

**绿色 GDP（GGDP/EDP）核算技术指南
（试用）**

**The Technical Guideline on Green Gross Domestic
Product（GGDP） or Environmentally-adjusted
Domestic Products（EDP）（Trial）**

生态环境部环境规划院

Chinese Academy of Environmental Planning

2020 年 12 月

前言

为全面贯彻落实习近平生态文明思想和“绿水青山就是金山银山”理念，指导和规范绿色 GDP（GGDP）或经环境调整的国内生产总值（Environmentally-adjusted Domestic Product, EDP）核算工作，定量反映经济发展过程中的资源消耗和环境代价，补充和扩展现有国民经济核算体系，保证环境经济核算过程中核算方法的科学性、规范性和可操作性，制定本技术指南。

本指南规定了绿色 GDP 核算过程中的指标体系、核算方法、数据来源等内容。本指南供有关单位开展绿色 GDP（GGDP/EDP）和经济生态生产总值（GEEP）核算研究时参考使用。

本指南起草单位为生态环境部环境规划院。主要起草人：王金南、於方、彭菲、马国霞、周颖、杨威杉、张衍燊、白阳、周夏飞、赵丹、周游、曹东、赵越。

本指南由生态环境部环境规划院生态环境与经济核算中心解释和修订。

目 录

1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 国内生产总值	1
3.2 绿色 GDP	1
3.3 环境退化成本	2
3.4 生态破坏成本	2
3.5 突发生态环境事件损失	2
3.6 实物量核算	2
3.7 价值量核算	2
3.8 疾病成本法	2
3.9 修正的人力资本法	3
4 核算原则	3
5 核算框架体系	4
5.1 GGDP 核算框架	4
5.2 核算指标	5
5.3 核算程序	7
6 大气环境退化成本核算	10
6.1 大气污染造成的健康经济损失	10
6.2 大气污染造成的农业经济损失	16
6.3 大气污染造成的材料经济损失	19

6.4 大气污染造成的清洁劳务成本	24
7 水环境退化成本核算	30
7.1 水污染导致的人体健康损失	30
7.2 污染型缺水损失	32
7.3 水污染造成的农业经济损失	33
7.4 水污染造成的工业用水额外治理成本	34
7.5 水污染造成的城市生活经济损失	34
8 土壤环境退化成本核算	35
8.1 核算思路	35
8.1 建设用地污染修复成本	35
8.2 农业污染地块修复成本	36
8.3 矿山修复成本	36
8.4 固体废物占地损失	36
9 生态破坏损失核算	37
10 不确定性分析	38
10.1 剂量反应关系的不确定性	38
10.2 健康阈值的不确定性	39
10.3 经济损失评估的不确定性	39
10.4 数据源的不确定性	40
11 附则	41
附录 A GGDP 核算数据来源表	43
附录 B GBD 给出的不同疾病终端的相对危险度 RR 和置信区间	44

附录 C 参考性出版物.....	55
------------------	----

1 适用范围

本指南适用于省、市、县等行政区域开展绿色 GDP 核算工作。

2 规范性引用文件

本指南内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本指南。

联合国统计署《环境经济核算体系 SEEA》（2012）

生态环境部环境规划院《中国环境经济核算技术指南》

生态环境部《陆地生态系统生产总值(GEP)核算技术指南》(2020)

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本指南。

3.1 国内生产总值（Gross Domestic Product, GDP）

指一个国家（或地区）所有常住单位在一定时期内按市场价格计算的生产活动的最终成果。国内生产总值有三种表现形态，即价值形态、收入形态和产品形态。从价值形态看，它是所有常住单位在一定时期内生产的全部货物和服务价值超过同期投入的全部非固定资产货物和服务价值的差额，即增加值之和；从收入形态看，它是所有常住单位在一定时期内创造并分配给常住单位的初次分配收入之和；从产品形态看，它是最终使用的货物和服务减去进口货物和服务。

3.2 绿色 GDP（Green Gross Domestic Product, GGDP）

绿色 GDP 是指经环境核算调整后的国民经济核算结果，也称“绿色国民经济总值”，是在传统国民经济生产总值（GDP）的基础上，

把人类不合理利用自然资源与生态环境产生的资源消耗成本、环境退化成本和生态破坏成本进行扣减后的核算结果。

3.3 环境退化成本 (Environmental Degradation Cost, EnDC)

指在当前治理水平下，生产和消费过程中排放到环境中的污染物对环境功能、人体健康、作物产量等造成的损害，并以货币化表现的成本。

3.4 生态破坏成本 (Ecological Deterioration Cost, EcDC)

指由于人类不合理利用导致森林、草地、湿地、农田等生态系统的生态服务功能损失，并以货币化表现的成本。

3.5 突发生态环境事件损失 (Environmental Accident Cost, EaC)

指由于发生突发生态环境事件而产生的各项损失。

3.6 实物量核算 (Physical Accounting)

运用实物单位建立不同层次的实物量账户，描述与经济活动对应的各类污染物的产生量、去除量、排放量。从污染物种类来看，主要分为大气污染物、水污染物和固体废物。从污染物产生部门来看，主要包括工业、农业和居民生活。

3.7 价值量核算 (Monetary Accounting)

在实物量核算的基础上，利用环境经济学和生态环境学方法，对环境退化成本、生态破坏成本进行货币化评价。

3.8 疾病成本法 (Cost of Illness Approach)

指患者患病期间所有的与患病有关的直接费用和间接费用，包括住院的直接诊疗费和药费，未就诊患者的自我诊疗和药费，患者休工

引起的收入损失以及交通和陪护费用等间接费用。

3.9 修正的人力资本法（Adjusted Human Capital Cost Method）

在经济学中，人力资本指体现在劳动者身上的资本，主要包括劳动者的文化知识、技术水平以及健康状况。环境经济学在应用人力资本法时，主要注重污染导致环境生命支持能力的降低和对生命健康造成的损害，表现为生病或过早死亡造成的收入损失。修正的人力资本法用人均 GDP 作为一个统计生命年对 GDP 贡献的价值。

4 核算原则

一致性原则。环境经济核算是对国民经济生产总值 GDP 的修正，其核算原则与 GDP 保持一致，核算时间为一年，核算对象为最终产品。

科学性原则。根据 SEEA 核算体系，以及国内环境经济核算相关研究经验，科学构建核算指标框架，在开展大量核算参数本地化的工作基础上，制定具体指标的核算方法，保证核算结果的科学性。

可操作性原则。指南从核算框架、核算方法、参数选择等方面充分考虑了环境经济核算的可操作性，可应用于全国、地市、区县等不同区域层面的核算。

数据可得性原则。环境经济核算涉及多个指标，不同指标有多种核算方法，在遵循科学性原则的基础上，根据数据的可得性，进行具体的指标选择和方法确定。

5 核算框架体系

5.1 GGDP 核算框架

参照联合国发布的环境经济核算体系 SEEA，本指南定义绿色 GDP 核算是在国民经济核算（GDP）的基础上，扣除人类在经济生产活动中产生的环境退化成本、生态破坏成本和突发生态环境事件损失后剩余的生产总值。

$$GGDP = GDP - EnDC - EcDC - EaC \quad (1)$$

式中， GDP 为国内生产总值， $EnDC$ 为环境退化成本， $EcDC$ 为生态破坏成本， EaC 为突发生态环境事件损失，突发生态环境事件损失主要来自各地生态环境部门的统计数据。

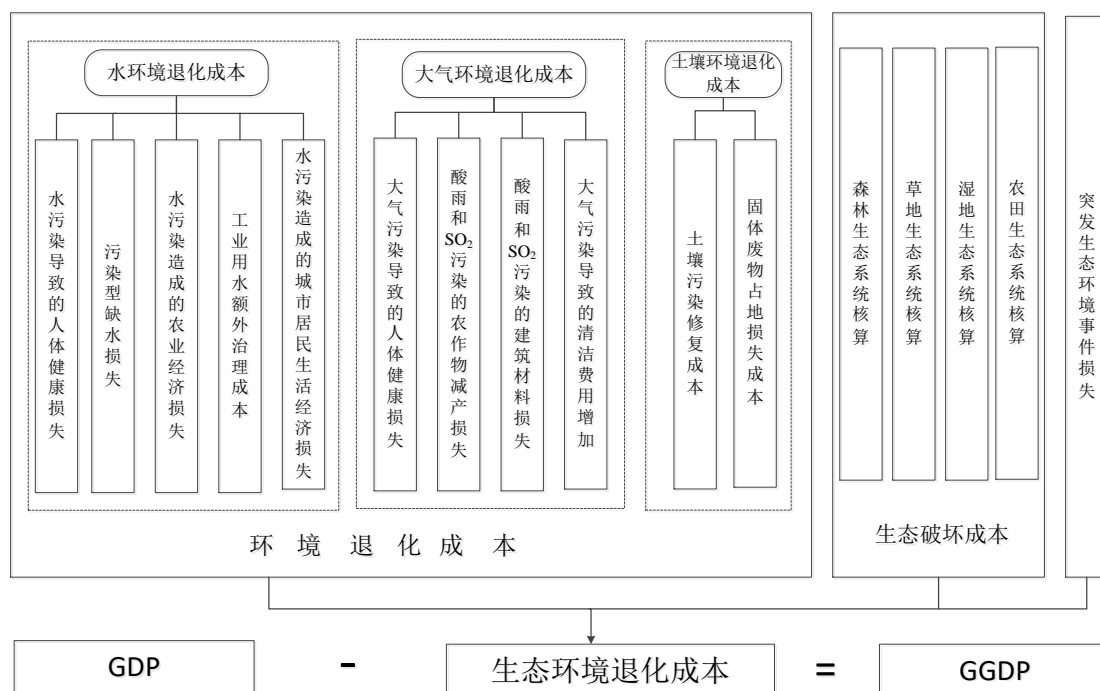


图 1 绿色 GDP 核算框架图

5.2 核算指标

5.2.1 环境退化成本

环境退化成本主要包括大气污染导致的环境退化成本、水污染导致的环境退化成本和土壤污染导致的环境退化成本(公式 2), 其中, 大气污染导致的环境退化成本主要包括大气污染导致的人体健康损失、种植业产值损失、室外建筑材料腐蚀损失、生活清洁费用增加成本等四部分; 水污染导致的环境退化成本主要包括水污染导致的人体健康损失、水污染导致的污染型缺水损失、污水灌溉导致的农业损失、水污染造成的工业用水额外治理成本、水污染引起的家庭洁净水成本等指标(表 1); 土壤污染导致的环境退化成本包括土壤污染修复成本和固体废物占地损失成本两部分, 其中土壤污染修复成本主要包括农用地土壤修复成本、建设用地污染地块修复成本和矿山修复成本。

$$EnDC = EnDC_a + EnDC_w + EnDC_s \quad (2)$$

式中, $EnDC$ 为环境退化成本, $EnDC_a$ 为大气污染环境退化成本, $EnDC_w$ 为水污染环境退化成本, $EnDC_s$ 为土壤污染环境退化成本。

表 1 环境退化成本核算方法和指标说明

环境污染	危害终端	实物量核算方法	价值量核算方法	指标说明
大气污染	人体健康损失	剂量反应模型	人力资本法 疾病成本法	PM _{2.5} 和臭氧浓度超过健康阈值后，对人体健康产生的过早死亡损失、住院和误工损失、慢性支气管炎导致的失能等损失。
	种植业产量损失	剂量反应模型	市场价值法	酸雨和 SO ₂ 污染导致农作物产量下降的损失。
	室外建筑材料腐蚀损失	剂量反应模型	市场价值法 防护费用法	酸雨和 SO ₂ 污染加剧户外各种建筑材料的腐蚀而产生的经济损失。
	生活清洁费用增加成本	统计调查法	防护费用法	由于大气污染导致洗车、洗衣和清洁成本增加的损失。
水污染	人体健康损失	剂量反应模型	人力资本法 疾病成本法	由于饮用不安全饮用水而产生的过早死亡、住院和误工损失。
	污染型缺水损失	统计调查法	影子价格法	由于污染导致的水资源短缺损失成本。
	污灌造成的农业损失	统计调查法	替代成本法	污水灌溉导致的农业减产和降质损失。
	工业用水额外处理成本	统计调查法	防护费用法	由于供水水质超标，需要额外安装预处理设施或添加特殊药剂额外等措施增加的治理成本。
	水污染引起的家庭洁净水成本	统计调查法	市场价值法	城市居民因担心水污染而增加的家庭纯净水和自来水净化装置的防护成本。
土壤污染	农用地土壤污染修复成本	统计调查法	恢复成本法	为修复农用地土壤污染而花费的修复治理成本。
	建设用地污染地块修复成本	统计调查法	恢复成本法	为修复建设用地污染地块而花费的土壤修复治理成本。
	矿山修复成本	统计调查法	恢复成本法	为修复矿山污染土壤而花费的土壤修复治理成本。
	固体废物占地损失	统计调查法	机会成本法	固体废物占用土地产生的土地占用机会成本。

5.2.2 生态破坏成本

生态破坏成本主要对森林、草地、湿地、农田、海洋等生态系统因人类不合理利用导致的生态调节服务损失量进行核算。其中，海洋生态系统可根据区域特征和数据可得性，选择性进行核算。

$$EcDC = EcDC_f + EcDC_g + EcDC_w + EcDC_a \quad (3)$$

式中， $EcDC_f$ 是森林生态系统破坏损失， $EcDC_g$ 是草地生态系统破坏损失， $EcDC_w$ 是湿地生态系统破坏损失， $EcDC_a$ 是农田生态系统破坏损失。

表 2 生态破坏主要核算指标及说明

生态系统	生态系统调节服务价值量	破坏率
森林生态系统	固碳释氧、水流动调节、土壤保持、防风固沙、大气净化和气候调节服务价值量	森林超采伐率
草地生态系统	固碳释氧、水流动调节、土壤保持、防风固沙、大气净化、水质净化和气候调节服务价值量	草原人为破坏率
湿地生态系统	固碳释氧、水流动调节、土壤保持、防风固沙、大气净化和气候调节服务价值量	湿地重度威胁比例
农田生态系统	固碳释氧、水流动调节、土壤保持、防风固沙、大气净化和气候调节服务价值量	耕地占有比例

注：生态系统调节服务价值量核算方法参考《陆地生态生态系统生产总值核算技术指南》，森林、草地、湿地破坏率指标来源于林草部门，耕地占有率指标来源于农业部门。

5.3 核算程序

环境经济核算的主要工作程序包括：根据区域特征，构建环境退化、生态破坏核算指标体系，确定核算模型方法与技术参数，进行GGDP核算（图2）。

(1) 区域特征分析：对核算区域的经济水平、生态系统类

型、主要环境问题等特征进行分析，明确核算的重点。

(2) 指标体系构建：根据核算区的生态环境特征，明确环境退化成本、生态破坏成本核算的具体指标，见表 1。

(3) 核算数据收集：收集开展环境经济核算所需的相关文献资料以及监测、统计、调查、遥感等数据和信息，进行数据预处理。

(4) 实物量核算：根据环境经济核算指标类型以及数据可得性，选择科学合理的实物量核算方法与技术参数，实物量核算主要利用剂量反应法、统计调查法、实地监测法等方法。

(5) 价值量核算：生态环境成本核算方法包括市场价值法、避免损害成本法、机会成本法、疾病成本法、影子价格法等方法；无法获得核算年份价格数据时，可利用已有年份数据，按照价格指数进行折算。

(6) **GGDP** 核算：根据确定的实物量和价值量核算方法和收集的相关数据，开展核算区域的环境退化成本、生态破坏成本和突发生态环境事件损失计算，得到区域 **GGDP**。

