

● 校 ● 术 ● 典 ● 库

基于时间满意的 网络设施选址问题引论

——覆盖问题的模型、算法和应用

马云峰 著

Introduction to Time-Satisfaction-
Based Facility Location Problems
on Network: Modeling, Algorithms,
and Application for Covering Problems

湖北长江出版集团
湖北人民出版社

高 校 学 术 经 典 文 库

号 10 字 登 录 号
图 书 编 目 (CIP) 数 据

基于时间满意的 网络设施选址问题引论

——覆盖问题的模型、算法和应用

马云峰 著

Introduction to Time-Satisfaction-
Based Facility Location Problems
on Network: Modeling, Algorithms,
and Application for Covering Problems

号 001133 第 1 版

著 马云峰

号 15 图 网 址 数 据 编 目 数 据 引 论

号 805 街 大 数 数 市 双 湖: 址 址

址 址: 430070

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

市 并 学 院 北 湖: 址 址

址 址: 430070

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

图 书 编 目 数 据 编 目 数 据 引 论

鄂新登字 01 号

图书在版编目(CIP)数据

基于时间满意的网络设施选址问题引论/马云峰著.
武汉:湖北人民出版社,2007.5

ISBN 978 - 7 - 216 - 05099 - 9

I. 基…

II. 马…

III. 因特网—选址

IV. TP393.409.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 064132 号

基于时间满意的网络设施选址问题引论

马云峰 著

出版发行: 湖北长江出版集团
湖北人民出版社

地址:武汉市雄楚大街 268 号
邮编:430070

印刷:武汉科技大学印刷厂
开本:850 毫米×1168 毫米 1/32
字数:164 千字

经销:湖北省新华书店
印张:7.125
插页:1

版次:2007 年 5 月第 1 版
书号:ISBN 978 - 7 - 216 - 05099 - 9

印次:2007 年 5 月第 1 次印刷
定价:16.00 元

本社网址:<http://www.hbpp.com.cn>

前 言

大多数选址决策都是战略决策,是关乎企业可持续发展和核心竞争力培育的基础。经济全球化和竞争的加剧一方面使得由于产品生命周期的缩短造成选址决策的日趋频繁,另一方面是竞争本身所导致的选址决策对企业竞争力的影响日益增强,使得选址决策成为企业必须注重培养的一种能力,特别是随着近年来物流及供应链管理理论及应用研究的进展和信息技术的进步,部分选址决策正转变成为企业战术决策的一部分,需要将一些常见的选址问题进行结构化处理以便固化到决策支持系统中来支持组织日常选址决策的科学化。

考虑到时间要素在企业的生产制造到产品服务、战略层到战术层上都有着重要的地位,并且随着产品同质化程度的不断提高和市场竞争的日趋激烈,时间满意度已经成为顾客满意度的最重要的指标之一。本书以时间满意为主线对网络选址中的覆盖问题进行了创新性和基础性的研究,对基于时间满意的网络选址问题的研究方法和思路进行了比较系统的探讨,并针对一类覆盖扩展问题进行了实证研究。

首先介绍了选题的背景、研究意义和创新之处。本书从时间要素在制造业、服务业和企业管理理论中的重要性出发,论述了时间要素的地位;以交通、零售、通信、市政设施、物流和其他管理等领域的应用为背景,介绍了选址研究的广泛应用范围;并结合当代世界的经济、技术竞争环境及消费观念的变化,论述了本研究选题的重要意义,提出了本书研究的主要目标 and 内容。

其次,总结了选址理论特别是覆盖选址研究的产生、发展及

国内外研究现状,对选址理论研究进行了分类并对一些用于求解选址问题的常用启发式算法进行了介绍。介绍了选址问题的产生和分类,对三个基本选址问题和扩展选址问题中部分有代表性的问题的研究现状进行了介绍,总结了国内选址理论研究的特点和不足之处;评述了基本覆盖问题模型,并对本书将要应用到的拉格朗日松弛算法、贪婪算法、遗传算法等几种启发式算法的基本原理及其在网络选址问题中的应用现状进行了介绍。

