

# A Comparative Study of Lighting Construction Techniques in Thick-walled Tibetan Watchtower Temples and Romanesque Churches

Wei Xiong

Lhasa Municipality Design Group Co., Ltd., Lhasa, Xizang, 850032, China

## Abstract

As tangible embodiments of human spiritual beliefs, the lighting design of religious architecture profoundly reflects different civilizations' wisdom in constructing sacred spaces. Tibetan watchtower temples and Romanesque churches, as typical representatives of Eastern and Western religious architecture respectively, both employ thick-walled structures as their main framework yet exhibit striking contrasts in lighting techniques and cultural expressions. Comparative analysis reveals that these findings not only deepen our understanding of the technological history of religious architecture but also provide cross-cultural inspiration for contemporary sustainable design: Technically, emphasis should be placed on optimizing the synergy between regional environments and structural systems; Culturally, it is essential to establish correspondence between spatial forms and spiritual aspirations, ultimately achieving an organic integration of functional efficiency, technical rationality, and cultural value.

## Keywords

Tibetan-style watchtower temple; Romanesque church; thick wall lighting; structure-cultural dual dimension; light environment of religious buildings

## 藏式碉楼寺庙与罗曼式教堂的采光构造比较

熊卫

拉萨市设计集团有限公司, 中国·西藏 拉萨 850032

## 摘要

宗教建筑作为人类精神信仰的物质载体, 其采光构造深刻反映了不同文明对神圣空间的营造智慧。藏式碉楼寺庙与罗曼式教堂作为东西方宗教建筑的典型代表, 虽均采用厚重墙体作为结构主体, 却在采光技术路径与文化表达上形成鲜明对比。通过比较分析, 这些发现不仅深化了对宗教建筑技术史的理解, 更为当代可持续设计提供了跨文化的创新启示: 在技术层面应注重地域环境与结构体系的协同优化, 在文化维度需建立空间形式与精神诉求的对应关系, 最终实现功能效率、技术理性与文化价值的有机统一。

## 关键词

藏式碉楼寺庙; 罗曼式教堂; 厚重墙体采光; 结构-文化双维度; 宗教建筑光环境

## 1 引言

宗教建筑作为人类精神信仰与空间艺术的有机统一体, 在建筑历史发展中始终占据着独特地位; 通过空间营造与光环境的巧妙设计, 既能充分体现神圣宗教仪式的功能, 又能通过光影的象征性语言为人与神灵的沟通搭建物质媒介。尽管藏式碉楼寺庙和罗曼式 (Romanesque) 教堂都以其厚重的墙体作为主要建构特征, 但两者对采光构造的处理却表现出不同的技术智慧和文化表达。文章从结构、功能、文化符号、心理等维度逐层解析并比较了两者的差异。

【作者简介】熊卫 (1983-), 男, 工程师, 建筑师, 从事建筑设计及理论研究。

## 2 结构维度

宗教建筑厚重墙体的采光构造实质上是结构力学与光学需求的矛盾统一体。藏式建筑通过“收分墙体+密梁系统”实现结构稳定, 其底部墙体厚度常达 1.5 至 2.5 米, 顶部收至 0.6 至 0.8 米, 形成天然的光线导引斜面。罗曼式教堂则发展出“扶壁体系+肋拱”的解决方案, 典型的罗曼式外墙 (厚 1.8 米) 可安全开设直径 1.2 米的圆窗而不影响整体稳定性。采光开口的形态设计遵循最小扰动原则: 藏式的梯形天窗 (平均尺寸  $0.6 \times 0.9\text{m}$ ) 长边平行于密梁, 将荷载有效传递至承重墙。罗曼式的半圆窗采用双层拱石砌筑, 上部荷载通过拱券形态自然分解。

两者在厚重墙体采光构造上的结构差异主要源于两种建筑对力学性能与材料特性的不同适应策略。藏式收分墙体

与罗曼式扶壁墙体在开洞率与空间利用率都达到了矛盾统一。此外，藏式梯形窗洞的荷载扩散效应使窗角应力集中系数显著优于罗曼式拱券结构，这得益于收分墙体自重分布的渐变特性与窗洞形态的力学优化设计。

在建筑材料应用层面，罗曼式建筑依赖石灰砂浆构建拱券体系，其材料特性是抗拉强度较小，要求通过拱脚支撑与扶壁柱去实现结构稳定；而藏式“边玛墙”则通过红柳束夯土技术突破材料限制，较大的抗拉强度使其能在夯土墙体中直接实现悬挑构件。这种材料选择差异也是进一步影响光环境的表现：石灰墙体高反射率形成均匀漫射光场，藏式夯土墙体产生较小的反射率，两者所产生的方向性光影形成鲜明对比：前者营造出模糊空间边界的神圣氛围，后者则通过强烈光影对比强化建筑体量感。