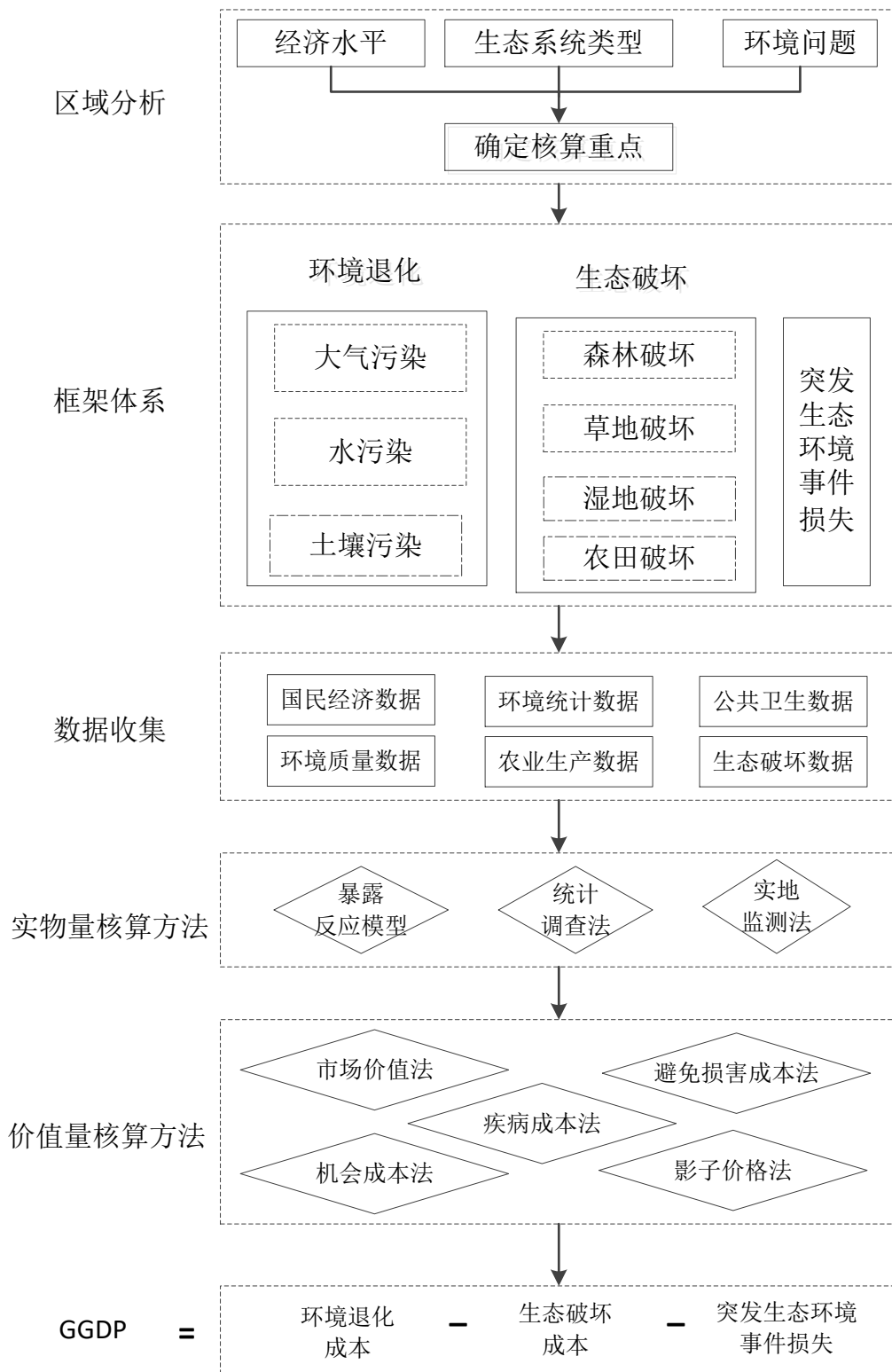


图 2 GGDP 总值核算工作程序

6 大气环境退化成本核算

6.1 大气污染造成的健康经济损失

大气污染造成的人体健康损失包括颗粒物导致的人体健康损失和臭氧导致的人体健康损失。

6.1.1 颗粒物导致的人体健康损失

6.1.1.1 健康终端和健康阈值

世界银行研究报告选择非意外全死因死亡作为颗粒物导致的人体健康终端,全球疾病负担(GBD)研究报告选择急性下呼吸道感染、慢性阻塞性肺病、缺血性心脏病、肺癌、脑卒死五种疾病作为颗粒物导致的人体健康终端。本指南以 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 作为 $\text{PM}_{2.5}$ 健康阈值,从两类健康终端分别进行剂量反应关系的构建,两类健康终端不能重复计算。具体包括:1)不同疾病终端死亡率(%),2)呼吸系统和脑血管疾病病人的住院率及误工率(%),3)慢性支气管炎的发病率(%)。

6.1.1.2 长期暴露的剂量反应关系

环境污染物的浓度与暴露人口的不良健康效应发生率之间存在一定的关系,可以用统计学的方法进行定量评价,本指南给出两种 $\text{PM}_{2.5}$ 相对危险度计算方法。

(1) 世行推荐的暴露反应模型

$$RR = [(C + 1)/(C_0 + 1)]^\beta \quad (4)$$

式中, RR 为 $\text{PM}_{2.5}$ 与非意外全死因死亡率之间的相对危险度, C

为 $PM_{2.5}$ 的年均浓度, $\mu g/m^3$, C_0 为 $PM_{2.5}$ 的健康阈值, $10\mu g/m^3$, β 为 $PM_{2.5}$ 与非意外全死因死亡之间的剂量反应系数, 建议取值 0.075723。

(2) GBD 推荐的暴露反应模型

《GBD 2015》利用美国癌症协会的低浓度剂量反应关系和室内固体烹饪燃料、二手烟和主动吸烟的健康危害的高浓度剂量反应关系, 构建了 $PM_{2.5}$ 不同浓度下, 与其相关的五种疾病终端过早死亡的综合暴露反应关系, 具体系数表见附录 B。

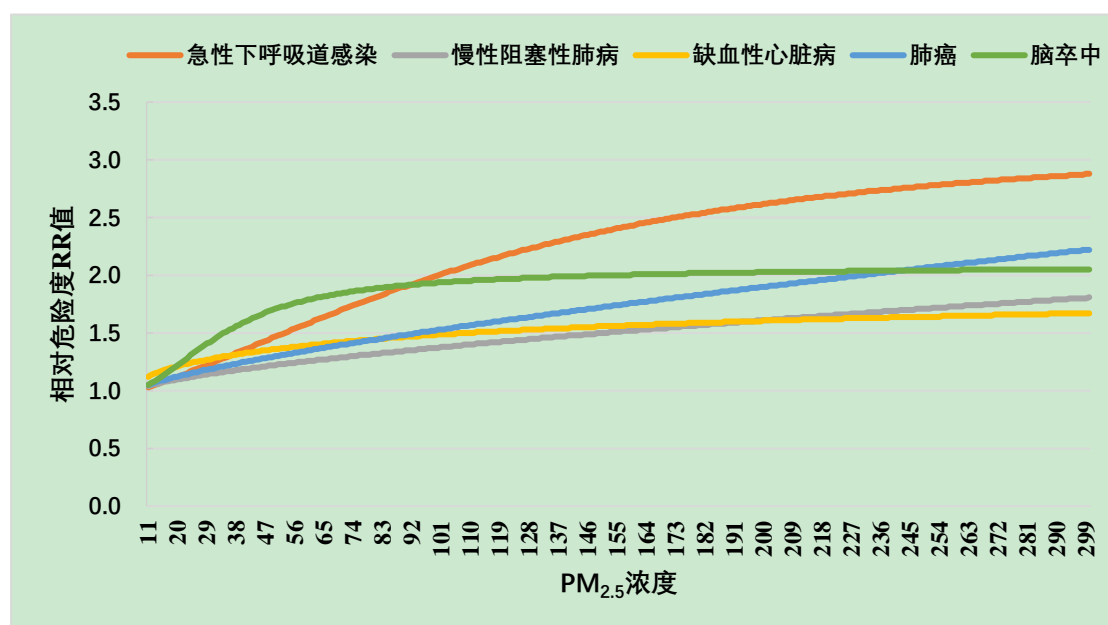


图 3 GBD 给出的 $PM_{2.5}$ 不同浓度下不同疾病终端的相对危险度 RR

6.1.1.3 短期暴露的剂量反应关系

颗粒物导致的呼吸系统和心血管疾病的住院与发病之间的损失关系, 采用呼吸系统和心血管疾病的短期暴露剂量反应关系, 见表 3。

表 3 PM_{2.5} 与相关疾病发病的暴露反应关系

健康终端	疾病	β	标准差
住院	呼吸系统疾病 RD	0.2	0.02
	心血管疾病 CVD	0.12	0.02
发病	慢性支气管炎 CBD	0.8	0.04

注： β 为单位污染物浓度（10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）变化引起健康危害变化的百分数，%。

6.1.2.4 颗粒物导致的人体健康经济损失

(1) 健康经济损失评估方法

颗粒物危害的实物量 and 经济损失由 3 部分组成：1) 大气污染造成的过早死亡人数和死亡损失（ EC_{a1} ），经济损失利用人力资本法评价，2) 大气污染造成的呼吸系统和心血管疾病病人的住院增加人次和误工天数及其经济损失（ EC_{a2} ），经济损失利用疾病成本法评价，3) 大气污染造成的慢性支气管炎的新发病人人数及其经济损失（ EC_{a3} ），经济损失利用患病失能法（DALY）评价。

a. 大气污染造成的过早死亡经济损失（ EC_{a1} ）

$$EC_{a1} = P_{ed} \times GDP_{pc0} \times \sum_{i=1}^t \frac{(1+\alpha)^i}{(1+r)^i} \quad (5)$$

$$P_{ed} = [(RR - 1)/RR] \times f_p \times P_e \quad (6)$$

式中， P_{ed} 为现状大气污染水平下造成的全死因过早死亡人数，万人； t 为大气污染引起的全死因早死的平均损失寿命年数； GDP_{pc0} 为基准年的人均 GDP； α 为人均 GDP 增长率； r 为社会贴现率； f_p 为现状大气污染水平下全死因死亡率，1/10 万； P_e 为暴露人口； RR 为大

气污染引起的全死因死亡相对危险归因比。

b. 大气污染造成的相关疾病住院经济损失 (EC_{a2})

$$EC_{a2} = P_{eh} \times (C_h + WD \times C_{wd}) \quad (7)$$

$$P_{eh} = \sum_{i=1}^n f_{pi} \frac{\Delta c_i \cdot \beta_i / 100}{1 + \Delta c_i \cdot \beta_i / 100} \quad (8)$$

式中, P_{eh} 为大气污染造成的相关疾病住院人数; n 为大气污染相关疾病, 呼吸系统疾病和心血管疾病; f_{pi} 为现状大气污染水平下的住院人次; β_i 为回归系数, 即单位污染物浓度变化引起健康危害 i 变化的百分数, %; Δc_i 为实际污染物浓度与健康危害污染物浓度阈值之差; C_h 为疾病住院成本, 包括直接住院成本和交通、营养等间接住院成本; WD 为疾病误工天数; C_{wd} 为疾病误工成本, 当疾病误工成本无法获得时, 可以人均 GDP 作为疾病误工成本。

c. 大气污染造成的慢性支气管炎发病失能经济损失 (EC_{a3})

$$EC_{a1} = \gamma \cdot P_{eb} \cdot HC_{mu} = \gamma \cdot P_{eb} \cdot GDP_{pc0} \times \sum_{i=1}^t \frac{(1+\alpha)^i}{(1+r)^i} \quad (9)$$

$$P_{eb} = (p_e \times r_{COPD}) / t \times \frac{\Delta c_i \cdot \beta_i / 100}{1 + \Delta c_i \cdot \beta_i / 100} \quad (10)$$

式中, P_{eb} 为大气污染造成的慢性支气管炎新发病人数; P_e 为暴露人口; r_{COPD} 为慢性阻塞性肺疾病患病率; t 为大气污染引起的慢性支气管炎早死的平均损失寿命年数, 23 年; β_i 为回归系数, 即单位污染物浓度变化引起健康危害 i 变化的百分数; 推荐采用 0.48%; γ 为慢性支气管炎失能损失系数, 0.4; GDP_{pc0} 为基准年的人均 GDP。

(2) 关键参数确定

a. 污染引起早死平均损失寿命年数 (t) 的确定

损失寿命年是指一个人的死亡年龄与社会期望寿命的差。本指南以第六次全国人口普查中人口数据结合寿命表, 根据《中国卫生健康统计年鉴》中各年龄不同疾病类型的死亡率, 得到我国呼吸系统疾病、心脑血管疾病死亡的总平均损失寿命年为 18 年。

b. 人均GDP增长率 α 的确定

人均 GDP 的增长率 α , 根据具体地区 GDP 增长率和人口增长率进行推算。

$$\alpha = \frac{IR_{GDP} - IR_{\alpha}}{1 + IR_{\alpha}} \quad (11)$$

式中, IR_{GDP} 为 GDP 增长率; IR_{α} 为人口增长率。

c. 贴现率 r 的确定

社会贴现率是指费用效益分析中用来作为基准的资金收益率, 是从动态和国民经济全局的角度评价经济费用的一个重要参数。由国家根据当前投资收益水平、资金机会成本、资金供求状况等因素, 统一制定和发布。本指南推荐采用《建设项目经济评价参数研究》中的推荐值, 建议社会贴现率取 8%。

6.1.2 臭氧导致的人体健康损失

6.1.2.1 健康终端和健康阈值

全球疾病负担研究认为，臭氧短期暴露与人群呼吸系统疾病发病密切相关，尤其是慢性阻塞性肺病，本指南选择慢性阻塞性肺病作为臭氧的健康终端。WHO 给出臭氧的空气质量准则值为 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，本指南选择 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，作为臭氧的健康阈值。

6.1.2.2 长期暴露的剂量反应关系

依据《GBD 2015》构建的臭氧与慢性阻塞性肺病的对数线性剂量-反应关系，臭氧浓度每增加 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其慢性阻塞性肺病的过早死亡率增加 0.524%。

表 4 臭氧与相关疾病发病的暴露反应关系

健康终端	疾病	β 值 (%)	95%置信区间
死亡	慢性阻塞性肺病	0.524	0.515~0.535

注：该结果是使用单一污染物模型进行估算， β 值为单位污染物浓度 ($10\mu\text{g}/\text{m}^3$) 变化引起健康危害变化的百分数，%。

6.1.2.3 臭氧导致的人体健康经济损失

$$EC_{O_3} = P_{O_3} \times GDP_{PCO} \times \sum_{i=1}^t \frac{(1+a)^i}{(1+r)^i} \quad (12)$$

$$P_{O_3} = P_e \times r_{COPD} \times \frac{\Delta C \cdot \beta / 100}{1 + \Delta C \cdot \beta / 100} \quad (13)$$

式中， P_{O_3} 为臭氧污染导致的慢性阻塞性肺病的过早死亡人数，万人； r_{COPD} 为慢性阻塞性肺疾病患病率； β 为臭氧浓度变化引起健康危

害 i 变化的百分数； Δc_i 为实际污染物浓度与健康危害污染物浓度阈值之差； P_e 为暴露人口； t 为大气污染引起的慢性阻塞性肺病早死的平均损失寿命年数； GDP_{pc0} 为基准年的人均 GDP； a 为人均 GDP 增长率； r 为社会贴现率。

6.2 大气污染造成的农业经济损失

6.2.1 基本思路与危害终端

环境质量是农作物生产的重要生产要素，环境质量的恶化会导致农作物产量的减少，农作物产量减少的经济价值可以用市场价值法来计量，以此作为环境质量恶化造成的农作物经济损失。酸雨、 SO_2 和 O_3 污染对农作物的终端危害主要是：相对于清洁对照区，污染区各种农作物产量的减产百分数。

6.2.2 影响农业生产的空气污染因子

(1) 空气污染因子

酸雨以及空气中的污染物，如 SO_2 、 O_3 、VOCs 和 NO_2 ，都会对农作物的生长产生影响，针对 VOCs 和 NO_2 与农作物减产之间的剂量—反应关系开展的研究较少。本指南将酸雨、 SO_2 和 O_3 作为空气污染和农作物减产研究的标志污染物。酸雨、 SO_2 和 O_3 对农作物的伤害分为急性和慢性伤害两种。在酸雨、 SO_2 或 O_3 与农作物接触后，叶片在短时间内出现的可见伤害，称为急性伤害，这种伤害一般在污染物浓度较高的情况下出现。当农作物长期与低浓度的酸雨、 SO_2 或

O₃接触时，出现叶绿素或色素变化，破坏细胞的正常活动，导致细胞死亡，以可见伤害症状或叶片过早脱落等形式表现，称为慢性伤害。

(2) 污染因子的阈值

酸雨、SO₂和O₃对农作物的减产阈值剂量一般定义为在农作物减产5%时的污染物剂量。酸雨剂量以H⁺、SO₄²⁻和NO₃⁻离子浓度表征，计算减产阈值和降雨强度，得出我国南方硫酸型酸雨引起受试的几种农作物减产5%的阈值为pH3.6，酸雨与0.1ppmSO₂复合污染农作物减产5%的阈值为pH4.6，酸雨与SO₂复合污染对农作物减产的影响是一种协同效应。O₃对农作物的临界阈值根据农作物不同，略有不同，根据文献^[17]对臭氧导致的水稻和冬小麦减产影响进行分析，选择AOT40对水稻和冬小麦的O₃临界水平值（即农作物减产5%时的AOT40值）进行研究，水稻的O₃临界水平值为4.95-9.506 uL/(L·h)，冬小麦的O₃临界水平值为2.28-3.858 uL/(L·h)。其中，AOT40指农作物生长期O₃累计暴露量>40 nL/L（85 μg/m³）的小时平均Φ(O₃)与40 nL/L差值的累积值。

