

# 面向可持续城市降温的广州国土空间规划 导控体系研究

聂危萧, 吴 婕, 李晓晖, 雷 狄

**【摘要】**通过系统梳理、检视广州与可持续城市降温相关的现行技术要求, 构建面向可持续城市降温的“总体规划—详细规划—方案设计—实施保障”国土空间规划导控体系, 并提出融入规划用地和建设项目审批全流程的管控思路。在总体规划层面, 基于规划管理单元划定热环境导控分区; 在详细规划层面, 创新性地探索“降温因子+措施清单”的传导方法; 在方案设计层面, 针对实际建设中达到降温因子要求的具体路径, 提出居住、公共/商业、工业和历史街区典型场景的气候调控设计导则; 在实施保障层面, 从激励机制、技术规范、监管机制、资金保障等4个方面提出实施保障建议, 以期为实现气候韧性目标的国土空间规划提供参考。

**【关键词】**气候韧性; 可持续城市降温; 热舒适; 规划导控体系

**【文章编号】**1006-0022(2023)07-0040-08 **【中图分类号】**TU984 **【文献标识码】**B

**【引文格式】**聂危萧, 吴婕, 李晓晖, 等. 面向可持续城市降温的广州国土空间规划导控体系研究[J]. 规划师, 2023(7): 40-47.

Territorial Space Planning Governance System of Guangzhou for Sustainable City Cooling/NIE Weixiao, WU Jie, LI Xiaohui, LEI Di

**【Abstract】** With a systematic review and inspection of Guangzhou's current technical requirements concerning city cooling, a territorial space planning governance system for sustainable city cooling that integrates master planning, detailed planning, project design, implementation guarantee is established, and the whole process governance concept that integrates land use and project inspection and approval is proposed. Thermal zoning based on planning units are specified at master planning level; a transmission approach of "cooling factors+measure list" is explored at detailed planning level; the climate regulating design guidelines for residential, commercial, industrial, and historical spaces are put forward at project design level; at implementation guarantee level, suggestions of incentives, technical standards, supervision mechanism, and capital insurance are proposed to realize climate resilient territorial space planning.

**【Key words】** climate resilient; sustainable city cooling; thermal comfort; planning governance system

## 0 引言

在全球气候变化和城市热岛效应的影响下, 城市气温正以全球气温均值的两倍的速度持续上升, 高温是每年世界上致死率较高的自然灾害之一, 已成为城市面临的严峻气候挑战。为应对愈发频繁和恶劣的高温热浪天气, 国际社会提出“可持续城市降温”解决方案, 通过改变传统以能源驱动的工业制冷方式, 运用基于自然的、

被动的城市降温技术, 减少制冷过程中的碳排放和人为热排放, 提升城市人居环境的热舒适性。在第26届联合国气候变化大会(COP26)上, 联合国环境规划署发布了与美国洛基山研究所合作编写的《战胜高温: 城市可持续降温手册》, 旨在为城市规划者提供各种经验验证有效的方法来为城市降温。2019年, 世界银行城市发展和灾害管理局启动了可持续城市降温技术援助工作, 并选定中国广州作为试点城市, 旨在为广大发展

**【基金项目】** 世界银行“中国可持续发展城市降温项目”(P173306)、广州市资源规划和海洋科技协同创新中心项目(2023B04J0301)、广东省重点领域研发计划资助项目(2020B0101130009)、广东省城市感知与监测预警企业重点实验室基金项目(2020B121202019)、广州市城市规划勘测设计研究院科技基金项目(RD12210202021)

**【作者简介】** 聂危萧, 硕士, 高级工程师, 注册城乡规划师, 广州市城市规划勘测设计研究院低碳生态规划研究中心主任规划师。  
吴 婕, 硕士, 高级工程师, 注册城乡规划师, 广州市城市规划勘测设计研究院低碳生态规划研究中心副主任。  
李晓晖, 硕士, 教授级高级工程师, 注册城乡规划师, 广州市城市规划勘测设计研究院低碳生态规划研究中心主任。  
雷 狄, 硕士, 工程师, 规划师, 现任职于广州市城市规划勘测设计研究院低碳生态规划研究中心。

中国家提供可负担的“可持续城市降温”解决方案<sup>[1]</sup>。

“可持续城市降温”解决方案并非单一的技术措施，而是涉及设计、园林、市政、建筑、景观等多个层面的综合性解决方案，其将“适应”与“减缓”策略相结合，既是提升城市气候韧性的重要手段，也是实现亚热带城市夏季能耗减排的关键路径。我国的城乡规划在发展过程中一直在探索缓解热岛效应<sup>[2-3]</sup>、应对高温灾害<sup>[4]</sup>、调控城市热环境<sup>[5]</sup>和提升城市韧性的气候适应性规划技术<sup>[6-8]</sup>，重点关注各个尺度绿化空间的降温作用，如城市绿地对夏季高温及城市热岛效应的影响<sup>[9]</sup>、居住小区的降温通风效应<sup>[10]</sup>、绿化表皮对过渡空间的热环境影响<sup>[11]</sup>等。同时，城乡规划越来越重视市域大尺度通风廊道的构建与评估<sup>[12-15]</sup>，城市设计越来越注重加强风热环境的设计和对气候舒适度的提升<sup>[16-19]</sup>。

