

生物质发电项目碳排放计算方法应用研究

李颖¹, 李静²

(1. 中国地质大学, 北京海淀区 100083;

2. 河北工程大学城市建设学院, 河北邯郸 056038)

摘要: 生物质发电是将废弃生物质变成可再生能源得以充分利用, 这些工程将减少来自于生物质自然腐烂和无控燃烧产生的温室效应, 这不仅节约了煤炭的同时也减少了二氧化碳的排放。本文中以某生物质项目发电为例, 根据 CDM 方法学 ACM0006 计算了该项目的减排量。结果表明, 该项目 10 年间共减少了二氧化碳排放量 2,075,140 t, 给我国带来了可观的经济效益和环境效益。

关键词: 温室效应; 生物质; 清洁发展机制 CDM; 减排

中图分类号: X131.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2012)01-0005-04

A STUDY ON CALCULATION METHOD OF CARBON EMISSION IN POWER GENERATION WITH BIOMASS

Li Ying¹, Li Jing²

(College of Urban Construction, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: Biomass power generation is take waste biomass into renewable energy can be fully utilized. The projects will reduce the greenhouse effect from biomass caused by natural decay and uncontrolled burning and which not only save energy but also reduce carbon dioxide emissions. A case study of straw power generation project is discussed in this paper. The analyses are conducted based on Methodology ACM0006 of CDM for the estimation of greenhouse effect reduction for project's baseline. It found that the project will reduce emissions of 2,075,140 tons of tCO₂ ten years and it can also brought considerable environmental benefits and economic benefits to our country.

Keywords: Greenhouse effect; biomass; emission reduction; Clean Development Mechanism; emission reduction

1 引言

近年来, 温室效应、全球气候正在加剧的发生着变化, 而二氧化碳和其他温室气体的排放正式引起气候变化的元凶。作为气候变暖的重要原因, 碳排放已经引起了我国的高度重视, 并在哥本哈根会议之前宣布了到 2020 年要在 2005 年的基础上单位 GDP 二氧化碳的排放降低 40%~45%。^[1]因

此, 必须选择一种新型的可再生能源来减少二氧化碳的排放。

生物质是一种可再生能源, 具有低污染性, 含硫量低的特点。^[2]它在燃烧中不增加二氧化碳的排放量。生物质具有很高的热值, 如果将生物质作为发电的燃料, 那么全国每天可以节约大约 2 亿吨标煤。因此, 生物质发电符合节约能源的政策, 对于创造一个安全、清洁的能源环境具有重要的意义^[3]。

清洁发展机制(Clean Development Mechanism,

CDM) 是在市场机制下运行的基于发达国家温室气体减排义务之上的发达国家和发展中国家合作的机制。其主要内容是指发达国家通过提供资金和技术的方式,与发展中国家开展项目级的合作,通过项目所实现的“经核证的减排量”,用于发达国家缔约方完成减少本国二氧化碳等温室气体排放的承诺^[4]。

2 生物质发电项目分析

2.1 项目简介

该项目位于河北省唐山市,有着丰富的生物质资源,将原燃煤锅炉改为焚烧生物质锅炉进行发电,生物质发电可使农作物废弃物变成可再生的能源得以充分利用,既节约了煤炭资源又增加了农民收入,减少了露天焚烧对环境造成的污染。该项目平均每年可节约标准煤耗约 21 万 t,可减少二氧化碳排放量约 207 514 t。

2.2 二氧化碳减排量的计算

该项目的评价方法采用清洁发展机制 CDM 下的整合基准线和检测方法学 ACM0006:“生物质发电、供热整合方法学”来计算二氧化碳的减排量。基于以上方法学,该项目在第 y 年减排量可用下式表示:

$$ER_y = ER_{heat,y} + ER_{electricity,y} + BE_{biomass,y} - PE_y - Ly \dots \dots \dots (1)$$

式中:

ER_y = 第 y 年项目的减排量 (tCO₂/yr)

$ER_{electricity,y}$ = 第 y 年替代电量产生的减排量 (tCO₂/yr)

$ER_{heat,y}$ = 第 y 年代替热量而产生的减排量 (tCO₂/yr)

