

# 企业碳绩效方程式评价方法研究

——以我国钢铁企业为例

张彩平,张莹<sup>①</sup>

(南华大学 经济管理学院,湖南 衡阳 421001)

**[摘要]** 针对目前国内外碳绩效评价方法缺失的现状,文章依据能源、经济和环境之间的内在关联,提出了碳绩效方程式评价法——CRVC。该评价方法用简明的方程式反映了碳排放与碳减排活动所产生的低碳资源效率、低碳经济效益和低碳环境效益,体现了碳绩效评价促进实现“资源、经济和环境”三赢的目的。运用CRVC法评价首钢、攀钢、包钢、武钢、河北钢铁等5家钢铁企业的碳绩效,发现该方法能较好地反映这5家钢铁企业之间碳减排效果的差异,因而能为钢铁企业识别碳排放源,明确碳减排关键环节提供指导。CRVC所蕴含的基本原理表明,发展循环经济以减少碳资源投入、积极参与碳交易以降低低碳成本以及制定碳预算以控制碳排放量等措施有助于有效提高企业的碳绩效,促进企业的低碳转型。

**[关键词]** 碳绩效评价; CRVC; 碳资源; 碳交易; 碳预算

**[中图分类号]** F206 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2016)05-0074-05

尽管气候变化谈判进展缓慢,但低碳经济是实现人类社会可持续发展的一种绿色经济发展模式已取得国际社会的共识<sup>[1-2]</sup>。工业的各行各业也积极响应低碳经济发展号召,提出了许多工业低碳发展宏伟目标和规划,甚至开始制定具体的低碳发展路径。这些目标和规划在引导企业低碳转型方面发挥着重要的作用,但同时也存在一些明显的缺陷。一方面是一些目标和规划都偏宏观,持续时间长,缺乏微观的企业短期碳减排制度安排;另一方面是这些目标和规划过于强调结果,缺乏实现碳减排目标的具体过程措施<sup>[3]</sup>。企业碳绩效评价制度的缺失就是主要的局限表现之一。发展低碳经济,企业的参与是关键。碳绩效评价制度就是激励和约束企业碳排放行为的重要制度安排。然而,目前国内外碳绩效评价的研究成果很少,评价方法更是鲜有研究。针对此现状,本文试图以碳绩效评价目的为指导,借鉴目前国内外研究成果,提出合理的碳绩效评价方法,为碳绩效评价整体框架的构建提供方法基础。

## 一 企业碳绩效评价方法的研究现状分析

虽然全球的碳交易量已达上千亿美元<sup>[4]</sup>,但碳

会计的研究还远不成熟,依然是会计领域的一个国际性难题<sup>[5]</sup>。相关学者提出应加强碳绩效评价、碳成本等问题的研究,构建碳管理会计理论和方法体系,为碳减排实践提供指导<sup>[6-8]</sup>。然而,作为碳管理会计中的重要问题——碳绩效评价,尤其是评价方法的研究并没有引起学者们的特别关注,仅有少数专家进行了初步的研究。如Clarke J A等开发了一种ESRU Domestic Energy Model(EDEM)仿真模型,通过测定能源使用量与碳排放量来研究房地产业的能源效率和碳绩效<sup>[9]</sup>。Karen Butner、Dietmar Geuder & Jeffrey Hittner运用物质流分析方法,以IBM为案例研究了供应链上碳平衡,在考虑成本、服务、质量和碳排放四个因素下保持产品、过程、信息和现金流最优。我国还没有学者专门研究企业碳绩效评价方法,目前更多的是侧重于指标体系的构建<sup>[10]</sup>。如麦海燕等根据“碳排放=碳足迹-碳中和”的原理设计了低碳水平偏离指数、低碳水平的可持续性、低碳能动性三个指标来衡量企业碳绩效<sup>[11]</sup>。徐光华等针对当前工业企业减排绩效评价体系普遍忽视减排投资效率的现象,基于投入与产出视角构建企业减排绩效评价指标体系,计算出工

**[收稿日期]** 2016-05-20

**[基金项目]** 国家社会科学基金青年项目“低碳转型视角下企业碳绩效评价机制研究”(编号:13CGL029);湖南省社科基金一般项目“基于资源价值流视角的企业碳绩效评价标准研究”资助(编号:14YBA339);南华大学研究生科研创新课题“碳排放权价格与电力行业产量关系实证研究”资助(编号:2015XCX07)

