

装备器材保障 网络设计与优化



王荣辉 梁 波 金丽亚 著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

装备器材保障网络设计与优化

王荣辉 梁 波 金丽亚 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

装备器材保障作为装备保障工作的重要组成部分,担负着为我军各类装备维修保障提供物质基础、为装备恢复战斗能力创造条件的重任。因此,将抗毁性贯穿网络的设计阶段,探讨和研究满足一定抗毁性要求的装备器材保障网络设计与优化方法,是非常有意义的。本书在深入分析和总结现行保障模式特点的基础上,以构建适应未来一体化联合作战的装备器材保障模式为牵引,基于区域物流理论提出了装备器材保障模式,并在此基础上研究了保障网络设计的关键技术、抗毁性度量方法及业务层抗毁性优化。

本书可作为高等院校相关专业研究生和高年级本科生的参考书,也可供从事装备保障领域的科研人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

装备器材保障网络设计与优化 / 王荣辉, 梁波, 金丽亚著. —北京: 电子工业出版社, 2018.8

ISBN 978-7-121-35156-3

I. ①装… II. ①王… ②梁… ③金… III. ①武器装备管理—研究 IV. ①E145.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 228190 号

责任编辑: 王晓庆

印 刷: 北京虎彩文化传播有限公司

装 订: 北京虎彩文化传播有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 10 字数: 256 千字

版 次: 2018 年 8 月第 1 版

印 次: 2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254113, wangxq@phei.com.cn。

前 言

装备器材保障作为装备保障工作的重要组成部分，担负着为我军各类装备维修保障提供物质基础、为装备恢复战斗能力创造条件的重任。一方面，我军虽然在装备器材保障的应用研究方面做出了一定的成效，基本形成了一个“纵向一体化”的装备器材保障模式，但是现行的装备器材保障模式不能完全满足迅捷、优质、高效、低耗、柔性保障的要求，不能很好地适应信息化装备维修保障的需要。另一方面，信息化战争对后勤与装备保障的依赖性空前增大，交战双方都把打击破坏敌方装备保障力量作为达成战争目的的基本手段之一。装备器材保障的生存已成为一个非常突出的问题，因此，将抗毁性贯穿网络的设计阶段，探讨和研究满足一定抗毁性要求的装备器材保障网络设计与优化方法，是非常有意义的。

本书以装备器材保障为具体研究对象，按照“保障模式研究—保障网络设计—网络抗毁性分析—网络抗毁性优化”的思路开展研究。

本书共 6 章。第 1 章主要包括研究背景、研究意义、相关研究现状，以及研究思路、内容及结构等内容。第 2 章主要包括相关概念、现行装备器材保障模式分析、基于区域保障的装备器材保障模式构建、基于区域保障模式的装备器材保障网络分析等内容。第 3 章主要包括装备器材保障网络设计关键技术分析、基于群决策的候选保障中心选址决策、基于双层混合整数规划的保障中心选址决策、保障中心选址算例等内容。第 4 章主要包括装备器材保障网络抗毁性测度建立原则及研究框架、装备器材保障网络抗毁性测度、装备器材保障网络抗毁性仿真实验等内容。第 5 章主要包括业务层中断恢复问题分析、业务层中断恢复模型构建、业务层中断恢复模型求解算法设计、装备器材保障网络业务层中断恢复算例等内容。第 6 章总结主要完成的工作，分析创新点，对未来工作进行展望。

本书由王荣辉、梁波、金丽亚著。书中不免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

作 者

2018 年 8 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	2
1.3 相关研究现状	3
1.3.1 区域物流理论与实践研究	3
1.3.2 选址问题	9
1.3.3 网络抗毁性	12
1.3.4 干扰管理理论与方法	18
1.3.5 文献总结	22
1.4 研究思路、内容及结构	24
第 2 章 装备器材保障模式	27
2.1 相关概念	27
2.2 现行装备器材保障模式分析	29
2.2.1 现行装备器材保障模式的特点	29
2.2.2 现行装备器材保障模式的不足	30
2.3 基于区域保障的装备器材保障模式构建	32
2.3.1 保障模式构建原则	32
2.3.2 保障模式总体结构	33
2.3.3 组织机构及其职能	35
2.3.4 保障模式中的业务处理	37
2.3.5 保障模式中的信息处理	41
2.3.6 保障模式的特点分析	45
2.3.7 区域保障模式实施策略	46
2.4 基于区域保障模式的装备器材保障网络分析	46
2.4.1 装备器材保障网络的构成及特点	47
2.4.2 装备器材保障网络的网络模型	49
2.4.3 装备器材保障网络的设计要求	53
2.5 本章小结	54
第 3 章 装备器材保障网络设计关键技术	55
3.1 装备器材保障网络设计关键技术分析	55

