

屋 顶 花 园

设 计 与 营 造

黄 金 铸 著

中 国 林 业 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

屋顶花园:设计与营造/黄金筠著.

-北京:中国林业出版社,1994.2(1998.5重印)

ISBN 7-5038-1226-5

I.屋… II.黄… III.屋顶-花园-设计

IV.TU986.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 10602 号

屋顶花园 设计与营造 黄金筠 著

中国林业出版社(北京西城区刘海胡同7号)
新华书店北京发行所发行 中国科学院印刷厂印刷

787mm×1092mm 20开本 8.25印张 152千字

1994年2月第1版 2000年3月第5次印刷

印数:16101—21100 定价:29.00元

ISBN 7-5038-1226-5 / Z·0128

前 言

人类社会与科学技术的进步、经济的飞速发展和人们物质与文化水平的提高,使得改善城市日趋恶化的生存环境的工作成为刻不容缓、亟待解决的难题。

城市环境是人类劳动创造的,是人类改造自然的结晶。阳光、空气和绿化是生活在城镇的居民必不可少的三大要素。而高度现代化城市的兴建与发展,正无情地使它们受到侵蚀和污染。

一个理想的现代化城市,需要有一定的绿地面积指标来保证城市生态环境的质量。而现代城镇的建筑物是朝着多层、高层和高密度发展,并将一点一滴地、一日一年地侵占着极为有限的城市绿色空间。城市的高楼大厦林立,各类硬质道路、铺装正取代着原有的自然大地和植物,其后果必将使城市空间的有害物质增加、城市热岛作用加强、交通等噪音污染增强、废水污物及有害光波增多,最终导致城镇生态平衡失调,直接威胁到城市居民的身心健康和生存环境。

城市的开放空间主要由城镇的绿色空间组成。维持城市绿化空间系统的平衡,在城市中建造各类公园,大量恢复和改造绿地,形

成花园城市,使人们生活在清新的绿色空间,从精神上、肉体上得到满足与享受,从而恢复工作学习和劳动后疲劳,使生活充满活力。

但在当今现代化的大中城市里,新建大型绿色公园,拓展绿地面积,在水平方向的潜力已越来越少。不仅如此,在城市中已建成的城市公园和绿地正被旅游业和房地产开发业视为“进攻”的目标。

风景园林师、建筑师和结构工程师们应通力合作,共同努力,妥善解决屋顶和天台造园艺术、建筑结构承重、屋顶防水排水构造和花木种植等一系列有别于露地造园的技术难题,协助开拓城市绿色空间——垂直绿化来改善城市生态环境。这就是本书论述的主要内容。

书中的论述涉及到有关生态环境工程、造园艺术、园林植物及建筑构造与结构等工程学科。由于作者对相关学科知识所限,有不当之处还望指正。

本书编写过程中,得到众多单位和专家教授的热情协助和支持,其中有北京林业大学、清华大学、北京园林设计院、成都市园林局、重庆市园林局、上海市园林局、广州

市园林局、武汉市园林局、杭州市园林局等；也得到了北京长城饭店、首都宾馆、华威大厦、广州中国大酒店、上海华亭宾馆、杭州黄龙宾馆等设计、科研和管理单位的同志们

的大力相助。北京林业大学园林学院瞿志同志，参加了调研和部分绘图。在此，对他们表示衷心的感谢和致意。

黄金箭

1993年5月于

北京林业大学园林学院

目 录

前 言	
第一章 城市生态环境与绿化	1
第一节 城市生态环境	1
一、城市生态系统	1
二、自然生态系统与物质循环	1
第二节 城市环境与绿色植物	2
一、利用绿色植物净化大气污染	2
二、绿色植物是监测大气污染的“哨兵”	3
第三节 城市建筑与生态园林	4
一、城市发展的特征	4
二、建造田园式都市	5
三、城市环境与生态园林	5
第二章 屋顶花园（绿化）概论	7
第一节 概述	7
第二节 屋顶花园的历史与发展	8
一、屋顶花园的历史	8
二、屋顶花园的现代发展	11
三、我国屋顶花园的概况	12
第三节 屋顶花园（绿化）的特征与效能	19
一、屋顶花园（绿化）的特征	19
二、屋顶花园（绿化）环境效能和物理功能	22
第三章 城市绿色空间的开拓	28
第一节 开拓城市绿色空间的途径	28
第二节 我国城市绿化现状与需要	28
第三节 开拓新型绿化空间	29
一、屋顶、阳台、窗口、檐口、女儿墙及墙面绿化	30
二、城市的“再生空间”——天台花园	44
第四章 屋顶花园造园指南	52
第一节 屋顶花园规划设计的基本原则	52
一、“实用”是屋顶花园的造园目的	52
二、“精美”是屋顶花园的特色	53
三、“安全”是屋顶花园的保证	53
第二节 屋顶花园（绿化）的类型	54
一、按使用要求区分	54
二、按绿化形式区分	55
三、按屋顶花园的位置区分	60
四、室内屋顶花园	62
第三节 屋顶花园的园林工程	65
一、种植设计与种植区的构造	65
二、水体工程	70
三、假山置石	72
四、屋顶花园的园路铺装	72
第四节 屋顶花园的园林建筑与小品	77
一、园林建筑	77
二、园林小品	78