虽然有较多研究探讨和总结了与可持续城市降温相关的规划技术方法，但是如何在城市规划管理中全面导控综合性的“可持续城市降温”解决方案，在我国的城乡规划实践工作中基本处于空白。在世界银行城市发展和灾害管理局启动的可持续城市降温技术援助工作试点的基础上，广州正在开展“酷城”行动，探索推动城市降温导向的规划建设与管理方式。本文基于可持续城市降温技术在广州现行规划管理体系中的应用评估，结合国家正在推进的国土空间规划体系改革，提出新时期城市降温规划导控思路，为实现气候韧性的空间规划提供参考。

## 1 可持续城市降温关键技术

可持续城市降温技术包括基于自然的冷却方案、生物气候设计方法以及建筑隔热材料等广泛的冷却降温技术。研究表明，通过蓝绿空间系统规划、引导空气流通、增加绿化建筑立面和屋顶，以及推广被动式建筑设计和浅色反光材

料的使用，可以大幅降低城市环境温度。例如，整合绿色基础设施、高反射屋顶/立面和行道树遮阴等3项措施可以将城市温度降低0.5℃，相当于抵消了20世纪全球变暖总量的1/3以上<sup>[20]</sup>。

世界银行将可持续城市降温技术分为高反射屋顶/立面、屋顶绿化、垂直绿化等12类，并根据其实践深度划分为基本焦点技术、二级焦点技术和其他技术等3个层级。基本焦点技术包括目前应用较为广泛、工艺较为成熟且对城市环境温度产生明显作用的高反射表面、可渗透表面和场地绿化；二级焦点技术则是目前正在研究与推广的热环境韧性规划，包括水敏性设施规划、气候响应城市设计和被动冷却建筑设计；其他技术的作用更为间接，主要通过减少机动车交通热量排放等人为热排放和提升建筑制冷能源效率为城市降温。相关研究显示，不同类型的降温措施对气温、表面温度和热舒适所产生的效果不同（表1）<sup>[21]</sup>，在选择采取不同类型的降温措施时，应考虑城市降温的目的与导向。

许多可持续城市降温技术都受到历

史城市营城和建筑设计实践的启发。例如：古埃及人和苏美尔人使用浅色屋顶与墙壁来保持房屋的凉爽；利用气流的水景和建筑设计是中东与北非传统建筑的标志；广州的传统岭南建筑在地域气候影响下，呈现出“梳式”布局、冷巷、骑楼等传承至今的极具岭南地域特色的被动式建筑通风降温智慧<sup>[22-23]</sup>。城市在制定可持续降温策略时，必须适应地方独特的社会、经济、环境和气候条件，综合考虑地形、景观、街道格局和设计、建筑体量、形状和朝向及材料选择等，制定全方位的举措。

广州在开展世界银行城市发展和灾害管理局启动的可持续城市降温技术援助工作试点中，总结、吸纳了全球可持续城市降温技术的应用实践经验，结合本地极具岭南地域特色的被动式建筑通风降温智慧，选取典型旧城更新项目和典型新区建设项目试点应用了各类城市降温技术，在定量评估不同类型降温措施降温效果的基础上，遴选集成适用于广州湿热气候的可持续城市降温关键技术，主要包括优化格局、改善城市表面、

表1 各类城市降温措施的效果一览

降温措施	最大降温幅度 /℃	热舒适提升幅度 /℃	最大表面温度降幅 /℃	关键制约因素
高反射路面	2.5	0.5	33	反射率随时间变化；不受欢迎的眩光
高反射屋顶/立面	2.5 (室内)	0.5	33	不受欢迎的眩光；街道中的复杂反射光
绿色屋顶和立面	4.0	0.1	20	安装和维护的高成本；绿色立面的供水；热压和水压
透水路面	2.0	2.0 (洒水后)	20	不太适合高交通量地区；在潮湿天气中的蒸发效果较差，且只有在有水分存在时才有效；维护难度和成本高
绿色开敞空间	4.0	4.0	15	需要满足其他多种需求
成熟的行道树	4.0	8.0	15	与灰色基础设施的空间冲突
遮阳构造与设施	0.8	8.0	15	兼容屋内采光需求
水体	8.0	1.0	0	安装和维护成本高；需要供水；在潮湿天气中效果较差；影响范围小
喷雾	15.0	1.0	0	

注：■表示效果显著，■表示效果很好，■表示效果好，■表示效果一般。

改良城市设计、景观与设施降温、减少能耗散热等5个方面15项技术工具(表2),并按照各项技术在广州的适用性和经济性综合评测其重要等级。

## 2 广州规划管理体系中的可持续城市降温技术应用评估

为推进可持续城市降温技术在规划建设各阶段的应用,有必要从规划管理体系与机制层面探讨促进其落地的路径,对现行规划管理体系中与气候调控相关的引导内容进行评估,进一步寻找政策突破与延展的可能性,这也是新时期构建面向可持续城市降温目标的国土空间规划管控体系的必要基础。

在现阶段广州的技术要求与规划管理中,体现可持续城市降温导向的主要内容包括如下3个方面:一是在城市空间上,建构通风廊道的网络化空间管控体系;二是在建筑形态上,明确建筑面宽的控制要求,针对首层架空等建筑公共开放空间实施容积率豁免计算政策;三是在绿色专项上,运行针对绿色建筑

与海绵城市的管控体系。

### 2.1 城市空间:通风廊道规划的落地实施难度大

通风廊道是管控城市总体格局,将大型生态冷源空气引入城市内部的重要规划手段。广州目前划定了6条主要通风廊道,并纳入了正在编制的《广州市国土空间总体规划(2021—2035年)》,同时提出了相应管控要求,如:在通风廊道地区严格保护水系、绿地等开敞空间;严格管控新建、扩建涉及大气污染物的项目落地;控制主要入风口的建设增量,加强建筑高度、建筑间距和建筑密度管控。目前,广州对于通风廊道的管控仍主要停留在概念层面,通风廊道规划落地实施的难度和阻力较大,对相关管控内容和指标要求仍需进行充分详细的论证与讨论,以确保其科学性。

