

第一章

屋顶绿化概述

在我国,随着城市化的迅速发展,城市热岛效应加剧和土地资源短缺的矛盾,使立体绿化越来越引起人们的密切关注。当可用绿化地面越来越少的时候,建筑物的第五个立面——屋顶便成为下一个绿化发展点。利用屋顶绿化来缓解热岛效应、环境污染、气候反常等一系列影响城市可持续发展的“城市病”,目前已成为提高城市可持续发展的一项重要举措(图 1-1)。



图 1-1 城市屋顶绿化

第一节 屋顶绿化的概念与功能效益

一、屋顶绿化的概念

(一) 立体绿化

1. 相关概念

立体绿化是指在各类建筑物和构筑物的立面、屋顶、地下和上部空间进行多层次、多功能的绿化和美化。立体绿化以植物材料为主体,充分利用不同的地理条件,选择攀缘植物及其他植物栽植并依附或者铺贴于各种构筑物及其他空间结构上。其载体包括建筑屋面、立交桥、建筑墙面、坡面、河道堤岸、屋顶、门庭、花架、棚架、阳台、廊、柱、栅栏、枯树及各种假山与建筑设施。



图 1-2 未来的城市立体绿化景观

立体绿化是城市绿化的重要组成部分,它具有净化空气、减少尘埃、美化环境、提高城市绿视率的生态功能,可以增加市民的绿化感受度;更有调节屋面墙面温度,减少夏、冬两季空调能耗,起到节能减排、滞留雨水、缓解减轻城市排水压力的作用。实施立体绿化可节约、集约使用土地,最大限度地统筹协调城市土地、空间和环境三者关系,达到“借天不占地”,切实改善和提高城市环境质量(图 1-2)。

2. 立体绿化分类

立体绿化主要包括四种类型,即屋顶绿化、垂直绿化、沿口绿化和棚架绿化。根据各类立体绿化载体和位置不同,以上四种立体绿化还可以进一步细分为多种形式,

包括花园式屋顶绿化、简单式屋顶绿化、墙面绿化、桥柱绿化、围栏绿化、高架沿口绿化、建筑沿口绿化(含窗阳台绿化)、花架式棚架绿化、棚架式停车场绿化等。

1) 垂直绿化

垂直绿化是指充分利用不同的立地条件,选择攀缘植物及其他植物栽植并依附或者铺贴于各种建筑物或构筑物上的绿化方式,包括桥柱绿化、围栏绿化(图 1-3)以及墙面绿化等。



图 1-3 围栏绿化

(1) 围栏绿化。主要是指依靠原有的围墙、围栏进行的垂直绿化种植,种植的植物一般是具有较强攀缘能力的藤本植物,如藤本月季、蔷薇、紫藤等。目前,各大城市都在拆墙透绿,围栏绿化作为一种特殊的绿化形式和分隔空间的手段,在城市绿化中应用越来越广泛,并且已经开始应用于道路分隔带、屋顶绿化防护栏等方面,形式多样,景观丰富。

(2) 桥柱绿化。桥柱绿化是近年来国内许多城市发展建设较快的一种垂直绿化形式(图 1-4),上海、杭州等城市的高架桥柱近年来均进行了较大规模的



图 1-4 上海延安路高架桥柱绿化



图 1-5 室内垂直绿墙

桥柱绿化工程,普遍采用具有吸盘的藤本植物,如爬墙虎、五叶地锦等,或者利用特色的构架网格种植凌霄、凌霄等。大量的桥柱绿化犹如一组组绿色的巨大“混凝土森林”,对改善高架桥和桥下的生态环境起到了重要作用。

(3) 墙面绿化。指人们在建筑墙体进行的一种垂直面绿化形式,与传统的平面绿化相比较,墙面绿化将绿化概念从二维空间延伸到了三维空间(图 1-5),在上海、北京特大密集型城市已经成为一种新的绿化趋势。目前的墙面垂直绿化采用的模块化构建结合绿化植物种植的方式,通过合理搭接的不锈钢或者防腐木龙骨,将模块化生产的种植槽镶嵌在