第五节 屋顶花园的防水与排水	82	五、园林小品和园林建筑的荷载	105
一、建筑平屋顶防水层传统做法分析	83	第四节 旧建筑增建屋顶花园的技术问题	106
二、屋顶花园漏水原因分析	84	一、哪类建筑屋顶可改建成屋顶花园	106
第五章 屋顶花园(绿化)的植物选择	88	二、旧建筑平屋顶增建屋顶花园的防水、排水等构造问题的处理	109
第一节 屋顶花园(绿化)植物的形式及构成	88	第七章 屋顶花园的设计、建造与管理	112
一、绿化植物的形式及使用要求	88	第一节 屋顶花园设计、施工与管理的相互配合	112
二、屋顶花园(绿化)的构成要素	89	一、新建屋顶花园	112
第二节 屋顶花园(绿化)植物生长条件的特性	91	二、改建或增建的屋顶花园	114
第三节 室内绿化植物选配	91	第二节 国内已建屋顶花园(绿化)的探讨	117
一、室内绿化植物的功能和作用	91	一、种植池构造与种植设计问题	117
二、室内绿化植物的摆放形式	92	二、屋顶防水排水遭到破坏的问题	117
三、室内观花观叶植物品种选择	92	三、园林建筑与小品的超重问题	120
第六章 建筑物屋顶承重能力与屋顶花园的荷载	95	四、屋顶花园的园林水体	120
第一节 建筑物的结构类型和承载能力	95	五、屋顶花园中植物防风问题	120
一、建筑结构体系的类型	95	第三节 改革管理体制,促进屋顶花园(绿化)的发展	121
二、建筑物的屋顶形式	96	一、制定法规保护城市绿地	121
三、各类屋顶结构的承载能力	99	二、建立合作性屋顶花园管理机构	121
第二节 屋顶花园活荷载的确定	101	三、对已建屋顶花园(绿化)进行检查,防患于未然	122
第三节 屋顶花园中园林工程的荷载	101	主要参考文献	123
一、种植区荷载	102		
二、盆花、花池荷载	103		
三、园林水体工程	105		
四、假山置石和雕塑	105		

第一章 城市生态环境与绿化

第一节 城市生态环境

一、城市生态系统

城市是人类社会的有机体，是社会的政治、经济、文化中心，是既庞大又错综复杂的动态系统。从生态学角度来说，城市则是地球生物圈中的人工生态系统——城市生态系统。它是自然与人工的复合系统，与自然界的生态系统有许多显著不同之处。城市生态系统里，人类的活动居统治地位。城市的发展过程也是城市生态环境转变过程——即由自然生态环境向人工环境转化；由绿化田园环境逐渐变为人工灰化城市，尤其是由于人类生产与消费活动所产生的大量污染，变为人类的天敌——“公害”。

