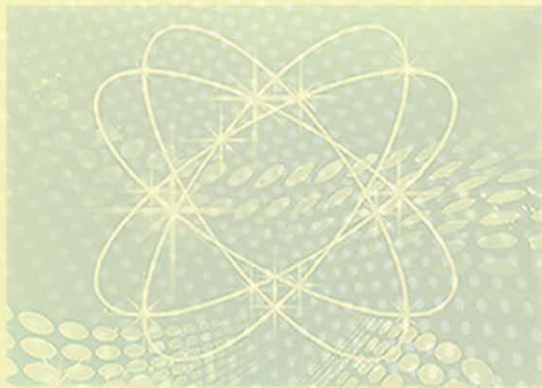


学生航空航天知识

高空中的神鹰： 火箭与导弹





目 录

第一章 火箭的由来与发展	(1)
一、火箭的故事在中国	(1)
(1)原始火箭的发明	(1)
(2)火箭早期的参战	(3)
(3)火箭早期的种类	(6)
二、火箭在欧洲的发展	(13)
三、火箭理论的创立	(15)
四、火箭的优越性能	(18)
第二章 现代火箭的简介	(20)
一、火箭的种类与构造	(20)
(1)固体火箭	(20)
(2)液体火箭	(22)
(3)多级火箭	(24)
二、火箭的发射与飞行	(29)
(1)火箭的发射基地	(29)
(2)火箭的发射飞行	(31)
(3)火箭的飞行试验	(34)
三、火箭的其他应用	(36)
(1)高空控制火箭	(36)
(2)生物试验火箭	(39)



(3) 气象预报火箭	(44)
(4) 微重力火箭	(47)
四、未来的火箭	(50)
(1) 原子能推进火箭	(50)
(2) 离子火箭	(52)
(3) 等离子体火箭	(55)
第三章 世界各国火箭巡礼	(58)
一、中国的“长征系列”火箭	(58)
(1) “长征 1 号”火箭	(58)
(2) “长征 2 号”火箭	(63)
(3) “长征 3 号”火箭	(66)
(4) “长征 4 号”火箭	(70)
二、前苏联运载火箭	(72)
(1) “质子”号火箭	(72)
(2) “宇宙”号火箭	(74)
(3) “能源”号火箭	(76)
三、美国运载火箭	(78)
(1) “雷神”系列火箭	(78)
(2) “宇宙神”系列火箭	(81)
(3) “德尔塔”系列火箭	(83)
(4) “大力神”系列火箭	(85)
四、其他各国运载火箭	(88)
(1) 欧洲“阿里亚娜”火箭	(88)
(2) 英国“黑箭”火箭	(91)
(3) 法国“钻石”火箭	(92)
(4) 日本的运载火箭	(94)

(5)印度的运载火箭·····	(96)
第四章 从火箭到导弹的飞跃 ·····	(100)
一、导弹的由来与发展·····	(100)
(1)导弹的鼻祖·····	(100)
(2)导弹的发展阶段·····	(103)
二、导弹的工作原理·····	(109)
(1)导弹的飞行轨道·····	(109)
(2)导弹的制导方式·····	(112)
(3)导弹的弹头·····	(114)
(4)导弹的弹体·····	(116)
三、导弹的火箭发动机·····	(118)
四、现代战争中的导弹·····	(120)
第五章 导弹“家族”大巡礼 ·····	(126)
一、面对面导弹·····	(127)
二、地对空导弹·····	(133)
三、空对地导弹·····	(138)
四、空对空导弹·····	(140)
第六章 世界先进导弹纵览 ·····	(144)
一、弹道导弹·····	(144)
二、地地战术导弹·····	(147)
三、防空导弹·····	(149)
四、舰空导弹·····	(150)
五、空空导弹(近程)·····	(151)

第一章 火箭的由来与发展

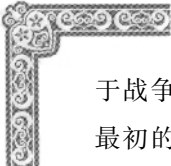
一、火箭的故乡在中国

(1) 原始火箭的发明

火药是中国人的四大发明之一。

火药发源于汉朝术士的炼丹，大约在此后的二三百年的真正火药才问世。正是有了火药，才有了后来的火箭。发明了火药后，便有了鞭炮。人人都玩过爆竹，解剖一个爆竹可以看到用纸卷成的小圆柱体内紧紧的包着一些火药，火药的引倍留在爆竹的外面，点燃时让引倍朝下，一股烟向下喷出，爆竹随之冲向天空，这个小小的爆竹便是火箭的鼻祖。

