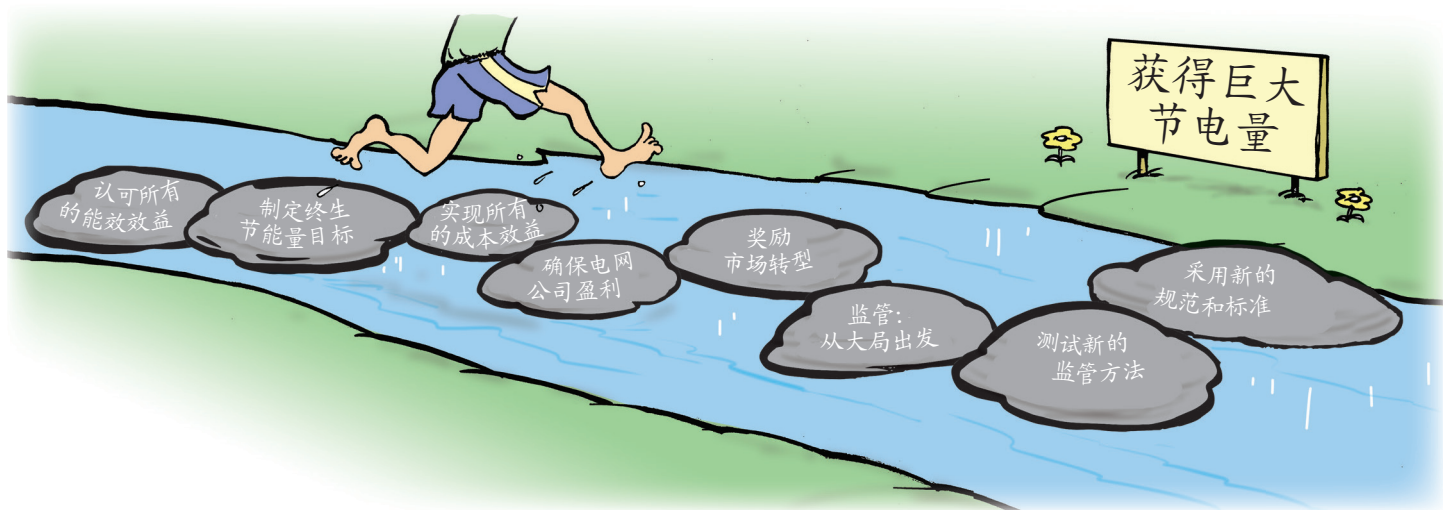




RAP®

睿博能源智库

实现能效的下一个 重大突破：



十年内达到节电量30%

作者

Chris Neme & Jim Grevatt, 未来能源咨询公司



前言

能效是一种最为经济的电力资源。美国向电力消费者征收的节能公益基金(ratepayer-funded energy efficiency programs)开展的能效项目，其节能成本目前只是新建电厂平均成本的三分之一到二分之一。能效可以带来诸多益处，它不仅仅可以避免新建电厂的成本，同时也可以避免对输配电侧的投资成本，以及减少对环境的破坏等等ⁱ。根据美国环境保护署（EPA）最近颁布的《清洁电力计划》，在未来能效将起到更加重要的作用。

在很多州，政府都要求电网公司开展能效项目，这种方法持续了十几年，已经成为美国实现节能量的显著成果。2006年，美国节能公益基金能效项目的年度支出规模仅有16亿美元，只有三个州的节能公益基金能效项目实现了第一年节电量超过年度销售量的0.8%以上。到2014年，节能公益基金项目的支出几乎翻了两番，达到59亿美元，18个州实现了节电量超过年度售电量的0.8%，有两个州，均达到或超过了2.5%。

虽然一些对节能工作非常积极的州近年来取得了突飞猛进的节能成绩，但他们并没有完全抓住节能项目面临的所有技术、项目、或政策驱动方面的机遇，以便获得具有成本效益的节能量，更不要说未来十年一定会出现的一些新的节能机遇。针对这些新的机遇，睿博能源智库开展了一项高层次的分析，包括考虑新兴技术以及新的市场干预的历史发展模式，并最终认为，只要各项扶持政策落实到位，在未来十年内实现30%的节电量应该是可能的。尽管很多美国的政策制定者和电网公司认为这个数字过高，但这份报告恰恰展示了其可行性。

中国为提高能效付出诸多努力，且颇有成效。在过去的若干五年规划和正在制定的“十三五规划”中，通过实施诸如“万家企业节能低碳行动实施方案”等有效的政策，体现了对能耗越来越多的重视和显著改进。然而，这些能效政策还未和电力行业规划以及电网公司的行动完美结合。关于这方面，中国已经采取了一些初步措施，比如，《电力需求侧管理办法》中提出电网公司需要实现上一年度售电量0.3%的节电量的指标，在《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》中要求“积极开展电

i.关于“能效”相关的睿博能源智库其他出版物《将能效作为中国电力行业的一项资源》，《能效比供应侧资源更具有成本效益》，《低碳电力行业监管：巴西，欧盟和美国的国际经验》，《对中国电力行业政策的建议：应对能源、气候和空气质量挑战的实用解决办法》，与保尔森基金会合著的《电力行业：深化改革，降低排放，改善空气质量，促进经济增长》报告，均可从网站免费下载：www.raponline.org/cn

力需求侧管理和能效管理”。此外，在电网公司实施输配电价改革，尽管它并不对能效起着直接的影响，但美国的经验告诉我们，输配电价改革带来的“副作用”可以对电网公司支持终端能效起到很好的激励作用。另外，新近出台的《关于进一步做好煤电行业淘汰落后产能的通知》，在一定程度上鼓励需求侧管理措施，减少对新建煤电规模的需求。

鉴于中美两国都在提高能效的道路上一直不断探索，本文主要针对美国国情而撰写，我们翻译成了中文，希望能为中国的政府部门、研究机构等提供一些新的观点和想法，以推动中国在提高能效方面的工作。

本报告由睿博能源智库专家根据美国各州取得的节能经验为基础，就如何在未来十年内更上一层楼，达到节电量30%的目标而给出建议。报告第二节总结了用来分析这些问题的方法，第三节讨论了当前的最佳实践，并预计这些经验将继续对未来十年产生影响，这一分析还表明我们需要开展哪些工作，才能在十年内达到30%的节电目标。在第四节里，从技术和项目两方面考虑如何才能提高节电量。在第五部分，研究了政策制定部门需要做些什么，来实现提出的节能目标。

除了以上分析和建议，本报告还包含7个附件，为文中涉及到的重点事例做了详细介绍，比如附件A对节能潜力研究局限性和附件D对节能先进州——马萨诸塞州和罗德岛的代表性的探讨。虽然篇幅短小，但信息覆盖全面，是中国读者了解美国各州电力情况的绝佳途径之一。

致谢

笔者感谢睿博能源智库（RAP）主持这一研究项目，这一项目促使我们对未来提高能效的各种可能方案进行了广泛地思考。我们希望这份报告能够有助于读者“开拓思路”。

我们还要感谢RAP的大力帮助，能够让我们在这一具有挑战性的项目中尝试各种解决方案。我们尤其要感谢负责管理这一项目的RAP高级研究员大卫·法恩斯沃思(David Farnsworth)，感谢他成为我们宝贵的“主心骨”，并为项目的各个阶段提供了很好的指导意见。

我们也想特别感谢接受本项目采访的九位“思想领袖”，他们是西北电力与节能委员会(Northwest Power and Conservation Council)的汤姆·埃克曼(Tom Eckman); 太平洋天然气和电力公司 (PG&E) 的拉斐尔·弗里德曼(Rafael Friedman); 自然资源保护委员会 (NRDC) 的大卫·戈尔茨坦(David Goldstein); 俄勒冈州能源信托公司(Oregon Energy Trust)的弗雷德·戈登(Fred Gordon); 美国能效经济理事会 (ACEEE) 的马蒂·库斯勒(Marty Kushler); 埃创公司(Itron)的迈克·麦森则(Mike Messenger); 优化能源公司 (Optimal Energy) 的菲尔·莫森索(Phil Mosenthal); ACEEE的史蒂夫·纳德尔(Steve Nadel); 以及席勒咨询公司(Schiller Consulting)的史蒂夫·席勒(Steve Schiller)。上述每位专家对我们如何加快实现具有成本效益的节电方案的初步设想都给出了很有见地的反馈意见。他们也都提出了一系列我们最初没有考虑到的有趣的想法。还有一些人为本报告中讨论的各个专题提供了重要数据和意见。我们要特别感谢菲尔·莫森索(Phil Mosenthal) (优化能源公司) 为附录A中介绍的节能潜力研究提供了数据; 丹·梅林杰(Dan Mellinger) (佛蒙特州能源投资公司, VEIC) 对附录E中介绍的LED灯箱照明设备成本与节能进行的分析; 以及杰·皮罗伊(Jay Pilliod) (VEIC) , 阿兰·赫伯特(Alan Herbert) (VEIC) 和乔治·劳伦斯(George Lawrence) (优化能源公司) 提供的佛蒙特能效项目造雪机案例研究, 见附录G的介绍。

最后，我们还要感谢本报告初稿的审稿人：他们是RAP的莱利·艾伦(Eiley Allen)，大卫·法恩斯沃思(David Farnsworth)，卡米尔·卡多赫(Camille Kadoch)，吉姆·拉扎尔(Jim Lazar)，里奇·瑟达诺(Rich Sedano)，瑞克·韦斯顿(Rick Weston)，贝基·韦格(Becky Wigg)，唐娜·卢特考斯基(Donna Brutkoski)，和德博拉·斯泰特勒(Deborah Stetler); ACEEE的马蒂·库斯勒(Marty Kushler)和史蒂夫·纳德尔(Steve Nadel); Itron公司的迈克·麦森则(Mike Messenger); NRDC的大卫·戈尔茨坦(David Goldstein); 优化能源公司的埃里克·比依沃(Eric Belliveau)和乔治·劳伦斯(George Kawrebce); 俄勒冈州能源信托公司的弗雷德·戈登(Gred Gordon); PG&E的拉斐尔·弗里德曼(Rafael Friedman); 以及席勒咨询公司的史蒂夫·席勒(Steve Shiller)。

我们承认，如果没有以上专家的帮助我们无法完成这份报告，但需要注意的是，我们收到的一些反馈意见有时是相互矛盾的。此外，在某些情况下，我们也不认可某些观点和意见，因此有些没有按照审阅人提出的具体意见修改报告。我们指出这一点是要强调，我们作为撰稿人，将最终对本报告提供的信息和得出的结论负全责。

本文检索方式

Neme,C.,&Grevatt,J.(2016,February).实现能效的下一个重大突破：十年内达到节电量30%

睿博能源智库：蒙彼利埃，美国佛蒙特州，

下载地址：<http://www.raonline.org/document/download/id/8108>.

本报告电子版以及RAP其他出版物可在以下RAP网站下载：

www.raonline.org/cn

欲阅读更多的RAP出版资料，请发送相关信息到：

China@raonline.org.

2016年2月

封面图由Tim Newcomb提供

实现能效的下一个重大突破：十年内实现节电量30%

目录

I.概况.....	1
II. 研究方法.....	5
III.总结经验.....	6
A.美国节能先进州取得的成绩.....	6
B.产品能效标准对未来节能潜力的影响.....	7
C.节能先进州的经验能否在全国推广.....	8
IV.更上一层楼.....	9
A.扩大终端节能技术范围.....	9
B.推广节能新技术.....	11
C.采用新的能效项目开发方法.....	12
D.为十年内节电30%缩小差距.....	14
V. 政策需求与建议.....	15
A.加大能效项目开发的资金投入.....	15
B.开发所有符合成本效益的节能项目，实现节能效益.....	16
C.近期目标与长远目标的结合.....	17
D.重视能效的全方位价值.....	18
E.重视和鼓励市场转型.....	19
F.从大局出发，调整监管重点.....	21
G.考虑能效资源开发的新模式.....	21
H.出台更多更有效的标准规范.....	23
VI.结论.....	25
VII.附录.....	
附录A:传统节能潜力研究的局限性.....	27
附录B:马萨诸塞州和罗德岛电网公司2014年能效项目的节能成效.....	30
附录C:美国联邦照明能效标准产生的影响.....	33
附录D:马萨诸塞州和罗德岛的代表性.....	37

附录E:用LED灯替代荧光灯管照明	40
附录F:扩大上游产品退费政策的考虑.....	42
附录G:佛蒙特州造雪机市场的转型.....	44

缩略词

ACEEE	美国能效经济委员会	kWh	千瓦时
CHP	热电联产	SEM	能源战略管理
CVR	降压节能	T&D	输配电
EERS	能效资源标准	TRC	全部资源成本
EM&V	节电量评估测量和认证	US EPA	美国环境保护署

图目录

图1:能效与各种发电成本之间的对比.....	4
图2:太平洋天然气和电力公司商业HVAC节能项目参与企业随上游激励政策的实施而增加.....	12
图3:实现未来十年达到30%累计持续年度节电量的途径	14
图4:产生的节电量与认证的节电量之间的普遍分歧	20
图A1: 最大可实现节电潜力的估算结果(年度节电量占售电量的比例)	28
图B1: 2014年按措施寿命周期的节电量(不含热电联产).....	31
图B2: MA/RI 2014年节电绩效持续十年后累计节电量占售电量的百分比.....	32
图C1: 居民住宅照明产品细分比例.....	35
图C2: MA/RI 2014年节电量持续十年后累计节电量占售电量的百分比，经过调整反映联邦照明能效标准的影响.....	36
图F1: 太平洋天然气与电力公司商业HVAC项目参与度随着上游激励政策的实施而增加....	42
图G1: 造雪机的运行成本.....	44
图G2: 佛蒙特州安装的高效造雪机.....	45

表目录

表B1:马萨诸塞州和罗德岛各能效项目的节电效果（不含热电联产）	30
表E1:LED与HPT8节电量的比较.....	41

I. 概况

能

效是一种最为经济的电力资源。如图1所示，美国向电力消费者征收的节能公益基金(ratepayer-funded energy efficiency programs)开展的能效项目，其节能成本目前只是新建电厂平均成本的三分之一到二分之一。通过节省了对输配电（T&D）基础设施的投资¹，降低了燃料价格波动和其他形式的风险²，通过价格抑制效果³，以及降低环境保

护成本⁴，能效给电网系统带来了巨大的经济效益。根据美国环境保护署（EPA）最近颁布的《清洁电力计划》，在未来能效将起到更加重要的作用。能效还给居民住户和企业带来巨大的额外效益（例如，节约燃气，节水，提高舒适度、健康和安，提高建筑物耐久性和商业生产力等），以及带来环境、公共健康、低收入群体可负担的能源、地方经济发展的效益，以及其他社会

1. 例如，新英格兰州独立系统运营商最近发现，仅对佛蒙特州和新罕布什尔州输电系统原先规划的投资有4亿美元，由于这些州开展的能效项目，这笔钱可推迟到十年规划以后再投入；见Neme, C., & Grevatt, J. (2015). Energy Efficiency as a T&D Resource: Lessons from Recent US Efforts to Use Geographically Targeted Efficiency Programs to Defer T&D Investments. Lexington, MA: Northeast Energy Efficiency Partnerships.许多州在能效项目审查中经常要看看可以避免的输配电系统投资，平均每KW-year可达到70美元；见The Mendota Group. (2014). Benchmarking Transmission and Distribution Costs Avoided by Energy Efficiency Investments. Prepared for Public Service Company of Colorado.此外，现在越来越多的州都在开展针对地方的能效项目，主要目的是经济合理地推迟当地输配电系统的升级改造；见Neme, C., & Grevatt, J. (2015); and Neme, C., and Sedano, R. (2012). US Experience with Efficiency as a Transmission and Distribution System Resource. Montpelier, VT: The

Regulatory Assistance Project.

2. 例如，佛蒙特州法规要求，提高能效措施的成本必须降低10%，用来体现与供应侧相比的能效缓解投资风险的优势。

3. 在竞争性电力批发市场区域，需求的下降，至少在短期至中期，降低了电量和容量的结算价格。一些研究已发现，在初期，需求每下降一个百分点，将导致价格下降1-3%；见Chernick, P., & Griffiths, B. (2014). Analysis of Electric Energy DRIPE in Illinois. Memo to Chris Neme, Energy Futures Group; Rebecca Stanfield, Natural Resources Defense Council; and David Farnsworth, Regulatory Assistance Project.这有时也称为“降低需求所引起的价格效应”（DRIPE）。

4. 例如参见睿博能源智库报告：Woolf, T., Steinhurst, W., Malone, E., & Takahashi, K. (2012). Energy Efficiency Cost-Effectiveness Screening: How to Properly Account for ‘Other Program Impacts’ and Environmental Compliance Costs. Montpelier, VT: The Regulatory Assistance Project.

效益等⁵。

过去十年来，人们对能效价值的认识已经有了很大提高。2006年，美国节能公益基金能效项目的年度支出规模仅有16亿美元⁶，只有三个州的节能公益基金能效项目实现了第一年节电量超过年度销售量的0.8%以上⁷。到2014年，节能公益基金项目的支出几乎翻了两番，达到59亿美元，18个州实现了节电量超过年度售电量的0.8%，有两个州，马萨诸塞州和罗德岛，均达到或超过了2.5%⁸。另外5个州，亚利桑那州，加利福尼亚州，康涅狄格州，马里兰州和佛蒙特州，已经出台了政策，要求未来几年内实现2.0%或以上的年度节电量⁹。

本研究将探讨能否将能效的节能成效再度大幅度提高。具体而言，我们研究是否有可能在未来的十年期内达到电力系统需求的30%。虽然提出这一目标非常大胆，这要比美国节能先进州目前的节电量再提高50%到100%，但我们认为这个目标是完全可以实现的，只要满足这两个前提条件：一是坚定不移地致力于开发所有具有成本效益的能效项目，二是以创新的思维和办法考虑

以下问题，包括：

- 适合推广的能效措施有哪些；
- 如何在考虑长期目标的基础上，将目前强有力的监管重点放在短期内的能效资源开发上；
- 采用哪些种类的指标来衡量能效项目的有效性；
- 除了目前电网企业开展的用系统收益附加费（system benefit charges）来投资能效项目的做法，还有哪些别的选项和方法；
- 还需要对哪些监管型和非监管型的政策进行调整。

毋庸置疑，需要探讨的问题有很多很多。每个问题都值得作为专题来研究。因此本研究无意对任何这些问题给出“一锤定音”式的结论。相反，本研究对实现节能目标的可能性给出了一个高层次的评估，并针对某些政策和项目的调整提出了初步的建议，力争在提高节能水平方面再次取得重大突破。

本报告第二节总结了本研究用来分析这些问题的方法。在第三节，我们讨论当前的最佳实践，并预计这些经验将继续对未来十年产生影

5. 对于能效效益的详细讨论，请见睿博能源智库报告：LazarJ., & Colburn, K. (2013). Recognizing the Full Value of Energy Efficiency. Montpelier, VT: The Regulatory Assistance Project.

