联合国
工业发展组织

世界小水电发展报告 2016

综合摘要

免责声明

联合国工业发展组织和国际小水电中心版权所有 (2016)

《世界小水电发展报告2016》由联合国工业发展组织 (UNIDO) 和国际小水电中心(ICSHP)联合编辑出版，提供全球小水电发展信息。

文中的意见、统计数据和预测等都由作者负责，不应视为联合国工业发展组织的意见或立场。联合国工业发展组织 (UNIDO)、其成员国和国际小水电中心 (ICSHP) 已经竭尽所能确保本报告内容的准确性，但不对使用相关信息引发的任何后果承担任何法律责任。

本报告未经联合国正式编辑。报告内采用的名称和文件资料并不代表联合国工业发展组织的秘书处关于各国、领土、城市、地区或其当局的合法地位，以及关于国土、边界的界定、或对经济体系及其发展程度等问题的任何意见和立场。例如“发达的”、“工业化的”和“发展中”等一类词汇只为方便统计，未必表示一个国家或者地区的真实发展程度。该报告中提及的公司名称或者商业产品并非联合国工业发展组织为其代言。

本报告内容可以自由引用或转载，但是必须注明出处。

推荐引文:

《世界小水电发展报告2016》：联合国工业发展组织（维也纳）、国际小水电中心（杭州）。

所有的引文和此报告的电子版可下载于：www.smallhydroworld.org

封面图片：Adobe Stock图片库

审阅与设计：Booksmith Productions

中文版翻译：国际小水电中心

序

陈雷，中华人民共和国水利部部长　国际小水电联合会荣誉主席

水电是国际公认的清洁能源，在全球能源供应中发挥着重要作用。随着世界能源需求增长和全球气候变化，世界各国都把开发水电作为能源发展的优先领域。小水电(装机5万千瓦及其以下)以技术最成熟、经济最可行，及对环境影响小等独特优势，在有效解决农村用电、改善群众生产生活条件、带动农村经济社会发展、促进减贫解困和节能减排等多方面发挥着重要作用，可谓一举多赢、费省效宏，受到国际社会特别是广大发展中国家的青睐。

中国是世界上最大的发展中国家，也是全球水能资源最为富集的国家。中国政府把水电放在积极开发的位置，截至2015年底，水电装机已达3.2亿千瓦，年发电量1.1万亿千瓦时，不仅为我国能源结构调整、温室气体减排、经济社会发展做出了重大贡献，也对世界水电的发展也产生了巨大的引领和推动作用。特别是“十二五”期间，中国政府高度重视小水电发展，大力推进“民生、平安、绿色、和谐”小水电建设，对4400多座小水电站实施增效扩容改造，装机容量和年发电量分别比改造前增加20%和40%以上；全面建成300个水电新农村电气化县，带动完成农村水电新增装机容量515万千瓦，占同期全国农村水电新增装机的50%；通过实施小水电代燃料项目，解决了59.2万户、224万人生活燃料问题，保护森林面积1100多万亩；小水电总装机容量超过7500万千瓦，年发电量2300多亿万千瓦时，提前5年完成《可再生能源中长期发展规划》确定的目标任务。

当前，中国经济发展已经进入新常态，能源资源约束日益加剧，生态环境问题突出，调整结构、提高能效和保障能源安全的压力进一步加大。中国政府坚持创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念和“节约、清洁、安全”的战略方针，加快构建清洁、高效、安全、可持续的现代能源体系，并制定了《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》。水电作为重要的可再生能源，在中国还有很大开发潜力。中国政府将在做好生态环境保护和移民安置的前提下，积极有序推进大型水电基地建设。同时，结合脱贫攻坚战略，因地制宜发展小水电。到2020年，中国常规水电装机力争达到3.5亿千瓦左右，其中小水电装机达到8100万千瓦。

中国小水电开发建设取得了举世瞩目的成就，也为全球小水电开发树立了榜样。作为第一个总部设在中国的国际组织——国际小水电联合会和国际小水电中心的建立是历史的必然选择。20多年来，国际小水电中心按照“国际化、公益性、东道国”的发展方针，在深化南南合作、发展小水电，推动中国水利走向国际舞台等方面积极进行探索和实践，取得了显著成效。国际小水电中心创造了发展中国家、发达国家和国际组织间三方合作的南南合作新模式，树立了国际小水电的品牌，引领了国际小水电行业发展的新潮流，让中国经验、中国智慧和中国力量惠及世界、造福全球。

作为国际小水电联合会的东道国，中国政府积极支持国际小水电联合会、国际小水电中心与包括联合国工发组织在内的许多国际机构和专家学者开展合作，分享中国小水电的成功经验，促进世界小水电发展。2013年12月，国际小水电中心与联合国工业发展组织共同完成并发布了首部英文版《世界小水电发展报告2013》。该报告立足全球视野审视世界小水电发展，为区域国际机构和有关国家的可再生能源发展规划、水资源统一管理提供了基础性信息和战略性参考，成为全球小水电发展的重要信息平台。

作为对第一版的更新，《世界小水电发展报告2016》纳入了160个国家报告和20个区域报告，比第一版新增了11个国家。报告邀请230多名来自上述国家水利水电主管政府部门、行业科研机构、大学、水电公司等小水电领域的专家撰写本国的国家报告和区域报告。报告还在电力概况、小水电概况和潜力、可再生能源政策、小水电政策、小水电开发障碍等5个方面做了更深入的调研，增加了电网结构、电价、优惠政策、政府近期规划项目、可再生能源电价/政策、规划等方面的信息。《世界

小水电发展报告2016》信息更全面、更实用、更权威。

当今世界正在向低碳能源时代迈进，能源供求关系发生深刻变化。中国政府愿意与国际社会共同分享小水电技术创新成果和倡导小水电绿色发展新理念，热忱欢迎世界各国和地区就小水电发展问题继续与我们开展深入交流和务实合作，同时，衷心希望《世界小水电发展报告2016》能够助力世界小水电实现包容可持续发展，为创造人类美好生活作出应有贡献。

是为序。

陳雪

序

李勇，联合国工业发展组织总干事

为了解决环境问题、保证能源安全并应对燃料价格波动，实现具有包容、可持续性的工业和经济发展，领导们正致力于统筹布局，实现经济从传统资源依赖型向可再生能源转型。联合国工业发展组织（UNIDO）致力于促进包容可持续性发展，实现工业相关的可持续性发展目标（SDGs），尤其是可持续性发展目标9（SDG9）－建设有风险抵御能力的基础设施、促进包容的可持续工业，并推动创新。联合国工业发展组织清楚，只有通过当地可再生资源获取低成本和可靠的能源推动生产性应用，才能带来经济、社会和环境效益，比如提高行业竞争力、创造就业机会、提高收入水平。

因此，小水电是理想的可再生能源解决方案，以满足农村地区生产性使用及实现农村电气化。小水电技术成熟，设计简单，便于本地运行和维护。它在离网技术中发电成本最低，灵活性大，适应于各种地理环境和基础设施条件。

尽管建设小水电有上述种种好处，很多发展中国家小水电的潜力尚未开发。

因此，联合国工业发展组织十分重视对各行业，特别是小型企业，培养利用可再生能源，比如小水电的意识、信息传播和经验分享，以提高生产力、促进工业化进程和区域经济发展。

这符合《世界小水电发展报告》的目标，即通过宣传能源规划政策，信息和知识分享，引导投资者进入可再生能源市场，从而提高小水电在能源结构中的比例。

为此，联合国工业发展组织能源司与国际小水电中心于2013年联合打造了一个小水电知识平台www.smallhydroworld.org并出版了《世界小水电发展报告2013》。这一重要举措是联合国工业发展组织对全球小水电有价值信息的首次汇编，为决策者和投资者提供了重要指导。

2016年，联合国工业发展组织、国际小水电中心，以及其他合作伙伴推出了最新版《世界小水电发展报告》和小水电知识平台，继续向各国领导人介绍小水电的开发现状以及开发潜力，并鼓励业内利益相关方共享、传播这些信息。

在此特别感谢编写报告的专家们和相关机构的努力付出，使报告内容更详实、陈述更准确。

是为序。

鸣谢

《世界小水电发展报告2016》在联合国工业发展组织(UNIDO)能源司司长长Pradeep Monga、国际小水电中心(ICSHP)主任程夏蕾和中国南京水利科学研究院副院长刘恒的总指导下编制。本报告是小水电领域众专家历经两年努力研究、密切合作取得的成果。

本报告由联合国工业发展组织官员Rana Pratap Singh负责，联合国工业发展组织Sidney Yap(叶怡兰)、国际小水电中心的王羡徕和Eva Kremere全面协调；国际小水电中心的研究团队，包括Nathan Stedman，Tom Rennell，Marcis Galauska，Oxana Lopatina和 Gonzalo Lopez，为本报告提供了大力支持。

以下人员为本报告提供了宝贵意见和建议，大大提升了报告的整体质量。包括以下作者：Fagan Abdurahmanov, Tcharabalo Abiyou, Donald Adgidzi, Lia Aghekyan, Engku Ahmad, Dennis Akande, Sameer Sadoon Algburi, Mohammad Hassan Al Zoubi, Gabrial Anandarajah, Viktor Andonov, Darlene Arguelles, Fredrik Arnesen, John Kobbina Arthur, Engku Ahmad Azrulhisham, Attila Bagi, Johor Bahru, Betsy Bandy, Sendi Baptista, Kemal Baris, Stefano Basso, Alexis Baúles, Hannes Bauer, Madhu Prasad Bhetuwal, Mme Sow Aissatou Billy, Guillaume Binet, Alaeddin Bobat, Nebiyu Bogale, Edilbek Bogombaev, Carlos Bonifetti, Roger Limoko Bosomba, Paul Bryce, Thomas Buchsbaum, Alfredo Samaniego Burneo, Ejaz Hussain Butt, Rodolfo Caceres, Martin Camille Cange, Sonya Chaoui, Piseth Chea, Zivayi Chiguvare, Gift Chiwayula, Karim Choukri, Nouri Chtourou, Romao Grisi Cleber, Bill Clement, Fred Conning, Dione Constance, Jovan Cvijic, Manana Dadiani, Vassish Dassagne, Eric Davy, Denise Delvalle, Johanna D'Hernoncourt, Sinalou Diawara, Paulo Alexandre Diogo, Pirran Driver, Khalil Elahee, Sylla Elhadji, Hussein Elhag, Mohamedain E. Seif Elnasr, Lambert Engwanda, Cayetano Espejo, Daniela Espinoza, José Fábrega, Nimashi Fernando, Soukaina Fersi, Geraldo Lúcio Tiago Filho, Sione Foliaki, Fombong Matty Fru, Tokihiko Fujimoto, Camila Rocha Galhardo, Ramon Garcia, Rinayu Garini, Carlos González, Erickl Gonzalez, Toon Goormans, Johannes G.Grijsen, Cleber Romao Grisi, Leo Guerrero, Mathias Gustavsson, Zvonimir Guzovic, Armin Hadzialic, Mohammad Hajilari, Randrianarivelo Jean de Dieu Luc Harisson, Eoin Heaney, Liu Heng, Deung-Yong Heo, Marcello Hernández, Sven Homscheid, Arian Hoxha, M.R. Ibragimova, Janis Irbe, Agustín Irizarry-Rivera, Michela Izzo, Sherab Jamtsho, Frantisek Janicek, Sergio Armando Trelles Jasso, Rim Jemli, Edy Jiménez-Toribio, Kurt Johnson, Morsha Johnson-Francis, Rán Jónsdóttir, Aaron Yancho Kaah, Furkat Kadyrov, Ramiz Kalbiyev, J.K. Kaldellis, Papias Karanganwa, Bryan Karney, Raul Pablo Karpowicz, Egidijus Kasiulis, Fredrick Kazungu, Nguy Thi Khanh, Harald Kling, Wim Klunne, John Korinihona, Igor Kovacevic, Juraj Kubica, Arun Kumar, Gianluca Lazzaro, Disashi Nyama Lemba, Zenkevich Zhanna Leonidovna, Jean-Marc Lévy, Patricia Lewin, Stelios Liaros, Roger Limoko, Galina Livingstone, Casper Lundbak, Esmenio Isabel Joao Macassa, Ewa Malicka, Ghulam Mohd Malikyar, Sharon Mandair, Ariel Marcheniagi, Miroslav Marence, Cayetano Espejo Marin, Ramon Garcia Marin, Rupeni Mario, Max Marten, Harrison Masiga, Petr Mastny, Anare Matakiviti, Leopoldo Mba, Nebiyu Bogale Mereke, Emmanuel Michael-Biririza, Lasten Mika, Jan Moravek, Conrado Moreno, Carine Mukashyaka, Tin Myint, Wimal Nadeera, N'guessan Pacôme N'Cho, Leonel Wagner Neto, Niels Nielsen, Robert Nyamvumba, Abdeen Mustafa Omer, Emna Omri, Efrain O'neil-Carrillo, Karim Osseiran, Daniel Paco, Milena Panic, Domingos Mosquito Patricio, Cláudio Moisés Paulo, Elsia Paz, Henrik Personn, Ana Milanovic Pešic, Mark Pickup, Vlad Florin Pîraianu, Jiri Pitron, Martina Prechtl-Grundnig, Nuwan Premadasa, Mairawesi Pulayasi, Peeter Raesaar, Faisal Rahadian, Mizanur Rahaman, Jorge Reyes, Lucas Rissatto, António Carmona Rodrigues, José Pablo Rojas, Irina Rotari, Vladimir Russo, Kamila Sakipova, Jorge Reyes Salazar, Alberto Sanchez, Sašo Šantl, Vahan Sargsyan, Ryspek Satylkanov, Martin Scarone, Ozturk Selvitop, Shamsuddin Shahid, Mahender Sharma, M. Hady Sherif, Manish Shrestha, Sangam Shrestha, Luciano José da Silva, Mundia Simainga, Christopher Simelum, Jérémie Sinzinkayo, Seming H. Skau, Paradis Someth, Eva Szabina Somossy, Marina Stariradeva, Janusz Steller, Phillip Stovold, Abdul-Ilah Younis Taha, Samiha Tahseen, Kati Takala, Ibrahim Ragab Mohamed Teaima, Stephan Theobold, Mikael Togeby, Petr Toman, Ernesto Torres, Bertrand Touaboy, Thierry Trouillet, Le Anh Tuan, Makhbal Tumenjargal, Eva Maate Tusiime, Philbert Tuyisenge, Jo Tyndall, Miranda Urbina, Marko Urošev, Peter Vail, Petro Vas'ko, Sandra Vatel, Carola Venegas, Akhomdeth Vongsay, David E. Weir, Harsha Wickramasinghe, Horace Williams, Mark Williams, Edmund D Wuseni, Kassius Klei Ximenes, Milena Yanuzova.

其他特约专家：国际小水电中心的刘德有、胡晓波和Lara Esser，杭州亚太小水电中心的林凝和李志武。同时诚挚感谢Guillaume Binet, Johannes Geert Grijsen, Sergio Armando Trelles Jasso, Kurt Johnson, Furkat Kadyrov, Bryan Karney, Wim Klunne, Gianluca Lazara, Galina Livingstone, Miroslav Marence, Niels Nielsen, Janusz Steller, Phillip Stovold, 他们审阅了大量报告并对很多内容做了提升。

同时感谢编委会成员的建设性意见，尤其是美国国家水电协会 (NHA) Linda Church-Ciocci女士，斐济太平洋共同体秘书处 (SPC)的Solomone Fifita先生，日本国家科学技术与学术政策研究所(NISTEP)的 Motoyuki Inoue，中欧能源环境合作计划(EEP)的Wim Jonker Klunne，印度理工学院Arun Kumar，奥地利联合国工业发展组织的Pradeep Monga，联合国亚太经济与社会委员会(UNESCAP)的Hongpeng Liu，中国南京水利科学研究院的Liu Heng，联合国教科文组织-IHE 水教育学院(UNESCO-IHE)的András Szöllösi-Nagy，国际小水电组织的Tian Zhongxing，日本国际水灾与风险管理中心(ICHARM)的Kuniyashi Takeuchi，国际可再生能源机构(IRENA)Jeffrey Skeer，巴西Centro Nacional de referencia em Pequenas Centrais Hidreletricas(CERPCH)的Geraldo Tiago Filho，以及联合国工发组织出版委员会成员：Augusto Luis Alcorta Silva Santisteban, Adnan Seric, Jacek Cukrowsk, Steffen Kaeser, Frank Hartwich, Alois Mhlanga, Patrick Nussbaumer, Thouraya Benmokrane, Michele Clara和其他能源司的同事。

综合摘要

《世界小水电发展报告2016》是联合国工发组织和国际小水电中心，联合全球230多位当地和区域小水电专家、工程师、学者和政府官员通力合作的成果。

《世界小水电发展报告2013》的出版是为了给决策者、利益相关者和潜在投资者提供一份综合参考出版物，更有效地促进小水电这一农村可再生能源的可持续发展，并克服现有开发障碍。2016版报告不仅仅是对2013版本的内容更新，更重要的是在2013版本基础上，通过深入分析和更全面的政策环境概述提高了数据准确性。

能源仍然是当前世界所面临的最重要的经济、环境和发展问题之一，全世界大约17%的人口，约12亿人仍然用不上电(图1)。联合国认为清洁能源和电力是发展的关键因素，因此把能源获得列为第七项可持续发展目标（SDG）。而清洁能源与其它可持续发展目标并存，包括减轻贫困、教育、改善环境和应对气候变化等。

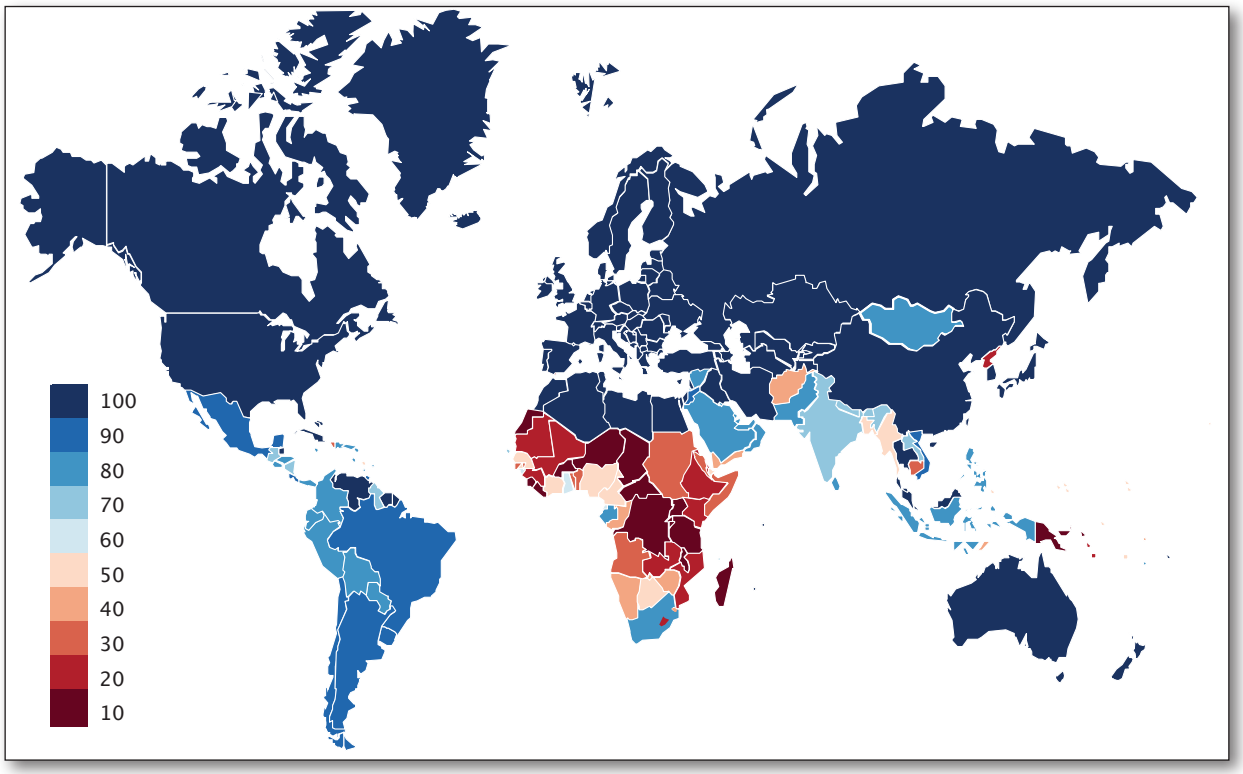
面临气候变化，发展中国家和发达国家对清洁、可持续能源资源的需求越来迫切，而传统化石燃料市场由于地缘政治和经济的不确定性更加强调了能源多样化和能源独立的重要性。

纵观全球，水电是利用最广泛的可再生能源，全球总装机超过1,200GW。但是，如果水电项目设计、规划不到位，会对环境产生负面影响。为了确保水电的可持续发展和运行，并在经济、社会发展和环境保护之间寻求平衡点，“绿色水电”概念应运而生。

在环保政策支持和监管当局强有力的监督下，小水电能成为重要的可再生能源技术，为农村电气化、社会包容性可持续工业发展、减少温室气体排放和森林砍伐等方面做出有益贡献。因此，小水电应该纳入各国的国家计划，实现可持续绿色能源发展。

图1

全球电气化率(%)



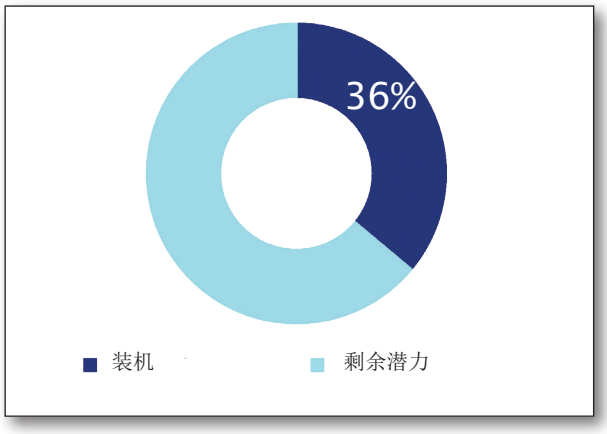
来源：世界银行统计数据*

全球概述

2016年全球小水电装机容量估约为78GW，相比《世界小水电发展报告2013》数据，增加约4%；小水电资源总潜力估算约217GW，增幅超过24%。总体而言，截止2016年，全球小水电资源总潜力已开发将近36%（图2）。

