

大气环境专论

低纬高原城市区域
冬季的大气环境与不同波长辐射特征*

张一平 (中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650223)

李玉麟 (云南省环境科学研究所, 昆明 650034)

张庆平 (云南省档案馆, 昆明 650032)

摘要 本文以低纬高原城市昆明市为研究对象, 利用城市内外不同波长辐射的实测资料, 分析了城市内、外不同波长辐射的分布特征、变化规律及其差异以及与大气环境的相互关系, 探讨了城市及大气环境对太阳辐射的影响为城市气候的深入研究以及城市建筑的规划、设计, 环境污染防治提供依据, 并可为其它地区的同类研究提供参考。

关键词 城市 污染 辐射 波长

1 前言

随着城市扩大和表面、结构的变化以及人口集中、污染源增加, 使城市区域的辐射状况发生改变。国外的研究表明: 城市内的总辐射比郊区少 10% ~ 20%。太阳光中的光波, 其波长越短越易被散射和吸收^[1~6], 紫外辐射仅为郊外的 77%, 污染强时可减弱 90% 以上^[4]。但是, 我国对城市区域不同波长辐射特征的研究, 特别是低纬地区研究十分少见。

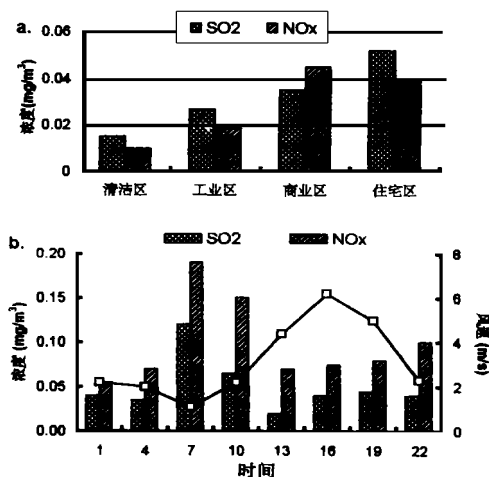
本文以低纬高原城市——昆明市为例, 探讨了低纬高原城市区域不同波长辐射特征以及大气环境对其影响。可为城市气候的深入研究和城市建筑的规划、设计, 污染防治提供依据, 并可为其它地区的同类研究提供参考。

2 研究方法

2.1 研究地概况

昆明城建区面积 1994 年达 116km^{2[7]}, 加之建筑物的大型化, 高层化, 改变了城市区域的局地大气环境, 影响着城区内大气污染物的传布、扩散, 大气环境不断恶化。昆明市区大气污染颇为严重: 废气年排放量为 3384m³, 粉尘排放量为 3.33 亿 t^[7], SO₂ 排放量为 40559t^[7], SO₂ 年日平均浓度 0.072 mg/m³, 总悬浮微粒年日平均浓度 0.337 mg/m³, 均超过我国大气质量二级标准^[8]。市区上风侧工厂区, 所排放的废气、粉尘随着气

流影响城区。据 1982 年的观测表明^[9]: 冬季城内的大气污染物(SO₂, NO_x)比城外清洁区高 3 ~ 5 倍(图 1a); 城内的大气污染物分布受风速的影响较大(图 1b), 午前大午后小。这样的环境条件, 势必对城市区域辐射分布状况产生影响。



a. 昆明城市不同地域的污染物分布

b. 昆明城内污染物和城外风速的时间变化

图 1 昆明城市区域污染物分布 (1982.02.01 ~ 06)

* 国家教委留学回国科研启动基金资助项目。

中科院留学经费择优支持回国工作基金资助项目。

中科院昆明分院择优支持经费 1996 年资助项目。

收到修改稿日期: 1997-06-24

2.2 观测概要

在位于城区内的中国科学院昆明生态研究所和城外太华山气象观测站的办公楼屋顶各设置一个观测点,两观测点的遮蔽均较小。太华山观测点位于市郊盛行风上风侧的自然森林公园之中,可代表郊外状况。

