

生成式人工智能赋能科普图像及动画创作——以航天科普动画“落火”为例

Empowering Science Animation with Generative AI: A Case Study of the Aerospace Science

Animation “Landing on Mars”

戢逸雯¹, 陈弘正^{2*}, 马慧¹

¹黄冈师范学院 教育学院

²黄冈师范学院 机电与智能制造学院

* hungcheng@hgnu.edu.cn

【摘要】 本研究聚焦生成式人工智能在航天科普动画创作中的应用实践，以中国首次火星探测任务“天问一号”着陆过程“落火”为核心内容，系统探讨了AIGC技术在动画脚本生成、图像设计与动态视频合成等环节中的具体运用。研究通过收集权威资料与图像素材，借助ChatGPT辅助脚本撰写，结合Midjourney和可灵AI等平台进行图像与动画生成，构建出角色拟人化、画面卡通化、节奏专业化的科普动画作品。在后期处理方面，本研究整合剪辑、音效与配音流程，打造完整可用的航天主题科普短片。研究表明，AIGC不仅能提升动画创作效率，也为科学传播提供了更具亲和力的表达路径。

【关键词】 生成式人工智能；科普动画；航天教育；图像生成；AI脚本设计

Abstract: This study explores the application of generative artificial intelligence (AIGC) in the creation of aerospace science animation. Focusing on the Mars landing stage of China's Tianwen-1 mission, the project investigates the implementation of AIGC in scriptwriting, image generation, and video production. By collecting official visual materials and scientific data, the study utilizes ChatGPT to draft scripts, and applies platforms like Midjourney and Keling AI to generate stylized characters and animated scenes. The resulting animation adopts a cartoon aesthetic and humanized narration to enhance engagement. In post-production, editing, audio effects, and voice acting are integrated to complete a science communication short film. The findings suggest that AIGC significantly improves production efficiency while offering new creative possibilities for public science outreach.

Keywords: Generative AI, Science Animation, Space Education, Image Generation, AI Scriptwriting

1. 研究背景

传统的3D动画制作流程往往是一个高度复杂、耗时且依赖大量人力的过程。从2D概念设计、关键场景草图绘制，再到使用如Blender、Maya、ZBrush等建模软件创建三维角色与场景，接着进行骨骼绑定与角色Rigging，之后才是动画制作、材质处理、光影调整，最终渲染成片。而每一个环节都需美术、动画、灯光、渲染等多个团队紧密配合，整个流程少则数周，多则数月乃至一年。

近年来，生成式人工智能（AIGC）技术在图像、文本与视频内容生成方面的突破，正在深刻变革动画创作与科学传播的方式（贺京华 & 姜皖，2024）。尤其是在动画领域，AIGC不仅可在剧本生成、角色建模、场景设计等前期环节显著提升效率，更在后期特效合成与音效生成方面展现出强大能力，推动传统动画向“人机协同”模式转型（孙亮 & 沈超颖，2023；王硕等，2024）。

AIGC 的崛起为科普动画创作带来了新的可能性。通过提示词驱动生成图像与动画，不仅大幅降低了美术与建模门槛，还赋予内容生成更多的灵活性与风格多样性（黄高乐，2024）。已有研究指出，AIGC 可以有效辅助科学知识的“视觉转译”，提升受众的理解效率与接受意愿（朱颖祺，2024）。特别是在多模态模型与扩散模型（如 Midjourney、Stable Diffusion）持续发展下，AIGC 在“图文—动画—音效”全流程中的应用潜力日益凸显（祝智庭等，2023）。表 1 比较传统动画与 AIGC 动画制作流程的差异。

表 1 传统动画与 AIGC 动画制作流程比较

环节	传统动画制作	AIGC 动画制作
概念设计与草图阶段	原画师需手工绘制大量概念图、分镜脚本，反复修改耗时。	使用 Midjourney 、 Stable Diffusion 等工具输入文本描述，AI 可在几分钟内生成数十版方案，供创作者筛选或优化。
3D 建模与资产制作	角色 / 场景建模需艺术家在 Blender/Maya 中手动拓扑、雕刻。纹理绘制则依赖 Photoshop 或 Substance Painter 手工完成。	可灵 AI 一步到位——图生视频功能（整个过程只需 1-2 周）
角色绑定与动画	绑定师需手动设置骨骼权重、控制器。动画师需逐帧调整关键帧或使用动作捕捉。	
渲染与后期	高精度渲染依赖 CPU/GPU 长时间计算。特效合成需手动调整粒子、光照等参数。	
人力成本	多人团队	1 人

