

前言：PBR 时代的纹理革命

Substance 3D Painter 作为 Adobe 旗下的次世代纹理制作工具，已成为游戏开发、影视动画、产品设计领域的行业标准。其核心优势在于将 PBR（基于物理的渲染）技术与直观的 3D 绘制流程深度融合，让艺术家既能精准还原真实材质的物理特性，又能高效实现创意表达。

本书基于 2025 年 3 月发布的 11.0 版本编写，特别新增自动资源更新、填充路径工具等最新功能解析，通过“理论 + 流程 + 案例”的三层结构，帮助读者从零基础成长为专业纹理艺术家。

第一部分：基础入门篇

第 1 章 认识 Substance 3D Painter

1.1 软件定位与核心价值

- 行业应用场景：** 游戏角色 / 场景纹理、影视资产制作、工业设计可视化三大核心领域的落地案例
- 与同类工具的差异：** 对比 Photoshop（2D 图像创作）、Marmoset Toolbag（侧重渲染）的核心优势
- 版本演进与 11.0 新特性：** 重点解析自动资源更新、填充路径工具、烘焙自动笼体等关键升级

1.2 软件安装与环境配置

1.2.1 下载与安装指南

- 官方渠道获取：** Creative Cloud 平台下载流程（含试用版激活）
- 系统兼容性要求：** Windows 10 22H2 以上版本支持，Mac 仅兼容 Apple 芯片（11.0 版本移除 Intel 支持）
- 常见安装问题排查：** “无法安装”错误解决方案、多设备授权管理（最多 2 台设备同时安装）

1.2.2 性能优化设置

- 硬件加速配置：显卡驱动更新、显存占用监控技巧
- 项目缓存管理：临时文件清理与存储路径设置
- 多实例运行：同时启动多个版本的实现方法与适用场景

1.3 必备理论基础

1.3.1 PBR 核心原理

- 物理渲染的本质：光与材质的相互作用模拟
- 两大主流工作流：金属 / 粗糙度（游戏首选） vs 镜面 / 光泽度（影视常用）
- 关键物理参数：反射率、菲涅尔效应、能量守恒在纹理中的体现

1.3.2 纹理贴图体系

贴图类型	核心作用	通道特点
基础颜色贴图	定义材质固有色	无光照影响的纯色彩信息
法线贴图	模拟表面凹凸细节	红绿蓝通道对应空间法线方向
金属度贴图	区分金属 / 非金属区域	0（非金属）-1（纯金属）灰度值
粗糙度贴图	控制表面光滑度	高值（粗糙）- 低值（光滑）反转特性
环境光遮蔽贴图	模拟缝隙阴影	烘焙生成的灰度遮罩

第 2 章 界面与基础操作

2.1 界面布局详解

2.1.1 核心功能区

- 菜单栏：文件管理、编辑工具、视图控制三大模块

- 工具栏：画笔工具、选择工具、路径工具（含 11.0 新增填充路径）
- 视图区：3D 模型预览、UV 编辑、贴图通道视图切换（快捷键 C 切换通道，M 返回渲染视图）

2.1.2 面板系统

- 资产窗口：材质库、笔刷库、智能遮罩的管理与自动更新配置
- 图层面板：填充层、标准层、文件夹的层级管理
- 纹理集设置：通道配置、Shader 选择、烘焙参数调整
- 日志窗口：资源更新错误、烘焙问题的排查依据

2.2 项目创建与模型导入

2.2.1 新建项目流程

1. 路径：File → New 打开项目设置窗口
2. 关键参数配置：
 - 法线标准：DirectX（游戏引擎）vs OpenGL（影视渲染）
 - 分辨率设置：2K/4K 主流规格，支持中途无损调整
 - 切线空间计算：per fragment 模式的优势解析

2.2.2 模型预处理要求

- UV 展开标准：无重叠、拉伸控制在 5% 以内
- 高低模准备：布线密度差异与烘焙距离设置
- 纹理集划分：按材质类型拆分（如金属部件、布料区域）

2.3 基础工具使用

2.3.1 选择与导航

- 模型选择：Shift+Alt + 右键快速选中纹理集
- 视图控制：旋转（Alt + 左键）、平移（Alt + 中键）、缩放（滚轮）
- 显示模式：实体模式、线框模式、贴图通道预览切换

