

现代战争特点及军事地质调查

孙兴丽¹⁾, 刘晓煌^{2,3)}, 鲁继元³⁾, 毛景文²⁾, 徐学义⁴⁾, 关洪军⁵⁾, 李保飞⁶⁾,
刘玖芬³⁾, 鲍宽乐⁶⁾, 鲁世朋⁶⁾

1) 河北地质大学, 石家庄, 050031;

2) 中国地质科学院矿产资源研究所国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京, 100037;

3) 中国人民武装警察部队黄金指挥部, 北京, 100064; 4) 中国地质调查局, 北京, 100037;

5) 中国人民解放军理工大学, 南京, 210007; 6) 武警黄金第七支队, 山东烟台, 264004

内容提要: 作为地质学研究对象的地形、地貌、工程地质和地质灾害在传统的接触式战争中发挥过重要的作用, 创造了许多战争奇迹, 但在以精确全球打击, 前线与后方界线模糊、陆军作战作用弱化的现代战争, 地质对战争是否还有影响? 本文围绕这一问题, 通过对战争阶段演化及地质应用历史分析, 从现代战争特点和对军事地质需求分析入手, 利用军事学思维, 讨论了地质学的地质体力学性质、地球化学性质、地球物理性质和地质灾害等内容在现代战争中的作用, 主要包括精确打击和重点防御目标的优选、打击地面工事的武器选配、目标侦测和靶区选择、海洋战争环境建设和战争评估、地面临时机动路线规划和工事选址等方面; 探讨了军事地质调查的重点区域、方法手段、比例尺选择问题, 以及在区域地质、工程地质、水文地质、灾害地质、地球物理调查基础上开展军事地质调查的工作流程及成果表达问题, 分析了未来军事地质重点研究发展方向, 为地质学在现代战争中的应用提供思路。

关键词: 现代战争; 军事地质需求; 军事地质调查; 军事地质调查技术路线; 军事地质发展方向

以地面作战为主的战争时代, 地质学的地形、地貌和工程地质得到了很好的运用(田智慧等, 1996), 抗战时期的地道战、地雷战、游击战, 也在抗美援朝和对越自卫反击战中得到了广泛应用。现代战争中地理信息在战争环境建设(邹红霞, 2013; 张晓楠等, 2013; Goodchil, 2012; 边馥苓, 2011; 祝明等, 2011; 李德仁等, 2010; 韦娟, 2010; 刘世刚, 2008), 遥感地质在目标侦察和监测、战争潜力评估、攻击后毁伤评估(方秀花等, 2003; 王艳红等, 2005; Moring, 2002; Ackerman, 2002), 工程地质在人防工程和地下工事建设(赵子维等, 2014; 崔传安等, 2011; 彭建等, 2010; 李翠翠等, 2009; 廖建三等, 2006; 孙博等, 2005; 林枫等, 2004; 周述发等, 2002; 杨林德, 1997), 钻地侵略弹在不同地质体破坏程度(张莉英等, 2010; 高文学等, 2010; 李卧东等, 2004; 邓国强等, 2002), 交通防御(施有志等, 2014; 祝刚等, 2010), 水文地质和海洋武器研究(谭笑等, 2012; 周冠华等, 2006; 梁开龙, 2001; 尤子平, 1998), 地球重力、航

磁在导弹轨迹规划和军事目标探测(刘光鼎等, 2011)等方面以地质学的思维, 研究地质学知识在军事上的应用, 已形成了丰硕成果, 但以军事学思维, 将地质学与现代战争特点和需求相结合, 形成军事地质资料, 在服务现代战争和国防建设领域尚十分薄弱, 是当代地质学面临的主要问题, 也是现代军事学和国防科学研究拓展方向, 对地质学、现代军事学和国防科学的发展研究具有一定的现实意义。

1 现代战争特点

1.1 战争阶段演化及地质应用

军事学属于社会科学范畴, 研究的重点就是战争, 地质学是自然科学范畴, 研究的重点是地球表面地质体特征及演化和发展, 因此, 研究地质学如何服务于军事学, 必须研究战争阶段演化历史与地质学的关系, 才能用辩证、历史和发展的视角, 去研究分析地质学在现代战争中的作用, 不同的战争阶段由于武器装备和作战样式不同, 战争对地质工作需求

注: 本文为中国地质调查局“沿边地区地质矿产调查工程”(编号: DD20160081、DD20160080、DD20160079、DD20160078)项目的成果。

收稿日期: 2016-06-25; 改回日期: 2016-12-11; 责任编辑: 章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2017.01.009

作者简介: 孙兴丽, 女, 1975年生。博士, 高级经济师。主要从事经济地质研究。Email: 406371089@qq.com。通讯作者: 刘晓煌, 男, 1972年生。博士, 高级工程师。主要从事矿产勘查、矿床地质、基础地质和军事地质研究。Email: liuxh19972004@163.com。

也不同。

战争演化阶段的划分,不同学者有着不同的划分方案,有的以武器装备划分冷兵器战争、热兵器战争、机械化战争、核武器战争和信息化战争五代(林聪榕,2014;弗·伊·斯里普琴科,2004);有的以武器与防护手段的发展演变过程,划分为冷兵器时代、热兵器时代、核兵器时代、信息武器时代四个历史阶段(刘太阳等,2007);有的按照规模划分为世界大战与局部战争两类战争形态(张海麟等,2005);有的以作战样式的接触与非接触划分两代(达尼克·尤里·格利高利耶维奇,2008;罗霄,2005;弗·伊·斯里普琴科,2004),本文根据武器装备和军事地质的应用程度等划分为2阶段5个时代,战争阶段的演化历史及军事地质主要特点见表1。

1.2 现代战争特点

现代战争是高科技战争(林聪榕,2014;张英等,2014;任连生,2011;申岳国等,2006;周丽萍,2006;刘鹏,2004;刘戟锋等,2003;姚有志等,2003;张羽等,2003;丁晓明等,1998),即交战双方或一方主要使用高科技武器装备及与之相适应的作战方法所进行的战争,这类战争集中使用常规高精密武器对洲际距离的军事目标、国家经济目标进行非接触打击。

(1)由于精确制导武器在战争中比重越来越大(程轶,2005),使得战争对后勤和信息的依赖性越来越强,导致民用与军用设施和前方后方的界线越来越模糊(张艳茹等,2004;严国群,2003;徐德康,2003;江军等,2003;王祖典,2003);战争由传统的以歼灭敌人有生力量和攻城略地为主,转变为以瘫痪对方经济和击破对方国民心理承受压力为目的(伍超等,2015;陈科文等,2013;于传海,2013;潘泉等,2012;李海超等,2008;伍仁和,2005;曲晓波等,2004;郭东军等,2003;薛翔,2003;陈勇,2002;朱松春等,1988),现代战争具有了非接触式局部作战(徐定胜,2004;颜黎明,2004;杨延军等,2002;戴慎志,2002;程建权,1999;童林旭,1991)和城市成为陆地主战场(党爱国等,2012;许崧等,2012;张湖北,2012;舒畅等,2008;周冠华等,2006;贾珺,2006;梁开龙,2001;靳怀鹏,2001;王洪民等,2000;贾珺和梅雪芹,2002;张敬山,2000;凌虹等,1999)的特点,因此,利用地质工程、地质灾害和经济地质调查成果,选取地质工程条件较差,由于战争易诱发地质灾害、造成地质环境和区域经济破坏大的目标,成为了现代战争的制胜关键因素之一。

(2)信息战、导弹战、电子战等许多新作战样式的出现和C4ISR中卫星系统的运用(李玲等,2004),使得“陆海空天电”一体的机动、联合作战成为基本作战形态(夏友忠等,2012;石萍等,2003);由于现代卫星侦察技术和遥感技术的应用,使得地表目标侦测能力极大提高(方秀花等,2003;Morring,2002;Ackerman,2002),同时科技发展,使得隐蔽性和突防性较强的深地、深海作为战场环境成为了进行二次突围打击的主战场(刘晓静等,2009;周秋麟等,2008;徐定杰等,2006),因此,利用地球物理进行深地、深海目标侦测;利用地下地质体的结构特征,选配相应的武器类型和药量,打击地下固定目标(刘旭等,2001;陈黎明,2010;熊智勇,2014;张传江等,2010;崔茂常和朱海,2000);构建深海、海底战场环境建设(尤子平,1998;牛宝成,2000;张国清等,2002)成为研究重点[由于海洋军事和海洋军事地形地貌学有着专门的论述(科明,2000;Ackerman,2001;赵辉,2014;纪冲等,2006),本文不作重点论述]。

(3)通过超音速、大威力和高精准的洲际和太空武器装备的使用,瞬间摧毁全球和太空的作战目标成为了现实。战争呈现出了高机动,周期短(尤子平,1998),战场转换速度快(郝杰忠等,2012;侯树荣等,2010;张建林,2005)等特点,因此,在陌生战场环境中利用地质信息进行临时通行道路规划和工事选择变成常态。

(4)由于远距离精准打击,大量高能耗、大威力和高危害武器弹药,其制造成本和维护使用成本都空前高涨(阎长虹等,2015;陈发智,1996)。因此现代战争是对人类和生态破坏巨大,影响深远,因此战争成本和对环境的破坏成为了人类共同关注的焦点与核心(邢怀学等,2015;刘传正,2014;杨乐等,2013;陶虹,2013;黄晖等,2012;欧阳金芳,2009;俞栋,2004;王爱冬,2002)。

