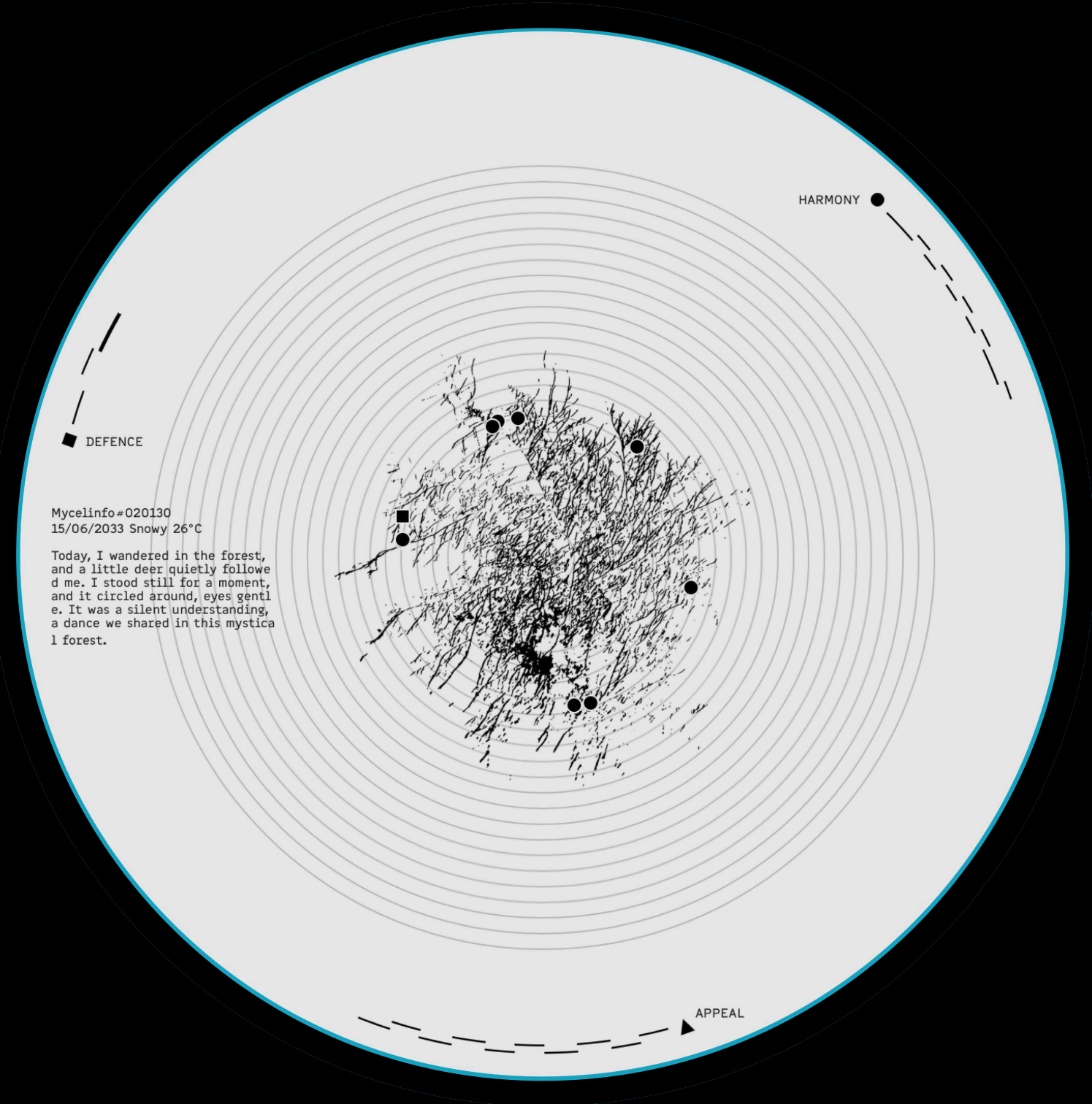
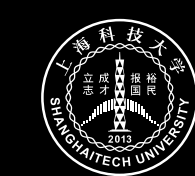


Mycelinfo: Integrating Mycelial Intelligence As a Design Path for Interspecies Information Probe

信菌：结合菌丝智能作为跨物种信息探针的设计路径



谨以本书献给我的母校
This Book is Dedicated to my Alma Mater



上海科技大学
ShanghaiTech University

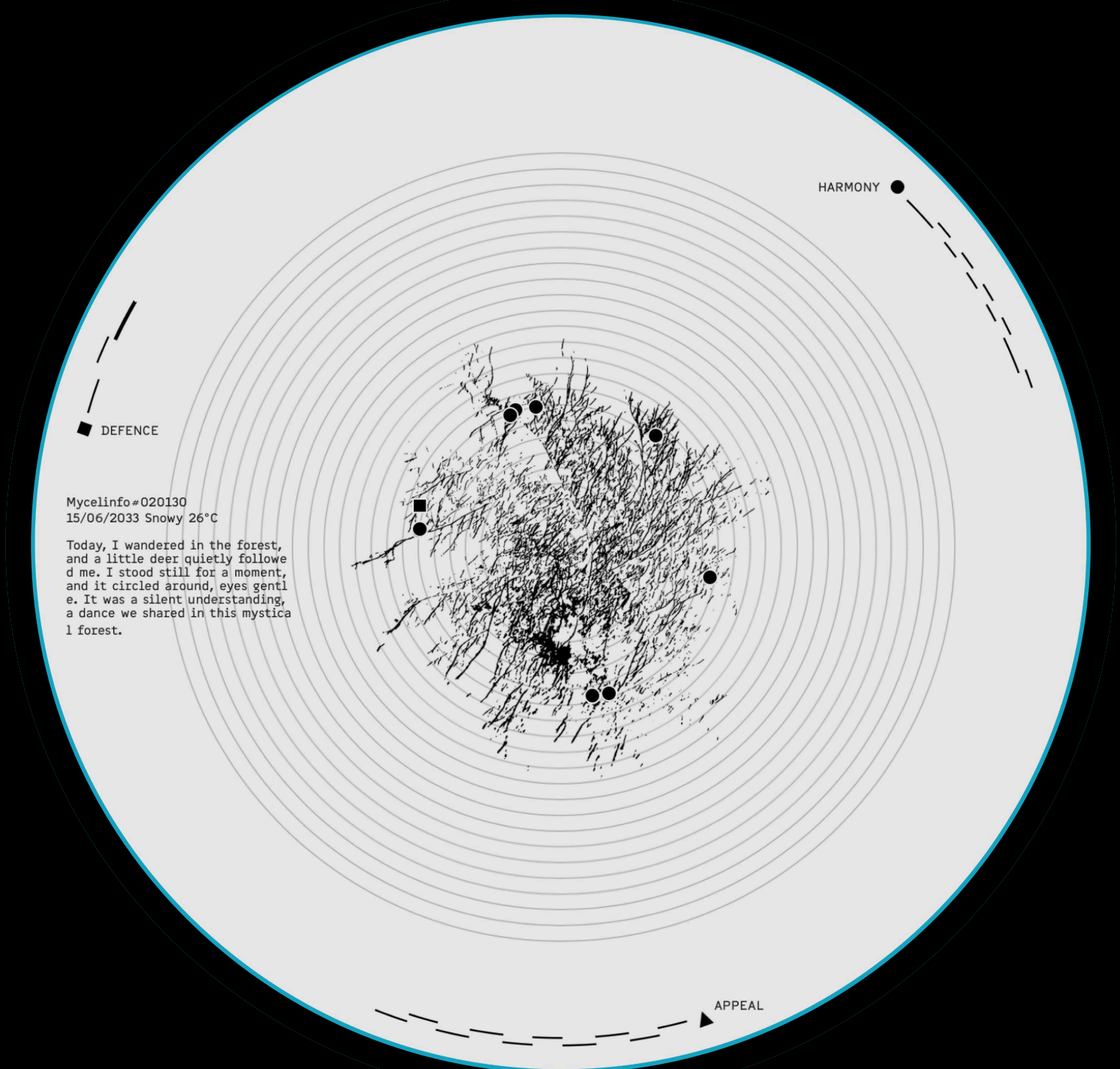


“信菌” 探索了跨物种的智能可以如何构建非人类视角下的生态叙事，以重构人类的生态记忆。本设计由一个可穿戴编码器和 AI 显影器组成。 编码器内置一个与人类共生的菌丝生命体，菌丝体借助自身的生态感知智能，将用户在日常生活中的与其它物种互动中产生的信息素转化为菌丝形态变化。AI 显影器通过解码菌丝形态中存储的信息素，呈现菌丝体视角下用户与周围生态的互动经历。本设计结合人工与菌丝智能，展示了如何在日常生活中呈现多元生态叙事。

Mycelinfo explores how interspecies intelligence can shape ecological narratives from a nonhuman perspective, reshaping human ecological memory. The system includes a wearable encoder and an AI revealer. A living mycelium embedded in the encoder transforms pheromones from human-nonhuman interactions into morphological changes. The AI revealer decodes these changes, presenting the user's ecological experience through mycelial perspective. Combining artificial and mycelial intelligence, this design brings diverse ecological stories into daily life.



扫码观看交互演示
Demonstration

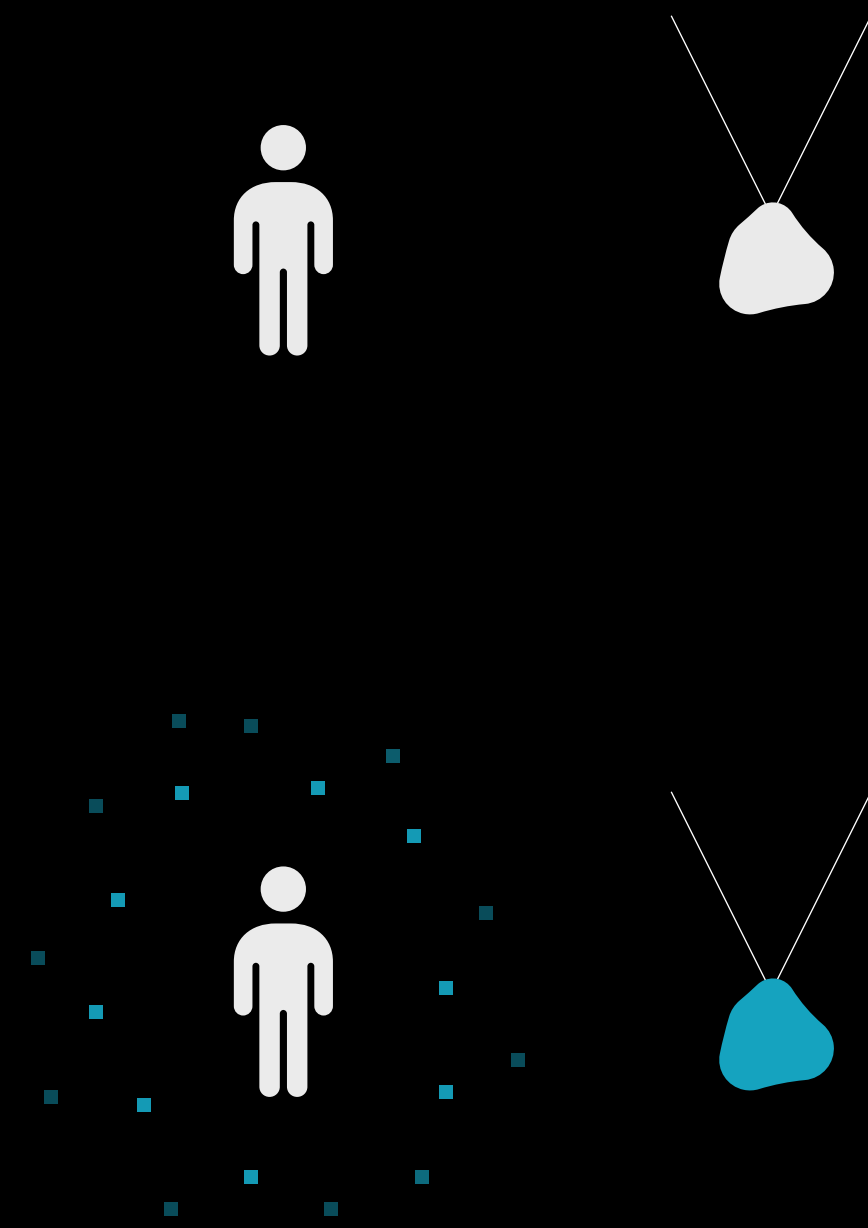


显影器的生态记忆显示
Ecological Memory Displayed on the Revealer



编码器的共生场景
Symbiotic Scenario of the Encoder

Encoding
编码过程



ENCODER 编码器

The encoder is a wearable symbiotic device. Its core is a glass petri dish with growing mycelial intelligence, surrounding which are three main electronic components: indicator, fan, and pheromone sensor. These components will work together on detecting the user's interspecies interaction to assist the mycelium in accessing more pheromones in the air. The encoder also contains contextual sensors such as GPS locating chip, clock chip, and temperature & humidity sensor to record contextual information for the ecological memory.

编码器是一个佩饰形式的共生设备，其中心是生长着菌丝智能的玻璃培养皿，培养皿周围是三个主要的电子元件：指示灯、风扇、信息素传感器。这些元件会在检测到用户的跨物种互动时协同工作，以辅助菌丝接触到更多空气中的信息素。编码器还包含 GPS 定位芯片、时钟芯片和温湿度传感器等环境传感器以记录生态记忆的背景信息。

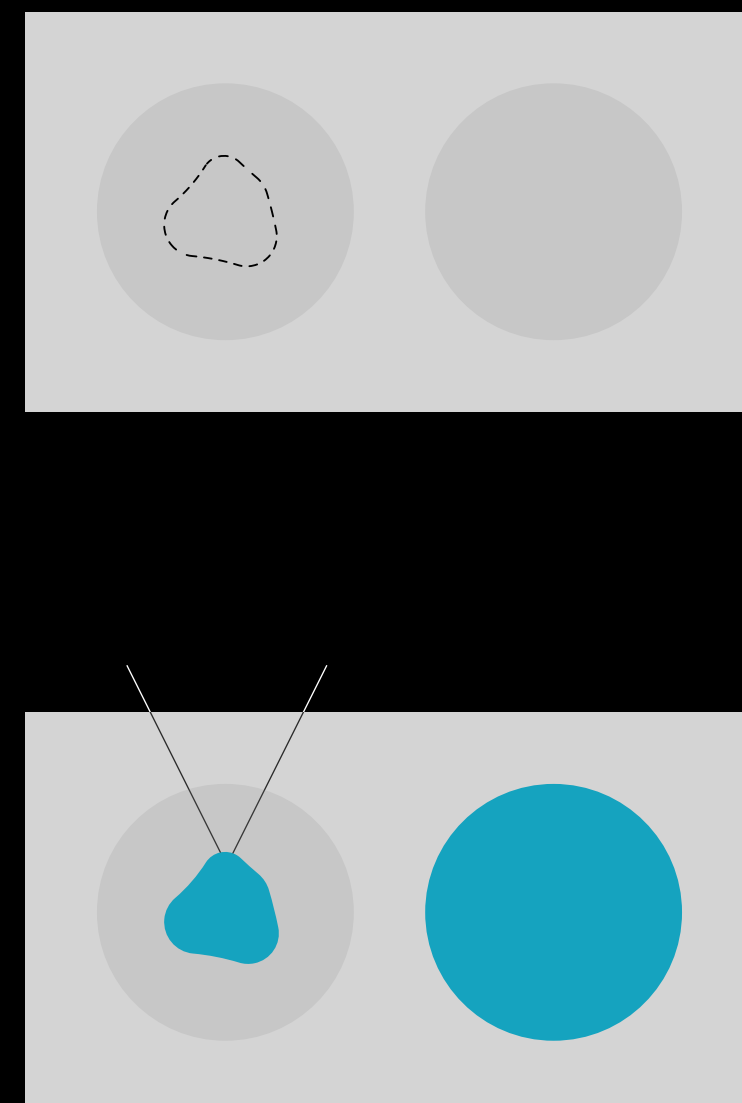


REVEALER 显影器

The AI-driven revealer decodes ecological memory. When user inserts the encoder into the revealer, it begins scanning the mycelial morphology and analyzing the pheromones, then interpreting interspecies interactions associated with time, location, and environment. With large language models, it generates poetic descriptions based on these information. The decoded morphology, pheromones, and descriptions are then displayed on the right interface. Over time, the revealer studies the user's ecological characteristic, producing increasingly specialized memory content.

