

电力储能国际标准研讨会

Standard on Electrical Energy Storage Workshop

主办单位：
中国能源研究会储能专委会
美国贸易发展署
美国国家标准机构
美国驻沈阳总领事馆
中美能源合作项目
眉山加州智慧城市研究院

Host:
China Energy Storage Alliance (CNESA)
U.S. Trade and Development Agency (USTDA)
American National Standards Institute (ANSI)
U.S. Consulate General Shenyang
U.S.-China Energy Cooperation Program (ECP)
Meishan-California Smart City Institute (MCSC)

2021年3月4日
March 4, 2021

Content / 目录

Part I	Agenda/会议议程	P3
Part II	Sponsor and Organizer Overviews / 主办及承办单位介绍	P9
Part III	Speaker Biographies / 演讲人介绍	P23
Part IV	Presentations / 演讲材料	P33

Agenda

会议议程



Agenda

U.S.-China Electrical Energy Storage Standards Workshop

March 4, 2021 | Beijing, China

9:00 AM – 12:30 PM

Location: Water Room, 3F, The Westin Beijing Chaoyang

Virtual Platform: Zoom

8:30am – 9:00am

Guest Registration

9:00am – 9:15am

Welcome Remarks

- *Mr. Zhenhua Yu, Vice Chairman, China Energy Storage Alliance (CNESA)*
- *Carl Kress, Regional Director, Middle East, North Africa, Europe and Eurasia/East Asia, U.S. Trade and Development Agency (USTDA)*
- *Nancy Abella, Consul General of U.S. Consulate General in Shenyang*
- *Mark Thurber, Co-Chair, U.S.-China Energy Cooperation Program (ECP)*

9:15am – 9:45am

Overview on China Electric Energy Storage Development

Presenter: Fen Yue, Deputy Secretary General of China Energy Storage Alliance (CNESA)

9:45am – 10:15am

Overview of Safety Standard and Regulation of Energy Storage System in North America

Presenter: Rebecca Le, Principal Engineer, Energy and Industrial Automation, Underwriters Laboratories

10:15am – 10:45am

Innovation Application in Energy Storage – Digitalization and Edge Computing

Presenter: Prithpal Khajuria, Global Segment Lead, Director of IoT Solutions for Energy and Utilities, Intel Corporation

10:45am – 11:00am	Smart Grid Technology for Energy Storage <i>Presenter: David Zheng, Director of Critical Power Solution Division, Asia Pacific, Eaton</i>
11:00am – 11:15am	Distributed Energy and Energy Storage Digitalization System <i>Presenter: Johnny Zhang, Sr. Business Manager, Baker Hughes China</i>
11:15am – 11:30am	Application of Energy Storage Technology to Power System in China <i>Presenter: Shichao CAI, Sr. Engineer, Director of Electric and Control Division, Northeast Electric Power Design Institute (NEPDI)</i>
11:30am – 11:45am	Sheneng's Research and Exploration on Electric Energy Storage <i>Presenter: Jiaqi Zhu, General Manager, Shanghai Sheneng New Power Storage R&D</i>
11:45am – 12:00pm	Gas Insulation Transmission Line (GIL) Application in Smart Urban Grid <i>Presenter: Simin Yang, Chief Engineer, AZZ China</i>
12:00pm – 12:30pm	Q&A
12:30pm	Adjourn <i>Moderator: Dr. Jian Liu, Professor of Center of Renewable Energy Development (CRED) Energy Research Institute (ERI) of National Development and Reform Commission (NDRC)</i> <i>Panelists:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Mr. Zhenhua Yu (CNESA) • Ms. Rebecca Le (UL) • Mr. Prithpal Khajuria (Intel) • Mr. David Zheng (Eaton) • Mr. ShiChao Cai (NEPDI) • Mr. Jiaqi Zhu (Shenergy Group) • Mr. Johnny Zhang (BH) • Mr. Simin Yang (AZZ)



中美电力储能标准研讨会 活动议程

2021年3月4日

上午9点—中午12:30点

活动地点：金茂北京威斯汀大饭店，3层，水厅

类型：现场+在线结合，中英文同传

8:30am – 9:00am	会议签到
9:00am – 9:15am	欢迎致辞 <ul style="list-style-type: none">中国能源研究会储能专委会副理事长 俞振华先生美国贸易发展署东亚区主任卡尔·克里斯先生美国驻沈阳总领事馆总领事 安丽珊女士中美能源合作项目董事会联席主席 马克·瑟伯先生
9:15am – 9:45am	中国电力储能发展概述 中国能源研究会储能专委会、中关村储能产业技术联盟副秘书长 岳芬女士
9:45am – 10:15am	北美储能系统安全标准和法规解读 美国UL公司能源与工业自动化事业部首席工程师 乐艳飞女士
10:15am – 10:45am	电力储能领域的创新应用（数字化及边缘计算） 英特尔全球能源电力工业过程物联网业务总监 Prithpal KHAJURIA 先生
10:45am-11:00am	能源互联网储能技术及最佳应用分享 伊顿电气关键能源解决方案事业部亚太区研发总监 郑大为先生

11:00am-11:15am	贝克休斯低碳解决方案 贝克休斯中国区高级商务经理 张迪 先生
11:15am-11:30am	储能系统在中国电力系统的应用 东北电力设计院咨询有限公司电控室主任/高级工程师 蔡世超 先生
11:30am-11:45am	申能在电力储能方面的研究与探索 上海申能新动力储能研发有限公司总经理 朱佳琪 先生
11:30am-11:45am	申能在电力储能方面的研究与探索 宜易（上海）贸易有限公司总工程师 杨思民 先生
12:00pm-12:30pm	<p>点评问答</p> <p>主持人：国家发改委能源所可再生能源发展中心(CRED) 刘坚 博士</p> <p>对话嘉宾(Panellists):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mr. Zhenhua Yu (CNESA) • Ms. Rebecca Le (UL) • Mr. Prithpal Khajuria (Intel) • Mr. David Zheng (Eaton) • Mr. ShiChao Cai (NEPDI) • Mr. Jiaqi Zhu (Shenergy Group) • Mr. Johnny Zhang (BH) • Mr. Simin Yang (AZZ)
12:30pm	结束

Hosts and Supporting Agencies Overview

主办单位介绍

The China Energy Storage Alliance is a grade 5A China Social Organization and China's first non-profit organization dedicated to the international energy storage industry. CNESA is committed to the healthy development of the energy storage industry through positive influence of government policy and promotion of energy storage applications.

CNESAs membership body includes 250 exceptional domestic and international organizations involved in all aspects of the energy storage industry, from technology manufacturers, new energy corporations, relevant research bodies, institutes of higher learning, and more. CNESA partners with government bodies to develop strategies for industry development, determine directions for medium- and long-term industry growth, consolidate efforts to establish a market mechanism, and many other projects that play a crucial role in advancing the energy storage industry in China and abroad.

中关村储能产业技术联盟是中国社会组织 5A 级社团，是中国第一个专注在储能领域的非营利性国际行业组织。储能联盟致力于通过影响政府政策的制定和储能应用的推广促进储能产业的健康有序发展。

储能联盟聚集了优秀的储能技术厂商、新能源产业公司、电力系统以及相关领域的科研院所和高校，覆盖储能全产业链各参与方，共有国内、国际 300 多家成员单位。储能联盟在协同政府主管部门研究制定中国储能产业发展战略、倡导产业发展模式、确定中远期产业发展重点方向、整合产业力量推动建立产业机制等工作中，发挥着举足轻重的先锋作用。



U. S. Trade and Development Agency (USTDA)

The U.S. Trade and Development Agency (USTDA) helps to promote U.S. technologies and expertise for priority development projects in emerging economies. USTDA links U.S. businesses to export opportunities by funding project planning activities, pilot projects, and reverse trade missions while creating sustainable infrastructure and economic growth in partner countries.

USTDA promotes economic growth in emerging economies by facilitating the participation of U.S. businesses in the planning and execution of priority development projects in host countries. The Agency's objectives are to help build the infrastructure for trade, match U.S. technological expertise with host country development needs, and help create lasting business partnerships between the United States and emerging economies.

USTDA's Program Activities

Project Development

Project identification and investment analysis generally involves technical assistance, feasibility studies and pilot projects that support large investments in infrastructure that contribute to host country development. Key sectors in China include the transportation, energy, and healthcare sectors.

Trade Capacity Building and Sector Development

Trade capacity building and sector development assistance supports the establishment of industry standards, rules and regulations, market liberalization and other policy reform. In China, USTDA has supported activities to support increased protection of intellectual property rights, fair and transparent government procurement practices, science-based agricultural biotechnology regulations, and standards across a wide range of industry sectors.

International Business Partnership Program

Under the Agency's International Business Partnership Program, USTDA has increased its support for programs designed to bring procurement officials to the United States to witness U.S. technology and ingenuity firsthand and develop the relationships with U.S. companies necessary to spur increased commercial cooperation with emerging economies. These investments include reverse trade missions, technology demonstrations, training and specialized sector-specific workshops and conferences.

Cooperation Programs

The Agency's success in China is due in part to the public-private cooperative programs that USTDA supports in country. These programs provide a forum wherein government agencies and private companies from both the U.S. and China can share technical, policy, and commercial knowledge relevant to a specific field. USTDA has successfully established programs based on this model in the aviation, standards and conformity assessment, energy, and healthcare sectors.

By adapting to the evolving needs of China's market and closely coordinating with Chinese decision makers, these public-private partnerships have enjoyed long-term success, providing continued trade opportunities and enhancing the development of China's key industries.



美国贸易发展署 (USTDA)

美国贸易发展署(USTDA) 致力于在新兴经济体推动经济发展和美国的商业利益。美国贸易发展署通过对项目前期，试点项目以及反向代表团赴美考察等形式的资金资助，达到在合作伙伴国家推动可持续性基础设施和经济增长的同时帮助美国企业寻找出口机会。

美国贸易发展署鼓励美国公司积极参与新兴经济体项目所在国重点发展领域里的项目规划和实施过程中的机会。目的是帮助美国有技术优势的公司配合项目所在国的发展寻求契机，并建立长期持久合作关系。

美国贸易发展署的项目活动

项目开发

美国贸易发展署支持的项目确认和投资分析通常为了支持项目所在国大型基础设施项目投资决策前以所需要的技术援助，可行性研究分析和试点项目等。在中国的项目集中在交通，能源和医疗卫生领域。

能力建设和行业发展

能力建设和行业发展是为了帮助推动建立行业标准，法规等相关政策需求的活动。在中国，美国贸易发展署支持过的项目内容涉及知识产权，公平透明政府采购，以科学为基础的农业生物技术规范，以及涉及其他更宽泛领域涉及行业标准的内容。

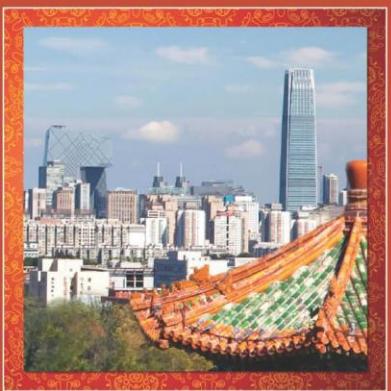
国际商业伙伴关系项目

通过国际商业伙伴关系项目，美国贸易发展署加大资金投入力度，组织更多灵活多样的赴美考察团，技术交流/研讨会和培训等，选择特定的一些行业，帮助中方人员了解美国技术，掌握第一手资料，加深对美国企业的了解并能推动潜在的商务合作。

政府企业合作平台

美国贸易发展署在中国取得成功的部分原因是与其他相关机构共同支持了政府企业合作项目的平台。在这个平台上，美国和中国的政府机构和私营企业均可以共享在特定领域的技术、政策和商业知识。美国贸易发展署已经成功地在航空、标准合格评定、能源和医疗保健等行业推动了该模式。

通过适应中国市场变化的需求，和中国决策者的密切配合，这些公私伙伴关系企业积累了一些长期合作的成功经验，提供持续的贸易机会，并推动中国支柱产业的发展。



U.S.-China Standards and Conformance Cooperation Program

Sponsored by the U.S. Trade Development Agency (USTDA) and coordinated by the American National Standards Institute (ANSI), the **U.S.-China Standards and Conformance Cooperation Program** (SCCP) provides a forum through which U.S. and Chinese industry and government representatives can:

- Cooperate on issues relating to standards, conformity assessment, and technical regulations;
- Foster the relationships necessary to facilitate U.S.-China technical exchange on standards, conformity assessment, and technical regulations; and
- Exchange up-to-date information on the latest issues and developments relating to standards, conformity assessment, and technical regulations.

Beginning in 2013, ANSI will coordinate 20 workshops over a 3-year period in China under the SCCP. The workshops will cover a wide range of sectors, as proposed by interested U.S. private-sector organizations. Workshop topics will be chosen in coordination with relevant industry associations, ANSI, and USTDA.

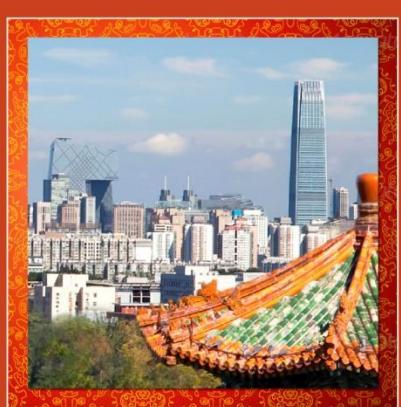
To learn more about the U.S.-China SCCP or to express interest in sponsoring or participating in a workshop, please visit our website at:

www.standardsportal.org/us-chinasccp

FOR MORE INFORMATION

Henry Yuan
Program Manager
American National Standards Institute (ANSI)
1899 L St. NW – Eleventh Floor
Washington, DC 20036

T: 202.331.3624
F: 202.293.9287
E: us-chinasccp@ansi.org



美中标准与合格评定合作项目

由美国贸易发展署 (USTDA) 提供资助、美国国家标准协会 (ANSI) 负责协调的美中标准与合格评定合作项目 (SCCP) 在以下几个方面为美国和中国相关行业和政府代表提供了一个论坛：

- 在标准、合格评定以及技术法规等领域的合作；
- 为促进美中在标准、合格评定以及技术法规等领域的技术交流建立必要的联系；
- 及时交流关于标准、合格评定以及技术法规等领域的最新议题和发展情况的相关信息

根据 SCCP 项目规定，从 2013 年开始的三年内，ANSI 将在中国协调举办 20 场研讨会。根据美国私营企业相关组织的建议，研讨会内容将覆盖不同的行业和领域。研讨会的主题将由相关行业组织、ANSI 以及 USTDA 协调选定。

了解其他信息，请联系
Henry Yuan
项目经理
美国国家标准协会(ANSI)
1899 L St. NW – Eleventh Floor
Washington, DC 20036

T: 202.331.3624
F: 202.293.9287
E: us-chinasccp@ansi.org

欲了解该项目的更多情况或有意赞助或参与该项目，请访问下列网站：

www.standardsportal.org/us-chinasccp



American National Standards Institute (ANSI)

As the voice of the U.S. standards and conformity assessment system, the American National Standards Institute (ANSI) empowers its members and constituents to strengthen the U.S. marketplace position in the global economy while helping to assure the safety and health of consumers and the protection of the environment.

The Institute oversees the creation, promulgation and use of thousands of norms and guidelines that directly impact businesses in nearly every sector: from acoustical devices to construction equipment, from dairy and livestock production to energy distribution, and many more. ANSI is also actively engaged in accrediting programs that assess conformance to standards – including globally-recognized cross-sector programs such as the ISO 9000 (quality) and ISO 14000 (environmental) management systems.

ANSI has served in its capacity as administrator and coordinator of the United States private sector voluntary standardization system for the past hundred years. Founded in 1918 by five engineering societies and three government agencies, the Institute remains a private, nonprofit membership organization supported by a diverse constituency of private and public sector organizations.

Throughout its history, ANSI has maintained as its primary goal the enhancement of global competitiveness of U.S. business and the American quality of life by promoting and facilitating voluntary consensus standards and conformity assessment systems and promoting their integrity. The Institute represents the interests of more than 270,000 companies and organizations and 30 million professionals worldwide through its office in New York City, and its headquarters in Washington, D.C.



美国国家标准化机构（ANSI）

作为美国标准和合格评定体系的发言人，美国国家标准化机构授权其会员强化美国市场在全球经济中的地位，同时协助保障消费者的安全和健康以及环境保护事宜。

机构对数以千计的标准和指导方针的制定、颁布、实施进行监督，而这些标准和指导方针几乎直接影响商业的每个领域：从声呐设备到建筑设备，从乳制品及家禽产品到能源分配等等。美国国家标准化机构也积极参与评估合格到标准的委托项目——包括诸如 ISO9000（质量）和 ISO14000（环境的）管理系统等全球认可的跨领域项目。

在过去的一个世纪中，美国国家标准化机构担任美国私营部门自愿性标准化体系的管理者及协调者。自 1918 年由五家工程师协会和三个政府部门成立以来，本机构一直是一个民间、非营利性质的会员制组织，得到来自私营和公共部门的多元化支持。

纵观历史，美国国家标准化机构的首要目标一直是强化美国商业的全球竞争力，通过推进自愿性标准及合格评定体系并对它们进行完善从而提高美国人民的生活质量。机构总部设在华盛顿特区，并在纽约设有办公地点，代表全球超过 27 万家公司及组织和三千万专家的利益。



The U.S. Commercial Service
美国驻中国使领馆商务处

The Foreign Commercial Service (FCS) is the trade promotion arm of the United States Department of Commerce's International Trade Administration. Located within the Commercial Sections of the U.S. Embassy in Beijing and U.S. Consulates in Shanghai, Guangzhou, Wuhan, and Shenyang, FCS works with U.S. companies to help them export their products, services, and goods to China. FCS also promotes inward investment in the United States. FCS works closely with U.S. and Chinese businesses, local and regional trade associations, and government agencies to promote U.S. products, services, and goods in the market through the introduction of local partners, participation at trade shows, advocacy, and commercial diplomacy.

U.S. Embassy to the People's Republic of China

Tel: (86-10) 8531-3000

Email: Beijing@trade.gov

Websites: www.trade.gov/china

美国驻华使馆商务处（商务处）隶属于美国商务部国际贸易管理局，位于美国驻北京大使馆和驻上海、广州、武汉、沈阳领事馆的商务处，是美国的对外贸易促进机构。商务处协助美国公司向中国推广其产品、服务以及出口，同时也促进企业赴美投资。商务处与美中企业、地方贸易协会、以及政府机构密切合作，通过介绍当地合作伙伴、协助企业参展、推广和商业外交，在市场上推广美国产品、服务和商品。

美国驻华使领馆商务处

Tel: (86-10) 8531-3000

Email: Beijing@trade.gov

Websites: www.trade.gov/china



US-China Energy Cooperation Program (ECP)

Founded in September of 2009 by 24 US companies, the US-China Energy Cooperation Program (ECP) is a private sector-led non-profit public-private-partnership platform that created through official dialogue. With official support of the US government agencies including Department of Commerce (DOC), Department of Energy (DOE) and US Trade and Development Agency (TDA) together with Chinese government agencies including National Energy Administration (NEA) and Ministry of Commerce (MOFCOM), ECP acts as a bridge connecting governments with the private sector to advance sustainable development and facilitate commercial cooperation on energy and environment sectors. Our 5 “pillars” and 4 “working groups” inclusive of energy, energy efficiency, environment and green finance covered 12 industries. These form the foundation for building a cleaner, healthier, more sustainable, and efficient society for our two great countries.

