

重庆地区的天然光和日辐射观测站

张青文

(建筑城规学院)

摘要 本文从观测场地、仪器设备、观测数据的处理方法与结果的分析等几个方面,介绍了为响应91国际天然光观测年在重庆地区建立的天然光观测站概况。该观测站采用了全套自动化系统,对太阳辐射及照度等十一个量进行了为时两年多的连续观测,获得了大量观测数据,为重庆地区的光气候研究提供了第一手可靠的依据。该观测手段已达到国际先进水平,是现代科学技术在天然光观测方面的成功应用。

关键词 天然光观测,照度,日辐射,传感装置,多路数据采集系统

中图法分类号 TU113.21

位于东经106度,北纬29度30分的重庆市,地处我国西南部四川盆地东南缘的丘陵地带。是我国地域最广、人口最多的工业城市之一。长江嘉陵江穿城而过,汇合于山峦起伏的市中心。其特殊的地理环境,使山城重庆具有典型的气候条件。

长期的气象观测资料表明,重庆的年总日辐射量、年日照时数和年日照百分率均属全国最低位之列。一年中的日照分布随着季节的变化亦有很大的差异。春夏两季日照较多,而秋冬两季的日照却非常少。日照的不均衡变化使重庆地区的光气候亦具有明显的特征。夏季的总照度包含较多的直射分量,而冬季的总照度基本上为散射照度。不同季节与天气条件下的天空亮度分布也有明显的差别。如何摸清它们的变化规律,使其为工农业、航空、国防、能源及建筑设计等研究领域服务,具有重要的意义。这样,就需要建立光气候观测站,进行长期连续的户外观测,以获得足够的实测数据,对其进行统计、处理和分析,才能有效地掌握光气候的变化规律。

1 观测站的建立

1991年是国际天然光观测年。按照国际照明委员会的要求,我们在重庆地区建立了一般级的光气候观测站,并于当年1月1日正式投入观测。观测中,采用了全套自动化设备,对每天日出至日落时间内的太阳辐射、照度和天顶亮度等共十一个信号进行每分钟的巡回检测。其中,太阳辐射包括总辐射、散射辐射和直接辐射。照度除水平面上的总照度、散射照度和直接

* 收稿日期:1993-06-07.

张青文,男,1953年生,工程师,重庆建筑大学建筑城规学院(630045).

照度外,还有东、南、西、北四个方向上的垂直面照度。其次,由气象部门负责进行每天半小时间隔的云量、云状和日面状况的观测。建站过程中,力求以国际照明委员会的要求为准则,以求实现观测数据能进行国际交流的目的。

2 观测场地

观测场地位于北纬29°35',东经106°28'及海拔高度约260 m的某高层建筑楼顶上。该场地四周开阔,周围物体均在6°遮挡角以下。所有的传感装置分别安装在高1.5 m,纵横间距为1 m的六个水泥平台上(见图1)。平台上设有专用的接线柱,可方便于检修和避免电缆线受力而脱断。信号的传输采用了屏蔽电缆线,所有的电缆线通过防水套管被引至楼下的测量机房内。机房内设有安全接地装置、UPS电源、空调设施和计算机检测系统。观测场地中的避雷针可防止雷电袭击对这些设备造成的损坏。整个安全措施,可保证观测工作的正常进行。

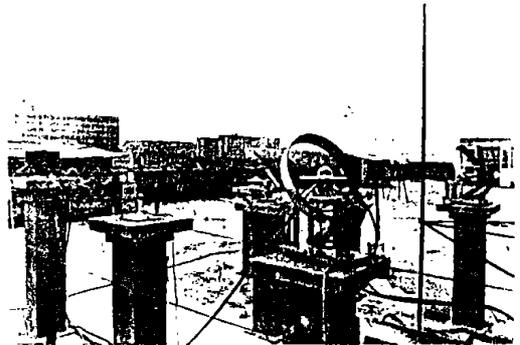


图1 光气候观测站

3 观测仪器

3.1 传感接收装置

由中国长春气象仪器厂生产的DFY系列日辐射测量传感装置,具有较高的测量精度。其直接辐射仪和配有遮光环带的散射辐射传感装置可通过其赤纬和地理纬度角的调整,实现自动跟踪和遮挡太阳的功能。

垂直面照度和散射照度传感装置是在参考国外同类设备的基础上,结合重庆地区的气候特点研制而成的。垂直面照度传感装置主要由旋转基座和铝制立方体构成,立方体上装有高精度的接收器,可分别接收水平面及东、南、西、北四个垂直面上的照度,其周围与底部分别设有竖直和水平方向上的黑色挡板,用以遮挡来自各个方向上的反射光。该装置可进行水平和方位的调整,并具有除湿降温的功能。可有效地防止潮湿和高温气候对照度传感器的影响。

