

第一部分 文化转译

美学家克罗齐曾说：“一切历史都是当代史。”文化遗产经过新媒体艺术家的解读，反映当代人的心灵之旅。科艺结合创造的奇观，最终要回归到“人”这一文化载体上。

新媒体艺术对于中国文化遗产的创造性转化有着极大的意义。在本小节中，第一个视角是新媒体艺术基于文化遗产的保护与创新，如《民间灯彩艺术的传承与创新——以豫园灯会光影艺术装置“鱼旒如意”为例》，探讨了光影艺术对民间灯彩艺术的传承与创新。《古思今译：“万物有灵”清华大学文化遗产保护与创新研究成果侧记》，展现了新媒体艺术家们基于中国文化遗产的作品展示。第二个视角是新媒体艺术基于中国美学精神的继承与创新，建构中国历史文化的沉浸式艺术空间。《基于中国传统艺术风格的数字人文景观体验设计——以2019北京“世园会”中国馆“祥和逸居”展项设计为例》介绍了基于中国传统绘画美学的步入式沉浸体验空间。《沉浸式历史文化观演空间的设计应用——以清华大学110周年校庆“大先生”主题光影秀为例》借助光影秀案例讨论如何运用新媒体光影连接古今时空，在清华大礼堂创造出仿若可以与历史上的大师对话的视听体验。

沉浸式历史文化观演空间的设计应用

——以清华大学 110 周年校庆“大先生”主题光影秀为例

姚童哥、王之纲（清华大学美术学院，北京，100084）

冯爽妮（北京鱼果文化科技，北京，100083）

为庆祝清华大学 110 周年校庆，主题光影秀“大先生”在清华大学大礼堂开演。设计团队秉持着“立德为首，学高为师，教益为友，育人为本”的育人理念，借助 3D 扫描技术，进行数字化虚拟场景复原，打破时空界限，打造出一场持续性的驻场光影秀，给实体空间填入一个动态故事，以此表现清华大学积极正面的育人精神。在极具历史纪念感的大礼堂里，清华大学最具代表性和历史记忆的建筑、景观都通过新媒体科技呈现在舞台上，梁思成、朱自清、叶企孙等“大先生”也一一在其中“亮相”，再现了师生间的教学相长、亦师亦友的高尚学风。“大先生”们既为国家和民族贡献了力量，又秉持师者仁心，使得清华大学育人传统得以代代相承。什么是大学？这是这场演出想要重新提出的问题。

一、空间设计——沉浸式历史文化观演空间的设计体验

“大先生”主题光影秀是围绕清华大学 110 周年校庆创作的全息多媒体演出，以体现清华育人理念传承创新为目的，将科学与艺术巧妙结合，以当下最高标准的视听语言来讲述一个不一样的清华，给观众带来一场极致的视听享受。线下演出场地设在清华大学大礼堂，整个多媒体舞台演出叙事逻辑为分、总结构，同步在大礼堂穹顶进行半包围环绕式投影。如图 1 所示，主舞台 LED 屏幕背景影像、全息纱幕影像与穹顶影像相互呼应营造出沉浸感。全片总时长为 30 分钟，演出突破传统的场次安排，不受固定座位的限制，并可以循环播放、随来随看，解决了观众流动性大的问题。同时，演出还可以配合线上校园场景进



图1 历史文化观演空间“沉浸感”的营造

行虚拟演艺，实现“线上线下一体化”相结合的美育传播方式，以打造出更加立体的观感体验。

（一）超时空空间构想与“沉浸感”的营造

大礼堂作为清华校园早期的“四大建筑”之一，承载着历史的记忆，是校园文化活动的主要场所，主要提供会议、讲座及娱乐演出等功能。设计团队利用其独有的文化属性，于110周年校庆之际，在此空间内利用新媒体技术手段对真实的历史事件场景串联后重新演绎，从物质层、行为层和思想层带给观者沉浸式体验。基于新媒体技术打造的沉浸式观演空间，打破了传统观影空间的局限性，使得受众仿佛穿梭于清华校园的历史时空当中，从而获得跨时空的观影感受。

从空间设计的角度来讲，“大先生”主题光影秀在结合原有礼堂空间结构的基础上，利用投影覆盖穹顶，将其与舞台LED屏幕和纱幕相结合，将光影范围扩展到最大。如图2所示，影像在观众视线前方和正上方，容易在空间上形成视觉中心，使观众的沉浸感更强。全息纱幕面积约80平方米，通过投影多通道融合系统拼接技术，实现了巨大尺寸的内容显示，从而营造出壮观的视觉效果。此外，穹顶结构作为大礼堂的标志性元素，为钢筋混凝土薄壳结构，以底部正方形为基础，顺次连接每边三分之一

图2 “大先生”主题光影秀主舞台LED屏幕与纱幕结合



[1] 刘亦师. 清华大学大礼堂穹顶结构形式及建造技术考析 [J]. 建筑学报, 2013 (11): 32-37.

处, 形成一个正八边形。八边形的八条边均使用钢筋混凝土制成, 形成圈梁。将此正八边形举高 6 米形成抬起的鼓座, 半圆形的外穹顶即架在此鼓座之上。^[1] 因此, 全息投影的空间设计可以依附于建筑经典结构, 以建筑美学特点为基础, 呈现出动态的建筑美学视觉设计。

从影像传播的角度来说, 通过投影机将动态影像投射到双层铁纱幕上, 其材质的通透感能够模拟出梦境般绚丽的画面。纱幕可以透出隐藏在其幕后 LED 屏幕中的人物或空间环境, 从而更易于表达记忆中的虚拟场景。LED 屏幕、纱幕与穹顶的内容相互呼应, 将大礼堂现实的物理空间与“大先生”影像内容展示的虚拟空间联系起来, 可谓一举多得。校园历史文化与现代科技手法的重构, 为整个观演空间的构想与设计, 包括主屏幕、纱幕、穹顶三位一体打造的沉浸式历史文化空间提供了艺术依据。

(二) 多媒体全息纱幕与穹顶投影设计

[2] 李沁. 沉浸传播: 第三媒介时代的传播范式 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.