5 “pillars”

- Technology & Products
- Government
- Project Identification and Advocacy
- Finance
- EPC Project Support

12 “sectors”

- Oil & Gas
- Nuclear Power
- Grid & Energy Storage
- Building Energy Efficiency
- DECHP
- Environment
- Clean Coal
- Renewable Energy
- Clean Transportation
- Industrial Energy Efficiency
- Infrastructure
- Green Finance



中美能源合作项目（ECP）简介

中美能源合作项目（ECP）是于2009年9月由24家美国企业通过政府官方对话发起成立的一家由企业管理运营的非盈利的政企合作伙伴平台。ECP自成立之初，就得到了中美两国政府的正式承认和支持，特别是中国国家能源局、商务部以及美国商务部、美国能源部和美国贸易发展署五大政府部门签署了双边五部门正式支持ECP的合作谅解备忘录。ECP作为紧密联系政府和企业间合作的桥梁一直致力于促进两国在能源和环境领域的可持续发展和商业合作。ECP的5大“支柱”体系及4个工作组（能源、能效、环保、绿色金融）覆盖12个行业，这些皆为中美之间建立更清洁、更健康、更可持续且高效的社会奠定了坚实的合作基础。

5大支柱

- 技术与产品
- 政府
- 项目识别与推广
- 金融
- EPC 项目支持

12个行业

- | | |
|--------|--------|
| -油气 | -核能 |
| -电网与储能 | -建筑能效 |
| -分布式能源 | -环境 |
| -清洁煤炭 | -可再生能源 |
| -清洁交通 | -工业能效 |
| -基础设施 | -绿色金融 |



MCSC INSTITUTE
眉山加州智慧城研究所

MCSC Institute, established in 2020, grew out of extraordinary enthusiasm and support worldwide for the mission and goals of Meishan California Smart City (MCSC) in Sichuan Province. Leading the way for future smart cities with clean energy, new technologies, a fully integrated infrastructure, and data-driven iterative improvement, the concept and intention of MCSC has always been about much more than creating a single development. It is also about sharing information and knowledge globally to advance progress in all facets of smart city development. MCSC Institute was created to provide a comprehensive platform for sharing of best practices, research, and experience gained through designing, building, and inhabiting a forward-focused smart city. Both MCSC development and MCSC Institute are guided by long-standing relationships between world government and business leaders, educators, NGOs, investors, and entrepreneurs. MCSC Institute ushers in a new era that comprehends the global nature of the challenges we face and the need for global collaboration to identify effective solutions.

MCSC Institute will bring together thought leadership, subject matter experts, researchers, educators, entrepreneurs, and innovators to create a dynamic platform where ideas become actions, actions become transformations, and transformations are disseminated, to the benefit of smart development everywhere.

四川天府眉山加州智慧城项目启动后，收获了来自世界各地的殷切支持，为了更好地实现其宏大使命，眉山加州智慧城研究所应运而生，于2020年在万众瞩目之下正式成立。借助清洁能源、新技术、全面整合的基础设施以及由数据驱动的迭代改进，眉山加州智慧城一马当先地驰骋在通往未来智慧城市的发展之路。眉山加州智慧城一直以来不仅仅专注于这单一项目，更致力于智慧城市领域在全球范围内的信息与知识共享。眉山加州智慧城研究所的成立，提供了一个综合性的平台，在这里可以充分展示和分享前瞻智慧城市设计、建造以及栖居在全球的最佳实践、研究成果和经验。眉山加州智慧城的发展及其研究所都受到了来自世界各地的政府和商界领袖、教育界人士、非政府组织、投资者和企业家的关注，也从他们的长期指导下获益匪浅。眉山加州智慧城研究所业充分理解我们将面对的全球性挑战以及寻求有效解决方案的全球合作的需求，它的成立将会引领一个新的时代。

眉山加州智慧城研究所将汇聚起杰出的思想领袖、主题专家、研究人员、教育家、企业家和创新者们，打造一个充满活力的平台，在这里，理念将变成行动，行动将引发变革，变革将传播开来，让世界各地的智能发展从中得益。

Speaker Biographies

演讲人介绍



Fen YUE

Deputy Secretary General

Zhongguancun Storage Industry Technology Alliance, China Energy Storage
Alliance (CNESA)

Ms. Yue Fen graduated from the University of Edinburgh, and obtained a master's degree in sustainable energy development system, joined the China Energy Storage Alliance in 2012. Ms. Yue is the deputy secretary general and the head of the Research Department of CNESA at present, takes the responsibility of global energy storage market research work. Her team has rich experience in the field of energy storage, thermal storage, power market etc. She has cooperated with international energy agency, the United States energy foundation, APEC, the National Energy Administration, the National Development and Reform Commission energy research institute, the domestic electric power enterprises etc. with consulting and research work.

岳芬

中国能源研究会储能专委会、中关村储能产业技术联盟 副秘书长

岳芬 毕业于英国爱丁堡大学，获得可持续能源发展系统硕士学位，2012 年加入中关村储能产业技术联盟，目前担任储能联盟秘书处副秘书长兼任研究总监职务，全面负责储能联盟全球储能市场的工作，带领研究部团队对储能应用、储能技术经济性开展研究和评估工作。同时还负责储能产业白皮书的规划与编写工作，参与了来自国际能源署、美国能源基金会、APEC、国家能源局、国家发改委能源研究所、国内电力企业等委托开展的储能、储气、储热等储能领域的相关课题研究，在储能及相关能源咨询领域具有丰富的国内外合作经验。



Rebecca LE
Principal Engineer
Energy & Industry Automation, UL

Rebecca Le is a principal engineer for EV and stationary batteries, one of the Distinguished Members of Technical Staff of UL, responsible for the standard development, technical support, project review, failure analysis for the EV and stationary batteries.

Joined UL after graduating from Zhejiang University with a master degree in biochemical engineering in 2006. Has more than 14 years of experience in battery testing and certification with a deep understanding of battery safety. She has participated in many domestic and international standards development and revision activities for battery products, including UL, GB, SAE, IEC standards.

乐艳飞
美国 UL 公司 能源与工业自动化事业部 首席工程师

乐艳飞女士现任 UL 能源与工业自动化事业部 动力电池和储能电池类产品首席工程师, UL 杰出技术人员之一, 负责储能和动力类电池产品的标准修制定、项目审核、技术支持、失效分析等工作。

乐艳飞女士 2006 年毕业于浙江大学, 生物医学工程专业硕士, 并于当年加入 UL 公司, 有 14 年以上的产品安全测试和认证经验, 对电池的安全设计和评估有着深刻的理解。她参与了国内外众多电池产品标准开发和制修定活动, 包括 UL、GB、SAE、IEC 等标准。



Prithpal Khajuria

Global Segment Leader - Power Sector, Industrial Solutions Division
Internet of Things Group
Intel Corporation

Prithpal Khajuria is a Global Segment Leader in industrial Solutions Division at Intel.

Prithpal Khajuria joined the Internet of Things Group (IOTG) of Intel Corporation as Global Segment Leader to drive sustainability and grid modernization in the Utility industry. The vision of ISD is to help utilities lead the innovation and drive ecosystem to develop software defined systems for next generation infrastructure which is based on standardized hardware, scalable software platform, standardized tools, easy to manage and ready to deal with all kind of cyber and physical threats. The focus for Intel is to apply the virtualization technologies to modernize the energy infrastructure including generation, transmission and distribution of electricity.

Prithpal is working with the ecosystem of equipment manufacturers, automation and software vendors, as well as utilities and service providers to develop and deploy connected devices, edge platforms and cloud architectures for operational excellence and transformative businesses.

Prithpal has 15 years of experience in providing advanced solutions to the global energy industry. Before joining Intel in May 2015, he was consulting with electric utilities worldwide on Grid Modernization strategies and emerging technologies. Prior to his consulting activities, Prithpal led the Smart Grid Product Management teams at SK Telecom, Onramp Wireless and Silver Spring Networks.

Prithpal holds a MBA in Global Business Management and BS degree in Computer Sciences and Engineering.

Prithpal Khajuria

英特尔公司 物联网集团 工业解决方案部门（ISD） 电力行业全球细分市场总监

Prithpal Khajuria 是英特尔工业解决方案部门的细分市场总监。

Prithpal Khajuria 加入英特尔公司物联网集团(IOTG)，担任全球细分市场经理，推动电力行业的可持续发展和电网现代化。ISD 的愿景是帮助电力企业领导创新和驱动生态系统，为下一代基础设施建设开发软件定义系统，该系统基于标准化硬件、可扩展软件平台、标准化工具，同时该系统也易于管理并可随时应对各种网络和物理威胁。英特尔将重点使用虚拟化技术，促进包括发电、输电和配电在内的能源基础设施的现代化。

Prithpal 正在与设备制造商、自动化和软件供应商以及电力企业和服务提供商进行合作，开发和部署互联设备、边缘平台和云架构，以实现卓越的运营和变革性业务。

Prithpal 拥有 15 年为全球能源行业提供先进解决方案的经验。在 2015 年 5 月加入英特尔之前，他在全球范围内为电力企业提供咨询，助力其电网现代化战略和新兴技术的应用。在从事咨询业务之前，Prithpal 曾带领 SK 电讯、Onramp Wireless 和 Silver Spring Networks（银泉网络）的智能电网产品管理团队。

Prithpal 拥有全球商业管理 MBA 学位和计算机科学与工程学士学位。



David ZHENG

Director of Critical Power Solution Division
Asia pacific, Eaton

Zheng David, HKBU Master degree, focus on UPS& renew energy technology research 20 year, specify for UPS, Solid state power conversion, energy storage technology development, he have more than 25 China patent and 10 US patent. Currently, he is RND &Product line management director of Eaton critical power solution division Asia pacific, he is also the technical expert member of Shenzhen technology experts board, China CPSS and China CES Power electronic group.

郑大为

伊顿电气关键能源解决方案事业部亚太区研发总监

郑大为，香港浸会大学硕士毕业，从事 UPS 和新能源产品研发 20 年，专注于 UPS 和柔性输配电，储能变换技术研发，个人有超过 25 个中国发明专利和 10 个美国发明专利，目前是伊顿电气关键能源解决方案事业部亚太区研发总监，同时是深圳市科创委专家成员和中国电源协会专家成员，中国电工学会电力电子专业委员会成员，深圳市海外高层次人才。.



Johnny ZHANG
Sales Director
Industrial Gas Turbine
Turbomachinery and Process Solutions
Baker Hughes

As NovaLT Sales Leader of China for Baker Hughes, Johnny Zhang is responsible for the strategic business development and sales origination of the company's industry-leading gas turbine units in China. The product portfolio includes NovaLT5, NovaLT12 and NovaLT16.

Prior to joining Baker Hughes, Johnny has engaged in energy business for more than 10 years. Familiar with energy market from oil and gas to gas power to renewable. Having worked at Siemens and Gamesa, Johnny has worked closely with industrial energy consumers, IPP, utilities and industry associations.

Johnny has a degree in Electrical Engineering and Automation from Beijing Jiaotong University.

张迪
工业燃气轮机销售总监
透平与过程装备事业部
贝克休斯

作为贝克休斯（Baker Hughes）的 NovaLT 中国销售主管，张迪（Johnny Zhang）负责公司行业领先的燃气轮机 NovaLT 在中国的战略，业务开发和销售工作。产品组合包括 NovaLT5, NovaLT12 和 NovaLT16。

在加入贝克休斯之前，张迪从事能源业务超过 10 年。熟悉能源市场，从石油天然气到天然气发电再到可再生能源。张迪曾在西门子和歌美飒工作，与工业能源消费者，独立发电企业，发电集团和行业协会密切合作。

张迪拥有北京交通大学的电气工程和自动化学士学位。



Shichao CAI

Director of the Electrical Division of Consulting Department
North East Electric Power Design Institute Co., Ltd (NEPDI)

Dr. CAI is the director of the electrical division of Consulting Department in NEPDI. During his 9 years of studying and working in France, he was the main researcher of ASSET, a large research project of European Union. He worked in Peugeot and in Alstom Power in France. He has been engaged in power system engineering design and engineering management in NEPDI. He has participated in the power system design of several UHV projects and large power station projects, won many scientific and technological design awards. Dr. Cai participated in the compilation of some professional technical specifications. In recent years, he has been committed to the research and engineering of Integrated Energy and Energy storage.

蔡世超

咨询公司电气室部门主任
中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司

蔡世超，现任中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司咨询公司电气室主任，博士学位，法国学习工作约 9 年，欧盟大型研究项目 ASSET 主要研究员。他曾在法国的阿尔斯通集团与标致汽车工作实习。在中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司从事电力系统工程设计和工程管理工作，曾参与多个特高压，大型机组电站的电力系统设计，多次获得科技设计奖项。蔡博士也参编多本行业内规程规范。近年来，他一直致力于研究综合能源服务和电化学储能相关研究和工程。



Jiaqi ZHU

Chief Design Engineer, China Power Engineering Consulting Group East
China Electric Power Design Institute Co., Ltd
Deputy Manager of Investment Department, Sheneng Co., Ltd
Deputy General Manager, Shanghai Waigaoqiao Third Power Generation Co.,
Ltd
General Manager, Shanghai Sheneng new power storage R & D Co., Ltd

朱佳琪

中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司 设计总工程师
申能股份有限公司 投资部 副经理
上海外高桥第三发电有限责任公司 副总经理
上海申能新动力储能研发有限公司 总经理



Simin YANG
Chief Engineer
AZZ Trading (Shanghai) Co., Ltd

Education Background

Dec 2006-Dec 2008	Master Degree / Executive Master of Business Administration Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai
Sep 1997- Mar 2000	Master Degree / Mechanical Engineering Xi'an Jiaotong University, Xi'an
Sep 1985- Jul 1989	Bachelor Degree / Mechanical Manufacturing Technology Engineering Jilin University of Technology, Changchun

Working Experience

Jan 2010 - present	China Chief Engineer & Service Director AZZ Trading (Shanghai) Co., Ltd
July 2020-Mar 2010	Senior Area Manager Areva T&D Enterprise Management (Shanghai) Co., Ltd
Oct 2000-Jul 2020	Chief Designer Shanghai Huatong Switchgear Works
Jul 1989-Oct 2000	GIS Product Manufacturing Engineer Xi'an High Voltage Electric Apparatus Works

Awards Granted

First Prize of Science and Technology Improvement (Shanxi Province)
Second Prize of Science and Technology Improvement (China Mechanic &Industry Bureau)
Expert Level1 in Areva T&D Group

杨思民

首席工程师

宜易（上海）贸易有限公司

教育背景

2006年 12月-2008年 12月	上海财经大学	高级工商管理硕士
1997年 9月-2000年 3月	西安交通大学	机械工程硕士
1985年 9月-1989年 7月	吉林工业大学	机械制造技术工程学士

工作经验

2010年 1月-至今	宜易（上海）贸易有限公司	中国首席工程师兼服务总监
2020年 7月-2010年 3月	阿海珐科技企业管理（上海）有限公司	高级区域经理
2000年 10月-2020年 7月	上海华通开关厂	总设计师
1989年 7月-2000年 10月	西安高压开关有限责任公司	GIS 产品制造工程师

授予奖项

科技进步一等奖（陕西省）

科技进步二等奖（中国机械工业局）

阿海珐输配电公司一级专家



Jian LIU

Center of Renewable Energy Development (CRED)
Energy Research Institute (ERI) of National Development and Reform
Commission (NDRC)

Liu Jian works in the Energy Research Institute of the National Development and Reform Commission, and he has specialized in research related to new energy vehicles, renewable energy and energy storage. As project director, he has undertaken and completed important research projects including *Commercial Prospects of Interaction between Electric Vehicles and Power Grid*, *Application Potential and Economy of Energy Storage in Electric Vehicles*, *Research on Coordinated Development of New Energy Power Generation and Electric Vehicles*, *Research on the Role of Electric Vehicle Development in Promoting Power System Transformation*, *The Role of Electric Vehicles and Energy Storage Power Stations in Enhancing the Flexibility of Power Systems*, *Electric Vehicles Used in Power System Demand Response in Shanghai*, *Research on Key Technologies and Applications of Energy Storage on Grid Side* and energy storage section and socio-economic impact assessment of available energy sources section of *Research on Scenarios and Paths of 2050 High Proportion Renewable Energy in China*.

He has also participated as a member in important research projects commissioned by institutions including the National Development and Reform Commission, the National Energy Administration, and Academy of Macroeconomic Research. Some of the research projects include *Preparation Report of the 13th Five-Year Plan for Renewable Energy Development*, *Research on the 13th Five-Year Plan for Energy Storage Industry Development*, *Research on Global Renewable Energy Development Prospects*, *Promoting the Revolution of Energy Production and Consumption and White Paper on the Development of Hydrogen Energy Industry in China*. He has published more than 30 papers in key journals covering areas such as new energy vehicles, charging facilities, renewable energy, hydrogen energy, etc.