6. Gilleo, A., Nowak, S., Kelly, M., Vaidyanathan, S., Shoemaker, M., Chittum, A., & Bailey, T. (2015). The 2015 State Energy Efficiency Scorecard. (ACEEE Report U1509).

7. 马萨诸塞和罗德岛实现了节能1.2%，佛蒙特州实现了1.1%。

8. Gilleo et al., 2015.

9. 请注意，这里的对比只考虑了节能公益基金资助的能效项目取得的节电量，全国通过联邦设备能效标准实现的节电量更多。各州还通过建筑标准规范，在某些情况下通过更多的设备能效标准实现节能。在过去的十年里，有些州（或许加州最突出）做了大量的努力，通过这些监管机制提高节能效果。但目前还不容易得到必要的数据，对由于法律法规和标准所实现的节电量进行各州之间的比较。

响。这一分析还表明我们需要开展哪些工作，才能在十年内达到30%的节能目标。在第四节里，我们从技术和项目两方面考虑如何才能提高节电量。在第五部分，我们研究政策制定部门需要做些什

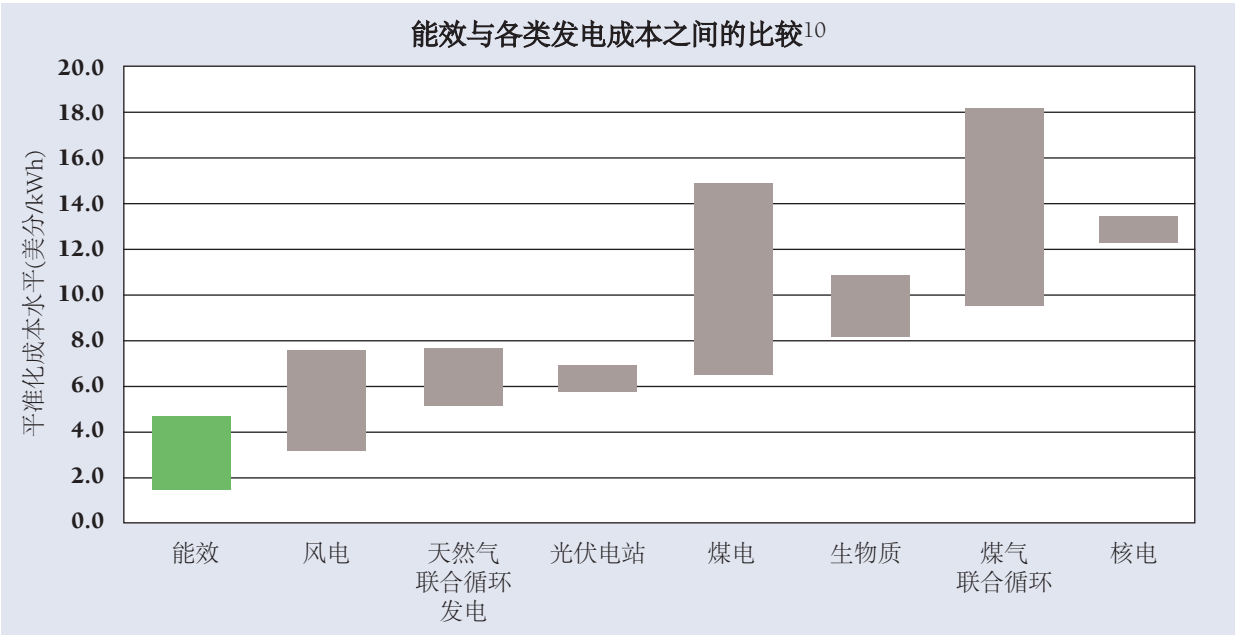
么，来实现提出的节能目标。我们的结论放在第六节里，简要概述报告中关键的“成果”。在本报告随后的几个技术性附件中，对报告主体提出的一系列问题给出了更加详细的讨论。

“十年内达到节电量30%”到底是什么含义？

节能目标可以通过多种方式来定义，可以有着显著不同的经济和政策含义。本研究中考虑的“十年内达到节电量30%”的目标定义如下：

- 只考虑居民家庭和企业的节能。我们不考虑降低线损，提高电厂热效率，或由于电网公司一侧的其他改变所产生的节能。
- 只考虑能效。我们不考虑由于在客户所在地为了发电而不是为了降低电力消费安装的可再生能源所产生的影响。
- 考虑影响到从现在起十年内的电力消费。我们重点关注十年期结束时能达到的节能比例。例如，2016年安装了一些节能设备，但只持续了几年，这些节电量就不能算。因此，我们的目标是用一种更长远目标的形式表示，而不是目前大多数州所采用的“第一年节电量”指标。
- 与目前“常规情景”模式相比较。我们重点考虑由于新的政策或项目干预所导致的节能增量。例如，我们不考虑由于已颁布的联邦照明能效标准所带来的节电量，我们也不会考虑由于市场的发展而“自然”产生的可预计的节能效果。按照能效行业的说法，我们只关注“净节电量”。

图1



10. 见<http://aceee.org/topics/energy-efficiency-resource>. 对于能效，图上显示的成本是电网企业的成本。在总的资源成本和社会成本的测试中，还必须同时考虑能效项目参与者承担的额外成本和获得的额外效益。经验表明，同时考虑能效项目参与者的额外成本和额外收益的净效果将会降低电力能效项目的净平准化资源成本。例如，对于2014年，佛蒙特州能效项目报道的平准化电网企业的节

能成本为4.6美分/千瓦时，但其平准化净资源成本，即同时考虑参与者的成本和节电量以后的成本只有0.9美分/千瓦时。具体参见：Efficiency Vermont. (2015). Savings Claim Summary 2014.

II. 研究方法

从一开始我们就需要弄清楚，这并不是一项针对节能潜力的研究，至少不是按照北美的能效产业经常用到的这一术语来进行的研究，这一点十分重要。也就是说，我们并不是要对成百上千种能效措施的节能潜力进行自下

而上的分析，按照当前测算的成本和节电量，来评估哪种能效措施的节能潜力最具有成本效益，然后预测消费者会对每种节能措施购买多少，并按照目前的能效项目设计来安装。这类的研究已经开展了很多。此外，虽然这些研究成果可能会给出一些有用的见解，但这类传统型节能潜力研究本质上无法用来评估可能的节能上限，通常会导致对能效的潜力做出严重的低估（见附录A对传统型节能潜力研究局限性的讨论）。

因此，我们更多地从“自上而下”的角度来看这个问题。正如随后的讨论将证明，要回答这一问题还涉及到大量的分析。然而，这种分析更

**传统的节能潜力
研究本质上无法
用来评估可能的
节能上限。**

侧重于宏观层面的发展趋势，吸取过去教训，对有可能产生重大影响的一些新的思路进行全面的、战略性的、或有针对性的分析。

我们启动这一研究项目，是要更好地了解现已达到2%（或接近2%）年度节电量增幅的各个州目前

在做什么。基于这项分析所得出的结论，以及根据我们以往的经验（尤其是来自节能先进州的经验），对于如何能让那些最积极的州也可以进一步提高节能水平，我们提出了一些既有针对项目方面，也有政策方面的思路。随后，我们采访了来自全美国各州的9位国内“思想领袖”¹¹，征求他们对我们初步思路的反馈意见，并了解他们其他的新的想法。根据这些参考意见，我们进一步研究了能够促进更大节能成效的若干可能的方法。以下是这项工作成果的总结。

11. 这九位专家是：西北电力和保护委员会Tom Eckman；太平洋燃气和电力公司Rafael Friedman；自然资源保护委员会David Goldstein；俄勒冈州能源信托公司Fred Gordon；美国能效经济委员会(ACEEE) Marty Kushler；埃创公司

Mike Messenger；优化能源公司Phil Mosenthal；ACEEE Steve Nadel；以及席勒咨询公司Steve Schiller。

III. 总结经验

A. 美国节能先进州取得的成绩

2014年，美国节能公益基金开展的能效项目中，马萨诸塞州和罗德岛分别是节能成效最大的两个州。马萨诸塞州投资商拥有的电力公司2014年实现的节电量达到了售电总量的近2.8%，如果不包括一些小型热电联产（CHP）项目¹²，这一比例为2.75%。国家电网（National Grid）在罗德岛实现的节电量相当于2014年销售额的3.5%¹³。不过，有近四分之一的这些节电量均来自一个大型热电联产项目，如果不算这一项目，每年的节电量只有售电量的2.5%¹⁴。除了罗德岛的大型热电联产项目的影响是个特例，这些节能成绩并非意料之外的偶然的事情。恰恰相反，这反映出这两个州在过去的几年里，节电量都在持续攀升。此外，在未来的几年里，这两个州的年度节能水平预计还将小幅增加。

需要注意的是，任何一个州在经历10年的能效项目运行后所取得的节电量都会少于同期年度节电量的总和，因为每种能效方案的组合中都会

有持续不到十年的节能措施。马萨诸塞州和罗德岛也不例外。假如他们能把2014年的节电量在未来10年里每年都重复下去，第十年末的年度节电量（排除热电联产影响）将会是：马萨诸塞州约23%，罗德岛达到19%，平均是21%。

毫无疑问，马萨诸塞州和罗德岛州突破性节能水平的成功实现，是很多因素共同作用的结果。要综合全面地确定所有这些因素，还需要深入地研究。然而，有几个因素格外重要。也许最根本、最重要的因素是，这两个州都努力把能效作为一种资源，只要开发能效比新建电厂来的便宜时，就一定要加以开发。换言之，只要符合成本效益，项目管理部门一定会尽最大努力对能效项目加以开发，不存在任何资金投入方面的限制。为开发所有符合成本效益的能效项目，马萨诸塞州电网公司2014年的节能项目投入高达5亿美元以上，罗德岛为8千万美元¹⁵，其规模相当于这两个州财政收入的6%-7%之间。仅有佛蒙特州的能效支出水平与之相当（5.95%），而美国的

12. 请注意，这比2015年美国能效经济委员会(ACEEE)对各州统计报告（2015 ACEEE State Scorecard）中给出的2.5%要高。所不同的是，ACEEE使用全州的销售量作为分母，其中包括没有开展能效项目的各市的售电量。

13. Gilleo et al., 2015.

14. Narragansett Electric Company (d/b/a National Grid). (2015).

2014 Energy Efficiency Year End Report. RI PUC Docket No. 4451.

15. 按政策要求，马萨诸塞州电力公司必须提供经费，努力提高利用燃油和丙烷取暖设备的能效。我们估计，2014节能支出额中有15%可用于这方面的项目。

其他各州的能效支出水平均不超过节能公益基金收入的4.3%¹⁶。

其他一些关键的政策因素还包括要建立起成熟的节能绩效机制，鼓励电网企业的股东完成或超额完成节能目标，建立成本效益考核框架，力争实现能效项目的整体效益。还要考虑到溢出效应以及搭便车效应，与电网企业的非利益攸关方进行长期合作，共同探索新的节能机会，建立达成共识的能效计划和目标。

在项目层面上，这两个州都建立了非常全面的和先进的能效项目组合。附录B介绍了这些能效项目的组合方案。

B.产品能效标准对未来节能潜力的影响

马萨诸塞州和罗得岛州在2014年实现的节能中有很很大一部分来自将要受到新的联邦产品能效标准影响（某些情况下将要强制执行）的措施。由于这些标准适用于所有消费者购买的产品¹⁷，而参与电网公司的项目是自愿的，因此只影响到一部分市场，所以这些标准将提高与电网实际相

能效措施并非一成不变。某些节能措施的机会随时间的消逝，另一些措施的机会却在增加。

关的节能水平。在本文中，我们研究了在已有的法律、法规以及其他政策干预的基础下，十年内能否达到30%的节电量的可能性¹⁸。因此，出于本项研究的目的，我们将已经出台的产品能效标准将来所产生的节电量作为基线的一部分。换句话说，马萨诸塞州和罗得岛州2014年取得的一部分

节电量，不能在未来十年用同样的能效措施重复计算，而且仍然算成按照我们研究的十年节能目标中的“新节电量”。

当然，人们从来并不指望能效项目中的各种节能措施每年都是一成不变的，更不用说十年了。随着某些能效措施的机会随着时间的推移逐渐减少，而另一些措施的机会也在增加。真正的问题是，本研究期间出现的新的节能机会，与由于已经实行了产品的能效标准而不再算作节能目标之内的节电量相比，是更大、相等还是更小了。假如新的节能机会带来的节电量赶不上不再算作目标之内的节电量的话，那么从2014年马萨

16. Gilleo et al., 2015.

17. 产品的能效标准实际上几乎总是这种情况。建筑规范相对略失清晰，一些新的要求总是不能完全执行。

18. 另一种方法可能是研究进一步提高节能水平（即35%或40%）的可能性，但在评估中需要考虑那些已经颁布了但还没有对评估产生效果的设备能效标准所带来的影

响（即，对相对较低能效的基线进行度量）。大多数能效项目的节能表现往往都是按照这种基准来衡量的，其次，它能让我们更清楚地表达说，我们估算的要实现的节能成绩正是新的政策的结果；这些“新的”政策也包括现有政策的持续作用，例如电网企业的能效资源标准（EERS）。

诸塞州和罗得岛节能成果往前推算为期十年的折扣（即向下调整）就将是必要的。

一方面，我们可以认为，随着产品能效标准的实行，总会有一些制造企业推出新产品，它们的能效水平会高于这些标准。根据这种推理，某个能效项目的管理部门追求的来自新产品的节电量，可以用来抵消他们原来推广而现在（或马上就要）要强制实行的那些产品的节能“损失”，因此被作为一部分基线销售的预测。我们认为，这一结论是合适的，至少总体上对于大多数的产品标准是这种情况。但对于大多数商业建筑照明的家用照明灯泡和荧光灯管能效标准的变化，我们却得出了不同的结论。

这是因为这些节能措施在能效措施组合中占到很大比例，同时，特别是在住宅照明的情况下，能效提高的幅度如此之大，无法通过引进新型更高效的照明产品所抵消。我们的分析表明，需要将连续实现马萨诸塞州和罗得岛州2014年的节能水平的十年效果减少约五分之一，即十年内持续节能总量达到17%。这一效果的具体情况将

在附录C中详细讨论。

C.能否将节能先进州的经验在全国推广

与美国的其他地方相比，马萨诸塞州和罗得岛州在可能影响节电的一些方法上有着自己的特点，这些特点既有积极作用也有消极的方面。例如，这两个州的电价都高于全国平均水平，节电的成本费用也高于全国平均。这两个州的气候都比较寒冷，推广节能的历史也更长远。至于在多大程度上能够把这两个州的节能水平推广到全国其他地方，我们还不知道有任何分析能够提供一些明确的见解。我们在附录D中给出的定性评估显示，所有这些因素的最终效果是可能相当小的。几十篇源于节能潜力的研究结果也表明，各地区之间可以开发的具有成本效益的节能潜力（即使有的话）也并没有太大的差异（见附录A）。因此，我们的结论是，马萨诸塞州和罗得岛州目前取得的高于全国水平的节能成绩，其主要原因是他们支持开发具有成本效益的能效项目的政策力度更大。

IV.更上一层楼

在本节，我们探讨通过几种方法，通过实施这些办法，即使是节能领先的州未来的十年仍然能够继续提高节能水平。这些办法包括对能效技术给出更广义的定义，推广节能新技术，以及改进目前的节能项目设计，提高节能措施的市场占有率等等。

A. 扩展终端节能技术的定义

热电联产（CHP）和节能降压（CVR）技术，虽然通常不包含在能效项目组合中，但对于实现更多的节能，帮助我们从现行最好节能成绩17%，提高到十年以后30%的宏伟节电目标，将起到非常重要的作用。

1. 热电联产（CHP）

热电联产机组会同时生产电力和热能，这些热能可用于建筑物供暖，提供热水，空调制冷以及其他需要，这样的机组本身就设计到一种能源利用的权衡。具体来说，与单独用于建筑物或设施供暖的锅炉或窑炉相比，它们的燃气（或其它燃料）的用量会稍多些。作为补偿，建筑物或设

施可产生电力，不用再从电网购买。一般情况下，用同样多的燃料，热电联产发电量远远高于一般集中式发电厂。其结果是，热电联产机组的发电和供热效率可达到或超过80%，比上网发电和锅炉供热的联合效率高出50%¹⁹。

按照ACEEE的方法，我们估计，通过积极推广成本效益将热电联产作为一种能效措施来看待，所面临的一个问题是难以确定它的“节能成效”有多大。人们可能把所有发电量都算成它的“节电量”²⁰。然而，这样做忽略了一个现实，与其它能效措施不同的是，产生这些节能就必须消耗更多的燃气（或其它燃料）。美国能

马萨诸塞州和罗德岛在节能水平方面大大领先于全国，这主要不是因为地理、气候或经济条件等原因，而是因为他们的政策承诺，在开发符合成本效益的能效项目方面力度非常大。

19. York, D., Nadel, S., Rogers, E., Cluett, R., Kwatra, S., Sachs, H., Amann, J., & Kelly, M. (2015). New Horizons for Energy Efficiency: Major Opportunities to Reach Higher Electricity Savings by 2030. ACEEE Report Number U1507.

20. 这正是马萨诸塞州和罗德岛州在计算节能目标贡献时对热电联产发电量所采用的方法。但是进行成本效益检查时，要把燃气消耗量的增加看作是增加的成本。

效经济委员会(ACEEE)解决这一问题的一个方法是计算“有效节电量”。按照这种方法，输出的电量需要“扣除”(de-rate)本来由某个典型的上网发电厂可以用这些额外的燃气多生产的上网电量。解决这个问题也有其他的方法²¹。

好的热电联产系统，未来十年内节约的电力就能够达到全国售电量的2%^{22,23}。

“唾手可得”的节能产品又回来了

就在由于最近和将来要实行的联邦能效标准，“唾手可得”的直管荧光灯照明的升级，即用T8s或高性能T8s(HPT8s)取代能效低下的T12s灯管，将要从节能公益基金支持项目中去除之时，又出现了一些取而代之的新机遇。与T8节能效果相比，带有集成控制的LED嵌灯已经达到节能70%，且具有成本效益。根据预测，它们的能效将继续提高，同时成本不断下降。简言之，LED灯应该成为下一批主要节能产品之一。即使我们按照HPT8的节能水平来计算，它们完全有可能在未来十年再节能2.2%。附录E中对这一新的机会给出了更加详细的讨论。

21.还有另外一种方法，目前正在伊利诺伊州使用，它是从发电量中“扣除”(de-rate)一部分本来可以由一定碳排放配额所生产的电量，这些碳排放配额相当于用多出来的燃气消耗量所产生的碳排放量。按照这种办法，随着电网上的边际排放水平的改善，节能效果将会下降。Illinois Statewide Technical Reference Manual for Energy Efficiency. Version 4.0. (2015). Prepared by the Illinois Energy Efficiency Stakeholder Advisory Group (SAG).