散射照度传感装置亦具有调平、除湿和降温的功能。它采用了长春气象仪器厂生产的遮光环带,与之配合可实现对太阳光的自动遮挡。天顶亮度传感装置由水平基座和配有照度接收器的光度头组成。它根据立体角

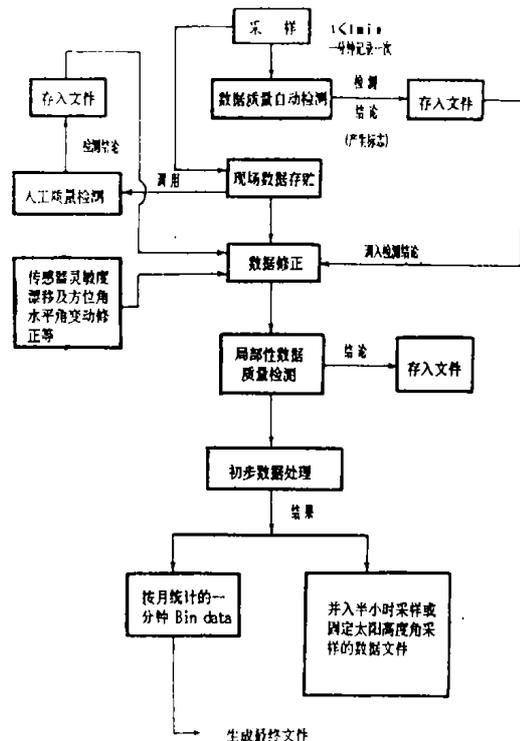


图2 一分钟采样项目的数据处理过程

投影原理可将照度信号转换为亮度值。该装置结构简便,适用于露天观测。将 DFY 型直接辐射计的传感器换上照度接收器,便改装成具有自动跟踪太阳功能的直接照度仪。这些传感装置在 IBM-PC 计算机多路数据采集系统的配合下,即可实现天然光和太阳辐射的自动观测。

3.2 IBM-PC 计算机多路数据采集系统

该系统在相应软件的支持下,可实现十五点照度、七点太阳辐射或六十点温度的自动采集。其硬件电路由信号放大、多路选通、量程切换和 A/D 转换等环节组成。照度与辐射两组独立的电路中,采用了高精度的运算放大器和 A/D 转换器,有效的保证了测量值的精度。软件系统分为时间设置、巡检运行、参数设置、放大倍数设置、零点失配调试、单点调试、存盘数据查询和显示打印等模块程序。

其中,巡检运行程序将每天采集的数据形成数据文件和质量检测文件,以便进行数据的处理和误差修正,图2中列出了一分钟采样项目的数据处理流程框图。此外,系统还可显示出每分钟的采集数据、时间、太阳高度角、环境温度和检测标志。由此监测天气变化及巡检运行的情况。该硬软件采用优化设计,可相互配合,取长补短,使系统具有较强的功能和自动化程度。

4 观测数据的处理方法及结果

原始观测数据以 BASIC 数据文件形式存储在软磁盘中,并按月在计算机中进行处理。处理程序将原始数据文件打开,并以时间和太阳高度角对数据进行分段算术平均。由此得到的11类平均数据值及人工观测的气象数据被存放在计算机的数据库中。其数据库管理程序可完成数据的查询、显示、修改、追加和打印等工作。绘图程序又可分别画出以时间或高度角分段的平均数据曲线,由此可基本反映出气候的变化规律。数据的平均方法如下列分类:

- 1) 以十分钟分段的日平均
- 2) 以半小时分段的日平均
- 3) 以一小时分段的日平均
- 4) 以半小时分段的月平均
- 5) 以日分段的月平均
- 6) 以太阳高度角分段的月平均

其中,以太阳高度角分段的按月平均,是从该月每天 $0\sim 5^\circ$ 每间隔 1° 取值平均,随后则以 5° 为间隔取值平均。由于原始数据是每分钟间隔的测量值,因此,高度角的对应数据可能有误差。为此,即在高度角 $\pm 0.5^\circ$ 以内取值并加以平均,以提高数据的精度。表1列出了以高度角分段的1991年10月份总照度平均值。其中,包括该月各高度角所对应数据的个数及最大值和最小值。该月多为阴天,其总照度最大值低于 50000 Lx 。图3是太阳高度角与总照度的关系曲线。由此可见,其照度的峰值位于 55° 高度角处,且上下午呈对称分布。