**[作者简介]** 张彩平(1977-),女,湖南浏阳人,南华大学经济管理学院副教授,博士。

<sup>①</sup>南华大学经济管理学院硕士研究生。

业企业重点治理的42个行业废水、废气减排投资效率<sup>[12]</sup>。

综上所述可知,学者们试图通过构建碳绩效指标体系来反映低碳经济对企业生产经营所产生的各种影响,而忽视了评价方法对碳绩效评价体系构建的重要作用。显然,评价方法的缺失使得碳指标体系的构建缺乏科学依据,从而也无法有效地指导碳减排实践。为此,本文将在明确碳绩效评价目标的前提下,提出一种科学的碳绩效评价方程式分析方法。

## 二 碳绩效评价方程式分析法的构建及其在钢铁企业中的应用

绩效评价目标对评价方法构建具有重要的指导作用,因此提出评价方法首先必须明确碳绩效评价的目的。发展低碳经济,就是要实现经济发展、资源节约和环境保护的三赢。因此,对每一个微观企业而言,培育低碳竞争力,实现碳经济效益、环境效益最大化是企业低碳转型发展的根本目标。在该目标的指导下,碳绩效评价的基本目的就是通过激励减排和约束排放,实现碳资源效率、经济效益和环境效益的三赢。即:(1)碳资源效率。由于含碳资源的投入与碳排放量有直接的因果关系,故首先应从源头上控制含碳资源的投入量,提高碳资源的使用效率;(2)低碳经济效益。目前,“低碳不经济”的现状是制约企业发展低碳经济的关键因素,提高经济效益是企业低碳转型的根本动力;(3)低碳环境效益。控制温室气体排放量来应对气候变化,保护生态环境本来就是低碳经济的重要内涵。因此企业应提高环境效益,控制环境损害成本。由此可见,碳资源效率、经济效益和环境效益三者相互关联,相互作用,共同构成碳绩效评价的核心内容(见图1)。

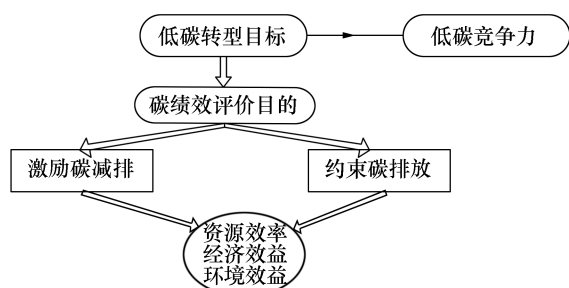


图1 碳绩效评价目标

(一)碳绩效评价方程式(CRVC)分析方法的内涵

显然,传统的绩效评价方法,如经济增加值

(EVA)、投资报酬率(ROA)等无法实现碳绩效评价所要实现的资源、经济和环境三大目标,需要探寻新的评价方法评价企业的碳绩效水平。本文构建的碳绩效方程式评价法,从物质流和全生命周期的视角,以企业碳资源的实物与价值的比率关联为基础,通过对企业输入端资源投入量、生产过程的消耗和循环量、输出端的产品及碳排放量与营业收入及碳收益之间的因果关系、作用机理及变化规律的研究,提取相互关联且具有严格逻辑联系与数量关系的若干核心指标,借鉴资源生产率、环境效率评价方法以及环境压力控制模型(IPAT)[ $I=P \times A \times T$ , 其中I为环境压力(Environmental Impact)、P为人口数量(Population)、A为富裕度(Affluence),常用人均GDP替代、T为技术进步(Technology),常用单位GDP的环境负荷表达]的基本原理,构建基于碳资源效率、经济效益与环境效益一体化的碳绩效评价方程式分析方法(Carbon Resource、economic Value and Environmental benefit, CRVC)。方程式评价法表述如下:

$$\text{CO}_2 \text{ 排放量} = \text{碳资源投入量} \times \frac{\text{营业收入}}{\text{碳资源投入量}} \times \frac{\text{碳收益}}{\text{营业收入}} \times \frac{\text{CO}_2 \text{ 排放量}}{\text{碳收益}}$$

以上方程式用数学公式表示为:

$$\text{CO}_2 = Ri \times Rp \times Vp \times Ce$$

$\text{CO}_2$  表示某一段时间内的碳排放量;

$Ri$  表示某一段时期的碳资源投入量;

