



屋顶

绿化

瓦尔特·科尔布 [德] 著
塔西洛·施瓦茨
袁新民 何宏敏 崔亚平 译

WUDINGLUHUA WUDINGLUHUA WUDINGLUHUA WUDINGLUHUA

LUHUA

屋顶绿化

瓦尔特·科尔布 塔西洛·施瓦茨〔德〕 著
袁新民 何宏敏 崔亚平 译



辽宁科学技术出版社

本书由 Lin-Book & Media Agency 版权代理公司授权辽宁科学技术出版社独家在中国大陆出版发行中文简体字版。未经允许, 任何单位或个人不得翻印。

著作权合同登记号为 06-2001 年第 134 号。

图书在版编目 (CIP) 数据

屋顶绿化/(德)科尔布著; 袁新民等译—沈阳:
辽宁科学技术出版社, 2002. 8
ISBN 7-5381-3688-6

I. 屋... II. ①科...②袁... III. 屋顶—绿化
IV. S731.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第 040024号

Title of the German edition: Dachbegruenung-intensiv und
extensiv by Walter Kolb and Tassilo Schwarz © 1999 by
Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, Germany Through Lin Book
& Media Agency (in Chinese)

出 版 者: 辽宁科学技术出版社
(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)
印 刷 者: 辽宁美术印刷厂
发 行 者: 各地新华书店
开 本: 787mm × 1092mm 1/16
字 数: 200 千字
印 张: 12
印 数: 1~2500
出版时间: 2002 年 8 月第 1 版
印刷时间: 2002 年 8 月第 1 次印刷
责任编辑: 姚福龙
封面设计: 庄庆芳
版式设计: 于 浪
责任校对: 史丽华

定 价: 90.00 元

联系电话: 024 - 23284360
邮购咨询电话: 024 - 23284502
E-mail: lkzzb@mail.lnpgc.com.cn
<http://www.lnkj.com.cn>

前言

多年以来，人们对屋顶绿化的生态学功能还不是特别熟悉，还有一些人一直以为屋顶绿化的投入太大，成本太高，对一般的单位和家庭不太适合。这也是屋顶绿化在城市中没有普及和达到一定规模的原因。

这本书想告诉人们的是，只要您的单位和家庭具有可供绿化的场地，很少的投入，就可以达到您理想的效果。

第一部分举了一些有说服力的例子，告诉人们屋顶绿化在每个住宅都可实现。

如果在屋面防水、根防护和植物生长技术方面积累了很多经验，就能保证进行高质量的绿化。当然，这方面的开发还没有结束，在利用植物方面，人们也许总要进行试验和探索。

第二部分对设计、建筑施工和实施进行一步一步的说明。我们特别重视系统化的方法，在节约成本合理选择材料与植物上重点介绍。

第三部分是详细考虑问题时的小参考书。特别是把不同方式的屋顶绿化的植物目录排列在一起，重点在于绿化植物的选择。

作者的许多屋顶绿化方面的材料都是建立在巴伐利亚地区葡萄和园艺研究院的工作基础之上而写出的。在这方面，要衷心感谢那里绿化平面建筑试验站的负责人Rainer Trunk先生和他的同事。他们真诚的合作和丰富的实践经验，对屋顶绿化特别是常规绿化的开发，做出了重要的贡献。