### 2.2 建筑形态:面宽控制与建筑开放空间需精细化引导

面宽控制对于控制“屏风楼”、优化城市通风环境至关重要。《广州市城

乡规划技术规定》对建筑物的面宽提出了要求,明确低层、多层建筑的最大连续面宽不得大于100m,高层建筑塔楼单体面宽不得大于80m,且各单体累加面宽不得大于对应用地红线面宽的2/3;对位于重要景观控制区的建筑面宽,应当组织城市设计研究加以确定,要求更为严格。

建筑的架空层可以加大空气在空中的渗透率,有利于减少建筑带来的空气阻滞作用。广州为建筑公共开放空间提供了容积率豁免计算政策,有助于改善住宅、办公、商业类建筑的微气候环境。《广州市规划管理容积率指标计算办法》明确建筑公共开放空间是面向小区不特定业主或者公众、全天候免费开放的公共空间,包括架空层、屋顶花园、骑楼、建筑物内的城市公共通道等,并对免计容积率建筑面积的建筑公共开放空间提出了明确的技术要求,包括层高、架空开敞面长度、架空面积、开敞面进深。例如:纯住宅建筑首层除必要的垂直交通空间、入口大堂及设备设施用房外,应整层架空;办公、商业、创新性产业建筑首层的单个架空空间面积应不少于150m<sup>2</sup>;位于塔楼中间层的单个架空空间面积应不少于300m<sup>2</sup>,其临开敞面进深应不小于4m。

目前,广州的容积率豁免计算政策主要针对各类建筑公共开放空间,缺乏针对临街界面、交通站点周边等人流集中区域的差异化、精细化规则,也未结合空中花园、阳台绿化等立体绿化、风雨连廊等设置提出明确的豁免条件,因此可考虑结合可持续城市降温导向进一步完善。

### 2.3 绿色专项:绿色建筑与海绵城市建设缺乏市场激励

(1)绿色建筑。从2021年起,广州提高绿色建筑的执行标准,要求新立项的民用建筑按照《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2019)中的基本级或以上绿色建筑标准进行建设,其中:政府投资公益性建筑和大型公共建筑按照二星级

表2 广州可持续城市降温关键技术

城市降温技术分类	城市降温关键技术	重要性等级
优化格局:自然为本、引风入城	保护大型生态冷源	★★
	控制通风廊道	★★★★
	热环境分区	★★
改善城市表面:绿色渗透、会呼吸的冷界面	公园	★★
	水体	★
	透水地表	★★
	立体绿化	★★★★
	高反射表面	★★
改良城市设计:统筹通风与遮阳	路网与街道	★★
	建筑布局	★★★★
	建筑设计	★★★★
	遮阳设施	★★★★
景观与设施降温:提升室外热舒适性	喷雾喷淋设施	★★
	绿色交通	★
减少能耗散热:绿色出行、节能制冷	制冷能耗散热	★

注:“★”表示重要性评级,“★”“★★”“★★★★”的重要性依次提升。

及以上绿色建筑标准进行建设；建筑面积大于 10 万 m<sup>2</sup> 的居住小区按照一星级及以上绿色建筑标准进行建设。从国家到广州地方，现阶段已建立了较完善的绿色建筑评价体系，且广州已全面实施绿色建筑标准，促进了其绿色建筑的发展。但现阶段广州缺少绿色建筑方面的激励政策和融资机制，公益性建筑和公共建筑中的绿色建筑较多，而商用建筑中的绿色建筑较少，市场的积极性有待进一步激发。虽然在《广州市城乡规划技术规定》中明确了因实施绿色建筑技术而必须增加的建筑面积可不纳入计算容积率，但是广州对于这一规定的实施和认定细则尚不健全。

(2) 海绵城市。为加强海绵城市建设约束，广州已将体现海绵城市基本要求的地表径流控制措施纳入规划设计条件，并落实到全市所有新建项目中，包括对居住、商业、绿地、广场等不同类型建设项目提出的指标控制要求，其中绿色屋顶率和透水铺装率主要是鼓励性指标，年径流总量控制率、室外可渗透地面率、下沉式绿地率、单位硬化面积调蓄容积等为约束性指标。例如：居住用地建筑物的硬化地面室外可渗透地面率不低于 40%；结合小区绿地因地制宜设置下沉式绿地、植草沟、雨水花园等，下沉式绿地率不低于 50%。广州已形成较为完整的海绵城市建设标准体系，可指导海绵设施的规划、设计和建设等环节，海绵城市的雨水截流作用也在一定程度上还原了自然表面的渗透性和蒸发降温作用，对城市降温和缓解热岛效应具有积极意义。屋顶绿化和透水铺装对于调节城市热环境具有较为重要的作用，但广州对其的相关规定目前还停留在引导性层面，相对纽约、东京等城市的立法强制性要求还存在差距。

## 2.4 面向可持续城市降温的现行规划管理体系优化方向

在追求绿色发展的规划导向下，广

州已逐渐在规划管理中体现可持续城市降温的理念，但还不成系统，尚未建立完善的城市热环境调控规划技术框架，仍需进一步理顺上层规划如何传导至实施层面的相关导控思路，主要需要在以下 3 个方面进行提升。

