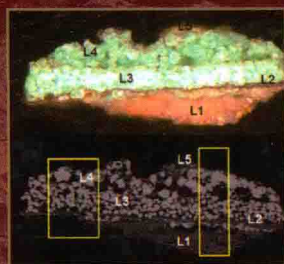
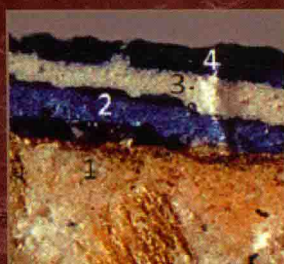


ANALYSIS AND IDENTIFICATION  
OF ANCIENT CHINESE POLYCHROMY

# 中国古代彩绘的 分析识别

和 玲 著



科学出版社

本书得到

国家重点基础研究发展计划（“973”计划）

“有机/无机保护材料的设计与功能实现”（2012CB720904）经费支持

# 中国古代彩绘的分析识别

和 玲 著

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

现代分析化学的飞速发展对认识珍贵文化遗产提供了强有力的技术支持。本书以现代分析检测技术用于古代彩绘的分析为主线,充分体现了无损、原位或微损分析技术的优势,将其综合应用于不同古代彩绘的检测分析。本书共三篇,包括彩绘颜料与彩绘层结构的无损与原位分析,常见彩绘黏合剂的特性及分析识别方法,以及所建立的分析彩绘颜料、黏合剂、彩绘层结构等方法在典型古代泥塑彩绘、石窟彩绘、建筑彩绘的应用研究。本书建立的分析方法为深入理解早期彩绘的原材料、制作技术与工艺等提供了极大的便利,化学计量学为彩绘颜料真伪识别提供了基础。同时,研究古代彩绘的分析识别方法也为分析化学的拓展和应用提供了机遇。

本书可供从事现代分析技术的科研人员阅读和参考,也可供从事文化遗产保护领域的科研人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

中国古代彩绘的分析识别/和玲著. —北京: 科学出版社, 2017.4  
ISBN 978-7-03-052552-9

I. ①中… II. ①和… III. ①彩绘—瓷器(考古)—研究—中国  
IV. ①K876.34

---

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 080866 号

---

责任编辑: 朱 丽 杨新政 / 责任校对: 杨 然  
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017 年 4 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 4 月第一次印刷 印张: 21 3/4

字数: 420 000

定价: 138.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

分析化学在文化遗产保护与考古研究领域表现出越来越明显的优势。利用现代分析技术识别文化遗产材料组成与制作工艺,为识别珍贵文化遗产提供了强有力的技术支持,特别是对结构复杂的古代彩绘类文化遗产。

中国古代彩绘因明显的地域特征而为世人瞩目,受地域和文化的影响,不同彩绘在材料和制作工艺上有很大差别,但都是依靠黏合剂干化成膜将颜料黏附于基体上形成色彩斑斓的彩绘。由于古代彩绘的珍贵性与不可再生性,要求探索无损或原位的分析方法,以提高检测信息的辨识度。

本书以现代分析检测技术和古代彩绘分析为主线,充分体现了现代技术在古代彩绘识别中的重要性,一方面体现了新型分析技术的研究进展,另一方面体现了这些技术综合应用于古代不同彩绘的识别。全书共三篇 13 章,包括彩绘颜料与彩绘层结构分析、彩绘黏合剂及其分析识别、典型古代彩绘颜料与结构分析。

第一篇“彩绘颜料与彩绘层结构分析”由 5 章组成,分别介绍了中国古代彩绘制作工艺与原材料、彩绘颜料无损与原位分析、彩绘有机染料及分析方法、光谱法分析彩绘层结构、化学计量学与彩绘颜料真伪识别。

第二篇“彩绘黏合剂及其分析识别”由 5 章组成,分别介绍了彩绘黏合剂及分析方法、大漆黏合剂的分析识别、干性油黏合剂的分析识别、动物胶黏合剂的分析识别、桃胶黏合剂的分析识别。

