

高温高湿地区城市热岛效应的形成机制与下垫面优化路径

张楷哲

随着城市化进程持续推进,道路、建筑、广场和停车场等硬质空间不断增加,土壤、植被和水体被不同程度替代,城市地表吸热、储热和散热过程随之改变。城市建成区温度高于周边郊区或自然地表形成城市热岛;在高温高湿地区,这一现象还会加剧人体热不适、制冷能耗和热健康风险。《国家适应气候变化战略2035》已将提升城市气候韧性、完善蓝绿生态网络和缓解热岛效应纳入重点任务。随着遥感、物联网传感器和人工智能分析的发展,城市热环境治理也开始由经验判断转向动态识别和精细调控。本文从下垫面热响应特征出发,分析热岛形成机制并提出优化路径。

一、高温高湿地区城市热岛效应成因分析

(一)城市典型下垫面的热响应特征。城市下垫面的热响应主要受材料颜色、反照率、热容量、导热性能、含水量和遮阴条件影响。沥青路面颜色较深,通常吸收太阳辐射较多,白天升温快,傍晚仍会释放储存的热量。混凝土、石材和瓷砖等硬质材料虽然表面特性不同,但大面积连续铺设会削弱土壤蒸发和植物蒸腾,使更多能量以显热形式进入近地面空气,形成局部高温区域。

草地和土壤可通过水分蒸发与植物蒸腾调节热量,但遮阴效果通常弱于乔木。树木冠层能够减少太阳辐射直接到达地面,并通过蒸腾改善局地微气候,因此连续树荫往往比单纯增加低矮草坪更能缓解白天高温。透水铺装 in 含水充足、孔隙畅通时可发挥一定蒸发降温作用,但其效果受天气和维护状态限制。由此可见,下垫面的硬化程度、材料性质、植被覆盖和遮阴条件共同决定地表热量的吸收、储存与释放。

(二)高温高湿地区城市热岛效应成因分

析。高温高湿地区城市热岛效应并非由单一因素造成,而是城市空间形态、下垫面变化、人为活动和区域气候共同作用的结果。首先,自然地表被硬质不透水面替代后,土壤蒸发和植物蒸腾能力下降,更多太阳能转化为显热。道路、建筑屋面和广场白天持续储热、夜间缓慢放热,容易延长城区高温持续时间。

其次,高密度建筑会形成城市街谷,降低近地面风速并阻碍热量扩散。建筑墙面与地面之间的多次辐射反射会增加热量滞留,夜间长波辐射也不易快速散失。若建筑布局连续阻挡主导风向,公园、河道和开放空间之间缺乏联系,局部区域的通风与降温能力会进一步下降。

再次,交通运输、商业设备、工业生产和居民生活会持续释放人为热。特别是在高密度城区,空调系统虽然降低室内温度,但室外机排出的热量会进入街道和建筑间隙,形成“室内降温、室外增热”的局部循环。高湿度不一定直接导致所有地表温度升高,却会限制汗液蒸发,使人体在相同气温下感到更闷热。当高温、高湿、弱风和强太阳辐射叠加时,公共空间的热不适和热健康风险会明显增加。

二、高温高湿地区城市下垫面优化路径

《关于推动城乡建设绿色发展的意见》提出提高城乡基础设施绿色、智能、协同水平,并加强城市规划、建设和管理统筹。因此,下垫面优化不应局限于单一铺装或零散绿化,而应与城市更新、生态修复和公共空间改善协同推进。

(一)合理增加城市绿地面积,恢复自然地面。缓解城市热岛不能只追求绿地面积,还应关注绿地结构、连续性和实际遮阴效果。城市更新中可优先在学校、医院、公交站、步行道路和居住区等热暴露较高的场所增加乔木,通过

连续树冠形成稳定遮荫。街头绿地、公园和社区绿地之间应尽量保持联系,避免零散景观绿化难以发挥整体调节作用。

同时,应减少不必要的大面积硬化,保留土壤、植草区域和自然渗透空间,在停车场边缘、道路隔离带和社区公共空间恢复生态化地表。既有河道、湖泊和城市水面可与周边绿地共同规划,形成蓝绿空间网络;但水体降温效果受规模、水质、通风和周边湿度影响,不能将增加水面简单等同于全面改善热环境。

(二)对城市下垫面材料进行合理选择。在城市建设和老旧空间改造中,可根据道路功能和使用强度选择高反照率、低蓄热、透水或保水材料。浅色铺装可减少部分太阳辐射吸收,适用于人行道、广场和部分建筑屋面;透水铺装则适合人行道、停车场和低荷载道路,可促进雨水下渗和暂存,并在保持一定水分时发挥蒸发降温作用。

材料选择还应与道路承载、安全、排水、耐久和维护条件相适应,不能用同一种技术简单替代所有硬质地面。在满足工程功能的前提下,可综合优化材料颜色、表面结构、孔隙率和保水性能,使热环境改善与实际使用需求相协调。

