

高密度城市气候空间规划与设计——香港空气流通评估实践与经验

CLIMATIC-SPATIAL PLANNING AND DESIGN IN HIGH DENSITY CITIES: AN IMPLEMENTATION AND PRACTICAL EXPERIENCE OF HONG KONG AIR VENTILATION ASSESSMENT

任超 吴恩融 叶颂文 郑世有 | Ren Chao Wu Enrong Ye Songwen Zheng Shiyou

摘要 由于受到土地和天然地形的制约，香港一直以来采用集约高密度模式的城市规划。多层立体式城市开发带来了高效与便捷，混合用途的土地利用模式也产生多元化和活力城市空间，但与此同时，也引发了诸多城市环境问题，给市民的生活品质带来了不少影响。在2003年非典型肺炎事件后，城市风环境及空气流通状况引发市民高度关注。随后香港政府规划署开展《空气流通评估》的顾问项目，并颁布相关技术通告。其研究结果亦被纳入《城市规划标准与准则》，逐步影响建筑设计与城市规划。本文针对香港过往的气候空间设计实践与经验，展开了详细讨论，为中国快速城镇化中高密城市规划与建筑设计中风环境评估与应用提供可借鉴的参考。

关键词 高密度城市风环境 空气流通评估 城市规划 建筑设计

Abstract Due to limited land resources and hilly topographical condition, Hong Kong has focused on compact high density urban development and planning since the 1950s. High rise and vertical urban development and mixed land use mode have made high efficient and convince to citizens and created diversified and dynamic urban space. But at the same time, it also has brought along some environmental problems and affected urban living quality. After the SARS event in 2003, Hong Kong wind environment and urban ventilation has drawn the general public’s concern. Consequently, the Planning Department of Hong Kong Government leaded a consultancy study on air ventilation assessment. Based on the findings, Hong Kong Government issued a new technical guide and also added a new section into Hong Kong Planning Standards and Guidelines. All these have gradually affects and changed local practice and construction industry. The paper can be referred by planners, architects and govermental officials in mainland China who are working on high density urban development and facing fast urbanization.

Keywords Wind environment of high density cities, Air ventilation assessment, Urban planning, Building design

一、背景

香港位于亚热带季风气候区，夏季高温高湿，冬季较为温和。其三面环海、多山地，由于受到地形的影响，从20世纪40年代以来，城市发展一直以来都采用集约高密度模式。香港现有土地达1 104 km²，其中只有大约24%的土地开发为市区或建设用地，^[1]生活着约730万人口。^[2]因此香港的市区以高密度闻名于世，主要体现在两个方面：一是人口密度高，平均人口密度为6 554人/km²，而市区人口最密集的地方——观塘区平均人口密度超过55 204人/km²；^[3]二是建筑密度也高得惊人，容积率平均为5~6，最高可达12，根据2009年的统计数据，全港平均建筑高度为60 m。^[4]与此同时，香港城市空间的土地分类属于多种混合型，即商业、社交、住宅甚至有时工业也混杂在同一地块或地区中。这意味着人类活动直接影响着市区中每一平方米的土地、空气和环境。

2000年以来，香港市民逐渐意识到在已完成的房地产建设项目中存在“过度开发”和“低劣设计”的现象。为了最大化地获得海景收益率，

开发商倾向于最大限度开发所拥有的建筑用地，致使用地上的建筑一字排开，好似“万里长城”般。这些建筑项目被市民称为“屏风楼”。由于高而阔的连接高层建筑遮挡了海风向内陆的渗透，影响了城市内部密集区域的空气对流与交换，使得城市热岛效应加剧，夏季热负荷的情况也随之增加。空气污染的扩散能力减弱，城市室外环境也就变得不舒适了。

