

存金书

国防科技工业概论

[讲义]



南京航空航天大学军事教研室

2009年7月

F426
1001

F426/1001



NUAA2011013993

F426
1001-1

前言

国防科技工业在国家发展中具有十分重要的地位和作用。在任何时代，任何一个国家或民族想要有尊严地生存，都不能不十分地重视国防建设。在现代，国防建设的基础是国防科技工业，它是综合国力的重要支柱，对促进国家科技进步、带动国民经济发展具有重要意义。

对于南航学子来说，学习国防科技工业知识，既是行业教育或未来职业教育的需要，也是国防教育的重要组成部分。

从行业教育或未来职业教育的需要来说，南航毕业的许多学子要进入国防科技工业领域，因此应当对这个领域在学习期间有必要进行行业的知识储备，了解这个领域的基础知识、相关知识、发展概况和发展现状，以及对未来发展的认识，以增强学习的自觉性。

1999年7月1日，我国国防科技工业组建十大军工集团，至2009年已成立十周年。十年来军工集团主要做了四件事：一是出色完成了武器装备科研生产任务。保障军品供给、满足军队建设需求，是国防科技工业立业之本。十年来，以歼10、飞豹为代表的先进航空产品交付部队，使我军拥有了一批克敌制胜的高技术武器装备，加快了我国国防力量由单纯防御型向攻防兼备型的转变，从而为保卫国家安全和领土完整奠定了坚实基础；二是军工经济有了较大的增强。十年来，军工集团在产业能力、技术开发能力和可持续发展能力有了较大的增强，从成立初期求生存的低谷，走上了持续、健康、快速的发展之路，正在向参与国际竞争、建设世界一流企业集团的目标迈进；三是坚持科技创新取得了重要突破。神舟系列载人飞船成功发射和回收，首次月球探测工程圆满成功，大大提升了我国的国际地位，具有自主知识产权的新支线飞机ARJ21首飞成功，翻开了民机产业崭新的一页。航空工业一批重大试验设施瞄准国际水平、有些填补了国内多项空白，一批高技术船舶和海洋工程研发取得突破性进展，关键船用配套设备的研制也取得了重大突破；四是在国家重大活动中彰显了实力。在抗震救灾的关键时刻，军工集团公司依托航天、航空、兵器、船舶、电子科技的先进技术装备、实现了水、陆、空、天的立体救灾，使行业的科技优势得到了有力的体现。为办好北京奥运会，军工集团公司发挥行业技术优势，在场馆建设、火炬研制、气象服务、信息通信、安全防范、赛用枪弹、环保节能等方面，提供了多方面的技术保障。面对国际金融危机的影响，军工集团公司对确保国家经济平稳较快增长做出贡献，体现了“共和国长子”的情怀和风范。

从国防教育的重要组成部分来说，国防教育是每个公民特别是大学生有义务接受的教育，国防科技工业知识是国防教育的重要内容。通过学习国防科技工业知识，可以在了解军工发展的历史上增强国防意识；可以在了解国外军工发展的现状上增强国防意识；可以在了解国内外军工发展的趋势上增强国防意识；可以在了解航空领域和南航的基础上增强为国防科技工业做出贡献的信心。

如何学习这门课，请同学们仔细阅读本书的后记：“《国防科技工业概论》课程设计”。衷心地希望同学们在学习这门课中有所收获！

本书为试用教材，欢迎同学们在学习中多提宝贵意见。

军事教研室
2009年7月

2011013993

目 录

第一章 绪论	1
1.1 国防科技与国防工业的内涵界定	1
1.2 国防科技与国防工业的演进关系	2
1.3 国防科技与国防工业的结构关系	3
1.4 国防科技工业：一个特殊的工业领域	5
第二章 国防科技的发展概况	10
2.1 古代国防科学技术	10
2.2 近代国防科学技术	11
2.3 现代国防科学技术	13
第三章 现代国防科技的基础技术领域	19
3.1 材料技术	19
3.2 能源技术	30
3.3 信息技术	39
3.4 制造技术	47
3.5 军事系统工程	56
第四章 我国国防科技工业的发展概况	60
4.1 建国初期的国防科技工业	60
4.2 备战时期的国防科技工业	63
4.3 改革开放的国防科技工业	69
4.4 迈入新世纪的国防科技工业	75
第五章 我国国防科技工业的主要领域	94
5.1 兵器工业	94
5.2 船舶工业	98
5.3 航空工业	101
5.4 航天工业	124
5.5 核工业	141
5.6 军事电子工业	157
第六章 国防科技工业与其它领域的关系	186
6.1 国防科技工业与经济的关系	186
6.2 国防科技工业与民用科技的关系	191
6.3 国防科技工业与政治和文化的关系	192
6.4 国防科技工业与人才和管理的关系	199
第七章 国防科技工业发展的规律及特征	208
7.1 “需求牵引”和“技术推动”是国防科技工业发展的宏观规律	208
7.2 “战术—技术—费用的综合平衡原则”是国防科技工业发展的微观规律	209
7.3 高度综合化的趋势及“大科学”的管理模式是国防科技工业发展的体制特征	211
7.4 技术上的激烈对抗性是国防科技工业发展的竞争特征	212
附录：	
1、南京航空航天大学发展简史	214
2、南京航空航天大学主要科技研究成果	214
后记：	
《国防科技工业概论》课程设计	221

第一章 绪论

1.1 国防科技与国防工业的内涵界定

国防科技的全称是国防科学技术。由于世界各国都认识到了国防科技的重要性，所以国防科技也成为了一个公认的概念，其含义不证自明。国内外大量权威性的辞典、百科全书类的工具书和有关学术论著，几乎都未对国防科学技术加以定义。《中国人民解放军军语》对这一概念的定义是：

“直接为国防服务的科学技术。它的发展状况，直接关系到国防建设的现代化程度。”

进一步的理解是：国防科技是指在国防领域中研究、发展和应用的科学技术，主要包括武器装备的研究、设计、制造、试验（包括模拟训练和使用在内）和国防设施或军事设施（如国防仓库、基地、机场、港口、防御工事等）的设计建造等方面的科学技术。

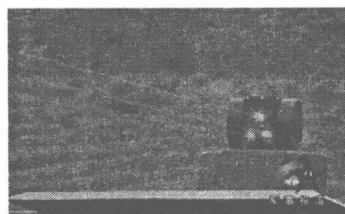
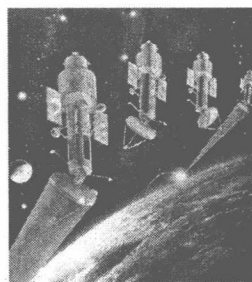
国防科技的内容，侧重于国防科研。根据国际通用的科研结构的分类，按照研究项目或课题的类型，国防科研包括基础研究、应用研究和发展研究。美国还按照研究活动的类型或发展阶段的不同，进一步将国防科研划分为理论研究、探索性发展、先期发展（分为先期技术发展和先期系统发展两部分）、工程发展和作战系统发展等五个方面。我国则常分为国防预算、型号研制、试验与鉴定等三个方面。不管是五个方面还是三个方面，都可归入基础研究、应用研究和发展研究中。

