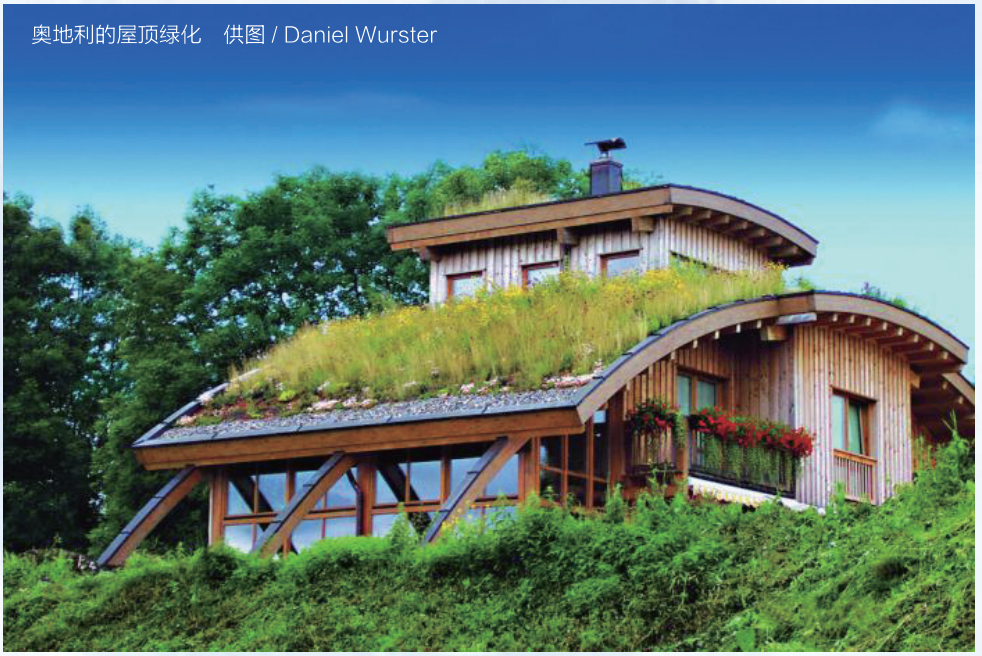


奥地利的屋顶绿化　供图 / Daniel Wurster

让　绿　住　你　家

撰文·供图　王华锋

2011年11月，北京的雾霾天气让PM2.5在民间炒沸，如何有效降低城市空气中的PM2.5浓度成了摆在各级政府面前的一道难题，其中一个有效的减缓措施就是增加城市里的绿地面积，因为绿地有滞尘、涵养水分、改善局部小气候和美化环境等功能。但是，目前的大城市寸土寸金，如何能有效地增加城市的绿地面积呢？人们选择的是“宜绿则绿、见缝插绿、垂直披绿”的满城皆绿原则。据不完全统计，仅北京的可绿化屋顶就在一亿平方米以上，如果对这些建筑物的屋顶（不包括墙壁或者窗台等）进行绿化，它们可与地面绿化产生立体的绿化效果，这样既可以高效地利用城市土地美化环境，又可以发挥城市绿地的滞尘、降温和涵养水分等功能。事实上，相比欧美发达国家的屋顶绿化技术和普及面，我国的屋顶绿化尚处于初步阶段。鉴于此，笔者撰文以期引起相关部门重视，从而促进我国屋顶绿化的发展。

起源与发展

屋顶绿化的英文是Roof greening，它并非是近年来因为城市土地利用紧张，绿化向屋顶进军而产生的一个新词。事实上，古巴比伦国王尼希甲尼撒早在公元600年左右就建造了一座空中花园，它高约25米，上下分三层，上层建有宫殿，并栽种了各种名贵花草，一年四季郁郁葱葱，鲜花不断，十分壮观，曾被列入“世界七大奇迹之一”。我国春秋战国时期，吴王夫差在太湖边修建了一座高三百丈（合一千米）、宽五里（合二千五百米）的姑苏台，姑苏台上不仅有美丽的花木，还修建了人工湖供划船赏景之用。

现代屋顶绿化从皇宫贵族的生活中走了出来，不再是权贵的奢侈品，而是服务于普通公众，形式更丰富简捷，功能更实用，用材更经济，产生的社会效益更明显。屋顶绿化有三种普遍形式：第一种是开敞型屋顶绿化，又称粗放型屋顶绿化，它是屋顶绿化中最简单的一种，具有低养护、免灌溉、整体高度和质量低等特点；第

