

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2019.04.004

新加坡电力市场结算及风险管理特点分析

黄筱婷, 张廷营, 许喆

(广州电力交易中心有限责任公司, 广州 510000)

摘要: [目的]为了学习借鉴新加坡电力市场的发展经验, 分析其结算及风险管理特点, 为南方区域电力市场建设提供建议。[方法]笔者在对新加坡电力市场进行为期10天的调研学习后, 结合自身参与南方区域电力市场建设经验形成此文。[结果]简要介绍了新加坡电力市场概况, 系统分析了新加坡电力市场结算机制及结算算法, 详细介绍了其市场风险管理的特点。[结论]新加坡电力市场注重电力市场顶层设计、健全政策法规和规则体系、核心流程清晰固化、人才储备多元化等经验值得我国南方区域建设区域融合电力市场过程中借鉴。

关键词: 电力市场; 结算; 风险管理

中图分类号: TK01; F462

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2019)04-0029-06

Analysis on Characteristics of Singapore's Power Market Settlement and Risk Management

HUANG Xiaoting, ZHANG Tingying, XU Zhe

(Guangzhou Power Exchange Center Co., Ltd., Guangzhou 510000, China)

Abstract: [Introduction] In order to learn from the development experience of the Singapore power market, analyze its settlement and risk management characteristics, and provide suggestions for the construction of power market in South China. [Method] After a ten-day research and study on the Singapore's power market, the author combined with her own experience in the construction of the power market in the southern region to form this paper. [Result] This paper briefly introduces the general situation of Singapore's power market, systematically analyzes the settlement mechanism and settlement algorithm of Singapore's power market, and introduces the characteristics of its power market risk management in detail. [Conclusion] The Singapore power market pays attention to the top-level design of the power market, the sound policies and regulations and rules system, the clear curing of core processes, and the diversification of talent reserves. It is worth learning from the process of building a regional integrated power market in Southern China.

Key words: power market; settlement; risk management

20世纪90年代, 许多国家都进行了打破垄断、解除管制、引入竞争的电力体制改革, 通过建立充满竞争和选择的运营环节以提高电力工业的整体效率^[1]。新加坡作为亚洲最早进行电力市场化改革的国家, 历经20多年的建设与发展, 已形成配售独立、充满竞争的零售竞争模式电力市场格局, 许多

经验值得借鉴。

中央《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》(中发[2015]9号文)拉开了新一轮的电力体制改革的序幕^[2]。近年来, 随着电力体制改革的不断深入, 电力现货建设的进一步提速, 电力市场建设迎来了新的挑战。

本文简要介绍了新加坡电力市场概况、系统分析了其电力市场结算机制, 详细介绍了其市场风险管理的特点, 并结合南方区域电力市场建设实际情况提出了思考和建议。

收稿日期: 2019-07-08 修回日期: 2019-08-30

基金项目: 广州电力交易中心科技项目“南方区域可再生能源消纳量交易机制及系统功能设计研究”(ZBKJXM20180980)

1 新加坡电力市场概况

1.1 电力系统概况

新加坡国土面积约 716 km², 人口约 530 万, 2018 年发电装机容量约 1 3.990 TW, 最高负荷约 7.070 TW, 年用电量约 50.400 TWh。总体来说电力系统呈现以下特点:

1) 电网结构相对简单。受地理位置和供电范围等因素影响, 新加坡电网结构相对简单, 但系统较为稳定, 供电可靠性达到 99.999 9%。网架结构分为输电和配电两级网络, 均为城市电缆线路, 其中, 输电网络电压等级分为 400 kV, 230 kV 和 66 kV, 配电网络电压等级分为 22 kV, 6.6 kV 和 400 V。区内含 400 kV 变电站 6 座, 230 kV 变电站 33 座, 66 kV 变电站 138 座。区外通过两回 230 kV, 容量为 50 万 kW 的海底电缆与马来西亚电网联接, 联接线主要用于事故支援备用, 新加坡电网结构示意图如图 1 所示。

