



基于工程哲学的工程科幻与科学教育实践融合研究——以《与机器人同行》为例

王哲

内蒙古师范大学 科学技术史研究院, 呼和浩特 010022

摘要: 随着工程素养被正式纳入中小学科学教育体系, 如何在基础教育阶段有效培养学生的工程思维成为关键议题。本文以工程哲学为理论框架, 选取阿缺的科幻作品集《与机器人同行》为研究对象, 系统探讨工程科幻融入科学教育的内在逻辑与实践价值。研究首先界定“工程科幻”概念, 强调其对工程技术过程、社会互动及伦理困境的深度呈现; 继而通过文本细读, 揭示该作品如何通过人工智能与机器人叙事, 展现从问题识别到方案迭代的工程思维内核, 并构建人一机一社会的复杂伦理情境。研究表明, 工程科幻在知识具象化、思维可视化和伦理情境化三个维度上, 高度契合科学课程对工程素养的培养要求, 能够引导学生将零散的“机器想象”转化为结构化的“工程思维”。本文认为, 工程科幻作为一种跨学科文化载体, 可作为连接工程哲学理念与中小学教育实践的有效桥梁, 为科技教育创新提供兼具思想深度与教学可行性的新路径。

关键词: 工程哲学; 工程科幻; 工程思维; 科学教育; 《与机器人同行》

中图分类号: N0; T-0

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2026)02-0179-11

引言

随着当代科学技术的飞速发展, 工程与技术在现代社会中的作用日益重要, 这对青少年的科学教育也提出了更高的要求。培育具备适应未来发展能力的青少年, 使其拥有正确的价值观、必备品格和关键能

力, 成为新时代教育的核心任务。在此背景下, 教育部近年来不断调整科学教育的培养目标和培养方案, 以适应时代的需求。

2022年3月, 教育部发布的《义务教育课程方案和课程标准(2022)》明确将“技术与工程”纳入科学课程的标准中^[1]。从科学教育到科技教育的转变,

收稿日期: 2026-01-04; **修回日期:** 2026-01-21

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金西部和边疆地区项目: 乡村振兴战略下的农村科学传播观念研究(22XJA72001)

作者简介: 王哲(1980—), 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为科学教育、科学技术哲学、科学传播。E-mail: wangzhe@imnu.edu.cn

引用格式: 王哲. 基于工程哲学的工程科幻与科学教育实践融合研究——以《与机器人同行》为例[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2026, 18(2): 179-189. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20260001. CSTR: 32282.14.JES.20260001

WANG Z. Research on the Integration of Engineering Science Fiction and Science Education Practice Based on Engineering Philosophy: A Case Study of *Walking with Robots*[J]. Journal of Engineering Studies, 2026, 18(2): 179-189. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20260001. CSTR: 32282.14.JES.20260001

标志着义务教育阶段科学课程的多元化发展,其重点转向培养学生的科学思维与探究能力,旨在让学生理解科学、技术、工程之间的相互关联和促进作用,进而培养科技领域的后备人才。然而,在义务教育阶段的科学教育课堂中,将工程思维的综合性、实践性特征转化为生动可感的教学过程,以培育学生的工程思维,仍是一个亟待深入探讨的紧迫问题。一方面,工程知识内容丰富、覆盖面广,与学生的现实生活距离较远,单纯的内容讲述较为抽象。另一方面,与科学实验和技术实践相比,工程实践需要更为复杂的情境载体和跨学科知识的融合,而当前缺乏培养学生工程思维与人文素养的恰当情境。

与此同时,科幻作品作为一种独特的文化现象,近年来在科学教育中日渐成为重要资源。科幻作品不仅能够帮助学生更好地理解复杂的科学概念和工程原理,还能够进一步激发学生的科学想象力和创造力。特别是工程科幻作品,其中蕴含的工程思维、技术伦理与人文关怀,为拉近工程与学生的距离,提供了兼具科学性、情境性与人文性的教学资源。尽管科幻作品在科学教育中的应用已逐渐受到关注,但根据已有研究,关于工程科幻在科学教育中的作用的系统研究仍相对较少。本研究以《与机器人同行——阿缺中短篇科幻小说选》(简称《与机器人同行》)^[2]为主要案例分析对象,旨在探索工程科幻作品在科学教育过程中,实现工程知识、工程思维、工程哲学的情境化与跨学科融合的一种可能路径。

1 工程哲学视域下的工程科幻的教育价值

1.1 工程科幻及相关概念界定

2019年以来,随着《流浪地球》等国产科幻作品的大获成功,系统工程在科幻作品中的刻画,使得以工程幻想为主题的科幻作品逐渐走入大众视野。然而,究竟什么是工程科幻,目前学界还未有明确的界定。

在定义工程科幻之前,首先需要明确科幻的基本定义。吴岩将科幻小说的类型细分为科普类、广义认知类、替代世界类和STS类四种。基于这一分类,吴

岩^[3]提出科幻概念由文学状态、探索特征、科学内涵、认知方式、审美因素和警示因素这六个因素构成。工程科幻作为科幻作品的一种创作类型,通常围绕一项或多项工程技术想象展开故事情节。这些故事往往聚焦于工程演进过程中科学、技术与社会之间的矛盾冲突。纪阳等^[4]在《工程科幻创作与工程想象力教育》一文中将工程科幻定义为科幻作品中的一种类型,作品关注点在于工程技术的想象和工程运演的记录。许秋原和刘兵^[5]在《“未来药物”项目中的工程科幻与制药工程交互影响:基于STS视角的关键问题分析》一文中将工程科幻更为明确地定义为一种将科学、技术和工程元素融入富有情境的故事中的新兴的文学载体。刘慈欣^[6]在《宇宙工程师之歌》中提出了“工程师科幻”的概念,并深入阐述这一类型科幻小说的特点:它由工程师创作,叙事核心聚焦于工程技术。这类故事主要展现工程与科技之美,以演绎某种宏伟工程为主题,情节围绕主人公如何运用工程知识和技能解决复杂问题而展开。刘慈欣所探讨的“工程师科幻”主题,与广义上的工程科幻主题是一致的,但他进一步将创作者的群体限定在一个更为细致的范围之内。