22.这一估计是依据ACEEE对CHP节能潜力的估算(Hayes, S., Herndon, G., Barrett, J., Mauer, J., Molina, M., Neubauer, M., Trombley, D., & Ungar, L. (2014). Change is in the Air: How States Can Harness Energy Efficiency to Strengthen the Economy and Reduce Pollution. ACEEE Report E1401.).按照15%进行上调以弥补他们分析的局限性(例如只有100

千瓦到100兆瓦的系统，不能输出到电网，只有燃气系统，没有其他燃料或垃圾发电系统，没有考虑沼气，如废水处理系统产生的甲烷等)。这些节电量随后除以销售量。根据美国能源信息署的“2015年度能源展望”中的预测，2025年的销售量为40780亿千瓦时。具体参见：<http://www.eia.gov/beta/aeo/#/?id=8-AEO2015>).

23.如前所述，马萨诸塞州和罗得岛州2014年的节能水平不包括每个州的CHP产生的节电量，因为在罗得岛州该年度热电联产的节能水平异常高，等于该州售电总量的1.0%，无法代表未来平均年度CHP节电量。或许值得指出的是，虽然2014年马萨诸塞州的热电联产节电量并不高，从2011年至2013年该州电网企业年度平均节电近80000兆瓦时，相当于总售电量的0.2%，我们认为未来十年每年平均可达到这一水平。

2. 节能降压技术CVR

在美国，法规要求向家庭和企业供电的电压应不超过名义电压120伏的上下5%，用电设备的设计电压为114伏到126伏之间。因为电压等级可能随着配电线路的长度降低，电网公司通常在供电线路开头维持较高的电压电平，确保最后一个家庭或企业的电压至少达到114伏特。其结果是，许多家庭和企业获得的电压高于他们的需要。因为对于很多种用电设备，它们所用的电压越高，耗电量也越大，更好地控制电压等级就能够实现终端用户节电。节能降压技术CVR通常指配电公司通过电压等级的强化管理，实现终端节能效果，同时满足最低的电压标准，符合其它的电网运行要求。一些研究表明，通过应用最具成本效益的CVR技术，可在美国全国实现节电2.3%²⁴。

应该指出的是，一些人——包括本报告的作者——会认为，从CVR产生的节能不应该算作电网企业节能目标之内，相反，配电公司作为受监管的垄断企业，应该将符合成本效益的CVR作为自己的义务，最大限度地为消费者降低成本。我们仍然认为，根据目前对能效资源标准要求的设计下，这是一个非常合理的说法。假如没有要求电网企业开发所有符合成本效益的能效资源的话（例如由于缺乏积极的目标或规定支出限额等），就不应当把他们对自身配电系统的投入所导致的能效的提高算作他

们的节能指标。

B. 推广新的节能技术

有很多各种各样新兴的技术，可为进一步节约用电提供新的机会。例如在居民住宅领域，有热泵热水器，热泵干燥机，新一代超高效耐寒型无管热泵供暖和制冷，以及智能温控器等，这些都提供了大量新的节能潜力。在商业和工业领域，通过采用各种LED等取代直管荧光灯装置，特别是通过控制一体化，先进的屋顶HVAC系统，并使用先进的传感器、控制器、通信协议和互联互通的“智能”系统，以优化各种建筑系统或制造工艺的性能，从而实现了大量节能。所有这些技术目前都实现了商业化（某些技术已经实现了数年的商业化应用），但通常市场占有率仍然较低，即使是在美国节能先进州亦是如此。ACEEE最近发布了一份报告，揭示了这些技术以及其他节能措施市场占有率偏低状况。根据这份报告显示，所有这些新兴技术加起来，在未来15年里预计节电量能够达到售电量的18%到19%²⁵。

我们也几乎能肯定的是，未来十几年还会出现我们目前无法知道的新的节能技术，还有一些今天已有的技术，但目前太昂贵不具备成本效益，其成本也有望下降到经济上有吸引力的水平。有些就在几年前尚未预见到的技术进步，现

24.Schneider, K.P., Tuffner, F.K., Fuller, J.C., & Singh, R. (2010). Evaluation of Conservation Voltage Reduction (CVR) on a National Level.美国能源部合同号DE-AC05-76RL01830; and York et al., 2015.

25.该报告给出了22%的节能估算，包括来自热电联产和CRV的节电量。此处引用的18%-19%的数字不包括这两种技术，因为我们分别对它们进行了讨论。York et al., 2015.

在已经在贡献出大量的节能成效。例如，在西北电力和保护委员会（Northwest Power and Conservation Council）最近公布的第七版电力规划中，有近一半的节电量都来自未列入五年前编制的第六版规划中的能效措施²⁶。简言之，在评估将来能够实现多大节能水平时，我们需要以某种前瞻的视角来预测我们今天尚无法知道的新技术有可能带来的节能潜力。

除了新技术以外，用电模式的改变也可能带来的新的节能机会。例如，随着电动汽车市场规模的扩大，可能出现重要的新机会，促进购买最高效的电动车辆。同样，随着采暖系统电气化水平的提高，无论是作为市场力量，或旨在解决气

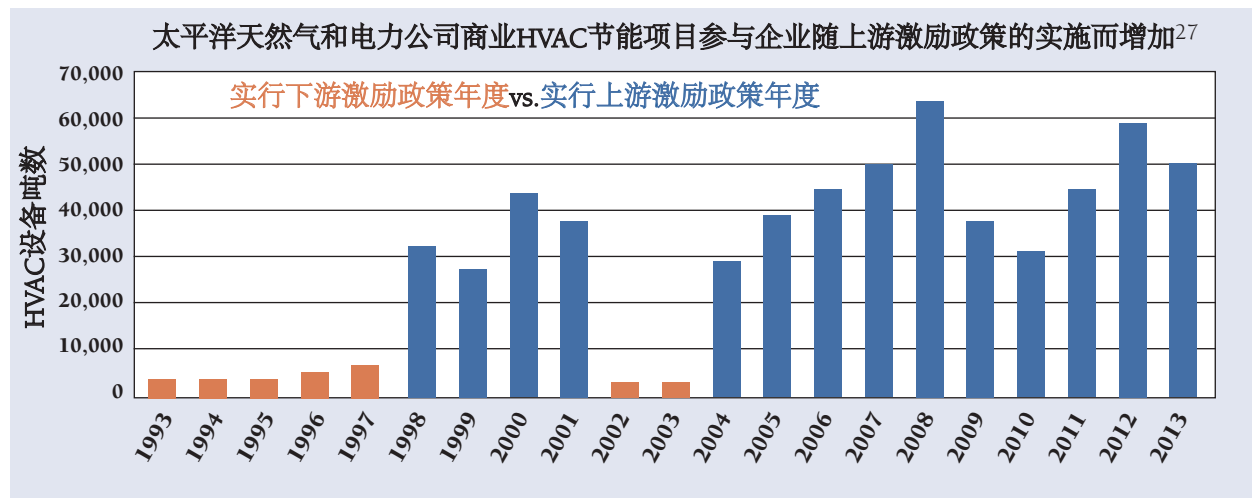
候变化出台的政府政策，都会加大从电采暖系统中获得更多具有成本效益的节能机会。

C. 全新的能效项目开发方法

在节能公益基金项目内部，无论是老技术还是新技术，都有机会达到能效技术的更深层次的节能水平，以及获得更大的市场渗透率。有几种方法已经显现出巨大的潜力，值得我们更多关注：

- 上游产品退费:有些基金项目管理部门，包括太平洋天然气和电力公司（加利福尼亚州），佛蒙特能效项目和康涅狄格州电力公司等，针对各种HVAC产品，尝试了上游项目模式，其中，

图2



26. 数据来源：Charlie Grist, Northwest Power and Conservation Council, October 14, 2015.

27. Mosenthal, P. (2015). Do Potential Studies Accurately Forecast What Is Possible in the Future? Are we Mislabeling and Misus-

ing Them? (节能潜力研究能准确预测未来的可能性吗？我们是否在误导别人？) Presented at the ACEEE Efficiency as a Resource Conference, Little Rock, AR. Graphic provided to Mr. Mosenthal by Jim Hanna, Energy Solutions.

激励政策的对象主要是配电企业而不是最终用户。如图2所示，与传统的下游模式相比，项目参与单位的数量增加非常快，有时增长剧烈。关于这些经验的更详细的介绍请见附录F。美国环保局目前正在协调推出全国性的“中游”激励模式，将奖励政策提供给零售企业，包括空气净化器，冰箱，干衣机，以及其它可能的产品²⁸。上游模式不一定对所有的节能产品都是最好的办法，但这些方法可以显著提高参与度，加大适合产品的节电量²⁹。

- 能源战略管理(SEM):能源战略管理旨在以系统化、可持续的方式提高工业、商业和机构的运行效率，并日益受到能效项目管理部门的支持。ACEEE最近估计，工业部门积极开展SEM可能导致美国的电力消耗降低1.0%，而在商业/机构部门开展SEM可再降低0.1%到0.3%。

- 在特定市场上“深度潜水”:许多工业产业和细分市场中，能源的利用方式有着很强的特殊性，并且在某些情况下，与同样电费标准的其他能源用户相比甚至有唯一的特殊性。例如，医院的能源使用方式不同于生产企业，因此在涉及能效改进规划时，可能有着非常不同的决策过程。

领先的节能项目认为，要达到深入节能，必须要通过“帐户管理”的方式得到用电大户的持续参与，对不同市场领域业务需要具体了解，对于做好这种参与至关重要。

在一些情况下，特定行业的“深度潜水”已经找到了实现高水平节能的好方法。佛蒙特能效项目帮助出售给滑雪胜地的“造雪炮”成功实现了产品的市场转型，与标准产品相比，新产品的节电率高达95%以上，详情见附录G。我们提供的这个案例并不是因为“造雪炮”在全国的节能潜力巨大（虽然在佛蒙特州和其他一些州有着很大的节能潜力），而是要表明在许多细分市场的节能效果，他们联合起来就能在全国范围取得非常巨大的节能规模，可能比人们想象的要大得多。

我们并没有对所有可能的新技术的节能潜力进行量化分析，我们也没有试图量化新的或改进的能效项目开发方法的节能潜力。的确，就像尚未出现的新技术一样，一些改进的能效项目战略（如具体行业的“深度潜水”战略），其节能潜力很难预测。

28. 见Energy Star. (2015). Retail Products Platform. Available at: http://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/ESRPP_1pager_10-07-15.pdf.

29. 上游激励政策在以下情况下最有利：（1）能效措施的增量成本或每单位的节电量较小（从而使得替代产品特定

客户退费的交易成本相对较高，实施难度也较大，在零售商或其他贸易伙伴所得的价值有限的情况下）；（2）当某产品目前的市场份额相对较小时（减少了净节能量到毛节能总量调整的担忧）。

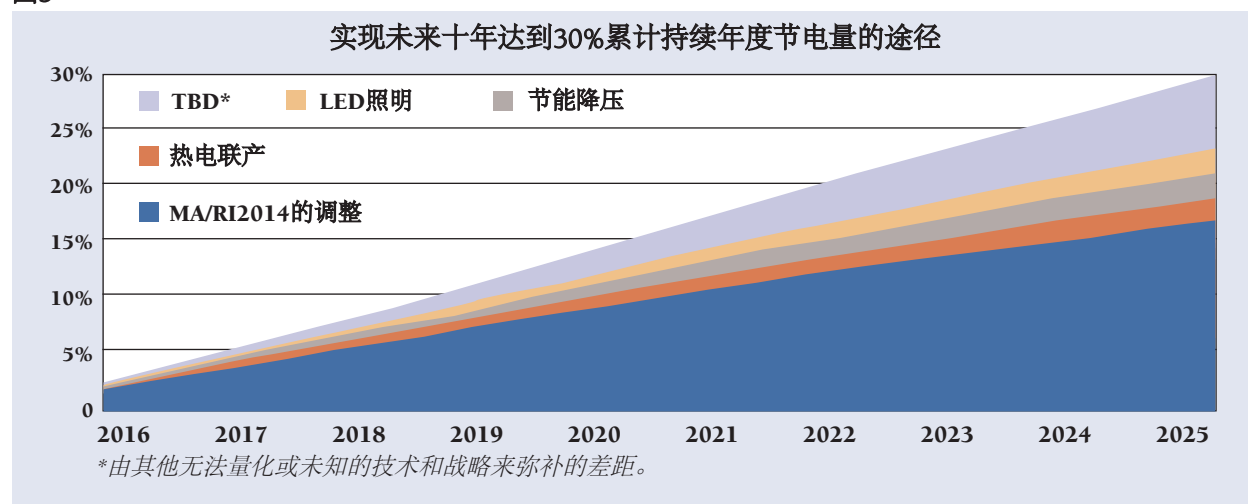
D. 为十年内达到节电30%目标缩小差距

我们估计，经过适当下调不恰当的CHP节电量，降低新的联邦标准出台所引起的照明产品节电量后，未来十年马萨诸塞州和罗得岛州2014年的节能水平进一步提高，将会不断提高年度节电量，最终达到17%以上。在本节的讨论中，我们找出一些节能潜力，可用来超越马萨诸塞州和罗得岛2014年的节能水平。我们只量化了三种节能机会，包括热电联产，CVR和用LED替代荧光灯管。如图3所示，将这三种节能方式添加到调整后的马萨诸塞/罗德岛目前的节能水平，十年内可产生累计持续性年度节电量接近24%。

ACEEE提出了其他一些具有较大节能潜力的技术。这些技术的组合实施，加上未来几年内将出现的新技术，以及我们定性讨论的完善节能项目政策，将会再产生6%的额外节电量，从而实现30%的节能目标。

有了缩小差距的各项措施，再结合新兴节能技术的出现、新的市场方法、以及为显著提升节电量所做的努力，根据历史经验，我们相信在未来的十年里完全有可能经济高效地实现30%的累计节电量。

图3



V. 政策需求与建议

对所有符合成本效益的节电潜力，要完全实现其巨大的经济和其他效益，只有通过精心设计的政策，鼓励以最低的成本来满足长期电力需求来实现。具体地，必须对以下公共政策和惯例做出重大变革：

- 人为设置的对能效项目支出的封顶；
- 充分解决电网企业对其利润的担忧；
- 过分奖励短期节能成果；
- 对市场转型的投资设限；
- 低估能效的多重效益；
- 阻碍创新和不愿承担适当的风险。

本节我们讨论一些至关重要的政策改变，这些政策的改变有的已经迫在眉睫，有的值得认真考虑，以便作为解决问题的方案。

A. 加大对具有成本效益的能效项目的资金投入

如上所述，马萨诸塞州和罗得岛之所以近年来能够成功实现高水平节能成果，其最重要的因素是，这两个州都采取了强制性节能政策，要求开发所有符合成本效益的节能项目。这两个州都没有人为地限制能效项目的支出规模，只要项目符合成本效益，就可以提供开发资金。在这些节能先进州里，只要节能目标能够超越目前的水

平，一定会得到大力的支持。

虽然能够通过其他一些政策工具来提高一定规模的节电量（如实行更严格的设备能效标准和建筑规范，参见下文），但如果节能公益基金项目不能实现更大的节能成效的话，未来十年内实现30%的节能目标将难以想象。

如下文所述，节能基金资助方式与美国目前普遍采用的从系统收益附加费（system benefit charges）中资助的机制有所不同。不过，无论基金收费的来源渠道如何，这些基金的规模肯定会越来越大。

在有些地区，对能效项目的支出目前设置了限额封顶，其最大的支出远远低于“开发所有符合成本效益的能效项目”所需的水平，对这种情况需要做出改变。这种封顶政策的原因之一是，节能公益基金开展的能效项目往往被看成是一种社会项目，而并非一种资源开发的手段，而这些资源能够以符合成本效益的方式满足电力系统的需求。这种观点忽略了一个事实，即符合成本效益的能效投资，顾名思义，降低了电网企业的系统成本（包括运营成本和资本投资）。按照资源总成本（TRC）和社会成本效益测试，对2014年马萨诸塞州和罗得岛州各节能项目效益成本比率的考察发现，这一比例分别为3.5比1和2.7比1左

右³⁰。换句话说，开发能效项目是经济划算的。

许多州目前对能效项目的支出采取限制的第二个原因在于，他们担心这会导致电价上涨过多或过快。然而，这样的担忧往往没能充分考虑有关能效项目的几个重要的实际问题：

- 能效项目的多重效益施加了令电价下调的压力。具体包括节省了装机容量，节省了输配电系统建设，降低了环保成本，并产生了价格抑制效果。虽然各地的情况有所不同，但这种令电价下调的压力会比由能效项目支出引起的电价上调压力更大³¹。

- 能效项目降低了电网企业的风险，如减少了受燃油价格波动的影响，从而给消费者带来好处。

- 电费的多少比电价更重要。即使由于能效项目的支出导致了电价上涨，但参与能效项目的消费者还是得到了实惠，因为他们的用电量往往会下降一个更大的幅度。

- 要解决对未参与项目人群的影响，最好的办法是扩大能效项目的范围，让更多的消费者能

够参与并受益。

按照最近一项对电费与电价影响权衡的分析估计，由于佛蒙特州积极推行了一项能效战略，使得95%以上预计参与能效项目的居民消费者的电费平均降幅达7%（按电费上涨的净值）。对于不参加能效项目的不到5%的消费者，相应的电费平均增幅将是4%到5%³²。虽然不同的州政府对于这种回报是否值得有着不同的结论，但因为他们没有这方面的数据，从而很少的州能够做出这种明智的决定。这需要做出改变。

B. 开发所有符合成本效益的能效项目，实现全方位节能效益

决策部门早已了解到，提高能效由于减少了售电量，有可能给电力公司的利润造成不利影响。如果我们要在十年内实现累计节能30%目标的话，就一定要解决这一障碍。监管机构必须实行重大的政策调整，例如允许完成节能目标的电力公司为股东赢取奖励，取消电网企业的盈利与提高售电量之间的联系（“脱钩”机制），或

30.对于马萨诸塞州，见2014年全州电力统计表<http://ma-eeac.org/results-reporting/>；对罗德岛州，见Narragansett Electric Company (d/b/a National Grid). (2015).

31.我们发现这是一个未发表的对2014年在伊利诺伊州开展的Commonwealth Edison (ComEd)能效项目的案例（主要采用了Com Ed自己对节能效果和避免成本的估算）。造成令电价上调压力的另一个因素是收入的损失，即将电网企业固定成本分摊在更小的电力消费上造成的影响。

然而，让减少收入对电价产生影响的担忧影响到节能公益基金对能效投资规模的决策，无异于说即便能够免费获得你也不愿意实现更高的能效。

32.见文中的案例分析：Woolf, T., Malone, E., & Kallay, J. (2014). Rate and Bill Impacts of Vermont Energy Efficiency Programs (from Proposed Long-Term Energy Efficiency Scenarios 2014-2034). Synapse Energy Economics. Prepared for the Vermont Department of Public Service.

