

森林火险指标体系和分级指南

Guideline for forest fire danger indicator system and grading standards

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京市应急管理局提出并归口。

本文件由北京市应急管理局组织实施。

本文件起草单位:北京市应急管理科学技术研究院。

本文件主要起草人:

森林火险指标体系和分级指南

1 范围

本文件给出了森林火险指标体系和火险指数计算、森林火险等级名称和分级等。
本文件适用于本市森林火险指数计算和分级。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB/T 33695 地面气象要素编码与数据格式

GB/T 36743 森林火险气象等级

LY/T 2578 森林火险预警信号分级及标识

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 森林火险指标体系和火险指数计算

4.1 森林火险指标体系

4.1.1 森林火险指标体系由 2 个一级指标（监测指标、计算指标）、4 个二级指标（可燃物监测指标、气象监测指标、可燃物湿度指标、火行为指标）、12 个三级指标组成，见表 1。

表 1 指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标单位
监测指标	可燃物监测指标	10h 时滞可燃物温度	℃
		10h 时滞可燃物湿度	%
	气象监测指标	空气温度	℃
		空气湿度	%
		风速	m/s
		降雨量	mm

计算指标	可燃物湿度指标	表层可燃物湿度指数	无量纲
		浅层腐殖质湿度指数	无量纲
		深层有机质干旱指数	无量纲
	火行为指标	初始蔓延指数	无量纲
		累积指数	无量纲
		火险天气指数	无量纲

4.1.2 指标体系中 12 个三级指标的编码和数据计算格式应符合表 2 要求。

表 2 输入指标数据结构表

三级指标名称	指标编码	数据计算格式
10h 时滞可燃物温度	FT10h	保留 1 位小数
10h 时滞可燃物湿度	FM10h	保留 1 位小数
空气温度	T	保留 1 位小数
空气湿度	H	整数
降雨量	r_0	保留 1 位小数
风速	W	保留 1 位小数
表层可燃物湿度指数	F	保留 1 位小数
浅层腐殖质湿度指数	P	保留 1 位小数
深层有机质干旱指数	D	保留 1 位小数
初始蔓延指数	R	保留 1 位小数
累积指数	U	保留 1 位小数
火险天气指数	S	保留 1 位小数

4.2 指标计算方法

4.2.1 表层可燃物湿度指数由前一日表层可燃物湿度指数与降雨量、空气温度、空气湿度、风速等气象要素获得，具体计算方法见附录 A.1。

4.2.2 浅层腐殖质湿度指数由前一日浅层腐殖质湿度指数与降雨量、空气温度、空气湿度等气象要素获得，具体计算方法见附录 A.2。

4.2.3 深层有机质干旱指数由前一日深层有机质干旱指数与降雨量、空气温度等气象要素获得，具体计算方法见附录 A.3。

4.2.4 初始蔓延指数由表层可燃物湿度指数与风速等气象要素获得，具体计算方法见附录 A.4。

4.2.5 累积指数由浅层腐殖质湿度指数与深层有机质干旱指数获得，具体计算方法见附录 A.5。

4.2.6 火险天气指数由初始蔓延指数与累积指数获得，具体计算方法见附录 A.6。

5 森林火险等级名称和分级

5.1 森林火险分级

5.1.1 森林火险分级采用双因子分级方法，根据火险天气指数和表层可燃物湿度指数的不同区间组合确定火险分级，见表3。

表3 森林火险分级

火险天气指数	表层可燃物湿度指数				
	(0-85]	(85-92]	(92-95]	(95-97]	97+
40+	三级	三级	四级	五级	五级
(30-40]	二级	三级	四级	四级	五级
(20-30]	二级	三级	三级	四级	四级
(10-20]	二级	二级	三级	三级	三级
(0-10]	一级	二级	二级	二级	三级

5.1.2 日常森林火险分级可联合采用细小可燃物引燃风险等级和森林火险分级方法。在无法确定细小可燃物引燃风险等级的情况下，可单独采用5.1.1方法确定森林火险分级。

