

高等学校试用教材

汽车运用 优化技术

(汽车运用工程、交通工程专业用)

王永凯 主编
王耀斌
高延龄 主审

人民交通出版社



高等学校试用教材

ND34/21

Qiche Yunyong Youhua Jishu

汽车运用优化技术

(汽车运用工程、交通工程专业用)

王永凯 编 著
王耀斌
高延龄 主 审

人民交通出版社

5.24

内 容 提 要

本书主要包括:绪论、优化用数学模型、汽车选型设计试验优化、汽车使用维修优化和汽车更新优化等知识,可作为高等院校汽车运用和交通工程专业的教材,亦可供其他相关专业的师生以及相关领域的广大工程技术人员、研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车运用优化技术/王永凯,王耀斌编著. -北京:人民交通出版社,1998

高等学校试用教材

ISBN 7-114-02908-X

I. 汽… II. ①王… ②王… III. 汽车-应用-最佳化-高等学校-教材 IV. U471.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 04123 号

高等学校试用教材

汽车运用优化技术

(汽车运用工程、交通工程专业用)

王永凯 编 著

王耀斌

高延龄 主 审

责任印制:张 凯 版式设计:崔凤莲 责任校对:杨 杰

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京平谷县大华山印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:8.5 字数:217 千

1998 年 6 月 第 1 版

1998 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—8000 册 定价:10.50 元

ISBN 7-114-02908-X

U · 02075

序

人类在社会生产活动中,为了实现活动目标,取得效益,总要付出一定的代价。有效益,有代价,就要进行比较。要比较,就要对效益好坏进行评价。如何从若干行动方案中,选择一个最优方案,以取得最大的效益,解决这一问题的钥匙就是优化技术。

优化技术是现代化管理的核心,是应用数学的分支。它来源于应用数学、运筹学、企业管理和技术经济等学科,但把汽车运用优化技术独立为一门课程,形成一本教材,尚属初步尝试。编著本教材的宗旨是:以应用数学和运筹学为理论基础,以汽车运用为研究对象,应用数学模型,解决汽车运用工程领域中的诸多优化问题,以提高汽车运用的综合效益。

汽车是一种重要的交通运输设备。《设备综合工程学》理论告诉我们:必须对设备一生进行全过程管理。汽车的一生可分为三大阶段:一是设计、试验、选型阶段,这一阶段的管理称为前期管理;二是使用维修阶段,这是汽车一生中时间最长、内容最多的阶段,这一阶段的管理称为中期管理;三是报废更新阶段,这一阶段的管理称为后期管理。在汽车一生的三大阶段中,都存在着大量的优化问题,这些问题的合理解决,对提高汽车运输生产率、降低运输成本、提高企业的经济效益和社会效益,关系极大。

为了使本书内容更为系统,本书针对汽车一生中的三个阶段,按顺序编写。本书共分四章:第一章,优化用数学模型;第二章,汽车选型、设计、试验优化;第三章,汽车使用维修优化;第四章、汽车更新优化。其中:绪论、第一章、第二章、第四章由王永凯执笔,第三章由王耀斌执笔。

本书可作为高等院校汽车运用工程和交通工程专业的教材,亦可供其它相关专业的师生及相关领域的广大工程技术人员、研究人员参考。

由于编者水平有限,书中缺点错误在所难免,恳请读者批评指正。

编著者

1997年7月

目 录

绪 论	1
第一章 优化用数学模型	3
第一节 数学模型的概念和分类	3
一、模型及其分类	3
二、数学模型及其分类	3
第二节 优化用数学模型的建立	5
一、建立数学模型的一般要求	5
二、建立数学模型的一般步骤	5
三、建立数学模型的常用方法	6
四、建模能力的培养	9
第二章 汽车选型、设计、试验优化	11
第一节 汽车选型优化	11
一、汽车选型程序和评价要素	11
二、汽车选型优化方法	12
第二节 设计优化	23
一、产品设计的程序和内容	23
二、技术任务书编制阶段的优化问题	24
三、技术设计阶段的优化问题	27
四、工作图设计阶段的优化问题	29
第三节 试验优化	30
一、单因素优选法	31
二、多因素优选法——正交试验设计	33
第三章 汽车使用维修优化	42
第一节 汽车运输行驶路线的优化	42
一、开式路线	42
二、单环式路线	44
三、多环式路线	46
第二节 汽车维修网点的优化	47
一、汽车修理网点的优化	47
二、汽车维护网点的优化	52
第三节 汽车维修服务系统的优化	54
一、排队论概述	54
二、单路排队	55
三、多路排队	57