上面,然后按照设计的植物图案将植物种植在表面。垂直绿墙在室内外墙体上均可方便安装和管理,使建筑物冬暖夏凉,并能吸收噪音、滞纳灰尘、净化空气,受到人们的普遍欢迎。

(4) 栏杆绿化。园林中为了保护、美化绿地往往设置高低不同的栏杆。此外,阳台、桥梁和屋顶也常有保护性栏杆。目前使用的栏杆结构有竹栏杆、木栏杆、金属栏杆、链索栏杆、水泥栏杆等,利用栏杆种植攀缘植物要根据情况不同分别对待。装饰性矮栏杆高度一般在 50 cm 以下,设计有美丽的花纹和图案,这类栏杆不宜种植攀缘植物,以免影响原有装饰。保护性高栏杆一般在 80 cm 以上,如结构粗糙的水泥栏杆,陈旧的金属栏杆,阳台、晒台栏杆等适宜用垂直绿化。栏杆上适当攀附攀缘植物后,增加了空间绿化层次,使围栏具有生气。栏杆绿化可选用常绿开花多年生攀缘植物,如藤本蔷薇、金银花、常春藤、藤本三七等,同时也可选用一年生攀缘植物,如牵牛花、茑萝等。需要注意的是金属栏杆因经常维修油漆,以种植一年生攀缘植物为好(图 1-6)。

(5) 墙垣绿化。主要指用于篱笆、栅栏、矮墙、花格等绿化,既有围墙式的屏障功能,又有观赏和空间分隔作用,也可单独使用,构成景观。墙垣的形式多种多样,既有传统的竹篱笆或砖石砌成的镂空矮墙,也有塑性钢筋混凝土制作而成的水泥栅格以及仿木、仿竹形式的栅栏,还有钢管、铸铁等制成的铁栏杆和铁



(a) 阳台栏杆绿化



(b) 道路栏杆绿化

图 1-6 栏杆绿化

丝网制成的铁篱等。由于以上设施大多高度有限,对植物材料攀缘能力的要求不太严格,几乎所有的攀缘植物均可用于此类造景方式,但在具体应用时应根据不同的篱垣类型选择更适宜的植物材料。

目前,对于景观较好的庭院,透空铁艺围墙的应用日益增多,这种围墙可以内外透视,美化街景,因此不能有太多的植物阻挡人们的视线,如在墙旁种植攀缘植物,株距要稍大一些,以 3~4 m 为宜,品种可选用开花常绿的攀缘植物,如胶州卫矛、凌霄、蔷薇、藤本月季、南蛇藤等,这样既不影响内外透视效果,又美化了透空围墙,点缀了街景。

2) 沿口绿化

沿口绿化是以建筑(构筑物)物边缘为载体,设置植物种植容器,以植物材料为主体营建的一种立体绿化形式;沿口绿化主要包括各类建筑沿口、窗阳台绿化和高架、天桥沿口绿化。

(1) 建筑沿口绿化。多与屋顶绿化结合实施,是利用建筑的女儿墙或者檐口等进行的一种特殊生境的立体绿化形式,绿化植物一般种植在特殊的种植槽内,结合自动喷灌设施。成片的檐口绿化犹如给建筑屋顶镶上了一道绿色的“围边”,柔化了建筑生硬的外边线和棱角(图 1-7a)。

(2) 阳台绿化。阳台是建筑立面上重点装饰的部位,阳台绿化不仅可以装饰建筑的外立面,美化环境,更重要的是能在居室中营造一处舒适的绿色环境(图 1-8)。阳台的绿化必须考虑建筑立面的总设计意图与美化街景的任务。阳台空间小,夏秋季光照强、吸热多、散热慢、蒸发大、燥热,冬季风大、寒冷、土层浅、营养面积有限,因此应选择中小型木质或草质藤蔓植物,具备抗旱性强,管理粗放,水平根系发达的特点,如地锦、常春藤、葡萄、金银花、凌霄、牵牛、茑萝、香豌豆、扁豆等。绿化可以选择在阳台、窗台上设置种植槽及格架、网棚、支架等,选



