

Educational innovation under the concept of big concepts: the double helix construction of interdisciplinary teaching in smart farms

Fenghua Zheng

Jindong Experimental Primary School, Jinhua City, Jinhua, Zhejiang, 321000, China

Abstract

In the context of digital transformation and the cultivation of core competencies, the “Compulsory Education Curriculum Plan (2022 Edition)” promotes a shift towards “competency integration” in basic education. The “Smart Farm,” as a practical platform for integrating labor education with scientific innovation capabilities, effectively responds to the demand for educational reform. This article delves into the process by which the Smart Farm has become a model for the integration of five aspects of education, exploring the gene restructuring of interdisciplinary teaching driven by big concepts, the ecological growth model of a four-dimensional teaching system, and the construction of an ecological practice field for project-based learning. It validates the co-evolution mechanism between subject-specific big concepts and common big concepts, as well as the educational reform path of “technology empowerment-cognitive reconstruction-ecological evolution.” This provides a replicable theoretical sample for the implementation of the compulsory education curriculum plan and offers new ideas and practical paradigms for interdisciplinary teaching.

Keywords

Smart farm; integration of five educations; interdisciplinary teaching; big concepts; education innovation

大概念统摄下的教育革新：智慧农场跨学科教学的双螺旋建构

郑锋华

金华市金东区实验小学，中国·浙江 金华 321000

摘要

在数字化转型与核心素养培育的时代背景下，《义务教育课程方案（2022版）》推动基础教育向“素养统整”转变。“智慧农场”作为劳动教育与科创能力融合的实践载体，有效回应了教育革新需求。本文深入剖析智慧农场成为五育融合实践样本的历程，探讨大概念驱动的跨学科教学基因重构、四维教学系统生态化生长模型、项目式学习生态实践场构建，验证了学科大概念与共通大概念协同进化机制以及“技术赋能-认知重构-生态进化”的教育革新路径，为义务教育课程方案的落地提供可复制的理论样本，为跨学科教学提供新思路与实践范式。

关键词

智慧农场；五育融合；跨学科教学；大概念；教育革新

1 破茧之路：智慧农场何以成为五育融合的实践样本

1.1 时代命题：五育融合下的教育革新呼唤

在数字化转型与核心素养培育的双重浪潮下，《义务教育课程方案（2022版）》明确提出“跨学科主题学习”与“大概念教学”的协同要求，标志着我国基础教育从“学科分立”向“素养统整”的范式跃迁。政策文件以“不少于10%课时”的刚性指标，推动学科教学突破传统壁

垒，构建知识整合、问题解决与价值关切三位一体的育人新生态。

在此背景下，“智慧农场”作为劳动教育与科创能力融合的实践载体，其价值内涵得到双重彰显：一方面，物联网技术支持的种植实践重构了劳动教育场景，使“汗水劳动”升维为“智慧劳动”；另一方面，传感器编程、数据分析等任务链将信息科技学科核心素养具象化，形成“用数据优化生产”的具身学习闭环。这一载体不仅回应了“加强学科关联、强化实践性要求”的课改方向，更成为破解劳动教育边缘化、科创教学空心化难题的突破口。

1.2 实践困局：从知识拼盘到思维重构的突围之路

尽管跨学科主题学习已成共识，但现实教学中仍存在

【作者简介】郑锋华（1976-），男，中国浙江衢州人，本科，高级教师，从事小学信息科技研究。

“知识拼盘化”的痼疾。部分课堂将多学科内容机械堆砌，缺乏统摄性概念引导深层关联。此类教学陷入“跨而不融”的困境，学生无法理解相关原理和价值观，学科本位思维还割裂了五育融合的内在逻辑。

对此，亟需以共通大概念重构知识体系，例如以“系统控制”统摄传感器编程与灌溉决策，以“生态平衡”串联种植实践与环保伦理。智慧农场的教学创新，正是这一理论构想落地的关键切口。

