

高速公路企业债务的灰色规划模型*

甘靖¹, 胡鑫²

(1.湖南省大岳高速公路建设开发有限公司, 湖南 岳阳 414000; 2.湖南省吉怀高速公路建设开发有限公司, 湖南 怀化 418000)

摘要: 对债务进行科学规划是高速公路企业的一项重要决策, 合理数量的债务融资, 有利于企业获得尽可能大的收益。文中在分析高速公路企业债务形成的基础上, 根据高速公路企业年平均资产利润率、负债平均利息率及资产负债比等不确定性的特点, 运用灰色规划理论, 构建了基于灰色线性规划的高速公路企业债务规划模型, 并通过实例阐述了如何运用该规划模型确定企业在规划期内的最佳新增负债额。

关键词: 工程管理; 高速公路; 企业债务; 灰色规划; 灰数

中图分类号: U415.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2017)02-0170-03

高速公路建设周期长、投资大, 单纯依靠政府部门的拨款远不能满足其资金需求, 需充分利用高速公路商品性的特点扩大融资渠道, 通过尽可能多的方式筹集资金, 使高速公路建设和运营处于正常状态。对高速公路企业债务进行研究并作出规划和管理, 是确保高速公路快速稳定发展的重要保障。

目前已有许多学者就企业债务规划问题进行了研究, 如: 在已知企业资产收益率、负债率及负债利息等情况下, 朱喜安等利用线性规划原理建构了企业资产负债规划模型, 保证了企业债务的期限结构和企业负债规模的相互匹配, 为企业获得最大净资产收益提供理论依据; Emre Balibeka 等通过对债务的不确定性进行分析, 建立了公共债务组合多阶段随机规划模型, 为决策者选择融资方式提供决策依据; 陈赞等通过对高速公路企业债务性融资方式进行分析与分类, 采用熵权法求得各种融资方式占债务总量比重的权重, 建立了高速公路企业债务规模与结构优化模型; 杨明等基于 Debt-at-Risk 约束建立了高速公路企业债务组合优化模型, 通过该模型求出了债务组合的有效边界。

灰色线性规划是一种动态线性规划, 弥补了常规线性规划静态的不足, 是求解带有不确定性因素问题和进行动态分析的有力工具, 在产业结构调整和发展规划等方面应用广泛。高速公路企业债务规划不仅涉及企业负债利息率, 还涉及企业资产收益率和企业资产净收益率等不确定因素。因此, 该文应用灰色规划模型研究高速公路企业在一定规划期

的负债模式。

1 灰色线性规划模型介绍

灰色线性规划模型是在线性规划模型的基础上进行改进与完善而成, 不仅能动态反映社会经济的发展变化情况, 还可反映社会各类资源的配置情况。目前, 灰色线性规划模型多应用在多变量系统研究中。该模型由五部分组成, 即决策变量 $X_i (i=1, 2, \dots, n)$ 、约束条件或资源限制 $b_j (j=1, 2, \dots, n)$ 、技术系数 a_{ij} 、效益系数 c_i 、目标函数 Z 。可简单描述为在满足约束条件的情况下寻求一组 X , 使 $f(X)$ 达到极大值(或极小值), 即:

$$f(X) = CX \rightarrow \max(\min)$$

$$\otimes(A)X \leq b, X \geq 0$$

式中: C 为目标函数的系数向量, $C = [c_1, c_2, \dots, c_n]$; c_i 为灰数; X 为决策变量, $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$; $\otimes(A)$ 为约束条件的系数矩阵, A 为 $\otimes(A)$ 的白化矩阵, 其表达式分别见式(1)、式(2); b 为资源限制。

$$\otimes(A) = \begin{bmatrix} \otimes_{11} & \otimes_{12} & \cdots & \otimes_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \otimes_{m1} & \otimes_{m2} & \cdots & \otimes_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

对初阶白化序列 $b_j^{(0)}$ 作累计相加, 得到一阶白化序列 $b_j^{(1)}$; 以 $b_j^{(1)}$ 建立 GM(1, 1) 预测模型, 应用该

