

南极洲的气候资源*

A. I. 沃斯连斯基

南极洲总面积为1400万平方公里,与北冰洋面积大体相同,比澳大利亚和欧洲还要大。南极是世界上最高的洲,海拔高度平均为2040米,比其它大陆的平均高度高2.8倍。南极洲大部分地区被平均厚度达1720米的冰层所复盖,冰层最大厚度约4000米,体积为 $24 \cdot 10^6$ 立方公里。整个大陆只有1%的地区没有冰,人们把靠近海岸的裸露岩石区称为南极绿洲。绿洲面积大小不一,小的有几十平方公里,大的则几百平方公里。一些山脉的山峰高达5000米。东南极是大陆的最高部分,冰层较厚,海岸线切割程度相对轻些。西南极较低,由于海岸线被切割,容易受到深入到大陆内部的气旋的影响。南极大陆是所有大陆中最孤立的,这不仅是因为它远离距它最近的大陆,而且还被久浮冰带所隔离。浮冰带面积在9月份可达1800万平方公里,也就是说超过了大陆本身的面积。

由于近年来人们对南极进行的广泛研究与国际间的合作,目前这个地区的气候资料已越来越多地为科学家们所掌握。除了狭窄的海岸带外,整个大陆的气温全年都在 0°C 以下。气温日变幅可达 20°C ,东方站曾经记录到的冬季最低气温为 -88.3°C ,年均温为 -56°C 。海岸地带的年均温范围为 $-12^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$,与北极同纬度地带的温度状况相差无几。每秒达40米以上的强烈的流洩风和气旋风,为海岸地带冬季的特点。例如和平站的风暴天数

为每月25~30天。南极沿海地区冬季持续6个月(4~9月),内陆为7~8个月。沿海地区夏季(12~1月)气温为 $+2^{\circ}\text{C} \sim -2^{\circ}\text{C}$,比同纬度北极地带低 $5^{\circ}\text{C} \sim 9^{\circ}\text{C}$ 。每年这个时期,风速减小,气温增加。东方站的气温增加到 -30°C 。沿海地区的年平均气压为980~990毫巴,赤道带的年平均气压则为1010毫巴,冰岛低压中心为1000毫巴。气旋经过时,气压可降到930毫巴。

严酷系数是综合天气特征之一,可根据博德曼公式计算出

$$S = (1 - 0.04t)(1 + 0.272v),$$

式中S为用标度点表示的天气严酷系数, t为气温($^{\circ}\text{C}$), v为风速(米/秒)。

该估算值尽管还不完全(未考虑湿度、降水、辐射等),但却广泛得到了应用。设在南极和北极的六个站天气严酷系数计算结果及其分析表明,在极端天气条件下,所有南极站全年的系数都明显高于北半球测站的系数。位于不同气候带的东方站和帕尼斯卡亚站的系数最高(8—11点),韦尔霍扬斯克附近的奥依米亚康不高于2,格棱兰不高于6.5。不过东方站的天气严酷性决定因子是极低气温,帕尼斯卡亚站的则是强风。极端天气严酷值可以异乎寻常地高。例如1958年7月20日东方站的严酷系数达24,当时气温为 -48.6°C ,风速为18~24米/秒。

辐射资源 由于南极在地球上所处的近日

* 本文为作者在世界气象组织应用气象专门委员会于1978年日内瓦召开的第七次会议上提交的一篇论文。

点位置,所以夏季接收的太阳辐射就比北极高7%。由于大气光学透明度极高,大陆海拔高度大,地表接收的辐射能入射到大气上界的80%,沿岸为59%,南极半岛则还要低些。由于这个原因,南极辐射通量的垂直梯度只为北极的一半,每公里仅为0.020卡/厘米²·秒。

南极大陆各站测量的最高辐射值为29~30卡/厘米·月,沿岸各站为22~24

卡/厘米·月,南极半岛为14~17卡/厘米·月。表1列出了全球实际辐射与可能辐射的比率。大陆中心区的直接辐射占总辐射通量的70%,沿岸地带占50%,南极半岛占20~30%。夏季南极沿岸的总辐射比北极高1.5~1.7倍,年总辐射值类似于赤道带的值。年与年之间的上述辐射通量值很稳定。

表1 各月实际总辐射与可能总辐射的比率(%)

站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
诺沃拉扎雷夫斯卡亚	86	78	73	30	—	—	—	100	82	80	84	80
和平	83	76	70	65	60	50	50	67	76	82	85	82
东方	89	96	80	57	—	—	—	100	70	90	100	100

由气溶胶形成的云,产生的太阳辐射非周期变动,可以达到相当高的值。例如阿贡火山(印尼)喷发的结果,苏联测站1963年末测量的直接辐射减少了30%,直到1965年中才恢复正常。南极东海岸由气溶胶造成的衰减,小到可忽略不计,在计算辐射收支时可不考虑。不过中心地区无云天空冰晶层的特征,引起了大量辐射吸收,可达0.3卡/厘米²·分。

