

虚拟/增强现实内容制作 白皮书

(2020 年)



虚拟现实内容制作中心
Content Production Center Of Virtual Reality

虚拟现实内容制作中心
青岛星鲨虚拟现实技术研究院

2020 年 4 月

版权声明

本白皮书版权属于虚拟现实内容制作中心与青岛星鲨虚拟现实技术研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其他方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源:虚拟现实内容制作中心”。违反上述声明者，本中心将追究其相关法律责任。



致 谢

本白皮书由虚拟现实内容制作中心与青岛星鲨虚拟现实技术研究院联合撰写发布。在编写过程中，有关内容得到了工业和信息化部电子信息司的指导，以及中国电子技术标准化研究院、西北工业大学虚拟现实技术联合研究中心、北航歌尔虚拟现实研究院、号百控股、北京七鑫易维科技有限公司的专业支持，在此特作感谢。



虚拟现实内容制作中心
Content Production Center of Virtual Reality

目 录

前言.....	1
一、研究背景.....	1
1. 时代背景.....	1
2. 社会经济发展背景.....	1
3. 产业与标准背景.....	2
4. 研究目标及意义.....	3
虚拟/增强现实概述.....	3
二、虚拟/增强现实的历史及概念.....	3
1. 虚拟/增强现实地起源与历史.....	3
2. 虚拟现实的概念.....	6
3. 增强现实的概念.....	7
三、虚拟/增强现实的特征.....	8
虚拟/增强现实内容制作发展现状及趋势.....	9
四、虚拟/增强现实内容制作关键技术.....	9
1. 核心引擎.....	9
2. 开发工具.....	13
3. 模型构建.....	14
五、虚拟/增强现实内容制作平台工具.....	20
1. 开发平台.....	20
2. 建模工具.....	24
3. 网络传输协议.....	27
4. VR/AR 硬件通信协议.....	28
六、虚拟/增强现实内容制作产业现状与趋势.....	29
1. 内容制作产业现状.....	29
2. 内容制作产业趋势.....	34

虚拟/增强现实内容制作标准化建议.....	35
七、技术标准.....	35
1. 开发平台.....	35
2. 开发工具.....	35
3. 模型制作.....	36
4. 交互设计.....	41
5. 渲染优化.....	43
6. 通信机制.....	44
7. 全景视频.....	44
8. VR/AR 接口.....	44
虚拟/增强现实行业应用现状及趋势.....	45
八、应用领域.....	45
1. 教育.....	45
2. 医疗.....	47
3. 军事.....	49
4. 航天.....	51
5. 工业制造.....	53
6. 应急仿真.....	55
7. 智慧城市仿真.....	56
8. 能源仿真.....	58
9. 文化旅游.....	59
10. 影音媒体.....	60
11. 娱乐游戏.....	61
12. 体育竞技.....	64
13. 创意营销.....	66

前言

一、研究背景

1. 时代背景

从农耕时代到工业时代再到信息时代，技术的不断进步带动了生产力的提高，并不断推动人类社会向更高层次发展。今天，互联网、云计算、虚拟现实、大数据、人工智能等新技术，正以改变一切的力量，在全球范围掀起一场影响人类所有层面的深刻变革，新技术正在重构产业结构，提升产业效益，推动人类社会向数字化和智能制造时代迈进。未来，知识和智慧将会取代资本和资源，成为驱动经济社会发展的关键力量。作为战略性前沿技术之一的虚拟现实技术，随着硬件成本降低，市场需求量不断扩充，但在其制作标准和技巧上没有形成技术标准，所以制作内容参差不齐，迫切需要从产业流程和发展角度深入，形成标准，从而带动规模化发展。

2. 社会经济发展背景

在宏观经济发展过程中，科学技术是第一生产力在经济发展的事实中是不可否认的，技术对经济增长和经济发展的贡献相对于资本和劳动来说是最大的。据相关数据显示，进入 20 世纪 90 年代以后，虚拟/增强现实技术在娱乐、教育、艺术、军事、航空、医学、机器人等方面的应用比例均有大幅度提高，此外，在可视化计算、智能制造等方面也占有较为重要的比重，如今“AR/VR+产业”的运作模式更是融入了社会的各个行业，5G 时代的到来也将为虚拟/增强现实注入了新的活力，其背后巨大的市场商业价值正在日渐凸显。

3. 产业与标准背景

中国是全球虚拟/增强现实产业创新创业最活跃、市场接受度最高、发展潜力最大的地区之一。工业和信息化部 2019 年 1 月公布《关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见》中提出，2025 年我国虚拟现实产业整体实力要进入全球前列。从需求端考虑，近些年来虚拟/增强现实概念不断发展，民众对虚拟/增强现实的了解程度不断增强。据 IDC 研究报告，预计中国虚拟/增强现实消费支出在 2019 年和 2020 年的增长率都高于 100%。从行业规模看，虚拟/增强现实有望迎来发展高峰。根据艾瑞咨询的数据，2018 年中国虚拟/增强现实市场规模为 230.4 亿元，预计 2021 年将达 790.2 亿元。5G 时代所有用户都需要快速的互联网连接来呈现高质量的 VR 内容，VR 有可能成为智能手机、电视以外的第三块屏幕。虚拟现实和 5G 等前沿技术不断融合创新发展，进一步促进了虚拟现实的应用落地，催生了新的业态和服务。虚拟现实相关传感、交互、建模、呈现技术正在走向成熟。

虽然中国 VR 产业前景广阔，但仍存在诸多问题。从用户的角度来看，目前 VR 内容和应用还不够丰富，处在较为初级的阶段；从生态的角度来看，目前缺乏标准化体系。而关键技术不足、内容与服务教育缺乏、创新支撑体系不健全、利用生态不完善等问题，都需要围绕技术、标准、产品、应用服务等产业链关键节点加强产业联动，大厂商、第三方研究机构、开发者各方应深入分析挖掘虚拟现实产业的直接与间接价值，增强消费者体验，探索开放合作模式，促进产业全方位体系化发展。

4. 研究目标及意义

如今虚拟/增强现实已经广泛地应用于城市规划、室内设计、工业仿真、旅游教学、水利电力、地质灾害等多个领域，并在不断地拓展当中。随着应用市场不断扩大，应用内容的制作越来越丰富多样。面对已日趋丰富的虚拟/增强现实应用内容，建立规范合理的行业标准已迫在眉睫。通过标准的制定，可以为虚拟/增强现实的内容制作提供规范，在建立虚拟/增强现实内容产业发展基础的同时也对虚拟/增强现实技术及其产业发展起引导作用，对我国快速抢占虚拟/增强现实行业的制高点具有重要意义。

虚拟/增强现实概述

二、虚拟/增强现实的历史及概念

1. 虚拟/增强现实地起源与历史

1935年出版发行了最早虚拟现实概念的科幻小说《Fictitious》。1950年，莫顿·海里格（Morton Heilig）创作了“体验剧院”，该剧院可以有效地涵盖所有感官，从而将观众吸引到屏幕上的活动中。在1962年制造了自己的视觉原型，称为“传感器”，并在其中展示了五种短片，同时具有多种感官（视觉、声音、气味和触觉），并将其称为“Telesphere Mask”（已于1960年获得专利）。专利申请将设备描述为“个人使用的伸缩电视设备……给观众以完全的真实感，即移动可能是彩色的三维图像，并具有100%的周边视觉，双耳声音，气味和微风。”

1968年，伊凡·萨瑟兰（Ivan Sutherland）在包括鲍勃·斯普劳尔（Bob Sproull）在内的学生的帮助下，创造了被广泛认为是首个用于沉浸式仿真应用的头戴式显示系统。无论从用户界面还是视觉逼真角度来看，都是原始的，而且用户佩戴的HMD太重，以至于必须将其悬挂在天花板上；组成虚拟环境的图形是简单的线框模型，该设备的外观启发了名字“达摩克利斯之剑（The Sword of Damocles）”。

1977年至1984年，戴维·埃姆（David Em）成为第一位在NASA喷气推进实验室（JPL）产生可导航虚拟世界的工程师。1978年，麻省理工学院创建了Aspen电影漫游地图，这是首个虚拟旅游的雏形，用户可以在其中以三种方式（视觉夏季，视觉冬季和模型结构）中的一种在Aspen的街道上漫步。

1979年，埃里克·霍利特（Eric Howlett）开发了大视野，超视角的光学系统，组合后的系统创建的立体图像具有足够宽的视场，以营造令人信服的空间感。该系统的用户对场景中的深度（视野）感和相应的真实感印象深刻。最初的LEEP系统于1985年为NASA的Ames研究中心进行了重新设计，以安装其第一个虚拟现实设备，即Scott Fisher的VIEW（虚拟交互式环境工作站）。LEEP系统为大多数现代虚拟现实头戴式显示器提供了基础。

到20世纪80年代，“虚拟现实”一词已由该领域的现代先驱之一Jaron Lanier推广。Lanier于1985年成立了VPL Research公司。VPL Research开发了几种VR设备，例如DataGlove、EyePhone和AudioSphere。

1988 年，Autodesk 公司开发了第一个在低成本个人计算机上实现 VR 的项目。项目负责人埃里克·古利森（Eric Gullichsen）于 1990 年离开公司，创立了 Sense Corporation，并开发了 WorldToolKit 虚拟现实软件 SDK。该软件在 PC 上提供了第一张带有纹理映射的实时图形，并在整个行业和学术界得到了广泛地应用。

在 20 世纪 90 年代，消费类头戴式显示器首次广泛商业发布。1991 年，世嘉宣布推出用于街机游戏和 Mega Drive 控制台的 Sega VR 头戴式显示器。立体声头戴式显示器和惯性传感器中使用了 LCD 屏幕，从而使系统能够跟踪用户的头部并对其做出反应。同年，Virtuality 推出并继续成为首个在多个国家/地区发布的大规模生产的网络化多人 VR 娱乐系统，配备了头戴式显示器和外置式手套，从而提供了首批“沉浸式”VR 体验设备。

1991 年，电子可视化实验室的 Carolina Cruz-Neira, Daniel J. Sandin 和 Thomas A. DeFanti 创建了首个立方米沉浸式房间，即洞穴自动虚拟环境（CAVE）。有别于 HDM 数字头盔的另一种可视化呈现，由多台投影组成，结合位置追踪和 VR 软件，是一种大型多人虚拟现实系统。

到 1994 年，世嘉在世嘉世界娱乐场所发布了世嘉 VR-1 运动模拟器。能够以立体 3D 方式跟踪头部运动并以 3D 多边形图形为特色。同年，苹果发布了 QuickTime VR，尽管使用了“VR”一词，但无法表示虚拟现实，而是显示了 360 张摄影全景图。

在 2001 年，SAS Cube（SAS3）成为由 Z-A Production、巴可投

影和 Clart é 三家公司联合开发的首套基于 PC 的立方米房间。后升级换代，SAS Cube 催生了 Virtools VRPack 虚拟现实开发软件。

从 2010 年开始，虚拟现实系统中的 HDM 数字头盔开始了跨越式爆炸式的增长，先后发布了 Oculus Rift、Htc VIVE、Valve SteamSight、PlayStation VR、Cardboard、Razer OSVR 等。

到 2016 年，至少有 230 家公司开发 VR 相关产品。亚马逊，苹果，Facebook，谷歌，微软，索尼和三星都有专门的 AR 和 VR 组。动态双目追踪在该年发布的大多数头戴式显示器中很常见。整体的发展趋势从分辨率和帧率更高，操作更简便角度发展。

2. 虚拟现实的概念

虚拟现实技术简称为 VR 技术，是一种采用 3D 交互逻辑的成像技术类别。虚拟现实技术是仿真技术的一个重要方向，是仿真技术与计算机图形学人机接口技术、多媒体技术、传感技术、网络技术等多种技术的集合，是一门富有挑战性的交叉技术前沿学科和研究领域。虚拟现实技术顾名思义，是将使用者带入预设完成的虚拟空间，通过虚拟空间体验实现在视觉的图像刺激，从而达到三维成像技术应用的目的。虚拟现实技术（VR）主要包括模拟环境、感知、自然技能和传感设备等方面。模拟环境是由计算机生成的、实时动态的三维立体逼真图像。感知是指理想的 VR 应该具有人所具有的感知。除计算机图形技术所生成的视觉感知外，还有听觉、触觉、力觉、运动等感知，甚至还包括嗅觉和味觉等，也称为多感知。自然技能是指人的头部转动，眼睛、手势或其他人体行为动作，由计算机来处理与参与者的动