图2

全球小水电装机容量(%)



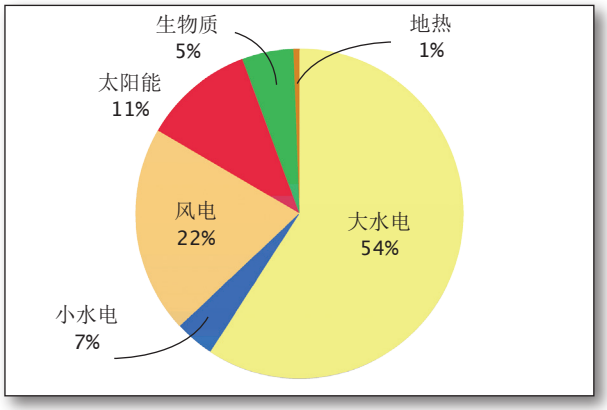
来源：国际小水电中心

小水电约占全球总发电装机容量的1.9%，占可再生能源总装机容量的7%，占水电总装机容量(包括抽水蓄能)的6.5%（10MW以下）。作为全球最重要的可再生能源资源之一，小水电发展排名第四，当前大水电装机容量排名第一，随后是风能和太阳能(图3)。

在小水电发展方面，中国继续占主导地位，分别占全球总装机容量（10MW以下）的51%，占全球小水电资源总潜力的29%左右。事实上，中国装机容量是意大利、日本、挪威和美国四国总装机容量的四倍多。前五个国家，即中国、意大利、日本、挪威和美国一起构成67%的全球总装机容量（图4）。

图3

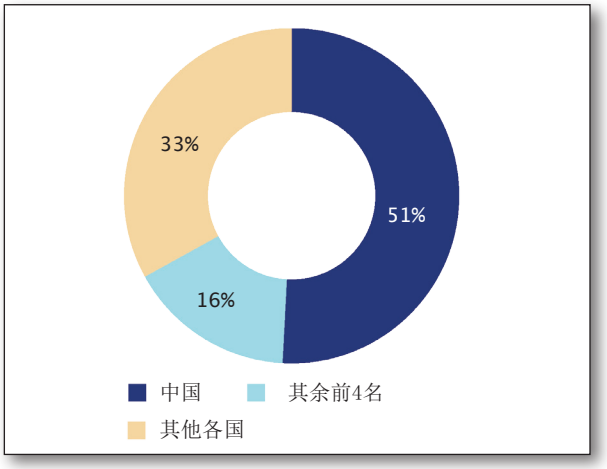
全球可再生能源（%）



来源：世界银行

图4

小水电发展领先国家（%）



来源：国际小水电中心

美国已经开发其大部分的潜力，2016年已开发潜力达到57%。巴西多数小水电潜力尚未开发，2016年数据显示只开发了22%。然而相比《世界小水电发展报告2013》数据，巴西小水电装机容量增加了34%（≤30MW）；而美国由于2015年获得的数据更准确，其装机容量下降了46%。欧洲的小水电开发率最高，已开发潜力约48%。(图5)。

日本和印度小水电开发次之，2016年两国的已开发潜力分别为35%　和18%。与《世界小水电发展报告2013》数据相比，印度的总装机容量增加了18.6%（≤25MW）；而日本只增加了0.8%。

由于中国在小水电领域的主导地位，使得亚洲拥有最高小水电装机容量占比，以50,729MW占全球总装机容量约65%。另一方面，大洋洲的占比最低，大约只占全球小水电总潜力的1%(图6)。

亚洲小水电(≤10MW)装机容量和潜力仍居第一；欧洲小水电开发比例最高，西欧已开发潜力已经达到85%。

图5

区域小水电装机容量（<10MW）

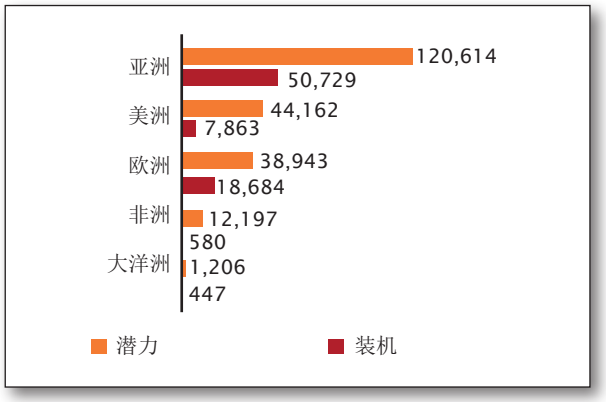


表1

小水电开发区域、次区域和国家前5名(<10MW)

各区域/排名	1	2	3	4	5
各区域按装机容量 (MW)	亚洲	欧洲	美洲	非洲	大洋洲
各区域按潜在容量 (MW)	亚洲	美洲	欧洲	非洲	大洋洲
各区域按未开发潜力 (MW)	亚洲	美洲	欧洲	非洲	大洋洲
各区域按已开发潜力占比	欧洲	亚洲	大洋洲	美洲	非洲
各次区域/排名					
各次区域按装机容量 (MW)	东亚	南欧	西欧	北美	北欧
各次区域按总潜在容量 (MW)	东亚	南美	南亚	南欧	东南亚
各次区域按未开发潜力(MW)	南美	东亚	南亚	东南亚	南欧
各次区域按已开发比例 %	西欧	北美	北非	东亚	中美
各国家/排名					
各国家按装机容量 (MW)	中国	美国	日本	意大利	挪威
各国家按总潜在容量 (MW)	中国	哥伦比亚	印度	日本	挪威
各国家按未开发潜力 (MW)	哥伦比亚	中国	印度	智利	日本

在五个区域的装机容量和潜力排名中，美洲和非洲分别排第三和第四。在美洲，大多数小水电集中在北美和南美；但是，相对较小的两个地区，即加勒比海和中美，还需要进一步开展评估以确定其实际小水电潜力。2016年，美洲的小水电开发率达到18%。然而，非洲的小水电开发率低于5%，还需要加快开发步伐。东非最具小水电潜力，同时也是开发程度最低的次区域（图7和8以及表2）。

就区域而言，亚洲装机容量增幅最大，与2013年报告数据相比，亚洲小水电装机容量增加了33%。非洲增幅排名第二，装机容量增加了10%。但是，

图6

区域小水电装机容量(%)

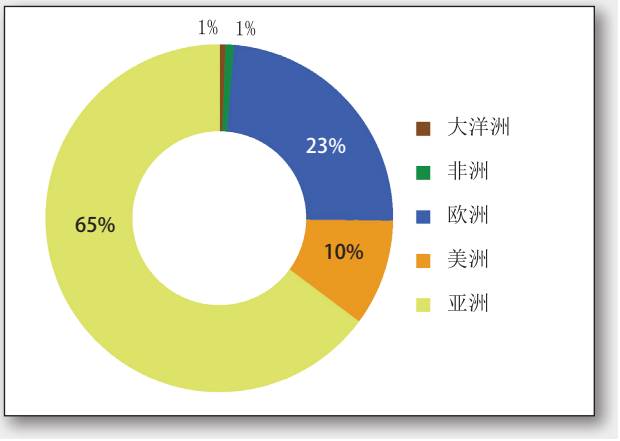
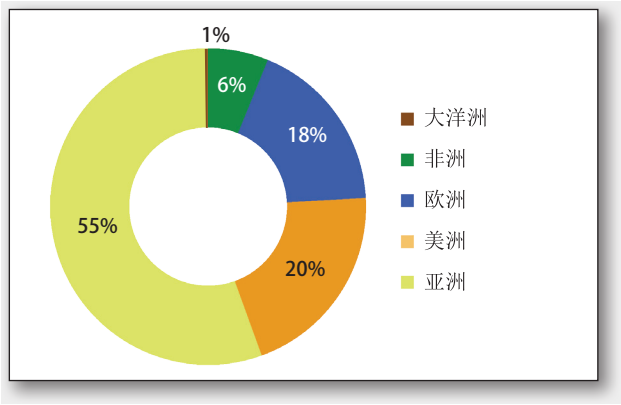


图7

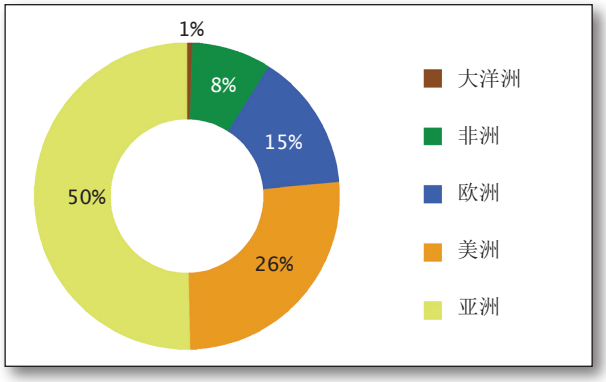
区域小水电潜力(%)



由于该地区最初的小水电装机容量水平较低，实际增加量只有54MW；因此，与亚洲4,462MW 增量相比，非洲的增量相对较小。

图8

区域小水电未开发潜力(%)



在研究的160 个国家当中，将近一半的国家已制定了国家或地方小水电上网电价补贴政策(FIT)或者其他类似财政激励。很多国家比如埃及和多米尼加共和国已为可再生能源制定了上网电价补贴政策，但是并未专门为水电制定相关政策。其他国家如莫桑比克和埃塞俄比亚，已经草拟了上网电价补贴政策且即将执行。冈比亚已经宣布上网电价补贴政策(FIT)成为新能源法一部分，但是尚未执行。

表2

区域小水电装机及潜力汇总（<10MW）

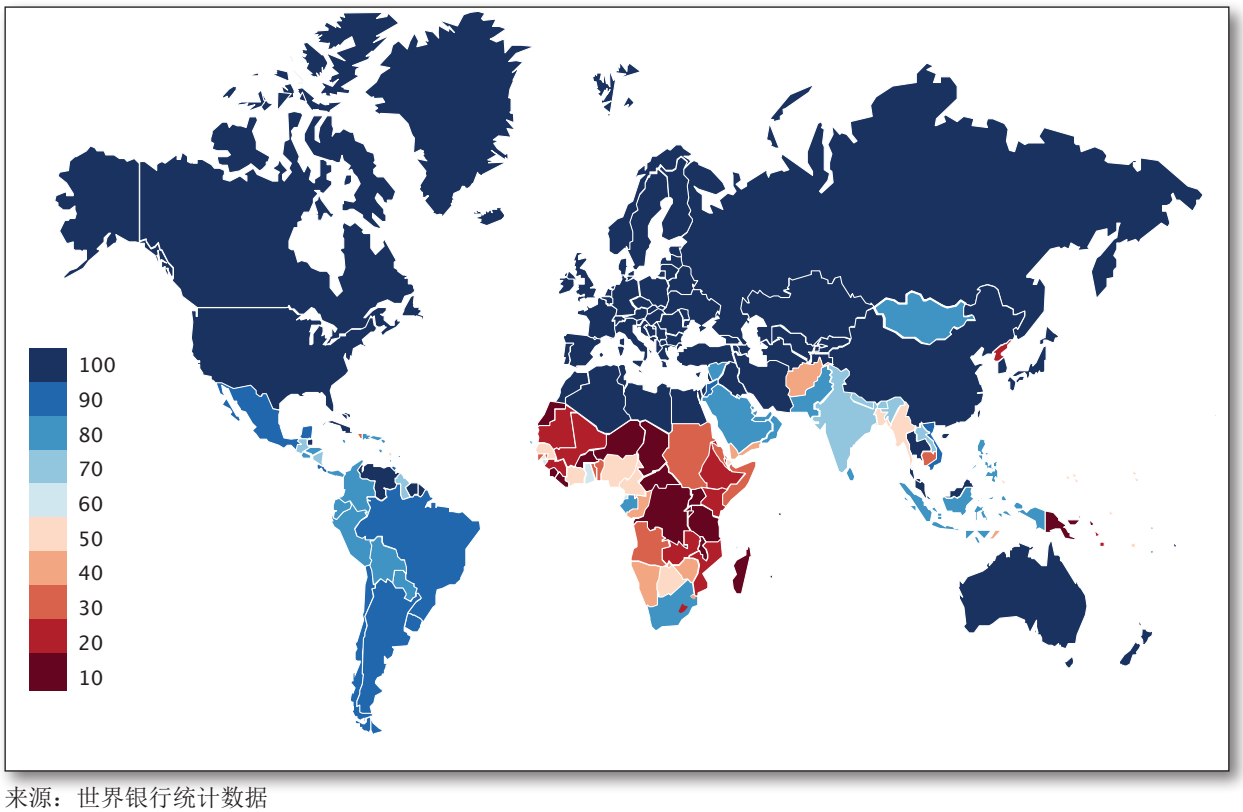
		小水电装机容量	小水电潜在容量
非洲	中非	104	1,745
	东非	216	6,759
	北非	111	189
	南非	63	392
	西非	86	3,113
美洲	加勒比海	172	349
	中美	855	1,512
	北美	4,798	7,662
	南美	2,039	34,638
亚洲	中亚	221	6,087
	东亚	43,542	75,335
	南亚	2,974	17,824
	东南亚	2,340	13,642
	西亚	1,653	7,700
欧洲	东欧	1,924	4,470
	北欧	4,292	10,920
	南欧	6,286	16,310
	西欧	6,183	7,243
大洋洲	澳大利亚与新西兰	335	794
	太平洋岛国	112	412

*注意： 本章节所有数据引自各个地区摘要和国家报告；电气化率数据来源于世界银行

世界一览

图9

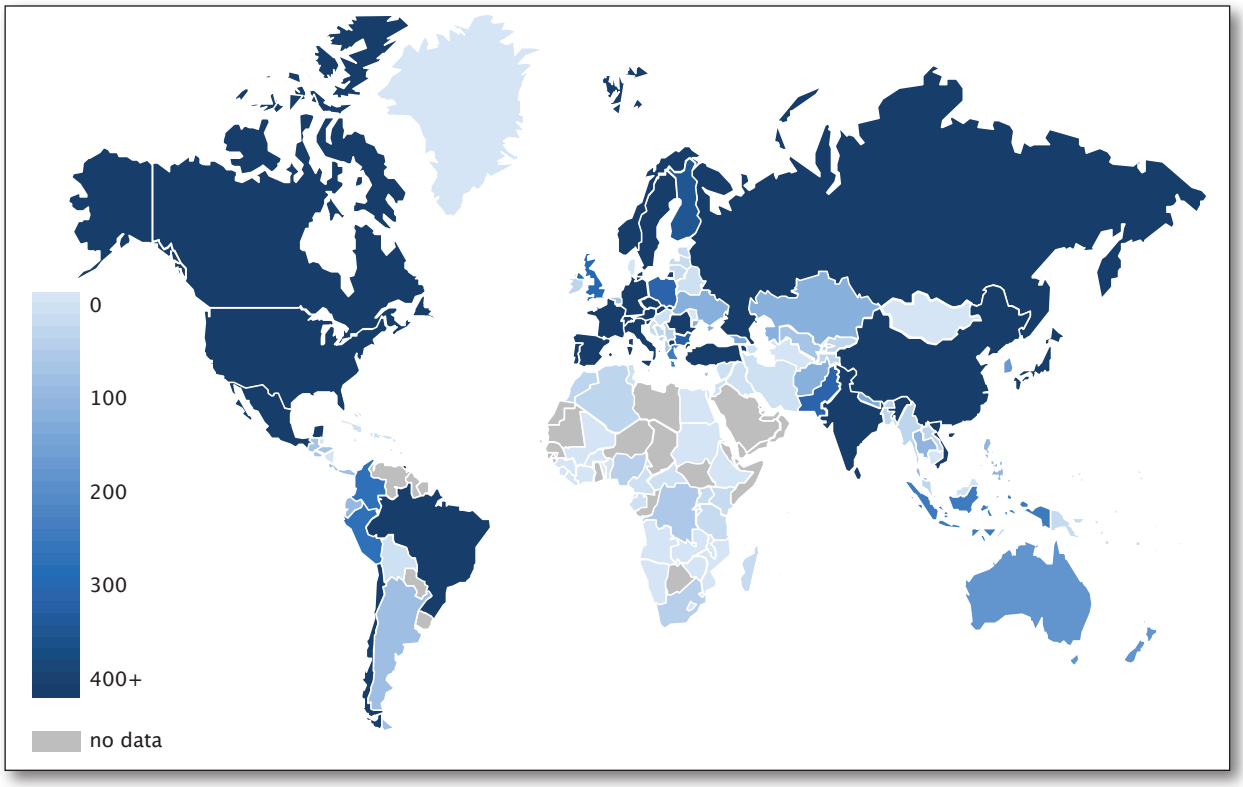
全球电气化率（%）



来源：世界银行统计数据

图10

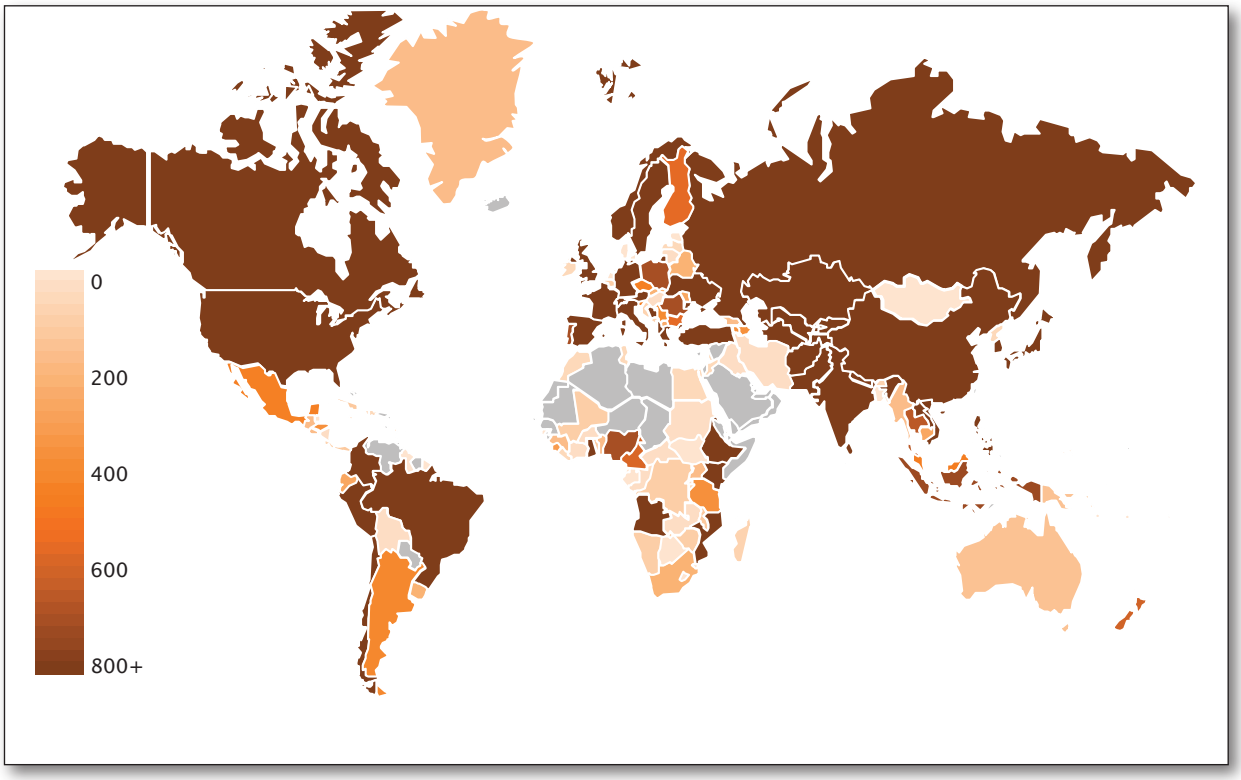
全球小水电装机容量（MW）



来源：国际小水电中心

图11

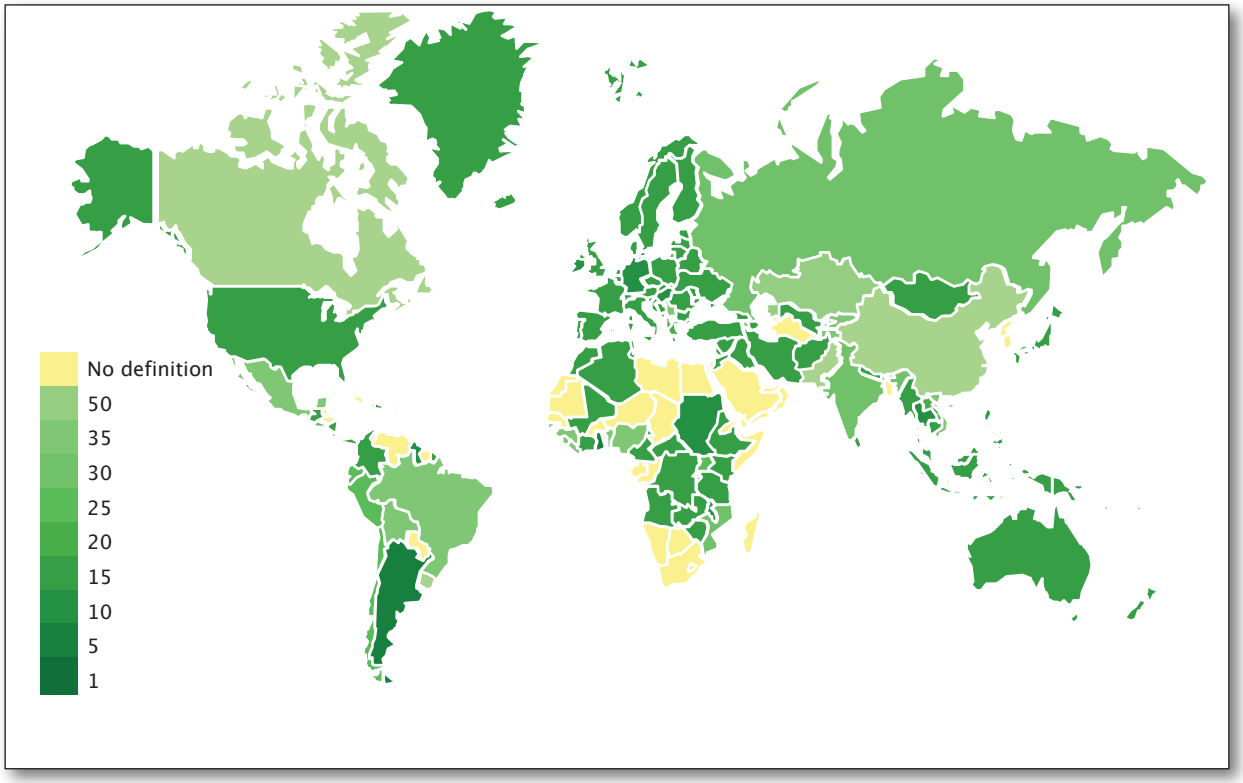
全球小水电潜力（MW）



来源：国际小水电中心

图12

各国小水电定义（MW）



来源：国际小水电中心

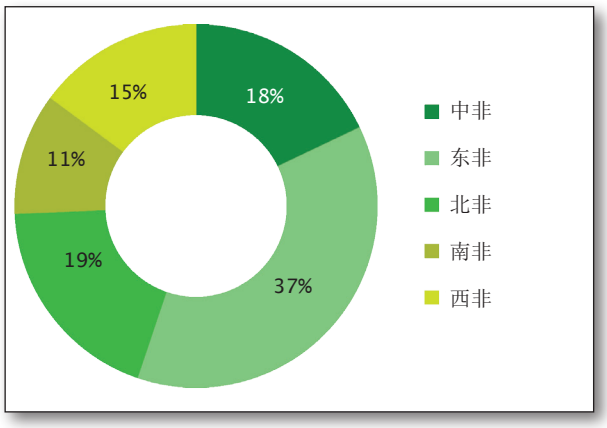
非洲

总体而言，在非洲，小水电资源特点可以概括为装机容量水平相对较低，资源开发潜力巨大。由于气候和地形特征差异显著，北非、南非与东非、西非的小水电潜力差异相当大（图15）。