1999年春于 Veitshonheim

瓦尔特·科尔布博士
塔西洛·施瓦茨



目 录

前言 3

第一部分 居住环境中屋顶绿化的形象 8

从今天的观点看屋顶绿化的作用 10

屋顶绿化的作用 11

绿化屋顶——“空调” 11

建筑构造层的保护 14

屋顶绿化与地表水 14

通过屋顶绿化减少屋面泄水 15

具有蓄水功能的绿化屋顶 16

通过绿化屋顶渗入地下的最佳方案 16

作为生存空间的屋顶花园 17

作为可以利用的绿色平面的屋顶 18

菜园范例 19

屋顶平台范例 22

带有屋顶花园的住宅和办公大楼的范例 23

作为改善居住环境的屋顶 25

第二部分 屋顶绿化的建造步骤 26

建造技术的先决条件 28

在平屋顶和坡屋顶上对屋顶结构的考察 28

保温屋面(单层屋面) 28

没有保温层的单层屋面 31

在轻型钢板上的保温屋面 31

非保温屋面 33

倒置式屋面 34

混凝土防水屋面(WUB屋面) 35

屋面坡度 36

0到2%的屋面坡度($0^{\circ} \sim 1^{\circ}$) 37

2%到5%的屋面坡度($1^{\circ} \sim 3^{\circ}$) 37

5%到36%的屋面坡度($3^{\circ} \sim 20^{\circ}$) 37

36%到58%的屋面坡度($20^{\circ} \sim 30^{\circ}$) 39

58%到100%的屋面坡度($30^{\circ} \sim 45^{\circ}$) 39

屋顶结构的承载能力 40

屋面防水层和抗根穿透性 41

沥青嵌缝 41

聚合物——沥青卷材 41



塑料卷材和橡胶卷材	42
平整度与排水	45
公差	45
进水与排水	46
灌溉	47
连接和封闭	47

屋顶绿化的形式	49
精绿化	49
简单精绿化	51
粗绿化	52

层状结构和适合的材料	55
保护层	55



由塑料制成的保护层	55
由塑料毛垫制成的保护层	56
由砂浆抹面制成的保护层	57
经过排水层的保护层	57
排水层	57
由天然矿物质制成的排水层	57
由组合矿物质制成的排水层	58
由矿质再循环材料制成的排水层	59
由塑料制成的排水层	59
排水层厚度和粒度组成	61
过滤层	62
由纺织品制成的过滤层	63
由有机材料制成的过滤层	63
种植层	64
精绿化的种植层	64
粗绿化的种植层	66

松散材料混合物	66
双层建筑构造的基层	66
单层构造方式的基层	67
为粗绿化和精绿化建造的基层	67

对设计和建造的检查 69

防水性检查 70



用积水的方法检查防水性能	70
喷灌方法	70
电—脉冲方法	71
烟气法	71
通过外观检查	71
检查表	73
材料购买和加工	73
根据体积供货	73
根据重量供货	73
屋顶负荷检查	74
运输和分配	75
安全保障与施工许可	77
临时的坠落保险	77
通过固定栏保险	78
建筑许可证	78

植物选择的原则 79

植物选择的标准 80

种类的影响 80

功能 82

生长环境 82

维护 82

精绿化植物选择的例子 85

植物大小和种植的距离 87

粗绿化植物选择的例子 89

绿化方法 95

通过种植绿化 95

单独生长的木本植物栽种 95

有或没有土球的木本植物的栽种 96

在容器中栽种植物 96

在盆中栽种木本植物和亚灌木 97

小土球盆钵中的亚灌木 97

通过播种绿化 97

干播种 97

湿播种 98

扦插 100

用植物生长垫绿化 100

屋顶绿化的维护 101

完成维护 101

通过灌溉进行的完成维护 101

通过施肥进行的完成维护	103
通过清除杂草和根蘖进行的完成维护	104
通过其他方式进行的完成维护	104
维持维护	105
精绿化时的维持维护	105
粗绿化时的维持维护	105
平面加固和布置	107
走道和屋顶平台的建造	107
没有粘接在下部构造层上的铺板	107
粘接在下部构造层上的铺板	112
屋顶上的植物池	113
灌溉装置	116
回水灌溉	116
滴灌	120



第三部分 屋顶绿化的基础 122

屋顶绿化建筑材料	124
根防护板和屋面防水层	124
湿播种的粘合剂	124
种植层的基层	124

栽种材料	125
粗绿化的植物	125
例 1	125
例 2	133
例 3	143
例 4	157
例 5	166
例 6	175
“禾草屋顶”的播种	181
精绿化的植物	182
例 7	182
例 8	187

第一部分

居住环境中屋顶绿化的形象





从今天的观点看屋顶绿化的作用

在这里的建筑物上，错过了改善城市生态环境的很多机会



过去在建造住宅建筑时通常只考虑附属建筑物、车库、造价、面积等因素，而屋顶绿化一般是不予考虑的，只有在一些特殊的情况下才考虑这个问题。而今天由于建筑用地的日趋紧张使得人口稠密地区不断增多，造成建筑用地的价格一路飞涨，还有定居的负面生态效应等很多因素，使得人们不得不考虑如何充分、合理地利用建筑面积，这样就使得屋顶绿化成为现代建筑发展的必然趋势。