2003年非典型肺炎（SARS）在香港爆发，短短两个月内近300人死亡。其中淘大花园社区从3月中旬开始7人感染，到4月中旬超过300人受到传染，政府不得不关闭该小区，同时隔离疏散居民。香港社会曾一度造成恐慌，政府不得不搁置一切其他活动，集中政府主要人员，组成以特首为组长的“全城清洁小组”，调查及检讨SARS快速传播的原因。随后在5月末政府公布的《全城清洁小组报告——改善香港环境卫生措施》中特别针对建筑物设计、城市设计及公共屋邨管理进行检讨，并指出虽然无法确定城市设计与SARS的传播是否有直接关系，但需要引进“空气流通评估”来确保良好的城市规划，建立健康的生活方式和环境。

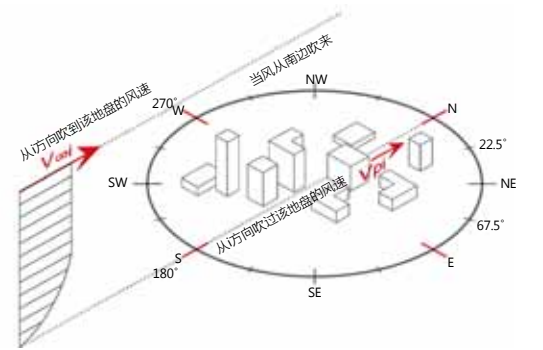
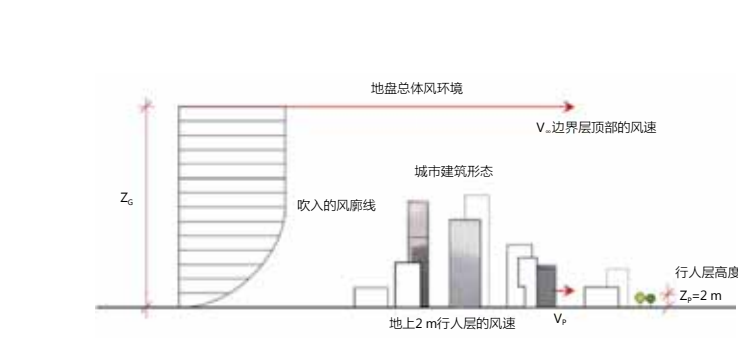


图1 风速比 (图片来源: 2009年第7期*Building and Environment*)

二、空气流通评估

1. 研究目标与评估重点

2003年，通过竞标机制，香港政府规划署委托香港中文大学建筑学系吴恩融教授所率领的跨学科的国际研究团队开展了“空气流通评估可行性研究”。^[4]顾问队伍首先就香港市区所存在的环境问题进行评估，其研究结论与意见的重点如下：^[5]

- (1) 对主风道及风道的整体网络缺乏周详考虑，未能配合盛行风；
- (2) 高楼大厦林立，形成一道“切切实实”的防风体，阻挡风流向背后的市区建筑群；
- (3) 建筑物高度近乎一致，导致天然风在楼顶轻拂而过，无法绕入市区建筑群；
- (4) 街道紧密而狭窄，未能配合盛行风的流向，加上两旁高楼林立，形成深深的都市峡谷。

同时根据香港天文台所收集的气象资料可知，香港受季风气候影响，夏季盛行风向以西南为主，风速较全年与冬季弱，约4~5 m/s。利用通风改善污染物扩散的问题较为复杂，除汽车尾气排放外，香港的主要污染源来自珠江三角洲的工业区，因此污染并未纳入该研究范围。研究重点主要放在城市规划的问题上，在探讨夏季风环境评估系统的可行性上来改善香港城市规划的宜居性和可持续性，令都市结构有更高的“透风度”。^[5]

2. 评估方法

由于国际上并未有一套针对弱风状况下的室外通风环境评估标准，因此研究团队认为必须结合实际需要发展一套简易的设计“指标”，便于设计师与规划师评估及改良其建筑设计。此评估方法采用风环境测试（风洞测试或者电脑数值模拟）来证明设计是否符合相应的表现标准和要求，以风速比（ VR_w ）作为评价指标（图1）。^[6]风速比等于各方向的风速比乘以该风向的比率之总和。一般而言，风速比越高，对香港的风环境越有利。高风速比代表该地区的建筑设计取得较高的通风值。此外，风速比值越高，该发展项目的设计对通风程度的影响便越小，因而对总体风环境所造成的影响也会越小。

$$VR_w = \frac{V_o}{V_p}$$

式中： V_o 表示边界层顶部的风速，即风梯度位置处的风速，不受地表粗糙度（建筑物或地盘环境）影响，其高度受城市冠层高度影响； V_p 表示地上2 m行人层的风速，此数值会受到建筑物形成的地表粗糙度影响；

