

GREEN BUILDING WATERFRONT

加拿大绿色建筑与滨水地区 可持续性绿色更新考察报告

张桦 主编

田炜 王潇俊 陆红花 夏麟 等编著



华东建筑集团股份有限公司



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

加拿大绿色建筑与滨水地区 可持续性绿色更新考察报告

张桦 主编 田炜 王潇俊 陆红花 夏麟 等编著



华东建筑集团股份有限公司



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

加拿大绿色建筑与滨水地区可持续性绿色更新考察报告 / 张桦主编; 王潇俊等编著. — 上海: 同济大学出版社, 2015.12

ISBN 978-7-5608-6088-6

I. ①加… II. ①张… ②王… III. ①生态建筑—研究报告—加拿大 IV. ①TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 284499 号

加拿大绿色建筑与滨水地区可持续性绿色更新考察报告

张桦 主编 王潇俊 陆红花 夏麟 等编著

出品人 支文军

责任编辑 吕炜 胡毅

责任校对 徐春莲

装帧设计 完颖 嵇海丰

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址: 上海市四平路 1239 号 邮编: 200092 电话: 021-65985622)

经销 全国各地新华书店、建筑书店、网络书店

印刷 上海安兴汇东纸业有限公司

开本 787mm × 1092mm 1/16

印张 7.75

字数 193 000

版次 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5608-6088-6

定价 49.00 元

版权所有 侵权必究 印装质量 负责调换

序

中国城市科学研究会绿色建筑与节能专业委员会（简称：中国绿色建筑委员会，英文名称 China Green Building Council，缩写为 ChinaGBC）于 2008 年 3 月正式成立，是经中国科协批准，民政部登记注册的中国城市科学研究的分支机构，是研究适合我国国情的绿色建筑与建筑节能的理论与技术集成系统，协助政府推动我国绿色建筑发展的学术团体。华东建筑集团股份有限公司【原上海现代建筑设计（集团）有限公司】为中国绿色建筑委员会的副主任单位，与加拿大绿色建筑委员会和美国绿色建筑委员会进行长期的交流。

2014 年应加拿大绿色建筑委员会的邀请，以中国绿色建筑委员会副主任委员、华东建筑集团股份有限公司总裁张桦为团长的中国绿色建筑与节能委员会代表团，于 6 月 2—6 日参加了在多伦多举办的加拿大绿色建筑大会和博览会，并在会上做了题为《从绿色建筑走向绿色生态城市》的主旨演讲。此外，中国绿色建筑委员会代表团还参观了加拿大绿色建材展，对加拿大绿色技术与产品进行了较为直观与深入的了解。该展的主要展品包括：节能环保建材，保温隔热材料；供暖、通风与制冷设备；同层排水设备；智能照明系统；可再生能源利用系统等。在加拿大期间，代表团参观考察了 Waterfront 社区更新开发项目、UBC 大学可持续研究中心（CRIS）、加拿大林业中心实验室、温哥华列治文速滑馆、River Green 住宅项目、北温哥华市政厅 6 个项目，这些项目涵盖了社区项目、学校建筑、办公建筑、住宅建筑等类型，为我们了解加拿大绿色建筑的发展提供了第一手资料。

为了更好地宣传和普及本次考察所获取的资料，我们将有价值的资讯和经验汇编成《加拿大绿色建筑与滨水地区可持续性绿色更新考察报告》一书。本书主要从绿色建筑单体优秀案例和多伦多滨水地区的可持续性绿色更新两个方面阐述了加拿大在绿色城市建设方面的实践经验。希望本书的出版，能够为从事城市管理、工程建设各方的相关人员提供帮助和指导。

华东建筑集团股份有限公司

2015 年 11 月

前言

可持续或绿色城市建设是当今城市工程建设和管理领域的重点方向和热门话题。可持续或绿色城市建设涉及生态环境、交通、建筑、能源、废弃物等多个领域，是一项复杂的系统工程，城市的可持续性目标改造对于已建成的城市具有更加现实的价值和意义。

