

中国海外煤电投资建设风险预警研究报告

——印度尼西亚国别研究

（第一部分：煤电装机充裕度风险预警）

报告作者：

康旭华 山西财经大学

柳亚琴 山西财经大学

高文静 山西财经大学

张竞超 山西财经大学

李深钊 山西财经大学

任雪荻 山西财经大学

项目协调员：

李丹青 绿色和平

张 凯 绿色和平

专家荐语

东南亚一直是中国企业境外投资的热点区域。其中，印度尼西亚拥有专项的35GW鼓励政策、较好的人口基数红利和经济发展预期、以及完备的两部制购电政策。该国与巴基斯坦、孟加拉国一起成为近年中国企业海外电力投资热点中的热点。

印度尼西亚的资源禀赋和国家政策决定了其以煤电为主的电力外资政策。近几年，中国企业在全球新建的煤电项目越来越多是以股权投资形式参与的，这一趋势也导致了中国的企业与金融机构将承担更多的来自海外煤电项目的长期风险。为中国开发商、中国债务资本和中国监管部门提供贴近现实的印度尼西亚煤电投资预测和风险分析，迫在眉睫。而国际环保组织绿色和平与山西财经大学合作开展的《中国海外煤电投资建设风险预警研究报告—印度尼西亚国别研究》，恰逢其时、极具现实意义。

该报告借鉴了国家能源局就煤电规划建设风险预警的方法论，从装机充裕度、煤电投资建设经济性、资源约束三大角度展开分析。

装机充裕度是基本面：中国对印尼的火电投资已经接近顶峰，难在合理判断印度尼西亚何时如巴基斯坦一样面临电力过剩。报告围绕电力系统备用率，结合印尼实际数据进行分析，具有较好的科学性；报告针对不同地区的充裕度结论，也与不少一线开发人士认知一致。

煤电投资建设经济性是内在动力：报告没有依赖中国国内常见的一部制电价机制，而是贴合印尼实际分析了两部制电价下的经济性问题，从收益率和收益率影响因素的角度拨云见日。

资源约束性是风险规避指引和未来走向的重要影响因子：这个章节将是东道国、投资人、融资银行、环境机构等利益相关方在选择自己未来政策前关注的要点。

总体来讲，我认为报告结合印尼 RUPTL 规划下的实际情况，照顾到走出去中国企业的关注点，属于理论结合实践的作品。报告研究方法得当，研究数据选用合理，研究结论可信度高，政策建议具操作性，是一份较好的研究报告。

绿色和平此前已出具多份有影响力的报告。本报告并不限于节能减排的教条说教，而是客观、统筹地对印尼煤电这个“不太绿色”的领域进行全面分析，从科学的分析结论间接引导务实从业者关注绿色、选择绿色。这也是绿色和平的大智慧。

电建集团国际工程有限公司

投融资部负责人 佟刚

执行摘要

自印度尼西亚连续实施 10GW 和 35GW 两个电力发展计划以来,其国内煤电装机规模快速上升,极大地解决了印度尼西亚从上世纪末至本世纪初的大范围缺电的现象。在这一时期,中资电力企业也积极参与印度尼西亚的煤电建设,煤电装机规模不断扩大。截至 2018 年,仍有大量中资电力企业参与投资的煤电项目处于签约或在建状态。但是,随着印度尼西亚电力行业的飞速发展和电网覆盖率的大幅提升,有三个问题亟需更多的关注和讨论:

- 1) 未来印尼电力市场发展的规模如何?
- 2) 煤电盈利空间走向如何,继续投资煤电是否可以达到理想的收益率?
- 3) 在环境形势日益严峻的情况下,印度尼西亚的资源环境能否允许继续新建大量的煤电机组?

本报告基于上述三个问题展开分析和讨论,根据印度尼西亚电力供应规划将该国划分为爪哇-巴厘、加里曼丹、苏拉威西、苏门答腊和马鲁古-巴布亚五大区域,分析了 2017 年各区域煤电装机充裕度、经济性、资源环境约束三个指标的情况,并对这三个指标 2022 年在各地区的变化情况进行了高经济增速(GDP 增速 5.9%,为情景一)和低经济增速(GDP 增速 5.2%,为情景二)的分情景预测。

在此基础上,报告建立了由煤电装机充裕度、煤电投资建设经济性和资源约束三个预警指标构成的煤电规划建设风险预警指标体系。其中,煤电装机充裕度预警指标体现了当地煤电装机、电力供应的冗余情况;资源约束指标反映了在当地规划建设煤电项目受到的资源环境影响程度;煤电建设经济性预警指标体现了建设当地自用煤电项目的经济性,为规划建设煤电项目提供决策参考。最终风险预警结果由三个指标的最高评级确定,以期政府决策部门、煤电投资企业、金融机构等投资者提供系统详尽的评估数据,为政策制定提供数据支撑。

• 煤电装机充裕度分析

本报告采用电力系统备用率¹作为判断各地区煤电产能是否过剩的依据:当该地区的电力系统实际备用率大于合理备用率时,即被认为产能过剩。报告在测算了 2017 年印度尼西亚五大区域电力系统备用率的基础上,对这些地区 2022 年的电力系统备用率进行了分情景预测,并做出预警分析。煤电装机充裕度的研究结论如下:

- (1) 在 2017 年印度尼西亚五大地区的装机充裕度分析中,从绝对值来看,爪

¹ 电力系统备用率为电力等效可用装机量超过电力最大负荷需求的百分比

哇-巴厘地区的实际系统备用率最低，为 14.70%；其余四大地区的实际系统备用率均相对较高，其中加里曼丹地区的实际备用率最高，为 49.66%。从与合理备用率的对比来看，爪哇-巴厘地区的实际系统备用率虽然较低，但与合理备用率已极为接近，由于其电网相对完善，装机结构相对合理，因此现有装机规模完全可以保证对该地区的电力供应。如果未来继续按照规划在该地区增加装机量，将很可能面临过剩风险。马鲁古-巴布亚、苏门答腊、加里曼丹和苏拉威西地区虽然实际备用率较高，但均远低于其合理备用率，仍存在一定的电力投资空间。考虑到当地多岛屿的地理环境条件，资源环境约束逐渐收紧，未来新增投资应优先以分布式的可再生能源替代煤电机组。

(2) 在高经济增速情景下，除苏拉威西和马鲁古-巴布亚两大地区实际系统备用率仍低于合理备用率外，爪哇-巴厘、加里曼丹和苏门答腊地区的实际系统备用率均超过合理备用率，说明在该情景下这三个地区 2022 年将出现煤电产能过剩情况，煤电过剩产能分别为 6686MW、164MW 和 128MW。与 2017 年相比，五大地区的实际系统备用率均出现不同幅度的上升，除苏拉威西地区增幅较小外，其余四个地区的增幅均超过 100%。总体来看，由于 2018-2022 年间集中落地的装机量较大，电力需求又难以实现快速增长，因此，在印度尼西亚电力发展规划顺利实施的情况下，即使印度尼西亚可以按照预期实现较快的经济发展，爪哇-巴厘地区也将在 2022 年出现较严重的产能过剩，加里曼丹和苏门答腊地区预计将出现小幅的煤电产能过剩。

