

真实产业场景中的航天“做中学”闭环构建与常态化实施路径

——以哈尔滨市继红小学联合工大卫星、华航星间落实科学教育指南为例

姚丹¹ 万雨恬²

(1. 齐齐哈尔市教育教学研究院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005, 2. 香港科技大学, 中国 香港)

[摘要] 教育部《义务教育阶段科学教育“做中学”领航行动指南》要求以真实问题驱动跨学科项目式学习, 破解科学教育“重知识、轻实践”的难题, 打通实践育人“最后一公里”难题。哈尔滨市继红小学作为全国科学教育实验校, 联合哈尔滨工大卫星、华航星间以全国科普月航天第一课为切入点, 构建“校内启蒙—校内先导—校外进阶—评价归档”四段闭环, 以“北斗课”生成问题墙、以“家庭航天观察任务单”前置真实问题, 以“银河课堂+中国星谷+卫星总装测试”提供真实工程场景, 以“设计一颗龙江星”贯通“提出假设—方案设计—证据搜集—制作改进—交流反思”全链条, 并依托金种子科技研学教联体建立三方、五共、数字画像与种子教师机制。案例显示, 将商业航天产线转化为基础教育课堂, 有助于航空航天主题从“听讲参观”走向“工程实践”、从“一次活动”走向“每学期4课时常态化”、从“学校单干”走向“校地协同可复制”, 为落实指南提供可推广样板。

[关键词] 做中学; 航空航天; 项目式学习; 校地协同; 教联体; 工程教育; 科学素养

DOI: <https://doi.org/10.63944/kzx05.erstp>

Closing the Loop of Aerospace “Learning by Doing” in Real Industrial Scenarios: A Model Case of Jihong Primary School with HTSAT and Huahang Inter-satellite

Dan Yao¹, Yutian Wan²

¹Qiqihar Institute of Education and Teaching Research, Heilongjiang, China;

²The Hong Kong University of Science and Technology, China

Abstract: The Ministry of Education's *Guidelines on "Learning by Doing" in Science Education for Compulsory Education* calls for real-problem-driven, cross-disciplinary project-based inquiry to address the problem of "emphasizing knowledge over practice" in science education and bridge the "last mile" of practice-based education. As a national science-education pilot, Harbin Jihong Primary School partnered with Harbin HTSAT and Huahang Inter-satellite, taking the aerospace first lesson of the National Science Popularization Month as the entry point, to design a four-stage closed loop—school-based initiation, in-school PBL priming, off-campus deep study, and evaluative archiving. A Beidou class builds a "question wall" from students' home observation tasks; Galaxy Classroom, China Star Valley and HTSAT assembly/testing workshops provide authentic engineering contexts; and the "Design a Longjiang Satellite" task carries

作者简介: 姚丹 (1975—), 女, 本科, 一级教师, 研究方向为基础教育教研、研学实践教育、劳动教育、心理健康教育等;
万雨恬 (2002—), 女, 硕士在读, 研究方向为教育心理学、国际商业分析。

out the full chain of hypothesis, design, evidence, fabrication, improvement and reflection. Supported by the Golden-Seed STEM study consortium, the model establishes three-party collaboration, five-sharing mechanisms, digital portfolios and seed-teacher training. It shows that commercial aerospace production lines can be transformed into basic-education classrooms, helping aerospace inquiry shift from "listening and visiting" to engineering practice, from one-off activities to regularized four-period-per-semester implementation, and from school-only efforts to replicable school-enterprise collaboration, providing a promotable model for implementing the guidelines.