本书主要从绿色建筑单体优秀案例和多伦多滨水地区的可持续性绿色更新两个方面阐述了加拿大在绿色城市建设方面的实践经验，内容涵盖加拿大近年来的绿色建筑发展状况、多伦多滨水地区的可持续性绿色更新、绿色建筑单体案例以及 2014 年加拿大绿色建筑获奖项目等内容。多伦多滨水地区的可持续性绿色更新从能源、交通、空气、水、土壤与地下水、自然遗存、固废管理、环境评估、管理及政策八方面较为详尽地从问题出发，提出了相应的改进技术措施并分析了其效果，对于国内很多城市的绿色更新具有极大的借鉴意义，内容有条理，并有大量的具体数据支撑，具有较好的可读性。13 个绿色建筑单体案例包括列治文速滑馆、UBC 大学研究中心、MEC 商店（Mountain 设备合作社）、Goldcorp 采矿创新宿舍、北哥伦比亚大学生物能源工厂等，建筑类型较为丰富，主要特点论述及配图使读者能够很快地理解项目的绿色精髓，并获得一定的感官认识。

华东建筑集团股份有限公司不仅参与大量具有社会影响力的标志性绿色建筑物的设计，还积极参与国际学术交流，推荐和翻译国际上有关的最新学术专著。继 2008 年出版《建筑与太阳能——可持续建筑的发展演变》之后，陆续出版了《建筑零能耗技术》、《太阳能光伏建筑设计》、《可持续城市设计》等译著。本书是基于张桦和田炜两位同志的考察报告和本次加拿大绿色建筑与滨水地区可持续性绿色更新考察的大量第一手资料翻译和整理而成，其中第二章“多伦多滨水地区可持续性绿色更新”内容整理自《多伦多滨水地区勘察和环境更新策略研究报告》，附录“2014 年加拿大绿色建筑获奖项目集”内容整理自《可持续建筑杂志——加拿大绿色建筑 2014 年获奖项目专刊》。

本书编译工作由华东建筑集团股份有限公司完成，参加翻译的人员有：田炜、王潇俊、陆红花、夏麟、尹金戈、刘剑、陈湛、刘羽岱、李海峰、任国辉、胡国霞、叶少帆、瞿燕；译校工作主要由王潇俊、夏麟承担完成。我们非常感谢对本书的出版工作做出无私、真诚奉献的所有工作人员。限于时间及水平，有不当之处，敬请读者批评指正。

华东建筑集团股份有限公司

2015 年 11 月

目 录

序

前言

1	第一章 加拿大绿色建筑发展状况
5	第二章 多伦多滨水地区可持续性绿色更新
6	第一节 能源、交通、空气、水的技术策略
6	一、能源消耗改进策略
22	二、交通改进策略
27	三、空气质量改进策略
34	四、水环境改进策略
40	第二节 土壤与地下水、自然遗存、固体废弃物管理、环境 评估、管理及政策等技术策略
40	一、土壤与地下水改进策略
44	二、自然遗存的改善策略
47	三、固体废弃物管理策略
53	四、滨水环境评估程序和公共咨询

57

第三章 绿色建筑单体实践案例

58

第一节 列治文速滑馆

64

第二节 UBC 大学研究中心

70

第三节 River Green

74

第四节 加拿大林业中心实验室

76

第五节 北温哥华市民中心改建项目（NVCC 项目）

83

附录 2014 年加拿大绿色建筑获奖项目集

84

MEC 商店（Mountain 设备合作社）

88

范渡森植物园游客中心

91

Goldcorp 采矿创新宿舍

94

可持续发展互动研究中心 (CIRS)