非洲的小水电总装机容量为580MW，总潜力为12,197MW。目前仅开发了约5%。

图13

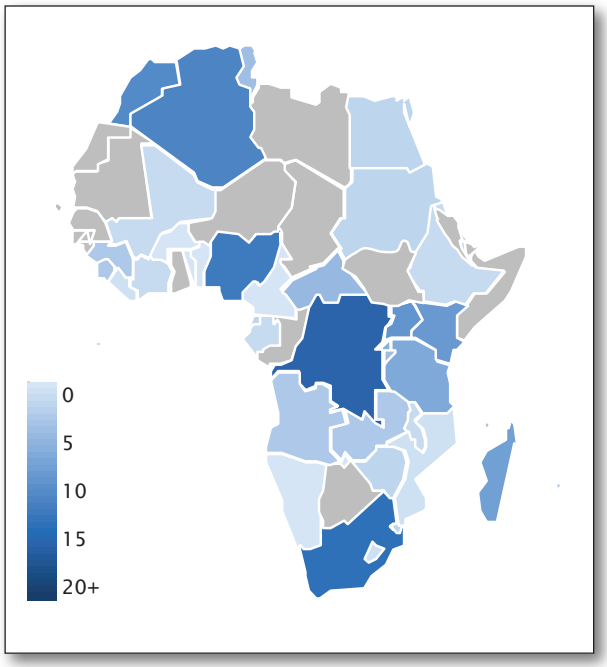
非洲小水电装机容量(%)



东非是非洲大陆小水电装机容量和潜力最大的地区，接着是西非和中非地区。北非的电气化率最高，由于气候条件原因，北非的水电潜力较小。南非的装机容量最低，绝大部分位于南非共和国。

图14

非洲各国小水电装机容量(MW)



在该区域的45 个国家中，很多国家已经制定了可再生能源政策，其中10个国家已经制定了小水电上网电价补贴政策。

东非

图15

非洲各国小水电潜力（MW)

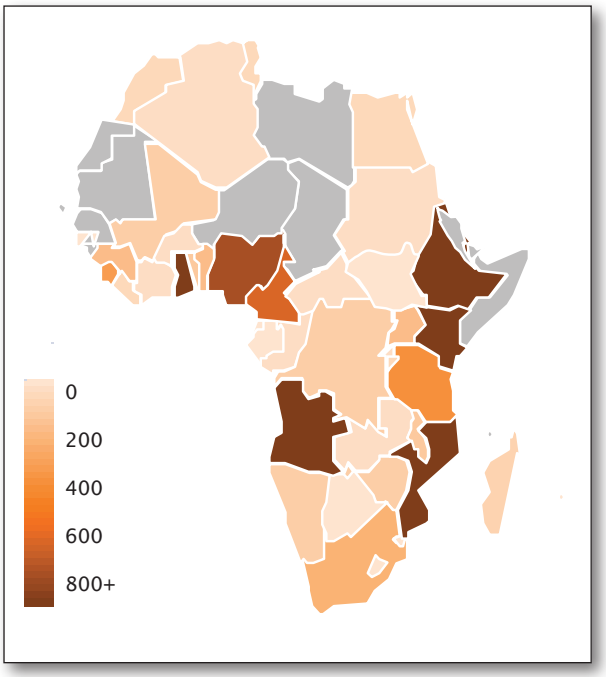
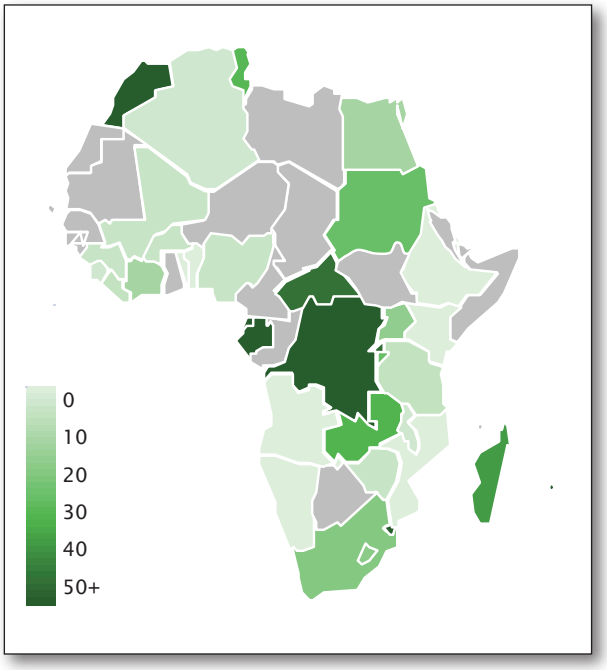


图16

非洲各国已开发小水电比例(%)



布隆迪、埃塞俄比亚、肯尼亚、马达加斯加、马拉维、毛里求斯、莫桑比克、留尼旺、卢旺达、南苏丹、坦桑尼亚、乌干达、赞比亚和津巴布韦

东非是非洲大陆小水电潜力最高的地区。拥有五大湖、白尼罗河盆地和刚果河流域。在布隆迪、埃塞俄比亚、马拉维、莫桑比克、乌干达和赞比亚，大水电是全国电力供应主要来源。

图17

东非各国小水电装机及潜力(MW)

在6,759MW小水电总潜力当中，该地区小水电总装机容量仅为216MW。乌干达拥有最大装机容量35MW，南苏丹目前还没有装机容量。小水电潜力仅开发了3%，但是有些国家拥有巨大潜力，比如，肯尼亚和埃塞俄比亚，小水电潜力分别为3,000MW和1,500MW。

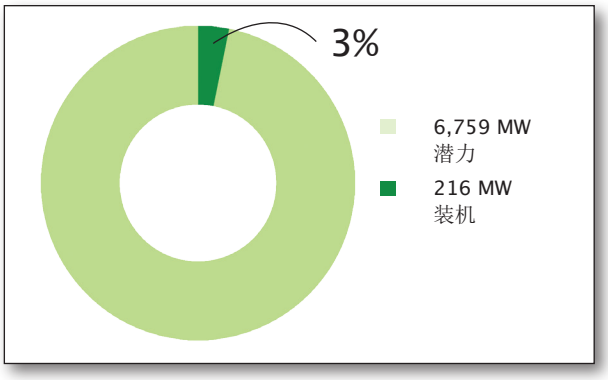
本地区的多数国家都是东南非洲共同市场(COMESA)成员国，其中几个国家是东非能源联营体(EAPP)的成员。可再生能源政策要么已经到位，要么即将执行。埃塞俄比亚和马拉维即将执行上网电价补贴政策，肯尼亚、毛里求斯、卢旺达、坦桑尼亚和乌干达已经有上网电价补贴政策，使得东非成为上网电价补贴策最多的地区。

小水电发展相对缓慢；目前，马达加斯加、毛里求斯、莫桑比克、坦桑尼亚、乌干达和津巴布韦已经在能源结构中适当提高了小水电发电比例。

有些国家需要更多的水文数据和可行性研究，包括布隆迪、坦桑尼亚和赞比亚。马达加斯加将联合世界银行在2016年底之前出版该国水电地图册。

图18

东非已开发小水电比例（%）



阻碍小水电发展的因素包括基础设施建设成本，包括通到小水电现场的输电线路铺设和道路建设费用，缺乏当地银行的长期资金支持，以及小水电站运行维护方面的能力欠缺等。

中非

安哥拉、喀麦隆、中非共和国(CAR)， 刚果民主共和国(DRC)、刚果、赤道几内亚、加蓬和圣多美和普林西比。

与非洲大陆大部分地区一样，中非有大量未开发的小水电潜力。刚果民主共和国小水电装机容量最多，有56MW，已经超过其一半的潜力，当然随着将来更多可行性研究的开展，其潜力还会增加。安哥拉小水电潜力最大，约有860MW，但是只开发了不到2%。赤道几内亚和加蓬可能有相当大的潜力，因为没有准确数据，让人产生该国没有小水电资源可开发的假象。总体而言，该地区6%左右的小水电资源已经开发，但是由于安哥拉小水电潜力增加，相比2013年报告中的数据，已开发比例有所回落。

中非的全部水电资源足以供应整个非洲大陆，并且几个国家在发展大规模水电资源方面已经取得一定进展。

但是，该地区所有国家的电气化率都很低，偏远地区情况更糟糕，低效的输电网络更加剧了这一问题。此外，该地区多数国家缺乏发展小水电的官方政策，这不但阻碍小水电项目的建设还影响农村电气化进展。

中非共和国、刚果、赤道几内亚和加蓬需要更多数据以准确评估其小水电潜力。对可再生能源整体发

图19

中非已开发小水电比例（%）

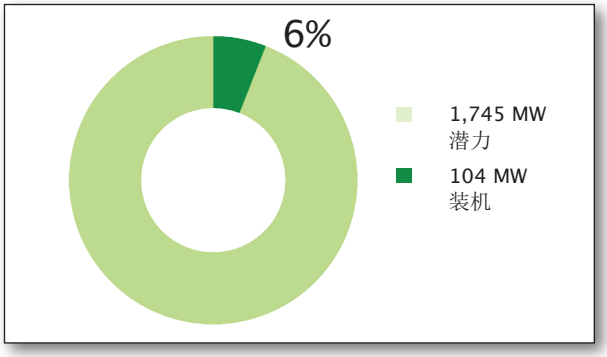
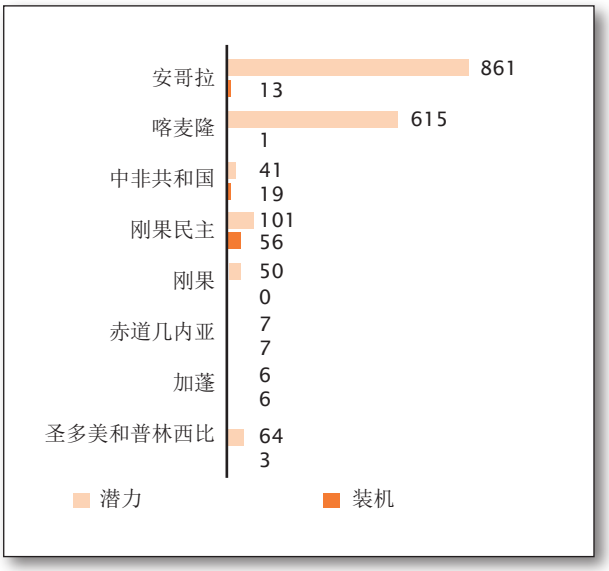


图20

中非各国小水电装机及潜力（MW）



展而言，更重要的是对该地区众多国家的能源行业投资方面制定透明的法律框架。

北非

阿尔及利亚、埃及、摩洛哥、苏丹和突尼斯

由于北非气候干燥、水资源有限，总体来讲水电并不是电力的主要来源，尤其是阿尔及利亚和突尼斯，水电只占总发电的1%左右。北非小水电潜力估算仅为225MW，是全球最低的地区之一，已经开发112MW。这意味着将近一半潜力已被开发。需要注意的是由于埃及和苏丹的小水电潜力增加，这一比例会比《世界小水电发展报告2013》中的比例更低。

摩洛哥是该地区唯一一个制定了稳健的小水电发展政策的国家，而且目前正在兴建15MW的小水电站。相反地，由于气候条件和水资源短缺，阿尔及利亚计划停止水力发电，想利用所有水资源进行灌

图21

北非已开发小水电比例(%)

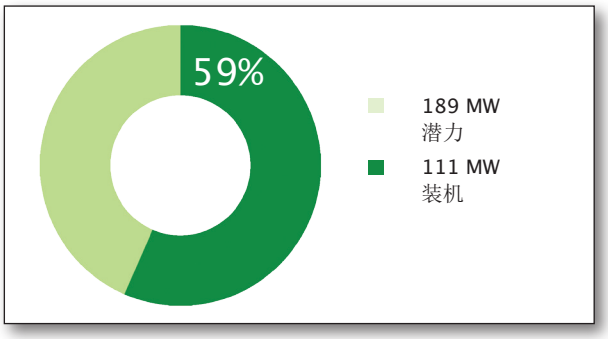
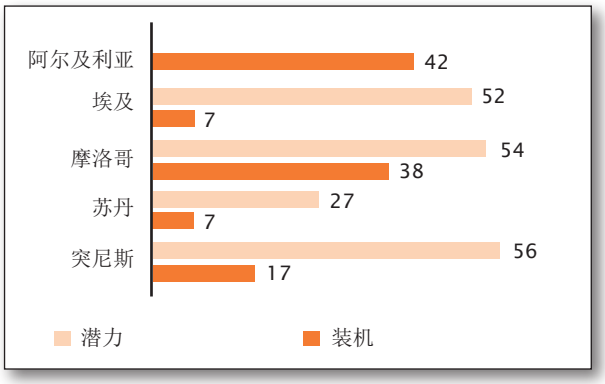


图22

北非各国小水电装机及潜力(MW)



溉和供水需要。该地区多数国家都转而选择风能和太阳能发电作为化石燃料替代能源。

南非

博茨瓦纳、莱索托、纳米比亚、南非、斯威士兰

非洲南部的小水电资源主要在南非共和国，占该地区总装机容量的80%，占潜力估算量的63%。南非共和国对该行业的区域发展具有相当大的影响，除此之外，该地区的小水电潜力十分有限。

该地区的总装机容量为62.5MW，潜力为392MW。这表明目前已开发了16%。斯威士兰已经开发了该国家小水电潜力的一半，因此装机容量增幅最大，博茨瓦纳仍然没有小水电。莱索托和纳米比亚的小水电容量保持不变。

煤炭和大水电仍然是该地区的主要发电来源。太阳能潜力是小规模可再生能源最丰富的资源。可再生能源政策和国家计划已经反映了这一点，该地区几个国家的主要可再生能源仍然是大水电和太阳能。因此，除了南非共和国，该地区的小水电资源相对欠开发。

图23

南非各国小水电装机及潜力(MW)

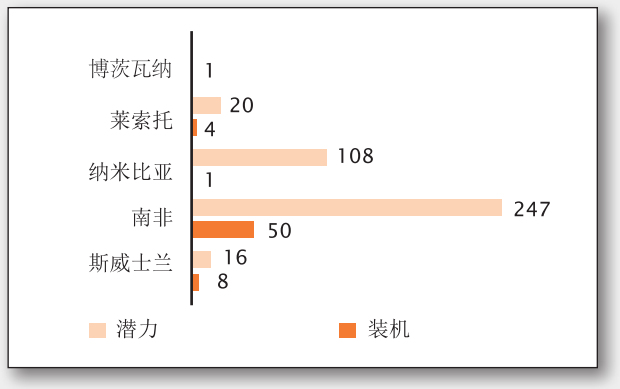
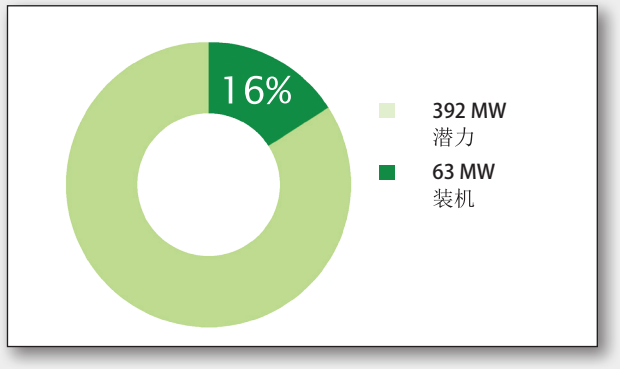


图24

南非已开发小水电比例(%)



西非

贝宁、布基纳法索、科特迪瓦、冈比亚、加纳、几内亚、利比里亚、马里、尼日利亚、塞内加尔、塞拉利昂和多哥

与大部分非洲大陆一样，西非的特点可以概括为小水电潜力巨大，但开发程度有限。例如加纳和尼日利亚小水电潜力估算分别为1,245MW和735MW。但是尼日利亚目前仅开发了6%，而加纳尚未开发小水电资源。

该地区小水电潜力3,113MW，居非洲第二；而86.1MW 的装机容量排名倒数第二。这意味着仅开发了3%的潜力。

尼日利亚装机容量最大，为45MW，而塞拉利昂则是增幅最大。如果目前长期的小水电项目都得到开发，该地区的小水电装机容量将是目前的三倍。

图25

西非已开发小水电比例(%)

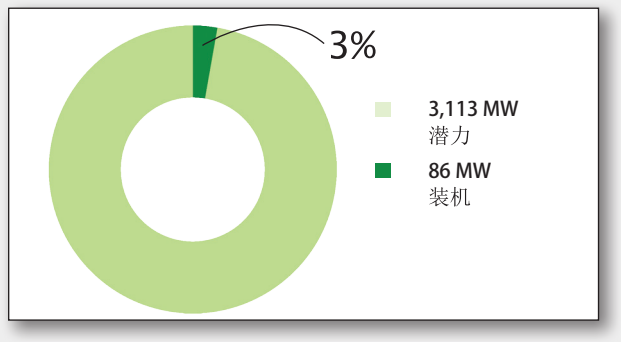
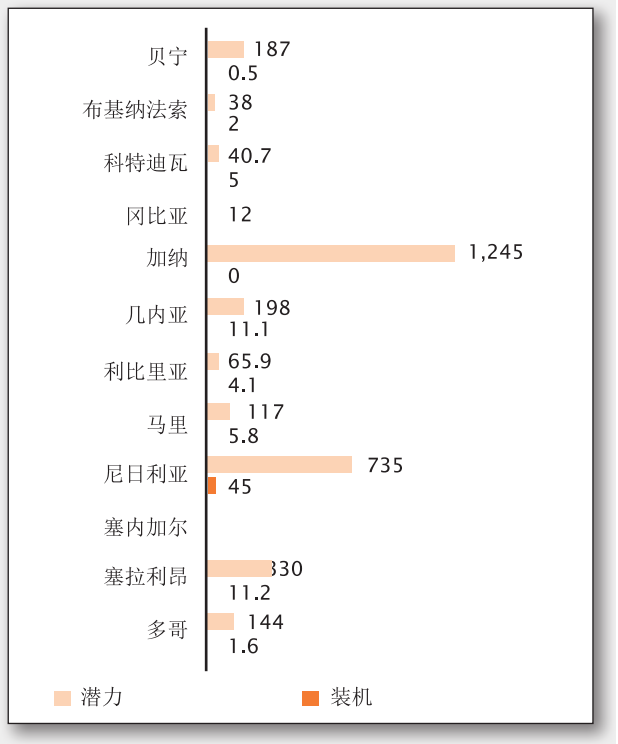


图26

西非各国小水电装机及潜力（MW）



与非洲其他地区相比，尽管该地区的小水电发展缓慢，西非拥有非洲小水电第二大潜力；结合规划项目和西非国家经济共同体(ECOWAS)制定的发展目标，该地区将经历小水电发展上升期。

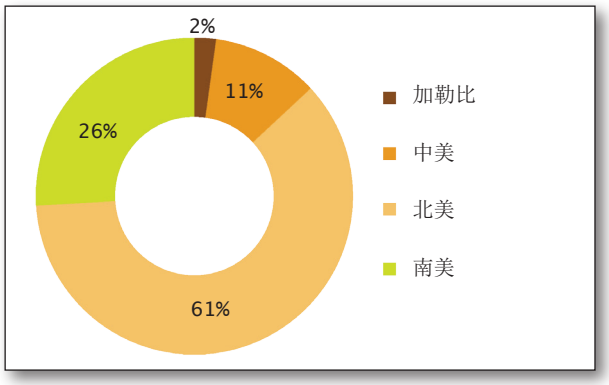
*来源:本章节所有数据引自各个地区摘要和国家报告。

美洲

美洲包括四个地区：加勒比海、中美、北美和南美。北美和南美占据美洲的绝大部分小水电资源，因为巴西、加拿大和美国三国拥有大量小水电装机容量和潜力。加勒比海和和中美地区国家，除墨西哥外，潜力较少。但是，将来的研究很可能会在加勒比海和中美发现更多小水电潜力。

图27

美洲小水电装机容量(%)



