

1.1 科学技术与艺术及美学交融的多元化形态

随着当代科技的迅猛发展及其与人文艺术领域的交融，科学技术与艺术及美的交融也日趋深入，产生了科学美、技术美、传统艺术审美中的科学规则、科学技术推动艺术的变革及审美形态的发展等诸多形态各异的交叉融合，如图 1-1，并且对应不同的学科领域，进而对科技文明及文化的多元化发展起到重要作用。本章就相关的概念进行梳理及界定，以便于把握学科脉络，促进科学技术与美学交叉学科体系的发展。

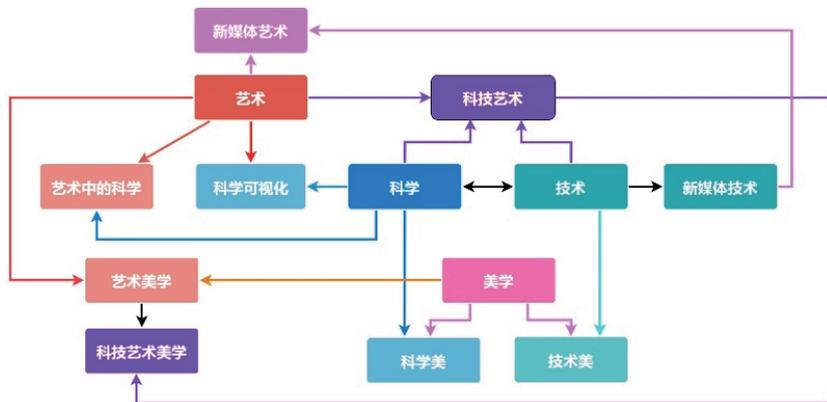


图 1-1 科学、技术与艺术及美学的交叉融合

1.1.1 美术、艺术、科学、技术之间的相互关系

习近平总书记在 2021 年考察清华大学时指出，美术、艺术、科学、技术相辅相成、相互促进、相得益彰。这深刻地揭示了美术、艺术与科学、技术之间的相互关系。

1) 美术、艺术、科学、技术的相辅相成

随着当代科技的迅猛发展，当代科学、技术与美术、艺术的结合越来越深入且紧密，科技手段的革新往往催生着全新的美术或艺术形态。而这些全新的美术或艺术形态的繁荣发展，又成就了更多此类的科技手段。例如，数字影像技术成就了今天影像艺术及影像文化的流行，人们对影像艺术表现手段的追求又反过来成就了数字影像技术的迅猛发展，而 2023 年火爆的 AI 绘画中，科学、技术与美术、艺术同样是相辅相成地发展着。

2) 美术、艺术、科学、技术的相互促进

当代科学中数学、物理、化学、生物等学科的发展，为美术及艺术的表现形态和物质存在形式开创了全新的可能性。

而虚拟现实、人工智能、信息物理融合等技术手段的发展为美术及艺术的精神生产和审美体验创新开辟了全新的表现空间。

美术作品对空间结构和色彩的追求推动着透视绘画、颜料化学、摄影技术等科技手段的发展，而对艺术体验的追求又反过来推动科技手段的创新发展，如虚拟现实技术中对触觉、嗅觉等的追求，推动着这些前沿技术的发展。

3) 美术、艺术、科学、技术的相得益彰

中国古代四大发明中，造纸术与印刷术的发展进化，对书画艺术发展起到重要的推动作用，更促进了纸媒传播时代的到来，使得人类文明进入全新的阶段。

今天，科学、技术与美术、艺术之间优势互补的魅力愈发凸显。无人机集群表演、春晚、

体育赛事开幕式等大型展演，已然成为科学、技术与艺术、艺术交融的舞台，科技的魔力与艺术的魅力交相辉映、相得益彰。

1.1.2 科学对传统艺术审美的影响

虽然在传统艺术中，我们更多的时候看到的是艺术家对艺术风格的探索，但实际上艺术的创作一直离不开科学手段的支持。而在有些艺术形态中，科学原理起着基础性和决定性的作用。“审美过程是对事物外在形式信息加以知觉并产生愉悦感的活动”^[1]，音乐艺术源于对声波频率的数学划分，而视觉艺术的形态则与人类的视觉系统的光学透视机制及心理机制密切相关，这就导致人类视听觉艺术的审美取向必然离不开科学规则的影响。