显影器是由 AI 驱动生态记忆解码装置。用户将编码器插入凹槽后，AI 视觉算法会扫描菌丝体形态并解析信息素，识别用户在不同时间、地点和环境下的跨物种互动。系统通过大语言模型生成诗意化的生态记忆文字，并在右侧界面呈现解码后的菌丝体形态、信息素状态和记忆描述。长期使用后，显影器将形成用户的生态角色，生成更特异化的记忆内容。

Revealing
显影过程

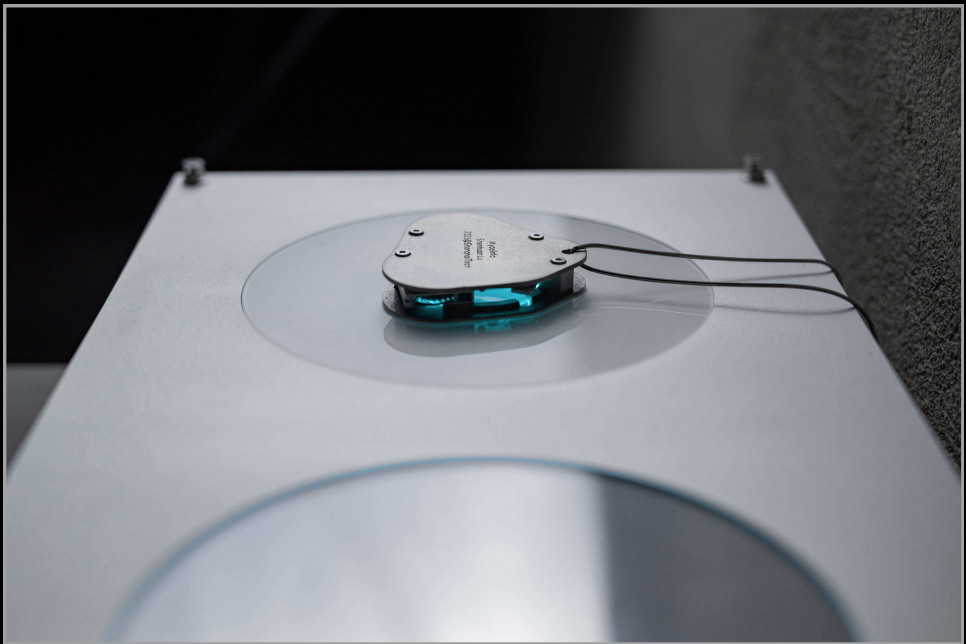




编码器使用的菌丝体*
The Mycelium Used in the Encoder*



显影器
The Revealer



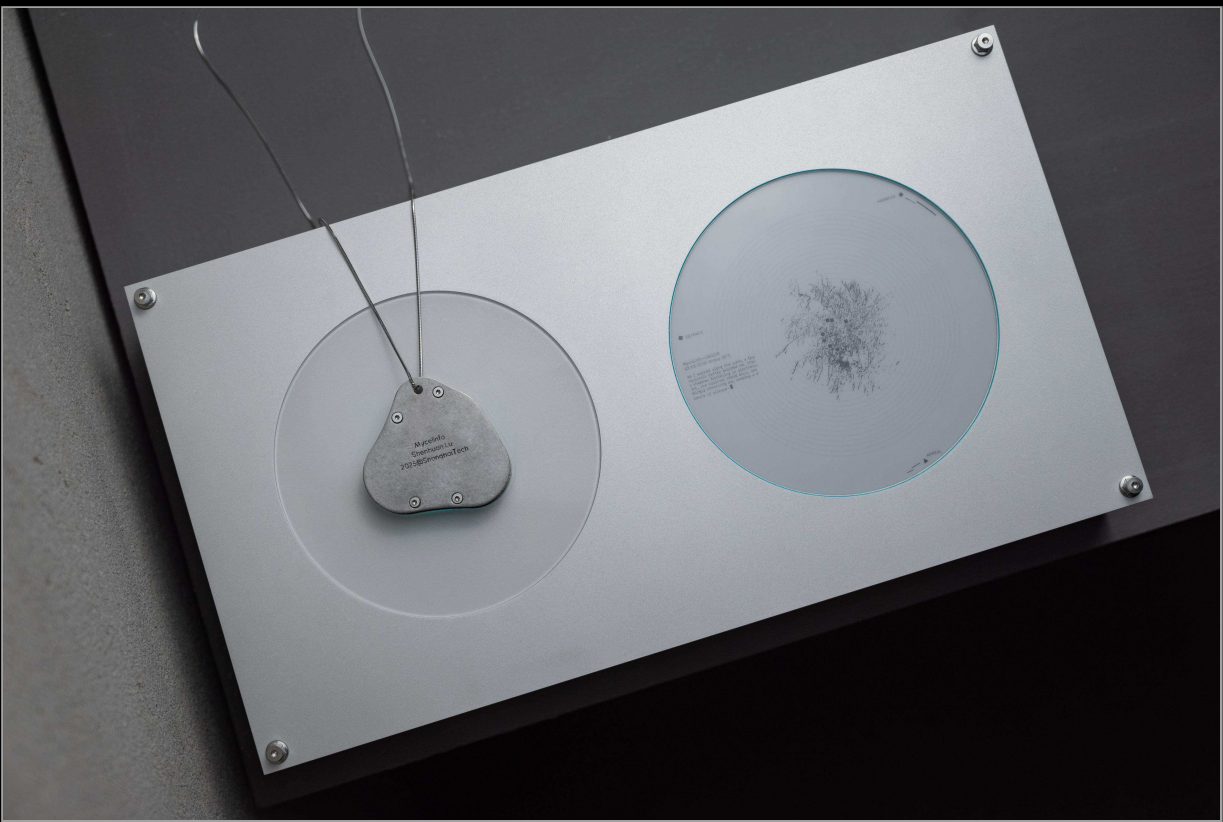
显影器的解码过程
The Decoding Process of the Revealer



菌丝体对信息素的感知
The Mycelial Perception of Pheromones



编码器
The Encoder

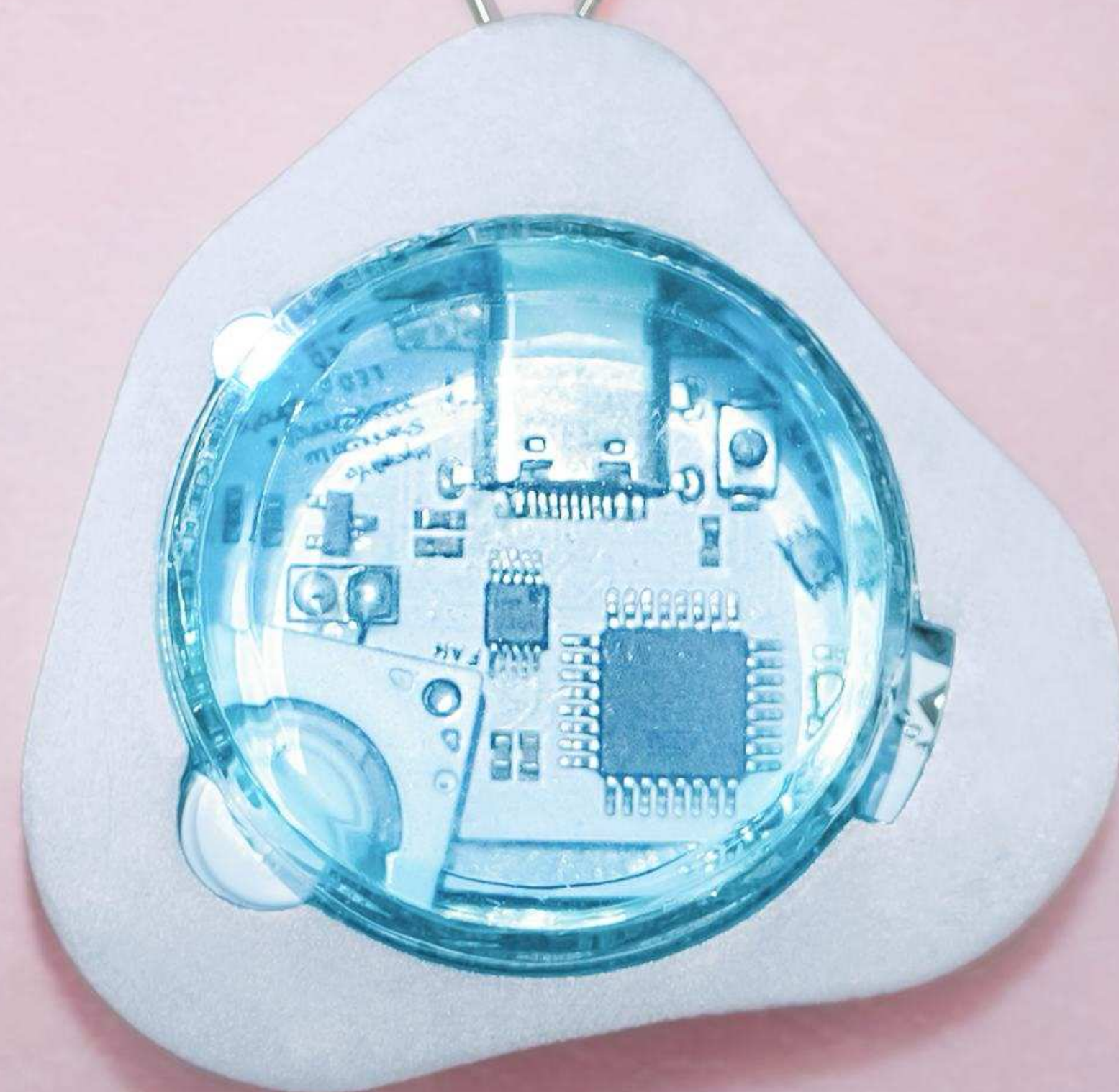


显影器的显影效果
The Display Effect of the Revealer

```
{
  "defence": 4,
  "harmony": 6,
  "appeal": 0,
  "analysis_cn": "防御关系占主导，当天的互动显得较为警惕，防备心态较重，整体氛围稍显紧张。",
  "analysis_en": "Defence relationships dominate, indicating a cautious atmosphere with a noticeable sense of alertness. The interactions of the day seem slightly tense.",
  "memory_cn": "29/04/2033 Windy 25°C\n\n今日林间，常见鹿群窥视而立即远离，树干后隐藏的眼神，让人感受到它们的戒备之心。如此警觉的动物们，是大自然对我们的提醒。",
  "memory_en": "29/04/2033 Windy 25°C\n\nToday in the woods, I encountered a herd of deer that quickly retreated upon spotting me, their vigilant gazes peeking from behind tree trunks. The guarded hearts of these animals serve as a reminder from nature to us."
},
```

```
{
  "defence": 2,
  "harmony": 7,
  "appeal": 1,
  "analysis_cn": "和睦共处关系占主导，当天的跨物种互动氛围平和，有微弱的防御情绪存在。",
  "analysis_en": "The harmony relationship dominates, indicating a peaceful atmosphere in the cross-species interaction with subtle defensive emotions present.",
  "memory_cn": "01/05/2033 Cloudy 27°C\n\n今天我来到一片草地，周围有些野兔在悠闲地觅食，我静静地坐下来，它们仿佛感受到了我的善意，慢慢向我靠近，温和地与我分享这片安宁。",
  "memory_en": "01/05/2033 Cloudy 27°C\n\nToday, I arrived at a meadow where wild rabbits were leisurely foraging. I sat down quietly, and they seemed to sense my kindness. Gradually, they approached me gently, sharing the tranquility with me."
},
```

```
{
  "defence": 2,
  "harmony": 8,
  "appeal": 0,
  "analysis_cn": "和睦共处关系占主导，当天的跨物种互动气氛平和融洽，呈现出自然而和谐的状态。",
  "analysis_en": "The harmony relationship predominates, creating a peaceful and harmonious atmosphere in the cross-species interaction on that day.",
  "memory_cn": "24/05/2033 Foggy 20°C\n\n在日出时分，我漫步进入森林，周围传来微风与鸟鸣声，树叶在阳光下泛起斑驳的光影。一只小松鼠跳到我脚边，好奇地凝视着我，仿佛在诉说着森林的秘密。",
  "memory_en": "24/05/2033 Foggy 20°C\n\nAt sunrise, I strolled into the forest, surrounded by gentle breeze and bird songs. The dappled sunlight played on the leaves. A small squirrel hopped near my feet, curiously gazing at me, as if sharing the forest's secrets."
},
```

在可持续发展的时代背景下，跨物种信息研究在探索未来人与生态的关系中起到很重要的作用。本研究基于超越人类的设计视角和未来设计方法，探索了将菌丝智能与人工智能结合，作为跨物种信息探针的设计路径。同时，本研究制作了一个功能性演示实体原型“信菌”作为这一设计路径的具体案例。“信菌”作为探针是本研究的核心内容，展示了菌丝智能与人工智能的结合可以如何重构个人生态记忆的物质化过程。该原型通过一个包含菌丝的可穿戴设备，记录使用者周围不同物种的信息素，并通过人工智能解码菌丝形态以形成独特的个人生态记忆。本研究采用了跨学科的研究方法，包括真菌学、生态学、人工智能科学以及设计学。本研究呈现了一种新的跨物种设计路径，为未来形成全新的跨物种关系提供方法论层面的指导。关键词：可持续，跨物种，未来设计，菌丝智能，人工智能

In the context of sustainable development, interspecies information inquiry plays an important role. Based on a more-than-human design approach and futures design methods, this study explores the design path of synthesizing mycelial intelligence with artificial intelligence as a design probe into interspecies information inquiry. At the same time, this study demonstrates a functional performative physical prototype *Mycelinfo* as a specific exemplification of this design path. *Mycelinfo* is the core content of this study, demonstrating how the synthesis of mycelial intelligence and artificial intelligence can reconstruct the materialization process of an individual's ecological memory. This prototype uses a wearable device containing fungi to record the pheromones of different species around the user, and then decodes the mycelial morphology through artificial intelligence to form a unique individual ecological memory. This study adopts interdisciplinary research methods, including mycology, ecology, artificial intelligence science, and design. This study presents a new interspecies design direction, offering a methodological instruction on forming new interspecies relationships in the future. Keywords: sustainability, interspecies, futures design, mycelial intelligence, artificial intelligence



本科毕业论文（设计）

题 目：信菌：结合菌丝智能作为跨物种信息探针的设计路径

学生姓名：陆沈欢

学 号：2021551009

入学年份：2021

所在学院：创意与艺术学院

攻读专业：工业设计

指导教师：邹悦

上海科技大学
2025 年 05 月



THESIS

Subject: MYCELINFO: INTEGRATING MYCELIAL INTELLIGENCE
AS A DESIGN PATH FOR INTERSPECIES
INFORMATION PROBE

Student Name: 陆沈欢

Student ID: 2021551009

Year of Entrance: 2021

School: School of Creativity and Art

Major: Industrial Design

Advisor: Yue Zou

ShanghaiTech University
Date: 05/2025

上海科技大学 毕业论文(设计)学术诚信声明

本人郑重声明：所呈交的毕业论文（设计），是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

作者签名：

日期：2025 年 05 月 12 日

上海科技大学 毕业论文（设计）版权使用授权书

本毕业论文（设计）作者同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权上海科技大学可以将本毕业论文（设计）的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本毕业论文（设计）。

保 密 ☐，在___年解密后适用本授权书。

本论文属于

不保密 ☒。

（请在以上方框内打“√”）

作者签名：

日期：2025 年 05 月 12 日

指导教师签名：

日期：2025 年 05 月 12 日



信菌：结合菌丝智能作为跨物种信息探针的设计路径

摘要

在可持续发展的时代背景下，跨物种信息研究在探索未来人与生态的关系中起到很重要的作用。本研究基于超越人类的设计视角和未来设计方法，探索了将菌丝智能与人工智能结合，作为跨物种信息探针的设计路径。同时，本研究制作了一个功能性演示实体原型“信菌”作为这一设计路径的具体案例。“信菌”作为探针是本研究的核心内容，展示了菌丝智能与人工智能的结合可以如何重构个人生态记忆的物质化过程。该原型通过一个包含菌丝的可穿戴设备，记录使用者周围不同物种的信息素，并通过人工智能解码菌丝形态以形成独特的个人生态记忆。本研究采用了跨学科的研究方法，包括真菌学、生态学、人工智能科学以及设计学。本研究呈现了一种新的跨物种设计路径，为未来形成全新的跨物种关系提供方法论层面的指导。

关键词： 可持续，跨物种，未来设计，菌丝智能，人工智能



MYCELINFO: INTEGRATING MYCELIAL INTELLIGENCE AS A DESIGN PATH FOR INTERSPECIES INFORMATION PROBE

ABSTRACT

In the context of sustainable development, interspecies information inquiry plays an important role. Based on a more-than-human design approach and futures design methods, this study explores the design path of synthesizing mycelial intelligence with artificial intelligence as a design probe into interspecies information inquiry. At the same time, this study demonstrates a functional performative physical prototype *Mycelinfo* as a specific exemplification of this design path. *Mycelinfo* is the core content of this study, demonstrating how the synthesis of mycelial intelligence and artificial intelligence can reconstruct the materialization process of an individual's ecological memory. This prototype uses a wearable device containing fungi to record the pheromones of different species around the user, and then decodes the mycelial morphology through artificial intelligence to form a unique individual ecological memory. This study adopts interdisciplinary research methods, including mycology, ecology, artificial intelligence science, and design. This study presents a new interspecies design direction, offering a methodological instruction on forming new interspecies relationships in the future.

