

HEAT IMPACT OF URBAN CONSTRUCTIONS ON ENVIRONMENT

# 城市建筑物 对环境的热影响

周宏轩 孙 婧 著

中国建筑工业出版社

# 城市建筑物对环境的热影响

周宏轩 孙 婧 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市建筑物对环境的热影响/周宏轩, 孙婧著. —  
北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 8  
ISBN 978-7-112-22699-3

I. ①城… II. ①周…②孙… III. ①城市建筑-建  
筑物-影响-城市环境-热环境-研究 IV. ①X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 214880 号

责任编辑: 杜 洁 李玲洁

责任设计: 李志立

责任校对: 王 瑞

## 城市建筑物对环境的热影响

周宏轩 孙 婧 著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9¼ 字数: 208 千字

2018 年 8 月第一版 2018 年 8 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-22699-3

(32813)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 前 言

城市建筑物的修建为人类提供了便利的居住、生产和生活条件，使城市系统运转速率大幅提升。但随着人类活动的增加，城市环境问题也逐渐显现，例如土壤温度升高、城市热岛效应、大气污染以及地下城市热岛等，这与我国建设生态城市的顶层设计意图严重背离。城市建筑物作为热源向周边环境传导热量，导致城市土壤温度和大气温度升高的作用不容小觑，但学术界在该领域的研究成果相对较少，因此，有必要积极探索城市建筑物单体和群体对周边环境的热影响，为缓解城市热岛效应和土壤温度升高提供理论和实践的基础，有利于人类与自然生态系统和谐相处，实现真正意义上的可持续发展。

城市土壤是城市生态系统的重要载体，是众多生态过程发生的场所，例如碳排放、能量流动以及营养元素的循环过程等，土壤温度的变化直接影响到上述生态过程的发生速率。因此，土壤温度的升高不容忽视，研究土壤的热环境状况具有重要的科学意义。作为与大气和人工构筑物能量交换最活跃的場所，表层土壤被选定为本书实践部分的主要研究对象，作者将传统的梯度方法进行降尺，并与原位观测方法相结合，创新性地构建了构筑物-土壤微梯度样带观测法，利用这种方法，对建筑物四个侧立面（东侧、南侧、西侧和北侧）的毗邻表层土壤温度，在春季、夏季、秋季和冬季四个季节的晴天和阴天两种典型天气条件下进行观测，同时，还观测了相应的气象数据。经过对数据的统计学处理和分析，研究人工构筑物在不同季节、不同天气条件下对毗邻表层土壤横向热影响范围的日变化过程，归纳出人工构筑物对其毗邻绿地表层土壤横向热影响模式，为研究城市热岛背景下，人工构筑物对土壤的热影响提供了最基本的数据与理论支持。同时，以地表能量平衡方程为基础，添加了人工构筑物对周边环境的影响，初步建立了大气-建筑物-土壤能量流动系统的理论框架，并使用该理论框架对土壤温度在空间上的分布进行不同的统计学分析（R 语言），得到在昼夜尺度上表层土壤温度空间变化的主要驱动因子，以及建筑物-土壤横向热通量在不同时间段所起的作用，并依据建筑物外墙毗邻绿地表层土壤温度分布的模式，对表层土壤温度与距离建筑基线的长度之间进行了拟合。在上述研究的基础之上，对建筑物与表层土壤之间的横向热通量进行测定，得出建筑物与表层土壤之间的横向热通量在昼夜以及季节尺度上的变化规律，研究其与气象因子之间的关系，并且筛选出主导因子与次要因子，用以反映建筑物不同侧立面对于土壤热冲击的生态过程。除此之外，建筑物对土壤的热影响不仅体现在表层土壤上，在较深的层次中，建筑物同样也影响着土壤的温度。

除了建筑物外，城市道路作为人工构筑物的重要组成部分，也是将大量的沥青、混凝土和石材等建筑材料引入城市，替换了城市生态系统原有的土地覆盖类型，成为硬化的、

不透水的城市下垫面，造成城市土壤与城市大气之间能量传递路径的改变。学者们对于道路向土壤传导热量的研究并不是很多，总体来说，城市道路在白天通常能够吸收更多的热量，温度升高比城市土壤快，可以看作是土壤的热源，使得靠近道路的土壤温度较高，道路向土壤传导热量势必会引起毗邻土壤温度的升高，对于周边大气的辐射强度也会随温度升高而增加，从而使得气温升高，此外，土壤温度的升高会造成土壤生态环境的改变，植物根系、土壤动物以及土壤微生物都会因为生态环境的改变而受到影响。