基础研究——对应于美国的理论研究，或我国国防预研的一部分——其主要任务是研究自然现象、掌握科学原理、进行知识储备、为新概念、新方法在军事上的应用寻求科学依据，而不在于直接解决当前特定的应用问题。其研究内容广泛、多涉及诸如数学、物理学、化学、生物学、工程学、空气动力学、弹道学等，甚至还涉及行为科学和社会学等学科领域。

应用研究——对应于美国的探索性发展和先期技术发展，或我国国防的预研的一部分——其任务是探索基础研究成果在军事应用的可靠性，以及对可能的技术应用进行预研。其研究内容包括：为解决特定的军事需要进行模拟试验与仿真、原理性部件的制造与试验；对军事应用的各种先进技术方案的可行性与现实性进行鉴定和论证；按实际使用条件研制验证用的部件、分系统和原理性产品，以审查各项技术在实际条件下的可行性。应用研究带有通用性，不与武器装备的具体型号的研制直接相联系。

发展研究——对应于美国的先期系统发展、工程发展和作战系统发展三个方面，或我国的型号研制、试验与鉴定两个方面——其任务是开发出可实际供部队使用的武器装备。其具体内容包括：对特定型号的武器装备系统进行全系统的方案设计、验证和审定；对武器装备进行详细的具体设计和试制；完成研制试验和作战使用试验；对使用中的武器装备进行改进。

以上所见，国防科技在学科专业门类上主要包括自然科学、技术科学和工程技术，也包括社会科学。国防科技在科研结构上全面包括三种类型的研究，但大量和主要的是应用研究和



防科研总经费中，应用研究和基础研究占 96%左右，而基础研究约占 70%。另外，国防科技的发展也包括对已有武器装备的技术改造，同时还包括新研制的武器装备投入批量生产后的技术问题的解决。显然，国防科技包括国防工业发展中有关武器装备制造方面的技术。因此，在某种程度上可以认为，国防科技是在科学指导下的技术，其最后归属是技术，具有更多的技术属性。国防科技发展的最终成果主要是物化的武器装备，而不是体现于科技文献的科学理论或科技知识。从这种意义上看，国防科技实际上就是国防建设所需要的技术及寻求这些技术的研究与发展活动。

国防工业，《中国人民解放军军语》（《中国人民解放军军语》军事科学院·北京·战士出版社，1982: 29）给出的定义是：

“为国防建设服务，并直接为军队提供装备的工业，主要有原子能、航空、电子、兵器、造船、导弹等工业。”

（现在，通常把原子能工业、造船工业、导弹工业分别称为核工业、船舶工业和航天工业。）

国防科技工业，从国防工业或军事工业的结构或运行模式来看，各国国防工业系统或部门、企业，除了要进行武器装备的生产、制造之外，也要进行有关武器装备的研究、开发。因此，从这种意义上理解，国防科技与国防工业是融为一体的。当然，不只是国防工业系统开展国防科研，各国还在国防工业系统之外建有国家独立的专门的国防科研机构，军队系统也建有武器装备研究机构，但这并不对国防科技与国防工业之间的密切关系产生完全不同的影响。根据前面所述，我们对国防科技工业做如下定义：

从现代意义上说，国防科技工业是指研发（包括试验）、生产（包括维修）和销售（包括服务）各类武器和军事装备（包括配套设备）的企业事业单位的总和。所涉及的领域主要有兵器、船舶、航空、航天、核、军事电子等工业。从国防科技工业推动经济发展的积极意义讲，这些领域的科研、生产、经营、服务单位一般表现出军民结合型特征。

1.2 国防科技与国防工业的演进关系

广义理解，国防科技本身就包括国防工业的制造、测试技术等在内。因此，国防科技与国防工业是紧密相关的。没有国防工业的发展就不可能有国防科技的进步，同样若没有国防科技的进步就不可能有国防工业的繁荣，二者就是这样相互依存，彼此促进的。国防科技与国防工业在武器装备的发展过程中是一个辩证的统一体。

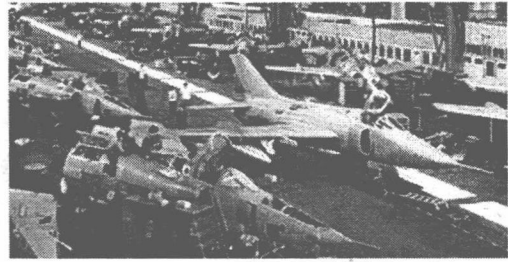
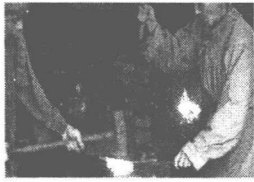
冷兵器时代，就有了手工作坊式的冷兵器制造业。那时并没有专门的兵器科研工作，工匠甚至士兵既是冷兵器的设计者，也是冷兵器的制造者。

黑火药发明以后，有人开始专门从事黑火药武器的研制，并且只有当某种武器研制出来以后，才能投入生产。因此，兵器研制工作便领先于兵器制造业的发展。例如，14 世纪发明了枪械，15 世纪发明了颗粒状火药，16 世纪研制出线膛枪，17 世纪研制出一系列火炮，18 世纪射击学和弹道学理论创立，只有在这一系列兵器科研成就的基础上，19 世纪初才在欧美一些国家建立正规的枪械制造厂、火药制造厂，近代兵器工业才真正诞生。为了改进兵工企业的技术，以兵工企业为依托的兵器科研也才作为一种社会职业随之出现。

由于兵器制造技术的发展，到第一次世界大战时，兵器产品的性能和质量、兵器工业的规模与生产能力，都达到了前所未有的水平。根据主要参战国的统计，当时共生产了各种火炮近 17 万门、枪械 2800 万支、炮弹 10 亿发、枪弹 470 亿发。

第二次世界大战时，各主要参战国已开始建立国家统一管理的兵器科研体制和研究机构，新型坦克、火炮和弹药不断研制出来，坦克制造、新式火炮和弹药的制造成为兵器工业

中发展最为迅速的新兴行业，世界各国整个兵器工业的生产能力较第一次世界大战时提高了数倍乃至 20 倍以上。



第二次世界大战后，兵器工业的规模和兵器产品的产量虽然下降，但兵器工业的发展已完全以兵器科研为基础，随着电子技术、计算机技术、目标探测与识别技术、雷达与火力控制技术等领域研究工作的进展，在兵器工业中建立了新的火控行业。例如，雷达、指挥仪和火炮三位一体的自行高炮，装有激光测距机和红外夜视仪及电子火控系统的主战坦克，野战火炮射击指挥控制系统等，均是兵器科研的主要成果，并成为兵器工业的主要产品。

