

## 2022 东南大学电气工程学院第三届国际暑期学校项目总结报告

## Final Report of SEU EE International Summer School Program

## 项目主题

## Theme

可再生能源驱动的新型电力系统

Renewable Powered New Energy Systems

## 一、 项目介绍

本项目是由东南大学电气工程学院组织, 面向全球大学生提供丰富的暑期线上线下混合式课程, 结合电气工程知名专家系列课程切实推动电气专业本科/研究生教育改革与发展, 营造大学生创新氛围, 使学生能更好地了解本学科国际前沿的学术方向和研究动态, 开阔学术视野, 拓宽科研思路, 提高学术素养, 强化学生创新意识与创业精神, 全面提高电气工程专业大学生的创新能力和培养质量。

课程内容由东大电气学院教师联合国内外教授专家为学员提供指导。本项目理论授课共计 40 学时。

## 二、 项目执行情况

本次的可再生能源驱动的新型电力系统国际暑期学校于 2022 年 8 月 1 日到 8 月 31 日之间举办。该项目是东南大学 2022 年(国际)暑期学校项目之一, 由东南大学教务处和东南大学电气工程共同举办。因为疫情关系, 项目邀请海外教授专家为学员提供线上系列讲座指导。

## 1) 美国 MathWorks 公司和澳门大学特邀系列报告

## MathWorks and University of Macau Webinar @ Southeast University

Courses	Presenters	Time
Interactive Matlab Tutorial Systems	Dr. Yueyi Xu (Matlab Mathworks)	8.8 Mon. 9:45-12:00
Enhancing Cyber-physical Security and Resilience in Energy Internet of Things	Dr. Keng-Weng Lao (University of Macau)	8.15 Mon. 15:00-16:00
Modeling and Control of Power Converters in a Power Electronics Dominated Urban Distribution System	Dr. Ningyi Dai (University of Macau)	8.16 Tue. 15:00-16:00
High-Performance Low-Cost Model Predictive Control Techniques for Modular Multilevel Converters	Jiapeng Yin (University of Macau)	8.16 Tue. 16:00-17:00

美国 MathWorks 公司和澳门大学特邀系列报告,应我院张远实老师的邀请,于 2022 年 8 月 15 日和 16 日两天,美国 MathWorks 公司工程师 Yueyi Xu、澳门大学电子与计算机工程系助理教授刘景荣、澳门大学电子与计算机工程系副教授戴宁怡、澳门大学智慧城市物联网国家重点实验室博士后尹嘉鹏,采用线上形式进行了演讲报告。各位专家教授与同学们在线上问答环节进行了互动,回答了同学们的疑问,加强了同学们对电气工程学科的学习热情。

胡嘉鹏的个人会议室  
会议号: 813 058 6782  
主持人: 东大-张远实  
邀请链接: <https://meeting.tencent.com/j/8130586782>

## Enhancing Cyber-physical Security and Resilience in Energy Internet of Thing

Prof. Keng-Weng Lao, Johnny | Assistant professor  
SKL-IoTSC, ECE, FST, University of Macau | Date: 15<sup>th</sup> August 2022

澳門大學  
UNIVERSIDADE DE MACAU  
UNIVERSITY OF MACAU

科技学院  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Faculty of Science and Technology

SKL-IOTSC  
智慧城市物联网国家重点实验室(澳门大学)  
Macau Key Laboratory of Smart Grids and Energy Internet of Things

胡嘉鹏的个人会议室  
会议号: 813 058 6782  
主持人: 东大-张远实  
邀请链接: <https://meeting.tencent.com/j/8130586782>

## Just imagine...

- You suddenly need to pay or be penalized amount that does not belong to you
- You experience blackout without electricity for a long period, and there is no way you can report this failure

**Will you feel comfortable with this?**

BLACKOUT

## 2 Basic Area, 3 Key Applications

**Intelligent Sensing and Network Communication**

**Urban Big Data and Intelligent Technology**

**Smart Energy**

**Intelligent Transportation**

**Urban Public Safety and Disaster Prevention**

东南大学  
UNIVERSITY OF SOUTHEAST CHINA

刘嘉然的个人会议室

会议号: 813 058 6782

主持人: 东大-张远实

邀请链接: <https://meeting.tencent.com/j/8130586782>

## Installation status of smart meters

- Many countries have installed a large number of smart meters, and **basically completed** the construction of smart meter infrastructure.