3.1.1	研究对象分析	55
3.1.2	研究问题分解	56
3.1.3	研究总体思路	56
3.2	基于群决策的候选保障中心选址决策	58
3.2.1	候选保障中心选址评价指标体系	58
3.2.2	语言型多指标群决策问题	60
3.2.3	候选保障中心选址的二元语义群决策	64
3.3	基于双层混合整数规划的保障中心选址决策	71
3.3.1	模型建立	71
3.3.2	模型求解算法设计	76
3.4	保障中心选址算例	83
3.4.1	实验数据	83
3.4.2	初选阶段	83
3.4.3	终选阶段	86
3.5	本章小结	90
第 4 章	装备器材保障网络抗毁性度量方法	91
4.1	装备器材保障网络抗毁性测度建立原则及研究框架	91
4.1.1	抗毁性测度建立原则	91
4.1.2	抗毁性测度研究框架	92
4.2	装备器材保障网络抗毁性测度	93
4.2.1	网络物理层抗毁性测度	94
4.2.2	网络业务层抗毁性测度	95
4.2.3	计算抗毁性测度的关键算法设计	96
4.3	装备器材保障网络抗毁性仿真实验	100
4.3.1	仿真实验数据环境	100
4.3.2	攻击策略	103
4.3.3	网络抗毁性仿真实验	105
4.3.4	装备器材保障网络抗毁性结论	109
4.4	本章小结	109
第 5 章	装备器材保障网络抗毁性优化	111
5.1	业务层中断恢复问题分析	111
5.1.1	救援策略的概念	111
5.1.2	业务层中断问题描述	113
5.1.3	业务层中断恢复策略确定原则	115
5.1.4	业务层中断施救决策过程	116

5.2	业务层中断恢复模型构建	117
5.2.1	目标函数分析	117
5.2.2	模型假设及变量定义	119
5.2.3	模型构建	121
5.3	业务层中断恢复模型求解算法设计	122
5.3.1	改进的非支配排序遗传算法	122
5.3.2	算法执行流程	128
5.3.3	算法复杂度分析	129
5.4	装备器材保障网络业务层中断恢复算例	129
5.4.1	实验数据	129
5.4.2	恢复策略确定	131
5.4.3	实验结果	132
5.4.4	中断恢复后的业务层抗毁性	132
5.5	本章小结	135
第 6 章	结论与展望	136
6.1	主要完成的工作	136
6.2	创新点	137
6.3	展望	138
附录	候选保障中心初选数据	139
	参考文献	143

第1章 绪 论

1.1 研究背景

现代高技术战争对后勤与装备保障的依赖性空前增大,交战双方都把打击破坏敌方后勤与装备保障力量作为达成战争目的的基本手段之一,后勤与装备保障生存已成为一个非常突出的问题^[1]。美国陆军 1993 年《作战纲要》明确提出:“摧毁敌方支援系统,并保护己方支援系统,是战役和战役性作战的重要方面。”在海湾战争中,多国部队对伊拉克战略后方和后勤保障系统进行了大规模的摧毁性打击,使伊拉克军队的物资器材补给能力降低 90%以上,战斗力受到了极其严重的削弱。随着高技术武器系统和现代化侦察手段的不断发展,装备保障防卫的要求越来越高,各国比以往更加重视装备保障生存防卫的规划与研究,强调把装备保障生存防卫纳入整个作战防卫体系,组织专门力量实施立体防卫、合成抗击,加强重点防卫,实施有效的装备保障隐蔽伪装,提高装备保障的生存防卫能力。一些国家正加紧健全全方位、立体化和整体化的安全防卫体系,如美军建立了后方地域作战指挥中心,组织训练有素和装备精良的部队承担后方防卫任务,法军新编步兵师编设指挥与后勤团,负责全师的通信联络、后勤保障和后勤防卫。一些国家针对现代战争面临的艰巨防卫任务,还在条令中规定后勤与装备保障部队应具备在必要时同战斗部队一起作战的能力^[2]。在未来战争中,作战双方在战略战术运用上将更加重视破坏敌方的保障系统、保护己方的保障系统。我国军事物流学创始人王宗喜教授也曾强调:军事物流资源配置要具有战略性、前瞻性,要服从未来战争的实际^[3]。另外,国外学者 Lawrence V S 和 Mark S D 在研究企业供应链时发现,考虑设施失效的供应链设计方案能够明显改善在供应链中断时设施的服务效果^[4,5]。由此可见,装备保障网络在设计阶段应当充分考虑在未来战争中应对网络失效的能力,研究装备保障网络的抗毁性,提高装备保障网络在应急条件下的生存能力,成为新军事时期的重要课题。

在深化“两成两力”建设过程中,提出了“军民融合、平战结合、专业组合、资源整合;任务统筹、力量统用、手段统建、装备统管”的总体思路,简称“四合四统”^[6]。“四合四统”在保障模式上要求实现由条块分割、相对分散向综合化、区域化、一体化

