

中国太阳辐射数据集及其质量检验分析

马有哲 刘小宁 许松

(国家气象中心,北京 100081)

摘要 文章介绍了中国太阳辐射数据集的内容、建立数据集中使用的质量检验方法、对质量检验进行了分析。分析表明,建立该数据集使用的要素相关法、极值法、地理空间检验法是适用的。
关键词 太阳辐射 数据集 质量检验

1 前言

太阳辐射是大气中一切物理过程或现象形成的基本动力,是地球大气的主要能源。气候变化受到环流因素、地理因素及人类活动的影响。太阳能在地球表面的不同分布,决定了气候的变化及交替。太阳辐射在地球上的分布和变化,在气候变化及气候模式研究中有重要意义。

我国已有众多学者对太阳辐射进行过详细研究^[1,2],但由于我国辐射观测站点稀少,其所用数据多为气候计算值。针对实际太阳辐射观测资料所做的分析较少。本文对国家气象中心最近建立的 1961—1990 年全国太阳辐射数据集(现已归入国家气象中心气候应用数据库系统)作一介绍,简要说明在建立数据集中使用的质量检验方法。

2 中国太阳辐射数据集(该数据集的整编系统流程图详见图 1)

2.1 数据集内容

本数据集建立在 1961—1990 年辐射观测日值数据的基础上,共有 90 个站点,分布于中国大陆的 29 个省市。共分为两大部分,即基本数据集及标准数据集。前者包括各站历年各月逐日的总辐射、散射辐射、直接辐

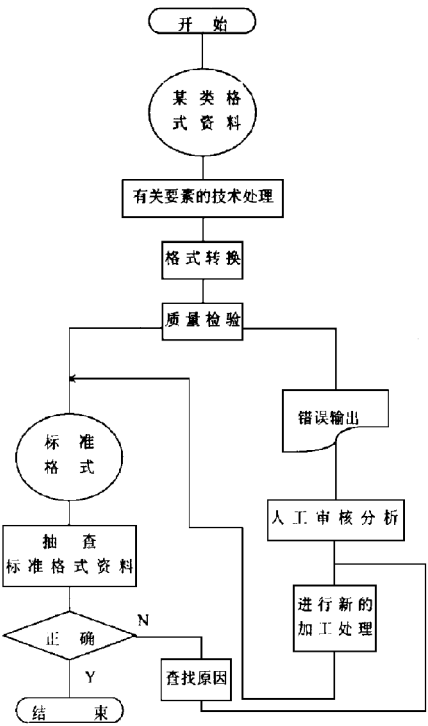


图 1 太阳辐射数据集整编系统流程图

射的总量值(某站若无散射辐射观测,则只有总辐射值);后者包括统计出的其历年逐候、旬、月、年合计值及平均值,还有 1961—

1990 年累积年候、旬、月、年合计值及平均值(即 WMO 规定的标准值)。

2.2 标准化

根据 WMO 规定,世界辐射测量基准(WRR, World Radiometric Reference)从 1980 年 7 月 1 日生效。我国从 1981 年 1 月 1 日起正式使用的,鉴于 1956—1980 年使用的国际日射测量标尺(IPS)与 WRR 有数量值上的差别及 1986 年后我国辐射总量单位的改变,本资料集将全部数据进行了单位的标准化,使其单位统一为 MJm^{-2} 。各阶段观测值换算如下:

1961—1980 年观测记录 $\times 1.022 \times 0.041868$

1981—1985 年观测记录 $\times 0.041868$

1986 年 1 月 1 日起不必进行换算。

2.3 缺测处理

基本资料的准确性不仅受仪器的局限性引起的误差影响,也受观测资料的处理和传输(或转换)过程的误差影响。资料处理技术的正确与否是保证资料准确性的重要前提。

辐射观测资料由于仪器的影响,不可避免地有缺测值出现。其缺测处理与一般气候要素处理有所差别。佩索托指出^[3]:“一般来讲,每一个月有长达 10 天的高空大气观测资料就足够代表这个月的盛行大气状况。就海表资料来说,可以用一个要求更低的判据,即一个月最少有 3 天观测值,这是因为在全球大部分地区的海表观测网比高空大气观测网要更密。选择要求较低的判据是因为邻近的其它 2° 见方范围的资料能提供一些附加的信息”。太阳辐射台站在我国很少,且其值与太阳高度角变化关系密切,在一个月中太阳高度角变化较大,因此缺测 10 天以上的一个月资料合计就已经不能代表该月的辐射状况。根据《辐射观测方法》中缺测处理规定,本数据集将缺测 10 天以上的月值不做统计。缺测 10 天以下的月总值计算方法为:使用实际总和值除以实际观测日数所得的月平均值乘以该月天数。

