

中国城市如何节省数百万元的能源成本

此稿为中文翻译版，用于CEO理事会的可持续城镇化专题讨论
2014年10月



天津市

概要

中国正在制定和落实各项新的政策和方案来改善城市的能源利用效率。政府出台的各种法规和补贴将有助于相关企业和公共事业降低能耗并节省资金。数据显示：工商业的能耗目前占全国总能耗的75%，中国在节能领域有非常巨大的潜力。ⁱ多项研究表明：最经济的能源是那些已经被开发，却没有能够被有效使用的能源。

通过智能化需求管理和配套节能方案来减少能耗，一家企业往往能节省上大量开支。物理学家和环保专家 Amory Lovins 称其为“负瓦特革命。”ⁱⁱ

中国现在开始应用一项关键的技术，即自动需求响应 (ADR)，它能以合理的成本来减少办公楼、实验室和工厂消耗的电力，同时又能保证这些设施高性能的运行不受影响。中国电力科学研究院的一份报告中预测，如果 ADR 系统能在全中国推广，则在2022年之前能够节省相当于40座一百万千瓦电厂的发电量ⁱⁱⁱ (一座一百万千瓦电厂基本相当于一个大型核反应堆)。

霍尼韦尔已经证明 ADR 技术能够应用于中国的电网，帮助提升能源利用效率。

2013年霍尼韦尔与美国贸易发展署(USTDA)以及国家电网电力科学研究院合作，在天津成功完成了中国

的首个智能电网试点项目，同时完成了关于商业楼宇能源管理的可行性研究。

"中国的住宅和工业用电单位以及电网运营商正在全国范围内建立新的合作关系。霍尼韦尔公司与世界各地的公用事业单位、以及他们的客户都在开展紧密合作，在这一领域有着丰富经验。我们一直探索如何对电网进行优化，并迅速产生收益。霍尼韦尔在这方面有着独到的技术优势和洞察，" 国家电网电力科学研究所所长肖世杰先生表示，"(天津)试点项目让我们能够了解到这一领域的全球最新的技术，帮助我们找到最适合中国的解决方案。"

通过智能化需求管理和配套节能方案来削减能耗，一家企业能节省大量开支。物理学家和环保专家 Amory Lovins 称之为“负瓦特革命”。

在天津市试点项目的六座建筑和工厂中，人们发现 ADR 系统有效降低了设施在供热、制冷、照明和计算方面的负荷，并达到了预期的效果：工业设施降低能耗约 15%，商业设施降低能耗约 20%。

关键在于中美双方要一同分享最新的节能技术，并找到一个大家都能从中获益的安装调试、财务安排和系统运营维护的方法。

从天津市试点项目的六座建筑和工厂中，人们发现 ADR系统有效降低了设施在供热、制冷、照明和计算方面的负荷，并达到了预期的效果：

工业设施降低能耗约15%，商业设施降低能耗约20%。此外，由霍尼韦尔设计和安装的ADR系统目前正在上海的30座建筑中试运行。霍尼韦尔中国总裁兼首席执行官盛伟立表示：“减少能源需求和降低能耗是最廉价，也是最环保的方法，我们的这个项目可以让公用事业单位及其客户更轻松，更自然地实现少用电。”

推进这一目标关键在于中美双方要一同分享最新的节能技术，并找到一个大家都

能从中获益的安装调试、财务安排和系统运营维护的方法。

本文下面的几个部分将针对如何在中国有效落实ADR系统给出详细的路线图。该技术预计将能帮助中国节省1.2%的全国耗电总量，让中国的公司通过更加可靠的电网来提升利润和收益，也让中国的城市更加洁净、更具可持续性。

挑战：

在13亿中国人口中，有超过一半的人住在城市。根据麦肯锡咨询公司预计，到2030年，中国城市的居民数量将增加3.5亿，这已经超过了美国的人口总量。^{iv}随

随着越来越多的人居住在城市并成为中产阶层的一员，他们的生活方式会导致更多的能源消耗，因为新增的城市人口会购买空调、平板电视和现代化的厨房器具。

虽然中国在提升能效方面已经取得了长足的进步，但其生产一个单位GDP所需的能耗仍相当于世界平均水平的两倍。

着越来越多的人居住在城市并成为中产阶层的一员，他们的生活方式会导致更多的能源消耗，因为新增的城市人口将会使用空调、电视和现代化的厨房器具。这将意味着国家需要更多的能源来制造这些产品，并为它们提供电力。

