



中国人民解放军
军事运筹学学会
MILITARY OPERATIONS RESEARCH SOCIETY, PLA

军事运筹学学会2013年学术年会论文集

战斗力生成模式转变中的 军事运筹研究

主 编 陈永光

副主编 徐培德 老松杨 张治平 郑坚 阳平华



国防工业出版社
National Defense Industry Press

战斗力生成模式转变中的 军事运筹研究

——军事运筹学学会 2013 年学术年会论文集

主 编 陈永光

副主编 徐培德 老松杨 张治平

郑 坚 阳平华

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本论文集将军事运筹学与“战斗力生成模式转变”紧密结合,比较系统地反映了近年来军事运筹研究领域的最新研究成果,对于提高部队战斗力、丰富和发展军事运筹理论起到了很好的促进作用。论文集由“军事运筹理论的应用与实践”、“提升战斗力生成能力的装备保障问题”、“军事对抗系统理论及应用”、“新型陆军装备维修保障中的建模与仿真”、“其他与主题相关内容”五个部分组成,具有较强的理论性、创新性、针对性和适应性。

本论文集可为广大军事运筹研究人员践行习近平主席“能打仗、打胜仗”的指示,把握军事斗争主线,聚焦新的战斗力生成模式转变,探讨军事运筹研究理论与方法,交流军事运筹最新研究成果提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

战斗力生成模式转变中的军事运筹研究:军事运筹学
学会 2013 年学术年会论文集/陈永光主编. —北京:国
防工业出版社,2013. 10

ISBN 978-7-118-09159-5

I. ①战... II. ①陈... III. ①军事运筹学—学
术会议—文集 IV. ①E911-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 238501 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 880×1230 1/16 印张 38 $\frac{3}{4}$ 字数 1200 千字

2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—450 册 定价 300.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

编委会名单

主 编 陈永光

副 主 编 徐培德 老松杨 张治平 郑 坚 阳平华

编委成员 祝江汉 温晋华 李文钊 黄红军 徐 瑞

李德清 张士军 刘启明 刘立红 付 正

刘 进 孟明强

前言

“运筹帷幄之中,决胜千里之外。”军事运筹思想自古就有,我国春秋时期的军事家孙武在《孙子兵法》中,首先将度、量、数等数学概念引入军事领域,通过必要的计算来预测战争的胜负,并指导战争中的有关行为,其后的军事家又大大地完善和发展了我国古代军事运筹思想。在钱学森同志的支持下,我国的第一个运筹学小组于1956年成立。1984年10月,中国人民解放军军事运筹学会成立。通过卓有成效的努力,我国军事运筹学界涌现出了一批又一批学术新人,而军事运筹学本身在中国也发生了从无到有、从幼稚到成熟的质的变化。我国军事运筹学的应用已从以往武器系统论证与研制发展延伸到部队建设及训练的各个领域,军事运筹学在军队建设中所起的作用越来越突出。

习近平主席在2012年会见驻穗部队师以上领导干部时指出:能打仗、打胜仗是强军之要,必须按照打仗的标准搞建设、抓准备,确保我军始终能够召之即来、来之能战、战之必胜。这一重要指示,深刻揭示了我军的根本职能和战略任务,阐明了党和人民对军队的根本要求,为在新的历史起点上加快推进国防和军队现代化指明了方向。

紧紧围绕军队“能打仗,打胜仗”这个核心,必须坚持一切建设和工作向能打胜仗聚焦用力。要与时俱进加强军事战略指导,坚持不懈地拓展和深化军事斗争准备,扭住核心军事能力建设不放松,科学安排并抓好非战争军事行动能力建设,把各项准备工作往前赶、朝实里抓。要推动信息化建设加速发展,扎实抓好新型作战力量建设,大力发展高新技术武器装备,加快全面建设现代后勤步伐,加强高素质新型军事人才培养,深化国防和军队改革,构建中国特色现代军事力量体系。要在全军形成大抓军事训练的鲜明导向,从实战出发,从难、从严训练部队,着力提高军事训练实战化水平,使部队都练就过硬的打胜仗本领。要加强战斗精神培育,教育引导全军大力发扬我军大无畏的英雄气概和英勇顽强的战斗作风,保持旺盛革命热情和高昂战斗意志。

加快战斗力生成模式转变是时代发展的要求,是党中央、中央军委审时度势做出的重大战略决策,是我军应对军事形态演变的主体性选择。随着世界新军事革命的迅猛发展和我国经济发展方式的加快转变,如果我们还是按部就班地搞建设、抓训练,就无法适应我军使命任务拓展的需要,就无法与中华民族的伟大复兴同步,就无法打赢未来信息化战争,就会被时代淘汰。