2 根系与枝叶：大概念驱动的跨学科教学基因重构

2.1 双核驱动：学科大概念与共通大概念的共生逻辑

在智慧农场项目中，学科大概念与共通大概念如同植物的根系与枝叶，共同构成跨学科教学的底层基因。（图一）



图一

2.2 根系生长：学科逻辑的垂直穿透

以“植物生长要素分析”为例，学科纵向贯通形成深度认知链：

生物学根系：植物生长观察、植物生存需求、植物生命周期及光合作用机理揭示光能转化为化学能的本质（叶绿体结构与功能）；

物理学茎干：通过光敏传感器和实践观察，了解光照强度对光能转化效率的量化分析（光能计量与传感器校准）；

数学校叶：植物的丈量与植物生长曲线图的绘制，最优灌溉水量模型的建立。

这一过程借鉴“望远镜-放大镜”思维，通过学科逻辑的垂直穿透，使学生在传感器编程（信息科技）、蒸腾作用实验（科学）、产量预测（数学）等任务中，形成“从现象到本质”的专家思维路径。

2.3 枝叶延展：价值维度的全景辐射

智慧农场的教学实践突破学科边界，通过“农业可持续发展”议题实现价值融合：

道德与法治脉络：粮食安全议题引导学生分析耕地保护政策（数据驱动的土地利用率评估）；

学科大概念聚焦信息科技领域的“系统控制”核心，涵盖传感器数据采集、反馈机制设计、物联网架构等关键技术链条。例如，在自动灌溉系统的教学中，“输入（环境数据）-计算（阈值判断）-输出（灌溉执行）”的系统控制模型，不仅对应信息科技的计算思维培养，更成为连接物理（传感器原理）、数学（数据分析）的认知纽带。

共通大概念则如光合作用般渗透多学科脉络，例如“能量转换”概念贯穿植物光能吸收（生物）、电能驱动灌溉（物理）、劳动能耗测算（数学）的全过程；“生态平衡”概念则串联土壤养分循环（化学）、物种共生关系（生物）、低碳种植决策（道德与法治）的跨领域认知。这种“双核驱动”机制既保持学科深度，又实现认知广度突破，有效破解知识碎片化难题。

美术创意脉络：生态艺术创作将农场废弃物转化为装置艺术（三维建模与材料再生设计）；（图二）

劳动教育脉络：结合“虚实联动评价系统”，建立数字种植日志与实体劳动成果的双轨记录机制。在劳动过程中同步形成社会责任意识与创新实践能力。

2.4 基因重组：系统控制与生态智慧的螺旋耦合

基于反馈控制理论，智慧农场教学构建“数据监测-决策优化-行动反馈”的动态闭环：

信息感知层：温湿度传感器与图像识别技术实时采集环境数据（物理与信息科技融合）；

逻辑推理层：通过记录、对比、观察实验了解植物温湿度、光照量最优化数据，确立系统控制最佳阈值（STEM思维整合）；

价值判断层：借助工具计算碳足迹，评估种植方案的生态效益（科学伦理与工程决策结合）。

这一模型不仅实现学科知识的系统化重组，更通过“概念-实践”转化路径，将“系统控制”的学科大概念与“可持续发展”的共通大概念深度融合，形成具有迁移价值的专家思维范式。



图二

3 光合作用：智慧农场四维教学系统的生态化生长模型

3.1 根系固氮：概念锚定层的认知奠基

智慧农场教学系统的根基在于大概念的锚定，通过“学科 - 共通”双重大概念的嵌套实现认知固着。

学科大概念聚焦信息科技领域的“系统控制”核心，涵盖传感器数据采集（如土壤湿度监测）、反馈机制设计（自动灌溉阈值设定）、物联网架构（LoRa 网络通信）等技术链条。例如，在自动灌溉系统的教学中，“输入（环境数据）- 计算（阈值判断）- 输出（灌溉执行）”的系统控制模型，既是信息科技学科的计算思维载体，又是连接物理（传感器原理）、数学（数据分析）的认知纽带。