从 20 世纪 60 年代到 70 年代，主要的兵器科研和工业大国又先后研究并生产了步兵战车及其它装甲车、第二代主战坦克、坦克用滑膛炮和长杆尾翼稳定脱壳穿甲弹、小口径步枪及其枪族、大面积杀伤和反装甲用撒布弹药、各种远程炮弹、自锻破片弹药、末制导弹药和末敏弹药等。同时，由于计算机在兵器制造与生产管理上的应用，兵器工业又进入了一个新的发展阶段。

从上可见，独立的兵器科研越来越走在兵器工业的前列，并成为兵器制造业不断发展的关键因素。但相对每个国家而言并不一定都如此，因为许多发展中国家大都是通过许可证生产别国的兵器，它们只有通过逐步建立和发展本国独立的兵器工业，才有可能具备并开展兵器科研的能力。

通过 20 世纪 80 年以来的发展，至今世界上近 200 个国家和地区中，有 70 多个国家和地区拥有自己的兵器工业，其中有 50 多个国家和地区能生产轻兵器，有 30 多个国家和地区能生产轻兵器、重兵器、装甲车辆及复杂弹药。但在这 30 多个国家和地区中，只有兵器工业技术水平较高的 10 多个国家才能独立研制各类兵器产品，而且兵器工业发展水平高的国家，其兵器科研水平也高。没有建立自己的兵器工业以及兵器工业发展水平不高的绝大多数国家，都没有能力进行新兵器的研制。例如，现在世界上 1000 多家兵器生产企业和 100 多个兵器研究、设计机构大部分或绝大部分集中在欧洲和北美国家，其中尤以美国、俄罗斯、法国、英国、意大利的兵器科研和兵器工业的发展最高，生产能力最强。

思考介入：

现代航空工业、航天工业、电子工业、核工业等领域中，甚至在兵器工业和船舶工业这样的古老领域中，国防科技与国防工业的关系，同古代和近代的相比，发生了什么变化呢？

1.3 国防科技与国防工业的结构关系

国防工业是国防科技发展的基础。这是因为：其一，国防工业先于国防科研成为社会独立的行业。一个国家只有首先直接或间接拥有某种国防工业的基础，或已建立了某种国防工业（如兵器工业、航空工业等），才有可能开展某种相应的国防科研，而且只有国防工业的技术水平和生产能力较高的国家，才能真正建立起本国的国防科技事业。

其二，国防科研以应用研究和基础研究为主，其最终研究成果主要是物化的武器装备。不管是应用研究还是基础研究，实验研究是最基本最主要的研究方法。国防科研的全过程需要采用各种原材料和各种先进的制造设备与工艺制造出样品、样机或模型，同时也需要使用各种精密的仪器装置对研制对象的原理、过程、结果、性能和零部件等反复进行实验、测试。

因此，在现代国防科研机构中，都拥有大量先进而又昂贵的实验研究仪器设备和设施，以作为开展研究的物质技术基础。只有建立在冶金、化学、机械制造、电子等基本工业技术基础上的国防工业才能为国防科研提供这些基本的物质技术保障。现代许多典型的武器装备的研究与开发，在动员全国有关的工业企业参与协作的现时，都是以国防工业企业为主要承担者的。

其三，不但国防科研的方法、手段和过程需要国防工业的支持，而且国防科研最终成果的取得也离不开国防工业的制造技术。而要将这些成果最终变成战斗力，还必须成批地大量生产制造出武器装备，这更是国防工业才能胜任的。因此，在一定意义上，国防工业是国防科研的最后的重要环节。

其四，“现代的军舰不仅是现代大工业的产物，而且同时还是现代大工业的缩影。”（马克思恩格斯全集：第20卷，北京：人民出版社，1972. 188）在现代科技发展的今天，不只是军舰，而且包括飞机、坦克、核武器、导弹等在内的各种重型武器装备，特别是高技术武器装备，都可以看作是现代工业尤其是国防工业的产物和缩影。因为典型的现代武器装备的制造需要综合运用各种门类的工业制造技术。现在各国的国防工厂里集中着国家工业发展的精华，拥有大批一流的工程技术专家及大量高性能的通用和专用制造设备。这些代表或反映了一个国家工业整体实力和最高水平，因为国家最新最先进的技术一般总是优先运用在国防上，有的甚至被长期限制在国防工业领域。因此，具有发达工业的国家，其国防工业也就发达。国家依靠国防工业将国防科研成果从理论变成现实，根据设计图纸和设计要 求制造出所研究出的武器装备，并将其投入批量生产。如果没有国防工业所提供的制造能力，国防科技成果往往只能是一纸空文。

思考介入：

核武器的原理早已世人皆知，为什么有的国家即使获得了原子弹的设计方案，仍然研制不出原子弹？

在当代国际贸易中，为什么美国等工业化国家一直严格控制许多基本的工业制造设备（如高精度的铣床、磨床等）和技术的出口？这说明了国防工业对国防科技的什么关系？

国防科技是国防工业现代化的关键。这是因为：其一，国防科技为国防工业的发展研究出新的技术手段，开发出换代产品，促使国防工业门类结构的扩展；其二，现代国防科技愈来愈超前于工业的发展，为国防工业的发展提供指导，使国防工业具有强大的科学技术潜力。

思考介入：

为什么说国防科技为国防工业提供新的技术手段？

为什么说国防科技为国防工业研制更新换代的新产品？

在解决第二个问题的过程中，又出现了下面的问题：

为什么说国防科技会导致新的国防工业部门的出现？

由此可见，一个国家如果没有先进的国防工业，就不可能开展高水平的国防科研，同样，如果没有高水平的国防科技，也无法建立起实力雄厚、技术先进的国防工业。

现代国防科技与国防工业的一体化。这是因为：国防科研（主要是武器装备的研制）与生产制造融为一体，彼此不可分离。这里包括两种情况：第一种情况，组织体制上相互独立的国防科研机构和国防工业相互协作，共同承担完成武器装备的研制与生产；第二种情况，国防科研机构与国防工厂共同组成科技-工业集团公司或综合体，实行组织管理的合二而一，使科研与生产都成为公司本身固有的职能和任务。

无论是实行市场经济体制的国家，还是实行计划经济体制的国家，以上两种情况同时并

存。如美国的国防科研机构也像其民用科研机构一样，可分为政府（军方和工业部门）的科研机构、企业的科研机构、非盈利的科研机构和大学的科研机构。其中企业的科研机构在组织体制上就是国防工业企业的组成部分，其他三种独立于国防工厂的科研机构在进行武器装备的研制时基本上都是通过合同研究的方式与国防工厂共同承担的。这种一体化是由现代国防科技发展的高度综合化和研究性质（以开发研究为主）以及现代工业技术的高度科学化决定的。