97

一个地球 RENO

100

CANMET 材料技术实验室

103

杜·博伊斯图书馆

108

北哥伦比亚大学生物能源工厂

113

参考文献

| 第一章 |

加拿大绿色建筑发展状况

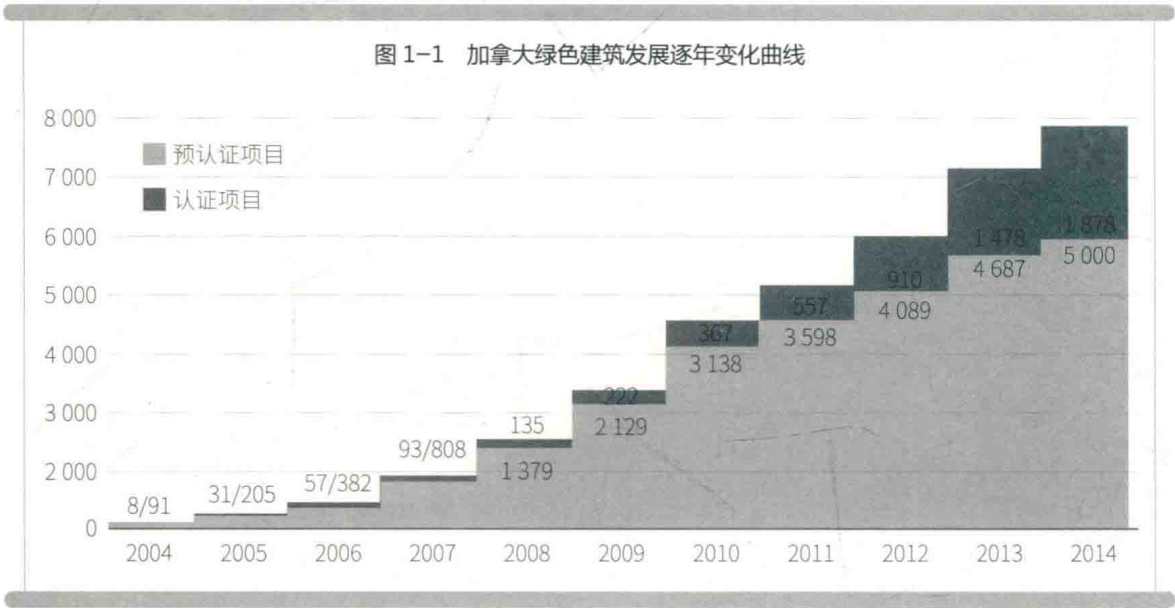
加拿大国内绿色建筑评价标准主要有 LEED^①、GBTOOL^②等，目前绝大部分城市、机关和企业建筑都采用了 LEED 评价标准。加拿大对 LEED 的承认始于 2004 年在温哥华的全国办公大楼建筑，该项目获得了 LEED 金奖。

2005—2010 年，加拿大不列颠哥伦比亚省癌症研究中心、温哥华会议中心、温哥华水族馆等示范建筑都获得了 LEED 认证。温哥华作为 2010 年冬奥会的东道主，成为了史上第一座要求其所有新建建筑都达到 LEED 金奖或银奖认证的冬奥会举办城市。截至 2014 年 10 月，加拿大有超过 5 000 个项目获得了 LEED 预认证，其中 1 878 个项目是通过认证评级的，见图 1-1。

截至 2013 年底，包含预认证项目在内的所有项目总建筑面积达 8 153 万 m²，这一认证率仅次于美国。2013 年共有 587 个加拿大项目获得了认证，其中近 40% 的项目都获得了 LEED 认证的高分，包括 173 个项目获得了金奖，32 个项目获得了白金奖。

所有项目中 LEED NC^③&CS^④ 占据了 49%，其次是 LEED EB^⑤ 占据了 31%；所有项目中 42% 的投资者为地产商，29% 为各级政府，其余包括大学、医疗、教育机构等（图 1-2、图 1-3）。

据统计，加拿大获得 LEED 认证的办公建筑的能耗水平普遍在 162 kW·h/(m²·a)，低



① LEED: Leadership in Energy and Environmental Design, 是美国绿色能源与环境设计先锋奖的简称。
② GBTool 是加拿大自然资源部发起并领导的一种绿色建筑评价操作系统。
③ LEED NC 是 LEED 针对新建建筑的评估体系
④ LEED CS 是 LEED 针对核心和外壳的评估体系
⑤ LEED EB 是 LEED 针对既有建筑的评估体系

于常规加拿大办公建筑 $350\text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 的平均能耗, 远低于多伦多地区典型办公建筑 $640\text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 的能耗水平 (图 1-4)。

据统计, 自 2005 年起, 在加拿大获得的绿色建筑共节省了 $2\,630\,652\text{ MW}\cdot\text{h}$ 的能源, 足够在一整年内为加拿大 89 271 户家庭提供电力; 这些绿色建筑减少了 $512\,672\text{ t}$ 温室气体的排放, 相当于每年从马路上减少了 96 913 辆汽车; 共节水 $5\,600\,000\text{ m}^3$, 相当于 2 252 个奥运会比赛级别的游泳池的水量; 回收了 $2\,700\,000\text{ t}$ 的建筑施工和拆迁废弃物, 相当于 841 126 辆垃圾车的清运量; 安装了 $121\,309\text{ m}^2$ 的绿色屋顶, 相当于 80 个美国职业冰球联盟的比赛场地, 降低了城市热岛效应, 减少了城市的潮汛水量。

