

浅述主题乐园建筑外立面材料特点、工艺及应用

闫霞

中国京冶工程技术有限公司，上海，200000

摘要：随着时代的发展和消费者对主题乐园体验需求的变化，主题乐园更注重打造真实的主题故事环境，提升游客的游乐体验。主题外立面是主题乐园设计中重要的组成部分，给游客最直观的视觉感受。本文将从主题外立面材料的特点、设计及工艺，浅谈如何选择主题外立面材料并应用于实际项目。

关键词：主题外立面；材料特点；工艺及应用

1 引言

人们对于建筑美的感知往往是从外立面开始的，外立面是建筑个性和建筑风格的重要体现^[1]。外立面也就是建筑物的外墙，大家在日常生活中看到的建筑外立面通常是简约的，庄严的。例如：居民小区楼房外立面、学校教学楼外立面、商务办公楼外立面、图书馆外立面等等。随着时代的发展和消费者需求的变化，建筑外立面的造型、风格、色彩都越来越趋于艺术化、主题化，而最早进行艺术化主题化建设的就是主题乐园建筑。

主题乐园建筑具备鲜明的设计特征，多围绕乐园主题进行设计，如海洋主题乐园、恐龙主题乐园、冰雪主题乐园、航天主题乐园等各种主题。主题乐园建设者需要根据不同的主题，将场景设计与故事相结合^[2]，凭借专业的主题包装技术来把这些梦幻的场景落地，让故事里的世界能够真正照进现实。例如 2023 年 12 开园的上海迪士尼疯狂动物城，以迪士尼电影疯狂动物城为主题，把风化岩石风格的警察局、土坯外墙的沙漠建筑、红砖外墙的啮齿类动物房子、冰雪风格的冰川区建筑等等进行了深度

还原。

那么这些仿石、仿土、仿砖、仿木、仿冰雪的建筑外立面是如何实现的呢？本文将浅述主题外立面从材料特点到设计工艺是如何在实际项目中应用的。

2 主题外立面材料特点及应用

主题外立面需要呈现特定的创意主题要求，往往普通的材料和传统施工工艺不能实现这样的特殊要求。国外主题乐园发展相对较早，已经形成了相对成熟的主题包装材料及工艺技术，能够呈现非常出色的主题包装艺术效果。随着上海迪士尼和北京环球影城等国际大型乐园进驻中国，我们参与这些项目的工程人员也学习到很多关于主题外立面的成熟工艺并不断地发展、创新、应用。

在主题包装设计过程中，综合考虑材料、工艺、造型等各方面因素，选择合适的主题包装材料。主题乐园中运用最多的材料主要为 4 种，分别是：TCP 主题水泥抹灰、GRC 玻璃纤维增强水泥，FRP 玻璃纤维增强塑料，EPOXY 环氧树脂。

| 主题外立面材料特点及应用 | | | |
|--------------|------------|--------------------------|------------------------------|
| 序号 | 主要材料 | 特点 | 应用 |
| 1 | TCP 主题水泥抹灰 | 耐久性强、可塑性强、成本低、A 级防火、现场施工 | 假山、塑石、仿砖、仿土、粗糙的树干树皮、纹理较深的木纹等 |

| | | | |
|---|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 2 | GRC 玻璃纤维增强水泥 | 壁薄体轻、强度高、可塑性强、耐腐蚀、耐候性强、A级防火、场外加工 | 立柱、腰线、梁托、花盆、浮雕等 |
| 3 | FRP 玻璃纤维增强塑料 | 重量轻、强度高、塑性、弹性性能好、耐腐蚀、场外加工 | 景观雕塑、IP雕塑、座椅、标识标牌、主题道具、游乐设备外壳等 |
| 4 | EPOXY 环氧树脂 | 附着力强、固化条件低、厚度薄、修补性、配方灵活 | 仿木纹金属栏杆、仿木纹金属门窗框、主题修补 |

2.1 TCP 主题水泥抹灰

当前主题乐园中 TCP 主题水泥抹灰，也叫水泥直塑，使用最多最广泛。其特点有：耐久性强，可以经受住各种自然环境的考验；可塑性强，可以模拟各种自然形态及抽象表现；成本低，材料获取容易；A 级防火，水泥特性；现场施工，施工周期短。

TCP 适用于形状不规则、肌理自然的部位或主题，例如：假山、塑石、仿砖、仿土、粗糙的树干树皮，纹理较深的木纹等。

2.2 GRC 玻璃纤维增强水泥

GRC 是一种新型无机复合材料，与混凝土同等性能及寿命，是一种可再生循环利用的绿色建筑材料。其特点有：壁薄体轻，构件厚度 20mm 左右，板材最薄可做到 5mm，比混凝土轻；强度高，以耐碱玻璃纤维为增强材料、抗压抗弯强度大大超过国际标准要求；可塑性，在模具内浇筑成型，可生产出造型丰富，质感多样的产品；耐腐蚀、耐候性强，A 级防火；场外加工，质量可控，现场安装速度快，现场施工周期短。

