

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.04.002

我国岛屿核电厂址关键性问题分析

徐胜三

(深圳中广核工程设计有限公司, 深圳 518031)

摘要: 通过对岛屿核电厂址的大容量电力送出、核应急、极端气象条件下安全运行、综合效益等四个关键性问题分析, 提出了开发岛屿核电的可能性, 以及如何解决上述关键性问题的可能方案, 得出了岛屿核电开发不仅可能, 而且在经济上也具有一定竞争力的观点。旨在抛砖引玉, 以促进我国对岛屿核电的开发工作。

关键词: 岛屿核电; 电力送出; 核应急; 安全运行; 综合效益

中图分类号: TM623

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)04-0022-06

Key Problem Analysis of Island Nuclear Power Site in China

XU Shengsan

(China Nuclear Power Design Company, Ltd. (Shenzhen), Shenzhen 518031, China)

Abstract: Through the analysis of four key issues including large capacity power transmission, nuclear emergency, safe operation under extreme weather conditions, and comprehensive benefits, the possibility of developing nuclear power plant in island is demonstrated in order to facilitate the development of nuclear power in island in China. Then the proposed solution is studied to solve the above four key issues. Finally, the research shows that the development of island nuclear power site in China not only has feasibility, but also has considerable economic competitiveness. This article intends to start further discussion on the development of island nuclear power site in China.

Key words: nuclear power in island; power transmission; nuclear emergency; safe operation; comprehensive benefits

随着我国核电事业的迅猛发展, 我国滨海核电厂址资源已经基本开发完毕, 而内陆核电厂址由于存在众多争议, 因此是否有可能开发岛屿核电厂址, 开发岛屿核电厂址可能会存在哪些关键性的问题, 本文试图通过对岛屿核电厂址的大容量电力送出、核应急、极端气象条件下安全运行、综合效益等四个关键性问题分析^[1-2], 抛砖引玉, 以促进我国对岛屿核电的开发工作。

1 岛屿核电大容量电力送出问题

岛屿核电如何将大容量电力送出是岛屿核电面临的一个关键性问题, 我们经过对海缆方案、架空

方案、随桥电缆方案和隧道电缆方案的比较, 分析了岛屿核电大容量电力送出的可能方案。

1.1 海缆方案

目前国内外均有建成的海缆工程实例, 例如国内的 220 kV 厦门李安线跨海电缆、舟山与大陆 110 kV 交流联网工程、500 kV 海南联网工程, 国际上建成的海缆工程主要有加拿大温哥华 500 kV 交流海底电缆工程、西班牙—摩洛哥 400 kV 交流海底电缆工程、印尼爪哇—巴厘交流 525 kV 联网线路、西班牙~摩洛哥 400 kV 交流跨海电缆扩建工程等。

1.1.1 海缆方案的优点

1) 相对减少对通航的影响, 如果选择海缆敷设, 相对大批量在海中立塔减少对该区域的通航及今后港区的建设影响。

2) 初步选择的海岛核电站址离岸在 20 km 以内, 水深、海床条件较好, 海缆敷设受自然条件制约相对较小。

1.1.2 海缆方案建设存在问题

收稿日期: 2015-03-04

基金项目: 深圳中广核工程设计有限公司重点科标资助项目(浙江岛屿开发咨询 CNPDC-2014)

作者简介: 徐胜三(1964), 男, 浙江舟山人, 高级工程师, 硕士, 主要从事核电厂址选择和设计咨询方面的工作(e-mail) xushengsan@cgnpc.com.cn.

1) 输送容量较小。目前世界上建成的最大截面海缆工程为加拿大本土—温哥华岛 500 kV 交流海底电缆工程, 该工程采用 $1 \times 1\ 600\ \text{mm}^2$ 截面海缆, 其输送能力为 1.2 MVA (该工程区域海水温度较低, 利于散热, 在空气中敷设的电缆, 安装了冷却装置, 这两方面使电缆输送能力较大), 国际上 500 kV 交流海缆最大截面能达到 $2\ 500\ \text{mm}^2$, 单回线运行限额最大约为 1.1 MVA, 电厂 7.5 MVA 的输送容量要求 10 回海缆。

