
森林与城镇交界域火灾风险分析及对策 – 以万华烟台工业园为例

章林¹, 周勇², 王晓娜³, 朱炎城⁴, 刘广菊⁵, 张大明⁶

^{1, 2, 3} 吉林省林业科学研究院, 吉林 长春

⁴ 万华化学集团股份有限公司, 山东 烟台

⁵ 黑龙江省森林工程与环境研究所, 黑龙江 哈尔滨

⁶ 吉林省森林防火预警监测指挥中心, 吉林 长春

23600368@qq.com

摘要：森林—城镇交界域火灾一个复杂而严重的灾害现象。本文对万华烟台工业园区森林交界域火灾风险进行了系统分析。结果表明：交界域内火源较多，一旦与细小森林可燃物接触就会形成第一引燃，但对园区威胁并不大；从一次引燃发展到二次引燃一般可通过火焰直接接触、热辐射以及飞火等三种方式，其中通过火焰直接接触或热辐射引燃园区可能性较小。园区北灵山有条件发生大规模树冠火，会出现飞火等极端火行为，对园区构成巨大威胁。而园区曲家山虽然也能形成局部树冠火，但不会对园区构成威胁。针对分析结果，提出了加强火源管理、有效调控森林可燃物、加大森林防火基础设施建设、建立专业化森林消防队伍等应对策略。

监测：森林—城镇交界域, 火灾风险, 工业园区, 野外火源, 飞火

УДК 630*43

EDN JHIJOT

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-119-126>

**Анализ горимости насаждений на границе «лес – город»
(промышленный парк Ваньхуа, Яньтай)
и рекомендации по ее снижению**

Чжан Линь¹, Чжоу Юн², Ван Сяона³,

Чжу Яньчэн⁴, Лю Гуанцзю⁵, Чжан Дамин⁶

^{1, 2, 3} Академия лесного хозяйства провинции Цзилинь
провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай

⁴ Химическая группа компаний Ваньхуа, провинция Шаньдун, Яньтай, Китай

⁵ Провинциальный институт лесотехники и охраны окружающей среды
провинции Хэйлунцзян, провинция Хэйлунцзян, Харбин, Китай

⁶ Командный центр раннего предупреждения о лесных пожарах провинции

Цзилинь, провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай
23600368@qq.com

Аннотация. В статье анализируется пожароопасная ситуация на границе лесных древостоев и промышленного парка Ваньхуа Яньтай. Выделены три основных способа перехода от первичного возгорания к вторичному: прямое горение, тепловое излучение и точечный пожар. Менее вероятно, что парк загорится от прямого воздействия пламени или теплового излучения. В парке на горе Бейлин существуют условия для возникновения крупномасштабных лесных пожаров от так называемого летающего огня, что представляет огромную угрозу для парка. По результатам анализа предложены стратегии преодоления последствий: усиление контроля за источниками возгорания, эффективное регулирование использования лесных горючих материалов, расширение масштабов строительства инфраструктуры по предотвращению лесных пожаров и создание специализированных групп по тушению лесных пожаров.

Ключевые слова: зона соприкосновения, естественные насаждения, город, пожароопасность, индустриальный парк, очаг природного пожара, летающий огонь

Analysis of the burning capacity of plantings on the forest – city border (Wanhua Industrial Park, Yantai) and recommendations for its reduction

**Zhang Lin¹, Zhou Yong², Wang Xiaona³,
Zhu Yancheng⁴, Liu Guangju⁵, Zhang Daming⁶**

^{1, 2, 3} Jilin Academy of Forestry Sciences, Jilin Province, Changchun, China

⁴ Wanhua Chemical Group Co., Ltd., Shandong Province, Yantai, China

⁵ Forest Engineering and Environmental Research Institute of Heilongjiang Province Heilongjiang Province, Harbin, China

⁶ Jilin Province Forest Fire Prevention Early Warning Monitoring Command Center Jilin Province, Changchun, China

