

德国居住区规划 针对城市气候问题的应对策略

刘姝宇 徐雷

摘要 / 鉴于大气、噪声、污染物等监测资料对于当代德国居住区规划编制工作的重要意义,以及城市气候学研究对德国城市规划实践的指导作用,从居住区选址、开发强度控制、交通系统与绿地系统规划4个方面总结20世纪70年代以来德国居住区规划解决城市热岛与空气污染等问题的措施及经验,为我国的居住区规划以及生态化城市建设工作提供借鉴与参考。

关键词 / 城市气候学 德国 居住区规划

ABSTRACT / Based on the guiding role of urban climatology achievements, as well as importance of monitoring data from atmosphere, noise and pollution during contemporary German residential planning procedure, this paper makes summarization of German experience about solving problems of urban heat island effect and air pollution in residential planning since 1970s, which involves site selection, development intensity control, as well as planning for traffic system and greens system. It provides reference for domestic residential planning and ecological urban construction.

KEY WORDS / urban climatology, Germany, residential planning

随着城市规划思想的日益革新,德国规划师解决城市气候问题的主要方法也在不断改进。

1970年代以前,“隔离严重污染区域”被普遍认为是解决工业文明所引发的空气污染问题的最佳手段。1910年Kassner在《柏林城市建设建议》中阐述了“城市建设的气象学基础”,并建议将工业置于城市主导风向的下风向;1929年德国与俄国城市建设者在乌拉尔南部设计了Magnitogorsk城,它由被绿化带隔离的3个平行功能带(工厂、交通干线与居住区)组成;由于污染物传播范围远远超出1km,《雅典宪章》所提出的要求——“用1km宽绿带分隔工作、交通和居住功能区块”——后来也不再被推广;1960年代出现的“工业园区(Industriepark)”概念彻底使严重污染区域与主城区得以远距离隔离。

1970年代以后,功能分离所引发的不良社会效应与巨大的交通流量受到批判,功能混合与生态规划得以推崇。于是,如何解决主城区及其附属居住区自身发展建设所致的城市气候问题被作为德国城市规划所面临的重要课题。通过一系列系统而详尽的研究工作,规划实践与气候要素的相互作用得以全面总结,居住区规划所面临的城市气候问题得以明确与细分,各类问题的应对措施也更具针对性。巴登-符腾堡州内政部于1978年出版的《城市建设气候手册》(*Städtebauliche Klimafibel*)基于城市气候学原理对城市与居住区建设提出重要建议;1995年Fezer F.在其著作《城市气候》(*Das Klima der Stadt*)中明确指出了居住区规划应予以解决的气候问题及可行措施;德国空间与建筑信息中心文献精粹(IRB-Literaturauslese)中的《居住区规划与开放空间规划的气候要素》(*Klimafaktoren in der Siedlungs- und Freiflächenplanung*)已于1998年修订再版;2004年斯图加特环保局下属城市气候研究所推出了《城市建设气候手册网络版》(*Städtebauliche*

Klimafibel Online),系统地总结了近年来德国城市规划工作应对气候问题的宝贵经验及其运用的先进技术。

以下从4个方面对1970年代以来当代德国居住区规划应对城市热岛、空气及噪声污染等问题的有效措施与经验进行总结。

1 选址

城市气候学研究表明,居住区建设会改变当地空气质量与热岛强度分布状况。因此,居住区规划选址及其开发范围确定必须同时考虑建设功能对气候条件的要求及建成区对区域气候的影响。