第三,从消费心理学研究中的顾客对时间认知出发,通过对时间满意度及时间满意度函数的定义,分析了时间满意度函数的选用及拟合原则,并以对时间满意度与顾客满意度、顾客满意度与顾客购买之间的关系研究为基础,论述了不同竞争环境下基于时间满意的选址模型构建技巧。

第四,以覆盖选址的两个传统问题为例研究了基于时间满意的思想及时间满意度函数在覆盖问题中的应用,并给出了经实验证明效果较为理想的启发式算法。在基于时间满意的最大覆盖问题中,建立了服务设施集所能覆盖的需求点总的时间满意度最大的整数规划模型,并通过拉格朗日松弛算法的设计进行实验计算。在基于时间满意的集覆盖问题中建立了以总的建站费用最小为目标,以一定的覆盖需求量和一定的顾客时间满意度为约束的整数规划模型并设计了混合遗传算法及计算实验。

第五,讨论了一类基于时间满意的覆盖问题的变形扩展及应用,先后研究了带容量限制的两点覆盖问题和巩义市康店伊洛河大桥选址的实证问题,并根据问题的不同特点分别给出了问题的算法步骤和基于枚举的最优算法。在巩义市康店伊洛河大桥选址问题的实证研究中,为了确定大桥选址决策所依据的未来各阶段的路网特征,还提出了多阶段网络扩张投资模型及

求解模型的启发式算法。

本书是在作者博士论文的基础上完成的,同时本研究得到武汉科技大学科学研究发展基金重点项目“基于时间竞争的健壮网络选址研究”(编号:2006XZ9)和武汉科技大学博士科研启动基金项目“基于风险控制的网络选址研究”(编号:060067)的资助。为了增加可读性,作者有意识地对原内容进行了调整,并参考了近年来国内外选址领域的最新成果。在撰写过程中,作者尽可能详细地在参考文献中列出了各专家的相关著作,在此表示深深的谢意,并对因作者疏忽而可能导致的未能清楚指出某些文献出处的地方,表示万分的歉意。

由于作者水平所限,文中难免有疏忽错漏之处,敬请专家和读者批评指正。

目 录

第1章 导论	(1)
1.1 时间要素的地位	(2)
1.2 选址研究的应用背景	(6)
1.3 本书研究意义及重点	(7)
第2章 选址研究及相关理论介绍	(13)
2.1 选址问题研究综述	(13)
2.2 基本覆盖问题介绍	(30)
2.3 覆盖问题常用算法介绍	(34)
2.4 本章小结	(48)
第3章 时间满意度函数及其在选址模型中的应用	(50)
3.1 时间满意度的定义	(50)
3.2 时间满意度函数的表示及曲线拟合	(54)
3.3 时间满意度函数在选址模型构建过程中的应用	(65)
3.4 本章小结	(71)
第4章 基于时间满意的最大覆盖问题及拉格朗日算法应用	(73)
4.1 问题背景	(74)
4.2 模型构建和问题特点	(76)
4.3 拉格朗日松弛算法	(78)
4.4 实验设计及计算结果分析	(81)
4.5 本章小结	(91)

第5章 基于时间满意的集覆盖问题及遗传算法实现	(92)
5.1 问题背景	(92)
5.2 模型构建及问题特点	(93)
5.3 问题分析及混合遗传算法设计	(95)
5.4 几种贪婪算法设计	(101)
5.5 实验设计及比较结果分析	(105)
5.6 本章小结	(154)
第6章 一类基于时间满意的两点覆盖问题	(156)
6.1 问题背景	(157)
6.2 模型的建立	(158)
6.3 算法和算例	(161)
6.4 进一步讨论	(163)
6.5 本章小结	(164)
第7章 巩义市康店伊洛河大桥选址问题	(165)
7.1 问题背景	(165)
7.2 研究思路	(167)
7.3 多阶段网络扩张投资模型	(169)
7.4 大桥选址模型	(183)
7.5 研究结论	(192)
7.6 本章小结	(193)
第8章 总结与展望	(194)
8.1 主要结论	(194)
8.2 研究展望	(199)
参考文献	(202)
后 记	(220)

