

# NOAA-9 与 NOAA-10 的 AVHRR 通道 1、2 反射率的对比和定标

陈 乾            郭 锐

(兰州干旱气象研究所, 兰州, 730020)

## 提 要

采用无植被的戈壁、沙漠为检验辐射定标的目标区。运用统计方法,将 NOAA-9 的 AVHRR 通道 1 和 2 反射率资料标准化到 NOAA-10,使这两颗卫星的资料及其反演的参量能进行比较。用 1986 年 10 月—1988 年 9 月共 15 个月的数据进行检验,得到满意的结果。

为利用卫星遥感技术对云和陆面状况进行大范围长时期的监测并进行气候分析,必需将卫星探测的辐射信息标准化。国家气象局卫星气象中心于 1986 年开始建立 NOAA 卫星局部覆盖资料的档案。近年来,我国主要利用 NOAA-9 和 NOAA-10 两颗卫星的 AVHRR 资料进行大范围植被指数、雪盖面积等的计算。由于 AVHRR 的通道 1 和 2 辐射测量无空中定标能力,为检验其发射前的原定标是否合理,需将不同的卫星辐射信息标准化到某一颗定标基本准确的卫星(如国际卫星云气候计划取 NOAA-7)。本文采用地面目标区检验辐射测量定标的统计方法,根据目前掌握的部分 NOAA-9 和 NOAA-10 资料,进行初步的定标工作。

## 1. 方法

根据陈乾等的工作<sup>[1]</sup>,用 NOAA-10 资料计算的地表特征、绿度指数和积雪分布情况与实况比较一致。可以认为 NOAA-10 AVHRR 通道 1 和 2 的原定标是基本合理的,因此将 NOAA-9 相应通道的辐射信息标准化到 NOAA-10。

本文采用 1986 年 10 月—1988 年 9 月 NOAA-9 和 NOAA-10 两颗卫星的通道 1 和 2,经太阳天顶角订正后的 1.2' 经纬度网格上的反射率资料,取地势平坦、地表特征季节变化很小的酒泉地区北部戈壁滩(98°30'—99°06'E, 40°20'—40°56'N)为目标区。根据 Brest 等的工作<sup>[2]</sup>,NOAA-9 通道 1 传感器有衰减,其订正系数为 1.004 每月,据此作第一步修

正。由于这两颗卫星飞越目标区(40°N)的时间不同,致使 NOAA-9 的太阳天顶角比 NOAA-10 平均约小 10°。反射率作太阳天顶角余弦订正时的误差也要修正。由于周期性的逐日轨道渐进和轨道逐年的缓慢变动,使卫星越过赤道的时间在逐渐推迟。然而 NOAA-9 推迟得比 NOAA-10 快得多,致使两颗卫星飞经目标区时太阳天顶角的差值自 1987 年 7 月以后随时间明显减小。由于没有两颗卫星同一天的观测序列资料,因而不能建立 NOAA-9 通道 1 和 2 因太阳天顶角余弦订正误差造成反射率随时间变化的修正方案。

为了消除卫星飞越目标区时卫星天顶角差异的影响,我们选取两颗卫星飞经 40°N 时较接近目标区所在经度的个例作为统计样本,NOAA-9 和 NOAA-10 各取 8 个时次,两颗卫星飞过目标区的平均经度分别为 97°36'E 和 100°12'E,卫星相对目标区的天底角为 6°52'和 7°59',太阳天顶角为 57°59'和 57°55',因而大气各向异性的双向辐射订正可以略去。为消除定位上的微小误差,对网格资料作 9 点平均(约 4×4km),这样目标区共有 100 个数据。然后将上述两颗卫星各 8 次个例,分别对通道 1 和 2 的反射率资料进行平均,得到各 100 对样本。将 NOAA-9 经衰减订正后的通道 1 和通道 2 的反射率与 NOAA-10 对应位置上相应通道反射率建立回归方程:

$$Ch1_{(N-10)} = 1.3627 + 0.9303[1.075 + 0.004M]Ch1_{(N-9)} \quad (1)$$

$$Ch2_{(N-10)} = 1.556 + 0.7673Ch2_{(N-9)} \quad (2)$$

这里  $Ch1_{(N-10)}$ 、 $Ch1_{(N-9)}$ 、 $Ch2_{(N-10)}$ 、 $Ch2_{(N-9)}$  分别为两颗卫星通道 1 和 2 的反射率,  $M$  为自 1986 年 10 月起算的月数。式(1)和(2)样本的相关系数分别为 0.9336 和 0.9137,均通过信度 0.001 的检验。

