



# 东盟地区电机能效研究报告

Motor Energy Efficiency Study

of the ASEAN Region

瑞士 Top10 节能中心  
2019 年 9 月  
Top10 China  
October 2019

# 目 录

摘要 .....	I
<b>Executive Summary.....</b>	<b>V</b>
图表索引 .....	IX
缩写词释义 .....	XII
1. 东盟地区电机能源消费分析 .....	1
1.1 东盟地区国家能源消费概况 .....	1
1.2 东盟地区工业部门用电分析 .....	3
1.3 东盟地区电机用电量分析 .....	6
1.4 东盟地区电机市场现状 .....	7
2. 国际电机能效标准现状 .....	12
2.1 全球电机 MEPS 现状 .....	13
2.2 东盟地区电机能效 MEPS 现状和规划 .....	14
2.3 东盟地区电机系统节能潜力和能效 .....	16
3. 东盟地区重点国家电机能效现状 .....	19
3.1 印尼电机能效分析 .....	19
3.1.1 印尼工业用电现状 .....	19
3.1.2 印尼电机市场和能效水平 .....	20
3.1.3 印尼电机能效政策 .....	24
3.1.4 印尼电机系统节能潜力分析 .....	25
3.2 泰国电机能效分析 .....	26
3.2.1 泰国工业用电现状 .....	26
3.2.2 泰国电机市场和能效 .....	27
3.2.3 泰国电机能效政策 .....	29
3.2.4 泰国电机系统节能潜力分析 .....	34
3.3 马来西亚电机能效分析 .....	35
3.3.1 马来西亚工业用电现状 .....	35
3.3.2 马来西亚电机市场和能效 .....	37
3.3.3 马来西亚电机能效政策 .....	44
3.3.4 马来西亚电机系统节能潜力分析 .....	46
3.4 越南电机能效分析 .....	47

3.4.1 越南工业用电现状.....	47
3.4.2 越南电机市场和能效 .....	48
3.4.3 越南电机能效政策.....	51
3.4.4 越南电机系统节能潜力分析 .....	59
3.5 菲律宾电机能效分析.....	60
3.5.1 菲律宾工业用电现状 .....	60
3.5.2 菲律宾电机市场和能效.....	61
3.5.3 菲律宾电机能效政策 .....	62
3.5.4 菲律宾电机系统节能潜力分析.....	70
4. 东盟地区电机能效总结及建议.....	71
4.1 东盟地区电机能效现状 .....	71
4.2 东盟地区电机能效提升工作建议 .....	73
参考文献.....	76

## 摘 要

东盟地区（ASEAN）由缅甸、泰国、老挝、越南、菲律宾、柬埔寨、马来西亚、新加坡、文莱和印度尼西亚（印尼）共计十个国家组成。该地区涵盖 6.4 亿人口，2016 年 GDP 合计 2.6 万亿美元。东盟是中国重要的贸易和合作地区。

东盟地区的人口、经济、能源消费和二氧化碳排放自 1990 年以来持续增长，并且在未来也将持续高速增长。来自工业部门的用电量增长将会是未来能耗增长的一个主要组成部分。本报告对东盟地区的电机能源消费、节能潜力和地区的电机能效标准进行了系统性的总结和分析。根据分析结果，在印尼、泰国、马来西亚、越南和菲律宾这 5 个重点国家开展节能工作对推动地区性节能减排具有重要的意义。本报告对这 5 个重点国家的工业用电现状、电机市场和能效水平、电机能效政策和电机系统节能潜力进行了详细的分析，主要有以下结论：

- 东盟地区电机系统用电量巨大且将持续增长，电机系统具有很高节能潜力。该地区电机在 2016 年的用电量达到了 2700 亿千瓦时，预计在 2050 年将达到 6300 亿千瓦时。由于电机系统具有 10%~25% 的节能潜力，该地区的电机系统节能潜力 2016 年达到 270 亿千瓦时到 680 亿千瓦时之间，在 2050 年可望达到 630 亿千瓦时至 1570 亿千瓦时之间。
- 东盟地区对新增电机需求巨大，但是却缺乏本地电机生产能力，尤其是高功率电机。该地区的电机主要依靠进口，中国、欧盟、日本、韩国和台湾地区是电机主要进口来源地。

- 由于缺乏国家 MEPS、进口和市场监管机制和技术能力，进口电机能效水平参差不齐。东盟地区进口的绝大多数电机能效水平为 IE1，甚至会有少量 IE0 能效水平电机出现在市场上。
- 虽然东盟地区存量电机能效水平的研究和数据匮乏，但是根据现有的研究和数据可以推断东盟地区存量电机能效水平主要是 IE1 和 IE0 两个能效等级，和国际先进水平有比较大的差距。
- 东盟各国正在开展电机能效标准化的工作。各国已经普遍接受 IEC 60034 系列标准所规定的产品定义、测试方法和能效等级分级标准。目前只有新加坡 (MEPS IE3) 和越南 (MEPS IE2) 实施了电机 MEPS 标准，马来西亚将于 2020 年实施 MEPS IE2。其余主要经济体如印尼，泰国和菲律宾都计划将电机 MEPS 定在 IE1，大大落后于国际主流水平。
- 东盟各国已意识到电机系统节能的重要性，但是尚无开展此领域工作的计划。
- 东盟各国缺乏电机市场监管体制和技术能力，电机能效测试实验室数量小且技术能力一般，加之缺乏 MEPS 等相关国家标准，导致了大量低质量、低效率的进口电机充斥东盟市场。
- 中国生产和出口的电机在东盟地区应该占据了最大的进口市场份额。大量来自中国的电机被认为是低质低效的廉价电机。东盟的政策研究人员和政策制定者也希望能够了解更多的中国电机生产商技术和产品信息，避免大量无品牌和低质量产品流入东盟市场。

本报告对未来东盟地区开展电机能效提升工作的建议有：

- 积极促进东盟地区 MEPS 整体提升到 IE2。全球 MEPS 的提升对中国加强电机生产和市场能效监管也有重要的意义，可避免国内企业以出口为名生产潜在可流入国内市场的低效 IE1 电机。在促进电机能效 MEPS 的同时，积极推广电机系统节能的工作，包括风机、水泵和空压机等拖动设备的 MEPS，电机系统能效自愿性技术标准和电机系统节能培训等工作。
- 促进东盟地区电机能效标准和标识协调互认，可以减少东盟地区高效电机技术障碍。东盟地区已存在能效和节能网络和协调机制，可以充分和已有网络和参与方合作，推动东盟地区的电机能效标准协调互认。
- 加强和东盟地区利益相关方的沟通和交流，加强地区性政策和技术能力建设，积极参与地区性能效和节能网络会议和活动，促进中国产品能够更好地满足东盟的标准，为东盟的地区性减排目标做出贡献。
- 开展东盟工业能效对标工作和合作：在 2019 年 4 月举行的第一届 ASEAN SHINE 地区协调和网络能效会议上，来自东盟各国的能效部分负责人认为工业能效对标提高东盟的功效水平非常有帮助，主要的工作方向有制定东盟地区标准能源折算标准体系，提出东盟地区工业能效指标体系，开展试点国家和行业对标工作并评估当前东盟地区工业能效水平。
- 建立中国绿色工业最佳实践推广平台：经过多方多年努力后，中国工业节能工作取得了巨大的成就。中国在工业节能领域内的工作有许多其他发展中国家所值得借鉴的政策和技术最佳实践。可建立一个中国绿色工业最佳实践推广平台，总结中国工业能效成功的实践和案例，主要涵盖以下领域：法律和法规，政策实施机构和机制，强制性和自愿性能效标

准，节能技术能力建设，节能技术和产品目录，能效标识和节能认证机制以及最佳节能实践案例等。

## **Executive Summary**

The Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) region has Brunei Darussalam, Cambodia, Indonesia, Lao PDR, Malaysia, Myanmar, Philippines, Singapore, Thailand and Viet Nam in total of 10 countries. This region has the total population of 640 million and its regional GDP in total in 2016 reaches 2.6 trillion U.S. Dollars. It is one of the most important regional trading and cooperation partner of China.

The total population, GDP, energy consumption and emission of ASEAN region keeps increasing from 1990 and it is expected the increasing trend will be kept in next decades. The electricity consumption from industry sector plays important role in the total energy consumption and emission in future. This report analyzes motor system electricity consumption and saving potential and motor energy efficiency standards in ASEAN region. It is listed Indonesia, Thailand, Malaysia, Viet Nam and Philippines as 5 high prioritized countries to promote industrial energy efficiency in ASEAN. This report summarizes and analyzes industrial electricity consumption, motor market and energy efficiency, motor energy efficiency policies and motor system energy saving potential for 5 countries listed above.

Based on the regional and country level analysis, the main findings are:

- ASEAN region motor consumes high amount of electricity and keeps increasing, motor system in ASEAN has high saving potential. Motor electricity in ASEAN region has reached 270 TWh in 2016 and is projected to reach

630TWh in 2050. Because of the high saving potential rate of motor systems between 10 to 25 percent, motor system has the saving potential between 27 to 68 TWh in 2016 and is projected to have the potential between 63 to 157 TWh in 2050 in ASEAN.

- ASEAN has constant and high market demand for motors, but there has limited local motor productions especially in large motor. The majority of the motor demands are met by import. China, EU, Japan and Taiwan are the major source of import.
- Due to the absence of MEPS, import and market inspection and supervision, the energy efficiency of motor on market in ASEAN is not high. The major imported motors are IE1 and even IE0 motors are available on market.
- Although the data and study of energy efficiency of stock motors in use are not sufficient, the energy efficiency of ASEAN stock motors are IE1 and IE0 based on existing data and study, which is far below international advanced efficiency level.
- ASEAN countries are under the process of developing motor MEPS. IEC 60034 standard series have widely adopted by country policy makers. Singapore has implemented MEPS at IE3 and Viet Name in IE1. Malaysia will implement IE2 in 2020. Indonesia, Thailand and Philippines plan to set MEPS at IE1, which is still below international level.
- The energy efficiency improvement of motor system has higher potential.

Although the policy makers in ASEAN region realized this point somehow, there are quite few activities been taken in this field.

- ASEAN countries have limited technical capacity in market inspection and supervision. The number and capacity of motor testing laboratories in ASEAN are quite limited. In addition to the absence of MEPS, low quality and efficient motors are widely sold on ASEAN market.
- Motors from China take the biggest share of ASEAN motor import, which are blamed low quality and efficiency. Policy makers and researchers would like know more information about China motor standard, testing, technology and manufacturers to improve the energy efficiency of motors imported from China.

Based on the findings and analysis, the following suggestions are proposed:

- Support the MEPS improvement to IE2 in ASEAN. The improvement of global MEPS can benefit China motor energy efficiency market inspection and supervision, because can prevent the claimed exported IE1 motor to be sold on China market. Not only the motor MEPS, but also the motor system energy efficiency including MEPS of pump, fan and air compressor should be promoted in ASEAN countries.
- Support the regional harmonization of motor MEPS. This will reduce the technical barriers of China motors. There is regional energy efficiency and energy conservation network and coordination mechanism in ASEAN region,

which can be cooperated to accelerate the process of motor standards harmonization.

- Strengthen the communication and exchange with ASEAN stakeholders in policy and technical capacity building, promote China products meet ASEAN standards and make proper contribution to ASEAN regional goal of emission reduction.
- Start the industrial energy benchmarking in ASEAN: after the first ASEAN SHINE network and coordination workshop in April 2019 in Bangkok, the ASEAN energy efficiency policy makers show strong interests in initialize an ASEAN industrial energy efficiency benchmarking project to standardize the energy conversion among different sources, identify key energy intensive industries and conduct pilot benchmarking with other countries such as China.
- Build a China green industry energy efficiency platform: China has made great progress in industrial energy efficiency. A promotion and communication platform which summarizes the best practices of China industrial energy efficiency for other developing countries should be established. The platform can cover the following fields: energy efficiency laws and regulations, energy efficiency institutional framework, mandatory and voluntary energy efficiency standards, technical capacity building, energy efficiency technologies and products categories, energy efficiency labeling and certification and best energy efficiency cases, etc.

# 图 表 索 引

图 1 东盟地区能源消费总量 .....	1
图 2 东盟地区总电力消费分析和预测 .....	2
图 3 东盟地区各国电力消费量（2016 年） .....	3
图 4 东盟各国工业用电占比（2016 年） .....	4
图 5 东盟重点 5 国工业用电加权占比分析 .....	5
图 6 东盟地区工业用电量分析和预测 .....	5
图 7 东盟地区电机耗电量分析和预测 .....	6
图 8 东盟地区电机总销售额 .....	7
图 9 东盟地区低压电机总销售额 .....	8
图 10 东盟地区低压电机行业销售分布（2010 年） .....	8
图 11 东盟地区国家低压电机销售额占比（2010 年） .....	9
图 12 东盟地区中高压电机销售额 .....	10
图 13 东盟地区中高压电机行业销售分布（2012） .....	10
图 14 东盟地区国家中高电机销售额占比（2012 年） .....	11
图 15 IEC 60034-2-1 电机 IE 能效等级（4 极， 50HZ） .....	13
图 16 全球电机 MEPS 现状 .....	14
图 17 东盟地区电机 MEPS 现状 .....	14
图 18 电机系统节能潜力分析 .....	17
图 19 东盟地区工业电机系统节能潜力分析与预测 .....	18
图 20 印尼工业用电占工业能耗占比 .....	19
图 21 印尼工业用电量分析与预测 .....	20
图 22 印尼工业用电占比现状和预测 .....	20
图 23 印尼存量电机数量和规格（单位：百万） .....	21
图 24 印尼电机能效等级市场分布调研（ECN） .....	22
图 25 印尼电机能效等级占比 .....	23
图 26 印尼不同能效等级电机价格（2014 年） .....	23
图 27 印尼电机系统节能潜力分析 .....	25
图 28 泰国工业用电现状和预测 .....	26
图 29 泰国工业用电占比现状和预测 .....	26
图 30 泰国电机进口统计 .....	27
图 31 泰国电机分行业销售额（2012） .....	28
图 32 泰国在售电机能效等级 .....	29
图 33 泰国高效节能电机标识 .....	32

图 34 泰国 MEPS, 高效节能标识效率要求	33
图 35 泰国工业电机系统节能潜力预测	34
图 36 马来西亚工业用电量现状及预测	35
图 37 马来西亚工业用电占比现状及预测	36
图 38 马来西亚 0.75-75kW 电机进出口	37
图 39 马来西亚 $\geq 75\text{kW}$ 电机进出口	38
图 40 马来西亚调研存量电机功率分布	39
图 41 马来西亚调研电机系统能源消费分布	39
图 42 马来西亚造纸行业功率和应用分布	40
图 43 马来西亚水泥行业功率和应用分布	40
图 44 马来西亚食品和饮品行业功率和应用分布	41
图 45 马来西亚石化行业电机功率和应用分布	41
图 46 马来西亚钢铁行业电机功率和应用分布	42
图 47 马来西亚重点工业行业电机效率	42
图 48 马来西亚 ABB 和西门子销售电机能效等级	43
图 49 马来西亚工业电机系统节能潜力	46
图 50 越南工业用电现状和预测	47
图 51 越南工业用电占比现状和预测	48
图 52 越南电机进口出口产值 (1000 美元)	49
图 53 越南电机进口 (1000 美元)	49
图 54 越南电机出口 (1000 美元)	50
图 55 越南三相异步鼠笼高效电机能效标识	57
图 56 越南 50Hz 4 极电机能效要求和 IEC IE 能效要求比对	57
图 57 越南工业电机系统节能潜力	59
图 58 菲律宾工业用电现状和预测	60
图 59 菲律宾工业用电占比现状和预测	60
图 60 菲律宾 2014-2018 年间电机进口台数	61
图 61 菲律宾 2017-2018 电机分类进口	62
图 62 菲律宾能效和节能 2017-2040 路线图电机相关策略和目标	64
图 63 菲律宾工业电机系统节能潜力	70

表 1 IEC 60034 系列电机标准 .....	12
表 2 东盟地区 MEPS 总结 .....	15
表 3 电机转速提升和系统整体输出提升比例 .....	16
表 4 泰国 TIS 867-2550 最低能效要求 .....	30
表 5 泰国 DEDE 高效节能电机标识要求 .....	32
表 6 马来西亚电机重新绕线价格和典型品牌电机价格 .....	44
表 7 越南 TVCN 7540-1 2013 电机最低能效要求 (50Hz) .....	54
表 8 越南 TVCN 7540-1 2013 电机高效要求 (50Hz) .....	54
表 9 越南 TVCN 7540-1 2013 电机最低能效要求 (60Hz) .....	55
表 10 越南 TVCN 7540-1 2013 电机高效要求 (60Hz) .....	56
表 11 菲律宾建筑节能设计指南电机最低效率要求 .....	65
表 12 菲律宾建筑节能设计指南高效电机效率要求 .....	66
表 13 菲律宾绿色建筑标准电机能效要求 .....	68

## 缩写词释义

缩写	英文原文	中文
<b>ASEAN</b>	The Association of Southeast Asian Nations	东盟
<b>BPS</b>	Bureau of Philippine Standards	菲律宾标准局
<b>DEDE</b>	Department of Alternative Energy Development and Efficiency	泰国能源部可替代能源 和能效司
<b>DOE</b>	Department of Energy	能源部
<b>FMM</b>	Federation of Malaysian Manufacturers	马来西亚制造商协会
<b>GDE</b>	The General Directorate of Energy	越南能源司
<b>HEPS</b>	High Efficiency Performance Standard	高效标准
<b>ICA</b>	International Copper Association	国际铜业协会
<b>IE</b>	International Efficiency	国际效率
<b>IEA</b>	International Energy Agency	国际能源署
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission	国际电工委员会
<b>IEEIC</b>	Industrial Energy Efficiency Information Center	工业能效信息平台
<b>ITC</b>	International Trade Centre	国际贸易中心
<b>MEPS</b>	Minimum Energy Performance Standard	最低能效标准

<b>MESTECC</b>	Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change	马来西亚能源、环境、科技和气候变化部
<b>MOF</b>	The Ministry of Finance	财政部
<b>PESLP</b>	Philippine Energy Standards and Labeling Program	菲律宾能效标准和标识项目
<b>PNS</b>	Philippine National Standards	菲律宾国家标准
<b>SIRIM</b>	Standard and Industrial Research Institute of Malaysia	马来西亚工业标准研究院
<b>SIT</b>	Special Industry Tariff	马来西亚特殊工业电价
<b>STAMEQ</b>	The Directorate for Standards, Metrology and Quality of Vietnam	越南标准、计量和质量司
<b>TISI</b>	Thai Industrial Standards Institute	泰国工业标准所
<b>toe</b>	Ton Oil Equivalent	吨油当量
<b>U4E</b>	United for Efficiency	联合能效倡议
<b>UNEP</b>	United Nations Environment Programme	联合国环境署
<b>VSQI</b>	The Vietnam Standards and Quality Institute	越南标准和质量所

## 1. 东盟地区电机能源消费分析

### 1.1 东盟地区国家能源消费概况

东盟地区（ASEAN）由缅甸、泰国、老挝、越南、菲律宾、柬埔寨、马来西亚、新加坡、文莱和印度尼西亚（印尼）共计十个国家组成，涵盖 6.4 亿人口，2016 年 GDP 合计 2.6 万亿美元。东盟地区的能源消费随着人口增长、经济发展和工业化发展逐年增长。

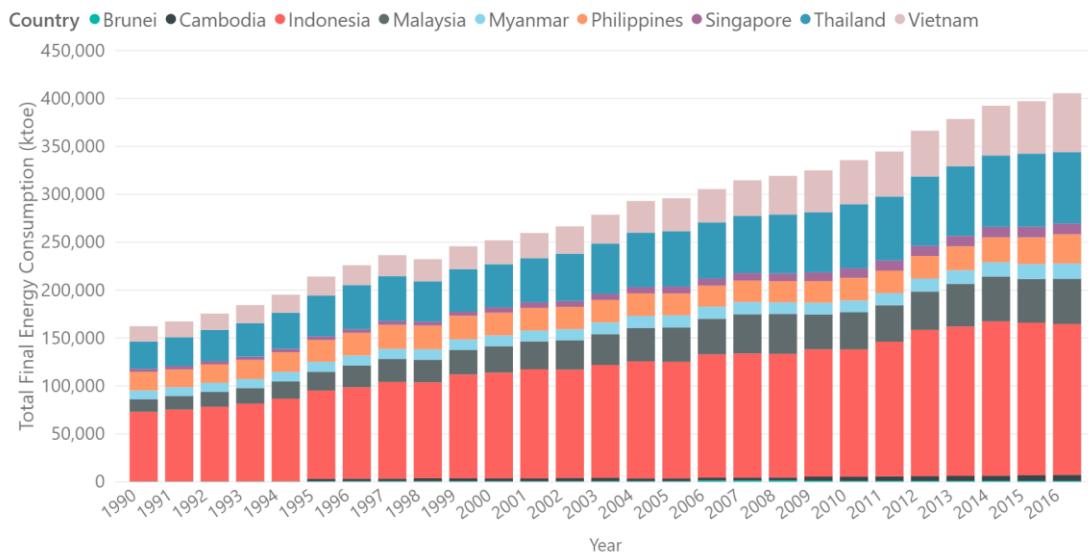


图 1 东盟地区能源消费总量

数据来源：国际能源署（IEA）和各国统计报告

从上图可以看出，东盟地区的能源消费总量稳步增长，到 2016 年，能源消费总量已经达到了 405 万吨油当量 (toe)，并且能源消费总量有进一步加速增长的趋势。关于东盟地区人口、经济、能源消费和二氧化碳排放等详细报告，请参见工业能效信息平台 (IEEIC) 数据报告：[http://www.ieeic.info/?page\\_id=12388](http://www.ieeic.info/?page_id=12388)。

随着电气化进程的加速，在能源中占据最重要一环的电力消费将持续增长。

东盟地区的电力总消费请参见下图。

东盟地区的总电力消费在 2016 年已经达到了 9300 亿千瓦时。根据历史电力消费数据预测，东盟地区的总电力消费将在 2030 年达到 13500 亿千瓦时，在 2050 年将达到 20700 亿千瓦时。

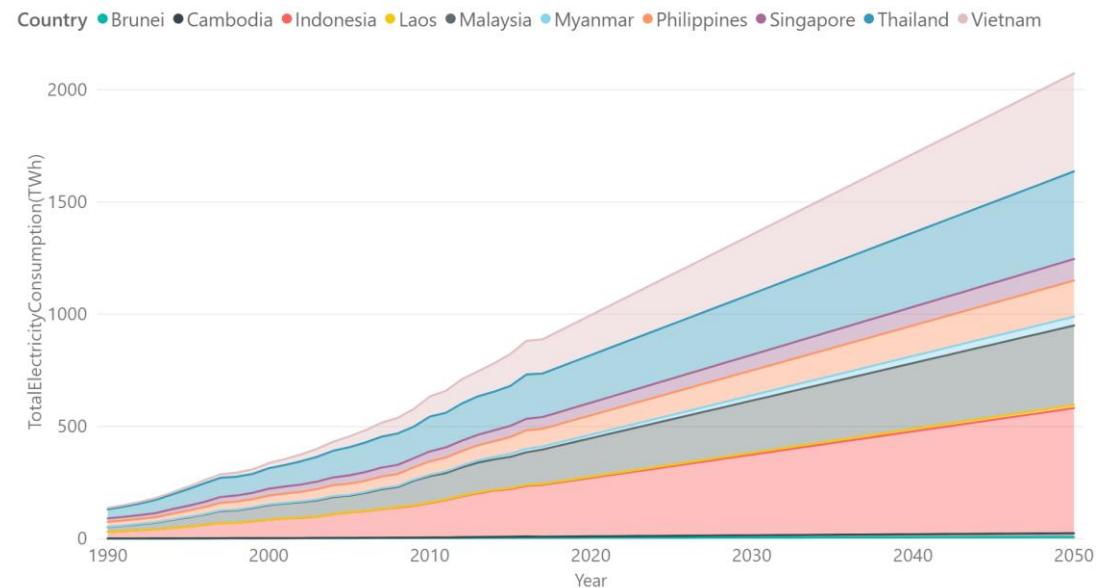


图 2 东盟地区总电力消费分析和预测

数据来源：国际能源署（IEA）和各国统计报告

Country ● Indonesia ● Thailand ● Vietnam ● Malaysia ● Philippines ● Singapore ● Myanmar ● Cambodia ● Laos ● Brunei