刘坚

博士、副研究员

国家发改委能源研究所再生能源发展中心

刘坚就职于国家发改委能源研究所，长期从事新能源汽车、可再生能源及储能研究，作为课题负责人先后完成《电动汽车与电网互动的商业前景》、《电动汽车储能应用潜力及经济性》、《新能源发电与电动汽车协同发展研究》、《电动汽车发展对促进电力系统转型作用研究》、《电动汽车及储能电站在提升电力系统灵活性中的作用》、《电动汽车参与上海电力系统需求响应》、《电网侧储能关键技术及应用研究》以及《中国 2050 高比例可再生能源情景暨路径研究》中储能专题及可再生能源社会经济影响评价专题研究。

作为课题主要研究人员参与国家发改委、国家能源局、宏观经济研究院等机构委托《可再生能源发展“十三五”规划编制报告》、《储能产业发展“十三五”规划研究》、《全球可再生能源发展展望研究》、《推动能源生产消费革命》、《中国氢能产业发展白皮书》等课题研究项目，陆续发表 30 余篇核心期刊论文，主题涉及新能源汽车、充电设施、可再生能源、氢能等。

Presentations

演讲材料

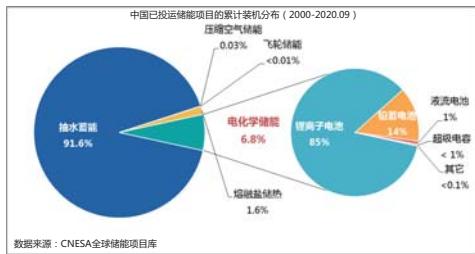


目录

1. 储能在电力系统中的应用现状
2. 储能技术特性及发展趋势
3. 储能技术成本现状及趋势
4. 储能的价值与商业模式
5. 储能相关政策体系及市场机制
6. 储能市场发展前景



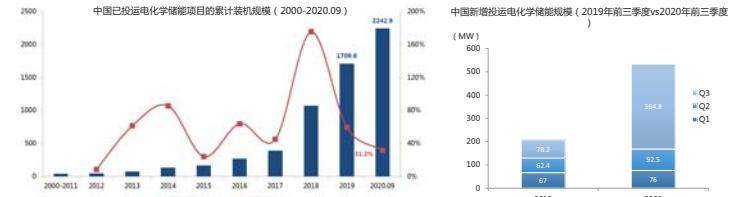
1. 储能在电力系统中的应用现状



中国储能市场总规模

根据CNESA全球储能项目的不完全统计，截至2020年9月底，中国已投运储能项目累计装机规模为33.16GW，占全球17.8%，同比增长5.1%。与全球市场一致，抽水蓄能的累计装机规模虽然最大，但其所占比重持续下降，比去年同期下降了3.4个百分点；电化学储能的占比持续增长，比去年同期增长2.7个百分点；锂离子电池的比重提升了近10个百分点。

1. 储能在电力系统中的应用现状



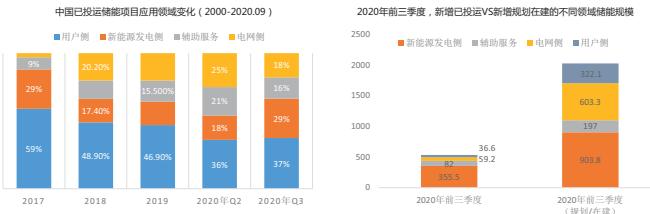
国内电化学储能累计装机规模首次突破2GW

- 截至2020年9月底，中国已投运电化学储能项目的累计装机规模为2242.9MW，装机规模首次突破2GW，同比增长75%，占全球电化学储能市场的20%。
- 2020年前三季度（1-9月），中国新增投运电化学储能项目装机规模为533.3MW，同比增长157%，占全球市场的38%。

Page 3

Page 4

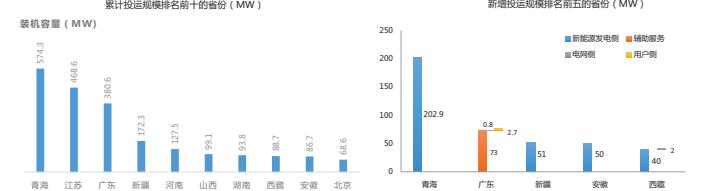
1. 储能在电力系统中的应用现状



新能源配储成2020年的发展重点

- 2020年前三季度（1-9月），中国新增投运电化学储能项目中，新能源发电侧项目的装机比重超过2/3。
- 新增投运的新能源发电侧项目，主要以光储应用为主，占85%。新能源配储能的政策初显成效，从2019年底的17%增长至三季度末的29%，达到650MW+。
- 新增规划/在建项目中，仍然是新能源发电侧的装机比重最大，接近45%，短期内该领域的装机规模将会持续呈快速增长态势。

1. 储能在电力系统中的应用现状



青海省、广东引领2020年储能市场发展

- 2020-2020年9月，从地区分布上看，2020年前三季度（1-9月），中国新增投运电化学储能项目分布在全国21个省市中，其中，青海的装机规模最大，为202.9MW，占国内新增投运总规模的38%，全部应用在新能源发电侧，海南州千万瓦级新能源基地3000MW光伏配套202.86MW/202.86MWh储能项目在今年9月正式并网运行。
- 从新增投运装机规模排在前五位的省份可以看出，除广东省的项目主要应用在调频辅助服务领域以外，其余四省的新增项目几乎全部应用在新能源发电侧，以光储项目为主，并且除了青海、新疆和西藏这类以往开展新能源发电侧储能较多的省份之外，安徽也在发力。

Page 5

Page 6

2. 储能技术特性及发展趋势



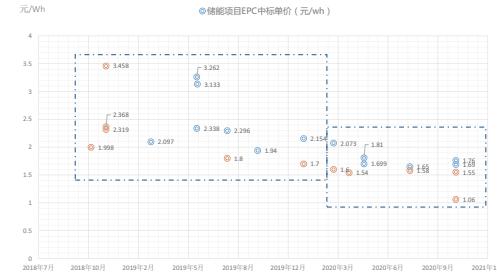
- 现状：**各类主流储能技术走出实验室，纷纷进入应用阶段，其中磷酸铁锂、液流电池、新型压缩空气储能技术的单个项目正向百MW甚至更大规模发展。
- 十四五期间：**作为各种技术路线的对打技术，LFP将主要解决安全性和资源供给性问题，对**更安全**的固态电池，以及**资源丰富**的Na锂离子电池、水系电池开发将更为重视。液流、压缩空气、飞轮等技术则**重点解决规模化应用和降本问题**。

- 2025~2030年：**储能应用场景逐渐清晰，应用领域进一步细化，各类技术路线与细分应用场景进一步匹配；一些低成本，资源丰富型储能技术将走出实验室，并得到应用；**长时储能技术和氢能**有望在高比例可在能源场景中进一步得到重用。

Page 7

3. 储能技术成本现状及趋势

中标价格



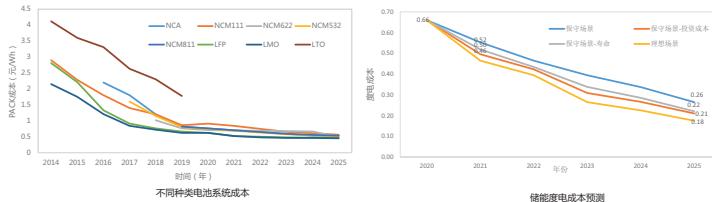
2020年，在电池设备采购成本下降的带动下，储能项目（含总承包）中标价格下降了22%以上。

Page 8

Page 7

3. 储能技术成本现状及趋势

度电成本

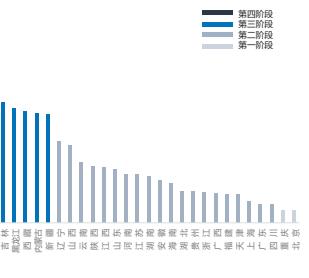
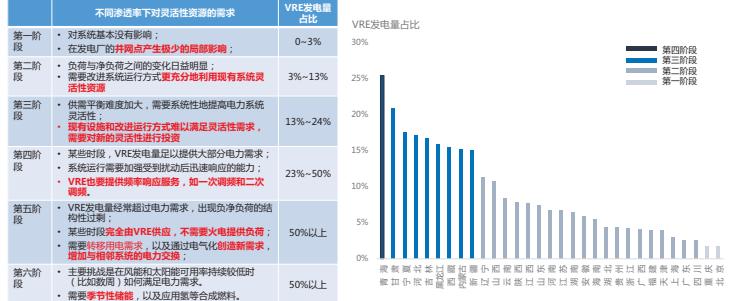


不同类电池系统成本

储能度电成本预测

4. 储能的价值与商业模式

不同新能源渗透率下的灵活性资源需求



备注：每个阶段VRE比例可能会跨越比较宽泛的范围，进入每个阶段并没有明确的点。

Page 10

图：2019年底风光可再生能源发电量占比&对应的电力系统阶级

Page 9

4. 储能的价值与商业模式——调峰

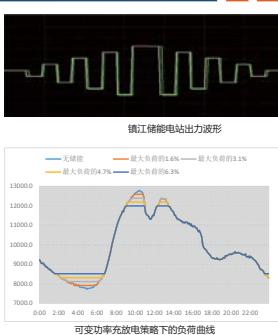
规模化储能电站可以对区域电网峰谷负荷进行调节，平抑电网负荷波动，在缓和高峰期用电紧张的同时，提高现有电力设备利用率、延缓配电投资等。

根据河南、湖南和江苏等需求迫切的典型省份测算结果来看，可按省级最大负荷的0.5%-7%进行配置。

以某城市实际负荷为例，当按**最大负荷的6.3%配置储能后，日最小负荷率提升18%，日峰谷差率降低27.5%**。

配置比例	日最大负荷	日最小负荷	日平均负荷	日负荷率	日峰谷差率	日峰谷差	日峰谷差率
无储能	12785	7718	9915	0.78	0.60	5068	0.40
最大负荷的1.6%	12585	7918	9919	0.79	0.63	4667	0.37
最大负荷的3.1%	12385	8118	9931	0.80	0.66	4267	0.34
最大负荷的4.7%	12185	8318	9946	0.82	0.68	3867	0.32
最大负荷的6.3%	11985	8518	9964	0.83	0.71	3467	0.29

不同配置比例下，系统负荷特性指标变化



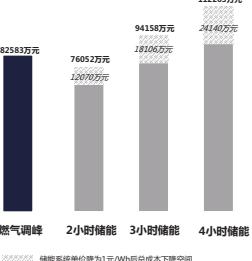
Page 11

4. 储能的价值与商业模式——调峰

替代燃气调峰机组：燃气电站造价昂贵，且天然气燃料价格高昂。储能投建时间短，成本依然有下降空间，是有潜力的燃气调峰电站替代方案。

总成本比较方案（燃气机组与储能系统输出功率均为100MW）

- 储能电站选择磷酸铁锂电池技术，分时计算2小时、3小时、4小时系统成本
- 储能电站生命周期10年，替代同样时间内的燃气电站（剩余运营年数按照66%电价率计算）
- 全生命周期周期折现与运维成本均折算到建设年现值
- 为方便比较，燃气电站与储能均为自建，不涉及财务成本



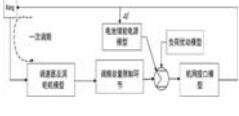
Page 12

4. 储能的价值与商业模式——调频

1、一次调频

由于电网侧储能电站具有双向有功功率的调节能力，利用其响应的快速性可自动实现对区域电网的一次调频，加强区域电网频率紧急支撑的能力。

根据镇江储能电站实测数据，储能电站从90%额定功率充电转换到90%额定功率放电的时间最大为100ms，最小为40ms，平均为70ms，**极短的响应时间满足就地一次调频的性能需求**。

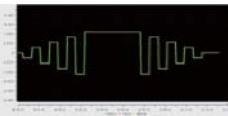


Page 13

2、二次调频

电网AGC根据区域控制偏差（ACE）计算出储能电站应分配的充放电功率值，由主站通过调度数据网下发给各个储能电站监控系统。

二次调频从现场定功率实测效果来看，**AGC跟踪曲线几乎与指令曲线重合**，调节反向、调节偏差以及调节延时等问题几乎可以忽略。AGC调节时间最快达1.62s，平均控制精度误差仅1.03%。



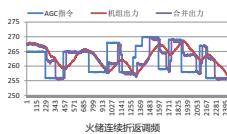
储能电站AGC定功率测试曲线

一次调频

1、火储联合调频

当前众多火电机组调节方式难以满足“两个细则”各项性能要求规定，通过联合电化学储能系统提升火电调频能力，优化发电机组的运营成本。

储能双向能量流动和快速响应的优势可以**满足电网连续折返调频或早晚高峰的连续负荷爬升和下降**，两者联合可以有效降低机组运行强度，可显著提高机组调频性能指标。

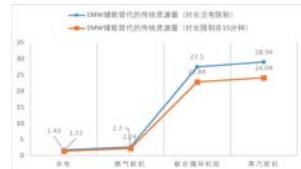


4. 储能的价值与商业模式——调频

储能替代传统电源爬坡方面的价值分析

传统资源 平均爬坡速率 1MW快速调节资源（储能）能够替代的传统资源量（时长能够替代的传统资源量（时长没有限制）长限制在15分钟）

	传统资源	平均爬坡速率	1MW快速调节资源（储能）能够替代的传统资源量（时长能够替代的传统资源量（时长没有限制）长限制在15分钟）
水电	32%	1.72	1.43
燃气轮机	20.40%	2.7	2.24
联合循环机组	2.00%	27.5	22.84
蒸汽轮机	1.90%	28.94	24.04

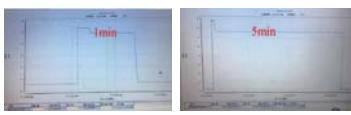


- 在爬坡速率方面，同联合循环机组、蒸汽轮机相比，具有显著优势，单位容量的作用是联合循环机组、蒸汽轮机的20倍以上。
- 更长的储能对于替代价值的提升非常有限。

Page 14

4. 储能的价值与商业模式——备用

- 电化学储能可作为**区域电网的紧急备用资源**，既可以响应大电网事故后的紧急控制，也可以**分区电网主设备故障后的及时调控**。
- 根据江苏省8座电网侧储能电站的运行数据来看：
 - 在接入源荷友好互动系统之后，当发生紧急支撑事件后，PCS接收到信号并满功率放电1分钟。
 - 储能电站平均充放电转换时间为70ms，通过将现有电网侧储能电站全部接入大规模源荷友好互动系统，可提升毫秒级精准切负荷容量多达202MW（充电耗时约1分钟），促进系统向“源网荷储”友好互动升级。
- 按照江苏的情况进行估算，若2022年建设**300万千瓦电化学储能**，在高峰时段储能可替代**43.2%~71.9%**的常规旋转备用。



储能电站源荷紧急互动测试曲线

序号	2022年
调度最大负荷	139000
旋转备用率	3%~5%
旋转备用容量	4170~6950

储能提供旋转备用的容量分析 单位：MW

Page 15

4. 储能的价值与商业模式——延缓输配投资

适用场景1

- 负荷增长率较低且配网改造成本较高地区更适合应用储能延缓改造。负荷增长率越高，线路改造成本越低，储能可能延缓配网改造的年限越短，经济性相对越差；按目前储能成本，浙江等地线路**改造成本高于200万/km、负荷年增长率低于2%**的地区适宜安装储能用于延缓配网改造。

适用场景2

- 存在季节性尖峰负荷现象和峰值负荷持续时间较短地区适宜应用储能延缓配网改造。峰值负荷持续时间越长，储能所需持续发电时间越长，经济性越不明显；目前储能成本下，地区**尖峰负荷持续时间小于2.5小时**的地区适宜安装储能用于延缓配网建设。

效益分析

- 配置储能可有效降低容载比，减少配电网冗余投资，提高系统经济性。不同的配电网，**储能加入对其容载比的影响各异，但整体上均呈现降低的趋势**，通过优化配置储能容量，可减少电网改造成本和限电损失。

Page 16

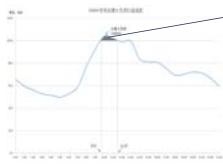
4. 储能的价值与商业模式——延缓输配投资

延缓配电投资：输电网规划更多需要考虑网架安全和供电可靠性，储能的延缓作用有限。储能的作用更多体现在配电网侧的延缓扩建增容投资

案例：储能延缓110kV变电站增建主变（主变容量设为50MVA）

- 储能电站选择磷酸铁锂电池技术

- 储能电站生命周期10年



若只为储能电站，需要容量为7.35MWh，设10%的容量裕度，需要8MWh储能

$$E = P_{excess} t_{load} \times 1.1 = 7.35 \text{MWh}$$

延缓投资价值由以下公式计算：

$$R_{def} = C_d \times \left(1 - \frac{1}{e^{Pd t}}\right)$$

该地区最大负荷为97MW，5年后的最大负荷预测值为106MW。按照常规计划，则需要扩充一台主变，不涉及新的输电线路建设。根据调研资料新增主变的总体费用大约为1500万元。

储能系统成本下降到1500元/kWh，则储能投资会低于扩容费用的延缓价值。

下面的场景适合储能延缓配网升级：

- 过负荷情况较少出现并且只发生在某天的几个小时内

- 负荷增长缓慢

- 传统的升级方法行不通，比如无线路走廊

> 储能在其他时段还可以通过参与辅助服务等手段为电网提供价值，而单纯的配电网设施无法做到。

> 移动储能可以增加方案的灵活性，在不发生过负荷时还可在电力系统其他地点发挥作用

5. 储能相关政策体系及市场机制

类别	美国	英国	欧盟	澳大利亚	日本	中国
储能发展规划	✓	✗	✗	✗	✓	✓
储能采购目标	✓	✓	✓	✓	✓	✗
储能技术研发资金支持	✓	✓	✓	✓	✓	✓
储能项目资金支持	✓	✓	✓	✓	✓	✗
储能税收优惠	✓	✓	✓	✓	✓	✗
用户侧储能激励	✓	✓	德国、意大利、瑞士、捷克	✓	✓	合肥、苏州
电价制度（含峰谷电价、调峰电价等）	✓	✓	✓	✓	✓	峰谷电价、共享储能调峰电价
新能源配储能的支持（可再生能源证书、FIT等）	✓	✓	✓	✓	✓	光储试点调峰电价、鼓励安装
明确储能属性/定义	✓	✓	✓	✓	✗	✓
准许分布式储能参与交易	✓	✓	✓	✓	✓	试点
准许储能参与更多市场	✓	✓	✓	✓	✗	辅助服务

Page 17

5. 储能相关政策体系及市场机制

辅助服务										
发展现状 参与有偿辅助服务是目前储能实现价值的重要方式之一										
有偿调峰服务										
省份区域										
实时频段 调频	启停频段 调频	可中断负荷 调频	尖峰能 调频	火电应急 停机调频	负荷调频	旋转 备用	AGC	AVC	黑启动	
东北 (2017年1月)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**	**	✓
山东 (2017年6月)	**	**	**	**	✓	**	✓	**	**	-
福建 (2017年7月)	✓	✓	✓	✓	✓	**	✓	✓	✓	-
新疆 (2017年9月)	**	**	**	**	**	**	✓	✓	✓	-
山西 (2017年10月)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
宁夏 (2018年3月)	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
广东 (2018年8月)	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-
四川 (2019年5月)	-	**	**	**	**	**	✓	**	✓	-
甘肃 (2019年9月)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
湖南 (2020年5月)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
湖北 (2020年6月)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
江苏 (2020年7月)	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-
江西 (2020年8月)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-

Page 19 注：甘肃2020年1月补充修订规则增加调频服务，东北2019年补充规程备用服务

主要发展特点

- 开放第三方主体参与储能服务市场的省份：江苏、华北。
- 首次向用户提供服务的分派机制：江苏省可调度负荷参与调峰，在用户间建立费用分摊池。
- 引入了机组调频性能的评价指标，使得优质调频资源在市场竞争中获得优势，从而激励市场主体提升调频服务质量。
- 调频加入了“两部制电价机制”：国内大部分省采取单一电价的方式，部分地区如广东、江苏、福建等采用两部制电价机制，电价机组的机会成本。
- 政策波动是目前储能参与储能服务市场最主要的原因：
 - 13年：京津冀地区首次调整
 - 18年：山西首次提出需求侧响应
 - 19年：内蒙古电价调整
 - 20年：广东省电价调整
 - 20年：20共享智能电网标准下降

5. 储能相关政策体系及市场机制

利用目录电价的峰谷价差进行套利，降低用户电费是目前用户侧储能的主要收益渠道



- 目前主要来自财政补贴，一旦补贴停止，相应的实施项目就难以继续。

- 需量电费管理

- 提高供电可靠性

Page 20

- 分区、节点电价取代目录电价，储能的收益取决于新的峰谷价差。
- 理论上，系统电能价格与阻塞价格共同构成结算电价。部分地区电网出现阻塞现象，可能使现货峰谷电价高于目录峰值电价，但最终结算的峰谷价差还是取决于具体的地区现货市场价格细则。
- 鉴于目前现货市场还处于建设期，未来现货环境下的储能收益存在较大的不确定性。
- 未来现货市场规则中应研究如何保证高价边际机组（包含储能）的合理收益。

5. 政策与市场规则

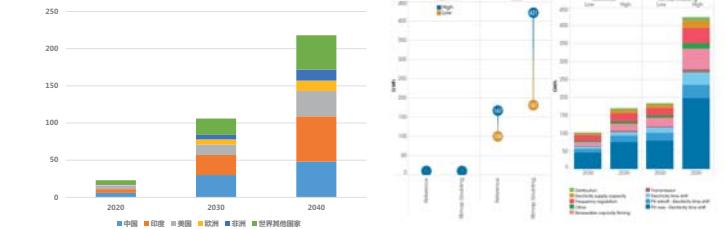
CNESA 中国能源研究会储能专委会
中关村储能产业技术联盟

中国光储配比政策

根据国际能源署IEA，在NPS场景下，到2030年，全球电网规模的储能电站容量（不含抽蓄）将达到106GW，到2040年将达到218GW。

*备注：NPS是新政策场景，即，到2040年，可再生能源将占全球新增发电量的一半以上。

全球电网规模储能系统装机容量预测(GW)



6. 储能市场发展前景

CNESA 中国能源研究会储能专委会
中关村储能产业技术联盟

储能市场规模

根据国际可再生能源署IRENA，到2030年，基准场景下，全球固定式储能电站容量达到100-167GWh，理想场景下达到181-421GWh，无论哪种场景，应用于光伏电量时移的储能容量都是占比最大的。



谢谢

Thanks for Your Time

中关村储能产业技术联盟：岳芬

邮箱：fen.yue@cnesa.org

电话：15210223009



北美储能系统安全标准和规范概览
Overview of Safety standards and Codes for ESS in North American

乐艳飞 UL 能源与工业自动化事业部 首席工程师
Rebecca.Le@ul.com
Mar. 2021

UL and the UL logo are trademarks of UL, LLC © 2021.