VR_w 表示受地区四周建筑物的影响造成的行人层通风状况。

$$VR_w = \frac{V_{pi}}{V_{wi}}$$

式中： V_{pi} 代表该位置内从*i*方向吹来的行人路上的风速； V_{wi} 代表从*i*方向吹到该地盘的风速； VR_i 代表从*i*方向吹过该地盘的风速比； Fi 代表风从*i*方向吹向该地盘的比律，16个风向均须考虑； VR_w 代表风速比。

此评估先要选取该地盘内最高的建筑物高度为*H*，以*H*为半径的范围之内须作为“评估范围”，*2H*为半径的范围则为“四周环境”。图2当中所示的红线范围表示一个需要进行风环境评估的建筑地盘，在模型上设置一定数目的测试点，而测试点所得的结果可显示出该设计对风环境的影响。需要注意的是测试点应被放置于较多行人聚集的位置。^[4, 6]

通过分析收集到的香港天文台气象数据（设置于横澜岛），再通过计算机软件模拟技术或更理想地利用风洞实体地段模型，产生源自16个方向的风廓线及风湍流密度廓线，同时亦须记录其强度及出现的比率。通过从全部外围测试点所得的地盘空间平均风速比（ SVR_w ），可以有效评估地盘的空气通风情况，而报告的内容亦可显示出一个发展项目对其邻近地区的风环境情况所造成的影响。通过从整体测试点及外围测试点而得的局部空间平均风速比（ LRW_w ），可以有效评估地域性的空气流通情况，而报告的内容亦可显示出一个发展项目对地区性的风环境情况所造成的影响（图3）。

3. 技术通告与城市设计指引

2005年该研究项目完成后，香港政府的房屋与规划地政局和环境与运输工务局也于该年联合颁布了技术通告第1/06号《香港发展项目进行空气流通评估方法技术指南》^[7]，明确指出规划及土地发展委员会同意政府应该带头将“空气流通评估”应用到政府大型建筑项目中。涉及的项目类型包括公共屋邨发展项目、新发展区（NDA）规划、新市镇规划项目、综合发展区用地（CDA）项目，以及规划图则的修改。同时鼓励公营法定机构（如市区重建局）和私人机构在自愿和有需要的基础上开展“空气流通评估”。该技术通告是由发展局公布，因此发展局下设的九个署级政府部门，当其开展的政府大型发展项目符合该技术通告的要求时，均须依据该技术通告开展相关的“空气流通评估”。

香港政府规划署还将相关研究结果于2006年纳入《香港规划标准与准则》第十一章“城市设计指引”^[8]当中。城市设计指引中也推荐了对涉及地区与地盘尺度的空气流通指引（表1）。

| 规划尺度 ² | 空气流通意向指引 |
|-------------------|--|
| 地区 | (1) 地盘布局 (2) 主风道/风道 (3) 街道布局的定向、模式及扩阔街道 (4) 海旁用地 (5) 高度轮廓 (6) 休憩用地及行人区的绿化和分布 |
| 地盘 | (1) 平台建筑 (2) 建筑物的排列 (3) 建筑物的透风度 (4) 建筑物的高度和外形 (5) 园景美化设施 (6) 外伸的障碍物 (7) 冷质物料 |

4. 评估流程

在该技术通告附件中，对项目进行空气流通评估分为三个实施阶段：专家评估 (Expert Evaluation)、初步研究 (Initial Study) 及详细研究 (Detailed Study)。

专家评估为第一阶段，可为设计及设计方案选择、辅助确定问题和议题提供意向性指导。在初步研究阶段，会进一步细化并深入之前专家评估的建议及研究。详细研究阶段（可基于初步研究之后或独立开展）会对研究地盘有结论性且精确量化的空气流通评估结果。

