

工程硕士论文之在机械工程中传统与现代优化方法的应用情况分析 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/645/2021_2022__E5_B7_A5_E7_A8_8B_E7_A1_95_E5_c77_645549.htm

摘要：本文介绍优化方法近年来在国内机械工程界的应用情况，包括传统优化方法的应用与改进、现代优化方法的应用.分析优化方法应用的发展趋势。关键词：优化方法惩罚函数法遗传算法 前言 优化方法[1]是20世纪60年代随着计算机的应用而迅速发展起来，较早应用于机械工程等领域的设计。采用优化方法，既可以使方案在规定的设计要求下达到某些优化的结果，又不必耗费过多的计算工作量，因而得到广泛的重视，其应用也越来越广。本文介绍传统与现代优化方法近年来在国内机械工程界的应用情况，并展望优化方法应用研究的方向。

1传统优化方法的应用与改进

1.1传统优化方法的应用

从近几年发表的工程优化设计论文可以看出，传统优化方法仍有较为广泛的应用，具有不可忽视的作用。在机械工程领域，传统优化方法主要应用于机构或机械零部件的优化设计，在结构、形状、性能和可靠性等方面进行优化，改善了机械产品的质量，减轻了重量，提高了性能。在优化设计中，随机方向法、复合形法、增广拉格朗日乘子法、惩罚函数法等应用都十分广泛。文献[2]采用约束随机方向法对无周向回油液体静压轴承进行优化设计，在相同系统刚度条件下，经优化设计后的静压轴承其总功耗减少了59%~75%。文献[3]以轧钢机上的无螺栓十字轴万向联轴器为例，利用复合形法对叉头的内轮廓进行形状优化设计。文献[4]将约束最优化问题的间接解法中有代表性的惩罚函数法和增广拉格朗日乘子法应用到配气机

构五项式凸轮型线的最优化设计中。文献[5]采用内点惩罚函数法调用Powell，对螺栓组联接的实例进行可靠性优化设计，在保证可靠度要求的前提下，可靠性优化设计比常规优化设计可明显减小联接尺寸，降低所设计机器或部件的生产成本，取得较好的经济效益。

1.2传统优化方法的改进

随着工程问题的日益扩大，优化要面对的问题的规模和复杂程度的逐渐增大，传统优化方法解决这些问题时，就显露出了其局限性与缺陷，于是就出现了在分析现有算法的基础上，针对方法的不足或应用问题而做出的改进。文献[6]针对广泛采用的基本复合形法存在着搜索不完全、映射系数取值不灵活、复形多样性保持差等缺陷，提出了相应的改进措施，如动态全域映射收缩算子以及最大冗余点映射准则，形成了一类新型的复合形法，大大提高了寻优成功率。文献[7]利用改进的离散变量惩罚函数法解决离散变量的工程问题，将整个优化过程分为连续变量惩罚函数法的初始优化、带离散变量的惩罚函数法优化和网格法检验三步进行，消除了优化变量初始值对优化结果的影响，使优化结果更为准确合理。文献[8]提出了连续变量及非均匀离散变量的均匀离散化处理方法，并借鉴离散变量的搜索优化法，在连续变量的复合形法基础上，探讨了一种求解有约束非线性混合离散变量的优化设计问题的方法混合离散复合形法，该算法可用于工程结构优化设计中，其结果不需圆整，解题可靠性和效率大大提高。

1.3惩罚函数法

惩罚函数法，是约束优化问题中一种比较常用的间接解法。文献[9]采用基于Powell的内点惩罚函数法对实际偏心摆式飞剪机剪切机构进行优化设计，使飞剪机的机械参数满足了剪切过程要求，同时提高了飞剪机剪切性能和轧件的

剪切质量。文献[10]运用内点惩罚函数法将约束优化问题转化为无约束问题后，用共轭梯度法进行机床主传动系统中零件参数的优化，使机床主传动系统方案达到最优，同时可提高设计精度、缩短设计周期。文献[11]利用惩罚函数法对汽车动力传动系优化数学模型进行了优化，使整车综合性能均有显著改善。文献[12]针对混合惩罚优化法存在的初始点选择、可能的局部最优点及计算时间等问题，提出了遗传惩罚复合算法GPCM。

2 现代优化方法的应用

随着20世纪70年代初期计算复杂性理论的形成，科学工作者发现并证明了大量来源于实际的组合最优化问题是非常难解的问题，其中许多问题如01背包问题、旅行商问题（TSP）、装箱问题等，都被证明为NP完全问题，因而传统的优化算法就显得无能为力了。20世纪80年代初期，应运而生了一系列现代优化计算方法，如遗传算法、模拟退火算法、蚁群算法等，它们的共性是基于客观世界中的一些自然现象，通过与组合最优化求解进行类比，找出它们的一些共性，建立相应的算法。