作相适应的数据，并对用户的输入作出实时响应。

虚拟现实（VR）也是一种模拟地体验，可以与现实世界相似或完全不同。虚拟现实的应用可以包括娱乐（即游戏）和教育目的（即医学或军事训练）。其他不同类型的VR风格技术包括增强现实和混合现实。

当前，标准的虚拟现实系统使用虚拟现实头戴式显示器或多投影环境来生成逼真的图像，声音和其他感觉，以模拟用户在虚拟环境中的物理存在。使用虚拟现实设备的人能够环顾人造世界，在人造世界中四处移动，并与虚拟特征或物品互动。这种效果通常是由VR头戴式受话器产生的，包括头戴式显示器和在眼前的小屏幕，但也可以通过具有多个大屏幕的经过特殊设计的房间来创建。虚拟现实通常包含听觉和视频反馈，但也可以通过触觉技术允许其他类型的感觉和力反馈。

3. 增强现实的概念

增强现实（Augmented Reality，简称AR），也有对应VR虚拟现实一词的翻译称为实拟虚境或扩张现实，是指透过摄影机影像的位置及角度精算并加上图像分析技术，让屏幕上的虚拟世界能够与现实世界场景进行结合与交互的技术。这个词语最早被前波音公司研究员Tom Caudell在1990年所使用。当前对于增强现实有两种通用的定义。一是北卡大学教授罗纳德·阿祖玛（Ronald Azuma）于1997年提出的，认为增强现实包括三个方面的内容：将虚拟物与现实结合、即时交互、三维。而另一种定义是1994年保罗·米尔格拉姆（Paul

Milgram) 和岸野文郎 (Fumio Kishino) 提出的现实-虚拟连续统 (Milgram's Reality-Virtuality Continuum)。将真实环境和虚拟环境分别作为连续系统的两端, 位于两者之间的被称为“混合实境”。其中靠近真实环境的是增强现实 (Augmented Reality), 靠近虚拟环境的则是扩增虚境。

增强现实技术, 是一种将真实世界信息和虚拟世界信息“无缝”集成的新技术, 是把原本在现实世界的一定时间与空间范围内很难体验到的实体信息 (视觉信息, 声音, 味道, 触觉等), 通过电脑等科学技术, 模拟仿真后再叠加, 将虚拟的信息应用到真实世界, 被人类感官所感知, 从而达到超越现实的感官体验。真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到了同一个画面或空间同时存在。

增强现实技术与虚拟现实技术相比主要优势在于由外部空间进行视觉强化, 从而达到更好的三维立体成像效果。虚拟现实需要通过设置现实虚拟图像的呈现, 而增强现实技术则利用实现空间将图像信息进行重叠, 使视网膜成像出现一定的视距差, 以此形成图像处理循环, 为三维图像的呈现提供有效空间。增强现实技术应用主要集中在辅助技术研发方面, 由于其无法创设相关的虚拟环境, 所以并不作为主要的综合成像技术, 仅作为一种辅助成像手段进行图像数据解析, 继而提高图像呈现真实性。

三、虚拟/增强现实的特征

虚拟现实及增强现实技术是多维度成像技术, 技术应用特点主要包括环境侵人性强及交互性等多个方面, 运用图像三维立体呈现, 实

现对数据环境的模拟，以此提高图像真实感。两种技术在实际实践方面存在一定的共通性，增强现实是由虚拟现实发展起来的，两种技术可以说同根同源，均涵盖了计算机视觉、图形学、图像处理、多传感器技术、显示技术、人机交互技术等领域，二者有很多相似点和相关性：首先，都需要计算机生成相应的虚拟信息；其次，都需要使用者使用头盔或类似显示设备，这样才能将计算机产生的虚拟信息呈现在使用者眼前；再次，使用者都需要通过相应设备与计算机产生的虚拟信息进行实时互动交互。

虚拟/增强现实内容制作发展现状及趋势

四、虚拟/增强现实内容制作关键技术

1. 核心引擎

“引擎”，顾名思义是通过动力对某类现象进行指数级的驱动，而达到的目标。对“虚拟现实引擎”来说，通过引擎对各种数据，如3D数据、材质纹理数据、音视频数据、文本数据、动画（作）数据进行算法驱动，实现在虚拟世界中呈现物理世界的各种关系，并通过实时数据仿真还原，以达到提供效率、改变产业结构的目的。

从2D引擎到3D引擎，从单机到网络，核心引擎经历过历史的演变，发展到如今的各种引擎，其目标和核心就是画质更高、运行更流畅、操作更简单、兼容性更强。

•数据集成

由于虚拟/增强现实引擎都需要通过导入各种数据资源来进行整

合操作，这类数据资源包含从 3DS Max、Revit、SketchUp Pro、Cinema4D、Rhino、SolidWorks、Catia 和其他各种 DCC、CAD，和 BIM 格式进行高保真转换，这就要求数据集成功能的兼容性和多样性。随着新的 DCC、CAD、和 BIM 软件的发布，对数据高保真的兼容是未来发展趋势之一。

•场景构建

虚拟/增强现实引擎一般都包含引擎编辑器，是一套集成式的开发环境，可用于在 Linux、MacOS、Windows 上创作内容。借助对多用户编辑的支持，美术师、设计师和开发人员可以安全而可靠地同时对同一个虚拟/增强现实引擎项目进行更改，而在 VR 模式下运行完整编辑器的功能意味着体验者可以在所见即所得的环境中构建 VR 应用。引擎为了加速开发流程和效果，一般会内置地形和地貌工具、植被工具、草地工具，通过这些工具可以高效完成场景的构建和优化，同时创建网格碰撞，自动 LOD（细节水平）生成，消除隐藏表面和不必要细节的模型和特征等等，在最大限度上，快速高效完成场景构建。

•动画模块

动画模块反映出在虚拟/增强现实内容中，动态效果的呈现，是数字内容核心功能之一。分为角色动画、实时数据、动画分镜三个核心基本模块，在之前的引擎中，对角色动画和实时数据兼容性比较弱，经常会有丢帧情况出现，同时数据庞大，无法真正让动作流畅，达到 25-30 帧/秒，而现在随着硬件的升级和软件的强大，开发出状态机、混合空间、正向和逆向运动学、物理驱动的布娃娃效果动画，以及同

步预览动画功能。目前随着移动终端的处理能力强大，通过移动终端内置跟踪系统进行面部或全身动作捕捉，将大大提升动作制作的效率和效果。

•渲染、光照、材质

虚拟/增强现实技术其核心就是让虚拟环境真实性强，而渲染、光照、材质就是将虚拟环境“穿”上外衣，让其更真实，这就需要超强实时渲染器、精细光照、材质编辑器、着色模型、实时光栅化和光线追踪，以及后期处理的同步并行处理。在5-10年前的虚拟/增强现实引擎，在渲染器和材质上还达不到这些功能，更多是做一个普通的材质附在虚拟场景表面，没有凹凸感、没有反射光、没有动态水或海效果，环境中没有太阳光等环境效果。而现在主流的引擎都能支持这些模块，真实性越来越强、实现越来越简单。

•动力学模拟

动力学模拟是对虚拟世界中的各种事件加入动力学的总称，让虚拟世界看起来更加真实，比如粒子系统、物理和破坏系统、毛发系统、布料系统等。通过粒子系统，可以创建电影级品质的VFX特效，表现火焰、烟雾、尘土和流水等效果，通过力学叠加，还能让各种特效动起来，比如火焰、烟雾会受风的影响而飘闪；通过布料系统，可以为角色添加动态布料的效果；通过破坏系统，能为虚拟世界叠加断裂、破碎和爆破效果，结合VFX特效让一切变得更加真实。

•脚本代码

虚拟/增强现实引擎另一个特性是系统具有交互性，而交互性是

通过编程的方式把交互体验给还原，这就需要引擎有稳健的代码框架和各种函数库脚本做调用。5-10年前的虚拟/增强现实引擎更多的是通过C++代码编写交互程序，这种方式对开发者要求极其高，很难让更多的开发者参与到虚拟现实行业中。而目前的引擎分为三个方向，一个方向为不用代码编写就能实现交互功能，称之为“模块”，通过模块之间的组合、连接、运算，达到最终的交互效果；另一个方向为用简单的通用的程序语言，比如C#或Java，掌握这两类语言的人群大很多，比如做网站开发、做数据库开发的工程师；最后一个方向为通用性语言无法实现的交互功能，则需要引入C++语言来开发，从一定角度来看这也是虚拟/增强现实内容制作工种的细分，来完善制作内容体系和标准化的建设。

•平台支持

使用虚拟/增强现实引擎，可以在各种台式机、主机和移动平台上交付内容，包括使用Windows、MacOS和Linux系统的PC、PlayStation4、Xbox One和任天堂Switch，以及iOS和Android移动设备，这就满足了一套引擎可输出发布到任何一个系统平台上的要求。

•第三方资源

虚拟/增强现实应用需要大量的模型素材、材质素材、纹理素材、声音素材、动画素材等。而目前国内基本上没有高质量的各种素材库，所以基本上没有现成素材可以用，导致内容开发周期拉长，成本上升，不可控因素增多。而在国外相对比较成熟，有多个平台形成规模化的

高质量的素材库，由于有了这些素材库，与虚拟/增强现实引擎相结合，为内容开发企业在制作阶段提高效率、降低成本。

2. 开发工具

从开发功能角度去看，可以分为平面设计类工具、建模类工具、动画工具、音视频工具、交互工具。

•平面设计工具

平面设计类工具的主要作用在于处理 UI 及相关材质的 2D 内容，涉及的软件特别多，包括 Adobe 系列的、Core 系列的，这些工具在 10 多年前，都是独立的个体，功能也不完善，随着领域的融合，很多独立软件都被 Adobe 所收购，形成 Adobe 自有产品体系。

•建模工具（含动画工具）

建模工具主要作用将物理实体进行 3D 数字化重现，构建 3D 物件。目前主流的建模工具包含建模、材质、光照、动画等模块。根据行业不同，形成不同领域的建模工具，比如游戏、动画类的采用 Autodesk 系列产品；制造生产行业的采用 3DS 达索系列化产品；广告类采用 C4D 或 Blender 产品，整体趋向于专业化的分类和功能的完善。

•音视频工具

音视频工具主要作用是将部分元素通过音视频剪辑制作片子用于虚拟/增强现实内容中的成片头动画或穿插动画或配音解说。根据系统架构(Windows 系统、MAC 苹果系统)划分，工具主要分为是 Adobe 系列、Edius 广播级视频编辑软件、Final Cut 苹果系列视频编辑软件。

•交互工具

交互工具类似于虚拟/增强现实引擎，是虚拟/增强现实内容制作的核心。而目前这类软件都是国外产品，在国内没有真正有核心竞争力和自主知识产权的交互工具。

3. 模型构建

模型构建是指通过建模类工具，完成 3D 模型的建模、材质、动画、渲染等若干工序的集成。其核心为高效、灵活的工具集组合，可以在更短的时间内创建更好的三维内容。

•三维建模

三维建模分为多边形建模、曲线和曲面建模（NURBS 建模）、映射 UV、雕刻建模四种建模方式。多边形由基于顶点、边和面的几何体组成。多边形对于构建许多类型的 3D 模型很有用，并广泛用于电影、交互式视频游戏和 Internet 中的动画效果的 3D 内容开发。曲线和曲面建模（NURBS 建模）是指非均匀有理 B 样条线（NURBS）提供了一种基于几何基本体和绘制曲线的 3D 建模框架，主要用于建立曲面较多的模型结构。雕刻建模可以雕刻虚拟 3D 曲面，像在黏土或其他建模材质上雕刻真正的 3D 对象，不是使用黏土，而是使用多边形构建虚拟 3D 曲面，这种建模方式多用于有一定美术绘画基础的设计师，以雕刻的模式进行 3D 建模。

建模方式的多样性从根本上解决了不同专业背景的人可以根据自身的能力来选择建模方式，从 5-10 年的建模软件发展来看，功能越来越多，操作也越来越简便。

•纹理和效果

纹理和效果主要指通过表面材质赋予 3D 模型外观，让模型从视觉角度感觉更加真实。这种模式在行业初期都有这类功能，但比较局限，基本使用一般材质纹理或是双面材质纹理，相对而言比较粗糙，随着技术的发展和升级，当下的材质包括物理材质、DirectX Shader、Ink' n Paint（卡通材质）、双面材质、合成材质、壳材质、多维材质、混合材质等等，材质和纹理越分越细，表现效果越来越真实。

