

文章编号:1006-2106(2013)08-0062-06

# 基于多目标决策模型的铁路主要技术标准选择\*

杨长根\*\*

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉 430063)

**摘要:**研究目的:铁路主要技术标准是铁路建筑物、设备类型、能力和规模的基本标准,所以铁路主要技术标准选择是一个多目标决策问题。本文针对铁路主要技术标准选择这一多目标决策难题,依托几内亚西芒杜矿山铁路主要技术标准选择的生产实践,通过多目标决策模型来实施辅助决策,以求探索出一条科学合理地解决铁路主要技术标准选择这一多目标决策难题的技术可行性思路。

**研究结论:**(1)铁路主要技术标准是制约铁路线路方案选择和铁路设计的基本约束条件;(2)将铁路主要技术标准选择定义为一个多目标决策问题具有科学性、合理性;(3)基于线型加权和法多目标决策模型的铁路主要技术标准选择是一条科学合理解决铁路主要技术标准这一多目标决策难题的技术可行性思路;(4)基于多目标决策模型的铁路主要技术标准选择的技术路线可应用于国内外高速铁路、普速铁路和货运铁路等领域。

**关键词:**多目标决策;主要技术标准;轴重;牵引质量;限坡;线型加权和法

**中图分类号:**U212      **文献标识码:**A

## Selection of Main Technical Standards for Railway Based on the Multi-objective Decision-making Model

YANG Chang-gen

(China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. Ltd, Wuhan, Hubei 430063, China)

**Abstract:** **Research purposes:** The main technical standards for railway are the basic standards for the railway's buildings and equipment type, capacity and scale. So the selection of main technical standard for railway is related to the multi-objective decision-making. Aiming at the difficulty in multiple objective decision-making for the selection of main technical standards for railway and based on the actual selection of main technical standards for the Guinea Simandou Railway, the auxiliary decision-making was implemented by using the multi-objective decision-making model in order to explore a technically feasible ideas on overcoming the difficulty in the selection of main technical standards for railway based on the multi-objective decision-making.

**Research conclusions:** (1) The main technical standards for railway are the basic constraint conditions for the railway alignment and design. (2) It is scientific and reasonable to define the selection of main technical standards for railway as an issue of multiple-objective decision-making. (3) Based on the multi-objective decision making model with the linear weighted sum method for selection of main technical standards for railway is a technically feasible ideas on overcoming the difficulty in the selection of main technical standards for railway based on the multi-objective decision-making. (4) The technical route of the selection of major technical standard for railway based on the multi-objective decision-making model is available for the high-speed railway, ordinary speed railway and freight railway.

\* 收稿日期:2013-02-20

\*\* 作者简介:杨长根,1982年出生,男,工程师。

**Key words:** multi – objective decision – making; main technical standard; axle load; traction weight; ruling grade; linear weighted sum method

1 研究背景

铁路选线设计作为铁路建设的先行和基础,是铁路建设总揽全局的核心工作,其技术涉及到多学科的综合应用。而线路方案的选择要结合主要技术标准进行,主要技术标准是铁路建筑物和设备类型、能力和规模的基本标准,应根据近远期运量或国家要求的年输送能力、客车对数、确定的铁路等级,同时充分考虑资源分布和科学技术的发展,结合地形、地质、水文、气候等自然条件,全面比选确定。西芒杜矿山铁路位于几内亚共和国境内,起于大西洋海滨的卡巴卡港口,沿途经过弗雷卡迪亚、金迪亚、马木、法拉纳、康康、麻省塔等六省至西芒杜山区,正线长 620. 58 km。根据招标文件,2015 年下半年需完成铁矿石运输 2 200 万 t,2016 年完成 5 700 万 t,2017 年完成 8 000 万 t,2018 年至 2045 年每年 9 500 万 t。下面结合几内亚西芒杜矿山铁路投标选线设计的实践过程,就铁路主要技术标准的确定进行探究。

2 线型加权法和多目标决策模型

多目标决策分析模型是在系统分析的基础上,从实际系统中抽象出来的数学模型,它采用各种数学手段以及优化技术对模型进行求解,从而得出规划方案供决策者挑选实施。

多目标规划模型的一般形式为:

设有一多目标决策问题,共有  $f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)$  等  $m$  个目标,则可以对目标  $f_i(x)$  分别给以权重系数  $\lambda_i(i=1,2,\dots,m)$ ,然后构成一个新的目标函数如下:

$$\max F(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i f_i(x) \tag{1}$$

计算所有方案的  $F(x)$  值,从中找出最大值的方案,即为最优方案。

在多目标决策问题中,或由于各个目标的量纲不同,或有些目标值要求最大而有些要求最小,则可首先将目标值变换成效用值或无量纲值,然后再用线性加权和法计算新的目标函数值并进行比较,以决定方案取舍。

3 几内亚西芒杜矿山铁路不同主要技术标准方案构成

根据本项目主要用于铁矿石运输的功能需求,主要进行了轴重 37 t、轴重 25 t 两个不同轴重方案的研究。对轴重 25 t 方案又进行了单线、双线方案的研究比较,对于单线方案主要研究了牵引质量 30 000 t、20 000 t 两个方案;对于双线方案主要研究了牵引质量 20 000 t、10 000 t、5 000 t 三个方案;对重车方向最大坡度进行 6‰、10‰ 的比较;几内亚西芒杜矿山铁路不同技术标准方案构成图如图 1 所示。

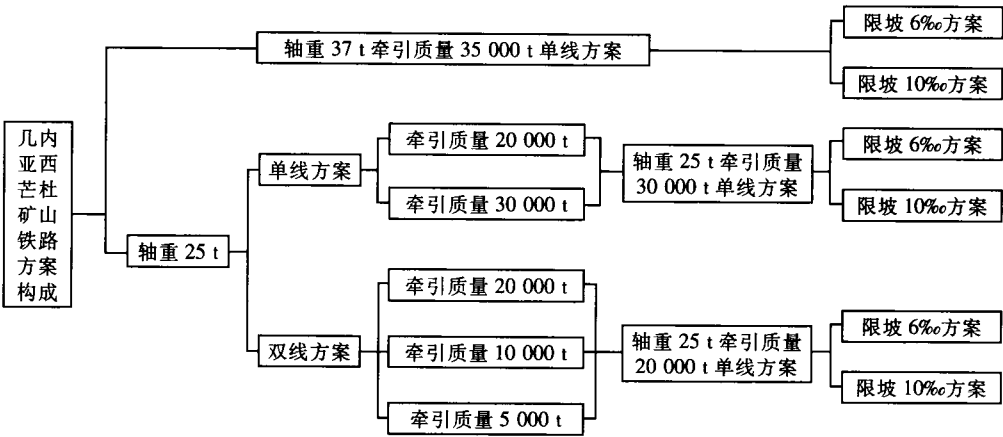


图 1 几内亚西芒杜矿山铁路不同技术标准方案构成图

4 多目标决策模型在几内亚西芒杜矿山铁路方案选择中的应用

本文基于几内亚西芒杜矿山铁路投标阶段的生产实际开展研究,结合投标设计中的不同主要技术标准

方案,进行线性加权和法多目标决策优化比选。

4.1 几内亚西芒杜矿山铁路不同主要技术标准方案特性

轴重 25 t 单线方案中,牵引质量 30 000 t 方案较牵引质量 20 000 t 方案工程费省 17. 13 亿元人民币,

机车车辆购置费贵 3.96 亿元人民币,30 年运营费折现值省 8.59 亿元人民币,总费用省 21.76 亿元人民币,因此单线方案中应采用牵引质量 30 000 t 方案。轴重 25 t 双线方案中,牵引质量 20 000 t 方案较牵引质量 10 000 t 方案工程费省 9.27 亿元人民币,机车车辆购置费相同,30 年运营费折现值省 2.94 亿元人民币,总费用省 12.21 亿元人民币;牵引质量 20 000 t 方案较牵引质量 5 000 t 方案工程费省 7.23 亿元人民币,机车车辆购置费贵 3.04 亿元人民币,30 年运营费折现值省 8.69 亿元人民币,总费用省 12.88 亿元人民币;且牵引质量 20 000 t 方案将来改造为自动闭塞后,