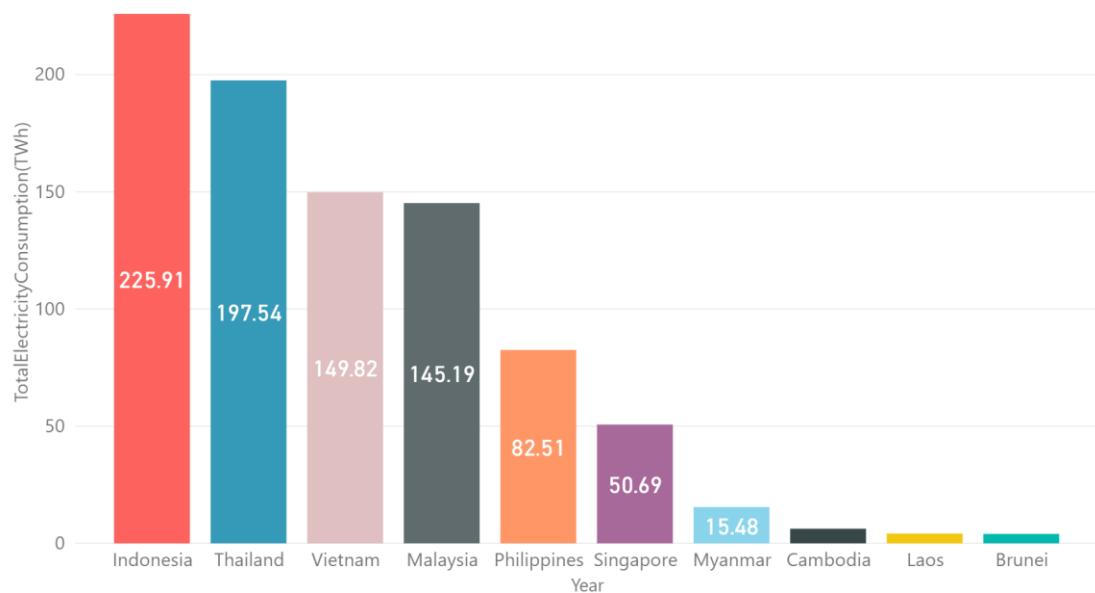


图 3 东盟地区各国电力消费量（2016 年）

数据来源：国际能源署（IEA）和各国统计报告

根据历史和 2016 年各国电力消费数据可以看出，印尼、泰国、越南和马来西亚相较于其他东盟国家具有更大的电力消费量，在能效提升方面具有更大的潜力和工作意义，因此本报告将对这四个国家电机能效进行重点分析。菲律宾电力消费总量相对较小，由于菲律宾高昂的工业电价，使得同样节能量下的经济收益变得更高，因此本报告也将对菲律宾电机能效工作做一定的分析。

## 1.2 东盟地区工业部门用电分析

工业部门是东盟地区电力消费最大最重要的部门。由于各国经济结构差别较大，工业化程度也不尽一致，因此各国工业部门用电占比也各有差异。

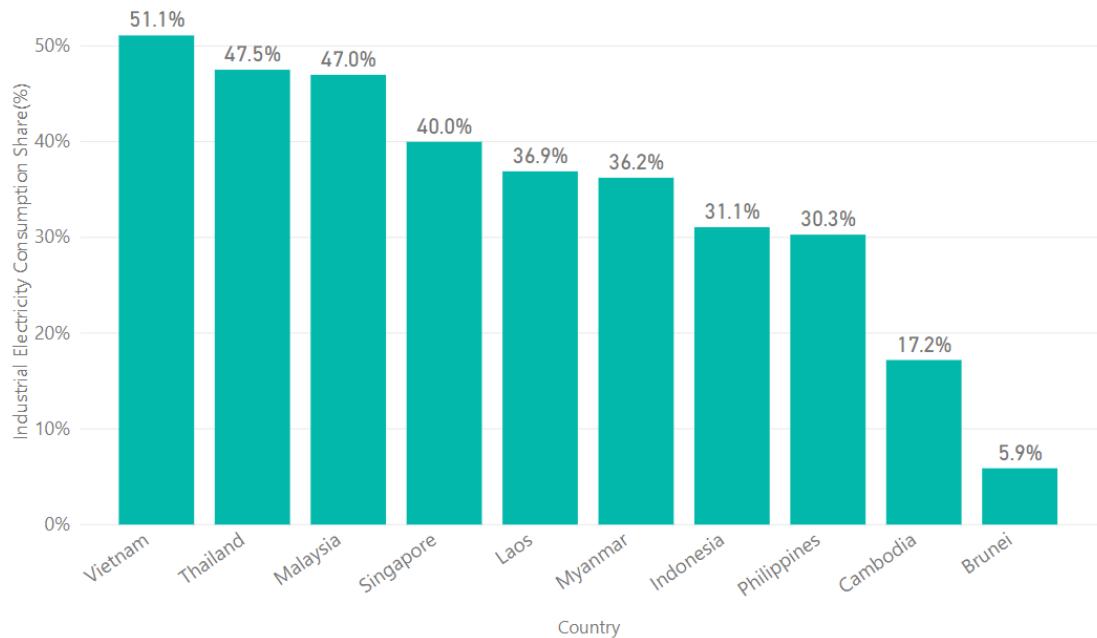


图 4 东盟各国工业用电占比（2016 年）

根据 2016 年数据，越南、马来西亚和新加坡工业部门用电占比超过了 40%，与各国经济和工业结构比较吻合。

但是，根据对历史数据研究发现，除了越南，印尼、马来西亚、菲律宾和泰国的工业用电占比在近年均不断下降。尤其是印尼，其工业用电占比从 56% 稳步下降到 2016 年 33%。这表明各国的经济产业结构发生了巨大的变化。如果按照当前发展趋势，越南将在 2020 年之后取代泰国，成为东盟地区最大工业电力消费国家。

东盟地区五国（印度尼西亚、马来西亚、泰国、越南和菲律宾）工业用电（加权平均）占比从最高的 50% 多逐步下降到 41%。

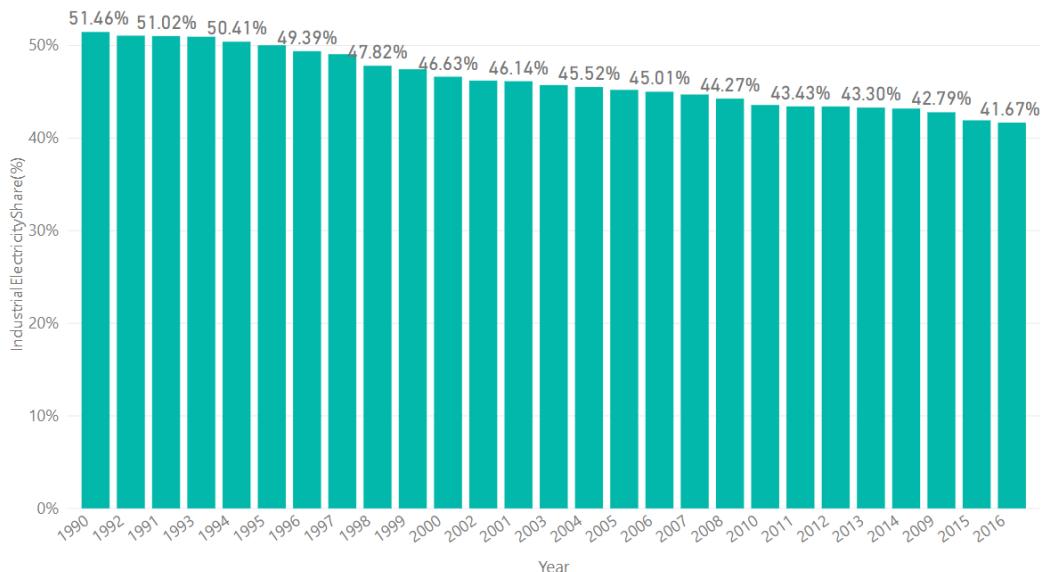


图 5 东盟重点 5 国工业用电加权占比分析

尽管东盟地区主要国家的工业用电占比不断下降，但是工业用电总量仍然不断增长，在 2016 年达到了 3600 亿千瓦时，并且在 2050 年将达到 8400 亿千瓦时。

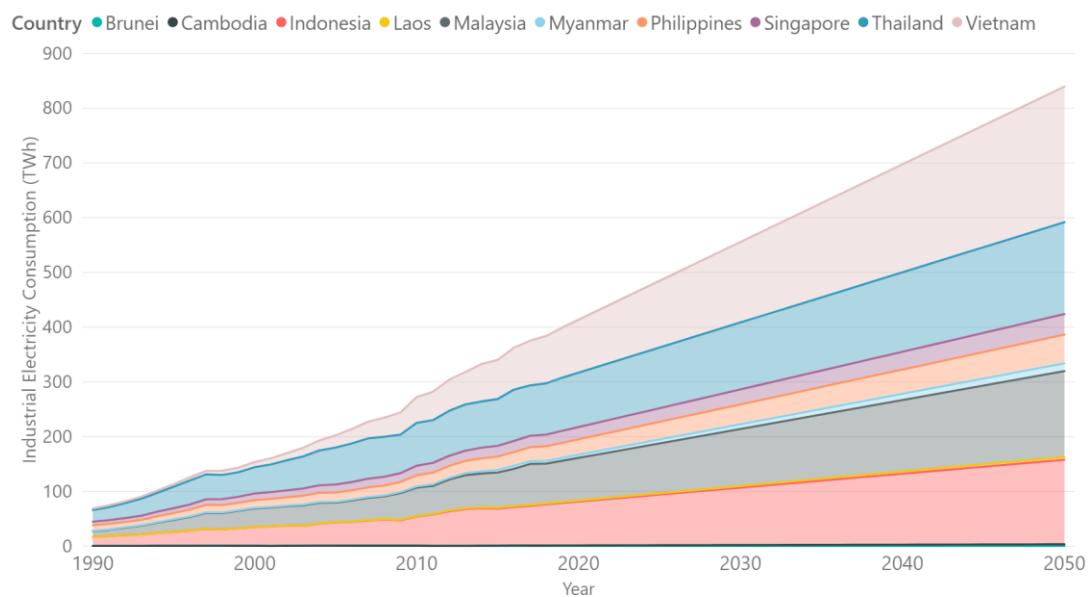


图 6 东盟地区工业用电量分析和预测

### 1.3 东盟地区电机用电量分析

电机是工业生产各个环节必不可少的动力装置，消耗了绝大部分的工业用电。根据 IEA 和 UNEP U4E 相关的报告，电机消耗了 70%-80% 的工业总用电。东盟地区工业产业主要是中下游产业，但是由于现有工业电机用电数据匮乏，无法得出详细的东盟地区工业电机耗电占比。根据对东盟地区产业的评估，东盟地区工业电机平均耗电占比约为 75% 左右。根据此比例，下图展示了东盟地区工业电机耗电总量。该地区在 2016 年电机电力消耗达到了 2700 亿千瓦时，预计在 2050 年将达到 6300 亿千瓦时。

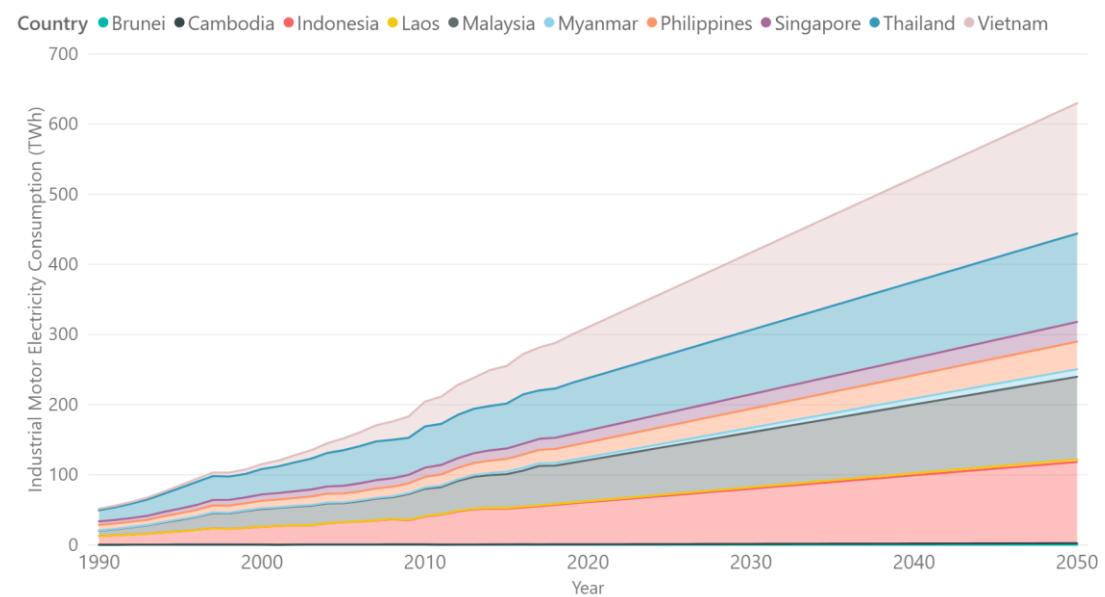


图 7 东盟地区电机耗电量分析和预测

## 1.4 东盟地区电机市场现状

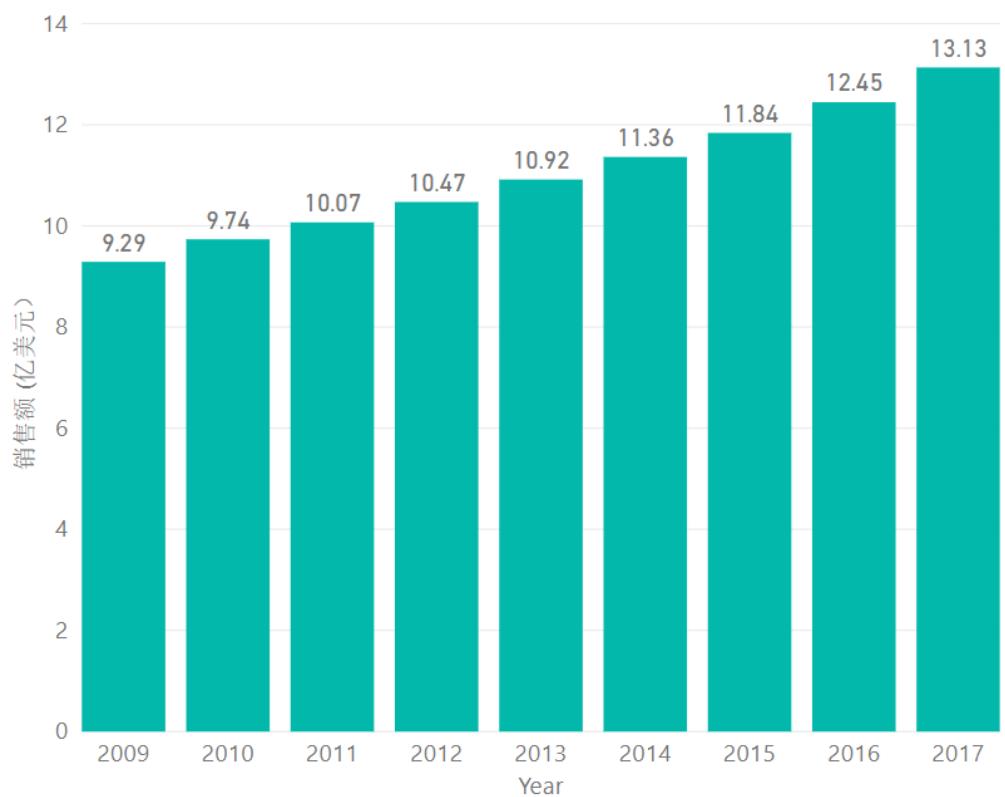


图 8 东盟地区电机总销售额

数据来源：国际铜业协会（ICA）东盟

由于工业电机用电量持续增长，东盟地区的电机销售持续增长，年平均增长率超过 4%。其中低压电机增长速度超过 5%。交流电机市场占比超过 92%，而直流电机市场份额约为 8%（2010 年数据）。

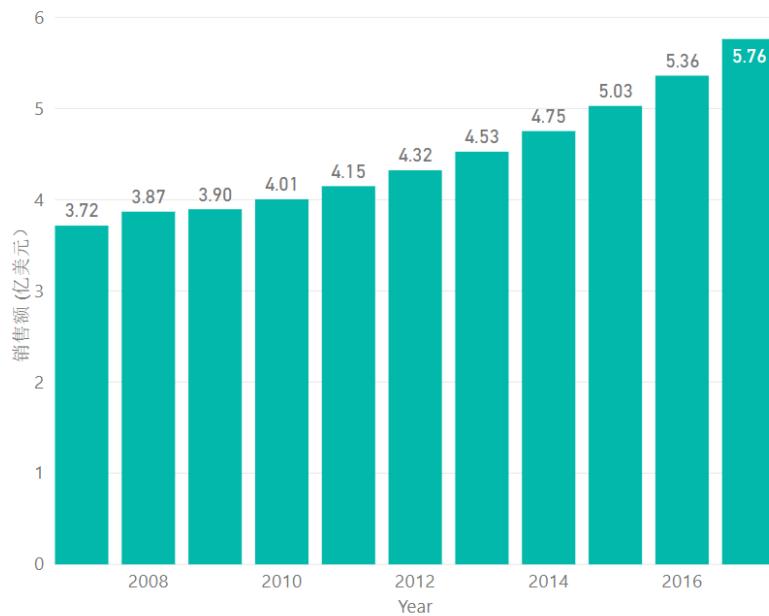


图 9 东盟地区低压电机总销售额

数据来源：国际铜业协会（ICA）东盟

低压电机广泛应用于各个行业，其行业应用销售占比如下图所示：

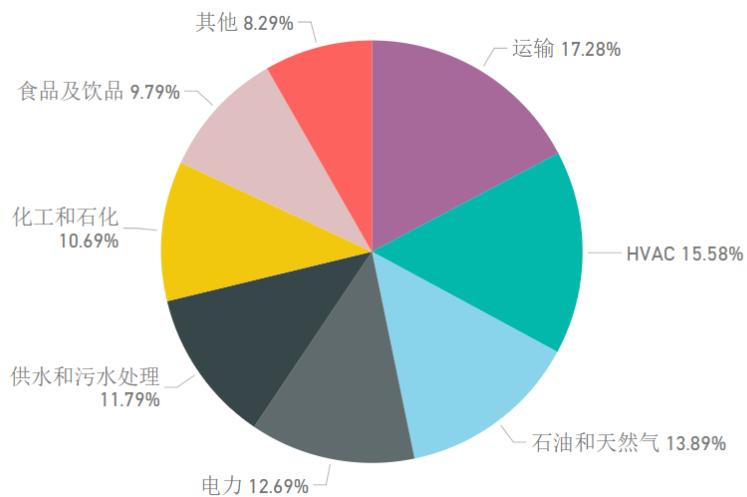


图 10 东盟地区低压电机行业销售分布（2010 年）

低压电机主要应用在民用、商业和轻工行业之中。其销售渠道主要是通过经

销商（55%销售占比）和 OEM 厂商整合（18%销售占比），其他销售方式占比为 27%。

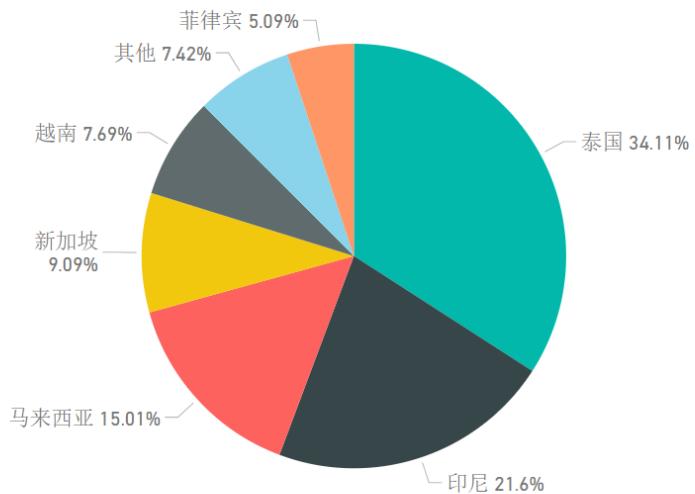


图 11 东盟地区国家低压电机销售额占比（2010 年）

在低压电机中，泰国、印尼和马来西亚销售额占比很高，是主要的低压电机市场。由于该数据是所有电机销售状况，因此和国家的经济规模和社会发展具有比较大的联系。新加坡体量虽然较小，但是经济发达，在商业和家用电机需求比较旺盛。

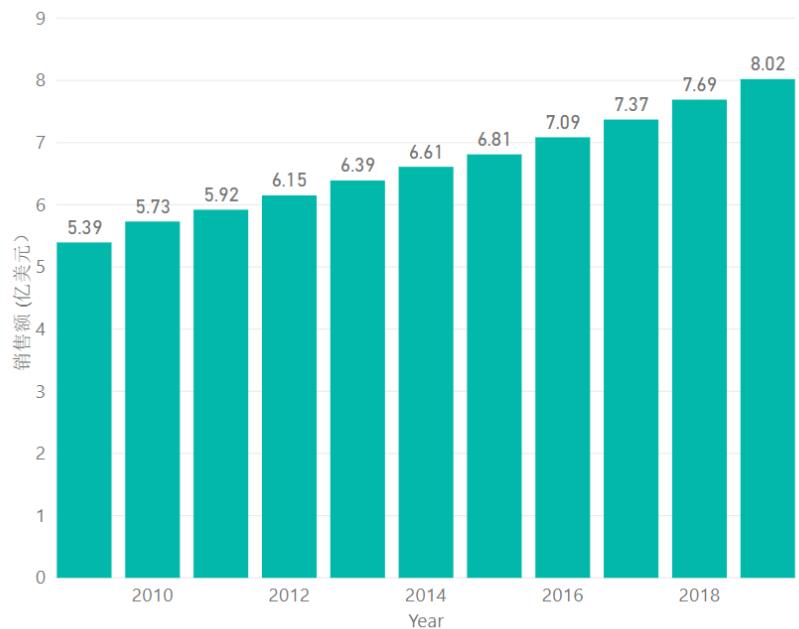


图 12 东盟地区中高压电机销售额

东盟地区的中高压电机销售持续上升，平均年增长率约为 4%，而且中高压电机的整体市场规模比低压电机大。

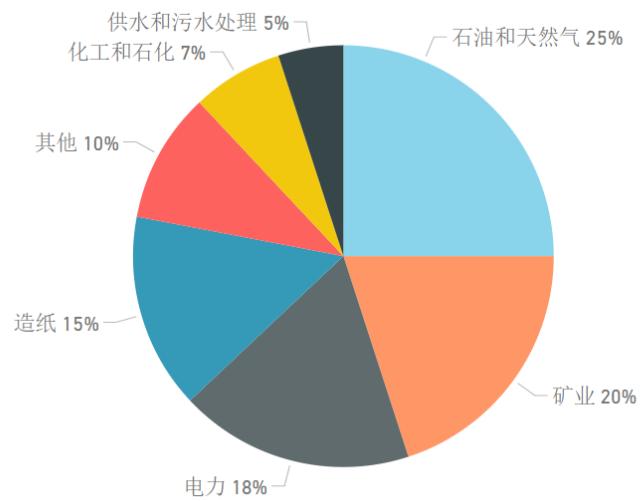


图 13 东盟地区中高压电机行业销售分布 (2012)