2) 海缆路由困难。海缆敷设需占用 500 m 以上宽度的海域, 且建成后海域内禁锚。

3) 岸线影响大。海缆登陆, 两侧登陆点各需占用 500 m 左右的岸线, 对两侧线建设影响很大, 需取得规划及港航部门的同意, 前期周期较长。

4) 建设周期长。据了解, 目前国内海缆制造能力只能达到 110 kV 电压等级, 还不具备成熟的 220 kV 及 500 kV 海缆制造能力。本工程的海缆只能采用国际招标型式。国内海缆工程截面较大的为 2004 年左右开始的“南方电网与海南电网联网工程”中的琼州海峡海底电缆, 长度约 30 km, 输送要求低, 截面为 $800\ \text{mm}^2$, 采用国际招标方式后, 最初只有一家公司应标, 而且报价远远超过预计价格, 几经周折后最终该海缆在 2009 年供货, 导致工程大大延后。本工程截面远大于琼州海峡海底电缆, 制造技术要求更高, 工程建设不确定因素较大。

5) 运行可靠性较差。海缆沿线为港区及通航区, 船只抛锚多, 从以往海缆运行情况看, 这种环境海缆易遭破坏, 一旦破坏, 维修时间估计在半年左右, 可能需请国外厂家维修, 海缆停运半年对电厂及电网的影响均较大。

1.2 架空方案

目前国内已有部分线路采用在水中立塔的方式跨越海港, 例如乔司—涌潮 500 kV 线路、舟山与大陆联网工程、玉环电厂二期送出工程、莆田 LNG 电厂接入工程等。

对于海岛核电送出, 由于在海上架设架空线路较长, 海中架空方案比较理想的是平行可能建设的连岛大桥走线。这样可以尽量减小对航道的影响。

1.2.1 海中架空方案优点

1) 集中通道走廊, 利于资源整体利用率。输电线路考虑随桥走线, 形成交通、电力集中规模大通道, 利于地方整体规划的完整性, 利于土地、海域

等资源的整体利用率。

2) 对岸线港口码头影响相对较小, 两个 500 kV 双回路通道, 岸线控制范围约 200 m。

1.2.2 海中架空方案建设存在问题

1) 受水深影响大, 目前乐清湾大跨越最大水深 20 m, 超过 20 m, 技术难度和投资将大幅增加。

2) 对航道影响较大, 如无法平行大桥走线, 在海域建设多个海上基础, 会对该区域的通航及今后港区的建设相对产生较大影响。

3) 运行安全风险较高, 由于船舶航行难以准确控制, 特别是小吨位的船只往往不按主航道以就近原则航行, 通航区域内布置多个海上铁塔, 运行安全问题较为突出, 如舟山的金塘大桥在建设到通车的短时间内就被撞两次。海上航行, 大桥目标明显, 相对输电线路易避让, 输电线路建设在航道密集的区域, 事故发生概率较高。

4) 建设时间较长, 海中架空方案的实施需与大桥配合确定路由方案、桥梁结构、桥墩布置等, 输电线路同步开展相关工作及试验。周期仍需 64 个月以上。

1.3 随桥方案

为了充分利用通道资源和节约线路投资, 利用大型桥梁敷设高压电缆在世界范围内已被广泛应用。随着桥梁设计和施工工艺水平的提高以及电缆制造水平的发展, 日本、美国等国家有大量沿桥梁敷设高压电力电缆成功的先例, 并已有 500 kV 超高压电缆过桥的实例。

1.3.1 随桥电缆方案优点

减少对通航的影响, 如果本工程选择随桥电缆敷设, 对该区域通航影响较小。

1.3.2 随桥电缆方案建设存在问题

1) 输送能力较低。目前国际上 500 kV 交流电缆最大截面能达到 $2\ 500\ \text{mm}^2$, 该规格电缆, 每回线运行限额最大为 1.5 MVA, 在 $N-1$ 条件下, 需要 8 回电缆才能满足电厂的输送容量要求。

2) 需要与连岛大桥充分衔接, 由于送出线路需要达到 8 回, 总计 24 根电缆, 根据具体桥面宽度, 电缆具体采用何种布置形式还有待研究。送出电缆随桥走线, 必然增加大桥本体投资。

考虑到连岛大桥是进出海岛核电的重要通道资源之一, 为给电厂的供电创造条件, 建议在大桥的建设方案上预留敷设电缆的可能。

1.4 隧道方案

目前,全世界已建成和计划建设的海底隧道有20多条,主要分布在日本、美国、西欧、中国香港九龙等地区。从工程规模和现代化程度上看,当今世界最有代表性的跨海隧道工程,莫过于英法海底隧道、青函隧道和日本对马海峡隧道,中国厦门翔安隧道、中国青岛海底隧道和中国厦门海沧海底隧道。

