

## 贵州省六盘水市温室气体排放动态分析

王健健, 秦九林 (贵州大学生命科学学院, 贵州贵阳 550025)

**摘要** [目的]估算贵州省六盘水市温室气体排放量,分析其2005—2014年的动态变化情况。[方法]参照《2006年IPCC国家温室气体清单指南》与《省级温室气体清单编制指南》推荐方法,对2005—2014年六盘水市温室气体排放量进行估算。[结果]2005—2014年六盘水市温室气体总排放量为89 495.78万t,其中,能源部门排放量为75 083.60万t,占总排放量83.90%,是六盘水市温室气体最大的排放贡献源;其次为森林碳汇(20 859.40万t),占总排放量的23.31%;农业生产排放量最小,仅占0.43%。2005—2014年六盘水市人均和单位面积温室气体排放呈持续增加,人均温室气体排放量年均增长18.1%,单位面积温室气体排放量年均增长17.1%,万元GDP温室气体排放量年均降低9.6%。[结论]2005—2014年六盘水市温室气体人均排放量较大,需采取相关措施。

**关键词** 六盘水市;温室气体;温室气体排放;气候变暖

**中图分类号** X51 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)23-0066-03

## Dynamic Analysis of Greenhouse Gas Emission in Liupanshui City of Guizhou Province

WANG Jian-jian, QIN Jiu-lin (College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025)

**Abstract** [Objective] To estimate greenhouse gas emission in Liupanshui City of Guizhou Province during 2005-2014, and analyze its dynamic changes. [Method] Greenhouse gas emission in Liupanshui City of Guizhou Province during 2005-2014 was estimated by the methods recommended by the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories and Chinese Guidelines for Provincial Greenhouse Gas Inventories. [Result] The results showed that the total greenhouse gas emission were  $89\ 095.97 \times 10^4$  t, the energy sector emissions of  $75\ 083.60 \times 10^4$  t, accounting for 83.90% of total emissions, emissions were the largest greenhouse gas source in Liupanshui City, followed by forest carbon sequestration of  $20\ 859.40 \times 10^4$  t, accounting for 23.32% of total emissions during 2005-2014. Agricultural emissions were minimal, accounting for only 0.43%. Greenhouse gas emissions per capita and unit area continued to increase in Liupanshui during 2005-2014. Per capita greenhouse gas emissions grew with an average annual rate of 18.1%, and greenhouse gas emissions per unit area increased with an average annual rate of 17.1%, and RMB GDP greenhouse gas emissions decreased with an average annual rate of 9.6%. [Conclusion] The per capita emission of greenhouse gases in Liupanshui City was large during 2005-2014, and relevant measures should be taken.

**Key words** Liupanshui City; Greenhouse gas; Greenhouse gas emission; Climate warming

全球气候变暖是当下社会各界关注的热点话题,化石燃料燃烧和土地利用变化所导致的碳排放被认为是引起全球变暖的最主要原因<sup>[1]</sup>,以温暖化为主要特征的全球气候变化问题是21世纪人类社会面临的最严峻挑战之一,关系到人类的生存和发展<sup>[2-3]</sup>。因此,世界各国认为如何缓解全球变暖已经刻不容缓。我国是世界上人口最多的发展中国家,在我国现代化与城镇化进程中,各行各业对化石能源的需求持续增加,这势必导致温室气体排放增加。因此,我国未来在应对气候变化下如何发展低碳城市,建立低碳社会是社会各界关注的热点和难点问题<sup>[4-5]</sup>。城市是人为碳排放的主要区域,因此编制城市温室气体清单对于发展低碳经济及协调社会经济发展具有重要的理论和现实意义<sup>[6]</sup>。