第 1 章 导 论

服务设施^①作为企业^②价值链中与几个价值增值活动紧密相关的基础设施,在实现企业延迟制造战略、增强企业柔性程度、满足顾客个性化的需求方面扮演着非常重要的角色,所以服务设施与企业总部之间、服务设施与顾客之间以及服务设施相互之间联系的便捷程度就成了至关重要的问题。它们相互间的联系中既有信息的交换,也有物的流动,信息流是可以以光速传递的,所以物流的速度或效率就成了企业服务水平的瓶颈,而制约物流速度最重要的因素之一就是服务设施的位置,加之服务设施的位置也会对企业收集顾客信息甚至处理信息的能力有很大的影响,所以,对服务设施选址问题的研究在最近几十年来得到了企业界和学术界的重视。在 21 世纪日趋激烈的全球竞争背景下,选址问题又呈现出许多新的特点,对其影响最深的莫过于人们对时间这一要素的普遍重视。

① 这里提到的服务设施是广义的服务设施,可以是售后服务设施、配送中心、分销中心、特许加盟店、终端卖场等等,也可以延伸到机场、港口、工厂、消防站、收费站、学校、医院、汽车站、变电站、交换机、计算机终端、警报器和卫星等等。

② 选址决策不只是企业才需要做的,其他所有类型组织如政府、机关包括国际组织等公共部门及各类私营部门,包括自然人也是经常要进行选址决策的主体,这里用“企业”一词主要是为简化叙述,另一方面也是因为本书在研究过程中以企业为研究主体,以选址问题为出发点。当然,模型的应用并不仅限于企业,模型所能解决的问题也并不限于纯粹的选址问题。下同。

1.1 时间要素的地位

1.1.1 时间要素在制造业中的地位

制造业是所有与制造有关的企业机构的总体,是国民经济的支柱产业。在工业化国家,约有 1/4 以上的人口从事各种形式的制造活动,在非制造业部门,约有半数人的工作性质与制造业密切相关。据估计,工业化国家约 70% ~ 80% 的物质财富来自于制造业^[1]。

由于竞争的加剧,产品更新换代速度加快及人们对产品多样化需求的增加,使得制造业向多品种小批量生产方式发展。许多新的管理方法和管理思想被提出来并成功应用于新环境下的生产过程,这些方法无一没有考虑到缩短流程时间、提高响应速度的目标,例如柔性制造系统 FMS、计算机集成制造系统 CIMS、并行工程 CE、独立制造岛、精益生产 LP、智能制造系统 IMS、敏捷制造系统 AMS、全球制造系统 GMS、虚拟制造系统 VMS 等。这些管理方法和管理思想的成功运用都要求对时间这一要素的准确把握和控制。

事实上,制造业对时间要素的研究从始至终从未停止过。最初对时间的研究目的是为了缩短加工时间 (Processing Time),提高效率,降低成本,是从作业层来考虑时间的节约,典型的代表是泰勒的时间研究、动作研究,福特的流水生产线;第二阶段对时间的研究是战术层上的,目的是缩短调整准备时间 (Set up Time),增加过程的柔性,进一步降低成本,这一阶段的主要成果是成组技术 (Group Technology, GT)、数控机器 (Numerical Control, NC) 和柔性制造系统 (Flexibility Manufacturing

