

## 中国的能源管理

布鲁金斯学会 齐晔、达雷尔·韦斯特 (Darrell M. West)

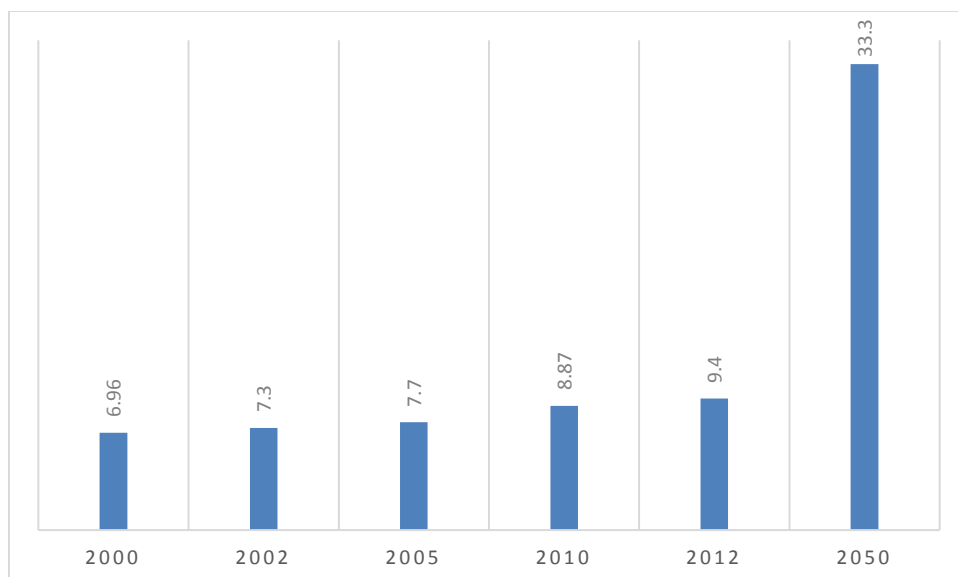
能源是中国和世界许多地方面临的严峻挑战。中国既要应对人口老龄化，又要满足经济发展需求，在管理能源的同时提高空气质量、促进长期增长。中国人口增长迅速，对预算分配和投资决策产生重要影响。

本文探讨技术创新如何改进中国能源管理。作者分析中国的人口和经济发展趋势，及其对能源消费和自然资源的影响。除此之外，文章还将探讨智能电网、智能仪表、可再生能源、新兴技术以及中国的“互联网+”计划等可用于管理中国未来能源发展的潜在手段。文章最后提出几点建议，认为中国应在基础设施建设、能源网连接、互联互通、农村数字技术普及、将数字服务融入整个经济等领域取得进展。

### 人口老龄化

预计 2050 年之前，中国人口将快速高龄化。尽管目前 65 岁以上人口占总人口的比例约 10%，这一数字将于 2050 年增长至 33% 以上。<sup>1</sup> 这种急剧增长将给社会服务预算以及资源分配带来巨大压力。因此，不仅需要大幅增加投入，保障医疗服务供给和居民收入水平，还将对规划决策产生多方面影响（见表 1）。总的来看，这种变化凸显了有效管理能源消费的重要意义，只有这样才能保证社会有资金来满足人们紧迫的服务需求。