中高压电机的行业销售分布和低压电机完全不同，从行业分布可以看出具有

较大功率的中高压电机主要在工业领域销售。在所有行业分布之中，造纸在东盟地区具有特殊的重要地位。而在中高压电机的销售渠道中，仅有 25% 的产品通过经销商来销售，而 45% 的产品则是通过 OEM 方式来进行销售，这说明中高压电机往往被集成在工程和更大的设备供应商的产品之中，直接销售也占据了 30% 的销售额，这也很有可能被包含在电机厂商提供的一系列整包服务之中。

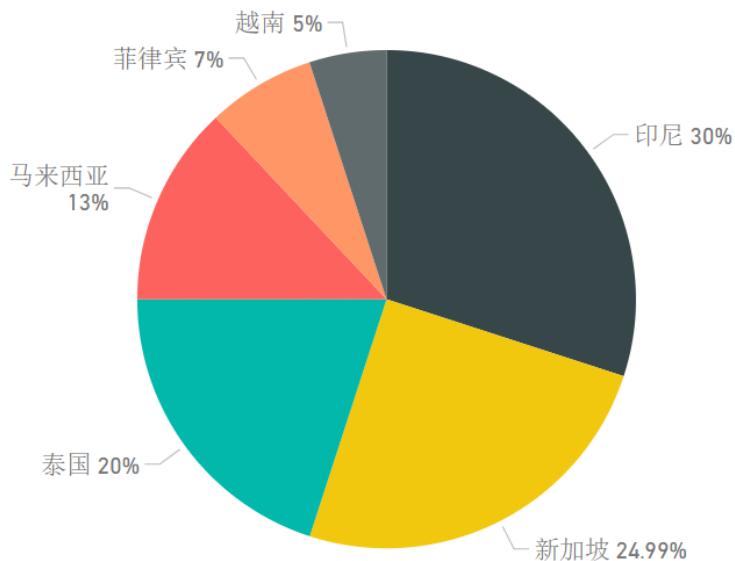


图 14 东盟地区国家中高电机销售额占比（2012 年）

印尼、新加坡和泰国在中高压电机销售市场中占据重要地位。

## 2. 国际电机能效标准现状

不同于终端消费品和商业用产品，工业电机受文化和消费习惯的影响较小，因此工业动力电机在产品的外观、设计、功能等方面高度统一。IEC 60034 系列标准对电机的定义、设计、测试和能效等级分级方面做了详细而统一的规范，而这一套标准体系也被全球各国广泛接受，为电机的能效比对和提升提供了坚实的技术基础。

表 1 IEC 60034 系列电机标准

领域	IEC 标准号	发布时间	标准名称中文	标准名称英文
评级	IEC 60034-1, edition 13.0	2017	评级和性能	Rating and performance
测试	IEC 60034-2-1, edition 2.0	2014	损耗和效率测试方法	Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)
测试	IEC 60034-2-2, edition 1.0	2010	大型机特别损耗特别测试方法	Specific methods for determining separate losses of large machines from tests - Supplement to IEC 60034-2-1
测试	IEC/TS 60034-2-3, edition 1.0	2013	变频器驱动异步电机损耗和效率测试特别方法	Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC induction motors
效率等级	IEC 60034-30-1, edition 1.0	2014	异步电机效率等级	Efficiency classes of line operated AC motors (IE-code)
效率层级	IEC TS 60034-30-2	2016	变速异步电机效率等级	Efficiency classes of variable speed AC motors (IE-code)
指南	IEC 60034-31, edition 1.0	2010	应用指南-包含变速应用在内的高效电机选型指南	Selection of energy-efficient motors including variable speed applications - Application guide

IEC 60034-30-1 设定了从 IE1 到 IE4 由低到高的能效等级分级标准, 见下图。

在低功率的情况下 (小于 10kW), 不同能效等级之间的百分比效率差异比较大, 而随着功率的逐渐增加, 不同能效等级之间的百分比效率差异将会逐渐缩小但是功率差异绝对值逐渐增大。IEC IE 能效等级标准为全球电机能效标准化起到了至关重要的作用。IE 能效等级已经成文全球通用电机效率分级标准。

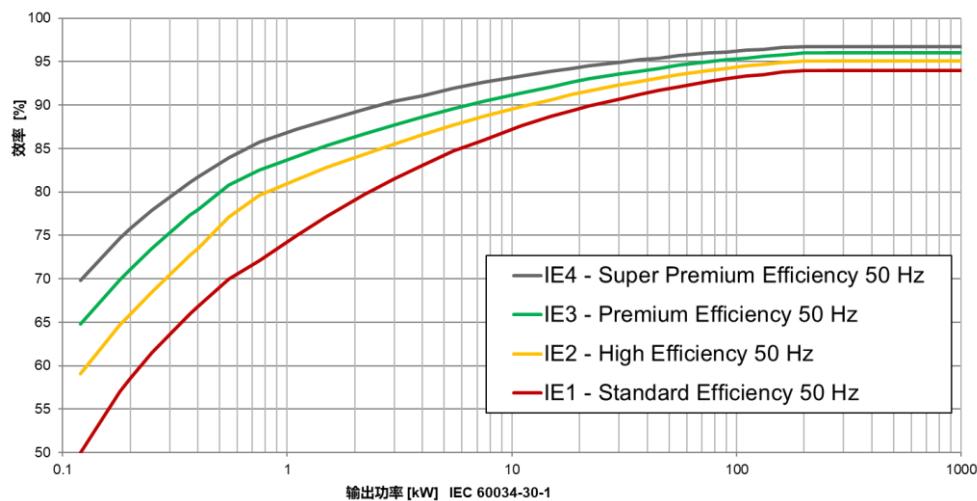


图 15 IEC 60034-2-1 电机 IE 能效等级 (4 极, 50Hz)

## 2.1 全球电机 MEPS 现状

电机 IE 分级体系被各国广泛采用, 为最低能效标准 (MEPS) 和高效标准 (HEPS) 制定提供技术基础。UNEP U4E 的电机系统能效政策报告表明全球主要的经济体均已采用 IE 分级体系, 并设置了相应的 MEPS。

Figure 14:  
Overview  
of MEPS  
Worldwide

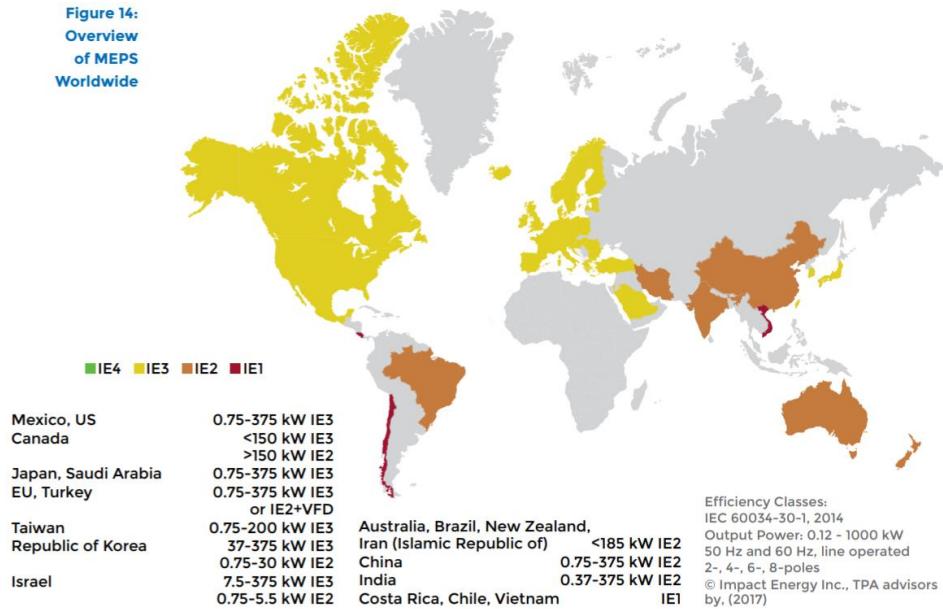


图 16 全球电机 MEPS 现状

主要发达经济体美国、欧盟和日本等均已将 MEPS 设定为 IE3，而以中国为代表的发展中国家则将 MEPS 设定为 IE2。作为一带一路沿线的发展中国家，MEPS 主要以 IE2, IE1 为主，甚至很多国家完全没有 MEPS。

## 2.2 东盟地区电机能效 MEPS 现状和规划

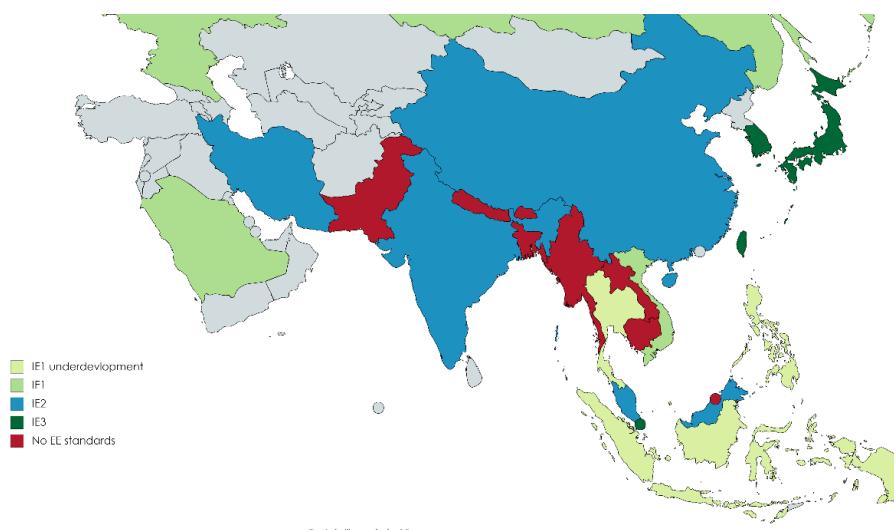


图 17 东盟地区电机 MEPS 现状

表 2 东盟地区 MEPS 总结

国家	现状	备注
缅甸	无 MEPS, 无计划	
老挝	无 MEPS, 无计划	
文莱	无 MEPS, 无计划	
柬埔寨	无 MEPS, 无计划	
印度尼西亚	已制定 MEPS IE1, 待批准	
泰国	正在制定 MEPS IE1	
菲律宾	正在制定 MEPS	
马来西亚	已近制定 MEPS IE2	2020 年计划实施
越南	已经制定和实施 MEPS IE1	2014 年实施
新加坡	已经制定和实施 MEPS IE3	2018 年 10 月 1 日实施

从整体来看，东盟地区主要的能源消费大国正在制定和已实施的 MEPS 设定为 IE1，电机 MEPS 和能效水准落后于世界其他地区。根据其他国家的经验，大部分新售电机的能效水准以 MEPS 为主，只有少量产品能够比 MEPS 高一个或者两个能效等级。

《东盟能源合作行动计划 2016-2025》基于 2005 年基准线，提出将 2020 年东盟地区能源强度降低 20%，将 2025 年能源强度降低 30%。该行动计划提出了促进多品类能源相关产品的地区性能效标准标识的发展和协调互认。工业节能领域重点就是电机和配电变压器。该计划同时还强调发展节能服务产业和培养节能技术市场。

## 2.3 东盟地区电机系统节能潜力和能效

提高电机能效可以节约可观的能源，但是电机系统具有更大节能潜力。

从 IEC 60034-30-1 的 IE 电机分级标准可以看出，在电机功率较小 ( $\leq 10\text{kW}$ ) 的情况下，高效电机 (IE3 和 IE4) 相对于标准和低效电机 (IE1) 具有比较大的效率提高潜力。随着电机功率增加，效率提升空间逐渐变小，但是绝对功率节约继续提高。对于大于  $100\text{kW}$  以上的电机，不同的能效等级效率相差不到 1%。

此外，单纯提高电机效率有可能最终无法带来电机系统节能效果。现在主流电机都是异步电机，异步电机的转速通常比对应极数的同步电机慢。电机效率越高，异步电机与同步电机的转速差越小，这意味着高效异步电机的转速要比低效异步电机的转速高，如 IE3 电机的转速通常比低效的电机转速高 1%-5% 左右。对于风机、水泵和空压机三大主要耗能电机系统，系统能源输出和电机转速紧密相关。根据流体系统相似定律，1%-5% 的电机转速提升，会导致流体系统总输出增加 3%-15%，但是这多输出的部分功率，往往是后续应用系统所需要的。因此单纯提高电机效率，不从系统优化的角度进行整体优化，很有可能导致电机效率提高而系统整体不节能。

表 3 电机转速提升和系统整体输出提升比例

转速提高百分比	流体系统整体输出增加百分比
1%	3%
2%	6%
3%	9%

4%	12%
5%	16%

来源：瑞士 Topmotors 项目

风机、水泵和空气压缩机这三大通用流体电机系统消耗了超过 70%的工业电机耗电量。

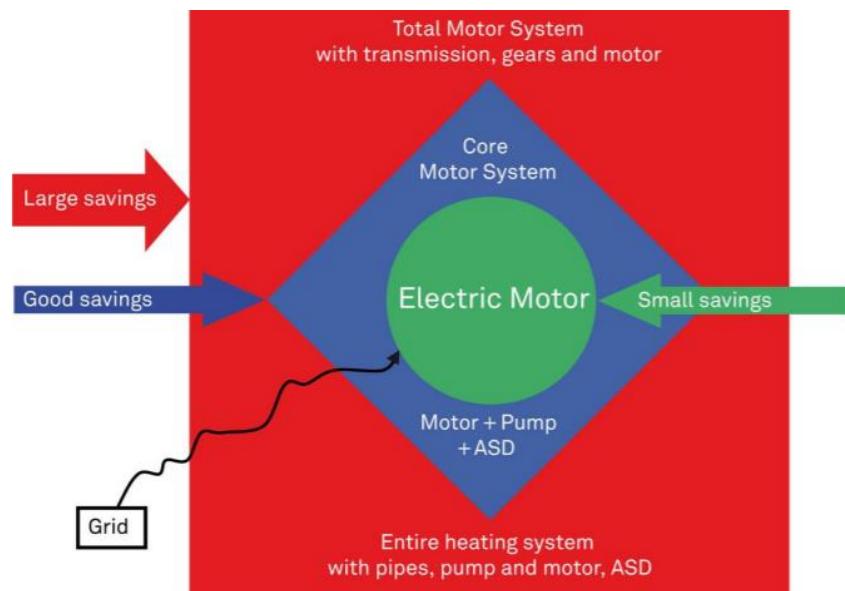


图 18 电机系统节能潜力分析

根据 IEA 2011 年研究报告和 UNEP U4E 最新研究报告，高效电机系统具有更大的节能潜力。全球电机系统具有 20%-30%的整体节能潜力。

虽然东盟地区现有电机系统的节能潜力状况没有详细的报告，但是本报告按照保守估计 10%，20% 和 25% 三个节能潜力情形对东盟地区的电机系统节能潜力

做出评估，旨在揭示东盟地区电机系统存在的巨大节能潜力。

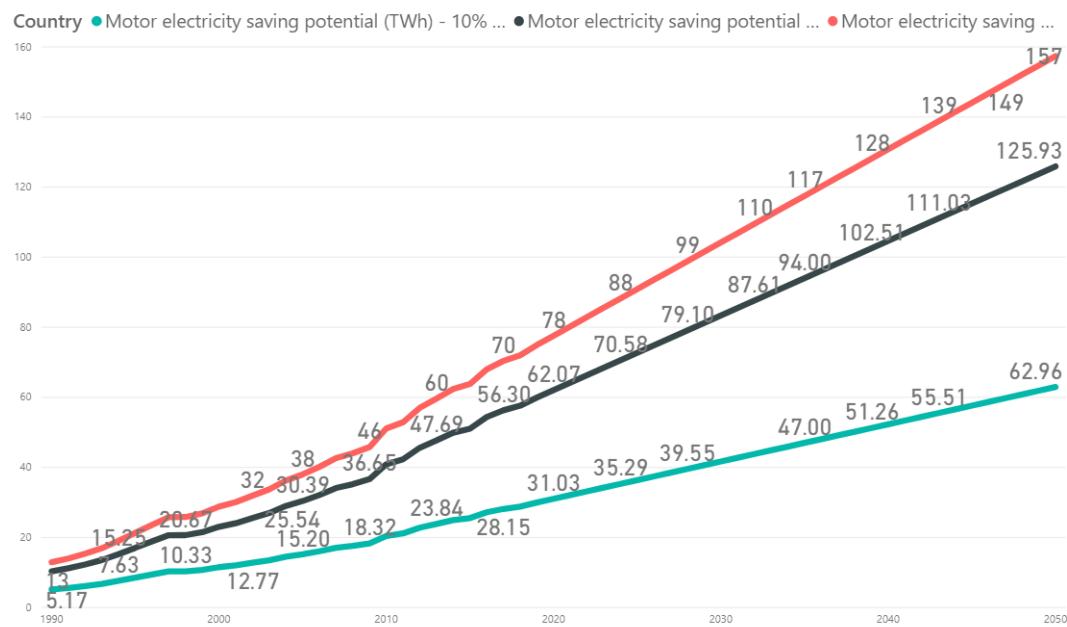


图 19 东盟地区工业电机系统节能潜力分析与预测

东盟地区工业电机系统节能潜力在 2016 年达到 270 亿千瓦时到 680 亿千瓦时之间，如果不采取强有力的节能措施，其电机系统节能潜力在 2050 年可达到 630 亿千瓦时至 1570 亿千瓦时之间。

根据 U4E 国别报告（<https://united4efficiency.org/countries/country-assessments/>），将东盟地区电机 MEPS 提高到 IE3 可以在 2020 至 2030 年间累计节电 486 亿千瓦时。如果按照系统节能潜力来看，东盟地区在 2030 年一年的节能潜力即可达 420 亿至 1040 亿千瓦时。

### 3. 东盟地区重点国家电机能效现状

#### 3.1 印尼电机能效分析

印尼作为东盟地区最大的经济体，其工业总能耗排名东盟第一位。7大工业（造纸、纺织、水泥、化肥、钢铁、陶瓷和棕榈油）消耗了70%的工业能源。虽然工业耗电在印尼工业总能耗占比不高，但是也有逐渐增加的趋势。

##### 3.1.1 印尼工业用电现状

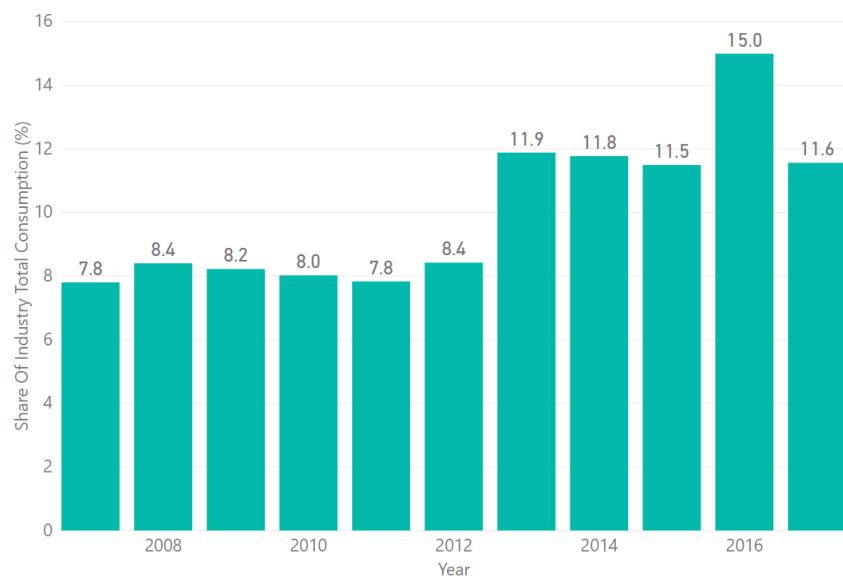


图 20 印尼工业用电占工业能耗占比

印尼工业用电量持续增长，预计将在2050年超过1500亿千瓦时，其中电机将消耗超过1150亿千瓦时工业用电。

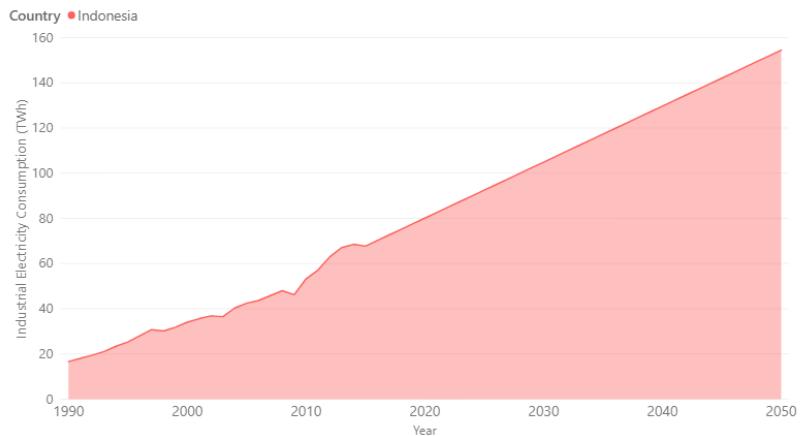


图 21 印尼工业用电量分析与预测

尽管印尼的工业用电量持续增长，但是工业用电占比却持续下降。

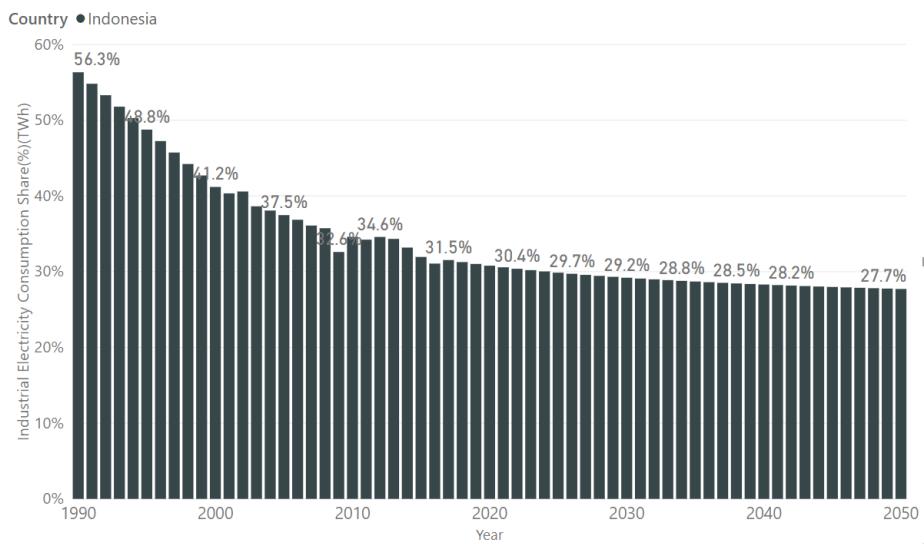


图 22 印尼工业用电占比现状和预测

根据历史数据，印尼工业用电占比从 1990 年的 56% 持续稳步地下降到 2015 年的 33% 左右，根据工业用电和总用电增长预测，印尼的工业用电占比将在 2050 年下降到 27%。

