

珠峰朗瑪峰地区
太阳辐射研究

珠穆朗瑪峰科学考察队太阳辐射组

最 高 指 示

我们的责任，是向人民负责。每句话，每个行动，每项政策，都要适合人民的利益。如果有了错误，定要改正，这就叫向人民负责。

本文系根据院里修改稿四项原则（一、宣传毛泽东思想，用“两论”指导，要贯彻到通篇文章中；二、进行革命大批判；三、要有充分的科学论证；四、文字通俗易懂。）的精神，在广泛征求意见的基础上，集体改写成的。但是由于我们活学活用毛泽东思想不够，对四项原则体会不深，集中正确意见的水平有限，因此文中难免有许多错误之处。为了使这项在科学领域内狠狠打资本主义、修、反的政治任务完成得更好，为伟大领袖毛主席争光，为伟大的社会主义祖国争光，特请同志们进行严格地审查，并将你们的宝贵意见寄往：北京中关村中国科学院革命委员会科研生产组。

珠穆朗玛峰科学考察队太阳辐射组

一九七〇年六月二十二日

最 高 指 示

我们中华民族有同自己的敌人血战到底的^概气概，有在自力更生的基础上光复旧物的决心，有自立于世界民族之林的能力。

珠穆朗玛峰地区太阳辐射研究

“万物生长靠太阳”，地球上生物界的生存和发展，人类的活动，天气的变化，气候的变迁，沧海桑田乃至宇宙航行等等，都与太阳辐射息息相关。因此，对太阳辐射的研究，一直被人们所重视。

雄伟的珠穆朗玛峰（以下简称珠峰）矗立在祖国的西南边疆，绵亘的喜马拉雅山群峰之上。由于海拔高，纬度低，人烟稀少，地面或基岩裸露或冰雪，冻土复盖，尤其在西风急流控制的冬春季节，大气稀薄，干而洁净，为在地面上研究太阳辐射提供了十分理想的环境。而这些研究无论对于社会主义经济建设，巩固国防和科学理论方面，都有重大的价值。

在伟大领袖毛主席亲自发动和领导的无产阶级文化大革命中，亿万人民奋起毛泽东思想千钧棒，彻底摧毁了以叛徒、内奸、工贼刘少奇为首的资产阶级司令部，批判洋奴哲学，打倒爬行主义，痛斥美帝、苏修的无耻挑衅。发奋图强，自力更生。在无产阶级司令部的亲切关怀下，珠穆朗玛峰综合科学考察队太阳辐射组的工人、藏族贫苦农牧民、解放军战士和革命的知识分子，遵循伟大领袖毛主席关于“我们一定要有无产阶级的雄心大志，敢于走前人没有走过的道路，敢于攀登前人没有攀登过的高峰”的教导。于1966年和1968年两次进入珠峰地区，“下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利”，在5000米到7029米广阔的地域内开展了空前规模的太阳辐射观测研究。

迄今为止，我们对这座世界最高峰地区的太阳辐射研究规模之大，获得的资料系列之长，内容之丰富，质量之高，是西方资产阶级“学者”望尘莫及的。综合分析上述丰富的资料，以毛主席光辉哲学思想为指导，全面地、科学地论述了珠峰地区太阳辐射特征，微量水汽吸收规律；计算出大气外界太阳辐射近红外光谱能量及其相互关系等，取得了丰硕的成果，从而把世界太阳辐射研究推进到一个新的阶段。

一、工作概况

“研究问题，忌带主观性，片面性和表面性”，“一切结论产生于调查情况的末尾，而不是在它的先头。”毛主席这些英明指示，不但是从事社会革命的人们，而且也是从事自然科学研究的人们，必须遵循的客观真理。