美洲50MW以下小水电总装机为14,702MW，总潜力至少为86,868MW；10MW以下总装机为7,863MW，潜力为44,162MW。一些拥有丰富小水电资源的国家尚未开展可行性研究以确定其实际潜力。例如，墨西哥被认为拥有丰富小水电资源；但是并未开展研究以确定其实际小水电潜力。根据本报告数据，美洲至少已经开发了17%的小水电潜力。

本地区的30个国家当中，4个国家已经制定小水电方面的上网电价补贴政策(FIT)。这四国分别是加拿大、美国(尽管美国只有几个州执行上网电价补贴政策(FIT)、多米尼加共和国和格拉纳达。

加勒比海、中美和南美都在小水电行业有所发展，自《世界小水电发展报告2013》发布以来，总装机容量分别增加了38%、43%和18%。这四个地区的很多国家也制定了小水电发展激励政策。但是，总体上美洲还是面临小水电发展诸多阻碍。阻碍因素主要包括小水电项目前期成本高、30个国家中多数缺乏监管政策，另外由于多数当地居民认为水电会影响环境并破坏生态系统从而对水电开发有抵触情绪。

图28

美洲各国小水电装机容量(MW)

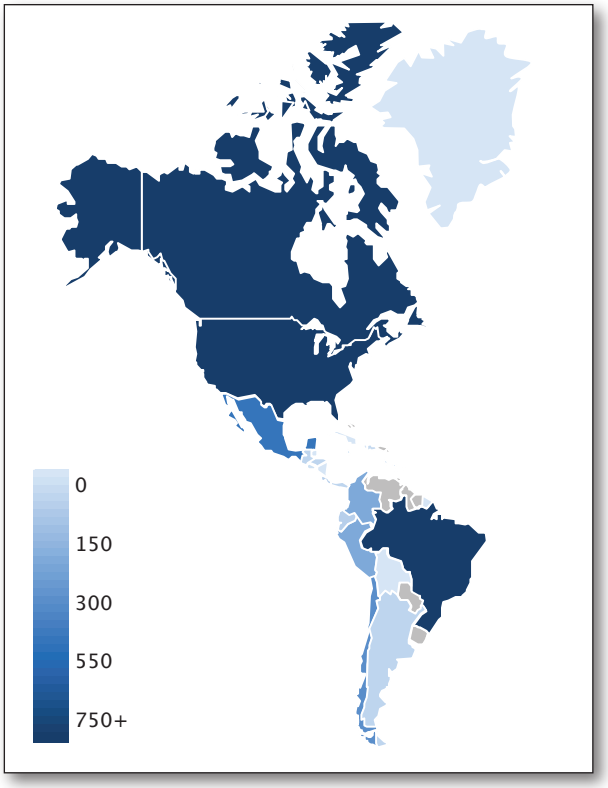


图29

美洲各国小水电潜力（MW）

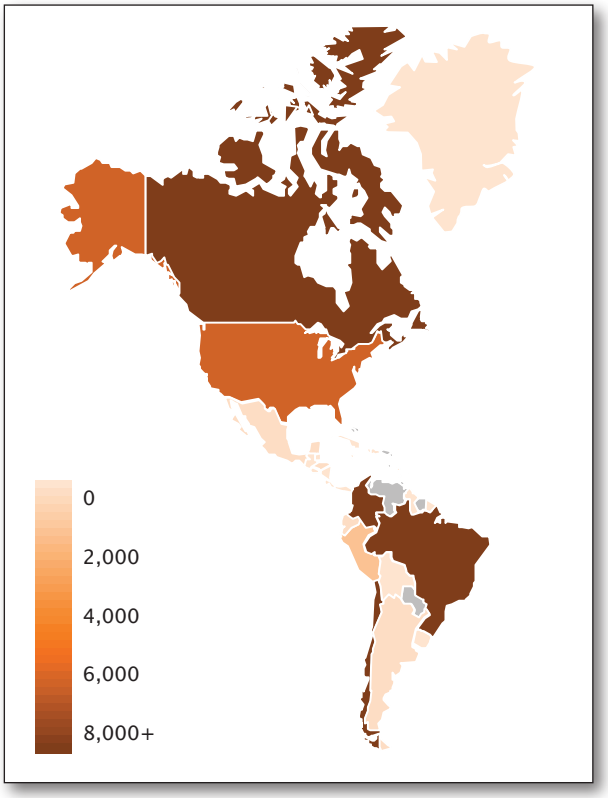


图30

美洲各国已开发小水电比例(%)

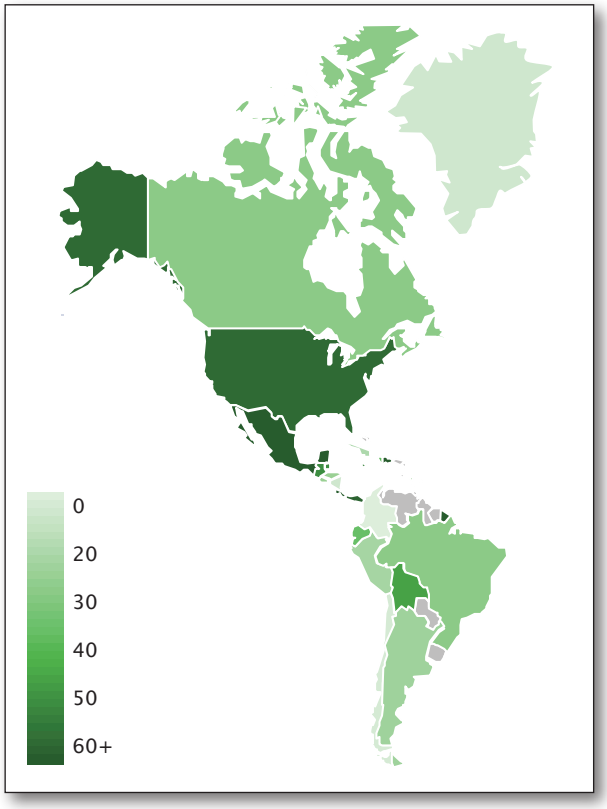


图31

加勒比海已开发小水电比例（%）

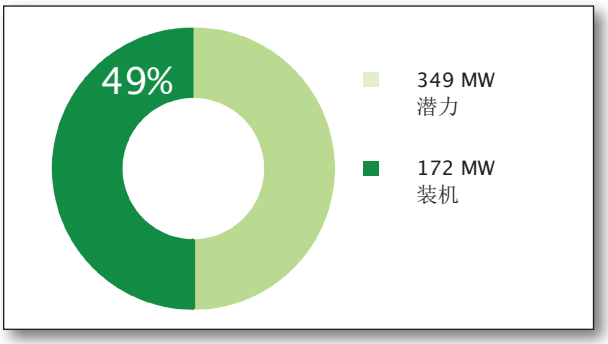
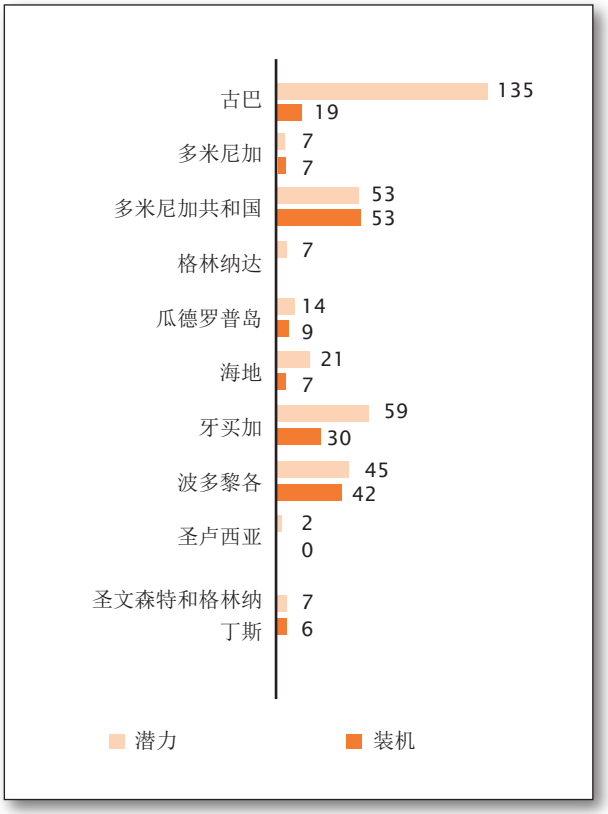


图32

加勒比海各国小水电装机及潜力(MW)



加勒比海地区

古巴、多米尼加、多米尼加共和国、格林纳达、瓜德罗普岛、海地、牙买加、波多黎各、圣·卢西亚、圣文森特和格林纳丁斯

加勒比海是全世界装机容量水平最低的地区之一，地区排名第六，只有172MW的装机容量。该地区总潜力至少为349MW；但是，需要注意的是本报告未能获得多米尼加共和国和多米尼加的小水电潜力。因此，这两个国家的装机容量采纳了潜在容量最低阈值。在地区报告中，多米尼加共和国和多米尼加无可用潜力数据，因此该地区的总潜力按照349MW计算。但是，装机容量和潜在容量估算值表明加勒比海目前至少开发了49%的小水电资源。该地区的10个国家当中，其中2个国家已经制定上网电价补贴政策 (FIT)，即多米尼加共和国和格林纳达。

该地区所有国家都在应对由于过度依赖化石燃料造成的高额费用和环境恶化问题。电力进口费用和/或者电力行业化石燃料成本由于太昂贵以至于难以维持；因此，所有国家都制定了能源结构多样化国家计划。这些国家计划中都设定了减少化石燃料使用的时间表，旨在发展风能、太阳能、地热和生物燃料发电。 只有一些国家在国家框架中制定了小水电政策，如古巴、多米尼加、多米尼加共和国、牙买加、圣文森特和格林纳丁斯。

加勒比海地区一些国家的可行性研究-主要针对已建小水电项目研究，见证了小水电行业的发展。这些国家包括牙买加、海地、多米尼加、多米尼加共和国和古巴。多米尼加共和国是唯一一个自《世界小水电发展报告2013》发布以来小水电装机增幅显著的国家，从15.4MW增加到52.5MW.

总体而言，该地区在小水电行业面临的最大挑战是缺乏小水电发展所需的环境条件以及/或缺乏确定岛屿内实际小水电潜力的实地研究。同时加勒比海还缺乏小水电行业所需的系统性框架。这些制度问题主要源自缺乏上网电价补贴政策 (FIT)和其他激励措施和/或支持机制、土地征用困难、能源垄断、缺乏签订合约的适当协议。

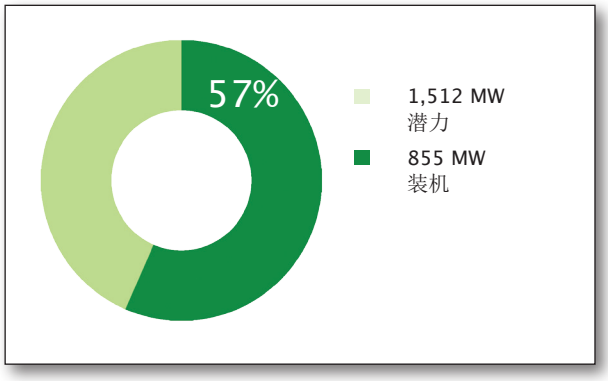
中美

伯利兹、哥斯达黎加、萨尔瓦多、危地马拉、洪都拉斯、墨西哥、尼加拉瓜和巴拿马

墨西哥拥有中美最大的小水电资源，约占总装机容量的55%。小水电总装机为855MW，总潜力至少为1,512MW；需要注意的是墨西哥小水电潜力目前尚未确定，但是相信潜力相当大。该地区已经开发了至少57%的小水电潜力，但是并未使用上网电价补贴政策，且8个国家全都没有制定小水电上网电价补贴政策。需要注意的是已开发小水电占比并不包括墨西哥的潜力，因此，这一数值比《世界小水电发展报告2013》中的数据会更高。

图33

中美已开发小水电比例(%)



中美国家已采取各种措施以促进可再生能源领域的发展，包括小水电资源。尤其是墨西哥和洪都拉斯都已经采取措施放开电力市场，让私人投资者参与，全力推动小水电等可再生能源投资。

八个国家都制定了相应的降低二氧化碳排放的国家计划，其中墨西哥和哥斯达黎加采取的措施最为积极。2015年，墨西哥向联合国气候变化框架

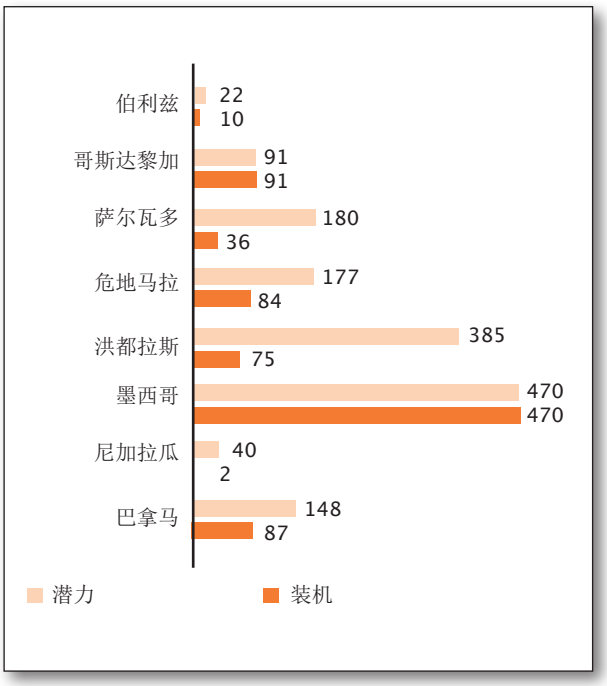
公约(UNFCCC) 陈述到2030年使温室气体排放减少22%的目标；哥斯达黎加承诺到2021年实现碳平衡。

尽管中美采取积极措施推动小水电发展，各国还是需要克服重重阻碍以便让小水电行业在该地区实现充分发展。这些阻碍因素包括缺乏吸引小水电融资的上网电价补贴政策、缺乏小水电开发具体政策。

更具体而言，伯利兹的市场不受监管、缺乏能源和电力标准；危地马拉政府始终面临与国民之间的土地权利问题；哥斯达黎加限制私人投资者参与能源发电行业。最后还有一点便是缺少小水电开发极为关键的可靠河流流量数据和详细的水电潜在资源信息。

图34

中美各国小水电装机及潜力(MW)



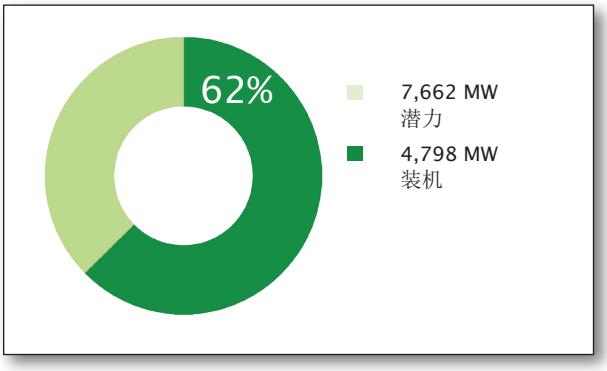
北美

加拿大、格陵兰岛和美国

格陵兰岛拥有一定的小水电装机容量和潜力，但是相比该地区最大的两个国家，加拿大和美国，则显得微不足道。尽管只有这三个国家拥有小水电容量和潜力，该地区拥有全球第四大小水电潜力(50MW以下)。但是，该地区已经开发了10MW以下潜力的62%，小水电总装机为4,798MW，潜力为7,662MW。

图35

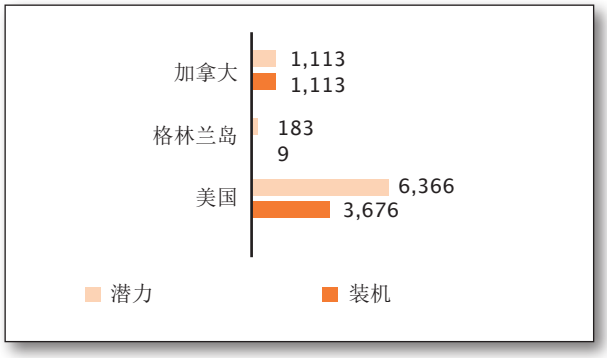
北美已开发小水电比例(%)



需要注意的是，加拿大对小水电的定义包含了装机容量50MW以下的所有电站，因此，一些报告中的地区和国家容量统计数据可能会更大。加拿大10MW以下的潜力数据来自当前小水电的装机容量；预计

图36

北美小水电装机及潜力（<10MW）



可能会更高，但是至少为1,113MW。

美国和加拿大都引入了小水电上网电价补贴政策(FIT)；但是由于这两个国家政体结构，使上网电价补贴政策在各州的应用各不相同。

W美国已经实施小水电发展推广政策，但是加拿大和格陵兰岛还需要制定其小水电发展的政策。加拿大缺乏小水电政策主要是因为加拿大独特的国家战略，即允许各个省份有政策制定自主权；全国电价不一，这意味着各个地区小水电发展不尽相同。另一方面，格陵兰岛缺乏政策主要是因为它关注开发大水电而不是小水电。然而，美国设有能源部(DOE) 推动小水电研究和发展工作，作为其水电项目的一部分。能源部还支持有国家水电资产评估项目(NHAAP)， 一个可持续水力发电管理和政策规划的综合水力基础设施信息平台。

该地区仍然面临众多小水电发展阻碍。总体而言，最大阻碍是小水电前期成本过高以及并网技术要求。此外，每个国家在小水电发展方面都有各自需面临的种种挑战。格陵兰岛的主要阻碍是电力输送成本和小水电设备运输成本。这是由于格陵兰岛的环境造成的，岛上多数城镇和定居点并不通过道路连接。加拿大面临的阻碍则是上下游地区缺乏跨界合作。加拿大独特的国家战略允许各个省份拥有政策制定自主权，由于各个省的电力政策和可再生能源目标不同，导致能源领域几乎所有政策均不统一。尽管存在系统性阻碍，加拿大有望实现水电复兴，因为水力资源在实现可再生、可持续、稳定且经济的能源体系方面能发挥非常大的作用。最后，美国面临的阻碍则是缺乏适合站址和实施水电项目机遇的综合信息、缺乏技术标准化等等，以及州和地方监管挑战，包括水质认证和环保要求相关的监管问题。

南美

阿根廷、玻利维亚、巴西、智利、哥伦比亚、厄瓜多尔、法属圭亚那、巴拉圭、秘鲁、乌拉圭和圭亚那

南美拥有全球第二大小水电潜力。巴西、智利和哥伦比亚占该地区总潜力的96%；但是，由于装机容量相对有限，该地区未开发小水电潜力居全球第二，50MW以下的小水电潜力为63,463MW，但是只有6,783MW的总装机容量 （包括巴西30MW以下的电站）。这意味着只开发了10%左右。10MW以下的数量显著减少，但是巴西的潜力尚未知晓。南美的地区装机容量至少有2,039MW，潜力至少有34,638MW。

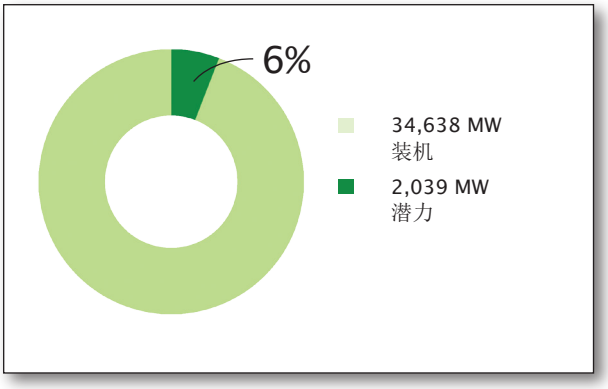
南美的小水电总装机容量显著增加，而且是在没有上网电价补贴政策 (FIT)的情况下实现的，南美没有任何国家为小水电制定上网电价补贴政策。

早在1970年，南美就开始发展小水电，旨在提高小城镇的电气化率并为国家电网供电。在南美，切实为小水电发展制定了专门政策的国家有阿根廷、玻利维亚、巴西、智利、哥伦比亚和厄瓜多尔。每个国家都有各种政策，鼓励开发可再生能源项目包括小水电，并提供项目开发各种优惠。这些国家鼓励小水电发展的优惠措施，包括小水电设备进口或小水电项目建设税收减免；在中长期电力采购协议中确保电力采购价格。这允许投资者参与发电项目并获得适当的投资回报率。

尽管一些国家采取了上述吸引投资者的激励措施，该地区仍然面临众多小水电发展阻碍。总体来说，由于当地金融机构或地方财政政策有限，该地区财政资金紧缺是的很大障碍。

图37

南美已开发小水电比例(%)

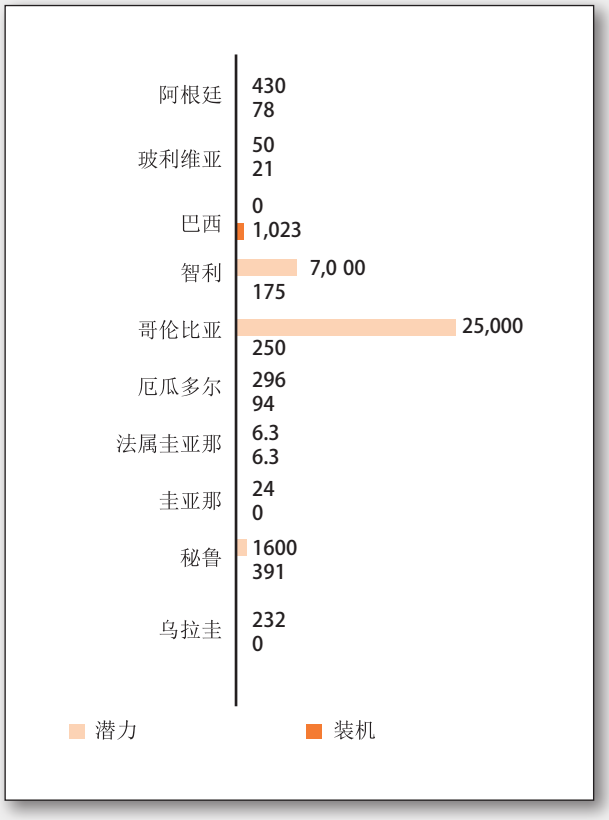


同时，还存在社会障碍，当地居民对小水电发展认识有限，甚至印象消极，尤其缺乏对小水电项目影响和效益方面的信息了解。这阻碍了政府制定监管框架；反过来又导致项目计划可能被取消。最后还有一大障碍便是：缺乏远离主要城市的偏远地区的水文、气候和统计数据，而这些地区又适合开发小水电。

