

文章编号:2095-0365(2015)01-0048-06

## 高铁建设环境成本估算方法应用研究

王兆雨<sup>1</sup>, 段晓晨<sup>1</sup>, 张 徐<sup>2</sup>

(1. 石家庄铁道大学 经济管理学院, 河北 石家庄 050043;

2. 中建四局珠海公司, 广东 深圳 519000)

**摘 要:**以武石城际铁路为工程背景,针对高铁建设过程中对环境的破坏以及为了保护环境而采取的措施,从内部环境成本和外部环境成本两个维度定义了绿色高铁建设环境成本。在不同的高铁建设方案中,外部环境成本低的项目对社会可持续发展有利,对内部环境成本的控制则体现了施工企业的竞争力。对环境成本的确认既要区分“内”、“外”,又要考虑高铁建设不同时期的阶段性特征。最后采用防护费用法、恢复费用法、生产力变化法等方法分别确定出一个高铁项目的内部环境成本和外部环境成本。

**关键词:**环境成本;高铁;估算方法;内部成本;外部成本

**中图分类号:**F406.1;X828 **文献标志码:**A **DOI:**10.13319/j.cnki.sjztdxxbskb.2015.01.10

工程建设项目与环境系统是相互影响的<sup>[1]</sup>。高铁建设项目作为工程项目的一种,在可行性研究阶段,财务评估和环境评估被人为分离,导致财务上可行的项目却对环境产生不良影响。以往过分强调财务评估,而因环境评价方法不足只能对环境影响进行简单评价,造成了部分高铁项目环境问题突出。因此,确定环境成本估算内容和方法显得尤为必要。

国内在高铁环境影响方面有不少的研究。苏卫青(2011)提出了高速铁路噪声影响评价的几点建议<sup>[2]</sup>。丁桦、胡峰力、史玲等(2012)对青藏铁路沿线生态环保做了经济效益分析<sup>[3]</sup>。韩霞(2012)从会计的角度,对交通运输业的环境成本核算方面进行研究,并在会计上研究了环境成本应计入的会计科目<sup>[4]</sup>。张帆、徐莉、刘刚(2008)等对火电企业的环境成本核算做了会计处理方法上的研究,并且建立了一套火电企业环境成本估算模型<sup>[5]</sup>。赵娜(2010)从微观的角度对城市住宅的环境成本进行了会计核算方面的探讨<sup>[6]</sup>。另外,还

有一些研究者如袁剑等对石油企业的环境成本核算进行了研究。田志莹、黄静(2009)等运用全生命周期的思想对环境成本进行分类,并研究了每个阶段环境成本的确认方法<sup>[7]</sup>。美国、日本、加拿大在环境影响方面有较多的研究,也有了成熟的制度,要求在项目的可行性研究阶段就要专门针对环境影响进行必要的论证,甚至对于环境影响的关注程度还要大于造价。前田达夫对日本高铁沿线环境问题作了较为详细的阐述,但未介绍环境成本<sup>[8]</sup>。澳大利亚的 S. Kara 和 S. Manmek 等提出了估算产品外部环境成本的综合方法,他们提出的方法综合了 SLCA (Simplified Life Cycle Assessment) 模型和常用的 EV (Economic Valuation) 方法<sup>[9]</sup>。荷兰还尝试进行了环境影响货币化,运用环境影响计分法对不同的建筑材料进行货币化转化,但是仅仅给出了九种材料的指标,有待于进一步完善<sup>[10]</sup>。

国内外环境成本方面的研究成果较为丰富,但在具体行业的应用上,专门针对高铁建设环境

收稿日期:2014-07-10

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目(11YJAZH121);河北省高层次人才资助项目。

作者简介:王兆雨(1990—),男,硕士研究生,研究方向:企业经济分析与投资管理。

段晓晨(1962—)(通讯作者),男,教授,博士,研究方向:工程经济与造价管理。

本文信息:王兆雨,段晓晨,张 徐. 高铁建设环境成本估算方法应用研究[J]. 石家庄铁道大学学报:社会科学版, 2015,9(1):48-53.