23600368@qq.com

Abstract. The article analyzes the fire hazard situation on the border of forest stands and the Wanhua Industrial Park. Three main methods of transition from primary to secondary ignition are identified: direct combustion, thermal radiation and spot fire. It is less likely that the park will catch fire from direct exposure to flames or thermal radiation. In the park on Mount Beilin, there are conditions for large-scale forest fires from the so-called flying fire, which poses a huge threat to the park. Based on the results of the analysis, strategies for overcoming the consequences are proposed: strengthening control over sources of ignition, effective regulation of the use of forest combustible materials, expanding the scale of construction of infrastructure to prevent forest fires and the creation of specialized groups to extinguish

forest fires.

Keywords: contact zone, natural plantings, city, fire hazard, industrial park, natural fire, flying fire

森林—城镇交界域火灾（WUI）受到世界各国关注与重视，已经成为火灾领域的热点问题。森林—城镇交界域是人类活动频繁的地域，人类的生产生活用火为森林火灾的发生提供了丰富的火源，再加上可燃物的连续分布，成为火灾高发场所，出现交界域火灾向森林大火或大规模建筑火灾演化 [1]。而对山东省烟台市经济技术开发区重庆大街 59 号万华烟台工业园而言，园区化工厂房内多分布多种易燃易爆品、普通建筑物里也分布大量可燃物，这些都可能因毗邻的森林发生火灾而被引燃或引发火灾爆炸事故。因此，如何保证森林—城镇交界域的工业园区的安全已经成为企业高质量发展中必须面对的问题。本文旨在对万华烟台工业园区森林交界域火灾风险进行系统分析，讨论交界域火灾的传播机制，为森林—工业园区交界域火灾的防范提供技术支撑。

1 火灾风险分析

1.1 一次引燃

万华烟台工业园东侧的曲家山和北灵山，均含有丰富的细小森林可燃物，杂草、地表枯枝落叶等为一次引燃创造了物质条件。

该交界域内的火源也较多。一是生产性火源，主要有高架火炬喷火、机车喷火、野外作业用火等；二是非生产性火源，主要有野外吸烟、祭祀烧纸（曲家山有未迁移的坟头）、燃放烟火、电线引起（山上有输电线）等；三是其他方面，如恶意纵火、雷击火等。

上述火源一旦与细小森林可燃物接触就会形成第一引燃。一次引燃引发的森林火灾多为低能量地表火，对园区工业装置和普通建筑威胁并不大。

1.2 二次引燃

二次燃烧可以引发园区内建筑物火灾，或者直接引燃作业区内的易燃易爆物品而造成大火灾或大爆炸。

从一次引燃发展到二次引燃一般可通过火焰直接接触、热辐射以及飞火等三种方式。园区普通建筑物或者工业装置与毗邻的森林相隔距离在 60~120 m，而且它们之间一般还有园区道路相隔，毗邻的森林发生地表火后，很难通过直接的火焰接触方式向园区内的建筑物或者工业装置蔓延，二次引燃园区可能性较小。

根据 Cohen J. Saveland 研究表明：森林火灾在距离超过 40 m 时，通过热辐射作用不会引燃木材类的建筑物 [2]。但园区内存有大量易燃易爆危险品，其燃点比木材要低得多，在相同热辐射作用下，这些易燃易爆危险品比木材类建筑物更易点燃，这就说对园区而言，保护安全距离应更大些。而园区的建筑物或者工业装置与森林距离在 60~120 m 之间，参照加拿大油气工业区森林火灾风险评估方法的规定 [3]：森林与建筑物距离大于 20 m 时为低火灾风险区。所以，森林火灾通过热辐射引燃园区内建筑或者工业装置可能性较小。