建筑物不仅能够影响土壤温度，对大气温度同样也有影响。与土壤类似，建筑物在总体上是城市大气的热源，可以对城市大气起到加热的作用，建筑物通过在水平方向上对城市大气进行热影响，进而造成城市大气温度垂直分布格局的改变。建筑物影响城市气温受到采样点高度的影响。建筑物外墙对于其周边大气影响的显著程度随季节变化。可见，城市建筑物外墙是城市内部气温较高的驱动力之一。

本书实践部分已经得出城市建筑物单体外墙对周边环境的热力学影响模式，未来的研究应在此基础上展开，进一步增大尺度，从建筑物单体向建筑物群体延伸，探索建筑物群体（建筑三维空间格局）对周边环境的热力学过程的影响机制、影响因素、作用方式及影响程度等。

本书的研究涵盖了新的研究理念和方法、可信赖的实验结果及拟合方程，不仅丰富了学术界在建筑物对周边环境热影响这一领域的研究成果，同时对城市生态环境的改善具有重要的理论及实践意义。本书适合建筑学、城乡规划学、建筑环境与城市生态等领域及交叉学科的师生和科研工作者阅读与参考，也可作为大专院校相关专业的辅助教材和教学参考书籍。

本书作者

2018年7月26日于中国矿业大学

# 目 录

## 现状篇

|                     |   |
|---------------------|---|
| 第一章 城市建筑物及其影响 ..... | 3 |
| 第一节 城市化 .....       | 3 |
| 第二节 城市建筑物 .....     | 4 |
| 第三节 全球气候变化 .....    | 4 |
| 第四节 城市环境变化 .....    | 7 |

## 基础篇

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第二章 社会-经济-自然复合生态系统 ..... | 13 |
| 第一节 自然子系统 .....          | 13 |
| 第二节 社会子系统 .....          | 14 |
| 第三节 经济子系统 .....          | 14 |
| 第四节 科学子系统 .....          | 14 |
| 第三章 土壤温度 .....           | 16 |
| 第一节 城市土壤温度升高 .....       | 16 |
| 第二节 城市土壤热力学过程 .....      | 16 |
| 第三节 城市建筑物对土壤温度的影响 .....  | 17 |
| 本章小结 .....               | 20 |
| 第四章 大气运动 .....           | 21 |
| 第一节 气温升高 .....           | 21 |
| 第二节 大气污染 .....           | 21 |
| 本章小结 .....               | 24 |
| 第五章 数据获取与处理 .....        | 26 |
| 第一节 土壤温度与湿度 .....        | 26 |
| 第二节 气象数据 .....           | 26 |
| 第三节 数据处理方法 .....         | 27 |

## 实践篇

|                  |    |
|------------------|----|
| 第六章 研究基础验证 ..... | 31 |
| 第一节 理论假设 .....   | 31 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第二节 实验方法 .....                  | 31  |
| 第三节 结果分析 .....                  | 33  |
| 本章小结 .....                      | 37  |
| 第七章 水平方向表层土壤温度分布 .....          | 38  |
| 第一节 研究区域 .....                  | 38  |
| 第二节 原位观测方法 .....                | 40  |
| 第三节 结果分析 .....                  | 40  |
| 第四节 讨论 .....                    | 49  |
| 本章小结 .....                      | 51  |
| 第八章 表层土壤温度梯度与能量因子关系 .....       | 53  |
| 第一节 大气-建筑物-土壤能量流动系统理论框架 .....   | 53  |
| 第二节 实验方法 .....                  | 54  |
| 第三节 结果分析 .....                  | 56  |
| 第四节 讨论 .....                    | 60  |
| 本章小结 .....                      | 62  |
| 第九章 构筑物-土壤微梯度样带表层土壤温度公式拟合 ..... | 64  |
| 第一节 实验设计 .....                  | 64  |
| 第二节 结果分析 .....                  | 64  |
| 第三节 讨论 .....                    | 70  |
| 本章小结 .....                      | 71  |
| 第十章 建筑物-土壤横向热通量及其影响因子 .....     | 73  |
| 第一节 实验设计 .....                  | 73  |
| 第二节 结果分析 .....                  | 73  |
| 第三节 讨论 .....                    | 81  |
| 本章小结 .....                      | 82  |
| 第十一章 建筑物对不同深度毗邻土壤的热影响 .....     | 84  |
| 第一节 实验设计 .....                  | 84  |
| 第二节 结果分析 .....                  | 86  |
| 第三节 讨论 .....                    | 96  |
| 本章小结 .....                      | 98  |
| 第十二章 建筑物对周边大气的热影响 .....         | 99  |
| 第一节 实验设计 .....                  | 99  |
| 第二节 结果分析 .....                  | 100 |
| 第三节 讨论 .....                    | 105 |
| 本章小结 .....                      | 106 |
| 第十三章 道路对周边土壤的热影响 .....          | 108 |
| 第一节 实验设计 .....                  | 108 |