第三篇“典型古代彩绘颜料与结构分析”由 3 章组成,分别介绍了泥塑彩绘颜料与黏合剂分析、石窟寺彩绘颜料与黏合剂的分析、木构建彩绘颜料和黏合剂分析。

本书建立的准确、易行、可实现微量样品分析方法,为实际彩绘样品的分析、深入理解早期彩绘的制作技术与工艺、原材料来源、艺术历史、文化交流、艺术品的真伪判断等提供了极大的便利。同时,为公安系统、司法部门、海关机构等提供技术支持,也为分析化学方法的拓展提供基础研究。

本书的顺利出版,得到国家重点基础研究发展计划(“973”计划)“脆弱性硅酸盐质文化遗产保护关键科学与技术基础研究”第四课题“有机/无机保护材料的设计与功能实现”(2012CB720904)的有力支持。该“973”计划在首席科学家罗宏杰教授的带领下,聚焦“埋藏—发掘—保护—保存”全过程的共性科学与技术

基础问题，开展多学科交叉集成研究。这是国家第一个关于文化遗产保护基础研究的“973”项目。

本书惠之博士研究生王娜、Shahid Sultande 的部分实验数据，也受益于合作伙伴 Stefan Simon, Rocco Mazzeo, Giuseppe Chiavari, Daniele Fabbri 等教授多年合作研究的帮助，借此片纸，聊表谢忱。

