

广东省科学院中乌焊接研究所

广东省科学院中乌焊接研究所巴顿青年人才支撑计划-先导专项 2022 年度第一批申报指南

专题一 “巴顿青年计划” 青年优秀人才

(一) 专题内容

该专项依托战略先导专项设置，围绕战略先导专项研究目标和内容开展研究。主要针对高效弧焊、等离子弧焊、激光-等离子复合焊接等先进焊接方法，通过构建质、能传递过程的多场耦合模型，实现焊接全过程的高通量数值模拟，揭示多因素诱导下焊接场能与材料的交互作用物理冶金过程。同时，通过对焊接工艺-过程物理参量-焊缝质量特征相映射的大数据采集，构建多向智能焊接大数据系统。结合数值仿真以及对大数据的分析与挖掘，实现焊接智能化设计、诊断、决策与控制，并指导相关焊接标准的建立。

(二) 申报要求

1、根据先导专项研究任务，本专题设置 4 个子课题，以提升创新能力，形成一批科研成果，促进中乌合作为目标，由科技业务部组织申报。

2、项目申报方向为高效弧焊、等离子弧焊、激光-等离子复合焊接、焊接物理冶金过程、焊接数值仿真。

3、项目负责人须是本所全职在职人员，原则上面向 35

岁以下青年人才，具有博士学位或中级职称以上水平。

4、项目立项后，由单位指定一位乌克兰国家科学院巴顿焊接研究所人员作为乌方项目负责人，协助开展项目研究。

（三）考核要求

- 1、与乌方项目负责人建立畅通有效的联系；
- 2、形成学习总结报告。

（四）支持额度和实施周期

拟支持项目数：4个。

共拟支持项目经费：40万元。

项目实施周期为1年，实施日期为2022年1月1日至2022年12月31日。

（五）申报时间节点

申报截止时间：2021年12月25日。

课题1名称：非熔化极焊接电弧（TIG、PTA、PPTA）
耦合物理模型

研究内容：

（1）非熔化极焊接电弧物理行为数学模建立：建立TIG电弧物理过程的自适应数学模型，保护气体为氩气，阳极为水冷铜块及常规的钢铁材料。建立拘束电弧（PTA、PPTA）物理过程的自适应数学模型，保护气体为氩气，阳极为水冷铜块及常规的钢铁材料

(2) 非熔化极电弧物理行为数值算法及程序的开发：开发 TIG 电弧物理过程的数值计算算法及相应的程序，保护气体为氩气，阴极为钨极，阳极为水冷铜块及常规的钢铁材料。开发拘束电弧（PTA）物理过程的数值计算算法及相应的程序，保护气体为氩气，阴极为钨极，阳极为水冷铜块及常规的钢铁材料。

(3) 非熔化极焊接电弧物理行为的数值计算：结合 TIG 电弧的数学模型及相应数值计算程序，模拟计算 TIG 电弧物理过程（保护气体为氩气，阴极为钨极，阳极为水冷铜块及常规的钢铁材料）。结合拘束电弧（PTA、PPTA）的数学模型及相应数值计算程序，模拟计算 PTA 电弧物理过程（保护气体为氩气，阴极为钨极，阳极为水冷铜块及常规的钢铁材料）。

(4) 计算结果分析：分析 TIG 电弧模拟结果。

(5) 测试平台建立：建立电弧等离子体特征及焊缝成形物理过程诊断测试平台的流程及算法。利用测试工具对电弧温度场分布、焊缝成形进行测量，验证获得模型的准确性。

课题 2 名称：等离子弧与粉末填充材料的交互作用
(PPTA 粉末喷涂)

研究内容：

(1) 非熔化极焊接电弧与球形粉末填充材料交互作用的

理论研究及物理模型建立：进行 PTA 电弧等离子体（Ar 气）对球形粉末颗粒的热/电磁作用行为的理论研究，建立相关行为的数学模型，粉末颗粒材料包括 Fe、Ni 及 Co,包括考虑和忽略颗粒材料蒸发对电弧行为的影响两种模型。动态 PTA 电弧等离子体（Ar 气）对球形粉末颗粒的力/电磁作用行为的理论研究，建立相关行为的数学模型，粉末颗粒材料包括 Fe、Ni 及 Co，包括考虑和忽略颗粒材料蒸发对电弧行为的影响两种模型。

