

化工企业碳审计评价指标体系构建

——以中石化为例

金密¹, 张亚连²(教授)

【摘要】 化工行业是高能耗和高污染的行业,全面构建化工企业碳审计评价体系具有必要性和可行性。20多年来,政府及相关部门虽然在化工环境保护方面采取了一系列的减排措施,但是企业三废排放等方面的问题并未得到有效控制。基于这一背景,分析化工企业碳审计情况,指出碳审计评价指标体系的构建是提高企业碳减排工作成效的有效方式。在此基础上,结合中石化碳审计进行实证研究,提出相关改进策略,就如何推进我国化工企业碳审计评价管理进行探讨,以期有助于优化我国绿色循环经济的发展思路。

【关键词】 碳审计; 评价指标; 模糊综合分析; 化工企业; 中石化

【中图分类号】 F234

【文献标识码】 A

【文章编号】 1004-0994(2018)21-0103-8

一、引言

随着我国经济的高速发展,化石能源在满足人类需求的同时也带来了环境污染和气候变化等问题。目前我国是世界第二大、发展中国家第一大温室气体排放国,假如维持目前的CO₂排放强度,到2020年我国需要约151亿吨CO₂排放空间,面临着47亿吨的CO₂减排压力。在此背景下,将碳审计与环境管理有机结合,并将其作为一种监督与约束机制运用于节能减排,有助于优化企业绿色循环经济的发展路径。

当前国内外对碳审计的基本理论研究框架已大致成型,但在碳审计评价及应用方面仍存在一些缺陷:①碳审计评价方法的有效性实证研究不足;②对碳审计评价指标的设定缺乏行业针对性,尤其是对于高能耗的化工行业缺乏相关的碳审计评价指标^[1],并没有体现可持续发展委员会相关低碳条例以及ISO14064、GHG等国际标准的要求,不利于对化工企业碳审计进行有效客观的评价^[2];③碳审计评价的方法单一,数学建模、指标影响因子综合评价、物质流核算等方法都未能在当前碳审计研究当中予以

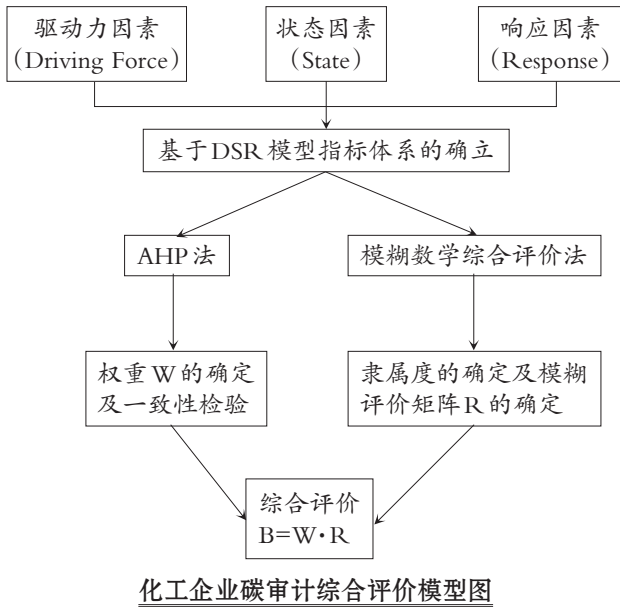
有效应用。以上研究成果和经验为本文的撰写提供了大量理论依据与经验。

二、化工企业碳审计评价指标体系构建

碳审计评价是指运用数理统计、运筹学等相关方法,采用特定的指标体系,参照相关的评估标准,依照一定的审计程序,采用定量或定性的评价方法,客观、公正、准确地综合评价企业在一定经营期间内的碳排放情况。其中,碳审计评价指标体系的建立和评价方法的选择是评价的重点和难点,化工行业环境污染和碳减排的任务仍然亟待解决。本文依照客观可行性、监督约束性、动态前瞻性等原则构建碳审计评价指标体系,以便全面地审计评价化工企业的碳排放现状和未来。本文以DSR模型为基础,以化工企业为例,对指标的代表性、合理性进行实证检验,结合“目标层—准则层—指标层”的思路分别从驱动力、状态和响应的角度构建化工企业碳审计评价指标,具体模型如图所示。