目前, 温哥华市正在实施“2020 最绿城市行动”, 目标是在 2020 年使温哥华成为全世界最绿色的城市, 以达到更洁净的空气、更多地使用绿色交通、更多地减少温室气体排放等目标。这一行动计划得到了政府的政策引导和法律支持。开发项目需要根据项目特点, 建设能够通过 LEED 金奖认证的建筑, 并根据当地能源规范必须实现降低能源成本 22% 的目标。自从引入该政策以来, 温哥华的 LEED 金奖项目已经增加了 46%, 在节省城市能源成本的同时, 还因绿色建筑而创造出了新的就业机会。

随着对 LEED 认证需求的不断增加, LEED 专业人士的数量也不断攀升。加拿大全国拥有超过 3 800 名 LEED 认可的建筑专业人士。他们的经验使加拿大的建筑业满足了社会对各类高性能建筑激增的需求。

图 1-2 加拿大绿色建筑类型分布图

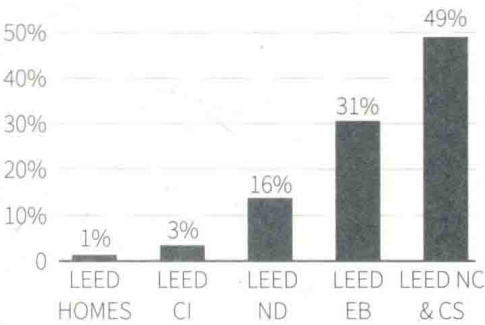


图 1-3 加拿大绿色建筑投资者类型分布图

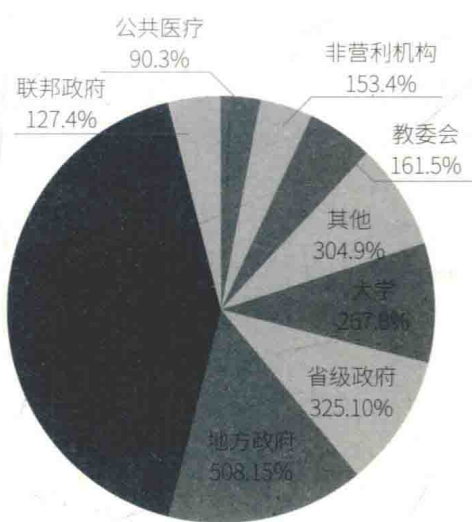
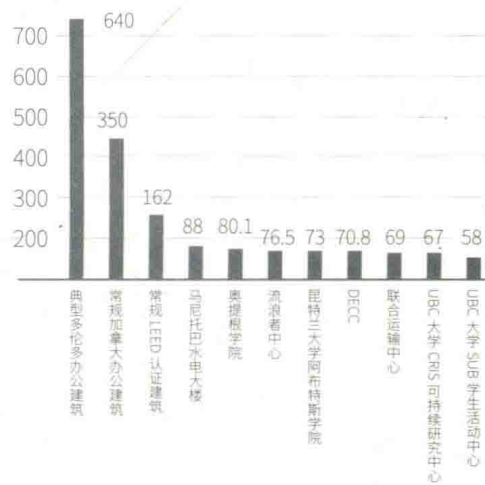


图 1-4 加拿大绿色建筑能耗水平分布图



| 第二章 |

多伦多滨水地区可持续性绿色更新

多伦多市政府正致力于完成其雄心勃勃的使命——更新改造多伦多长期以来被忽略的滨水区域，使其重新焕发青春。多伦多滨水地区改造的任务是将多伦多变得更宜居、更可持续、在全球舞台上更具有竞争性。2001 年，加拿大联邦政府、安大略省以及多伦多市三级政府开展了历史性的合作，共同研究开发多伦多滨水区域的潜在机遇。三级政府组建了一个新的开发机构——滨水多伦多开发公司，为多伦多市、安大略省以及加拿大人民建设一个高水平的滨水新区。

在 2001 年 4 月至 2013 年 3 月间，滨水多伦多公司投资了 12.6 亿美元用于前期规划和实施更新项目，采用了直接投资和与其他公共部门基础设施共同投资两种方式。迄今为止，全部投资已经为加拿大经济创造了 32 亿美元的经济收益以及 16 200 个就业岗位。另外，各级政府投资税收收益分别为：联邦政府 3.48 亿美元，省政