者干脆从电网企业募集资金，把开展能效项目的工作交给独立的第三方企业来完成³³。关于这类题目，有大量的研究报告详细分析了这些障碍的特点以及解决障碍的各种办法³⁴。

**是时候开始将售
电量作为能效项
目绩效考核的最
终指标了吗？**

C. 近期指标与长远目标相结合

大多数电力系统的投资决策都会考虑到长期的经济性、可靠性、环境因素以及其他目标。要将能效作为一种供应侧的资源来看待，政策制定部门不仅应该注重未来一两年内的节能成效，更要重点考虑未来至少十年内的节能效益。应对气候变化的战略可能需要考虑更长的时间跨度。然而，能效指标的制定却很少考虑到对未来几年内的影响。相反，这些指标往往考虑短期效应。此外，节能绩效也通常只“计算”容易实现的单个节能措施（或某个建筑物）所产生的节电量。其结果是，目前所提出的大多数节能目标也可能导致了一些“不优化”（有时远远达不到优化）的能效投资决策。因此必须要对能效指标制定的方

法进行一定的改变。

1. 更加重视长期性的节能措施

如今，大多能效节电指标都按年度节电量来定义，即考察安装的节能措施第一年将产生多少节电量。根据这种方法，使用期限一

年、五年、十年甚至更长时间的能效措施的每年节电量好像都采用同一个值。这样做的结果是，在某种程度上过分强调了能够产生短期节能效果的节能措施和节能项目，因为许多短期的节能措施头一年节约的千瓦时数成本更低。解决这个问题有多种方式³⁵，最简单最直接的莫过于改为考核整个项目生命周期的节能目标。

2. 重视更长期的节能效果

在美国的大多数州，项目管理部门的业绩根据年度节能指标来考核。因此，项目管理部门将大部分的注意力集中在“今年”，而不是在中长期的节能成效上。因而，有一种内在的抑制作用，不愿意对需要数年或更长时间开始见效的能效技术或项目战略进行投资，即使这种长期的回报可能会非常大。有几个州，包括佛蒙特、伊利

33.在采用第三方开展节能时，对这些第三方企业的补偿常常根据项目的绩效来决定。

34.例如，参见Hayes, S., Nadel, S., Kushler, M., & York, D. (2011). Carrots for Utilities: Providing Financial Returns for Utility Investments in Energy Efficiency. (ACEEE Report Number U111). Lazar, J., Shirley, W., & Weston, F. (2011). Revenue Regulation and Decoupling: A Guide to Theory and Application. Montpelier, VT: The Regulatory Assistance Project; Cappers, P., Goldman, C., Chait, M., Edgar, G., Schlegel, J., &

Shirley, W. (2009). Financial Analysis of Incentive Mechanisms to Promote Energy Efficiency: Case Study of a Prototypical Southwest Utility. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL-1598E).

35.Optimal Energy and Energy Futures Group. (2013). Final-Report: Alternative Michigan Energy Savings Goals to Promote Longer Term Savings and Address Small Utility Challenges. Lansing, MI: Michigan Public Service Commission.

诺伊和加利福尼亚州，都在试图通过考核三年节能业绩的新指标来解决这个问题，虽然对于鼓励需要更长时间产生回报的项目投资来说，这三年的时间可能还不够长。三年期的目标也可能不足以激励项目管理部门投资于具有潜在价值的长期市场转型项目。

3. 根据实际售电量，而不是基于评估的计算结果来制定节能指标

政策制定部门应探索是否有可能建立电力销售总量指标，或者是单位国内生产总值（GDP）的售电量目标，或者能源强度等其他考核指标。对项目管理部门绩效表现的评价指标，应该和这类指标相结合，不能像现在所做的那样，通过汇总成千上万个节能措施的节电量来考核。按照实际销售水平的考核指标有一些好处，例如消除了总节电量评估的不和谐之声³⁶；消除了对如何从净节电量到毛总节总量进行调整³⁷的争议，明显奖励市场转型的效果；直接有利于不基于激励政策的项目、信息和教育工作，以及来自运营效率提高以及资本投资所产生的节能——解释他们实际产生了节能效果。

毫无疑问，做出这种转变一定会遇到挑战。例如，监管部门需要建立起一般气候条件下的销售机制，对认为能够带来好处的汽车和建筑物电

气化带来的用电量增加进行调整，还需要适应于其他的因素，比如相对于制定销售目标时所预测的人口或经济活动的变化等。然而，这些潜在的好处是巨大的，值得我们进一步研究和探讨。

D. 重视能效的全方位价值

对能效项目的投资，前提是符合成本效益，也就是说，开展能效项目要比供电系统的建设更加经济。这观点在美国已经形成了广泛共识。然而，在大多数地区，成本效益性的审查并不能完全反映能效项目提供的效益价值。首先，大多数地区并不完全看重能效给电力系统带来的好处，因为他们没有充分考虑节省了输配电成本，降低了环保费用，对降低风险的价值，产生的价格抑制效果，以及为降低输配电网线路损方面所发挥的巨大作用³⁸。在采用社会效益考核(Societal test)或资源总成本(TRC)考核的大多数地区，都把项目参与者承担的那部分能效措施成本包括在项目筛查中，却忽略了能效措施往往还可以给这些参与者带来巨大的非能源性效益。

除此之外，许多地区采用了基于电网企业的加权平均资本成本的折扣率，作为体现电网企业股东投资的时间价值的一种手段，而不是用更低的折扣率来更好地反映货币对于电力消费者或整

36. 这样的评价仍然具有价值，但价值在于为项目的设计提供帮助，而不是“数豆子”。

37. 同样的情况，搭便车和溢出效应的评价仍然具有价值，但仅限于告诉项目管理部门什么管用，什么不管用。

38. Lazar, J., & Baldwin, X. (2011). Valuing the Contribution of Energy Efficiency to Avoided Marginal Line Losses and Reserve Requirements. Montpelier, VT: The Regulatory Assistance Project.

个社会的时间价值，这样做不恰当地低估了能效的未来价值³⁹。正如最近的一些论文和报告所阐明的⁴⁰，这些遴选项目发生的错误和遗漏的最终结果是产生了有偏差的成本效益结果，通常会偏差得很大，影响了能效的投资。当仅有一小部分符合成本效益的能效项目在开发时，这样的偏差可能并不大。然而，当目标是开发所有符合成本效益的能效项目时，它们就变得非常重要。因此，至关重要，各州应对成本效益筛查的方法进行评估审查，确保对能效和供应侧投资在实际中获得某种平衡⁴¹。

E. 认可并鼓励市场转型

从二十世纪九十年代中期到末期，电网企业的节能公益基金项目在很大程度上主要用于开发短期的能效资源。要在十年内实现节能30%，就需要更加重视长期的市场转型，一方面是因为转型后的市场会产生更多的节电量（例如，每个

人都会购买能效更高的产品，因为大家都会这样做，而不仅仅是那些自愿参与节能项目的人），另一方面是市场为下一代能效技术和工艺的开发创造出新的平台。

在市场转型中增加投资的最大障碍是，能效项目的管理部门很少认识到他们的能效项目产生的市场转型效应。相反，如图4所示，监管部门和许多利益相关者群体往往仅仅关注很容易计算的节电量，这通常代表了财政激励政策覆盖内的节电量。虽然这种“资源获取”的项目经常也会产生一些市场转型效应，但如果节能的计算方法更能符合长期能效政策目标的话，就会事半功倍。至少有三种方式值得去做：

1.制定长期的节能目标。这一点已在上面的C节进行了讨论。

2.认可促进实施更加高效的建筑规范和设备标准，或提高执法水平方面的成功做法⁴²。有几个州，包括加利福尼亚，亚利桑那，马萨诸塞和

39. 对如何选择合适的折扣率的很好的讨论，见Chapter 5 of: Woolf, T. (2014). Cost-Effectiveness Screening Principles and Guidelines: For Alignment with Policy Goals, Non-Energy Impacts, Discount Rates and Environmental Compliance Costs. Lexington, MA: Northeast Energy Efficiency Partnerships.

40. 例如，见Lazar, J., & Colburn, K. (2013). Recognizing the Full Value of Energy Efficiency (What's Under the Feel-Good Frosting of the World's Most Valuable Layer Cake of Benefits). Montpelier, VT: The Regulatory Assistance Project; and Neme, C., & Kushler, M. (2010). Is it Time to Ditch the TRC? Examining Concerns with Current Practice in Benefit-Cost Analysis. Proceedings of the 2010 ACEEE Summer Study on

Energy Efficiency in Buildings, Volume 5.

41. 最近由国家筛查项目开发的资源价值框架为此类评估提供了有价值的框架。见Woolf, T., Neme, C., Stanton, P., LeBaron, R., Saul-Rinaldi, K., & Cowell, S. (2014). The Resource Value Framework: Reforming Energy Efficiency Cost-Effectiveness Screening. Prepared for the National Efficiency Screening Project.

42. 市场转型研究所注意到，对州建筑标准规范存在“明显和广泛的”执行不力状况，有些地方执行率不到50%。类似的报告称，“在规范执行监督方面每花一美元，可获得6美元的节能效益，投资回报率可高达600%。”见 <http://www.imt.org/codes/code-compliance>.

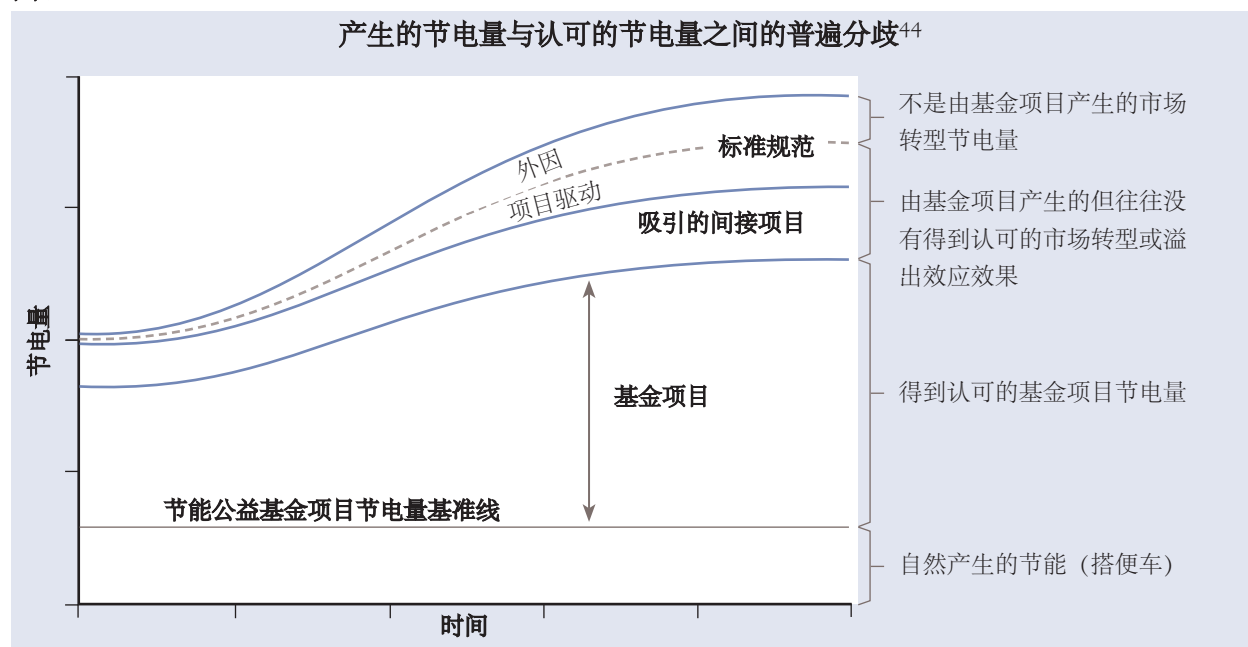
罗德岛州，已经至少部分地抓住了这一机会⁴³。

3.估计和计算其他项目的市场转型效应。即使短期的资源获取项目往往也会产生一些长期的市场转型效应。多年来推广节能荧光灯管对最近出台的联邦照明能效标准所产生的影响就充分地说明了这一点。具有讽刺意味的是，一旦某个能效项目加快了市场采用高效的技术，所产生的节能效果就不再归功于它了。监管机构往往要求把由于实施项目提高了基准线中的一部分顾客视为搭便车。我们并不认为在已经发生改变了的市场上继续推广节能措施，或者当通过额外的项目努力带来额外的节能量的成本过于高昂时继续发展

能效项目是明智的或者谨慎的。

但是，至少在一定时期内我们还是认可过去的那些节能工作对推动市场发展起到的作用。简单地说，我们需要建立一套规则，为实现更有效的市场转型所做的更主动的贡献给予奖励。如果担心通过修改“节能计算方法”而使得目标更容易实现，其实只要通过适当上调目标，令其像现在一样的实现难度就可以。可以肯定的是，对这些不同种类的市场效应的估计具有一定的难度，因此，对这样的估计总是会有人持保守的倾向。然而，这总比视而不见，进而不给努力产生这些效应的项目管理部门提供激励政策要更好一些。

图4



43.关于这个问题更多的信息，请参见Lee, A., Groshans, D., Schaffer, P., Rekkas, A., Faesy, R., Hoefgen, L., & Mosenthal, P. (2013). Attributing Building Energy Code Savings to Energy Efficiency Programs. Prepared for Northeast Energy Efficiency Partnerships, Innovation Electricity Efficiency, and Institute for Market

Transformation.

44. 图形经过修改，源自Lee, A., & Faesy, R. (2011). Supporting Energy Efficiency Codes and Standard through DSM/EE Programs（通过需求侧管理和能效项目支持能效标准规范）。Webinar. Montpelier, VT: The Regulatory Assistance Project.

F 从大局出发，重新调整监管审查重点

既要管好能效项目规划，又要负责审批节能绩效，监管工作已经变得更加复杂，充满了矛盾和冲突。在某种程度上我们会感到，必须实行更严格审查，以适应大幅增加能效项目资金投入，并将节能作为电力资源组合的重要组成部分的需要。然而，人们可能会认为，正是由于长久以来形成的监管部门的结构和文化，妨碍了我们最大限度地开发所有符合成本效益的节能项目，这方面的实例包括：

- 不能从长远的市场转型的角度重视节能（如上所述）；
- 过份强调对搭便车效应的量化和调整，对溢出效应的量化重视不够；
- 对由于消费者改变了其建筑物使用方式或生产设备运行方法而产生的总体节能效果（即，运营效率的提高）认识不足，或干脆视而不见。

这些做法不仅会导致对目前能效项目的成效认识不足，而且有可能把一些有价值的能效项目排除在外，并提供虚假结论，即其他项目都不符合成本效益，阻碍了以社区为基础的和其他的合作方式来促进节能，也不利于对能效项目的设计和开发进行创造创新。换句话说，这种防止能效管理部门“蒙混过关”，或者防止他们虚报节电量的做法会产生一种意想不到的结果，即实际的

旨在防止电网企业为了获得奖励而“过度虚报”节能成果的一些监管措施，很有可能造成对供应侧资源不必要的大量投资。

节电量远比能够获得的要小得多。

具有讽刺意味的是，由于开展能效项目产生的节能投入要远远少于相应的供应侧选项投资成本，由于目前监管体制结构的某些因素减少了电网企业的能效项目的“浪费”，却有可能同时产生更多的浪费，或者不必要的供应侧投资。如果我们要在未来十年内达到节能30%以上，这类对能效投资的监管方法必须要改变。

G. 考虑开发能效资源的新模式

如今，电力能效资源普遍通过以下组合措施得到开发：（1）政府出台的法规和标准；（2）通过征收电价附加费资助的能效项目，根据监管部门审批的设计方案，由电网企业或政府选定的各种行政管理部门进行开发。在这一节里，除了电网企业为中心的能效项目的设计、开发和直接监管以外，我们考虑一些其他方式。我们还探讨如何鼓励非电力节能项目开发的理念。

1. 竞争性采购

按照本项目采访的一些思想领袖的建议，要实现电力能效水平“再上一层楼”，关键是激发创新。要做到这一点，一个办法就是加大竞争力度，通过吸引更多广泛的市场主体的参与，提出并开发各种节能项目。这种竞争可以采取多种形式，包括能效项目的招标，比20世纪九十年代实行范围更广泛的一些新形式的标准能效项目（standard offer），以及能效的上网电价等。

从这些各种机制的变化中总结的经验表明，它们也会引起一些问题⁴⁵。一方面，这些机制最终都变成了为节能量的标准形式买单，并且在很多情况下这些项目的成本费用非常高，还不如采取更加传统的节能项目管理部门的模式。在有些机制下，对所有的节能量都采用同样的固定价格（即采用最简单的标准做法，或采用能效固定上网电价的方法）⁴⁶，尤其会造成这种情况。还有其它的问题包括：增加了管理的复杂性，可能需要更大的投资来做评估，测量和验证（M&V）⁴⁷，以及可能造成一些市场混乱。虽然肯定会有一定的方法来减少这些不利的影响⁴⁸，但目前尚不清楚这样做的成本是否利大于弊。

因此，一种审慎的做法是更有针对性地研究如何采用竞争机制，用来解决某些面临挑战的能效机遇，或者找出一些尚未尝试过的新思路或新的市场手段。

2. 建立新的监管模式

在美国全国上下，探索对电网企业监管的新

方法正在引起越来越浓厚的兴趣，以更好地适应一些新兴行业的发展趋势，如越来越多地应用屋顶光伏发电，以及其他形式的分布式发电；消费者和电网公司在收集、分析和利用能源使用模式和成本，用于运行和投资方面的决策的能力在不断提高；对符合更好优化输配电基础设施的重大投资机会也越来越了解。纽约州的“改革能源愿景”（“Reforming the Energy Vision”）报告也许是最有名、最意义深远的例子。除其他事项外，该报告旨在一方面推动配电公司开展能效项目，使其成为企业日常业务不可或缺的组成部分，另一方面努力同步“激活”民营市场，开发各种符合成本效益的需求侧项目（包括能效项目），取代较传统的配电系统投资。

在我们看来，要让新的监管方法适用于能效，换句话说，要开发所有符合成本效益的节能潜力，其关键是（1）要建立明确的客户能效指标，按照这些指标来考核电网企业，根据这些指标来决定企业的财政奖励；（2）对这样的指标规

45. 现有的例子包括伊利诺伊州电力局通过竞争性申请新项目（不与现有的电力公司项目竞争）为居民和小企业采购年度节电量，新泽西州的“购买节能绩效”项目，以及新英格兰和PJM容量市场（允许用节能替代发电）。

46. 例如，新泽西州在20世纪90年代初21世纪初公共服务电力和天然气公司的标准能效项目，是迄今为止实行的同类中最大的标准能效项目（PSE&G为此投入了10多亿美元），从商业化照明改造项目中以每千瓦时3.9美分的成本获得了其中83%的节能效益。见Edgar,G.,Kushler,M., & Schultz,D.(1998).Evaluation of Public Service Electric and Gas Company's Standard Offer Program（对公共服务电力与燃

气公司标准化项目的评估）。Prepared for PSE & G。这是按照类似方法通过电力公司介入取得节能量所需成本的将近两倍。

47. 可能需要对更多节能机构申报的节电量进行验证。

48. Neme, C., & Cowart, R. (2013). Energy Efficiency Feed-in Tariffs: Key Policy and Design Considerations. Proceedings of the 2013 ECEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Volume 2 ; and Cowart, R., & Neme, C. (2013) . Can Competition Accelerate Energy Savings ? Options and Challenges for Efficiency Feed-in Tariffs. Energy & Environment, 24(1&2).

