

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB23/T XXXX—XXXX

雷击引燃森林可燃物风险的试验方法

(征求意见稿)

起草单位：东北林业大学

联系人：孙龙

联系电话：13945016458

邮箱：sunlong365@126.com

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由黑龙江省林业和草原局提出。

本文件由黑龙江省森林防火专业标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：东北林业大学、XXXXXXX单位、XXXXXXX单位、XXXXXXX单位、XXXXXXX单位、XXXXXXX单位、XXXXXXX单位。

本文件主要起草人：孙龙、于宏洲、胡同欣、XXX、XXX、XX、XX。

雷击引燃森林可燃物风险的试验方法

1 范围

本文件规定了长持续时间雷电流风险指标、闪电导致可燃物引燃风险指标、引燃发生后产生明火风险指标、引燃发生后产生阴燃火风险指标和阴燃火转明火风险指标技术规范。

本文件适用于森林地表细小可燃物雷击引燃风险评估，不适用于森林内立木遭雷击引燃风险评估。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 仪器设备

LCGC系列全自动双波形冲击电流测试系统。

5 样品

林地内采集，直径小于0.635cm的枯枝落叶。

6 试验步骤

将处理过的可燃物放入水中浸泡7-8小时，使其保持含水率均匀。将浸泡过的可燃物平铺在烘干箱内一段时间，然后转载密闭塑料袋中取出，快速测出可燃物含水率。可燃物含水率范围保持在5~30%左右。并将按照实验要求加工后有的可燃物放置在测试台上。

实验设备可以模拟两种常见的雷电电流波形：10/350 μ s波形和8/20 μ s波形。10/350 μ s波形是典型雷电击穿大地的雷电流曲线，一般称为直击雷波形。8/20 μ s波形是典型雷击穿大地引起的电磁脉冲感应过电压击穿物体时的电流曲线，一般称感应雷波形。在自然界中，雷电产生的脉冲电流范围为20~100kA之间，实验设备可根据两种波形对电流大小设置。

实验开始后，记录实验环境温度、相对湿度；用水分测定仪测量可燃物含水率，并测量可燃物密实度和厚度，计算得出可燃物紧实度。可燃物紧实度范围保持在0.05-0.3g/[cm]²。实验进行时需要记录点燃实验中的冲击电流值和电压值。

7 试验数据处理

7.1 长持续时间雷电电流风险评估

可燃物雷击引燃是由云地闪电流的热效应引燃，决定能否引燃的特征参数主要包括云地闪的极性、电流强度、连续放电时间和回击次数等。对云地闪的实时监测可以得出长持续时间雷电引燃风险，计算公式如下：

$$P_{LCC}=1-(1-P_{\%LCC})^{1/P_{DE}} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

P_{LCC} ：雷电监测网络中所有被监测到的闪电出现长持续时间雷电流的概率。

$P_{\%LCC}$ ：给定极性的一次闪电的长持续时间雷电流概率。

P_{DE} ：雷电监测网络中单个闪电的检测概率。

7.2 闪电导致可燃物引燃风险指标

发生闪电后，可燃物有被引燃的风险。当可燃物引燃后可发生持续3分钟的燃烧即为引燃。引燃发生风险指标需要基于长持续时间雷电流、可燃物类型、闪电极性、可燃物含水率和可燃物厚度等数据来评估。可燃物的内部结构、紧实度、含水率、厚度都会直接或间接影响可燃物引燃。不同极性和电流大小产生的能量不同，如果将闪电产生能量记为 E_c ，可燃物引燃所需能量记为 E_{ig} ，那么引燃发生条件可用如下公式计算：

