



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 479—2019

PM_{2.5} 气象条件评估指数(EMI)

Evaluation on meteorological condition index of PM_{2.5} pollution

2019-04-28 发布

2019-08-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 EMI 及分项计算方法	1
附录 A(资料性附录) EMI 计算公式中各分项物理意义	3
附录 B(规范性附录) EMI 在评估中的应用方法	4
附录 C(资料性附录) EMI 数值计算方法	6
参考文献	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气象防灾减灾标准化技术委员会(SAC/TC 345)提出并归口。

本标准起草单位:国家气象中心、中国气象科学研究院。

本标准主要起草人:张碧辉、刘洪利、张迪、龚山陵、何建军、张恒德、桂海林、王继康。

PM_{2.5}气象条件评估指数(EMI)

1 范围

本标准规定了PM_{2.5}气象条件评估指数的定义和计算方法。
本标准适用于开展PM_{2.5}浓度变化中气象条件贡献的评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

HJ 633—2012 环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

细颗粒物 fine particle

PM_{2.5}

空气动力学直径小于或等于2.5 μm的气溶胶粒子。

[GB/T 31159—2014,定义3.7]

3.2

PM_{2.5}气象条件评估指数 evaluation on meteorological condition index of PM_{2.5} pollution;EMI

表征PM_{2.5}浓度变化中气象条件贡献的无量纲指标。

注:EMI用地面至1500 m高度气柱内PM_{2.5}平均浓度与参考浓度的比值表示,值越大表征气象条件越不利于近地面大气中PM_{2.5}稀释与扩散。

4 EMI及分项计算方法

4.1 EMI计算方法

计算公式见式(1):

$$I = I(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} (E + T + D) \cdot dt \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

I ——EMI,无量纲;

t_0 ——积分起始时间,单位为秒(s);

t_1 ——积分终止时间,单位为秒(s);

E ——排放沉降项,单位为每秒(s⁻¹);

T ——传输项,单位为每秒(s⁻¹);

D ——扩散项,单位为每秒(s⁻¹);

t ——时间,单位为秒(s)。

各分项物理意义参见附录 A,EMI 在评估中的应用方法见附录 B,EMI 数值计算方法参见附录 C。

4.2 分项计算方法

4.2.1 排放沉降项

排放沉降项计算公式见式(2)：

$$E = \frac{1}{C_0 \cdot H} \int_0^H (s - d) \cdot dh \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

E ——排放沉降项,单位为每秒(s^{-1})；

C_0 ——HJ 633—2012 中空气质量指数一级,类别为优的 $PM_{2.5}$ 浓度限值, $C_0 = 35$,单位为微克每立方米($\mu g \cdot m^{-3}$)；

H ——气柱高度, $H = 1500$,单位为米(m)；

s —— $PM_{2.5}$ 排放率,单位为微克每立方米秒($\mu g \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}$)；

d —— $PM_{2.5}$ 沉降率,单位为微克每立方米秒($\mu g \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}$)；

h ——高度,单位为米(m)。

4.2.2 传输项

传输项计算公式见式(3)：

$$T = \frac{1}{C_0 \cdot H} \int_0^H - (u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z}) \cdot dh \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

T ——传输项,单位为每秒(s^{-1})；

u ——东西方向水平风速,西风风速为正值,东风风速为负值,单位为米每秒($m \cdot s^{-1}$)；

C —— $PM_{2.5}$ 浓度,单位为微克每立方米($\mu g \cdot m^{-3}$)；

x ——东西方向距离,单位为米(m)；

v ——南北方向水平风速,南风风速为正值,北风风速为负值,单位为米每秒($m \cdot s^{-1}$)；

y ——南北方向距离,单位为米(m)；

w ——垂直方向风速,单位为米每秒($m \cdot s^{-1}$)；

z ——垂直方向距离,单位为米(m)。

4.2.3 扩散项

扩散项计算公式见式(4)：

$$D = \frac{1}{C_0 \cdot H} \int_0^H \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \right\} \cdot dh \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中：

