

文章编号:1005-0523(2016)06-0072-05

高速铁路无砟轨道精调作业综合评价方法研究

陈 勋

(上海铁路局合肥铁路办事处,安徽 合肥 230012)

摘要:轨道精调是实现列车运行高品质的一项重要工作,现今对轨道精调质量的评价主要采用轨道质量指数(TQI),对精调作业经济投入、经济投入与TQI改善量关系的研究不多。为实现精调高效率、投入低成本的目标,引入精调作业总投入、精调作业投入产出比等经济指标,评价精调综合效果,引入波士顿矩阵图分析法对精调作业进行总体评价,在杭长高速铁路浙江段精调作业应用实践中表明,杭长高速铁路浙江段的精调作业效果良好,69.8%的区段投入相应的费用都能取得相应的TQI改善量,有17.8%的区段甚至投入较少的费用能取得较大的TQI改善量,而只有12.4%的区段投入较高的费用却取得较低的TQI改善量。

关键词:无砟轨道;轨道精调;综合评价;波士顿矩阵图

中图分类号:U233

文献标志码:A

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2016.06.010

根据建设任务及运营维护要求,高速铁路在开通前需要通过轨道精调,精确控制轨道平面和高程线型以及轨向、高低、轨距、水平及变化率等参数指标,确保无砟轨道结构健康、直线准直、曲线圆顺^[1-5]。轨道精调是施工阶段实现线路高平顺性的重要途径,是确保按期开展静态验收与联调联试的基础与关键,提高轨道精调质量对于高速铁路顺利开通及运营维护有着至关重要的作用。

目前对轨道精调作业的评价仅局限于以轨道质量指数(TQI)为主的轨道质量评价,评价体系中未加入经济性评价指标,而铁路运营必须讲求经济效益,现有的精调作业评价体系评价指标单一,具有一定的局限性,无法全面准确的评价高速铁路精调作业水平。因此,为完善轨道精调作业评价体系,必须引入相应经济评价指标,本文从经济投入和TQI改善量分布规律研究入手,引入精调作业投入产出比^[1-2]概念,不仅可以评价精调作业效果,还可以通过分析精调经济投入与TQI改善量的关系,预测为达到一定TQI改善量所需的经济投入,为精调工程预算提供参考。引入波士顿矩阵图^[6-8]分析精调作业,将精调作业结果分成四种产品,通过分析四种产品占比,可以直观看出评价精调作业效果。该评价体系在杭长高速铁路浙江段轨道精调作业中得到了很好的应用。

1 评价指标

1.1 经济投入分析指标

轨道精调基于精密测量的结果制定精细调整方案,并通过更换轨下垫板、微调垫板、轨距块和轨距挡板等部件实现轨距、水平、高低、轨向和三角坑的修正。因此,精调过程意味着大量的人工和材料投入。

为此,将精调作业经济投入定义为人工费和材料费两个部分,以1 km为单元长度计算每公里轨道精调中投入的人工费和材料费之和。其中每公里人工费与工人工资、总人工数、作业里程数有关,计算公式见(1)式。

收稿日期:2016-02-28

基金项目:铁道部科技研究开发计划(2011G021-E)

作者简介:陈勋(1965—),男,高级工程师,研究方向为轨道工务。

$$\text{每公里人工费} = \text{工人工资} \times \frac{\text{总人工数}}{\text{作业里程数}} \quad (1)$$

每公里精调作业的材料费投入由每公里内各测点所需更换的扣配件数量及其单价计算得到,计算公式见(2)式。

$$\text{每公里材料费} = \text{扣配件数量} \times \text{扣配件单价} \quad (2)$$

1.2 质量改善量分析指标

轨道质量指数(TQI)是评价 200 m 单元区段的线路平顺性指标,经济投入分析指标为每公里的经济投入,为与其计算长度对应,取每公里 5 个 TQI 值的平均值作为该公里的线路质量评价指标 $TQI_{\text{公里}}$,如公式(3)所示。

$$TQI_{\text{公里}} = \frac{TQI_1 + TQI_2 + TQI_3 + TQI_4 + TQI_5}{5} \quad (3)$$

将精调前后的 $TQI_{\text{公里}}$ 差值定义为线路质量因轨道精调作业而得到的改善量 $TQI_{\text{改善量}}$,每公里内的质量改善量 $TQI_{\text{改善量}}$ 见公式(4)。

$$TQI_{\text{改善量}} = TQI_{\text{改善前}} - TQI_{\text{改善后}} \quad (4)$$

1.3 投入产出比

为进一步分析轨道精调作业过程中经济投入与质量改善量之间的关系,引入投入产出比概念,以每公里的经济投入作为投入,以每公里的 $TQI_{\text{改善量}}$ 作为产出,见公式(5)。

$$\text{投入产出比} = \frac{\text{经济投入}}{TQI_{\text{改善量}}} \left(\frac{\text{万元}}{\text{mm}} \right) \quad (5)$$