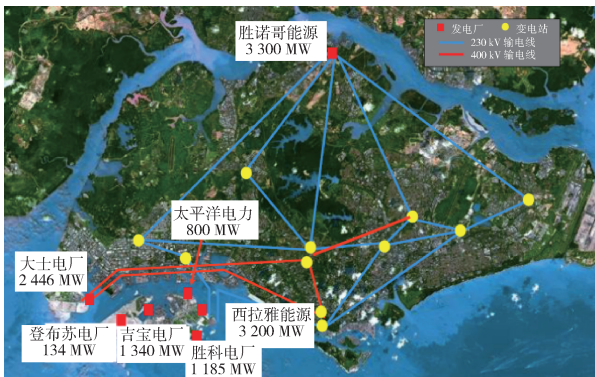


图 1 新加坡电网结构示意图

Fig 1 The main structure of Singapore's power grid

2) 电源结构较为单一。新加坡电力市场中发电侧主要有 7 家大型发电厂, 主要分布在南部裕廊岛, 机组以燃气机组为主, 其中, 燃气-蒸汽联合循环机组市场份额占比高达 98.2%, 电源结构较为单一, 且燃料全部依赖进口, 主要来自马来西亚和印度尼西亚的管道天然气, 以及部分液化天然气, 因此, 电力市场价格与天然气价格密切相关。

1.2 电力市场概况

新加坡电力市场化改革始于 1995 年, 经过二十多年的发展, 实现了发电侧的充分竞争、用户侧的全面全放开。新加坡电力市场采用“放开两头、监管中间, 交易和调度独立”模式。如图 2 所示,

新加坡电力市场体系包括了电力批发市场、电力期货市场以及零售服务市场。主要成员包括政府监管机构、服务提供商与市场参与者。服务提供商包括能源市场公司(EMC)、电力系统调度机构(PSO)、输电许可证持有者(SP Power Assets)、市场支持服务许可证持有者(MSSL)。市场参与者包括发电企业、批发市场交易商、零售商与电力用户^[3]。

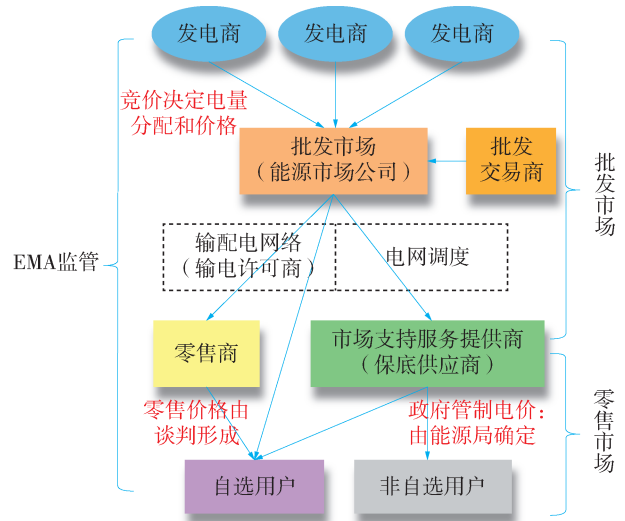
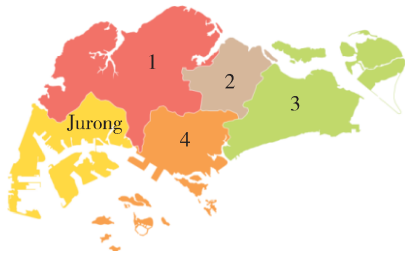


图 2 新加坡电力市场主体结构

Fig 2 The main structure of Singapore's market

新加坡电力批发能量市场采用“全电量优化”的单边市场模式, 2018 年交易电量约 50 TWh, 用户侧价格为 110.29 元/MWh(新币)。发电侧通过报量报价竞争上网, 采用节点电价计算发电费用, 用户侧不报量不报价, 需求统一由调度机构(PSO)提供每半个小时的负荷预测, 用于市场出清, 用户采用节点电价加权平均价的统一价格结算。

新加坡电力零售市场从 2018 年 4 月起分区分时段逐步全面放开, 在 2019 年 5 月实现全面放开零售市场, 所有用户都可以向 EMA 申请成为市场用户后并向零售商购电, 新加坡零售市场分区放开情况如图 3 所示。对于未申请成为市场用户的仍可以按保留合同电价向 MSSL 购电。新加坡零售电价由三部分构成, 包括电能费用、过网费以及 EMC、PSO 和 MSSL 收取的服务费。EMC 只负责批发市场的结算, 零售市场的结算由零售商和市场用户进行结算, MSSL 和非市场用户或选择 MSSL 服务的市场用户进行结算^[4]。