第二节 结果与分析 ..... 109

本章小结 ..... 110

**第十四章 实践总结** ..... 111

第一节 总结 ..... 111

第二节 创新 ..... 114

**第十五章 展望** ..... 115

第一节 建筑单体方面 ..... 115

第二节 建筑群体方面 ..... 116

第三节 道路方面 ..... 121

参考文献 ..... 122

感谢 ..... 135

# 现状篇

---



# 第一章 城市建筑物及其影响

## 第一节 城市化

### 一、城市化概述

城市化现象起源于 1780 年的英国，以大量农村人口向城市聚集为其主要的表现形式。“城市化”一词来源于拉丁文 Urbanization，最先出现在 1867 年西班牙工程师 A. serda 所著的《城市化基本原理》一书中，用以描述人口向城市地区集聚，以及乡村地区向城市地区转变的过程。到了 20 世纪，Urbanization 一词开始在世界范围内被广泛地应用和研究。我国学术界直到 20 世纪 70 年代末期才引入“城市化”一词。在我国，城市化又称之为城镇化、都市化，根据国家标准《城市规划术语》，城市化即人类社会的生产生活方式由农村型转化为城市型的历史过程，主要表现为农村人口转化为城市人口，以及城市的不断自我完善过程。城市化的过程包括产业结构转型、土地结构调整、地域空间演变、人口职业变迁等，因此，学者们对城市化的研究逐渐细化到不同的学科视角，如经济学、社会学、地理学、人口学等。总体来看，城市化发展主要表现在城市人口比重增加、城市用地规模扩大、产业结构优化升级、基础设施现代化、国民生产总值不断增长等多个方面。

### 二、快速城市化

2011 年 12 月，中国社会科学院在北京发布了社会蓝皮书《2012 年中国社会形势分析与预测》，书中指出，我国城镇人口占总人口的比重已经超过 50%，这意味着我国的城市化水平首次突破 50%。2015 年，我国城市化率已经从 2000 年的 35.8% 快速上升至 56.1%。国家统计局的最新数据显示，2017 年我国城市化率已经达到 58.52%。随着全球城市化进程的加快，预计到 2025 年，全球将有 65% 的人口在城市定居，城市化在全球的快速蔓延，意味着城市需要更多的建设用地和建筑面积来为新增人口提供日常活动所需场所。同时，人们对工作条件和居住条件要求的不断提高也无形中增加了对场所面积的需求。因此，大量的建筑物材料被引入到城市之中，用以构建类型各异的建筑物和道路等城市重要的组成部分及基础设施，构成独特的城市景观，并取代原有的自然土地覆盖类型，形成人工设施和半自然半人工环境相互交错的特殊三维空间格局。在欧洲，城市建成区内部大约有 52% 的土壤被不透水的材料所覆盖，而且这一比例仍在逐年增加，这表明，城市绿地这种半自然半人工