*来源:该地区的所有数据引用自各个地区摘要和国家报告。

图38

南美各国小水电装机及潜力(MW)



亚洲

亚洲拥有丰富的小水电资源，但是地区分布不均匀(图41)。几乎80%已发现的小水电潜力都集中在该大陆的三个国家，即中国、塔吉克斯坦和印度(当地小水电定义数据)。小水电潜力最小的国家为孟加拉国、东帝汶和沙特阿拉伯。

亚洲小水电总装机容量为50,729MW，总潜力估算量为12,0614MW （10MW以下）。 这意味着目前已经开发了42%左右。小水电占该大陆水电总装机容量的16%，占总发电量的3%。在过去几年里该大陆的小水电装机容量一直在增加。

如上所述，中国的小水电行业不仅在亚洲，甚至在

图39

亚洲小水电装机容量 (%)

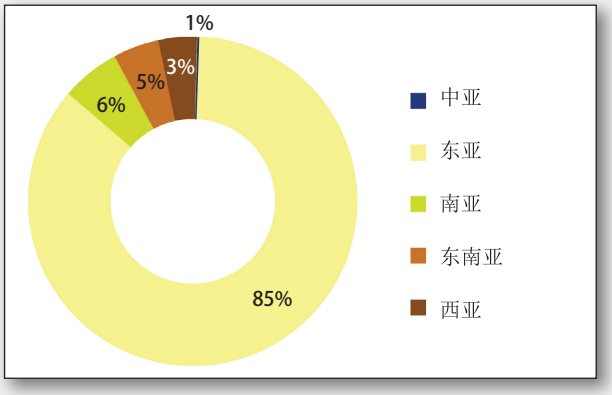


图40

亚洲各国小水电装机容量 (MW)

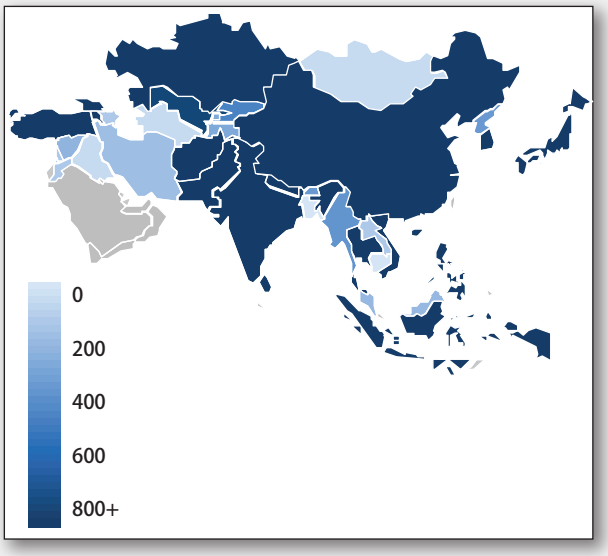
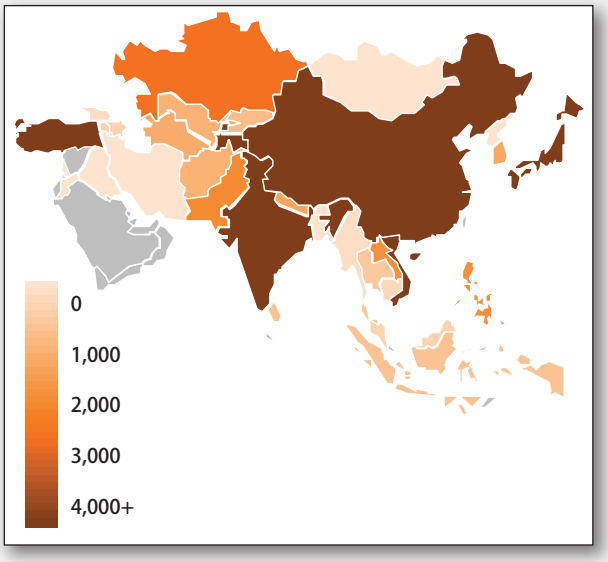


FIGURE 41

图41亚洲各国小水电潜力 (MW)



全世界都处于主导地位。中国占据整个亚洲约78%的装机容量和53%的总潜在容量。

东亚是该大陆小水电装机容量和潜在容量最大的地区。中亚则是该大陆装机容量和潜在容量最小的地区。

对于该大陆具备小水电开发潜力的国家而言，发展小水电是重点项目之一。该大陆发展小水电的主要动机是减少化石燃料依赖并缓解环境问题；减少能源进口并着重提高农村电气化。

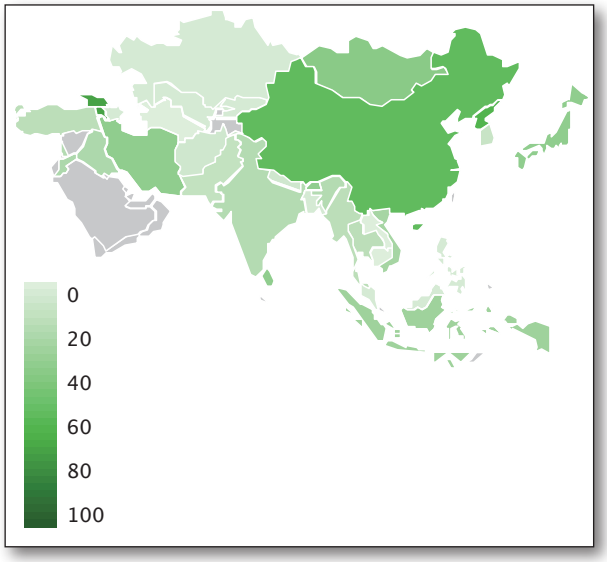
本报告中该大陆的36个国家当中，很多都有一定的可再生能源政策，其中22个国家已经制定了小水电上网电价补贴政策 (FIT)。

该大陆各国发展小水电的障碍不尽相同。阻碍小水

电发展的主要问题包括缺乏技术人员和当地技术、财政资源有限、电价低、水资源稀缺、数据有限。

图42

亚洲各国已开发小水电比例(%)



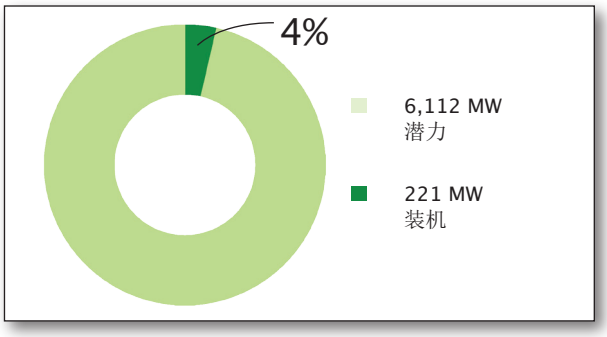
中亚

哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦

中亚装机容量相对较低，但是仍有较大潜在容量待开发。哈萨克斯坦拥有最大装机容量，即78MW，塔吉克斯坦有最大潜在容量即30,000MW(30MW以下)。该地区的总装机容量仅为221MW，而潜力相当大，估计为6,112MW，这意味着目前只开发了4%而已。

图43

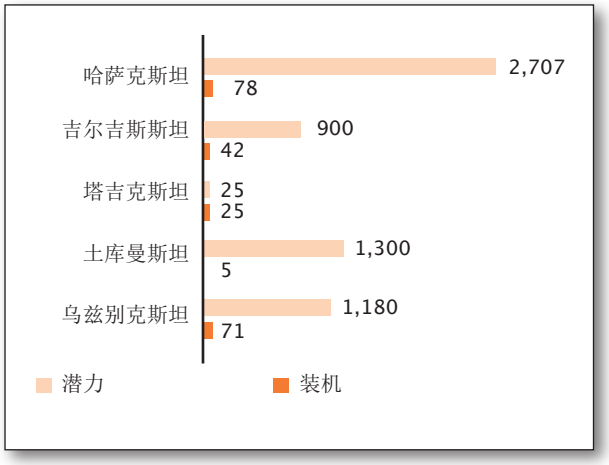
中亚已开发小水电比例(%)



由于各国水电资源分布不平衡，在前苏联时期，各国通过中亚综合电力系统将所有国家连接至一个电力系统以补偿这一不平衡。苏联解体之后，各国都建立了各自的电力系统。但是所有国家同意保持并联运行。

图44

中亚各国小水电装机及潜力（MW）



哈萨克斯坦、土库曼斯坦和乌兹别克斯坦极度依赖热电，而吉尔吉斯斯坦和塔吉克斯坦主要依靠水力发电。总体而言，该地区主要依靠大型水力发电，小水电占比较低，是总水电装机容量的2%。近期，小水电已经吸引了更多投资者和政府的关注，尤其是小水电对偏远农村地区的电气化作用。根据各个政府计划，在不久的将来，该地区小水电装机将新增1,065MW，其中51%将建在哈萨克斯坦。

由于各个政府通过立法和制度改革对可再生能源和能源效率提供大力支持，该地区在可持续能源方面取得了众多积极进展。除了土库曼斯坦，该地区所有国家均已经采纳了可再生能源立法并引入了上网电价补贴政策。该地区越来越重视能源高效利用，塔吉克斯坦和吉尔吉斯斯坦以此来降低能源进口，而乌兹别克斯坦和土库曼斯坦则增加化石燃料出口。

该地区小水电发展面临的障碍如下：缺乏当地银行能够承受的融资方案、小水电潜力和应用认识不足、小水电潜力数据有限、电价低及传统能源价格低等。

东亚

中国、朝鲜、日本、蒙古、韩国

在东亚，中国的小水电发展占主导地位，中国的小水电占东亚小水电总装机容量的91%和潜力的84%。日本和韩国占比相对较小但是其小水电行业仍然相当大。东亚小水电总装机容量为43,542MW，而潜力为75GW，即已经开发了58%。

化石燃料仍然是该地区的主要能源来源，核能在中国、日本和朝鲜的能源结构中占重要比例。由于经济发展和人口增长，对能源需求增加，加剧了温室气体排放和其他空气污染，对空气质量造成极大影响。

图45

东亚各国小水电装机及潜力（<10MW）

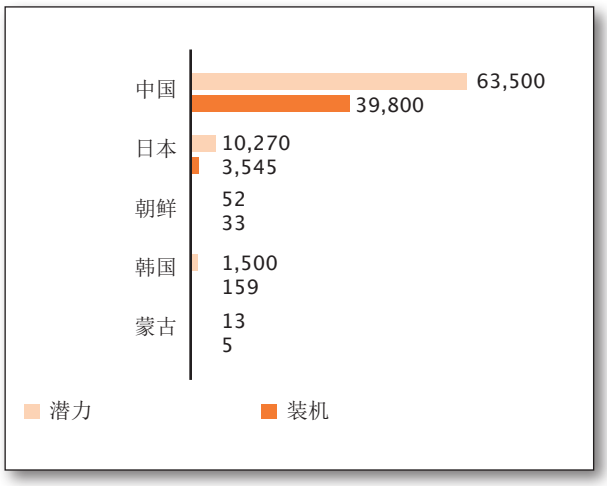
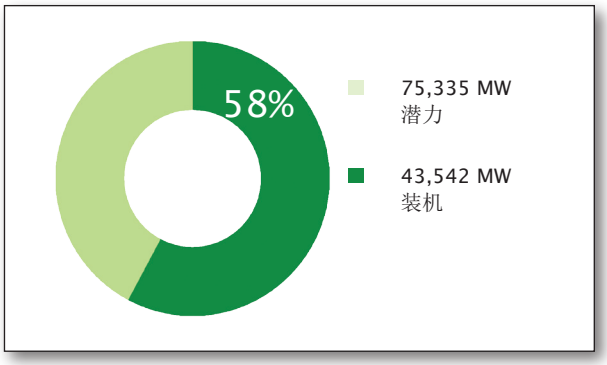


图46

东亚已开发小水电比例(%)



该地区各国正努力缓解环境问题、鼓励可再生能源包括小水电发展。此外，东亚地区各国政府利用小水电为偏远农村供电，促进农村发展。

该地区拥有较长的小水电发展历史。目前，小水电占该地区水电总装机容量的20%，占电力总装机容量的4%。但是该地区多数国家在小水电发展方面的专业知识和生产能力有限，而中国却拥有丰富的经验和专业知识，可以与邻国分享。

中国规划了重大发展项目，朝鲜、日本和韩国也有一些项目，小水电将在该地区得到进一步发展。然而，目前蒙古没有关于小水电发展的任何计划。

该地区的三个国家(中国、日本和蒙古） 已经引入了上网电价补贴政策，且该地区的所有五个国家均已采纳了可再生能源立法。

该地区各国在小水电发展方面面临不同阻碍。蒙古、朝鲜、日本、韩国在小水电发展方面缺乏技术人才和当地技术。蒙古和朝鲜还缺乏小水电发展所需的财政资源；此外，准确评估小水电潜力需要更多数据支持。最后，水电并非蒙古和韩国政府的主要发展目标，两国更关注大水电或太阳能和风能资源开发。而另一方面，中国则需要处理环境问题、还面临土地赔偿、劳务成本和搬迁安置方面的问题。

南亚

阿富汗、孟加拉国、不丹、印度、伊朗、尼泊尔、巴基斯坦、斯里兰卡

在南亚，印度在小水电发展方面占主导地位，拥有该地区10MW以下小水电总容量 (2,119MW)的71%左右，和已发现小水电潜力 (11,914MW)的67%。然而，孟加拉国小水电装机容量很低，且由于地势平坦潜力十分有限。目前不丹的小水电潜力不明，但是基于其水电总潜力，不丹的潜力预计很大。

图47

南亚已开发小水电比例(%)

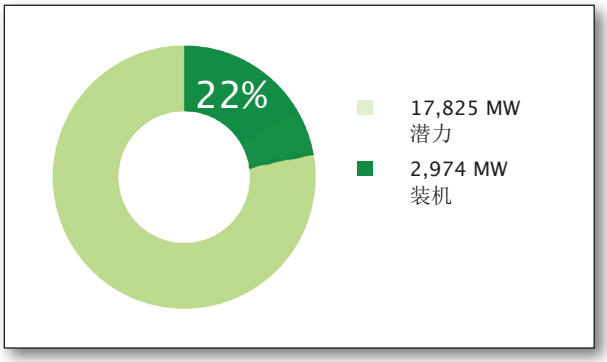
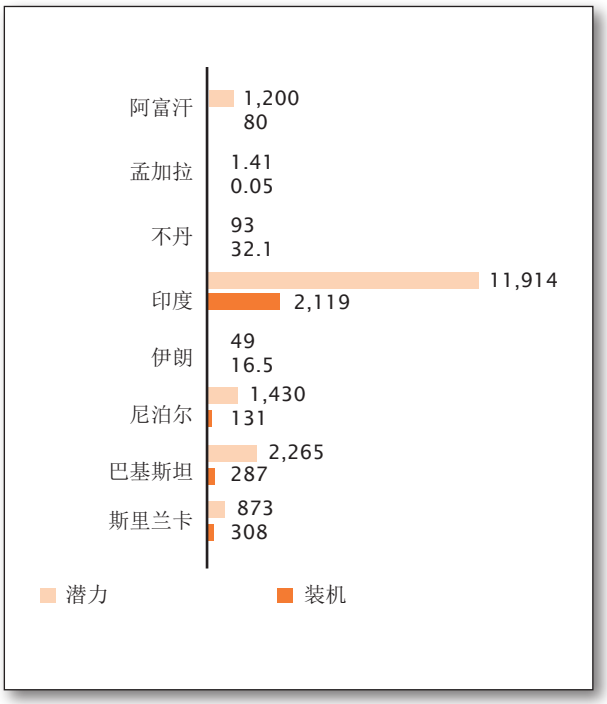


图48

南亚各国小水电装机及潜力(MW)



该地区小水电总装机容量为2,974MW，潜力为17,825MW （10MW以下）。 这意味着目前已经开发了17% 。近年来，斯里兰卡和尼泊尔实现了小水电装机容量最大净增幅。

在阿富汗、不丹和尼泊尔，水电是主要电力来源。尤其是在阿富汗，小水电占水电总装机容量的31%。相反，孟加拉国、印度、伊朗、巴基斯坦和斯里兰卡则极度依赖化石燃料。但是，水电在印度、伊朗、巴基斯坦和斯里兰卡的能源结构中仍然发挥着重要作用。总体而言，该地区小水电占水电总装机容量的8%，占总电力容量的1%。

该地区还没有国家实现百分百的电气化，阿富汗电气化率最低，仅为43%。此外，电网效率低、可靠性低，电力损耗大、经常停电。因此，电力普及和稳定供电仍然是该地区国家的重要挑战。小水电包括离网发电厂对农村和偏远地区实现电气化起到了重要作用，因此这些国家均规划了进一步开发小水电的计划。

印度和斯里兰卡政府很关注小水电发展。该地区多数国家制定了监管框架以促进可再生能源发展，包括小水电发展。其中五个国家已经引入上网电价补贴政策。

阻碍该地区小水电发展的因素包括财政资源有限、合格专业人才短缺、技术短缺、小水电潜力研究不足、电价低。

东南亚

柬埔寨、印度尼西亚、老挝、马来西亚、缅甸、菲律宾、泰国、东帝汶、越南

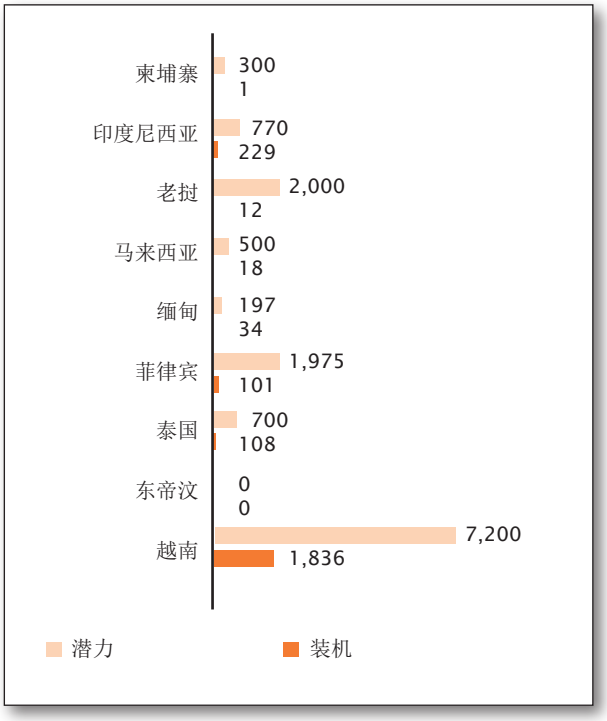
东南亚板块报告内容涵盖该地区九个国家；这九个国家的小水电总装机容量为2,340MW，潜力估算量为13,642MW，这表明已经开发了17%。越南的装机容量占比最高，即78%，(1,836MW)，同时也是最有潜力的国家(7,200MW)。

过去25年，该地区经历了经济和人口快速增长，因此，用电需求大增。这些国家正面临发展电力及基础设施、普及用电尤其是农村地区电气化需求。这为该地区小水电发展提供契机。目前，小水电占该地区水电总装机容量的6%，占总电力容量的1%。

化石燃料仍然是该地区发电的主要来源。各国政府计划降低化石燃料依赖、开发可再生能源，这在制定可再生能源政策和国家计划方面已有体现。老挝、缅甸和东帝汶当前缺乏支持可再生能源开发的相关法律，但是老挝政府正在起草政策，而东帝汶则制定了可再生能源发展国家项目。

图49

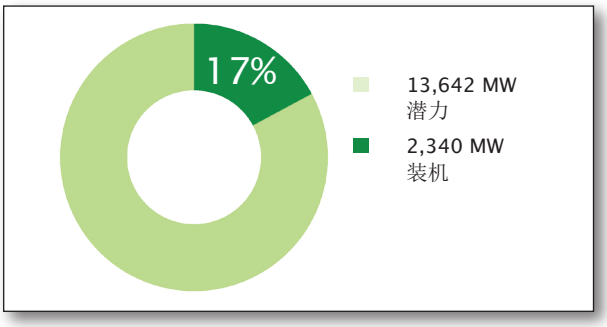
东南亚各国小水电装机及潜力(MW)



水电在柬埔寨、缅甸和越南的能源结构中发挥着重要作用，在老挝，水电是唯一发电来源。该地区的小水电装机容量正在增加，尤以印度尼西亚和越南发展速度最快。另一方面，近期越南政府由于规划、施工不善引发较高社会和环境风险，因而取消了众多小水电项目。

图50

东南亚已开发小水电比例(%)



该地区阻碍小水电发展因素众多，包括因水电站坐落于偏远地区导致项目成本高，以及财政资源有限。另外，尽管多数国家引入了可再生能源发电补贴政策，柬埔寨、老挝和东帝汶仍然缺乏上网电价补贴政策。其他挑战包括缺乏技术知识、运行技术，缺乏标准化程序、技术规范、可用数据有限。

西亚

亚美尼亚、阿塞拜疆、格鲁吉亚、伊拉克、约旦、黎巴嫩、沙特阿拉伯、叙利亚、土耳其

西亚的小水电总装机容量为1,653MW，潜力估算为7,700MW，这表明目前已经开发了21%，由于亚美尼亚和土耳其装机容量增加，相对《世界小水电发展报告2013》的数据，增长显著。