转变,促进“管、修、筹、供、训”融合互动;在保障能力建设上要求实现由相对单一向多样化转变,以促进完成多样化军事任务的装备保障能力的形成;在保障管理模式上要求实现由粗放式管理向精细化管理转变,以促进装备保障管理效益的全面提升。“四合四统”与联合作战装备一体化综合保障能力建设均强调统筹保障资源,形成体系保障能力,二者在目的上具有一致性。从某种意义上讲,立足我军装备建设实际,积极走“四合四统”的路子,已成为当前推进联合作战装备一体化综合保障能力建设的一条重要途径。因此,加强装备一体化综合保障能力建设,要进一步走装备“四合四统”的路子,不断推动装备保障实现“四个转变”:以系统集成为中心,促进装备保障由各专业自成体系向综合保障转变;以体制创新为动力,促进装备保障由军队自主保障向军民一体化保障转变;以作战需求为牵引,促进装备保障由注重平时向平战结合转变;以资源整合为重点,促进装备保障由分散建设向集约建设转变。

由以上分析可以得出两点结论。一是装备保障力量生存性在现代战争中日益凸显,得到了世界各军事强国的普遍关注。提高装备保障生存能力,一方面需要在战时加强装备保障防卫力量,另一方面需要在装备保障网络的设计阶段就考虑网络抗毁性要求,将抗毁性作为保障网络的设计属性。二是综合集成是未来装备保障建设的基本趋势。提高装备保障能力,必须在保障机制与保障模式上寻求提升装备保障能力的新途径。本书基于以上背景,以装备器材保障为研究对象,以“四合四统”为基本思想,以构建适应未来一体化联合作战要求的装备器材保障网络为根本目的,以区域物流理论、选址理论、网络抗毁性理论、干扰管理理论为方法与理论支撑,探讨装备器材保障模式,研究装备器材保障网络设计、抗毁性度量与优化方法。

1.2 研究意义

本书结合装备器材保障的特点,对装备器材保障网络的设计与优化问题进行深入研究,研究的意义体现在以下三方面。

(1) 探索适应未来一体化联合作战样式的装备器材保障新模式。装备器材保障是陆军军械装备器材保障、装甲装备器材保障、车船装备器材保障、工化装备器材保障的统称,我军现阶段实行的是各专业独立运行的保障模式,这种保障模式具有专业间缺乏合作协调机制、应急条件下器材集结效率不高等缺点。从近几年相关部门主导的一系列改革活动可以看出,“四合四统”是装备器材保障发展的必然趋势。本书的研究意义之一就是“四合四统”为基本思想,探索如何构建适应未来一体化联合作战样式的装备器材保障新模式。

(2) 探讨构建具备一定抗毁性要求的装备器材保障网络设计方法。在计算机通信领域,设计计算机通信网络时通常都要考虑网络的抗毁性指标,通过链路备份或节点备份的方法提高通信网络应对通信中断的能力^[7];在物流网络设计中,通常将网络运行成本作为物流网络设计首要考虑的因素,但也有部分文献在设计阶段考虑了抗毁性要求^[8,9]。装备器材保障网络由于其军事特性,在设计阶段考虑抗毁性指标具有明显的军事意义,然而,从这个角度系统地研究装备器材保障网络设计与优化方法的文献并不多。因此,本书的另一个研究意义就是以装备器材保障网络为研究对象,探讨构建具有一定抗毁性要求的装备器材保障网络的设计方法,丰富和完善网络,特别是网络抗毁性理论在军事器材保障网络设计中的应用。

(3) 为更广范围的装备保障问题研究提供有益的借鉴。装备器材保障仅仅是装备保障的一部分内容,研究如何构建适应未来战争的装备保障网络是本书研究的初衷。为了便于研究,本书仅选取了装备器材保障作为研究对象。即便如此,本书研究的内容对于更广范围的装备保障问题的研究,具有很好的借鉴意义。

1.3 相关研究现状

1.3.1 区域物流理论与实践研究

1. 区域物流理论和模型

关于区域物流的概念,在笔者查阅的文献中^[10~15]均采用了如下定义:区域物流是在一定的区域地理环境中,以大中型城市为中心,以区域经济规模和范围为基础,结合物流辐射的有效范围,将区域内的各类物品从供应地向接收地进行有效的实体流动,它实现了物资的空间效用、时间效用和形质效用,是运输、存储、装卸、包装、流通加工、配送、信息处理等几种功能的有机结合体。

物流的研究层面可以概括为企业层面、供应链层面、区域层面、国家层面、国际层面^[16],如图 1.1 所示。由此可见,区域物流在物流领域中属于中观物流的范畴,即从整体的角度研究区域物流资源的整合、配置和利用等问题。

目前,物流比较发达的美国、日本和欧洲在物流领域的研究侧重于企业层面,即研究作为经济活动的物流与企业的关系、作为企业利润源泉工具的物流对于企业的战略意义。实证研究多于规范研究,即通过研究与实际结合的方式为企业提供优化策略。这一层面上与区域物流相关的研究往往利用数量化的技术工具,多从跨国公司的角度

研究物流基础设施、市场竞争机制及物流供应链运行等问题（如网络设施选址定位问题、多工厂协调问题、战略配送体系设计等）。而较为宏观的区域物流研究则关注区域商业分布、工作能力、法律协调和文化合作等问题^[17]。

