

铺设输油管线的最优化方案

The Optimization Scheme of the Pipeline's Laying

张涛 ZHANG Tao; 程莉莉 CHENG Li-li

(山东凯文科技职业学院, 济南 250200)

(Shandong Kevin Vocational College of Science and Technology, Jinan 250200, China)

摘要: 本文根据两炼油厂到铁路线距离和两炼油厂间距离的不同情况, 分别讨论了有无共用管线及管线覆盖城区与郊区时的不同情形, 并通过优化模型使用 lingo 软件求解出了在城乡拆迁费用不同时的最佳的管线铺设方案, 使得花费最少。

Abstract: In this paper, according to the distances from the two refineries to the railway line respectively, and the distance between the two refineries, the authors discuss different conditions whether there is common oil pipeline, and the pipeline covering urban or suburban. Then they solve the optimum pipeline laying scheme that costs the least by optimizing the model using the lingo software.

关键词: 优化模型; 管线铺设; 权向量; lingo

Key words: optimization model; pipeline laying; weight vector; lingo

中图分类号: O141.4

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2015)02-0311-02

DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2015.02.173

油田计划在铁路线一侧建造两家炼油厂, 同时在铁路线上增建一个车站, 用来运送成品油。根据两炼油厂到铁路线的距离和两炼油厂间距离的各种不同情形分析得到以下三种情况: $a < b$, $a = b$, $a > b$ 。下面分情况讨论:

① $a < b$ 时, 与 l 进行比较, 又可得到 $b > l > a$, $b > a > l$, $b > l > a$, $b > a > l$, $b > l > a$ 五种情况, 每种情况又可分为有共用管道和无共用管道两种。如图 1 所示。

1) 无共用管道时, 由几何意义, 作出 A 点关于铁路的对称点 A', 连接 A'B' 则与铁路的交点即为车站所在位置。建立所需铺设管线总长的函数

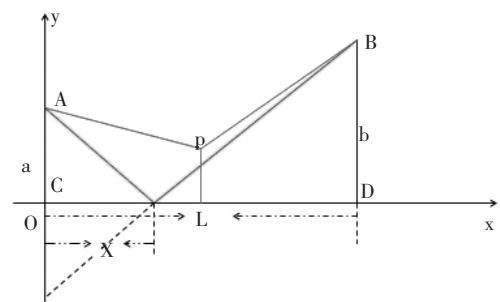


图 1 $b > a$

$$w_{11} = \sqrt{a^2 + x^2} + \sqrt{(l-x)^2 + b^2}$$

由一元函数极值的求法, 求出 $x = \frac{al}{a+b}$, 从而确定出车站的位置。

作者简介: 张涛(1979-), 男, 山东莱芜人, 讲师, 研究方向为计算数学。

的强度的下降。所以, 近年来有关学者在用无机刚性粒子填充改性 PP 的同时, 向复合材料体系中加入一定量的弹性体, 构成性价比比较高的 PP/弹性体/无机刚性粒子三元复合材料, 甚至是多种无机填料粒子与有机物同时与 PP 共混, 以期达到某些特殊的材料的性能指标, 如保险杠、工程塑料等, 这种改性方法被称为混杂复合改性。

闫礼成等用熔融共混的方法制备了 PP/POE/硅灰石复合材料, 并研究了硅灰石与 POE 对 PP 力学与热力学性能的影响。结果表明 POE 可以明显改善材料的韧性, 提高冲击强度, 硅灰石增强作用明显, 拉伸强度明显升高。复合材料体系中, 在 POE 与硅灰石协同作用下, 材料的结晶温度升高, 熔点降低。王珂等制备了 PP/POE/BaSO₄ 复合材料, 研究了 POE 与 BaSO₄ 对材料性能的影响。研究发现, POE 与 BaSO₄ 的复合使用, 使材料的强度与韧性同时得到了明显提高。当 POE 直接加入复合体系中时, POE 与 BaSO₄ 易以相互分离的形式分散在 PP 基体中, 强度与韧性的提高幅度有限; 当 POE 接枝马来酸酐后, BaSO₄ 进入 POE 粒子内, 形成核壳结构, 材料的强度与韧性提高幅度较大。苏峰华等利用双螺杆挤出机制备了 PP/POE/高岭土复合材料, 并研究了其力学和热力学性能。结构表明, 高岭土可明显提升 PP/POE 共混物的杨氏模量, 使复合材料的杨氏模量明显高于纯 PP 的; 添加高岭土后, PP/POE 二元