缺测情况下计算出的平均值与全月平均值差别一般在 10%—60% 之间。以高纬度低太阳高度角时为大。据统计^[4],总辐射从 17—20 天得出的平均值与全月平均值差为:当高纬度低太阳高度角时达 50%—60%;纬度 30° — 40°N ,低太阳高度角时可达 25%。所有纬度、高太阳高度角时可达 10%。

3 质量检验

3.1 日总量值检验

利用总辐射及散射辐射的关系,进行了要素相关法检验。一般情况下^[5],日总量总辐射(G)应大于散射值(D)。特殊情况下,当太阳高度角很低时, D 和 G 可能均为零。当有连续云覆盖时,可能出现 $D=G$ 。检验结果表明,数据集中总辐射日值与散射辐射日值间关系符合上述一般规律,无异常数值出现。

3.2 月平均值检验

利用极值法对总辐射月平均值进行了检验。极值标准为每月 15 日晴天条件下各纬度带总辐射日总量值(表 1)。

总辐射日总量的月平均值不能超过晴天和大气高透明度情况下可能观测到的极值标准。

利用该方法检验出有 96 个站月日总量月平均值超出界限值。对 96 个站月逐日资料日总量进行了核对,发现有 3 个站月与观测值不符,其中有 2 个站月数据全部出错。有 1 个站月由于纬度数值错造成超出极值标准,其余月份逐日值与观测值相符。

在有疑问但与观测值相符的 93 个站月中,冬季月份(10—2 月)为 68 站月,占 73.1%,其余月份为 4—9 月(表 2)。

根据世界辐射中心提出的检验原则^[5],考虑到某些地区大气透明度可能不同于平均纬度值,将极值界限控制在原界限值的 112%,则超出界限值的站月降为 17 个,除去明确有错的 3 个月外,冬季月份占 71%,其余全部为 59 区的 6 月份。其差值(月总量值与界限值之差)6 月份为 0.64—1.77,冬季为

表 1 每月 15 日晴天条件下各纬度带总辐射日总量/MJm⁻²

纬 度	月 份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	0	0	0.3	14.2	29.3	35.5	33.4	19.0	2.5	0	0	0
85	0	0	1.5	14.8	29.0	35.0	32.4	19.0	4.1	0.2	0	0
80	0	0	3.5	15.7	28.5	34.4	31.3	19.2	6.1	0.9	0	0
75	0	0.8	5.5	16.8	27.9	33.1	30.2	19.6	8.2	2.2	0	0
70	0.2	2.1	7.8	18.1	27.5	31.9	29.3	20.1	10.4	3.8	0.5	0
65	1.2	3.8	10.4	19.4	27.5	31.0	29.0	21.1	12.6	6.0	1.6	0.4
60	2.6	5.9	12.8	20.8	28.0	30.8	29.1	22.2	14.9	8.2	3.4	1.7
55	4.7	8.0	15.1	22.3	28.5	31.0	28.4	23.6	16.9	10.6	5.4	3.4
50	6.9	10.5	17.4	23.9	29.2	31.5	30.0	25.1	18.9	12.9	7.5	5.5
45	9.2	12.9	19.6	25.4	29.8	32.0	30.7	26.4	20.6	15.1	9.7	7.7
40	11.5	15.2	21.4	26.9	30.5	32.4	31.2	27.6	22.4	17.1	12.1	10.1
35	13.7	17.5	23.1	28.2	30.8	32.4	31.3	28.5	23.9	19.2	14.5	12.4
30	15.9	19.6	24.6	28.9	30.8	31.8	31.3	28.9	25.1	21.0	16.8	14.8
25	18.0	21.4	25.8	29.3	30.7	31.0	30.8	29.0	26.2	22.6	19.0	17.1
20	19.9	23.0	26.7	29.5	30.2	20.0	29.9	28.8	27.0	24.1	21.0	19.3
15	21.8	24.6	27.5	29.4	29.3	28.7	28.7	28.7	27.6	25.5	23.0	21.4
10	23.6	26.0	28.0	29.2	28.3	27.2	27.2	27.8	28.9	26.6	24.5	23.2
5	25.2	27.2	28.4	28.7	27.2	25.8	27.0	28.0	27.5	26.1	26.1	25.0
0	26.8	27.8	28.5	27.8	25.8	24.3	24.3	26.0	27.8	28.2	27.3	26.5

表 2 极值检验总辐射月平均值结果

界限值	界限值原值	界限值的 1.12 倍	界限值的 1.15 倍	界限值冬季为 1.2 倍 其余月份为 1.15 倍
总计月份数	96	17	8	5
出错月份数	3	3	2	2
冬季月份数	68	10	3	0
冬季频率	73.1(68/93)	71(10/11)	50(3/6)	0
差 值	未统计	有错资料在 0.14—10.75 6 月份差值 0.64—1.77 冬季月份 0.09—1.42	有错资料在 3.0—10.31 6 月份为 0.7—1.0 冬季月份为 0.23—0.58	有错资料在 2.37—10.83 6 月份为 0.70—0.77

