[气候变化的故事]

屋顶的气候变化故事

文_叶　谦

叶谦，博士，曾任中国气象科学研究院兼职研究员、中国气象局华风影视集团高级顾问、世界气象组织北京 2008 年奥运会预报演示项目社会经济影响评价课题首席科学家。现任国际全球环境变化人文影响中国委员会（CNC–IHDP）副秘书长、国际全球环境变化人文影响计划（IHDP）主任特别顾问，IHDP 核心计划综合风险防范计划执行主任。研究领域包括：卫星气候学、气候变化的社会经济影响及全球变化等。



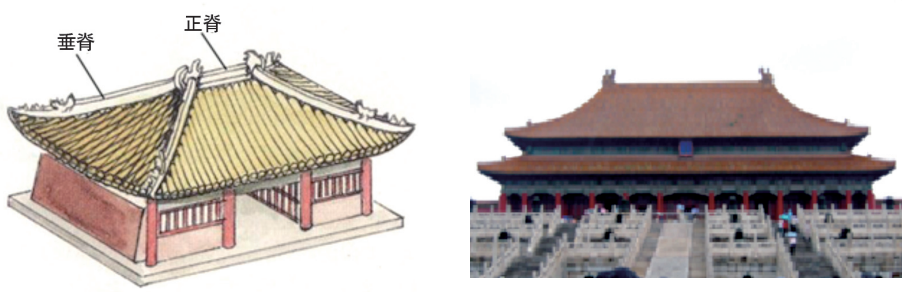


图 1　庑殿建筑和故宫太和殿

当人类祖先从山洞、树洞和其他自然形成的庇护所搬出，住进自己搭建的“房屋”那一刻起，人类可以算是正式脱离了动物界。在很长一段时期，在全球大部分地区房屋所用的主要材料完全是就地取材，树木、泥土与草混合是主要的建筑材料，而搭建屋顶也许是早期房屋技术含量最高的工作，这些简陋的房屋为我们祖先扩展活动范围提供了基本保障。但是，原始的房屋往往难以真正起到遮风挡雨的作用。特别是屋顶，基本上没有防水功能。直到五千年前，中国人第一个发明了釉面黏土瓦后，这一状况才有了根本性改变。希腊和巴比伦人在距今大约 4—5 千年，也发明了陶制屋顶瓦片。

当房屋已经成为人类居住的主要场所时，人们对屋顶的关注也从原来的物理功能，更多地向它的装饰功能发展。中国古代建筑的屋顶根据居住者的身份而有所不同。例如，屋面由四大坡、前后坡屋面相交形成一条正脊，两山屋面与前后屋面相交形成 4 条垂脊构成的庑殿建筑就是中国古代建筑中至高无上的形式。在等级森严的封建社会，作为中国古建筑中的最高型制，庑殿建筑常用于宫殿、坛庙一类皇家建筑，如故宫午门、太和殿等，其他官府和民间建筑则绝不允许采用



图 2　以深色为主、不同材料的屋瓦

庑殿这种建筑形式（图 1）。

在过去的 200 年，屋顶材料发生了重大变化。19 世纪首先出现了黏土瓦的大规模工业化生产。100 年后，初期以模仿陶瓦为目的的混凝土瓦片诞生，沥青屋顶也在同时期出现了。今天，以钢铁、组合板、玻璃，化学合成品、瓷砖等各种材料生产的屋瓦被广泛应用于全球建筑物上（图 2）。

随着城市化的快速发展和气候变暖的日趋加剧，在诸多遏制气候变暖的举措中，人们也开始关注城市建筑的屋顶，并在其上大做文章。科学检测发现，现在世界上超过 90%的屋顶大多是深色的。在阳光直接照射下，深色屋顶表面温度可达 70 ～ 90℃。屋顶热量增加一方面会增加建筑物冷却能源消耗，另一方面会对周边环境造成直接影响，加强了城市热岛效应。

