

城市区域光热资源特征*

张 平

(中国科学院西双版纳热带植物园森林生态室, 昆明 650223)

摘要 利用昆明城内外辐射、风温等实测资料, 分析了昆明地区光温的日变化规律、城内外差异等特征, 获得了昆明市有丰富的可利用光热资源的结论。

关键词 城市 光热资源 热岛效应

1 前言

随着社会的发展, 人口剧增, 人们对生活质量的需求不断增加, 造成资源不断减少, 环境污染日渐增加, 能源紧缺等, 洁净能源的开发已是当务之急问题。太阳能以其丰富、洁净、方便等优点日渐受到重视, 可由于其能量密度低, 且容易受到季节、天气状况等的影响, 所以只有把握其分布特征, 才能最大限度地加以利用。对于不同地区的太阳能资源的分布特征, 已有较多分析研究^[1~3], 但是在城市区域, 对城市内外的光热资源的分析研究尚不多见。本文利用昆明城市区域的辐射、风温和污染物实测资料, 通过计算、分析, 以昆明市为例, 探讨了城市区域(城内外、屋顶上下)的光热资源特征。

2 研究概况

昆明市地处低纬(25°N, 103°E), 高海拔(1892m)地区, 大气密度仅为海平面的 80%。由于受地理位置和大气环流的影响, 四季不分明, 而干季(11~4月)、雨季(5~10月)区别显著; 太阳辐射的年变化与国内南部地区相比, 具有独特特征(图略)。总辐射最大值出现在干季后期的 4 月, 辐射量趋近于高原地区的拉萨; 而在雨季, 受云量的影响, 总辐射减小, 但也与广州相近。辐射资源较丰富。

本文利用昆明城市内外的总辐射、红外辐射、气温·风速实测资料和大气长波逆辐射(波长>4μm)计算结果(经验公式 1)^[4], 探讨了昆明城市区域光热资源的特征。

$$G_{\downarrow} = 1.20 \varepsilon T^4 - 171$$

式中: $G_{\downarrow}$ —大气长波逆辐射(W m^{-2});

σ —斯蒂芬—波尔兹曼常数($5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$);

ε —辐射系数(取 0.95);

T —绝对气温(K)。

3 结果分析

3.1 辐射资源特征

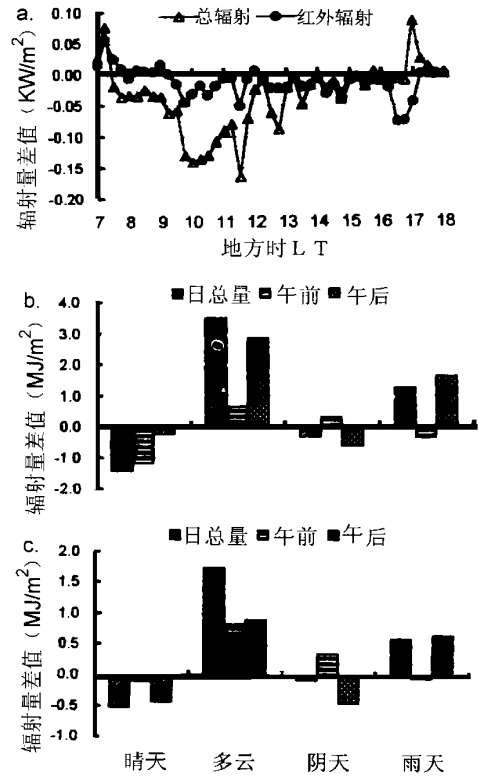
由图 1a 可见, 晴天昼间, 城内的总辐射和红外辐射大多小于郊外, 特别是总辐射午前差异较大。其原因可认为, 由于城内污染物浓度大于郊外(图略), 受大气污染物的影响, 城内的辐射小于郊外; 特别是午前, 城内的污染物浓度大于郊外, 而受大气污染物浓度影响较大的总辐射, 其城内外差异也十分显著。不同天气状况(图 1b, c)的情况与晴天又有所差异; 对于各时段辐射总量, 晴天的总辐射和红外辐射总量的城内外差值均为负值, 城内小于郊外。但是多云天, 由于云量较多, 对辐射的影响较大, 各时段总辐射、红外辐射的城内外差值均为正值, 城内大于郊外, 且差异显著(总辐射 3.5 MJ/m^2 , 红外辐射 1.7 MJ/m^2); 其中, 总辐射午前差异较小, 而红外辐射午前、午后差异均显著。