线路能力较牵引质量 10 000 t 方案和牵引质量 5 000 t 方案大,更加有利于对第三方开放;因此双线方案中应采用牵引质量 20 000 t 方案。

通过以上对轴重 25 t 方案的研究比较,单线方案中推荐采用牵引质量 30 000 t 方案,双线方案中推荐牵引质量 20 000 t 方案,下面将其与轴重 37 t 方案(单线)进行进一步的比较,同时对重车方向最大坡度进行 6‰、10‰ 的比较。

4.1.1 工程费比较

各方案主要工程费比较如表 1 所示。

表 1 不同方案主要工程费比较表

| 工程项目                    | 37 t 轴重  |          | 25 t 轴重单线 |         | 25 t 轴重双线 |           |
|-------------------------|----------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|
|                         | 6‰       | 10‰      | 6‰        | 10‰     | 6‰        | 10‰       |
| 线路长度/km                 | 620.58   | 619.685  | 623.072   | 622.462 | 619.413   | 618.9     |
| 桥梁/座-延米                 | 54-8638  | 54-8588  | 54-8539   | 54-8514 | 54-7953   | 54-7604   |
| 隧道/座-延米                 | 3-22970  | 3-22670  | 3-22970   | 3-22670 | 3-23320   | 3-23020   |
| 路基长度/km                 | 588.972  | 588.495  | 591.563   | 591.278 | 588.14    | 588.227   |
| AB 组填料/万 m <sup>3</sup> | 1 023.5  | 1 010.4  | 786.54    | 760.32  | 959.66    | 932.50    |
| 路基土石方/万 m <sup>3</sup>  | 9 026.58 | 8 186.98 | 9 869.7   | 8 970.8 | 10 979.5  | 10 030.40 |
| 正线铺轨/km                 | 620.58   | 618.685  | 623.1     | 622.5   | 1 238.826 | 1 237.964 |
| 车站座数/座                  | 23       | 23       | 26        | 26      | 13        | 13        |
| 站线铺轨长度/km               | 177.665  | 177.665  | 199.382   | 199.382 | 151.12    | 151.12    |
| 站后工程/km                 | 620.58   | 619.685  | 623.072   | 622.462 | 619.413   | 618.9     |
| 工程投资/亿元                 | 400.66   | 393.94   | 419.32    | 401.30  | 472.04    | 463.65    |
| 各方案不同限坡投资差值/亿元          | 0        | -6.72    | 0         | -18.02  | 0         | -8.39     |
| 限坡 6‰不同轴重方案差值/亿元        | 0        | -        | 18.66     | -       | 71.38     | -         |

4.1.2 机车、车辆购置费

各方案机车、车辆购置费比较如表 2 所示。

表 2 不同方案机车车辆购置费比较表

| 工程项目             | 37 t 轴重 |       | 25 t 轴重单线(30 000 t) |       | 25 t 轴重双线(20 000 t) |       |
|------------------|---------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|
|                  | 6‰      | 10‰   | 6‰                  | 10‰   | 6‰                  | 10‰   |
| 机车车辆购置费/亿元       | 73.53   | 81.74 | 72.82               | 81.95 | 64.01               | 75.87 |
| 各方案不同限坡投资差值/亿元   | 0       | 8.21  | 0                   | 9.13  | 0                   | 11.86 |
| 限坡 6‰不同轴重方案差值/亿元 | 0       | -     | -0.71               | -     | -9.52               | -     |

4.1.3 运营费比较

参考几内亚国内柴油价格(2011 年 11 月份,折合 9.5 元人民币/升),社会折现率按 3% 计算,项目 30 年(2016~2045 年)累计支出费用折现至 2012 年后,各方案的运营费用计算结果如表 3 所示。