Department for Business, Energy & Industrial Strategy

**Smart Meter Statistics in Great Britain: Quarterly Report to end December 2020**

Official Statistics

This report includes an update from all energy suppliers in the Great Britain energy market at end of 2020.

As of 31 December 2020, there were **23.6 million smart and advanced meters** in homes and small businesses in Great Britain, of which **19.1 million** were smart in smart mode or advanced meters.

Over a third of all meters are smart meters in smart mode or advanced meters, rising to 42% when excluding smart meters in traditional mode.

In 2020, energy suppliers installed a total of **3.2 million smart and advanced meters**:

Domestic	Non-domestic
3.1 million smart meters	93,600 smart/advanced meters

天下快讯

**国家电网完成沙特智能电表项目，部署安装500万只智能电表**

新华社北京12月17日电 中国电力技术装备有限公司日前宣布，沙特智能电表项目已顺利完成。这是继2019年12月19日签约后，涉及沙特智能电表项目的第一个落地项目。500万只智能电表、集中器、外置新线路、设备软件开发及硬件设备生产、供货、方案设计、运输、安装、调试、试验等。这是国家电网信通产业系统业务首次大规模进入海外市场，由国家电网公司所属中国电力技术装备有限公司实施。

**SMART ENERGY INTERNATIONAL** Modernize Your High-voltage Substat with Digital Capabilities

75% of US households have smart meters – report

75% of US households have smart meters – report

75% of US households have smart meters – report

75% of US households have smart meters – report

东南大学

16020317 樊晨

刘洪亮 澳门大学

廖红勋

16020209 曹廷斌

乔瑞

16020527 蔡开瑞

东南大学

16020317 樊晨

刘洪亮 澳门大学

廖红勋

16020209 曹廷斌

乔瑞

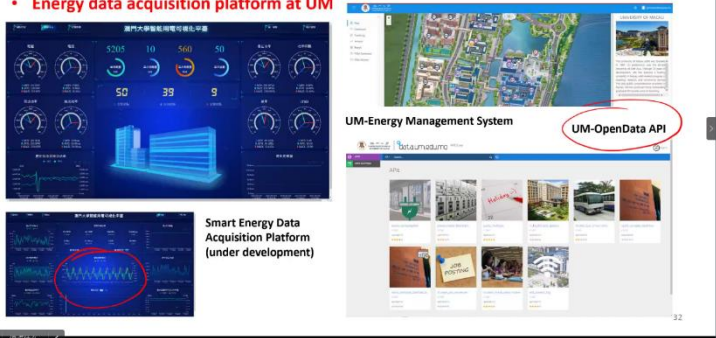
16020527 蔡开瑞

01:26:00 腾讯会议 群聊

811 058 6782  
主持人: 东大-张启实  
会议链接: https://meeting.tencent.com/join/8110586782

### Perception at University of Macau

- Energy data acquisition platform at UM



Smart Energy Data Acquisition Platform (under development)

UM-Energy Management System


UM-OpenData API

16020103 甄文斌  
16020104 陈耀彬  
16020106 李新  
16020108 陈宇宇  
16020109 周逸博  
16020112 廖国伟  
16020114 甄耀林  
16020116 廖国伟  
16020117 李豪  
16020118 陈沛一  
16020119 周国斌  
16020122 陈睿  
16020123 甄耀彬  
16020126 陈晋豪  
16020127 廖国伟  
16020128 廖国伟  
16020129 甄耀彬  
16020200 甄耀彬

录制中

### New concept proposed by State Grid

- Cyber-physical energy IoT system built by State Grid



世界一流能源互联网企业

坚强智能电网 (产业属性)

