

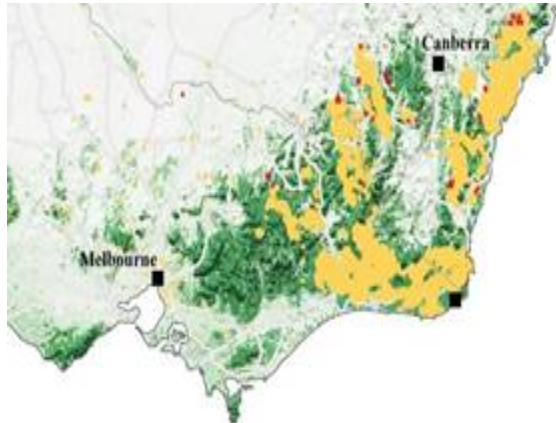


扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。

问题 B：扑灭野火

背景

在澳大利亚 2019-2020 年的火灾季节，各州都发生了毁灭性的野火，其中新南威尔士州和维多利亚州东部的野火影响最为严重。野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 日的野火热点，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。消防员已经使用无人机进行监视和态势感知（SSA）好几年了；SSA 无人机携带高清和热成像摄像机以及遥测传感器，用于监测和报告前线人员可穿戴设备的数据。可穿戴设备可以用作个人定位信标或更复杂的环境监视器。SSA 无人机有助于监控不断变化的形势，让应急行动中心（EOC）以最佳方式指挥现役人员，以获得最佳效果和最大安全。

图 1. 澳大利亚东南部的野火热点，2019 年 10 月 1 日至 2020 年 1 月 7 日。资料来源：澳大利亚政府气象局，美国宇航局火灾信息资源管理系统。

双向无线电通信可以使得“地面上的前锋部队”将自己的状态提供给应急行动中心（EOC），并使得 EOC 可以直接向前锋部队发出命令。被装备了的人员携带在 VHF/UHF（高频/超高频）波段工作的手持式双向无线电设备。手持无线电设备的射程受到较低的发射功率的限制，通常最大功率为 5 瓦，主要由农村地区的距离和物理地形或城市地区的“建筑地形”所决定；天气对 VHF/UHF（高频/超高频）信号影响不大。一台 5 瓦的无线电在平坦、无障碍的地面上的标称射程为 5 公里，但在市区则下降到 2 公里。中继器和自动重播高功率信号的收发机，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。中继器的射程也由距离和地形决定，但远大于功率较低的手持无线电。

目前，搭载中继器的悬停无人机被用来大幅扩大前线低功率无线电的射程。一个 10 瓦的中继器，重 1.3 公斤，由一架悬停在远高于地面的无人机携带，可以达到 20 公里的射程。Akme 公司的原型机 WileE-15.2X 混合动力无人机预计在配备无线电中继器或视频和遥测功能时成本约为 10000 美元（澳元）。测试表明这种无人机具有表 1 所列的能力。

表 1. WileE-15.2 倍混合无人机能力

飞行距离：30 公里	最大速度：20 m/s	最大飞行时间：2.50 小时
内置电池的充电时间为 1.75 小时。		
注：当内置电池充电时，可以交换收音机或视频/遥测的辅助电池。		

要求：你们团队被聘用于解决下列问题：



扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。

1. 创建一个模型，以确定 SSA 无人机和无线电中继无人机的最佳数量和组合，以维多利亚州国家消防局（CFA）拟设立的新部门/新组织“快速丛林火灾反应系统”进行。你的模型应该平衡经济基础上的可用性和安全性，以及考虑观测和通信任务的需求。你的模型还应该将火灾事件的大小和频率作为参数。
2. 阐明您的模型如何适应未来十年极端火灾事件不断变化的可能性。假设无人机系统的成本保持不变，预计设备成本会增加多少。
3. 确定一个优化了的悬停 VHF/UHF 无线电中继器无人机位置的模型，以能够适应于不同地形上（如图 2 所示的维多利亚州东部地形图）的不同规模的火灾。请注意，海拔范围是从海岸的海平面到维多利亚州的博贡山上的 1986 米。
4. 准备一个一到两页的由您的模型所支撑的附加了说明的（包括理论依据和正当理由）预算申请，以便 CFA 提交给维多利亚州政府。



图 2: 维多利亚州东部地形图

WWW.FREEWORLDMAPS.NET

一份总页数不超过 25 页的 PDF 解决方案应包括:

- 一页的摘要。



扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。

- 目录。
- 您的完整解决方案。
- 一至两页的附带了说明的预算请求。
- 参考文献列表。

注：MCM 竞赛现在有 25 页的限制。您提交的所有内容均计入 25 页的限制之内（摘要表、目录、参考列表和任何附录）。

词汇解释表

“靴子落地”先锋队：成语“靴子着地”指的是在行动地点的人员。在消防工作中，这些团队处于控制火灾事件的第一线；他们对迅速变化的形势有直接的、关键的了解。

预算请求：预算申请是为组织内的项目或部门寻求成本、费用和/或运营管理所需资金的商业信函。**附加说明的预算请求为每个请求项目提供了理论依据和正当理由。**

国家消防局（CFA）：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的志愿消防队。

应急运行中心（EOC）：用于应急紧急情况和相关活动的指挥中心和控制点，以用来部署和满足人员及设备这类相关资源的需求。移动 EOC 可以部署在紧急情况的现场附近。

中继器：一种无人值守的无线电收发机，在“附近频率”（即 $\pm 600\text{kHz}$ （ 0.6MHz ）的高频和 $\pm 5\text{MHz}$ 的超高频）或相邻信道上以高功率自动重播接收到的信号。

态势感知：对事件的当前要素的感知，理解它们的意义，并将它们的状态推断到不久的将来；其实就是对你周围发生的事情的认识和理解。

监控：系统地收集和分析数据，并将这些数据分享给能够根据这些信息采取行动的其他人。

收发器：既能发射又能接收的无线电装置。

UHF：超高频，无线电频率从 300 兆赫到 3000 兆赫。

VHF：高频率，无线电频率从 30 兆赫到 300 兆赫。