

2021 年 MCM  
问题 B：扑灭野火

背景

2019-2020 年澳大利亚火灾季，每个州都发生了毁灭性的山火，新南威尔士州和维多利亚州东部受灾最为严重。山火发生在严重干旱和持续热浪期间，气候变化加剧了这一情况。图 1 显示了该地区 2019 年 10 月 1 日至 2020 年 1 月 7 日的山火热点，黄色表示 10 月 1 日至 1 月 6 日的火灾，红色表示 2020 年 1 月 7 日的活跃火灾。

多年来，消防员一直使用无人机进行监视和态势感知 (SSA)；SSA 无人机携带高清和热成像摄像机以及遥测传感器，可监控和报告前线人员可穿戴设备的数据。可穿戴设备可用作个人定位信标或更复杂的环境监测器。SSA 无人机有助于监控不断变化的情况，让紧急行动中心 (EOC) 能够最好地指挥现役人员，以实现最佳效果和最大安全性。

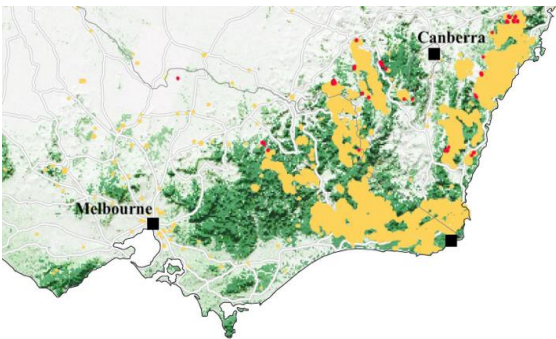


图 1. 2019 年 10 月 1 日至 2020 年 1 月 7 日澳大利亚东南部野火热点地区。资料来源：澳大利亚政府气象局、美国宇航局资源管理系统火灾信息。

双向无线电通信使“地面部队”前线小队能够向 EOC 报告状态，并允许 EOC 直接向前线小队下达命令。部署人员携带在 VHF/UHF 频段工作的手持双向无线电。手持无线电的范围受限于其低发射功率，通常最大为 5 瓦，并且主要由农村地区的距离和地形或城市地区的“建筑物地形”决定；天气对 VHF/UHF 信号影响不大。5 瓦无线电在平坦、无障碍地面上的标称范围为 5 公里，但在城市地区降至 2 公里。中继器（自动以更高功率重新广播信号的收发器）可以扩大无线电范围。位于前线和 EOC 之间的中继器可以将无线电信号从前线中继到 EOC，也可以从 EOC 中继到前线。中继器的范围也由距离和地形决定，但比低功率手持无线电大得多。

最近，携带中继器的悬停无人机已被用来大幅扩大前线低功率无线电的覆盖范围。一台重 1.3 公斤、由悬停在地面上方的无人机携带的 10 瓦中继器可以达到 20 公里的覆盖范围。Akme Corporation 的原型 WileE-15.2X 混合无人机在配备无线电中继器或视频和遥测功能时预计成本约为 10,000 澳元。测试表明，这种无人机具有表 1 中列出的功能。

表 1.WileE – 15.2X 混合无人机功能

Flight range: 30 km	Maximum speed: 20 m/s	Maximum flight time: 2.50 hr
1.75 hour recharge time for the built-in battery.		
Note: Auxiliary batteries for radios or video/telemetry can be swapped while the built-in battery recharges.		

要求：您的顾问团队已被聘用来：

1. 创建一个模型来确定 SSA 无人机和无线电中继器的最佳数量和组合  
维多利亚州（CFA）拟议成立的新部门“快速丛林火灾响应”将购买多少架无人机？  
您的模型应在能力和安全性与经济性之间取得平衡，并考虑观察和通信任务需求和地形。您的模型还应将火灾事件规模和频率作为参数。
2. 说明您的模型如何适应未来十年极端火灾事件发生可能性的变化。假设无人机系统成本保持不变，预测设备成本将增加多少。
3. 确定一个模型，用于优化悬停 VHF/UHF 无线电中继器无人机的位置，以应对不同地形上不同规模的火灾，如图 2 所示：维多利亚州东部地形图。请注意，海拔范围从海岸的海平面到维多利亚州博贡山的 1,986 米。
4. 准备一份一到两页的带注释的预算申请，并以您的模型 CFA 为依据提交给维多利亚州政府。



图 2：维多利亚州东部地形图 WWW.FREEWO  
RLDMAPS.NET

您的 PDF 解决方案总页数不超过 25 页，应包括：

- 一页摘要表。
- 目录。
- 您的完整解决方案
- 。 • 一到两页带注释的预算请求。
- 参考列表
- 。

注意：MCM 竞赛现在限制为 25 页。您提交的所有方面（摘要表、目录、参考列表和任何附录）都计入 25 页限制。

## 词汇表

“实地”前线队伍：成语“实地”是指实际在行动地点的人员。在消防中，这些队伍处于控制火灾事件的最前线；他们对迅速变化的局势有即时、关键的了解。

预算申请：预算申请是一封商务信函，用于为组织内的项目或部门寻求成本、费用和/或运营费用的资金。带注释的预算申请为每个请求项目提供了理由或理由。

乡村消防局 (CFA)：一支志愿消防队，负责澳大利亚维多利亚州大部分地区的灭火、救援和应对其他事故和危险

紧急行动中心 (EOC)：紧急相关行动和活动的中央指挥和控制点，以及资源（人员或设备）启动和部署请求的中央指挥和控制点。移动 EOC 可部署在紧急情况现场附近。

中继器：一种无人值守的无线电收发器，可自动在邻近频率（VHF 为  $\pm 600\text{kHz}$  (0.6 MHz) 及 UHF 为  $\pm 5\text{MHz}$ ）或相邻频道上以高功率重新广播接收到的信号。

态势感知：对事件当前要素的感知，理解其重要性，并推断其在不久的将来的状态；换句话说，就是了解和理解周围正在发生的事情。

监视：系统地收集和分析数据，并将这些数据共享给可以根据该信息采取行动的其他人。

收发器：一种既能发送又能接收的无线电装置。

UHF：超高频，无线电频率从 300 兆赫至 3,000 兆赫。

VHF：甚高频，无线电频率从 30 兆赫到 300 兆赫。