

浅谈建筑投影的设计与实施中应注意的要素

王俭

(北京赢康科技股份有限公司, 北京 100176)

【摘要】以《魅力芜湖》临江桥塔投影秀项目为例, 探讨建筑投影设计中涉及的几个要素, 工程实施中遇到的问题及解决方案。

【关键词】建筑投影; 反射系数; 投影基站; 环境照度; 观众视点

文章编号: 10.3969/j.issn.1674-8239.2020.08.012

On the Design and Implementation of Architectural Projection

WANG Jian

(Beijing Wincomn Technology Co.,Ltd, Beijing 100176, China)

【Abstract】Taking bridge tower projection show project *Charming Wuhu* facing the river as an example, this paper discusses several elements involved in architectural projection design, problems encountered in project implementation and solutions.

【Key Words】architectural projection; reflection coefficient; projection base station; ambient illumination; the audience point of view

建筑投影是一种投影映射 (Projection Mapping), 其借助投影技术和三维动画技术, 结合建筑体结构, 将极具立体空间感的视频内容投射到建筑体表面, 让建筑“活”起来。由于建筑投影具有画面大、酷炫、震撼、沉浸感和科技感强等特点, 能给观众带来强烈的视觉冲击, 被广泛应用于城市亮化、旅游景区、夜游等文旅领域。

近年来, 户外建筑投影不断发展, 并逐步趋于成熟, 在文旅项目中发挥举足轻重的作用, 一些成功的应用案例, 甚至成为整个项目的“点睛之作”。但也有不少项目, 由于不具备安装条件, 或者投影基站对景观造成很大影响, 导致方案无法落地而“夭折”; 而有些项目, 由于在设计或施工过程中, 对建筑投影的诸多因素考虑不周, 导致实际效果达不到预期, 从而不被业主认可。

笔者以参与设计和实施的《魅力芜湖》临江桥塔投影秀项目为例, 探讨建筑投影设计时需要考虑的几个要素, 分享在设计及实施中遇到的问题及解决方案。

1 建筑投影的关键要素

建筑投影的环境通常比较复杂, 会受到很多要素的影响和制约, 如何保证项目从规划、设计到实施都能达到预期效果, 需要对影响建筑投影的每一要素进行充分的分析和考量。

1.1 建筑成像面

对于建筑投影的成像面即建筑表面, 主要考虑建筑表面的几何形状和建筑表面的材质, 特别是建筑表面材质的反射系数。材质的反射系数是决定投影机的亮度选择、最终照度是否足够的关键。

建筑表面材质种类繁多, 如常见的有混凝土、陶瓷类、石材类、木制、玻璃、铝扣板、外墙涂料等。不同材质的反射系数不一, 对建筑投影效果起着至关重要的作用。若建筑表面为穿孔铝板, 反射系数高, 光损小, 则成像效果较佳 (见图1); 若建筑表面为玻璃幕墙, 透过率高, 光损大, 则成像效果较差 (见图2)。



图1 穿孔铝板的建筑外墙



图2 玻璃外墙的建筑

芜湖临江桥位于青弋江和长江交汇口处，为单塔的斜拉索桥，桥塔高73.5 m，最宽处16 m，呈鱼的形状，寓意“鱼米之乡”（见图3）。江两侧是滨江公园，有长达几公里的栈道，供市民和游客观光，长江航线有旅游观光船，可以欣赏沿岸亮化的夜景。

桥塔成像面有约三分之二为玻璃幕墙，其他部分为灰色铝合金面板（见图4）。现场通过白场测试，用照度计和亮度计测量，实际测量结果：玻璃幕墙反射系数约为0.3，铝合金面板反射系数约为0.8。很明显，由于玻璃存在反射和透射双重损失，光损严重，会导致该区域图像照度不足，整体画面照度不均等问题。为了减少玻璃幕墙区域的光损，在玻璃幕墙背面做了贴膜处理。最终