因此，根据该技术通告的实施阶段，相应的空气流通评估的顾问服务类型主要分为三类：空气流通评估合约顾问服务甲类——专家就空气流通评估提供的合约咨询顾问服务；空气流通评估合约顾问服务乙类——以计算机流体动力学进行空气流通评估的合约顾问服务；空气流通评估合约顾问服务C类——以风洞实验进行空气流通评估的合约顾问服务。而顾问团队可以为研究机构、设计顾问公司或联合团队。各个署级部门开展空气流通评估的合约顾问服务采用委托或招投标来选择顾问团队。以规划

署为例，每隔3年就需要顾问团队进行资质申请，规划署开展审查和批核，最终形成自己内部空气流通评估项目适用的顾问团队名单。之后名单上的顾问团队会不定期收到空气流通评估的合约顾问服务邀请。通过报价招投标后，被选中的顾问团队才可以协助规划署开展相关的空气流通评估的合约顾问服务。根据项目具体要求，合约顾问服务配合开展相关空气流通评估，因此期限长短不定。

该技术通告也指出规划署负责每3个月收集自己和其他署级部门所开展的空气流通评估项目资料，并在规划署网站的“空气流通评估登记册——政府项目”^③公布。信息包括：项目位置、项目详情及空气流通评估最后报告 (图4)。

5. 空气流通评估在城市规划与设计实践中应用

自2006年起“空气流通评估”已在香港的城市规划与设计实践中应用了近十年。主要实施的项目为政府大型建筑项目、分区计划大纲图的更新修编、涉及修改规划图则的大型建筑基地开发项目，以及新市镇的规划项目。在推行该评估方法时，香港政府才用先行表率的政策，鼓励私人机构也开展该项评估。近几年来，私人机构也会积极在递交楼宇发展项目相关文件时，提交空气流通评估报告给城市规划委员会评审。同时该项政策也有效规管了楼宇立面，避免出现“屏风楼”效应。在香港绿色建筑协会的《绿建环评》中，也将空气流通纳入考虑。

三、小结

规划程序方面：想要改善城市的气候问题，政府就必须具备长远视角和策略，各部门协作与资源共享，政府主导分阶段系统地开展相关研究，并逐步推行城市气候研究成果，在实际规划中考虑具有指导性、鼓励性和法制性的应用方法。

工作流程方面：空气流通评估采取的应用评估方法，有的放矢地投放人力与资源，具有灵活性，配合不同设计层面的需要。“产、学、研”一

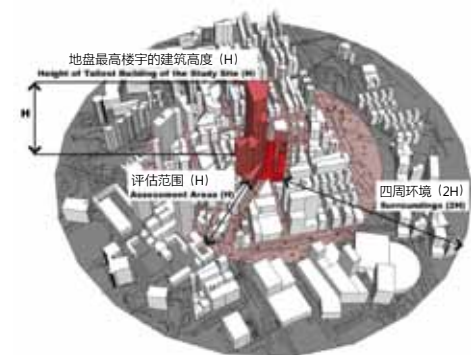


图2 空气流通评估的评估范围和周边环境 (图片来源: 2009年第7期Building and Environment)