$Rp$  表示碳资源效率(营业收入/碳资源投入量);

$Vp$  表示经济效益(碳收益/营业收入);

$Ce$  表示环境效益( $\text{CO}_2$  排放量/碳收益)

如果将等式的碳资源投入量移到左边,则为单位资源的碳排放效率(CRe),该方程式简称CRVC:

$$\text{CRe} = Ri \times Vp \times Ce$$

为了动态反映企业单位资源的 $\text{CO}_2$ 排放率的变化情况,方程式还可以进行以下变形:

(1)基期 $t_0$ 的单位资源 $\text{CO}_2$ 排放率

$$\text{CRe}_{t_0} = Rp_{t_0} \times Vp_{t_0} \times Ce_{t_0}$$

(2)预期 $t_1$ 的单位资源 $\text{CO}_2$ 排放率

$$\text{CRe}_{t_1} = Rp_{t_1} \times Vp_{t_1} \times Ce_{t_1}$$

(3)不同时期单位资源 $\text{CO}_2$ 排放率的变化率。

$$r = \frac{\text{CRe}_{t_1} - \text{CRe}_{t_0}}{\text{CRe}_{t_0}}$$

以上方程式可分解为不同的含义,其所体现的绩效信息分析如下:

(1)营业收入/碳资源投入量反映资源效率

( $R_p$ )。在我国碳资源日益紧张的形势下,提高碳资源效率具有特别重要的现实意义。如钢铁行业之所以成为低碳经济发展首当其冲的行业,就是由其高耗能的特点决定的。当前世界钢铁工业能源消费仍然是以煤和电为主,要实现低碳发展,降低碳资源投入,提高资源效率尤其重要。

(2)碳收益/营业收入表示碳所产生的收益占营业收入的比重,即碳投入或排放所产生的经济效益( $V_p$ )。碳收益是广义的概念,既包括内部收益也包括外部环境收益。当企业的实际排放量超过配额即超排时,则不仅会因购买配额而产生内部碳成本,也会因超排而承担环境成本,因此是负的碳收益;减排则不仅可以通过在碳市场中出售配额获益,也可以因减排而获得碳税减免等优惠,因而是正的碳收益。

(3) $\text{CO}_2$  排放量/碳收益表示碳排放量所产生的环境效益( $C_e$ )。 $\text{CO}_2$  过量排放所造成的温室效应并因此导致的气候变化是 21 世纪最复杂的环境问题。随着相关气候法律法规的制定和实施, $\text{CO}_2$  排放承担强制性的环境责任将成为必然。 $\text{CO}_2$  排放量/碳收益之比正通过  $\text{CO}_2$  排放对碳收益的影响来反映其环境效益。

综上所述可知,与企业一般综合评价方法不同,碳绩效评价方程式分析方法以碳资源流分析和碳排放形成机理为基础,融合资源(低碳资源效率)、经济(低碳经济效益)、环保(低碳环境效益)评价三个尺度,将企业复杂的碳排放、碳减排对企业绩效的影响表述成简明的价值表达式。该方程式可以全面有效地揭示企业的内部资源消耗、环境保护及价值增加之间的内在逻辑关联,故评价更为全面有效。同时,该方法更全面地满足企业资源、环境与经济系统物质与价值综合评价的信息需求,能有效弥补企业单一评价的不足,为企业资源节约、环境管理、效益提升提供决策支持。

(二)碳绩效评价方程式分析方法在钢铁企业中的应用

钢铁企业作为我国的工业大户不仅是能源与资源的消耗大户,其生产过程释放的大量  $\text{CO}_2$  等温室气体和废渣废水等也使其成为了环境污染大户。钢铁企业因而也成为第一批纳入碳排放权交易管制的工业企业之一。因此,运用方程式分析方法分析钢铁企业的碳绩效具有典型的现实意义。本文选取首钢、攀钢、包钢、武钢、河北钢铁等 5 家钢铁公司为样本,分析其碳绩效,具体内容如表 1 和图 2。

表 1 首钢 2012—2014 年度碳绩效评价指标得分一览表

| 首钢       | 单位  | 2012    | 2013    | 2014    |
|----------|-----|---------|---------|---------|
| 单位资源碳排放率 | 吨/吨 | 3.36    | 3.35    | 3.27    |
| 碳资源效率    | 元/吨 | 1894.90 | 5147.13 | 4146.56 |
| 碳经济效益    | 元/元 | -0.0098 | 0.00034 | 0.00064 |
| 碳环境效益    | 吨/元 | -0.0205 | 0.21    | 0.11    |