在传播时代, “沉浸”本身成为一种新的信息传播模式。^[2] 沉浸式观演空间作为信息传播的载体, 其打造需要将多媒体全息纱幕、超高清的穹顶投影、计算机三维图像技术、杜比环绕立体声等技术结合起来, 子系统之间互相配合生成一个 360° 全方位的立体式沉浸虚拟空间, 为观众带来高度真实的观感体验。

在空间的总体布局中, 设计团队将大礼堂的演绎空间分成两个主体——LED 屏幕 + 全息纱幕与穹顶投影。其中, 将大礼堂舞台用作 LED 屏幕和全息纱幕的搭建, 穹顶作为异形投影的载体。一方面, 多媒体全息纱幕可以对礼堂的整体空间进行分割, 有助于历史篇章中线性叙事的呈现, 其代入感强, 观众能够很好地跟随全息纱幕投影, 体验观看清华独有的历史文化记忆。另一方面, 如图 3 所示, 490 平方米穹顶的特殊曲面空间, 在视觉观感上有利于空间延展, 观众在仰望穹顶的同时也是在仰望一个虚拟的沉浸式空间, 有一定的视觉延展性; 巨大的屏幕伴有立体声效果, 可以使观众迅速沉浸其中。这两个空间主体相辅相成、相互呼应, 为影像内容的呈现提供了良好的展示平台。

在进行沉浸式历史文化观演空间的设计时, 设计团队在创作上也遇到了一些疑难点。

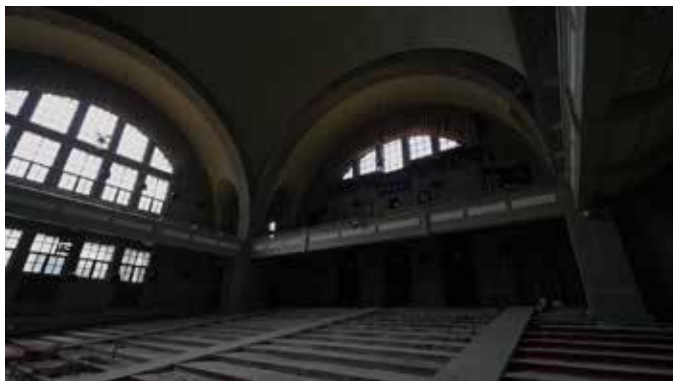
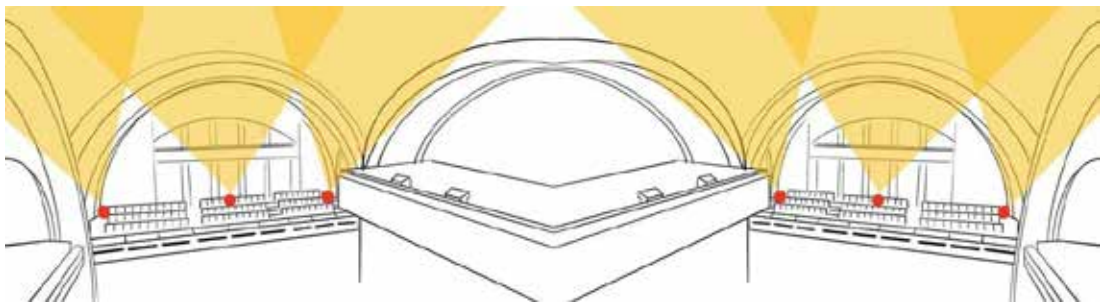


图3 大礼堂内部观众席与穹顶空间

首先，穹顶投影难度大。由于穹顶结构较为复杂、面积大，对图像分辨率要求高，需要结合多台投影机进行投影，还需要边缘融合拼接技术，以及复杂结构下投影机几何校正、超广角鱼眼镜头制作等技术。因此，在本次展演中共采用了光峰科技15台S系列专业级激光工程投影机，该设备具有高亮度、高画质、灵活安装等优势，为打造沉浸式的历史文化观演空间提供了技术支持。如图4所示，为了最大限度确保现场效果，项目组在礼堂二楼搭建了6个投影点位投射穹顶区域，并从优化视觉呈现方案出发，对大礼堂的穹顶和舞台进行多次勘测、计算、扫描数据，并使用专业软件反复进行预演测试，为整个项目大大缩减了搭建及安装时间。

其次就是全息纱幕的应用难度。纱幕材质的特殊性会导致漏光，部分光线会呈现锥形，散射至四周，投射至观众席，影响观感体验。针对这一问题，项目组在制作导出视频时，与实地测量好的空间数据结构相对应，对舞台正对的观众席区域进行技术遮罩，避免投影直接向观众投射，并去除杂光，确保影像在空间的完整度。此外，项目中经由讨论，还在纱幕下方使用大量遮光板，以最大限度地保证最佳观影区域的使用面积。

图4 大礼堂穹顶投影机投射点位



（三）时间、空间、建筑与新媒体艺术的交融

2013年，清华大学建筑学院对大礼堂结构进行了全面测绘。穹顶结构数据是测绘的重点。其为确保沉浸式观演空间的呈现效果提供了强有力的保障。如图5所示，穹顶结构和大礼堂底部正方形基底相呼应，在正方形四条边的三分之一处分别向上顺延出一个正八边形，而穹顶的圈梁围绕此八边形建成，圈梁上方的鼓座撑起半圆形的的外穹顶。^[1]这部分作为穹顶部分的投影载体，成为大礼堂沉浸式观演空间核心设计的关键部分。

[1] 刘亦师. 清华大学大礼堂穹顶结构形式及建造技术考析[J]. 建筑学报, 2013(11): 32-37.