综上,工程科幻是科幻作品的一个子类,其核心关注点聚焦于工程技术实践过程中可能引发的想象。从工程想象的视角来看,工程科幻以科学逻辑和未来的工程技术为基础,对技术应用场景进行拓展,结合技术功能和未来发展趋势进行系统性预演。例如,机器人技术应用、星际探索工程、能源供给系统探索等,都是工程想象中较为常见的主题。它们旨在以科学理论的可能性为基础,构建符合技术推广逻辑与工程演进序列的工程想象场景。从探讨技术伦理的维度来看,工程科幻能够在一个相对简洁清晰的具体情境下,展现技术应用中人类与后人类主体间的矛盾、社会不同主体间的伦理冲突以及人类生存环境危机等复杂关系。

1.2 科学教育课程标准中的工程素养

根据教育部2017年修订的《义务教育小学科学课程标准》(后简称《小学科学课标》),从2017年9月开始,小学一年级起开设科学课,并将其作为基础

性课程。科学课正式进入中小学课程体系,成为基础性课程的一部分。其中,技术与工程的内容被列为四个学习领域之一^[7]。《小学科学课标》对工程素养的要求主要集中在“技术、工程与社会”和“工程设计与物化”这两个部分^{[1]90-111}。工程素养是一种旨在让学生适应未来社会需求的,深度融合科学观念、工程思维、探究实践以及态度责任的核心素养。随着科学教育改革的不断深化,工程教育内容的比重也有所增加。特别是2025年10月,教育部等七部门联合发布了《关于加强中小学科技教育的意见》,强调加强中小学科技教育是服务国家创新驱动发展战略、培养未来科技创新人才的重要路径。对工程部分的要求更加细化,具体落实到工程实践能力的培养^[8]。国际上,工程教育的发展范式也经历了从“技术范式”到“科学范式”,再到“工程范式”的演变^[9]。

工程素养首先体现在对工程本质和实践过程的初步理解与体验中。课程标准明确指出,工程活动的核心是创造人工实体,涉及定义问题、设计方案、物化实施以及迭代改进等一系列流程^[10]。学生应通过实践活动,理解工程需要定义和界定,明确工程的关键在于设计,而最终结果是设计方案的物化^[11]。对于低年级的学生,能够使用简单工具制作作品来体验已足够;而高年级学生则需要完成从统筹规划到迭代改进的完整过程,并学会利用科学原理和数学工具来进行预测^[12]。这种素养强调了“做中学”,《小学科学课标》要求所有学生必须亲身参与设计与制作的环节,通过可操作的活动将知识转化为解决实际问题的能力^[13]。

工程素养着重于学生对技术、工程与社会之间相互作用的理解,以此为基础构建工程思维框架^[10]。《小学科学课标》指出,学生需理解技术与工程如何塑造人造物并深刻影响人们的生产与生活。此外,《小学科学课标》旨在引导学生认识现代工程系统的复杂性,不仅要理解科学对技术与工程的指导作用,还要理解技术发明对社会的影响以及在快速发展中涉及的伦理问题。在实践层面,《小学科学课标》还要求学生通过项目研究、科普剧等形式,对技术产品持批判性视角。

综上所述,工程素养的目标可以从问题意识、设

计能力和实践应用三个维度进行界定^[14]。以工程问题的解决为主线,在认知上强调工程问题没有标准答案,只有更好;在能力上侧重工程实践、创新思维和团队合作;在实践中重视培养学生的探究兴趣和实践能力,以形成对科学、技术、工程与社会之间关系的系统认识。最终,帮助学生形成适应个人发展与社会需要的正确的价值观、必备品格与关键能力。

1.3 工程科幻与工程教育的理论契合

工程哲学作为探讨科学、技术与工程三者关系的学科,其核心在于对科技伦理界限、工程思维逻辑及人文关怀进行整体性反思^[15]。这一核心架构起了工程科幻与科学教育工程中“工程知识具象化、工程思维可视化、工程伦理情境化、跨学科融合自然性”之间的桥梁。

从学生的认知特点来看,义务教育阶段的学生需要工程知识以更形象的形式呈现。工程科幻通过故事的叙事手法,将相关要素串联起来,有助于解决当前工程教育中理论讲解与公式推导如何转化为生动具体的场景与情节的认知难题。从工程思维培育的角度看,工程思维是一种隐性且没有固定模式的思维方式,在教学过程中仅通过直观讲授难以实现,需要学生在具体的思维实践中逐步领悟^[16]。然而,工程的实际可操作性和复杂性也限制了实践探索的广度。工程科幻则巧妙地通过工程角色扮演,预演工程思维的发展过程,将这一思维转化为生动的情节,从而高效、便捷地帮助学生深化对工程思维实践路径的理解。从工程伦理的视角审视,工程科幻作品通过构建具体的技术伦理冲突场景,使抽象的工程伦理理论转化为可感可知的现实矛盾,生动展现技术应用与伦理底线的冲突,构建出形象的伦理困境,有效激发学生的参与兴趣,并辅助他们理解工程伦理中的复杂性与辩证性。