珠穆朗玛峰气势磅礴，地形复杂，为要全面地、客观地反映珠峰地区太阳辐射规律，我们以“一不怕苦，二不怕死”的大无畏精神，上至使西方“探险家”望而生畏的北坡（7029米），下至6500米，6400米，6300米，6000米，5900米，5600米，5400米，5000米等近十个高度上，进行空前规模的辐射观测研究。其中在5000米和6400米测点上分别有十七个月和二个月系统观测资料，5000米测点上单色仪观测资料有59组。帝国主义御用文人对珠峰地区太阳辐射的研究，往往得出错误的和不完整的结论，正是由于他们站在资产阶级反动的立场上，贪生怕死，不敢也不能做大量的、长期的观测，仅在一、二个测点上窃得一星半点的资料，做形而上学的、唯心主义推测所决定的。

5000米测点遮蔽情况和一年中太阳在空中的轨迹，绘于图1。这里最大的太阳中天高度为 $85^{\circ}18'$ （夏至）；

最小为 $38^{\circ}12'$ （冬至）。最长天文日照时间为13.6

小时，最短为10·6小时（均未按海拔高度订正）。6400米和6300米测点设在东绒布冰川粒雪盆上，地势平坦且开阔（照片1）。

在每年控制本区干冷的西风急流开始北移减弱，而暖湿的西南季风尚未到达之际的四、五月间。珠峰地区上空水汽含量少，天空晴朗少云，地面风速小，太阳高度角高。在5000米测点，白天气温经常回升到 0°C 以上。因此，对珠峰地区太阳辐射的研究，主要在四、五月份进行。

在不同高度上主要观测内容有：垂直（于光线）面太阳直接辐射、天空散射辐射、地面反射辐射、地面辐射平衡，用九种玻璃滤光片对太阳辐射进行分光观测。在5000米测点上，用单色仪对 $0.6\sim 2.5$ 微米波段的太阳近红外光谱，进行系统的、专门的观测。测点上空的水汽含量，是科考队气象工作者，用无线电探空仪测得的（资料表明，90%以上的水汽含量是在气温高于 -20°C 的大气层里）。

“世界上怕就怕‘认真’二字，共产党就最讲认真”。我们遵照毛主席这一教导，对在野外使用的整个单色仪系统（两面反射镜、单色仪和真空热电偶接收器）的相对分光灵敏度，在出发前和返回后送国家计量研究院黑体辐射炉检定，单色仪的鼓轮读数在现场不断用镉、汞灯校准。温差热电式直接辐射测量仪的换算因子，除在出发前和返回后送中央气象局检定外并在野外5000米，6000米，6300米等高度上，又用补偿式热电辐射测量仪反复进行多次校准。实践表明，所有在野外使用的仪器的工作状况是良好的，取得的资料是准确的。

二、微量水汽对太阳辐射的吸收规律

“不但要研究每一³大系统的物质运动形式的特殊矛盾性及其所规定的本质，而且要研究每一⁵物质运动形式在其发展长途中的每一个过程的特殊矛盾及其本质。”

(一) 26组太阳相对分光曲线的取得

在5000米测点单色仪观测的一些碧空天气里，观测点上空太阳光路中的水汽含量从 $0.01-0.68\text{Cm}$ （沉澱水）。

由于我们着重讨论极低水汽含量对太阳辐射的吸收规律，因此我们这里对 α 和 0.8μ 带都不予讨论。我们考虑到水汽的分布就选用了与 $0.01-0.68\text{Cm}$ 的水汽含量对应的26组光谱资料，在我们光谱观测的波段里（ $0.6-2.5\mu$ ），分别对 ρ 、 ϕ 、 ψ 、 Ω （ $0.87-0.99\mu$ ）， ϕ （ $1.03-1.23\mu$ ）， ψ （ $1.27-1.55\mu$ ）， Ω （ $1.64-2.08\mu$ ）4个水汽带的吸收规律做了分析研究。

将单色仪的光谱记录结果，分别与对应波长处仪器系统的分光灵敏度相乘，即得26条 $0.6-2.5\mu$ 大气内以相对能量标度的太阳分光曲线。

(二) 太阳辐射在水汽带中的渗透率随光路中水汽含量变化曲线

为了求得上述四个水汽吸收带的辐射渗透率，我们参考了水汽窗口处相对辐射强度的趋势，画出假想的未被水汽吸收的平滑的强度曲线。将各个水汽吸收带波段里，水汽吸收线下的能量与平滑曲线能量相比，即为太阳辐射在水汽吸收带中的渗透率。