2.3.2 11.0 新增填充路径工具

- 功能定位：3D 表面复杂图案创建

- 核心特性：自动适应曲面、跨模型边界绘制、支持对称模式
 - 操作流程：路径创建→闭合填充→颜色通道配置
-

第二部分：核心流程篇

第 3 章 烘焙基础与实操

3.1 烘焙的核心价值

- 高低模细节转换：将高模细节转移到低模的关键技术
- 智能材质驱动：AO、曲率等烘焙贴图作为材质提供自动响应基础
- 行业效率标准：次世代资产制作的必备环节

3.2 烘焙前准备

- 低模要求：完整 UV、清晰硬边、合理布线
- 高模要求：细节完整、与低模拓扑匹配
- cages 设置：11.0 版本自动笼体生成功能使用技巧

3.3 完整烘焙流程

1. 打开烘焙窗口：Texture Set Settings → Bake Mesh Maps
2. 必选贴图类型：
 - 法线贴图：表面细节还原核心
 - AO 贴图：缝隙阴影计算
 - 曲率贴图：边缘 / 平面区域区分
1. 高级参数调整：
 - 烘焙精度：2x-4x 超采样设置
 - 边缘衰减：AO 阴影过渡控制
1. 批量烘焙："Bake all texture set" 高效处理多纹理集模型
2. 结果校验：常见问题（接缝、错误边缘）排查方法

第 4 章 材质制作核心流程

4.1 行业高效工作流：70/30 法则

- 70% 基础效果：通过填充层 (Fill Layer) 实现
- 30% 细节提升：通过标准层 (Standard Layer) 手绘
- 优势：兼顾效率与细节，便于修改迭代

4.2 填充层应用体系

4.2.1 基础层构建

1. 创建 Base Fill Layer：配置基础颜色、金属度、粗糙度
2. 通道管理：按材质属性分配通道（如粗糙度通道单独控制）
3. 全局调整：层混合模式（叠加、正片叠底）的合理使用

4.2.2 遮罩驱动技术

- 基础遮罩创建：黑色遮罩 + 效果栈的组合方式
- 智能遮罩应用：基于曲率、AO 的自动区域控制
- 11.0 资源更新：遮罩资源自动重载与参数匹配设置

4.3 手绘细节强化

4.3.1 标准层绘制工具

- 笔刷系统：Alpha 形状（笔刷轮廓）+ Brush 参数（大小、透明度）
- 关键设置：
 - Jitter：随机效果模拟自然纹理
 - Follow Path：笔刷随绘制方向旋转
 - Alignment：笔刷与模型表面贴合方式
- 材质通道控制：单独编辑金属度 / 粗糙度通道的技巧

4.3.2 细节表现技巧

- 磨损效果：边缘高光 + 粗糙度过渡
- 污渍效果：基于 AO 的渐变遮罩绘制

- 划痕效果：Alpha 笔刷的间距控制

第 5 章 渲染与导出

5.1 Iray 实时渲染

- 渲染窗口开启：视图区右上角渲染按钮
- 环境设置：HDRI 光照选择与强度调整
- 材质预览：实时调整 vs 最终渲染的参数匹配

5.2 多平台导出配置

5.2.1 导出流程

1. 打开导出窗口：File → Export Textures
2. 预设选择：
 - 游戏引擎：Unity/Unreal Engine 专用预设
 - 渲染器：Arnold/V-Ray 适配格式
1. 格式设置：PNG（无损）、TIF（多通道）的适用场景

5.2.2 导出后校验

- 尺寸检查：贴图分辨率与引擎要求匹配
- 通道验证：金属度 / 粗糙度通道数值范围 (0-1)
- 兼容性测试：在目标软件中导入预览

第三部分：实战案例篇

第 6 章 基础材质实战

6.1 金属材质制作：复古黄铜器件

制作流程

1. 基础层：深黄色 Base Color + 高金属度 (0.9) + 中等粗糙度 (0.3)
2. 氧化效果：添加棕色 Fill Layer，用 Curvature 遮罩控制边缘氧化
3. 磨损细节：
 - 高光区域：低粗糙度 (0.1) 标准层手绘边缘
 - 划痕效果：线性 Alpha 笔刷绘制随机划痕
1. 最终调整：AO 贴图叠加增强缝隙阴影

关键技巧

- 金属反射控制：粗糙度梯度变化模拟抛光 / 氧化区域
- 颜色衰减：边缘氧化色向中心的自然过渡

6.2 布料材质制作：棉质帆布

制作流程

1. 基础层：米白色 Base Color + 非金属 (0) + 中等粗糙度 (0.5)
2. 纹理添加：
 - 布料纹理：导入布料 Alpha 创建 Fill Layer
 - 色差变化：低透明度颜色层随机叠加
1. 细节强化：
 - 缝线效果：使用路径工具绘制缝线
 - 磨损边缘：降低边缘粗糙度模拟摩擦效果

关键技巧

- 纹理缩放：保持布料纹理与模型比例匹配
- 粗糙度变化：避免均匀分布，模拟自然使用痕迹

第 7 章 复杂材质实战：科幻武器全流程

7.1 资产分析与规划

- 部件拆分：金属枪身、塑料握把、玻璃瞄准镜
- 材质设定：
 - 枪身：拉丝金属 + 烤蓝处理

- 握把：橡胶防滑纹理
- 瞄准镜：透明玻璃 + 金属边框

7.2 制作步骤详解

阶段 1：模型与烘焙（1 天）

- 高低模制作：高模添加拉丝纹理、螺丝细节
- 烘焙贴图：法线、AO、曲率贴图生成与校验

阶段 2：基础材质构建（2 天）

- 多纹理集管理：按部件创建独立纹理集
- 智能材质复用：创建金属 / 橡胶材质库
- 层实例化：跨纹理集同步材质修改

阶段 3：细节强化（2 天）

- 磨损系统：
 - 握持区：高粗糙度橡胶磨损
 - 摩擦区：金属划痕与掉色
- 环境交互：
 - 油渍效果：透明层叠加模拟
 - 灰尘积累：基于 AO 的灰度叠加