**表 1：2000-2050 年中国 65 岁以上人口比例**

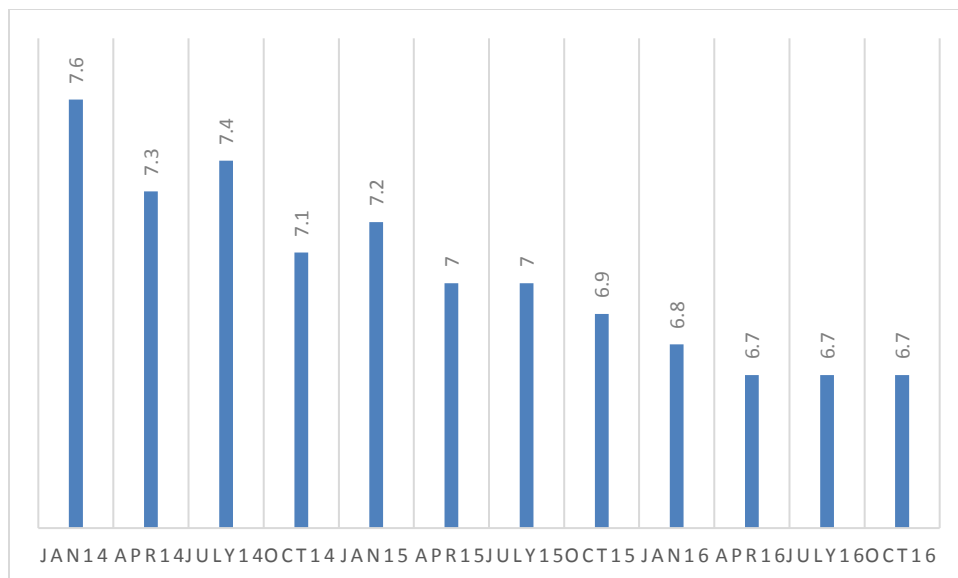


## 经济增速放缓

经济增长一直是中国的首要任务。由于中国人口预计于 2028 年达到 14 亿，中国必须确保经济持续增长，创造就业，维持经济繁荣。<sup>2</sup>

但是，要在经济增长和环境质量之间取得平衡并非易事。中国提出的气候变化方面的规定在各省引发争议。<sup>3</sup> 行业内的官员认为，过于严苛的规定将导致经济增速放缓。他们正与政府官员一道设法同时实现经济和环境目标。由于中国最近几年 GDP 增速明显放缓，这些挑战也更加紧迫。如图 2 所示，中国年均 GDP 增速已经从 2014 年 1 月的 7.6% 降至过去三个季度的 6.7%。<sup>4</sup> 这给就业和政府财政带来压力。如果增速持续放缓，将会给国家领导人带来不小的压力。

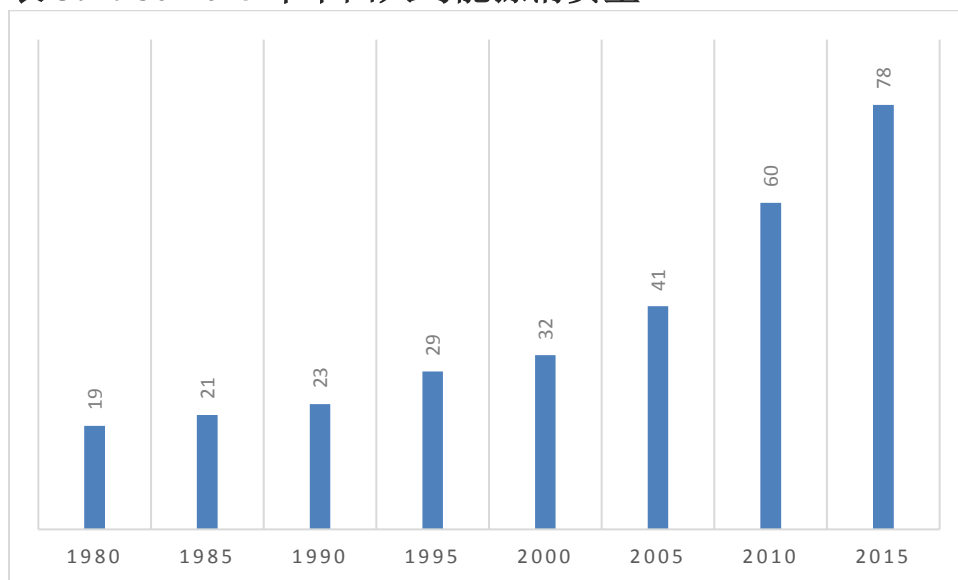
**表 2：2014-2016 年中国 GDP 年均增速**



## 能源需求

这些社会趋势给能源利用带来重要影响。尽管经济增速在放缓，能源需求却在持续增加。表 3 反映的是过去几十年人均能源使用情况。数据显示，经济增长需要大量消耗能源。虽然增速在放缓，能源需求却在增加，生产制造业要求保障能源和原材料供应。<sup>5</sup>