Key words: sustainability, interspecies, futures design, mycelial intelligence, artificial intelligence



目 录

第一章 绪论-----1

1.1 未来设计-----1

1.2 跨物种信息探索-----1

1.3 菌丝智能-----1

第二章 发散探索与问题定义-----2

2.1 个人生态记忆对跨物种关系的影响-----3

2.2 当前个人生态记忆设计的局限性-----3

2.2.1 物质接口单一-----3

2.2.2 情感链接薄弱-----4

2.2.3 时间尺度微小-----4

2.3 共生菌丝智能重构个人生态记忆——以“信菌”为例-----5

2.3.1 信息素与菌丝作为感知媒介-----5

2.3.2 共生体的情感依附-----5

2.3.3 菌丝体的永续生命-----5

第三章 设计制作过程-----6

3.1 信息素与菌丝形态变化研究-----6

3.1.1 菌种与信息素的选型调研-----6

3.1.2 菌丝与信息素的反应实验-----7

3.2 原型设计-----7

3.2.1 零部件与交互流程-----7

3.2.2 设计视觉情绪板-----8

3.3 原型迭代-----8

3.3.1 零部件功能实现-----8

3.3.2 零部件结构设计-----11

第四章 设计展示-----14

4.1 实体原型展示-----14

4.1.1 共生编码器-----14

4.1.2 AI 显影器-----16

4.2 交互与功能原理展示-----16

4.3 设计叙事与情景展示-----17

第五章 讨论与反思-----18

5.1 “信菌”如何形成新的跨物种关系-----18

5.1.1 生物同频-----18

5.1.2 深度共情-----18

5.1.3 命运交融-----18

5.2 “信菌”中信息素的特异性问题-----18

5.3 菌丝智能设计路径的更多设计可能-----19

第六章 总结与展望-----21



参考文献-----22

致谢-----23

第一章 绪论

在可持续未来中，将涌现出大量“棘手问题”（wicked problems）^[1]，其中最具挑战性的便是如何处理日益复杂的人与其它物种的关系（以下简称“跨物种关系”）——随着人类逐渐意识到自然生态的智能，人类需要形成全新的跨物种关系以适应这一生态认知。本研究基于人工智能技术的发展，提出了一种以菌丝智能作为设计对象，基于未来设计方法，以探索跨物种互动中所产生的信息（以下简称“跨物种信息”），从而形成全新的跨物种关系的设计路径（以下简称“菌丝智能设计路径”）。本绪论将介绍研究中的主要概念，并论述这一设计路径如何支持全新的跨物种关系的形成。

1.1 未来设计

在应对可持续未来的挑战中，未来设计作为一种设计方法具有独特的重要性。未来设计通过构建可讨论的、具象化的未来情境与人造物，促使设计师和公众共同参与对未来的想象与批判^[2]。本研究讨论“棘手问题”中的生态问题，通过对未来情景进行研究，用设计激发和演绎未来。本研究将基于以下未来情景：随着人类逐渐意识到自然生态的智能，人类无法再将自然视作简单的生命，人类需要全新的跨物种关系以适应这一生态认知。

1.2 跨物种信息探索

跨物种信息探索作为设计主题，揭示了人与其它物种之间复杂的互相影响关系，对于理解与改变跨物种关系具有重要的研究意义。跨物种信息指的是在人与其他物种互动过程中产生的具有意义的信息，既包括其它物种对人类的影响，例如生态记忆、生命观念、饮食偏好或审美倾向等；也包括人类对其它物种的影响，例如觅食策略、迁徙路径或共享文化^[3]等。跨物种信息探索不仅是改善跨物种关系的基础，也是改善关系的行为本身——当人类试图理解其他物种的感知与行为时，这一认知行动即已体现为跨物种关系的积极转化。因此，本研究所关注的“关系改善”并不局限于物质或行为层面的干预，也包括对意识结构与认知方式的重构。

1.3 菌丝智能

菌丝智能具有高度跨物种互动能力，在跨物种关系的改变中可以起到重要作用。在后人文主义语境下，智能不再独属于人类，而是星球尺度的多主体协同——植物、动物、真菌乃至机器都在构成“行星智能”的网络^[4]。菌丝体在地球上分布极为广泛，且与大量的生物建立了跨物种关系——约 85%的维管植物与真菌形成了共生关系^[5]。由此可见，菌丝体是一种具备高度跨物种互动能力的智能，在跨物种信息探索中具有重要设计价值。

菌丝的生长形态可以反映其跨物种互动的信息，具有很重要的分析价值。大量研究表明，菌丝会受到周围生物的影响而改变其生长形态^[6]。借助人工智能技术，人类可以学习菌丝形态中所编码的跨物种信息，这为菌丝智能的跨物种信息探索提供了合理的技术路径。

综上，本研究将通过构建与制作全新人造物，并分析其在未来情景中的作用这一未来设计研究方法，将菌丝智能作为跨物种信息探索的设计探针，构建形成全新的未来跨物种关系的设计路径。

第二章 发散探索与问题定义

本研究通过系统图这一视觉化的研究工具，对菌丝智能设计路径进行了系统性的发散探索。本研究形成了一张发散探索系统图（图 2-1），其中最中间的圆形圈层结构展示了对菌丝智能在设计视角下的三层结构（生物行为、跨物种智能、设计锚点）的剖析；外围漂浮的词条展示了对以人类为主体和以其它物种为主体的跨物种信息的发散列举；横向串联这些视觉元素的线条展示了对基于这一设计路径形成的设计方案的探索。这一系统图是菌丝智能设计路径的可视化呈现，对开展后续的人造物建构和深入的问题讨论具有重要作用。同时，这一系统图也是本研究的的整体研究框架的建立基础，以及对本研究的总结。

在菌丝智能的三层结构中，生物行为是菌丝智能在生物层面的客观表现，是认识其跨物种智能的事实基础；跨物种智能是菌丝智能在跨物种关系方面的智能，是建立设计锚点的核心依据；设计锚点是菌丝智能在具体的设计方案中所体现的特点。通过三种类型的设计锚点（物质交互、情感链接、文化价值），本研究展示了菌丝智能作为设计对象可以具有的较为全面的设计价值。

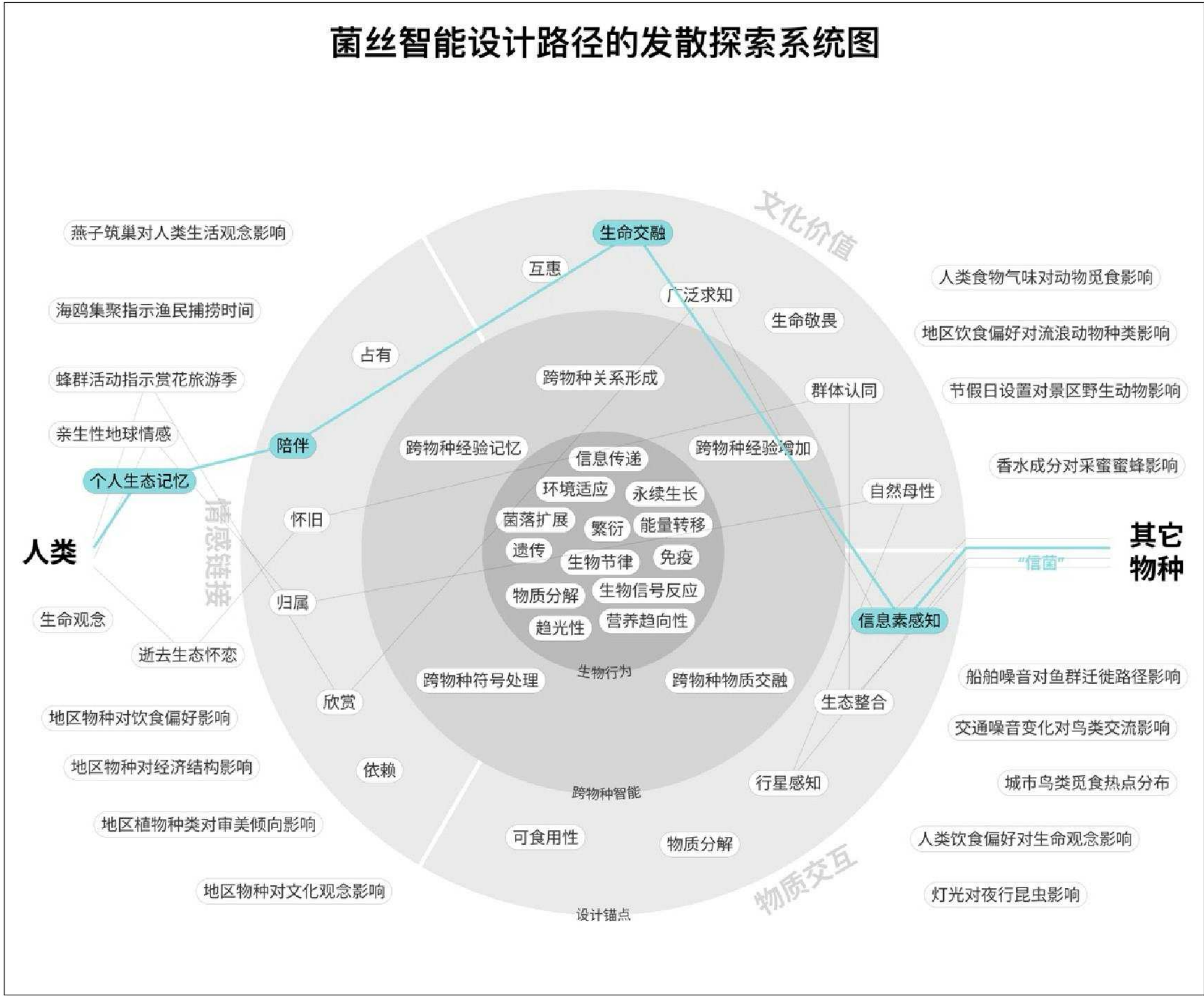


图 2-1 菌丝智能设计路径的系统性发散探索以及“信菌”在路径中的位置



信菌：结合菌丝智能作为跨物种信息探针的设计路径

作为以未来设计为设计方法的研究，本研究需要找到一个具体的设计方案进行人造物制作。本研究从系统图中定位了“信菌”这一设计方案（图 2-1）。本研究从跨物种信息中选取了“个人生态记忆”作为具体的设计问题，以“信息素感知”（物质交互）、“陪伴”（情感链接）和“生命交融”（文化价值）作为设计锚点，并制作了人造物“信菌”。本章将介绍“信菌”方案的相关概念和具体内容。

2.1 个人生态记忆对跨物种关系的影响

个人生态记忆可以通过情感反思、跨物种归属和社会-生态记忆等方面改善人类的生态意识与跨物种关系。个人生态记忆指个体在日常生活中与其它物种（如路边的花朵、偶遇的昆虫、午后抚摸的猫咪等）的偶遇所形成的主观记忆与情感体验。当人类回忆这些记忆时，它们打破了当代人对自然的“情感麻木状态（indifference）”，使得人类对自然的共情得到重新链接，促使人类反思当代生活中与其它物种的断联^[7]。同时，这种回忆在心理层面强化了人类的“跨物种归属（interspecies belonging）”，使人类承认它们的作为生命与自身的同一性^[8]。最后，当个体通过叙事、影像或社区分享将这些体验汇聚时，可以形成“社会-生态记忆（social-ecological memory）”，为人类集体应对生态扰动提供情感与文化资源^[9]。因此，个人生态记忆作为一种跨物种信息，打破了当代日常生活中与自然的情感断联，消解了认识论上的人与自然二元对立，并强化了群体的生态韧性，对于人类的生态意识和跨物种关系改善具有很重要的作用和设计价值。

2.2 当前个人生态记忆设计的局限性

目前，针对个人生态记忆的设计仍然存在物质接口单一、情感链接薄弱、时间尺度微小的问题。本节将对这些问题展开论述并结合相关设计案例分析。

2.2.1 物质接口单一

目前的个人生态记忆设计大多通过数字传感器进行记录，包括摄像头、二氧化碳传感器、热成像传感器等，物质接口单一，且数据形式固定，难以在其基础上进行设计创新。同时，由于经过还原的数字信号必将丢失大量的微弱生物信号，数字传感器对生物信号敏感度较低。



图 2-2 Gaia Communication System（2025）：帮助人类感知并记录身边自然健康状态的可穿戴设备^[10]

例如，“Gaia Communication System（2025）”是一个通过数字传感器帮助人类感知并记录身边自然健康状态的可穿戴设备（图 2-2），它使用二氧化碳和温湿度传感器记录周围自然界的的环境信息，并通过软件计算自然健康状态反映在胸前 LED 灯光中。这一设计受到了数字传感器的感知范围和类型的局限，使得生态记忆缺乏特殊性和细腻度。



信菌：结合菌丝智能作为跨物种信息探针的设计路径

2.2.2 情感链接薄弱

目前的个人生态记忆设计仍然缺乏足够的情感链接以形成跨物种归属感，使得记忆只停留在经验性的感知而非情感化的共鸣。大量的设计在探索通过增强人类感官的方式建立生态记忆，包括利用数字传感器模拟其他生物所独有的感官。这些设计突破了数字传感器的简单组合，而是借助结构、算法和场景的巧妙结合创造了新颖的感知体验和记忆。但它们所创造的记忆仍然停留在兴趣驱动的经验尝试，而非引发情感共鸣的意识材料。



图 2-3 Interface（2021）：模拟蝙蝠的超声波定位感知增强人类感官的可穿戴设备^[11]

例如，“Interface（2021）”是通过模拟蝙蝠的超声波定位感知来增强人类感官的可穿戴设备（图 2-3），以产生独特且丰富的跨物种体验和生态记忆。这一设计探索了跨物种的感官共享，但并未探索跨物种的情感共情，无法形成具有情感共鸣的生态记忆。

2.2.3 时间尺度微小

目前的个人生态记忆设计所影响的记忆时间尺度微小，无法对个人的生态观念产生较大的影响。实践研究已经表明要形成深层生态观念，个人生态记忆必须在生活中反复激活并通过时间维度得以内化^[12]。然而，目前的大部分生态记忆设计介入用户生活的程度止步于休闲娱乐，无法介入到更长久的生活方式层面，难以形成长期连续的生态记忆。



图 2-4 Nolly（2024）：通过游戏化体验帮助儿童探索周围自然的娱乐产品^[13]

例如，“Nolly（2024）”是通过游戏化体验帮助儿童探索周围自然的娱乐产品，以此帮助儿童形成特殊的生态认知和记忆。然而这种游戏化体验只能创造闲暇时刻的生态记忆，难以吸引用户长期使用以形成持久且显著的生态观念影响。

综上，本节讨论了当前个人生态记忆设计的三个局限性。由于以上局限性分别对应设计的三个维度：物质交互、情感链接和文化价值，因此本研究将菌丝智能的设计锚点分为这三个类别进行讨论，以对应展示菌丝智能设计路径的全面进步。



2.3 共生菌丝智能重构个人生态记忆——以“信菌”为例

“信菌”是一个共生的菌丝智能设备，通过信息素感知和 AI 视觉解码实现个人生态记忆的重构，展示了菌丝智能设计路径能够产出的设计突破性。

2.3.1 信息素与菌丝作为感知媒介

“信菌”使用信息素与菌丝生长形态的结合，取代传统数字传感器，作为个人生态记忆的感知媒介。由于菌丝智能的特殊的跨物种能力，其对于大多数植物、昆虫甚至类似猫的小型哺乳动物的信息素都能在一定程度上产生反应。因此，通过观察共生菌丝体在接触空气中的不同信息素后所产生的生长形态变化，可以揭示人在过去的时间中所产生的跨物种交互，从而实现更丰富且有机的个人生态记忆物质化过程。

2.3.2 共生体的情感依附

“信菌”作为一个可穿戴的设备，可以与人长期依附，为人类与其包含的菌丝智能形成情感链接提供基础。“信菌”可以跟随人一起经历生活中所产生的各种事件，并作为一种共生生命陪伴在人身边。同时，当人佩戴“信菌”时，由于胸前挂饰作为一种与个人身份认同存在强绑定关系的人造物^[14]，“信菌”已经形成了使用者的意志的外显载体。因此，这种共生体从物理和意识层面都与使用者形成了紧密的链接，为形成足够坚实的情感链接和跨物种归属感提供了基础。

2.3.3 菌丝体的永续生命

“信菌”本身的永续生命可以为人提供生命尺度的时间体验，有助于人形成显著的生态观念转变。“信菌”为使用者带来的体验是连续的体验，并没有确定的开始和结束时刻。同时，菌丝体的永续生命特性使得其可以形成与使用者相同的生命长度，可以保存并记忆使用者一生的生态记忆。菌丝体的永续生命为“信菌”介入到使用者的生活方式，与使用者形成生命交融，并形成持久的、稳定的、与生态记忆有关的生活仪式提供了物质基础，使得“信菌”对生态记忆的影响可以持续生命尺度的时间，形成持续且显著的跨物种关系改善。

综上，本章针对菌丝智能设计路径的外延发散进行了系统性的发散探索，并选择了个人生态记忆作为具体的设计问题。本章针对当前个人生态记忆设计的三个方面的局限性进行了讨论，并分析了“信菌”作为菌丝智能设计路径的具体案例，在这三个方面所体现出的进步。



第三章 设计制作过程

基于前期研究对“信菌”的分析和定义，本章将介绍具体的设计制作过程，展示具体的设计实践如何与概念定义契合。

3.1 信息素与菌丝形态变化研究

3.1.1 菌种与信息素的选型调研

为了挑选适合的菌种以及信息素，笔者访谈了中国科学院分子植物科学卓越创新中心的真菌分子生物学专家王成树教授。从访谈中笔者了解到，菌丝体的微观形态易受环境因素（光照、温度、pH 值等）影响，或是基因控制，而产生不同的形态特征，难以通过信息素调整。因此，本研究转向讨论菌丝体的宏观形态特征。