5关注.indd 44　2012.7.17 3:57:50 PM

二种是半密集型屋顶绿化，这种绿化形式介于开敞型和密集型屋顶绿化之间，它的特点是适时养护，及时灌溉，用草坪和灌木绿化屋顶，整体高度12~25厘米，质量每平方米120~250千克；第三种为密集型屋顶绿化，又称为精绿化，这种绿化类型与人工造景、亭台楼阁和溪流水榭等完美组合，它的特点是经常养护，经常灌溉，绿化的植被有草坪、常绿植物、灌木和乔木等，整体高度15~100厘米，质量每平方米150~1 000千克。有人还将屋顶绿化分为两种类型——植被屋面和狭义的屋顶花园，前者即粗放型屋顶绿化，与上述三大形式中的前两者相当，而屋顶花园与密集型屋顶绿化相当。笔者认为，广义的房屋绿化还应该包括墙壁绿化和窗台小品等，这些绿化形式其实都能起到类似的效果，甚至一些窗台小品能带给人们更为直接的美学享受。

近年来，欧美一些发达国家屋顶绿化的理念及技术日臻成熟，已经形成其固有的模式，屋顶绿化成为城市建设发展的热点之一。德国在屋顶绿化方面一直走在世界前沿，美国、日本等其他国家屋顶绿化的发展在借鉴德国的基础上，提出自己的发展策略，逐渐走向成熟。而在我国，屋顶绿化最近几年才开始推广，尚处于初步阶段，无论是从理念、认识程度、推广措施、技术施工等方面，都存在很大差距，亟需进一步发展。

优点与前景

为什么屋顶绿化技术能在欧美的现代城市中受到普遍欢迎而迅速发展起来呢？笔者认为这与屋顶绿化的优点是分不开的，这些优点主要体现在以下几个方面。

首先，城市屋顶绿化可节省能源，减缓城市热岛效应。有研究表明，建筑物顶层温度最高可达78℃，但屋顶即使只经过简易绿化(如种草)，夏季顶层温度就会减少到29~30℃，表面温度与未绿化的差别明显。一个有名的案例是芝加哥市政厅采用了屋顶绿化后，屋顶温度降低了约30℃。另一项研究表明，如果像纽约这样的城市能将一半的平屋顶进行绿化，能使整座城市的温度降低0.8℃。瑞尔森大学的一个研究小组从2004年就开始研究多伦多屋顶绿化广泛实施所带来的潜在环境效应，研究估算得出，如果多伦多在夏季将全市8%的屋顶进行绿化，那么整座城市的温度将会降低2℃。

第二，城市屋顶绿化可改善城市空气质量，因为屋顶的植被可吸收空气中的污染物，减少大气中的悬浮颗粒。北京市园林科学研究所的研究发现，屋顶花园长期滞尘量达每平方米12.3克，平均滞尘率为31.13%；简式的屋顶草坪滞尘量达每平方米8.5克，平均滞尘率为21.53%。因此，屋顶绿化对全面降低PM2.5和改善城市空间景观可起到积极作用。

第三，可节省水资源，减少或杜绝城市内涝。近几年来，缺水的北京夏季经常出现内涝，而

屋顶花园也可以是人们休憩娱乐的场所　供图 / Daniel Wurster





5关注.indd 45　2012.7.17 3:57:51 PM

奥地利住宅区的屋顶绿化　供图 / Daniel Wurster



城市屋顶绿化既可以截流和储存部分雨水，又可降低雨水流速，防止城市一到雨季就内涝成灾。研究表明，简式屋顶草坪就可以截流和储存50％以上的雨水，可以控制暴雨雨水流量的70％~100％。据统计，在北京的降雨条件下，屋顶绿化平均可截留年降水量的43.1％。城市环境生态学的研究人员认为，城市建筑的屋顶绿化和立体绿化达到50％以上时，就可以防止城市内涝；达到70％以上时，城市的空气就会湿润而洁净。如果全国的城市都进行屋顶绿化，解决城市板结就有希望，城市也会成为人类宜居的地方。

第四，屋顶绿化可降低噪声和美化环境。绿化屋顶至少可以减少3分贝的噪声，同时隔绝噪声声效能达8分贝。对于那些地处闹市、机场、舞厅和厂房等的建筑物居民区来说，屋顶绿化可有效地降低噪声。此外，城市屋顶绿化还可以吸收利用一部分太阳光，绿色房顶代替单调的银色或黑色房顶不会晃眼也不单调，城市的绿期可延长至9个月。

