

建筑节能规范手册

Sha Yu、Meredydd Evans、Alison Delgado

西北太平洋国家实验室

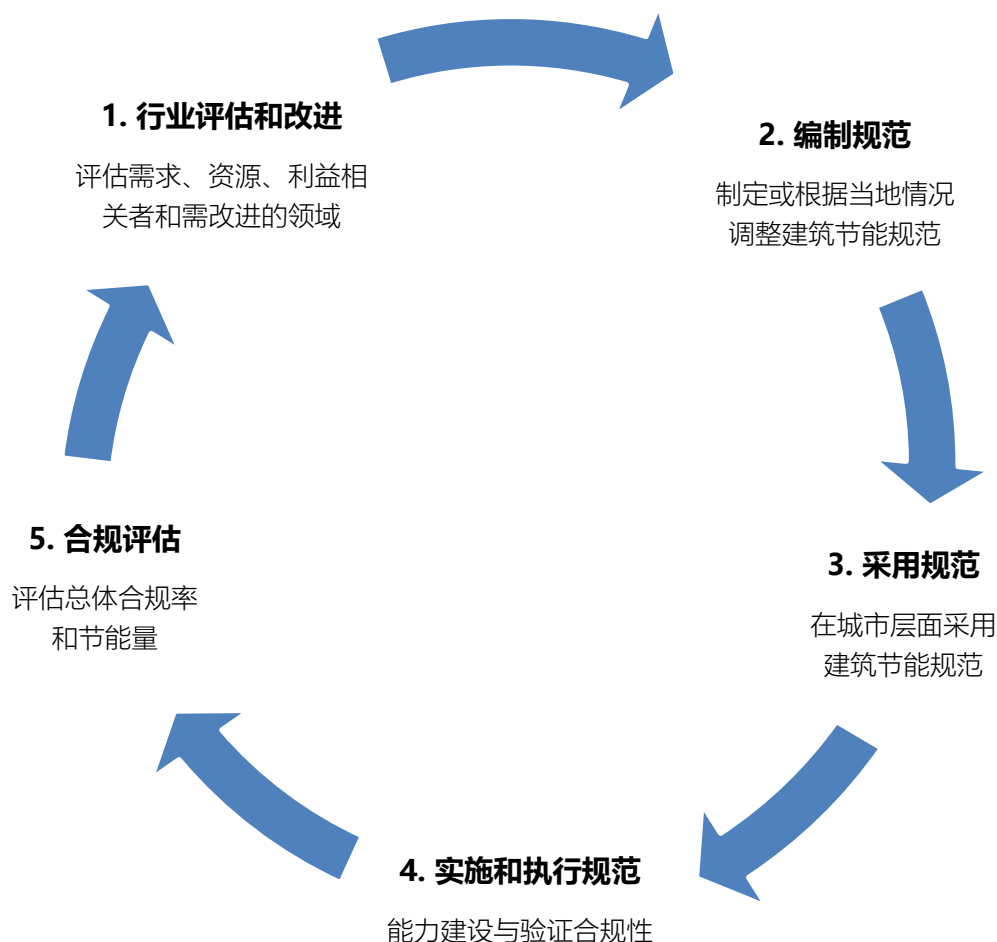
2020 年 3 月

本出版物原版为英文，即 *Building Efficiency Accelerator Codes Playbook*。
此简体中文版本由宜可城东亚秘书处安排翻译与编辑。若有出入，应用英文原版为准。

目 录

壹、评估	3
收集现有资源和信息	3
了解驱动因素、效益和潜在障碍.....	4
评估需参与其中的利益相关者	5
贰、制定	6
界定适用范围	6
基于国家、地区或全球模型 制定因地制宜的建筑节能规范	7
制定实施计划	8
采用政策	9
实施前的能力建设.....	10
叁、实施	12
实施节能行动	12
与利益相关者一同迎接成果	14
肆、改进	14
审查实施状况 评估影响和潜力	14
分析结果 评估未来计划.....	16
伍、结语	16

实施建筑节能规范可为城市和国家带来巨大效益。它将改变所有新建建筑的能源足迹，并随着时间推移，对总建筑存量产生很大的影响。它所带来的节能效益有助于减少能源进口和短缺，改善当地空气质量，并在创造就业机会和节约资金的同时减缓气候变化。它是能够带来双赢的策略。但要实现这些效益，就需有紧密协调的建筑节能规范制定、采用与实施，以及评估和改进策略。下图为制定和实施建筑节能规范的流程。本手册将就此过程进行更详细的说明。



壹、评估

收集现有资源和信息

为城市制定切实有效的建筑节能规范的第一个步骤是评估现状，以了解可能性和潜在障碍。事实上，许多国家都已制定了建筑节能规范，并开发了相关实施工具。了解现有资源可让城市制定建筑节能规范的过程更为顺畅。现有的国家建筑节能规范可大大简化编制地方建筑节能规范的工程。由于制定建筑节能规范需要大量资源，世界上很少有城市从零做起。大多数地方司法辖区直接采用和实施国家建筑节能规范，或仅对内容进行些许调整。后续章节将讨论为因应地方情况对建筑节能规范进行调整的部分。在缺少国家建筑节能规范的情况下，国际规范也可成为有用的指南。许多国家即采用了经调整过后的 ASHRAE 90.1¹和《国际节能规范》。例如，波哥大市对 ASHRAE 90.1 作修改，从而制定出该市的建筑节能规范；而印度的《节能建筑规范》也是基于 ASHRAE 90.1 制定的。也有一些国家选择使用欧洲能源性能证书，对新建建筑的最低性能等级进行规范。例如，土耳其即根据欧洲能源性能证书制定了《建筑能源性能规范》，要求所有新建建筑至少需获得 C 级能源性能证书。建筑能效加速器项目城市中的埃斯基谢希尔（Eskisehir）正致力于实施土耳其建筑节能规范，同时力求超越国家标准。