据美国康韦数据公司上世纪 80 年代末提供的资料表明，美国有著名企业科研机构约有 2000 家，其中不少都从事武器装备的研究与发展。如通用电器设有研制军用电子设备的通用电器公司实验室，电报电话公司设有研制军用通信装置的电报电话公司实验室，电报电话公司设有研制军用通信装置的电报电话公司实验室，杜邦公司设有研制弹药和化学武器的杜邦公司实验室等。

麦格劳—希尔公司的调查表明，美国有 40% 的企业实验室主要从事新产品的开发，50% 的从事原有产品的改进，10% 的进行新工艺的研究。不少企业的科研机构为美国武器装备的研制与改进做出了贡献。国防科研机构与国防工厂同时设立在企业公司中无疑是国防科技与国防工业一体化的一种重要形式。

思考介入：

以原子弹、氢弹、洲际导弹、军用航天器等的研制和生产为例，说明为什么研制和生产是一个科学与技术、科研与生产密不可分的过程？

1.4 国防科技工业——一个特殊的工业领域

国防科技工业与一般工业相比，表现出七个明显特征：

军事目的的直接性。一般的科学研究往往是达到认识目的，而不一定是为了应用。但是从古到今，任何国家发展国防科技的目的都是非常明确的：既不是为了认识自然和战争的规律，也不是为了一般地改造自然和改造社会，而是为了创造出直接用于增强国防能力的物质技术手段和方法。虽然国防科研包括理论性很强的基础研究，但这类研究也是有军事应用价值的。无论如何，发展国防科技主要是为了直接研究、设计、制造与试验进攻能力和防御能力更强的新式武器和技术装备，以及对已有武器装备进行改进。要增强进攻能力，就必须使武器的射程更远、精度更高、杀伤力更大；要增强防御能力或提高生存能力，就必须增加武器装备的机动性和抗毁性。国防科技发展的直接目的主要就集中体现在这些方面，国防科技工业正是为了实现这种目的而建设的。

这种直接性还表现为高度的针对性。任何国家发展国防科学技术都是针对当前的或（和）潜在的敌人的进攻能力和防御能力的，以试图对敌人形成一种威慑。甚至往往出现这种情况：一国发明了一种新的先进武器，另一国就会很快研制出一种专门对付这种先进武器的更先进后勤中。当年美苏两国激烈的军备竞赛和当今许多国家和地区存在军备竞赛就是这种高度针对性的证明。正是基于目的的直接性和针对性，国防科技的发展既重视技术水平的先进性，又强调实践性和实用性。

内容的保密性。通常，科学家总是通过尽早公布其科学上的新发现而确保其优先权，而工程师则是通过尽早申请专利而向社会公布其对某项新发明的专有权，只要有用户愿意购买专利，工程师总希望迅速将其专利推向市场。但国防科技的发展是国家战略利益所在，维系国家安危，既关系到国防现代化，又关系到军火市场竞争的成败，因此各国对本国国防科技发展的有关问题都严加保密。这种保密性远高于民用技术成果（如专利）的保密性。一般的技术专利到了一定的年限以后即不再享有专有权，而国防科技的重要成果在别国没有掌握之前，有的甚至在别国掌握以后，仍无限期地处于保密状态。例如，美国、俄罗斯、中国等至今仍没有公开其核武器制造方法和技术。不只是重要的国防科技产品是如此，就是一篇论文

和研究报告也予以保密。如美国武装部队技术情报局出版的 AD 报告一律按保密程度划分等级，不到解密级的 AD 报告一般不向国外提供。与此相应，尽管一些国家要争夺世界军火市场，但其出售的决不是最先进的武器装备；而且为了控制最关键的技术，往往专门生产供出口用的型号，同时，还规定购买国不经供应国特许，不得擅自仿制所购买到的武器装备和向第三国转卖所购武器装备。此外，当今世界许多国家越来越把军事情报和军事间谍活动集中于窃取国防科技情报方面，也充分反映及进一步促进了国防科技发展的高度保密性。

水平的先进性。鉴于国防科技发展的特殊重要性和效果的双重性，国家产生以后，特别是国防科技作为一个相对独立的专门领域存在以来，无论是在战争时期还是在平时时期，其发展水平一般总是处于国家整个科学技术的最前列。一个存在了数千年之久的社会现象是：凡是技术有所发展的领域，几乎都与武器装备的设计制造相关。因为，一方面，任何用于和平目的的发明创造一旦被意识到有运用于军事目的的可能，便会很快被运用于军事领域；另一方面，许多重要的发明创造一开始就直接来源于国防上的需要，是国防科学技术等一系列现代技术都起源于国防科技，并都是在军事领域最先得到广泛应用后再向民用领域转移和延伸的。这两方面综合作用的结果，使得新的先进技术高度集中于国防科技领域。据美国中央情报局的统计，全世界 80% 的新技术来源于或最先运用于军事领域。

现代国防科技无疑是高新技术密集的领域。除了核武器、洲际导弹、核潜艇、巡航导弹、精确制导武器、先进的飞机、电子战及 C4IRS 系统装置外，就是手枪、步枪、机枪和地雷等最普通的常规武器，也正在采用高技术（无壳弹技术、红外夜视器材、人工智能技术等）。这一切都说明，国防科技发展水平的先进性是一个十分突出的特点。

科技成果运用的时效性。自科学史学家曾赖斯于 20 世纪 60 年代提出科学知识按指数规律增长以来，科学界的大量统计研究都证明，科学技术的确在按指数规律加速发展。不但科技成果的数量在急剧增加，而且科技成果从出现到实际应用的周期越来越短，即时效性越来越强。国防科技的发展也表现出这种特性。下表援引的一些事实和数据充分说明了这一特点。

一些重大的国防科技成果运用于军事领域的周期

成果名称	发明时间（年）	用于军事的时间（年）	周期（年）
黑火药	公元 8 世纪	公元 10 世纪	约 200
潜艇	1620	1727	107
蒸汽轮船	1788	1815	27
无线电	1896	1902	18
螺旋桨飞机	1903	1911	8
雷达	1925	1940	15
现代火箭	1939	1942	3
喷气式飞机	1939	1944	5
原子能人工释放	1942	1945	3
电子计算机	1945	1945	< 1
人造卫星	1957	1958	1
集成电路	1958	1961	3
激光	1960	1961	1

第二次世界大战以后，凡属重大的科学技术突破，往往首先在国防科技领域取得。因此，重大成果一问世，就立即在军事上得到应用。在这种情况下，国防科技发展的时效性变得更强了。