“加快战斗力生成模式转变”近年成为军事运筹研究的热点问题之一。本次军事运筹学

学术年会以“加快战斗力生成模式转变”为主题,开展理论和应用方面的年会论文征文。论文征集活动得到了全军相关单位和军事运筹工作者的积极响应和大力支持,共收到征文来稿191篇,经军事运筹学学会组织专家审阅,共选用152篇论文收录到论文集。论文集分为“军事运筹理论的应用与实践”、“提升战斗力生成能力的装备保障问题”、“军事对抗系统理论及应用”、“新型陆军装备维修保障中的建模与仿真”、“其他与主题相关内容”五个部分。这些论文紧贴部队战斗力生成模式转变中的实际问题,紧跟军事运筹研究前沿,具有较强的理论性、创新性、针对性和适应性,比较系统地反映了军事运筹研究领域的最新研究成果,对于提高部队战斗力生成模式转变和发展军事运筹理论起到了很好的推动作用。在论文集的编辑过程中,由于受到保密和篇幅的限制,对部分论文进行了适当的修改、调整 and 删减处理,因编辑人员水平有限,加之时间仓促,不妥之处,恳请作者谅解。

军事运筹学学会和军械工程学院共同组织了论文集的出版工作。军械工程学院科研部对论文的征集、论文集的出版给予了高度重视、多方面的支持。陈永光、张治平、徐培德、郑坚、老松杨、徐瑞、阳平华、温晋华、祝江汉、李文钊、黄红军、刘立红、刘进等同志参加了论文的评审、校对和修改工作,孟明强、付正、张士军、刘启明、李德清等同志完成了论文的排版整理,国防工业出版社为论文集的顺利出版做了大量细致的工作,借此机会,谨向所有参加和支持本书出版的单位和个人表示衷心的感谢!

编者

2013年10月

目 录

专题 1 军事运筹理论的应用与实践

基于熵权和 TOPSIS 的导弹旅(团)司令部指挥能力评估	黄伟	夏军	刘华平(3)
高空飞艇对地成像观测任务规划问题的 CSP 模型	刘进	徐培德	余滨 祝江汉(7)
装备保障指挥系统效能涌现的正反馈机制初探	李相良	刘谢	周慧贞(10)
基于温特方法的航材备件需求预测	朱根林	孔翠平	孟君(13)
基于 Petri 网的常规弹道导弹剩余寿命预测模型	刘华平	夏军	严世华(16)
基于物联网的恐惧情感分析识别研究	鲍军荣	嵇来春	杨彦明 常青(20)
信息化条件下战略导弹部队战斗力生成模式的思考	李勇	梁敏	王桐(25)
作战仿真军事概念模型验证问题研究			秦喆(30)
基于作战实验推演的航空兵出动计划	张燕	许凯	王伟丞(34)
战时军用油库系统生存能力评估指标体系的构建	黄金明		孙兆斌(38)
基于效用理论的网络对抗最优策略选择模型	樊志领		韩中庚(41)
战斗力生成模式转变对作战实验的新挑战			杜江洪(45)
基于序列运算理论的飞机发动机剩余寿命及完好率研究	王美义	刘品	徐赫(48)
基于 BP 神经网络的空中目标威胁程度评估模型	屈洋	张辽宁	赵师 胡明侠(53)
基于军事运筹的核防护分队作战仿真模型构建	谢晶晶	熊飞	郭宝林(56)
基于观察的核、生、化防护装备作战需求议题及其形成方法	李涛	吴明飞	彭少辉(59)
突击目标群轰炸兵力算法研究	许红蕊	周锦鹏	杨颜靖(63)
基于直觉模糊集的综合评估方法及其军事应用			李德清(66)
直觉模糊集的一种新贴近度及其在装备供应链上的应用	赵娜	李德清	孟明强(69)
反点算法在军事装备运输中的应用	李蒙	孙秋媚	冯杏芳(72)
直觉模糊信息下战役战术导弹目标价值的排序	张红艳	李德清	胡皓(75)
模糊 DEA 模型及其在作战方案评价中的应用	孟明强	董岳	赵娜(79)
面向服务的 C ⁴ ISR 系统联合故障诊断方法	姚振兴		徐润萍(83)

专题 2 提升战斗力生成能力的装备保障问题

基于逆贪婪算法的雷达装备抢修决策模型研究	赵喜	陈永光	胡文华(91)
基于动态规划的防空兵机动时机决策研究	冯卉		毛红保(95)
干扰支援下航空兵协同抗击多目标分配	许凯	王刚	王伟丞(99)
面向服务模式的卫星应用任务流生成框架	郭少阳		刘进(104)