* 基金项目: 湖南省交通厅科技项目(200804)

模型求出预测值 $\{b_i^{(0)}(K), K > n\}$ 。按照式(3)所示约束条件进行计算,即可求出灰色线性规划在 K 时刻的值。

$$\otimes(A)X = \begin{bmatrix} \bar{b}_1^{(0)}(K) \\ b_2^{(0)}(K) \\ \bar{b}_m^{(0)}(K) \end{bmatrix} \quad (3)$$

在 $K > n$ (n 为决策变量数量)的条件下,可根据所取的不同值得到不同时期线性规划的解。

2 高速公路企业债务规划模型

2.1 构建思路

基于债务的期限结构和债务数量,保证在一定规划期内资金的使用收益和新增负债所产生的先进流与负债期限和数量基本相匹配,以此为目标,使企业获得最大收益。

2.2 高速公路企业债务组成形式

在一定规划期内,企业期末负债和期末资产的计算公式分别为:

$$\text{期末负债} = \text{期初负债} - \text{本期减少负债} + \text{本期新增负债} \quad (4)$$

$$\text{期末资产} = \text{期初所有者权益} + \text{本期新增所有者权益} + \text{期末负债} \quad (5)$$

假设高速公路企业的规划期为 n ,第一年初的实有负债存量为 B_0 、资产存量为 D_0 ,第一年至第 n 年的还款比率分别为 r_1, r_2, \dots, r_n , n 年的平均资产利润率和平均利息率分别为 β, α ,第一年至第 n 年的新增负债分别为 B_1, B_2, \dots, B_n 。根据式(4),第一年末企业的总负债为:

$$N_1 = B_0(1 - r_1) + B_1$$

由上往下依次类推,得到第二年末企业的总负债为:

$$N_2 = B_0 \left[1 - \sum_{i=1}^2 r_i \right] + B_1 \left[1 - \sum_{i=1}^1 r_i \right] + B_2 \quad (6)$$

第 n 年末企业的总负债为:

$$N_n = B_0 \left[1 - \sum_{i=1}^n r_i \right] + B_1 \left[1 - \sum_{i=1}^{n-1} r_i \right] + \dots + B_{n-1} \left[1 - \sum_{i=1}^{n-(n-1)} r_i \right] + B_n \quad (7)$$

根据式(5),第一年末企业的总资产为:

$$D_1 = D_0 - N_0 + \frac{D_0 + D_1}{2}\beta - \frac{N_0 + N_1}{2}\alpha +$$

$$N_1 = \frac{2 + \beta}{2 - \beta} D_0 - \frac{2 + \alpha}{2 - \beta} N_0 + \frac{2 - \alpha}{2 - \beta} N_1 \quad (8)$$

第二年末企业的总资产为:

$$D_2 = \left[\frac{2 + \beta}{2 - \beta} \right]^2 D_0 - \frac{(2 + \beta)(2 + \alpha)}{2 - \beta} N_0 + \left[\frac{(2 + \beta)(2 + \alpha)}{(2 - \beta)^2} - \frac{2 + \alpha}{2 - \beta} \right] N_1 + \frac{2 - \alpha}{2 - \beta} N_2 \quad (9)$$

第 n 年末企业的总资产为:

$$D_n = \left[\frac{2 + \beta}{2 - \beta} \right]^n D_0 - \frac{(2 + \beta)^{n-1}(2 + \alpha)}{(2 - \beta)^n} N_0 + \left[\frac{(2 + \beta)^{n-1}(2 - \alpha)}{(2 - \beta)^n} - \frac{(2 + \beta)^{n-2}(2 + \alpha)}{(2 - \beta)^{n-1}} \right] \cdot N_1 + \dots + \left[\frac{(2 + \beta)(2 - \alpha)}{(2 - \beta)^2} - \frac{2 + \alpha}{2 - \beta} \right] \cdot N_{n-1} + \frac{2 - \alpha}{2 - \beta} N_n \quad (10)$$