四、服务对象的排序·····	58
第四节 汽车维修任务与计划的优化·····	61
一、汽车维修任务的分配·····	61
二、汽车维修计划的优化·····	65
第五节 汽车维修配件存贮优化·····	79
一、存贮模型概述·····	80
二、确定性模型·····	81
三、随机性模型·····	87
第六节 汽车维修质量成本和质量评估方法的优化·····	93
一、质量成本的优化·····	93
二、质量评估方法的优化·····	95
第四章 汽车更新优化·····	100
第一节 汽车更新优化概论·····	100
一、汽车的损耗及其补偿·····	100
二、汽车折旧和残值·····	104
第二节 汽车更新时机的优化·····	107
一、汽车更新时机优化的基本原理·····	107
二、汽车更新时机优化的若干方法·····	108
第三节 汽车更新方式的优化·····	113
一、汽车更换与大修·····	113
二、汽车更换与改造·····	115
三、多种更新方式的综合分析·····	116
附录·····	119
一、现值系数表·····	119
二、未来值系数表·····	120
三、资金回收系数表·····	120
四、正交表·····	121
五、二列间的交互作用表(一)·····	121
六、二列间的交互作用表(二)·····	122
七、二列间的交互作用表(三)·····	124
八、二列间的交互作用表(四)·····	126
参考文献·····	129

绪 论

一、优化技术概述

在现实生活和生产活动中,优化问题比比皆是。例如,在制造粉笔的时候,粉笔长度取多少为最佳?在使用粉笔的时候,每只粉笔都要丢掉一段粉笔头,从这一点出发,粉笔越长越好;但是,粉笔太长,使用不便,而且容易折断,每断一次,便多浪费一段粉笔头,反而不合适。这便产生了粉笔的最优长度问题。

在汽车运用工程领域中,也存在着大量的优化问题:如汽车的选型与配属问题,设计和试验方案的选择问题,汽车行驶路线的选择问题,汽车维修工艺路线的确定问题,汽车维修设施数量的确定和布局问题,维修配件的合理订购批量问题,汽车最佳更新周期的确定和更新方式的选择问题,等等。这些问题能否合理解决,直接关系到汽车运输企业的经济效益与社会效益。

长期以来,由于建模方法和计算工具的限制,对于上述这类问题,人们往往凭经验选择一种所谓的好方案,但实际上选择的并不一定是最优方案。随着生产的发展和科学技术的进步,人们越来越清楚地认识到方案的优劣所产生的后果显著不同。同时,由于运筹学和电子计算机的迅速发展,使许多优化问题的解决成为可能。

所谓优化技术,就是采用数学方法,针对研究对象,进行系统分析,在若干可行方案中寻求最优解,得出最佳方案,从而提高经济效益和社会效益。

优化技术是第二次世界大战后逐步发展起来的。二次世界大战前,解决优化问题主要靠古典的微分法和变分法。第二次世界大战中,由于战争和军事上的需要,出现了系统分析、线性规划、动态规划、网络规划等新的优化技术,解决了用古典的优化方法所不能解决的问题。二次世界大战后,这些优化技术不仅在军事上继续使用并发挥了越来越大的作用,而且在民用上,特别是在企业管理中受到了极大重视,取得了突破性发展。尤其是进入60年代以后,又出现了目标规划、整数规划等新的优化方法,使优化理论和优化技术进一步完善。最近三四十年来,优化问题的研究和应用发展很快,在企业管理、经济规划、工程设计等许多领域中都取得了令人瞩目的成果。

二、优化技术的特点

1. 优化技术是一门应用技术

优化技术有明确的研究对象和严格的科学体系,但就其实质而言,它还是属于应用技术。它研究数学理论不是目的,而是为了应用。它要针对具体的技术、经济问题进行具体的分析评价,从而寻求最优方案。离开了实践,离开了对现实问题的研究,优化技术就失去了立足点。为此,必须熟练地掌握和运用各种优化技术,包括建立数学模型技术、计算技术、分析技术和检验技术等。

2. 优化技术是一门量化技术

优化技术的重要性还在于:它能把现实的技术、经济问题数量化,为寻求最佳方案提供依

据。因此,学习优化技术,必须强化数量概念,树立一切用数据说话,杜绝“拍脑袋”的观念,只有这样,才能为方案评价提供依据。

3. 优化技术是一门坚持系统理论的技术

任何优化对象都是一个特定的系统。系统中的每一个要素都不是孤立的。它既有本身独特的运动方式并处于本系统之中,又与其它要素或其它系统发生联系和相互制约。为了实现整体效益的最优化,必须运用系统理论,对优化对象进行系统分析。