5.2 细小可燃物引燃风险等级

5.2.1 细小可燃物引燃风险等级应按照在不考虑气象条件时引燃细小可燃物的难易程度进行分级，从低到高分为一级至五级。

5.2.2 根据10h时滞可燃物温度和10h时滞可燃物湿度的不同区间组合确定细小可燃物引燃风险等级，见表4。

表4 细小可燃物引燃风险等级

10h时滞可燃物湿度(%)	10h时滞可燃物温度(°C)				
	<-5	(-5-0]	(0-15]	(15-30]	>30
<4	三级	三级	四级	五级	五级
(4-6]	二级	三级	四级	四级	五级
(6-8]	二级	三级	三级	四级	四级
(8-12]	二级	二级	二级	三级	三级
>12	一级	一级	一级	二级	二级

5.3 森林火险等级名称

5.3.1 森林火险分级从低到高分为一级至五级，共五个等级。火险分级名称符合GB/T 36743的要求，见表5。

5.3.2 森林火险等级描述符合LY/T 2578的要求，见表5。

表5 森林火险等级及描述表

森林火险等级	名称	危险程度	易燃程度	蔓延程度
一级	低火险	低度危险	不易燃烧	不易蔓延
二级	较低火险	中度危险	可以燃烧	可以蔓延
三级	较高火险	较高危险	较易燃烧	较易蔓延
四级	高火险	高度危险	容易燃烧	容易蔓延
五级	极高火险	极度危险	极易燃烧	极易蔓延

附 录 A
(资 料 性)
火 险 指 数 算 法

A.1 表层可燃物湿度指数

F 为当天表层可燃物湿度指数，计算公式如式（A.1）所示。

$$F = 59.5(250 - m)/(147.2 + m) \quad (\text{A.1})$$

式中， m ——当天细小可燃物含水量，计算公式如式（A.10）或（A.11）或（A.12）所示。

A.1.1 前一天的细小可燃物含水量

m_o 为前一天的细小可燃物含水量，计算公式如式（A.2）所示。

$$m_o = 147.2(101 - F_o)/(59.5 + F_o) \quad (\text{A.2})$$

式中， m_o ——前一天的细小可燃物含水量；

F_o ——前一天表层可燃物湿度指数 FFMC。

A.1.2 细小可燃物含水量中间值

m_1 为细小可燃物含水量中间值，计算公式如式（A.3）或式（A.4）或式（A.5）所示，当计算的当 $m_1 > 250$ 时，则 $m_1 = 250$ 。

r_o 为降雨量，单位为 mm。

当 $r_o \leq 0.5$ 时，

$$m_1 = m_o \quad (\text{A.3})$$

当 $r_o > 0.5$ 时，

当 $m_o \leq 150$ 时，

$$m_1 = m_o + 42.5(r_o - 0.5)(e^{-100/(251-m_o)})(1 - e^{-6.93(r_o-0.5)}) \quad (\text{A.4})$$

当 $m_o > 150$ 时，

$$m_1 = m_o + 42.5(r_o - 0.5)(e^{-100/(251-m_o)}) \quad (\text{A.5})$$

式中， m_1 ——细小可燃物含水量中间值；

m_0 ——前一天的细小可燃物含水量；

r_0 ——降雨量，单位为 mm；

A.1.3 干燥细小可燃物平衡含水量

E_d 为干燥细小可燃物平衡含水量，计算公式如式（A.6）所示；

$$E_d = 0.942H^{0.679} + 11e^{(H-100)/10} + 0.18(21.1 - T)(1 - e^{-0.115H}) \quad (\text{A.6})$$

式中， E_d ——干燥细小可燃物平衡含水量；

H ——空气湿度，单位为%；

T ——空气温度，单位为℃；

A.1.4 潮湿细小可燃物平衡含水量

E_w 为潮湿细小可燃物平衡含水量，计算公式如式（A.7）所示；

$$E_w = 0.618H^{0.753} + 10e^{(H-100)/10} + 0.18(21.1 - T)(1 - e^{-0.115H}) \quad (\text{A.7})$$

式中， E_w ——潮湿细小可燃物平衡含水量；

H ——空气湿度；

T ——空气温度；

A.1.5 干燥指数对数

k_d 为干燥指数的对数，计算公式如式（A.8）所示；

$$k_d = 0.424[1 - (H/100)^{1.7}] + 0.0694W^{0.5}[1 - (H/100)^2] \times 0.581e^{0.0365T} \quad (\text{A.8})$$

式中， k_d ——干燥指数的对数；

H ——空气湿度；

W ——风速；

T ——空气温度；

A.1.6 潮湿指数对数

k_w 为潮湿指数的对数，计算公式如式（A.9）所示；

$$k_w = 0.424[1 - (\frac{100-H}{100})^{1.7}] + 0.0694W^{0.5}[1 - (\frac{100-H}{100})^8] \times 0.581e^{0.0365T} \quad (A.9)$$

