

# 绪论：市政工程与气候变化

## 1.1 市政工程的生态影响

现代生产生活方式和商业引导下的价值显性取向，极大地改变了生物圈的物质循环节奏和流动方向，甚至“无中生有”地创造了新的物质；人口和人均资源消耗的增加使人类社会冲破了传统的禁忌，开始动摇生态系统的根基——工业生态和自然生态极端不协调，是我们今天面临的所有污染问题的根本原因，无论所谓“健康的”还是“不健康的”生产过程，都或多或少、有意无意地为此做出了“贡献”。污染从“陆海空”袭来，自然会影响居民的健康，没有人能逃脱。传统中医里，一些地方特定的土壤可以治病，拿来就用，而今天则必须先评估、化验，以确定其安全性。对中国这么一个幅员辽阔、快速发展、法治尚不完善的社会，许多轻率决策造成的恶果将成为几代人的包袱，例如（地下）水体污染，温室气体、二噁英及重金属的无组织排放等。市政工程涉及以下设施：给水排水，大型垃圾处置设施，道路、桥梁，各种通信、能源设施等。



从全寿命周期的角度看，上述市政设施的建设和使用均涉及大量的污染物排放和能耗。在当前全球变暖的背景下，温室气体排放是第一关注点。无论从国际义务还是从我国自身利益出发，这种做法都是正确的。而其他核算内容均直接涉及环境质量和公众健康，其意义丝毫不亚于温室气体。《京都议定书》列出了 6 种温室气体： $\text{CO}_2$ ， $\text{CH}_4$ ， $\text{N}_2\text{O}$ ，PFC，HFC， $\text{SF}_6$ 。《京都议定书》附件 II 上所列的 38 个发达国家具有量化的减排义务，我国没有量化的减排义务，不过我国政府向国际社会承诺到 2020 年，单位产值的温室气体排放量下降 45%。图 1.1.1 显示，到 2010 年，全球的温室气体排放量已超过 400 亿吨（二氧化碳当量），而根据 IPCC 资料，我国已经是全球第一大排放国（IPCC 2007 年报）<sup>[101]</sup>，占全球排放量的 20% 以上。2014 年，中美两国领导人宣布了两国各自 2020 年后应对气候变化的行动，认识到这些行动是向低碳经济转型长期努力的组成部分并考虑到 2 °C 全球温升目标。美国计划于 2025 年实现现在 2005 年基础上减排 26% ~ 28% 的全经济范围减排目标并将努力减排 28%。在 2015 年 12 月初举行的巴黎气候变化会议上，习近平总书记指出，我国的温室气体排放将在 2030 年达到峰值并计划到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重提高到 20% 左右<sup>[102]</sup>（图 1.1.2）。

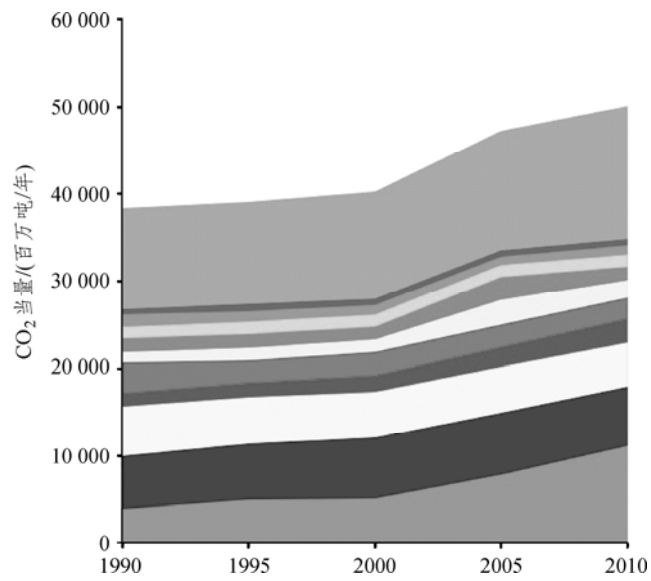


图 1.1.1 全球温室气体排放量发展情况



图 1.1.2 巴黎气候变化会议中国边会

## 1.2 生态核算的主要内容



(1) 一次能源消耗, 包括石油产品、天然气、煤炭和核燃料铀等。需要注意: 石油、天然气和煤炭除了作为燃料外, 还常常作为生产建材的原料, 要分开计算, 一般换算成单位为兆焦 (MJ)。

(2) 温室效应潜力, 用 GWP (Global Warming Potential) 表示。各种温室气体被换算成二氧化碳等代值, 考察周期一般为 100 年。

(3) 消耗 (破坏) 平流层臭氧潜力 (Ozone Depletion Potential, ODP), 换算成 R-11 (一种消耗臭氧产品) 等代值, 指破坏平流层臭氧的能力。这些物质主要是卤化物 (FCCH) 和氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ )。平流层臭氧破坏会导致地面温度升高, 而且必须特别考虑人和动植物对紫外线 (UV-A, UV-B) 的敏感性。

