 威力降低;

(3) 混合法: 为克服上述压药法之缺点, 采取上面两种之混合法, 先将纸壳装入与壳外径正好相合之压药模中, 往其内装药后进行压药, 纸壳可予先封底或压后再封底, 不封底压药可将底端炸药压成任何形状之集中穴, 退模后再涂上封底剂, 此种方法之缺点仅较第一法增加一道退模手续;

(4) 纸壳底端内衬或外套加强承压药法: 这种方法可增加压药密度, 并做出与铜壳一样的集中穴, 但增加铜 (或铁) 耗, 提高成本;

(5) 反装法: 考虑到雷管中装药密度由下而上渐减的规律, 利用纸壳不封底的特点, 采用反装法, 将未封底的纸壳先放入下端带突柱的压药模中而后反装入加强帽, 以最小的压力压第一次装药, 然后再逐次增加压药压力, 最后一次压药以最大压力并压出集中穴, 退模后封底可用漆或硫磺等。为提高雷管穿孔能力, 并增加防水性, 可于后一次压药时压入带集

中穴的金屬加強靴。集中穴可由压药时压出,同时使底端炸药密度增至最大,此种压药方法可增加每次压药量,减少压药次数。

上述五种压药方法中以第(5), (3)两种较好。

## 紙壳及其制造方法

卷制紙壳的中心问题是使紙壳具有一定的强度。考虑到使用中对雷管壳强度的要求是:

(1)經得起加工,在压药时不产生裂縫;(2)保存运输及使用中能够經受住不可避免的挤压、震动或碰撞,不至使管内装药变形或爆炸;(3)在雷管点火时能耐得住点火剂及顶层起爆药着火将转变为爆炸时所产生的气体爆炸压力而不发生爆裂,使气体漏掉,否则将延长爆炸形成期,引起雷管半爆。根据雷管起爆理論,认为管壳愈坚固时爆炸加速度愈快,起爆威力愈大。为了紙壳能满足上述要求并具有足够的强度,同时又考虑到国产紙源等,試驗及生产中皆采用120磅牛皮紙(佳木斯紙厂产)卷制紙壳,此种紙縱拉力9公斤,橫拉力3.2公斤,而且韌性大,經試驗,紙壳由4~6层卷制而成,厚0.7~1.0公厘,比銅壳厚三倍左右。

卷制紙壳比冲制銅壳或鉄壳要简单得多,可以完全不用机械設備即可制成,便于土法上马;最简单的卷制紙壳的方法与卷爆竹壳相同,将牛皮紙预先切成65×135的长方形,为避免軸向貼口易裂开的缺点,紙块最好切成直角一边斜梯形,使貼口变为螺旋綫形,但用手工卷紙壳效率太低,卷出的管壳尺寸不一致,影响成品质量,廢品多,为此我們曾設計并制造了卷管机,将牛皮紙预先在切紙机上切成长条并卷成紙盘,装入卷管机的紙盒中,盒中并装有膠液,当开动卷管机时,装紙盒即在卷管軸周圍轉动,把紙条纏于軸上,纏繞4~6层,后面的拉移位置不断地把纏好的紙管向后拉移,最后經切管刀把紙管切成要求的长度,制成的紙管由溜槽中滑入容器內,經干燥后即可。

卷紙壳可用膠液品种很多,有植物膠(如桃膠,阿拉伯樹膠)动物膠(如骨膠、皮膠、酪膠、魚膠、虫膠)等,其中手工卷紙壳以植物膠(桃胶,阿拉伯樹胶)较好,以热水制成50%左右的胶液即可应用,用卷紙机制紙壳时也可使用魚胶、骨胶及牛皮胶等,用电吹风加热,一方面使紙壳快速烘干,一方面使胶液溶解,因魚胶及皮胶等在常温时将失去粘合力,另外还有一些混合胶也可使用。

卷成的紙壳剔去不合格品,然后烘干,烘干条件对于管壳强度影响很大,曾試驗过二种烘干方法:一种是在常温下緩慢风干,一种是在80℃以上的恆溫箱中快速烘干,前一种干燥方法不仅慢而且管壳强度很低,不坚硬,压药时易打折綫,产生廢品。后一种干燥方法只需3~5小时即可,管壳强度大,坚硬。由此可得出結論:溫度愈高,干燥速度愈快,管壳則愈硬,强度也愈大,当然溫度也不能过高,应在60℃~140℃之間,烘干的紙壳为增加其防水性,最后进行塗漆,漆液是用30%的洋干漆,溶解于70%的酒精中制成,紙壳在其中浸蘸2~3分鐘后取出,扔去过剩的漆液,在常温下风干或晒干,即可送去装药。