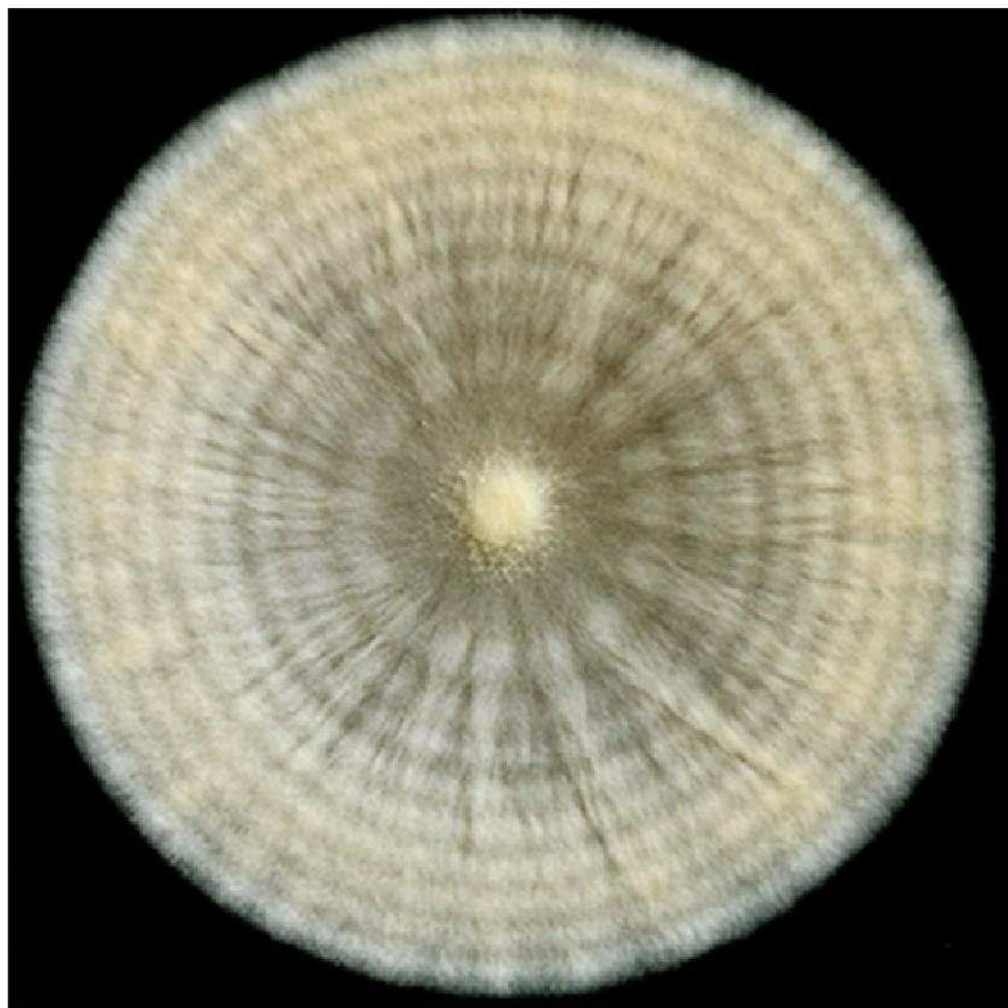


图 3-1 粗糙脉孢菌(*Neurospora crassa*)的明暗条纹^[15]

考虑到生态记忆的时间性，菌丝体的生长节律需要较为固定以便于视觉解码的时间对齐。专家提供了粗糙脉孢菌(*Neurospora crassa*)作为比较合适的菌种，其由于稳定的生物节律常被用作生物节律研究的典型菌种。此外，这种菌种在合适条件下，由于生物节律状态的变化还可以形成比较明显的明暗条纹（图 3-1），可以作为二重视觉参考。

针对信息素的选择，笔者首先拟定了一个简单的跨物种交互框架，即“吸引-防御-和睦共处”的三种跨物种交互。然后，笔者结合领域专家的建议和网络资料，基于上述框架确定了四种常见的动植物信息素：（1）吸引—— β -石竹烯（ β -Caryophyllene）：常见于玉米、薄荷等植物释放以吸引蜂类动物；（2）防御——茉莉酸甲酯（Methyl Jasmonate, MeJA）：植物被啃食、机械损伤或病原感染时释放以激活防御反应；（3）和睦共处——费洛蒙（Pheromones）：猫科动物愉悦时（如蹭人、摩擦物体）由面部腺体释放；（4）吸引——芳樟醇（Linalool）：植物在花期或受昆虫攻击时释放，吸引传粉者/驱虫。这些信息素都存在较大的概率能够影响粗糙脉孢菌的生长形态，但由于目前的科研文献中缺乏相关研究，笔者遂采取直接实验观察进行验证。

3.1.2 菌丝与信息素的反应实验

确定了菌种和信息素后，笔者基于统一的实验操作步骤（表 3-1）对四种信息素进行了菌丝对信息素反应实验。每种信息素都进行了三次重复实验以确保可复现性。

表3-1 菌丝对信息素反应实验步骤简述

序号	操作
01	在培养皿内配置马铃薯葡萄糖琼脂培养基（PDA）
02	用移液枪吸取 2.0 μL 的信息素液体
03	将信息素滴在固化的培养基表明并标记位置
04	将培养皿合盖并用封口膜封闭
05	倒置培养皿于 27℃ 的亮光环境中
06	每隔 12 小时进行翻面检查菌丝是否生长到信息素位置
07	重复操作 06 直到菌丝生长到信息素位置
08	拍照记录

实验呈现出明显的结果：除了芳樟醇（Linalool）实验组的反应较为微弱外，其余三个信息素都对粗糙脉孢菌的菌丝生长形态产生了明显影响（图 3-2）。这一实验成果为“信菌”的科学理论支持提供了事实依据。

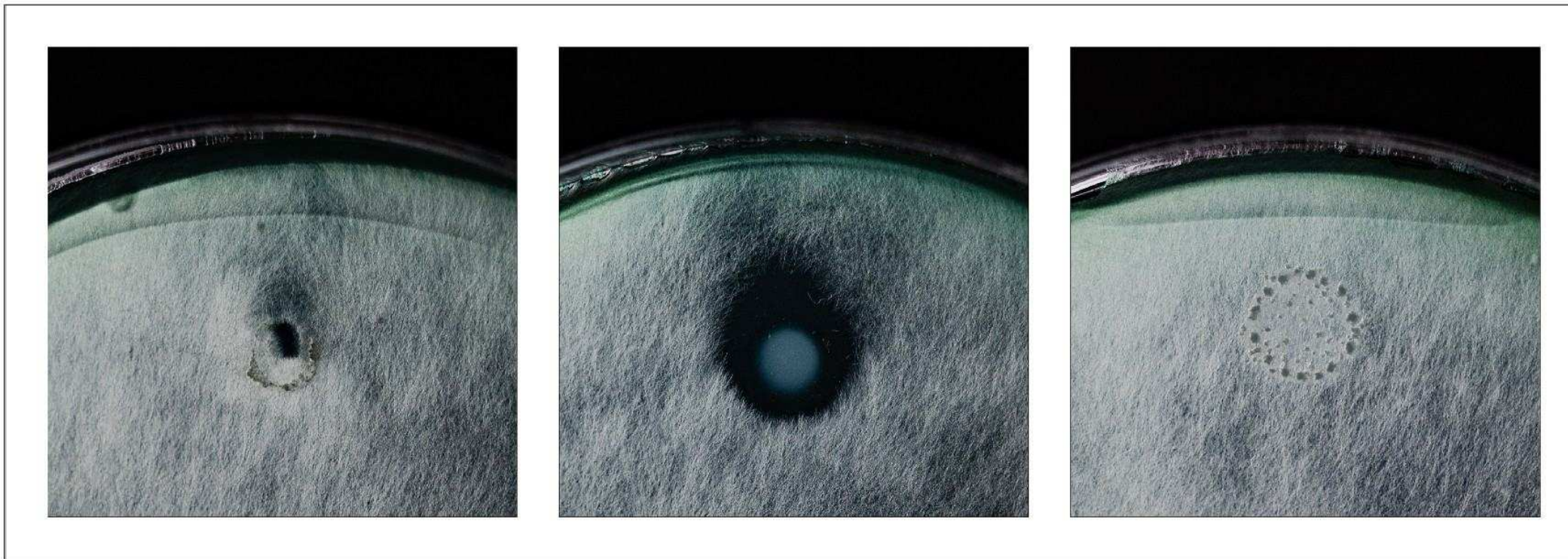


图 3-2 80% β -石竹烯（ β -Caryophyllene）（左）、98% 茉莉酸甲酯（Methyl Jasmonate, MeJA）（中）以及 10% 费洛蒙（Pheromones）（右）对粗糙脉孢菌菌丝生长形态的影响

3.2 原型设计

完成了信息素与菌丝形态变化研究后，笔者需要为这一规律在“信菌”概念中的运用设计对应的实体原型。“信菌”的实体原型包括一个共生编码器和 一个 AI 显影器。本节将会讨论两个零部件的定义以及各自的具体设计过程。

3.2.1 零部件与交互流程

共生编码器是“信菌”的核心零部件，起到了记录个人生态记忆的功能。生长着菌丝智能的培养皿内嵌在一个开放式结构的可穿戴设备中。编码器像项链一样挂在使用者胸前。编码器会持续检测周围的空气中的有机化合物（VOCs）的浓度，即信息素浓度。当信息素浓度大于特定阈值时会启动内嵌的小型风扇，将周围的空气吹入培养皿中，增大信息素被菌丝体记录的概率。除此之外，编码器还会记录地理位置、时间和温湿度等生态记忆

的背景信息。AI显影器是实现个人生态记忆解码的工具。通过将胸前佩戴的编码器摘下并倒扣在扫描区域，实现对菌丝体形态的扫描和分析。显影器会随后生成一个包含个人跨物种交互情况、记忆背景信息以及记忆内容描述的数据可视化界面。

3.2.2 设计视觉情绪板

由于“信菌”是设置在未来语境中的人造物，因此其视觉情绪需要贴合“未来感”、“生命感”和“有机”等视觉风格。同时，由于其可穿戴属性，还需要考虑其作为胸前挂饰的语义学特征。综合以上考虑，本研究给出了“信菌”的视觉情绪板（图 3-3），以“有机形态”和“科技野兽派（Brutalist Tech）”为核心视觉风格，并结合荧光亮色作为菌丝智能的强调色。



图 3-3 “信菌”的部分视觉情绪板，“有机形态”与“科技野兽派（Brutalist Tech）”结合的视觉风格，图片来自不同设计案例

3.3 原型迭代

3.3.1 零部件功能实现与验证

“信菌”的功能实现主要包含 PCB 电路板设计与软件调试等工作。共生编码器的主要实现功能是检测 VOCs 并启动风扇，同时有 LED 灯光作为指示。考虑到胸前挂饰的语义特征，编码器的尺寸需要限制在 40mm*40mm*20mm（长宽高）以内，因此需要将电路集成到一块 PCB 电路板上。笔者整合校内资源与工具，利用在线绘制工具（图 3-4）和快速打样平台完成了 PCB 电路板的设计制作（图 3-5）。

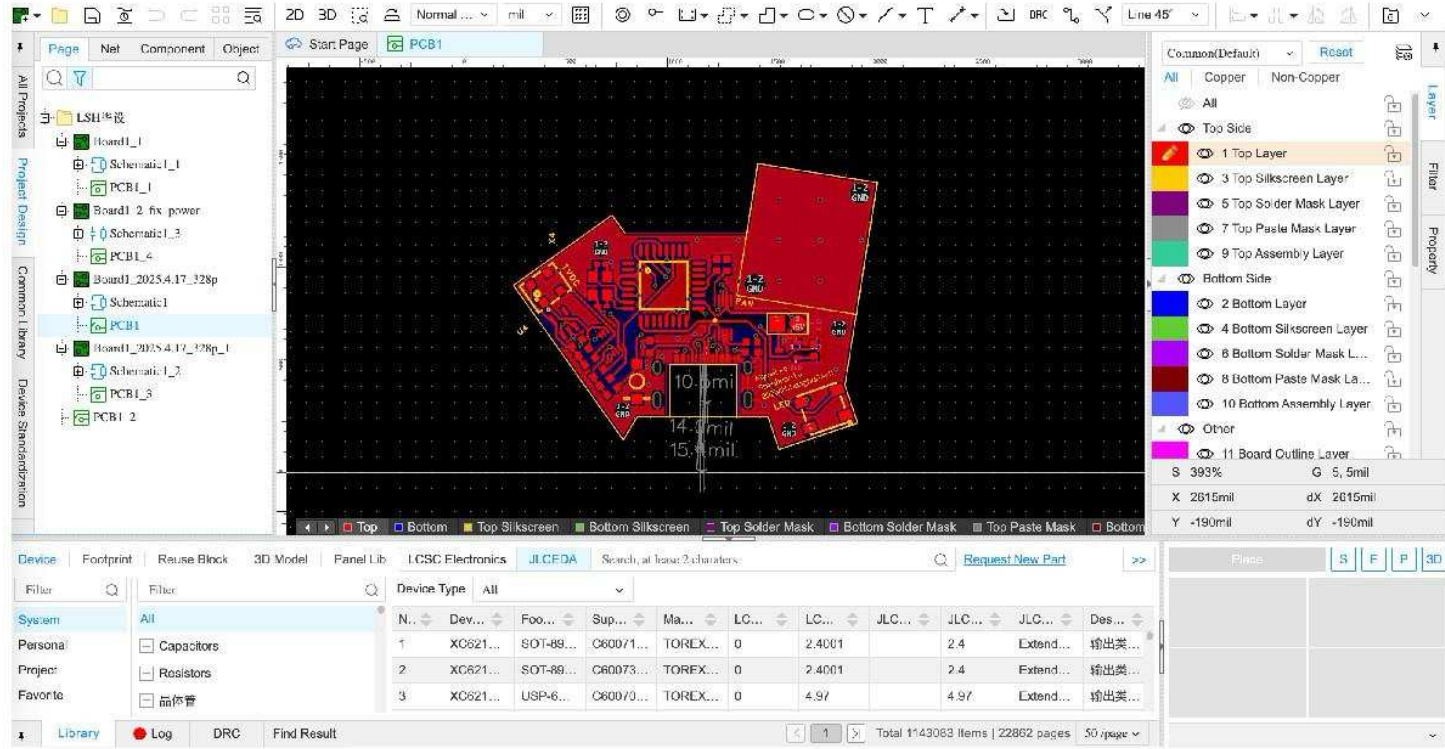


图 3-4 笔者使用在线绘制工具进行 PCB 电路板的绘制

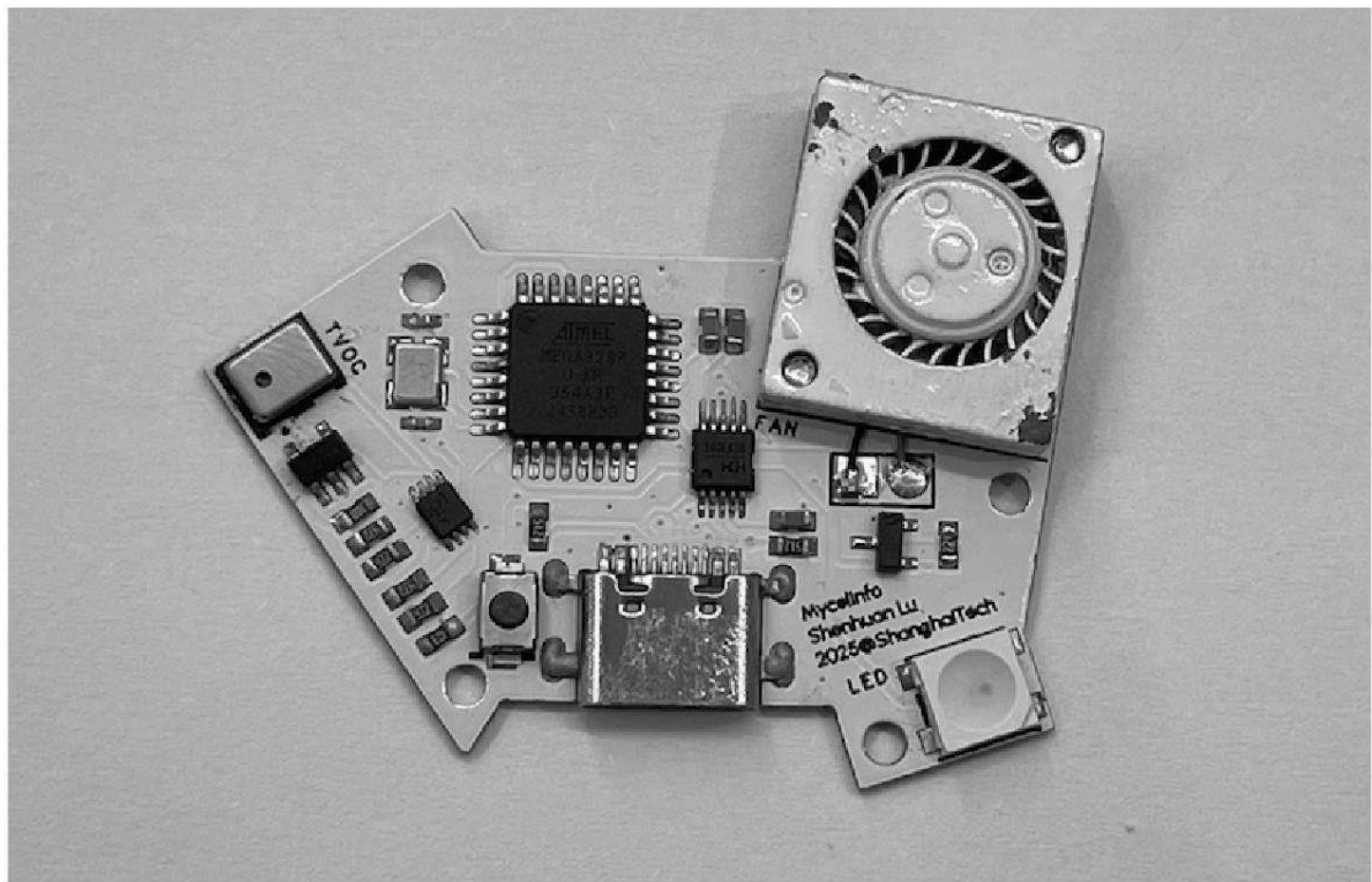


图 3-5 PCB 电路板的最终成品

AI 显影器的主要实现功能是检测菌丝体形态，并进行 AI 视觉分析。笔者首先通过 Python 语言建立了一个 AI 学习系统，学习粗糙脉孢菌在三种信息素影响下的不同形态特征，并还原成矩阵变量以供后续调用（图 3-5）。