Empowering Trust™

个人简介



乐艳飞

首席工程师 苏州UL美华认证有限公司

现任 UL 能源与电力科技事业部 首席工程师，UL杰出技术人员，负责储能和动力电池产品的标准修制定、项目审核、技术支持、失效分析等工作。

2006年毕业于浙江大学生物医学工程专业，并于当年加入 UL 公司，有14年以上的质量安全测试和认证经验，对电池的安全设计和评估有深刻的理解。她参与了国内外众多电池产品标准的制修定，如UL2580、UL2271、UL1974、UL2272、GB 38031、GB/T 31467、GB/T 31485、GB/T 34667、GB/T 34668等标准，有丰富的标准修制定经验。

Email: Rebecca.Le@ul.com

UL缘起



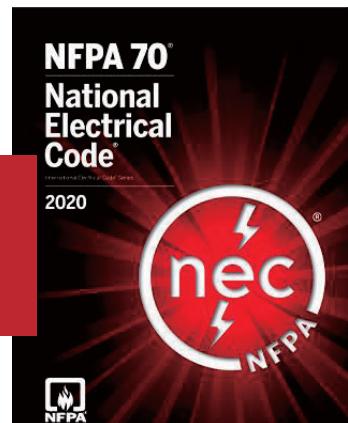
美国储能系统相关规范

- National Electrical Code (NFPA 70) – 美国电气规范
- NFPA 855 – 储能系统安装规范
- International Fire Code (IFC) / NFPA 1 – 国际防火规范

北美储能系统安全标准

- UL 9540 – 储能系统和设备安全标准
- UL 9540A – 电池储能系统热失控起火蔓延评估方法

National Electrical Code
(NFPA 70)



NEC 2020 Article 706
Energy Storage Systems 储能系统

Section 706.1 范围

This article applies to all energy storage systems (ESS) having a capacity greater than 3.6 MJ (1kWh) that may be stand-alone or interactive with other electric power production sources. .

能量大于1kWh的储能系统



ESS > 1 kWh, 独立或并网



NEC 2020 Article 706 - ESS列名要求

Section 706.5

Energy storage systems shall be listed.

ESS必须列名 – UL 9540



ESS 必须 UL9540 列名



NEC 2020 Article 706
– ESS 安装要求

706.20

(C) Spaces About ESS Components.

Working spaces for ESS shall comply with NEC 110.26 and 110.34.

满足NEC工作距离要求



NEC 2020 Article 706 – 住宅单元的ESS

(B) Dwelling Units. An ESS for one- and two-family dwelling units shall not exceed 100 volts dc between conductors or to ground .

用于单户和双户住宅单元的 ESS 电压不得超
过 100 Vdc。

Exception: 如果ESS 日常维护时不会接触带电
体，则允许ESS 最大电压到 600 Vdc。



ESS



NFPA 855 (2020 Edition)
储能系统安装规范
Published Aug. 5, 2019



NFPA 855 Introduction

Purpose: Provides the minimum requirements for mitigating the hazards associated with ESS.

提供缓解储能系统安全危险的最低要求

IFC International Fire Code - 2021 is harmonized with NFPA 855

NFPA 1, Fire Code - reference NFPA 855 for ESS criteria



NFPA 855 Scope & Equipment Listing

Scope:

NFPA 855 适用与容量超过Table 1.3的储能系统。
 ✓ 锂离子电池储能系统: >20 kWh
 ✓ 1/2户家庭住宅的电池储能系统: >1 kWh

Equipment Listings:

ESS shall be listed in accordance with UL 9540.
 储能系统必须经UL9540认证列名。



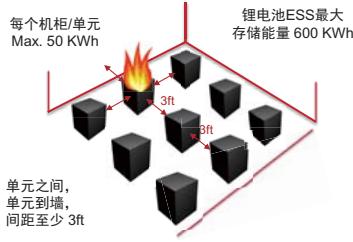
Table 1.3 Threshold Quantities

ESS Technology	Aggregate Capacity ^a	
	kWh	MJ
Battery ESS		
Lead-acid, all types	70	252
Nickel including Ni-Cad, Ni-MH, and Ni-Zn ^b	70	252
Lithium-ion, all types	20	72
Sodium nickel chloride	20	72
Flow batteries ^c	20	72
Other battery technologies	10	36
Batteries in one- and two-family dwellings and townhouse units	1	3.6
Capacitor ESS		
Electrochemical double layer capacitors ^d	3	10.8
Other ESS		
Other ESS	70	252
<small>^aFor ESS units rated in amp-hrs, kWh equals maximum rated voltage multiplied by ampere rating divided by 1000.</small>		
<small>^bNickel battery technologies include nickel cadmium (Ni-Cad), nickel metal hydride (Ni-MH), and nickel zinc (Ni-Zn).</small>		
<small>^cIncludes vanadium, zinc-bromine, polysulfide-bromide, and other flowing electrolyte-type technologies.</small>		
<small>^dCapacitors used for power factor correction, filtering, and reactive power flow are exempt.</small>		

Installation Limitations: Size & Separation, MSE

Table 4.8 Maximum Stored Energy

ESS Type	Maximum Stored Energy ^a (kWh)
Lead-acid batteries, all types	Unlimited
Nickel batteries ^b	Unlimited
Lithium-ion batteries, all types	600
Sodium nickel chloride batteries	600
Flow batteries ^c	600
Other battery technologies	200
Storage capacitors	20



Note: 增加ESS最大能量, 增加单个机柜能量, 或减小间距, 需经UL9540A测试评估。

Installation Limitations: Fire Separation, Clearance to exposure

- Fire Separation:** 室内安装ESS的房间应与其他区域有2小时防火隔离
- Clearance to windows and doors:** 墙体安装ESS与窗、门至少相隔5 ft
- Clearance to exposures:** 室外ESS 应与建筑物、公共道路等暴露物至少相隔10ft
- Means of egress separation:** 室外ESS 应与任何出口间距不低于10ft



Note: 经UL9540A测试评估, ESS到门窗、建筑物、暴露物、出口的间距可减小。



Installation Limitations: Smoke & Fire detection, Fire Control & Suppression

- Smoke & Fire detection:** ESS区域需安装烟雾探测器或者辐射能感应探测器
- Sprinkler System**
 - 喷淋系统安装符合NFPA13
 - 喷淋系统最小密度为 0.3 gpm/ft² (12.2 mm/min),
 - 经UL9540A测试验证有效的喷淋系统密度
- Automatic Fire Control & Suppression:**
 - 经UL9540A测试验证有效的自动灭火系统
 - 满足标准NFPA 12, NFPA 15, NFPA 750, NFPA 2001 或者NFPA 2010



Note: 允许UL9540A测试评估的喷淋头密度和自动灭火系统



Installation Limitations: Explosion Control

Explosion Control Required for ESS installed **within a room, building, or walk-in unit**:

- (1) Explosion prevention systems in accordance with NFPA 69
- (2) Deflagration venting in accordance with NFPA 68

防爆控制系统: 室内、建筑内或者步入式单位内ESS需安装, 满足NFPA69或者NFPA68;

经UL9540A测试验证室内无可燃气体积聚到25%LFL, 并被AHJ批准, 则可不要求



Installation Applications

Indoor Installation 室内 – Table 4.4.2
 Dedicated-Use Buildings 专用建筑
 Non-Dedicated-Use Buildings 非专用

Outdoor Installation 室外 – Table 4.4.3
 Remote Locations 偏远地区
 Locations Exposures 非偏远地区

Special Installation 特殊安装
 Rooftop 屋顶 – Table 4.4.4
 Open Parking Garage 开放式车库 – Table 4.4.4
 Mobile ESS 可移动储能 -Table 4.5.7

Residential 住宅用 – Chapter 15



Chapter 15 Residential ESS 住宅安装储能系统

(One-and Two-Family Dwellings and Townhouse Units)

ESS能量等级:

- (1) 单个 ESS 最大存储能量为 20kWh.
- (2) ESS 累计总能量不得超过:
 - a) 公用设施间、储物室或公用设施空间内: 40 kWh
 - b) 在附加或分离的车库和独立结构内: 80 kWh
 - c) 外墙或者户外安装: 80 kWh

ESS 防护:

ESS之间的间距至少3ft, 经UL 9540A测试验证并经 AHJ 批准后可缩减
ESS 到门窗的距离至少3ft

住宅用储能系统必须经UL 9540认证



UL 9540 储能系统和设备安全标准

2nd Edition, 2020-02-27



ANSI/CAN/UL
9540:2020

STANDARD FOR SAFETY

Energy Storage Systems and
Equipment



ANSI/CAN/UL 9540: 2020

Energy Storage Systems & Equipment 储能系统和设备

安全标准

美国/加拿大双国国家标准

- 可独立为本地负载提供能量;
- 与能源网络或电网协同工作;
- 离网或并网等多种模式工作;
- 涵盖电化学、化学、机械、热能等;

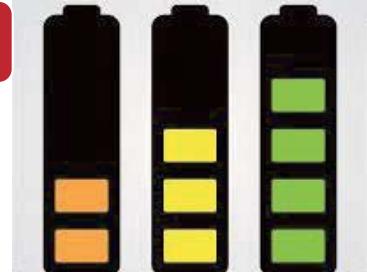


UL9540 范围和应用

单个电化学ESS的最大能量容量

不得超过以下值:

- a) 室外挂墙: 不能超过20 kWh;
 - b) 住宅用: 不能超过20 kWh;
 - c) 非住宅用: 不能超过50 kWh,
- 除非:
- 经UL 9540A 测试验证满足安装要求
 - 偏远地区安装



UL 9540 产品结构要求

结构考量项

- 材料—塑料/金属
- 外壳和危险部件防护
- **步入式系统通用电气安全**
- 线缆和电气连接
- 电气设备安全
- 电气间距和电路分离
- 绝缘等级和保护接地
- **安全分析和控制系统**

结构考量项

- 通讯系统和远程控制
- 冷却和热管理系统
- 管道系统, 压力阀, 燃料供应和控制
- 运动部件防护
- 危险液体防护
- 可燃浓度
- **火警探测和抑制系统**
- **电力转换设备PCS**
- **储能系统技术**



UL 9540 测试

Mechanical Tests 机械测试

- Containment of Moving Parts 运动部件防护
 - Over Speed 过速
 - Faulted Securement 固定失效
 - Blocked Shaft 堵转
 - Mechanical Failure 机械故障
- Leakage Tests 泄露
- Strength Tests 强度
 - Hydrostatic strength 液压
 - Pneumatic strength 气压
- Wall Mount Fixture/Test墙面安装测试



Electrical Tests 电气测试

- Normal Operations 温升
- Dielectric Voltage Withstand 耐压
- Impulse Test 脉冲/浪涌
- Grounding & Bonding Test 接地
- Insulation Resistance Test 绝缘阻抗
- Electromagnetic Immunity Tests 电磁干扰

Environmental Tests 环境测试

- Moisture exposure 潮态
- Marine environments 盐雾
- Seismic environments 地震

UL 9540 标签和说明书要求

Markings and Signage:



Instructions:

- Installation Instructions 安装说明
 - 如超过法规允许限制: UL9540A 报告标识、日期、测试地点
- Commissioning Instructions 调试说明
- Maintenance Instructions 维修说明
- Operating Instructions 操作说明



ANSI/CAN/UL
9540A:2019

JOINT CANADA-UNITED STATES
NATIONAL STANDARD

STANDARD FOR SAFETY

Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems

UL 9540 A
电池储能系统热失控起火蔓延评估方法
4th Edition, 2019-11-12



Standard Council of Canada
Conseil canadien des normes

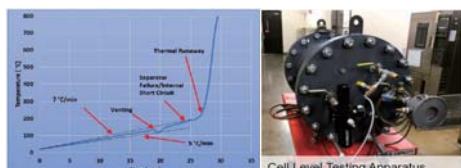
UL 9540A 解决关键的消防安全顾虑



UL 9540A 测试 – 热失控蔓延火灾风险评估测试



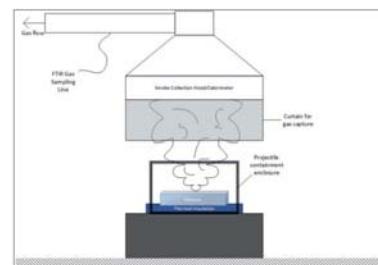
电芯层级测试



重要数据

- 热失控方法和参数
- 电芯泄气温度
- 电芯热失控触发温度
- 电芯释放气体测量:
 - 成分
 - 总量
 - LFL
 - 燃烧速度
 - 最大压力 P_{max}

模块层级测试

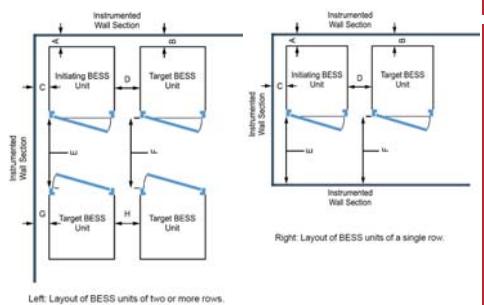


测试要求触发热失控蔓延，可选择热失控多颗电芯

重要数据

- 模块内热失控扩散情况
- 热释放速率
- 烟雾释放率
- 燃烧危险
- 电池泄气测量
 - 气体成分和总量
 - H_2 , THC , CO/CO_2 等
- 起火和爆燃情况

机柜层级测试



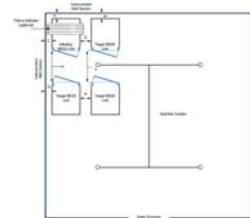
重要数据

- 初始BEES中模块之间的热失控蔓延情况
- 热释放率
- 烟雾释放率
- 气体成分和体积
- 墙体温度和热流
- 目标BEES温度和热流
- 起火/爆燃风险
- 复燃危险

安装层级测试

方法:

1. 建筑天花板上的自动喷淋系统;或
2. 指定的防火方案 (由制造商的设计提供)



Summary 小结

- ESS需满足NFPA 855, IFC, NFPA 1, NEC等规范要求
- 所有上述规范都要求ESS必须经UL 9540认证列名
- 所有上述规范都要求超过规范安装限制的ESS有UL 9540A测试报告
- UL 9540是ESS产品安全评估标准
- UL 9540A 是评估ESS热失控蔓延的起火危害的测试方法



QUESTIONS?

Empowering Trust™



UL and the UL logo are trademarks of UL LLC © 2021.

Legal Disclaimers

- INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS PROVIDED IN CONNECTION WITH INTEL PRODUCTS. NO LICENSE, EXPRESS OR IMPLIED, BY ESTOPPEL OR OTHERWISE, TO ANY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS CONTAINED HEREIN IS GRANTED EXCEPT AS PROVIDED IN A SEPARATE LICENSE. INTEL RESERVES ALL RIGHTS NOT EXPRESSLY GRANTED. INTEL MAKES NO WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING THE SALE AND/OR USE OF INTEL PRODUCTS INCLUDING LIABILITY OR WARRANTIES RELATING TO FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, MERCHANTABILITY, OR INFRINGEMENT OF ANY PATENT, COPYRIGHT OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT.
- INTEL'S PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS". INTEL AND ITS SUPPLIERS DISCLAIM ALL WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. SHOULD YOU PURCHASE OR USE INTEL'S PRODUCTS, YOU DO SO AT YOUR OWN RISK. INTEL SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OF INTEL'S PRODUCTS, WHETHER DIRECTLY OR INDIRECTLY, WHETHER IN CONTRACT, TORT, NEGLIGENCE, STRICT LIABILITY, OR OTHERWISE, WHETHER OR NOT INTEL'S PRODUCTS WAS NEGLIGENT IN THE DESIGN, MANUFACTURE, OR WARNING OF THE INTEL PRODUCT OR ANY OF ITS PARTS.
- The products described in this document may contain design defects or errors known as errata which may cause the product to deviate from published specifications. Current characterized errata are available on request.
- Copies of documents which have an order number and are referenced in this document, or other Intel literature, may be obtained by calling 1-800-548-4725, or go to:
- Copyright © 2013 Intel Corporation. All rights reserved
- Intel, Celeron, Pentium, Core, Iris, and the Intel logo are trademarks of Intel Corporation in the U.S. and/or other countries.
- Performance tests, such as STMark and MobileMark, are measured using specific computer systems, components, software, operations and functions. Any change to any of those factors may cause the results to vary. You should consult other information and For more complete information about performance and benchmark results, visit <http://www.intel.com/benchmarks>
- This document contains information on products in the design phase of development.
- Intel® AMT is a trademark of Intel Corporation or its subsidiaries.
- Intel® Active Management Technology (Intel® AMT) - Requires activation and a system with a corporate network connection, an Intel® AMT-enabled chipset, network hardware and software. For notebooks, Intel AMT may be unavailable or limited over a host OS-based VPN, when connecting wirelessly, on battery power, sleeping, hibernating or powered off. Results dependent upon hardware, setup and configuration. For more information, visit <http://www.intel.com/content/www/us/en/iot/contractor-and-technologies/intel-active-management-technology.html>

intel 1

Legal Disclaimers (continued)