这将是

中国需要面对的一个巨大的挑战。中国已经是世界最大的能源消费国家。美国能源信息局预计到2040年，中国的能源使用量将达到美国的两倍。^v这就需要建造更多的发电厂，但这并不足以满足不断攀升的能源需求。真正需要的是一个更加高效和先进的电网系统，帮助各行各业记录和主动管理能源的使用。

虽然中国在提升能效方面已经取得了长足的进步，但其生产一个单位GDP所需的能耗仍相当于世界平均水平的



北京城市天际线

两倍。^{vi} 如果希望在不停电或大幅提升电价的前提下满足未来的用电需求，这一点就必须做出改变。其它国家在提升能效方面已经取得了很大的进展。例如自1975年起，美国加州开始对建筑和电器实行严格的能效标准，迄今为止已经节省了超过750亿美元的能源成本。同时，加州人均总用电量在过去30年基本保持稳定，而同期全美用电量上升了近50%。^{vii}

ADR系统可以简化决策，自动化操作。虽然这项技术对中国来说还较为陌生，但它已经帮助美国、加拿大、欧洲和亚太其它国家和地区节省了大量的资金。霍尼韦尔公司迄今已经为全球1,000多万座楼宇和成千上万的工厂提供了控制设备和解决方案，并为100多个公用事业单位提供需求响应管理和效率提升方案，在ADR技术的应用方面经验非常丰富。例如，在美国，霍尼韦尔与美国最大的公用事业单位之一南加州爱迪生电力公司合作，为公司旗下700位工商业客户提供了ADR系统，帮助这些客户在每年用电高峰期节省多达82兆瓦的电量，相当于他们之前总能耗的20%到30%。霍尼韦尔的技术和服务能同时帮助降低日常和高峰用电量。在全球范围内，霍尼韦尔帮助各公用事业单位成功调配超过一百万千瓦的高峰负荷电量，相当于大约20个燃气机组的峰值发电量。这就意味着即便少建这20座发电厂，公用事业单位也能满足供电需求。

ADR系统的应用可以有效将峰值负荷降低15%到30%，当大规模应用后，就可以创造出一个“虚拟电厂”，可以产生“负瓦特”或降低电量需求，而非建设实体发电厂。

应用ADR系统，企业可以在电价较高的情况下做到不中断运营同时降低用电量，从而节省成千上万元的能耗成本。

中国政府十分清楚为了满足国家不断上升的能源需求所面临的挑战。他们也了解使用更多的化石燃料对环境、空气质量以及气候变化的影响。因此，政府正在制定和落实新的政策和计划来提升全国各地的能源利用效率。这些法规和补贴将帮助各行各业降低自身的能耗并节省资金。

例如，中国针对每个省份的年能耗强度降低制定了相关标准，中央政府也为在各城市开展的节能试点计划提供了支持，帮助企业了解这一激动人心的新技术。未来，能效在中国将变得越来越重要。保尔森研究所