Keywords: learning by doing; aerospace; project-based learning; school-enterprise collaboration; education consortium; engineering education; scientific literacy

一、问题提出：指南落地与航天研学的三重张力

2026年，教育部印发《义务教育阶段科学教育“做中学”领航行动指南》，明确围绕生命健康、生态环境、地球奥秘、航空航天、新兴产业、人工智能六大主题，引导学生经历“提出问题和假设—设计方案—搜集分析证据—得出结论并解释—制作改进—交流反思”的完整链条；4—9年级统筹跨学科、综合实践、地方与校本课时，确保每生每学期不少于1个任务、不少于4课时，不新增总课时，评价以纪实性表现纳入综合素质档案^{[1][2]}。航空航天被列为重点方向，要求通过水火箭、模型飞机、模拟火星种植等任务厚植“空天报国”情怀^[1]。

政策方向清晰，但学校端转化仍存在三重张力。其一，资源张力：卫星、火箭、在轨管理属于高壁垒产业，真实工程现场因安全、保密、专业门槛难以直接向小学生开放；若只用模型讲解，容易回到“看展板、听故事”。其二，课程张力：校外研学常与课标脱节，北斗、轨道、能源、通信等知识点若没有前置问题和中段任务，会变成“参观激动、回来不动”。其三，师资张力：航天PBL对工程思维、跨学科设计和过程评价要求高，单靠学校科学教师难以稳定输出，外部专家进校又易陷入“名师一场讲、学校难接续”的困境。

继红小学以全国科普月为契机，联合工大卫星、华航星间开展“小小航天工程师‘做中学’培养计划”^[3]，其价值正在于把上述张力转化为可操作闭环：用真实产业资源做场景，用问题单做前置，用PBL做课程，用教联体做机制，形成可复制推广的航天样板。

二、理论框架：真实场景—工程任务—协同治理三位一体

第一，情境与具身认知。航天知识抽象，但卫星模型、总装车间、发射模拟、9D球幕可把“轨道、能源、通信”转为可看、可触、可操作情境；学生在问题墙、观察单、模型制作中“用身体理解科学”，符合指南“从真实情境出发”的要求^[1]。

第二，工程教育“归零—迭代”逻辑。航天工程强调需求约束、系统分解、测试归零。将其改造为小学可接受的工程约束卡（质量、能源、成本、任务），学生以“为黑龙江解决一个问题”驱动设计，经历假设、草图、制作、路演、改进，既学科学原理，又学系统工程与工匠精神^[7]。

第三，教联体协同治理。金种子科技研学教联体由黑龙江省研学实践教育协会、工大卫星、华航星间、哈工大紫丁香微纳卫星工场、华为鲲鹏及继红等21家单位发起，首批40所中小学加入，形成“课程共研、双师共建、资源共享、成效共评、示范共创”五共机制^{[5][6]}。学校不再单独采购专家、基地和评价工具，而由教联体提供标准包、导师手册与联席制度，解决“活动化、不可持续”问题^[4]。

三、案例建构：四段闭环与“龙江星”驱动任务

（一）前置启蒙：北斗课与问题墙

2026年9月全国科普月，继红三校区同步开设“北斗课”。课程按“面—线—点”组织：先以“两弹一星”、载人航天、探月探火建立中国航天全景；再聚焦工大卫星所在的卫星设计—制造—测试—在轨全链条；最后落到北斗导航“人人可用、处处可用、时时可用”。主讲由“冰城科普使者”与科普研学讲师承担，课堂展示卫

星实物模型,讲北斗三号 GEO/IGSO/MEO 混合星座、星间链路、短报文,并用“虚拟家庭一天”串联物流、高铁、野生动物保护等应用^[3]。

关键不在于“讲全”,而在于“问对”。课前一周发《家庭航天观察任务单》,让学生记录3处生活卫星应用(手机导航、外卖定位、天气预报、共享单车等)并写1个可探究问题;课堂设5分钟问题墙,教师归为轨道类、通信类、能源类。继红现场学生提出“手机导航信号怎样传到手机”“卫星靠什么不掉下来”“雨雪是否影响无人机配送”等,均来自其生活经验而非教师预设。这一环节直接对标指南“提出问题和假设”,避免启蒙课变成科普报告^[1]。

为贴近乡土,讲师设“北斗能为黑土地做些什么”,把导航、遥感、通信与土壤墒情、作物面积、农机调度关联,使国家战略科技与县域农业问题同框呈现,既降低距离感,又为后续“龙江星”埋任务^[3]。