2 “落火”航天科普动画内容设计与实现

本文的科普动画以“天问一号”的“落火”过程为核心内容，围绕中国首次火星探测任务中的离轨着陆阶段，设计了一部航天科普动画短片。本节将介绍动画创作的背景与脚本设计过程，为后续的图像生成与动画制作提供基础支持。

2.1. 火星探测器的结构组成

“天问一号”是中国首次实施的火星探测任务，包含一体化设计的环绕器与着陆巡视器。其中，环绕器负责在轨运行与中继通信，着陆巡视器则承担着着陆与地表探测的关键任务。分述如下：

- 环绕器外部结构主要由太阳能帆板和高增益定向天线组成，具备独立轨道控制能力。在火星上空长期运行后，它为着陆器提供关键的定位数据与遥测支持。
- 着陆巡视器由背罩、大底、着陆平台和火星车构成，是“落火”过程中的主角。着陆平台搭载了推进系统与控制装置；火星车“祝融号”则是最终驶上火星地表的执行者。
- “祝融号”火星车高约 1.85 米，重达 240 公斤，拥有六轮设计。其顶部设有一对导航与地形识别相机，中间标有“火”字篆刻印章，富有中国文化色彩，火星车整体视觉上如一只展翼的蓝色蝴蝶。

2.2. “落火”过程九步详解

“落火”是指天问一号从火星轨道脱离并成功在火星地表软着陆的全过程。整个过程复杂精密，可细分为以下九个环节：

1. 分离准备与姿态调整：在轨飞行三个月后，探测器接受来自地球的降轨指令。减速降低轨道，18 分钟后进入撞向火星表面的飞行弹道。环绕器发动机前置减速，转 90 度侧向建立分离姿态。
2. 侧向分离与滑行阶段：着陆巡视器从环绕器侧向释放，中间有一段时间的飘飞以避免推进器尾喷对彼此飞行姿态产生干扰。
3. 进入火星大气层：着陆器以钝头朝前的姿态高速进入火星稀薄大气，约 125 公里高空开始“恐怖九分钟”。通过调整攻角和姿态，实现初步减速与稳定飞行。
4. 攻角配平与升力控制：火星大气层中，风的速度和方向，对落火的精度影响很大，着陆器下降配合背罩上部的小型配平翼，利用气动阻力稳定姿态，使气流对称以顺利开伞。中国团队首创配平翼设计，增强飞行稳定性。
5. 伞降控制：降落伞在超声速阶段弹出，之后大底抛开，着陆平台底部暴露。测速测距雷达启动，提供导航信息。速度下降后，着陆器姿态稳定。
6. 抛伞并启动发动机：在距地表 1.5 公里处，降落伞与背罩脱落，着陆平台主推力发动机点火，进入动力减速段，进一步降低下落速度。
7. 避障与成像决策：进入低空后，着陆器悬停于 100 米处，激光成像火星地貌，规避表面石块与坡度较大的区域，选择相对平坦的落点。
8. 缓速下降与冲击缓解：主发动机调节推力，使着陆器平稳下降。四条着陆腿内置的缓冲材料吸收下落冲击，确保设备安全。
9. 火星车驶离平台：约 12 分钟后，坡道展开，火星车的太阳能板依次张开。“祝融号”火星车通过自动程序完成解锁、启动、转向，1 小时内完成全部检测。约一周后，它成功驶离平台，开始火星探索旅程。