核查表

- ☐ 是否有国家建筑节能规范？
- ☐ 是否有可供效仿的国际建筑节能规范？
- ☐ 是否可从国家政府、其他司法辖区或世界其他城市获得制定和实施建筑节能规范的现有材料？

同样的，通过收集初始资源，了解国家政府或其他城市是否已编制实施材料也是必要的。其中包括许可表格与程序、培训资料和软件等有助于符合规范的工具。许多制定了建筑节能规范的国家，同时也为了解实施方案和效益，编制了相关材料。因此，有必要与相关政府部门核查或通过简单的互联网搜索确认是否存在此类材料。表 1 列出了一些有助于着手启动工作的现有资源示例。即使缺乏国内资源，您仍可从其他国家找到有用的实施步骤和资源。事实上，世界许多城市都为实施建筑节能规范，开发了有创意的解决方案，值得参考学习。下表 1 中的“建筑节能规范工具包（CodesToolkit）”即为一个很好的起始点，它提供了建筑节能规范实施框架的参考示例。

¹ASHRAE 的前身是美国采暖、制冷与空调工程师协会，目前仍然使用“ASHRAE”作为其缩写。标准 90.1 是 ASHRAE 的建筑（特别是大型建筑）能源标准。

表 1. 建筑节能规范资源示例

资 源	简 介
建筑能效加速器 Building Efficiency Accelerator	建筑能效加速器项目城市的信息共享平台。
建筑节能规范工具包 Codes Toolkit	包含建筑节能规范实施框架的参考示例。
全球建筑性能网络建筑节能规范门户网站 Global Building Performance Network's Building Energy Codes Portal	22 个国家建筑节能规范的门户网站。
国际能源署的政策数据库 International Energy Agency 's Policies Database	收纳了多国能源政策（含建筑节能政策）的数据库。

收集这些现有资源和信息所需要的时间相对较少——也许只需要几天或几周。但过程中必须仔细核查现有资源。因为从长远来看，这个步骤可为城市省下不少时间。

核查表

- ☐ 建筑节能规范可带来哪些成效？对全球、国家和地方当地社区而言，有哪些效益？
- ☐ 是否有现成的国家建筑节能规范成本效益和可行性相关研究？
- ☐ 采用和实施建筑节能规范的过程中存在哪些障碍？有哪些可行的解决方案？

了解驱动因素、效益和潜在障碍

要在建筑节能规范上取得成功，往往意味着必须就规范可带来的多重效益提供明确信息，并针对主要障碍提出经深思熟虑的解决对策。在制定国家建筑节能规范的过程中，规范起草者通常会针对特定技术要求进行成本效益和可行性分析。这些资料不一定会对外公开，因此，最好能提前询问是否已开展了相关研究，或联系规范起草者，以了解他们的见解。这些分析可能包括了将受影响的建筑数，以及与常规建筑相比，拟议的特定措施可助力达成的节能量等信息。接着，城市可直接采用这些信息，或按当地建筑存量估算隐含的节能量。例如，印度《2017 年建筑节能规范》的分析即推估，最低照明要求可为其带来约 15% 节能量。

其他可能的信息来源还包括：当地的绿色建筑组织和公司、当地大学院校的研究论文，甚至是针对该国在《巴黎协定》下提交的国家自主贡献所开展的 analysis（签署国中有约三分之一将建筑节能规范纳入自主贡献

承诺中)。在某些情况下, 地方政府会选择自行开展研究, 为现有分析进行补充或填补空白。此类分析最具挑战的面向在于为现有“常规”建筑作出定义。哥伦比亚、中国、印度和其他司法辖区在此过程中所采用的工具是, 通过专家判断, 按自身情况对一或多个示范建筑原型进行调整。这些示范建筑原型可由美国能源部建筑节能规范项目 (Building Energy Codes Program) 网站 <https://www.energycodes.gov/> 获取。

将能够促使地方社区制定效益信息的驱动因素纳入考量, 也相当重要。例如, 建筑节能规范有助于提供技术性工作岗位, 减少空气污染, 并协助解决电力短缺问题。掌握对当地而言最为重要的效益, 有助于开展对象明确的分析和制定效益信息。以工作岗位而言, 可具体描述实施建筑节能规范所需要的技术性人员类型, 或提供其他城市和国家通过实施规范增加工作岗位经验的信息。而针对当地排放和电力短缺, 则可利用建筑节能规范中的节能信息, 估算相关效益数据。