数据来源:首钢 2012—2014 年年报整理得出。

注:2013 年 6 月,我国才启动首个碳排放权交易平台。故 2012 年的配额是根据 2013 年的配额分配标准计算得出,碳价是借鉴 2012 年欧盟的年均碳价。

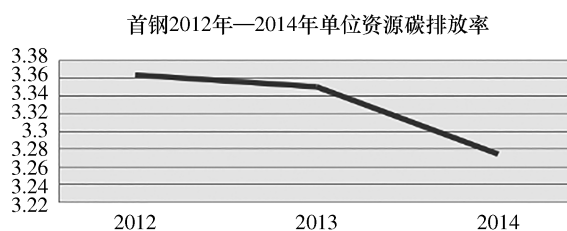


图 2 首钢 2012—2014 年单位资源碳排放率

由表 1 和图 2 可知,首钢自 2012 年来单位碳排放量呈现逐年降低的趋势,意味着碳排放权交易制度的确给高排放的企业带来了减排压力。而首钢虽然在 2012 年碳排放量超出碳配额,但在 2013 年与 2014 年都下降,逐渐低于配额量。碳资源效率起伏较大,2013 年的碳资源效率最高,为 5147.13 元每吨。这说明,企业可以以更少的碳投入换取更大的利润,这也正是低碳经济发展的内涵所在。从碳经济效益方面来看,呈现出逐年增长趋势。

表 2 2013 年五家钢铁公司碳绩效评价指标得分一览表

|          | 单位  | 首钢      | 武钢       | 攀钢      | 包钢      | 河北钢铁     |
|----------|-----|---------|----------|---------|---------|----------|
| 单位资源碳排放率 | 吨/吨 | 3.35    | 5.74     | 1.49    | 1.96    | 8.30     |
| 碳资源效率    | 元/吨 | 5147.13 | 23951.98 | 2678.98 | 9204.16 | 29126.53 |
| 碳经济效益    | 元   | 0.00034 | 0.0010   | 0.0030  | 0.0047  | 0.0014   |
| 碳环境效益    | 吨/元 | 0.21    | 0.038    | 0.0068  | 0.011   | 0.040    |

数据来源:根据五家钢铁企业 2013 年年报核算得出

从表 2 和图 3 可以看出,2013 年首钢、攀钢、武钢、包钢、河北钢铁 5 家钢铁企业中攀钢的单位碳排放率最低,其每投入 1 吨焦炭只产生了 1.49 吨二氧化碳,单位资源碳排放率最高的河北钢铁是其排放量的 5 倍多,说明河北钢铁碳减排压力较大。然而,从碳资源效率而言,河北钢铁表现最好,结合单位碳排放率分析,很可能是由于河北钢铁未对企业老旧的生产设备进行更新。攀钢虽然单位碳排放率最

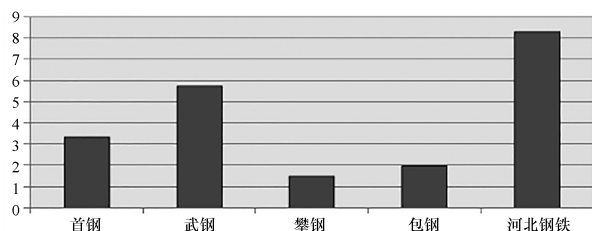


图3 5家钢铁企业2013年单位资源碳排放率比较

低,但碳资源效率也是5家企业中的最低者,资源损耗比较大。从碳经济效益上来看,包钢的业绩较好,其他企业也比较接近。但整体而言,碳经济效益值都比较低,说明这5家企业一方面排放量较高,能用来交易的配额很少;另一方面则表明企业没有有效利用碳交易市场的价格波动来提高配额交易收入,较少的碳收益导致了碳经济效益的走低。

### 三 基于方程式评价分析法的企业碳绩效提高措施建议

面对“低碳不经济”和“经济不低碳”的现实困境,探寻新的绩效评价方法以激励和约束碳排放行为是每一个企业必须思考的问题。显然,本文所提出的CRVC方程式分析方法为提高企业碳绩效提供了一种新的思路。CRVC所蕴含的基本原理表明,发展循环经济以减少碳资源投入、积极参与碳交易以降低碳成本以及制定碳预算以控制碳排放量等措施有助于有效提高企业的碳绩效,促进企业的低碳转型发展。