最后，据笔者观察，现在城市建设物的地基土壤直接运输出去了，如果采取屋顶绿化技术，这些地基土壤或许可以直接运送到楼顶作为屋顶绿化植物的培养土，这样既节约了很多投资成本，又缓解了城市交通压力，减少了扬尘等。

我国现有可绿化的屋顶达73亿平方米，上海、北京等大都市各有一亿平方米以上可绿化的屋顶。国外研究表明，当一个城市屋顶绿化总量达到城市建筑70％时，夏天的气温将下降5~10℃，城市热岛效应基本消除，成为适宜的人居环境。因此，快速城市化的我国大城市，进行房屋绿化的市场潜力巨大，前景广阔。

困局与瓶颈

房屋绿化有许多优点和广阔的前景，但是在我国发展很缓慢。例如，德国目前城市屋顶绿化已达到50％，而我国北京的屋顶绿化面积只有100万平方米，不到城市可做屋顶绿化总面积的1％，因此总的生态效果并未显示出来。概括而言，国内城市屋顶绿



芬兰的一处约2000平方米的工业建筑屋顶，研究人员在这里设有实验田　供图 / Jari

5关注.indd 46　2012.7.17 3:57:55 PM

化叫好不叫座的主要原因有以下几个方面。

首先，国内屋顶绿化相关法规不健全，行业管理不明确。截至目前为止，我国还没有出台一部专门针对屋顶绿化的法律，目前屋顶绿化市场混乱。国内民众对于屋顶绿化的认识有限，如屋顶绿化、屋顶花园、植被屋面等概念混淆，需要提高人们的认知度和支持度。市面上一些屋顶绿化专利质量不过关，严重影响到工程质量。缺乏专业的屋顶绿化施工队伍，工程实施时没有规范施工操作，监理方对屋顶绿化技术也不甚了解，整个屋顶绿化行业都需要专业机构系统指导、培训和规范。

其次，屋顶荷载。并非所有的楼房屋顶都适合屋顶绿化，一般要求实施屋顶绿化的屋顶高度在18米以下，风速和温度等各方面条件比较适宜植物生长。有的房屋不具备承载和设防能力，改造成本过高，这些都成了不利于屋顶绿化发展的原因。北京市20世纪80年代以后的建筑占北京市总建筑面积的75%以上，屋顶荷载是每平方米150千克，在未改造的情况下，不能进行复杂的屋顶绿化。要充分考虑建筑材料、栽培介质、树木花草和自然雨雪等的总重量，进行科学的测量和计算，其总重量只能占屋顶载荷重量的80%~85%。要有15%~20%的余地作为安全系数，保证住房的绝对安全。

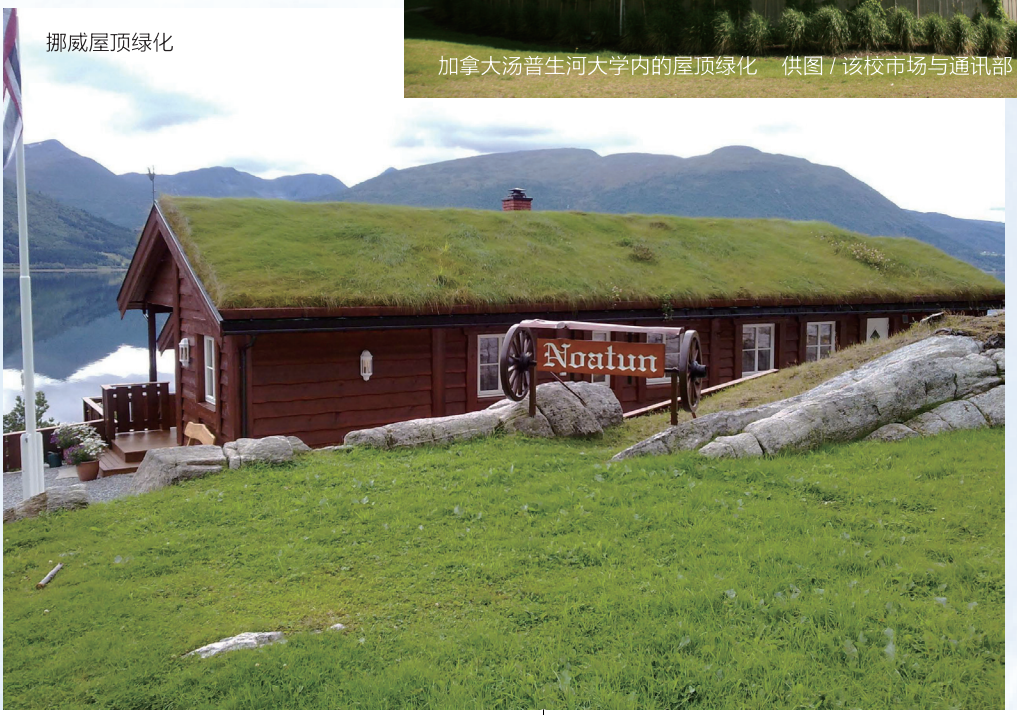
再次，植物材料选择。我国北方城市（如北京）处于半湿润气候区，冬季漫长寒冷，春季多风干旱，夏季炎热，由于这种特殊气候，德国普遍采用的景天科的各种植物不能完全在北京安全越夏越冬。因此，由于北京气候条件的限制，导致在屋顶绿化植物材料的选择方面有很大的局限性，目前成功应用的只有景天科的少数几种，例如佛甲草，所以导致屋顶绿化植物品种单一、搭配单调、色彩变化不明显。