在低经济增速情景下，即印度尼西亚的经济以相对较低的 5.2% 增长时，其电力过剩情况将进一步恶化。与情景一相比，除苏拉威西地区的电力系统备用率仍处于合理水平外，其余四大地区均出现不同程度的煤电过剩情况。不同于高经济增速情景，马鲁古-巴布亚地区将出现产能过剩情况，爪哇-巴厘、加里曼丹和苏门答腊地区的煤电过剩规模将进一步加大，分别扩大至 8164MW、460MW 和 891MW。

针对预警标准，本报告设定煤电装机充裕度的预警标准为：绿色区间表示系统实际备用率低于合理备用率，或在合理备用率之上但超出部分小于当地单台大型煤电机组对应的系统备用率；红色区间表示系统实际备用率在合理备用率之上，且超出部分大于当地年用电负荷增长所需装机对应的系统备用率；橙色区间表示系统实际备用率介于绿色及红色范围之间，所有计算结果取近似整数。

本报告给出的 2022 年印度尼西亚五大地区煤电装机充裕度的风险预警结果如图 10 所示：



装机充裕度预警图（情景一）



装机充裕度预警图（情景二）

本研究提出的政策建议如下：

- 1) 中国相关政府决策和管理部門应针对中国海外主要的煤电投资东道国建立煤电投资建设风险预警体系，指导和督促企业在前期投资决策方案中充分考虑可能对煤电项目的长期运营造成影响的因素。同时，合理利用公共资金和政策预警体系调控对于海外高风险地区新建煤电项目的支持。
- 2) 股权投资企业应建立和完善项目长期风险评估体系，逐步提升对全球能源转型、气候变化等长期风险的意识 and 控制能力。

- 3) 银行和保险公司等金融机构应提升自身对海外煤电项目长期运营市场的认识和风险评估能力，甄别高风险项目，并严控对高风险项目的融资或担保。
- 4) 印度尼西亚政府应充分考虑电源建设增长过快、能源转型和环境资源约束对煤电投资的中长期影响，及时停止审批高风险地区的新建煤电项目，并提高自身能源发展规划能力和本国能源政策的合理性和稳定性。

目录

前言.....	1
1 印度尼西亚电力发展背景概述.....	2
1.1 印度尼西亚煤炭资源状况.....	2
1.2 印度尼西亚电力建设情况.....	3
2 印度尼西亚五大地区煤电装机充裕度分析.....	3
2.1 煤电投资建设充裕度现状.....	4
2.2 煤电装机充裕度评估方法.....	9
2.3 煤电装机充裕度分析.....	10
2.4 煤电装机充裕度预测.....	11
3 印度尼西亚煤电装机充裕度风险预警.....	14
4 印度尼西亚煤电投资风险防范及应对措施.....	15
附录.....	17
参考文献.....	19

前言

自二十世纪九十年代初期起，中国企业“走出去”的步伐逐渐加快，特别是由国有企业主导、并拥有技术优势的煤电行业。作为煤炭资源丰富的国家，中国煤电行业在过去四十年蓬勃发展，产生了一批先进的煤炭发电和末端污染物治理技术。随着技术和经验的不断成熟，中国煤电企业已经成为了全球煤电市场的主力军。近几年，中国与沿线国家的电力合作不断加强，输出了更多的技术、设备和资本。煤电作为中国海外电力投资的重要组成部分，面对投资东道国复杂的政治环境和脆弱的自然环境，可能面临来自政策、环境、经济等各方面风险。一方面，东道国能源规划经验的缺乏和相对薄弱的金融支持体系成为中国海外煤电投资企业经济型风险的主要来源；另一方面，受限于当地经济社会发展水平、环境容量约束和相关政策制度，中国企业和投资者将面临潜在的环境生态风险。因此，中国亟需建立一套强有力的国别风险评估和预警机制，尽早发现和规避海外煤电投资的风险。国家能源局从 2016 年起开始发布《关于建立煤电规划风险预警机制暨发布煤电规划建设风险预警的通知》，建立了国内煤电规划建设风险预警的指标体系，有效地从经济性、装机充裕度、资源约束等角度为煤电建设如何规避潜在风险提出对策。中国海外煤电投资也可以借鉴此类预警体系，帮助中国企业和投资者识别和规避风险。

中国煤电企业在海外投资煤电项目的经验已久，投资方式包括股权投资、金融支持、工程总承包、设备出口等。从各类投资的总量来看，印度尼西亚是中国海外煤电投资最多的国家之一，同时也是东南亚最大的能源生产和消费国。因此本报告选取印度尼西亚作为国别研究对象，通过分析该投资东道国的煤电投资环境和风险，建立煤电投资风险预警体系，帮助中国企业和金融机构最大程度地规避潜在风险。

本报告将对中国在印度尼西亚投资建设的煤电项目进行投资风险的预警分析。根据印度尼西亚电力供应规划，本报告将该国划分为爪哇-巴厘、加里曼丹、苏拉威西、苏门答腊和马鲁古-巴布亚等五大地区（图 0.1），结合上述地区的经济增长、地理特征和电力供给消费的情况，综合评价五大地区煤电投资项目在 2022 年可能面临的风险，并给出 2022 年煤电投资建设的综合预警结果。该预警目标年份设定的依据主要有两个方面：一是短期预测较长期预测更为准确，采信度高；二是中国国家能源局对国内煤电项目进行三年短期预警的模式已较为成熟，能够为其他国家所借鉴。本报告主要从装机充裕度、经济性、资源约束三方面对印度尼西亚五大地区的煤电投资建设项目进行风险预测和预警研究。其中，煤电装机充裕度预警指标体现了当地煤电装机、电力供应的冗余情况；资源约束指标反映了在当地规划建设煤电项目受到的资源环境影响程度；煤电建设经济性预警指标体现了建设当地自用煤电项目的经济性，为规划建设煤电项目提供决

策参考。这三方面能够较为全面地涵盖煤电投资在经济收益、市场空间和环境承载力等方面的风险来源。在此基础上，给中国政府部门、企业和金融机构在印度尼西亚投资煤电建设项目提出风险预警和有针对性的政策建议。



图 0.1 印度尼西亚五大地区示意图

1 印度尼西亚电力发展背景概述

印度尼西亚是东南亚第一人口大国，人口增长率始终保持在 1.31% 左右。其中，一半以上的人口居住在西部地区。印度尼西亚拥有东南亚地区最大的电力市场^[1]。从印度尼西亚国家建设部 2017 年的数据来看，目前印度尼西亚人均电力消费还处于较低水平，低于邻国马来西亚，大约为马来西亚的 1/4，存在较大的增长空间^[2]。