6.2.3 剂量反应关系

(1) SO₂ 剂量反应关系

通过盆栽实验结果，可以转化出不同SO₂浓度和pH值的减产率，得到SO₂浓度和pH值对农作物减产的剂量反应关系见表5。根据剂量反应关系对农作物受污染情况进行划分：当[SO₂]≧0.04mg/m³且[pH]≧5.0时，农作物处于酸雨和SO₂复合污染之下；当[SO₂]≧

0.04mg/m³ 且 [pH]>5.0 时, 属于 SO₂ 单一污染; 当 [SO₂]<0.04mg/m³ 且 [pH] ≤ 5.0 时, 农作物损失来源于酸雨单一污染。

表 5 SO₂ 和酸雨单独和复合污染对农作物产量影响剂量反应关系

农作物	减 产 百 分 数 (%)		
	SO ₂ 污染 (mg/m ³)	酸雨污染 (pH 值)	SO ₂ 和酸雨复合污染
水稻	10.96 X ₁		2.92+17.93 X ₁ -0.182 X ₂
小麦	26.91 X ₁	27.59-4.93 X ₂	24.61+30.17 X ₁ -4.3949 X ₂
大麦	35.83 X ₁	24.13-4.31 X ₂	24.90+45.08 X ₁ -4.4466 X ₂
棉花	25.16 X ₁	22.67-4.05 X ₂	29.06+28.31 X ₁ -5.1886 X ₂
大豆	28.78 X ₁	15.32-2.73 X ₂	26.32+31.91 X ₁ -4.7 X ₂
油菜	50.80 X ₁	47.39-8.46 X ₂	34.57+43.92 X ₁ -6.1724 X ₂
胡萝卜	53.96 X ₁	49.63-8.86 X ₂	29.16+41.71 X ₁ -5.2064 X ₂
番茄	37.40 X ₁	22.52-4.02 X ₂	16.64+36.52 X ₁ -2.9711 X ₂
菜豆	68.99 X ₁	79.90-14.27 X ₂	42.40+75.74 X ₁ -7.5712 X ₂
蔬菜	53.45 X ₁	48.1-9.05 X ₂	29.4+51.32 X ₁ -5.25 X ₂

注: (1) X₁ 为 SO₂ 浓度, X₂ 为酸雨的 pH 值; (2) 当 SO₂ 浓度或 pH 值超过阈值时, 分别使用上表中左、中列中的关系式; 当 SO₂ 浓度和 pH 值同时超过其阈值时, 使用右列中的关系式; (3) 蔬菜的剂量反应关系根据胡萝卜、番茄、菜豆三种蔬菜的剂量反应关系推导得出。

(2) O₃ 剂量反应关系

我国水稻和冬小麦的剂量反应关系:

$$\text{水稻: } a = 1.01 \times \text{AOT40} \quad (14)$$

$$\text{冬小麦: } a = 2.05 \times \text{AOT40} \quad (15)$$

$$\text{AOT40} = \sum_{d=1}^D \sum_{i=1}^t (C_{id} - 85) \quad (16)$$

式中, a 为农作物减产百分数 (%), C_{id} 为大于 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的 O₃ 每小时平均浓度, i 为农作物生长期每天 O₃ 浓度大于 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的小时数, d 为农作物生长期内的总天数。

6.2.4 计算模型与参数来源

$$C_{ac} = \sum_{i=1}^n a_i P_i S_i Q_{0i} / 100 \quad (17)$$

式中， C_{ac} 为大气污染引起农作物减产的经济损失； P_i 为农作物 i 的市场价格； S_i 为农作物 i 的种植面积； Q_{0i} 为对照清洁区农作物 i 的单位面积产量； a_i 为大气污染引起农作物 i 减产的百分数； n 为农作物种类， $n=6$ ，1 代表水稻，2 代表小麦，3 代表大豆，4 代表棉花，5 代表油菜，6 代表蔬菜。

6.3 大气污染造成的材料经济损失

6.3.1 污染因子、计算范围与危害终端

(1) 污染因子

暴露在户外大气中的各种材料受到自然和大气污染两类因素的影响。自然因素包括日光、风雨、气温等因素对材料的破坏，这部分损失值为背景值。大气污染因素如酸雨和 SO_2 等污染会进一步加剧材料的损坏，本指南主要核算 SO_2 和酸雨两种污染因素对材料造成的经济损失。

(2) 计算范围

暴露在户外的材料种类繁多，并且不断增加和变化。本指南只包括量大面广且已有剂量反应函数的建筑材料。由于北方地区是非酸雨区，气候干燥， SO_2 污染的材料损失较小，本指南建议重点计算南方酸雨区的材料损失。

(3) 危害终端

污染对建筑物和材料的损害包括褪色、保护涂层脱落、刻纹细节的损失和结构缺陷，从而影响材料的使用寿命，所以损失计算的终端危害为：污染条件下材料寿命的减少年数。

6.3.2 计算模型

当 $5.6 < \text{pH} < 7$ 时，雨水表现出非常弱的酸性，对生态环境没有危害，对材料有轻微影响；当 $5.0 < \text{pH} < 5.6$ 时，雨水表现出弱酸性，对生态环境没有危害，对材料有影响；当 $4.5 < \text{pH} < 5.0$ 时，雨水为酸性，对材料有破坏作用，对生态环境没有急性危害，但对生态脆弱地区有长期影响；当 $4.0 < \text{pH} < 4.5$ 时，雨水表现出强酸性，对生态环境有长期潜在危害，对材料有较严重的破坏作用；当 $\text{pH} < 4.0$ 时，雨水表现极强酸性，会对生态环境造成直接和间接伤害，严重破坏材料。根据国家 SO_2 标准和酸雨与材料破坏作用之间的研究，建议 SO_2 和酸雨的材料损害阈值分别取： $[\text{pH}]_0 = 5.6$ ，即 $[\text{H}^+]_0 = 10^{-5.6} \text{mol/L}$ ； $[\text{SO}_2]_0 = 0.015 \text{mg/m}^3$ 。

(1) 计算一次维修或更换的总费用

首先通过调查，获得材料统计清单，得到各种材料的总存量及其分布，维修频率或更换频率以及各种材料一次维修或更换的单价。单价乘以存量得到总费用。

$$EC_{m oi} = d_i \times S_i \quad (18)$$

式中, EC_{m0i} 为 i 种材料一次维修或更换的费用; d_i 为材料 i 一次维修或更换的单价; S_i 为材料 i 的存量。

(2) 计算材料的临界损伤阈值

$$CDL_i = Y_{pai} \cdot L_{pai} \quad (19)$$

式中, CDL_i 为 i 种材料的临界损伤阈值; Y_{pai} 为材料调查条件下的腐蚀速度, 根据剂量-反应关系计算; L_{pai} 为材料调查获得的材料经验寿命。

(3) 计算对照清洁区的材料寿命

$$L_{0i} = CDL_i / Y_{0i} \quad (20)$$

式中, L_{0i} 为对照清洁区 i 种材料的寿命; Y_{0i} 为对照清洁区 i 种材料的腐蚀速度。

(4) 计算污染条件下的材料寿命

$$L_{pi} = CDL_i / Y_{pi} \quad (21)$$

式中, L_{pi} 为污染条件下的 i 种材料的寿命; Y_{pi} 为污染条件下的 i 种材料的腐蚀速度。

(5) 计算酸雨和二氧化硫污染的材料损失

$$EC_{mpi} = (1/L_{pi} - 1/L_{0i}) \times EC_{m0i} \quad (22)$$

$$EC_m = \sum_i EC_{mpi} \quad (23)$$

式中, EC_{mpi} 为酸雨和 SO_2 造成第 i 种材料的经济损失; EC_m 为酸雨和 SO_2 造成所有材料的经济损失。

计算酸沉降对材料危害的关键在于酸沉降对材料损害的剂量-反应关系和材料存量及其维修或更换费用和周期的调查。

6.3.3 剂量反应关系

采用中国实地实验和调查的结果，见表 6。

表 6 建筑物暴露材料损失计算的剂量反应关系

序号	材料	腐蚀速度Y / $\mu\text{m}/\text{年}$
1	水泥	If $[\text{SO}_2] < 15\text{ug}/\text{m}^3$, 50years, else 40years
2	砖	If $[\text{SO}_2] < 15\text{ug}/\text{m}^3$, 70years, else 65 years
3	铝	$Y = 0.14 + 0.98[\text{SO}_2] + 0.04 \times 10^4 [\text{H}^+]$
4	油漆木材	$Y = 5.61 + 2.84[\text{SO}_2] + 0.74 \times 10^4 [\text{H}^+]$
5	大理石/花岗岩	$Y = 14.53 + 23.81[\text{SO}_2] + 3.80 \times 10^4 [\text{H}^+]$
6	陶瓷和马赛克	If $[\text{SO}_2] < 15\text{ug}/\text{m}^3$; 70 years, else 65years
7	水磨石/水泥	If $[\text{SO}_2] < 15\text{ug}/\text{m}^3$, 50years, else 40years
8	油漆灰	$Y = 5.61 + 2.84[\text{SO}_2] + 0.74 \times 10^4 [\text{H}^+]$
9	瓦	If $[\text{SO}_2] < 15\text{ug}/\text{m}^3$, 45years, else 40 years
10	镀锌钢	$Y = 0.43 + 4.47[\text{SO}_2] + 0.95 \times 10^4 [\text{H}^+]$
11	涂漆钢	$Y = 5.61 + 2.84[\text{SO}_2] + 0.74 \times 10^4 [\text{H}^+]$
12	涂漆钢防护网	$Y = 5.61 + 2.84[\text{SO}_2] + 0.74 \times 10^4 [\text{H}^+]$
13	镀锌防护网	$Y = 0.43 + 4.47[\text{SO}_2] + 0.95 \times 10^4 [\text{H}^+]$

6.3.4 暴露材料存量和其他系数

(1) 暴露材料存量系数

材料存量是计算酸雨和二氧化硫污染造成材料经济损失的基础信息，可以采用人均建筑物材料暴露量或单位面积建筑物材料暴露量。人均建筑物材料暴露量推荐使用表 7 中的数据，各地可以使用本地人均建筑物材料暴露量或单位面积建筑物材料暴露量的调查数据。

$$S_i = K_i \times P \quad (24)$$

式中， K_i 为材料*i*的人均占有量； P 为人口。

表 7 计算采用的人均占有建筑暴露材料存量 /m²/人

材料	东部地区	其它
1.水泥	14.0	35.4
2.砖	35.7	25.4
3.铝	19.4	6.2
4.油漆木材	2.4	1.1
5.大理石/花岗岩	17.6	0.9
6.陶瓷和马赛克	79.0	15.0
7.水磨石	43.4	29.3
8.涂料/油漆灰	34.9	39.7
9.瓦	4.6	6.3
10.镀锌钢	0.6	0.0
11.涂漆钢	12.9	0.5
12.涂漆钢防护网	26.7	26.7
13.镀锌防护网	17.8	17.8

注：上述数据根据《中国环境经济技术指南》中人均占有建筑暴露材料存量数据，利用《中国统计年鉴》中“建筑竣工面积”指标逐年更新得到的 2018 年参数数据。

(2) 材料损失估算的其他系数

根据相关研究调查的各种材料的使用寿命，通过相应的剂量反应关系计算得到不同材料的临界损伤阈值，并根据相关调查列出了材料维护或更换的价格，见表 8。

表 8 建筑物暴露材料损失计算的有关参数

材料	材料的临界损伤阈值(CDL)/ μm	价格 (元/ m^2)
水泥	—	62-70
砖	—	100-120
铝	10.0	220-260
油漆木材	13	60-68
大理石/花岗岩	160	550-650
陶瓷和马赛克	—	146-180
水磨石/水泥	—	80-120
涂料/油漆灰	13	35-45
瓦	—	65-80
镀锌钢	7.3	40-60
涂漆钢	13	40-60
涂漆钢防护网	13	40-60
镀锌防护网	7.3	40-60

注：上述花岗岩、水磨石、瓦、铝价格数据根据 2020 年工程造价网获得，其他材料价格数据根据上述材料 2004 年数据和 2020 年数据的比值，结合部分企业的材料报价调整确定。

6.4 大气污染造成的清洁劳务成本

6.4.1 污染因子与危害终端

6.4.1.1 污染因子及分类范围

大气污染的一个直接表象是空气变脏，导致与之直接或间接接触的建筑物、生产设备和人们衣物、身体等的脏污速度加快，进而导致所需清洁人力、物力和清洁频率的增加，造成大气污染引起的清洁和劳务费用增加。与清洁问题相关的大气污染物主要是粒径大于 10 微米的颗粒物，即常说的“尘”。在具体核算过程中，用降尘量来判断大气的清洁度。目前我国尚没有统一的降尘分级标准，本指南结合 GB

3095 和目前的环境状况，提出核算大气污染引起清洁费用增加的城市大气清洁度的级别，见表 9。

表 9 清洁对照城市、轻污染城市与重污染城市的划分

大气清洁度	PM ₁₀ 浓度年均值 (mg/m ³)	降尘量 (吨/平方公里·月)	区域性质定位
优	<0.04	0-6	清洁城市
良	0.04-0.07	6-12	较清洁
轻度污染	0.07-0.1	12-20	轻污染城市
重污染	>0.1	>20	重污染城市

注：上述数据来源于《中国环境经济技术指南》。

6.4.1.2 危害终端

大气中各种颗粒物浓度的升高对人们日常生活产生的影响主要表现为个人卫生、衣物清洗、居室卫生、洗车、道路清扫以及建筑物等额外增加的清洁费用，大气污染引起的生活清洁成本终端即为个人、家庭以及社会因污染引起的清洁费用支出和劳务支出的增加。污染物浓度与清洁劳务费之间的剂量—反应关系通过专项调查获得。

6.4.2 家庭清洁费用增加的核算

6.4.2.1 核算思路

家庭清洁费用主要包括居室清洁费用、个人清洁费用和衣物清洁费用，部分家庭还涉及到私家车的清洁费用。家庭清洁可选择自我服务和社会服务两种方式。前者涉及的主要费用支出是水费、电费、清洁剂等费用；后者涉及的主要费用支出则包括支付小时工或其他专业

清洁人员的费用以及在专业服务场所（如洗车场所）的消费支出。

6.4.2.2 核算方法

家庭清洁劳务费除了与城市的清洁程度有关外，还与城市经济发展水平有关。调查发现，平均每户清洁劳务费与城市人均 GDP 呈显著正相关，在推算全国各城市的平均家庭清洁费用时，将平均每户清洁劳务费用与人均 GDP 的比值乘以 100 定义为清洁费用系数 α ，见表 10。 α 值的选用说明如下：

1) α_0 : 是经济水平中等及以下城市中清洁对照区的基准清洁费用系数，根据调查数据， α_0 取值为 0.876。

2) α_1 - α_3 : 分别为经济水平中等及以下城市中较清洁、轻污染以及重污染城市的清洁费用系数。

3) α_4 : 对于城市人均 GDP 超过 103000 元以及人口超过 500 万的大城市，选取调查城市的均值 0.971。

表 10 不同城市地区的清洁费用系数

城市人均 GDP	α	大气质量状况	清洁费用系数
人均 GDP < 103000 元	α_0	清洁城市	0.876
	α_1	较清洁城市	1.275
	α_2	轻污染城市	1.543
	α_3	重污染城市	1.656
人均 GDP > 103000 元（或人口 > 500 万）	α_4		0.971

大气污染城市由于污染造成的家庭清洁劳务增加费用根据式 (25) 计算：

$$C_h = H \cdot GDP_{pc} \cdot (\alpha - \alpha_0) / 100 \quad (25)$$

式中， C_h 为家庭清洁劳务费用的增加； H 为城市总户数； GDP_{pc} 为城市人均 GDP； α 为清洁费用系数。

6.4.3 社会清洁费用和劳务成本

6.4.3.1 核算思路

大气污染会导致长年暴露于室外的各种基础设施和室外作业设备的脏污，包括道路、建筑、车辆等。本指南主要核算大气污染造成的车辆、建筑等公共设施清洁和劳务费用增加部分。车辆和建筑的清洁主要包括两部分：一部分是溶剂和清洁剂的材料费，一部分是清洁人员的劳动报酬，相关参数主要通过调查获得。

6.4.3.2 核算方法

(1) 公交车辆清洁费用增加的估算

$$C_b = \Delta C_b \cdot Q_b \quad (26)$$

式中， C_b 为污染城市公交车辆增加的总清洁费用； ΔC_b 为污染城市平均每台车增加的清洁和劳务费用； Q_b 为污染城市公交车辆标准运营车数。

公交车的清洁劳务费用主要与城市的经济发展水平和污染程度有关。按人均 GDP 将城市分为发达、较发达、欠发达和落后四类，分别确定基准清洁费用。根据城市的 PM_{10} 浓度确定城市的大气污染等级，并根据表 11 中的清洁费用增加系数，计算污染城市每辆车的