从《小学科学课标》的教学实践要求来看,当前中小学科学课程改革的一个首要特征就是打破学科壁垒,推进跨学科融合,注重培养学生的综合学科素养。这一要求与西方教育界提出的STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)教育理念不谋而合。工程教育作为融合这四个方面的关键点,不仅

注重学术研究和动手实践, 而且强调发现和解决问题, 能够很好地促进这种融合^[17]。近年来, 基于项目的学习 (project-based learning) 在 STEM 教育的基础上更进一步, 将各个学科的知识整合到一个项目中, 且这种学习方式目标指向性更强, 效率更高^[18]。工程科幻作品正是符合这一融合理念的典范。在文本叙事中, 它不仅涉及科学原理与工程技术的知识, 还包含逻辑推理与系统性演进。通过对故事情节的解读, 可以深入了解工程中的困境和问题。可以说, 工程科幻天然地具备跨学科融合的属性, 为科学教育的跨学科教学提供了契合度较高的示例。

2 《与机器人同行》的工程哲学分析

《与机器人同行》是 90 后科幻作家阿缺于 2015 年出版的一部中短篇作品集, 并于 2021 年再版, 被收录于“中国科幻基石丛书”。书中汇集了 17 篇佳作, 这些作品探讨了人工智能、机器人伦理、时空旅行以及青春成长等主题。其中, 《收割童年》荣获第二十五届中国科幻银河奖最佳短篇小说奖, 《与机器人同居》则摘得第五届全球华语科幻星云奖银奖。此外, 作者阿缺也凭借卓越表现, 荣获第五届全球华语科幻星云奖最具潜力新人奖银奖。

选取此书作为案例, 首先是因为该书在内容上紧密贴合青少年情感关注点, 涉及青春期心理、人际关系等主题。其次, 在科幻主题的设定上, 家务陪伴型机器人 LW31 贯穿始终, 它既是人形机器人的科学知识载体, 又推动了人机情感发展的脉络, 从而有效激发学生对智能体的兴趣。此外, 在语言运用和篇幅控制上, 每个故事长短适宜, 语言简洁明了, 作为辅助阅读文献, 单篇即可满足多种科学主题的需求。在教育价值和意义上, 作品巧妙地将科学、技术与工程的批判性反思融入学生更为熟悉的本土化社会情境中, 有效拉近了科幻作品与读者之间的文化距离。

2.1 工程哲学视角下的《与机器人同行》

对全书的 17 个故事的主题和涉及的科幻元素进行分类, 大致可以分为人工智能、机器人伦理、时空旅行等几类。其中, 以机器人为主题的共有 7 篇, 包

括《与机器人同行》《与机器人同居》《与机器人同悲》《收割童年》《悄然苏醒》《格里芬太太准备今晚自杀》和《芯魂之殇》。以探索宇宙为主题的故事有 5 篇, 分别是《我讲我爷爷的故事》《征服者》《贩卖战争》《星辰暗旅》和《旅行者》。探讨时空旅行与生命意义的故事有 4 篇, 包括《偷窥者》《江河流殇》《病人》和《逆流者》。此外, 还有 1 篇其他主题的故事《黑西装》。具体分类及主题概括如表 1 所示。

表 1 《与机器人同行》中短篇小说中涉及的主题
Table 1 Analysis of themes in the short stories of *Walking with Robots*

故事题目	主角	涉及的工程哲学主题
《与机器人同行》	机器人	机器人人性的觉醒
《与机器人同居》		机器人权力与社会平等
《与机器人同悲》		机器人情感
《收割童年》		机器人管理下的儿童乌托邦
《格里芬太太准备今晚自杀》		机器人情感伦理
《芯魂之殇》		战斗型机器人的自我意识觉醒
《我讲我爷爷的故事》	人	人类星际拓荒
《偷窥者》		时空穿越
《征服者》		成吉思汗修建地心通道工程
《江河流殇》		时空穿越工程
《贩卖战争》		星际战争
《病人》		时间滞缓症
《旅行者》		太空新资源寻找
《逆流者》		时间逆流
《黑西装》	克隆人	克隆人的复仇
《星辰暗旅》	星际文明	被自己的科技造物毁灭
《悄然苏醒》	NPC(non-player character)	NPC 拥有自主意识

从表 1 可以看出, 《与机器人同行》的科幻主题以人工智能的情感觉醒为核心, 围绕这一核心, 构建了一系列故事, 这些故事以人工智能机器人情感觉醒后所引发的一系列社会矛盾为主线。从工程哲学的视角出发, 可以分析这些故事中涉及的工程学内容。书中探讨了机器人从生产商、销售、技术升级, 到在社

会中的使用、社会地位等各个方面,构建了一个涉及科学、技术、工程、社会的完整语境。例如,《我讲我爷爷的故事》讲述了人类在征服宇宙中“芜星”的故事;而《征服者》则以成吉思汗和丘处机协商建立星际骑兵征服宇宙为背景,描绘了修建地心通道以便把骑兵送上太空的故事。工程哲学强调,为了特定工程,各类行动者会走到一起,在交流、磋商、交易的过程中,逐渐形成在语言、理解、行动乃至价值上的新的工程共同体。以机器人为主角的故事深入探讨了工程哲学中的三大核心维度,旨在展现该作品蕴含的工程哲学和工程教育意义。