关于不同城市温室气体排放的研究,国外发达国家的发达城市开展了温室气体核查和减排活动,诸如伦敦、纽约、多伦多、巴塞罗那等<sup>[7-8]</sup>。与国外的研究体系相比,我国的温室气体排放核算清单起步较晚,研究较为落后。目前温室气体排放报道的有上海市<sup>[9]</sup>、深圳市<sup>[10]</sup>、重庆市<sup>[11]</sup>、北京市<sup>[12]</sup>、西安市<sup>[13]</sup>、咸阳市<sup>[14]</sup>、青海省<sup>[15]</sup>、宁夏<sup>[16]</sup>以及内蒙古<sup>[17]</sup>的碳排放现状及未来预测分析,以上研究均以行政区划为基本单位,研究区域多为省级(直辖市)宏观尺度,而对市、县等小型城市关注不足。因此,针对中小城市开展全面

的温室气体清单编制显得尤为迫切。

六盘水市有丰富煤炭资源,同时也是炼钢城市,随着经济的快速发展,煤炭、石油等能源消费量也在不断增长,从而排放大量温室气体,但排放量及排放规律却鲜见报道。因此,笔者采用文献[18-19]推荐的方法,对六盘水市温室气体排放进行了动态分析,旨在为政府有关部门制定碳减排政策、发展低碳经济提供科学依据。

## 1 研究区概况与研究方法

**1.1 研究区概况** 六盘水市又称为西部煤都,是我国长江以南14个省/直辖市/自治区/特别行政区中最大的煤炭资源基地,同时也是西南地区重要的煤炭钢铁工业基地。六盘水市辖钟山区、六枝特区、盘县、水城县4个县级政府,面积9 965 km<sup>2</sup>,常住人口285.9万。六盘水市区位于贵州省西部,云贵高原东部一、二级台地斜坡上,境内平均海拔1 400~1 900 m。地处长江上游和珠江上游的分水岭,是20世纪60年代国家“三线建设”时期发展起来的以煤炭采掘工业为基础,冶金、电力、建材、矿山机械工业综合发展的能源型重工业城市。居住汉、彝、苗、回、侗、仡佬等30多个民族。

**1.2 研究方法** 采用政府间气候变化专门委员会(IPCC)指导方法,并参考《省级温室气体清单编制指南》对六盘水市温室气体排放进行核算<sup>[20-21]</sup>,核算范围符合SCOPE1和SCOPE2,即包括直接排放和电力的间接排放。

**1.2.1 能源部门。**能源部门中温室气体的排放主要来源于煤炭、煤油、汽油、柴油、发电量排放。

$$E = \sum AC \times NCV \times EF \times C \quad (1)$$

**基金项目** 贵州省自然科学基金项目(黔科合基础[2016]1033);贵州大学人才引进项目(贵大人基合字(58)号);贵州大学本科教学改革项目(JG201644)。

**作者简介** 王健健(1985—),男,山东昌乐人,副教授,博士,从事全球变化生态学研究。

**收稿日期** 2017-06-14

式中, AC 为燃料的消费量(t); EF 为温室气体排放因子(kg/TJ), 主要采用 IPCC 提供的缺省值; C 为二氧化碳/碳质量转换因子 44/12; NCV 为燃料碳低位发热量(TJ/Gg)。

**1.2.2 工业部门。**工业部门排放源主要来源于水泥、钢铁及电解铝生产过程中温室气体。

$$E_{\text{工业}} = \sum AD \times EF \quad (2)$$

式中, AD 为产品的产量(t); EF 为产品的排放因子( $t\text{CO}_2/t$ )。

**1.2.3 农业过程。**

**1.2.3.1 动物消化道内的微生物发酵甲烷排放。**主要研究寄生在动物消化道内的微生物发酵消化道内饲料时产生的甲烷排放, 主要研究猪、牛、羊。

$$E = EF_{\text{CH}_4} \times AP \quad (3)$$

式中,  $EF_{\text{CH}_4}$  为某种动物的甲烷排放因子[kg/(头·a)]; AP 为某种动物的数量[头(只)]。

**1.2.3.2 动物粪便贮存和处理甲烷排放。**主要研究畜禽粪便入土之前动物粪便贮存和处理所产生的甲烷。

$$E = EF_{\text{CH}_4} \times AP \quad (4)$$

式中,  $EF_{\text{CH}_4}$  为某种动物的甲烷排放因子[kg/(头·a)]; AP 为某种动物的数量[头(只)]。

**1.2.3.3 稻田生产过程甲烷排放。**稻田甲烷排放清单编制方法遵循 IPCC 指南的基本方法框架和要求, 然后根据公式计算排放量。

$$E = EF_{\text{CH}_4} \times AD \quad (5)$$

式中,  $EF_{\text{CH}_4}$  为稻田甲烷排放因子(kg/hm<sup>2</sup>); AD 为水稻播种面积(hm<sup>2</sup>)。