但是，需要指出的是，科技成果运用的时效与武器研制更新的周期并不是一回事，下面

的我们以简要的事例说明这个问题的。

更新换代周期的变化性。国防科技发展周期的变化性，主要是指新型武器装备的研制使用周期是变化的，即在经过长达数千年的逐渐缩短以后，从 20 世纪 60 年代开始逐渐延长了。一般认为，新武器装备的研制周期越来越短，部队装备的更新换代越来越快。这种认识是与事实不符的，至少是不全面的。

从总体上考察，冷兵器的设计、制造及使用至少延续了 4000—5000 年之久；黑火药兵器的设计、制造及使用大约延续了 400—500 年之久，而现代武器装备的设计、制造及使用还不到 100 年，大量的不过 40—50 年时间。因此，从古代到近代再到现代，国防科学技术发展的周期大致缩短了两个数量级。但具体到现代武器装备而言，从 20 世纪 60 年代开始，其研制和使用周期却在逐渐延长且未来还将进一步延长。

由于最新的科学技术成果特别是高技术成果的大量采用，现代武器装备的结构越来越复杂，研制难度越来越大，研制周期越来越长，研制费用和生产、采购费用越来越昂贵。因此，无论从技术上考虑还是从费用上考虑，各国都不得延长武器装备的研制周期和使用周期。以战斗机为例，从第二次世界大战结束到 50 年代末短短的 15 年里，以美苏为代表，先后研制和装备了从亚音速到跨音速再到超两倍音速的三代喷气式战斗机。其中，美国共研制了 23 种机型，典型代表是 F-86、F-100 和 F-104；前苏联研制了 8 种机型，典型代表是米格-15、米格-19 和米格-21。当时，一种新战斗机的研制费低（从数百万美元至数千万美元），采购单价也低（每架数十万美元），新机种的研制周期很短（平均 3—4 年就研制出一种代新机种，不到 1 年就研制出 1 种新机型）。但进入 20 世纪 60 年代以后就大不一样了，以 60 年代的 F-4 和 70 年代的 F-15 为例，其研制费和采购费分别比 50 年代的战斗机提高了 1 个和 2 个数量级（研制费分别为 200 万美元和 1500 万美元以上）。而 20 世纪 80 年代中期至 90 年代研制的先进战术战斗机（F-22），按 1985 年的不变价格计算，其研制费高达 140 亿美元，出厂单价高达 3500 万美元以上。同时越新越先进的飞机，其技术也就越复杂，研制难度自然就越大。技术难度不断增大，特别是研制和采购新飞机的昂贵费用，已超过了任何国家国防预算增长的幅度，因此只好减少新机种的研制数量，放慢研制和更新换代的速度。实际上，一些 20 世纪 60 年代（甚至 50 年代）研制出来的飞机，70 年代和 80 年代仍在服役，有些甚至已使用到 21 世纪初，如 B-52 战略轰炸机。包括坦克、军舰等在内的许多其它主要武器装备的情况也基本如此。这样，从 20 世纪 60 年代开始，现代武器装备的研制和使用周期越来越长了。

效果的双重性。虽然国防科技发展的目的是要研制出增强国防实力和军事实力的新型武器装备，但其效果却具有双重性，即具有军民两用的特点。

首先，国防科技和民用科技之间并不存在明显的分界线，许多国防科研的成果既可用于国防，也可用于民用。曼哈顿计划完成以后，研制原子弹的许多技术被用于民用，核反应堆和核电站所带来的巨大科学应用价值和经济价值是不可估量的。电子计算机最初也是国防科技发展的成果，但今天已广泛用于社会生产和生活的各个领域，并已大量进入普通百姓的家庭，其社会效益和经济效益之大更是不可想象的。当今世界许多国家都注意国防科技向民用科技、军事技术向民用技术转化，正是基于国防科技具有“军民两用”的双重性的。

其次，国防科技发展的成果无论是以物化的军事技术产品的形式还是以科技文献的形式，都可以作为商品进入市场，通过贸易的途径为国家的经济发展创造所必需的外汇收入。今天，一些国家，如美国、俄罗斯、西欧诸国的军事技术输出，已成为国家经济发展（甚至是摆脱经济萧条）的一项重要措施。实际上，研制专门供出口用的军事技术装备以确保经济发展已成为这些国家发展国防科技的一种目的。

发展的民族性。由于各个国家或民族所处的地理位置、自然环境不同，以及在科学技术与文化传统和军事传统上的差异，从而在国防科技发展过程中形成了区别于其他国家或民族

的特点。

国防科技的民族性主要表现在发展军事技术装备以增强进攻和防御能力的方式方法和措施上。

在古代国防科技的发展过程中，民族特性最鲜明、最典型。例如，就进攻性武器而言，西欧各国军队的基本装备是剑、矛、投枪和弓箭，而古代中国军队惯用大刀、长矛，很少用剑。在防御方面，直到18世纪末，土耳其人的典型防御工事仍然是防栅，但在中国，石墙早就代替了防栅。欧洲国家构筑的防御工事的突出特点是“堡”，而中国直到近代仍在构筑石结构的“墙”，其最杰出的例子当数万里长城。从公元前200多年的战国时期开始，直到公元17世纪的明代，长期遭受外族入侵的中华民族一直在修筑长城，以长城作为重要的国防设施预防外族的入侵。

在近代国防科技的发展中，同样表现出了不同的民族特性。例如，英国是一个岛国，为了向外扩张，它特别注意发展海军，研制远洋舰只和舰载武器系统；俄国是一个幅员辽阔的大陆国家，它特别重视研制大炮和发展骑兵技术。

在现代国防科技的最新发展过程中也仍然具有民族差异。美国由于人口少，兵源有限，国防科技的发展同时强调提高进攻能力和确保自身安全的防护能力，其飞机、军舰、坦克等的设计、制造既重视打击敌人又重视采取各种措施尽可能减少自身的伤亡。与美国不同，前苏联因人口众多、兵源充足、地大物博，军事传统上一直重视进攻，所以其武器装备的发展非常重视进攻的破坏能力，而不太重视确保自身安全的防护能力。又如，美国的核弹头当量较小，但核武器精度高，前苏联的核弹头当量大、破坏力惊人，但核武器的精度较低。除了技术上的原因之外，民族习惯和特性也是造成这种差异的重要因素。

国防科技的民族特性的差别是相对的，不是绝对的。从总体上看，随着国防科技的不断现代化，其民族特性在逐渐减弱，国际性或共同性在日益增大。这是由于国防科技发展的国际协作今后将进一步扩大、军事技术转移（通过军火贸易和军事技术转让等途径）会进一步增加。

思考题

问题 1.1

1、《中国人民解放军军语》对“国防科技”的定义是：“直接为国防服务的科学技术。它的发展状况，直接关系到国防建设的现代化程度。”请说明自己对这个概念的进一步的理解。