- Built-in Security Claims** - No computer system can provide absolute security under all conditions. Built-in security features available on select Intel® processors may require additional software, hardware, and/or an internet connection. Results may vary depending upon configuration. Consult your system manufacturer for more details. For more information, see <http://www.intel.com/corporate/compliance>
- Intel® Hyper-Threading Technology** - Available on select Intel® Core™ processors. Requires an Intel® HT Technology enabled system. Consult your PC manufacturer. Performance will vary depending upon system configuration and usage. For more information, visit <http://www.intel.com/corporate/compliance>
- Intel® Identity Protection Technology** - No computer system can provide absolute security. Requires an Intel® Identity Protection Technology-enabled system, including an enabled Intel® processor and operating system. For more information, visit <http://www.intel.com/corporate/compliance>. Consult your system manufacturer and/or software vendor for more information.
- KVM - KVM Remote Control (Keyboard, Video, Mouse)** is only available on select Intel® Core™ i5 vPro™ and Intel® Core™ i7 vPro™ processors and is not supported on all Intel® processors.
- Overclocking Disclaimer** - **WARNING:** Altering clock frequency and/or voltage may: (i) reduce system stability and useful life of the system and processor; (ii) cause the processor and other system components to fail; (iii) cause reductions in system performance; (iv) cause additional heat or other damage; and (v) affect system data integrity. Intel has not tested, and does not warranty, the use of third party overclocking tools.
- Overclocking Processor Warning** - Altering clock frequency and/or voltage may: (i) reduce system stability and useful life of the system and processor; (ii) cause the processor and other system components to fail; (iii) cause reductions in system performance; (iv) cause additional heat or other damage; and (v) affect system data integrity. Intel has not tested, and does not warranty, the use of third party overclocking tools.
- Intel® Smart Start Technology** - Requires a select Intel® processor, Intel® software and BIOS update, and a Solid State Drive (SSD) or hybrid drive. Depending on system configuration, your results may vary. Consult your system manufacturer for more information.
- Intel® Smart Storage Technology** - Intel® Smart Storage Technology requires a Intel® Core™ processor, enabled chipset, Intel® Rapid Storage Technology (Intel® SST) software and at least 16GB capacity and supporting SATA-6G hybrid information feature. Depending on system configuration, your results may vary. Consult your system manufacturer for more information.
- Intel® Smart Response Technology** - Intel® Smart Response Technology requires a Intel® Core™ processor, select Intel® chipset, Intel® Smart Response Technology software version 12.5 or higher, and a solid state drive (SSD).
- Intel® Turbo Boost Technology** - Requires a select Intel® Turbo Boost Technology 1.0 processor. Intel® Turbo Boost Technology 1.0 and Intel® Turbo Boost Technology 2.0 are only available on select Intel® processors. For more information, visit <http://www.intel.com/go/turbo2000>.
- Intel® Virtualization Technology** - Intel® Virtualization Technology requires a computer system with an enabled Intel® processor, BIOS, and virtual machine monitor (VMM). Functionality, performance and compatibility may vary based on system configuration. Software applications may not be compatible with all operating systems. Consult your PC manufacturer. For more information, visit <http://www.intel.com/go/vt2000>
- Intel® vPro™ Technology** - Intel® vPro™ Technology is sophisticated and requires setup and activation. Availability of features and results will depend upon the setup and configuration of your hardware, software and IT environment. To learn more visit <http://www.intel.com/technology/vpro>

Internet of Things Group

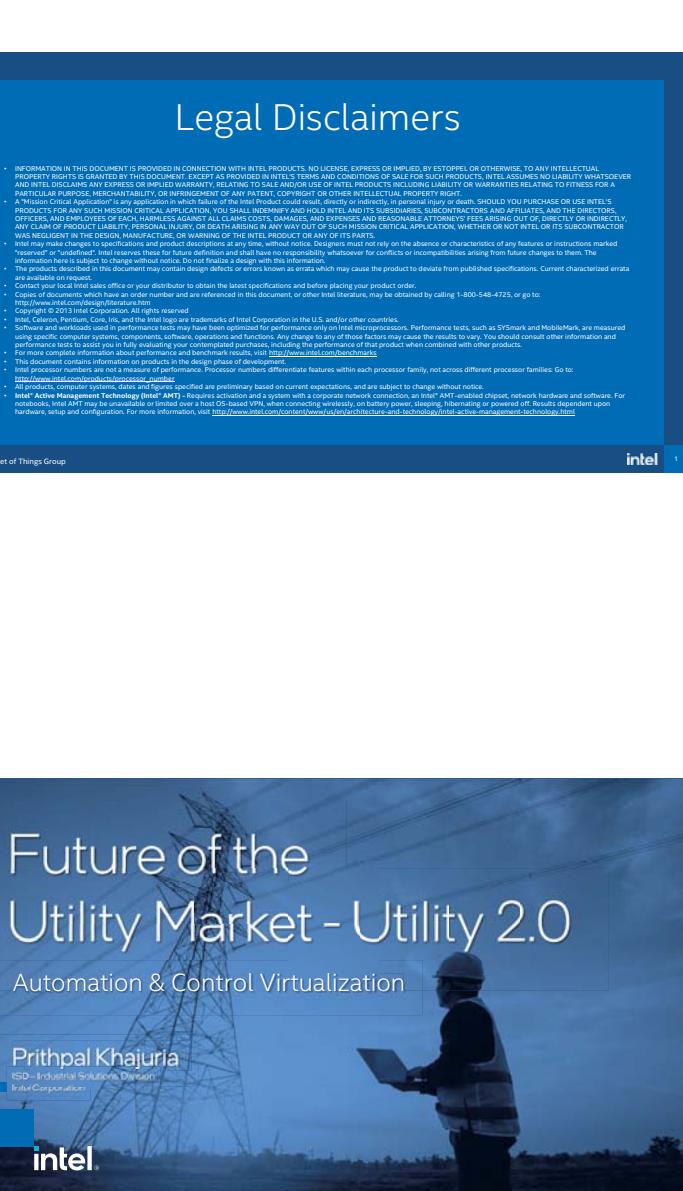
intel 2

Future of the Utility Market - Utility 2.0

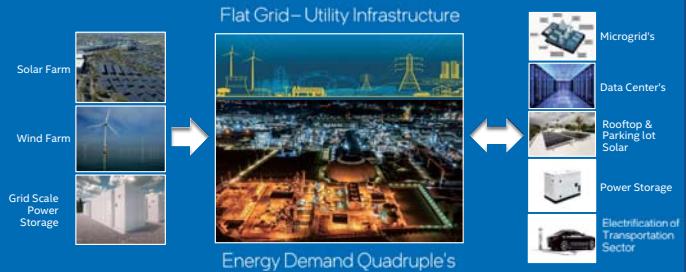
Automation & Control Virtualization

Prithpal Khajuria
ESD - Industrial Solutions Division
Intel Corporation

intel.



Sustainability and Bi-Directional Grid



Internet of Things Group

intel 3

New Problems Require Rethinking in Running Grid Operations

Modernization Required to Seamlessly Integrate

- Solar and Wind
- Power Storage
- Electric Vehicles
- Microgrid's

Integration into the GRID

Automation and Control Modernization

Cyber Security Modernization

Deployment Process Modernization

Grid Insight with Federated Analytics

intel 4

Utility Driven Innovation

Collaborate, Innovate and Accelerate

Strategy to Accelerate Intelligent Edge Adoption in Power Sector

Collaborate, Innovate and Accelerate

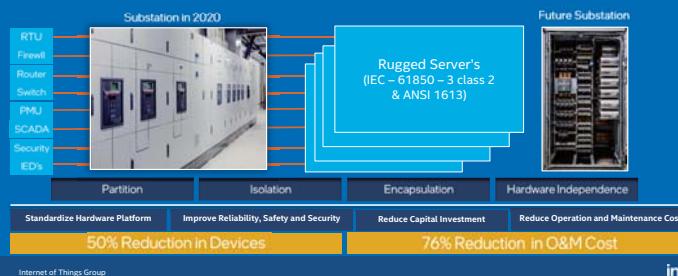
- Applying virtualization technologies
- Three step process to drive innovation
 - Device - Reducing devices, enhancing security and manageability
 - Networking - Integrating HSR/PRP and SRIOV
 - Analytics - Self learning control algorithms
- Enable ecosystem

Internet of Things Group

intel 5

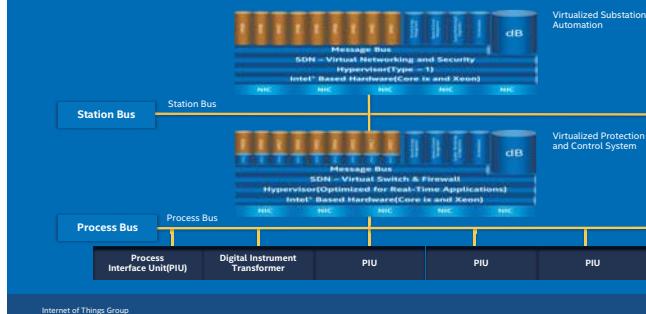
Software-Defined Automation & Control Systems for Utilities

enhance Reliability, Safety, Security, manageability and Edge Analytics



7

Virtualization of Substation A&C Systems



intel 8

Grid Modernization & Optimization

Intelligent Edge for Feeder Optimization with Sanitized Hardware

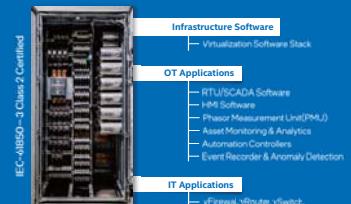


9

Automation Digitalization using the Standardized Hardware

Substation Control and Monitoring Work Loads

- Distributed ADMS@Edge
- Edge Analytics & Asset Monitoring
- Security Firewall and Anomaly Detection
- Business Intelligence and Autonomous Control
- STL and IMI
- Frequency and Voltage Regulation
- Transformer Tap Position Monitoring
- Load Curtailment and Balancing
- Capacitor Bank Controller
- Fault Detection & Event Recorder
- Transformer Protection and Monitoring
- Infra-red Cameras
- Phase Measurement Unit (PMU)
- Protocol Translation & Data Aggregation @ Edge
- Analytics using ML
- Advanced Restoration Schemes
- Fault Type Classifications
- Event Correlation



intel 10

Protection & Control Digitalization using the Standardized Hardware

Protection Control Work Loads

- Linear Protection
- Distance Protection
- Differential Protection
- Feeder Protection
- Transformer Protection
- Motor Protection
- Generation Protection
- Bus Protection
- CapBank Protection
- Analytics using ML
- Advanced Restoration Schemes
- Fault Type Classifications
- Event Correlation

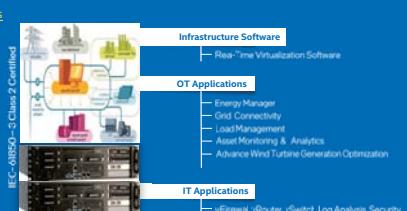


11

Microgrid Control Digitalization using the Standardized Hardware

Microgrid Control and Monitoring Work Loads

- Energy Manager
- Grid Connectivity
- Load Management
- Generation Control
 - Hydro, Diesel, Solar, Wind
 - Inverter Control
 - Switchgear Control
 - Storage Controller
- Analytics and Asset Monitoring
- Autonomous Control and Restoration
- Protocol Translation @ Edge
- Firewall, Anomaly Detection and Security
- Analytics using ML
- Advanced Restoration Schemes
- Fault Type Classifications
- Event Correlation



intel 12

The Intel logo is displayed in its signature blue and white color scheme. The word "intel" is written in a lowercase, sans-serif font, with a small blue square above the letter "i". A registered trademark symbol (®) is positioned at the bottom right of the "l".

intel®

13

Energy storage Adoption In IDC industry

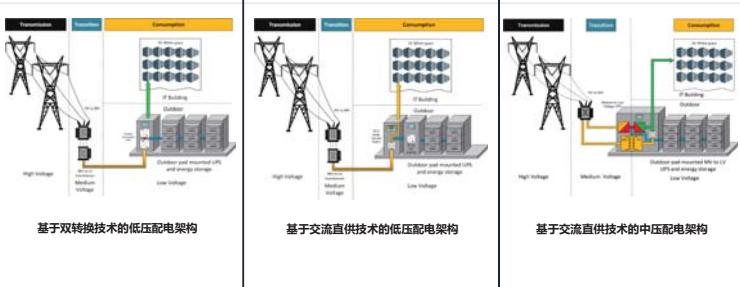
Zheng David,
R&D / PLM director, Eaton PQ CPS



中国数据中心行业稳定快速增长



系统供电架构的演变



超大型数据中心供电架构的演变



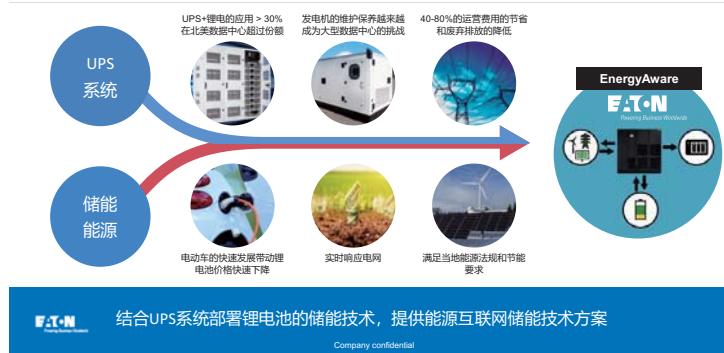
储能技术替代发电机的应用



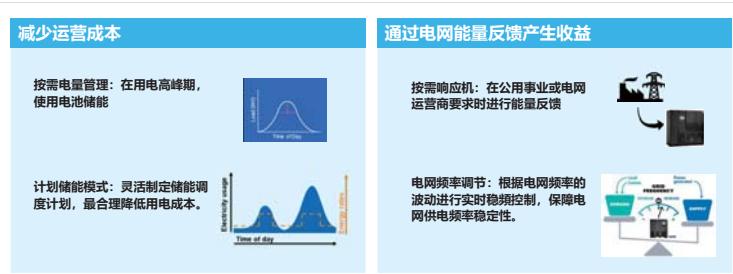
通过配电系统调度技术，将数据中心内部空间利用率提升30%以上

基于UPS的新型储能系统替代传统发电机备份供电系统

伊顿为客户提供关键负载保障和储能功能



数据中心的储能技术



Baker Hughes Low Carbon Solutions 贝克休斯低碳解决方案

For Standard on Electrical Energy Storage Workshop
电能存储研讨会标准

Baker Hughes
4th March 2021

Copyright 2020 Baker Hughes Company. All rights reserved. The information contained in this document is company confidential and proprietary property of Baker Hughes and its子公司. It is to be used only for the benefit of Baker Hughes and may not be distributed, transferred, reproduced, stored or used for any purpose without the express written consent of Baker Hughes.

We are new Baker Hughes 全新的贝克休斯

2017 07.01



BHGE 通用电气贝克休斯

由通用电气的电气业务板块和原石油行业国际先进的服务公司贝克休斯(BH)于2017年7月进行全面合并后形成通用电气贝克休斯(BHGE)公司

2019 10.08

Baker Hughes 贝克休斯

Baker Hughes 贝克休斯

2019年10月，BHGE正式全球更名为贝克休斯公司(BHC)，是目前全球唯一一家同时覆盖油气行业上、中、下游先进的油气技术服务及先进的油气设备装备的跨国集团公司，公司总部位于美国德克萨斯州。

Value 企业价值观



Grow 增长

See challenge as opportunity and learn every day. 将挑战视为机遇，并且学以致用。



Collaborate 协同

Inspire, be inclusive, and bring out the best in each other. 激励、包容、相互取长补短。



Lead 领航

Make, invent, and perform with impact. 制定、创造以及执行。



Care 爱心

Do the right thing, always, for our customers, our people, and the environment. 永远为客户、社会和环境做正确的事。

Baker Hughes

Baker Hughes in China 贝克休斯集团在中国



位于新疆的研发生产中心

- China O&G international collaboration started since 1979 贝克休斯同中国石油天然气的国际合作起源于1979年。至今已有40年历史
- China Leader Mr. Deng Xiaoping visited Baker Hughes Innovation Center at Houston on 3rd Feb, 1979, accompanied by US President Mr. Carter. 中国领导人邓小平于1979年2月3日访问贝克休斯位于美国德克萨斯州的创新中心
- A advanced drilling BIT was carried back to China by Mr. Deng as a souvenir. 邓小平将当时先进的钻井钻头作为礼物带回了中国

3 Copyright 2020 Baker Hughes Company LLC. All rights reserved.

We are an energy technology company.

我们是一家能源技术公司，扎根中国40年



Baker Hughes

Baker Hughes In China 长期参与中国油气及能源发展



长期深耕陆地及海洋油气勘探开发生产及 新能源项目

2020年4月4日，贝克休斯油田服务团队利用自主研发的深水半潜式钻井平台“深海钻探者”号成功完成国内首口页岩气井试油作业，该井完钻井深4850米，水平段长3100米，是中石油川南页岩气田首口水平井。试油作业展示了产能达6.14万立方米/日的产能，实现了从“深海钻井”到“深海试采”的重大跨越。

4 Copyright 2020 Baker Hughes Company LLC. All rights reserved.



我国海域可燃冰第二次试采成功

2020年4月4日，贝克休斯油田服务团队利用自主研发的深水半潜式钻井平台“深海钻探者”号成功完成国内首口页岩气井试油作业，该井完钻井深4850米，水平段长3100米，是中石油川南页岩气田首口水平井。试油作业展示了产能达6.14万立方米/日的产能，实现了从“深海钻井”到“深海试采”的重大跨越。



贝克休斯意大利压缩机助力西气东输

贝克休斯公司所拥有的先进的天然气处理及压缩技术及设备，多年参与中国天然气管道建设当中，一直发挥着关键作用。在意大利的子公司耐比德，具有高水平最先进的技术，几十年来积极参与在中的技术合作及对天然气管道建设的贡献。耐比德为中国的天然气管道建设提供了先进的压缩机，实现了从“深海钻井”到“深海试采”的重大跨越。



大型炼油化工一体化项目成功投运

能力2000万吨/年炼化一体化项目，是列入国家文件的重大民生工程，以960万吨炼油重质、450万吨芳烃联合装置为核心，总加氢能力超过2700万吨/年，创造了世界石油化工行业工程建设奇迹。全流程车船汽质量达到最严的国六标准，为区域高质量发展提供了极大的支撑。贝克休斯提供了含23台压缩机组、近7000个阀门、全厂状态监测系统等一体化方案及技术

Baker Hughes

Our product companies 四大业务板块



Oilfield Services 油田服务(美国,德国)

Lower cost per barrel
降低油田生命周期的产油成本



Digital Solution 数字化解决方案 (美国,英国)

Peace of mind for the world's infrastructure 让世界上的基础设施气定神闲



Oilfield EQP 油田设备(英国)

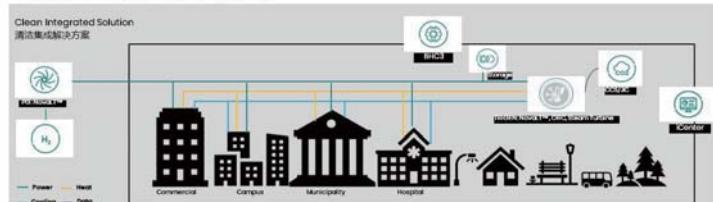
Ultra-reliable technologies for the harshest environments
最可靠的技术应付最艰巨的环境



Turbomachinery & Process Solutions 透平机械及过程装备 (意大利)

Industry-leading availability and reliability
先进工业可靠应用

Low Carbon Power Solution/Reference 低碳发电解决方案/参考

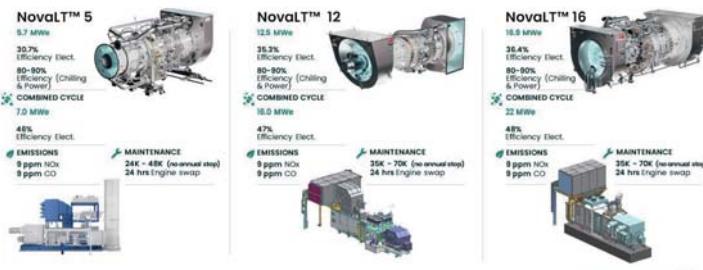


High Flexibility Clean Integrated Solution enables customers with reliable path to the zero carbon future –

- Turnkey solutions for generation of H₂ based power, heat and cooling with zero carbon produced 零排放发电和供热制冷的全套解决方案
- Customized energy storage system CAES, H₂ to achieve onsite generation and demand flexibility 采用储氢系统 (CAES, H₂) 来实现现场发电和需求
- Controlling local power generation and demand via digitization platform 通过数字化平台控制本地发电和需求
- Enterprise level AI software to accelerate digital transformation 企业级AI软件加速数字化转型
- Post combustion carbon capture to ensure no carbon emit 确保燃烧后捕获零碳排放

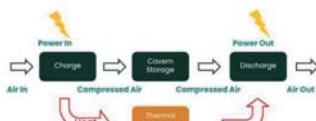
Baker Hughes

Tech Overview 技术概要



Copyright © 2020 Baker Hughes Company. All rights reserved.

