

# 气候变化对德国农业的影响与相关对策

谢作前

(广州市光机电技术研究院, 广州 510655)

**摘 要:** 本文分析和研究了气候变化对德国农业和林业的正反两方面的影响, 肯定了德国农业和林业对气候保护、减少温室气体排放的积极作用。阐述了德国为减少温室气体排放采取的相应措施, 如改进传统农业, 扩大现代农业, 大力生产可再生长原料, 促进可再生能源的利用。这些做法对我国发展现代农业, 促进农业和林业领域节能减排具有积极的参考作用。

**关键词:** 气候变化; 农业和林业; 减少温室气体排放

**中图分类号:** S16 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2009.12.002

据联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 的报告预测: 气候变化将在世界范围内产生急剧的影响, 而且几乎不能阻止。如果不采取应对措施, 预计到本世纪末地球变暖使气温最高上升5.8摄氏度。这主要是燃烧化石能源载体如: 煤、石油造成的后果。这种变暖也会给农业和世界人口的食物产生直接的后果。

现在极端气候加上洪水和极端干旱在一些地区越来越频繁地出现, 估计在德国也会出现越来越多的极端气候事件 (某些地区出现明显的温度上升和干旱, 极端的降雨, 以及造成的洪水事件)。

农业属于对气候变化最敏感的部门之一。气候变化对农业和林业的影响将是广泛的, 正如对整个经济和消费习惯的影响一样。农业一直以来都能够随着变化的天气情况和气候的改变有效的做出适当的调整。例如: 种植新的作物和植物种类。当然也存在这样的担心: 气候变化的速度和强度超过农业的适应能力。

作为对气候变化的反应和调整, 制定一个负责任的气候政策变得十分紧迫和必要, 这也完全符合农业和林业的利益。

## 一、气候变化给德国农业造成的影响

### 1. 作物种植情况的变化

气候变化将在农业方面造成广泛的甚至今天还不能预见的作物种植情况的变化, 也就是说: 在某些地区种植的某些作物将完全长期消失。而另一方面, 在某些地方将冒出新的作物。因此, 德国联邦农业研究院认为, 欧洲地区气温的提升将导致夏季粮食和颗粒玉米的种植地北移, 或者在阿尔卑斯山地区的饲料种植向更高的地方转移。

鉴于缺水 and 干旱, 可能导致更严重的减产。是否或者在多大的程度上出现这种损失, 将随着当地的土地和所在地情况有很大区别。特别是在一些地区, 水本身现在就是生产的限制性因素, 温度升高的影响和夏季雨量的减少将非常明显。如果水不是限制性因素, 那么由于较高的气温和二氧化碳气体的浓度, 产量也会提高。种植方法也会大大改变, 以与气候变化相适应。这涉及到土地的改良、播种日期、种子选择、水的管理, 例如: 人工降雨、果实成型、收获等。

气候变化对德国农业的影响是非常广泛的, 特别是如下几个方面:

作者简介: 谢作前 (1965-), 男, 广州市光机电技术研究院 翻译; 研究方向: 德国的农业、海洋、能源、气候变化等。

收稿日期: 2008年7月25日

- 植物区域的位移;
- 更多的疾病和虫害;
- 由于更高的温度、不同的供水情况、更多的冬季降雨、更少的夏季降雨、更多的极端降雨和空气中更高的二氧化碳气体浓度,使得生长条件不同;
- 农业作物收成的改变以及生产风险的提高和由此增加的生产成本;
- 越来越多的极端气候导致产量的波动和歉收;
- 种植面貌的改变和由此带来的农业成果的变化;
- 对可再生能源和可再生长原料的需求越来越大。

2. 气候变化给植物和动物带来新的病虫害或者疾病

由于气候的变化,植物害虫和疾病的扩散也明显地改变。新的害虫和疾病向德国迁移和蔓延。如果未来冬天的气温越来越温和,那么将有利于诸如粉霉病的植物病的发生,而且动物性的害虫也可能会提高。与此相反,在干燥的、炎热的夏天,某些真菌类疾病的传染危险会减少,因为这类疾病更多的是在湿热的条件下出现。

气候条件的变化和与此相关联的动物疾病病原的扩散在德国有一个显著的例子,即蓝舌病的产生和扩散。病毒是通过蚊子传染,涉及的动物有反刍动物,特别是山羊和绵羊,此外,还有以减弱的形势表现在牛身上。目前为止这种疫情在欧盟范围内只在南欧出现过,阿尔卑斯山以北地区迄今尚未出现过。但是自从去年年底以来,这种疫情已在德国大量传播。