2 军事地质调查需求

2.1 军事地质调查内容

军事地质学是以军事学理论、国防建设理论和地质学理论为基础,研究地质要素对军事要素的关系,为军事防御和进攻提供服务的一门科学。主要研究区域地质、工程地质、水文地质、灾害地质、环境地质资料中的地形地貌、岩石地层、地质构造、地质作用、地球化学、地球物理等信息,与军事学的地形地物、国防军事工程设施、交通运输、目标地质灾害

表 1 战争阶段的演化历史及军事地质工作特点
Table 1 Evolution history of war stage and main characteristics of military geology

战争演化阶段	战争演化时代		兵器	兵种、部队	战争特点	非固定防御工事地质		固定防御工事地质		
	非接触式	接触式				防护措施	矿产资源	军事地质防护工事	矿产资源	选址修建
冷兵器战争时代	非接触式	冷兵器	冷兵器以及各种投射工具(弓、投石器、弩炮等刀、矛、斧和弓箭)	步兵战争和骑兵战争	相距几百步 / 沿海地区 开展阵地战、城池战	盔(钹)甲、盾	韧性大的藤条少量铜铁金属	城池、沟壑、城墙、城堡,地表可以抵御自然工事和人工的高墙壁垒	夯土、石材、砖块	人工,少量建筑人员修建;军事人员勘查
		热兵器	木制人工驱动战船 火药、滑膛枪武器、弓箭、有膛线的多填充发射武器和火炮	分部、部队和兵团		近海船只	木头			
机械战争时代(核战争时代)	非接触式	热兵器	铁包木制热力战船	诸兵种联合的兵团联军	在双方区域内直接进行可以依靠航空、火箭设备在更广大区域,开展阵地战、制空战、大纵深闪电战,空军制胜、坦克制胜	各种掩体	铁铜金属	战壕、碉堡、炮台,地表自然工事,浅部功能单一的地下工事	地表自然堆砌物,并砖混结构加固	机械化、建筑人员修建;军事人员、专业地质人员勘查
		机械战争时代	自动枪炮、装甲、生化武器 飞机、导弹等航空武器(核武器)	陆海空多兵种		近海船只	特种钢材、新材料			
现代全天候精确打击战争时代	非接触式	核战争时代	航母、各种功能的舰艇水上舰艇、潜水艇、鱼雷、水雷	陆海空电子信息多兵种、全部领土和参战方及邻国的全体居民	在洲际距离开展“先发制人”、“斩首行动”、“震慑行动”、“闪电出击”、“全球武装军事行动”、“不对称军事行动”、“全面包围”、“网状化战争”、“战略瘫痪”、“平行战争”、“可控制战争”	钢盔、坦克、机动车辆	信息化防护系统等信息化装备、各种专业防护装备	中深部地下工事(核战)	深部地下工事、平战结合的各种工事	智能化、自动化装备和专业施工队修建;专业工程地质人员勘查
		现代全天候精确打击战争时代	常规高精度武器,核电磁脉冲、高功率微波、激光、计算机病毒等信息武器等物理武器、信息武器、电子对抗武器 导弹、制导炸弹等航空武器(核武器威慑)			短时间远洋潜艇、航母、各种功能的舰艇				
			航母、各种功能的舰艇水上舰艇、潜水艇、鱼雷、水雷			各种型号、各种功能超音速战争机、战略轰炸机				

危害、目标伪装掩护和侦察识别(徐定胜,2004)、训练生活的生存环境、地质武器研发、地质抗打击能力、军事行动地质经济评估、攻防地质环境的关系,并按照一定规则和形式加以表达,为战场环境构建提供地质信息的过程(图1)。

军事地质研究主要包括以下几个方面:地质体地貌形态与军事机动通行(赵子维等,2014;彭建等,2010)和伪装掩护;地质体力学性质与建筑在其上的地质工事稳固性和抗打击性(崔传安等,2011);地质体地球化学性质与作战生存环境和与军事密切相关的矿产资源产业;地质体地球物理性质与精确打击武器轨迹和监测军事目标位置及判别(刘光鼎等,2011);地质作用与军事进攻和防御,地质经济评价与军事行动的危害评估(黄晖等,2012)。

2.2 军事地质调查作用和意义

随着科技的发展,现代战争的深地、深海和精确制导特点,对战争目标的深部地质结构、海洋战场环境和与导弹轨迹规划密切的地球物理场有了极大需

求;高机动、快节奏的特点对临时通行道路规划和工事选址有个更大的需求;高代价、高成本、高精度特点对打击目标的优选和战争环境的评估有了更高的要求,而我国在军事地质调查和数据库建设还相对滞后,不能满足现代战争和武器装备发展需求,制约了我国为国防建设发展。军事地质对现代战争作用和意义主要表现在以下几个方面:

(1)构建海洋战场环境。海岸线、海湾、海峡、海岛等地形地貌是舰船、飞机、陆地防御和打击的有利地形;海底岩礁、海山、槽沟等海底复杂的地形地貌对潜艇、水下武器隐蔽起着重要作用;海底沉积物类型,影响着锚固力大小和潜艇坐底;由于远程攻击武器大部分飞行轨道是在海洋上空,海洋重力场对精确远程打击武器飞行轨迹有着很大影响;海洋磁场变化影响舰艇的磁目标特性,利用“磁力差分反潜技术”,发现磁异常可以测量出水下目标的位置、深度和吨位(陈黎明,2010;熊智勇,2014);海洋水文要素主要包括温度、盐度、深度三大静态要素,以及海流、海浪、潮汐三大动态要素,它们与水下目标

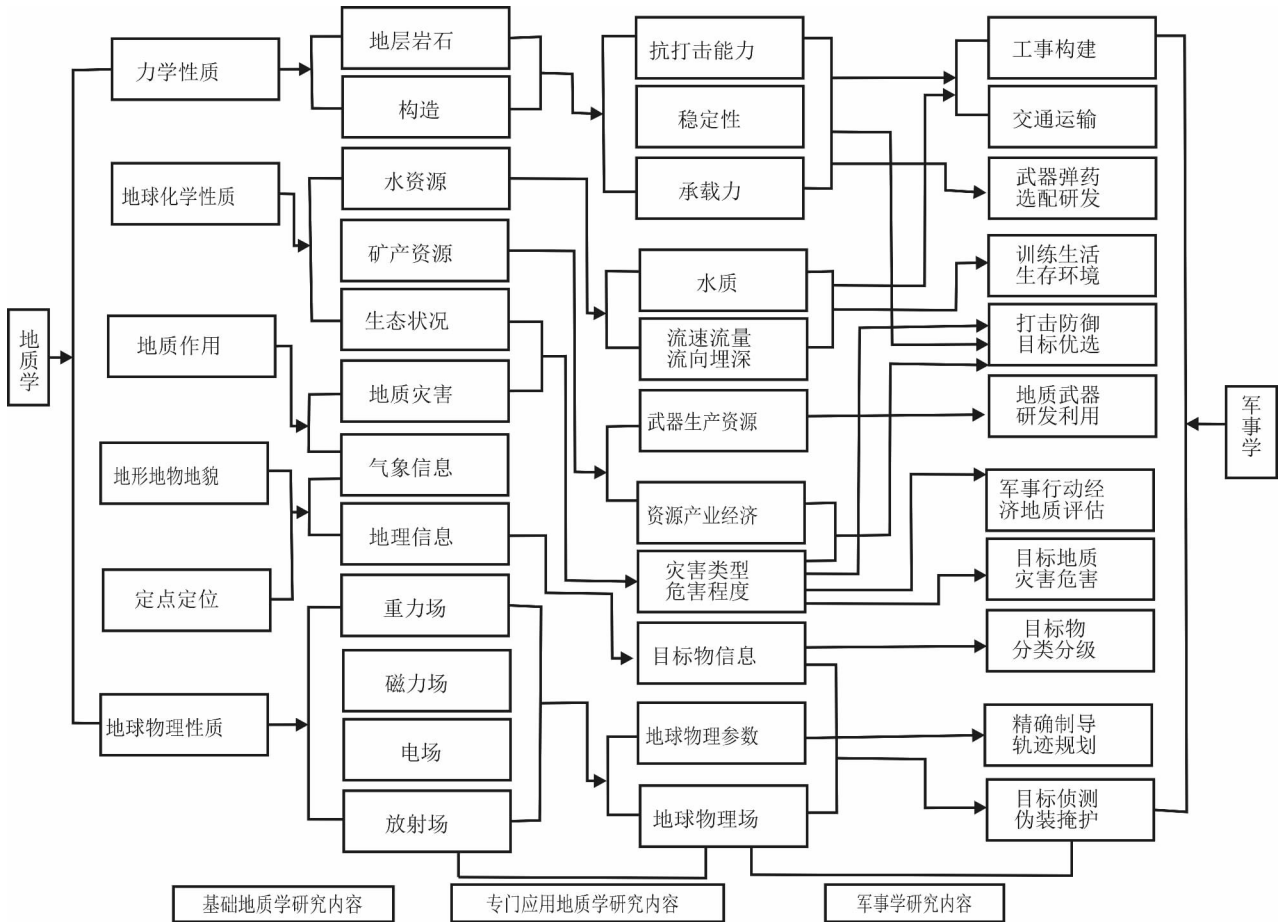


图1 军事地质学研究成果
Fig. 1 Research content of military geology

物运动、探测、打击轨迹、通讯有着密切关系。温度影响海水声速传播,盐度、密度影响潜艇下潜和定深航行,海浪和海流时刻影响着水中目标物的航迹,潮汐决定着登陆和抗登陆的成败;海洋环境武器可以借助各种物理和化学方法,从海洋环境诱发海啸、巨浪、海水幕等,达到摧毁对方的目的。由于海洋军事学和海洋军事地形地貌学有着专门的论述,本文不作重点论述。