1.1 印度尼西亚煤炭资源状况

印度尼西亚煤炭资源储量丰富，土地幅员辽阔，有良好的煤电项目建设条件。根据英国石油公司（BP）能源统计，2017 年印度尼西亚探明煤炭储量达到 225.98 亿吨，名列全球第 10 位，约占全球总储量的 2.2%；煤炭储产比为 49，即按目前的开采速度，该国的煤炭资源可供开采 49 年，明显低于全球 134 年的平均水平。

印度尼西亚已探明的煤炭储量主要分布在苏门答腊和加里曼丹两大地区，尤其集中在苏门答腊的中部和南部地区，以及加里曼丹的中部、东部和南部地区。印度尼西亚的煤矿多为露天矿，开采条件较好，商业可采储量达 44.5 亿吨。煤炭多具有高水分、低灰分、低硫分、高挥发等特性，其中又以褐煤和次烟煤为主^[3]（褐煤占 58.68%，次烟煤占 26.60%）。

1.2 印度尼西亚电力建设情况

本世纪初，印度尼西亚国内开始进行电力体制改革，但是迫于国际国内多种因素影响，电力供给严重落后于电力需求，经济发展受到抑制。为走出电力不足的困境，印度尼西亚于 2006 年开始实施新的国家电力总体规划。印度尼西亚国家电力公司（Perusahaan Listrik Negara，以下简称 PLN）负责制定新的国家电力总体规划，连续推出多个旨在增加装机容量的“10GW 计划”^[4]。时任印度尼西亚总统佐科·维多多提出了“35GW 计划”^[5]，即在 2015-2019 年间新增电力装机 3500 万千瓦。

但由于印度尼西亚未能达到年均经济增速 7% 的目标，电力需求也未出现预计的大幅增长，“35GW 计划”进展缓慢，预期到 2019 年末只能完成 50%，另一半将在 2023-2025 年完成。因此，RUPTL（Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik，以下简称 RUPTL）（2018-2027）的预计电力需求增速和计划新增电力装机量较 RUPTL（2017-2026）有所下调，意图控制装机规模，防止电力过剩。

RUPTL（2018—2027）中的统计数据显示，截至 2017 年年底，印度尼西亚全国电力装机容量为 55925MW，预计 2022 年将达到 88648.97MW^[6]。从地域分布上看，印度尼西亚五大地区之间的电力发展极不平衡，爪哇-巴厘地区约占全国装机容量的 74.2%，苏门答腊地区约占 16.7%，其余地区约占 9.1%。从配套设施上看，因受制于客观地理环境，印度尼西亚还未形成统一的电网系统，除了全国最大的电网爪哇—巴厘—马都拉电网以及加速建设中的苏门答腊地区电网外，印度尼西亚其他地区基本都是小型电网或是电站孤立辐射周边供电，整体电网系统都比较落后。而“35GW 计划”的 46831km 配套电网，截至 2017 年已完成建设并投入使用的电网为 6819km，仅占 15%，待建余量依然很大。

总体来看，在印度尼西亚政府对电力产业的大力扶持下，电力装机容量在近几年快速增加。截至 2017 年 12 月，印度尼西亚总装机 55925MW，发电量 290TWh；全国电力消费总量 247TWh，人均电力消费量 978.74kWh^[6]。印度尼西亚全国范围内通电率为 93.08%。

2 印度尼西亚五大地区煤电装机充裕度分析

第二、三章将从煤电装机充裕度方面²对 2017 年印度尼西亚五大地区煤电装机充裕度现状进行评估，并分情景对 2022 年煤电装机充裕度进行预测，最终形成 2022 年中国

² 评估体系参考国家能源局发布的《关于建立煤电规划风险预警机制暨发布煤电规划建设风险预警的通知》

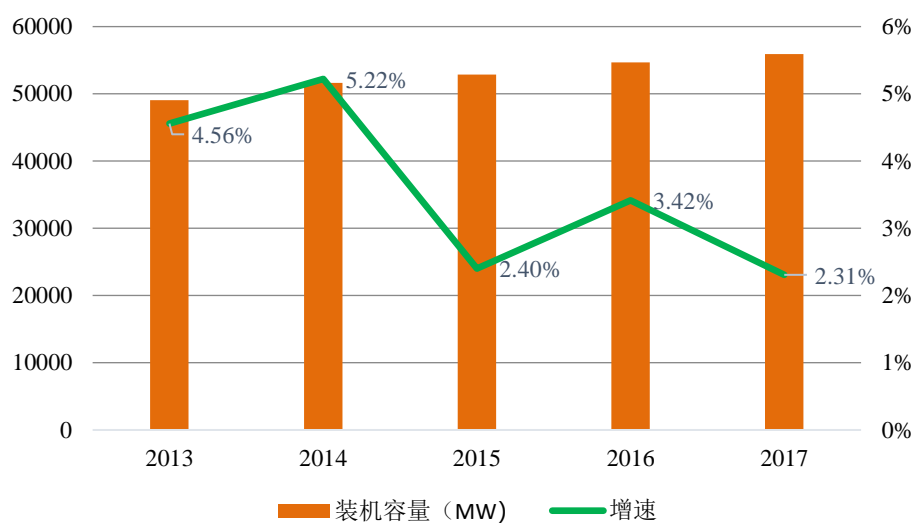
对印度尼西亚煤电投资的装机充裕度风险预警体系。

2.1 煤电投资建设充裕度现状

根据 PLN 年报（2017）统计，截至 2017 年 12 月底，PLN 及其子公司拥有并运营了约 5389 台发电机组，总装机容量为 39651.79MW，与 2016 年 12 月底相比下降了 0.33%。其中 28725.53MW（72.44%）安装在爪哇-巴厘地区。各发电能源类型装机容量分别为：蒸汽轮机 19530.50MW（49.26%）、联合循环 9022.54MW（22.75%）、柴油 3880.02MW（9.79%）、水力 3583.15MW（9.04%）、燃气轮机 3075.83MW（7.76%）、地热 550.89MW（1.39%）、太阳能和风力发电 8.86MW（0.02%）。加上独立发电站（IPP）和租赁电站装机容量后，印度尼西亚总装机容量为 55925.96MW，与 2016 年 12 月底相比上升了 2.31%。其中，IPP 与租赁电站占比分别约为 23.72%和 5.37%，PLN 的装机份额较 2016 年进一步下降，但仍高达 70.91%^[7]。

PLN 主管全国的发电、电网及其具体规划，其职能与中国原“国家电力公司”类似。由于印度尼西亚工业制造业体系较落后，成套大型电力设备均需进口。为了降低建设成本，印度尼西亚逐渐放开发电市场，部分电源项目通过国际招标的形式引入 IPP，IPP 生产的电能以长期购售电协议（PPA）的形式销售给 PLN，PLN 的发电份额虽然降至目前的 70.91%，但电网份额仍然是 100%^[8]。