平均增加清洁和劳务费用 ΔC_p , $\Delta C_p = \text{公交车基准清洁费用} \times \text{公交车清洁费用增加系数}$ 。

表 11 公交车基准清洁费用与清洁费用增加系数

城市经济水平 分级	基准清洁费用		清洁费用增加系数		
	城市人均 GDP/元	基准清洁费 用/元/台年	城市污染水 平分级	PM ₁₀ 浓度 年均值 (mg/m ³)	清洁费用 增加系数
发达	>92000	5100	清洁城市	<0.04	0.00
较发达	56000-92000	4160	较清洁	0.04-0.1	0.10
欠发达	48000-56000	3200	轻污染城市	0.1-0.15	0.25
落后	<48000	2240	重污染城市	>0.15	0.45

(2) 出租车辆清洁费用增加的估算

$$C_t = \Delta C_t \cdot Q_t \quad (27)$$

$$\Delta C_t = C_0 \cdot \alpha \cdot n \quad (28)$$

式中, C_t 为污染城市出租车辆增加的总清洁费用; ΔC_t 为污染城市平均每辆出租车增加的清洁和劳务费用; C_0 为出租车基准清洁费用; α 为出租车清洁费用增加系数; n 为出租车清洗次数; Q_t 为污染城市出租车辆标准运营车数, 数据来自住建部门。

污染城市每辆出租车平均增加的清洁和劳务费用可通过调查获得。根据调查, 出租车辆的清洁劳务费用主要与城市的经济发展水平和污染程度有关, 不同经济水平城市的出租车基准清洁劳务费用以及不同城市规模的出租车清洗次数见表 12。其中, 基准清洁费用按司机自己洗、请人或洗车店清洗的比例以及自己和请人洗的洗车费用加权获得, 不同污染程度城市的出租车清洁费用增加系数与公交车清洁费

用增加系数保持一致。

表 12 出租车基准清洁费用与清洁费用增加系数

出租车基准清洁费用			清洁费用增加系数			清洗次数	
城市经济水平 分级	城市人均 GDP/元	基准清 洁费用/ 元/辆次	城市污 染水平 分级	PM ₁₀ 浓 度年均值 /mg/m ³	清洁费 用增加 系数	城市 人口/ 万人	清 洗 次 数
发达	>92000	16.6	清洁城 市	<0.04	0.00	>260	120
较发达	56000- 92000	15.7	较清洁	0.04-0.1	0.10		
欠发达	48000- 56000	14.7	轻污染 城市	0.1-0.15	0.25	<260	90
落后	<48000	13.8	重污染 城市	>0.15	0.45		

(3) 道路清扫费用增加的估算

$$C_s = \Delta C_s \cdot L_s \quad (29)$$

式中， C_s 为污染城市道路增加的总清洁费用； ΔC_s 为污染城市单位道路面积平均增加的清洁和劳务费用； L_s 为城市道路总面积。

城市道路总面积来源于中国城市建设统计年鉴，污染城市单位道路面积平均增加的清洁和劳务费用通过调查获得。根据调查，城市道路的清洁劳务费用主要与城市的经济发展水平和污染程度有关。表 13 是根据调查，整理的不同经济水平城市的道路基准清洁费用，不同大气污染水平城市的道路清洁费用增加系数与公交车清洁费用增加系数保持一致。

表 13 城市道路基准清洁费用与清洁费用增加系数

城市经济水平 分级	基准清洁费用		清洁费用增加系数		
	城市人均 GDP/元	基准清洁 费用/元 /m ²	城市污染水 平分级	PM ₁₀ 浓度年 均值 (mg/m ³)	清洁费用 增加系数
发达	>92000	9.0	清洁城市	<0.04	0.00
较发达	56000-92000	7.4	较清洁	0.04-0.1	0.10
欠发达	48000-56000	5.8	轻污染城市	0.1-0.15	0.25
落后	<48000	4.2	重污染城市	>0.15	0.45

(4) 建筑清洁费用增加的估算

$$C_c = \sum_{i=1}^n \Delta C_{ci} \cdot S_i \quad (30)$$

式中， C_c 为污染城市建筑物暴露面积增加的总清洁费用； ΔC_{ci} 为污染城市 i 种材料的单位建筑物暴露面积平均增加的清洁费用； S_i 为 i 种建筑材料的暴露面积； n 为建筑材料种类，共包括玻璃、水泥、砖、铝、塑钢、油漆木材、大理石/花岗岩、陶瓷和马赛克、水磨石以及涂料/油漆灰等 10 种建筑材料。

7 水环境退化成本核算

7.1 水污染导致的人体健康损失

水污染导致的人体健康损失以非自来水取水方式作为水污染评价因子，危害终端包括：一是生物性污染物引起的健康损害：肝炎、痢疾、伤寒和霍乱等四类介水性传染病；二是化学性污染物引起的健康损害：循环系统和消化系统癌症，主要包括胃癌、肝癌、食管癌、

结肠癌、膀胱癌等恶性肿瘤疾病总计。本指南主要核算由于饮用水污染造成的介水性污染病和恶性肿瘤带来的经济损失。

7.1.1 饮用水污染带来的介水性传染病发病造成的经济损失

以接受改水所带来的发病人数减少所产生的效益作为饮用水污染带来的介水性传染病造成的损失 (EC_{w1})。

$$EC_{w1} = \sum_{i=1}^{31} P_r \times W_r \times B_r \quad (31)$$

P_r 为各省农村人口， W_r 为各省农村自来水普及率， B_r 为人均收益。

7.1.2 饮用水污染带来的恶性肿瘤死亡造成的经济损失

$$P_{ed} = (f_p - f_t) \times P_e \quad (32)$$

$$f_p = f_p \times OR \quad (33)$$

$$P_{ed} = \left(\frac{OR-1}{OR}\right) \times f_p \times P_e \quad (34)$$

$$EC_{w2} = P_{ed} \times HC_{mr} = P_{ed} \times \sum_{i=1}^t GDP_{pci}^{pv} \quad (35)$$

式中， EC_{w2} 为饮用水污染带来的恶性肿瘤死亡造成的经济损失； P_{ed} 为现状水污染条件下造成的恶性肿瘤过早死亡人数； f_p 为水污染条件下恶性肿瘤的现状死亡率； f_t 为清洁条件下恶性肿瘤的死亡率； P_e 为水污染暴露人口； OR 为饮用水污染引起的恶性肿瘤相对危险比值比； t 为水污染引起的恶性肿瘤早死的平均损失寿命年数，根据分年龄组的恶性肿瘤死亡率，恶性肿瘤早死的平均损失寿命年数为 21 年；

HC_{mr} 为农村人口的人均人力资本； GDP_{pci}^{pv} 为第 i 年的农村人均 GDP。

7.2 污染型缺水损失

当地方水质监测断面水质均在 IV 类水质以上（含 IV 类水质），认为水环境质量较好，则不存在污染型缺水；若水质监测断面存在劣 IV 类水质时，并存在缺水情况，则认为存在污染型缺水。

7.2.1 缺水量的确定

一个地区的缺水量为需水量与实际供水量之间的差值。

$$Q_L = Q_R - Q_A \quad (36)$$

式中， Q_L 为缺水量，万 m^3 ； Q_R 为需水量，由水利部门提供或通过模型计算获得； Q_A 为实际供水量，由水利部门提供，这里的供水量不包括超采的地下水供水量。若水利部门无法提供需水量数据，本指南推荐中国环境科学出版社出版的《经济与环境：中国 2020》中介绍的预测方法计算需水量。

7.2.2 污染型缺水量的确定

确定缺水量后，根据可供水资源量和缺水量指标，确定污染型缺水量。首先确定可供水资源量，其中水资源开发利用率来源于水利部门。

$$Q_S = Q_I - Q_A \quad (37)$$

$$Q_I = Q_w \times R_e \quad (38)$$

$$R_e = \frac{Q_u}{Q_w} \times 100\% \quad (39)$$

式中， Q_w 为水资源量， Q_s 为可供水资源量， Q_l 为可开发水资源量， Q_A 为实际供水量， R_e 为水资源开发利用率， Q_u 为取水量。

(1) 当可供水资源量大于 0 时，也就是说在水资源量充沛情况下，仍存在缺水情况：

$$Q_{Lw} = Q_s \times R_w \quad (40)$$

(2) 当可供水资源量小于 0 时，即现有水资源量出现不足时，认为缺水都是由于污染造成的：

$$Q_{Lw} = Q_L \quad (41)$$

式中， Q_{Lw} 为污染型缺水量， Q_L 为缺水量， R_w 为劣IV水质占水资源量的比重。

7.2.3 污染型缺水造成的经济损失

$$EC_p = Q_{Lp} \times P_s \quad (42)$$

式中， EC_p 代表污染型缺水造成的经济损失， Q_{Lp} 代表污染型缺水量， P_s 代表水资源的影子价格。

7.3 水污染造成的农业经济损失

利用不符合农业生产水质的水量和水资源的农业生产影子价格，计算水污染造成的农业经济损失。

$$EC_c = Q_{ce} \times P_c \quad (43)$$

式中， EC_c 代表水污染造成的农业经济损失， Q_{ce} 代表劣 V 类水

质农业用水量， P_c 代表农业用水的影子价格。

7.4 水污染造成的工业用水额外治理成本

由于供水水质超标，某些对水质要求较严格的特殊行业（如食品加工和制造业、医药制造业、纺织印染业、化工制造业）需要额外安装预处理设施或添加特殊药剂额外增加的治理成本。如果水源水污染严重，自来水厂的常规水处理工艺无法生产出满足水质质量标准的自来水，也需要增加额外的水处理设施、药剂或净水剂。上述两情况，额外增加处理设施的成本或增加的处理费用即为水污染的直接经济损失。

$$EC_i = Q_{ie} \times P_i \quad (44)$$

式中， EC_i 表示水污染造成的工业用水额外治理成本， Q_{ie} 表示劣IV类水质工业用水量， P_i 表示工业用水平均额外治理成本，通过实际调查获得。

7.5 水污染造成的城市生活经济损失

指由于供水水质超标、饮用不安全，居民对饮用水额外增加的处理净化设施或饮用瓶装水。

$$EC_h = \sum_{i=1}^3 P_i \times H \times C_i \times \alpha \quad (45)$$

式中， EC_h 表示水污染造成的家庭用洁净水替代防护成本， P_i 表示3种替代方式的平均成本， i 表示桶装水、净化饮水机和自来水过滤装置等3种家庭洁净水替代方式， H 表示城市总户数； C_i 表示城市家庭选用3种装置的比例； α 表示因为健康卫生因素选用家庭替代洁

净水的比例。

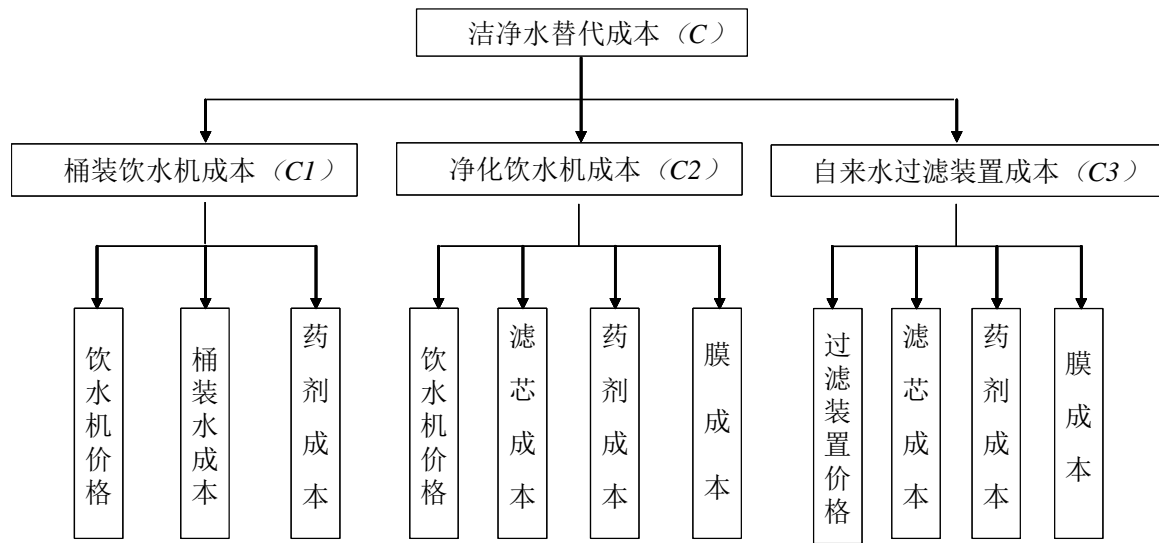


图 4 洁净水避免损害成本构成

8 土壤环境退化成本核算

8.1 核算思路

土壤环境退化成本包括土壤修复成本和固体废物占地损失两部分，土壤污染修复成本需要确定污染地块和单位面积污染地块的修复资金，主要包括农用地污染地块、建设用地污染地块和矿山污染地块。

$$FSP = IPS + APS + MPS + LPS \quad (46)$$

式中， FSP 为土壤污染修复成本， IPS 为建设用地污染修复资金， APS 为农用地污染修复资金， MPS 为矿山污染修复资金， LPS 为固体废物占地损失。

8.2 建设用地污染修复成本

建设用地污染修复成本通过建设用地修复面积和单个地块土壤污染修复成本进行核算。

$$IPS = IPP \times IC \quad (47)$$

式中， IPP 为建设用地修复地块数量或面积，数据来自地方土壤污染调查或重点行业企业土壤污染地块调查结果； IC 为单位建设用地的修复费用，各地方可以根据实际调查获得当地的建设用地污染地块单位修复成本。

8.3 农业污染地块修复成本

农业污染地块分轻度、中度和重度三种类型，不同类型农业污染地块单位面积的治理成本不同。每亩轻中度污染安全利用费用约 450 元/亩，重度污染严格管控费用约 550 元/亩。

$$APS = \sum_i^3 APS_i \times AC_i \quad (48)$$

式中， APS_i 为不同污染程度的农田污染面积， AC_i 为不同污染程度的单位面积农田污染修复费用。

8.4 矿山修复成本

矿山修复成本通过矿山修复面积与单位面积的修复成本进行核算。

$$MPS = AMCS \times MC \quad (49)$$

式中， $AMCS$ 为矿山土壤污染面积， MC 为单位面积矿山土壤污染修复费用。单位面积矿山修复成本可通过实地调查获取，或参考《全国矿产资源规划（2016-2020 年）》，需要进行综合管控和修复的矿山调查评估与管控费用为 1.9 万元/亩。

8.5 固体废物占地损失

由于固体废物堆放一般占用荒山或矿山，所以采用最低用地标准

—农业用地标准来计算，即采用种植农作物获得的效益作为固体废物占用土地造成的经济损失。

$$LPS = \frac{1}{1-r} \times \sum_{i=1}^n E_i \times S_i \quad (50)$$

式中， LPS 为固体废物占地造成的经济损失，万元； E_i 为第 i 种土地类型每年生产作物的经济价值系数，万元/公顷； S_i 为当年固体废物贮存、排放占用第 i 种土地类型的面积，公顷； r 为社会贴现率。

9 生态破坏损失核算

主要对森林、草地、湿地、农田、海洋等生态系统因人类不合理利用导致的生态调节服务损失量进行核算。海洋生态系统可根据区域特征和数据可得性，选择性进行核算。在不同生态系统生态服务功能价值量核算的基础上，通过不同生态系统服务功能价值量与不同生态系统人为破坏率的乘积，进行不同生态系统生态破坏价值量核算。

$$EcDC = ERS_f \times HR_f + ERS_g \times HR_g + ERS_w \times HR_w + ERS_l \times HR_l \quad (51)$$

$$HR_f = \frac{FO}{FR} = \frac{FC - FCQ}{FR} \quad (52)$$

$$HR_w = \frac{AT}{AW} \quad (53)$$

$$HR_g = \frac{1.0}{1.0 + 29.875 * 0.143^x} \quad (54)$$

$$HR_l = \frac{S_d}{S_l} \quad (55)$$

式中， $EcDC$ 为生态破坏损失， ERS_f 、 ERS_g 、 ERS_w 、 ERS_l 分别为森林、草地、湿地和农田生态系统提供的生态调节服务，核算方法参照《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》（http://www.caep.org.cn/zclm/sthjyjhszx/zxdt_21932/202010/t20201029_805419.sht

ml); HR_f 为森林人为破坏率, FO 为森林超采量, FC 为森林采伐量, FCQ 为森林采伐限额, FR 为森林蓄积量; HR_w 湿地人为破坏率, AT 为湿地重度威胁面积, AW 为湿地总面积; HR_g 为草地人为破坏率, x 为草地牲畜超载率; HR_l 为耕地面积人为破坏率, S_d 为耕地转化为建设用地等其他用途的面积, S_l 为耕地总面积。