2.1 遗传算法

遗传算法(Genetic Algorithm简称GA)，是20世纪70年代初期由美国密执根（Michigan）大学霍兰（Holland）教授提出的一种全新概率优化方法。GA是一种非确定性的拟自然算法，它仿造自然界生物进化的规律，对一个随机产生的群体进行繁殖演变和自然选择，适者生存，不适者淘汰，如此循环往复，使群体素质和群体中个体的素质不断演化，最终收敛于全局最优解。遗传算法具有鲁棒性、自适应性、全局优化性和隐含并行性。主要应用领域有：函数优化方面、组合优化、机器学习、控制方面、图像处理、故障诊断、人工生命、神经网络等。最近几年中遗传算法在机械工程领域也开展了

多方面的应用，主要表现在：(1)机械结构优化设计：文献[13]针对简单遗传算法中的线性适应度、恒定交叉与变异概率等不能动态地适应整个寻优过程，提出采用非线性适应度与自适应交叉、变异概率的改进遗传算法，此算法为解决工程结构优化设计、多峰值函数求极值等问题提供了参考。

(2)可靠性分析：文献[14]以框架结构系统的可靠性分析为基础，提出框架结构系统可靠性优化的遗传算法。

(3)故障诊断：文献[15]以网络权重和偏差的实数形式作为基因构成染色体向量，采用基因多点交叉和动态变异进行种群最优选择，提出了一种新的遗传算法，并在此基础上设计出一种基于遗传算法和溶解气体分析的变压器故障在线诊断系统。

(4)参数辨识：文献[16]在现有T-S模糊模型参数辨识方法的基础上，提出了一种先应用最小二乘法对结论参数进行粗略辨识，以确定参数的大致范围之后，再应用遗传算法对前提参数和结论参数同时优化的参数辨识方法。

(5)机械方案设计：文献[17]通过把机械方案设计过程看作是一个状态空间的求解问题，用遗传算法控制其搜索过程，构建完善了新的遗传编码体系，为了适应新的编码体系重新构建了交叉和变异等遗传操作，并利用复制、交换和变异等操作进行一次次迭代，最终自动生成一组最优的设计方案。此外，GA还应用在模糊逻辑控制器(FLC)、机器人运动学、反求工程、节能设计、复合材料优化、金属成形优化、数控加工误差自适应预报控制等方面。遗传算法尽管已解决了许多难题，但还存在许多问题，如算法本身的参数优化问题、如何避免过早收敛、如何改进操作手段或引入新的操作来提高算法的效率、遗传算法与其它优化算法的结合问题等。用遗传算法求解约束优化问

题时，一般采用惩罚函数法，如何合理的选择惩罚因子是算法的难点之所在。惩罚因子取得过小时，可能造成整个罚函数的极小解不是原目标函数的极小解；惩罚因子取得过大时，有可能在可行域外造成多个局部极值点，给搜索过程增加困难。但从检索情况看，对有关遗传算法应用时处理约束的通用、高效、稳健的方法研究，几乎无人涉及。所以，为了确保GA在求解约束优化问题时能发挥所长，对遗传算法解约束优化问题的方法仍需进一步的研究。

2.2模拟退火算法

模拟退火算法(Simulated Annealing简称SA)，最早的思想

由Metropolis在1953年提出，Kirkpatrick在1983年成功地应用在组合最优化问题。SA是一个全局最优算法，以优化问题的求解与物理系统退火过程的相似性为基础，利用Metropolis算法并适当的控制温度的下降过程实现模拟退火，从而达到求解全局优化问题的目的。模拟退火算法是一种通用的优化算法，用以求解不同的非线性问题；对不可微甚至不连续的函数优化，能以较大概率求得全局优化解；具有较强的鲁棒性、全局收敛性、隐含并行性及广泛的适应性；并且能处理不同类型的优化设计变量(离散的、连续的和混合型的)；不需要任何的辅助信息，对目标函数和约束函数没有任何要求。目前已在工程中得到了广泛的应用，诸如VLSI生产调度、控制工程、机器学习、神经网络、图像处理、数值分析等领域。模拟退火算法虽然能够以随机搜索技术从概率意义上找出目标函数的全局最优点，但其计算时间长、效果较低。针对算法的“先天性不足”，在确保一定要求的优化质量基础上，对算法进行改进和升级，也可结合其它算法，混合优化SA算法。文献[18]将隐含使用目标函数梯度信息、迅速收敛的下