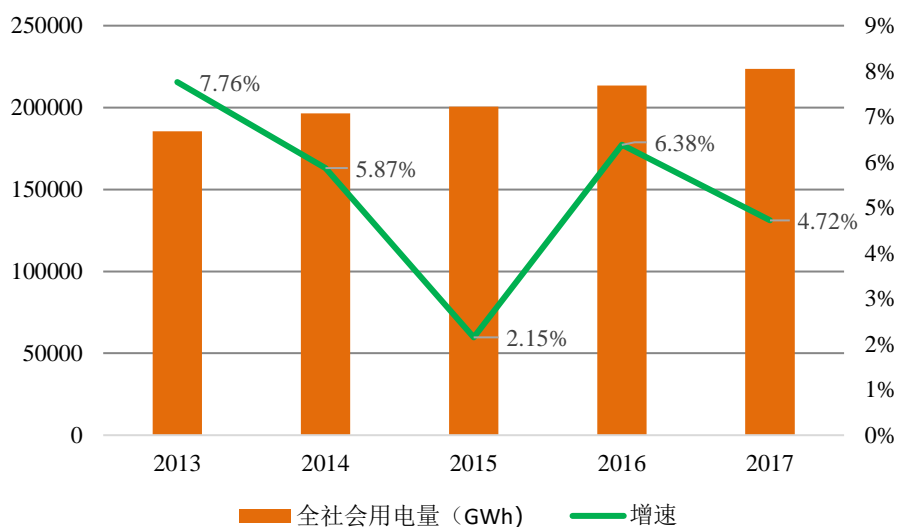
在经历了两年较为高速的增长后，2013 年开始印度尼西亚全国装机总容量出现阶梯式下降。2013-2017 五年间，印度尼西亚总装机量年均增速为 3.58%，低于这时期的 GDP 年均增速，且除 2015 年外，总装机容量增速小于同期电力需求增长率。出现装机容量增速小幅下降的原因主要归结于两个方面，一是之前两个“10GW 计划”的基本落地，二是 2014 年新总统佐科·维多多上台后虽然提出了 35GW 计划，但由于电站建设周期较长，一般需要 3-5 年才能投入使用，因此致使 2013-2017 年装机容量增速较低。



数据来源：PLN 年报（2013-2017）^[9]

图 2.1 2013-2017 年印度尼西亚电力装机量及增速

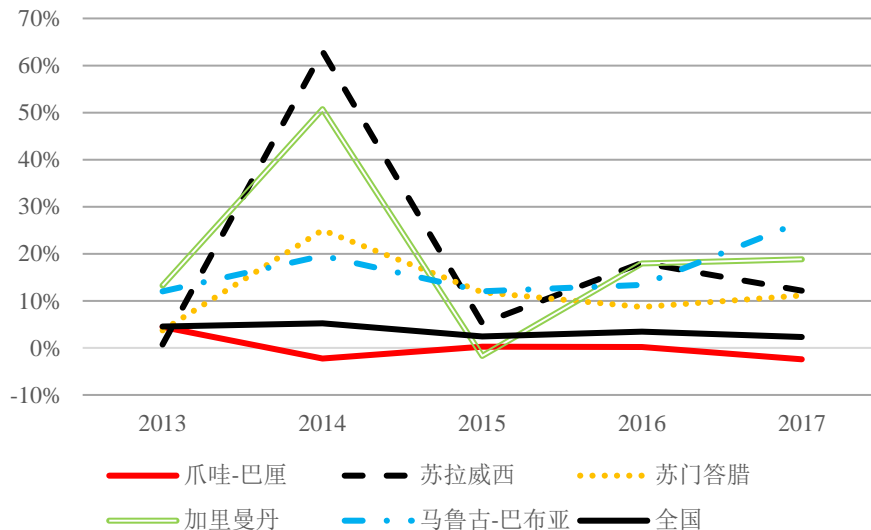
从 GDP 增速来看，由于全球经济尚未复苏，2015 年国际市场持续不振影响印度尼西亚大宗产品出口，国内消费和外来投资增幅下降。国内为了抑制高通胀和货币贬值，采取了货币从紧的政策，这导致印度尼西亚在 2015 年 GDP 增速下降至 4.8%，为该国近十年来最低点^[6]。GDP 增速的下滑导致全社会用电量特别是工业部门用电量增速出现大幅下降，2015 年全社会用电量仅增长 2.15%。2016 年 GDP 增速为 5.1%，全社会用电量增速为 6.4%。2017 年 GDP 增长率基本维持不变，但全社会用电量增长率跌至 4.72%^[7]，说明印度尼西亚电力消费弹性出现下降。这一现象可归因于印度尼西亚经济结构的变化，主要表现为商业部门的发展对 GDP 的贡献比率逐渐增加，工业部门在 GDP 中的占比未出现明显上升，而商业部门的发展对电力的需求相对较低，导致电力消费弹性的下跌^[8]。同时，印度尼西亚历年 RUPTL 中所预计的电力需求增速均高于实际电力需求增速，以此高估的电力需求增速为依据制定电源建设规划，可能导致出现供大于求的问题。



数据来源：PLN 年报（2013-2017）^[9]

图 2.2 2013-2017 年印度尼西亚全社会用电量及增速

(1) 五大地区电力供给情况



数据来源：PLN 年报（2013-2017）^[9]

