

# 成都市屋顶绿化植物生存环境研究

黄 瑞, 董 靛

(西南交通大学 建筑学院, 四川 成都 610031)

**摘 要:**气候、土壤等环境因子直接关系到植物的生存,进而成为影响屋顶绿化成败的关键。该文在国家气象中心提供的成都市 1981~2010 年地面及高空气象数据的基础上,运用统计、文献分析和定量计算等方法,对成都市屋顶绿化光照、风、水分、温度、土壤五大非生物环境进行定量研究。结果表明:从地面到 400 m 高处月平均风速变化在 0.9~3.1 m/s 之间,仍属于微风范围;由于城市热岛和逆温现象并存,温度垂直变化复杂,470 m 高度月平均极端温度为-4.4~37.2℃,与地面相比变化不大;累年年平均日照时数 1 003 h,累年月平均日照百分率 21.9%,日照时数少且日照百分率较低;累年年平均降水总量 850.9 mm,降水充沛;绿化介质主要为天然菜园土和改良土壤,且土层厚度低于设计推荐值,但植物的实际生长状况未见异常。由此可见,成都市屋顶绿化植物生存环境条件优越,适宜大面积推广。

**关键词:**屋顶绿化;气象因子;土壤因子;定量分析;成都

**中图分类号:**TU 985 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)14-0073-06

城市化导致了人口的高密度聚居及一系列生态问题。虽然绿地被公认为是解决这一问题最经济有效的方法,但现代城市的土地稀缺始终妨碍其发展。屋顶绿化以其特有的节约模式成为缓解此矛盾、增加城市三维绿量进而改善城市小气候、防灾减灾的最佳手段。在国外特别是德国、美国、日本、新加坡等发达国家和地区在理论研究和工程实践方面有许多积累经验<sup>[1-4]</sup>。我国屋顶绿化始于 20 世纪 60~70 年代成都市民自发的屋顶果蔬种植,研究工作起步更晚。

由于气候、土壤等非生物环境因子直接影响到植物的生存和屋顶绿化的成败,故一直是学者们关注的热点。张宝鑫<sup>[5]</sup>把屋顶非生物环境概括为:光照强、光照时间长;温差大;风速增大,污染减轻;种植土由人工合成,土层薄,不与自然土壤相连,水分来源受限制等。许多关于屋顶绿化植物选择的研究也均是基于屋顶特殊的非生物环境开展的<sup>[5-6]</sup>。如今的屋顶绿化除肩负改善单体建筑景致和节能等作用外,其作为城市生态基础设施解决城市一系列生态问题的贡献越来越得到人们的重视。相对于定性描述,对屋顶绿化非生物环境进行定量研究能从根本上了解植物的生存环境,进而为更

科学合理地选择屋顶绿化植物及一系列生态问题研究的开展奠定基础。2008 年成都市的屋顶绿化面积已达 200 hm<sup>2</sup>,处于国内领先水平<sup>[7]</sup>。成都市的环境条件和屋顶绿化实践具有一定的代表性。对其开展关于城市屋顶绿化植物生存环境的研究,现状资料充足且有较好的参考和借鉴价值。

## 1 材料与方法

成都地区属亚热带湿润季风气候,四季分明,夏无酷暑,冬无严寒。晴天少、热量充足、雨量充沛、静风率高。与此同时,由于远离地面,屋顶日照、风力、温度、水分及土壤等影响植被生存的生态因子又与地面有着显著的不同。该研究范围是成都市二环路内屋顶环境。研究工作之初,通过地理信息技术、大量的现场调研工作,以及成都市林业与园林管理局提供的统计资料,获取到较为精确的屋顶及其绿化的现状数据。国家气象信息中心提供了研究区累年月地面及高空气象资料。这些都为在成都市大地理环境背景下的屋顶植被各环境因子的研究提供了必备的基础资料。