晋朝人陈寿在《三国志》中记载，魏明帝太和 2 年（公元 228 年），魏明帝“使将军郝昭筑陈仓城；会（诸葛）亮王，围昭……（亮）起云梯冲车以临城。昭于是以火箭逆射其云梯，梯燃，梯上人皆烧死。”这是我国首次关于火箭用



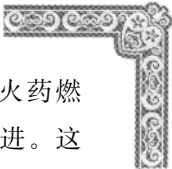
于战争的记载。可见，早在三国时期（约公元 220—228 年）最初的火器就已经出现了。当时的“火箭”，只不过是把引燃物绑在箭杆上，借助弩弓等机械力投射出去，目的在于纵火或延烧，只是一种带“火”的箭。

公元 10 世纪，唐末宋初时代，已经有火药用于火箭的文字记载。这时的“火箭”只是用火药取代早期火箭箭杆上的引燃物，仍由弩弓投射出去，还不是靠自身喷气推进的火箭。

由火药喷射推进的火箭的发明年代大约在唐末宋初。在唐代的烟火玩具中已经有了“烟火起轮，走线流星”。宋代的唐福曾经把他所制造的火箭、火球、火蒺藜献给朝廷。不久，石青也制造出了火药、火箭，宋真宗还把它召来，当众作了表演。

大约到了南宋，民间流行放烟火。于是发明了“地老鼠”和“走线流星”等不同种类的烟火，这些烟火都是利用火药燃烧时喷出气体，借喷气的反力而前进，它是火箭发展中的重要一步，特别是“走线流星”这种烟火，这是在火箭筒上绑一根芦苇或竹签，起船舵或者箭羽那样的稳定作用。点燃火箭后，利用反力推时，一飞冲天。

在“走线流星”的启发下，人们把火药筒绑在普通箭的靠近箭头的箭杆上，这种箭可以不用弓发射，而是靠火药筒喷火时的反力，平飞向前。这是一种原始火箭，它用纸糊成了一个筒（实际上就是固体火箭发动机）然后把这个药筒绑



在简箭杆上，药筒前头封闭，后头开口（即喷管）。火药燃烧时从后口喷出大量气体，利用反作用力推动火箭前进。这种原始火箭，实际上是现代火箭的雏形。

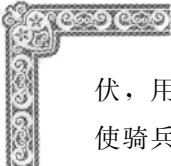
（2）火箭早期的参战

火箭利用反作用推动前进。在自然界中，鲛鱼就用向后喷水的方法使自己快速前进，乌贼鱼是用向后喷射的手段使自己前进的。

在宋朝，开始在作战中作用火箭作进攻武器。火箭作为兵器可重达1千克，射程约达到300—600米。随着火箭技术的进一步发展，火箭式样增多，威力增强。

12世纪60年代初，中国境内南宋和金两个对峙政权，在长江下游和州（今江苏省和县）对岸的采石附近的江面上，进行一场激烈的水战。宋军使用原始火箭弹——霹雳炮打败了金军。


1161年（宋绍兴三十一年）金帝完颜亮迁都汴京，发兵南下，企图统一中国。完颜亮率步兵、骑兵24万，水兵3万，分道南下：一路水兵由海上直攻临安；一路由凤翔取大散关向四川进攻；自率主力出寿春向江淮进军。宋军由扬州开赴淮阴守淮东，命王权进驻寿春。王权畏缩不前只进至庐州，探悉金军势大，首先撤退，过和州后，弃军先渡，情势非常混乱。宋军奉命撤退守江，由淮阴经扬州驻瓜州。金军很快占领庐州、和州、扬州。金将肖琦到扬州后，率部争夺瓜州渡口。宋将吴超在运河沿岸阻击金军，在皂角林中设