定具体的量值，以确保只有当真正开发了所有符合成本效益的能效项目，企业的利润才能达到最大化。鉴于这一促进开发所有符合成本效益的能效项目的新监管模式的有效性尚未经过实际检验，对用于鼓励能效投入的绩效指标有效性必须要进行定期检查。作为一种审慎的举措，可能需要同时提出最低节电量要求当作“安全保险”，作为向新的未经试验的新监管模式过渡的一部分。

3. 将节约化石燃料也算作节电指标

在美国和欧洲同时开展的多项研究表明，要实现到2050年以低成本减少80%温室气体排放的目标，达到普遍认为稳定全球气候所必需的水平⁴⁹，建筑能源利用的电气化（尤其是取暖和热水器）以及电动汽车的发展将必不可少。

在这种情况下，例如，可以考虑比目前采用天然气或者其他化石燃料供暖的建筑物提高隔热级别和提高气密性，并将此也算作一定的节电指标（例如，将燃气节约量换算为千瓦时当量）。从长远的角度来看，如果将来所有的建筑物都计划采取电采暖，这些节能终将变成节电量。

值得一提的还有，新一代电动热泵可能更高效，即使考虑到发电和配电的损失后，仍

然优于最高效的燃气炉；同样，电动汽车本质上要比内燃机驱动的车辆更节能。在这些情况下，人们可以认为，将这些终端用户的所有燃料都改成用电后，都能够提高能源效率。按照这个观点，我们可能需要认真考虑是否允许通过提高电气化水平所产生的节能可以算作节电的指标。然而，这种算法也可能会让我们有理由调高节能目标，原因是有了更多的节能机会。

这些显然是存有争议的想法。然而，这些想法却符合我们看到的对能效的一个更为全面或更为综合的思考方法（而不是狭隘地从孤立的角度只看中某一种燃料的效率）。

H. 实行额外的规范与标准，提高有效性

实现十年内节能30%的目标可能还需要节能公益基金项目以外的一些政策改变。事实上，更多的政策改变是为了提高这些项目的有效性。一些意义重大的政策改变包括：

- 对新建筑实行更加严格的建筑节能规范；
- 对已有的建筑实行节能规范。例如，一些地区⁵⁰实行了租赁房屋的能效标准。深化能效要求（在某些情况下），并将这些要求推广到其

49. 例如，请参见欧洲气候基金会(2010). Roadmap 2050: Practical Guideto a Prosperous , Low Carbon Europe (2050路线图：实现繁荣低碳欧洲的实用化指南)；and Energyand Environmental Economics , Lawrence Berkeley National Laboratory , &

Pacific Northwest National Laboratory . (2014) . US 2050 Report : Pathways to Deep Decarbonization in the United States.

50. 例子包括 Boulder , CO ; San Franciscoand Berkeley, CA ; and Burlington, VT .

他地区，这既能提供大量符合成本效益的节能绩效，也能够搭建一个平台，帮助业主进一步提高能效水平。科罗拉多州博尔德的一项法令在这方面已经取得了一些成功⁵¹。

- 对强制性建筑能效的对标管理，标识认定和信息披露的要求。近20个不同的城市⁵²和两个州（华盛顿州和加利福尼亚州）都对一些类型的建筑实行了这些要求⁵³。

- 实行更多或更严格的联邦和各州的产品能效标准。

- 实行SAVE法令（SAVE Act）或其他法律，要求按揭贷款时要考虑居住家庭能效，让更节能住宅的购房者才有资格购买更贵的房产，可能有资格享受更低的利率⁵⁴。有了这些要求才有可能为更多的节能建筑创造更大的市场需求。

51. 详见Gichon, Y., Cuzzolino, M., Hutchings, L., and Neiger, D. (2012). Cracking the Nut on Split-Incentives : Rental Housing Policy . Proceedings of the 2012 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings , Volume 8, pp. 92-101; (2012). Lawrence Berkeley National Laboratory. (2012). Boulder, Colorado's SmartRegs: Minimum Performance Standards for Residential Rental Housing. Clean Energy Program Policy Brief.

52. Boston, Cambridge, New York, Philadelphia, Washington DC, Atlanta, Chicago, Minneapolis, Kansas City, Austin, Boulder, Seattle, Portland, San Francisco, and Berkeley.

53. 详见市场转型研究所（Institute for Market Transformation）：<http://www.buildingrating.org/graphic/us-benchmarking-policylandscape>.

54. 详见市场转型研究所（Institute for Market Transformation）The SAVE Act. Summary. Available at: <http://www.imt.org/finance-and-realestate/save-act>; Cardwell, D. (2013). Bill Would Sweeten Loans for Energy-Efficient Homes. The New York Times. Available at: http://www.nytimes.com/2013/06/07/business/senate-bill-sweetens-loans-for-energy-efficient-homes.html?_r=0.

VI. 结论

本报告研究了十年内实现节电30%的可能性。这是一个非常宏大的目标，与很多节能潜力研究提出的目标相比，所要求的节能水平更高，也比目前一些节能先进州所取得实际成果更大。然而，节能潜力的研究对评估可能的节能上限本质上并不是一种好的工具。虽然一些对节能工作非常积极的州近年来取得了突飞猛进的节能成绩，但他们并没有完全抓住节能项目面临的所有技术、项目、或政策驱动方面的机遇，以便获得具有成本效益的节能量，更不要说未来十年一定会出现的一些新的节能机遇。

针对这些新的机遇，我们开展了一项高层次的分析，包括考虑新兴技术以及新的市场干预的历史发展模式，我们最终认为，在未来十年内实现30%的节电量应该是可能的。我们可以非常清楚地说，只要各项扶持政策落实到位，就完全可以取得这样的成绩。这些政策包括：

- 加大资金投入力度，使足以开发所有符合成本效益的能效项目。只要能效项目的开发成本低于供应侧选项方案，就应投资开发。这一原则是实现十年内节电30%的基本前提。由于能效项目的开发成本代替了更昂贵的电力系统投资，这也是降低电力总成本费用的一个基本前提。

- 消除对电网企业财务制度的不利政策，扶

持能效开发。电网企业的经营模式要与开发所有符合成本效益的能效项目的目标相一致。这当然也包括将电力系统中利润与销售量脱钩。

- 改变确定节能目标的方式方法。目前所重视的，是自下而上地估算实施一至三年的能效项目所取得的年度节能效益，这与追求节能的长期目标背道而驰。至少，应按照多年期产生的生命周期节电量来制定目标，因此应认真考虑进行彻底的改革，如改为提出长期的电力销售目标，或长期电力强度目标。

- 全方位地评价能效效益。

目前开展对能效资源成本效益的筛选方法存在根本性的缺陷，因为它仅仅把一部分能效效益与全部的成本投入来比较。这种不恰当地运用普通的成本效益的评价方法，将严重影响到用符合成本效益的方式实现十年内节电30%的努力。

- 对市场转型工作给予支持和鼓励。这需要改变节能目标的制定方法，也需要改变节电量的计算方式。然而，如果要进行大规模的市场转型，以支持实现十年内节电30%的节能目标，这些改变绝对是必不可少的。

- 努力实现合理监管，支持电网企业开展能效项目。

在有些州，监管部门采取了一些方法，避免

电网企业为了获得奖励而“夸大计算”节能效果，但这样可能会减少对符合成本效益的能效项目的投资，进而增加了对更加昂贵的供应侧资源的投资而造成更大的“浪费”。我们特别担心没有对市场转型的影响、溢出效应、以及消费者开展的运营效率的提高所带来的价值给出合理的承认，而所有这些成效都能为实现长期的节能目标作出宝贵的贡献。

- 针对开发各种能效资源研究制定新型监管方法。这些工作可包括新的竞争性采购过程或对

电网企业的监管和补偿办法的新形式。这些方法应先通过试点的方式加以测试，或者增加“担保”行为，以确保将任何意想不到的不利影响减至最小。

- 扩大、加快和提高节能规范和标准的有效性。这些工具已经显示出在大幅度提高节能水平方面非常有效。有多种方式可以把这些规范标准推广，包括将现有建筑物能效情况加以公开公示，提出节能绩效要求，也可以通过对现有建筑物（尤其是出租房地产）的能效进行监管等。

附录A: 传统节能潜力研究的局限性

对节能潜力的研究已经做得非常详细，是在成千上万的各种假设前提下，对未来的节能潜力做出估计，包括：

- 列举出要分析的各种能效措施，这些能效措施或者措施组合，可以有成百上千个；
- 给出每项节能措施的节电量，预计寿命周期，边际成本，负荷特点以及其他特性；
- 分析整个周期每年每项节能措施的市场规模；
- 对电力公司各环节节省的成本预测出未来30到40年的情形。根据各地区不同，所评估效益的综合程度不同，节省的成本可包括节省的能源成本、输配电系统成本、发电成本、减轻价格压力的效果，减少的碳排放以及其他环境保护成本以及减低线损率等等。
- 预测其他效益值，如节省下来的燃气或其他化石燃料成本（对节省多种燃料的节能措施需要计算这一项），节水成本（对于即节能又节水的措施需要计算这一项），甚至于其他非能源性的效益价值等；
- 估算“可实现的”各项节能措施的技术或经济潜力——或者能效项目管理部门能够说服的客户有多少，他们能够通过能效项目对节能措施进行投资。这些估算通常可基于“愿意支付”的客户的预测研究，利用“采用曲线”的模型得出。

我们可以从这些研究中了解到很多内容。这些研究帮助我们深入了解哪些节能措施是符合成本效益的——至少按照现有的节能水平、价格，以及可避免的成本，对哪些措施具有成本效益、哪些不具备，有了深刻的了解。

这些研究还有助于弄清楚不同措施的节能潜力相对有多大——至少能针对目前已知的节能措施，了解它们的节能潜力。这样一来，就能够帮助我们了解目前开展的能效项目到底是否有效。

这就是说，对节能潜力的研究通常旨在回答以下问题，但这些研究并没有证明它们本身在弄清这些问题中是非常有用的：在未来十年（或更久）的时间里，按照符合成本效益的方式，到底能实现多大的节电量？事实上，已经很清楚的是，这些研究常常会低估了长期的节约潜力。如图A1显示，按照最近开展的近40项各种节能潜力研究结果估算，平均“最大可实现的”年度节电量约为年度销售电量（黑线）的1.3%。有趣的是，这些估算中并没有显现出地区之间的差异。即使在美国东北地区，可以说是近年来最积极开展能效项目的地区，来自六项不同研究项目的平均节能潜力只略高一点，约为1.5%，所有研究都认为节能潜力不可能超过1.8%。

相比之下，美国马萨诸塞州电网公司的节能

潜力达到了2014年实现的2.8%的水平；在罗德岛的国家电网在2014年达到近3.5%。

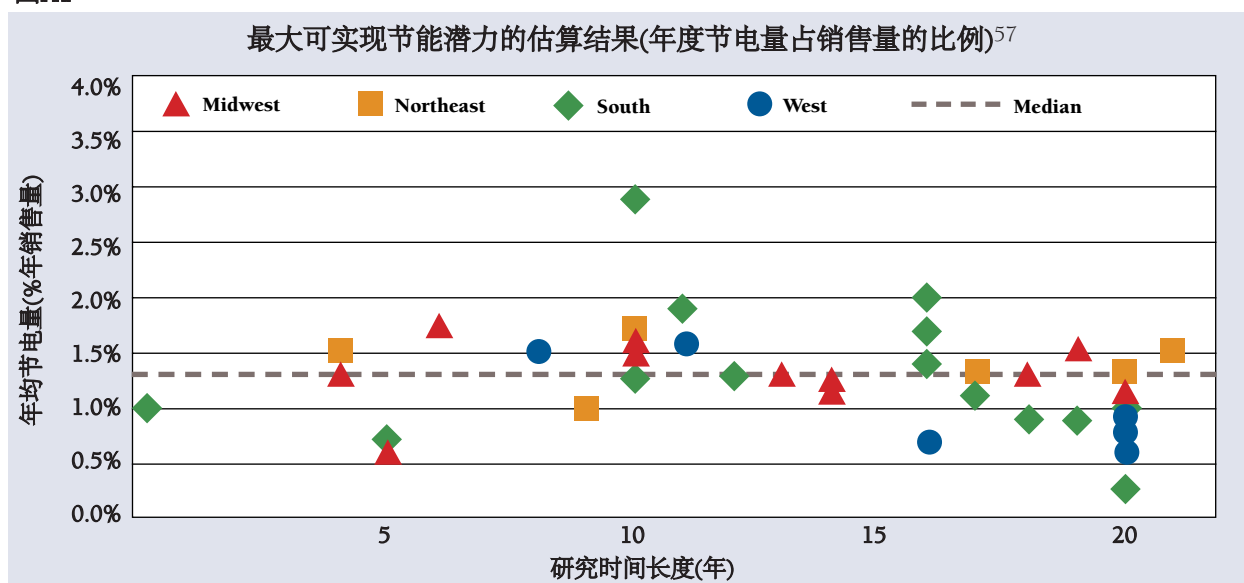
有大量的论文和报告给出了许多原因，详细说明了为什么自下而上的节能潜力研究很可能会低估可实现的节电量，尤其是长期的节能潜力⁵⁵。在此我们不再赘述。

然而，有一些值得我们关注的要点：

- 人们普遍重视那些目前广为人知的，并且已有现成成果的节能措施。即使有人想要尝试找出并量化一些新兴能效技术的节能潜力，这样的

分析工作也只针对一些已知的技术，对这些技术的节能潜力和成本已经有了一些分析。我们还不知道是否有某个节能潜力的研究是完全针对真正未知和不可知的节能措施。这是一个很大的疏漏，特别是对节能潜力的研究的时间跨度延伸出十年或更长的时间。例如，在西北电力和保护委员会最近公布的第七个电力规划草案中，所提出的近一半的可实现节电量都来自一些新的节能措施，这些节能措施并未出现在该委员会五年前编制的第六个电力规划中⁵⁶。

图A1



55. 例如，见：Goldstein, D. (2008). Extreme Efficiency: How Far Can We Go If We Really Need To? 2008 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Volume 10, pp.44-56; and Kramer, C., & Reed, G. (2012). Ten Pitfalls of Potential Studies. Montpelier, VT: The Regulatory Assistance Project.

56. 数据来自Charlie Grist, Northwest Power and Conservation

Council (西北电力和节能委员会), October 14, 2015.

57. 该图来自Phil Mosenthal of Optimal Energy. See his presentation—Do Potential Studies Accurately Forecast What is Possible in the Future? Are We Mislabeling and Misusing Them?—for the ACEEE Energy Efficiency as a Resource Conference in Little Rock, AR, September 21, 2015.

- 对真正个性化的措施可能产生的节电量，尤其是工业节能，几乎没有开展过一些综合性研究。这是因为事实上，大多数节能潜力的研究都是在节能措施层面上展开的。因此几乎不太可能识别和描述出所有可能的个性化节能措施。

- 节能潜力的研究很少尝试考虑随着时间的推移某些节能措施会如何提高节能量（如随着一些已有技术的发展）或降低节能成本（如随着生产的规模经济，提高产品的熟悉度，或其他因素等）。

- 对一部分“可以实现的”经济潜力的评估往往基于有关客户对成本的响应与节能效果之间的关系（例如，投资回收期）的过于简单和固有保守的假设。当完全按照这些假设为基准进行分析工作时，这种基准的设定往往会针对“平均的节能项目”或按照其他节能潜力研究来设定，因此所回答的问题也就难免会因循守旧。项目参与度假设很少根据节能先进州的实际经验进行调整。

- 研究很少考虑到长期市场转型所产生的影响。

缺乏对节能潜力研究的立项和研究内容的监

管，是造成这些研究局限性的主要原因。首先在这些研究中，成千上万种假设条件的每一个必须要能够经得起严格的监管审查。其次，开展这些研究项目的承包单位必须有能力按照一种合理的经济实惠的方式建立和运用这些成千上万种假设条件，否则他们在此类项目投标时就没有了竞争力。

因此，现在的趋势就是要确保每个假设按照掌握的数据，都是无可挑剔的“主流”，并可以在多种场合下多次使用，无需不断地进行重新审查和修改。这就导致了只要有任何可能出问题的地方，一定会采用保守主义的方式。

毫不奇怪，面对成千上万种假设条件，这种保守主义的总体效果肯定会极大地抑制了对可实现目标的预测。虽然这对于有些类型的带有特殊目的的分析是可以接受的，但对于研究未来十年（或更长远）节能目标上限的情况——尤其是像本项目这样——故意假定没有任何政策限制，而且目的在于做出对可能性的“最佳估计”时（意味着对节能潜力做出高估或低估的可能性几乎一样），这种保守的假设就不会有任何意义。

附录B:

马萨诸塞州和罗德岛电网公司2014年能效项目的节能成效

A. 马萨诸塞州和罗德岛州2014年节能项目的成效

马萨诸塞州和罗德岛的电网企业都开展了丰富多彩的能效项目，为居民住宅和商业客户推广各种节能措施。

这两个州针对低收入消费者都开展了大量工作，制定了专门针对该客户群的若干特殊项目。如表B1所示，约有一半的节电量来自企业客户，包括新建建筑和设备的更换项目，以及对已有建筑物的节能改造项目。

另外有15%-20%的节电量是由住宅照明项目产生的，此外还有10%（MA）至19%（RI）的节能比例来自居民住宅的节能行为项目。

B. 马萨诸塞州和罗德岛州2014年按能效措施寿命周期的节能成效

如图B1所示，马萨诸塞州和罗德岛州提高电力能效项目近60%的头一年节电量来自10年以上周期的节能项目⁵⁸。另一方面，马萨诸塞州10%的节电量，罗德岛19%的节电量其节能项目寿命

表B1

马萨诸塞州和罗德岛各能效项目的节电效果 (不含热电联产)		
行业/项目	马萨诸塞州	罗德岛州
住宅新建筑	1%	0%
住宅能源之星暖通空调	1%	1%
住宅单个家庭节能改造	6%	7%
住宅多个家庭联合节能改造	2%	2%
家庭节能行为项目	10%	19%
住宅能源之星照明项目	18%	16%
住宅能源之星产品	1%	3%
低收入家庭新建住宅	0%	0%
低收入单个家庭节能改造	1%	3%
低收入多个家庭联合节能改造	2%	2%
C&I 新建筑物/设备更新	24%	18%
C&I 改造	26%	19%
C&I 直接安装	8%	10%