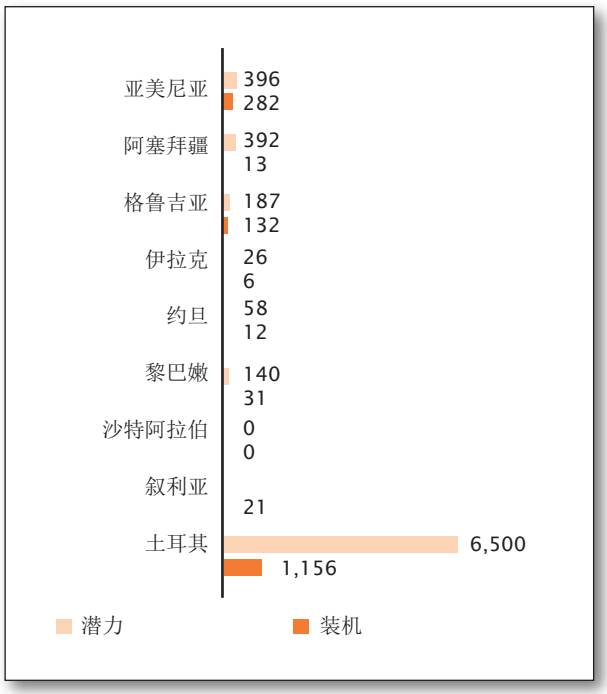
西亚多数地区都是干燥、沙漠气候，因此，是该大陆小水电潜力最小的地区。相比较而言，西北潜力较大，尤其是土耳其，潜力估算为6,500MW，占该地区潜力的84%。同时，土耳其装机容量为1,156MW，也处于地区领先水平，占该地区总装机容量的70%。

该地区多数电力来自化石燃料发电，格鲁吉亚是唯一一个在能源结构中有较大水电占比的国家。亚美尼亚和土耳其也很大程度上依赖水力发电。小水电占该地区水电总装机容量的5%，占发电总装机容量的1%。

亚美尼亚和格鲁吉亚的小水电行业相对比较发达；但是，由于年降雨量波动大，这些国家水电发电厂运行常常不稳定。阿塞拜疆也有较大小水电潜力，但是目前只开发了3%；然而，未来小水电发展是该政府的首要目标。在该地区其他国家，由于水资源稀缺，小水电发展意向较弱。因此，黎巴嫩、约旦和伊拉克的小水电潜力相对来说比较有限，沙特阿拉伯则完全没有小水电潜力。叙利亚的小水电潜力未知。

图51

西亚各国小水电装机及潜力（MW）

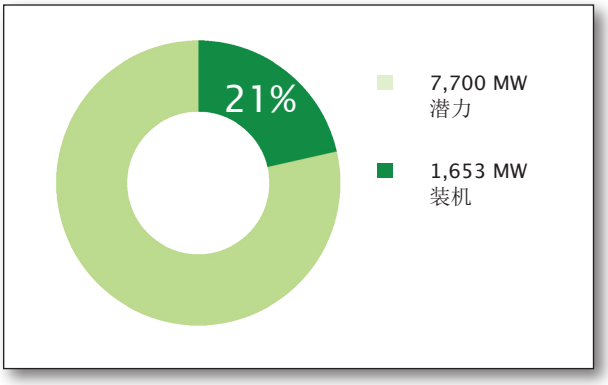


高加索国家和土耳其正寻求进一步开拓小水电潜力，其政策框架就可体现这一点。其他地区，由于水资源匮乏，小水电发展仍然十分有限。政治不稳定是阻碍该地区小水电发展的主要因素，尤其是中东国家。

*来源：该地区的所有数据引自各个地区摘要和国家报告。

图52

西亚已开发小水电比例（%）

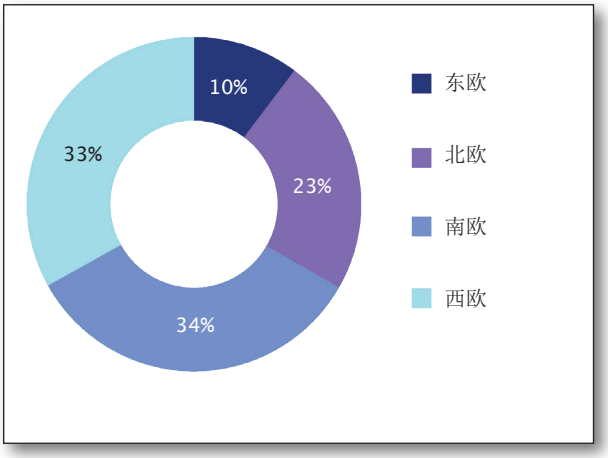


欧洲

欧洲拥有较长的小水电发展历史；使得该地区小水电已开发率达到最高。欧洲气候和环境条件差异大，各个地区小水电潜力不同。例如，西欧潜力较大，目前已经开发了85%的估算潜力。北欧国家的小水电由于已经充分开发，所以潜力十分有限。

图53

欧洲小水电装机容量（%）

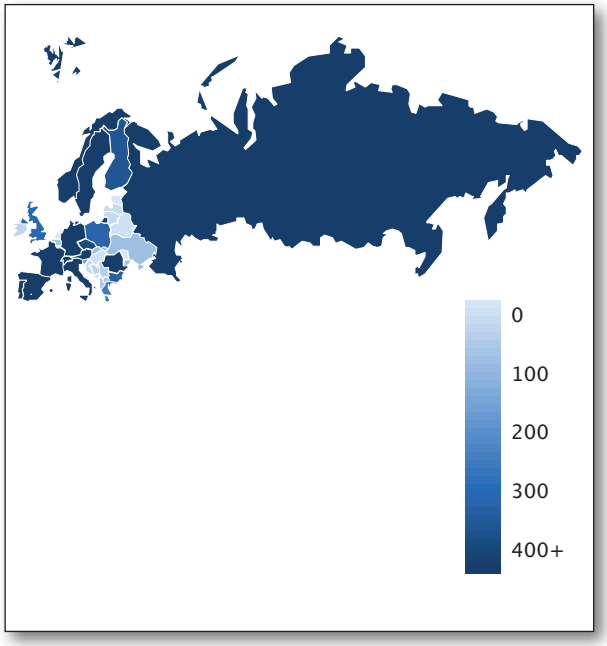


该地区的总装机容量为1,8684MW，潜在容量估算值为38,943MW。与《世界小水电发展报告2013》中的数据相比，这意味着装机容量增加了5%，潜在容量增加了38%多。截止2016，欧洲已经开发了将近48%的小水电潜力，西欧以85%的比例成为全球小水电开发率最高的地区。

欧洲是拥有已制定小水电上网电价补贴政策国家数最多的地区；在本报告中的39个国家中，有28个已将上网电价补贴政策纳入各自的小水电政策当中。

图54

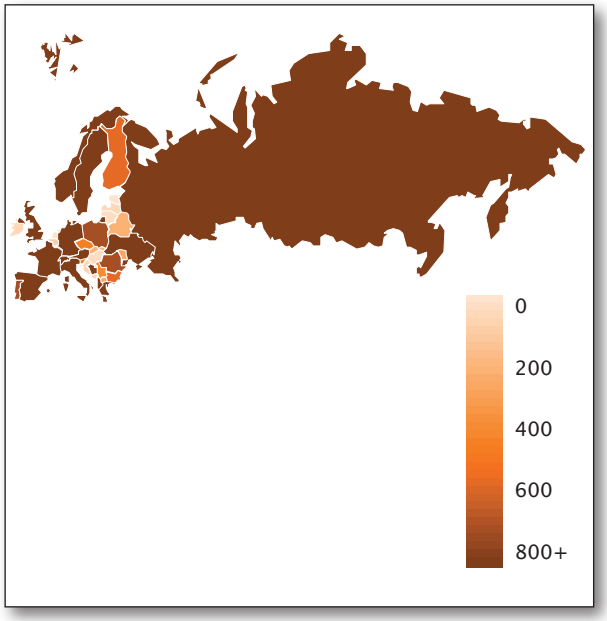
欧洲各国小水电装机容量(MW)



该地区小水电发展面临的总体挑战为一些国家严格的环境监管阻碍了小水电的发展。同时欧洲众多环保组织不看好水电，因此宣扬将大水电和小水电混为一谈的政策和做法。

图55

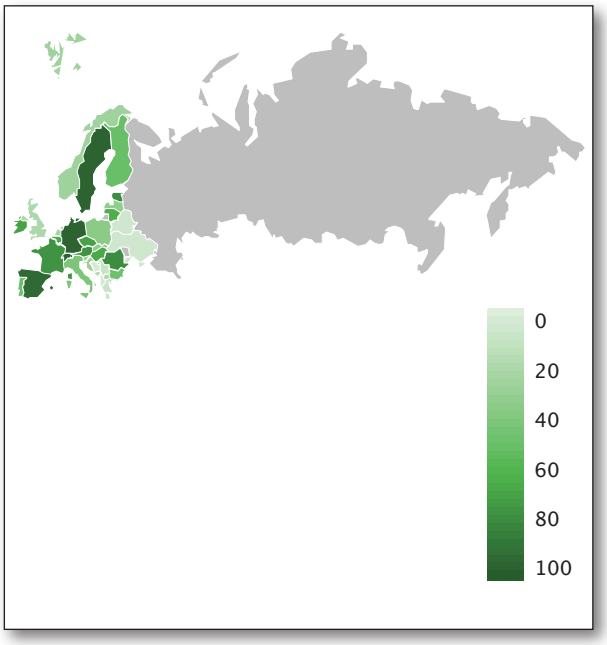
欧洲各国小水电潜力（MW）



作为欧洲未开发潜力最大的国家， 俄罗斯推出与第三方国家联合项目计划，鼓励欧盟成员国支持可再生能源设施建设，比如在非欧盟国家的小水电发电项目。这一支持机制与俄罗斯西北部的可再生能源项目相关，俄罗斯借此能够向欧盟成员国出口电力。

图56

欧洲各国已开发小水电比例（%）



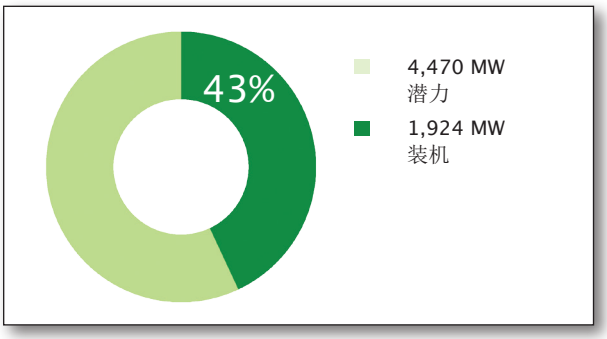
东欧

白俄罗斯、保加利亚、捷克、匈牙利、摩尔多瓦、波兰、罗马尼亚、俄罗斯、斯洛伐克和乌克兰

东欧拥有相当大的小水电装机容量，即1,924MW，这占4,470MW（10MW以下）潜力的43%以上。由于一些国家的小水电潜在容量增加，已开发小水电占比与《世界小水电发展报告2013》中的数据相比，有所下降。需要注意的是潜力并不包括俄罗斯数据；只有30MW以下的数据可得(约825, 845MW)。

图57

东欧已开发小水电比例(%)



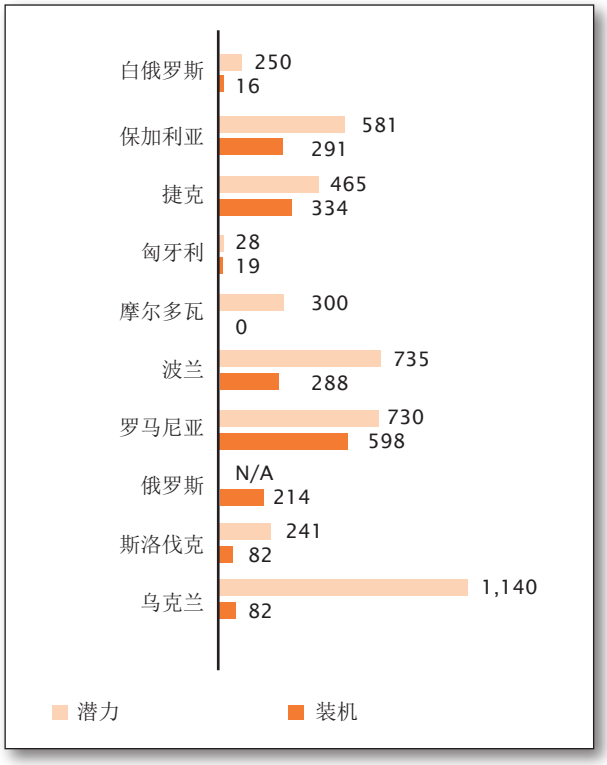
然而，该地区仍有一些国家开发了大量小水电，比如保加利亚、捷克和波兰。乌克兰和俄罗斯还有更多潜力有待开发。在10个国家当中，6个已经制定上网电价补贴政策 (FIT)，即保加利亚、匈牙利、波兰、罗马尼亚、捷克和乌克兰。

该地区所有国家都已实施了推动可再生能源 (RES) 政策；但是，由于水电站大坝造成环境恶化，大水电发展遭遇更多阻碍，众多国家也因此忽视了小水电行业。相反，该地区积极注重其他可再生能源，主要是风能和太阳能发展。

此外，东欧发展小水电面临众多体制和资金阻碍。例如，冗长的行政管理流程，尤其是保障环境方面的流程，已经让小水电行业发展陷入停滞状态，甚至降低了小水电发展的重要性，因为环保组织最多视小水电为一种普通的绿色能源方案。

图58

东欧各国小水电装机及潜力(MW)



最后，该地区多数国家缺乏针对小水电行业富有成效、可持续发展的总体发展计划。因此，投资者通常需要承担更多风险来确保小水电项目成功，这常常让投资者望而却步。

北欧

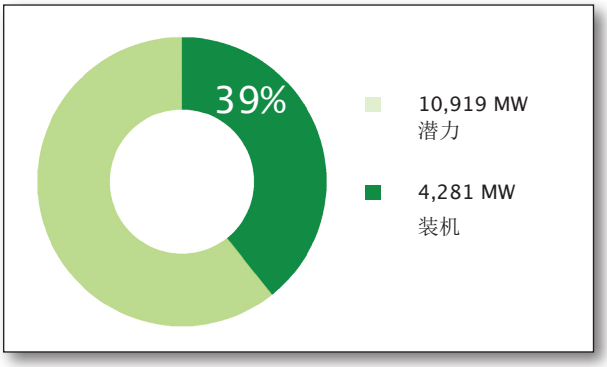
丹麦、爱沙尼亚、芬兰、冰岛、爱尔兰，拉脱维亚，立陶宛，挪威、瑞典和英国

北欧的小水电总潜力在欧洲位居第三，北欧潜力为10,920MW；但是该潜力中有70%都在挪威。丹麦、瑞典等其他国家已经充分开发了已知可行的小水电潜力。

与《世界小水电发展报告2013》中的数据相比，小水电容量增加了18%；从3,643MW增至4,292MW。同时，总潜力估算数据自2013年报告以来增加了185%；即从3,831MW增至10,920MW。这意味着目前已经开发了39%左右。《世界小水电发展报告2013》显示该地区90%以上小水电已开发，但是由于挪威潜力增加且获得了更准确的数据，该比例显著降低。

图59

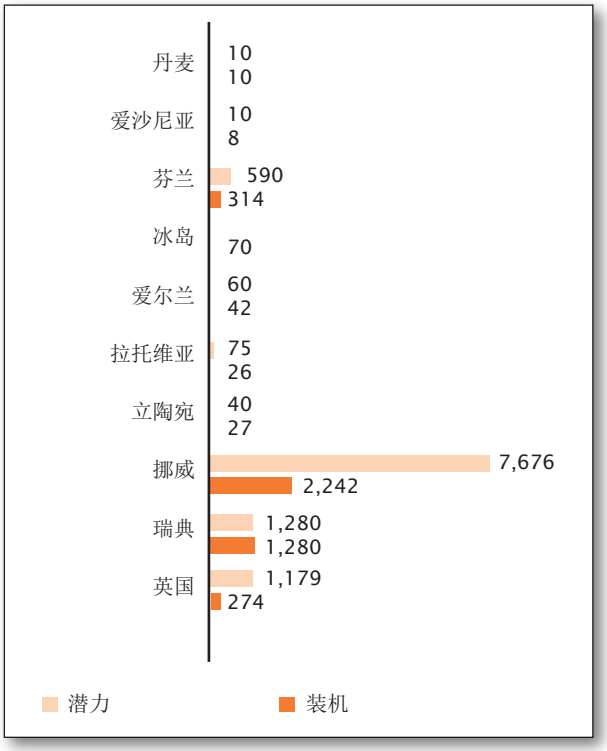
北欧已开发小水电比例(%)



在综述的10个国家当中，其中有6个已经制定小水电上网电价补贴政策，即丹麦、爱沙尼亚、爱尔兰、拉脱维亚，立陶宛和英国。但是挪威和瑞典例外，这两个国家共同运营一个可再生能源绿色认证

图60

北欧各国小水电装机及潜力(MW)



市场， 为可再生能源生产商保证稳定的电价。芬兰没有制定上网电价补贴政策 (FIT)，但是它有推动小水电发展的其他投资计划。

北欧地区，各国的装机容量和潜在容量差异很大：挪威和瑞典的装机容量和潜力高于1,000MW而丹麦和爱沙尼亚则低于10,000MW。因此，像挪威等一些国家，很注重开发其巨大潜力，而丹麦等国家希望由可再生能源提供100%电量，并不能通过小水电达到这一点。

毫无疑问，该地区小水电发展呈现出显著的小水电潜力差异。例如挪威小水电装机容量增加了26%，英国装机容量增加了19%。同时，冰岛装机容量增加了100%多，即从25MW增加至70MW；但是，冰岛的小水电潜力并未进行彻底研究，因此潜力未知。北欧各国政府都引入了可再生能源政策支持可再生能源发电，包括小水电。这些可再生能源政策的总体目标是在2020年之前增加可再生能源的比例。

由于该地区电力成本较低，致使小水电投资回收期延长，因此北欧仍然面临一些小水电发展阻碍。同时，这也导致小水电发展前期投资成本超过预期，让该地区的投资者望而却步。最后，由于该地区多数国家的环保要求和立法原因，小水电发展缓慢。

南欧

阿尔巴尼亚、波斯尼亚和黑塞哥维那、克罗地亚、希腊、意大利， 马其顿共和国、黑山、葡萄牙、塞尔维亚、斯洛文尼亚和西班牙

南欧的总装机容量为6,286MW，其潜力估算值为16,310MW。这意味着目前将近39%的潜力已经开发。

意大利是该地区小水电发展最可行的国家，意大利占南欧总装机容量的50%，占总潜在容量的43%。

该地区有大量小水电潜力尚未开发，估计至少有

图61

南欧已开发小水电比例(%)

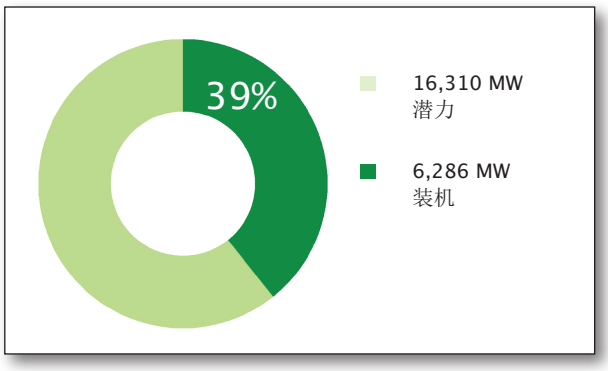
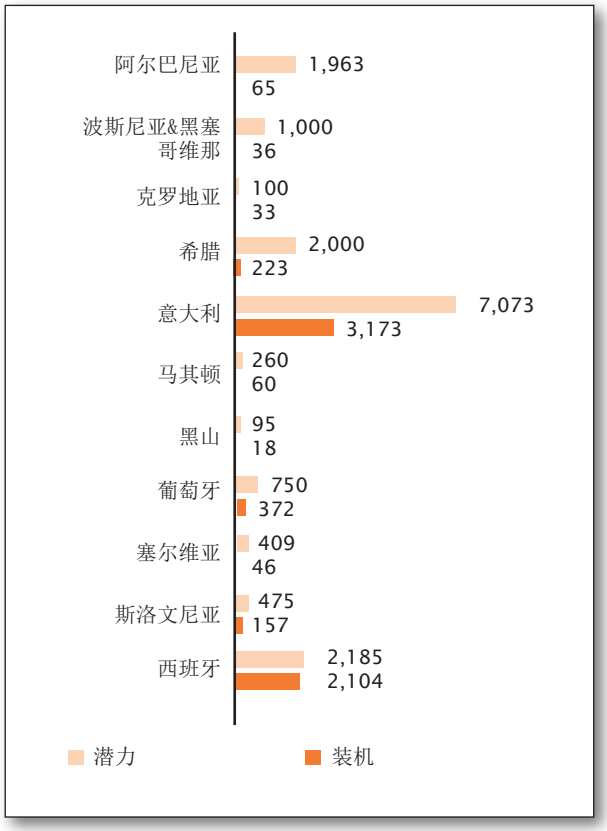


图62

南欧各国小水电装机及潜力(MW)



16GW，还有其他可再生能源；因此，为了推动可再生能源发展，该地区所有国家都执行了经济激励措施。这些激励措施也已经推动了小水电发展并进一步促进政策制定让可再生能源电力供应商得到一系列优惠政策。例如上网电价补贴政策 (FIT)、 优先连接到电网、保证电力销售、入网优惠和其他政府补助。本报告内覆盖的11个国家中，有10个国家制定了小水电发展上网电价补贴政策 (FIT)，只有西班牙于2012年暂停上网电价补贴政策 (FIT) 预实施。

南欧在开发小水电方面仍然面临一些障碍，包括审批许可证耗时长、手续复杂，希腊、意大利、黑山、葡萄牙、塞尔维亚和西班牙尤为如此。其他制度和监管障碍包括腐败、地方和全国法规不一致、小水电法规频繁变更等等。

西欧

奥地利、比利时、法国、德国、卢森堡、荷兰和瑞士

西欧已经开发了85%的估算潜在容量，拥有全球最高小水电开发率。奥地利、法国和德国等国小水电潜力相对较大，且已经开发了相当一部分。然而，还需要更多研究以确定水电技术应用潜力，比如管路水轮机以及现有水道和水坝建筑物改造或修复。