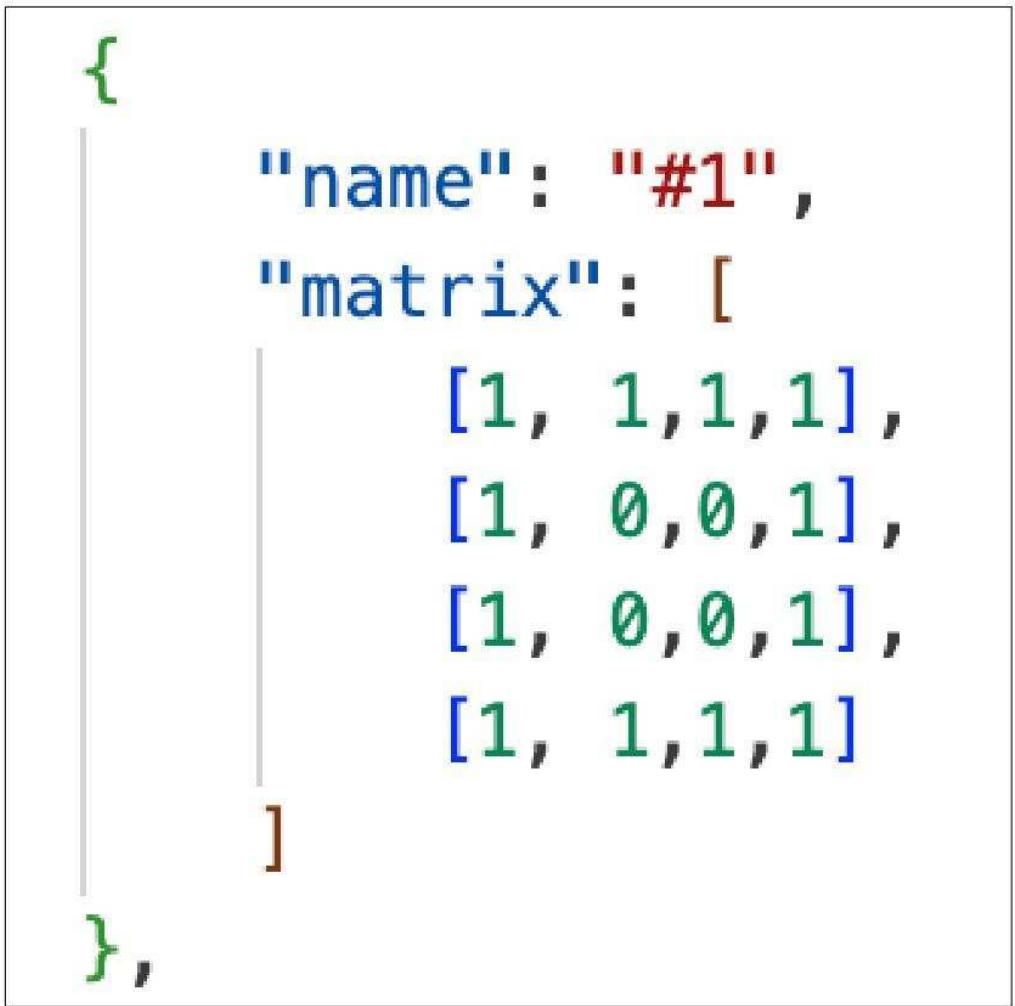


图 3-5 AI 学习系统生成的菌丝体形态特征矩阵

在此基础上，笔者建立了一套图像处理系统（图 3-6），通过 Python 语言实现菌丝体照片的二值化处理 and 形状特征提取（图 3-7）。

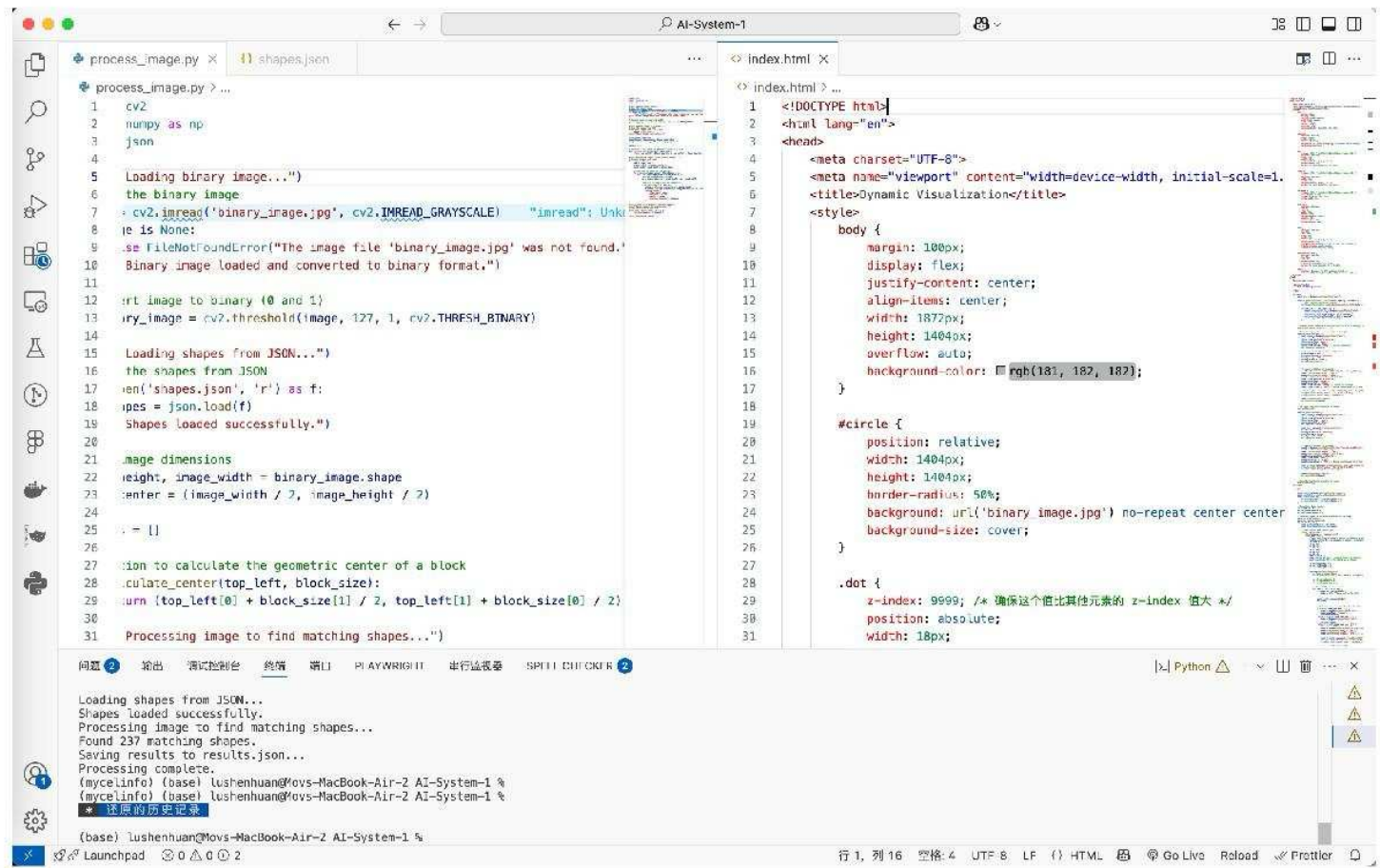


图 3-6 基于 Python 语言的图像处理系统

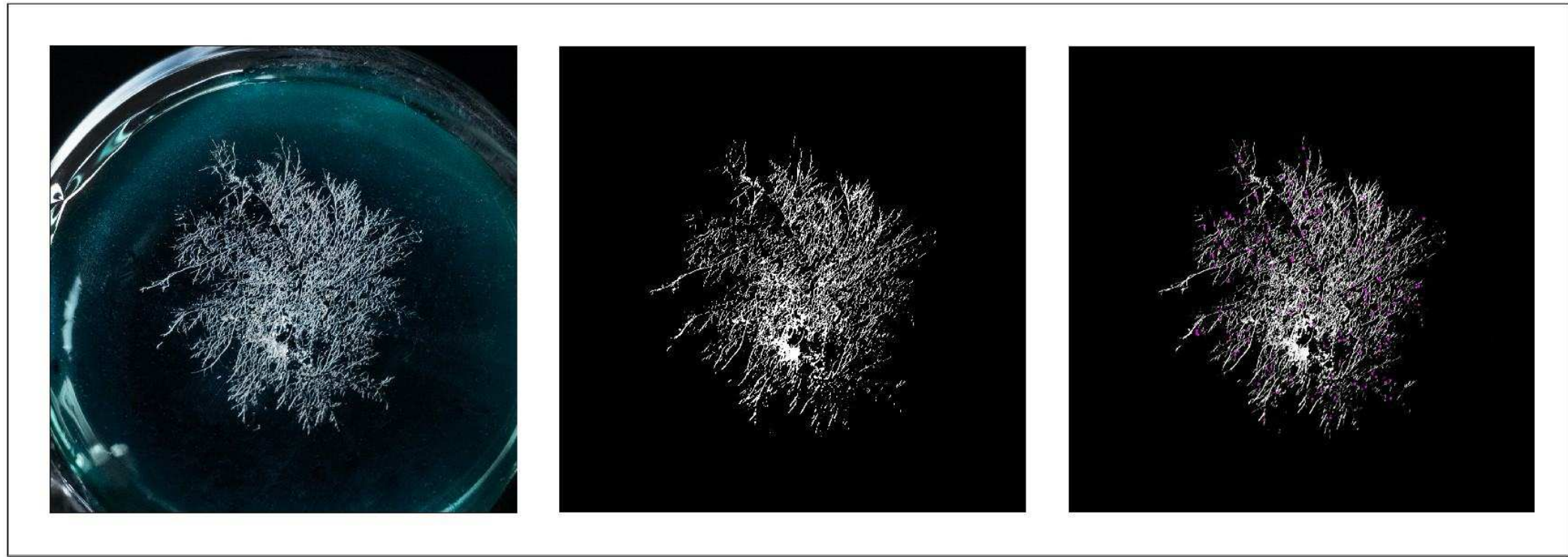


图 3-7 菌丝体照片原图（左），二值化处理图像（中）以及形状特征提取（右）

数据可视化方面，笔者首先对界面的视觉风格进行探索。笔者认为，“信菌”中的菌丝体生长形态是一种特殊的视觉语言，解码这种语言的界面需要呈现出语言原本的视觉形态，解码过程以及解码结果三部分。考虑到内容的相似性，笔者参考了电影《降临》（2016）中解码外星生物语言的视觉界面（图 3-8）进行设计。最终笔者通过 HTML 语言和 JavaScript 语言建立了一个可视化界面（图 3-9），实现了菌丝体形态展示，菌丝体特征标记以及不同跨物种互动在时间轴上的变化情况展示。

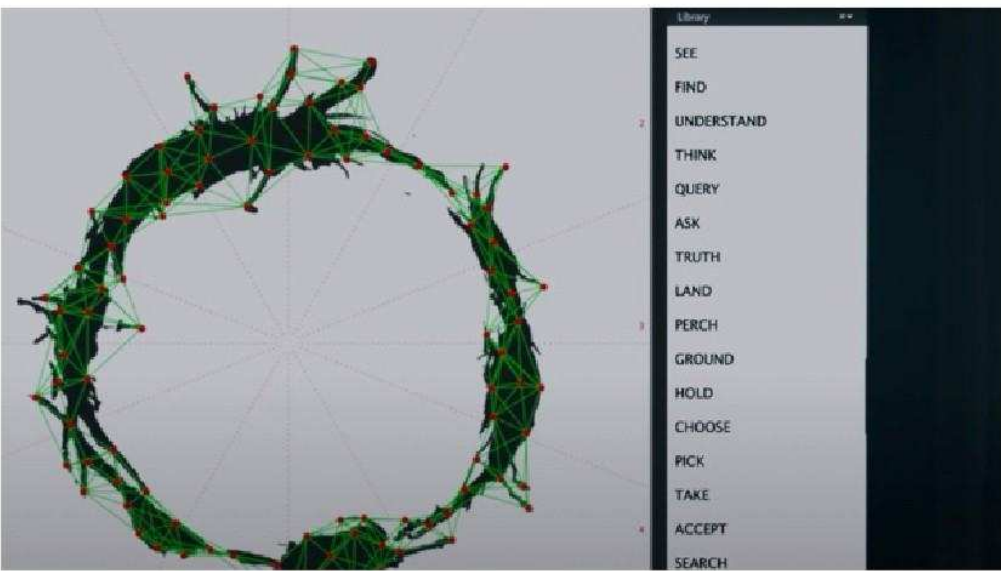


图 3-8 电源《降临》（2016）中解码外星生物语言的视觉界面

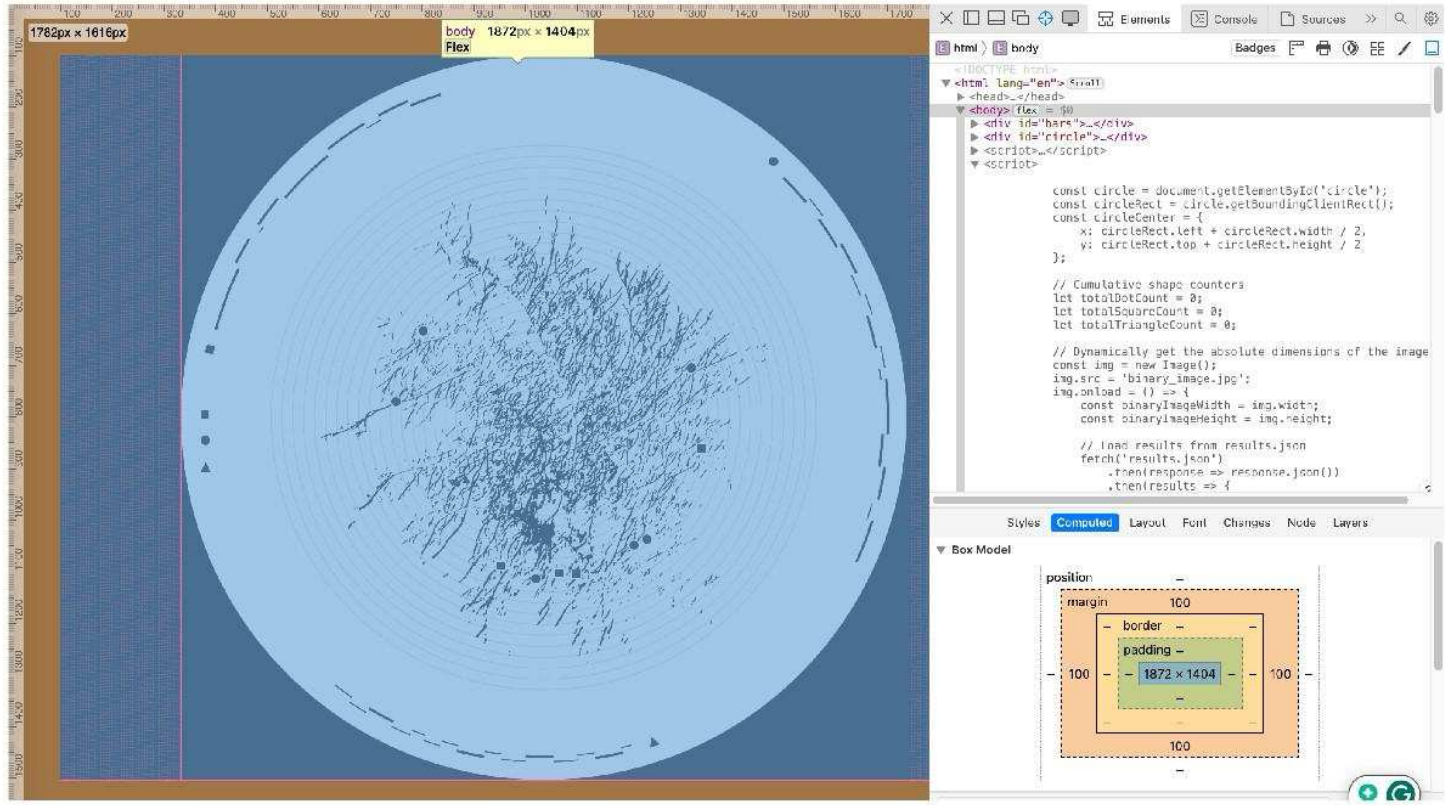


图 3-9 AI 显影器的数据可视化界面编程过程

3.3.2 零部件结构设计与迭代

“信菌”的零部件结构设计主要包括建模与模型制作。对于共生编码器，考虑到其对气流通性的要求，笔者将其结构设计为上下遮挡保护，侧面开放的结构（图 3-10）。同时，笔者通过 3D 打印技术快速进行了大量的迭代测试（图 3-11）以进行视觉形态和比例的调整优化。

