



2023
实例探究

寒冷、黑暗冬天 里的一道亮光

在 Phantom 摄像机的帮助下, 高速和引爆专家在芬兰寒冷、黑暗的冬天里齐聚一堂, 以拍摄一个爆炸事件。

高速成像专家、引爆专家和网上内容创作者在 12 月中旬聚集在芬兰的一个乡村, 以拍摄当一辆汽车遇到 60 多磅炸药时发生的情况。高速专家们不仅要克服拍摄明亮的燃烧事件的挑战, 还要忍受芬兰黑暗和寒冷的冬季。



When it's too fast to see, and too important not to.®

布置爆破现场

Mikko Granberg 是 Citius Imaging 的总经理, 该公司是一家租赁公司, 与 Vision Research 合作, 在整个欧盟地区销售 Phantom 高速摄像机。他已经使用摄像机超过十年, 是芬兰地区的官方 Phantom 经销商。

Granberg 与引爆专业人员和许多志愿者一起, 聚集在芬兰南部农村 Jaala 的一个偏远采石场。他们从车上拆下了一些较昂贵的部件, 包括后部马达。为了尽量减少爆炸的影响, 他们还将汽车放在一个大岩壁前, 只将 65 磅的炸药固定在底盘的一侧, 以将冲击波引向岩石方向。据 Granberg 说, 为这个项目选择的炸药比普通炸药的速度大约快 80%。他们还将雷管固定在汽车上, 雷管在大爆炸之前会产生较小的爆炸, 以打破车窗和其他较小的部件。

尽管在汽车的一侧有岩壁, 但人们对冲击波还是有些担心, 因为岩石和其他碎片在冲击波的作用下可能会飞向参加项目的这 20 个人。为了安全起见, 该小组在距离汽车 70 米 (230 英尺) 的地方建造了一个大型的木制掩蔽所。

除了使用许多标准摄像机和 GoPros 以从不同角度捕捉事件之外, Granberg 还在聚碳酸酯玻璃窗后面的掩蔽所内设置了两台 Phantom 高速摄像机——TMX 7510 (单色) 和 T3610 (彩色)。第三台高速摄像机, 即 Phantom v2640 (彩色), 被装在一个金属盒子内, 并用起重机吊起。他的计划是利用摄像机机身上的设置, 手动触发掩蔽所里的两台摄像机, 并通过遥控电线触发起重机上的摄像机。额外的照明是几个大功率、无闪烁的 LED 灯, 它们是由 Easy LED 公司提供的, 以照亮汽车周围的区域。



在安全掩蔽所中设置 Phantom TMX 7510 和 T3610。

不幸的意外

除了 TMX 7510 和 T3610 之外, Granberg 还在一个封闭的金属盒子中放置了一台 4-Mpx 的 Phantom v2640 超高速摄像机, 该金属盒子由起重机吊起, 离地约 30 英尺。“在爆炸过程中, 一块碎片击中了起重机的闪光灯, 烧毁了拖车系统中的保险丝, 切断了摄像机的电源,” 他说。“闪光灯只有几英寸大小。击中它是百万分之一的概率。因此, 我们失去了那一个拍摄角度。但幸运的是, 我们还有其他摄像机。”

在拍摄爆炸时遇到的问题

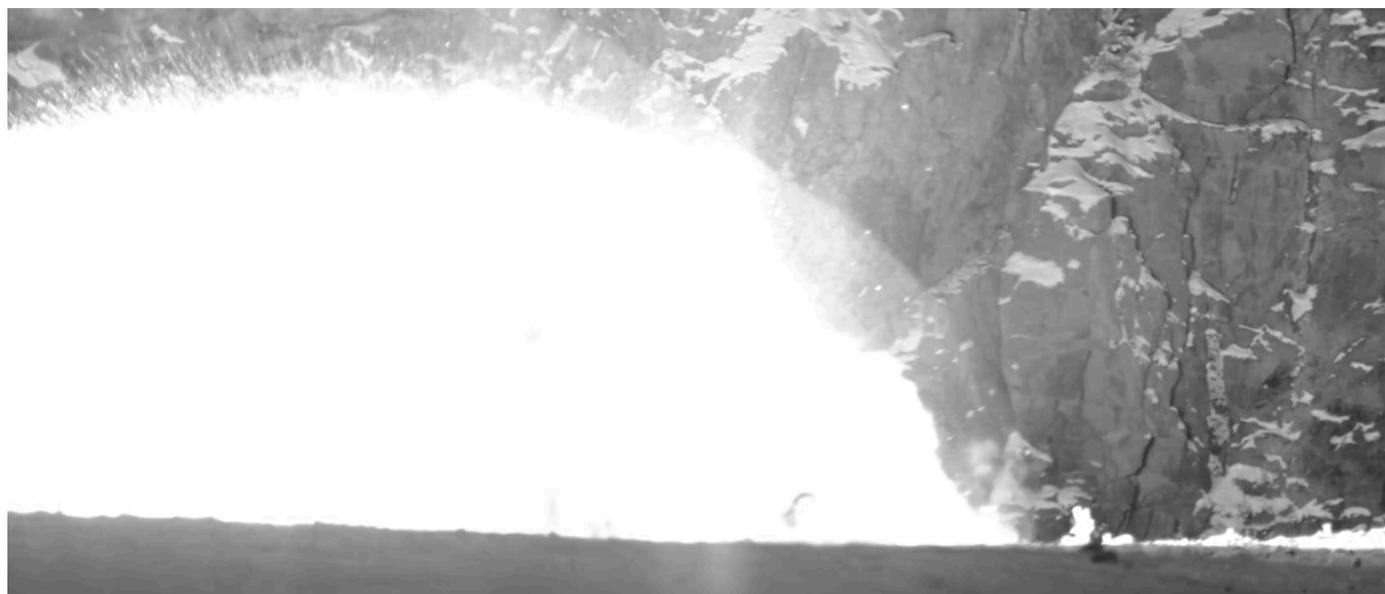
用高速摄像机捕捉高度清晰的爆炸图像是一项棘手的工作。这些事件需要每秒数十万帧 (fps) 的拍摄速度, 往往以牺牲像素分辨率和整体视频质量为代价。高速摄像机还必须能够处理极端的对比度, 而不对被摄对象过度曝光。“爆炸只持续了几毫秒,” Granberg 说。“在黑暗、突然产生的光亮和再次黑暗之间快速切换照明设施是一个很大的挑战, 同时我们也不知道大爆炸究竟会产生多少光亮。”