4. 优化技术是一门重视方法论的技术

重视方法论,就是要求在解决各种优化问题时,不拘泥于一种固定的模式、固定的方法,而应针对优化对象和具体条件,研究采用效果最好的优化方法。为此,优化工作者必须熟悉并掌握各种优化技术及数学模型建模方法,善于设计多种方案并从中选优,采取有效措施,使最优方案付诸实施。

三、用优化技术解决实际问题的步骤

用优化技术解决实际问题,一般分三步进行:

- (1)建立优化问题的数学模型。
- (2)分析数学模型,选择合适的求解方法。
- (3)编程序,用计算机求最优解,并对算法的收敛性、通用性、简便性、效率及误差等作出评价。

上述只是用优化技术解决实际问题的一般步骤,由于优化问题种类繁多,性质各异,解决实际问题的步骤不可能完全相同,应对具体问题进行分析,采取切实可行的工作步骤。

第一章 优化用数学模型

第一节 数学模型的概念和分类

一、模型及其分类

在自然科学和社会科学的许多领域中,定量的系统分析和系统综合已受到人们的普遍重视。模型是开展这些工作的有效工具,模型化则是开展这些工作的前提和基础。

一切客观存在的事物及其运动形态统称为实体。模型是对实体的特征及其变化规律的一种表示或者抽象。通常,对模型有四个基本要求:目的性、清晰性、准确性、经济性。

把实体变为模型的过程称为建模或模型化。

按模型的表达形式,一般可粗略地分为实体模型和符号模型两大类。

实体模型包括实物模型(如汽车模型)和模拟模型(如电路图)两类。

符号模型也称语言模型,包括数学模型、结构模型、仿真模型以及化学、音乐、美术等学科的符号模型,还包括用自然语言表达的直接描述式模型。

除上述分类外,还可按其形式、结构、用途和对象等多种方法分类。在众多模型中,数学模型是发展最快,内容最丰富,最受人偏爱的一种。

二、数学模型及其分类

数学模型是指对于现实世界的某一特定对象,为了某个特定目的,做出一些必要的简化和假设,运用适当的数学工具得到的一个数学结构。其功能是:解释特定现象的现实状态或预测对象的未来状态,还可能提供处理对象的最优决策和控制。

数学模型的特征:

1. 它是为一种特殊目的、针对某一事物而作的一个抽象化、简单化的数学结构。它是舍弃次要因素,突出主要因素的结果,它是事物一种模拟,虽源于现实,而又高于现实。
2. 它是数学上的抽象,在数值上可以作为公式应用,可以推广到与原物相近的一类问题。
3. 它可以作为某事物的数学语言,可以译成算法语言,编写程序进入计算机。

数学模型种类繁多,可按图 1-1 的分类方法分类。

在数学模型中,优化用数学模型占很大比重,在此,重点阐述优化用数学模型的分类,如图 1-2 所示。

对优化用数学模型的分类可作如下解释:

1. 按函数类型分类。在优化用数学模型中,如果反映目标和约束条件的表达式全部是变量的线性函数,称其为线性优化模型,通常称为线性规划。如果目标和约束条件的表达式中至少有一个是非线性的,称其为非线性优化模型,通常称为非线性规划。

2. 按有无约束条件分类。在优化数学模型中,如果忽略或不考虑各种可能的约束条件,只

剩下目标函数,称其为无约束优化模型;反之,称其为有约束优化模型。一般情况下,从现实中抽象出来的优化模型都是有约束的,但有时为了使问题简化,常常在合理的范围内忽略约束条件,使其变成无约束优化问题。此外,有时为了借助于无约束优化模型的求解方法,往往把有约束优化模型转化成一个或几个等价的无约束优化模型。