效益信息和实施方法可以且也应与潜在的障碍相结合。表 2 列出了采用和实施建筑节能规范的过程中, 最常面临的障碍, 和可行的解决方案。

表 2. 采用和实施建筑节能规范过程中常面临的障碍和可行的解决方案

障 碍	解决方案
• 缺乏审查建筑方案和验证建筑的能力 • 节能措施的实际或感知成本 • 对于变更施工技术的感知风险 • 欠缺对建筑节能规范及如何建造合规建筑的认知/知识	• 培训项目 • 工作组和技术委员会 • 专家和节能产品认证系统 • 听证会/研讨会/征询意见期 • 维护信息门户网站 • 整体规划和解释性指南

评估需参与其中的利益相关者

正如建筑本身, 建筑节能规范也涉及许多利益相关者 (表 3)。对这些利益相关者有所了解, 可大大简化规范实施的流程。从城市角度辨识利益相关者的一种方法, 是将能够提供协助的国家和地区部门, 以及对成功实施规范有所助益的关键当地利益相关者纳入考量。

在国家和地区层面, 许多已起草或采用建筑节能规范的国家都备有解释性指南、培训项目、专家和节能产品认证系统等, 可为城市和当地利益相关者提

表 3. 主要利益相关者

规范采用者	国家或州政府官员/政策制定者
规范执行者	地方政府官员/政策制定者
规范实施者	建筑开发商和所有者
供应商	建筑材料/电器制造商和行业协会
其他	地方公用事业公司和能源效率倡议者

供协助的资源。与国家政府相关部门对话有助于对接现有资源，并随时间推移提升这些资源。这也可助力确保建筑节能规范能够反映地方需求，且更易于实施。同样地，也有必要与当地利益相关者磋商。这可为建筑节能规范的审查和修订工作提供框架或对话机会，确保实施计划尽可能切合实际。最后，这也可为提升实施规划的能力，提供信息交流的空间。当地利益相关者可能包括建筑公司、房地产开发商、当地贸易组织、产品供应商、绿色建筑专家和大学院校等。

利益相关者可能来自公共和私人组织。地方官员对于建筑能源技术的了解也许有限，因此，往往需投入大量资源，聘请人员审查建筑方案，或支付检查政府或私人第三方建筑工地所需的费用，以协助达成规范要求。

由于每个政府的结构各有所异，各国和各地区采用建筑节能规范的情况皆不尽相同。因此，有必要从一开始就对可能为采用和实施建筑节能规范带来影响的利益相关者，与其层级或组织结构有所了解。例如，美国大多数建筑节能规范由州政府采用实施，但也有少数城市/州的相关规范，是由当地市长、议会或委员会通过采用。换言之，每个司法辖区内的利益相关者皆可能有所差异。

贰、制定

界定适用范围

建筑节能规范通常会对新建建筑和改建工程进行强制性要求。有些国家首先针对大型或商业建筑进行节能规范，或将其应用于政府建案。以印度为例，欲采用建筑节能规范的城市须先了解有意优先涵盖的建筑类型，以及是否计划逐渐扩大覆盖范围。建筑节能规范通常会指明所覆盖建筑的特征，如新建和/或既有建筑、住宅、商业和/或公共建筑、超过特定阈值（如：能耗、能耗强度或建筑大小）的建筑，或特定建筑构件。限制适用范围的主要原因在于，为随时间推移，逐步提升能力和接受度。但若市场对于落实建筑节能规范的承诺不足，则可能无法达到预期效果。

波哥大市经验：建立牢固的利益相关者关系

2015 年，哥伦比亚波哥大市在中央通过了国家建筑节能规范之后，决定试行实施。波哥大市政府和哥伦比亚绿色建筑委员会（Colombia GBC，或 Consejo Colombiano de Construcción Sostenible，CCCS）创建了一个由例如建筑师、建筑公司、绿色建筑顾问、设备供应商、当地公用事业公司和研究人员等共同组成的利益相关者工作组。这使该市能就规范的内容和实施方法取得反馈意见。利益相关者认为，明确的指南可让建筑节能规范更易于实施。委员会也与西北太平洋国家实验室和当地绿色建筑顾问合作制定了详细的实施方案，具体说明应如何判定各类型建筑是否符合能效规范的要求。为筹备全面性的实施，当地利益相关者已对该实施方案进行测试。

哥伦比亚的城市无权对建筑节能规范进行修改，因此波哥大市政府和哥伦比亚绿色建筑委员会也与中央政府保持合作关系，以确保该市的实施方案符合国家要求。这也为该市提供机会，就推进法规实施与国家政府进行更深入的对话。通过此经验，哥伦比亚城市卡利和蒙特雷亚也已着手实施建筑节能规范。

基于国家、地区或全球模型 制定因地制宜的 建筑节能规范

多数情况下，国家会在中央层级制定建筑节能规范，这将使城市采用和实施

而言将相对容易。制定建筑节能规范通常需要国家一级投入大量的技术资源，因此很少有城市必须无中生有，从零开始制定规范。事实上，许多国家都制定了国家建筑节能规范，但有两个主要原因，可能导致城市希望制定当地的建筑节能规范。