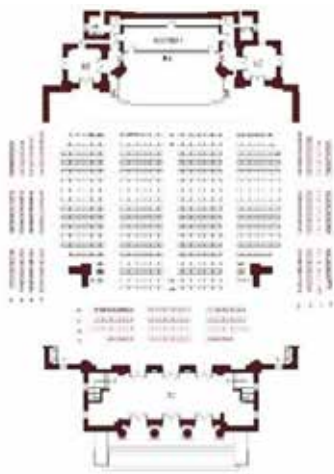


图5 大礼堂结构布局俯视图

如图6、图7所示，沉浸式穹顶投影在一片仰视角度树林的摇曳中展开，树影摇曳的意象让观众联想起清华郁郁葱葱的校园环境。随后一束光穿过无尽的幽暗，明亮的太阳出现，随之产生日食，穹顶太阳由一个几何形状展开光晕变化，光晕的中心便是穹顶的中心。中心光晕周围出现星河环绕，星河中逐渐出现大量几何光晕，汇聚成“h”符号，符号转换为量子力学普朗克常数顺着穹顶的建筑结构倾泻而下，寓意艺术与科学的融合。这些影像覆盖整个穹顶，纵深的动态变化使穹顶空间得到了延展。

（四）打造平面影像叙事与沉浸式三维空间叙事相结合的空间体验

新媒体艺术的叙事方式灵活多变，它不拘泥于单一表现手法，可以打破空间局限，让观者的视觉感受和体验更加富有层次、多元化。平面影像叙事是一种相对传统的叙



图6 “大先生”主题光影秀穹顶投影（一）



图7 “大先生”主题光影秀穹顶投影（二）

事手法，本次展演采用的LED屏幕、全息纱幕即是基于传统平面叙事。但即便是平面，也融入了影像拍摄的叙事手法，将影像和数字化相结合，充分运用现代主义叙事方式，再现了清华百年历史风貌。

除了平面影像叙事，此次设计中还融入了沉浸式三维空间叙事。建筑中本身存在这种多维度的空间叙事，这有助于展现与建筑场景相关联的历史场景叙事设计体验。因此，设计团队需要深入挖掘与三维空间叙事相匹配的校园历史文化内容。其中，大礼堂的穹顶空间是一个空间叙事的诱因，在此空间展开艺术演绎，能够给予观众无限的遐想。同时，此穹顶空间还像一个幻想世界的切入口，带领观众在清华百年历史空间中穿梭遨游。此外，穹顶空间是需要仰视观看的，基于这个特殊的观看视角，辅助舞台纱幕的二维叙事手法，观众仿佛抬手即可触及画面中的一切，使整体沉浸式演绎得到升华。

二、内容设计——校园文化教育题材的现代演绎

清华大学成立一百多年，拥有深厚的历史人文内涵，历史人物故事多存在于图书馆和纪录片中，需要清华师生主动检索查阅，而多数情况下师生鲜有精力做此类知识检索，导致这座人文“宝库”无人发掘。创作团队策划以清华“大师小事”为主题，以无人或少人的形式表演，保证长期留存，以方便线上传播，利用新的交互体验方式，设计了一场可循环演出的空间体验式表演秀，使用新媒介技术“再现”这些为国为民鞠躬尽瘁、学识广博和德行高尚的先生，以表示对这些先生气节、学识和风度的尊敬与敬仰。^[1]

如图8所示，主舞台故事“大城小事”利用3D扫描场景数字化虚拟场景进行空间重构，以致敬大师，重现经典人物。如表1所示，从“文理工体美”5个方面各讲述一位大师的故事，成为5个章节，并相互串联。通过这5段鲜活且具有“回忆”感的故事，将观者的目光引向时间的洪流深处，忠实地呈现师者既卓然独立又润物无声的高洁品行，传达出历代清华大师“育人”的教育理念，以及各届学生对大师教育理念的沿袭、传承和创新。

[1] 仇珊华. 习近平关于教师要做“大先生”的思想论析[J]. 河北师范大学学报(教育科学版), 2017, 19(03): 121-125.



图8 主舞台故事“大城小事”需要扫描的历史建筑原型

表1 “文理工体美”五位“大先生”故事章节内容

学科	历史大师	取景地点	内容分布空间	主题	表达思想
文	朱自清	荷塘	背景影像 全息影像	育人	语文教育思想
理	叶企孙	科学馆	穹顶影像 背景影像 全息影像		求真务实的治学精神
工	顾毓琇	老图书馆、 二校门	背景影像 (单独作纪录片形式热场视频)		个人自我价值的实现和社会需求的关系
体	马约翰	西体育馆	背景影像 全息影像		体育道德
美	梁思成	清华学堂	背景影像 全息影像 穹顶影像		建筑美学思想观