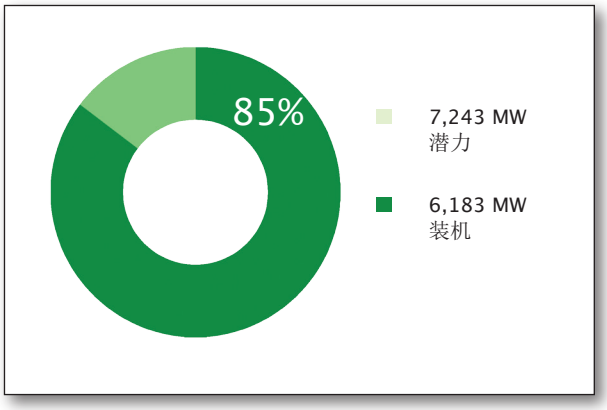
该地区总装机容量为6,183MW，潜力估算值为

7,243MW。除了比利时和瑞士，所有国家都制定了小水电上网电价补贴政策（FIT）。

西欧有众多小水电政策，所有国家都实施一定的小水电机制，包括比利时的可交易绿色证书、荷兰和奥地利的投资支持或补助。

图63

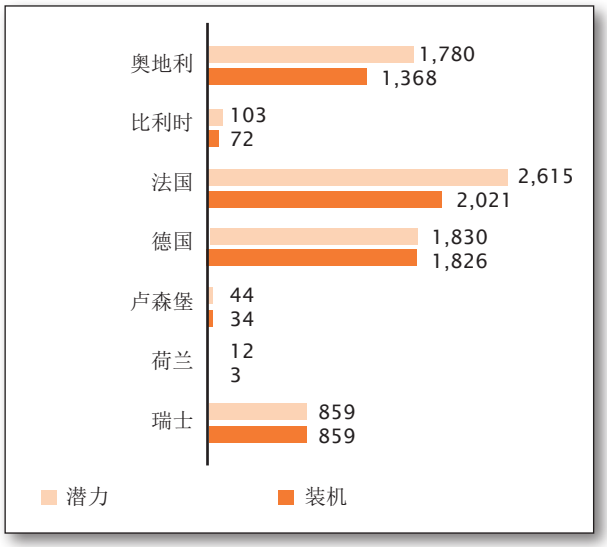
西欧已开发小水电比例(%)



在该地区所有国家当中，除了瑞士，都遵守《欧盟水框架指令》，以规范小水电和广义水电。

图64

西欧各国小水电装机及潜力(MW)



尽管该地区小水电开发比例特别高，西欧仍然面临开发小水电资源的各种挑战。最大发展障碍便是水力形态相关的较高环保期望。例如，《欧盟水框架指令》旨在要求欧盟管辖区内所有水体具有“良好状态”，但是实施严格环境条件也限制了小水电发电并影响现有和新的小水电项目的经济可行性。预期2017年有望修改欧盟环境法规，届时可能对小水电发展放松一些限制条件。

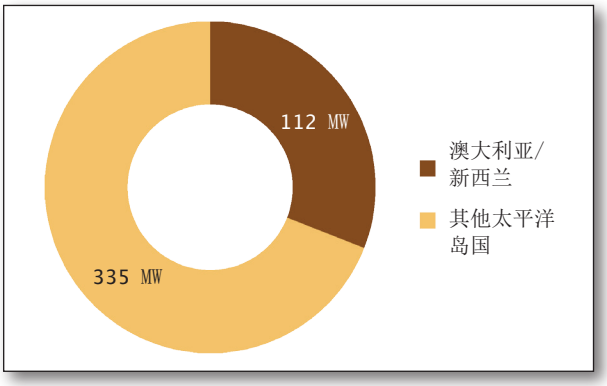
*来源:本章节所有数据引自各个地区摘要和国家报告

大洋洲

就本报告内各大洲所包含的国家数以及装机容量和潜在容量而言，大洋洲是最小的地区。总装机容量为447MW。总潜力估算值为1,206MW，与《世界小水电发展报告2013》中的数据相比降低了2.6%。这一比例降低是对2013年以来确定为不适合发展小水电的一些新西兰地区进行重新评估而产生的。装机容量和最新评估的潜在容量表明目前已经开发了37%左右。该地区的十个国家均没有制定小水电方面的上网电价补贴政策。

图65

大洋洲小水电装机容量(MW)



大洋洲地区小水电潜力十分多样化。所有国家降雨量充沛，能够支持常年小水电发电需要，只有一小部分岛屿有多山地形，通常是开发小水电潜力的主要因素。澳大利亚与新西兰地区，位于大洋洲最南部，是小水电潜力最大的地区，太平洋岛国地区多是地势平缓岛屿，没有小水电发展潜力或潜力较小。因此，大洋洲开发小水电的最大挑战是地形条件。

图66

大洋洲各国小水电装机（MW）

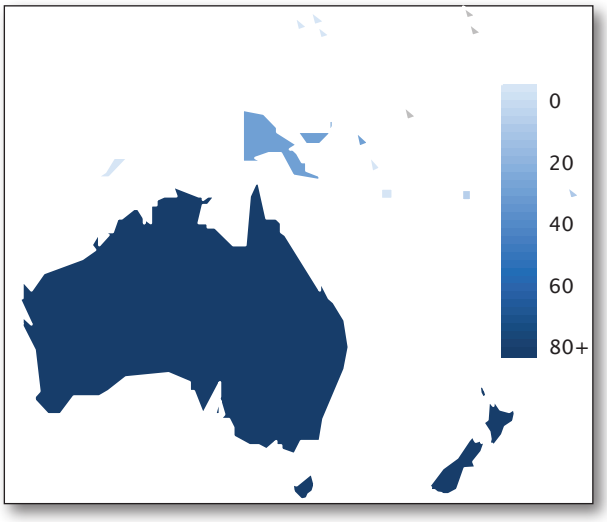


图67

大洋洲各国小水电潜力（MW）

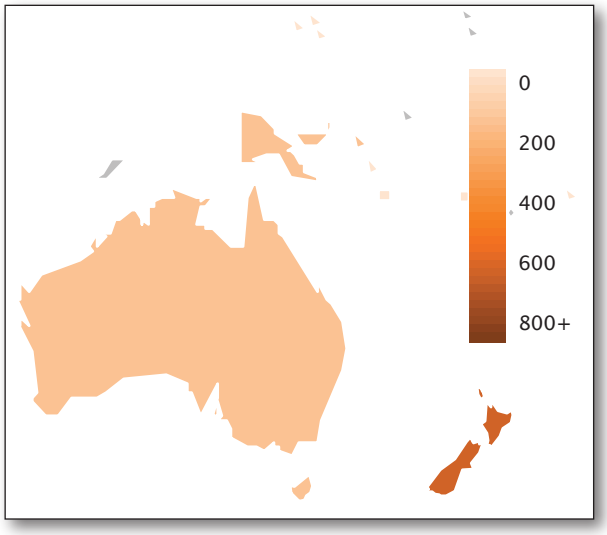
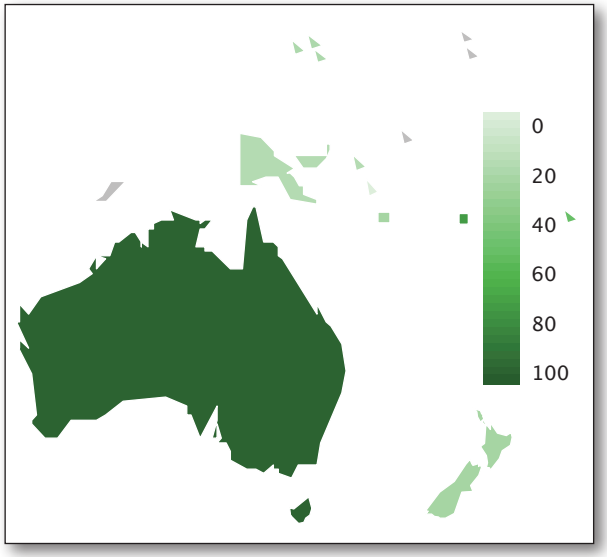


图68

大洋洲各国已开发小水电比例(%)



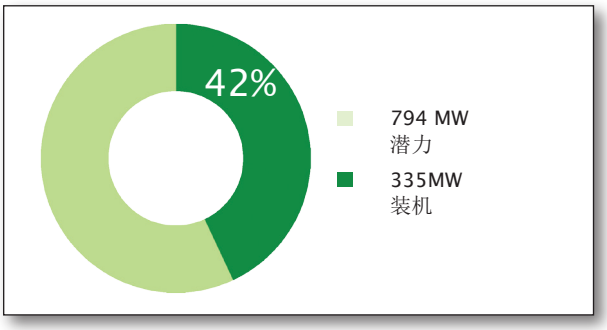
澳大利亚和新西兰

该地区只有澳大利亚与新西兰，但是占大洋洲小水电装机容量的75%，和估计潜力的66%。总装机容量为335MW，与2013年报告数据相比，增加了8% ；潜力估算至少为794MW，下降15% 。需要注意的是澳大利亚还没有全面的小水电研究，因此其小水电总潜力尚未确定。本报告使用该国的装机容量作为小水电潜力的最小阈值。此外，澳大利亚与新西兰地区的潜在容量下降是由于新西兰的新数据导致的 ，这些数据没有将经济上不可行的保护区和站点包含在内。新获得的数据表明目前已经开发了42%左右。

澳大利亚与新西兰地区在小水电行业并无很大发展，主要是缺乏推动、实施小水电的政策。自2013年以来，新西兰有一些小水电发电项目装机

图69

澳大利亚与新西兰已开发小水电比例(%)



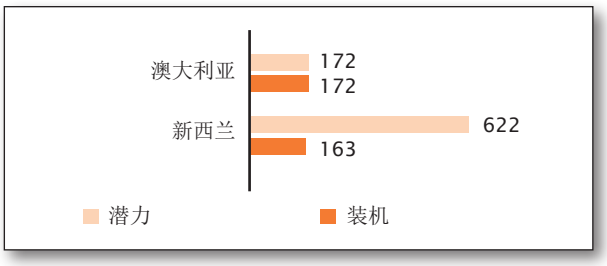
投产，总容量从138MW增加至163MW。澳大利亚

无小水电发展。两国都将致力于其它可再生能源，主要是风能和太阳能。

同时，该地区面临小水电发展两大挑战。第一大挑战是多数小水电发展站址位于保护区或者位于有重大潜在环境和社会问题的位置，需要较长审批过程，耗资巨大。

图70

澳大利亚与新西兰小水电装机及潜力（MW）



第二大挑战是小水电发展需要大量资金投资，即使有可再生能源优惠措施，新发电成本高于市场价格。因此，两国常常面临小水电项目融资困难。

太平洋岛国地区(PICT)

斐济、新喀里多尼亚、巴布亚新几内亚、所罗门群岛、瓦努阿图、密克罗尼西亚， 法属波利尼西亚和萨摩亚

太平洋岛国地区(PICT) 地区是美拉尼西亚、密克罗尼西亚和玻里尼西亚地区的集合，包括斐济、新喀里多尼亚、巴布亚新几内亚、所罗门群岛、瓦努阿图、密克罗尼西亚、法属波利尼西亚和萨摩亚。由于较小的岛国和地区没有任何已知的小水电容量，本报告未将其包含其中。

太平洋岛国地区地区的水电装机容量仅为112MW，小水电潜的容量估算仅为412MW，表明已开发27%。与2013年报告数据相比，装机容量增加了10%，而小水电潜力则增加了35%。

图71

太平洋岛国地区已开发小水电比例(%)

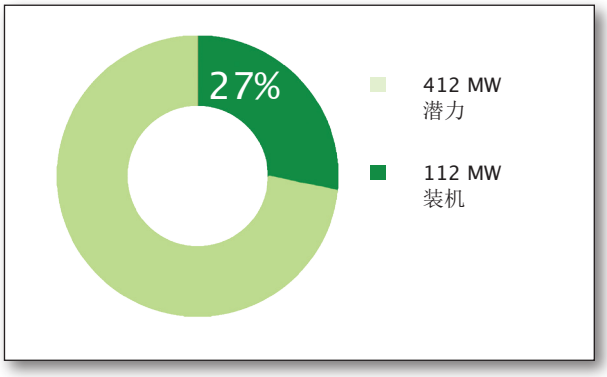
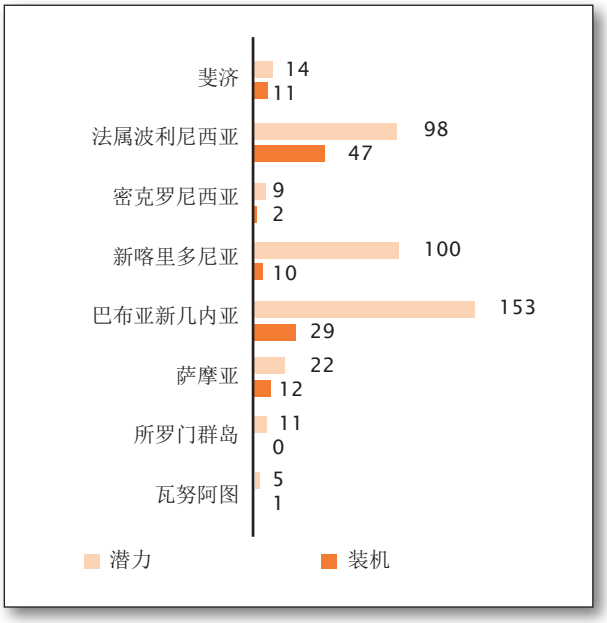


图72

太平洋岛国地区小水电装机及潜力（MW）



所有国家除了斐济，已经在过去三年里积极开展了可行性研究，进一步确定有前景的小水电站址。此外，新喀里多尼亚正在执行新的政府改革，推动可再生能源项目发展；特别是，该岛已经发布水电潜力方面的最新信息，信息表明潜在容量显著增加。

*来源:本章节所有数据引自各个地区摘要和国家报告

结论

小水电是一项成熟的通用技术，可有效提高发展中国家，特别是农村地区对清洁、可持续电力的获得。同时，小水电有助于发达国家实现可再生能源的发展，减少温室气体排放。很多国家已经或者准备开始通过发展小水电来减少贫困并普及用电，这两项都是可持续发展目标和人人享有可持续能源倡议(SE4ALL)的主要内容。

中国和印度是近年来较好利用小水电的两个国家；两个国家都通过小水电发展，采取了各项主要措施改善用电普及情况。此外，其他国家紧跟其上，也明显增加了小水电容量。

本报告旨在阐述在全世界范围内小水电的发展情况。在小水电潜力方面，本报告表明全球各大陆都呈现较大进展和影响。这对倍受全球能源问题(例如对化石燃料依赖)困扰的众多国家无疑产生了具大影响。然而，本报告还表明南美还有较大发展空间。南美拥有较大潜力，但是，到目前为止巴西还没有较大开发进展。

小水电作为实现农村电气化以及可持续工业发展的一个解决方案，其重要性和优势仍然被低估。与其他小规模可再生能源相比时，小水电被低估的情况尤为明显。例如，报告所述很多国家制定财政鼓励措施发展风能和太阳能往往阻碍了小水电发展，因为这些激励措施常常不惠及小水电项目。在某些情况下，例如阿尔及利亚或沙特阿拉伯，对风能和太阳能的财政激励措施是由于缺乏合适的小水电资源。但是，在其他情况下，则是缺乏准确的小水电潜力研究，从而让政府当局更倾向于发展风能和太阳能等更容易实现的项目。另外，与其他技术相比，尽管小水电项目发电量大，但是项目执行的前期投入巨大。这一点也阻碍了政府当局和私有投资者参与小水电的发展。最后，公众因为大水电项目对环境和社会造成的影响，对小水电还有负面看法。

尽管小水电被低估，本报告记录了自《世界小水电发展报告2013》以来小水电取得的新进展和面临的挑战。例如，由于最新获取的数据，俄罗斯的小水电发展潜力被证明比原先报道的更大（30MW以下）。这表明俄罗斯的小水电发展现状还有较大发展空间，只开发了容量的0.10%。这一变化巨大，进展与挑战并存。当前取得的进展是：重新评估确定俄罗斯及东欧甚至是欧洲大陆的实际潜力更准确地描绘了小水电情况和未来发展。而挑战则是：俄罗斯需要重新评估立法以制定激励政策来开发这一丰富的能源潜力。

本章节是《世界小水电发展报告2016》结论部分。尽管小水电开发有所增加，多数结论和建议与原先报告相似。

数据需求

与2013年报告相同的结论之一是需要各国提供准确、共享的小水电潜力数据。在发展中国家小水电通常遭遇的阻碍是缺乏准确数据来鼓励私有投资者投资小水电行业。本报告中概述的多数国家的数据都已过时，都是基于几十年前的研究或概述，不能反映当前技术进步或政策框架，而这些将极大地影响了技术和经济估算的可行性或准确性。小水电潜力方面的详细信息能够让潜在投资者了解合适的小水电开发站址、降低可行性研究成本。为了切实、充分实现全球小水电潜力并吸引私有投资商投资该行业，各国政府需要真正意识到涵盖最新技术和经济发展的最新、详细研究报告的重要性。此外，国际捐助项目和其他发展基金应该考虑资助当地类似研究的价值。

在发达国家，小水电发展的阻碍通常是已知水电资源大部分已开发完结。尽管如此，很多评估都是基于过时研究得出的，因此，利用基于地理信息系统(GIS)计算机模型的最新综合概述有可能会发现新的潜力。很多现有评估并未包括恢复旧发电厂站址或改造现有水道和大坝的潜力。例如，全球有很多用于灌溉或饮用水蓄水且未用于发电的水库和大坝，可安装小型水轮机与这些大型的系统一起运作。

欧洲已经开发了相当大比例的小水电资源。尽管如此，欧洲RESTOR项目（可再生能源带动地区发展）于2012年到2015年之间进行的研究已经确定有50,000个左右目前停运但是适合小水电开发的旧站址、工厂和和水电站。例如，在拉脱维亚，这些站址被视为国内唯一遗留的小水电未开发潜力。但是这些站址通常不包含在国家潜力评估报告当中。另外，有些情况下监管障碍也会阻碍小水电发展。例如在波兰，很多已确认站址所有权不明，而且需要出台新政策让独立发电商开发小水电资源。

多数国家还缺乏非传统小水电新技术如何显著增加潜能的评估。管路水轮机能够并入废水或饮用水系统–正如美国的成功实施案例 – 承诺可显著增加发达国家的总潜力。另外，低水头或者零水头水轮机新设计能够在原先不在考虑范围的地点提供小水电发展，这些地点通常在人口居住区附近。这能降低总成本，并能够极大促进农村电气化项目。

小水电缺乏关注

对风能和太阳能等其他可再生能源的关注有时候阻碍了小水电行业发展进展。在埃及和多米尼加共和国等国家，为其他可再生能源制定的政策或者财政激励政措施并不适用于小水电发展。而在另外一些国家，政府都关注大水电发展，如巴拉圭拥有巨大的水电潜力并极度依赖大水电发电，但却完全没有开发小水电资源。小水电潜力通常与大水电潜力相关联，当大水电实现较高发展水平时，小水电往往不受重视。政府不推动小水电发展，部分原因是财政收益低以及缺乏小水电总潜力数据。一方面不能压制可再生能源资源发展，另一方面各国政府能够受益于小水电资源总潜力的最新研究报告以及引入新立法，充分了解小水电能积极有助于实现清洁可持续能源。

小水电融资

筹集小水电资金是该行业发展的关键。开发商采取的方法因地区而异，有社区筹资、公共基金、股权投资、政府补助和当地金融机构贷款。在发展中国家，尤其是非洲， 目前现有小水电多数通过政府补助或者国外发展机构或其他按国家的软贷款实现。这一方法的关键问题是模式不可持续性。为了创造对私有投资者更有吸引的金融环境，已经开展了更多工作。

但是，创造有利投资的环境常常会因为在制定合适的激励措施之前，需要解决其他各种问题而受到阻碍。这主要包括需要投资一个强大的有合适电网覆盖和基础设施的电力部门。

尽管中期和长期效益高于初期的高额投资成本，小水电仍常常被投资者视为高风险行业。立法不确定性和不明确更加加剧了这一情况。因此需要简明的立法和监管流程以及恰当的财政激励措施。

合适的政策和法规

可再生能源和小水电行业缺乏明确的政策、监管和制度框架是阻碍小水电发展的主要因素。多数国家拥有可再生能源目标，包括为小水电专门制定的目标，但这些都需要合适的、明确的途径去实现。

有众多政策能够改善发展机遇，包括与可再生能源生产商签订长期采购协议、上网电价补贴政策(FIT)、小规模项目的净计量政策和可再生能源优先政策。

此外，可再生能源发展计划目标需要与水资源和环境等其他部门的目标相一致。例如在黑山共和国，有吸引力的投资环境因为不同国家文件和法规冲突而受到阻碍，妨碍发展。

上网电价补贴政策

上网电价补贴政策 (FIT)是为确保采购可再生能源发电量提供可靠保障的一种常用工具，能够增加金融机构信心并以更优惠的利息获得长期贷款。21世纪可再生能源政策网(REN21) 注意到，相比其他税收优惠或者可再生能源配额制(RPS)政策，上网电价补贴政策在可再生能源发展中占更大比例。截止2012年，其估计已经占全球风能和光伏装机容量的64%和87%。尽管本报告的主要目的并不是分析上网电价补贴政策(FIT)对小水电发展的精确影响力，从多数没有上网电价补贴政策(FIT)国家的小水电发展水平低这个实事可以得出一个大概模式。尽管上网电价补贴政策(FIT)并非鼓励小水电发展的唯一方法，正如欧洲委员会总结的那样“合适的上

网电价补贴制度是推动可再生能源发电的最有效可行的支持方案。”因此，与欧洲委员会一样，本报告建议小水电发展水平低的国家应该认真考虑引入小水电发展的激励措施或者类似的金融担保计划。