•三维动画和动力学

三维动画技术主要包含关键帧动画、受驱动关键帧动画、非线性动画、路径动画、动作捕捉动画、分层动画、动力学动画、表达式。在 5-10 年之前动画技术都是单一存在的，并且一些功能的使用及其复杂，没有一定的动作理论水平根本无法正确操作。随着硬件的更新，伴随而来的动画功能越来越强大，多种动画技术的融合不断提升动画制作的效率和效果。

•三维渲染

渲染作为 3D 动画最后一个工作，即输出成片。这就需要大量 CPU 资源去支撑整个渲染过程，渲染最早的做法是将渲染做成 3D 建模动画软件内置模块，这样有利于软件内容的控制，但整个过程需要大量的 CPU 资源去支撑，极其不稳定和低效。随着第三方渲染插件的出现，将大大提升了渲染质量和渲染效率，但对 CPU 的依赖性有增无减。目前主流的做法是将渲染器独立出来，作为一款独立软件运行，在制作流程上与之前的一致；同时为了提高渲染效率，传统 3D 建模动画

软件与渲染器都增加分布式渲染模式，可通过局域网和广域网进行分布式渲染，大大提高渲染效率。

•纹理映射

纹理映射是图形学中的重要内容，作用在于为了获得更多的细节，一张或多张纹理映射将会应用到物体表面。物体表面上每一点的纹理像素都能在纹理映射中找到，会遵循光照模式以某种方式与光照结合在一起。一般来说纹理映射分为标准纹理映射、投影纹理映射、立方体纹理映射；通过以上几种方式将图像和物体表面结合起来，可以在建模、存储空间和速度方面节省很多资源。

•脚本及交互设计

所有的虚拟/增强现实引擎中的应用所使用的编程语言，有C/C#/C++、汇编、JAVA 等几种。

C/C#/C++语言

C/C#/C++语言是一种中级语言。这种类型的语言对内存的直接操作是其威力所在，可以最大限度地发挥硬件潜力，成为开发者首选。

•汇编语言

汇编语言由于其近于机器语言，难于掌握，不利于书写虚拟/增强现实引擎中的可视化应用。汇编语言比C要快2—10倍左右，主要在程序的某些部分用到嵌入式汇编来提高运行速度。

•JAVA 语言

JAVA 由于是一种非编译性语言，其安全性、分布性和多线程等特性使其越来越得到开发者的认可，并用于网络互动程序开发。

随着新硬件新产品 XBOX ONE、PlayStation 4 和任天堂 Switch，以及 iOS 和 Android 移动设备不断创新，编程语言的通用性越来越明显，要求脚本语言在进行交互设计时，能发布到各种平台上，减少在发布到不同平台时代码的转换或是不兼容。

•渲染优化

渲染优化这个概念主要指对于在 CPU 上运行的虚拟/增强现实应用程序，渲染通常是主要的性能瓶颈，针对不同的模块需要采用多种优化方式来进行优化，保证渲染效果的质量和高效。

而在 10 年以前，由于受到 CPU 和 GPU 发展的限制，对于渲染优化这个概念是不能真正实施，只能通过在制作技巧和方法上进行简单处理，比如在材质纹理严格控制尺寸、在模型的三角面数上严格控制模型数量、在光照上严格要求只能使用一般材质（不能使用复合材质或多通道材质等）。但随着 GPU 和 CPU 的提升，DirectX 最新版本为 12，可以支持多种渲染优化方式，包含多线程计算、边缘优化、抗锯齿等等，在硬件提升的同时，制作技巧和规范不断放大和优化，材质纹理最高都可支持 4K，模型采用 LOD 的优化方式（并可动态调节）等等。

•网络传输机制

通信协议是虚拟/增强现实内容开发中，不可缺少的功能模块，根据不同的通信需求，分为内部通信和外部通信，同时针对外部通信又会区分强网络通信和弱网络通信。纵观通信机制的发展，伴随着 5G 的商用化，在通信协议的标准化上正向高速、低延迟率、低功耗

方向发展，以匹配 5G 的发展。

•内部通信

内部通信指的是一般性的触发动作，在进行的交互操作，保证多个内部通信机制的顺畅传递。

•强网络通信

通常说的强联网其实就是用 Socket（套接字）连接，也叫强连接，长连接。以 Tcp 协议和 Udp 协议为主。基本的 socket 通信服务器端主要需要确定端口，同时绑定端口进行监听，一旦有从客户端发过来的连接请求就建立连接并收发消息；Socket 通信具有实时性、长连接的特点。

•弱网络通信

弱联网是 HTTP 协议（超文本传输协议），是互联网上应用最为广泛的一种网络协议。通信协议为 HTTP 协议和 HTTPS 协议等。基于网址连接，浏览器的地址栏里输入的网站地址叫做 URL（Uniform Resource Locator，统一资源定位符）。每个网页也都有一个 Internet 地址。当操作者在浏览器的地址框中输入一个 URL 或是单击一个超级链接时，URL 就确定了要浏览的地址。浏览器通过超文本传输协议（HTTP），将万维[网]服务器上站点的网页代码提取出来，获取到了相应的资源。

•全景视频

随着计算机技术的飞速发展，多媒体所包含的种类也越来越多，所能表现的效果也越来越多，而一些比较传统的表现方式也越来越无

法满足大部分客户对于展示方式的要求。在传统的表现方式中，展示的手段无非是静态的平面图片和动态的视频，也有进行三维全景进行展示的。静态图片只能提供场景的某一角度图像，即使是广角镜头，也不能有效全面地对场景进行表现；而动态视频虽然可以让用户对场景有全面地了解，可图像视角依然有限，观看方式取决于拍摄者的拍摄方式，并不自由。三维建模的方式可以解决静态图片和动态视频都存在的问题，但是代价很高，真实性也并不总是令人满意。

•VR/AR 接口

虚拟/增强现实技术核心价值之一就是交互性，而交互性如何体现，最简单地理解就是“人”作为输出主体，进行内容交互及控制，在 50 多年的发展历程来看，目前还未真正达到这种效果，一般都是借助一些其辅助配件进行交互，而这些其他物件包括数据手套、追踪系统等不同品牌、不同标准的 VR 输入设备，这些设备如何与虚拟/增强现实内容结合互动，VRPN 和 Trackd 诞生了。

目前 VRPN 可支持的 VR 硬件系统包含：3rdTech HiBall-3000、A.R.T 光学追踪系统、ARToolkit VRPN 追踪系统、Ascension 鸟群跟踪系统、Haptics 力反馈系统、InerSense 惯性追踪系统、微软 Kinect 全身追踪、Viewpoint 眼球追踪系统、5DT 数据手套、zSpace 沉浸式交互硬件系统等等，几乎兼容市面上所有虚拟现实硬件产品。

五、虚拟/增强现实内容制作平台工具

1. 开发平台

•Unity3D 游戏交互开发工具

Unity3D 是由美国 Unity Technologies 开发的一个让玩家轻松创建诸如三维视频游戏、建筑可视化、实时三维动画等类型互动内容的多平台的综合型游戏开发工具，是一个全面整合的专业游戏引擎。Unity 类似于 Director,Blender game engine, Virtools 或 Torque Game Builder 等利用交互的图型化开发环境为首要方式的软件。其编辑器可运行在 Windows、Linux（目前仅支持 Ubuntu 和 Centos 发行版）、MacOS X 下，可发布游戏至 Windows、Mac、Wii、iPhone、WebGL（需要 HTML5）、Windows phone 8 和 Android 平台。也可以利用 Unity web player 插件发布网页游戏，支持 Mac 和 Windows 的网页浏览。网页播放器也被 Mac 所支持。

Unity3D 目标群体重视移动端平台和中小型团队项目的开发，对编程要求相对较低，有 C#编程基础，就能操作 Unity3D 平台进行开发。Unity3D 能快速发布到 iOS/安卓/Linux/Windows/Mac/WebGL 等跨平台系统之上。

•Unreal 游戏交互开发工具

Unreal 是 UNREAL ENGINE（虚幻引擎）的简写，由美国 Epic 公司开发，是目前世界知名授权最广的游戏引擎之一，占有全球商用游戏引擎 80%的市场份额。“Unreal Engine 4” 3D 引擎采用了目前最新的即时光迹追踪、HDR 光照技术、虚拟位移等新技术，而且能够每秒

钟实时运算两亿个多边形运算，效能是传统“Unreal Engine”的100倍，而通过NVIDIA的GeForce GTX1080显卡与“Unreal Engine 4”3D引擎的搭配，可以实时运算出电影CG等级的画面，效能极高。

Unreal Engine4是基于虚幻竞技场游戏研发而成的新一代基于Shader技术的游戏引擎，具有真实感强、开放性强的特点，拥有C++基础的工程师更容易做出顶尖效果的游戏，更适合开放世界，大型项目。

•Frostbite 游戏交互开发工具

寒霜引擎（Frostbite Engine），是瑞典DICE游戏工作室为著名电子游戏产品《战地》（Battlefield）系列设计的一款3D游戏引擎。该引擎从2006年起开始研发，第一款使用寒霜引擎的游戏在2008年问世。寒霜引擎已支持Nintendo Switch。

寒霜引擎主要包含四大功能优势：大型地图、破坏效果、HDR声效、操作简便。主要特色是可以运作庞大而又有着丰富细节的游戏地图，同时可以利用较低的系统资源渲染地面、建筑、杂物的全破坏效果。使用寒霜引擎可以轻松地运行大规模的、所有物体都可被破坏的游戏。

•Cryengine 游戏交互开发工具

Cryengine3是德国的CRYTEK公司出品一款对应最新技术DirectX 11的游戏引擎。采用了和KILLZONE2一样的延迟渲染（Deferred Shading）技术，在延迟着色的场景渲染中，像素的渲染被放在最后进行，随后在通过多个buffer同时输出。CE3的图形

引擎，采用实时光效引擎和物理引擎，有很强的视觉效果，主要包含在一下几个方面实时动态光照（ Real-time Dynamic Illumination ）、延迟光照（ Deferred Lighting ）、动态软阴影（ dynamic soft shadows ）。

•VEGA 视景仿真开发工具

Vega是由加拿大Presagis公司开发的一款视景建模与仿真工具，向客户提供了一整套的视景仿真解决方案。作为高性能的VR开发平台,Vega提供了两种系统设计模式。一是使用Vega的Iynx图形用户界面配置系统,该法只适用于简单地对交互性要求不高的小系统；二是运用Vega提供的API函数（C语言）进行程序开发。

VegaPrime源代码单一，在重新编译后可以应用于任何地方、任何所支持的操作环境中，Lynx Prime配置工具极大地增强了VegaPrime应用的快速创建、修改和配置。另外其卓越的效率和可扩展性也是其主要优势。

•EON 视景仿真开发工具

EON引擎是美国EON Reality公司针对高端制造业市场开发的一款能够将产品生命周期管理（PLM）数据变为实时真实图像、高级物理引擎以及逼真人体动作的编辑工具。EON引擎能为交互式产品图册、销售解决方案以及智能支持模拟器的研发工作开创了全新标准。包括下列高级模块：实时视觉效果模块、物理学和行为模块、EON RPC模块、EON工作室、EON Raptor。适用于美工技术、虚拟影像、动画绘制、3D产品设计、工业设计、CAD设计、物理学和行为研究等诸多领

域。

•UNIGINE 交互开发工具

UNIGINE 引擎是一款应用于虚拟仿真、虚拟现实、视觉化领域的实时 3D 引擎，由俄罗斯著名实时 3D 引擎公司 UNIGINE Corporation 开发。区别于游戏引擎，UNIGINE 的定位是尖端的、严肃的、专业的应用开发工具，在特大场景塑造和画面渲染表现方面尤为突出，彰显强大的市场竞争力。因此，UNIGINE 可胜任航空航天、军事、海事、教育科研、城市规划、室内设计、工业制造等行业的虚拟技术实现，搭建逼真震撼的虚拟内容场景、设置实时的模拟交互，对演练实训、研究培训、宣传体验都有着颇为显著的实用效果。

•OpenSceneGraph 视景仿真开发工具

OpenSceneGraph 是一款开源的虚拟现实仿真引擎平台，最早由唐·伯恩斯作为项目开发的一个平台，后由罗伯特·奥斯菲尔德发起成立开源共享平台，是一个可移植的、高层图形工具箱中，为战斗机仿真、游戏、虚拟现实或科学可视化等高性能图形应用而设计。提供了基于 OpenGL 的面向对象的框架，使开发者不需要实现、优化低层次图形功能调用，并提供了很多附加的功能模块来加速图形应用开发。