(一) “理”——叶企孙篇

叶企孙(1898—1977)是“大先生”的第一位出场人物,他是清华成立时的第一批学生之一,当时只有12岁。影片开始,大礼堂穹顶投影上太阳升起,出现日食,象征着旧社会的中国,一束光穿过无尽的幽暗,投射在日晷上。随后镜头便锁定在叶企孙身上,勾勒出他天资聪颖、少年壮志的意气风发的形象。青年时期在美国求学的叶企孙,则是置身于图书馆中。万千的书籍和数据向他飞去,如同旋风一样包围着他,从他身上穿过。这段画面不仅刻画出了他在美国留学期间争分夺秒学习的充实生活,更体现出他的求知若渴,结合文字叙述,在将他的天才形象进一步勾勒清晰的同时,也突出了他的勤奋刻苦。答记者问的场景突出了叶企孙的家国情怀和一腔赤诚回报祖国的坚定决心,引出后面的教学场景。如图9所示,教学的场景讲述了后来著名的物理学家李政道在他的课堂上的一段往事,并以此讲述了叶企孙作为教师教书育人的理念。他不仅教授物理学知识,也是学生们精神成长的引路人。知识是繁复的,但也是简单的,在教授新知识的同时,叶企孙也不忘引导学生回归物理学的本质,教导他们要学以致用。

叶企孙为中国物理学研究与理科教学、科学和教育事业的发展做出了突出的贡献,培养了一大批闻名遐迩的科学家。1921年,叶企孙参与合作测定的普朗克常数,被物理学界沿用了16年之久。1925年8月,叶企孙担任清华学校(现清华大学)副教授,在清华开展了长达二十余年的教学、科研活动。他的“只授学生以基本知识”“理论与实验并重”“重质不重量”等教学理念得到发扬。李政道在西南联大上的“电磁学”课程就是叶企孙先生教的。后来李政



图9 叶企孙片段节选

[1] 朱邦芬.我所熟悉的几位中国物理学大师[J].物理,2016(10):621-634.

道先生曾说过,叶先生的这门课对他一辈子影响很深,特别是让他懂得了实验的重要性。^[1]

叶企孙是清华物理系的奠基人,他的这段故事,着重体现了清华大学求真务实的治学精神。

(二)“美”——梁思成篇

[2]《美与时代》编辑部.梁思成和他的古建筑手稿[J].美与时代·城市,2020(1):1-5.

如图10、图11、图12所示,梁思成(1901—1972)先生这部分开篇的一段,将山西辽代应县木塔数据扫描后三维重现,从线稿造型描绘到立体空间的变化,中间穿插着梁先生测绘的身影,表现出他的主要成就,包括他在中国营造学社工作时期,先后踏遍中国15省200多个县,测绘和拍摄2000多件唐、宋、辽、金、元、明、清各代保留下来的古建筑遗物,^[2]以及在解放后参与的人民英雄纪念碑和国徽的设计工作等。这些画面勾勒出了梁思成作为建筑师的形象,体现出了他渊博的学识和深厚的文化底蕴。

梁思成的课堂氛围与叶企孙不同,开学第一课他并不着急向学生讲述知识,而是注重端正学生的学习态度:对专业要热爱,学习态度要谦卑,要把清华当作一个新的起点,不仅要尊重老师,同学之间也要彼此尊重,学会发现别人的闪光点。梁思成的建筑课讲得非常生动,深入浅出。“罐子与盘子”的巧思教学,不仅是教授建筑知识,也注重培养学生的生活情趣和审美情趣。他讲的建筑不仅仅是建筑本身,也是生活的一部分,有生命的温度,是生活的艺术。梁思成在毕业典礼上的讲话,鼓励建筑系毕业生创作要有激情,不要挑挑拣拣,未来的工作中,要认真

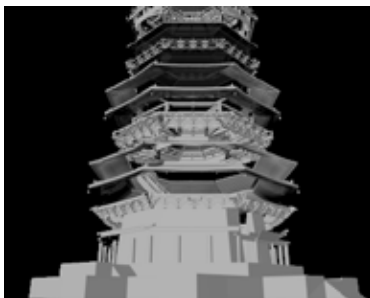


图 10 应县木塔藻井三维数据线稿化(一)



图 11 应县木塔藻井三维数据线稿化(二)



图 12 现场效果

图 13 朱自清片段节选



对待每次设计，要把感情放到里面，这才能称为真正的建筑师。梁思成的家国情怀是细腻的，大多体现在他的为人师表、师者父母心上，也体现在他的工匠精神中。与萧默的书信往来这一片段中，梁思成推荐他从非专业岗位去敦煌研究院进行专业上的工作，关心学生前程。这些情节，是梁思成爱才的体现，饱含着爱国情怀、父母之心，以一己之力帮助国家培养和爱惜人才。和平年代爱国情怀的表达方式与战争时期不同，战争年代的爱国情怀大多是慷慨激昂、激荡人心的，总有几分热血壮烈的英雄主义色彩在里面，然而，在和平年代，爱国情怀大多是温和细腻的，是把祖国的需要当成自己的责任，是把大师的灵魂注入工匠的精神。

梁思成一手组建了清华大学的建筑系，也把求真务实的精神注入建筑学的课堂中，他学贯中西，博古通今，但始终谦卑，诲人不倦，是万世师表的典范。

(三)“文”——朱自清篇

如图 13 所示，朱自清（1898—1948）先生这部分不同于前两部分，叙述风格比较写意，走出了教室，从“学”的角度，及学生的身上去体现朱自清先生作品精神的影响力。其时正逢清华百年校庆，所以选择了一位学生参与校庆演出选拔的小故事，讲述她为了朗诵好《荷塘月色》努力去学习、去理解朱自清作品的过程。

