上海大学出版社

2007年上海大学博士学位论文 39

群体决策、多目标最优化和全局最优化的若干结果

● 作 者：李 静

● 专 业：运筹学与控制论

● 导 师：张连生 胡毓达

上海大学出版社

2007年上海大学博士学位论文

群体决策、多目标最优化和全局最优化的若干结果

● 作者：李 静

● 专业：运筹学与控制论

● 导师：张连生 胡毓达

图书在版编目(CIP)数据

2007年上海大学博士学位论文. 第1辑/博士学位论文编辑部编著. —上海：上海大学出版社，2010.9
ISBN 978-7-81118-650-5

Ⅰ.①2… Ⅱ.①博… Ⅲ.①博士—学位论文—汇编—上海市—2007 Ⅳ.①G643.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第132864号

2007年上海大学博士学位论文

——第1辑

上海大学出版社出版发行
(上海市上大路99号 邮政编码200444)
(http://www.shangdapress.com 发行热线66135110)
出版人：姚铁军

*

南京展望文化发展有限公司排版
上海华业装潢印刷厂印刷 各地新华书店经销
开本890×1240 1/32 印张311.75 字数8390千
2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷
印数：1～400
ISBN 978-7-81118-650-5/G·543 定价：1200.00元(60册)

Shanghai University Doctoral Dissertation (2007)

Several Results in Group Decision-Making, Multi-objective Optimization and Global Optimization

Candidate: Li Jing
Major: Operations Research & Cybernetics
Supervisor: Zhang Liansheng Hu Yuda

Shanghai University Press
· Shanghai ·

上海大学

本论文经答辩委员会全体委员审查，确认符合上海大学博士学位论文质量要求。

答辩委员会名单：

主任：	越民义	研究员，中科院系统所	100080
委员：	王哲民	教　授，复旦大学管理学院	200433
	徐以汎	教　授，复旦大学管理学院	200433
	高　岩	教　授，上海理工大学	200093
	白延琴	教　授，上海大学理学院	200072

导师：马和平　教　授，上海大学理学院

评阅人名单：

越民义	研究员，中科院系统所	100080
王哲民	教　授，复旦大学管理学院	200433
冯恩民	教　授，大连理工大学应用数学系	

答辩委员会对论文的评语

群体决策、多目标最优化和全局最优化是运筹学的重要和发展中的研究领域。论文的选题具有重要的理论意义。

在群体决策方面，作者给出基数型群体偏差度规则的6个扩展的理性条件，证明了群体加权偏差度规则满足这些条件。此外，还提出群体随机偏爱的随机较多法，随机 α 较多法和随机 Borda 数法。

对于多目标最优化的 G-恰当有效解集，文章证明了在较弱的似凸和拟凸条件下解集连通的新结果。同时推出 Pareto 解集连通性的一个结果。

论文还给出一个求解非线性规划问题全局最优解的方法，并进行了若干数值试验。

从论文可见，作者具有较扎实的运筹学基础和从事科研工作的能力。

论文的结果具有创新性，是一篇优秀的博士学位论文，已达到博士学位论文水平。

全票一致通过。

答辩委员会表决结果

经答辩委员会评议和无记名投票表决，一致通过李静的博士学位论文答辩，认为该论文达到博士研究生毕业论文要求，是一篇优秀的博士学位论文。建议授予李静博士学位。

答辩委员会主任：越民义

2007年5月9日

摘　要

群体决策，多目标最优化和全局最优化是运筹学的重要研究领域。它们的理论和方法在工业生产，金融投资，交通运输，环境保护，军事决策等方面都具有广泛的应用。本文研究群体决策，多目标最优化和全局最优化的有关理论和方法，取得了若干有意义的结果。在群体决策方面，本文证明了基数型群体偏差度法具有若干扩展的理性性质，还给出了序数型随机偏爱群体决策的两类方法。在多目标最优化方面，得到G-恰当有效解的存在性和解集的连通性的新结果，并且证明了群体多目标最优化的综合有效偏爱法的几个性质。对于全局最优化的研究，则构造了一个新的求问题全局最优解的算法。