图 2.3 2013-2017 年印度尼西亚五大地区电力装机增速

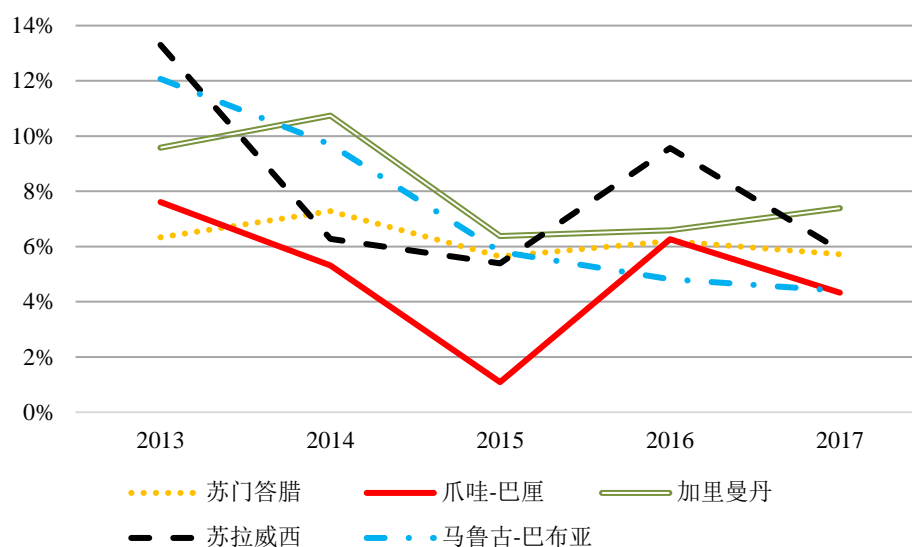
从 2013-2017 年五大地区的装机容量增速上来看：

- 爪哇-巴厘地区装机量增速与全国装机量增速变化趋势基本一致。但从具体数值上来看，除 2013 年装机量增速较高外，其余年份装机量增速均小于全国年均值，

2014年和2017年装机量增速甚至出现负值。这种现象的出现表明落后机组的淘汰量略大于新机组的投运量，致使总装机量基本持平。

- 在加里曼丹地区，除2015年装机量增速为负值外，其余年份增速均较高，五年年均增速为19.79%。2009年“10GW计划”的集中落地使2014年装机量大幅上升，增速达50.71%，同时也导致了2015年新增装机的空白期，装机量增速不升反降。这种现象在2016年之后得到改善，2016-2017年装机量增速回升至高位。整体来看，在政府一系列政策的倾向性引导下，加里曼丹地区的电力装机容量得到很大提高。
- 苏门答腊地区五年间装机量年均增速为12.09%，高于全国年均增速，但低于加里曼丹地区。2013-2014年装机量增速变化趋势与加里曼丹地区相同，前期电站建设计划的落地使2014年装机量增速处于高位，达25.02%。由于苏门答腊地区经济发展繁荣，发展潜力较大，印度尼西亚国家电力公司逐渐放弃苏门答腊-爪哇高压直流海缆项目的规划，主要通过在该地区增加电力装机量以解决电力供给问题。因此，与加里曼丹不同，苏门答腊地区装机量增速在2014年后仍保持在相对高位。
- 马鲁古-巴布亚地区电力装机量在2013-2017年期间呈明显上升趋势，年均增速高于其他地区，达16.77%。2014年出现阶段性高点后，该地区装机量增速出现小幅回落，但随即在2017年回升至26.82%，出现新高点。值得注意的是，由于马鲁古-巴布亚地区整体装机量绝对值很小，少量新增装机即可引起装机增长率的大幅变化。截至2017年，该地区总装机量仍不足1000MW。
- 与其他地区类似，2014年苏拉威西地区装机量大幅增加，同比增长率达63.02%，在2015年大幅回落，装机增速下降至5.25%，2016-2017年装机增速出现一定回升。总体来看，五年间苏拉威西地区装机量年均增速达19.85%，高于同期电力需求增速。

(2) 五大地区电力需求情况



数据来源：RUPTL（2018-2027）^[6]

图 2.4 2013-2017 年印度尼西亚五大地区电力需求增速

从 2013-2017 年五大地区的电力需求增速上来看：

- 爪哇-巴厘地区全社会用电量同比增速呈阶梯状下降趋势。五年间该地区全社会用电量年均增速为 4.92%，低于全国全社会用电量年均增速，高于同时期 GDP 增速。但相较于其他四个地区，爪哇-巴厘地区的增长率相对较低。具体来看，2013-2015 年该地区全社会用电量增速快速下降，并在 2015 年降至最低点，仅为 1.09%。这一数值在 2016 年回升至 6.26%，但在 2017 年再次下降至 4.33%。主要原因有两个方面：一是全球经济形势不佳抑制了电力需求上涨；二是随着爪哇-巴厘地区电力产业的快速发展，电气化率已上升至相对高点，上涨空间有限，难以通过增加电力用户数来提振电力需求^[10]。
- 加里曼丹地区五年间的全社会用电量年均增速为 8.14%，同比呈下降趋势，但仍高于其他四个地区，且高于同时期 GDP 增速和全国全社会用电量年均增速。具体来看，2014 年之后该地区全社会用电量增速仍保持在 6.5% 左右，且在 2015-2017 三年间有加快的趋势。这一方面得益于印度尼西亚政府对电力基础设施的投资建设，随着变电站及地区电网的逐渐完善，在输、配方面很大程度上解决了电力供给不足的现象；另一方面，该地区长期以来电气化率不高，输电、配电方面的改善有效释放了这一部分需求^[11]。同时，对矿产资源加速开发及坑口电站建设的推进也为该地区全社会用电量增速的提高做出了较大的贡献。
- 苏门答腊地区五年间全社会用电量年均增速为 6.2%，高于这一时期的 GDP 增速

和全国全社会用电量年均增速，但与其他四个地区相比增长率相对较低。从绝对量来看，虽然该地区实际全社会用电量仅次于爪哇-巴厘地区，但电力需求增长均值相对较低，且增长平稳，因此高电力装机增长率容易导致该地区出现电力供给过剩的情况。

- 马鲁古-巴布亚地区五年间的全社会用电量年均增速为 7.36%，小幅高于其他四个地区，且高于该地区同时期 GDP 增速和全国全社会用电量年均增速。但五年间该地区全社会用电量同比增速快速下滑，其在 2016-2017 年其全社会用电量增速仅能保持在 4.5% 左右，远低于同期装机量增速。同时，马鲁古-巴布亚地区农业仍处于支柱地位，整体经济水平不高，发展速度缓慢，宗教、种族间的历史矛盾使发展更加迟滞，地区经济对国内生产总值的贡献仅为 2% 左右。另一方面，马鲁古-巴布亚地区主要由多个小岛构成，这一地理条件严重限制了电网建设^[11]。以上问题的存在使得该地区难以在短期内解决电力输配端的困境，预计该地区全社会用电量增速在未来仍将处于低位。
- 苏拉威西地区全社会用电量年均增速为 8.08%，高于同时期 GDP 增速和全国全社会用电量年均增速，与其他地区的全社会用电量增速相比也处于前列。然而，五年间该地区全社会用电量同比增速逐渐下降、在 2013 年出现高增长后，2014 年增速大幅回落，2014-2017 年间，除 2016 年增速较高（为 9.57%）外，其余年份增速大致在 5.8% 左右。总体来看，除 2013 年和 2015 年装机增速小于需求增速外，其余年份装机增速均远大于需求增速。按照印度尼西亚国家电力公司当前规划，预计 2022 年之前该地区装机量增速均会维持在高位，在难以发现新的需求增长点的情况下，可能出现电力供给过剩的情况。

2.2 煤电装机充裕度评估方法

本报告从资源充裕度角度，选用电力系统备用率作为判断各地区煤电产能是否过剩的依据。当该地区电力系统备用率大于合理值一定范围时，即被认为产能过剩。由于消纳可再生能源电力的难度较大，本报告在计算中假设非火电能源可优先被利用，过剩产能均为煤电产能，即高出电力系统备用率合理值部分对应的煤电装机量被认定为该地区煤电过剩产能^[12]。煤电过剩产能计算公式如下：

$$CE = IC - MP \times (1 + RM) \quad (2.1)$$

其中，CE 为煤电等效过剩产能，IC 为各能源等效可用装机量，MP 为电力最大负荷，RM 为电力系统备用率。各地区电力系统备用率合理值的设定见附录。

各地区实际电力系统备用率（RM）采用以下公式计算：

$$RM = \frac{IC}{MP} - 1 \quad (2.2)$$

其中，各能源等效可用装机量（ IC ）的计算方式如下：

$$IC = AC \times DC \mp OD/RE \quad (2.3)$$

上式中， AC 为各能源现役装机量， DC 为各能源容量贡献因子， OD 和 RE 分别为跨省外送和接收电力。考虑到印度尼西亚电网发展水平落后，各地区间电力输送极少，本报告在计算中忽略了跨地区输送电力情况。各能源类型的容量贡献因子如表 2.1 所示。