(三)合理推动立体绿化覆盖。在地面空间有限的高密度城区,可通过屋顶绿化和垂直绿化拓展生态空间。屋顶绿化可减少屋面直接受到太阳辐射,通过植物、土壤和基质层提高隔热能力;垂直绿化则可利用建筑墙面、围墙、桥体和挡墙等空间,通过遮阴和蒸腾降低建筑表面温度。

立体绿化实施前需综合评估建筑承重、防水、排水、灌溉和长期养护条件,并优先服务于遮阴、隔热和公共空间改善,避免只追求短期

景观效果。对不适宜大规模绿化的建筑,也可采用遮阳构件、隔热材料等替代方案。

(四)运用透水铺装、通风廊道与智能监测协同控温。透水铺装、植草沟和下沉式绿地可增加雨水滞蓄,改善地表水分条件,并兼顾雨洪管理与局部降温,但其效果受天气、含水状态和维护水平影响,应与乔木遮阴、自然地表恢复协同使用。城市规划还应根据主导风向、地形和建筑布局保留通风廊道,连通公园、水体、河道和开放空间,避免高密度建筑连续阻挡空气流动。

国家气候适应型城市建设试点要求建设高精度城市气候数据集,开展热岛效应综合分析和精细化风险评估;《深化智慧城市发展 推进全域数字化转型行动计划》进一步提出完善城市监测预警、决策支持和生态环境监测网络数智化转型。基于此,可融合卫星遥感、无人机热红外影像、地面温湿度传感器和城市空间数据,利用人工智能识别高温斑块、分析热环境变化并辅助预测风险区域。该模式能够扩大监测范围、提高数据处理效率,为乔木补植、遮阳设施设置和铺装改造提供依据,但模型结果仍须经过现场调查和人工复核。

三、总结

高温高湿地区城市热岛是自然地表硬化、建筑密集、通风受阻、人为热排放与区域气候共同作用的结果。治理中应统筹自然地表恢复、乔木遮阴、材料优化、立体绿化和通风廊道,并借助遥感、传感器和人工智能开展动态监测。不同功能区域还应根据热暴露、人群活动和维护能力实施差异化改造,使下垫面优化与城市更新、气候适应和智慧治理相衔接。

作者单位:香港城市大学

建设坚强可靠电网 支撑智算中心发展

姚雷

作为人工智能的物理载体,智算中心正在以前所未有的速度发展。2026年全国两会《政府工作报告》明确提出“实施超大规模智算集群、算电协同等新基建工程”,对电力支撑提出了更高要求。

算力的尽头是电力。智算中心自身用电有着鲜明特点。一方面是增长快。根据1865年英国经济学家杰文斯提出的理论,技术进步会提高资源利用效率,但资源消耗不仅没减少反而激增。智算也是这样,其爆发式增长远超单位能效提升的速度,正在驱动用电量飞速增长。另一方面是波动强。传统通算中心的负荷曲线较为平稳,但智算中心的负荷曲线峰谷差率是前者的三倍以上,呈现出显著的动态变化特性。

智算中心发展对电力的影响体现在三个方面。一是对电网规划建设提出更高要求。智算中心单机柜功耗通常可达30—60千瓦甚至超过100千瓦,部分下一代平台逼近200千瓦,是传统数据中心的数十倍。智算中心建设周期较电网短,需坚持电力超前发展原则,将电网基础设施规划与算力产业规划进行有效衔接。若未提前精准规划建设,智算中心的接入可能面临电网容量不足问题。同时,很多智算中心供电需要由双电源加以保障,进一步增大了规划难度和成本。二是对电网安全稳定运行带来风险挑战。智算中心训练与推理任务具有随机、快速、巨幅的冲击特性,若未能有效调控,易引发显著的频率和电压波动,如果突破电网调节响应速率与自身惯量水平,可能引发电压跌落,尤其叠加集群规模效应后,风险会更大。同时,智算中心大量使用的变频设备和开关电源,其功率波动频谱可能与电网组件的谐振频率重叠,易引发次同步谐振现象。三是引发电力需求结构的变化。“东数西算”工程的实施、算力出海带动等,会很大程度上决定算力投资的区域流向,也会影响大规模算力负荷在省间、区域间动态迁移,进一步加剧电力需求空间分布的波动变化。

为了更好地推动算电协同,需在以下三个方面着力。一是发挥智算中心在电力保供方面的作用。智算中心具备秒级算力任务调度能力,可充分发挥其时空可迁移、响应快速等优势。比如,夏季季用电负荷高峰,电力供应紧张,一些具有时间灵活性且负荷规模较大的任务,可适当推迟几分钟、几小时,或迁移至异地执行。二是开展算电协同工程验证。更好地测试固态变压器、超级电容、高压直流架构等设备和技术在平抑智算负荷波动等方面的实际效果。掌握绿电直连、源网荷储一体化、算电协同调度等场景的运行机理,深入分析智算负荷与新能源消纳的适配性,形成一些可推广复制的典型经验。三是积极服务支撑智算中心用户安全稳定用电。加强对算力负荷的精准预测,及时帮助用户优化用电策略。协助用户根据绿电资源条件、技术经济性等,选择更加适配的供电方案,保障用户高比例绿电下的供电可靠性。