## 加强帽与加强靴

紙壳雷管的加强帽与加强靴对其起爆能力与极限起爆药量影响很大。

加强帽与加强靴的材料曾試用紫銅与鉄皮二种，銅質者虽較易加工，但成本較高，用廢鉄皮（机电厂及搪瓷厂的廢介品）冲制成的加强帽与加强靴不仅成本低，而且質地坚硬，增加雷管的起爆能力；根据試驗，在其他条件皆相同的情况下，鉄質的較紫銅的极限起爆药量减少0.1克左右。

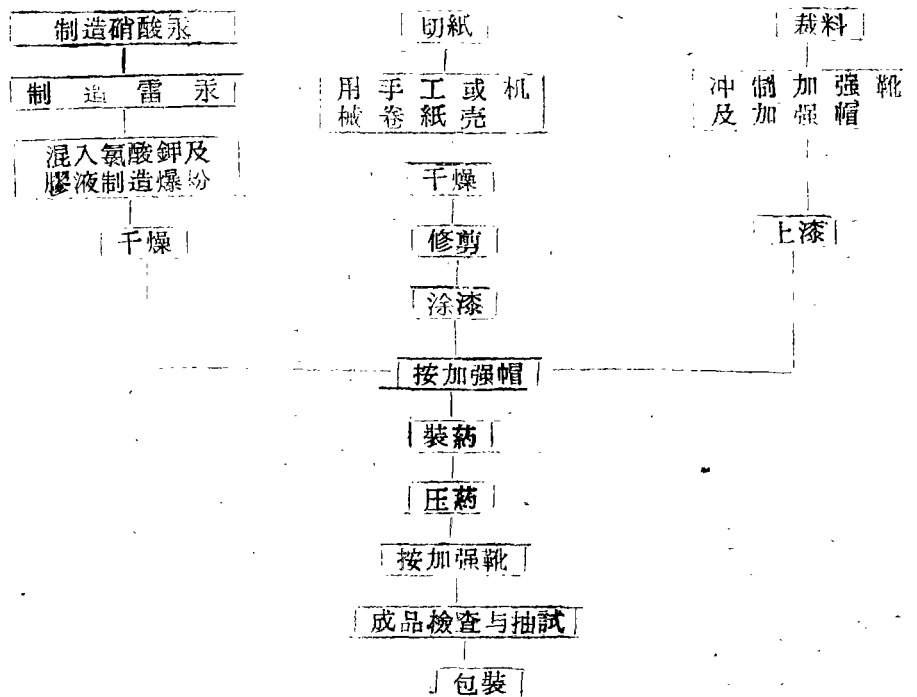
根据試驗資料証明，紙壳雷管加强帽的高度应較銅壳雷管要高，增加加强帽至适当高度，不仅能增加雷管的起爆能力，减少其装药量，而且帽不易戴歪及松动，但是加强帽太高冲制困难，浪費材料，試驗結果，鉄質加强帽高度由3.5公厘增加至6~6.3公厘较为合适；加强帽厚度为0.25~0.3公厘，外径恰等于紙壳內徑，引火孔直径为2.5~3公厘，装药时引火孔以一层光連紙园片盖住，以防漏药与吸潮。

加强靴規格与加强帽相同，唯中心无引火孔。

在人动或电动冲床的特殊模子上用廢鉄皮两次即可冲出加强靴，再从中心冲出一个引火孔即成加强帽。双冲程冲床一次即可冲出。

## 紙壳雷管的制造方法

单式雷管采用反装法（用鉄質的加强靴）的制造工艺过程較正装法简单，而且产品质量較高，其工序簡介如下：



采用硝酸与純水銀首先制成硝酸汞，而后将其傾入酒精中，經過复杂的化学反应，即有粗雷汞沉淀，倒出洗滌，即得精雷汞；然后再混入20%氯酸钾，加入膠液（桃膠或阿拉伯樹膠）及酒精仔細混合均匀，干后在馬尾篩上造粒，最后送去干燥（溫度不得超过 $50^{\circ}\text{C}$ ）即得爆粒。

