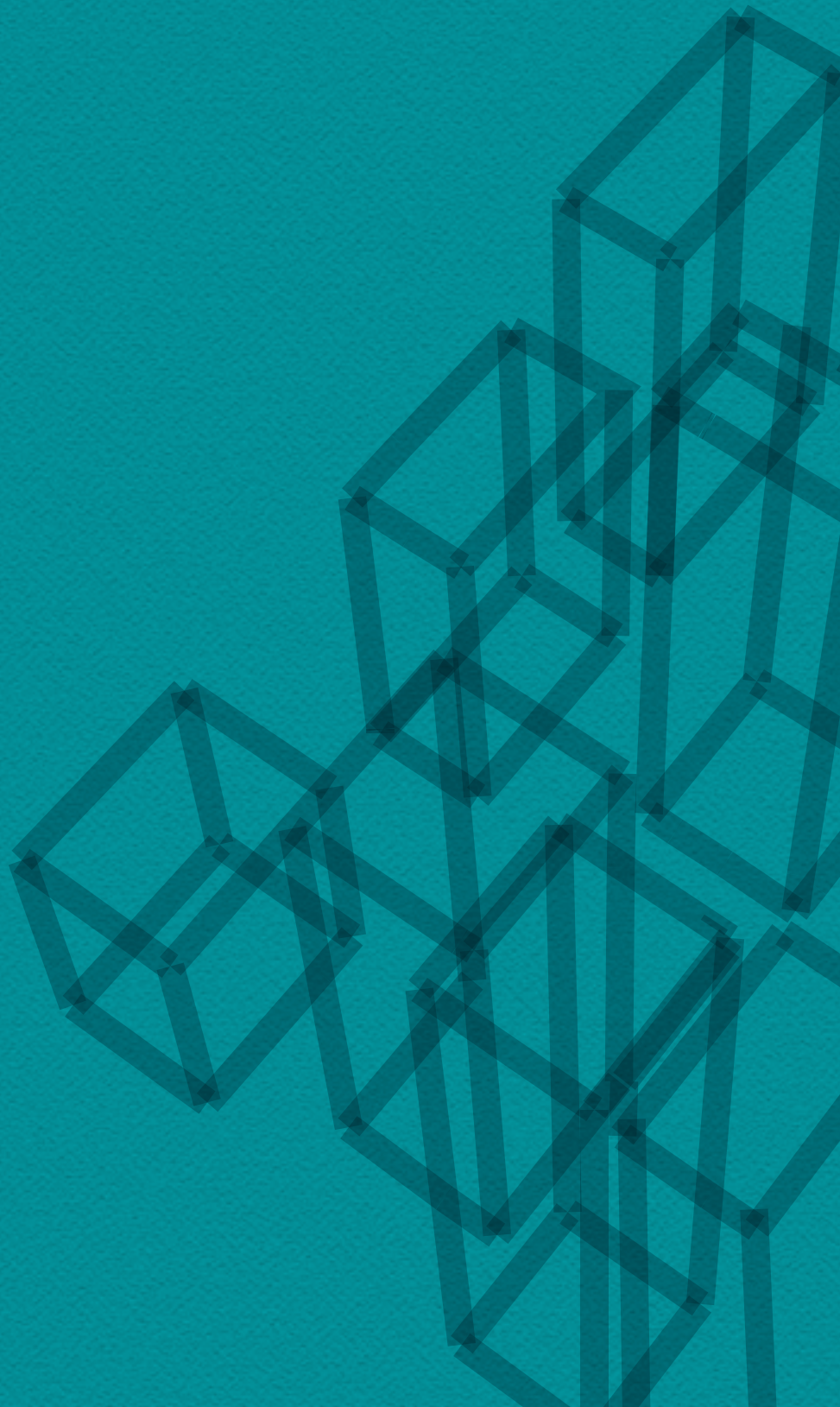


良好实践指南

凉爽城市



C40城市气候领导联盟

C40城市气候领导联盟已经成立了11年,联系着全球80多座最大的城市,代表6亿多人口和四分之一的全球经济。C40由城市创建和领导,致力于推动城市温室气体减排、降低气候变化风险、应对气候变化,同时提升市民的健康和福祉,增加经济机会。www.c40.org

C40城市气候领导联盟对温室气体减排和降低气候风险的关键领域制定了一系列良好实践指南。指南概述了具体气候行动的主要好处,同时列出城市可以采用或有效扩大规模的方法和战略。这些指南的制定是基于C40城市的经验教训,以及参与这些领域的龙头组织和研究机构的研究成果和建议。这些良好实践方法对参与C40网络的城市以及世界其他城市均有帮助。