(一)化工企业碳审计评价指标初始设置

客观评价化工企业在碳减排方面的工作效率是化工企业碳审计的首要目的。化工企业各项环境管



理活动的有效性会影响企业可持续发展目标的实现^[3],因此,化工企业碳审计的第二个目的是考察和评价环境污染治理和自然环境保护方面的效果,从而对提高环境质量、减轻温室效应提供改进建议。鉴于此,其评价指标的选取应当考虑化工企业生产活动引起的主要大气污染问题,故选择最具代表性的因素作为评价指标^[4]。

1. 驱动力指标的选取。化工企业在产品制造过程中都以直接或者间接的形式产生一系列废弃物,而部分废弃物将以污染物的形式排放出来,损坏大气和水质环境,减损环境质量^[5]。同时,由于化工行业产生的污染物具有扩散范围广、短期内很难被消除等特点,其生产活动所产生的废水、固体废弃物、化学污染物等已经严重损害了自然生活环境,且部分区域的纳污能力已达到极限。驱动力指标根据重要性原则,主要反映化工企业的生产活动给自然资源环境造成的压力,体现人类对资源环境的负面影响,是针对化工企业三废排放以及可持续发展基本情况等方面的问题所设计的指标^[6]。

2. 状态指标的选取。状态指标是对化工行业目前的碳审计环境、低碳管理状况等进行分析,旨在体现化工企业的污染状况、碳减排现状以及企业节能降耗的发展规划^[7],由此反映化工行业生产活动对自然资源以及环境造成的影响。

3. 响应指标的选取。一方面,响应指标反映了化工企业面对自然资源和环境问题所作出的选择;另一方面,为了修复、改善和保护生态环境,响应指标在经济、科技保障方面体现了化工企业碳减排的

管理能力及其为实现可持续发展目标而采取的措施和达到的成果^[8]。在选择响应指标时,可以从碳审计资金投入、科技支撑和公众调查等角度入手,主要考虑环保投资比例、企业污染控制和治理、环境管理及碳审计工作开展的公共意识等问题。

同时,结合指标可量化的原则,构成驱动力—状况—响应(DSR)模型的具体指标因素,如表1所示。

表1 碳审计评价初始设置指标

目标层	因素层	指标层
驱动力指标		D1 资产总额
		D2 负债总额
		D3 股东权益合计
		D4 营业收入
		D5 企业投资收益率
		D6 实现税费
		D7 原油加工量
		D8 天然气产量
		D9 化工产品经营量
		D10 成品油经营量
状态指标		S1 CO ₂ 排放量
		S2 法律法规遵守情况
		S3 清洁生产应用情况
		S4 企业累计碳交易总额
		S5 企业平均综合能耗
		S6 产品含硫量
		S7 外排废水达标率
		S8 企业责任采购情况
		S9 工业取水量
		S10 企业耗电量
		S11 低碳项目收益
		S12 年回收甲烷量
响应指标		R1 外排废水达标率
		R2 工业取水量同比变化
		R3 煤炭节约量
		R4 企业碳审计教育宣传情况
		R5 节能率
		R6 氮氧化物减排率
		R7 SO ₂ 减排率
		R8 CO ₂ 减排量
		R9 低碳专项项目投资总额
		R10 环保总投入
		R11 外排废水COD(化学需氧量)同比变化
		R12 废弃物排放量同比变化
		R13 环保设施运行状况

(二)化工企业碳审计评价指标筛选

化工企业碳审计评价指标的筛选应当考虑化工企业生产活动引起的主要大气污染问题,需要选择最具代表性的影响因素作为其评价指标。首先,本文通过发放问卷开展调查,向有关专家征询关于化工企业碳审计评价具体指标的筛选以及指标的重要性判断,从35项指标中选取项相对独立的、具有代表性的指标,再根据有关专家的意见对指标的重要性进行排序。根据指标体系的设计思路,本文在第一轮指标筛选中,总共挑选了三大类近35项指标形成初步的“碳审计评价指标体系筛选问卷调查”,并将问卷通过纸质样本、电子邮件等方式传递给有关专家,对具体指标的重要程度进行判别。在完成第一轮筛选之后,剔除10余个非相关性指标,然后判定剩余指标之间的相关性,其主要目的在于尽量保持指标之间的相对独立性并且最大化碳审计评价指标所涵盖的意义,最终得出构成碳审计评价指标体系的三大类20项指标。第二轮筛选的主要目的是对最终得出的碳审计评价指标体系中的指标进行重要性排序,同时邀请专家根据其重要程度打分,打分的依据主要是A. L. Saaty提出的九级标度法,并根据每一项指标得分的高低进行排序,最终确定各指标权重。