地空导弹高低两层反导火力协同模式选择问题研究	李龙跃	刘付显(108)
常规兵器试验弹药安全风险评价	张镭 杜茜	杜红梅(112)
火力密度及其应用研究	郑斌	董树军(117)
海上编队对空防御中电子战飞机空域配置的方法	朴成日	沈治河(120)
基于 SEA 的防空雷达体系作战效能评估	贾仁耀 孟令杰	张小保(124)
武器装备作战需求跟踪探析	贾现录 王书敏	程浩(128)
武警部队军事行动中矩阵对策理论及其应用	鲍培文	(131)
无人机 PC/104 发控系统检测技术研究	王金广 樊晓明	石京京(136)
基于 EBNI 的信息化条件下陆战行动建模研究	刘兵 胡晓峰	王燕(138)
基于 DMEA 的战时军用油库系统生存能力评估模型	张建国	黄金明(143)
无人机保障间瞄装备打靶航迹规划分析	史建军	(146)
一种基于语言值二元组的模糊决策方法及其在演习评估中的应用	郑书军 戴敦敬	李德清(149)
战场气象水文环境通用态势图的研究	杨昊宁	(151)
指挥信息系统安全管理体系设计	马琳 刘福强 刘鹏	杨健(156)
基于 Skyline 的核、生、化战场态势显示系统研究	姜晓佳 孙玉萍	武云鹏(159)
多传感器管控方案优化	吉鑫 韩世增	肖增瑞(162)
陆军装备保障体系建设问题研究	张庆生	(167)
武器目标分配问题研究综述与评论	刘进 徐培德 祝江汉	余滨(170)
协同理论在军民融合式装备保障中的应用分析	刘彬 黄少罗 路旭	吴忠海(174)

专题 3 军事对抗系统理论及应用

卫星成像侦察任务的指派方法研究	赵翔 谈群 赵明	游卫华(179)
博弈论在常规导弹部队红蓝对抗策略选择中的应用	鲍伟 刘华平	刘华(184)
基于 BP 神经网络的电子防空侦察体系效能评估	孟令杰 贾仁耀	张小保(187)
基于改进证据理论的陆战队登陆地域规划方案评估模型	苏思 徐润萍	梁洪利(191)
基于信息系统的作战能力评估	郭眺	(195)
基于复杂网络理论的 Cyberspace 指控体系抗毁性评估	许相莉 胡晓峰	贺筱媛(199)
基于 ANP 察打一体无人机作战效果评估模型研究	杨颜靖 王俊	许红蕊(204)
计算机病毒的分段传播模型	孙梅慈	(207)
空天攻防体系中的作战指挥控制问题研究	梁维泰 王俊	杨进佩(211)
面向联合作战的空信息指挥控制体系架构设想	王俊 章倩 毛晓彬	梁维泰(217)
基于证据支持度的空中目标识别信息融合方法研究	周尧 姜礼平	韩雪滨(224)
对基于信息系统体系作战信息化弹药的发展构想	苟源	胡开林(228)
基于改进 ADC 模型的战术互联网效能评估	郑启	(231)
试论碎片超高速碰撞航天器破坏效果的评估方法	王卫东 陈浩光 李小喜	张康明(235)
基于指数模型的 GJT112 型推土机作战效能评估	王传卫 黄玉明	夏致晰(239)
灰色综合评估方法在军用运输机效能评估中的应用	张雅舰 曹泽阳	商长安(243)
一体化作战博弈分析	王桐 毕义明 杨萍	杨眉(246)
一体化作战下指挥信息体系作战需求描述建模	杨眉 汪民乐 马进	王桐(249)

网电空间环境下指挥信息系统安全问题研究	魏乾(253)
赛博攻击背景下地面防空体系效能评估模型研究	张兆栋 张明智 曹志华(257)
协同模式下基于 D-S 的多源决策信息融合模型	宋留勇 马英南 刘靖旭 李兴兵(261)
基层部队信息资源丰裕度测定模型	刘国泰 刘靖旭(267)
基于组织理论研究体系中的智能主体网络	吴昊(272)
面向军用信息系统安全域的访问控制模型探析	刘浩(278)
中印边境作战系统分析	王桐 毕义明 杨萍 李瑛(283)
军事气象水文信息系统作战体系结构设计方法的研究	杨昊宁(286)
蠕虫病毒的传播及其对网络毁伤性	刘启明(290)
面向作战仿真实验的可视化方法研究	季明 胡晓峰(294)
空天防御体系效能评估的 SD 模型研究	商长安 张学礼 史向峰(299)
复杂电磁环境下战斗力生成模式的系统规划	刘宏飞 路彪(304)
数字化机步团指控系统效能评估研究	田峰(307)
信息化条件下机步师作战指挥信息流程优化研究	项海涛(311)
基于脆弱性分析的军事信息网络安全防护	周剑明 项海涛(314)
基于信息系统的空军地面防空部队体系作战能力建设研究	赵连云 王海平 李锦波 郭亚坤(318)
基于价值函数的武器装备体系能力对比方法研究	胡海波 董健(322)
大数据环境下的决策信息需求通用表达和解析方法	金欣 宗士强 闫晶晶 王珩 李友江(327)
机载自组织网络安全可信技术研究	黄松华 章倩 钱宁 王俊 梁维泰(332)
基于空间信息系统的时敏目标打击	毛晓彬 姚芬 闫晶晶(336)
太空战指挥控制能力建设思考	闫晶晶 毛晓彬 梁维泰 杨进佩(341)