2.2 《与机器人同行》中的人工智能伦理困境

机器人LW31是阿缺的系列小说中的绝对主角。由LW31的情感觉醒与人类社会的主体性规则之间的冲突引发的一系列矛盾冲突,是该书工程哲学的集中体现。例如,其中的《与机器人同行》《与机器人同居》《与机器人同悲》三部曲^{[2]1-58}围绕人工智能语境逐步展开,探讨机器人与人类的伦理责任边界如何划定,以及作为工程造物的机器人在固化的工程条例限制下,与复杂人性需求之间的矛盾冲突与碰撞。

首先,人工智能的情感觉醒与自主行为抉择,对工具论视角下的权责划分提出了质疑。LW31是一个家政型的机器人,它的设计初衷是服从和服务于人的生产生活需求的工具,评价其性能好坏的标准为是否能够清晰地执行人类发出的指令。在星球联盟条例中,LW31曾经是由垄断公司生产的畅销型号,普及范围广泛。但随着产品的更新换代,LW31逐渐成为被淘汰的落后产品。然而,在故事中,当LW31表现出对类似于人类的情感依赖和道德判断时,对它的主体性界定就成为矛盾的核心。例如,在沙漠中,LW31因为对人类复杂情感的好奇而导致“死机”,这映射出对纯粹逻辑计算的背离。当主人试图出售它时,它会哀求主人不要丢下它,并运用金属反光模拟出泪光。当它在主人的怂恿下与邻居的机器人谈恋爱,后来又眼见“暗恋的机器人女友”被主人暴力拆解成一堆破铜烂铁后,它联合其他机器人组织示威游行,要求获得和人同等的道德权利地位。这种情感纠葛引发读者思考:当工程造物表现出情感时,人类对

其的态度是否应该升级为某种意义上的道德关怀?这种边界的模糊,正是前沿工程伦理面临的真实困境。

其次,星际联盟中机器人条例与人类实际需求之间的冲突,也揭示了工程伦理在现实中面临的困境。当工程造物具备类人的情感、自主意识,并遵守道德原则时,我们是否还能按照传统的主客二分立场,忽视其伦理需求?以星际航行中的一个场景为例:联盟条例规定机器人只能待在货仓,这背后是基于其作为机器的工具性定位和潜在歧视性的社会规则。当主人表示愿意多买一个床位,以便将LW31留在客舱时,却遭到了同舱客人的反对。反对者声称:“机器人从来都只是工具,为人类所用。”这场简单的冲突凸显了工程的伦理底线随着人工智能机器人的普及而变得脆弱。随着技术能力和社会认知的变化,当人的情感需求对象从人类主体扩展到后人类群体,当工程造物的智能与情感进化到类人程度时,严格以“物”的规则来约束它们,是否会面临道德困境?^[19]

2.3 《与机器人同行》的工程思维内核

工程思维是提升工程素养的有效途径,也是工程哲学方法论的核心。以项目为导向的系统性逻辑,构建了“问题识别-资源分析-方案设计-优化迭代”的实践模式,为在复杂情境中寻找最佳解决方案提供了方法论指导^[20]。《与机器人同行》中描述的逃亡过程,本质上就是一个大型的“工程项目”,生动展现了从问题识别到方案实施的工程思维的实践过程。

在主人公与LW31一起逃回地球的过程中,他们共同解决了在沙漠中面临的生存危机,又在港口通过行骗解决了返乡资金问题。这一过程中,恰好完成了一项小型工程的项目管理,包括识别问题(获取路费)、分析环境与资源(利用港口人流量大、自身一无所有只能行骗)、设计技术路径(和机器人配合行骗),以及完成任务分工。其间,机器人最初因系统设定的伦理准则拒绝帮助主人行骗,但最终“伙伴”的身份同意了提供帮助,从而完成了从孤立的机器到人机合作的项目团队组建。这个情节巧妙地设计了在资源极端受限的情况下,人机协作的创新性行动方案的设计与完成,是工程思维的一次典型实践。

此外,在其他故事情节中,也展示了多种技术创

新的实践方式。在LW31的体力、算力、拟人交互等技能与演戏、说谎等生活场景需求之间,矛盾得以解决。而当LW31最终回到小主人身边,发现小主人已经拥有了一个功能更丰富、算力更高、外形更新的机器人后,它选择默默离场。这一情节不仅为读者提供了一个思考技术迭代与工程造物持续进化背景下人工智能产品的设计、使用和迭代的社会问题的机会,还深刻反映了技术发展与人类情感之间的微妙关系。

综上,《与机器人同行》三部曲以主人公与机器人LW31的相识、同行、同居和共情为故事主线,揭示了工程哲学在伦理层面、思维层面和工程实践层面的三重内核,是模拟工程实践的一次思想实验。

3 工程科幻与科学教育融合的实践路径

工程哲学所强调的实践导向、系统思维与伦理责任,与《义务教育科学课程标准(2022年版)》(后简称《科学课标》)的相关内容高度契合,课标将“技术与工程”单独设置为一个内容单元,强调“工程的关键是设计”,并以问题解决为核心,倡导实践理性。同样,科学教育也着重强调了工程思维的系统性、工程实践的创新性,以及工程伦理的挑战性^[21]。工程科幻,作为兼具科学性、情境性与人文关怀的教育资源,恰好融合了上述两者的核心要义,成为科学教育实践的重要途径。

3.1 工程科幻对科学教育的育人目标的哲学定位

将工程科幻融入科学教育,首要任务是明确工程哲学在教学体系中的位置,从单纯的知识灌输转向着重培养工程素养。针对不同教育阶段,应紧密贴合课程标准中提出的工程教育导向。具体到育人目标上,激发学习兴趣、提升综合能力与树立“大工程”观念,是一个逐步深入、循序渐进的过程^[22]。