1. 第一轮筛选。由于初始设置的指标较多,为进一步简化指标体系,本文采用问卷调研方法,利用少量样本数据对审计评价指标的重要性进行判断^[9]。问卷采用五级量表法,问卷的题项是对指标的重要性打分,一般而言,“很重要”“重要”“一般”“不重要”和“很不重要”属于重要性程度的5个等级,本文设置其分别对应数值“1”“2”“3”“4”和“5”。通过采用现场访谈的方式邀请10位化工企业技术研发部经理、5位专业审计人员和5位碳审计研究专家填写调查问卷,利用SPSS软件对指标数据进行描述性分析。在调查结果中,指标均值体现了化工企业对某一指标重要性程度的集中趋势,由此可以推断该指标的重要程度^[10];而指标方差则能体现调查对象对某一指标重要性水平平均值的离散程度。鉴于此,本文依据指标的均值和方差进行指标的相关删减和约简。拟定“3”表示指标重要性为“一般”,指标不重要的情况就可以界定为指标均值小于3,如表2中的D2。在此原则下被删除的指标共有15个,表2中标有“*”的指标即为删除的指标^[11]。

2. 第二轮筛选。根据模糊数学的基本思想,可

表2 描述统计量

指 标	N	极小值	极大值	均值	标准差
D1 资产总额	20	3	5	3.85	0.671
D2 负债总额*	20	1	3	1.55	0.686
D3 股东权益合计*	20	1	3	1.70	0.571
D4 营业收入	20	3	5	3.65	0.587
D5 企业投资收益率*	20	1	3	1.70	0.571
D6 实现税费*	20	1	3	1.75	0.550
D7 原油加工量*	20	1	3	1.45	0.605
D8 天然气产量*	20	1	4	1.75	0.786
D9 化工产品经营量	20	3	5	3.95	0.686
D10 成品油经营量	20	3	5	3.75	0.550
S1 CO ₂ 排放量	20	3	4	3.55	0.510
S2 法律法规遵守情况	20	3	4	3.65	0.489
S3 清洁生产应用情况	20	3	5	3.60	0.598
S4 企业累计碳交易总额	20	3	4	3.50	0.513
S5 企业平均综合能耗	20	3	5	3.55	0.605
S6 产品含硫量	20	3	5	3.65	0.587
S7 外排废水达标率*	20	1	4	2.15	0.933
S8 企业责任采购情况*	20	1	4	1.90	0.912
S9 工业取水量*	20	1	4	1.95	0.759
S10 企业耗电量*	20	1	4	2.15	0.813
S11 低碳项目收益	20	3	5	3.40	0.598
S12 年回收甲烷量	20	3	5	3.60	0.681
R1 外排废水达标率*	20	1	3	2.00	0.562
R2 工业取水量同比变化*	20	1	3	1.90	0.447
R3 煤炭节约量	20	3	5	3.95	0.510
R4 企业碳审计教育宣传情况	20	3	5	3.45	0.605
R5 节能率	20	3	5	3.40	0.598
R6 氮氧化物减排率	20	3	4	3.75	0.444
R7 SO ₂ 减排率	20	3	5	3.55	0.759
R8 CO ₂ 减排量	20	2	4	3.70	0.571
R9 低碳专项项目投资总额	20	2	4	3.50	0.607
R10 环保总投入	20	2	5	3.60	0.681
R11 外排废水COD(化学需氧量)同比变化*	20	1	3	1.90	0.553
R12 废弃物排放量同比变化*	20	1	4	1.60	0.995
R13 环保设施运行状况*	20	1	3	1.85	0.587
有效的N(列表状态)	20				

以通过对碳审计评价指标建立模糊综合评判因素集U和评价集V,使原本模糊的各个因素数量化^[12]。第一步, $U = \{u_1, u_2, u_3\}$, 代表影响化工企业碳审计评价的各种影响因素,其中 u_1 代表驱动力因素指