观测使用新购置的 T BQ—4—1 分光辐射表(锦州 322 研究所制)进行,观测总辐射,紫外辐射,可见光,红外辐射;采用 Grant 9 点毫伏自动记录仪(英国制)记录,间隔为 15min;观测中使用了地方时(LT),比北京时(BST)迟 1:12。

表 1 冬季不同波长的午前、午后及日平均辐射总量 1987.01.28~02.08 mj/m^2

时间	总辐射		红外辐射		可见光		紫外辐射	
	城内	城外	城内	城外	城内	城外	城内	城外
午前总量	5.72	3.68	3.38	3.04	1.90	2.10	0.45	0.54
午后总量	5.85	4.33	2.94	2.47	2.32	1.45	0.58	0.41
日总量	11.57	10.01	6.32	5.51	4.22	3.55	1.03	0.95

3.2 城内外不同波长辐射量的比较

由不同波长辐射的城内外相对差异(比值,图 2)可见:红外辐射各时段均是城内大于城外,比值均大于 1,显示了城市热岛效应的影响。波长较短的紫外辐射和可见光,午前午后的城内外差值呈现相反分布。受大气环境影响最大的紫外辐射,午前与国外的研究结果相同^[1~6],城内小于城外,其比值小于 1(0.83);但在午后则与国外的结果相反,城内大于城外,比值为 1.42,城内比城外多 42%,且差异大于午前;使得日总量的差值为正,比值为 1.08。可见光的比值分布与紫外辐射相似,但比值均大于紫外辐射。在各波长辐射的综合影响下,总辐射的城内外差异午前较小(比值趋于 1);而午后总量和日总量则是城内大于城外。

通过与图 1b 比较,可见冬季不同波长辐射与大气污染的日变化有着密切关系。由于冬季午后风速较强,利于污染物扩散,城内大气污染状况减轻,LT 13 时出现最小值,并可出现小于城外的现象,城内短波长辐射受污染物的影响减小。造成城内的紫外辐射午前小于城外,午后大于城外的现象。这可以认为是

观测期为 1987 年 1 月 27 日~2 月 8 日。本文对以上 12 天(除 1 月 27 日资料不全未参加统计)午前(LT 7:00~12:00),午后(LT 12:15~18:00)平均总量和日平均总量进行了分析。

3 观测结果及分析

3.1 不同波长辐射总量的分布

由表 1 看出:城市内外的辐射量午前、午后及日平均总量分布规律基本相同,红外辐射的辐射量最多,可见光次之,波长最短的紫外辐射量最少。

高原城市区域辐射的特征之一。红外辐射由于波长较长,受大气污染的影响小于紫外辐射,所以从相对差异(比值)来看城内外相差不是太大。这充分显示了低纬高原城市区域不同波长辐射分布的特殊性和复杂性。

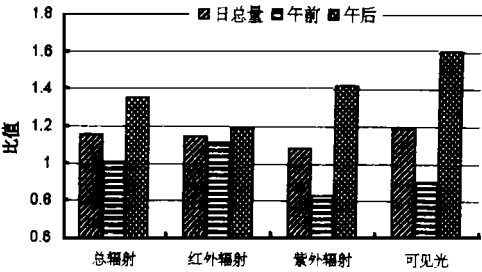


图 2 冬季不同波长辐射平均总量城内外比值

3.3 午前辐射的分配率

图 3 给出不同波长辐射日总量对午前辐射总量的分配率(午前总量 $\times 100$ /日总量)。可见,对于红外辐射,城内外分配量均较多,但差异不大。可见光城内分配量较少,城外较多。对于波长较短的紫外辐射,城内城外的差异较显著,城内分配率仅为 43.4%;而城外分配率则达 56.9%。总辐射的城内分配率约为 50%;城外的分配率则为 56.7%。这主要