朱自清先生的《荷塘月色》《匆匆》《春》《背影》等作品都是我国现代散文中脍炙人口的名篇，特别是在白话文作品中有举足轻重的地位。其白话文作品，语言通俗易

懂，文风朴实平易，但意蕴深远，有很高的美学造诣，所以，这段视频中添加了很多朗诵朱自清散文的内容，并配合动画，烘托出朗诵内容的意境。特别是《荷塘月色》，作品通篇运用白话文语言，但内容上却很有古典美学的造诣，是古典文学与现代文学融合而成的经典作品。因此，这段视频以《荷塘月色》画面化的内容为主题和开篇，以学生学习朗诵为线索，与朱自清形成了跨越时空的“对话”，去展现朱自清的大家神韵，让人沉浸在他文字的魅力当中。

《荷塘月色》的“寓情于景”非常妙，阅读赏析和朗诵都需要从这里入手，领悟文章中的大师精神，掌握了这里的妙处，才能将文章朗诵好。于是，我们的镜头便跟着这位女同学，去学习、寻找这篇散文的奥妙。在这个过程中，她到了近春园，经老者的指点，又去了图书馆查询资料，虽然最后落选，但从文章中领悟了朱自清的大师精神，并要将它传播给更多的人。这段镜头中，老者指导女同学，女同学领悟后又要教授给更多的孩子，虽然是一段简单的情节，但体现出了大师精神跨越时空、生生不息的力量，那一串串的编号，以及带着编号的书籍和陈设，不仅是每位捐赠者的代号，也是清华大学精神的传承载体，侧面体现了清华学子的精神和情怀。

故事结尾通过一位师者分享一句朱自清先生的话：“教育者须对于教育有信仰心，如宗教徒对于他的上帝一样；教育者须有健全的人格，尤须有深广的爱；教育者须能牺牲自己，任劳任怨。”^[1]体现了朱自清先生作为师者完美的人格，以此来点出“大先生”的主题。

[1] 陈令. 朱自清大学教育思想研究 [D]. 湖南: 中南大学, 2009.

（四）“体”——马约翰篇

马约翰（1882—1966）先生于1914—1966年在清华大学任助教、教授、体育部主任等。在从事体育教育52年的实践中，他积极倡导体育，热情指导青年进行体育锻炼，他的教学理念影响了清华的每一代人。

如图14所示，影片内容选取了两个体育故事来表现马约翰给清华树立的体育精神：其一，2005年世界大学生运动会男子100米决赛，清华大学的学生胡凯（后留校任教）在伤痛的情况下夺冠。其二，2015年CUBA大学生女子篮球联赛8进4，清华大学队艰苦奋斗并取得胜

图 14 马约翰片段节选



利。在故事的情节中，穿插表现马约翰的教学理念：“清华大学为什么要把体育列为正式课程？因为体育可以带给人勇气、自信心、进取心和决心，体育更能够培养人公正、忠实、自由的品质。”最后，“为祖国健康工作五十年”口号的提出，体现出马约翰“大先生”的格局。

（五）“工”——顾毓琇篇

如图 15、图 16 所示，顾毓琇（1902—2002）先生的篇章作为影片最后一部分，采用的是微电影手法，以顾毓琇奖学金为线索，串起整个故事，气氛诙谐温暖，但又满含着感动。顾毓琇先生在国内少有人知。他虽然身在海外，但心系祖国，关心祖国的未来，成立顾毓琇奖学金以支持家庭困难但勤奋奋进的孩子。这段故事以获得顾毓琇奖学金的贫困点的张蒙老师和他的“孩子”们为主角，讲述了他们通过奖学金知道顾毓琇，了解顾毓琇的过程，展现了大师精神对于祖国新一代的影响力，也体现了顾先生的爱国情怀，点明了顾毓琇先生作为“大先生”的榜样力量。

整部影片内容从多角度、多层次讲述了 5 位大师对清华大学的影响，大师精神渗透在学校的每个角落，也传承于一代代清华学子的生命中。5 位先生身体力行地诠释了清华的校训——“自强不息，厚德载物”。孟子在《大学》中说：“大学之道，在明明德，在亲民，在止于至善。”^[1] 5 位“大先生”在各自的学科专业里，努力践行了这句话。

[1] 严正. 儒学本体论研究 [M]. 天津: 天津人民出版社, 1997.



图 15 顾毓琇微电影片段



图 16 顾毓琇微电影片段

三、技术实现——多维度感官体验的优化与升级



图 17 大礼堂内部扫描点云数据图



图 18 大礼堂外部扫描点云数据图



图 19 “大先生”使用威廉遮罩法拍摄现场（一）



图 20 “大先生”使用威廉遮罩法拍摄现场（二）

沉浸式观演空间除了要满足基本的功能性需求，还具有参与度高、多维感知体验、观众情绪代入感强的特点，以人性化展示设计传递信息为核心，凸显“人的体验和需求”。“大先生”主题光影秀多维化的观演空间设计结合三维数据扫描、3D Mapping 技术、Hecoos 全案新媒体设计应用，帮助形成情绪化的空间氛围，从而使受众与影像内容产生共鸣。这种虚实结合、展演交错的体验机制，达到了准确高效传播信息的展示目的。

（一）三维数据扫描

建筑类模型的三维数据采用 FARO Focus Premium 扫描，在清华大学大礼堂、荷塘、科学馆、老图书馆、二校门、西体育馆、清华学堂设定好点位，最终将建模所需的 360° 点云数据统一于一个坐标系下。采集完毕后，通过 FARO 自配的点云信息处理软件 SCENE 进行配准、拼接，进行点云去噪处理。之后，导入 Autodesk ReCap 中建一个点云投影文件（RCP），并以 XYZ 格式输出导入三维软件中进行模型贴图、渲染等后期操作，如图 17 和图 18 所示。最终，建筑的三维模型数据以点云的形式出现在影片中，以虚化的处理效果表现历史的记忆，并与全息纱幕的透光感呼应，在视觉上达到一种接近裸眼 3D 的沉浸式体验。