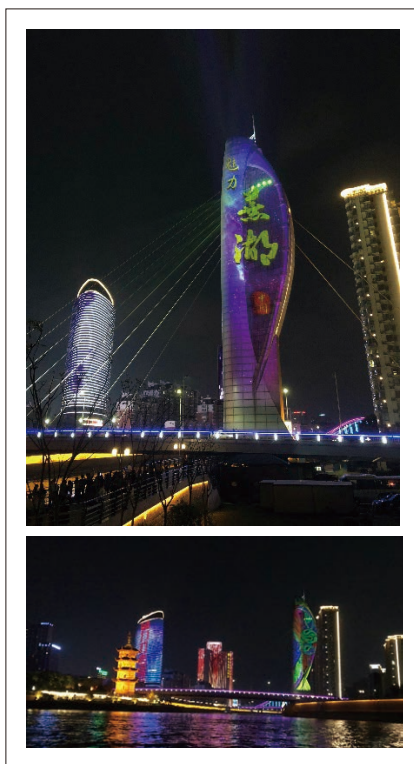


图3 斜拉索桥的鱼形单塔

测试结果表明，经过贴膜处理后，玻璃幕墙反射系数提升到约0.5。

1.2 场地条件

建筑成像面问题解决后，确定场地条件是否符合要求是重要的环节。场地条件主要有以下几方面：

- (1) 是否有适合的安装空间位置；
- (2) 投影基站和建筑物之间是否有阻挡物；
- (3) 投影基站是否有限高条件（在古建筑投影中比较重要）；
- (4) 投影基站的建设安装是否会对周边景观造成较大影响。

除了上述需要考虑的因素之外，还要考虑建筑体自身或周边环境灯光是否可控；投影基站建设安装点是否可行，是否需要跨部门之间的协调等问题。

在对《魅力芜湖》投影机位置的选择过程中，甲方选择A点，如图5所示，因为建筑成像面实际和中轴线约有 20° 夹角，A点投影光和建筑面接近正相交，如图6所示，光损最小，成像效果最佳，理论上A点是最佳投影点位。

但根据甲方提供的现场照片，通过卫星地图观察分析，笔者所在技术团队认为，A点不是最佳安装点。如果投影机安装在A点，投影基站和旁边



图4 桥塔的成像面



图5 《魅力芜湖》投影机的位置

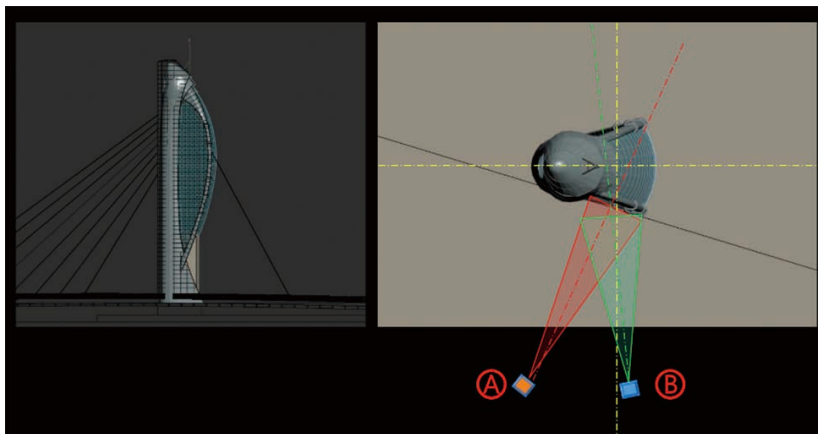
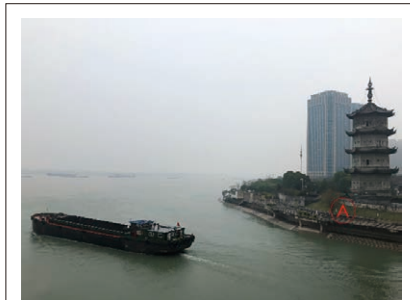


图6 A点投射光和成像面的关系

的中江塔（距今有400多年历史）很不协调，如图7（a）所示，严重破坏整体景观环境；另外，A点跨江投影，投影距离远，也增加了光损，如图7（b）所示。

通过卫星地图，确定位于观光栈道旁的一片绿化地作为投影机安装位置，即B点。虽然该位置投影光和成像面不是正交（约有20°夹角，见图6），会造成一定光损，但该位置周边开阔，对景观环境影响不大，如图