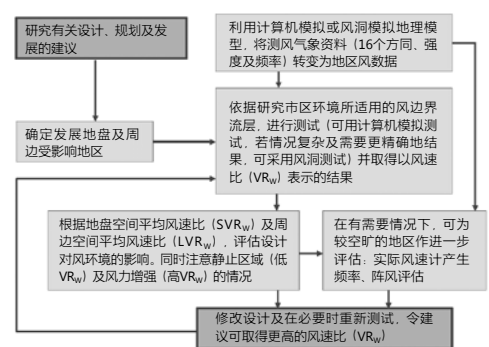
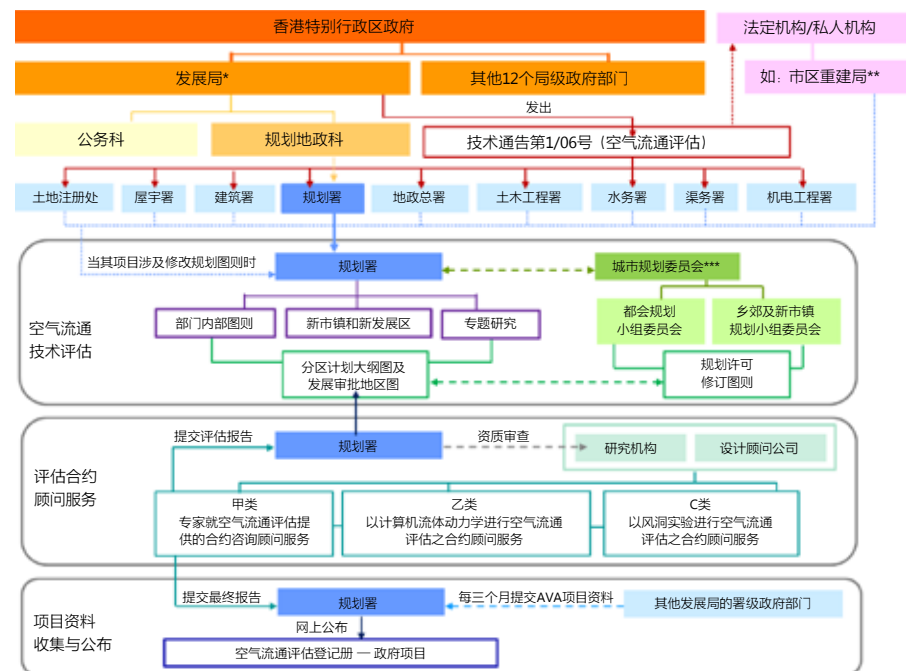


图3 空气流通评估方法 (图片来源: 2009年第7期Building and Environment)



*发展局的前身是香港特区政府前房屋及规划地政局和环境运输及工务局，在2007年后两局并改为发展局。
**市区重建局是于2001年成立的法定机构，以便加快市区旧区重建和落实政府制定的《市区重建策略》。在涉及市区重建与更新的规划工作时，市区重建局会与规划署根据法定条文进行协作，以改善旧区环境。
***城市规划委员会是负责本港法定规划的主要组织。

图4 空气流通评估在香港政府内部的运作与实行 (以规划署为例) (图片来源: 作者绘制)

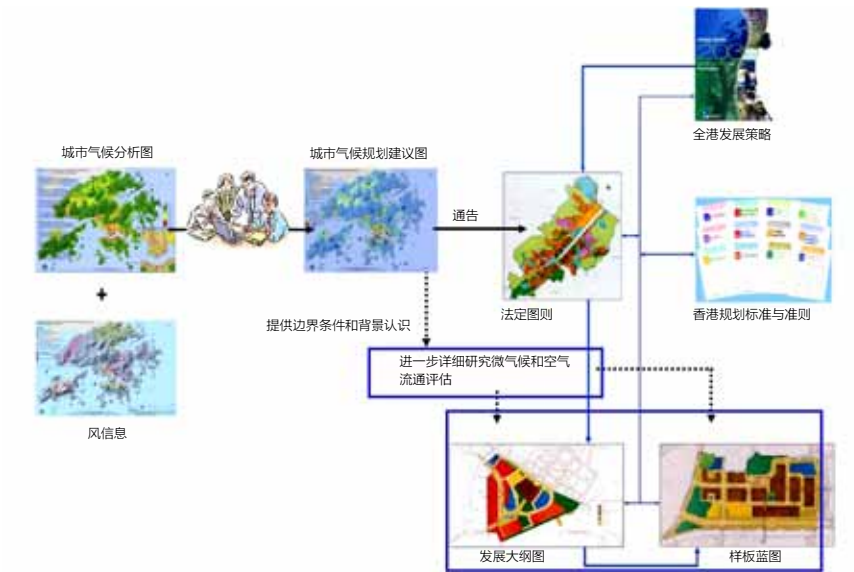


图5 都市气候图和香港的规划框架 (图片来源: 任超编著的《城市风环境评估与风道规划——打造“呼吸城市”》一书)