综上,各期负债与资产均为每年新增负债 B_1, B_2, \dots, B_n 的函数。

2.3 高速公路企业债务规划模型的建立

高速公路企业债务规划模型要解决的问题是在 n 规划年,企业每年资产的流入量必须大于资产的流出量。要使企业能按期还贷款,必须保证企业资产负债比 k 保持在合适范围,以尽可能减少负债风险,并保证企业资产负债保持在合理的水平,最终使企业的净资产达到最大化。

根据灰色线性规划模型及高速公路企业债务组成形式,不确定性因素包括 n 年的总平均资产利润率 β , n 年的负债平均利息率 α 及企业资产负债比 k 等。作如下假设:高速公路企业 n 年的总平均资产利润率 $\beta = \otimes(\beta)$,其中 $\otimes(\beta)$ 为灰数,即 $\otimes(\beta) \in [\underline{\otimes}(\beta), \bar{\otimes}(\beta)]$; n 年负债平均利息率 $\alpha = \otimes(\alpha)$,其中 $\otimes(\alpha)$ 为灰数,即 $\otimes(\alpha) \in [\underline{\otimes}(\alpha), \bar{\otimes}(\alpha)]$; 企业资产负债比 $k = \otimes(k)$,其中 $\otimes(k)$ 为灰数,即 $\otimes(k) \in [\underline{\otimes}(k), \bar{\otimes}(k)]$ 。第 n 年末企业的资产流入量为:

$$B_n + \otimes(\beta) \frac{D_{n-1} + D_n}{2} \quad (11)$$

第 n 年末企业的资产流出量为:

$$\sum_{i=0}^{n-1} B_i r_{n-i} + \otimes(\alpha) \frac{N_{n-1} + N_n}{2} \quad (12)$$

根据以上条件,构建如下灰色线性规划模型:

$$\max f(B_1, B_2, \dots, B_n) = \otimes(\beta) \left[\frac{D_0}{2} + D_1 + D_2 + \dots + D_{n-1} + \frac{D_n}{2} \right] - \otimes(\alpha) \left[\frac{N_0}{2} + N_1 + N_2 + \dots + N_{n-1} + \frac{N_n}{2} \right] \quad (13)$$

约束条件如下:

$$B_1 + \otimes(\beta) \frac{D_0 + D_1}{2} > B_0 r_1 + \otimes(\alpha) \frac{N_0 + N_1}{2} \quad (14)$$

$$B_2 + \otimes(\beta) \frac{D_1 + D_2}{2} > B_0 r_2 + B_1 r_1 + \otimes(\alpha) \frac{N_1 + N_2}{2} \quad (15)$$

$$B_3 + \otimes(\beta) \frac{D_2 + D_3}{2} > B_0 r_3 + B_1 r_2 + B_2 r_1 + \otimes(\alpha) \frac{N_2 + N_3}{2} \quad (16)$$

$$B_n + \otimes(\beta) \frac{D_{n-1} + D_n}{2} > \sum_{i=0}^{n-1} B_i r_{n-i} + \otimes(\alpha) \frac{N_{n-1} + N_n}{2} \quad (17)$$

$$\frac{N_1}{D_1} \leq \otimes(k), \frac{N_2}{D_2} \leq \otimes(k), \dots, \frac{N_n}{D_n} \leq \otimes(k) \quad (18)$$

$$B_1 > 0, B_2 > 0, \dots, B_n > 0 \quad (19)$$

约束条件中,式(14)~(17)表示企业分别在第1、第2、第3及第n年的资产流入量大于资产流出量;式(18)表示企业规划的资产负债率必须小于得出的企业资产负债率;式(19)表示企业每年的新增负债大于零。

假设 δ_α 、 δ_β 、 $\delta_k \in [0, 1]$, 并令灰参的白化值分别为:

$$\tilde{\otimes}(\alpha) = \delta_\alpha \underline{\otimes}(\alpha) + (1 - \delta_\alpha) \bar{\otimes}(\alpha)$$

$$\tilde{\otimes}(\beta) = \delta_\beta \underline{\otimes}(\beta) + (1 - \delta_\beta) \bar{\otimes}(\beta)$$

$$\tilde{\otimes}(k) = \delta_k \underline{\otimes}(k) + (1 - \delta_k) \bar{\otimes}(k)$$