表 3 不同方案运营费用比较表

| 工程项目             | 37 t 轴重 |         | 25 t 轴重单线(30 000 t) |         | 25 t 轴重双线(20 000 t) |        |
|------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------------------|--------|
|                  | 6‰      | 10‰     | 6‰                  | 10‰     | 6‰                  | 10‰    |
| 线路长度/km          | 620.58  | 619.685 | 623.072             | 622.462 | 619.413             | 618.9  |
| 30 年运营费现值/亿元     | 447.72  | 523.34  | 469.16              | 548.05  | 450.33              | 525.07 |
| 各方案不同限坡投资差值/亿元   | 0       | 75.62   | 0                   | 78.89   | 0                   | 74.74  |
| 限坡 6‰不同轴重方案差值/亿元 | 0       | -       | 21.44               | -       | 2.61                | -      |

4.1.4 总费用比较

各方案总费用比较如表 4 所示。

表 4 不同方案费用汇总表

| 工程项目             | 37 t 轴重 |         | 25 t 轴重单线(30 000 t) |          | 25 t 轴重双线(20 000 t) |          |
|------------------|---------|---------|---------------------|----------|---------------------|----------|
|                  | 6‰      | 10‰     | 6‰                  | 10‰      | 6‰                  | 10‰      |
| 线路长度/km          | 620.58  | 619.685 | 623.072             | 622.462  | 619.413             | 618.9    |
| 工程费/亿元           | 400.66  | 393.94  | 419.32              | 401.30   | 472.04              | 463.65   |
| 机车、车辆购置费/亿元      | 73.53   | 81.74   | 72.82               | 81.95    | 64.01               | 75.87    |
| 30 年运营费现值/亿元     | 447.72  | 523.34  | 469.16              | 548.05   | 450.33              | 525.07   |
| 以上费用总计/亿元        | 921.91  | 999.02  | 961.30              | 1 031.30 | 986.38              | 1 064.59 |
| 各方案不同限坡投资差值/亿元   | 0       | 77.11   | 0                   | 70.00    | 0                   | 78.21    |
| 限坡 6‰不同轴重方案差值/亿元 | 0       | -       | 39.39               | -        | 64.47               | -        |

4.2 基于几内亚西芒杜矿山铁路不同主要技术标准方案的线性加权和法多目标决策模型构建

综上所述,我们的问题可表述为:从现有 37 t 轴重单线限坡 6‰、37 t 轴重单线限坡 10‰、25 t 轴重单线限坡 6‰、25 t 轴重单线限坡 10‰、25 t 轴重双线限坡 6‰和 25 t 轴重双线限坡 10‰的 6 个备选方案  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$ 、 $A_6$  中选取最优方案(或最满意方案),决策者决策时要考虑的目标有主要工程费用、机车车辆购置费用、运营费用和方案费用,汇总 4 个:  $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ 。决策者通过投标设计文件说明得到的信息如表 5 所示(其中  $a_{ij}$  表示第  $i$  个方案的第  $j$  个后果值)。

表 5 几内亚西芒杜矿山铁路不同主要技术标准方案多目标决策问题的基本结构

| 方案    | 目标       |          |          |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|
|       | $G_1$    | $G_2$    | $G_3$    | $G_4$    |
| $A_1$ | $a_{11}$ | $a_{12}$ | $a_{13}$ | $a_{14}$ |
| $A_2$ | $a_{21}$ | $a_{22}$ | $a_{23}$ | $a_{24}$ |
| $A_3$ | $a_{31}$ | $a_{32}$ | $a_{33}$ | $a_{34}$ |
| $A_4$ | $a_{41}$ | $a_{42}$ | $a_{43}$ | $a_{44}$ |
| $A_5$ | $a_{51}$ | $a_{52}$ | $a_{53}$ | $a_{54}$ |
| $A_6$ | $a_{61}$ | $a_{62}$ | $a_{63}$ | $a_{64}$ |

显然这一表式结构可用矩阵表示为:

$a_{11}$  $a_{12}$  $a_{13}$  $a_{14}$

$a_{21}$  $a_{22}$  $a_{23}$  $a_{24}$

$a_{31}$  $a_{32}$  $a_{33}$  $a_{34}$

$a_{41}$  $a_{42}$  $a_{43}$  $a_{44}$

$a_{51}$  $a_{52}$  $a_{53}$  $a_{54}$

$a_{61}$  $a_{62}$  $a_{63}$  $a_{64}$

$=$

400.6673.53447.72921.91

393.9481.74523.34999.02

419.3272.82469.16961.30

401.3081.95548.051031.30

472.0464.01450.33986.38

463.6575.87525.071 064.59

(2)

这个矩阵称为决策矩阵,它是基于决策分析方法进行决策的基础。

决策准则:

$$E(A_i) = \sum_j \lambda_j a_{ij}$$

(3)

式中  $\lambda_j$ ——第  $j$  个目标的权重。

4.3 线性加权和法多目标决策模型求解及几内亚西

芒杜矿山铁路主要技术标准方案选择

考虑在式(2)决策矩阵中的成本目标数字较大,不便于比较,令

$$b_{ij} = \frac{\max_i \{a_{ij}\} - a_{ij}}{\max_i \{a_{ij}\} - \min_i \{a_{ij}\}}$$

(4)

把所有的目标值统一到 0~1 的范围内,则决策矩阵变换为:

$b_{11}$  $b_{12}$  $b_{13}$  $b_{14}$

$b_{21}$  $b_{22}$  $b_{23}$  $b_{24}$

$b_{31}$  $b_{32}$  $b_{33}$  $b_{34}$

$b_{41}$  $b_{42}$  $b_{43}$  $b_{44}$

$b_{51}$  $b_{52}$  $b_{53}$  $b_{54}$

$b_{61}$  $b_{62}$  $b_{63}$  $b_{64}$

$=$

0.660.990.620.14

0.670.980.540.07

0.640.990.600.10

0.660.980.520.03

0.591.000.610.08

0.600.990.540.00

(5)

如把第  $i$  个目标对第  $j$  个目标的相对重要性的估计值记作  $G_{ij}(i,j=1,2,\cdots,n)$ ,并近似地认为就是这两个目标的权重  $\lambda_i$  和  $\lambda_j$  的比  $\lambda_i/\lambda_j$ 。如果决策人对  $G_{ij}(i,j=1,2,\cdots,n)$  的估计一致,则  $G_{ij}=\lambda_i/\lambda_j$ ,否则只有  $G_{ij}\approx\lambda_i/\lambda_j$ ,即  $G_{ij}\lambda_j-\lambda_i\neq 0$ 。可以选择一组权  $(\lambda_1,\lambda_2,\cdots,\lambda_n)$ ,使  $Z=\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n(G_{ij}\lambda_j-\lambda_i)^2$  为最小,其中  $\lambda_i(i=1,2,\cdots,n)$  满足  $\sum_{i=1}^n\lambda_i=1$ ,且  $\lambda_i>0$ 。

如用拉格朗日乘子法解此有约束的优化问题,则拉格朗日函数为:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (G_{ij}\lambda_j - \lambda_i)^2 + 2\alpha(\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1)$$

(6)

将上式对  $\lambda_k$  微分,得到:

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_k} = \frac{\partial}{\partial \lambda_k} [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (G_{ij}\lambda_j - \lambda_i)^2] + 2\lambda \frac{\partial}{\partial \lambda_k} (\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1) = 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (G_{ij}\lambda_j - \lambda_i) \cdot \frac{\partial}{\partial \lambda_k} (G_{ij}\lambda_j - \lambda_i) + 2\alpha \frac{\partial}{\partial \lambda_k} (\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1) = 0$$

当  $k=1,2,\cdots,n$  时;

$$\frac{\partial}{\partial \lambda_k} = 2 \sum_{i=1}^n (G_{ik}\lambda_k - \lambda_i) G_{ik} - 2 \sum_{j=1}^n (G_{kj}\lambda_j - \lambda_k) + 2\alpha = 0$$