OSG 通过动态加载插件的技术，广泛支持目前流行的 2D、3D 数据格式，包括 OpenFlight (.flt), TerraPage (.txp (多线程支持), LightWave (.lwo), Alias Wavefront (.obj), Carbon Graphics GEO (.geo), 3D Studio MAX (.3ds), Peformer (.pfb), Quake Character Models (.md2), Direct X (.x), 以及 Inventor Ascii

2.0 (.) ,VRML 1.0 (.wrl) ,Designer Workshop (.dw), AC3D (.ac ; .rgb,.gif,.jpg,.png,.tiff,.pic,.bmp,.dds,.tga 和 qucktime)。另外还可通过 freetype 插件支持一整套高品质、反走样字体（英文）。OSG 内含 LADBM 模块,加载大地形速度较快,帧速率高,在运行过程中占用计算机资源少。另外,OSG 是自由软件,公开源码,完全免费。用户可自由修改,来进一步完善功能。

2. 建模工具

•Autodesk 3DS MAX

常简称为 3ds Max 或 3DMax, 是 Discreet 公司开发的（后被 Autodesk 公司合并）基于 PC 系统的三维动画渲染和制作软件。其前身是基于 DOS 操作系统的 3D Studio 系列软件。在 Windows NT 出现以前,工业级的 CG 制作被 SGI 图形工作站所垄断。3D Studio Max+Windows NT 组合的出现一下子降低了 CG 制作的门槛,首先开始运用在电脑游戏中的动画制作,后更进一步开始参与影视片的特效制作,例如 X 战警 II, 最后的武士等。在 Discreet 3Ds max 7 后,正式更名为 Autodesk 3ds Max 最新版本是 3ds Max 2020。

3ds Max 用于设计可视化、游戏和动画的三维建模和渲染软件,使用专业品质的三维模型进行全方位的艺术控制,可以创造宏伟的游戏世界,布置精彩绝伦的场景以实现设计可视化,并打造身临其境的虚拟现实（VR）体验。使用 3ds Max® 工具组合来塑造和定义环境、对象和角色细节。对任何人员、位置或事物建模; 3ds Max 可与大多数主要渲染器结合使用以创建高端场景和精彩绝伦的视觉效果以实

现设计可视化等。从界面体验交互式渲染，以便在工作时获得精确、详细的预览。

•Blender

Blender 是一款开源的跨平台全能三维动画制作软件，提供从建模、动画、材质、渲染、到音频处理、视频剪辑等一系列动画短片制作解决方案。Blender 拥有方便在不同工作下使用的多种用户界面，内置绿屏抠像、摄像机反向跟踪、遮罩处理、后期结点合成等高级影视解决方案。同时还内置有卡通描边（FreeStyle）和基于 GPU 技术 Cycles 渲染器。以 Python 为内建脚本，支持多种第三方渲染器。Blender 为全世界的媒体工作者和艺术家而设计，可以被用来进行 3D 可视化，同时也可以创作广播和电影级品质的视频，另外内置的实时 3D 游戏引擎，让制作独立回放的 3D 互动内容成为可能。有了 Blender 后，喜欢 3D 绘图玩家们不用花大钱，也可以制作出自己喜爱的 3D 模型了。不仅支持各种多边形建模，也能做出动画。

•Cinema 4D

外文名 CINEMA 4D，研发公司为德国 Maxon Computer，特点为极高的运算速度和强大的渲染插件，使用在电影《毁灭战士》《阿凡达》中，获得贸易展中最佳产品的称号，前身为 FastRay；主要用于影视、电影、游戏、广告领域的动画制作。

主要特性为：

1、文件转换优势

从其他三维软件导入进来的项目文件都可以直接使用，而不会担

心会不会有破面、文件损失等问题。

2、迄今为止最强大的系统之一

C4D 的毛发系统，便于控制，可以快速的造型，并且可以渲染出各种所需效果。

3、高级渲染模块

CINEMA 4D 拥有快速的渲染速度，可以在最短的时间内创造出最具质感和真实感的作品。

4、BodyPaint 3D

三维纹理绘画使用这个模块可以直接在三维模型上进行绘画，有多种笔触支持压感和图层功能，功能强大。

5、MoGraph 系统

属于一种变形组合模块，将类似矩阵式的制图模式变的极为简单有效而且极为方便，通过一个单一的物体，经过算法的排列和组合，并且配合各种效应器，达到单调的简单图形视觉创意化。

6、C4D 的预制库

C4D 拥有丰富而强大的预置库，可以从预置中找到模型、贴图、材质、照明、环境、动力学、甚至是摄像机镜头预设，大大提高了工作效率。

7、C4D 无缝与后期软件 After Effects 衔接

•Catia

Catia 是法国达索公司的产品开发旗舰解决方案。作为 PLM 协同解决方案的一个重要组成部分，可以通过建模帮助制造厂商设计客户

未来的产品，并支持从项目前阶段、具体的设计、分析、模拟、组装到维护在内的全部工业设计流程。

模块化的 Catia 系列产品提供产品的风格和外形设计、机械设计、设备与系统工程、管理数字样机、机械加工、分析和模拟。Catia 产品基于开放式可扩展的 V5 架构。

通过使企业能够重用产品设计知识，缩短开发周期，Catia 解决方案加快企业对市场的需求的反应。自 1999 年以来，市场上广泛采用数字样机流程，从而使之成为世界上最常用的产品开发系统。

Catia 系列产品在八大领域里提供 3D 设计和模拟解决方案：汽车、航空航天、船舶制造、厂房设计（主要是钢构厂房）、建筑、电力与电子、消费品和通用机械制造。

3. 网络传输协议

•TCP 协议

TCP（Transmission Control Protocol，传输控制协议）是面向连接的协议，即在收发数据前，都需要与对方建立可靠的链接，TCP 的三次握手以及 TCP 的四次挥手。

•UDP 协议

UDP（User Datagram Protocol）用户数据报协议，非连接的协议，传输数据之前源端和终端不建立连接，当需要传送时就简单地去抓取来自应用程序的数据，并尽可能快地把数据扔到网络上。在发送端，UDP 传送数据的速度仅仅是受应用程序生成数据的速度、计算机的能力和传输带宽的限制；在接收端，UDP 把每个消息段放在队列中，

应用程序每次从队列中读一个消息段。相比 TCP 就是无须建立链接，结构简单，无法保证正确性，容易丢包。

•HTTP 协议

Http（超文本传输协议）是用于传输诸如 HTML 的超媒体文档的应用层协议。该协议被设计用于 Web 浏览器和万维[网]服务器之间的通信，也可以用于其他目的。HTTP 遵循经典的客户端-服务端模型，客户端打开一个连接以发出请求，然后等待收到服务器端响应。HTTP 是无状态协议，意味着服务器不会在两个请求之间保留任何数据（状态）。

4. VR/AR 硬件通信协议

•VRPN

虚拟现实外围网络（VRPN）是苦中的一组类和一组服务器，这些类被设计为在应用程序和一组虚拟设备中使用的物理设备（等）之间实现网络透明接口。虚拟现实（VR）系统。这个想法是在每个 VR 工作站上拥有一台 PC 或其他主机来控制外围设备、按钮设备、触觉设备、模拟输入、声音等。VRPN 使用适当的服务等级为共享此链接的每种设备提供应用程序和所有设备之间的连接。该应用程序仍然不知道网络拓扑。

VRPN 还提供了一个抽象层，使统一基类的所有设备看起来都相同。例如，所有跟踪设备看起来都属于 VRPN_Tracker 类型。这仅意味着所有都生成相同类型的报告。同时，可能需要访问某种跟踪设备的特定功能（例如，告诉某种类型的多久生成一次报告）的应用程序

可以派生与此类通信的类。如果将此专用类与不了解如何设置其更新速率的一起使用，则该将忽略专用命令。当前系统类型为模拟，按钮，拨号，ForceDevice，声音，文本，和这些中的每一个都为特定类型的设备抽象出一组语义。每种类型的设备都有一个或多个服务器，还有一个客户端类，用于从设备读取值并控制其操作。

VRPN 客户端（应用程序端）库已在 SGI/Irix，PC/Win32，PC/Cygwin（未积极维护），HP700/Hpux，Sparc/Solaris，PC/Linux，Mac/OSX，Ipaq/Linux，和 Zaurus/Linux（有关在 Linux/WinCE 手持设备上运行的信息，请参见 VRPN PDA 页面）。服务器端库在 SGI/Irix，PC/Win32 和 PC/Linux 下编译。异地用户已经为 IBM/AIX 进行了编译。

六、虚拟/增强现实内容制作产业现状与趋势

1. 内容制作产业现状

相对于虚拟/增强现实产业，内容制作产业起步较早，相对成熟的就是游戏内容制作。内容制作产业可以分为工具平台、制作流程及标准、分发平台三部分，后两块相对比较成熟，而前期工具平台则比较弱，以至于到目前，国内还没有形成商业化体系化的工具平台。但国内的应用的丰富层度较高，涉及游戏、教育、健身、体育、医学、制造。根据国外研究机构 Emarketer 发布的报告指出，在所有应用领域关注度最高，并产生投资效果的排名分别是游戏、教育、建筑制造、医疗健康、电影电视、零售业、制造业、体育，这其中不乏国内公司的身影。

从国内大环境中看，主要体现在政策驱动、产业结构调整、产业规模等几方面表现。

•政策驱动

虚拟、增强现实（VR/AR）是现今世界高度关注的热点，国内外企业的行业巨头纷纷进入该领域，发展日新月异，消费级的VR产品竞相发布，VR行业的竞争也日趋激烈，但与国外行业巨头相比，国内企业无论是在技术、积累和规模上都存在一定差距。而VR/AR技术又是新一代人工智能领域的重要组成部分，是新型显示技术、人机交互技术和互联网技术等多种前沿技术的综合性技术，是新一代信息技术的集大成者，被列入强化实施创新驱动发展的国家战略。国家为此出台了一系列的支持扶持政策，主要有：《国家创新驱动发展战略纲要》、《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》、《“十三五”国家科技创新规划》和《“十三五”现代服务业科技创新专项规划》，国务院印发了《新一代人工智能发展规划》均明确指出要研究开发VR/AR融合创新技术，结合新时期国家战略和经济社会发展需求，加快推进现代服务业发展。近日，工业和信息化部为贯彻落实《国务院办公厅关于加快应急产业发展的意见》和《国家突发事件应急体系建设“十三五”规划》等要求，印发《应急产业培训与发展行动计划（2017—2019年）》鼓励将VR/AR用于灾害救援等应急产业；科技部，发改委等六部委联合印发的《“十三五”健康产业科技创新专项规划》明确提出：重点开发VR康复系统，加快VR/AR智能医疗技术突破；科技部提出：推进VR/AR/全息技术与影视媒体/文化演艺

的深度融合；工业和信息化部、民政部等五部门印发《关于促进老年用品产业发展的指导意见》明确提出：针对老年人功能障碍康复和健康管理需求，加快人工智能、脑科学、虚拟现实、可穿戴等新技术在康复训练及健康促进辅具中的集成应用；工业和信息化部、国家广播电视总局、中央广播电视总台印发《超高清视频产业发展行动计划（2019—2022年）》推动重点产品产业化如虚拟现实（增强现实）设备等产品普及；科技部等六部门印发《关于促进文化和科技深度融合的指导意见》加强文化创作、生产、传播和消费等环节中的关键技术研究，开展文化资源分类与标识、数字化采集与管理、多媒体内容知识化加工处理、VR/AR 虚拟制作、基于数据智能的自适应生产、智能创作等文化生产技术研发；北京市 2016 年发布《关于促进中关村虚拟现实产业创新发展的若干措施》中强调要做到虚拟现实产学研用协同创新，支持各创新主体联合建设共性技术平台；上海市 2016 年发布的《科技创新“十三五”规划》中提到要在人工智能、虚拟现实与增强现实等领域开展技术攻关；上海市 2017 年发布的《关于创新驱动发展巩固提升实体经济能级的若干意见》中强调需大力推动大数据、人工智能、虚拟现实、增强现实、微机电系统、卫星导航、增材制造等加快发展；江西省 2019 年 6 月发布的《虚拟现实产业发展规划（2019-2023 年）的通知》中强调加强顶层设计和区域协作，统筹规划产业链各环节发展战略，整合资源推进产业特色化集群发展，构建完善 VR 产业体系；江西省 2019 年 10 月发布的《进一步加快虚拟现实产业发展的若干政策措施》中说明培育和发展虚拟现实领域的众创

