

# 不同地表状况下的温度分布比较研究

王 威, 狄洪发, 江 亿, 莫 青

(清华大学建筑技术科学系, 北京 100084)

**摘 要:** 介绍了不同地表状况对微气候的影响, 选择相应的裸地、草坪和水泥地, 描述了不同地表的环境特点, 测试时的气候条件, 测试仪表和测试手段, 进行了温度测量, 详细的分析比较了在 1.5m(米)以下不同地表状况的温度梯度分布和随时间周期性变化的规律。

**关键词:** 微气候; 地表状况; 温度分布

中图分类号: S152.8 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2001)04-0024-03

## 1 研究背景

不同地表状况对室外人员活动区的微气候会产生很大影响。夏季大面积的绿化草坪不仅给人赏心悦目的心理感觉, 而且有效的调节着室外人员活动区的温度分布, 明显改善了人员的舒适程度。草坪与土壤、水泥地面等地表状况下的微气候存在本质的不同, 由于草坪叶面对于太阳辐射的反射和遮挡作用, 使得活动面提升到叶面高度附近, 从而改变了地面附近的温度分布, 使之分布具有独特的性质, 与裸地和水泥地产生差异。

室外的绿化状况对建筑物的热工性能和建筑物内的环境也有着重要的影响。因此人们都会大面积的铺设草坪, 既调节了室外环境, 而且提高了建筑质量, 减少了噪音和杂质的污染, 甚至可以部分取代建筑材料, 达到低能耗的效果。

## 2 实验测试

### 2.1 测试场地

为了分析和评价室外不同地表状况对微气候的影响, 选择对比实验的方法。实验场地分别为草坪、水泥地和裸地。为突出不同地表的特点, 三块实验场地均选取面积较大、地面平整和地表的情况单纯而统一的区域。其中, 草坪面积约为  $1000\text{m}^2$  (平方米), 区域内无高大树木; 水泥地和裸地的面积相对较小, 约为  $500\text{m}^2$  (平方米), 但其表面的状况单纯, 无杂草, 土质均一, 且无建筑产生的阴影。

影响室外微气候的因素比较多, 为了便于分析地表状况对微气候的作用, 必须尽量排除对温度产生影响的其他因素。实验选择在晴朗无云的条件下进行, 太阳辐

射强度大, 天空散射相对很小, 辐射的效果显著。其次, 挑选在室外风速低于  $0.4\text{m/s}$  (米/秒) 的情况下进行, 以减少相邻区域微气候的影响。

### 2.2 测试方法和仪表

**2.2.1 测点布置** 根据有关文献<sup>[1]</sup>的分析, 地表上方 1.5m(米)以下温度变化剧烈的区域, 而在地表以上的 0.5m(米)范围内, 温度存在很大波动。因此, 温度的测点集中布置在 1.5m(米)以下, 特别是 0.5m(米)以内的区域中。实验中, 共布置四组测温装置, 每组设有八个测点, 对温度梯度进行测量。两组置于草坪区域中, 另两组分别置于水泥地和裸地中。以地表的高度记为相对 0.0m(米), 垂直向上为高度增加的方向。每组测点的具体位置参见图 1。其中在标高 0.0m(米)位置的测点是测量地表温度的。

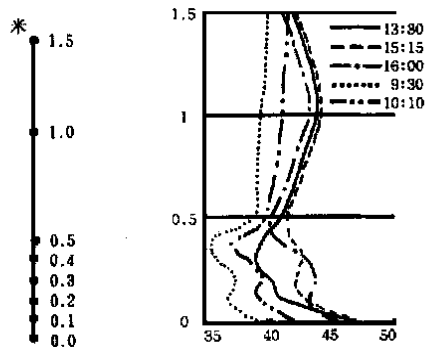


图 1 测点高度 图 2 白天裸地温度分布(晴天)

实验中还分别测量了太阳辐射和风速。太阳辐射包括太阳辐射频谱范围内的中短波辐射以及地面的反射, 风速为每组实验过程中的平均风速, 测量点高度为 1.5m(米)。

**2.2.2 测量仪表和装置** 测量温度采用清华同方公司研制和开发的 RHLOG 型温度自计仪<sup>[2]</sup>, 在实验期间自

\* 本项目为国家自然科学基金支持项目 (No. 59836250)

收稿日期: 2001-01-04

动连续测点的空气温度, 采样间隔为 1min(分钟)。测温头为热敏电阻, 置于银灰色的长方体塑料外壳中, 长方体的体积约为 100×40×20mm(毫米), 内部电子元件的发热可以忽略。外壳内外空气相通, 但无机械通风装置。地表温度测点的自计仪半掩埋在土壤中, 以准确测量地表的温度。在标高 0.1m(米)以上的七个测点, 测温头置于外表镀铬的铜管中, 铜管的直径为 8mm(毫米), 长为 45mm(毫米), 其上打有通风小孔。为防止太阳的直射辐射, 在铜管的上方, 用锡纸覆盖。测温小盒外部以锡纸围绕, 可以反射太阳辐射, 以便更准确测量空气的温度, 锡纸内外通风良好。测温头及铜管都置于测温小盒周围的锡纸中。