将上述灰色线性规划模型的定位规划转化为:

$$\max f(B_1, B_2, \dots, B_n) = \tilde{\otimes}(\beta) \left[\frac{D_0}{2} + D_1 + D_2 + \dots + D_{n-1} + \frac{D_n}{2} \right] - \tilde{\otimes}(\alpha) \left[\frac{N_0}{2} + N_1 + N_2 + \dots + N_{n-1} + \frac{N_n}{2} \right] \quad (20)$$

约束条件如下:

$$B_1 + \tilde{\otimes}(\beta) \frac{D_0 + D_1}{2} > B_0 r_1 + \tilde{\otimes}(\alpha) \frac{N_0 + N_1}{2} \quad (21)$$

$$B_2 + \tilde{\otimes}(\beta) \frac{D_1 + D_2}{2} > B_0 r_2 + B_1 r_1 + \tilde{\otimes}(\alpha) \frac{N_1 + N_2}{2} \quad (22)$$

$$B_3 + \tilde{\otimes}(\beta) \frac{D_2 + D_3}{2} > B_0 r_3 + B_1 r_2 + B_2 r_1 + \tilde{\otimes}(\alpha) \frac{N_2 + N_3}{2} \quad (23)$$

$$B_n + \tilde{\otimes}(\beta) \frac{D_{n-1} + D_n}{2} > \sum_{i=0}^{n-1} B_i r_{n-i} + \tilde{\otimes}(\alpha) \frac{N_{n-1} + N_n}{2} \quad (24)$$

$$\frac{N_1}{D_1} \leq \tilde{\otimes}(k), \frac{N_2}{D_2} \leq \tilde{\otimes}(k), \dots, \frac{N_n}{D_n} \leq \tilde{\otimes}(k) \quad (25)$$

$$B_1 > 0, B_2 > 0, \dots, B_n > 0 \quad (26)$$

3 实例分析

某高速公路企业2012年末的资产总额为30亿元,记作 D_0 ; 负债总额为10亿元,用 $B_0(N_0)$ 表示。设5年为该企业负债的规划期,每年负债还款比率分别设为0.1、0.2、0.3、0.3、0.1,5年的平均资产利润率 $\beta \in [5\%, 10\%]$,5年的负债平均利息率 $\alpha \in [2\%, 6\%]$,已知其5年的平均资产负债比率 $k \in [40\%, 60\%]$,运用上述模型求取该高速公路企业每年的新增负债额 B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 。

根据前述灰色线性规划模型的求解步骤,取 $\delta_\alpha = 0.75$ 、 $\delta_\beta = 0.4$ 、 $\delta_k = 0.75$,这些取值分配是为了在规划期内让企业平均资产尽可能大,负债的平均利息率尽可能小,从而保证资产负债比率尽可能小,使企业的净收益达到最大化。把上述已知值带入式(20)~(24),利用Excel求解该企业每年的新增负债,得 B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 分别为9.96、6.25、9.40、12.61、14.21亿元。按5年规划,该企业在未来5年每年的负债额分别为9.96、6.25、9.40、12.61、14.21亿元时才能获得最大净收益。

4 结语

该文在线性规划的基础上,应用灰色规划理论,
(下转第174页)

的泄水管涂刷防水层,涂刷应平滑,并避免污染其他砼外露面。

(2) 喷涂处理。桥面验收通过后,利用防水喷涂机进行喷涂处理,通常情况下喷涂 2 层。注意防水层需覆盖整个桥面,厚度小于 2 mm。在进行桥面底部喷涂时,需根据桥面平整度选择喷涂量,通常为 0.3 kg/m²,保证防水材料 and 桥面的粘聚力,使防水层质量得到控制。