10 不确定性分析

10.1 剂量反应关系的不确定性

剂量反应关系是计算环境退化成本的关键指标,但因这一指标需要通过大量的实验或队列研究获取,导致已有的剂量反应关系相对较少,难以满足不同尺度研究的需求。大气污染与人体健康的剂量反应关系方面,本指南主要利用现有的研究成果,由于我国还没有长时间序列的大样本流行病学队列研究成果,所以在大气污染与人体健康因果关系推断上,有一定的局限性。另外,由于酸雨和 SO_2 对农作物的剂量反应关系来源于我国上世纪后期的研究,当时的酸雨属于硫酸型的酸雨,进入 21 世纪后我国的酸雨性质逐渐发生了变化,逐渐向硫酸-硝酸性转变,原来的酸雨和 SO_2 对农作物的剂量反应关系也会发生变化, O_3 对农作物造成的减产损失基于有限的文献提出,剂量反应关系的代表性和可重复性存在一定的不确定性。水污染与人体健康的剂量反应关系方面,其在模型方法、地域差异以及指标选取等方面都存在一定不确定性。随着相关研究的不断深入,各种剂量反应关系需要不断调整更新。

10.2 环境阈值的不确定性

在环境退化成本核算时，环境阈值是一个重要的指标，环境阈值的确定存在一定的不确定性。以环境健康阈值为例，不同种族、年龄段和体质的人群对污染物的健康风险阈值不同，有一定的变化区间，评价健康危害时往往采用污染造成危害程度 5% 的剂量作为健康阈值，把它视为危害的起点。本指南结合国内外研究和大气环境质量标准，设定了污染物的健康阈值，对不同的个体来讲，健康阈值存在一定的不确定性。

酸雨和 SO_2 对农作物的减产阈值和室外建筑腐蚀阈值，主要来自我国上世纪的国家重点科研课题。现在我国的酸雨污染情况已发生较大变化，利用以前酸雨浓度确定的损失 5% 的环境阈值，不能完全反映现实的实际情况；此外， O_3 对农作物减产损害的的阈值，基于 O_3 空气质量标准和有限的研究文献确定，以上阈值的确定存在一定的不确定性。

10.3 经济损失评估的不确定性

评估经济损失涉及的数据很多，包括环境、医疗、社会、经济等数据，可收集到的数据存在缺失，部分来源于统计年鉴和相关调查的数据存在系统性和针对性不足的问题，也会造成评估结果的不确定性。例如，大气污染材料损害经济损失核算中，针对不同经济发展水平和城市规模获取具有代表性的材料存量参数，是材料损失计算的重要环节。由于各地经济水平差异较大，建筑物材料存量结构和材料种类也相差较多，本指南建议根据实际核算地区，选择核算参数。另外，水

污染经济损失评估过程中，水资源的影子价格与水资源的稀缺程度、生产效益、以及水价等许多因素有关，水资源影子价格的确定是评价水污染经济损失的一个难点，对评价结果也有较大影响。

10.4 数据源的不确定性

环境经济核算过程中需要大量数据，基础数据的选取对核算结果影响较大。例如，大气污染健康损失核算过程中，不同来源的 $PM_{2.5}$ 浓度数据会对核算结果产生影响，目前 $PM_{2.5}$ 浓度的获取有两种来源，第一种为城市 $PM_{2.5}$ 监测数据，我国地级及以上城市都有 $PM_{2.5}$ 监测数据。第二种为遥感影像反演的 $PM_{2.5}$ 浓度数据。与城市监测数据相比，遥感影像反演的 $PM_{2.5}$ 浓度数据基于全国范围的 $PM_{2.5}$ 监测浓度数据反演得到，但其数据精度受到遥感影像数据分辨率、遥感影像解译技术、监测点数量等因素影响。当核算城市地区健康损失时，建议采用 $PM_{2.5}$ 实际监测数据；当实际监测不能反映核算区域的整体环境质量时，可以采用 $PM_{2.5}$ 遥感影像反演数据。

在污染型缺水造成的损失核算中，污染型缺水量的确定涉及到需水量、供水量、水资源量等多项指标，同时，污染型缺水量的确定还与超标水质比例等参数有关，每一项指标和参数的确定都会对污染型缺水量的评价带来一定的不确定性。另外，水污染损失核算中计算单元的地域范围对核算结果影响也较大。计算单元越小，评价结果越精确，计算单元越大，计算结果越粗糙，一般来说，计算单元大，会使评价结果偏小。以污染型缺水量的计算来说，如果计算单元到地级市，则基本能反映出一个地区的缺水情况及缺水的原因；如果只算到省级，

则部分水资源充沛的地区可能把水资源匮乏的地区的缺水量平衡掉，最终评价结果为不缺水。在土壤污染退化成本核算过程中，受不同地块单位修复成本影响较大，由于不同地块根据污染情况不同，选择的修复处理技术存在差异，而不同的土壤修复技术的费用差别较大，所以单位地块的修复成本存在一定的不确定性。

11 附则

(1) 核算数据

基础数据是开展 GGDP 核算的重要保障，涉及的数据来源于发改、统计、农业、林草、水利、生态环境等行政主管部门。基础数据获取时，应确保数据的权威性、准确性、时效性和可获得性。对于体现区域特征的关键参数，建议采取监测、调查或实验的方式，获取本地化参数，提高核算结果的科学性。

为使核算报告准确可信，在核算过程中应对数据的获取与处理进行质量控制，保证所处理数据资料的完整性、合理性和有效性，数据处理应符合相应规范的要求，降低不确定性。在核算过程中，要确保使用的模型和收集到的数据能够代表实际情况。

(2) 成果表达形式

核算成果主要包括核算报告、GGDP 核算总表。

(3) 结果校核

核算完成后，应该将核算结果与其他地区已有的核算结果对比，重点进行不同地区生态环境成本的区域比较、验证结果的合理性。

(4) 核算档案管理

核算主体应记录并保存下列资料，保存时间不少于 5 年。：

i. 核算方法相关信息：

选择基于模型的方法时，应保存以下内容：**a)** 获取数据和参数的相关资料；**b)** 不确定性及如何降低不确定性的相关说明。

选择基于实地调查的方法时，应保存以下内容：**a)** 连续测量的所有原始数据；**b)** 不确定性及如何降低不确定性的相关说明；**c)** 验证计算，应保留所有基于计算的保存内容。

ii. 数据质量控制相关记录文件。

附录 A GGDP 核算数据来源表

内容	分类	指标名称	数据来源
GGDP	环境退化成本	环境统计年报、环境状况公报、污染事件统计资料，主要指标包括：各监测点二氧化硫，二氧化氮，PM ₁₀ 、PM _{2.5} 的年均浓度，地区酸雨 pH 值，地表水水质超 IV 类水质比例，固体废物排放量、堆放量、处置利用量数据，建设用地污染地块面积、矿山土壤污染地块面积	生态环境部门
		中国统计年鉴、农业农村统计年鉴、畜牧业统计年鉴、能源统计年鉴、社会经济公报，主要指标包括：地区 GDP 数据，地区城镇人口，农村人口，地区户规模，家庭设备用品及维修服务价格指数，医疗保健价格指数	统计部门
		地区标准运营车数，出租车数量，道路面积，建成区面积	交通运输部门
		水资源公报，主要指标包括：农业、工业、生态、生活的用水量，水资源总量，地表水资源量，水资源开发利用比例，改水普及率，农村自来水普及率	水利部门
		入院人数，城市居民年龄别疾病死亡率、中毒外伤死亡率	卫生健康部门
		农田土壤污染地块面积，单位面积农田土壤污染修复成本，主要农产品产量，农产品价格	农业农村部门
	生态破坏成本	森林资源清查、湿地资源调查等相关数据、草地清查数据、林业统计年鉴，主要指标包括森林采伐量、森林采伐限额、森林蓄积量、湿地重度威胁面积、湿地总面积、草地牲畜超载率、耕地转化为建设用地等其他用途的面积、耕地总面积	林草部门 农业部门