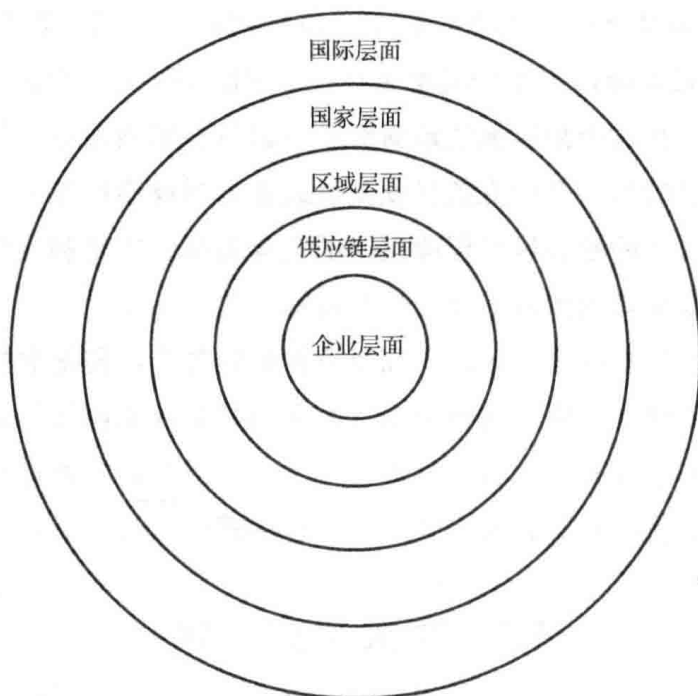


图 1.1 物流的研究层面

James L Asher^[18]将区域货运模型应用于区域网络的规划。区域货运模型包括产生、吸引和分布两个步骤，虽然可以用于预测区域内各小区发生、吸引的货运量及在各小区之间的分布，但将区域货运模型作为区域物流规划的理论模型有着很大的局限性。Donald J Bowersox^[19]针对柏林市勃兰登堡区域的经济变化而出现的交通货运等物流问题，提出通过政策和计划来进行战略性的调整。Eseobedo^[20]在对智利首都圣地亚哥周边区域经济研究的基础上，通过对价值链的分析，提出了以产品价值的流向来指导区域物流规划。Fisher^[21]将区域物流系统规划分为网络规划和节点规划两部分。其中，网络规划沿用传统的运输规划程序的思想；节点规划则根据节点功能的不同，划分为生产型配送、消费型配送和运输转运三类进行选址研究与规划。Ackermann^[22]通过分析非等级区域生产网络模型，认为目前企业间的合作与解散已经影响了物流产业的网络结构。基于此，他认为区域物流应该基于一个三层结构模型来规划，这三个层次包括需求流程、运输计划平台和物流基础设施，他认为这三层结构模型将会避免市场变化而造成的物流资源不足或浪费等问题。P H Ketikidis^[23]通过应用物流供应链管理的信息系统来调查城市区域物流发展现状和预测未来发展趋势。

我国对物流的研究最早从日本引入,起步较晚,与西方国家相比,无论在理论研究,还是在实践方面都相对落后。区域物流研究普遍侧重于宏观物流对国民经济和区域经济发展的重要意义性研究,这主要是由于国内流通领域的行业 and 部门分割影响了中低层次(区域物流、企业物流)的研究,缺乏中低层次物流研究的必要实践环境。

李春海、缪立新^[24]认为,物流规划理论的研究在国际上是一个非常活跃的领域,但是在我国的发展还相当缓慢,至今还没有形成统一的、可操作的方法体系,所以目前国内缺少制定宏观物流政策的理论依据,比如物流网络和物流节点(物流园区、码头等)的选址与优化、区域物流发展所需的各类设施的数量及其容量的确定、物流园区内部的功能设置等。他们提出了一个物流系统规划的总体框架,该框架按规划层次可分为3个模块:网络规划设计、物流园规划和微观仿真评价。他们还认为,应该加强物流规划理论、物流用地和现地规划研究,其中,建立一套符合我国国情的科学的物流规划方法体系是我国物流发展的当务之急。

汪波、杨天剑、赵艳彬^[25]对区域物流发展水平的综合评价进行了研究,指出区域物流是指一个地区范围或一个区域范围的货物运输、保管、包装、装卸及相关的信息传递活动,它是区域经济核心竞争力的组成部分,也是经济发展水平的重要标志。他们从区域物流合理化准则、物流子系统效率及服务水准准则和外部环境指标三大方面建立了区域物流发展水平的评估指标体系。这项研究具有一定的现实意义,可以据此评估区域物流发展水平所处的阶段。