自然界原有的生态系统被人为地破坏了，新形成的城市生态系统的健全，是当今人类社会城市建设中，刻不容缓亟待解决的课题。

二、自然生态系统与物质循环

自然界的物质循环系统和生态平衡系统，是客观科学现实。了解基本的自然界物

质循环模式和能量的流动和转换是园林、规划、建筑工作者进行改造城市生态环境必须掌握的科学依据。

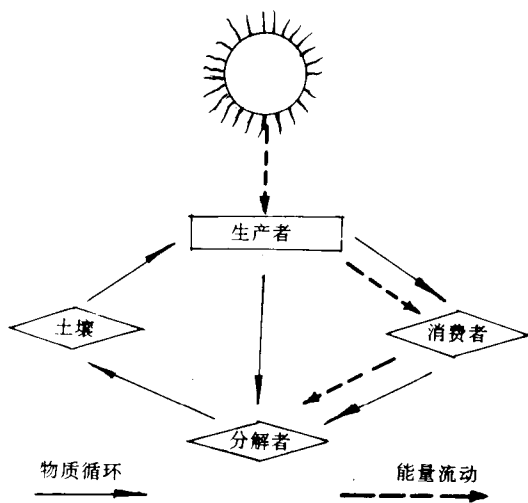


图 1—1 自然生态系统基本模式

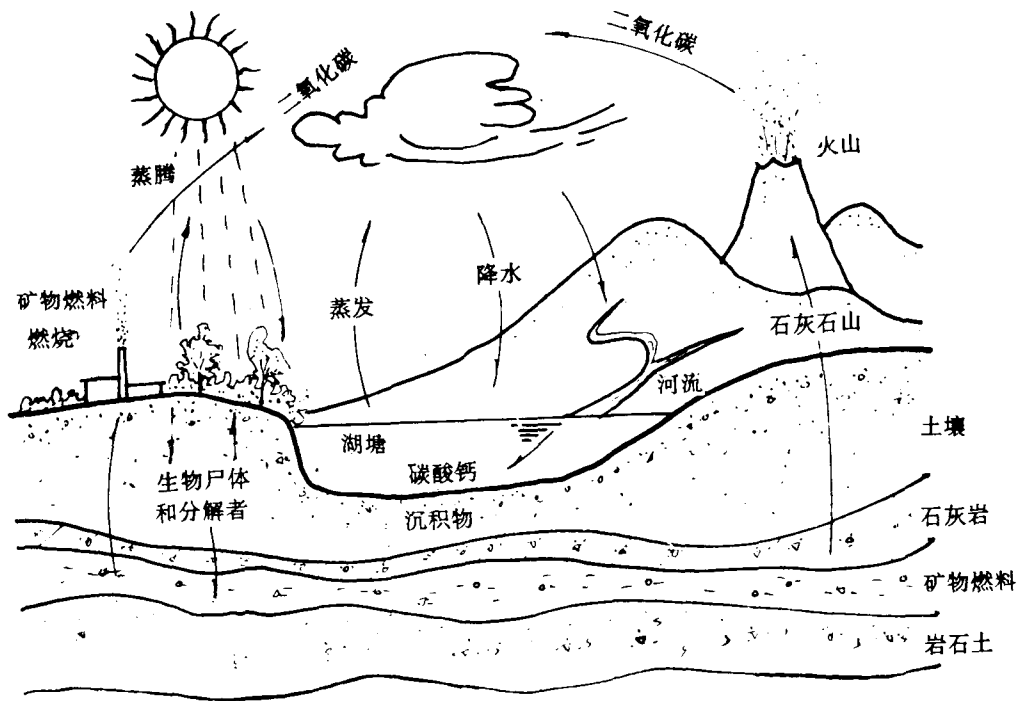


图 1—2 自然界的物质循环示意图

第二节 城市环境与绿色植物

城市环境污染的改善主要是治理有害的废气、废水、固体废弃物和噪声等“四害”。

当今世界各国采用各类“人工”方法治理“四害”均取得一定的成效。

一、利用绿色植物净化大气污染

绿色植物包括树木、花草和各类农林作物等，具有生产氧气、吸滞烟尘、吸收有害

气体、杀灭细菌、改善气候等功能，被誉为“环境的自然保护者”。它对大气污染的净化和监测有着巨大的作用。

净化大气环境的功能表现在：

1. 维持大气中氧和二氧化碳的平衡

人在呼吸过程中，吸入氧气，呼出二氧化碳，一切动植物的呼吸也都如此。人们生活中燃煤取暖、做饭，特别是工业燃料燃烧

过程中都需要消耗大量的氧，并生成大量的二氧化碳。而绿色植物在光合作用时要消耗二氧化碳，并释放出氧气。因此，大气中的氧和二氧化碳基本维持平衡。

据测算，一株百年的山毛榉，每小时吸收 2352g 二氧化碳，释放 1712g 氧气，超过成年人一天所需要的氧气量。一年中，1ha 落叶林释放 16t、1ha 常绿阔叶林释放 20—35t 氧气。可见，大自然的绿色植物为人们提供了新鲜的空气。

2. 吸滞大气中的尘埃

绿色植物，特别是树木，叶片表面往往多生长着绒毛，有皱褶或分泌粘液，对各种尘埃有阻挡、过滤和吸附作用，从而大大减少大气中的灰尘。据测定，一个缺林少树的城镇，每天的降尘量在 850mg/m² 以上，而城郊有树木的地区，每天降尘量不足 100mg/m²。20m 的悬铃木林带，可使空气中大粒粉尘减少 23%—52%，小粒粉尘减少 35%—60%。据估测，每公顷云杉林一年中可滞尘 32t，每公顷松树林和山毛榉林分别滞尘 36t 和 68t。草地、花卉、农作物也均有较好的滞尘功能。