平台型 (网络属性)

共享型 (社会属性)

两网融合

泛在电力物联网

“三型两网、世界一流”战略

www.kc21.com

国家电网 STATE GRID

共享+ POWER GRID+ 能源互联网体验中心

Chengdu, Sichuan State Grid Energy Internet Experience Center

16020317 甄文斌  
16020318 甄文斌  
16020319 甄文斌  
16020320 甄文斌  
16020321 甄文斌  
16020322 甄文斌  
16020323 甄文斌  
16020324 甄文斌  
16020325 甄文斌  
16020326 甄文斌  
16020327 甄文斌  
16020328 甄文斌  
16020329 甄文斌  
16020330 甄文斌

录制中

## Further Research Idea on FDIA

Think about several questions

- How much info does attacker know?
- What are the cost of protection?
- Which parts of the energy IoT may be attacked?
- What are your goals?

83

您正在观看戴宁怡 澳门大学的屏幕

01:22:56 演讲者视图

解除静音 开启视频 共享屏幕 安全 邀请 管理成员(38) 聊天 结束录制 分组讨论 应用 设置

结束会议

# Modeling and Control of Power Converters in a Power Electronics Dominated Urban Distribution System

Prof. Ning-Yi Dai

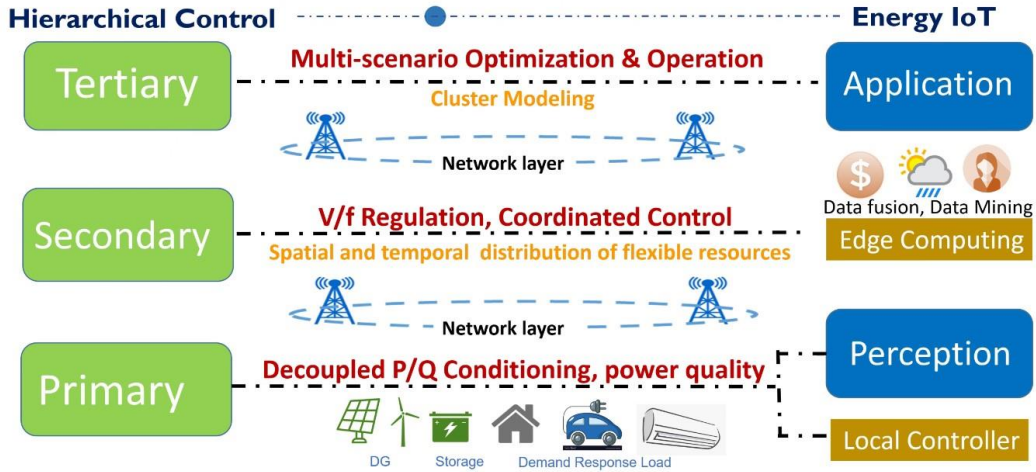
Department of Electrical and Computer Engineering  
SKI of Internet of Things for Smart City  
University of Macau

