分类号：
学　号：20202101009

密　　级：公开
单位代码：10759

石河子大学

硕士学位论文

基于设计思维的初中机器人课程教学活动设计与应用研究

学位申请人	杨蓓蓓
指导教师	张红艳　教授
申请学位类别	专业硕士
专业名称	教育
研究领域	现代教育技术
所在学院	师范学院

中国·新疆·石河子

2022 年 5 月

分类号:　　密　　级：公开

学　号：20202101009　　单位代码：10759

石河子大学

硕 士 学 位 论 文

基于设计思维的初中机器人课程教学活动设计与应用研究

学 位 申 请 人	杨蓓蓓
指 导 教 师	张红艳　教授
申请学位类别	专业硕士
专 业 名 称	教育
研 究 领 域	现代教育技术
所 在 学 院	师范学院

中国·新疆·石河子

2022 年 5 月

Research on the Design and Application of Middle School Robot Teaching Activities Based on Design Thinking

A Dissertation Submitted to

Shihezi University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Education

By

Yang Beibei

(Modern educational technology)

Dissertation Supervisor: Prof. Zhang Hongyan

May, 2022

石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

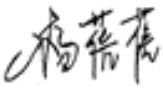
学位论文独创性声明

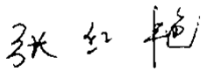
本人所呈交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外 ，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名： 时间 2022 年5 月 30 日

使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名： 时间：2022 年 5 月 30 日

导师签名： 时间：2022 年 5 月 30 日

摘 要

随着人工智能技术的蓬勃发展，推动教育走向智能新时期，国家对创新型人才培养的需求更为迫切。设计思维作为一种独特的创新型思维能力，正是创新型人才迫切所需的重要思维，但设计思维培养范式尚未形成。而机器人教学在培养学生创新实践能力方面能够发挥其他学科教学无法取代的优势效果，恰好与设计思维倡导的核心理念高度一致。因此，本研究利用机器人课程教学活动培养初中生的设计思维，构建了初中机器人课程设计思维培养教学活动的框架，并设计出初中机器人设计思维发展评价指标体系，以此开展教学实践，旨在测量初中机器人课程中学生设计思维发展变化，为设计思维的培养提供具体的方法路径，也为开展机器人教学活动提供新的途径和方法。

本研究首先运用文献研究法梳理了国内外机器人教育和设计思维的相关研究成果，明确了初中机器人课程设计思维培养教学活动设计的原则，并分析了国外典型的设计思维培养框架，重构初中机器人设计思维培养教学活动框架。其次，利用文献研究法厘定了初中机器人设计思维培养教学活动效果评价的原则和环节，并完成了初中机器人设计思维评价指标体系构建的理论研究与指标体系的初步建立；接着，运用德尔菲法进一步确定了初中机器人设计思维评价指标体系；而后通过层次分析法计算出该评价指标体系的权重值，通过一致性检验后对初中机器人设计思维评价指标权重进行归一化处理，构建了一套包含 5 个一级指标、20 个二级指标的初中机器人设计思维评价指标体系；最后对指标体系进行可操作化定义形成了包含 41 道题目的初中生设计思维评价量表，并在数理统计法分析的基础上通过了信度和效度的检验。最终，依据该教学活动框架，通过双组实验法进行 Arduino 机器人课程的教学实践，利用问卷调查法、访谈法和数据分析法从量化和质性两个方面对两个班级的学生在教学活动中的项目完成情况、教学效果以及设计思维发展变化情况进行评价和分析。

研究发现，本研究构建的初中机器人课程设计思维培养教学活动框架有助于初中生设计思维整体发展水平的提升，学生在设计思维过程和设计思维能力两个一级指标的提升幅度较大，主要表现在迭代意识、基础知识、原型制作和问题解决能力四个方面的提高。但在设计思维意识、设计思维方法和设计思维成果的培养效果提升幅度不高，尤其是学生合作探究意识、应用设计思维工具和设计思维成果的创意性提升幅度较低。针对以上问题，从自主合作空间的创建、可视化教学方法的应用和设计思维发展过程性评价三个方面提出了合理化改进建议。

关键词：设计思维；机器人课程；初中；教学活动设计

Abstract

With the booming development of artificial intelligence technology, pushing education towards a new era of intelligence, the country's need for innovative talent cultivation has become more urg ent. Design thinking, as a unique innovative thinking ability, is an important thinking urgently nee ded by innovative talents, but the design thinking cultivation paradigm has not yet been formed. H owever, the paradigm of design thinking has not yet been developed. Robotics teaching can play a n advantageous role in cultivating students' innovative practical ability that cannot be replaced by other disciplines, and it is highly consistent with the core concept advocated by design thinking. T herefore, this study uses robotics teaching activities to cultivate design thinking in junior high scho ol students, constructs a framework for design thinking cultivation teaching activities in junior high school robotics courses, and designs an evaluation index system for design thinking development i n junior high school robotics to carry out teaching practice, aiming to measure changes in students ' design thinking development in junior high school robotics courses, provide a specific methodolo gical path for design thinking cultivation, and also provide new ways and methods for carrying ou t The purpose of this study is to measure the development of students' design thinking in junior h igh school robotics courses, to provide a specific methodological approach for the cultivation of de sign thinking, and to provide new ways and methods to carry out robotics teaching activities.

This study first used the literature research method to sort out relevant research results on rob otics education and design thinking at home and abroad, clarify the principles of design thinking d evelopment teaching activities in middle school robotics courses, and analyze typical design thinkin g development frameworks abroad to reconstruct the framework of design thinking development tea ching activities in middle school robotics. Secondly, the principles and links of the evaluation of t he effectiveness of the teaching activities of middle school robotics design thinking cultivation wer e clarified by using the literature research method, and the theoretical research and the preliminary establishment of the index system for the construction of the evaluation index system of middle sc hool robotics design thinking were completed; then, the Delphi method was used to further determi ne the evaluation index system of middle school robotics design thinking; and then the weight val ues of the evaluation index system were calculated by the hierarchical analysis method Then, we u sed the Delphi method to further determine the index system of junior high school robot design th inking evaluation; then, we calculated the weights of the index system through hierarchical analysi s, normalized the weights of junior high school robot design thinking evaluation indexes through c

onsistency testing, and constructed a set of junior high school robot design thinking evaluation ind ex system containing 5 primary indexes and 20 secondary indexes; finally, we defined the index s ystem in an operational way to form a junior high school design thinking evaluation scale containi ng 41 questions, and passed the reliability and validity tests based on mathematical and statistical analysis. The reliability and validity of the scale were tested based on mathematical and statistical analysis. Based on the framework of the teaching activities, the Arduino robotics course was imple mented through a two-group experiment, and the students of the two classes were evaluated and a nalyzed quantitatively and qualitatively in terms of project completion, teaching effectiveness, and d esign thinking development by using questionnaires, interviews, and data analysis.

It was found that the teaching activity framework for design thinking development in the mid dle school robotics curriculum constructed in this study helped to improve the overall development level of design thinking of middle school students, and the students' improvement in two first-level indicators, design thinking process and design thinking ability, was greater, mainly in four areas: i terative awareness, basic knowledge, prototyping, and problem solving ability. However, the improv ement in the cultivation effect of design thinking awareness, design thinking methods and design t hinking results is not high, especially the improvement in students' awareness of cooperative inquir y, application of design thinking tools and creativity of design thinking results is low. In response to the above problems, rationalized improvement suggestions were made in three aspects: the creati on of independent cooperative space, the application of visual teaching methods and the process ev aluation of design thinking development.

Key words: design thinking; robotics courses; middle school; teaching activity design

目录

摘 要 I
Abstract II
目录 IV
第 1 章 绪论 1
1.1 研究背景与问题提出 1
1.1.1 设计思维有助于创新人才的培养 1
1.1.2 初中机器人课程教学中需要培养学生的高阶思维能力 1
1.1.3 设计思维与初中机器人课程融合的契合度较高 2
1.2 研究目的及意义 2
1.2.1 研究目的 2
1.2.2 研究意义 3
1.3 核心概念界定 3
1.3.1 设计思维 3
1.3.2 教学活动 4
1.4 国内外研究现状 5
1.4.1 机器人教育研究现状 5
1.4.2 设计思维研究现状 8
1.4.3 文献综述述评 12
1.5 研究内容 13
1.5.1 初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计 13
1.5.2 初中机器人课程设计思维培养教学活动效果的评价 13
1.5.3 初中机器人课程设计思维培养教学活动的实践 14
1.6 研究思路 14
1.7 研究方法 16
1.7.1 调查研究法 16
1.7.2 实验研究法 16
1.7.3 德尔菲法 16
1.7.4 层次分析法（AHP） 16
第 2 章 初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计 17
2.1 初中机器人课程设计思维培养的教学活动设计原则 17
2.1.1 初中机器人课程特点 17

2.1.2 设计思维的特征 18
2.1.3 初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计原则 20
2.2 初中机器人课程设计思维培养教学活动的前端分析 21
2.2.1 初中生学习特征分析 21
2.2.2 机器人课程教学目标分析 22
2.2.3 Arduino 机器人课程教学目标 23
2.2.4 初中机器人课程教学内容的设计 24
2.3 初中机器人课程设计思维培养框架的建立 25
2.3.1 设计思维培养框架建立的理论基础 25
2.3.2 初中机器人课程设计思维培养框架的建立 30
2.4 初中机器人设计思维培养教学活动框架的构建 31
2.4.1 灵感探索环节：探究新知，找寻问题 33
2.4.2 问题定义环节：提供资源，定义问题 33
2.4.3 创意构想环节：发散思维，确定方案 34
2.4.4 迭代创造环节：制作原型，实验测试 35
2.4.5 评价交流环节：交流汇报，评价反馈 36
第 3 章 初中机器人课程设计思维培养教学活动效果的评价 38
3.1 初中机器人课程设计思维培养教学活动效果评价的原则 38
3.1.1 全过程性原则 39
3.1.2 多角度评价原则 39
3.1.3 发展性原则 40
3.2 初中机器人课程设计思维培养教学活动效果评价的环节 40
3.2.1 诊断性评价环节 41
3.2.2 形成性评价环节 41
3.2.3 总结性评价环节 41
3.3 初中机器人设计思维评价量表的构建 41
3.3.1 初中机器人设计思维评价指标构建的理论基础 42
3.3.2 初中机器人设计思维的评价指标的确定 45
3.3.3 初中机器人设计思维评价指标的修正 47
3.3.4 初中机器人设计思维评价指标体系的权重计算 49
3.4 初中机器人设计思维评价量表的信度和效度 53
3.4.1 信度检验 53
3.4.2 效度检验 54
第 4 章 初中机器人课程设计思维培养教学活动设计的实践 57

4.1 研究设计 57
4.1.1 研究对象 57
4.1.2 实验目的 61
4.1.3 实验环境 61
4.1.4 实验过程 62
4.2 研究过程 64
4.2.1 实验班教学过程 64
4.2.2 对照班教学过程 71
4.3 研究结果 71
4.3.1 教学活动的过程性评价分析 71
4.3.2 教学效果分析 74
4.3.3 初中生设计思维发展水平分析 79
第 5 章 研究结论与建议 84
5.1 研究结论 84
5.1.1 构建的初中机器人设计思维培养教学活动框架有助设计思维的培养 84
5.1.2 构建了可操作性较强的初中机器人设计思维评价指标体系 84
5.1.3 被调研地区初中生设计思维整体发展水平整体提升了 2.13 分 85
5.2 初中机器人课程设计思维培养教学活动设计建议 85
5.2.1 创设自主合作空间，增强学生合作探究意识的培养 85
5.2.2 应用可视化教学方法开展教学活动，辅助学生完成作品创作 86
5.2.3 注重设计思维发展过程性评价，提升学生学习体验 86
5.3 研究不足与展望 86
5.3.1 研究不足 86
5.3.2 研究展望 86
参考文献 88
附录 A：机器人课程学习情况调查问卷 92
附录 B：设计思维测试题 93
附录 C：项目活动记录表和评分表 95
附录 D：Arduino 机器人课程学习效果调查问卷 96
附录 E：学生访谈提纲 98
附录 F：初中机器人设计思维评价量表 99
附录 G：初中机器人设计思维评价指标体系专家咨询函 102
附录 H：初中机器人设计思维评价指标权重专家咨询问卷 106
作者简历 109

致谢.....110

第 1 章 绪论

1.1 研究背景与问题提出

1.1.1 设计思维有助于创新人才的培养

当今是科技高速发展的时代，技术已经深入到政治、经济和教育等诸多领域，科学技术和智能化改革已将人们带入了创新时代。就像十九大报告中的“创新”一词出现了五十多次，着重强调推动发展的第一力量就是创新，同时创新又是形成我国现代化社会市场经济体系的战略基础[①]。科学技术是创新发展的第一生产力，而设计是转换第一生产关系的生产力，那么设计思维就是最根本的观念生产力[②]。进入 21 世纪以来，设计思维的培养已成为创新创业教育的新理念和新方法。其过程和理念有助于创新，并在面对复杂而不明确的问题时赋予个人权力[③]。荣获诺贝尔经济学奖的西蒙在《设计科学：创造人造物的知识》一书中阐述了设计教育，并指出设计科学在很大程度上是人类最合适的研究来源。设计科学不仅仅是技术教育的主要内容，还是每位进行自由教育的公民都需要掌握的核心课程[④]。而设计思维在实际课堂中的实践早已证明，其在众多方面对学习者非常有益。通过提供一些有意义的项目，设计思维可以让学生完成各种技能训练，以提高协作、创新能力、元认知以及 STEM 学习[⑤]，这有助于提高学生的学习信心和创造性问题解决能力。

1.1.2 初中机器人课程教学中需要培养学生的高阶思维能力

随着人工智能领域的不断发展与创新，以及创新教育的日益迅猛发展，机器人课程受到了学校、教师、家长与学生的万分青睐，并对其产生了浓厚兴趣。虽然中小学一线教师对机器人课程进行了努力探索和积极实践，也获得了一定成果。但在目前初中阶段的实际教学中由于课程标准要求并非十分明晰，教学活动基本上是以竞赛形式为主，或是借助兴趣小组或社团的组织形式进行教学。由此导致机器人教学与实践教育过程中出

① 共产党员网. 中国共产党第十九次全国代表大会在京闭幕 习近平发表重要讲话[EB/OL]. https://www.12371.cn/2017/10/24/ARTI1508817293580319.shtml,2017-10-24.

② 映雪,梅林.设之“计”思之“维”——应该重视和加强设计思维学的研究[J].美术观察,2006(07):97-100.

③ Fabri, M. Thinking with a New Purpose: Lessons Learned from Teaching Design Thinking Skills to Creative Technology Students[C]. International Conference of Design, User Experience, and Usability: Design Discourse (DUXU 2015). Cham: Springer International Publishing: 32-43, 2015.

④ COWAN, J. Integrating design thinking practices into the public sector [D]. Minneapolis, Minnesota, United States: Hubert H Humphrey School of Public Affairs, 2012.

⑤ Plattner, H., Meinel, C. & Leifer, L. Design Thinking: Understand-Improve-Apply[M]. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2011: 12-13.

现了教学目标不够针对性和具体化、缺少理论指导与科学规划、缺乏适切的实际教学理论以及教学方法的不确定等问题，使得初中机器人课程实际教学效果并不很理想，很难达到培养学生高阶思维能力的目标。因此，开展初中机器人课程教学活动迫切需要恰当的理论指导与多种形式的实践应用，以此才能达到初中机器人课程目标，全面发展学生思维和能力。

1.1.3 设计思维与初中机器人课程融合的契合度较高

设计思维十分注重“以人为本”的核心理念，同时在一定程度上具备普遍实用性和跨学科、跨领域的特性，是一种包含理念和方法双重属性的思维形式，为问题解决方案的探索和创新思维的激发提供理论指导和实践路径[①]。作为一种思维过程，设计思维包含发散与聚敛组合的思维模式、分析和综合结合的思维方式、形象与逻辑思维联结形式，是一种整合了理性与感性思维的整合性全脑思维方式。作为一种方法论，设计思维涵盖了问题解决的全过程，强调培养个体的实际问题解决能力、创新能力等技能。这符合机器人课程的教学目标，即通过“参与、动手、协作和解决问题”等进行实践，促进学生综合技能的提升，特别是创新能力的全面发展。由此可见，通过机器人课程来培养学生设计思维存在一定合理性。同时，机器人课程还关注学生多种思维能力的发展，培养学生认知能力、实操能力等多项能力的全面发展。

基于以上背景，本研究拟解决的关键问题有：（1）目前机器人实际教学活动中缺乏对学生设计思维和问题解决能力的培养；（2）目前机器人实际教学活动中未能对设计思维的发展进行针对性的评价。

1.2 研究目的及意义

1.2.1 研究目的

目前，我国针对初中生设计思维培养与机器人教学融合的实践研究成果较少，尤其比较欠缺有关于设计思维培养的实际教学活动设计与应用研究。为此，本研究在梳理总结了大量有关设计思维培养与机器人教学实践方面的文献基础上，结合初中机器人课程教学特点，构建出初中机器人课程设计思维培养的教学活动框架，并建立初中机器人设计思维评价指标体系，从而开展具体内容的教学实践，发现初中机器人课程设计思维培养中存在的问题并提出改进建议。

[①] LUGMAYR A, STOCKLEBEN B, ZOU Y, et al. Applying “design thinking”in the context of media management education[J]. Multimedia Tools and Applications, 2014, 71(1):119-157.

1.2.2 研究意义

1.2.2.1 理论意义

目前国内关于机器人课程的应用研究趋势不断上升，但相关指导理论仍有待发展。本研究引入设计思维，结合机器人课程教学的具体需求和前人已有的研究成果，重构初中机器人课程设计思维培养教学活动框架，为设计思维在创新类课程的应用及设计思维培养提供新的理论参考，也丰富了机器人课程教学活动设计的课程体系。

1.2.2.2 实践意义

本研究将初中机器人设计思维培养教学活动框架应用于实际课程中，在实际教学过程中会不断对设计框架中每个阶段进行调整，使得整个框架更加完善、更适切学生的认知发展和设计思维能力的提升。本次探究实践所得出的相关教学经验和设计思维培养框架不仅能为机器人课程在中学阶段的实施提供参考，而且能为一线教师进行有效教学设计、开展机器人教学活动提供新的途径和方法。

1.3 核心概念界定

1.3.1 设计思维

1987 年哈佛设计学院院长正式提出并运用设计思维（Design Thinking）这一概念，之后引起了研究者们的广泛关注。Fabri 等人认为设计思维是在研发和创造有意义的新事物中形成的一种思维和实践模式，其更加强调直觉感知、思维发散和创造力，并通过促进新模式的开发和创造达到创新的可能性[①]。Cowan 认为设计思维是指设计者可以通过系统化分析问题并有效地依据看似不相干的信息来发现与创新[②]。波茨坦大学的哈索·普夫兰泽教授和美国斯坦福大学的拉里·莱弗教授在他们的著作中将设计思维表述为一种“以人为本”的方法论，它整合了工业设计、社会科学、工程技术和经济等各学科领域的专业知识，在问题产生、处理和方案设计过程中反映出人、商业和科技因素的集成，并依托更多学科专业合作和迭代进行提升，最终产出创新设计的作品、系统或服务[③]。

通过对多篇文献进行分析可知学术界对设计思维的概念界定分为三种观点，具体如

[①] Fabri, M. Thinking with a New Purpose: Lessons Learned from Teaching Design Thinking Skills to Creative Technology Students[C]. International Conference of Design, User Experience, and Usability: Design Discourse(DUXU 2015). Cham: Springer International Publishing: 32-43, 2015.
[②] Cowan J. Integrating design thinking practices into the public sector [D].Minneapolis, Minnesota, United States: Hubert H Humphrey School of Public Affairs, 2012.
[③] Plattner, H. Meinel, C. & Leifer, L. Design Thinking: Understand-Improve-Apply[M]. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2011: 12-13.

表 1-1 所示。

表 1-1 三种设计思维概念界定的观点

观点	主要内容	举例
方法说	将设计思维视作给学习者创新支持的工具和方法来源，处理复杂问题的主要方式。	Razzouk 等提出，设计思维是一种启发式规则、一系列解决问题的过程或策略，可用于引导人们处理复杂或“困难”的具体问题，并产出创新产品。 Coley 将设计思维界定为一种结构化的方式，可用于帮助人们处理具体问题，并且使用多种方法帮助人们找到创造性的问题解决方案。
流程说	设计思维能够通过具体的流程和实践框架辅助学习者进行分析和创造解决方案。	蒂姆·布朗认为设计思维过程包括灵感、设计、实施三个环节[①]。 Norman 认为设计思维是包含了定义问题、给出建议、提供方案、评估产品等环节的创新性思维。
能力说	设计思维是一种创新性问题解决能力、智慧生成能力、面向知识创造能力的综合体。	Buchanan 认为设计思维能够促进人们对那些不明确的、非良构性问题的创新性解决能力的表达[②]。

依据上表内容，本研究认为设计思维的三种观点其实是一种递进式的关系，设计者首先要掌握一定的设计思维方法，按照设计思维的过程运用已有的知识和方法去认知和处理手头任务或者解决问题，最终在此过程中获得设计思维能力。因此，本研究认为设计思维的概念并非是三种观点的割裂形式，而是三种的综合，即设计思维是在了解并掌握一定设计思维方法后，经历设计思维过程，在过程中不断巩固运用设计思维方法，最终形成和发展设计思维能力。展开来讲，设计思维是以人为中心的理论与方法的共同体，针对真实情境中产生的模糊、非良构性问题，运用可视化、创新式的解决方法，按照具体的流程进行创造性解决问题，并最终形成一定创新设计和问题解决的能力。

1.3.2 教学活动

研究者们将教学活动的概念定义为在教育教学过程中，教师积极对待学生的一种引导性行为，是教师积极主动与学生进行交互的过程。李欢从教学视角入手，把教学活动理解为在教学过程中，学生在教师活动的引导和促进下，积极参与自主、动态的主体认知活动、实践活动和交互活动，以此实现学生的全面发展[③]。郭成认为教学活动的设计是教学设计的核心组成部分，基于系统论的观点和方法，运用现代教育心理学理论和课程设计中的基本原理和技术，以教学目标和课程特色为基准，在设计教案的过程中，合理地组织和配置各种教学资源，以提升课堂教学效益[④]。

综上所述，本研究认为教学活动是为达到教学目标，教师在明晰教学对象的学习需

[①] Coley S. Here's to the Crazy Ones: Simon Coley on Design Thinking [EB/OL].
[②] BUCHANAN R . Wicked problems in design thinking[J]. Design issues,1992,8(2):5-21.
[③] 李欢.新课程背景下初中语文课堂教学活动的设计与实施研究[D].陕西:陕西师范大学,2015.
[④] 郭成.课堂教学活动设计[M].北京:人民教育出版社, 2006,(05).

要后，有效利用教学资源引导学生主动与教师进行互动的过程。其中，教学资源包含教学媒体、教学策略、教学环境等。

1.4 国内外研究现状

1.4.1 机器人教育研究现状

1.4.1.1 国外研究现状

机器人教育的研究由国外研究者们率先揭开序幕，早期是应用在工业技术领域中，如今则已经逐渐融入到学校教育中，开展研究较早的是以美国、日本为代表的发达国家。

1994 年，“产品设计和制造 LEGO 机器人”课程在麻省理工学院（MIT）的帮助下被开设，首次尝试在理科实验中融入机器人教学，目的在于提升高校学生设计思维和创新能力，这也是机器人教育正式走进了高校教育中的开端。聚焦于本文所研究的初中基础教育教学领域，美国的机器人教育课程开设模块大致分为四种：一是机器人技能课程，分为核心、选修课程和综合教学规划或课题；二是机器人课外活动教学，与我国综合实践活动课程类似；三是机器人教育主题夏令营项目，由高校联合中小学校合作形成共同体，分别承担着各种机器人活动的设计、实施和执行；四是把机器人教育作为信息技术的重要组成部分，视作一个分析和理解手段来辅助和改善教育教学[①]。

日本从 20 世纪 80 年代开始为专业技术人员进行机器人培训，并由公司、相关行业协会或培训机构进行技术研究。直至 1985 年，《日本机器人学会杂志》才出版了《机器人与教育》的专刊，引起了日本政府对机器人教育的重视[②]。与美国一样，日本的机器人教育来自两所知名高校：名古屋大学的电子机械专业和早稻田大学的机械工程专业。1996 年，机器人正式出现在高等教育中。机器人课程是立命馆大学科技系开设的一门独立学科。在基础教育的早期阶段，相关的教学活动大多以机器人竞赛的形式开展，如 NHK 机器人比赛等。直到 1998 年，教育、文化、体育、科学和技术规划部才规定，自 2002 年高中机器人试点课程以来，出现了各种机器人培训项目，如 SSH（超级科学高中）。综上所述，日本机器人教育注重科技知识和高等教育层面的研发，而中小学更注重竞赛，在教学应用方面仍有很大的研究空间。

从具体教学实践出发，国外研究者对机器人教育的教学设计已有了大量深入的研究。Wu 等利用机器人助教设计了一门初级英语课程，通过交际与对话教学法、具身反应教学法和故事教学法进行教学活动设计，并采用丰富的实践教学类型，发现此教学设计能

[①] 王益,张剑平.美国机器人教育的特点及其启示[J].现代教育技术,2007(11):110-114.

[②] 菅野重樹.ロボット教育・研究の現状と課題[J].日本ロボット学会誌,1996,(14):322-325.

够很好地提高学生的学习成绩，也增强了他们的学习动机[①]。Alimisis 等提供了一个通过利用学习理论和建构主义理论在医学培训的实际课程教学中把机器人以工具的方式整合到课堂实际教学过程中[②]。Hung 等以动机激励模型(ARCS)为导向，利用机器人助教拓展英语阅读学习活动，该教学活动设计对于学生的学习动机、成绩的提升有较好地帮助，并有助于维持学习意愿[③]。Kim 等开展了基于机器人 STEM 课程教学活动的设计与实践研究，结果表明该教学活动能够提升职前教师在机器人教学活动中的情感、行为和认知参与[④]。Altin 等通过定性分析的方式分析了有关于机器人教学策略与方法的文献，总结了常用的机器人教学方法包含发现式学习、协作式学习、基于问题、项目、竞赛的学习方式以及探究式学习等[⑤]。

综上所述，可以看出国外在机器人教育的实践研究十分成熟，高度重视并建设了完整的教育体系。在实际课堂教学研究方面也有极其丰富的研究成果，融合了先进的教学方式和教学理论开展了多门学科的研究，尤其是在机器人辅助学科教学、机器人教学模式和教学方法的研究，这为本研究的开展提供了一定的参考依据。

1.4.1.2 国内研究现状

与国外机器人教育研究的发展相比，我国的相关研究起步较晚，但发展迅速。在“中国知网”中以“机器人教育”为篇名搜索时发现，我国机器人研究开始于彭少东在 2002 年提出并阐述了机器人训练的基本概念和五种类型。这不仅是我国机器人教育研究的开端，而且对未来的发展具有重要的引领作用[⑥]。根据检索统计结果(如图 1-1 所示)可知，目前国内机器人教育在学科分布方面的研究主要集中在教育领域和自动化技术领域，其中教育领域的中等、初等和高等教育层次的研究相对丰富。在对主要主题分布的统计分析中发现，机器人教育的研究内容非常丰富，大致可以概括为以下三个方面。

① Wu, W.V. Wang, R. Chen, N. Instructional design using an in-house built teaching assistant robot to enhance elementary school english-as-a-foreign-language learning[J]. Interactive Learning Environments, 2015, 23(6): 696-714.
② Alimisis, D. Zoulias, E. Aligning technology with learning theories: A simulator-based raining curriculum in surgical robotics [J]. Interactive Technology & Smart Education, 2013, 10(3):211-229.
③ Hung, I. C. Chao, K.J. Lee, L. et al. Designing a robot teaching assistant for enhancing and sustaining learning motivation [J]. Interactive Learning Environments, 2012, 21(2): 156-171.
④ Kim C M, Kim D, Yuan J, et al. Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching[J]. Computers & education, 2015, 91(DEC.):14-31.
⑤ Altin H, Pedaste M. Learning approaches to applying robotics in science education[J]. Journal of Baltic Science Education, 2013, 12(3): 365-377.
⑥ 彭绍东.论机器人教育（下）[J].电化教育研究,2002(7):16-19.

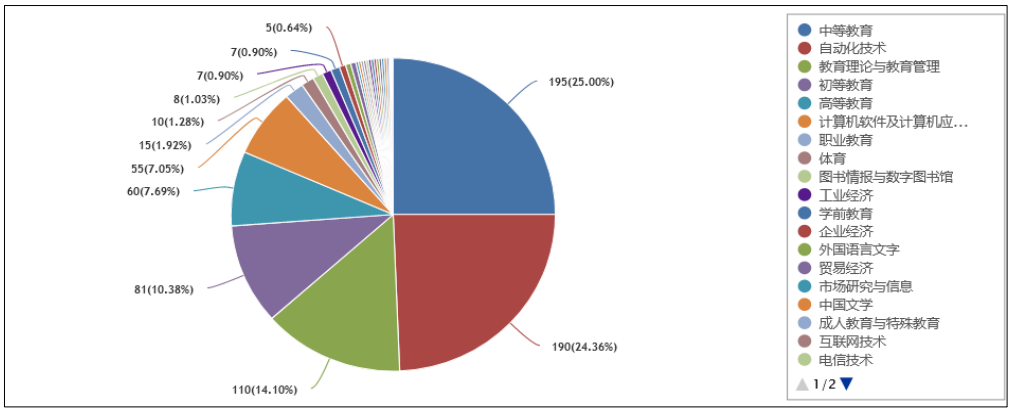


图 1-1 机器人教育学科分布方面的研究领域

一是探讨机器人教育的价值，杨彬针对中小学学生综合信息素养的培养，建议将“智能机器人”整合到信息技术课程中，从学习兴趣、动手操作能力、逻辑思维能力等六个方面论述了机器人课程带给学生巨大改变[①]。王雪雁等认为，教学形式的多样化体验是机器人教育的重要内容，并且认为体验式教学方法与机器人教育的融合在一定程度上有助于在教学改革中促进其他学科的良好发展。

二是各层次教育阶段的机器人课程教学研究，2004 年 12 月中小学信息技术教育专业委员会组建了“机器人学组”，并且研究出台了《中小学智能机器人课程指导意见(讨论稿)》，这标志着我国中小学机器人教学步入了一个崭新的发展时期。学组的建立也为中国未来的青少年智能机器人教育提供了政策规划和学科建设、专业标准、交流讨论和学生活动中心[②]。近年来，国内研究者们对机器人教学模式的研究也在热火朝天地进行着，以钟柏昌教授为主的研究团队一直持续关注中小学机器人教育的教学模式，分别设计出实验模拟型、科学探究型、发明创造型和趣味交互型机器人教学模式，拓宽了机器人教育研究与实践的视野，为中小学机器人教育教学实践的健康发展提供了全新的指引和参考[③]。除此以外，王小根[④]、刘淑云[⑤]、王同聚[⑥]等研究了面向创客教育和微课导学方式下的机器人教学模式，缓解了国内机器人教学资源短缺等问题，对机器人教育实践具有一定指导价值。

三是对教学机器人技术创新的研究，葛艳红深入研究了教育机器人的定位导航、感知交互等关键技术，设计并研发了符合大学生特点的物联网教学机器人和实践平台[⑦]；张国民分析研究了针对不同阶段的教育机器人产品功能结构设计，为未来教育机器人产业的发展提供了参考价值[⑧]。

① 杨彬.智能机器人课程是素质教育的新载体[J].中国职业技术教育,2007(22):45-46.
② 李鸣华.机器人教育的教学设计[J].中国电化教育,2007(8):98-101.
③ 钟柏昌.中小学机器人教育的核心理论研究——机器人教学模式的新分类[J].电化教育研究,2016,37(12):87-92.
④ 王小根,张爽.面向创客教育的中小学机器人教学研究[J].现代教育技术,2016,26(08):116-121.
⑤ 刘淑云,马燕,范文翔.创客理念下师范院校的机器人教学模式探究[J].现代教育技术,2016,26(07):120-126.
⑥ 王同聚.“微课导学”教学模式构建与实践——以中小学机器人教学为例[J].中国电化教育,2015(02):112-117.
⑦ 葛艳红.基于物联网的教育机器人关键技术研究[D].武汉：武汉理工大学,2013.
⑧ 张国民.基于学生认知发展的中小学教育机器人功能设计分析[J].中国现代教育装备,2010(2):49-51.

结合“中国知网”的数据，从三个方向概括了我国机器人教育研究现状，可以看出尽管我国机器人教育开展较晚，但受到了国家和研究者们的高度关注。无论是理论价值研究、学科融合，还是技术创新都在如火如荼地进行中。对比国外研究现状，我国在初等、中等和高等教育阶段的研究较为丰富，但在学前等教育阶段的机器人教育相关研究仍有所欠缺。

1.4.2 设计思维研究现状

1.4.2.1 国外设计思维研究现状

1．设计思维的理论研究

国外设计思维第一次出现在 1969 年西蒙（Simon）著作《人工科学》一书中，其认为人工设计与自然融合需要人类的思维，学校的核心任务在于指导学习者学会思考如何设计[①]。直到 1987 年，彼得·罗(Peter Prowe）在《设计思维》一书中首次把“设计思维”作为一个专业学术词汇正式使用，为设计领域提供了理论支撑[②]。理查德(Richard Buchanan)于 1992 年在《设计思维中的难题》一文中明确提出将设计思维视为一种解决产品设计过程中疑难问题的创新性方法[③]。

自此，随着时代的发展，设计思维已逐渐发展成熟，受到了大众的关注与青睐，尤其引起了学者们广泛关注。Dunne 等人认为设计思维是设计师的一种思维方式，是设计作品时内在心理过程[④]。Churchman 认为，设计思维是一种解决结构不良问题的方法，以用户为中心，通过应用前瞻性方法进行迭代设计和解决方案验证[⑤]。

综合以上学者的观点可以看出，设计思维并没有确切的定义，且理论体系并不成熟。综合来看设计思维是指一种思考方式、解决问题的方法，甚至是一种创新过程。

2．设计思维的培养研究

国外十分重视设计思维的培养，不仅开设相应课程，而且开展许多项目以促进设计思维的培养。英国针对创新设计专业的毕业生开设设计思维课程[⑥]。美国斯坦福大学、日本东京大学、俄罗斯莫斯科管理学院等许多国际高等名校也纷纷建立了设计思维学院。另外，众多社会企业与学校也十分重视设计思维培养的研究项目[⑦]。德国哈索普来特纳基金会正式启动并赞助关于利用设计思维促进成功的机理这一科学研究项目。澳大利亚

① Simon, H.A. The Sciences of the Artificial (3rd Edition) [M]. Cambridge, 1965, 61-62, 81-101, 111.
② KIMBELL L. Rethinking Design Thinking: Part I[J]. Design & Culture, 2011, 3(3): 285-306.
③ BUCHANANR. Wicked Problems in Design Thinking[J]. Design Issues, 1992, 8(2):5.
④ Dunne D. Martin R. Design Thinking and How It Will Change Management Education: An Interview and Discussion[J]. Academy of Management Learning& Education, 2006 (4): 512-523.
⑤ CHURCHMAN C W. Wicked problems[J]. Management science.1967, 141-142.
⑥ PARMAR A J. Bridging gaps in engineering education_design thinking a critical factor for project based learning[J]. IEEE Computer Society, 2015(06): 1-8.
⑦ FABRI M. Thinking with a New Purpose: Lessons Learned from Teaching Design Thinking Skills to Creative Technology Students[J]. Cham: Springer International Publishing, 2015, (9186):32-43.