3. 吸收有毒有害气体

尽管植物会受到有害废气的污染，但在不使植物受到明显伤害的情况下，许多植物对不同有害、有毒气体具有一定的吸收、同化作用。据实验得知，氟化氢气体通过 40m 宽的刺槐林后，其浓度的降低比通过 40m 空旷地快 50% 左右。一条宽 15m 的悬铃木林带后面一侧的二氧化硫浓度，比林带前面一侧

的低一半左右。可见绿色植物对有害气体的阻挡、吸收作用是十分明显的。

另外，一些数据表明，各类树种吸收的各种有害、有毒气体量也是极为可观的。如每千克海桐叶（以干叶计）能吸收 911mg 氟；合欢树每千克干叶吸收二氧化硫 37.7g；悬铃木、梧桐可吸收二氧化硫均在 30g 以上。女贞每千克干叶可吸收 10.7g 氯气；夹竹桃、棕榈、桑树、大叶黄杨均能吸收有害的汞蒸气。有些树种还能吸收苯、醛、酮等有机污染物。

4. 减少空气中的细菌

植物的某些分泌物具有杀灭细菌的作用，从而可以减轻大气中的细菌污染。南京植物研究所在当地测得，就每立方米空气中的细菌数目而言，绿化差的中华门火车站为 49700 个，缺林的马路上为 44050 个，有绿化的马路上为 24480 个，在中山植物园中已减少到 1046 个，柏树林中只有 747 个，而松树林中仅有 589 个。

综上所述，城镇中的各类绿色植物净化大气污染的作用和保护环境的功能是显而易见的，是值得人们重视和改造日渐恶化的城市生态环境的重要途径。

二、绿色植物是监测大气污染的“哨兵”

许多植物对大气污染非常敏感，甚至当人们还难以察觉之时，某些植物已经出现了被污染的症状，因而表现出监测大气污染的报警作用。人们将这些敏感植物称为保护环境的哨兵。其作用主要是：

1. 指示人们所难以觉察的污染

如当二氧化硫的浓度为 1—5ppm 时,人们才能嗅到它的气味,10—20ppm 时,才能感受到它的刺激作用。而某些敏感植物在二氧化硫浓度为 0.3—0.5ppm 时即出现了明显的症状。特别是有机氟,虽然毒性很大,但因为没有气味和颜色,人们很难察觉,但金荞麦却能在气相色谱仪都难以检出的情况下,发出污染的“警报”。

2. 依植物叶片受害特征判知污染物种类

这是因为,不同的大气污染物伤害叶片的斑痕往往发生在不同部位,因而可作大体上的直观判定。例如,由二氧化硫所引起的伤斑大部分出现在叶脉之间,而且伤区与健康组织之间界限分明;氟化氢的伤害多发生在叶尖或叶缘,伤区与非伤区之间常有一条红色和深褐色的边界线;氯气伤害症状虽也多出现在叶脉间,但伤区与健康组织之间往

往模糊或有一个过渡带,多使叶片出现相当密集的小斑点。

3. 依植物受害轻重得知污染程度和污染物的分布状况

当污染严重时,植物叶片受害面积大、伤斑明显;且受害叶片的污染物含量与其受害程度大体一致。南京植物研究所用金荞麦作“植物监测计”进行环境质量评价所得到的污染物(氟或硫)浓度变化曲线与使用仪器进行监测的结果非常一致。

4. 依照某种大气污染物对不同植物的敏感程度,筛选出抗大气污染的植物品种

这样,可优选出适于在某些工厂周围的绿化树种和种植农林作物品种,有利于城镇和工业区的绿化。有关资料已列出各类植物对大气污染物(如二氧化硫、氯气、氟化物、氨气等)的敏感性表格,便于选用。

第三节 城市建筑与生态园林

一、城市发展的特征

城市的发展象征着人口高度密集于狭小的城镇。据统计,本世纪 20 年代,世界城市人口约占总人口的 10%;1981 年上升到 41%,至 2000 年预计可达 50%—60%。城市居民为了生存就必须大量建造住宅、工厂及各类工业与民用建筑物、构筑物,以及配套的道路、广场等,使得原地区的自然生态环境向人工环境转变。城市中的万物,可分为