(2) 排序优选精准打击陆域目标。经过几十年的建设和现代建筑方法手段的运用,各国国防工事网已经形成,现代卫星侦察技术和遥感技术的应用,传统的地表保密工事变得透明,国防工事由选址建设为重点转为国防防御为重点(林枫等,2004;张国清等,2002;科明,2000;Ackerman,2001,2002)。现代战争由军队为主的作战变成全民作战,综合保障和信息作战,导致平战结合,军民共用设施深度融合,这些设施成为了打击的重点。

针对可能的打击重点,军事地质学可利用地质体不同力学性质,对目标地面工程地质抗打击薄弱点,打击后易诱发次生地质、环境灾害;除此之外,还可利用全球资源分布的不均匀性和矿产资源产业对作战区域经济的影响,确定打击和摧毁控制目标,以最小代价,达到最佳的作战效果。具体可分为战略和战术打击。战略打击就是通过摧毁和控制、影响作战区的经济目标,使其处于瘫痪状态,达到军事战争的目的,如海湾战争、叙利亚战争等都是对这些地区的石油产业链上,某些目标进行了打击和控制;战术打击就是根据作战区军事目标分类分级图,选择位于工程地质薄弱点、环境破坏小、对作战影响大且修复难度大的目标进行打击排序,确定最佳打击方案和目标(详见图 2)。

图 2 所示区域为作战区域,选择作战区某公路为破坏目标,有 7 个桥梁可供选择,1~5 号桥梁在砂岩中,地基基础较好,6、7 号桥梁在泥灰岩中,地基基础较差,容易造成破

坏;6 号桥梁可能由于打击形成大面积的崩塌地质灾害,造成更大的破坏,造成破坏后修复难度较大,打击(防护)顺序为 6、7、(1~5)。

(3) 利用地球物理进行目标侦测和精确制导轨迹规划。利用地球表面某一位置的重力、核辐射、电磁场基本稳定这一特性,不仅可以规划精确制导轨迹,还可侦测军事目标的位置。因为当军事目标通过某一区域时,此区域的重力、核辐射、电磁场会随之发生改变。由于遥感的广泛使用,使得地表目标侦测能力极大提高(方秀花等,2003;Morring,2002;Ackerman,2002),而航空物探侦测地下和深海目标成为研究重点。目前,世界各国(特别是军事大国)的作战战略均是由境内防御发展到境外潜在战争防御与精准打击(赵辉,2014),传统地面测量和航空测量由于受到国界限制测量难度大,而本国陆域测量意义不大,因此海域侦测敌方军事目标仍具有较大意义。以卫星搭载物探仪器设备进行的侦测,由于不受国界的限制,得到了迅猛发展,但由于受深空探测限制,研发高精度和灵敏度的星载设备是该领域发展主要方向。

(4) 科学选配地下固定设施打击武器。地下固定设施(特别是地下深部工事)建立在力学性质各

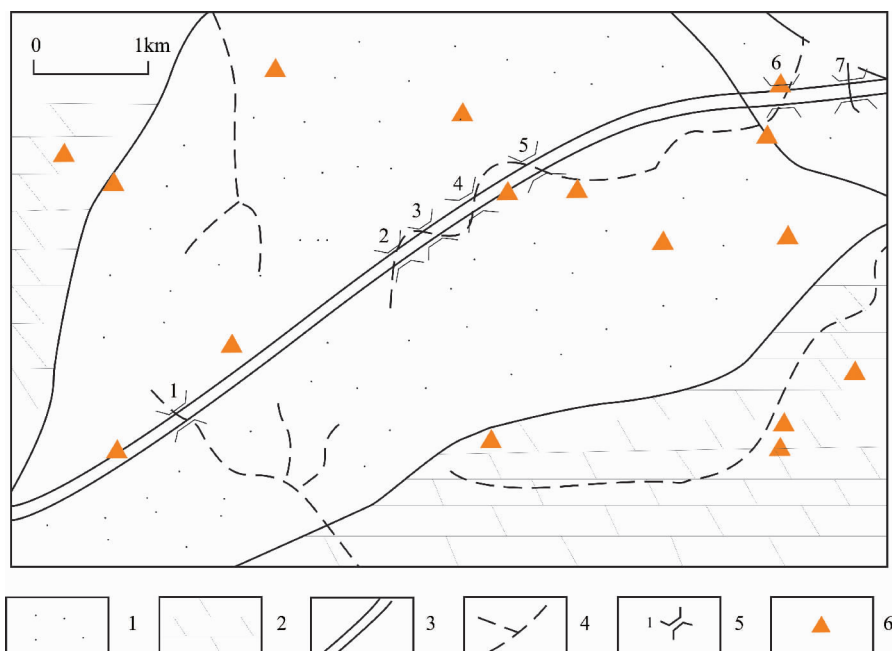


图 2 某地区工程地质、灾害分布图

Fig. 2 Engineering geology and disaster distribution of certain areas

1—Ⅲ级岩体(砂岩);2—Ⅳ级岩体(泥灰岩);3—公路;4—水系;
5—桥梁及编号;6—崩塌灾害点

1—Ⅲ level rock body (sandstone); 2—Ⅳ level rock body (marl); 3—highway;
4—water system; 5—bridge and serial number; 6—location of collapse hazard

异的不同地质体上,其稳固性和抗打击性也有所不同(张莉英等,2010),对打击武器的型号和药量要求也不同,型号及药量直接影响着打击效果和距离,通过对固定设施所处的地质体类型、特征及厚度等参数获取,选配相应的武器型号和药量,确保打击效果是地下固定设施打击的研究重点(郝杰忠等,2012;孙博等,2005)。海湾战争中的“阿米里亚”地下防空洞惨案和伊拉克地下军事设施几乎全部被摧毁,就是利用地质参数确定武器的完美案例。另据以色列《新消息》网报道美国利用地质参数对全球1万多个重点地下目标的地质参数和武器类型选配进行多次模拟实验,为精确打击提供重要基础资料。

(5)临时通行道路规划和工事选址。地质体的岩性、风化程度、结构构造、力学物理性质等特征决定着承载力、抗打击性和表面摩擦系数,直接关系到道路通行和工事选址。现代战争具有打击速度快,作战周期短,破坏力强和精确远程打击等特点,全球快速部署大规模兵力及物资特点,导致战场转换速度快(侯树荣等,2010),因此,在陌生战场环境中利用地质、工程地质、水文地质资料进行临时通行道路规划和工事选择变成常态,也成为了影响战事的主要因素(详见图3)。

当图3所示区域的公路在战时遭到破坏后,泥灰岩路段修复难度较大,且地面承载力可能不能满足部队机动车辆所需的最低承载力,故避开这段区域,规划临时机动路线。

(6)战争环境评估。现代战争是对人类和生态的巨大破坏,影响深远。核弹的使用可以导致作战区域几百年人类都无法生存,生化武器的使用,可以造成生物变异及灭绝,因此,利用作战区的地质工程、水文、灾害、生态、经济等综合研究成果,对打击目标的效果、环境生态破坏情况以及打击目标优选进行评估,在传统战争中关注较低,但在现代战争中交战双方,乃至人类共同关注的焦点与核心(俞栋,2004;王爱冬,2002;黄晖等,2012;欧阳金芳,2009)。据美国《纽约时报》网

报道,美国利用经济地质资料对伊朗核打击进行了评估,打击后核辐射可能造成伊朗300万人当场死亡,阿富汗、巴基斯坦和印度3500万人生活地受污染,美国200多名士兵伤亡,这在一定程度上影响了美国对于伊朗的政策。

图4中,其所示区域为作战区域,选择水电站(建设规模和结构相似)为破坏目标,在作战区域水电站有3个,打击1号水电站可能造成平民28.2~258.8人/平方千米的伤亡;打击2号水电站可能造成平民13.2~28.2人/平方千米的伤亡;打击3号水电站可能造成伤亡最小,打击顺序为3、2、1。

综上所述,地质学必须与现代战争特点相结合,才能更好地服务于现代战争和国防建设。

3 军事地质调查技术方法

3.1 重点调查区域的选择

现代战争没有前后方之分,可能发生现代战争的主要区域是经济重镇、重点城市或领土争议区域,因此,我国应将重点军事调查区域设在国境沿线领土争议区域、重要的经济重镇或城市。随着我国经济的发展和军事实力的增强,国外投资和利益风险加大,洲际导弹、战略威慑武器和航空母舰的使用,