### 3.1.2 印尼电机市场和能效水平

根据世界银行 2014 的数据，印尼存量电机如下图所示。

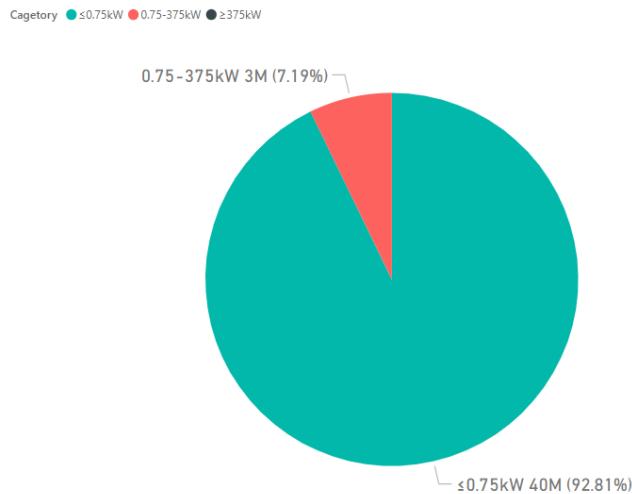


图 23 印尼存量电机数量和规格（单位:百万）

数据源：世界银行（2014）

功率小于 0.75kW 的微型和小型电机由于整合到大量民用产品中，所以在数量和占比上占据了绝对的优势，但是这部分电机只消耗了约 9% 的电机总耗电量。而功率在 0.75 至 375kW 的中小型电机则大量应用于工业和商业中，这部分电机消耗了约 68% 的电机总耗电量。功率大于 375kW 的大功率电机数量很少，约为 1000 余台，主要应用于能源密集型和大型企业。尽管绝对数量较少，但是这 1000 余台的电机消耗了 23% 的电机总耗电量。

根据印尼工业部（Ministry of Industry）2011 年的统计，在印尼共有 12 家电机生产厂商，从业人员 2300 余人，共计年产 1200 万台小功率电机生产能力（Kementerian Perindustrian, 2012）。Tatung 和 ABB 曾经在印尼本土生产过部分中型电机，但是现在这些生产已经停止了。目前除了 TECO 在印尼本土生产少量中型电机外，印尼目前基本没有生产中型电机的能力。这意味着印尼的中型和大型电机完全依靠进口。

尽管有不少诸如机构如 JLC & PT.EMI, SOLVIN & ICA 和 ECN 等机构在过去十几年开展了印尼电机市场和能效的研究,但是印尼存量电机能效水平的数据缺失非常严重。根据 2009 年开展的一次工业电机市场调查项目(JLC & PT.EMI, 2009), 调查的 560 台电机能效水准超过 IE2, 但是这一次的市场调查仅涉及到 ABB, Tatung 和 Teco 三个主流的生产商。2013 年开展的另外一项市场研究 SOLVIN & ICA (2013)则涵盖了更多的品牌和厂商,而本次研究的 60 余台电机则仅仅只有 22%的电机能效水准超过 IE2。一个可能的结论即除了这三大主流生产商之外的其他品牌和厂商的大部分产品能效水平低于 IE2。该市场调查报告称接近半数的电机从中国进口。同时一些来自德国、美国和意大利的跨国公司在印尼石油和天然气工业中采用来自原产国的生产线,大量电机来自于原产国生产商,电机整体效率较高,甚至有少量 IE4 的电机应用在这些行业中。

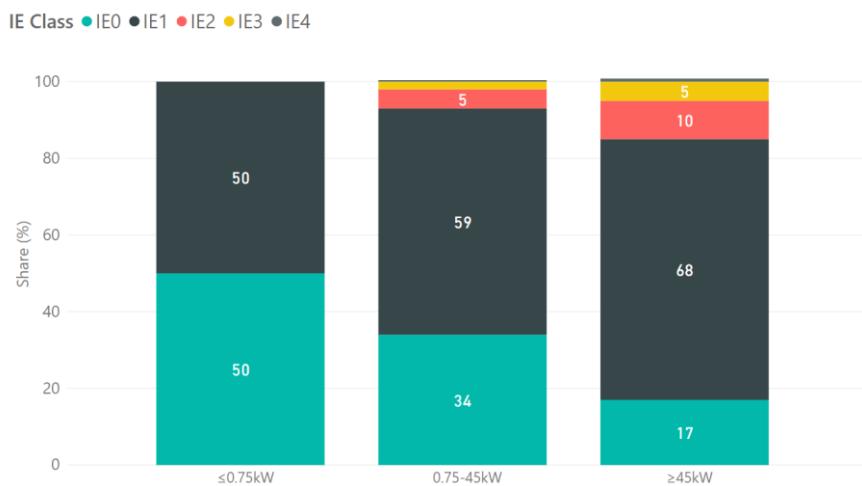


图 24 印尼电机能效等级市场分布调研 (ECN)

根据 ECN 在 2015 年的报告,印尼市场上除了依据 IEC 标准所规定的 IE1 至 IE4 能效等级的电机外,还存在着大量低于 IE1 (取之为 IE0) 等级的电机。其中在功率低于 0.75kW 的电机中,IE1 和 IE0 占据全部市场,没有 IE2-IE4 的电机存

在。在 0.75-45kW 的电机中，IE1 电机占据主要市场份额，但是仍然有大量 IE0 的电机，IE2，IE4 甚至 IE3 的部分电机开始出现。而在大于 45kW 的电机中，IE1 继续扩大占比，IE0 仍然占据超过 10% 的市场份额，而 IE2 和 IE3 的份额相应扩大。

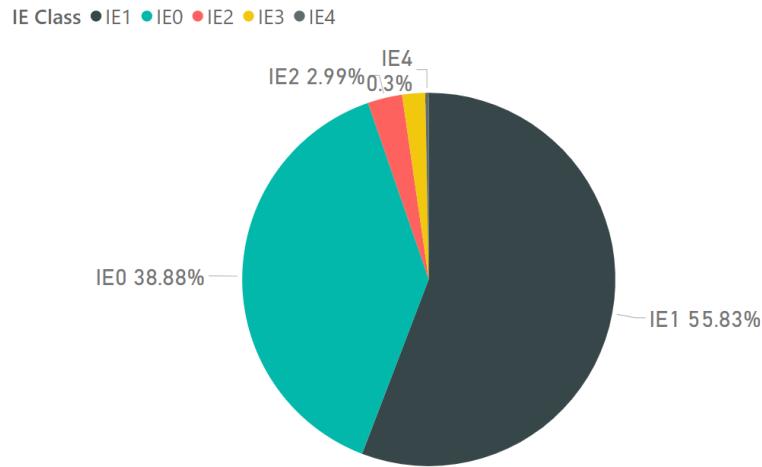


图 25 印尼电机能效等级占比

上图是不同电机产品目录合并一起的印尼电机能效占比

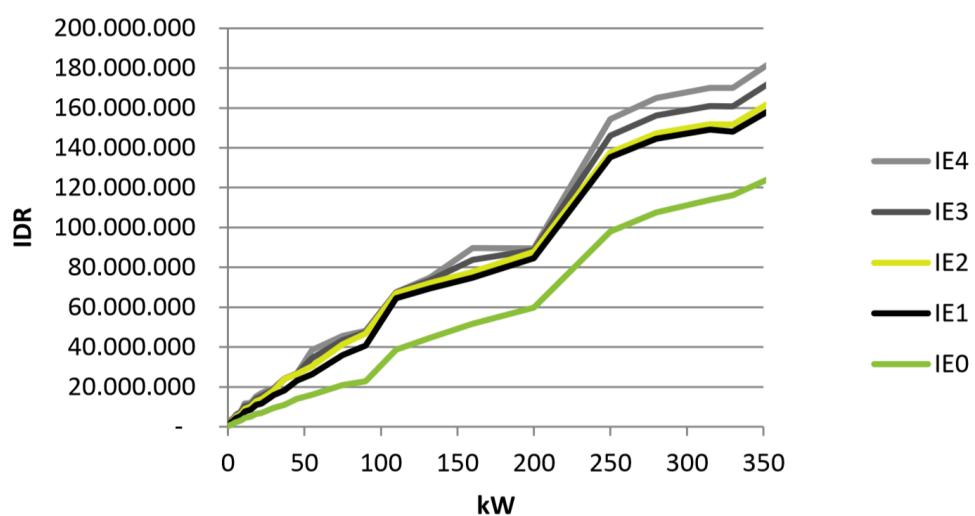


图 26 印尼不同能效等级电机价格（2014 年）

\* 纵轴单位为印尼货币单位：印尼盾

印尼电机价格基本和功率成正比。可以看出效率最低的 IE0 电机的价格明显低于其他能效等级的电机。在低功率区间，IE1 电机价格几乎是 IE0 电机的两倍。随着功率增加，两者之间的差异逐渐变小，在 132kW 附近，IE1 电机价格比 IE0 电机价格高 50%。IE0 电机的低价格可以说明为什么 IE0 电机仍然占据很大市场份额，但是却无法解释为什么价格更高的 IE1 产品占据的市场份额更高。IE1 和 IE2 的电机价格非常接近，但是二者的市场占有率却差别非常大，传统的价格和市场占有率之间的关系很难解释这样的现象，这也说明由于没有能效标准或者电机用户没有意识到 IE1 和 IE2 电机之间的效率差所带来的效益。

### 3.1.3 印尼电机能效政策

印尼政府也意识到电机能效水平对能源消费有巨大的影响，开始着手制定电机 MEPS。印尼能源和矿业资源部（Ministry of Energy and Mineral Resources）的电力和能源司负责印尼电机 MEPS 的制定。参考 IEC 60034 系列标准，印尼在 2011 年制定了电机测试方法标准（General standard for electric motor, SNI IEC 60034-2-1, 2011）。但是其 MEPS 制定进展迟缓。各类报告显示的信息表明，印尼早在 2013 年之前已经考虑和着手制定 MEPS，但是直到 2019 年才完成第一版标准制定，该标准将印尼的 MEPS 确定为 IE1。目前该标准技术方案已经通过，但是具体实施时间尚待批准。由于印尼所有中型和大型电机都依靠进口，MEPS 缺位可导致大量低效的电机合法在印尼市场出售和流通。

印尼仅有 4 家实验室能够开展电机测试（BRESL, 2009），分别是 Sucofindo Laboratory, LMK, B4T 和 PPMB。LMK 实验室隶属于印尼供电公司，Sucofindo 是 UL 和 ITB 的合作实验室，主要是和大学实验室开展合作。PPML 隶属于贸易部，

而 B4T 则隶属于工业部。印尼的测试实验室主要是以政府为代表的公共机构所拥有，为印尼电机的市场监管和进出口提供技术服务，这也主要是因为印尼没有足够的中型和大型电机生产能力。

在东盟电力和电子设备部门互相承认协议 (Mutual Recognition Agreement) 下的测试实验室和认证机构清单中，少部分印尼实验室可以开展相关产品的测试，但是目前互认协议产品中并不包括电机产品。具体实验室清单，请参见 [https://asean.org/?static\\_post=listed-testing-laboratories-and-certification-bodies-under-the-asean-sectoral-mra-for-electrical-and-electronic-equipment-2](https://asean.org/?static_post=listed-testing-laboratories-and-certification-bodies-under-the-asean-sectoral-mra-for-electrical-and-electronic-equipment-2)

### 3.1.4 印尼电机系统节能潜力分析

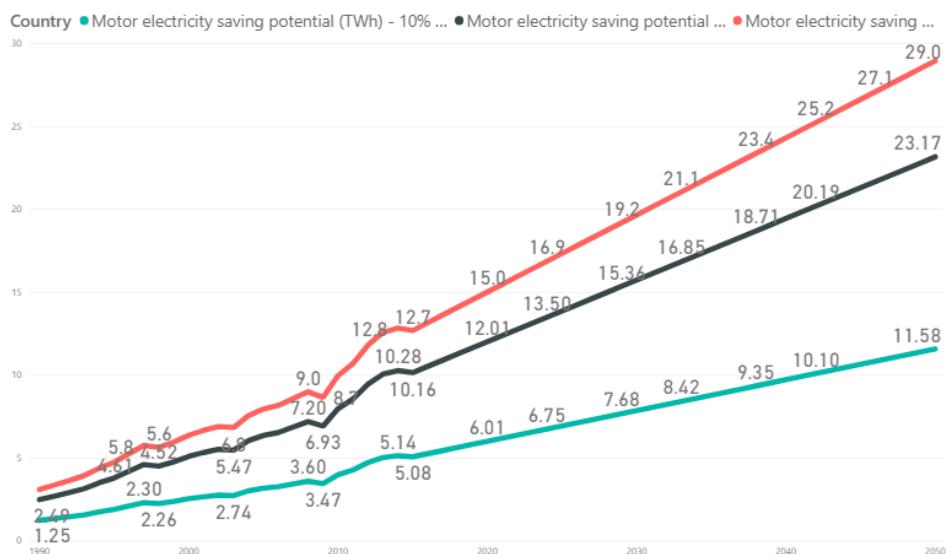


图 27 印尼电机系统节能潜力分析

印尼电机系统具有较大的节能潜力，按照 10%，20% 和 25% 的电机系统节能潜力分析，印尼电机系统节能潜力在 2050 年可以达到 120 亿至 290 亿千瓦时每年。

## 3.2 泰国电机能效分析

### 3.2.1 泰国工业用电现状

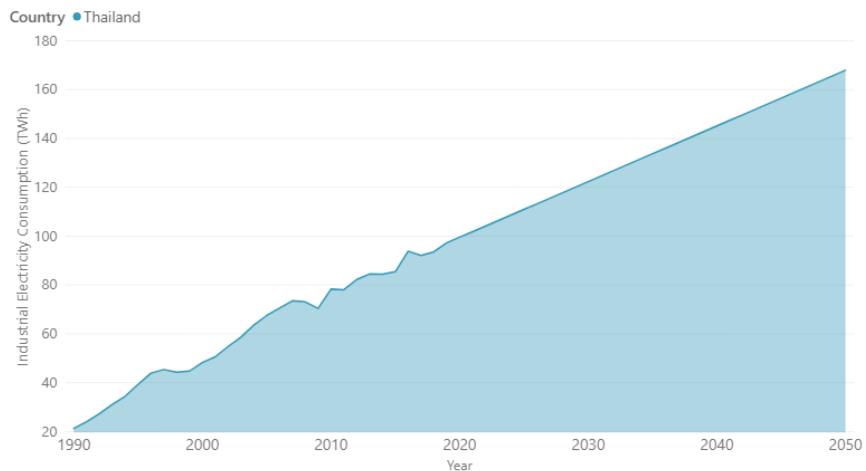


图 28 泰国工业用电现状和预测

泰国工业部门用电持续增长，在 2016 年达到 850 亿千瓦时，如果继续保持消费趋势，泰国工业部门用电将在 2050 年达到 1680 亿千瓦时。

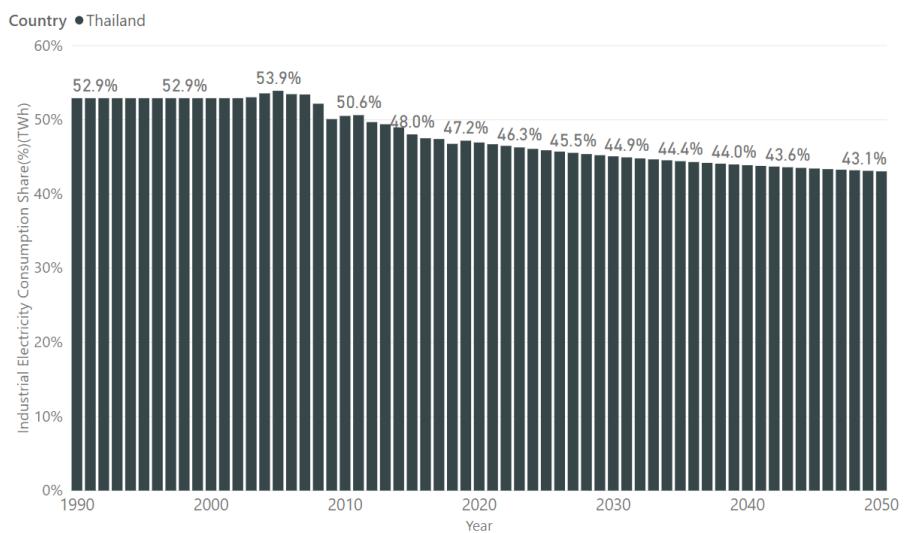


图 29 泰国工业用电占比现状和预测

泰国工业部门用电占比接近一半，但是自 2004 年起，泰国工业部门用电占比逐年缓慢下降，根据工业部门用电增长预测和全社会总用电增长预测的数据，

泰国工业部门的用电占比将会持续下滑，在 2050 年可能下滑到 43%。

### 3.2.2 泰国电机市场和能效

泰国存量电机数量以及能效水准数据缺失。泰国目前并没有三相异步电机的生产厂商。根据泰国海关的数据，泰国在 2014 至 2018 年期间，平均每年进口约 500-600 万台电机。进口数量最大的是功率在 0.75-1kW 的小功率电机，其数量占比超过所有进口电机数量的 93%，功率范围在 1-37.5kW 的电机进口数量占比约为 4%，而功率范围在 37.5-75kW 的电机数量占比约为 3%，功率在 75kW 以上的电机进口数量和占比都非常少。下图显示了泰国 2014 至 2018 年期间电机进口数量总数量和功率范围占比。

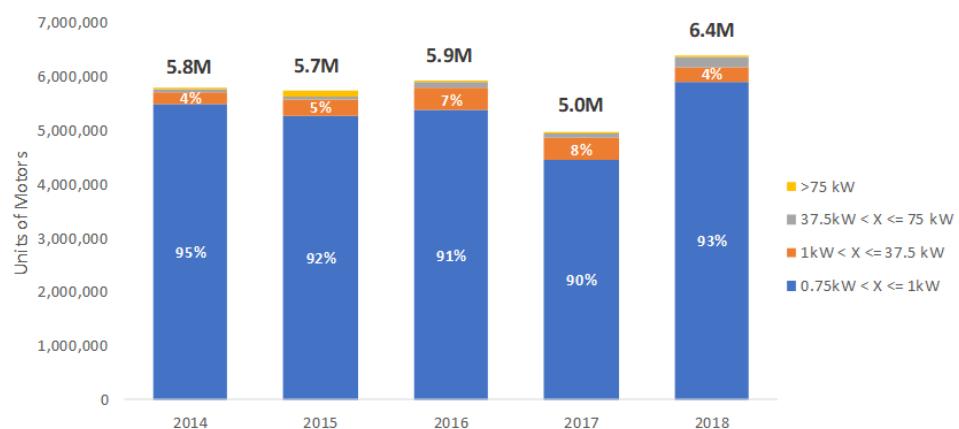


图 30 泰国电机进口统计

\*数据源：泰国海关 2018

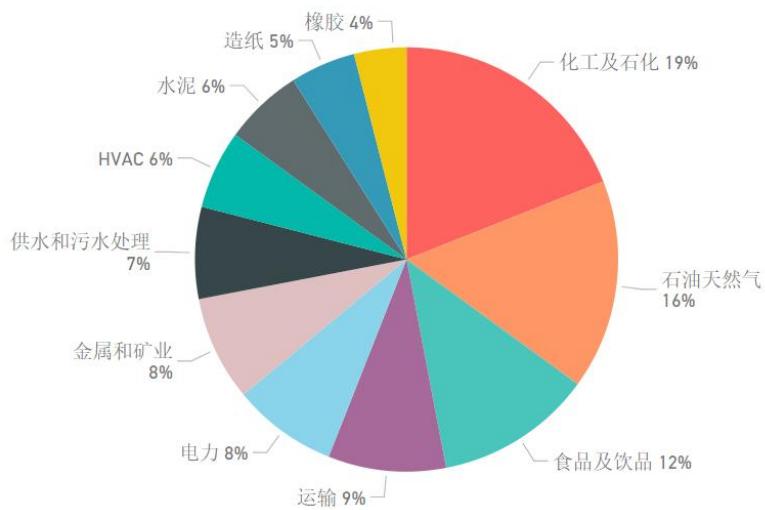


图 31 泰国电机分行业销售额（2012）

在使用电机的行业中，化工及石油化工、石油天然气和食品及饮品行业是三个最重要的部门。

尽管数据缺失严重，一个清晰的共识就是泰国没有本土厂商能够生产高效电机，而进口电机也只有很小一部分是高效电机。

根据国际铜业协会东盟办公室的数据显示，泰国在售电机能效等级主要为 IE1，占比达到 75.6%，IE2 占比为 24.3%，而 IE3 仅为 0.1%，IE4 的电机则完全没有销售。

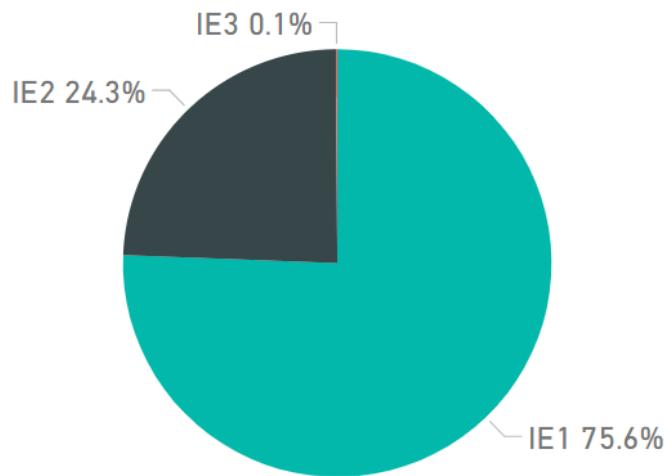


图 32 泰国在售电机能效等级

\*数据源：国际工业协会东盟办公室，年份不详

### 3.2.3 泰国电机能效政策

在泰国有两个重要的政府部门主管电机能效工作，分别是：

**泰国能源部可替代能源和能效司 (DEDE)**：该机构负责政策制定、监管、推进和帮助重点企业和建筑满足相关法律和法规在能效提高和节能方面的要求。DEDE 自 1989 年开始负责 MEPS 的实施。DEDE 可以制定并提议电机 MEPS，但是必须与泰国工业标准所 (TISI) 共同实施 MEPS。