尽管由于全年的不寻常反射和发射条件使大陆测站获取了高辐射通量值,夏季的辐射吸收仍可达6~7卡/厘米²,全年的达21~22卡/厘米²,也就是与沿岸各月的太阳总入射辐射通量相同。辐射收入的负值预期会导致气温一年比一年下降。只是由于年热平流总量达到 $4.82 \cdot 10^{22}$ 焦耳,并出现的汽化潜热总量为 $4.35 \cdot 10^{21}$ 焦耳,所以这一点观测不出来。

沿亚热带低压带轴测到的最低年日照时间约为300小时,全年的平均云量为9成(9/10)。该地带南部的日照时间有所增加。例如克尔盖伦群岛上的法属港口地区可达1500小时,斯坦利地区可达

1620小时。从海岸到内陆明显地增加,内陆达到3500小时。

长年的日照时间相当稳定。图1示出了三类日照时间图式:大洋与南极半岛型(年变幅为60~150小时);南极海岸型(300~400小时);大陆型(600~700小时)。上述资料与特征相同的其它地区相比结果表明,南极大陆的中心地区是世界上阳光最充足的地区。根据N.N.布良斯基的资料,北极水域的日照时间一年只有1000小时,为南极大陆的1/3.5。

大气环流 通过近年来的考虑,人们对南极上空大气环流的主要特征有了初步的了解。形成这种环流的主要因素有环状气旋带、环极涡旋及包括流洩风在内的地面反气旋环流系统。

从气候角度看,环状气旋带内最重要的地面低压区位于拉扎雷夫和里塞·拉尔森,戴维斯和莫森以及罗斯海和具林斯豪森海一带地区。环状带作为对流层低层气团和流洩幅合带,是南半球和高纬度地带大气环流的一个主要因素。它随高度而变窄,形成锥面形状。

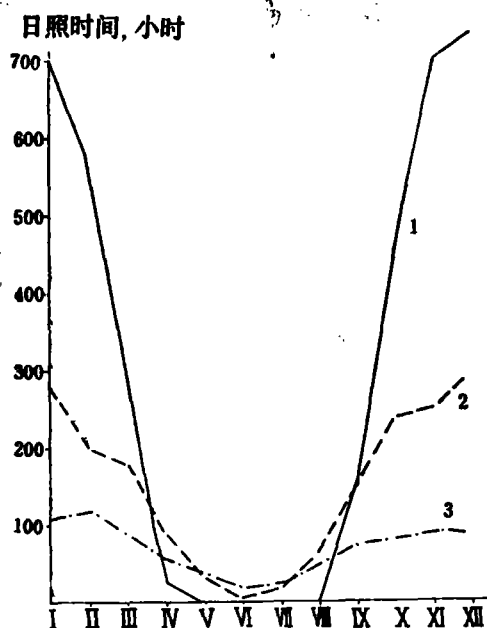


图1 东方(1)、和平(2)和麦阔里岛(3)测站的年日照时间图式。

受南极洋的印度与澳大利亚区气旋活动影响形成的罗斯海低压(图2),在整个对流层中界限分明,成为南半球对流层环极涡旋的中心部分。该低压是南半球的主要大气活动中心。

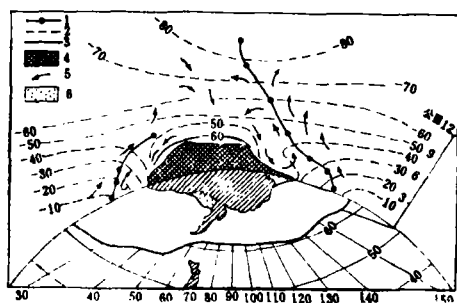


图2 南极地区等温线,气旋形成的轴,冰架和海冰的分布

图例: 1. 低压垂直轴 4. (原图未标明)
2. 等温线 5. 垂直风分量方向
3. 海冰界限 6. 冰架

只要作一幅600毫巴等压面(也就是

接触到的冰盖最高部分的第一个标准等压面)图,就能发现南极反气旋存在的迹象。对比500与600毫巴图表明,反气旋出现在600毫巴等压面上。气旋场在所有季节的500毫巴图上都占优势。。气旋区的中心位于罗斯海与罗斯冰架区,而东南极则被一槽所占据。

风源 南极的风况与温度状况一样,存在着明显的地带性和年变化型式。最低的风速是在内陆记录到的,其一年的平均风速为每秒5—8米。

海岸风况对南极大陆最重要,它是导致气候严酷性的主要原因。根据海岸风性质,可将它们划分成气旋、流洩和过渡型等三种具有鲜明物理意义的型式。

夏季当极地锋接近南极海岸时,气旋风占优势。冬季由于地面大气层的强烈变冷空气密度增加,气旋风就开始滑向冰坡。上述流洩风的风向与强度取决于海岸附近大陆坡的轮廓与倾斜角度。当流洩风与气旋风的风向一致时,风速可增加到70米/秒。这种情况下,空气里就充满了雪尘。