1.1.3 科学原理对视觉艺术审美规则的定义

1) 透视几何对绘画的影响

在观察物体时，由于方向、距离、高低和角度等各种因素，我们眼睛看到的景物形象与其实际的三维大小有所不同。同样高的事物越远越低，同样宽的道路越远越窄，同等体积的物体越远越小，这种现象称之为透视现象^[2]。因此在进行写实绘画时，作画者需遵循基本的透视原理，用严谨真实的科学规范再现艺术场景。

2) 黄金分割

黄金分割是人们所熟知的一种数学比例关系，也被美学家称为形式美的一条法则，一直都是被公认的美学定律，在建筑、绘画、音乐、雕塑等艺术作品中都能寻找到黄金分割的影子。

3) 图案镶嵌

镶嵌是指装饰设计中利用装饰图案单元实现完全没有重叠并且没有空隙的封闭图形的排列^[3]，图案镶嵌在各种工艺美术作品中有着广泛的应用，如地毯等编织物和瓷砖、墙砖等的图案设计，以及某些器物表面的纹理绘制等。图案镶嵌实际上是几何学的一种分支。

1.1.4 科学规则对音乐审美的定义

音律是指音高的决定方式。现代乐器的音律主要有以下三种。

①纯律：纯律中任何两个音的频率都成整数比，这种音律源于号角，因为它可以吹出大调音阶中的三和弦（简谱中的1、3、5），它们的频率之比为4：5：6。这种音律在演奏和声时很有优势，因为频率的整数比可以产生最好的结合效果。

②五度律：事实上它是纯律的一部分，它规定五度音的频率之比为 $2n/3m$ （ $m、n$ 为正整数）。实践表明，按照五度相生律的音高演奏的旋律是最优美的，弦乐器就是典型的按照五度相生律定音的乐器^[4]。

③十二平均律：简称平均律，它根据对数关系确定音的频率。计算频率时，只要对2开12次方根，就可以确定两个半音频率的比值。十二平均律是由巴赫首先倡导在钢琴上使用的，钢琴上每个半音具有同等地位，因此这种音律在转调频繁的作品中很有优势^[5]。

音名	C	D	E	F	G	A	B	C
纯律	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2
五度律	1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2
十二平均律	1	$(\sqrt[12]{2})^2$	$(\sqrt[12]{2})^4$	$(\sqrt[12]{2})^5$	$(\sqrt[12]{2})^7$	$(\sqrt[12]{2})^9$	$(\sqrt[12]{2})^1$	2

1.1.5 科学技术推动艺术的变革及审美形态的发展

在传统的视觉艺术中，绘画颜料的生产和改进一直源于科技手段，而影像科技的发展则极大地推动了视觉艺术形态及风格的多元化发展。摄影术的出现，使得绘画艺术从模仿现实的传统模式中解脱出来，印象派、超现实主义等众多现代艺术流派应运而生，数码影像技术的发展进一步解放了银盐成像对艺术审美的约束，而不断发展的动画与特效技术所带来的玄幻视觉又不断冲击着人们的审美体验，推动着艺术审美的上升发展。

1) 当代科学技术所创造的新艺术的美

影像艺术诞生之后，它们便被诸多研究者定义为新媒体艺术，以区别于传统的艺术形式。然而，除了已经非常流行的数字影像技术之外，许多新型的艺术作品已经深入地应用到了数学、物理、生化等科学原理和手段，而虚拟现实、人工生命以及机器人等高科技手段更是为新艺术开创了魔幻般的表现空间^[6]。当代科技手段的迅猛发展，极大地丰富着以其为依托的新型艺术的形态，同时也推动着这种新型艺术审美体系的多元化发展。

2) 当代科技的艺术化发展

近几十年来，随着信息技术的诞生及推动，当代科技也得到了极为迅猛的发展，并且不断渗透到艺术创作的领域中。不同于科技原理或手段在传统艺术中的应用，也不同于科技在应用过程中艺术化的设计，当代科技与艺术、哲学及美学的交叉融合，产生的是一种全新的艺术形式，同时也是在新的艺术审美导向下科技创新应用的结果，可以说，它是在当代科技与哲学及美学之间产生的一个全新的交叉学科领域。