目录

目录.....	3
执行摘要.....	3
1 背景	4
1.1 目的	4
1.2 引言	4
2 表面降温和气候变化.....	4
2.1 为什么要降温?	4
2.2 为什么重点是表面解决方案?	5
2.3 屋顶.....	5
2.4 地面上.....	5
2.5 考虑水资源.....	6
2.6 降温的好处.....	6
3 表面降温的良好实践方法.....	7
3.1 最佳实践类别	7
3.2 为房产业主进行低温表面的商业论证	8
3.3 将降温方案融入到其他大型/长期基础设施项目中	9
3.4 公众宣教和意识提升	9
3.5 确认降温的综合效益并和相关项目对接	10
3.6 为实施降温方案提供鼓励措施	11
3.7 制定要求降温元素的立法	11
4 阅读参考	12

执行摘要

城市地区因多个原因而比农村地区的温度高 5-9°C (9-16°C)。人造环境会发射热量，i 城市地表会比自然地面吸收更多阳光和热量，而且城市地区也缺乏植被通过蒸发降低温度。这种现象被称为‘城市热岛效应’，会引发建筑能耗的增加和加重空气污染，同时降低城市生活质量并增加城市健康问题和提高死亡率，特别是在热浪和非正常高温期间，情况更为严重。

表面降温在解决城市热岛效应和热浪问题上能够实现显著的效益。表面降温通常简单易行，具有成本效益，在全球各地均可应用。屋顶和路面占城市表面的 60% (屋顶通常占 20-25%，路面占 40%)，阳光同这些表面接触后，有 80% 被吸收，然后转为热量。ii 除了引入屋顶和路面表面降温外，城市还可以利用剩下的地表面积开发公园或其他绿色景观。

本良好实践指南重点为成功启动和实施表面降温方案的几大关键因素，使得城市获得更好的经济、社会和环境成果：这些良好实践方法包括：

- 为房产业主进行低温表面的商业论证
- 将降温方案融入到其他大型/长期基础设施项目中
- 公众宣教和意识提升
- 确认降温的综合效益并和相关项目对接
- 为实施降温方案提供鼓励措施
- 制定要求降温元素的立法

C40 凉爽城市网发起于 2012 年，和全球凉爽城市联盟 iii 合作，旨在增加 C40 城市对城市热岛效应的理解并支持表面降温方案的启动和实施。

本良好实践指南旨在总结出能够在全球范围内进行传播的凉爽城市良好实践的关键因素，突出表现 C40 城市在规划和实现表面降温解决方案中的成功。

1 背景

1.1 目的

C40 城市气候领导联盟对温室气体减排和管理气候风险的关键领域制定了一系列良好实践指南。C40 良好实践指南对具体气候行动的主要好处进行概述，同时列出了基于 C40 城市成功实施的活动和战略的良好实践原则。这些指南是基于 C40 城市和 C40 具体网络合作得来的经验教训，而且吸收了参与这些领域的龙头组织和研究机构的研究成果和建议。

以下的良好实践指南重点为成功启动和实施表面降温方案的关键方法，使得城市获得更好的经济、社会和环境成果。这些方法取自于参与 C40 凉爽城市网的城市的经验而且和全球各地的城市都有一定关系。

1.2 引言

城市地区因多个原因而比农村地区的温度高 5-9°C (9-16°C)。人造环境会发射热量，iv 城市地表会比自然地面吸收更多阳光和热量，而且城市地区也缺乏植被通过蒸发降低温度。而且，包括车辆使用、工业和空调等在内的城市活动产生了更多的热量。这种现象被称为‘城市热岛效应’，会引发建筑能耗的增加和加重空气污染，同时降低城市生活质量并增加城市健康问题和提高死亡率。全球的主要城市都在经历越来越多的城市热岛效应以及因全球变暖和天气模式变化引起的极端热事件，通过降温技术和战略处理这些危害是让在城市适应气候变化的同时又直接实现温室气体减排和补偿全球气温上升的关键方法之一。

2 表面降温和气候变化

2.1 为什么要降温？

2014 年，C40 城市中每 5 座城市中有 3 座（60%）向 CDP_v 报告，观察到越来越多的城市热岛效应或者更多热天，属于严重或极端严重的气候变化效应。这些热相关的关注在 C40 城市面临的气候变化效应中排名第二和第三，随后还会有更频繁的热浪和更热的夏季。

有 21 座 C40 城市都把变热作为一项重要关注，他们正在集体合作，通过凉爽城市网（C40 和全球凉爽城市联盟的合作产物）解决城市热岛效应和极端热事件。凉爽城市网旨在帮助城市设计实施以解决方案为中心的方法通过降低城市温度和共享降温的好处来推动可持续性发展。

2.2 为什么重点是表面解决方案？

屋顶和路面占城市表面的 60%（屋顶通常占 20-25%，路面占 40%），阳光同这些表面接触后，有 80%被吸收，然后转为热量。^{vi}，根据不同城市而定，还可以利用剩下的地表面积开发公园或其他绿色景观。水的出现和利用是表面降温设计部署的另一个重要考虑项。