**工业部泰国工业标准所 (TISI)**：改机构的职责是开展全国标准化工作以推广、支持和制定高质量的家用产品标准并规范工业产品的相关标准。TISI 被授权在泰国可实施包括 MEPS 在内的强制性标准。

泰国自上世纪 90 年代早期开始实施能效标准和标识政策。能效标识和 MEPS

项目现在已经涵盖了三相异步电机。

泰国在 2007 年开始实施三相异步电机能效标准 (TIS867-2550 <http://research.rid.go.th/vijais/moa/fulltext/TIS867-2550.pdf>)。TIS867-2550 由前一版本的 TIS867-2532 升级而来，但是该表目前仍然被认为是自愿性标准。在 BRSL 项目的支持下，TIS867-2550 主要借鉴了澳大利亚/新西兰的 MEPS AS/NZS 1359.5 (2004) 中的第五部分：三相异步电机你-高效和最低能效要求。

TIS 867-2550 的产品定义范围为：额定电压低于 1000V，额定功率在 0.73 至 185kW，2,4,6 和 8 极三相异步电机。

TIS 867-2550 采用 IEC 60034-2 (1972)，修订版 1 (1995) 和修订版 2 (1996) 作为 MEPS 测试方法。

TIS 867-2550 的最低要求请参见表 4，该要求主要来自于 AS/NZS 1359.5:2004 所规定的标准要求。

[https://www.tisi.go.th/data/standard/pdf/a866\\_30\\_101\\_25XX.pdf](https://www.tisi.go.th/data/standard/pdf/a866_30_101_25XX.pdf)

表 4 泰国 TIS 867-2550 最低能效要求

额定输出功率 (kW)	最低能效要求(%)			
	2 极	4 极	6 极	8 极
0.73	74	74.4	72.4	68.4
0.75	74	74.4	72.4	68.4
1.1	76.2	76.2	75.2	71.5
1.5	78.5	78.5	77.3	74.6
2.2	81	81	79.6	77.6
3	82.6	82.6	81.4	79.7
4	84.2	84.2	83	81.5
5.5	85.7	85.7	84.6	83.3
7.5	87	87	86	85

11	88.4	88.4	87.6	86.8
15	89.4	89.4	88.8	88.2
18.5	90	90	89.6	89
22	90.5	90.5	90.1	89.7
30	91.4	91.4	91.1	90.8
37	92	92	91.7	91.5
45	92.5	92.5	92.3	92
55	93	93	92.8	92.6
75	93.6	93.6	93.5	93.4
90	93.9	93.9	93.9	93.7
110	94.4	94.4	94.3	94.1
132	94.8	94.7	94.7	94.4
150	95	95	94.9	94.7
<185	95	95	94.9	94.7

TISI 计划更新泰国 MEPS，并依据 IEC 60034-30-1 2014 起草了新的三相异步电机国家标准，该项新标准将采用 IEC IE 能效等级分级标准。新版标准正在征求意见公共意见中 ([https://www.tisi.go.th/data/standard/pdf/a866\\_30\\_101\\_25XX.pdf](https://www.tisi.go.th/data/standard/pdf/a866_30_101_25XX.pdf))。

除了国家 MEPS 之外，DEDE 从 2009 年还实施了自愿性的非家用产品节能标识 ([http://www.dede.go.th/download/files/en\\_sav5907.pdf](http://www.dede.go.th/download/files/en_sav5907.pdf))。电机节能标识 2016 年开始实施。DEDE 的电机节能标识涵盖了额定电压 380V, 频率 50-60Hz, 功率范围在 0.73-185kW 的三相异步电机。但是 DEDE 的高效节能电机的效率要求和现有的任何国际标准都不相同，具体要求参见表 5. DEDE 高效节能电机的效率要求介于 IEC IE3 和 IE4 之间。



图 33 泰国高效节能电机标识

表 5 泰国 DEDE 高效节能电机标识要求

额定输出功率 (kW)	最低能效要求(%)			
	2 极	4 极	6 极	8 极
0.73	80.3	84	80.8	73.9
0.75	80.3	84	80.8	73.9
1.1	83.8	85.2	85.4	76.8
1.5	85.2	85.4	86.9	79
2.2	87.1	87.5	87.9	81.9
3	86.9	88	88.2	83.7
4	88.5	88.6	89	85.3
5.5	89.5	90.2	89.9	86.5
7.5	90.8	90.7	90.5	87.7
11	91.1	91.6	91.2	89
15	91.7	92.1	91.5	90.1
18.5	92.1	92.9	92.4	90.7
22	92.7	93.1	92.7	91.4
30	93.3	93.6	93.5	92.3
37	93.7	94	93.9	92.9
45	94.1	94.7	94.4	93.2
55	94.5	95	94.7	94.2
75	95.2	95.4	95.3	94.2
90	95.5	95.5	95.7	94.3

110	95.6	95.7	95.8	95
132	95.8	95.6	95.9	95.3
150	95.9	96	96.1	95.5
185	95.7	95.8	96.1	95.7

泰国自愿性 MEPS，高效节能电机要求和 IEC IE 效率等级比较请参见下图。

可以看出泰国自愿性 MEPS 标准略高于 IE1。

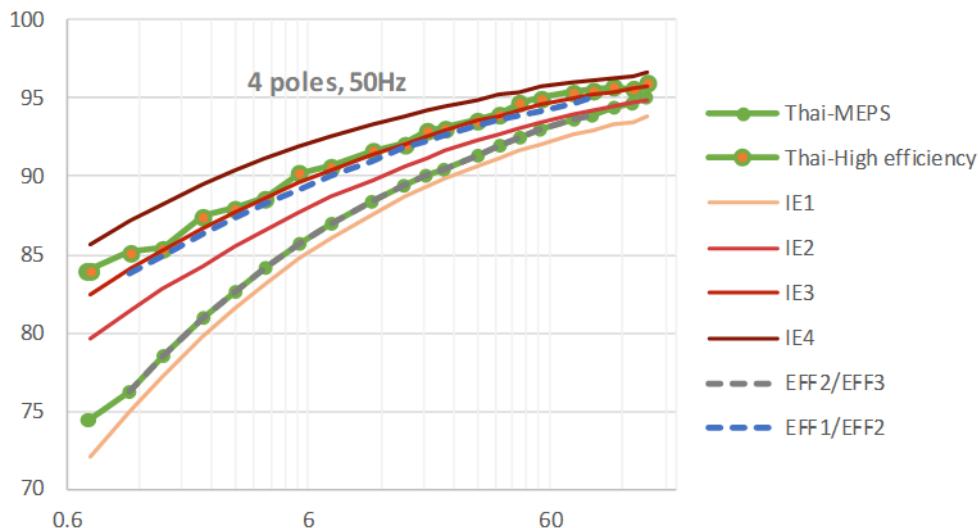


图 34 泰国 MEPS，高效节能标识效率要求

\*横轴为电机功率：kW，纵轴为效率：%

\*\*EFF: 电机能效等级分级，现已经被 IE 分级体系取代

泰国共有三家具备测试三相异步电机能效水平的实验室，分别是：

**泰国科学技术研究所 (TISTR)**: TISTR 的电机测试实验室可以测试 45kW 及以下的三相异步电机。

**Mahidol 大学 EGME Laboratory 实验室**: 该实验室可以测试额定输出功率在 0.73-3.75kW 的三相异步电机。

**城市电力局 (MEA) 电气设备测试和校定实验室：**该实验室可以测试额定输出功率 22kW 及以下三相异步电机。

上诉三个实验室都可以根据 IEC 60034-2-1 2014 开展相关测试工作。TISTR 实验室在 2017 年获得了 ISO/IEC 17025 认可，依据 IEC 60034-2:1972 +A1:1995 +A2:1996 开展测试工作。MEA 的实验室也具备可根据 IEEE Std 112:2004 (method B) 和 IEC 60034-2:1972 +A1:1995 +A2:1996 测试方法开展实验。MEA 实验室已经意识到 IEC 60034-2 和 IEC 61972 都将被新标准取代，正在准备获得 IEC 60034-2-1 测试认可。

### 3.2.4 泰国电机系统节能潜力分析



图 35 泰国工业电机系统节能潜力预测

根据泰国当前工业电机耗电量，泰国电机系统在 2016 年节能潜力在 70 亿千瓦时至 170 亿千瓦时之间。随着工业用电总量持续增长，泰国电机系统在 2050 年节能潜力将达到 126 亿千瓦时至 315 亿千瓦时之间。

### 3.3 马来西亚电机能效分析

作为东盟地区经济较为发达的马来西亚，工业用电量自 1990 年起持续增长，预计在未来也将继续稳步增长。

#### 3.3.1 马来西亚工业用电现状

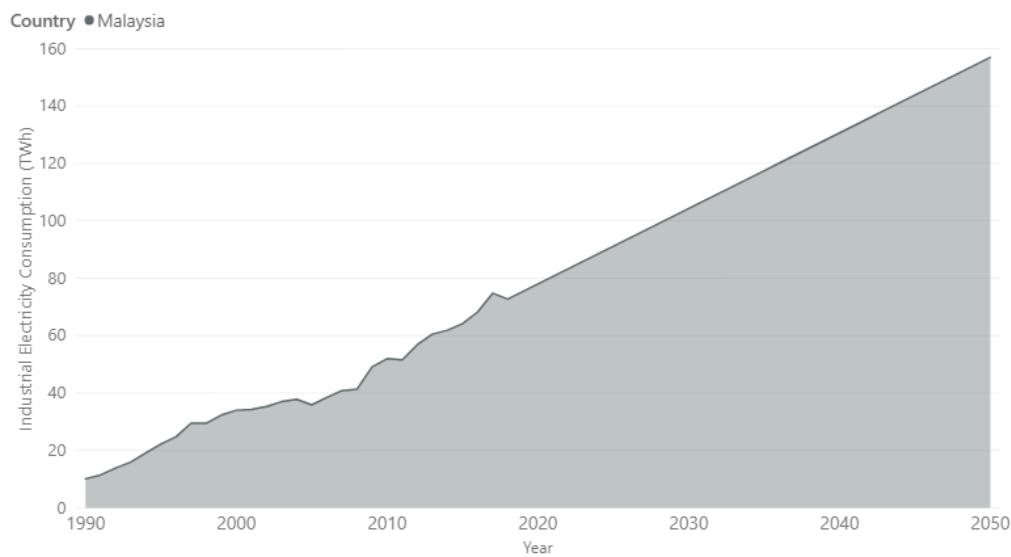


图 36 马来西亚工业用电量现状及预测

马来西亚工业用电总量预计在 2050 年将达到 1570 亿千瓦时。

马来西亚工业用电占比自 1990 年起逐年上升，最高曾经达到 55%，但是在 1998 年之后又持续下降，虽然 2013 年后稍有回升，但是预计在未来将会持续下降。预计至 2050 年，工业用电占比可能降至 35%。

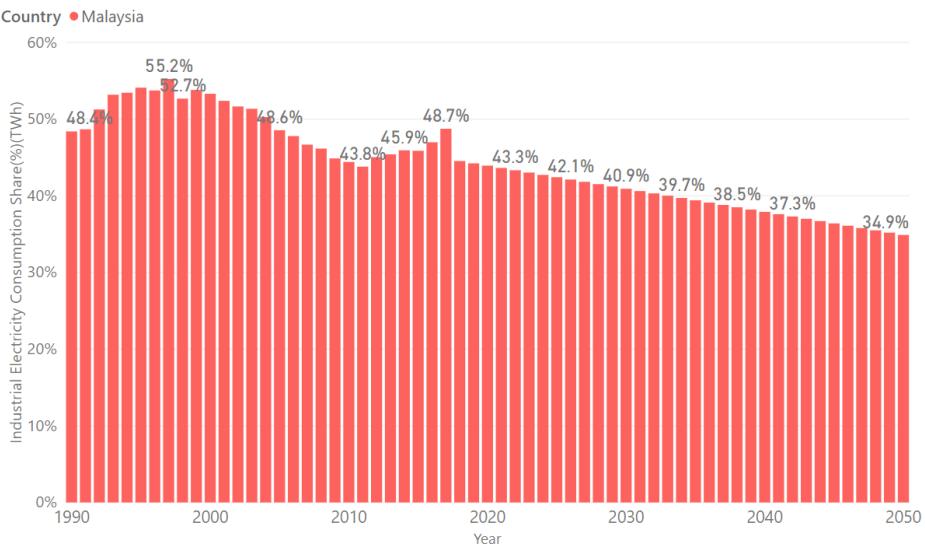


图 37 马来西亚工业用电占比现状及预测

为了促进工业发展，减轻工业企业成本，马来西亚实行了特殊工业电价 (SIT, <https://www.tnb.com.my/commercial-industrial/for-industrial>) 的政策。该政策自 1996 年就开始实施，试点 5 个行业为水泥、天然气、钢铁、制冰和玻璃。如果企业电力成本占据总成本 5% 以上，即可申请特殊工业电价，然后同年迅速推广到所有电力成本占总成本 5% 以上的工业企业，自开始实施到 2015 年，该政策共减轻企业电费 6.185 亿马来西亚林吉特 (Malaysian Ringgit) ([w.tnb.com.my/assets/files/New\\_SIT\\_Policy\\_2016\\_Ver2018.pdf](http://w.tnb.com.my/assets/files/New_SIT_Policy_2016_Ver2018.pdf))。由于工业电价长时间过低，导致马来西亚节能投资回报周期过长，对马来西亚推广高效电机和节能工作带来了不小的困难。在意识到这个问题和提高能效的重要性后，马来西亚决定逐步退出特殊工业电价政策，退出的主要目的是激励能效提升和减少浪费，以及让马来西亚电力公司电价政策和国家能效政策相符。从 2016 年开始，马来西亚将以每年 2% 的进度逐年降低电费补贴，直至 2020 年完全取消。在此期间，即便是申请新的特殊电价将经过能效委员会进行能效评估，该评估将计算用能企

业的电力/产品效率比，并用这个指标作为强制标准对申请企业进行考核。2020 年取消特殊工业电价政策后，可望为高效电机带来更多的机会。

### 3.3.2 马来西亚电机市场和能效

根据马来西亚进出口统计资料，自 2010 年以来，马来西亚平均每年至少进口超过 10 万台电机，而进口的电机的 85% 是功率范围在 0.75 至 75kW 的 IE1 电机。马来西亚主要从中国、台湾和欧洲进口电机。TECO 工业有限公司是马来西亚唯一的本地电机制造厂，而 TECO 是来自台湾的电机企业。

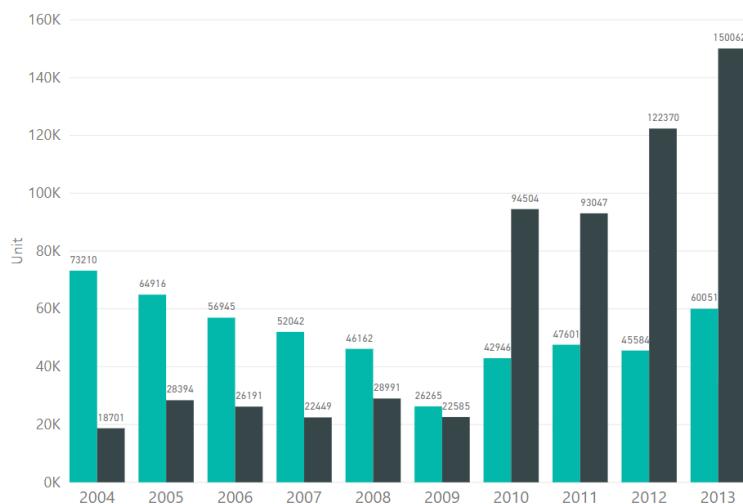


图 38 马来西亚 0.75-75kW 电机进出口

\*数据源：马来西亚统计局

马来西亚小型电机进口需求从 2010 年开始快速增长，中国大陆和台湾是主要进口来源地。

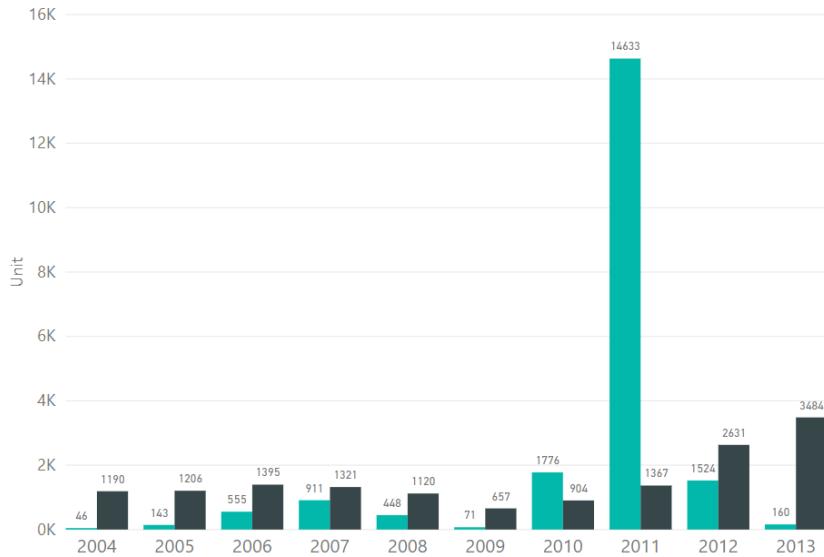


图 39 马来西亚 $\geq 75\text{kW}$ 电机进出口

马来西亚 $\geq 75\text{kW}$ 进口在 2010 年保持稳定，自 2009 后进口稳步增长。而出口在 2011 年出现了不正常的剧烈波动，这是因为 2011 年向中国出口了 12963 台电机，此外这一年还向新加坡出口了 1282 台电机。

马来西亚曾在 2014 年开展了一项工业高效电机推广研究项目，该项目调研了造纸、水泥、食品和饮品、石油化工和钢铁行业，共计 18 家企业，涉及的电机接近 5000 台。此五个行业也基本和马来西亚特殊工业电价所试点的 5 个行业紧密相关。

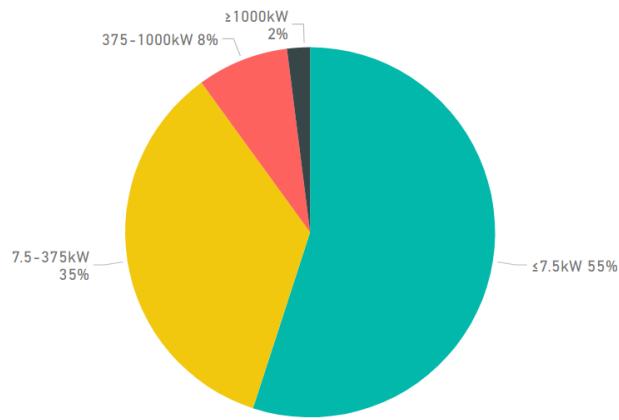


图 40 马来西亚调研存量电机功率分布

马来西亚存量电机主要以低于 375kW 的中小型电机为主。但是由于马来西亚也拥有一些诸如水泥、石化、钢铁和玻璃等能源密集型企业，对大型电机也有一定需求和存在。

根据对 18 家企业的调查结果分析，有超过 50%的电机服役年限超过 15 年，调研的电机绝大部分效率等级为 IE1，风机和水泵系统消耗了超过 90%的电机系统能源消费。

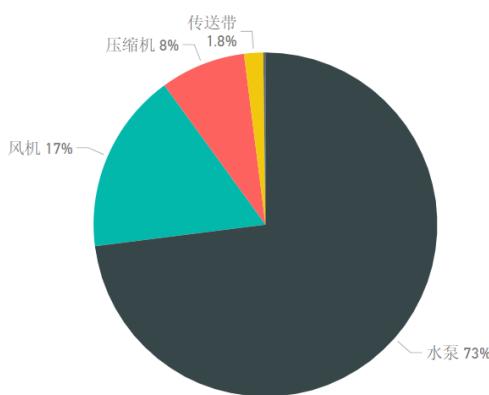


图 41 马来西亚调研电机系统能源消费分布

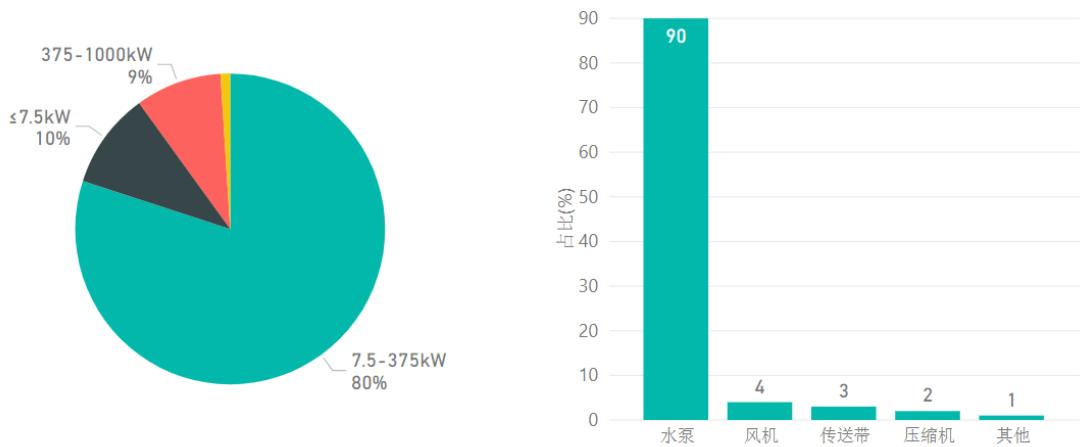


图 42 马来西亚造纸行业功率和应用分布

被调研造纸行业企业大部分成立于 1964 年至 2005 年之间，共计调研 1200 台电机，在一些老旧工厂的存在着部分服役年限超过 20 年的电机。水泵是造纸行业里电机主要电机系统。在造纸行业里 90% 在用电机为 IE1 电机，只有不到 10% 的电机是 IE2 电机。

