

题目编号：SH-21

基于人工智能高效利用浅层地热能 能量桩智能设计平台

一、发榜单位

中国建筑科学研究院有限公司地基基础研究所

二、题目名称

基于人工智能高效利用浅层地热能能量桩智能设计平台

三、题目介绍

国家“十四五”规划中明确指出：“推动能源清洁低碳安全高效利用，推动能源清洁低碳转型”。发展清洁高效的现代能源技术是实现“双碳”目标的重要支撑和核心路径。浅层地热能的开发和利用作为一项新兴的现代清洁能源技术，利用地表 10-15 米以下土体温度常年几乎恒定的特性，通过在地下结构中内置地源热泵等换热构件，实现建筑结构与土层间的循环换热，从而达到建筑内部降温 and 供暖的功能，相比传统锅炉或者普通空调极大地节省了能源和运行费用。基于对地下空间利用的考虑，通常将地源热泵与建筑桩基础结合起来，在满足常规桩基力学功能的同时还能通过桩体实现与浅层地能的热交换，该技术称为能量桩技术。目前，能量桩技术已在瑞士苏黎世机场等多个国内外重要建筑中开展初步应用。

能量桩的设计和运维通常面临两个关键技术难题，一是如

何确保能量桩在非等温条件下满足承载力要求，二是如何合理地设计能量桩从而最大化地利用浅层地热能，这两个问题并非独立而是复杂的耦合关系。首先，结构设计上的需求会限制地源热泵等换热构件的布置方式，进而影响能量桩的换热效率。其次，提升换热效率会致使运行前后温差加大，进而对结构的安全性产生潜在影响。因此，在研究换热效率与结构安全两个关键问题时，我们必须综合考虑传热和受力之间的相互耦合效应，以及由此衍生出的新挑战。此外，随着实际工程规模的不断扩大，单纯依赖传统的分析手段（如数值仿真）已难以满足效率和成本的要求。如何在不同地质条件、不同能量桩布置方案以及不同能量桩内部结构配置下，高效而准确地完成对能量桩换热效率和力学特性的分析，成为了当前亟待解决的难题。

在上述背景下，本题目要求开发“基于人工智能的能量桩热-力耦合设计分析平台”。这一平台要求基于对能量桩传热和受力耦合机理的深入研究，构建能够同时实现能量桩换热效率评估与结构安全评估的数值分析模型，并通过人工智能技术的赋能，实现复杂地质条件下大型能量桩群桩的高效计算分析，以此构建一个能够全方位、高精度、高效率评估能量桩整体性能的智能设计分析平台，为能量桩技术的广泛应用提供技术支撑，助力“双碳”目标的实现。

四、参赛对象

本题目只设学生赛道。

参赛对象为 2025 年 6 月 1 日以前正式注册的全日制非成人教育的各类高等院校在校专科生、本科生、硕士研究生、博士研究生（不含在职研究生），参赛人员年龄在 40 周岁以下，即 1985 年 6 月 1 日（含）以后出生。

同一作品不得同时参加第十九届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛（以下简称第十九届“挑战杯”竞赛）其他赛道的评比。

参赛对象可以团队或个人形式参赛，每个团队不超过 10 人，每件作品可由不超过 3 名指导教师进行指导。可以跨专业、跨学校、跨单位、跨地域组队，但同一团队所有成员均应符合本赛道相关年龄、身份要求。每件作品只可由 1 所高等院校作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

本题目作品要求开发“基于人工智能的能量桩热-力耦合设计分析平台”，这一创新平台需要充分发挥人工智能技术优势，依据实际地质条件和实际工程需求，为能量桩的设计与施工提供精准指导，实现浅层地热能的高效利用、能量桩结构的安全可靠和人工智能赋能下增效降本的目的。作品形式应包含研究报告及平台开发，具体内容应包括：

1. 研究报告：报告内容需涵盖国内外发展调研分析情况，研究内容和技术路线（包括换热效率评估模型、结构安全评估模型和人工智能应用方法），平台开发过程以及典型分析案例

等，并将上述内容辅以 PPT 的形式进行展示。

2. 平台开发：所开发平台应能够在人工智能赋能的前提下对不同地质条件和不同工况条件下能量桩的换热效率和力学特性进行快速计算。平台需集成典型地源热泵铺设形式（U 型、W 型和 3U 型等）的精细化建模功能，并实现热-水-力耦合分析，可同步评估出水口温度、土体温度分布以及桩体受力变形状态等关键指标。所计算结果需与已有试验数据比对，误差控制在 10% 以下，以确保平台在提升浅层地热能利用效率的同时，能够为工程结构安全性提供可靠评估。

参赛者必须保证作品的原创性，杜绝一切抄袭或剽窃行为，所提交作品不得侵犯任何第三方的知识产权。参赛作品需做到发展现状调研清晰，研究思路合理，技术路线可行；作品具有完整性，文档等展示材料内容齐全、页面整洁、图标清晰、公式准确。

