

题目编号：XA-202608

基于跨领域退化数据迁移的航天器关键组件 寿命预测方法研究比赛方案

一、发榜单位

中国科学院微小卫星创新研究院

二、题目名称

基于跨领域退化数据迁移的航天器关键组件寿命预测
方法研究

三、题目介绍

1. 题目背景

航天器在轨运行过程中，关键组件需在长期复杂工况下持续工作，性能随时间逐步退化，可能引发功能受限或失效风险。开展寿命预测与退化趋势分析，是提升航天器运行可靠性和任务保障能力的核心技术手段。

与其他工业领域相比，航天器在轨运行具有寿命周期长、故障概率低、真实退化过程难以完整观测等特点，高精度长跨度在轨退化数据获取难度极大，无法直接支撑寿命预测模型的训练与验证，成为制约该技术工程应用的关键瓶颈。在此背景下，探索跨领域退化数据训练结合航天仿真场景适配的技术路线，是解决上述问题的可行路径。

2. 题目需求

本赛题要求参赛团队围绕航天器在轨运行中的典型预测场景，选择某一类运行场景下的关键组件，基于可获取的遥测量数据，构建组件寿命或长期退化趋势预测模型，实现对组件剩余寿命或性能衰减过程的提前预测。

受限于航天器在轨运行周期长、真实寿命退化数据难以完整获取等客观条件，参赛方案必须采用“跨领域退化数据训练与航天仿真场景适配相结合的方法”开展研究。参赛团队需首先选取其他具备长期运行和退化特征的相关领域数据集，对寿命预测模型进行训练，使模型具备刻画退化演化规律的基础能力；随后，结合所选航天应用场景，利用卫星仿真或模拟软件构建组件长期运行、故障注入及退化演化场景，对模型进行适配与验证。

参赛团队需明确所选组件的可观测量与其寿命退化之间的关联关系，基于时序遥测数据对组件长期性能变化进行建模，预测其未来退化趋势或剩余可用寿命。寿命预测应面向渐进式、长期退化过程，不以瞬时故障识别或简单阈值判断为主要目标。

在具体应用上，参赛方案需至少覆盖以下典型寿命预测场景中的两个，并通过仿真方式构建相应的退化演化过程：

- 反作用轮长期运行导致摩擦力逐步增大，基于转速、温度、电流等遥测量，预测摩擦退化趋势及其对可用寿命的影响；

- 电池在长期使用过程中内阻逐步增加、可用容量持续下降，基于电压、电流、温度等遥测量，预测电池寿命衰减过程；
- 角度或姿态传感器性能逐步退化，偏差持续增大并伴随重启或校准次数增加，基于传感器输出及相关计数类遥测量，预测其性能失效趋势；
- 其他由参赛团队自行设定的典型组件寿命退化场景，需给出明确的退化机理假设及可观测量说明。

参赛团队应在仿真退化场景下对寿命预测模型进行验证与分析，重点展示模型在航天场景适配后的预测合理性、稳定性及提前性。

3. 技术应用

本赛题成果可直接应用于航天器在轨健康管理系统，实现关键组件退化趋势的提前预警与风险评估。在算法效果、工程可复现性和仿真验证表现突出的优秀方案，满足工程条件后可优先参与星上搭载验证与在轨应用探索，推动技术从实验室向航天工程转化。

四、参赛对象

本赛题开放学生赛道评审、设奖。

2026 年 6 月 1 日以前正式注册的国内全日制非成人教育普通高等学校在校专科生、本科生、硕士和博士研究生（不含在职研究生），以及全日制职业教育本科、高职高专在校学生。

高校青年教师在指导学生参赛的同时不得以参赛人员身份参加同一选题比赛。发榜单位及同发榜单位有相关隶属关系单位的青年不得参加本单位选题比赛。

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、科研院所或企业等作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

根据选题情况，参赛作品需主要涵盖以下要求：

1. 技术方案报告

报告应围绕所选典型应用场景，说明组件寿命预测问题的建模思路、算法总体框架与技术路线，并通过仿真退化场景给出寿命预测效果的验证与分析结果。

2. 数据集与仿真方法说明

数据集与仿真方法说明：提交模型训练所使用的公开数据集与自建航天仿真数据集，并详细说明仿真数据的构建方法，包括运行、故障与长期衰减场景的模拟方式，要求数据生成过程清晰、可复现；

3. 可执行算法代码

可执行算法代码：提交基于 **PyTorch** 框架实现的寿命预测算法程序，代码应能够完整复现模型训练、迁移微调与

预测流程，并提供必要的说明文档。建议通过 **Docker** 容器方式进行整体封装，以提升环境一致性与复现效率，确保算法结果可复跑、可验证。

六、作品评选标准

本赛题围绕航天器关键组件寿命预测问题，重点考察参赛作品在寿命退化问题建模、工程实现与可复现性、算法预测效果与迁移能力等方面的综合表现。评审工作按照以下 3 个维度进行，采用 100 分制 对参赛作品进行评分