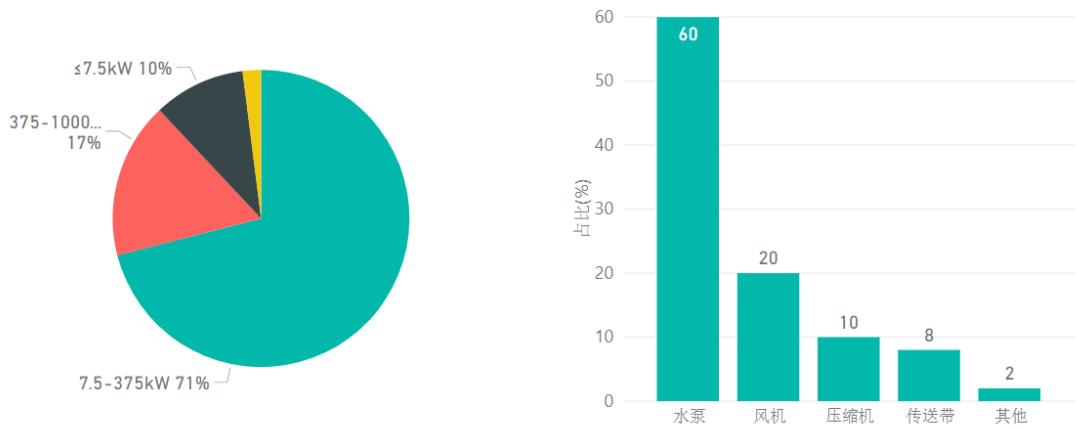


图 43 马来西亚水泥行业功率和应用分布

马来西亚大部分水泥厂建于 1980 至 2000 年之间，调研了超过 800 台电机。

电机在水泥行业中主要应用在水泵、风机和压缩机中。80%在水泥行业里使用的电机为 IE1 电机。由于电机替换项目的实施，大约 20%的电机是 IE2 电机。

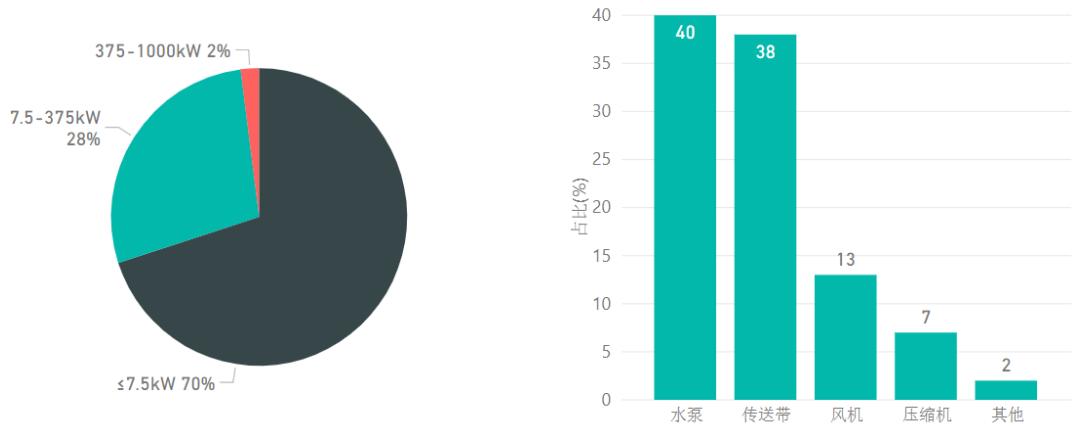


图 44 马来西亚食品和饮品行业功率和应用分布

在食品和饮品行业中调研了超过 1500 台电机，小功率电机占据绝对数量优势，这与食品及饮品工业行业属性紧密相关。在部分企业中还有服役时间超过 30 年的电机。电机在该行业中主要应用在水泵和传动带中。该行业 90%在用电机为 IE1 电机，即便实施了电机替换计划，只有不到 10%的电机是 IE2 电机。

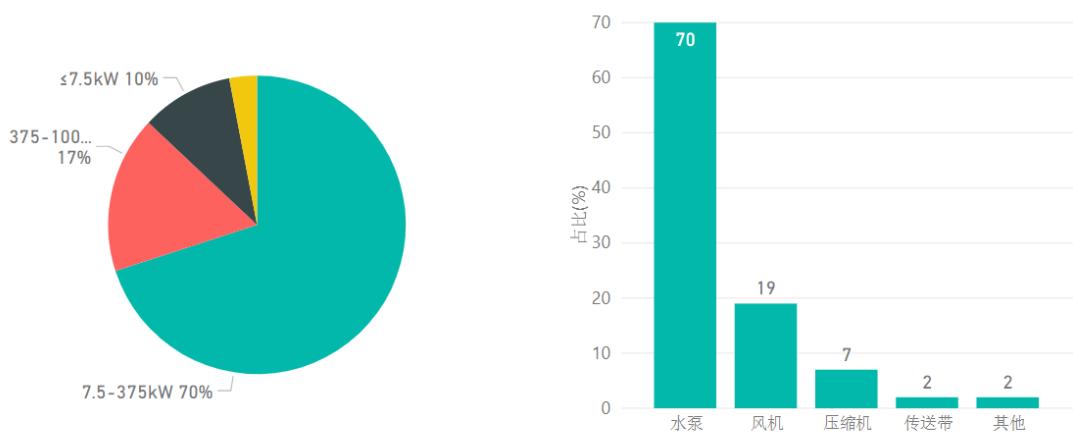


图 45 马来西亚石化行业电机功率和应用分布

石化行业里共调研了超过 600 台电机，主要应用在水泵和风机系统之中。该

行业 85% 在用电机为 IE1 电机。实施了电机替换计划后，15% 左右的电机是 IE2 电机。

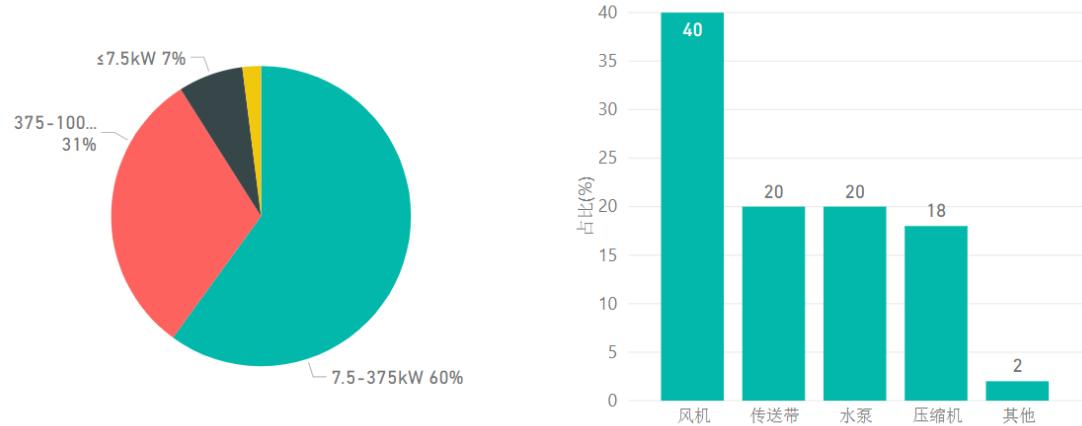


图 46 马来西亚钢铁行业电机功率和应用分布

钢铁行业调研了超过 800 台电机，主要应用在风机、传送带、水泵和压缩机系统之中。该行业 85% 在用电机为 IE1 电机。实施了电机替换计划后，15% 左右的电机是 IE2 电机。

根据对上述 5 个行业的总结可以发现，马来西亚这些重点工业行业中 87% 的电机为 IE1 电机，而 13% 的电机为 IE2 电机。

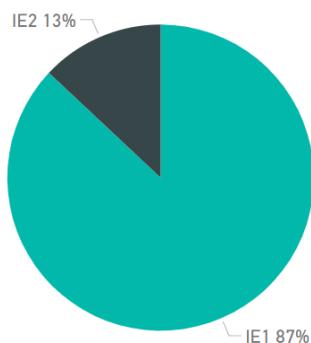


图 47 马来西亚重点工业行业电机效率

尽管马来西亚政府实施过高效电机替换税收激励政策，也取得过一定成效，但是仍然未能达到理想结果，一个重要的原因就是现行的工业特殊电价政策所导致的过低工业电价。

通过对 ABB 和西门子这样的全球知名电机品牌在马来西亚的销售表明，即便是有生产更高能效产品的能力，知名品牌在马来西亚市场供应的仍然是以 IE1 电机为主。

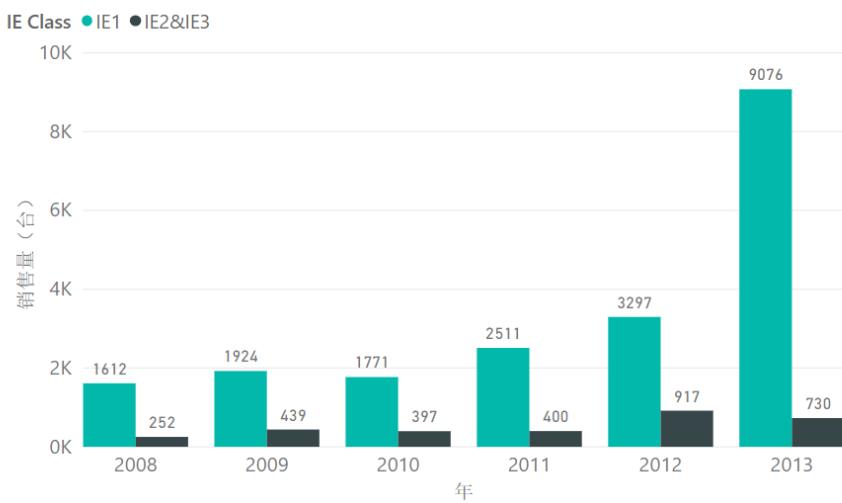


图 48 马来西亚 ABB 和西门子销售电机能效等级

和其他市场一样，马来西亚高效电机的价格也更加高，IE2 的电机平均价格比 IE1 高 35%。

表 6 马来西亚电机重新绕线价格和典型品牌电机价格

4 极 电机 额定 输出 功率 kW	重新绕线 费用 (马 币)	重新 绕线 效率 损失 (%)	IE1 新 电机	IE2 新电 机	IE3 新电 机	IE1 新 电机	IE2 新电 机	IE3 新 电机
			TECO			BALDOR		
0.75	175	3	290	522	679	889	1600	2080
3	280	3	520	936	1217	1583	2850	3705
7.5	475	3	1005	1809	2352	2222	4000	5200
15	900	5	1730	3114	4048	4222	7600	9880
22	1150	5	2540	4572	5944	5000	9000	11700
55	2650	5	5650	10170	13221	6179	11123	14460
75	3380	5	6886	12395	16113	9583	17250	22425
220	7800	10	63000	113400	147420	51806	93250	121225
300	11,800	10	85000	153000	198900	66667	120000	156000

从 TECO 和 BALDOR 两个品牌的产品价格抽样调研表明，IE2 和 IE3 电机的价格大大高于 IE1 的电机。

除了高效电机价格高昂之外，80%的工业企业在电机定子出现绕线故障后会重新绕线，除非故障电机完全不能使用。一台电机平均要绕线 5 次后被新电机替换，主要是因为重新绕线成本大大低于购买一台新电机。但是重新绕线所带来的效率损失却完全被忽略了。这也是造成马来西亚替换在用低效电机的一大主要障碍。

### 3.3.3 马来西亚电机能效政策

马来西亚能源、环境、科技和气候变化部（MESTECC）下属的能源委员会负责马来西亚用能产品的 MEPS 制定。该委员会是根据 2001 年能源委员会法案所成立的专属机构，是马来西亚能源工业的主要政策制定机构。

目前马来西亚只有一部和能效相关的政策，即电力能源系统高效管理规范 2008 (Efficient Management of Electrical Energy Regulation 2008, EMEER 2008)，该管理规范涵盖了马来西亚 1800 家重点用能企业。但是能源委员会报告称只有 500 家企业（不足总数的 30%）的企业满足此规范的要求。

第二部和高效用电相关的法规则是在 1990 年就生效的“电力供应法案 1990”(Electricity Supply Act 1990)。该法案 23A, 23B 和 23C 段提及设备及设备的安装均需满足高效用电的要求。

上述两部法规均未特别提及高效电机。

马来西亚供电公司实施的工业特别电价为重点用能企业提供了最高达 18% 的电价优惠，该政策对实施能效项目极为不利。但是此项政策将于 2020 年正式结束，而 2016 年至 2020 年该政策还授予能源委员会对申请特别电价的企业进行电力消费强度进行考察，并将其作为强制性评估指标。

多头管理，各自政策制定和实施，缺乏部门之间的统一协调，消费者被鼓励使用廉价但是低效的用能产品。对工业电价的补贴，导致对能效项目的投资回报周期变长，变得缺乏吸引力。由于没有 MEPS 等相关政策，对工业用途电机进口商缺乏监管和法律依据。由于没有 MEPS 等相关政策，进口商大量无限制和无规范进口大量低效廉价的电机。工业企业技术人员对高效电机的潜在收益有了一定了解，但是很难说服企业高层进行初期投资。

目前马来西亚只有一家隶属于于马来西亚制造商协会 (FMM) 的实验室可以测试小功率电机能效水平。

马来西亚工业标准研究院（SIRIM）正在筹划建立一家更大的电机能效测试实验室，但是由于担忧没有足够的测试业务，该实验室的筹建进展缓慢。如果 IE2 作为马来西亚 MEPS 的政策能够在 2020 年实施，可望加快该测试实验室的建设进程。

### 3.3.4 马来西亚电机系统节能潜力分析

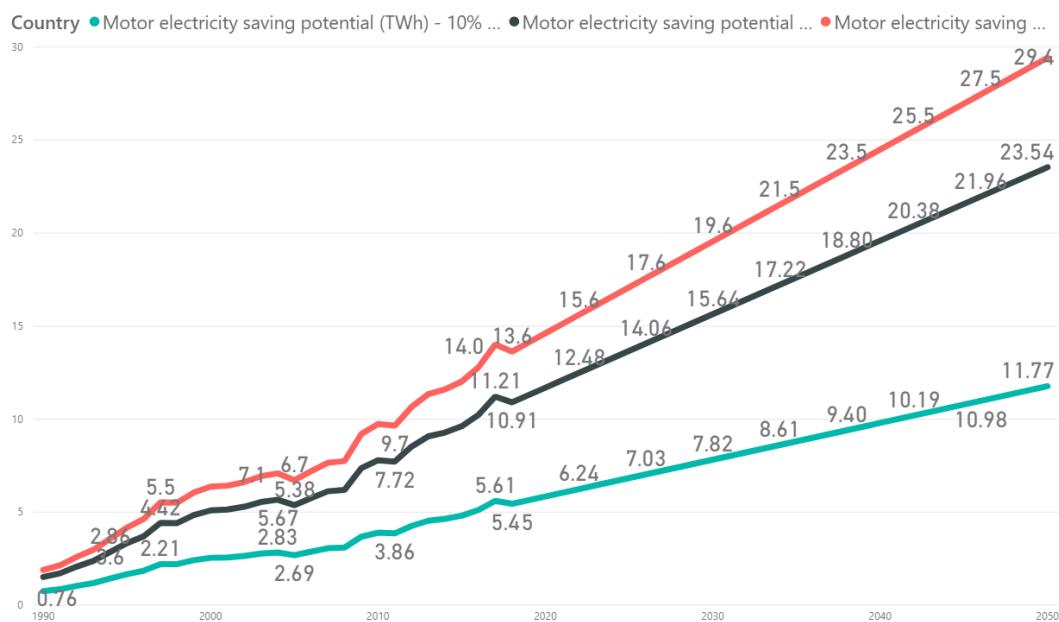


图 49 马来西亚工业电机系统节能潜力

根据马来西亚当前工业电机耗电量，马来西亚电机系统在 2016 年节能潜力在 51 亿千瓦时至 130 亿千瓦时之间。随着工业用电总量持续增长，马来西亚电机系统在 2050 年节能潜力将达到 118 亿千瓦时至 294 亿千瓦时之间。

## 3.4 越南电机能效分析

### 3.4.1 越南工业用电现状

随着产业转移和自身的发展，越南工业行业附加值占 GDP 的比例逐步增高。

这体现在越南工业用电占比逐年提高。

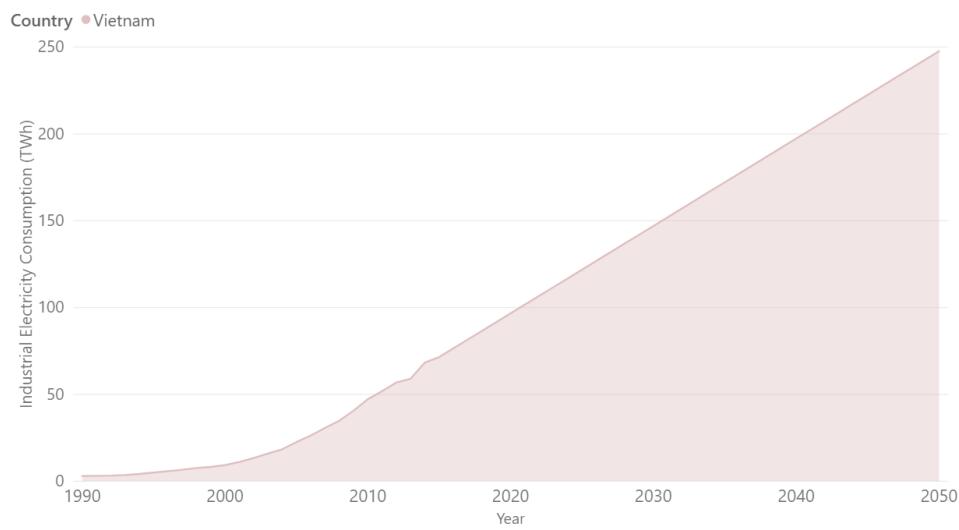


图 50 越南工业用电现状和预测

可以看出，越南的工业用电自 2000 年起快速增长，到 2016 年已经达到 765 亿千瓦时。如果保持此增长速度，越南工业部门的耗电量在 2050 年可达到 2470 亿千瓦时，届时有可能成为东盟地区最大的工业用电国家。

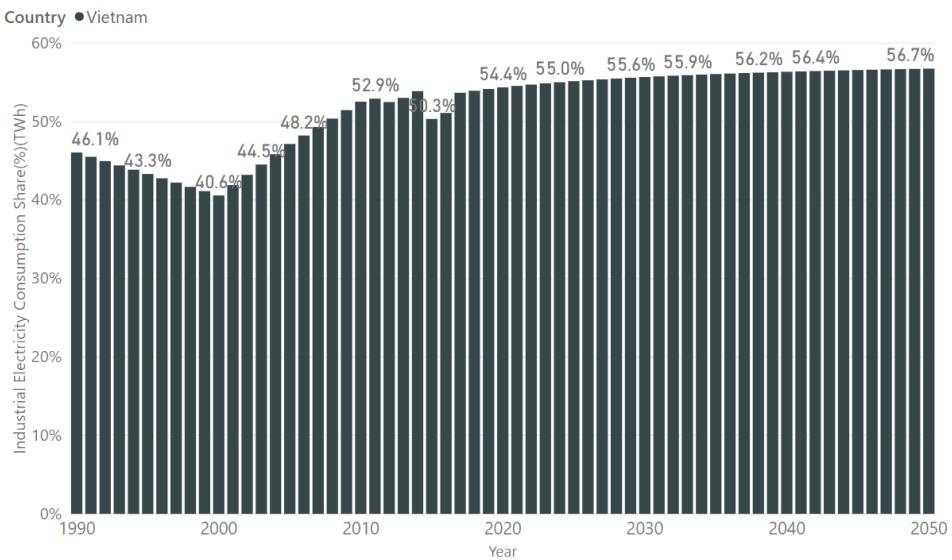


图 51 越南工业用电占比现状和预测

越南工业用电占比自 2000 年以来急速增长，到 2014 年占比超过 54%，其继续保持增长的趋势很明显，可望在 2050 年超过 57%，届时将是东盟地区唯一一个工业用电占比超过 50% 的国家。

### 3.4.2 越南电机市场和能效

越南有部分企业能够生产和销售电机，和其他东盟地区国家不同，其国内电机市场是由进口和本土企业共存。除了部分供应国内市场外，越南还有部分电机产品出口到其他国家。

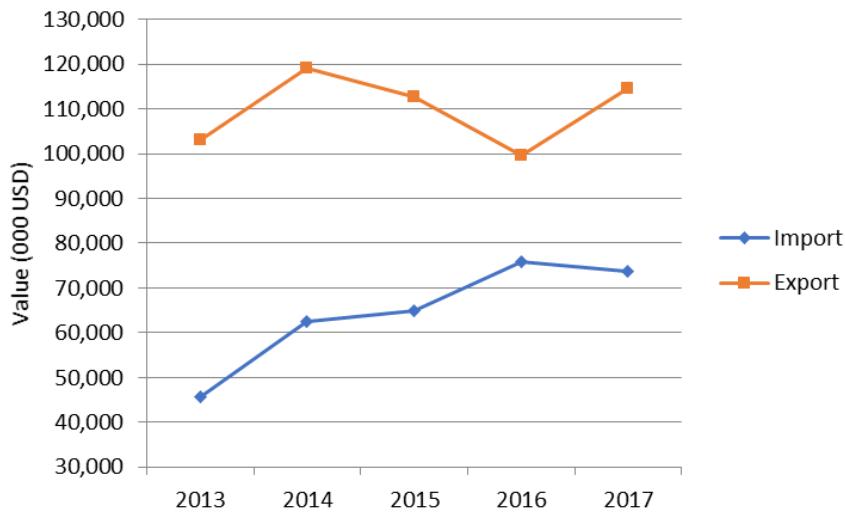


图 52 越南电机进口出口产值（1000 美元）

越南电机出口产值从 2013 年的 1.02 亿美元增长到 2014 年的 1.18 亿美元，然后迅速回落至 2016 年的 0.99 亿美元，至 2017 年回升到 1.14 亿美元。而电机进口则是缓慢而持续地从 2013 年的 0.45 亿美元上涨至 2017 年的 0.73 亿美元。总体来看，越南电机的进口和出口均随时间增长。

按照越南国内对电机的分类体系，电机被分为小于 0.75kW, 0.75kW 至 75kW 和大于 75kW 三个功率区间。

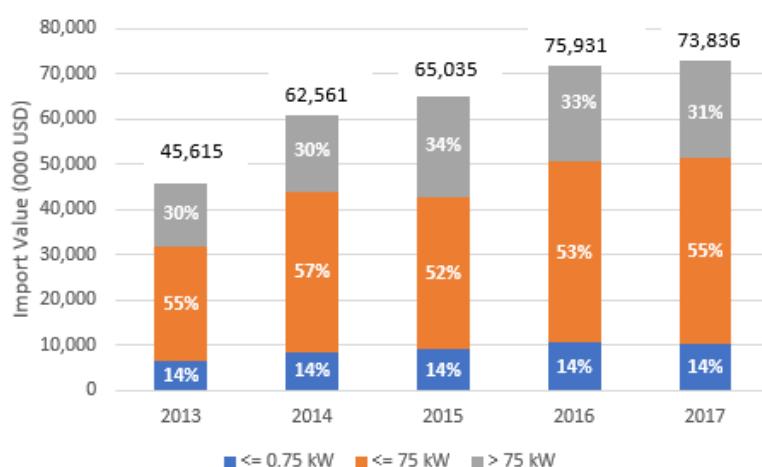


图 53 越南电机进口（1000 美元）

\*来源:ITC 2017

从进口电机产值分布图看出，功率区间在 0.75kW 至 75kW 中小功率电机占据了另一半以上的进口产值，而大于 75kW 的电机占据了约三分之一以上的产值，而功率小于 0.75kW 的电机则占比最小而且很少应用于工业部门，因此工业部门电机进口占据总进口量的 85% 以上，这些电机主要进口自中国。

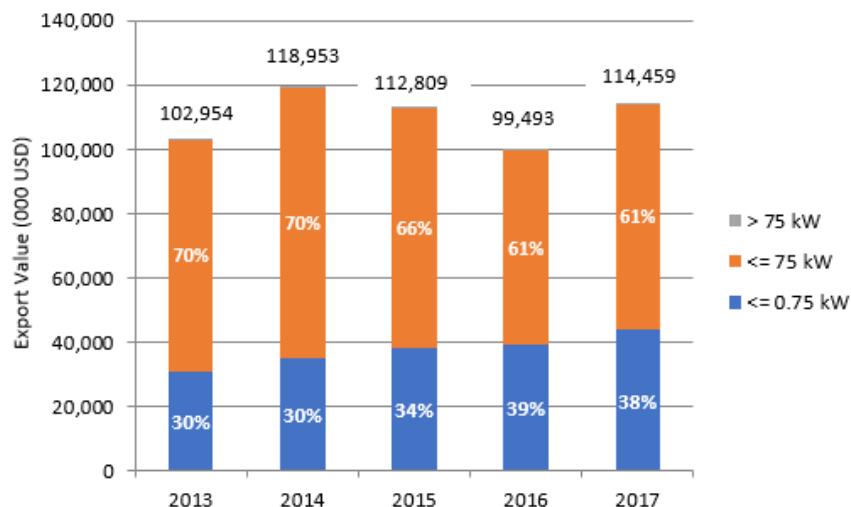


图 54 越南电机出口 (1000 美元)