#### (一) 发展循环经济从源头减少碳资源的投入

根据IPCC制定的《国家温室气体清单指南(1995)》和《国家温室气体清单优良做法指南和不确定性管理(2000)》,可以用企业活动数据(Activity Data, AD)乘以每单位人类活动所排放或减少的温室气体量,又称为排放因子(Emission Factors, EF)来核算温室气体排放总量( $\text{CO}_2\text{e}$ 排放量 =  $\text{AD} \times \text{EF}$ )。由于排放因子相对稳定,因此温室气体排放量总量主要取决于企业的碳资源投入量。减少碳资源投入量的有效方法是发展循环经济,提高资源利用率。根据我国的《循环经济促进法》,循环经济就是要实现生产、流通和消费等过程中的减量化、再利用、资源化。无论是在生产、流通和消费等过程中减少资源消耗和废物产生的减量化要求,以及将废物直接作为产品或者经修复、翻新、再制造后继续作为产品使用的再利用要求,还是将废物直接作为原料进行利用或者对废物进行再生利用的资源化要求,目标都是为了尽可能地减少资源的投入量。因此,积极

发展循环经济是提高资源使用率,进而提高碳绩效的有效途径。CRVC碳绩效评价方程式也体现了这一道理:(1)资源循环 $\uparrow$ →新资源投入 $\downarrow$ →碳资源效率 $\uparrow$ ;(2)碳资源投入 $\downarrow$ → $\text{CO}_2$ 排放量 $\downarrow$ →碳成本 $\downarrow$ →碳经济效益 $\uparrow$ ;(3)资源循环 $\uparrow$ → $\text{CO}_2$ 排放量 $\downarrow$ →碳环境效率 $\uparrow$ 。

(二) 积极参与碳交易,利用碳价波动降低碳成本,提高碳收益

利用市场机制应对气候变化,减少温室气体排放是国际社会已达成的共识。碳排放权交易作为一种市场制度,其根本目的就是利用碳价的波动来降低碳减排成本<sup>[13]</sup>。欧盟在2005年就启动了碳交易市场,经过2个阶段(2005—2007、2008—2012)的发展,目前已经形成比较完善的交易体系。我国碳交易市场规模巨大,未来碳市场排放量会涉及30~40亿吨,配额价值有望达到1000~2000亿元。我国北京、天津、上海、广东、湖北、重庆等7个碳排放权交易试点经验的积累为我国2017年全面启动全国碳交易市场奠定了基础,这将为我国企业参与碳交易提供一个公开的交易平台。事实上,无论是超排还是减排,都可以利用碳价的波动来降低碳成本。根据方程式可推断:(1)当 $\text{CO}_2$ 排放量大于配额(超排)时, $\text{CO}_2$ 排放量 $\uparrow$ →购买配额 $\uparrow$ →碳价 $\downarrow$ →碳成本 $\downarrow$ →碳经济效益 $\uparrow$ ;(2)当 $\text{CO}_2$ 排放量小于配额(减排)时, $\text{CO}_2$ 排放量 $\downarrow$ →出售配额 $\uparrow$ →碳价 $\uparrow$ →碳收益 $\uparrow$ →碳环境效益 $\uparrow$ 。

(三) 编制碳预算制度,将碳减排战略贯穿于每一个方面和每一个环节中

国家层面的碳预算,为低碳经济提供了宏观管理工具,而在企业层面发展可规划控制碳排放活动的管理工具和管理制度,可以引导企业理性地进行碳减排活动<sup>[14]</sup>。碳预算也是控制碳排放量的一种非常重要的制度安排。碳预算(Carbon Budget)最早被用来核算一个地区森林、陆地等系统的碳吸收能力。目前宏观和中观碳预算研究成果较多<sup>[15-16]</sup>,但企业层次的碳预算还处于探索阶段。借鉴国家和地区碳预算的理论和方法,企业碳预算是指在低碳战略的指导下,运用物质流方法核算全生命周期的碳排放量,并反映碳交易产生的碳成本和收益以及碳排放产生的环境成本。企业碳预算除了量化碳排放量及其产生的碳成本外,还能从以下角度强化企业的碳减排行为:(1)碳减排的投融资预算。碳减排需要技术、设备、材料等方面的投入,在当前低碳经济发展尚不成熟阶段,这些投入存在一定的投资风险。碳预算将为企业制定合理的投融资计划提供