结构遮阳体系的差异化设计则体现了功能与形式的高度融合。罗曼式教堂通过连续拱廊形成水平遮阳系统，在夏季实现有效遮阳的同时维持冬季采光需求；藏式建筑则发展出出檐遮阳的垂直遮挡体系，其深挑檐与墙体形成的阴影角度精确控制，既抑制直射阳光，又保留天空漫射光。罗曼式拱券体系则依靠推力传递原理，将荷载沿曲线路径转移至支撑墙体；藏式多层梁架系统通过纵横交错的木构件将窗洞荷载分散至墙体，形成多点支撑网络。

力学与材料特性的协同作用最终塑造出两种截然不同的光环境特征：罗曼式教堂的石灰墙体通过多次反射实现光强均匀化，藏式寺庙的夯土墙体则因低反射率形成明暗对比强烈的戏剧性光影效果。

罗曼式墙体的构造逻辑本质上是材料性能、结构力学与环境控制的多维整合；其复合墙体通过不同材料的层间协同作用，既满足了重型结构的荷载需求，又实现了热工性能的精准调控。扶壁系统与拱券体系构成的双重支撑网络，使墙体能够安全地开设大面积采光口，而几何优化与光压平衡策略则确保了功能与美学的和谐统一。而藏式碉楼寺庙的墙体系统展现了独特的建筑哲学与技术智慧，其构造特征在力学性能与光环境控制之间实现了精妙平衡，梁架在地面投射的几何光影与曼荼罗图式存在对应关系，其投影网格在空间中构建出具有宗教象征意义的光域界面，实现了物理结构与精神空间的统一；这种将天文数据、光学原理与宗教符号学深度融合的构造智慧，充分体现了藏式建筑“天人合一”的设计哲学<sup>[1]</sup>。

### 3 功能维度

两类建筑采光构造的功能逻辑深刻地体现了各自所处的宗教仪式不同所带来社会生活的深刻差异。借助独特的“时辰光效”系统的运用，罗曼式的教堂就不仅将宗教仪式的时间顺序化了，而且将其巧妙的构造成了一个精确的、具有极强象征意义的昼夜光序网络，使得其在建筑空间形象中充分体现了对自然的模仿和对宗教的虔诚。晨祷时，阳光经

棱镜玻璃折射形成漫射光斑，配合了经卷阅读的需求；而晚祷时段，夕阳直射光则强化唱诗班的声场空间感。罗曼式教堂的“季节光调”系统通过墙体内部的阶梯式窗井实现了分层采光控制，冬季下层  $28^\circ$  入射角的低窗系统配合厚墙蓄热，使室内温度日较差控制在  $\pm 2^\circ\text{C}$  以内；夏季  $65^\circ$  入射角的气窗系统则通过高侧窗的烟囱效应实现自然通风。

藏式寺庙的“法会光控”则呈现出更强的场景适应性，比如可调节的天窗系统通过木板倾斜角度而实时调整，在诵经阶段形成均匀的照度环境，在辩经环节则通过开启天窗格栅形成定向光源，显著增强辩经者的眼神交流强度。藏式寺庙的“气候响应性构造”展现出了更高效的环境应答机制，部分地区的寺庙采用了防风雪格栅系统，通过菱形镂空比例的计算（开孔率  $45\% \pm 3\%$ ），在保证一定自然采光效率的同时实现较高的风雪拦截率。这种差异本质上源于建造哲学的分野：罗曼式体系追求永恒的时间秩序象征，而藏式体系则强调与瞬息万变的高原环境的动态平衡<sup>[2]</sup>。

### 4 文化维度

宗教哲学的根本差异深刻塑造了两种建筑体系的采光理念。基督教“道成肉身”的教义体系要求通过物质形式具象化神圣存在，这种具象性诉求直接导向罗曼式教堂精确的光路控制。圣塞尔南教堂的采光设计通过几何投影计算，将日出时的光线以不超过  $0.5^\circ$  的误差精确投射在祭坛，这种对光线轨迹的量化控制体现了经院哲学对自然规律的理性解构。藏传佛教“缘起性空”的哲学观则孕育出迥异的采光逻辑，大昭寺金顶的散射铜镜系统使光线在空间内呈现布朗运动式的随机分布。铜镜表面经特殊氧化处理形成的微坑结构，使入射光发生多次漫反射，最终形成无明确指向的弥散光环境，这种设计策略暗合了佛教对“空性”本质的诠释——光不应具有确定性指向，而应成为阐释因果关系的媒介。

在空间序列的光学处理层面，两种体系呈现出对宗教仪式的不同响应机制。罗曼式教堂通过纵向光梯度强化朝圣进程的仪式感，从入口处到圣坛区域的照度渐变，配合建筑轴线的连续拱券序列，形成“渐进启示”空间体验。藏式寺庙则构建垂直光层系统，底层经堂的基础照度与顶层佛殿的高照度形成强烈对比，这种垂直维度的光差分布对应《俱舍论》记载的欲界、色界、无色界三层次宇宙观。空间中的光强度随高度递增，使朝圣者在拾级而上的过程中经历从物质到精神的渐进转变。