(a) A点与旁边的中江塔



(b) A点与跨江的桥塔

图7 A点场地条件

8所示；同时，该点位投影距离缩短了一倍，降低了光损。

经过实地考察和综合考量，确定B点是更为合适的投影位置。

1.3 投影基站的建设

防护箱或投影机房及其附属的基础建设，在业内习惯称为投影基站。投影基站的设计、建造，首先要考虑能满足投影机安全运行的环境；其次，要考虑安装维护的便捷性，更重要的是要考虑对景观环境的影响降到最低限度。

投影基站的安装位置、高度，决定了投影机倾斜角度和画面失真的问题，应选取最佳位置减少亮度损失。

投影基站外观应与周围环境的建筑风格相协调，尽量选择隐蔽的安装点，避免给周边景观造成大的影响，如青岛黄岛区政府水秀项目的投影基站，如图9所示，安装在绿化带中，与“中国结”相呼应，有一定的隐蔽性；必要时，需要进行艺术处理、美化包装，如珠海长隆鲸鲨雕塑投影投影基站，设计成仿古建筑风格，如图10所示，融入周边景观环境；又如郑州美盛地产项目，结合书院街的主题，对投影基站进行艺术包装，将其设计为“书”的造型，如图11所示。

如果投影基站的设计、造型及安装位置不合理，与周边环境不协调，会对景观造成很大影响，严重的甚至会导致项目被叫停。笔者曾经历过这类不成功的项目（基站是甲方设计的，业主不满意），因投影基站安装位



图8 B点的场地条件



图9 青岛黄岛区政府水秀项目投影基站



图10 珠海长隆鲸鲨雕塑投影投影基站



图11 郑州美盛地产项目投影投影基站

置隐蔽性差，设计缺乏艺术美感，与周边景观不协调，最终被叫停整改（见图12）。

吸取成功的经验和失败的教训，针对《魅力芜湖》，在确定了投影基站的安装位置后，提供了投影基站的技术要求（包括基站的高度、安装点位、空间尺寸等），并要求甲方对基站做必要的艺术包装，最终方案必须要业主认可，而且要具备可实施性。对此，甲方也非常重视，综合考虑整个周边环境，提出了多种方案，一种为中西结合风格造型，如图13（a），体现开放的人文，与古塔遥遥呼应；另一种为现代抽象派雕塑造型，

如图13（b），体现历史、现代科技，并展望未来。

但上述方案均被业主否定，经过多轮论证，最终提出了明确的建设原则：“简朴实用”。配合这一原则，在满足投影机安装、运行及维护便捷的基础上，尽量避免对景区环境造成影响。经过现场勘察，并采用计算机仿真模拟投影基站和周边景观的空间位置，提出了简朴、接地气的投影基站建设方案，柱体高10 m，投影房高3 m，整体材质以钢结构为主，外表仿实木，并做喷漆防锈处理，如图14所示。实践证明，整体设计方案达到了预期效果：简朴实用。对景观环境影响最小，实景图如图15所示，最终被业主方认可。