作为一种全新艺术形态的同时，它还与文化创意产业、娱乐产业以及科技自身的创新发展都有着密切的关系，形成相互促进、相互启发的良性联动关系。

1.2 科技艺术：艺术与科技交融的全新领域

科技与艺术的结合有两个层面：一是科学思想或科学精神成为艺术表现的内容，而艺术作品本身并不是应用科技手段创作的，这是一种美学或哲学层面的结合^[7]，可以称之为科技美；二是艺术作品本身创造性地应用了科技的方法手段进行创作，这种艺术形态可以称之为科技艺术^[8]。

实际上，艺术的创造从来就离不开对科技手段的应用。例如，透视画法对射影几何的应用，雕塑艺术对材料和加工技术的应用，而绘画作品的五彩缤纷则一直都是颜料化学发展的结果。但是在上述这些传统的艺术形式中，科技手段只是简单地充当了工具的角色。

随着当代科技的迅猛发展，当代科技与艺术的结合变得越来越深入而紧密，科技手段已经不再是简单地充当工具的角色，科技手段的革新往往直接导致全新的艺术形态的产生。深入地应用当代科技的方法和手段以及将当代科技作为媒介进行创作的艺术，可以称之为科技艺术。

1.2.1 当代科技对艺术观念的推进和影响

新科技的发展不断地为艺术创造着新的机会，促使新的艺术形式不断发展。技术因素已成为新艺术中极其重要的构成部分，对科技艺术家而言，科技手段就像刻刀对于雕刻家一样重要，不同的是，新技术的种类又要远远比雕刻工具的种类多得多，这为艺术的创造提供了前所未有的广阔空间，艺术家的想象力获得了空前的解放，然而新技术却往往更多地为“非艺术家”的技术人员所创造以及掌握，因而协作成为科技艺术创作的重要方式^[9]。同时，传统的艺术基础训练，如绘画功底对于新兴的艺术家而言不再如此的重要，他们凭借想象力和科技手段就可以创作出优秀的作品。

在传统的艺术形式中，造型和色彩等观赏性的方面是极为重要的因素，而且传统的绘画、雕塑等一旦被艺术家创作完成之后，其作品本身不再发生变化。随着科技手段深入地渗透到当代艺术，艺术作品能够带给观众魔幻般的动态视觉体验，同时很多艺术作品也不再是一成不变的，它会随着观众的参与而变化或者生长，实时地与观众进行互动，观众与这样的艺术作品互动就像是面对一个有趣的生物。

随着艺术对科技手段更深层次的应用以及对用户体验到深入开发，艺术会越来越像是魔术，越来越好玩，艺术与设计、艺术与娱乐、艺术与游戏，乃至艺术与科技之间的界限会进一步模糊，或者说更深入地产生融合。从传统的观念来看，艺术与设计是一对有着本质区别的概念：艺术是个性的表露，而现代设计在商品经济中的本质反映则体现为依附性；对混沌美的追求是艺术的本质体现，秩序美是设计的核心体现。

数码技术在艺术与设计领域的普及，使得工业化的设计制作流程可以不再依赖于团体的工作：借助数码手段，一件作品的构思、造型、制作、输出都可以由一个人独立完成，设计师的创造性和个性得到了淋漓尽致的发挥，在这个过程中，设计师同时又充当了艺术家的角色，而艺术家也在创作过程中借鉴设计创作的思想方法，因而数码技术使得艺术与设计的界限开始变得模糊^[10]。而随着当代电子机械技术和计算机技术的进一步融合，互动艺术对人感知系统的开发从屏幕视觉拓展到了真三维显示，从单点的鼠标键盘输入拓展到多点输入以及身体的动作作为输入，乃至可以使用脑波来参与作品的互动，而对触觉、嗅觉传输技术等进一步开发，用户与这样的艺术作品进行互动时，它其实既是艺术，又是游戏或者娱乐。

当代科技艺术创作对科技手段的依赖还产生了另外一种现状：相对传统艺术而言，经济因素对艺术的创作将会产生更直接的制约，这是由于对科技手段的应用往往离不开昂贵的高科技人才、设备及材料。