首先是缺乏国家建筑节能规范。在这种情况下，城市可能仍会选择与国家政府密切合作，并视当地情况，援引他国的节能建筑规范，经调整后予以采用。与国家政府的合作，通常可为城市带来更多资源，以评估特定规范要求的成本效益和可行性。例如，许多国家即采用了 ASHRAE 90.1；而欧盟的《建筑能源性能指令》更已成为不少国家建筑节能规范的法律基础。

第二种情况则是国家建筑节能规范必须在地方政府采用之后，才会成为强制性规范。联邦制国家多为这种情况。当地方政府必须采用国家建筑节能规范，便有机会与当地利益相关者一同审查相关规范，以确保其内容满足当地需求。多数情况下，不建议对国家建筑节能规范的内容进行大幅度修正，而是针对可能难以实施的特定措施，或该市希望推动市场提高能效的领域。有关建筑能效规范修正提案的反馈意见，可通过举办听证会或以书面形式收集，让利益相关者能够提出建议。技术委员会或当地建筑部门则有机会对修改意见进行审查，从而编制最终版的建筑节能规范。一些城市曾对国家标准进行调整的示例包括：

- 为推动市场，强化部分措施的严格程度。西雅图往往被视为更新建筑节能规范的先锋。该市在地方层级进行的测试，促成了州级和国家级的标准修订。
- 若国家建筑节能规范中包含了城市尚未广泛使用的产品要求（如：隔热），则可斟酌降低这类要求的标准。
- 另一个常见的例子是，一些建筑节能规范为减少因漏气浪费的能量，而要求进行空气密封测试。然而，当地的公司必须具备相关测试技术与设备，才可能采用这项措施。因此，部分地方司法辖区会选择取消此要求，并将重点置于提升相关能力。
- 在印度，某些邦级和市级政府一开始选择将建筑节能规范的适用范围定于大型或特类建筑。这个作法有助于增强当地实施强制性建筑节能规范的能力。

必须谨记的是，对规范要求进行调整可能减缓采用节能技术或方法的进程。同样地，一些建筑节能规范则提供多种合规路径。多数情况下，会有二、三种合规路径：规范、权衡和整体建筑性能。规范路径指的是

印度节能建筑规范的适用和覆盖范围

印度于 2007 年制定了该国的首个建筑节能规范（Energy Conservation Building Codes, ECBC），为连接负荷 100 kW 或合同需求 120 KVA 或以上的新建商业建筑设定了最低能耗标准。2018 年，印度又启动了首个住宅节能规范《住宅节能建筑规范》（Eco Niwas Samhita）第一部分，设定了最低建筑围护结构性能标准，以限制吸热/散热，确保充足的自然通风和照明。它适用于占地面积超过 500 平方米的所有住宅建筑。印度能源部能源效率局（Bureau of Energy Efficiency, BEE）计划未来将进一步扩大住宅节能建筑规范的适用范围，将机电系统、可再生能源发电和蕴含能源纳入其中。

对门窗等部件提出具体的能效数值要求；权衡路径通常包含简易的表单，如从中选择较节能的门窗和较不节能的隔热配件；而整体建筑性能则需使用建筑能效模拟软件。通常会谨慎协调这三种合规路径，以达成近似于总体能效的要求。若仅对合规路径中的某些部分作出调整，则可能在无意间产生疏漏。

正如波哥大市的案例所示，与地方和国家利益相关者保持密切合作，可使建筑节能规范更易于实施。值得一提的是，建筑节能规范的制定和采用过程紧密相关，因为两者都需要建筑部门的参与，以及强有力的利益相关者协调，以因应当地情况对建筑节能规范作出调整。

核查表

- ☐ 原本就希望将建筑节能规范的覆盖范围局限在特类建筑吗？若是，扩大覆盖范围的时程为何？
- ☐ 建筑节能规范中的哪些部分需按当地需求进行调整或修改？
- ☐ 对于建筑节能规范的调整，是否可能导致疏漏或其他预期之外的后果？

制定实施计划

在采用建筑节能规范前制定实施计划，可为所有利益相关者提供明确信息，并表明实施该规范的重要性。在制定实施计划时必须思考三个关键问题：

- 需采取哪些步骤将合规纳入许可流程？
- 需要哪些机制来培训确保合规的主责人员，和提供他们的能力？
- 计划的审查和检验应由谁来开展？哪些奖励和惩处措施有助于确保合规？

将建筑节能规范纳入一般建筑工程施工许可流程，可使规范的要求更易于达成。这可能包括能够协助开发商和建筑公司申请建筑节能许可证的表格和指南等。这些资料通常会与其他建筑工程施工许可材料置于同一个网页或申请文件中。一个有用的小技巧是，试着在表格和指南等文件中使用清晰易懂的语言——这将有助于提高接受度和合规程度。指南应明确列出申请者在许可证表格之外，还需准备哪些文件。一个好的作法是，让参与工程项目的设计公司在所有合规文件中签章，以鼓励他们注意细节并理解合规要求。实施计划中还应包含规范官员和利益相关者的能力建设活动，且这些培训应在规范生效之前举行。有关能力建设活动的细节将于“实施能力建设”章节中进一步讨论。

作为实施计划的一部分，也有必要仔细思考计划的审查和检验应由谁来负责执行。选项包括政府官员和私人第三方。更多详细信息，请参见“实施”章节。

核查表对检查员有所帮助，但针对特定建筑、以电脑生成的核查表更为有用。若核查表仅包含了特定类别的要求，且该要求适用于所有建筑，那么那份核查表实际上就形同简易版的合规流程。