伏，用强弩射金兵，肖琦被围，死战得脱，因河岸狭窄不便使骑兵活动，金兵撤退时被俘数百人，宋军取得小胜。后四日，宋军弃瓜州，退守镇江。完颜亮率军进驻和州，准备用采石（安徽当涂西北）渡江进攻。宋虞允文奉命犒师至采石，收容了王权散兵 1.8 万人，以步骑兵排在江岸，海鳅船排列在江中，准备迎击金军。金军舟船自杨林渡口进攻，将到南岸时，见宋军严阵以待，少数登上南岸，即被宋军全部歼灭。宋海鳅船由民兵踏机，冲入金船群中，金舟底阔如箱，行动不便，大半被撞沉，金兵多死江中，少数逃回皆被完颜亮杀死。次日虞允文指挥舟师监视杨林河口，和神臂弓射杀金兵，又派人到上游放火，烧毁金残余船只。

1161 年采石战役中，宋军以少胜多，打败金军，其主要原因是：宋军将领虞允文指挥得当，步、骑、水兵密切配合，水战中使用了轻便灵活，机动性能好的海鳅船冲撞金舟，还使用了火力强，能打击较远目标的霹雳炮。

关于采石战役中使用霹雳炮，宋史和金史中均未记载，有关霹雳炮的原始史料，主要来自南京诗人杨万里（1127—1205 年）作的《海鳅赋后序》约写于 1170 年，是采石战役后九年。此文后来收入《诚斋集》卷 44 中。这种霹雳炮用纸筒制成，内装炸药和发射药，炸药内混有石灰。发射时点燃药线，发射药燃烧从筒内喷出火焰，借反作用推力将武器射向敌方。然后发射药引燃炸药，发生巨响，纸筒炸裂使石灰散为烟雾，敌方人员睁不开眼而丧失战斗力。霹雳炮的发



射和爆炸同今天的“二踢脚”非常相似。1161年采石战役宋军使用霹雳炮攻击金军，是中国军事史上第一次在战争中使用火箭武器。

1223年（宋绍定五年、蒙古窝阔台汗四年、金正大九年）4月，蒙古窝阔台汗遣大将速不台率大军攻打金都城汴京，金守将赤盏合喜令部下以“震天雷”、“飞火枪”等兵器抵抗。“其守城之具有火炮名‘震天雷’者，铁罐盛药，以火点之，炮起大发，其声如雷，闻百里外，所围半亩之上，火点甲铁皆透。大（蒙）兵又为牛皮洞，直至城下，掘城为瓮，间可容人，则城上无可奈何矣。人有献策者，以铁绳悬‘震天雷’者，顺城而下，至掘处发火，人与皮皆碎迸无迹。又飞火枪，注药以火发之，辄前绕十余步，人亦不敢近。大（蒙）兵惟畏此二物云。”双方激战六昼夜，金军靠从宋军那里得到的火器，成功地守住了都城，蒙军遭到损失后撤兵，双方暂订议和。这就是历史上有名的汴京之战。

“飞火枪”顾名思义，“能飞的火枪”。其构造是在普通枪的枪身加装一火药筒。发射时，飞火枪上的火药筒喷出的气流产生反作用力，使飞火枪自行飞去。飞火枪是中国的一种火箭兵器。

公元16世纪，明朝的戚继光抗击沿海入侵的倭寇，曾经使用过重达二斤（1千克）多的火箭，射程有100—200米。明朝人茅元仪所编的《武备志》里记述了当时的多种火箭武器。其中值得特别注意的，是一种取名“火龙出水”的

武器。

它的外形是一个雕刻着龙头和龙尾的圆筒，筒内藏着一组火箭；筒外另有一组火箭。发射的时候，先点燃筒外的火箭，推动筒身向前飞行；待筒外火箭的火药燃尽，再引向筒内火箭，筒内的那组火箭便从前端张开着的龙口飞出，射向敌人。这样，筒内的火箭可以比单支火箭射得远。这实际上已经是多级火箭的雏形了。另外一种在我国明朝使用过的火箭武器名叫“一窝蜂”：许多箭插在一个筒内，同时点火射出，可加强杀伤威力，