1.2.2 新媒体艺术：概念的局限

“新媒体艺术”的概念更强调相对于传统艺术而言艺术创作媒体的新颖性，一般认为新媒体艺术源于计算机的发明。Michael Rush 于 2005 年出版的 *New media in Art*^[11] 中，列举了媒体与表演、录像艺术、视频装置、数字艺术等形态的重要案例，从中可以看出他对录像艺术起源和实践研究的重视，而这也体现了新媒体艺术兴起初期，以录像为代表的技术手段的发展为艺术家提供了可以捕捉时间的能力，并使得他们可以使用新兴的技术手段来作为其诗意表达的媒介和手段。而计算机的发展为新媒体艺术带来了更加宽阔的表现空间，Photoshop 和各种视频编辑软件的流行普及，以及在线社区的蓬勃发展，使得人们在可参与性虚拟世界中将梦想与现实结合起来。

Virtual Art^[12] 一书的作者 Oliver Grau 认为，新媒体艺术的概念象征着艺术创作所使用的是与传统的或者“旧”的视觉媒体之间存在显著差异的媒体。新媒体艺术的许多方面都对以对象为中心的艺术理解模式提出了挑战，特别是在艺术的互动性、非线性、非物质性和短暂性以及艺术家、艺术品和观众之间错综复杂的相互关系方面。

新媒体这一概念本身存在较大的模糊空间，尤其是“新”这个词充满相对性的内涵，何为新，何为旧，本身是一个发展中的关系，很难有明确的界定。另一方面，许多新兴的采用各种科技手段所创作的艺术，实际上越来越难以使用“媒体”这一概念去囊括，如生物艺术、物理艺术、太空艺术、数学艺术等，与新媒体艺术概念提出初期侧重其作为一种新兴电子视觉媒体属性的考量而言，正在偏离得越来越多，甚至于，它们其实并不是以传统意义上“媒体”的形态存在的。

此外，目前被认为是新媒体艺术的各种分支形态，与“新媒体”这一概念的内涵之间也缺乏一种严密的学科框架和逻辑结构。面对科技手段与艺术融合的深入，单纯从媒体视角出发的研究已经难以对大量不断涌现的新型艺术进行分门别类的深入研究，在这种情形下，以科技的学科分类以及科技与艺术的交叉融合作为切入点进行研究无疑是一种有效的视角。

1.2.3 当代科技艺术：一种新的理论视角

在上面小节所述的各种艺术中，其实都有一个共同的要素，那就是都源于对当代科技手段的创造性应用。科技变革日新月异，使得艺术的形式越来越多样化^[13]。而当代科技本身有着系统严谨的学科分支体系，因此，如果我们将这类使用科技手段所创作的艺术作品定义为“科技艺术”，无疑可以为对其的研究提供一种更偏科学线索的艺术观，并且有助于创作者按图索骥去学习和利用创作所需的科技手段。许多学者先后就“科技艺术”的概念发表了见解。如张燕翔于2007年出版著作《当代科技艺术》构建了科技艺术的理论框架，并先后5次获得省部级奖励，应邀为日本、中国香港、中国台湾等地高校及俄罗斯国家当代艺术中心、中国科协、中国文联全国理论工作研究会等举办相关讲座与报告，并获得《人民日报》《中国科学报》《中央日报》及八大电视等重要媒体报道。张燕翔还论述了“科技艺术”在科普中的优势^[14]，并由于当代科技艺术对科普行业的影响而获得“典赞·科普中国2021”年度科普人物提名奖。彭湘^[15]、邱志杰^[16]、谭力勤^[17]等学者也就科技艺术进行了探讨，中央美术学院于2019年成立科技艺术研究院^[18]，2022年，在中央美术学院力推下，科技艺术成为教育部新增本科专业。

但是，随之而来的是另外一个问题：实际上，几乎所有的艺术形态背后，都有着科学技术的支撑，如果认真推敲一下的话，几乎所有的艺术形式都离不开它诞生时所处时代的科学或技术，正如颜料化学、透视几何、银盐成像等。在一些艺术形态中，还包含较为复杂的科学或技术过程，如陶瓷烧制时的窑变本身也是一种复杂的化学过程。中国古代绘画及书法多是基于纸本创作，可以说，纸的使用是中国古代绘画创作不可或缺的存在，这里所说的纸，主要有宣纸、皮纸等，属于中国传统手工造纸，而用另外一个国人更熟悉的说法，则是中国古代四大发明之一的造纸术，也是我们引以为傲的四大古代科技之一。与此同时，四大发明中活字印刷术的发明，将文学作品的传播带入了复制时代，使得叙事艺术可以大行其道，而版画这一艺术形式，其实也是基于印刷术才得以实现，但是我们也没有必要将小说或版画归为科技艺术。由此算来，包括版画在内的几乎所有的艺术都可以称之为科技艺术^[19]，但是这似乎又显得过于宽泛^[20]。