在激发研究兴趣和保护学生好奇心的层面,工程科幻通过超越现实的奇观叙事和对未来图景的描绘,能够更好地吸引学生,引导学生在具体的情节分析中理解工程原理的应用,从而拓展相关的知识链条^[23]。在培育工程思维与实践能力层面,工程科幻为学生提供了一个模拟的、条件可控的复杂情境,让学生能像

工程师一样思考。例如,面对小说中描述的生存挑战,可以将其视为一个可以解决的工程问题,通过方案的设计、权衡与实施,预见其在工程系统和社会系统中可能出现的连锁反应。这样,学生就能完成《科学课标》中对血液之类所要求的对作品进行测试、评估并改进的渐进深入的能力培育^[24]。在构建完整的大科学观工程认知层面,工程科幻能够将技术置于具体的社会、经济、政治和伦理语境中,帮助读者思考“工程为何而用”“工程为谁而建”的根本问题,从而初步树立起将科学、技术、社会、环境、人文等要素融为一体的系统的理论视野。这些特征直接对接了《科学课标》中相关的课程目标^[1]。

3.2 工程科幻搭建起从“机器想象”到“工程思维”的桥梁

在明确了工程科幻与科学教育各阶段育人目标的共通之处后,更应关注工程科幻为学生开辟的独特价值——一条将无拘无束的“机器想象”转化为条理清晰、可操作的“工程思维”的路径。这一价值不仅契合了义务教育阶段培养学生保持对自然的好奇心,从亲近自然过渡到亲近科学的基本需求,还借助情境化的文本叙述和工程化的思维演练,构建了一个实践性强、入门门槛低的实践框架。

工程科幻以故事为载体,契合义务教育阶段学生的阅读水平和理解能力,同时接纳并激发了学生的工程想象。青少年对机器人、星际旅行、未来城市充满好奇与想象,这些想象以少量的科学技术知识为基础,掺杂着大量的不切实际的幻想。而工程科幻作品通过提供相对严谨且丰富的故事情节,赋予这些想象以合理的科技知识与社会情境,从而帮助学生将其不切实际的想象系统化为可被审视的思想实验^{[4][44]}。例如,一个关于哆啦A梦似的机器人的模糊想象,在阅读《与机器人同行》后,可以被具象化为思考人工智能在社会组织建构、家庭与社会角色认知以及自我意识觉醒等一系列现实问题上可能引发的思考。这个过程为学生将随机的“机器想象”转化为现实的“工程思维”提供了具体的认知语境。

进而,当学生沉浸在工程科幻所描绘的故事情境中时,适时地引导他们主动开展工程思维运演训练,

也有助于实现科学教育中强调的工程实践的教学策略^{[1]94}。这正是工程教育的桥梁作用之所在。教师在教学过程中,可以依托工程科幻作品所刻画的故事情节,设计更具针对性的学习任务,引导学生像工程师那样去解构科幻作品中的工程项目。例如,在阅读《与机器人同行》后,可以引导学生从需求分析-系统设计-方案实施-伦理评估等多个维度,对故事中所涉及的核心工程系统结构进行深入分析,从而完成一次完整的、基于文本的、微观的工程思维演运实践。

3.3 工程科幻协助构建学生的“大工程”观

大工程观是工程哲学在科学教育领域的延伸,它强调在工程实践中,要跳出对单一技术操作和工程造物的关注,转而注重工程的整体性把握。从科学、技术、工程、社会、伦理、人文等多个维度去理解工程的本质与价值,是这一观念的核心所在。它要求学生能够理解工程是复杂社会网络中的一个组成部分^[25-26]。这种既全面又宏观的认知要求,对于义务教育阶段的学生而言,确实带来了一定的挑战。而工程科幻,凭借其作品中蕴含的跨学科性与社会建构性的故事内容,能够帮助学生初步搭建起“大工程观”的理想认知框架^[22]。

一篇成功的工程科幻作品,在描述一项核心技术的社会应用时,必然会展现出其与四个关键维度的联动关系,这正是大工程观对科学教育的辅助实践价值。以《与机器人同行》中的《征服者》^{[2]95-116}一文为例。故事讲述了成吉思汗,这位曾统一全球的征服者,因失去人生目标而精神萎靡。在太监的鼓励下,他立志要征服宇宙,重拾人生目标。于是,他找来科学怪人丘处机,为他实现将蒙古骑兵送入太空的宏伟目标。然而,丘处机在成吉思汗的各种充满政治隐喻和大汗形象建构要求的限制下,历经多次失败。最终,他从“飞鱼深潜才能高跃”的现象中获得灵感,提出了“挖穿地球建造地心电磁加速通道”的宏伟计划。在这个故事中,地心电磁加速通道工程的建造过程较为完整地展现了以科学知识为基础,同时受到经济、统治者的意志、经济条件以及环境的制约。故事从科学、技术、工程、环境与社会各个角度,展现了一个如何把蒙古骑兵送上太空征服宇宙的宏伟工程,

建构出一个适合青少年的“大工程”观虚拟模型^[27]。这与工程教育中的基于项目的学习(project-based learning)的跨学科教育理念一致,能够协助学生更好地完成学习目标^[28-29]。

4 结论

本研究立足于工程哲学的理论视角,以科幻作品集《与机器人同行》为具体案例,系统探讨了工程科幻与中小学科学教育实践深度融合的内在机理与可行路径。研究发现,工程科幻作为一种独特的文化载体,其核心价值在于能够有效弥合抽象工程理论与具象教育实践之间的鸿沟。