2.3. AI 辅助生成动画脚本

为增强科学准确性与视觉表现力，本研究采用生成式人工智能（如 ChatGPT）协助构建动画脚本。其应用流程如下：

- 1.科学资料结构化整理：收集自央视纪录片《你好！火星》第四集（朱宏展，2022）及哔哩哔哩 CNSA 中国航天文化官方账号发布的科普纪录片《火星来了》（万珂，2021）将技术信息提炼为关键信息片段。
- 2.编写提示词，生成脚本初稿：将结构化文本输入 ChatGPT，使用以下提示词引导脚本生成：“阅读以上文档，根据内容编写一份关于航天科普动画的脚本，脚本需包含画面描述、对应台词、时间轴，时长控制在 2-3 分钟，内容涵盖天问一号离轨着陆阶段，展现着陆巡视器如何降落在火星上，要求科学性与趣味性相结合。”
- 3.多轮调整，优化脚本逻辑：结合人工校审，进一步润色 AI 生成文本，确保内容衔接自然、语气生动，适用于青少年观众的科学传播。

2.4. 脚本示例

表 2 节选片段聚焦影片中节奏起伏最强烈的环节，结合关键场面、视觉节奏与音乐变化，展现动画在“落火”过程中的叙事高潮。

表 2 “落火”动画脚本示例

动画段落	时长	画面描述	台词 / 背景音
进入大气	5 秒	着陆器在接近声速状态下穿入火	背景音乐：纯音乐 2，增强太空

		星大气，背景橘红，画面开始剧烈抖动，火星表面轮廓逐渐显现	神秘感与张力（无对白）
配平翼展开	7 秒	背罩上弹出一个长方形小窗，配平翼缓缓伸展，通过改变气动布局配平飞行姿态	背景音乐：纯音乐 2 延续，旋律持续高张（无对白）
伞降控制	5 秒	舱顶弹出伞包，降落伞在高空中极速展开，气流卷动周围沙尘，减速效果显著	背景音乐：纯音乐 2，节奏迅速加强（无对白）
动力减速	5 秒	降落伞与背罩抛弃，平台上大推力发动机点火，喷出明亮蓝白火焰，开始动力减速	背景音乐：纯音乐 2 持续增强（无对白）
缓速下降	5 秒	成像完成，着陆器缓慢下降，姿态稳定，火星表面特写逐帧推进	背景音乐：纯音乐 2 稍作收敛，节奏转缓
避障机动	5 秒	着陆器漂移调整姿态，避开已抛出的组件并初步选定着陆区域，轻微机动转向	背景音乐：纯音乐 2 延续（无对白）
悬停成像	5 秒	距离地表约 100 米时，着陆器静止悬停，开启激光扫描火星地表，寻找合适着陆点	背景音乐：纯音乐 2 张力达到顶峰，激光扫描声效嵌入
着陆	7 秒	四条着陆腿展开，缓冲材料吸收冲击，尘土扬起，平台平稳落地，镜头下摇呈现着陆点全貌	背景音乐：纯音乐 2 转为收尾段落，气氛释然，庄重

3.航天科普动画“落火”AI生成图像设计

本节聚焦于动画“落火”中静态图像设计的关键环节，探讨如何通过生成式人工智能工具，实现科学性与艺术性表现力兼具的视觉素材。图像设计均围绕“环绕器”、“着陆巡视器”与“火星车”三个主要角色及其任务场景展开，为后续动画动态生成与剪辑提供图像基础。

3.1. 图片素材收集及预处理

在开始 AI 图像生成之前，必须收集并处理具有参考价值的角色原始图像素材。这些图片主要来自航天科普宣传、纪录片截图以及官方发布的设备照片。

本研究首先通过 Photoshop 等图像处理软件对素材进行分割、抠图与调整，并根据拟人化需求，对角色图像进行局部改造与重构，确保轮廓不变形，细节完整：

- 着陆巡视器：使用套索工具更改局部色彩，补全顶部与按钮细节，并添加眼睛和嘴巴图层，使形象更具拟人感。
- 环绕器：替换绿色区域为黄色，添加太阳能板图层，并抠出整张角色图像，准备作为 AI 生成的“垫图”素材。
- 火星车：利用魔棒工具与橡皮擦分离车体与轮子部件，确保部件可以独立生成与组合。

