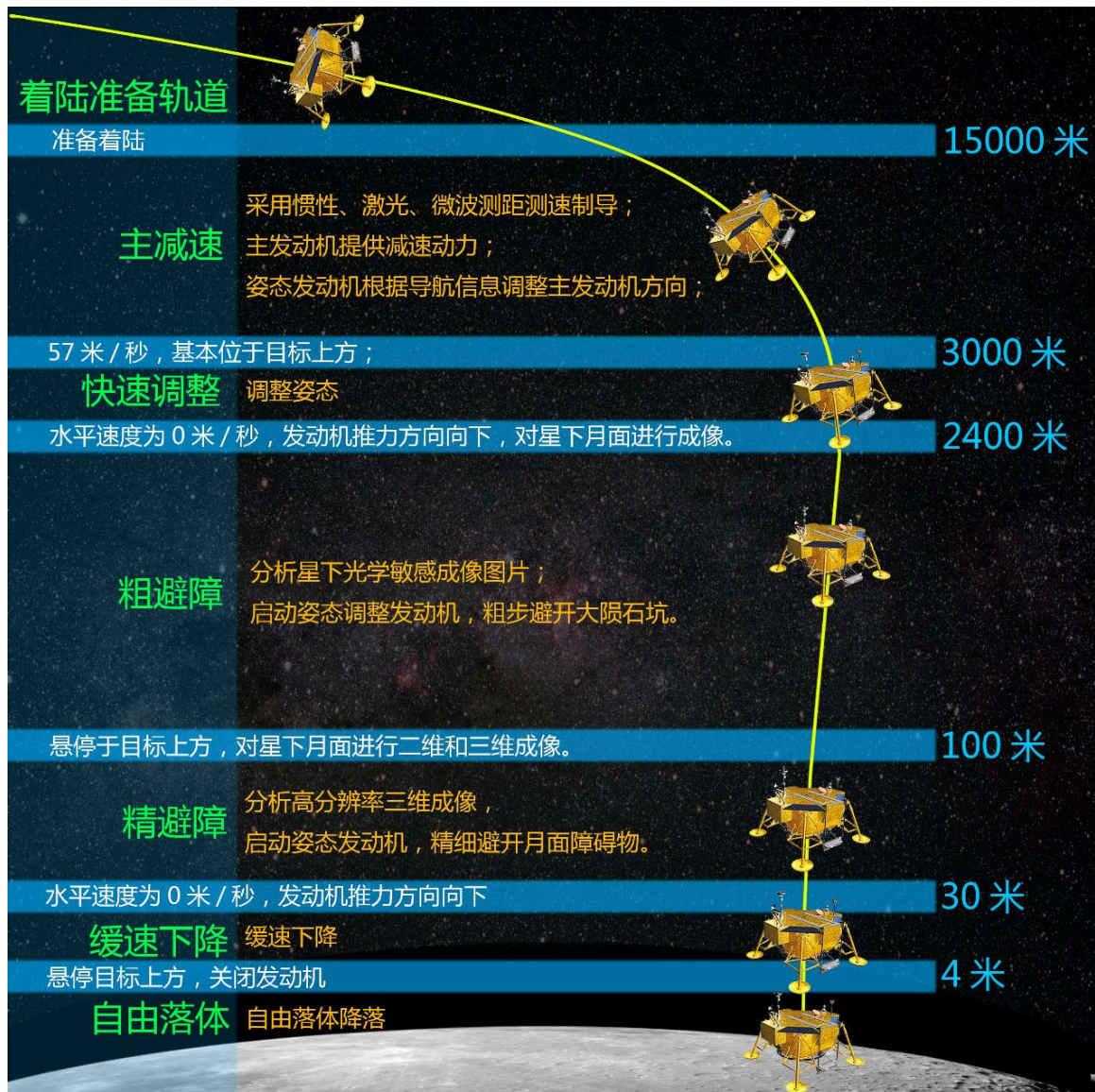


附件 2： 嫦娥三号软着陆过程的六个阶段及其状态要求

1. 嫦娥三号软着陆过程示意图



附图 4 嫦娥三号软着陆过程示意图

2. 嫦娥三号软着陆过程分为 6 个阶段的要求

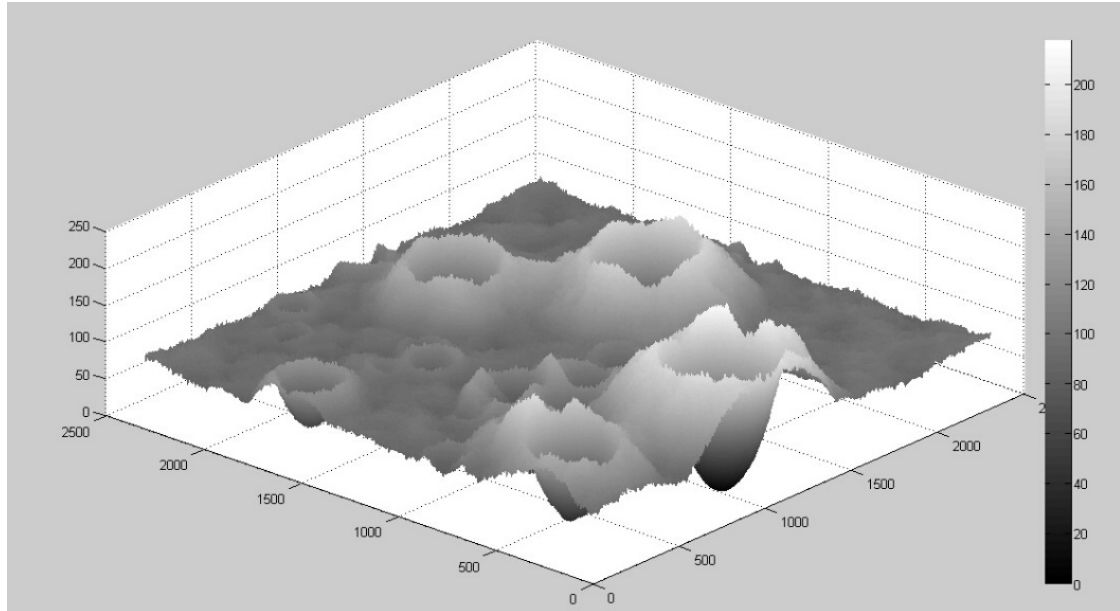
(1) **着陆准备轨道:** 着陆准备轨道的近月点是 15KM，远月点是 100KM。近月点在月心坐标系的位置和软着陆轨道形态共同决定了着陆点的位置。

(2) **主减速段:** 主减速段的区间是距离月面 15km 到 3km。该阶段的主要是减速，实现到距离月面 3 公里处嫦娥三号的速度降到 57m/s。

(3) **快速调整段:** 快速调整段的主要是调整探测器姿态，需要从距离月面 3km 到 2.4km 处将水平速度减为 0m/s，即使主减速发动机的推力竖直向下，之后进入粗避障阶段。

(4) 粗避障段：粗避障段的范围是距离月面 2.4km 到 100m 区间，其主要是要求避开大的陨石坑，实现在设计着陆点上方 100m 处悬停，并初步确定落月地点。

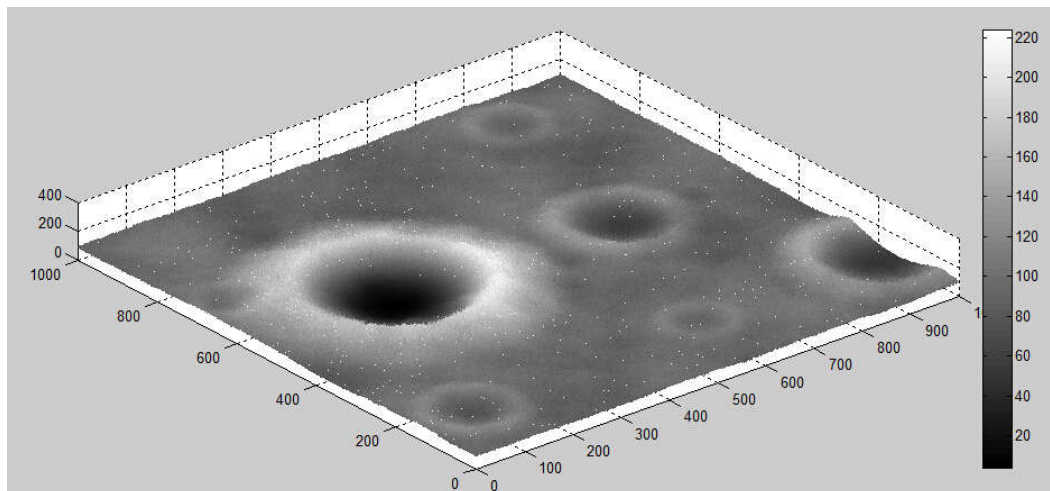
嫦娥三号在距离月面 2.4km 处对正下方月面 $2300 \times 2300\text{m}$ 的范围进行拍照，获得数字高程如附图 5 所示（相关数据文件见附件 3），并嫦娥三号在月面的垂直投影位于预定着陆区域的中心位置。