进一步分析不同天气状况下, 午前辐射总量与午后辐射总量的差异(图 2)可见: 对于有日射时的晴天和多云天, 城内(图 2a)辐射受大气质量影响较大, 在大气污染物浓度较大的午前, 总辐射的午前总量小于午后, 而红外辐射由于波长较长, 受大气污染物的影响较小, 午前辐射总量大于午后; 在阴天和雨天, 由于直接日射较小, 总辐射和红外辐射的辐射总量均是午前大于午后。对于城郊(图 2b), 与城内有所差异, 对于天气状况单一的晴天和阴天, 午前与午后的辐射总量相差不大; 多云天和雨天午前大于午后。其原因可以认为是: 晴天和雨天天空状况较为一致, 加之郊外大气质量较好, 对辐射的影响较小, 所以午前、午后的差异不明显; 多云天和雨天, 天空状况变化较大,

* 国家自然科学基金重点项目(59836250)资助课题。

收稿日期: 1998-12-04

造成午前辐射大于午后。



a. 晴天的时间变化 b. 不同天气的总辐射
c. 不同天气的红外辐射

图1 城内与城郊的辐射差值

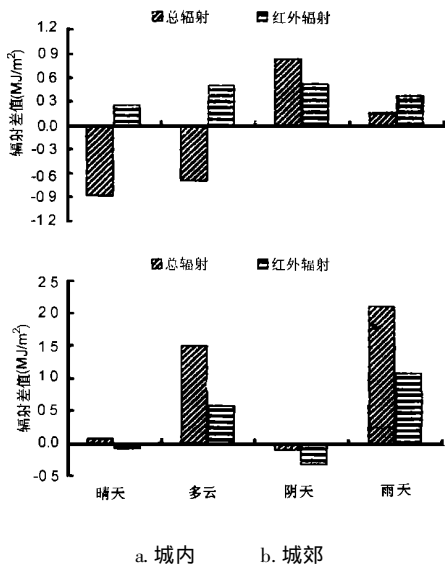


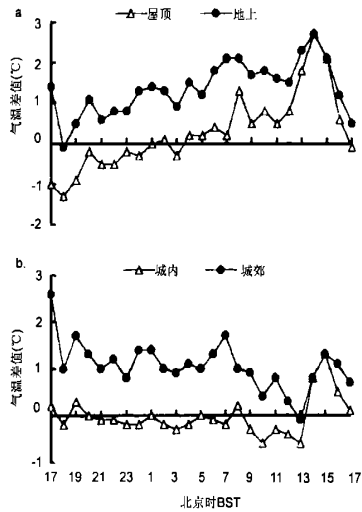
图2 不同天气状况午前与午后辐射量差值

本次观测的红外辐射波长为0.695~ 3.2μm, 可以穿透玻璃, 对热水器进行加热。通过以上分析, 晴天虽然城内总辐射和红外辐射均小于城外, 但是由于辐射总量较强, 影响不大, 而在多云天, 城内的辐射总量(特别是红外辐射)明显高于城

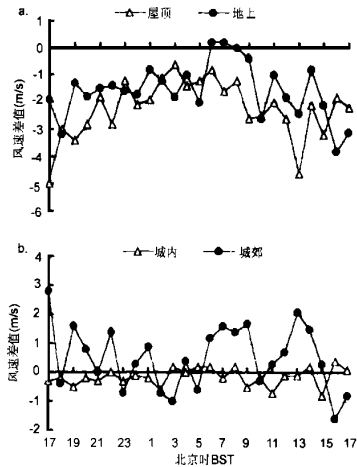
外, 这对于太阳能热水器的使用十分有利。

3.2 热量资源特征

国内外大量研究表明, 城内的气温一般高于城郊(城市热岛效应)。昆明城内外的气温差值的时间变化由图3a所示, 可见: 地上的气温一般是城内高于城郊; 特别是夜间呈现了较强的城市热岛现象。这是由于城内测点周围存在较高的建筑物, 不但减小了辐射放热, 而且所放热量还对地上产生影响; 加之风速较小(图4a), 热量交换弱; 使气温不易降低; 而城效测点周围高大建筑物较少, 辐射放热较多, 地上的气温降低较快; 形成了夜间的城市热岛。