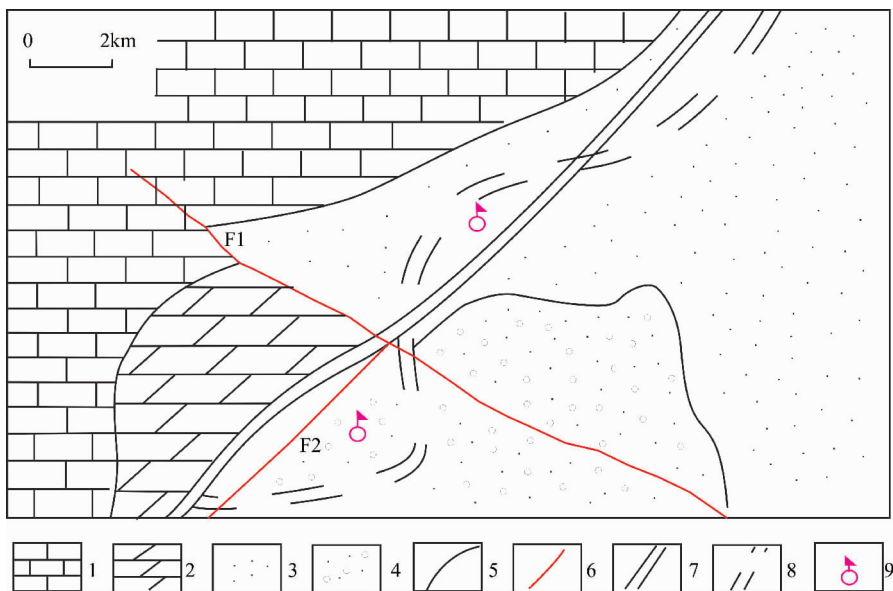


图3 某地区临时机动路线规划

Fig. 3 Temporary maneuver route layout of certain areas

- 1—灰岩;2—泥灰岩;3—砂岩;4—砂砾岩;5—地质界线;6—断裂;
- 7—高速公路;8—机动路线规划;9—居民点

- 1—limestone; 2—marl; 3—sandstone; 4—sandy conglomerate; 5—geological boundary;
- 6—fault; 7—express way; 8—maneuver route layout; 9—residential point

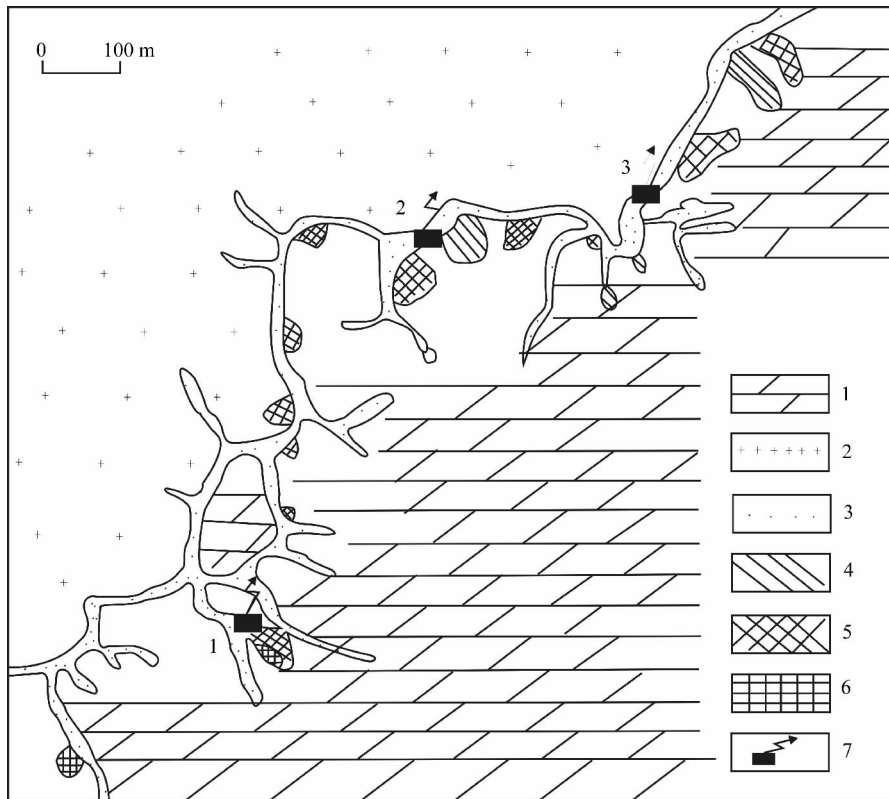


图 4 某地区地质灾害人口伤亡风险等级图(单位:人/平方千米)

Fig. 4 Geological disaster's casualty risk grade of certain areas (unit: people/square kilometers)

1—泥灰岩;2—花岗岩;3—水系;4—低风险(0~13.2);5—中风险(13.2~28.2);6—高风险(28.2~258.8);7—水电站及编号

1—marl; 2—granite; 3—water system; 4—low risk(0~13.2); 5—medium risk(13.2~28.2); 6—high risk(28.2~258.8); 7—hydropower station and serial number

海外和境外作战成为可能,因此,由单纯的防御转为有限的进攻,境外成为军事地质调查重点区域。

3.2 国内外陆域、海域军事地质调查方法手段的选择

国内陆域军事地质调查,以实地调查和改化查

证为主;国内海域军事地质调查,重点是开展航磁,重力大比例尺数据采集,由此形成该区域的背景数据库,为未来目标探测和导弹轨迹规划提供地质物理数据;国外陆域军事地质调查,重点是在不同景观区和对我国构成潜在战争威胁的国家,开展大比例尺遥感地质解译和卫星地球物理测量,与公开民用地质资料进行对比和改化研究,同时注重在民用地质资料、交通位置和城市中挖掘潜在的军事目标,形成相应的军事地质成果。

3.3 比例尺的选择

由于战争具有鲜明的作战方向和明确的地域范围,对作战而言,不同的地区打击防御的重要程度不同,需要的军事地质产品的比例尺也不同。因此,按照军事地质调查打击防御重要程度不同,初步划分出 8 个级别调查区。现在,精确打击精度已到米级、厘米级,公益性重要基础地质资料最大比例尺和军形图比例尺是以 1 : 5 万为基础,因此, I、II 级

开展 1: 1 千以上的大比例尺调查, III 级开展 1: 1 万~1: 5 千比例尺的调查, IV、V 级开展 1: 2.5 万~1: 1 万比例尺的调查, VI、VII 级开展 1: 5 万比例尺的调查, VIII 级开展 1: 20 万~1: 100 万比例尺的调查(表 2)。

表 2 军事地质图调查区分类及相应比例尺选择表

Table 2 Classification and scale selection of military geological map survey area

分级	目标类型	比例尺
I 级	直接军事目标区域(如营区、武器弹药仓库、军事指挥所)	1: 1 千
II 级	战时直接转为军事目标区域(如民用飞机场、电力、通讯、民用油料库)	1: 1 千
III 级	城市、重要经济、产业区域,	1: 5 千~1: 1 万
IV 级	城镇所在区域	1: 1 万~1: 2.5 万
V 级	人烟密级的乡村区域	1: 1 万~1: 2.5 万
VI 级	人烟稀少的乡村区域	1: 5 万
VII 级	人迹罕见的区域	1: 5 万
VIII 级	无人迹的区域	1: 20 万~1: 100 万

3.4 工作流程及成果表达

首先,在拟开展军事地质调查的区域收集各种比例尺的地质矿产、水文地质、工程地质、灾害地质、生态地质资料。根据防御或打击重点程度不同,确定军事地质调查比例尺,如果地质资料比例尺小于确定比例尺,则按照军事地质调查需要的比例尺开展调查;若地质资料比例尺大于或等于军事地质调查比例尺,则将地质调查成果按照一定规则,改化成专项军事地质成果和图;其次,开展调查区内军事和潜在军事目标的分类分级收集(见表3),编制军事和潜在军事目标分类分级图;最后,将区内军事和潜在军事目标与民用地质资料改化成果进行融合,形成相应军事地质资料,为打击、防御以及战场环境建设提供基础资料(图5)。

军事地质图根据不同划分依据可有多种分类方法。按照地质资料改化为军事地质资料过程分为两大类:改化类图件和应用类图件;按照服务对象分为三类:军事要素图(地质改化人员)、军事地质地形图(基层作战人员)、军事专题图(基层指挥人员);按照专业分为区域军事地质要素图、区域军事工程要素图、区域水文地质要素图、区域灾害地质要素图、军事重力要素图、军事地磁场要素图、军事地电场要素图、军事放射性场强度要素图、军事地形地质图、目标分类分级图、军事工事背景图、军事交通运输图、军事给水保障图、军事导弹轨迹规划图、军事地质目标灾害危害评估图、军事目标攻防优选图、军事目标侦测等。

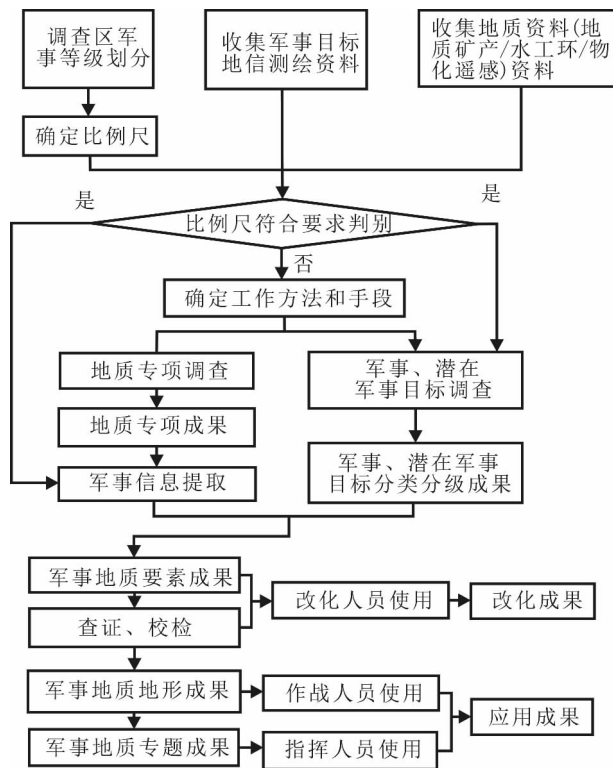


图5 军事地质调查流程图

Fig. 5 Military geology working flow chart

4 结论

现代战争需要军事地质,军事地质能解决现代战争中的部分难题。军事地质在精确打击和重点防御目标的优选、打击地面工事的武器选配、目标侦测和靶区选择、海洋战争环境建设和战争评估、地面临