有生命力(如人类、各类动物、各类植物等)和无生命力(如建筑物、构筑物、道路桥涵等)两大类。城市的建造与发展使得无生命力的建筑物、道路等高速发展,从平面开发转向地下和空间。而人类生存不可缺少的有极其强烈生命力的各类植物等却遭到灭顶的清除和侵占。其幸存者也面临着城市环境严重污染的侵蚀。地球上,原始状态的自然环境保持生态的平衡,由于城市的发展和建造,破坏了它的基本平衡。这就是当今城

市建设的基本矛盾。

二、建造田园式都市

19世纪英国学者欧文（Robert Owen）和建筑师霍华特（Ebenezer Howard）相继提出田园都市（Garden City）的理想，并做了尝试性实践。近年来，英国在新城市和居住区建设中，提出“生活要接近自然环境”的设计原则；美国哥伦比亚新城镇总体规划和单体建筑设计中，提出“为了改善人们的居住环境，要使整天在大城市工作的人有机会接触自然”。改善城市的生态环境是一项极其宏大和艰巨的系统工程，绝非在已被各类建筑物、道路广场等挤满的“地皮”上见缝插针扩建绿地所能见效的。在城市里扩充几块绿地、在一定时节摆放几十万盆花和建造一定规模的城市公园，充其量也仅仅形成“花园在城市中”的效果。而与建造田园都市的“城市建在花园中”的花园城市、花园首都和花园国家还相差甚远。由此可见，应把“城市建在花园中”这个总体远景设想，列为城市建设规划的指导思想。这个目标的实现需要有政策上、经济上、技术上等一系列措施及实施计划。同时也需要城市建设者、城市规划师、建筑师和风景园林师及其他科技工作者做大量的工作。

三、城市环境与生态园林

如何改善人类的生存环境、维护生态平衡，已经成为世界各国普遍关心的问题。

联合国生态圈生态与环境组织就各国首

都绿化环境的标准提出：城市绿化面积达到平均每人 60m^2 ，为最佳居住环境。据了解，目前达到或超过此标准的首都仅有4个。

我国近年来研究城市生态环境专家、学者也在积极探讨改善城市环境的良策，特别是对生态园林问题发表各自的观点。

生态园林的建设必须把环境保护事业和园林绿化事业同国家的建设目标联系起来。结合社会经济条件，使生态园林在保护环境方面发挥更大的物质作用。作为一种根据生态学原理人工建造的、模拟自然而又超自然的具有自我调节能力的生态系统——生态园林将为城市提供一个更加接近自然的风景区园林景观，并为提高环境质量起到良好作用。

生态园林的目标应该是建立合理的生态环境，为人们提供清洁、优美、舒适、愉快、安全的生产、学习和生活环境和良性循环的自然生态，使城市的布局同大自然融为一体。

城市新的生态系统如何改造和建设，特别是开发原生自然能力大大超过改造与建设再生自然能力的矛盾日渐突出，亦是亟待研究的课题。城市生态园林规划就是在维持城市生态平衡的基础上，为了改善城市环境、美化城市生活，利用风景园林及一切在城市种植的各类植物内在功能的效益和外在作用的景观效果，以一定的绿化生物量，来达到人为创造的城市生态园林环境。

植物是城市生态园林的主体。地球上的生物总量为 $2 \times 10^{13}\text{t}$ ，而植物生物总量约占全球生物总量的99%。由此可见，要彻底改造并改善城市生态环境，利用一切可能的人

为手段与方法，尽量地发展和扩大城市植物生物总量，是改造城市生态环境的根本出路。

要增加城市植物生物总量就必须开辟种

植草地、花卉和树木的场所。因此，在城市里开拓室内外绿化空间，进行垂直、屋顶绿化的研究，就成为一项极有价值的研究课题。

第二章 屋顶花园（绿化）概论

第一节 概 述

屋顶花园（绿化）可以广泛地理解为在各类古今建筑物、构筑物、城围、桥梁（立交桥）等的屋顶、露台、天台、阳台或大型人工假山山体上进行造园，种植树木花卉的统称。它与露地造园和植物种植的最大区别在于屋顶花园（绿化）是把露地造园和种植等园林工程搬到建筑物或构筑物之上。它的种植土是人工合成堆筑，并不与自然大地土壤相连。

既然屋顶花园是建造在建筑物、构筑物之上，就有必要了解建筑物与构筑物的建筑结构、基本构造、做法和建筑物的屋顶、阳台、平台等的结构承载能力，以及屋顶种植与露地种植的差异和要求。

城市生态环境随着城镇的开发与发展，使维持人类生存的环境空间日趋恶化。改善大中城市的生态环境的途径之一，是开拓城市的绿化空间，建造田园式都市。要达到此目的，必须从点滴的城市绿化和开拓城市生态园林做起。除开发、利用边角露地，使其园林化外，在新建或改建的旧有建筑物、构筑物上开辟园林绿化场地，已提到城市建设者的议事日程。