本文的第一章介绍群体决策，多目标最优化和全局最优化的研究概况。特别是，阐述了与本文进展有关的问题。

第二、第三章研究群体决策问题。在第二章，对于基数型的群体偏差度法给出几个扩展的理性条件，同时验证了与群体加权偏差度法相应的映射满足这些条件。第三章和第四章研究序数型带随机偏爱的群体决策的方法。第三章给出一个利用随机较多个偏爱数对供选方案进行群体偏爱排序的随机较多法，然后，将其推广，进一步给出一个群体决策的带参数的随机 α 较多法。

第四章和第五章考虑多目标最优化的几个理论问题。在第四章，证明了在约束集为非空紧凸和向量目标函数为似凸的条

件下，多目标最优化问题的G-恰当有效解的存在性。在此基础上，还得到向量目标函数既似凸又拟凸的多目标最优化问题G-恰当有效解集是连通的结论。此外，利用所得的结果，还得出一个多目标最优化问题帕莱托有效解集连通的新结果。在第五章，为了讨论求解群体多目标最优化问题方法的性质，引进了若干基本的理性条件，并且验证了能对问题的全部供选方案作出群体偏爱排序的综合有效偏爱法满足所有这些条件。

在最后的第六章，研究求解全局最优化问题的算法。在分析了已有的填充函数法和打洞函数法之后，吸取这两类算法的优点给出一个求取非线性最优化问题全局最优解的填充修正打洞函数算法。此法比通常的填充函数法降低了对其中参数的依赖，并且具有较好的求解可操作性。数值试验显示，计算效果是满意的。

关键词　群体决策，偏差度，随机偏爱，多目标最优化，G-恰当有效解，群体多目标最优化，全局最优化，填充函数，打洞函数

Abstract

Group Decision making, multiobject optimization, and global optimization are important research areas in operations research. The theories and methods derived have found wide applications in industrial manufacturing, financial investment, transportation, environment protection, and military strategies. This paper explores theories and methods of group decision making, multiobjective optimization and global optimization, and obtains several meaningful results. In the area of group decision making, we prove that cardinal group deviation measure method has several extended rational properties, and we also give two classes of methods in ordinal group decision making with stochastic preference. In multiobjective optimization, We obtain the existence of G-properly efficient solution and connectedness of G-properly efficient solution set, and prove several properties of joint efficient preference method in group multiobjective optimization. In global optimization, we construct a new algorithm for solving global optimal problem.

Chapter 1 is an introduction to group decision making, multiobjective optimization and global optimization, specifically, it expatiates problem and developments related to our study.

Chapter 2 and 3 concentrate on group decision making. Some extended rational are given with regard to cardinal group decision measure method in Chapter 2, and the method checked to satisfy these conditions. Ordinal methods with stochastic preference for group decision making are studied in Chapter 3 and 4. In Chapter 3, a stochastic major method is given using major stochastic preference number for ordering alternatives and it is further extended to a stochastic α major method with parameter are given.

In Chapter 4 and 5, we study a few theoretical problems in multiobjective optimization. In Chapter 4, we prove the existence of G-properly efficient solution of multiobjective optimization problems when the constrained set is nonempty compact convex and the vector objective function is like-convex. And based on this result, we also prove the connectedness of G-properly efficient solution set when the vector objected function is both convex-like and convex-quasi. Moreover, we obtain the connectedness of Pareto efficient solution set. In Chapter 5, we introduce some fundamental rational conditions in group multiobjective optimization, and show that joint efficient preference method, which can give order to all alterntives for group preference, satisfies all these conditions.