限于编者水平，书中难免有不足或疏漏之处，敬请专家、学者、读者批评指正。

和 玲

2016 年 9 月于西安

# 目 录

## 前言

## 第一篇 彩绘颜料与彩绘层结构分析

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第 1 章 中国古代彩绘制作工艺与原材料 | 3  |
| 1.1 引言               | 3  |
| 1.2 中国古代彩绘制作工艺       | 3  |
| 1.2.1 彩绘层结构          | 3  |
| 1.2.2 彩绘制作方法         | 4  |
| 1.3 彩绘制作原材料及其性能      | 17 |
| 1.3.1 画面原材料组成        | 17 |
| 1.3.2 画料的稳定性         | 17 |
| 1.3.3 画料的流动性         | 18 |
| 1.3.4 画料的表面现象及润湿     | 18 |
| 1.3.5 画料的附着力         | 19 |
| 1.3.6 画料固化成膜         | 20 |
| 1.4 彩绘画面性能           | 21 |
| 1.4.1 彩绘画面光泽         | 21 |
| 1.4.2 彩绘画面反射与散射      | 22 |
| 1.4.3 彩绘画面颜色         | 24 |
| 1.4.4 画面的透气性和柔韧性     | 25 |
| 参考文献                 | 26 |
| 第 2 章 彩绘颜料无损与原位分析方法  | 27 |
| 2.1 引言               | 27 |
| 2.2 常见彩绘颜料           | 28 |
| 2.3 颜料形貌、元素与分子结构分析   | 29 |
| 2.3.1 颜料微观形貌观测       | 29 |
| 2.3.2 颜料元素分析         | 31 |
| 2.3.3 颜料分子结构分析       | 32 |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 2.4 颜料与彩绘层无损检测分析         | 34        |
| 2.4.1 衰减全反射傅里叶红外光谱       | 34        |
| 2.4.2 拉曼光谱               | 35        |
| 2.4.3 X 射线荧光光谱           | 37        |
| 2.5 颜料与彩绘层原位检测分析         | 38        |
| 2.5.1 红外显微成像与红外面反射光谱结合分析 | 38        |
| 2.5.2 微观和宏观 X 射线荧光分析     | 42        |
| 2.5.3 同步加速辐射 X 射线吸收光谱法   | 45        |
| 2.6 便携式非侵入测定方法——移动实验室    | 47        |
| 2.7 无损光子 3D 成像分析         | 49        |
| 参考文献                     | 51        |
| <b>第 3 章 彩绘有机染料及分析方法</b> | <b>53</b> |
| 3.1 引言                   | 53        |
| 3.2 常见天然有机染料             | 53        |
| 3.2.1 染料分类               | 53        |
| 3.2.2 靛蓝染料               | 57        |
| 3.2.3 茜草染料               | 57        |
| 3.2.4 红花染料               | 57        |
| 3.3 表面增强拉曼光谱分析有机染料       | 60        |
| 3.4 Py-GC/MS 分析有机染料      | 63        |
| 3.4.1 茜草类染料与茜草红          | 64        |
| 3.4.2 胭脂虫红与胭脂红酸分析        | 67        |
| 3.4.3 靛蓝分析               | 68        |
| 参考文献                     | 70        |
| <b>第 4 章 光谱法分析彩绘层结构</b>  | <b>71</b> |
| 4.1 引言                   | 71        |
| 4.2 彩绘样品及其剖面制作           | 72        |
| 4.2.1 彩绘样品背景介绍           | 72        |
| 4.2.2 彩绘样品及制作            | 74        |
| 4.2.3 分析方法               | 75        |
| 4.3 颜料与彩绘层结构分析           | 77        |
| 4.3.1 绿色彩绘结构             | 77        |
| 4.3.2 红色彩绘结构             | 82        |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 4.3.3 蓝色彩绘结构 .....                | 86        |
| 4.3.4 黑色彩绘结构 .....                | 88        |
| 4.3.5 白色彩绘结构 .....                | 89        |
| 参考文献 .....                        | 91        |
| <b>第 5 章 化学计量学与彩绘颜料真伪识别 .....</b> | <b>92</b> |
| 5.1 引言 .....                      | 92        |
| 5.2 样品来源与分析检测 .....               | 93        |
| 5.2.1 样品描述 .....                  | 93        |
| 5.2.2 样品制备 .....                  | 96        |
| 5.3 彩绘样品元素组成分析 .....              | 96        |
| 5.4 颜料化学组成分析 .....                | 99        |
| 5.4.1 白色样品 .....                  | 99        |
| 5.4.2 蓝色样品 .....                  | 99        |
| 5.4.3 绿色样品 .....                  | 102       |
| 5.4.4 红色样品 .....                  | 103       |
| 5.4.5 黑色样品 .....                  | 103       |
| 5.4.6 浅黄色样品 .....                 | 106       |
| 5.5 PCA 分析识别彩绘真伪 .....            | 107       |
| 5.6 HCA 分析识别彩绘真伪 .....            | 110       |
| 参考文献 .....                        | 111       |