(a) 建筑沿口绿化



(b) 高架桥沿口绿化



(c) 人行天桥沿口绿化

图 1-7 各类沿口绿化

用缠绕或攀卷类藤本植物如牵牛花、绿萝等攀附其上形成绿屏或者绿棚；也可以不设计花架，种植野蔷薇、藤本月季、叶子花、探春、常春藤等藤本植物，让其悬垂于阳台或窗台之外，起到绿化美化的效果；或者直接在阳台上摆放盆栽的花卉植物。简洁的阳台绿化能够营造浓浓绿意，体现出自然气息，形成舒适的绿色家居环境。

(3) 高架桥沿口绿化。指利用城市高架桥两侧的沿口进行种植箱植物种植的形式。城市高架桥在疏散交通密度，提高运输效率的同时，也如同一座座灰色长龙，使城市的景观遭到破坏。开展高架沿口绿化，既可以丰富城市景观，还可以改变桥体单一的色彩，缓解司机在高速驾车时产生的视觉疲劳(图 1-7 b)。

(4) 人行天桥沿口绿化。指在天桥上悬挂或放置花盆、花槽等绿化容器种植适宜植物形成都市空中绿色长廊把冰冷的“灰”桥变成“花桥”“绿桥”，既可以美化城市环境，又可以为市民提供方便舒适的行走环境(图 1-7c)。

3) 棚架绿化

棚架绿化是以各类棚架为载体,利用攀缘植物覆盖棚架进行绿化的一种立体绿化形式。棚架绿化包括传统棚架绿化、绿荫停车棚架绿化等,传统的棚架绿化的载体主要包括花架、长廊等。



图 1-8 住宅阳台绿化

花架、花廊等在中国传统园林中已经被广泛应用,目前在城市绿化和各类庭院、花园等仍旧应用广泛。它利用攀缘植物进行绿化,可弥补绿地空间的不足,既美化环境,又增加绿化面积。用攀缘植物进行棚架式绿化,依附物为花架、长廊等立体的土木结构,多用于游人活动较多的场所。攀缘植物一般选择缠绕类和卷须类的木本植物,如紫藤、葡萄、木通、猕猴桃、凌霄、藤本月季、金银花等。此外,花格、绿亭、绿门等一类的绿化方式也都属于棚架式的范畴,造景时利用攀缘植物在景点入口或边缘适当点缀,可形成独特的垂直绿化景观(图 1-9)。



图 1-9 紫藤长廊



图 1-10 绿荫停车场

绿荫停车棚是近年来发展起来的一种新的立体绿化形式,充分利用城市大型停车场的面积和尺度,沿着车位构架用攀缘植物覆盖顶棚,为车辆停放起到遮荫、降温作用。绿荫停车场(图 1-10)具有停车场和园林绿化的两个属性,它必须满足停车的功能需求,在交通组织和车位设置上必须符合相关规范,确保高效、安全,还要有绿化遮荫,具备园林绿化的一些特征,目前的涵盖范围主要是大中型的停车场。

此外,公园、开放式街头绿地以及城市和各种单位的门口、路面、屋顶、阳台、窗台、里弄庭院、露天扶梯、车棚、堆场都可以搭棚架。常用的观赏性棚架攀缘植物如紫藤、木香、凌霄、藤本蔷薇、猕猴桃、油麻藤、金银花、葡萄、三角花,以及一年生草本有牵牛、茑萝、瓜类、扁豆等,同一棚架也可选用木本和草本攀缘植物混种,远期和近期相结合,一年四季有季相变化,观赏效果更好。车棚、堆场等处的棚架有遮蔽丑陋的作用,因此可选用枝叶较茂密的常绿攀缘植物,木香、常绿油麻藤、藤本三七树效果都较好。门窗外的框架式棚架种植的攀缘植物既要遮挡夏季的烈日,又要在其他季节能够被照射到足够的阳光,应选耐修剪的木本攀缘植物或一年生草本攀缘植物,如葡萄、金银花、茑萝、牵牛花、丝瓜和扁豆等。绿廊式棚架植物种植于廊的两侧,应选用生长旺盛、分枝能力强而且姿态优美、花色艳丽的种类,如紫藤、金银花、木通、铁线莲类、蛇葡萄、三角花、炮仗花、使君子等。若是为了结合生产或观果,可以种植葡萄、猕猴桃、凌霄、金银花、瓜类、豆类等品种。