我们实测出来的在5000高度上的太阳辐射在四条水汽带中的渗透率随太阳光路上的水汽总含量 l 的变化曲线见图2'。

如果把 ρ 、 ϕ 、 ψ 、 Ω 四个吸收带看成为一个吸收带，我们就可以根据上述结果，加上窗口间隔部分（ $0.99-1.03\mu$ ， $1.23-1.27\mu$ ， $1.55-1.64\mu$ ）的能量。可以算得 $0.08-2.08\mu$ 波段里 ρ 、 ϕ 、 ψ 、 Ω 四个吸收带的总渗透率随太阳光路

上水汽总含量的变化规律(图2,表1)。根据本文第三部分的计算结果,可以很容易求得这4条水汽吸收带对太阳辐射能量的总吸收与太阳光路上水汽总含量的关系(表1)。

太阳辐射总渗透率及水汽吸收总能量

表1

(0.37~2.08 μ 波段)

l cm	T %	E k/m ²	l cm	T %	E k/m ²	l cm	T %	E k/m ²	L: 大气水汽含量 T: 太阳辐射渗透率 E: 水汽总吸收。
0.00	100.0	0.000	0.10	90.7	0.058	0.45	87.4	0.078	
0.01	96.2	0.024	0.12	90.3	0.060	0.50	87.0	0.081	
0.02	94.8	0.032	0.14	90.1	0.062	0.55	86.6	0.083	
0.03	93.8	0.039	0.16	89.9	0.063	0.60	86.2	0.086	
0.04	93.0	0.044	0.18	89.7	0.064	0.65	85.8	0.088	
0.05	92.4	0.047	0.20	89.6	0.065	0.70	85.4	0.091	
0.06	91.9	0.050	0.25	89.2	0.067				
0.07	91.5	0.053	0.30	88.8	0.070				
0.08	91.2	0.055	0.35	88.3	0.073				
0.09	90.9	0.057	0.40	87.9	0.075				

(三) 微量水汽对太阳辐射吸收特点

从图2和表1里我们不难看出,当 $l < 0.1$ Cm时,辐射渗透率以很惊人的速度增加着,举 Ω 带为例,当 l 从0.68 Cm减少到0.1 Cm时渗透率增加约12%,平均 l 每减少1 Cm,渗透率只增加20%,而当从0.1 Cm减少到0.01 Cm时渗透率增加了13%左右,相当于平均 l 每减少1 Cm,渗透率增加150%,变化速率竟差7倍之多!

虽然“总渗透率” τ 也有四样的特点,当 l 从0.1 Cm减少到0.01

cm 时太阳辐射能多渗透 0.034 卡/ cm^2 分，也就是说平均 z 每减少 1cm ，相当于 T 增加 0.38 卡/ cm^2 分。而 z 在 $0.5-0.1\text{cm}$ 期间里，平均 z 每减少 1cm ，相当于 T 增加 0.06 卡/ cm^2 分。

值得指出的是，即使在水汽含量 $z=0.01\text{cm}$ 时，“总渗透率”为 96.2% ，就是说在 $0.87-2.03\mu$ 波段里仍有 0.024 卡/ cm^2 分的太阳辐射能被水汽吸收。另一方面在 5000 米测点处 $0.87-2.03\mu$ 波段内天顶方向由分子散射所引起的能量减弱只有 0.002 卡/ cm^2 了，比水汽含量 z 为 0.01cm 时仍小一个数量级。可以断言在太阳辐射的近红外区，水汽的选择吸收对太阳辐射能的减弱起着决定性的作用。