成本的研究极少,绝大部分关于环境成本的研究,或者讲环境成本的重要性,或者是环境成本在其他企业(如煤炭企业、石油企业)的核算方法和环境成本的分摊问题。根据高铁自身特点结合一般环境成本计算方法,恰当地确定高铁建设的环境成本显得尤为重要。

### 一、绿色高铁建设环境成本的估算方法体系

在生产要素理论下,环境作为生产要素,也需要计算环境成本<sup>[11]</sup>。绿色高铁建设环境成本的估算体系所面对的对象是高铁建设阶段所产生的环境成本。根据环境成本的承担者不同,将其分为两个部分:由企业承担的环境成本称之为内部环境成本,没有由企业承担而由社会其他利益相关者承担的环境成本称之为外部环境成本。在高铁建设中的环境成本归纳起来有噪音污染成本、大气污染成本、植被破坏(水土流失)成本、水环境成本、建筑垃圾成本、野生动物成本等。

国内外针对环境成本的估算方法有十余种,主要有条件价值评估法(CVM)、恢复费用法、生产力变化法、人力资本法、防护费用法、第三者裁定法、替代市场法、影子工程法、机会成本法、心理调查法等。考虑到各种方法的可操作性以及高铁建设自身的特点,针对高铁建立以下估算方法体系。

#### (一)恢复费用法

当无法治理环境污染时,则只能采用方法使受破坏的环境恢复,恢复费用法就是计算恢复或更新所破坏的资源所需要的费用<sup>[12]</sup>。恢复费用法的计算模型如下<sup>[13]</sup>:

$$P_r = \sum C_i Q_i \quad (1)$$

式中, $P_r$ 为环境恢复费; $C_i$ 为*i*环境资源的单位恢复费; $Q_i$ 为*i*环境资源的需要恢复数量。

#### (二)生产力变化法

生产力变化法,也叫做生产效应法。环境的恶化经常会导致部分产品的产量变化,某些企业的成本增加,利润减少,生产力变化法就是从这个角度来评估环境资源受到破坏后引起的损失。生产力变化法的估价模型如下:

$$TC = \sum [(P_{i1} - C_{i1})Q_{i1} - (P_{i2} - C_{i2})Q_{i2}] \quad (2a)$$

式中, $TC$ 为环境恶化的成本; $P_{i1}$ 、 $P_{i2}$ 为分别

表示*i*产品在环境恶化前、后的价格; $C_{i1}$ 、 $C_{i2}$ 分别表示*i*产品在环境恶化前、后的成本; $Q_{i1}$ 、 $Q_{i2}$ 分别表示*i*产品在环境恶化前、后的产量。

对于影响面较小的环境恶化引起的产品的减少,一般不会引起这类产品价格的降低。通常情况下,环境恶化只会引起产量的下降,而对成本和价格的影响甚微,公式(2a)便简化成为(2b):

$$TC = \sum [(P_i - C_i) \times (Q_{i1} - Q_{i2})] \quad (2b)$$

式中, $TC$ 为环境恶化的成本; $P_i$ 为*i*产品的价格; $C_i$ 为*i*产品的成本; $Q_{i1}$ 、 $Q_{i2}$ 分别表示产品在环境恶化前、后的产量。

#### (三)防护费用法

防护费用法是指测算消除或减少环境破坏的有害影响而承担的防护费。这里计算的防护费用,应该是在满足环境质量标准前提下的最低费用。这种方法的优点是能够准确的计算出环境成本,因为实际发生的费用是一个定值,缺点是这种方法很难找到最低费用。

#### (四)第三者裁定法

这种方法更多的应用于污染之后对利益相关者的补偿。通常是由法院或者其他协商部门对污染的环境资源补偿费用进行裁定,法律法规规定的补偿标准也可以归入此类。对于一些外部环境成本难以计量的环境污染,可以采用专家意见法、德尔菲法等方法来确定其价格。这种方法是由第三者做出裁定,仍然带有一定的主观性。

#### (五)影子工程法

影子工程法是特殊的恢复费用法。当污染或者破坏发生之后,人为建造一个“影子工程”来代替其原来的环境功能,用“影子工程”的造价来衡量环境污染或破坏造成的经济损失。在实际工作中,影子工程的方案可以有很多种,为了减少误差,可以考虑多种“影子工程”,然后选取最优方案的造价或者各方案的平均值进行测算。这种方法既可以用于估算内部环境成本,又可以用于估算外部环境成本,关键是看“影子工程”的费用是由谁来承担。

#### (六)机会成本法

这一方法是经济学中机会成本在环境成本补偿中的一种应用。铁路占用农田时,为了修建铁

路就不能再种植农田,农田收益就可以作为修建铁路的机会成本。在实际操作中,用征地补偿、青苗补偿等总和作为环境成本。

### (七)心理调查法

在对自然资源特别是一些不可替代的资源进行评估计价时,常常会遇到一些难以确定或者度量的事物,这时就可以采用心理调查法。这种方法的操作比较简单,但是需要采取一定的策略才能获取真实的价格。心理调查法就是当发生资源

