

精灵4多光谱无人机P4M数据的辐射定标方法

产品名称	精灵4多光谱无人机P4M数据的辐射定标方法
公司名称	深圳市鹏锦科技有限公司
价格	.00/个
规格参数	
公司地址	深圳市龙岗区布吉街道长龙社区水径欧密巷7号 本涛公司厂房602（注册地址）
联系电话	0755-83228715 18320930025

产品详情

精灵4多光谱无人机P4M数据的辐射定标方法：

飞行器+相机+数据处理软件的集成方式提高了无人机多光谱解决方案的集成度，降低了对用户技能水平的要求，可以方便快捷地获取被监测区域的镶嵌图及其植被指数。直接提供遥感指数产品，隐藏数据处理的技术细节，对于遥感应用的初、中级用户来说无疑是十分有益的。遥感用户无需再学习和理解指数产品的生成方法，与使用普通数码相机一样，所见即所得地拍摄到了植被指数，从而推动遥感从科学技术向应用技术转变。

事物总有两个方面，一类用户倾向于全自动，那么必然有另外一类用户追求处理过程的自主可控，与倾向于全自动获取数据产品的用户相比，他们在用遥感方法解决实际问题时，往往会产生更多思考。多光谱相机如实记录拍摄时刻的地物反射情况，数据分析软件处理并得出结论，当我们需要重新审视该结论或发现更好的处理方法时，可以重新对原始数据做处理，得出新的结论。这要求有条件的多光谱行业用户要从自身业务特点出发，建立各自的遥感分析系统，逐步总结地表反射率、遥感指数与所关注物理量之间的关系，研究并完善遥感定量分析模型，形成不同地域、不同观测条件以及不同应用时期的个性化遥感监测系统。

个性化遥感监测系统的建设离不开高质量遥感专题产品，而高质量遥感专题产品的基础是辐射定标。下面将着重阐述P4M辐射定标的基本原理和具体方法。

地表反照率是指地面反射辐射量与入射辐射量之比，表征地面对太阳辐射的吸收和反射能力。反照率越大，地面吸收太阳辐射越少，反照率越小，地面吸收太阳辐射越多。多光谱相机在对地成像时（如图1所示），太阳辐射以天顶角 θ 、方位角 ϕ 到达地物，部分辐射被地物吸收，其余辐射被反射回天空半球。

在图1中，地物点p的半球反射量中处于多光谱相机镜头视场角范围的那部分会照射到相机传感器上，其强度用波谱辐射亮度描述。以传感器上某一像素为例，来自地物点p方向为 (θ, ϕ) 的反射光线经相机镜头到达传感器，被量化为整数DN保存下来。影像DN值是传感器量化后的整数值，虽然与入射波谱辐射亮度有关，并且传感器一般采用线性量化，但是DN仍然不是一个具有实际意义的物理量。早期的遥感分析系统一般利用DN值直接估计地表特征量，然而将其转换为波谱辐射亮度将更有助于遥感分析。

波谱辐射亮度描述的是单位立体角和单位面积上的能量，单位是 $W/cm^2/sr/\mu m$ ，记作 $L(\lambda, \theta, \phi)$ 。在图1中，令从太阳出发到达地物点p的辐射能量为 $E_0(\lambda, \theta_s, \phi_s)$ ，地物点p向半空反射的总能量如式(1)所示。

结合图1和式(3)可以看出，照射相机传感器的波谱辐射亮度与地表二向反射率有关，是地物点在传感器观测方向的反射率与入射辐射能量的乘积。传感器厂商一般会提供DN值向波谱辐射亮度转换的公式，只要求得入射辐射能量即可得到地物反射率。

入射辐射能量可以通过大气辐射传输模型计算得到，然而却是十分复杂的，一般采用相对法求取。前文[1]在介绍RedEdge相机辐射定标时，首先求取了多光谱影像中灰板像素的波谱辐射亮度的平均值，由于灰板反射率已知，可通过式(4)计算出多光谱相机拍摄灰板的时刻太阳的辐射能量。

式中， $L(\lambda, \theta_s, \phi_s, \theta_r, \phi_r)$ 为灰板的波谱辐射亮度平均值， R_{pan} 为已知的反射率。从前面的分析可以看出，反射率，更确切的说二向反射率，即与太阳辐射入射角度有关，也与传感器观测角度有关，式(4)对此做了简化，近似地将灰板反射率测定时的二向反射率看作多光谱相机辐射定标时的二向反射率。接着按照式(5)计算每一个像素的二向反射率。

式(5)同样对二向反射率做了简化，近似地将每幅影像成像时的太阳入射角看作是恒定的，并且忽略了相机姿态角对二向反射率的影响。

RedEdge的二向反射率求取方法同样适合P4M。但是，P4M的资料显示，飞机顶部的光照传感器可以替代辐射定标灰板，使得不同时相间影像的波谱辐射亮度具有可比性。光照传感器记录了入射光波谱辐射亮度，数值保存在xmp的drone-dji:Irradiance字段中，观察实际数据可以发现，xmp的Camera:SunSensor字段同样保存了该数值。

接下来，如何由影像DN值计算传感器观测方向的波谱辐射亮度是辐射定标的关键问题。2020年7月，DJI发布了《P4 Multispectral图像处理指南》[2]，指出波谱辐射亮度的计算方法如式(6)所示。

式中， x 、 y 分别为像素在影像上的列、行数； $p(x, y)$ 为该像素的DN值， p_{bl} 为快门关闭时传感器的背景亮度； g 为传感器增益，数值取xmp中的drone-dji:SensorGain字段值；

$v(x, y)$ 为波段传感器光强敏感度相对于NIR波段的改正量，数值取drone-dji:SensorGainAdjustment字段值，由于NIR波段为基准波段，该改正量被记作0，实际计算时须改正为1.0； t_e 为辐照时间，数值取xmp中的drone-dji:ExposureTime字段值，计算时须乘以 $1e-6$ 完成单位换算。 $v(x, y)$ 的作用是改正镜头暗角效应(Vignetting)，如式(7)所示。

式中， r 为半径， x 、 y 分别为像素在影像上的列、行数， x_0 、 y_0 为改正模型的对称中心。通过计算可以发现，P4M的暗角效应达到了50%。

图2为辐射定标前后的多波段合成影像图。

在图2中，原始影像DN值经辐射定标转换为波谱辐射亮度，结合光照传感器参数，进一步将波谱辐射亮度转换为光照传感器平均值对应的波谱辐射亮度，改正了由辐射入射条件不同引起的传感器波谱辐射亮度差异。然而这些是不能从图2中直接目视得到的，能从图2看出的是，改正暗角效应后，影像中心部位的亮斑被显著弱化，四周亮度明显提升，整体明暗趋于一致。