16<sup>th</sup> August, 2022

录制中



## Hierarchical Control Framework

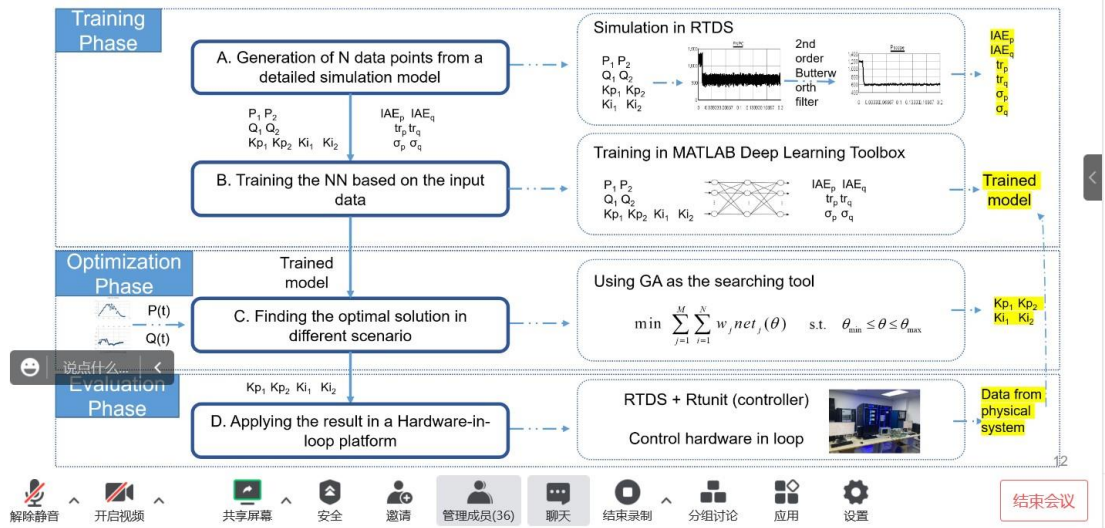


戴宁怡 澳门大学的屏幕共享

录制中



## Proposed control parameter optimization



解除静音 开启视频 共享屏幕 安全 邀请 管理成员(36) 聊天 结束录制 分组讨论 应用 设置

结束会议

## 2) 低碳能源系统设计系列（讲座）

## Curriculum Design of Low Carbon Energy Systems (Seminar)

Courses	Presenters	Time
Utilizing demand-side generalized energy storage to decarbonize future smart cities	Dr. Hongcai Zhang (University of Macau)	8.15 Mon. 14:00-15:00
Real-time Simulation of Power System with High Penetration of Renewable Energy Resources	Bowen Liang (OPAL-RT Technologies)	8.17 Wed. 15:00-16:00
AI and Data Analytics for Smart Energy Towards Low Carbon Future	Dr. Tao Chen (Southeast University)	8.18 Thu. 14:00-15:00

低碳能源系统设计系列讲座,应我院章飞老师的邀请,于2022年8月15日、17日和18日三天,澳门大学电子与计算机工程系助理教授张洪财、澳门大学智慧城市物联网国家重点实验室研究助理教授惠红勋、OPAL-RT 技术公司应用专家梁博闻、东南大学电气工程学院讲师陈涛,采用线上形式进行了演讲报告。各位专家教授与同学们在线上问答环节进行了互动,回答了同学们的疑问,加强了同学们对电气工程学科的学习热情。

**Lack of flexibility courses problems**

**UK "2019-8-9" Black Out**

**900MW** off-shore wind generation broke down

- 3.55% of total generation
- 10.2% of total wind generation

**One million** customers affected

**1.5 hours'** dark time for London

Map details:

- Northern Powergrid: 110,000 customers affected
- Electricity North West: 26,000 affected
- SP Energy: Unknown number affected
- Western Power Distribution: 500,000 customers affected (including 44,500 in Wales)
- UK Power Networks: 300,000 affected
- Scottish and Southern Energy Networks: Unknown number affected
- 17:00, 900MW Hornsea offshore wind farm fails
- 16:58, 730MW Little Barford power station fails

Zoom meeting interface shows participants: 东大-张洪财, 16020317 惠红勋, 张洪财-澳门大学, 16020301 梁博闻, 16020209 陈涛, 乔瑞, 16020527 陈涛.

### Power system needs flexibility

- Capability to change power profile from baseline following instructions

The chart illustrates the 'Prices of flexibility' components over a response time from 0 to 30 minutes. The components are stacked as follows: Supplemental Reserves (blue, bottom), Spinning Reserves (red), Non-Spinning Reserves (yellow), Load Following (green), Regulating Reserve (light green), and Frequency Regulation (grey, top). An orange dashed line labeled 'Prices of flexibility' shows a decreasing trend over time. The x-axis is labeled 'Response time' with markers at 0, 5s, 15s, 30s, 1m, 5m, 10m, and 30m. The y-axis represents price. The University of Science and Technology of China logo is in the top right corner.