一是强化精细化、绿色化的管控要求。在绿化要求上，目前主要通过常规的绿化率进行管控，可考虑进一步明确综合体现三维绿化和立体绿量导向的技术要求；在建筑形态的控制上，建筑间距、面宽和高度等控制要求主要考虑采光等常规目标，需进一步综合降温通风导向的精细化要求进行完善。

二是细化部分技术要求导控体系的内容。对于绿色建筑的容积率奖励政策，需进一步制定明确的实施细则，以保障其落地实施；对于规划条件中涉及的海绵城市等相关事项，在后续的总平面图审查和建筑用地规划许可证申办环节中，可考虑明确具体的审查要求，以形成“闭环”管控。

三是完善后端监管和鼓励激励政策。海绵城市、绿色建筑的建设主要依靠行政强制手段，难以激发市场主体的积极性，还需要补充明确的激励政策；后续监管有待进一步加强，避免绿色建筑在获得认证后不持续运行，海绵设施在验

收后因缺少管护而丧失集水性能，造成投资浪费。

## 3 广州构建面向可持续城市降温的国土空间规划导控体系

### 3.1 总体导控思路与框架

面向国土空间规划各个层级，广州构建面向可持续城市降温的“总体规划—详细规划—方案设计—实施保障”国土空间规划导控体系（图 1），并将对应层次要求纳入规划与建设管理的各个环节，实现全周期、全流程、全链条导控。在总体规划层面，综合考虑城市热负荷与风流通潜力，基于规划管理单元，在城市建成地区划定热环境导控分区，设定不同层级分区的开发建设引导要求。在详细规划层面，设定不同热环境导控分区的降温因子作为详细规划的地块强制性指标，并在土地出让环节中纳入规划设计条件，将城市降温相关要求传导至实际开发建设环节。在方案设计层面，开发建设主体在建设用地规划许可环节提交降温措施得分清单，并在建设工程规划许可环节提供对应的降温设计图则，以达到降温因子的分值要求。如果无法达到，则需开展气候舒适度专项评估与论证。在实施保障层面，从技术规范、激励机制、

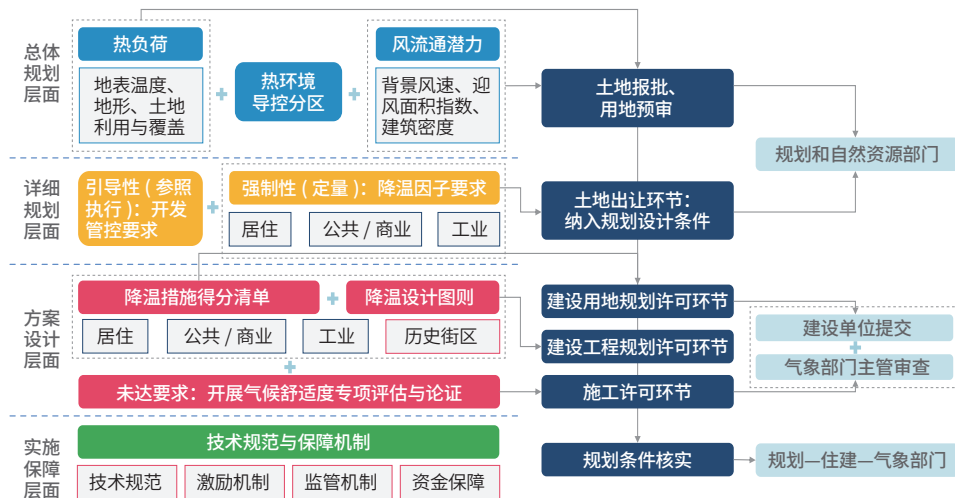


图 1 面向可持续城市降温的国土空间规划导控体系框架图

监管机制、资金保障等4个层面提出相应的政策措施建议。

### 3.2 总体规划层面：划定热环境导控分区

参考德国斯图加特地区和我国香港城市环境气候图集的划定思路<sup>[24-25]</sup>，通过分析不同区域的地域气候条件，划分热环境导控分区，并针对性地提出规划设计建议以及差异化的开发建设引导要求与城市降温措施，使气候分析评估与城市、建筑形态控制相衔接。

综合考虑影响热负荷和风流通潜力的6个主要地理与相关因素：地表温度、地形、土地利用与覆盖、背景风速、迎风面积指数、建筑密度，识别城市的热脆弱性。热负荷高、风流通潜力小的地区脆弱性越高，热负荷低、风流通潜力大的地区脆弱性越低。以热脆弱性为基础，结合规划管理单元的主导功能、国土空间用途管制方向，统筹考虑现状风热环境问题与未来规划和发展需求，进行热环境导控分区(图2)。

根据各个热环境导控分区的特点，提出差异化的开发建设引导要求(表3)，由规划和自然资源管理部门在规划编制与管理中参照执行。热环境导控一区主要是已建成的热量过载地区，允许进行城市更新，但需着重考虑改善热环境，特别是加强风道体系的构建和开敞空间的规划；热环境导控二区主要是已建成的次热地区，推荐开展城市有机更新与微改造，鼓励在微改造中采取低成本、工艺成熟的降温措施；热环境导控三区是未来的重要开发地区，在综合考虑微气候因素下，建议在城市开发中实施较高的绿色建筑和海绵城市标准，通过气候适应性设计强化通风和遮阳效果；热环境导控四区是未来的谨慎开发地区，应严格控制开发强度，限制高强度开发。