太阳辐射和地面反射的测量为 DFY2 型天空辐射表, 该仪表对短波辐射敏感。风速以同方人环公司制造的热球风速仪测量。

### 3 实验数据分析

在 1999 年 7 月中下旬, 进行了实验, 其中在 7 月 25 ~ 26 日进行了一昼夜的测试。实验期间。天气炎热, 可以代表典型的夏季气候。在草坪、裸地和水泥地三类不同地表上进行了测试。

为了避免偶然因素对测试数据的干扰, 在整理实验数据时, 采用以相邻 20min(分钟)内的平均温度作为图中温度值, 在时间上以中值时刻代表。如 10:10 表示 10:00 ~ 10:20 时间段内的平均值。

由测试结果可知草坪上的温度梯度具有明显的规律性, 在每天内的温度梯度分布随时间的不同而改变, 可以分为四个阶段, 呈现三种分布<sup>[3]</sup>。在相同的时间段, 裸地与水泥地工况的温度分布比较相似, 与草坪工况相比, 它们的温度分布随时间变化相对简单, 与草坪工况存在明显的差别。

在表现温度分布的图示中, 横坐标表示温度, 其单位为℃, 纵坐标表示相应的测点高度, 单位为米。

在下垫面为裸地和水泥地的条件下, 影响温度分布的因素较少, 因而温度梯度分布的类型比较一致, 随时间变化比较明显, 曲线的形成比较单一。在地表状况为裸地时, 可以粗略的将温度梯度分布分为两个阶段。

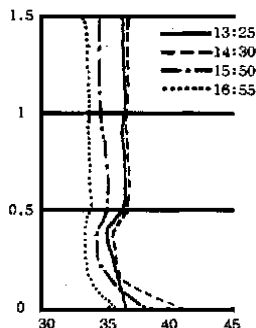


图3 夜间裸地温度分布(多云)

第一阶段, 基本上处于白天, 日射强烈, 对温度梯度产生主要影响。这里选择了 5 条曲线进行比较见图 2。由图可见, 地面的温度最高, 说明活动面位于地面。在 0.5m(米)以下, 温度也存在一定的波动。从地表以上, 温度逐步下降, 在 0.3m(米)附近出现局部的温度升高, 温度在此区域内发生明显波动。产生波动的原因与地面和空气升温的不一致以及太阳辐射有关。图 3 是天气为多云时裸地面附近的温度梯度, 对比图 2 与图 3 的差别, 就可看到图 2 中曲线的波动由于太阳辐射影响的作用。

第二阶段, 基本是在日射较弱的时间内如夜间, 测试结果见图 4。空气温度随时间先下降然后上升, 温度在 4:55 时达到最低。本阶段全部时间中的地面温度都最高, 空气温度略低于地面温度, 分布规律与草坪温度分布相反, 空气温度变化不大。在太阳辐射减弱的过程中, 温度趋于均一, 垂直各测点的温度逐渐下降, 逐渐接近地表温度。在太阳辐射增强的过程中, 不同高度的空气温度的差别逐渐加大, 地表温度升高的幅度明显大于空气升温的幅度。并且在地表以上 20cm(厘米)形成较大的温度梯度。

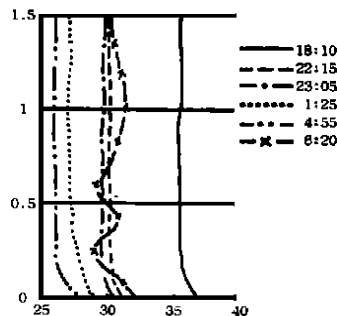


图4 夜间裸地温度分布

下垫面为水泥地的情况与裸地相似, 但第一阶段很弱, 整体上温度梯度分布一致, 变化幅度明显大于裸地工况的情况, 见图 5, 在中午 12:00 时达到最大区域, 此区域持续到 16:00 附近, 夜间 6:00 时, 达到最低温度。总体上看, 温度梯度集中分布于 0.1m(米)的距离内, 日射越强烈, 温度梯度越大。它与以上两种地表状况的不同,

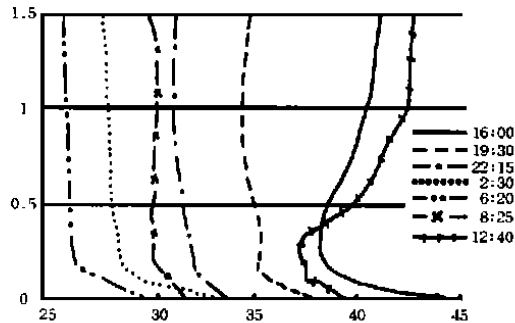


图5 水泥地温度分布

没有出现垂直温度均一的温度分布。在太阳辐射消失后,温度出现均一的趋势,但在夜间地表和空气的温度差别又有所加大。整体的温度值下降,同样是在清晨达到温度的最低点。然后随太阳辐射的影响,温度逐步回升。在 0.1m(米)到 0.5m(米)以上,温度基本保持不变。