但是一般来说，我们不会因为国画水墨画等艺术形式基于中国四大发明的造纸术而把它们分类到科技艺术中。这是因为，如果把任何涉及科学或技术的艺术形式都称为科技艺术，那么原有艺术学的几乎所有方面都会成为科技艺术的内容，带来“艺术就是科技艺术”这种多此一举甚至看起来像是“没事找事”的结论，从而导致“科技艺术”的概念过于宽泛而失去存在的必要性。

因此，对于“科技艺术”的内涵，需要一个更具合理性的界定，以使之更为合理并避免过于泛化。

早期，科学与技术是各行其道的。科学一词表示“通过研究获得的知识”^[21]，而“科学”一词在中国古代的意思，则是“科举之学”，清末洋务运动之后，西方科学传入中国，物理、化学等自然科学被统称为“格致”，意为格物致知，1874年前后，日本学者西周时懋将 Science 翻译为“科学”，1893年，康有为把日语“科学”引入中文^[22]。而与“技术”对应的 Technology 一词历史上长期以来被定义为“有用的技艺”。直到1930年，Technology 指的还是工艺或技艺^[23]，因此“科技”一词在用于描述这个阶段的人类文明的时候，更多的是表示并列关系的科学与技术。

随着人类对科学探索及认识的深入，科学与技术二者之间开始出现相辅相成，相互促进的局面。诸多新兴科学领域的发展也往往会带来新技术的产生或被用于进行技术的改进。这时，“科技”一词开始有了新的内涵，即“源于科学的技术”。

鉴于“科技”一词内涵的演变和发展，对“科技艺术”概念一个合理的解决方案是，放弃“科技”一词中科学与技术并称这一可能导致过于宽泛的方面，而只取当代语境下“科技”内涵中“源于科学的技术”这一方面，而这种“源于科学的技术”也是最近几十年来由于科学和技术的迅猛发展而产生的全新技术形态，它与过去更多被视为工艺并且缺乏科学认知指导的技术相比有着本

质的差别。这样一来，科技艺术将只指代深入地应用了当代科技的方法和手段所创造出来的艺术，即当代科技艺术。这也可以使得科技艺术这一概念在艺术学门类下，能够与其他已经流传已久的经典艺术和工艺美术之间在内涵上互斥，并且有明晰的界限，成为艺术学门类下的独特类型而不致引起混乱。

同时，从科学技术的学科体系来看，“源于科学的技术”也有着更清晰的分支结构，如果其中某些分支具有艺术创作的可能性，那么这样的分类也有利于创作者按图索骥，去学习和使用相关的科技手段开展艺术创作。

1.2.4 当代科技艺术与传统艺术之间的关系

作为一种新的艺术形式，当代科技艺术并没有完全地脱离传统艺术，相反，它与传统艺术之间存在着千丝万缕的联系，并且出现了新媒体与传统艺术的融合。受到传统艺术影响的艺术家们在思考新技术的艺术可能性时，会自然而然地使用新技术对传统艺术进行延展和衍生，这形成了两种趋势：一是几种传统艺术之间借助新技术进行融合；二是传统艺术的元素成为新艺术表现的内容^[24]。

1.2.5 当代科技艺术研究的价值及意义

作为一门由当代科技与艺术交叉融合而产生的新兴学科，对它的研究不仅具有艺术学层面的价值和意义，而且对于科技创新、文化创意产业以及科学传播普及都有积极的影响。

当代科技艺术已经成为新时代最具魅力的艺术新形式，它的出现极大地拓展了艺术的形态语言空间，促成了许多全新艺术形态的出现，并打破了传统艺术诸多审美体验上的局限，使得人们对艺术的感受从简单的视觉听觉体验发展到多感官体验的深度融合。系统深入地对当代科技艺术进行研究将有助于这一新兴艺术领域的健康发展和自身体系的完善，同时对新一代的创作者而言，也迫切需要关于当代科技艺术的创作手段、创作模式及审美诉求方面从理论到实践的指导。