专题 4 新型陆军装备维修保障中的建模与仿真

箔条质心干扰抗击雷达制导反舰导弹的仿真评估研究	王斌 董莉 于洪波(347)
信息化条件下战时装备调配保障决策模型	邹渝 周泽云(351)
多站协同条件下地对空雷达干扰压制区计算	何俊 韩国玺 黄晨(355)
基于遗传算法的空间多传感器优化部署模型研究	刘旭 李为民 钟秋(361)
基于改进粒子群算法的装备支援保障路径优化问题研究	赵喜 赵欢(365)
装备保障方案优化的线性规划算法	郭全魁 陈磊 吕彬(368)
装备保障力量部署决策优化问题研究	吕文奇 王敦士(372)
某型防空武器系统战斗损伤仿真分析设计研究	赵田 张炜 王乾 郭小强(376)
基于 Agent 技术的导弹作战仿真模型标准化研究	陈永松 刘卫东(380)
基于系统动力学的导弹武器装备发展分析	邵建兆 毕义明 翟世梅(384)
基于延拓矩阵的 RBF 航空货运量预测研究	罗雷 张新军 常刚(388)
武器装备体系保障能力描述研究	王一波 石全 张成(392)
基于机载雷达天线方向图的地对空多站协同干扰暴露区计算与仿真	祁建清 黄晨 韩国玺(395)
分队战场地形环境分析概念模型研究	徐小亭(399)
分队战术模拟训练系统中直瞄射击动作模型研究	聂文兵(404)

通信对抗装备保障能力数据采集研究	沈楠	齐锋	甘桂华(408)
BP 神经网络在装备备件数量需求预测中的应用	夏军	黄伟	程淑琼(410)
基于 Petri 网的防化装备维修保障系统研究	章柏红	李江华	戴君(415)
基于 SD 的战时装备维修器材消耗预测模型	赵美	王海丹	王立欣(419)
基于模糊综合评判与灰色综合评价法的炮兵武器毁伤效能评价	杨楠	陈博文	刘艳娜 陈静(422)
现代军事保障系统的复杂网络度分布研究	孙秋媚	李蒙	刘立红(425)
新型军械装备变速箱基于状态的维修决策方案研究	刘恒	雷争军	滕红智(428)
装备保障过程建模方法研究	李杰	黄少罗	(431)

专题 5 其他与主题相关内容

基于动态规划的兵力机动路线优选	董长清	王海林	苏建新(439)
不完全信息下运输网络最短路径关键边问题再探	张新军	罗雷	周飞飞(443)
信息化条件下指挥系统连续性保障研究	黄力伟	许品刚	(447)
案例教学法在雷达兵作战运筹教学中的应用	王海林	董长清	苏建新(449)
来袭空中目标威胁度排序的模糊线性序法系统建模	唐忠华	王鑫	杨松年 吴强(452)
基于组合预测的备件需求预测模型	孔翠平	朱根林	孟君(455)
基于 Bootstrap 方法的冷发射弹道导弹发射筒状态特征提取与优化	刘华平	胡喜珍	曹素平(458)
无标度网络上具有非线性传染率的 SIDS 传播模型	邓长松	刘启明	(461)
面向应急条件多平台对地观测资源优化部署	王建江	徐培德	刘进 吴朝波(464)
装备保障指挥自动化中的军事运筹问题	朱建冲	刘鹏宇	苏森(470)
基于复杂网络的战场 Ad hoc 网络拓扑模型研究	姬瑞龙	何俊	沈楠(475)
基于多传感器融合的低空目标追踪研究	华玮	宦江群	李建忠 鲍军荣(479)
面向指挥决策能力培养,构建体系对抗运筹学教学体系	刘俊友	赵瑾	贾现录 张庆捷 郑斌(483)
基于主观评判模糊层次分析的可信度评估方法	顾健	戴国忠	张祥林 李明(487)
基于集值迭代法的洗消站选址指标权重确定	吴明飞	戴君	郭好(491)
复杂地形下化学毒气危害预测与可视化技术研究	刘峰	姜晓佳	温晓红(494)
核应急放射性去污能力计算模型研究	杨江龙	王德才	唐业军(497)
基于唯一参照物比较判断的洗消站选址权重确定	戴君	章柏红	吴明飞(500)
基于任务周期的模块化作战编成风险分析与评估	孟继儒	彭勇	(503)
舆情信息的传播模型与实例分析	陈静	李亚玲	刘真真 杨楠(507)
基于 Bonferroni 均值的军校学员综合素质评价模型	张红艳	胡皓	赵娜(510)
深化军事运筹学教学改革思考与实践	王兆威	阳平华	张士杰(513)
军事运筹学课程案例设计原则	刘进	徐培德	余滨 马满好(517)
基础课程对培养军事运筹专业人才作用的价值导向评价方法	李志猛	徐培德	彭黎 马满好(519)
机载网络传输机制改进策略研究	钱宁	章倩	黄松华 王俊 梁维泰(525)
基于 UMDA 的 Web 服务选择方法研究	陆晓明	俞露	闫晶晶(529)
基于模糊信度的多属性威胁排序方法	高健	俞露	杨进佩 梁维泰(534)
基于目标剩余时间的多目标分配算法研究	黄国强		(539)