府 2.37 亿美元，多伦多市 3 600 万美元。

多伦多市和安大略省的主要经济领域均因滨水多伦多项目获益颇丰。滨水多伦多项目约 88% 的经费支出用于多伦多市，约 96% 在安大略省内。经费支出的最大部分，占比 37%，将近 4.69 亿美元，投入到与工程建设相关的行业。这些经费支出支撑起行业高技能以及高工资就业岗位。建筑材料和设备这些建筑行业相关产业的下游经费支出，大部分来源于加拿大各公司。

滨水多伦多项目主要带动创造型和知识型行业相关产业，包括科技专业服务领域的设计、工程以及环境服务，以及金融、保险、房地产和租赁领域。这两大领域分别占滨水多伦多项目总成本的 28% 和 17%。

多伦多滨水区域的发展愿景正逐步被实现。很显然，滨水区域的振兴开发正在推动加拿大的经济发展！

第一节 | 能源、交通、空气、水的技术策略

一、能源消耗改进策略

（一）引言

加拿大是一个高度发展的工业化国家，处于冬季寒冷地区且能源费用较低，加拿大的居民已经习惯于能源使用所带来的便利。

由于使用能源所带来的好处，导致其所带来的负面影响常常被忽略。例如，燃烧化石燃料会直接引起空气质量下降和气候变化等恶果。

多伦多滨水区的复兴为改善能源和环境的可持续性提供了难得的机遇。多伦多滨水区的能源策略目标是实现当地的发电量多于耗电量，并同时满足空气质量的持续改善。

在安大略省，住宅和办公建筑的能耗占据了总能耗的很大部分，将近 20% 的能耗来自住宅，14% 的能耗来自商业建筑，其余来自工业能耗。住宅建筑和商业建筑产生了不低于 30% 的二氧化碳、28% 的氮氧化物和 14% 的二氧化硫排放量。

随着该地区建筑能效标准的提高，家用电器和照明效率的提高，以及住户、业主和租户的行为改变，安大略居住建筑的人均能耗将会在 2000 年至 2020 年间减少 12%，商业建筑的人均能耗趋向于一个相对稳定的恒量，见图 2-1。

但是由于该地区人口持续增长，造成能源

图 2-1 安大略的人均能耗趋势

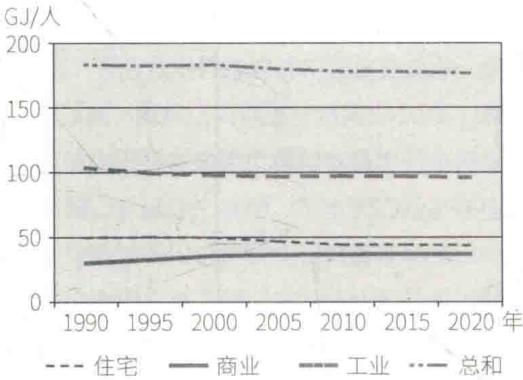
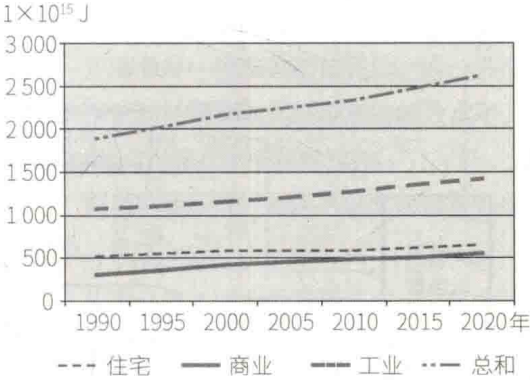


图 2-2 安大略的总能耗趋势



总体消耗的净增长，人均能源降低的作用受到影响，见图 2-2。面对这样的问题，该地区采用了一些积极的能源策略来减少人口增长所带来的能源增长。

(二) 能源策略及技术措施

该地区为了减弱能源消耗的影响，制订了一系列主要原则：

- ◎ 通过更高的能效准则以及更高效的能源生产，来减少能源的需求。
- ◎ 通过本地区的能源供应，来满足滨水区的能源需求。
- ◎ 优化使用对环境影响小的可再生能源，使其具有经济可行性。如果这些可再生能源不能满足需求，可以采用洁净技术产生的电（因其所带来的环境影响弱于电网供电）。
- ◎ 将滨水区所采用的能源措施推广到多伦多的其他地方，这样能源消耗对于整个多伦多的影响就会减弱。