2、网络检索“新概念武器 PPT”，说出哪些新概念武器属于基础研究、应用研究和发展的范围？

3、为什么说国防科技在学科专业门类上除了包括自然科学、技术科学和工程技术外，还包括社会科学？

4、《中国人民解放军军语》对“国防工业”给出的定义是：“为国防建设服务，并直接为军队提供装备的工业，主要有原子能、航空、电子、兵器、造船、导弹等工业。”请说明自己对这个概念的进一步的理解。

5、简要说明对国防科技工业定义的理解。

问题 1.2

1、现代航空工业、航天工业、电子工业、核工业等领域中，甚至在兵器工业和船舶工业这样的古老领域中，国防科技与国防工业的关系，同古代和近代的相比，发生了什么变化呢？

问题 1.3

1、核武器的原理早已世人皆知，为什么有的国家即使获得了原子弹的设计方案，仍然研制不出原子弹？

2、在当代国际贸易中，为什么美国等工业化国家一直严格控制许多基本的工业制造设备（如高精度的铣床、磨床等）和技术的出口？这说明了国防工业对国防科技的什么关系？

3、为什么说国防科技为国防工业提供新的技术手段？

4、为什么说国防科技为国防工业研制更新换代的新产品？

5、为什么说国防科技会导致新的国防工业部门的出现？

6、以原子弹、氢弹、洲际导弹、军用航天器等的研制和批量生产为例，说明为什么研制和生产是一个科学与技术、科研与生产密不可分的过程？

问题 1.4

1、国防科技工业与一般工业相比，有哪七个明显特征？

2、请找出国防科技工业七个特征之间存在的逻辑关系？

第二章 国防科技的发展历史

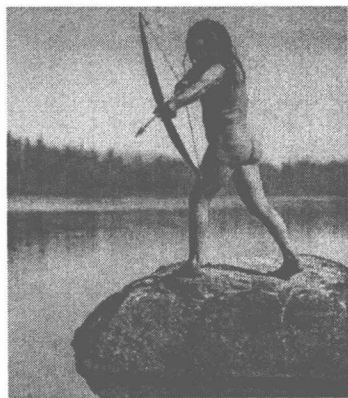
从近代到现代的发展看，虽然国防科技与国防工业越来越融为一体，但是，从未来发展趋势看，国防科技对国防工业的先导作用将越来越明显，渗透影响也是越来越彻底。因此，有必要对国防科技的发展历史做一番梳理。

2.1 古代兵器技术

从社会发展形态来看，古代泛指 15 世纪资本主义萌芽之前的整个人类社会发展的历史时期，它经历了原始社会、奴隶社会和封建社会三大阶段。从生产工具和兵器制造技术的演化过程来看，这大致依次对应于石器时代、青铜器时代和铁器时代。青铜器时代和铁器时代在军事技术史上统称为冷兵器时代。

石器时代的原始兵器 在远古时代，人类本能地利用天然石块和树枝作为狩猎、捕鱼和寻找栖身之所的工具，或者将其用来攻击他人，以满足与生俱来的欲望，从而初步认识了石块和棍棒作为“武器”的价值。

由于人类最初几千年的历史缺乏文字记载，因此对石器时代的原始兵器难以进行考证。史学家认为，兵器从一开始就可以分为两大类：劈刺式和投掷式。史前人类所用的棍棒是最原始的劈刺式兵器，而投向敌人或猎物的石块是最原始的投掷式兵器。在新石器时代，棍棒类劈刺式兵器种类繁多，如头部粗大的木槌、一边有锋利刃口的木刀或木剑、北美印第安人使用的石斧等。投掷式兵器因作战距离较远，发展比劈刺式兵器更快。如由投掷石块发展投掷尖利的棍棒及曲形硬木飞标，后来还发明了用兽皮制成的投石器或抛石机，特别是发明了弓箭。“弓箭对于蒙昧时代正如铁剑对于野蛮时代和火器对于文明时代一样，乃是决定性的武器。”（马克思恩格斯选集：第 4 卷，北京：人民出版社，1972. 19）在火枪、火炮发明并大量用于战争之前，在 3 万年左右的长时期内，弓箭一直是部落冲突中的主要武器之一。



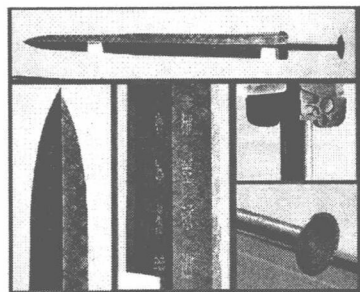
思考介入：

为什么说石器时代虽然已出现了原始的武器，但还不能说已经产生了真正的军事技术？

冷兵器的制造与国防科学技术的萌芽 史书记载和考古学的发现证明，奴隶社会时人类使用的典型工具和武器是青铜器。由于自然界中存在有天然的青铜，因此很难说人工生产青铜始于何时。现在只是知道，青铜工具的使用，希腊的克里特岛始于公元前 3000 年，埃及和美索不达米亚（即底格里斯河与幼发拉底河两河流域）始于公元前 2800 年，中国始于公元前 2700 年，印度始于公元前 2500 年。由于青铜具有坚固、柔韧和耐磨等特性，因此很难用于制作尖利的和有刃口的武器。

经过几个世纪的发展，青铜的冶炼和浇铸技术日益提高，制造出来的青铜兵器不仅外形有了改进，而且更加耐用。我国春秋时代制造出来的越王剑、吴王剑等，至今光彩夺目、毫无锈痕。青铜剑起初是尖头的，剑头比剑身要大，既可用于刺杀，也可用于劈砍。后来出现了长短、形状各异的青铜剑，如短剑和长剑等。（右图为出土的吴王剑）

铁制工具最早出现于公元前 1500 年左右，当时居住在



孕育了石?