降的单纯形算法与模拟退火算法相融合，提出了一种混合优化算法，能有效地进行全局寻优。

2.3 蚁群算法

蚁群算法(Ant Colony Algorithm简称ACA)，是受自然界中真实蚁群的集体行为的启发而提出的一种基于群体的模拟进化算法，是1991年由意大利学者M.Dorigo等人首先提出，通过人工模拟蚂蚁搜索食物的过程来求解旅行商问题(TSP)。蚁群算法对系统优化问题的数学模型没有很高的要求，只要可以显式表达即可，避免了导数等数学信息，使得优化过程更加简单，遍历性更好，适合非线性问题的求解。主要应用在：旅行商问题(TSP)、二次分配问题(QAP)、车间任务调度问题(JSP)、车辆路线问题(VRP)、图着色问题(GCP)、有序排列问题(SOP)、机构同构判定问题、数据的特征聚类过程、集成电路布线设计、电信路由控制、交通建模及规划等的求解。虽然蚁群算法具有正反馈选择、并行计算、群体合作三大优点，但是也存在着需要较长的搜索时间和容易出现“停滞”现象两大缺陷。吴庆洪等从遗传算法中变异算子的作用得到启发，在蚁群算法中采用了逆转变异机制，进而提出了一种具有变异特征的蚁群算法。文献[19]应用改进型蚁群算法解决车间作业调度问题，在原有标准蚁群算法的基础上采用了新的状态转移规则，讨论了各种不同的轨迹更新规则对仿真结果的影响，并通过统计数据验证了改进型蚁群算法优于标准的蚁群优化算法。

2.4 三种算法应用的比较分析

遗传算法、模拟退火算法、蚁群算法都是随机搜索算法，它们的搜索过程都具有非确定性，具有避免陷入局部最优以收敛于全局最优(或次优)的能力。三种算法的共同特点是鲁棒性较强，对基本算法模型稍加修改，便可以应用于其它问题；具有并行性，

易于并行实现；很容易与多种启发式算法结合，以改善算法的性能。在背包问题的求解中，遗传算法有较强的全局搜索性能，但容易产生早熟收敛的问题，而且在进化后期搜索效率较低。模拟退火算法具有很好的局部搜索能力，但对参数的依赖性较强。因而将它们结合使用，在优化性能、优化效率、可靠性方面具有明显的优越性。在求解大规模TSP问题时，遗传算法具有快速随机的局部搜索能力，但对于系统中的反馈信息利用不够，当求解到一定范围时在作大量无为的冗余迭代，求精确解效率低。而蚁群算法初期信息素匮乏，求解速度慢。因此将遗传算法和蚁群算法相融合，在问题求解中，用蚁群算法迭代每只蚂蚁走过的路径序列作为遗传算法的初始种群，克服随机选择的盲目性，从而提高算法的性能。在有时间窗的车辆优化调度问题中，遗传算法具有鲁棒性，且全局搜索能力强，所需时间较少，但不能保证每次搜索结果一样，适用于复杂优化问题。模拟退火算法，采用随机松弛技巧，但搜索结果不能保证是最优的，适于对已有路径进行改造。蚁群算法，可以将目标构造成两组相互协调的蚁群，但需要不断调整变量，适用于多目标的优化问题。从对实际的组合优化问题的研究中发现，选择何种算法，要根据具体所求解的问题的特点。

3结论与展望

优化方法在工程领域的应用已有较长时间的研究，传统与现代优化方法各有其优点和不足。一般而言，传统优化方法的理论基础完整而扎实，算法理论性和通用性强，可靠性、搜索效率较高，但由于算法是基于连续函数和凸规划构造的，存在着对于非凸优化问题易收敛于局部最优点，全局最优解难以保证，难以处理离散变量等缺点。现代优化方法中，研究与应用最为活