政府教与学办公室资助了课题名称为“基于设计思维框架的变革性跨学科教学法”的设计思维培养项目[①]，该项目主要面向本科生和研究生，通过基于设计思维教学方法来培养学生创新能力。

除此之外，在 K12 课程教学中也愈来愈关注设计思维培养。莫琳·卡罗尔等人将设计思维理念引入到地理课程中深入研究，结果表明设计思维既培养了学生元认知意识，也给予学生一种全新、切实可行的思考方式去解决问题，从而提升教学效果[②]。同时，设计思维也受到了创客教育领域影响力的冲击，Serveh Naghshbandi 等人通过研究验证了设计思维与创客运动的高效结合可以创造出更有意义、更具价值性的作品[③]。Leanne Bowler 在其实践研究中证实了设计思维与创客教育的有效融合能促使学习者实现创新，提升创造力[④]。

可以看出，国外设计思维培养情况较好，在实际课程中培养设计思维已成为一种国际趋势。将设计思维融入教育领域无论是高等教育还是 K12 课程教学中，设计思维都受到大量国家和地区的高度关注和大力发展。不仅建设了从基础教育到研究生教育的完整设计思维培养体系，而且设计思维对 K12 教育的影响力已经遍布全球。可见，设计思维与教育的融合对学生思维和创新能力的发展起着不可小觑的作用。

3．设计思维培养效果评价研究

国外对于设计思维发展的测量与评价并没有特别权威和统一规定，通过整理文献，可得出表 1-2 所示的设计思维培养评价维度。

表 1-2 设计思维培养效果评价维度

评价维度	评价方式	提出学者（来源）
以人为本、解决问题、协作技能	成员检查、数据三角测量	Owen 等[⑤]
课堂观察表、活动前后的问题、文档分析	利用扎根理论编码并分析文本数据	
设计术语、传统设计思维序列、四个第一步；知识提升	观察学生活动和项目的结果	Leila Aflatoony 等[⑥]
设计认知、设计过程、设计结果	问卷调查、内容分析编码、考	Joyce Hwee Ling Koh

① PLATTNER H. MEINEL C. LEIFER L. Design thinking: understand-improve-apply[M]. J.Berlin: Springer Publishing Company, Incorporated, 2010.

② Destination. Imagination and the Fires Within: Design Thinking in a Middle School Classroom[J]. International Journal of Art & Design Education, 2010, 29(1):37-53.

③ NAGHSHBANDI S. CRICHTON S. Maker day: use of design thinking as a disruptive element to value problem finding prior to making prototypes [EB/OL]. https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show.

④ BOWLER L. Creativity through "Maker" experiences and design thinking in the education of librarians [J]. Knowledge quest, 2014(42):58-61.

⑤ Aflatoony L, Wakkary R , Neustaedter C . Becoming a Design Thinker: Assessing the Learning Process of Students in a Secondary Level Design Thinking Course[J]. International Journal of Art & Design Education2017.

⑥ 郝宏洁.运用“脚手架”促进学生设计思维发展的实证研究[D].南京师范大学,2020.

	试成绩	等[①]

从表 1-2 中可以看出，设计思维评价维度主要聚焦在设计知识、设计过程和设计结果三个方面。对于设计知识的评估，Koehler 和 Mishra 两位研究者通过调查问卷的形式调查了学习者的学习经历、教学环境、在项目设计中耗费的时间和精力、团队协作意识等。在对设计流程进行评价过程中，Koehler 等利用扎根理论对内容分析编码反映出他们在设计过程中的交流和讨论。他们认为可以进行课堂观察、并将谈话的内容、时间和讨论次数列表进行数据化评估。对于设计结果的评估，须与教育领域中课程活动的教育目标密切相关，包含学生对内容知识的理解、展示重要的交往与合作技能以及学业成绩等。

综上可得，国外关于设计思维评价量表和评价维度并未进行统一规定，但是结合评价形式来看，始终都要开展形成性评价和总结性评价。同时，评价主题都要包括学生作品、课堂学习和教师教学三种内容，才能够对设计思维培养效果和课堂教学效果开展多元、全面的评价活动，从而优化教育教学。

1.4.2.2 国内设计思维研究现状

1．设计思维的理论研究

我国相较于国外设计思维的研究，起步略晚一些，大多数研究者首先关注设计思维的基础理论研究。研究初期的学者们将设计思维看作是一种不可或缺的思维能力。伍立峰将设计思维界定为一种善于发现问题、主动探究、追求创新和变革的心理取向[②]。康何艳站在设计工作的视角，将设计思维视作广告专业学生必备的一种思维能力[③]。

随着设计思维在设计领域的不断深入应用，其更加关注设计师这一研究主体。刘倩楠认为设计思维是一种具备发散性、跳跃性、灵感性、辩证性和收敛性等特点的综合性思维过程，是可以引导设计者冲破思维定势、抓住闪现的设计灵感、创设全新观点、区别于他人思维的复杂性能力[④]。陈娟认为设计思维的目的在于运用创造性的方法来尽可能地整合终端用户需求，解决其所需问题[⑤]。

目前，设计思维已经引起了教育研究者们的广泛关注，闫寒冰等将设计思维看作是通过创造合理的思维支架及方法支撑，引导学习者发现、提出、定义问题，并通过创新性方式解决问题[⑥]。林琳和沈书生等通过剖析国外设计思维的三种相关概念，提出了设计思维是设计与思维之间相互作用的螺旋关系，为学习者提供解决问题的创造性思路和

[①] Koh J H L ,Chai C s , Wong B , et al. Developing and Evaluating Design Thinking[M]// Design Thinking for Education. Springer Singapore，2015.

[②] 李彤彤.基于设计思维的创客教育教学模式设计与应用研究[D].上海:华东师范大学,2019.

[③] 康何艳.浅析广告学专业学生的设计思维能力培养——以四川外语学院《设计基础》课教学为例[J].新闻知识,2011(12):53-55.

[④] 刘倩楠.大学生设计思维能力培养的教学研究[D].上海:华东师范大学,2015.

[⑤] 陈娟,钟志贤.论设计思维视野下的教学设计[J].江西广播电视大学学报,2011(2):54-58.

[⑥] 闫寒冰,郑东芳,李笑樱.设计思维:创客教育不可或缺的使能方法论[J].电化教育研究,2017(6):34-40.

方案，促进学习者的学习迁移和持续创新[①]。

由此可见我国关于设计思维的理论研究集中在设计思维的内涵、特征和重要性，而且随研究对象、应用领域的不同而呈现出不同的理论意义，但设计思维本身价值所指方向始终都是“创造力”、“问题解决”。

2．设计思维的培养研究

近年来，我国也逐渐关注设计思维的培养研究，更多地体现在创新教育教学领域中。北京工业大学和斯坦福大学教育工作者们共同创立了“Originators”组织，意在通过开发各类创造性方法并创设创新性教学环境，引导学生积极实现多种多样的创意想法，进而促进自身创造力自信心的提升。

随着创客运动的迅速兴起，研究者意识到创客教育是培养设计思维的有效途径。陈鹏与黄荣怀教授在系统分析了设计思维、创客教育、创新思维三者关系的基础上，构建了以设计思维为核心内容的创客活动设计方案，通过运用在实践案例中证明了设计思维方法的合理运用推动了创新运动的发展，并且能够反向促进学生设计思维能力的提升[②]。与创客教育同期发展的创新教育还有 STEAM 教育，李晓芳在前人的研究中发现基于项目的学习（PBL）有助于设计思维发展且适合于 STEM 教育的教学模式，从而构建出面向设计思维发展的 STEM 教学模式，通过实践验证表明该模式有助于设计思维的发展[③]。

在学科教学方面，教育研究者对设计思维与学科融合展开了理论与实证研究。林琳和沈书生分析了设计思维在教育教学中四种主要应用范式，提出了通过设计思维培养学习者核心素养的项目设计[④]。在具体学科实践应用方面，刘佳宜将设计思维融合于 micro:bit 的创客教育之中，通过行动研究研究培养了学生创造力和实践力[⑤]。杨文杰利用设计思维模型理念，构建了基于设计思维的 Arduino 创客教学活动模型，通过教学实践表明该教学模型不仅有助于创客教学活动的开展，也有助于培养学生高阶思维能力[⑥]。张亚林在借鉴前人研究的基础上构建出有助于培养设计思维的机器人教学模型，经过具体的教学实践证明小学机器人教学能够促进学生设计思维的发展[⑦]。

由上可知，设计思维的培养研究有着较为详实的实践教学研究，尤其是在创客教育、STEM 教育等创新教育领域中，所涉猎的课程大多为动手操作能力较强的机器人课程、3D 打印课程等。通过具体教学实践表明这些课程能够在一定程度上能够促进学生设计思维等高阶思维的发展，同时也有助于培养学生的问题解决能力和创新能力。因此，基于以上前人的研究成果，本研究将对设计思维培养的具体框架进行进一步探究，试将设

① 林琳,沈书生.设计思维的概念内涵与培养策略[J].现代远程教育研究,2018(05):27-38.
② 陈鹏,黄荣怀.设计思维:从创客运动到创新能力培养[J].中国电化教育,2017(09):6-12.
③ 李晓芳. 促进小学生设计思维发展的 STEM 教学模式构建及应用研究[D].武汉:华中师范大学,2021.
④ 林琳,沈书生.设计思维与学科融合的作用路径研究——基础教育中核心素养的培养方法[J].电化教育究,2018,39(05):12-18.
⑤ 刘佳宜. 融合设计思维的初中 micro:bit 创客学习活动的设计与实施[D].上海:上海师范大学,2020.
⑥ 杨文杰. 基于设计思维的初中 Arduino 创客教学活动设计研究[D].河北:河北大学,2020.
⑦ 张亚林. 机器人教育对小学生设计思维能力培养研究[D].甘肃:西北师范大学,2019.

计思维培养框架应用于课程教学活动设计之中。

3．设计思维培养效果评价研究

国内对于设计培养评价量表也没有十分成熟的量表，在对国内文献进行梳理后，发现设计思维培养评价研究中存在两种形式：一种是改良型设计思维相关量表，另一种是选择与设计思维能力类似能力的量表。在对设计思维量表进行改良时，往往会结合实际课程标准、学生作品、认知能力等。郑丹凌设计了包含问题导向、追求多样性、整体性、朔因推理四个方面的设计思维评价量表，并检验了其信效度[①]。潘金晶在开展基于设计思维模式的小学生人工智能课程的设计与实施时，选择使用基于 CAT 技术的作品评价表评估学生创意作品，分别从作品的创新性、价值性、科学性、技术性、艺术性和完整度六个维度对学生设计成果进行评价[②]。

在选择类似设计思维能力培养的量表时，往往会优先选择有关创造力培养量表，这很大程度上是因为设计思维的能力是创新、创造能力的基础之一。林琳选择了 Intel《21 世纪课堂评价》量表来评价学生创作成果，并且从角度、内容、方法三维度来评价学生的“创造力”发展情况[③]。彭倩则使用包含冒险性、好奇心、想象力等方面的威廉斯创造力倾向量表来测试学生的设计思维能力。[④]。

通过以上分析可以看出，无论国内国外，针对设计思维培养效果的评价研究还是较为匮乏，缺乏成熟性的评价量表。研究大多数视具体情况而进行改编，将前人设计量表调整为适用于本研究的评价量表或者测验题目，这些研究集中在信息技术课程、人工智能课程等创新性较强的学科之中，在其他学科中推广性和应用性不高。因此，设计思维评价指标体系仍有很大的探索空间。

1.4.3 文献综述述评

综合以上相关文献的梳理与分析，机器人教育和设计思维一直是研究者们关注的热点研究主题。机器人教育首先在高等教育教学阶段逐步发展，随着时代的发展与研究的深入，逐渐将其引入到初、中等教育阶段，甚至扩展至学前教育阶段。在教育层次的扩展基础上，具体的教学实践也应运而生，从一开始的理论基础研究向学科融合研究演变，越来越多的学者关注机器人课程教学模式、教学模型等课堂教学设计。

设计思维的早期研究领域是在设计学中，是设计师独有的思考方式。随着设计思维在设计领域的研究越来越丰富，受到了教育研究者们的关注。国内外教育领域的专家们首先对其内涵、定义、要素、特征等进行理论研究。至此，设计思维得到了众多学者的重视，在探索理论的同时关注实践教学与思维培养。国外在高等教育和 K12 教育教学方

[①] 郑丹凌. 企业管理者设计思维、双元学习与双元创新的关系研究[D].广州:暨南大学,2018.
[②] 潘金晶. 基于设计思维的小学生人工智能课程设计与实施研究[D].浙江:浙江大学,2020.
[③] 林琳. 基于设计思维的初中生信息技术课作品创作研究[D].南京:南京师范大学,2017.
[④] 彭倩. 基于设计思维的小学创客课程教学活动设计研究[D].四川:四川师范大学,2020.

面的研究均产出了大量有关设计思维培养的教学模型、教学模式等实践成果和经验。而我国在教育领域中对设计思维的培养多集中在中小学的创客教育、STEAM 教育和综合实践课程中，高等教育课程也有所涉及，也形成了多种面向设计思维培养的教学模型与模式。但关于设计思维在具体课程教学活动设计的应用还处于十分稀少的程度。可见，教育领域中设计思维培养的学科和学段仍有待扩展，在具体课程的教学活动中培养设计思维的研究仍有很大探索空间。

在设计思维培养效果评价研究方面，国内外均没有权威且操作性较强的工具。同时，对于设计思维培养的评价也没有权威性的常规量表。虽然有一些学者提出了一些测评量表，但通常存在评价主体太宽泛、维度不全面等问题，不具备针对性。因此，本研究将依据设计思维评价的理论研究，运用定性与定量相结合的方法，在前人研究的基础上建立出一套量化的初中机器人设计思维发展评价指标体系，并以此为依据测量与评价初中生设计思维的发展情况。

1.5 研究内容

1.5.1 初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计

首先，查阅国内外有关机器人课程与设计思维的相关研究，明确机器人课程教学特点及设计思维内涵、特点等，提出初中机器人设计思维培养教学活动设计的原则；其次，对初中生学习特征、机器人课程教学目标和教学内容等要素进行前端分析；最后，依据以上所分析的内容，比较分析国外典型设计思维培养框架，构建了初中机器人课程的设计思维培养框架，并以此设计出初中机器人设计思维培养教学活动框架。

1.5.2 初中机器人课程设计思维培养教学活动效果的评价

首先，结合对有关机器人课程政策文件的解读以及设计思维特点，厘定初中机器人设计思维培养的教学活动评价原则；其次，依据此教学活动评价原则，明晰初中机器人课程设计思维培养教学活动的评价环节；再次，构建初中机器人设计思维评价量表，以国外相关设计思维的理论研究和设计思维评价的研究成果为基础，完成初中机器人设计思维评价指标的筛选，初步确定初中机器人设计思维的评价指标；接着，利用德尔菲法咨询专业领域内相关专家学者的建议，历经两轮论证，确定初中机器人设计思维发展的评价指标；然后，运用层次分析法计算出各层级评价指标的权重值，形成一套量化的初中机器人设计思维培养的评价指标体系；最后，以该评价指标体系为基础设计测量量表，检验量表信效度，从而测评初中机器人设计思维水平的发展情况。

1.5.3 初中机器人课程设计思维培养教学活动的实践

依据已构建的教学活动框架，运用实验研究法开展具体教学实践研究。在实验研究过程中，首先进行研究设计，明确实验研究对象、实验目的、实验环境和实验过程；接着以 Arduino 机器人套装为教学工具，选择具体教学内容分别对实验班和对照班进行教学活动设计和教学。最后，在实验结束后运用数据分析法对教学过程、教学效果及初中生设计思维的发展情况进行分析，发现设计思维培养教学活动中存在的问题并提出改进性建议。

1.6 研究思路

基于以上论述，本研究具体研究过程如图 1-2 所示。

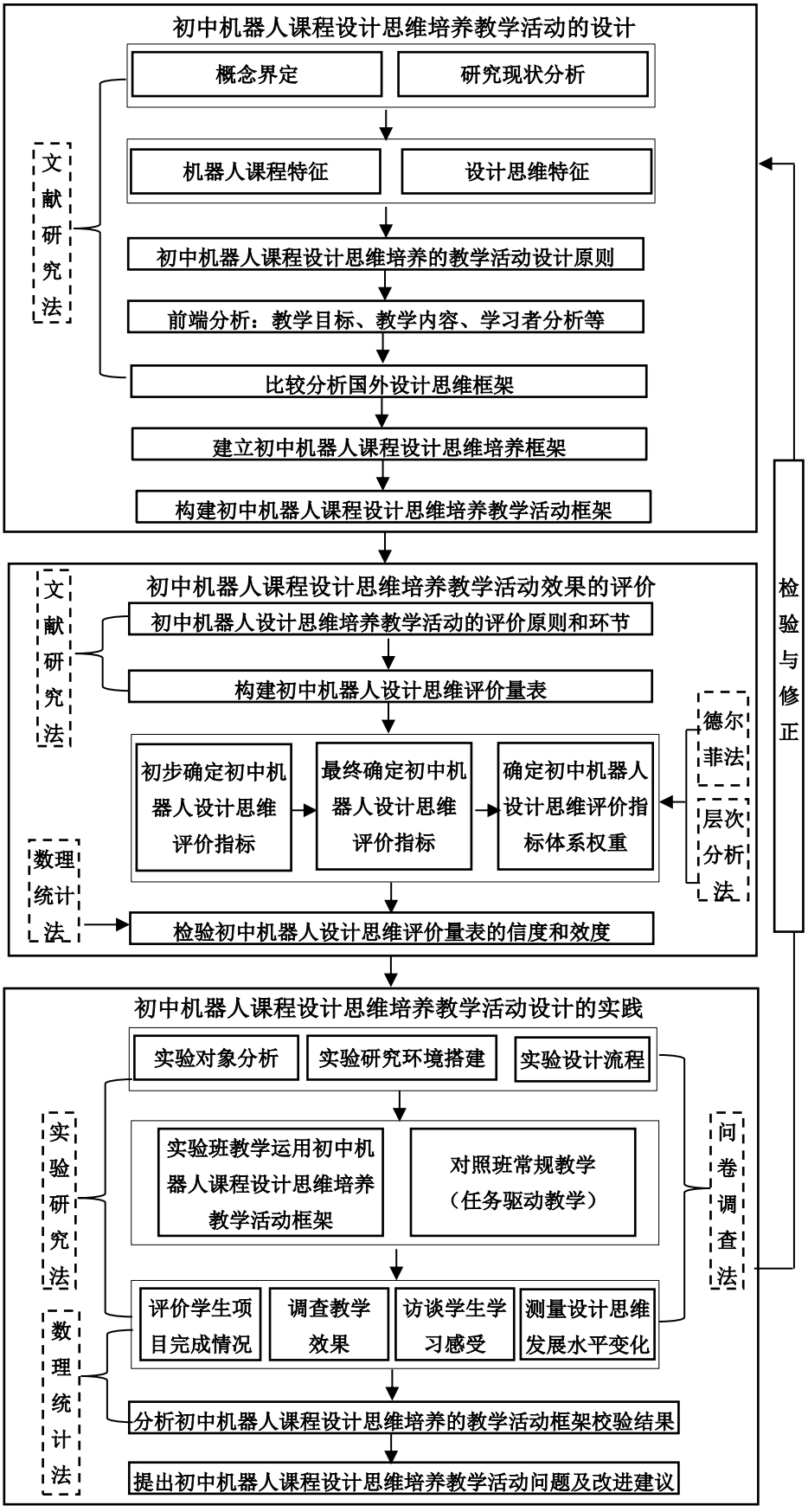

初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计
概念界定
研究现状分析
机器人课程特征
设计思维特征
文献研究法
初中机器人课程设计思维培养的教学活动设计原则
前端分析：教学目标、教学内容、学习者分析等
比较分析国外设计思维框架
建立初中机器人课程设计思维培养框架
构建初中机器人课程设计思维培养教学活动框架
初中机器人课程设计思维培养教学活动效果的评价
文献研究法
初中机器人设计思维培养教学活动的评价原则和环节
构建初中机器人设计思维评价量表
初步确定初中机器人设计思维评价指标
最终确定初中机器人设计思维评价指标
确定初中机器人设计思维评价指标体系权重
德尔菲法
层次分析法
数理统计法
检验初中机器人设计思维评价量表的信度和效度
检验与修正
初中机器人课程设计思维培养教学活动设计的实践
实验对象分析
实验研究环境搭建
实验设计流程
实验研究法
实验班教学运用初中机器人课程设计思维培养教学活动框架
对照班常规教学（任务驱动教学）
问卷调查法
评价学生项目完成情况
调查教学效果
访谈学生学习感受
测量设计思维发展水平变化
数理统计法
分析初中机器人课程设计思维培养的教学活动框架校验结果
提出初中机器人课程设计思维培养教学活动问题及改进建议

图 1-2 技术路线图

1.7 研究方法

1.7.1 调查研究法

问卷调查法：在课程开始前，利用改良的设计思维测试题和机器人课程学习现状问卷进行前测，以掌握实验班与对照班学生的基本学情和能力是否存在差异；课程结束后，使用 Arduino 机器人学习效果问卷、设计思维测量量表进行后测，以检验初中机器人设计思维培养的教学活动效果和学生设计思维发展情况。

访谈法：重点访谈对象为任课教师和实验班学生，通过前期与任课教师进行交谈，了解教师对该教学活动框架的看法，提供可操作性意见和具体教学经验。在后期就相关学习体验对学生进行访谈，得出教学实验结果。

1.7.2 实验研究法

为检验初中机器人设计思维培养教学活动框架的有效性，本研究选择初中两个班级作为对照班与实验班，控制无关变量，最终评估实验班和对照班学生的学习效果以及设计思维发展的变化。

1.7.3 德尔菲法

通过对已有文献研究成果的梳理，从而筛选出各级评价指标，生成评价指标体系的初稿，并邀请相关专业领域的专家学者，通过专家进行两轮的评估、筛选和论证，按照专家所提建议对指标体系进行不断修改与完善，从而确定最终的评价指标体系[①]。

1.7.4 层次分析法（AHP）

通过建立层次结构模型，结合德尔菲法对各层各项指标进行群决策，比较各指标的重要性程度，测算出各层次判断矩阵的最大特征值 λmax 等一致性检验要素，最终确定不同层次评价指标的权重值。

[①] 张亚新. 中小学校长信息化领导力评价指标体系构建研究[D].新疆:石河子大学,2021.

第 2 章 初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计

本章旨在明确初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计原则，进行教学活动设计的前端分析，利用比较研究法分析国外典型的设计思维培养框架，总结设计思维培养阶段，建立初中机器人设计思维培养框架，并以此重构出一套有利于培养设计思维的初中机器人教学活动框架。

2.1 初中机器人课程设计思维培养的教学活动设计原则

在初中机器人课程教学中，多数教师并未全面了解影响学生设计思维发展的认知和非认知因素，而且对初中生设计思维特性和本质的理解还不到位，缺乏一定的客观性认识和系统教学设计的能力，使得在培养初中生设计思维的过程中缺少必要的理论支撑和方法指导，难以达到培养学生设计思维的目的。同时，设计思维本身属于比较抽象笼统的术语，导致在评价初中生设计思维发展时容易限制在只对学生的意识、态度和作品创意三个方面进行片面的评价，并未考虑到学生在整个设计过程中的具体行为表现。因此，在进行教学活动设计之前，需要明确初中机器人课程的特点和设计思维的特征，从而厘清初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计原则。

2.1.1 初中机器人课程特点

在国家教育部制定的《中小学智能机器人课程指导意见》和《基础教育信息技术课程标准》等相关政策的支持下，大量机器人教学已经初步走进了初中教学课堂中，并形成了多种教学活动方式、丰富多样的教学内容，尤其强调教学过程的情景化和学生动手实践、问题解决能力和创新能力的培养。基于此，机器人课程特点总结如下：

2.1.1.1 实践性过程

作为信息技术应用领域的课程之一，机器人课程本身具备较强的实践适用性。注重学生在直接经验和亲身感受的基础上，在观察、反思、创意、实验等学习活动中获取宝贵的学习体验，利用学生的设计、创意和实质成果检测学生在实践过程中知识掌握程度、动手操作能力、问题解决能力等综合能力的发展和提升情况。

2.1.1.2 开放性环境

由于机器人课程的特殊性，开展教学环境的场地与学校一般常规学科有所不同，此

环境必须充分考虑到学生组内和组间的交流互动，灵活走动地去解决探究问题。而且需提供丰富的机器人搭建、编程和设计方法等学习资源，有利于学生跳出思维定式，发散思维，从而设计出更为创造性的成果。这种教学环境的开放性也影响着教学情境、教学内容、教学策略及教学评价需进行开放性设计。

2.1.1.3 综合性内容

机器人课程涵盖的专业知识技能具有高度综合性，通常以设计学、工程学等多种专业学科知识为基础，也会涉及到计算机技术、数学、物理等多个学科的交叉综合。同时注重各学科、各领域知识的相互整合应用。因此，开展智能化机器人的课程，注重多门学科的整合，着眼于学生高阶思维和综合能力的培养。

2.1.1.4 创新性活动

机器人教学活动是经过一系列计划、设计、创作、调试和评价的创新性活动，运用技术手段促进想法的实现，达到解决问题的目的。此过程不仅促进学生掌握基础和跨学科知识，也对学生探究能力的提升和创造力的发挥起到一定正强化作用。同时，培养学生的创新精神也是中小学智能机器人教学目标之一，这也就需要在进行机器人教学设计、教学方法的选择、教学评价等教学要素的设计过程中具有一定创新性。

2.1.2 设计思维的特征

设计思维的研究仍处于发展阶段，所以要想更透彻地理解设计思维，推动研究进程，则需要了解设计思维的特性，以此才能更好的利用设计思维的优势，促进学生学习成果的创作。本研究通过分析归纳相关文献对设计思维特征总结如下。

2.1.2.1 以复杂与切实性问题为导向

从设计本身角度出发，设计就意味着思考问题、拓展、挑战并解决问题。而且设计活动本身就是一项系统工程，因而与系统思想也有一定的相似之处，均具有复杂性、综合性的特点。本质上设计思维就是一个思考问题、探索问题、不断提问、不断解答的过程。其是根据社会中繁杂问题来设立解决项目，重点强调的是要满足人们日益变化的需求。布坎南等表示，设计思维可以帮助人们解决不清晰的或“刁难”的问题[①]。因此，解决问题的前提就是构思和定义问题，从而进行问题解决方案的构建。

2.1.2.2 以人为本的理念

以人为本的思想是设计思维最为关键的理念之一，关注的是多个个体、组织甚至系

[①] BUCHANAN R. Wicked problems in design thinking[J]. Design issues, 1992, 8(2):5-21.

统共同构建的更大的体系。设计者们并非单纯利用常规认知进行设计，而是通过共情的方式理解利益相关者的需求，尊重不同地区、文化背景之间的差异性，以此深入洞悉用户的真实需要而非简单的系统要求，通过设身处地的探寻用户的真实感受，才能更好地接受来自用户的反馈意见，生成一系列快速简单的问题解决原型，而后不断迭代优化问题解决方案以贴近用户需求及社会的期望。

2.1.2.3 多种思维结合的共同体

设计思维强调对左右脑的综合开发，实现了科学思维和创造性思维的双向互补，从而推动学习者全脑思维的健康发展。这种全脑思维类型包含发散与聚敛组合的思维模式、分析和综合结合的思维方式、形象与逻辑思维联结形式。其一，发散思维是指在思考解决问题的方法时，根据已获得的信息，从多角度、多方面去思索，多维度、多路径的去探索适用于此问题的解决方案。而聚敛思维则与发散思维相对应，是在众多方案中选择最佳的解决方案。这种思维方式多应用于设计过程中确立问题和解决方案两个部分。其二，通俗来说，分析与综合思维就是分解和概括的过程。综合概括的基础必然是分析解释的结果，而后续的分析解释的结果都需要下一个综合概括进行验证和修正。其三，形象思维是反映和认识世界的重要思维形式，而逻辑思维是将认识的内容联结、组织在一起的方式或形式。此外，根据设计思维的不同思维过程，还有横向和纵向的思维方式、想象思维与联想思维等。通过以上所述可知设计思维是由设计与思维的相互交织所组成的双螺旋结构，彼此相互依存、相互促进。在设计思维过程中强调对思维的不断激发来支持创新设计，反之创新设计也将促进思维的发展。

2.1.2.4 跨学科团队协作化

在设计思维过程中，特别强调跨学科合作来完成任务，也就是需要不同学科背景的人共同完成设计任务。Lyn D.利用设计思维方法将学生分为若干小组，开展了小学 STEM 航空航天课程。研究结果显示，学生可以使用设计思维方法完成不同复杂程度的模型飞机的初步设计和重新设计[①]。因此，在团队协作的过程中，学生可以相互交流，相互学习，充分发挥个人最大优势，激发团队的无限潜力，探索最佳问题解决方案。

2.1.2.5 循环迭代与视觉化描述

设计思维是一种非线性思考方式，要求不断动手操作、迭代构思，并注重设计的深度，是一种突破常规、持续创新的过程。在解决问题的过程中，往往需要借助草图、绘画和模型等多种可视化工具和方法，以清晰地表达想法和观点，并通过材料和工具制作

[①] English, L. D. & King, D. T. STEM Learningthrough Engineering Design: Fourth-grade Students'Investigationsin Aerospace[J]. International Journal of STEM Education, 2015(2): 14-31.

原型来体现这些想法。与此同时，对设计想法或者解决方案进行延迟评判，反复地构筑、测试、改善方案与原型，以此实现设计作品的连接性和延续性。

2.1.2.6 创造性问题解决过程

产品设计本来就是创造和革新事物的过程，而设计思维作为一种在设计过程中创造有价值新事物的思维和行为方式，特别强调直觉、发散思维和想象力，通过促进创新模式的开发和创造，来实现产品创新的可能性[①]。设计思维作为学生创新实践的一种方法和策略，为学习者创造了广阔的学习和思考空间，不仅培养了学生的参与热情，而且提高了学生的创造性问题解决能力。在寻找解决方案的过程中，学生不断思考和分析问题的本质，并试图找到元问题及其影响因素，以优化解决方案。在一定程度上帮助学生改变思维方式，激发学生的创造力，极大地提高他们的学习信心。

2.1.3 初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计原则

通过前期分析可知，机器人课程与设计思维所提倡的核心理念高度统一，都强调在实际问题情境中开展项目学习，借助小组合作的形式开展教学活动，并运用跨学科知识，快速完成原型构建，进行多轮迭代，生成最终设计作品，以此实现对学习者的高阶思维、问题解决能力、创新能力等综合素质与思维的全面培养。本研究根据机器人课程与设计思维的特性，提出初中机器人课程设计思维培养教学活动设计原则。

2.1.3.1 以真实的问题情境为导向

初中机器人课程设计思维培养教学活动强调学生在真实情境中进行实际问题的解决。因此，在设计教学活动时，教师需通过创设贴近现实的问题情境，帮助学生理解问题，调动学生的学习积极性。在整个学习过程中，重视学生的实践活动体会，使他们在自主动手的过程中获得相关知识技能。教师在创设与现实生活中相关的问题情境时也要注意这些问题通常具有一定的非良构性和开放性，以此有助于学生最大化的发挥自身潜能，实现问题的创新性解决。

2.1.3.2 强调以学习者为中心的核心理念

以学习者为中心的教学活动设计是基于建构主义理论，关注“情境”、“协作”、“对话”和“意义建构”在教学过程中的重要作用。在初中机器人课程设计思维培养的教学活动中的各个环节强调发挥学习者在解决问题过程中的主动性和建构性，有助于学习者创造性地理解用户需求、界定要解决的问题、制定相应问题解决方案以及创作作品，

[①] Fabri, M. (2015). Thinking with a New Purpose: Lessons Learned from Teaching Design Thinking Skills to Creative Technology Students[C]. International Conference of Design, User Experience, and Usability: Design Discourse(DUXU 2015).Cham: Springer International Publishing: 32-43.