同样也采用三维数据扫描的形式将演员的表演记录下来，由于演员表演是动态的行为，不能采用与建筑相同的方式采集数据，而是采用清华大学自动化系刘焯斌老师团队研发的人体动态重建技术。如图 19、图 20 所示，演员的动态数据被 Kinect 记录下来，

利用深度相机采集点云并进行融合。同时，其身着的衣物数据也被保留，人体与服装模型三维重建融合，可以实现虚拟换装。数据经由深度解算后，“大先生”栩栩如生地展现在观众眼前，开启一场跨越时空的古今对话。值得提及的是，项目组在进行拍摄时并没有使用“绿幕”作为背景，而是采用“黑幕”拍摄（威廉遮罩法），在全息纱幕部分的后期制作上节约了时间。

其他三维数据扫描，如大礼堂穹顶、梁思成篇中的辽代应县木塔，前文已叙述过，这里不一一赘述。

（二）3D Mapping 投影技术

3D Mapping 投影技术是一种在物体（通常为不规则物体）或自然物体（如水、雾、树木等）上运用投影机所投射的视频进行投影，并利用专业程序使图像与物体形状进行匹配的技术。^[1]由于大礼堂穹顶是有一定弧度的，常规投影会使图像产生一定的变形，因此，需使用 3D Mapping 投影技术进行几何修正，将画面完美贴合在建筑表皮。Mapping 后的图像符合透视规律，这样定制后的特效产生纵深感 and 立体感，构建出一个虚拟空间，带给观者心灵震撼，刺激他们的感知系统。

在进行穹顶 3D Mapping 投影时，需要提前测量大礼堂穹顶的尺寸数据，并将其三维数据模型扫描。扫描后的模型数据需要与穹顶的特效动画进行匹配，并进行展 UV 做贴图，在三维软件中得到校正过的动画。由于穹顶投影的复杂性，需要较高分辨率的输出视频，因此，在展演中使用了 6 台投影机对准穹顶进行投射，所投射的视频需要在 Adobe After Effects 中处理成 6 个高清的局部。最后，在 Hecoos 全案新媒体设计软件中拼合，形成高清的视觉效果。

（三）Hecoos 全案新媒体设计应用

如今，传统静态的舞台美术设计效果图已经不能满足设计师和客户对于项目预览的需要，设计师倾向于使用更加动态化的、直观的预演视频从总体上把握设计方案最终呈现的效果。Hecoos 全案新媒体设计软件通过“预编程”能够真实还原现场的适配要求，做到“可视化设计”，从而提高了落地效率。如图 21 所示，“大先生”主题光影秀主要使用的是 Hecoos Studio 投影仿真与 3D Mapping 模

[1] 姚童哥. 3D 投影技术在公共空间中的设计应用与创新趋向探究 [J]. 山东工艺美术学院学报, 2021 (05): 46-54.

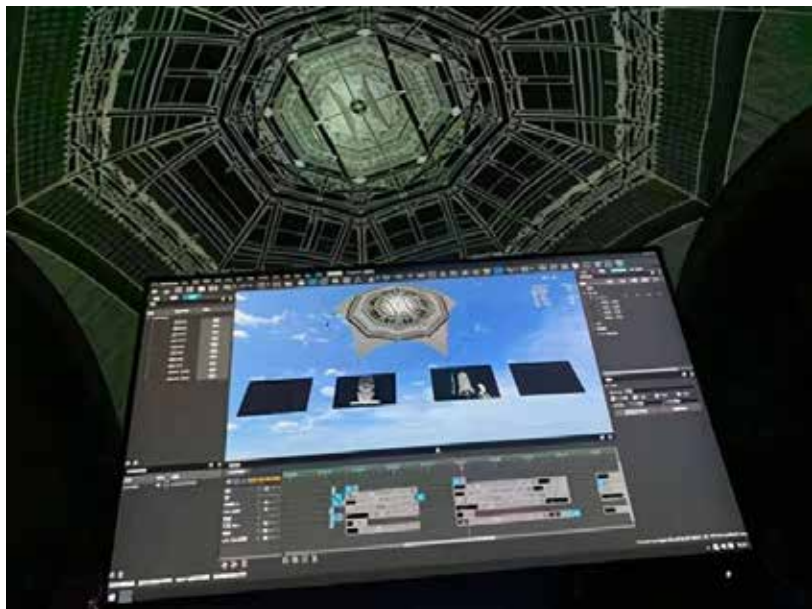


图 21 Hecoos 现场测试效果

块，以及 Hecoos Server 媒体服务器。

项目前期使用 Hecoos Server 媒体服务器完成预演，以穹幕投射的方式控制 6 台投影机输出视频，使用投影反算和网格调试功能完成穹顶与投影的融合。后期现场调试使用 Hecoos 的显示端和控制端，共输出 15 路 2K 信号到穹顶和纱幕。为了保证现场效果和光路的利用率，项目团队利用 Hecoos 进行光路的重新规划，确定投影机数量和点位、流明度，模拟真实投影机的光路和画面畸变，通过照相机反馈的投影实现自动融合。由于投影机斜投，需要人工进行微调，以减少弧面所导致的画面扭曲变形。