张永、李旭宏、毛海军^[26]建立了一个区域物流基础设施平台规划框架。他们认为在区域物流规划中缺乏对区域物流基础网络规划的理论指导,更缺乏一套比较系统、科学的规划方法。这使得物流园区和物流中心在数量、规模与功能定位的确定上十分困难,很容易导致规划建设不当造成大量的物流资源浪费等问题。鉴于此,他们建立了一个基于增长机理的区域物流基础规划平台,将物流节点划分为三个层次:物流园区层、物流中心层、基础层。将物流通道划分为三个层次:主干通道、次干通道、支通道。这项研究为区域物流规划提供了方法论支撑和有益的指导。

另外,谈贵军等^[27]在国家社会物流综合费用核算体系的基础上,提出了一种区域社会物流总费用的统计方法;张义龙^[28]利用最优化概念建立区域物流分析的新方法,并设计了基于系统集成方法的各物流子系统的网络模型;王岳峰、刘伟^[29]提出了区域物流能力柔性规划的概念,对区域物流能力柔性规划的内涵进行了阐述,并在此基础上讨论了区域物流能力柔性规划的特点,构建了区域物流能力柔性规划的概念模型。

我国从 20 世纪 80 年代才开始从日本引进物流技术，不论是从理论还是从实践的角度，都与日本、美国、欧洲等物流发达国家和地区有相当大的差距。伴随市场经济的不断改革和发展，以及市场流通能力的不断增强，区域物流必然成为支撑市场流通的重要手段。

2. 区域物流理论在军事物流网络设计中的应用

王宗喜教授是我军军事物流的倡导者，王教授认为：军事物资经采集、运输、包装、加工（生产）、仓储、供应等环节，最终抵达部队（用户）而被消耗，从而实现其空间（或者与归属一并）转移的全过程，称为军事物流^[30]。军事物流作为物流的一个分支，在部队装备器材保障、后勤物资供应等方面提供了非常重要的理论支撑和方法指导。结合部队的军事特点，恰当运用先进的物流理论和技术手段，能够极大地提高装备保障军事效益，促进部队战斗力的提升。

目前，国内许多学者应用先进的区域物流理论对军事物资供应进行了研究，提出了一些很好的、可供借鉴的军事物资保障模式，为区域物流理论在军事物流中的应用研究做出了重要贡献。

蒋宁、王丰、王进^[31]分析了我军军事物流配送保障的内涵及特点，从物资储备、配送中心的构建、配送模式等方面对我军发展军事物流配送进行了探讨，军事物资配送模式示意图如图 1.2 所示。他们指出，我军应当根据后勤保障层次的不同，建立战略、战役、战术三级配送中心。战略配送中心负责对各战役方向、热点地区实施基地投送式战略快速支援保障，战役配送中心向保障区域范围内的战役部队实施配送式器材物资保障，战术配送中心则为战术部队提供伴随保障。

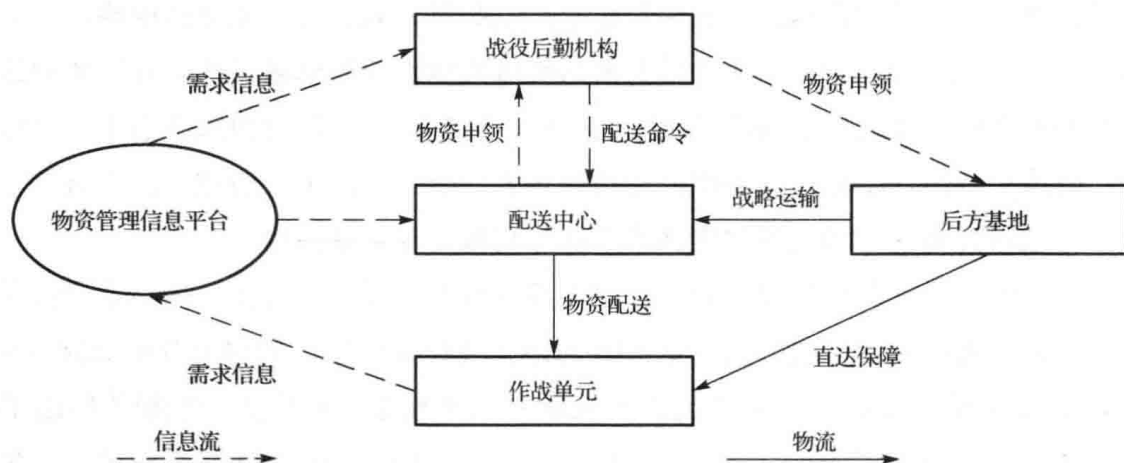


图 1.2 军事物资配送模式示意图

罗毅^[32]在分析国外几种典型军事物流供应链体系结构模型的基础上,提出了适合我军后勤物流体系的运行模式,即基于战区物流中心的军事物流体系结构,如图 1.3 所示。其基本观点是:按照区域保障与建制保障相结合、通用保障与专用保障相结合的方式,以军区为基础组织实施军区联勤保障。具体做法如下。