## 二、德国农业和林业自身对气候变化正反两方面的影响

### 1. 德国农业和林业对气候保护的贡献

农业和林业是唯一能在本身的生产过程中对气候保护做出贡献的部门,即内在固有特性。因为农业和林业通过生产减少对气候有害的气体——二氧化碳(CO<sub>2</sub>),而同时生产氧气(O<sub>2</sub>)。这一贡献随着产量的提高而不断增加。通过有目的地种植可再生长原料,能够更有效地调节气候,

因为通过使用可再生能源和来自农业的可再生长原料能够替代化石能源载体,以及通过使用生物燃料(例如:在交通领域)可以明显地减轻气候负担。农业部门既可以通过生产食品,也可以通过生产可再生长原料来改善CO<sub>2</sub>气体的排放,由此为实现既定的气候保护目标做出真正的贡献。

二氧化碳气体的化合和氧气的释放 在农作物的种植过程中,植物吸取空气中二氧化碳气体,同时释放氧气。每公顷土地中以干燥状态吨计算生产的生物质越多,则所化合的二氧化碳的成分就越高。根据植物和收获水平,从植物的大气环境中每年化合的二氧化碳在14~36吨。

农业中化合二氧化碳和释放氧气的水平※

|       | 生物质   | CO <sub>2</sub> 化合 | O <sub>2</sub> 释放 |
|-------|-------|--------------------|-------------------|
| 粮食    | 10~15 | 24                 | 18                |
| 玉米    | 16~30 | 32                 | 24                |
| 土豆    | 12    | 24                 | 18                |
| 冬季油菜籽 | 7     | 14                 | 10.5              |
| 甜菜    | 18    | 36                 | 27                |
| 牧场    | 12    | 24                 | 18                |
| 中国芦苇  | 20    | 40                 | 30                |
| 纤维大麻  | 10    | 20                 | 15                |
| 能源木材  | 10    | 20                 | 15                |

※每年每公顷土地以吨计算的平均值

假设按每公顷平均化合20吨,那么在德国按农业利用面积大约1700万公顷计算,每年接受和化合的CO<sub>2</sub>总值为3.4亿吨。同时,从植物向大气中释放大量的氧气。根据所种植的作物和获得的产量,每年每公顷释放氧气在10~27吨。按照假设每年每公顷16吨氧气释放来计算,根据德国的农业利用面积,则总的氧气生产应该在2.72亿吨左右。

农业和林业使用的土地含有大量的有机合成碳。在德国农用土地中储存的CO<sub>2</sub>大约有60亿吨,森林用地储存有40亿吨。这相当于全世界每年由生产能源所发生的CO<sub>2</sub>排放的1/3以上(260亿吨二氧化碳,根据国际能源署的计算)。农业和林业可以更好地经营土地和森林,这样可以更多地储存二氧化碳气体,并因此更长时间吸收大量的大气中的温室气体。由此,可以为气候保护做出重要

的贡献。

如果更好的维护农业土地中的碳储备和进一步地促进有机剩余物（稻草、堆肥等）的渗入，那么德国的平均碳含量将提高0.2%（从2%提高到2.2%）。这相当于一次性地在50年内额外降低大约5.23亿吨 CO<sub>2</sub>（德国农业研究所测算）。

## 2. 德国农业产生的排放

根据世界资源研究所（WRI）的估计，2000年全世界农业产生的排放占总排放的13.5%。根据德国联邦统计局和联邦环保局的数据，德国农业和林业仅仅占德国整个二氧化碳气体排放的0.9%。如果人们考察所有的温室气体（这里以CO<sub>2</sub>气体当量计算，已经考虑甲烷和笑气N<sub>2</sub>O），那么，德国的农业和林业占德国温室效应的比重为7.1%（包括二氧化碳、甲烷和笑气），相对很小。与此相比，德国的交通领域占2005年CO<sub>2</sub>气体排放的20.6%，这几乎相当于农业排放的3倍。交通领域的排放与1990年相比增加了1.1%，与此相反，农业、林业中所有与气候有关的气体的排放降低了22%。具体来说，农业中甲烷（CH<sub>4</sub>）的排放减少了23%，笑气（N<sub>2</sub>O）减少了16%。根据联邦统计局的数据，从1995年到2005年，由国际航班飞行所产生的CO<sub>2</sub>气体排放提高了近50%。