这些前处理操作为 AI 模型后续生成提供清晰准确的形状与结构信息，有效提升图像输出的科学性与可控性。

3.2. 提示词设计

本研究结合使用 OPS 提示词工作室 (<https://moonvy.com/apps/ops/>) 的提示词可视化编辑工具, 支持提示词的分类、排序与词典引用, 使提示词的组织更为清晰。使用流程包括 (1) 提炼角色与场景的关键词特征; (2) 利用翻译软件将其转换为英文, 校对语义表达; (3) 在提示词工具中分类组合成风格、构图、细节类词组; 及 (4) 输入至 Midjourney 并生成图像。

动画场景多为火星地表与太空背景, 需准确还原火星地貌特征。本研究使用“可灵 AI”生成火星场景, 并参考官方“天问一号着陆”画面, 确保科学性与统一风格。

3.3. 图像细节刻划技巧

AI 图像生成有时会在细节部分偏离预期, 尤其是在复杂结构、特殊角度或部件层次方面。为提升图像质量, 本研究使用“以图生图”和“局部重绘”等技巧, 在 Midjourney 平台中实现针对性修正。

3.3.1 以图生图 (垫图) 技巧

该方法借助一张已有的参考图 (经过 Photoshop 处理), 作为“视觉引导”, 使 AI 图像更贴近设想中的构图与风格。重点是通过提示词强调需要补足或修改的部分, 而非全部重新生成。例如: 在环绕器原图上增加太阳能板时, 使用以下提示词 (图 1(a)–图 1(b)):

There are three rectangular solar panels on each side, It is blue-white in color --cref 图片链接 --ar 16:9 --niji 6

此处的“--cref”参数引用了处理后的图像链接, 确保生成图贴合原始结构。

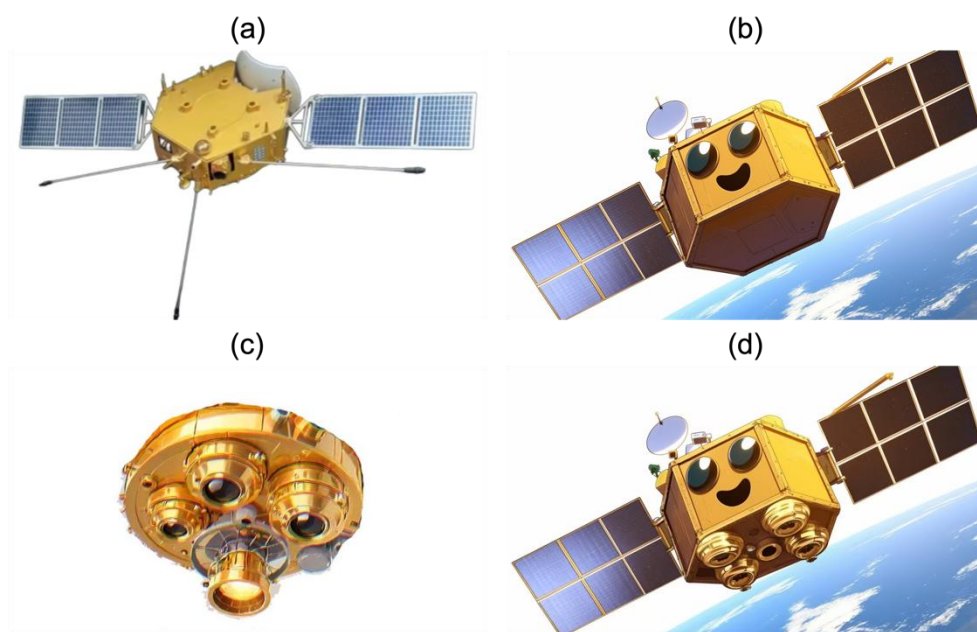


图 1 环绕器 AI 生图细节刻划设计。(a)-(b)为以图生图技巧, (c)-(d)为局部重绘技巧。

3.3.1. 局部重绘技巧

Midjourney 支持用户选定图像区域并仅重绘该部分。适用于当整体构图满意, 但某处细节 (如按钮、喷嘴) 略有偏差的场景。重绘前输入新的提示词以精修局部。例如:

A golden-yellow conical ejector --cref 图片链接 --ar 16:9 --niji 6

这一策略被用于完善喷射器、燃料罐等部位 (图 1(c)–1(d))。

4. 航天科普动画“落火”AI 生成动画设计

本节聚焦“落火”动画在生成过程中的关键技术路径，分为两个部分展开：其一为动画的生成过程，涵盖分镜头设计与 AI 视频生成；其二为后期处理，包括音效、剪辑与配音。核心内容聚焦于如何借助 AI 工具实现动态画面与科学叙事的有机结合。

4.1. 动画生成

4.1.1. 分镜头的图片设计

动画的第一步，是根据剧本内容制作分镜图像。此阶段决定了整体叙事节奏与画面结构，是 AI 生成动画的基础。本研究通过 Photoshop 完成 18 个动画片段的图像设计，部分片段只需首帧图像，复杂场景则需设计完整的首尾帧。操作步骤包括：

- 阅读脚本、分析画面：首先深入理解每个镜头的剧情与背景，参考国家航天局视频与纪录片截图，确保构图准确，细节科学。
- 角色与背景分离：利用 PS 工具将人物与场景抠图，重组为可用于动画合成的素材，为 AI 输入做好准备。
- 细节精绘：根据画面所需，设计如光线变化、气流流动、光束扫描等特效。尤其是“着陆器进入大气层”或“平台激光成像”等关键画面，这些动态效果直接影响后续 AI 渲染质量。

这些高质量图像为 AI 生成提供清晰输入，保证动画逻辑连贯、画面统一。

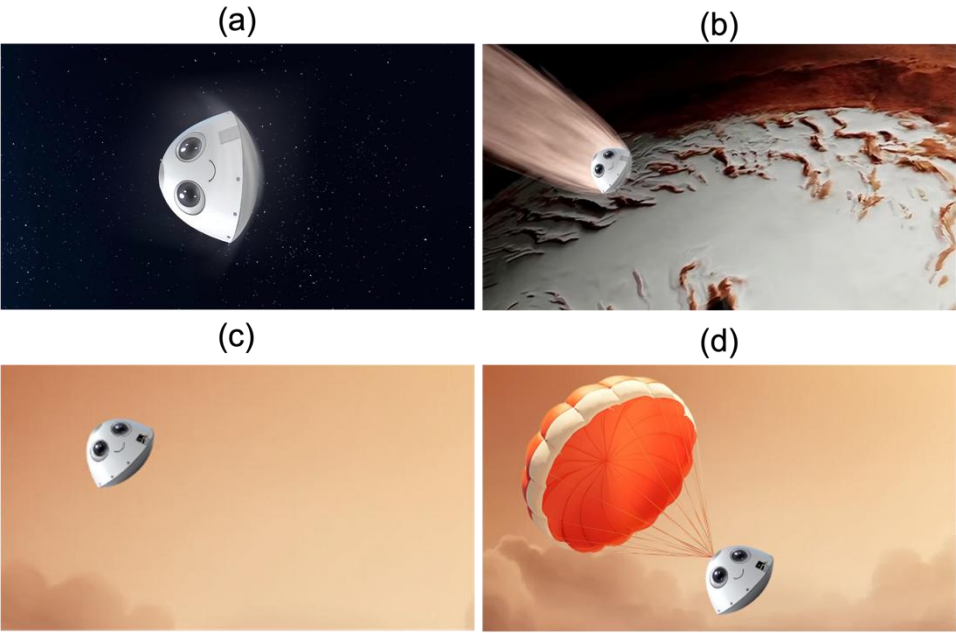


图 2 AI 生成动画首尾帧生成技巧，分别为“进入大气”的 (a) 首帧及 (b) 尾帧，以及“伞降控制”的 (c) 首帧及 (d) 尾帧。

4.1.2. AI 生成动画

分镜图像准备完毕后，进入 AI 动画生成阶段。本研究采用“可灵 AI”中的图生视频功能，根据输入的场景图像与文字描述，自动生成对应动态画面。此外，可灵 AI 动画生成依赖提示词模板“主体+运动，背景+运动”，需清晰描述主角的动作轨迹、背景的变化状态。为保持角色稳定性，还需附加“主体形状保持不变”等关键词。