## 第二篇 彩绘黏合剂及其分析识别

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>第 6 章 彩绘黏合剂及其分析方法 .....</b> | <b>115</b> |
| 6.1 引言 .....                   | 115        |
| 6.2 干性油类黏合剂 .....              | 116        |
| 6.2.1 干性油的组成 .....             | 116        |
| 6.2.2 亚麻油 .....                | 118        |
| 6.2.3 桐油 .....                 | 119        |
| 6.2.4 其他油类 .....               | 119        |
| 6.3 蛋白质类黏合剂 .....              | 120        |
| 6.3.1 动物胶和明胶 .....             | 121        |
| 6.3.2 鱼胶 .....                 | 122        |
| 6.3.3 酪蛋白 .....                | 122        |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 6.3.4 | 蛋白与蛋白胶画法          | 123 |
| 6.3.5 | 蛋黄                | 124 |
| 6.4   | 碳水化合物类黏合剂         | 125 |
| 6.4.1 | 碳水化合物与糖           | 125 |
| 6.4.2 | 多糖胶材料             | 127 |
| 6.4.3 | 植物黏质材料            | 130 |
| 6.4.4 | 纤维素衍生物            | 133 |
| 6.5   | 天然树脂类             | 134 |
| 6.5.1 | 单萜烯与倍半萜烯          | 135 |
| 6.5.2 | 二萜烯               | 136 |
| 6.5.3 | 三萜烯               | 136 |
| 6.5.4 | 大漆                | 137 |
| 6.6   | 蜡类化合物             | 139 |
| 6.6.1 | 矿物蜡               | 140 |
| 6.6.2 | 植物蜡               | 140 |
| 6.6.3 | 动物蜡               | 140 |
| 6.6.4 | 类固醇               | 141 |
| 6.7   | 气相色谱/质谱法分析黏合剂     | 142 |
| 6.7.1 | GC/MS 分析流程图       | 143 |
| 6.7.2 | GC/MS 技术          | 143 |
| 6.7.3 | 参考标准和数据库          | 149 |
| 6.8   | 便携式非侵入方法分析黏合剂     | 150 |
| 6.8.1 | 便携式中红外检测黏合剂       | 150 |
| 6.8.2 | 化学计量学在黏合剂检测中的应用   | 153 |
|       | 参考文献              | 155 |
| 第7章   | 大漆黏合剂的分析识别        | 156 |
| 7.1   | 引言                | 156 |
| 7.2   | 大漆的主要成分与成膜机理      | 157 |
| 7.2.1 | 大漆的主要成分           | 157 |
| 7.2.2 | 漆酚成膜机理            | 160 |
| 7.3   | 大漆黏合剂分析进展         | 162 |
| 7.4   | 中国大漆的 Py-GC/MS 分析 | 167 |
| 7.4.1 | 制作参比样品            | 167 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 7.4.2 分析条件选择             | 167 |
| 7.4.3 大漆特征裂解产物及其生成机理     | 169 |
| 7.5 无机颜料对大漆检测的影响         | 175 |
| 7.6 大漆彩绘样品分析             | 178 |
| 7.7 三种产地大漆的比较            | 180 |
| 7.8 大漆的光降解               | 182 |
| 7.9 大漆的 FTIR 分析          | 185 |
| 7.9.1 大漆老化前后的 FTIR 分析对比  | 185 |
| 7.9.2 颜料对大漆老化影响的 FTIR 分析 | 186 |
| 参考文献                     | 189 |
| 第 8 章 干性油黏合剂的分析识别        | 190 |
| 8.1 引言                   | 190 |
| 8.2 干性油类黏合剂的主要组成         | 191 |
| 8.3 干性油黏合剂分析进展           | 193 |
| 8.3.1 色谱法分析干性油黏合剂        | 193 |
| 8.3.2 光谱法分析干性油黏合剂        | 199 |
| 8.4 干性油黏合剂的 Py-GC/MS 分析  | 202 |
| 8.4.1 模拟样品制备             | 203 |
| 8.4.2 标准脂肪酸的 TMAH 在线甲基化  | 204 |
| 8.4.3 不同老化方式下干性油的特征裂解产物  | 204 |
| 8.5 无机颜料对干性油分析识别的影响      | 212 |
| 8.6 油饰彩绘样品分析             | 218 |
| 8.6.1 东方桐油彩绘样品分析         | 218 |
| 8.6.2 西方干性油彩绘样品分析        | 220 |
| 8.7 桐油的 FTIR 分析          | 222 |
| 8.7.1 桐油老化过程 FTIR 跟踪分析   | 222 |
| 8.7.2 颜料对桐油老化影响的 FTIR 分析 | 225 |
| 参考文献                     | 227 |
| 第 9 章 动物胶黏合剂的分析识别        | 228 |
| 9.1 引言                   | 228 |
| 9.2 动物胶黏合剂简介             | 229 |
| 9.3 蛋白质黏合剂分析方法           | 231 |
| 9.3.1 色谱法分析蛋白质黏合剂        | 231 |