飞火是森林大火中极端火行为，是高能量火特征之一，它是指高空飞落在前方的火点，往往能越过河流、道路及阻隔带等，点燃未燃烧的森林，形成新的火场，造成更大的灾害。而万华烟台工业园东侧的北灵山上的森林类型为黑松纯林，属于易燃树种，地表枯枝落叶厚度为 1.0~2.0 cm，有盖度较高的杂草和小灌木分布，可形成地表火，且黑松第一枝下高较低，和林下灌草形成可燃物连续垂直分布，且该片林郁闭度在 0.9 以上，地表火发生后极易转化为大规模树冠火。树冠火一旦形成，释放出巨大能量，可能会出现飞火等极端火行为，对万华烟台工业园将构成巨大威胁；而园区东侧的曲家山，乔木黑松稀少，主要是小灌木和杂草，极易发生地表火，虽然也能形成局部树冠火，但因黑松少而又稀疏，释放能量不会太高，很难出现飞火等极端火行为。但也

不排除，环境风将正燃烧的、轻的可燃物刮向园区，从而造成威胁。

2 应对策略

2.1 加强火源管理

火源管理主要针对上文提到的各种火源，通过各种管理手段，减少森林火源，降低林火发生的可能性。在进入森林防火期后，在进山路口，设立检查站，对进山人员进行火源检查，防止火种进山。严格禁止在野外吸烟和野外弄火。特别是在高火险期，林内严禁一切生产用火和野外作业用火。园区的高架火炬在高火险期间，尽量减少排放量。在春节期间，加强开封路一侧的巡逻，以防烟火。此外，应尽快排查火灾隐患，一是山上坟头登记造册，尽快迁出，以防上坟烧纸；二是排查山上输电线隐患，以防电火；三是清除上山枯立木、以防雷击火。

2.2 有效调控森林可燃物

2.2.1 曲家山森林可燃物调控

曲家山乔木黑松稀疏，小灌木和杂草盖度较大，应在每年防火期前清除地表杂草、小灌木及枯枝落叶，以防地表火 [4, 5].

最有效地措施，就是改造此山的可燃物种类。结合园区绿化美化环境要求，可以改造成公园，乔、灌、草配置要合理，充分考虑防火性能，尤其靠装置区的西侧，不宜栽植乔木，以矮化植被为主。另外，应多布设人行步道和人工景观（难燃），以分割植被，使可燃物呈不连续分布。

2.2.2 北灵山森林可燃物调控

北灵山针叶林，要降低可燃物的负荷量和调整可燃物的分布结构，减少地表火和树冠火的发生，最大限度的避免飞火的产生。一是在每年防火期前清除地表杂草、小灌木及枯枝落叶；二是对乔木进行修枝，使第一枝下高到达 3 m.

北灵山针叶林周边，应建立缓冲带，缓冲带营建要求：（1）第一枝下

高到达 3 m; (2) 避免树枝直接接触 (树冠间距大于 3 m); (3) 确保缓冲区边缘至少 9 m (以带宽 30 m 为例, 其他带宽, 按此比例计算) 内无易燃的地被可燃物; (4) 带宽平坡不小于 30 m, 坡度 15° 以上应大于 50 m.

2.3 加大森林防火基础设施建设

2.3.1 森林火险预警系统。建立森林火险监测站 1 处及森林防火预警平台 1 套, 完善预警响应机制, 以达到“因险而防”、“因险而动”。

2.3.2 林火视频监控系统。

一是在曲家山和北灵山山体海拔高处, 营建视频监控系统, 采用先进的红外探测技术、高清可见光视频技术、智能烟火识别技术, 实现森林火情 24 小时不间断探测和自动报警。二是在曲家山和北灵山入山口及 2 处山体用火重点区域安装火源监控视频系统, 监管曲家山和北灵山的野外火源, 减少森林火灾的发生 [6, 7].

2.3.3 以水灭火设施

在 2 处山体充分利用自然的溪、河等水源建设蓄水池或拦水坝等, 为以水灭火提供保障。另外, 可考虑在山体按照城市消防安装水鹤、消防栓等以水灭火设施, 以便更加高效便捷地处置山火 [8, 9].