培养学生运用科技服务日常生活的意识，将注意力始终留在问题解决的过程中。此外，教师在以学习者为中心的教学活动中扮演着引路者角色，提供支持学生的学习资源，在学生偏离问题解决轨道时，及时指点迷津，提升学习效率。

2.1.3.3 关注过程的迭代与结果的可视化

与传统学习方法不同，初中机器人课程设计思维培养教学活动更加注重过程的迭代与循环。在创作作品的过程中，首先从定义问题入手，通过理解用户的需求，进行问题的定义，然后再思考尽可能多的问题处理路径，最后完成作品的创作。在整个过程中，每一个环节都是相互影响和多向耦合的，而且均能循环往复的进行相应调整和修正，直至形成更创新的方案。而且在作品的制作过程中，通过将想法不断地可视化，能够发现每一种方案的优缺点，从而激发出更多的创作灵感，进一步修改完善，直至设计出理想的作品。

2.1.3.4 注重创新能力的培养

设计思维中的设计概念和思维之间是互补的，既相互依赖又相互作用。设计思维所具有的一整套创新型方法论，为学生创造性思维的培养提供了相应的理论基础。通过在设计思维的整个过程中不断进行思维发散和聚合，从而推动灵感创意的持续产生，实现作品的创新性设计。

2.2 初中机器人课程设计思维培养教学活动的前端分析

2.2.1 初中生学习特征分析

本研究的教学实验阶段为初中阶段，选取的是年龄在 11-13 周岁的初一学生，此阶段的学生在智能和情感发展方面具有以下特点。（具体学生的学情调查结果见第 4 章研究对象的分析）

在智能发展方面，学生思维能力迅速得到发展，认知能力符合皮亚杰认知发展的形式运演阶段的特点。在这一发展阶段，学生个体的思维能力已经发展到成熟阶段，逻辑思维逐渐占据了主要优势地位，主要表现在演绎推理、命题推理、组合推理三个方面。学生初步掌握了面对问题情境，提出一系列假设式的抽象逻辑过程，并且根据假设制定出预计性验证方案，实现问题解决的目的。在整个思维活动过程中，学生思维较为形式化、个性化，不易陷入思维定式，具有一定反省和自我调节思维活动的进程，辅助学生理清思路，做出正确的判断。但学生在很大程度上依然是经验性的抽象思维，需要感性经验的辅助。

在情感发展方面，初中生自我意识逐渐明确，已经萌发了自主评价的意识；学习积

极性比较强，富于激情，想象力丰富，对周身事物的观察力增强，表现在观察的持久性和精确度，同时也对知情意有着一定调控能力。在学生的心绪不能够保持长时间的稳定，容易在进行学习活动时发生走神甚至注意力不能长时间集中的现象。

初中机器人设计思维培养的教学活动既要求学生对各学科基础知识有一定了解，又要求学生具备一定的综合学习能力，以此为跨学科学习打下坚实基础。因此，初中阶段是学校开展面向设计思维培养的机器人教学的黄金时期，此时学生的认知水平、思维发展、情感发展都有利于学习这种综合性课程。学生能够利用已掌握的跨学科知识和综合的学习方法来完成机器人课程的目标，从而形成自身的综合性认知体系。

2.2.2 机器人课程教学目标分析

教学目标是教学活动设计的风向标，统领整个教学过程的开展，直接引导着教学策略的选择与应用、教学结果的检测与评价，指导、鼓舞着学生的学习过程。在《中小学智能机器人课程指导意见》中，初中阶段机器人课程的目标重点表现在四个方面：第一是要求学生完成对日常生活与学习中实用机器人的创意设计；第二是要求学生逐步掌握机器人的相关原理和知识，提升对机器人的认知深度；第三是初步了解并规划设计机器人相关的基本原理、方法和技能；第四是根据自身对机器人科技应用重要性的认识，逐渐养成健康应用机器人的良好习惯，主动尝试利用机器人解决现实问题。教学目标作为课程目标的载体，是课程目标的具体化，因此，本研究中的机器人课程三维教学目标如下。

2.2.2.1 知识与技能层面

学生必须掌握与某种机器人课程有关的知识和技能，包括基本的概念知识和基本原理，并且能在问题解决的过程中合理使用新知识。同时需要熟悉有关的学习技能，在作品搭建和撰写代码的过程中娴熟使用新技能进行作品创造。

2.2.2.2 过程与方法层面

通过运用设计思维方法来探究项目，每个小组成员需要使用自身所学的知识共同设计和制作项目方案和作品，实现能力的综合提升。具体所要提升的能力有：（1）沟通与合作能力：能够与他人正确交流，全方位理解问题的实际需要，明确小组成员之间的分工，尊重他人的观点，制定出最佳问题解决方案和作品，并对其他小组的方案和作品提出可行的意见。（2）问题解决能力：设身处地的理解目标用户需求，发现并界定问题，始终关注解决问题的过程，设计出问题解决的多种途径。（3）迭代创新能力：组内可以利用头脑风暴法不断产生并整合新想法，探究出最佳问题解决方案，并在整个创作过程中迭代改进方案。

2.2.2.3 情感态度、价值观层面

各个小组通过协作完成项目探究，养成协作探究的意识，增强学生对机器人课程的浓厚兴趣，并坚信自身能够取得成功。具体的情感有：（1）课程认同感：通过学习机器人课程，认为学习是有意义的，对学习有很强的积极性，非常愿意进一步学习有关知识。（2）自我效能感：在解决较为困难的问题时，对自己有底气，有很强的创造力和自信心，相信自己能成功解决问题。（3）未来生活规划：通过提高解决问题的能力、创新能力和审美能力，可以充分适应未来的生活。

2.2.3 Arduino 机器人课程教学目标

结合以上对机器人课程教学目标的分析，将其对应至 Arduino 机器人课程中，提出以下具体三维教学目标。

2.2.3.1 知识与技能

1．硬件知识与技能方面：第一，要熟悉 Arduino 机器人的起源和发展过程，掌握 Arduno 机器人套件的基本特征和功能；第二，可以熟练地将相关组件和传感器连接相应的主控器端口，了解每种传感器的基本工作原理，并尝试应用至生活中。

2．软件知识方面：第一，了解 ZMROBO-2.0 软件的界面，能够自主编写简单程序；第二，熟练使用 ZMROBO-2.0 软件中的基本编程语言，并且能够进行自由且复杂化的程序创作，形成一定逻辑化思维方式。

2.2.3.2 过程与方法

1．在抽象概念学习时可以利用学生的旧知，在知识联结中同化和顺应新知识，可以采取类比法、归纳法等方法将抽象的知识具象化、可视化，增强学生的理解。

2．在创意构想时，可以通过同伴协作交流、探讨、思维发散等头脑风暴的形式提出许多新奇的金点子，而且在小组合作的过程中能够提升语言表达能力，发挥每个成员的优势，增强学习效能感。

2.2.3.3 情感态度与价值观

1．通过自主探究学习，体会学习的乐趣，培养对机器人课程的兴趣，让学生在解决问题的过程中，促进设计思维等高阶思维的发展。

2．通过学生实操搭建作品的过程，提高自身的动手和设计能力，培养对机器人智能设计、ZMROBO-2.0 图形化编程的兴趣，并在程序编写过程中培养并提升学生的问题解决能力和创造力自信心。

3．通过小组协作学习，培养学生的团队合作意识，在共同完成机器人作品的制作中提升学生的自信心和学习成就感，在不断优化完善作品中，提升自我反思和承受挫折的意识[①]。

2.2.4 初中机器人课程教学内容的设计

本研究教学内容参考中国科协青少年科技中心配套的人工智能教材。由于 Arduino 机器人课程中每个模块彼此独立，且教学内容之间相互存在着递进关系，由浅入深，有利于开展阶段性教学，因此将教学内容分割为 5 个阶段、14 个项目。前两个阶段主要向学生普及设计思维的理念和方法以及 Arduino 机器人基础知识学习，初步接触传感器搭建、编程的相关原理；后两个阶段包含 7 个项目，主要让学生学习传感器的相关原理以及学会编程，逐步培养学生创新解决问题的能力；在最后的创造阶段，包含 2 个综合项目，除了讲解所需新知识外，还将前四个阶段的项目内容融合在综合项目之中，培养学生利用综合知识和设计思维来创新解决问题。教学内容安排如表 2-1 所示。

表 2-1 初中机器人课程教学内容安排

教学目标	教学阶段	周次	课时	编号	课题及主要内容
学习基础知识	入门阶段	1	2	项目一	了解机器人概论 认识 Arduino 主控板、传感器扩展板和传感器 了解电子装置制作思路
初步接触传感器搭建、编程的相关原理	基础阶段	2	2	项目二	演奏音乐
		3	2	项目三	手电筒
		4	2	项目四	按键台灯
		5	2	项目五	小风扇
深入体悟搭建、编程的关系，逐步培养学生创新解决问题的能力	探究阶段	6	2	项目六	计时秒表
		7	2	项目七	自动遮阳帘
		8	2	项目八	声级计
	综合应用阶段	9	2	项目九	智能风扇
		10	2	项目十	倒车雷达
		11	2	项目十一	避障机器人
		12	2	项目十二	视觉巡线
利用设计思维创新解决问题	创造阶段	13/14	4	项目十三	Arduino 机器人创新设计——智慧存钱罐
		14/15	4	项目十四	Arduino 机器人创新设计——自助快递柜

为了确保学生在整个学习过程中保持良好的学习状态，更好地理解和掌握 Arduino 机器人的基础知识和相关原理，本研究精心制作了从入门阶段到创造阶段的教学课件。

[①] 张霞. 校本教材《基于 Arduino 的智能机器人设计》的开发和实践研究[D].重庆:西南大学,2021.

教学课件包括对知识点的详细解释，组件的工作原理以及各个元器件的名称和功能。学生可以将其作为一种学习资源随时进行查看温习。课件还包含一些作品创作过程中使用的关键程序，可以为学生编程时提供适当的参考。

2.3 初中机器人课程设计思维培养框架的建立

基于以上前端分析，在进行初中机器人设计思维培养框架的建立过程中需充分考虑学习者特征、机器人课程整体教学目标、Arduino 机器人教学目标以及教学内容的设置，使得该培养框架能够适用于机器人课堂的实际教学，具有很强的针对性。接下来将通过对典型的设计思维培养框架进行比较，分析出每种框架的优缺点，取之所长，补之所短，作为本研究设计思维培养框架建立的重要依据。

2.3.1 设计思维培养框架建立的理论基础

2.3.1.1 设计思维培养框架概述

1．设计思维过程框架

哈索·普拉特纳研究院的 Tilmann Lindberg 等人全面描述了设计思维过程及其要素。从图 2-1 可以看出，设计思维始终是一个寻求解决问题的过程，这个过程分为寻找问题空间和寻找解决空间。在寻找问题空间主要是观察和合成问题，通过探索一些典型的案例或场景，探索其中存在的某一问题并产生相对直观的理解，从而形成对问题的多角度阐释；在寻找解决空间主要是构思和原型制作，提倡人们提出较多数量且能够可视化的想法，以完成问题的解决。通过分歧和聚敛思维迭代调整这两个相互作用、相互影响的空间，使想法具象化，既能促进团队成员之间的沟通，也能调整创建问题解决方案[①]。

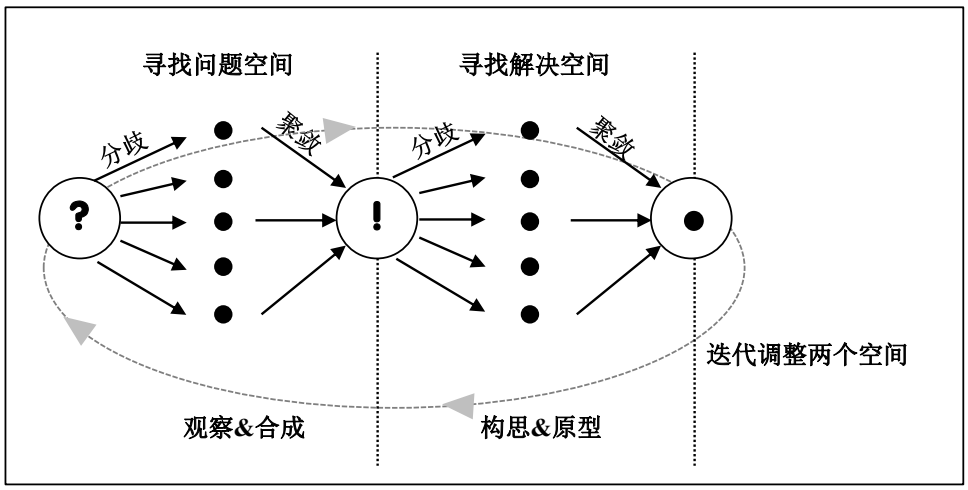


图 2-1 Tilmann Lindberg 等提出设计思维过程

[①] 林琳. 基于设计思维的初中生信息技术课作品创作研究[D].南京:南京师范大学,2017.

2．设计思维培养的双钻模型(Double Diamond model)

英国设计委员会在“发散融合模式”的基础上发展出了双钻模型。其将整个设计过程分成四大阶段：发现、定义、构思和交付。在该模型中，发现和构思阶段对应思维发散，定义和交付阶段对应思维聚敛。左边是探索情境、专注于核心问题。右边是描述原型设计、测试和修正的循环。但双钻模型仍然保持着线性的思维过程，在局部呈现了假设与验证的不断循环[①]，具体如图 2-2 所示。

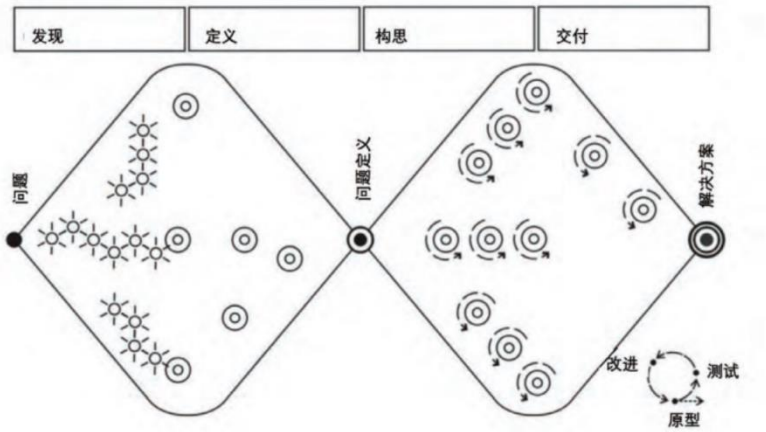


图 2-2 设计思维培养的双钻模型

该模型主要用于服务设计领域，可以更深入地了解用户的行为、偏好和需求，进一步发现生活中的潜在问题，并通过重新设计现有服务或创建新服务来探索满足需求的真正问题解决方案[②]。

3．EDIPT 设计思维培养框架

目前应用较为普遍的就是由斯坦福大学设计学院(d.school)提出的“同理心(Empathize)、定义(Define)、构思(Ideate)、原型(Prototype)和测试(Test)”五阶段 EDIPT 框架。具体如图 2-3 所示。

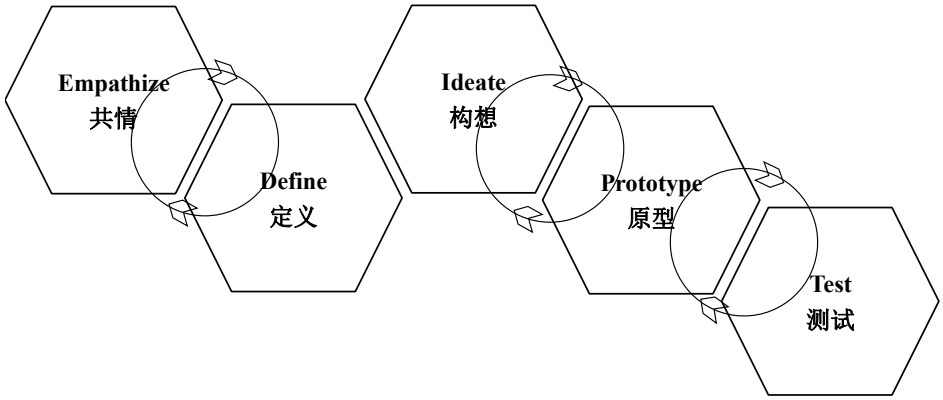


图 2-3 设计思维 EDIPT 框架

[①] 李云,傅晓云. 回归实践：设计思维的后现代转向[J].装饰,2021(03):33-37.
[②] 于克东. 设计思维视角下小学 Scratch 学习活动设计研究[D].山东:山东师范大学,2020.

该框架根据某个特定具体的需求或问题，从使用者或应用者视角入手，历经共情、定义、设想、“原型”构建、测试将抽象的概念具象化，最终产生富有价值的成果。阶段一是同理心(Empathize)，实际意义就是换位思考，也可称为“共情”阶段。该阶段需要设计者设身处地的理解受众的需求，站在用户的立场体会、把握和理解认知需求，从而保证设计出满足受众需要的成果。阶段二为定义问题(Define)，在阶段一的基础上，将调查所收集的大量用户需求数据进行整合并精确处理，通过思维加工的方式转化为有意义且可操作性的问题。阶段三是构想方案(Ideate)，这一阶段是解决问题的核心环节，依据前一阶段所确定的问题，发散思维以便尽可能多地提出不同的解决问题的方式，突破思维定势。阶段四为原型(Prototype)，目的在于构想方案的实现，要求设计者利用身边唾手可得的材料制作出粗糙简略并可供参考的产品原型，用于测试上一阶段所提出的方案是否可行。阶段五是测试（Test），该阶段虽位于最后一个环节，但并非整个过程到此停止，而是向着更为完善正确的方向发展。

4．斯坦福 K-12 设计思维培养框架

为了在 K-12 教育阶段更好地培养设计思维，斯坦福大学设计学院和当地教师一起联合研究，开展了一项“把设计思维引入学校”的研究项目。斯坦福 K-12 设计思维培养框架将 EDIPT 设计思维培养框架的共情阶段分为理解挑战和观察两个阶段，设计思维培养过程整体拓展到六个阶段。在理解挑战阶段，教师通过创建具体的现实情境来了解问题；在观察阶段，学生需在了解问题的基础上对有关问题与用户进行思考和考察；在整合观点阶段，学生需要将所观察到的信息加以梳理和整合，思考解决问题的途径；在设想阶段，学生们利用设计思维的相关思维工具产出不同的想法；在原型制作阶段，学生们快速地利用草图、简易模型等方法将想法转换为现实；在测试阶段，对原型进行多轮迭代测试，以便设计出满意的作品。具体如图 2-4 所示。

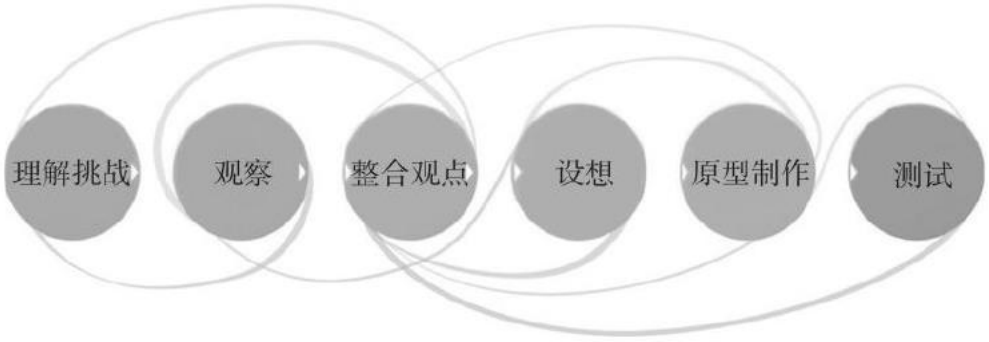


图 2-4 斯坦福 K-12 设计思维培养框架

5．IDEO 为教育者提供的设计思维培养框架

知名的美国设计公司 IDEO 与纽约的学校联合，为 K-12 教育者研发了一整套设计思维工具使用系统，并提供了设计思维培养的基本步骤，包括图 2-5 所示的发现、解释

等五个环节[①]。这五个环节能够帮助教育者重新设计教室等学习环境，从而支持学习者创造创新性的解决方案，并提供在 K-12 教育中培养设计思维的有效途径。



图 2-5 IDEO 为教育者提供的设计思维培养框架

在该框架发现环节之前还存在一个确定设计挑战、进行设置设计计划的准备阶段，每个设计过程都从一个包含特定、开放问题的设计挑战开始，挑战应易于理解并具备可操作性，具有明确限定的适用范围，本身具有一定的合理性。在明确设计挑战后，设计者“应制定设计计划”。接着就正式进入到设计思维培养框架中的发现环节，要求设计者沉浸于相似的实境之中，理解设计挑战，设身处地的考虑用户的需求，为设计挑战创造有意义问题解决方案做好准备。

6.蒂姆•布朗的设计思维培养框架

布朗提出的框架以线性为基础，将同理心、合作和整合思维融入到以人为本的创新循环框架之中。该框架将设计思维过程分为启发、构思和实施三个部分，并将其定义为“创新空间”。应该注意的是，这三个部分之间的关系非常灵活，没有固定的顺序，而且往往是重叠进行[②]，详见图 2-6。

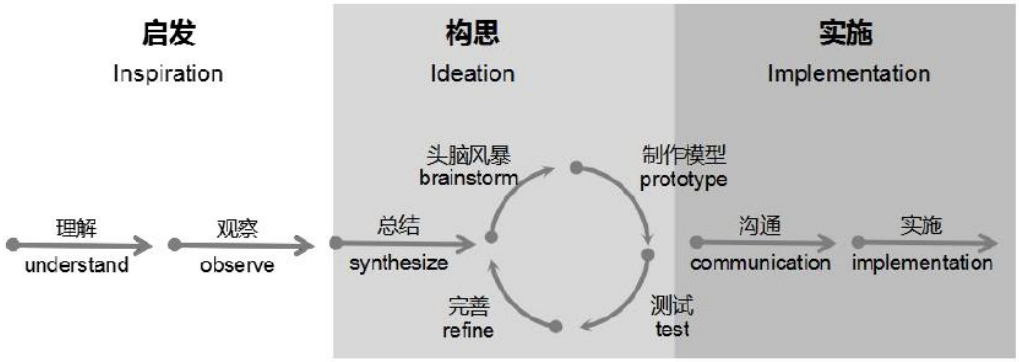


图 2-6 蒂姆•布朗的设计思维培养框架

[①] 王露露. 基于设计思维的小学创客教育教学活动设计研究[D].江苏:江南大学,2019.
[②] 于克东. 设计思维视角下小学 Scratch 学习活动设计研究[D].山东:山东师范大学,2020.

2.3.1.2 设计思维培养框架的比较分析

设计思维作为一种改变人们思考和解决问题的方式和工具，具体的实现流程框架得到了众多学者们的关注。将以上设计思维框架进行比较分析，为本研究所建立的设计思维培养框架提供依据，具体结果如表 2-2 所示。

表 2-2 设计思维培养框架的比较分析

模型	双钻模型	斯坦福模型	斯坦福 K-12 模型	IDEO 模型	蒂姆•布朗模型
使用对象	支持服务设计	学生设计思维的培养		教师改进教学	新手设计师灵活应对设计挑战
阶段	发现/定义/构思/交付	共情/定义/设想/原型构建/测试	理解挑战/观察/整合观点/设想/原型制作/测试	发现/解释/构思/实验/评估	启发/构思/实施
特点	将设计思维过程分为两大环节，前者偏重思维设计，后者偏重作品设计	强调共情的作用；各环节顺序不固定，可按需调整	更适用于 K-12 阶段；强调问题理解过程中的方法；更注重整合能力的发展	关注学习者自主赋予问题解决的意义；强调对作品或方案的迭代改进较为全面，需要对教育者的思维进行深入引导	关注问题解决或产品设计的思维过程
不足	可操作性不强，应用范围较为局限	以学生为主，较为注重主观感受	定义问题中学生主动性发挥不足		缺少对作品反馈的关注

综合上述对国外设计思维培养框架分析可得，设计思维培养活动可归纳总结为启发、构想和实行三个阶段，并始终从人的实际需求为出发点，且整个过程并非静态线性的关系，设计者可以在任何阶段重复整个过程或是对具体项目的复杂变化进行多样化的应对。本研究旨在从设计思维培养的角度来设计机器人课程的教学活动，以发展学生的设计思维。因此，本次研究对象是从学生这一视角出发，在对上述多种框架的比较分析中，斯坦福的两种框架与本次研究主题较为契合。与第二种框架相比，斯坦福的第一种框架中各环节联系更加紧密，更适合设计思维的初步培养。

基于此，本研究主要依据斯坦福的经典设计思维框架，结合实际机器人教学活动现状重构 EDIPT 的设计思维培养框架。将其所涉及的设计思维方法、工具和活动贯穿于机器人教学活动中。学生通过开展项目探究式的学习活动，逐步完成各教学活动环节的目标，最终完成作品的创新创作，达到培养和发展中学生的设计思维水平的目的。

2.3.2 初中机器人课程设计思维培养框架的建立

归纳总结当前国外设计思维培养框架，本研究将初中机器人课程设计思维培养划分为三个阶段，分别为启发、构想、实行，而根据设计思维追求问题解决的过程将此三个阶段划分为寻求问题空间与寻求解决空间。因此，本研究结合初中生的学习特征以及机器人课程特点，依据此三阶段和两空间，建立出适用于初中机器人课程的设计思维培养框架的五环节，包括灵感探索、问题定义、创意构想、迭代创造、评价交流，如图 2-7 所示。

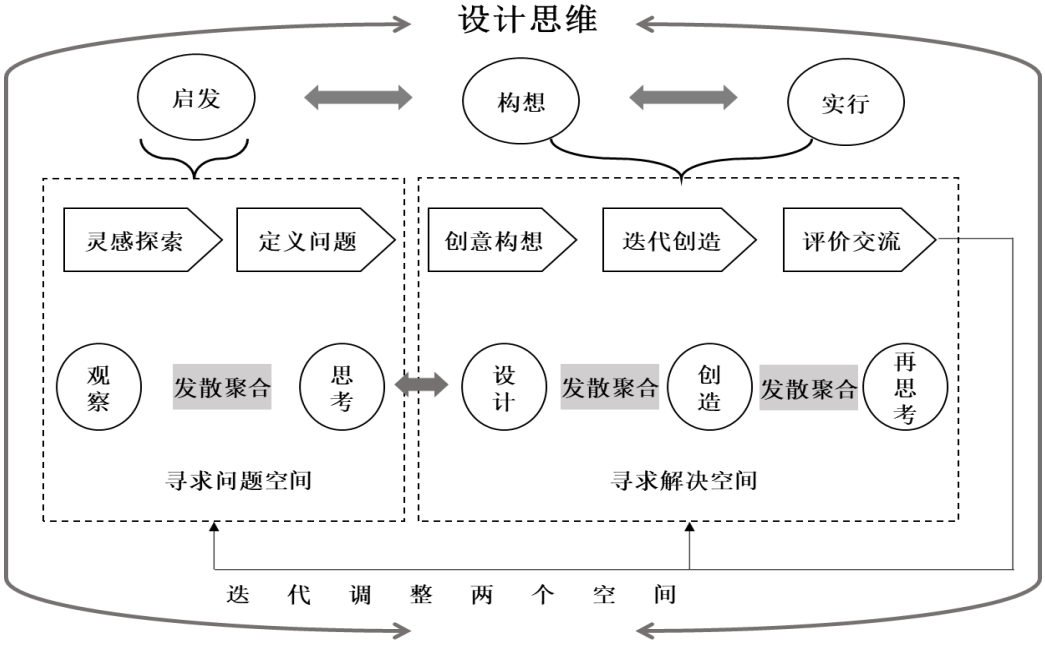


图 2-7 初中机器人课程设计思维培养框架

从整体来看，启发阶段对应着寻求问题空间，通过日常观察和深入思考的方式进行灵感探索和定义问题。构想和实行阶段对应寻求解决空间，通过方案设计、作品创造和反复思考的方式进行创意构想、迭代创造和评价交流。这三个阶段是可以进行灵活调整，且彼此相互影响、相互促进。在五个环节中发散思维主要是灵感探索和创意构想环节的思维方式，聚合思维是问题定义和迭代创造环节的主要思维方式。其中无论哪一个环节出现了偏差，均能够随时返回寻找问题空间和寻求解决空间中进行调整。同时，评价交流环节一直贯彻在整个流程中，如此循环往复，直到创造出用户满意的作品。

从局部来看，启发阶段包含灵感探索和定义问题两个环节，共同构成了寻求问题空间。在此空间中需要学习者根据自身观察所得经验，发散思维，对所需解决问题进行深入探索。而后总结归纳，聚敛思维，进行问题定义，明确问题的本质。构想和实行阶段包含创意构想、迭代创造和评价交流三个环节，共同组成了寻求解决空间。在此空间中，学习者需要根据启发阶段所定义的问题，从实际出发，不断发散和聚合思维，从而进行原型的设计、迭代改进、多维评价交流，创造出最佳的问题解决方案和作品。

2.4 初中机器人设计思维培养教学活动框架的构建

基于以上所构建的适用于初中机器人课程设计思维培养框架，结合机器人课程的教学目标、实际教学内容、学生学情等，本研究设计了初中机器人课程设计思维培养的教学活动框架，该框架呈现了具体的教学活动环节、教师活动与学生活动、课程教学目标以及支持教学的教学工具和方法。具体内容如图 2-8 所示。

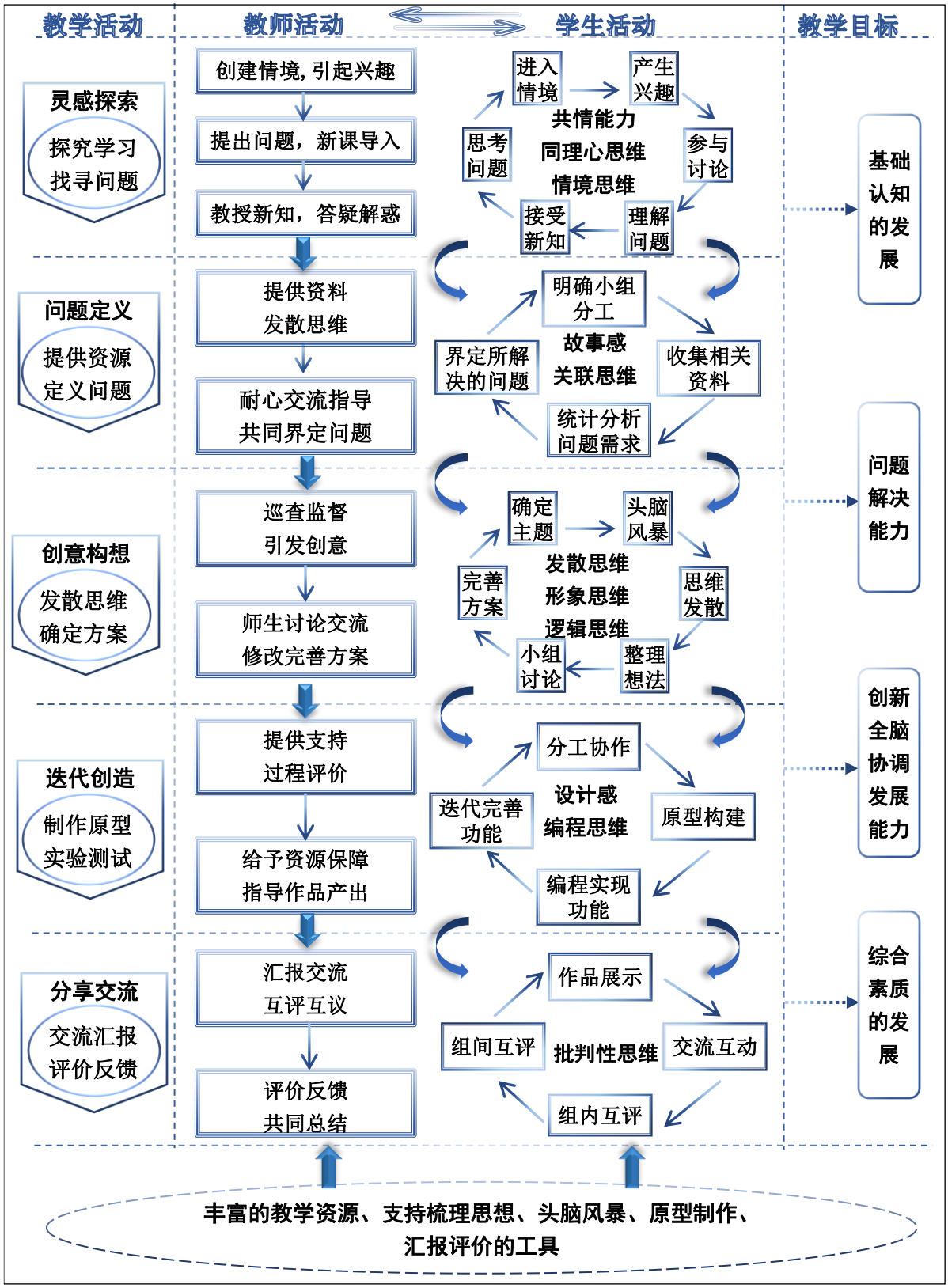


图 2-8 初中机器人课程设计思维培养教学活动框架

2.4.1 灵感探索环节：探究新知，找寻问题

在入门阶段，学生已经学习了 Arduino 机器人中各种各类的积木、组件和编程软件，并完成了设计思维理念和方法的普及，已具有了一定创意设计的先决条件，并能在后续阶段更好地开展探究式学习。

在初中机器人设计思维培养的教学活动中，教师所扮演的是引导者的角色。首先应创建合理的问题情境，并制定项目主题，学生选取恰当的设计思维相关工具和策略，历经从定义问题到确定项目方案、迭代测试、不断改进的过程。其次应重视项目主题的选取，选择与学生生活密切相关的主题、内容和材料。再者，项目的设计需具备一定的挑战性和开放性，充分挖掘学生的潜能，让学生能从多种角度创造性地进行问题解决。再次，一旦项目主题确定后，教师必须创造适当的问题情境，从而帮助学生理解问题，激发学生兴趣，鼓励学生参与讨论；在学生感知教师创造的问题情境后，对问题进行讨论交流。最后教师讲解关于 Arduino 机器人的新知识，回答学生疑惑；而学生需要理解新知识并思考怎样利用新知识解决问题。

2.4.2 问题定义环节：提供资源，定义问题

初中机器人设计思维培养的教学活动是面向问题解决，那么定义问题是至关重要的环节，只有明确需要解决的关键问题，才能更好地设计问题解决方案来解决问题。

在问题定义环节，教师的首要任务是提供有关项目主题的教学资料，指引学生发散思维。学生查阅教师提供的相关项目主题资料，明确小组分工并收集相关拓展资料，通过观察采访、上网查询以及采用角色扮演等方式，沉浸式感知问题情境，开展同理心体验活动，从问题角色需求的视角出发探究和思考问题，仔细分析相关用户的特点，进一步探索问题形成的原因，从而更好地理解问题和挑战。而后小组采用 5W1H 或思维导图的形式梳理出问题需求，组内进行互动讨论，取得一致共识，明确需要解决的核心问题。在此过程中，教师重点是耐心引导每个小组进行交流讨论，防止发生认知冲突，产生矛盾，辅助组内共同完成问题的定义。由于项目模糊且具有一定难度，组内可能在问题定义时存在偏差，教师应该适当帮助各个小组理清思路，为小组提供相应的案例参考，引导小组用“以人为本”的理念认识问题，完成问题的正确定义。另外，一些小组可能会选择那些较难处理的问题，出现了很难完成后续环节的现象，使得学习效能感降低。因此，教师也有必要向这些小组提供有效可行的建议，协助学生将项目转变为可操作性强、易完成的任务，培养学生独立解决问题的自信心，减少学习过程中的挫败感。在定义问题的过程中可以使用 5W1H 和“用户+需求+洞察力”两种设计思维策略，具体如图 2-9 和 2-12 所示。