0.09—1.42。

将极值界限控制在原界限值的 115% 时,明确出错的仍为 2 个站月,差值为 3.24—10.31,冬季月份占 50%,差值为 0.23—0.58,其余为 59 区的 6 月份,差值为 0.7—1.0。

将极值界限控制在夏季为原界限值的 115%,冬季为原界限值的 120%时,则仅有 5 个站月超出界限值,其中 2 个站仍为资料全部出错站,差值为 2.37—10.83,3 个站月为 59 区的 6 月份,差值在 0.7—0.77。

以上检验及分析可看出:

①极值检验法适用于总辐射月平均值,当差值高于 3.0 时,其数据基本上是错误的。

②极值界控制在冬季为原界限值的 1.2 倍,夏季为原界限值的 1.15 倍时,若差值在 2.0 以上时,则原始数据肯定是错误的。

3.3 年总量值检验

使用年总辐射分布图(图略)检验,可看到年总辐射各站分布符合气候规律,无异常数值站点出现。

总辐射取决于天文辐射、大气透明状况

及云量。天文辐射与台站所处纬度有关,大气透明状况随大气分子、水汽及灰尘而变化。

$$W = W_A \cdot \varphi(a, b) \cdot f(s, n)$$

式中 W 为总辐射, W_A 为天文辐射量, $\varphi(a, b)$ 为大气透明状况的函数, $f(s, n)$ 表示天空晴朗状况的函数, s 为相对日照, n 为云量。从式中可看出,总辐射分布主要取决于纬度及云量。

太阳总辐射等值线分布基本上具有纬向带状分布特征。然而云量的不均匀分布使其纬向分布特征遭到严重破坏。潘守义指出^[2],其主要发生在气旋强烈发展及季风环流活动的地区,如亚洲东部。我国年平均总云量的分布,贵州与四川盆地是全国云量最多地区,年平均总云量达 8 成以上^[6],青藏高原上云量分布差异较大,西藏西部是我国南方最少云地区,年平均云量达 4—5 成以下。从年总辐射分布图可看出,其年总辐射与云量分布关系配合得很好,具有显著气候特征。因此,年总量值检验是可用的。

从年分布图(图略),可看到我国年总辐射的地理分布特征。

中国年总辐射年总量变化范围在 2 倍以上。从最小的 3574MJm^{-2} 到最大的 7854MJm^{-2} 。大部分地区在 $4000—6500\text{MJm}^{-2}$ 之间。

①除川黔地区外,我国大部分地区年总辐射基本上是从东向西增加。川黔地区由于特殊地形及天气系统影响成为我国云量最多地区,其年总辐射为我国最少地区。其中重庆、遵义为低值中心。“雾都”重庆年总辐射仅 3574MJm^{-2} ,仅为我国最高值拉萨年总辐射量的 45%。

②我国西部地区年总辐射从北向南逐渐

增加,以青藏高原为最大。最高值为号称“日光城”的拉萨市,达 7854MJm^{-2} ,新疆盆地区较小,天山北部的乌鲁木齐附近为新疆地区一个低中心。将乌鲁木齐与同纬度的二连相比,低值差达 1000MJm^{-2} 以上,乌鲁木齐与相同纬度的哈密相比也低 1000MJm^{-2} 以上。

③东部地区趋势为从北向南逐渐增加,到长江流域至长江以南断裂为一低值区。其中长江中游南部的岳阳、长沙地区、长江下游的杭州地区为一低值中心,过南岭后其值又逐渐增大。

从年总辐射分布图中看出,其与云量分布有密切关系。并不完全随纬度的降低而增大。

4 结语

(1)中国太阳辐射数据集的建立,在我国尚属首次,对气候变化研究和气候资源利用具有重要意义。

(2)要素相关法、极值法、地理空间检验法对中国太阳辐射资料进行检验是适用的。

(3)中国年总辐射地理分布与中国纬度及云量分布有密切关系。

参考文献

- 1 高国栋,陆渝蓉.气候学.气象出版社,1988
- 2 潘守义.现代气候学原理.气象出版社,1994
- 3 Peixoto J P 等著,吴国雄等译校.气候物理学.气象出版社,1995,p63
- 4 国家气象局.气象辐射观测方法(试用本).1989,9
- 5 The World Radiation Data Centre(WRDC). Guidelines on the quality control of data from the world radiometric network. WMO/TD—No. 258
- 6 张家诚.中国气候总论.气象出版社,1991,P156