(3) 严格按流程施工。防水层施工中要严格遵循施工流程,只有严格参照施工流程,才能从根本上确保防水层的质量。如在进行基层处理剂涂刷时,先确定干燥程度,然后严格按照设计比例进行搅拌,基层处理剂涂刷完成并晾干后铺贴卷材,通常晾干时间为 4 h,具体时间根据温度变化实时调整。需注意的是,防水层未完全晾干时不可踩踏,否则影响防水效果。

(4) 重视施工细节。防水层施工是一项综合性技术,对其中一些细节需予以重视,注重路桥的整体构造组成。另一方面,温度的变化也是影响防水层质量的重要因素。

(5) 施工测量。准确测量车道顶面标高,计算路桥的承载力,注意路桥铺装层厚度控制,确保铺装均匀、平整。如果铺装层是半幅施工,需在浇筑的一端铺设钢筋,防止另一侧砼出现裂缝。在进行砼搅拌时,注意比例分配和材料的使用,防止造成砼干缩裂缝。另外,在排水口、雨水口等位置做好排水设施

和保护措施,避免杂物堵塞排水口;在湿接缝施工中保证接缝砼和桥梁砼的密实,防止出现裂缝。

(6) 防水层施工后的清理。防水层施工后进行封闭管理,防止污染。若桥面有污染物,利用机械钢丝刷、森林灭火器及时进行清理。

3 结语

总而言之,想要确保路桥施工质量,需对防水层施工进行严格控制,注意施工环节的有序。相信随着科学技术的发展,防水层施工质量问题将不复存在,进而推动路桥工程走向更高的发展领域。

参考文献:

[1] 杨吉庆.铁路路桥施工的技术及质量控制措施探究[J].河南科技,2014(22).

[2] 赵明宇.试论路桥工程施工中的防水技术质量控制[J].福建质量管理,2015(8).

[3] 陈建生.路桥施工中防水路基面的施工技术分析[J].江西建材,2016(4).

[4] 王世滨.路桥施工中防水路基面的施工技术分析[J].四川水泥,2016(8).

[5] 马湛.路桥建设中混凝土与防水层的施工质量控制[J].中华建设,2015(10).

[6] 权西科.探究路桥工程中防水层的施工及注意事项[J].劳动保障世界:理论版,2013(7).

收稿日期:2016-11-06

(上接第 172 页)

建立了基于灰色线性规划的高速公路企业债务规划模型。该模型简便易行,且弥补了线性规划的静态缺陷,在高速公路企业年平均资产利润率、负债的平均利息率等不完全确定的情况下能使目标函数(高速公路企业净资产)达到最大化,符合客观实际。同时目标函数和约束条件的动态变化都可通过灰色线性规划反映出来,还能反映高速公路在目前条件下未来新增负债等情况。

参考文献:

[1] 闫建平.高速公路融资渠道分析[J].中国科技信息,2005(12).

[2] 朱喜安,颜日初.企业资产负债规划模型研究[J].数量经济技术经济研究,2005(2).

[3] Emre Balibeka, Murat Köksalan. A multi-objective mult

i-period stochastic programming model for public debt management[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 205(1).

[4] 陈赞,张彦涛,喻杰.高速公路企业债务规模与结构优化模型[J].长沙理工大学学报:自然科学版,2010,7(3).

[5] 杨明,戴园,谢正亮.基于 DaR 约束的高速公路企业债务组合优化模型[J].公路与汽运,2011(1).

[6] 刘思峰,党耀国,方志耕,等.灰色系统理论及其应用[M].第 3 版.北京:科学出版社,2004.

[7] 袁雪梅,闫丽华.基于灰色规划的物流联运方式选择问题研究[J].科技和产业,2010(11).

[8] 宋婷婷.灰色线性规划在盐城市土地结构优化中的应用[J].新乡学院学报:自然科学版,2011,28(2).

[9] 刘思峰,谢乃明.灰色系统理论及其应用[M].第 6 版.北京:科学出版社,2013.

收稿日期:2016-06-24