需要指出的是，关于各类电源对最大负荷的贡献因子，国际上并无统一标准，印度尼西亚也缺乏相关研究文献。在本报告的分析中，考虑到印度尼西亚机组可靠性较低，因此将机组可用率折减 5%。风电和光伏的贡献因子一直备受争议，美国 PJM 电力市场进行资源充足性评估时，给风电和光伏贡献因子的赋值分别为 15%和 40%（地面固定光伏）到 60%（地面跟踪光伏）。本报告出于对稳健性的考量，分别取 10%和 25%^[13]。由于印度尼西亚水电占比不高，且现有水电装机容量普遍较低，结合有关行业专家意见，本报告将水电的贡献因子的赋值确定为 25%。

表 2.1 各能源容量贡献因子

能源类型	煤电	水电	风电	光伏发电	非煤炭火电
容量贡献因子	85%	25%	10%	25%	85%

2.3 煤电装机充裕度分析

本报告利用电力平衡对各地区电力装机充裕度进行计算。由于不同发电类型利用小时数不同，不同类型单位装机容量的发电效力有所差别。为了便于研究电力供应能力，在各类型发电设备利用小时数比例无大幅波动的前提下，本报告在计算时将所有类型发电装机容量折合成等效火电装机量^[14]。

总体来看，由于电网建设、地理环境、经济发展等因素的不同，印度尼西亚国内不同地区的实际电力系统备用率存在较大差异。

- 从绝对值来看，2017 年印度尼西亚五大地区中，爪哇-巴厘地区实际系统备用率最低，为 14.70%，其余四大地区的实际系统备用率均较高，其中加里曼丹地区的实际备用率最高，为 49.66%。
- 从相对值来看，爪哇-巴厘地区的实际系统备用率虽然较低，但与合理备用率已经极为接近，由于其电网相对完善，装机结构相对合理，因此现有装机规模完

全可以保证对该地区的电力供应。如果未来继续按照规划在该地区增加装机量，将很可能面临过剩风险。马鲁古-巴布亚、苏门答腊、加里曼丹和苏拉威西地区虽然实际备用率较高，但均远低于其合理备用率，仍存在一定的投资空间。考虑到资源约束逐渐收紧，环境形势日益严峻，未来新增投资应优先以清洁能源替代煤电机组。

表 2.2 印度尼西亚五大地区电力系统合理备用率

	实际备用率	合理备用率 ³
苏门答腊	40.94%	80%
爪哇-巴厘	14.70%	15%
加里曼丹	49.66%	80%
苏拉威西	28.26%	60%
马鲁古-巴布亚	28.02%	75%

2.4 煤电装机充裕度预测

印度尼西亚 2022 年煤电装机充裕度的预测与现状分析公式相同，公式中各变量以 2022 年预测数值代入。针对 2022 年各地区的电力最大负荷需求，本报告根据 2018-2022 年各区域 GDP 增速和电力消费弹性系数计算出电力消费增速，并假设同期电力最大负荷需求增速与电力消费增速相同。2018-2022 年的 GDP 增速将进行分情景研究，各区域电力消费弹性采用 2013-2017 年各区域电力消费弹性均值作为近似值。2013-2017 年分区域电力消费弹性如表 2.3 所示。

表 2.3 分区域电力消费弹性

	苏门答腊	爪哇-巴厘	加里曼丹	苏拉威西	马鲁古-巴布亚
电力消费弹性	1.22	0.96	1.59	1.58	1.44

在装机容量方面，虽然印度尼西亚政府 2014 年提出的“35GW 计划”由于经济增速与电力需求增速不及预期而进展缓慢^[6]，但 2018-2022 年间仍有大量电站处于在建或规划状态。根据 RUPTL（2018-2027），2018-2022 年印度尼西亚将新增 35663MW 电力装机，分区域新增装机量如图 2.5 所示。在当前政策背景下，预计 2022 年全国电力装机容量将达到 91855MW。

³ 合理备用率计算方法见附录



图 2.5 2018-2022 年印度尼西亚各地区预计新增装机情况 (兆瓦)

为了评估印度尼西亚未来的电力供求状况，本报告在其国家发展计划部所预计的 GDP 增速的基础上，设定了高、低两种电力需求增长情景，以探讨不同经济发展速度下印度尼西亚全国及各地区的电力产业发展状况。具体情景设定如下：

情景一：假设 2018-2022 年印度尼西亚 GDP 增速与印度尼西亚国家发展计划部预计的 GDP 年均增速相同，即年均增速为 5.9%，各区域 GDP 增速也与预计相同。需要注意的是，印度尼西亚国家发展计划部预测的增速是基于对世界经济复苏的乐观预期，即大宗商品价格稳步上涨、国际贸易增速提高、企业和消费者信心逐渐增强。

情景二：假设印度尼西亚 GDP 增速难以达到其国家发展计划部的预测值⁴，即世界经济复苏较为平稳，印度尼西亚 2018-2022 年的 GDP 年均增速仅略高于 2018 年 GDP 增速，为 5.2%，并以此为依据对各区域 2018-2022 年 GDP 年均增速进行下调。

表 2.4 印度尼西亚 2018-2022 年各地区年均 GDP 增速

	情景一	情景二
苏门答腊	5.94%	5.24%
爪哇-巴厘	5.48%	4.77%
加里曼丹	5.06%	4.34%
苏拉威西	6.64%	5.96%
马鲁古-巴布亚	6.68%	6.00%
全国	5.90%	5.20%

⁴ 历史数据显示^[15]，以往印度尼西亚国家发展计划部所预测的 GDP 增速往往会比实际增速高 1%左右，预测误差较大。

基于上述假设，本报告分情景计算了 2022 年印度尼西亚全国及各地区电力装机容量备用情况，结果如表 2.5 所示。

表 2.5 印度尼西亚 2022 年各地区电力系统备用容量情况

	情景一	情景二	合理备用率 ⁵
苏门答腊	81.76%	88.56%	80%
爪哇-巴厘	31.69%	36.07%	15%
加里曼丹	90.30%	100.82%	80%
苏拉威西	29.52%	36.02%	60%
马鲁古-巴布亚	72.50%	80.46%	75%