(二) 屋顶绿化

1. 相关概念

屋顶绿化一般是指以建筑物顶部为载体,不与自然土层相连接且高出地面 150 cm 以上,以植物材料为主体营建的一种立体绿化形式,包括在各种城市建筑物、构筑物等的顶部,以及天台、露台上的绿化。

此外,屋顶绿化国际上的通俗定义是一切脱离了地气的种植技术,它的涵盖面不单单是屋顶种植,还包括露台、天台、阳台、墙体、地下车库顶部、立交桥等一切不与地面、自然、土壤相连接的各类建筑物和构筑物的特殊空间的绿化。屋顶绿化是人们根据建筑屋顶结构特点、荷载和屋顶上的生态环境条件,选择生长习



图 1-11 上海自然博物馆的屋顶绿化

性与之相适应的植物材料,通过一定技艺,在建筑物顶部及一切特殊空间建造绿色景观的一种形式(图 1-11)。

屋顶绿化是城市立体绿化最重要的组成部分,绿化面积相对较大、绿量集中,而且功能设施较完善,是立体绿化中游憩功能和生态功能最强的类型,对城市面貌、环境保护、群众生活等都具有重要的意义,也是城市园林化的重要标志。

2. 屋顶绿化的分类

屋顶绿化的类型往往与绿化的材料和布局形式相关,而绿化材料的选择等却要综合考虑屋顶的承重、建设年代、面积、屋顶的形态等因素,不同的国家和地区往往会有不同的分类方式。特别是由于屋顶承重荷载不一,绿化植物的配置方式多样,屋顶绿化的类型与形式也呈多样化。目前较为常见的有两种划分:一种是引入德国概念,根据覆土厚度、植物类型和养护难易程度划分为拓展型(种植景天或其他地被植物)、半密集型(种植灌木或小乔木)和密集型(种植乔木)三种类型;另一种是根据屋顶绿化的建造方式归纳为花园式屋顶绿化和简单式屋顶绿化(北京)。前者根据有无乔木、设置园路与园林小品来划分;后者根据植物的性状来区别。

1) 德国分类

根据德国的标准,通常将屋顶绿化分为三种类型:拓展型屋顶绿化(extensive green-roof)、半密集型屋顶绿化(semi-intensive green-roof)和密集型屋顶绿化(intensive green-roof)。

(1) 拓展型屋顶绿化。国内称为简单式屋顶花园,顾名思义就是根据建筑荷载比较小的特点,利用草坪、地被、小型灌木和攀缘植物进行屋顶覆盖绿

化。中国的做法多采用草坪,而德国多采用景天科(Sedum)这种耐干旱低养护的植物,这种植物往往不需要单独设置灌溉系统,只靠自然降水就可以解决植物养护的问题。拓展型屋顶绿化目前要比密集型屋顶绿化更普及一些,它就像一条活的“植物毯子”,建造速度快、成本低、重量轻,并且几乎不用维护,每年只要检查一两次即可,但通常不能让人在上面活动。拓展型屋顶绿化的特点有:

- ① 低养护;
- ② 免灌溉;
- ③ 苔藓、景天到草坪地被型绿化;
- ④ 整体高度 6~20 cm;
- ⑤ 重量为 60~200 kg/m²。

(2) 半密集型屋顶花园。适用于可以看得见的屋顶,需要全年都能观赏到绿色和开花植物。其厚度较拓展型的厚,植物选择的范围也更广,但不包括乔木类的高大树木。需要定期灌溉和维护,屋顶上可以留有小路和庭院供人们行走和停留。半密集型屋顶花园的特点有:

- ① 定期养护;
- ② 定期灌溉;
- ③ 从草坪绿化屋顶到灌木绿化屋顶;
- ④ 整体高度 12~25 cm;
- ⑤ 重量为 120~250 kg/m²。

(3) 密集型屋顶绿化。可以说是真正意义上的屋顶花园,通常可以加入树、草、亭子、水池、假山和木椅等各种园林设计元素,为人们提供了休闲和运动的空间,但也需要经常地维护。密集型屋顶花园的特点有:

- ① 经常养护;
- ② 经常灌溉;
- ③ 从草坪、常绿植物到灌木、乔木;
- ④ 整体高度 15~100 cm;
- ⑤ 重量为 150~1 000 kg/m²。

2) 中国国内分类

国内主要的城市,也在屋顶绿化的技术规范中对屋顶绿化的类型进行了分类。

(1) 北京市分类。北京市将屋顶绿化分为花园式屋顶绿化和简单式屋顶绿化。

- ① 花园式屋顶绿化(intensive roof greening)。根据屋顶具体条件,选择小

型乔木、低矮灌木和草坪、地被植物进行屋顶绿化植物配置,设置园路、座椅和园林小品等,提供一定的游览和休憩活动空间的复杂绿化。

② 简单式屋顶绿化(extensive roof greening)。利用低矮灌木或草坪、地被植物进行屋顶绿化,不设置园林小品等设施,一般不允许非维修人员活动的简单绿化。

(2) 上海市分类。上海市根据屋顶绿化的形式,绿化占比等因素,将屋顶绿化分为花园式屋顶绿化、组合式屋顶绿化和草坪式屋顶绿化(表 1-1)。

表 1-1 上海市屋顶绿化建设指标参考摘自《上海市绿化条例》

屋顶绿化类型	指 标	
花园式及组合式屋顶绿化	绿化种植面积占绿化屋顶面积	>60%
	铺装园路面积占绿化屋顶面积	<12%
	园林小品面积占绿化屋顶面积	<3%
草坪式屋顶绿化	绿化种植面积占绿化屋顶面积	>80%

① 花园式屋顶绿化(gardening roof greening)。根据建筑屋面荷载,选择小型乔木、灌木、地被植物等材料进行屋顶绿化的方式。常设置园路、座椅、亭子、水池、桥和假山等园林小品供人们休憩、游览(图 1-12)。

② 组合式屋顶绿化(assembled roof greening)。指根据建筑屋面荷载,在屋顶承重处进行绿地配置,并利用容器苗摆放的屋顶绿化的方式(图 1-13)。



图 1-12
上海某花园式屋顶绿化



图 1-13
上海某组合式屋顶绿化

③ 草坪式屋顶绿化(ground-cover roof greening)。指根据建筑屋面荷载利用地被植物或藤本植物进行屋面覆盖或利用棚架绿化的方式(图 1-14)。



图 1-14 上海某草坪式屋顶绿化

除此以外,还有部分学者从屋顶绿化的属性和所处位置以及建筑屋顶的形态等进行了分类,不再一一陈述。

二、屋顶绿化的功能效益

(一) 屋顶绿化的经济效益

1. 拓展城市绿色空间

正是由于城市发展加快,建筑物密度越来越大,从而侵吞了大量的绿地面

积,加剧了城市环境的恶化,未解决环境问题。屋顶绿化可以大面积地拓展城市绿色空间,提高城市的绿化面积,促进城市生态环境改善(图 1-15)。据报道,在德国开敞型屋顶绿化 50%以上的面积会被计入绿地率。屋顶绿化可以合理地利用和分配城市上层空间,美化城市高层建筑周围环境,创造与周围环境协调的城市景观。同时,可以软化硬质建筑线条给人带来的烦躁感,使城市更自然、更人性化,为市民开拓更多的休闲空间。