图12 不成功的投影基站



图13 《魅力芜湖》投影基站的多种设计方案

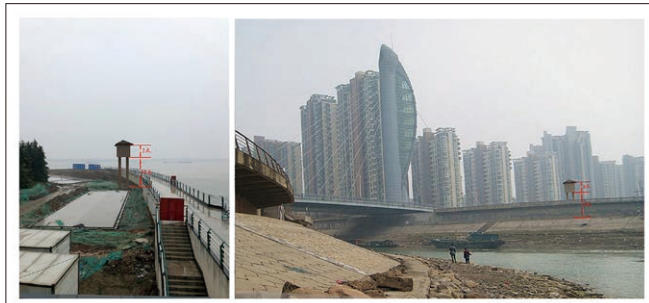


图14 《魅力芜湖》投影基站的最终设计方案

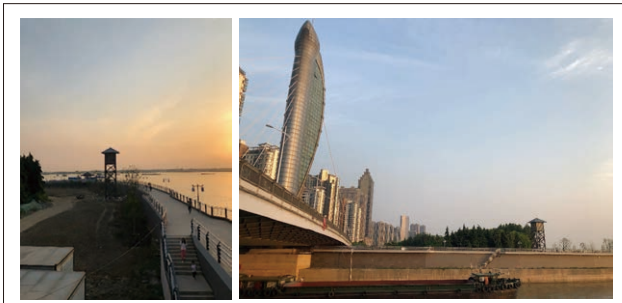


图15 《魅力芜湖》投影基站的实景图



图16 不同照度指标的实际效果对比

表1 公共场所环境照度标准

照明场所	绿地	人行道	公共活动区域				主要出入口
			市政广场	交通广场	商业广场	其他广场	
照度/lx	≤3	5~10	15~25	10~20	10~20	5~10	20~30

1.4 环境照度

针对户外投影，在设计及实施过程中，要充分考虑环境光对建筑体的影响。根据光比及实践经验总结，要获得良好的画面效果，投射到建筑体表面的照度要高于环境照明5倍以上；并尽量避免周边环境光直接照射到投影显示区域。必要时，需要对周边环境照明进行适当控制。

结合多年户外建筑投影的经验积累，以及公共场所环境的照度（见表1）情况，总结建筑投影照度标准如下^①：

- (1) 建筑投影设计照度 ≥ 300 lx，可以获得完美的效果；
- (2) 建筑投影设计照度 ≥ 200 lx，可以获得优秀的效果；
- (3) 建筑投影设计照度 ≥ 150 lx，可以获得良好的效果；
- (4) 建议最低照度不低于120 lx，可以达到基本效果。

不同照度指标的实际效果对比如图16所示。

在《魅力芜湖》的投影设计中，根据现场环境照度指标，综合考虑项目投资预算的场地范围，在满足项目需求的基础上，照度指标按照理论值为120 lx进行设计，光路模拟如图17所示。采用6台Crimson WU25投影机，1×3三通道融合投形成整幅画面，每通道双机叠加，照度在90 lx~140 lx，平均照度115 lx。

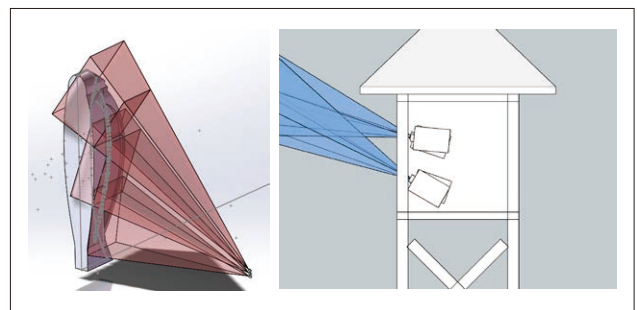


图17 《魅力芜湖》投影的光路模拟



图18 《魅力芜湖》投影的场地灯光环境

通过《魅力芜湖》现场照片来分析一下环境照度对投影画面质量的影响。图18(a)是在投影秀播放时间段周边道路照明、景观照明等环境光直接投影到建筑体的情景，桥塔左侧的黄色光是中江塔的景观照明灯的散射光，桥塔下方还有桥体路灯的直射光。这些都来自于城市必须的照明，是不允许关闭的。图18(b)为深夜时所有景观照明关闭的情景。图19是投影表演时环境照明对画面的影响情况，包括塔桥和周边建筑照明、塔桥的拉



图19 投影表演时环境照明对画面的影响情况



图20 观众视点——近距离观众



图21 观众视点——远距离观众

索灯、古塔的照明光，这些直接投射到桥塔表面；周边楼体亮化灯光，造成背景光亮，导致图像对比度下降，给观众的视觉感觉画面不够亮。从现场对比可以看出，环境照度对桥塔图像对比度的影响非常大。