表面解决方案往往是全球各地都可以使用的技术，容易部署、简单易行而且具有成本效益。C40 城市中的‘表面冷却良好实践设计’可以归为两个主要类别：屋顶之上和地面之下。各个层面上的解决方案彼此对照。在某些情况下‘凉爽’反射或以其他方式的非植被解决方案是最好的，在其他情况下，植被方案却更有效而且能带来其他好处。无论使用哪种方案，水的出行和应用都是一个重要考虑事项，因为有时候水能带来其他的降温效果，有时候又会增加热量。

2.3 屋顶

清凉屋顶：清凉屋顶既要具有高反射性，又要具有高排放性，从而将接收到的阳光转换成的热量最小化并将排出的热量最大化。现有的大多数屋顶都是黑色的，反射的阳光不超过 20%，而新装的白色屋顶可以反射 70-80%的阳光。因此，新的白色屋顶通常为 28-36°C（50-65°C），比黑色屋顶的温度低，而老化的白色屋顶则要低 20-28°C（35-50°C）。除了节省空调费用外，清凉屋顶还可以提高屋顶寿命和屋顶设备的性能，如太阳光伏板的使用。^{vii}

绿化屋顶：绿化屋顶是安装在屋顶表面上的多层植被景观。用一层遮挡建筑材料的植被覆盖屋顶，可以吸收热量，达到降温的效果。岁同土壤中蒸发，植物通过根部吸水从树叶蒸发而产生蒸散作用，从而实现降温，这种过程利用环境热量最终达到降低周围温度的效果。绿化屋面的另一种降温设计特点是在屋顶和植物直接留一条缝隙，让热空气向上移动，通过对流排出建筑物，达到被动降温。^{viii}

除了能够降温外，绿化屋顶还可以提供多种好处。绿化屋顶可以管理和清洁雨水，清洁空气中的污染物，通过保护屋顶薄膜不受太阳辐射而延长使用寿命，可以创造和保留生物多样性，还可以提供更多的开放空间和/或食物生产空间。有人还发现绿化屋顶可以增加房产的价值^{ix}。

2.4 地面上

凉爽路面：传统路面材料在夏季最高温度可达 50-65°C（120-150°C），所以接近地面的空气温度也会升高。^x有许多路面材料颜色更浅，能够制成更具反射性的路面。而且，包括加固嵌草路面在内的可渗透路面也可以通过存储在路面中的水分降低道路表面温度。

公园和其他绿色景观：种植维护城市树荫是另一种给城市降温的方式。树木遮挡住地面和周围构筑物，同时通过蒸散效应给城市降温。研究表明，小树林比周围的空旷地面温度低 5°C（9°C）。^{xi}

2.5 考虑水资源

在某些情况下，利用水可以通过蒸发和改善植被蒸散进行降温。城市一般在炎热季节采用水资源（喷泉和水池）或路面喷水系统或活动给居民降温。但是，在其他情况下，死水或过多蒸发的水分会增加湿度，实际上让人感觉温度更高。关于地下水位和热量关系的研究正在进行，或许能够为水位高低不同的城市提供一些信息。

2.6 降温的好处

全球凉爽城市联盟的研究**凉爽屋顶和凉爽路面实践指南**^{xii}指出降温有以下几个关键好处，并通过 C40 城市的经验得到确认：

降低夏季热岛效应：如果城市在炎热季节温度能够得到下降，则城市更宜居，居民更健康。美国城市调查发现，在较热的夏季，如果全市都按照凉爽屋顶、路面并栽树，环境温度可以降低 2-4°C（4-9°C）。

对热死亡更具抵抗力：在热浪期间的降温对降低死亡风险非常重要。热浪在美国、法国、俄罗斯和印度等地已经夺去数以千计的生命。城市热岛效应相关的高温和较高的污染水平会产生普遍不适、呼吸困难、热痉挛和热衰竭、中暑、食物腐败造成的肠道疾病以及热死亡，对人体健康造成很大影响。城市热岛效应让热浪的影响加剧。儿童和老年人以及病人等易受影响的人群尤其容易受到这些事件的影响。^{xiv}

在美国，平均每年直接和热相关的死亡人数为 400 人，^{xv}因中暑加重病情死亡的人数更多，估计为 1800 人。^{xvi}芝加哥 1995 年热浪事件中，其中有 739 例死亡人员几乎都是在有黑色屋顶的建筑物顶层死亡的。^{xvii}美国每年平均因高温造成的死亡率远超其他任何自然灾害。哥伦比亚区也容易受极端高温事件影响，由于在夏季时候城市地区往往比周围农村地区的温度要高，这使得其对健康的影响加剧。1948-2011 年间，平均每年有 285 人因高温导致死亡。2014 年，全球凉爽城市联盟和迈阿密大学米勒医学院合作进行的一项研究发现，在热事件期间，如果城市表面反射率增加 10 个百分点，平均死亡人数会上升 6%。如果给增加的反射率加上 10% 的植被覆盖，则平均死亡率可降低 7%。