\*C. S. Brooker, *Frame versus Aero: Who Wins in Simple Cycle? Mid to Large-size Combustion Turbines*, 2017.

16020317 黄晨

16020301 刘耀均

16020209 曹冠蝶

乔瑞

16020527 路承瑞

### Power system needs flexibility

- Capability to change power profile from baseline following instructions

The chart illustrates the 'Prices of flexibility' components over a response time from 0 to 30 minutes. The components are stacked as follows: Supplemental Reserves (blue, bottom), Spinning Reserves (red), Non-Spinning Reserves (yellow), Load Following (green), Regulating Reserve (light green), and Frequency Regulation (grey, top). An orange dashed line labeled 'Prices of flexibility' shows a decreasing trend over time. The x-axis is labeled 'Response time' with markers at 0, 5s, 15s, 30s, 1m, 5m, 10m, and 30m. The y-axis represents price. The University of Science and Technology of China logo is in the top right corner.

\*C. S. Brooker, *Frame versus Aero: Who Wins in Simple Cycle? Mid to Large-size Combustion Turbines*, 2017.

16020317 黄晨

16020301 刘耀均

16020209 曹冠蝶

乔瑞

16020527 路承瑞



### Power system needs flexibility

- Capability to change power profile from baseline following instructions

\*C. S. Brooker, *Frame versus Aero: Who Wins in Simple Cycle? Mid to Large-size Combustion Turbines*, 2017.

16020317 黄晨  
16020301 刘耀均  
16020209 曹冠楼  
乔瑞  
16020527 路承瑞

### Power system needs flexibility


- Capability to change power profile from baseline following instructions

\*C. S. Brooker, *Frame versus Aero: Who Wins in Simple Cycle? Mid to Large-size Combustion Turbines*, 2017.

16020317 黄晨  
16020301 刘耀均  
16020209 曹冠楼  
乔瑞  
16020527 路承瑞

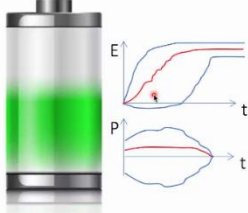
## Can a fleet of EVs behave like a grid-scale storage system?

- How to model (forecast), optimize, & control?