$BE_{biomass,y}$ = 生物质自然腐烂或无控制燃烧产生的基准线排放量(tCO₂/yr)

PE_y = 第 y 年项目排放量(tCO₂/yr)

Ly = 第 y 年泄漏排放量 (tCO₂/yr)

2.2.1 项目排放量

项目排放量包括生物质运输到项目所在地过程中产生的排放、项目消耗的化石燃料产生的排放、项目电力消耗产生的排放、项目边界内的生物质燃烧产生的甲烷的排放、处理生物质排放的废水在厌氧条件下降解产生的甲烷的排放:

$$PE_y = PE_{t,y} + PE_{FF,y} + PE_{EC,y} + GWP_{CH_4} \times (PE_{Biomass,CH_4,y} + PE_{WW,CH_4,y}) \dots \dots \dots (2)$$

式中:

$PE_{T,y}$ = 第 y 年生物质运输到项目所在地过程中产生的二氧化碳排放量(tCO₂/yr)

$PE_{FF,y}$ = 第 y 年项目活动使用化石燃料产生的二氧化碳排放量(tCO₂/yr)

$PE_{EC,y}$ = 第 y 年项目电力消耗产生的二氧化碳排放量(tCO₂/yr)

GWP_{CH_4} = 甲烷全球变暖潜势值(tCO₂/yr)

$PE_{Biomass,CH_4,y}$ = 第 y 年包括在项目边界内的生物质燃烧产生的甲烷排放量(tCO₂/yr)

2.2.1.1 生物质运输到项目所在地产生的 CO₂ 排放量 (PE_{T,y}).....(3)

式中:

$$PE_{T,y} = \frac{\sum_k BF_{T,k,y}}{TL_y} \times AVD_y \cdot EF_{KM,CO_2,y}$$

$PE_{T,y}$ = 第 y 年生物质运输到项目地点过程中产生二氧化碳的排放量(tCO₂/yr)

AVD_y = 第 y 年中从生物质燃料收集地到该项目电厂之间的平均往返距离(公里)。

$EF_{km,CO_2,y}$ = 第 y 年卡车的平均二氧化碳排放因子(tCO₂/km)。

2.2.1.2 项目活动中使用化石燃料产生的二氧化碳排放量 (PE_{FF,y})

$$PE_{FF,y} = \sum_i (FF_{projectplant,i,y} + FF_{projectsite,i,y}) * NCV_i * EF_{CO_2,i,y} \dots \dots (4)$$

式中:

$FF_{projectplant,i,y}$ = 第 y 年生物质发电厂燃烧的化石燃料 i 的数量(t/y)

$FF_{projectsite,i,y}$ = 第 y 年项目活动中用于其它目的消耗的化石燃料 i 的数量(t/y)

NCV_i = 化石燃料 i 的净热值(GJ/t)

$EF_{CO_2,i,y}$ = 第 y 年燃料 i 的二氧化碳排放量因子的加权平均值(tCO₂/TJ);

2.2.1.3 电力消耗产生的二氧化碳的排放量 (PEEC,y).....(5)

根据项目情况的保守估计,每收集、储存、处理一吨秸秆需消耗电力 10kWh,因此所消耗的电力为:310,000 吨秸秆×10kWh/吨秸秆=3,100MWh。

根据“电力消耗引起的基准线,项目和/或泄漏排放计算工具”,TDL_y 使用默认值 20%,相应的减排量计算如下:

$$PE_{EC_j} = \sum_j EC_{pj,j,y} \times EF_{EL,j,y} \times (1 + TDL_{j,y})$$

式中:

PE_{EC_j} = 项目电力消耗产生的排放量(tCO_2/y)

$EC_{pj,j,y}$ = 第 y 年项目电力消耗源 j 消耗的电
量(MWh)

EF_{grid,CM_y} = 使用“电网排放因子计算工具”计
算华东电网的 CM (tCO_2e/MWh)

$TDL_{j,y}$ = 第 y 年向电力消耗源 j 提供电力的
平均技术传输和分配损失

2.1.1.4 生物质燃烧排放的甲烷量($PE_{Biomass,CH_4,y}$)