共通大概念则如光合作用般渗透多学科脉络。以“生态平衡”概念为例，其贯穿土壤养分循环（化学）、物种共生关系（生物）、低碳种植决策（道德与法治）的跨领域认知，形成“根系 - 土壤 - 微生物”的认知共生网络。这种概念锚定机制有效解决知识碎片化问题，使学生理解智能灌溉不仅是技术操作，更是维持农田生态平衡的系统工程。

3.2 茎干传导：知识整合层的多维联结

在知识整合层，智慧农场构建起“主干 - 分支”式跨学科知识图谱，其传导机制体现为三个关键维度：

1. 学科知识模块化重组

物理茎脉：光能转化效率与光谱波长关系模型，结合光照传感器数据优化补光策略；

生物导管：植物蒸腾作用与土壤湿度动态平衡实验，指导灌溉系统算法设计；

工程韧皮部：智能灌溉管道承压计算，融合力学原理。

2. 技术工具链式融合

数据采集端：LoRa 网络传输土壤参数，实现低功耗广域覆盖；

分析决策端：绘制植物生长曲线数据图，结合机器学习预测产量；

实践操作端：Scratch/Python 编程控制灌溉阀门，形成“代码 - 硬件”联动闭环。

3.3 枝叶舒展：活动设计层的实践光合

智慧农场的教学活动设计遵循“光合作用”原理，将知识能量转化为实践产物：

3.3.1 三级任务光谱

基础光反应：数据采集与可视化（测量株高，数据可视化生成植物生长曲线图）；

暗反应合成：系统优化挑战（编程实现“温度 > 30℃ 自动启动遮阳网”的判断逻辑）；

能量释放：方案迭代展示（对比传统 / 智能灌溉的节水效益，制作分析报告，完成节能手抄报）。

3.3.2 虚实协同代谢

虚拟叶绿体：利用 AI 绘画，模拟干旱场景，训练灾害应对策略；

实体气孔：实体农场中部署 AI 虫情监测仪，开展生物防治实践。

3.4 花果孕育：评价支持层的生长反馈

智慧农场的评价体系如同植物花果，既检验生长质量又促进系统迭代：

3.4.1 三维度生长监测仪

概念理解度：绘制“智慧农场控制系统，智能灌溉、智能温控等子系统流程图”，评估系统思维完整性；

实践创新力：根据《智慧农场操作手册》进行设备调试规范性评分；

协作效能：采用“角色贡献雷达图”实现同伴互评与自我反思。

3.4.2 动态营养补给站

勋章激励系统：设置“节水达人”“生态卫士”等游戏化称号，激发持续探究动力；

成长档案袋：整合种植日志（实体劳动记录）、数据报告（数学建模成果）、艺术装置（美育作品）形成五育融合证据链。

4 果实与种子：智慧农场项目式学习的生态实践场构建

4.1 育苗计划：大概念统摄下的教学主题生成

基于“系统控制”与“生态平衡”双重大概念，构建“低碳校园植物工厂”教学主题，形成“问题发现 - 知识整合

- 方案迭代”的实践闭环。该主题聚焦校园农场水资源利用效率优化,通过“物联网技术如何实现节水减排”的核心问题,串联生物、物理、信息科技等学科逻辑,同时嵌入粮食安全(德育)、生态艺术(美育)等价值维度。例如,在对比传统灌溉与智能灌溉的节水效益时,学生需同步分析农田微生态系统稳定性,形成“技术应用-生态保护”的双重视角。

4.2 根系蔓延:三级任务体系驱动深度学习

4.2.1 萌芽任务:数据感知与现象解析

(1) 科学观测:分组监测番茄植株蒸腾速率(生物)、土壤电导率(化学)、光照强度(物理),绘制多因素关联图谱;

(2) 劳动记录:通过“慧农物联网APP”同步记录人工浇灌与智能灌溉的用水量差异,建立初始数据库。

4.2.2 抽穗任务:系统建模与算法设计

(1) 技术实践:运用Python或图形化编程,编写条件判断程序,实现“土壤湿度<30%时启动滴灌”;