亚美尼亚山区的查莱比斯部落掌握了钢铁冶炼技术，并铸造出了铁器。后来，他们将熟铁（可能是碳量很低的钢）放在炭火中加热，然后浸入水中淬火，再加热、锤打，经过反复加工处理，使熟铁变得十分坚硬。这是由于在反复加热时，碳渗进了铁的表面，慢慢地使一定厚度层的低碳钢变成了中碳钢或高碳钢，淬火以后钢铁冶炼和加工技术在整个地中海东部地区得到广泛应用，并被用于制造矛、剑等兵器。如在叙利亚、埃及、巴勒斯坦和小亚细亚等地区开始出现锋利的铁剑。（右图为先秦时期的铁剑）



2.2 近代国防科学技术

（了解下面的内容之前，应当先通过互联网了解近代科学技术产生的背景知识）

从文艺复兴至 19 世纪末，是近代自然科学兴起和发展并相继发生两次技术革命的时期，也是资本主义从萌芽到形成并发展的时期。它大致对应于黑火药广泛应用于战争的黑火药时代，即近代国防科学技术时期。在这一时期，使用黑火药的枪炮和战舰等武器装备的制造，独立的军火工业的建立，专门从事武器装备研究、设计、制造的科学家和工程师的出现等，表明国防科技已成为国家科学技术、国防建设中的一个专门的领域，国防科技开始走上调整发展的道路。

火药在近代大规模用于战争，使军事技术发生了划时代的革命性变化，创造了军事史上的奇迹。

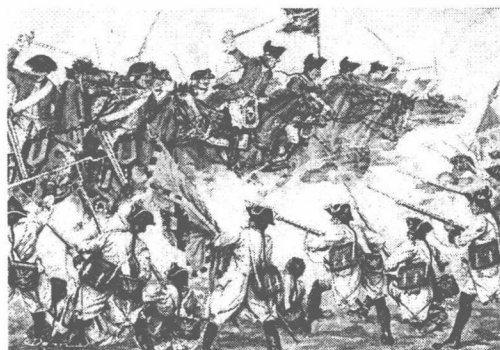
黑火药是我国古代的四大发明之一。早在公元 7 世纪下半叶，唐代名医和炼丹家孙思邈就在他的《丹经》一书中，记载了用硝石、硫磺和皂角制造火药的方法。从火药的发明到有目的地将其应用于军事，经历了一个漫长的历史过程。最初，炼丹家只认识到火药能发生爆燃，造成灾难性的事故。



后来，人们发现将火药装在密闭的容器里，点燃后使其发生强烈的爆炸，具有极大的破坏力。于是，到唐朝末年（10 世纪初），我国开始将火药用于战争。到了宋代，不但制造和使用多种燃烧性火器和爆炸性火器，而且在 1259 年制造出了发射“子窠”的“突火枪”。美国帕廷顿教授认为，“突火枪”的射击原理，是后世欧洲步枪发射原理的先导。由于火药的生产 and 火药武器的制造较之冷兵器的制造复杂得多，加之在战争中的消耗量很大，因此，必须由掌握专门技术的专职人员进行大批量生产。如我国北宋时期，已建立了专门制造火药武器的“军器监”，其规模已相当可观，拥有工人 4 万名以上。这说明那时工场手工业式的正规的军火工业已开始形成。

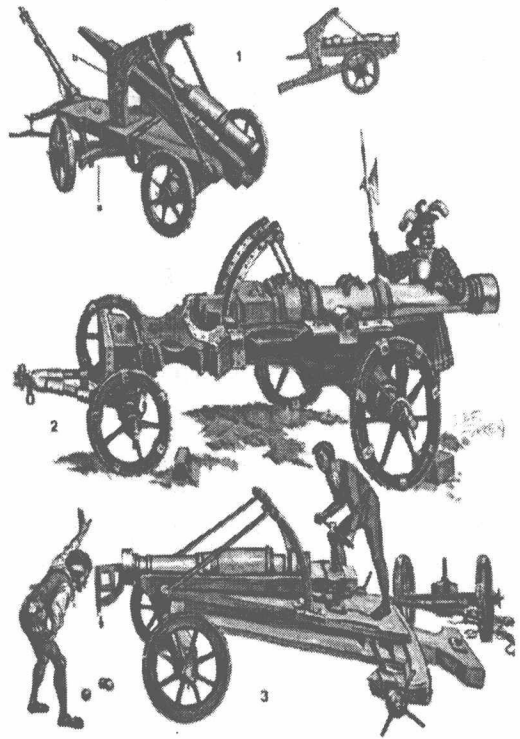


主要是由于战争的商业贸易的结果，公元 13 世纪左右，中国的火药经阿拉伯国家传入欧洲。这是一个对整个人类社会的发展和近代国防科技体系的形成有重大影响的事件。公元 14 世纪开始，随着黑火药用于欧洲的战事，火枪、火炮等相继问世。这些武器和武器系统具有比以往任何兵器都要大得多的杀伤力，从而成为新兴的市民阶级反对封建贵族的强有力的手段。恩格斯对



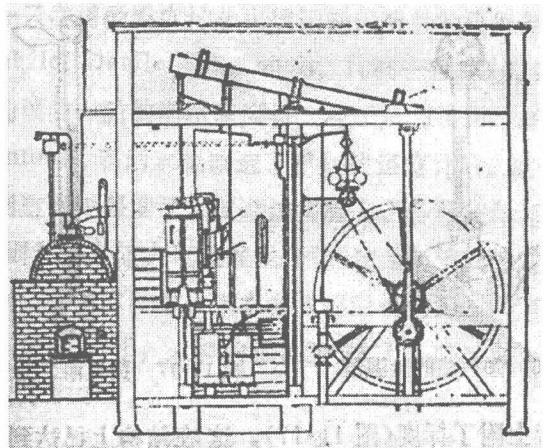
此曾予以高度评价说：“火药从阿拉伯那里传入西欧，它使整个作战方法发生了变革，这是每一个小学生都知道的。……因此，火器一开始就是城市和以城市为依靠的新兴君主政体反对封建贵族的武器。”（马克思恩格斯军事文集.北京：战士出版社.1981.13）机械化战争论的创始人之一、著名军事史学家 J.F.C.富勒也指出：“给与文艺复兴以生命者，火药的功效要比十字军时代中与回教徒的接触还要大，因为无论在物质或精神的哪一方面，火药都把跨世纪的秩序炸垮了。”（J.F.C.富勒：《西洋军事史：第一卷.军事科学出版社.1981.》）

欧洲文艺复兴运动所激发出来的对于各种新思想、新技术发明的创造性火花，以及实验科学的兴起，使得火药的改进和应用很快赶上和超过了其发源地中国。进入资本主义社会以后，蒸汽机的认识水平使用，机械化大工业的蓬勃兴起，特别是电力技术的应用，各种金属切削机床的发明和钢铁工业的进步等，为以枪炮和机动军舰为代表的武器装备制造的机械化提供了条件，而战争的需要又为其提供了动力。（右下图为瓦特蒸汽机结构图）



19 世纪初，以车、钳、刨、铣、磨、钻、镗、锻等工艺为主要加工方式的机械制造技术开始应用于武器装备的制造，枪械和军舰制造工厂建立。如 1800 年美国的埃利·威特尼建立了火枪制造厂，此前俄国早就建立了圣彼得堡海军造船厂等，而火药制造厂在欧美诸国已比比皆是。这表明近代军火工业或国防工业已经建立。

尽管这时科学尚处于以小规模集体研究为主、集体研究和个体研究同时并存的阶段，但为了获得高性能的枪炮和军舰等，一些国家的军事当局已开始设立专门的机构负责组织和资助对武器装备的研究和设计。1802 年，俄国设立了专门主管海军装备研究工作的海军兵力部海军署；19 世纪中叶，英国设立了不列颠枪械委员会。这说明，武器装备的研究、设计就像军火制造业一样，不但成为社会的一种专门行业 and 职业，而且成为国家建设国防、扩充军备要专门予以重视的一个方面。