项目活动使用的生物质的 CH_4 排放因子是
30 $kgCH_4/TJ$, 保守因子为 1.37。

相应的项目排放计算公式如下:

$$PE_{Biomass,CH_4,y} = EF_{CH_4BF} \cdot \sum_k BFK_{k,y} \cdot NCV_k \dots \dots \dots (6)$$

式中:

$BFK_{k,y}$ = 第 y 年项目燃烧生物质 k 的数量
(干重 t)。

NCV_k = 生物质废弃物 k 的净热值 (GJ/t 干
物质)。

$EF_{CH_4,BF}$ = 该项目中燃烧的生物质的甲烷
排放因子(tCH_4/GJ)。

2.1.1.5 废水处理过程中产生的排放量($PE_{WW,CH_4,y}$)

项目活动不涉及废水处理, 因此相应的排放
量为 0。

2.2 基准线排放量

基准线排放量包括替代发电产生的排放量、
替代供热产生的排放量、生物质堆放和无控燃烧
产生的排放量。

2.2.1 项目替代的化石燃料电厂发电量排放 ($ER_{electricity,y}$)

排放量为本项目替代的化石燃料电厂发电量
与组合排放因子的乘积, 即:

$$BE_y = EG_y \times EF_{grid,CM_y} \dots \dots \dots (7)$$

其中:

BE_y 为 y 年基准线排放量, tCO_2/y ;

EG_y 为项目上网电量, MWh;

EF_{grid,CM_y} 为电网组合边际排放因子, $tCO_2e/
MWh$;

2.2.2 项目替代的燃煤锅炉供热排放($ER_{heat,y}$)

根据项目可行性研究报告, 项目每年向附近
地区提供热量 942,000GJ, 煤的 CO_2 排放因子为
89,500 $kgCO_2/TJ$ (IPCC 默认值), 无项目活动时使
用的锅炉效率保守估计为 100%, 因此相应的减排
量为:

$$ER_{heat,y} = \frac{Q_y \times EF_{CO_2,BL,heat}}{\epsilon_{boiler}} \dots \dots \dots (8)$$

其中:

$ER_{heat,y}$ = 第 y 年替代热量产生的减排量($tCO_2/
yr$)

Q_y = 第 y 年该项目电厂替代化石燃料锅炉产
生的热量 (GJ/yr)

$Q_{project plant,y}$ = 第 y 年热电联产项目电厂燃烧生
物质产生的净热量(GJ)

ϵ_{boiler} = 在没有该项目活动下所用锅炉的能效

$EF_{CO_2,BL,heat}$ = 在没有该项目活动下用于产热的
化石燃料的二氧化碳排放因子 (tCO_2/GJ)

2.2.3 生物质废弃物自然腐烂或人为燃烧的基准 线排放量($BE_{biomass,y}$)

无控燃烧生物质的 CH_4 排放因子是 300
 $kgCH_4/TJ$, 保守因子为 0.73。拟议项目每年消耗
310,000 吨玉米秸秆, 玉米秸秆的湿度和净热值分
别为 10.6%和 9 630 MJ/t , 相应的基准线排放量计
算如下:

$$BE_{biomass,y} = GWP_{CH_4} * \sum BFK_{k,y} * EF_{burning CH_4,k,y} \dots \dots \dots (9)$$

2.3 泄漏量

根据方法学 ACM0006, 应该证明生物质的利
用并不会导致其它地方化石燃料消耗量的增加。
该项目地区生物质产量能够满足电厂锅炉年消耗
量, 燃料有充足的来源。因此项目所在地拥有大量
剩余秸秆, 项目活动不会引起泄漏。

因此项目活动的泄漏为 0。

表 1 列出了计算该项目减排量所需的数据和
参数, 表 2 列出了该项目第 y 年份的减排量。

表 1 计算该项目减排量所需的数据和参数

数据/参数	单位	数值	数据来源
$Q_{w,y}$	m^3	109,500	运行记录
COD_y	t/m^3	0.15	保持的记录
MCF	/	0.8	2006 年 IPCC 指南默认值
$E_{y,consumed}$	MWh	563.90	项目的可研报告
$COD_{y,treated}$	t/m^3	0.0 450	保持的记录
甲烷回收量	t/y	2,632	计算所得值
电能产生量	MWh/y	7,200	计算所得值