**1.2.3.4 农业用地产生氧化亚氮排放。**主要是氮肥使用。计算公式:

$$E = N_{\text{输入}} \times EF \quad (6)$$

式中,  $N_{\text{输入}}$  为氮输入量; EF 为氧化亚氮排放因子(kg/kg)。

**1.2.4 废弃物处理。**

**1.2.4.1 生活废水处理甲烷排放。**估算生活污水处理甲烷排放的公式:

$$E = TOW \times EE - R \quad (7)$$

式中, TOW 为生活污水中有机物总量(kgBOD/a); EF 为排放因子(kg 甲烷/kgBOD); R 为甲烷回收量(kg/a)。

**1.2.4.2 生活废水处理氧化亚氮排放。**估算公式为

$$E = N \times EE \times 44/28 \quad (8)$$

式中, N 为生活废水中氮含量(kg/a); EE 为废水的氧化亚氮排放因子(kg 氧化亚氮/kg 氮); 44/28 为氮的转化系数。

**1.2.4.3 生活垃圾处理甲烷排放。**采用的方法为假设所有潜在的甲烷均在处理当年就全部排放完。但会高估甲烷的排放。计算公式:

$$E = (\text{MSWT} \times \text{MSWF} \times L0 - R) \times (1 - \text{OX}) \quad (9)$$

式中, MSWT 为固体废弃物产生量(万 t/a); MSWF 为固体废弃物填埋处理率; L0 为垃圾填埋场中甲烷产生潜力(万 t 甲烷/万 t 废弃物); R 为甲烷回收量(万 t/a); OX 为氧化因子。

**1.2.5 森林碳汇计量方法。**主要计算六盘水市森林中各种树林生长碳吸收和生物量碳贮量及活立木消耗碳排放。具体计算公式:

$$C = C_{\text{乔}} + C_{\text{四疏散}} + C_{\text{灌经竹}} - C_{\text{消耗}} \quad (10)$$

式中,  $C_{\text{乔}}$  为六盘水市乔木林生物量生长碳吸收;  $C_{\text{四疏散}}$  为六盘水市散生木、四旁树、疏林生物量生长碳吸收;  $C_{\text{灌经竹}}$  为六盘水市竹林、经济林、灌木林生物量碳贮量变化;  $C_{\text{消耗}}$  为六盘水市活立木消耗生物量碳排放。

**1.2.5.1 乔木林生长碳吸收。**根据六盘水市森林资源调查数据, 获得六盘水市乔木林的总蓄积量, 从而估算六盘水市乔木林生物量生长碳吸收。计算公式:

$$C = V \times \text{GR} \times \text{SVD}_{\text{平}} \times \text{BEF}_{\text{平}} \times 0.5 \quad (11)$$

式中, V 为六盘水市的乔木林总蓄积量(m<sup>3</sup>); GR 为贵州省市乔木林蓄积量年生长率(%);  $\text{SVD}_{\text{平}}$  为贵州省平均的基本木材密度;  $\text{BEF}_{\text{平}}$  为贵州省市乔木林树种的生物量转换系数。

**1.2.5.2 散生木、四旁树、疏林生长碳吸收。**根据六盘水市森林资源调查数据, 获得六盘水市散生木、四旁树、疏林的总蓄积量, 从而估算六盘水市其生物量生长碳吸收。计算公式:

$$C = V \times \text{GR} \times \text{SVD} \times \text{BEF} \times 0.5 \quad (12)$$