根据国内外隧道建设使用情况,海岛核电隧道电缆送出可以分为两种方式:(1)海底隧道作为单独的电力送出通道;(2)结合海岛核电应急通道,建成输电、输水及人员疏散的多用途通道。

1.4.1 隧道电缆方案优点

减少对通航的影响,如果本工程选择隧道电缆敷设,对该区域通航基本无影响。

1.4.2 隧道电缆方案建设存在问题

1) 输送能力较低。目前国际上500 kV交流电缆最大截面能达到 $2\ 500\ \text{mm}^2$,该规格电缆,2回路运行限额最大为1.5 MVA,需要8回电缆才能满足电厂的输送容量要求。

2) 由于缺乏海底隧道相关工程经验及沿海海底地质条件等相关资料,海底隧道造价难以准确估算。

3) 需要与隧道设计充分衔接,由于500 kV送出线路需要达到8回,总计24根电缆,因此需要优化电缆布置方式,减小隧道断面,尽可能降低隧道建设投资。

如进厂道路或应急道路按隧道方案实施,考虑到隧道是进出海岛核电的重要通道资源之一,为给电厂的供电创造条件,建议在隧道的建设方案上预留敷设电缆的可能。

通过上述对海缆方案、架空方案、随桥电缆方案和隧道电缆方案的比较,可以看出,岛屿核电的500 kV送出如果能充分与应急通道大桥结合,随桥电缆具有明显优势,首先考虑随桥电缆方案,对于架空方案和海缆方案,在线路可以平行应急通道大桥走线的情况下,先考虑架空方案,对于隧道电缆,由于单位造价在隧道本体一块占较大比重,跟应急通道结合更为有利。对于海缆方案,由于造价高,投资巨大,故不推荐。

2 岛屿核电核应急问题

岛屿核电如何实施应急撤离是岛屿核电面临的

又一个关键性问题。我们通过对跨海大桥方案、海上通道方案和场区隐蔽方案的分析,提出了岛屿核电应急撤离的可能方案。

2.1 岛屿核电应急条件

岛屿核电的应急撤离虽然存在一定的困难,但也有一定的优势。岛屿应急困难在于事故情况下因岛屿与大陆的交通问题,核电厂相关工作人员的撤离和应急救援存在一定的困难。岛屿应急的优势在于岛屿周围社会环境情况相对简单,因此,岛屿应急主要是考虑核电厂工作人员和施工人员的应急撤离或隐蔽的问题。事故情况下,只要做好工作人员和施工人员的应急撤离,对于公众的撤离、隐蔽、散发稳定性碘等内容的应急工作相对较少。岛屿应急工作相对目标明确,工作量相对较少。

岛屿因为与大陆相离,首先要考虑场内应急时撤离工作人员的可行性,其次要考虑岛屿周边海域的其他岛屿民众的应急可行性,再者考虑与岛屿厂址最近的大陆或者大岛屿上民众的应急可行性。

根据相关的法规、标准要求,应急响应行动包括通知、撤离、隐蔽、散发稳定性碘等内容,而且宜根据事故状态的发展,采用不同的应急响应策略和组织不同范围内的应急响应行动。并且相关法规标准中给出了一些应急设施设计的基本原则,也给出了应急响应的干预水平。这些都是应急方案设计的输入条件。

在构思应急方案的时候,要尽可能的让应急设施与电厂正常运行状况时设施相兼容,如:应急集合点与生产厂房的设置相兼容,场内应急撤离到场外的道路与电厂正常运行期间人员上下班通行道路的兼容性,应急道路与放射性物资(如:乏燃料)运输道路的兼容性等。

2.2 岛屿核电应急方案设想

2.2.1 应急计划区

岛屿核电厂应急计划区初步考虑5 km烟羽应急计划区内区、10 km烟羽应急计划区外区、50 km食入应急计划区的范围。此外,岛屿核电厂址也要进一步做好多机组应急计划区范围扩大的准备。