改善空气质量：由于臭氧层或‘烟雾’在热天形成更快，所以降温还有利于改善城市空气质量。臭氧层污染是呼吸疾病的罪魁祸首，世界卫生组织预计，到 2030 年，臭氧层污染将会成为导致死亡的第三大杀手。^{xix}洛杉矶进行的一项模拟发现，全市部署浅色表面和树荫可以降温并因此降低 10% 的烟雾浓度。^{xx}

提高舒适度：在没有安装空调的建筑物内，用白色屋顶带头黑色屋顶可以降低建筑物顶层温度 1-2°C（2-3°C）^{xxi}，让这些建筑物顶层在热浪期间更加舒适和安全。温度较低的屋顶还可以用作炎热气候时的生活空间（特别是在晚上）。

能效和温室气体排放：城市表面降温给安装有空调的建筑物带来的主要效益之一是降低空调装置的能源开支以及因能耗带来的二氧化碳排放。在美国的城市中，估计城市热岛效应导致全城用电需求为 5-10%。在全球范围内，由于室内温度上升，空调需求市场不断增长，在印度和中国等急剧发展的发展中国家更是如此。空调是一种能源密集型的降温策略，费用很高，用电量很大，而且往往在总体上产生更多的热量。低温屋顶和路面是比较廉价的方案，要强于购买空调。例如：一个平房的低温屋顶可以节省空调成本 20%。^{xxii}

高峰用电需求降低：在极端热事件期间，对空调的过多需求会让供电系统超载，造成停电或灯火管制。^{xxiii} 研究表明，在阈值 15-20°C 时，每上升 0.5°C (1.8°C)，高峰用电需求会增长 2-4%。^{xxiv} 低温表面可以通过在高峰炎热期间降低对空调的需求，提高电力公司容量利用率，降低输电线路堵塞，避免高峰收费并免除针对高峰发电容量的其他投资必要性。洛杉矶的一项研究发现，通过低温表面降低 3°C (5.4°C) 可以降低高峰用电需求 1.6 千兆瓦，每年节省 1.75 亿美元（按 1996 年能源价格）。^{xxv}

全球温室气体减少的潜力：用高反射材料代替全球各地的屋顶和路面有一劳永逸的降温效果，相当于从大气排出 440 亿吨二氧化碳，这一数量约等于全球一年的人为排放。^{xxvi} 如一般汽车每年排 4 吨二氧化碳，用高反射性材料更好全球的屋顶和路面则具有联合的‘补偿’潜力，也就相当于 20 年内路上消失了约 6 亿辆汽车^{xxvii}。

他们的研究成果获得多个案例研究以及 C40 城市的样例支持，其中某些案例详述如下。

3 表面降温的良好实践方法

3.1 最佳实践类别

在凉爽城市网中，指出了几个相互补偿的方法来利用低温绿化屋顶和路面降低城市热岛效应。一个城市采用哪种组合策略来达成目标取决于以下因素：

- 城市是否有权力控制建筑规范或其他建筑规定
- 建筑类型和所有制结构
- 公众的兴趣和政治意愿
- 市政府的经验程度、能力和资源
- 对项目潜在综合效益的兴趣（经济回报、节能、健康和死亡率、舒适度）
- 长期对比短期城市发展规划的程度
- 气候条件/季节变化
- 市场上是否有可用的城市降温技术和服务
- （降温）能源成本

为了解决这些问题和实现有效的降温效果，C40 城市突出强调了一些关键的最佳实践方法，其中包括：

- 为房产业主进行低温表面的商业论证
- 将降温方案融入到其他大型/长期基础设施项目中
- 公众宣教和意识提升
- 确认降温的综合效益并和相关项目对接
- 为实施降温方案提供鼓励措施
- 制定要求降温元素的立法

C40 已经找出以下案例，并分别进行了归类来展示凉爽城市网的最佳实践。

3.2 为房产业主进行低温表面的商业论证

如果某一降温项目能够为建筑物或基础设施业主或住户带来经济回报，而他们对潜在回报的机会不了解或不明确，则为私营部门的行动进行商业论证是一个有效的策略。商业论证对私有房产业主和管理人是一个特别有用的手段，因为可以通过降低空调能耗、延长屋顶或建筑设备寿命和性能，和/或增加生活空间或财产价值来创造经济回报。

采用这种方法，市政府可以直接进行机会审查，或同第三方合作评估单个案例中引入低温表面解决方案的商业论证潜力。

案例研究：伦敦^{xxviii}-经济开发区绿化

总结：大伦敦政府（GLA）目前正在和位于伦敦中心的经济开发区（BIDs）合作确认并实现增加绿色覆盖面的机会。‘经济开发区绿化’项目旨在推动伦敦中心的城市绿化，已经支持了 15 个绿色基础设施审计和部分资助的示范项目。这有利于实现增加绿色覆盖面缓解城市热岛效应和应对举办地表水涝的市长目标，同时提升伦敦的市容市貌。