式中, V 为六盘水市的散生木、四旁树、疏林总蓄积量(m<sup>3</sup>); GR 为贵州省市活立木蓄积量年生长率(%); SVD 为贵州省平均的基本木材密度; BEF 为贵州省散生木、四旁树、疏林树种的生物量转换系数。

**1.2.5.3 竹林、经济林、灌木林生物量碳贮量。**根据《省级温室气体清单编制指南》核算方法, 研究六盘水市竹林、经济林、灌木林面积变化和单位面积生物量来估算其生物量碳贮量变化。计算公式:

$$C = A \times B \times 0.5 \quad (13)$$

式中, A 为六盘水竹林、经济林、灌木林面积年变化; B 为六盘水市竹林、经济林、灌木林平均单位面积生物量。

**1.2.5.4 活立木消耗碳排放。**根据六盘水市森林资源调查数据, 获得六盘水市的活立木总蓄积量, 估算活立木消耗的碳排放。计算公式:

$$C = V \times \text{CR} \times \text{SVD}_{\text{平}} \times \text{BEF}_{\text{平}} \times 0.5 \quad (14)$$

式中, V 为六盘水市的活立木总蓄积量(m<sup>3</sup>); GR 为贵州省市活立木蓄积量年生长率(%);  $\text{SVD}_{\text{平}}$  为贵州省平均的基本木材密度;  $\text{BEF}_{\text{平}}$  为贵州省活立木树种的生物量转换系数。

温室气体排放总量以 CO<sub>2</sub> 当量(CO<sub>2</sub>e)表示, 即将不同种类温室气体按其其对温室效应的贡献程度, 乘以相应的温室气体全球变暖潜势值(GWP)而获得, CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 和 N<sub>2</sub>O 的 GWP 分别为 1、25 和 298。

**1.3 数据来源** 数据主要来源于 2005—2014 年《六盘水统计年鉴》《贵州统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》和《中国林业统计年鉴》等。

## 2 结果与分析

**2.1 六盘水市温室气体排放动态分析** 由表 1 可知, 2005—2014 年六盘水市温室气体排放量持续增加, 排放量从

5 824.21 万 t 上升到 12 184.49 万 t,10 年间总排放量 89 495.78 万 t,其中,能源消费产生的温室气体从 4 700.60 万 t 增长到 10 145.30 万 t,10 年间总排放 75 083.60 万 t;工业生产过程温室气体排放量从 1 047.10 万 t 上升到 1 943.20 万 t,10 年间总排放 13 559.00 万 t;农业排放生产过程产生的温室气体从 36.87 万 t 增长到 38.03 万 t,10 年间总排放 387.91 万 t,增幅较小;废弃物处理过程产生

的温室气体从 39.64 万 t 增长到 57.96 万 t,10 年间总排放 465.29 万 t;森林碳汇从 2 041.00 万 t 增长到 2 172.50 万 t,10 年间固碳 20 859.40 万 t。从各部门温室气体的构成比例看,10 年间能源消费的温室气体排放量占总温室气体的 83.90%,工业生产占 15.15%,农业生产占 0.43%,废弃物处理占 0.52%,森林碳汇占 23.31%。可见,能源消费、工业生产、森林碳汇是导致六盘水市温室气体排放增长的主要原因。

表 1 2005—2014 年六盘水市温室气体排放清单

Table 1 The greenhouse gas emission of Liupanshui City during 2005 - 2014

年份 Year	能源消费 Energy consumption	工业生产 Industrial production	农业生产 Agricultural production	废弃物处理 Waste disposal	森林碳汇 Forest carbon sinks	年排放量 Annual emissions
2005	4 700.60	1 047.10	36.87	39.64	2 041.00	5 824.21
2006	5 719.20	1 049.10	37.68	40.22	2 046.00	6 846.20
2007	5 734.10	1 055.30	43.49	42.13	2 052.00	6 875.02
2008	6 006.60	1 089.70	40.72	43.28	2 055.50	7 180.30
2009	6 857.90	1 113.30	41.54	41.04	2 090.10	8 053.78
2010	7 978.10	1 131.50	39.87	44.66	2 065.20	9 194.13
2011	7 894.40	1 301.30	36.39	45.27	2 091.00	9 277.36
2012	9 777.30	1 913.50	37.54	54.92	2 096.60	11 783.26
2013	10 270.10	1 915.00	35.77	56.16	2 149.50	12 277.03
2014	10 145.30	1 943.20	38.03	57.96	2 172.50	12 184.49
合计 Total	75 083.60	13 559.00	387.91	465.29	20 859.40	89 495.78