随着人们生活水平的提高，人们对工作和居住环境提出更高的要求。科学技术和现代建筑发展的趋势之一就是要求建筑与自然环境的协调，把更多的绿化空间引入建筑空间。这在当今建筑和风景园林科学技术飞速发展的形势下，为建筑屋顶花园和开展空间垂直绿化创造了有利条件。

现代建筑向密集、多层、高层而又多为平屋顶的方向发展。建筑师们也将屋顶平面视为建筑物的第五立面，并考虑其所设计房屋的屋顶鸟瞰效果。这样，在铺满人工石的城市里就有可能用屋顶绿化来补偿被建筑、道路等侵占的绿地。

增加城市绿化面积所面临的问题，是城市高楼大厦林立、众多的道路和硬质铺装取代了自然土地和植物。在城市里水平方向发展绿地已越来越困难，这就使我们必须向立体化空间绿化寻找出路，即向建筑物的垂直绿化和屋顶绿化方向发展。建筑物和构筑物（新型城市兴建的架空天桥等）的空间日益被城市规划者、建筑界、风景园林界及城镇群众视为值得开发和利用的绿化、美化场地和城市居民室外活动空间。

精巧、别致、风格独特并独具中国古典造园风韵的屋顶花园，是建筑与造园合作的精品。目前在国内外旅游宾馆、办公室、商业购物中心、医院、高层公寓、工厂、学校、仓库和住宅楼等各类建筑中，已建造了各种

类型的屋顶花园或屋顶绿化。

空中花园的美景将随着城市建设的发展，进入普通居民的工作与生活环 境，它为建造花园首都、花园城市、花园国家开辟了新途径。

第二节 屋顶花园的历史与发展

屋顶花园并不是现代建筑发展的产物，它可以追溯到距今近 4000 年以前。研究分析古代文明和建筑史，使我们从中得到更多的国内外营造、造园知识，为现代屋顶花园的建造提供经验。著名的“空中花园”所以被世人列为“古代世界七大奇迹”之一，它的意义决非仅在于造园艺术上的成就，而应视为古代建筑文明的佳作。屋顶花园的运用已成为现代建筑的一种表现方法。然而，屋顶花园并不是现代园林中出现的新园林形式，城市的发展促使绿色空间与建筑空间相互渗透，这种发展趋势使得屋顶花园有着广泛的发展前景。

痕迹。这些金字塔式的人工山是古代两河流域美索不达米亚城市的典型特征。亚述古庙塔主要是一个大型宗教建筑，其次才是用于美化的“花园”，它包括层层叠进并种有植物的花台、台阶和顶部的一座庙宇。然而这些古代文明的遗产，在公元 13 世纪被蒙古骑兵彻底摧毁了。

一、屋顶花园的历史

屋顶花园的出现，最早可追溯到公元前 2000 年左右，在古代幼发拉底河下游地区（即现在的伊拉克）的古代苏美尔人最古老的名城之一 Ur 城，曾建造了雄伟的亚述古庙塔，或称“大庙塔”，被后人称为屋顶花园的发源地。本世纪 20 年代初期，在发掘这个建筑物遗迹时，英国著名考古学家伦德·伍利爵士，发现该塔三层台面上有种植过大树的