基于任务共同体的空中多平台协同探测任务规划技术研究	杨进佩 张维 梁维泰 宋新建(542)
基于语义关联的联想式数据查询支持模式研究	李友江 金欣 梁维泰(548)
美国作战软件 and 数据的研制与管理情况分析	张艳茹(553)
移动 Ad Hoc 网络 TCP 改进方案研究	张兆晨 钱宁 黄松华 王俊(559)
作战目标价值排序模型研究	王三喜 王帅(564)
重要经济目标的综合防护体系探索	刘艳 朱万红(569)
基于梯形模糊数层次变权的军事演习经费使用效益评价决策模型	胡皓 李德清 张红艳(572)
军事运筹学方向本科生毕业论文设计探讨	刘进 徐培德 余滨 马满好(576)
“反介入”思维下美国战略打击力量未来发展前瞻	樊胜利 种杰 魏超 苏健(578)
信息化条件下美军心理战战斗力生成方式分析及启示	陈智博 王栓杰 李华 王民全(583)
关于网络电磁空间安全发展现状与应对策略的思考	李华 王栓杰 王民全 陈智博(586)
实现部队战斗力生成模式快速转变问题的研究	盖双锁(590)
基于能力的武器装备体系保障研究框架	王一波 石全 张成(593)
军用无人机装备技术保障能力建设探究	王耀北 廖明飞(596)
海军预提专业士官培训质量管理模式研究	余博超 张汇锋 余滨 徐培德(599)
基于全面质量管理的军校实验教学管理模式研究	陈明霜 余滨 徐培德(604)

专 题 1

军事运筹理论的应用与实践

基于熵权和 TOPSIS 的导弹旅(团)司令部指挥能力评估

黄伟 夏军 刘华平

(二炮指挥学院,湖北武汉 430012)

摘 要: 针对导弹旅(团)司令部指挥能力评估的多属性决策特点,提出评估导弹旅(团)司令部指挥能力评估的指标体系,采用熵权法进行指标体系权重计算、TOPSIS 法进行定量评估排序,在此基础上进行实证分析计算,该方法对其他领域评估有一定借鉴意义。

关键词: 导弹旅(团);司令部;评估;熵;TOPSIS

1 引言

司令部是部队的“大脑”和“神经中枢”,司令部的指挥能力在部队作战能力体系中具有十分重要的地位和作用。在使命任务牵引以及强军目标指引下,推进新形势下导弹旅(团)司令部指挥能力建设进程中,对导弹旅(团)司令部指挥能力进行科学评估,有利于上级机关全面客观地了解导弹旅(团)司令部建设水平,有利于导弹旅(团)司令部找准差距、改进不足、不断提高以核心军事指挥能力为核心的平战一体、军地融合指挥能力,是我军作战能力评估的重要组成部分,但司令部指挥能力评估属典型的多属性决策(Multiple Attribution Decision Making, MADM)问题,评估难度较大。

MADM 问题是决策领域的重要研究内容,在工程、管理、军事等领域均有广泛应用。多属性决策过程中,往往需要决策者分析两种性质的信息:一种是关于各备选方案的单准则效用值方面的信息,这种信息主要来自于决策客体,即备选方案集,可以构造属性函数,确定方案的属性值。有些属性值可用明显的数字形式定量表达,有些属性值只能给出定性等级。接近理想方案的序数偏好法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS),又称双基点法,是一种多属性评估方法^[4],通过构造多属性问题的正理想解和负理想解,并以靠近正理想解和远离负理想解两个基准作为评价判断,广泛应用于该类信息分析。另一种是关于各属性之间关系方面的属性偏好信息,即属性权重信息,这种信息主要来自决策主体,通常决策主体难用明