表3 军事目标分类分级表

Table 3 Classification and grading of military targets

分级	分类	主要内容	实例
I	军事设施和政府机构类	社会的组织管理机构和战时组织有效抗击的中枢,作战军事设施	政府机关、军事设施和军民两用指挥控制系统目标等
II	战争潜力类	平时是人民生活重要依赖物资,战时则是重要战略物资补给	电力系统、油料系统、水源地和对战争有较大影响的大型企业基地等
III	道路交通类	交通关节点或通道,是重要重要军事机动和国防设施	大型桥梁(长度>100米)、重要交通枢纽、机场、重要港口、大型水库等
IV	宣传通讯类	战争中的联系和沟通设施,是了解战争最新动态的桥梁,是作战双方军民心理战核心	电台、电视台、移动、卫星通讯等
V	城市“生命设施”类	是人类生活必须物资储备采购点,破坏受损将影响人民的生活,易导致社会的混乱和不安	人民供水、供电、供气设施等
VI	灾害源类	一些能造成大面积环境破坏的易燃、易爆、有毒、放射性设施	大型炼油厂、化工厂、核电站遭、水库等

时机动路线规划和工事选址方面能提供一定服务。军事地质调查要根据区域对军事行动的重要程度不同,确定不同比例尺、方法手段和技术要求。要重视军事资料调查与收集,并开展军事目标分类分级调查。

参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; the literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)

边馥苓. 2011. 用数字的眼光看世界. 武汉:武汉大学出版社:10~100.

陈发智. 1996. 交通保障学. 天津:运输工程学院出版社:228.

陈科文,张祖平,龙军. 2013. 多源信息融合关键问题、研究进展与新动向. 计算机科学,40(8):6~11.

陈黎明. 2010. 海军信息化研究. 南京:海军指挥学院:138~142.

陈勇. 2002. 军事运筹应用与创新. 长沙:国防科技大学出版社:10~25.

承继承,林琚. 2004. 数字地球导论. 北京:科学出版社:25~30.

程建权. 1999. 城市系统工程. 武汉:武汉大学出版社:39.

程轶. 2005. 从伊拉克战争看信息化战争的特点. 西安政治学院学报,18(2):79~80.

崔治安,孙云厚,李永涛,李大鹏,王子甲. 2011. 爆炸荷载作用下卸荷孔效应理论分析与数值模拟. 岩土力学,32(增刊1):669~673.

崔茂常,朱海. 2000. 军事海洋学浅谈. 海洋科学,09:23~25.

达尼克·尤里·格利高利耶维奇. 2008. 现代和未来战争及军事行动的内容、本质与定义问题. 天津行政学院学报,10(6):43~47.

戴慎志. 2002. 论城市安全战略与体系. 规划师,18(1):9~11.

党爱国,李晓军,徐宝. 2012. 外军快速全球打击能力发展动态. 飞航导弹,(7):51~53.

邓国强,周早生,郑全平. 2002. 钻地弹爆炸聚集效应研究现状及展望. 解放军理工大学学报,3(3):45~49.

丁晓明,徐瑞恩,顾健. 1998. 高技术战争与作战运筹分析. 北京:海潮出版社.

董明林,李炬. 2009. 数字化战场. 北京:星球地图出版社:40~55.

方秀花,张文静,姚瑞芳. 2003. 商业遥感卫星在现代战争中的应用. 装备指挥技术学院学报,14(6):49~54.

弗·伊·斯里普琴科. 2004. 第六代战争. 张铁华. 译. 北京:新华出版社:65~70.

高文学,刘宏宇,刘洪洋,徐树煊. 2010. 爆破开挖对路堑高边坡稳定性影响分析. 岩土力学与工程学报,29(增1):2983~2986.

郭东军,陈志龙,杨延军. 2003. 城市地下空间规划中人防专业队工程布局探讨. 岩土力学与工程学报,22(增1):2532~2535.

郝杰忠,马士良,朱雯,施存程. 2012. 钻地弹侵入爆炸条件下岩石边坡稳定性分析. 武汉理工大学学报,34(9):69~73.

侯树荣,董彦斌,刘圣宇,王斌. 2010. 军用运输机在现代战争中的作用及发展趋势. 吉林工程技术师范学院学报,26(4):69~71.

黄晖,吴淑珍. 2012. 现代战争中环境监测问题的探讨. 中国环境管理干部学院学报,22(4):67~70.

纪冲,龙源,万文乾. 2006. 动能弹丸冲击侵入混凝土靶数值模拟分析. 混凝土,(2):6~8.

贾珺,梅雪芹. 2002. 从历史的视角看现代高科技战争的生态环境灾难. 北京师范大学学报(人文社会科学版),(1):119.

贾珺. 2006. 高技术条件下的人类、战争与环境——以1991年海湾战争为例. 史学月刊,(1):114~123.

江军,李伟. 2003. 伊拉克战争中的美军作战飞机. 国防航空,(5):19~21.

靳怀鹏. 2001. 世界海洋军事地理. 北京:国防大学出版社:50~85.

科明. 2000. 高分辨率商业遥感卫星初试锋芒. 国际太空,(8):2~6.

李翠翠,许宏发,奚水清. 2009. 人防工程软防护措施研究. 山西建筑,35(31):15~16.

李德仁,龚健雅,邵振峰. 2010. 从数字地球到智慧地球. 武汉大学学报(信息科学版),35(2):127~133.

李海超,李健,常春伟. 2008. 对国防交通科研发展方向的探讨. 国防交通工程与技术,(5):1~3.

李玲,王瑾,王翔. 2004. 军事行动与环境保护. 中国环境管理,(1):21~22.

李卧东,任波,刘小虎. 2004. 侵入爆炸条件下岩石边坡破坏效应的数值模拟. 爆炸与冲击,24(2):170~175.

梁开龙. 2001. 海洋测绘与海战地理环境信息保障. 测绘工程,10(1):11~13.

廖建三,彭卫平,林本海. 2006. 影响广州市浅层地下空间开发利用的地质因素分析及分区评价. 岩石力学与工程学报,25(增2):3357~3362.

林聪榕. 2014. 现代战争制胜机理的理论探讨. 国防科技,35(1):5~10.

林枫,杨林德. 2004. 现代战争条件下城市人防工程的功能. 地下空间,24(2):230~274.

凌虹,吴仁海,施小华. 1999. 现代战争对生态环境的影响. 生态科学,18(3):33~38.

刘传正. 2014. 中国崩塌滑坡泥石流灾害成因类型. 地质论评,60(4):858~868.

刘光鼎,程洁. 2011. 海洋地球物理在国家安全领域的应用. 地球物理学进展,26(6):1885~1896.

刘戟锋,刘祖爱,刘凤健,熊杏林. 2003. 环境正义——未来军事面临的挑战. 国防科技,(6):15~22.

刘鹏. 2004. 走向军事网格时代. 北京:解放军出版社:59~69.

刘世刚. 2008. 数字地球与当代战争. 北京:解放军出版社:20~35.

刘太阳,沈昌礼,周济晓. “一体化”是交通工程防护的发展方向. 军交论坛,DOI:10.13219/j.gjgyat.2007.01.001

刘晓静,柳锋,唐少华,蒋云. 2009. 海军非战争军事行动的海洋测绘保障问题研究. 测绘科学,SI:121~123.

刘旭,陈君. 2001. 海洋地理环境与人类军事行为. 现代军事,01:54~55.

罗霄. 2005. 未来战争模式及对策浅议. 现代防御技术,33(3):1~4.

牛宝成. 2000. 海权、海洋战略地位与军事斗争. 现代军事,05:23~24.

欧阳金芳. 2009. 生态环境与高技术条件下的部队战斗力. 北京:国防大学出版社:187.

潘泉,王增福,梁彦,杨峰,刘准钊. 2012. 信息融合理论的基本方法与进展(II). 控制理论与应用,29(10):1233~1240.

彭建,柳昆,郑付涛,李晓郡,彭芳乐. 2010. 基于AHP的地下空间开发利用适宜性评价. 地下空间与工程学报,6(4):688~694.

曲晓波,章善彪,王开华. 2004. 战时城市系统动力学模型. 解放军理工大学学报(自然科学版),15(6):95~98.

任连生. 2011. 基于信息系统的体系作战能力概论. 北京:军事科学出版社:34~36.

申岳国,李晓齐,高永红. 2006. 指挥工程电磁脉冲的侵入与防护. 科技成果纵横,(4):96.