2.3.4 宣传设施

在山体醒目位置, 营建宣传设施, 形式应多样化, 碑、牌、旗、条幅、防火吉祥物 (防火虎威威)、宣传墙 (栏) 可多种布设, 充分营造森林防火氛围, 以达到森林防火宣传教育的目的 [10–12].

2.4 建立专业化森林消防队伍

按照 LY/T 5009-2014《森林消防专业队伍建设标准》[13], 在园区组建 1 支森林消防专业队伍, 配置风力灭火机、高压细水雾、水枪等扑火装备, 增加运兵车与机具运输车, 提升队伍装备机械化水平。加强队伍人员培训和实战演练, 提高扑救交界域火灾的能力 [14, 15].

2.5 评估园区建筑物、工业装置及作业区因飞火而引发火灾的风险

对园区建筑物、工业装置及作业区进行火灾风险评估是十分必要的，通过评估，摸清园区二次引燃火灾风险隐患底数、查明重点区域，客观认识因飞火而引发园区火灾的风险水平，为园区有效开展交界域火灾防治提供权威风险信息及科学决策依据。

3 结语

通过系统分析万华烟台工业园区森林交界域火灾风险，可以看出该交界域内会形成第一引燃，且对园区威胁并不大；而通过飞火方式形成二次引燃却对园区构成巨大威胁。但可以通过加强火源管理、有效调控森林可燃物、加大森林防火基础设施建设、建立专业化森林消防队伍等不同策略加以防范。

参考文献

1. 高仲亮, 陈鹏宇, 舒立福, 等. 森林-城镇交界域火灾的致灾因素分析. 森林防火, 2013;02:25–28.
2. Cohen J., Saveland J. Structure ignition assessment can help reduce fire damages in the W-UI. Fire Management Notes, 1997;57:5.
3. 姬丹, 况凯骞, 牛慧昌. 交界域火灾对化工企业的威胁及控制措施. 广东化工, 2015;42(15):118–119,128.
4. 章林, 周勇, 赵凤君, 等. 吉林省森林可燃物. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2018.
5. 金琳, 刘晓东, 张永福. 森林可燃物调控技术方法研究进展. 林业科学, 2012;48(02):155–161.
6. 全国森林防火规划(2016–2025 年) [EB/OL]. (2017-05-18) [2023-02-04]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/201705/t20170518_1196773.html (Accessed 10 March 2024).
7. 邱焕斌. 结合通信铁塔的森林防火视频监测系统选址初探. 森林防火, 2022;01:37–40,44.
8. 董务闯, 凌峰, 邢建荣等. 苏州市吴中区森林防火基础设施建设情况调查及建议. 森林防火, 2022;01:87–92,97.
9. 赵宇. 青岛市崂山森林以水灭火设施合理布局研究. 北京林业大学, 2021. doi: 10.26949/d.cnki.gblyu.2020.001312.

10. 章林, 孙平岩, 绛增伦, 等森林防火宣传设施设置规范. 北京: 中国标准出版社, 2017.
11. 李梓雯. 森林防火现状问题与防火体系建设对策研究—以河南省新乡市为例. 森林防火, 2022;01:6–9,14.
12. 孜来比·买木提名. 森林草原防灭火工作关口前移问题初探. 森林防火, 2022;01:61–62,67.
13. 周红斌, 史永林, 刘文国, 等森林消防专业队伍建设标准. 北京: 中国标准出版社, 2014.
14. 章林, 舒立福, 周勇, 等. 森林消防体系研究. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2022.
15. 罗颖, 刘陈力为, 彭霞花等. 湖南省森林防火标准体系研究. 森林防火, 2022;02:1–6.

© 章林, 周勇, 王晓娜, 朱炎城, 刘广菊, 张大明, 2024