显的数字形式明确地进行定量表达。目前,确定权重的方法有多种,大致可分为两类:一类是主观赋权法;另一类是客观赋权法,如熵权法、主成分分析法等。熵的概念起源于热力学,1864 年德国物理学家克劳修斯(K. Clausius)在研究热力学时首先提出熵的概念,1948 年美国学者香农(C. E. Shannon)将其引入信息论赋予了熵更广泛的涵义,奠定了现代信息论的科学理论基础。熵权法是一种根据各属性观测值所提供信息量的大小来确定属性权重的方法,可以利用决策矩阵包含的信息量来确定属性权重。采用熵权法确定权重反映了属性的信息效用价值,其值越大,指标越重要,反之亦然^[2]。

本文在梳理导弹旅(团)司令部指挥能力构成要素基础上,从自身建设、管理教育、完成任务和战备工作等四个方面提出了相应的导弹旅(团)司令部指挥能力评估指标体系,采用熵权法进行指标体系权重计算、TOPSIS 法进行定量评估排序,在此基础上进行了实证分析计算。

2 导弹旅(团)司令部指挥能力评估构模

2.1 评估指标体系构建

评估导弹旅(团)司令部指挥能力时,根据部队实际,可建立由自身素质、遂行任务、战备值班、战备训练等四个方面构成的准则层指标,四个准则层指标又可细分为具体的指标层指标,如图 1 所示。

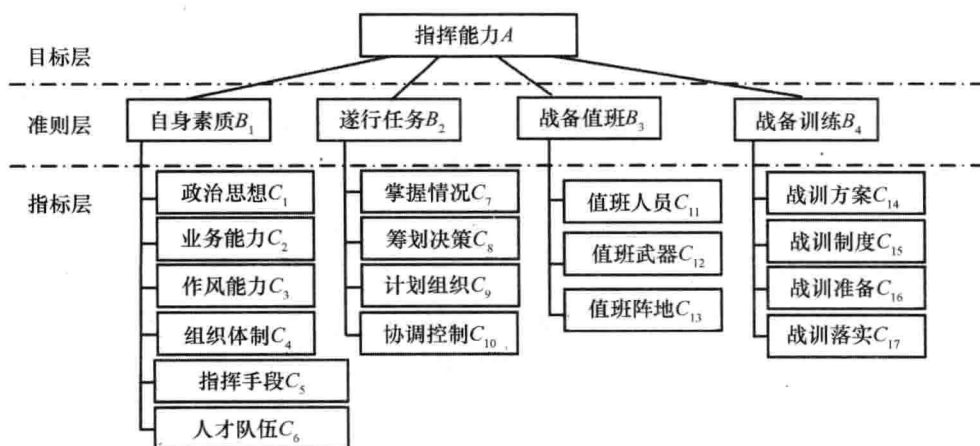


图1 导弹旅(团)司令部指挥能力评估指标体系

指标体系可表示为

$$B_1 = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6\}$$

$$B_2 = \{C_7, C_8, C_9, C_{10}\}$$

$$B_3 = \{C_{11}, C_{12}, C_{13}\}$$

$$B_4 = \{C_{14}, C_{15}, C_{16}, C_{17}\}$$

2.2 MADM 问题的一般数学模型

设决策方案集 $U = \{u_i\}$, 属性集 $V = \{v_j\}$, 指标权重集 $W = \{w_j\}$, 决策矩阵 $A = (a_{ij})_{m \times n}$, 其中 a_{ij} 为方案 u_i 按指标 v_j 进行测量所得到的值, w_j 为待定指标的权系数, 满足 $\sum_{j=1}^n w_j = 1 (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$, 则四元组 $\{U, V, W, A\}$ 构成了 MADM 的数学模型。导弹旅(团)司令部指挥能力评估指标属性集为

$$V = \{v_j\} = \{C_1, C_2, \dots, C_{17}\}$$

3 导弹旅(团)司令部指挥能力评估模型算法

3.1 数据预处理

数据预处理又称属性值规范化, 本质是给出某个指标的属性值在决策人评价方案优劣时的实际价值。由于属性集中各指标的物理量纲不同, 因此决策前需要通过一定的规则对决策矩阵进行规范化处理。属性类型主要有效益型、成本型、固定型、区间型等, 而最常用是效益型和成本型。常用的数据预处理方法主要有线性变换、标准 0-1 变换、最优值为给定区间时的变换、向量规范化、原始数据的统计

处理和专家打分数据等。数据预处理的过程主要是将原始决策矩阵 $A = (a_{ij})_{m \times n}$ 转换成规范化矩阵 $C = (c_{ij})_{m \times n}$, 方法如下:

$$c_{ij} = \begin{cases} \frac{a_{ij}}{a_j^{\max}} = \frac{a_{ij}}{\max\{a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}\}} & (j \in J_1) \\ \frac{a_j^{\min}}{a_{ij}} = \frac{\min\{a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}\}}{a_{ij}} & (j \in J_2) \end{cases} \quad (1)$$