标, u_2 代表状态因素指标, u_3 代表响应因素指标。 $V=\{v_1, v_2, v_3\}$, 代表各种可能的评判结果, 即企业碳审计评价指标的打分结果。第二步, 确定评价因素的权重 A , 各指标的权重一般通过咨询专家的方法 (Delphi) 来确定。第三步, 利用上步骤当中的专家打分等方法获得模糊评价矩阵 R 。第四步, 根据模糊数学中的运算方法, 可得到综合评价结果 $B=A \cdot R$, 即综合评分=驱动力指标权重×驱动力指标打分+状态指标权重×状态指标打分+响应指标权重×响应指标打分。第五步, 归一化处理指标评价结果, 得出企业碳审计评价的最终结论。第六步, 对化工企业评价指标进行分析, 发现存在的问题并找到问题的根源, 在碳审计报告中给出改进的意见和建议。本研究邀请了 10 位专家对化工企业碳审计指标体系的各个指标进行了两两比较, 并根据九级标度法对指标因素的相对重要性进行了标度, 以专家的打分为基础, 在请教了相关专家的意见之后, 取其均值作为区间数的中点, 根据方差的大小判断其离散程度并设定区间宽度, 构造区间判断矩阵, 最后把这三个因素层的权重结合起来分析, 结合 yaahp 软件计算得出其综合指标最终权重值, 如表 3 所示。

表 3 评价指标最终权重

备选方案	权重
化工产品经营量	0.0707
资产总额	0.0343
成品油经营量	0.0639
营业收入	0.0269
CO ₂ 排放量	0.0883
法律法规遵守情况	0.0538
清洁生产应用情况	0.0442
年回收甲烷量	0.0223
产品含硫量	0.0205
企业平均综合能耗	0.0530
企业累计碳交易总额	0.0287
氮氧化物减排率	0.0570
低碳项目收益	0.0257
SO ₂ 减排率	0.0570
CO ₂ 减排量	0.1119
节能率	0.0776
企业碳审计教育宣传情况	0.0350
煤炭节约量	0.0742
低碳专项项目投资总额	0.0274
环保总投入	0.0274

三、案例分析

(一) 中石化概况

中国石油化工集团公司 (英文缩写 Sinopec Group, 简称“中石化”) 于 1998 年 7 月成立, 公司注册资本为 2316 亿元, 董事长为法定代表人, 总部设在北京。公司主营业务范围包括: 实业投资及投资管理; 石油、天然气的勘探、开采、储运 (含管道运输)、销售和综合利用; 煤炭生产、销售、储存、运输; 石油炼制; 成品油储存、运输、批发和零售等。

(二) 指标数据来源

本文案例分析以评价中石化碳审计工作实施情况为中心, 重点核查其相关碳排放活动的真实性、合法性及效益性, 依此评定其应当承担的社会责任。依据《国家审计基本准则》中的有关规定实施审计, 其中主要的审计评价内容包括: 资产、负债及损益情况的真实性审计, 碳排管理情况的有效性审计以及法律法规实施情况的合法性审计。本研究基于 DSR 模型构建化工企业碳审计指标体系和审计标准, 利用模糊综合评价法对集团的碳排放情况进行审计评价。通过阅读中石化财务年报、社会责任报告以及可持续发展报告, 整理得出其 2013~2015 年碳审计评价指标相关的数据资料, 如表 4 所示。

(三) 指标评分标准选择

由于碳审计工作的复杂性, 碳审计不像财务审计那样有一套通用的审计标准。但碳审计中的计划标准、理想标准等标准来源, 可以作为设定化工企业碳审计标准的依据, 本文采用的评价标准具体如下:

1. 计划标准。计划标准与预算标准、目标标准相似, 以事先制定的计划作为审计标准设定的依据。利用企业制定的节能减排计划标准可以衡量化工企业碳减排的程度和范围, 也可以使审计人员发现化工企业碳审计评价过程中的偏差^[13]。

2. 条例标准。国际上, 2006 年国际标准化组织 (ISO) 制定并颁布的《GHG 认证标准》(ISO14064) 可以成为相应碳审计评价指标标准值的下限。而在国内, 中石化碳审计评分可依据的标准有《清洁生产促进法》《节约能源法 (2016 年修正)》《大气污染物综合排放标准》等。