空间、孵化器、加速器等，推动虚拟现实领域创新、创业、创投、创客联动，线上与线下、孵化与投资相结合；青岛市2019年底发布的《崂山区虚拟现实产业发展三年行动计划2020~2022》中强调需制定虚拟现实重点领域紧缺人才清单，设立“VR伯乐奖”，实施人才差异化招引策略；青岛市崂山区2017年《促进虚拟现实产业发展实施细则（试行）》中提到适时成立虚拟现实天使创投基金、协同创新基金、产业投资基金，形成多元化的资金投入机制。

• 产业结构调整

VR/AR集成了新一代信息技术，是综合性的技术体系，从20世纪初到现在，国内经历过智能基础设施建设和数字内容不断升级创新的阶段，当下很多产业在大环境下需要进行结构性融合的调整，对虚拟/增强现实数字内容等各种高新、热点技术产生井喷式爆发增长。

制造业需要增强在研发设计、检测维护、操作培训、流程管理、营销展示等环节的应用，提升制造企业辅助设计能力和制造服务化水平。推进虚拟现实技术与制造业数据采集与分析系统的融合，实现生产现场数据的可视化管理，提高制造执行、过程控制的精确化程度，推动协同制造、远程协作等新型制造模式发展。构建工业大数据、工业互联网和虚拟现实相结合的智能服务平台，提升制造业融合创新能力。面向汽车、钢铁、高端装备制造等重点行业，推进虚拟现实技术在数字化车间和智能车间的应用。

在文化、旅游和文物保护等领域，丰富融合虚拟现实体验的内容供应，推动现有数字内容向虚拟现实内容的移植，满足人民群众文化

消费升级需求。发展虚拟现实影视作品和直播内容，鼓励视频平台打造虚拟现实专区，提供虚拟现实视频点播、演唱会、体育赛事、新闻事件直播等服务。打造虚拟电影院、虚拟音乐厅，提供多感官体验模式，提升用户体验。建设虚拟现实主题乐园、虚拟现实行业体验馆等，创新文化传播方式。推动虚拟现实在文物古迹复原、文物和艺术品展示、雕塑和立体绘画等文化艺术领域应用，创新艺术创作和表现形式。

加快虚拟现实技术在医疗教学训练与模拟演练、手术规划与导航等环节的应用，推动提高医疗服务智能化水平。推动虚拟现实技术在心理辅导、康复护理等环节的应用，探索虚拟现实技术对现有诊疗手段的补充完善，发展虚拟现实居家养老、在线诊疗、虚拟探视服务，提高远程医疗水平。

推进虚拟现实技术在高等教育、职业教育等领域和物理、化学、生物、地理等实验性、演示性课程中的应用，构建虚拟教室、虚拟实验室等教育教学环境，发展虚拟备课、虚拟授课、虚拟考试等教育教学新方法，促进以学习者为中心的个性化学习，推动教、学模式转型。打造虚拟实训基地，持续丰富培训内容，提高专业技能训练水平，满足各领域专业技术人才培训需求。促进虚拟现实教育资源开发，实现规模化示范应用，推动科普、培训、教学、科研的融合发展。

• 产业规模

根据艾瑞产业报告分析，中国将成长为全球主要的虚拟现实（VR）市场，预计 2021 年中国 VR 市场规模将达到 790.2 亿元；预计 2021 年，VR 头戴设备的市场规模为 297.5 亿元，VR 内容市场（包括用户

直接消费、广告营销和企业级应用）的规模为 386.4 亿元。

从报告可以得出，虚拟/增强现实内容产业将占整个市场一半的营收规模容量，对于内容制作企业来说，将是一场不容错过的发展机遇。对于内容产业来说将会发布一系列针对不同行业的应用，而新应用的诞生，也会大大颠覆现有的内容体系。

2. 内容制作产业趋势

•制作软件

从制作软件上来看，大部分的技术人员来自游戏行业，对于制作一般性建模软件、动画软件都属于常用工具，但对于建筑、工业、制造行业，因为其行业的有专业化的软件，比如 Catia, Pro/E 等，这种软件模型的优化需要专业技术人才。国内建立专业化的工具软件还有很长的一段路要走，但软件是核心，必须建立起来。

•制作标准

内容的对象决定采用什么制作标准，对于每个最终使用方，要针对其需求进行内容制作。对于每个行业都有其自身的行业标准，而对于虚拟现实内容制作工程师来说，特别要对工业化的模型和数据进行专门经验和技术的积累。

•人才结构

目前的人才结构比较单一，但随着行业需求和应用的深入，一定会需要专业化的行业虚拟现实内容制作人才与之相匹配。

•应用范围

据统计，目前在国内主体应用的聚焦点在教育，而其他领域的应

用有，但偏向于展示和培训，没有真正从提供行业痛点角度形成产品化、规模化的势头。

虚拟/增强现实内容制作标准化建议

七、技术标准

1. 开发平台

虚拟/增强现实开发平台的功能应支持：制作虚拟/增强现实内容时所发挥的作用、效能，具体功能要求包括：渲染、驱动、管理数字化虚拟场景、管理各种虚拟/增强现实设备、执行各种语音、语言编写程序等能力；对增强现实开发平台而言，还需要具有真实场景的实时 3D 重构及与虚拟场景的融合功能，从而形成最终的可视场景。

2. 开发工具

•UI 设计工具

UI 设计工具的功能应支持：处理以像素所构成的数字图像，使用其众多的编修与绘图工具，可以有效地进行图片编辑工作；绘制矢量图形；高效且精确地创建动态图形和视觉效果；快速、高效的创建原型，同时支持多人协作设计和版本控制管理等。

•模型制作工具

模型制作工具的功能应支持：几何模型制作工具应具备产生高度近似实际物体的一切功能；运动模型制作工具应具备产生高度近似实际物体运动的一切功能；物理模型制作工具应具备产生高度近似实际物体物理特性的一切功能；行为模型制作工具应具备产生高度近似实

际物体行为过程的一切功能；声音模型制作工具应具备产生高度近似实际物体声音的一切功能；模型管理工具应具备产生高度近似人在感受客观世界时的感受等。

•交互工具

交互工具的功能应支持：可以创建诸如三维视频游戏、建筑可视化、实时三维动画等类型互动内容的多平台开发；可以设计双手抓取并操作物体等交互形式。具备先进的动作控制技术，能够在“所见即所得”的环境中进行创作等。

3. 模型制作

制作人员		完成日期	
序号	类型	详细内容	检验结果
1.		场景单位尺寸是否为米，建筑位置是否正确	
2.		模型比例是否正确	
3.		模型结构是否清晰（屋顶、立面、底商、入口、台阶等）	
4.		模型命名是否符合规范	
5.		模型精度是否符合既定级别标准	
6.		模型坐标系是否归零	

7.	模型 部分	模型是否共面、反面或漏面		
8.		场景内模型是否有空物体存在		
9.		带通道的模型是否独立出来		
10.		模型导出前模型是否塌陷且合并顶点		
11.		LOD 模型级别是否为既定级别标准		
12.		LOD 模型命名是否规范		
13.		道路桥梁模型段数是否合理		
14.		模型烘焙前 UV 是否正确		
15.		地形结构是否完整（小品、路灯、花池、园林等）		
16.		材质 贴图	材质贴图类型是否符合规范	
17.			贴图命名是否符合规范	
18.			贴图格式是否为 DDS	
19.			贴图尺寸是否符合规范	
20.			纹理比例是否合理	
21.			贴图坐标是否正确	
22.	材质贴图通道是否正确			

23.		LOD 贴图命名是否规范	
24.		材质贴图是否重名	
25.		模型之间纹理交接是否正确	
26.		除需用双面材质表现的物质外其他物体不能用双面材质	
27.		地形纹理贴图是否符合现状	
28.	效果 部分	光影关系是否统一	
29.		整体关系是否一致	
30.		色彩关系是否协调	
31.		景观、小品摆放位置是否合理	
32.		树种是否与现状符合	
33.		人物、汽车摆放位置是否合理	
34.		一级建筑是否为清晰纹理（基本纹理+LightingMap）	
35.	导出 部分	模型导出前是否转成 EditPoly 方式	
36.		模型导出后是否进行优化处理	
37.		需要加特效的模型是否进行特效处理	

38.	文件管理	项目文件夹是否按规范建立	
39.		模型制作中的过程文件是否按照规范进行备份	

•模型验收标准

•纹理压缩

格式	GPU支持	描述	图片要求
PVRTC RGBA/ RGB	PowerVR	<p>iOS 平台都支持,支持每个像素 2 位或者 4 位的纹理, 包含或者不包含 alpha 通道都可以;</p> <p>PVRTC 2-bpp 把一个 8×4 的像素单元组压成一个 64 位的数据块, 压缩效果比较差; PVRTC 4-bpp 把一个 4×4 的像素单元组压成一个 64 位的数据块。游戏中使用 4 未压缩更多。</p>	<p>尺寸为 2 的 N 次幂, 并且宽高相同。</p>

<p>ETC1 RGB 4Bit</p>	<p>支持 Opnegr ES2.0 的 GPU</p>	<p>OpenGL ES2.0 版本支持，移动 GPU 均支持的一个格式，遗憾的是不支持 Alpha 通道。ETC1 把一个 4x4 的像素单元组压成一个 64 位的数据块。游戏中采用最多的格式，不过麻烦的是需要对 Alpha 通道进行单独存储。</p>	<p>尺寸为 2 的 N 次幂，长宽可不同</p>
<p>ETC2 ARGB/ RGB 4bit</p>	<p>支持 Opnegr ES3.0 的 GPU</p>	<p>OpenGL ES 3.0 以上才支持，补充了 ETC1 不支持 Alpha 通道，支持更高质量的压缩。</p>	<p>尺寸为 4 的倍数</p>
<p>ASTC RGBA/ RGB</p>	<p>iOS (A8 以上)</p>	<p>从 IOS9 (A8 架构) Apple 手机开始支持 ASTC 压缩格式，相对于 PVRTC2/4 而言，ASTC (4X4) 的压缩比会增加到 0.25，不过显示效果也会好很多，而且不需要把图片设置为正方形。</p>	<p>长宽可不同</p>

直接解决内存、带宽问题和缓存问题的一个解决方案是固定速率

纹理压缩（Fixed-rate Texture Compression）。通过硬件解码压缩纹理，纹理可以需要更少的纹理内存，从而增加有效的高速缓存大小。至少这样的纹理使用起来更高效，因为在访问时消耗更少的内存带宽。

4. 交互设计

• 动作捕捉

动作捕捉（Motion Capture），是指记录并处理人或其他物体动作的技术。通过记录动作，并将动作数据赋予到数字模型上，产生二维或三维的角色动画效果。

动作捕捉根据技术原理的不同分为惯性动作捕捉、光学动作捕捉、电磁动作捕捉。

动作捕捉系统一般应满足像素、帧率、通信接口的基本要求，同时满足*.RAW、*.BVH、*.FBX 数据输出。

• 肌电模拟

肌电模拟，是指通过肌电传感器检测人体表面肌电信号（sEMG），从而反应人体肌肉和神经的活动情况，通过获取和处理再将这些数据传递到数字人或虚拟人身上进行其他方面的应用。

应达到的主要技术参数包含传感器数量不少于 16 个、肌肉信号通道数不少于 16 个、加速度传感器、A/D 转换精度 16 位、ANT 通信、分辨率 16 比特、传感器延迟小于 500 μ s。

• 触觉反馈

触觉反馈（Haptic），也称为运动感觉通信或 3D 触摸，是指可以通过向用户施加力，振动或运动来创造触摸体验的任何技术。这些技

术可用于在计算机模拟中创建虚拟对象，控制虚拟对象以及增强对机器和设备的远程控制（远程机器人）。触觉设备应达到包含触觉传感器、无线、检测等功能，通过该触觉传感器测量用户在界面上施加的力的数据转换并传输到虚拟工作中。

•语音交互

语音交互是指通过人类发出的指令声音与计算机之间产生交互性，这类技术对于文字及语音的识别率要求较高，通过接收指令后，根据一定的判断让虚拟世界的人进行理解和判断并返回讯息给自然界的人类，这是一种多回路技术模式。