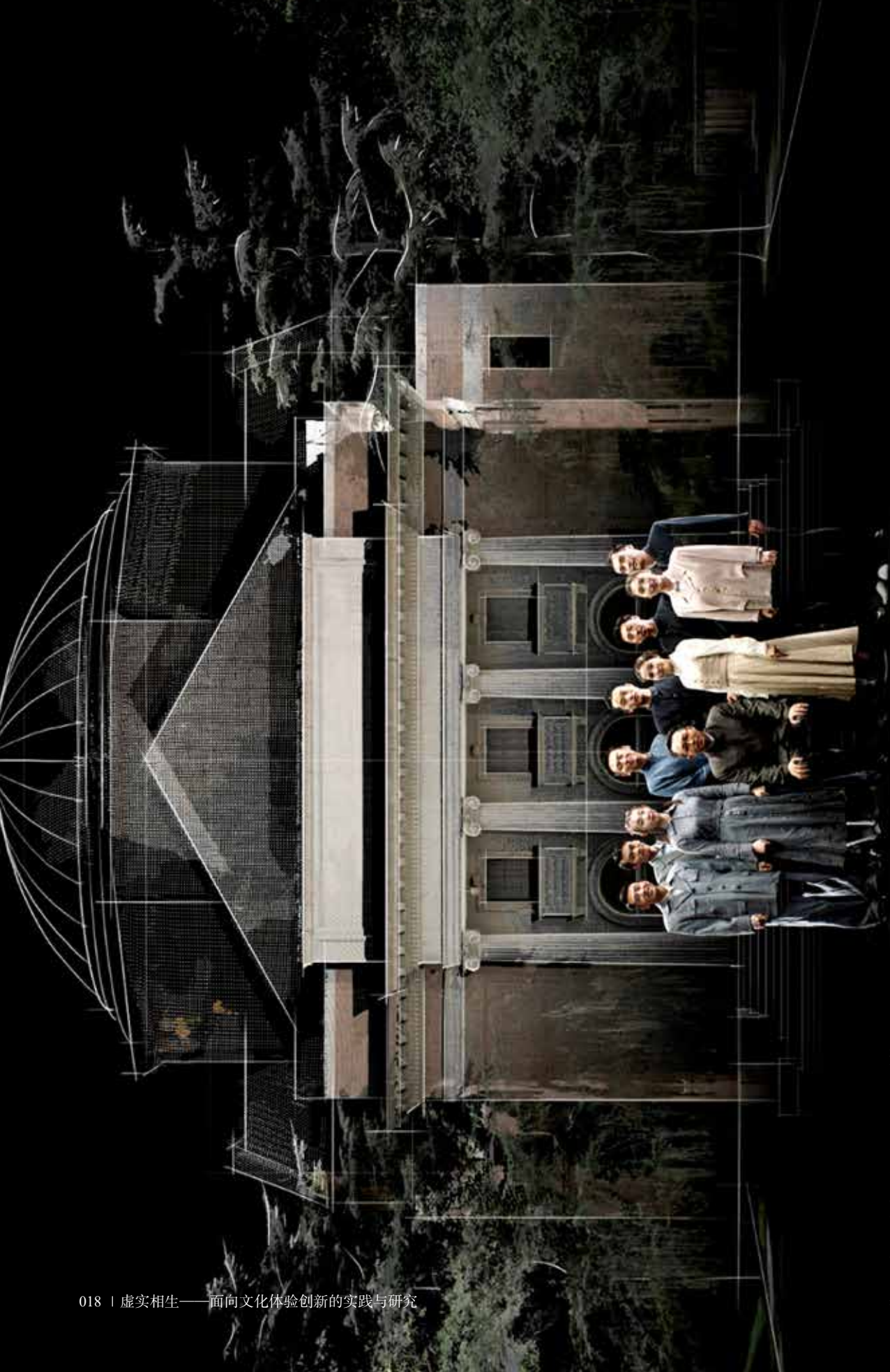
经过一系列技术的实施，这场特殊的演出让大礼堂幻化成与历史对话的空间，观众可以沉浸式感受大师学者的魅力，体验多种媒体虚实结合的不同展现方式。后续，项目团队也将根据不同需求在 5 位大师的基础上进行更新迭代，陆续加入新的大师，以形成大师群像育人主题秀，并加入 CAVE、现场手机 AR 交互、线上虚拟展示等技术，为未来相关交互设计做准备。