景观所占的比例越来越小，并且出现破碎化和离散化的趋势。类似的情况也正在中国发生：北京城市建筑用地景观比例已经达到 63%，大多为不透水的人工地面。

## 第二节 城市建筑物

### 一、建筑物

建筑物有广义和狭义两种含义，广义的建筑物也称之为构筑物，指的是为了满足社会需要而人工建成的房屋、道路、桥梁、隧道等人工环境；狭义的建筑物仅是指由基础、墙、地、顶、梁、门、窗等承重构件所构成的空间场所，是供人居住、工作、学习、生产、经营、娱乐、储藏物品以及进行其他社会活动的工程建筑。通常建筑学相关专业所指的建筑物是其狭义含义，根据《民用建筑设计术语标准》，建筑物即指用建筑材料构筑的空间和实体，供人们居住和进行各种活动的场所。

### 二、城市的建筑物

城市建筑物的修建为人类提供了便利的居住、生产和生活条件，使城市系统运转速率大幅提升。但随着人类活动增加，城市环境问题也逐渐显现，例如大气污染、土壤温度升高、城市热岛效应（Urban Heat Island Effect）以及地下城市热岛（Subsurface Urban Heat Island）等，这与我国建设生态城市的顶层设计意图严重背离。如何解决城市环境问题、建设生态宜居城市迫在眉睫，需要引起生态学、环境学及城市规划等多门学科的高度关注。

城市建筑物是人类进行各种日常活动的场所，也是城市区别于自然的标志。随着城市化进程的加速，城市大部分土地均由城市建筑物和基础设施所覆盖，尤其是北京、上海、广州和深圳等一线城市，为了极端追求城市的土地利用，而选择最大限度地将土地转化为建筑用地。

不同形态的建筑物构成城市中复杂多变的三维空间格局，形成与自然地貌完全不同的人工景观；并且，在我国快速城市化的大背景下，城市不仅向原有的边界外部蔓延，同时也不断向上部空间扩张，导致城区占地面积不断扩大，建筑物的高度也不断上升。因此，城市形式、建筑物的三维形态及其空间格局，以及城市建筑物与周边生态环境的相互影响更加错综复杂，已经超出了原有用平面分析和景观分析解决生态环境问题的范围，需要创造和引入新方法来解决这类复杂的问题。

## 第三节 全球气候变化

全球气候变化已经成为世人瞩目的焦点，全球变暖、城市热岛效应以及高温热浪等气

气候变化问题对自然环境、城市发展以及人类健康带来了一系列的负面影响。因此，全球气候变化课题成为当前学者们的主要研究热点。

## 一、全球变暖

全球平均地表气温在 1880~2012 年平均升高 0.85K (从 0.65~1.06K)，尤其是在 20 世纪 50 年代以后，气温升高的趋势更加明显。国家气候中心最新发布的数据显示，2014 年全球的平均气温是有记载以来最高的一年，达到了 14.6K。全球变暖极大地改变了地球的生态环境，对全球气候产生了深远的影响：植物提早开花并且生长季延长；鸟类产蛋期提前，昆虫出现时间前置，并且世代数增加；而对于江河湖泊而言，将出现年冰冻期缩短，结冰时间延迟而融化时间提早；冰川消退，永冻土带融化等现象。

全球变暖为人们的生活带来了许多便利。首先，全球变暖能够让大气更加湿润，为广大内陆地区带来更多的雨水，戈壁和沙漠可能会披上绿洲，增加人们的居住地域之选。其次，全球变暖，会导致更多的氮元素与酸伴随雨水进入雨林，为植物的生长提供充足的水分和养分，全球植被将更加繁茂。最后，气温在一定范围内的升高可以缩短粮食紧缺地区农作物的生长期，增加当地农作物的产量，解决饥饿等问题。

2015 年 5 月，由于气候变暖，中国新疆阿克陶县境内的冰川发生移动，导致 1.5 万亩草场被吞噬，70 多户牧民的房屋被掩埋。与所带来的正面影响相比，全球变暖所引发的负面效应和危害更值得人们深思。首先，全球变暖会引发海平面上升，进而导致低地被淹埋、海岸被冲蚀、地下水位升高、沿海城市被吞噬等问题。其次，全球变暖将导致一些物种无法适应新的气候环境而濒临灭绝，同时影响农作物的产量和分布，气温过高将会降低农地生产力，农作物失收，粮食供应减少，在一些地区可能会造成严重的经济损失，直接威胁人类的粮食安全。再次，全球变暖背景下，低层空气变暖，大气稳定性变差，将会引起一系列极端气象灾害事件频发。最后，全球变暖可能诱发一些传染病，影响人类健康，而且过高的气温还可能引起人类罹患各种疾病，甚至导致死亡率提高。预计到 21 世纪末，全球气温将有 10% 的概率升高 6K。因此，全球变暖所引发的人类危机才刚刚到来。