System, FMS);第三阶段对时间要素的研究是针对企业战略层的,目的是缩短产品开发周期,快速占领市场,赢得竞争优势,主要成果是 CAD/CAPP/CAM 和并行工程(Concurrent Engineering, CE);第四阶段,也就是现阶段对时间要素的研究是从宏观层面上考虑的,目的是缩短总响应周期,提高顾客满意度。现阶段的成果和正在研究的内容包括供应链管理(Supply Chain Management, SCM)、敏捷制造(Agile Manufacturing, AM)、大量定制生产(Mass Customization, MC)和零时间(Zero Time)组织。可见,制造业对时间要素的研究一直都在进行着,并取得了很多的研究成果,也足以说明时间这一要素的重要地位。

从美国制造业运营策略的变化可以看出时间要素的日益重要的作用。随着产品开发周期的显著缩短,产品面市时间的加快,美国制造业的策略从 20 世纪 50 年代的“规模效益第一”,经过 70 年代和 80 年代的“价格竞争第一”和“质量竞争第一”,发展到 90 年代的“市场速度第一”^[1]。最终,时间要素的重要性被提到了首要位置。张峥嵘等学者还总结了当今制造业中具备赢得竞争、提高市场占有率的四种基本能力分别是:(1)时间竞争能力,产品上市快、生产周期短、交货及时;(2)质量竞争能力,产品不仅可靠性高,而且使用户在各方面都满意;(3)价格竞争能力,产品生产成本低,销售价格适中;(4)创新竞争能力,产品有特色、生产有柔性、竞争有策略^[1]。在这四种基本能力中,时间竞争能力被摆到了重要位置。另外,新世纪制造业产品开发及生产过程中的分布、并行、集成并存等特点都对生产管理人员在时间的把握和控制能力上提出了更高的要求。

1.1.2 时间要素在服务业中的地位

随着经济全球化和服务经济时代的来临,服务已经成为企

业建立、增强和保持竞争优势的有力武器。服务业作为服务供给的集中舞台,在国民经济中的地位正在快速上升。在工业化国家,服务业创造的价值占 GDP 的比重从 1960 年的 53% 急剧增长到 1995 年的 66%,在欧盟分别是 47% 和 68%,在美国则分别是 57% 和 72%,而且这种增长的势头仍在继续^[2]。

在影响服务质量,也就是影响顾客对服务满意度的若干因素中,时间要素占据了最主要的位置。1997 年对 181 家服务公司的行政管理调查表明,可接近性(也就是本书所说的时间要素)是服务行业的立足点^[3],见表 1-1。

表 1-1 服务动作“最”强调的因素

影响因素	每项平均得分
可接近性	4.02
对员工公开	3.91
领导层	3.87
倾听顾客的心声	3.82
固定的服务	3.79
员工对服务故障的处理	3.79
竞争上岗	3.72
质量价值	3.68
与顾客需求吻合	3.60
顾客取向	3.66
管理层参与质量活动	3.66

尺度:1 = 轻度强调,2 = 适度强调,5 = 高度强调

资料来源:A. V. Roth, R. B. Chase, and C. Voss, "Service in the U. S. : A Study of Service Practice and Performance in the United States," Supported by Severn Trent Plc, U. K. Government's Department of Trade and Industry, Department of National Heritage, 1997

1.1.3 企业管理理论中时间要素

作为企业管理中的常用工具之一,时间竞争(Time-based

Competition)在最近已经同全面品质管理(Total Quality Management)、标杆管理(Benchmarking Management)、外包(Outsourcing)、伙伴关系(Partner)、企业再造(Reengineering)、变革管理(Change Management)等著名的管理工具一样,成为重要的管理方法之一,而且越来越体现出它适应当今竞争环境的优势。国内外许多著名企业的经营理念中已把时间竞争同知识创新、客户满意并列起来,成为企业的重要战略指导思想。