•方向追踪

方向追踪是指通过传感器获取物理世界中需要被追踪物体或人的 X、Y、Z 轴坐标信息，并将坐标信息反馈给计算机的一个单向传输过程。方向追踪应满足 X、Y、Z 三个轴向的坐标信息和物理世界与虚拟世界的比例单位等信息。

•传感设备

传感器能够帮助人们与多维的 VR 信息环境进行自然地交互。智能感应环、温度传感器、光敏传感器、压力传感器、视觉传感器等，传感器是物理世界与虚拟世界通信的桥梁，把各种数据实时的、精确的反馈到数字空间中，才能使虚拟现实应用更加真实可信。

•手势跟踪

手势跟踪是指跟踪人类手势、识别其表示和转换为语义上有意义的命令的整个过程。手势跟踪可以将用于设备控制的手势识别为输入

并且通过将命令映射为输出的系统。手势跟踪可分为接触式和非接触式，接触式手势追踪系统基于使用多个传感器的数据手套、加速度计、多种触控屏等技术，如 5DT 的数据手套、CyberGlove 的数据手套、非接触式手势跟踪系统基于使用光学传感、雷达探测等技术，如微软的 Kinect、英特尔的 Realsense 等。

•眼球追踪

眼球追踪是指测量注视点或眼睛相对于头部的运动的过程。眼球追踪结构包含四部分内容，即光学系统、瞳孔中心坐标提取系统、视景与瞳孔坐标叠加系统、图像与数据的记录与分析系统。达到图像自然真实、快速延迟小，两个重要指标。

•视点定位

视点定位是指采集视角初始化的位置，并随着视角变化而数据更新过程的定位技术，与眼球追踪有着很多交叉重叠，主要包含平移、旋转、倾斜三个基本矩阵，分别有视角位置（eyeX、eyeY、eyeZ）、视角朝向位置（centerX、centerY、centerZ）、人头顶指的方向（upX、upY、upZ），同时应满足物理世界与虚拟世界的世界坐标系原点单位统一。

5. 渲染优化

结构应包括：环境、光源、灯光、材质、直接照明、间接照明、全局光照、阴影、反射、折射、局部光强、间接光强、视角方向、光栅化、阴影贴图、光线投射法、光线跟踪、渲染滤镜、光照效果、镜头光晕等。

质量应达到：速度为一帧画面渲染过程所用的时间，不应小于25FPS。

方法应包含：扫描线渲染、光线追踪渲染、辐射度渲染、GPU渲染、图像渲染等。

6. 通信机制

•传输速度

15Mbit/s——960Mbit/s，因硬件设备及带宽影响，会有偏差。

•时延

严格控制在10ms以内，减少眩晕感及动态加载3D数据需求。

7. 全景视频

•图像素材

应达到分辨率为2K(2048*1080)、4K(4096*2160)、8K(7680*4320)的素材内容，含*.jpg、*.png等图片格式和*.mp4（编码H.264或H.265）、*.mov（编码ProRes或H.264或H.265）等视频格式。

•图像输出

应以国际标准中所有实际使用的图像格式为图像的存储与输出格式，输出帧率不小于25FPS。

8. VR/AR 接口

接口机制功能应包括：通过易用和可扩展的接口访问各种VR外围设备；设备的网络透明接口；来往设备之间的消息的时间标记；处于不同机器中的客户端与服务器进行时钟同步；同一时间可与设备建立多个链接；与失效远程服务器重新自动建立链接；对交互会话进行

存储和重放。

虚拟/增强现实行业应用现状及趋势

八、应用领域

一种技术的创新其本质就在于应用，应用场景的多元化和拓展性决定着技术未来发展的空间和容量，首先需要明确什么场景或是应用值得采用虚拟现实开发值，其次开发成本的多少决定可复制可推广的容量。潜在的娱乐价值是显而易见的，沉浸式电影和视频游戏就是很好的例子；娱乐业是一个价值数十亿美元的行业，消费者总是热衷于新颖性。虚拟现实还具有许多其他更有价值的应用程序。

在现实中做某事太危险，太昂贵或不可逆转的事情，虚拟现实就是可以帮助其产生应用场景。从见习战斗机飞行员到医疗应用见习外科医生，虚拟现实能够承担虚拟风险，从而获得现实世界的经验。随着虚拟现实技术成本的下降，虚拟现实应用程序开发也变得越来越主流，例如教育或生产力应用程序。虚拟现实以及增强现实可以从根本上改变与数字技术对接的方式，继续保持技术人性化的趋势。

1. 教育

教育是在教学环境中采用虚拟现实的一个核心重点领域。这样做的好处是，可使大量学生可以在三维环境中相互交流。能够以易于访问的方式向学生展示复杂的数据，既有趣又易于学习。另外，学生可以与该环境中的对象进行交互，以发现有关更多信息。

虚拟现实天文学。例如，天文学的学生可以通过与太阳系内物体

的物理接触来了解太阳系及其工作方式。可以移动行星，看到恒星周围并跟踪彗星的进程。这也是体验者能够了解抽象概念在三维环境中的工作方式，从而更易于理解和保留。这对于具有特定学习风格的学生很有用，例如创意人士或发现使用符号，颜色和纹理更容易学习的人。

一种理想的学习场景是医学，虚拟现实可以用于开发手术模拟或学生可以探索的人体三维图像。

技术源于生活，又应用于生活和工作。因此，有必要将虚拟现实作为多种技术形式之一实施，以教育未来的技术精英。教育已经从书本，铅笔和钢笔转移到了使用交互式技术来帮助传授知识和理解上。

Nearpod 一家美国科技公司研发的一款虚拟现实与教育结合的产品，是一种加强型幻灯片的多媒体应用程序，让教师通过预先建立课程的文本、图像和视频的模板来创建演示文稿。学生们使用 Nearpod 观看演示文稿，参与课堂检测，教师能利用特殊的老师版本的应用程序来实时掌握学生的学习进度。到现在已经有超过两百万名世界各地的学生使用过 Nearpod。

Lifelike 是美国公司研发的为全球首个数字化基础教育（K-12）科学课程视觉发布产品，产品使用互动 3D 模型，并引入新一代科学标准及通用核心。学生、教师及自主学习学员可访问逾 1300 个优质（即用型 3D&增强现实）模型及教学计划，学习、创建并分享个人内容。Lifelike 的目标是激发学员的重大灵感，点燃终生学习的激情。

2. 医疗

•手术场景模拟

在外科手术中，可以利用各种影像数据，建立起模拟的环境，进行手术计划的制定，制定好计划之后进行重复的手术模拟演练，通过这种方式开展手术的教学。这样非常有利于提高医生们的手术水平，又可以对经验不足的年轻医生们进行培养，以面对真实手术环境时随机应变的能力，在很大程度上降低了手术过程中因为经验不足、预备不够等原因造成的不必要的失误发生率。同时，如果将整个模拟环境手术操作过程录制为影像资料，也方便医学生对该手术的学习，进行教学实践的模拟训练，增强自身的手术能力。

•远程干预

远程干预能够使在手术室中的外科医生与远程的专家实时的交互并对病人会诊，使在某一领域具有丰富经验的专家不受空间距离的限制。目前，存在的主要难题是网络数据的传输延迟，传输延迟会导致操作不能连贯进行，解决这一问题比较好的方法是采用专用的网络通道、高性能的 GPU 进行控制。在虚拟现实手术会议系统中，能够实现对器官和肿瘤的模拟，通过头部定位的现实装置进行查看，癌症模型进行手术的过程中，远程的专家能够对病人器官的真实视频图像进行实时的交互。

•临床诊断

在临床诊断方面，可以利用三维重构技术，建立部分虚拟内镜的模型，使医生的视角在病人体内甚至毛细血管中自由转换，这种动态

的虚拟现实对临床诊断具有珍贵的价值。还可以将人体躯干模型重建，其中的虚拟器官能够模拟真实器官的弯曲、伸长以及切割时产生的边缘收缩现象。为诊断提供了良好的实验环境。同时，还可以建立虚拟耳窥镜模块，以虚拟现实的形式显示耳的剖面结构，通过 CT 和 MRI 图像数据重建耳的内表面，模拟传统内镜对内耳的检查过程，并针对其功能进一步地深入研究。

Vivid Vision 公司发表了一种基于 VR 的治疗弱视的方法，这种新的弱视疗法主要是对弱视的眼睛的增加视觉刺激，同时减少主要眼睛的刺激。然后通过 VR 头显实现，通过设备自然地向每只眼睛显示单独的图像。疗程以沉浸式 VR 游戏的形式完成的，玩家在弱视视野下能看到重要的游戏线索，导致大脑会很看重来自该眼睛的信息。成人弱视眼皮层中的弱视眼门可塑性的抑制性，而且认为与视频游戏相关的能动效应在中枢神经系统的神经元可塑性中也起到至关重要的作用。在 2019 年的研究中，儿童的视力改善特别明显。在 LogMar 评分（LogMAR 0.0 相当于 20/20 视力；越低代表视力越佳）中，11 岁以下的儿童视力从平均值 0.23 提升至平均值 0.06。这意味着完成研究的儿童的弱视眼已经接近于 20/20 的视力水平。迄今为止，Vivid Vision 的 VR 系统已经部署到全球 300 多家验光和眼科诊所，而且这个数字正增加。

PsiousVR 公司位于西班牙巴塞罗那，开发了一款治疗心理疾病的 VR 平台，VR 应用场景包含焦虑症（恐惧症、恐慌、创伤后应激障碍）治疗、压力管理、抑郁和注意力问题（比如多动症、自闭症和精

神障碍等)的治疗等场景。可用于医院和心理诊所,并且支持跨平台,包括:智能手机、VR头显和生物反馈传感器。其特点是,医生可以在电脑屏幕中看到病人在VR中看到的实时画面、病人监控数据、自动生成的报告,还能够控制病人看到的内容。

虚拟现实内容制作中心联合国内心理医院及医学高校,开发搭建新冠肺炎疫情心理干预与治疗线上平台,采用虚拟现实VR技术还原治疗场景,进行心理疏导与放松。通过虚拟现实技术营造的沉浸式交互环境,可增强心理治疗的真实感和安全性,使治疗更安全可控;利用虚拟现实技术进行心理治疗对真实物理世界和心理世界进行拓展,使治疗更经济高效;虚拟现实心理治疗技术可补充和辅助传统心理治疗技术,有效提高心理治疗的效率;借用虚拟现实技术进行心理干预和治疗,轻症患者可实现在家操作,免去了去心理医院治疗的尴尬情绪与心理负担。

3. 军事

• 飞行模拟

空军是使用虚拟现实产生巨大影响的服务的另一个分支。同样,用于培训目的,在受控的环境中教授复杂的技能和技术。飞行模拟器是最知名的例子,被用来训练部队各个部门的飞行员并取得巨大成功。用于教授飞行技巧,如何应对紧急情况以及与地面控制人员进行沟通。飞行模拟器使用的软件类型不同,但结构相同。采用封闭式单元的形式,安装在液压升降机或电子系统上。该单元能够倾斜,移动或扭曲以复制飞机的动作。该单元还包含力反馈,并对学员飞行员采取的行

动做出反应。例如，飞行员将移动操纵杆以使模拟器能够改变方向。当飞行员这样操作时，模拟器通过操纵杆提供力反馈，这使飞行员能够感觉到模拟器模仿了真实飞机的动作。飞行员根据该反馈调整动作。该模拟器将包含一系列监视器，这些监视器显示虚拟景观的图像，例如战场场景。这些图像呈现方式与从现实世界的飞机窗口观看时完全相同，这需要受训飞行员做出相应的反应。模拟器被设置为与真实飞机相匹配。配件、设备面板和其他元件与真实飞机上的位置完全相同。

•战场模拟

什么是虚拟现实战斗模拟？这是一种虚拟环境，用于培训新兵掌握有效运行所必需的技能 and 技巧。虚拟现实战斗模拟被陆军，海军和空军使用，并且被证明是对其训练武器库的极其有用的补充。

战斗模拟采用 3D 环境的形式，新兵可以四处走动并与之互动。戴上虚拟现实眼镜或带有跟踪系统的头戴式显示器（HMD）。这显示了虚拟环境中的一系列图像，这些图像随着新兵移动头部而移动。这给人以深度感，并增加了真实感。新兵将穿戴带有跟踪系统的防弹衣：此头盔和头戴式头戴式显示器都有助于绘制人体运动图，然后将其传输回一系列计算机控制台，该数据影响环境中的事件。