\*来源:ITC 2017

从上图可以看出，越南国内并没有出口大于 75kW 电机，很有可能越南并没有生产 75kW 以上电机的能力。小于 0.75kW 的电机出口到日本，0.75-75kW 的电机主要出口到美国，表明这些电机生产企业很有可能是美国或者日本的电机企业在越南的分支工厂。

关于越南国内存量电机能效水平的研究很少，因此越南国内存量电机能效水平现状不得而知。但是由于越南是东盟地区最早实施电机 MEPS 的国家，其在 2014 年将电机 MEPS 设定在 IE1，可以推定现在越南市场上销售的绝大部分新电机能效水平为 IE1。存量电机将主要以 IE1 和 IE0 为主，可能少部分跨国公司的越南工厂会使用少量 IE2 和 IE3 电机。

### 3.4.3 越南电机能效政策

越南在 2003 年通过并实施了节能和能源效率法 (Decree on Energy Conservation and Energy Efficiency -102/2003/NĐ-CP)。该法令强调了政府部门和社会全体在能效工作中的角色和责任, 主要负责推进电机能效工作的政府部门有:

- 越南工业贸易部 (MOIT) 能源司: 能源司设立了电力和可再生能源处, 石油和煤炭处, 节能和可持续发展处, 全面负责越南的节能工作, 负责实施标准化和能源标识。根据生效于 2017 年 8 月 18 日的越南法令 No 98/2017/NĐ-CP (DECISION ON THE LIST OF EQUIPMENT AND APPLIANCES SUBJECTED TO MANDATORY ENERGY LABELING AND MINIMUM ENERGY EFFICIENCY PERFORMANCE STANDARDS, AND ROADMAP OF IMPLEMENTATION), 能源司具有指导、监管和监督能源标识的实施的权限。
- 越南科技部标准、计量和质量司 (STAMEQ): 是越南全国标准化管理部门, 负责制定和发布能效标准, 协同其他部分颁布和推广能源技术规范和 MEPS。
- 越南标准和质量研究所 (VSQI): 是越南科技部标准、计量和质量司下属研究所, 负责组织国家相关技术委员会, 开发和制定国家标准并提供相关技术服务。该所负责和越南国内各部位及相关机构建立工作联系, 并且和对应的国际标准化机构建立了联系。
- 越南财政部 (MOF): 负责会同规划和投资部 (MOPI) 和工业贸易部负责为能效标识和 MEPS 的实施和申请提供国家资金支持。此外, 财政部还负责会同相关部委为越南进口列入清单设备和家电提供进口流程指导。

- 省一级人民委员会：负责协调地方节能机构为相关部委开展工作，主要集中在能效标识和 MEPS 的实施监管和检查。

根据与 2006 年 11 月 16 日实施的工业贸易部法规 08/2006/TT-BCT (on guidance of sequences and procedures for labeling of energy efficiency equipment.)，越南从 2006 年开展能效标准和标识相关工作。越南在此领域的主要法律和法规有：

- 政府法令 No. 102/2003/NĐ-CP 节能和能源效率法，实施于 2003 年 9 月 3 日。
- 总理法令 No. 80/2006/QĐ-TTg 国家电力节能项目 2006-2010，实施于 2006 年 4 月 14 日。
- 工业贸易部法规 No. 08/2006/TT-BCN 用能设备能效标识实施规则和规范，实施于 2006 年 11 月 16 日。该法规详细规定了用能产品测试流程、测试方法、指定测试实验室、认证和标识等。
- 法律 No. 50/2010/QH12 节约和高效利用能源法，实施于 2010 年 6 月 28 日。
- 政府法令 No. 21/2011/NĐ-CP 能效和节能法实施规范和指南，实施于 2011 年 3 月 29 日。
- 工业贸易部法规 No. Circular 07/2012/TT-BCT 能效标识实施法规，生效于 2012 年 2 月 4 日。
- 政府法令 No. 134/2013/NĐ-CP 能效和节能处罚规定，生效于 2013 年 10 月 17 日。
- 工业贸易部法规 No. 36/2016/TT-BCT 家电和设备能效标识备案和注册法规

和指南，生效于 2016 年 12 月 28 日，用于取代法规 2012 年 4 月 4 日实施的法规 No. 07/2012/TT-BCT。

- 总理法令 No. 78/2013/QĐ-TTg 设备清单和淘汰低于 MEPS 的家电和产品路线图，生效于 2013 年 12 月 25 日。
- 总理法令 No. 04/2017/QĐ-TTg 强制能效标识和 MEPS 产品和设备清单以及实施路线图，生效于 2017 年 3 月 9 日，取代 2011 年 9 月 12 日生效的法令 03/2013/QĐ-TTg。
- 总理法令 No. 24/2018/QĐ-TTg 禁止进口，生产和贸易的设备清单，生效于 2018 年 7 月 10 日。该法令禁止进口，生产和贸易不满足国家标准 MEPS 的低效设备。其中电机标准为 TCVN 7540-1:2013。和电机相关的 MEPS 标准自 2005 年以自愿性标准的形式逐渐发布。越南电机测试方法基于 TCVN 6627-2-1:2010，等同于 IEC 60034-2-1:2007。能效要求在 2015 年起变成强制性标准。
- TCVN 7540-1: 2013 (更新和替换 TCVN 7540-1: 2005) 高效三项异步鼠笼电机-第一部分：最低能效要求 (MEPS)。
- TCVN 7540-2: 2013 (更新和替换 TCVN 7540-2: 2005) 高效三项异步鼠笼电机-第一部分：性能检测方法

TCVN 7540-1: 2013 和 TCVN 7540-2: 2013 适用于 50/60Hz，电压不超过 1000V 和额定功率在 0.75-150kW 的三相异步鼠笼电机。

TCVN 7540-1:2013 规定了两个能效等级，等同于 IEC/EN 60034-30-1:2014 IE1 标准效率电机和 IE3 高效电机两个效率等级标准。

表 7 越南 TVCN 7540-1 2013 电机最低能效要求 (50Hz)

额定输出功率 (kW)	最低效率值 (%)		
	2 极	4 极	6 极
0.75	72.1	72.1	70,0
1.1	75	75	72.9
1.5	77.2	77.2	75.2
2.2	79.7	79.7	77.7
3	81.5	81.5	79.7
4	83.1	83.1	81.4
5.5	84.7	84.7	83.1
7.5	86	86	84.7
11	87.6	87.6	86.4
15	88.7	88.7	87.7
18.5	89.3	89.3	88.6
22	89.9	89.9	89.2
30	90.7	90.7	90.2
37	91.2	91.2	90.8
45	91.7	91.7	91.4
55	92.1	92.1	91.9
75	92.7	92.7	92.6
90	93	93	92.9
110	93.3	93.3	93.3
132	93.5	93.5	93.5
150	93.8	93.8	93.8

表 8 越南 TVCN 7540-1 2013 电机高效要求 (50Hz)

额定输出功率 (kW)	效率值(%)		
	2 极	4 极	6 极
0.75	80.7	82.5	79.8
1.1	82.7	84.1	81,0
1.5	84.2	85.3	82.5
2.2	85.9	86.7	84.3
3	87.1	87.7	85.6

4	88.1	88.6	86.8
5.5	89.2	89.6	88
7.5	90.1	90.4	89.1
11	91.2	91.4	90.3
15	91.9	92.1	91.2
18.5	92.4	92.6	91.7
22	92.7	93	92.2
30	93.3	93.6	92.9
37	93.7	93.9	93.3
45	94	94.2	93.7
55	94.3	94.6	94.1
75	94.7	95	94.6
90	95	95.2	94.9
110	95.2	95.4	95.1
132	95.4	95.6	95.4
150	95.6	95.8	95.6

表9 越南TVCN 7540-1 2013 电机最低能效要求 (60Hz)

额定输出功率 (kW)	最低效率值(%)		
	2 极	4 极	6 极
0.75	77	78,0	73
1.1	78,5	79	75,0
1.5	81,0	81.5	77
2.2	81.5	83	78.5
3.7	84.5	85,0	83.5
5.5	86	87	85,0
7.5	87.5	87.5	86
11	87.5	88.5	89
15	87.5	89.5	89.5
18.5	88.5	90.5	90.2
22	89.5	91,0	91,0
30	90.2	91.7	91.7
37	91.5	92.4	91.7
45	91.7	93	91.7
55	92.4	93	92.1

75	93	93.2	93
90	93	93.2	93
110	93	93.5	94.1
150	94.1	94.5	94.1

表 10 越南 TVCN 7540-1 2013 电机高效要求 (60Hz)

额定输出功率 (kW)	效率值(%)		
	2 极	4 极	6 极
0.75	77	85.5	82.5
1.1	84.0	86.5	87.5
1.5	85.5	86.5	88.5
2.2	86.5	89.5	89.5
3.7	88.5	89.5	89.5
5.5	89.5	91.7	91.0
7.5	90.2	91.7	91.0
11	91.0	92.4	91.7
15	91.0	93	91.7
18.5	91.7	93.6	93
22	91.7	93.6	93
30	92.4	94.1	94.1
37	93	94 , 5	94.1
45	93.6	95 , 0	94.5
55	93.6	95.4	94.5
75	94.1	95.4	95
90	95	95.4	95
110	95	95.8	95.8
150	95.4	96.2	95.8

越南高效能标识（又称为越南能源之星）如下图所示。所有满足或高于越南高效电机要求的越南市场上销售的电机均可贴上此标识。



图 55 越南三相异步鼠笼高效电机能效标识

越南三相异步鼠笼 50Hz 4 极高效电机的能效要求与 IEC 相应 IE 能效等级比对如下图所示。

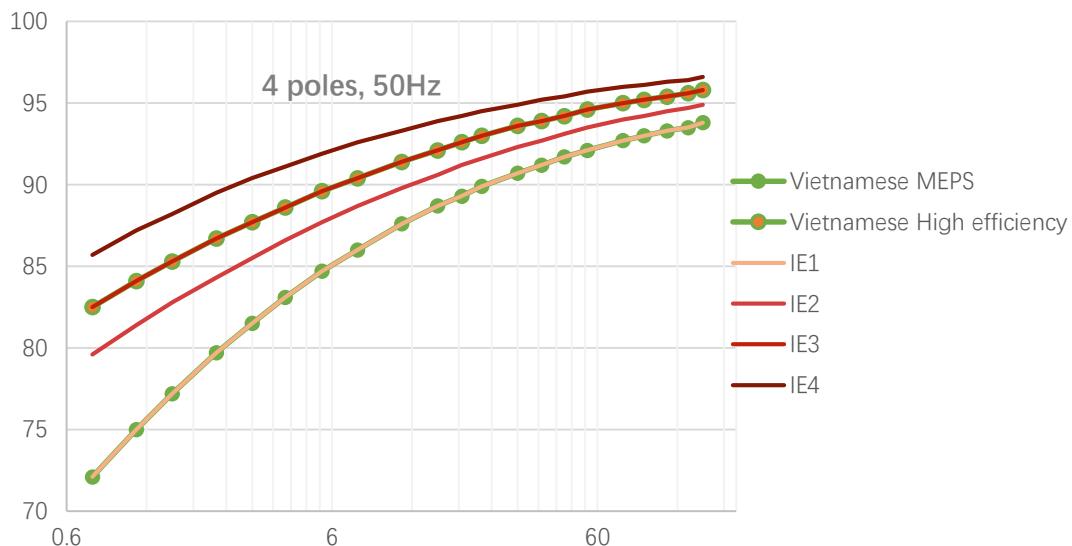


图 56 越南 50Hz 4 极电机能效要求和 IEC IE 能效要求比对

根据越南实验室认可规范 (Vietnam Laboratory Accreditation Scheme –VILAS) 的数据, 在越南有一定数量的实验室可以开展三项异步电机的测试工作, 主要有:

- 质量保证和测试中心 1 (Quatest 1): 该中心隶属于越南科技部标准、计量和质量司, 是一家位于河内, 主要以电气、电子和能效测试为主的实验室, 可以根据 TCVN 6627-1:2014 和 IEC 60034-1:2010 对电机开展相关测试工作。

- 质量保证和测试中心 3 (Quatest 3): 该中心隶属于越南科技部标准、计量和质量司，是一家位于胡志明市，以 EMC 测试为主的实验室，可以根据 IEC 60034-1:2017 对电机开展相关测试工作。
- 变压器和电机测试实验室: 隶属于河内电气机械制造公司质量控制部，该实验室被认可于 2021 年基于 TCVN 6627-2-1:2010 (IEC 60034-2-1:2007) 和 IEC 60034-2-1:2014 实验方法开展单相和三相异步电机测试。
- 电器维修-实验车间 (电气实验室): 隶属于河江省电力公司 (Ha Giang Power Company)。该实验室被认可与 2021 年 12 月开展基于 TCVN 6627-2-1:2014 (IEC 60034-2-1:2007) 的旋转电力机械绕组直流电阻测试。
- Song Da 电力工程联合公司分部-电力测试中心: 被认可与 2019 年 11 月开展基于 TCVN 6627-2-1:2010 (IEC 60034-2-1:2007) 的定子绕组高压测试。
- Limited liability 公司成员 Haiphong Powe 电力测试中心: 被认可与 2020 年 6 月开展基于 TCVN 6627-2:2010 (IEC 60034-2:2007) 测试方法的旋转电力机械设备测试。

### 3.4.4 越南电机系统节能潜力分析

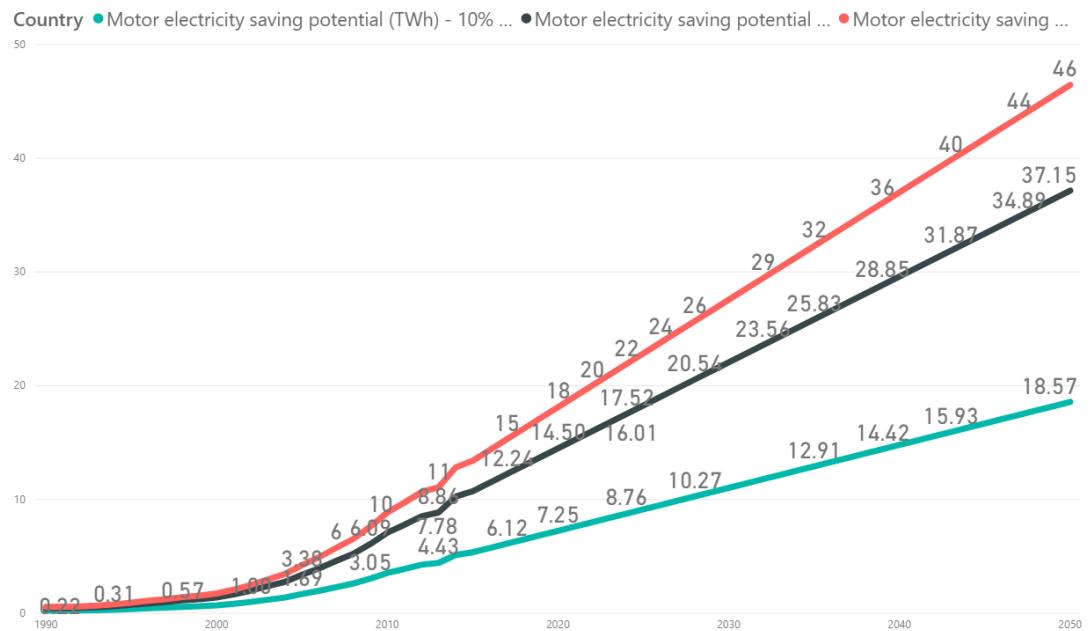


图 57 越南工业电机系统节能潜力

越南电机系统节能潜力在 2016 年在 57 亿千瓦时至 140 亿千瓦时，在东盟国家中排行前列。但是由于越南工业耗电总量和占比不断扩大，越南电机系统节能潜力十分巨大，在 2050 年可以达到 186 亿千瓦时至 460 亿千瓦时。

### 3.5 菲律宾电机能效分析

#### 3.5.1 菲律宾工业用电现状

菲律宾工业部门用电在 2016 年已达到 250 亿千瓦时，预计菲律宾工业部门电力消耗在 2050 年将达到 520 亿千瓦时。

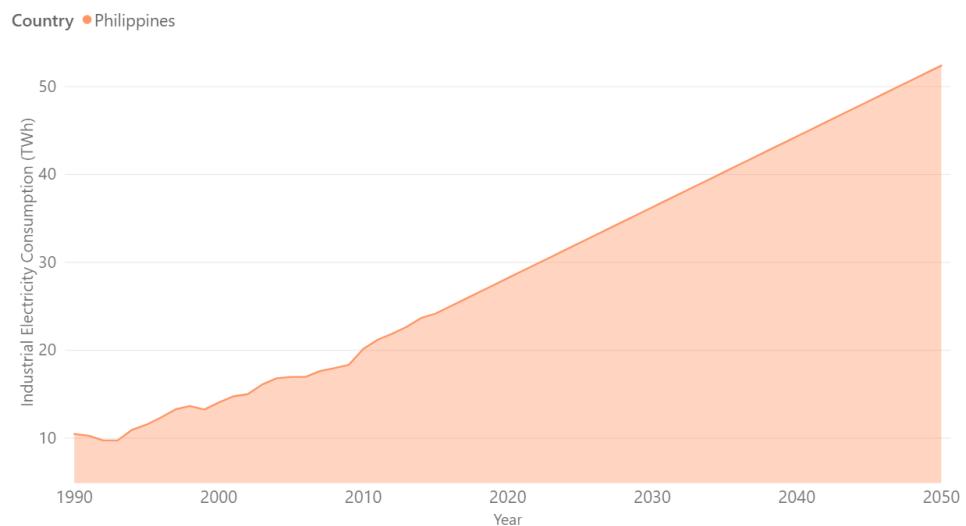


图 58 菲律宾工业用电现状和预测

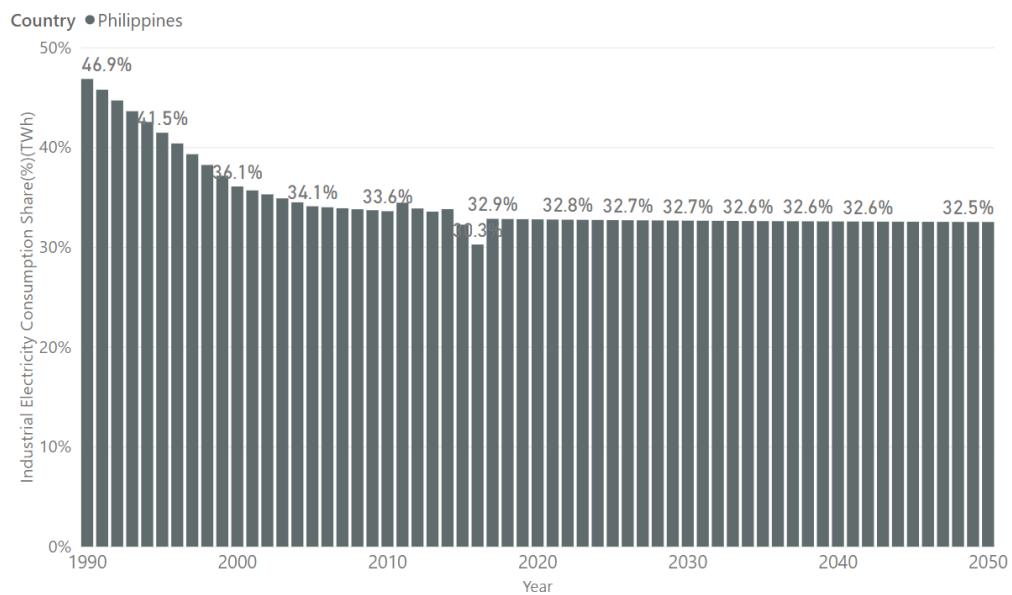


图 59 菲律宾工业用电占比现状和预测

如同大部分东盟地区国家一样，菲律宾工业部门的用电占比自 1990 年以来

便不断下滑，从最高的超过 45%下降到 2016 年的 32%，根据工业用电增长和总用电增长预测，菲律宾工业部门的供电将长期保持稳定在 32%左右。菲律宾是东盟地区重点耗能国家中总用电量最小的国家，但是菲律宾缺电现象严重，电力成本高昂，居民用电和工业用电价格居世界前列。菲律宾工业用电电价为每千瓦时 0.25 美元（约合人民币 1.77 元），是中国的工业电价两倍以上，是其他东盟地区国家 3 倍甚至更多。

高昂的电价为菲律宾的工业发展带来了阻力，但是也使得节能所带来的经济价值变得更加重要。因此在菲律宾开展能效和节能工作具有重要的意义。

### 3.5.2 菲律宾电机市场和能效

菲律宾没有能够制造三相异步电机的国内制造商，这意味着所有的三相异步电机全部依赖进口。根据国际贸易中心 (ITC) 的数据，菲律宾在过去三年进口约 5 万至 6 万台电机。下图显示了菲律宾在 2014-2018 年间的电机进口状况。可以看出菲律宾的电机在 2014 年和 2015 年间进口量很少，但是在 2016 年突然上涨，并在此后两年维持在高进口水准。

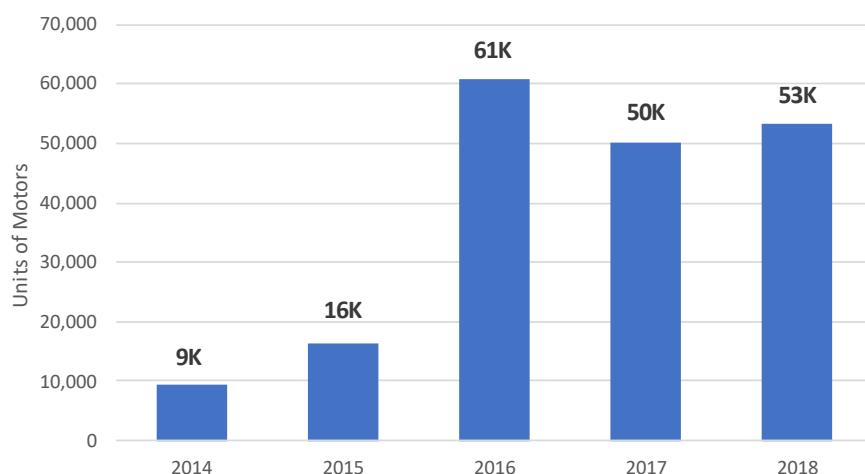


图 60 菲律宾 2014-2018 年间电机进口台数

来源：ITC 2019

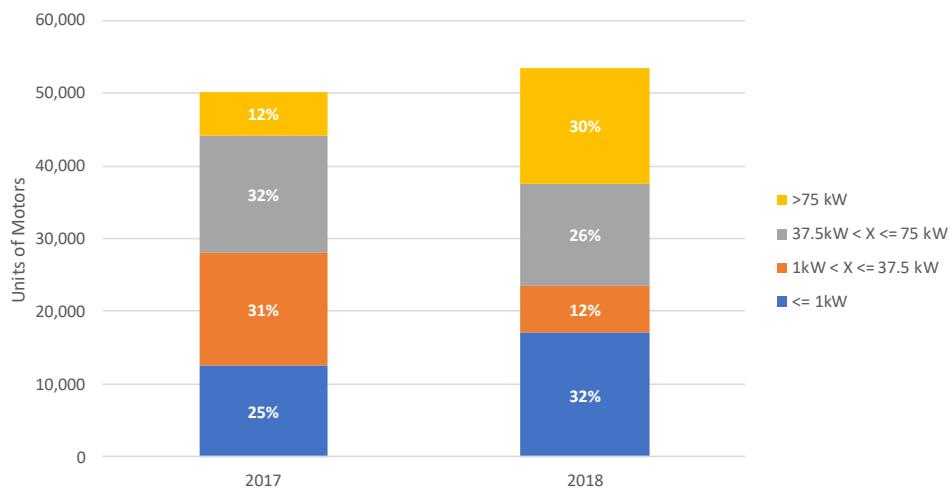


图 61 菲律宾 2017-2018 电机分类进口

来源：ITC 2019

在 2017 和 2018 年进口的电机中，大部分进口并销售的电机产自中国，只有少部分电机进口自台湾、越南和美国。而菲律宾电机进口的功率分布比较均匀，但在 2018 年进口了很多大于 75kW 的电机。