58. 马萨诸塞州各节能措施的整个寿命周期的节电量，由对NASTAR和国家电网两家公司节能措施数据的分析来测算(见Docket15-49中的附录2马萨诸塞州各公用事业部统计的每家电网公司的数据)。NSTAR和国家电网(National Grid)是马萨诸塞州最大的两个能效项目管理公司。这两家公司合计占该州报告2014年节电量的近90%。国家电网还虚拟管理罗德岛的所有节能项目。因此，每类项目中节能措施寿命期组合对于国家电网来说在罗德岛和马萨诸塞州是一样的。这些项目层面的节能措施寿命期组合，再乘以罗德岛项目一些稍有不同节电量得到这个州的组合情况。

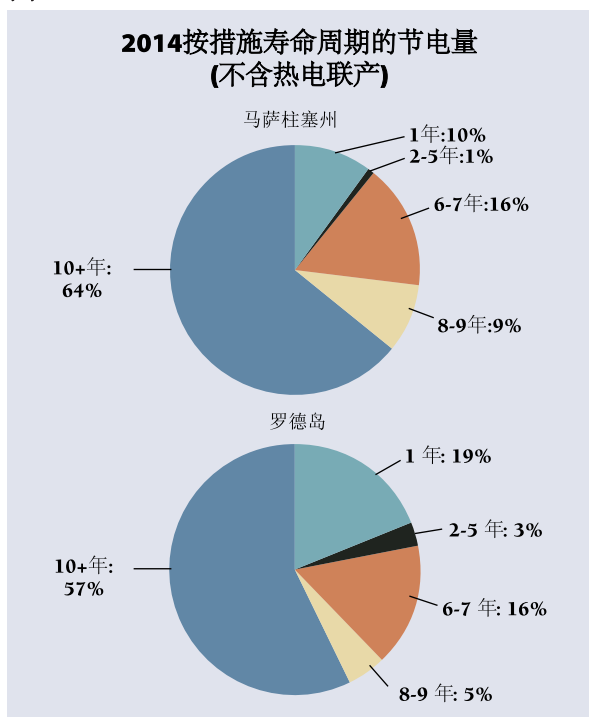
只有一年，实际上这些一年期项目的节电量都来自这两个州的居民节能行为项目⁵⁹。大多数其它短期节能主要来自于小型节能灯，一部分来自商业LED应用，其项目周期都在6到8年之间。

C.马萨诸塞州和罗德岛2014年节能成效对实现十年节能目标的意义。

图B2显示了假如马萨诸塞和罗德岛2014年的项目所实现的节能规模和节能种类延续十年不变将会是什么样的结果。

如上所述，因为每年都有一些新安装的寿命不足十年的节能措施，因此十年累积的持续节电量会少于年度节电量乘以十。具体而言，第十年的累计持续节电量占销售量的比例，马萨诸塞州为23%左右，罗德岛州约为19%。这两个州的平均节能比例约为21%，这个比例值可以作为我们分析十年内达到30%节能目标分析的平衡基础。

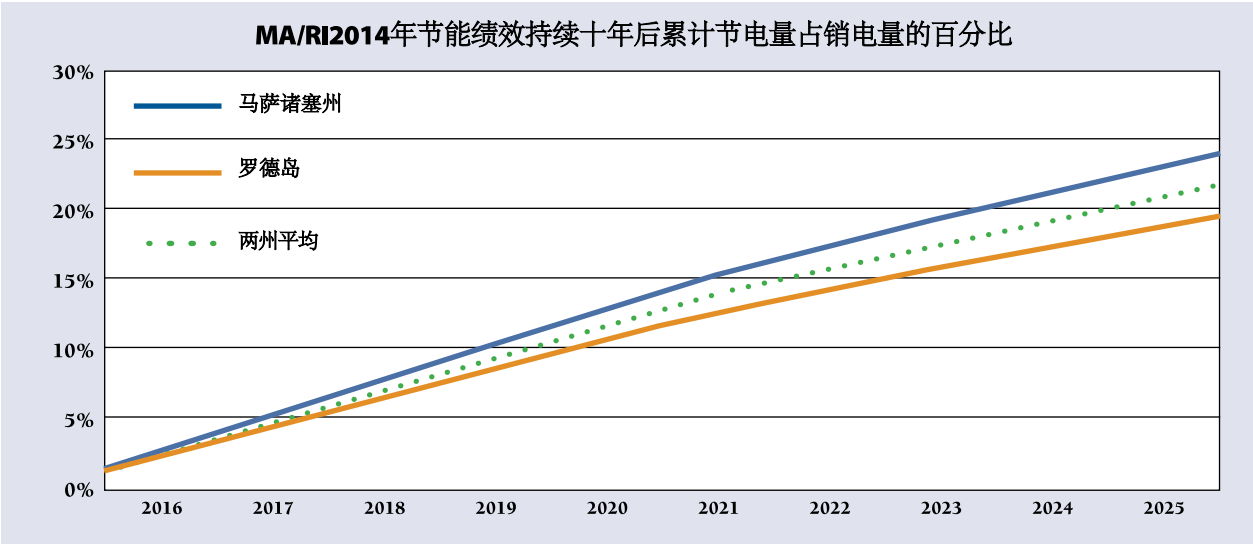
图B1



59. 有证据表明，居民节能行为所产生的节电量会持续多年，项目停止后，每年下降大约20%。(Khawaja, S., & Stewart, J. (Winter 2014 / 2015). Long - Run Saving and Cost - Effectiveness of Home Energy Report Programs. Cadmus. (家庭能源利用报告项目的长期节电量与成本效益)但是，这种项目并非设计为一次性投资，反之，电网企业往往每年都会开展这些项目，防止节电量下降，同时也推广其他节能项目。这样，有些州就如何对待这些项目的节能周期也有

着不断的争论。如果将其期限作为一年以上，则每年的节电量就要递减。这可能是体现这种项目的影响最准确的方式。然而，要采用这种方法有点复杂，因为人们需要在当年评估的节电量中仔细梳理出哪些是归因于前一年资金投入产生的节电量。这种区分对于本报告中分析的十年节电目标的情况下并不太重要（因为我们关心的是该项目十年后能够实现多大的节电量）。

图B2



附录C: 美国联邦照明能效标准产生的影响

2012年，美国颁布了一项新的关于普通荧光灯产品的联邦能效标准，禁止销售新的T12系列，也禁止销售第一代T8灯管（称为700系列）⁶⁰。提出的最新底线要求是比以往的T12提高能效25%⁶¹。

按照T12为基准计算的直管荧光灯节电量的电网企业，其节能项目将受到这一最新修改的最低能效标准的影响。至少，似乎有必要认为，按照正常更换周期更换的灯具，其能效至少和800系列的T8是一样的，而能效更高的新产品产生的新节电量应按照这一基线来计算。

虽然理论上人们可以认为，按照T12基准进行产品升级改造，提前替换现有的灯具（即按照正常更新周期以外进行提前更换），能效项目仍然可以产生节能，因为大多数现有的T12灯管到了正常更换周期也会更换。同样，这并不是说电网企业从替换更节能的产品中看不到更大的节能成效——如用T8（或者更好的）替换不节能的T12灯管，而只是说这种节能不算在本研究的节能目标之内。

现行的直管型荧光灯能效标准对电网公司能效项目的影响程度，最终主要取决于电网企业目前按照T12为基准计算的工商业（C&I）照明节能比例是多少。马萨诸塞州和罗得岛州按照T12

基准计算的商业节能方面的公共数据目前还无法得到。但是，在马萨诸塞州的商业领域，只有约4%目前在用的荧光灯管灯具是T12标准的^{62,63}。同样，现有T12标准的一些低标准版已经在其他一些州出台，这些州都实行了积极的能效项目或能效标准⁶⁴。因此，似乎有理由相信，最近的荧光

60. 800系列的T8灯管需要用到大量多种稀土材料，最近出现了供应紧张。因此，有些制造商申请并允许延长两年再执行新的标准，在此期间，他们可以继续生产700系列的T8s灯管。

61. 有关灯具的详细描述，请参见The Retrofit Companies Blog (2013, March) . When Are Your Fluorescent Lights Being Discontinued?(灯具改造公司博客，什么时候该停用你的荧光灯管?)

62. DNV-GL.(2015). 马萨诸塞州商业和工业客户现场评估：中期业绩报告。该报告为了马萨诸塞州项目管理局和能源效率咨询委员会顾问编写。

63. 还值得一提的是，改造T12直径灯管的情况比较少，但在马萨诸塞州和罗得岛州电网公司2012年后都不再按照T12灯管的全部瓦数计算节电量。按与各州顾问委员会达成的协议，T12改造的基线瓦数做了重新核定，在2013至2017年之间每年增加一定量，这样，到2017年就可以做到基线等价于800系列的T8灯管（即四英尺长三个灯管的灯具约为88瓦）。

64. 例如，见Mellinger,D.(2015)中的幻灯片18. 佛蒙特州商业照明市场，在佛蒙特能效项目2015年节能建筑设计会议上的报告。

灯管能效标准对马萨诸塞州和罗得岛州的电网公司的影响会很小，甚至非常小，对于我们按照2014年的节电量持续到将来不需要做任何调整。

直管型荧光灯装置的能效标准将在2018年再次修订，那时T8s的最低能效要求将再提高4%⁶⁵。这可能会影响到几乎每个电网企业对商业照明节电量的测算，因为目前电网企业通常采用的能效基数都会低于800系列的T8灯管。其影响程度将取决于荧光灯管照明节电量所占的比例有多大，也将取决于荧光灯管节能措施的各种组合。新的标准把由于更换高性能T8节能灯管所产生的节电量降低了约25%，而对T5s灯管（即，荧光灯管的直径为5/8英寸）LED灯（通常为槽形反射框荧光灯），去灯泡照明，以及控制器相关的影响则要小得多。很难准确地说，这种基准的提高对马萨诸塞州和罗得岛州电网企业的影响到底有多大，因为我们并不掌握这两个州商业化照明节电量中来自荧光灯管节能措施的比重大小的详细数据，更不用说影响荧光灯管耗电量的不同节能措施所

产生的节电量，这些都没有公开发表的数据。根据掌握的有限资料，我们预计这种影响将会使得马萨诸塞州和罗得岛州电网企业的商业照明节电量从2018年开始减少5%-10%⁶⁶。

A.居民住宅照明标准的影响

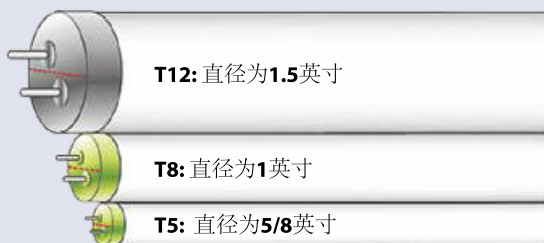
2007年能源独立与安全法案（Energy Independence and Security Act, “EISA”）第321条，对通用型灯具规定了最低能效标准。该标准意在淘汰当时常用的40W，60W，75W，和100W螺口白炽灯泡。

EISA分为两个阶段。第一阶段从2011年开始，淘汰100W灯泡，到2013年结束时淘汰40W灯泡，要求灯泡的最大功率降低25%-30%（如，要求老旧型75W白炽灯的照明输出达到53W灯泡的最大输出）。这些要求的一个重要影响是，制造商大量转向生产恰好符合新能效标准的卤素灯。

虽然比替换下来的旧白炽灯泡能效高，这些新的卤素灯的能效仍然远远低于小型节能荧光灯

不同荧光灯管的对比

T12, T8, 和 T5 规格的荧光灯管指8分之几英寸直径的灯管。例如T12灯管的直径为1.5或12/8英寸。



*The Retrofit Companies Blog (2013, March).
When Are Your Fluorescent Lights Being Discontinued?*

65.对通用荧光灯标准目前和未来变化的概述，见：<http://www.appliance-standards.org/node/6802>.

66.这与下面的假设是一致的：工商业照明节电量中有50%来自影响直管荧光灯耗电量的节能措施，有50%荧光灯管节电量来自HPT8s；HPT8s的节电量按照新的2018标准要比现行标准低25%；从影响荧光灯照明耗电量的非HPT8节能措施（例如，T5s，LED荧光灯凹形反光槽，去灯泡照明和控制器等）按照新颁布的2018标准要低百分之五。

泡（CFL）或LED灯，但它们尺寸相同，并有非常高的色彩还原性，这使得它们吸引了一些消费者。目前推广螺口型节能荧光灯(CFL)或LED灯的电网公司，特别是对住宅用户推广，通常已经反映了基线的改变，从白炽灯到卤素灯，用来估算或计算2014年的节电量。

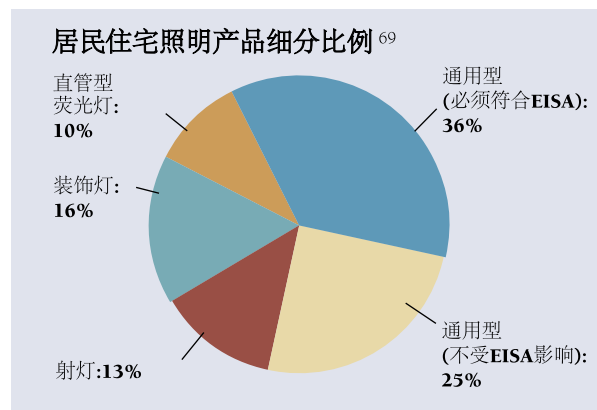
按照2020年ELSA第二阶段对普通螺口照明灯泡的要求，美国能源部将颁布一项新标准，要求所有普通照明灯泡每瓦产生至少45流明。其结果将是对目前实行的（EISA阶段1）最大瓦数减少一半，相当于实行强制能效标准，开始达到目前小型节能荧光灯的指标。因此，如果这些第二阶段的能效标准能够如期通过并开始执行的话⁶⁷，电网将节省大量的能源，但电网企业的节能公益基金项目再产生额外节能的余地将十分有限⁶⁸。

受约束的还有白炽射（定向）灯，“烛台基座”（装饰）灯，以及各种其他特殊的电器等。

目前电网公司开展的住宅照明项目所取得的节能既有EISA覆盖的产品，也有非EISA覆盖的产品。我们认为，马萨诸塞州和罗德岛所有居民和低收入家庭能效项目取得的居民住宅照明节能中，有一半来自EISA覆盖的产品。

换个说法，我们认为大约有一半的马萨诸塞州和罗德岛州2014年住宅和低收入照明节电量不应该算作2025累计持续年度节能目标。这是一个重大的调整，不仅是因为这两个州的居民照明节能项目产生的节电量占总节能量的很大比重，而且还因为照明节能是许多其他居民和低收入家庭节能项目的重要组成部分（特别是整幢建筑物的节能改造项目）。

图C1



这就是说，如图C1所示，EISA标准只涵盖住宅照明产品的三分之一左右。许多普通照明灯泡种类——包括三路（three-way）和白炽灯泡小于40W或大于150W，不受这些标准的约束。同时不

67.自这些照明标准颁布以来，一直有很多政治反对的声音，包括试图弱化这些标准，甚至主张废除它们。一项带有附加条款的联邦法案试图禁止美国能源部通过2020标准已经成为法律，但目前还不清楚这是否会对市场产生任何显著的影响，因为制造商可能仍然不愿意违反法律，各州和私人团体仍然可能起诉通过法院强制执行这一法律。出于本项目研究的目的，我们假设这些已通过的标准将会实行，制造商们将遵守这些规定。

68.虽然LED技术还可以提供进一步的节约潜力，但相比电网公司节能项目目前根据EISA第一阶段卤素灯基准改变瓦数，其增量相对比较小。

69.Miziolek, C., Wallace, P., & Lis, D. (2015). The State of Our Sockets: A Regional Analysis of the Residential Lighting Market. (居民照明市场的地区分析). Northeast Energy Efficiency Partnerships.

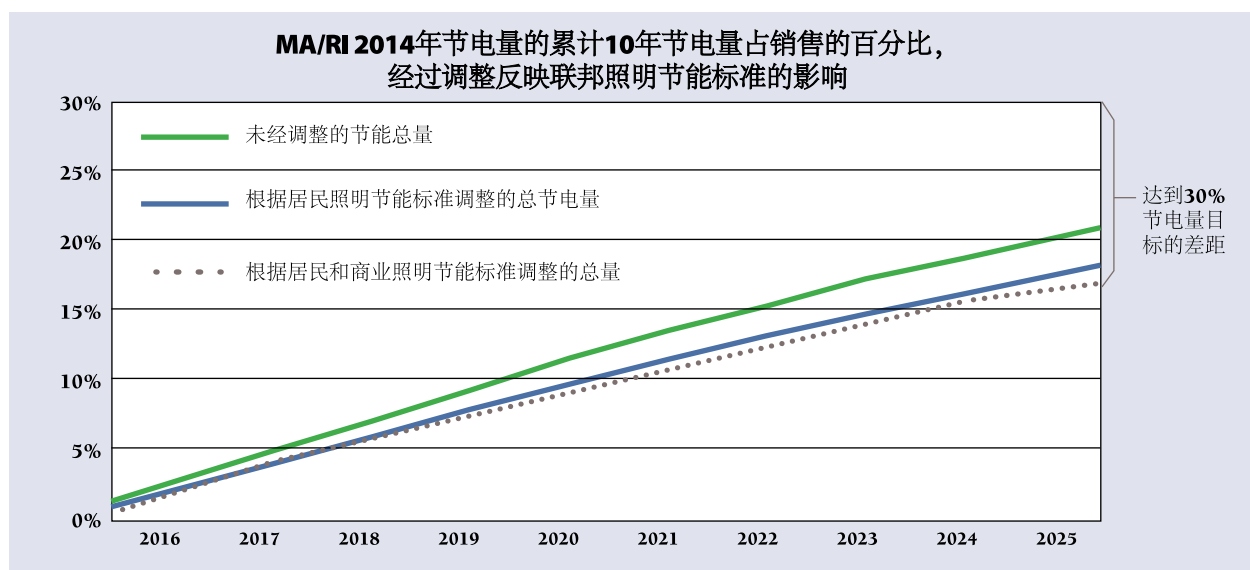
B.调整马萨诸塞州和罗德岛2014年节电量，体现照明能效标准对未来的影响

图C2显示了未来十年累计年度节电量，前提是每年都能实现马萨诸塞州和罗德岛2014年的节电量，但需要向下调整，以反映由于上面讨论的联邦能效标准的结果，一部分居民和商业

业照明节能将要变成一部分“基线”条件。图中的绿线是两个州未经调整的平均水平，到2025年达到刚好略低于21%。

蓝线是只考虑居民照明能效标准进行调整的节电量，到2025年刚好不到18%。灰线是根据居民和商业照明能效标准同时调整后的影响，其结果略高于17%。这正是本文的其余部分讨论所根据的调整点。

图C2



附录D:

马萨诸塞州和罗德岛的代表性

和美国的其它一些地方相比，马萨诸塞州和罗德岛有很多显著的特点。

鉴于本报告的目的是研究全美国的节电潜力，因此必须要考虑马萨诸塞州和罗德岛州与全国其他地区之间的差异是否会影响到实现符合成本效益的节能潜力，而且在一定程度上，是否需要对我们的研究结论按照这些差异进行调整，或者需要对我们的结论加以适当的限定。为此，我们考虑了几个因素，这些因素从理论上讲可能会影响到节电的潜力。在尽可能的情况下，我们分析各因素的相关数据。然而，在许多情况下，我们的结论不得不只是定性的，因为对每个因素相对重要性的实证化研究要么很少，有些根本就没有。

A. 用电成本

2013年，平均零售电价在马萨诸塞州（14.5美分/千瓦时）和罗德岛州（13.7美分/千瓦时）均高于全国平均水平⁷⁰（10.1美分/千瓦时）。理论上，这种高电价可以使这些地区的客户更愿意投资提高能源效率。然而，我们并不知道有任何实证研究来支持这一结论。

虽然2014年美国有四个节电最多的州其电价都高于平均水平⁷¹，但排在随后的12个州里，有七个州处于或低于全国平均电价水平⁷²。另外，

美国东北地区的平均电价最高的两个州，纽约州和康涅狄格州，2014年实现的节电量只达到了邻州马萨诸塞州和罗德岛州节电水平的二分之一到三分之一。简言之，我们并不清楚在用电成本与可实现的节能潜力之间是否存在有明显的相关性。

B. 可避免成本的幅度

有趣的是，在新英格兰地区用来筛选能效措施和节能项目的具有成本效益的“可避免成本”，似乎好像比其他许多州都要高。人们可能会猜测，这种差异可能会使更多的节能措施和节能项目符合成本效益，由此导致更大的节能潜力。然而，虽然有可能产生这种效果，但我们认为这不会太大。造成新英格兰和全国其他许多地区之间可避

70. US Energy Information Administration. (2015). Electric Power Annual. Table 2.10.

71. 各州节电量排名结果见Table 13 in Gilleo, A., Nowak, S., Kelly, M., Vaidyanathan, S., Shoemaker, M., Chittum, A., and Bailey, T. (2015, October). The 2015 State Energy Efficiency Scorecard. ACEEE Report U1509.