本研究采用了两种关键技巧：

一、首尾帧生成：

适用于动作衔接、场景过渡等动态较明显的片段，能提升运动流畅性和画面自然度。例如：

- “进入大气”动画片段（参考图 2(a)、图 2(b)）：

提示词：“主体在眨眼睛，做向下俯冲运动，主体其他部位保持不变，主体周围白色气流在动，背景星星在闪烁，背景也在运动。”

- “伞降控制”动画片段（参考图 2(c)、图 2(d)）：

提示词：“主体在做下降运动，后面天空也在变化，下降，主体外形保持不变，突然，降落伞打开。”

通过这些提示词，动画不仅真实还原“落火”过程中的关键动作，还能维持角色在镜头中的一致性。

二、多图参考：

这个技巧用于火星地表环境中角色与背景融合困难的情境，尤其适用于后半段场景（如火星车与地形互动）。例如：

- “避障机动”动画片段（参考图 3(a)、3(b)及 3(c)）：

提示词：“火星车乘坐着陆平台一直在空中飞行，下方发射着白色的发射气和紫色的圆形探测波，扫描火星的地形。”

- “悬停成像”动画片段（参考图 3(a)、3(b)及 3(d)）：

提示词：“火星车乘坐着陆平台在空中飞行，发射着绿色光线网络进行扫描火星的地形。”

通过上述技巧，AI 能够较好地合成多图信息并渲染出光影效果与动态效果并存的场景，画面更加统一、生动。

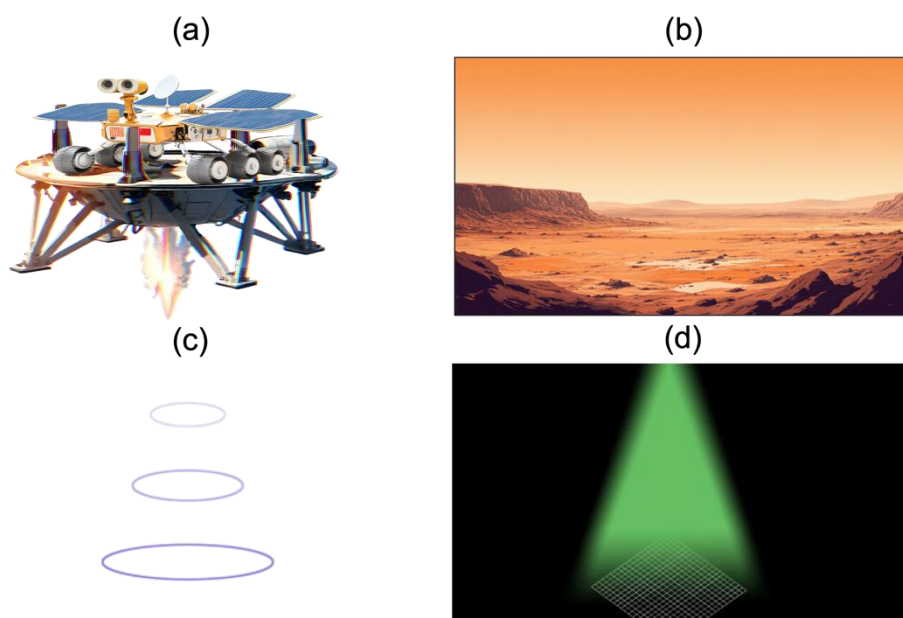


图 3 AI 生成动画多图参考生成技巧，分别为“避障机动”动画片段的(a)、(b)及(c)，以及“悬停成像”动画片段的(a)、(b)及(d)。

4.2. 后期处理

后期处理是将画面、声音与叙事逻辑整合成完整作品的重要阶段。《落火》动画的后期制作主要围绕音效与配乐、画面剪辑以及角色配音展开，使用的核心工具包括剪映和 SUNO。通过这一系列处理，动画的表现力与科普传达效果得以显著提升。