## 2 结果与分析

### 2.1 日照环境

2.1.1 概况 成都市全年晴天少、阴天多。年晴天(日平均总云量<2 成)平均日数不到 10 d,年阴天(日平均总云量>8 成)平均日数大多在 240~270 d,为全国日照时数少的地区之一。由表 1 的 1981~2003 年成都市累年月平均日照时数和日照百分率数据可以看出,成都市累年年平均日照时数为 1 003 h,即平均每日日照时数

**第一作者简介:**黄瑞(1976-),女,博士研究生,讲师,研究方向为景观工程与可持续景观及风景园林植物应用。E-mail:rain\_ang@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(51108381);中央高校基本科研业务专项基金资助项目(2682014CX111)。

**收稿日期:**2014-03-13

2.74 h。其中,8月平均每日日照时数最长,为4.3 h;12月平均每日日照时数最短,为1.4 h。4~8月日照时数

占全年的60%。累年月日照百分率平均为21.9%,其逐月变化趋势与日照时数一致。

表1 成都市累年月平均日照时数和日照百分率统计

Table 1 Statistical data of monthly average sunshine duration and sunshine percentage for years of Chengdu

	月份 Month												总数	平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
日照时数 Sunshine duration /h	48.1	47.8	76.5	108.0	125.0	112.0	120.0	134.0	73.6	57.4	56.9	43.9	1 003.0	83.6
日照百分率 Sunshine percentage /%	15	15	20	28	29	27	28	33	20	16	18	14		21.9

2.1.2 屋顶日照环境分析 陈碧辉等<sup>[8]</sup>研究成都市近50年日照时数变化规律结果表明,年日照时数在1978年附近显著突变,日照急剧减少,从20世纪70年代前的多日照时段转变成少日照时段;年日照时数总体呈每10年减少69.41 h的趋势;年日照百分率及月日照时数亦均呈减少趋势。且随着城市化进程的推进,成都市城市规模不断扩大。其人口、建筑物高度及密度增加,城市空气中的污染物增多,风速进一步降低,气溶胶浓度增大,致使大气透明度降低。建筑物及构筑物的相互遮挡更是让城市内部犹如“半地下室”,许多阳光被屋顶接受,仅部分光照能到达城市地面。气象测量要求日照计要安装在开阔的、终年从日出到日没都能受到阳光照射的地方。成都市二环路内顶楼屋顶有1 029.12万hm<sup>2</sup>,占整个屋顶面积的97%。四周开阔、建筑物遮挡影响很小,基本能达到测量要求。上述日照时数及日照百分率即为其实际日照状况。其余3%的裙楼面积有30万hm<sup>2</sup>。

与地面多侧遮挡不同,其多为一侧遮挡。且由于高度增加,风速增大、污染物及气溶胶浓度低,致使其仍比地面日照时间长、强度大。这样的日照水平能满足城市绿地植物的光照要求。

## 2.2 风环境

2.2.1 概况 朱瑞兆<sup>[9]</sup>的中国风向类型区划显示,成都市属于准静止风行区。表2统计显示,成都市累年年平均静风率高达40.3%。非静风风向除6~8月以北(N)为主外,其余月均以北北东(NNE)为主,且平均风频分别为8%和11.6%。累年年平均风速为1.2 m/s。全年内累年月平均风速变化幅度较小。其中,5~6月风速达最大值1.5 m/s,12月及1月风速达最小值0.9 m/s。累年平均风速春季略大于秋季。肖国杰等<sup>[10]</sup>研究表明,成都市城市中心区风速明显小于其它区域:中心区春夏季平均风速为0.32 m/s,冬季仅为0.12 m/s,年平均风速0.24 m/s。

表2 成都市累年月平均风速、最多风向及频率统计

Table 2 Statistical data of monthly average wind speed and direction for years of Chengdu