2.2.2 进场道路与应急道路

在岛屿两侧设置应急道路和进场道路,建议优先采用进场道路方案结合应急道路方案的组合,建设完成后,厂址应急撤离条件将达到甚至优于目前

部分在运电厂。如考虑福岛事故后对抗震和洪水要求的提高,预期工程造价将大幅提高,此外还需考虑物价上涨因素对工程造价的影响。

2.2.3 场区人员估计

预计岛屿厂址建设期和运营期不同时段电厂和承包商拟撤离人数和留守人数,建设期,最保守的情况下,所需撤离的最大人数14 670人;运营期,最保守的情况下,所需撤离的最大人数1 270人。

2.2.4 场区撤离

在进场道路与应急道路可用时,场区撤离可满足相关要求。

当进场道路和应急道路不可用情况下主要依靠海上撤离,分两种情况考虑。核电厂正常运营时,两艘客渡船在岛屿厂址码头待命时,可在最短3 h内撤离出烟羽区,其他情况也可保证在4.7~8.4 h内完成。施工期人数最多时难以在短时间内完成放射性烟羽释放前的预防性撤离。此外,恶劣的气象条件下海上撤离无法完成。

2.2.5 场区隐蔽

在岛屿厂址一侧距离堆芯4 km处修建特定标准的专设隐蔽设施,以保证在2天隐蔽期内受到的预期剂量小于参考剂量。

综上分析,岛屿核电厂址宜修建不同方向的进场道路和应急道路跨海大桥,在进场道路与应急道路可用时,场区撤离可满足相关要求。在当进场道路和应急道路不可用情况下主要依靠海上撤离,但恶劣的气象条件下海上撤离无法完成,需要在岛屿厂址一侧距离堆芯4 km处修建特定标准的专设隐蔽设施,可保证在2天隐蔽期内受到的预期剂量小于参考剂量。

3 岛屿核电在极端气象条件下安全运行问题

3.1 极端气象可能引起的电厂事件

影响岛屿核电厂的主要极端气象现象为龙卷风、台风、暴雨、雷电、大风、高温、寒潮等。上述极端气象条件对电厂安全运行影响主要体现在厂房结构破坏、厂区水淹、通风系统的损坏或不能正常运行、热量排出系统丧失或不能正常运行以及厂外电源丧失。

3.2 极端气象设计防护

3.2.1 极端风防护设计

根据我国目前现有核电厂厂址条件调查情况来

看,我国现有核电厂址所确定的设计基准龙卷风基本都在F3级以下,超过F3级的龙卷风样本数量极少。我国广东大亚湾、辽宁红沿河、福建宁德、广东阳江、广东台山、广西防城港、广东陆丰等已建或在建沿海厂址均以F3级(风速为70~92 m/s)龙卷风作为电厂设计基准龙卷风,该级别龙卷风在各厂址实际出现频率为 10^{-7} /年。多年来,我国尚未出现因龙卷风影响电厂安全运行的事件发生。为此,我们保守选择岛屿厂址龙卷风为F4级(93~116 m/s)来进行影响分析。

我们选择AP1000机型进行分析,其标准设计选用的设计基准龙卷风风速为134.2 m/s,与美国用户要求(URD)一致;根据富士达龙卷风分级方法,该龙卷风速已达到F5级龙卷风水平(117~140 m/s);该值远高于美国核安全监管导则RG 1.76—2007中确定的美国大陆龙卷风高发的I类地区的龙卷风设计基准风速103 m/s,也远远高于我国现有核电厂址的龙卷风设计基准。因此,AP1000的龙卷风防护能力有较大的安全裕量,在岛屿建设该类型机组不会因龙卷风影响电厂安全运行。

3.2.2 外部水淹防护设计

核电厂外部水淹一般是海域洪水和陆域洪水对厂址侵袭的结果。当厂址出现极端天文潮、风暴潮、降雨等条件易导致厂区排水能力不足,从而发生厂区的水淹。鉴于外部水淹对核电厂安全影响巨大,岛屿核电厂可采用纵深防御的多重措施对其进行设计防护。这些措施可有力保证岛屿厂址的防洪安全。

一般来讲各层措施分别如下:

- 1)第一层:厂坪标高、厂址防洪堤、护岸。
- 2)第二层:厂区排洪沟、厂区雨水排水系统。
- 3)第三层:厂房对外开口水密封或阻挡措施。
- 4)第四层:系统、设备设计。

3.2.3 雷击

雷击对电厂建筑、发电机和主变压器等设备以及输电线路均有危害,需在设计中针对性防护以保证电厂安全。在岛屿核电厂设计中,采取的主要防雷措施如下,可保证电厂免遭雷击带来的安全影响。