A-CAES ... large scale long duration storage CAES – 大规模长时期存储方案



- Store energy as **compressed air**
- 以压缩空气形式储存能量
- Thermal storage of generated heat
- 热能储存
- No fuel required - **Zero emission** solution
- 没有燃料需求 - 零排放解决方案
- Increased capacity with minimal cost
- 以最低成本增加容量
- Industry leading solution based on proven technology ... **High TRL**
- 基于成熟技术的创新型解决方案 ... 高技术成熟度
- Long plant life - All mechanical equipment
- 长生命周期。全部机械设备
- Long lifetime. All mechanical equipment

- Grid Management - Stabilize and improve grid quality
- 电网管理 稳定及提升电网质量
- Backup Power - Low Stand-by operating Costs
- 备用电源 低备用成本
- Energy Storage - Grid Integration
- 能源存储 - 网络集成
- Power-to-Gas - Renewable energy source
- 电力到天然气 - 可再生能源来源
- Defer Network Upgrade
- 延迟网络升级需求
- Low LCO (levelized cost of storage) technology
- 低成本储能技术
- Grid ancillary services (reactive power, inertia, voltage regulation)
- 电网辅助服务（无功、惯性、电压调节）



Baker Hughes

Collaboration 合作



CONSULTING AND ADVISORY SERVICES 咨询服务

Industry leading consultation for feasibility and economics 行业领先的可行性及经济性咨询

- OdeleyCline consulting offers expertise in new energy projects from CCUS to regulatory policy. Services include quantification of carbon intensity, verification of emissions, identification of opportunities for energy efficiency, and assessment of solutions to avoid, reduce, offset or sequester emissions.
- Is consulting work in the early front-end development of low carbon projects, with project expertise including CCUS, hydrogen, emissions reduction, energy storage, carbon neutral facilities, and negative emissions and offsetting.

POLICY AND STAKEHOLDER ENGAGEMENT 政策和利益相关者参与

- Performance-based policy drives innovation 基于绩效的政策驱动创新

Because energy will never be one size fits all, we support policies that do not pick technology winners and losers, instead supporting performance standards supported by feasible incentives. We believe this market-driven approach best supports a dynamic energy mix across different geographic settings.

Partnering to be a voice for change 合作呼吁改变

- Our stakeholder engagement is more than just policy. It also includes local community engagement, government relations, and international advocacy. We work with a network of alliances to learn from each other, such as the Hydrogen Council, Fuel Cell & Hydrogen Energy Association, the European Clean Hydrogen Alliance, Global CCS Institute, Stanford Natural Gas Initiative, and more.

Baker Hughes

Baker Hughes



储能应用在电力系统

蔡世超

东北电力设计院有限公司咨询公司 18626642608

中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司

CHINA POWER ENGINEERING CONSULTING GROUP NORTHEAST ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE

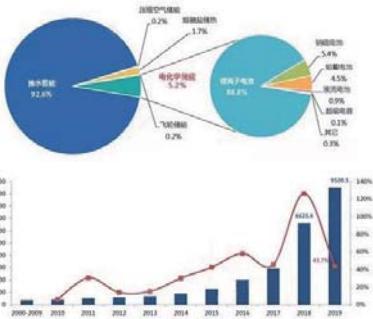
提纲

- 1 概述
- 2 主要电池类型
- 3 储能系统的应用市场
- 4 储能电池的工程应用及案例
- 5 东北院简介

概述

——全球储能发展现状分析

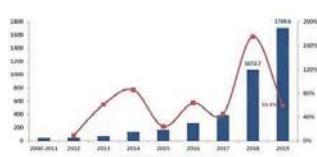
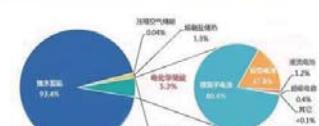
截至2019年底，全球已投运储能项目累计装机规模为184.6吉瓦，同比增长1.9%。其中抽水蓄能占比仍最大，约171.0吉瓦，占比92.6%，同比增长0.2%，但比重在持续下降，较2018年同期下降0.9%。电化学储能累计装机达到9.5205吉瓦，占比5.2%，较2018年同期增加0.9%。在各类电化学储能技术中，锂离子电池的累计装机规模最大，为8.454吉瓦。



概述

——中国储能发展现状分析

截至2019年底，中国已投运储能项目累计装机规模32.4GW，占全球市场总规模的17.6%，同比增长3.6%。其中，抽水蓄能的累计装机规模最大，为30.3GW，同比增长1.0%；电化学储能的累计装机规模位列第二，为1709.6MW，同比增长59.4%；在各类电化学储能技术中，锂离子电池的累计装机规模最大，为1378.3MW。



主要电池类型

电化学储能电站（系统）主要应用的储能蓄电池主要有铅酸电池、铅炭电池、锂离子电池（主要包括磷酸铁锂电池、钛酸锂电池、三元锂电池等）和液流电池（包括锌溴液流电池、全钒液流电池）。其中铅炭电池可看做铅酸电池的技术升级，可归为一类。综合了循环寿命和系统成本两个影响因素，就当前指标而言，归为如下：

- 1) 铅炭电池具有成本优势；
- 2) 锂电未来成本下降空间大，也将是主流技术路线；
- 3) 液流、钠流电池能量密度较低、体积较大，系统结构复杂；
- 4) 超级电容初始投资太大，虽然循环性能很好，但投资回报期很长。

主要电池类型

——主要储能方式

类别	电化学储能	机械类储能		电磁类储能		热储能	化学类储能
		抽水蓄能	压缩空气储能	飞轮储能	超级电容		
原理	能量储存在溶解于液体电解质	在电网系统高峰负荷时，将上池水流到下水池推动水轮发电机发电，在低谷负荷时，将下池的水抽回上池蓄积起来	在电网负荷低谷期将电能用于压缩空气，在电网负荷高峰期释放压缩空气推动气轮机发电的储能方式	电网将一个放在真空外壳内的转子即一个大质量的圆柱体固定在转子轴上，从而将电能以动能形式储存起来	将一个放在真空中壳内的转子即一个大质量的圆柱体固定在转子轴上，从而将电能以动能形式储存起来	能量以超导线圈中循环流动的直流电流方式储存于磁场中	热能被储存在隔热容器的储液罐中，以后用作能量的载体，与一氧化碳反应成为合成天然气
优点	技术成熟、寿命长	可靠、经济、寿命周期长、容量大、技术最成熟、运行灵活和反应快捷	效率高	可靠性高、响应时间快、响应速度快、效率高、小维护、运行温度范围广	充放电非常快、功率密度很高、极快的响应速度	储存的热量可以很大	储存的能量很大、时间可达几个月
缺点	成本高，部分存在发热问题	厂址的选择依赖地理条件，有一定的难度和局限性	选址非常有限	能量密度低、具有一定的自放电损耗	能量密度低、具有一定自放电损耗	应用场合比较受限	应用场合比较受限效率较低
作用于应用	应用非常广泛	调峰、填谷、调频、事故备用等，广泛应用于电力系统调峰电站	有调峰功能，适合用于大规模风场，目前只有美国和美国有投运的压缩空气储能站	可用于调频，适用于配电系统	适合与其他储能手段联合使用	在电网中应用很少，尚处在试验阶段	可用于发电、汽车等。氢和合成天然气为分布式光伏发电提供了充足的燃料

主要电池类型

——电化学储能与其他储能比较

电化学储能与其他类型储能比较可总结如下：

- I. 熔岩经济型好，热效率高，技术成熟度差，对保温防腐以及管道材料要求高；
- II. 压缩空气单位造价低，效率低，技术成熟度低，有待更好验证；
- III. 飞轮储能单位造价高，效率高，技术成熟度低，自放电高，存储时间短；
- IV. 超级电容初始投资巨大（系统成本12万元/kWh~20万元/kWh），循环性能良好，功率高，充放电快，工作温度较宽（-30°C~70°C），但能量密度低，投资回报周期长，经济性较差；
- V. 氢燃料电池技术还未成熟，核心技术以及高温高压材料国内均未掌握，储能产业链几乎没有，制氢成本高，氢气的储运环节还未形成体系。

主要电池类型

——主流电池性能比较

性能指标	铅酸电池	锂离子电池 (磷酸铁锂)	液流电池		钠硫电池
			全钒液流电池	锌溴液流电池	
功率上限	十兆瓦级	兆瓦级	百兆瓦级	百兆瓦级	十兆瓦级
能量密度(比容量) (Wh/kg)	30~60	130~200	15~50	75~85	100~250
循环寿命(次)	500 (铅酸电池)~3000 (铅酸电池约10000次)	4000~8000	>16000	2500~5000	2000~4500
服役寿命(年)	5	5	>15	>15	5
倍率特性	0.1~1C	0.5~2C	功率的1.5倍	功率的1.5倍	5~10C
充放电效率(%)	80~90%	90~95%	65~80%	65~80%	>90%
储能系统效率(%)	75~85%	85~90%	60~70%	60~70%	>80%
自放电(%/月)	2~5	0~1	无自放电	无自放电	—
工作温度	充电：0°C~45°C 放电：-20°C~55°C	充电：0°C~45°C 放电：-20°C~55°C	5~40°C	20~50°C	300~350°C
深度充放电能力	不能深充放电	适宜在15%~85%SOC区间内使用，深度充放电影响寿命。	可在0~100%SOC全范围内使用，深度充放电对寿命无影响。	可在0~100%SOC全范围内使用，深度充放电对寿命无影响。	适宜在15%~85%SOC(荷电状态)区间内使用，深度充放电严重影响寿命，对安全性有影响。
容量	容量衰减后不可恢复	容量衰减后不可恢复	容量可在浅再生	容量可在浅再生	容量衰减后不可恢复

主要电池类型

——主流电池性能比较

性能指标	电池种类	铅酸电池	锂离子电池 (磷酸铁锂)	液流电池		钠硫电池
				全钒液流电池	锌溴液流电池	
电池一致性	良好	较差	好	好	好	好
安全性	好	一般	较好	比较好	中	不可过充；钠、硫的泄漏，存在安全隐患
系统成本(元/kWh)	1200~1800	1500~2500	4500~6000	2000~3500	2000~3000	
度电成本(元/kWh)	0.45~0.7	0.5~0.9	0.7~1.0	0.8~1.2	0.9~1.2	
储能各个部件的成本比例 (电芯、BMS、PCS、EMS、电 力变换器其他)	70%~61%~12%~4%~8%	55%~8%~15%~5%~10%	75%~3%~5%~5%	未有数据	未有数据	
MW级占地池(平米/MW)	150~200 (一个40尺集装箱可放 250kW/1.5MWh铅酸电池)	100~150 (一个40尺集装箱可放 250kW/1.5MWh锂电池)	800~1500	800~1500	150~200	

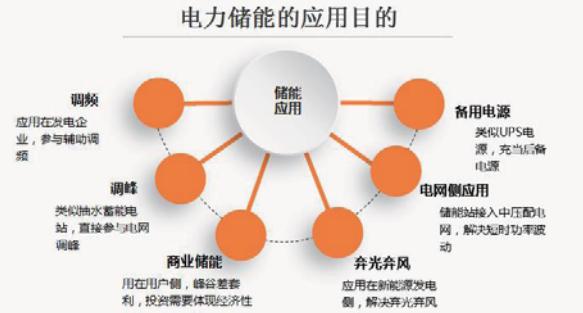
主要电池类型

——主流电池性能比较

性能指标	电池种类	铅酸电池	锂离子电池 (磷酸铁锂)	液流电池		钠硫电池
				全钒液流电池	锌溴液流电池	
优势	循环性能好、技术成熟、价格最低、可回收	能量密度高、效率高、循环性能好、环保	一致性好、可靠性高、充放电次数高、使用寿命长、规模大	使用寿命长、大功率、深度充放电、隔膜少	能量密度高、高功率放电、占地面积少	
劣势	能量密度低、不能深充放电、安全性差、循环寿命大	成本高、不能通过充过放、不能通过深充放、安全性差、循环寿命大	能量密度高、占地面积大、能量密度需要进行流程切换	电池材料耗能大、能量密度低、占地面积大、维护成本高、运营成本高、寿命受深充放电影响	运行条件苛刻、工作温度高、钠硫需要持续供热、增加了运营成本、寿命受深充放电影响、过充过放很危险	
目前主要应用领域	应急电源、系统支撑、大规模峰谷(峰谷电价差大于1.8元/kWh)	电动汽车、移动式储能、大规模削峰填谷、平抑可再生能源波动、系统调频、黑启动、储能电池	大规模储能、大规模削峰填谷、平抑可再生能源波动、系统调频、黑启动、储能电池	大规模储能、大规模削峰填谷、平抑可再生能源波动、系统调频、黑启动、储能电池	大规模储能、大规模削峰填谷、平抑可再生能源波动、系统调频、黑启动、储能电池	
关注点	一致性、寿命	一致性、安全、成本	可靠性、成熟性、成本	可靠性、成熟性、成本	安全、一致性、成本	
生产厂家	南都、双登、圣阳、普天、科华、国能、CATL、比亚迪、力神、国能、LG、牛尾、176A、	CATL、比亚迪、力神、国能、LG、牛尾、176A、	大润融科储能公司、日本住友电气工业公司、北京普能公司	—	—	

储能系统的应用市场

——储能系统应用目的



储能系统的应用市场

——储能系统应用场景及市场

储能的主要应用场景在发电侧、电网侧、输配电侧以及用户侧等，2019年的储能市场要数电网侧储能项目和储能调频项目最受关注，2020年则是光伏发电站、风电发电站等配置储能项目发展迅速。

电力系统相关应用场景：

- 变电站
- 火电厂、热电厂
- 光伏电站、风电场
- 光储充一体化充电站
- 工业园区
- 数据中心
- 通信基站
- 地铁、有轨电车

用户侧储能应用：

- 军区营地、银行、酒店、岛屿与偏远地区
- 石油井、田园生态园区等。
- 医院、商场、政务楼宇、
- 港口岸电
- 工业园区
- 数据中心
- 通信基站
- 地铁、有轨电车

储能电池的工程应用

——储能电池选型和配置

主要是根据应用场景的不同来选择选取不同特性的电池，储能电池选型配置主要考率如下几方面：

- | | |
|------------------|-------------|
| ➢ 应用场景和范围（储电、储热） | ➢ 变压器容量 |
| ➢ 应用每年可使用时间 | ➢ 电池一致性、安全性 |
| ➢ 系统负荷出力及特性 | ➢ 充放电效率 |
| ➢ 光伏、风机的装机容量 | ➢ 循环次数 |
| ➢ 系统成本、项目的经济性 | ➢ 反应速度 |
| | ➢ 维护成本 |

液流电池由于技术成本和运营较高，经济性较差，项目案例不多，该技术日本比较有优势；至于铅酸电池体系，因为寿命的局限性，在长期运行的大型储能电站里不予考虑，目前储能市场主要以锂离子电池为主，可依据充放点倍率或者存储时间来判断。

储能系统的应用市场

——储能系统发展展望

目前，除抽水蓄能外，锂离子电池储能初步具备了商业化应用水平，压缩空气储能等其它大容量储能技术尚处于技术研发或试点应用阶段。大容量储能未来发展方向是电化学储能，进一步提高能量密度、可靠性和使用寿命，降低制造成本。预计到2025年，锂离子电池、液流电池等技术性能进一步提升，应用成本将降低20%-40%以上。“十四五”是储能扩大示范、创新商业模式的“窗口期”，电池储能技术在“十四五”末期具备商业化推广条件。

考虑储能发展形势及吉林高寒地区特性进行规划：

2025年

- 电化学储能规模达到50万千瓦。

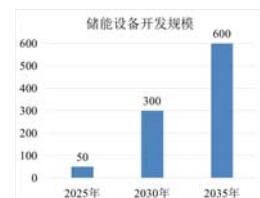
2030年

- 储能行业形成多场景、多主体、市场化灵活业态，实现规模化应用配合清洁能源发展和电网调峰能力需求，吉林省储能设施可以建设在白城市、松原市等风

2035年

- 储能将全方位融入电力系统各环节。

- 电化学储能规模达到600万千瓦。

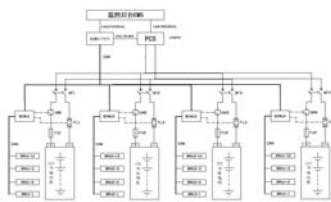


光汇集站供电区建设，电池类型推荐采用[锂离子电池](#)和[全钒液流电池](#)。

储能电池的工程应用

——电池管理系统（BMS）

电池管理系统（Battery Management System, 缩写BMS）是对电池进行管理的系统，用于监测、评估及保护电池运行状态的电子设备集合，应具备监测功能、运行报警功能、保护功能、自诊断功能、均衡管理功能、参数管理功能和本地运行状态显示功能等。BMS分为主动均衡和被动均衡，主动均衡为实时均衡，效率高，效果好，但BMS系统动作频繁，影响部件实用寿命；被动均衡简单，成本低，建议大系统采用主动均衡。



电池管理系统分两级结构，即电池管理单元（BMU）和电池管理系统（BMS）。BMU采集电池模块中各单元电池的电压和温度；BMS收集一个串联支路中的全部BMU信息，同时检测本电池串的电流，并实现各种保护措施。电池串的均衡管理也分两级结构，BMU可实现电池模块中单元电池之间的均衡，BMS在各电池模块之间进行均衡，从而实现电池串内所有单元电池之间的均衡管理。

储能电池的工程应用

——储能逆变器PCS

储能逆变器是电网与储能装置之间的接口，能够应用在不同的场合（并网系统、孤岛系统和混合系统），具有一系列的特殊功能的逆变器。目前国内电池储能系统基本是直流测400V~800V，AC400V并网，再升压10KV或35KV，比较常见的是250kW-500kW，也存在小型100kW多接入模块（DC/DC）的储能逆变器（用于T次电池，或者是电池需要多组的）。

储能逆变器的具体价格还取决于具体项目的环境、使用要求和容量等。例如多接入模块（DC/DC）、使用环境环境恶劣的储能逆变器，相对成本要高一些。

储能规模不同，架构层级可能有所不同，根据不同的项目和使用场景，核心参数会有一些变化，比如说PCS在做VF时，我需要他的带载能力，在PQ时会考虑逆变器的调节速度和精度。但基本要求是功能完善、性能稳定、无故障率低，转换效率95%以上，并离网策略比较完善。

储能电池的工程应用

——储能电站监控系统EMS

储能监控系统是联结电网调度和储能系统的桥梁，起到上传下达的作用：一方面接收电网调度指令，另一方面把电网调度指令分配至各个储能支路，同时监控整个储能系统的运行状态，分析运行数据，确保储能系统处于良好的工作状态。

储能监控系统的主要功能有：SCADA功能、诊断预警功能、全景分析功能、优化调度决策功能和有功无功控制功能。监控系统通过对电池、储能逆变器及其他配套辅助设备等进行全面监控，实时采集有关设备运行状态及工作参数并上传至上级调度层，同时结合调度指令和电池运行状态，进行功率分配，实现储能系统优化运行。

储能电池的工程应用

——储能电站温控系统

由于目前电化学储能技术基本都受温度影响较大，温度太低，电池不工作，温度太高，会影响寿命。因此有必要对储能环境进行温度控制，尤其是对锂电池的储能电站，一般锂电的话温度建议25度，一般会配置空调。