该地区提出了一个能源计划的概念性框架，见图 2-3。

1. 能源结构调整

加拿大自然资源部的预测表明：燃煤发电有一个逐步淘汰的过程，且核能的发电量也会有所衰减，水力发电会保持相对恒定，而电力供应的平衡将由转变过的天然气发电来填补（图 2-4）。

2. 节能建筑标准的提升

在过去的几十年里，加拿大的住宅的能效一直在提高。因此，如今的新建建筑要比十几年前的建筑的节能性提高 30% ~ 40%。

在商业建筑方面，新建建筑也变得越来越节能。这些改善源于遵循了例如 ASHRAE 90.1（由美国供热制冷和空调工程师协会编制）和 MNECB（加拿大政府的全国建筑能源规范）等技术规范。MNECB 与之前的建筑规范相比，它的独特之处在于它强调环境保护和资源节约，而不是建筑功能上和结构上的完整性。通过制订一系列系统的最低标准，如：建筑材料和围护结构、暖通系统、照明和热水加热装置等影响建筑能效的相关系统，来实现能耗降低。值得注意的是，MNECB 的目的并不是推动最新的节能设计方案

图 2-3 滨水复兴区的集成能源概念性框架

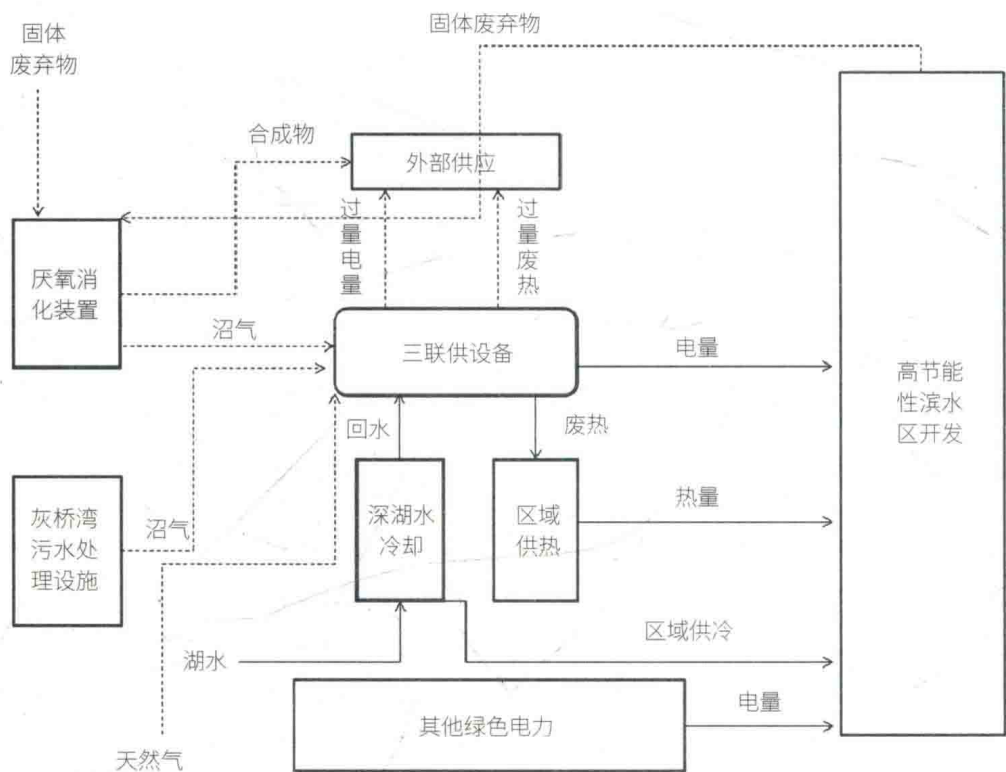
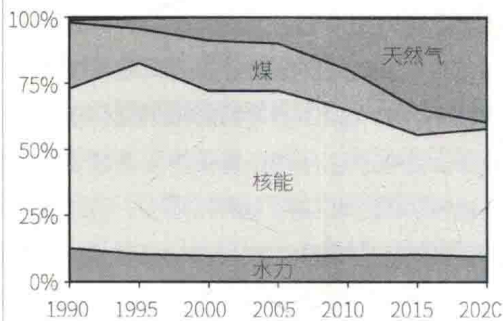