$$E_c > E_{ig} \dots\dots\dots(2)$$

$$E_c = 0.034d^{1.1787} \text{ cal/cm}^3 \dots\dots\dots(3)$$

$$E_{ig} = RHOB(170 + 6.20FM) \text{ cal/cm}^3 \dots\dots\dots(4)$$

式中：

d ：闪电持续时间，单位为毫秒。

$RHOB$ ：可燃物密实度，单位为 g/m^3 。

根据闪电监测网络对闪电发生的电流大小，使用 Beta P 概率分布可以计算出产生超过 E_{ig} 的长时间持续电流比例为：

$$P(E_c > E_{ig}) = (1 + (E_{ig}/\beta)^\theta)^{-\alpha} \dots\dots\dots(5)$$

式中：

α 、 β 和 θ 分别为广义第二类 Beta 分布函数拟合得出的系数。

7.3 引燃后发生明火风险指标

可燃物引燃后如保持明火燃烧状态，需要保证可燃物含水率足够低、可燃物载量足够高。所以可燃物引燃后产生明火概率可以用以下公式计算：

$$P_{ignition} = i * \exp(j * mc) \dots\dots\dots(6)$$

$$P_{ignition} = (\exp(a \pm b * \delta) \pm c)^{\pm n} \dots\dots\dots(7)$$

$P_{ignition}$ ：可燃物引燃概率

i 、 j ：可燃物含水率与引燃概率关系系数，可通过可燃物引燃实验得到。

a 、 b 、 c 、 n ：可燃物厚度与引燃概率关系系数，可通过可燃物引燃实验得到。

7.4 引燃发生后产生阴燃火风险指标

可燃物引燃后，如果闪电能量不足以使得可燃物完全燃烧，或有明火蔓延至地表以下的腐殖质和有机泥炭层，就会出现引燃情况。可燃物引燃发生后，在不考虑可燃物含水率有变化的情况下，阴燃

火产生概率计算公式为：

$$P_F = m/[k \pm \exp(a * R_M \pm b * R_I \pm c * \rho_I)] \cdots \cdots \cdots (8)$$

式中：

m 、 k 、 a 、 b 、 c 、 d ：可燃物含水率、可燃物密实度、可燃物灰分与引燃概率关系系数，可通过可燃物引燃实验得到。

P_S ：可燃物引燃后发生阴燃火概率。

R_M ：可燃物水分与可燃物有机物质质量的比值。可由以下公式得出：

$$R_M = mc * \rho_B / \rho_O \cdots \cdots \cdots (9)$$

式中：

mc ：可燃物含水率

ρ_B ：可燃物密实度，单位为 g/m^3 。

ρ_O ：可燃物除灰分部分密实度，单位为 g/m^3 。

R_I ：可燃物灰分与可燃物干重减去可燃物灰分的比值。可由以下公式得出：

$$R_I = f / (1 - f) \cdots \cdots \cdots (10)$$

f ：可燃物灰分与可燃物干重的比值。

7.5 阴燃火转明火风险指标

可燃物阴燃发生后，如遇闪电后无有效降水、干旱天气情况，可燃物含水率会降低，阴燃状态会转变为明火燃烧状态。基于可燃物阴燃风险指标，对阴燃后可根据天气条件变化和降水量的评估可以得出阴燃火转明火风险指标。根据天气条件对阴燃转明火风险指标可以使用加拿大森林火灾天气指数系统计算得出。公式如下：

$$mc = \frac{147.2(101 - FPMC)}{59.5 + FPMC} \cdots \cdots \cdots (11)$$

式中：

mc ：可燃物含水率。

$FPMC$ ：细小可燃物湿度码，通过温度、降水、相对湿度和风速计算得出，最小值为0（可燃物含水率100%），最大值为101（可燃物含水率为0）。

根据闪电后降水条件对阴燃转明火风险指标可以使用降水量预测得出。公式如下：

$$R = aLtg^{b1}LCL^{b2} \cdots \cdots \cdots (12)$$

式中：

R ：降水量，单位为 mm 。

Ltg ：闪电密度，单位为：次/ km^2 。

a 、 b^1 、 b^2 ：可以通过历史闪电数据与历史降水数据进行统计分析后得出。

LCL ：水汽抬升凝结高度，可以由地表相对湿度得出，计算公式为：

$$LCL = 4.2[-\log_{10}(rh/100)] \cdots \cdots \cdots (13)$$

式中：

rh ：地表相对湿度。