1. 问题建模与仿真场景设计（30 分）

重点考察参赛团队针对所选典型组件与预测场景的寿命退化问题建模能力：

明确给出组件寿命退化机理假设及对应的可观测量（10 分）；

设计合理的长期运行、故障或衰减仿真场景（10 分）；

仿真数据构建方法清晰、合理，能够支撑寿命预测任务（10 分）。

2. 工程实现与可复现性（50 分）

重点考察参赛作品的工程实现质量、运行可复现性以及技术规范性。该项以“代码是否可完整跑通并复现结果”为前置条件，若方案无法成功运行并复现主要实验结果，则本项其余分值不再计入。

具体评分内容包括：

提供完整可运行的代码与数据集(包含公开退化数据集与自建航天仿真数据集)，能够支撑模型训练、迁移微调与预测全过程复现（15分）；

算法基于 **PyTorch** 框架实现，训练、微调与预测流程清晰、完整，可按说明文档直接复跑（10分）；

代码结构清晰、模块划分合理，具备良好的可读性与复用性，关键流程与核心逻辑易于理解与扩展（9分）；

通过 **Docker** 容器方式对运行环境进行封装，环境配置合理、启动流程清晰，显著提升复现效率（8分）；

提供规范、清晰的运行说明文档，包含数据准备、训练步骤、参数说明与结果复现方式（8分）。

3. 寿命预测算法效果、迁移能力与应用表达（20分 + 额外加分5分）

重点考察参赛作品在寿命预测任务中的实际效果、跨领域训练后的航天场景适配能力，以及结果在工程应用层面的表达与完整性。具体评分内容包括：

完成“公开退化数据集训练 → 航天仿真数据集微调/适配”的迁移学习流程，且寿命或退化趋势预测结果合理、稳定，并具备一定提前性（10分）；

将所提出的方法与至少一种现有寿命预测或退化建模方法进行对比实验，在相同数据条件下对预测误差、稳定性或提前性等指标进行分析，并给出清晰的对比结论（10分）；

在不影响上述评分结果的基础上，对在寿命状态或退化过程的直观表达方式、工程应用流程完整性等方面表现突出的方案给予额外加分，额外加分最高不超过 5 分。该加分项不计入基础 100 分总分，仅用于拉开优秀方案之间的差距。

七、作品提交时间

2026 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。

2026 年 8 月 31 日前，由大赛组委会与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。

2026 年 9 月，发榜单位安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品。2026 年 9 月 30 日前，各晋级团队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 www.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或所在单位公章。

（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 2026 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

所有作品文件统一打包压缩成 RAR 格式提交至 zhuangxk@microstate.com 邮箱，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）。

压缩包内需同步包含 1 份经报名系统审核通过的参赛报名表（PDF 格式），报名表信息需与系统填报完全一致，作品通过大赛申报系统提交，不接受邮件等其他方式提交。

九、赛事保障

为保障参赛团队顺利开展研究，发榜单位提供以下支持措施：

技术资料支持：提供航天器健康评估与寿命预测领域的核心参考论文、工程案例及技术规范

仿真工具支持：推荐并指导使用主流卫星仿真软件，协助构建关键组件的运行与退化场景

专家指导支持：组建航天工程领域专家团队，通过线上答疑、专题讲座等方式提供技术咨询，协助参赛团队优化方案设计

对接服务：优秀团队可获得参观微小卫星总装测试基地

的机会，深入了解航天工程实际应用场景

以上保障措施由赛事服务团队统一对接，每周三下午组织集中线上答疑。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

学生赛道与青年科技人才赛道分别设奖，每个赛道奖项设置如下：

擂主：1名（从特等奖中产生）；特等奖：5名（含擂主）；一等奖：5名；二等奖：5名；三等奖：5名。

最终授奖数量视各赛道申报作品数量和质量，报大赛组委会同意后动态调整。

2. 奖励措施（均为税后奖励）

奖金奖励：

擂主：10万元/队

特等奖：2万元/队

一等奖：1万元/队

二等奖：5000元/队

三等奖：2000元/队

人才发展奖励：

所有获奖团队成员可获得中国科学院微小卫星创新研究院带薪实习机会

特等奖及以上获奖团队的应届毕业生，可获得校园招聘

面试直通卡，直接进入终面

优秀成果可纳入研究院后续科研项目合作计划，支持成果转化与落地。

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 个季度内，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

殷老师（副研究员）：13122042627，邮箱 yinkl@microstate.com 负责比赛期间技术问题指导、方案优化建议及仿真场景搭建咨询。

2. 赛事服务团队

殷老师：13122042627，邮箱 yinkl@microstate.com
负责报名审核、作品提交、赛务通知、奖金发放等组织协调工作。

3. 联系时间

比赛期间工作日 9:00-17:00

附：发榜单位简介

中国科学院微小卫星创新研究院位于上海市浦东新区，是我国微小卫星及相关技术领域的核心总体单位。研究院实行“一院两区”运行模式，在临港和张江建设了国际先进的智能制造、总装测试和环境验证设施，现有科研和管理人员 1000 余人，具备年研制 300 颗微小卫星的能力。

经过二十余年发展，研究院已形成覆盖通信、导航、遥感、科学、微纳、深空等领域，从公斤级到吨级、从超低轨到深空全轨道的全谱系卫星设计研制能力。先后承担“悟空号”“墨子号”“夸父一号”“北斗三号”“SVOM”等国家重大航天任务，是我国航天领域的重要战略科技力量。