图 2-4 安大略地区主要燃料形式的发电比例



的使用。MNECB 体现的是采用常规的、市场成熟的且经济可行的技术来促使新建建筑能效达到可能的最高水平。

在既有建筑节能改造上针对不同的功能建筑，分别采用了不同对策。①住宅方面：绿色节能公司通过与多个市政项目（例如，员工节能项目，家庭赏金等）进行合作来提供节能改造服务。通过加入这些项目，住宅的能耗能够得到削减，达到了二氧化碳和烟雾减排量削减 20% 的效果。②商业方面：以改善能源利用和抑制多伦多的二氧化碳排放为目标，多伦多 BBP 合作组织整合了一个全面能效和建筑翻新方案策略。这

一项目促进了不少于 450 栋建筑的节能改造，实现了每年减排二氧化碳 132 000 t 和节约运行费用 1 900 万美元。③市政机构方面：从 1990 年起，多伦多市已经使市政机构设施的能耗降低了将近 15%，而且所有的政府部门还在考虑进一步削减。据预测，能耗还可以进一步减少 25%。最近，负荷转移已经在市政工程和紧急服务中得到了成功实施。在这个方案中，下水道的污水在电价较为便宜的波谷段进行泵送，燃煤发电供往电网的电力也会相应地下降。波谷段的电价更为便宜，而与能源使用相关的二氧化碳平均排量也有所减少，因此同时兼备经济和环境双重效益。

通过咨询其他政府部门、工业和业主，多伦多市选择制定一个更高的标准。基于加拿大自然资源部的预测，多伦多主城区的能源消耗如图 2-5 所示。情况 1 表示低速发展情况；情况 2 表示中速发展情况；情况 3 表示高速发展情况，比情况 2 高 50%。总的来说，这三种情况被认为代表了滨水区复兴的一个合理发展速度区间，见表 2-1。

为了确定超过 MNECB 标准要求部分产生的潜在效益，多伦多滨水地区勘察和环境更新策略

研究报告提出了两种节能标准的方案。

方案 I ——高能效设计：指使建造滨水区所有的商业和住宅建筑达到能效需比 MNECB 标准的要求高 25% 以上。

方案 II ——极高的能效设计：这一方案认为当前最新的技术能够实现极高的能效水平，能效性能需比 MNECB 标准高 50%。

两种节能标准方案的节能减排效果如表 2-2 所示。

如果在滨水区全面实施方案 I，将会使电力和天然气的消耗量分别下降 25.8% 和 17.1%。能源消耗的削减也即是大气排放量的大量削减。

在方案 II 中，总电力消耗量将会下降 40%，而天然气的消耗量将会下降 22.8%（即表 2-2 和表 2-3 中的总量）。和电网相比，二氧化碳的排放量减少 16.9%，氮氧化物的排放量减少

表 2-1 低中高发展情况下的重建滨水区（全部建筑）

	情况 1	情况 2	情况 3
住宅单元数量	20 000	40 000	60 000
人口数量（1.7 人/住宅单元）	34 000	68 000	102 000
新增雇员（人）	17 500	35 000	52 500
新增商业面积（m ² ）	600 000	1 200 000	1 800 000

表 2-2 与 MNECB 标准相比采用高能效设计（方案 I）的能源消耗和排放的减少量（其数值用相对于多伦多主城区的能耗和排放量的百分数来表示）

	假设在情况 1、2 和 3 下采用电网电力（%）	假设在情况 1、2 和 3 下采用燃煤发电（%）
电量	-25.8	-25.8
天然气	-17.1	-17.1
二氧化碳	-12	-29.5
氮氧化物	-4.3	-12.4
二氧化硫	-6.7	-33.5