最后，用水矛盾与房顶防水。我国北方很多城市都是缺水的，例如北京市中水利用尚处于



加拿大汤普生河大学内的屋顶绿化　供图 / 该校市场与通讯部

挪威屋顶绿化



5关注.indd 47　2012.7.17 3:57:59 PM


国内（宁波）屋顶绿化

低水平，同时，北京市又是一个严重缺水的城市，地表绿化用水已严重不足，而屋顶绿化带来的需水量进一步加大，势必与草坪热一样带来新的问题。其次，屋顶的防水排水设施被破坏的问题在旧建筑物改建屋顶花园中较常见，有些屋顶花园将刚性防水层当作水泥地面使用，在其上任意建造各项园林工程，穿孔打洞，对刚性防水层的弹性填缝也未加妥善保护，以致破坏了原防水层，造成层顶漏水。

出路与未来

近年来，北京的屋顶绿化每年以大于10万平方米的速度推进，根据不完全统计，目前北京市屋顶绿化面积已经达到150万平方米。虽然发展速度很快，但是无论是公共建筑还是私人房屋，业主最缺的是资金和技术辅导，为了缩小我国屋顶绿化与世界先进国家之间的距离，打造宜居的生态城市，我们的出路又在哪里?

其一，政策方面需硬性规定与倾斜。在哥本哈根，屋顶绿化已成为2009年气候计划项目的一部分，在这项计划中，屋顶绿化作为城市未来发展的一项目标。日本东京规定，凡是新建建筑物占地面积超过1 000平方米者，屋顶必须有20%为绿色植物覆盖，否则要被课以罚款，如今，该市屋顶绿化率已经达到14%。目前屋顶绿化大多是在已建起的建筑物屋顶上进行的，此时已贻误了最佳时机，操作起来较为被动，技术难度增大，导致屋顶绿化常缺乏统一规划、精心设计。如果将屋顶绿化设计与建筑设计同步进行，诸多问题即可迎刃而解。大面积的屋顶绿化通过精心规划设计，不但可以确保房屋结构的安全和抗震能力，给水、排水、卫生、防雷等诸多因素也可综合考虑，而且可以设计出丰富多彩的园林小品。此外，针对屋顶绿化资金短缺问题，对于建设屋顶绿化的住户，能否给予适当的绿化资金补贴，以缓解个人或集体筹措资金的短缺问题。

其二，技术问题应认真研究区别对待。以房屋承重为例，屋顶可分为两种类型：一是不可上人屋顶，可承重每平方米150千克；二是可上人屋顶，可承重每平方米300千克。前者可建简单的屋顶草坪，种植一些简易的植物，如一般的杂草和佛手草等，甚至种植蔬菜；后者可建屋顶花园。屋顶的设计荷载必须大于每平方米350千克。由于屋顶绿化不同于地面绿化，屋顶承受荷载的大小直接关系到建筑物的结构安全问题，所以建造屋顶绿化应在建筑物设计时就充分考虑到屋面能满足以上荷载要求，使屋顶绿化在建造时不受荷载的限制，以便有充分的发挥余地。