2 波士顿矩阵图评价模型

波士顿矩阵图依据销售增长率和市场占有率将企业产品分为四种不同性质的产品类型,形成不同的产品发展前景:① 销售增长率和市场占有率“双高”的产品群(明星类产品),这类产品能带来较高的利润;② 销售增长率和市场占有率“双低”的产品群(瘦狗类产品),这类产品无法给企业带来明显受益;③ 销售增长率高、市场占有率低的产品群(问题类产品),这类产品前景不明朗;④ 销售增长率低、市场占有率高的产品群(现金牛类产品),这类产品是非常有竞争力的。如图 1 所示。

将波士顿矩阵图分析法引入精调作业中,将销售增长率和市场占有率替换为精调作业中的经济投入和 $TQI_{\text{改善量}}$,以单公里经济投入平均值及 $TQI_{\text{改善量}}$ 平均值为界可以划分为高投入高产出,高投入低产出,低投入低产出,低投入高产出四个区域,如图 2 所示。

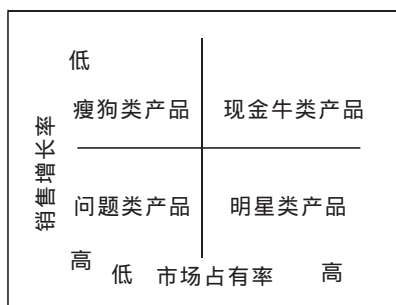


图1 波士顿矩阵图
Fig.1 Boston matrix

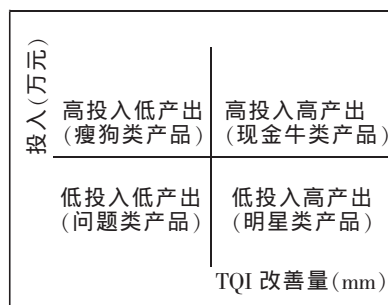


图2 精调作业的波士顿矩阵图
Fig.2 Boston matrix of fine adjustment operations

高投入高产出意味着较大的精调投入可以取得较大的 $TQI_{\text{改善量}}$,可以产生稳定的产出,对应现金牛产品;高投入低产出意味着较大的精调投入 $TQI_{\text{改善量}}$ 却没有得到明显改善,精调效果很差,对应瘦狗类产品;低投入低产出意味着较小的精调投入 $TQI_{\text{改善量}}$ 也较小,增大投资 $TQI_{\text{改善量}}$ 是否也会随之增大并不明确,对应问题类产品;低投入高产出意味着较小的经济投入却产生了较大的 $TQI_{\text{改善量}}$,精调效果最好,属于明

星类产品。

将各公里依据各自的经济投入和 TQI 改善量对应相应的区域,绘制波士顿矩阵图和各种类型产品所占比重扇形图,可以直观看出精调作业水平。

3 应用实例

根据上述方法,对杭长高速铁路浙江段精调作业进行经济性评价。新建杭长高速铁路浙江段东起杭州东站(含),途经萧山、诸暨、义乌、金华、龙游、衢州、江山进入江西玉山,施工里程 DK000+000 至 DK270+262。正线全长 259.007 km,铺设Ⅱ型轨道板,WJ-8 型扣件,杭长高速铁路浙江段的精调作业由 7 个作业队来完成。

3.1 杭长高速铁路精调经济投入分析

人工费方面,单个工人的工资按 500 元/人/天(包含住宿、交通费用)计算,则人工费可按式(1)计算,材料费按式(2)计算,将每公里的人工费投入和材料费投入相加即可得到每公里的精调作业总投入。按 0.1 万元划分区间将精调作业总投入分成若干区间,计算全线 202 km 中落入每个区间的频数,得到精调作业总投入频数分布图如图 3 所示。

由图 3 可知,精调作业总投入分布在 7.2~9.2 万元之间,单公里总投入最小值为 7.2~7.3 万元,最大值为 9.1~9.2 万元。

3.2 杭长高速铁路精调质量改善量分析

综合全线单公里 TQI 改善量情况,按 0.2 的间隔 TQI 改善量分成若干区间,计算全线 202 km 中落入每个区间的频数,得到 TQI 改善量频数分布图如图 4 所示。