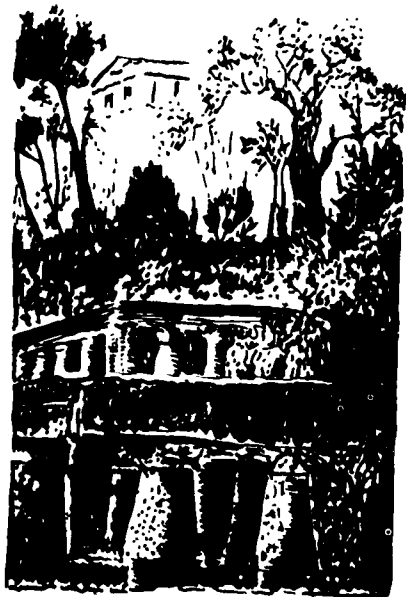
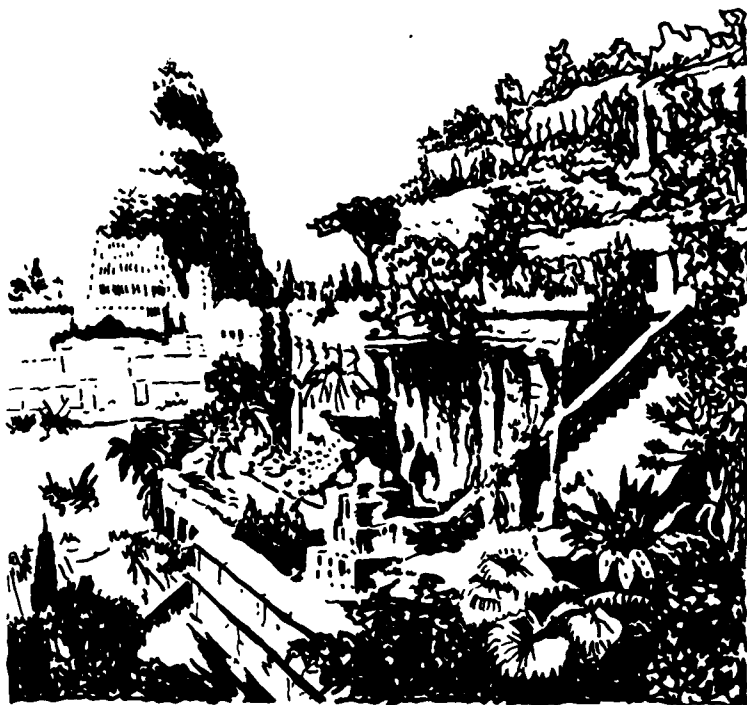


图 2—1 亚述古庙塔示意图

图 2—2 “古代世界七大奇迹”之一的“空中花园”想象图



花园式的亚述古庙塔并不是真正的屋顶花园，因为塔身上仅有一些种植物而且又不是在“顶”上。被人们称为真正屋顶花园的是在亚述古庙塔以后 1500 余年才出现的巴比伦的“空中花园”。

公元前 604—562 年，新巴比伦国王尼布甲尼撒二世娶了波斯国一位美丽的公主，名叫赛米拉米斯。公主日夜思念故国山乡，郁郁寡欢。国王为了取悦于她，下令在平原地带的巴比伦堆筑土山，并用石柱、石板、砖块、铅饼等垒起每边长 125m，高达 25m 的台子，在台上层层建造宫室，处处种花草树木，

为了使各层之间不渗水，就在种植花木的土层下，先铺设石板，在板上铺设浸透柏油的柳条垫，再铺二层砖和一层铅饼，最后盖上厚达 4—5m 的腐殖土，这样不仅可以种植一般花草灌木，还可以种植较高大的乔木；并动用人力将河水引上屋顶花园，除供花木浇灌之外，还形成屋顶溪流和人工瀑布。“空中花园”实际上是一个筑造在人造土石林之上，具有居住、游乐功能的园林式的建筑体。在“空中花园”上，可以鸟瞰，城市、河流和东西方商旅大道等美景尽收眼底。“空中花园”的实用功能在当今亦称得上是建筑与园林相