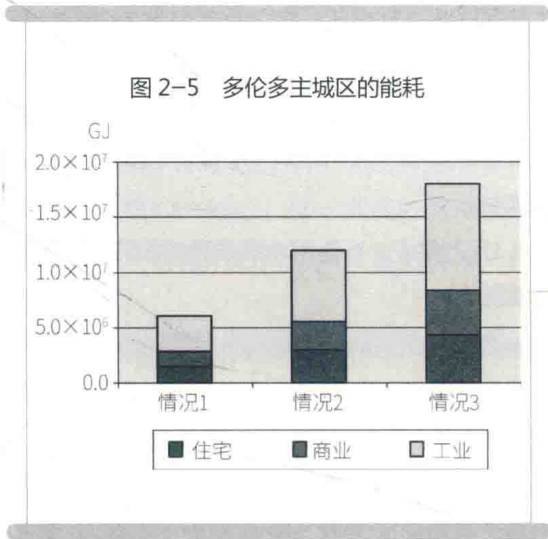


表 2-3 与采用高能效设计（方案 I）相比，采用极高能效设计（方案 II）的能源消耗和排放的减少量（其数值用相对于多伦多主城区的能耗和排放量的百分数来表示）

	假设在情况 1、2 和 3 下采用电网电 力（%）	假设在情况 1、2 和 3 下采用燃煤发 电（%）
电量	-14.2	-14.2
天然气	-5.7	-5.7
二氧化碳	-4.9	-14.5
氮氧化物	-1.9	-6.3
二氧化硫	-1.9	-18.4

6.2%，二氧化硫的排放量减少 8.6%。和燃煤发电相比，减排量的数据将更为显著，其中，二氧化碳减少 16.9%，氮氧化物减少 18.7%，二氧化硫减少 51.9%。

3. 深度湖水降温

用于空气调节的能耗占了商业和住宅能耗的很大比例。在多数情况下，制冷所需要的能源是由电力提供的。在多伦多，城区的夏季制冷能耗需求占了整个电力负荷的 55%。空调能耗的需求也进一步加剧了城市热岛效应。

常规的空调系统对环境有着很大的影响。由燃烧化石能源所产生的电力驱动的空调机组会导致大气污染物、温室气体（尤其是二氧化碳）的排放和酸雨的产生。当很高的电力需求是由在安大略的燃煤发电来满足或从其他辖区购买燃煤所发的电量来满足峰值需求时，这一状况在夏季高温天气会进一步恶化。根据独立市场运行商在 2002 年 8 月发布的市场报告，在 2002 年的夏季，安大略电力消耗创下了新高，其电力消耗超过了 25 000 MWh。另外，常规制冷机组中所采用氟氯烃（CFCS）的泄漏会造成臭氧层的破坏。基于这些负面的环境效应，传统由电力驱动的空气调节和可持续地创造市区环境是不兼容的。

因此通过减少制冷的需求量，对于滨水区降

低能耗和改善环境具有重要的意义。多伦多市采用了一种独特的环境变革的空调方式——深度湖水降温。深度湖水降温的概念是指利用自然冷水作为建筑降温的冷源。

在冬季，当安大略湖的表面水温降低到 4℃ 时，湖水的密度达到最大并下沉到湖水的底部。在夏季回水被加热，但由于其密度较小，被加热的湖水仍处于湖水的表面。这一过程使得在安大略湖大约 85 m 深处形成了冷水的储量库。深度湖水降温的概念包括了构建一个从多伦多岛以南 5 km 处的冷水储量库的取水口。从湖中泵送的冷水将为坐落于滨水区中部的区域建筑能源系统提供冷源。与传统的制冷系统相比，深度湖水降温可以减少 95% 的制冷能耗。更低的能耗意味着较少的环境影响（例如，发电所产生污染物的减少和制冷机所可能泄露氟氯烃的减少）。多伦多所具有的市区密度高、需要全年供冷和邻近一个恒定的冷水源等一系列特点，使得多伦多成为利用深度湖水降温的应用对象。因此，深度湖水降温将成为重要的管控城市能源的机遇。

该系统所需要的基础设施包括多个大直径的吸水口、泵站以及冷水输配管网。针对多伦多滨水区，深度湖水降温按照两种方式实施。方案 I：为滨水区现有城区的建筑提供区域制冷；方案 II：为滨水区复兴行动采用分散式系统关联新的开发区服务。下面将描述这些系统的详细情况以及通过实施这些系统所能达到的能源消耗和环保效益。

1) 方案 I ——为滨水区现有城区的建筑提供区域制冷

方案 I 能够抵销掉新滨水区居民引起的部分排放量，作为一个可以抵销这些不可避免的环境影响的途径，方案 I 确有巨大的应用潜力。

多伦多滨水区域能源系统建立于 20 年前的多伦多区域能源系统（由 Enwave 运营），是北