GRC 主要运用在建筑外立面装饰以及室内空间的外墙面装饰，也可以用于建筑装饰构件和景观小品，例如：雕刻精美的立柱、腰线、梁托、门窗套、花盆、浮雕等。

2.3 FRP 玻璃纤维增强塑料

FRP 玻璃纤维增强塑料也叫玻璃钢，有很强的可塑性和弹性，是最常用的仿自然形态的材料，可以把树叶、花朵、山石、树干等自然

形态表现出来。FRP 跟 TCP、GRC 相比，重量更轻、工艺性能更好，适合细部雕刻表现。其特点有：重量轻、强度高，碳纤维、玻璃纤维的强度可达钢材的 10~20 倍，密度远低于传统金属材料，用作建筑装饰构件可极大减轻结构自重；塑性、弹性性能好，不仅可规模化生产形状规则的 FRP 制品，更可制作出几乎任意形状的板材用于构筑非线性造型；耐腐蚀性能好，FRP 可在酸、碱、盐和潮湿环境中长期使用，亦可抵抗除冰盐和空气中盐分的腐蚀；场外加工，现场安装，其材料的轻便性使其更便于拆卸和组装。

FRP 应用领域广泛，在主题乐园领域可以用于景观雕塑、IP 雕塑、座椅、标识标牌、主题道具、游乐设备外壳等。

2.4 EPOXY 环氧树脂

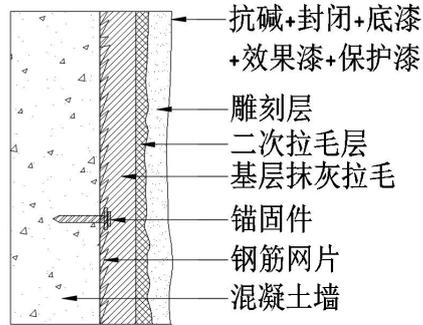
EPOXY 模型环氧树脂作为一种全新的文旅产业景观造型材料，正越来越多的被应用于国内外各大主题公园的主题包装造型中。可用于多种基材，如混凝土、木材、泡沫、金属、玻璃纤维以及其他复合材料。其特点有：附着力强，光滑金属表面亦可附着；固化条件低，室温固化，室内、室外均可；厚度薄，适合面层空间不足的位置；修补性，可打磨、可涂油漆、可调色、可着色。

EPOXY 环氧树脂结合雕刻工艺，可构筑出仿真程度高，耐久性优良的各种仿木、仿石等表面肌理，适用于室内和室外多种雕刻品、栏杆和装饰品的制作及修补。

3 主题外立面材料设计及工艺

3.1 TCP 设计节点及工艺流程

TCP 主题水泥抹灰按照其工艺表现形式又分为假山塑石（水下及临水区需增加防水层）和主题抹灰。其设计通用节点如下图：



假山塑石设计节点

主题抹灰设计节点

TCP 工艺流程：



3.1.1 基层处理

主体结构或基体墙面检查及测量，需用高压水枪冲洗整个基体表面，去除灰尘以及多余的碎屑。

3.1.2 网片安装

假山塑石网片基于主体结构、次钢龙骨，将金属网片根据基础造型组装焊接；主题抹灰则基于混凝土或水泥板基体墙面，将网片覆在混凝土墙上，使用气钉枪、不锈钢钉或镀锌钉结合金属垫圈来固定金属网片。

3.1.3 基层抹灰拉毛

①使用喷浆机喷涂底层水泥砂浆，对钢筋网片进行封装，做好假山塑石的基础造型。底层封装以钢筋网片为中心，分上下 2 层，每层厚度 25mm 至 30mm，总厚度不低于 50mm。