由于水汽对 0.9 $\mu$ m 附近的太阳辐射有一弱吸收带,因而大气中水汽含量对通道 2 的透过率有影响。受资料限制,NOAA-9 选取的个例大都集中在 1—3 月,而 NOAA-10 在 4—6 月,因此 NOAA-9 个例中大气的水汽含量明显低于 NOAA-10。为此我们又选取 1988 年 5 月 21 日的 NOAA-9 与 1987 年 5 月 18 日 NOAA-10 的通道 2 资料对方程(2)作进一步修正得到:

$$Ch2_{(N-10)} = 3.6519 + 0.7673 Ch2_{(N-9)} \quad (3)$$

## 2. 结果分析

本文选取巴丹吉林沙漠(101°—101°36'E, 39°50'—40°26'N),柴达木盆地中央盐碱区(95°12'—96°13'E, 36°30'—36°52'N)和茶卡盐湖为检验的目标区。计算 1986 年 10 月—1988 年 5 月 13 个时次上述目标区和检验区 NOAA-9 修正前后的差值植被指数( $AVI = Ch2 - Ch1$ ),与相应区域 NOAA-10 的  $AVI$  作比较,计算修正前后 NOAA-9 与 NOAA-10 的  $AVI$  序列的方差  $\sigma_{n-1}$ (表 1)。表中  $O$  栏为未经修正的原始  $AVI$  值,  $C_1$  是经式(1)、(2)修正后的  $AVI$ ,  $C_2$  是经式(1)、(3)修正的结果。可看出修正后的方差明显小于原始  $AVI$  的方差。但  $C_1$  与  $C_2$  的方差较接近,这说明在极端干旱地区,水汽对通道 2 反射率的影响并不明显。然而祁连山区方差  $C_2$  明显优于  $C_1$ 。我们在图象处理系统上对黑河中上游地区(37°40'—39°53'N, 98°30'—101°30'E) NOAA-9 修正前后的标准化植被指数以及通道反射率与相近日期 NOAA-10 的对应参量作对比分析证实了这点。取 1987 年 1 月 7 日至 6 月 1 日 NOAA-

9 的 6 次和 NOAA-10 的 5 次资料,对 NOAA-9 分别按原反射率值和用式(1)、(3)进行定标修正后的反射率值,NOAA-10 则用原值。取标准化植被指数  $NOVI \geq 4$  作为植被覆盖区,按文献[1]选定的雪盖门槛值,用计算机估算出黑河莺落峡以上流域内逐日的雪盖和植被覆盖百分率,与 NOAA-10 的判读值和地面相应资料进行对比分析,进一步说明 NOAA-9 的  $Ch1$  和  $Ch2$  的反射率资料经式(1)、(3)定标修正是合理的。图 1 为植被覆盖度的时间演变,肃南(海拔 2780m)和祁连(海拔 2788m)的牧草从 4 月 17 日至 5 月 12 日返青,5 月 13 日至 6 月 18 日分蘖。由于 NOAA-9 原通道 1 的反射率显著偏低,而通道 2 略偏高,致使植被指数明显偏大。图中 1 月 7 日—4 月 3 日用 NOAA-9 原值计算的植被覆盖度均在 20% 以上,1 月 7 日高达 41.5%,这时牧草尚处于枯草期,显然过大。图中实线为经定标修正后的植被覆盖度,已降低到 6% 以下,其中 1—3 月在 1.7% 以下,与常绿针叶林面积接近。可看出 NOAA-9 修正后判读的植被覆盖度时间演变与 NOAA-10 的值能合理连接,它与牧草生长的物候期相对应。6 月 1 日牧草处于分蘖期,覆盖度达 42%。根据县级农业区划资料,黑河上游植被覆盖度约为 50—55%,6 月初海拔 3450m 的高山草甸带实测的日平均气温为 4℃,牧草尚未完全返青,因而植被覆盖度未达 50% 以上是合理的。