## 二、城市热岛效应

根据 Luke Howard 于 1818 年在其著作《伦敦的气候》中所提出的伦敦气温高于郊区气温这一现象，Gordon Manley 在 1858 年首次提出了城市热岛概念——因大量人工发热、建筑物和道路等高蓄热体及绿地减少等因素，所造成的城市高温化现象。在近地面温度图上，郊区气温变化很小，而城区则是一个高温区，像是突出海面的岛屿一样，由于近地面高温图上面所呈现的这类岛屿所代表的是城市区域的高温现象，所以就被形象地称之为城市热岛。随后，学术界对于城市热岛的研究从未停止。

全球城市化进程的加快显著地改变了城市内部地表性质，混凝土和沥青等大量的人工建筑物材料取代了地表原有的自然形态。地表性质的改变引起了太阳能反射率（通常称为反照率）、热容、蒸散和地表粗糙度的变化。上述参数的变化则最终导致了城市气温明显

城市建筑物对环境的热影响

高于农村地区，这种现象被形象地称之为“城市热岛效应”（UHI）。由于对长期气候变化、生态过程以及人类健康等具有负面的影响，因此，城市热岛效应近年来备受环境学和气候学领域学者的广泛关注。有研究表明，美国纽约最大热岛强度为 8.0K，美国巴尔的摩市中心的气温比郊区居民区高出 5~10K，日本东京市是全世界范围内城市中心气温增长速率最快的大城市，其气温在 100 年内增加了 3K，是全球变暖速率的 5 倍。这意味着城市热岛效应的增温效果是城市内部气温升高的主要原因。

城市热岛的成因可以归因于自然条件的改变以及人为影响这两个方面。自然条件包括城市下垫面（大气底部与地表的接触面）对太阳辐射的吸收、反射和蓄热效应；城市内部建筑物三维结构和空间格局影响风环境以及天空长波辐射；市区内云量大于郊区；市内空气污染严重，大气透明度低，导致太阳辐射减少等。城市下垫面有很多材质，例如砖石、草地以及裸露土地等，不同材质的下垫面对太阳辐射的吸收和反射水平各不相同，因此对气温的影响水平也不一样。城市下垫面性质的改变包括城市人工构筑物（建筑物、道路、桥梁等）的布局与几何形态，以及其热力学属性和其他的物理性质。人为影响又被称之为人为热，包括家用电器和交通出行散热等。

热岛强度是指热岛中心气温减去同时间同高度（距地 1.5m 高处）附近远郊的气温的差值。表 1-1 中展示了我国部分城市人口密度与城市热岛强度，从表中可以看出，人口密度与城市热岛强度之间存在关联性，而人口密度越高，人为热的排放量也就越大，这也从一个侧面反映出，人为热的排放与城市热岛的形成密不可分。

我国部分城市人口密度及热岛强度 表 1-1

| 城市 | 城市面积（km <sup>2</sup> ） | 人口（万人） | 人口密度（人/km <sup>2</sup> ） | 年平均热岛强度（℃） |
|----|------------------------|--------|--------------------------|------------|
| 沈阳 | 164                    | 241    | 14680                    | 1.5        |
| 北京 | 88                     | 239    | 27254                    | 2.0        |
| 西安 | 81                     | 130    | 16000                    | 1.5        |
| 兰州 | 164                    | 90     | 5463                     | 1.0        |
| 上海 | 140                    | 603    | 43120                    | 1.2        |
| 广州 | 55                     | 300    | 55050                    | 0.6~1.0    |
| 香港 | 94                     | 374    | 39800                    | 0.8        |

数据来源：网络课件。

三、热浪频发

在全球气候变暖以及城市热岛效应的影响下，高温热浪作为一种极端天气事件频繁爆发。在过去几十年间，全球的城市都不同程度地出现了热浪增加的趋势。高温热浪以高温低湿为基本天气特征，是一种较短时间尺度的天气灾害。高温热浪形成的原因与大气环流异常直接相关，而气候变暖、变干则是近些年世界范围内高温热浪频发的重要因素之一。