这样的绿化屋顶可进行多方面的综合利用



以前是砾石屋顶，而今是五彩缤纷的世界

以前,在建筑上进行绿化,只是贵族、商贾等富人的奢侈品和身份的显示,但今天却完全不同了。随着人们观念的不断转变,使得屋顶绿化的概念也在不断扩大,除了可以保证特定范围内居住环境的生态平衡和良好的生活环境外,还可以在经济效益、生活情趣等很多方面产生正面效应。关于屋顶绿化的一些作用,将在下面的章节进行阐述。

屋顶绿化的作用

绿化屋顶——“空调”

近年来,城市建筑物的逐渐增多,由于太阳辐射引起的建筑物能是积聚也随之增多,再加上家用燃料、工业、机动车增加的能量源源不断,造成了城市气候的能量剩余非常惊人。

特别是在夏天,同没有建筑物的地区相比,市内的气温显著升高。在建筑物密集的市区,夏天由于缺水会出现令人难以忍受的高温,由于建筑物对光的反射低,夜间降温减弱,因此会对人的健康产生长期的负面影响。而绿化地带和绿化屋顶,可以通过土壤水分和生长的植物降低大约80%的自然辐射,以减少建筑物所产生的负作用。

此外,也可通过在建筑物周围建造绿色植被平面来显著改善居住区的周围气候。但对比较密集的建筑而言,除其有限的功能空间如走道、阳台、通道外,为植物生长留下的面积就很少了,这样,适当地利用屋顶就有着特别的意义。

通过实验可以证明,和没有绿化的屋面相比,绿化的屋顶可以降温(参看图1)。在酷热的夏天,当气温大约在 30°C 时,没有绿化的地面已达到不堪忍受的 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$,而绿化屋顶基层10cm处的温度则为舒适的 20°C 。



长期以来人们就利用植物的生长来调节室内温度,图片中的贮藏室是处于地下水位高的地区,又是岩石结构,按常理是不可以建造贮藏室的,但通过有效的屋顶绿化,却解决了这些实际存在的问题。