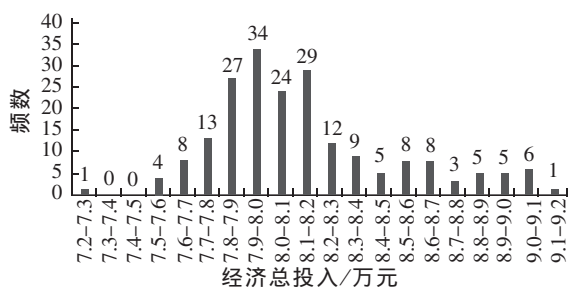


图 3 精调作业总投入频数分布图

Fig. 3 Total input frequency distribution of fine adjustment operation

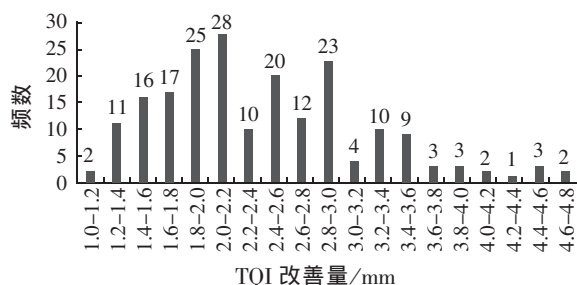


图 4 TQI 改善量频数分布图

Fig.4 TQI improvement frequency distribution

由图 4 可知,TQI 改善量的分布图与经济投入的分布图相似,TQI 改善量分布在 1.0~4.8 mm 之间,单公里 TQI 改善量最小值为 1.0~1.2 mm,最大值为 4.6~4.8 mm。