1990–2005年德国农业产生的温室气体（以百万吨CO<sub>2</sub>气体当量计算）

|                 | 1990年  | 2000年  | 2005年  | 1990–2005年<br>的变化量 % | 占有排放<br>比例 % |
|-----------------|--------|--------|--------|----------------------|--------------|
| CO <sub>2</sub> | 13.6   | 8.2    | 7.3    | -46.3                | 0.7          |
| CH <sub>4</sub> | 29.3   | 24.2   | 22.7   | -22.6                | 2.3          |
| NO <sub>2</sub> | 48.4   | 42.9   | 40.9   | -15.5                | 4.1          |
| 农业排放的总和         | 91.3   | 75.3   | 70.9   | -22.3                | 7.1          |
| 所有领域的排放<br>总和   | 1228.2 | 1020.5 | 1001.9 | -19.4                | 100          |

资料来源：德国联邦统计局，联邦环保局。

## 3. 德国农业和林业CO<sub>2</sub>气体排放的结算

根据德国联邦农业部的数据，德国农业和林业的碳结余明显为正值。相对于农业排放值1.3亿吨，包括氮——矿物肥的生产，植物化合大气中的二氧化碳的值超过1.68亿吨。农业和林业的年净效益，除去所有的排放后，达到约3500万吨CO<sub>2</sub>化

合量。如果生物能源用于热、电和生物燃料领域，那将产生更大的节约效益。减少化石能源的使用，可以避免在这些应用领域有更多的二氧化碳气体的排放。

## 4. 甲烷和笑气的产生及其对气候的影响

目前产生甲烷（CH<sub>4</sub>）的主要来源是沼泽地和其他湿地，接着是稻田、天然气开采、反刍动物、等翅目昆虫和垃圾堆场。最新研究显示：即使有氧气存在，植物也释放这些温室气体。这一新的结果对气候政策具有重要的意义，温室气体的来源必须重新权衡。

笑气（N<sub>2</sub>O）产生于在土壤中氮化合物的微生物转化中，它既可能是自然的过程，也可能是人类活动（施肥）的原因。

甲烷相对于二氧化碳气体，气候效应达到23倍，笑气高达310倍。为了将几种温室气体的较高的气候危害性与二氧化碳气体相比较，它们的排放要换算成二氧化碳气体当量。即使考虑到这么高的效应，在德国也只有4.8%的温室效应由甲烷产生，笑气也只占6.6%。和以前一样，二氧化碳气体以87.1%的气候变化比例保持最大的温室气体（2005年的数据）。

牛、羊和绵羊作为反刍动物，和大象、水牛、

骆驼或者野生反刍动物

一样，在消化的过程中排出甲烷气体。奶牛目前由于它的自然的甲烷排放，被当作“气候杀手”。甲烷气体主要是在反刍动物的消化过程中，在基本饲料（如草地、干草和青贮）的细胞壁成分进行微生物分解时形成的，与此相反，营养饲料的消化过程

产生的甲烷相对较少。每头奶牛每天排放200~400克甲烷，每头大象每天排放2400克甲烷。

由反刍动物（牛、羊、山羊）在消化过程中产生的甲烷占整个温室气体效应的比例在德国仅为2%（联邦环保局，德国温室气体报告1990–2004年）（世界范围内大约3.5%，联合国气候变化框

架公约,国家排放清单报告2006)。农业中甲烷的排放自1990年以来下降了大约23%。通过改良的饲料喂养和提高动物的产量可以进一步的减少牲畜的甲烷排放。此外,通过在沼气设施中使用厩粪坑,可以使甲烷的排放到2020年每年减少1400万吨。

联合国粮农组织(FAO)估计,由人类导致的温室气体排放的18%应该归咎于农业中的牲畜饲养。这个估计也包括在对烧毁森林开垦为牧场和耕地中产生的排放和等翅目昆虫甲烷。因为在德国不存在将烧毁森林开垦为牧场的情况。德国的森林比例反而增加了,等翅目昆虫在德国也没有出现。因此,由FAO估计的数字在德国意义不大。

### 三、德国农业为减少温室气体排放采取的相应措施和政策

#### (一) 改进传统农业

1. 通过提高牲畜的贡献,最有效地减少甲烷的排放

在奶牛身上大约70%的甲烷排放与动物的生活方式有关,只有30%与动物的贡献有关。随着贡献的提高,例如:产奶增加或者产肉增加,在体重降低的同时,产生的每公斤产品的甲烷形成也随着下降。