式中, k_w ——潮湿指数的对数;

H ——空气湿度;

W ——风速;

T ——空气温度。

A.1.7 当天细小可燃物含水量

m 为当天细小可燃物含水量, 计算公式如式 (A.10) 或 (A.11) 或 (A.12) 所示。

当 $m_1 > E_d$ 时,

$$m = E_d + (m_1 - E_d) \times 10^{-k_d} \quad (A.10)$$

当 $m_1 < E_w$ 时,

$$m = E_w - (E_w - m_1) \times 10^{-k_w} \quad (A.11)$$

当 $m_1 \leq E_d$ 或 $m_1 \geq E_w$ 时,

$$m = m_1 \quad (A.12)$$

A.2 浅层腐殖质湿度指数

P 为浅层腐殖质湿度指数, 计算公式如式 (A.13) 或公式 (A.14) 所示。

当 $r_0 \leq 1.5$ 时, P 计算公式如式 (A.13) 所示;

$$P = P_0 + 100K \quad (A.13)$$

式中, P ——浅层腐殖质湿度指数。

P_0 ——前一天的浅层腐殖质湿度指数。

K ——浅层腐殖质湿度指数中干燥指数的对数, 计算公式如式 (A.15) 所示。

当 $r_0 > 1.5$ 时,

$$P = P_r + 100K \quad (A.14)$$

式中, P ——浅层腐殖质湿度指数;

P_r ——雨后的浅层腐殖质湿度指数, 计算公式如式 (A.17) 所示;

K ——浅层腐殖质湿度指数中干燥指数的对数, 计算公式如式 (A.15) 所示。

A.2.1 浅层腐殖质湿度指数中干燥指数的对数

K 为浅层腐殖质湿度指数中干燥指数的对数，计算公式如式（A.15）所示。

$$K = 1.894(T + 1.1)(100 - H)L_e \times 10^{-6} \quad (\text{A.15})$$

式中， K ——浅层腐殖质湿度指数中干燥指数的对数；

T ——空气温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$ ；当 $T < 1.1$ 时， $T = 1.1$ 。

H ——空气湿度；

L_e ——浅层腐殖质湿度指数中白天有效长度，单位为小时；查表4确定。

表 A.4 有效白天时长（DMC）

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一	十二
L_e	6.65	6.67	8.90	10.25	11.37	11.98	11.72	10.75	9.47	8.18	6.98	6.35

A.2.2 雨后浅层腐殖质湿度指数

P_r 为雨后浅层腐殖质湿度指数，计算公式如（A.16）所示，当计算的 $P_r \leq 0$ 时，

$P_r = 0$ 。

$$P_r = 244.72 - 43.43 \ln(M_r - 20) \quad (\text{A.16})$$

式中， P_r ——雨后的浅层腐殖质湿度指数；

M_r ——雨后浅层腐殖质层含水量，计算公式如式（A.17）所示。

A.2.3 雨后浅层腐殖质层含水量

M_r 为雨后浅层腐殖质层含水量，计算公式如式（A.17）所示。

$$M_r = 20 + e^{(5.6348 - P_o/43.43)} + 1000 (0.92r_o - 1.27) / (48.77 + b (0.92r_o - 1.27)) \quad (\text{A.17})$$