**表 3: 1980-2015 年中国人均能源消费量**

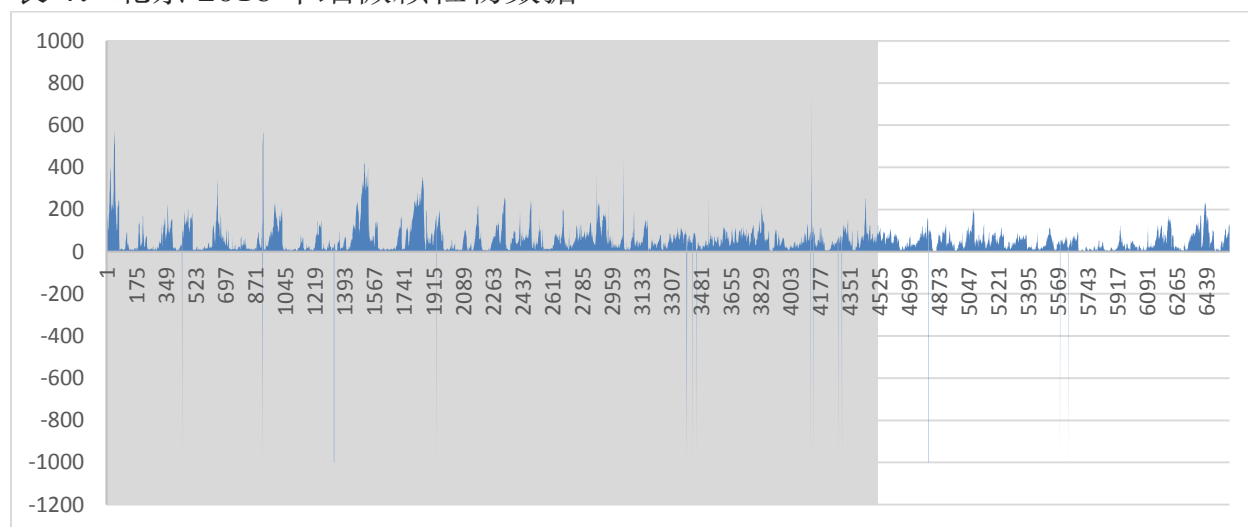


2016 年的数据包括各种能源的需求情况。据新华社报道，要维持目前的经济增速，中国需要 5.5 亿吨原油、2050 亿立方米天然气和 39.6 亿吨煤炭。<sup>6</sup> 中国在能源领域的措施将对全球市场产生重要影响。

## 空气质量

环境保护是中国领导人的一项重要任务。表 4 是 2016 年 1-9 月北京每小时细微颗粒物（PM2.5）数据。<sup>7</sup> 当浓度超过每立方米 150 毫克时，空气则被视为不健康。下列数据显示，首都北京一年经常有 200 天的空气质量为不健康状态。

表 4：北京 2016 年细微颗粒物数据



不安全的空气质量会产生致命的公共卫生后果。据估计，每年有 35-50 万中国人死于空气污染，凸显了空气污染的健康风险。<sup>8</sup> 民意调查显示，改善空气质量是中国的一项重要任务。<sup>9</sup> 皮尔研究中心的研究表明，76% 的中国居民认为空气污染是严重的问题。<sup>10</sup>

## 聚焦可再生能源

为应对环境问题，中国的决策者已经开始大力投入可再生能源发展。中国国家能源局宣布计划到 2020 年投入将超过 3600 亿美元，发展替代能源。<sup>11</sup> 中国政府制定了到 2020 年非化石能源比例提高至 15% 的目标。<sup>12</sup> 为此，中国于 2005 年制定了《可再生能源法》。中国领导人决定“对所有用电收费，

并将收入用于建设新的可再生能源项目。” 中国还于 2009 年要求“所有电网企业收购可再生能源发电。”<sup>13</sup>

这两项举措促进了可再生能源领域投资，其中包括水电。中国是世界上最大的水电生产国。中国还投资发展风能和太阳能，而且在这些领域已经达到世界领先水平。中国十分有远见，认识到应该减少对煤炭的依赖，转向可再生能源。中国官员预计，可再生能源投资将创造超过 1300 万新就业岗位。<sup>14</sup>

## 智能电网

电网互联战略将帮助各国更有效利用能源。不同地区和来源的电力将连接起来，实现最有效的分配。

智能电网利用发电和配电优化技术，提高能效。通过综合利用分布式资源、交互式技术、可再生能源、双向通信和动态利用等，智能电网为企业和消费者提供信息，让其根据供给、需求和定价调整用电量。这也能提高能源利用的可靠性和灵活度。