（2）球形粉末填充材料对电弧作用的数值算法及程序的开发：开发 PTA 电弧等离子体（Ar 气）与球形粉末颗粒的热/电磁作用行为的数值计算算法和程序（粉末颗粒材料包括 Fe、Ni 及 Co，包括考虑和忽略颗粒材料蒸发对电弧行为影响的两种模型）。开发 PTA 电弧等离子体（Ar 气）与球形粉末颗粒的热/电磁作用行为的数值计算算法和程序（粉末颗粒材料包括 Fe、Ni 及 Co，包括考虑和忽略颗粒材料蒸发对电弧行为影响的两种模型）。

（3）球形粉末填充材料对电弧作用的数值计算：开发 PTA 电弧等离子体（Ar 气）与球形粉末颗粒的热/电磁作用行为数值计算算法和程序（粉末颗粒材料包括 Fe、Ni 及 Co，包括考虑和忽略颗粒材料蒸发对电弧行为影响的两种模型）。开发运动 PTA 电弧等离子体（Ar 气）与球形粉末颗粒的热/电磁作用行为数值计算算法和程序（粉末颗粒材料包括 Fe、

Ni 及 Co, 包括考虑和忽略颗粒材料蒸发对电弧行为影响的两种模型)。

课题 3 名称: 等离子弧对粉末填充材料融入过程的影响
研究内容:

(1) 等离子弧对粉末填充材料的作用理论研究及模型建立: 分析等离子弧对粉末填充材料的热、电磁作用理论, 建立粉末材料 (Fe、Ni、Co) 熔入行为的物理模型, 包括考虑及忽略粉末材料蒸发对等离子弧的作用两种类型。分析运动等离子弧对粉末填充材料的热、电磁作用理论, 建立粉末材料 (Fe、Ni、Co) 熔入行为的物理模型, 包括考虑及忽略粉末材料蒸发对等离子弧的作用两种类型。

(2) 等离子弧对粉末填充材料的作用数值算法及程序的开发: 开发等离子弧作用下粉末材料 (Fe、Ni、Co) 熔入行为 (热场、流程、电磁场) 的数值算法及计算机程序, 该模型包括考虑和忽略粉末材料蒸发对等离子弧的作用两种类型。开发运动等离子弧作用下粉末材料 (Fe、Ni、Co) 熔入行为 (热场、流程、电磁场) 的数值算法及计算机程序, 该模型包括考虑和忽略粉末材料蒸发对等离子弧的作用两种类型。

(3) 等离子弧对粉末填充材料的作用的数值计算: 计算等离子弧 (PTA) 作用下粉末材料 (Fe、Ni、Co) 的熔入行

为（热场、流场、电磁场），包括考虑和忽略粉末材料蒸发对电弧的影响两种情况。计算动态等离子弧（PTA）作用下粉末材料（Fe、Ni、Co）熔入行为（热场、流场、电磁场）的数值算法及计算机程序，该模型包括考虑和忽略粉末材料蒸发对等离子弧的作用两种类型。

课题 4 名称：TIG、PTA 及其激光复合点焊过程熔池热场、流场及电磁分布

研究内容：

（1）点焊熔池热场、流场及电磁场物理模型建立：建立 TIG、PTA、激光-TIG 及激光-PTA 点焊过程熔池行为（电磁场、流场、温度场）的 2 维自适应模型

（2）点焊熔池热场、流场及电磁场的数值算法及程序的开发：开发 TIG、PTA、激光-TIG 及激光-PTA 点焊过程熔池行为（电磁场、流场、温度场）的数值计算算法及计算机程序。在 COMSOL 多物理场模拟软件中实现 TIG、PTA、激光-TIG 及激光-PTA 点焊过程熔池行为（电磁场、流场、温度场）2D 数值模型。

（3）提交 COMSOL 模型设置程序及二次开发的代码：点焊熔池的数值计算，用计算机程序计算 TIG、PTA、激光-TIG 及激光-PTA 点焊过程熔池行为（电磁场、流场、温度场），在 COMSOL 多物理场模拟软件中计算 TIG、PTA、激

光-TIG 及激光-PTA 点焊过程熔池行为（电磁场、流场、温度场）。

（4）焊接温度场的有限元模型：实验获取热源参数（TIG、PTA、激光-TIG 及激光-PTA），建立焊接温度场的有限元模型，包括 TIG、PTA、激光-TIG 及激光-PTA 四种方法。

（5）焊接应变有限元模型：建立焊接热应变的有限元 3D 数值计算模型，包括 TIG、PTA、激光-TIG 及激光-PTA 四种方法。

广东省科学院中乌焊接研究所

2021 年 12 月 13 日