3. 历史标准。审计人员在设定碳审计指标评价标准的时候, 也可以参考当前国内外学者在碳审计方面的研究成果, 因为有的研究结论虽然不是由真实发生的数据得出的, 但是具有一定的前瞻性和先

表4 中石化碳审计评价指标相关数据

指 标	2013年	2014年	2015年
资产总额(亿元)	21369	22284	20585
营业收入(亿元)	29451	28899	20473
实现税费(亿元)	3363	3307	3557
原油产量(万吨)	4378	4379	4174
成品油经营量(万吨)	17999	18917	18933
化工产品经营量(万吨)	5823	6079	6287
环保总投入(亿元)	58.9	108.2	68
节能率(%)	2.1	0.6	0.7
外排废水达标率(%)	99.3	98.9	99.8
工业取水量同比变化(%)	-1.2	-1.1	-1.0
外排废水 COD(化学需氧量)同比变化(%)	-3.85	-2.5	-4.14
SO ₂ 排放量同比变化(%)	-4.7	-8.1	-4.84
氮氧化物排放量同比变化(%)	-4.08	-3.9	-4.19
氨氮排放量同比变化(%)	-4.97	-4.2	-3.9
碳交易量(万吨)	-	210	180
炼厂平均综合能耗(千克标油/吨)	57.2	59.5	59.5
乙烯裂解装置燃动能耗(千克标油/吨)	565.01	569.07	559.06
废气排放量同比变化(%)	1.9	-1.1	-2.55
年回收甲烷量(亿立方米)	-4.08	-3.9	2
年累计碳交易总额(亿元)	0.032	0.86	1.4
“碧水蓝天”环保专项行动已落实项目(个)	82	168	809
“碧水蓝天”环保专项行动已落实投资(亿元)	33.3	94.1	214.7
“能效倍增”计划落实项目(项)	-	573	484
“能效倍增”计划项目煤炭节约量(万吨)	-	87	98
已开展合同能源管理项目(项)	-	27	47
合同能源管理项目煤炭节约量(万吨)	-	5.7	5
开发地热资源开发煤炭节约量(万吨)	-	32	67
开发地热资源开发CO ₂ 减排量(万吨)	-	85	170
应用甲烷回收利用技术CO ₂ 减排量(万吨)	-	150	300
中国石化汽油硫含量	国Ⅲ汽油 ≤150ppm	国Ⅳ汽油 ≤50ppm	国Ⅴ汽油 ≤10ppm
推广节能技术煤炭节约量(万吨)	-	22.3	27
推广节能技术CO ₂ 减排量(万吨)	-	208	170
推广节能技术创造收益(亿元)	-	0.1	3.6

注:数据来源于2013~2015年中石化公布的企业年报以及社会责任报告。

进性,有助于发现化工企业碳审计实际工作中存在的不足^[14]。

4. 标杆标准。碳审计可以监督化工企业的碳排放量计算程序和方法是否符合相关准则的规定,保证相关企业的碳排放量计量的可靠性和准确性,这同时也是碳审计所要达到的目的之一^[15]。而标杆标准则是以化工行业中节能减排技术处于相对领先水平的企业作为标杆,以标杆化工企业的指标值作为碳审计指标的标准,对比被审计单位的指标值与标杆企业的指标值,依此对被审计单位碳审计情况进行评估判断^[16]。

本文通过计算化工企业定量指标值的区间,总结和归纳定性指标的共性,适当修正碳审计的初始标准,最终以修正后的结果作为评分标准,如表5所示。同时,根据化工企业碳审计评价指标标准化分数以及碳审计评价指标综合权重计算出中石化综合分数和碳审计评价指标体系具体指标层的分数,如表6所示。