### 3.3 详细规划层面：嵌入降温因子与措施清单

为鼓励开发建设主体在项目建设过程中采用城市降温相关技术，广州在热环境导控分区的基础上进一步集成了“降

温因子+措施清单”的管控要求，衔接已有的详细规划审批流程，嵌入土地出让条件设置等关键环节，引导可持续城市降温措施通过行政审批流程得以保障落地。

降温因子要求由开发建设主体强制执行，是一项基于分数的规范要求(表4)，规定了不同热环境导控分区内不同功能地块的最低降温指标，所有新建项目必须从措施清单中选择分数不同的降温措施组合，以达到降温因子的最低总分要求。

措施清单包括场地规划、景观绿化、建筑设计与设施等3类，每一单项措施的得分计算以定量指标为主(表5)。场地规划类措施主要包括强度密度和建筑布局两个方面，在强度密度方面设置空地率指标；在建筑布局方面则通过迎风面积比、相邻建筑间隔指数等指标来控制。景观绿化类措施主要包括绿地配置、立体绿化和海绵设施等3个方面，在绿地配置方面包括绿地率和植林率两项指标；在立体绿化方面包括屋顶绿化率、墙体绿化率、阳台绿化率、架空平台绿化率、

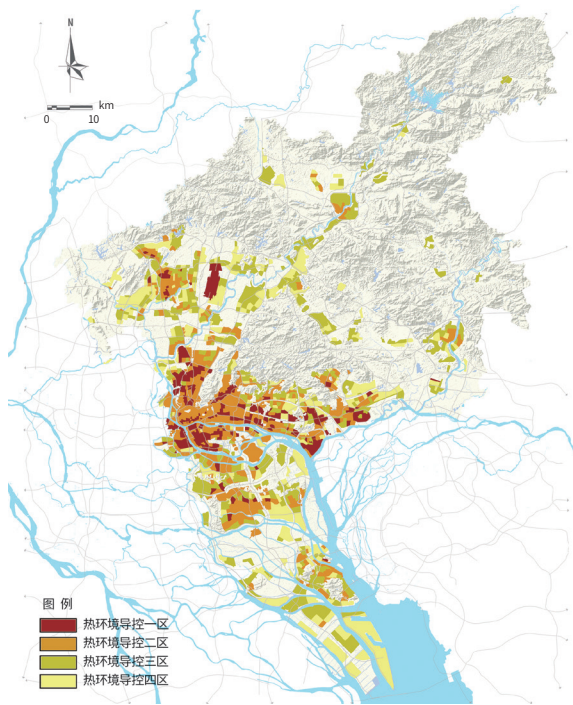


图2 广州热环境导控分区图

表3 热环境导控分区的开发建设引导要求一览

分区	开发建设引导要求
热环境导控一区	允许城市更新，需把控开发强度：强化开发强度管控，谨慎增加建筑量；特别要注重风道、开敞空间的规划，将降温效果锁定在城市建成环境中
热环境导控二区	推荐城市有机更新与微改造：在小规模的微改造中采取低成本、工艺成熟的降温措施；保留、传承、创新广府传统气候适应智慧
热环境导控三区	在综合考虑微气候因素下，允许开发建设：实施较高的绿色建筑和海绵城市标准；尤其关注气候适应性设计，强化通风、遮阳效果
热环境导控四区	进行谨慎的小规模、低强度开发：注重对山体、滨海、滨水冷源的保护与利用；严格控制开发强度，限制高强度开发

表4 热环境导控分区内不同功能地块的降温因子要求一览

分区	不同功能地块的降温因子最低分值要求		
	居住	商业、公共服务	工业
热环境导控一区	10	15	8
热环境导控二区	15	20	12
热环境导控三区	20	25	17
热环境导控四区	25	30	22

表 5 可持续降温措施清单与评分标准一览

措施 维度	措施 要素	可持续城市降温具体措 施	评分指标	评分标准 (分)			
				1	2	3	
场地 规划	强度 密度	合理控制建筑强度和密度,通过通道、开放空间等来构建风道	空地率	20%	40%	60%	
			迎风面积比	80%	60%	40%	
	建筑 布局	减少夏季占主导风向的建筑物面积 考虑建筑物的高度和形状、相邻建筑物之间的距离等,以便通风	相邻建筑间隔指数	0.3	0.4	0.5	
			采用阶梯形的建筑高度形式导风	定性	达到	—	—
景观 绿化	绿地 配置	提高场地平面绿化 增加乔木	夏季位于建筑阴影 6 小时以上的面积占比	30%	40%	50%	
			绿地率	102%	104%	106%	
	立体 绿化	设置绿化屋顶 设置墙体绿化 设置阳台绿化 设置架空平台绿化 设置太阳能板	植林率	30%	35%	40%	
			屋顶绿化率	20%	40%	60%	
			墙体绿化率	10%	20%	30%	
			阳台绿化率	10%	20%	30%	
			架空平台绿化率	20%	40%	60%	
			太阳能板投影率	20%	40%	60%	
	海绵 设施	设置下凹式绿地等集水设施 使用透水性铺装	下沉式绿地率	50%	60%	70%	
			室外可渗透地面率	40%	60%	80%	
	建筑 设计与 设施	建筑 设计	使用底层架空改善通风 使用退台、架空等设计改善建筑通风 导控界面连续度,沿主要城市道路两侧连续度不低于标准要求	底层架空率	40%	70%	100%
				透风度	20%	25%	30%
				界面连续度	50%	60%	70%
材料 与构 件		设置太阳辐射反射系数不小于 0.4 的冷屋顶 设置太阳辐射反射系数不小于 0.4 的冷路面	冷屋顶面积比例	20%	40%	60%	
			冷路面面积比例	20%	40%	60%	
		使用浅色外立面	定性	—	达到	—	
		使用可调节遮阳设施	遮阳设施占外窗透明部分比例	35%	45%	55%	
基础 设施	使用集中供冷系统 使用复合冷却系统 设置喷雾等冷却设施 在室外活动场地设置花架等遮阳设施	定性	—	—	达到		
		定性	—	达到	—		
		定性	—	达到	—		
		场地中处于建筑阴影区外的遮阴措施面积比例	20%	40%	60%		