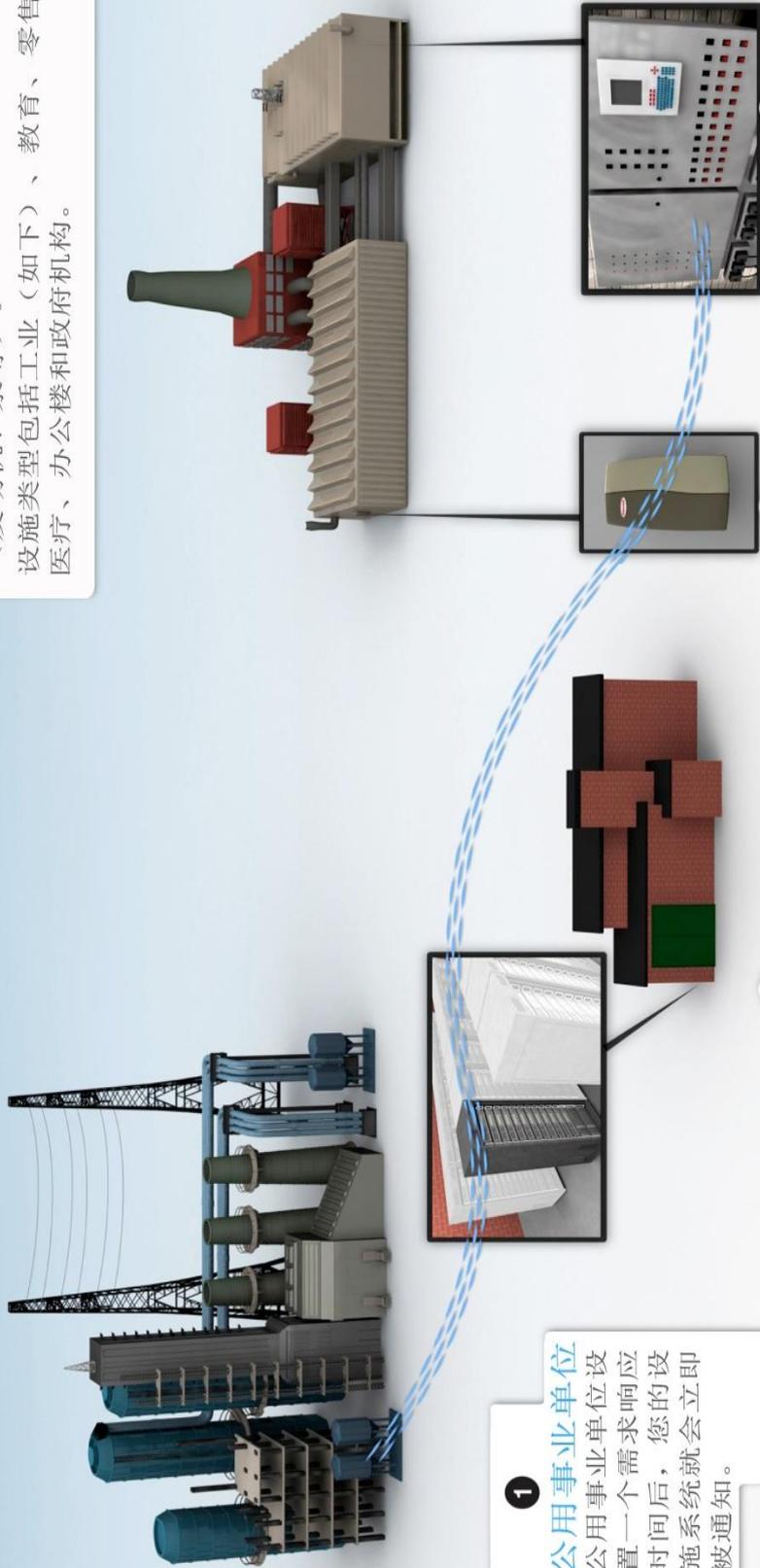
(Paulson Institute)的高级研究人员Deborah Lehr表示：“解决建筑行业的能效问题能够

给减排方面带来重大的影响，这一影响甚至要比运输和工业领域更大。”

机遇：价格合理、可靠的供电

ADR系统是智能电网技术近期以来最重要的突破。这是一个集成硬件和软件系统，让各行各业及当地的公用事业单位能够一同协作来管理用电高峰且高电价时段，甚至供电不足时段的用电。例如，电力公司在事先征得客户同意后，自动降低办公楼宇或工厂的用电量，平衡电网供电同时避免限电。应用ADR系统，企业可以在电价较高的情况下做到不中断运营同时降低用电量，从而节省成千上万元的能耗成本。

5 **设施**
 减少非必要照明。调整HVAC设置和预选设备（发动机、泵等）。
 设施类型包括工业（如下）、教育、零售、医疗、办公楼和政府机构。



1 **公用事业单位**
 公用事业单位设置一个需求响应时间后，您的设施系统就会立即被通知。

2 **DRAS**
 霍尼韦尔自动化需求响应服务器（DRAS）接受来自公用事业单位的信号。

3 **开放ADR网关**
 嵌入您系统的开放自动化需求响应网关检索警报。

4 **EMS**
 建筑能源管理系统（EMS）自动执行所有您预设的指令。

目前，在中国需求响应是一个劳动密集型的人工流程。公用事业部门的操作人员必须跟踪用电然后通过电话或电子邮件的方式告知客户何时需要降低用电量。与之相比，ADR 技术可以让企业定制节能预案，从而在需要时，允许公用事业单位自动调节用电。使用 ADR 可以让公用事业单位快速可靠地在高峰阶段减少总用电量，同时商业客户则可以在不影响运营的前提下削减能耗和成本。例如，一个 ADR 系统可以自动关闭不需要的照明、调低暖通空调设置，并调节发动机和泵的参数设定，这些还只是 ADR 系统诸多节能功能的一部分。