②底层完成后，开始第一道拉毛层，做拉毛层之前预湿混凝土基层。

③拉毛层水泥砂浆的配比要严格按照水泥厂家提供的标准，搅拌完毕留置 5 分钟。混

合好的水泥有效时间是 45 分钟，超出该时效的水泥不能用于作业^[4]。

④抹灰工用钢制水泥铲将水泥抹在基体表面，第一道抹灰厚度是 10~15 毫米，用 8mm 拉毛器沿着混凝土表面水平地拉出 4-6mm 深的凹槽。进而使得

二道抹灰能够很好的覆在拉毛层上形成紧密接合的两层水泥基层^[4]。

⑤拉毛层之后进行 24 小时湿润养护^[4]。

3.1.4 二次拉毛层

① 二道抹灰之前用水清理一下拉毛层表面。

② 将水泥均匀有效地抹在一道拉毛层上，第二道抹灰厚度是 10 毫米，同样使用拉毛器沿着混凝土表面水平地拉出凹槽，使雕刻层水泥能够很好的附着。

③ 雕刻之前先对二道抹灰面进行 1-2 天持续的喷湿处理，然后进行 5-7 天的养护^[4]。

3.1.5 雕刻层

①标记划分工作面，雕刻师根据图纸在墙上用喷漆或者记号笔等标记出我们需要雕刻的造型的位置，同时也是为了区分施工雕刻的步骤。

②雕刻之前对二道抹灰表面进行适当喷湿处理，凹陷部位不得有积水。

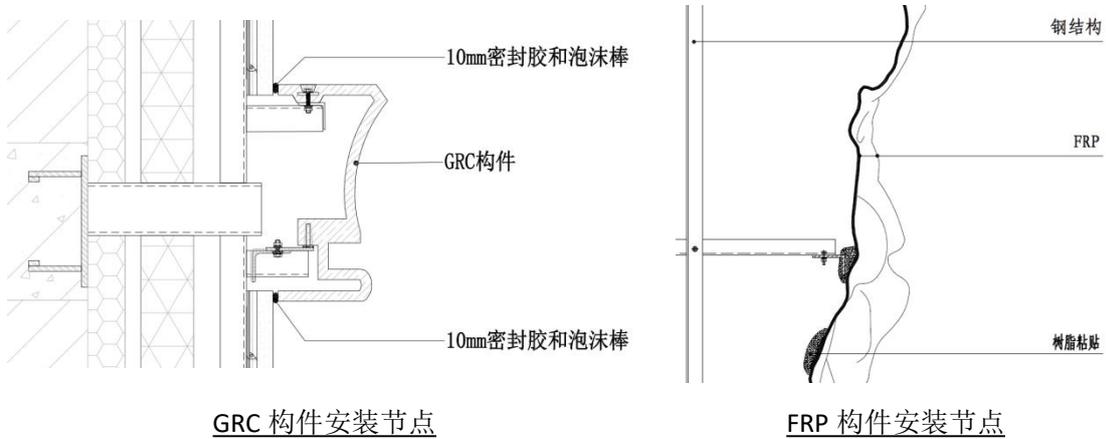
③假山的雕刻层厚度为 30~60 mm，主题抹灰的雕刻层 20mm~30mm，雕刻师会根据山体造型、表面肌理和主题抹灰墙面仿石、仿砖、仿木等效果调整。

④在雕刻层完成后，每天喷 2-3 次水进行潮湿养护，潮湿养护持续一周^[3]。

⑤上色之前进行 28 天养护。

3.2 GRC 和 FRP 的设计节点及工艺流程

GRC 和 FRP 的工艺流程基本一致，区别在于使用的材料不同，都要进行原型和模具制作。在生产过程中，GRC 采用的是增强水泥材料，FRP 采用的是增强树脂塑料的材料。下图为某主题乐园项目 GRC 墙面装饰线条安装节点及 FRP 仿假山塑石安装节点图：



GRC 和 FRP 工艺流程：



3.2.1 原型制作

通常雕塑师根据不同造型和肌理，选择不同的塑型材料，如雕塑油泥、雕刻水泥、EPS 高密度泡沫、复合板等，来塑造等比例的雕塑造型。如果是仿真植物，也可以直接拿真实的物品做原型，例如仿竹造型的栏杆，即可拿真实的柱子做原型，制作模具。

3.2.2 模具制作

①首先工艺师根据雕塑原型的造型，在原型上划分最易翻制和脱模的分模线，分模线不大于 1.5mm

②涂抹第一层硅胶，轻轻拍打表面，让内部汽泡释放出来。

③待第一层固化后，涂抹第二层硅胶，同时把纤维纱布根据雕塑造型剪成大小不同的片，涂抹的同时均匀平铺，覆盖整个雕塑。

④待第二层固化后，涂抹第三层硅胶。

⑤等硅胶干后，在表面涂 20mm 石膏或玻璃钢做为硅胶模具的外壳。

⑥石膏或玻璃钢成形后，把模具打开，清洁处理硅胶模具以进行下道工序。

3.2.3 产品生产

GRC 生产：

①涂抹脱模剂，清理模具和涂抹脱模剂到模型上。

②面层喷射，面层分两次喷射，每次厚度

为 2-3mm，总厚度为 5mm。

③背层喷射，当面层达到初凝的 65% 的时候，进行背层的喷射。背层分四次喷射，每次厚度为 3-4mm，总厚度为 15mm。

④背层喷涂完成后，使用游标卡尺和深度尺检查 GRC 的厚度，厚度低于设计厚度 2mm 以上的区域进行补喷，厚度超出设计厚度 2mm 的区域应将多余料去除，转角和连接处应相应加厚，最后用泥刀和和压实辊将构件背面压实并收光。