它是今日在战争中广泛使用的火箭筒的鼻祖。

（3）火箭早期的种类

到了明朝时代，中国火箭技术有了很大的发展，军队装备火箭已相当普遍，火箭这种兵器的种类已多达几十种，并且出现了“二级火箭”。这些火箭基本上可分为三类：单级火箭、火箭飞弹和多级火箭。

单级火箭

单级火箭分为单发和多发的。单发的一次发射一支箭，多发的一次发射几支、十支到一百支箭。发射的方式分为用架、用筒、用桶、用匣等。

（1）单发火箭 这类火箭有飞刀箭、飞枪箭、飞剑箭和燕尾箭等。这四种火箭，箭杆长六尺，直径五六分，箭镞长三寸，箭翎长七寸，药筒长八寸，直径一寸二分，缚于箭镞之下，引线向后，箭头分别呈刀、枪、剑和燕尾型。这类火

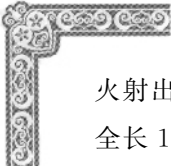
箭是在宋朝和元朝火箭的基础上发展起来的，箭头一般都涂以虎药（毒药），能穿铠甲，射程可达 500 步。使用时，架在树枝上或兵器上，在距敌 300 步左右点火发射。

（2）集束火箭 又称为多发火箭。将若干支单发火箭的药线并联起来，点火后同时发射出去。这类火箭有五虎出穴箭，5 支单发火箭并联，射程约 500 步；九龙箭，9 支单发火箭并联，射程约 400 步；火弩流星箭，10 支单发火箭并联，射程约 400 步；火龙箭，17—20 支单发火箭并联，射程约 300 步；长蛇破阵箭，30 支单发火箭并联，射程约 200 步；一窝蜂箭，32 支单发火箭并联，射程约 300 步；群豹横奔箭，40 支单发火箭并联，射程约 400 步；四十九矢飞帘箭，49 支单发火箭并联，射程约 400 步；白虎齐奔箭，100 支箭单发火箭并联，射程约 300 步。

10 支以下的集束火箭，通常装入竹筒或木筒内发射，每筒重量约二斤，每名士兵可携带 4~5 筒。20 支集束火箭装入竹编圆筒内，圆筒长四尺，口大底小，外面糊油纸，可以防风防雨。30 支集束火箭放入木匣内，箭杆长二尺九寸，火箭筒长四寸，每匣重量约五斤；40 支以上集束火箭装入木匣内。大型集束火箭放在专门设计制造的战车上，用人力或畜力牵引。

明朝天启元年（1621 年）茅元仪所著的《武备志曲》一书中曾介绍了几种集束代火箭：

一窝峰 在一个木制的长桶内插上 32 支火箭，同时点



火射出，众矢齐发，可加大杀伤威力，增大射程。这种火箭全长 1.4 米，药筒长约为 13 厘米，箭杆尾端栓一铁块起平衡作用。这是一种原始的集束式火箭。还有一种“百虎齐奔”火箭，匣内装有 100 支串联火箭，射程 300 步，其势凶猛，杀伤力特大。集束火箭能同时发射若干支火箭，具有较强的火力，箭头大多涂有虎药，除有纵火效能外，还有杀伤效能。集束火箭无论是突击点状目标，还是线状目标，都是一种有效的武器。集束火箭用于战争，标志着中国古代在武器制造和战术方面都有了新的发展。

火箭飞弹

火箭飞弹是利用喷射火箭原理将爆炸物投向敌方的一种兵器，对敌方不仅有杀伤作用，而且有威吓作用。这种兵器始于南宋，在战争中颇有成效，到了明代有了很大改进，主要有飞空击贼震天雷和神火飞鸦等。

(1) 飞空击贼震天雷 这种兵种是球形状，直径约三寸五分，用竹篾编成，两旁按翅膀。球内装火药和数枚涂有虎药的棱角，中间夹一个长二寸、内装发射药的纸筒，有引信与球内火药相连，外面用纸糊十多层，涂成红色，主要用于攻城。攻城时，顺风点燃引线，雷飞入城，纸筒内发射药燃完后即引燃竹球内火药爆炸。爆炸时烟飞雾障，迷目钻孔，棱角乱钉人。飞空击贼震天雷靠自身的发射药推进，原理与现代火箭弹相似，实际上是一种原始火箭弹。