典型的模拟将包含系列场景，例如，在新兵必须应对的敌对位置时遭到攻击。该系统将显示天气状况的变化，这只会增加真实感。目的是向一群新兵传授一起工作的重要性。服从命令并遵循这封信的指示。使用模拟武器或“VR枪”为新兵提供设计目标，这些武器的外

观和行为与真实武器一样。

由美军 TMA 投资，**Military Simulation 公司**合作研制的大规模虚拟现实战斗仿真系统。这种模拟使用游戏技术来训练士兵在阿富汗行动中的战术，武器处理和指挥能力。3D 战斗环境的范围从头戴式显示器（HMD）和跑步机系统到 CAVE 完全沉浸式虚拟现实设置。

FAAC 公司是专业化提供各种模拟仿真平台的高科技公司，分为陆军驾驶模拟器、中型战术车辆替换训练系统、模拟火炮实训系统等等，都是采用虚拟现实技术进行数据与模拟以及可视化仿真。

虚拟现实内容制作中心为展示我国强大的军事力量、丰富的军事装备、领先的军事科技水平，以普及科技文化、军事文化为出发点，以加强群众思想教育、道德教育、社会主义核心价值观为内核，以英雄榜样为导向，以虚拟现实等技术为手段开发国防科普教育科技馆、VR 实战体验馆等。

4. 航天

•卫星在轨运动的可视交互仿真

在轨卫星的姿态显示与姿态控制在人造卫星的发射、测控和应用卫星的研究中是十分重要的。印度 ISRO 卫星中心控制系统研究所开发了一组十分简洁的卫星姿态显示模型及仿真软件。该仿真模型的输入信息为偏航误差、滚动误差和俯仰误差，仿真输出为动态显示在计算机屏幕上两个不同视窗中的三维计算机动画在轨卫星姿态变换图形。该仿真软件采用多视角绘图和双倍缓冲技术不但确保卫星姿态显示的视连续性、较强的动态感，还有效克服由于隐表面消去处而

导致表面细节信息的损失，增加仿真图形显示的真实感。

•多星管的分布交互仿真

分布交互仿真（DIS）是指采用计算机网络技术将分布在不同地点的多个仿真主体连接起来，通过不同节点之间信息的交换和协调，实现多主体在同一环境下进行仿真。近来，航天技术迅速发展的情况下，单机系统往往难以满足航天工程中提出的一些技术复杂、涉及面广、精确度要求高的仿真任务，由多机系统组成的分布交互仿真技术在航天仿真中日益受到人们的重视。美国 Wright-Patterson 空军基地空军技术研究所于 1990 代初期成功地开发一套用于卫星轨道建模与近地空间环境仿真系统（SM），SM 在网络界面下工作时遵从 DIS2.0 协议，并支持分布式交互仿真。

•空间飞船任务的虚拟现实仿真

系统工程仿真 SES 在 Kennedy 空间中心 1984 年进行的两次在轨空间飞船修复任务（代号：STS 41-B，STS 41-C）准备期间及 Star Max 修复任务中都发挥重要作用。特别是，在 STS 41-C 期间，当飞船对接试验失败之后，捕捉卫星计划的开发完全得益于 SES 的仿真支持。90 年代初，Hubble 望远镜的成功修复也在很大程度上得益于虚拟现实仿真技术支持。在任务准备期间，飞船指挥官 John Muratore 提出开发一套专用的虚拟环境来对飞行小组成员进行训练，提供关于 Hubble 望远镜几何结构及计划修复各个有关步骤的精确知识。荷兰 TNO-TEL 的训练与仿真研究所在围绕空间站及宇航员在站进轨道的修复等方面进行仿真演练系统的开发研究，采用 Pro 视觉硬件、VRS 软件、

显示头盔和 Polbeumus 电磁感应等设备和软件进行运动跟踪。

5. 工业制造

•在需求分析阶段的应用

在工业设计的需求分析过程中，通过使用虚拟现实技术中的 Web 页面开展市场调查，能够提高被调查对象的兴趣，最终得到的调查信息也更具全面性与准确性。对于调查者来说，也就能够更加准确地把握市场需求的实际情况。此外，通过使用 Web 的虚拟设计环境能够向用户更好地展现产品的特征与功能，用户也可以及时进行信息的反馈，从而也就能够得到更加多样化的需求信息，促使产品的合理性得到进一步提高。

•在概念设计中的应用

在进行概念设计的过程中，通过多样的虚拟环境，能够让用户亲自参与到模型修改过程中，或者通过触摸屏来选择产品的造型、风格、颜色等多方面的内容，并形成更加逼真的三维模型。设计者可以在获得的用户产品体验的基础上，通过和专家意见的有效结合来修改产品的对应内容。

•在详细设计中的应用

根据工业发展中的技术应用需求，有效地把相关的技术应用控制与工业设计中的详细设计结合起来，可以更有效地发挥出整体设计的实践效果，整体设计应用的实践性也可以随之得到进一步提高。例如，在工业设计技术的应用过程中，及时根据虚拟现实技术的应用来开展装配设计技术、人机交互应用的实践分析，在详细设计阶段完成的设

计越详细，越贴近实际，在样机制作及测试阶段出现问题的几率就越小，从而提升产品研发效率。

•在虚拟制造中的应用

虚拟制造系统给产品的模拟制造创造了良好的技术条件，使用计算机模拟产品的设计、开发以及制造过程，不会导致资源与能源的浪费。此外，通过虚拟制造环境，能够及时找出制造过程中可能产生的问题，从而也就能够保证在进行产品生产以前就可以消除潜在的隐患。

•在产品评价中的应用

目前，虚拟现实技术作为工业设计方案的评价及评审的全新手段，对现代设计评审的高效开展起着至关重要的作用。特别是针对重工行业，由于其产品体量较大，样机开发周期较长，传统的设计评审方式通常是采用二维效果图评审或等比例模型评审，这种方式的弊端在于，二维效果或缩小版模型，很难直观感受到设计输出物的实际效果，而对设计的验证需要等到样机制作完成，如果实物评审后再进行设计更改，中间需要耗费大量的时间、物料和人力成本。并且，虚拟现实技术还广泛应用于汽车及工程机械驾驶室内饰的评审，可以通过虚拟模型感知内饰的舒适度、操控性等。总之，虚拟现实技术在产品评价中的应用，可以及早地发现产品存在的问题，解决问题，防患于未然。

法国 ESI 集团为用户提供的虚拟现实解决方案和工程虚拟样机仿真分析协同决策平台——ICIIDO，通过使用这些平台，可以用于和虚拟制造与维护相关的应用，包括装配与拆卸的可行性分析；装配的方法与途径的检测和记录；人机工效分析等等，大大提升设计效率。

雷诺汽车采用法国达索集团 3DEXPERIENCE 技术平台，为企业在汽车前期设计和中期虚拟样机验证提供帮助，大大降低设计周期和验证产生的成本。

第一拖拉机股份有限公司开发“新型轮式拖拉机智能制造新模式应用项目——加工装配实景仿真可视化系统”，该系统采用法国 TechVIZ 数字样机评审软件，满足在产品工程设计下的不同 CAD 软件协同和评审提供全新的数字化解决方案。

6. 应急仿真

•专业救援人员培训

利用 VR 技术对特种灾害场景仿真再造和先进装备仪器的模拟训练，主要用于应急救援培训及演练，增强救援人员的救援技能，提高救援时的救援效率。北京消防局和清华大学联合开发了 2008 年北京奥运场所数字化灭火救援动态预案与虚拟仿真训练系统，用于消防战术和消防指战员心理素质训练。

•大众体验人员科普

通过 VR 技术模拟常见灾害场景，主要用于常见灾害体验及逃生技能培训，将防灾意识及防灾训练贯穿于日常，防患于未然。

•特殊作业人员培训

将 VR 技术应用于矿产、核化工、电力等的特殊工种的安全培训。通过高度仿真的三维动画展示和虚拟交互操作使培训人员在学习时有置身于真实环境的感觉，有效地增强了学习效果，从而达到提高安全意识、减少安全事故的目的。

Mines Rescue 公司的纽卡斯尔中心采用目前领先的实景虚拟现实（VR）设备，该尖端 VR 平台的构成基于由圆顶、曲面屏幕和 360 度 3D 影院。360 度影院旨在提供绝佳矿山环境影像，让参训人员充分融入环境，从而极大程度提高培训效果。在矿场内实际遇到危险之前，参训人员可以在安全、受控制的环境中体验真实的危险并采取应对措施。它可以通过极高品质的培训，从而挽救生命。

7. 智慧城市仿真

•智慧交通

当前微观仿真技术应用比较多的领域是城市地理信息系统，基于细节层次显示技术和视景分块调度技术，结合虚拟现实技术，通过对图形数据和属性数据库的共同管理、分析及操作。实现数据可视化，也可使用基于图形和基于图像的建模技术对建筑物和其他一些复杂的模型如树木等进行重建，再利用有理函数模型表示遥感影像与地面之间的构象关系，使用纹理映射技术，构建具有高度真实感的平面或者三维景观图。或者将城市表面几何对象经过模型化后，都以数字的形式存储在计算机中，采用纹理和贴图技术、LOD 模型、动态多分辨率的纹理与影像优化技术，进行微观仿真。

•智慧农业

利用虚拟现实技术模拟植物在三维空间中的生长发育过程，能够精确地反映现实植物的形态结构。虚拟植物技术可以在电脑屏幕上设计农作物，然后再进行实际培育或用基因工程技术繁殖出真实的农作物，使农作物新品种具有虚拟植物的理想性状。

城市农业是充分合理地利用城市空间和优越条件来发展农业的一种探索。利用虚拟农业技术可以模拟环境、生态、科技、生产、观赏为一体的城市农业综合发展模式，便于决策、实施。

•智慧建筑

BIM+虚拟现实通过BIM技术与虚拟现实技术集成应用，完成虚拟场景构建、虚拟施工过程模拟以及交互式场景漫游，以确保工程在各个阶段良好的可控性，同时保持与各专业之间紧密地联系及反馈机制；利用BIM+激光扫描进行验收，通过与原始设计模型进行比对，得出偏差分析报告，从而起到高效、精确地对现场施工情况校对的效果。

在BIM建模的基础之上，采用虚拟现实软件进行逼真的模拟体验，设计人员可在三维场景中对模型进行任意的漫游供业主查看，人机交互，这样很多不易察觉的设计缺陷能够轻易地被发现，减少由于事先规划不周全而造成无可挽回的损失和遗憾，大大提高项目的评估质量。

•智慧市政

智慧市政地下管网虚拟现实系统为施工部门和管理部门提供地下管网准确的走向和埋深等有关信息，通过进行各种分析，为领导部门进行管网规划、管网改造等提供辅助决策功能。地下管线虚拟现实系统，一是可以实现传统手工处理方式向现代化信息管理转型，以保证数据的实时更新、有效管理，避免重复收集数据信息；二是可为市政建设提供规划、设计、决策服务；三是可为应对突发事件提供支撑。

中国地质测绘局是专门勘测国家丰富地形的政府机构。为农业、林业、水利资源、环境、城市规划、交通和国防等行业提供帮助防灾

减灾的服务和地图测绘。开发布置成 2x2 的融合型向下投射阵列并产生高质量 3D 立体卫星图像，提供了 8m px 的分辨率和令人惊异的中国地形图。建筑在地面显示画面上方的楼厅天桥提供了从任何角度鸟瞰整个区域的可能。红外发射器完全覆盖了整个区域，用户可以进行 3D 立体操作，得到视觉数据的完全沉浸显示。这种高细节的数据显示是此局非常有价值的资产。

8. 能源仿真

能源的开采和开发涉及很多模块，很多行业，常常需要对大量数据进行分析管理，并且由于职业的特殊性，对员工的业务素质也有很高要求。运用三维虚拟技术不但能够实现庞大数据的有效管理，还能够创建一个具有高度沉浸感的三维虚拟环境，满足企业对石油矿井、电力、天然气等高要求、高难度职位的培训要求，有效提高员工的培训效率，提升员工的业务素质。

Ierse 工作室为世界石油和天然气领导者之一的壳牌公司开发了 VR 安全培训系统。培训系统模拟各种情况下的突发状态，比如由于燃油箱溢出而引起了大火，员工的任务是将这种情况下地风险降至最低。员工通过 VR 设备和 VR 培训内容软件，来进行安全可重复的模拟实训；在培训期间，安全专家会观察员工的行为并评估他们的表现。在现实生活中，使用此类方案非常昂贵，耗时且危险。而采用 VR 可以对紧急情况建模，没有任何风险并且成本更低。