结果：该项目对 500 公顷以上的面积进行了审计，其中 300 处雨水花园、200 处绿化墙和 100 公顷以上的绿化屋顶以及花盆和窗箱等其他小型干预设施均有潜力。这些审计发现，有可能增加 100 万 m² 的绿色覆盖面。经济开发区绿化项目已经成功引起对城市绿化的关注和意识。这就会鼓励公司企业投资绿化设施，作为其长期整修和再发展战略的一部分。

成功的原因：该项目的成功是在于将绿化的综合效益放在最前面，表明‘绿化有利于事业’。增加绿化基础设施不仅让地区对企业更加吸引力——对工人和客户/顾客都有吸引力，而且能够让房产升值以增加租金，同时帮助城市区域对极端天气事件更具适应力，从而有利于保留经济可持续性。该项目成功的另一个原因是：项目从经济价值而不是环境影响的角度出发，项目实施者花时间进行了确认：在启动项目以前，经济开发区管理者寻求的是价值。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：如果城市对建筑规范的控制权力有限，或者公众对绿化（包括降温）的综合效益不支持或不了解，则可以采用这种方法。同时还要求政府有较高的执行审计或和第三方合作进行审计的能力。

3.3 将降温方案融入到其他大型/长期基础设施项目中

将低温基础设施方案和其他大型或长期基础设施项目整合可以为制定低温方案带来很好的机会。这样就不需要单独为低温解决方案和融资进行商业论证。

案例研究：东京-热障涂层和蓄水型路面

总结：东京市政府（TMG）目前正在东京中心重点区域采用热障涂层和蓄水型路面设施作为道路维护施工的一部分来推行低温路面。为了即将到来的夏季奥运会，东京市政府已经将这些创新型路面沿运动场马拉松跑道和会场周围铺设。由于都市道路正在改造，所以该市把这种路面整合进来作为道路维护施工的一部分。对于市区道路，市政府为热障涂层路面提供补助。

结果：该项目支持了长达 84 公里的低温路面，65 公里长的热障涂层路面及 19 公里长的蓄水型路面。东京市政府计划每年扩建 10 公里，到 2020 年低温路面长度达到 136 公里。热障涂层降低地面温度，最高可比普通沥青路面温度低 8°C。

另一方面，蓄水型路面通过水分蒸发最高可抑制路面升温 10°C。

成功的原因：该项目的成功是因为将低温路面的环境效益和大型基础设施项目结合在一起。将低温路面整合到奥运会开发计划中并为市政道路提供补助让项目更容易得以实施。大大降低了低温基础设施商业论证的负担，有助于确保融资，否则单个的降温项目不一定能或得资助。此外，蓄水型路面等先进技术的可用性也是让项目取得成功的因素之一。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：如果城市有在建或拟建的大型/长期基础设施项目，且城市对这些项目的技术和采购决策有控制权，则可以采用这种方法。还要求有技术入口来实施各种解决方案。

3.4 公众宣教和意识提升

通过示范项目或传播降温指导方针和标准‘方法’进行公众宣教和意识提升，推动公众自愿接受。

案例研究：墨尔本^{xxiv}-绿化指南

总结：墨尔本于 2014 年 2 月发布了《绿化指南》以推动建造绿化表面并就绿化屋面、墙体和幕墙设计、建造和管理提供技术建议，为建筑物业主和广大社区提供长期综合效益。该指南的制定是墨尔本的第一次政策响应，墨尔本未来 30 年会面临人口翻倍，而且城市热岛效应更加严重，因此未来会处于热死亡的高危状况。

结果：目前整个墨尔本已建造 50 面绿化墙、100 个绿化屋顶和多个绿化幕墙——这些数量还在不断攀升。

*成功的原因：*墨尔本通过公众会议进行了广泛的公众意见咨询，并和市民分享了指南。同时留出了审核期让各类利益相关者提出意见。向公众公布《指南》而且并不先入为主强加于人。

*什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：*拟引入热缓解政策的城市可以制定出指导方针分享一系列研究、现实建议和模式来实施其市内的植被覆盖。这一战略适用于多种情况，但是在没有法律规范或其他公共指南和资源时尤其有效，但是还需要以其他方式让公众能够而且愿意进行表面降温处理。为了产生效果，该战略要求政府和公众的高度沟通能力或第三方的协助。如果不能进行商业论证或其他综合效益不能确立，则公众参与可能是最有效的办法。如果对建筑物的法规监管有限，这也是一直较好的解决方案。

3.5 确认降温的综合效益并和相关项目对接

确认某一降温项目的综合效益是提升热情和政治意愿的绝佳战略，而且也有助于确立实施项目的财务资源。例如：如果可以清楚表述降温策略带来的健康、水资源管理、节能和创造就业的机会或其他好处，则有可能实现跨机构合作和资源共享。