使照明问题变得更加复杂的是, 当时正值芬兰的冬季, 没有充分的自然光为高速成像应用提供曝光。Granberg 说: “在 12 月, 芬兰只有大约一个小时的日光。” “那一天也是一个阴天, 光照条件不太理想。”

为了解决与快速帧率和低光照条件有关的挑战, Granberg 使用了带有背面照明 (BSI) 传感器的 Phantom 高速摄像机。与传统的正面照明 (FSI) 结构相比, 这些传感器增加了可以捕获光子的像素表面积, 为光线到达受光面提供了更直接的途径。由于使用了 BSI 传感器, TMX 7510 和 T3610 可以更容易的在速度、分辨率和感光度之间达到平衡。

例如, TMX 7510 在最高 100 万像素 (Mpx) 分辨率下, 可以达到每秒超过 76,000 帧的速度和每秒 76 千兆像素 (Gpx/sec) 的吞吐量。在降低分辨率下, 它可以达到每秒超过 77 万帧 (标准模式) 和 175 万帧 (使用出口受控的 FAST 选项时)。TMX 7510 是拍摄非常快的闪光的理想选择, 因为它还支持快至 95 纳秒 (ns) 的最小曝光时间。在最高 1-Mpx 的分辨率下, 第二台摄像机 T3610 可以达到每秒超过 38,000 帧的速度和 38 Gpx/sec 的吞吐量, 在降低分辨率时最高可以达到每秒 875,000 帧。

由于这些功能使 Phantom 摄像机能够以更高的帧率处理低光照的情况, Granberg 相信他能够拍摄到高质量的爆炸图像, 而不会出现燃烧应用中典型的运动模糊问题。



TMX 7510 捕捉到了从汽车上荡漾开来的冲击波。

简单说说 EDR

像 TMX 7510 这样的高速摄像机集成了极端动态范围 (EDR), 这一功能使高速专家能够在黑暗和光明之间快速切换曝光时间, 以捕捉爆炸以及爆炸前后的事件。然而, 遗憾的是, 由于项目的时间紧迫, Granberg 没有足够的时间来测试这个有趣的功能。“理想情况下, 我们会用一些较小的爆炸进行一些测试, 以了解我们需要控制多少 EDR。”



Granberg 和他的团队使用了一台 Phantom TMX 7510、T3610 和 v2640, v2640 不幸在断电时光荣牺牲了。



在爆炸现场配置 Phantom 摄像机。



在冬天进行拍摄对拍摄团队来说并非没有挑战。

在冬天拍摄

该高速燃烧应用中的另一个挑战是季节。然而, 幸运的是, 虽然当时正值芬兰的冬季, 但气候干燥, 温度也没有那么低。“在我们拍摄汽车爆炸的那天, 温度大约是 32 华氏度,” Granberg 说。“但在这之前的几天, 温度降到了零度以下, 这将导致我们的引爆线和电源线变得僵硬, 难以正常工作。”

TMX 7510 和 T3610 的设计考虑到了恶劣的环境条件,它们可以承受低至 14°F (-10°C) 的温度,并通过了各种冲击和振动测试。例如, TMX 7510 经测试可以承受 30G 的冲击和 5.3 Grms 的振动。它们还非常便于携带,使得像 Granberg 这样的高速专家可以很容易地将它们带到现场。例如, T3610 的特点是设计紧凑,重量比同等摄像机轻 50%。

爆炸及其后果

一切准备就绪后(包括将 Phantom 摄像机的速度设置为数万帧率),是时候按下按钮启动爆炸了。正如慢动作视频所展示的那样,炸药沿着引爆线四溅,然后雷管被引爆,打破了挡风玻璃和车体外板。突然,安装在底盘一侧的锥形炸药爆炸,产生了一个巨大的、极其明亮的火球和冲击波,冲击波从汽车上荡漾开来,使岩石、碎片和灰尘弹射向四面八方。“那个冲击波是如此强烈,它使我们掩蔽所里的一些木板和托盘掉落了下来,” Granberg 说。

爆炸使汽车变成了数百块碎片,散落在爆炸区域的各个角落。据 Granberg 说,“前后轴分开了,但令人感到吃惊的是,它们未被损坏。一些部件仍然完好无损,比如没有安装炸药的那一侧的轮胎。也许我们使用的炸药太少了,”他笑着说。



从高速视频中可以看出,炸药沿着引爆线四溅,引爆了雷管
然后产生了一个大火球。

要了解更多信息,请访问:www.phantomhighspeed.com.



某些 Phantom 摄像机需要出口许可证。有关更多信息,请访问 www.phantomhighspeed.com/export。