ADR 系统所能带来的最大益处之一就是让电网更加稳定。随着中国现在经济发展的速度，用电的需求呈现激增，导致供电不足情况的出现，尤其是夏天用电高峰时期，这时候电网的负荷极大。2011 年，高峰时期的产电和用电之间的差距达到了 30 亿千瓦，这一严重的供电不足情况很可能会继续。通过采用大范围需求响应计划，中国可以显著减

少供电不足情况的发生，并每年节省 1% 到 1.2% 的用电量。这意味着可以少建 40 座燃

煤发电厂。同时也能提升 GDP，因为企业能够维持运营而不会因断电而停产。

从公用事业单位的角度而言，ADR 有助于减少温室气体的排放以及启动昂贵的“峰值功率”发电机组的需求，这些机组通常都处于

空闲状态，除非基础负荷发电机不足以提供客户要求的电量。使用 ADR 可以有效将高峰负荷降低 15% 到 30%，当大规模进行应用后，就可以创造出一个“虚拟电厂”，可以产生“负瓦特”或降低电量需求，而非建设实体发电厂。

ADR 系统是智能电网技术近期以来最重要的突破。这是一个集成硬件和软件系统，让各行各业及当地的公用事业单位能够一同协作来管理用电高峰且高电价时段，甚至供电不足时段的用电。

通过采用大范围需求响应计划，中国可以显著减少供电不足情况的发生，并每年节省 1% 到 1.2% 的用电量。这意味着可以少建 40 座燃煤发电厂。

框架：协调策略

前方的道路充满挑战。中国需要在企业、公用事业单位和供电公司之间找到一个平衡点，确保各方都能够获得

最佳的技术，并在实施 ADR 系统时，实现

最大的效益和最低的成本。这就要对国家和地方各级的电力管理法规和定价系统进行调整。

由于中国的电力收费相当优惠，而且国家还给予一定的补贴，因此中国的企业在投资节



2012 年 9 月国家电网电力科学研究院、天津经济技术开发区和霍尼韦尔在北京召开的 ADR 系统技术研讨会的合影

能技术方面毫无积极性而言。的确，在一些大的行业，比如钢铁和化工，某些地区要求企业在用电高峰时期必须支付较高的单价，但大多数地区仍采用统一的价格。

国家发改委、国家能源局和中国电力科学研究院等中央政府机构将成为采用电网新技术，建立起投资 ADR 系统等能源技术

激励机制的主要驱动力。这些机构正在分析相关系统适配问题，以便为中国的特定需求寻找最经济有效的技术。

一旦这些技术研发成功并通过测试，

公用事业单位和企业将能从中获益，而且该技术也将被更广泛地采用。此外，中国还通过资助《2013-2015 年电力需求侧管理城市综合试点》项目为能源利用效率和需求响应提供财政支持。

与此同时，这些机构正在鼓励各个城市制定战略，对各项计划和规定进行可行性试验，以便于大规模地采用。例如霍尼韦尔上海项目，当地政府为此提供了财政支持，以确保该技术的顺利集成。中国国家电网公司将提供技术帮助，以确保 ADR 系统能够在当前电网系统内正常运作。当地企业无需承担直接成本。

国家发改委、电力科学研究院等还希望地方政府尝试有助于加速 ADR 系统实施的新的管理办法。例如，新的建筑规范可能要求楼宇

“智能电网准备就绪”。管理办法也可以制定成允许将 ADR 系统的收益计入当地和国家的温室气体排放目标。此外，恰当的激励方式可以激励楼宇业主积极参与到建筑智能电网的应用。

总体而言，成功采用这一技术的关键在于地方政府、国有公用事业单位和供电公司

携手合作，为 ADR 项目提供资金和一致的规管框架。

解决方案：ADR 系统提供灵活性

电科院委托楼宇自控行业的领导者霍尼韦尔公司和电气

工程公司 AECOM 在天津开展需求响应系统的试点和可行性项目。通过电科院与美国贸易发展署签订的资助协议，该项目还获得了美国贸易发展署的部分资助。霍尼韦尔公司和 AECOM 公司也为项目贡献了相当部分的资金。