此外，随着军械学的诞生和军械制造技术的专门化，18 世纪末叶以后，还出现了以下重要的军事技术学科的领域：对新型炸药、弹药及引信的研究导致了弹药学的建立；对电报、电话和无线电通信军事应用的研究促成了军事电信学及军事通信技术的问世；对以内燃机为动力的各种军事车辆的研制使军事机动技术和军事运输技术成为专门的技术门类；对机动船只和装甲舰的研制加速了舰船制造技术和海军整装的专门化。

同时，为了掌握有关科学技术成果，研制与生产出所需的武器装备，在近代大学纷纷建立的同时，一些国家已建立了一批军事工程技术院校，以培养从事武器装备的研究、设计和

制造的军事工程技术人才。如 1698 年，俄国彼得一世创办了莫斯科炮兵学校、亚速航海学校；1773 年，法国创办了新型的巴黎理工学校，该校的学生为拿破仑制造出了新型的军舰和大炮车。

上述一切表明，在近代，不但军事技术与民用技术进一步分离，武器装备与生产工具完全分道扬镳，而且专业化的军火工业或国防工业及有关学科已经建立，武器装备的研究、设计正在成为各国科学研究的一个专门领域，有关专业技术人才的培养也开始成为国家军事教育的一个重要方面，近代国防科技已经形成。

学生如果对近代科学技术的产生有更多的兴趣，可以继续了解近代国防科学技术的几个主要领域，如火药技术和弹药学、枪械的设计制造、火炮技术和弹道学、战船设计制造技术等。

2.3 现代国防科学技术

学生在了解下面的内容之前，最好对两个内容先有一个了解：一是近代科学技术发展之后的“大科学”的兴起及其现代国防科研体系的形成”；二是新技术革命与现代国防科学技术向高技术领域的发展。

19 世纪末至 20 世纪初叶，现代机枪和高爆炸药大量用于战争，潜艇、航空母舰、飞机和坦克及化学毒气先后研制成功并陆续用于战争，导致新军种、新兵种的建立和新的军事学说与军事理论的创立。现代国防科技的发展开始创造出前所未有的奇迹。（下图为 20 世纪初著名的物理学家合影）



几乎同时，发生在世纪之交的物理学的危机和革命，揭开了现代科技发展新的一页。随着相对论、量子力学、原子物理学、控制论、信息论等一系列新兴的科学学科的诞生和全新的技术领域的开拓，随着“大科学”时代的到来，在战争需要的巨大刺激和推动下，第二次世界大战中，坦克、飞机、火炮、潜艇、航空母舰的大规模使用，表明以机械化为中心的国防科技发展和军事变革已进入顶峰阶段。紧接着，雷达、导弹、核武器和喷气式飞机及电子计算机等彻底改变武器装备和战争面貌的新发明，又使现代国防科技的发展跃入了所谓“导弹核武器时代”。50 年代以后，特别是 70 年代初以来，新技术革命的浪潮此起彼伏、汹涌澎湃，超级大国的军种竞赛愈演愈烈，以高新技术为主体的国防科技的发展进一步展现出前

所未有的神奇而又宏伟壮丽的图景。现在，以精确制导武器、C4ISR系统和电子战装置等各种高技术武器装备的研制为代表，进入全新发展阶段的当代国防科技不但是一个国家科学技术和国防建设的最重要方面，而且已成为衡量一个国家综合国力强弱的最重要标志之一。



(请学生图说故事：人物、场景、炸弹的内容分别是什么？发生在何时何地？)

现代国防科学技术的主要任务为：开展国防预研，研制或开发新型武器装备，对原有较先进的武器装备进行现代化改装或改进。其中预研是基础，研制与改装是重点或主体，三者互相联系、密切相关。

国防预研 顾名思义，国防预研就是对国防科技的有关理论和技术问题开展预先研究。其主要目的在于掌握科学原理，探索科学理论，科学发现和技术上的发明创造应用于武器装备的可能性与可行性。从科研性质和科研结构来看，国防预研包括基础研究及应用研究。

国防预研大量的或主要的是硬科学的研究，特别是有重要军事应用潜力的关键技术领域的研究，但也包括软科学的研究。软科学是自然科学、社会科学、技术科学相互交叉渗透而逐渐形成的一个综合性领域，它借助多学科的理论和方法，研究科技、经济、社会与环境之间的相互作用，提出解决问题的措施或对策，以实现决策的科学化和管理的最佳化。国防预研中的软科学研究主要包括国家的国防科学技术发展战略、政策、规划、管理等宏观的全局性问题的研究，以及微观的关于某项具体的国防科研项目特别是重大武器装备的研究与发展计划的必要性与可行性研究等等。这类研究关系到一个国家国防科学技术发展的全局，也关系到具体的武器装备研制计划的成败得失。例如，美国空军从1945年到1950年短短5年时间内就连接研究出B-29、B-36和B-47等3种战略轰炸机，因单纯追求一时的技术和战术性能的先进性，缺乏对未来轰炸机发展动向和前苏联米格战斗机发展情况的研究，致使耗资100多亿美元的这3种轰炸机很快全部被淘汰，造成惊人的浪费。著名兰德公司就是为了避免诸如此类的决策失误而成立的。因此现代国防科技的发展必须高度重视软科学的预先研究。在武器装备的研究，特别是在耗资巨大的大型国防科研项目立项时，必须将软科学的论证研究作为国防预研的一个重要的组成部分，以寻求最佳的对策，否则可能导致大量人力、物力和资金的浪费。

新型武器装备的研制或开发 在国防预研的基础上研制新型武器装备，是现代国防科学技术发展的主体或中心任务之一。这一任务属于发展研究，也可称为型号研制，其目的和主要内容是对特定型号的武器装备进行设计、制造、试验与鉴定。

新型武器装备的研制是指根据各军兵种的需要而开发出新的武器系统或技术装备。它们可能是在原有武器装备的基础上经过不断改进而研制出的这些武器装备的新型号，也可能是根据全新的理论和技术而研制出的以前未曾有过的新概念的武器装备。这类武器装备的研制成功往往在军事上造成巨大的影响，如导弹、核武器、核潜艇、军用卫星、电子战装备、隐形飞机等。在高技术全面兴起的今天，各种新概念的高技术武器正在而且将不断问世。这使得高技术武器装备的研制在现代国防科学技术的发展中占有特别引人注目的地位。

原有武器装备的现代化改装 对原有武器装备进行现代化改装成为国防科学技术发展的重要任务之一，是现代化国防科学技术发展到一定阶段的必然结果。