(1) 对于通用物资和通用勤务,按区域组织保障。以军区作战分界线为基准,把全国划分为若干军区联勤保障区,在每个军区联勤保障区内再根据作战方向、部队部署保障任务、行政区划和地形道路等条件划分为若干联勤分布保障区。在每个军区联勤保障区内设置一个功能完善的保障机构,负责对三军部队的通用物资统一供应,通用勤务统一组织,通用保障力量统一建设、管理和使用。通用物资保障的计划权、分配权仍由军兵种决定。

(2) 对于专用物资和专用勤务,按建制组织保障。具体是:专用物资专门供应,专用勤务自己负责,发展性经费专项保障,专用保障力量按系统建设、管理和使用。此外,通用物资和通用勤务保障计划仍由军兵种后勤系统逐级上报下达。

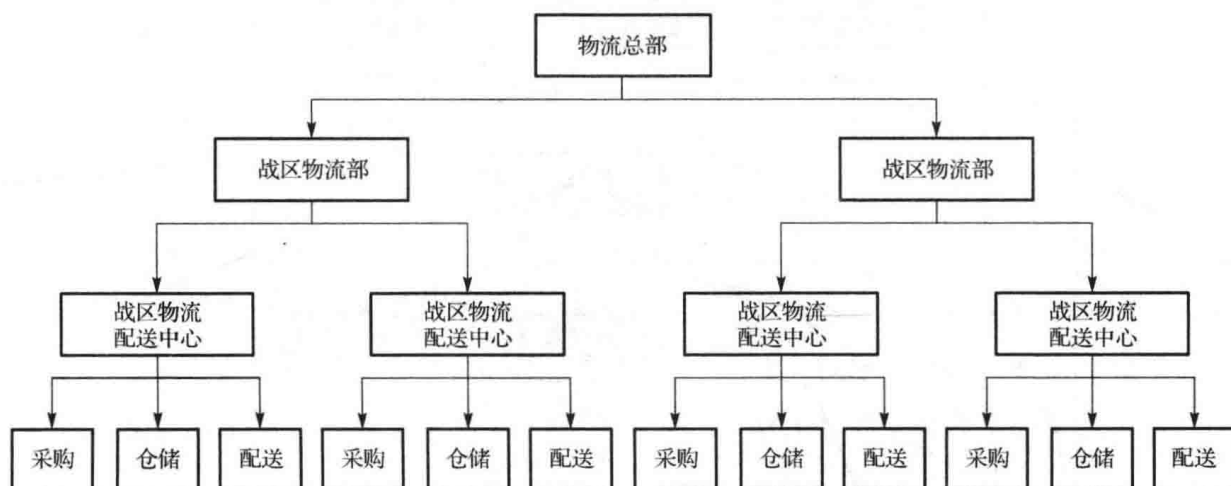


图 1.3 基于战区物流中心的军事物流体系结构

赵华、刘洪良、王高翔^[33]提出了战时群点式装备器材保障网络建设的构想。将目前的基地级单一综合保障器材仓库进行拆分,依据部队地域分布,结合作战单元装备部署特点和器材保障需求,以营或地域相对较近的多个连为一个保障集群,建立相对固定的若干靠前保障器材仓库;以连为基本保障点,建立多个可以伴随基本作战单元的小型伴随保障器材仓库,从而构成营、连二级装备器材保障供应体系,形成群点相依、群群协同、多点分散配置的靠前器材区域保障供应网络,可以有效增强装备器材保障供应的针对性,提高战时装备器材保障供应的时效性。

田新月^[34]引进供应链管理理论,提出了装备备件多级联合保障模式,对于我军创新备件保障理论、探索备件保障方法都具有一定的借鉴意义,多级联合保障基本形式如图 1.4 所示。

其中,“多级”是指战术、战役、战略和军工企业四级。“联合”包含三个层面的含义。第一是横向的联合,即装备七类专业之间的联合,也就是专业联合,专业联合的业务范围界定在不同专业之间备件的联合申请、联合存储、联合采购和联合供应。第二是纵向的联合,即在专业联合的基础上各级保障机构之间的联合,即多级联合。第三是军内外的联合,即军地联合,军地联合包括两方面的业务,一是军工企业参与到军方的保障业务中来;二是业务外包,即军方可以将运输、存储、包装、保养等业务外包给地方物流企业,实施军地联合保障,以减小军方物流作业的压力。