科技与艺术的深度融合不仅能够推动艺术的创新，也能够推动科技的创新。由于科技艺术的创作本身是对科技手段创造性的应用，艺术想象和艺术创意的奇思妙想甚至异想天开必然会对科技手段的支持提出大量新鲜的课题，这种来自艺术的动力无疑会巨大地推动科技手段的进步，于是艺术创作同时也变成了科学研究，而科技上的进步自然也为艺术的想象和创造提供了有力的后盾^[25]。

人们对精神文化生活更高的追求直接推动着文化创意产业的进一步发展，而科技手段和艺术创意是推动文化创意产业发展的直接动力，二者之间必然会发生深度的交融，而这正是当代科技艺术的内涵所在，因此对当代科技艺术的研究实际上有助于文化创意产业的升级发展。

欧洲历来把注意力集中在工程的研究和标准化上。然而，今天，只关注技术是不可持续的。世界各地越来越多的高科技公司认为，除了科学和技术技能之外，创新发生和对社会有价值所需要的关键技能，如植根于艺术实践的创造力。在这种情况下，艺术家的专业知识和实践可以直接推动和影响技术的创新。它们提供了新的视角，激发了新的方向，并作为一种“催化剂”，成功地将新技术转化为新产品和新的经济、社会和商业模式。

2016年，欧盟委员会启动了STARTS (Science, Technology, and the ARTS, <https://starts.eu/>)项目，旨在鼓励艺术和技术之间的协同作用，在科学、技术和艺术的结合点创新，以支持工业和社会的创新。STARTS促进了欧洲艺术家参与研究和创新活动。

而从科学传播普及的角度来看，对科技知识的艺术化表现与应用无疑是提升其趣味性、体验性和审美享受的一种独特方式，因此通过科技艺术传播普及科学知识是一种有效的方式。

1.2.6 当代科技艺术的审美主体

人作为当代科技艺术审美过程中的主体，在当代科技艺术的审美中与其他艺术形式中也有很大差别。

1) 新技术对审美主体的影响

人作为生活在科技时代的审美主体，当代科技已经深刻地融入及影响着他们生活的每一个方面，科技塑造和改变着人们的生活方式和模式。在这样一种技术化生存的语境下，人类的审美心理和审美趣味无疑也会极大地受到当代科技的塑造。

2) 技术发展推动审美标准的螺旋式上升

当代科技在近几十年来进入爆炸式的发展阶段，这是以往数千年以来前所未有的发展速度。科技手段的飞速发展，使得人类可以在短暂的生命历程中经历许多次的科技产品迭代，每一次的升级换代，都为人类的审美带来更高层次的体验，而人们在对审美体验的更高追求中，又推动着技术手段的进一步发展，形成了相互推动、相互促进的螺旋式上升态势。

3) 当代科技艺术对人脑审美活动的满足

脑科学的研究认为，人类的左右脑分别负责逻辑思维与形象思维。传统的视觉艺术形式更多需要人形象思维的参与，而当代科技艺术的作品往往融入互动体验，调动起除视觉系统外的更多感知系统，如听觉、触觉、嗅觉等去体验艺术作品，抑或其中的科技要素会唤起人们更多的思考，需要人们逻辑思维的参与，因而全面调动人的左右脑来参与审美活动，获取立体化的审美体验。

1.2.7 当代科技艺术的审美创作

科技手段的发展极大地解放了生产力，这其中也包括对艺术生产力的解放，百花齐放的科技手段发展，为艺术的创造提供了前所未有的广阔空间，艺术家的想象力获得了空前的解放。同时新的科技手段直接决定了艺术形态的可能性，对于创作者来说，他们对科技手段的掌握很大程度上决定了艺术创意的表达空间，然而掌握新型科技手段的难度却远高于传统掌握艺术中所涉及的技术，并且这些新兴科技手段往往为科技研究领域专业人员所掌握，这就使得科技艺术的创作往往需要艺术家与技术人员的协作。