第一,针对整个辖区进行的土地气候条件评估能够充分反映各地块气候条件差异,因此它将为居住区选址、开发范围划定以及各功能设施选址提供重要依据。在土地气候条件评估工作中,气候数据的收集、分析与图像处理等工作步骤不仅应涉及气温、降水、日照等基础性数据资料,还应包括逆温天气的主导风向与主要风强、昼夜新鲜空气的流动情况、基于气候学原理必须得以保护的开放空间等内容^[1]。鲁尔区是最早进行土地气候条件评估的地区。1980年代,鲁尔区区域联合会就为区域内的多数城市编制了“气候功能图(Klimafunktionskarte,图1)”,这为对气候条件要求较高的功能设施选址与搬迁(如医院、养老院、幼儿园与学校等)提供了帮助。近年来,德国各大城市或区域都积极开展气候条件评估,并将其作为城市结构调整与居住区选址的重要依据。例如,在“柏林环境图集(Umweltatlas Berlin 2005)”、“斯图加特区域气候图集(KlimaAtlas Region Stuttgart 2008)”中,气候条件评估均被作为最重要的城市气候研究成果而提交给规划部门。

第二,针对整个辖区进行的城市通风道规划能够翔实地反映区域通风状况,因此它能够作为自然保护区划定提供有力帮助、避免居住区选址不当引发的

区域气候恶化。为了将郊区新鲜凉爽的空气引入城市中心并激发城市内部的局地环流,城市通风道规划必须精确定位补偿气流轨迹以及对城市气候有调节作用的开放空间。只要居住区建设用地不占用城市通风道及对区域通风至关重要的开放空间,建设活动就不会对区域气候产生明显的负面影响。在斯图加特“山地区域框架规划(Rahmenplan Halbhöhenlagen 2008)”中,城市通风道规划就被作为部分居住区建设范围修订的有力依据:一些居住区建设用地范围得以缩小,11个待建项目规划被迫修改^[2]。由于近地面气流状况受到地形的严重影响,因此在无条件进行城市通风道规划的情况下,居住区选址必须充分考虑地形因素。自然状况下,冷空气通道通常位于凹地与山峡,因此居住区适合被布置于日照时间更长、污染物更易驱散的山坡或高地。卡尔斯鲁厄、海德堡、莫斯巴赫等地区均在山坡开发了居住区。有研究指出,高血压、心脏病、扁桃体炎、植物神经紊乱、支气管炎和哮喘等病患在这些区域都有望得以好转^[3]。但靠近逆温线的位置是有害气体的主要积聚区,因此山地居住区必须高于早晚逆温线,且居住区密度和规模均不宜过大。另外,降低房屋供暖能耗有利于缓解空气污染问题,因此供暖能耗与地形的关系也应该在规划中给予充分考虑^[4](图2)。

2 开发强度控制

城市气候学研究表明,低密度建成区的热岛效应强度通常较小(表1)。在低密度花园城市与点式高层区域中,建筑物间距较大、立面之间的太阳辐射反射次数较少、被房屋吸收的太阳辐射比例较低;高绿化率使得区域内滞留的雨水增加,随后发生的蒸发与植物蒸腾是地表自然降温的重要途径;茂密的植被也能够有效降低空气污染、控制噪声传播。因此在经济条件与社会条件允许的情况下,花园城市型居住区与市郊高

层居住区应该得以提倡;旧居住区则应采取能够降低建设密度的更新措施。

第一,在气候敏感性较高的区域(如城市通风道与补偿气流来源地等)适宜建设对自然气候扰动最小的花园城市型居住区。由于只有40%~50%的居住区面积被用作街道、入户道路、停车场、建筑基地或被闲置,而其它地表均由树木、灌木、菜园与花园覆盖,因此花园城市的气候特征类似于公园,不会产生明显的城市气候效应。虽然住区边缘气温会比周围开放空间高1K,但居住区中央的气温不会再度攀升^[1]。如果住宅高度稍有增加、住宅容纳扩大为2~3个家庭,墙体与屋顶面积的变化以及停车空间的增加就会导致严重的气候恶化。因此花园城市型居住区的开发强度必须得到严格限制。