月份 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年 Average of years
累年月最多风向 Monthly dominant wind direction for years	静风	静风	静风	静风	静风	静风	静风	静风	静风	静风	静风	静风	静风
累年月最多风向频率 Frequency of monthly dominant wind direction for years/%	50	44	37	34	31	32	40	37	38	42	47	52	40.3
次多风向 Monthly second wind direction for years	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	N	N	N	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
次多风向频率 Frequency of monthly second wind direction for years/%	13	13	14	11	10	8	8	8	10	10	11	12	11.6
累年月平均风速 Monthly average wind speed for years/m·s <sup>-1</sup>	0.9	1.1	1.4	1.4	1.5	1.5	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0	0.9	1.2

2.2.2 屋顶不同高度风环境分析 风吹过城市,由于下垫面参差不齐的庞大建筑物群的摩擦阻力,导致风速减小。几乎所有的研究结果都表明,随着城市化的发展,城市静风日数增加,平均风速下降的趋势。风速随高度一般呈指数律增加。Davenport<sup>[11]</sup>根据多次观测资料整理出不同场地的风剖面,提出平均风速沿高度变化的规律可用指数函数予以描述。适用于摩擦层内(1 000 m以下)。

$$\frac{\bar{v}(z)}{\bar{v}_b} = \left( \frac{z}{z_b} \right)^{\alpha},$$

式中, $z_b$ 、 $\bar{v}_b$ 为标准参考高度和标准参考高度处的平均风速; $\bar{v}(z)$ 为任一高度和任一高度处的平均风速; $\alpha$ 为地面粗糙度指数。按照相关文献<sup>[9,12]</sup>的方法,以成都市近地面10 m平均风速为标准参考,根据成都市屋顶实际高度,分别计算成都市20、40、100、200、400 m高度的各月平均风速值,结果见图1。多层建筑屋顶高约20 m内,20 m高处月平均风速变化幅度1.0~1.7 m/s;小高层建筑屋顶高约40 m左右,40 m高处月平均风速变化幅度1.2~2.0 m/s;高层建筑屋顶高约100 m之内,100 m高处月平均风速变化幅度1.4~2.4 m/s;成都现有超高

层建筑屋顶最高约 200 m 左右,200 m 高处月平均风速变化幅度 1.6~2.7 m/s;成都未来发展超高层建筑屋顶估高 400 m 以内,400 m 高处月平均风速变化幅度 1.9~3.1 m/s。风速大使得植物倒伏是导致屋顶绿化失败的常见原因。而成都市风速低,即使是 400 m 高空的累年月平均风速仍然属于微风范围。由此可见,成都市屋顶绿化风环境优越。即便如此,由于土层薄、瞬间风速大等原因,一定高度屋顶仍然不适合种植大中型乔木。低层商业及公共建筑绿化条件优越、技术先进,即使少量种植大中型乔木也应该进行加固处理。

### 2.3 水分环境

成都市降水量充沛。由表 3 可知,累年年平均降水量 850.9 mm,月平均降水量 70.9 mm。降水主要集中在 6~9 月,其降水量占全年的 76%,呈明显的单峰型。

表 3 成都市累年平均月降水量及月平均相对湿度统计

Table 3 Statistical data of monthly average precipitation and relative humidity for years of Chengdu

	月份 Month												总数 Total	平均 Average
累年月平均降水量 Monthly average amount of precipitation for years/mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	850.9	70.9
累年月平均相对湿度 Monthly average relative humidity for years/%	83	81	78	77	75	80	85	85	84	83	82	83		81

从图 2 成都累年月不同强度的日降水量平均日数变化可以看出,日降水量 $\geq 0.1$  mm 的累年月平均日数年总值为 140.3 d,即平均 2.6 d 降水 1 次;日降水量 $\geq 10.0$  mm 的累年月平均日数年总值为 86.7 d,即平均 4.2 d 降 1 次小雨。大雨及暴雨多出现在 6~9 月,其累年月平均日数年总值分别为 8.1 d 和 2.7 d,即平均 33.8 d 降 1 次大雨或暴雨。