**Electric vehicles**  
Small capacity & large scale, hard to forecast & control

➔



**Grid-scale storage system**  
High capacity, easy to forecast & control

37

## Distributed control of large-scale IACs

- Consensus algorithm with nonlinear protocol

$$x_i(t) = \text{sat}[y_i(t)]$$

$$\dot{y}_i(t) = c \sum_{j \in N_i} a_{ij} (x_j(t) - x_i(t))$$

Information exchange

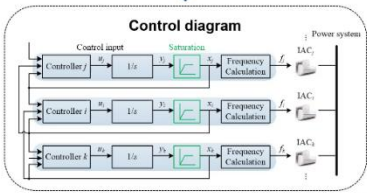
- Corresponding matrix form

$$\dot{y} = -cLx$$

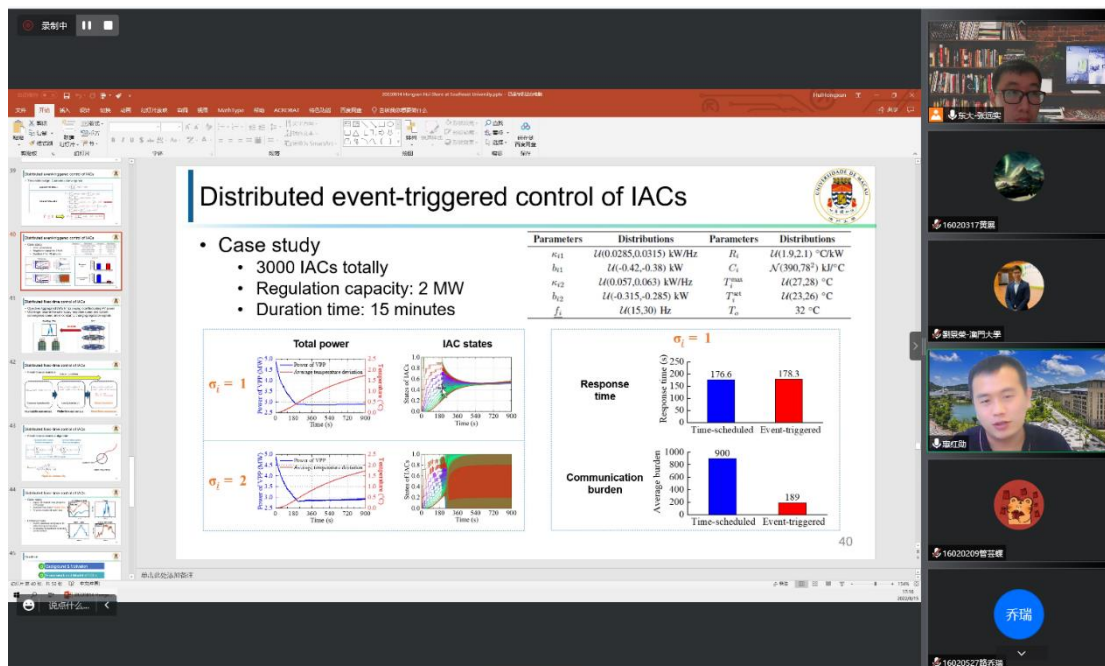
Laplacian matrix

Convergence?

**Control diagram**



30



### 3) 学术科研写作（讲座）

#### Academic Writing (Seminar)

Courses	Presenters	Time
How to Write Academic Paper in English	Dr. Yulin Chen (University of Macau)	8.26 Fri. 08:00-9:00
How to Explore Academic Information	Dr. Xiaowei Wu (University of Macau)	8.16 Tue. 14:00-15:00
How to Write Academic Paper in Chinese	Dr. Hongxun Hui (University of Macau)	8.23 Tue. 14:00-15:00

学术科研写作讲座，应我院陈涛老师的邀请，于 2022 年 8 月 16 日、23 日和 26 日三天，澳门大学智慧城市物联网国家重点实验室博士后陈郁林、澳门大学智能城市物联网国家重点实验室计算机与信息科学系助理教授吴晓伟、澳门大学智慧城市物联网国家重点实验室研究助理教授惠红勋，采用线上形式进行了演讲报告。各位专家教授与同学们在线上问答环节进行了互动，回答了同学们的疑问，加强了同学们对电气工程学科的学习热情。

录制中

## How to explore related works

Article Relations

um 澳大

Xiaowei WU的屏幕共享

Xiaowei...

陈涛 (TaoChen) +86172298668

澳门大学  
UNIVERSIDADE DE MACAU  
UNIVERSITY OF MACAU

录制中

## Learn More about A Research Area

- Basic knowledge about a research area
  - Book, Wikipedia, Documentary, YouTube, Bilibili

um 澳大

Xiaowei WU的屏幕共享

Xiaowei...

陈涛 (TaoChen) +86172298668

澳门大学  
UNIVERSIDADE DE MACAU  
UNIVERSITY OF MACAU

## Knowing Your Research Interest

Artificial intelligence	Computer security	Machine learning
Robotics	Human-computer interaction	Computer network
Natural language processing	Data mining	Computing
Computer architecture	Computer vision	Quantum computing

um 澳大

Xiaowei WU的屏幕共享

Xiaowei...