第二,在土地资源较宝贵的人口密集区,近郊居住区规划更适宜多布置能够提供高容积率的高层建筑。虽然高层居住区对自然气候的扰动略大于花园城市,但多户合住型住宅的供暖能耗(70~100W/m²)要小于独立别墅(100~130W/m²)。高层建筑适宜布置在居住区中央,这将有利于居住区通风。午后,热空气会沿高层建筑的受光墙面爬升、促成微循环,因此布置在居住区中央的高层建筑可以从周边区域吸取新鲜空气。但在多数情况下,高层建筑均被布置在居住区边缘以提高容积率。另外,高层建筑不应用于内城加建,否则会加剧内城本已十分严重的城市气候问题。

第三,旧居住区适宜采用拆除废旧房屋、建造地下车库等更新措施降低建筑密度;通过普及屋顶与立面绿化等措施创造绿化空间,激发微气候。建筑密度过高、缺乏植被被认为是导致旧居住区过热的主要原因。Fezer等人在海德堡某居住区更新前后进行的比较研究充分说明上述更新措施可以在气候方面获得成功:更新前院落内的风速只有屋脊风速的45%,而更新后将达到55%,同时昼夜温差变化也将更接近新建区域^[1]

气候条件特殊的地形

-  山顶或平地,逆温频发,风速较小
-  山坡,气候受到布局结构和坡度的严重影响
-  夜间的冷空气通道
-  气流障碍
-  雾和霜冻区域
-  水体,日间气温较低,空气流通

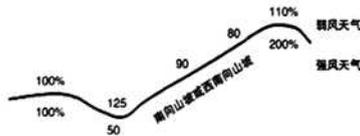
植被

-  树林,空气净化,延迟日间升温
-  树林,烟尘和噪声防护
-  树木稀疏的公园,有利于气候维持

建筑密度

-  别墅区或低密度区,所有气候要素受到轻微影响
-  郊区住宅,表现出较微的城市气候问题
-  内城,严重影响气候,夜间阻碍降温,有害气体,噪声严重
-  城市,能源循环和环境状况改变
-  变废气和废热污染的区域
-  多条铁路,空气流通,昼夜温差很大

1 鲁尔区某市“气候功能图”部分图例^[1]



2 坡地住宅供暖能耗与地形的关系^[4]

表1 各种用地性质的热岛强度差异调查^[1]
(曼海姆 1974年8月15/16日)

用地性质	16时[K]	4时[K]
高密度的城市市中心,几乎无绿化	1.7	6
周边性和行列式布局的3层楼房,绿化很少	0.7	5
被新区围绕的高密度的村庄中心	1.0	3
2~4层行列式住宅区,配有绿化	0.6	4
将较大的建筑间距作为绿化用地的高层建筑区	-	2
花园城市:1~2层建筑,且间距较大	0.6	2
工业	0.9	6
3轨以上的轨道交通设施	-	2
配有侧向停车位的交通干道	0.4	1
水体	0.6	2
公园、公墓用地	0.4	1.5
林业用地	-	0
农田	0.3	0.5
草原	0.7	0

(表2)。目前德国城市已开始通过强制性手段在寸土寸金的老城区推广屋面绿化,如斯图加特建设法规定所有位于市中心的平屋顶建筑必须布置屋顶绿化。

3 交通系统规划

城市气候学研究表明,机动交通工具会释放大气、严重制造噪声;发动机放热会导致车流附近气温上升1~2K;尾气涡旋还可能扰乱附近的微气流循环。为了减轻或避免上述负面影响,交通系统规划与设计必须从下列4个方面入手:提倡公共交通、屏蔽噪声污染、限制污染物扩散、普及透水性路面材料。

第一,大力提倡公共交通、鼓励健康的出行方式,不仅利于在新区控制空气污染与热岛强度,而且能够在内城限制机动车流量增加所致的气候恶化。1990年代以来,为了建设“不依赖机动车(Autoarm)”的近郊生态住区,以下措施在德国得以推广:将原有城市轨道交通线路延长至新建居住区内部,并在其中设立2~3个公交站点;减少住宅附近的停车位,并在居住区边缘建设若干独立停车楼;规划高效率的