图 1-15 屋顶绿化拓展了城市绿地面积

2. 保护建筑, 延长建筑寿命

屋顶花园的建造可以吸附雨水,保护屋顶的防水层防止屋顶漏水,绿色覆盖的屋顶可以吸收夏季阳光的辐射热量,有效阻止屋顶表面温度的升高,从而降低屋顶下的室内温度。这种绿色覆盖可以减轻阳光暴晒引起的热胀冷缩,并且避免了被风吹雨淋,从而延长建筑的寿命。此外,屋顶绿化还可防止火灾和机械性破坏对屋顶造成的损害。德国的研究资料表明:在绿化覆盖下的屋顶平均寿命是 40~50 年,而裸露屋顶的寿命只有 25 年。

3. 创造舒适环境, 提高商业价值

在商业建筑如饭店、宾馆、购物中心等大楼设置屋顶绿化,创造美丽的空



图 1-16 绿色屋顶中的商业空间

中花园景观,更易吸引顾客青睐,提升商业档次,提高商业建筑的营业价值(图 1-16)。

4 生产农产品,创造经济价值

利用城市大片的屋顶空间,结合绿化工程,可以发展特色都市农业、特色菜园以及生产绿化种苗等,可以打破原始简单的绿化模式,将屋顶绿化与农业经济相结合,创造出一种绿色经济的商业模式(图 1-17)。

(二) 屋顶绿化的环境效益

1. 美化城市整体景观

通过屋顶绿化,可以将城市众多屋顶由平淡而杂乱的景象转变为一个生机勃勃的花园网络,提高城市居民的绿视率;并能让人们释放压力,愉悦心情,增添城市文化氛围;提供清新空气,消除人脑紧张和疲劳,为保证人们的身心健康提供了有益的环境条件。



图 1-17 屋顶都市农场

研究表明,青色和绿色对光线的吸收和反射都比较适中,所以对人体的神经系统、大脑皮层和眼睛里的视网膜组织比较适应。例如,青草和绿树不仅能吸收强光中对眼睛有害的紫外线,同时还能减少因强光对眼睛所产生的耀光。屋顶花园的建设,可以减少强烈的太阳光照射屋顶反射的刺目眩光。

2 促进人际交往

屋顶绿化,特别是花园式的屋顶绿化可以为整栋楼的居住和从业人员提供

一个便捷的互动交流空间(图 1-18),从而促进人与人的交流,消除隔阂,提升生活品质和工作效率。可以想象,当大面积推行屋顶花园之后,城市上层空间不再是简单的单调水泥屋面,而是充满了丰富多彩的颜色。底层建筑屋顶花园和高层屋顶花园形成一种层次对比,同时满足了高层建筑内人的心理要求,丰富了城市的空间层次,改变了原来那种呆板的毫无生机的空间印象,形成多层次的空中美景。



图 1-18 屋顶绿化提供了人际交往的空间

(三) 屋顶绿化的生态效益

1. 缓解城市热岛效应

联合国环境署的研究表明,如果一个城市的屋顶绿化率达到 70% 以上,城市上空二氧化碳量将下降 80%,热岛效应会彻底消失。城市中各类建筑物的屋顶、墙体以及道路就像大型蓄热器,特别是光秃秃的平屋面,白天吸收太阳的辐射能量,夜间释放热量,使得市区气温居高不下,导致市区气温比郊区气温升高 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。屋顶绿化不仅增加人均绿化面积,改善城市大气质量,促进城市环境保护,而且对城市降温具有明显的调节作用(表 1-2)。实施屋顶绿化以后,植物层能够吸收一部分太阳辐射,从而降低大气温度,减弱城市的热岛效应。通过屋顶绿化,可以极大地提高城市的绿化覆盖率,有效缓解城市热效应。加拿大的一项研究表明,如果多伦多市屋顶面积有 6% (650万 m^2) 被绿化,其直接的效益是:热岛效应降低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,直接温室气体排放减少 $(1.56\sim 2.12)\times 10^6\text{ t/年}$ 。如果二环路以内 70% 的屋顶能够实施屋顶绿化,按照每个屋顶 80% 以上的面积计算,成都的植被覆盖率可以提高 10% 左右,由此可以缓解热岛效应 0.6°C 左右。根据上海植物园近年来的研究表明,上海地区在夏季高温时期,屋顶绿化使建筑外表面温度下降 24.6°C ,内表面温度下降 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$,室内空调可节电 20%。有壁面绿化的墙面比没有绿化的