尽管如此，上网电价补贴政策(FIT)需要根据各国具体国情进行调整，结构不合理的上网电价补贴政策(FIT)会对小水电发展产生更多消极而非积极的影响。例如，加纳的上网电价补贴政策(FIT)被批评不全面。其中一些批评摘录如下：保证期限太短(10年)；缺乏绿色能源优先法规；电网连接和电网扩展的费用由谁承担不明。上网电价补贴政策 (FIT)并非严格以发电成本为基础，由于当前消费电价低，项目可以获得的资金情况不明，这也阻止了更多风险规避型投资者。由于制度设计不合理、设计不充分、上网电价补贴政策(FIT)费率水平低或执行过程阻碍重重，非洲的上网电价补贴政策 (FIT)计划实施效果差。

上述种种不足可以通过政策目标的冲突，特别是与合理电价需求的冲突得以印证。上网电价补贴政策(FIT)费用高，因此能源政策是否能够明确如何消化成本，这点十分重要。例如，直至2012年，西班牙有两个财政支援方案；上网电价补贴政策(FIT)和有上下限额的市场额外补贴价-基于市场价和额外补贴之和。但是，在2012年1月27 日，由于财政赤字亏空大约260亿欧元(US$ 287亿美元)，西班牙内阁批准通过了一项皇家法令‘暂时’暂停上网电价补贴政策(FIT)预实施程序，撤销热电联产和可再生能源(RES-E)相关的对新发电容量的财政激励措施。这部分赤字大部分是对可再生能源的财政激励资金。

在众多采纳了上网电价补贴政策 (FIT)的发达国家当中，这部分成本至少有一部分分摊到了消费者头上。但是在发展中国家，用电成本已经很高，这种情况下，上网电价补贴政策 (FIT)对政策决策者来说，并不具备经济可行性，也不具备政治吸引力。因此，发展中国家选择让电力生产商和供应商之间签订电力采购协议。但是，这个方案也面临众多挑战，如旷日持久的商讨、更高成本以及阻碍银行贷款的风险。南非的上网电价补贴政策由于发电生产商和电网之间协商变得无效，这就是一个典型的例子。

此外，多数发展中国家缺乏执行无限制上网电价补贴政策 (FIT)的电网容量。因此，对于本报告中已经制定或者即将计划上网电价补贴政策 (FIT)的发展中国家而言，通常使用上限来限制可再生能源以总比例及最小规模，以免小发电厂每千瓦时的发电成本过高。通过限制上网电价补贴政策 (FIT)比例，价格上限还可以减少价格对消费者的影响。

总而言之，上网电价补贴政策 (FIT)必须成为更重要发展战略的一部分或者与大发展战略方向保持一致。各国政府还可以考虑如何让国际捐助项目和气候融资工具承担一部分成本。

当上网电价补贴政策 (FIT) 成为一个国际标准时，需要注意的是不少国家正积极寻求替代方案替换现有电价政策。例如巴西和秘鲁已经采用了能源拍卖模式，且相比较上网电价补贴政策 (FIT)更倾向于前者。然而，尽管拍卖有利于吸引私有投资，这一拍卖模式更倾向于出售低成本能源，让小水电相比较其他可再生能源处于劣势地位。尽管如此，通过重新制定能源拍卖规则，还是可以规避这些缺点的。如果采纳上述能源拍卖模式的国家能够承诺改革，这种拍卖模式能够成为小水电发展的更有效模式。对于高电价的发展中国家来说，尤是如此。巴西改革成功。2015年，巴西制定了更大上限成本，让风能和小水电等能源更加公平地竞争。因此，巴西的小水电项目在受管制的市场开始复苏，并将继续如此。

可再生能源投资组合 (REPs)

如果情况允许，和其它合适工具的帮助下，上网电价补贴政策(FIT)可以是推动可再生能源技术的最主要经济工具。可再生能源投资组合(REPs) 是一种有效、普遍的促进可再生能源的政策工具。REPs 要求电力供应商采购一定比例可再生能源电力。因此，它与上网电价补贴政策(FIT)不同，允许不同可再生能源之间有更多的价格竞争。REPs常常与认证计划并存，认证计划要求供应商从发电业者购买可再生能源证书。这为独立电力生产商提供了有用的财政激励措施。然而，由于认证计划是基于市场操作的，若可再生能源市场过于饱和的话，能源证书会因此大幅贬值，最终阻碍未来发展和投资。这种情况在挪威、瑞典和波兰发生过，当时波兰的证书价值下降到长期稳定价格的40%。因此，商业实体纷纷提高要求，增加新产品的贷款利率，要求额外贷款抵押物，停止了可再生能源融资并审查所有项目的融资应用。同时，由于可再生能源生产商收益降低，增加了现有发电厂面临减少的风险。

考虑到小水电发展的不同财政激励措施以及相关效益和风险，建立一个更强大系统来分析政策的有效性，并设立不同国家的政策决策者分享经验的平台显得十分重要。这将有助于在不同社会经济和政治环境中，确定适合发展小水电的融资机制。在这种情况下，政府部门、公用事业单位、监管机构、金融机构、项目开发商和社区代表之间开展知识分享与交流是十分有效的方法。

技术与技能

缺乏适当的技术技能和本土技术是阻碍众多国家的规划和现有小水电项目的主要因素。本土技术缺乏的国家，通过制定关税优惠政策并降低进口税收促进国外引进以应对这一不足。

能力建设是提升小水电项目维护所需技能的关键措施之一。通过为期一周的培训，专家们可以培训当

地工人如何管理小水电系统，以及在未来出现技术问题时如何进行修复。肯尼亚近期成功接受了国际小水电中心和东部和南部非洲共同市场的小水电能力建设培训。这两个组织在内罗毕组织开展了为期五天的培训，传播并分享中国在东部和南部非洲共同市场国家的先进小水电技术和经验。组织者访问了穆兰卡县KEN-GEN的Wanjii水电站并将其作为发展中国家成功实施绿色能源国际合作的示范项目。

尽管一些国际组织机构在推广小水电方面取得了种种成功，还需要与有丰富经验的国家开展更多合作；尤其需要在规划、开发并执行小水电项目方面提供技术支持。特别地，还需要相关专家协助开展可行性研究。

基础设施与电网接入

基于小水电技术特性，所有国家面临的共同问题是，小水电的适宜站址通常坐落在没有电网接入的偏远地区。除非政府有明确政策支持保证电网连接成本，否则一些站址的费用将过高。在发展中国家，由于电网容量和覆盖率有限，这一情况尤为如此。在寻求私有投资资本时，建设能够允许新型小规模可再生能源发展且覆盖范围广的稳定电网是首要任务。建设微型电网，允许小水电供应基本负荷电力，能够实现偏远和人迹罕至地区短期至中期或甚至长期的电气化目标。此外，很多发展中国家输电耗损大，这要求投资能够同时兼顾发电和输电两方面。

环境法规

环境法规在一些国家使得开发小水电更加复杂，同时也增加了安装成本。小水电技术已经比较先进，可以降低对环境的影响并保护周围的生态系统，主要是洄游鱼类。对于有些国家主要是发达国家，新环保法规对潜在小水电站址提出了更多限制，或要求增加额外成本让项目变得不可行，甚至完全阻碍项目发展。例如在挪威和瑞典，由于实施的新法规阻止不合法地开发潜在小水电站址或那些经济不可行的潜在小水电站址，两国可行小水电潜力几乎已经完全开发。同样在奥地利，政府对环境问题也有相关要求。其中之一就是要求对经过小水电系统和保留河流中的洄游鱼类进行保护。在这种情况下，政府达成共识需要花费一段时间，且很多人批评政府的这种共识对鱼类保护和小水电发展均不适宜、不可靠。

尽管确保较低环境影响对小水电发展很重要，各国政府应该在制定并实施法规时，将小水电开发商视为重要利益相关者。同时，该行业必须持续降低小水电对环境的影响并寻求更低成本的技术以便确保对环境无害的站址仍然具有项目可行性。

体制壁垒

很多国家都强调繁复、冗长的行政手续是影响小水电发展的最大障碍。需获得各个部门审批的复杂许可证要求不但代价高，而且会耽误项目执行，打击投资者积极性。例如，在荷兰，小水电发展的主要限制为国家地势平坦导致水电潜力低，但是最大限制还是获取地方水资源许可证 (“Waterschappen”)困难。上述许可证可能仅仅是确定是否有潜在小水电站址，而非建设小水电的许可证。但是，即便如此，获得这样的许可证也十分困难。尽管荷兰确实有一些地方可以开发小水电项目，但是由于业余和专业渔民游说议员，小水电开发几乎停滞。

一些专家建议通过标准化合约的由独立责任机构提供一站式服务，这可简化许可证办理流程，以此实现更快发展。此外，水电站适宜站址土地征用立法须清晰、透明，这样会降低成本并加速小水电发展。

知识分享

小水电开发经验丰富的国家和小水电资源开发欠发达国家之间开展知识分享十分重要。国际小水电中心和联合国工业发展组织负责组织这样的活动，另外还需要额外资金支持对其予进行推广和改进。

在尼日利亚，能源委员会、联合国工业发展组织和其他利益相关者开展了合作研讨会，专门研讨农村地区小水电发展，并为促进小水电开发制定未来发展战略。因此，能源委员会、联合国工业发展组织和国际小水电中心 (ICSHP) 之间就如何利用已确定的小水电潜力开展进一步合作签订了谅解备忘录。

从尼日利亚和国际小水电中心可以看出，通过论坛和会议开展交流、知识共享、信息传播，是小水电发展的基本要求。

公众认知

尽管小水电与大水电项目不一样，不会产生相同的环境成本，但是却背负着同样糟糕的公众形象。该行业发展以及鼓励小水电发展的政策执行(比如上网电价补贴政策 (FIT)需要所有利益相关者的支持才能获得成功。小水电应该按照清洁能源推广，是木质燃料照明的绝佳替代品，并且是偏远地区电气化的理想解决方案。

气候变化影响

气候变化威胁小水电发展的可靠性，一些国家的专家们指出不稳定和不可预测天气是妨碍发展的主要因素。与其他可再生能源如风能和太阳能相反，小水电的主要优势之一是供电的可预测性。不稳定的供水也会导致小水电发电厂和其他行业竞争，主要是与饮用水竞争，导致发电厂运行效率降低。可能需要开始小水电站址未来评估，包括天气变化模式如何影响发电厂效能及规划的评估等等。此外，更好的水资源管理系统能够有助于缓解水资源不同使用者之间的冲突。然而，气候变化并没有降低对小水电发展的需求，相反，气候变化仅仅加强了国家尽快采取小水电和其他可再生能源的迫切需求。

建议

以下建议分别为国家、区域和国际层面的总体建议，而非综合建议。

国家层面

资源评估

1. 发展中国家应该对小水电潜在资源开展详细分析，以降低开发成本并鼓励私有投资参与。发展基金、资助机构和国际非政府组织应该考虑为开展上述研究提供资金支持。

2. 发达国家也应该对小水电潜力开展详细评估，同时考虑新技术改进、现有发电水道或者管道改造、修复旧站址，有些也同样适用于发展中国家。

3. 总之，应在未来较长时间内收集水文数据。为此，需要配套的水文站联网等技术设备。

4. 由于水文和环境变化对水域的长期作用，对潜在站址的现有可行性研究需要重新评估。若不重新评估，多数小水电开发商只能获得过时的研究报告，不能反映小水电选址的当前状况。同时应该考虑最新经济条件、监管环境和技术改进情况。

5. 潜在多功能站址需要将小水电纳入现有的水库和大坝当中，这些水库和大坝原先用于灌溉系统或者饮用水。这些站址通常被忽视，但是能够极大地促进可持续发展目标，即电力普及和清洁能源。

6. 需要确定基于技术革新的潜在非传统站址，以便确定现有基础设施如低水头水渠是否能够作为小水电站址。

政策和法规

7. 为其它可再生能源制定的政策和财政激励措施应可适用于小水电发展，尤其需强调绿色技术和发电。

8. 各国应该评估执行不同政策工具及财政激励措施对鼓励小水电发展的影响。这些评估应同时考虑政策的总体设计和成本分摊。

9. 应该特别考虑上网电价补贴政策 (FIT)；各国政府应该考虑如何让国际捐助项目和气候融资工具分担一部分总成本。

10. 各国政府应制定恢复旧站址相关的明确法律法规，尤其是涉及土地所有权的问题。

11. 各国政府机构还应该通过创建标准化许可证和合约的一站式服务，简化小水电开发流程。

12. 明确的小水电发展目标应该作为可再生能源大目标的一部分予以执行，并应包括保证实现这些目标的明确、合适途径，协助各国为可再生能源目标作出承诺。小水电能够显著提高绿色能源比例。

13. 在国内政策方面，坚持统一、国际化小水电定义有助于小水电发展过程中的政策协调并消除双边或跨国交流中的歧义。

14. 可再生能源和小水电目标需要与其他行业的竞争目标相一致，尤其是水资源和环境行业。

15. 水资源、环境和电力机构之间应该加强合作。通过合作，将重心放在避免重复授权、立法冲突上，并同时减少审批/授权流程所需的时间。

16. 各国政府应该对水道的使用制定管理办法，避免农业、渔业、电力业和生物多样性之间发生冲突。

17. 发展合适的水资源管理体系也可以减少人口竞争需求之间的资源冲突。

18. 各国政府机构还应该注重引入新环境法规政策，将小水电开发商视为重要利益相关者。

19. 确保土地记录信息清晰、保持更新，及时完善土地配置问题，将同时有助于避免土地权利/所有权、让与/许可证冲突。

融资

20. 在开发小水电项目时，投资者时常常面临财务风险。因此，应该制定新财政政策并简化现有法规流程，用总体战略降低投资者风险。

21. 为项目开发商解决启动资金高的问题，提供更方便的融资准入门槛。加强地方银行或者小额金融机构对小水电的认识，从而提高风险评估，提供更优惠的贷款条件。

设备与技术

22. 很多国家缺乏地方生产能力，因此建设或改进小水电站配套基础设施行业，如混凝土供应行业和金属制造厂，将促进小水电设备制造行业发展。

23. 国家进口税也将阻碍小水电站设备供应。为小水电设备制定较低进口税费将解决这一问题。同时，若该国还没有小水电行业，这也将解决小水电技术欠缺问题。

基础设施

24. 小水电开发商在面对国家电网时常常面临阻碍。因此，发展稳定、有合适容量和覆盖率且能进行额外连接的电网可以在将来方便地连接小水电站。同样地，国家应该制定相应法规降低开发商并网成本。

25. 为了避免输电耗损大并提高小水电项目的整体效率，应该同时兼顾输电系统和发电工程投资。

26. 在有些情况下当独立的离网系统不可取时，在偏远地区建设小水电站通常经济上不可行，因为需要建设微型电网或并网中央电网。通过改进电网规划，同时明确电网基础设施的投资需求。这将有助于更好地确定潜在站址的经济可行性。

技能和专业知识

27. 当地居民通常缺乏小水电项目的相关技术专业知识。通过加强当地开展小水电站可行性研究、建设、运行维护等方面的能力建设，各国的整体小水电行业将更好实现自给自足、长效运行。

农村电气化

28. 小水电能够有效改善农村电气化、普及清洁能源和可靠能源使用，有助于减少贫困，这都是可持续发展的主要目标。但是，需要对并网和离网装机和潜在装机容量进行跟踪评估，完善小水电对农村电气化影响的报告。

29. 应该更好地开发并充分报告农村地区小水电在生产性应用方面的作用，以便更好地分享经验，促进包容性、可持续性工业发展。

30. 在国家和国际社会层面，为了促进农村电气化，应该开发并推广小水电发展新商业模式。

国际与区域层面

1. 国际和区域机构的推广对推动小水电作为重要可再生能源十分重要。因此，国际和区域机构应该就上网电价补贴政策 (FIT)和其他财政激励措施对小水电发展的有效性提供详细分析。

2. 全球小水电参与者应积极明确并推广全球通用的小水电定义，该定义应同时被国际组织、国家利益相关者等接受。

3. 国际和地区机构还应该提供气候变化对整个地区小水电效能影响的报告。

4. 为政策决策者建立区域性网络和知识交流项目，有助于确定最合适的融资机制，有助于在不同社会经济和政治环境下开发小水电项目。该网络包括一系列专业和机械研讨会，满足地方和地区的设备需求。

5. 同时，国际和区域机构应该提高大众对小水电站效益的认识，改善公众和投资者对小水电的负面印象。

6. 国际和区域机构应该推广考虑了新环境法规的最新小水电设计，这些法规会影响潜在站址的可行性。

7. 国际发展基金、资助机构和非政府组织应考虑如何支持实施财政激励措施或国家、地区资源评估，以服务农村电气化和/或可再生能源开发工作。

8. 区域和国际层面也可以推广合适的可持续模式进行地方融资和小水电项目所有权购买。

9. 创建一个区域和国际联络网络(例如国家的水利部和/或者能源部)，将该区域的利益相关者联系起来。

10. 国际和区域机构还可以利用现有国际技术培训资源来为每个地区培训专家，以此缓解小水电专业知识匮乏情况。

11. 在发展中国家、发达国家和国际组织之间发展南南合作-三边合作，国际和区域机构能够促进小水电单个试点项目向全面小水电计划成功过渡。同时，合作还应考虑技术转让、能力建设和融资需求，国际金融机构 (IFIs) 协助启动计划并帮助各国克服融资困难。

12. 最后，针对纳入工作范围的小规模水电项目，各地区和国际组织之间应当继续扩大相互协调、相互合作和知识共享。

注意：本报告不包含以下国家：
东非：科摩罗、厄立特里亚、马约特岛、塞舌尔和索马里
中非：乍得
北非：利比亚和西撒哈拉
西非：佛得角、几内亚比绍、毛利塔尼亚、尼日尔和圣赫勒拿
加勒比地区：安提瓜和巴布达、巴哈马、巴巴多斯和特立尼达和多巴哥
北美：百慕大群岛、圣皮埃尔和密克隆群岛
南美：福克兰群岛（马尔维纳斯）、苏里南和委内瑞拉
南亚：马尔代夫
东南亚：文莱、新加坡
西亚：巴林、塞浦路斯、以色列、科威特、阿曼、卡塔尔、巴勒斯坦国、阿拉伯联合酋长国和也门
南欧：安道尔、直布罗陀、教廷、马耳他和圣马力诺
西欧：列支敦士登和摩纳哥

技术说明与缩写

《世界小水电发展报告2016》的调查结果信息来源广泛。不同来源获取数据的方法论不尽相同，这在一定程度上不可避免地影响了数据的完整性。最明显的问题是对小水电缺乏统一定义。有些国家定义发电站装机容量1MW以下的为小水电站，而其他国家则把装机容量30MW 以下，更甚至 50MW以下的，才将其归入小水电类别。 但是，普遍认可的小水电定义为发电站装机容量10MW以下。已尽可能根据这一定义提供相应数据，并在各国家报告中，如有不同定义均进行了标注。

另外一个问题是关于小水电潜力数据的准确性和针对性问题。对多数国家而言，很难获得潜在容量的准确评估。尽管已经尽量确保提供最准确的数据，报告内信息来源广泛，对于估算是否是理论上可行还或者技术或者经济上可行并不清楚。另外，并非所有国家都能够确定他们的小水电潜力，有些国家提供的是小水电项目规划。有些情况则完全不能获得小水电潜力数据，因此将该国家已经开发的装机容量作为最小潜在容量。因此，有些国家可能会被误以为已经完全开发了小水电资源。在这种情况下，在报告中已经做出明确说明。但是，必须强调的是尽管存在数据的有限性，上述国家仍然有存在小水电潜力的可能性。

与《世界小水电发展报告2013》相比，装机容量和小水电潜力增减有时是使用不同或者更准确研究报告的结果，因此并不能总是反映小水电发展的实际变化。在其他情况下，由于发电站改进，装机容量提高高于10MW 阈值，因此不再纳入小水电统计数据当中。总体上，不同报告内的数据差异可视为显示小水电容量或者潜力增加，以及对额外小水电容量或潜力的反映。

本报告涵盖160个国家。有些国家不包括在内是因为没有小水电装机容量、潜力或者不能获取完整国家报告数据。各国遵守联合国统计司的地理区域划分。美拉尼西亚、密克罗尼西亚和波利尼西亚的国家和地区使用小水电的很少，因此将这三个地区统一归类为“太平洋岛国地区(PICTs)”。该报告使用了“国家”和“领土”两个概念。一些国家的海外领土遵循联合国统计司网站第M49号列表的划分被归类到其地理位置所在地区。本报告不包括非联合国成员国。本报告可能交替使用“国家”和“领土”，并非对任何国家或者领土的合法地位有任何意见。

缩写列表

ADB	亚洲开发银行
AfDB	非洲开发银行
CER	核证减排量
CDM	清洁发展机制
CSP	聚光太阳能发电
EBRD	欧洲复兴开发银行
ECOWAS	西非国家经济共同体
EIA	环境影响评估
ESHA	欧洲小水电协会
FIT	上网电价
GEF	全球环境基金
GIZ	德国技术合作公司
IEA	国际能源署
IRENA	国际可再生能源机构
JICA	日本国际合作属
NEP	国家能源政策
OLADE	拉丁美洲能源组织
PICT	太平洋岛国地区
PPA	电力购买协议
PPP	公私伙伴关系
RE	可再生能源
RET	可再生能源技术
UNDP	联合国开发计划署
UNEP	联合国环境规划署
UNESCO	联合国教育、科学及文化组织
UNFCCC	联合国气候变化框架公约
VAT	增值税
WFD	水框架指令

技术缩写

Hz	赫兹
kW	千瓦
kWh	千瓦时
GWh	千兆瓦时
l/s	升/秒
MVA	百万伏安
MW	兆瓦
Rpm	每分钟转速
m^3/s	立方米/秒
kWp	峰值千瓦
CO_2	二氧化碳

对本报告有贡献的机构

官方版本可从以下网址获取：

www.smallhydroworld.org

联合国
工业发展组织

联合国工业发展组织 (UNIDO)
维也纳国际中心， 奥地利维也纳邮箱300，1400
电话：+(43-1) 26060
电子邮箱：renewables@unido.org

UNIDO 联络人：
Rana Pratap Singh
工业发展官员
R.P.Singh@unido.org

国际小水电中心 (ICSHP)
中国浙江省杭州市南山路136号邮编310002
电话：+(86) 57187132792 电子邮箱：
report@icshp.org

国际小水电中心联络人：
胡晓波
多边发展处处长
xbhu@icshp.org