案例研究：纽约^{xxxvi}——纽约低温屋顶计划

*总结：*纽约低温屋顶计划^{xxxvii}鼓励并支持通过私营设施‘自我降温’以及公共建筑自愿者和绿色工人计划实现纽约市屋顶的降温。^{xxxviii}这些建筑物以其他方式是无法获得节能的。

*结果：*纽约低温屋面计划发起于 2009 年，采用白色反射性涂层覆盖了 570 万平方英尺（约 53 万 m²）的屋顶（626 栋建筑），补偿了城市热岛效应，从而达到给城市降温的效果。这项计划直接为建筑业主节省降温成本 10-30%，被证明是应对城市热岛效应和温室气体减排的有效方法。

*成功的原因：*纽约低温屋面计划的成功部分是因为在安装期间，低收入、非盈利和公共建筑的业主不承担成本或管理费用。除了环境效益外，还有因独一无二的社会设计协调了热心公益的自愿精神带来的社会效益，并提供了绿化就业培训。即使当监管部门对建筑行业监管权力有限（不过在纽约并非如此）时，这种部署仍然是有效的。

*什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：*如果城市没有专项降温预算，但是有自愿者或培训计划等其他资源可以动员并和建筑物业主对接，则可以采用这种解决方案。匹兹堡市^{xxxiv}和凤凰城^{xxxv}都发现了这种方法的好处并已经引入了低温屋面志愿者计划。

3.6 为实施降温方案提供鼓励措施

如果商业论证不够有力或融资出行障碍，则可以提供（经济或非经济）鼓励。经济鼓励可以采取补助或拨款等直接方式，或返利等间接手段。如果某一项目经济回报低于成本，但是提供额外的补助让项目持平或以其他方式对房产业主具有吸引力，则可以采用融资战略。当私有地产开发商和房产业主希望获得开发红利时可以采用对可建造面积给予额外津贴等非经济鼓励措施。

案例研究：多伦多^{xxxvi}——生态屋面鼓励计划

总结：多伦多市于 2009 年启动了生态屋面鼓励计划^{xxxvii}以鼓励建筑业主接受生态屋面，让建筑物更加可持续，并促进就业。该计划为建筑业主提供拨款安装新型屋面材料——带植物的绿化屋面和反射太阳热能的低温屋面，以提供环境效益和打造适应性。有资格的建筑物包括现有的住宅、工业楼、商业和机构大楼以及不受《绿化屋面制度》管治的新建筑（否则要求新施工绿化屋面在 2000 m²以上）^{xxxviii}。

结果：由于 2009 年引入的生态屋面鼓励计划，已经避免了 160 吨温室气体排放，并建立起 23.3 万 m²（250.7991 平方英尺）的生物屋面空间（低温+绿化）

成功的原因：该项目属于自维持性质，资金来自开发商按《绿化屋面制度》政策现金支付。成功的其他原因包括，纳入了《绿色屋面制度》未做要求的小面积建筑（2000 m²以下），否则这些小建筑还要遭受生态/绿化屋面的成本。同时还和屋面处理行业进行了咨询，以提升对拨款计划的意识。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：如果城市有提供经济鼓励的预算或者采取创新的补偿方案，把那些不能满足绿化要求的单位的收费或罚款补助给那些能够满足绿化要求的单位，则这种方法特别有效。规划权力不足或针对受限于生态/绿化屋面成本的现有建筑或小型建筑的城市也可以采用这种方法。

3.7 制定要求降温元素的立法

如果城市有足够的立法权力，则可以将某些降温要求加入到建筑规范、能源规范或其他法令、规范和法规中。如果在市政府的权限之外，则可以利用省或地区立法机关作为大型地区战略引入绿化、绿化屋面、低温屋面或低温路面。

案例研究：东京^{xxxix}——自然保护条例

总结：自 2000 年以来，东京市就一直在采取措施缓解城市热岛效应的影响，包括为降低建筑物表面温度而采用绿色覆盖屋面和墙面。为了深化这些工作，东京市政府于 2001 年通过了《自然保护条例》，要求所有新建筑和现有的整修建筑对建筑物屋顶和墙面以及地面都进行绿化。

结果：建筑行业正在遵照地方政府按照绿化屋面的要求。由于《条例》的实施，5700 栋新旧建筑已经增加了 180 公顷（180 万 m²）的绿化屋顶。促进现有建筑物的绿化被证明是应对热岛效应的有效措施。2004 年的一项研究表明，应用到既有建筑物的轻型绿化屋顶可以将表面温度降低 25℃，即使在有隔热装置的情况下，也可以让天花板温度降低 1-3℃。