体化，回馈社会。

法律法规支撑：政府顾问研究项目应用实施时必须颁布相应的技术通告、导则、指引、行业规范等，可以在不同设计尺度下进行系统且有科学依据的风环境评估和风道规划，确保城市风道在不同城市尺度间的连贯性和有效性。

(本文基于《城市风环境评估与风道规划——打造“呼吸城市”》一书的第六章修改而成)

致谢

除了香港中文大学建筑学院自身的研发团队外，感谢参与的本地与海外专家，特别是黄锦星先生，邱万鸿博士，何小芳女士，香港科技大学郭中秀教授、冯志雄教授，德国卡塞尔大学Lutz Katzschner教授，日本庆应大学村上周三教授，日本东北大学持田灯教授，日本东京工芸大学江龙一郎教授，日本国土交通省建筑研究所足永靖信博士，美国加州理工大学Baruch Givoni教授，香港理工大学Janet Nichol教授。

在过去的13年里，香港特区政府部门包括土木工程署、环境保护署、香港天文台、房屋署、屋宇署、建筑署、发展局、可持续委员会，以及政务司司长办公室的可持续发展组均给予极大支持与配合，在此也一并致谢！特别衷心感谢规划署的相关工作人员紧密协作、认真负责和专业进取的态度，才使得空气流通评估与城市风环境相关的研究成果真正应用在建筑发展项目当中，影响着香港的规划与设计，改变着城市环境与未来。在此特别感谢刘瑞芝女士，黄婉霜女士、李志苗女士、姜锦燕女士、张丽娟博士、潘念雪女士等。

注释

- ①《香港发展项目进行空气流通评估方法技术指南》，网址：<http://www.devb.gov.hk/filemanager/technicalcirculars/en/upload/15/1/JTC-2006-01-0-1.pdf>。
- ②规划尺度：有关香港规划系统与尺度参见图5。
- ③香港特区政府规划署“空气流通评估登记册-政府项目”的官方网页：http://www.pland.gov.hk/pland_sc/info_serv/ava_register/government.html (截至2016年7月8日一共有105个政府项目开展了相关评估)。

html (截至2016年7月8日一共有105个政府项目开展了相关评估)。

参考文献

- [1] 香港特别行政区政府新闻处. 香港概览[M]. 香港: 政府物流服务署, 2014.
- [2] 香港特别行政区政府统计处. 二零一一年人口普查——简要报告[EB/OL]. (2012-02-22) [2016-10-26] <http://www.census2011.gov.hk/pdf/summary-results.pdf>.
- [3] 香港特别行政区政府地政总署. 全港地理资讯地图与数字化建筑信息[EB/OL]. (2010-05-26) [2016-10-26] <http://www1.map.gov.hk/gih3/view/index.jsp>.
- [4] NG Edward Yan-yung. Feasibility Study for Establishment of Air Ventilation Assessment System - Final Report[M]/NG Edward. Hong Kong Institute of Architects Annual Awards 2005. 1st ed. Hong Kong: Basheer Design Books(HK) Ltd, 2005: 147-148.
- [5] 香港特别行政区政府规划署. 空气流通评估方法可行性研究: 研究成果摘要[EB/OL]. [2016-10-26]http://www.pland.gov.hk/pland_en/p_study/comp_s/avas/papers&reports/executive_summary_chinese.pdf.
- [6] NG Edward Yan-yung. Policies and Technical Guidelines for Urban Planning of High Density Cities - Air Ventilation Assessment (AVA) of Hong Kong[J]. Building and Environment, 2009(7): 1478-1488.
- [7] 香港特别行政区政府规划署. 香港规划与设计准则[Hong Kong Planning Standards and Guidelines (HKPSG)] [EB/OL]. [2016-10-26]. http://www.pland.gov.hk/pland_en/tech_doc/hkpsg/full/. 2011.

作者简介: 任超 香港中文大学建筑学院副教授, 未来城市研究所
吴恩融 香港中文大学建筑学院教授, 未来城市研究所
叶颂文 香港吕元祥建筑事务所环保设计总监
郑世友 奥雅纳工程顾问(香港公司)可持续建筑董事
收稿日期: 2016-11-06