(2) 工程优化:设计PVC管道承压结构(物理)、3D打印灌溉喷头(工程),结合流体力学原理优化水压分布。

4.2.3 结实任务:价值反思与方案迭代

(1) 成本核算:对比智能设备购置费用与传统人力成本(数学建模),撰写《校园农场节水经济性报告》;

(2) 生态艺术:利用废弃PVC管制作“机器人装置艺术”(美术),传递资源再生理念。

4.3 光合协同:虚实联动的多模态学习支持

4.3.1 数字孪生实验室

(1) 灾害模拟:在AI绘画中绘制极端干旱场景,帮助学生了解干旱的危害,训练学生调整灌溉策略;

(2) AI决策辅助:引入边缘计算网关分析历史数据,生成《光能-产量关联优化建议书》。

4.3.2 人机协作工作坊

(1) 硬件开发:部署LoRa无线传感网络,实现农场环境参数远程监控;

(2) 虚拟实训:通过VR设备模拟作物病虫害防治操作,降低实体农场试错成本。

4.4 授粉网络:跨校区联动的社会化学习

4.4.1 产学研协作平台

专家介绍:邀请农科院研究员指导航天育种实验,分析极端环境下作物抗逆性;

社区联动:与本地生态农场共建“云端管理试验田”,远程监控校外作物生长数据。

4.4.2 成果辐射机制

数字故事工坊:制作《智慧农场的灌溉系统》科普

PPT,通过网络平台传播科创成果;

生态提案大赛:组织学生向学校提交《校园农场雨水回收系统建设方案》,强化社会责任意识。

4.5 基因传承:动态评价支持认知迭代

4.5.1 三维生长监测体系

(1) 系统思维可视化:绘制“智能灌溉能量转换路径图”,评估学科关联逻辑完整性;

(2) 技术规范性评估:依据《物联网设备操作手册》进行水泵安装精准度评分;

(3) 协作效能雷达图:采用角色贡献度模型,分析项目成员的问题解决参与度。

4.5.2 生态勋章激励机制

(1) 过程性认证:设立“数据侦探”(科学探究)、“节水先锋”(技术应用)、“生态艺术家”(美育创新)等称号;

(2) 成长档案袋:整合种植日志(劳动)、传感器代码(信息科技)、成本分析报告(数学)形成五育融合证据链。

5 基因密码:跨学科教学理论的生态图谱

本研究采用了双螺旋结构的大概念整合的认知跃迁。验证了学科大概念与共通大概念的协同进化机制。学科大概念(如信息科技的“系统控制”)作为垂直根系,贯通学科知识深度;共通大概念(如“生态平衡”)作为横向枝叶,联结跨领域价值维度。二者形成DNA式双螺旋结构,破解了知识拼盘化困局,推动学习从“信息积累”向“认知基因重组”跃迁。例如,智慧农场项目中,“系统控制”模型串联传感器编程(信息科技)与灌溉决策(数学建模),而“能量转换”概念则贯穿光能吸收(生物)与电能驱动(物理)的全过程,实现学科逻辑与生活逻辑的深度融合。

通过智慧农场载体,验证了“技术赋能-认知重构-生态进化”三位一体的教育革新路径,为《义务教育课程方案(2022版)》的落地提供了可复制的理论样本。其核心启示在于:跨学科教学需遵循生态系统的自组织规律,通过“技术赋能-认知重构-生态进化”的循环机制,培育能适应未来社会复杂挑战的“全人基因”。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022年版)[S]. 北京:人民教育出版社,2022.
- [2] 刘徽,张悦昕. 大概念教学:素养导向的单元整体设计[M]. 北京:教育科学出版社,2022.
- [3] 檀传宝,等. 新时代劳动教育的中国理论与中国实践探索[J]. 教育研究,2021,42(12):26-38.
- [4] 李青,王新燕. 物联网技术支持的STEM课程设计研究[J]. 现代教育技术,2020,30(2):109-115.