机动车路网,并降低机动车道路用地比例;在居住区内部规划独立的自行车路网,并提高步行线路品质;提倡功能混合,使各种功能就近建设。弗莱堡市的Rieselfeld居住区与Vauban居住区都是成功的建成案例。

第二,引入新区的轨道交通与不可避免的机动车所释放的噪声必须予以屏蔽。对此,在道路两侧种植矮树篱是最简单的解决方案,但它占地面积较大。有研究表明,4~7m宽矮树篱带的降噪效果最好,同时还可吸收70%的污染物,并将废气控制到50%~90%。在用地紧张的区域,则可将交通干道沿途地块规划成为混合功能区。沿街布置的办公与零售功能将为其后部的住宅功能提供良好的噪声防护。在地下水水位线允许的地区,可建设下凹式轨道交通,并配以侧墙绿化。

第三,在目前的能源消费结构基础上,发动机释放的污染物通常至少占居住区总污染物释放量的1/3,因此机动车道路的污染物扩散必须得到控制。对此,沿道路种植阔叶树最为有效。有研究指出,树木稀少的道路灰尘含量是林

荫道的3倍^[5]。原因在于吸附在树叶上的粉尘会随雨水降落到地表,并被地表植被牢牢固定;而沥青路面干燥以后,灰尘将再次被强风卷起。由于雨水只能经植物根部引导下渗,因而行道树绿带更适合采用深根茎阔叶植被,如法国梧桐、刺槐和银毛楸等。

第四,在目前的德国城市设计概念竞赛评选中,不仅道路面积占地比例被作为重要的评选标准,而且透水性路面比例也成为衡量设计方案“生态程度”的关键指标。首先,透水性路面材料允许地表和地下水蒸发,从而带走大量热量、降低道路日间蓄热量、降低夜间热岛强度;其次,它允许雨水渗入地下,减少开发活动对天然水循环的干预;再次,它能够减少暴雨引发的地表径流,减轻市政排水系统压力,并防止道路周边绿化受到侵蚀。适用于道路与静态交通表面的透水性铺装主要包括3类:透水沥青、接缝面积比例较大(30%~40%)的地砖铺面、植草砖^[6]。限速低于30km/h的道路路面就不必铺设沥青,适宜采用日间蓄热能力较弱、吸水能力较强、干燥周期较短的糙表面地砖。由

表2 位于海德堡的两座周边式布局庭院更新后的气候变化^[1]

	气温			风	
	日温度走势	与开放空间的温差 冬季[K] 夏季[K]	日走势 延迟	占主导风速的 百分比	
更新前日间	较屋脊温度	0~5 -8~0	1~4(晚)	20~80	
更新前夜间	走势小2~7K	3~5 1~7	1(早)	10~70	
更新后日间	较屋脊温度	0 -2~0	1~2(晚)	50~85	
更新后夜间	走势小1~2K	1~2 0	0~1(早)	35~70	

(Fischer巷/Stein巷, Ketten巷/Kr. mer巷)

表3 关于绿化保护和种植级别顺序的优先性建议^[1]

优先性	位置或属性
1	内城附近经常面临气候压力的区域
2	与其他公园或未经开发的开放空间连接性很好的区域
3	形态较好或具有历史价值的公园
4	山坡
5	难以开发利用的地形,如泄洪区、原有要塞、铁路与高速公路间的剩余空间
6	地下水采集区

图3 多种路面材料吸水性比较^[1]

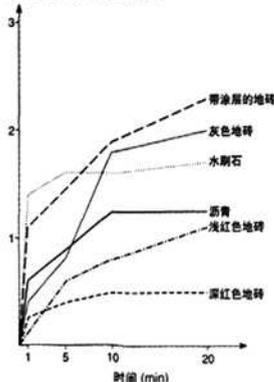


图4 多种路面材料表面温度变化^[1]