1．5W1H 工具有助于学生进行资料的收集和整理，此方法通过 6 个问题来深入体

会用户的真实需求，能够帮助学生梳理思路，发现更深刻的问题本质。具体如图 2-9 所示。



图 2-9 5W1H 工具

以项目八声级计为例，WHO（目标用户）指的是初中生，WHERE（何处用）指的是书房、卧室等，WHAT（什么作品）指的是声级计，WHEN（何时用）指的是完成作业时、休息时等，WHY（作品亮点）指的是灵巧轻便、噪音超过一定分贝限制后则会发出警告、显示等级等，HOW（怎样制作）指的是运用声音传感器、数码管、RGB 彩灯等 Arduino 工具及相应编码软件完成制作。

2．运用“用户+需求+洞察力”的方式来定义问题，可通过如下语句来启迪学生进行思维发散，能更好地帮助学生定义问题。具体如图 2-10 所示。

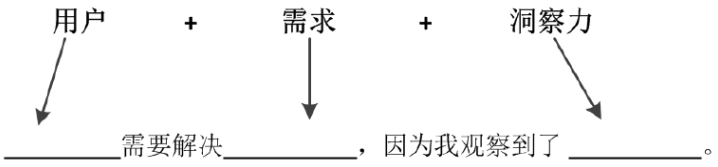


图 2-10 用户+需求+洞察力

以项目十二视觉巡线为例，餐厅服务员（用户）需要解决送餐问题（需求），因为我观察到了服务员常常要用手端着又烫又重的菜品，比较容易发生安全事故。

2.4.3 创意构想环节：发散思维，确定方案

创意构思环节是初中机器人设计思维培养的教学中非常关键的环节之一，它影响着最终成果的创新性。在问题定义阶段确定好需要解决的核心问题后，小组确定头脑风暴的主题，开展头脑风暴活动进行思维发散，利用思维导图、便利贴等各类思维工具梳理想法，组内每个同学都表达自己的观点，大胆想象，数量越多越好；接着组内交流圈定最佳解决方案，并不断改进方案。实施方案包括项目的步骤计划、任务划分等，学生们

必须完成项目活动记录，探讨项目实行过程中出现的问题，构思项目实行的思路、搭建作品的外观，实现相应的功能编程、其他所需资源，怎样获取等。以上均是学生在项目探索过程中所遇到的问题，因此，需充分发挥组内成员的共同智慧，发挥组内每一个同学的优势，积极表达自己的想法与建议，推进问题的创新性解决。在倾听他人想法时，可以进行批判性思考，从而促进自身思维的全面发展。教师在该环节的主要作用是监督与掌握每个小组的项目实行情况，对相应小组给予一定的启发性建议，与各小组进行适当的沟通，对进展较快的小组提出修改完善建议，而对进展较慢的小组给予适当的指导，确保各小组项目探索过程的顺利开展。在定义问题的过程中可以使用头脑风暴法和“如何不”两种设计思维策略，具体如下所示。

1．头脑风暴法

头脑风暴是在 1957 年由奥斯本提出一种培养学生创造能力的教学方法。头脑风暴是寻求开创性思维最主要的方式，对学生的创造力的培养非常重要。头脑风暴法能够进行思维的自我拓展，冲破问题的限制，从不同的角度得到不同内容。但是如果仅仅为了创意，想法可能会不符逻辑和现实，从而使得任务无法完成。

所以，如果想要将头脑风暴进行的更加高效，那么在具体教学过程中应遵循围绕主题、鼓励数量、暂缓评论、引申综合四种原则。首先，学生在发散思维的过程必须要围绕教师设定的主题或情境，才能使得想法更具针对性；其次，在思维发散的过程中，教师和学生要明确追求观点的数量而不是质量，要学会运用跨学科知识，充分发挥想象力；再次，教师和学生都无需对观点对错和想法的实际可行性做出个人判断，每个小组只需要把个人发表的观点记录下来即可，以便保持学生的积极性；最后，教师要鼓励学生在他人的想法之上生成新的想法，或是对不同想法的补充，通过不同想法的碰撞，产生更多的创意。

2．用“如何不”逆向思维获取创意想法

此方法改编自《创新设计思维》一书中的“颠覆性思维模式：如何不？”，在创意构想过程中，要想获取更多创意性的想法，可通过逆向思维来展开思考，让学生跳出常规思维模式，不断发散思维，扩展新思路，想出更有创意的新点子。以项目九智能风扇为例，原定需求为风扇体积大、风向单一，如何才能使风扇更加方便人们使用呢？重新定义为如何让风扇体积小、多角度风向的方便人们使用呢？

2.4.4 迭代创造环节：制作原型，实验测试

在迭代创造环节，基于前一环节中确定的方案，教师为学生提供足够的创作素材，给予学生充分的动手操作机会，指导学生完成作品创作；组内进行分工协作，共同制作作品原型，并通过编程软件编写相应功能的代码，在迭代测试中不断对原型进行完善，

最终设计制作出可解决问题的作品。在作品迭代创造的过程中，体现并强化了学生的相应设计思维能力。通过参与项目的全过程，学生可以了解开展项目的基本流程。通过动手搭建原型与编程实现功能的代码，在动手实践的过程中学习并建构知识，提高相应的编程能力。

通过进行对整个项目过程的学习，可以提高学生动手创作的能力、解决问题能力和创新意识。同时老师在整个教学环节中对每个学生进行了适当的帮助，对每个小组成员进行了过程性评价，形成性评价能有效充分调动他们的创造热情，使其能主动的投入到整个项目探究过程中，从而找到和其他同学之间的差异，达到学习的持续进步；同时，老师也能够通过对学生的过程性评价找到教学活动中出现的不足，不断调整教学活动计划和安排，提升教学水平。

2.4.5 评价交流环节：交流汇报，评价反馈

评价交流环节是初中机器人设计思维培养教学活动的最终和最重要的环节。在此环节中，教师还将组织学生进行小组汇报，每次小组报告展示时限均为五分钟，在演示过程中，小组将按照项目活动记录表阐述其创作的名称、任务分工、设计思想、实现功能等，并要求学生呈现创作成功效果。同时老师还需要积极引导师生、生生交互，师生互动中包括教师将根据项目的评价量表对各小组进行评估，并对各小组的项目创作做出评价，给出具体修改意见；学生之间的评价则包括各小组将对所展示的小组创作成果给出意见并做出具体评价，并要求各小组对其他小组的评价应该尽可能地公平。经过交流与汇报，每个学生可以对自己的设计项目有一个比较全面清晰的了解，也可以更进一步地对该小组作品加以完善，同时也可以学习到其他不同小组对处理类似题目的各种想法，极大地开阔了学生们的思考视野。设计思维培养的教学活动也特别强调共享项目与沟通合作的必要性，通过和别人共享设计项目，并接受各方意见，从而不断改进作品以更接近于目标使用者的期待。

交流总结项目完成后，教师要对项目过程进行整体总结反馈，并指导小组进行组中自评并做出反思，为了帮助小组更准确地做出总结，小组将对老师和其他小组所提交的意见加以整理，并反思如何完善项目内容，从而不断完善和提升项目中所要创作的作品。另外，在组织内成员之间开展了组内自我评价活动，重点评价小组成员在整个项目探究过程中的任务完成率、参与的积极性等表现情况。通过组内自评，能看出每个小组成员的贡献率、参与度等，从而督促成员不断参与和进步。

本章进一步明确了初中机器人课程、设计思维的特点，提出了初中机器人课程设计思维培养的教学活动设计原则，结合对教学目标、初中学习者特点等教学要素的前端分析，利用比较研究法分析了国内外典型的设计思维框架，总结出设计思维培养阶段可划

分为启发、构思和实行。由此，重构出一套有利于培养设计思维的机器人教学活动框架，包含灵感探索、问题定义、创意构思、迭代创造和分享交流共五个环节。

第 3 章 初中机器人课程设计思维培养教学活动效果的评价

本章旨在明确初中机器人设计思维培养教学活动的评价原则、环节及初中机器人设计思维评价指标体系构建的理论基础，进而实现了构建初中机器人设计思维评价量表，构建过程包含筛选与制定评价指标、建立评价指标体系、确定评价指标权重，并且检验了所设计的评价量表的信效度。

3.1 初中机器人课程设计思维培养教学活动效果评价的原则

初中机器人教学评价是通过对《中小学智能机器人指导意见》、《基础教育信息技术课程标准》、《中小学人工智能课程标准》、《中小学综合实践活动课程指导纲要》四个文件在教学评价方面给出的意见为依据，分析总结出机器人课程教学评价的关键内容，具体如表 3-1 所示。

表 3-1 初中机器人教学评价相关文件内容分析

文件	评价原则	关键内容
《中小学智能机器人指导意见》	参与性	自我评价、组间评价、师生评价
	过程性	学生评价与对学生的指导相关联、对过程的评价、在过程中的评价
	综合性	学生解决问题、相关技能和能力的评价
	激励性	保持好奇心、发挥特长、勇于创新
	方向性	首要是让学生了解整个学习过程的反馈，改进后续活动
《中小学综合实践活动课程指导纲要》	指导性	注重学生作品的分析、关注学生对作品的设计思想、创意和体验
	客观性	做好写实记录，填写活动记录单
	公正性	给每一个学生建立档案袋，纳入综合素质档案中
《中小学人工智能课程标准》	综合运用多种评价方式	采用成长记录袋、作品评价、合作交流与经验分享、小组竞赛等多种方式对学生学习成就进行综合评价
	开展表现性评价	评定学生应用知识、整合学科内容，以及决策、交流、合作等能力。
	终结性评价与过程性评	采用质性评价方式，避免将评价简化为分数或

	价有机结合	等级。
	评价主体多元化	开展学生自评、互评及教师评价；提出中肯的改进建议
基础教育信息	过程性评价	关注学生智能发展的过程性结果
技术课程标准	总结性评价	全面评估每个学生的信息素养水平

初中机器人设计思维培养教学活动最终目的是培养和提升学生设计思维、创新能力等，并且优化当前机器人教育教学活动，从而推动学生的全面成长。学生的发展与否是评估课程价值和优化课程教学的重要依据[①]。通过对以上纲领性文件的解读，结合相关设计思维文献的分析，本研究在对初中机器人课程设计思维培养教学活动进行评价时，应该秉持以下三个原则。

3.1.1 全过程性原则

在整个设计思维培养教学活动过程中，真实评价学生在设计思维过程中表现情况尤为重要，尤其是在迭代测试、不断优化作品的过程中。教师要在整个设计过程中给予学习者充足的自主反思的时间和空间，让学生学会自我反省，把培养学习者自我认知力、表达观点等能力视为教学评价的重要内容[②]。在初中机器人设计思维培养活动的教学中关注学生在真实情境中完成任务或任务组时的语言、写作、创造力和实践能力。教师应关注学生在特定学习过程中的学习态度、努力程度和解决问题的能力。因此，在进行相关评价时，需格外注重教学活动中学生的表现情况。最直接的方式则是评价每个小组完成的项目活动记录表，表中清晰的记录了学生完成探究的整个过程。

3.1.2 多角度评价原则

为全方位地开展教学活动评价，评价设计的过程必须坚持多角度原则，使教学评价不再是教师的独角戏，使评价的结果更加多元化、人性化。当然，在具体评价时，还应考虑到课堂教学时长和学生认知能力的限制，教师需要明确各个评价角度的相对权重和评价方式，使得评价结果具有公平性和科学性。机器人课程有多种多样的内容类别和学习方法，单一的评价方法难以有效反映学生的总体学习状况。因此，在初中机器人设计思维培养教学活动中，教师必须关注学生的学习过程和学习成果，并给予适当的点评和反馈。各小组将通过分享和展示对其进行评估，并提出合理化的建议，以最大限度地促进小组沟通、共同学习和共同进步。通过小组内部评估和自我评估，明确自己的立场，找出自己的差距，不断反思自己，不断进步。

[①] 赵平. 基于学科主题的初中机器人教学活动设计[D].甘肃:西北师范大学,2019.
[②] 王志军,严亚玲.教育领域设计思维评价：模型、工具与方法[J].开放教育研究,2021,27(05):34-43.

3.1.3 发展性原则

在初中机器人设计思维培养的教学活动中更为重视的不是学生的最终设计的作品或者知识技能的掌握情况，而是评价其学习和发展，评价过程应当注重学习者思维的变化程度和综合素质的发展情况。在初中机器人设计思维培养教学活动中，教师应该重视学生在整个项目探索过程中动手操作能力、创造性和问题处理能力的提高情况。在小组协作过程中，每个小组需要完成项目记录表填写的任务，其中详细记录了各个小组开展项目探究活动的各个环节所完成的工作情况，以便教师和其他小组进行客观真实的评价，包括小组合作探究过程中成员角色分工、问题描述、原型制作等。关于对于项目最终成果的评价，涉及到学生的分享展示以及作品所实现的功能。在学生分享展示的过程中重点考虑个人在与小组合作过程中的贡献率，是否积极参与到项目探究过程中。在作品评价方面可以从创新性、可实用性等维度对作品进行评价。

3.2 初中机器人课程设计思维培养教学活动效果评价的环节

教学评价是一种获取信息、判断赋值，并进行决策的过程。其宗旨是确定学习者自身的学业水平，并评估实际的教学效果与诊断学习问题，从而调整教学环节并实现有效提高学生学习水平的目的[①]。因此，结合以上三种评价原则，本研究设计的初中机器人课程设计思维培养教学活动评价环节可以分成诊断性评价、形成性和总结性评价。在评价过程中运用多元化评价方法和工具，能够实现评价的全面性与客观性，详见图 3-1。

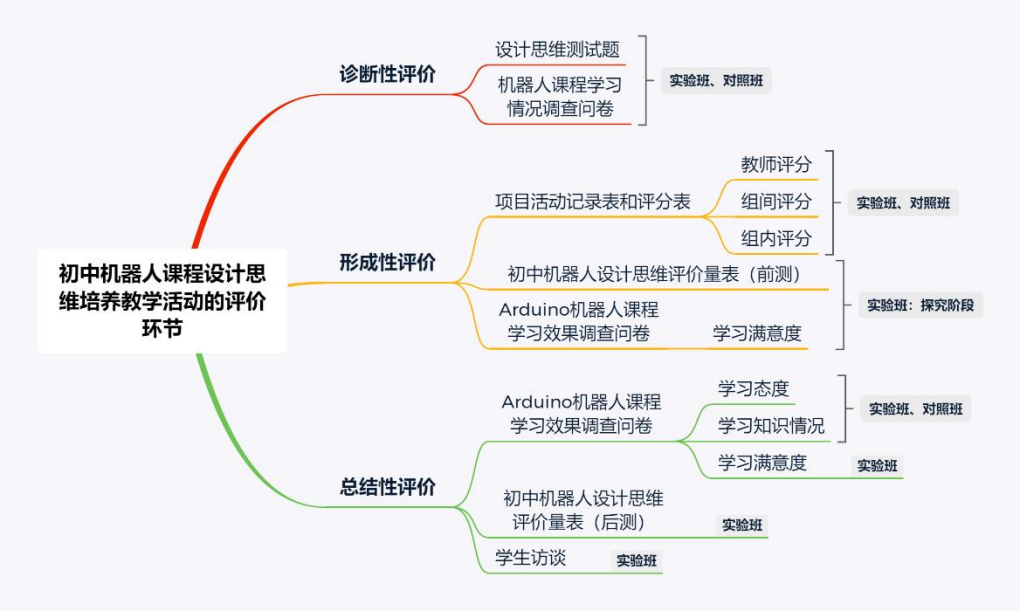


图 3-1 初中机器人设计思维培养教学活动的评价环节

[①] 盛群力.教学设计[M].北京:高等教育出版社,2006.

3.2.1 诊断性评价环节

教学前评价是为了在开始教学活动之前，了解学习的准备情况、学生的学习需要。同时，也是为了保证教学实验的对照班和实验班学生的基础性学习情况无较大差异。评价过程中所用评价工具为《机器人课程学习情况调查问卷》（附件 A）和设计思维测试题（附件 B）。在进行教学活动设计之前，首要步骤就是了解学生的学习需要，通过问卷调查的方式可以清晰明了地掌握学生对机器人课程知识的掌握程度、学习态度、和学习兴趣。这些内容可以为之后教学目标的确立、教学活动主题的选择等教学活动设计环节提供数据支撑。与此同时，设计思维测试题也具有相同的作用，提前了解学生的分解组合能力、推理判断能力与联想发散能力的现状，将有利于学生设计思维学习活动的开展。

3.2.2 形成性评价环节

形成性评价环节是在课堂教学实施过程中，教师为了指导学生或使课堂更加完善，而实施的对学生阶段性学习成果的评估，可以及时有效地掌握学生学习进步状况、存在问题情况等，从而及时进行意见反馈，有效调整和完善学校课堂教学活动。初中机器人设计思维培养教学活动的评价极其注重学生智能发展过程。因此，在教学开展时，将会利用形成性评价来激励和指导学生的学习成长。在此过程中不仅会设计相关主题的项目活动记录表和评分表（附件 C）进行迭代评价和改进，还会从多个主体的角度出发来对整个设计思维的机器人活动进行评价，以体现多角度评价的原则。

3.2.3 总结性评价环节

总结性评价环节是在教学活动结束时对最终教学效果进行评价，同时也是为了验明教学实验是否达到实验目的。评价工具有《Arduino 机器人课程学习效果的调查问卷》（附件 D）和初中机器人设计思维评价量表（附件 F），以此对学生的学习情况、设计思维的发展状况以及运用设计思维框架教学效果的有效性做出评定。

3.3 初中机器人设计思维评价量表的构建

当前进行设计思维评价并未有统一且权威的方式，因此，本研究为评价初中机器人设计思维发展情况，以明了在运用该框架进行实际教学活动后初中生设计思维是否正向发展，设计出初中机器人设计思维评价量表，具体设计过程如下所述。

3.3.1 初中机器人设计思维评价指标构建的理论基础

3.3.1.1 赖特设计导向教育创新矩阵

设计主导的教育创新作为一个新的研究领域，它对知识、技能有更深的理解。学生们需要的心态是在 21 世纪及其之后的一生中茁壮成长为非正式和正式教育环境中形成的。这为研究者提供了一个机会探索借鉴于设计领域的动态理论和方法。设计导向教育创新矩阵，以原型设计为主导的框架，帮助教育者开发和评估 21 世纪的知识、技能和心态[①]。

首先，在建立设计导向教育创新矩阵之前，需要建立课堂有效创新和 21 世纪学生成长所需的三个阶段。具体如图 3-2 所示。

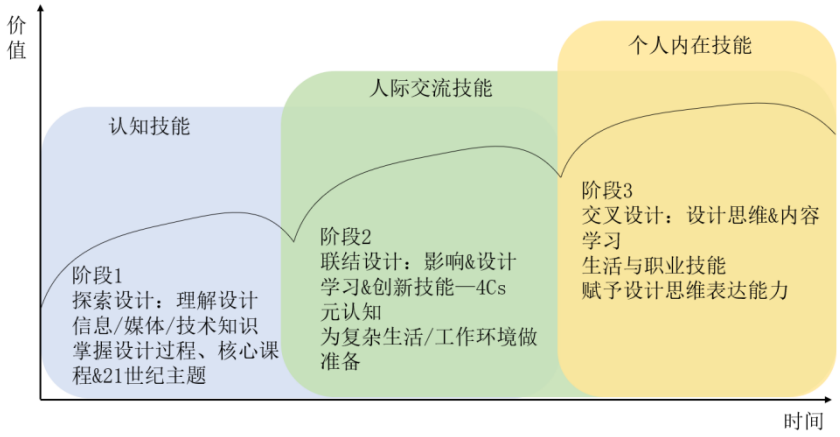


图 3-2 赖特等课堂有效创新和 21 世纪学生成长所需三个阶段

在经过大量文献研究后，将其转化为具体设计导向教育创新矩阵，详见表 3-2。

表 3-2 赖特等设计导向教育创新矩阵

价值机制	阶段 1 探索设计	阶段 2 联结设计	阶段 3 交叉设计
表达价值 （心态）	学科适应性	自适应/实地适应	胜任力/前瞻性
发展价值 （技能）	基础&信息/媒体/ 技术知识	学习/创新（4S）& 元认知	赋权生活&职业
识别价值 （过程）	辨认&采用	协作应用	整合

该矩阵的评价对象是在教育环境中的非设计师，在适当地重复设计思维过程和技能的实践后，建立思维方式，从而培养“创造性信心”，可以将通用基础级设计思维者提高到高级初学者。

[①] Wright, N.& Wrigley, C. Broadening design-lededucation horizons: Conceptual insights and future research directions. International Journal of 'Technology and Design Education, 2019(1):1-23.

在表达价值（心态）方面，通过与材料、物体和经验的互动形成设计思考者的过程中，学习者需要继承和发展必要的社会和认知倾向，以运用创造创新的过程和技能形成以人为本的“开箱即用”的解决方案。设计思维有助于改变根深蒂固的思维局限性，而学习环境将决定思维定势的“成熟、转变、应用和整合”水平。在“新手”和“高级初学者”的学习环境中，学习者应体验到四个关键概念的强化：以人为本、可实验、协作和元认知。该学习环境也对应阶段 1 和阶段 2 的能力。随着设计思考者的成熟，并达到阶段 3 的胜任力，以及“前瞻性”的水平，预计他们将展示基本的内在心态或学习方向。

在发展价值（技能）方面，在设计思维过程中运用适当的工具和方法来磨练心态和发展价值的能力是 21 世纪的基本能力。在阶段 1 中，鼓励实验和交流的技术素养和讲故事至关重要。关于想法生成、工作空间、适度性和阶段 2 最佳团队合作方法的指导方针，以及最终的反思、时间管理和思维工具使阶段 3 的运作成为可能。这些方法和工具来源于不同的知识领域，如同理心、旅程图和头脑风暴等。

在识别价值（过程）方面，对于非设计师而言，只应用设计思维的原则而没有设计方式，对“新手”来说要求太高。因此可以通过辨认或采用、协作应用和最终整合设计思维的方式，将其作为阶段 3 中一种通用的问题解决或知识创造习惯。这些方式是反复使用，而非线性使用，所有非设计师学习者都必须在元认知上识别和理解，以便定义和解决真实问题，并处理不同程度的歧义。

通过以上对设计导向教育创新矩阵的分析可知，其设计的三种价值机制及设计思维发展过程与设计思维理念具有统一性。对于设计思维发展的评价，首先要基于实际的学习环境中，其次要评价设计思维过程中所掌握的方法和工具，最后是要依据设计思维原则，确定是否形成了设计思维结构。这种结构就是基于设计思维来解决问题的思维过程，以此高质量地解决问题。

3.3.1.2 拉佐克设计思维能力模型

拉佐克等提出的设计思维能力模型有助于教师进行评估和诊断。也就是说，只要明晰了确切的知识技能，就能够依据模型中的变量进行任务开发和活动开展。只要在有意义的环境中有足够的实践，以及提供学习支架和形成性的反馈，这些设计思维技能都是可以进行学习[①]。

该能力模型代表了设计思维结构的可操作性，也有助于推动适当教学活动的创建，从而收集相关教学问题形成模型中的变量。这种变量（或节点）按照一组层次排列显示的，从左到右查看时会出现特定问题。例如，考虑变量“迭代图”中的“图

[①] 林琳,沈书生.设计思维与学科融合的作用路径研究——基础教育中核心素养的培养方法[J].电化教育研究,2018,39(05):12-18.

表”变量，与此变量相关的技能包括通过图表修补、创建图表和试验图表的想法；反过来，试验需要对产品进行初步测试设计的模型、生成一定的反馈、修改或重新设计、重新评估模型，并做出接受或拒绝已建模型想法的决定[①]，具体模型见图 3-3。

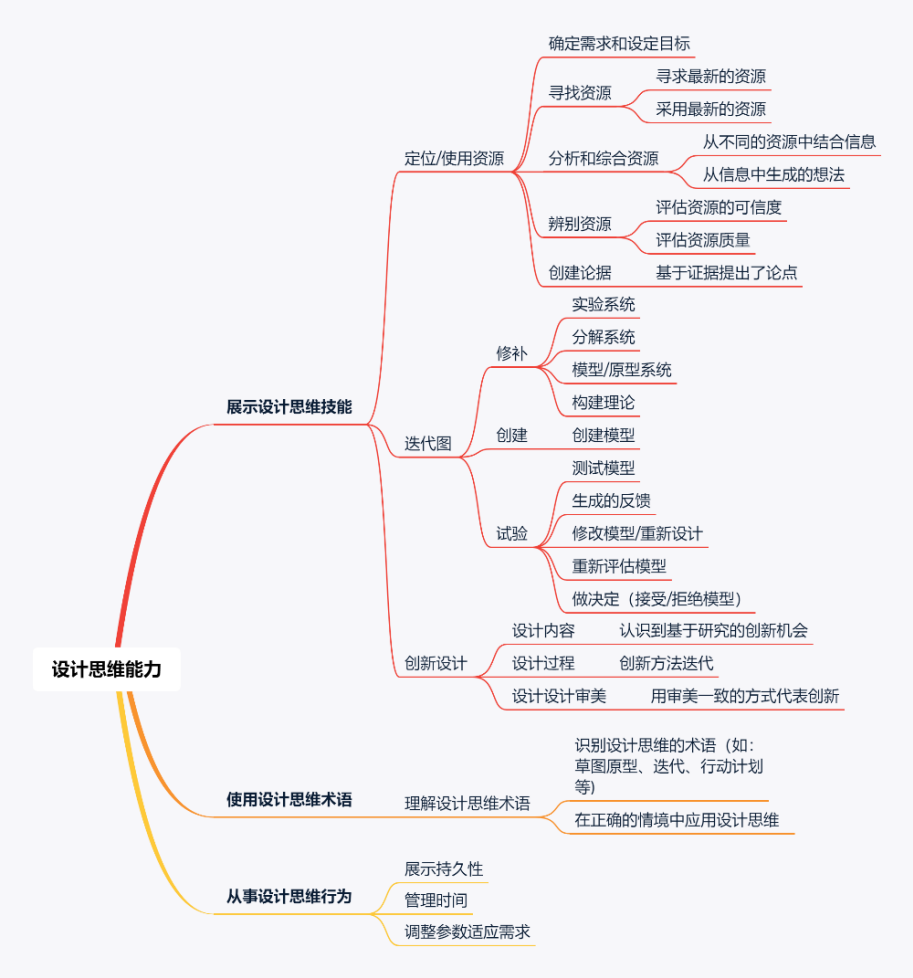


图 3-3 拉佐克等设计思维能力模型

该模型将设计思维划分为展示设计思维技能、使用设计术语、表现设计思维行为三方面。该模型以学习者为中心，有助于提高学生的学习意识和学生良好的设计流程，也会激发学生解决复杂问题的兴趣。相关活动的设计可以满足学生的需求，为其产生想法、解决方案以及各种解决方案可行性的持续反馈提供支持。通过提供设计思维技能来帮助学生发展这些能力，有多种多样的机会来设计和创造原型，设计有自身想法和特色的实验测试。而且可以促进与他人合作，反思自身的学习过程，不断重复，在每次修改和改进的过程中进行循环。

该设计思维能力模型与设计思维理念完美契合，能够培养学生设计思维意识，辅助学生熟练运用设计思维方法，从而以外显的设计思维行为和成果来证明设计思维水平的提升。

[①] Razzouk, R. & Shute, V. (2012) What is design thinkingand why is it importan? Review of Educational Research,82(3):330-348.

3.3.2 初中机器人设计思维的评价指标的确定

由于在设计思维的评价领域并未有统一权威的评价指标，因此本研究则对已有的评价方式、工具和模型的相关维度进行整理、总结和归纳，详见表 3-3。

表 3-3 初中机器人设计思维的评价维度

设计思维评价的维度	年份	提出者
设计思维技能、使用设计术语、表现设计思维行为	2012	拉佐克
设计过程的关键技能、相应的关键能力、外显证据	2021	贝克尔等
将个体设计思维的发展分为基础、产品、项目、商业、专业发展	2017	里格利等
将个体设计思维的发展分为方法、性情、应用和适应	2012	罗亚尔特等
基于设计思维协作、敢于尝试、乐观、寻求反馈、整合思维	2008	Brown
设计思维 3I 模型：灵感、构思、实施	2021	弗里曼
设计过程、设计成果、能力发展、思维发展、认知发展、态度转变	2021	王志军
设计认知、设计过程、设计结果	2015	Joyce 等
设计思维意识、设计思维知识、设计思维技能、设计思维应用、设计思维特质	2021	卢雅
同理心、构思、建模能力、过程管理能力	2019	Rusmann &Bundsga
创造力、批判性思维、设计过程	2018	Shively 等

从上表可以看出，关于设计思维的评价维度大都与设计思维的内涵有着千丝万缕的联系，需要对设计思维的方法、能力、过程三个方面进行评价。同时，有学者也提出了对认知发展、态度等包含于设计思维意识这一维度进行评价。在斯滕伯格提出的著名成功智力理论中，将人的智力划分为分析、创造与实践三种不同类型的思维成分。其中，第一种分析思维成分包括分析、评估问题以及提出相应对策的能力，而且是一种有意识进行的心理活动，能够探究出解决问题的途径。这也表明思维发展也包含了心理意识的产生，而且设计思维意识也是进行设计的精神和愿望，解决为什么设计和为谁设计的问题，是设计活动的动力和出发点。此外，美国心理学家吉尔福特创建的智力三维模型也将产品的输出作为智力发展的评价维度之一。同时，表中的研究者对于设计思维的评价，都表示所有设计均要指向设计成果的产出。可见，设计成果是体现设计思维发展的最直观的证据。因此，本研究将设计思维意识和设计思维成果也作为本次对设计思维发展的评价维度之一。

依据以上的分析，结合对设计思维概念和已有设计思维评价研究的维度，本研究将设计思维评价的一级指标分为五个方面：设计思维意识、设计思维方法、设计思维过程、设计思维能力以及设计思维成果。具体评价的一级、二级指标如图 3-4 所示。

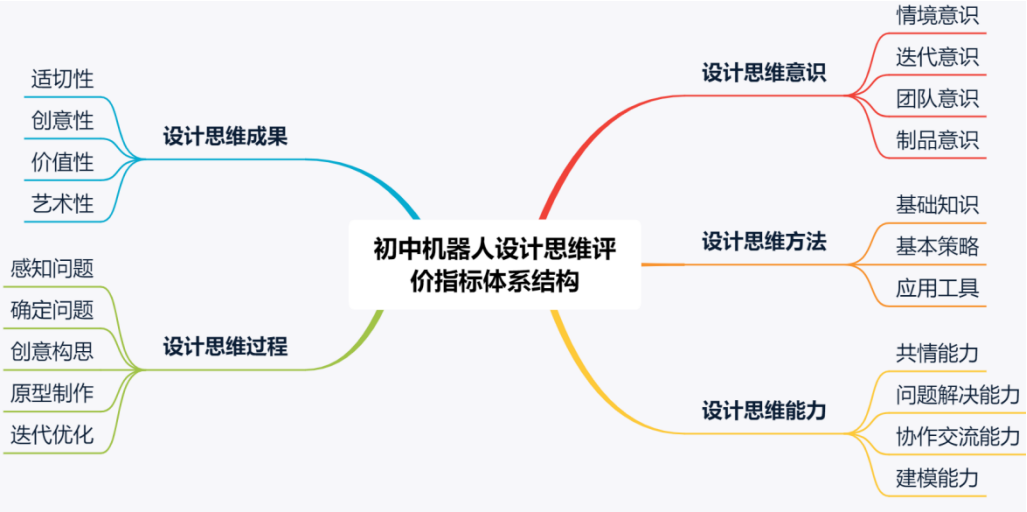


图 3-4 初中机器人设计思维评价指标体系结构图

3.3.2.1 设计思维意识

设计思维意识是人体知能构成的主要部分，是自身心理设计能力的主要表现，一般分为外显意识、潜意识、内心无意识三种阶段[①]。设计思维意识是依附于设计思维能力之中，并且产生于设计思维能力的上层环节，在大脑内促使对它们的调用，从而对外部环境发生能动影响。设计思维行为发生的过程都必须在设计思想意识的指导下完成，并支持学习者在学习过程中持续的自主反思与多轮迭代，以促成对设计思维的转化。因此，本研究所评价的初中生设计思维意识的关键因素包含迭代意识、制品意识、情境意识和团队意识，其中情境意识、团队意识均会对设计思维意识产生重要影响。

3.3.2.2 设计思维方法

设计思维方法包含基础知识、基本策略和应用工具 3 个关键因素。著名儿童心理学家皮亚杰表示知识是思维运行所需要的基本物质，而且知识结构会影响着思维结构的产生[②]。设计思维知识是指个体通过从事产品设计行为所得到的直接内化为抽象的经验，就是创新设计和思维双螺旋应用迁移的根基，即设计思维知识和设计思维内隐的统一性，设计思维的产生和发展则以设计思维意识为根基[③]。而工具则是帮助设计者进行设计的手段，能够使设计者快速的完成作品的整个流程。基本策略的制定与学生先前认知结构有关，是评估学生“如何选择？选择什么？”的关键因素，也就是学生通过对设计思维知识和工具的排列组合，从而形成最合理的问题解决方案，以此呈现出

① 杨绪辉.设计思维培养:基础教育思维教学困境的出路[J].中国电化教育,2019(07):54-59.
② 张沿沿,冯友梅,顾建军等.从知识结构与思维结构看思维评价——基于皮亚杰发生认识论知识观的演绎[J].电化教育研究,2020,41(06):33-38.
③ 卢雅. 设计思维导向的高中开源硬件教学模式构建与应用研究[D].云南:云南师范大学,2021.