(二) 校内先导: PBL 进阶与工程约束

启蒙后由继红科技教师接棒开校内先导课,不依赖外部讲师重复进校。分四模块:回顾北斗并分享最感兴趣点;认识“龙江星”三大生命系统(能源、热控、结构);学习工程设计流程与航天“归零”文化;分组预研,选择黑土地监测、冰雪旅游导航、森林火灾预警、湿地生态观测等家乡问题。每组拿到“工程约束卡”:质量 $\leq 500\text{g}$ 、太阳能板 $\leq \text{A4}$ 、虚拟预算1000万元、必须解决黑龙江1个真实问题。约束卡把“我想造一颗万能卫星”转为“在限制条件下做取舍”,培养系统思维而非科幻式堆功能。

此段对应指南“设计方案—搜集证据”的校内可完成部分,同时解决师资接续:华航“银河课堂”提供框架与导师手册,继红教师做本土化改编,形成“外部标准+校本实施”的双轨。

(三) 校外进阶: 真实产线中的半日 PBL

校外半日营4课时,路线为中国星谷科技空间—工大卫星总部—模型制作与路演。第1课时银河课堂低段版讲形状与结构、度量衡、“克克计较”质量观、四大发射场方位、航天故事与命名;高段可改为子系统与参数。第2课时中国星谷沉浸式体验宇航服、火箭模拟发射、月球车、9D球幕、VR太空,完成“航天应用调查表”,要求列3—5种生活应用并写原理。第3课时进工大卫星洁净AIT车间,观察总装、测试、吸波环境、平台舱与载荷舱部件,由工程师讲真实任务“发现问题—推迟—归零—成功”,完成“卫星结构观察记录表”。这是普通科技馆不可替代的环节:学生看到的不仅是模型,而是正在按航天标准装配、测试、在轨管理的真实产业现场。

第4课时返回项目室做“龙江星”:任务定义→草图与子系统标注→科学/数学解释(轨道高度、太阳能功率、通信时延、质量预算)→家乡价值论证→4人路演。导师与工程师按“是否在约束下取舍”而不是“功能多炫”提问。整个校外段完整覆盖指南六步:问题来自前置任务单,方案来自约束卡,证据来自星谷观察与卫星车间记录,结论来自路演论证,制作来自模型物化,反思来自改进日志。

(四) 评价归档: 三维、数字与星级进阶

评价不考试,按指南要求做纪实性表现。评价主体为科学教师、信息科技教师、班主任和学生自评,工程师评语作为参考。评价维度包括问题意识、探究实践、合作反思三个方面:问题意识通过家庭观察单、问题墙提问记录进行描述性评价;探究实践通过观察记录、数据表、模型迭代日志进行等级评价;合作反思通过小组路演、改进日志、工程师评语进行综合评定。教联体配套“一生一档”二维码,关联问题清单、迭代日志、路演视频和评价量表。星级分北斗探索者(启蒙)、银河设计师(探究)、龙江工程师(创造),作为激励手段,具体指标与权重由教联体统一研制,不计入综合素质评价分数。继红将航天PBL纳入每学期不少于4课时台账,与科学、信息科技、数学、语文、道德与法治跨学科计分,不另设纸笔测试。

四、协同机制: 三方、五共与种子教师

样板能否复制,关键在机制而非单次活动。

三方协同:校内科学/信息教师负统筹、学情、课标对接;工大卫星工程师负责真实任务、车间安全与工程

严谨；华航导师负银河课堂、PBL脚本与评价工具。其中“双师”特指校内科学教师与工大卫星工程师的现场配合，华航导师作为课程支持方参与。

教联体五共：课程共研产出北斗课、银河课堂、龙江星标准包；资源共享开放中国星谷、工大卫星、华为鲲鹏等基地矩阵；成效共评统一三维量表与数字档案；示范共创向40所成员校输出；辅以季度联席会、年度成果包（标准课+执行手册+案例+论文）^{[5][6]}。