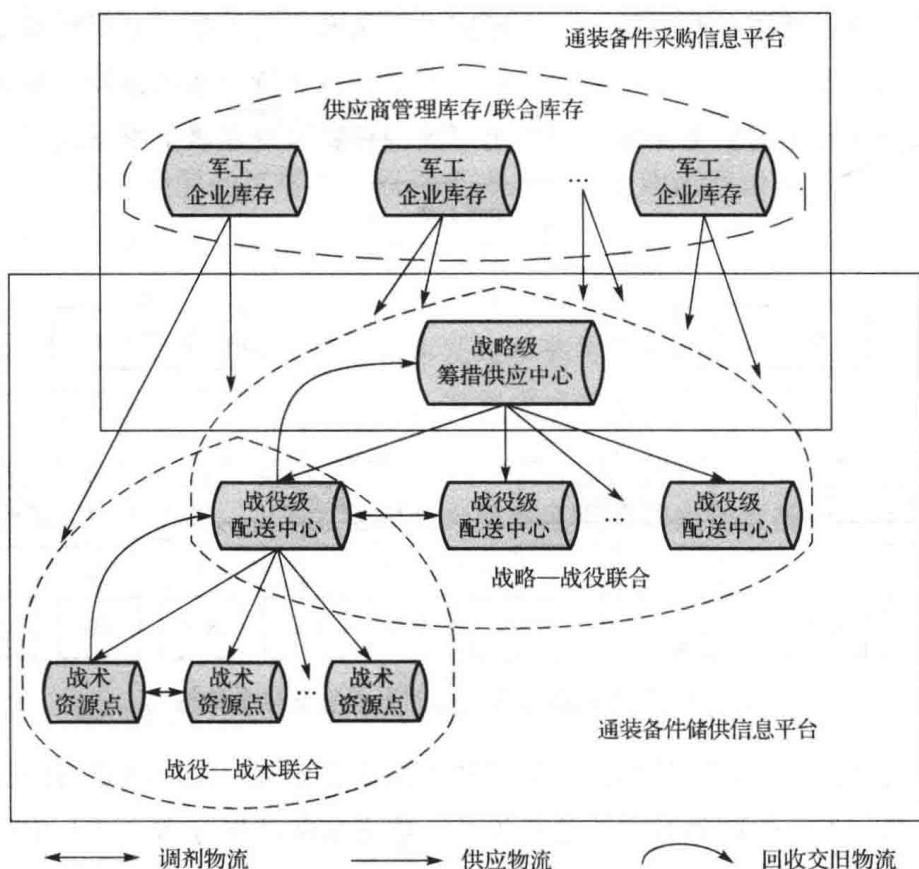


图 1.4 多级联合保障基本形式

此外,王洪炜^[35]还提出了基于筹措供应中心的装备器材保障模式,如图 1.5 所示。虽然作者提出的保障模式主要针对的是装甲专业,但笔者认为可以在该模式上进行一定的拓展,考虑军械、车辆、工程、防化等其他专业的保障需求,构建基于筹措供应中心的多专业保障模式。

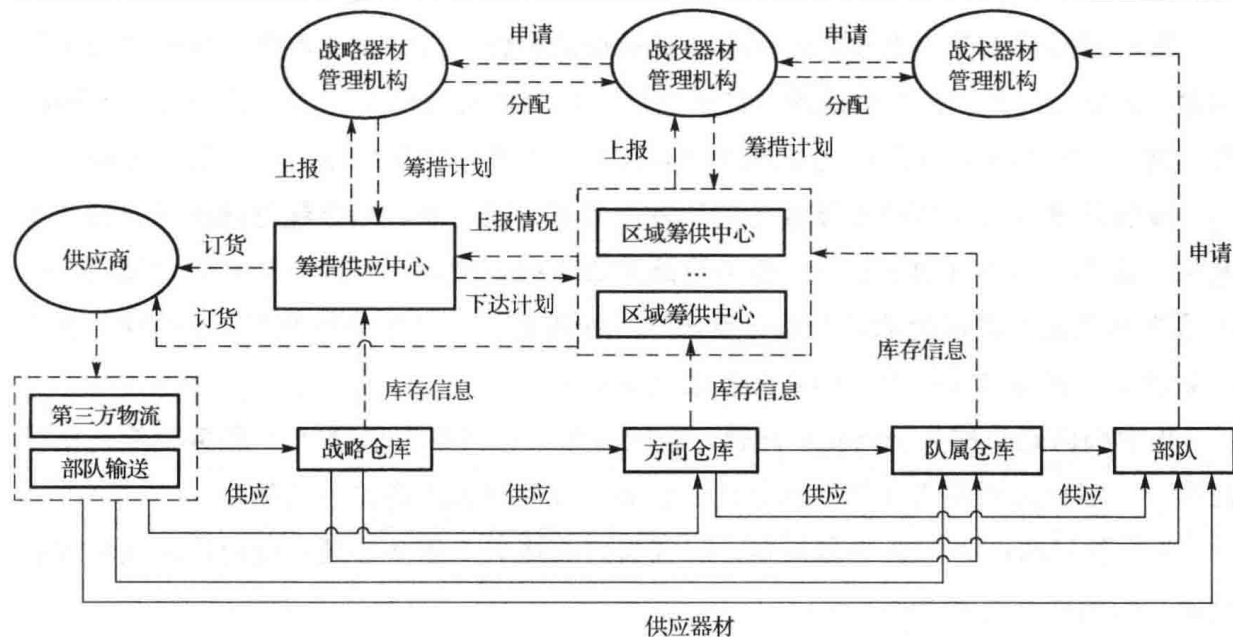


图 1.5 基于筹措供应中心的装备器材保障模式

1.3.2 选址问题

1. 选址问题分类

现代选址研究起源于 1909 年，当时 Alfred Weber 为解决如何为单个仓库选址使仓库到多个顾客间的总距离最小的问题，在欧式空间中建立了一个 1-中位问题模型，即确定网络中的一个点作为服务设施，使得该服务设施到网络中各需求点之间的总距离最小，这就是著名的 Weber 问题。选址问题的研究历经多年，其理论体系已经较为完善，研究成果在现实生活中得到了广泛的应用。选址问题分类如图 1.6 所示。