附录 B GBD 给出的不同疾病终端的相对危险度 RR 和置信区间

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
11	1.03 (1.01 - 1.08)	1.04 (1.01 - 1.09)	1.12 (1.06 - 1.2)	1.05 (1.01 - 1.1)	1.05 (1.01 - 1.13)
12	1.04 (1.01 - 1.09)	1.05 (1.01 - 1.1)	1.14 (1.07 - 1.21)	1.06 (1.01 - 1.12)	1.07 (1.02 - 1.14)
13	1.05 (1.01 - 1.11)	1.06 (1.02 - 1.11)	1.15 (1.09 - 1.22)	1.07 (1.01 - 1.13)	1.08 (1.03 - 1.15)
14	1.06 (1.02 - 1.12)	1.06 (1.02 - 1.13)	1.16 (1.1 - 1.23)	1.08 (1.01 - 1.15)	1.1 (1.05 - 1.17)
15	1.07 (1.03 - 1.13)	1.07 (1.02 - 1.14)	1.17 (1.11 - 1.25)	1.09 (1.01 - 1.16)	1.12 (1.06 - 1.19)
16	1.08 (1.03 - 1.15)	1.08 (1.02 - 1.15)	1.18 (1.11 - 1.25)	1.09 (1.02 - 1.18)	1.14 (1.06 - 1.22)
17	1.09 (1.04 - 1.16)	1.08 (1.03 - 1.15)	1.19 (1.12 - 1.26)	1.1 (1.02 - 1.19)	1.16 (1.07 - 1.25)
18	1.1 (1.05 - 1.17)	1.09 (1.03 - 1.16)	1.2 (1.13 - 1.28)	1.11 (1.02 - 1.2)	1.18 (1.08 - 1.3)
19	1.11 (1.05 - 1.19)	1.09 (1.03 - 1.17)	1.2 (1.13 - 1.29)	1.12 (1.02 - 1.21)	1.2 (1.08 - 1.34)
20	1.12 (1.06 - 1.2)	1.1 (1.03 - 1.18)	1.21 (1.14 - 1.3)	1.12 (1.02 - 1.22)	1.22 (1.08 - 1.4)
21	1.13 (1.07 - 1.21)	1.1 (1.04 - 1.19)	1.22 (1.14 - 1.31)	1.13 (1.02 - 1.23)	1.24 (1.09 - 1.46)
22	1.14 (1.08 - 1.22)	1.11 (1.04 - 1.2)	1.23 (1.15 - 1.33)	1.14 (1.03 - 1.24)	1.26 (1.09 - 1.52)
23	1.15 (1.08 - 1.23)	1.11 (1.04 - 1.2)	1.23 (1.15 - 1.35)	1.14 (1.03 - 1.26)	1.28 (1.09 - 1.58)
24	1.17 (1.09 - 1.25)	1.12 (1.04 - 1.21)	1.24 (1.16 - 1.36)	1.15 (1.03 - 1.27)	1.31 (1.1 - 1.61)
25	1.18 (1.1 - 1.26)	1.12 (1.04 - 1.22)	1.25 (1.16 - 1.38)	1.16 (1.03 - 1.28)	1.33 (1.1 - 1.67)
26	1.19 (1.11 - 1.27)	1.13 (1.05 - 1.22)	1.25 (1.16 - 1.39)	1.16 (1.03 - 1.29)	1.35 (1.1 - 1.71)
27	1.2 (1.12 - 1.28)	1.13 (1.05 - 1.23)	1.26 (1.17 - 1.4)	1.17 (1.03 - 1.3)	1.37 (1.11 - 1.73)
28	1.21 (1.13 - 1.3)	1.14 (1.05 - 1.24)	1.26 (1.17 - 1.42)	1.18 (1.04 - 1.31)	1.39 (1.11 - 1.76)
29	1.22 (1.14 - 1.31)	1.14 (1.05 - 1.24)	1.27 (1.17 - 1.44)	1.18 (1.04 - 1.32)	1.41 (1.11 - 1.78)
30	1.23 (1.15 - 1.32)	1.15 (1.05 - 1.25)	1.27 (1.18 - 1.45)	1.19 (1.04 - 1.33)	1.42 (1.11 - 1.79)
31	1.24 (1.16 - 1.34)	1.15 (1.06 - 1.26)	1.28 (1.18 - 1.47)	1.19 (1.04 - 1.34)	1.44 (1.12 - 1.8)
32	1.26 (1.17 - 1.35)	1.15 (1.06 - 1.27)	1.29 (1.18 - 1.48)	1.2 (1.04 - 1.34)	1.46 (1.12 - 1.81)
33	1.27 (1.17 - 1.37)	1.16 (1.06 - 1.27)	1.29 (1.18 - 1.5)	1.21 (1.04 - 1.35)	1.48 (1.12 - 1.83)
34	1.28 (1.18 - 1.39)	1.16 (1.06 - 1.28)	1.3 (1.19 - 1.51)	1.21 (1.05 - 1.36)	1.5 (1.12 - 1.84)
35	1.29 (1.19 - 1.4)	1.17 (1.06 - 1.28)	1.3 (1.19 - 1.52)	1.22 (1.05 - 1.37)	1.51 (1.13 - 1.86)
36	1.3 (1.19 - 1.42)	1.17 (1.07 - 1.29)	1.3 (1.19 - 1.53)	1.22 (1.05 - 1.38)	1.53 (1.13 - 1.88)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
37	1.31 (1.2 - 1.44)	1.17 (1.07 - 1.3)	1.31 (1.2 - 1.55)	1.23 (1.05 - 1.39)	1.54 (1.13 - 1.9)
38	1.33 (1.21 - 1.46)	1.18 (1.07 - 1.3)	1.31 (1.2 - 1.56)	1.23 (1.05 - 1.4)	1.56 (1.13 - 1.93)
39	1.34 (1.22 - 1.47)	1.18 (1.07 - 1.31)	1.32 (1.2 - 1.57)	1.24 (1.06 - 1.41)	1.57 (1.14 - 1.95)
40	1.35 (1.22 - 1.49)	1.19 (1.07 - 1.32)	1.32 (1.2 - 1.59)	1.25 (1.06 - 1.41)	1.59 (1.14 - 1.98)
41	1.36 (1.23 - 1.51)	1.19 (1.08 - 1.32)	1.33 (1.21 - 1.6)	1.25 (1.06 - 1.42)	1.6 (1.14 - 2)
42	1.37 (1.23 - 1.53)	1.19 (1.08 - 1.33)	1.33 (1.21 - 1.61)	1.26 (1.06 - 1.43)	1.61 (1.14 - 2.02)
43	1.38 (1.24 - 1.55)	1.2 (1.08 - 1.34)	1.33 (1.21 - 1.62)	1.26 (1.06 - 1.44)	1.63 (1.15 - 2.03)
44	1.4 (1.25 - 1.56)	1.2 (1.08 - 1.34)	1.34 (1.21 - 1.63)	1.27 (1.06 - 1.45)	1.64 (1.15 - 2.05)
45	1.41 (1.25 - 1.58)	1.2 (1.08 - 1.35)	1.34 (1.21 - 1.64)	1.27 (1.07 - 1.45)	1.65 (1.15 - 2.07)
46	1.42 (1.26 - 1.6)	1.21 (1.09 - 1.35)	1.35 (1.22 - 1.65)	1.28 (1.07 - 1.46)	1.66 (1.15 - 2.09)
47	1.43 (1.27 - 1.62)	1.21 (1.09 - 1.36)	1.35 (1.22 - 1.66)	1.28 (1.07 - 1.47)	1.68 (1.15 - 2.11)
48	1.44 (1.27 - 1.64)	1.22 (1.09 - 1.36)	1.35 (1.22 - 1.68)	1.29 (1.07 - 1.48)	1.69 (1.16 - 2.12)
49	1.46 (1.28 - 1.66)	1.22 (1.09 - 1.37)	1.36 (1.22 - 1.69)	1.29 (1.07 - 1.48)	1.7 (1.16 - 2.13)
50	1.47 (1.29 - 1.68)	1.22 (1.09 - 1.37)	1.36 (1.22 - 1.7)	1.3 (1.08 - 1.49)	1.71 (1.16 - 2.15)
51	1.48 (1.29 - 1.69)	1.23 (1.1 - 1.37)	1.36 (1.23 - 1.71)	1.3 (1.08 - 1.5)	1.72 (1.16 - 2.16)
52	1.49 (1.3 - 1.71)	1.23 (1.1 - 1.38)	1.37 (1.23 - 1.72)	1.31 (1.08 - 1.51)	1.73 (1.16 - 2.17)
53	1.5 (1.3 - 1.73)	1.23 (1.1 - 1.38)	1.37 (1.23 - 1.73)	1.31 (1.08 - 1.51)	1.73 (1.17 - 2.19)
54	1.51 (1.31 - 1.75)	1.24 (1.1 - 1.39)	1.37 (1.23 - 1.74)	1.32 (1.08 - 1.52)	1.74 (1.17 - 2.2)
55	1.53 (1.31 - 1.77)	1.24 (1.1 - 1.39)	1.38 (1.23 - 1.75)	1.32 (1.08 - 1.53)	1.75 (1.17 - 2.21)
56	1.54 (1.32 - 1.79)	1.24 (1.1 - 1.4)	1.38 (1.24 - 1.76)	1.33 (1.09 - 1.54)	1.76 (1.17 - 2.21)
57	1.55 (1.33 - 1.81)	1.25 (1.11 - 1.4)	1.38 (1.24 - 1.77)	1.33 (1.09 - 1.54)	1.77 (1.17 - 2.22)
58	1.56 (1.33 - 1.83)	1.25 (1.11 - 1.41)	1.39 (1.24 - 1.78)	1.34 (1.09 - 1.55)	1.77 (1.17 - 2.23)
59	1.57 (1.34 - 1.85)	1.25 (1.11 - 1.41)	1.39 (1.24 - 1.79)	1.34 (1.09 - 1.56)	1.78 (1.17 - 2.24)
60	1.58 (1.34 - 1.87)	1.26 (1.11 - 1.42)	1.39 (1.24 - 1.8)	1.35 (1.09 - 1.56)	1.79 (1.17 - 2.25)
61	1.59 (1.34 - 1.89)	1.26 (1.11 - 1.42)	1.4 (1.25 - 1.81)	1.35 (1.09 - 1.57)	1.79 (1.18 - 2.26)
62	1.61 (1.35 - 1.91)	1.26 (1.12 - 1.43)	1.4 (1.25 - 1.82)	1.36 (1.1 - 1.58)	1.8 (1.18 - 2.26)
63	1.62 (1.35 - 1.93)	1.27 (1.12 - 1.43)	1.4 (1.25 - 1.83)	1.36 (1.1 - 1.58)	1.81 (1.18 - 2.27)
64	1.63 (1.36 - 1.95)	1.27 (1.12 - 1.44)	1.4 (1.25 - 1.83)	1.37 (1.1 - 1.59)	1.81 (1.18 - 2.27)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
65	1.64 (1.36 - 1.96)	1.27 (1.12 - 1.44)	1.41 (1.25 - 1.84)	1.37 (1.1 - 1.6)	1.82 (1.18 - 2.27)
66	1.65 (1.37 - 1.98)	1.27 (1.12 - 1.45)	1.41 (1.25 - 1.85)	1.38 (1.1 - 1.6)	1.82 (1.18 - 2.28)
67	1.66 (1.37 - 2)	1.28 (1.12 - 1.45)	1.41 (1.25 - 1.86)	1.38 (1.11 - 1.61)	1.83 (1.19 - 2.28)
68	1.67 (1.38 - 2.02)	1.28 (1.13 - 1.45)	1.42 (1.26 - 1.87)	1.39 (1.11 - 1.62)	1.83 (1.19 - 2.29)
69	1.68 (1.38 - 2.04)	1.28 (1.13 - 1.46)	1.42 (1.26 - 1.87)	1.39 (1.11 - 1.62)	1.84 (1.19 - 2.29)
70	1.7 (1.39 - 2.05)	1.29 (1.13 - 1.46)	1.42 (1.26 - 1.88)	1.4 (1.11 - 1.63)	1.84 (1.19 - 2.3)
71	1.71 (1.39 - 2.07)	1.29 (1.13 - 1.47)	1.42 (1.26 - 1.89)	1.4 (1.11 - 1.64)	1.85 (1.19 - 2.3)
72	1.72 (1.39 - 2.09)	1.29 (1.13 - 1.47)	1.43 (1.26 - 1.89)	1.4 (1.11 - 1.64)	1.85 (1.19 - 2.31)
73	1.73 (1.4 - 2.11)	1.3 (1.13 - 1.48)	1.43 (1.26 - 1.9)	1.41 (1.12 - 1.65)	1.86 (1.2 - 2.31)
74	1.74 (1.4 - 2.13)	1.3 (1.14 - 1.48)	1.43 (1.27 - 1.91)	1.41 (1.12 - 1.66)	1.86 (1.2 - 2.32)
75	1.75 (1.41 - 2.15)	1.3 (1.14 - 1.48)	1.43 (1.27 - 1.91)	1.42 (1.12 - 1.66)	1.87 (1.2 - 2.32)
76	1.76 (1.41 - 2.17)	1.31 (1.14 - 1.49)	1.44 (1.27 - 1.92)	1.42 (1.12 - 1.67)	1.87 (1.2 - 2.32)
77	1.77 (1.42 - 2.18)	1.31 (1.14 - 1.49)	1.44 (1.27 - 1.92)	1.43 (1.12 - 1.68)	1.87 (1.2 - 2.32)
78	1.78 (1.42 - 2.2)	1.31 (1.14 - 1.5)	1.44 (1.27 - 1.93)	1.43 (1.13 - 1.68)	1.88 (1.2 - 2.32)
79	1.79 (1.42 - 2.22)	1.31 (1.14 - 1.5)	1.44 (1.27 - 1.94)	1.44 (1.13 - 1.69)	1.88 (1.21 - 2.32)
80	1.8 (1.43 - 2.24)	1.32 (1.15 - 1.5)	1.44 (1.27 - 1.94)	1.44 (1.13 - 1.69)	1.88 (1.21 - 2.33)
81	1.81 (1.43 - 2.26)	1.32 (1.15 - 1.51)	1.45 (1.27 - 1.95)	1.44 (1.13 - 1.7)	1.89 (1.21 - 2.33)
82	1.82 (1.44 - 2.28)	1.32 (1.15 - 1.51)	1.45 (1.28 - 1.95)	1.45 (1.13 - 1.71)	1.89 (1.21 - 2.33)
83	1.83 (1.44 - 2.3)	1.33 (1.15 - 1.51)	1.45 (1.28 - 1.96)	1.45 (1.13 - 1.71)	1.89 (1.21 - 2.33)
84	1.84 (1.45 - 2.32)	1.33 (1.15 - 1.52)	1.45 (1.28 - 1.96)	1.46 (1.14 - 1.72)	1.9 (1.21 - 2.33)
85	1.86 (1.45 - 2.34)	1.33 (1.15 - 1.52)	1.46 (1.28 - 1.97)	1.46 (1.14 - 1.72)	1.9 (1.21 - 2.34)
86	1.87 (1.46 - 2.35)	1.33 (1.16 - 1.53)	1.46 (1.28 - 1.97)	1.47 (1.14 - 1.73)	1.9 (1.21 - 2.34)
87	1.88 (1.46 - 2.37)	1.34 (1.16 - 1.53)	1.46 (1.28 - 1.98)	1.47 (1.14 - 1.73)	1.91 (1.22 - 2.34)
88	1.89 (1.46 - 2.39)	1.34 (1.16 - 1.54)	1.46 (1.28 - 1.98)	1.48 (1.14 - 1.74)	1.91 (1.22 - 2.34)
89	1.9 (1.47 - 2.41)	1.34 (1.16 - 1.54)	1.46 (1.28 - 1.98)	1.48 (1.14 - 1.75)	1.91 (1.22 - 2.35)
90	1.9 (1.47 - 2.42)	1.35 (1.16 - 1.54)	1.47 (1.29 - 1.99)	1.48 (1.15 - 1.75)	1.91 (1.22 - 2.35)
91	1.91 (1.48 - 2.44)	1.35 (1.16 - 1.55)	1.47 (1.29 - 1.99)	1.49 (1.15 - 1.76)	1.92 (1.22 - 2.35)
92	1.92 (1.48 - 2.45)	1.35 (1.17 - 1.55)	1.47 (1.29 - 2)	1.49 (1.15 - 1.76)	1.92 (1.22 - 2.35)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
93	1.93 (1.49 - 2.47)	1.35 (1.17 - 1.55)	1.47 (1.29 - 2)	1.5 (1.15 - 1.77)	1.92 (1.22 - 2.35)
94	1.94 (1.49 - 2.49)	1.36 (1.17 - 1.56)	1.47 (1.29 - 2.01)	1.5 (1.15 - 1.77)	1.92 (1.22 - 2.35)
95	1.95 (1.5 - 2.51)	1.36 (1.17 - 1.56)	1.48 (1.29 - 2.01)	1.51 (1.16 - 1.78)	1.93 (1.23 - 2.36)
96	1.96 (1.5 - 2.53)	1.36 (1.17 - 1.57)	1.48 (1.29 - 2.01)	1.51 (1.16 - 1.79)	1.93 (1.23 - 2.36)
97	1.97 (1.5 - 2.54)	1.37 (1.17 - 1.57)	1.48 (1.29 - 2.02)	1.51 (1.16 - 1.79)	1.93 (1.23 - 2.36)
98	1.98 (1.51 - 2.56)	1.37 (1.18 - 1.57)	1.48 (1.3 - 2.02)	1.52 (1.16 - 1.8)	1.93 (1.23 - 2.36)
99	1.99 (1.51 - 2.57)	1.37 (1.18 - 1.58)	1.48 (1.3 - 2.03)	1.52 (1.16 - 1.8)	1.93 (1.23 - 2.36)
100	2 (1.51 - 2.59)	1.37 (1.18 - 1.58)	1.49 (1.3 - 2.03)	1.53 (1.16 - 1.81)	1.94 (1.23 - 2.36)
101	2.01 (1.52 - 2.6)	1.38 (1.18 - 1.59)	1.49 (1.3 - 2.03)	1.53 (1.17 - 1.81)	1.94 (1.23 - 2.36)
102	2.02 (1.52 - 2.62)	1.38 (1.18 - 1.59)	1.49 (1.3 - 2.04)	1.53 (1.17 - 1.82)	1.94 (1.23 - 2.36)
103	2.03 (1.52 - 2.63)	1.38 (1.18 - 1.59)	1.49 (1.3 - 2.04)	1.54 (1.17 - 1.83)	1.94 (1.24 - 2.36)
104	2.04 (1.53 - 2.65)	1.38 (1.19 - 1.6)	1.49 (1.3 - 2.04)	1.54 (1.17 - 1.83)	1.94 (1.24 - 2.37)
105	2.04 (1.53 - 2.66)	1.39 (1.19 - 1.6)	1.49 (1.3 - 2.05)	1.55 (1.17 - 1.84)	1.95 (1.24 - 2.37)
106	2.05 (1.54 - 2.68)	1.39 (1.19 - 1.61)	1.5 (1.31 - 2.05)	1.55 (1.18 - 1.84)	1.95 (1.24 - 2.37)
107	2.06 (1.54 - 2.7)	1.39 (1.19 - 1.61)	1.5 (1.31 - 2.05)	1.56 (1.18 - 1.85)	1.95 (1.24 - 2.37)
108	2.07 (1.54 - 2.72)	1.4 (1.19 - 1.61)	1.5 (1.31 - 2.06)	1.56 (1.18 - 1.85)	1.95 (1.24 - 2.37)
109	2.08 (1.55 - 2.73)	1.4 (1.19 - 1.62)	1.5 (1.31 - 2.06)	1.56 (1.18 - 1.86)	1.95 (1.24 - 2.37)
110	2.09 (1.55 - 2.75)	1.4 (1.19 - 1.62)	1.5 (1.31 - 2.06)	1.57 (1.18 - 1.86)	1.95 (1.24 - 2.37)
111	2.1 (1.56 - 2.76)	1.4 (1.2 - 1.63)	1.5 (1.31 - 2.07)	1.57 (1.18 - 1.87)	1.96 (1.24 - 2.37)
112	2.11 (1.56 - 2.78)	1.41 (1.2 - 1.63)	1.51 (1.31 - 2.07)	1.58 (1.19 - 1.87)	1.96 (1.25 - 2.38)
113	2.11 (1.56 - 2.79)	1.41 (1.2 - 1.63)	1.51 (1.31 - 2.07)	1.58 (1.19 - 1.88)	1.96 (1.25 - 2.38)
114	2.12 (1.57 - 2.81)	1.41 (1.2 - 1.64)	1.51 (1.31 - 2.07)	1.58 (1.19 - 1.89)	1.96 (1.25 - 2.38)
115	2.13 (1.57 - 2.82)	1.41 (1.2 - 1.64)	1.51 (1.31 - 2.08)	1.59 (1.19 - 1.89)	1.96 (1.25 - 2.38)
116	2.14 (1.57 - 2.83)	1.42 (1.2 - 1.65)	1.51 (1.32 - 2.08)	1.59 (1.19 - 1.9)	1.96 (1.25 - 2.38)
117	2.15 (1.57 - 2.84)	1.42 (1.21 - 1.65)	1.51 (1.32 - 2.08)	1.6 (1.2 - 1.9)	1.96 (1.25 - 2.38)
118	2.15 (1.58 - 2.85)	1.42 (1.21 - 1.65)	1.51 (1.32 - 2.09)	1.6 (1.2 - 1.91)	1.97 (1.25 - 2.38)
119	2.16 (1.58 - 2.86)	1.42 (1.21 - 1.66)	1.52 (1.32 - 2.09)	1.6 (1.2 - 1.91)	1.97 (1.25 - 2.38)
120	2.17 (1.58 - 2.88)	1.43 (1.21 - 1.66)	1.52 (1.32 - 2.09)	1.61 (1.2 - 1.92)	1.97 (1.25 - 2.38)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
121	2.18 (1.59 - 2.89)	1.43 (1.21 - 1.66)	1.52 (1.32 - 2.09)	1.61 (1.2 - 1.92)	1.97 (1.26 - 2.38)
122	2.19 (1.59 - 2.9)	1.43 (1.21 - 1.67)	1.52 (1.32 - 2.1)	1.62 (1.2 - 1.93)	1.97 (1.26 - 2.38)
123	2.19 (1.6 - 2.91)	1.43 (1.21 - 1.67)	1.52 (1.32 - 2.1)	1.62 (1.21 - 1.93)	1.97 (1.26 - 2.38)
124	2.2 (1.6 - 2.92)	1.44 (1.22 - 1.68)	1.52 (1.32 - 2.1)	1.62 (1.21 - 1.94)	1.97 (1.26 - 2.38)
125	2.21 (1.6 - 2.93)	1.44 (1.22 - 1.68)	1.52 (1.32 - 2.1)	1.63 (1.21 - 1.95)	1.97 (1.26 - 2.38)
126	2.22 (1.61 - 2.95)	1.44 (1.22 - 1.68)	1.53 (1.33 - 2.1)	1.63 (1.21 - 1.95)	1.98 (1.26 - 2.38)
127	2.22 (1.61 - 2.96)	1.44 (1.22 - 1.69)	1.53 (1.33 - 2.1)	1.63 (1.21 - 1.96)	1.98 (1.26 - 2.38)
128	2.23 (1.61 - 2.97)	1.45 (1.22 - 1.69)	1.53 (1.33 - 2.11)	1.64 (1.21 - 1.96)	1.98 (1.26 - 2.39)
129	2.24 (1.62 - 2.99)	1.45 (1.22 - 1.69)	1.53 (1.33 - 2.11)	1.64 (1.22 - 1.97)	1.98 (1.26 - 2.39)
130	2.24 (1.62 - 3)	1.45 (1.22 - 1.7)	1.53 (1.33 - 2.11)	1.65 (1.22 - 1.97)	1.98 (1.26 - 2.39)
131	2.25 (1.62 - 3.02)	1.45 (1.23 - 1.7)	1.53 (1.33 - 2.11)	1.65 (1.22 - 1.98)	1.98 (1.26 - 2.39)
132	2.26 (1.63 - 3.03)	1.46 (1.23 - 1.7)	1.53 (1.33 - 2.11)	1.65 (1.22 - 1.98)	1.98 (1.27 - 2.39)
133	2.27 (1.63 - 3.04)	1.46 (1.23 - 1.71)	1.54 (1.33 - 2.11)	1.66 (1.22 - 1.99)	1.98 (1.27 - 2.39)
134	2.27 (1.63 - 3.05)	1.46 (1.23 - 1.71)	1.54 (1.33 - 2.12)	1.66 (1.23 - 1.99)	1.98 (1.27 - 2.39)
135	2.28 (1.64 - 3.06)	1.46 (1.23 - 1.71)	1.54 (1.33 - 2.12)	1.67 (1.23 - 2)	1.99 (1.27 - 2.39)
136	2.29 (1.64 - 3.07)	1.47 (1.23 - 1.72)	1.54 (1.33 - 2.12)	1.67 (1.23 - 2)	1.99 (1.27 - 2.39)
137	2.29 (1.65 - 3.08)	1.47 (1.24 - 1.72)	1.54 (1.33 - 2.12)	1.67 (1.23 - 2.01)	1.99 (1.27 - 2.39)
138	2.3 (1.65 - 3.09)	1.47 (1.24 - 1.72)	1.54 (1.34 - 2.12)	1.68 (1.23 - 2.01)	1.99 (1.27 - 2.39)
139	2.31 (1.65 - 3.09)	1.47 (1.24 - 1.73)	1.54 (1.34 - 2.13)	1.68 (1.23 - 2.02)	1.99 (1.27 - 2.39)
140	2.31 (1.66 - 3.1)	1.48 (1.24 - 1.73)	1.54 (1.34 - 2.13)	1.68 (1.24 - 2.03)	1.99 (1.27 - 2.39)
141	2.32 (1.66 - 3.11)	1.48 (1.24 - 1.73)	1.55 (1.34 - 2.13)	1.69 (1.24 - 2.03)	1.99 (1.27 - 2.39)
142	2.33 (1.66 - 3.12)	1.48 (1.24 - 1.74)	1.55 (1.34 - 2.13)	1.69 (1.24 - 2.04)	1.99 (1.27 - 2.4)
143	2.33 (1.67 - 3.13)	1.48 (1.24 - 1.74)	1.55 (1.34 - 2.13)	1.7 (1.24 - 2.04)	1.99 (1.27 - 2.4)
144	2.34 (1.67 - 3.14)	1.48 (1.25 - 1.75)	1.55 (1.34 - 2.13)	1.7 (1.24 - 2.05)	1.99 (1.28 - 2.4)
145	2.35 (1.67 - 3.15)	1.49 (1.25 - 1.75)	1.55 (1.34 - 2.13)	1.7 (1.25 - 2.05)	1.99 (1.28 - 2.4)
146	2.35 (1.67 - 3.16)	1.49 (1.25 - 1.75)	1.55 (1.34 - 2.13)	1.71 (1.25 - 2.06)	2 (1.28 - 2.4)
147	2.36 (1.68 - 3.17)	1.49 (1.25 - 1.76)	1.55 (1.34 - 2.13)	1.71 (1.25 - 2.06)	2 (1.28 - 2.4)
148	2.36 (1.68 - 3.18)	1.49 (1.25 - 1.76)	1.55 (1.34 - 2.14)	1.71 (1.25 - 2.07)	2 (1.28 - 2.4)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
149	2.37 (1.68 - 3.18)	1.5 (1.25 - 1.76)	1.56 (1.34 - 2.14)	1.72 (1.25 - 2.07)	2 (1.28 - 2.4)
150	2.38 (1.69 - 3.19)	1.5 (1.25 - 1.77)	1.56 (1.35 - 2.14)	1.72 (1.25 - 2.08)	2 (1.28 - 2.4)
151	2.38 (1.69 - 3.2)	1.5 (1.26 - 1.77)	1.56 (1.35 - 2.14)	1.73 (1.26 - 2.08)	2 (1.28 - 2.4)
152	2.39 (1.69 - 3.2)	1.5 (1.26 - 1.77)	1.56 (1.35 - 2.14)	1.73 (1.26 - 2.09)	2 (1.28 - 2.4)
153	2.39 (1.7 - 3.21)	1.51 (1.26 - 1.78)	1.56 (1.35 - 2.15)	1.73 (1.26 - 2.09)	2 (1.28 - 2.4)
154	2.4 (1.7 - 3.22)	1.51 (1.26 - 1.78)	1.56 (1.35 - 2.15)	1.74 (1.26 - 2.1)	2 (1.29 - 2.4)
155	2.41 (1.7 - 3.22)	1.51 (1.26 - 1.79)	1.56 (1.35 - 2.15)	1.74 (1.26 - 2.1)	2 (1.29 - 2.4)
156	2.41 (1.71 - 3.23)	1.51 (1.26 - 1.79)	1.56 (1.35 - 2.15)	1.74 (1.26 - 2.11)	2 (1.29 - 2.4)