复合材料的冲击强度进一步增大, 复合材料的冲击强度在高岭土量达到 10 份时升至最大值; 高岭土在 PP/POE/高岭土三元体系中促进了 PP 的异相成核, 致使体系的结晶温度升高, 结晶速度增大; 此外, 高岭土也改善了 PP 基体的耐热性, 提升了 PP 基体融融温度。

4 结语

经过科研工作者的不懈努力, PP 物理改性技术得到了蓬勃发展。从 PP 与单一填料或有机填充物的共混或填充改性, 发展到 PP 与多种无机填料粒子、有机物的混杂改性, 科研人员们依据 PP、无机填料粒子及有机填充物各自的特性, 选择其中的几种加入到 PP 基体中, 不仅提高了材料的性价比, 也使得 PP 复合材料向着专业化、工业化的方向发展, 拓宽了 PP 的应用领域。

参考文献:

- [1] Cao Xianwu, Zheng Zicong, Xie Ying, et al. The effect of polypropylene/polyamide 66 blending modification on melt strength and rheologic behaviors of polypropylene[J]. Polymer Bulletin. 2010, 64(2): 197-207.
- [2] 王珂, 徐布衣, 曾汉民. PP/POE/BaSO₄ 三相复合体系的形态控制和力学性能的研究[J]. 高分子材料科学与工程, 2002, 18(2): 165-167.
- [3] 苏峰华, 黄汉雄, 邹余敏. PP/POE/高岭土三元复合材料的力学及热性能[J]. 高分子材料科学与工程, 2009, 25(10): 94-97.

2)有共用管道时,可先设共用管道费用与非共用管道费用一样,此时以管线总长度 w_{12} 为目标函数,使其最小,即可确定车站位置。设共用管长为 y 根据实际情况,应有 $y \leq \max\{a, b\}$ 则目标函数

$$w_{12} = \sqrt{(a-y)^2 + x^2} + \sqrt{(b-y)^2 + (l-x)^2} + y$$

$$\text{由二元函数求极值的方法,得出} \begin{cases} x = \frac{l}{2} - \frac{\sqrt{3}(b-a)}{2} \\ y = \frac{a+b}{2} - \frac{l}{2\sqrt{3}} \end{cases}$$

当共用管道费用与非共用管道费用不同时,设共用管道费用是非共用管道的 k 倍($k \geq 1$),此时以铺设管线费用为目标函数 $M_1 = \sqrt{(a-y)^2 + x^2} + \sqrt{(b-y)^2 + (l-x)^2} + ky$,使其最小,即可得车站位置。

② $a=b$ 时,易知车站的位置必在两炼油厂中线位置。当无共用管线时,车站位置即为 A、B 厂在铁路上投影距离的中点;当有共用管线时,车站位置不变,其共用管线的起点位于 A、B 厂在铁路上投影距离的中线上,解法同①。

③ $a > b$ 时,交换 A、B 厂区即为第一种情况。

针对于一更为复杂的情形(跨城乡的管线铺设)进行具体的设计。两炼油厂的具体位置如图 2 所示。

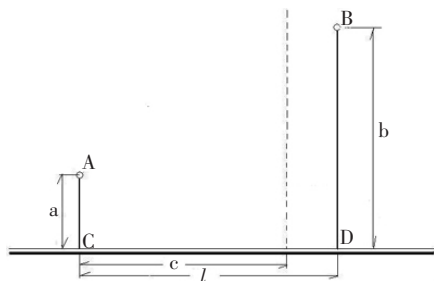


图 2

我们为处理城区拆迁和工程补偿等相关费用,首先参考成对比较矩阵的 1-9 尺度,采用层次分析模型中的正互反矩阵得到三个公司各自的权向量 ω_i ,综合比较三个工程咨询公司评估的城区拆迁等相关费用后,得到更客观的拆迁等相关费用的标准 $H = 0.7474 \times 21 + 0.1263 \times 24 + 0.1263 \times 20 = 21.2526$ (万元/平米)。

