



国家层面综合能源系统建模工具及方法综述

An overview of national-level integrated energy system modeling tools and methods

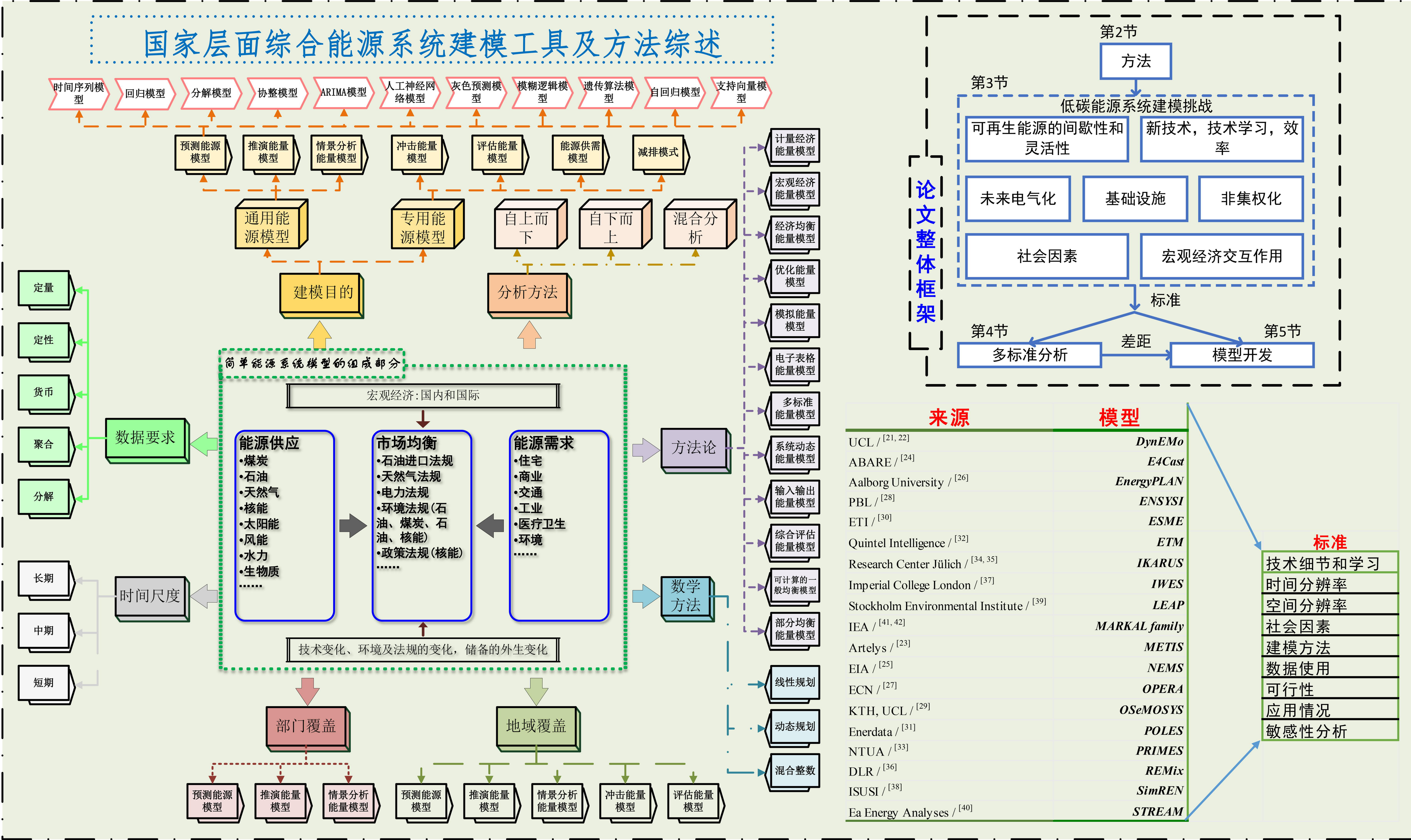
孟维琦<sup>1</sup> 宋冬然<sup>1</sup> 郭达辉<sup>1</sup> 刘笑<sup>1</sup>

**摘 要** 本文在附录部分重点回顾了 19 个综合能源系统模型(ESM)，主要包含：(i)识别现有 ESM 的能力和不足，以充分研究向低碳能源系统的过渡；(ii)基于既定标准对所选模型的性能开展技术性评估；(iii)简要分析用以解决 ESM 潜在挑战的方案。

文章查阅了200余篇国内外权威期刊文献，并从以下三个方面展开分析：首先，为确定当前ESM的关键标准，分析了当前和未来低碳能源系统建模的七项挑战。基于标准对模型的建模能力展开分析，如时间分辨率的需求、多部门耦合技术(P2X)、技术学习、灵活性技术、利益相关者行为、跨国贸易以及宏观经济模型连接。其次，用多标准分析(MCA) 作为框架来识别不同建模工具间的差距，其中，针对性分析了模型(如MARKAL、TIMES、REMix、PRIMES和METIS)的高建模能力。最后，文章附录部分对19种能源系统模型进行了简单介绍。

**关键词** 未来能源系统，综合能源系统模型，能源建模挑战，多准则分析

✧ Question：考虑当前和未来低碳能源系统建模挑战，解决当前 ESMs 缺点的解决方案是什么？



◆ 结论

首先，描述了当前和未来低碳能源系统建模的各种挑战。其次，基于低碳能源系统建模挑战，文章确定了能源系统所需的建模能力。最后，将所需能力转换为评估标准，用于多标准分析（MCA），并且考虑到文章存在的时滞性，在附录部分对涉及的能源模型进行了简单总结。

<sup>1</sup> School of Automation, Central South University, Changsha, China