制成的紙管壳，放入压药模內按上加强帽并用手工压至管壳內的一定位置上（有支柱支住）进行第一次装药，至装满为止，嗣后即送入一号压力机內进行第一次压药，接着再进行第二次装药并按上加强靴，再送到二号压力机內第二次压药，制成的成品最后通过檢查，剔出不合格的廢品与次品。

制造复式雷管較单式雷管多一道压装付起爆药（黑索金或特层儿、TNT等）的过程，同时装药时采用特殊的装药模，第一次把主起爆药全部装入，并經压密后再把付起爆药装入，按上加强靴，第二次压密；制造黑索金的原料用烏洛托平（医用药）以92%以上之浓硝酸在低溫下硝化，然后逐漸冷却沉淀而出，为了获得低溫（ $5^{\circ}\text{C}$ ），曾用冰（或小型冷冻机）；由于缺乏浓硝酸，曾以89%之硝酸也能制得少量的黑索金。特层儿和梯恩梯的制造在一般資料中已經闡明，梯恩梯可用外厂的成品。

紙壳电雷管的制造分两大部分进行，一部分按上述方法把火雷管制出，另一部分是制备电引焰装置和脚綫。硝化棉电引焰装置按下述順序制备：截取定长紗包綫两根，在一端紐結并拔出裸銅綫，穿上冲制出的硬紙圓片（直径稍小于紙壳內徑），然后在两根脚綫端用电烙鉄錫焊上一根鎢絲或康銅电阻絲，取来制成的火雷管用捏子向其中塞入硝化弱棉（含氮量11%~12%），最后把焊有电阻絲的脚綫装配于雷管中，用硫磺封固，藥滴式电引焰装置是将引焰剂单独拌和好，而后将焊有电阻絲的脚綫端向其中浸蘸，拿出后即带有药球，干燥后用硫磺封固于雷管中即成，經試驗药滴引焰較硝化棉引焰可靠，点火能力强，发火時間短；引焰剂是用氯酸钾，硫代氯酸鉛加膠液混合而成。

## 紙壳雷管的質量

根据大量的試驗与現場的使用結果証明：在同样的条件下紙壳雷管的起爆能力并不低于銅壳雷管，7号紙雷壳管不仅能够可靠地起爆鉸梯类炸药，而且能可靠的起爆不掺梯恩梯的狄納孟炸药，但是根据試驗，对鉛板的穿孔能力則小于銅壳雷管。

同时，多次試驗証明：装药密度太小，加强帽和加强靴压歪或松脫，加强帽不够高，管壳未干，强度小等，都严重地降低雷管起爆能力与穿孔能力，形成半爆或不爆等。不合格雷管的試驗情况綜合列于表2中。

不合格雷管情况	鉛板穿孔試驗		起爆鉸梯炸藥試驗	
	試驗次数	結果	試驗次数	結果
密度低	4	未穿孔仅有炸痕	11	不能起爆炸藥
歪帽或松帽	5	同上或拒爆	—	—
掉帽或无帽	—	—	6	同上
管壳有綫紋或弯曲	4	不能穿孔有較深炸痕	8	有两个不能起爆炸藥
戴双帽	4	拒爆	4	拒爆
加强靴脫落	2	不能穿孔有炸痕	—	—
裝藥量不够(在0.1克以下)	—	—	5	不能起爆炸藥
裝藥不干	3	拒爆	—	—

紙壳雷管的脚綫抗脫力，經試驗并不低于銅壳雷管。

紙壳雷管的防水性可能較銅壳的差，因未作科学試驗，尚不能肯定。

## 結 語

紙壳雷管能够節約大量的優質銅（或鋁等）。

大量的試驗資料和实际工作証明紙壳雷管能够可靠起爆硝酸铵类炸藥及其他各种炸藥。起爆能力并不低于金屬壳雷管。

采用卷管机能够高效率地生产規格一致的紙壳。

采用反裝法压藥，能够減少压藥次数，提高压藥質量。

采用加强靴，能够提高雷管的起爆能力和穿孔能力，增加防水性。

紙壳电雷管采用藥滴引焰較硝化棉引焰为优。

紙壳雷管能否使用于煤矿，紙壳雷管的防水性与有效保存期等問題尚待进行研究。

可以采取“小土羣”办法大量生产紙壳雷管，以应工农业之需。