关于水汽吸收规律，不少人做过各式各样的试验，可是直到目前为止当水汽含量小于 0.5cm 时，水汽对太阳辐射的吸收规律很少有实测结果。上面已经指出当 $z<0.1\text{cm}$ 时，水汽的吸收规律有着明显的特殊性。虽然有的人在实验室里分析过一些短程水平光路里低水汽含量的吸收规律，可是由于对水汽透射函数分光模型的不同假设和把实验室的结果外推到光路放大几个数量级的实际大气里的任意性，因而得不出可用的结果。

我们依靠战无不胜的毛泽东思想，在优异条件下实测出辐射和水汽资料，总结出可靠的结果。从而使水汽对太阳辐射吸收规律的研究前进了一大步。

三、大气外近红外太阳光谱能量分布

“就人类认识运动的秩序说来，总是由认识个别的和特殊的事物，逐步地扩大到认识一般的事物。”

(一) 太阳相对分光曲线的绝对化

从 5000 米测点单色仪观测的全部资料中，我们选用了碧空无云。

无风，天气稳定以及其它条件最佳的四天（4月17日，21日，24日，5月5日）共28组数据，进行外推到大气外的计算。

将光谱记录结果经仪器分光灵敏度换算以后，就得到了0.60—2.5 μ 太阳相对分光曲线。把此曲线各波长的强度与RG₈滤光片的透过曲线对应波长的通过率——相乘，即得通过滤光片后应有的相对分光曲线。令该曲线下的面积与RG₈滤光片同时观测得到的能量（把通过滤光片9.2—5 μ 的部分能量做了水汽吸收订正后已扣除）相等。就完成了太阳相对分光曲线的定标。这样我们就得到了28条以绝对单位表示的相应于不同大气质量的大气内太阳辐射分光曲线。（例见图3 I）。

（二）四天资料合用的讨论

我们是按指数定律 $I_{\lambda} = I_{\lambda}^{\circ} e^{-\sigma_{\lambda} m}$ 推求大气外太阳辐射强度的。 I_{λ} 和 I_{λ}° 分别为大气内和大气外太阳在波长 λ 处的辐射强度。 m 为大气质量， σ_{λ} 为波长 λ 处的总减弱系数。

我们知道

$$\sigma_{\lambda} = \sigma_{\lambda}^R + \sigma_{\lambda}^{O_3} + \sigma_{\lambda}^{H_2O} + \sigma_{\lambda}^d$$

σ_{λ}^R 为大气分子散射系数， σ_{λ}^d 为大气粗粒散射系数。 $\sigma_{\lambda}^{O_3}$ 和 $\sigma_{\lambda}^{H_2O}$ 分别为臭氧和水气吸收系数。

下面我们就讨论一下这四天里观测点上空天顶方向水汽窗口处大气透明度 $\alpha_{\lambda} = e^{-\sigma_{\lambda}}$ 是稳定的。亦即减弱系数 σ_{λ} 是不变的。由于讨论水汽窗口，故 $\sigma_{\lambda}^{H_2O} = 0$ 。 $\sigma_{\lambda} = \sigma_{\lambda}^R + \sigma_{\lambda}^{O_3} + \sigma_{\lambda}^d$ 。在观测地上空邻近的碧空天气里气压的变化是可以忽略的，因此 σ_{λ}^R 是不变的。臭氧层厚度经考查队观测结果十几天内也是十分稳定的，所以 $\sigma_{\lambda}^{O_3}$ 也可以认为是不变的。上面已经提到5000米测点为冻土岩石所复盖，大气的各种污染来源极少，所以 σ_{λ}^d 也是稳定的。因此，我们可以下这样的结论：在我们这样的观测条件下，这四天里水汽窗口处的 σ_{λ} 的变化完全是可以忽略的。总之，在这样的四个碧空天气里，大气透明度是很稳定的，从而可以将4天28