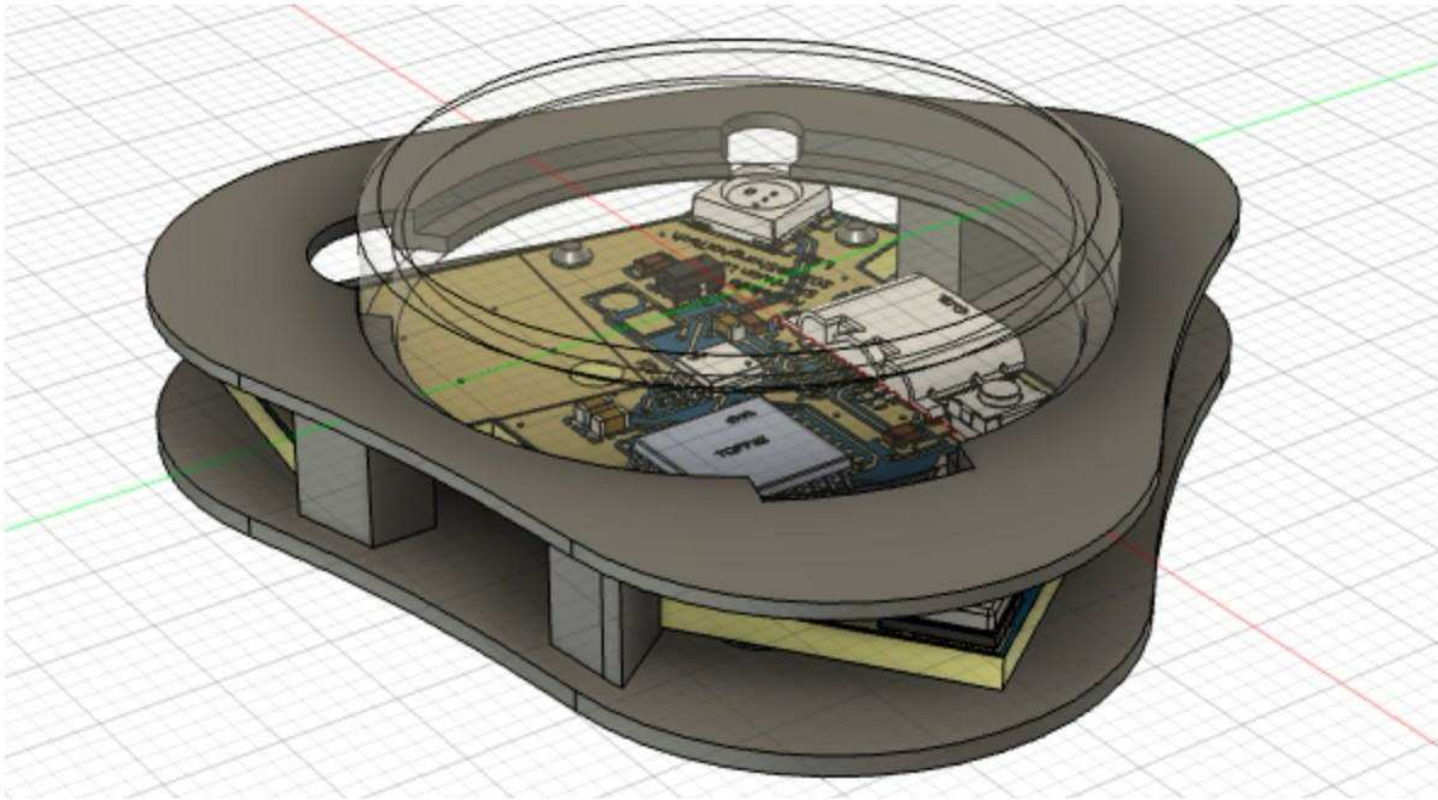


图 3-10 共生编码器的上下遮挡，侧面开放结构

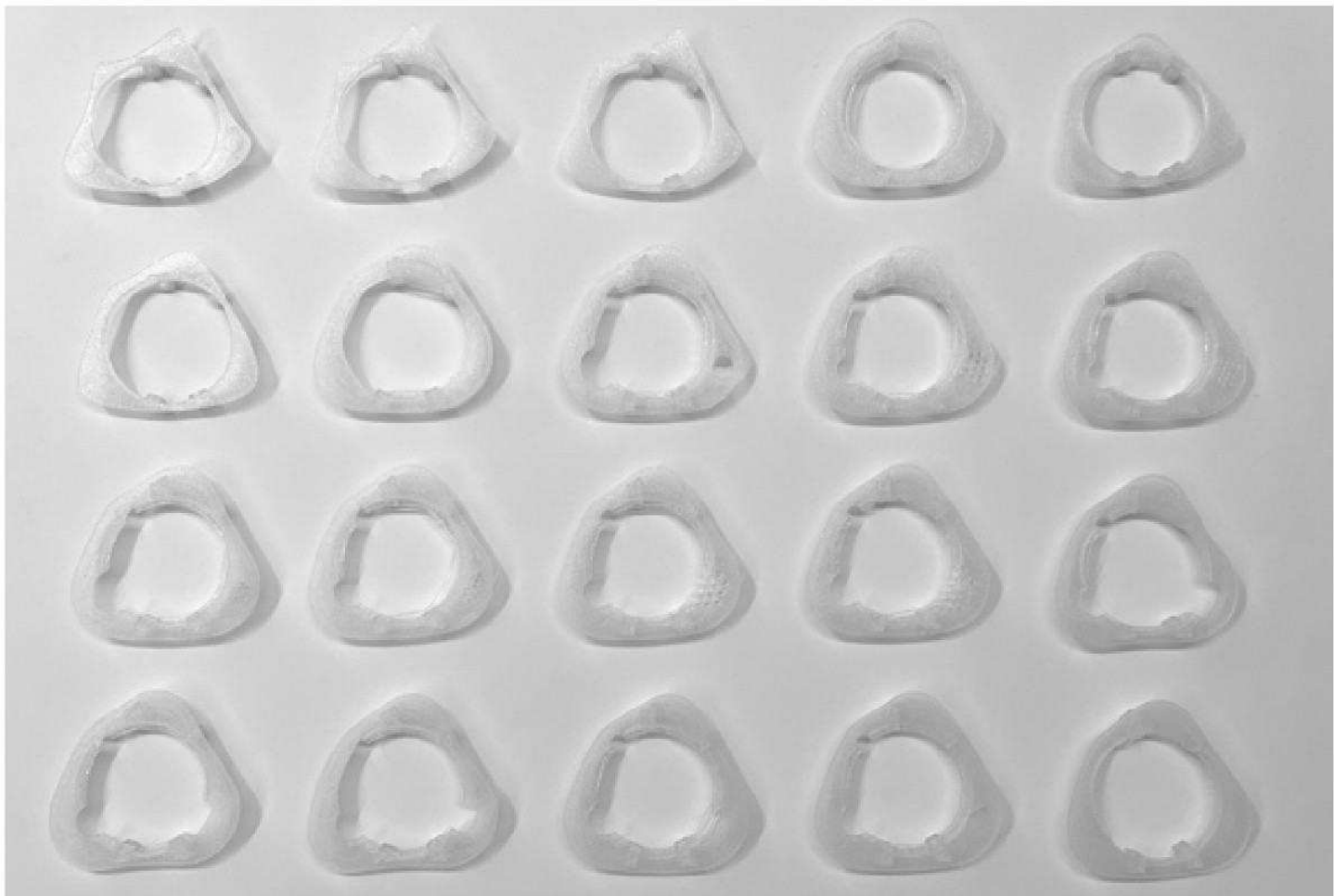


图 3-11 编码器的视觉形态迭代过程

对于 AI 显影器，主要的结构设计工作在于摄像头光学路径的转折和内部空间的分配。摄像头方面，若将摄像头垂直放置，会由于摄像头最近对焦距过长，而导致显影器的整体厚度过大，视觉上会显得较为臃肿。因此，笔者采取潜望式摄像头结构设计（图 3-12），在摄像头光路上放置一块直角三棱镜以实现光路的转折，从而将显影器的厚度缩小。内部空间方面，由于涉及到包括树莓派微型计算机，Arduino UNO单片机，摄像头模块，墨水屏模块以及电源在内的较多元器件，因此需要较为紧密的空间分配，笔者通过测量元器件并在建模软件中进行模拟组装，最终实现了较为合理的空间分配（图 3-13）。

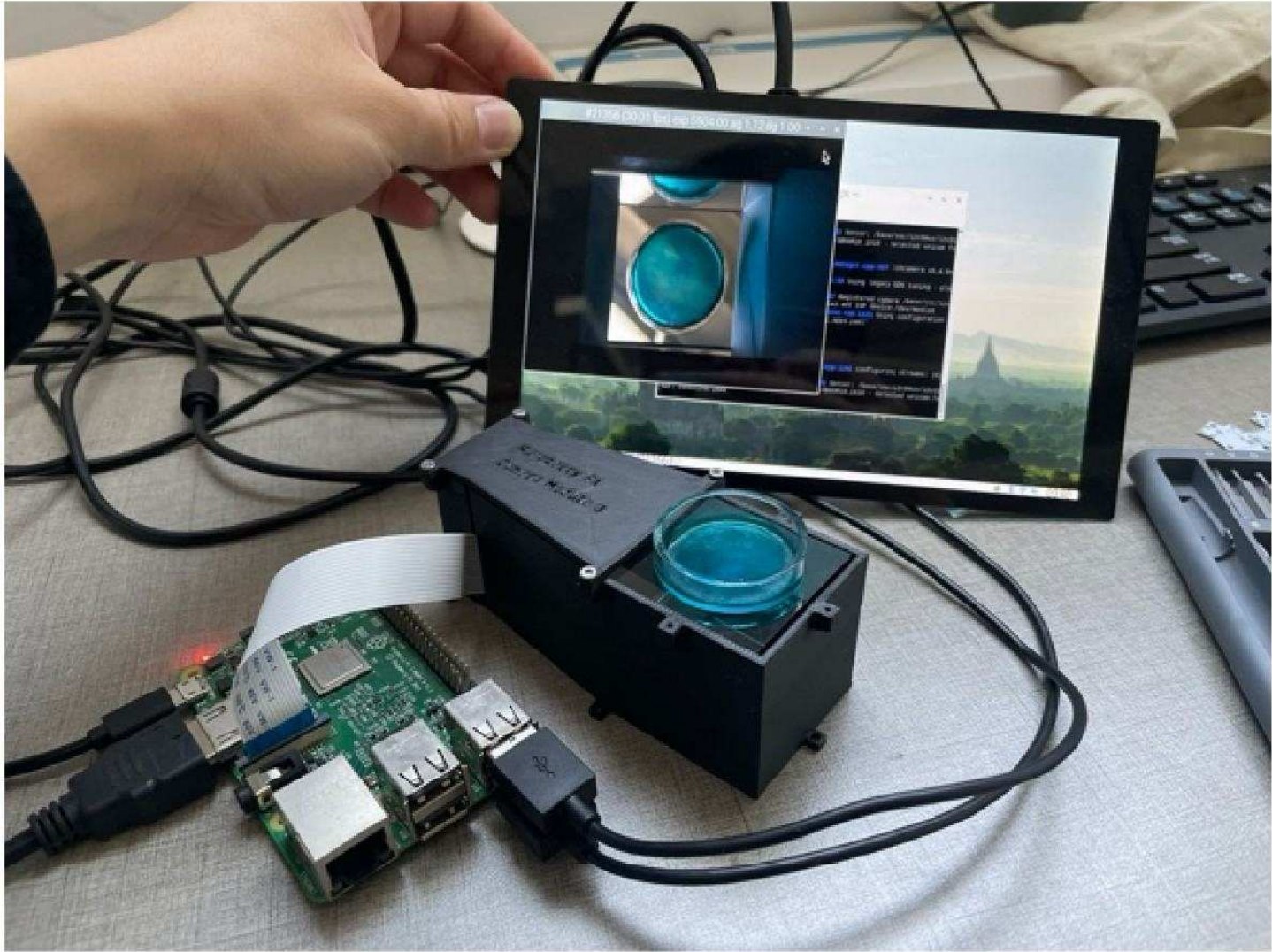


图 3-12 潜望式摄像头结构设计

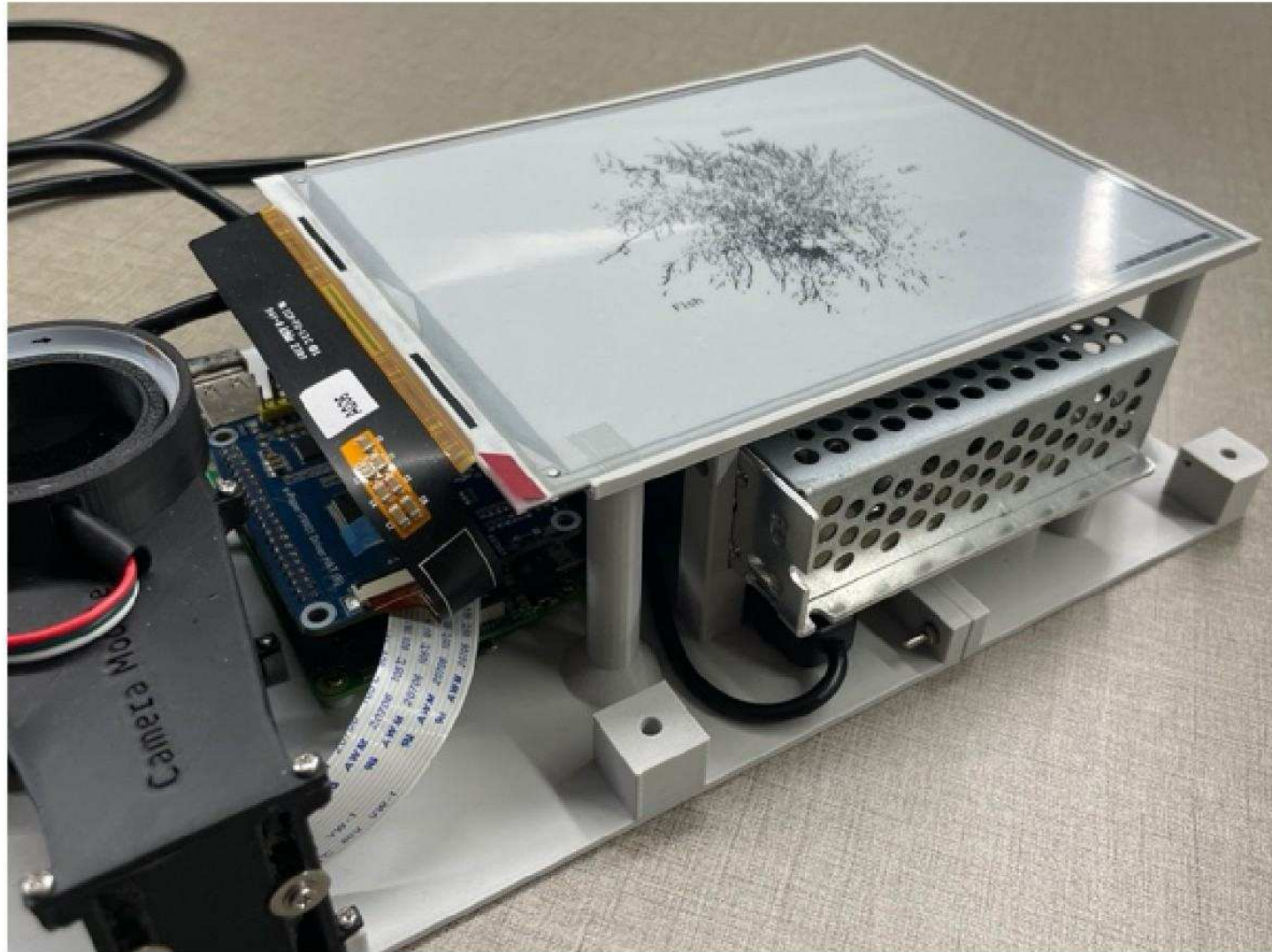


图 3-13 AI 显影器内部紧密的空间分配

第四章 设计展示

本章将展示“信菌”的最终设计效果。包括实体原型的展示、交互与功能原理展示以及设计叙事与情景展示。

4.1 实体原型展示

4.1.1 共生编码器

共生编码器是一个佩饰形式共生设备（图 4-1），其中心是生长着菌丝智能的圆形玻璃培养皿，荧光蓝色的培养基突出了菌丝智能在设计中的核心地位。培养皿周围是三个主要的电子元件（LED 指示灯、风扇、有机化合物 VOCs 传感器）。这些元件会在检测到跨物种交互时协同工作，以强化设计的情景特征。除此之外，电路板上还包含 GPS 定位芯片、时钟芯片和温湿度传感器等辅助性元件以记录生态记忆的背景信息（图 4-2）。整体形态呈现有机的视觉风格，与设计所讨论的生命智能相契合；作为面向未来场景的人造物，暴露的电子元件与半开放的金属结构呈现出了明显的未来视觉风格。



图 4-1 共生编码器的最终设计效果

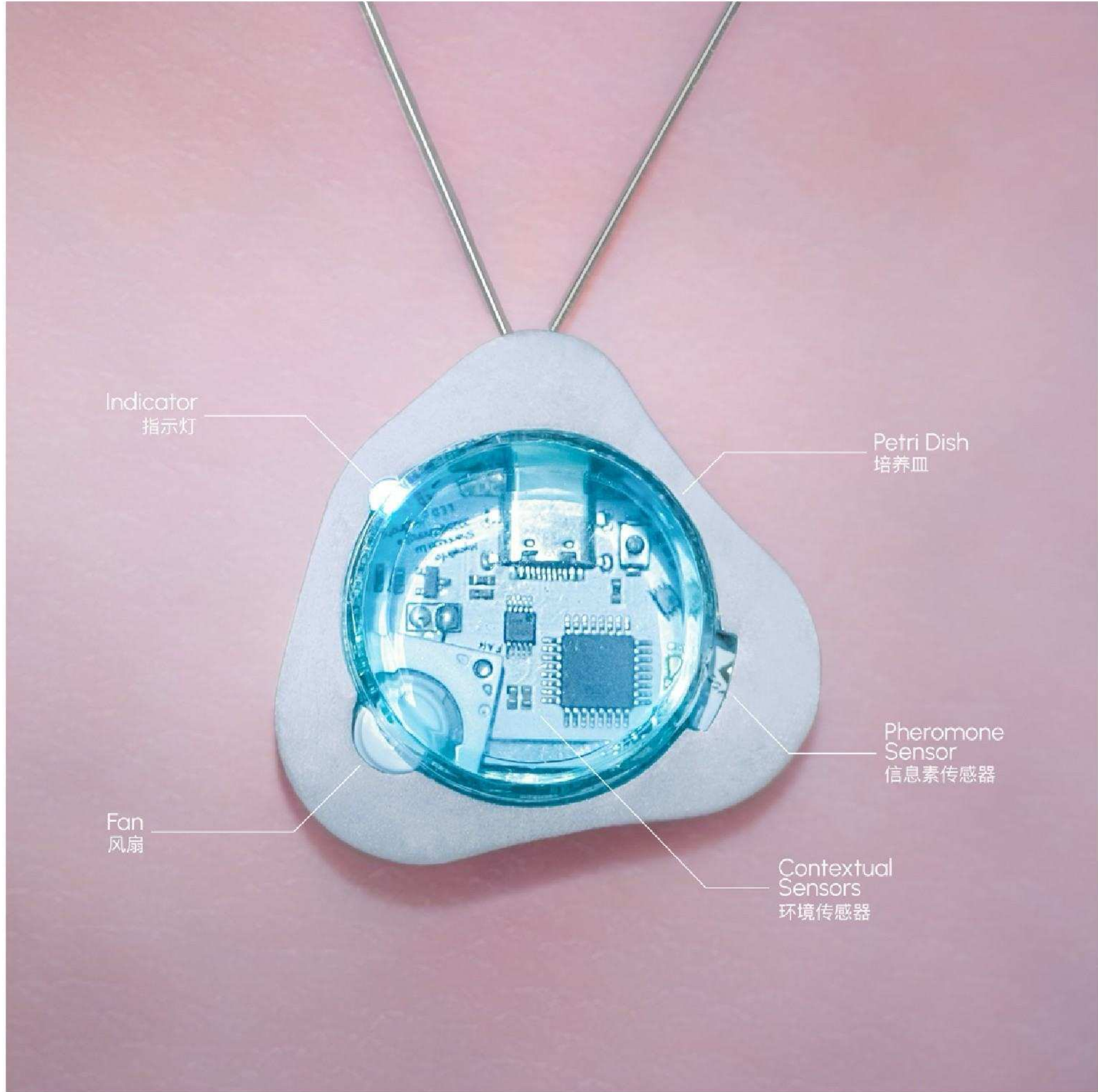


图 4-2 共生编码器的电子器件和结构展示

4.1.2 AI 显影器

AI 显影器是一个桌面式设备（图 4-3），其顶面由编码器扫描区和信息可视区两部分组成。两部分都采用了玻璃面板和圆形轮廓的设计，与编码器上的培养皿的视觉特征统一，形成设计连贯性。同时，扫描区和信息可视区二者也形成了视觉呼应，令用户理解二者在交互逻辑上的关联性。整体设备采用铝合金 CNC 切削工艺，本色哑光磨砂材质，视觉层面温和又不失重量，平衡了大体积设备所带有的侵入感。