当代科技艺术创作对科技手段的依赖还存在另外一种现状：相对传统艺术而言，经济因素对艺术的创作将会产生更直接的制约，这是由于对科技手段的应用往往离不开昂贵的高科技人才、设备及材料。国外创作者往往很容易从各种基金甚至政府获取支持，如斯洛文尼亚的文化部甚至可以支持生物艺术的创作项目，而国内创作者的一个很大的障碍在于难以获取足够的经费和条件去进行此类创作。

在当代科技艺术的创作中，技术手段已成为影响艺术作品形态的重要因素，甚至在某种程度上，技术手段决定着艺术作品的表现形态。与传统艺术创作中手段往往使用单一技术手段相比较，当代科技手段本身已经有着极为丰富多样的形态，并且不同的科技手段之间还可能相互融合，使得当代科技艺术的创作很大程度地构建在对技术的美学设计和人文应用上。

许多当代科技手段是技术美的结晶和产物，技术美学与创作者创意和想象力的结合，成为当代科技艺术审美表达的重要方式，传统的美术基础仍然无可替代，但是却不再是艺术的唯一标准。很多时候，优秀的创意和想象甚至决定着作品的优劣。

许多当代科技艺术作品往往会带来丰富的人机交互体验，在这种作品的创作中，对作品交互界面、外观造型以及人机工程学等方面的设计，成为影响作品艺术体验的重要方面，这使得工业设计成为艺术作品审美体验的重要方面。

基于当代科技的艺术创意和艺术想象，很多时候还会成为推动技术创新和发展进步的动力，如近

年来许多计算机图形学领域以及人工智能领域的技术其实是在艺术创意的推动之下诞生的。而新技术的诞生反过来又为艺术的创意表现带来全新可能。

1.2.8 当代科技艺术的学科体系与研究领域

当代的艺术创作者已经深入探索了数学、物理、化学、生物、计算机（人工智能、虚拟现实、信息物理融合与人机交互）等多个学科领域科技手段在艺术表现方面的潜力。每一个学科与当代艺术的融合都为艺术形态开辟了一个全新的空间，面对如此多元化发展的当代科技艺术，我们已经很难单纯地从艺术史的视角来进行研究，而新艺术的“流派”却在更大的程度上与创作所涉及的学科领域密切相关，在这种情形之下，以科技的学科划分，从而对当地科技艺术进行分类研究不失为一种有效的方法。

数学算法和几何手段可以为艺术的造型及规则创造手工创作方式难以实现的参数化形态，艺术家把对规则和算法的设计作为其创作的“画笔”。物理科技手段通过对物质世界内在美的发现、物理规则的运用及模拟，以及新材料的创造来进行艺术的表现，为艺术带来对世界本原的哲学反思。化学及生物手段为艺术的创作与表达提供了从分子到生物大分子再到细胞的创作手段，使得生物信息及生命体成为艺术形态的承载介质，并为生命伦理的探索提供了重要的题材。人工智能正在深刻地模拟人类智慧及审美、模拟生命形态及生命群体的规则，使得人工智能艺术可以成为艺术家创作的重要辅助手段及工具。虚拟现实技术拓展了人从知觉到直觉、从临景感到社交存在感的感知体验维度，通过技术美、功能美与艺术美的融合，为艺术表现创造沉浸式体验全新形态的同时，也带来了后结构主义美学的变革。信息物理融合在物理世界、人与计算机系统之间构建起立体化的、更加自然真切的人机交互艺术体验，弥补了人类感知系统对数字系统的审美局限。

1.2.9 当代科技艺术的发展趋势

随着艺术对科技手段更深层次的应用及对用户体验的深入开发，艺术会越来越像是魔术，越来越好玩，艺术与设计、艺术与娱乐、艺术与游戏，乃至艺术与科技之间的界限会进一步模糊。

而信息技术在各科技分支学科之间的渗透导致了各学科的交叉融合，这种科技学科间的融合与科技艺术分支领域之间必然会产生交叉度更高的融合，从而使得一件艺术作品可能涉及多种学科领域。

随着当代电子机械技术和计算机技术的进一步融合，互动艺术对人感知系统的开发从屏幕视觉拓展到了真三维显示，从单点的鼠标键盘输入拓展到多点输入以及身体动作输入，乃至可以使用脑波来参与作品的互动，进而对触觉、嗅觉传输技术等进一步开发。这样的作品其实既是艺术，又是游戏或者娱乐。