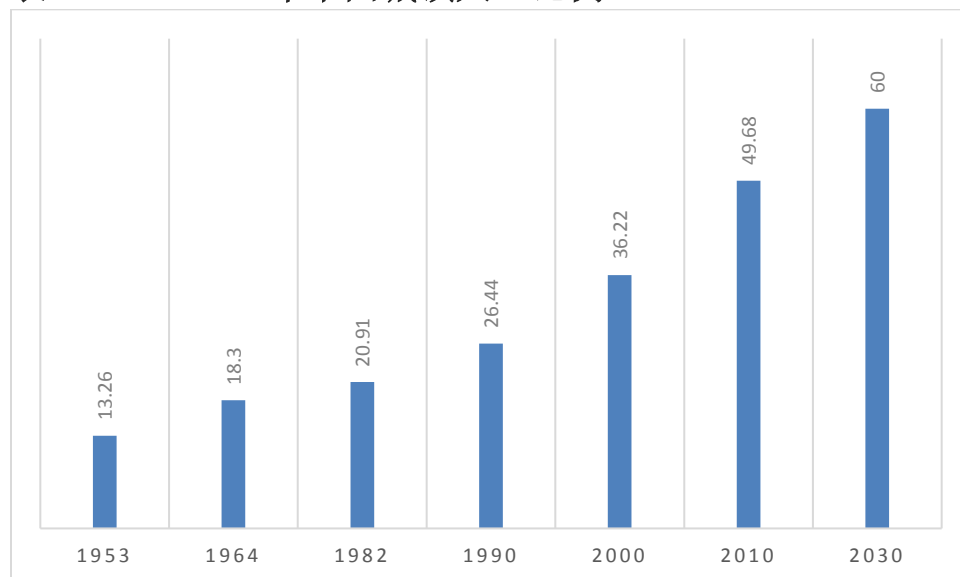
中国领导人提出到 2050 年建成全球电力网络，以提高空气质量，应对气候变化。中国的“全球能源互联网”倡议将连接华北、华东和华中电网，实现远距离输电。<sup>15</sup> 能源互联网将以“全球特高压电网”为基础，将风能和太阳能电站与其他能源发电连接起来。该倡议的最终目的是实现跨国界输配电。

## 智能垃圾桶、智能仪表和资源管理

智能城市倡议旨在利用传感器和数字工具，管理城市服务，提高生活便利。垃圾收集在每个城市都是一项重要工作，但是现有的体系效率低下。不管垃圾桶是否已满，垃圾车都按固定时间表装卸。数字设备可以利用传感器，告知垃圾管理部门垃圾桶是否已满，需要倾倒。这样可以使司机更有效地制定计划，更好地服务城市人口。

中国城镇化正在加速（表 5 所示），数字化解决方案的需求也在增加。例如，中国的城镇化率预计将从 1953 年的 13% 提高至 2030 年的 60%。<sup>16</sup> 在此背景下，必须有效管理自然资源，应对大型都市圈的环境挑战。

表 5: 1953-2030 年中国城镇人口比例



传感器还可以帮助改进水资源管理。例如，传感器可以发现和处置水管漏水情况。有研究显示，美国的社区“因为输水系统泄露，可以损失高达 30% 的水。”<sup>17</sup> 为解决这一问题，水厂和地下管道可以安装传感器和高级仪表，帮助管理人员了解何时出现泄露，在入户前损失了多少水。在基础设施老化的城市，官员可以通过这种方式监测漏水情况，做到实时管理。<sup>18</sup>

智能水表可以让人们了解自己的用水方式，并根据用水量实现节约用水。例如，在美国加州，智能水表和有效的定价结构帮助节约用水 15-20%。<sup>19</sup> 先进水表的应用也让迈阿密-戴德县从中受益。这一地区共有 263 个公园。这些娱乐休闲区年用水量 3.6 亿加仑，污水处理和用水支出为 400 万美元。自从安装了智能城市系统，公园管理部门能够“远距离监测用水量，发现漏水，与其他公园或设施的管理人员分享信息。公园管理局估计每年减少用水 20%，节省开支 86 万美元。”<sup>20</sup>

### 交通拥堵和无人驾驶汽车

交通拥堵是几乎每个大都市圈都面临的问题。<sup>21</sup> “中国汽车保有量超过 100 万辆的城市有 35 座；超过 200 万辆的城市有 10 座。在中国最繁忙的城市，约 75% 的道路会出现高峰期拥堵。”中国私家车总量已经增至 1.26 亿，年均增长 15%。<sup>22</sup> 仅北京一地就有 560 万辆汽车。<sup>23</sup>

Donald Shoup 的研究发现，大都市 30% 的交通是因为司机在商业区绕圈子寻找附近的停车场所导致的。<sup>24</sup>这也是交通拥堵、空气污染和环境恶化的主要源头。“导致气候变化的二氧化碳排放中，约 30% 来自汽车。”<sup>25</sup>