时间是急剧变化时代赢得竞争的法宝^[4]。决定企业产品竞争力的六大因素是价格、质量、品种、时间、服务和环保^[5]。各因素在不同历史时期对竞争力的影响是不同的,在工业化的开始到现在,决定企业产品竞争力的这六大因素中价格,质量,品种和服务都已先后起过主要的作用,现阶段,时间要素对产品竞争力的影响已经起到了主导的作用。1988年,George. Jr. Stalk^[6]在《哈佛商业评论》发表了一篇具有里程碑意义的文章《时间:下一个竞争优势资源》,分析了二战以来日本企业经历的竞争优势演进过程:从“低劳动力成本优势战略”演进到“基于规模的资金密集优势战略”,再经过“集中生产优势战略”,最终形成“柔性生产优势战略”。从日本企业竞争优势的演进过程中,Stalk G. J. 察觉到时间对于企业的前景的影响,提出了基于时间的竞争(Time - based Competition, TBC)这一概念^[7],1998年,Raymond T. Yeh 和 Keri E. Pearson 发表了题为《零时间:21世纪企业的概念结构》的论文^[4],提出了零时间(Zero Time)概念。2000年 Raymond T. Yeh, Pearson K 和 George K 出版了《Zero Time: Providing Instant Customer Value - Every Time, All the Time!》的专著^[8],从戴尔公司等企业的实践中提炼了零时间概念框架和零时间企业法则^[9],系统地从零时间概念框架上对零时间哲理、零时间5项法则等进行了阐述。

1.2 选址研究的应用背景

选址问题是研究如何选择服务设施的数目、最优地确定服务设施的位置来为用户提供相应的服务,它是管理科学领域中应用广泛的决策问题。选址问题可以应用到很多的领域,如交通设施、公用设施、工厂、通讯设施等,也可以应用到工厂中的设备布置、流水线的设计、工作安排和人员调配等具体的管理问题中。

在交通领域的应用中,交通监测系统的雷达观测点、收费站、检查站、交通信息发布牌、车辆的电子监测点(电子警察)、高速公路服务区等位置的确定,对于维护交通秩序,加强交通管理,控制环境污染,减少交通事故,提高交通服务水平等都有着非常重要的作用。

在零售业中,选址是零售业经营的首要因素,它在很大程度上决定了零售业经营的成败,因此零售业通常被称为“选址的产业”。卖场的正确选址,不仅是零售业成功的先决条件,也是实现零售企业经营规模化、标准化、网络化、专业化的前提条件和基础,是在当今购物中心、百货店、大型综合超市和一般超市、折扣商店、仓储式商场、便利店、专业量贩店等多种业态并存发展、互为竞争的局面下赢得竞争优势的必要条件。

在通信网络中的选址问题包括发射或接收设备(基站)、连接及交换设备的选址,选址决策的优劣不仅影响网络的服务质量,而且极大地影响通信设备的数量,从而决定了网络的建设成本;另外,因特网上的各种路由设备和信息提供者的镜像站点的选址问题,也在很大程度上影响到网络的可靠性、安全性,以及信息的传播快捷度和受众程度,最终决定了网络的服务水平。

市政公用设施的选址中,很多公用设施,如供水管网水质监测点、消防站、急救中心及救护车、紧急巡逻车、有线电视网的光节点及监测设施等的选址决策,对于合理地利用资金、减少人民的生命财产损失和提供优质的公共服务是非常必要的。

在物流产业中,合理地确定物流系统配送中心的位置和数目以及配送线路安排和形式对于保证企业正常运营、降低物流成本和商品损耗、加速资金及物资周转等方面会起到相当大的作用;在生产管理中,选址研究对于工厂的车间、设备布置,减少总的作业时间、控制生产节拍,提高生产效率也起着关键的作用。

另外,选址模型还可以应用到其他管理领域,比如人力资源的调配、工作安排、项目计划等领域。可见,选址问题涉及到我们社会生活和管理的方方面面,选址问题的研究对于降低服务设施的建设费用和服务成本,提高服务水平和企业管理水平都有着重要的意义。