在音效设计方面，本研究大量使用剪映内置的音效素材库，模拟如“冲入大气层”、“降落伞打开”、“喷气减速”与“激光扫描”等关键情节的声音效果。通过叠加不同音效并调整音量比例，使声效更具层次感与真实感。例如，表现“着陆平台”着陆时，选用了“沉闷的击中”配合“火星尘土飞扬”的音效，增强了视觉冲击力。

配乐方面则全部由 AI 音乐生成工具 SUNO 创作完成。该工具支持根据提示词生成与场景气氛相符的背景音乐。为适配不同动画段落，本研究为每个片段输入情绪描述词，例如紧张、轻松、科技感等，来引导音乐风格生成。紧张的着陆段落配以节奏强烈的悬疑音乐，而讲解段落则配以轻快明亮的旋律，从而使观众在观看时更容易沉浸其中。

完成音效与配乐后，动画进入剪辑阶段。本研究利用剪映平台对镜头衔接、节奏控制与视觉特效进行了整体编排。片头采用“摄影框+进度条”风格，营造纪录片氛围，明确动画主题。镜头之间通过推进、淡出等转场方式增强节奏流动性，结尾则通过角色合影与字幕打字机特效收束全片，营造完整的叙事闭环。

在配音方面，本动画的两位主要角色“陆陆”与“绕绕”采用不同风格加以区分。“陆陆”作为活泼角色，配音使用轻快语调，由手机录音完成，强调灵动与亲和力。“绕绕”则语调沉稳，后期通过剪映降调处理，展现其可靠、稳重的特质。所有配音录制后统一进行美化、降噪处理，确保语音清晰自然，贴合角色个性。

通过这一系列后期处理流程，动画不仅在画面上实现了动态流畅，更在声音与情绪传达上增强了叙事表现力，使科学知识在视觉与听觉的双重引导下更易于被理解与接受。

5. 结论与建议

本研究以“天问一号”着陆过程为蓝本，实践探索了生成式人工智能在科普动画创作中的多环节应用。从剧本生成到图像建构，再到动画制作与后期处理，整体流程融合了 AI 工具与人工审校，展现了教育技术在科学传播中的实际潜力。研究发现，AIGC 不仅能显著提升动画制作的效率，还能增强科普内容的趣味性与可视化表现，尤其适用于面向青少年群体的航天教育内容设计。

此外，本研究在操作层面总结出若干具有实用性的提示词设计与图像修正技巧，验证了“首尾帧生成”“以图生图”“局部重绘”等方法在动画生成中的适配效果。通过可灵 AI 与剪映等工具组合使用，最终形成一部具有完整传播功能的航天科普短片，展示了 AIGC 在教育传播场域中的创新应用价值。

然而，AIGC 在内容一致性、科学准确性与伦理规范等方面仍存在挑战。未来研究可进一步探索多模态协同生成机制、学科专家参与机制及 AI 输出审核机制，推动生成式人工智能在科学传播中的深入发展与规范使用，为新时代科普创作提供技术支持与方法参考。

参考文献

- 贺京华、姜皖 (2024)。AIGC 驱动下的动画创作：技术变革、融合路径与风险挑战. 北京印刷学院学报, 32(5), 68-74.
- 孙亮、沈超颖 (2023)。赋能与重构：生成式人工智能浪潮下动画创作的新路径. 电影评介, (20), 6-11.

- 王硕、阎妍、李正风 (2024)。生成式人工智能赋能科学普及：技术机遇、伦理风险与应对策略. 科技传播, **19**(4), 5–13.
- 黄高乐. (2024)。生成式人工智能技术赋能科普内容创作. 科学教育与博物馆, **10**(1), 22–27.
- 朱颖祺. (2024)。生成式人工智能在科普传播中的应用研究. 数字通信世界 (11), 165–167.
- 祝智庭、戴岭、胡姣 (2023)。高意识生成式学习：AIGC 技术赋能的学习范式创新. 电化教育研究. **44**(6), 5–11.
- 朱宏展 (导演). (2022). 《你好！火星》第 4 集 [Video recording]. <https://shorturl.at/nG2Pl>
- 万珂 (导演). (2021). 火星来了第三季 [Video recording]. 【全集！火星来了第三季】
<https://shorturl.at/CAqJN>