- 1)等电位及保护接地。
- 2)防雷接地井。
- 3)防雷接地网。

3.2.4 极端高低温

如前所述, 极端高低温对电厂的危害主要如下:

1) 极端水温对电厂的主要影响是电厂热量排出系统—厂用水系统的安全运行。

2) 极端气温对电厂的主要影响是电厂通风空调系统的安全运行, 对厂房环境温度的控制是否在设计合理范围内, 对设备运行和人员工作产生影响。

3) 极端气温情况下供电线路的稳定性将下降, 可能导致电厂厂外电源丧失(LOOP)。

AP1000 机组在正常运行期间的堆芯热量排出依靠厂用水系统(SWS), 该系统取海水作为冷却水源; 在事故期间的堆芯热量排出依靠非能动安全壳冷却系统(PCS), 该系统以存储在布置在高位的水箱水为冷却水源; 厂用水系统(SWS)为非安全相关系统, 非能动安全壳冷却系统(PCS)为安全相关系统。在厂用水系统(SWS)的设计中, 海水水温根据厂址以满足电厂正常发电运行需要来取值; 在非能动安全壳冷却系统(PCS)设计中, 水箱水温以不结冰水温为下限、以事故安全分析假设不利水温($48.9\text{ }^{\circ}\text{C}$)为上限, 具有很好的包容性。因此, 在极端高低水温情况下, AP1000 机组可安全运行。

AP1000 的核岛空气调节系统设计可覆盖 $-23.3\sim 38.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的大气温度范围, 主控室的空气调节系统设计可覆盖 $-40\sim 46.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的大气温度范围。上述温度范围在我国具有很强的包容性, 从我国沿海岛屿条件初步调查结果来看, 大气温度也在覆盖范围内。如果后续详细的大气温度调查结果超出该范围, AP1000 通风和空调系统设计也可以根据厂址实际条件进行设计修改, 以满足电厂安全、稳定运行需要。因此, 极端高低气温不会影响 AP1000 电厂的安全运行。

3.2.5 厂外电源丧失的应对

岛屿厂址与外电网的连接可采用海底电缆、架空线方式, 具体采用哪种方式有待进一步可行性分析。采用海底电缆比架空线方式受极端气象影响要小。但不论何种方式, 极端气象条件对供电线路的影响均应在设计中考虑, 均应对厂外电源丧失进行设防以保证电厂的安全。极端气象中极端风、雷击、极端高温等均可造成厂外电源丧失。

AP1000 设计的反应堆安全不依赖于交流电源,

无 1E 级柴油发电机组作为厂内应急电源, 也无需设置应对 SBO 的 AAC 电源作为附加电源。AP1000 设计核电厂在 72 h 内由 1E 级直流和 UPS 系统向安全设施供电, 实现电厂安全停堆, 保证反应堆热量移出和安全壳的完整性。失电 72 h 后, 可由厂外电源、厂内备用柴油发电机组、辅助柴油发电机或加设厂外移动式柴油机向安全设施供电。

综上所述, 在各种极端气象条件下, 岛屿核电通过厂房结构设计、通风系统设计、热量排出系统设计以及丧失厂外电源应对措施均能较好地抵御岛屿厂址的外部极端气象事件, 不会影响拟建电厂的安全运行。确定合适的厂坪标高可以抵御海域和陆域洪水的侵袭。因此在岛屿建设核电厂是能够保证安全运行的。

4 岛屿核电综合效益问题

4.1 利益分析

岛屿核电厂的建设将大力推进设计自主化和设备制造本地化, 加快我国百万千瓦级核电站的国产化进程。在提高核电安全可靠性的同时, 大幅降低核电造价, 增强核电竞争力的同时, 将全面带动我国核工业系统的地质、采矿、同位素分离、元件和后处理等产业的发展, 同时也会促进核设备与仪表制造、建筑安装、科研和管理等方面的发展。

4.2 代价分析

岛屿核电与滨海核电厂址相比, 主要在进厂(应急)道路、电力送出工程、备用电源及施工电源、施工难度等方面存在差异, 与沿海厂址相比, 岛屿厂址进厂道路需采用跨海大桥, 另外考虑修建一座应急跨海公路桥。电力送出考虑采用随桥电缆。建设跨海大桥和电力送出的费用, 与距离的大陆远近有关, 经初步测算, 其工程投资约比滨海厂址增加几十亿至上百亿元。另外, 由于厂址地处海岛, 施工难度、人工成本以及配套生活设施增加的成本尚无法估算。