除此之外，大都市 23-45% 的交通拥堵发生在交叉路口。<sup>26</sup> 交通灯和停车标记效率低下，因为这些都是静止的设施，并没有考虑交通流量。交通灯都是提前设定好，不管各个方向的交通量情况，按照固定间隔开启绿灯或红灯。

等到无人驾驶汽车逐渐普及，占到车流量的半壁江山时，车载感应器将能够配合智能交通系统，优化交叉路口的交通流量。红绿灯的时间间隔也将是动态的，并根据街道车流量实时调整。这将提高车流效率，缓解拥堵。

兰德咨询公司的一项研究表明，“无人驾驶技术可以节省燃料。因为无人车的加速、减速比真人司机更加平稳，可以节省 4-10% 燃料。”<sup>27</sup> 因为工业区的雾霾与汽车数量相关，增加无人车的数量，可以减少空气污染。2016 年的一项研究表明，“等待红灯或交通拥堵时，车内污染程度比汽车行进时高出 40%。”<sup>28</sup>

共享无人车系统也有利于减排和节省燃料。德克萨斯大学奥斯汀分校的研究人员分析了二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物、挥发性有机物、温室气体和小半径细微颗粒物等污染物。他们的研究显示，“使用共享无人车系统也能提高能效，减少所有污染物排放量。”<sup>29</sup>

## “互联网+”与未来可借鉴的经验

中国以及其他地方面临的最大挑战是建设可持续的未来。为实现这一目标可以采取多种措施。其中的关键是基础设施投资。中国正在建设数字基础设施，为电子商务、能源网和智能仪表搭建平台。

目前，中国在电网互联方面还存在困难。布鲁金斯学会学者 Phil Wallach 认为，“中国的发电能力和输电能力需求在地理分布上还存在严重的不匹配。”这种差距有时意味着西部风电产区因为无法向其他地区输电，不得不将发电量减少三分之一。”<sup>30</sup>

中国的“互联网+”倡议旨在推进互联互通，进而推动未来经济发展。其重点是挖掘在云计算、大数据和高端制造业等领域的新机遇。中国希望

“将移动互联网、大数据、物联网与高端制造业融合，鼓励电子商务、工业网络和互联网银行发展，帮助互联网企业扩展国际业务。”<sup>31</sup>中国希望能利用这些工具，在价值链上实现从低端制造业向高端制造业迈进。<sup>32</sup>

这一战略将明显造福中国农村地区。中国农村互联网的普及率只有 30%，而城市却有 60%。让落后地区接入互联网将改善市场营销，引入作物监测系统，从而实现农业现代化。这是利用数字技术将农业带入 21 世纪的途径。<sup>33</sup>

将数字服务融入互联互通的生态系统有利于经济可持续发展。有效的互操作性和互联设备将帮助最有效地利用自然资源。智能仪表让人们了解自己的消费情况，从而能做出更明智的能源选择。政府可以通过制定设备互联标准予以推动。

数字技术帮助各国缩小城乡差距。几乎在每个国家，都有落后的农村地区缺乏数字基础设施，因此无法利用数字技术。企业和消费者都无法享受新技术的红利，其他领域也无法提高生产效率。利用数字技术缩小差距是改善能源管理的重要方式。



## 注释

感谢 Hillary Schaub 为本项目提供研究协助，以及 David Rubenstein 基金给予的支持。

---

<sup>1</sup> Darrell M. West, Yu Xiaohui, Han Han, Du Jiadong, Wei Liurong, Le Cheng, Zhang Xueli, Li Haihua, Huang Ying, Sun Ke, Li Na, and Joshua Bleiberg, “M-Health in China and the United States,” Brookings Institution, March 13, 2014, page 9.

<sup>2</sup> *The Economist*, “Global Population Forecasts,” August 4, 2015.

<sup>3</sup> Phil Wallach, “Are the US and China Ready, Willing, and Able to Achieve Their Paris Agreement Goals?” Brookings Institution Center for Effective Public Management, November, 2016.

<sup>4</sup> *Trading Economics*, “China GDP Annual Growth Rate,” undated.

<sup>5</sup> Andrew Stocking and Terry Dinan, “China’s Growth Energy Demand,” Congressional Budget Office, June, 2015, page 4.

<sup>6</sup> Adam Rose, “China Sees Energy Consumption Rising in 2016,” *Reuters*, December 29, 2015.

<sup>7</sup> U.S. Department of State Air Quality Monitoring Program, November 8, 2016, [www.stateair.net/web/historical](http://www.stateair.net/web/historical).

<sup>8</sup> Eri Saikawa, “China’s War on Air Pollution,” China Research Center, October 15, 2014.