Global optimization problem is studied in Chapter 6, the last chapter. Combining the advantages of filled function algorithm and tunneling function algorithm, we introduce a filled modified tunneling function algorithm for nonlinear

global optimization. This algorithm depends less on the parameters than ordinary filled function algorithm and is tractable as shown by numerical tests.

Key words Group decision making, deviation measure, stochastic preference, multiobjective optimization, G-properly efficient solution, group multiobjective optimization, global optimization, filled function, tunneling function

目　　录

第一章　基础知识及相关结论

1.1　基础知识

考虑如下约束非线性规划问题

$$
\begin{aligned}
(P)\quad & \min f(x) \\
& \text{s. t. } g_i(x) \leqslant 0 \quad (i = 1, 2, \cdots, m) \\
& x \in X
\end{aligned}
\tag{1.1.1}
$$

其中 f, g_i, $i = 1, 2, \cdots, m$ 是定义在 R^n 上的非线性连续可微函数，X 是 R^n 的一个子集，$x = (x_1, x_2, \cdots, x_n)^T$ 是 n 维向量. 集合

$$S = \{x \in X \mid g_i(x) \leqslant 0,\ i = 1, 2, \cdots, m\}$$

表示为问题(P)的可行域，S 中的点称为问题(P)的可行点.

设 $x^* \in S$，若存在 x^* 的领域

$$O(x^*, \delta) = \{x \mid \| x - x^* \| < \delta\},$$

使对任意 $x \in S \cap O(x^*, \delta)$成立

$$f(x^*) \leqslant (<) f(x),$$

则称 x^* 为问题(P)的(严格)局部极小点.

设 $x^* \in S$，若对任意 $x \in S$，成立

$$f(x^*) \leqslant (<) f(x),$$

则称 x^* 为问题(P)的(严格)全局极小点. 记 $L(P)$和 $G(P)$分别表示问题(P)的局部极小点和全局极小点的集合.

如何寻求问题(P)的局部极小点和全局极小点的方法是我们需要研究和探讨的课题.

假定问题(P)的可行域S为紧集,对任何$x \in X \subset R^n$,我们定义指标集如下:

$$I(x) = \{i \mid g_i(x) = 0, i = 1, 2, \cdots, m\},$$

$$I^+(x) = \{i \mid g_i(x) > 0, i = 1, 2, \cdots, m\},$$

$$I^-(x) = \{i \mid g_i(x) < 0, i = 1, 2, \cdots, m\}.$$

显然$I(x) \cup I^+(x) \cup I^-(x) = \{1, 2, \cdots, m\}$,问题($P$)的Lagrange函数$L: R^n \times R^m \to R$定义为

$$L(x, \lambda) = f(x) + \lambda^T g(x).$$

其中

$$\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_m)^T,$$

$$g(x) = (g_1(x), g_2(x), \cdots, g_m(x))^T.$$

若对$x^* \in S$,存在$\lambda^* \in R_+^m = \{\lambda \in R^m : \lambda_i \geq o, i = 1, 2, \cdots, m\}$,使得

$$\nabla L(x^*, \lambda^*) = 0,$$

$$\lambda_i^* g_i(x^*) = 0, i = 1, 2, \cdots, m.$$

则称x^*为问题(P)的KKT点,λ^*为与x^*相对应的KKT乘子向量,其中$\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*, \cdots, \lambda_m^*)^T \in R_+^m$, $\lambda_i^* g_i(x^*) = 0$, $i = 1, 2, \cdots, m$,称为互补松弛条件.若对所有$i \in I(x^*)$, $\lambda_i^* > 0$,则称在x^*处严格互补松弛条件成立.

定理 1.1.1 (KKT必要条件,见文献[11]定理4.2.13)设在问题(P)中,x^*为可行点,f, $g_i(i \in I(x^*))$在x^*可微,$g_i(i \bar{\in} I(x^*))$在x^*连续,并且$\nabla g_i(x^*)(i \in I(x^*))$线性无关.若$x^*$是局部极小