(4) 酸雨潜力 (Acidification Potential, AP)。土壤和水域酸化的原因主要是酸性物质进入大气, 主要是硫酸和硝酸, 使降雨和雾的 pH 值降到 5.6 和 4 以下。AP 一般用  $\text{SO}_2$  (二氧化硫) 等代值给出。AP 实际上是某种物质形成并输送氢离子的能力。一些温室气体和酸雨潜力相关联, 参考物质是二氧化硫。

(5) 营养化潜力 (Eutrofication Potential, EP)。富营养化是指营养物质在某个地方的富集, 有水体和陆相富营养化, 均源自空气中的有害物质、废

水和农业面源施肥。

富营养化的后果是藻类疯长，使进入深层水的阳光减少，光合作用减弱，生产的氧减少，加上藻类残体降解需要消耗氧，两个效应叠加，使水里溶解氧浓度降低，后果就是鱼类死亡，而且厌氧过程启动，生产出甲烷和硫化氢，水体由此“崩溃”。

土壤里营养成分过多会导致地下水里的硝酸盐浓度升高，并可能进入饮用水系统。硝酸盐只要剂量不大，对人体无害，但是亚硝酸盐是有毒的。

富营养化潜力一般用磷酸盐（ $\text{PO}_4^{3-}$ ）等代值给出。

(6) 近地臭氧潜力（Photochemical Ozone Creation Potential, POCP, 光化学臭氧产生潜力）。和平流层臭氧不同，近地臭氧是一种有害的痕量气体，也是一种温室气体。对流层的臭氧被怀疑导致蔬菜等受损。较高浓度的臭氧对人体有害。近地臭氧的产生源自氮氧化物和碳氢化合物，它们一旦受到阳光照射，经过一系列复杂的光化学反应，就会生成多种活性高的物质，最重要的就是臭氧。仅仅有氮氧化物还不能形成高浓度的臭氧。不完全燃烧、燃料油的储存和转运、有机溶剂等均可产生臭氧。高浓度臭氧出现的条件：阳光明媚、空气湿度低、空气交换不畅通、碳氢化合物浓度高。

CO 能将臭氧还原成氧和二氧化碳，而城市里汽车尾气含有大量的 CO，



因此最大的臭氧浓度不会发生在城市里或者尾气排放口附近，而发生在下风向郊外的多，甚至上千千米以外。这一点已经被美国的系统跟踪分析证实。在空气纯度高的地方，如森林，臭氧浓度反而高，原因就在于灰尘少，阳光紫外线穿透率高，几乎没有 CO。

在生态核算时，POCP 用乙烯等代值（C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 等代值）给出。

(7) 废弃物生产量，包括从矿石开采到桥梁拆除产生的所有废弃物，如洗矿废渣废液、拆除后建渣产量等，以千克计。废弃物分成三类：第一是剥离土层岩层和堆积物，如开矿边角料、表层岩土、灰分、矿渣、钢渣等；第二是生活垃圾类固体废弃物（固废），包括生活垃圾和工商经营垃圾；第三是特种固废，需要特殊处置和堆放的垃圾，如油漆污泥、电镀污泥、过滤粉尘、核电厂废料以及其他放射性废弃物。

(8) 非生命资源消耗潜力（Abiotic Resource Depletion Potential, ADP），换算成元素锑（Sb）的消耗，指各种天然资源的消耗，包括矿石、原油、煤炭、矿物原料等。因为“非生命”，因此非生命资源是不可再生的原料。在自然界，更新周期大于 500 a 的原料均算作不可再生原料。

(9) 对人类和生态系统的毒性潜力。

在这个毒性潜力分析中，我们一般区分水域毒性潜力（AETP）和陆域毒

性潜力 (TETP)，同时区分急性、亚急性和慢性毒性潜力。化学形态、物理特性、排放地点等均可影响材料的毒性，对其考察总是考虑陆海空三域。计算模型具有以下特征：

- ① 雨水和空气低度交换；
- ② 毒性物质在环境里停留较长时间；
- ③ 中等风力；
- ④ 与系统外部有低度物质交换。

目前，具有代表性的基本假设是 3% 水面、60% 天然土壤、27% 耕地、10% 的工业用地，25% 的雨水渗入土壤。

毒性潜力计算一般使用的参照物质是 1,4-重氯苯 ( $C_6H_4Cl_2$ )，使用的单位是每千克排放量对应的 1,4-重氯苯等代值。

上述排放直接或间接促成雾霾形成，这一点在大城市尤其明显，图 1.2.1 是某大城市晴天和雾霾天能见度对比。



图 1.2.1 某大城市晴天和雾霾天对比 (图片来自网络)

## 参考文献

- [101] PARRY M L, CANZIANI O F, PALUTIKOF J P, et al. Climate Change 2007: Impacts, Adaption and Vulnerability//Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 982.



- [102] UN Organizing Commission of Paris Climate Change Conference//Paris Agreement. Paris, 2015-12.
- [103] UNEP 2013. Drawing Down N<sub>2</sub>O to Protect Climate and the Ozone Layer. Kenya. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP).