电池PACK会监控电池包温度，分几级监控（电芯的、腔体的），发现异常会通知电池停止工作。电芯本身也会做热失控的保护，比如穿刺实验，防止正负极短路，电芯本身有类似阀门的保护，作为最后的屏障，但是此时电池基本上也坏了。

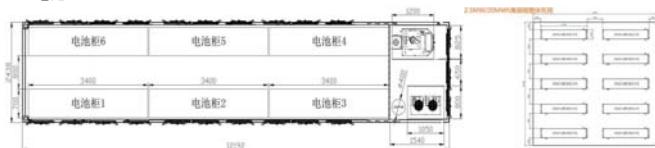
0.5C以下的电池PACK系统，散热量很小，仅通过室内空调进行温度控制。对于高倍率下的pack系统，可通过位于pack机箱上加装的风扇来实现温度控制。

液流电池的电解液本身可带走电池内部的热量，起到温度控制的功能。

储能电池的工程应用

——储能电站辅助系统

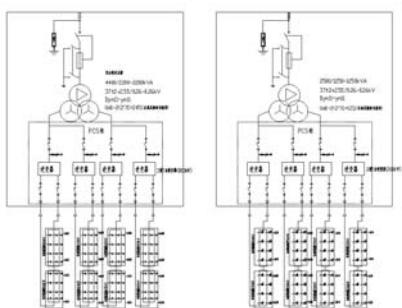
储能应用很广，我们一般都采用集装箱的形式，施工成本相对比较低，同时也集成了相应的辅助系统（温控系统，消防报警系统等）。一个40尺集装箱可放250kW/1.5MWh锂电池。



上图中集装箱采用40尺标准长12192mm定制集装箱，集装箱设备舱内放置1台250kW 储能双向变流器PCS，1台配电柜和1套七氟丙烷自动灭火系统。设备集装箱采用强制风冷，电池舱内可放置6个电池柜（含1269kWh 锂电池）。

储能电池的工程案例

——大连液流电池储能调峰电站示范项目



储能电池的工程案例

——山西同达储能调频电站

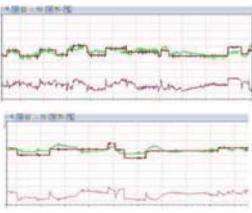
该项目由同达热电厂根据山西电网两个细则规定，针对同达热电厂机组运行特性，率先提出改良机组辅助服务响应能力的需求，力求最大限度提高机组AGC补偿服务收益。该项目全部由中安能源公司投资、建设和运维。项目采用合同能源管理模式，总投资3680万元，2017年2月完成设计，2017年3月开始动工，2017年7月调试并网投运。该项目采用20磷酸铁锂电池，规模为9MW/4.78MWh。



储能电池的工程案例

——山西同达储能调频电站

山西同达储能调频电站由中安能源公司运营，项目采用合同能源管理模式，与热电厂以7:3的比例从国网公司收取收益。其竞价和结算规则遵循《山西电力调频辅助服务市场运行细则》。储能电站正常运行时，系统不对储能电池进行充放电准备，只是在AGC调节时，随着AGC命令的调节深度进行充放电，充放电的电量不计量结算，储能电站的厂用电与电厂单独结算。该项目设计使用年限为10年，磷酸铁锂电池的使用年限初步考虑为4-5年，按照目前收益情况，该项目2-3年即可收回投资成本和维护成本。



■项目运营效果
■Kp指标显著提高
> 投入前：Kp约2.98
> 投入后：Kp > 5，最高达6.2
■AGC调频收入大幅增长
> 总投资：3400万元
> 半年试运行：产生经济效益一千多万元，回收成本32%左右
■经历了不同的季节周期、各种调度工况检验，系统运行安全、稳定、可靠

CEPC 中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司
NORTHEAST ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO.,LTD OF CHINA POWER ENGINEERING CONSULTING GROUP

企业简介

东北电力设计院有限公司（简称“东北院”）创建于1950年，是新中国诞生后成立的第一个电力勘测设计单位，是我国电力勘测设计事业的奠基者和开拓者。经过60年的探索与发展，东北院已成长为专业配备齐全、技术实力雄厚、拥有7万多平方米办公面积的全国一流综合甲级设计院。

主要承担电力系统规划与设计、国内外火电、核电、新能源发电、各等级送变电工程的勘测设计、咨询、监理、环境影响评价、岩土工程及工程总承包等工作，可以从事综合设计甲级资质规定的全部21个行业的勘测设计以及建设工程总承包业务。



CEPC 中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司
NORTHEAST ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO.,LTD OF CHINA POWER ENGINEERING CONSULTING GROUP

企业资质



蔡世超

东北电力设计院有限

公司咨询公司

18626642608

谢谢
感谢各位专家指导！



目录 CONTENTS

- 01 第一部分 申能储能简介
- 第二部分 申能微电网与储能试验平台
- 第三部分 火储联合运行项目实施案例
- 第四部分 储能技术在电力领域的应用场景

公司简介



申能集团旗下申能股份有限公司是电力能源行业第一家上市公司（A股600642），从事电力、石油天然气的开发、投资、建设和运营业务的综合性能能源供应商。已投资建成的电力项目广泛分布于煤电、气电、风电、太阳能等领域。目前控股装机1270.8万千瓦，新能源装机222.4万千瓦。



申能股份旗下上海申能新动力储能研发有限公司成立于2018年，目标为打造电力储能领域内的新动能，现已取得微电网与储能技术相关发明专利15项。

目录 CONTENTS

- 01 第一部分 申能储能简介
- 第二部分 申能微电网与储能试验平台
- 第三部分 火储联合运行项目实施案例
- 第四部分 储能技术在电力领域的应用场景

微网与储能试验项目平台1.0(上海申能青浦热电)

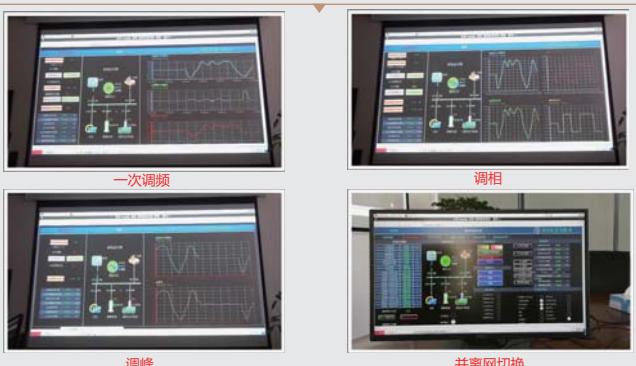


平台组成:由屋顶光伏 (168kW)、电池储能 (300kW/292kWh)、退役汽车动力电池 (50kW /150kWh) 以及相关配套的电气及智能微网控制设备组成，选取化学制水段组成微电网。

试验目的:

- 模拟储能电站功能: 1) 调峰 (负荷跟踪AGC)
2) 一次调频
3) 调相
- 微网试验: 1) 并离网切换; 2) 黑启动

微网与储能试验平台1.0



微网侧试验平台实例：微网无功支撑

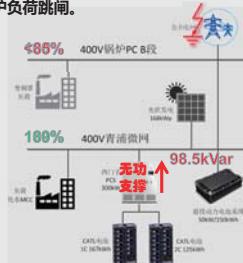
2019年某日，微网试验项目所在地附近220kV某线路单相接地，电压骤降，电网保护动作并切除故障，200ms后电压回复稳定。期间青浦微网母线电压也随之骤降，但由于储能系统的支撑，微网范围内负荷正常运行，锅炉负荷跳闸。

12:45:42.456，系统故障，母线电压低落至60%Un。

+20ms，PCS“电网动态支持”功能启动，控制逻辑设定目标值为70%In。

+60ms，PCS实测无功功率达98.5kVar。电压抬升89%Un。化水所有负荷未受影响，锅炉段变频负荷跳闸。

+200ms，电网故障切除，电压回升至100%Un。PCS根据逻辑设定回到故障前状态。

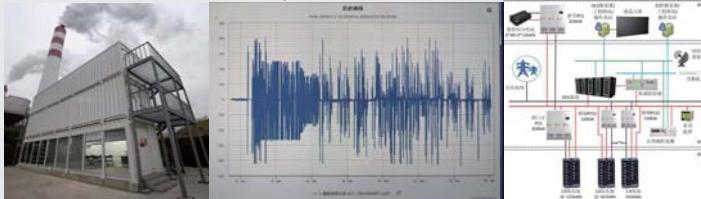


微网故障录波器曲线

电网故障200ms
PCS整体响应时间<60ms
电网恢复正常



微网与储能试验平台2.0(上海外高桥第三发电厂)



- 完成了储能与发电机组联合运行的全工况模拟；
- 形成了适应大规模储能电站控制的简化系统架构；
- 集装箱三层堆叠的成功应用；
- 优化了储能响应和在微电网运行模式下的控制策略。
- 利用新型PCS技术，开发了退役汽车电池的深度梯级利用方案；

目录 CONTENTS

01 第一部分

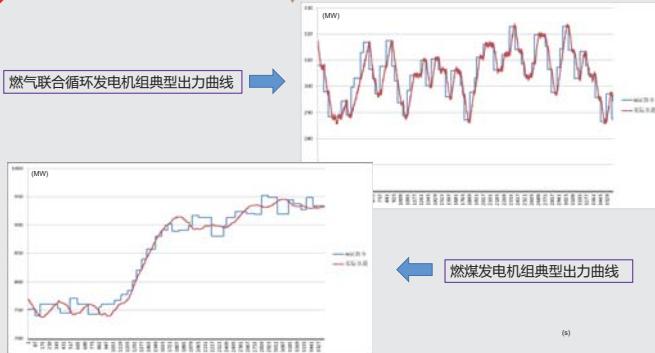
申能储能简介

第二部分 申能微电网与储能试验平台

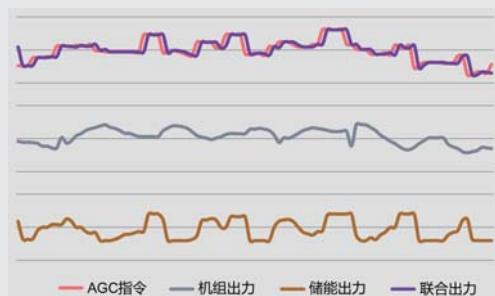
第三部分 火储联合运行项目实施案例

第四部分 储能技术在电力领域的应用场景

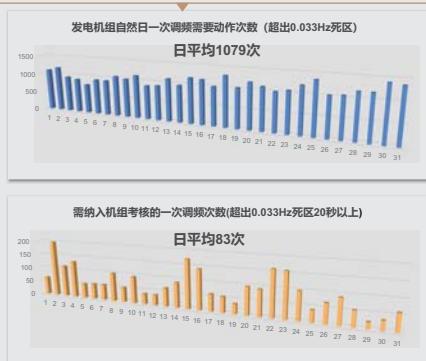
火力发电机组典型AGC调用出力曲线



火储联合运行项目



机组一次调频需求



火储联合运行项目案例



项目概况

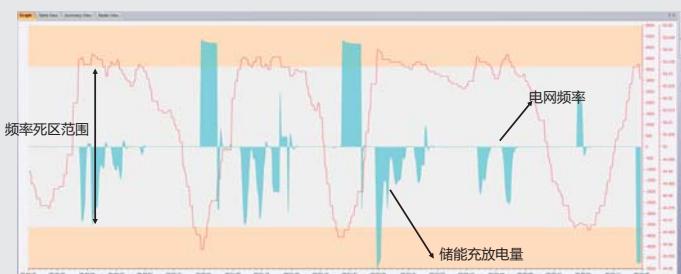
项目地点：上海外高桥第三发电厂

项目组成：本项目采用申能新动力储能集成设计的POWER STORAGE 5000标准模块，该标准模块由2个电池集装箱、1个PCS集装箱和其他配套设施组成。项目一期5MW/5MWh，于2020年12月投运。

项目意义：

- 华东地区首个火电机组运用储能案例；
- 有效降低电网频率变化范围内的一次调频考核；
- 降低部分AGC考核费用，增加AGC补偿收入。

外三发电火储联合运行项目案例



外三发电火储联合运行项目案例

集装箱三层堆叠及模块化设计

- POWER STORAGE 5000标准模块以3个50尺（约15米）集装箱堆叠方案，形成最集约化的布置方案和标准化接口，实现储能系统的成组式配置方案和灵活的扩展功能。



关键技术应用

集装箱三层堆叠及模块化设计

外三发电火储联合运行项目案例

微网与储能协调控制器

- 该装置在储能项目中可以实现功率管控功能：含PCS使能管理、功率分配模式管理、进线恒功率控制、一次调频、AGC跟随控制，均由协调控制器管控系统中的全部PCS系统执行。

储能功率管控技术

- 储能功率管控功能采用“平台+运行模式+管理模式+功率控制功能+执行方式”设计架构，基于一个平台，总体管控。其监测对象为PCS、BMS，调控对象为PCS。

关键技术应用

微网与储能协调控制器

储能功率管控技术

外三发电火储联合运行项目案例

电气的灵活接入

- 设计最小功率控制单元，通过不同的出口方式，可自由组合成多种方式接入到2台机组的公用系统，以适应不同开机方式下，并满足不同考核补偿服务策略。

暖通采用蒸发冷凝式冷水机组

- 储能系统中首次采用蒸发冷凝式冷水机组的冷冻水作为储能系统空调冷源，大幅提高暖通制冷系统COP，降低能耗。

电芯温度精细化控制

- 通过热仿真计算，结合实际运行数据，优化风道设计及各风道风量分配，优化空调及风机启停策略及参数，实现分区精细化控制，集装箱内各位置电芯平均温度偏差≤2℃。

关键技术应用

电气的灵活接入

采用蒸发冷凝式冷水机组

电芯温度精细化控制

目录 CONTENTS

- 01 第一部分 申能储能简介
- 第二部分 申能微电网与储能试验平台
- 第三部分 火储联合运行项目实施案例
- 第四部分 储能技术在电力领域的应用场景**

申能储能相关核心技术

储能整体集成与控制技术

开发有PCS/逆变器控制与总体DCS控制的两层控制架构，控制算法丰富并易于扩展，可广泛应用于发电侧、电网侧和用户侧等各应用领域。



微电网整体集成与控制技术

以储能系统为核心，开发了微电网系统的设计集成与控制技术，实现不同场景需求下的微电网功能要求。

退役动力电池梯次利用技术

开发有宽电压组串式PCS结构配置技术，使得退役动力电池可用于发电侧、电网侧和用户侧等领域。精细化管理退役电池包，实现运行条件下，单体电池包的在线更换。



微网与储能协调控制器

微网与储能控制保护平台应用于微网与储能系统的协调、控制、保护，应用场景广泛覆盖公用储能、火电储能、新能源储能及用户侧储能等。

谢谢

储能技术应用场景



Gas Insulated Transmission Line Application on Pump Storage Power Plant 气体绝缘刚性输电线路在抽水蓄能工程的运用

AZZ (Shanghai) Trading Co., Ltd
宜易（上海）贸易有限公司

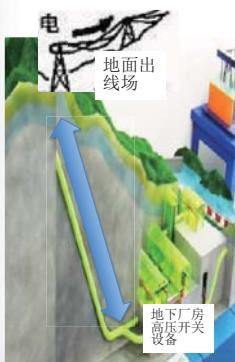
什么是抽水蓄能水电站 What is Pump Storage Power Plant



抽水蓄能电站利用电力负荷低谷时的电能抽水至上水库，在电力负荷高峰期再放水至下水库发电的水电站。又称蓄能式水电站。它可将电网负荷低时的多余电能，转变为电网高峰时期的高价值电能，能提高电力系统的稳定性，为事故备用提供备用能源。

Pump Storage Power Plant (PSPP) can pump water to the upper reservoir during valley load, and will dump water to the lower reservoir to generate power during peak load, it is called Storage Power Plant. PSPP can transfer the surplus energy in valley load stage to high value power in peak load stage, it can improve power system stability, and provide the spare power during grid fault.

抽水蓄能水电站中的电力输送 Power Transmission on Pump Storage PP



抽水蓄能电站的主设备都在下水库附近，包括了发电机，主变和高压开关设备。但电力输出的出线场都在上水库。地下厂房发出的电力就需要通过装在上下厂房的竖井中的高压电力输送设备传输到地上厂房的出线场。

The main equipment on PSPP are located in the under ground workshop near lower reservoir, including generator, power transformer and HV switchgear. The power generated in lower workshop should be moved to terminal yard near unground workshop.

高压电缆和GIL都可用于抽水蓄能电站的电力传输。但GIL有着输送容量大，过负荷能力强，适用于高落差竖井的特点，是抽水蓄能水电站中电力传输的最好的设备。

Both HV cable and GIL can be used for power transmission on PSPP. But GIL is the best transmission line on PSPP due to capability, over load performance and installation in high depth vertical shaft.

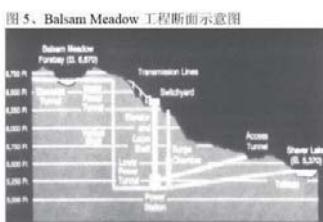
GIL 和电缆的对比 GIL Vs. Cable

GIL has Longer Service Life GIL的长寿命

The design of GIL is longer than 50 years. GIL的设计寿命满足50年的使用要求。

The first GIL (230kV), which started commissioning in 1972, is still in operation now. 1972年世界上第一

- Cable comes with plenty of organic matter, and in contact with air, so the service life is shorter. 电缆由于有大量的有机物并和气接触，使用寿命短。
- The service life of XLPE cable is shorter than 30 years. 交联电缆的使用寿命不超过30年。
- CGNPG do not accept cable application in transmission line, because the service life of cable is unable to satisfy with the service life of NPPs (60 years). 中广核在其所有的电站内坚持不使用电缆，就是由于电缆无法保证60年的核电厂的寿命。



The Application Time of GIL is Longer than XLPE Cable GIL的应用时间长于交联电缆

The first 220kV GIL around the world is the GIL which provided by CGIT to Hudson Switching Station, the US in 1972. It is still in operation for nearly 40 years. 世界上第一条220kV GIL是由AZZ公司于1972年提供给美国的Hudson Switching Station，已成功运行了近50年。

The first 550kV XLPE in the world was made in Japan in 1988, it is applied in Substation and one HSPP. 1988年日本制造了世界上第一根500kV XLPE电缆，并应用于日本的电站与抽水蓄能电站。



Quick Installation process on GIL at site GIL可在现场快速安装



Proven, quick installation process 经验证证实的快速现场安装

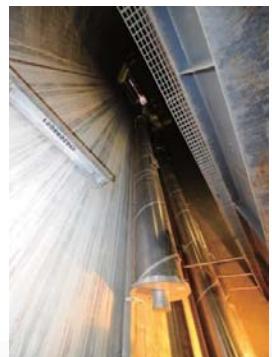
- Laxiwa HPP – 12, 11 meter sections per day at 800kV size. This is expected to be more than 12 sections a day at 500kV size. 拉西瓦水电站 800kV – 共计11, 12段; 当电压等级为500kV时, 预计每天可以安装超过12段。
 - Installation time of the GIL and the gas work for the vertical shaft only is expected to be around 8 days. 预计垂直竖井的GIL和气体的安装时间仅为8天左右。
- Angular configuration of the cable in the vertical shaft greatly increases the installation time. 在竖井里, 电缆的转角敷设大幅度的增加安装时间。

Easy Installation process on GIL at site GIL可在现场简单安装



The Application of GIL in Vertical Shaft (207m) 竖井的GIL的应用

It is one of GIL's strength to install in vertical shaft. 竖井安装是GIL的强项
The vertical shaft in Laxiwa (207m), and Nuozhadu (215m) are both installed by normal electric power construction companies. 国内拉西瓦207米的竖井, 糯扎渡215米的竖井, 都是普通的电建安装公司安装的。
There is only one cable shaft, which is longer than 200m, is Pubugou (215m). Its installation was very complicated. It was installed by Gezhouba electrical installing company; also, specialized laying machine was required for laying. 国内超过200米的电缆井, 只有瀑布沟的215米的电缆井。安装难度很大, 由葛洲坝集团的机电安装公司, 专门制造了专用的敷设设备



Simple Installation for GIL GIL安装简单



AZZ GIL adopts mating flange. Commissioning team is able to install AZZ GIL after short-term training. AZZ GIL 只需简单的对接法兰, 一般的电气安装队伍进行培训后即可安装。



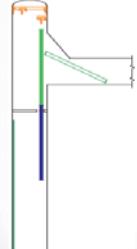
Cable installation requires more professional commissioning team; the installation cost is much higher than AZZ GIL; and the installation of vertical and inclined shafts is more complicate. 电缆安装需要专业的安装队伍, 安装成本远高于AZZ GIL, 竖井和斜井的安装更为困难



GIL: Shorter Response Time to Breakdown GIL事故处理时间短



If breakdown occurs in GIL, the spare sections shall be replaced, vacuumed, and HV test shall be replaced by professional installation team. implemented. The recovery time is shorter than 72 hours. GIL事故, 只需换上备用段, 加上抽真空, 高压测试, 72小时就可恢复。
If breakdown occurs in cable, the certain section shall be replaced by professional installation team. If a fault was occurred in the vertical shaft, it needs long time and high cost to fix it. 电缆出事故, 需要由专业的安装队伍进行处理相应的段。若发生在垂直段, 需要很长的时间和高昂的成本来修复



The response time for 550kV cable in Ertan is around one month. 二滩550kV电缆的处理时间长达一个月。

AZZ GIL 技术特点 AZZ GIL Characteristic



AZZ CGIT成立至今一直与美国著名学府麻省理工学院联合研发GIL

AZZ cooperation to MIT for GIL R&D from 1969 till now.