高温热浪的频繁发生给自然环境、城市的发展以及人类的健康带来了极大的危害。由于高温热浪的发生常伴有低压少雨，这将进一步加剧土壤水分的快速蒸发以及植物的蒸腾作用，加速旱情的发展，阻碍农作物的正常生长繁殖。除此之外，高温热浪还易引发森林

火灾，生态环境有被破坏的隐患。在高温热浪气候背景下，城市的发展受到阻碍，建筑物的寿命受到威胁，水电需求紧张使得水电供应故障频发，城市交通和旅游业也会受到不同程度的影响。高温热浪不仅危害到自然环境和城市发展，还会给人类的健康带来更为严重的威胁。高温热浪天气下，中暑、呼吸道疾病、心脑血管疾病以及部分传染性疾病的发病率会有显著的提高，在同等天气条件下，婴幼儿、老年人以及慢性病患者等人群则更容易受到高温热浪的负面影响，其影响程度与环境、社会以及热浪特征等因素有直接关系，并存在“滞后效应”和“收获效应”。2003 年夏天，高温热浪先后在北半球各个国家爆发，其中，英国气温超过了其 130 年以来的最高值，欧洲的酷暑导致法国 14082 人丧生，其他国家分别为意大利 4175 人，葡萄牙 1300 人，荷兰 1000~1400 人，比利时 150 人。

在全球变暖、城市热岛效应以及高温热浪频发的气候环境变化背景下，有必要尽快分析这些气候变化的成因，并且制定出相应的有效措施来改善人类居住环境的热舒适度。

第四节 城市环境变化

城市建立的目的是为人类提供便利的居住、生产和生活条件。近些年，城市土壤温度和气温的不断升高，对城市生态系统的影响不容小觑。除此之外，随着人类活动的增加，城市也成为大气污染高发的场所，各种有害气体和悬浮颗粒物在此聚集，极大地危害着人类的健康。

一、城市土壤

土壤是地球表层系统自然地理的重要组成部分，是地球表层系统中最活跃、最富有生命力的圈层。“土壤圈”一词最先由瑞典学者 S. Matson 于 1938 年提出，是覆盖于地球陆地表面和浅水域底部的土壤所构成的一种连续体或覆盖层，犹如地球的地膜，与大气圈、水圈、岩石圈和生物圈共同构成自然环境的五大圈。由图 1-1 可以看到，土壤圈处于其他圈层的交界处，成为连接其他圈层的纽带，与其他圈层之间进行物质能量交换。

城市土壤是指受人类活动影响的，非农用的，并且由于土地的混合、填埋或污染而形成的厚度大于 0.5m 的城区土壤。城市土壤广泛分布于公园、道路、体育场、城市河道的周围，或被建筑物和工程设施所覆盖。城市土壤是城市生态系统的主要载体，在城市生态系统中起着至关重要的作用，直接或间接地关系到城市居民的生活环境质量。

随着城市的建立和城市化进程的不断加快，人类对

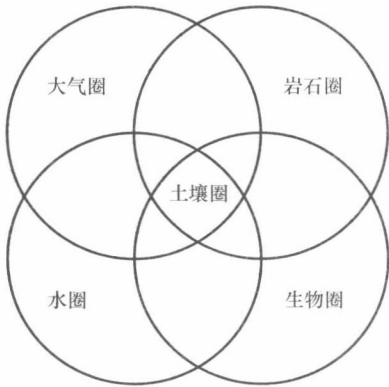


图 1-1 土壤圈在自然环境  
五大圈中的位置  
图片来源：本书作者自绘。

于原有自然界景观的改造程度也越来越大，大量的人工构筑物，例如建筑物、道路、桥梁等，取代了原有的地表景观和植被，成为新的土壤覆盖类型。这些人工构筑物为人类的活动提供了场所以及便捷的运输条件，使得城市系统的运转速率大大提升。但是，一些负面效应也开始随之显现。城市中大部分土壤被建筑物和道路这些不透水的材料（沥青、水泥和石材）所密封覆盖，不仅土壤的形态，物理、化学和生物属性受到人工构筑物和人为活动的巨大影响，而且，土壤的生态服务功能也受到了强烈的冲击。城市土壤的压实和板结是普遍存在的现象，且大部分土壤与大气环境隔绝，这些因素影响或改变了城市土壤气体逸散、降水下渗和生境，而且也影响到土壤的热力学过程和表征。