墙面温度可低 5~14℃,相应的室温可降 0.5~5℃,太阳西晒问题得到有效缓解。

表 1-2 重庆市屋顶绿化降温效应研究

时间	$T_{w-J}(^{\circ}\text{C})$	$T_{w-H}(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T_J(\%)$	$\Delta T_H(\%)$
9:00	0.18	0.58	0.62	1.11
9:30	3.38	4.88	7.05	9.74
10:00	5.03	6.34	11.02	12.68
10:30	0.2	6.51	1.31	12.59
11:00	1.64	4.49	3.71	9.01
11:30	1.63	4.28	3.69	8.83
12:00	3.71	5.08	6.91	9.69
12:30	2.44	6.18	4.21	12.04
13:00	2.46	5.48	4.54	10.98
13:30	3.36	5.06	5.82	10.21
14:00	2.84	3.5	4.71	8.70
14:30	2.51	3.38	4.29	8.30
15:00	3.37	3.57	6.16	7.82
15:30	3.71	4.12	7.08	9.05
16:00	4.31	5.03	7.71	10.14
16:30	4.03	4.88	7.39	9.89
17:00	2.89	3.86	5.70	8.24
平均值	2.81	4.54	5.41	9.35

2 净化空气, 除尘降霾

屋顶绿化是治理城市雾霾、沙尘污染最简单有效的方法之一。研究者对两种花园式屋顶绿化和两种简单式屋顶绿化采用湿式降尘缸法进行滞尘效果对比试验,结果表明:花园式屋顶绿化平均滞尘量达到 12.3 g/m²,平均滞尘比率为 31.13%;简单式屋顶绿化平均滞尘量为 8.5 g/m²,平均滞尘比率为 21.53%。这意味着如果一个城市实现百分之百的屋顶绿化,每年可有效滞尘数千吨,绿色屋顶俨然成了收服尘魔“降妖伞”。此外,植物绿叶能分泌出各种挥发性杀菌素,

可杀死细菌、真菌和原生动物。草坪植物还能有吸收醛、醚、醇以及某些致癌物质。

对城市风道上的屋顶进行绿化,还可以减少局部屋顶高温对风的消减作用,使气流能通畅地经过城市。

3. 改善城市气候环境,减少雨水流失

“海绵城市”,就是通过屋顶绿化、雨水收集利用设施等措施,让城市像“海绵”一样,能够吸收和释放雨水,弹性地适应环境变化,应对自然灾害,做到“小雨不积水,大雨不内涝,水体不黑臭”。

屋顶绿化能够在较长的时间段内通过蒸散发等方式缓慢释放绿化屋顶土层所蓄滞的水分,使城市水文循环过程趋向自然,减少雨洪灾害。屋顶绿化系统可以有效提高雨水水质并使屋面径流系数减小,有效削减雨水径流量。有研究表明,花园式屋顶绿化可截留雨水 64.6%,简单式屋顶绿化可截留雨水 21.5%,屋顶绿化平均可截留雨水 43.1%。此外,屋顶绿化还可以降低雨水的污染负荷,净化水质,减少屋面建筑材料对径流雨水的二次污染。

4. 营造生物多样性

城市化进程使原本完整的自然生态系统被人工设施侵占,并分隔成缺乏联系的生境斑块,影响到了生物对栖息地的利用和鸟类等城市生物的生存环境。

绿色屋顶高处地面以上,周边不与道路、建筑等相连接,单块面积小但在城市空间中分别广泛,且较少受到人为干扰,可以通过系统化的设计和生境营造为蝴蝶、蜜蜂(图 1-19、图 1-20)等提供栖息、繁殖或者暂时休息的中继站,为小型的两栖和哺乳动物提供短暂的“避难所”,承担城市水泥森林中的小绿洲,建立鸟类在城市绿地中迁徙的踏板。



图 1-19 屋顶花园中的麻雀



图 1-20 屋顶花园中的蝴蝶