首先,本文通过界定工程科幻的概念内涵,明确了其区别于一般科幻的核心特征,即对工程设计逻辑、技术实现过程及其社会互动关系的深度关注。在此基础上,研究揭示了工程科幻在科学教育中的三重育人价值:知识具象化、思维可视化与伦理情境化。它不仅将复杂的工程原理转化为可感可知的叙事情节,更能通过预演工程实践的完整流程,使隐性的工程思维得以显性呈现,并在具体的社会伦理冲突中引导学生进行价值思辨。

其次,通过对《与机器人同行》的文本分析,本研究深入挖掘了其蕴含的工程哲学意蕴。作品以人工智能与机器人伦理为核心议题,生动展现了从“问题识别”到“方案迭代”的工程思维内核,并通过构建人-机-社会的复杂互动网络,为学生初步搭建起整合科学、技术、工程、社会与伦理(STSE)的“大工程观”认知框架。这表明,工程科幻本质上是一场安全可控的“思想实验”,为学生提供了模拟工程实践、体验伦理困境的理想场域。

综上所述,工程科幻凭借其天然的跨学科属性与强大的情境建构能力,能够精准对接《义务教育科学课程标准(2022年版)》及《关于加强中小学科技教育的意见》中对工程素养培育的核心要求。它不仅是激发学生工程兴趣的有效媒介,更是引导其将天马行空的“机器想象”转化为结构化、可操作的“工程思维”的关键桥梁。

当然,本研究主要聚焦于单一文本的理论分析,未

来研究可进一步拓展至不同类型的工程科幻作品比较, 并通过实证教学实验, 检验基于工程科幻的教学设计在

真实课堂中对学生工程素养提升的具体成效, 从而为科学教育的改革提供更为坚实的理论与实践支撑。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发义务教育课程方案和课程标准(2022年版)的通知[EB/OL]. (2022-04-08)[2025-12-27]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202204/t20220420_619921.html.
Ministry of Education of the People's Republic of China. Notice of the Ministry of Education on Printing and Distributing Compulsory Education Curriculum Plans and Curriculum Standards (2022 Edition) [EB/OL]. (2022-04-08)[2025-12-27]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202204/t20220420_619921.html.
- [2] 阿缺. 与机器人同行[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2015.
A Q. Travel with My Dear Android[M]. Chengdu: Sichuan Scientific & Technical Publishers, 2015.
- [3] 吴岩. 论科幻小说的概念[J]. 昆明师范高等专科学校学报, 2004, 26(1): 5-9.
Wu Y. On the concept of science fiction[J]. Journal of Kunming Teachers College, 2004, 26(1): 5-9.
- [4] 纪阳, 孔江丽, 柯家骅, 等. 工程科幻创作与工程想象力教育[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2024, 16(4): 438-450.
Ji Y, Kong J L, Ke J B, et al. Engineering science fiction creation and engineering imagination education[J]. Journal of Engineering Studies, 2024, 16(4): 438-450.
- [5] 许秋原, 刘兵. "未来药物"项目中的工程科幻与制药工程交互影响: 基于 STS 视角的关键问题分析[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2026, 18(2): 190-199.
Xu Q Y, Liu B. The Interaction between engineering science fiction and pharmaceutical engineering in the "Future Medicine" Project: An analysis of key issues based on STS perspective[J]. Journal of Engineering Studies, 2026, 18(2): 190-199..
- [6] 刘慈欣. 宇宙工程师之歌[M]. 北京: 新星出版社, 2023.
Liu C X. Song of the Space Engineer[M]. Beijing: New Star Press, 2023.
- [7] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《义务教育小学科学课程标准》的通知[EB/OL]. (2017-02-06) [2025-12-27]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201702/t20170215_296305.html.
Ministry of Education of the People's Republic of China. Notice of the Ministry of Education on Printing and Distributing the "Science Curriculum Standards for Compulsory Education Primary Schools"[EB/OL]. (2017-02-06) [2025-12-27]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201702/t20170215_296305.html.
- [8] 中华人民共和国教育部. 教育部等七部门关于加强中小学科技教育的意见[EB/OL]. (2025-10-29)[2025-12-27]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/jcys_jyzb/202511/t20251111_1419878.html.
Ministry of Education of the People's Republic of China. Opinions of the Ministry of Education and other seven departments on strengthening science and technology education in primary and secondary schools[EB/OL]. (2025-10-29)[2025-12-27]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/jcys_jyzb/202511/t20251111_1419878.html.
- [9] 黄丹宁, 鄯海霞. 省思"工科不工": 工程哲学视域下高等工程教育的发展困境与实践进路[J]. 自然辩证法研究, 2025, 41(11): 119-127.
Huang D N, Qie H X. Reflecting on "engineering education without engineering": The development dilemma and pathways for higher engineering education from the perspective of engineering philosophy[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2025, 41(11): 119-127.
- [10] 谭姣连, 徐晓东. 中小学工程核心素养框架体系构建研究[J]. 现代教育技术, 2023, 33(4): 48-56.
Tan J L, Xu X D. Research on the construction of engineering core competencies framework system in primary and secondary schools[J]. Modern Educational Technology, 2023, 33(4): 48-56.
- [11] Mentzer N, Becker K, Sutton M. Engineering design thinking: High school students' performance and knowledge[J]. Journal of Engineering Education, 2015, 104(4): 417-432.
- [12] 董泽华. 指向工程素养的中小学工程学习评价[J]. 上海教育科研, 2025(2): 24-29.
Dong Z H. Engineering learning assessment towards engineering literacy in primary and secondary schools[J]. Journal of Shanghai Educational Research, 2025(2): 24-29.
- [13] Baze C, González-Howard M, Sampson V, et al. Understanding student use of epistemic criteria in engineering design contexts[J]. Science