注: 图中各区域代号详情如表1所示。

图3 新加坡零售市场分区放开区域图

Fig. 3 Chart of liberalization area of Singapore's retail market

表1 图3各区域详述

Tab. 1 Representation of each region in Figure 3

区域	放开时间	零售商代理用户比例(截止2019年1月底)
Jurong	2018.4.1	40%
1	2018.11.1	25%
2	2019.1.1	18%
3	2019.3.1	—
4	2019.5.1	—

2 新加坡电力市场结算机制

2.1 结算概况

新加坡电力批发市场的市场结算工作由 EMC 的市场运行部负责, 结算人员每天要进行四个结算计算流程, 即 D + 6 日的预结算计算、D + 10 日的正式结算计算、D + 48 日的第一次重算及 D + 253 日的第二次重算, 分别由 A、B 岗两个业务人员校核计算过程并确认完成, 每个流程都有截止时间, 需要按时完成工作任务。

在批发市场上, 新加坡采用“事前定价、事后定量”的集中结算方式, 即按照市场出清的价格以及 MSSL 提供的计量数据进行结算, EMC 统一负责批发市场购售双方的交易结算, 包括电能量费用、辅助服务费用、EMC 及 PSO 手续费等。若发电机组实际运行情况与出清结果有偏差, 允许偏差为 10 MW, 超偏差将会考核。EMC 对发电厂、PSO、辅助服务商、自备电厂、可中断负荷、大用户、零售商及 MSSL 等主体出具发票和结算报表, 并向零售商、大用户和 MSSL 收取账款, 并分别向发电厂、PSO、辅助服务商、自备电厂及可中断负荷支付相应的账款。

在零售市场上, 用户可自主选择成为竞争用户和非竞争用户, 前者可以自由选择零售商, 后者只

能以政府管制电价向 MSSL 购电。EMC 不负责零售市场的结算, 零售市场结算由售电公司或 MSSL 与各自对应的用户进行结算。

MSSL 作为新加坡电力公司的计量机构及保底供电机构, 负责向 EMC 提供计量数据, 按照批发市场价格向部分竞争用户提供供电服务, 按照保留合同电价向非市场用户提供保底供电服务^[5]。

2.2 结算流程

EMC 负责按日进行批发市场的结算, 具体流程如图 4 所示: 交易日市场出清引擎推送出清电能量、调频及辅助服务量价数据至结算系统; 市场主体在 D + 4 日提供双边合同; MSSL 在 D + 5 日提供 D 日每 30 分钟计量电量数据(用户侧的计量数据为各零售商代理用户的汇总)及保留电价合同的量价信息; D + 6 日结算系统计算并发布预结算单, D + 10 日结算系统计算并出具最终结算单, 开具税务发票; D + 20 日零售商向 EMC 付款, 收到付款后第二日 EMC 向发电商付款(如遇周末及节假日顺延)。

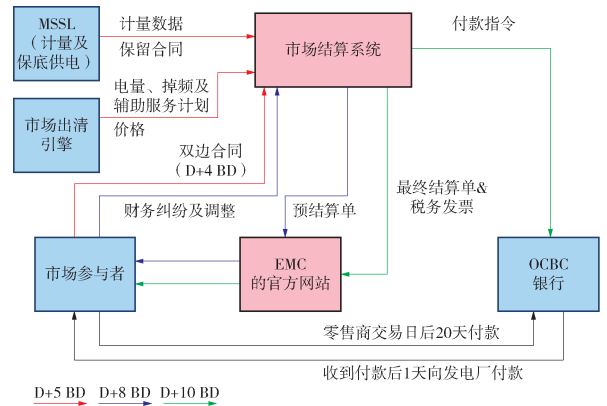


图4 市场结算付款流程示意图

Fig. 4 The flow chart of settlement and payment

此外, 结算系统在 D + 48 天和 D + 253 日分别进行两次再计算, 用于差错退补。需要指出的是, 这两个再计算是固化的流程, 不论是否存在差错退补都会进行, 即每日结算系统都会进行 D - 6 日前的预结算单、D - 10 日前的正式结算单、D - 48 日前的第一次重算及 D - 253 日前的第二次重算。这一设计主要考虑在解决分歧和争议时, 不会因为突发的争议打乱每日进行的各个结算流程。例如在 D + 6 日预结算单中存在差错, 可以在 D + 10 日正式单据中调整则调整, 若不能及时明确则在 D + 48 日或 D + 253 日的重算中调整, 超出 253 日则不再