**2.2 基于人均、单位面积、万元 GDP 温室气体排放的动态分析** 由表 2 可知,2005—2014 年六盘水市人均和单位面积温室气体排放持续增加,从 12.25 t 增加到 34.41 t,年均增长 18.1%;单位面积温室气体排放量从 3 738.9 t/hm<sup>2</sup> 增加到 10 122.7 t/hm<sup>2</sup>,年均增长 17.1%;而万元 GDP 温室气体排放量从 1.86 万元/t 降到 0.95 万元/t,年均降低 4.9%,提前完成我国政府承诺“至 2020 年我国万元 GDP 温室气体排放比 2005 年降低 40%~45%”的目标。

表 2 2005—2014 年六盘水市人均、单位面积、万元 GDP 温室气体排放量  
Table 2 The amount of greenhouse gas emissions of per person, per unit area, and ten thousand yuan GDP during 2005 - 2014

年份 Year	人均 Per capita//t	单位面积 Per unit area//t/hm <sup>2</sup>	万元 GDP Ten thousand yuan GDP//万元/t
2005	12.25	3 738.9	1.79
2006	15.51	4 763.3	1.86
2007	15.47	4 787.5	1.58
2008	16.91	5 086.5	1.31
2009	20.51	5 957.3	1.37
2010	24.68	7 105.5	1.14
2011	24.93	7 165.3	1.16
2012	33.56	9 677.4	1.27
2013	34.91	10 122.7	1.14
2014	34.41	10 002.0	0.95

### 3 结论与讨论

2005—2014 年六盘水市温室气体总排放量为 89 495.78 万 t,其中,能源消费排放量为 75 083.60 万 t,占总排放量的 83.90%,是六盘水市温室气体最大的排放贡献源。2005—2014 年该市人均温室气体排放量年均增长 18.1%,单位面积温室气体排放量年均增长 17.1%,万元 GDP 温室气体排

放量降低 49%,提前完成我国到 2020 年实现温室气体单位强度排放比 2005 年降低 40%~45% 的目标。

温室气体清单估算中,在能源消费温室气体排放量核算过程中,仅考虑了原煤、原油、汽油、煤油、柴油、天然气等消费,这低估了六盘水市温室气体排放;在工业生产温室气体排放量核算过程中,仅估算了可获得数据的钢铁和水泥工业过程,未考虑所有的工业生产,这也会造成温室气体排放的低估;农业生长方面仅考虑了水稻田甲烷排放和动物肠道消化排放,未考虑其他农作物排放和吸收,这也会影响温室气体核算结果;林业部门只考虑了森林面积与林木碳转换系数,未考虑采伐木材产品的碳储量,这对温室气体排放结果的准确性有一定影响;废弃物处理方面核算过程中,只考虑了废水和废弃物的甲烷和氮氧化物排放,未考虑其他特殊行业,如医疗废弃物处理产生的排放等。因此,该研究只是按照常规方法对温室气体排放进行的估算,结果的准确性还需要在更详细的精算,这也是今后研究的方向。