奖励和惩处措施也可助力提高合规水平。建筑节能规范之所以有用，在于它适用于所有新建建筑。对于违规行为的处罚措施可促使建筑行业更严肃看待节能规范的要求。典型的处罚措施包括：拒发建筑工程施工或占用许可证、要求对建筑进行变更和罚款。另一方面，奖励措施也可以是很好的工具，特别是在规范强制执行之前，或针对已达最低要求的建筑（如，若建筑节能规范采用多层级合规机制）。财政补助可能使市政府的支出快速攀升，因此，多数城市会选择有价值且低成本方案。例如，优先核发符合建筑节能规范者的许可证，为申请人大幅节省时间和成本；或放宽对建筑分区的要求，允许符合节能规范者能够修建更高、占地面积更大或距离道路更近的建筑。实施计划应与政策相辅相成：常理而言，城市不会为遵守强制性规范提供永久性激励措施。相反地，长期性激励其实在于核发工程施工许可。

核查表

- ☐ 需采取哪些步骤以将遵守建筑节能规范纳入许可流程？
- ☐ 需要哪些机制来提升负责确保合规人员的能力，并为其提供培训？
- ☐ 计划的审查和检验应由谁执行？有哪些奖励和处罚措施可助力确保合规？

采用政策

在制定了建筑节能规范之后，还须予以采用才能实现预期的节能效果。因各地区的组织和法律框架而异，建筑节能规范可在国家、州或地方一级予以采用。若国家或州政府未制定建筑节能规范，或城市希望采用不同——通常更为严格——的规范，他们就需要采用当地的建筑节能规范。

在启动建筑节能规范采用工作的时候，市议会或市长办公室通常会发布包含关于建筑节能规范信息的意向公告。城市可能会利用其建筑部门的技术资源，或召集由不同利益相关者团体代表共同组成的技术委员会来促进规范的实施。这包括分享新规范的详细信息与要求和实施计划。如“制定”章节所述，与利益相关者沟通和收集反馈意见也有所助益。当建筑节能规范的采用工作告一段落，市议会或市长办公室则通过授权法例（如：当地建筑条例）或行政命令，宣布新规范的生效日期。新的建筑节能规范通常会在采用后的数月正式生效，以便建筑官员、设计师和工程专业人员熟悉其内容。

每个司法辖区采用建筑节能规范的具体流程皆各有所异，但如前几个章节所述，成功采用实施的规范有一些共同特征，如：市议会的参与和支持、来自具备相关知识的技术审查机构或委员会的反馈意见，以及利益相关者和公众参与。

实施前的能力建设

为使建筑节能规范的实施工作准备就绪，城市应依据其实施框架规划，开发必要的能力和资源。能力建设可能是一个动态的过程，同时涵盖因应规范实施的短期需求，和为持续提升建筑节能规范内容与合规水品的长期需求。表 4 列举了一些有助于实施建筑节能规范的短期能力建设活动。

表 4. 能力建设活动

能力建设活动和范围	主要利益相关者团体
建筑节能规范入门培训 规范适用范围及应用；效益；执行结构；规范要求	地方政府官员、规范官员和检查员、开发商、公用事业公司、建筑师、工程师、大学和其他专业人员
合规检查 计划审查和事前检验；施工检查（课堂和现场培训）； 现场变更；合规检查表和/或软件	规范官员、第三方检查员（如使用）
技术规范—设计 规范要求；合规检查表	建筑师
技术规范—工程 规范要求；合规检查表	工程师
技术规范—施工 节能材料和技术的安装；合规检查表	建筑商

能力建设的第一步是评估可用资源并找出缺口。这包括检阅国家和地方一级现有的能力建设项目。有时，这项工作可并入初始评估中（参见“收集现有资源和信息”章节）。可能有用的资源也包含其他司法辖区用于能力建设的资源和培训材料等。城市也可利用大学院校和专业组织提供的建筑节能和绿色建筑课程。在检阅了现有材料之后，城市可通过修改现有材料或开发新素材以填补资源缺口。

要与所有利益相关者进行沟通，可能十分耗费时间和精力。因此，为能轻松复制成功的案例和培训项目，开发培训师专属的培训项目至关重要。不少司法辖区已成功采用了聚焦培训师的模式。例如，为有效实施其节能建筑规范，印度能源部能源效率局所开发的“培训师培训项目”，即要求具备相关资格的高级培训师为不同邦和地方辖区提供培训；而美国的“节能规范大使项目”，则邀请熟悉遵守建筑节能规范的挑战与利益的资深规范官员、评估师和建筑商担任大使，为地方规范官员、建筑商和承包商提供指导和同侪支持。

印度培训师培训项目

为快速提升能力和促进实施其建筑节能规范（ECBC），印度能源部能源效率局（BEE）开发了培训师培训（train-the-trainer）项目。该项目至今已培训出 120 多位建筑节能规范高级培训师。参与培训的人员必须已在建筑节能领域具备专业经验，并在完成由能源效率局举办、为期一周的培训之后通过测验，才能正式获得高级培训师资格。合格的高级培训师可在国家、邦和地方层级提供建筑节能规范培训。每场培训至少应有两名高级培训师同时在场。