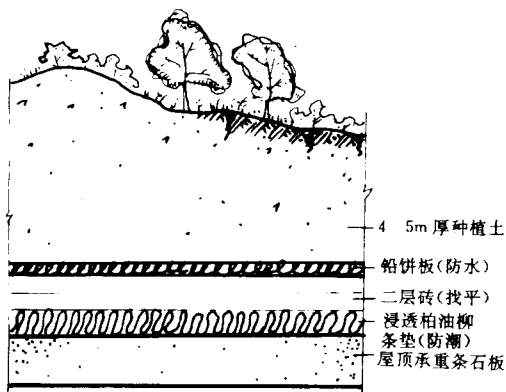


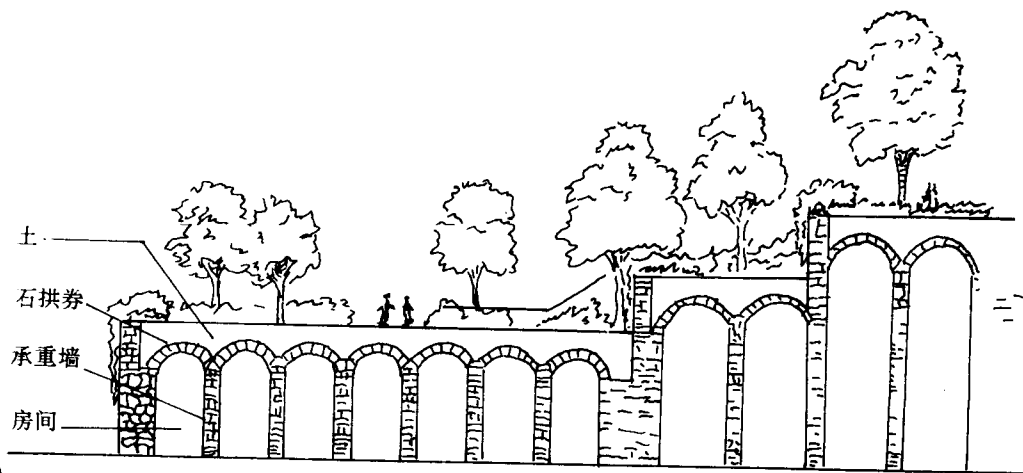
图 2—3 “空中花园”屋顶构造示意

结合的佳作。

公元前 5 世纪，希腊历史学家希罗多德考察并描绘了这个非凡的创造之后，“空中花园”便成了著名的“古代世界七大奇迹”之一了。

本世纪初德国考古学家罗伯特·科尔德韦在巴比伦进行了发掘，发现了另外一个建筑物的废墟，它采用当时在两河流域常用的石拱券结构形式，在 14 个石拱券上面，通过抬高或降低拱券高度；在建筑物屋顶上造成不同层次的台地，由于在相同的跨度情况下，石拱结构比梁板结构能承受更大的垂直荷重，为在台地上种植花木建造屋顶花园，提供了先决条件。在该建筑物的一个角落还发现了一眼有提水辘轳的提水井，利用滑轮和循环水桶作提水工具，以保证屋顶花园中的花木浇灌所需用水。后人称此屋顶花园为巴比伦“悬园”。

图 2—4 巴比伦“悬园”剖面示意图



在我国古代建筑屋顶上大面积种植花木营造花园的尚不多见。据《古今图书集成》记载，古代南京古城墙上曾栽种过树木。距今500年前，明代建造的山海关长城上种有成排的松柏树（见《中国古代建筑技术史》图12—9—1）。山西平定县的娘子关长城上亦有树木种植。另外公元1526年明嘉靖年间建造的上海豫园中的大假山上及快楼前均有较大的乔木（见《中国园林艺术》第139页）。清乾隆二十年（公元1755年）河北承德普宁寺大乘阁外，用砖石砌体修筑的平台上亦种有各种树木（见《中国古代建筑技术史》第394页）。

纵观中外古代建筑发展史，我国古代形成了传统的坡屋顶形式和采用木构架的结构承重，而坡顶上不易营造屋顶种植，木结构也难于承受较重的种植土，况且木梁板的材质对防腐不利。这可能是我国至今尚未发现“巴比伦悬园”式的屋顶花园遗迹的主要原因。而古希腊、罗马在几千年前使用的建筑材料多为石料。石料建造屋顶多采用拱券式，这对要承受较大荷重的屋顶造园，带来有利因素。这只是古代受到建筑形式和材料选用差别影响所致，而现代建筑中外各国的屋顶形式和材料就建造屋顶花园而言是相差无几了。

二、屋顶花园的现代发展

建造巴比伦“空中花园”耗费了大量的人力、物力、财力。它反映古代帝王所追求的奢侈生活。自“空中花园”之后，2500多

年过去了，世界上营建大型屋顶花园极为罕见。除了某些地区屋顶绿化和城市中心商业区地下车库顶绿化外，并没有建造真正的屋顶花园。

美国加利福尼亚州奥克兰市于1959年在凯泽中心的屋顶上，建成面积达1.2ha的屋顶花园，被人们认为它是与古代巴比伦“空中花园”相媲美的现代真正屋顶花园。它建于该中心的六层楼屋顶上，按照一般造园手法，进行规划和建造。在没有建造经验和当时的建筑技术条件下，面临着许多问题需要解决，最基本的问题是如何减轻屋顶各种构造层的自重和减少资金耗费。除此之外，还有种植土的厚度、排水、防水、浇灌、风向及植物选择等问题。对于重量问题，凯泽中心屋顶花园采取了以下方法解决：

- ①园内构筑物全部采取轻质混凝土；
- ②乔木定点于承重柱所在的位置上；
- ③种植土中所需的沙子用粉碎多孔页岩代替；
- ④种植土厚度控制在最低限度，草皮等低矮地被植物土深为16cm，乔木土深度为76cm，二者之间以斜坡过渡。

乔灌木选择须根系树种，以适应浅薄土壤。为了便利竖向排水，在底部排水层与上部种植土层之间铺设一层5cm厚的稻草，防止堵塞排水层和土壤流失，当种植土逐渐变为成熟稳定的结构时，就可以自我保持了。同时，还考虑到当地主导西风的影响及毗邻的24层办公大厦的俯视景观问题。

西方发达国家在60—80年代间相继建