4.3 效益分析

通过对距离大陆 10 km 以内的样本岛屿核电厂址一期工程 2 台机组投资初步测算, 计算期的含增值税平均上网电价约为每度电 0.5 元, 如考虑 6 台机组一次规划建设, 计算期的含增值税平均上网电价为每度电 0.45 元左右。同沿海省份脱硫火电厂每度电 0.469 元的上网标杆电价以及国内正在运行

和在建的商用核电站相比，岛屿核电厂址一期2台机组的上网电价高于标杆电价，如考虑规模效应，6台机组一次规划建设，则上网电价在市场上有一定竞争力。

通过对岛屿核电建设的利益分析、代价分析和效益分析，岛屿核电的建设是必要的，海岛核电的建设与沿海厂址相比，将增加几十亿至上百亿元的工程投资，但其上网电价低于风电、气电等清洁能源的上网电价，在考虑6台机组一次规划建设的情况下，上网电价具有一定的竞争力，岛屿核电的建设和运行能获得较好的社会效益和环境效益。

5 结论

(责任编辑 郑文棠)

通过对岛屿核电上述可能存在的关键性问题分

析，开发岛屿核电不仅是可能的，而且上述关键性问题在技术上也是可以克服的，只要建设规模达到6台机的情况下，其上网电价具有一定的竞争力，岛屿核电的建设和运行是能够获得较好的社会效益和环境效益的。

参考文献：

- [1] 深圳中广核工程设计有限公司，浙江省电力设计院，苏州热工研究院. 浙江南部岛屿核电厂址关键问题分析研究报告[R]. 深圳：深圳中广核工程设计有限公司，2014.
- [2] 张宝刚. 沿海岛屿核电发展[J]. 科技创新与应用，2014(5)：37.

核电会议简讯

“第十届中国核电技术发展论坛”于2015年11月20日在上海成功召开，本次论坛由上海市核电办公室主办，诺本集团承办。来自中国核能行业协会、中广核、中核集团、国核、华能、上海交通大学、上海电气、东方电气、华东电力设计院等单位的专家和学者齐聚一堂，探讨2015年后的中国核电新政策，关注核电新项目的重启，如何安全高效发展核电产业以及加速中国核电“走出去”和交流先进的国内外核电装备制造技术和解决方案。会上，中国核能行业协会副秘书长徐玉明指出“华龙一号”、CAP1400等第三代核电技术将成为未来国内主流装机机型，2015年底中国核电总装机规模将接近30GW，超过韩国和俄罗斯，排名世界第四。中广核集团总经济师兼战略规划部总经理周卫红提醒称，三代核电技术可能存在技术不成熟问题，或许会导致工期及造价攀升，这将成为中国核电未来发展面临的新挑战。国家核电技术公司副总经理郑明光在论坛上表示，CAP1400目前已经符合了全部技术审查要求，预计明年该项目具备开工条件。《南方能源建设》编辑部作为本次大会特邀学术顾问机构，与上海市核电办公室合作整理了中国核能行业协会副秘书长徐玉明、国家核电技术公司副总经理郑明光、华龙一号总设计师戚春宇、上海市核电办公室产业处处长顾祥银、中国原子能科学研究院副院长柳卫平、上海电气核电设备有限公司副总工张茂龙的精彩报告，并刊登在《南方能源建设》2015年第4期特约评论栏目。

“第二届东亚峰会清洁能源论坛”核能分论坛于2015年11月18日至19日在海南省海口市成功召开，本次论坛由国家能源局和东盟能源中心主办，中国核能行业协会承办，核能分论坛主题为“科技创新、合作共赢”，围绕国家核电“走出去”战略方针，就国家核能发展规划与挑战、技术创新与地区合作等议题进行研讨，来自美国、日本、韩国、马来西亚、印度尼西亚、东盟能源中心、国际能源署、亚洲开发银行等10余个国家或国际机构的能源、金融领域官员、专家学者和企业代表，在论坛上深入沟通交流，探讨核能发展的未来，《南方能源建设》主办单位中国能建广东院参加了本次核能分论坛交流。

(《南方能源建设》编辑部)