《武备志》一书关于其记载文字如下：飞空击贼震雷炮；

……炮径三寸五分，状类球，篾编造，中间用纸杆一筒，长三寸，内装送药。筒上安装发药神烟……两旁安辖风翅两扇。如攻城，顺风点信，直飞入城。等送药尽燃，至发药碎爆，烟飞雾障，烟飞雾障迷目钻孔。

(2) 神火飞鸦 用竹篾或芦苇编织成乌鸦形体的篓子，如斤余鸡大。外面用棉纸封固，内装火药。鸦身装有头、尾和翅膀，鸦身下面两侧安装4支大起火（火箭）。在鸦背上开一孔，用4根各一尺长的药线插入孔内，与鸦身内的火药相连，药线的另一端分别和4支起火的药筒底部相连，再将4支起火的引线并联。使用时点燃引线，利用起火的推力，使神火飞鸦飞到空中，大约可飞行100多尺的距离。当起火里的火药烧完了，起火的推力也就消失了，于是神火飞鸦掉了下来。这时候，药线点燃了鸦身里的火药爆炸，借以焚烧敌方地面营寨或水面船。

《武备志》中关于它的记载：“神火飞鸦……内用明火药装满，又将棉纸封好，前后装头尾……似鸦飞样……起火药线总头上，另装扭一处。临用，点燃起火，飞远百余丈。将坠地，方看鸦身，烧遍野。”这种并联式火箭组合体，能飞300多米远，落到敌人后方以鸦身做火种烧毁敌人的营垒、船只具有一定的威力，当时曾有战无不胜的记录。

神火飞鸦，在陆地可以烧敌人的军营，在水中可以烧敌人的战船。这种神火飞鸦与现代的航行事业中常见的并联式火箭（用几个小火箭捆绑在一起组成的一个推力较大的运载

火箭)的基本原理是一致的:喷气推进的运载工具和弹头部分,在远距离把弹头发射到敌方。

多级火箭

明代多级火箭,实际是二极火箭,即利用火箭装置将另一枚火箭推向空中,使其继续飞行到更远的地方。多级火箭为我国首创,是火箭技术方面的重大突破,是现代多级火箭的先河。这种火箭有火龙出水和飞空砂筒等。

(1) 火龙出水 在五尺长的薄竹筒两头装木制龙头和龙尾。筒内装火箭数枚,引线都并联在一起,从龙头下方的孔中引出总药线。龙身下前后各装两支大起火,引线并联在一起,前面两支起火药筒底部与从龙头下方的孔中引出地点药线连接。发射时先点燃火龙腹内的火箭,这时,龙腹内的火箭即由龙口飞出继续前进,飞向目标。这种兵器能在离地面或水面三四尺空中飞行二三里远。用于水战时,犹如从水中飞出的火龙,故称火龙出水。

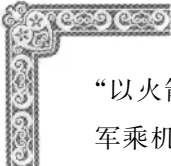
《武备志》中记载:“水战,可离水三四尺燃火,即飞出水面二、三四去远,如火龙出于江面。筒药将完,腹内火箭飞出,人船俱焚。”也就是说,火龙出水发射时离开水面约1~1.3米,由龙肚子底下的两个大火箭提供推力,把它送到1~1.5公里之外的地方。当火箭烧完时,引燃龙肚子中的所有火箭,由它们去攻击目标,烧伤人员,烧毁船只。

这种两级串联火箭,其原理与现代串联式运载火箭相似。

火龙出水，这是最原始的两级火箭。

(2) 飞空砂筒 能飞出去飞回来的一种火箭，是中国火箭技术的重大发明之一，标志着我国火箭技术进入一个新的水平。其构造是，是薄竹作箭身，长七尺，直径一寸五分，箭身前端两侧各绑一个药筒，一个筒口向前，另一个筒口向后。筒口向后的药筒前面有一爆竹，长七寸，直径七分，爆竹的引线与药筒底部连通，爆竹内装炸药和细沙，爆竹顶端装有几根薄倒须枪。用“竹溜子”（用竹筒制作的发射架）发射。发射时先瞄准敌船和营寨，利用筒口向后的药筒将飞空砂筒射出，刺在敌船蓬、船帆或营寨的账蓬上。药筒内的火药烧完后引燃爆炸，爆竹炸裂喷射火焰和细沙，敌人救火时，细沙落入眼内，很难医治，丧失战斗能力。爆竹爆炸通过药线引燃筒口向前的药筒，飞空砂筒又飞回来。这种二级火箭，第二级火箭与第一级火箭运行的方向相反，作逆行运动，体现了火箭回收的设计思想。