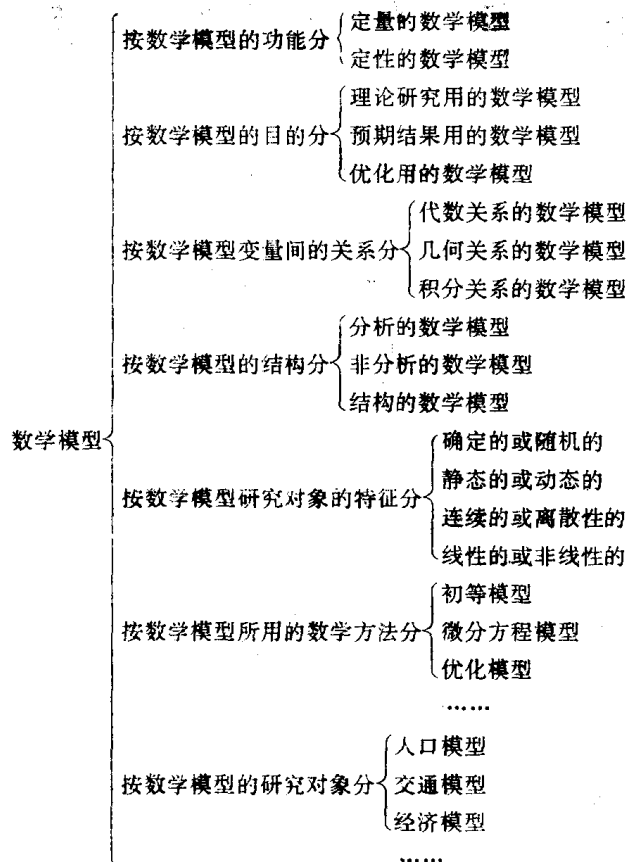


图 1-1 数学模型分类

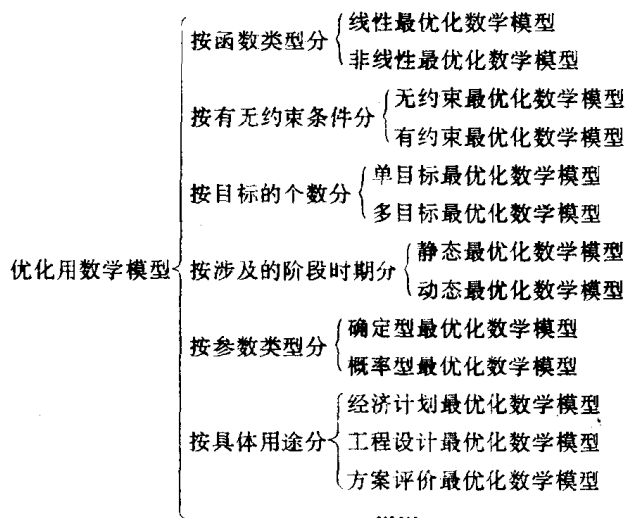


图 1-2 优化用数学模型分类

3. 按目标的个数分类。在优化模型中,如果所考虑的目标只有一个,称其为单目标优化模型。如果模型中考虑的目标同时有好几个,称其为多目标优化模型。

4. 按涉及的阶段和时期分类。优化数学模型按涉及的阶段和时期可分为静态和动态两

类。静态优化模型一般只涉及某一阶段、某一时期。相反,如果模型不仅涉及某一阶段、某一时期,而且涉及后续阶段、后续时期,称其为动态优化模型。

5. 按参数类型分类。按参数类型,优化模型可分为确定型和概率型两种。如果模型中的参数是普通常数,称其为确定型优化模型;如果模型中的参数是随机变量,则称其为概率型优化模型。

6. 按具体用途分类。优化模型有多种用途,如经济计划模型专门用于制订最优经济计划;工程设计优化模型专门用于优化设计、施工;设备评价模型专门用于不同设备方案的评价,等等。

第二节 优化用数学模型的建立

一、建立数学模型的一般要求

1. 要有明确的目标。建立模型前,必须有明确的目标。如果有几个不同目标,则必须主次分明,抓住主要目标。

2. 模型必须精确可靠。在允许误差的范围内,应能反映出该系统的有关特性和内在联系。

3. 必须有严格的概念和逻辑关系。对每个用词和每个关系都要用严格的数学语言来描述。

4. 模型要简单适用。为此,可对研究对象作不同程度的简化。由于简化程度不同,得到的数学模型也不同,应该优先采用简化的模型,以便于数学处理。

二、建立数学模型的一般步骤

建模是一种十分复杂的创造性劳动,现实世界上的事物形形色色,五花八门,不可能用一些条条框框规定出各种模型如何建立。这里所说的步骤仅是一种大体上的规范,建模时,还应具体问题具体分析,灵活运用。

建立数学模型的一般步骤,如图 1-3 所示。

1. 模型准备 了解问题的实际背景,明确建模的目的,掌握优化对象的各种有关信息。

2. 模型假设 根据实际对象的特性和建模目的,在掌握必要信息的基础上,对问题进行简化,并且用精确的语言作出假设,这是建模的关键一步。例如在万有引力定律中,若没有第谷 20 年积累的资料,就不可能有开普勒的假设,而没有开普勒的科学的假设,人们对现实世界的感性认识就不能上升到理性认识。

3. 模型建立 根据所作的假设,利用适当的数学工具表达各度量之间的关系,建立相应的数学结构(公式、表格、图形等)。

4. 模型求解 根据采用的数学工具,对模型进行求解,包括解方程、图解、逻辑推理、定理证明、稳定性讨论等。要求建模者掌握相关的数学知识和计算技巧,尤其是计算机技术。