损失时对受害人或者团体进行直接访谈调查,了解他们的受偿意愿。通常最终的价格是当事者双方心理均接受的价格。但是,如果没有很好的访谈策略常常会得到带有偏见性的答案。常见的偏见主要有:战略偏见(为了达到特定的目的)、信息偏见(被访者毫无经验)、起点偏见(设定可能性范围)、假定偏见(被访者面对构思好的想法,而非实际选择)。

各种环境估算方法的比较如表1所示。

表1 环境成本估算方法比较表

估算方法	主要原理	优点	缺点
恢复费用法	修复环境所需要的实际费用	计算简单、且工作量小	无法评估不可恢复资源
生产力变化法	对产品的成本、产量、价格等影响	可计算利益相关者的损失	调查工作量大
防护费用法	降低环境破坏影响产生的费用	费用实际发生,简单易行	结果因方法而异
第三者裁定法	第三方的公正裁定	可用于处理环境纠纷	所裁定结果未必公平
影子工程法	修建类似工程代替原来的环境功能	计算简单、且工作量小	应用仅限于可替代工程
机会成本法	经济学中的机会成本	在有明确补偿标准下,操作简单	机会成本难以确定
心理调查法	通过谈判确定价格	可以评估不可代替资源	容易得到偏见性答案

## 二、绿色高铁建设环境成本估算方法应用

### (一)项目简介

武石城际铁路(原武黄城际铁路)是武汉城市圈内一条连接武汉市与鄂州市、黄石市的快速城际铁路。线路起自武汉站,终点是大冶北站,全长97 km,桥梁和隧道所占比例为71%,设计运行时速为200 km,直达运行时间为46 min。该工程估算投资169.1亿元。武石城际铁路还可以延伸至江西九江,形成武九客运专线,使武汉与九江、南昌间形成快速城际交通圈。

武石城际铁路二标段二分部施工段落为DK20+105~DK27+040段工程,全长6.935 km。工程任务包括:DK20+105~DK24+875葛店特大桥4 769.84 m;DK25+267~DK27+040武城湖特大桥1 773 m;DK24+875~DK25+267站场路基长392 m,填方量约12万m<sup>3</sup>。施工段穿越武汉市左岭镇甲铺岭村、黄陂岭村、卸甲村,鄂州市葛店镇罗庄村、大湾村、陈正村。其中,DK22+194~DK22+849地处短咀里湖,鱼塘23

个、藕塘2个,其余为水田和旱地。

### (二)环境成本估算

#### 1. 噪音污染成本估算

在设计中,对噪声敏感点采取了加设声屏障措施,声屏障统计见表2。

在项目施工过程中,采取了多种降低噪音的措施,将外部环境成本转移为内部环境成本。武石城际铁路二标段二分部穿越的地区主要以村庄、湖泊为主,人口密度相对较小,通过在施工中采取下列措施,有效地降低了对周边居民的影响:

(1)在桩基施工时,项目部根据施工情况制定了措施,避开在夜间施工,晚上十点以后禁止施工扰民。

(2)机械设备选型配套时优先考虑低噪声设备,尽可能采取液压设备和摩擦设备代替振动式设备,并采取消声、隔音、安装防震底座等措施。加强机械设备的维修保养,保证机械设备的完好率,确保施工噪声达到环境保护标准。合理布置生产和生活区域。进入施工现场的机械车辆少鸣笛,不急刹,不带故障运行,减少噪声。

表 2 武石二标二分部声屏障统计表

序号	敏感点	位置	长度/m	设计高度/m	工程量/ m <sup>2</sup>	单价/ (元·m <sup>-2</sup> )	费用/元
1	马海	DK20+400~600 左	200	2.15	430	1 559.62	670 637
2	竹林王	DK21+500~700 右	200	2.15	430	1 559.62	670 637
3	下大脉咀	DK24+150~350 左	200	2.15	430	1 559.62	670 637
4	大湾村	DK24+850~DK24+875 (两侧各 25 米)	50	2.15	107.5	1 559.62	167 659
5	梅庄湖村	DK26+400~600 左	200	2.15	430	1 559.62	670 637
6	寺咀村	DK26+550~850 右	300	2.15	645	1 559.62	1 005 955
			1 150		2 472.5		3 856 162

(3)对影响较大的区域实施封闭施工。封闭费用为 10 万元。

噪声污染的解决,主要是通过各种防护措施来进行,因此采用防护费用法计算噪音污染成本:

①声屏障总面积: $1\ 150 \times 2.15 = 2\ 472.5$  m<sup>2</sup>;声屏障单价:1 559.62 元/m<sup>2</sup>;防护噪音污染的声屏障总成本: $2\ 472.5 \times 1\ 559.62 = 3\ 856\ 162$  元=385.6 万元。