Sketchbox 提供 VR 技术用于地震数据可视化解决方案，通过模拟和大数据分析，允许选择一个更好更安全的钻井位置。在正式执行

实际操作之前用 VR 进行测试钻井站点，可以节省大量资金和缩短开发周期。

9. 文化旅游

• 虚拟旅游

应用计算机技术实现场景的三维模拟，借助一定的技术手段使操作者感受目的地场景。坐在电脑椅上就能身临其境地游览全世界的风景名胜，还能拍照留念——这就是时下在众多白领中开始风行的“虚拟旅游”，通过阅读和互动体验的虚拟游戏方式实现线上旅行，并且为线下旅行提供指导。

• 旅游宣传

旅游网站、旅行社网站通过虚拟旅游视景系统地建立，可以对现有旅游景观进行虚拟旅游，对于旅游消费者，可以全景式的了解风景区概貌，以及更直观地了解各景点地形地貌以及旅游线路。同时借助 Internet，既宣传了旅游资源又方便了消费者，从而起到预先宣传、扩大影响力和吸引游客的作用。通过虚拟 3 维景区建立及网络发布对旅游区进行科学的模拟和演示，将景区从 2 维“抽象”到 3 维影像，加速游客对风景区的认识过程。刺激旅游动机，引导旅游客流，实现旅游增效。

• 景区保护

将虚拟现实技术引入到景区保护领域中来，首先是着眼于一些经典热门的景区的保护。虚拟现实可以缓解这些景区经济效益与遗产保护的矛盾。由于有人数限制，很多景区可以制作数字化的参观方式，

可以避免游客对景区的伤害。

•导游实训

由虚拟现实技术打造的虚拟现实平台可以将客户提供的旅游景点虚拟数据全部集成到播放平台，利用虚拟现实培训平台，导游人员、旅游管理人员不用花费大量时间、精力，就可以通过旅游实训系统平台随意浏览旅游景点，通过文字、图片、影片介绍，学习景区、景点、景观的历史、文化知识，为日后社会实践做好准备。

•旅游规划

借助虚拟现实技术对于要创建的景点进行系统建模，生成相应的虚拟现实系统，然后通过人机界面进入该虚拟场景。通过规划人员的亲身观察和体验，以判断各种规划方案的优劣，检验规划方案的实施效果，并可以反复修改和辅助最终方案的制订施行。可以减少设计缺陷，提高规划质量和进度，加快开发周期。

虚拟现实内容制作中心为弘扬中国博大精深的文化底蕴，传播中国特色社会主义文化价值观，坚定中国特色社会主义文化自信；让世界加深对中国传统文化的热爱、对中国现代文化的理解、对文化交流的共同探索，开发制作《中华民族文化系列片》，系列片将选取河北作为开篇之作，通过VR技术再现还原“泥河湾文化遗址”等五处世界文化及自然遗产，让已经消失的文化再一次重现。

10. 影音媒体

•电影电视

虚拟现实已经出现在一些影视节目中。通常用于说明被困在机器

（或本例中的网络空间）中的概念，或作为一种高级技术的形式。受 VR 启发的电影示例包括：割草机男人黑客帝国（1982 年版）、异次元黑客还有一些电视节目，例如利用虚拟现实技术的《神秘博士》，《红矮星》和《星际迷航：下一代》的精选剧集。一个例子是在《星际迷航》中看到的护壁板，使人们可以体验任意想象的空间。

•音乐

虚拟现实音乐这项技术已成为实验性声音显示和声音装置的一部分。虚拟现实乐器的另一种用途是人们可以与这些乐器进行交互，作为一种新型的表演或创作新的作品。

•书籍

虚拟现实书籍，虚拟现实一直是许多虚构故事的主旋律，例如威廉·吉布森（William Gibson）的《神经巫师》和《蒙娜·丽莎（Mona Lisa）Overdrive》以及奥森·斯科特·卡德（Orson Scott Card）的《Enders Game》。

•美术

虚拟现实艺术，有些艺术家使用虚拟现实来探索某些想法或概念。创建了一个三维环境，作为与观众交流的一种形式。一个例子是肯尼思·里纳尔多（Kenneth Rinaldo）的工作，使用机器人技术和增强现实技术来探索与人类技术边界有关的想法。

11. 娱乐游戏

•影视

5G 时代使长视频 VR 内容成为可能，技术的进步让 VR 影视内容

将进一步得到普及，在保证基础用户体验地同时，视频时长的增加和交互模式的创新为沉浸式影视体验增添新的可能性，未来影视行业在提高内容质量的基础上，科技的变革让影院的观赏模式和运作模式也将会产生变化。当前，虚拟现实技术在影视制作中的应用，主要是通过构建出可与影视场景交互的虚幻三维空间场景，结合对观众的头、眼、手等部位动作捕捉，及时调整影像呈现内容，继而形成人景互动的独特体验。

•直播

传统方式的视频直播中，观众往往不能全方位了解直播对象周围环境状况，无法切身感受现场氛围，而 VR 直播将活动现场还原到虚拟空间中，其优势在于：1、身临其境，借助 VR 头显，观众可以身临其境的在现场观看比赛，增加观众观看节目的趣味性；2、自由选择位置和角度，时刻关注自己感兴趣的场景；3、互动性强，VR 直播的现场氛围要远远高于普通显示屏观看，在这种现场气氛的烘托下，观众的情绪极易被充分调动，增加观看愉悦感。

•游戏

与传统游戏相比，VR 游戏会带来强烈的临场感，玩家将不被局限于平面，而是身临其境地体验游戏场景，此外 VR/AR 游戏通过体感操作，实现玩家与游戏角色感官同步，让游戏更有乐趣。目前 VR/AR 游戏地体验受制于实时渲染的时延太长导致玩家眩晕，5G 网络更高的网络传输速率、更低的时延以及更大的带宽，有望提高 VR/AR 游戏地体验感。

•明星

明星的经济价值在于其粉丝的数量，也称之为粉丝经济，对于大部分粉丝来说，是永远都没有机会见到自己的偶像，5G+VR/AR的技术发展可以使明星形象数字化，以虚拟偶像的形象出现在任何地方，粉丝可以与自己的偶像合影、互动，明星数字IP的开发与应用也将成为一种趋势，拉动明星经济的快速增长。

•动漫

利用虚拟现实技术把动漫中的场景建成虚拟三维场景，5G的低延时特性可以让动漫迷随时随地化身为自己喜欢的人物进入这个虚拟场景体验动漫剧情成为可能，增加动漫迷的兴趣点与黏合度，对于动漫IP的打造以及动漫产业的发展有着显著的促进作用。

索尼娱乐所出品的VR游戏《怪物大逃亡》、《遥远星际》、《生化危机7》获得众多好评，游戏内容制作的效果和游戏性都获得市场一致认可，与硬件游戏设备PS4和VR套装销售，让硬件和游戏内容完美融合。

Force Field 是典型的VR游戏开发商，目前已经完成8款游戏的开发，每款游戏都获得市场的认可，比较有名的包含虚拟现实射击游戏《Landfall》（Rift平台）和《Term1al》（Gear VR平台）。

VR主题公园The VOID与Lucasfilm（卢卡斯电影公司）、VFX和动画工作室Industrial Light&Magic的VR娱乐部门ILMxLAB联合打造一系列以迪士尼和漫威为主题的VR娱乐设施，首先推出的是《无敌破坏王》VR主题项目，配合《无敌破坏王：大闹互联网》电影。

12. 体育竞技

虚拟现实被用作许多运动（例如高尔夫，田径运动，滑雪，骑自行车等）的训练辅助工具。虚拟现实被用作测量运动成绩和分析技术的辅助工具，旨在帮助实现这两项目标。用于服装/设备设计中，并且是改善观众体验的驱动力的一部分。

•体育运动辅助训练

运动员使用这项技术来微调其性能的某些方面，例如，希望改善挥杆的高尔夫球手或希望在个人追求中更快走的田径自行车手。三维系统可以查明运动员性能的各个方面，这些方面需要改变，例如其生物力学或技术。

•体育运动制造业

另一种流行的用途是运动制造业：虚拟现实被用于运动服装和装备的设计，例如跑步鞋设计。创新是该行业的关键因素，因为在体育成就方面的门槛越来越高。

运动员们一直在寻找获得优势的方法，这意味着更快，更强壮，更强的耐力等。运动员们一直在不断突破自己的身体极限，从而推动运动服装和装备行业的发展。这个行业必须跟上不断追求运动完美的步伐，并使用最新技术来做到这一点。

•体育赛事交互与体验

虚拟现实还被用于改善观众对体育赛事地体验。一些系统允许观众在体育场或其他运动场所中穿行，这有助于观众购买赛事门票。

然后是带有体育主题的虚拟现实游戏，可让玩家参与比赛。一个

示例是交互式足球游戏，将这场比赛投射到现实世界的表面上。

Icaros 推出的 VR 运动器械能够提供多维的运动，可达到不同的运动效果。该产品为人们提供全面的肌肉锻炼：颈部、胸部、肩部、腹肌、肱四头肌等，此外还能帮助训练平衡、注意力和反应。目前，该运动器材配套的 VR 游戏有滑雪、水下游泳、太空飞行等，专为健身和娱乐设计。由于 VR 游戏具有高沉浸感，用户会觉得自己在特定场景里，极具趣味性。目前，Icaros 公司已经开始向第三方开发者提供 SDK，未来会有更丰富的 VR 游戏以供选择。

VirZOOM 开发了赛车、牛仔、划船等七款 VSports 体育竞赛产品，同时产品可以在家里通过互联网方式来竞技，甚至还通过直播方式来吸引竞赛观看者，把体育竞技产品与社交融合。

StriVR 是专注于虚拟现实的培训系统开发，并把该系统运用到运动员日常训练中的一家初创公司。STRIVR Labs 已经覆盖 20 多个专业方面，学校的学生已经职业运动员使用该公司的应用软件已经超过 5 万人次，使用的时间已经超过上千小时，使用者可以利用 StriVR 系统的数据来分析自己的运动训练。StriVR 系统甚至可以帮助球队在调整决策。

北京体育大学为了备战 2012 年伦敦奥运会现代五项跑射联项等项目，开发了一套“现代五项跑射联项虚拟训练系统”。该套模拟训练系统支持各种虚拟环境的构建、各种突发状况的模拟，在有限的空间内，让运动员能够针对各种情况进行训练，以达到适应比赛环境及突发事件的效果。通过使用该系统给受训运动员以真实的感官体验，

提高运动员真实比赛场地的适应能力及抗压能力。

13. 创意营销

虚拟现实营销是指将虚拟现实技术应用于营销活动，在不同的营销情境下，通过改善产品、企业、品牌等的信息呈现，改善顾客与企业的互动和交流，提升顾客获得的实用价值与体验价值，企业则可获得销售额、市场份额、顾客权益和品牌权益等方面的增长，即实现了企业与顾客价值的共同创造。虚拟现实+商业营销是利用虚拟现实技术，使消费者获得逼真的感官体验，充分调动消费者的感性基因，从而影响其消费决策。虚拟现实+商业营销分为线上和线下两种方式，线上营销是电商 2.0 版，VR/AR 电商通过三维建模技术与 VR/AR 设备以及交互体验，可以带给消费者更好的消费体验，线下营销则是在产品的实体店或是展示活动现场利用 VR/AR 设备给消费者带来有趣的互动体验，增加消费者的兴趣与购买欲。

在广告营销领域，虚拟现实技术的风格主要有影视广告、动画、互动媒体等，例如，对于依赖互联网技术发展的电子商务，商家通过虚拟现实（VR）技术直观展示产品，减少繁琐介绍，降低“物品与实物不符”的概率。电商巨头淘宝于 2016 年 4 月推出“BUY+”的虚拟现实应用程序，“BUY+”利用了三维动作捕捉技术捕捉消费者在购物过程中的动作，与之实现互动。同年 9 月，京东商城发布名为“VR 购物星系”APP，主要功能是“模拟化妆”以及 VR 全景店铺。在该款 APP 中，客服人员甚至可以“入镜”，指导消费者购物，优化购物体验。



虚拟现实内容制作中心

地址：北京市裕曦路绿地启航国际4号楼

网址：www.cpcvr.com.cn