157	2.42 (1.71 - 3.24)	1.52 (1.27 - 1.79)	1.56 (1.35 - 2.15)	1.75 (1.27 - 2.11)	2 (1.29 - 2.4)
158	2.42 (1.71 - 3.24)	1.52 (1.27 - 1.8)	1.57 (1.35 - 2.15)	1.75 (1.27 - 2.12)	2 (1.29 - 2.4)
159	2.43 (1.72 - 3.25)	1.52 (1.27 - 1.8)	1.57 (1.35 - 2.16)	1.76 (1.27 - 2.12)	2 (1.29 - 2.4)
160	2.43 (1.72 - 3.25)	1.52 (1.27 - 1.8)	1.57 (1.35 - 2.16)	1.76 (1.27 - 2.13)	2.01 (1.29 - 2.4)
161	2.44 (1.72 - 3.26)	1.52 (1.27 - 1.81)	1.57 (1.35 - 2.16)	1.76 (1.27 - 2.13)	2.01 (1.29 - 2.4)
162	2.45 (1.72 - 3.26)	1.53 (1.27 - 1.81)	1.57 (1.35 - 2.16)	1.77 (1.28 - 2.13)	2.01 (1.29 - 2.4)
163	2.45 (1.73 - 3.27)	1.53 (1.27 - 1.81)	1.57 (1.35 - 2.16)	1.77 (1.28 - 2.14)	2.01 (1.29 - 2.4)
164	2.46 (1.73 - 3.28)	1.53 (1.28 - 1.82)	1.57 (1.36 - 2.16)	1.77 (1.28 - 2.14)	2.01 (1.3 - 2.4)
165	2.46 (1.73 - 3.29)	1.53 (1.28 - 1.82)	1.57 (1.36 - 2.16)	1.78 (1.28 - 2.15)	2.01 (1.3 - 2.41)
166	2.47 (1.73 - 3.3)	1.54 (1.28 - 1.82)	1.57 (1.36 - 2.16)	1.78 (1.28 - 2.15)	2.01 (1.3 - 2.41)
167	2.47 (1.74 - 3.31)	1.54 (1.28 - 1.83)	1.58 (1.36 - 2.16)	1.78 (1.28 - 2.16)	2.01 (1.3 - 2.41)
168	2.48 (1.74 - 3.31)	1.54 (1.28 - 1.83)	1.58 (1.36 - 2.16)	1.79 (1.29 - 2.16)	2.01 (1.3 - 2.41)
169	2.48 (1.74 - 3.32)	1.54 (1.28 - 1.83)	1.58 (1.36 - 2.16)	1.79 (1.29 - 2.17)	2.01 (1.3 - 2.41)
170	2.49 (1.75 - 3.33)	1.54 (1.29 - 1.83)	1.58 (1.36 - 2.16)	1.8 (1.29 - 2.17)	2.01 (1.3 - 2.41)
171	2.49 (1.75 - 3.34)	1.55 (1.29 - 1.84)	1.58 (1.36 - 2.16)	1.8 (1.29 - 2.18)	2.01 (1.3 - 2.41)
172	2.5 (1.75 - 3.34)	1.55 (1.29 - 1.84)	1.58 (1.36 - 2.17)	1.8 (1.29 - 2.18)	2.01 (1.3 - 2.41)
173	2.5 (1.75 - 3.35)	1.55 (1.29 - 1.84)	1.58 (1.36 - 2.17)	1.81 (1.3 - 2.19)	2.01 (1.3 - 2.41)
174	2.51 (1.76 - 3.36)	1.55 (1.29 - 1.85)	1.58 (1.36 - 2.17)	1.81 (1.3 - 2.19)	2.01 (1.3 - 2.41)
175	2.51 (1.76 - 3.37)	1.56 (1.29 - 1.85)	1.58 (1.36 - 2.17)	1.81 (1.3 - 2.2)	2.01 (1.3 - 2.41)
176	2.52 (1.76 - 3.37)	1.56 (1.29 - 1.85)	1.58 (1.36 - 2.17)	1.82 (1.3 - 2.2)	2.01 (1.31 - 2.41)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
177	2.52 (1.77 - 3.38)	1.56 (1.3 - 1.86)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.82 (1.3 - 2.2)	2.02 (1.31 - 2.41)
178	2.53 (1.77 - 3.39)	1.56 (1.3 - 1.86)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.82 (1.3 - 2.21)	2.02 (1.31 - 2.41)
179	2.53 (1.77 - 3.39)	1.56 (1.3 - 1.86)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.83 (1.31 - 2.21)	2.02 (1.31 - 2.41)
180	2.53 (1.77 - 3.4)	1.57 (1.3 - 1.86)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.83 (1.31 - 2.22)	2.02 (1.31 - 2.41)
181	2.54 (1.78 - 3.41)	1.57 (1.3 - 1.87)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.83 (1.31 - 2.22)	2.02 (1.31 - 2.41)
182	2.54 (1.78 - 3.41)	1.57 (1.3 - 1.87)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.84 (1.31 - 2.23)	2.02 (1.31 - 2.41)
183	2.55 (1.78 - 3.42)	1.57 (1.3 - 1.87)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.84 (1.31 - 2.23)	2.02 (1.31 - 2.41)
184	2.55 (1.78 - 3.43)	1.58 (1.31 - 1.88)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.84 (1.32 - 2.24)	2.02 (1.31 - 2.41)
185	2.56 (1.79 - 3.44)	1.58 (1.31 - 1.88)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.85 (1.32 - 2.24)	2.02 (1.31 - 2.41)
186	2.56 (1.79 - 3.44)	1.58 (1.31 - 1.88)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.85 (1.32 - 2.25)	2.02 (1.31 - 2.41)
187	2.57 (1.79 - 3.45)	1.58 (1.31 - 1.88)	1.59 (1.37 - 2.17)	1.86 (1.32 - 2.25)	2.02 (1.31 - 2.41)
188	2.57 (1.79 - 3.46)	1.58 (1.31 - 1.89)	1.6 (1.37 - 2.17)	1.86 (1.32 - 2.25)	2.02 (1.31 - 2.41)
189	2.57 (1.8 - 3.47)	1.59 (1.31 - 1.89)	1.6 (1.37 - 2.17)	1.86 (1.32 - 2.26)	2.02 (1.31 - 2.41)
190	2.58 (1.8 - 3.48)	1.59 (1.31 - 1.89)	1.6 (1.37 - 2.17)	1.87 (1.33 - 2.26)	2.02 (1.31 - 2.41)
191	2.58 (1.8 - 3.49)	1.59 (1.32 - 1.9)	1.6 (1.38 - 2.17)	1.87 (1.33 - 2.27)	2.02 (1.32 - 2.41)
192	2.59 (1.81 - 3.5)	1.59 (1.32 - 1.9)	1.6 (1.38 - 2.17)	1.87 (1.33 - 2.27)	2.02 (1.32 - 2.41)
193	2.59 (1.81 - 3.51)	1.6 (1.32 - 1.9)	1.6 (1.38 - 2.17)	1.88 (1.33 - 2.28)	2.02 (1.32 - 2.41)
194	2.59 (1.81 - 3.51)	1.6 (1.32 - 1.9)	1.6 (1.38 - 2.17)	1.88 (1.33 - 2.28)	2.02 (1.32 - 2.41)
195	2.6 (1.81 - 3.52)	1.6 (1.32 - 1.91)	1.6 (1.38 - 2.18)	1.88 (1.33 - 2.29)	2.02 (1.32 - 2.41)
196	2.6 (1.82 - 3.52)	1.6 (1.32 - 1.91)	1.6 (1.38 - 2.18)	1.89 (1.34 - 2.29)	2.02 (1.32 - 2.42)
197	2.61 (1.82 - 3.52)	1.6 (1.32 - 1.91)	1.6 (1.38 - 2.18)	1.89 (1.34 - 2.29)	2.02 (1.32 - 2.42)
198	2.61 (1.82 - 3.52)	1.61 (1.32 - 1.92)	1.6 (1.38 - 2.18)	1.89 (1.34 - 2.3)	2.03 (1.32 - 2.42)
199	2.61 (1.83 - 3.52)	1.61 (1.33 - 1.92)	1.6 (1.38 - 2.18)	1.9 (1.34 - 2.3)	2.03 (1.32 - 2.42)
200	2.62 (1.83 - 3.52)	1.61 (1.33 - 1.92)	1.61 (1.38 - 2.18)	1.9 (1.34 - 2.31)	2.03 (1.32 - 2.42)
201	2.62 (1.83 - 3.53)	1.61 (1.33 - 1.93)	1.61 (1.38 - 2.18)	1.9 (1.35 - 2.31)	2.03 (1.32 - 2.42)
202	2.63 (1.83 - 3.53)	1.61 (1.33 - 1.93)	1.61 (1.38 - 2.18)	1.91 (1.35 - 2.32)	2.03 (1.33 - 2.42)
203	2.63 (1.84 - 3.53)	1.62 (1.33 - 1.94)	1.61 (1.38 - 2.18)	1.91 (1.35 - 2.32)	2.03 (1.33 - 2.42)
204	2.63 (1.84 - 3.54)	1.62 (1.33 - 1.94)	1.61 (1.38 - 2.18)	1.91 (1.35 - 2.32)	2.03 (1.33 - 2.42)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
205	2.64 (1.84 - 3.54)	1.62 (1.33 - 1.94)	1.61 (1.38 - 2.18)	1.92 (1.35 - 2.33)	2.03 (1.33 - 2.42)
206	2.64 (1.84 - 3.55)	1.62 (1.34 - 1.95)	1.61 (1.38 - 2.18)	1.92 (1.35 - 2.33)	2.03 (1.33 - 2.42)
207	2.64 (1.85 - 3.55)	1.63 (1.34 - 1.95)	1.61 (1.39 - 2.18)	1.92 (1.36 - 2.34)	2.03 (1.33 - 2.42)
208	2.65 (1.85 - 3.56)	1.63 (1.34 - 1.95)	1.61 (1.39 - 2.18)	1.93 (1.36 - 2.34)	2.03 (1.33 - 2.42)
209	2.65 (1.85 - 3.56)	1.63 (1.34 - 1.96)	1.61 (1.39 - 2.18)	1.93 (1.36 - 2.35)	2.03 (1.33 - 2.42)
210	2.66 (1.85 - 3.57)	1.63 (1.34 - 1.96)	1.61 (1.39 - 2.18)	1.93 (1.36 - 2.35)	2.03 (1.33 - 2.42)
211	2.66 (1.86 - 3.57)	1.63 (1.34 - 1.96)	1.61 (1.39 - 2.18)	1.94 (1.36 - 2.35)	2.03 (1.33 - 2.42)
212	2.66 (1.86 - 3.57)	1.64 (1.35 - 1.97)	1.62 (1.39 - 2.18)	1.94 (1.37 - 2.36)	2.03 (1.33 - 2.42)
213	2.67 (1.86 - 3.58)	1.64 (1.35 - 1.97)	1.62 (1.39 - 2.18)	1.94 (1.37 - 2.36)	2.03 (1.33 - 2.42)
214	2.67 (1.86 - 3.58)	1.64 (1.35 - 1.97)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.95 (1.37 - 2.37)	2.03 (1.33 - 2.42)
215	2.67 (1.87 - 3.58)	1.64 (1.35 - 1.98)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.95 (1.37 - 2.37)	2.03 (1.33 - 2.42)
216	2.68 (1.87 - 3.59)	1.64 (1.35 - 1.98)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.95 (1.37 - 2.38)	2.03 (1.33 - 2.42)
217	2.68 (1.87 - 3.59)	1.65 (1.35 - 1.98)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.96 (1.37 - 2.38)	2.03 (1.34 - 2.42)
218	2.68 (1.87 - 3.6)	1.65 (1.35 - 1.99)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.96 (1.38 - 2.38)	2.03 (1.34 - 2.42)
219	2.69 (1.88 - 3.6)	1.65 (1.36 - 1.99)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.96 (1.38 - 2.39)	2.03 (1.34 - 2.42)
220	2.69 (1.88 - 3.61)	1.65 (1.36 - 1.99)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.97 (1.38 - 2.39)	2.03 (1.34 - 2.42)
221	2.69 (1.88 - 3.61)	1.65 (1.36 - 1.99)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.97 (1.38 - 2.4)	2.03 (1.34 - 2.42)
222	2.69 (1.88 - 3.61)	1.66 (1.36 - 2)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.97 (1.38 - 2.4)	2.03 (1.34 - 2.42)
223	2.7 (1.89 - 3.62)	1.66 (1.36 - 2)	1.62 (1.39 - 2.19)	1.98 (1.39 - 2.41)	2.03 (1.34 - 2.42)
224	2.7 (1.89 - 3.62)	1.66 (1.36 - 2)	1.62 (1.4 - 2.19)	1.98 (1.39 - 2.41)	2.03 (1.34 - 2.42)
225	2.7 (1.89 - 3.62)	1.66 (1.36 - 2.01)	1.63 (1.4 - 2.19)	1.98 (1.39 - 2.41)	2.03 (1.34 - 2.42)
226	2.71 (1.89 - 3.63)	1.66 (1.37 - 2.01)	1.63 (1.4 - 2.19)	1.99 (1.39 - 2.42)	2.04 (1.34 - 2.42)
227	2.71 (1.9 - 3.63)	1.67 (1.37 - 2.01)	1.63 (1.4 - 2.19)	1.99 (1.39 - 2.42)	2.04 (1.34 - 2.42)
228	2.71 (1.9 - 3.63)	1.67 (1.37 - 2.02)	1.63 (1.4 - 2.19)	1.99 (1.39 - 2.43)	2.04 (1.34 - 2.42)
229	2.72 (1.9 - 3.64)	1.67 (1.37 - 2.02)	1.63 (1.4 - 2.19)	2 (1.4 - 2.43)	2.04 (1.34 - 2.42)
230	2.72 (1.9 - 3.64)	1.67 (1.37 - 2.02)	1.63 (1.4 - 2.19)	2 (1.4 - 2.44)	2.04 (1.34 - 2.42)
231	2.72 (1.9 - 3.64)	1.67 (1.37 - 2.02)	1.63 (1.4 - 2.19)	2 (1.4 - 2.44)	2.04 (1.34 - 2.42)
232	2.73 (1.91 - 3.64)	1.68 (1.37 - 2.03)	1.63 (1.4 - 2.19)	2.01 (1.4 - 2.44)	2.04 (1.34 - 2.42)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
233	2.73 (1.91 - 3.65)	1.68 (1.38 - 2.03)	1.63 (1.4 - 2.19)	2.01 (1.4 - 2.45)	2.04 (1.35 - 2.42)
234	2.73 (1.91 - 3.65)	1.68 (1.38 - 2.03)	1.63 (1.4 - 2.19)	2.01 (1.4 - 2.45)	2.04 (1.35 - 2.42)
235	2.73 (1.91 - 3.66)	1.68 (1.38 - 2.03)	1.63 (1.4 - 2.19)	2.02 (1.41 - 2.46)	2.04 (1.35 - 2.42)
236	2.74 (1.91 - 3.66)	1.68 (1.38 - 2.04)	1.63 (1.4 - 2.19)	2.02 (1.41 - 2.46)	2.04 (1.35 - 2.42)
237	2.74 (1.92 - 3.66)	1.69 (1.38 - 2.04)	1.63 (1.4 - 2.19)	2.02 (1.41 - 2.46)	2.04 (1.35 - 2.42)
238	2.74 (1.92 - 3.66)	1.69 (1.38 - 2.04)	1.63 (1.4 - 2.2)	2.03 (1.41 - 2.47)	2.04 (1.35 - 2.42)
239	2.74 (1.92 - 3.67)	1.69 (1.38 - 2.04)	1.64 (1.4 - 2.2)	2.03 (1.41 - 2.47)	2.04 (1.35 - 2.42)
240	2.75 (1.92 - 3.67)	1.69 (1.38 - 2.05)	1.64 (1.4 - 2.2)	2.03 (1.42 - 2.48)	2.04 (1.35 - 2.42)
241	2.75 (1.92 - 3.67)	1.69 (1.39 - 2.05)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.04 (1.42 - 2.48)	2.04 (1.35 - 2.42)
242	2.75 (1.93 - 3.67)	1.7 (1.39 - 2.05)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.04 (1.42 - 2.48)	2.04 (1.35 - 2.42)
243	2.76 (1.93 - 3.68)	1.7 (1.39 - 2.05)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.04 (1.42 - 2.49)	2.04 (1.35 - 2.42)
244	2.76 (1.93 - 3.68)	1.7 (1.39 - 2.06)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.05 (1.42 - 2.49)	2.04 (1.35 - 2.42)
245	2.76 (1.93 - 3.68)	1.7 (1.39 - 2.06)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.05 (1.42 - 2.5)	2.04 (1.35 - 2.42)
246	2.76 (1.93 - 3.69)	1.7 (1.39 - 2.06)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.05 (1.43 - 2.5)	2.04 (1.35 - 2.42)
247	2.77 (1.94 - 3.69)	1.71 (1.39 - 2.07)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.06 (1.43 - 2.5)	2.04 (1.35 - 2.42)
248	2.77 (1.94 - 3.7)	1.71 (1.4 - 2.07)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.06 (1.43 - 2.51)	2.04 (1.35 - 2.42)
249	2.77 (1.94 - 3.7)	1.71 (1.4 - 2.07)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.06 (1.43 - 2.51)	2.04 (1.36 - 2.42)
250	2.77 (1.94 - 3.71)	1.71 (1.4 - 2.07)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.07 (1.43 - 2.52)	2.04 (1.36 - 2.42)
251	2.78 (1.94 - 3.72)	1.71 (1.4 - 2.08)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.07 (1.44 - 2.52)	2.04 (1.36 - 2.42)
252	2.78 (1.95 - 3.72)	1.72 (1.4 - 2.08)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.07 (1.44 - 2.52)	2.04 (1.36 - 2.42)
253	2.78 (1.95 - 3.72)	1.72 (1.4 - 2.08)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.08 (1.44 - 2.53)	2.04 (1.36 - 2.42)
254	2.78 (1.95 - 3.72)	1.72 (1.4 - 2.08)	1.64 (1.41 - 2.2)	2.08 (1.44 - 2.53)	2.04 (1.36 - 2.42)
255	2.79 (1.95 - 3.73)	1.72 (1.4 - 2.09)	1.65 (1.41 - 2.2)	2.08 (1.44 - 2.54)	2.04 (1.36 - 2.42)
256	2.79 (1.95 - 3.73)	1.72 (1.41 - 2.09)	1.65 (1.41 - 2.2)	2.09 (1.44 - 2.54)	2.04 (1.36 - 2.42)
257	2.79 (1.95 - 3.73)	1.73 (1.41 - 2.09)	1.65 (1.41 - 2.2)	2.09 (1.45 - 2.54)	2.04 (1.36 - 2.42)
258	2.79 (1.96 - 3.73)	1.73 (1.41 - 2.09)	1.65 (1.41 - 2.2)	2.09 (1.45 - 2.55)	2.04 (1.36 - 2.42)
259	2.8 (1.96 - 3.73)	1.73 (1.41 - 2.1)	1.65 (1.42 - 2.2)	2.1 (1.45 - 2.55)	2.04 (1.36 - 2.42)
260	2.8 (1.96 - 3.73)	1.73 (1.41 - 2.1)	1.65 (1.42 - 2.2)	2.1 (1.45 - 2.56)	2.04 (1.36 - 2.42)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
261	2.8 (1.96 - 3.73)	1.73 (1.41 - 2.1)	1.65 (1.42 - 2.2)	2.1 (1.45 - 2.56)	2.05 (1.36 - 2.42)
262	2.8 (1.96 - 3.73)	1.74 (1.41 - 2.1)	1.65 (1.42 - 2.2)	2.11 (1.45 - 2.56)	2.05 (1.36 - 2.42)
263	2.8 (1.97 - 3.74)	1.74 (1.41 - 2.11)	1.65 (1.42 - 2.2)	2.11 (1.46 - 2.57)	2.05 (1.36 - 2.42)
264	2.81 (1.97 - 3.74)	1.74 (1.42 - 2.11)	1.65 (1.42 - 2.2)	2.11 (1.46 - 2.57)	2.05 (1.36 - 2.42)
265	2.81 (1.97 - 3.74)	1.74 (1.42 - 2.11)	1.65 (1.42 - 2.2)	2.11 (1.46 - 2.58)	2.05 (1.37 - 2.42)
266	2.81 (1.97 - 3.75)	1.74 (1.42 - 2.11)	1.65 (1.42 - 2.2)	2.12 (1.46 - 2.58)	2.05 (1.37 - 2.42)
267	2.81 (1.97 - 3.76)	1.74 (1.42 - 2.12)	1.65 (1.42 - 2.21)	2.12 (1.46 - 2.58)	2.05 (1.37 - 2.42)
268	2.82 (1.97 - 3.76)	1.75 (1.42 - 2.12)	1.65 (1.42 - 2.21)	2.12 (1.47 - 2.59)	2.05 (1.37 - 2.42)
269	2.82 (1.98 - 3.77)	1.75 (1.42 - 2.12)	1.65 (1.42 - 2.21)	2.13 (1.47 - 2.59)	2.05 (1.37 - 2.42)
270	2.82 (1.98 - 3.77)	1.75 (1.42 - 2.12)	1.65 (1.42 - 2.21)	2.13 (1.47 - 2.6)	2.05 (1.37 - 2.42)
271	2.82 (1.98 - 3.77)	1.75 (1.42 - 2.13)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.13 (1.47 - 2.6)	2.05 (1.37 - 2.42)
272	2.82 (1.98 - 3.77)	1.75 (1.43 - 2.13)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.14 (1.47 - 2.6)	2.05 (1.37 - 2.42)
273	2.83 (1.98 - 3.77)	1.76 (1.43 - 2.13)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.14 (1.47 - 2.61)	2.05 (1.37 - 2.42)
274	2.83 (1.98 - 3.77)	1.76 (1.43 - 2.13)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.14 (1.48 - 2.61)	2.05 (1.37 - 2.42)
275	2.83 (1.99 - 3.78)	1.76 (1.43 - 2.14)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.15 (1.48 - 2.61)	2.05 (1.37 - 2.42)
276	2.83 (1.99 - 3.78)	1.76 (1.43 - 2.14)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.15 (1.48 - 2.62)	2.05 (1.37 - 2.42)
277	2.83 (1.99 - 3.79)	1.76 (1.43 - 2.14)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.15 (1.48 - 2.62)	2.05 (1.37 - 2.42)
278	2.84 (1.99 - 3.79)	1.77 (1.43 - 2.14)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.16 (1.48 - 2.63)	2.05 (1.37 - 2.42)
279	2.84 (1.99 - 3.79)	1.77 (1.43 - 2.15)	1.66 (1.42 - 2.21)	2.16 (1.49 - 2.63)	2.05 (1.37 - 2.42)
280	2.84 (1.99 - 3.8)	1.77 (1.44 - 2.15)	1.66 (1.43 - 2.21)	2.16 (1.49 - 2.63)	2.05 (1.37 - 2.42)
281	2.84 (2 - 3.8)	1.77 (1.44 - 2.15)	1.66 (1.43 - 2.21)	2.17 (1.49 - 2.64)	2.05 (1.37 - 2.42)
282	2.84 (2 - 3.8)	1.77 (1.44 - 2.15)	1.66 (1.43 - 2.21)	2.17 (1.49 - 2.64)	2.05 (1.37 - 2.42)
283	2.85 (2 - 3.81)	1.78 (1.44 - 2.16)	1.66 (1.43 - 2.21)	2.17 (1.49 - 2.65)	2.05 (1.38 - 2.42)
284	2.85 (2 - 3.81)	1.78 (1.44 - 2.16)	1.66 (1.43 - 2.21)	2.17 (1.49 - 2.65)	2.05 (1.38 - 2.42)
285	2.85 (2 - 3.81)	1.78 (1.44 - 2.16)	1.66 (1.43 - 2.21)	2.18 (1.5 - 2.65)	2.05 (1.38 - 2.42)
286	2.85 (2 - 3.81)	1.78 (1.44 - 2.16)	1.66 (1.43 - 2.21)	2.18 (1.5 - 2.66)	2.05 (1.38 - 2.42)
287	2.85 (2.01 - 3.81)	1.78 (1.44 - 2.17)	1.66 (1.43 - 2.21)	2.18 (1.5 - 2.66)	2.05 (1.38 - 2.42)
288	2.86 (2.01 - 3.82)	1.78 (1.45 - 2.17)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.19 (1.5 - 2.66)	2.05 (1.38 - 2.42)