(四)评价结果分析

在中石化碳审计评价指标体系中,与财会直接相关的4个碳审计评价指标——化工产品经营量、营业收入、资产总额、成品油经营量的分数较高,化工产品经营量达90.4分,营业收入为92.6分,资产总额为92.2分,成品油经营量为92.4分。状态指标CO₂排放量、企业平均综合能耗(炼厂平均综合能耗+乙烯裂解装置燃动能耗)在所有指标中的分数偏低,CO₂排放量只有69.301分,而企业平均综合能耗(炼厂平均综合能耗+乙烯裂解装置燃动能耗)的分数为56.801。可见,状态指标的分数较驱动力和响应指标的表现来说是较差的。剩余指标都是70分以上。产品含硫量、低碳项目收益、年回收甲烷量等指标都是本文结合化工企业能源特点以及发展现状和重心而设计的,这些指标的分数基本在90分以上,由此说明中石化在开展碳审计工作时充分了解了低碳经济发展的重点,并注重结合其自身的能源特点和经济特点。

将中石化碳审计评价指标目标层的分数进行合计,得到中石化碳审计评价综合分数为82.4748,达到了良好级别,这个结果也与中石化碳审计质量的整体情况相符。

(五)完善中石化碳审计的建议

根据以上的分析结果,对完善中石化碳审计提出以下几点建议:

表 5

中石化碳审计指标评分标准

评价指标	评分标准				来源
	0~20 差	20~60 一般	60~80 良好	80~100 优秀	
化工产品经营量	1000 万吨以下	1000 万~3000 万吨	3000 万~5000 万吨	5000 万吨以上	条例标准《大、中、小型工业企业划分标准》
营业收入	5000 万元以下	5000 万~5 亿元	5 亿~50 亿元	50 亿元以上	条例标准《大、中、小型工业企业划分标准》
资产总额	5000 万元以下	5000 万~5 亿元	5 亿~50 亿元	50 亿元以上	条例标准《大、中、小型工业企业划分标准》
成品油经营量	1000 万吨以下	1000 万~5000 万吨	5000 万~10000 万吨	10000 万吨以上	条例标准《大、中、小型工业企业划分标准》
CO ₂ 排放量	500 万吨以上	300 万~500 万吨	100 万~300 万吨	100 万吨以下	条例标准《大气污染防治法》
法律法规遵守情况	企业依照国家环境法相关的碳排放管理规章制度不规范	企业依照国家环境法相关的碳排放管理规章制度大致规范	企业依照国家环境法相关的碳排放管理规章制度基本健全	企业依照国家环境法相关的碳排放管理规章制度很健全	计划标准
清洁生产应用情况	企业未开发 CDM(清洁生产机制)项目	企业已启用 CDM(清洁生产机制)项目,但清洁生产技术尚未健全	企业已启用 CDM(清洁生产机制)项目,清洁生产技术基本健全	企业已启用 CDM(清洁生产机制)项目,且已筛选出成熟可靠的清洁生产技术	条例标准《清洁生产促进法》
企业累计碳交易总额	1000 万元以下	1000 万~5000 万元	5000 万~1 亿元	1 亿元及以上	标杆标准
企业平均综合能耗(炼厂平均综合能耗+乙烯裂解装置燃动能耗)(千克标油/吨)	1000 吨以上	500~1000 吨	100~500 吨	100 吨以下	条例标准《节约能源法(2016 年修正)》
低碳专项项目投资总额(中石化碧水蓝天计划、“能效倍增”计划)	5000 万元以下	5000 万~5 亿元	5 亿~50 亿元	50 亿元以上	标杆标准
年回收甲烷量	1000 万立方米以上	1000 万~5000 万立方米	5000 万~10000 万立方米	10000 万立方米以上	条例标准《大气污染防治法》
产品含硫量	500~1000ppm	150~500ppm	10~150ppm	10ppm 以下	计划标准
环保总投入	5000 万元以下	5000 万~5 亿元	5 亿~50 亿元	50 亿元以上	标杆标准
低碳项目收益	1000 万元以下	1000 万~5000 万元	5000 万~1 亿元	1 亿元以上	标杆标准
企业碳审计教育宣传情况	企业每 2~3 年对企业碳审计专业人员进行培训	企业每年定期培训企业碳审计专业人员,并尝试开展碳减排项目	企业每年定期培训企业碳审计专业人员,并积极推动碳减排技术	企业每季度定期培训企业碳审计人员,并积极推动碳减排技术	标杆标准
节能率	0	0~0.5%	0.5%~1%	1%以上	标杆标准
氮氧化物减排率	0	0~3%	3%~5%	5%以上	标杆标准
SO ₂ 减排率	0	0~3%	3%~5%	5%以上	标杆标准
CO ₂ 减排量	100 万吨以下	100 万~300 万吨	300 万~500 万吨	500 万吨以上	标杆标准
煤炭节约量	50 万吨以下	50 万~100 万吨	100 万~200 万吨	200 万吨以上	标杆标准