式中， M_r ——雨后浅层腐殖质层含水量；

P_o ——前一天的浅层腐殖质湿度指数。

r_o ——降雨量；

b ——浅层腐殖质湿度指数中降雨影响的斜面变化，计算公式如式（A.18）或（A.19）或（A.20）所示。

A.2.4 浅层腐殖质湿度指数中降雨影响的斜面变化

b 为浅层腐殖质湿度指数中降雨影响的斜面变化，计算公式如式（A.18）或（A.19）或（A.20）所示。

当 $P_0 \leq 33$ 时，

$$b = 100 / (0.5 + 0.3P_0) \quad (\text{A.18})$$

式中， b ——浅层腐殖质湿度指数中降雨影响的斜面变化；

P_0 ——前一天的浅层腐殖质湿度指数。

当 $33 < P_0 \leq 65$ 时，

$$b = 14 - 1.3 \ln P_0 \quad (\text{A.19})$$

式中， b ——浅层腐殖质湿度指数中降雨影响的斜面变化；

P_0 ——前一天的浅层腐殖质湿度指数。

当 $P_0 > 65$ 时，

$$b = 6.2 \ln P_0 - 17.2 \quad (\text{A.20})$$

式中， b ——浅层腐殖质湿度指数中降雨影响的斜面变化；

P_0 ——前一天的浅层腐殖质湿度指数。

A.3 深层有机质干旱指数

D 为深层有机质干旱指数，计算公式如式（A.21）或式（A.22）所示。

当 $r_0 \leq 2.8$ 时，

$$D = D_0 + 0.5V \quad (\text{A.21})$$

式中， D ——深层有机质干旱指数；

D_0 ——前一天深层有机质干旱指数；

V ——土壤水分蒸发蒸腾损失总量，计算公式如式（A.23）所示；

当 $r_0 > 2.8$ 时，

$$D = 400 \ln(800/Q_r) + 0.5V \quad (\text{A.22})$$

式中， D ——深层有机质干旱指数；

Q_r ——雨后的深层有机质水分当量，计算公式如式（A.24）所示；

V ——土壤水分蒸发蒸腾损失总量，计算公式如式（A.23）所示。

A.3.1 土壤水分蒸发蒸腾损失总量

V 为土壤水分蒸发蒸腾损失总量，计算公式如式（A.23）所示，当计算的 $V < 0$ 时， $V = 0$ 。

$$V = 0.36(T + 2.8) + L_f \quad (\text{A.23})$$

式中， T ——空气温度，如 $T < -2.8$ ，则 $T = -2.8$ 。

L_f ——深层有机质干旱指数中白天长度调节；查表 A.5 确定。

表 A.5 白天长度因子 (DC)

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一	十二
L_f	-1.6	-1.6	-1.6	0.9	3.8	5.8	6.4	5.0	2.4	0.4	-1.6	-1.6

A.3.2 雨后深层有机质水分当量

Q_r 为雨后的深层有机质水分当量，计算公式如式 (A.24) 所示，当计算的 $Q_r < 0$ 时， $Q_r = 0$ 。

$$Q_r = 800e^{-D_0/400} + 3.937 (0.83r_0 - 1.27) \quad (\text{A.24})$$

式中， Q_r ——雨后的深层有机质水分当量；

D_0 ——前一天深层有机质干旱指数；

r_0 ——降雨量，单位为 mm；

A.4 初始蔓延指数

R 为初始蔓延指数，计算公式如式 (A.25) 所示。

$$R = 0.208e^{0.05039W} * 91.9e^{-0.1368m} [1 + m^{5.31} / (4.93 \times 10^7)] \quad (\text{A.25})$$

式中， R ——初始蔓延指数；

W ——风速；

m ——当天细小可燃物含水量。

A.5 累积指数

U 为累积指数，计算公式如式 (A.26) 或 (A.27) 所示。

当 $P \leq 0.4D$ 时，

$$U = 0.8PD / (P + 0.4D) \quad (\text{A.26})$$

当 $P > 0.4D$ 时，

$$U = P - [1 - 0.8D / (P + 0.4D)] [0.92 + (0.0114P)^{1.7}] \quad (\text{A.27})$$

式中， P ——浅层腐殖质湿度指数；

D ——深层有机质干旱指数。

A.6 火险天气指数

S 为火险天气指数，计算公式如式 (A.28) 或 (A.29) 所示。

当 $B > 1$ 时，

$$S = e^{2.72(0.434 \ln B)^{0.647}} \quad (\text{A.28})$$

当 $B \leq 1$ 时，

$$S = B \quad (\text{A.29})$$

式中， B 为中间形式的火险天气指数，计算公式如式 (A.30) 所示。

$$B = 0.1Rf(D) \quad (\text{A.30})$$

式中， B ——中间形式的火险天气指数；

R ——初始蔓延指数；

$f(D)$ 为半腐层湿度函数，计算公式如式 (A.31) 或 (A.32) 所示。

当 $U \leq 80$ 时，

$$f(D) = 0.626U^{0.809} + 2 \quad (\text{A.31})$$

当 $U > 80$ 时，

$$f(D) = 1000 / (25 + 108.64e^{-0.023U}) \quad (\text{A.32})$$

式中， U ——累计湿度指数。