1.3 本书研究意义及重点

1.3.1 研究意义

大多数选址决策都是战略决策,是关乎企业可持续发展和核心竞争力培育的基础。经济全球化和竞争的加剧一方面使得由于产品生命周期的缩短造成选址决策的日趋频繁,另一方面是竞争本身所导致的选址决策对企业竞争力的影响也日益增强,使得选址决策成为企业必须注重培养的一种能力,特别是随着近年来物流及供应链管理理论及应用研究的进展和信息技术的进步,部分选址决策正转变成为企业战术决策的一部分,需要

将一些常见的选址问题进行结构化处理以便固化到决策支持系统中来支持组织的日常选址决策的科学化。所以,如何结合市场环境的变化对选址问题进行剖析、归类、建模及算法的研究越来越多地引起学术界和实业界的重视,需要深入细致的跟踪研究和实用有效的创新研究。

既然时间要素在从企业的生产制造到产品服务、从战略层到战术层上都有着重要的意义,在选址研究中如何量化时间要素也是一个需要解决的问题。一个顾客能否成为企业的目标顾客,关键是看顾客对企业提供的产品或服务的满意程度(Vikas Mittal 等)^[10],而决定顾客满意度的因素有很多,如质量,价格,品种,外观,服务等等,在这些因素中顾客对时间的满意度(表现在方便性和可达性上)是很重要的因素,在产品日趋同质化的今天更是如此,Spekman R, Salmond D 和 Kamauff J^[11]早在十年前就强调了产品或服务可获得性的重要性。所以时间满意度就成了当今决定顾客满意度的非常重要的一个因素,如果顾客对企业所提供的产品或服务的时间满意度很高,即使对其他因素的一般满意甚至不满意都有可能使其成为企业的消费者,这当然还由企业所处的行业特点决定。时间竞争实质上是对时间满意度的竞争,零时间是时间满意竞争的终极努力方向,所以本书在选址问题研究中引入时间满意这一概念,详细地考量时间这个对企业竞争力影响重大的因素,为企业建立有效顾客需求反应机制和最优地向合适的顾客配置企业有限的资源奠定良好的基础,这将有利于更有效地将企业战略思想通过营销工程的方法量化到选址问题中,从而尽可能地保证选址决策目标与企业战略目标的一致性。

1.3.2 研究重点

根据不同的分类方法可以将选址问题分为无数种类型,常见的选址问题有数十种,时间满意的思想在不同的选址问题中有不同的应用技巧,受本人的精力和水平所限,本书只能就某个相对较小的选址问题进行研究,这个较小的问题就是网络覆盖问题。传统的选址问题有三类基本问题^①,分别是覆盖问题、中心问题和中位问题,其中覆盖问题是最早被提出来并得到最多跟踪研究的问题之一,另外,覆盖问题的子问题最大覆盖问题也被 Marianov V 和 ReVelle C 证明为众多选址问题中最有理论价值和实用价值的问题之一^[12]。根据拓扑结构进行分类也是最基本最常用的分类方法之一,根据拓扑结构和需求点产生的位置,可以将选址问题分为网络选址问题和平面选址问题,而网络是大多数选址主体进行选址决策的载体,比平面选址更有实际意义。所以,本书以网络覆盖问题为基本切入点,来研究考虑时间满意这一因素后选址问题模型和算法的特点,为将时间满意的思想应用到其他类型选址问题的研究中起到抛砖引玉的作用。

本书将从顾客对企业服务设施响应顾客需求的时间满意度出发,将时间满意的思想用于选址决策,所以要从基本问题的解决入手,拟对以下几个问题进行探讨:

(1) 时间满意度与覆盖半径之间的转换

覆盖问题的最主要的决策参数是覆盖半径的确定,在基于

^① 之所以叫基本问题是因为它们是较早被系统研究的选址问题,本书定义与之对应的其他选址问题为扩展选址问题。详见本书第二章第一节的第一部分“选址问题的产生与分类”。