追溯。

2.3 结算算法

EMC 的结算系统使用的结算算法主要有三种：量乘以价的计算方法、按比例分摊的计算方法及改良飞机跑道模型方法。

2.3.1 量乘以价的计算方法

电能量费用的计算按照量乘以价的计算方法，其中保留电量合同和双边合同的结算方式略有不同。

保留电量合同的结算。为了限制发电商的市场力，保持非市场用户的电价稳定，EMA 于 2004 年建立了保留电量合同机制。保留电量合同由发电商和 MSSL 签订，合同电量和电价由 EMA 确定。无论批发市场上的价格如何，发电商所有的保留电量合同均按照政府定价结算，EMA 按照保留电量合同的电量和电价分别和发电商和 MSSL 结算。保留电量合同用于满足非市场用户的用电需求。保留电量合同价格由 EMA 根据市场上燃气-蒸汽联合循环机组的“长期边际发电成本”模型确定，每两年对模型基础变量进行更新，每季度根据燃料价格和汇率变动情况进行联动调整^[6]。以确保各发电企业一定的开机容量且获得“边际成本+一定收益”，降低市场竞争电量占比及边际成本，激活发电侧市场。非市场用户的目录电价每季度同步调整，以保证燃料成本的变化能及时传导到用户端。

双边合同的结算。在新加坡电力市场中，具有发电背景的零售商和其同一家公司的发电厂会签订双边合同，以对冲现货波动带来的风险，双边合同一般占其发电厂电量的 60% 左右。市场主体可以将签好的双边合同电量递交到 EMC，则发电厂和售电公司在 EMC 结算过程中，按照这部分电量和现货市场电价算出来的电费可以进行对抵，不用和 EMC 结算，相应的由于交易额的减少，市场主体可以少交保证金，市场风险的分摊也相应减少^[7]。

例如，电厂 A 发电量 1 GWh 价格 MYM96 元/MWh；零售商 B 售电量 600 MWh 价格 MYM98 元/MWh 该售电商与电厂签订的双边合同 100% 覆盖其售电量。在没有双边合同情况下 EMC 需向零售商 B 收取电费 $600 \times 98 = 588\,000$ 元；向电厂 A 支付电费 $1\,000 \times 96 = 96\,000$ 元。在有双边合同情况下 EMC 付电厂 A 电费 37 万 2 000 元；零售商 B 无需向 EMC 付钱。

2.3.2 按比例分摊的计算方法

按比例分摊的计算方法主要用于由用户和运行机组共同承担的如调频费用、EMC 服务费及 PSO 服务费等的费用分摊。

以调频费用分配为例：

分配的调频价格 (AFP) = 总调频费用 / (总实际用电量 + min(机组上网电量, 5))

电厂承担的调频费用 = AFP × min(该机组上网电量, 5)

零售商承担的调频费用 = AFP × 该零售商实际用电量。

2.3.3 改良飞机跑道模型方法

改良飞机跑道模型方法主要应用于备用容量费用的分配，即备用费用由该时段运行机组分摊，负荷较高的机组和故障率高的机组分摊比例更大。故障率等于历史强迫停机事件除以机组累计运行时间，其中历史强迫停机事件根据连续 1 年的数据，每季度更新一次。

例如，有 A、B、C 三个机组，假定故障率为 2:1:1，A 机组容量 150 MW、B 机组容量 140 MW、C 机组容量 100 MW，其备用容量费用的分配示意如图 5 所示，则 A 电厂需要分摊备用费用比例为 $(45 + 26.7 + 10) / 140 = 0.583$ 、B 电厂需要分摊备用费用比例为 $(22.5 + 13.3) / 140 = 0.257$ 、C 电厂需要分摊备用费用比例为 $22.5 / 140 = 0.160$ 。