在采用建筑节能规范之后，城市可组织入门培训。入门培训对于推动建筑节能规范实施，以及提高利益相关者认知至关重要，因此通常会在规范正式生效前举行。培训对象通常包括政府官员、规范与核查人员、建筑师、工程师、建筑商、开发商、大学和公众等参与在规范实施中的关键利益相关者。入门培训可针对建筑节能规范的不同面向提供基本信息，包括：

- 对现有能源、经济和环境挑战的效益；
- 实施节能规范的成本效益；
- 建筑节能规范的具体要求；
- 在建筑设计和施工过程中，纳入并采用节能规范；以及
- 可用的执行与合规工具。

为促进建筑节能规范的执行，城市还需提高检查合规的能力。这可从计划审查和基础检验等合规检查的基础培训着手，并逐步开设更高级的课程。随着建筑节能规范正式实施，规范官员或第三方核查员（依执行系统而异）将获得有关合规检查的实践经验，并将具备能够处理涉及更多技术要求的核查能力。在进行合规检查培训的同时，城市可与专业组织和公司合作，就建筑节能规范的具体要求和技术细节，为建筑师和工程师提供相关培训；同样地，随着节能规范和建筑技术推陈出新，这也将是一个持续性的进程。而由于一旦市场被要求强制实施建筑节能规范，相关专业人员便有提升能力的动机，且凭借着已具备的技术知识和经验，他们往往能够迅速掌握技术要求。因此，城市或地方建筑部门较少参与在此过程当中。不过，城市也可对这些培训进行监测和监督，以确保市场上有足够且组织良好的私人课程。

占用后能源管理培训、长期教育培训和绿色建筑培训等其他培训类别，虽看似与初期阶段的建筑节能规范实施没有直接的关联性，但对于中长期的能力建设和建筑能效提升相当重要。

规范官员、其他监管人员和政府官员的培训也至关重要——监管人员和政府官员需建立法律框架并强制执行节能规范，而规范官员则负责在地方一级执行和监督规范实施。让建筑师和工程师学习建筑节能规范的技术要求同样也十分重要，因为这些专业人员需了解如何依据新的节能规范设计建筑和部署技术；而针对开发商和建筑所有者进行的培训，则有助于提升市场意识和促进节能规范的实施。不过，这些培训可视城市推动建筑节能规范实施的进程，逐步组织开展。最后，随着建筑节能市场发展，也可针对大学院校、公用事业公司和材料设备制造商等其他建筑相关部门组织培训项目。

培训和能力建设虽需耗费时间，但是取得预期节能成效的关键。为促进建筑节能规范的实施，并快速提升能力，建议在短期内采取下列步骤：

1. 开发入门培训材料；
2. 与规范官员和主要利益相关者沟通，组织入门培训；
3. 启动培训师培训项目，为各方利益相关者团体提供入门培训；
4. 为规范官员和核查员组织合规检查培训；
5. 鼓励专业组织开展关于新规范技术要求的培训。

部分上述步骤有必要在采取建筑节能规范的初期阶段执行——特别是在规范正式生效之前，以便规范官员和利益相关者做足准备。

不同利益相关者群体的动机、理解水平、专业或兴趣领域皆不尽相同。因此，为不同群体开发因应其需求的培训项目，成效将更为显著。例如，针对规范官员的培训，不一定适合建筑师、建筑设计师或 HVAC 工程师。

核查表

- ☐ 根据计划实施框架需开展哪些能力建设活动？
- ☐ 需开展何种类型的培训？新建筑节能规范入门培训？合规检查培训？占用后能源管理培训？长期教育培训还是绿色建筑培训？
- ☐ 培训师培训项目是否有助于解决现有能源建设不足的问题？谁能开展这些培训？

叁、实施

实施节能行动

建筑节能规范正式生效之后，当地的建筑部门需将新的节能规范纳入其建筑许可流程中。建筑节能规范的合规检查通常可分为“计划审查”和“施工检查”等两个阶段。

通常，建筑许可的申请会在正式提交后进入审查流程，并确保建筑设计符合节能规范。若建筑的设计不符合节能规范，则会要求设计师在施工前予以修改。计划审查的流程旨在核实：1) 是否正确备妥相关文件；2) 计划中提示的建筑能效是否符合或超过建筑节能规范要求；3) 计划是否包含充足信息，供日后进行现场勘察。计划审查可快速且有效地进行。各国使用了不同的合规软件（如美国的 COMcheck、REScheck 和印度的 EConirman），以协助规范官员对计划进行逐步审查，并生成合规证明。除了合规软件，规范官员也可借助检查表完成计划的审查流程。但如“制定实施和执行计划”章节所述，检查表需由当地的建筑部门在节能规范实施之前提前编制。若建筑设计符合包含节能规范的所有要求，当地建筑部门便可签发施工许可。