### 参考文献

- [1] GLEICK P H, ADAMS R M, AMASINO R M, et al. Climate change and the integrity of science[J]. Science, 2010, 328(5979): 689 - 690.
- [2] DE RICHTER R, CAILLOL S. Fighting global warming: The potential of photocatalysis against CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFCs, tropospheric O<sub>3</sub>, BC and other major contributors to climate change [J]. Journal of photochemistry and photobiology C (Photochemistry reviews), 2011, 12(1): 1 - 19.
- [3] 方精云, 朱江玲, 王少鹏, 等. 全球变暖、碳排放及不确定性[J]. 中国科学(地球科学), 2011, 41(10): 1385 - 1395.
- [4] 蔡博峰, 刘春兰, 陈操操, 等. 城市温室气体清单研究[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [5] 姚丽芳, 周律结. 我国温室气体排放的区域现状研究[J]. 上饶师范学院学报, 2011, 31(6): 62 - 67.
- [6] 顾朝林, 袁晓辉. 中国城市温室气体排放清单编制和方法概述[J]. 城市环境与城市生态, 2011, 24(1): 1 - 4.

期间前几次不传代,只换营养液,以保证足够多的细胞,重复几次后再将细胞上清中的悬浮细胞转入硅化剂处理过的方瓶中,同样置于摇床上悬浮振荡培养,起初每48 h更换新鲜的营养液但不分传,直至细胞的比生长速率趋于稳定后,每次按约 $3.0 \times 10^5$  cells/mL的密度进行传代培养,如此循环往复将贴壁的MDCK细胞实现单细胞悬浮培养,并能稳定增殖。

相关研究表明,与有血清和无血清贴壁培养方式相比,无血清单细胞悬浮培养的MDCK细胞的延滞期大大缩短,葡萄糖比消耗速率也大幅度降低,生成代谢的副产物较少,细胞比生长率较高,活细胞密度和细胞活力进一步提高,其中无血清单细胞悬浮培养其最大细胞密度是有血清贴壁培养方式的3.6倍,这表明无血清单细胞悬浮培养更有利于MDCK细胞更高密度的生长和规模生产,能有效解决和避免大规模培养MDCK细胞过程中存在的诸多问题。

#### 4 结语

传统的流感灭活疫苗均是利用9~11日龄的非免疫鸡胚制备的,然而此种方法存在许多不足,如缺乏可靠的鸡胚来源、繁琐的操作步骤、较高的生产成本、疫苗批次间较大的差异以及易污染等<sup>[11]</sup>。随着国内外大规模动物细胞培养技术的不断成熟与发展,再加上MDCK细胞本身培养容易、流感病毒易感染、增殖快及病毒不易变异等特点,于是以MDCK细胞为介质代替鸡胚来生产流感疫苗是最佳方式。目前,已有MDCK细胞生产的流感疫苗相继问世。

迄今为止,大规模的MDCK细胞生产流感疫苗主要利用微载体悬浮培养和单细胞悬浮培养方式,其培养过程中主要使用无血清培养基。无血清培养过程可以限制和避免血清带来的诸多不足,尤其是单细胞无血清悬浮培养方式由于具有细胞比生长率较高,能使细胞达到较高的密度和活力及代

谢副产物少等优点,因此其更有利于MDCK细胞高密度的培养和大规模生产,更有利于培养和扩增过程的优化和放大,并能支持流感病毒的复制及获得较高的滴度,对大规模悬浮培养MDCK细胞增殖流感病毒及制备安全、有效、高质量和高产量的流感疫苗具有重要的应用价值,同时也为利用其他动物细胞来大规模生产病毒疫苗等生物制品提供了依据和借鉴。

