

# 航空器森林灭火能力分析 研究报告

北京航空航天大学

2021 年 4 月 16 日

航空器森林洒水灭火作业的灭火能力受飞行速度、飞行高度、洒水速率、大气环境、林火类型等多方面因素的影响,难以直接得出具有较高公信度的量化结果。国内外针对航空器洒水开展过一定的相关研究,本研究通过调研国内外相关文献数据,从森林火场单位面积灭火用水需求量与航空器载水量出发,结合理论计算、数值仿真、实验分析三个方面的文献数据进行分析。

## 一、森林火场单位面积灭火用水需求量

森林火场单位面积灭火用水需求量分别从理论计算、数值仿真、实验分析三方面进行分析及综合:

### 1. 理论计算:

- 机械作用:从理论上讲,0.04g的水与1cm<sup>2</sup>表面积の木炭相接触就可以使木炭燃烧产生的火焰熄灭;1kg水就可以阻止2.5m<sup>2</sup>表面积の木炭燃烧。在实际灭火中,对正在燃烧的可燃物进行大颗水滴喷洒,是扑灭森林火灾的有效途径,也是林区常用的森林消防策略。在扑灭森林火灾时,扑灭单位面积上可燃物的火焰通常需要1~2.5倍的水量才可以达到最佳的灭火效果。扑灭1m<sup>2</sup>的火线,需要用水1~2.5kg。(陈鹏宇,舒立福,文东新,张明远.国内外森林火灾扑救中以水灭火技术与设备研发[J].林业机械与木工设备,2014,42(01):9-12.)
- 冷却作用:水受热由液态转为气态的过程需要吸收大量的热,水的热容很大,1kg水每升高1℃需要吸收4.1856kJ的热量,1kg水完全蒸发时则要吸收2217.52kJ的热量。美国林火专家白兰在1954年提出了火强度定义。

$$I=QwR$$

可通过计算单位面积火强度对应上述水吸收热量推算出所需的水量。约0.3~1.5kg。

(王友林,张庆梅.集雨型森林消防井容积、集水面积的设计方法及分析[J].森林防火,2008(03):40-42.)

### 2.数值仿真

- 根据大型灭火飞机投水算法研究,有效灭火的落地水量在0.6~2.5kg/m<sup>2</sup>(王永亮.大型灭火飞机投水算法研究[D].南昌航空大学,2012.)
- 根据葡萄牙阿威罗大学固定翼飞机空投数值的研究,有效灭火的落地水量在0.5~4kg/m<sup>2</sup>(Amorim J . Numerical modelling of the aerial drop of products for forest firefighting[J]. Universidade De Aveiro, 2008.)

### 3.实验记录

- 根据运-12灭火飞机试验记录,其落地水量在0.18~0.73 kg/m<sup>2</sup>  
(马志留.浅析运-12飞机机腹式洒水灭火技术在西南林区的应用[C].《第二届

中国林业学术大会——S7 新形势下的森林防火问题探讨论文集》,2009,545~548)

- 波音 747 灭火飞机试验记录,其落地水量在 1.2~4kg/m<sup>2</sup>(Suter A (2000) Drop testing airtankers: a discussion of the cup-and-grid method. USDA Forest Service, Missoula Technology and Development Center, Technical Report 0057-2868-MTDC. (Missoula, MT))

综上所述,森林火场单位面积灭火用水量会受不同地表环境、大气环境、投水分布与速度等因素的影响,综合理论计算、数值仿真、实验分析三个方面的文献数据,取在 1~2.5kg/m<sup>2</sup> 区间内较为合理,可符合上述大部分研究与实验的结果。

二、航空器载水量

各型航空器载水量如下表所示:

表 1 各型航空器载水量

机型	Mi-26	Ka-32	Mi-171	Mi-8	AC313	H225
载水量 (kg)	15000	5000	3000	1500	5000	4000

三、航空器单架次森林灭火能力

根据各型航空器载水量与森林火场单位面积灭火用水量,按照森林火场单位面积灭火用水量分别为 1kg/m<sup>2</sup> 和 2.5kg/m<sup>2</sup>, 计算得到各型航空器单架次森林灭火能力如下表:

表 2 各型航空器单架次森林灭火能力 (m<sup>2</sup>)

机型	Mi-26	Ka-32	Mi-171	Mi-8	AC313	H225
若单位面积 灭火用水量 为 1kg/m <sup>2</sup>	15000	5000	3000	1500	5000	4000
若单位面积 灭火用水量 为 2.5kg/m <sup>2</sup>	6000	2000	1200	600	2000	1600