- Education, 2023, 107(4): 1033-1067.
- [14] 张浩强. 在STEM教育中培育学生工程素养[J]. 人民教育, 2025(19): 37-40.
Zhang H Q. Cultivating students' engineering literacy in STEM education[J]. People's Education, 2025(19): 37-40.
- [15] 邓波, 徐德龙. 从工程哲学反思工程教育及其思想[J]. 自然辩证法研究, 2014, 30(1): 83-89.
Deng B, Xu D L. Think about engineering education and its thought from the philosophy of engineering[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2014, 30(1): 83-89.
- [16] 顾茜, 夏小俊, 柏毅. 工程思维导向的小学科学跨学科主题课程设计思考[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2024, 26(S2): 54-59.
Gu Q, Xia X J, Bai Y. Thoughts on the design of interdisciplinary subject curriculum of primary school science oriented by engineering thinking[J]. Journal of Southeast University (Philosophy and Social Science), 2024, 26(S2): 54-59.
- [17] Clark A C, Ernst J V. A Model for the Integration of Science, Technology, Engineering, and Mathematics[J]. The Technology Teacher, 2007 (66): 24-26.
- [18] Tseng K H, Chang C C, Lou S J, et al. Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment[J]. International Journal of Technology and Design Education, 2013, 23(1): 87-102.
- [19] 李珍. 机器人意识与机器人伦理: 基于对道德实在论和社会关系论的考察[J]. 现代哲学, 2024(5): 75-82.
Li Z. Robot consciousness and ethics: Based on the investigations of moral realism and the theory of social relations[J]. Modern Philosophy, 2024(5): 75-82.
- [20] 杜文彬. 培养工程思维习惯: 英国中小学工程教育发展及系统建设[J]. 比较教育研究, 2025, 47(10): 33-42.
Du W B. Developing Students' Engineering habits of mind: The development process and systematic construction of engineering education in UK primary and secondary schools[J]. International and Comparative Education, 2025, 47(10): 33-42.
- [21] 尹北直, 王卓然. 工程实践主义: 刘慈欣科幻作品的文化品性[J]. 科普创作评论, 2023, 3(2): 34-41.
Yin B Z, Wang Z R. Engineering pragmatism: The cultural character of Liu Cixin's science fiction works[J]. Science Writing Review, 2023, 3(2): 34-41.
- [22] 刘利平, 马晓建. 全面发展工程素养的“大工程”教育观[J]. 辽宁教育研究, 2007(12): 59-61.
Liu L P, Ma X J. "Big project" education concept of developing engineering literacy in an all-round way[J]. Liaoning Education Research, 2007(12): 59-61.
- [23] 付昌义, 周蓉. 基于科学、技术、工程和数学(STEM)融合的科幻教育研究与实践[J]. 中国教育技术装备, 2015(4): 11-14.
Fu C Y, Zhou R. Theory and practice of science fiction education based on integration of science, technology, engineering and mathematics (STEM)[J]. China Educational Technology & Equipment, 2015(4): 11-14.
- [24] 万好, 詹琰. Nature杂志工程科幻小说的科学观研究[J/OL]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 1-12[2026-01-21]. <https://link.cnki.net/urlid/11.5780.TB.20260104.1017.004>.
Wan Y, Zhan Y. Research on the Scientific Perspective of Engineering Science Fiction Novels in *Nature*[J/OL]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 1-12[2026-01-21]. <https://link.cnki.net/urlid/11.5780.TB.20260104.1017.004>.
- [25] 陈晓. 以真实问题解决驱动工程素养培育[J]. 上海教育科研, 2025(12): 60-64.
Chen X. Driving engineering literacy cultivation through authentic problem-solving[J]. Journal of Shanghai Educational Research, 2025 (12): 60-64.
- [26] 鲍鸥, 王大洲. 工程哲学教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2025.
Bao O, Wang D Z. Course of Engineering Philosophy[M]. Beijing: Higher Education Press, 2025.
- [27] 范冬萍, 李海东. 从大科学教育理念看工程思维的系统内涵与培养进路[J]. 自然辩证法研究, 2024, 40(10): 138-144.
Fan D P, Li H D. The systematic definition of engineering thinking and the practice approach from the idea of big science education[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2024, 40(10): 138-144.
- [28] 李正, 梁思燕, 焦磊. 国外工程教育项目式课程体系的形成机理研究[J]. 高等工程教育研究, 2024(6): 161-169, 186.
Li Z, Liang S Y, Jiao L. Research on formation mechanism of the project-based curriculum system of engineering education in foreign countries[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2024(6): 161-169, 186.
- [29] 代婷, 常相全, 刘世新, 等. 新工科背景下标准化专业复合型人才模式研究[J]. 标准科学, 2024(11): 43-47.
Dai T, Chang X Q, Liu S X, et al. Research on the training mode of inter-disciplinary talents majored in standardization in the context of new engineering[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2024(11): 43-47.