流洩风的扩散范围一般不超过15~20公里,通常向海的方向扩散6~10公里。在平行于海岸的流洩风减弱带,观测到了明显的辐合上升气流。

东南极冰盖边缘的强风(15米/秒以上)出现频数一年为300天,飓风(33米/秒以上)为30~40天。阵风可达90米/秒,即330公里/小时。流洩风的特点是风向极为稳定,可达95%。上述南极海岸风况的气候特征表明,其风能潜力很高(图3)。

计算结果表明了年发电量为200,000~250,000千瓦·小时的三个现代风能发电站,完全可以满足最大居民点的需要。

风能不仅能满足南极站的目前需要,而且也能成为气体燃料(氢)的生产源

地, 向能源不足的地区输送这种燃料。

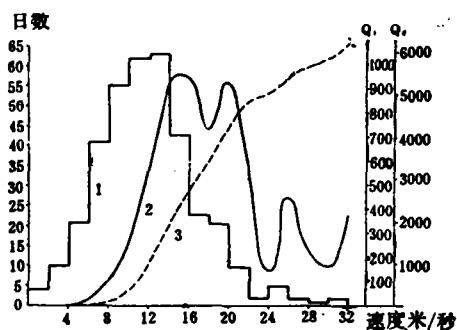


图3 和平站具有不同风速日数的长期平均频数和风能资源

图例: 1. 具有给定风级的日数
2. 给定风级的能量当量 (千瓦·小时/年·米²)
3. 能量当量的积分值

物质平衡 根据最近的估算, 世界上90%以上的淡水资源都集中在南极。把这部分资源利用起来, 就可以满足现代社会对淡水日益增加的需求量。但还可以从另一个角度把南极的淡水蓄积当作全球问题来考虑。这就是, 如果打乱现有的冰川平衡, 就可能会导致全球范围的灾害性后果。南极的冰平衡并不完全取决于气象因子。

冰平衡的收入部分包括降水, 其中94%来源于水汽平流。冰平衡的损失部分包括向海洋飘移的冰山。这种过程是冰川运动、海洋的动力热状况、洋流速度与流向等引起的。冰平衡的破坏也可以反映全球水分循环状况。关于南极的水分循环问题, 有关人士在《全球水量平衡与地球上的水资源》一书中进行了详细的研究。

据人们所知, 由于空气的下沉运动, 南极上空的云形成过程, 比北极的要弱得多。结果, 南极高原上空的云量平均为十分之三或十分之四, 沿海上空为十分之六或十分之七。由云产生的降水量在沿海地带最高, 其大气水分是由极为频繁的气旋涡旋系统提供的。这种涡旋很少深入到内陆, 并且南极冰川的大气补给机制也不同。例如在南极斜坡地带, 即海拔200~

1500米和离岸大约100公里的范围内, 较低的云的边界接触到了下垫面。这种情况下, 水分就从云层直接“输送”到坡面上。根据雪的测量资料, 该区的雪堆积很强烈。大气水分冰川补给的第二个来源是大气中的水汽凝华, 每年的水分总量达115立方公里。

除了高山高原上空的普通降雪(十分稀有)外, 还有一年中无云天空的雪晶降落。这种现象与气团的下沉运动有关。

“较暖的”并且非常湿的空气层, 下沉到温度较低的地方, 达到了饱和, 这就导致了晶体的形成。计算结果表明, 从三月到十月只有61立方公里的水降落到南极的950万平方公里的一地区。

整个南极大气层的平均水分含量是2.52毫米, 大约为北极的1/2.5。根据该值得出的年水汽平流量为2600立方公里。由于蒸发量为160立方公里, 降水量为2500立方公里, 所以气候径流量只为270立方公里, 即大约为平流量的十分之一。由此看来, 每年从全球水文循环中抽出的水量为2300立方公里。这部分水通过冰山的融化又返回到大气层中。占世界总面积2.5%的南极, 每年从世界大洋向大气层提供的多余水分中吸收6%的水量。

通过分析大气层的结构与动态, 人们发现太平洋和印度洋向南极提供的水分最多, 分别为39%和34%。

综上所述, 南极目前的气候资源为淡水、风能和太阳能。如果把目前和将来人们对该大陆的自然需求量与上述介绍的资源加以比较, 那么后者则丰富得无法估计。由此看来, 可以把这个地区看作是地球上有人类居住地区的潜在能源基地。

张莉节译自《Polar Geography And Geology》, 1982, Vol. 6, No. 2, 124—134