有些城市的建筑计划审查由地方政府官员执行，但也有些城市允许经认证的第三方在地方政府机关的监督下执行计划审查。第三方的参与有助于让政府以较低的成本快速建构能力，但比须有考量具体细节的配套制度。若开发商直接聘请第三方进行计划审查，第三方有可能在受到财务刺激的情况下，让某些实际上不合规的计划通过审查。地方政府应建立制衡机制，以确保审查质量。例如，地方政府可抽查许可申请，并进行详实的审查，或聘请其他辖区的第三方核查员执行此类抽样审查。

严格的认证程序也可有所帮助，特别是当发现审查存在问题时，对第三方评估员进行惩处或取消认证。地方政府甚至可沿用现有的认证程序，让经认证的绿色建筑或节能专家担任计划审查员。另一种方法则是制定规章，在发现通过认证的建筑设计存在不合规的情况时，吊销设计师执照。一些刚开始实施建筑节能规范的国家，允许设计师和开发商自行认证设计的合规性，但评估结果多显示，单凭自认证不会带来较高的合规程度。下表 5 汇总了计划审查和施工检验涉及的步骤。

表 5. 计划审查和施工检验步骤

计划审查	施工检验
• 施工文件和建筑方案 • 产品、材料和设备规范 • 产品列表 • 测试和认证报告（如适用） • 配套计算	• 施工期间对建筑和其系统的检验 • 评估现场替换材料 • 占用前检查

资料来源：BECF，2010

在建筑设计通过审查并正式动工之后，许多辖区会要求再对建筑进行一或多次勘察以证明其合规性。施工检验旨在核实进行中的工作是否符合获准的计划、文件和建筑节能规范要求。合规性可通过现场测试、认证和产品评估判定。遵守建筑节能规范的责任由开发商、建筑商、设计师和设备/材料制造商等不同的利益相关者共同承担。由合规软件生成或当地建筑部门编制的检查表可协助核查人员进行施工检验。检查表通常包括建筑类型和合规途径等关于该建筑的一般性信息、应检验的系统 and 建筑节能规范要求、规范值、核查值、合规与否和附加说明。为提高合规性，一些国家还另针对检验流程制定了其他规范。例如，中国的《建筑节能工程施工质量验收规范》即提供了建筑施工检验的逐步指南。

检验可能通过多种形式执行，包括对所有新建建筑进行通盘检查，或随机抽样审查。检验可由政府官员或第三方评估员执行。多数情况下，由政府官员执行的检验会一并对包含建筑结构、火灾和安全等一系列建筑规范进行检查。这往往使他们没有余裕对关于节能规范的部分进行检验。若能通过缜密规划避免潜在的利益冲突，第三方可能有更充分的时间和专业知识核查建筑节能规范的合规状况。

建筑节能规范采用和实施初期，地方司法辖区可能没有足够的能力确实予以落实。因此，计划审查和施工检验程序可能还需再经修改，从而逐步推进实施。在这种情况下，合规检查可在初期阶段提供学习机会，为日后成为全面强制性执行工具作准备。

第三方检查员的参与有助于为执行建筑节能规范拓展技术能力，并加速规范的采用和实施。例如，在检验和合规检查流程中大量聘用第三方专业人员，促成了中国节能规范合规程度的大幅提升。印度海德拉巴等城市也开始由第三方评估员执行节能建筑规范检查。培训、认证、监督和奖惩措施，对于确保第三方案程序的一致性和客观性至关重要。

核查表

- ☐ 地方政府官员是否有能力执行计划审查？
- ☐ 聘请经认证的第三方审查计划有何优点？又有哪些潜在的缺点？
- ☐ 哪些检查和制衡机制可确保审查质量？

与利益相关者一同迎接成果

在实施建筑节能规范的过程中，城市还应持续收集维护如合规建筑数量、合规建筑能耗或节能技术部署状况等数据。这将有助于城市追踪建筑节能规范的实施进程，和评估其影响。

在掌握了这些数据之后，城市便可就建筑节能规范的进展和其效益，与利益相关者和公众进行沟通。展示成功案例有助于获得利益相关者的认可，建立信心，更可鼓励开发商和设计师实施建筑节能规范并分享成果。一种可行的作法是定期发布进展报告，通报合规建筑数量、使用的节能技术和/或实现的潜在节能量与成本节约额。分享规范实施的进程与成果，可反复证明建筑节能规范的价值。另一种作法是编制能够凸显成果与创新的案例研究，提供更多关于实施建筑节能规范的详细信息，鼓励利益相关者分享自身经验并提供相关证明书。城市也可规划建筑节能奖项，表扬在实施建筑节能规范领域表现杰出者。例如，为鼓励履行建筑节能规范，印度拉贾斯坦邦在其“节能奖（Energy Conservation Award）”下设置了合规建筑奖项，于每年 12 月 14 日“节能日”，颁奖表扬履行建筑节能规范且能源性能出色的大型商业建筑。

肆、改进

审查实施状况 评估影响和潜力

城市在实施建筑节能规范之后，需持续监测其进展，并评估它所带来的影响和潜在的改进领域。这可通过合规性评价完成。合规性评价对于确保建筑节能规范达成预期节能成效而言至关重要。它也有助于赢得利益相关者的信任，培育市场部署和投资节能建筑技术的信心。此外，合规性评价更可促进建筑节能规范的实施，因为城市可按评价结果确定和调整优先执行事项，并制定奖惩举措。