组资料一起来进行外推计算，大大提高了我们结果的精度。

(三) 大气透明度和粗粒散射系数的计算

首先将四天 28 组不同大气质量的太阳能量分佈曲线——归化到日地平均距离后，对 $0.6-1.0\mu$ 波段内的一些窗口波长利用 28 对 $\ln I_{\lambda}$ 、 m 的数据用最小二乘法求得大气外太阳能量分佈 I_{λ}^0 和 5000 米测点的大气透明度 $e^{-\sigma_{\lambda}}$ (见表 2)。珠峰地区上空 4、5 月份奥

(表 2) 珠峰地区大气透明度(海拔: 5000 米)

$\lambda(\mu)$	σ	$a=e^{-\sigma}$	$\lambda(\mu)$	σ	$a=e^{-\sigma}$	$\lambda(\mu)$	σ	$a=e^{-\sigma}$
0.60	0.0678	0.934	0.70	0.0304	0.970	0.80	0.0169	0.983
0.61	605		0.71	284		0.81	154	
0.62	550	0.946	0.72	266	0.974	0.82	159	0.984
0.63	510		0.73	249		0.83	154	-
0.64	472	0.954	0.74	232	0.977	0.84	149	0.985
0.65	436		0.75	217		0.85	144	
0.66	403	0.961	0.76	204	0.980	0.86	141	0.986
0.67	374		0.77	193				
0.68	348	0.966	0.78	184	0.982			
0.69	325		0.79	176				

氢厚度已经考查队工作人员直接测定为 1.9 毫米，于是我们算出了相应的 $\sigma_{\lambda}^{O_3} < 1 >$ 。5000 米测点的气压是 550 毫巴，因此很容易算出对应的匀质大气厚度为 4.35 千米，求出 $\sigma_{\lambda}^R < 2 >$ ，这样我们就能算出 $\sigma_{\lambda}^d = \sigma_{\lambda} - (\sigma_{\lambda}^R + \sigma_{\lambda}^{O_3})$ 。结果在 $0.60-0.86 \mu$ 波段里 σ_{λ}^d 的值在 0.003 到 0.007 之间，取平均值即得相当于在 0.73μ 波长的 $\sigma_{\lambda}^d = 0.005$ 。这就意味着在 0.73μ 处粗粒散射单独引起的减弱不过 0.5%！这是迄今为止世界上地面观测

中少有的清洁大气。从表12中我们可以看出在 0.86μ 大气透明度可达98.6%，就是说在波长 0.86μ 处5000米测点垂直上空大气中各种减弱因子对太阳辐射能的吸收和散射已不过1%了！正如毛主席教导我们的那样：“每一物质的运动形式所具有的特殊本质，为它特殊矛盾所规定。”珠峰地区的大气透明度极高，粗粒散射极小的形成，是由这个世界屋脊地区独特的自然条件所规定的必然结果。

<四> 大气外 $0.60-2.50\mu$ 太阳能量分佈

上面我们已经用最小二乘法求出了 $0.6-1.0\mu$ 窗口波长处的大气外太阳能量分佈，下面我们再讨论 $\lambda > 1\mu$ 以后的外推工作。

σ_{λ} 既然很小，而且随波长的增加而不断减小，在 1μ 处 σ_{λ} 已很接近于零了。而在5000米测点上空(550 mb)， σ_{λ} 在 1μ 处已小于 0.005 <2>。臭氧的吸收已完全没有了。这就意味着 $\lambda > 1\mu$ 后，天顶方向水气窗口处的大气透明度 $a_{\lambda} = e^{-\sigma_{\lambda}}$ 已大于0.99了，因此对 $\lambda > 1\mu$ 的窗口波长处的太阳辐射强度与大气外的强度相差微不足道了。于是我们就可以对 $\lambda > 1\mu$ 的一些窗口波长，把大气质量小于1.2的各组辐射强度平均，就得到了大气外太阳辐射强度。事实上计算表明，即使考虑不同的 m 所引起的不同大气透明度对太阳辐射的减弱，也不影响我们给出的结果。我们连结上面的结果，就得到了一条 $0.60-2.50\mu$ 的大气外太阳光谱能量分布曲线，或称太阳分光辐射照度曲线。结果见(表3)和图3(I)。对曲线下能量积分，即得在 $0.60-2.50\mu$ 波段的太阳总辐射能为 1.23 卡/分· cm^2 。由于使用了滤光片后面的能量定标，就会给标度带来一定的误差，经过我们多次鉴定的Rg8滤光片，其透过率误差不超过±1%。在 $\lambda > 1\mu$ 处的大气内能量分佈做为大气外的能量分佈的近似，也会引入极小的误差。因此我们给出的 1.23 卡/分· cm^2 的能量数值误差不超过±2%。