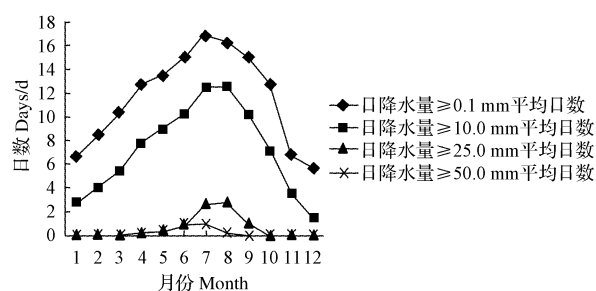


图 2 成都市累年月日降水量平均日数变化

Fig. 2 Different daily precipitation of monthly average days change for years of Chengdu

李昕翼等<sup>[13]</sup>研究成都地区近 50 年的降水情况发现,年平均降水量多雨年和少雨年是交替出现的。降水量整体呈现出逐渐降低的变化趋势,平均每 10 年降低了 32 mm 左右。而在最近年份(1985~2009 年)降水量每 10 年减少 58 mm 左右。郝丽萍<sup>[14]</sup>的研究表明,与降

全年降水量夏季最多,冬季最少,秋季略多于春季。累年月平均相对湿度全年平均值为 81%,3~5 月相对低,平均为 77%。且其逐月变化趋势与降水量一致。

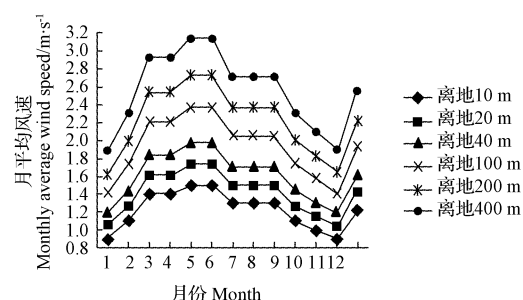


图 1 成都市不同离地高度逐月平均风速

Fig. 1 Monthly average wind speed on different altitude of Chengdu

水量的变化一致,成都近 50 年的相对湿度也出现了明显的持续下降趋势。优越的水分环境适宜地域性植物生长。

### 2.4 温度环境

2.4.1 概况 成都市热量丰富,四季分明,无霜期长达 350 d 左右。吕晓娜等<sup>[15]</sup>研究了成都约 30 年来的温度变化发现,20 世纪 80 年代成都市年平均温度普遍较低,1996 年出现突变。突变后平均温度升高,且春、夏季起始时间提前,秋、冬季相对滞后;夏季持续时间延长,冬季持续时间缩短。从图 3 可以看出,成都市累年平均温度、平均最高温度、平均最低温度分别为 16.3、20.4、13.3℃。最热月(7 月)累年月平均温度、平均最高温度、

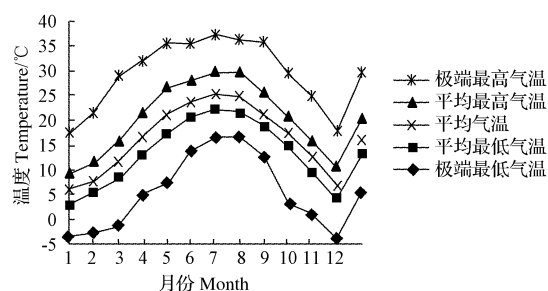


图 3 成都市累年月温度变化

Fig. 3 Monthly average temperature change for years of Chengdu

平均最低温度、极端最高温度分别为 25.4、29.6、22.2、37.3℃;最冷月(1月)累年月平均温度、平均最高温度、平均最低温度、极端最低温度分别为 5.8、9.4、3.1、-3.6℃。