除此之外，城市内部人工构筑物数量的不断增加，其边界与土壤的交界数量也逐渐增多，城市土壤与人工材质交错带数量的增加，使得原有土壤被建筑物、道路等人工构筑物分割成为块状的小区域，城市土壤环境逐渐呈现破碎化状态，且土壤斑块破碎程度在不断加大。夏婕从景观生态学的角度对城市土壤破碎化的过程进行了探讨，她认为，人类城市的过度工业化发展导致了城市土壤破碎化程度的增加，有必要在城市建设工程中合理利用和规划土壤资源，以保护城市土壤这道生态屏障。

## 二、城市气温

由于城市建筑物的三维结构特征，造成其对太阳辐射具有捕捉作用，建筑密度高的区域对太阳辐射的捕捉作用更加明显，因此，建筑物外墙对热量的吸收势必会造成建筑物外墙表面与大气发生热量交换，对其周边气温产生一定的影响。作为自然界中原本不存在的景观元素，城市建筑物的外墙在每日不同时段分别作为城市大气的热源（建筑物向周边大气释放热量）与热汇（建筑物从周边大气吸收热量），且随着高度的不同而与大气进行不同强度的热交换，进而影响城市建筑物周边的大气温度，最终造成整个城市气候的变化。城市热岛效应即是城市建筑物对城市气温影响的最直接表现。

关于城市气温的研究不胜枚举，基本上聚焦于研究城市气温和乡村气温的差异，以及城市气温的垂直结构（不同高度气温差异）等方面。但是，学术界在城市建筑物对周边气温以及微气象条件热影响方面的研究还鲜见报道。作为构成城市下垫面的重要组成部分，城市建筑物对于改变城市能量流通的影响不容小觑。城市建筑物多为砖混或钢混结构，相对于城郊以及乡村地区而言，城市建筑物对太阳辐射的吸收率较高，而反射率较低，因此，在相同的日照条件和气候条件下，城市建筑物更加容易吸收热量。另外，城市建筑物的比热容较小，而热容量和热导率相对较高，从而形成城市下垫面的温度要高于郊区绿地的温度，这对气温也有十分显著的影响。由此可见，城市建筑物对于城市气温的影响值得作进一步深入的研究。

## 三、城市微气候

城市微气候在不同城市之间，以及同一城市的不同地区之间是存在显著差异的，是受到城市发展影响的，复杂并且动态的小范围地方性区域气候。学术界对城市微气候的概念

界定还未统一：Landsburg 认为，微气候是受到地面植被、土壤和地形影响的地面边界层；Meerow 等人则将微气候限定在可改善的小范围的地方性区域内；Santamouris 等人更具体地界定了微气候的尺度，是在几千米的特定区域内；秦文翠的研究结果将微气候限定在了街区尺度上。总体来说，学者们都认可城市微气候的小尺度特征。

城市微气候是城市形式以及人为活动相互作用的结果。在城市形式方面，城市大量涌现的人工构筑物（例如各种体量和形态的建筑物、柏油马路、停车场以及硬化地块等）让城市形态越发复杂化，其中，高密度的高大建筑物还直接影响城市空气的流动方向及速度，大量污染物聚集在城市上空难以扩散和沉降，产生严重的城市空气污染问题。在人为活动方面，大量人为热的排放对城市下垫面温度的影响作用十分明显，建筑物、植被以及大气之间的水热过程对城市微气候的形成起到重要作用。在上述因素的共同作用下，城市内部微气候环境与郊区地区的微气候环境出现差异。因此，对城市微气候的研究关系到城市内部结构以及人类活动，对城市规划、景观设计以及城市环境的改善和修复都具有极其重要的应用价值。

城市微气象条件是城市微气候的基础，长期的微气象特性形成城市微气候。在本书中，城市微气象条件是指由于城市构筑物具有三维空间结构而影响到其周边区域的日照时数不同，进而形成的城市内部局部的微环境。