<sup>9</sup> Didi Tatlow, “China Air Quality Study Has Good News and Bad News,” *New York Times*, March 30, 2016.

<sup>10</sup> George Gao, “As Smog Hangs Over Beijing, Chinese Cities Cite Air Pollution as Major Concern,” Pew Research Center, December 10, 2015.

<sup>11</sup> Andrew Stocking and Terry Dinan, “China’s Growth Energy Demand,” Congressional Budget Office, June, 2015, page 12.

<sup>12</sup> Andrew Stocking and Terry Dinan, “China’s Growth Energy Demand,” Congressional Budget Office, June, 2015, page 12.

<sup>13</sup> Andrew Stocking and Terry Dinan, “China’s Growth Energy Demand,” Congressional Budget Office, June, 2015, page 13.

<sup>14</sup> Michael Forsythe, “China Plans a Big Increase in Spending on Renewable Energy,” *New York Times*, January 6, 2017, p. A6.

<sup>15</sup> *Futurism*, “China Wants to Build a \$50 Trillion Global Wind & Solar Power Grid by 2050,” April 4, 2016 and *Dow Jones Newswires*, “China’s State Grid Envisions Global Wind-and-Sun Power Network,” March 30, 2016.

<sup>16</sup> The numbers for 1953 to 2010 come from China Statistics, “Basic Statistics on National Population Census,” at [www.stats.gov.cn](http://www.stats.gov.cn). The 2030 projection is based on Karen Seto, “What Should We Understand about Urbanization in China?,” *Yale Insights*, November 1, 2013.

- 
- <sup>17</sup> Angela Godwin, "Advanced Metering Infrastructure: Drivers and Benefits in the Water Industry," *Water World*, undated.
- <sup>18</sup> Portions of this section come from Darrell M. West, "Driverless Cars in China, Europe, Japan, Korea, and the United States," Brookings Institution Center for Technology Innovation, September, 2016.
- <sup>19</sup> Pacific Institute, "Metering in California," September, 2014.
- <sup>20</sup> Miami-Dade County Fact Sheet, "Smarter Water Management: Parks, Recreation and Open Spaces," undated.
- <sup>21</sup> Portions of this section come from Darrell M. West, "Driverless Cars in China, Europe, Japan, Korea, and the United States," Brookings Institution Center for Technology Innovation, September, 2016.
- <sup>22</sup> Li Shufu, "Paving the Way for Autonomous Cars in China," *Wall Street Journal*, April 21, 2016.
- <sup>23</sup> Chris Buckley, "Beijing's Electric Bikes, the Wheels of E-Commerce, Face Traffic Backlash," *New York Times*, May 30, 2016.
- <sup>24</sup> Daniel Shoup, "Cruising for Parking," *Access*, Volume 30, 2007, pp. 16-22.
- <sup>25</sup> Bruce Weindelt, "Digital Transformation of Industries: Automotive Industry," World Economic Forum in collaboration with Accenture, January, 2016, p. 4.
- <sup>26</sup> Interview with experts of Baidu, July 12, 2016.
- <sup>27</sup> James Anderson, Nidhi Kalra, Karlyn Stanley, Paul Sorensen, Constantine Samaras, Oluwatobi Oluwatola, "Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers," RAND Corporation, 2016, p. xvi.
- <sup>28</sup> Tatiana Schlossberg, "Stuck in Traffic, Polluting the Inside of Our Cars," *New York Times*, August 29, 2016.
- <sup>29</sup> Daniel Fagnant and Kara Kockelman, "The Travel and Environmental Implications of Shared Autonomous Vehicles Using Agent-Based Model Scenarios," presented at the 93<sup>rd</sup> annual meeting of the Transportation Research Board in Washington, D.C., January, 2014 (also published in *Transportation Research Part C*, Volume 40, 2014, pp. 1-13).
- <sup>30</sup> Phil Wallach, "Are the US and China Ready, Willing, and Able to Achieve Their Paris Agreement Goals?" Brookings Institution Center for Effective Public Management, November, 2016, p. 9.
- <sup>31</sup> Gordon Chang, "China's 'Internet Plus' Strategy", *Forbes*, April 19, 2015.
- <sup>32</sup> Lincoln Davidson, "'Internet Plus' and the Salvation of China's Rural Economy," *The Diplomat*, July 17, 2015.
- <sup>33</sup> Lincoln Davidson, "'Internet Plus' and the Salvation of China's Rural Economy", *The Diplomat*, July 17, 2015.