2.4.2 屋顶温度环境分析 从图 4 近地面温度与离地 470 m 高空温度对比可以看出,近地面温度高于 470 m 高空温度,差值为 0.15~0.75℃。最小差值出现在 8 月,最大差值分别在 2 月和 11 月。按照经典理论:海拔每升高 100 m,温度下降 0.6℃计算,470 m 高差的温度差值约为 2.8℃。而实测值远远低于此理论值。究其原因,除全球温度变暖的大背景外主要有 2 点:一是城市热岛效应;二是大气逆温现象。城市热岛效应是指城市中的气温明显高于外围郊区的现象。各城市关于热岛效应的研究<sup>[15-18]</sup>表明,热岛是由于人们改变城市地表而引起小气候变化的综合现象,是城市气候最明显的特征之一。其不仅在地面水平方向存在,在垂直方向也伸展到一定高度,甚至整个边界层,且分布方式非常复杂。多位学者对成都市热岛研究结果<sup>[19-22]</sup>显示,成都市区热岛效应明显,春季最强(2000~2006 年热岛强度一般为 5~7℃),秋季最弱。热岛具有多中心的特点,且中心位置随着昼夜交替而转移,由下午的城东及东北部二、三环路附近,深夜转移到城市中心地区。水、植被对改善城市热岛作用明显。二环路以内杜甫草堂、青羊宫和浣花溪沿岸区域绿地较多、建筑物密度较小的地方,成为热岛强度最弱的区域。一般在大气中温度随高度递减。当在某一层结上温度随高度出现反常的增加或不变时,这一现象称为逆温(《环境科学大词典》)。与其它城市的研究成果一致,成都的逆温出现频率一般为冬季最多,夏季较少,春秋居中。多位研究者对成都逆温层研究成果显示,成都市大气逆温现象明显且复杂。在目前城市屋顶出现的高度范围(世界最高建筑 828 m,成都市最高建筑 211 m)内,逆温现象普遍存在。以上分析可见,与地面相似,成都市屋顶日夜温差小。470 m 高空累年月平均温度在 5.3~25.1℃之间变化。这样的温度环境适宜地域性植物生存。

## 2.5 土壤环境

土壤是植物生长所需养分及水分的主要来源,也确保了根系的固定防止植物倒伏。屋顶绿化土壤与地面自然土层隔离,其土壤环境与土壤成分、土层厚度乃至整个种植区的构造密不可分。

成都市常用的屋顶绿化介质主要有天然菜园土和改良土壤 2 种。前者即地面绿化常用种植壤土,干容重约为 1 200 kg/m<sup>3</sup>。后者是在前者的基础上添加泥炭、锯末、珍珠岩粉等,其混合物干容重约在 950 kg/m<sup>3</sup> 左右。可见,改良土壤质量轻且营养成分更高,更适合做屋顶绿化种植基质。《成都市屋顶绿化及垂直绿化技术

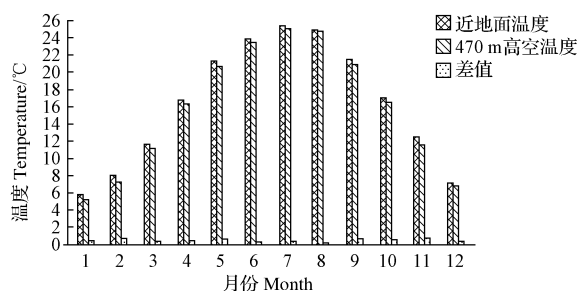


图 4 成都市累年月近地面及 470 m 高空温度变化

Fig. 4 Monthly average temperature change for years near the ground and 470 meter altitude of Chengdu

导则》也要求种植层一般选用壤土、泥炭土(草炭土)、蛭石(珍珠岩、锯末)等混合而成。

除土壤成分外,土层的厚度也是影响水肥供给的重要因素。植物喜肥沃深厚的土壤,而屋顶能承受的荷载有限。解决矛盾的办法就是确定各类植物生存的最小土层厚度(表 4)。在此基础上,日本等国家将屋顶绿化土层厚度设计在 30~150 cm。成都屋顶绿化的土层厚度低于资料值,但植物的实际生长状况未见异常。值得关注的是,随着技术的日益更新,土层厚度的矛盾得到了缓解。德国、美国的一些个案显示,在柱、承重墙等承重构件之上的屋顶部分栽植植物,土层厚度甚至能达到 3 m,堪比地面。