是城外的分配率受天气状况影响较大之故。

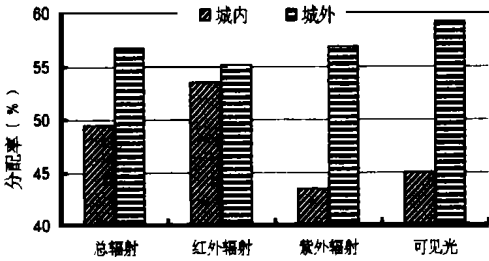


图 3 冬季不同波长辐射的午前分配率

3.4 不同波长辐射量占总辐射的百分率

按世界气象组织(WMO)1981 年推荐的标准^[10],在大气上界,各波长辐射占太阳辐射的百分率为:紫外辐射 7.19%,可见光 46.41%,红外辐射 46.40%。

表 2 给出了城内外,午前、午后及日的不同波长辐射总量占其对应总辐射的百分率。可见:城内外均是红外辐射所占比例最大,紫外辐射最小,与大气上界分布趋势相似。但红外辐射城内外的百分率均高于大气上界值;日总量与巴黎的观测结果(城内 54%, 城外 52%) 相似^[2]。可见光均低于巴黎(城内 43%, 城外 40%),且低于大气上界值。而紫外辐射,城内外值均大于巴黎(城内 2.8%, 城外 8%),也高于大气上界值。充分显示了低纬高原地区紫外辐射较强的特征。

表 2 冬季午前、午后及日的不同波长辐射总量占午前、午后及日的总辐射百分率(%)

时间	红外辐射		可见光		紫外辐射	
	城内	城外	城内	城外	城内	城外
午前	59.1	53.5	33.1	37.0	7.8	9.5
午后	50.3	57.1	39.7	33.4	10.0	9.5
日总量	54.7	55.1	36.4	35.4	8.9	9.5

由此可知,城内外各辐射量占总辐射的百分率在变化规律、数值大小等方面均存在差异。午前、午后及日的不同波长辐射总量占其总辐射的百分率的城内外差值如图 4 所示。可见午前午后不同波长辐射百分率的城内外差值都呈现相反趋势,造成日总量百分率城内外差值均较小。红外辐射差值,午前为正,午后为负,其绝对值较大但相近,使得日

总量城内外差值趋于零。可见光则是午前差值为负,午后差值为正,绝对值大于午前;形成日总量值结果与巴黎相同,城内大于城外。紫外辐射的差值午前为负,午后为正,绝对值小于午前;日总量差值与巴黎相似,城内小于城外,但绝对值小于巴黎。充分反映了低纬高原城市区域不同波长辐射特征及差异有别于中纬低海拔地区。

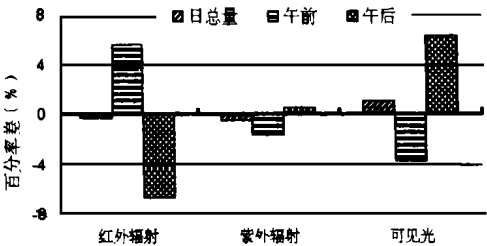


图 4 冬季不同波长辐射占总辐射百分率的城内外差值

3.5 城内外不同波长辐射与总辐射的相关

通过计算可得冬季各种天气状况下,不同波长辐射与总辐射的相关关系。晴天城内外不同波长辐射量与总辐射量的相关均较好(表 3),均达 0.001 显著水平。红外辐射的相关最好,而紫外辐射的相关略差;其中城内紫外辐射的相关系数最低(0.8701)。其次,城外的相关好于城内,显示了城市环境对相关关系的影响。另外,各波长辐射的回归式参数(a_1 , a_0)的城内外差异较小,所以可用于计算低纬高原地区的冬季不同波长辐射值。

表 3 冬季晴天,不同波长辐射与总辐射的相关

不同波长	$(Q_i = a_1 Q + a_0) \quad N = 90$					
	红外辐射		可见光		紫外辐射	
	城内	城外	城内	城外	城内	城外
a_1	0.6014	0.5758	0.3324	0.3405	0.0725	0.0767
a_0	-0.0092	-0.0057	0.0085	0.1223	0.0011	-0.0006
r	0.9907	0.9956	0.9717	0.9889	0.8701	0.9195