情景一中，除苏拉威西和马鲁古-巴布亚两大地区实际系统备用率仍低于合理备用率外，爪哇-巴厘、加里曼丹和苏门答腊地区实际系统备用率均超过合理备用率，说明在该情景下这三个地区在 2022 年将出现煤电产能过剩情况，过剩产能分别为 6686MW、164MW 和 128MW。与 2017 年相比，五大地区的实际系统备用率均出现不同幅度的上升，除苏拉威西地区增幅较小外，其余四个地区增幅均超过 100%。总体来看，由于 2018-2022 年间集中落地的装机量较大，电力需求又难以实现快速增长，因此，在印度尼西亚电力发展规划顺利实施的情况下，即使印度尼西亚可以按照预期实现较快的经济发展，爪哇-巴厘地区也将在 2022 年出现较严重的产能过剩，苏门答腊和加里曼丹等地区预计将出现小幅的煤电产能过剩。

情景二中，即当印度尼西亚的经济以相对较低的 5.2% 增长时，其电力过剩情况进一步恶化。与情景一相比，除苏拉威西地区电力系统备用率处于合理水平外，其余四大地区在该情景下均出现不同程度的煤电过剩情况。马鲁古-巴布亚地区预计将出现 60MW 的煤电过剩产能。爪哇-巴厘、加里曼丹和苏门答腊地区的煤电过剩规模将进一步加大，分别扩大至 8164MW、460MW 和 891MW。

总体来看，GDP 增速与 2022 年印度尼西亚煤电过剩度呈现负相关，且不同区域煤电过剩程度差别较大。虽然每年新发布的 RUPTL 中均对电力需求增速进行了一定下调，但显然仍存在一定的高估。若印度尼西亚仍按目前电力发展规划新增产能，且经济增速没有出现起飞式增长，预计煤电产能过剩问题在 2022 年之后将会在爪哇-巴厘地区、加里曼丹和苏门答腊地区进一步加剧，甚至有可能出现在马鲁古-巴布地区。

⁵ 合理备用率的预测方法见附录。

3 印度尼西亚煤电装机充裕度风险预警

印度尼西亚 2022 年煤电装机充裕度预警指标体现了当地煤电装机、电力供应的冗余情况。煤电装机充裕度预警指标基于印度尼西亚电力系统备用率，分为红色、橙色、绿色三个等级。绿色区间为系统实际备用率低于合理备用率，或在合理备用率之上但超出的部分小于当地单台大型煤电机组对应的系统备用率；红色区间为系统实际备用率在合理备用率之上，且超出的部分大于当地年用电负荷增长所需装机对应的系统备用率；橙色区间为系统实际备用率介于绿色及红色范围之内。其中，本报告基于全球能源监测（Global Energy Monitor）获取了 2022 年各区域预计运行的最大型煤电机组装机量，依次为：苏门答腊地区 600MW、爪哇-巴厘地区 1000MW、加里曼丹地区 150MW、苏拉威西地区 150MW、马鲁古-巴布亚地区 65MW。所有计算结果取近似整数值。

表 3.1 各地区煤电装机充裕度预警区间划分

	合理备用率	绿色区间	橙色区间	红色区间
苏门答腊	80%	≤85%	85-90%	≥90%
爪哇-巴厘	15%	≤17%	17-20%	≥20%
加里曼丹	80%	≤85%	85-90%	≥90%
苏拉威西	60%	≤65%	65-70%	≥70%
马鲁古-巴布亚	75%	≤80%	80-85%	≥85%

装机充裕度的预警结果显示，随着印度尼西亚“35GW 计划”的集中落地，2022 年五大地区的实际电力系统备用率均有所上升。在经济增速较为乐观的情景一中，爪哇-巴厘地区和加里曼丹地区 2022 年的实际电力系统备用率均超过各自红色预警区间对应的电力系统备用率；苏拉威西地区、苏门答腊地区和马鲁古-巴布亚地区虽然实际系统备用率均较高，但仍低于合理系统备用率，处于绿色区间。情景二中，由于预期经济增速的下降，煤电装机过剩问题将在更多的地区出现。除苏拉威西仍处于绿色区间外，苏门答腊地区和马鲁古-巴布亚地区实际系统备用率均超过合理系统备用率，处于橙色预警区间；爪哇-巴厘地区和加里曼丹地区的实际系统备用率仍处于红色预警区间，且煤电过剩规模进一步扩大。2022 年印度尼西亚五大地区煤电装机充裕度的风险预警结果如下图所示：



图 3.1 装机充裕度预警图（情景一）



图 3.2 装机充裕度预警图（情景二）

4 印度尼西亚煤电投资风险防范及应对措施

中国企业应对海外煤电投资长期风险的经验尚有不足。近年来，虽然走出国门的煤电企业逐渐积累了一定经验，但鉴于东道国内地区间的差异较大，海外煤电投资的风险评估和规避，不仅需要企业和金融机构的努力，更需要国家的宏观政策指引。因此，本报告建议：

1) 政府层面

我国相关政府决策和管理部门应针对中国海外各主要煤电投资东道国建立煤电投资建设风险预警体系，客观科学地评估东道国的电力投资环境，指导和督促企业在前期投资决策方案中充分考虑可能对煤电项目的长期运营造成影响的因素。同时，为参与海外煤电投资的中资煤电企业、银行和保险公司提供政策指引和咨询，指导公共资金和政策性金融机构对印度尼西亚高风险地区的煤电项目投资进行风险评估和防范，提前防范海外煤电投资中的风险，并合理利用公共资金和政策预警体系来调控中国企业海外电力投资的方向和节奏。

2) 金融机构

中国已成为全球最大的煤电项目投资国之一，参与海外煤电股权投资的比重也在显著增加。银行和保险公司等金融机构应提升自身对海外煤电项目长期运营市场的认识和风险评估能力，甄别高风险项目，并严控对高风险项目的融资或担保。

金融机构应充分发挥资本市场在海外投资中的积极作用，推进金融体系与能源行业的良性互动，起到海外煤电投资风险把关的作用。加强金融体系的风险控制和环境影响管理，合理利用公共资金和政策预警体系来调控中国企业海外电力投资的方向和节奏。同时，不断完善金融体系监管与风险控制，

3) 煤电企业

随着中国“走出去”步伐的不断加快，中国对外直接投资快速增加。

股权投资企业应建立和完善项目长期风险评估体系，逐步提升对全球能源转型、气候变化等长期风险的控制能力，全面评估由于东道国能源规划和电力政策变化、全球能源转型、电力产能过剩等因素带来的长期风险。

4) 印度尼西亚政府

印度尼西亚政府应充分考虑电源建设增长过快、能源转型和环境资源约束对煤电投资的中长期影响，及时停止审批高风险地区的新建煤电项目，并提高自身能源发展规划能力和本国能源政策的合理性和稳定性。