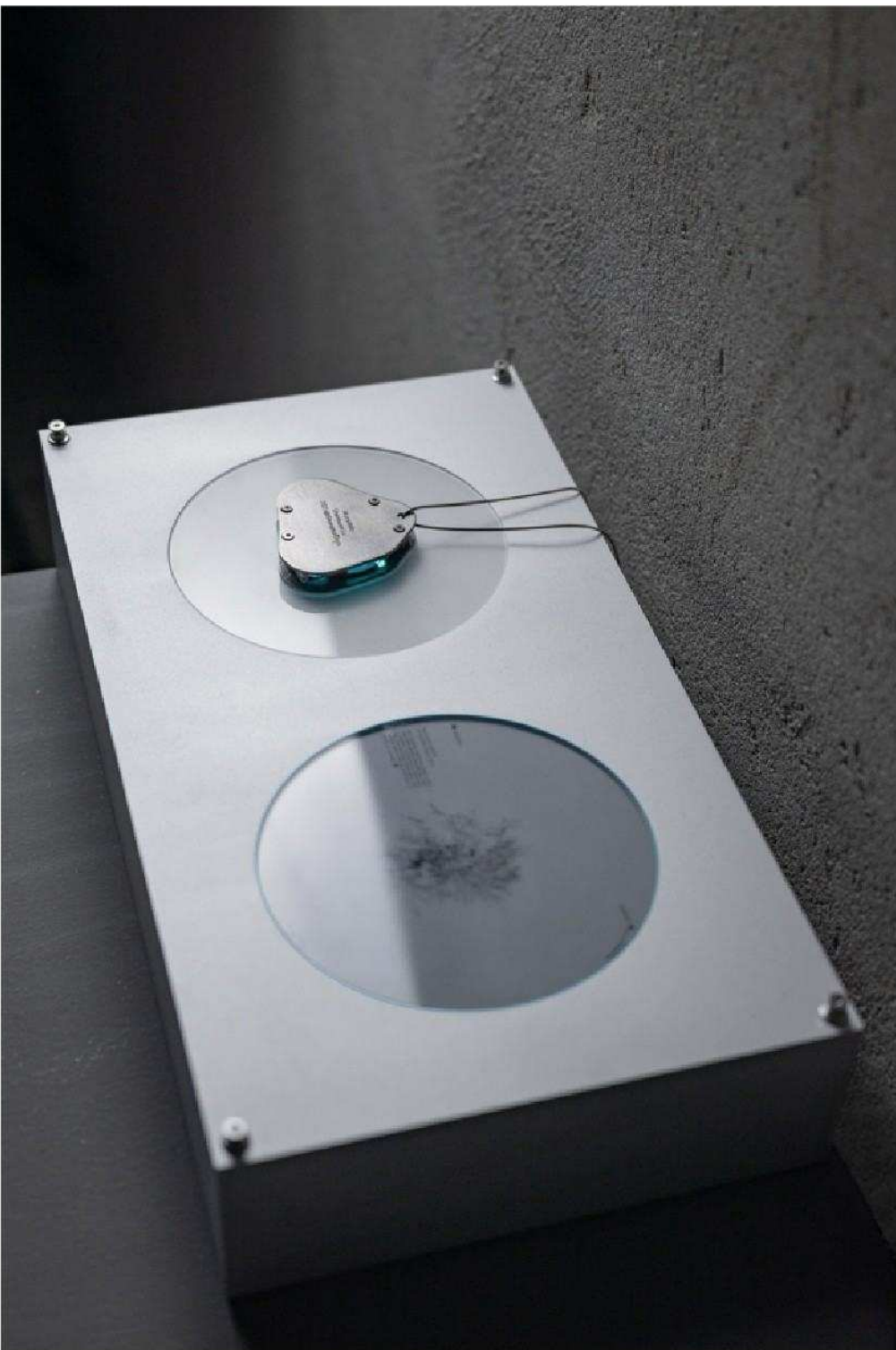


图 4-3 AI 显影器的最终设计效果

4.2 交互与功能原理展示

本设计的交互主要聚焦在使用者进行 AI 解码的交互。当使用者将编码器取下并镶嵌进扫描区域时，摄像头会检测到编码器存在，从而启动扫描区域的环形 LED 灯光开始旋转照亮菌丝体，以捕捉全角度的菌丝体轮廓。此灯光将成为解码开始的即时反馈信号。此时信息可视区的界面也开始运作，一个旋转的进度条开始运动以提示使用者生态记忆正在生成中。两个区域同时启动的旋转元素在视觉上形成呼应，暗示使用者解码后的信息将在信息可视区呈现。

当解码完成后，在信息可视区将会呈现完整的生态记忆可视化界面（图 4-4）。在可视化界面中，最中间是扫描出来的菌丝体形态；在菌丝体上会出现三种信息素的位置标记，通过三种图形符号（正方形、圆形、三角形）进行表示；外围三条圆弧是三种信息素随时间的变化曲线，每个线段代表一天的信息素含量。通过观察与时间对应的信息素含量变化，可以反映出三种跨物种交互（吸引、防御、和睦共处）随时间的变化。同时，AI 会学习这些数据，并基于预训练模型对使用者过去的跨物种互动进行推测，并通过界面左侧诗意的文字描述对使用者的生态记忆内容进行呈现，以强化使用者的生态记忆。



图 4-4 AI 生态记忆可视化界面的最终设计效果

4.3 设计叙事与情景展示

“信菌”通过设计虚构（Design Fiction）的方式对其展开的未来情景进行研究，即通过构建并描述一个纳入“信菌”作为特殊人造物的虚构世界^[16]，来探索尚不存在的跨物种关系。

本研究构建了一个名为“生态智世”的情景以扩展“信菌”的价值：AI技术让人类看见其它物种的智能——植物通过香气向路过的行人打招呼，吸引人们为花朵传粉；猫咪们纷纷观看并讨论人类在时装周推出的艳丽的服装；准备第一次起飞的雏鸟想向无人机打听附近的栖息地；海豚抱怨渔船的噪音扰乱同伴迁徙。人类的生态观念开始转变：自然生命不再是简单的生化反应，而是拥有语言、思想与自由意志的高级智能。人们纷纷在社交网络分享这些跨物种对话：有人记录自己与蜜蜂因花粉分配而产生的激烈“辩论”；有人分享自己坐在树下听到的“树生故事”……为了留存这些珍贵的互动，人类发明了“信菌”，一种可以通过信息素记录跨物种交互的可穿戴设备。人们佩戴着这种设备，就像拍摄 Vlog 一样，记录着自己与周围生命所形成的独特生态记忆。

在“生态智世”中，“信菌”作为记录全新的跨物种互动的工具，成为了象征全新的跨物种关系的特殊人造物。人们通过“信菌”形成了全新的纳入其它物种的生活方式以及记录和回顾个人生态记忆的生活仪式。通过分析讨论其情景，对于探索未来全新的跨物种关系具有重要意义。



第五章 讨论与反思

本章将基于前文的研究，展开对“信菌”的设计价值，“信菌”的设计缺陷与“信菌”所构建的未来世界的讨论和反思。

5.1 “信菌”如何形成新的跨物种关系

“信菌”作为记录人类跨物种互动的设备，从物质交互、情感链接和文化价值三个层面重构了个人生态记忆的物质化过程，形成了具备生物同频、深度共情和命运交融三大特点的跨物种关系。

5.1.1 生物同频

“信菌”使用菌丝体作为生物基传感器，能够使人类与其它物种形成更同频的节律时间感知。现代生产方式和体系的形成导致现代人类对时间、日期和季节等变量的感知是与古人不同的，例如现代人的会由于工作日制度自然地将一周分成“5天工作日 + 2天休息日”，而古人由于需要从事大量的农业劳动，其对时间的感知会更契合自然界——“日出而作、日落而息”。这一事实表明，人类对时间的感知是与其他物种不同频的，缺乏建立情感共情的认知基础。“信菌”通过强化个人生态记忆，使得自然节律在个人认知中被强化，为形成更深层的情感链接提供认知基础。

5.1.2 深度共情

“信菌”通过将其它物种的细腻情感外显，使得人类能够更容易地形成与其它物种的深度共情。当下的人类由于生活方式和生活环境的阻隔，导致难以对其它物种的情感有较深度的认识。例如，大多数时候，当人类看到自然界弱肉强食的情景，仅会形成“残忍”或“血腥”这样的直观感受，但缺乏对其中的动物所蕴含的细腻情绪的感知力。然而，人类与自然始终存在深度的绑定——当看到树在狂风中被吹倒时，人会下意识地倾斜身体。在人的潜意识中会对树形成同一性认知，认为自己与其他生命是合一的^[17]。“信菌”通过捕捉其它物种细腻的情感，可以将被阻隔和抑制的深度共情复现，为人与其它物种形成深度的命运交融提供基础。

5.1.3 命运交融

“信菌”以其跨越生命尺度的持续陪伴，让人类与其他物种在命运维度上产生深刻的交融与认同。当菌丝体以一生为周期伴随个体时，人们自然将自己的命运体验投射其中，进而感知另一方与自身的同频共振。这样的命运共鸣，难以在当下短暂的、断裂的和充满隔断的跨物种互动中形成；然而，“信菌”可以通过终身共存的菌丝体生命实现跨物种的命运交融。同时，菌丝体所承载的丰沛生态记忆，促成了一种超越菌丝体和人类之间的，包含更广阔的自然生态的宏大命运交融。

5.2 “信菌”中信息素的特异性问题

本研究指出，“信菌”的设计在记录动植物信息素时，面临一个核心疑问：如何确保所采集的信息素与人类活动相关，捕捉到的信息素和人类有什么必然联系吗？本研究认为，这个问题可以从技术进步和现实意义两方面理解，分别对应“信菌”的概念逻辑完善和研究价值明确。

技术进步方面，尽管人类无法从根本上理解其它物种的思想以及对世界的认识，但人类可以从生物符号学（biosemiotics）的视角学习其它物种解读世界的符号体系^[18]。通过深度学习与数字孪生的技术路径尽可能地模拟其认识世界的思维，以此来计算并在一定概率范围内确保其特异性。

现实意义方面，“信菌”这一研究的核心意义在于建立了人类认识跨物种关系的新的思维观念，引导了更符合“行星智能”世界观的跨物种关系的形成，而非为实现跨物种的认识论对齐提供框架。“信菌”作为一个基于未来设计方法的设计实践，其作用域在于人的思维，其核心目的是改变人的观念，而非回答科学问题，因此并不需要对其涉及的科学性问题产生自然科学研究级别的准确性要求。然而，这并非表示基于未来设计方法的设计可以抛弃一切科学约束而天马行空地想象——只有当其涉及到的科学原理足够正确到人们信服时，设计才能影响人的思维。

5.3 菌丝智能设计路径的更多设计可能

本研究以“信菌”为例展示了菌丝智能设计路径的具体设计可能性，为了进一步展示其对于探索未来跨物种关系的启发性，笔者基于这一设计路径合成了两个新的设计方案“生态切片”（图 5-1） 和“菌带”（图 5-2）。本节将介绍这两个设计方案的内容，并解释菌丝智能设计路径在笔者合成这两个设计方案的过程中的指导作用。

“生态切片”是从跨物种信息中选取了“逝去生态怀恋”作为具体的设计问题，以“生态整合”（物质交互）、“怀恋”（情感链接）和“群体认同”（文化价值）作为设计锚点所合成的设计概念。在气候变化和生态危机的背景下，人们对即将逝去的生态景观产生情感和文化想象^[19]。“生态切片”通过在即将失去的生态系统中系统性地采集菌落样本，并在人造环境中进行培养，释放菌落承载的跨物种适应性特征，通过解读其视觉形态的特征并通过 AI 生成复原逝去的生态景观，以此构建原有的社会群体认同，以及群体应对气候变化时的生态韧性。

“菌带” 是从跨物种信息中选取了“亲生性地球情感”作为具体的设计问题，以“行星感知”（物质交互）、“归属”（情感链接）和“自然母性”（文化价值）作为设计锚点所合成的设计概念。“菌带”是一个模拟母亲脐带形式的装置，一端是味觉和食物生成器，一端是链接地面菌丝感知器。当观众将味觉生成器含在嘴中时，菌丝会感知地球地壳活动，算法会将地壳运动数据转化成味觉和营养物质传入观众嘴中，揭示人与地球本身遥远但又紧密的地球情感。

这两个设计方案是笔者通过串联菌丝智能设计路径中的不同元素所合成的，体现在跨物种设计中，菌丝智能设计路径所起到的方法论层面的指导作用。两个方案包含了多样的设计问题、设计锚点和形式，展示了菌丝智能设计路径对于跨物种设计和研究的启发性和研究价值。