⑤GRC 成型后即进入养护状态。养护期间的前三小时不允许水分进入接触到背层表面，根据失水情况确定是否需要进行适当的保湿和水养护，养护至少 12 小时以上方可进行脱模。

⑥检查是否可以脱模，一般以铁物划磨构件背面，没有划痕即可。脱模时使用橡皮锤轻轻敲打模具的四周，使产品均与的脱离模具，不能强硬脱模。

FRP 生产：

①先喷涂一层树脂胶底于准备好的模具上，在常温下表面干后喷涂第二层，确保没有漏喷或不均匀。

②待胶衣表面干后，铺贴纤维，铺贴方向应错交铺设，增加结构力，铺贴同时用滚刷压实纤维布，驱赶气泡及加热固化所产生的收缩变形。

③涂抹树脂，在产品边缘、合模处等强度薄弱的位置，要涂贴三层以上的纤维布，或增加纤维丝，以保证 FRP 韧性和抗拉伸强度。

④脱模

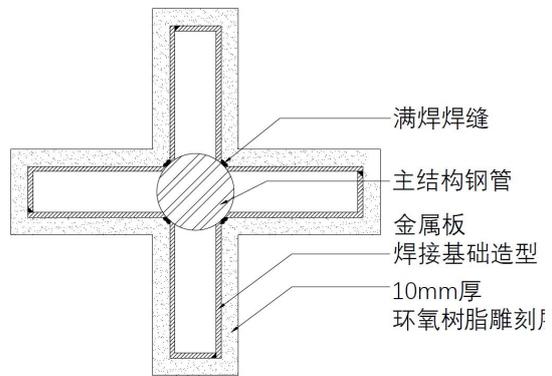
3.2.4 饰面处理及产品养护

产品脱模后，需要对产品表面进行检查、修补、打磨。FRP 表面用丙酮清洗，清除表面用凡士林或蜡，以便进行表面上色工作。GRC 应养护至少 28 天后方可进行上色工作^[5]。

3.3 EPOXY 设计节点及工艺流程

下图节点为某主题乐园项目中 EPOXY 环

氧树脂立柱的做法。此立柱位于烟花燃放区域，FRP 不符合防火要求；而立柱的尺寸小、转折多，选择 GRC 材质不易配置内部骨架；最终，设计为不锈钢做出基础造型，然后用 EPOXY 环氧树脂做表面仿木纹肌理。



EPOXY 环氧树脂设计节点

EPOXY 环氧树脂工艺流程：



①表面处理

施工前打磨基材表面，使用清洁剂清除表面灰尘、油污及能影响粘结力的其他污物，确保基材表面干净。

②覆纤维网

先施涂 3mm 厚的环氧，在环氧材料还湿润时立即嵌入纤维网，用硬毛刷使首层表面粗糙，以增加涂层之间的粘结力。

③涂覆环氧材料

每层施工厚度不超过 15mm，若要更厚，可多道施工，成品总厚度不低于 10mm。

④压膜或雕刻

环氧材料被涂覆在基材后即可进行面层纹理的雕刻工作。面层纹理亦可使用带有纹理的硅胶模压印到未固化的环氧材料上，脱模后即完成压膜工作。

用手摸触摸表面不粘手，并且用雕刻工具在表面轻刮，无可见痕迹，即可确认环氧材料干透。对成品表面轻微打磨并使用清洁剂清洁后方可上色。

4 结语

主题外立面材料的选择、设计及施工工艺，对乐园主题效果的呈现起着至关重要的作用。在实际应用中，要从创意效果、功能性、结构性角度综合考虑分析，对包装材料进行合理选

择。随着上海迪士尼和北京环球影城等国际大型乐园进驻中国，同时也带来了一些关于主题外立面的成熟工艺，并在国内不断地发展、创新、应用，进而推动国内主题乐园项目的健康快速发展。

参考文献

- [1]李凯林. 主题乐园包装场景设计研究——以广州融创主题乐园为例[D]. 青岛: 青岛理工大学建筑与城乡规划学院, 2021: 1-7.
- [2]马蒂·斯克拉. 造梦者: 迪士尼如何点亮神奇的创意[M]. 湛庐文化/ 财富汇: 中国, 2016: 1-8.
- [3]宝商在线. 福建外墙水泥构件设计 厦门市长厦发装饰工程供 [EB/OL] (2019-09-06) [2024-10-18].
- [4]张友杰. 某乐园大街主题化外立面关键施工技术[J]. 建筑施工, 2017, 39(1): 66-68.
- [5]武文龙. 浅述 GRC 建筑装饰构件特性及施工要点[J]. 河南建材, 2009, (5): 147-149.

作者简介: 闫霞 (1988 年), 女, 汉, 上海, 硕士, 中级工程师, 从事室内室外主题乐园等文旅项目的设计管理工作。