式中: J_1 为效益型属性; J_2 为成本型属性; $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ 。

3.2 熵权法权重算法

熵值是系统不确定性的量度, 当系统处于几种不同状态且每种状态概率为 $p_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 时, 系统的熵为

$$E = - \sum_{i=1}^m p_i \cdot \log p_i \quad (2)$$

当系统处于各状态的概率相等, 即 $p_i = 1/m$ 时, 其熵值取最大值。显然, 属性熵值越大, 该属性在各个方案上的取值与该属性的最优值间的差异程度就越小, 即越接近最优值。在熵概念基础上, 可以定义一个具有适应性的熵, 对于规范化矩阵 $C = (c_{ij})_{m \times n}$, 第 j 个属性的熵定义为

$$h_j = - \sum_{i=1}^m (\bar{c}_{ij} \cdot \ln \bar{c}_{ij}) / \ln m \quad (3)$$

式中: $\bar{c}_{ij} = c_{ij} / \sum_{i=1}^m c_{ij}$, 并指定 $\bar{c}_{ij} = 0$ 时, $\bar{c}_{ij} \cdot \ln \bar{c}_{ij} = 0$ 。

第 j 个指标的熵权为

$$w_j = \frac{1 - h_j}{n - \sum_{j=1}^n h_j} \quad (4)$$

熵权确定后,加权的规范化矩阵元素值 $c'_{ij} = w_j \cdot c_{ij}$ 。

3.3 TOPSIS 法评估排序模型算法

TOPSIS 法用于多目标评估排序时,若每个属性均构成目标,则模型的目标为 n 个,目标函数 $f_k(c_{ij})$ 为评估属性的价值函数 $V_j(c_{ij})$ 。TOPSIS 法实质上是 将评估集中各项属性目标值均达到或接近最优值的 V_k^* ($V_k^* = \max V_k(x_{ij})$ 或 $V_k^* = \min V_k(x_{ij})$) 作为理想点值,用 $I^* = (V_1^*, V_2^*, \dots, V_n^*)$ 表示,用欧几里得范数作为距离测度,求评估对象与理想点 I^* 的距离, 以此距离作为评估对象的排序依据,即

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_j^*)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

式中: S_i^* 为评估对象 A_i 与理想点 I^* 的距离; x_{ij} 为第 j 个目标对于第 i 个评估对象的规范化加权值。

同样,可定义负理想点 $I^0, I^0 = (V_1^0, V_2^0, \dots, V_n^0)$, 求出评估对象 A_i 与负理想点的距离,即

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_j^-)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (6)$$

将评估对象 A_i 与理想解、负理想解的相对贴近度定义为

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

由此可知, $0 \leq C_i^* \leq 1$ 。若 A_i 是理想解,则 $C_i^* = 1$;若

A_i 是负理想解,则 $C_i^* = 0$ 。按照这一测度可以对所有 有评估对象排序。

TOPSIS 法评估排序的算法步骤如下:

(1) 用归一法对评估矩阵做标准化处理,得到 标准化矩阵 $Y = (y_{ij})_{m \times n}$,其中:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

(2) 计算加权标准化矩阵 $V = (v_{ij})_{m \times n} = (w_j y_{ij})_{m \times n}$ 。

(3) 确定理想解和负理想解:对正理想解,效 益型指标取最大值,成本型指标取最小值;对负理 想解,效益型指标取最小值,成本型指标取最 大值。

(4) 由式(5)和式(6)计算各评估对象到理想点 解和负理想点解的距离。

(5) 由式(7)计算各评估对象的相对贴 近度。

(6) 按相对贴近度大小,对各评估对象进行 排序。

4 实证分析算例

对某部编制内的 9 个导弹旅(团)司令部指挥能 力进行评估,评估指标集中每个指标的评语集 $M = \{\text{很好、好、一般、差、很差}\}$,对应值分别为 5、4、3、2、 1。评分情况如表 1 所列。

表 1 导弹旅(团)司令部评指挥能力评分

准则层 B 指标	指标层 C 指标	司令部 1	司令部 2	司令部 3	司令部 4	司令部 5	司令部 6	司令部 7	司令部 8	司令部 9
B_1	C_1	2	3	2	3	4	3	5	3	5
	C_2	3	2	4	2	3	3	4	5	4
	C_3	2	2	4	4	5	5	4	4	3
	C_4	3	3	4	3	3	3	4	3	3
	C_5	4	3	2	3	5	4	5	4	3
	C_6	2	5	5	4	3	3	2	4	5
B_2	C_7	2	2	3	3	3	4	3	4	4
	C_8	3	2	2	4	3	3	4	5	4
	C_9	5	5	4	3	5	4	5	4	3
	C_{10}	4	5	3	5	3	4	5	3	5