上式中间代数式, 第一项和第四项是针对  $j = k$  时, 第二项和第三项是针对  $i = k$  时;

$$\text{由于 } \sum_{j=1}^n \lambda_k = n\lambda; G_{ik}\lambda_i = G_{jk}\lambda_j$$

$$(\sum_{i=1}^n G_{ik}^2 + n)\lambda_k - \sum_{j=1}^n (G_{kj} + G_{jk})\lambda_j + \alpha = 0$$

$$(\sum_{i=1}^n G_{ik}^2 + n - 2G_{kk})\lambda_k - \sum_{j \neq k}^n (G_{kj} + G_{jk})\lambda_j + \alpha = 0, \text{ 则}$$

得出

$$k = 1 \text{ 时,}$$

$$\sum_{i=1}^n G_{i1}^2 + n - 2G_{11})\lambda_1 - (G_{12} + G_{21})\lambda_2 - (G_{13} + G_{13})\lambda_3$$

$$- \cdots - (G_{1n} + G_{n1})\lambda_n + \alpha = 0$$

$$k = 2 \text{ 时,}$$

$$- (G_{21} + G_{12})\lambda_1 + (\sum_{i=1}^n G_{i2}^2 + n - 2G_{22})\lambda_2 - (G_{23} + G_{32})\lambda_3 - \cdots - (G_{2n} + G_{n2})\lambda_n + \alpha = 0$$

$$k = 3, 4, \cdots, n - 1 \text{ 时,}$$

.....

$$k = n \text{ 时,}$$

$$- (G_{n1} + G_{1n})\lambda_1 - (G_{n2} + G_{2n})\lambda_2 - \cdots - (G_{n,n-1} + G_{n-1,n})\lambda_{n-1} + (\sum_{i=1}^n G_{in}^2 + n - 2G_{nn})\lambda_n + \alpha = 0$$

$$\text{设 } \lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \Lambda, \lambda_n)^T, m = (-\alpha, -\alpha, \Lambda, -\alpha)^T,$$

$$G = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n G_{i1}^2 - n - 2G_{11} & -(G_{12} + G_{21}) & \Lambda & -(G_{1n} + G_{n1}) \\ -(G_{21} + G_{12}) & \sum_{i=1}^n G_{i2}^2 - n - 2G_{22} & \Lambda & -(G_{2n} + G_{n2}) \\ \Lambda & \Lambda & \Lambda & \Lambda \\ -(G_{n1} + G_{1n}) & -(G_{n2} + G_{2n}) & \Lambda & \sum_{i=1}^n G_{in}^2 - n - 2G_{nn} \end{bmatrix}, \text{ 则可得出 } G\lambda = m$$

由  $G\lambda = m$ , 推导出  $G\lambda = me$ , 进而  $\lambda = -\alpha G^{-1}e$ ,

将  $\lambda = -\alpha G^{-1}e$  代入  $e^T \lambda = 1$ , 得出  $\alpha = -\frac{1}{e^T G^{-1}e}$ , 则

$$\lambda = -\frac{G^{-1}e}{e^T G^{-1}e} \tag{7}$$

式中  $e = (1, \cdots, 1)^T$ 。

由主要工程费用、机车车辆购置费用、运营费用和方案费用汇总  $G_1, G_2, G_3, G_4$  4 个目标的相对重要性, 可得相对重要性矩阵:

$$G = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & G_{13} & G_{14} \\ G_{21} & G_{22} & G_{23} & G_{24} \\ G_{31} & G_{32} & G_{33} & G_{34} \\ G_{41} & G_{42} & G_{43} & G_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 5/3 & 5/9 \\ 1/5 & 1 & 1/3 & 1/9 \\ 3/5 & 3 & 1 & 1/3 \\ 9/5 & 9 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

则

$$\lambda = -\frac{G^{-1}e}{e^T G^{-1}e} = \begin{bmatrix} 20 & 20 & 20 & -20 \\ -15 & 85 & -15 & 4 \\ 0 & -300 & 100 & 0 \\ 100 & 100 & -200 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} / \left( \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 20 & 20 & 20 & -20 \\ -15 & 85 & -15 & 4 \\ 0 & -300 & 100 & 0 \\ 100 & 100 & -200 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$$

$$= \begin{bmatrix} -0.396 \ 0 \\ -0.584 \ 2 \\ 1.980 \ 2 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ 则 } E(A_i) = \sum_j \lambda_j a_{ij} = \sum_j \lambda_j b_{ij} = [0.398 \ 0 \ 0.231 \ 5 \ 0.356 \ 3 \ 0.195 \ 8 \ 0.390 \ 1 \ 0.253 \ 4]^T \tag{8}$$