(表3) 大气外太阳光谱能量分佈
— <日地平均距离处的分光辐射照度>

λ (μ)	I_{λ}° (卡/cm ² ·分· μ)	λ (μ)	I_{λ}° (卡/cm ² ·分· μ)	λ (μ)	I_{λ}° (卡/cm ² ·分· μ)
0.60	2.79	0.79	1.82	0.98	1.20
0.61	2.75	0.80	1.79	0.99	1.16
0.62	2.71	0.81	1.75	1.00	1.13
0.63	2.66	0.82	1.72	1.10	0.871
0.64	2.61	0.83	1.69	1.20	0.660
0.65	2.55	0.84	1.66	1.30	0.509
0.66	2.49	0.85	1.63	1.40	0.428
0.67	2.43	0.86	1.59	1.50	0.361
0.68	2.38	0.87	1.56	1.60	0.301
0.69	2.32	0.88	1.53	1.70	0.257
0.70	2.26	0.89	1.50	1.80	0.212
0.71	2.20	0.90	1.46	1.90	0.167
0.72	2.15	0.91	1.43	2.00	0.133
0.73	2.09	0.92	1.40	2.10	0.103
0.74	2.04	0.93	1.36	2.20	0.085
0.75	1.98	0.94	1.33	2.30	0.074
0.76	1.94	0.95	1.30	2.40	0.065
0.77	1.90	0.96	1.26	2.50	0.056
0.78	1.86	0.97	1.23		

由於近红外光谱受水汽吸收影响十分严重，而且在一般海拔较低的地面的观测中， σ_{λ}^d 是不可忽略的，特别是 σ_{λ}^d 的日变化会引起较大的外推误差。因此从低地面观测推求这一段大气外太阳能量分

佈曲线是十分困难，而且引入误差很大。所以迄今为止一直没有较好结果。目前资本主义国家普遍采用，实际上被他们公认的大气外太阳光谱能量分布，是一个美国人约翰逊于1954年拼凑一些不同来路因而误差问题极其复杂的，零碎资料之后得出的结果。〈3〉在这一结果中 $0.60-2.50\mu$ 波段则是引用了另一个美国人慕恩于1940年拼凑了许多人观测结果，这些观测大都是本世纪初做的。慕恩把这些人的资料通过简单的曲线叠加平滑就得出最后结果。武断做出“太阳红外光谱在波长 $>1.2\mu$ 以后与 6000°K 黑体完全符合”的结果。就是这样一个由老古董拼凑的大杂烩和片面结论。也被西方国家作为不能推翻的教条，一直沿用至今。

毛主席教导我们“世界上只有唯心论和形而上学最省力，因为它可以由人^们主观说一气，不要根据客观实际，也不受客观实际的检查^的。”其实我们观测到的太阳辐射是整个日面不同区域辐射的混合，而日面不同区域的辐射是由不同有效深度发出来的，也就是具有不同温度的物质发射出来的。我们观测到的太阳辐射既然是这些不同温度物质发射出来的某种平均结果，其光谱能量分布就绝不可能在很大的波段范围里与某一单一温度的黑体辐射完全符合，我们的结果完全地证明了这一点。由图3可见在 $0.60-2.5\mu$ 波段的太阳光谱能量分布是相当复杂的，虽然其相当色温度大体上介于 $5000^\circ\text{K}-6000^\circ\text{K}$ 之间，但决不能用单一的色温度来描述这段辐射。