合规性评价是对所有建筑的整体合规性进行评估，因此可能需使用统计方法。它通常以回顾性（retrospective）的方式检视建筑是否符合节能规范。合规性评价的执行方式可因可用资源而异。最简单的方法是在建筑部门建立数据库，定期分析合规建筑的数量或百分比等信息。节能量和成本节约额等则较少有现成可用的数据，需通过更全面的合规性评价获取，但它们是能够有效协助利益相关者了解建筑节能规范影响的指标。合规率可针对单一建筑、建筑群或城市进行计算。了解相关合规率或总体差距有助于改善政策设计和实施，因此细分类目相当重要。辨识和汇总合规相关问题也相当实用：特定系统或措施是否

有较高的合规率？通过特定合规途径的建筑合规率是否高/低于通过其他合规途径的建筑？

波哥大市为确定如何对其建筑节能规范的实施进程进行评估，成立了一个小型工作组，通过审查现有数据，找寻可能的评价方法。波哥大市拥有一套强大的新建建筑和建筑占用情况数据库，并正尝试以公用事业数据对新建建筑能耗模式的变化进行评价。有些城市发现，由于插头负荷与住户对建筑能耗量有显著的影响，很难以公用事业数据对单一建筑的能耗量与基于建筑设计拟议的能耗量进行比较。不过，在区域和城市层级，这些数据有助于了解能耗趋势。表 6 列举了不同合规性评价方法的优缺点。

表 6. 不同合规性评价方法的优缺点

合规评估方法	优缺点
依城市建筑许可数据库进行合规性评价	- 易于实施 - 成本低 - 信息较不全面
估算节能量和/或成本节约额	- 难以实施 - 成本适中 - 需具备完整的方法学
于施工期间定期执行合规调查	- 一定程度上难以实施 - 成本高 - 需在具备完整方法学的同时，提供全面信息
利用其它能效评估	- 依靠其他项目来实施 - 成本低 - 合规信息较不全面（可能不具代表性）
开展利益相关者调查	- 一定程度上易于实施 - 成本适中 - 信息较不全面（可能不具代表性）

城市还可通过年度合规性评价等定期调查，对规范的实施进展进行评估。建筑部门可组织检验团队对建筑进行随机抽查。检验团队人员需核查建筑节能规范是否被确实履行，或特定建筑是否按照节能规范要求建造。而为确保成效，城市需选择符合统计学上具有代表性的建筑样本，在进行抽样时考虑建筑类型、大小、位置、合规途径等因素。虽然相较于使用现成合规数据，开展合规性评价调查的成本较高，但它也为现行建筑节能规范执行系统提供了第二次质量评估的机会。若可能，城市不仅需审查文件，还需监测施工过程或进行现场勘察。

能效评估也可用于评估合规性。有关能效项目的研究可能为合规性提供信息，因为这些研究有时包含了如鼓风机门测试等现场勘察，以估算能耗和成本。

以开发商、建筑师、核查员或建筑商为对象的调查也可提供合规性信息。若受制于资金限制，无法开展更全面的合规性评价，城市则可通过简单的调查来对合规建筑数量和合规过程进行评估。在其他情况下，这些调查则可用于补充通过计划审查和现场检验获得的信息，进行深入分析，并确定履行规范所面临的主要问题。

分析结果 评估未来计划

分析合规性评价的结果可帮助城市辨识确实履行建筑节能规范要求的领域，以及仍待改进的措施和流程。为解决在合规性评价过程中浮现的潜在问题，城市可通过培训和流程改进提高合规性，进而提升建筑节能规范的成效。这还可助力城市了解规范要求的哪些部分仍需修改或加强，以促进其实施和执行。例如，美国某州针对规范合规性的研究显示，该州西北部地区的合规率远低于其他地区。在对不同建筑构件进行分析后发现，该州西北部地区的建筑商并未根据寒冷气候调整设计。随后，该州针对此问题为建筑商提供了专门的培训课程，以提高合规性。

合规性评价结果还可为建筑节能规范的未来发展提供有用信息。若大多数建筑在某项特定举措的表现，皆超出相关节能规范要求，城市则可考虑在下一个建筑节能规范周期，提高该举措规范要求的门槛。而若合规性评价结果显示某项举措难以履行，城市则可能需降低其实施门槛。

随时间推移，城市可能期望通过改进建筑节能规范反映当地需求，在这个领域成为领跑者，或掌握最新的技术进步。相较于制定一整套建筑节能规范，城市往往能够在建筑节能规范的增量改进中发挥更大作用。有些城市有权采用当地的建筑节能规范，选择超出国家建筑节能规范的措施，成为开拓者。例如，美国西雅图、印度海德拉巴和一些中国城市，皆已采用了比国家建筑节能规范更为严格的措施和创新方法。

核查表

- ☐ 现有的数据库是否可为合规性评价提供有用信息？
- ☐ 根据现有信息，哪些合规性评价方法较为合适？
- ☐ 评价将涵盖哪些问题？

伍、结语

建筑节能规范有望带来大量节能量和成本节约额，并为地方经济作出贡献。为因应当地设计并实施建筑节能规范，城市需制定综合性策略，整合建筑节能规范制定、采用、实施和评价流程。过程中，不同城市部门和地方利益相关者的参与将是确保成功履行的关键。