表 1 修正前后 NOAA-9 和 NOAA-10 AVI 的方差分析

年 月 日 时 分 世 界 时	酒泉地区北部 戈 壁			巴丹吉林沙漠			柴达木中央 盐 碱 地			茶卡盐湖		
	$O$	$C_1$	$C_2$	$O$	$C_1$	$C_2$	$O$	$C_1$	$C_2$	$O$	$C_1$	$C_2$
86 10 14 08 10	1.89	-2.99	-0.89	2.47	-3.37	-1.28	2.37	-3.14	-1.05	-	-	-
86 12 09 08 08	2.58	-2.49	-0.39	3.56	-2.77	-0.67	3.86	-1.74	0.36	4.92	-6.10	-4.01
87 01 07 08 02	3.17	-1.62	0.48	4.43	-1.50	0.59	3.82	-1.53	0.56	6.33	-5.28	-3.18
87 01 26 07 59	3.72	-1.21	0.89	4.70	-1.08	1.02	3.65	-1.63	0.46	6.97	-3.34	-1.24
87 02 14 07 56	1.37	-1.76	0.34	3.78	-1.74	0.36	3.01	-2.96	-0.87	3.82	-3.98	-1.88
87 03 03 08 16	3.42	-2.27	-0.16	5.55	-1.24	0.86	4.21	-1.63	0.46	6.82	-2.48	-0.39
87 03 21 08 23	2.56	-3.11	-1.02	3.29	-3.40	-1.30	3.96	-2.02	0.08	5.13	-4.80	-2.70
87 04 16 01 08 *	-1.72			-0.41			-0.80			-2.45		
87 04 29 01 27 *	-2.13			-1.23			-0.86			-4.72		
87 05 18 01 16 *	-1.55			-0.56			-2.48			-5.89		
87 05 27 01 19 *	-1.95			-1.36			-1.96			-		
87 06 01 01 12 *	-1.79			-0.68			-1.83			-8.25		
87 12 11 01 20	1.96	-3.83	-1.73	2.79	-3.40	-1.30	2.27	-5.46	-3.36	3.55	-8.14	-6.05
88 02 02 08 08	4.47	-0.78	1.31	6.34	0.11	2.20	4.52	-0.98	1.12	11.01	-1.98	0.12
88 03 07 08 42	5.89	-0.14	1.96	7.50	0.36	2.45	5.24	-0.99	1.10	6.34	-4.11	-2.02
88 03 08 08 31	5.14	-0.29	1.80	6.91	0.30	2.39	-	-	-	7.43	-2.27	-0.17
88 03 26 08 37	4.26	-1.11	0.99	-	-	-	3.90	-1.41	0.68	6.39	-2.87	-0.77
88 04 08 01 33 *	-			-			-1.69			-2.70		
88 04 13 01 24 *	-1.11			-0.25			-			-3.06		
88 04 18 01 16 *	-0.95			0.00			-0.63			-1.67		
88 05 21 08 00	3.84	-1.34	0.77	4.49	-1.47	0.62	3.36	-1.80	0.30	3.22	-6.24	-4.14
$O: \sigma_{(n-1)}$	2.6796			2.9278			2.6652			5.4416		
$C_1: \sigma_{(n-1)}$	0.9269			1.2682			1.5305			1.9934		
$C_2: \sigma_{(n-1)}$	1.3220			1.233			1.2760			2.2041		

\* 为 NOAA-10

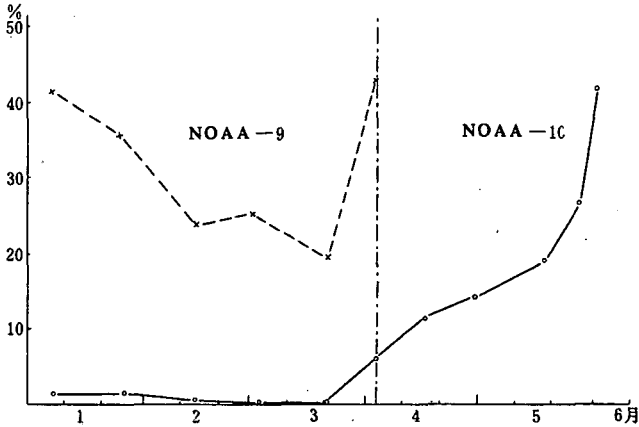


图1 1987年1—6月黑河上游植被覆盖度  
(虚线为NOAA-9原值,实线为修正后的值和NOAA-10原值,  
4月17日至5月12日牧草返青,5月13日至6月18日分蘖)

### 参 考 文 献

- [1] 陈乾等,用AVHRR资料反演祁连山区积雪参量,冰川冻土,12.,4,281—292,1990。  
[2] Brest, C. L. and W. B. Rossow, Radiometric monitoring and calibration of NOAA AVHRR channel 1 Data, Proceedings of the International Radiation Symposium, Lille, France, 246—247, 1988.

## COMPARISON OF AVHRR CHANNEL 1 AND 2 ALBEDO DATA BETWEEN NOAA-9 AND NOAA-10 AND ITS CALIBRATION

Chen Qian Guo Ni

(Lanzhou Institute of Arid Meteorology, Lanzhou, 730020)

### Abstract

The channel 1 and 2 of AVHRR on NOAA polar orbit satellites have no on-board calibration capabilities. Therefore, a methodology is developed to make comparison analysis on the data measured by NOAA-9 and NOAA-10 by using the earth surface with neglectable seasonal changes as the target area. A statistical method to normalize NOAA-9 data to those of NOAA-10 is presented.