四、世界第一高峰的太阳辐射

“马克思主义者看问题，不但要看到部分，而且要看到全体。”前面分别讨论了微量水汽的吸收规律和近红外光谱辐射，本节进而总括这

座世界最高峰的阳光辐射特征。

(1)世界罕见的阳光直接辐射

我国年青的科学工作者在直至七千多米的近十个高度上，对阳光辐射进行了大量的观测研究工作。分析这些迄今为止在珠峰地区获得的序列最长，测点最多、内容最丰富的辐射资料，得出的珠峰地区阳光辐射的第一个显著特征是直接辐射非常强。在五千米可达 1.70 卡/厘米²分左右，到六千三百米更达 1.80 卡/厘米²分左右。1966年4月30日和5月1日，在海拔六千三百米的冰原上，我们都测到了 1.79 卡/厘米²分的高值（订正到日地平均距离为 1.82 卡/厘米²分（表4））。这是世界罕见的。

表4 珠峰地区不同高度上观测到的阳光直接辐射强度最大值

观测地点	海拔高度(米)	观测时间				太阳高度角(度)	绝对大气质量	直射强度卡/厘米 ² 分
		年	月	日	T ₀			
北坳顶 东绒布冰川 " " "	7029	66	4	9	10 ⁵⁹	64.9	0.46	1.73
	6500	66	4	10	10 ⁵⁸	65.0	0.50	1.77
	6400	60	4	12	12 ³³	68.7	0.49	1.77
	6300	66	5	1	12 ⁰³	76.9	0.47	1.79
	5900	66	4	8	12 ⁰²	69.0	0.54	1.75
绒布寺 " " 拉 薩 "	5000	60	1	23	12 ²⁴	41.8	0.83	1.71
	5000	66	4	29	11 ⁰⁵	71.1	0.58	1.70
	5000	68	5	5	12 ⁰⁴	77.5	0.56	1.67
	3700	66	5	15	12 ³⁵	76.4	0.67	1.56
	3700	68	3	22	12 ³⁴	59.1	0.76	1.51

利用五千米的周年辐射资料，我们统计了日面无云时的太阳直接辐射，绘制了这种情况下的垂直（于光线）表面直接辐射月平均等值线图（图4），可见珠峰地区这种辐射的年变化很小，具有低纬地区的特点；同时，日变化也很小，又具有高纬地区的特点，后者主要是由於海拔高，大气质量减少所造成的。

(2)微小的天空散射辐射和辐射梯度

散射辐射小，这是珠峰辐射的又一个显著特点。晴天的中午、五千米的散射辐射可小到0.10卡/厘米²分，到六千四百米更小到0.06卡/厘米²分（图5、表5），日变化也非常平缓了。