陈涛 (TaoChen) +86172298668

澳门大学  
UNIVERSIDADE DE MACAU  
UNIVERSITY OF MACAU

### 三、 学生心得体会

金笑雨：通过旁听陈涛老师以“AI and Data Analytics for Smart Energy Towards Low Carbon Future”为主题的讲座让我领略到优秀青年老师的风采和人格魅力，以及出类拔萃的电气工程老师的职业素养，精湛的教学艺术，以及深厚的教学功底，广博的专业知识。虽然陈涛老师的讲座和我的主要研究方向内容差距较大，但是其中有很多值得我去学习节点的优点，如生动的比喻，对课堂气氛的学生积极性带动，标准的发音和恰到好处的停顿，自然的切入以及陈涛老师亲切的人格魅力，这些都对我今后的职业生涯提供宝贵的经验和启发，也让我更加坚定未来以大学老师为目标的职业生涯规划。期待下次再有机会聆听陈涛老师的讲座！

张蔚然：很荣幸聆听澳门大学刘景荣老师以 Enhancing Cyber-physical Security and Resilience in Energy Internet of Things 为主题的报告，从中获益良多。首先刘景荣老师一口标准流利的英语对我的英语听力的锻炼具有很大的促进作用。其次，我从刘老师的报告中领会了物联网信息物理安全的重要意义以及其韧性在能量物联网中的重要性。刘老师的报告专业数学模型和专业技术较多，我虽然未能完全领会，但是也对我的知识面有很好的扩展作用。

傅道奕：通过本次学习澳门大学张洪财老师以 Utilizing demand-side generalized energy storage to decarbonize future smart cities 为主题的外教课程，从根本上分析了需求侧通用储能设备对未来低碳城市的作用以及新型低碳电力能源的问题，使我们能通过具体的数据以及实例形象地认识到了电力系统电力能源对于我国的重要性以及如何发展新能源。张洪财教授深入浅出的为我们解释了各种常见需求侧储能的数学模型以及评估需求侧灵活资源的方法，也为我们讲述了如何用聚合理论对这些储能资源在低碳的目标下进行调控。

甘宇晨：澳门大学戴宁怡教授为我们东大电气学院的暑校做了以 Modeling and Control of Power Converters in a Power Electronics Dominated Urban Distribution System 为主题的讲座。虽然我的专业是电气系统专业，对于电力电子领域真是一窍不通。但是戴老师作为电力电子行业的大牛，还是为我们直观的讲述了功率变换器的建模和控制方法以及其在城市输电网中的重要作用。由于其中涉及了很多电力电子非常深入的知识，我其实没有听太懂，但是也大大的扩宽了我的知识面

以及对电力电子学科的了解。

管咏仪：本次东大-澳大暑校课程的内容十分丰富精彩，对我们这些学术小白认识电力系统和电力电子学科的实际应用价值具有重大意义，也体会了电力行业在我国国情下的发展状况，并让我们对如何发展可再生能源有了浓厚的兴趣。非常感谢报告专家都做了两手准备，准备了中英两套报告，中文的讲述更有利于我们理解专业深度很足的讲座内容。其中印象最深刻的是惠红勋，由于惠教授年龄更接近我们，并且比较随和，我们对他的报告内容很感兴趣。

王尉：我全程听了惠红勋教授以 *How to Write Academic Paper in Chinese* 为主题的讲座以及学术报告。在惠教授的写作讲座中，我收获很大，掌握了写学术论文的基本流程和注意事项。在惠教授的学术报告中，通过他生动的讲解，我理解了空调模型的建模方法以及其基本的调控策略。并且惠教授讲述了他参加的实际项目，这让我对于所学知识的应用有了更深的期盼，并且让我有了强烈参与科技项目从而学以致用意愿。

## 项目总结

本次可再生能源驱动的新型电力系统国际暑期学校是我学院第三次举办的国际暑期学校，理论与实际相结合，国际企业专家与电气工程学院邀请的海外专家学者开展讲座，得到了学生的一致好评，同时在电气工程行业内形成较好的反响。但本次讲座由于疫情的原因，都是线上形式，师生互动效果受到一定影响，虽然我们已经提前通过建立微信群的形式充分准备了讲座信息的传达，但是讲座准备还是过于匆忙，在互动答疑方面安排偏少，后面我们将进一步改进提高，力争把东南大学国际暑期学校项目举办成我校的名片项目。

电气工程学院

2022 年 9 月 16 日