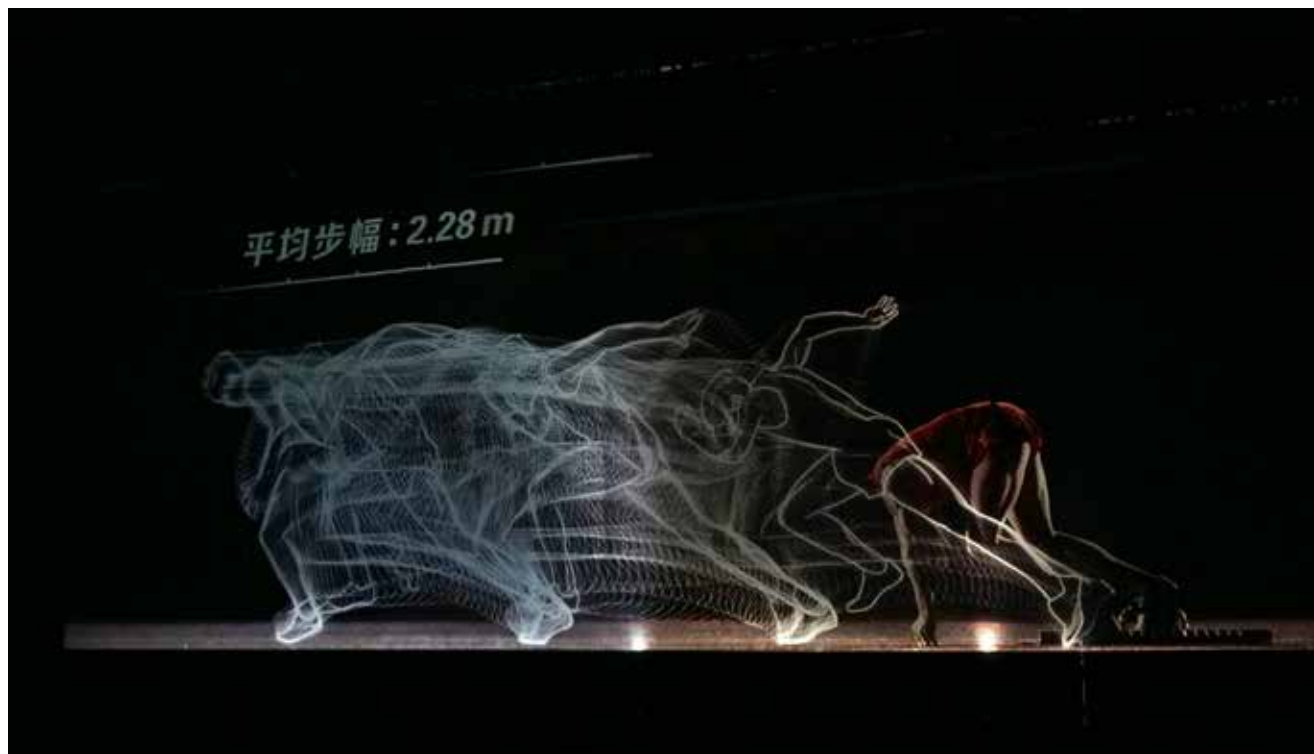
结语

“大先生”主题光影秀是一次以校园历史文化、育人为题材的沉浸式观演空间设计的实践探索。它作为清华师生团队建设的一项体验项目，让每位新入校的老师 and 同学都能进行体验。为了打造出沉浸式的观演空间，制作团队突破性地使用穹顶投影与全息纱幕对礼堂空间进行重构，历史与今朝在大礼堂的穹顶之下交叠重现，由舞台纱幕与穹顶投影实现了跨时空的演绎与升华。在内容设计上，5 位“大先生”的“言传身教”体现出温情、人文，与师生校友产生心灵共鸣，达到美育教育的目的。在技术表达上，团队对三维数据扫描、3D Mapping 等技术进行了优化与升级，这种探索不仅为本次展演带来了很好的观感体验，还为后续沉浸式历史文化展演空间设计的延伸起到了推动作用。

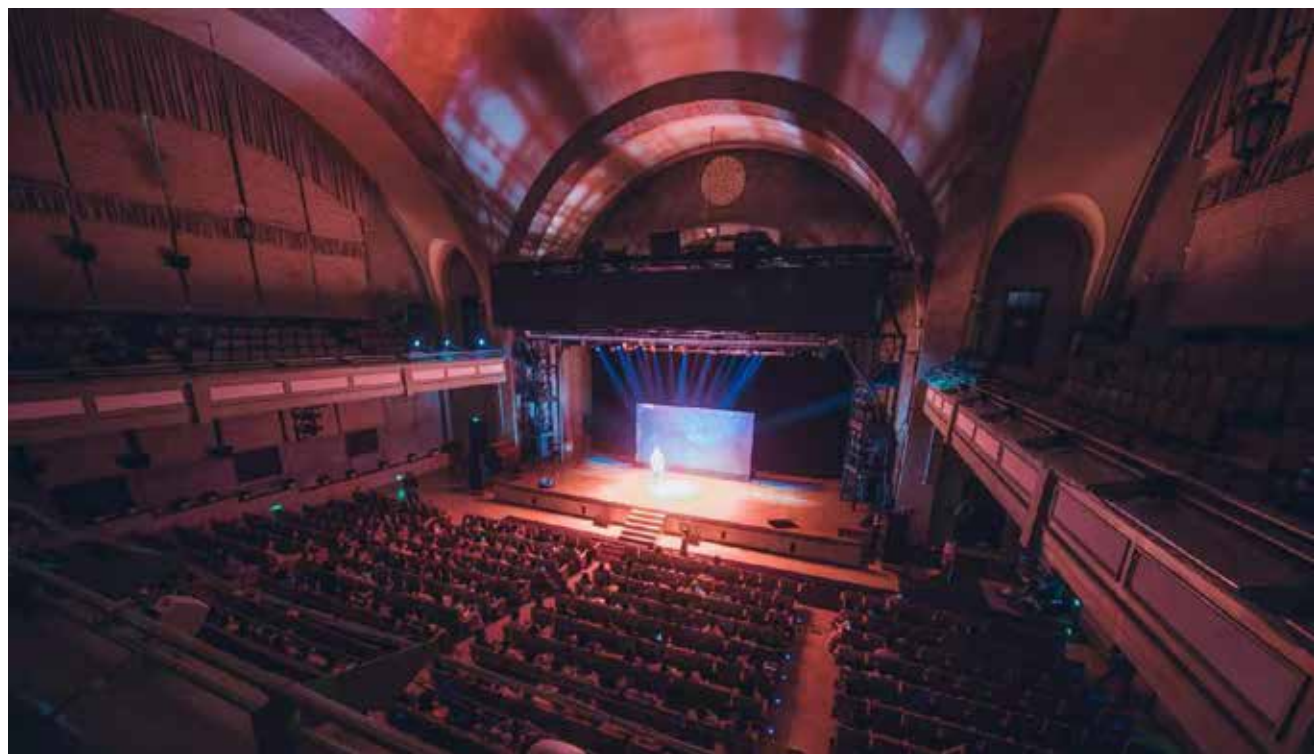


作品欣赏 1 大先生
主题光影秀穹顶投影
效果





作品欣赏 3 大先生主题光影秀片头



作品欣赏 4 大先生主题光影秀活动现场