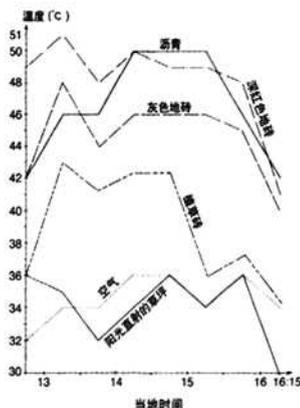


图5 绿地的有效降温范围^[1] (柏林、曼海姆-路德维希港、雅典)

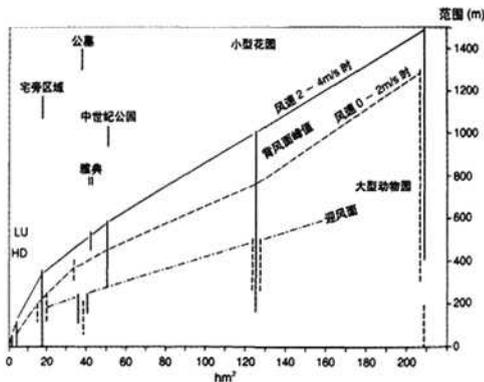


图6 3种路面材料吸水性比较^[1]

于长期处于阴影之中的草地会在两年之内干枯,因此夜间频繁使用或日间偶尔使用的停车位适宜铺设草砖,而日间频繁使用的停车位适宜铺设地砖(图3、4)。

4 绿地系统规划

城市气候学研究表明,居住区中的树木与植被发芽较早,直到秋季还很茂盛,调节气候的效率远远高于市郊的树木;建筑与树木间的温差会造成气压差,激发“补给风(Ausgleichswind)”^[7];树木会降低强风速、几乎完全允许弱风通过,而墙壁则会完全挡住弱风、将强风转化成涡流(图5)。因此,居住区规划应充分发挥绿地系统调节空气质量及引入与激发空气流动的机能。为此,绿地系统规划必须注意以下几个问题:保留与建设对当地气候至关重要的绿地、建设大型绿地、选择合适的绿地组织结构、管理与维护私人花园。

第一,在居住区规划前,建设委员会有必要针对开发区域的气候要素进行评估,掌握通风受限程度、夜间气温升高幅度等气候特征,从而决定需要通过建造规划予以保护或增加的绿地及其规模。1974年版的德国《建造法典》就已经将开放空间保护纳入建造规划的工作范围之内。在《城市气候》(*Das Klima der Stadt*)一书中,Fezer从区域气候维护角度对绿化保护与植被种植区域优先顺序提出的建议值得参考(表3)。

第二,为了充分发挥绿地调节区域气候的功能,居住区规划应该尽量集中安排建设用地,为布置大型绿地提供有利条件。绿地面积越大,其中央区域的夜间气温越低。而公园面积及其降温范围的研究显示:绿地面积越大,其中生成的凉爽空气的降温范围就越大;同时面积小于15hm²的公园降温效率最高^[8]。因此将小型绿地整合成几个均匀分布的大中型绿地非常利于抑制城市热岛扩散,同时也能满足居民的可达性要求。

第三,为了促进区域通风、缓解城市热岛,小块公共绿地、专用绿地、宅

旁绿地与街道绿化组成的绿化网络必须采用合适的组织结构。轮轴放射型绿地系统(Speichensystem)与交叉型绿地系统(Querverbindungen)最为常用:前者试图利用局地风场引入城郊新鲜的冷空气,适用于静风天气高发地区以及存在或临近大型水面的区域;后者试图从多个方向引入气流,适用于季风区。Kuttler的研究表明:城际公路干线、轨道交通路线、绿化与水面均可作为空气引导通道,但由绿带与水面引入的空气质量最佳^[9]。Mayer与Matzarakis曾经基于通风能力对绿地或水面单元的形态建设提出建议:空气动力学粗糙度 $Z_0 \leq 0.5m$;长度最少500m,最好达到1000m;宽度不应小于30m,最好达到50m;边缘均匀,即无大型建筑或植被突出物;障碍物的有效宽度尽量小($\leq 10\% \times$ 通道总宽度)、障碍物高度不超过10m、相邻两个障碍物高度与水平间距的比值不应超过0.1(建筑物)和0.2(树木)^[10]。虽然这些建议尚不全面、有效性也仍需检验,但它仍然能为规划导则的制定提供一定参考。