表2 该项目第y年份的减排量

年份	基准线排放量估算(tCO ₂ e)	项目活动排放量估算(tCO ₂ e)	泄漏估算(tCO ₂ e)	减排量估算(tCO ₂ e)
第y年	214,717	7,2030	207,514	
10年总减排量(t-CO ₂ e)				2,075,140
年平均减排量(t-CO ₂ e)				207,514

3 结论

生物质能是世界上能源消费总量仅次于煤炭、石油、天然气而居于第四位的能源。我国生物质能资源非常丰富，为我国生物质能的开发和利用提供了物质基础。^[5]该项目建成后10年共减少

了二氧化碳排放量2,075,140 t，平均每年可减少排放二氧化碳207,514 t，实现了废弃生物质的减量化、资源化、无害化，进一步改善生态环境，促进我国经济、环境、社会的可持续发展。

参考文献

- ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿
- (上接第4页)
- [1]: 224~226.
- [18] 任建莉, 周劲松, 骆仲决, 等. 钙基类吸附剂脱除烟气中气态汞的试验研究[J]. 燃料化学学报, 2006, 34(5): 557~561.
- [19] 郭欣, 郑楚光, 吕乃霞. 簇模型 CaO(001)面上吸附汞与氯化汞的密度泛函理论研究[J]. 中国机电工程学报, 2005, 25(13): 101~104.
- [20] 黄治军, 段钰锋, 王运军, 等. 改性氢氧化钙吸附脱除模拟烟气中汞的试验研究[J]. 中国机电工程学报, 2009, 29(17): 56~62.
- [21] 赵毅, 刘松涛, 马宵颖, 等. 改性钙基吸附剂的汞吸附特性实验研究[J]. 中国机电工程学报, 2009, 29(8): 50~54.
- [22] Pitoniak E, Wu C Y, Londeree D, et al. Nanostructured silica-gel doped with TiO₂ for mercury vapor control [J]. Journal of nanoparticle research, 2003, 5(3~4): 281~292.
- [23] Li Y, Murphy P, Wu C Y. Removal of elemental mercury from simulated coal-combustion flue gas using a SiO₂-TiO₂ nanocomposite[J]. Fuel processing technology, 2008, 89(6): 567~573.
- [24] 杨珊, 张军营, 赵永椿, 等. 纳米 TiO₂-活性炭的制备及光催化脱汞初探[J]. 工程热物理学报, 2010, 31(2): 339~342.
- [25] Pal B, Ariya P A. Studies of ozone initiated reactions of gaseous mercury: kinetics, product studies, and atmospheric implications[J]. Physical Chemistry Chemical Physics, 2004, 6(3): 572~579.
- [26] 温正城, 周俊虎, 王智化, 等. 臭氧在烟气中氧化零价汞的量子化学研究[J]. 燃烧科学与技术, 2008, 14(5): 417~422.
- [27] 温正城, 王智化, 杨卫娟, 等. 臭氧在烟气中氧化零价汞的机理研究[J]. 浙江大学学报(工学版), 2009, 43(9): 1625~1631.
- [28] Zhuang Y, Laumb J, Liggett R, et al. Impacts of acid gases on mercury oxidation across SCR catalyst[J]. Fuel Processing Technology, 2007, 88(10): 929~934.
- [29] Cao Y, Wang Q, Chen C, et al. Investigation of Mercury Transformation by HBr Addition in a Slipstream Facility with Real Flue Gas Atmospheres of Bituminous Coal and Powder River Basin Coal [J]. Energy & Fuel, 2007, 21(5): 2719~2730.
- [30] 马晶晶, 姚洪, 罗光前, 等. NaBr 对煤燃烧 NO 还原和汞氧化影响的实验研究[J]. 工程热物理学报, 2010, 31(8): 1407~1410.
- [31] 刘昕, 蒋勇. 美国燃煤火力发电厂汞控制技术的发展和现状[J]. 高科技与产业化, 2009, 31(3): 92~95.