数据基础,从而降低投融资风险,提高低碳投资效益;(2)根据企业碳预算所估计的碳排放量和碳成本预测值,进行预测值与实际值的比较,分析差异产生的原因,从而识别关键碳排放与减排环节,制定有针对性的减排战略。

#### [参考文献]

- [1] 潘家华,陈迎.碳预算方案:一个公平、可持续的国际气候制度框架[J].中国社会科学,2009(5):83-93.
- [2] 杨丹辉,李伟.低碳经济发展模式与全球机制:文献综述[J].开放导报,2010(6):164-172.
- [3] 张霜,叶大军,张红达.低碳经济模式下钢铁企业战略联盟发展之路[M].北京:科学出版社,2015.
- [4] World Bank. State and Trends of the Carbon Market(2014) [OB/OL]. <http://www.worldbank.org>.
- [5] 张彩平,谭德明.国际碳信息披露十年回顾与展望[J].南华大学学报:社会科学版,2013(5):50-53.
- [6] Burritt R L, Schaltegger S, Zvezdov D. Carbon management accounting: explaining practice in leading German companies[J]. Australia Accounting Review, 2011, 21(1):80-98.
- [7] Stefan Schaltegger, Maria Csutora. Carbon accounting for sustainability and Management: Status quo and challenges [J]. Journal of Cleaner Production, 2012,34(5): 1-16.
- [8] Francisco Ascuí, Heather Lovell. Carbon accounting and the construction of competence [J]. Journal of Cleaner Production, 2013 (36):48-59.
- [9] J A Clarke, C M Johnstone, J M Kim. Energy, Carbon and Cost Performance of Building Stocks: Upgrade Analysis, Energy Labeling and National Policy Development [J]. Advances in Building Energy Research, 2009, 3(1):1-20.
- [10] Karen Butner, Dietmar Geuder, Jeffrey Hittner. Mastering carbon management: balancing trade-offs to optimize supply chain efficiency [R]. IBM Institute for Business Value 2014 Global CSR survey.
- [11] 麦海燕,麦海娟.企业低碳水平的动态绩效评价[J].财务与会计,2013(1):26-27.
- [12] 徐光华,赵雯蔚,黄亚楠.基于 DEA 的企业减排投入与产出绩效评价研究[J].审计与经济研究,2014(1):103-110.
- [13] 庄贵阳.欧盟温室气体排放贸易机制及其对我国的启示[J].欧洲研究,2006(5):68-87.
- [14] 涂建明,李晓玉,郭章翠.低碳经济背景下嵌入全面预算体系的企业碳预算构想[J].中国工业经济,2014(3):147-161.
- [15] Kanitkar Tejal, T Jayraman, Mario D'Souza, et al. 全球碳预算、排放轨迹和减缓行动中责任共担[M]//潘家华,张莹.碳预算——公平、可持续的国际气候制度构架.北京:社会学文献出版社,2011.
- [16] 潘家华.满足基本需求的碳预算及其国际公平与可持续含义[J].世界经济与政治,2008(1):35-42.

## Research on Equation Evaluation Method of Carbon Performance

——As an example of iron and steel enterprises

ZHANG Cai-ping, ZHANG Ying

(University of South China, Hengyang 421001, China)

**Abstract:** The paper constructs an equation analysis method of carbon performance evaluation—CRVC based on the internal relation of resource, economy and environment because of the lack of global carbon performance evaluation method. CRVC method reflects low carbon resource efficiency, low carbon economic benefit and low carbon environmental benefit by means of simple equation analysis method, which reflects “resource, economy and environment” win-win goal of carbon performance evaluation. CRVC is used to evaluate carbon performance of five iron and steel enterprises of Capital, Pan, Bao, Wu and Hebei. It shows that this method can reflect different carbon reduction effect of five iron and steel enterprises and provide direction for identifying the source of carbon emission and key carbon reduction links. CRVC basic principles show that many measurements, such as developing circle economy to reduce resource input, participating in carbon market to reduce carbon cost and building carbon budget to control CO<sub>2</sub> emission can improve carbon performance and facilitate low carbon transformation.

**Key words:** carbon performance evaluation; CRVC; carbon resource; carbon trading; carbon budget