表2则是以半小时分段的月平均数据,表中列出了太阳辐射、天顶亮度和照度等11项数据值。为了便于时间上的分段,特将起算时间定为8点钟,以每天半小时为间隔取值,进行全月平均。由于该月阴天较多,故直接分量均很小。日辐射和照度的扩散分量在早晚略大于其总量,这是由遮光环修正系数的地区不一致性所引起的误差(本观测中采用的遮光环系数是由中国海南地区的实验数据所得)。对此,笔者们正在进行研究,以求得适合重庆地区天气条

件的遮光环修正系数。图4是1991年10月份以半小时为间隔的总照度月平均值曲线，由此可反映出当月总照度随时间的变化趋势。

表1 太阳高度角总照度数据月报表 1991年10月

月份	时间	高度角	平均值	个数	最大值	最小值
10	上午	0	240.2	19	4450.5	33.5
10	上午	1	325.8	20	852.5	67.1
10	上午	2	484.9	21	1241.8	93.9
10	上午	3	659.2	21	1805.7	80.5
10	上午	4	883	21	2235.3	120.8
10	上午	5	1090.3	21	2779.1	127.5
10	上午	10	2502.4	23	5484.3	335.6
10	上午	15	5052.5	23	10296.7	825.6
10	上午	20	7652.1	23	19039.4	865.9
10	上午	25	11199.2	22	24129.4	1966.8
10	上午	30	12331.9	23	31162.3	1543.9
10	上午	35	15476.2	23	39982.6	2157.4
10	上午	40	18589.5	23	44256.7	2906.6
10	上午	45	21685.8	23	48097.2	2047.4
10	上午	50	20061.4	14	44539.4	4678.8
10	上午	55	42913.5	2	48298.6	3643.2
10	下午	0	78.1	24	295.3	6.7
10	下午	1	103.8	23	334.1	6.7
10	下午	2	224	23	652.7	31
10	下午	3	404	23	1041.3	53.7
10	下午	4	615.7	23	1484.2	60.4
10	下午	5	837.3	23	2012.7	80.5
10	下午	10	2087.9	26	4989	322.2
10	下午	15	3926.6	25	9387.5	469.8
10	下午	20	6625.8	25	15348	1288.8
10	下午	25	9482.2	27	20876.8	2168.2
10	下午	30	12214.2	26	32176.5	3101.3
10	下午	35	14779.5	26	36951.8	3275.3
10	下午	40	20100.4	25	45655.5	3309.4
10	下午	45	21106.3	25	54825.5	2597.8
10	下午	50	17733	15	44908.6	2564.2

上述六种数据平均处理方法，是针对重庆地区的光气候特点制定的。该方法能基本总结出重庆地区的光气候规律，具有一定的实用意义。国际照委员会所制定的关于国际采光年天然光观测的有关规定中，对于数据处理方法曾提出了26种等级的分类建议，尽管各国欲实现这一建议尚存在一定的困难，但为达到数据用于国际交流的目的，笔者们正在为此而努力。