### 3.5.3 菲律宾电机能效政策

菲律宾有两个关键的政府部门负责电机的安全、质量和能效工作，主要是：

- 菲律宾贸易工业部菲律宾标准局 (Bureau of Philippine Standards-BPS)：该局主要负责制定、推广、实施和促进菲律宾标准化相关的工作和行动。标准局负责制定菲律宾国家标准 (Philippine National Standards - PNS) 和对接相关国际标准促进制造商生产高质量产品并提供高质量服务。PNS 标准不仅仅保护消费者，也促进全球市场贸易。
- 菲律宾能源部 (The Department of Energy - DOE)：负责准备、整合、协调、监督和控制所有能源开发、利用、供应和节约相关的规划、项目和活动。DOE

同时还负责菲律宾能效标准和标识项目（Philippine Energy Standards and Labeling Program -PESLP）。

菲律宾能源部在 2016 年发布法规“家电和其他能源消费产品进口商、制造商、销售商能效标准和标识项目符合性声明”（Declaring the Compliance of Importers, Manufacturers, Distributors and Dealers of Electrical Appliances and other Energy-Consuming Products with the Philippine Energy Standards and Labeling Program (PESLP), No. DC 2016-04-0005）。该能效标识项目涵盖了空调、冰箱、电视、洗衣机、部分照明产品和汽车，但是此标识项目目前并未涵盖电机。

菲律宾已经根据相关 IEC 标准制定了国家标准。菲律宾标准局第 58 技术委员已经根据 IEC 60034-30-1, 于 2017 年 9 月年制定了电动机标准 PNS IEC 60034-30-1:2017。菲律宾 PNS IEC TS 60034-2-3:2006 等同于 IEC TS 60034-2-3:2013, 于 2018 年 8 月正式开始生效。

虽然菲律宾目前并没有实施电机 MEPS 和能效标识，但是在菲律宾有大量电机能效相关的规划和项目正在实施：

- 能效和节能 2017-2040 路线图(Energy Efficiency and Conservation Roadmap 2017-2040)：菲律宾能源部自 2004 年启动实施了过国家能效和节能项目 (National Energy Efficiency and Conservation Program -NEECP)。该项目的主要目标是将本国总能源需求在 2011 年至 2030 年间降低 10%。2016 年的能效和节能 2017-2040 路线图设定了基于行业和部门的行动计划，以及实施该路线图的详细途径。该路线图的目标是“让能效和节能成为一种生活方式”，

旨在通过效率提升达到经济增长和发展和降低能源强度以确保能源安全等目的。制定电机 MEPS 是该路线图所制定的一项短期计划, 该计划将于 2017-2020 年有工业部门主导实施。在该路线图中, 主要有两项和电机能效相关的内容: 引入和制定电机 MEPS (同时还有其他诸如水泵等工业设备), 在诸如(水泥、建筑和制糖行业等) 能源强度高的行业实施专题项目, 在这些专题项目中重点引入电机系统节能专业经验和建议。

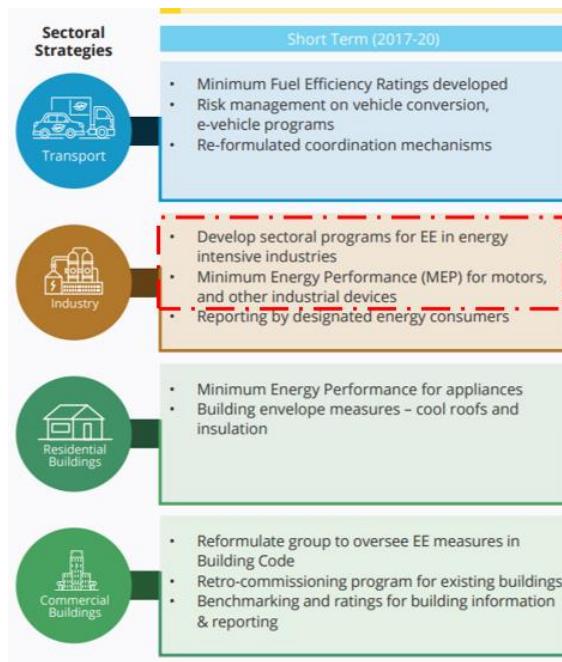


图 62 菲律宾能效和节能 2017-2040 路线图电机相关策略和目标

- 建筑节能设计指南 (Guideline on Energy Conserving Designs of Buildings , 2007): 该指南旨在鼓励和推广建筑节能设计和服务, 降低能源消费和规定能效和节能最低要求和指南。本指南从建筑设计的不同方面阐述节能, 如照明、电力供应、空调和通风系统等, 电机能效部分被归入电力供应部分。该指南涵盖了各类型电压 230/460V, 60Hz 功率范围在 1 到 200 马力的各种通

用电机。在本指南里，电机满载能效水平应该等于或者大于如下表所示的最低要求。运行时间高于 750 小时的电机应该满足表 XXX 所示的最低要求。

表 11 菲律宾建筑节能设计指南电机最低效率要求

电机额定功率	开式防滴电机			全封闭风扇通风电机		
	额定转速 (转/分)			额定转速 (转/分)		
	1200	1800	3600	1200	1800	3600
0.8 kW (1 hp)	72.0	77.0	80.0	-	72.0	75.5
1.2 kW (1.5 hp)	82.5	82.5	82.5	82.5	81.5	78.5
1.6 kW (2 hp)	84.0	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
2.4 kW (3 hp)	85.5	86.5	82.5	84.0	84.0	82.5
4.0 kW (5 hp)	86.5	86.5	85.5	85.5	85.5	85.5
6.0 kW (7.5 hp)	88.5	88.5	85.5	87.5	87.5	85.5
8.0 kW (10 hp)	90.2	88.5	87.5	87.5	87.5	87.5
12.0 kW (15 hp)	89.5	90.2	89.5	89.5	88.5	87.5
16.0 kW (20 hp)	90.2	91.0	90.2	89.5	90.2	88.5
20.0 kW (25 hp)	91.0	91.7	91.0	90.2	91.0	89.5
24.0 kW (30 hp)	91.7	91.7	91.0	91.0	91.0	89.5
32.0 kW (40 hp)	91.7	92.4	91.7	91.7	91.7	90.2
40.0 kW (50 hp)	91.7	92.4	91.7	91.7	92.4	90.2
48 kW (60 hp)	92.4	93.0	93.0	91.7	93.0	91.7
60 kW (75 hp)	93.0	93.6	93.0	93.0	93.0	92.4

80 kW (100 hp)	93.0	93.6	93.0	93.0	93.6	93.0
100 kW (125 hp)	93.6	93.6	93.0	93.0	93.6	93.0
120 kW (150 hp)	93.6	94.1	93.6	94.1	94.1	93.6
160 kW (200 hp)	94.1	94.1	93.6	94.1	94.5	94.1

表 12 菲律宾建筑节能设计指南高效电机效率要求

电机额定功率	开式防滴电机			全封闭风扇通风电机		
	额定转速 (转/分)			额定转速 (转/分)		
	1200	1800	3600	1200	1800	3600
0.8 kW (1hp)	74.0	80.0	82.5	74.0	80.0	82.5
1.2 kW (1.5hp)	84.0	84.0	82.5	85.5	84.0	82.5
1.6 kW (2 hp)	85.5	84.0	84.0	86.5	84.0	84.0
2.4 kW (3 hp)	86.5	86.5	84.0	87.5	87.5	85.5
4.0 kW (5hp)	87.5	87.5	85.5	87.5	87.5	87.5
6.0 kW (7.5 hp)	88.5	88.5	87.5	89.5	89.5	88.5
8.0 kW (10 hp)	90.2	89.5	88.5	89.5	89.5	89.5
12.0 kW (15 hp)	90.2	91.0	89.5	90.2	91.0	90.2
16.0 kW (20 hp)	91.0	91.0	90.2	90.2	91.0	90.2
20.0 kW (25 hp)	91.7	91.7	91.0	91.7	92.4	91.0
24.0 kW (30 hp)	92.4	92.4	91.0	91.7	92.4	91.0
32.0 kW (40 hp)	93.0	93.0	91.7	93.0	93.0	91.7

40.0 kW (50 hp)	93.0	93.0	92.4	93.0	93.0	92.4
48 kW (60 hp)	93.6	93.6	93.0	93.6	93.6	93.0
60 kW (75 hp)	93.6	9.4	93.0	93.6	94.1	93.0
80 kW (100 hp)	94.1	94.1	93.0	94.1	94.5	93.6
100 kW (125 hp)	94.1	94.5	93.6	94.1	94.5	94.5
120 kW (150 hp)	94.5	95.0	93.6	95.0	95.0	94.5
160 kW (200 hp)	94.5	95.0	94.5	95.0	95.0	95.0

- 菲律宾绿色建筑标准 (Philippine Green Building Code, 2015)：公共事业和高速公路部在 2015 年 6 月 22 日将菲律宾建筑绿色标准批准为国家建筑标准 (National Building Code -NBC)。此标准通过可接受的一套标准体系改进建筑能效水平。该标准有一系列设定最低要求的规范组成，而并非对建筑进行评级。此标准要求所有的电机：1) 所有大于 5kW 的电机应当安装变速调节设备和满足下表所规定的高效电机；2) 所有的冷却塔电机应当安装变速调节设备和满足下表所规定的高效电机；3) 所有的民用水泵系统应该满足下表所规定的高效电机。

表 13 菲律宾绿色建筑标准电机能效要求

电机功率		开放式电机			封闭式电机		
HP	(kW)						
		电机极数			电机极数		
		2	4	6	2	4	6
		电机转速 (转/分)			电机转速 (转/分)		
		3600	1800	1200	3600	1800	1200
1	0.7	77.0	85.5	82.5	77.0	85.5	82.5
1.5	1.1	84.0	86.5	86.5	84.0	86.5	87.5
2	1.5	85.5	86.5	87.5	85.5	86.5	88.5
3	2.2	85.5	89.5	88.5	86.5	89.5	89.5
5	4	86.5	89.5	89.5	88.5	89.5	89.5
7.5	5.5	88.5	91.0	90.2	89.5	91.7	91.0
10	7.5	89.5	91.7	91.7	90.2	91.7	91.0
15	11	90.2	93.0	91.7	91.0	92.4	91.7
20	15	91.0	93.0	92.4	91.0	93.0	91.7
25	18.	91.7	93.6	93.0	91.7	93.6	93.0
30	22	91.7	94.1	93.6	91.7	93.6	93.0
40	30	92.4	94.1	94.1	92.4	94.1	94.1
50	37	92.0	94.5	94.1	93.0	94.5	94.1
60	45	93.6	95.0	94.5	93.6	95.0	94.5
75	55	93.6	95.0	94.5	93.6	95.4	94.5
100	75	93.6	95.4	95.0	94.1	95.4	95.0
125	90	94.1	95.4	95.0	95.0	95.4	95.0

150	11	94.1	95.8	95.4	95.0	95.8	95.8
200	15	95.0	95.8	95.4	95.4	96.2	95.8
250	18	95.0	95.8	95.4	95.8	95.6	95.8
300	22	95.4	95.8	95.4	95.8	96.2	95.8
350	26	95.4	95.8	95.4	95.8	96.2	95.8
400	30	95.8	95.8	95.8	95.8	96.2	95.8
450	33	95.8	96.2	96.2	95.8	96.2	95.8
500	37	95.8	96.2	96.2	95.8	96.2	95.8

目前菲律宾没有三项异步电机能效测试实验室。已有两所大学开发出了使用底盘测功机测试电机，但是还不能满足于相关标准测试。

### 3.5.4 菲律宾电机系统节能潜力分析



图 63 菲律宾工业电机系统节能潜力

由于菲律宾工业用电占比和绝对量均较小，因此菲律宾工业电机系统节能潜力在 18.7 亿千瓦时至 47 亿千瓦时之间，而在 2050 年可望达到 39 亿千瓦时至 98 亿千瓦时之间。但是考虑到费率和高昂的工业电价，这些节能潜力完全实现所产生的经济效益等同于其他国家 100 亿千瓦时至 245 亿千瓦时之间。因此在菲律宾开展电机系统节能工作也具有重要的减排和经济意义。

## 4. 东盟地区电机能效总结及建议

### 4.1 东盟地区电机能效现状

东盟经济将持续增长，总电力和工业电力消费也将持续增长，特别是商业和工业对电机的需求也将持续增长，电机所消耗的电力也随之增长。根据电机系统节能潜力评估，东盟地区的电机和电机系统均具有巨大节能潜力，其中电机系统节能潜力 2050 年可望达到 630 亿千瓦时至 1570 亿千瓦时之间。

东盟地区对新增电机需求巨大，但却缺乏本地电机生产能力。马来西亚、泰国和菲律宾均没有本土工业电机生产商，印尼和越南有少量小功率电机和工业电机生产能力，但在超过 100kW 以上的中大型电机仍需要进口。日本、韩国和台湾地区的企业在东盟地区开设企业和工厂的时候，往往使用其本国或者地区或者国际知名品牌电机产品，其余部分中小企业和经销体系售卖的电机则大部分从中国进口。由于缺乏国家 MEPS、进口和市场监管机制和技术能力，导致进口电机能效水平参差不齐。虽然数据缺乏，但是仍然可以判断东盟地区进口的绝大多数电机能效水平应该在 IE1，甚至会有少量 IE0 的电机出现在市场上。

东盟地区存量电机能效水平的研究和数据匮乏，但是根据现有的研究和数据可以推断东盟地区存量电机能效水平主要在 IE1 和 IE0 两个能效等级，跟国际先进水平有比较大的差距，甚至和主流的 IE2 能效水准也有一个等级的差距。

经过多年的呼吁和推动，东盟地区和各国领导人已经意识到电机能效提升所带来的巨大经济和社会效益，组织开展了电机能效标准化的工作。各国已经普遍接受 IEC 60034 系列标准所规定的产品定义、测试方法和能效等级分级标准，将 IEC 系列标准转化各国的国标。但是目前只有新加坡（MEPS IE3）和越南（MEPS

IE2) 实施了电机 MEPS 标准, 马来西亚将于 2020 年实施 MEPS IE2。其余主要经济体如印尼, 泰国和菲律宾虽然将制定 MEPS 提上政策制定的日程, 进展仍然缓慢。而且 MEPS 的设定缺乏野心, 目前三国都计划将电机 MEPS 定在 IE1, 大大落后于国际主流水平。

东盟各国设立电机 MEPS 可带来一定节能潜力, 如果所有的东盟国家电机 MEPS 设定为 IE3 的情况下, 2020-2030 年间电机累计节能量可达到 684 亿千瓦时, 但是东盟地区电机系统 2030 年一年节能潜力可达 420 亿千瓦时至 1040 亿千瓦时。电机系统一年节能潜力可超过 10 年电机能效提升到 IE3 的累计节能量。根据当前调研的现状, 东盟各国虽意识到电机系统节能的重要性, 但是尚无开展此领域工作的计划和行动。

东盟地区各国缺乏电机进口和销售的市场监管体制与技术能力。印尼、越南和泰国拥有少数几个仅能测试中小功率工业电机能效水平的实验室, 马来西亚只有一家, 而菲律宾甚至没有测试实验室, 表明东盟地区国家对进口和市场销售市场监管的技术能力不足, 加之缺乏 MEPS 等相关国家标准, 导致了大量低质量、低效率的进口电机充斥东盟市场。

尽管没有详尽的数据调查证明, 但是中国生产和出口的电机在东盟地区应该占据了最大的进口市场份额。根据中国商务部“对外投资合作国别（地区）指南 - 东盟 2017 年版”的信息, 以电机为代表的机电产品是中国出口到东盟地区出口额最大的产品。许多国际和地区性电机能效提升研究和政策报告中都提到了大部分低效电机都从中国进口, 这在某种程度上影响了东盟地区性和国家的政策和制定者, 对中国的电机产品能效和质量产生了偏见。但也确实反映了低质低效但是

廉价的电机在东盟地区具有很强的市场竞争力。东盟的政策研究人员和政策制定者也希望能够更多了解中国电机生产商技术和产品信息，希望能够在产品进口上进行一定程度的甄别和控制，避免大量无品牌和低质产品流入东盟市场。

#### 4.2 东盟地区电机能效提升工作建议

**积极促进东盟地区 MEPS 整体提升到 IE2：**东盟地区将电机 MEPS 整体提升到 IE2 对中国的电机能效提升工作也有一定的帮助。根据相关机构的一次市场调研，目前国内仍然有大量的企业在生产 IE1 的电机，但是生产企业声称该 IE1 电机为外销产品，因此也不能对其进行更进一步的监管。电机设计和生产高度全球化，无法保证这些声称出口的 IE1 电机不流入国内市场，因此全球 MEPS 提升对中国加强电机生产和市场能效监管也有重要的意义。可以通过积极的国际合作，促进东盟地区将 MEPS 整体提升到 IE2。仿效制冷空调，对电机开展地区性协调互认研究，制定综合能效指南并力促将电机产品纳入东盟现有的东盟电气和电子设备互认协议。在东盟地区电机能效互认中将电机 MEPS 提升到 IE2。在促进电机能效 MEPS 的同时，积极推广电机系统节能的工作，包括风机、水泵和空压机等拖动设备的 MEPS，电机系统能效自愿性技术标准和电机系统节能培训等工作。

**开展工业能效对标工作：**在 2019 年 4 月举行的第一届 ASEAN SHINE 地区协调和网络能效会议上，Top10 介绍了中国工业能效对标和工业单位产品能耗标准体系后，来自东盟各国的能效部分负责人认为工业能效对标提高东盟的功效水平非常有帮助。国际铜业协会东盟和东盟能源中心希望能够在东盟地区的主要耗能和有竞争力的工业中推进工业能效对标工作，主要的工作方向有制定东盟地区标准能源折算标准体系，提出东盟地区工业能效指标体系，开展试点国家和行业

对标工作并评估当前东盟地区工业能效水平。

**开展节能支撑技术能力建设交流和活动**: 由于东盟地区大部分国家电机和工业设备能效测试技术能力欠缺，无法为有效市场监管提供技术支撑。可开展电机能效测试技术交流和能力建设，帮助东盟地区建立电机能效市场监管技术能力。

**促进东盟地区电机能效标准和标识协调互认**: 东盟地区大部分国家均直接参考 IEC 60034 标准体系作为其电机能效基本标准体系，但是在转化过程中仍然有一些细微的差异。东盟地区整体电机市场不小，但却比较分散。如果有地区性的包括 MEPS 在内的电机标准体系，对出口东盟地区电机数量最多的中国企业来说，可以减少一定的市场技术障碍。东盟地区现有能效和节能网络和协调机制，可充分和此网络和协调机制参与方合作，推动东盟地区的电机能效标准协调互认。东盟在制冷、变压器、电机和照明产品上正积极推动协调互认的工作。

**加强和东盟地区利益相关方的沟通和交流**: 由于历史和经济原因，在东盟地区比较有影响力的外部国家主要为日本、韩国、英国、法国和荷兰等发达国家，来自中国的机构和企业与东盟能效相关方的实质性合作较少。但是随着中国-东盟经济领域合作的加深和中国产品日渐在东盟取得市场和品牌优势，需要东盟能效相关的研究机构和政策制定者对中国有更多的交流和沟通，多参与东盟地区能效和节能相关会议和活动，加强地区性政策和技术能力建设，促进中国产品能够更好地满足东盟的标准，为东盟的地区性减排目标做出贡献。

**建立中国绿色工业最佳实践推广平台**: 经过长时间的国际合作和自身的探索，中国成功地将工业能源强度从 2000 年的 2230 千克标准煤每万元工业产值降低到 2015 年的约 1000 千克标准煤每万元工业产值，降低了超过 50% 之多。在此前

的国际合作中，中国主要是从发达国家吸收经验和最佳实践，在国内不断尝试和融合外部的经验，取得了很多的成功，也有不少失败的案例。中国在工业节能领域内的工作有许多其他发展中国家所值得借鉴的政策和技术最佳实践。目前国内并没有系统性地以对其他发展中国家进行分享和输出，其实国外很多政府部门和研究人员对来自中国的信息了解得非常少，也希望能够获得国内相关领域内的信息和经验。

可建立一个中国绿色工业最佳实践推广平台，总结中国工业能效成功的实践和案例，主要涵盖以下领域：

- 能效和节能法律、法规等相关政策和保障实施机构和机制
- 强制性和自愿性能效标准，包括产品标准、系统标准和产品能耗定额标准等
- 能耗和节能技术能力保障，包括节能审计、能效监管、测试实验室等
- 节能产品技术标准、规范、认证机制和目录
- 重点节能技术和装备国家推广目录
- 最佳节能实践案例

该平台可广泛邀请国内参与节能工作的机构和 NGO 参加，通过各机构尤其是国际机构的渠道在国际、地区和国家性的会议中广泛传播中国最佳实践，让其他国家一带一路国家了解中国节能领域内的工作和成果，并且和国内相关的机构建立直接联系，通过进一步沟通后开展实质性的合作。

## 参考文献

- 1) UNEP U4E, ACCELERATING THE GLOBAL ADOPTION OF ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC MOTORS AND MOTOR SYSTEMS,  
<https://united4efficiency.org/resources/accelerating-global-adoption-energy-efficient-electric-motors-motor-systems-2/>
- 2) Paul Waide, Conrad U. Brunner, IEA, Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems
- 3) ECN, Energy efficient motor systems in Indonesia,  
<https://www.ecn.nl/collaboration/ee-motors-indonesia/>
- 4) International Copper Association Southeast Asia Ltd, Final Market Research Report for Opportunities for High Efficiency Motors (HEMs) in Malaysia Industrial Sector
- 5) BARRIER REMOVAL TO THE COST-EFFECTIVE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ENERGY EFFICIENCY STANDARDS AND LABELING (BRESL) PROJECT , TWG Feasibility Study Report on Regional ES&L Harmonization for ELECTRIC MOTORS