72. 爱荷华州，伊利诺伊州，俄勒冈和华盛顿州2013年的平均电价低于8.5美分/kWh。

免成本的差异，其原因之一是新英格兰地区致力于更全面评估可避免的供应侧成本，特别是可避免的输配电成本。其次，也许更重要的是，马萨诸塞州和罗德岛取得的大多数的节电量很容易就通过成本效益性的审查。事实上，马萨诸塞州2014年节能项目的全资源成本考核(TRC)效益成本比为3.49比1；只有一个针对非低收入家庭的节能项目⁷³，占各种措施节电量的1%左右⁷⁴，其效益成本比率低于2:1。换言之，即使“可避免的成本”减半，才会对实现的节能水平产生可以忽略的影响。

C.气候因素

新英格兰地区南部的气候与美国许多地方不同，冬天要更冷，而且虽然夏天制冷峰值期间的天气可以说相当的热，但使用空调的季节短，且不像南方或西南沙漠地区那样酷热。这些差异意味着供暖节电可能更符合成本效益，而空调节电和全国其他地方相比就可能不太符合成本效益，

虽然这么说，在新英格兰地区采用电取暖的相对较少，因此虽然取暖小时数长，但取暖的节能潜力却相当小，的确要低于许多气候更温和的地区。虽然中央空调在商业区比比皆是，但在居民家中却很少见，大多数家庭采用中央和窗式混合的空调系统。

其结果是，新英格兰在非空间空调（non-space conditioning）的终端用户中节电的潜力可能更大些。按照能够节省大量基线用电的能力来说，很

难说清楚这到底意味着什么。很可能这会使得它比较容易达到更高比例的节电量，因为能效项目的历史表明，提高隔热性（thermal envelop）（作为降低供热和制冷负荷的一种重要方法）属于一种最难有效推进的能效措施。

D.对能效投资的历史情况

马萨诸塞州和罗德岛在积极促进本州节能措施方面有着最悠久的历史。一方面，人们可能会认为这种经验有利于他们取得更深层次的节能成效，因为这两个州都已经帮助节能服务提供商建立了各种日臻完善的基础设施，并提高了客户以及向客户销售产品的供应链对节能机会的意识和敏感性。另一方面，我们也可以说，他们的经验将使他们更难以实现深层次的节能，因为他们已经挖掘了很大一部分容易获得的节能量。直观地看，这两个论点都有可取之处。目前还不清楚这两个因素的净效应会是什么。

E.总结

我们还不知道是否有这样的分析，可以提供明确的见解，说明节能方面领先州的成功经验能否加以推广。我们的定性评估表明，的确有一些

73.所有低收入家庭节能项目的效益成本比至少为1.7比1。

74.居民住宅暖通空调设备项目的效益成本比为1.45比1。

因素可以导致新英格兰南部的马萨诸塞州和罗德岛州的节能比例将有望比全国其他一些地方高一点，但也有其他一些因素会产生相反的结论。我们的专业判断是，所有这些因素的净效应可能是

相当小的。如上所述，根据几十项节能潜力的研究的结果表明，各地区之间可以实现的具有成本效益的节能潜力可能有区别，但并不存在较大的差异。

附录E： 用LED灯替代荧光灯管照明

在美国全国，商业用户目前约占电力总消费量的36%，其中35%到40%之间的商业用电用于照明，而大多数这些电力消耗都来自各种各样的荧光灯管，尤其是T12s和T8s规格的灯管。荧光灯管在居民住宅和工业照明中虽然量不大，但也起着重要的作用。

如上所述，许多项目管理部门过去一直通过说服其商业客户安装高性能T8s灯管，采取降低荧光灯照明的耗电量等其他措施（如采用T5灯管，去灯泡照明，安装控制器等），取得了大量的照明节能成效。由于实行了新的联邦能效标准的影响，加上在某些地区，成功地帮助了很大一部分企业客户安装更高效的直管型荧光灯技术，人们通常会认为，工商业照明的“唾手可得”的节能成效已经或者将要在很大程度上“得到了”。不过，这样的说法忽略了技术的发展。特别是，它忽略了替代荧光灯具的LED产品的出现，我们通常称之为LED顶灯。

如表E1所示，高性能T8s荧光灯管比目前联邦最低能效标准的荧光灯管照明节电11%至22%。与此相比，一个LED顶灯本身就节电45%（相当于HPT8节电量的2-4倍），如果加装集成控制器可

节电66%（相当于HPT8节电量的3-6倍）。这些节电量已经具有了成本效益（在不同情况下，每千瓦时节电\$0.06-\$0.11美元）。

此外，由于提高了性能，同时又降低了成本，到2025年，它们的单位节电成本预计可提高50-80%（低至每千瓦时节电\$0.01至\$0.05）。简言之，用LED替代直管型荧光灯灯具可以提供大量新的、且非常具有成本效益的节能潜力，而大多数能效项目，甚至大部分的节能潜力研究，都还没有考虑到这样一个巨大的节能潜力。

即使按照HPT8为参照基准，LED照明的节能潜力也极其可观，LED顶灯的出现能够让电网公司的节能项目再重新联系到几乎每一个已经使用了HPT8s的企业客户。此外，由于电网企业的节能项目已经掌握了这些客户的有价值的信息（例如，现有灯具的数量，典型的运行小时数等），他们就能够对节能的潜力做出估算，并在再次联系到这些客户前制定宣传的策略，从而节省时间和金钱，同时又能提高营销效果。事实上，即使相对于HPT8基准，我们预计在未来的十年里将75%荧光灯管转换为带有集成控制的LED顶灯，所产生的节电量将相当于2025年全国电力销售额的2.2%左右^{75,76}。

75. 这仅仅是对照明节能的估计。我们还没有根据制冷节能和供热耗能对这一估算进行调整。

76. 我们并不建议先要把灯具变成HPT8s，然后再换成LED灯。显然最理想的情况是推广最高效的节能技术。我们只是建议在

评估基于马萨诸塞州和罗德岛州2014年节电量基础上还能前进多少时，我们必须考虑到一个事实，即2014年马萨诸塞州和罗德岛州的节能水平已经考虑到了未来十年荧光灯管节能潜力的主要增量（即HPT8s拥有非常高的市场占有率）。

表E1

LED顶灯节电量与HPT8节电量的对比 ⁷⁷										
照明系统技术 ⁱ	常用瓦数 ^v	节电量		估算更新换代成本 ^{vi}						
		节电量 vs.2014 年基准	节电比例 v.s.2014 年基准	总费用		每瓦节电成本		\$/kWh 平准化成本		
				自然更换 的时间	“提早退休” 的改造行动	自然更换 的时间	“提早退休” 的改造行动	自然更换 的时间	“提早退休” 的改造行动	
2012 Baselineⁱⁱ	3-lamp F32 T8 (89 lpW) w/ 0.88 Ballast	88	--	--	--	--	--	--	--	--
2014 Baselineⁱⁱⁱ	3-lamp F32 T8 (89 lpW) w/ 0.88 HE Ballast	84	--	--	--	--	--	--	--	--
2018 Baseline^{iv}	3-lamp F32 T8 (92 lpW) w/ 0.88 HE Ballast	81	--	--	--	--	--	--	--	--
HPT8	3-lamp F32 T8 High Lumen w/ 0.77 HE Ballast	75	9	11%	\$15	\$100	\$1.67	\$11.11	\$0.03	\$0.23
	3-lamp F28 Reduced Watt w/ 0.77 HE Ballast	66	18	21%	\$15	\$100	\$0.83	\$5.56	\$0.02	\$0.11
LED	2015 LED 2x4 Troffer, 5200 lumens ^{vii} 112 lpW ^{viii}	46	38	45%	\$115	\$200	\$3.06	\$5.32	\$0.06	\$0.11
	2020 LED 2x4 Troffer, 5200 lumens ^{vii} 131 lpW ^{ix}	40	44	53%	\$62	\$147	\$1.40	\$3.32	\$0.03	\$0.07
	2025 LED 2x4 Troffer, 5200 lumens ^{vii} 156 lpW ^x	33	51	60%	\$30	\$115	\$0.60	\$2.28	\$0.01	\$0.05
LED + 集成控制^{xi}	2015 LED 2x4 Troffer, 5200 lumens ^{vii} 112 lpW ^{viii}	28	56	66%	\$190	\$275	\$3.41	\$4.94	\$0.07	\$0.10
	2020 LED 2x4 Troffer, 5200 lumens ^{vii} 131 lpW ^{ix}	24	60	71%	\$114	\$199	\$1.91	\$3.33	\$0.04	\$0.07
	2025 LED 2x4 Troffer, 5200 lumens ^{vii} 156 lpW ^x	20	64	76%	\$69	\$154	\$1.09	\$2.42	\$0.02	\$0.05
i A 3-lamp T8 configuration was selected based on Efficiency Vermont projects from 2000 — 2015 where the average number of lamps per fixture is 2.9 ii 2009 General Service Fluorescent Lamp DOE Rule (effective 2012) established 89 ipW efficacy standard for 4' T8 fluorescent lamps. http://www.appliance-standards.org/node/6802 iii 2011 Fluorescent Ballast DOE Rule (effective 2014) established efficiency standards fluorescent ballasts. http://www.appliance-standards.org/node/6811 iv 2015 General Service Fluorescent Lamp DOE Rule (effective 2018) establishes 92.4 ipW efficacy standard for 4' T8 fluorescent lamps. http://www.appliance-standards.org/node/6802 v Fluorescent wattages based on Xcel Energy Input Wattage Guide. http://www.xcelenergy.com/staticfiles/xcel/Marketing/MN-Bus-Lighting-Input-Wattage-Guide.pdf vi Equipment costs based on Efficiency Vermont past projects; labor costs assume ½ hour per fixture at \$50/hour; future LED costs are based on 2014 DOE Energy Savings Forecast of Solid-State Lighting in General					Illumination Applications. http://energy.gov/sites/prod/files/2015/05/f22/energysavingsforecast14.pdf vii 5200 lumens is approximately equivalent to a 3-lamp “800 series” 89 ipW T8 (3 lamps x 2710 means lumens x 0.88 ballast factor x %72 fixture efficiency) viii Average efficacy of DesignLights Consortium Premium Tier LED 2x4 Troffers as of Nov. 2015. http://www.designlights.org/qpl ix 2020 efficacy forecast per 2014 DOE Energy Savings Forecast of Solid-State Lighting in General Illumination Applications. http://energy.gov/sites/prod/files/2015/05/f22/energysavingsforecast14.pdf x 2025 efficacy forecast per 2014 DOE Energy Savings Forecast of Solid-State Lighting in General Illumination Applications. http://energy.gov/sites/prod/files/2015/05/f22/energysavingsforecast14.pdf xi Wireless integrated controls (occupancy, daylight, task tuning) can save 39% of lighting energy per LBNL Wireless Advanced Lighting Controls Retrofit Demonstration. http://www.gsa.gov/portal/mediald/227615/fileName/Wireless_Advanced_Lighting_Controls_Retrofit_Demo_FINAL_508-0629					

77. 表E1来自Dan Mellinger,他是佛蒙特投资公司照明战略经理, 根据2013年商业照明白皮书给出的表进行了扩充和更新: Mellinger, D. (2013, July 15). A New Dawn in Efficient Lighting: The Future of Efficiency for Businesses. Burlington, VT: Vermont Energy Investment Corporation.

附录F:

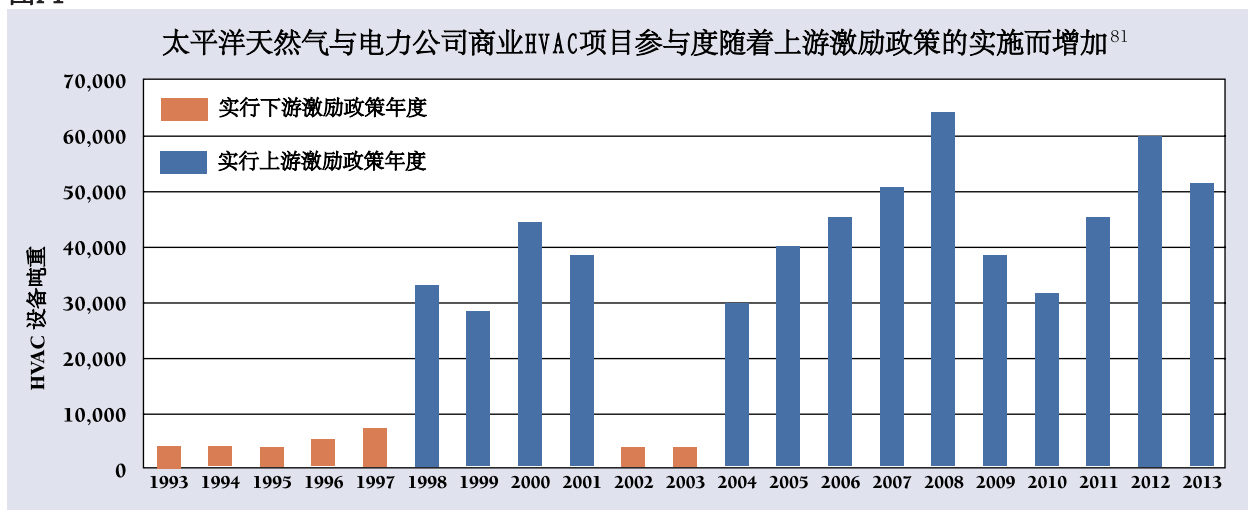
扩大上游产品退费政策的考虑

对上游产品的优惠政策，即支付给供应链企业而不是最终用户，如制造商，分销商，承包商和其他关键参与企业的激励措施，可以带来几个好处。最重要的是，他们通常会给节能设备带来更大的市场占有率。这可以从图F1看出，该图展现了加州太平洋天然气和电气公司开展的一项针对商业制冷设备上游产品的优惠政策（蓝色柱状条），获得的参与水平是先前下游客户退费项目（红色条）的九倍。值得注意的是，经过四年的上游激励政策模式后，项目的设计又改回到客户退费，参与度再次暴跌。经过两年非常低迷的参与率后，上游产品

优惠政策重新启动，参与度再次暴涨。加利福尼亚州实行的商业燃气锅炉和其它产品的优惠政策也出现了非常类似的情况⁷⁸。

同样地，2013年9月佛蒙特能效项目推出了对高能效循环泵用于锅炉的上游产品实行的激励政策，仅在一年时间里，这些产品的市场份额（来自领先的HVAC批发商之一）就从不到2%提高到50%左右。这一项目大约用了半年时间起步，但市场的占有率却在持续增加⁷⁹。如今，这项计划正在吸引新的参与企业，每2.5天增加的参与企业就与过去一年期间没有实行上游产品激励政策的参与企业一样多⁸⁰。

图F1



78. Jim Hanna(能源解决方案)和Jim Grevatt之间2015年7月的个人通信。

79. 与佛蒙特能效项目Jake Marin之间的个人通信，2015年7月。

80. 与佛蒙特能效项目Howard Merson之间的个人通信，2015年

8月27日。

81. Mosenthal, P.(2015). 节能潜力研究能准确预测将来的情况吗？

这些预测结果会不会误导我们？本图来自作者于ACEEE的“效率作为资源”会议上的演讲内容，亚利桑那州小石城，图表由能源解决方案公司的吉姆·汉纳提供给莫森索先生。

此外，这也产生了有据可查的对市场转型的影响。例如，当上游产品激励项目最初启动时，循环泵的最大的制造商Taco公司在市场上并没有任何符合佛蒙特能效项目要求的产品。他们随后改进了他们的设备，生产出了一个符合要求的新产品。此外，他们甚至命名该产品型号就叫：VT2218（佛蒙特项目2218）。

康涅狄格州电网公司近期将对家用暖通空调和热水器设备上游退费政策推广到分销商，也取得了令人瞩目的成功，这包括：

- 头一年高效燃气热水器的参与企业增加了十倍（按计划的第二年参与企业增加50%，或者是去年下游退费政策参与企业的15倍）；
- 第一年电热泵热水器参与企业提高6-7倍；
- 头一年高效燃气锅炉的企业增加了70%（按计划第二年参与企业再翻一番，或者达到上一年下游退费政策参与企业的3倍左右）⁸²。

这些不同类型的市场渗透率增加的原因有几个。首先，一般来说联系和合作少量战略性市场参与企业相对较为容易些，这些企业（通过其自己的产品库存和销售实践）会影响成千上万的终端使用消费者购买他们的产品。其次，因为产品的成本通常体现在了供应链的每一环节，相比于为终端使用客户提供同样的激励政策，对分销商提供财政激励将能够承担更高比例的产品边际成本（更容易说服分销商采购和促销产品）。第三，上游激励政策可以制定成更容易的方式，不用填写退费表格和下游退费企业不愿填写的其它报表

等。可以肯定的是，开展上游产品激励政策需要搞好与分销商的关系，就如何开展优惠政策达成一致意见。然而，一旦建立了关系，项目体系到位后，该项目也很可能有助于减低营销和管理成本。而且，一旦上游激励政策明确了一类设备，就很容易对该分销商（或其他上游市场参与者）销售的其它产品推出类似的举措。

最近，对居民住宅照明节能项目几乎都实行了上游优惠政策。然而，有少数地区在其他市场提供上游优惠，也有些地区在商业照明产品的激励政策的方面取得了一些成功，正如上面提到的，美国有些节能领先州还推出了针对暖通空调和热水设备相同的优惠政策。这些努力的巨大成功表明，这种类型的方法至少应该考虑针对更多类型的节能设备（例如，家用电器，商用办公设备，食品服务设备，通风设备等）。

82. Parsons, J., (2015). Dramatically Increase Residential HVAC Program Participation with an Upstream Approach. The United Illuminating Company. Presented at the 2015 ACEEE Efficiency as a Resource Conference.