D ——扩散项,单位为每秒(s^{-1})；

K_x ——东西方向水平扩散系数,单位为平方米每秒($m^2 \cdot s^{-1}$)；

K_y ——南北方向水平扩散系数,单位为平方米每秒($m^2 \cdot s^{-1}$)；

K_z ——垂直方向扩散系数,单位为平方米每秒($m^2 \cdot s^{-1}$)。

附 录 A
(资料性附录)

EMI 计算公式中各分项物理意义

式(A.1)为 PM_{2.5} 浓度连续性方程。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + r + s - d$$

.....(A.1)

式中：

r ——化学反应二次生成率，单位为微克每立方米秒($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)。

从连续性方程可见，气象条件对 PM_{2.5} 浓度的影响体现在排放沉降项、传输项和扩散项，其物理意义如下：

- 排放沉降项(E)：PM_{2.5} 排放率和沉降率的差值导致的单位时间气柱内 PM_{2.5} 浓度变率。表示该地区大气与地表之间净收支，正值表示有向大气的排放，负值表示有沉降。
- 传输项(T)：水平和垂直方向的大气输送作用导致的单位时间气柱内 PM_{2.5} 浓度变率。正值表示输入，负值表示输出。
- 扩散项(D)：大气湍流作用导致的单位时间气柱内 PM_{2.5} 浓度变率。正值表示 PM_{2.5} 累积，一般对应混合层较低，大气层结稳定；负值表示 PM_{2.5} 稀释，一般对应混合层抬高，大气层结不稳定。

附录 B
(规范性附录)

EMI 在评估中的应用方法

设定 PM_{2.5} 年排放率(*s*)不变,为了体现排放季节变化的固有特征,考虑排放率的月际变化。由于已设定的不同年度的 PM_{2.5} 排放率保持不变,因此不同年度之间相同月份相互比较时,EMI 的差异就是排放不变条件下气象条件所导致的 PM_{2.5} 浓度变化率。

假设气象因素对实际浓度的贡献是正比的,排放量与实际浓度的贡献也是正比的,而且气象因素和排放因素是变量可分离的,因此“时段 1”排放量在“时段 0”气象条件下的 PM_{2.5} 浓度等于“时段 1”排放量在“时段 1”气象条件下的 PM_{2.5} 浓度除以“时段 1”气象条件和“时段 0”气象条件的比值,具体计算公式见式(B.1):

$$C_{10} = \frac{O_1}{I_1/I_0} \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

*C*₁₀——“时段 1”排放量在“时段 0”气象条件下的 PM_{2.5} 浓度,单位为微克每立方米($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$);

*O*₁——“时段 1”实测 PM_{2.5} 浓度,即“时段 1”排放量在“时段 1”气象条件下的 PM_{2.5} 浓度,单位为微克每立方米($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$);

*I*₁——“时段 1”EMI,无量纲;

*I*₀——“时段 0”EMI,无量纲。

根据假设条件,在“时段 0”气象条件下,“时段 1”排放量对应的 PM_{2.5} 浓度和“时段 0”排放量对应的 PM_{2.5} 浓度比值与“时段 1”和“时段 0”的排放量比值相等,见式(B.2):

$$\frac{C_{10}}{O_0} = \frac{E_1}{E_0} \dots\dots\dots(B.2)$$

式中:

*O*₀——“时段 0”实测 PM_{2.5} 浓度,即“时段 0”排放量在“时段 0”气象条件下的 PM_{2.5} 浓度,单位为微克每立方米($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$);

*E*₁——“时段 1”排放率,单位为微克每立方米秒($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$);

*E*₀——“时段 0”排放率,单位为微克每立方米秒($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)。

将式(B.1)代入式(B.2),整理得到式(B.3):

$$\frac{O_1}{O_0} = \frac{E_1}{E_0} \times \frac{I_1}{I_0} \dots\dots\dots(B.3)$$

式(B.3)的物理意义是:某两个时段 PM_{2.5} 浓度比率,等于排放量比率与 EMI 比率的乘积。因此,在排放没有明显变化的情况下,PM_{2.5} 浓度变化主要由气象条件决定。

定义“排放变化率”见式(B.4):

$$R_E = (E_1 - E_0)/E_0 \dots\dots\dots(B.4)$$

式中:

*R*_E——“时段 1”相对“时段 0”的排放变化率,无量纲。

将式(B.3)代入式(B.4),整理得到式(B.5):

$$R_E = \frac{O_1/O_0}{I_1/I_0} - 1 \dots\dots\dots(B.5)$$

同样,定义“气象条件变化率”见式(B.6):

$$R_W = (I_1 - I_0)/I_0 \dots\dots\dots(B.6)$$

式中：

R_w ——“时段 1”相对“时段 0”的气象条件变化率，无量纲。

根据式(B.5)可定量计算出排放变化对浓度变化的贡献率，负值表示有减排效果，正值表示排放增加。根据式(B.6)可定量计算出气象条件变化对浓度变化的贡献率，负值表示扩散条件较优，有降低 $PM_{2.5}$ 浓度效果，正值表示扩散条件较差，有增加 $PM_{2.5}$ 浓度效果。

附录 C
(资料性附录)
EMI 数值计算方法

EMI 很难得到解析解,需要通过数值模式系统得到数值解。以中国气象局化学天气预报系统(CUACE)为基础,开发中国气象局化学天气预报系统-EMI 评估模式(CUACE-EMI),用于计算 EMI 数值解。

CUACE-EMI 计算范围覆盖全国,水平分辨率 15 km;使用 2015 年的排放源,同化气象分析场和地面、探空观测资料。CUACE-EMI 模块结构示意图见图 C.1,包括区域气象模块、CUACE、PM_{2.5} 示踪模块以及 EMI 分析评估模块。

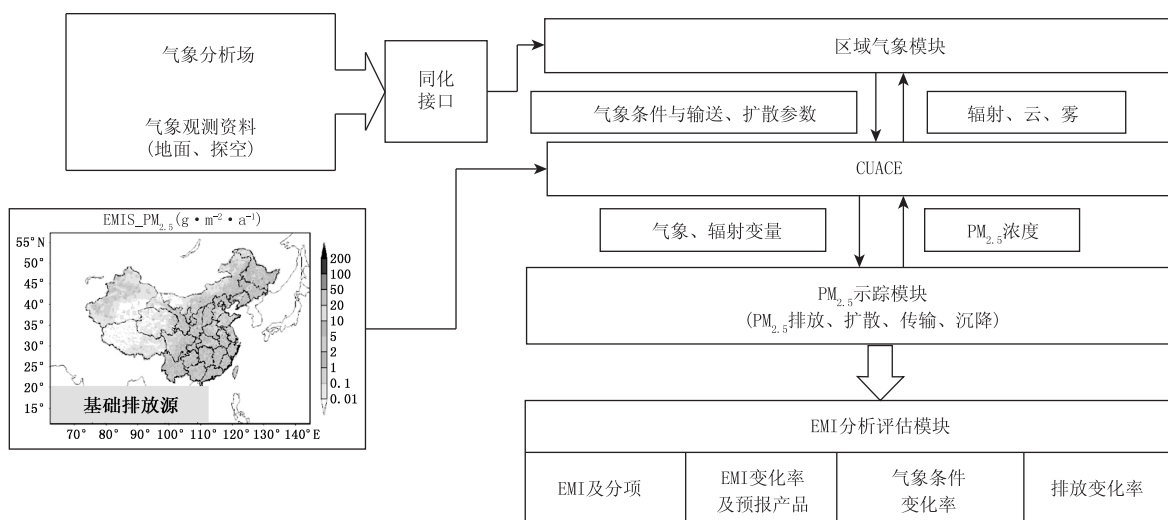


图 C.1 CUACE-EMI 模块结构示意图

参 考 文 献

- [1] GB/T 31159—2014 大气气溶胶观测术语
 - [2] GB/T 34299—2017 大气自净能力等级
 - [3] QX/T 269—2015 气溶胶污染气象条件指数 (PLAM)
 - [4] 盛裴轩,毛节泰,李建国,等. 大气物理学[M]. 北京:北京大学出版社,2003
 - [5] 唐孝炎,张远航,邵敏. 大气环境化学[M]. 北京:高等教育出版社,2006
-

中华人民共和国
气象行业标准
PM_{2.5}气象条件评估指数(EMI)
QX/T 479—2019

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京中科印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:0.75 字数:22.5千字
2019年6月第一版 2019年6月第一次印刷

*

书号:135029-6053 定价:15.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301