对设计思维方法的运用。因此，在该维度下设立的关键因素能够评价中小学生对于设计思维基础知识、应用工具与基本策略的掌握。

3.3.2.3 设计思维过程

设计本身是非线性、持续创新、不断发展的过程。本研究借鉴设计思维 EDIPT 设计思维框架，从感知问题、确定问题、创意构思、原型制作、迭代优化这五个方面对学生设计思维的发展进行评价。在设计思维过程强调的是设计与思维的双螺旋关系，是学生在层层递进的设计思维框架中运用设计思维的理念和方法进行项目设计、问题解决、创新作品的整个过程。该维度是对初中生设计思维培养活动中表现的综合评估，包含感知问题、确定问题、创意构思、原型制作和迭代优化五个方面。

3.3.2.4 设计思维能力

学习者参与设计的过程中会涉及多项高阶能力，包括共情能力、问题解决能力、协作交流能力和建模能力。这些能力都是在设计过程的每个环节和应用了设计思维方法的基础上产生的，面向的是解决真实情境中复杂问题。对设计思维能力的评价需要考虑到设计目的、设计过程和设计结果三者之间的关系，关注的是学生是否具备换位思考、问题解决能力、协作交流能力及建模能力。在此特别关注学生问题解决能力，而共情能力和协作交流能力体现的是过程中学生是否真正关注到用户的必要需求，是否通过跨学科合作来联结已建构的知识，从而达到解决问题的目的。

3.3.2.5 设计思维成果

设计思维成果是最外显化评价的依据。针对创意产品的评价标准，国外研究者提出了要对设计制品进行综合评价的要求[①]。而评价设计思维成果的关键是要设计好明确、合理的评价标准。因此，本研究主要针对学生最终设计的作品进行评价，参考 CAT 技术的作品评价标准，结合学生实际情况，站在用户角度，从作品的适切性、创意性、价值性和艺术性四个方面来评估作品质量。而用户则由担当评价者的教师、同伴、学习者自身共同参与成果评价。

3.3.3 初中机器人设计思维评价指标的修正

为了使指标体系更加科学化的原则，通过德尔菲法进行指标的修正，在初中机器人设计思维评价指标体系初步建立的基础上，设计了专家咨询问卷（详见附录 G），总共邀请了本专业领域的 5 位专家分别单独填写专家咨询问卷。回收第一轮专家咨询问卷后，

[①] Gozen, G. Influence of design thinking performance on children's creative problem-solving skills: An estimation through regression analysis［J］. British Journal of Education，Society ＆ Behavioural Science, 12:1-13．

专家们认为该指标体系仍需要进一步完善，修改建议如下。

1．剔除“A2 推理意识”，该指标不属于设计思维意识的范畴；

2．增添“制品意识”、“团队意识”指标；

3．“B 设计思维工具”范围太小，修改为“设计思维方法”，包含设计思维工具；

4．“B4 作品创造”修改为“原型制作”，更加符合设计思维术语，并放置在“D 设计思维过程”一级指标下；

5．增添“迭代优化”、“协作能力”、“建模能力”、“价值性”四个二级指标；删除“E2 技术性”指标，该指标项的可操作性较差。同时，对评价指标体系的各指标项进行了调整和增补，使得评价指标更加完备。

在第一轮专家咨询之后，依据 5 位专家所提出的修改建议进一步完善与修改指标。接着将完善后的指标体系再次反馈给 5 位专家，5 位专家基本比较认同修改后的指标体系，有位专家建议在 B2-2 加入“成员”，这样学生主体地位更加明显；去除 “C3-2 利用团队合作的方式整合想法”，避免与 A3-1 重复；D1-2 删除“第二个能够”，避免语句的冗余；将 D3 与 D4 合并组成协作交流能力，交流本身包含在协作过程中；删除“E4-2 艺术效果”。此外还对各指标的具体表达措辞进行了修改，使之更加准确简明。

按照第二轮专家提出的修改意见进行完善后再次反馈给 5 位专家学者，专家并未给出修改建议。最终形成了包括 5 个一级指标、20 个二级指标的初中机器人设计思维评价指标体系，具体如表 3-4 所示。

表 3-4 初中机器人课程设计思维评价指标体系

一级指标	二级指标
设计思维意识（A）	情境意识（A1）
	迭代意识（A2）
	团队意识（A3）
	制品意识（A4）
设计思维方法（B）	基础知识（B1）
	基本策略（B2）
	应用工具（B3）
设计思维过程（C）	感知问题（C1）
	确定问题（C2）
	创意构思（C3）
	原型制作（C4）
	迭代优化（C5）
设计思维能力（D）	共情能力（D1）
	问题解决能力（D2）
	协作交流能力（D3）

	建模能力（D4）
设计思维成果（E）	适切性（E1）
	创意性（E2）
	价值性（E3）
	艺术性（E4）

3.3.4 初中机器人设计思维评价指标体系的权重计算

著名的运筹学萨蒂教授创设了一种能够层次性分析决策权重的方法，即层次分析法（ahp）。该方法能够系统全面地分析较为复杂和模糊的决策问题之间的层次联系，通过相对重要程度比较的形式来明确每个对应指标的权重值。本研究则利用该方法确定初中机器人设计思维评价指标体系的权重，分析计算的步骤为建立递阶层次结构模型、构造各层次中的所有判断矩阵、层次单排序及一致性检验和层次总排序及一致性检验。

3.3.4.1 层次结构模型的建立

为了有效合理评判初中机器人设计思维评价中一级指标的相对重要程度，本研究采用 Yaahp 层次分析法软件进行建立、统计、计算与分析，只要权重值通过一致性检验，就可得出初中机器人课程设计思维各项评价指标的最终权重值。首先利用 Yaahp 构建设计思维评价指标的层次结构模型。该层次结构模型主要由目标层、准则层、方案层三大层次构成，具体如图 3-5 所示。

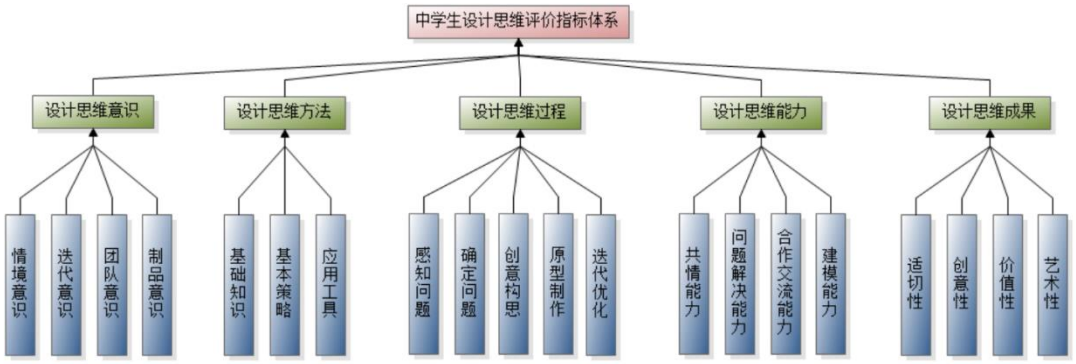


图 3-5 初中机器人设计思维评价层次结构模型

3.3.4.2 构造判断矩阵

本研究将设计思维划分为 3 个层次，分别构建了 1 个一级指标相对于目标层的判断矩阵（X）和 5 个二级指标相对于一级指标的判断矩阵（M1-M5），下表为咨询专家的其中一位对初中机器人设计思维评价一级指标所进行的两两比较的重要程度判断矩阵。

根据 5 位专家所建立的判断矩阵，对每个判断矩阵中一级指标的赋值进行统计分析，从而确定每个一级指标的相对重要程度的比较值。而后根据一级指标比较值的确定方式得出二级指标的相对重要程度的比较值，判断矩阵如表 3-5 所示。

表 3-5 初中机器人设计思维评价指标判断矩阵

	设计思维意识	设计思维方法	设计思维过程	设计思维能力	设计思维成果
设计思维意识	1	3	3	1/3	1/3
设计思维方法	1/3	1	1/3	1/3	1/3
设计思维过程	1/3	3	1	1/5	1/3
设计思维能力	3	3	5	1	3
设计思维成果	3	3	3	1/3	1

3.3.4.3 层次单排序及一致性检验

层次单排序的过程需要将判断矩阵对应于最大特征值的特征向量，利用“和积法”首先归一化处理判断矩阵的每列指标，接着对已归一化处理后每列的判断矩阵按行进行加法计算，最终归一化处理特征向量得到权重 W0，W1，…，Wn。

在完成层次单排序后需要对判断矩阵进行计算一致性比率 CR，防止权重值过于主观，产生不必要的误差。判断标准为：如果 CR＜0.1 时，判断矩阵通过一致性检验，如果 CR≥0.1 时，则需要调整判断矩阵，直至小于 1 为止。计算公式（3-1）、（3-2）如下所示：

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad \text{公式 3-1}$$

$$CI = \frac{\lambda max - n}{n-1} \qquad \text{公式 3-2}$$

其中 λmax 为最大特征值，CI 为一致性指标，n 为指标比较的个数，RI 为平均随机一致性指标。其中，n 与 RI 平均随机一致性指标的对应数值具体如表 3-6 所示。

表 3-6 RI 平均随机一致性指标

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

1．一级指标权重确定的过程

据上述计算过程，首先对一级指标进行归一化处理后，具体权重 W0 值如表 3-7 所示。

表 3-7 一级指标权重

	A 设计思维意识	B 设计思维方法	C 设计思维过程	D 设计思维能力	E 设计思维成果	权重 W0
A	1	3.000	3.000	0.333	0.333	0.166
B	0.333	1	0.500	0.333	0.333	0.073
C	0.333	2.000	1	0.333	0.333	0.096
D	3.000	3.000	3.000	1	3.000	0.405
E	3.000	3.000	3.000	0.333	1	0.259

经过计算，设计思维发展（X）判断矩阵的最大特征值 λmax=5.4074

$$CI = \frac{\lambda max - n}{n-1} = \frac{5.4074 - 5}{4} = 0.10185$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.10185}{1.12} \approx 0.0910 < 0.1$$

由此可得出设计思维发展（X）判断矩阵的 CR 值为 0.0910，小于 0.1，表明设计思维发展（X）判断矩阵通过了一致性检验，5 个一级指标的权重值比较合理。

2．二级指标权重确定的过程

依据计算和检验一级指标权重值的方式，分别计算和检验 5 个一级指标的判断矩阵（M_1-M_5），从而确定每个二级指标的权重值。

（1）经过计算，A 设计思维意识矩阵（M_1）的 CR 值为 0.0806，小于 0.1，表明该矩阵通过了一致性检验，而且四个二级指标的权重值比较合理，具体计算结果见表 3-8。

表 3-8 A 设计思维意识矩阵二级指标进行归一化处理及一致性检验

M1	A1 情境意识	A2 迭代意识	A3 团队意识	A4 制品意识	W1
A1	1.000	0.500	2.000	0.500	0.189
A2	0.778	1.000	2.000	3.000	0.431
A3	0.500	0.500	1.00	0.500	0.135
A4	2.000	0.333	2.000	1.000	0.246
λmax = 4.2153 CR= 0.0806					

（2）经过计算，B 设计思维方法矩阵（M_2）的 CR 值为 0.0516，小于 0.1，表明该矩阵通过了一致性检验，而且三个二级指标的权重值比较合理，具体结果见表 3-9。

表 3-9 B 设计思维方法矩阵二级指标进行归一化处理及一致性检验

M2	B1 基础知识	B2 基本策略	B3 应用工具	W2
B1	1.000	2.000	2.000	0.493
B2	0.778	1.000	2.000	0.311
B3	0.500	0.500	1.000	0.196
λmax = 3.0536 CR= 0.0516				

（3）经过计算，C 设计思维过程矩阵（M_3）的 CR 值为 0.0430，小于 0.1，表明该矩阵通过了一致性检验，而且 5 个二级指标的权重值比较合理，具体计算结果见表 3-10。

表 3-10 C 设计思维过程矩阵二级指标进行归一化处理及一致性检验

M3	C1 感知问题	C2 确定问题	C3 创意构思	C4 原型制作	C5 迭代优化	W3
C1	1.000	2.000	2.000	0.500	0.500	0.182
C2	0.500	1.000	0.500	0.500	0.500	0.101
C3	0.500	2.000	1.000	0.500	0.333	0.123
C4	2.000	2.000	2.000	1.000	0.500	0.240
C5	2.000	2.000	3.000	2.000	1.000	0.344
λmax = 5.1927 CR= 0.0430						

（4）经过计算，D 设计思维能力矩阵（M_4）的 CR 值为 0.0806，小于 0.1，表明该矩阵通过了一致性检验，而且 4 个二级指标的权重值比较合理，具体计算结果见表 3-11。

表 3-11 D 设计思维能力矩阵二级指标进行归一化处理及一致性检验

M1	D1 共情能力	D2 问题解决能力	D3 合作交流能力	D4 建模能力	W5
D1	1.000	0.500	0.500	0.500	0.135
D2	2.000	1.000	2.000	2.000	0.431
D3	2.000	0.333	1.000	2.000	0.246
D4	2.000	0.500	0.500	1.000	0.189
λmax = 4.2153 CR= 0.0806					

（5）经过计算，E 设计思维成果矩阵（M_5）的 CR 值为 0.0656，小于 0.1，表明该矩阵通过了一致性检验，而且 4 个二级指标的权重值比较合理，具体计算结果见表 3-12。

表 3-12 E 设计思维成果矩阵二级指标进行归一化处理及一致性检验

M1	E1 适切性	E2 创意性	E3 价值性	E4 艺术性	W6
E1	1.000	3.000	0.333	2.000	0.262
E2	0.333	1.000	0.333	1.000	0.124
E3	3.000	3.000	1.000	2.000	0.461
E4	0.500	1.000	0.500	1.000	0.153
λmax = 4.1752 CR= 0.0656					

综合表 3-8 至表 3-12 可以看出，5 个一级评价指标下的 20 个二级指标均通过了一致性检验，因此，每个二级指标的权重值设置均比较合理。

3.3.4.4 层次总排序及一致性检验

层次总排序是自上而下地将层次单排序的权重进行合成的过程，具体而言就是需要从上到下逐层排序进行，最终计算得到最底层的指标，即得到决策方案优先次序的相对权重。本研究对二级指标组合权重采取归一化处理的方式得到相对权重值，具体如表 3-13 所示。

表 3-13 初中机器人设计思维评价指标体系权重

一级指标	权重	二级指标	权重
设计思维意识（A）	0.1659	情境意识（A1）	0.189
		迭代意识（A2）	0.431
		团队意识（A3）	0.135
		制品意识（A4）	0.246
设计思维方法（B）	0.0737	基础知识（B1）	0.493
		基本策略（B2）	0.311
		应用工具（B3）	0.196
设计思维过程（C）	0.0962	感知问题（C1）	0.182
		确定问题（C2）	0.101
		创意构思（C3）	0.123
		原型制作（C4）	0.234
		迭代优化（C5）	0.344
设计思维能力（D）	0.4050	共情能力（D1）	0.135
		问题解决能力（D2）	0.431
		协作交流能力（D3）	0.246
		建模能力（D4）	0.189
设计思维成果（E）	0.2592	适切性（E1）	0.262
		创意性（E2）	0.124
		价值性（E3）	0.461
		艺术性（E4）	0.153

通过计算得出层次总排序的一致性 CR<0.1，表示通过了总排序一致性检验。表明本研究构建的初中机器人设计思维评价指标体系的权重值较为合理。

3.4 初中机器人设计思维评价量表的信度和效度

3.4.1 信度检验

信度是为了验证问卷的可靠性与有效性，本研究主要分析量表的内在信度，其表明组成量表题项的内部一致性水平如何。量表中所有题项的校正项总计相关性 CITC 值均大于 0.4，说明各题项间有着较高的相关性，所有题项均可保留，而且也认为该量表有着良好的信度水平。同时，量表的内在一致性克隆巴赫 Alpha 系数值为 0.916，大于 0.9，表明该量表具有一定可靠性，达到了科学研究标准。

3.4.2 效度检验

效度研究用于分析定量数据所设计的研究维度是否合适，本研究使用因子分析法进行效度检验，分别通过 KMO 值、方差解释率值等指标进行综合分析，以检验该量表的有效性。

表 3-14 初中机器人设计思维量表效度检验

		因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
特征根值	初始值	3.971%	2.706%	2.547%	2.150%	1.848%
	旋转后	3.353%	2.554%	2.543%	2.442%	2.328%
方差解释率	初始值	19.853%	13.528%	12.735%	10.748%	9.241%
	旋转后	16.763%	12.770%	12.717%	12.212%	11.642%
累计方差解释率	初始值	19.853%	33.381%	46.116%	56.864%	66.104%
	旋转后	16.763%	29.533%	42.250%	54.462%	66.104%
KMO 取样适切性量数			0.768			
巴特利特球形度检验	近似卡方		3933.253			
	自由度		190			
	显著性		0.000			

从表 3-15 可知，KMO 值为 0.741，大于 0.7，表明该量表有较好的效度，可以进行因子分析。另外，5 个因子的方差解释率值分别是 19.853%、13.528%、12.735%、10.748%、9.241%，旋转后的累积方差解释率为 66.104%>50%。这也说明本研究预期设计研究项的信息量能够被有效提取出来。

通过最大方差法进行旋转可提取出5个因子，如表3-15所示。

表 3-15 因子旋转矩阵

问题	成分				
	1	2	3	4	5
A1在真实问题情境中设计解决方案	0.832				
A2在现实生活情境中检验设计方案	0.809				
A3在设计循环中不断回溯问题	0.792				
A4在程序编程的过程中不断调试代码	0.754				
A5乐于与他人合作完成任务	0.731				
A6虚心接受他人提出的意见	0.729				
A7将知识与技能“实体化”	0.643				
A8主动承担作品搭建的任务	0.582				
B1了解设计思维的基本流程		0.908			
B2知道项目解决方案设计的基本要素		0.885			

B3选择对应的工具	0.854			
B4根据问题选择适合的设计方法	0.742			
B5掌握常见设计思维工具包的使用方法	0.664			
B6应用恰当的思维工具开展分析	0.557			
C1根据用户需求发现潜在问题		0.866		
C2根据自身认知去发现问题		0.846		
C3仔细分析相关用户的特征		0.783		
C4深入探索问题产生的原因		0.761		
C5有很强的联想能力		0.737		
C6能够表达出抽象的知识或想法		0.719		
C7使用正确的设计术语完善项目设计方案		0.702		
C8用一件作品或一个模型实现想法		0.672		
C9对搭建原型进行多次修改与完善		0.657		
C10不断调试和优化程序		0.575		
D1通过同理心设计获取用户体验			0.827	
D2准确识别出用户需求			0.824	
D3相信可以通过努力解决所面临的问题			0.805	
D4梳理错误并构建出多种解决策略			0.801	
D5小组成员之间积极配合，互相信任			0.794	
D6与小组成员有效协调各方的最优解决方案			0.782	
D7构想出项目在实施的过程中会遇到的问题			0.697	
D8按照项目设计的草图动手搭建出作品原型			0.677	
D9依据积木搭建外形进行编程来实现功能			0.541	
E1从用户实际出发，符合用户要求				0.834
E2有效解决用户问题				0.785
E3结合多种材料进行加工美化				0.730
E4在解决问题时具有独创性				0.685
E5贴合项目主题情境				0.641
E6在现实生活中进行普遍应用				0.603
E7色彩搭配均合理				0.587
E8外观造型设计符合大众审美				0.562

结合表3-15可以分析出每个因子与题项的对应关系，最终每个题项旋转浓缩为5个因子，达到了预期结果，而且因子载荷系数绝对值均大于0.5，表明每个题项与因子提取的对应关系情况良好。

本章首先基于相关机器人课程文件和设计思维评价方面的文献，提出了包含全过程性、多角度、发展性的初中机器人设计思维培养教学活动的评价原则，并设计出初

中机器人课程设计思维培养教学活动评价的三个环节。而后在完成了设计思维评价的理论探究的基础上，结合设计思维评价的文献，构建了涵盖5个一级指标、20个二级指标的初中机器人设计思维评价指标体系。在构建过程中，首先运用问卷调查法和德尔菲法，经过专家的两次修改，筛选并确定了初中机器人设计思维评价指标；其次，利用层次分析法测算出了各级指标的权重，且均通过了一致性检验。最后根据评价指标体系设计出相关设计思维评价量表，信效度均较为良好。

第 4 章 初中机器人课程设计思维培养教学活动设计的实践

本章依据前期设计的初中机器人课程设计思维培养教学活动框架、教学评价进行教学实验，按照教学实验设计对实验班和对照班进行具体的课程教学。运用数理统计法深入分析教学实验过程中探究、综合应用和创造阶段的项目完成情况、初中机器人课程的教学效果以及初中生设计思维发展水平分析。

4.1 研究设计

4.1.1 研究对象

本研究选取 S 市 B 中学七年级两个班的学生作为研究对象，对照班与实验班分别在周三、周四进行教学，均有 24 人。年龄基本在 11-13 岁之间，教学实验开始前，两个班的学生均分成了 4 人一组，每班共计 6 个小组。

4.1.1.1 机器人课程学习现状分析

教学开始前通过《机器人课程学习情况调查问卷》来了解两个班的学情。该问卷分别从基本信息、学习态度、基础认知及学习兴趣四个维度进行调查。首先对问卷进行信度检验，结果显示该问卷的克隆巴赫系数为 0.801，大于 0.8，表明该问卷具有一定的可靠性，可以进行后续分析。

1．基本信息分析

在基本信息方面，两个班级的学生性别均为男生，没有女生选择该课程，这也排除了性别差异对本实验研究的影响。将所有选课学生分为两个班，各 24 人进行小班教学，使得两个班都包含了七年级的所有班级，这也减少了无关因素对实验过程的影响。接着利用问卷中的 3 到 11 题来调查两个班学生在学习态度、基础认知及学习兴趣 3 个维度上是否存在显著性差异。

2．学习态度分析

在学习态度方面，对照班与实验班的学生在学习态度维度的平均值基本都大于 4，表明两个班级的学生都对机器人和编程表现出了极大的兴趣，非常乐意学习这些内容。同时，大部分学生对机器人搭建和创意编程都有着较强的自信心，可见，学生的主动性和积极性都是比较强的，这也有利于课程的持续开展，教学氛围会相对较为轻松。学习态度维度的差异比较结果具体如表 4-1 所示。

表 4-1 对照班与实验班在机器人学习态度的差异比较

学习态度	教学班级	平均值	标准差	T 值	P 值	Cohen's d
Q3 对机器人的喜爱程度	对照班	4.35	0.670	1.926	0.060	0.097
	实验班	4.42	0.776			
Q4 创造有新意的机器人的意愿	对照班	4.40	0.432	0.828	0.412	0.029
	实验班	4.38	0.875			
Q5 编程的喜爱程度	对照班	4.33	0.722	1.519	0.136	0.070
	实验班	4.38	0.711			
Q6 对搭建和编程有信心	对照班	4.56	0.573	2.501	0.160	0.035
	实验班	4.54	0.563			

从表 4-1 可知，通过独立样本 T 检验测验出每一题项的显著性 P 值均大于 0.05，表明对照班和实验班在学习态度维度中并无显著性差异。为了尽可能全面地统计分析实验结果，避免“小样本”对 P 值的影响，本研究采用在教育实验研究中常用的差异效应量（Cohen's d）这一统计学概念反应差异的大小，Cohen's d 值等于 0.2 则为小效应，差异较小；等于 0.5 则为中效应，差异较大；等于 0.8 则为大效应，差异很大[①]。表 4-1 中每个题项的效应量 Cohen's d 值均小于 0.2，可见两个班级的学习态度几乎没有差异。

3．基础认知分析

在基础认知方面，对照班与实验班的学生的平均值均在 2 分以上，并且两个班在每道题上的平均值差值不大。表面两个班级学生均有听过 Arduino 机器人套装，虽然并不了解，但学生都对该套装有着浓厚的兴趣，愿意利用该套装进行作品设计和搭建。除此之外，两个班级中大多数同学都学过 Scratch 图形化编程，有一定的编程基础。Scratch 与 Arduino 编程软件的界面及编程逻辑极为相似，学生能够更快上手，进行知识迁移。差异比较结果具体如表 4-2 所示。

表 4-2 对照班与实验班在机器人基础认知维度的差异比较

学习态度	教学班级	平均值	标准差	T 值	P 值	Cohen's d
Q7Arduino 机器人套装的了解程度	对照班	2.50	1.216	0.342	0.734	0.103
	实验班	2.63	1.313			
Q8 利用 Arduino 机器人套装设计与搭建的意愿	对照班	4.00	0.933	0.157	0.876	0.043
	实验班	3.96	0.908			
Q9 对其他图形化编程的学习	对照班	2.00	0.417	0.811	0.422	0.125
	实验班	2.08	0.282			

利用独立样本 T 检验对两个班级学生在基础认知维度上进行差异性分析可得，3 道题所对应的显著性 P> 0.05，效应量 Cohen's d 值均小于 0.2，说明两个班的学生的基础认知无显著性差异，差异性极小，认为可以选择该两个班作为教学实验对象进行教学活动的实施。

4．学习兴趣统计分析

[①] 沈光辉,范涌峰,陈婷.教育研究中的 P 值使用：问题及对策——兼谈效应量的使用[J].数学教育学报,2019,28(04):92-98.

在学习兴趣方面，通过比较发现所有学生都喜欢设计作品，并且对科技类作品和生活类作品比较感兴趣，这为今后课程项目主题的选择提供依据。具体如图 4-1 所示。

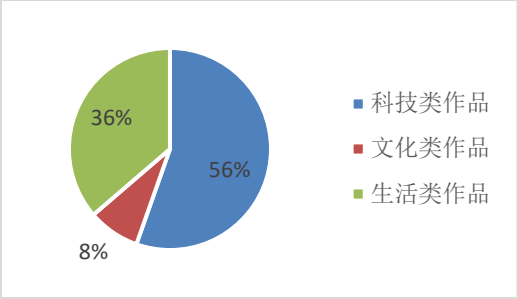


图 4-1 项目主题类别的学习兴趣

利用独立样本 T 检验对两个班级的学生的在学习兴趣维度上进行差异性分析可得，该题对应的显著性 P>0.05，效应量 Cohen's d 值均小于 0.2，说明两个班的学生对作品设计的兴趣没有显著性差异，差异极小，反映出学生都十分喜欢作品设计，动手设计情况比较乐观。具体如表 4-3 所示。

表 4-3 对照班与实验班在学习兴趣上的差异比较

学习兴趣	教学班级	平均值	标准差	T 值	P 值	Cohen's d
Q10 动手设计作品的喜爱	对照班	4.33	0.658	0.192	0.848	0.126
	实验班	4.50	0.834			

最后，学生期望在机器人活动中能够学习到机器人的知识、锻炼动手能力、创作出一个有创意的作品、提高思维能力等，甚至创造出一个机器人，还有学生希望在机器人课堂中收获快乐，这些学习期望也将融入在具体的教学活动设计中。

综上所述，通过对两个班级的基本学情进行调查，发现两个班的学生在学习态度、基础认知和学习兴趣上均无显著性差异。表明两个班级的学生都有着较为积极的态度，相似的认知水平能力以及浓厚的学习兴趣，能够对其进行教学实验，实验结果具有一定可比性。

4.1.1.2 实验对象的设计思维现状分析

本研究中的设计思维测试题包括分解组合能力、推理判断能力与联想发散能力三个维度，前两个维度的判题标准为答错 0 分、答对 1 分，其中分解组合和推理判断部分分别包含 15 道题，满分 30 分；联想发散部分的分值则依据填写个数与新颖程度得分，共计 20 分，总计 50 分。具体如表 4-4 所示。

表 4-4 设计思维测试题目得分

维度	个数	总分
分解组合	15	15 分
推理判断	15	15 分

联想发散	4	20 分

在教学实验开始前期，分别对实验班与对照班发放测试卷 24 份，回收有效测验卷 24 份。通过批阅测试卷，计算出两个班级的测试卷总分和各分项的平均值，利用独立样本 T 检验对学生成绩进行比较分析，检验两个班级学生的设计思维发展水平是否存在差异性。

1．实验班和对照班总分的比较

实验班和对照班中的设计思维测试总分情况结果的差异性分析如表 4-5 所示。

表 4-5 实验班和对照班的设计思维测试总分差异性检验

班级	平均值	标准差	T 值	P 值	Cohen's d
实验班	36.35	3.25	-0.246	0.432	0.033
对照班	36.24	3.42			

由表 4-5 可知，实验班的总分平均值为 36.35，对照班的平均值是 36.24，两个班级的差值为 0.11，在独立样本 T 检验中的显著性 P>0.05，效应量 Cohen's d 值均小于 0.2，表明实验班和对照班学生总体设计思维发展水平在教学实验前并没有显著性差异，且在一定程度上两个班级的差异性极小。通过差值也表明两班学生的差距并不大，设计思维发展的原始水平基本相当。

2．实验班和对照班分项得分的比较

实验班和对照班学生组合分解、推理判断及联想发散能力的各项测试得分情况及其结果的差异性分析如表 4-6 所示。

表 4-6 实验班和对照班设计思维分项得分前测差异性检验

维度	教学方式	平均值	标准差	T	P 值	Cohen's d
组合分解	实验班	10.35	0.977	1.563	0.147	0.103
	对照班	10.23	1.321			
推理判断	实验班	11.67	1.421	0.298	0.823	0.166
	对照班	11.48	0.784			
联想发散	实验班	14.12	2.365	-0.125	0.796	0.037
	对照班	14.21	2.478			

从表 4-6 中可以看出，在设计思维测试的各分项数据中，实验班和对照班在组合分解、推理判断和联想发散能力的显著性 P>0.05，效应量 Cohen's d 值均小于 0.2，则认为两个班学生的设计思维发展水平在教学实验前无显著性差异，且在一定程度上两个班级的差异性极小。从而可以看出此次教学实验对象的同质性较好，能够进行后续的对比分析。

综合以上对实验班和对照班的设计思维测试结果的分析可得，两个班的学生在设计思维水平上并无显著性差异，具备相同的设计思维水平，表明可以将两个班的学生进行

教学实验和后续比较分析。

4.1.2 实验目的

为了验证初中机器人课程设计思维培养教学活动框架的有效性，利用实验法选择七年级两个班分别作为实验班和对照班，在充分保证任课教师、教学活动开展的时长和教学内容均相同的前提下，排除无关变量产生的误差，利用不同的教学方式设计并实施详细的教学活动，开展时长为一学期的实验研究。在实施过程中，对照班运用任务驱动法开展机器人课程教学活动，实验班则运用面向设计思维培养的教学活动框架开展机器人课堂教学。

在教学实验开始之前，两个班的学生均需要进行设计思维的测试和填写机器人课程学习情况调查问卷，实验班学生还需填写设计思维培养评价量表；教学实验结束后，两个班级的学生需填写 Arduino 机器人课程学习效果调查问卷，实验班学生需填写设计思维评价量表。最终对问卷、量表、测试题进行整理分析，从而得出本研究构建的教学活动框架是否促进机器人教学活动的有效开展以及学生设计思维等高阶思维与综合能力的提升。

4.1.3 实验环境

本研究选取了 S 市 B 中学开展教学实践。具体教学实验环境介绍如表 4-7 所示。

表 4-7 教学实验环境

教学实验场地	机器人活动室	面积	共 140 平米，可满足 50 名左右学生同时开展科普活动和上课。
		主要器材	能力风暴机器人、Arduino 机器人以及 3D 打印各十多套器材套装，配置了先进的信息化设备，提供了种类丰富多样的教学资源。
任课教师	Y 老师	职称	高级教师
		主要职务	S 市中小学信息技术教学能手培养工作室主持人； S 地区信息技术学会副秘书长； X 地区谷歌中小学信息技术启蒙教育项目专家。
		主要成就	在每年各级各项竞赛活动中均获得了优异成绩； 多年荣获“S 市青少年科技教育工作先进个人”荣誉称号。
教学实验器材	Arduino 机器人套件	主要硬件器材	各类积木、低速马达、RGB 彩灯、传感器和主控器。

表 4-7 教学实验环境（续）

			各类积木、低速马达、RGB 彩灯、传感器和主控器。
教学实验器材	Arduino 机器人套件	主要硬件器材	
		编程软件：ZMROBO-2.0	

除了表 4-7 所示以外，该活动室的学生座位采用长桌形式，桌边均设计了约为 1 厘米的边框，防止搭建零件的掉落。在桌子中间放置了分门别类的 Arduino 机器人的各类积木套件，方便学生在搭建时选取零件。可以看出，工作室的设计充分考虑了学生的基本需求，充满了人性化，在保护器材的同时方便学生的使用。在课程安排方面，B 中学七年级上学期在每星期的周四和周五，分别有两个班级在分别开展时长为两节课的机器人综合实践课程，方便进行实验教学。经过与 Y 老师交流讨论，在了解了基本教学现状和学情后，决定由本人担任授课教师，Y 老师则从旁辅助和指导教学活动开展。

4.1.4 实验过程

本研究在教学实验开始的前两个星期分别对实验班和对照班学生开展机器人课程学习现状的调查，分析两个班级的学情，接着开始教学活动的实验。在入门和基础阶段主要是让学生了解有关 Arduino 机器人的基本知识，所以两个班级均采用任务驱动法进行教学，但会对实验班的学生普及设计思维的方法和理念，有利于后续的实验研究。在探究阶段，实验班运用本研究构建的教学活动框架进行教学，对照班仍采用常规的任务驱动教学方式进行，具体教学实验设计过程如图 4-2 所示。