附录

电力系统备用容量是指电力系统为在设备检修、事故、调频等情况下仍能保证电力市场需求而需要增设的设备容量，通常包括检修备用容量、事故备用容量和负荷备用容量。备用容量往往是由电力系统的可靠性分析来确定的，电网设施、电源结构、用电负荷等因素都会影响备用容量的大小。例如，北美电力可靠性委员会(NERC)的默认规划备用容率为 15%；2015 年中国全国的电力平均备用率超过了 35%，出现了明显的电力供应过剩。印尼与美国和中国相比，电力基础设施较为落后，机组可靠性水平低，联网程度低（存在大量孤网、孤岛的情况），因而需要更高的系统备用率。目前印尼没有正式可靠的系统备用数据，但考虑到印尼地区电网联通水平、用电负荷、电源结构、机组运行状况、设备检修等因素，也无法采用其他国家的标准。因此，本报告从负荷备用、事故备用和检修备用三个分指标来确定印尼的电力系统备用率。

对于分地区电力系统备用率标准值，以电力电量平衡为原则，在考虑到不同地区电网规划、建设、调度运行、装机结构等因素的条件下，分别确定各地区负荷备用、检修备用和事故备用，进而获得不同地区电网合理系统备用率。考虑到印度尼西亚电网发展水平落后，难以通过跨地区电力输送解决电力短缺问题，因此各地区三种备用水平都将进行适当上调。

（1）负荷备用

负荷备用容量是为保证电力系统频率符合标准而增设的设备容量，又称运行备用容量。负荷备用率（负荷备用容量与电力系统发电最高负荷的比率）与电力系统总容量大小、系统内大用户的用电特性及国家规定的频率标准有关，一般大电力系统采用较小的备用率，小电力系统采用较大的备用率，同时还需要根据系统内有无冲击负荷及其大小来确定。负荷备用处于旋转备用状态，一般由水电站或火电厂承担。在本报告中，考虑到马鲁古-巴布亚、加里曼丹、苏拉威西和苏门答腊地区电力装机规模较低，出于机组可靠性水平、联网/孤网状态和电力供应稳定性的考虑，对这四个地区的负荷备用率进行了一定上调。

附表 1 印度尼西亚五大区域负荷备用率

	苏门答腊	爪哇-巴厘	加里曼丹	苏拉威西	马鲁古-巴布亚
负荷备用率	8%	5%	7%	8%	8%

（2）事故备用

电力系统中的发电设备，可能因为某些偶然的事故而被迫临时停机。为防止发电设

备事故停机时影响对电力用户的正常供电，在电力系统中需设置一定数量的备用容量，以替代事故停机时的发电容量。影响事故备用的因素一般包括系统装机总容量、运行人员的技术水平、系统中机组的使用年限及新旧机组比例、设备检修的质量。由于苏门答腊、马鲁古-巴布亚、加里曼丹、苏拉威西等地区电网建设水平不高，出现事故时难以实现跨地区电力输送，因此对这三个地区的事故备用率水平进行了一定上调。

附表 2 印度尼西亚五大区域事故备用率

	苏门答腊	爪哇-巴厘	加里曼丹	苏拉威西	马鲁古-巴布亚
事故备用率	47%	7%	48%	32%	42%

(3) 检修备用

电力系统中的机组设备均需进行定期预防性检修，电厂设备的检修主要有大修、小修及事故修理三种，事故修理由事故备用容量解决，检修备用只考虑大修和小修。

检修备用容量主要取决于电力系统总容量的大小、单机容量的大小、水电、火电、核电发电容量的构成比、电力系统发供电设备的健康水平、检修质量及运行管理水平等因素。由于苏门答腊、苏拉威西、加里曼丹、马鲁古-巴布亚地区大部分面积由群岛与山地构成，电网水平落后，地区内部难以实现电力输送。同时，根据现有政府规划，未来将大面积对这四个地区内的小型燃煤电站进行替换，因此需要设置较高的检修备用率。

附表 3 印度尼西亚五大区域检修备用率

	苏门答腊	爪哇-巴厘	加里曼丹	苏拉威西	马鲁古-巴布亚
检修备用率	25%	3%	25%	20%	25%

通过对各地区不同备用率进行加总，可得分地区合理电力系统备用率，如附表 4 所示：

附表 4 印度尼西亚五大区域合理备用率

	苏门答腊	爪哇-巴厘	加里曼丹	苏拉威西	马鲁古-巴布亚
合理备用率	80%	15%	80%	60%	75%

参考文献

- [1] 一带一路能源合作网. 印尼电力产业发展情况概览. 2019.
<http://obor.nea.gov.cn/detail2/9229.html>.
- [2] 中华人民共和国驻印度尼西亚共和国大使馆经济商务参赞处. 印尼人均电力消费仅为马来西亚 1/4. 2018. <http://id.mofcom.gov.cn/article/jjxs/201805/20180502748623.shtml>.
- [3] 刘丽萍, 苏新旭, 梁富康. 印度尼西亚煤炭资源概况[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2013, 15(05):76-78+89.
- [4] 中国社会科学网. 论中国与印尼的能源合作. 2014.
http://www.cssn.cn/zxz/gjzxx_zzx/201406/t20140613_1209644.shtml.
- [5] 普华永道. “千岛之国”印度尼西亚投资机遇展望. 2016.
<https://www.pwccn.com/zh/migration/pdf/investin-ind-guide.pdf>
- [6] 印度尼西亚能源和矿产资源部. 电力供应规划(RUPTL) 2018-2027. 2018.
- [7] 印尼国家电力公司. 2017年印度尼西亚国家电网公司统计年报. 2018.
- [8] 严小青. 印度尼西亚电力市场概况及投资前景分析[J]. 中外能源. 2017,22(6): 8-14.
- [9] 印尼国家电力公司. 2013-2017年印度尼西亚国家电网公司统计年报. 2014-2018.
- [10] 北极星电力网. 印尼电力规划—2016RUPTL“难产”的原因分析. 2016.
<http://news.bjx.com.cn/html/20160524/736008.shtml>.
- [11] 中国信保资信. 印度尼西亚电力行业简析. 2017.
<http://www.e-sinosure.com.cn/sinoratingnew/index.jsp>.
- [12] 绿色和平. 中国煤电产能过剩与水资源压力研究. 2017.
- [13] 袁家海, 张文华. 中国煤电过剩规模量化及去产能路径研究. 2017.
- [14] 中国产业信息. 2018年全国电力供需形势分析. 2018.
<http://www.chyxx.com/industry/201806/647540.html>
- [15] 全球宏观经济数据平台(CEIC). 印度尼西亚国内生产总值数据.
<https://www.ceicdata.com/zh-hans/indicator/indonesia/nominal-gdp>.
- [16] 中金公司. 印尼是否再度面临“汇率危机”? [R]. 2018.

免责声明

- 本报告有中文、英文两个版本，如有内容差异，以中文报告为准。
- 本报告作环保公益和信息分享目的使用，不作为公众及任何第三方的投资或决策的参考，绿色和平亦不承担因此而引发的相关责任。
- 本报告为绿色和平和山西财经大学于合作期内基于可得信息独立调查研究产出的成果。绿色和平和山西财经大学不对报告中所含涉信息的及时性、准确性和完整性作担保。