跃的是遗传算法，检索到的近几年遗传算法的文献量几倍于传统优化方法和其他现代优化方法的相关文献的总和。遗传算法具有独特的寻优机制，能较好地实现全域寻优，以适应工程设计问题的复杂性、非线性、多极值性等特点。但遗传算法也容易产生早熟收敛，一旦出现早熟就等同于传统优化方法收敛于局部最优点的问题。从计算数学的角度来看，每一种优化方法实质是在某种假定的理想状态下，基于某种数学原理的“数学试验”方法，都有各自适应的某一类数学模型。因此，无论是传统优化方法还是现代优化方法，不能绝对地用“好”或“不好”来评价、取舍。一边倒的热衷于某种优化方法，其中的科学性值得思量。文献[20]针对基本遗传算法在优化设计中遇到的局部搜索能力不强、早熟收敛等问题，提出一种将模拟退火算法、Powell搜索方法与遗传算法相结合的混合遗传算法，该算法综合了Powell方法的局部搜索和遗传算法、模拟退火算法的全局搜索等特点，较好地克服了Powell方法易陷入局部解和GA、SA算法最终进化至最优解较慢的缺点，具有较好的全局性和收敛速度。可以预见，多种优化方法的综合应用将是今后优化方法应用的发展趋势。从检索情况看，对于传统优化方法的应用技术的研究十分冷清。但从方法的成熟度与易用性来看，传统优化方法更适合工程应用人员使用。在工程实际应用时由于综合考虑其他因素（如参数圆整），最终方案往往会偏离最优解，因此，易收敛于局部最优点的问题在理论上虽然很致命，但在实际应用时则被淡化了。而对于非凸问题的求解，若选择多个初始点多次求优，就有望获取全局最优解，问题在于如何给出有益于全域寻优的初始点群，其中的方法与数量的多少有待于

进一步研究。此外，目前优化方法的应用技术的研究，关注的是将传统优化方法引入到现代优化方法中，改善现代优化方法的不足，却少有关注应用现代优化方法来改造传统优化方法，例如在传统优化方法中如何引入全域寻优的机制，如吸收遗传算法的思想，也未必不是一种有益尝试。参考文献：

[1]张翔．优化设计方法及编程[M]．北京：中国农业大学出版社，2001.7. [2]丁叙生，唐寿刚．无周向回油液体静压轴承优化设计[J]．制造技术与机床，2001(1)：25 - 27. [3]柯尊忠，张宏梅，黄康等．无螺栓十字轴万向联轴器结构形状优化设计[J].合肥工业大学学报（自然科学版），2000，23(1)：91 - 94. [4]石英，肖金生，刘春晓等．配气凸轮优化设计的惩罚函数法和增广拉格朗日乘子法[J]．武汉理工大学学报（交通科学与工程版），2002，26(3)：365 - 368. [5]赵武云，樊英生.螺栓组联接的可靠性优化设计[J].甘肃农业大学学报，2000(3)：68 - 71. [6]李亮，迟世春，林皋．一类新复合形法及其在临界滑动面搜索中的应用[J]．岩土工程学报，2005，27(4)：448 - 452. [7]何燕．利用改进的离散变量惩罚函数法实现机械优化设计[J]．青岛化工学院学报，2000(2)：75 - 78. [8]王晨曦．基于混合离散复合形法的工程优化设计[J]．长安大学学报（自然科学版），2004，24(4)：91 - 96. [9]任鹏，于晓红，王小群．偏心摆式飞剪机剪切过程及机械参数的优化设计[J]．机械设计与研究2006(2)：103 - 105. [10]束雯，王玮．机床主传动系统优化设计方法的研究[J]．机床与液压，2006(2)：66 - 68. [11]王薇，谷正气，董继征．基于惩罚函数法的汽车动力传动系参数优化匹配分析[J]．机械与电子，2005(10)：22 - 25. [12]李熙亚，王卫平．机械优化设计的遗

传惩罚复合法[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2002(8): 53 - 54. [13]张思才, 张方晓. 一种改进遗传算法及在结构优化设计中的应用[J]. 机械强度, 2005(6): 52 - 55. [14]周麟, 唐家祥. 基于遗传算法的框架结构系统可靠性优化[J]. 武汉化工学院学报, 2003(1): 41 - 43. [15]邓宏贵, 曹建, 罗安. 一种新的遗传算法及其在变压器故障诊断中的应用[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2005(3): 136 - 140. [16]乔孟丽, 张景元. 遗传算法在T-S模糊模型参数辨识中的应用[J]. 福建电脑, 2006(3): 93 - 95. [17]王立新, 郝博, 舒启林. 遗传算法在多层次结构机械产品智能方案设计中应用[J]. 机械设计与制造, 2006(2): 32 - 34. [18]邹士新, 杨坤德. 用单纯形模拟退火混合算法反演地声参数[J]. 电声技术, 2006(6): 5 - 9. [19]陈知美, 顾幸生. 改进型蚁群算法在JobShop问题中的应用[J]. 华东理工大学学报, 2006(4): 107 - 111. [20]马景槐, 王江涛. 基于混合退火遗传算法的圆柱蜗杆传动模糊优化设计[J]. 机械传动, 2006(6): 55 - 57. 更多优质信息请访问
: #ff0000>百考试题工程硕士站 #ff0000>百考试题工程硕士论坛 100Test 下载频道开通, 各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com