5. 模型分析 对模型的求解结果进行数学分析,有时是根据问题的性质,分析各变量之

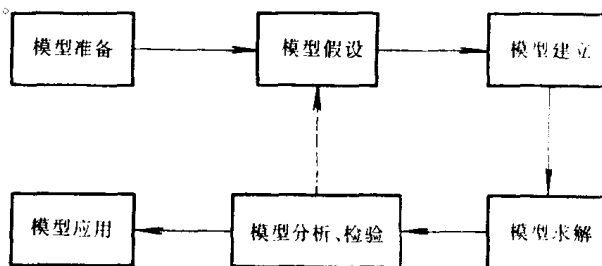


图 1-3 建立数学模型的一般步骤

间的依赖关系或稳定性态;有时是根据所得结果给出数学上的预测;有时是给出数学上的最优决策或控制。

6. 模型检验 对模型分析的结果进行“翻译”,再回到实际对象中,用实际现象、数据等检验模型的合理性和适用性。通常,一个较成功的模型,不仅应能解释已知现象,而且还应能预测一些未知现象,并能被实践所证明。如牛顿创立的万有引力定律就经受了哈雷彗星的研究、海王星的发现等大量事实的考验,才被证明是完全正确的。应该说,模型检验对于建模的成败至关重要。

如果检验结果与实际不符或部分不符,并且可以肯定建模和求解过程无误的话,一般讲,问题出在模型假设上,此时就应该修改假设,重新建模。如果检验结果正确,并能满足问题所要求的精度,即可认为模型可用。

三、建立数学模型的常用方法

现实世界的事物多姿多彩,我们不可能套用现成的模式去解决所有的问题,然而,现实世界也有一些具有相似或相近规律、具有共同本质的东西。因此,就有可能形成建模的一些常用方法,使建模工作变得稍微容易一些。

下面简略介绍理论分析法、模拟法和类比法三种常用的建模方法。

1. 理论分析法

理论分析是指应用自然科学中已被证明是正确的理论、原理和定律,对被研究系统的有关因素进行分析、演绎、归纳,从而建立系统的数学模型。理论分析法是人们在科学研究中广泛使用的方法,在工艺比较成熟、对机理又比较了解时,尤其适用。可根据问题的性质直接建立数学模型。

下面,以仓库存贮模型为例予以说明。

工厂为了连续生产,必须贮存一些原材料,我们把这些贮存物统称为存贮。存贮的原型是仓库存贮,但存贮问题并不限于仓库,水库存水,计算机存贮器设计等,也涉及到存贮问题。

衡量一个存贮策略优劣的直接标准是该策略所消耗的平均费用。费用主要包括:存贮费、订货费、缺货损失费和生产费(外购物资无此项费用)。由此可以得出存贮问题的一般模型:

$$\min[\text{订货费(或生产费)} + \text{存贮费} + \text{缺货损失费}]$$

为了便于建模,可作下列简化,假设:

- (1)不允许有缺货,可把缺货费用看成零;
- (2)当库存降到零时,可立即得到补充;
- (3)需求是连续均匀的,设需求速度 u 为常数;
- (4)每次订货不变,订货费(或生产准备费)为 a 元不变;
- (5)单位存贮费为 b 元不变。

假定每隔时间 t 补充一次存贮, t 也称订货周期,货物订购批量为 Q ,由于订购量应满足需求量,所以 $Q=ut$ 。

图 1-4 为存贮状态图。从图可见:货物存量从 Q 开始,以 u 的速度递减,直至为零时为止,此时必须立即进行补充,以便满足需求。每次补充订货批量均相等。

下面,根据存贮状态图建立相应的数学模型,只需考虑一个周期 t 即可,因为各个周期完全相同,只要其中一个周期费用极小化了,就可使整个费用极小化。

由图 1-4 可知:平均储备量为 $\frac{Q}{2}$;单位时间内的存贮费用为 $\frac{Q \cdot b}{2}$;单位时间内的补充订购次数为 $\frac{u}{Q}$;单位时间内的补充订购费用为 $\frac{u \cdot a}{Q}$ 。