天津经济技术开发区和电科院为霍尼韦尔认证和拓展示范点提供了支持。霍尼韦尔在天津技术开发区针对部分建筑应用

了 ADR 技术，包括两座商业楼宇、开发区行政大楼和图书馆，以及由轮胎制造商锦湖轮胎（天津）有限公司和风力涡轮机制造商

维斯塔斯风力技术（中国）有限公司运营

在霍尼韦尔的上海项目中，当地政府为此提供了财政支持，以确保该技术的顺利集成。中国国家电网公司将提供技术帮助，以确保 ADR 能够在当前电网系统内正常运作。



天津泰达经济技术开发区牵头天津的 ADR 试点项目

的两座工业大楼。这些楼宇ADR技术的应用充分证明了在中国的电网基础设施的基础上采用需求响应解决方案的可行性。

该项目分三步进行。首先，国家电网需要协议达成一个基于云计算的架构，并确保该架构与电力系统相配合。公用事业单位要确保其电网员工可以

与那些采用ADR系统的电力客户进行无缝沟通。

国家电网发现ADR系统可以做到完全兼容，因为它符合国际开放式软件标准，因此很容易被

集成到几乎所有的楼宇控制系统中。霍尼韦尔的ADR技术包括一个内含云计算的需求响应自动化服务器和开放的ADR网关，可以智能地与客户端负载连接。

接下来，霍尼韦尔逐步采取了各项措施。首先，要对运营该楼宇设施的管理者进行

试点项目楼宇直接供电的当地供电公司纳入培训体系，因为是他们控制着“最后一公里”的电力输送。

一旦所有的主要参与者都准备就绪，那么ADR系统的安装不会影响原有系统的运营。

霍尼韦尔表示，整个过程——从获得客户的“认同”到安装软件和硬件——共耗时约三个月的时间，大部分时间都会用于和公用事业单位、供电公司及设施的关键决策者达成共识上面。在此过程中，本地政府的有力领导

发挥了关键作用。

业主们主要担心的是在安装ADR系统时，他们的办公室或工厂可能会被关闭，而且安装好之后，他们要把运营的控制权移交给公用事业单位。

霍尼韦尔公司向试点用户解释，公用事业

一旦所有的主要参与者都准备就绪，那么ADR系统的安装不会影响原有系统的运营。

ADR项目应用楼宇



天津经济开发区图书馆



天津经济开发区行政楼



锦湖轮胎（天津）有限公司



维斯塔斯风力技术（中国）有限公司



霍尼韦尔扫描与移动技术部（苏州）工厂



霍尼韦尔（天津）工厂

教育培训。这些管理者需要知道，一旦系统被激活，它会如何工作并会产生什么影响。其次，楼宇的业主们需要签署书面同意书才能安装该系统。最后，还需要将为

单位不会控制这个系统，而且ADR系统可在不中断运营的前提下进行安装，因为这个系统是在现有的控制系统上运作的。

安装 ADR 系统之后，设施操作者可以完全掌握其楼宇的控制权。公用事业单位在需要降低或关闭大楼部分的电力时，会至少提前 24 小时通知客户。在目前的人工需求响应系统下，楼宇管理者通常只能提前一小时左右得到通知，往往措手不及。而 24 小时的接收窗口为企业提供了更多的灵活性。例如，由于提前 24 小时得到了通知，锦湖轮胎天津工厂可以在公用事业单位需要限电时减少一个班次的工作，以节省电力。

其他一些楼宇管理者担心有些时候当公用事业单位需要帮助时他们无法响应，因为关闭一条传送带或停止一条自动生产线会对业务造成很大的破坏性。霍尼韦尔则向他们保证，任何楼宇都可以选择不响应公用事业单位的任何要求。霍尼韦尔全球业务拓展总监 Jay Sparling 表示：“当我们向楼宇管理者详细解释之后，他们感觉放心多了。”

从天津试点可以得知，几乎所有配备了电气设备的楼宇都可以安装目前的技术装备以实现需求响应。而公用事业单位只需

要通过中央自动调度系统连接到楼宇即可。并且，除了可以促进需求响应，ADR 技术也可以搭配能源效率系统。虽然能效和需求响应计划的目标略有不同（分别为减少总消耗量与减少高峰负荷），但是，如果将两者相结合，往往能产生更好的效果。