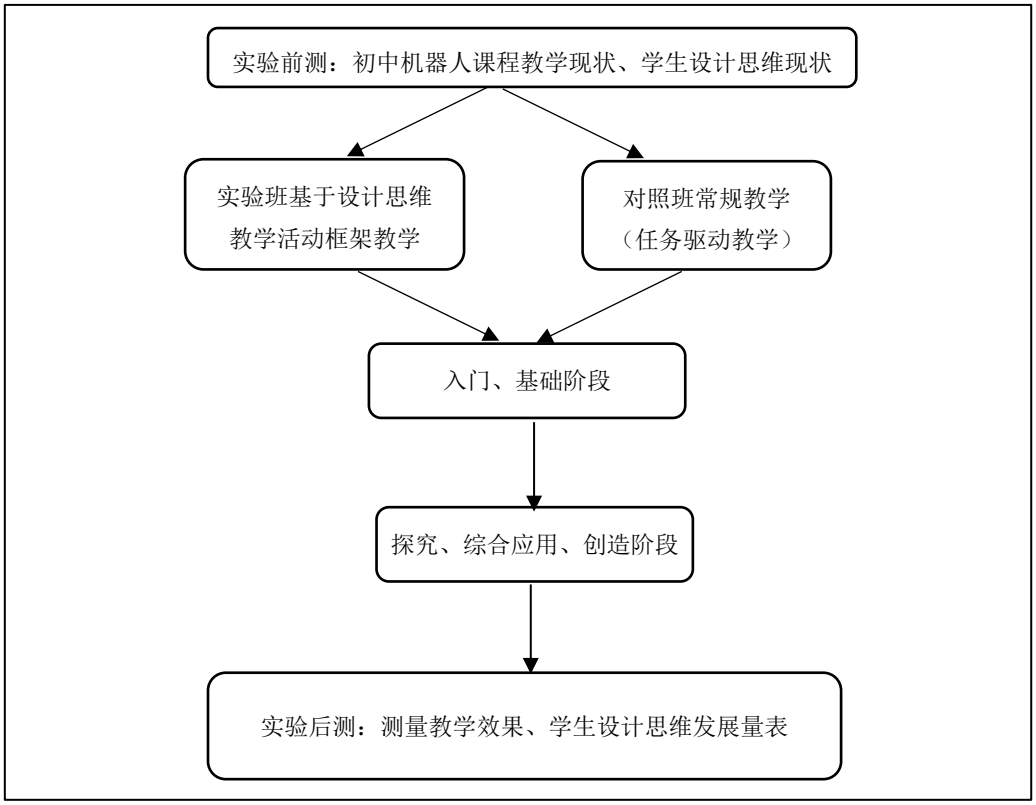


图 4-2 实验过程

本研究教学实验中教学方式是自变量，因变量包含 Arduiino 机器人课堂教学情况、学生在教学活动中的项目得分和设计思维发展评价得分，在教学实验实施过程中严格控制与实验无关的影响因素，具体如表 4-8 所示。

表 4-8 实验设计

班级	实验对象	教学时间	自变量	因变量	控制变量
对照班	七年级（A）班	星期四	任务驱动法	Arduino 机器人教学效果、项目过程得分、设计思维发展测量得分	任课教师、教学内容、教学环境
实验班	七年级（B）班	星期五	设计思维培养的方法		

基于以上实验设计，为使此次教学实验更具有目标性，本研究设立了 3 条实验假设：假设一，初中机器人设计思维培养教学活动框架能够促进教学活动的有效开展；假设二，初中机器人设计思维培养教学活动框架有助于学生项目作品的完成；假设三，初中机器人设计思维培养教学活动框架能够提高学生的设计思维水平。

4.2 研究过程

4.2.1 实验班教学过程

在经过入门阶段和基础阶段的学习后，学生已经基本了解了蜂鸣器、按键传感器、声音传感器以及低速马达等元器件，基本熟悉了怎样利用 Arduino 机器人进行作品原型的搭建。在搭建过程中，能够了解主控器的基本端口，基本养成了硬件搭建时的良好习惯，而且能将传感器、马达与主控器的对应端口进行准确连接。在程序编写中，由于 ZMROBO-2.0 编程软件界面与 Scratch 的界面比较相似，因此学生使用起来比较得心应手，同时对编写过程中的基本积木模块和规则都有着充分的了解。同时，对项目探究过程和设计思维培养教学活动环节都有了基本了解，进行了一定程度上的创意激发，基本具备了适应初中机器人设计思维培养教学活动的基础。

由此，本研究创设了 4 个前期基础阶段与 1 个创造阶段，其综合难度与创新程度逐层上升，逐渐引导学生掌握 Arduino 机器人的基本知识，促进学生设计思维的发展和问题解决等能力的提升。结合本研究构建的设计思维培养教学活动框架的五个阶段来开展教学，从而培养学生设计思维等高阶思维和项目探究、创新解决问题等综合能力。本研究选择项目七和项目十四作为案例展示，具体如下。

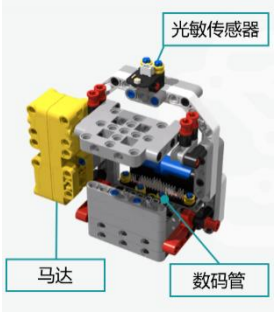
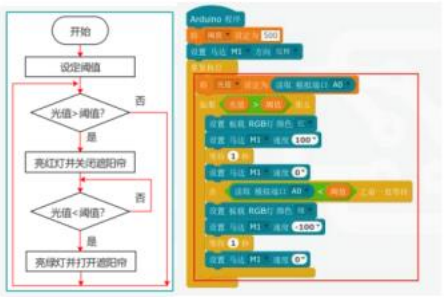
4.2.1.1 探究阶段——项目七：自动遮阳帘

1．教学分析

项目七之自动遮阳帘教学分析与教学活动实施过程详见表 4-9 和 4-10。

表 4-9 《自动遮阳帘》教学分析表

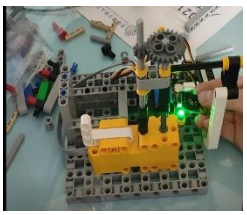
项目名称	《自动遮阳帘》
授课学时	2 课时
学情分析	学生对生活常识有一定了解，知道数字信号的特点，懂得判断输入输出设备，掌握电子模块的接线规则，对程序运行逻辑已有一定了解，已经掌握编程中的基本知识。
教学内容分析	本节课将带领学生学习模拟信号和模拟端口。学生先了解光敏传感器，学习读取和显示光敏传感器的数值。了解相关编程模块后，在理解程序流程图的基础上，使用所学的编程模块编写程序实现功能。
	1.主要配件准备 Arduino UNO×1、低速马达×1、光敏传感器×1、晶体管×1、连接线若干
	   

	2.设计组装  	3.程序搭建 
	5.调试运行 （1）开机后设定初始阈值。 （2）如果光值（光敏数值）大于阈值就亮红灯并关闭遮阳帘。 （3）关闭遮阳帘后，如果光值小于阈值，就亮绿灯并打开遮阳帘。	
教学目标	一、知识与技能 1.了解光敏传感器的功能和特点。 2.学会读取和分析光敏传感器数值。 3.了解“模拟信号”和“阈值”的含义。 4. 理解“自动遮阳帘”的程序逻辑，掌握逻辑判断以及对板载 RGB 的影响。	
	二、过程与方法 1.通过创设贴近学生生活的情境，引起学生学习兴趣，并且在情境中产生共情意识。 2.通过完成问题解决方案的制定，体会项目设计的步骤和流程。 3.通过光敏传感器，了解传感器的模拟数值和阈值设定的概念。 4.通过动手搭建机器人作品，提升动手操作能力和创造能力。 5.学生根据制作的原型作品不断迭代测试，实现作品的基本功能。	
	三、情感态度与价值观 1.逐渐增强学生对机器人作品设计的兴趣，体验学习乐趣。 2.培养学生跨学科、跨领域解决问题的思维能力，学会举一反三和知识迁移。 3.通过赏析和评价创作作品，加深学生对评价的理解，学会批判性思维。	
教学重难点	一、重点 1. 了解“模拟信号”和“阈值”的含义。 2. 理解“自动遮阳器”的程序逻辑	二、难点 1. 学会读取和分析光敏传感器数值。 2. 理解“自动遮阳器”的程序逻辑

2．教学活动实施

表 4-10 《自动遮阳帘》教学活动实施过程

教学活动环节	教师活动	学生活动	设计意图
灵感探索	教师采用场景模拟法将课例主题以情境的方式引入：针对室内光线强弱设计自动遮阳帘。	学生思考问题：自动遮阳帘应该如何实现？ 功能：光线强合上，光线弱就拉开；提示装置……	让学生了解课程目标，引入课题。将学生的注意力集中

			在情境之中，激起学习欲望，引发学生对挑战任务思考。
问题定义	1.教师提供有关于自动化场景的视频和照片，为每组提供了种类齐全且组件完整的 Arduino 器材，带领学生熟悉套件中所需器材的功能。 2.给学生 3 分钟独自进行思维发散，让学生产生自己的想法，绘制简单的想法列表，让所有学生都有机会分享自己的想法。 3.教师向学生演示使用“如何不”的方法描述用户需求等。 4. 给定 5 分钟小组讨论时间，整合小组成员想法，建立每个人想法之间的联系，进一步探寻用户的真正需求是什么，清晰描述用户需求，利用思维导图等可视化思维表示方法列出所要查阅的内容和所要制作的作品内容。 5.在教师指导协助下，每个小组经过沟通探讨选择出 2~3 个贴近生活且容易可操作的关键问题，从而定义所需要解决的问题内涵，并且每个组分享本小组确定的问题。	1.学生查看教师提供的相应项目主题资料，理解教师抛出的任务挑战。 2.小组内部进行交流探讨，分工查找相关资料，根据日常观察、相关人员采访、网络检索、角色扮演等方法访问了解真正的用户需求。 3.认真听教师讲解本节课所需的元器件，明晰该元器件的特点以及搭建的注意事项。 4.各小组进入自主合作探究环节，主要探究产生该问题的原因，能从哪些方面解决此问题，怎样利用 Arduino 机器人套件实现问题的解决等。并完成项目记录表的前期准备内容。 5.学生讨论和收集资料的过程中，明确本组要解决的关键问题，在确定 Arduino 套件各元器件相互联结的原理后，各小组逐步进行设计基于 Arduino 套件的作品设计方案。	让学生用更加具象的思维来思考问题，立足实际生活场景，切身体会用户需求。
创意构想	1.教师阐述任务：设计自动遮阳帘，至少要实现依据光的强弱，遮阳帘自动开合。教师提出建议并从旁指导，指引全班学生对比前后的设计方案，发现设计方案的不足，引导每个小组对作品设计方案进行调整与优化。 2.教师讲解模拟端口和阈值的原理性知识，让学生在设计方案的过程中通过编程理解此概念。 3.经过教师的适切指导与小组间的交流分享后，拓展作品的功能，探究作品的新功能：除了实现自动遮阳帘的功能外，还能够考虑到暗处照明、按键开启等功能，组件增加了按键传感器和 RGB 彩灯。	1.各小组在明确设计问题的前提下，梳理、归纳、综合、提炼从同学那里获得的信息与灵感。 2. 初步完成项目设计方案一：主要包括实现的功能、主要元件清单、元器件所连接的端口、程序编写、小组分工等。 3.学生自主遮阳帘制作过程如图所示：  	利用小组协作的方式帮助学生发散思维，整合想法，明确 Arduino 机器人套件的优势之处，从而更好地利用该套件进行作品的创作。

迭代创造	1.根据设计方案，为各小组提供搭建材料，鼓励学生积极动手实践，搭建问题解决的原型。 2.教师引导学生编写完善各小组设计方案中的程序，从旁协助小组思考程序编写与功能实现的对应情况。 3.教师在每组测试作品的过程中要辅助学生完成对作品的优化，例如 C 组在测试功能时发现该程序存在弊端，遮阳帘转速过快导致无法回到原始位置。因此，C 组在作品设计不理想的情况下，再次调整方案，降低转速，使得遮阳帘能够回到原始位置。	1. 各小组在明确分工后，利用教师提供的材料搭建基本原型。 2.利用搭建的原型开始模拟场景进行测试，以明确方案一的优缺点，迭代优化方案，以实现预期的功能。 3.学生自主遮阳帘作品测试如图所示：  	利用小组团队的智慧，完成原型的制作，培养学生动手操作能力和团队合作意识，同时在不断迭代优化方案的过程中达到问题解决的目的。
分享交流	1.在作品完成后，引导学生以小组为单位依次展示设计作品，每个小组根据项目活动记录表汇报项目完成过程。 2.教师和其他小组的成员对汇报小组的成果做出评价，并反馈修改建议。	1.学生自主分享展示，分别为汇报小组提供修改建议，根据点评意见做出调整和修改。 2.小组内部依据评价结果再次进行探讨有没有更简单、有效的方案，反复迭代测试，直至创作符合要求的方案。	修改并完善作品，同时在评价过程中培养学生批判性思维能力。

3．教学反思

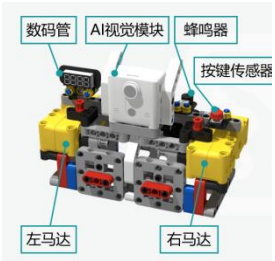
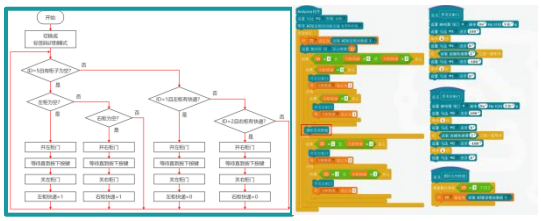
整个教学过程融合了设计思维的基本内涵，能够在一定程度上促进学生设计思维水平的提高，让学生感受到了设计思维发展的完整过程。在设计思维培养的评价过程中，学习者在自我评价后进行组内、组间评价，旨在让学生在整个设计过程中相互学习，吸收他人创意的优点，以改进自身的作品。教师评价仍需结合学生的不同程度认知差异来评价设计思维培养效果。尤其是对设计过程的评估，要从共情能力、跨学科问题解决能力、合作与沟通能力以及迭代能力四个方面进行评价。评价学生是否能够站在用户的角度，深入了解用户迫切的需求，将其他学科的知识迁移应用在问题解决过程中，并且通过合理的协作分工和组内成员探讨交流，不断实现对原型的测试和完善。教师应对设计思维的整个培养过程进行掌控，通过效果评价全面引导以支持学生的创作过程，提高学生的知识迁移和应用能力，培养学生的创造力和学习自信心。

4.2.1.2 创造阶段——项目十四：自助快递柜

1．教学分析

项目十四之自助快递柜的教学分析与教学活动实施过程详见表 4-11 和 4-12。

表 4-11 《自助快递柜》教学分析

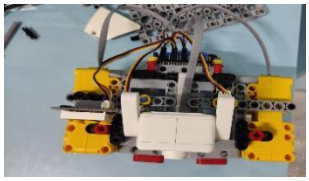
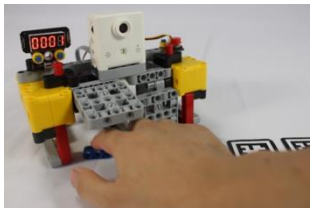
项目名称	《自助快递柜》
授课学时	4 课时
学情分析	学生对生活常识有一定了解，熟悉控制器上的端口分布位置，熟悉多种外接设备的功能和特点，掌握多种编程算法和逻辑，能独立编写所学过的程序，能够根据独立编写程序实现较为复杂的功能，熟悉 AI 视觉模块的使用注意事项。
教学内容分析	本节课难度为中上水平。要求学生在掌握编程中嵌套分支结构的基础上开展项目实验。课程重点在于学习 AI 视觉模块的“标签码识别”功能模式的应用，由于模型零件较多和程序量较大，搭建模型和编写程序的时间会比较长。 1.主要配件准备 Arduino UNO*1、低速马达*2、AI 视觉模块*1、数码管*1、蜂鸣器*1、按键传感器*1、连接线若干  图 4-9 主要配件 2.设计组装  图 4-10 设计组装 3.程序搭建  图 4-11 程序流程和代码 5.调试运行 （1）使用 No.5 标签码作为快递员存件码，No.1 和 No.2 标签码分别为左右柜的取件码。 （2）使用存件码可以打开空柜子，然后等待直到按下按键就关闭柜门，然后记录该柜有快递。 （3）使用取件码可以打开对应装有快递的柜子，然后等待直到按下按键就关闭柜门，然后记录该柜没有快递。 （4）开柜门时蜂鸣器会响一声，作为提示。
教学目标	一、知识与技能 1.了解 AI 视觉模块的功能和特点。 2.了解标签码识别模式的功能和特点。 3.学会读取标签码 ID 数值。 4.理解“自助快递柜”的程序逻辑，掌握逻辑判断对数字管、蜂鸣传感器、按键传感器的影响。 二、过程与方法 1.通过创设贴近学生生活的情境，激发起学生学习欲望，积极投入课堂中。

	2.通过完成问题解决方案的制定，加强对项目设计的步骤和流程的掌握。 3.通过 AI 视觉模块的学习，了解 AI 视觉模块识别标签码的原理。 4.通过动手搭建机器人作品，不断提升动手操作能力和创造能力。
	三、情感态度与价值观 1.提升对智能机器人作品设计的兴趣，增强学习成就感。 2.让学生享受设计机器人作品的过程，提升小组成员之间的默契度。 3.鼓励学生积极融入新型科技的社会生活，适应未来智能化社会。
教学重难点	一、重点 1.了解标签码识别模式的功能和特点。 2.学会读取标签码 ID 数值。 二、难点 1.理解“自助快递柜”的程序逻辑。

2．教学活动实施

表 4-12 《自助快递柜》教学活动实施过程

教学活动环节	教师活动	学生活动	设计意图
灵感探索	教师采用场景模拟法将课例主题以情境的方式引入：针对疫情时期取快递设计自助快递柜。	学生思考问题：自助快递柜应该如何实现？ 功能：刷取货码、显示单号、声音提示……	让学生了解学习目标，引入课题。引起学生关注，激起学习兴趣，引发学生对挑战任务的思考。
问题定义	1.教师展示相关智能化场所的视频和图片，为每组提供本次所需的器材和材料，带领学生认识本节课主要元器件。 2.给学生 3 分钟独自进行思维发散，让学生产生自己的想法，绘制简单的想法列表。 3.给定 5 分钟小组讨论时间，整合小组成员想法，建立每个人想法之间的联系，进一步探寻用户的真正需求是什么，对用户需求有清晰的描述，并以思维导图的形式列出所要查阅的内容和所要制作的作品内容。 4. 最终教师抛出《自助快递柜》的项目任务挑战。明确了各组的主要任务挑战之后，经过对所要使用的元器材进行挑选，确定 Arduino 套件来使编程的可视化与交互进一步提高。各小组逐步开始进行产品	1.学生查看教师提供的相应项目主题资料，理解教师抛出的任务挑战。 2.小组间交流谈论，分工查找重点材料，通过观察访谈、网络检索或者进行情景模拟的方法体会真实情境中用户需求。 3.认真听教师讲解本节课所需的元器件，明晰该元器件的特点以及搭建的注意事项。 4.各小组进入自主合作探究环节，主要探究产生该问题的原因，能从哪些方面解决此问题，怎样利用 Arduino 机器人套件实现问题的解决等。并完成项目记录表的前期准备内容。 5.学生讨论和收集资料的过	让学生用更加具象的思维来思考问题，立足实际生活场景，切身体会用户需求。

	设计和基于 Arduino 套件的作品创作方案。	程中，确定本组要解决的问题，明确 Arduino 各组成成分的调用关系后，各小组逐步开始设计基于 Arduino 套件的作品设计方案。	
创意构想	1.教师阐述任务：设计自助快递柜，至少要实现取货码识别的功能。教师提出意见并在旁指点，指导全班学生比较优化自己小组的作品设计思路，引导各个小组对作品的设计进行进一步调整和优化。 2.教师讲解标签码 ID 数值和 AI 视觉模块的原理性知识，让学生在设计方案的过程中通过编程体会此概念。 3. 经过教师的适切指导与小组间的交流分享后，拓展作品的功能，产生新的创意：除了实现识别的功能外，增加了声音开箱提醒、显示开箱次数、按键识别等功能，组件增加了按键传感器和数码管等。	1.各小组在明确设计问题的基础上，整合从小组成员那里获得的信息与启示，并加以整理概括和提炼。 2. 初步完成项目设计方案一：主要包括实现的功能、主要元件清单、元件器所连接的端口、程序编写、小组分工等。 3.学生自主快递柜制作过程如下图所示： 	在学生主动的思维发散与积极的讨论过程中，逐渐开始产生解决本组问题的设想。考虑 Arduino 套件功能的限制，不断过滤想法，反复补充创作细节与整合组内成员想法。
迭代创造	1.根据设计方案，为各小组提供搭建材料，引导学生积极动手操作，搭建可以进行问题解决的原型。 2.教师引导学生编写完善各小组设计方案中的整体程序，从旁协助小组思考程序编写与功能实现的对应情况。 3.教师在每组测试作品的过程中要辅助学生完成对作品的优化，例如 B 组在测试时发现不能识别 5 号取货码，在不断尝试中意识到在用 AI 视觉模块识别时没有按照取货号进行录入，导致顺序混乱，在重新按照顺序录入之后就可以识别成功。	1. 各小组在明确分工后，利用教师提供的材料搭建基本原型。 2.利用搭建的原型开始模拟场景进行测试，以明确方案一的优缺点，迭代优化方案，以实现预期的功能。 3.学生自助快递柜作品测试如图所示： 	利用小组团队的智慧，完成原型的制作，培养学生动手操作能力和团队合作意识，同时在不断迭代优化方案的过程中达到问题解决的目的。
分享交流	1.在作品完成后，引导学生以小组为单位依次展示设计作品，每个小组根据项目活动记录表汇报项目完成过程。 2. 教师和其他小组的成员对汇报小组的成果做出评估，并提供修改意见	1. 学生自主分享成果，提出修改意见，根据点评建议进行修改完善。 2. 基于评价结果再次进行探讨有没有更简单、有效的方法，进行反复迭代，直到得出更加合适的方法。	修改并完善作品，感受学生完成作品的自豪感。

3. 教学反思

设计思维的实质是思维的发散与聚敛，特别关注培养学生的共情意识、原型迭代和敢于不断试错的跨学科问题解决能力等。同时，学生完善、优化方案和作品迭代的过程也非常重要，关系到创作作品的功能是否顺利运行，并得到最终满意的作品。目前，本次 Arduino 课程教学案例仍需进一步优化，需要对构建的设计思维培养的教学活动框架不断改进，并在实践中构建 Arduino 课程教学活动评价体系，为初中机器人课程学生设计思维水平的培养提供有益的参考。

4.2.2 对照班教学过程

在保证教学内容、教学时长和任课教师相同的情况下，对照班主要运用任务驱动法开展机器人教学活动。主要流程包含新知讲解、布置若干任务、完成任务、交流展示四个环节。在新知讲解环节，教师按照教材的内容，通过 PPT 和 Arduino 套件的实物器材进行知识的传授和原理的讲解；学生通过听讲和对照教材中的内容进行传感器的认识与学习。在布置任务环节，首先会设置简单的个人任务，比如认识器材、了解该器材的主要功能等；接着会布置小组任务，探究怎样利用程序来实现想要的功能，并且梳理出逻辑；最后教师提供样例，学生根据样例进行作品搭建和程序编写。在完成任务环节，教师会不断巡视，帮助小组成员完成任务。在交流展示环节，教师会让每个小组进行作品展示，并进行一定的点评，了解该小组的完成度和任务完成中出现的问题。

以综合项目十《倒车雷达》的教学活动为例，首先教师利用声波这一抽象概念讲解超声波传感器传感器的工作原理，而后介绍本次教学所需器材，展示本次作品样例的样式和所要实现的功能。接着让学生自主学习端口的联结并认识编程模块，以小组合作的形式进行程序功能设想，画出流程图。最后教师讲解整个程序编写的逻辑，并呈现样例，学生分工合作完成作品搭建和程序编写。每个小组完成后开始展示交流，由教师对每个小组进行点评打分，反馈每个小组任务完成过程中所存在的问题，并提出改正建议。整个课程结束后也要填写《机器人课程学习效果调查问卷》。教师在教学过程中会发现由于缺乏思维引导工具，无法激发学生的思维。因此，学生很难顺利完成任务，很难产生解决问题成功感，无法找到问题的突破口。

4.3 研究结果

4.3.1 教学活动的过程性评价分析

在完成项目的过程中，每个小组都要完成项目活动记录表，在记录表中记录了各个

环节的得分情况，分为组内评价（24 分）、组间评价（36 分）和教师评价（40 分），总分共 100 分，以探究阶段和创造阶段的项目为例，具体结果分析如下。

4.3.1.1 探究阶段

1．项目七——自动遮阳帘

实验班和对照班已经完成了前六个项目的探究，两个班级的分数对比如图 4-3 所示。

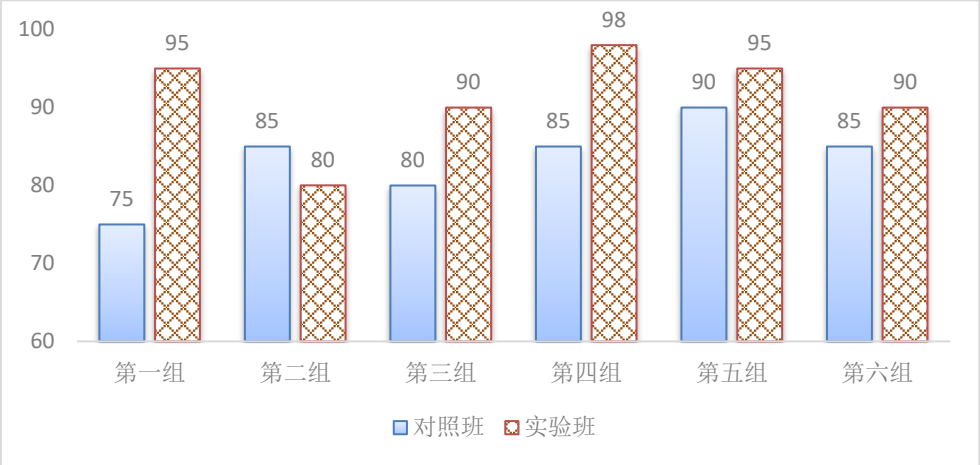


图 4-3 《自动遮阳帘》对照班与实验班项目得分

从图 4-3 可以看出，两个班级的小组的项目得分差异并不大，实验班大部分小组的项目得分逐渐超过了对照班的小组，且实验班学生在作品创作时更愿意尝试全新的搭建样式，对于作品所要实现功能的实现形式也更加全面。

2．项目八——声级计

在项目八《声级计》的学习中，两个班级具体分值对比如图 4-4 所示。

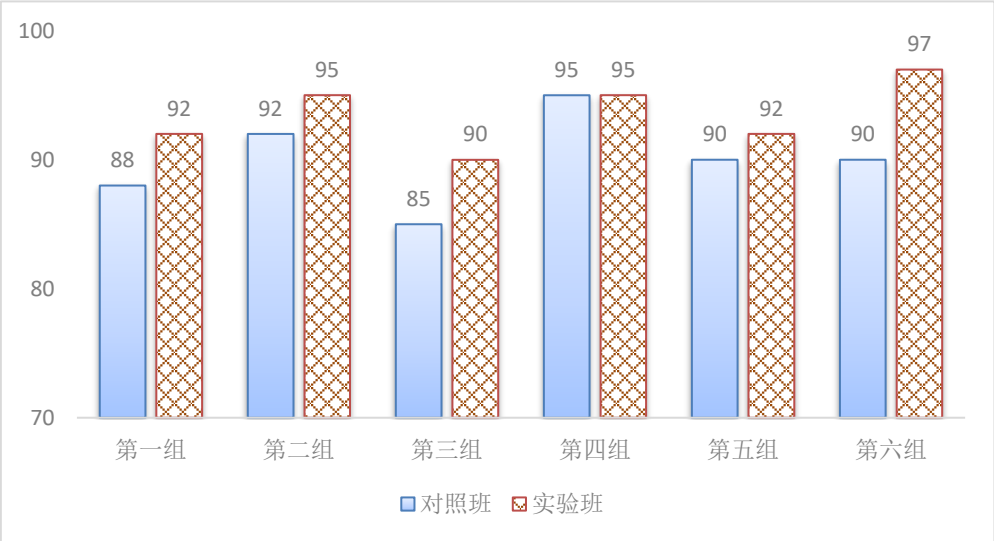


图 4-4 《声级计》对照班与实验班项目得分

从图 4-4 可以看出，实验班各小组的项目得分已经全部高于对照班，但两个班级作

品得分均能高于 80 分，项目得分基本想当。但实验班在作品创作过程中，小组成员之间的默契加倍，想法越来越新颖，硬件搭建的积极性更高，能够使用多种材料增加作品的美观程度，而且项目记录表的填写也越来越完整。

4.3.1.2 创造阶段

1．项目十三——智慧存钱罐

在创造阶段的《智慧存钱罐》项目中，实验班与对照班的得分如图 4-5 所示。

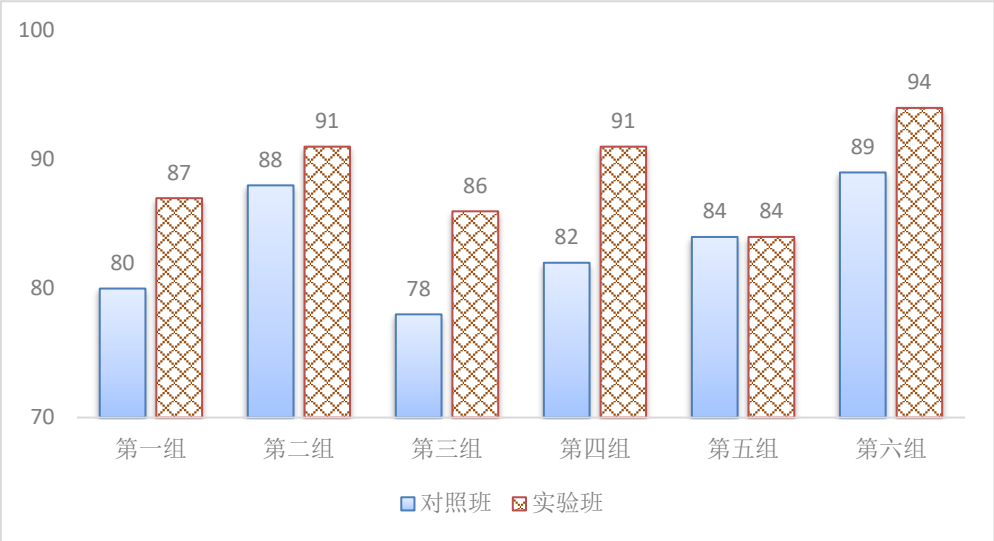


图 4-5 《智慧存钱罐》对照班与实验班项目得分

从图 4-5 中看出，实验班各小组的得分整体上基本都高于对照班，均能在 80 分以上，而对照班各小组的得分高低不齐，存在低于 80 分的小组。由此可得，实验班的学生对于开展初中机器人设计思维培养的教学活动环节越来越了解，能够综合应用前期项目设计的内容，作品更加具有连贯性和多元化，每个小组均能制出功能、样式均有所区别的存钱罐，程序的编写随着功能的不同也复杂多样，并且最终都成功实现基本功能。而对照班在了解完新知识后，就直接按照教师提供的样例进行作品搭建，思维和想法缺乏一定的创新，每个小组想要进行作品创作的欲望不强，很难突破思维定式，尤其是在程序设计时，只是一味的想要与样例一模一样，进行简单的模仿。

2．项目十四——自助快递柜

在课程创造阶段的《自助快递柜》中，两个班的各个小组得分如图 4-6 所示。

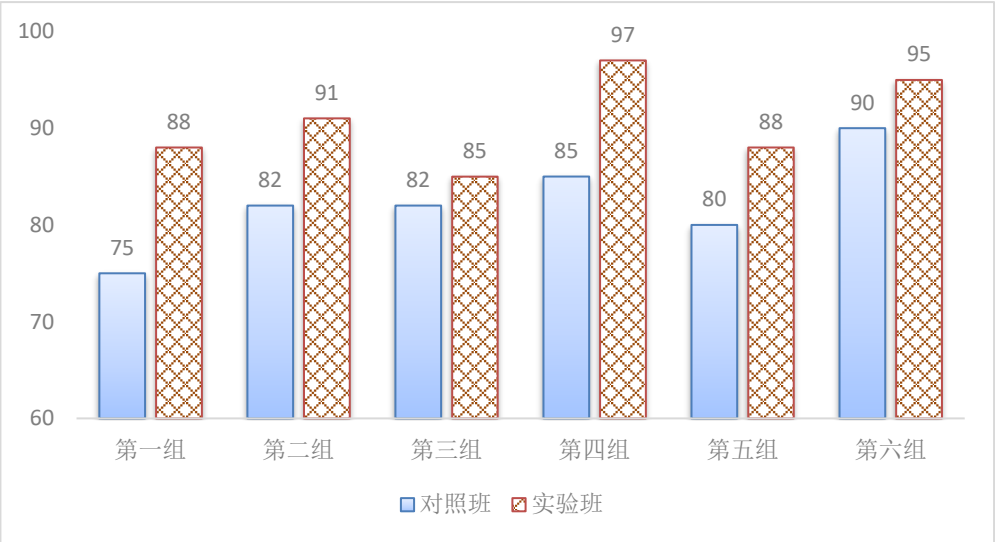


图 4-6 《自助快递柜》对照班与实验班项目得分

从图 4-6 中看出，实验班小组的得分整体都要高于对照班，均能在 80 分以上，而对照班的小组得分之间差距较大。实验班学生的课堂氛围十分和谐融洽，积极性很高。每个教学活动的过渡都十分顺畅，小组讨论的结果也更加具有可操作性，教师所指导的内容也越来越深入，项目活动记录表的填写也更加完善。而对照班的作品完成度仍需有待提升，由于此项目搭建比较繁琐，尤其是端口的连接部分，许多小组在搭建过程中总是会出现连接错误甚至没有连接的情况发生，导致后续程序调试一直不能成功，可见对照班学生还未完全掌握基础性知识。

4.3.2 教学效果分析

4.3.2.1 问卷调查分析

在教学实验结束后，为检验初中机器人设计思维培养的教学活动是否达到了机器人课程的三维教学目标，利用《机器人课程学习效果调查问卷》对实验班和对照班的学生进行调查，并对调查结果进行分析。在预发放问卷后利用 SPSS 26.0 对该问卷进行可靠性检验，具体如 4-13 所示。

表 4-13 《机器人课程学习效果》问卷信度

克隆巴赫 Alpha	项数
0.921	20

从表 4-13 可以得出问卷的克隆巴赫 Alpha 为 0.921，大于 0.9，表明该问卷的信度较高，调查结果具有一定的有效性，可以进行问卷的正式发放。

1．学习态度的对比分析

在学习态度这一维度中，实验班 24 名学生所填的每个题项的平均分值均能大于 4.5

分，表明实验班学生学习态度非常积极，而且对机器人课程有着浓厚的兴趣。而对照班学生所填的每个题项的平均分值都小于 4 分，表明对照班学生的学习态度仍需要有所提升。并采用独立样本 T 检验和效应量对实验班和对照班的学生学习态度进行差异性检验，如表 4-14 所示。