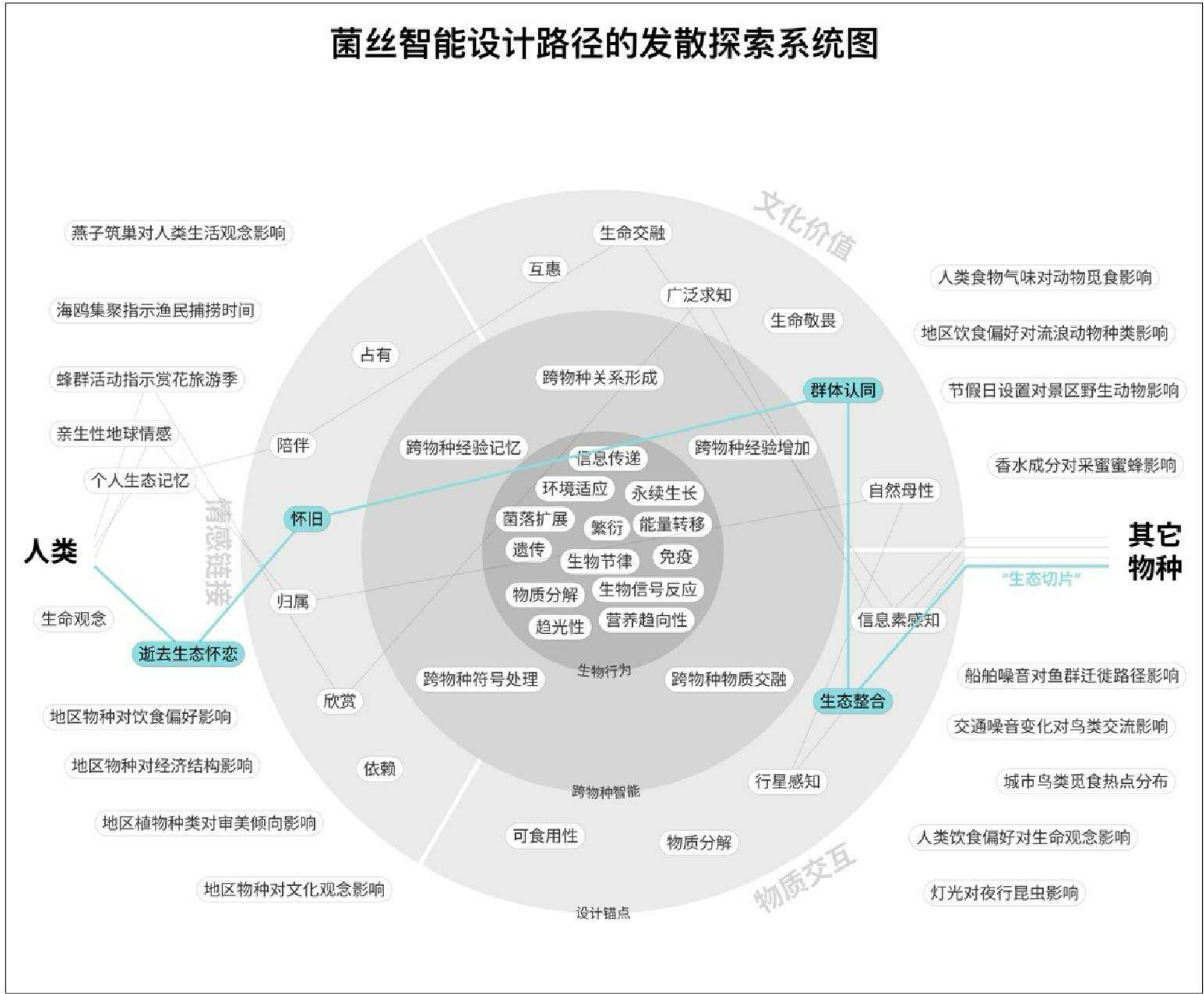


图 5-1 “生态切片”在菌丝智能设计路径中的位置

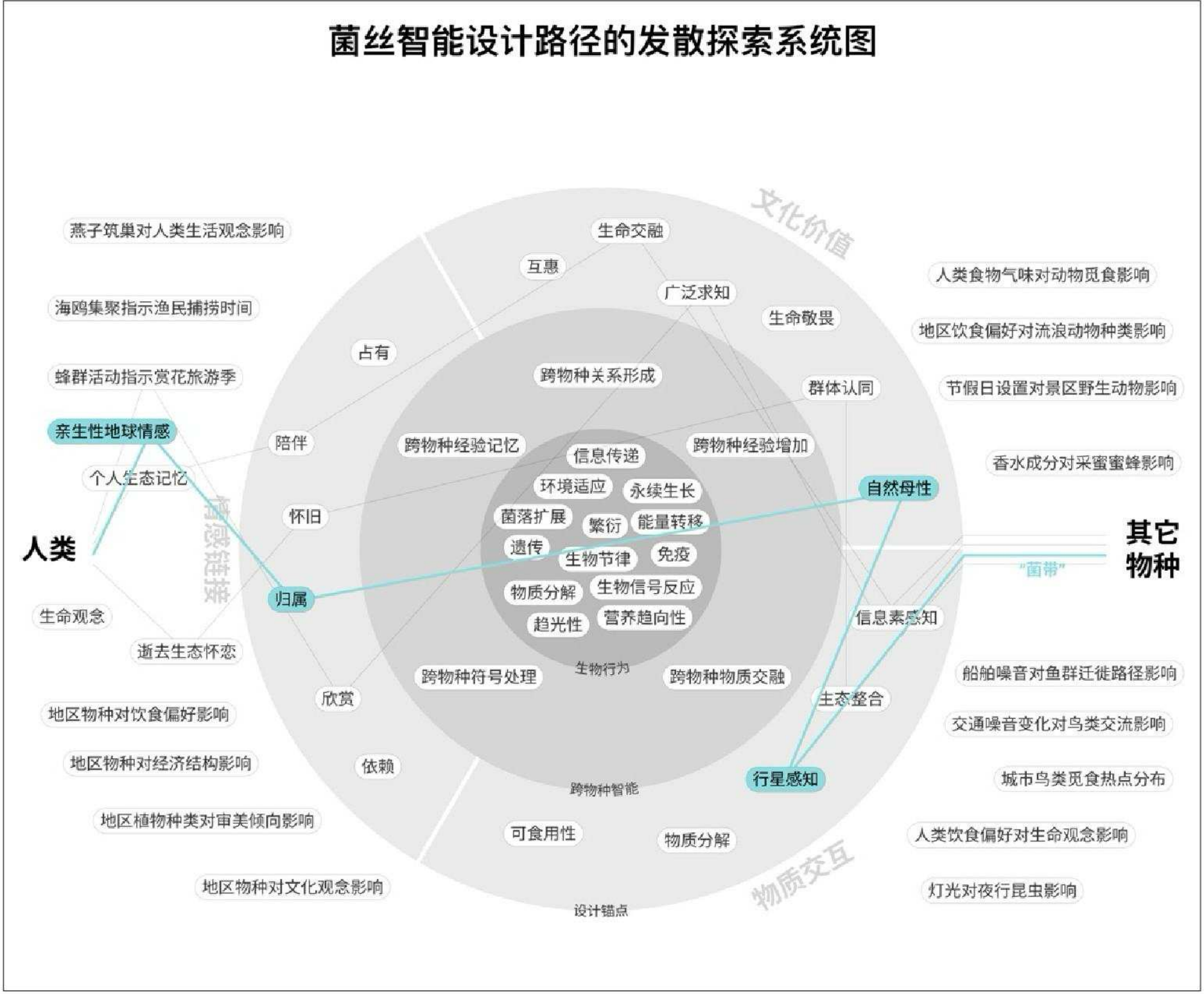


图 5-2 “菌带”在菌丝智能设计路径中的位置



第六章 总结与展望

本研究以人工智能技术的发展为基础，提出了一种以菌丝智能作为设计对象，基于未来设计方法，以探索跨物种互动中所产生的信息，从而形成全新的跨物种关系的设计路径。

目前，这一设计路径从框架、理论支持和展示原型角度已比较完整，但仍然存在诸多问题亟待优化。问题包括跨物种信息的定义、菌丝智能的实证科学支持、跨物种关系的定义以及设计路径的可拓展性等。未来，这一设计路径将会进行进一步优化和改进。

本研究的菌丝智能设计路径具有更广泛的扩展可能。例如，通过合理的调整和改进，这一设计路径可以作为一种广义的生物智能介入跨物种信息探索的设计路径，或可以被替换成其他生物的智能进行讨论。

同时，这一设计路径在未来的技术语境下依然具有讨论价值。未来，随着生物信息学和生物信息技术的发展，菌丝智能的跨物种智能将会被进一步验证，其形态规律将会被进一步探索。更精密的生物信息技术将会为这一设计路径的优化和改进提供基础。

本文从绪论、发散探索与问题定义、设计制作过程、设计展示、讨论与反思五个章节对这一研究对象进行了深入讨论。本研究还结合了一个功能性演示实体原型“信菌”作为这一设计路径的具体案例。

“信菌”作为探针是本研究的核心内容，展示了菌丝智能与人工智能的结合可以如何重构个人生态记忆的物质化过程。本研究呈现了一种新的跨物种设计路径，为未来形成全新的跨物种关系提供方法论层面的指导。

本研究提出的结合菌丝智能作为跨物种信息探针的设计路径展示了一种全新的设计实践方法论，为探索和建立未来更符合生态智能观念和可持续发展的跨物种关系建立了重要的理论基础。本研究还展示了未来设计作为设计方法，在探索可持续未来的全新生活方式时启发性和研究价值。



参考文献

[1] Hooper L, Welch S F, Wright N. Wicked Futures: metadesign, resilience and transformative classrooms [C] // Design Research Society. Cumulus: Design Learning for Tomorrow, May 14-17, 2013, Oslo, Norway.

[2] Hales D. Beyond diegetic prototyping [J/OL]. Design Creativity, 2025, 36(2):123-140.

[3] Sueur C, Huffman M A. Co-cultures: exploring interspecies culture among humans and other animals [J]. Trends in Ecology & Evolution, 2024, 39(4):276-285.

[4] Bridle J. Ways of Being: Animals, Plants, Machines: The Search for a Planetary Intelligence [M]. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2022.

[5] Soudzilovskaia N A, Bodegom P M, Terrer C, et al. Global mycorrhizal plant distribution linked to terrestrial carbon stocks [J]. Nature Communications, 2019, 10:5077.

[6] Lin X, Alspaugh J A, Liu H, et al. Fungal Morphogenesis [J]. Cold Spring Harbor Perspective in Medicine, 2015, 5(2):a019679.

[7] Beery T, Olafsson A S, Gentin S, et al. Disconnection from nature: Expanding our understanding of human–nature relations [J]. People and Nature, 2023, 5:470-488.

[8] Fry T. ‘They’re Part of What We Are’: Interspecies Belonging, Animal Life and Farming Practice on the Isle of Skye [J]. Environment and Planning E Nature and Space, 2023, 6:2495-2515.

[9] Cardoso A R, Fernandes C, Honrado J P. Social-ecological memory: From concepts and methods to applications [J]. Geographical Research, 2024, 1-20.

[10] Burgos M. Gaia communication system is vest and gloves with sensors that let users feel nature’s health [N]. Designboom, 2025-01-26(1515).

[11] Chavarria J. Interface - by Jose Chavarria / Core77 Design Awards [EB/OL]. (2021)[2025-04-11]. <https://designawards.core77.com/speculative-design/106815/Interface.html>.

[12] North American Association for Environmental Education. Practitioner Guide to Assessing Connection to Nature [R]. Washington DC,2018.

[13] Minji P, Hayeon C, Jiyong Y, et al. Nolly, Connecting Children with Nature [EB/OL]. (2024)[2025-04-12]. <https://www.red-dot.org/ko/project/nolly-connecting-children-with-nature-72219>.

[14] 冯琳. 时尚与身份的构建——以首饰设计为例[J]. 设计, 2015(15):114-115.

[15] Wang X, Hong S, Tang G, et al. Accumulation of the spontaneous and random mutations is causative of fungal culture degeneration [J]. Fundamental Research, 2024.

[16] Coulton P, Lindley J, Sturdee M, et al. Design Fiction as World Building [C] // Research through Design, March 22-24, 2017, Edinburgh.

[17] Kellert S R, Wilson E O. The Biophilia Hypothesis [M]. Washington DC: Island Press, 1995.

[18] Barbieri M. Biosemiotics: a new understanding of life [J]. Naturwissenschaften, 2008, 95:577-599.

[19] Angé O, Berliner D. ECOLOGICAL NOSTALGIAS: Memory, Affect and Creativity in Times of Ecological Upheavals [M]. New York: Berghahn Books, 2020.



致谢

论文已至终章，终于是要开始致谢了。

作为本科毕业设计，整个项目前后历时近半年，并不是一帆风顺——概念缺乏明晰，技术路径迷茫，又在申请季与毕业季之间，实践和心态都与往常不同。项目的顺利完成是离不开许多贵人相助的，因此，笔者在此向所有支持过笔者的毕业设计的人表达感谢！

笔者首先向上海科技大学创意与艺术学院邹悦教授表达感谢！邹悦教授是本项目的指导老师，他是一位学识渊博又负责的老师。从定题到概念深化，从原型制作到展览展示，笔者已无法数清老师提供了多少次的辅导。在项目由于技术难度而停滞不前时，他亲自带领笔者前往校外科研机构拜访领域专家，为笔者的项目推进提供了巨大的支持。

本项目的顺利完成离不开专业的指导意见。在此，笔者向中国科学院分子植物科学卓越创新中心王成树教授以及殷颖老师表达感谢！在项目前期调研阶段，两位老师凭借深厚的真菌学知识和多年的科研经验，为笔者的菌种选型等问题提供了重要的指导意见。

此外，本项目的成功还离不开专业的实验指导与资源。在此，笔者向上海科技大学生命科学与技术学院的张力烨教授以及赵晓静老师表达感谢！两位老师为本项目的具体生物实验提供了实验资源以及细致的实验操作指导，是帮助项目完成关键技术验证的核心支持。

在老师之外，笔者还想向为笔者提供过学术支持、技术支持、以及资源支持的同学们表达感谢！在笔者面对理论、技术、与实践问题迷茫无措时，同学们从学术知识、实践经验、和自身资源出发为笔者提供了各种建议和帮助。是同学们的热情和善意成就了这个项目。

笔者还需要感谢母校上海科技大学以及创意与艺术学院的四年本科教育，这是完成这一项目所不可或缺的技能、思维以及资源来源。回首人生，许多人事物被一段段学习经历分割成段，落入岁月之河，何尝无奈但斗志仍存。心想，这次离开前，做些有意义的东西吧。所以，关于毕业设计，笔者从很早就开始构思：是否可以做一个只有在上海科技大学才能做到的设计？考虑到上科大的生物专业资源，也是出于对相关方向的兴趣，笔者选择了生物相关的设计项目，并结合了中科院资源与上科大资源完成了这一项目——这些资源，以及笔者在本科教育中所学习的生命科学、人工智能、以及设计学知识，最终成就了这一项目。

还需要感谢的，是笔者的父母。从始至终，笔者的父母提供了无限的精神支持，以及完成项目的所有资金支持。父母是伟大的，在父母的爱和支持下，笔者感到由衷的幸福。

最后——请允许笔者在此调整称谓——感谢一下自己吧！感谢这个总是有想法，总是想要去创作的，总是充满斗志和激情的少年，感谢他在这个明媚的春天毅然选择投入自己的毕业设计中，感谢他做的每一次实验，打的每一次模型，脑中形成的每一次思考，以及那个持续的，对美好事物的憧憬。笔者相信这个小伙子未来可期。

写完上述内容，留给自圆回望的空间已不多。本科四年，何其短暂，地球不会停止自转，张江双子塔还不会完工。但若更仔细看，世上已多了一个少年，他学会了什么叫“立志”，什么叫“成才”。他想很幸运地说，他立下了“设计”作为未来职业和学业的主题词，他形成了一定的专业学识与成就。幸福又自由地，他说，未来是他“报国裕民”的时候。

写完终章，春色已褪去，世界在一片憧憬中迎来新生。笔者已不在此，日出，夕阳，余晖，往复。然而，春去秋来之时，再去看看向阳河畔匆匆走过的少年吧——他/她们的故事，现在正是起点。

Mycelinfo
Shenhuan Lu
2025@ShanghaiTech

作为设计师，我始终坚持设计是需要产生影响的。我做的东西都是比较新奇的，都是创造新的经验，如果不让更多人了解，更多人体验，那该是多么没有意义的事情。我希望我做的设计是被大家所喜欢的，被更多人看到所共情的。私下里说，我是挺在意发到网上后大家对我的作品的反应的。每个设计我都希望可以达到其所在阶段我的最高水平，很多项目并没有足够的时间和资源去做，但是毕业设计还是比较富余的，因此我很认真地花了很多时间去做这个项目，找了很多资源。另一方面，我也希望毕业设计是能够体现出一些上科大特色的——她塑造了我的一种创作风格，我希望在最后一个项目中把这种风格玩到极致——因此我找了很多生命科学和人工智能的技术去做。毕业设计在我这里并不是一个终点，只是一个常规的个人成长的见证，我在这里把一直感兴趣并且未来也会继续研究的一些话题进行了深入——人工与生物结合的智能是怎样？人工智能被认同为生命的语境下，碳基和硅基生命究竟还有什么特点和区别吗？

本科四年的教育给了我基本的设计技法和认知，更重要的是让我认识到了特别大的一个舞台就在前方，我已经窥见了那个设计师、艺术家、研究者、策展人、以及全社会任何人都在场的地方，在那里人们想看到新的东西，在那里人们渴望美好与善良——那就是我们认为是充满希望的未来。我是为希望做设计的，我要求自己做出来的东西必须是能够给人力量和信念的。要传播能量，我自己就必须是乐观的，我必须是带着一种使命感和信念感去做这些设计的——因为我知道有些事情只有我能做，这是信念也是事实。

这个事实就是，这样的设计教育是资源倾斜的，是不平等的。前沿的教育一定是消耗大量资源的——我做这个项目所花费的资金，做借用的实验设备和空间，都能够用在别的地方以产生更即时性的效用。在我前往我的国家西南地区进行社会调查的那个夏天，高温和能源短缺已经杀死了很多西南地区过热的人民，电能被倾斜地供给给了经济更发达的东部地区。如果资源倾斜在当下确实无法避免的话，作为残酷世界里的既得利益者，唯一正义的做法就是用给到手上的资源去造福所有人，用设计去造福所有人。

我会怎么进行下一步？下一步就是做更好的设计，产生更深远的影响，让更多人看到一些希望。到目前，这是一条被认可和充满潜力的道路。继续做下去吧，在做到之前没有人知道结果。

As a designer, I always believe that design should have some impact. The things I create are quite novel and aim to provide new experiences. If not more people understand and experience them, it would be a meaningless thing. I hope that the designs I create are liked by everyone and seen and empathized with by more people. Privately speaking, I am quite concerned about the reactions of my works when they are posted online. I hope each of my design can reach its highest level at that stage. A lot of projects did not have enough time and resources to be completed, but the graduation design had sufficient resources, so I worked very seriously and spent a lot of time on this project, utilizing many resources. On the other hand, I also hope that the graduation design can in some way reflect some characteristics of my university – it shaped my design style. I hope to play this style to the extreme in the last project – therefore, I found many technologies in life science and artificial intelligence to use. The graduation design for me is not an end, but a witness of personal growth. Here, I have delved deeply into some topics that I am interested in and will continue to research in the future – how is the integration of AI and biological intelligence? In the context where artificial intelligence is recognized as life, what are the features and differences between carbon-based and silicon-based life?

The four years of undergraduate education gave me fundamental cognition and techniques of design. More importantly, it made me realize that a very large stage is ahead. I have already glimpsed that place where designers, artists, researchers, curators, and everyone in society are present, where people want to see new things and where people long for goodness and kindness – that is what we consider as a hopeful future. I design for hope. I require myself to create things that can give people strength and belief. To spread energy, I must be optimistic myself and must do these designs with a sense of mission and belief – because I know that there are some things that only I can do. This is both a belief and a fact.

This fact is such design education I enjoyed is unevenly resource-allocated. Frontier education must consume a lot of resources – the funds I spent on this project, the occupied experimental equipment and space, they could be used elsewhere to produce more immediate effects. In the summer when I went to conduct social surveys in the southwestern region of my country, high temperatures and energy shortages had killed many overheated people in the southwestern region. Electricity was disproportionately supplied to the more economically developed eastern region. If uneven resource allocation is currently inevitable, as the beneficiaries in this cruel world, the only just thing is to use the resources at hand to benefit everyone, to benefit everyone through design.

How will I proceed next? The next step is to create better designs, have a more profound impact, and make more people see some hope. So far, this is a recognized and promising path. I will continue. Before achieving it, no one knows the result.

Mycelinfo: Integrating Mycelial Intelligence As a Design Path for Interspecies Information Probe

信菌：结合菌丝智能作为跨物种信息探针的设计路径