阶段 4：渲染与导出（0.5 天）

- Iray 渲染：设置武器展示光照环境
- 多平台导出：Unreal Engine 与 Blender 双格式输出

7.3 行业级优化技巧

- 层管理：按材质类型分组，添加清晰命名
- 资源复用：将成品材质保存为 Smart Material
- 迭代效率：利用 11.0 自动资源更新功能实时调整

第 8 章 生物材质实战：恐龙皮肤

8.1 皮肤材质核心要素

- 基底纹理：鳞片排列规律与大小变化
- 颜色系统：基础肤色 + 花纹图案 + 环境色影响
- 细节层次：鳞片边缘磨损、皮肤褶皱、分泌物效果

8.2 制作关键流程

1. 基础纹理：使用 Substance Source 鳞片纹理创建 Fill Layer
 2. 颜色变化：
 - 基底色：土黄色渐变
 - 花纹：使用 Stencil 模板添加斑纹
 1. 细节强化：
 - 鳞片边缘：Curvature 遮罩添加高光
 - 褶皱阴影：AO 贴图叠加增强
 1. 特殊效果：湿润区域低粗糙度处理
-

第四部分：进阶技巧篇

第 9 章 遮罩与滤镜高级应用

9.1 程序化遮罩创建

- 效果栈组合：Noise → Levels → Blur 的细节控制
- 节点式编辑：复杂遮罩的逻辑运算（与 / 或 / 非）
- 自定义智能遮罩：保存常用遮罩为资源库

9.2 11.0 新增滤镜效果

- 风格化纹理工具：卡通化、手绘效果滤镜
- 参数化调整：实时预览与数值精确控制
- 非破坏性工作流：滤镜层的启用 / 禁用管理

第 10 章 脚本与自动化 workflow

10.1 Python API 基础

- 脚本窗口：内置编辑器使用方法
- 常用命令：资源更新、层操作、导出自动化
- 11.0 新增接口：自动资源更新函数调用

10.2 批量处理脚本实例

- 多模型烘焙脚本：自动遍历文件夹模型
- 材质替换工具：批量更新项目材质资源
- 导出配置脚本：按引擎预设快速导出

第 11 章 行业协作与流程对接

11.1 游戏引擎 workflow

Unreal Engine 对接

- 贴图导入：自动识别材质通道
- 材质实例：基于 Substance 贴图创建材质实例
- 实时调整：Substance Live Link 动态更新

Unity 对接

- 标准材质：匹配 Metallic/Roughness workflow
- 性能优化：贴图压缩与分辨率调整
- 光照交互：预计算光照贴图适配

11.2 影视渲染 workflow

- 多通道导出：支持 Arnold 多通道渲染
 - 材质转换：Substance 材质到 V-Ray 材质的参数匹配
 - 渲染优化：贴图分辨率与渲染精度平衡
-

第五部分：问题解决与资源篇

第 12 章 常见问题排查

12.1 烘焙问题

问题现象	原因分析	解决方案
法线贴图接缝	UV 边界法线不连续	启用 "Compute tangent space per fragment"
AO 贴图黑块	高低模穿插	调整 cage 距离或修复模型
烘焙速度慢	模型面数过多	简化高模或降低烘焙精度

12.2 材质问题

- 金属反射异常：检查金属度通道数值范围
- 粗糙度不均匀：避免使用过度模糊的遮罩
- 纹理拉伸：优化 UV 或调整纹理平铺参数

12.3 性能问题

- 软件卡顿：清理缓存或降低视图分辨率
- 导出失败：检查路径是否包含中文或特殊字符
- 资源加载错误：使用 11.0 手动更新功能刷新资源

第 13 章 资源获取与社区

13.1 官方资源平台

- Substance 3D Assets：官方材质 / 笔刷 / 预设库
- Adobe Stock：高质量商用纹理资源
- 版本更新日志：获取最新功能资讯

13.2 社区资源与学习渠道

- 技术论坛：Adobe Substance 社区问题解答
- 教程平台：Gumroad、ArtStation 的专业课程
- 作品交流：Behance 上的行业优秀案例

附录

附录 A：快捷键大全

- 视图控制、层操作、工具切换的完整快捷键表

附录 B：11.0 版本新功能速查表

- 自动资源更新、填充路径工具的操作步骤

附录 C：各行业材质参数参考

- 游戏 / 影视 / 产品设计的常用材质参数预设

（注：文档部分内容可能由 AI 生成）