基督教将光的神圣性与神学思想直接关联，这种超越性的光信仰，在罗曼式教堂的空间实践中通过精密的定向采光系统获得物质性实现。藏传佛教对光的诠释则呈现出截然不同的哲学维度：底层殿顶采用完全封闭的无直射光环境，通过压抑的黑暗营造俗世的混沌意象；中层侧向漫射光系统形成光影交错的过渡空间，隐喻修行者突破迷障的渐进过程；而顶层中央天井的垂直光束则构成绝对光明的顿悟象

征,完成从” 无明” 到” 解脱” 的宗教叙事闭环<sup>[3]</sup>。

罗曼式教堂通过精确的天文定向与彩玻过滤,藏式碉楼通过分层遮蔽与天井透光,都在避免完全开放的自然光环境,这种” 控制性采光” 的共同选择,印证了宗教符号学的核心命题:神圣光效的建构本质是通过物质手段对自然现象进行象征性转化,使其脱离物理属性而成为精神真理的载体。两者差异化的建构策略,既源于各自宗教经典对宇宙观与修行论的独特诠释,也反映出不同文明对” 神圣空间” 与” 尘世空间” 关系的认知分野。在建筑学层面,宗教符号学理论为解读厚重墙体的采光构造提供了超越功能主义的技术分析框架,揭示出建筑形态背后的文化基因与信仰逻辑。

## 5 环境心理

宗教建筑光环境对信徒心理的塑造遵循特定的认知机制与生理反应规律。罗曼式教堂的空间序列通过墙体厚重性、开口限制采光、开口的精密控制,构建出具有仪式感的光环境梯度,形成的光影层次构建出动态的光环境空间序列;侧廊区域的低照度与圣坛区的高照度形成强烈视觉对比,这种光影张力能极大触发信徒的敬畏感。藏式经堂顶部开口形成的较小的平均照度具有独特的” 天启式” 照明特征,并利用碉楼墙体的热情性与顶部开口的遮阳构造,在维持室内热舒适的同时创造独特的动态光环境。

光照的时空节奏对宗教体验具有显著调节作用。罗曼式建筑的采光系统通过墙体开口的方位与尺寸控制,使光线在空间中的移动轨迹与宗教仪式时间表精确同步。藏式寺庙的” 季节光变” 设计则通过墙体开口与建筑坐向的天文计算,使光影变化与藏历节气周期形成对应。两者对均匀照明的共同摒弃,实质是基于环境心理学的理性选择<sup>[4]</sup>。

两种建筑类型对均匀照明的共同摒弃,实质是基于环境心理学的理性选择。罗曼式教堂通过墙体厚重性与开口限

制形成的光影层次,构建出符合动态光环境的空间序列;藏式经堂利用碉楼墙体的热情性与顶部开口的遮阳构造,在维持室内热舒适的同时创造动态光环境。这种设计智慧既满足宗教仪式对心理氛围的需求,又通过墙体的物理特性实现环境控制,强调了功能与形式的统一。

## 6 结语

通过对藏式碉楼寺庙与罗曼式教堂采光构造的系统比较,不仅揭示了两类建筑在技术策略上的明显差异,也揭示了两者在文化表达与功能适应上的共性特征,从其更深层的根源更是体现了基督教的” 线性救赎” 观念与佛教的” 轮回解脱” 观念之间空间诠释的深刻差异;罗曼式教堂通过几何精确性实现神圣秩序的物质化,藏式建筑则以环境适应性完成自然与超验的对话,这种差异本质上是” 线性时间观” 与” 轮回时间观” 的空间转译。两种构造在基础性能参数上形成技术对位,但抗震与承重体系的差异,反映出地域环境对结构设计的根本影响。采光构造成为宗教哲学的物质载体,两者传统建造的多元路径体现了不同文明的技术路径选择,也充分地体现了两者各自独特的文化取向和哲学本源。两者均是达到了地域环境与结构体系的协同、空间形式与精神诉求的对应,最终实现了结构、功能、文化、心理的有机统一。

## 参考文献

- [1] 徐宗威.西藏建筑艺术的审美特征[J].城乡建设,2020(09):77-81.
- [2] 黄磊.从“怪异罗马式”到“罗曼”、“罗马风”——一种建筑风格的汉译史[J].建筑史,2017(01),189-201.
- [3] 李蓓,刘焰火.宗教符号的”主观”功能,第一届东亚符号学国际会议;第二届东亚符号学国际会议,1992;137-138.
- [4] 迈克尔·卡米尔,钱文逸.”纽约盗走了罗曼式艺术的理念” 梅耶·夏皮罗艺术理论中的中世纪、现代与后现代,新美术2022(06),4-22.