下面讨论管线铺设方案及其费用。

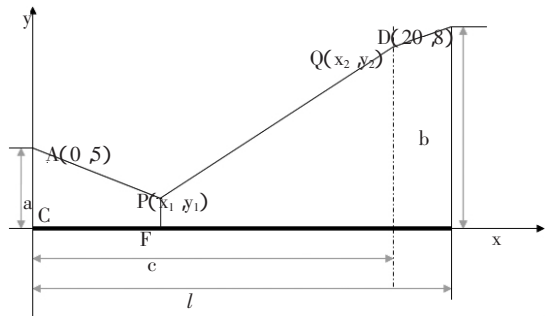


图 3

铺设管线总费用 M_2 可以用 AP、PQ、DQ 来表示:

$$\begin{aligned} M_2 &= 7.2 \cdot AP + 7.2 \cdot PQ + (7.2 + 21.2052) \cdot QD + 7.2 \cdot PF \\ &= 7.2 \cdot \sqrt{x_1^2 + (5-y_1)^2} + 7.2 \cdot \sqrt{(y_2-y_1)^2 + (x_2-x_1)^2} + \\ &\quad (7.2 + 21.2526) \cdot \sqrt{(8-y_2)^2 + (20-x_2)^2} + 7.2 \cdot y_1 \end{aligned}$$

我们根据题目给出的条件得到几个约束条件:

由于 Q 点在城区交界线上,所以 $x_2 = 15$ s.t.

$$\begin{cases} y_1 > 0 \\ y_1 < 5 \\ x_1 > 0 \\ x_1 < 15 \\ y_2 > 0 \\ y_2 < 8 \end{cases}$$

利用 lingo 可以求出最优值 $M_2 = 281.4504$ 万元。

$$\text{其对应的值分别为} \begin{cases} x_1 = 5.454237 \\ x_2 = 15.00 \\ y_2 = 7.362243 \\ y_1 = 1.850995 \end{cases}$$

炼油厂 A 的非共用管道的长度为: $AP = 6.2980$ 千米; 炼油厂 B 在郊区的非共用管道的长度为: $PQ = 11.0225$ 千米,在市区的非共用管道长度为: $DQ = 5.0405$ 千米,两厂共用管道长度为: $PF = 1.850995$ 千米。为进一步节省费用,根据炼油厂的生产能力,应选用相适应的油管。

由于考虑到拆迁和工程补助费用大于铺设管线的费用,所以我们认为尽量减少管道在城区的长度,从而达到所需金额的最小。其总费用 M_3 可以用

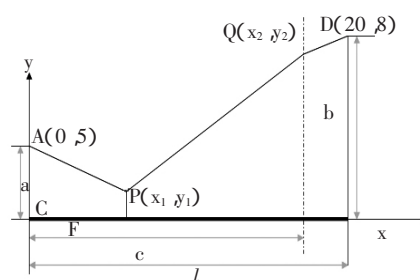


图 4

AP、PQ、DQ 来表示:

$$\begin{aligned} M_3 &= 5.6 \cdot AP + 6.0 \cdot PQ + (6.0 + 21.2526) \cdot QD + 7.2 \cdot PF \\ &= 5.6 \cdot \sqrt{x_1^2 + (5-y_1)^2} + 6.0 \cdot \sqrt{(y_2-y_1)^2 + (x_2-x_1)^2} + \\ &\quad (6.0 + 21.2526) \cdot \sqrt{(8-y_2)^2 + (20-x_2)^2} + 7.2 \cdot y_1 \end{aligned}$$

我们可以根据题目的要求得到几个约束条件,由于 Q

点在城区交界线上,所以 $x_2 = 15$ s.t.

$$\begin{cases} y_1 > 0 \\ y_1 < 5 \\ x_1 > 0 \\ x_1 < 15 \\ y_2 > 0 \\ y_2 < 8 \end{cases}$$

利用 lingo 求

得的最优值为 $M_3 = 250.7186$ 万元, $y_1 = 0.1358586$ 。即当共

$$\begin{cases} x_1 = 6.737995 \\ y_1 = 0.1358586 \\ y_2 = 7.272824 \end{cases}$$

用管线起点在 $(6.737995, 0.1358586)$, 管线与区域界限交点在 $(15, 7.27)$ 时,管线费用最低 $M_3 = 250.7186$ 万元。这也从实际应用中验证了:当共用管线费用大于非共用管线时,应尽量缩短共用管线的长度,才会使总费用降低。

注:该题来源于 2010 年全国大学生数学建模竞赛试题 C。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国建设部令第 149 号. 工程造价咨询企业管理办法. http://www.gov.cn/ziliao/flfg/2006-04/20/content_257728.htm.
- [2] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型[M]. 三版. 高等教育出版社, 2003, 8.
- [3] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 《数学模型(第三版)》习题参考解答[M]. 高等教育出版社, 2003, 8.