结果： ADR 表现出色

天津试点取得的成果完全超出了各方的预期。根据相关数据，国家能源局、美国贸易发展署和天津市一致认为，投资和努力不仅带来了丰厚的回报，同时也证明了 ADR 是在天津的其他地区乃至整个中国普遍推广的一项技术。

天津试点项目的成果包括：

- 工业场地的负荷随着生产计划的变化而相应减少。该场地的整个生产周期内负荷减少了7.7%。未进行满负荷生产时，该场地的需求响应能力提高30%以上。
- 两座商业楼宇提供了更加稳定和一致



中国电力的主要来源之一：三峡大坝

的负荷卸载响应，卸载负荷15%至20%。

- 天津经济技术开发区项目的成功将会推动ADR在未来示范城市项目的成功。例如，凭借霍尼韦尔的技术支持，上海正式启动了30座楼宇的试点项目，其他一些示范城市，如苏州、佛山等，纷纷表示对使用霍尼韦尔的技术很感兴趣。

总体而言，天津市已经在中国的国家电网中实施了ADR解决方案，实现了其短期目标。“而长期目标是，通过双向的信息流，实现电力供应和需求之间的最佳实时平衡。”霍尼韦尔的Jay Sparling表示。

经验：从天津试点项目收集到的、可以用于复制成功案例和进一步推广ADR技术的主要经验包括：

- 如今，中国已经具备了推广使用ADR这一项重大技术的条件，它提供了一种经济实惠的方法，减少如办公楼宇、实验室和工厂等设施消耗的电量。
- 第一批采用ADR技术的公司将比随后采用该技术的公司具有更大的竞争优势。有了智能监控系统、云计算、需求响应软件和交互式控制等技术，这些公司现在就可以做到降低成本、降低污染。
- 总体而言，任何技术方案得以成功采用的关键是地方政府和公用事业单位和配电企业携手合作，提供融资和法规管理框架。
- 由于中国的电力收费相当优惠，而且国家还给予一定的补贴，因此中国的企业在投资节能技术方面毫无积极性而言。因此，政府须为企业制定更多的投资激励政策。

- 通过霍尼韦尔的ADR技术，企业可以针对设施量身定制节能策略，以便在公用事业单位需要时可以自动采取节能措施。使用ADR可以让公用事业单位快速可靠地在高峰阶段减少总用电量，而商业客户则可以在不影响运营的前提下削减能耗和成本。
- ADR符合国际开放式软件标准，因此很容易集成到几乎所有的楼宇控制系统。
- 在实施ADR时，市政府应该向楼宇管理者介绍该系统。这些管理者需要知道，一旦系统被激活，它会如何工作并产生什么影响。其次，楼宇的业主们需要签署书面同意书才能安装该系统。最后，还需要将为试点项目楼宇直接供电的当地供电公司纳入考虑。
- 只要所有的主要相关方都准备就绪，安装ADR系统不会对任何一方的产生经营影响。安装ADR系统之后，设施运营者完全保有对其楼宇的控制权。公用事业单位如果需要降低或关闭供电，则会至少提前24小时通知客户。

尾注

ⁱ CEC, NEA, USEIA

<http://theenergycollective.com/michael-davidson/335271/china-s-electricity-sector-glance-2013>

ⁱⁱ Amory B. Lovins. The Negawatt Revolution *Across the Board*, Vol. XXVII No. 9, September 1990, pp. 21-22

ⁱⁱⁱ Demand Response System Pilot and Feasibility Study

Draft Final Report by the U.S. Trade and Development Agency

USTDA Grant Number GH201161074

November 19, 2012 page 20

^{iv} McKinsey Global Institute

Preparing for China's urban billion. P.1

February 2009 | by Jonathan Woetzel, Lenny Mendonca, Janamitra Devan, Stefano Negri, Yangmel Hu, Luke Jordan, Xiujun Li, Alexander Maasry, Geoff Tsen, Flora Yu, et al.

^vU.S. Energy Information Administration

<http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=CH>

^{vi}Natural Resources Defense Council

http://switchboard.nrdc.org/blogs/alin/a_five-part_strategy_to_cap_an.html

^{vii} Energy Efficiency California's Highest Priority Resource, p.3

California Public Utilities Commission and California Energy Commission

http://chinausealliance.org/wpcontent/uploads/2012/02/calif_cleanenergy508.pdf