其三，尽快出台相关法律法规规范市场，形成符合我国国情的房屋绿化专业委员会，系统培育一批过硬的实施和监理队伍。屋顶绿化是绿化行业中的新领域，在很多方面都处于发展阶段。绿化中所使用的相关材料尚未形成规模化生产，如植物材料、蓄排水材料、种植基质、隔根层等材料还要依赖进口，价格昂贵，相关材料的检测标准尚未明确。新建筑屋顶绿化较易实现，但对于旧城区内的老建筑如何进行屋顶绿化还需不断探索。此

5关注.indd 48 2012.7.17 3:58:00 PM



广义的房屋绿化还可以包括墙面绿化和窗台小品

外，由于屋顶绿化施工队伍素质参差不齐，导致在建筑防水、排水、栽培基质和植物选择等方面出现过不少问题，有的还造成严重损失，由此也给屋顶绿化带来一些负面影响。

其四，选择适宜的植物种类。虽然现在人们已经找到一些常见的屋顶绿化植物种类，但是为了减少成本和对本地生态系统的危害，宜多种植适合本地栽培的物种。三七景天、八宝景天等在屋顶上已经经受了几个冬季的考验，一些适合城市地面生长的耐干旱、抗风、耐寒、耐瘠薄的浅根系灌木、矮生树木和宿根花卉等表现也不错。由此可见，选择习性适合的植物，为它建造相应的生长环境和必备条件，就可以在该地区推广屋顶种植。

“山如眉黛，小屋恰似眉梢的痣一点。十分清新，十分自然，我的小屋玲珑地立于山脊一个柔和的角度上”，台湾作家李乐薇的《我的空中楼阁》向人们描绘出一幅淡雅清丽、多彩多姿的生态城市诗意栖居图。但是，如今的城市好比是钢筋水泥的森林，夏天强光照射，城市迅速增温犹如一个热的岛屿，通过房屋绿化能有效地缓解温室效应、滞尘和增强美学效果等，对于身居生态城市中的人们来说，无论是俯瞰大地还是仰望上空，都将置身于绿色环抱的低碳环保节能的宜居园林美景之中！ ■

作者简介

王华锋，中国科学院生态环境研究中心工程师，研究方向为城市植物学。

（责编　李瑄）



也许我们还可以期待，有一天各种园林美景也会出现在屋顶花园上

5关注.indd 49　2012.7.17 3:58:03 PM

常见用于屋顶绿化的植物


铺地柏


大叶黄杨


金叶女贞

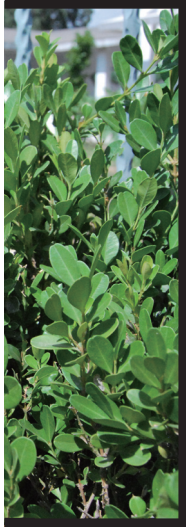

锦绣杜鹃

供图 王华锋


凤尾兰

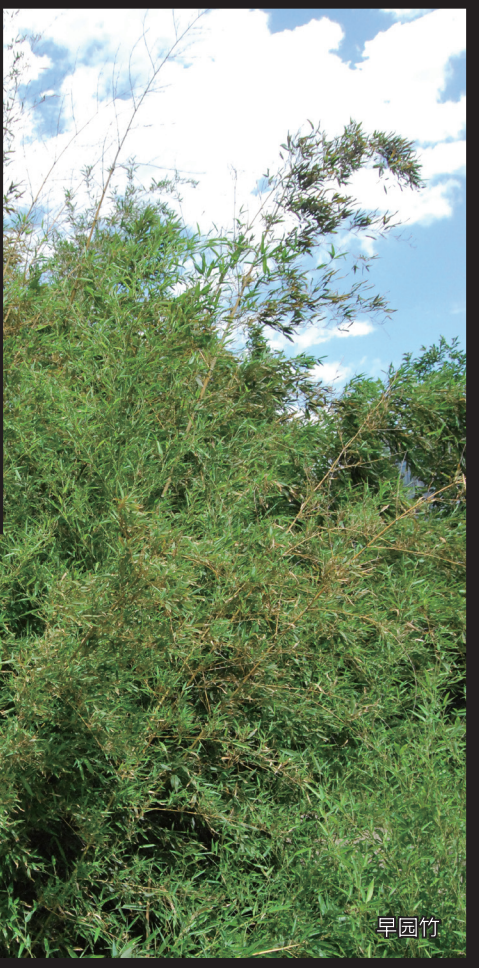

侧柏

5关注.indd 50 2012.7.17 3:58:14 PM





腊梅





山茶

早园竹





月季



佛甲草



紫薇

（责编　李瑄）

5关注.indd 51 2012.7.17 3:58:26 PM