成功的原因：在这一案例中，强有力的监管权力促成了实施绿化屋面的强制性要求，让建筑部门遵照执行。东京市政府也进行了媒体宣教，广泛宣传《保护条例》和合规要求。

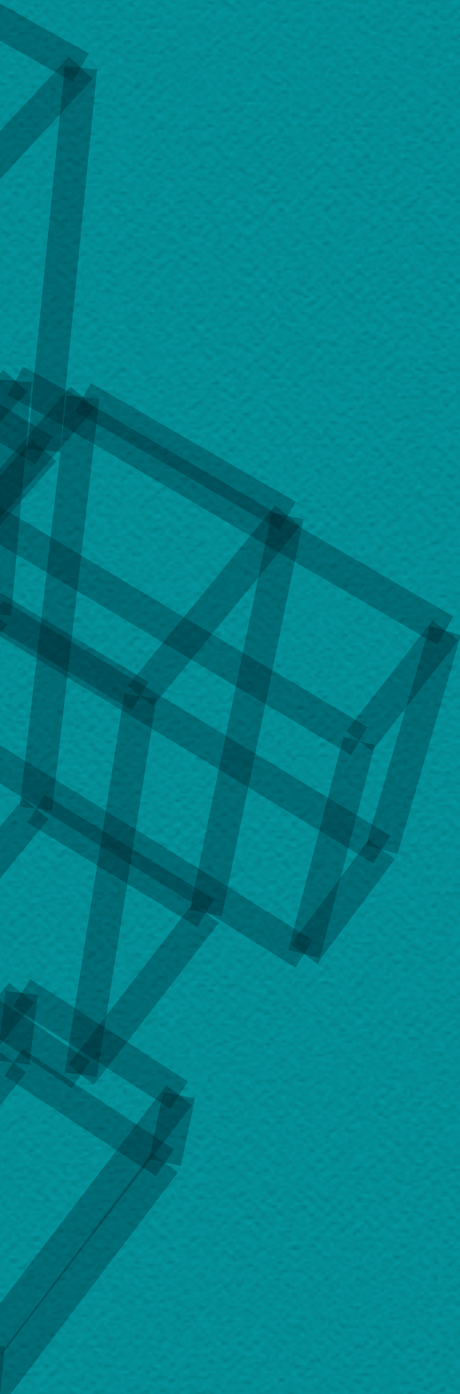
什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：如果城市对建筑部门有较强的立法权力和执行能力，则最适合采用这种方法。此外，类似措施要取得成功，必须要有强有力的监管权力来确保对规范的采用，如有必要还要强制执行。

4 阅读参考

包括 C40 合作伙伴在内的许多外部机构发布了几大凉爽相关领域的最佳实践指南，其中包括：

- 全球凉爽城市联盟，凉爽屋面和凉爽路面涂层实际指南，参见：
<http://www.coolrooftoolkit.org/read-the-guide/>
- 全球凉爽城市联盟工具包，其中包括一系列凉爽屋面和路面解决方案及战略，参见：
<http://www.coolrooftoolkit.org/>
- 美国环保局的减少城市热岛：战略纲要，参见：
<http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/BasicsCompendium.pdf>
- 增长绿色指导：澳大利亚墨尔本绿色屋面、墙体和幕墙指南 2014 年 2 月 (StateofVictoriathroughtheDepartmentofEnvironmentandPrimaryIndustries2014),参见：
<http://www.growinggreenguide.org/>