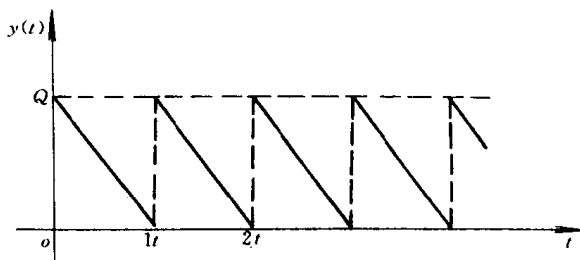


图 1-4 存贮状态图

故单位时间的总费用 C 可用下式表达:

$$F = \frac{u \cdot a}{Q} + \frac{Q \cdot b}{2} \quad (1-1)$$

要使总费用最少,即应使 $\frac{dF}{dQ} = 0$,

$$\text{从而得:} \quad Q = \sqrt{\frac{2au}{b}} \quad (1-2)$$

即 $Q = \sqrt{\frac{2au}{b}}$ 时, F 最小。式(1-2)即为著名的经济订购批量公式,亦称最优库存方针的数学模型。

上述是一种理想情况下的最简库存模型。应该注意:在上述建模过程中作了若干简化,这些简化对建模是必要的,但实际情况甚为复杂,所得到的模型只是一种近似情况,还须经过实践的检验。不过该数学模型对库存方针的决策还是很有参考价值的。

2. 模拟法

有的模型,虽然对其结构和性质已经了解,但其数量描述及求解过程都相当麻烦。如果有另一种系统,其结构和性质与其相同,而且构造出的模型也类似,就可以把后一种模型看成是原来模型的模拟,可对后一种模型进行试验,并求得其解。

下面以最佳厂址选择问题为例予以说明。

欲确定一个新仓库的位置 p ,使它供应处于不同地点 $p_i (i=1, 2, \dots, n)$ 的车间,各车间的需求量在一定时期内已知,为 $w_i (i=1, 2, \dots, n)$,问应如何选择 p 的位置,才能使总运费在一定时期内达到最小(假设无现成道路可利用,且可近似地认为运费等于货重与运输距离的乘积)。

对此问题本来可以采用分析法建立数学模型,求 $p(x, y)$ 使总运费 $c(x, y)$ 达到最小,由题意,可得目标函数为:

$$\min c(x, y) = \min \sum_{i=1}^n w_i \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}$$

这便是此问题的数学模型。从外形看该模型似乎不太复杂,但它是个非线性的,要求其最优解并不容易。如果采用模拟法,就方便多了。

如图 1-5 所示,作一个带有坐标刻度的面板,在相应车间所在的坐标位置处钻洞,通过每一个洞穿过一条细绳,绳的一端垂在板下并吊一个法码,其重量 w_i 与车间用料需要量相对应(取一个比例数即可),绳的另一端都在面板上,且与同一个小环相连,最后小环停留下来的位置就是使总运费最小的那个位置 p 。

这种模拟称为物理模拟,简易直观,运用得当可得到很好的模拟效果。

3. 类比分析法

若两个不同的系统可用同一形式的数学模型来描述,则这两个系统就可以类比。类比分析

法,是根据两个(或两类)系统某些属性或关系的相似,去猜想两者的其它属性或关系也可能相似的一种方法。这种方法在系统分析中应用很广,下面以汽车系统为例简略介绍这种方法。

图 1-6 是一个汽车系统的物理模型。我们对汽车在道路上行驶时的垂直位移 $y(t)$ 的规律感兴趣。为简化问题,假定整个车体的质量集中在理想的 M 上,并用弹簧 K 和减振器 D 分别表示汽车的弹性和冲击阻尼。这样一个质量—弹簧—减振器($M-K-D$)系统如图 1-6b)所示。开始时还假定机械系统的三种