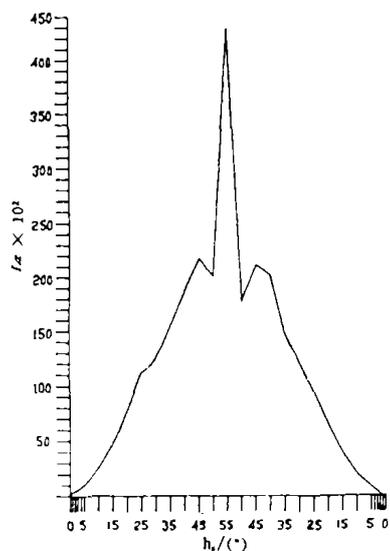


图3 太阳高度角与总照度的关系曲线

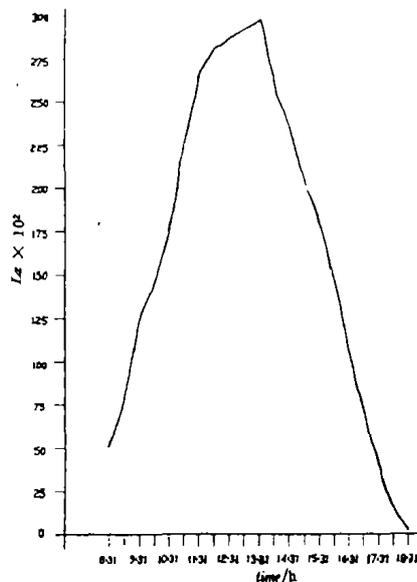


图4 时间与总照度的关系曲线

表2 半小时平均照度数据月报表

1991年10月

日期	时间	总辐射	散射辐射	直接辐射	总照度	散射照度	直接照度	东方照度	南方照度	西方照度	北方照度	天顶亮度
10	08:00~08:31	51.3	54.4	0.8	5118.9	6487.2	7.3	2941	2794.3	2187.2	2235	
10	08:31~09:01	74.6	77.1	0.7	7753.5	9678.5	17.7	4787.7	4403	3727.6	3209.7	3165.9
10	09:01~09:31	121.9	118.1	6.1	12538.2	15249.3	173.2	8584.40	7837.2	5636.5	4810.8	4726.4
10	09:31~10:01	139.2	129.4	15.6	14504.3	17244.5	539.1	9791.8	9427.7	6453.2	5379.2	5349.4
10	10:01~10:31	168.9	153.3	23.5	17601.9	20576.2	1016.9	11342.1	11629.3	7725.8	6368	6546.7
10	10:31~11:01	217.8	203.4	21.1	22745.2	26770	1000.2	13332.6	14821.1	10163.7	8068	8999.59
10	11:01~11:31	253.9	231.9	35	26550.7	30745	1420.9	14916.7	18301.6	11933.5	8918.7	10387.6
10	11:31~12:01	268.1	244.4	37	28087.4	32340.4	1692.4	14292	19218.8	12905	9308.2	11355.2
10	12:01~12:31	273.5	247.6	36.5	28748.1	33057.3	2198.8	13536.3	19915.5	13805.6	9672.09	11599.2
10	12:31~13:01	279.1	244.9	46.5	29264.6	32875.4	2522	12747.2	20638	14647.5	9622.5	11465.1
10	13:01~13:31	283.9	254.1	44.2	29836.7	33645.3	2033.2	12321.8	21220.4	16097.4	9689	11679.6
10	13:31~14:01	241.8	219	42.1	25685.9	28904.9	2002.1	10254.9	18291.4	15799.3	8698.90	9538.59
10	14:01~14:31	219.7	200	34.8	23496.6	26510.9	1842.6	9110.7	16652.2	16086.1	7916.7	8478
10	14:31~15:01	188	173.1	24.2	20047.6	23271.5	924.7	8012.8	13739.3	14269	6980.6	7352.8
10	15:01~15:31	165	163.5	22.2	17554.6	20793.8	840.5	7075.2	11402.3	13074.4	6383.7	6689.2
10	15:31~16:01	134.9	136.9	15.4	14376.8	17309.4	511.8	5882.5	9165.40	11161	5477.9	5392.1
10	16:01~16:31	97.7	100.4	9.6	10311.5	12555.5	193.6	4296.4	6247.4	8174.4	4124.5	3820.1
10	16:31~17:01	64.6	67.6	4.4	6896.3	8555.90	49.8	2884.6	3990.1	5444.4	2882.2	2569.9
10	17:01~17:31	34	36.4	0.8	3761.1	4721.1	4.4	1630.6	2126.5	2826.3	1602.3	1449.6
10	17:31~18:01	12.9	14.1	0.2	1450.9	1854.7	0.3	656.3	775.9	1009.2	637.1	613.7
10	18:01~18:31	1.8	2	0	223.7	290.7	0	103.3	117.1	159.3	101.2	99.8

注:以半小时分段的1991年10月份平均数据

5 结束语

在两年多的连续观测中，观测系统始终保持着良好的工作状态。所有的仪器每年定期送交国家权威计量部门进行检定，以保证观测数据的精度。

观测人员严格按照操作程序和规章制度工作。每天的观测记录中，详细记载着仪器的使用情况、天气状况和因故停测的原因等事项（如雷雨天和停电等意外事故的停测），保证了观测工作的顺利进行。

实践证明，本观测站具有较高的自动化程度，可满足当今国际上对天然光观测的高水平要求。该观测站的建立将为提高我国天然光观测的水平起到积极的作用。

该观测项目是在杨光璇教授领导下的国家教委博士点科研基金和重庆市科委科研基金的资助下进行的。范晋华讲师和刘培助理工程师曾对此作过许多工作，为此，表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 Draft of Guide to Recommended Practice of Daylight Measurement Parts A, B, C
- 2 中央气象局编制. 中国气候图集. 北京: 地图出版社出版. 1966

(编辑: 徐维森)

A SURVEY STATION OF MEASURING DAYLIGHT AND SOLAR IRRADIANCE IN CHONGQING

Zhang Qingwen

(Faculty of Architecture and Urban Planning)

ABSTRACT This paper introduces a survey station of measuring daylight and solar irradiance in Chongqing. It has been set up for responding to the International Daylight Year. From the ways of measuring place, instruments, data and results, etc., the station has run successively in two years to measure eleven data about irradiance and illumination etc., by automatic measuring systems. A vast amount of scientific data is collected and these firsthand reliable informations are provided to daylight climates research in Chongqing. Both data results and measuring means come up to advanced world standards. Modern science and technology are successfully applied to daylight measuring and research.

KEY WORDS measuring of daylight, illuminance, solar irradiance, sensors, system adopting multiplex data