注:表中的定性指标表示在审查中判定为达到降温具体措施的要求(如使用了集中供冷系统)即可获得相应评分。

太阳能板投影率等多项指标;在海绵设施方面选取对主动降温有显著影响的下沉式绿地率、室外可渗透地面率作为指标。建筑设计与设施类措施主要包括建筑设计、材料与构件、基础设施等 3 个方面,在建筑设计方面设置底层架空率、

透风度、界面连续度等指标;在材料与构件方面包括冷屋顶面积比例、冷路面面积比例及遮阳设施占外窗透明部分比例等指标;在基础设施方面主要包括场地中处于建筑阴影区外的遮阴措施面积比例及一些定性指标。

为保证导控体系的弹性和自主性,广州增加了气候舒适性评估的环节,开发建设主体单位如无法通过采取降温措施达到降温因子最低分数,可通过符合要求的第三方团队开展气候适宜性评估进行专项论证,达到“夏季热岛强度不升高、平均地区风速比不下降”的要求。

### 3.4 方案设计层面:制定典型场景气候调控设计导则

为了实现面向可持续城市降温的国土空间规划导控体系的闭环管理,开发建设主体需要在建设用地规划许可阶段提交自选的降温措施清单,在建设工程规划许可阶段提供落实清单的降温措施图则,在验收阶段由规划主管部门进行规划条件核实。为进一步向相关从业人员编制降温措施图则提供示范,按照居住、公共/商业、工业、历史街区等典型场景类型,编制“1表+3图”设计导则,对应降温措施清单中场地规划、景观绿化、建筑设计与设施等 3 个维度的各项措施,明确在建设过程中落地实施的技术细节与指引(表 6,图 3)。不同类型、不同功能的城市街区在实施城市降温措施时推荐选择适宜的降温方式。

在场地规划维度,在居住区推荐采用点式混合布局,预留场地内部开敞空间,与周边山体、水体等自然冷源联系;在公共/商业区推荐采用混合式组团布局,通过高矮参差的建筑高度差引动空气流通,最大限度利用高楼风;在工业区推荐错列式布局,顺应主导风向,结合夏季盛行风向预留主要通风廊道和次要通风廊道;在历史街区建议保留并梳理街区肌理,打通并适当拓宽街区巷道,设置南北向的通风冷巷。

在景观绿化维度,在居住区鼓励设置公共建筑出挑平台绿化、住户阳台绿化;在公共/商业区推荐采用多样化的立体绿化组合,塑造竖向多层的立体绿林风貌,尤其是在裙楼屋顶设置屋顶花园和在架空层设置架空层绿化;在工业

表 6 历史街区气候调控设计指引一览

设计维度	设计要素	可持续城市降温方案设计指引
场地规划	强度密度	严格控制历史街区的密度，在城市有机更新中保证开发强度不增长
	建筑布局	对于需要更新改造的地区，保留并梳理历史街区肌理，打通并适当拓宽历史街区巷道，设置南北向的通风冷巷。街区地块主要道路与夏季主导风向约成 30° 夹角，尽量减小建筑群体尺度，采用“梳式”布局，预留南北向、东南—西北向的通风冷巷，保证街区内部通风顺畅。合理设计建筑物与开敞空间，进行策略性的建筑抽疏，设置公共开敞空间，差异性管控东西向建筑的高度，使建筑物相互遮挡，减少西晒影响
景观绿化	绿地配置	针对传统建筑密集区，通过绿地规划与骑楼街布局规划相协调，在非骑楼街路段形成连续的行道树绿化，可改造地块应适当增设小块沿街绿地，为历史街区居民提供绿化服务。维持原有绿地历史格局，保存历史街区内现存的古树名木、其他大树，并标识历史街区中历史水系位置，对近期不可恢复的水系进行绿化整治，提高绿地占比。应尽力保护沿江、沿湖历史风貌区的原有绿化植被，积极栽种体现珠江两岸原有绿化风貌和适应岭南气候特征的乔木
	立体绿化	鼓励在历史街区设置屋顶绿化和墙面绿化，可结合承重和防水性能进行固定或移动式屋顶绿化，利用爬山虎等藤蔓植物的吸附、缠绕等特性使其在墙面上攀附。传统建筑更新活化过程中其屋顶花园建设建议融合餐厅、咖啡厅等商业设施，提高商业空间的绿化景观效果，提升立体绿化的实用性与经济效益
	海绵设施	按照传统材料和工艺布置地面铺装，保护现有历史水体，在条件允许时恢复部分历史水体。街巷传统铺装结合透水地表材料，严禁使用沥青等材料，结合雨水管道、滞留池等雨水回收设施，构建雨水收集净化系统，促进地表水循环，保持区域范围内绿地植被的良好生长，达到复合降温的效应
建筑设计 与设施	建筑设计	对传统历史街区进行改造时，可利用传统岭南建筑结构与肌理，植入天井、冷巷、架空等被动式通风建筑空间，促进建筑内部与外部的空气循环。保护老城区中现有骑楼建筑，通过骑楼底层架空，促进自然通风，并形成连续的遮阳避雨的步行通道。保留传统建筑中庭，结合旱庭、水庭等景观庭院，使建筑环境与景观环境融合
	材料与构件	保留趟栊门、百叶窗等有传统风貌特色并有助于被动式通风的门窗设施，代替固定扇门窗，在遮阳、采光和通风之间可以达到较好的平衡。保留、继承传统岭南建筑的隔热构造，利用双层瓦隔热屋面、空斗墙在墙内形成空气隔层，提高隔热保温性能。在平屋顶住宅建筑，推荐增加高反射涂料形成冷屋顶。建筑屋顶鼓励设置屋顶遮阳设施，鼓励采用屋顶遮阳结合屋顶庭院的一体化设计。提高建筑开窗比，并顺应广州太阳照射规律，在东西向窗户上设置屋顶悬挑、百叶窗等遮阳设施
	基础设施	结合沿街商铺，因地制宜设置可移动遮阳设施，如大型遮阳伞或伸缩式遮阳顶篷等。推荐在距离地面 2 m 左右高处设置建筑立面降温喷雾，降低狭窄巷道空间的环境温度，提高人体热舒适度