附录G:

佛蒙特州造雪机市场的转型

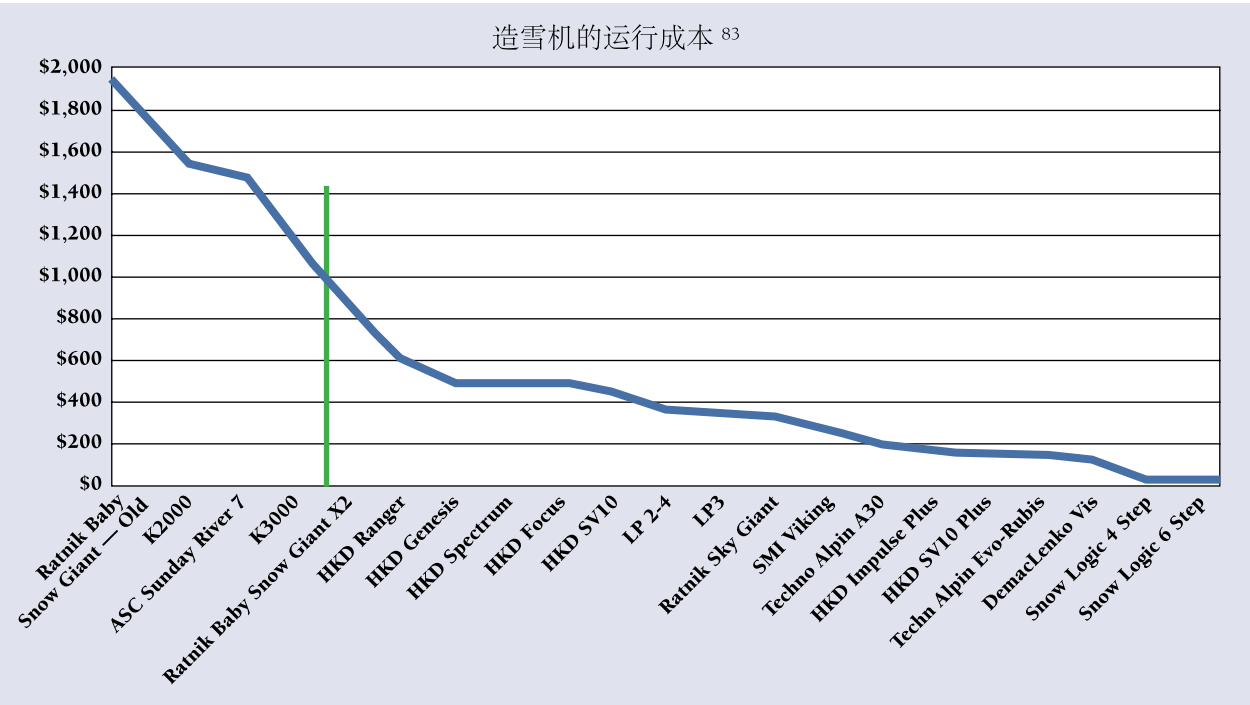
本项目采访过的许多思想领袖都认为，当今美国节能先进州的一个标志性特征就是，他们对市场进行了更加仔细的划分，针对不同类型企业的需要提供特定的节能项目或服务，包括食品超市，医院，汽车厂商，或任何其他类型需求和机会类似的客户。这些方法都结合了深思熟虑的“客户管理”模式，工作人员会配合具体的大客户和行业开展工作。

在这些节能先进州，有些已经开始提升节能概念，开展一些我们所称的行业“深度潜水”

(deep dives)。这不仅包括广泛评估工厂企业的节能潜力，还要努力弄清商业需求，发掘未知的障碍或者新的促进能效投资的机会，只要合适，就要积极配合这些企业的供应链，帮助他们更好地定位、甚至改进产品供应，以实现能效的最大化。

一个明显的例子就是佛蒙特能效项目最近与该州的滑雪产业的合作项目。自2000年启动以来，佛蒙特能效项目与本州的滑雪地区开展了相当密切的合作。

图G1



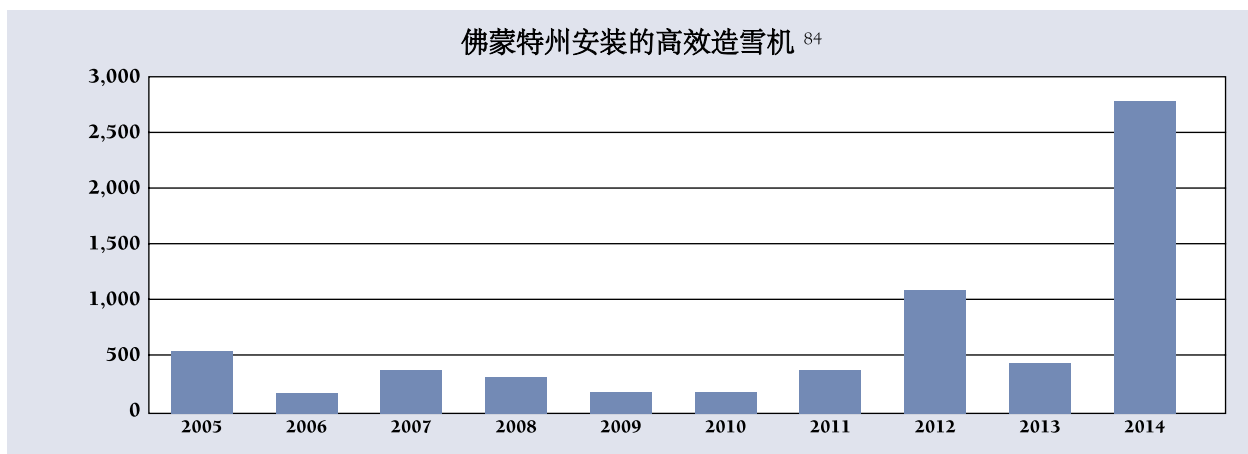
83. McMurry, J., & Lawrence, G. (2014). Snow Gun Performance, Efficiency, and Operating Costs. Presented at the Ski Areas Best Practices Exchange. Burlington, VT: Efficiency Vermont

这个项目也取得了显著的节能效果，这些节能成效主要来自推广高效造雪机，以及帮助滑雪区设计和建设新的和改造既有酒店、公寓和其他建筑物。几年前，这一项目开始更进一步的工作，努力推广高能效的造雪机（雪炮）。首先，项目购买了检测设备，并开始投入大量精力对能效进行测试，以展示不同的造雪机在滑雪胜地以及其他相关地方使用的有效性。从2012年到2014年，佛蒙特能效项目的工作人员在每个国家滑雪区协会（National Ski Areas Association）的年度东部地区展销会上，都进行了为期一天的造雪设备测试。每个供应商生产的造雪机排列成一排，对每台设备进行相同的测试。然后，将收

集到的数据在测试后的次日于会议上公布，演示厅通常会站满了听众。如图G1所示，试验清楚地表明，造雪机的能效有着显著的差异，能效的差异不仅仅体现在老的造雪机（绿线左侧）和新的造雪机（绿线右侧）之间，也体现在不同的新型造雪机之间。事实上，效率最高的新型造雪机（Snow Logic公司）的运行成本比市场上能效最差的新造雪机（Ratnik宝贝雪巨人X2）要低95%以上。

这次测试还表明，许多能效较高的造雪机也能在更高的气温和水温下正常工作（这对延长滑雪季节很重要），比同类的产品造出的雪更好，更安静。

图G2



84. 图的提供者 Alan Hebert, 佛蒙特能效项目, 2015年8月31日。

在佛蒙特能效项目的测试之前，造雪机产业并不完全清楚这些性能差异。事实上，各个滑雪区对造雪机所声称的能效早有很大的怀疑，现在所有这些都发生了改变。

借助于大家对测试结果的极大兴趣，佛蒙特能效项目在2014年推出了一项重大举措，称之为“造雪机大征集”（Great Snow Gun Round Up）。这一项目为能效最高的造雪机提供高达其成本费用75%的财政奖励。滑雪区则需要找到造雪机成本加上各种其他相关费用（包括管道维修，空气压缩机，新龙头，新塔安装等）的平衡。据称，该行业花了近1500万美元，其中的三分之一由佛蒙特能效项目提供。如图G2表示，结果是对高效造雪机的退费额度比前六年的总和还要多。此外，滑雪区每购买5台新的造雪机就捐出四台报废的老机器。佛蒙特能效项目承诺，将废金属的收益捐给州能效项目，用以推动滑雪运动和滑雪板生产，并对该州所有五年级的学生提供滑雪门票的折扣。

这一项目也对一些市场的转型产生了一定影响。例如，在与之竞争的别的州的一些滑雪场已经出现了抱怨，说他们那里没有得到对更高效造雪机投资方面类似的支持。另外，一些制造商正在改变其产品设计，以便能够提高产品的能效等级。

人们不应该认为，佛蒙特州造雪机的例子中节能百分比体现了其他产业或商业“深度潜水”可能的节能潜力。事实上，即使通过对其节能机会的广泛评估，并为企业的供应链和业务提供强有力的支持，很多用电的终端用户企业也基本不可能达到节电量95%以上的水平。

然而，这个例子是想要表明，有些超越目前预测水平的额外节省量，是可以通过特定行业的“深度潜水”来实现的。这种提升节电量的确切幅度，随着产业不同，也取决于终端使用的方式而异，只有通过开展了具体的工作才能为人所知或者预测出来。

以下是RAP在能效方面的一些其他出版物:

认识能效的全方位价值

网址: <http://www.raponline.org/document/download/id/6739>

能源效率为电网企业、项目参与者（包括纳税人），以及整个社会都带来了巨大的效益。然而，在评估能效措施的时候，许多这些效益往往被低估，或者根本得不到重视。本文试图定性分析并全面识别，描述和指导能效投资产生的节电量综合效益。虽然本文侧重于节电效益，但很多相同的概念同样适用于需求响应，可再生能源和节水措施。同样，这些评估也可能适用于天然气，燃油或其它终端用户燃料相关联的能效投资。本报告旨在为能效效益的考虑和评估提供一套全面的指南。本文给出了一个现实可行的实例，作为能效成果效益分析的代表，我们也为监管部门提供了一系列建议，希望能够在评估能效项目的时候加以考虑。

重视能效对避免边际线损和减少备用容量需求所带来的价值

网址: <http://www.raponline.org/document/download/id/4537>

虽然电网企业及其监管部门都知道，投资能效措施可产生一定的节电量，但他们可能不知道的是，同样是这些能效措施，它们还能够通过适当降低边际线损的方式提供非常有价值的峰时容

量，这些效益在项目设计和节能项目筛选的时候往往被忽视了。本文是博睿能源智库(RAP)出版的阐述能效与避免线损之间关系的两篇出版物的第一篇。

美国将能效作为输配电系统资源的相关经验

网址: <http://www.raponline.org/document/download/id/4765>

由投资商拥有的电网企业进行的输配电（T&D）投资，总体上占全美国电力销售额的三分之二左右，在过去十年里年均达到260亿美元。本文总结了美国迄今为止在各地开展有针对性的能效项目，降低输配电系统投资方面取得的经验。文章介绍了几个案例研究，并总结了这些举措的经验教训。最重要的是，文章得出的结论是，这些有针对性的能效项目，不论单独实施还是与其它资源结合，都显然是一种代替T&D投资的具有成本效益的方案。然而，出于各种政策和机制的考虑，这些资源都没有得到广泛利用。本文给出了解决这些障碍的一些政策建议。

能效的成本效益性选择

网址: <http://www.raponline.org/document/download/id/6149>

能源效率是目前公认的一种低成本的现成的资

源，它为电网公司的客户和整个社会提供多种效益。美国各个州在根据成本效益性来选择能效项目的方法上存在着很大的差异。有许多州采用的方法和假设并不能完全发掘能效资源的全部价值，从而导致对低成本资源投资不足，因而造成电网公司的客户和整个社会的高成本费用。本报告研究了各种测试之间的主要差异，旨在帮助监管部门找出这些广泛的成本效益性测试的重要特征，这正是在实施测试时经常被忽略的部分。作者研究了能效项目筛选的两个经常处理不当或完全忽视的两个要素，即“对其它项目的影响”（OPIS），以及履行环境要求的成本费用。

收益监管与脱钩：理论和应用指南

网址:<http://www.raponline.org/document/download/id/902>这份指南意在帮助有关人员了解被称之为“脱钩”的监管工具，以及运用这一监管工具有关的政策问题。这将包括公用电力企业的负责人和工作人员，企业管理，宣传，以及其他与所监管的能源系统有利害关系的人员。虽然本指南有些偏向于技术方面，但我们试图让它适用于广泛的受众，讲清楚基本的概念，以及不同的设计选项的含义。这份指南包含详细的案例研究，演示采用不同的定价结构（费率设计）和使用模式进行脱钩的效果。关于能效及其他专题的其他文件请参见睿博能源智库网站：www.raponline.org。

能效合作：通过监管政策工作组推动节能公益基金开展节能项目

网站:<http://www.raponline.org/document/download/id/7860>

能效合作有着悠久的历史，有着成功的经验，目前美国一半以上的州都开展着各种形式的合作项目。节能合作有利于收集各利益相关者的意见，根据项目的效益或市场的变化调整项目预算和项目内容，并且随着监管部门的人事变动而始终保持项目的连续性，提出更多的节能潜力和创新，在新的监管环境下评估能效的作用，并从一个多元化的团队中吸取经验教训和最佳做法。本指南定义和考察四种不同类型的节能合作，考察内容包括其来源，范围，决策方法，合作成员，持续时间，可利用的资源，以及它们如何联系以及影响各自的合作伙伴。这份指南还特别提出了不同类型合作项目的具体特点，以及具体特点的总体有效性。随着综合性先进节能项目趋于成熟，合作的目的性、实用性和合作重点也在发展。将客户群体视为重要的具有战略意义的电力行业需求侧的资源，与其它资源相比有着很多独特的优势。开展能效合作的美国各州会发现他们能够更好地应对这些趋势，并利用好这一资源。本指南可为决策者在设计新的或改进现有能效合作项目时提供有价值的帮助。

提高佛蒙特州低收入家庭的供热效率

网站:<http://www.raponline.org/document/download/id/7536>

热效率指提高建筑物供热和制冷的系统性能，可

直接降低用能成本，为家庭和广泛的社区创造一系列间接效益。这些效益包括提高能源价格的承受能力，提高工作和学校的生产力，创造就业机会，并减少温室气体排放。据估计，佛蒙特州有12.5万人口处于燃料匮乏，迫使他们在家庭健康与舒适等基本服务之间不得不作出艰难的决定。

本文对提高热效率项目的投资效益进行了分析和量化，特别涉及到减小对低收入家庭的燃料负担。文中还评估了佛蒙特州为实现这些效益而制定的相关政策。这些政策建议包括加强建筑规范和标准，采用综合资源规划改善热效率，提出具有约束力的节能目标，开发新的节能服务市场，以及推广现有的成功项目等。

睿博能源智库 (Regulatory Assistance Project (RAP)®) 是一个全球性专家咨询机构，主要关注全球能源政策的长期经济和环境可持续发展。RAP在能源政策方面有资深的经验，致力于促进经济效率、保护环境，确保电力系统的可靠性和扩大社会效益。

RAP的专家组由前任政府官员和能源高管组成，我们在广泛的能源和环境领域为政府提供技术和政策援助。

RAP在中国

睿博能源智库自1999年开始在中国工作，目前在北京成立了长期办公室。RAP帮助中国政策制定者制定和实施相关政策，促进可持续经济发展、增加能源系统可靠性、改善空气质量和公众健康，从而为中国大量和长期地减少温室气体排放作出贡献。

通过和美国能源基金会的密切合作，我们在能效、市场和监管政策改革、可再生能源和环境政策方面提供技术支持和国际经验。我们的国际合作伙伴包括劳伦斯伯克利国家实验室 (LNBL) 的中国能源小组、资源解决方案中心 (CRS) 和自然资源保护委员会(NRDC)等。

睿博能源智库最近发表的文章

- 中国上网电价机制改革研究
- 将工业能效措施纳入空气质量管理规划
- 电力行业: 深化改革, 降低排放, 改善空气质量, 促进经济增长
- 案例研究: 中国电网公司的能效义务
- 需求响应: 通过市场机制管理高峰缺电
- 低碳电力行业监管: 对中国的建议 (初稿)
- 低碳电力行业监管: 巴西, 欧盟和美国的国际经验
- 将可再生能源纳入中国电力体系: 技术入门
- 需求响应对电力系统的经济价值
- 将能效作为中国电力行业的一种资源
- 美国电力行业碳减排新政策
- 用分布式太阳能照亮中国
- 对中国电力行业政策的建议: 应对能源、气候和空气质量挑战的实用解决办法
- 提高煤炭质量的驱动因素: 原理, 成本及其好处
- 中国电网企业开展电力需求侧管理工作中节能服务公司的运作机制

以上所有文章可在睿博能源智库中文网页免费下载: <http://www.raponline.org/cn>



The Regulatory Assistance Project® • 睿博能源智库

中国 • 欧盟 • 美国 • 印度

Beijing, China • Berlin, Germany • Brussels, Belgium • Montpelier, Vermont USA • New Delhi, India

北京市朝阳区建国门外大街19号国际大厦2504室 • 邮编: 100004 • 电话: +86-10-8526-2241

CITIC Building, Room 2504 • No 19 Jianguomenwai Dajie • Beijing 100004 • phone: + 86-10-8526-2241

www.raponline.org



北京市朝阳区建国门外大街19号国际大厦2504室

邮编：100004

电话：+86-10-8526-2241

www.raponline.org