- 施有志,阮建凑,李秀芳. 2014. 软土地基建筑稳定性模糊综合评价方法研究. 数学的实践与认识,44(23):103~109.
- 石萍,吴仁海. 2003. 现代战争对环境的影响及战后环境恢复. 重庆环境科学,25(12):182~184.
- 舒畅,周坡,吴正德. 2008. C4ISR系统中军用卫星系统若干关键技术. 火力与指挥控制,33(增):24~26.
- 孙博,胡功笠,刘新宇,张川. 2005. 大跨度洞库施工开挖稳定性研究. 地下空间与工程学报,1(5):689~736.
- 谭笑,胡德生. 2012. 信息化条件下对海洋军事地理研究的思考. 武汉航海(武汉航海职业技术学院学报),7(3):10~13.
- 陶虹. 2013. 关中城市群地下水动态特征及环境地质问题研究. 地质论评,59(增):1095~1096.
- 田智慧,刘建忠. 1996. 试论高技术局部战争条件下的军事地理研究. 解放军测绘学院学报,13(3):228~232.
- 童林旭. 1991. 城市可持续发展的安全保障问题. 城市发展研究,6(6):1~6.
- 王爱冬. 2002. 论现代战争与环境保护. 中国环境管理,(4):17~18.
- 王洪民,刘志斌. 2000. 未来高科技局部战争的新特点. 现代军事,(2):20.
- 王艳红,邓正栋. 2005. 遥感技术在水源侦察和水质监测中的应用. 污染防治技术,18(1):19~24.
- 王祖典. 2003. 伊拉克战争中的新型空袭武器. 国防航空,(5):21~24.
- 韦娟. 2010. 地理信息系统及3S空间信息技术. 西安:西安电子科技大学出版社.
- 伍超,郑有志. 2015. 面向现代海战的多源信息融合研究. 计算机与数字工程,43(12):2170~2173.
- 伍仁和. 2005. 信息化战争论. 北京:军事科学出版社:32~39.
- 夏友忠,张鸿彦. 2012. 对国防交通系统实行等级战备制度的思考. 国防交通工程与技术,(2):5~12.
- 邢怀学,林建平,葛伟亚,李亮,田福金,常晓君,李云峰. 2015. 海西福建沿海地区土壤环境质量评价及防治对策. 地质论评,61(增):118~120.
- 熊智勇. 2014. 体系对抗下的信息融合. 国际航空,(7):61~63.
- 徐德康. 2003. 先发制人,并行攻击. 国际航空,(5):12~17.
- 徐定杰,邹勇,熊芝兰,刘丹丹. 2006. 军事海洋环境视景仿真研究. 计算机仿真,06:171~175.
- 徐定胜. 2004. 重要经济目标防护研究. 北京:国防大学出版社:36~73.
- 许崧,阎长虹,许宝田,汤志刚,邵勇. 2012. 镇江市蛋山大型堆山工程地质问题分析. 地质论评,58(4):717~725.
- 薛翔. 2003. 以“控制”为“轴心”的新战争形式——“高控制战争”. 国防,(5):25~26.
- 阎长虹,吴焕然,许宝田,许崧,郑军,燕晓莹. 2015. 不同成因软土工程地质特性研究——以连云港、南京、吴江、盱眙等地四种典型软土为例. 地质论评,61(3):561~569.
- 严国群. 2003. 伊拉克何以速败. 国防,(5):18~20.
- 颜黎明. 2004. 浅谈信息化战争条件下人防指挥体系建设. 中国人民防空,(5):12~13.
- 杨乐,罗玉鹏,周莫林,彭海游,任秀文. 2013. 重庆市矿山泥石流地质灾害调查与研究. 地质论评,59(增):1169~1171.
- 杨林德. 1997. 城市地下空间规划与工程设计对策. 地下空间,(2):83~88.
- 杨延军,姜韦华,郭东军,陈志龙. 2002. 城市人防工程总体规划理论初探. 地下空间,22(1):79~82.
- 姚有志,彭光谦,罗援,姚云竹,姜春良,樊高月,陈伯江,赵楚. 2003. 战争与军事革命的新里程. 国际展望,20(12):64~69.
- 尤子平. 1998. 海洋高技术的军事应用. 现代军事,07:10~12.
- 尤子平. 1998. 海洋高技术军事领域中的应用. 华东船舶工业学院学报,12(2):1~7.
- 于传海. 2013. 基于信息融合的智能指挥决策能力培养. 海军大连舰艇学院学报,36(2):102~105.
- 俞栋. 2004. 论现代战争与环境污染. 云南环境科学,23(1):22~24.
- 张传江,解德海. 2010. 和平利用海洋与海上军事行动. 政法学刊,03:55~59.
- 张国清,武向荣. 2002. 高分辨率商业遥感卫星的发展及军事应用. 现代军事,(6):38~41.
- 张海麟,彭训厚. 2005. 第二次世界大战与战后局部战争刍议. 军事历史研究,(1):57~66.
- 张湖北. 2012. 高科技局部战争的特点和规律. 民营科技,(9):174~175.
- 张建林. 2005. 信息化军事交通运输. 北京:军事科学出版社:112~116.
- 张敬山. 2000. 现代战争与人类的生存环境. 科学对社会的影响,(1):29~34.
- 张莉英,付宏鹤,郑广花. 2010. 侵彻弹对建筑物目标的毁伤仿真研究. 战术导弹技术,(1):111~114.
- 张晓楠,王宏伟,刘汉生. 2013. 数字地球及其军事应用初探. 北京测绘,(3):16~18.
- 张艳茹,王秀春. 2004. 伊拉克战争中的信息战及启示. 现代雷达,26(5):1~4.
- 张英,李江涛,张猛. 2014. 基于一体化指挥信息系统的信息融合问题研究. 军队指挥自动化,(1):20~22.
- 张羽,吴少瑜. 2003. 点击美伊两国的战争动员(上篇). 国防,(5):22~24.
- 赵辉. 2014. 我国积极防御战略发展阐释. 法制与社会,(10):191~192.
- 赵子维,陈志龙,郭东军,杨晓彬. 2014. 基于GIS的人防专业队工程选址适应性评价. 地下空间与工程学报,10(增刊1):1539~1544.
- 周冠华,温珍河,姜效典,赵永超,柳钦火,田国良. 2006. 南海海底地形可视化分析及其地质意义. 海洋地质与第四纪地质,26(2):139~144.
- 周丽萍. 2006. 掀起你的盖头来——电磁脉冲武器. 兵器知识,(4):48~50.
- 周秋麟,尹卫平,吴日升. 2008. 军事海洋生态学研究进展. 海洋开发与治理,05:76~85.
- 周述发,左绪宗. 2002. 论地下空间平战结合开发利用. 岩土工程界,4(11):24~27.
- 朱松春,张树义,韩春立. 1988. 军事运筹学. 北京:解放军出版社:20~45.
- 祝刚,程万里,孔杰,陈峰. 2010. 战时民用机场工程保障措施研究. 国防交通工程与技术,(6):36~38.
- 祝明,黄诚,曾玲. 2011. 基于Google Earth的地理信息系统设计. 信息技术,(9):173~176.
- 邹红霞. 2013. 基于数字地球的数字化战场建设. 现代电子技术,36(8):23~26.
- Ackerman R K. 2001. Commercial eyes on the battlefield sharpen focus. Signal,(3):25~30.
- Ackerman R K. 2002. Afghanistan imagery reveals snapshot of future challenges. Signal,(2):21~24.
- Bian Fuling. 2011 #. Digital world perspective. Wuhan: Wuhan University Press:10~100.
- Chen Fazhi. 1996 #. Studies of transportation securities. Tianjin:

- Transportation Engineering Academy Press;228.
- Chen Kewen,Zhang Zuping, Long Jun. 2013&. Multisource information fusionkey issues, Research Progress and New Trends. Computer Science,40(8):6~11.
- Chen Liming. 2010#. Research on naval informatization. Nanjing:Naval Command Academy;138~142.
- Chen Yong. 2002#. Application and innovation of military operations. Changsha;National University of Defense Technology Press;10~25.
- Cheng Jicheng,Lin Hun. 2004#. Introduction to digital earth. Beijing: Science Press;25~30.
- Cheng Jianquan. 1999#. Civil system engineering. Wuhan; Wuhan University Press;39.
- Cheng Yi. 2005#. A view to information warfare from Iraq War. Journal of Xi'an Politics Institute,18(2):79~80.
- Cui Chuanan,Sun Yunhou,Li Yongtao,Li Dapeng,Wang Zijia. 2011&. Theoretical analysis and numerical simulation of effect of unloading hole under explosive loading. Rock and Soil Mechanics,32(supp. 1);669~673.
- Cui Maochang,Zhu Hai. 2000#. A review on navy oceanology. Marine Science,09;23~25.
- Dai Shenzhi. 2002&. Urban safety strategy and system. Planners, 18(1):9~11.
- Dang Aiguo,Li Xiaojun,Xu Bao. 2012#. Development trends of prompt global strike ability of foreign army. Winged Missiles Journal,(7): 51~53.
- Deng Guoqiang,Zhou Zaosheng,Zheng Quanping. 2002&. Study status quo and development of aggregated effect of multiple earth penetrator bursts detonated simultaneously. Journal of PLA University of Science and Technology,3(3),45~49.
- Ding Xiaoming,Xu Ruien,Gu Jian. 1998#. Hi-tech warfare and combat operation analysis. Beijing;Haichao Press.
- Dong Minglin,Li Ju. 2009#. Digital battlefield. Beijing;Star Map Press; 40~55.
- Fang Xiuhua,Zhang Wenjing,Yao Ruifang. 2003&. The application of commercial remote sensing satellites in modern warfare. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology,14(6):49~54.
- Gao Wenxue,Liu Hongyu,Liu Hongyang,Xu Shuhuan. 2010&. Road high cutting slope stability analysis under influence of blasting for excavation. Chinese journal of rock mechanics and engineering,29(supp. 1);2983~2986.
- Goodchil M F. 2012. Discrete global grids: retrospect and prospect. Geography and Geo-Information Science,28(1):11~15.
- Guo Dongjun,Chen Zhilong,Yang Yanjun. 2003&. Discussion on layout of works of service team for civil air defense in underground space planning. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering,22(Supp. 1);2532~2535.
- Hao Jiezhong,Ma Shiliang,Zhu Wen,Shi Cuncheng. 2012&. Analysis of the stability of rock slopes under penetration and explosion of earth penetrating weapon. Journal of Wuhan University of Technology,34(9):69~73.
- Hou Shurong,Dong Yanbin,Liu Shengyu. 2010&. Function and developmental trend of military transport in modern war. Journal of Jilin Teachers Institute of Engineering and Technology,26(4):69~71.
- Huang Hui,Wu Shuzhen. 2012&. Environmental monitoring in modern war. Journal of EMCC,22(4):67~70.
- Ji Chong,Long Yuan,Wan Wenqian. 2006&. Numerical simulation of kinetic energy projectile penetrating two kinds of concrete targets. Concrete,(2):6~8.
- Jia Jun, Mei Xueqin. 2002&. A historical analysis of ecological environmental disaster caused by modern high-tech wars. Journal of Beijing Normal University,(1):119.
- Jia Jun. 2006&. Human, war and the environment under high-tech conditions ; taking the 1991 gulf war as an example. Journal of Historical Science,(1):114~123.
- JiangJun, Li Wei. 2003#. U. S. combat aircraft in Iraq War. International Aviation,(5):19~21.
- Jin Huaipeng. 2001#. World ocean military geography. Beijing:National Defence University Press;50~85.
- John A Tirpak. The bomber question. A Force Magazine, Dec; ember 2010, Vol. 93, No. 12
- Ke Ming. 2000#. Preliminary examination of high resolution commercial remote sensing satellites. Aerospace China,(8):2~6.
- Li Cuicui,Xu Hongfa,Xi Shuiqing. 2009&. Study on the soft prevention measures of air-defense project. Shanxi Architecture,35(31):15~16.
- Li Deren,Gong Jianya,Shao Zhenfeng. 2010&. From digital earth to smart earth. Geomatics and Information Science of Wuhan University,35(2):127~133.
- Li Haichao,Li Jian,Chang Chunwei. 2008&. An exploration into the developing orientations of the scientific research in national defense transportation. Traffic Engineering and Technology for National Defence,(5):1~3.
- Li Ling,Wang Jin,Wang Xu. 2004#. The military affairs and protect the environment. Chinese Journal of Environmental Management,(1): 21~22.
- Li Wodong, Ren Bo, Liu Xiaohu. 2004&. Numerical simulation of destruction effect in rock slope under penetration and explosion. Explosion and Shock Waves,24(2):170~175.
- Liang Kailong. 2001&. Marine survey and charting & information assurance of naval geographic circumstances. Engineering and Surveying and Mapping,10(1):11~13.
- Liao Jiansan,Peng Weiping,Lin Benhai. 2006&. Analysis and partition evaluation of geological factors affecting space development and utilization of shallow underground in Guangzhou city. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering,25(supp. 2):3357~3362.
- Lin Congrong. 2014&. Theoretical study of the victory-winning mechanism in modern wars. National Defense Science & Technology,35(1):5~10.
- Lin Feng,Yang Linde. 2011#. Functions of civil defence project in modern warfare. Underground Space,2004,24(2):230~274.
- Ling Hong,Wu Renhai,Shi Xiaohua. 1999&. Modern warfare's influence on ecological environment. Journal of EMCC,18(3):33~38.
- Liu Chuanzheng. 2014&. Genetic types of landslide and debris flow disaster in China. Geological Review,60(4):858~868.
- Liu Guangding,Chen Jie. 2011&. Marine geophysical applications in the field of national security. Progress in Geophysics,26(6):1885~1896.
- Liu Jifeng,Liu Zu'ai,Liu Fengjian,Xiong Xinglin. 2003#. Environmental justice——challenges of future military. National Defense Science & Technology,(6):15~22.
- Liu Peng. 2004#. To the era of military grid. Beijing:The PLA Press;59~69.

- Liu Shigang. 2008#. Digital earth and modern war. Beijing: The PLA Press; 20 ~ 35.
- Liu Taiyang, Shen Changli, Zhou Jixiao. Integration——the developing trend of traffic projects protection. Military Transportation Forum, DOI:10.13219/j.gjgyat.2007.01.001.
- Liu Xiaojing, Liu Feng, Tang Shaohua, Jiang Yun. 2009#. The problem of oceanic surveying and mapping support of naval non-warfare operation. Science of Surveying and Mapping, S1:121 ~ 123.
- Liu Xu, Chen Jun. 2001#. Ocean geographic environment and human military action. Conmilit, 01:54 ~ 55.
- Luo Xiao. 2005#. Future war mode and game. Modern Defence Technology, 33(3):1 ~ 4.
- Morring F. Jr. 2002. NASA test satellite collects war imagery. Aviation Week & Space Technology, (1):7 ~ 10.
- Niu Baocheng. 2000#. Sea power, ocean strategy position and military struggle. Conmilit, 05:23 ~ 24.
- Ouyang Jinfang. 2009#. Ecological environment and military combat effectiveness under high-tech conditions. Beijing: National Defence University Press, 187.
- Pan Quan, Wang Zengfu, Liang Yan, Yang Feng, Liu Zhunga. 2012#. Basic methods and progress of information fusion (II). Control Theory & Applications, 29(10):1233 ~ 1240.
- Peng Jian, Liu Kun, Zheng Futao, Li Xiaojun, Peng Fangle. 2010#. Evaluation for the suitability of underground space exploitation and utilization based on AHP. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 6(4):688 ~ 694.
- Qu Xiaobo, Zhang Shanbiao, Wang Kaihua. 2004#. System dynamics research for city in the war. Journal of PLA University of Science and Technology, 15(6):95 ~ 98.
- Ren Liansheng. 2011#. Generality of system combat capability based on information system. Beijing: Military Science Press; 34 ~ 36.
- Shen Yueguo, Li Xiaoqi, Gao Yonghong. 2006#. Intrusion and protection of command engineering electromagnetic pulse Perspectives of Scientific and Technological Achievement, (4):96.
- Shi Youzhi, Ruan Jiancou, Li Xiufang. 2014#. Research on fuzzy comprehensive assessment method to stability of soft soil foundation construction. Mathematics in Practice and Theory, 44(23):103 ~ 109.
- Shi Ping, Wu Renhai. 2003#. The influence to environment of the modern war and postwar environment recovery. Chongqing Environmental Science, 25(12):182 ~ 184.
- Shu Chang, Zhou Po, Wu Zhengde. 2008#. Research of key technology for military satellite system in C4ISR system. Fire Control and Command Control, 33(supp.):24 ~ 26.
- Sun Bo, Hu Gongli, Liu Xinyu, Zhang Chuan. 2005#. Research on stability of sapped hangar excavation. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 1(5):689 ~ 736.
- Tan Xiao, Hu Desheng. 2012#. Reflection of marine military geography in informatization. Wuhan Marine (Journal of Wuhan Marine College), 7(3):10 ~ 13.
- Taohong. 2013#. Study on the dynamic characteristics of underground water and environmental geological problems in
- Tian Zhihui, Liu Jianzhong. 1996#. On the researches of the military geography under the conditions of the high-technological local war. Journal of the PLA Institute of Surveying and Mapping, 13(3):228 ~ 232.
- Tong Linxu. 1991#. Security assurance of urban sustainable development. Urban Studies, 6(6):1 ~ 6.
- Wang Aidong. 2002#. Study on modern war and environmental protection. Chinese Journal of Environmental Management, (4):17 ~ 18.
- Wang Hongmin, Liu Zhibin. 2000#. New traits of future hi-tech local warfare. Conmilit, (2):20.
- Wang Yanhong, Deng Zhengdong. 2005#. Discussion on application of remote sensing to water resource detection. Pollution Control Technology, 18(1):19 ~ 24.
- Wang Zudian. 2003#. New air launched PGW occurred in Iraq War. International Aviation, (5):21 ~ 24.
- Wei Juan. 2010#. GIS and 3S spacing informational technology. Xi'an: Xidian University Press.
- Wu Chao, Zheng Youzhi. 2015#. Multi-source information fusion of for modern sea-warfare. Computer & Digital Engineering, 43(12):2170 ~ 2173.
- Wu Renhe. 2005#. On information warfare. Beijing: Military Science Press; 32 ~ 39.
- Xia Youzhong, Zhang Hongyan. 2012#. Out reflection on practicing the graded war preparedness system in the traffic system of national defence. Traffic Engineering and Technology for National Defence, (2):5 ~ 12.
- Xing Huaixue, Lin Jianping, Ge Weiya, Li Liang, Tian Fujin, Chang Xiaojun, Li Yunfeng. 2015#. Environmental quality evaluation of soil in Fujian coastal areas and countermeasures. Geological Review, 61(supp.):118 ~ 120.
- Xiong Zhiyong. 2014#. Information fusion under system combat condition. International Aviation, (7):61 ~ 63.
- Xu Dekang. 2003#. Preemptive strategy and parallel attack. International Aviation, (5):12 ~ 17.
- Xu Dingjie, Zou Yong, Xiong Zhilan, Liu Dandan. 2006#. Research on Visual Simulation System of Martial Marine Environment. Computer Simulation, 06:171 ~ 175.
- Xu Dingsheng. 2004#. Research on protection of crucial economic object. Beijing: National Defence University Press; 36 ~ 73.
- Xu Song, Yan Changhong, Xu Baotian, Tang Zhigang, Shao Yong. 2012#. Study on the engineering geological problems of the Danshan large scale piling mountain in Zhenjiang city. Geological Review, 58(4):717 ~ 725.
- Xue Xiang. 2003#. A new modus of war taking "controlling" as "axis"——"high control war". National Defense, 2003(5):25 ~ 26.
- Yan Changhong, Wu Huanran, Xu Baotian, Xu Song, Zheng Jun, Yan Xiaoying. 2015#. Engineering geological properties of different sedimentary types of soft soils in Eastern China——Take the four typical types of soft soil in Liangyungang, Nanjing, Wujiang and Xuyi area as examples. Geological Review, 61(3):561 ~ 569.
- Yan Guoqun. 2003#. Why is Iraq defeated quickly. National Defense, (5):18 ~ 20.
- Yan Liming. 2004#. On the construction of civil air defense system under information war condition. Chinese Civil Air Defence, (5):12 ~ 13.
- Yang Le, Luo Yupeng, Zhou Molin, Peng Haiyou, Ren Xiuwen. 2013#. Investigation and study on geological hazard of mine bebris flow in Chongqing city. Geological Review, 59(supp.):1169 ~ 1171.
- Yang Linde. 1997#. Planning and countermeasures of engineering design for urban underground space. Underground Space, 17(2):83 ~ 88.
- Yang Yanjun, Jiang Weihua, Guo Dongjun, Chen Zhilong. 2002#. Investigation on theory of general planning of urban civil defense