表 4 屋顶绿化不同类型植物土层厚度

Table 4 Soil layer depth of different types of green roof plants

土层厚度 Soil thickness/cm	植被类型 Vegetation types				
	地被 Ground cover plants	花卉/小灌木 Flowers /small shrubs	大灌木 Big shrubs	浅根乔木 Shallow- rooted arbors	深根乔木 Deep-rooted arbors
资料记载植物生存最小理论值 The minimum theoretical thickness of the data recorded in the plant to survive	15	30	45	60	90~120
资料推荐应用值 Recommended application thickness	30	45	60	90	120~150
成都实际值 Actual thickness in Chengdu	20~40	30~50	40~80		

种植区构造合理不但能延长建筑屋顶防水层寿命、防止植物根系对屋顶的破坏,而且也是保水、保肥、防止积水的必要保障。各国屋顶绿化种植区构造细节不尽相同,但总结起来都有以下几个主要部分:从上到下依次是植被层、种植土层、过滤层、排水层、防水及根系隔离层(图 5)。其中,过滤层的作用是防止土壤因雨水或灌溉而流失。排水层是水分的缓冲区,有排水和蓄水双重功能。其材料和工艺能确保灌溉及降雨后时多余水



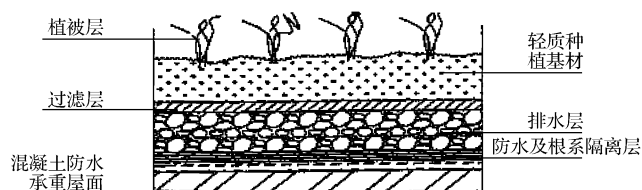


图5 屋顶绿化种植区结构构造

注:图片来源于屋顶绿化及垂直绿化技术导则。

Fig. 5 Structure of planting area of roof greening

Note: The Roof Greening and Vertical Greening Technical Guideline of Chengdu.

分及时排走没有积水,而水分不足时所储存的水分及时供给。防水及根系隔离层保护原有屋顶构造。

### 3 结论

该研究结果表明,成都市累年年平均静风率高达40.3%,累年年平均风速为1.2 m/s。20~400 m高处累年月平均风速变化幅度1.0~3.1 m/s,均属微风范围。由此可见,成都市屋顶绿化风环境优越。即便如此,由于瞬间风速大及屋顶绿化土层薄等原因,一定高度屋顶仍然不适合种植大中型乔木。低层商业及公共建筑绿化条件优越、技术先进,即使少量种植大中型乔木也应该进行加固处理。成都市热量丰富,四季分明。累年平均温度16.3℃,最热月极端最高温度37.3℃,最冷月极端最低温度-3.6℃。由于城市热岛和逆温现象并存,温度垂直变化复杂。高空气象数据显示,屋顶界面以下温度与地面相比变化不大。470 m高空累年月平均温度在5.3~25.1℃之间变化。这样的温度环境适宜地域性植物生存。

另外,成都市全年日照时数少,日照百分率低。与地面相比,屋顶四周开阔、建筑物遮挡影响很小,满足日照气象测量要求,累年年平均日照时数1 003 h,累年月平均日照百分率21.9%。降水量充沛,累年年平均降水总量850.9 mm。日照及水分环境均适宜地域性植物生长。常用的屋顶绿化介质主要有天然菜园土和改良土壤,土层厚度低于设计推荐值,但植物的实际生长状况未见异常。

土地资源紧张的城市特别是中心区,屋顶绿化缓解生态与环境问题的能力逐渐被人们所接受。然而,环境条件是否适宜各类型植被生长的困惑仍然是限制其发展的重要因素。与定性描述相比,屋顶非生物环境因子的量化研究更有助于科学评估和问题的解决。影响