3.3 杭长高速铁路精调投入产出比分析

以每公里的经济总投入为横坐标、TQI 改善量为纵坐标,绘制每公里经济投入与 TQI 改善量的散点图如图 5 所示。

由图 5 可知,经济总投入与 TQI 改善分布大多分布在直线与直线包络范围内。

按式(5)计算每公里的精调作业的投入产出比,得到投入产出比随经济投入变化图和投入产出比与经济投入分布图如图 6、图 7 所示。

从图 6、图 7 可以看出,随着经济投入的增大投入,产出比有减小的趋势,且投入产出比集中于

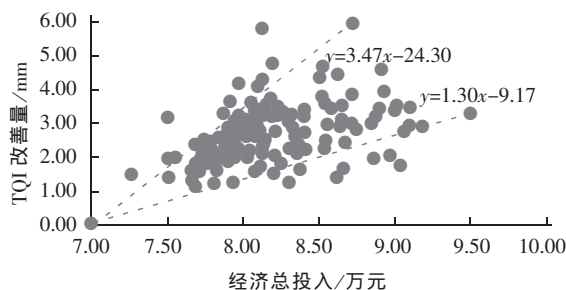


图 5 经济投入与 TQI 改善量分布散点图

Fig.5 Scatter plot of total investment and TQI improvement

2.0~5.5 范围内,占比接近 90%。在轨道精调作业中,可以据此预测为达到一定 TQI 改善量所需的经济投入,为精调工程预算提供参考。

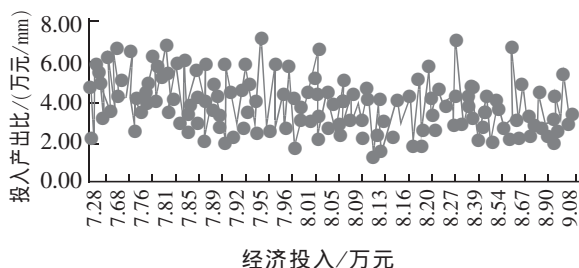


图6 投入产出比随经济投入变化图

Fig. 6 Variation diagram of input-output ratio with economic investment

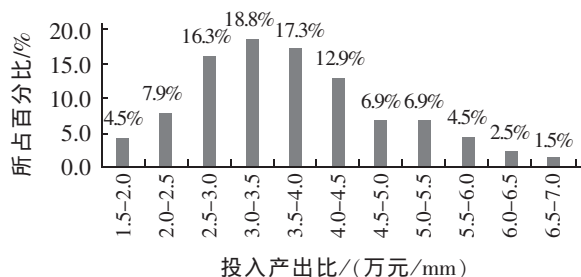


图7 投入产出比占比分布图

Fig. 7 Distribution curve of input-output ratio

3.4 波士顿矩阵图分析

将各公里依据各自的经济投入和 TQI 改善量对应相应的区域,绘制波士顿矩阵图和各种类型产品所占比重扇形图如图 8、图 9 所示。

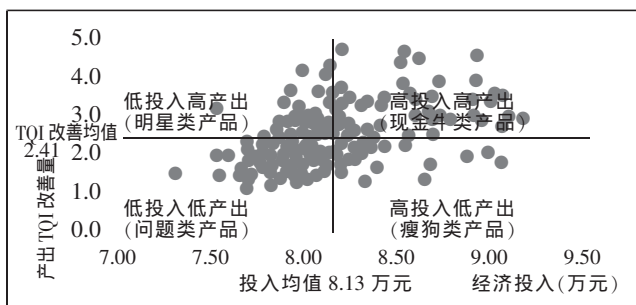


图8 精调作业的波士顿矩阵图

Fig. 8 Boston matrix of fine adjustment operation

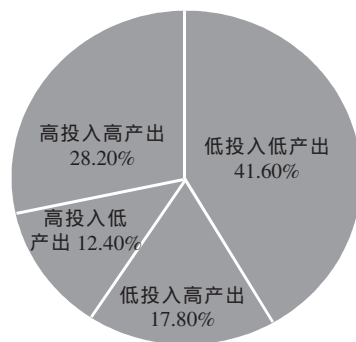


图9 各种类型产品所占比重扇形图

Fig. 9 Pie chart of all types of products

可以看出,杭长高铁浙江段 202 km 的精调作业中,有 41.6% 的区段为低投入低产出,有 28.2% 的区段为高投入高产出。这 2 类产品投入相应的费用便能取得相应的 TQI 改善量,产出与投入成正比,属于正常精调作业水平。有 17.8% 的区段为低投入高产出,表明投入较少的费用可以取得较高的 TQI 改善量,精调水平较高;有 12.4% 的区段为高投入低产出,这类产品投入较高的费用却取得较低的 TQI 改善量,精调水平较低。

4 结论

1) 引入经济评价指标“精调作业总投入”,“精调作业投入产出比”可以弥补原有评价体系评价指标单一的不足,对完善高速铁路精调作业评价体系,综合评价高速铁路精调作业具有重要意义。

2) 通过精调作业的波士顿矩阵图可以直观的显示精调作业的精调水平;通过投入产出比随经济投入变化图可以预测为达到一定 TQI 改善量所需的经济投入,为精调工程预算提供参考。

3) 杭长高速铁路浙江段的精调作业效果良好,69.8% 的区段投入相应的费用都能取得相应的 TQI 改善量,有 17.8% 的区段甚至投入较少的费用能取得较大的 TQI 改善量,而只有 12.4% 的区段投入较高的费用却取得较低的 TQI 改善量。

参考文献:

- [1] 周萍. 基于波士顿矩阵视角的中小企业财务分析体系构建[J]. 商业时代, 2013(1):81-82.
- [2] 辛歆. 论波士顿矩阵理论在财务分析中的应用[J]. 商业时代, 2010(27):72-73.
- [3] 毛晓君. 杭长高速铁路钢轨预打磨对短波不平顺的影响[J]. 华东交通大学学报, 2015, 32(4):18-24.
- [4] 房建, 雷晓燕, 练松良. 轨道不平顺波长对桥上 CRTS Ⅱ型板式轨道振动特性的影响[J]. 华东交通大学学报, 2014, 31(1):1-6.
- [5] 李再伟, 练松良, 李秋玲, 陈鑫. 城市轨道交通轨道不平顺谱分析[J]. 华东交通大学学报, 2011, 28:83-87.
- [6] 张曙. 试用波士顿矩阵法分析广东货运市场铁路产品的结构与营销策略[J]. 中国铁道科学, 2001(1):123-127.
- [7] MALCOLM SMITH. Derrick's ice-cream company: applying the bcg matrix in customer profitability analysis [J]. Accounting Education, 2002, 114.
- [8] VLATKO MA EK, JOSIP BRUMEC, VESNA DU AK. Boston consulting group (BCG) matrix analysis during the Strategic planning of government administration information systems (GAIS) [J]. Journal of Information and Organizational Sciences, 2000, 242.

Comprehensive Evaluation on Ballastless Track Fine Adjustment of High-Speed Railway

Chen Xun

(Hefei Railway Branch, Shanghai Railway Administration, Hefei 230012, China)

Abstract: Track fine adjustment is an important work for high-quality train operation. At present, track quality index (TQI) is mainly used for evaluation of track quality, while there are seldom researches on economic investment of rail fine adjustment and the relationship between economic investment and TQI improvement. To achieve the goals of high efficiency and low cost of fine adjustment, economic indicators such as total investment and input-output ratio of fine adjustment are introduced for comprehensive effect evaluation, and Boston matrix diagram is applied for overall evaluation. The operation practice in the section of Zhejiang of Hang-Chang High-speed Railway shows that the performance of fine adjustment in Hang-Chang High-speed Railway is favorable; 69.8% of the section investment can obtain corresponding TQI improvement and 17.8% of the section can cost less while obtaining larger TQI improvement; only 12.4% of the section get relatively low TQI improvement with high cost.

Key words: ballastless track; track fine adjustment; comprehensive evaluation; Boston matrix diagram

(责任编辑 王建华)