PM _{2.5}	急性下呼吸道感染	慢性阻塞性肺病	缺血性心脏病	肺癌	脑卒中
289	2.86 (2.01 - 3.82)	1.79 (1.45 - 2.17)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.19 (1.5 - 2.67)	2.05 (1.38 - 2.42)
290	2.86 (2.01 - 3.82)	1.79 (1.45 - 2.17)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.19 (1.51 - 2.67)	2.05 (1.38 - 2.42)
291	2.86 (2.01 - 3.82)	1.79 (1.45 - 2.18)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.2 (1.51 - 2.68)	2.05 (1.38 - 2.42)
292	2.86 (2.01 - 3.82)	1.79 (1.45 - 2.18)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.2 (1.51 - 2.68)	2.05 (1.38 - 2.42)
293	2.86 (2.02 - 3.82)	1.79 (1.45 - 2.18)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.2 (1.51 - 2.68)	2.05 (1.38 - 2.42)
294	2.87 (2.02 - 3.82)	1.8 (1.45 - 2.18)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.21 (1.51 - 2.69)	2.05 (1.38 - 2.42)
295	2.87 (2.02 - 3.82)	1.8 (1.45 - 2.19)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.21 (1.51 - 2.69)	2.05 (1.38 - 2.42)
296	2.87 (2.02 - 3.82)	1.8 (1.46 - 2.19)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.21 (1.52 - 2.7)	2.05 (1.38 - 2.42)
297	2.87 (2.02 - 3.83)	1.8 (1.46 - 2.19)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.21 (1.52 - 2.7)	2.05 (1.38 - 2.42)
298	2.87 (2.02 - 3.83)	1.8 (1.46 - 2.19)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.22 (1.52 - 2.7)	2.05 (1.38 - 2.42)
299	2.88 (2.02 - 3.84)	1.8 (1.46 - 2.2)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.22 (1.52 - 2.71)	2.05 (1.38 - 2.42)
300	2.88 (2.03 - 3.84)	1.81 (1.46 - 2.2)	1.67 (1.43 - 2.21)	2.22 (1.52 - 2.71)	2.05 (1.39 - 2.42)

附录 C 参考性出版物

- [1] Aaron J Cohen, Michael Brauer, Richard Burnett, H Ross Anderson, Joseph Frostad 5, Kara Estep, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet*. 2017 May 13;389(10082):1907-1918.
- [2] Lim S S, Vos T, Flaxman A D, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, Amann M, Anderson H R, Andrews K G, Aryee M, Atkinson C, Bacchus L J, Bahalim A N, Balakrishnan K, Balmes J, A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 2012, 380(9859): 2224–2260
- [3] FAO, & UNSD. (2020). System of Environmental-Economic Accounting for Agriculture Forestry and Fisheries (SEEA AFF). <https://doi.org/10.4060/ca7735en>
- [4] OECD. (2009). Measuring Capital. OECD MANUAL 2009. Second Edition. <https://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/43734711.pdf>
- [5] United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development, & World Bank. (2003). Handbook of National Accounting: Integrated

-
- Environmental and Economic Accounting 2003. United Nations.
<https://unstats.un.org/unsd/environment/seea2003.pdf>
- [6] United Nations. (2012). System of Environmental-Economic Accounting for Water (SEEA-Water).
- [7] United Nations. (2017). Framework for the Development of Environment Statistics (FDES 2013).
- [8] United Nations. (2018). System of Environmental-Economic Accounting for Energy (SEEA-Energy).
- [9] United Nations. (2019). Technical Recommendations in support of the System of Environmental Economic Accounting 2012—Experimental Ecosystem Accounting. United Nations.
https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EEA/seriesm_97_e.pdf
- [10] World Bank. (2007). Cost of Pollution in China. Washington, D.C.
- [11] World Bank. (2018). The Changing Wealth of Nations 2018. Washington, D.C.
- [12] 生态环境部环境规划院, 中国科学院生态环境研究中心. 陆地生态系统生产总值 (GEP) 核算技术指南. http://www.caep.org.cn/zclm/sthjyjjhszx/zxdt_21932/202010/t20201029_805419.shtml. 2020.
- [13] 马国霞, 周夏飞, 彭菲等. 2015 年我国生态系统生态破坏损失核算研究. 地理科学, 2019, 39 (6): 1008-1015

-
- [14] 於方, 王金南, 曹东, 等. 中国环境经济核算技术指南.北京: 中国环境科学出版社, 2009
- [15] 於方, 马国霞, 齐霁, 等.中国环境经济核算研究报告(2007-2008). 北京:中国环境出版社,2012.
- [16] 於方, 杨威杉, 马国霞, 等.中国环境经济核算研究报告(2009-2010). 北京:中国环境出版社,2019.
- [17] 於方, 周颖, 马国霞, 等.中国环境经济核算研究报告(2011-2012). 北京:中国环境出版社,2019.
- [18] 马国霞, 於方, 等.中国环境经济核算研究报告(2013-2014). 北京: 中国环境出版社, 2019.
- [19] 耿春梅,王宗爽,任丽红,王燕丽,王琼,杨文,白志鹏.大气臭氧浓度升高对农作物产量的影响[J].环境科学研究,2014,27(03):239-245.
- [20] 世界卫生组织.世界卫生组织关于颗粒物、臭氧、二氧化氮和二氧化硫的空气质量标准.2005