附图 5： 距月面 2400m 处的数字高程图

该高程图的水平分辨率是 1m/像素，其数值的单位是 1m。例如数字高程图中第 1 行第 1 列的数值是 102，则表示着陆区域最左上角的高程是 102 米。

(5) 精避障段：精细避障段的区间是距离月面 100m 到 30m。要求嫦娥三号悬停在距离月面 100m 处，对着陆点附近区域 100m 范围内拍摄图像，并获得三维数字高程图。分析三维数字高程图，避开较大的陨石坑，确定最佳着陆地点，实现在着陆点上方 30m 处水平方向速度为 0m/s。附图 6 是在距离月面 100m 处悬停拍摄到的数字高程图（相关数据文件见附件 4）。



附图 6： 距离月面 100m 处的数字高程图

该数字高程的水平分辨率为 0.1m/像素，高度数值的单位是 0.1m。

（6）缓速下降阶段：缓速下降阶段的区间是距离月面 30m 到 4m。该阶段的主要任务控制着陆器在距离月面 4m 处的速度为 0m/s，即实现在距离月面 4m 处相对月面静止，之后关闭发动机，使嫦娥三号自由落体到精确有落月点。

注：附件 3 和附件 4 中数字高程图对应的*.tif 文件可以使用 Matlab 的“imread”命令打开，“imread”的具体使用方法见 Matlab 相关帮助。