- engineering. *Underground Space*,22(1):79~82.
- YaoYouzhi, Peng Guangqian, Luo yuan, Yao Shuyun, Jiang Chunyan, Fan Gaoyue, Chen Bojiang, Zhaochu. 2003#. The new landmark of warfare and military revolution. *World Outlook*,20(12):64~69.
- You Ziping. 1998#. Military applications of marine high-tech. *Conmilit*, 07;10~12.
- YouZiping. 1998#. Application of oceanic hi-tech to military fields. *Journal of East China Shipbuilding Institute*,12(2):1~7.
- Yu Chuanhai. 2013#. Cultivation of smart commanding decision-making ability based on information fusion. *Journal of PLA Dalian Naval Academy*,36(2):102~105.
- Yu Dong. 2004. Discussion on modern war and pollution of the environment. *Yunnan Environmental Science*,23(1):22~24.
- Zhang Chuanjiang, Xie Dehai. 2010#. Peaceful use of the ocean and military naval action. *Journal of Political Science and Law*,03;55~59.
- ZhangGuoqing, Wu Xiangrong. 2002#. The development and military applications of high resolution commercial remote sensing satellites. *Conmilit*, (6):38~41.
- Zhang Hailin, Peng Xunhou. 2005#. Humble opinion on local war since the second world war. *Military Historical Research*, (1):57~66.
- Zhang Hubei. 2012#. Traits and regular patterns of hi-tech local warfare. *Non-State Running Science & Technology Enterprises*, (9):174~175.
- Zhang Jianlin. 2005#. Informational military transportation. Beijing: Military Science Press;112~116.
- Zhang Jingshan. 2000#. Modern warfare and human living environment. *Impact of Science on Society*, (1):29~34.
- Zhang Liying, Fu Hongge, Zheng Guanghua. 2010#. Study of damage simulation of penetration cluster warhead on building. *Tactical Missile Technology*, (1):111~114.
- Zhang Xiaonan, Wang Hongwei, Liu Hansheng. 2013#. Digital earth and exploration of military application. *Beijing Surveying and Mapping*, (3):16~18.
- Zhang Yanru, Wang Xiuchun. 2004#. Information war and enlightenment from Iraq War. *Modern Radar*,26(5):1~4.
- Zhang Ying, Li Jiangtao, Zhang Meng. 2014#. Research on information fusion based on integrated commanding information system. *JD Zhihui Zidonghua*, (1):20~22.
- Zhang Yu, Wu Shaoyu. 2003#. A click on the mobilization of Iraq War. *National Defense*, (5):22~24.
- Zhao Hui. 2014#. Description and analysis of positive defense strategy of China. *Legal System and Society*, (10):191~192.
- Zhao Ziwei, Chen Zhilong, Guo Dongjun, Yang Xiaobin. 2014#. GIS-based adaptability evaluation of work site selection for civil defense team. *Chinese Journal of Underground Space and Engineering*,10 (supp. 1):1539~1544.
- Zhou Guanhua, Wen Zhenhe, Jiang Xiaodian, Zhao Yongchao, Liu Qinhuo, Tian Guoliang. 2006#. Analysis on visualization of the submarine landform of South China Sea and its geological meanings. *Marine Geology & Quaternary Geology*,26(2):139~144.
- Zhou Liping. 2006#. Displace your veil—electromagnetic pulse weapon. *Ordnance Knowledge*, (4):48~50.
- Zhou Qiulin, Yin Weiping, Wu Risheng. 2008#. Research progress on military ocean ecology. *Ocean Development and Management*,05;76~85.
- Zhou Shufa, Zuo Xuzong. 2002#. On the exploitation and utilization of underground space on militarycivilian integration. *Geotechnical Engineering World*,4(11),24~27.
- Zhu Gang, Cheng Wanli, Kong Jie, Chen Feng. 2010#. Research into the engineering support measures for civilian airports in wartime. *Traffic Engineering and Technology for National Defence*, (6):36~38.
- Zhu Ming, Huang Cheng, Zeng Ling. 2011#. Design of geographic information system based on Google Earth. *Information Technology*, (9):173~176.
- Zhu Songchun, Zhang Shuyi, Han Lichun. 1988#. Military operation. Beijing:The PLA Press;20~45.
- Zou Hongxia. 2013#. Construction of digitized battlefield based on digital earth. *Modern Electronics Technique*,36(8):23~26.

The Characteristics of Modern War and the Investigation in Military Geology

SUN Xingli¹⁾, LIU Xiaohuang^{2,3)}, LU Jiyuan³⁾, MAO Jingwen²⁾, XU Xueyi⁴⁾,
GUAN Hongjun⁵⁾, LI Baofei⁶⁾, LIU Jiufen³⁾, BAO Kuanle⁶⁾, LU Shipeng⁶⁾

1) Hebei GEO University, Shijiazhuang, 050031;

2) MLR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037;

3) China Geological Survey, Beijing, 100064;

4) The Gold command of Chinese Armed Police Force, Beijing, 100037;

5) PLA University of Science and Technology, Nanjing, 210007;

6) The 7th Gold Detachment of Chinese Armed Police Force, Yantai, Shandong, 264004

Objectives: As the research objects of geology, terrain, landforms, engineering geology and geological disasters create lots of battle miracle in traditional contact war. But the modern war's characteristic is global precision attack, no precision boundary between frontline and back, and unimportant role of ground force. This article discuss the function of geological factors in modern war and provide thoughts for application of geology in

modern war.

Methods: Studying with the characteristics of modern war, the requirements for military geology, evolution stage of war and geological application history, utilizing military thought, we discuss the function of geological body's mechanical properties, geochemistry, physical geography and geological hazard in modern war. The function mainly include certain services for optimization of precise strike and defence priorities, the weapon choice for striking ground fortifications, target detections and the choice of targets, the environment construction of ocean wars and the war estimation, the layout of ground temporary maneuver route and location selection of fortification. We discuss the problem of military geological survey's key region, methods and means, choice of scale, and the workflow, achievement expression based on regional geology, engineering geology, hydrogeology, hazardous geology, geophysical survey, analyze the development and research emphasis of future military geology.

Results: Geology can play important role in military, such as ocean battlefield environment, optimal selection of precision attack ground targets, target investigation and precision guidance, the layout of ground temporary maneuver route and location selection of fortification, weapon scientific selection for underground fixed installation, the war environment estimation.

Conclusions: Modern war need military geology. Military can solve some problems in modern war. Investigation and collection of military information, classification investigation of military target should be paid more attention.

Keywords: Modern war; the requirements for military geology; Military geological survey; Technical route of military geology; Development direction of military geology.

Acknowledgements: This study was financially supported by "Geology and Minerals Investigation Engineering of Border Area", China Geological Survey(No. DD20160081,DD20160080,DD20160079,DD20160078).

First author: SUN Xingli, female, born in 1975, doctor. Mainly engaged in economic geology research. Email: 406371089@qq.com

Corresponding author: LIU Xiaohuang, male, born in 1972, senior engineer officer. Mainly engaged in mineral exploration, deposit research, fundamental geology and military geology research. Email: liuxh19972004@163.com

Manuscript received on: 2016-06-25; Accepted on: 2016-12-11; Edited by: ZHANG Yuxu.

Doi: 10.16509/j.georeview.2017.01.009