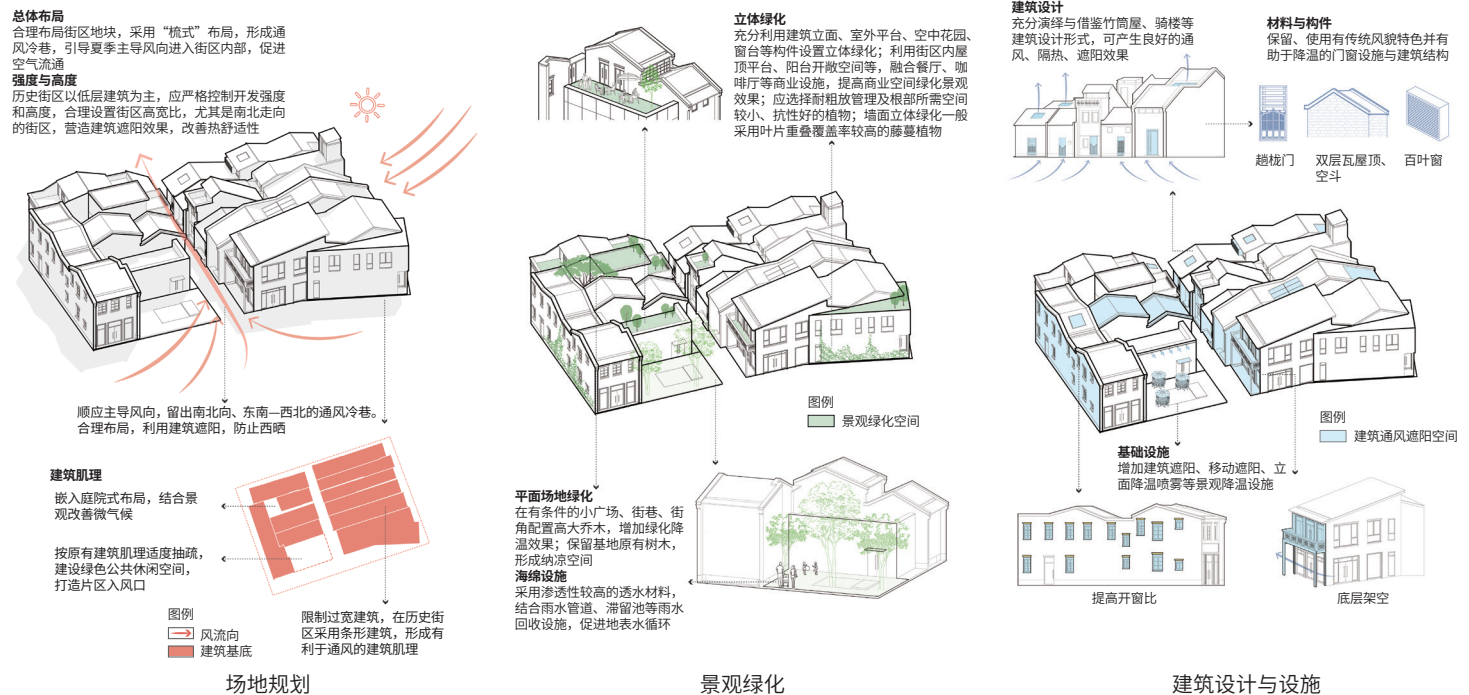


图 3 历史街区气候调控设计示意图

区建议屋顶全部设置太阳能板，形成规模化的太阳能光伏发电系统；在历史街区鼓励设置多功能屋顶花园和藤蔓植物攀附的墙面绿化。

在建筑设计与设施维度，建议居住区首层全部架空，形成通透架空层，在架空空间可设置小型乒乓球台、座椅等小型活动设施；建议公共 / 商业区沿街

采用架空、挑檐、骑楼等设计方式导控连续界面；建议工业区针对大面板建筑，在底层设置架空通道，允许空气流动与行人行走；在历史街区，推荐通过连续

的骑楼街建设,促进自然通风,并形成连续的遮阳避雨的步行通道。

### 3.5 实施保障层面:形成强制性与激励性结合的政策组合

(1) 激励机制。结合国土空间规划体系改革,修订容积率与建筑密度计算办法,鼓励落实可持续城市降温相关措施,如风雨连廊不计入建筑密度、绿化阳台不计入容积率、结合绿化情况完善建筑公共架空空间的容积率计算办法。