a. 城内与城郊差值 b. 屋顶与地上差值
图3 气温差值的时间变化 1996.05.02~ 04



a. 城内与城郊差值 b. 屋顶与地上差值
图4 风速差值的时间变化 1996.05.04

对于昼间, 在中午时分, 城内的地上因周围环

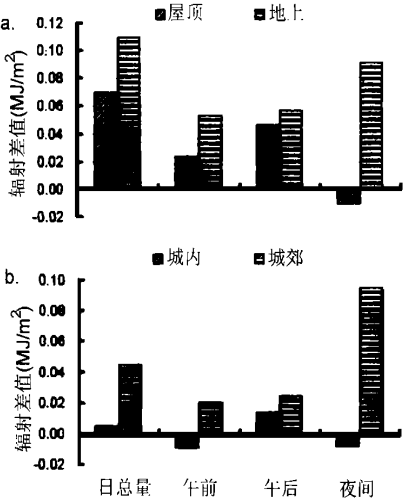
境遮蔽对其影响最小, 日射较强, 表面温度升高, 所放出的热量增多; 风速较弱且小于城郊, 不易热量扩散; 下垫面为混凝土, 缺乏蒸发所需水分来源, 温度降低, 蒸发耗热减小; 加之表面温度对气温影响的滞后性; 以及 16 时后地上测点再次受到周围建筑物的遮蔽等的共同作用, 在 15 时气温达最高值; 而城郊地上, 虽然受日射较多, 但由于风速较强, 热量散失较多, 加之表面状况(草地) 的影响, 温度较大, 蒸发耗热较强等, 直至午后 17 时才出现气温最高值。所以晴天昼间在午间(14 时) 出现气温的极大差值(2. 7℃)

对于屋顶上, 在昼间屋顶上因遮蔽较小, 城内外日照状况相近; 由于城内屋顶面附近受周围环境的影响, 风速小于城郊(图 4a), 减小了与周围的空气热量交换, 造成城内屋顶上的气温较高; 特别在午后由于长时间受日射照射, 表面温度较高, 所放出的热量更多, 气温进一步增高, 形成城内外屋顶上的气温较大差异, 14 时达热岛强度最大值(2. 7℃)。夜间, 城内外屋顶上的气温差都较小; 日落后, 城郊测点周围高大建筑物较少, 辐射损失的热量较多, 加之风速较大, 气温降低较快; 而城内屋顶测点周围有较高大的建筑物, 减小了辐射放热损耗, 且受周围建筑物所放热量的影响, 气温降低较缓; 形成屋顶上的气温差值由前半夜的负值逐渐变为后半夜的正值。

进一步探讨屋顶上与地上的气温差异(图 3b)。可见, 城内夜间屋顶上与地上的气温差异不大, 且波动也较小。而昼间屋顶上的气温午前低于地上, 而午后高于地上。这是由于城内屋顶受西侧建筑物的影响, 风速较小, 减小了与周围空气的热量交换, 且屋顶面受遮蔽较小, 午后长时间的日射照射, 表面温度较高, 使气温进一步增高, 形成了屋顶上气温高于地上的现象。

城郊屋顶上气温一般高于地上, 中午差值最小(趋于零)。其原因可认为是城郊屋顶的下垫面(混凝土) 与地上测点的下垫面(草地) 性质不同。昼间在日射作用下, 屋顶的混凝土受热较快, 表面温度易于升高, 所存储的热量也多于地面, 并且混凝土的下垫面缺乏蒸发所需的水分来源, 蒸发耗热减小, 所以在其影响下, 昼间屋顶上气温高于地上; 在 13 时, 由于屋顶上风速大于地上较多(图 4b), 散热增加, 造成屋顶上与地上的气温差值趋于零; 夜间, 由于混凝土下垫面放出昼间所储存的热量, 使屋顶上的气温高于地上。

另外, 利用式(1) 计算了大气长波逆辐射。不同时段的城内外差值如图 5a 所示。城市内的长波逆辐射, 无论是屋顶还是地上, 一般都是城内大于城郊, 地上的差异大于屋顶。对于屋顶与地上的差异(图 5b), 城内相差不大, 午前、午后呈现相反趋势; 而城郊各时段均是屋顶高于地上; 以夜间差异最显著。



a. 城内与城郊差值 b. 屋顶与地上差值
图 5 不同时段长波逆辐射量差值 1996. 05. 04

从以上分析可知, 由于下垫面性质、周围环境状况的影响, 城内气温一般高于城郊, 大气长波逆辐射城内大于城郊, 且在昼间明显。也就是说, 城内的热量资源优于城郊, 这对于热水器水温的升高、保持十分有益。另外, 从日总量来看, 屋顶上的热量资源大于地上, 特别是城郊, 差异明显, 这对于安装在屋顶上的太阳能热水器也是有利的。

4 结论

通过分析可得以下结论:

- (1) 城内外的辐射量在不同天气状况呈现相异的分布规律, 晴天城内小于城外, 而多云天城内大于城外;
- (2) 城市区域的辐射量(特别是城内) 受大气质量的影响, 午前、午后呈现不同的变化趋势; 城内直接日射较多的晴天和多云天, 受大气污染物影响较大, 总辐射午前小于午后, 而直接日射较少的阴天和雨天, 午前总辐射大于午后; 红外辐射在各种天气状况下均是午前大于午后;
- (3) 由于下垫面性质和周围环境状况的影响, 城内的气温和大气长波逆辐射一般高于城外, 即