Facility History 工厂历史

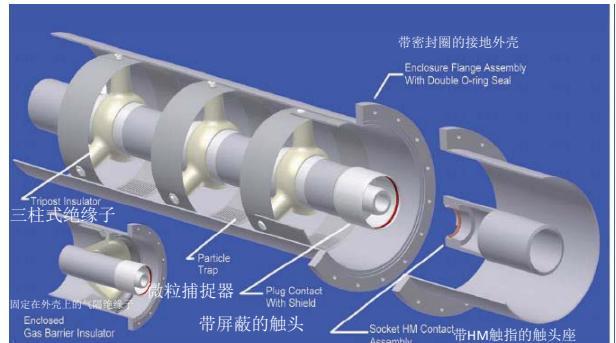


CGIT Systems Inc. Facility History 简史

- Westboro, Massachusetts, USA 美国, 麻省
 - 1969-1974 高电压能源 High Voltage Power
 - 1974 -1989 西屋公司 Westinghouse Electric Corp.
 - 1989-1999 ABB集团 ABB Power T&D Company Inc.
 - 1999 - Present AZZ集团 AZZ incorporated
 - 5/2007 Medway, Massachusetts - 80K sq/ft
- The Westboro facility has been producing CGIT bus for 40 years 生产CGIT管道母线已经超过40年
- The first commercial installation was a direct buried welded 230 kV transmission line completed in 1972 第一条供货的230kV输电线路在1972年商业运行。



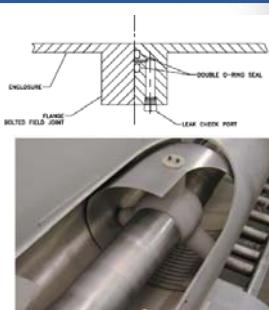
AZZ GIL的内部结构, CGT GIL Construction



AZZ GIL Feature 特点



双密封圈密封
Double O-ring on the flange
微粒捕捉器(CGIT的发明)
Particle trap, CGIT invention



- 每一个绝缘子都有微粒捕捉器来保护
Each insulator has their particle trap
- 凭借微粒捕捉器, 现场不需要搭建GIL防尘室
No need clean booth on site by means of inside particle trap

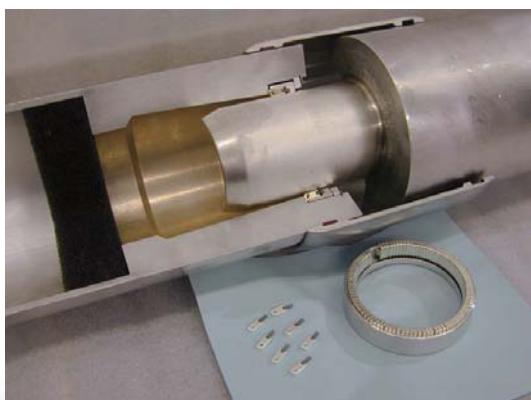
导体和触头有超过50年的寿命
50 year working life on contact

- 100, 000次以上的机械寿命试验
100,000 contact cycling

三柱式绝缘子和微粒捕捉器 Tripost Insulator and Particle Trap



CGIT HM Contact HM触头



Flexible Design 柔性连接设计
±40mm, 2.5°

Comparison of GIL and GIS Bus GIL和GIS母线的比较



标准 Applicable Standard	Gas-insulated Metal-enclosed Transmission Line (GIL)	Gas-insulated Metal-enclosed Switchgear Bus (GIS母线)
中国标准 China	DL/T 978-2005 Specification for Gas-insulated metal-enclosed transmission line 《气体绝缘金属封闭输电线路技术条件》 GB/T 22383-2008 《额定电压 72.5kV 及以上刚性气体绝缘输电线路》	GB 7674-2008 Gas-insulated metal-enclosed switchgear of 72.5kV and above 《额定电压72.5kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备》
国际标准 IEC	IEC 61640 HV gas-insulated transmission lines for rated voltages of 72.5 kV and above 《72.5kV及以上高压气体绝缘输电线路》	IEC 62271-203 Gas-insulated metal-enclosed switchgear of 72.5kV and above 《72.5kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备》

Comparison of GIL and GIS Bus GIL和GIS母线的比较



Comparison of GIL and GIS Bus GIL和GIS母线的比较



- AZZ's GIL complies with the national standard GB2783-2008 <<Flexible Gas Insulated Transmission Line>> and the power industry standard DL/T 978-2005 <<Gas Insulated Metal Enclosed Closed Transmission Line Technical Conditions>> of the true GIL, applicable to ducts, shafts, and tunnels over long distances.
- AZZ's GIL has all insulators sealed in the outer shell, with no leakage through any gaps, meeting the requirements of the Chinese Power Industry Standard DL/T 978-2005 <<Gas Insulated Metal Enclosed Closed Transmission Line Technical Conditions>> 6.7.2.2 waterproofing measures IP67W.



- ABB and other GIS manufacturers' GIS busbars only comply with the national standard GB72574-2005 <<72.5kV and above Gas Insulated Metal Enclosed Switchgear>>, applicable to indoor relatively clean environments.
- GIS busbars do not comply with the power industry standard DL/T 978-2005 <<Gas Insulated Metal Enclosed Closed Transmission Line Technical Conditions>>, not applicable to ducts, shafts, and tunnels over long distances.
- GIS busbars have all insulators leaking through metal gaps in the air, failing to meet the requirements of the Chinese Power Industry Standard DL/T 978-2005 <<Gas Insulated Metal Enclosed Closed Transmission Line Technical Conditions>> 6.7.2.2 waterproofing measures IP67W. Their protection level is IP64.



AZZ | CGIT

国网苏通项目 GIL 明确规定了内置式绝缘子



Design Features	GIL	GIS Bus 母线
结构设计 Principle of Design		
绝缘子密封程度 % of insulator enclosed & sealed inside	Insulator is 100% enclosed & sealed w/ double O-rings 	Insulator is partly outside of single O-ring seal and exposed to air partly

苏通项目 1100kV GIL 技术规范

气体	纯 SF ₆
气体泄漏率	检测形态长度 > 15m, 0.01%; 检测形态长度 ≤ 15m, 0.1%
使用寿命	不小于 40 年
外壳连接方式	法兰连接 (盆式绝缘子需内置)
额定电流下损耗	≤ 250 W/米
标准单元规格	长度 ≤ 18 米, 法兰外径 ≤ 1080mm
伸缩节使用寿命	≥ 15000 次

AZZ | CGIT

Comparison of GIL and GIS Bus 母线的比较



Design Features	GIL	GIS Bus 母线
支撑绝缘子 Support Insulator	Any position inside a section, & can be 18m long / std section 	
气隔绝缘子 Gas Barrier Insulator	100-140m per gas compartment 	

Must be at position of flange, & can only be 6 - 9m long / std section

25-50m per gas compartment

Comparison of GIL and GIS Bus 母线的比较



Design Features	GIL	GIS Bus 母线
导体弯曲角度 Conductor Angle	Flexible design ±40mm, 2.5° 	Rigid design
外部气室 External Gas Compartment	100-140m per gas compartment 	25-50m per gas compartment

Comparison of GIL and GIS Bus 母线的比较



Design Features	GIL	GIS Bus 母线
非90度拐角 Non-90 degree Turn		

Comparison of GIL and GIS Bus母线的比较



Design Features	GIL	GIS Bus 母线
外材料壳	 <p>强度德国Linder螺旋焊管，强度高，无泄漏</p>	 <p>采用6系列的挤制管，强度低，挤制变形大，不能内装绝缘子</p>

AZZ | CGIT



AZZ GIL 在中国电力应用

AZZ GIL Reference in China Power Grid

呼和浩特抽水蓄能电站550kV GIL 550kV GIL for Hohhot PSPP



中国第一条斜井中的
500kV GIL, 2014年

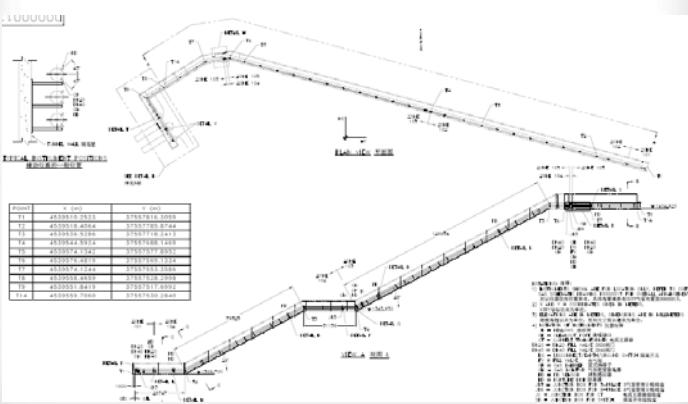
The first 550kV GIL
inclined tunnel in China
2014

呼和浩特抽水蓄能电站550kV GIL



- 呼蓄电站只有一条出线，必须选用高可靠性的GIL。GIL回路长度330米，为满足出现场的需要，隧道分成了两段有27度的斜坡。两个斜坡中间有平洞相连。
- There is only one HV transmission line for Hohhot PSPP, a high reliable GIL is applied. The circuit length of GIL is 330m with two 27 degree inclined tunnel for terminal yard. A horizontal tunnel connects to inclined tunnel.
- 整个GIL于2013年10月开始安装，2013年12月除GIS接口外，其余部分安装结束，2014年5月一次性耐压通过。2015年2月投入运行，至今，没有出现任何问题。
- The GIL installed started on Oct. 2013, and completed installation on Dec., 2013, except GIS interface. GIL passed HV test in May 2015 without any issues, and put in service on Feb., 2015. Up to now, there is not any issue on GIL operation.

呼和浩特抽水蓄能电站550kV GIL 550kV GIL in Hohhot PSPP



国网公司2016年考察CGIT的特高压GIL



国网公司副总经理刘泽宏，总经理助理俞新强和特高压交流建设部主任孟庆强，孙岗处长等，于2016年11月考察AZZ的CGIT工厂，视察1100kV GIL在苏通管廊项目的技术准备

800kV 黄河拉西瓦水电站
800kV GIL for Laxiwa HPP



香港中华电力青山发电厂 420kV GIL
420kV GIL for CLP in HK



架空桥梁布置的 500kV GIL 1994年

Elevated Bridge Installation 1994

广东湛江奥里油发电厂
Zhanjiang Orimulsion TPP



550kV/4000A GIL

带盖板沟道安装
Trench Installation

2006年运行



岭澳核电站一期 550kV GIL
LingAo NPP Phase I



隧道安装 Tunnel Installation 1999年

岭澳核电站二期 550kV GIL
LingAo NPP Phase II



隧道安装 Tunnel Installation 2009年

红沿河核电一期 550kV GIL
Hongyanhe NPP I



带盖板廊道安装 2009年
Trench Installation 2009

三门核电一期 550kV GIL
Sanmen NPP I



GIL过道路 2013年
GIL trench crossing
road 2013

世界上第一台第三代
AP1000核反应堆
The 3rd generation
AP1000 reactor in the
world

糯扎渡水电站 550kV GIL竖井
550kV GIL in vertical shaft of Nuozhadu HPP



215米竖井中的两回500kV
GIL， 2012年

Two circuits in 215m deep
vertical shaft

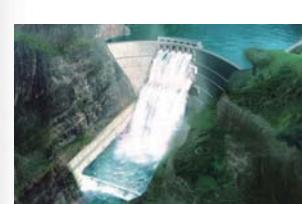
苏通管廊项目-全球电压等级最高，运行长度最长的GIL
CYR project- the highest voltage, and longest GIL in the world



- 隧道结构复杂，有R3000水平和R2000米的空间转角
- Complicated tunnel with R3000 horizontal and R2000 compound elbow.
- 可靠性要求高，是华东地区特高压环网的重要组成部分
- The high reliability, one of the most circuit on East China ring grid.
- 单相米为36km，电压1150kV，额定电流6300A，是世界上运行电压最高，传输距离最长的GIL输电线路
- Single phase length is 36km, it is the highest voltage and longest transmission in the world.



乌东德水电站-全球GIL工程项目中已运行最深的竖井
Wudongde Hydro Power Plant- The deepest vertical shaft in the operated PP in the world



白鹤滩水电站-全球GIL工程项目中最深的竖井
Baihetan Hydro Power Plant- The deepest vertical shaft of GIL projects in the world



- 装机容量14000MW，装机规模全球第二大、在规模全球第一大水电站
- Total capability is 14,000MW, it is the No.2 capability and No.1 on construction of HPP in the world.
- 额定电压550kV，电流4000A
- Rated voltage 550kV, current 4000A
- 左右岸各有两个深度达620米的垂直竖井。There are two 620 meter deep vertical shafts in each bank.
- GIL线路总长超过16,700米，是全球水电工程最大的GIL项目。
- Total length of GIL is more than 16,700m, it is the biggest GIL project in HPP in the world.

AZZ GIL 中国业绩表
Reference in China



AZZ GIL 在中国的销售及运行业绩表

序号	型号	额定电流	工程名称	长度(单相米)	投运时间	使用单位	联系人	备注
1.	550kVGIL	4000A	天生桥第一水电站	50-	1993.	中国南方电网, 4X400MW.	程明院-	已投运-
2.	420kVGIL	4000A	香港青山电厂 HKC	485-	1995.	香港中电电力- 6X600MW.	申屯工程-	已投运-
3.	550kV GIL	4000A	糯扎渡电站一期- LingAo NPP I.	3008.	1999.	大亚湾核电运营管理有限责任公司- 2X1000MW.	桂莹莹-	已投运-
4.	550kV GIL	4000A	浙江奥西瓦水电厂- Oimulsion TPP.	580-	2006	广东送变电施工有限公司- 2X600MW.	刘建华-	已投运-
5.	800kV GIL	4000A	黄河红石峡水电厂- Laxiwa HPP.	3000.	04.2009	黄河水电-拉西瓦建设分公司- 6X700MW.	杨云峰-	已投运-
6.	550kV GIL	4000A	糯扎渡电站二期- LingAo NPP II.	2980.	3# 05.2009 4# 01.2010	中广核工程有限公司- 2X1000MW.	杨慧玲-	已投运-
7.	550kV GIL	4000A	大连红石河水电一期- Yongzhehe NPP I.	4100-	2012.	中广核工程有限公司- 4X1000MW.	杨琳-	百台机组全部 投运-
8.	550kV GIL	4000A	广东台山核电站- Taishan NPP.	4263-	2018	中广核工程有限公司- 2X1750MW.	杨琳-	已投运-
9.	550kV GIL	4000A	云南糯扎渡水电站- Nuozhadu HPP.	3177.	2012.	云贵华能澜沧江水电开发公司- 6X650MW.	杨琳-	已投运-
10.	550kV GIL	4000A	三门核电站一期- Santimen NPP I.	1441.	2014.	三门核电有限公司- 2X1000MW.	沈维庄-	要建成, 一号 机已投运-
11.	550kV GIL	4000A	呼和浩特市蒙能电厂- Hohhot Monteng Power Plant.	1110.	2013.	4X300MW.	朱义苏-	已投运-

序号	型号	额定电流	工程名称	长度(单相米)	投运时间	使用单位	联系人	备注
12	550kV GIL	4000A	巫能台阳第二发电厂	440	2015	巫能台阳第二发电厂 2X1000MW	龙伟军	2014年安装
13	550kV GIL	2500A	中电国际平圩电厂三期	1590	2014	中电国际平圩第三发电厂 2X1000MW	王健	2014年3月安装
14	550kV GIL	2500A	中电投海阳核电	1830		中电投海阳核电, 3, 4号机 2X1000MW	倪建伟	18660038010
15	550kV GIL	2500A	南方电网超高压公司	1300	2015, 10	全中直苗项目全宣捷流站	孙邦新	13924257888
16	550kV GIL	2500A	中广核工程公司	5500	未安装	昆丰杨电, 1, 2号机	陈明家	13510240350
17	550kV GIL	2500A	中广核工程公司	4545	2019.10	大连红沿河核电, 5, 6号机	陈明家	13510240350
18	550kV GIL	4000A	冀能赤水抢险	2140	2018.3	冀能澜沧江黄登水电站	张锐	15887128337
19	550kV GIL	4000A	三门核电站	5170	2018.6	中核三门核电站, 3, 4号机	杜辉	15105769690
20	550kV GIL	2500A	广西北海电厂	454		神华广西北海电厂	官志刚	18677898016
21	550kV GIL	3150A	山东莱州电厂	1260	2019.3	华电莱州电厂	段凡	18105357310
22	550kV GIL	4000A	乌东德水电站	8900	未安装	三峡集团乌东德水电站	刘庭	13972002042
23	550kV GIL	4000A	大连南港四路接入地	11500	未安装	大连星海开安公司	陈峰	13940920981
24	110kV GIL	6300A	国网特高压苏通管廊	7340	2019.9	国家电网交流建设部	张鹏飞	18310371028
25	550kV GIL	4000A	白鹤滩水电站	16785	2020.3	三峡集团白鹤滩水电站	新征程	18108251350

总长:
550kV: 82,608 单相米
800kV: 3000 单相米
1100kV: 7340 单相米

Thanks 谢谢!

AZZ|CGIT 将凭借GIL产品的优异性能，为中国电网的储能发展做出贡献！

AZZ|CGIT will make contribution for China electric energy development by means of high performance GIL product

美国AZZ公司(上海)代表处

地址：上海市静安区北京西路1701号静安中华大厦2306室
E-mail: siminyang@azz.com