②施工中采取封闭施工的封闭费用 10 万元。

噪声污染成本共计: $385.6 + 10 = 395.6$  万元。

## 2. 大气污染成本估算

在本项目施工过程中,对大气的污染主要体现在粉尘污染。为了降低粉尘污染,施工时,对车辆行驶较为频繁的路段采用洒水措施,属于防护费用,费用约为 34 万元,属于内部环境成本。尽管采取了种种措施,但仍有部分大气污染会影响到周边的菜地。受影响的菜地约为 50 亩,受影响的居民为 10 户,共计 30 人。为了施工的顺利进行,采用心理调查法,通过对周边居民村委会及村民代表进行访谈,对于过剩的大气污染,居民愿意接受的价格为每人 1 000 元,菜地每亩 200 元的价格接受补偿。共计 4 万元。

①采用防治费用法:人工费+材料费+机械费=34 万元。

②采用心里调查法: $1\ 000$  元 $\times 30 + 200$  元 $\times 50 = 4$  万元。

大气污染成本共计: $34 + 4 = 38$  万元。

## 3. 植被破坏成本估算

(1)武石二标二分部铁路工程永久性的占用的土地包括:旱地 10 亩;水田有约 80 亩,藕塘约 50 亩;鱼塘 30 亩,按照湖北省的相关规定及与当地居民的谈判,最终确定的补偿总费用为 2 680 万元。

(2)临时征地为制梁场和搅拌站。梁场约 200 亩,施工完成后应当当地村民和政府要求,其购置原梁场内搅拌设备,其自行复垦。搅拌站 15 亩;施工完成后将进行复垦,清除掉混凝土,换填新土;加大绿化面积。此项费用为 130 万元。

(3)在 DK24+875~DK25+267 段的路基进行了骨架护坡。混凝土用量为 1 500 m<sup>3</sup>,造价为 56 万元。

(4)按照设计要求弃土等运至弃土场,此弃土场按照设计要求设置约 50 亩,完工后对弃土场进行植被恢复,加强防护。植草 3 655 m<sup>2</sup>,栽植灌木 2 万多株,造价约 35 万元。

综上,进行以下计算:

①征地补偿按照当地标准综合采用机会成本法、第三方裁定法和心理调查法。其中湖北省的相关规定主要考虑了土地、池塘等的机会成本,采用心理调查法以及与同地区征地补偿价格的比较确定补偿价格,共计 2 680 万元。

②梁场由当地居民挪作他用,双方费用相抵,故不发生费用。

③按照防护费用法进行计算,搅拌站复垦:人工费+机械费+材料费=130 万元。

④骨架护坡按照防护费用法计算: $373 \times 1\ 500 = 559\ 500$  元 $\approx 56$  万元。

⑤弃土余方量处理,采用恢复费用法进行计量: $P_r = \sum C_i Q_i = 35$ 万元。

植被破坏成本合计: $2\ 680 + 130 + 56 + 35 = 2\ 901$ 万元。

#### 4. 水环境破坏成本估算

因为修建铁路,铁路的震动影响鱼塘内鱼类产量,在征地补偿之外,受影响区域约为8亩,以第三方的身份对当地渔民进行调查,每年每亩鱼塘约损失0.5万元,这部分属于外部水环境成本。

按照生产力变化法进行测算: $TC = \sum [(P_i - C_i) \times (Q_{i1} - Q_{i2})] = 8 \times 0.5 = 4$ 万元/年。该部分损失由当地渔民自身承担。水环境破坏成本合计:4万元/年,目前无法确定损失年限,损失合计数用 $4n$ 表示。

#### 5. 野生动物成本估算

武石二标二分部沿线经过地区以村庄、农田

为主,没有经过野生动物保护区和野生动物活动区,没有野生动物活动,因此此项成本为零。

#### 6. 建筑垃圾成本估算

施工单位特别重视对建筑垃圾的处理,对于生活垃圾和施工垃圾运输至指定位置集中处理,垃圾处理按照防护费用法实际发生的费用进行估算,费用为97万元。

建筑垃圾成本合计:97万元。

武石城际铁路二标段二分部的案例中,采取了防治费用法对噪音污染以及灰尘处理进行了估价;采用心理调查法对大气污染中的居民补偿进行了估价;采用机会成本法、第三方裁定法、心理调查法、恢复费用法以及影子工程法对植被破坏进行了估价;采用生产力变化法对水环境破坏进行估价;采用防护费用法对建筑垃圾的清运进行了估价。估算结果如表3所示。