#### 4 对比分析

##### 4.1 水泥地与草坪比较

相同时刻水泥地表面的温度大于草坪地表面的温度,该差值在下午 16:00 时达到最大值,约为 10℃,两者之差的最小值出现在 4:00 左右,差值也在 2℃以上。

地表以上的空气温度,在夜间和白天存在差异。在夜间,水泥地上的空气温度总高于草坪上的空气温度,但两者相差不大。在地面附近,这一差值约为 3℃~4℃,随时间接近白天而略有降低。空气温度差值也随高度的增加而逐渐变小,在 1m(米)以上,该值减小到 1℃左右。

在太阳辐射较强的白天条件下,清晨和傍晚草坪附近的空气温度低于水泥地相应高度的空气温度,随辐射强度的增加,两者温度逐渐接近,在正午之前,草坪附近的空气温度会略高于水泥地附近的空气温度,出现极值。在下午,两者之差又逐渐加大,直至夜间。白天在 0.5m(米)以下的区域内,两者温差存在波动,但差别不大,仅 2℃左右。在 0.5m(米)以上的范围内,清晨草坪空气温度一般都低于水泥地的空气温度,两者相差稳定在 1℃~2℃,随太阳辐射的增加,两者之差变小。

##### 4.2 裸地与草坪比较

两者温度分布的差别与水泥地和草坪的分布差别类似。相同时刻裸地地表的温度明显高于草坪地表温度,在下午 2:00 相差最多,约为 12℃,夜间有所降低。

裸地地面附近的空气温度略高于草坪地面附近的空气温度,在 1m(米)以上,上午草坪上的空气温度略高于裸地相应高度的空气温度,约为 1℃。在正午以后,草坪温度逐渐低于裸地的空气温度。

##### 4.3 裸地与水泥地比较

裸地和水泥地的温度分布线形相似,地面温度一般高于空气温度,各测点温度随时间周期性变化。在辐射较强的白天,裸地的地表温度高于水泥地的地表温度,在夜间,裸地的地表温度逐渐低于水泥地的地表温度,温差的最大值出现在夜间 3:00~4:00 之间,可达 4℃~5℃。

在不同的下垫面的区域内,夜间裸地的空气温度低于水泥地的空气温度,其差随高度的增加而减小;随时间周期性变化,在 1:00 左右达到最大值,约为 2℃~3℃。在白天,裸地的空气温度略高于水泥地的空气温度。

#### 5 结论

夏季草坪环境下的人员活动区中空气温度随时间周期性变化,可以近似的分成四个阶段,并与水泥地和裸地的空气温度分布存在着很大差异。根据实验数据,在夏季有太阳辐射的条件下,草坪环境可以大幅度降低地表的温度,并且适当降低地面附近的空气温度,改善了空气

## 地温、室温双项可调式升温器

董 娟

目前,北方高寒地区已部分实现了蔬菜的周年生产,随着高效节能日光温室的问世,使设施园艺有了重大突破,但地温不足一直是冬春秋棚室蔬菜生长受制约的主要因素,盲目加热使室内气温过高,地温却变化不大,至使浪费燃料,增加生产成本,影响菜农冬季生产的积极性,从 2000 年秋开始,我们引进了“地温、室温双项可调式升温器”,从根本上解决了气温过高而地温不足的问题。试验证明,节能可达 40%,提前定植 20~30d(天),提早上市 15~20d(天),减轻了病害,提高产量 20%以上,增加经济效益 30%。

##### 1 安装方法与材料

用水暖式供热,气水供用的燃煤锅炉,由一些导管(6 分、1 寸的)组成一张热网铺设在土壤下 300cm~500cm(厘米)处,通过锅炉加温,使地温、室温达到作物正常生长所需的温度。

##### 2 使用注意事项

2.1 导管组成的热网铺设要均匀,使地表土温均衡,避免苗生长参差不齐。

2.2 铺设的热网一定要在土壤下 300~500cm(厘米)处,过浅表土温太高烤苗,过深起不到应有的作用效果。

2.3 使用要严格遵守产品要求,不可盲目加大使用面积,以免影响水气循环。

##### 3 投入产出情况

每半亩地需此设备 8000 元,使用期限 10~15 年,每年平均投入 800~600 元;节省燃煤(1 栋半亩地的)3~5t(吨),即 300~500 元,减轻病害提高产量 20%,即 800~1000kg(公斤)(依不同作物),提早上市 20d(天)~15d(天),可增加效益 30%,即 3000 元左右。

当年可收回成本,以后每年增加效益 8000~10000 元。

(黑龙江省七台河市农业总站 154600)

温度的分布,减少甚至消除脚部的灼烧感,使人感到舒适。

在 0.5m(米)以上的区域,温度基本一致,不受地表条件的影响

##### 参考文献

- [1] 马克斯·莫里斯(英). 建筑物,气候,能量[M]. 中国建筑出版社,1990.
- [2] RHLOG 智能型温度自计仪. 使用说明书[E]. 清华同方股份有限公司.
- [3] 王威,狄洪发,江亿,莫青. 草坪环境下温度分布的实验研究[J]. 北方园艺,2001(2).