种子教师三级：初级全体科学/信息教师会讲北斗、用指南链条；中级骨干独立改PBL、做约束卡；高级核心教师牵头教联体课程与成果凝练。继红以全国科普月为训练场，把一次专家进校转为教师工作坊，避免“专家走、课程停”。

安全与常态化：校外产线按车间准入、分组限额、工程师陪同、保险与应急预案执行；每学期4课时由科学、信息科技、综合实践、地方课程与校本课程统筹，不新增总课时。校内北斗课、先导课各1课时，校外半日营2课时，评价归档融入日常教学。

企业参与通过教联体框架下的合作协议保障，以科普公益、品牌建设与政府购买服务相结合的方式维持。同时通过种子教师培训，逐步降低对外部工程师的依赖，确保课程可持续运行。

五、样板价值与推广要点

第一，主题选点可推广。北斗比深空探测更贴近生活，比水火箭更复杂但不脱离小学认知；以“家乡问题”重构卫星任务，使空天报国不是口号，而是“为黑土地、冰雪、森林设计一颗星”。

第二，场景转化可推广。真实卫星总装测试是稀缺资源，但每个地市均有科研院所、科技企业、场馆可取同构思路：把“企业工序”转为“适龄探究”，把“专家知识”转为“任务单+约束卡+迭代日志”，降低对明星讲师的依赖，借鉴大国工程研学课程开发范式^[7]。

第三，评价可推广。三维过程+数字档案+星级认证，可直接对接各地综合素质评价，避免研学成果仅以作文、照片呈现^[4]。

第四，教联体可推广。政府/教研/学校/企业/场馆五方以“五共+联席+种子教师”绑定，解决校地协同中“学校热、企业冷、评价空”的问题。金种子模式显示，21家产学研单位、40所中小学可形成区域生态，同时契合黑龙江省中小学科技教育实施导向^[8]。

六、结语

继红—工大卫星—华航实践说明，落实“做中学”指南不是多开几节实验课，而是把国家战略科技资源改写为儿童可问、可做、可评的工程课程。以北斗问题墙启动好奇心，以家庭任务单建立真实问题，以银河课堂和中国星谷提供跨感官情境，以卫星总装车间提供不可替代的产业证据，以龙江星PBL完成从假设到路演的完整链条，以教联体保障学期化、师资化、数字化运行，最终形成“启蒙—建构—创造—归档”的航天样例。该模式可在具备科研院所、科技企业或科普场馆资源的城市与县域学校中，按本地产业资源条件改造复用；不具备航天产业资源的地区，可借鉴其“问题墙—约束卡—真实场景—数字档案”的流程框架，替换为本地资源主题。，以此，为教育强国、科技强国早期拔尖创新人才培养提供可参考、可调整、可评估的基层方案。

参考文献：

- [1] 教育部. 义务教育阶段科学教育“做中学”领航行动指南[Z]. 2026.
- [2] 教育部政务新媒体. 指南专家解读：六主题、任务链条与4课时要求[EB/OL]. 中国教育新闻网, 2026-08-05.
- [3] 哈尔滨市继红小学+工大卫星&华航星间. 全国科普月航天科普系列活动方案（北斗课堂、银河课堂、中国星谷、龙江星PBL）[Z]. 2026-09-10.

- [4] 孙欣等. 落实科学教育“做中学”的科技研学与科学教育常态化校地协同路径研究——以继红小学与工大卫星、华航星间产教联体为例[J]. 研学实践教育研究, 2026(4).
- [5] 新华网黑龙江. 从单点赋能到生态共育 黑龙江打造科技教育“金种子”教联体[EB/OL]. 2026-05-23.
- [6] 中国报道网. 从“种子”到“森林”: 金种子科技研学教联体在哈成立[EB/OL]. 2026-05-26.
- [7] 李素慧, 高翔, 陈巧婕. “大国工程”研学课程的开发和实践——以“航天护舱行动”为例[J]. 湖北教育(科学课), 2025(6):78-80. (航天 PBL 参考)
- [8] 黑龙江省教育厅. 黑龙江省关于加强中小学科技教育的实施方案[Z]. 2026.