(续)

准则层 B 指标	指标层 C 指标	司令部 1	司令部 2	司令部 3	司令部 4	司令部 5	司令部 6	司令部 7	司令部 8	司令部 9
B_3	C_{11}	4	4	5	5	3	5	5	5	5
	C_{12}	3	3	2	2	3	4	4	4	2
	C_{13}	3	3	3	4	3	3	4	4	4
B_4	C_{14}	2	4	2	4	3	5	5	3	4
	C_{15}	2	5	3	5	2	2	3	4	4
	C_{16}	4	3	4	5	4	4	4	4	5
	C_{17}	5	3	2	3	4	2	5	5	3

仿真计算得结果如图 2 所示。

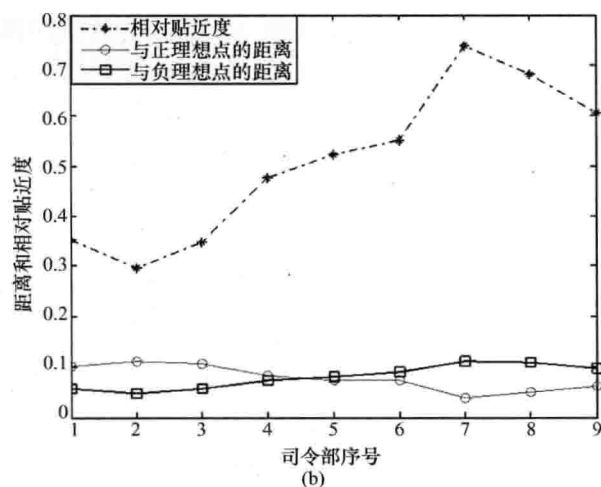
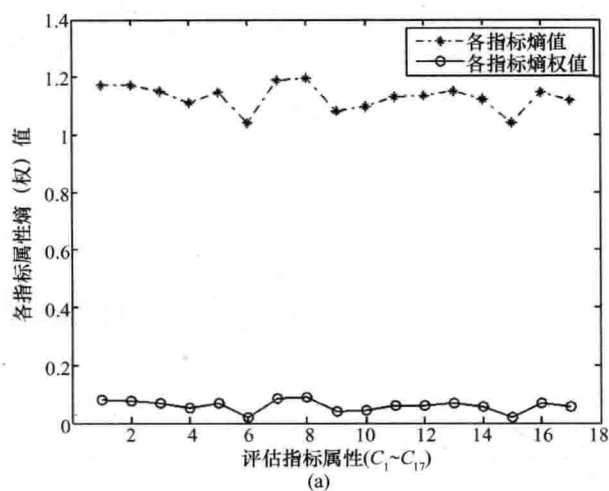


图 2 导弹旅(团)司令部指挥能力评估值

(a) 熵(权)值; (b) 与正、负理想点的距离和相对贴近度。

熵权值 $w = (0.0784, 0.0775, 0.0684, 0.0508, 0.0669, 0.0182, 0.0849, 0.0888, 0.0371, 0.0440, 0.0601, 0.0613, 0.0687, 0.0565, 0.0180, 0.0669, 0.0534)$ 。

导弹旅(团)司令部指挥能力的相对贴近度 $C_i^* = (0.3531, 0.2968, 0.3471, 0.4766, 0.5219, 0.5501, 0.7370, 0.6810, 0.6058)$ 。司令部指挥能力的相对贴近度值越大,表明指挥能力越强。

5 结束语

导弹旅(团)司令部指挥能力评估是一种复杂评估对象,本文采用熵权法和 TOPSIS 法综合的方法。其中:熵权法用评估信息本身的熵值来确定各指标属性的权重值,减少了主观赋权时随意性大的缺点;TOPSIS 法实现了多属性决策的综合排序。实例分析表明,综合采用熵权法和 TOPSIS 法用于导弹旅(团)司令部指挥能力评估是可行的、可信的,该方法对其他领域评估也有一定借鉴意义。

参考文献

- [1] 刘雷波,等. 信息化条件下司令部建设[M]. 北京:解放军出版社,2005.
- [2] 王龙,阎子刚. AHP 层次分析法与 TOPSIS 算法在供应商选择决策中的综合应用[J]. 中国经济与管理科学,2008,12(8): 105-107.
- [3] 夏璐,高虹霓. 基于熵和改进 TOPSIS 法的装备费效评估[J]. 四川兵工学报,2009,30:41-43.
- [4] 张毅,姜青山. 基于分层 TOPSIS 法的预警机效能评估[J]. 系统工程与电子技术,2011,33(5):1051-1054.