在其它天气状况变化较大时,虽然从相关系数来看,不同波长辐射与总辐射的相关均已达到 0.001 显著水平,但是,相关系数小于晴天,且散布点离散均较大。显示了在天气状况变化较大时,不同波长辐射与总辐射的相关关系将被减弱。

4 结论

4.1 城市区域不同波长辐射在大气污染程度较高的午前, 受大气环境的影响较大, 特别是波长较短的紫外辐射, 与国外的研究结果相同, 城内小于城外, 为城外的 83%。即午前大气污染状况是造成城内外辐射差异的主要原因, 而在大气污染程度较小的午后, 城内外差异主要受天气状况的影响。这可认为是低纬高原城市区域的特征之一。

4.2 不同波长辐射日总量对午前午后辐射总量的分配率同样受到大气环境和天气状况的影响, 城内外差异十分显著。

4.3 在低纬高原城市区域, 由于午前午后不同波长辐射百分率的城内外差值呈现相反分布, 造成了日总量百分率的城内外差异较小。显示了不同时段其城市环境状况对不同波长辐射影响作用的特殊性和复杂性。

4.4 红外辐射与总辐射相关最好, 可见光次之, 紫外辐射较差。各波长辐射的相关性均是城外优于城内。

参考文献

- 1 Petterson, J. T., et al. Urban-Rural solar radiation and atmospheric turgidity measurements in the Los Angeles Basin. *Journal of Applied Metrology*, 1978; 17, 1595 ~ 1609
- 2 Maurain, C. H., *Le Climat Parisien*. Presses Univ.,

Paris, 1947

- 3 Nader, J. S., Pilot study of ultraviolet radiation in Los Angels, October 1964; Public Heath Serv. Publ. 999-AD-38. Dept. HEW, Nat. Cent. for air poll Cincinnati, Ohio, 1967
- 4 Stair, R., The measurement of solar radiation, With principl emphasis on the ultraviolet component. *Int Journ. Air Water Poll.* 10, 665 ~ 686
- 5 Pitts, J. N., et al. Film actionmeter for measurement of solar ultraviolet radiation intensities in ruban atmospheres. *Environ. Sci Technol.*, 1963; 2, 435 ~ 437
- 6 East, C. Comparison du rayonnement solarie en ville et al campagne. *Cah. Geographie de Quebec* 1968; 12, 81 ~ 89
- 7 云南省统计局编. 云南统计年鉴(1995). 中国统计出版社: 1995
- 8 《中国环境年鉴》编辑委员会编. 中国环境年鉴(1995); 中国环境年鉴社
- 9 黄逸生等. 昆明城市热岛及大气质量探测报告. 滇池地区生态环境与经济综合考察报告. 云南科技出版社, 1988
- 10 潘守文编. 小气候考察的理论基础及其应用. 气象出版社, 1989

作者简介: 张一平 男, 40 岁, 1982 年 1 月云南大学地球物理系毕业, 在中科院昆明生态研究所工作, 参加了多项院、省、国家级研究课题。1989 年 9 月赴日本留学, 在广岛大学学习, 获学术博士学位。1995 年回中科院昆明生态研究所工作。副研究员, 生态气候研究室主任。研究范围: 农业气象、森林气象、山地气候、城市气候。已发表论文 30 篇。

Study on the Characterisitic of Pollution and Radiation of Different Wave Length in Low Latitude and Plateau City

Zhang Yip ing (Kunming Institute of Ecology, Chinese Academy of Sciences, 650223)

Li Yulin (Yunnan Institue of Environment Science, Kunming 650034)

Zhang Qingping (Yunnan Archives, Kunming 650032)

Abstract The radiation of different wave length in winter was observed in the urban and rural area of Kunming City which is of low latitude and plateau. In this paper the characteristic, variations and differences of radiation of different wave length in the urban and rural area were studied by the observance data. The interrelations to the atmospheric environment were studied. The main results are useful to find out the effect of the city and the atmospheric environment on the radiation and the study on the urban climate, and provide scientific basis for the city planning, urban construcaion, and prevention and control of the environmental pollution. The results also can be reference for studing on the urban climate in other region.

Key words city pollution radiation wave length