结果表明:每头牛当日产量达到10升牛奶的时候,其每升牛奶的甲烷排放量达到40克;当日产量提高到30升的时候,每升牛奶的甲烷排放量为15克。

以较少量的奶牛和较高的产奶量满足德国的全部牛奶需求,这样产生的甲烷比以大量的奶牛和少量的产奶量产生的甲烷要少。近几年在奶牛的饲养中,除了优化饲料外,通过提高产奶量使得甲烷的排放减少了。为了获得一个更好的改善甲烷排放的结果,在奶牛的饲养中进一步提高生产力是必要的。

#### 2. 减少牲畜存栏量,提高农业生产效益

几年以来,牛的存栏量在德国持续减少。自从德国统一以来,动物数量显著减少。同时,单个动物的奶和肉产量提高了。平均奶产量从1990年的每头牛4700公斤增长到2004年的平均6585公斤(德国市场与价格中心)。自1990年以来,甲烷

的排放量减少了23%。生产出的每单位动物产品排放量的减少都归功于每一动物产量的提高。

为了进一步的改善,即减少农业中甲烷的排放,通常将减少肉类消费作为赌注做孤注一掷。但是,这种放弃战略或者突出生态种植的办法不可能继续起到作用。在此,缺乏一个完善的、普遍被认可和广泛的关于传统农业和生态农业之间区别的比较。如果不这样,则需要在整个农业生产中进一步提高效益。关键的问题在于:每公斤或者每升产品产生了多少排放。

#### 3. 利用草地饲养反刍动物

只有通过饲养反刍动物(牛、羊、山羊等),德国大约500万公顷的草地的大部分才能真正得到使用。这一部分土地不适合生产农作物(粮食、土豆、蔬菜等)。面对不断增长的世界范围内的对粮食和正在减少的农业耕地面积的需求,对草地不做生产性经营或者限制动物饲养,在可持续发展的意义上,这样做是不负责任的。

#### (二) 扩大现代农业,生产可再生原料和可再生能源

节约能源消耗、提高能源利用效益和扩大可再生能源是德国能源和气候政策的支柱。2006年,在德国全部初级能源消耗的5.8%或全部能源消耗的8%从可再生能源获得。可再生能源的生产一年内增长超过21%。2006年,德国初次能源需求的4.2%(相对于2005年增长28%)由生物能源产生。由此,德国为实现2020年的欧盟目标(20%的可再生能源和10%的生物燃料)正走在正确的道路上。

由可再生原料产生的能源种类覆盖广泛,从热、电的生产到生物燃料。除了有目的地种植能源作物外,也可以利用农业的废弃物和副产品,例如厩肥和稻草。相反,在生产生物乙醇和生物柴油时能够获得动物饲养所需的有价值的饲料。同时这也是对循环经济的有益的贡献。

##### ● 生物燃料

2006年在德国种植了大约120万公顷的油菜籽和粮食用于生产生物柴油和生物乙醇。生物燃料的市场份额2006年达到5.4%,和2005年相比增长了45%左右。

##### ● 生物柴油

菜籽油-甲基-脂(RME),也称生物柴油,是

由菜籽油提取。它可以没有问题地作为燃料使用在现代柴油机上。生物柴油对气候友好，因为它在燃烧时所释放的二氧化碳气体与植物在生长的过程中所吸收的一样多。每升生物柴油减少排放约2.2千克的温室气体，或者每公顷菜籽油节约大约1500升石油。

- 生物乙醇

生物乙醇由含糖和淀粉的水果类，如甜菜、土豆、粮食和玉米以及未来由纤维类生产。生物乙醇适合用作发动机燃料或者燃料添加剂。

- BTL “生物质变液体”—— 生物质合成燃料

未来除了生物柴油和生物乙醇外，合成燃料，即所谓的“生物质变液体”燃料BTL也将由生物质生产，不过目前还处于开发中。

- 沼气作为燃料——最新的进展

未来，沼气也可以作为天然气的替代物用作气候友好的燃料。随着并入现有天然气网的实现，沼气也可以很容易地运送到加气站。

- 沼气站和木材电站提供电力

由沼气生产的电力主要是通过沼气站和燃烧固体生物质，例如：木材电站。2006年在德国的大约3600座沼气电站中（装机容量约为1100MW）生产了50亿千瓦小时的电力以及热量。由沼气生产的电力的份额2006年为2.9%，相对于2005年增长了33%。