作者单位:国家电网有限公司

广东省是我国民办高校数量较多且民办教育政策覆盖率高省份。在推动民办高等教育高质量发展的进程中,该省逐步形成了一套具有鲜明地域特色与制度创新意义的治理经验,其核心在于以系统思维推进党建帮扶、资金扶持与分类管理协同发力,为民办高校内涵发展提供坚实制度支撑。

一、党建领航,以“组团式”帮扶夯实治理根基

民办高校治理的首要命题,在于确保党的全面领导有效落地。广东自2020年起持续开展公办高校与民办高校党建“组团式”帮扶,择优遴选35所公办高校与44所民办高校结对共建。广东省健全“三级联动”体系,省级统筹以专业特色相近、区位便利、资源互补为原则精准匹配结对高校;校级协同采取“1+1+1”帮扶模式(党务干部+思政干部+学科带头人);院系结对推动400个二级院系党组织精准对接。五年来,结对高校联合制定完善制度710个,培育特色党建品牌183个,助推255个民办高校党组织入选省级“双创”培育单位,其中39个入选教育部“双创”培育单位。这一“组团式”帮扶模式,是全国范围内为数不多的专为民办高校设计的系统性制度安排,具有鲜明的广东特色。

二、分类施策,以专项资金引导内涵建设

民办高校治理的关键在于“管扶并举”。广东在规范办学行为的同时,设立了省级教育发展专项资金(民办教育发展方向)。该专项资金是广东专为民办高校设立的财政支持渠道,明确向“办学质量高、特色鲜明”的学校倾斜,重点支持学科专业建设、教学条件改善和教学科研团队培育。2025年,全省16所民办高校获得9510万元

专项资金支持,其中珠海科技学院连续两年获得800万元支持,额度居全省民办高校首位。这一机制的深层逻辑在于“扶扶扶强”,让财政资金成为引导民办高校走内涵式发展道路的“指挥棒”。2023年度《民办教育发展及其他教育事务项目绩效自评报告》数据显示,受奖补的36所民办高校共获批国家级一流本科课程5门,省级一流课程187门;省级以上科研项目430项,发表论文6683篇。这种“以奖代补”的模式,推进了民办高校学科专业品牌建设,有效激活了民办高校提升质量的内生动力。

三、深化改革,以分类管理明确制度预期

分类管理是引导民办教育走向规范、特色发展的制度基石。2025年11月,广东省教育厅面向社会公开征求《广东省现有民办高校分类管理改革配套文件(征求意见稿)》意见。该文件明确了选择非营利性办学后的补偿机制,规定了选择营利性办学土地出让价格的计算方式,简化了清算确权程序,这些制度设计直指民办高校举办者最关心的资产处置问题,回应了《中华人民共和国民办教育促进法》修订以来长期悬而未决的政策疑虑。广东在该项改革中的突破,在于将国家法律的原则性规定转化为可操作的地方性细则,为民办高校选择办学性质提供了清晰的制度路径。

四、省域治理“广东样本”的经验启示

首先,精准施策是民办高等教育治理的关键。各地经济发展水平,民办高校办学基础均有差异,只有因地制宜,才能避免“水土不服”。无论是“组团式”帮扶的精准对接,还是教育发展专项资金的择优扶持,抑或分类管理的精细制度设计,都体现了因地制宜、因校施

策的精准思维。

其次,协同共治是民办高等教育治理的保障。民办高等教育是一项涉及多个领域的复杂事业,其政策执行不仅涉及教育行政部门,更需财政、自然资源、人力资源社会保障等诸多行政部门的联动配合。广东的党建“组团式”帮扶涉及组织部门,教育发展专项资金涉及财政部门,分类管理则涉及税务、自然资源等部门。跨部门的协同联动,是政策落地的必要保障。

最后,促进发展是民办高等教育治理的目标。随着民办高等教育的逐步成熟,其角色已经从补充性教育转变为选择性教育,高质量发展的要求日益凸显。因此,规范是手段,发展才是目的。广东以专项资金激发内生动力,以分类管理提供制度预期,以党建帮扶提升治理能力,在“管”的同时更注重“扶”。

五、结语

广东省以党建“组团式”帮扶夯实治理根基,以教育发展专项资金引导内涵建设、以分类管理明确制度预期,在省域民办高等教育治理体系构建方面进行了系统性、前瞻性的探索。这些实践既推动了广东省民办高等教育的内涵式发展,也为其他省份提供了可借鉴的治理样本。省域民办高等教育治理体系的完善是一项长期工程,需要在精准、协同、发展等维度上持续深耕,方能更好地服务于教育强国建设的战略大局。

作者单位:湛江科技学院
基金项目:广东省哲学社会科学“十四五”规划2022年度学科共建项目“广东民办高等教育政策对民办高校发展定位与价值变革的影响研究”(项目编号:GD22XJY38)。

省域民办高等教育治理体系构建的广东实践

童洁