六、作品评选标准

1. 文献调研情况：评估维度包括文献覆盖的广度与深度、引用的准确性与合理性以及文献的创新性利用三个方面。

2. 技术方案的合理性和可行性：技术方案需有理论支持并符合实际需求，具备可操作性且资源利用合理。

3. 所开发平台的功能性和准确性：评估维度包括功能完整性、结果准确性。平台需涵盖所有要求功能，运行结果应准确。

4. 研究成果的整体创新性：研究成果需提出有关能量桩的

换热效率评估模型和结构安全评估模型，并结合人工智能实现增效降本。

5. 作品展示效果：评估维度包括展示的清晰性以及视觉效果与表达力，成果展示应条理分明且易于理解，同时展示材料应美观且信息传达高效。

依据以上维度的综合评估，作品将划分为以下等次：

特等：在所有维度上表现优秀，极具创新性和可行性。

一等：在主要维度上表现良好，具备一定的创新性和可行性。

二等：在基础维度上表现达标，具备基本的研究价值。

三等：在特定维度上表现突出，但整体有待提升。

上述评选标准旨在为参赛者提供明确的指导，确保每一份作品的优劣都能得到公正、细致的评估。

七、作品提交时间

2025 年 5 月-8 月，此间，我单位安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2025 年 8 月 15 日前，各参赛团队通过大赛申报系统提交作品，具体要求详见作品提交方式。

2025 年 8 月底前，由大赛组委会会同发榜单位共同完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2025 年 9 月，安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品，冲刺攻关参加终审擂台赛，角逐“擂主”。

八、参赛报名及作品提交方式

（一）报名方式

（1）参赛选手登录“挑战杯”官网 2025.tiaozhanbei.net，在“揭榜挂帅”擂台赛报名入口注册账号，登录大赛申报系统在线填写报名信息。报名信息提交后，下载打印系统生成的报名表。

（2）申报人在报名表对应位置加盖所在学校公章。

（3）将盖章版报名表扫描件上传至报名系统，等待系统审核。请参赛选手注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。

（4）系统开放报名时间为 2025 年 5 月 30 日—6 月 30 日，逾期后系统将自动关闭报名功能。

（二）作品提交方式

申报作品统一打包压缩提交至大赛申报系统，压缩包命名方式为：申报人所在单位-申报人姓名-作品名称-联系电话（例如：XX 大学-张 XX-XX 方案-手机号）。

九、赛事保障

组织参赛团队参观现有的浅层地热能利用项目、能量桩项目。开放实验室资源，包括热响应测试仪、地下能源结构模拟平台、算法开发服务器等。共享历年能量桩实验数据、地质参数数据库。组建由地热能专家、岩土工程师、AI 算法工程师组成的导师团，提供多学科指导。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

设立学生赛道，具体奖项设置如下：特等奖（5项）、一等奖（7项）、二等奖（10项）及三等奖若干，最终奖项数量与等次根据作品质量实施动态调整。特别设立“擂主”荣誉称号，从特等奖作品中通过综合评审产生。评选重点聚焦技术创新性、工程实用性、学术严谨性与社会价值。

2025年“揭榜挂帅”擂台赛学生赛道获奖情况将按照一定分值计入第十九届“挑战杯”竞赛学校团体总分，具体分值以第十九届“挑战杯”竞赛章程为准。

2. 奖励措施

每一奖项均设立一定数额的奖金，具体奖金金额根据最终动态调整后的奖项数量有所调整，擂主额外获100000元奖金。特等奖团队工作成果如获本单位认可，本单位可协助进行项目孵化，团队成员可以继续深度参与项目研发，同时根据项目成果给予额外奖励。获奖团队成员如报考中国建筑科学研究院攻读硕士、博士学位（全日制），同等条件下可优先录取。“擂主”团队成员中应届毕业生参加校园招聘时，可优先录用。其他获奖团队成员若需进行暑期实习，本单位可优先安排。合作、实习、就业协议于赛事结束后1个月内签署。

3. 奖金发放方式

比赛结束后，单位比赛专班工作人员与获奖团队取得联系，

填写奖金申请表，待获奖团队提供银行卡详细信息后 1 个月内，将奖金一次性发放至获奖团队提供的银行卡中。

十一、比赛专班联系方式

1. 专家指导团队

顾问专家：王老师，联系电话：18813158751

负责比赛期间技术指导保障。

2. 赛事服务团队

联络专员：姜老师，联系电话：15613189283

负责比赛期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

3. 联系时间

比赛期间工作日（9:00-11:00; 14:00-17:00）

附：发榜单位简介

中国建筑科学研究院有限公司地基基础研究所是中国建筑科学研究院有限公司的二级单位，面向全国建设事业中的岩土工程领域，开展行业所需的共性、基础性、公益性技术研究，致力于解决地基基础领域中的关键技术问题。地基所是住房和城乡建设部建筑地基基础标准化技术委员会主任委员单位和秘书处单位，是中国建筑学会地基基础分会、中国工程建设标准化协会地基基础委员会等社会团体的依托单位，负责编制与管理我国主要的地基基础工程技术标准与规范。

地基所成立近七十年来，在土的工程性质及其测试技术、地基处理、桩基础、高层建筑箱筏基础、深基坑支护等方面取得了系统的高水平研究成果。先后荣获国家科技进步奖 5 项、全国科学大会奖 5 项、国家发明奖 2 项、中国专利优秀奖 2 项、全国工程建设标准定额优秀标准奖 2 项、省部级科技进步奖 60 项、中国工程建设标准化协会标准科技创新奖 5 项；主持编制标准规范 56 部；授权专利 124 项，软件著作权 21 项；国家级工法 2 项，北京市工法 1 项。