表3 武石二标二分部环境成本总和分析表

类型	估算内容	外部环境成本		内部环境成本	
		估算方法	结果	估算方法	结果/万元
噪音污染	声屏障			防护费用法	386
	噪音处理			防护费用法	10
大气污染	灰尘处理			防护费用法	34
	居民补偿			心理调查法	4
植被破坏	占地补偿			机会成本法、第三方裁定法、心理调查法	2 680
	植被恢复			恢复费用法	165
	骨架护坡			影子工程法	56
水环境	鱼塘减产	生产力变化法	4n		
野生动物	无		0		0
建筑垃圾	垃圾清运			防护费用法	97

### 三、结论与启示

成本管控一直是施工企业关注的重点<sup>[14]</sup>。高铁建设影响面广,区分高铁建设内外部环境成本,并赋予不同的意义,对于保护生态环境具有重要的意义。将环境成本单独提出,并通过各类方法进行计算,再按照实际承担者的不同分为内部环境成本和外部环境成本,有利于今后高铁项目

的环境评估。在项目可行性和项目评估时,政府的责任在于制定外部环境成本计量标准和外部环境成本限额,审核铁路的可行性研究报告,特别是对各类方案的环境成本进行比较;建设单位和施工企业则主要考虑的是内部环境成本,在保证外部环境成本符合相关部门标准的前提下,提升内部环境成本的控制能力,将成为今后施工企业的核心竞争力之一。

## 参考文献:

- [1] CUI BaoShan, HU Bo, et al. Study on the Interaction Between Engineering Construction And Ecosystem Changes in the Longitudinal Range-Gorge Region [C]. Chinese Science Bulletin, 2007.
- [2] 苏卫青. 高速铁路噪声影响评价研究 [J]. 铁道标准设计, 2011(5):100-104.
- [3] 丁桦, 胡峰力, 史玲, 等. 青藏铁路沿线生态环保经济效益分析 [J]. 青海民族研究, 2012(4):160-164.
- [4] 韩霞. 浅议交通运输业的环境成本核算 [J]. 交通财会, 2012(4):47-50.
- [5] 张帆, 徐莉, 刘刚. 火电企业环境成本估算与管理 [J]. 武汉大学学报, 2008(4):99-102.
- [6] 赵娜. 城市住宅开发环境成本及其会计核算 [J]. 东方企业文化, 2010(10):174-175.
- [7] 田志莹, 黄静. 基于生命周期分析的环境成本界定与确认 [J]. 会计之友, 2009(6):40-41.
- [8] 前田达夫. 日本高速铁路沿线的环保技术 [J]. 中国铁路, 2004(5):64-67.
- [9] S. KARA, S. MANMEK, H. KAEBERNICK. An Integrated Methodology to Estimate the External Environmental Costs of Products [J]. ELSEVIER, 2007, 5:9-12.
- [10] 蒋卫东. 荷兰环境成本核算实践及启示 [J]. 中国矿业大学学报: 社会科学版, 2002, 6(1):30-32.
- [11] 李艳丽, 李利军. 基于环境生产要素理论的绿色 GDP 核算及其与会计核算的协调 [J]. 石家庄铁道大学学报: 社会科学版, 2010, 4(2):17-24.
- [12] 肖序, 毛洪涛. 对企业环境成本应用的一些探讨 [J]. 会计研究, 2000(5):55-59.
- [13] 王者丽. 刍议环境成本及其计量 [J]. 财经界: 学术版, 2010(12):346-347.
- [14] 王军. 新经济环境下工程施工成本管理探讨 [J]. 石家庄铁道大学学报: 社会科学版, 2012, 6(4):35-38.

## Applied Research on Methods of Environmental Costs of High-speed Railway Construction

WANG Zhao-yu<sup>1</sup>, DUAN Xiao-chen<sup>1</sup>, ZHANG Xu<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China;

2. Zhuhai Company of China Construction Fourth Engineering Division. LTD, Shenzhen 519000, China)

**Abstract:** Taking Wuhan-Huangshi inter-city railway as engineering background, in terms of the environmental damage during the process of the high-speed railway construction and the measures taken to protect the environment, the environmental cost of green high-speed rail construction is defined from two dimensions: internal environmental cost and external environmental cost. It is found that in different high-speed railway construction solutions, the project with lower external environmental cost is help for sustainable development of the society, while the control over internal environmental cost presents the competitive force of construction companies. For the confirmation of environmental cost, it is needed to differentiate internal and external, take periodic features of high-speed railway construction as well. Finally, the internal and external environmental cost is calculated and determined respectively using averting cost method, recovery payments method, productivity change method etc.

**Key words:** environmental cost; high-speed railway; estimation method; internal cost; external cost