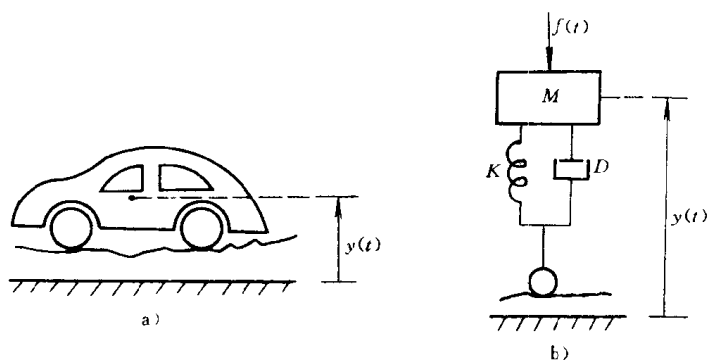


图 1-6 汽车系统的物理模型

a) 汽车悬挂系统; b) 力学类比模型

图 1-7 是汽车系统的电路类比模型。

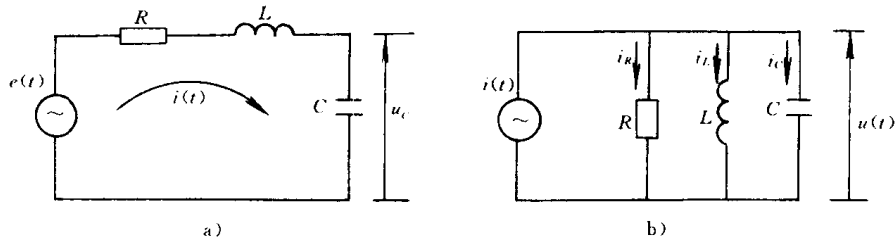


图 1-7 汽车系统的电路类比模型

a) 串联 $R-L-C$ 电路; b) 并联 $R-L-C$ 电路

在图 1-7a)中,输入电压源 $e(t)$ 加于 $R-L-C$ 串联电路,按基尔霍夫电压定律有

$$u_R + u_L + u_C = e(t)$$

又

$$u_R = R i(t) = R \frac{dq}{dt};$$

$$u_L = L \frac{di}{dt} = L \frac{d^2q}{dt^2};$$

$$u_C = \frac{1}{C} q.$$

代入上式,即可得 $R-L-C$ 串联电路的数学模型:

$$L \frac{d^2q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = e(t) \quad (1-4)$$

在图 1-7b)中,输入电流源 $i(t)$ 加于并联 $R-L-C$ 电路,按基尔霍夫电流定律有

$$i_R + i_L + i_C = i(t)$$

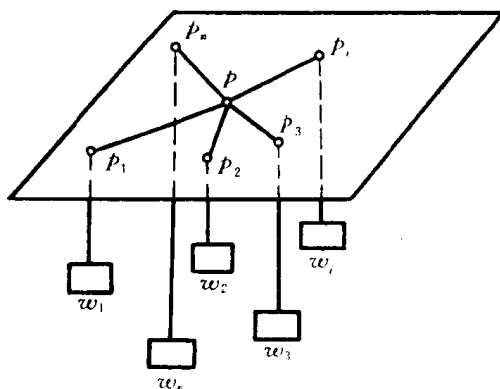


图 1-5 模拟法简图

元件都是线性的,按照牛顿第二定律,描述此系统的数学模型是一个二阶线性微分方程;

$$M \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + D \frac{dy(t)}{dt} + K y(t) = f(t) \quad (1-3)$$

式中: $Y(t)$ ——垂直位移;

M ——质量;

K ——弹簧刚度;

D ——阻尼系数。

上述的机械系统可用电路类比。

又

$$\begin{aligned}\Phi &= L \cdot i_L, i_L = \frac{1}{L} \phi; \\ u(t) &= L \frac{di_L}{dt} = \frac{d\phi}{dt}, i_R = \frac{1}{R} u(t) = \frac{1}{R} \frac{d\phi}{dt}; \\ i_C &= C \frac{du}{dt} = C \frac{d^2\phi}{dt^2}\end{aligned}$$

代入上式,得 $R-L-C$ 并联电路的数学模型

$$C \frac{d^2\phi}{dt^2} + \frac{1}{R} \frac{d\phi}{dt} + \frac{1}{L} \phi = i(t) \quad (1-5)$$

比较式(1-3)、(1-4)、(1-5),不难得到表 1-1 所示的类比关系。

机械系统的电路类比

表 1-1

机械系统	作用力 $f(t)$	速度 $\frac{dy}{dt}$	位移 y	质量 M	阻尼 D	弹簧刚度 K
串联电路	电压源 $e(t)$	电源 $\frac{dq}{dt}$	电荷 q	电感 L	电阻 R	倒电容 $\frac{1}{C}$
并联电路	电流源 $i(t)$	电压 $\frac{d\phi}{dt}$	磁通 ϕ	电容 C	电导 $\frac{1}{R}$	倒电感 $\frac{1}{L}$

这个例子,可以进一步推广到一般的二阶线性动力系统。所谓动力系统,就是用微分方程描述的系统,这一类系统的数学模型,基本以微分方程的形式出现。

图 1-8 所示的二阶动力学模型,可以用来描述大量系统。例如:

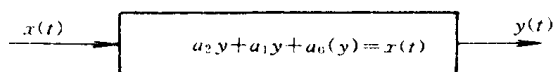


图 1-8 二阶线性动力学系统

(1)当 y 表示电荷或磁通,系数 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ 表示电路元件时,模型可用于描述电路系统(表 1-1)。

(2)当 y 表示航向角,系数 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ 表示转动惯量或机械元件 $M-D-K$ 时,模型可用于描述飞机或轮船的运动规律。