明朝年间，火箭兵器发展很快，并广泛用于战争。如1371年朱元璋为消灭割据势力，借口明升遣将攻扰边境，派遣部将汤和、傅友德率水陆军分路入蜀。西路军将领汤和派部将廖永忠率军攻瞿塘关，“以火箭、火炮破蜀”，明升战败降伏。1388年3月，思伦发其率部号称三十万人马攻定边（今云南省巍山回族自治县），明西平侯沐英率精骑三万，昼夜增援，行军十五日到达，思伦发驱名胜披甲列队，沐英将明军分为三军：冯诚为前军，宓正、汤照为左右军；明军



“以火箭、火炮、火铳破思伦发的象阵”，人名胜皆反走，明军乘机冲击，思伦发大败，斩首三万余，思伦发败逃。1464年延绥参将能在麓川（今云南省腾冲县）作战中用“九龙筒”（有九支单发火箭的集束火箭）收到了良好的效果。朝廷随即下令依式制造，装备各军使用。

明朝大将军戚继光的继家军素以使用火器著称，尤其善于使用火箭兵器。他编著的《纪效新书》和《练兵纪实》详细叙述了火药和火器的制造、使用及操练等方面的内容。除戚继光外，还有赵士桢的《神器谱》、王鸣鹤的《登坛必究》、何汝贤的《兵录》、李盘的《金汤借箸十二筹》、茅元仪的《武备志》、焦勛的《火攻挈要》等有关火药、火器和火箭方面的专著。其中茅元仪的《武备志》，图文并茂，不令有各种火药的配方，而且有单发火箭、集束火箭、火箭飞弹、二级火箭等多种火箭的构造及使用，是集中国古代火箭技术之大成。明朝年立，朝鲜国火铳都监崔茂宜，曾邀请中国火器专家李元去朝鲜传授火药、火铳和火箭制造技术。

明代的火箭种类多，并广泛用于战争；火箭方面的专著多，并将火箭技术首次传到国外。这说明明代的火箭技术已相当发达。到了清代，除了在明代火箭技术的基础上略有改进和发展外，清政府引进了西方列强国家的火箭制造技术，生产了一些近代火箭。

在美国首都华盛顿有一座规模宏大的航空与航天博物馆，其展品数量和参观人数都处于世界航空博物馆的首位，

每年吸引一千万名游客。在这个馆内就有中国火箭的展出。展品的说明中，承认原始火箭是中国发明的。“火箭是中国古代劳动人民的一项创造，火箭的故乡在中国。”

二、火箭在欧洲的发展

从14世纪开始，中国的古代火箭技术，通过元军西征和贸易交往，途经印度、中亚、阿拉伯国家进入欧洲，并很快得到应用和发展。

英国的火箭先驱者威廉·康格里夫，把在英国殖民者入侵印度时缴获的东方火箭加以改进和提高，制造成新型的“欧洲火箭”，把火箭技术推进到一个新水平。

康格里夫生于1772年5月20日。21岁时毕业于著名的剑桥大学，原来学的文学专业，后又攻读法律，当了新闻记者。但由于他的父亲曾经管英国皇家兵工厂，康格里夫自幼在兵工厂耳濡目染，对各种兵工器械怀有浓厚兴趣。他后来弃文习武，进入这家兵工厂工作，开始研究他幼年时就钟情的火箭兵器。

1793年，康格里夫参加抗击拿破仑发起的侵略战争，在炮兵部队集中精力研究一种远程武器。他收集了英国士兵从印度带回的火箭资料，研究改进这种用铁筒发射竹箭的火箭，着重提高它的射程。最初改进火箭的喷气口，以提高喷