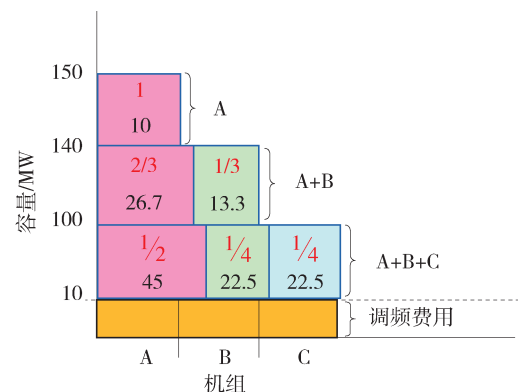


图 5 备用容量费用的分配示意图

Fig. 5 The diagram of distribution on reserve capacity cost

3 新加坡电力市场信用风险管理

3.1 风险概况

新加坡从 2018 年 4 月起，分区时段逐步全面放开零售市场，在 2019 年 5 月实现全面放开零

售市场。随着零售市场的全面放开,独立零售商的数量增加及市场份额的扩大,市场履约风险大幅增加。新加坡电力市场通过建立完善的履约保证金管理体系进行风险防控。

3.2 保证金制度

所有的市场主体,应向 EMC 缴纳至少 30 天的履约保证金,每天的缴纳标准按照过去 90 天应向 EMC 支付结算费用的平均值确定,每天滚动调整。新进入市场主体,先按提交入市申请前一天用户侧平均结算价格 \times 预测用电曲线缴纳 30 天保证金;正式开展交易后,缴纳标准调整为已交易日中结算费用最高值,直至 90 个交易日后,与其它市场主体统一标准执行。

可接受担保物有以下三种:现金、标普评级为 A 及以上银行提供的保函(当天可兑现)、新加坡政府国债(按当前价值扣减 2% 计算担保额)。

3.3 监控及违约处置

EMC 对市场主体 20 天(结算周期)累计账单费用进行动态监控,当超过其缴纳保证金的 60% 时,EMC 将向用户发布风险预警,建议其增加保证金;当超过其保证金 70% 时,EMC 将马上发出追加保证金通知,要求市场主体在 2 个工作日内补缴欠费或保证金,将累计账单费用占比降至 50% 以下。

当市场主体出现欠费行为,EMC 将在 1 个工作日内兑现其保证金;当市场主体持续欠费或未按要求在 2 个工作日内补缴保证金时,EMC 即将该事件报告市场监管与合规小组(MSCP),MSCP 需在 4 个工作日内召开听证会,讨论应急处置措施,及是否暂停相关市场主体的交易资格。被暂停交易资格零售商所服务的用户将全部转由 MSSL 提供保底供电服务,直至与新的零售商签订用电合同。当违约市场主体剩余保证金不足以支付全部欠费时,差额部分暂由非违约市场主体按照产生偏差期间的结算费用占比分摊。

4 对南方区域电力市场建设的启示

新加坡电力市场化改革历经 20 余年,市场改革成效显著,很多经验值得我国借鉴。对于南方区域电力市场建设的启示,具体有几点思考:

1) 注重电力市场顶层设计。新加坡电力市场化改革历经 24 年,中间改革思路虽然有所变化,但现阶段改革发展主要按照当地政府电力监管机构

EMA“放开两头、监管中间、交易和调度独立”清晰的改革思路逐步推进,采取了“政府主导,外脑支持,企业参与”的实施方式,兼顾各方利益,确保方案的可行性。在南方区域市场建设方面,市场建设缺乏顶层设计,省为实体不利于区域资源的优化配置与市场的融合,交易机构应该建立系统性改革思维和全局性战略眼光,逐步理清市场建设思路,提出包含电能量市场、辅助服务市场、金融市场、容量市场等多个市场的一体化设计建议,推动国家层面做好南方区域电力市场顶层设计,出台区域市场发展建设规划,形成清晰改革思路。

2) 健全政策法规和规则体系。新加坡在改革开始之际通过了电力法,并以此为基础制定了《电力许可证管理制度》、《输电管理规定》、《电力市场管理规则》等一系列完善的法律法规。新加坡市场的规范运作是基于完善的政策法规和规则体系,所有市场活动行为都是有法可循,保障市场有序运行。当前我国市场建设主要由各省(区)政府主导实施,市场建设目标不太一致,市场规则各自设计,制约了市场的进一步发展。南方区域电力市场建设应该推动国家层面的电力法律法规和市场规则统筹设计制定,加快推进电力市场标准化委员会筹建工作,促成各方相互合作,建立电力市场的基础行业标准,共同推动市场向前规范发展。