由式(8)的线性加权和法多目标决策模型求解结果可知, 37 t 轴重单线限坡 6‰、37 t 轴重单线限坡 10‰、25 t 轴重单线限坡 6‰、25 t 轴重单线限坡 10‰、25 t 轴重双线限坡 6‰和 25 t 轴重双线限坡 10‰等 6 个方案的重要性指数分别是 0.398 0、0.231 5、0.356 3、0.195 8、0.390 1 和 0.253 4, 得出几内亚西芒杜矿山铁路主要技术标准的重要性指数最高方案为 37 t 轴重单线限坡 6‰方案, 即 37 t 轴重单线限坡 6‰方案为铁路主要技术标准最优方案。

### 5 结 论

主要技术标准是铁路建筑物、设备类型、能力和规模的基本标准, 铁路主要技术标准选择是铁路建设总揽全局的核心工作之一。本文结合几内亚西芒杜矿山铁路投标选线设计的生产实践, 就铁路主要技术标准的确定进行探究。通过研究得出, 主要技术标准这一制约铁路线路方案选择和铁路设计的基本约束条件可合理地定义为一个多目标决策问题, 采用基于线型加权和法多目标决策模型可较好解决铁路主要技术标准选择这一多目标决策问题, 37 t 轴重单线限坡 6‰方案为铁路主要技术标准最优方案的研究结论与投标阶段

专家组评审意见一致,充分论证了基于线型加权和法多目标决策模型的铁路主要技术标准选择的技术路线科学合理性。

参考文献:

[1] 薛红波. 铁路选线设计主要技术标准的选择[J]. 铁道建筑技术,2010(9):15-16.  
Xue Hongbo. Selection of Main Technical Standard for Railway Location Design [J]. Beijing: Railway Construction Technology,2010(9):15-16.

[2] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 几内亚西芒杜矿山铁路投标文件[R]. 武汉:中铁第四勘察设计院集团有限公司,2012.  
China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. Ltd. Tender for Guinea Simandou Rail [R]. Wuhan: China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. Ltd, 2012.

[3] 易思蓉. 铁路选线设计[M]. 成都:西南交通大学出版社,2009.  
Yi Sirong. Railway Location Design [M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2009.

[4] 铁道第一勘察设计院主编. 线路[M]. 北京:中国铁道出版社,1984.  
Institute of China Railway Siyuan Survey and Design Group Line [M]. Beijing: China Railway Publishing House,1984.

[5] 李远富,薛波,邓域才. 铁路选线设计方案多目标决策模糊优选模型及其应用研究[J]. 西南交通大学学报,2000(5):465-470.  
Li Yuanfu, Xue Bo, Deng Yucai. A Fuzzy Optimal

Selection Model and Its Application in Multi - Objective Decision Making of Variant Projects in Railway Location[J]. Chengdu: Journal of Southwest Jiaotong University,2000(5):465-470.

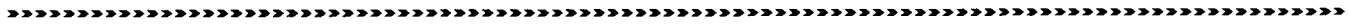
[6] 吴小萍,吴健,孙瑞义,等. 铁路线路方案多目标决策系统及其应用研究[J]. 中国铁路,2001(5):24-26.  
Wu Xiaoping, Wu Jian, Sun Ruiyi, etc. Study and Application on Multi - objective Decision Making System of Railway Line[J]. China Railway,2001(5):24-26.

[7] 周华国,虞卓,曾学贵. 多目标系统模糊优选模型在铁路选线方案环境决策中的应用[J]. 铁道学报,1998(4):98-105.  
Zhou Huaguo, Yu Zhuo, Zeng Xuegui. Application of Multiobjective Fuzzy Optimal Selection Model to Environmental Decision Making of Railway Route Selection[J]. Beijing: Journal of the China Railway Society,1998(4):98-105.