这个受植物生长影响的屋面对改善小气候很有意义

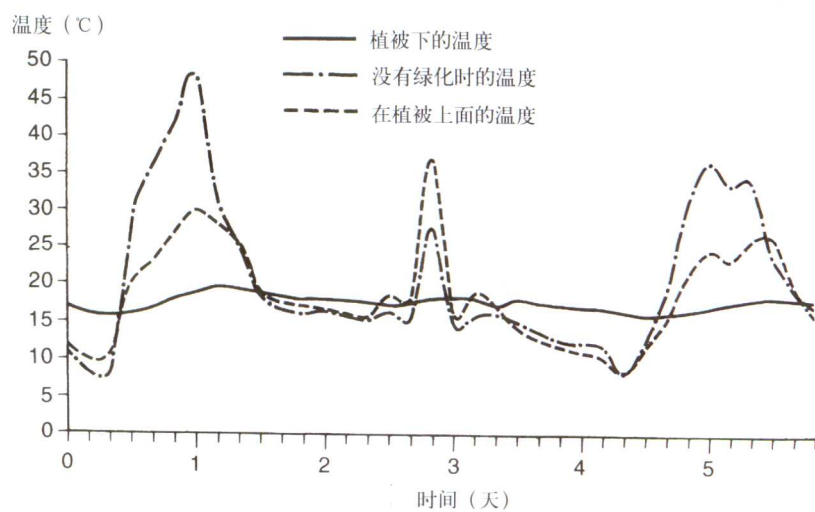


图 1

炎热的夏天绿化屋顶 10cm 层深处的温度同没有绿化的平面的温度及气温的比较。

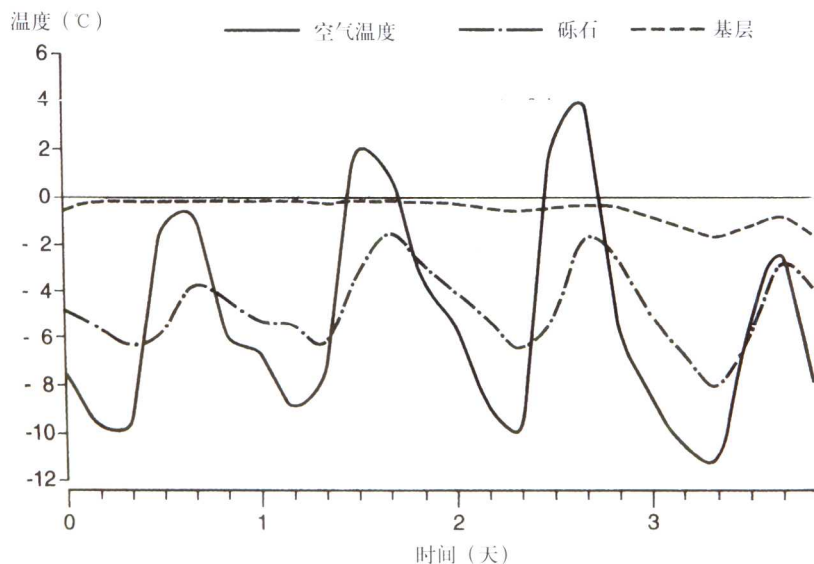


图2

寒冷的冬天绿化屋顶5cm处和砾石屋顶的温度与空气温度的比较

屋顶绿化的降温性能自然取决于基层厚度及植物种类。在覆盖着土壤、长有大量草本、禾草和亚灌木植物和工程厚度为20cm时可达到图1中的值。

在冬天,绿化屋顶像一个温暖罩保护着建筑物。长有植物和含有空气层基层的绿化屋顶可以显著减缓热传导以利节能。特别是在长有禾草—草木及低密度多孔的矿物质基层的植被结构的屋顶上,可以达到这个效果,如由膨胀粘土和浮石组成的绿化屋顶。

已有的实验表明,和普通砾石组成的平屋顶上相比,绿化屋顶可以大量节能,如图2,试验测定结果表明,在一个比较低的温度范围内,当绿化屋顶的建筑构造厚度不大时,绿化屋顶本身也可保持一个相对恒定的温度。而由砾石组成的保护层平屋顶的温度却变化很大,测量是在一个有15cm建造厚度和干旱草地植被的绿化屋顶上进行的。

对不同的屋顶结构和植被结构的计算表明,每年每平方米可以节省1到2升燃料油。绿化屋顶不仅在夏天高温时,而且在冬天严寒时也对缓冲极端温度起着突出的作用。



此图是屋顶绿化的一个范例，屋顶构造层主要使用低密度、多孔的矿质材料。

建筑构造层的保护

平屋顶建筑，屋顶构造的破坏多数情况下是由屋面防水层温度应力引起的，还有少部分是承重物件引起的。通过温度变化会引起屋顶构造的膨胀和收缩，使建筑物出现裂缝，导致雨水的渗入。

这样在15~20年后就得对保护不充分的防水层进行整修。

迅速的温度变化对建筑物特别有害，比如，冬天，经过一个寒冷的夜晚，到了白天，短时间内建筑物表面温度突然升高，而在此之前建筑物还结着冰；夏天，在夜晚降温之后，白天的建筑物表面温度也会很快显著升高。温度变化的快慢虽然取决于建筑材料，但那只是传导的时间长短而已。此外，由于温度的变化，材料将受到很大的负荷，其强度会降低，寿命也会缩短。如同前面讲过的那样，通过屋顶绿化可以调节夏天和冬天的极端温度，不但不会对屋顶的防水层有丝毫影响，反而对建筑物构件起到一个保护作用。因此说，屋顶绿化可以保护建筑物并且还可以延长其寿命。



绿化屋顶可在住宅区内阻拦降水

屋顶绿化和地表水

通常在进行城区建设时，地表都会因建筑物而形成封闭层。降落在建筑表面的水按惯例都会通过排水装置引到排水沟，然后不是转送到澄清池就是直接转送到自然或人工的排水设施，这样常用的做法会造成地下水的显著减少，随之而来的是水消耗的持续上升，这种恶性循环的最后结果会导致地下水资源的严重枯竭。

在城市70%~80%的封闭率是很常见的。同没有建造房子的地面相比，大量的降水不可能在短时间内排泄，必定造成城市内洪水的危害。而屋顶绿化提供了储存降水的可能性，减轻了城市排水系统的压力，同时也可以显著减