表 6

中石化碳审计指标打分结果

评价指标		环境专家 打分平均值(40%)				政府部门 打分平均值(30%)			内部审计 人员打分 平均值 (30%)			综合 得分	评价指标		环境专家 打分平均值(40%)				政府部门 打分平均值(30%)			内部审计 人员打分 平均值 (30%)			综合 得分		
化工产品 经营量	打分	90	91	91	89	92	90	94	88	89	90	90.4	年回 收甲 烷量	打分	85	88	87	88	88	84	86	90	93	89	87.801		
	综合 打分 均值	90.25				92			89					综合 打分 均值	87				86			90.67					
营业收入	打分	95	94	92	96	90	91	90	92	91	95	92.6	产 品 含 硫 量	打分	90	91	93	89	92	93	93	91	94	95	92.1		
	综合 打分 均值	94.25				90.33			92.67					综合 打分 均值	90.75				92.67			93.33					
资产总额	打分	94	96	94	89	95	90	89	90	92	93	92.2	环 保 总 投 入	个人 打分	91	95	91	88	92	91	90	95	90	89	91.202		
	综合 打分 均值	93.25				91.33			91.67					综合 打分 均值	91.25				91			91.34					
成品油 经营量	打分	90	91	95	92	92	94	93	92	95	90	92.4	低 碳 项 目 收 益	个人 打分	91	90	90	93	92	94	96	95	98	95	93.67		
	综合 打分 均值	92				93			92.33					综合 打分 均值	91				94			96					
CO ₂ 排放量	打分	67	66	68	70	73	68	72	66	72	71	69.301	企 业 碳 审 计 教 育 宣 传 情 况	打分	88	89	86	85	89	84	90	90	91	89	88.101		
	综合 打分 均值	67.75				71			69.67					综合 打分 均值	87				87.67			90					
法律法规 遵守情况	打分	89	88	86	85	88	86	85	87	84	85	86.199	节 能 率	打分	70	72	71	75	71	73	75	77	70	75	73		
	综合 打分 均值	87				86.33			85.33					综合 打分 均值	72				73			74					
清洁生产 应用情况	打分	93	92	90	91	92	95	92	95	94	92	92.601	氮 氧 化 物 减 排 率	打分	73	73	74	75	71	73	70	75	72	78	73.36		
	综合 打分 均值	91.5				93			93.67					综合 打分 均值	73.75				71.33			75					
企业累计 碳交易总 额	打分	92	88	95	95	96	97	93	97	94	96	94.50	SO ₂ 减 排 率	打分	71	72	73	75	70	70	78	74	70	78	75.28		
	综合 打分 均值	92.5				95.33			95.67					综合 打分 均值	72.5				76			77.33					
企业平均 综合能耗 (炼厂平均 综合能耗 +乙烯裂 解装置燃 动能耗)	打分	50	55	55	58	57	54	59	60	61	59	56.801	CO ₂ 减 排 量	打分	80	85	83	82	83	80	85	85	80	80	82.402		
	综合 打分 均值	54.5				56.67			60					综合 打分 均值	82.5				82.67			81.67					
	打分	90	95	91	94	91	92	93	92	94	92			92.401	煤 炭 节 约 量	打分	81	86	85	85	80	86	80	83	85	83	83.701
综合 打分 均值	92.5				92			92.67			综合 打分 均值	84.25				83			83.67								
低碳专项 项目投资 总额(中石 化碧水蓝 天计划、 “能效倍 增”计划)	打分	90	95	91	94	91	92	93	92	94	92	92.401	中 石 化 碳 审 计 综 合 评 分	82.4748													
综合 打分 均值	92.5				92			92.67																			

1. 企业应当加大碳减排的资金投入。影响资金投入的主要因素包括企业资本总额、资本周转率、资本利润等,经营者应当着眼于企业可持续发展的长远决策,提高碳减排相关的技术研发费用比重。除此之外,企业还应当多层次、多渠道地筹集资金,为企业碳减排专项项目寻求资金资助^[17]。