#### 参考文献

- [1] GHENDON Y Z, MARKUSHIN S G, AKOPOVA I I, et al. Development of cell culture (MDCK) live cold-adapted (CA) attenuated influenza vaccine [J]. *Vaccine*, 2005, 23(38): 4678 - 4684.
- [2] LIU J, XIAO S, SCHWARTZ R, et al. Use of MDCK cells for production of live attenuated influenza vaccine [J]. *Vaccine*, 2009, 27(46): 6460 - 6463.
- [3] MADIN S H, DARBY N B J. Established kidney cell lines of normal adult bovine and ovine origin [J]. *Proc Soc Exp Biol Med*, 1958, 98(3): 574 - 576.
- [4] TREE J A, RICHARDSON C, FOOKS A R, et al. Comparison of large-scale mammalian cell culture systems with egg culture for the production of influenza virus A vaccine strains [J]. *Vaccine*, 2001, 19(25/26): 3444 - 3450.
- [5] GENZEL Y, REICHL U. Continuous cell lines as a production system for influenza vaccines [J]. *Expert review of vaccines*, 2009, 8(12): 1681 - 1692.
- [6] TAUB M, CHUMAN L, SAIER M H, et al. Growth of madin-darby canine kidney epithelial cell (MDCK) line in hormone-supplemented, serum-free medium [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1979, 76(7): 3338 - 3342.
- [7] MOCHIZUKI M. Growth characteristics of canine pathogenic viruses in MDCK cells cultured in RPMI 1640 medium without animal protein [J]. *Vaccine*, 2006, 24(11): 1744 - 1748.
- [8] TREE J A, RICHARDSON C, FOOKS A R, et al. Comparison of large-scale mammalian cell culture systems with egg culture for the production of influenza virus A vaccine strains [J]. *Vaccine*, 2001, 19(25): 3444 - 3450.
- [9] 龚迪, 易小萍, 张元兴. MDCK细胞微载体悬浮培养放大工艺研究 [J]. *中国生物工程杂志*, 2012, 32(9): 55 - 60.
- [10] LOHR V, GENZEL Y, BEHRENDT I, et al. A new MDCK suspension line cultivated in a fully defined medium in stirred-tank and wave bioreactor [J]. *Vaccine*, 2010, 28(38): 6256 - 6264.
- [11] STÖHR K, ESVELD M. Will vaccines be available for the next influenza pandemic? [J]. *Science*, 2004, 306: 2195 - 2196.
- [12] 赵先贵, 马彩虹, 肖玲, 等. 西安市温室气体排放的动态分析及等级评估 [J]. *生态学报*, 2015, 35(6): 1982 - 1990.
- [13] 王晓宇, 赵先贵. 咸阳市温室气体排放的动态分析及等级评估 [J]. *环境科学学报*, 2015, 35(9): 2732 - 2738.
- [14] 师晓琼. 青海省温室气体排放清单及时空变化特征研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2014.
- [15] 吴宜珊. 宁夏回族自治区温室气体排放清单及核算研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2013.
- [16] 杨制国. 内蒙古自治区温室气体排放清单及核算研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2013.
- [17] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [R]. IPCC, 2006.
- [18] 省级温室气体编制指南 [Z]. 2011.
- [19] 陈红敏. 国际碳核算体系发展及其评价 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(9): 111 - 116.
- [20] 董雪旺. 国内外碳足迹研究进展述评 [J]. *浙江工商大学学报*, 2013, 1(2): 67 - 75.

(上接第68页)

- [7] BALDASANO J M, SORIANO C, BOADA L. Emission inventory for greenhouse gases in the city of Barcelona, 1987 - 1996 [J]. *Atmospheric environment*, 1999, 33(10): 3765 - 3775.
- [8] BLLOOMBERG R. Inventory of New York city greenhouse gas emissions [EB/OL]. [2017 - 03 - 21]. [http://home2.nyc.gov/html/planyc2030/downloads/pdf/greenhousegas\\_2009.pdf](http://home2.nyc.gov/html/planyc2030/downloads/pdf/greenhousegas_2009.pdf).
- [9] 郭运功. 特大城市温室气体排放量测算与排放特征分析: 以上海为例 [D]. 上海: 华东师范大学, 2009.
- [10] 覃小玲, 卢清, 郑君瑜, 等. 深圳市温室气体排放清单研究 [J]. *环境科学研究*, 2012, 25(12): 1378 - 1386.
- [11] 徐思源. 重庆市二氧化碳排放基准初步测算研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [12] 朱世龙. 北京市温室气体排放现状及减排对策研究 [J]. *中国软科学*, 2009(9): 93 - 106.
- [13] 赵先贵, 马彩虹, 肖玲, 等. 西安市温室气体排放的动态分析及等级评