屋顶绿化植物生存环境的因素和过程较为复杂,研究结果对于植被选择的实践指导仍需要大量的实测加以验证。

### 参考文献

- [1] 魏艳,赵慧恩.我国屋顶绿化建设的发展研究-以德国、北京为例对比分析[J].林业科学,2007,43(4):95-101.
- [2] 殷丽峰,李树华.日本屋顶花园技术[J].中国园林,2005,21(5):62-66.
- [3] Wong N H, Tan P Y, Chen Y. Study of thermal performance of extensive rooftop greenery systems in the tropical climate[J]. Building and Environment, 2007, 40(1): 25-54.
- [4] Beattie D J. Green roof research in the USA; the International Green Roof Congress, Nürtingen, Germany[C]. International Green Roof Association, 2004.
- [5] 张宝鑫.城市立体绿化[M].北京:中国林业出版社,2004.
- [6] 黄金锦.屋顶花园设计与营造[M].北京:中国林业出版社,1994.
- [7] 陈学云,谢玉常.充分利用城市空间 建设生态立体绿化-成都市城市立体绿化建设思考[J].园林,2008(3):16-17.
- [8] 陈碧辉,张平,郝克俊,等.近50年成都市日照时数变化规律[J].气象科技,2008,36(6):760-763.
- [9] 朱瑞兆.城乡建筑与天时地利[M].北京:气象出版社,1992.
- [10] 肖国杰,肖天贵,赵清越.成都城市区域小气候时空变化特征分析[J].成都信息工程学院学报,2009,24(4):379-382.
- [11] Davenport A G. Rationale for determining design wind velocities[J]. Journal of the Structural Division-Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 1960, 86: 39-68.
- [12] 中国建筑科学研究院. GB50009-2001 中华人民共和国国家标准,建筑结构荷载规范[S]. 中国建筑工业出版社,2006.
- [13] 李昕翼,肖国杰,白爱娟,等.成都地区降水时空分布变化[J].气象科技,2011,39(4):417-422.
- [14] 郝丽萍.都市近50年气候变化特征及其热岛效应研究[D].南京:南京信息工程大学,2006.
- [15] 吕晓娜,马小林,方之芳,等.成都近33年来候温度变化的研究[C].中国气象学会2006年年会“首届研究生年会”分会场论文集,2006.
- [16] 徐祥德,汤绪.城市化环境气象学引论[M].北京:气象出版社,2002.
- [17] 赵宗慈.近39年中国的气温变化与城市化影响[J].气象,1991,17(4):14-16.
- [18] 林学椿,于淑秋.北京地区气温的年代际变化和热岛效应[J].地球物理学报,2005,48(1):39-45.
- [19] 钱妙芬,杜远林.成都市温度场统计特征[J].四川环境,1989,8(3):34-42.
- [20] 苏万楷,张文,刘波,等.成都市城市热岛效应分析[J].四川林业科技,2006,27(3):57-66.
- [21] 张伟,但尚铭,韩力,等.基于AVHRR的成都平原城市热岛效应演变趋势分析[J].四川环境,2007,26(2):26-29.
- [22] 刘恩勤,杨武年,陈宁.基于遥感技术的城市热岛效应研究-以成都地区为例[J].四川地质学报,2009,29(4):484-487.

## Study on the Survival Environment of Roof Greening Plants in Chengdu

HUANG Rui, DONG Liang

(School of Architecture, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031)

# 天山托木尔大峡谷野生观赏植物资源综合评价

牛淑华<sup>1</sup>, 刘 彬<sup>2</sup>, 刘旭丽<sup>1</sup>, 王 蕾<sup>3</sup>, 尹林克<sup>3</sup>

(1. 新疆农业大学, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆师范大学 生命科学院, 新疆 乌鲁木齐 830054;

3. 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 中国科学院干旱区生物地理与生物资源重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830011)