(2) 技术规范。启动优化气候导向的技术规范专项研究,探索适合广州建设环境、有利于建筑通风与遮阳的建筑面宽和建筑间距,将相关要求纳入《广州市城乡规划技术规定》。同时,进一步量化研究不同密度地区透风度、绿容率、架空率的合理区间,通过探索出台城市降温地方技术规范,指导实际施工中的操作规范。

(3) 监管机制。完善城市降温及绿色专项要求的监管机制,通过报送运行数据、定期飞行检查、公众监督等方式,保障立体绿化、冷屋顶、海绵设施等城市降温手段的后续管养和常态运行,防止出现“失建失管”“只建不管”等资源浪费现象。

(4) 资金保障。推动中小微企业、村集体、家庭、个人等主体开展城市降温行动,采用低碳出行、绿色屋顶、都市农业、冷屋顶等绿色生活与建设方式,搭建碳币、碳积分计算与消费平台,构建自愿减排活动的核算、兑换和变现全链条体系。

## 4 结束语

本文通过探索建立设计、建筑、景观多维管控框架,将多专业的策略与措施集成至规划层面,形成综合方案嵌入规划体系并传导至建设实施环节,搭建了从总体规划到详细规划,再到方案设计、实施保障的全过程国土空间规划管控体系;在进行规划管控设计时,创新性地采用“降温因子+措施清单”的传

导方式,对建设项目进行总指标要求管控,开发建设主体可在措施清单中自主选择适宜项目的策略组合,并允许通过气候舒适性专项评估进行豁免,充分考虑了刚性与弹性尺度的平衡,既能达到有效管控的效果,又可保障具体项目实施的灵活性。□

### [参考文献]

[1] 许翔,郭昊羽,黄鼎曦,等.聚焦城市降温关键问题的可持续发展解决方案:世界银行与广州的“清凉城市”试点实践[J].城市规划,2021(6):52-62.

[2] 黄大田.全球变暖、热岛效应与城市规划及城市设计[J].城市规划,2002(9):77-79.

[3] 李晓江,张娟,徐辉.生态文明的新型城镇化模式研究[J].环境保护,2015(22):12-16.

[4] 韩贵锋,陈明春,曾卫,等.城市高温灾害的规划应对研究进展[J].西部人居环境学刊,2018(2):77-84.

[5] 祁乾龙,孟庆林,董莉莉,等.城市规划与城市热环境研究的结合途径探讨[J].西部人居环境学刊,2021(3):46-56.

[6] 袁超.缓解高密度城市热岛效应规划方法的探讨:以香港城市为例[J].建筑学报,2010(增刊1):120-123.

[7] 蔡云楠,温钊鹏.提升城市韧性的气候适应性规划技术探索[J].规划师,2017(8):18-24.

[8] 郑颖生,王墨,李建军,等.城市高温风险评估与气候适应性规划策略:以亚热带高密度城市深圳为例[J].规划师,2021(14):13-19.

[9] 苗世光,王晓云,蒋维楣,等.城市规划中绿地布局对气象环境的影响:以成都城市绿地规划方案为例[J].城市规划,2013(6):41-46.

[10] 章莉,詹庆明,蓝玉良.基于微气候模拟的武汉居住小区植被降温通风效应研究[J].中国园林,2019(3):92-96.

[11] 林瀚坤,肖毅强.绿化表皮对过渡空间的热环境影响实测研究[J].西部人居环境学刊,2020(5):69-76.

[12] 任超,袁超,何正军,等.城市通风廊道研究及其规划应用[J].城市规划学刊,2014(3):52-60.

[13] 杜吴鹏,房小怡,刘勇洪,等.基于气

象和GIS技术的北京中心城区通风廊道构建初探[J].城市规划学刊,2016(5):79-85.

[14] 詹庆明,欧阳婉璐,金志诚,等.基于RS和GIS的城市通风潜力研究与规划指引[J].规划师,2015(11):95-99.

[15] 毛蒋兴,古艳,蒙金华,等.基于热岛效应的城市广义降温通道构建[J].规划师,2015(12):65-71.

[16] 西蒙·马尔温,杨俊宴,郑屹,等.关联·机制·治理:基于微气候评价的高密度城市步行适宜性环境营造研究[J].国际城市规划,2019(5):16-26.

[17] 史源,任超,吴恩融.基于室外风环境与热舒适度的城市设计改进策略:以北京西单商业街为例[J].城市规划学刊,2012(5):92-98.

[18] 张雅妮,曾小洲,肖毅强.基于风热环境优化的“山·城共构”城市设计初探:以广州白云新城为例[J].城市规划,2018(12):116-124.

[19] 郑舰,王国光.传统街区更新中微气候环境模拟应用与方案优化:以肇庆包公府街区为例[J].规划师,2019(15):79-86.

[20] Estrada F, Botzen W J, Tol R S J. A Global Economic Assessment of City Policies to Reduce Climate Change Impacts[J]. Nature Climate Change, 2017(6): 403-406.

[21] WSROC. Urban Heat Planning Toolkit[R]. 2021.

[22] 夏昌世.亚热带建筑的降温问题:遮阳·隔热·通风[J].建筑学报,1958(10):36-39,42.

[23] 陈杰,梁耀昌,黄国庆.岭南建筑与绿色建筑:基于气候适应性的岭南建筑生态绿色本质[J].南方建筑,2013(3):22-25.

[24] 任超,吴恩融,卢茨·卡施纳.城市环境气候信息在德国城市规划中的应用及其启示[J].国际城市规划,2013(4):91-99.

[25] Ren C, Ng E, Katzschner L. Urban Climatic Map Studies: A Review[J]. International Journal of Climatology, 2011(15): 2 213-2 233.

[收稿日期] 2023-04-10