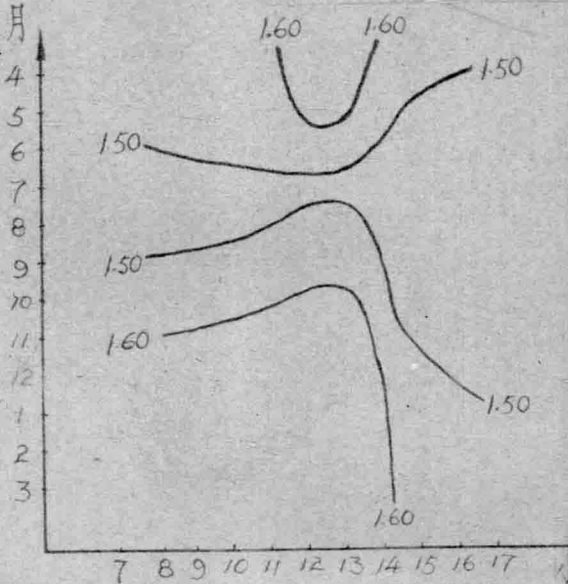


图4 珠峰地区(5000米)日面无云时垂直(于光线)表面直接辐射月平均强度等值线图

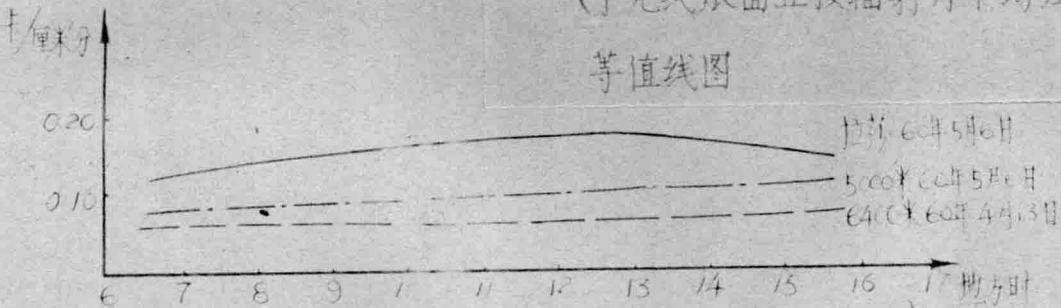


图 珠峰地区6400米、5000米、拉萨晴天散射辐射的日变化

表5 珠峰地区6400米、5000米和拉萨晴天散射辐射平均强度
(60年5月上旬)

强度(卡/厘米 ² ·分) 高度	36 9	36 12	36 15
6400米	0.08	0.08	0.11
5000米	0.10	0.11	0.13
拉萨3700米	0.16	0.18	0.15

珠峰地区的直接辐射大，散射辐射小，但不管直射和散射，它们晴天时随高度变化的梯度都是很小的，从5000米到6400米，直射的梯度可小到0.007卡/厘米²·分·100米，散射的梯度则小到0.002卡/厘米²·分·100米。辐射梯度如此之小，是极高山区所特有的。

(3) 总辐射大并且其组成有特殊的年变化

珠峰地区4、5月分的晴天，直接辐射很强，又由于积状云发育，天空散射辐射强烈地增大了，两者相加，总辐射可达2.10卡/厘米²·分的高值，5000米测点的最大日总量达到900卡/厘米²·日，比同期拉萨的最大日总量高11%，比同纬度平原区的长沙大30%。这时的月总量超过20千卡/厘米²·月。从59年4月到60年3月，珠峰五千米测点总辐射的年总量高达200千卡/厘米²·年（表6），比长沙大75%，较之被人们誉为日光城的拉萨仍大7%。

表6 珠峰、拉萨、昌都用总辐射量

(千卡/厘米²·月)

年·月 总辐射 地点	59年												60年	年总量
	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
珠峰(5000米)	207	223	206	173	16.1	16.5	15.5	13.9	11.2	13.5	15.1	17.2	199.9	
拉萨(3700米)	16.7	17.2	18.6	19.2	17.2	16.1	14.3	13.1	11.4	12.5	12.5	17.8	186.6	
昌都(3170米)	14.3	14.7	14.5	17.4	15.8	14.8	12.6	10.3	9.6	10.4	10.0	13.2	157.6	

太阳总辐射是由太阳直接辐射和天空散射辐射共同组成的。冬半年(10——3月)珠峰地区晴天多、阴天少,日照百分率高(表7),使直接辐射大,散射辐射小,在总辐射中,散射仅占5—25%,直射占75%以上(图6)。然而,“事物内部矛盾着的两方面,因为一定的条件而各向着和自己相反的方向转化了去,向着它的对立面所处的地位转化了去。”到了雨季(7、8月),云雾缭绕,散射辐射增大而直接辐射减小,散射可超过直射,在总辐射中的比重升达60%,而直射降至40%(8月)。

表7 珠峰、拉萨、昌都各月日照百分率

月份 日照(%) 地点	59年												60年	年平均
	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
珠峰(5000米)	70	64	57	38	34	47	59	72	64	69	70	62	58.8	
拉萨(3700米)	62	57	61	64	58	69	71	94	86	88	74	73	71.4	
昌都(3170米)	44	44	42	52	50	57	59	63	63	66	54	57	54.3	