**摘 要:**托木尔大峡谷自然分布有野生植物 131 种, 其中有不少种类具有潜在的园林观赏价值, 可以作为温带荒漠区荒山绿化或城市园林绿地乡土植物加以开发应用。现选取综合景观功能、抗逆性和资源可利用潜力 3 个一级评价指标和 12 个二级评价指标, 建立野生观赏植物资源综合评价模型, 利用层次分析法, 对 131 种野生植物进行综合评价。结果表明: 可以作为乡土观赏植物进行开发利用的荒漠野生植物(综合评价指数 $>2.80$ )有 68 种, 占总被评价种数的 51.9%。将这 68 种野生观赏植物按综合评价指数的高低进一步划分为 3 个等级, 其中:I 级( $>3.50$ ), 共有 5 科 5 属 6 种; II 级( $3.50\sim3.20$ ), 共有 17 科 28 属 31 种; III 级( $3.20\sim2.80$ ), 共有 17 科 29 属 31 种。

**关键词:**天山托木尔大峡谷; 野生; 观赏植物资源; 综合评价

**中图分类号:**S 602 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)14-0078-04

在城市园林绿地建设中大量使用外来园林植物物种, 将会对生态安全、地域自然景观、人文特色景观、绿地稳定性以及可持续管理造成负面影响, 以乡土植物为主体的生态园林绿地建设是城市园林绿地系统未来的发展方向<sup>[1]</sup>。

新疆分布着丰富的乡土野生观赏植物资源<sup>[2]</sup>, 这些植物资源相对传统的城市园林绿化树种而言, 具有更强的抗逆境能力和区域特色景观价值, 是干旱和半干旱荒漠区城市建设节约型和地域性生态园林绿地建设的物质基础。但目前大量应用于城市园林绿地当中的种类相对较少。主要原因是缺少对这些观赏植物资源的景观价值、在城市环境中栽培的适宜性和资源产业化开发利用潜力的科学评价。

托木尔大峡谷位于新疆天山南坡中段的地质地貌类旅游风景区, 地处温宿县东北部库都鲁克山区, 东经  $80^{\circ}35'38''\sim80^{\circ}48'32''$ , 北纬  $41^{\circ}32'50''\sim41^{\circ}39'52''$ 。属暖温带荒漠气候区, 降水稀少, 气候干旱, 土壤贫瘠。在景区旅游中心的绿地景观规划和绿地建设中, 为了突出绿地

**第一作者简介:**牛淑华(1987-), 女, 河南林州人, 硕士研究生, 研究方向为城市园林绿地系统规划。E-mail: 418600095@qq.com.

**责任作者:**尹林克(1957-), 男, 天津人, 研究员, 现主要从事荒漠植物种质资源多样性保护研究工作。E-mail: yinlk@ms. xjb. ac. cn.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31360039)。

**收稿日期:**2014-03-20

**Abstract:** The environmental factors including the climate and soil have a great influence on the existence of plants and thus become the key point to the roof greening. Based on the annual meteorological data of ground and upper air during 1981~2010 in Chengdu area, this paper applied the literature analysis and quantitative calculation to quantitatively study the abiotic environment of roof greening including the sun light, wind speed, rainfall, temperature and soil in Chengdu. The results showed that in the altitude between the ground and 400 m high, the wind was often at the speed of 0.9~3.1 m/s, belonging to the breeze; as the phenomena of urban heat island and temperature inversion co-exist, the vertical variations of the temperature were complicated, with the monthly average extreme temperature of the altitude of 470 m changing in the range of  $-4.4\sim37.2^{\circ}\text{C}$  while that of the ground changing little; the yearly average accumulated sunshine duration was 1 003 h and the monthly average percentage of sunshine for years in succession was 21.9%, so the sunshine duration was short and the percentage of sunshine low; the yearly average total precipitation was 850.9 mm, so the precipitation was abundant; the green medium was often the natural garden soil or improved soil and the soil thickness was lower than the recommended in the design, but the plants appear to grow well. So the environment conditions of roof suitable for planting in Chengdu.

**Key words:** roof greening; climate factor; soil factor; quantitative analysis; Chengdu