(3)当 y 表示位移或位置,系数 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ 表示理想的机械元件 $M-D-K$ 时,则模型可用于描述汽车或其它车辆以及火箭等的运动规律,等等。

此二阶线性动力学系统的一般表达式是:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\xi\omega \frac{dy}{dt} + \omega^2 y = \omega^2 F(t) \quad (1-6)$$

式中: $\xi = \frac{D}{2\sqrt{KM}}$ 为阻尼系数;

$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$ 为系统振荡频率。

四、建模能力的培养

有人说,数学模型是应用数学的艺术。要掌握这门艺术,必须见多识广,善于揣摩别人的思想方法,多实践,多体会。一个人的建模能力包含以下几个方面:

一是理解实际问题的能力,包括有广博的知识面,善于搜集信息的能力。

二是抽象分析问题的能力,包括善于抓主要矛盾,选择变量,进行归纳、联想、类比等创造能力。

三是运用科技知识和工具的能力,包括运用自然科学,尤其是数学,工程技术和计算机的能力。

四是试验调试能力,包括物理的、化学的、工程的、计算机的多种调试能力。

尤其应当注重培养自己的观察力和想象力。著名科学家爱因斯坦曾说过:“想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象力概括着世界上的一切,推动着进步,并且是知识的源泉”。

为了培养建模能力,首先要广泛地学习自然科学、工程技术和社会科学的有关知识,掌握这些领域的定律、法则、规律,这样才能为建模能力的培养奠定坚实的基础。其次,在学习各门功课时,应多做应用题,这对于提高分析和解决实际问题的能力极为有益。另外,还要多接触实际问题,勇于实践,培养调查、观察和实验能力。

在本章的最后应明确指出:建立数学模型是一项比较复杂的工作,在解决优化问题时,并不一定都要自己亲自建立数学模型,有很多问题的数学模型,前人或他人已经为我们建立了,这时只需要我们选择数学模型或根据问题的需要改造现有的数学模型。

第二章 汽车选型、设计、试验优化

对设备一生进行全过程的管理是现代设备管理理论的重要观点之一。通常把设备的一生分为前半生和后半生。设备的前半生是指设备进入用户之前的阶段,即设计制造阶段。对企业自制设备来说,其设计制造阶段是在本企业进行的;对企业外购设备来说,如汽车,其设计制造阶段是在设计制造部门进行的。汽车使用部门对汽车前半生的管理主要体现在汽车选型上。因此,本章将重点研究汽车选型优化,同时对设计、试验优化问题,也要简略论述。

第一节 汽车选型优化

汽车选型是汽车全面管理中的重要问题,对汽车前半生的管理主要体现在汽车选型上。汽车选型是否合理,直接关系到汽车使用的技术经济效益。

一、汽车选型程序和评价要素

1. 汽车选型程序

汽车选型是一个比较复杂的技术经济问题,不是一拍脑袋就可决定的问题,它是一个分析问题、解决问题的决策过程。

概括地说,汽车选型要经历调研、建立方案和方案决策三个阶段。

(1)调研阶段 选型开始,首先要进行调查研究,调研内容有两个方面:一是用户对汽车的要求,包括汽车的使用条件及用户对汽车使用性能等方面的要求;二是汽车使用性能及有关汽车生产企业的信息。此时既要查阅大量文字资料,还要深入用户和有关生产企业进行实地调研考察,以获得大量第一手资料,为后续工作奠定基础。

(2)建立方案阶段 在获取大量调研资料的基础上,即可构建选型方案。选型方案要有两个以上。方案数太少,选择余地太少;方案太多,评价时太麻烦。一般,应确定3~5个预选方案。因为每种车型都有优点和缺点,初选时不能求全,把基本能满足使用要求的车型,都可列入预选方案,然后从中选定3~5个方案,进行技术经济综合评价。

(3)方案决策阶段 这是选型的关键阶段,在这个阶段中,要运用技术经济综合评价方法,对各预选车型进行技术经济综合评价,从中选择技术经济效益最佳的方案。在这个阶段中,要建立或选择数学模型进行优化。

2. 汽车选型评价要素

在选购任何物品时,用户都要考虑一些选购要素,如选购电冰箱时,首先要考虑冰箱制冷效果好、工作可靠,其次再考虑耗电高不高、容积结构是否合理、式样是否美观、价格是否合适;在选购组合音响时,首先要考虑音响的音质是否悦耳,工作是否可靠,其次还要考虑造型、价格等因素。

可见,选购商品时考虑的要素很多,而且对不同商品,考虑的要素也不尽相同,这里,有普通要素,如适用性、可靠性、经济性等,也有个体要素,如电冰箱的制冷性和音响的音质等。