2. 完善企业内部碳审计监督机制。管理者应当有计划地开展企业碳审计相关项目规划的内部评估工作,有目的地获取碳排放相关信息。同时,企业可以制定与碳审计相关的年度战略规划,将年度总体战略规划和碳审计项目计划相结合,从而有效预测和分析中石化未来节能降耗的发展方向。

3. 提高中石化员工的学习成长能力,增强员工对企业绿色发展文化的认同度。管理者需要定期开展员工培训,通过介绍碳审计相关的法律法规制度,加大企业碳审计的内部宣传教育力度,增强企业员工环保意识,为企业储备碳审计相关的专业人才。此外,企业可以组织相关环保公益活动,激发员工的环保意识,助力低碳生活。

4. 提高企业碳审计风险的防控水平,营造安全健康的生产生活环境,逐步完善碳审计风险管理体系。在组织建设方面,中石化应当在内部设立碳审计管理与保护部门,实现对公司环境保护与节能减排工作的统筹管理,以便有效开展企业碳审计工作;在制度建设方面,中石化应当遵守国家环境保护法律法规,并制定与中石化自身情况相符合的碳审计管理办法等制度,进一步规范企业环保行为。

四、结论

本文借鉴审计基本理论,构建了碳审计评价指标体系,并针对中石化进行了案例分析,通过全文论述可见,我国化工企业中短期内能源消耗与碳排放增长的态势难以逆转,一方面是由于近年来化工行业迅猛发展带来了能源安全威胁,另一方面是由于温室气体减排给企业带来了巨大压力。因此,减少与能源利用相关的二氧化碳排放量的根本就在于从能源利用入手,在能源利用的规律、技术、政策中寻找碳减排的突破点,强化碳审计政策的执行力。

主要参考文献:

[1] 李安荣. 化工企业能源审计研究进展[J]. 山东化

- 工,2014(8):51~53.
- [2] 王宏斌. 化工企业的清洁生产审计[J]. 山西化工,2010(6):53~55.
- [3] 张薇. 企业碳审计技术标准及其应用的比较[J]. 会计之友,2016(22):115~118.
- [4] 王爱华,李双双. 企业低碳审计DRS模型评价指标体系构建[J]. 审计与经济研究,2016(2):42~51.
- [5] 张薇. 基于ISO14064和GHG Protocol的我国企业碳审计案例研究[J]. 财会月刊,2015(15):85~87.
- [6] 李安荣. 石油化工企业能源审计分析研究[J]. 广州化工,2014(19):246~248.
- [7] Clément Mouchet, Neil Urquhart, Rob Kemmer. Techniques for Auditing the ICT Carbon Footprint of an Organisation [J]. International Journal of Green Computing, 2014(1):45~62.
- [8] 陈洋洋,王宗军. 基于层次分析法下低碳审计评价指标体系初探[J]. 审计研究,2016(6):64~71.
- [9] Wei Zhang, Zhongxin Wu. A Study on Establishing Low-Carbon Auditing System in China [J]. Low Carbon Economy, 2012(2):35~38.
- [10] 姚丽琼. 资源型企业低碳审计风险识别、评估与管理研究[J]. 邵阳学院学报(社会科学版), 2016(6):82~86.
- [11] 王翀. 我国碳审计存在的问题及对策[J]. 经贸实践, 2017(3):208.
- [12] 钱纯, 苏宁, 孟南. 关于我国碳审计主体的思考[J]. 会计之友, 2011(17):76~78.
- [13] 李凌飞, 李红艳, 王智慧. 化工行业碳排放绩效评价方法综述[J]. 化工管理, 2017(22):224.
- [14] 李晓清. 低碳经济模式下碳审计现状及对策探析[J]. 绿色财会, 2017(5):13~15.
- [15] 金璐. 碳审计框架探讨[J]. 现代商贸工业, 2011(14):176~177.
- [16] 赵玉珍. 基于低碳审计的碳绩效评价指标体系构建[J]. 中国注册会计师, 2017(9):110~113.
- [17] 王秀国, 马磊, 杨丽霞. 煤化工产业节能减排技术的创新及应用[J]. 中国环保产业, 2014(3):20~23.

作者单位: 1. 湖南涉外经济学院商学院, 长沙 410205; 2. 中南林业科技大学商学院, 长沙 410004