表 4-14 对课程学习态度维度的独立样本 t 检验

学习态度	班级	均值	标准差	T 值	P 值	Cohen's d
Q1 教学方式的喜爱程度	对照班	3.23	1.216	-4.396	0.001	0.761
	实验班	4.32	1.313			
Q2 比之前对机器人更感兴趣	对照班	3.42	0.933	-3.973	0.011	0.850
	实验班	4.57	0.908			
Q3 更容易理解机器人知识	对照班	3.90	0.417	-2.439	0.009	0.626
	实验班	4.63	0.282			
Q4 愿意继续深入学习 Arduino 机器人	对照班	3.62	1.213	-5.440	0.012	0.979
	实验班	4.54	0.543			

从表4-14可以看出，实验班和对照班学生在对课程态度中的显著性P值均小于0.05，同时效应量 Cohen's d 值均大于 0.6，说明运用不同的教学方式进行教学后两个班学生在对待 Arduino 机器人课程态度上存在明显差异，且在一定程度上存在较大差异。实验班学生的学习态度的均值均在 4 分以上，均优于对照班。

2．Arduino 机器人课程学习情况的对比分析

在 Arduino 机器人课程学习情况维度上，实验班 24 名学生在 Arduino 的基础知识学习情况上的平均值基本在 4.5 分左右，充分表明了实验班学生对 Arduino 机器人课程的知识掌握状况较好。而对照班学生在 Arduino 的基础知识学习的平均值在 3.5 分左右，说明了对照班学生对于 Arduino 机器人的基础知识掌握程度要低于实验班。而后利用独立样本 T 检验和效应量对实验班和对照班的学生在对 Arduino 机器人课程学习情况各维度上进行差异性检验，如表 4-15 所示。

表 4-15 课程学习情况维度的独立样本 t 检验

学习情况维度		班级	均值	标准差	T	P 值	Cohen's d
硬件知识	Q5 掌握了各器件的名称与作用	对照班	3.43	1.197	-2.298	0.014	0.709
		实验班	4.22	1.025			
	Q6 搭建出完整且牢固的作品	对照班	3.29	1.102	-2.741	0.021	0.964
		实验班	4.39	1.179			
软件知识	Q7 熟练掌握了编程软件 ZMROBO2.0 使用方法	对照班	3.12	1.264	-3.345	0.004	0.846
		实验班	4.49	0.689			
	Q8 编写简单的程序并能成功运行	对照班	3.54	1.360	-2.202	0.016	0.775
		实验班	4.35	0.579			
项目探究	Q9 将之前学习的知识融	对照班	3.31	1.333	-2.848	0.003	0.931

	入到之后的项目学习中	实验班	4.63	1.497			
	Q10 熟悉了项目学习的流程	对照班	3.47	1.199	3.402	0.012	0.718
		实验班	4.23	0.865			

从表 4-15 可以看出，实验班与对照班学生在硬件知识、软件知识、项目探究三个维度上的 P 值均小于 0.05，效应量 Cohen’s d 值均大于 0.7，表明实验班与对照班学生在 Arduino 器人课程学习情况上有着显著性差异，且在一定程度上差异较大。实验班的平均分均在 4 分以上，均高于对照班，这也从侧面说明在经过设计思维的培养之后，其知识技能的学习情况在一定程度上有了很大提高。

3．学习满意度的对比分析

在学习满意度方面，主要针对实验班进行调查分析，前测时期为探究阶段后所进行的教学满意度调查，后测时期为创造阶段之后。对二者采用独立样本 t 检验进行检测，如表 4-16 所示。

表 4-16 学习满意度维度的独立样本 t 检验

学习满意度维度		测验类型	平均值	标准差	T 值	P 值	Cohen’s d
学习环境	Q11 创客工作室更适合创作	前测	4.12	0.762	-1.032	0.251	0.183
		后测	4.32	0.645			
	Q12 各种创作材料类型、数量齐全	前测	4.15	0.534	-1.206	0.231	0.193
		后测	4.32	0.624			
	Q13 通过共情阶收集对作品的要求	前测	3.23	0.982	-2.861	0.011	0.913
		后测	4.04	0.782.			
学习内容	Q14 利用头脑风暴法来构思创意，画出作品制作的草图	前测	3.55	1.396	-3.374	0.003	0.719
		后测	4.34	0.680			
	Q15 利用各种材料动手把之后把纸上草图办成真实原型	前测	3.30	1.324	-2.431	0.004	0.869
		后测	4.18	0.546			
	Q16 分享我们组辛苦创作的作品	前测	3.63	1.203	-1.463	0.013	0.629
		后测	4.24	0.658			
学习方法	Q17 在指导提点下完成作品创作，激发了我的创作兴趣	前测	3.01	1.346	-4.655	0.001	0.807
		后测	4.34	0.510			
	Q18 喜欢和小组成员一起动手创作作品的过程	前测	3.12	0.978	-3.765	0.010	0.982
		后测	4.33	1.243			
	Q19 最终作品呈现	前测	3.01	0.965	-2.649	0.003	0.885

是经历了多次的更换材料和测试优化	后测	4.65	0.763			
Q20 再创作时积极思考	前测	3.21	1.309	-2.367	0.000	0.990
	后测	4.54	0.642			
Q21 乐意其他小组成员来参观我组作品时提出修改意见	前测	3.52	1.202.	-1.564	0.012	0.968
	后测	4.43	0.567			
Q22 从其他组的作品创作上得到启发	前测	3.55	1.420	-2.746	0.004	0.893
	后测	4.63	0.548			

从表 4-16 可以看出在教学内容和教学方法上的显著性 P 值均小于 0.05，效应量 Cohen’s d 值均大于 0.6，表示实验班学生在 Arduino 机器人课程学习前后，对本研究安排的教学内容、使用的教学方法的满意度存在明显差异，且差异较大。由于前测与后测的教学环境一致，所以仅有在教学环境的维度上 P 值大于 0.05，效应量 Cohen’s d 值小于 0.2，表明两个时期的并没有显著性差异，且差异较小。而且对教学环境的两次调查的平均值均在 4 分以上，证明学生们都特别喜欢在创客工作室学习和创作，对创客工作室的设施和装修都十分满意。在学习内容和学习方法两个维度中，实验班学生在 Arduino 机器人课程学习完后的提升幅度很大，表明了学生越来越喜欢面向设计思维培养的 Arduino 机器人教学活动，对该教学活动激起了更为强烈的兴趣和热情。而且学生在本次教学活动结束时产生了一定的创作自信心与成就感，均表示运用 Arduino 机器人这一智能化工具完成项目设计，对自我的设计思维水平的提升有很大意义。

4.3.2.2 访谈结果分析

在课程结束后通过与每组学生进行简单的访谈，了解学生在上课过程中的真实感受，以明晰初中机器人设计思维培养教学活动框架对学生设计思维发展的影响，访谈提纲包括对教学活动的体验情况、自身能力发展情况等。

1．共情环节增强了学生兴趣

学生在访谈中肯定了每个阶段的项目主题中所选择的共情方式，表示设身处地站在他人角度考虑和确定需求是一种全新的体验，并且认为此方式能够让自身感同身受，真正地理解用户，了解用户本身的需求，利用设计者的思维方式，明晰设计的本质，让设计机器人原型的目的更加清晰明确，同时也有助于自身同理心的发展。 例如，有学生说:“之前在设计作品时，只是为了完成老师布置的任务，而且自己也总是喜欢模仿书中的案例，不知道该从哪去设计作品。现在的我知道了设计作品时还要考虑实际用户的需求，也知道了设计作品的过程，感觉很有意思和意义。”

2．学生问题分析能力有所提升

在每个项目探究过程中，学生能够在真实情境中根据用户实际需求自主设计问题解决方案、创建原型，并且能够进行多轮迭代修改。在此过程中培养了学生自主学习意识和协作探究能力，并且在设计、制定方案的过程中学生能够积极主动地收集所需信息，进行组内沟通探讨和思维碰撞，使得对所要解决的问题分析得更具条理。例如，有学生说:“在小组讨论的时候，用思维导图的方式记录每个人的观点非常方便；在制作原型前画好草图，使我们对要做的作品更加清楚，而且在记录表中的每一次修改都有记录，看到作品的不断改进，自己对这个问题的解决也很有信心。”

3．学生思维发散能力提升

学生的思维发散能力随着项目的递增而逐渐提升，主要体现在数量更多，所用的方式方法更加别致新奇。部分学生表示在制作方案时可以利用互联网查找所需材料，完成方案的制定，并在此基础上不断优化完善问题解决的方案。例如，有学生说:“在设计方案时，我们小组能在网上查找所需资料，而且老师也提供了一些资源网站，里面有许多的案例可以参考，这些资料能够帮助我们组快速完成设计方案的制作。”

4．学生协作交流能力提升

学生比较喜欢小组合作学习的方式，认为在学习过程中通过相互交流和探讨，能够进行范围更广的思维发散，在探讨和思维碰撞之中逐渐形成更加合理化、可操作性强的问题解决方案。同时，学生在此过程中体会到了合理分配任务、积极协作的重要性，当完成作品后，每个学生都产生了很强的成就感和满足感，问题解决的方法也更加新奇、多样和全面。例如，有学生说:“之前的课堂中的小组学习是自己做自己的任务，然后小组长最后总结一下就代表我们组的结果了，而现在我们组内每一个成员都能发表自己的观点，共同讨论，完善我们的观点，我觉得这样才算是有意义的合作”。此外，有学生建议延长小组讨论环节的时长，使得方案设计得更加完善，提升教学效果。

5．加深了学生对评价意义的理解

在每个项目的汇报展示和评价交流环节，提升学生学习效能感的方式是选取物质奖励。在汇报组展示的过程中，其他组不仅可以欣赏优秀作品，而且也会在互评中意识到本组作品的不足和改进之处，此时全班同学组成了学习共同体，相互学习、相互借鉴、共同进步，教师作为学习共同体的一员，适时给予一定的肯定和鼓励，增长了学生学习自信心。例如，有学生说:“组与组之间互评的方式很有意义，不仅让我们欣赏到其他同学的作品，而且大家还能相互借鉴彼此作品的优点，可以用在之后的作品创作中。”

综上可得，该教学活动框架的五个环节整体上是流畅贯通的，对学生共情能力、问题解决能力的提高以及设计思维的培养具有一定程度上的积极影响，而且在每个环节所使用的教学策略能够有效增强学生的学习体验。

4.3.3 初中生设计思维发展水平分析

本研究运用 SPSS 26.0 对评价量表数据进行进一步处理，并通过计算前后测各级指标的得分情况，以此来检验初中生通过面向设计思维培养的机器人教学活动前后自身设计思维是否产生了积极变化，从而得出结论。

设计思维评价量表的分值是依据李克特五点量表的方式进行设计，对每个题项分别赋分为 5、4、3、2、1。其中每个二级指标的分值是根据该指标所对应的问卷得分情况计算转换而来。计算公式（4-1）为：

$$s_{2i} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}}{n} \quad j = 1,2,3,4 \ldots n, \quad i = 1,2,3,4 \ldots n \qquad \text{公式 4-1}$$

S_{2i} 表示二级指标中第i项指标的平均分值，X_{ij}表示第i项指标对应第j份问卷的得分。

本研究的一级指标的得分是通过对应的二级指标的合成换算而来，主要是换算方式是相应二级指标的相加来合成对应的一级指标，计算公式（4-2）为：

$$s_{2k} = \sum_{i=1}^{n} s_{2i} w_{2k} \qquad \text{公式 4-2}$$

S_{2k}表示二级评价指标的第k项指标换算的分值，S_{2i} 表示二级评价指标的第i项指标对应的平均分值，W_{2k}表示二级评价指标的第k项指标对应的二级评价指标的权重，依据此公式原理能够换算出一级评价指标的S_k值。

4.3.3.1 实验班学生设计思维发展水平整体分析

根据上述计算方法，对前后测量表数据进一步计算，得出实验班学生设计思维发展的各一级评价指标的得分，具体如图 4-7 所示。

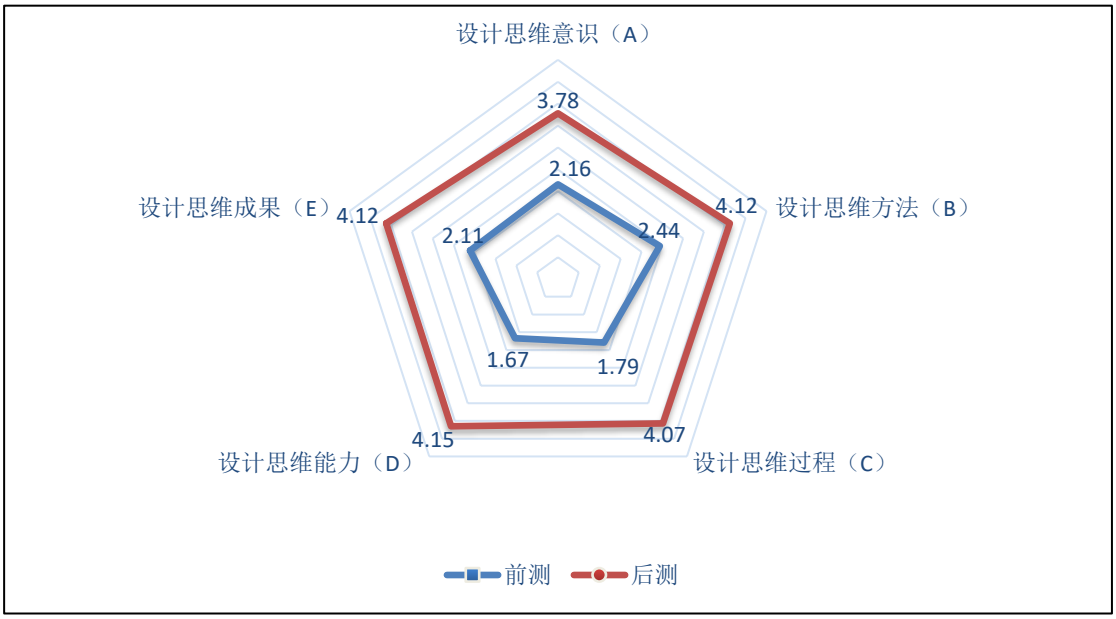


图 4-7 设计思维发展水平整体分析

通过图 4-7 可以看出，前测的设计思维意识（A）的得分为 2.16，设计思维方法（B）的得分为 2.44，设计思维过程（C）的得分为 1.79，设计思维能力（D）的得分为 1.67，设计思维成果（E）的得分为 2.11，依据前期评价指标体系中各一级指标的权重可计算出实验班学生设计思维的前测整体得分=2.16×0.167+2.44×0.074+1.79×0.096+1.67×0.405+2.11×0.256=1.93。同理，得到后测的实验班学生设计思维发展水平的整体得分为 4.06，比前测得分约高出了两倍，由此可以得出初中机器人设计思维培养教学活动框架对初中生设计思维的培养有着显著增进作用。

由一级指标得分图可知，后测与前测的实验班学生设计思维发展的 5 个一级指标差值得分由高到低依次为：D 设计思维能力（2.48）、C 设计思维过程（2.28）、E 设计思维成果（1.91）、B 设计思维方法（1.68）、A 设计思维意识（1.62）。其中，A 设计思维意识指标后测与前测得分相差 1.62，B 设计思维方法指标后测与前测得分相差 1.68，C 设计思维过程指标前测与后测得分相差 2.28，D 设计思维能力指标后测与前测得分相差 2.48，E 设计思维成果指标后测与前测得分相差 1.91，其中设计思维成果、设计思维方法和设计思维意识三项指标后测得分与前测得分相差相对较少，而设计思维能力、设计思维过程两项指标后测得分与前测得分相差较多。由此可见，初中生设计思维意识的树立、设计思维方法的掌握以及设计思维成果并不是一朝一夕就能有所提升，仍有很大的进步空间。

4.3.3.2 设计思维发展的不同维度分析

为了更加了解初中生设计思维发展情况，本研究进一步计算出初中生前测设计思维发展的二级指标得分与后测的得分情况，具体如图 4-8 所示。

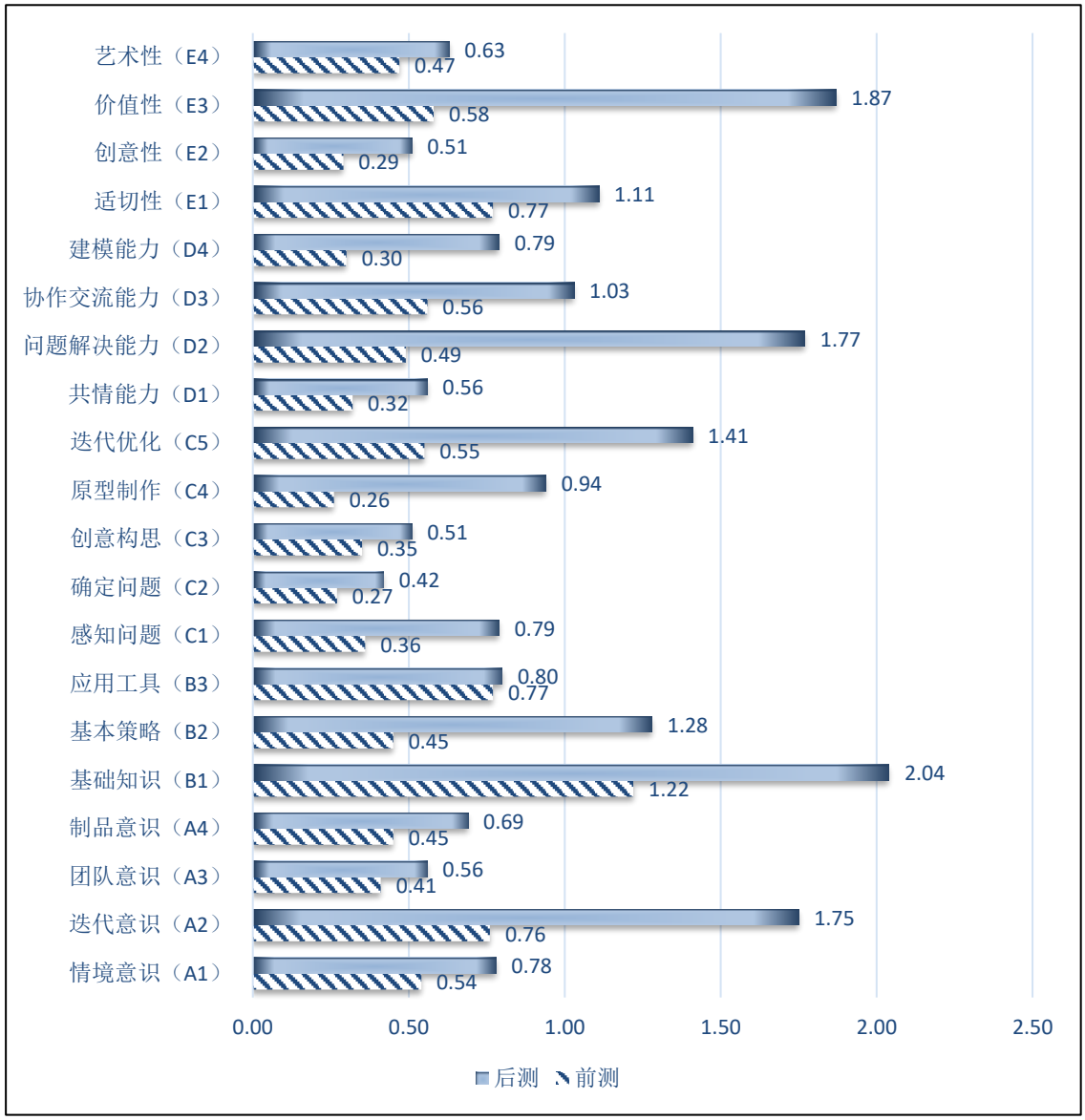


图 4-8 被研究对象设计思维发展的二级指标前测与后测得分对比图

1．仍需增强初中生设计思维意识（A）的培养

设计思维意识包括 A1 情境意识、A2 迭代意识、A3 团队意识和 A4 制品意识四个方面，根据前后测的得分情况可以看出学生的四种意识均有所提升。其中 A2 迭代意识的后测得分为 1.75，与前测得分相差 0.99，并且差值均高于其他三个意识。这说明经过该教学活动框架的教学实验后，学习者在面临真实问题情境时具有设计并不断检验解决方案的意识。但学生团队意识提升幅度并不大，根据课堂实际观察可知，在合作探究的过程中，每个学生都能根据自己的优势完成适合自己的任务。但在不断完善作品的过程中，学生之间的配合度不高，将作品搭建和代码编写分离，各管各的，导致合作效果不佳。因此，仍需加强中学生设计思维意识的培养。

2．初中生对设计思维方法（B）的掌握仍有较大进步空间

设计思维方法包括 B1 基础知识、B2 基本策略和 B3 应用工具三个方面，根据前后

测的得分情况可以看出学生在这三个方面均有所提升。其中 B1 基础知识和 B2 基本策略有较为显著的提升，前测得分与后测得分分别相差 0.82 和 0.83，但 B3 应用工具的提升幅度并不大。由此可见，学生能够掌握基本的设计思维流程，选择合适的设计方法来完成项目方案的设计。但学生在应用常见设计思维方法时，学生的分析思路较为狭窄和单一，组与组之间容易出现相互模仿的现象。因此，初中生对设计思维方法掌握仍有较大进步空间。

3．初中生在设计思维过程（C）中的各方面有着很大的提高

设计思维过程包括 C1 感知问题、C2 确定问题、C3 创意构思、C4 原型制作和 C5 迭代优化五个方面，根据前后测的得分情况可以看出学生在这五个方面均有所提升，其中学生在 C4 原型制作和 C5 迭代优化有了显著提升。学生可以根据问题定义选择新奇的设计主题，并采用合适的设计思维工具与方式表达自己的设计想法，并通过不断调整使设计方案具备较强的可行性。由此可见，初中生在设计思维过程中各方面有着很大的提高。

4．初中生设计思维能力（D）的培养有着良好的效果

设计思维能力包括 D1 共情能力、D2 问题解决能力、D3 协作交流能力、D4 建模能力四个方面，根据前后测的得分情况可以看出学生在这四个方面均有所提升。学生的问题解决能力与协作交流能力有了显著提升，这显示出学习者能够针对用户需求并通过小组协作的方式，找到潜在问题、正确理解非良构问题、定义问题的本质、剖析问题并发现矛盾所在、进而形成多种解题对策。可见，初中生设计思维能力的培养有着良好的效果。

5．初中生在设计思维成果（E）的创作能力有所提升

设计思维成果包括 E1 适切性、E2 创意性、E3 价值性、E4 艺术性四个方面，根据前后测的得分情况可以看出学生在这四个方面均有所提升。其中学生设计思维成果的价值性有着显著提升，说明学生在作品制作过程中切合项目主题和具体现实情境，能够在现实情境中普遍使用，具有一定的参考价值。因此，初中生在设计思维成果的创作能力有所提升。

综合以上对设计思维发展的整体水平和不同维度的分析可知，本研究设计的初中机器人设计思维培养教学活动框架对初中学生设计思维的发展有着显著增进作用。学生的多元设计和创新能力得到明显提高，形成以关联跨学科、多元思维方式进行设计任务、设计多种功能以满足多样化的个性需求。能够使用设计思维方式处理真实世界的复杂问题，使用合适的设计思维工具与方式表达自己的想法，灵活地使用 Arduino 机器人套件完成作品的创作。

本章在教学实验前期分析了研究对象的基本情况，明确了实验目的、实验环境及实验流程。实验中期则是对实验班进行基于该教学活动框架的课堂教学，对照班进行任务

驱动法的常规教学活动。最后对实验过程中收集的量化和质性资料进行整理分析。首先对探究阶段和创造阶段的项目完成情况进行分析，得出实验班在两个阶段的表现优于对照班。接着对《Arduino 机器人课程学习效果问卷》和相关访谈内容进行分析，结果表明相较于对照班，实验班学生学习态度较为积极、课程知识学习情况较好，而且对学习内容、学习方法较为满意；通过访谈可得学生也对本研究设计的教学活动框架和教学实践给出了肯定。最后对初中机器人课程设计思维发展水平的分析，分别对比了前后测一级、二级指标的得分，结果表明实验班在一、二级指标上均有所提升，尤其是设计思维过程和设计思维能力两个方面。

第 5 章 研究结论与建议

5.1 研究结论

本研究通过对设计思维、教学活动、机器人教育进行文献检索与剖析，进一步明晰了国内外学者对设计思维基本含义与特点的理解；了解机器人教育的发展过程，梳理分析了初中机器人课程教学与设计思维培养二者之间的关联；提出了初中机器人课程设计思维培养教学活动原则；将设计型学习理念引入初中机器人课程教学中，从设计思维培养的视角出发，基于对典型设计思维培养模型、特征及设计思维过程进行分析，设计了适用于初中机器人课程设计思维培养框架，以此构建出初中机器人课程设计思维培养的教学活动框架，并通过教学实验论证该框架的有效性与科学性，利用相关教学效果调查问卷和初中生设计思维发展的评价量表，以此评价教学效果以及初中生设计思维水平。本研究的研究结果如下：

5.1.1 构建的初中机器人设计思维培养教学活动框架有助设计思维的培养

本研究构建出了包含灵感探索、问题定义、创意构想、迭代创造和评价交流五个教学活动环节的初中机器人课程设计思维培养的教学活动框架。该框架的每个环节环环相扣、层层递进，均对应着具体的教师活动和学生活动，以此实现初中机器人课程教学目标，达到培养学生设计思维的目的。其中，灵感探索环节中包含 3 种教师活动和与之对应的 6 种学生活动，着重培养学生共情能力、同理心思维、情境思维；问题定义环节包含 2 种教师活动和与之对应的 4 种学生活动，主要关注学生联想思维和聚合思维的培养；创意构想环节包含 2 种教师活动和与之对应的 6 种学生活动，注重培养学生发散思维、形象思维、逻辑思维；迭代创造环节包含 2 种教师活动和与之对应的 4 种学生活动，强调学生设计感、编程思维的培养；评价环节交流包含 2 种教师活动和与之对应的 5 种学生活动，主要培养学生批判性思维。通过具体的教学实践验证了该框架能够优化机器人教学活动，提升教学效果。同时，通过对教学实验过程中一系列学生设计思维发展的测量，量化数据分析出实验班学生在教学活动之后，设计思维整体水平有所提升。因此，该框架可以适用于具体的初中机器人教学活动，具有较好的可实用性，能够促进学生设计思维的提升。

5.1.2 构建了可操作性较强的初中机器人设计思维评价指标体系

本研究运用文献研究法，界定了设计思维的含义和构成，结合赖特设计导向教育创新矩阵与拉佐克设计思维能力模型的设计思维评价理论，并基于相关设计思维评价的文

献，初步筛选出初中机器人设计思维评价指标；经过德尔菲法的两轮修正，确定了初中机器人设计思维评价指标；而后利用层次分析法测算出了各级指标的权重，且均通过了一致性检验，构建出涵盖了 5 个一级指标、20 个二级指标的初中机器人设计思维评价指标体系。最后，基于此评价指标体系设计了初中机器人设计思维评价量表，并对该量表进行了信效度检验，保证该量表的有效性。其中在信度检验中主要使用克隆巴赫系数值作为检验标准，在效度检验中主要使用了探索性因素分析。通过实际检验出该指标体系具有较高的一致性与可靠性，建立的初中机器人设计思维评价指标划分维度比较准确性，可用来评价初中机器人设计思维发展水平，具有较好的实用性。

5.1.3 被调研地区初中生设计思维整体发展水平整体提升了 2.13 分

研究发现运用该教学活动框架进行教学的初中生设计思维的整体水平较前期有所提升，前测整体分数为 1.93 分，而后测整体分数提升为 4.06 分。从各指标深入分析，一级指标中初中生在设计思维能力（D）、设计思维过程（E）的提升幅度较大；二级指标中初中生在迭代意识（A2）、基础知识（B1）、基本策略（B2）、原型制作（C4）、迭代优化（C5）、问题解决能力（D2）、协作交流能力（D3）以及设计思维成果的价值性（D4）均有较为显著的提升。但在设计思维意识（A）、设计思维方法（B）和设计思维成果（E）的培养效果提升幅度不高，尤其是学生合作探究意识（A3）、应用设计思维工具（B3）和设计思维成果的创意性（E2）的提升幅度较低。深入分析研究结果可以发现，在整个设计思维培养的教学活动中，教师对新知讲解时长的掌控缺乏弹性，留给学生小组讨论和动手操作的时长有限，导致每个小组在后续教学环节的时间较为紧张。同时，在学生协作进行项目探究时，虽然每个小组的分工都比较明确，但有部分小组割裂了作品搭建和程序编写的联系，使得在迭代测试环节中小组合作逐渐变成了某个成员的独角戏，不易提升作品原型的创新性。

5.2 初中机器人课程设计思维培养教学活动设计建议

根据以上对初中机器人课程设计思维培养的教学过程、教学效果以及设计思维水平发展的分析，提出三点有关初中机器人课程设计思维培养教学活动的设计建议。

5.2.1 创设自主合作空间，增强学生合作探究意识的培养

培养设计思维的保证就是为学生创设自主学习和合作学习的空间。在设计教学活动的过程中，教师应积极为学生的自主学习和协作学习创造条件，竭尽全力提供反映设计主题的信息资源，让学生能够自主进行意义建构，并注意对设计过程进行适当引导，使

之朝着有助于合作探究的方向发展。

5.2.2 应用可视化教学方法开展教学活动，辅助学生完成作品创作

设计思维培养过程依赖教师结合多种类型教学方法，才能引导学生完成作品的创作。为便于学生更易理解自身的想法，使其更具说服力，教师需使用各种可视化的表达方式，以此呈现学生想法，也有助于记录学生转瞬即逝的想法，让其自身也看到完成作品时所未曾预料的困难、误导和机会。例如学生可以在头脑风暴时通过思维导图将思路可视化，或把想法绘制在便利贴上张贴在桌子上，以方便与同伴讨论最佳方案。

5.2.3 注重设计思维发展过程性评价，提升学生学习体验

在对学生进行评价时，要充分考虑到学生思考和看待问题的方式、小组合作排除故障解决问题过程、投入到动手设计创作时的创造性表现等方面。总的来讲就是需要教师关注学生的过程性表现情况，而非只强调结果性评价。教师可以使用电子档案袋的方法，将每组学生创作过程的照片、作品演示视频等数字资料记录在一起，帮助教师和学生深入了解作品完成情况和学习状况。当然，师生在评价之前需明确评价标准、指标等具体要求。此外，为了更好地提升学生的学习体验，体现出学生作品的实际应用价值，可以在条件允许的情况下进行生产制造，投入到实际的使用之中，以此彰显出学生作品的使用价值。

5.3 研究不足与展望

5.3.1 研究不足

本研究的主要不足之处有以下两点：第一，在教学实验方面，由于初中机器人课程的实践和应用性较强，设置为小班教学组织方式，造成实验样本数相对较少，会对相关数据分析产生局限性，在一定程度上会影响初中生设计思维发展的测评。第二，在过程性评价方面，主要是通过学生所填写的项目活动记录表来进行评价，评价方式相对简单。而且在实验初期，有的小组无法高效的完成记录表的填写，导致浪费了很多创作和完善作品的时间，这对后续学生作品的评价产生一定的影响。

5.3.2 研究展望

针对本研究的不足，今后可在如下三个方向进行深入研究：第一，不断修改完善初中机器人课程设计思维培养教学活动框架。结合在本次教学实验中出现的问题与相关修

改建议，进一步调整与完善教学活动框架设计与教学实践，使教学框架的应用效果更加确切和科学性。第二，扩大样本的数量和规模。鉴于初中机器人课程为综合实践课程，后续在研究过程中将增加教学实验的样本量，对比分析更多地教育实验成果，以检验该教学框架的实用性与有效性。第三，根据设计思维的不断发展，通过评价量表、访谈、问卷等多种途径进行实践研究，完善初中机器人设计思维发展评价指标体系。

参考文献

[1]共产党员网. 中国共产党第十九次全国代表大会在京闭幕——习近平发表重要讲话[EB/OL]. https://www.12371.cn/2017/10/24/ARTI1508817293580319.shtml,2017-10-24.

[2]映雪,梅林.设之“计”思之“维”——应该重视和加强设计思维学的研究[J].美术观察,2006(07):97-100.

[3]李欢.新课程背景下初中语文课堂教学活动的设计与实施研究[D].陕西:陕西师范大学,2015.

[4]郭成.课堂教学活动设计[M].北京:人民教育出版社, 2006:13-15.

[5]王益,张剑平.美国机器人教育的特点及其启示[J].现代教育技术,2007(11):110-114.

[6]彭绍东.论机器人教育（下）[J].电化教育研究,2002(7):16-19.

[7]杨彬.智能机器人课程是素质教育的新载体[J].中国职业技术教育,2007(22):45-46.

[8]李鸣华.机器人教育的教学设计[J].中国电化教育,2007(8):98-101.

[9]葛艳红.基于物联网的教育机器人关键技术研究[D].武汉：武汉理工大学,2013.

[10]张国民.基于学生认知发展的中小学教育机器人功能设计分析[J].中国现代教育装备,2010(2):49-51.

[11]郝宏洁.运用“脚手架”促进学生设计思维发展的实证研究[D].南京师范大学,2020.

[12]李彤彤.基于设计思维的创客教育教学模式设计与应用研究[D].上海:华东师范大学,2019.

[13]康何艳.浅析广告学专业学生的设计思维能力培养——以四川外语学院《设计基础》课教学为例[J].新闻知识,2011(12):53-55.

[14]刘倩楠.大学生设计思维能力培养的教学研究[D].上海:华东师范大学,2015.

[15]陈娟,钟志贤.论设计思维视野下的教学设计[J].江西广播电视大学学报,2011(2):54-58.

[16]闫寒冰,郑东芳,李笑樱.设计思维:创客教育不可或缺的使能方法论[J].电化教育研究,2017(6):34-40.

[17]林琳,沈书生.设计思维的概念内涵与培养策略[J].现代远程教育研究,2018(05):27-38.