1.5 观众视点

户外建筑投影，从投影设计到视频影像的制作，都要考虑观众视点——受众人群。

(1) 若观看区与成像面距离较远、建筑物很高，实际场地宽阔，首先要考虑观看者的视角，设计合适的整屏分辨率。

(2) 若观看区与成像面距离很近，就要重点考虑成像面的整屏分辨率的像素，保证观看人员看到清晰的图像。

(3) 根据建筑物位置，画面的尺寸、观看人员的视角、观看距离，确定投影区域的整体分辨率，与视频影像协调一致，避免浪费和失真，保证主观看区效果。

《魅力芜湖》在设计时兼顾了两部分观看点的受众人群，一部分为两岸固定观看点，观众视点与桥塔距离在50 m ~ 150 m；另一部分为在长江航线的旅游观光船上欣赏，距桥塔在300 m左右。总之，需要确保远近观众都能看到理想的画面效果，如图20、图21所示。

2 工程实施中常见的问题

户外建筑投影除了要注意上述的几个要素，还要保证严格按标准工艺施工。无论是投影机、媒体播放、信号传输、控制及线缆等设备、器材，都要求选取高品质的产品，保障系统能达到设计指标。

该项目从设计到产品选型，严格遵从上述准则，但最初调试结果并不

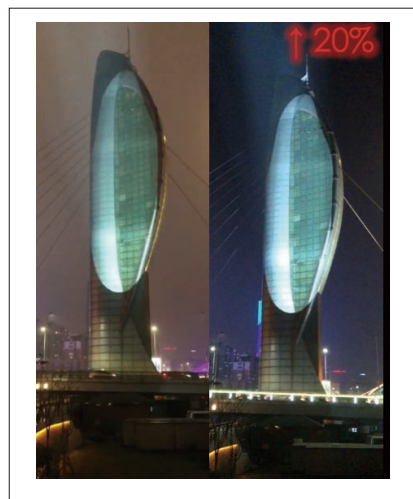


图22 更换光学玻璃前后对比的效果

理想。综合分析，如前文阐述的因素，整个环境照度过高，造成图像视觉效果不够亮。针对这个问题，对各环节逐一深化解决。

在工程实施中发现，甲方外协单位制作的投影房的投影窗口玻璃没有按照提供的技术标准建设，采用了普通玻璃，导致亮度损失过大。经过整改，采用高透射率的光学玻璃后，亮度提升近20%，图22为更换光学玻璃前后的对比。

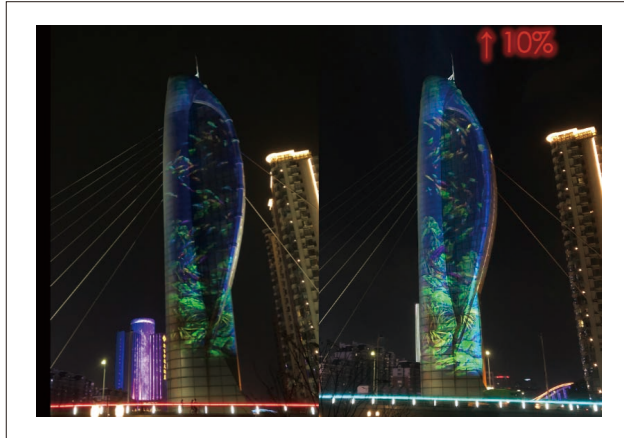


图23 调整图像色度及饱和度前后对比的效果

另一个存在的问题是，由于桥塔整体面板材料呈灰色，导致视频画面色彩失真严重。对视频影像的色彩饱和度等参数进行现场调整，画面亮度及色彩改善明显，图23为调整图像色度及饱和度前后的对比效果。

3 结语

当下，虽然户外投影技术发展趋于成熟，得到广泛应用，但效果突出并能长期运行的精品项目不多。笔者

认为，造成这种情况的主要原因是，在从事项目设计和实施的过程中，对户外投影的关键要素不了解或者不够重视，简单地把投影当作“灯具”使用，项目前期规划、预算、设计、施工都不够细致和深入，未能充分地平衡各要素之间的关系，导致效果不佳。希望本文中所述内容能对业界有所启发和裨益。 演

注释：

① 引用的参数标准源自《赢康科技2012年技术手册》。

参考文献：

[1] 杨英俊. 投影显示系统在演艺领域的应用[J]. 演艺科技, 2017(1):52-55.

作者简介：

王俭，1992年毕业于深圳大学应用物理专业，1992-1996年留校任教，1997至今，从事大屏幕显示系统应用技术及销售工作。

(编辑 杜青)