- 生物质生产热能——用木柴取暖又回来了

由可再生原料生产热能展示了生物能利用的最古老的形式。生物热能在热能的最终能源消耗中的比例2006年为5.7%（2005年为5.1%）。生物热能发电绝大多数来自于固体燃料。来自农业和林业以及加工企业的残余物（稻草、工业剩余木料、森林废弃木材、树皮、有机废料等等）能为热和电的生产做出贡献。可再生热能的供应在德国由1100家生物质暖气厂、180万座瓷砖壁炉、250万供暖壁炉、7万小木丸设备以及大部分的沼气设备完成。

- 木材原料和可再生原料的利用

每年有大约3400万吨来自德国森林的木材由木材企业和造纸企业加工，由此砍伐木材的3/4作为原料使用。

### （三）生物能源产生正面的气候效果

通过有目的地种植能源作物和原料，使农业和林业对气候保护的贡献大大提高了。在可再生生长原料的利用中，对环境排放的二氧化碳量与以前由植物储存的一样。这种可再生原料不仅对二氧化碳排放是中性的，而且通过替代化石能源而对减少二氧化碳排放具有积极作用。莱比锡能源与环境研究所2007年的研究表明：种植200万公顷的生物能源能够减少5700万吨二氧化碳气体的排放。在所有调查的利用途径（热、电、燃料）中，在生物能源的生产中温室气体的效果都为正值。

德国在国际温室气体减排中承诺，从1990-2012年减少25%，相当于254亿吨二氧化碳。其中可再生能源做出了显著的贡献，2006年达到减少102亿吨二氧化碳，其中生物能源占一半的份额。此外，通过沼气池的肥力利用能够大大减少甲烷气体的排放，到2020年每年减少1400万吨。

### （四）农业种植可再生原料的规模和未来展望

通过种植生产能源的原料，农业部门决定性地参与了可再生能源的发展和设备的经营。除食品方面外，农业原料的利用在近几年大幅增加。作为2007年的收获，在大约200万公顷的耕地上种植了非粮食目的的原料，这和上年相比增长了30%。在此期间，德国大约17%的耕地已被预订为工业、化工和能源领域种植原料。在这200万公顷中有177万公顷用于能源生产。其中112万公顷种植用于生产生物柴油的油菜籽，25万公顷用于获得生物质，以生产生物乙醇，以及40万公顷生物质用于生产沼气。

研究表明：到2030年种植生物能源的面积可能会扩大到3到4百万公顷，同时不会损害粮食的生产，这相当于耕地面积的25%~35%。种植面积的扩大可以通过闲置地的利用，特别是在已经利用的耕地上提高产量。专家认为，由于能期望获得更多的生物质产量和更多地利用废弃物和副产品，将不会导致对粮食和饲料生产的排挤效应，不必担心因为种植可再生原料而造成对食品供应安全的不利。不过，未来种植面积的改变很难估计，因为这也取决于食品的价格。■

参考文献:

- [1] 德国农民协会DBV 2007年11月《气候报告-农业和林业》(Klimabericht-Landwirtschaft und Forstwirtschaft)。
- [2] 德国市场与价格报告中心ZMP报告会专家文章《德国的生物能源生产》(Biologische Energieproduktion in Deutschland)。
- [3] 德国森林战略2020(Waldstrategie 2020)。
- [4] 专业论坛报告“积极的气候保护以及应对气候变化的对策-德国农业和林业应对挑战”(Fachtagung “Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel – Agrar- und Forstwirtschaft nehmen Herausforderung an”)
- [5] 林登曼: 林业的文艺复兴(Lindemann: Renaissance der Forstwirtschaft)。
- [6] 德国农业的成就: 数据和事实(die deutsche Landwirtschaft – Leistung in Daten und Fakten)。
- [7] 将农业废弃物转变成能源和原料(Energie und Rohstoffe aus landwirtschaftlichen Reststoffen)。
- [8] 林业与生物多样性(Forstwirtschaft und Biologische Vielfalt)。

## Impacts of Climate Change on Agriculture and the Countermeasure in Germany

XIE Zuoqian

(Research institute of O-M-E technology Guangzhou, Guangzhou 510655)

**Abstract:** The paper analyzes the positive and negative impacts of climate change on agriculture and forestry in Germany. It affirms the active role of German agriculture and forestry in climate protection and greenhouse gas emissions reduction. It elaborates the relevant countermeasures of reducing greenhouse gas emissions adopted by Germany, such as improving traditional agriculture, enlarging modern agriculture, vigorously producing raw materials regrowth, and promoting renewable energy usage. Those measures are beneficial to develop our country's modern agriculture and improve energy saving and emission reduction in agriculture and forestry fields.

**Key words:** climate change; agriculture and forestry; reducing greenhouse gas emissions