[18]陈鹏,黄荣怀.设计思维:从创客运动到创新能力培养[J].中国电化教育,2017(09):6-12.

[19]李晓芳. 促进小学生设计思维发展的 STEM 教学模式构建及应用研究[D].武汉:华中师范大学,2021.

[20]林琳,沈书生.设计思维与学科融合的作用路径研究——基础教育中核心素养的培养方法[J].电化教育究,2018,39(05): 12-18.

[21]刘佳宜. 融合设计思维的初中 micro:bit 创客学习活动的设计与实施[D].上海:上海师范大学,2020.

[22]杨文杰. 基于设计思维的初中 Arduino 创客教学活动设计研究[D].河北:河北大学,2020.

[23]张亚林. 机器人教育对小学生设计思维能力培养研究[D].甘肃:西北师范大学,2019.

[24]郑丹凌. 企业管理者设计思维、双元学习与双元创新的关系研究[D].广州:暨南大学,2018.

[25]潘金晶. 基于设计思维的小学生人工智能课程设计与实施研究[D].浙江:浙江大学,2020.

[26]林琳. 基于设计思维的初中生信息技术课作品创作研究[D].南京:南京师范大学,2017.

[27]彭倩. 基于设计思维的小学创客课程教学活动设计研究[D].四川:四川师范大学,2020.

[28]张亚新. 中小学校长信息化领导力评价指标体系构建研究[D].新疆:石河子大学,2021.

[29]张霞. 校本教材《基于 Arduino 的智能机器人设计》的开发和实践研究[D].重庆:西南大学,2021.

[30]林琳. 基于设计思维的初中生信息技术课作品创作研究[D].南京:南京师范大学,2017.

[31]李云,傅晓云. 回归实践：设计思维的后现代转向[J].装饰,2021(03):33-37.

[32]于克东. 设计思维视角下小学 Scratch 学习活动设计研究[D].山东:山东师范大学,2020.

[33]王露露. 基于设计思维的小学创客教育教学活动设计研究[D].江苏:江南大学,2019.

[34]赵平. 基于学科主题的初中机器人教学活动设计[D].甘肃:西北师范大学,2019.

[35]王志军,严亚玲.教育领域设计思维评价：模型、工具与方法[J].开放教育研究,2021,27(05):34-43.

[36]盛群力.教学设计[M].北京:高等教育出版社,2006:16-18.

[37]林琳,沈书生.设计思维与学科融合的作用路径研究——基础教育中核心素养的培养方法[J].电化教育研究,2018,39(05):12-18.

[38]杨绪辉.设计思维培养:基础教育思维教学困境的出路[J].中国电化教育,2019(07):54-59.

[39]张沿沿,冯友梅,顾建军等.从知识结构与思维结构看思维评价——基于皮亚杰发生认识论知识观的演绎[J].电化教育研究,2020,41(06):33-38.

[40]卢雅. 设计思维导向的高中开源硬件教学模式构建与应用研究[D].云南:云南师范大学,2021.

[41]Fabri, M. Thinking with a New Purpose: Lessons Learned from Teaching Design Thinking Skills to Creative Technology Students[C]. International Conference of Design, User Experience, and Usability: Design Discourse (DUXU 2015). Cham: Springer International Publishing: 32-43, 2015.

[42]COWAN, J. Integrating design thinking practices into the public sector [D]. Minneapolis, Minnesota, United States: Hubert H Humphrey School of Public Affairs, 2012.

[43]Plattner, H., Meinel, C. & Leifer, L. Design Thinking: Understand-Improve-Apply[M].

Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2011: 12-13.

[44]LUGMAYR A, STOCKLEBEN B, ZOU Y, et al. Applying “design thinking”in the context of media management education[J]. Multimedia Tools and Applications, 2014, 71(1):119-157.

[45]BUCHANAN R . Wicked problems in design thinking[J]. Design issues,1992,8(2):5-21.

[46]Wu, W.V. Wang, R. Chen, N. Instructional design using an in-house built teaching assistant robot to enhance elementary school english-as-a-foreign-language learning[J]. Interactive Learning Environments, 2015, 23(6): 696-714.

[47]Alimisis, D. Zoulias, E. Aligning technology with learning theories: A simulator-based raining curriculum in surgical robotics [J]. Interactive Technology & Smart Education, 2013, 10(3):211-229.

[48]Hung, I. C. Chao, K.J. Lee, L. et al. Designing a robot teaching assistant for enhancing and sustaining learning motivation [J]. Interactive Learning Environments, 2012, 21(2): 156-171.

[49]菅野重樹.ロボット教育・研究の現状と課題[J].日本ロボット学会誌,1996,(14):322-325.

[50]Simon, H.A. The Sciences of the Artificial (3rd Edition) [M]. Cambridge, 1965, 61-62, 81-101, 111.

[51]KIMBELL L. Rethinking Design Thinking: Part I[J]. Design & Culture, 2011, 3(3): 285-306.

[52]BUCHANANR. Wicked Problems in Design Thinking[J]. Design Issues, 1992, 8(2):5.

[53]Dunne D. Martin R. Design Thinking and How It Will Change Management Education: An Interview and Discussion[J]. Academy of Management Learning& Education, 2006 (4): 512-523.

[54]CHURCHMAN C W. Wicked problems[J]. Management science.1967, 141-142.

[55]PARMAR A J. Bridging gaps in engineering education_design thinking a critical factor for project based learning[J]. IEEE Computer Society, 2015(06): 1-8.

[56]FABRI M. Thinking with a New Purpose: Lessons Learned from Teaching Design Thinking Skills to Creative Technology Students[J]. Design, User Experience, and Usability: Design Discourse. Cham: Springer International Publishing, 2015, (9186):32-43.

[57]PLATTNER H. MEINEL C. LEIFER L. Design thinking: understand-improve-apply[M]. J.Berlin: Springer Publishing Company, Incorporated, 2010.

[58]Destination. Imagination and the Fires Within: Design Thinking in a Middle School Classroom[J]. International Journal of Art & Design Education, 2010, 29(1):37-53.

[59]NAGHSHBANDI S. CRICHTON S. Maker day: use of design thinking as a disruptive element to value problem finding prior to making prototypes [EB/OL]. https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show.

[60]BOWLER L. Creativity through "Maker" experiences and design thinking in the education of librarians [J]. Knowledge quest, 2014(42):58-61.

[61]Aflatoony L, Wakkary R , Neustaedter C . Becoming a Design Thinker: Assessing the Learning Process of Students in a Secondary Level Design Thinking Course[J]. International Journal of Art & Design Education2017.

[62]Koh J H L ,Chai C s , Wong B , et al. Developing and Evaluating Design Thinking[M]// Design Thinking for Education. Springer Singapore，2015.

[63]BUCHANAN R. Wicked problems in design thinking[J]. Design issues, 1992, 8(2):5-21.

[64]English, L. D. & King, D. T. STEM Learningthrough Engineering Design: Fourth-grade Students'Investigationsin Aerospace[J]. International Journal of STEM Education, 2015(2): 14-31.

[65]Fabri, M. (2015). Thinking with a New Purpose: Lessons Learned from Teaching Design Thinking Skills to Creative Technology Students[C]. International Conference of Design, User Experience, and Usability: Design Discourse(DUXU 2015).Cham: Springer International Publishing: 32-43.

[66]Wright, N.& Wrigley, C. Broadening design-lededucation horizons: Conceptual insights and future research directions. International Journal of 'Technology and Design Education, 2019(1):1-23.

[67]Razzouk, R. & Shute, V. (2012) What is design thinkingand why is it importan? Review of Educational Research,82(3):330-348.

[68]Gozen, G. Influence of design thinking performance on children's creative problem-solving skills: An estimation through regression analysis［J］. British Journal of Education，Society ＆ Behavioural Science, 12:1-13.

附录 A：机器人课程学习情况调查问卷

亲爱的同学：

本问卷采用匿名的形式来对同学们的基本情况做一个简单的调查，目的是为了更加充分、全面地了解学生的现有知识水平及学习期望，以便能让同学们在 Arduino 机器人活动中有一个更加愉快的上课体验。**请你能如实填写，在符合情况的答案上*打钩*（“√”），非常感谢同学们的配合。**再次感谢你的填写!!!

石河子大学师范学院教育技术系

1．基本信息

(1)你的性别: A.男 B.女

(2)你所在的年级：A.初一 B.初二

2．学习态度

(3)你喜欢机器人吗？

A.非常喜欢 B.比较喜欢 C.喜欢 D 不太喜欢 E.非常不喜欢

(4）你愿意创造有新意的机器人吗？

A.非常愿意 B.比较愿意 C.愿意 D 不太愿意 E.非常不愿意

(5)你喜欢编程吗？

A.非常喜欢 B.比较喜欢 C.喜欢 D 不太喜欢 E.非常不喜欢

(6）你对搭建和编程有信心吗？

A.非常有信心 B.比较有信心 C. 有信心 D 不太有信心 E.非常没有信心

3．基础认知

(7)你对 Arduino 机器人套装有了解吗?

A.从未听过 B.听过,但不了解 C.了解一点 D.比较了解 E.非常了解

(8）你愿意利用 Arduino 机器人套装完成作品设计与搭建?

A.非常愿意 B.比较愿意 C.愿意 D 不太愿意 E.非常不愿意

(9)除了 Arduino 机器人软件中的图形化编程外，你有学习过其他图形化编程吗?

A.没有学过 B.有学过（例如）_____

4．学习兴趣

(10)你喜欢动手设计作品吗？

A.非常喜欢 B.比较喜欢 C.喜欢 D 不太喜欢 E.非常不喜欢

(11) 你对下面哪一类话题比较感兴趣?

A.科技类作品 B.民族文化类作品 C.日常生活类作品 D.其他（例如）_____

(12）你期待通过机器人活动收获什么?_____

附录 B：设计思维测试题

设计思维测试题由《由瑞文测试题》和《托兰斯创造性思维测验》的部分测试题目共同组成，具体如下所示。

1.瑞文推理测试题（部分）

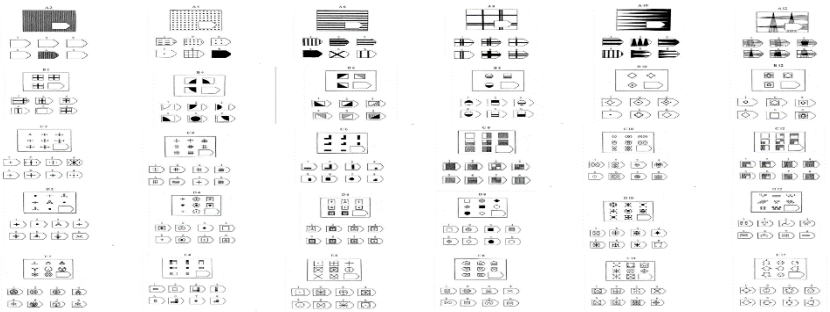
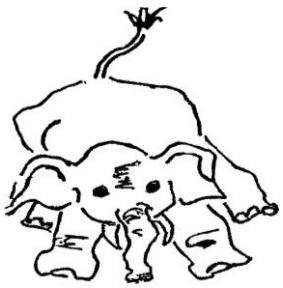


图 B-1 瑞文推理测试题

2.言语测验



这一页中有一幅简图，是一个玩具象，你能在许多商店中买到它。在下一页的空格中，请列出你能想象到的最巧妙、最有趣和不寻常的方法来改进这个玩具象，使儿童更加喜欢玩，请不要考虑价格会发生什么变化，只要求你思考：怎样才能使玩具变得令人更喜欢玩。想法越多越好，越新奇越好，试想出其他人想不到的改进方法。

图 B-2 言语测验

3、图画测验

（1）根据少量不规则线条画物体的草图，将图画添加完整，形成一个物品并给你的图画起名。



图 B-4 图画测验题 1

（2）按照自己的想象把下面不完整的线条图案添加完整，并为你的图画起名字。

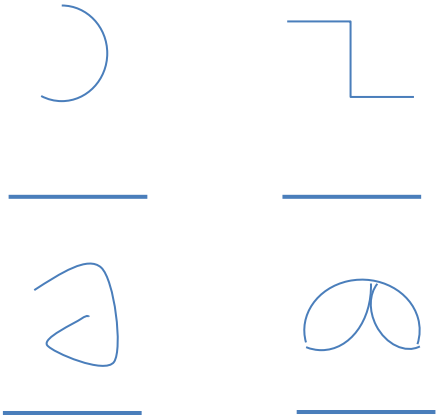


图 B-5 图画测验题 2

（3）给以下圆圈图案添加细节，让这些圆成为你的图画的一部分。尽可能多的画出不同的图案。

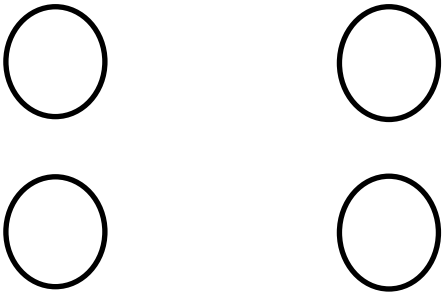


图 B-6 图画测验题 3

附录 C：项目活动记录表和评分表

表 C-1 项目活动记录表和评分表

<table>
<tr><td>活动时间</td><td></td><td>小组成员</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>活动名称</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>环节</td><td colspan="4">内容</td><td>组间评价量规</td><td>得分</td></tr>
<tr><td rowspan="4">成员角色分工</td><td>基本搭建</td><td colspan="4"></td><td rowspan="15">明确 3 分；
一般 1-2 分
不明确 0 分</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>程序编写</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>设计过程记录</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>作品展示</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">问题描述</td><td>问题背景&来源</td><td colspan="4"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">假设前提</td><td colspan="2">用户画像</td><td>使用环境</td><td>5W1H</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">活动开展过程</td><td>原型制作</td><td>搭建</td><td colspan="3">1.主要元件清单

2.元件器所连接的端口</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>程序编写</td><td colspan="4">流程图：</td></tr>
<tr><td rowspan="6">优化改进</td><td rowspan="2">方案一</td><td colspan="2">优点：
缺点：</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">改进建议：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">方案二</td><td colspan="2">优点：
缺点：</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">改进建议：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">方案三</td><td colspan="2">优点：
缺点：</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">改进建议：</td></tr>
<tr><td rowspan="3">项目展示</td><td>组内评价</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>组间评价</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>教师评价</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="7">小组得分（ ）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">活动总结</td><td>总结经验</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>成功秘诀</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>创新想法</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

附录 D：Arduino 机器人课程学习效果调查问卷

亲爱的同学：

你好!

通过一段时间的学习后，为了解你在 Arduino 机器人活动中的学习效果，检验本次初中机器人设计思维培养教学活动框架的有效性，答案无对错之分，在符合情况的答案上**打钩（“√”）**即可，请你根据自己真实感受填写问卷。所填问卷仅供学术研究所用，不需要署名，我们将对你所提供的任何信息予以严格保密，请你认真填写，再次感谢你的配合！

石河子大学师范学院教育技术系

表 D-1 机器人课程学习效果调查问卷

问题	非常符合	符合	一般	不符合	完全不符合
学习态度					
1 我喜欢 Arduino 风暴机器人课程的教学方式。					
2.通过这学期的学习，使我对机器人更感兴趣了。					
3.通过一个个创意作品的制作，我更容易理解机器人的知识。					
4.本学期课程结束后，如果有机会，我愿意继续深入学习 Arduino 机器人。					
课程学习情况					
5.我知道各积木的名称与作用，并掌握了传感器、电机的作用。					
6.我能搭建出完整的作品，且搭建牢固。					
7.我熟练掌握了编程软件 ZMROBO2.0 的使用方法。					
8.通过学习，我能编写简单的程序并能将程序下载到控制器成功运行。					
9.我会将之前学习的知识融入到之后的项目学习中.					
10.我熟悉了项目学习的流程，能完成项目设计手册的填写。					
教学满意度					
11.在创客工作室里上课，更适合我们组创作。					
12.我组作品创作所需的各种材料类型、数量齐全					
13.我能通过共情阶段的设计思维方法收集客户对作品的要求。					

14.我能利用头脑风暴法来构思创意，画出作品制作的草图。					
15．我喜欢利用各种材料动手把之后把纸上草图办成真实的原型。					
16.与其他组同学分享我们组辛苦创作的作品时，我很有成就感					
17.在老师指导提点下完成作品创作，激发了我的创作兴趣					
18.我比较喜欢和小组成员一起动手创作作品的过程					
19.我们组的最终作品呈现是经历了多次的更换材料和测试优化得来的					
20.我再创作时积极思考，提出自己的新点子					
21.我乐意其他小组成员来参观我组作品时提出修改意见					
22.我从其他组的作品创作上也得到了很多启发，希望老师能给机会让我们继续完善我们组的作品。					

附录 E：学生访谈提纲

1.通过学习 Arduino 机器人课程，你是否收获到了所期望的？

2.你觉得这学期机器人课程与你之前所接触的相比有区别吗？请简要说明一下。

3.你最喜欢教学活动中哪个环节？请说明原因。

4.你觉得这样的学习方式你的思维和能力的提升有帮助吗？

5.你觉得在教学活动过程中还存在哪些问题可以改进？

附录 F：初中机器人设计思维评价量表

根据初中机器人设计思维培养评价指标体系，本研究根据学生实际情况，参考卢雅的评价量表、5C 能力量表及 CAT 评价内容等已有相关量表和问卷，制定了如下设计思维评价量表。

表 E-1 初中机器人设计思维测量量表

第一部分：设计思维意识（A）						
序号	题目	非常符合	较为符合	符合	较为不符合	非常不符合
1	在机器人课堂上，我认为我具有在真实问题情境中设计解决方案的意识					
2	我认为在现实生活情境中才能够真正检验设计方案					
3	在机器人项目设计过程中，我认为我具有在设计循环中不断回溯问题的意识					
4	我能够在程序编程的过程中不断调试代码，达到方案中预想的功能					
5	在机器人课堂中，我乐于与他人合作完成任务					
6	在小组合作时，我能够虚心接受他人提出的意见，相互讨论					
7	在机器人作品制作中，我认为我具有将知识与技能“实体化”的意识					
8	在机器人作品制作中，我主动承担作品搭建的任务					
第二部分：设计思维方法（B）						
序号	题目	非常符合	较为符合	符合	较为不符合	非常不符合
1	我认为我在机器人课程学习后，了解了设计思维的基本流程					
2	我知道项目解决方案设计的基本要素					
3	我可以根据项目设计方案选择对应的工具					
4	我能够根据问题的本质和本组成员的想法选择适合的设计方法					
5	我能掌握常见设计思维工具包的使用方法，如头脑风暴法、戈登法、5W1H 法等					
6	我能够在机器人课程中应用恰当的思维工具开展分析					

第三部分：设计思维过程（C）						
序号	题目	非常符合	较为符合	符合	较为不符合	非常不符合
1	我喜欢观察日常生活，善于思考问题，能根据用户需求发现潜在问题					
2	我能够很快深入到教师创造的情境中去，根据自身认知去发现问题					
3	我能够仔细分析相关用户的特征					
4	我能够深入探索问题产生的原因					
5	我认为我的想象力丰富，有很强的联想能力					
6	我擅于借助思维导图、图形符号将抽象的知识或想法表达出来					
7	我能够使用正确的设计术语完善项目设计方案					
8	我能够根据设计方案，将头脑中的想法变为“原型”，用一件作品或一个模型呈现出来					
9	我能够在原型制作后，不厌其烦地对搭建原型进行多次修改与完善。					
10	我能够完成程序编程，不断调试和优化实现项目设计的功能					
第四部分：设计思维能力（D）						
序号	题目	非常符合	较为符合	符合	较为不符合	非常不符合
1	在机器人课堂上，我认为我能通过同理心设计获取用户体验					
2	我能够根据用户体验归纳出用户痛点，准确识别出用户需求					
3	在设计过程中遇到问题时，我相信可以通过努力解决所面临的问题					
4	当遇到问题时，我能够梳理错误之处，构建出多种解决策略					
5	我和小组成员能够积极配合，互相信任					
6	我能够针对机器人课程中的所学内容与小组成员有效协调各方的最优解决方案					
7	我能够构想出项目在实施的过程中会遇到的问题					
8	我喜欢按照项目设计的草图动手搭建出作品原型					
9	我能够通过积木搭建的外形进行编程来实现相应的功能					

第五部分：设计思维成果（E）						
序号	题目	非常符合	较为符合	符合	较为不符合	非常不符合
1	我设计的方案能够从用户实际角度出发，符合用户的要求					
2	我制作的设计作品能够有效解决用户的问题					
3	在作品创作中，我能够结合多种材料进行加工美化					
4	我制作的作品功能在解决问题时具有独创性					
5	我制作的作品贴合项目主题情境					
6	我的作品可以在现实生活中进行普遍应用					
7	我的作品色彩搭配都很合理					
8	我的作品外观造型设计符合大众审美					

附录 G：初中机器人设计思维评价指标体系专家咨询函

尊敬的专家：

您好！我是来自新疆石河子大学的一名现代教育技术专业硕士研究生，论文题目为《基于设计思维的初中机器人课程教学活动设计与应用研究》。在前期文献分析的基础上，“初中机器人设计思维评价指标体系”共有两级指标构成，为使此指标体系的科学性、全面性，采用德尔菲法进行修改和完善，然后综合各个专家的修改意见，再次发到各位专家手中，再由各位专家根据其他专家的意见进行综合完善，直至各位专家达成统一的意见。问卷旨在咨询各位专家对初中机器人设计思维评价指标的意见和建议，因此，您的意见与建议对于学生来说非常重要。本问卷仅作为学术研究之用，对于您的所有信息包括意见与建议将严格保密，非常感谢您能够抽出时间填写此问卷，再次非常感谢您的帮助！

石河子大学师范学院教育技术系

以下为填写咨询函说明：请各位专家按照一级、二级的顺序修改指标体系，如果您认为此指标合适，请在相应的修改意见一栏画上“√”，如果您认为此指标不合适，请在相应的修改意见一栏画上“×”，同时还请您在修改意见一栏中写上您的理由；如果您需要增加项目，请在一级指标下面的添加其他指标栏中填写上您要增加的项目。如果一级指标被打“×”则意味着二级指标全部被打“×”。

表 G-1 初中机器人设计思维培养效果评价指标

初中机器人设计思维培养效果评价指标				
一级指标	修改意见	二级指标	具体说明	修改意见
设计思维意识（A）		情境意识（A1）	具有在真实问题情境中设计解决方案的意识（A1-1）	
			在现实生活情境中才能够真正检验设计方案（A1-2）	
		迭代意识（A2）	具有在设计循环中不断回溯问题的意识（A2-1）	
			在程序编程的过程中不断调试达到方案中预想的功能（A2-2）	
		团队意识（A3）	乐于与他人合作完成任务（A3-1）	
			能够虚心接受他人提出的意见（A3-2）	

			发挥自我优势、学习他人长处（A3-3）	
		制品意识（A4）	具有将知识与技能“实体化”的意识（A4-1）	
			能够通过实践操作打磨制品（A4-2）	
			主动承担作品搭建的任务（A4-3）	
设计思维方法（B）		基础知识（B1）	对设计思维基本流程的了解程度（B1-1）	
			在解决问题时依据设计思维流程进行方案设计与作品搭建（B1-2）	
			知道项目解决方案设计的基本要素（B1-3）	
		基本策略（B2）	根据项目设计方案选择对应的工具（B2-1）	
			根据问题的本质和本组成员的想法选择适合的设计方法（B2-2）	
			用恰当的方法完成想法的实现（B2-3）	
		应用工具（B3）	掌握常见设计思维工具包的使用方法，如头脑风暴法、戈登法、5W1H 法等（B3-1）	
			应用恰当的思维工具开展分析（B3-2）	
设计思维过程（C）		感知问题（C1）	能根据用户需求发现潜在问题（C1-1）	
			能够很快深入到教师创造的情境中去，根据自身认知去发现问题（C1-2）	
		确定问题（C2）	能够仔细分析相关用户的特征（C2-1）	
			能够深入探索问题产生的原因（C2-2）	
			能够明确解决问题的本质（C2-3）	
		创意构思（C3）	想象力丰富，有很强的联想能力（C3-1）	
			借助思维导图、图形符号将抽象的知识或想法表达出来（C3-2）	
		原型制作（C4）	能够使用正确的设计术语完善开源硬件项目设计方案（C4-1）	
			用一件作品或一个模型将头脑中的想	

			法变为“原型”（C4-2）	
			能在动手制作的过程中学习并建构新知识，如编程知识或能力等（C4-3）	
		迭代优化（C5）	不厌其烦地对搭建原型进行多次修改与完善（C5-1）	
			能够完成程序编程，不断调试和优化实现项目设计的功能（C5-2）	
设计思维能力（D）		共情能力（D1）	能通过同理心设计获取用户体验（D1-1）	
			能够根据用户体验归纳出用户痛点，准确识别出用户需求（D1-2）	
		问题解决能力（D2）	相信可以通过努力解决所面临的问题（D2-1）	
			能够梳理错误之处，构建出多种解决策略（D2-2）	
			能够开展多次试验对产品设计的可行性做出评估（D2-3）	
			能够根据用户体验改进原型制品（D2-4）	
		协作交流能力（D3）	能够和小组成员积极配合，互相信任（D3-1）	
			能够与小组成员进行充足的沟通和交流（D3-2）	
			能够针对机器人课程中的所学内容与小组成员有效协调各方的最优解决方案（D3-3）	
		建模能力（D4）	能够构想出项目在实施的过程中会遇到的问题（D4-1）	
			能够根据构想的问题构思出项目实施的思路（D4-2）	
			按照项目设计的草图动手搭建出作品原型（D4-3）	
			能够通过积木搭建的外形进行编程来实现相应的功能（D4-4）	
设计思维成果		适切性（E1）	能够从用户实际角度出发，符合用户的要求（E1-1）	

（E）			能够有效解决用户的问题（E1-2）	
		创意性（E2）	能够结合多种材料进行加工美化（E2-1）	
			作品功能在解决问题时具有独创性（E2-2）	
		价值性（E3）	作品贴合项目主题情境（E3-1）	
			作品可以在现实生活中进行普遍应用（E3-2）	
		艺术性（E4）	作品色彩搭配都很合理（E4-1）	
			作品外观造型设计符合大众审美（E4-2）	

附录 H：初中机器人设计思维评价指标权重专家咨询问卷

尊敬的专家：

您好！

感谢您抽出宝贵的时间填这份初中机器人设计思维评价指标权重咨询表。由于研究需要，请您判断表中两两指标之间的重要程度，用于初中机器人设计思维各评价指标的权重。

您的意见对本研究具有重大意义，请您根据您的经验填写该咨询表，感谢您的支持和帮助！问卷中的题目设置采用 1—9 标度法，数字标度及含义标度如下：

表 H-1 初中机器人设计思维培养效果评价指标权重分值

序号	重要性程度	含义	赋值
1	两因素相比较，具有相同重要性	同等重要	1
2	两因素相比较，一个因素比另一个稍重要	稍微重要	3
3	两因素相比较，一个因素比另一个明显重要	明显重要	5
4	两因素相比较，一个因素比另一个强烈重要	强烈重要	7
5	两因素相比较，一个因素比另一个极端重要	极端重要	9
6	两因素相比较，一个因素比另一个稍不重要	稍不重要	1/3
7	两因素相比较，一个因素比另一个明显不重要	明显不重要	1/5
8	两因素相比较，一个因素比另一个强烈不重要	强烈不重要	1/7
9	两因素相比较，一个因素比另一个极端不重要	极端重要	1/9

请您对每层指标下的重要性进行两两比较，衡量尺度划分为 9 个等级，请您选择相应的重要程度，并在相应的重要程度下打“ √ ”。

表 H-2 初中机器人设计思维培养效果评价指标比较

评估指标 （前者相较于后者）	极端重要	强烈重要	明显重要	稍微重要	同等重要	稍不重要	明显不重要	强烈不重要	极端不重要
	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9

A(设计思维意识）&B(设计思维方法）									
A(设计思维意识）&C(设计思维过程）									
A(设计思维意识）&D(设计思维能力）									
A(设计思维意识）&E(设计思维成果）									
B(设计思维方法）&C(设计思维过程）									
B(设计思维方法）&D(设计思维能力）									
B(设计思维方法）&E(设计思维成果）									
C(设计思维过程）&D(设计思维能力）									
C(设计思维过程）&E(设计思维成果）									
D(设计思维能力）&E(设计思维成果）									
A1(情境意识）&A2(迭代意识）									
A1(情境意识）&A3(团队意识）									
A1(情境意识）&A4(制品意识）									
A2(迭代意识）&A3(团队意识）									
A2(迭代意识）&A4(制品意识）									
A3(团队意识）&A4(制品意识）									
B1（基础知识）&B2（基本策略）									
B1（基础知识）&B3（应用工具）									
B2（基本策略）&B3（应用工具）									
C1（感知问题）&C2（确定问题）									
C1（感知问题）&C3（创意构思）									
C1（感知问题）&C4（原型制作）									
C1（感知问题）&C5（迭代优化）									
C2（确定问题）&C3（创意构思）									
C2（确定问题）&C4（原型制作）									
C2（确定问题）&C5（迭代优化）									
C3（创意构思）&C4（原型制作）									
C3（创意构思）&C5（迭代优化）									

C4（原型制作）&C5（迭代优化）									
D1（共情能力）&D2（问题解决能力）									
D1（共情能力）&D3（协作交流能力）									
D1（共情能力）&D4（建模能力）									
D2（问题解决能力）&D3（协作交流能力）									
D2（问题解决能力）&D4（建模能力）									
D3（协作交流能力）&D4（建模能力）									
E1（适切性）&E2（创意性）									
E1（适切性）&E3（价值性）									
E1（适切性）&E4（艺术性）									
E2（创意性）&E3（价值性）									
E2（创意性）&E4（艺术性）									
E3（价值性）&E4（艺术性）									

作者简历

杨蓓蓓，女性，生于 1998 年 3 月，籍贯河南省。2020 年毕业于石河子大学师范学院教育技术学专业，获理学学士学位。同年 9 月起在石河子大学师范学院现代教育技术专业学习。

在学期间发表的文章

[1]张红艳,杨蓓蓓.师范生现代教育技术课程混合式教学改革的研究[J].兵团教育学院学报,2021,31(06):59-64.

[2]杨蓓蓓,杜丽华,张红艳.基于知识建构的小学生设计思维培养路径研究[J].兵团教育学院学报,2021,31(04):34-38.

在学期间获奖情况

1.作品《无理数的三大家族》获第一届全国师范生微课大赛二等奖

致谢

时间如一圈圈年轮，不停的流转，白驹过隙间，就已经到了毕业季，两年的努力与付出，将随着本次毕业论文的顺利设计与研究画上圆满的句号。

六年的学习与生活时光在春暖花开、蝉声阵阵、硕果累累、瑞雪飘舞的轮次中流逝。如今，站在人生道路的选择口，回首往日，从一个懵懂无知的 18 岁新生学妹，通过不断的努力、付出和每位相遇的老师和同窗们的无私相助，成长为一个略懂事理的 24 岁毕业学姐。笔落至此，借此机会，对所有帮助过我的师长、同学和亲人表达我发自内心的深深的谢意!

首先，感谢我的研究生指导老师——张红艳老师，她给予了我帮助和支持，对我的毕业论文始终给以密切的关注，在她的严格要求和精心指导下，我得以顺利的完成毕业论文。为了指导我的毕业论文，她放下了自己的休息时间，她的这种无私奉献的敬业精神令人钦佩，在此我向她表示我诚挚的谢意。与此同时，她严谨的治学态度和渊博的专业知识给我留下了深刻的印象。我为能有这样一位导师而骄傲!

其次，感谢给予过我帮助的老师——段红老师、张瑞老师、赵福君老师、杨建红老师、张建龙老师等所有师范学院的老师们，你们所给予的专业知识、做事经验和无私相助是我这六年中最为宝贵的财富。因为你们的帮助，吹散了我成长前行道路上的迷雾，为我指点前进的方向，再次向您们表示感谢!

接着感谢我的师姐师哥们——陈雅丽师姐、连雅迪师姐、武威师姐和张亚新师哥，总能在我学术研究有难时提出合理和可操作性的建议，毫无保留的传授自己进行学术研究的经验和方法。感谢师姐们对我生活的关照，会在不经意间给予温暖，让我感到人间的温情。与此同时，感谢互帮互助的室友、同门和同学们——王韵、商珊珊、刘琪、玛蒂娜、刘妍、周欣蕊、赵庆、李丽等，是你们的活力和关心让我六年的学生生活五彩缤纷，青春洋溢。

最后感谢我的父母和家人，感激他们总能无私地在我身后对我学习、生活给予默默的支持和照顾，给与我前进向上的勇气，无畏困难，勇往直前。

越努力，越幸运。愿在今后的工作和生活中，以更加丰厚的成果来答谢以前关心、帮忙和支持过我的老师和同学。让我再一次真挚地向所有关心我的师长、同学和亲人们表示深深的谢意!

杨蓓蓓

2022 年 5 月 25 日

石河子大学硕士研究生学位论文

导师评阅表

研究生姓名	杨蓓蓓	学制	2 年
专业	教育	研究方向	现代教育技术

学术评语:

该论文鉴于机器人教学在学生创新实践能力培养方面的突出表现与设计思维倡导的核心理念高度一致，在初中机器人课程教学实践活动中进行初中生设计思维的培养，能够结合实际现实问题，构建指向设计思维培养的初中机器人课程教学活动框架，并研制了相应的设计思维评价指标体系，随后通过双组实验法来检验该教学活动框架在 Arduino 机器人课程实践中的效果。旨在测量初中机器人课程学生设计思维发展变化，为设计思维的培养提供具体的方法路径，也为开展机器人教学活动提供新的途径和方法。

论文选题有新意，且具有较强的实践价值，研究设计合理，文献综述和论据较为详实，文字表达准确，为机器人课程教学提供直接借鉴的依据。此外，研究思路清晰，行文逻辑性较强。研究过程相对完整，工作量比较充分，基本掌握本学科的基础理论和专业知识，并能够合理运用到教学实践中。研究方法得当，在研究实践过程中运用了实验研究法进行教学实验，设立了实验班和对照班，做出了一定的教学对比实践应用，论证过程规范、详实。论文结构合理，观点比较明确，论据比较详实，语句通顺，具有一定的实践应用价值，达到专业学位硕士论文水平。

指导教师签字：

2022 年 5 月 30 日