[8] 王玉泽. 铁路线路设计回顾与思考[J]. 铁道工程学报,2007(1):27-31.  
Wang Yuze. Review and Thoughts on Alignment Design of Railway Line [J]. Beijing: Journal of Railway Engineering Society, 2007(1):27-31.

[9] 韩元利. 基于 GIS 的数字铁路选线在工程设计中的应用[J]. 铁道工程学报,2010(8):29-33.  
Han Yuanli. Application of Digital Railway Line Based on GIS in Engineering Design [J]. Beijing: Journal of Railway Engineering Society, 2010(8):29-33.

(编辑 梅志山)



(上接第 56 页)

[7] 马保成. 沿河公路路基水毁灾害评价及防治措施研究[D]. 西安:长安大学,2008.  
Ma Baocheng. Study of Hazard Assessment and Prevention Measures for Highway Subgrade Washout by Flood Along Rivers [D]. Xi'an :Chang'an University, 2008.

[8] 程尊兰,张正波,耿学勇. 川藏公路东久河下游段路基水毁防护工程对策[J]. 四川大学学报(工程科学版),2005(3):5-9.  
Cheng Zunlan, Zhang Zhengbo, Geng Xueyong. Engineering Strategy for Prevention of Water - destruction of Road Base in Gorgy Areas of Tibet [J]. Journal of Sichuan University (Engineering Science Edition),2005(3):5-9.

[9] 中铁二院工程集团有限责任公司. 铁路既有线挡护结构

病害及加固现状调研报告[R]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2011.  
China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd. Investigation Report about the Diseases and Reinforcement Situation of Existing Retaining Structure in Railway [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd, 2011.

[10] 张宁波. 铁路既有线路堑地段重力式挡土墙安全评估与加固技术研究[D]. 成都:西南交通大学,2012.  
Zhang Ningbo. The Security Assessment and Reinforcement Technology Research of Gravity Retaining Wall of the Existing Railway Cutting Lots [D]. Chengdu:Southwest Jiaotong University, 2012.

(编辑 赵立兰)

# 基于多目标决策模型的铁路主要技术标准选择

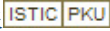
作者:

杨长根, [YANG Chang-gen](#)

作者单位:

[中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉, 430063](#)

刊名:

[铁道工程学报](#) 

英文刊名:

[Journal of Railway Engineering Society](#)

年, 卷(期):

2013 (8)

## 参考文献(9条)

1. [薛红波](#) [铁路选线设计主要技术标准的选择](#)[期刊论文]-[\(H\) 铁道建筑技术](#) 2010 (09)

2. [中铁第四勘察设计院集团有限公司](#) [几内亚西芒杜矿山铁路投标文件](#) 2012

3. [易思蓉](#) [铁路选线设计](#) 2009

4. [铁道第一勘察设计院](#) [线路](#) 1984

5. [李远富](#); [薛波](#); [邓域才](#) [铁路选线设计方案多目标决策模糊优选模型及其应用研究](#)[期刊论文]-[\(H\) 西南交通大学学报](#) 2000 (05)

6. [吴小萍](#); [吴健](#); [孙瑞义](#) [铁路线路方案多目标决策系统及其应用研究](#)[期刊论文]-[\(H\) 中国铁路](#) 2001 (05)

7. [周华国](#); [虞卓](#); [曾学贵](#) [多目标系统模糊优选模型在铁路选线方案环境决策中的应用](#)[期刊论文]-[\(H\) 铁道学报](#) 1998 (04)

8. [王玉泽](#) [铁路线路设计回顾与思考](#)[期刊论文]-[\(H\) 铁道工程学报](#) 2007 (01)

9. [韩元利](#) [基于GIS的数字铁路选线在工程设计中的应用](#)[期刊论文]-[\(H\) 铁道工程学报](#) 2010 (08)

引用本文格式: [杨长根](#), [YANG Chang-gen](#) [基于多目标决策模型的铁路主要技术标准选择](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2013 (8)