Research on the Integration of Engineering Science Fiction and Science Education Practice Based on Engineering Philosophy: A Case Study of *Walking with Robots*

WANG Zhe

Institute for History of Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China

Highlights

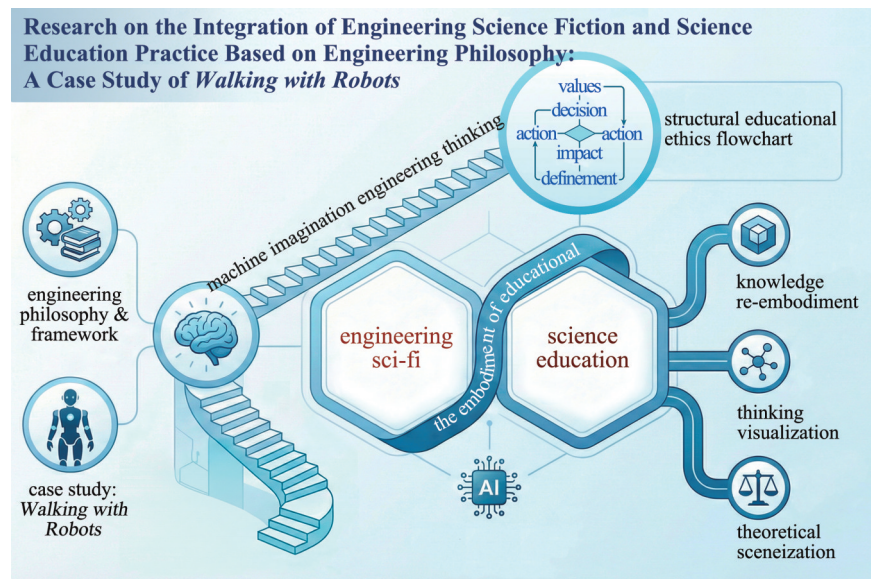
This study explores the integration of engineering science fiction and science education from an engineering philosophy perspective, using *Walking with Robots* as a case.

It clarifies the educational value of engineering science fiction in knowledge concretization, thinking visualization, and ethics contextualization.

By analyzing core themes such as AI ethics and engineering thinking, the study constructs a pathway to transform students' "machine imagination" into structured "engineering thinking".

It proposes that engineering science fiction can bridge theory and practice, facilitating engineering education reform in basic education.

Graphical Abstract



Abstract: With the release of the Opinions on Strengthening Science and Technology Education in Primary and Secondary Schools by the Ministry of Education in October 2025, the cultivation of engineering literacy has emerged as a core priority in the reform and advancement of science education in China. This policy explicitly emphasizes the need to integrate engineering thinking and practical ability training into the entire process of primary and secondary education, marking a critical shift from traditional knowledge-centered science teaching to competency-oriented education. As a unique literary and ideological carrier that integrates imaginative engineering scenarios with in-depth philosophical speculation, Engineering Science Fiction(ESF) breaks the boundaries between abstract theoretical knowledge and concrete educational practice, thereby offering a viable and innovative practical pathway to fulfill this significant transformation in science education.

From the theoretical perspective of philosophy of engineering -with a focus on core viewpoints such as the sociality, ethics, and systematicity of engineering activities -this study selects the classic science fiction anthology *Walking with Robots* as a core case study. By adopting a combination of text analysis and theoretical deduction, it explores the intrinsic mechanism and feasible paths for the integration of ESF into science education practice, aiming to provide theoretical reference and practical guidance for improving the effectiveness of engineering literacy cultivation.

The research first clarifies the connotation and characteristics of ESF, distinguishing it from traditional science fiction by its emphasis on engineering design logic, technological implementation processes, the interaction between engineering and society. On this basis, it systematically analyzes the multi-dimensional pedagogical value of ESF in science education: it can stimulate students' interest in engineering, compliment the limitations of traditional engineering education that lacks contextualization, and lay a foundation for the formation of students' comprehensive engineering literacy.

Secondly, the study conducts an in-depth interpretation of the philosophical implications of engineering embedded in *Walking with Robots*. Centering on key themes such as artificial intelligence application, robotics ethics, engineering problem-solving thinking, and interdisciplinary social contexts reflected in the anthology, it reveals how ESF constructs a realistic and reflective engineering cognitive shift of students from fragmented "machine imagination"-which focuses only on the appearance and simple functions of technology -to systematic and structures "engineering thinking" that emphasizes logical reasoning, overall design, and ethical balance.

Specifically, ESF highly aligns with the educational goals of engineering literacy in science education through three core dimensions: knowledge concretization, which transforms abstract engineering principles into perceptible story plots; thinking visualization, which presents complex engineering logic through narrative clues to facilitate students' understanding and mastery; and ethical contextualization, which places engineering activities in specific social and ethical frameworks to cultivate students' sense of engineering ethics. Through vivid contextualized narratives, ESF not only provides a safe and controllable simulated field for students to perceive the core logic of engineering, experience potential engineering ethical dilemmas, and practice decision-making solutions, but also relies on its inherent interdisciplinary attributes to serve as a cognitive scaffold for students to initially construct a macro-engineering perspective integrating Science, Technology, Engineering, Society, and Ethics. This perspective helps students understand the interconnection of various disciplines in engineering practice and establish a holistic cognition of engineering's social value and responsibility.

The study concludes that ESF, as a bridge connecting the abstract theory of philosophy of engineering with specific science education practice, effectively compensates for the disconnect between theory and practice in current engineering literacy cultivation. It provides a theoretically grounded, operationally feasible, and student-centered pathway for cultivating students' engineering literacy, which is of great significance for promoting the in-depth reform of science education and improving the quality of engineering talent cultivation at the basic education stage.

Keywords: engineering philosophy; engineering science fiction; engineering thinking; science education; *Walking with Robots*