- i 凉爽屋顶和路面涂层实用手册，全球凉爽城市联盟（2012年1月），Akbari,H.Rosenfeld,A.,&Menon,S.,(2009).全球降温：增加全球城市反射率以补偿二氧化碳。气候变化 94(3-4),pg5
- ii 凉爽屋顶和路面涂层实用手册，全球凉爽城市联盟（2012年1月），Akbari,H.Rosenfeld,A.,&Menon,S.,(2009).全球降温：增加全球城市反射率以补偿二氧化碳。气候变化 94(3-4),275-286.
- iii <http://www.globalcoolcities.org>
- iv 凉爽屋顶和路面涂层实用手册，全球凉爽城市联盟（2012年1月），Akbari,H.Rosenfeld,A.,&Menon,S.,(2009).全球降温：增加全球城市反射率以补偿二氧化碳。气候变化 94(3-4),pg5
- v <https://www.cdp.net/en-US/Respond/Pages/CDP-Cities.aspx>
- vi Akbari,H.Rosenfeld,A.,&Menon,S.,(2009).全球降温：增加全球城市反射率以补偿二氧化碳。气候变化 94(3-4),275-286 和增加全球城市反射率以补偿二氧化碳。
- vii 凉爽城市涂层, p13.
- viii 绿色种植指南：澳大利亚墨尔本绿色屋面、墙体和幕墙指南 2014年2月(维多利亚州环境部和主要行业 2014)
- ix <http://www.nps.gov/tps/sustainability/new-technology/green-roofs/benefits.htm>
- x 凉爽屋顶和路面涂层实用手册，全球凉爽城市联盟（2012年1月），Akbari,H.Rosenfeld,A.,&Menon,S.,(2009).全球降温：增加全球城市反射率以补偿二氧化碳。气候变化 94(3-4),pg14
- xi 树木计划更多成本和效益相关的信息参见‘减少城市热岛效应：战略纲要：美国环保局，树木和植被：<http://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/basicscompendium.pdf>
- xii http://www.coolrooftoolkit.org/wp-content/pdfs/CoolRoofToolkit_Full.pdf
- xiii 凉爽屋顶和路面涂层实用手册，全球凉爽城市联盟（2012年1月），Akbari,H.,Pomerantz,M.,&Taha,H.(2001).城市区增加清凉路面和树荫以减少能耗并改善空气质量。太阳能,70(3),295-310.
- xiv 美国环保局纲要,page14-15.
- xv 凉爽屋顶和路面涂层实用手册，全球凉爽城市联盟（2012年1月），Allen,A.,&Segal-Gidan,F.(2007).老年人热相关疾病老年临床医学,15(7),37-45.
- xvi 凉爽屋顶和路面涂层实用手册，全球凉爽城市联盟（2012年1月），Carlson,A.(2007).热浪，全球变暖和缓解。法律学术问题，灾难性风险：预防、补偿和恢复。第7条访问时间，2011年12月2日，www.bepress.com/ils/iss10/art7.
- xvii Basu,R.&Ostro,B.D.(2008).加州温度暴露相关死亡的脆弱人群识别的案例交叉分析美国流行病学杂志 168(6),632-637;Ostro,B.D.,Roth,L.,Green,S.,&Basu, R.(2009).估计 2006年7月加州热浪死亡效应.加州气变中心报告,CEC-500-2009-036-F. 访问日期，2011年10月
http://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2008/11001/A_Case_Crossover_Analysis_Identifying_the.251.aspx
- xviii <http://www.coolrooftoolkit.org/knowledgebase/health-impacts-of-uhi-reduction-strategies-in-dc/>
- xix Taha,H.(1997).南海岸大气限域臭氧空气质量大型反射率变化影响建模
大气环境,31,(11),1667-1676
- xx Akbarietal,(2009)
- xxi CoolRoofPrimerandM.Blasnik&Associates(2004).费城能源协调机构凉爽家居试点项目影响评估，REACH 拨款资助项目帮助低收入老年人安全应对夏季酷热。访问时间，2011年5月，ecasavesenergy.org/pdfs/coolhomes_finalimpact_11-04.pdf.
- xxii Akbarietal.,(2009).
- xxiii USEPA(October2008).Reducingurbanheatislands:acompendiumofstrategies
- xxiv Akbari,H.,Pomerantz,M.,&TahaH.(2001).城市区增加清凉路面和树荫以减少能耗并改善空气质量。太阳能 70,295-310.
- xxv Rosenfeld,A.,Romm,J.J.,Akbari,H.,Pomerantz,M.,&Taha,H.(1996).减少热岛效应的政策：实现目标的效益和鼓励。ACEEE 夏季建筑能效研究。9177.
- xxvi Akbarietal.,(2009)
- xxvii CoolRoofPrimer,p17.
- xxviii http://www.c40.org/case_studies/greening-the-bids-private-public-collaboration-to-deliver-green-infrastructure-opportunities
- xxix http://www.c40.org/case_studies/melbourne-s-growing-green-guide
- xxx <http://www.growinggreenguide.org>
- xxxi http://www.c40.org/case_studies/nyc-coolroofs
- xxxii <http://www.nyc.gov/html/coolroofs/html/home/home.shtml>
- xxxiii <http://www.nyc.gov/html/coolroofs/html/involved/kit.shtml>
- xxxiv <http://pittsburghpa.gov/rss/print.htm?mode=print&id=2275>
- xxxv <https://www.phoenix.gov/citymanager/volunteer-today/cool-roofs>
- xxxvi http://www.c40.org/case_studies/toronto-s-eco-roof-incentive-program
- xxxvii <http://www1.toronto.ca/wps/portal/contentonly?vgnextoid=3a0b506ec20f7410VgnVCM10000071d60f89RCRD>
- xxxviii <http://www1.toronto.ca/wps/portal/contentonly?vgnextoid=83520621f3161410VgnVCM10000071d60f89RCRD&vgnextchannel=3a7a036318061410VgnVCM10000071d60f89RCRD>
- xxxix http://www.c40.org/case_studies/nature-conservation-ordinance-is-greening-tokyo-s-buildings



伦敦

North West Entrance, City-Gate House
39-45 Finsbury Square, Level 7
London EC2A 1PX
United Kingdom

纽约

120 Park Avenue, 23rd Floor
New York, NY 10017
United States

里约热内卢

R. São Clemente, 360 - Morro Santa Marta
Botafogo, 22260-000
Rio de Janeiro - RJ
Brazil

www.c40.org
contact@c40.org

© C40 Cities Climate Leadership Group
February 2016