第四,私有花园与公共绿地对城市气候具有同等价值,因此也应以管理与维护。对此,相关部门可以通过环境概念宣传、组织园艺竞赛等措施,鼓励居民降低花园中的硬质地面比例、普及有利于当地气候的植被。

5 结语

当代德国居住区规划针对城市气候问题的应对策略与相关措施充分展现了通过规划手段避免与改善城市气候问题的可能性,可以为我国生态化城市环境的规划与建设提供参考。

首先,对于居住区规划来说,空气污染物分布状况、昼夜新鲜空气的流动情况、噪声分布状况、污染物分布状况等勘测资料是最为重要的基础资料。政府有必要组织人力物力财力,通过勘测、统计、模拟等手段充分获取本辖区详细的气候条件基础信息,进行综合性的土

地气候条件评估,公示可视化的研究成果。公共信息的完整性与准确性将为生态化的居住区建设提供便利。

其次,居住区规划工作有必要引入气候学家,规划师应充分考虑气候学要求。规划师越晚考虑气候学要求,规划设计适应当地气候条件的能力就越小,可能造成的负面影响就越大。斯图加特市政府于1938年开始雇佣气候学家,在环境保护局设立城市气候科,以应对区域气候变化对城市建设的挑战。

最后,规划师应大力推动城市气候学研究成果在城市规划中的转化与实践。大量建成结果可用以验证或修正城市气候学研究成果,多学科合作的规划实践将为科学的工作方法探索与灵活的规划制度创新提供重要平台。■

参考文献

- [1] Fezer F. *Das Klima der Stadt*. 1. Auflage. Gotha: Perthes, 1995: 125-145.
- [2] Landeshauptstadt Stuttgart. *Rahmenplan Halbhöhenlagen*. 2007: 29-34.
- [3] Harlfinger O. *Bioklimatischer Ratgeber für Urlaub und Erholung*. 1. Auflage. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1985. 41.
- [4] Krusche P, Althaus D, Gaebriel I, M. Weig-Krusche. *Ökologisches Bauen*. 1. Auflage. Wiesbaden Berlin: Bauverlag, 1982: 35-62, 114.
- [5] Bernatzky A. *Grün im Wohnbereich*. 1. Auflage. Berlin: Deutsche Bauzeitschrift, 1970: 280.
- [6] Friedhelm Sieker. *Naturnahe regenwasserbewirtschaftung in siedlungsgebieten; grundlagen und anwendungsbeispiele - neue entwicklungen*. 2. Auflage. Renningen-Malmsheim: Expert Verlag, 2002: 52-70.
- [7] Chandler T J. *Urban climatology and its relevance to urban design*. WMO number 438. Geneva: World Meteorological Organisation, 1976: 43.
- [8] Stulpnagel A. *Klimatische Veränderungen in Ballungsgebieten unter besonderer Berücksichtigung der Ausgleichswirkung von Grünflächen, dargestellt am Beispiel von Berlin (West)*. Diss. am Fachbereich 14 der Technischen Universität Berlin, 1. Auflage. Berlin: TU Berlin Universitätsbibliothek, 1987: 88.
- [9] Horbert, M. *Klimatologische Aspekte der Stadt- und Landschaftsplanung*. 1. Auflage. Berlin: TU Berlin Universitätsbibliothek, 2000: 79-95.