3) 建立市场信用评价标准。独立零售商的增加及市场份额的扩大,新加坡电力市场履约风险大幅增加,EMC 通过建立完善的履约保证金管理体系进行防控。目前南方区域电力市场信用评价工作开展乘次不齐,仅广东、云南开展,评价标准不统一,影响力不强。建议加强信用风险管理研究,逐步规范统一信用评价指标体系,建立南方区域信用风险管理标准,实现区域统一及信用风险管理共享,提升信用评价影响力。

4) 加强多元化人才储备。新加坡电力市场从业人员除了电力专业,更涵盖了金融、IT 等多个专业,无论技术力量还是人员储备都为电力市场的安全稳定运行打下了坚实的基础。南方区域电力市场人员储备以电力背景人员居多,对金融、经济方面的储备不足,随着改革的深入人才引进、培养等需求将更为紧迫。

参考文献:

[1] 中共中央国务院. 进一步深化电力体制改革的若干意见[EB/

OL](2015-03-31)[2019-07-08]. <https://news.ncepu.edu.cn/xxyd/llxx/52826.htm>.

[2] 徐志斌. 国外电力发展对我国电力改革新启示 [J]. 企业改革与管理, 2015(5): 154-155.
XU Z B. The new enlightenment of foreign power development to china's electric power reform [J]. Enterprise Reform and Management, 2015(5): 154-155.

[3] 辛能举. 新加坡电改之路 [J]. 价格与市场, 2011(11): 38-40.
XIN N J. Road of Singapore's power reform [J]. Price and Market, 2011(11): 38-40.

[4] 甘洪霖. 新加坡电力市场及其信息化建设 [J]. 电力信息化, 2006(6): 100-102.
GAN H L. Singapore electricity market and its information construction [J]. Electric Power Information Technology, 2006(6): 100-102.

[5] 高山, 唐文升. 新加坡的电力市场与电力市场改革 [J]. 电力需求侧管理, 2002, 4(4): 58-60.
GAO S, TANG W S. Singapore's electricity market and power market reform [J]. Power Demand Side Management, 2002, 4(4): 58-60.

[6] 黄豫. 新加坡电力体制改革的历程及启示分析 [J]. 南方能源建设, 2016, 3(1): 36-40.
HUANG Y. Analysis of the process and inspiration of Singapore's electric power system reform [J]. Southern Energy Construction, 2016, 3(1): 36-40.

[7] 蒯通, 张集. 新加坡电力市场价格机制的特点分析和启示 [J]. 价格理论与实践, 2016, 1(1): 105-108.
LIN T, ZHANG J. A Study on the price mechanism in Singapore power market [J]. Price-World, 2016, 1(1): 105-108.

项目简介:

项目名称 南方区域可再生能源消纳量交易机制及系统功能设计研究(ZBKJXM20180980)

承担单位 广州电力交易中心有限责任公司

项目概述 项目主要设计南方区域网-省两级的可再生能源消纳量交易体系, 制定南方区域可再生能源消纳量交易规则, 实现电力交易与可再生能源消纳量交易的协同衔接, 提出南方区域可再生能源消纳量交易系统功能设计与开发思路, 更好地促进清洁能源消纳和资源优化配置。

主要创新点 (1)借鉴典型国家可再生能源配额交易的市场机制, 创新性建立适用于南方区域网-省两级的可再生能源消纳量交易体系; (2)基于省间与省内电力交易现状, 创新性设计南方区域可再生能源消纳量交易机制和具体交易规则; (3)结合可再生能源消纳量交易规则与现有电力交易平台特点, 创新性设计南方区域可再生能源消纳量交易系统功能。

作者简介:

黄筱婷



HUANG X T

1988-, 女, 福建南平人, 广州电力交易中心, 工程师, 硕士, 华南理工大学电气工程硕士, 主要从事电力市场、电力交易结算等方面研究 (e-mail) huangxt@csg.cn.

张廷营

1986-, 山东临朐人, 广州电力交易中心, 高级工程师, 主要从事电力市场、电力交易与结算、电力调度等方面研究 (e-mail) zhangty2@csg.cn.

许喆

1989-, 女, 吉林通化人, 广州电力交易中心, 工程师, 硕士, 武汉大学电气工程硕士, 主要从事电网调度与控制、电力交易等方面研究 (e-mail) 13600326960@126.com.

(责任编辑 郑文棠)

广 告

广东大唐国际雷州发电厂“上大压小”2×1 000 MW 新建工程1号机组投运 封二

制氢、氢能基础设施建设技术专刊征稿启事..... 封三