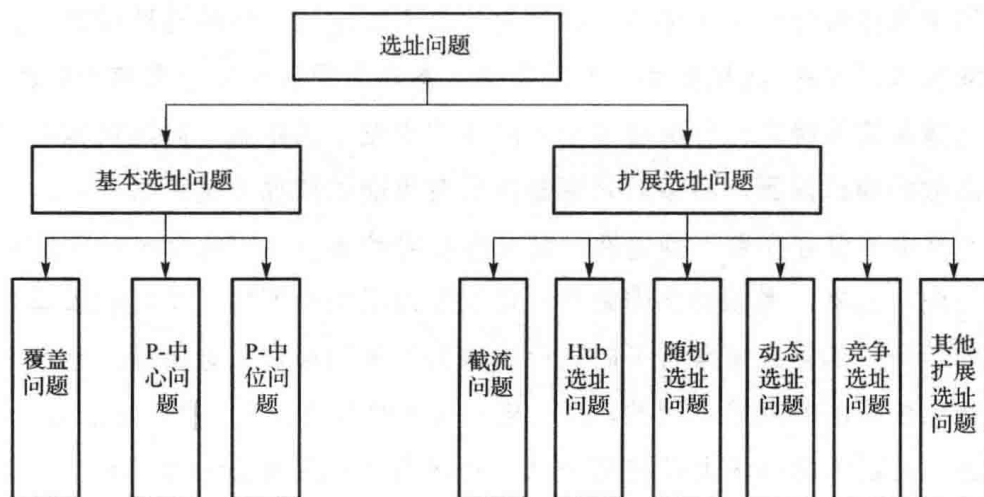


图 1.6 选址问题分类

选址问题可以分为基本选址问题和扩展选址问题。其中,基本选址问题包括覆盖问题、P-中心问题、P-中位问题,扩展选址问题包括截流问题、Hub 选址问题、随机选址问题、动态选址问题、竞争选址问题及其他在基本选址问题上扩展的选址问题。

覆盖问题可以分为最大覆盖问题和集合覆盖问题两类。集合覆盖问题研究的是在满足覆盖所有需求点的前提下,服务设施数目或投入建设费用最少的问题。最大覆盖问题或 P-覆盖问题研究的是在服务设施数目和服务半径已知的条件下,如何设立 P 个服务设施,使得可接受服务的需求量最大化的问题。

P-中心问题也称为 minmax 问题,是探讨如何在网络中选择 P 个服务设施,使得任意一个需求点到距离该需求点最近的服务设施的最大距离最小的问题。

P-中位问题也称为 P-中值问题,研究如何选择 P 个服务设施,使得需求点和服务设施之间的距离之和最小。

截流问题研究的是顾客需求产生的路线问题,根据服务设施的工作性质,可以分为服务型和对抗型两大类。服务型截流问题广泛应用于交通规划、交通服务、交通监测等方面,比如如何在交通路网中设立交通流量观测点,使监测到的交通流量最大的问题就是典型的服务型截流问题。对抗型截流问题用于解决收费、检查、缉私等站点的选址问题。

Hub 选址问题与截流问题比较相似,需求也是在 OD 对上产生的,顾客从 O 点出发到 D 点的过程中要接受 Hub 的服务。同截流问题不同的是,OD 流并不是走最短路线从 O 点到 D 点的,经过 Hub 中转服务后要比直接从 O 点到 D 点快,比如交通系统中的中转站、通信系统的交换机或服务器等。

随机选址问题考虑现实世界的复杂性,把服务设施的运行时间、建设成本、需求点位置、需求数量等部分或全部输入参数视为是不确定的。随机选址问题分为随机概率问题和随机情景问题。随机概率问题是指输入参数是服从某种分布的随机选址问题;随机情景问题是将不确定性分解成多个可能在将来发生的状态,同随机概率问题不同的是它是离散的随机问题,模型的目标是在所有可能的情况下达到最佳的。

现实世界中不仅存在着不确定性,而且存在着动态性,因此动态模型能更准确地反映实际问题,当然,考虑动态因素会不可避免地增加模型的复杂性和求解的难度。动态选址问题研究的是在未来若干时间段内服务设施的最优选址问题,在不同的时间段内动态选址模型的参数是不同的,但在某一具体的时间段内,模型的参数是确定的。

竞争选址问题考虑市场上存在两个以上的同类产品或服务的提供者,或者服务设施提供多个产品或服务的情形。目前的竞争选址研究集中在静态问题上,考虑确定和随机两种情况,研究背景多以连锁零售业为主。静态确定竞争选址问题是在现存的竞