城内的热量资源大于城郊, 有益于太阳能的利用。

参考文献

1 张加诚主编. 中国气候总论. 北京: 气象出版社, 1991; 369~ 378
2 盛承禹等编著. 中国气候总论. 北京: 科学出版社, 1986; 496~ 500
3 王宇等编著. 云南省农业气候资源及区划. 北京: 气象出版社, 1990; 10~ 27

4 Swinbank, W. C. Longwave Radiation from clear skies. Quart, J. Roy. Meteorol. Soc. 1963; 89, 339~ 348

作者简介: 张一平 男, 41 岁, 日本广岛大学大学院毕业, 博士, 研究员, 森林生态研究室副主任。1984 年 1 月云南大学地球物理系毕业。在中国科学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。研究范围: 城市气候、农业气象、森林气象、山地气候。已在国内外发表研究论文 40 余篇。

Characteristics of Photo- radiation Resources in City Proper

Zhang Yiping

(Division of Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

Abstract Based on the monitoring data of the diurnal variation of the radiation and air temperature within and outside Kunming City, such characteristics as the daily variation and difference between the city proper and suburb of air temperature have been described. It is concluded that there exists abundant and available natural resources of radiation and thermodynamic in Kunming.

Key words city natural resources of the radiation and thermodynamic effect of heat island

大规模达标排放新趋势 —“合并同类项”

在 1998 年的太湖流域污染源达标排放的攻坚战中, 人们欣喜地看到一种新趋势 —“合并同类项”。沿湖不少地方通过建设大规模的污水处理厂, 拓展同类企业或同一区域集中处理的新途径。

在锡山市前洲镇方圆 3 公里范围内云集了 10 家印染企业和 2 家洗毛企业, 每天排放印染和洗毛污水约 9000 吨。在限期达标排放攻坚战中, 镇政府吸取以往分散治理失败教训后, 果断采取了“合并同类项”措施, 在镇区投资 2000 万元建成近远期日处理 1 万吨、远期 2.5 万吨的污水集中处理工程, 并铺设了 8000 多米的纳污管道, 把 12 家企业的污水引进综合污水处理厂进行深化处理, 使出水水质稳定达到排放标准。

吴江市盛泽镇拥有 12 家规模较大的丝织印染企业, 多年治理仍未能达标排放。镇政府在这次治理中, 投资 3000 万元, 先期建成了日处理 1.5 万吨的一期工程和二期工程的公用设施。把镇区 8 家印染厂的污水接纳进了污水处理厂, 从一年来的运行情况看, 共处理印染污水 390 万吨, 各项排放指标均达到国家规定的要求。

吴县市湘城镇枪堂村对本村 5 家达标排放企业实行同步治理, 在投资 600 多万元建成日处理 3000 吨规模的污水处理厂后, 又投资 200 多万元把设施扩大到 5000 吨, 不仅满足了 5 家企业的达标排放要求, 还将邻近的吴城印花厂的污水也引进进行处理。

“合并同类项”, 太湖流域涌现出的达标排放新趋势, 体现出一种值得推崇的超前行为, 与分散治理相比, 它已显示出诸多优势。

一是“一次性投资”节省。有关部门对分散治理与集中处理两种治污模式的“一次性投资”对比分析, 建设集中处理工程的投资约为分散治理投资的 50% ~ 60%。同时还节省了大量的土地资源。由于“一次性投资”节省, 使得许多企业心甘情愿“合并同类项”。

二是“持续投资”明显下降。如果企业各自建起污水处理设施, 对印染污水进行深化处理并实现达标排放, 每吨污水的处理成本约为 2 元左右。而由污水处理厂承担规模化处理, 运行成本明显下降。

三是保证污水处理持续达标排放。由于一些企业领导对达标排放工作认识有差距、管理和操作不善以及“持续投资”费用较高等原因, 导致企业的污水处理设施无法正常运行, 使持续达标排放大打折扣。实行污水集中处理后, 污水处理厂作为专业化工厂, 就能够较好保证污水处理的持续达标排放。同时, 实行污水集中处理之后, 污染企业的领导就可以集中精力抓好企业的生产经营。

从太湖流域实践来看, 实现“合并同类项”得益于政府领导的积极组织与协调。由政府出面, 便于实施统一规划建设 and 多方筹集资金。

(摘自《冶金环保信息》)