少处理污水的费用。

但在许多地区,屋顶水没有被作为很有价值的自然资源,而是将其同严重污染的水混合在一起作为废水处理,这种在沉淀池的处理费用是相当昂贵的。

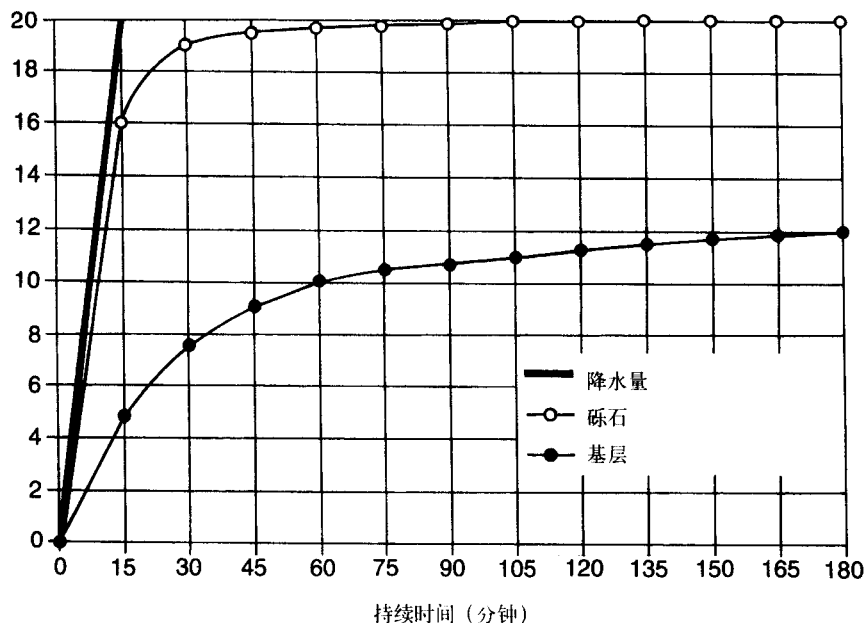
如果人们从经济的观点出发,应该根据来源和污染程度来区分“污水”,这样就会有好的解决方法。屋顶水具有自然资源的特征,在参与物质循环中起着不可替代的作用。

通过屋顶绿化减少屋面泄水

当许多屋顶都被绿化时,屋面排水可以大量减少,在Veitshoeheim的巴伐利亚园艺站进行试验时,结构厚度为10cm的平屋顶,本身可以承受的活荷载为 $100\text{kg}/\text{m}^2$,这就说明屋面能承受得起 $100\text{kg}/\text{m}^2$ 的降水,这样相对来说就使得降水强度降低了70%。

这意味着,如果在15分钟内绿化屋顶的降雨强度为每平方米20升时,在同一时间内,流到出水口管道的雨水仅有每平方米5升。图3得出的结果说明,在同样的用砾石覆盖的

升/平方米 (L/m^2)



10cm的屋面基层与平屋顶上砾石面排水比例的比较

屋顶上，流到出水口管道的雨水为16升。

绿化屋顶上排水的显著减少，无疑可以作为排水工程中确定下水管道、溢洪道或蓄水池尺寸时节省费用的根据。

具有蓄水功能的绿化屋顶

除延缓屋面排水外，绿化屋顶也能把大部分降水贮存起来。以此为根据，大约能有一半的降水会留在屋面上，存在基层上或通过植物蒸发掉。

在城市和乡镇已经开始将地面水和污水分开计算污水费用，而对一些封闭的面积来说，屋顶绿化至少提供了节省费用的可能性。对于绿化屋顶来说，把地表水考虑在内，大部分情况下，仅花一半的地表污水费用就可以了。由于屋面排水的减少，下水道和蓄水池也可以减轻负荷。

通过绿化屋顶渗入地下的最佳方案

绿化屋顶系统本身不能把表面水渗漏掉，因为建筑物系统上部结构的下部构造是完全封闭的。基于这点考虑，建筑物的屋顶水应该不再引向下水道，而是让其渗入到地下，重新形成新的地下水。同绿化屋顶的生态效应联系起来，这些新的想法是改善城市生态环境的良好开端。

经过这样处理的屋顶，不仅排水量明显少了，出水口排出水的速度也放慢了，渗漏系统可以毫无问题地把它们吸收，该系统的效应也就相应增加了。特别是在渗透能力小的地方这一点更有意义，通过这样处理渗漏水，可以节省大量的费用。

地表水的进一步利用，可以通过返回到绿化屋顶的降水观察到。作为封闭系统，精绿化系统由于有拦蓄水就可以把渗漏水贮存在一个雨水贮蓄池中，在需要补充水的时候利用。

把屋顶绿化、蓄水池和水渗漏等措施结合起来，放弃使用或建造地层表面水的下水道工程完全是可能的。