要减少屋顶吸收热量，目前主要有两种途径。相对简单的方法是改变屋顶材料，使之减少对太阳辐射的吸收。诺贝尔物理学奖得主朱棣文在其任美国能源部部长时就曾广为呼吁：将全世界屋顶刷成白色，以反射太阳光和热量。简单的计算表明，如果全球所有城市屋顶都漆成白色，可以增加 10% 的地球对太阳光的反射，相当于抵消了 240 亿吨二氧化碳的增温效应。需要指出的是，在实际中，由于城市建筑物的几何形状和建筑材料的复杂性，这种简单方法的效果不一定如理论计算结果明显。而开展屋顶绿化因此被认为是一举多得的另一种途径。

广义而言，屋顶绿化是指在各类建筑物、构筑物、城围、立交桥等的屋顶、露台、阳台或大型人工假山山体上种植树木花草的统称。最早的屋顶花园可以追溯到公元前 2000 年左右，而最著名的古代屋顶花园是被列为“世界七大奇迹”、建于公元前 604—562 年的巴比伦空中花园。考古发现，巴比伦空中花园是在平原地带堆筑土山，并用石柱、石板、砖块、铅饼等垒起的台子上层层建造宫室，处处种植花草树木而成。在科技高度发达的今天，为了解决屋顶绿化植物的种植土壤不与大地土壤相连所产生的各种问题，包括建筑荷载、阻根防水、蓄排水系统、过滤系统、轻型营养基质、适合屋顶生长的各类植物，以及园林小品等，由建筑、园林、材料、环境、工程等诸多学科的科学家和工程师合作，再现了巴比伦空中花园的奇观。其中，位于日本福冈的 ACROS 就是一个典型代表。这个带有巨型楼顶阶梯花园的建筑在高于地面 60 m 处种植了 76 个品种共 35 000 株植物（图 3）。

联合国相关机构研究表明，当屋顶绿化总量达到城市建筑的 70% 时，二氧化碳含量下降了 80%，夏天气温下降 5 ～ 10℃。除此以外，由于屋顶绿化还具有节约能源、延长建筑物寿命、净化大气、减少雨水流失量、节省公共事业开支等众多优点，因此，自 20 世纪 60 年代起，发达国家的一些城市开始大规模推广屋顶绿化。经过科学家和工程师们半个世纪不断的科研与实践，屋顶绿化技术日渐成熟，可以预期，千姿百态、风格各异、风景绮丽的屋顶花园将在改善城市生态环境、增加城镇的人均绿地面积、减缓气候变化等方面起到更为积极的作用。■

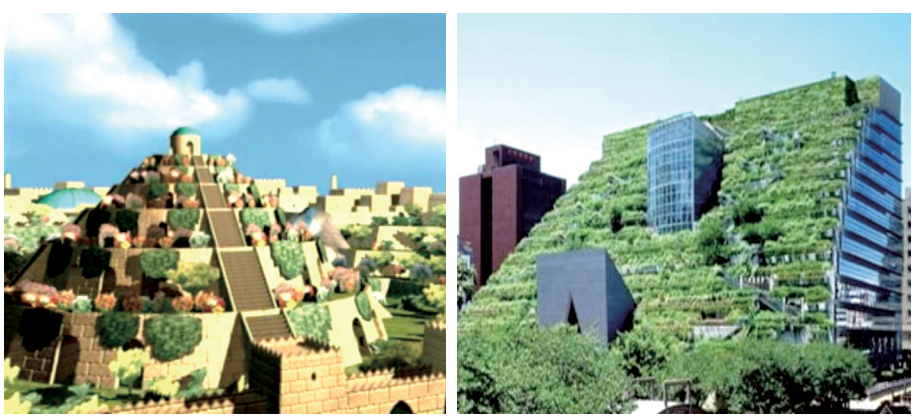


图 3　巴比伦空中花园和现代屋顶花园 ACROS