|        |                            |     |
|--------|----------------------------|-----|
| 9.3.2  | 光谱法分析蛋白质黏合剂 .....          | 234 |
| 9.3.3  | 其他方法分析蛋白质黏合剂 .....         | 236 |
| 9.4    | 动物胶黏合剂的 GC/MS 分析 .....     | 239 |
| 9.4.1  | 氨基酸样品制备 .....              | 239 |
| 9.4.2  | 参比样品制备 .....               | 239 |
| 9.4.3  | 氨基酸衍生化反应 .....             | 240 |
| 9.4.4  | 氨基酸内标法定量曲线绘制 .....         | 245 |
| 9.4.5  | 动物胶的 GC/MS 分析 .....        | 247 |
| 9.5    | 无机颜料对氨基酸检测的影响 .....        | 249 |
| 9.6    | 动物胶彩绘样品分析 .....            | 252 |
|        | 参考文献 .....                 | 255 |
| 第 10 章 | 桃胶黏合剂的分析识别 .....           | 256 |
| 10.1   | 引言 .....                   | 256 |
| 10.2   | 桃胶黏合剂组成 .....              | 256 |
| 10.3   | 模拟样品制备 .....               | 258 |
| 10.4   | RP-HPLC 分析桃胶黏合剂 .....      | 259 |
| 10.4.1 | 柱前衍生 .....                 | 259 |
| 10.4.2 | 桃胶中常见单糖的分离 .....           | 260 |
| 10.4.3 | 桃胶彩绘模拟样品的检测分析 .....        | 260 |
| 10.5   | 桃胶的 Py-GC/MS 分析 .....      | 263 |
| 10.5.1 | 桃胶的主要 Py-GC/MS 碎片识别 .....  | 263 |
| 10.5.2 | 颜料对桃胶 Py-GC/MS 分析的影响 ..... | 265 |

### 第三篇 典型古代彩绘颜料与结构分析

|        |                    |     |
|--------|--------------------|-----|
| 第 11 章 | 泥塑彩绘颜料与黏合剂分析 ..... | 275 |
| 11.1   | 引言 .....           | 275 |
| 11.2   | 泥塑彩绘样品介绍 .....     | 276 |
| 11.3   | 贴金工艺剖析 .....       | 280 |
| 11.3.1 | 桐油金脚 .....         | 280 |
| 11.3.2 | 大漆金脚 .....         | 285 |
| 11.3.3 | 动物胶金脚 .....        | 288 |
| 11.3.4 | 贴铜样品分析 .....       | 290 |
| 11.4   | 彩绘制作工艺剖析 .....     | 293 |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 11.4.1 绿色样品分析               | 294        |
| 11.4.2 红色样品分析               | 294        |
| 11.4.3 黄色样品分析               | 298        |
| 11.4.4 黑色样品分析               | 301        |
| 参考文献                        | 302        |
| <b>第 12 章 石窟寺彩绘颜料与黏合剂分析</b> | <b>303</b> |
| 12.1 引言                     | 303        |
| 12.2 钟山石窟彩绘和黏合剂分析           | 303        |
| 12.2.1 样品介绍                 | 303        |
| 12.2.2 绿色彩绘                 | 308        |
| 12.2.3 红色系列彩绘               | 312        |
| 12.2.4 蓝色颜料                 | 316        |
| 12.3 彬县大佛寺石窟彩绘分析            | 317        |
| 12.3.1 彬县大佛寺简介              | 317        |
| 12.3.2 大佛寺彩绘颜料              | 320        |
| 参考文献                        | 323        |
| <b>第 13 章 木构建彩绘颜料和黏合剂分析</b> | <b>324</b> |
| 13.1 引言                     | 324        |
| 13.2 样品介绍                   | 324        |
| 13.3 地仗层                    | 325        |
| 13.4 彩绘层颜料                  | 328        |
| 13.5 彩绘层中的黏合剂               | 332        |
| 参考文献                        | 334        |

# 第一篇 彩绘颜料与彩绘层结构分析



# 第1章 中国古代彩绘制作工艺与原材料

## 1.1 引言

彩绘 (polychromy) 是绘在不同基体上的色彩斑斓画面, 过去称为丹青。彩绘的初期形态是原始人采用木炭或者有机色彩在石头上面绘制的。大约在十四五世纪, 随着宗教事业的发展, 各种代表宗教含义的图案被生动地绘制于建筑物和墙面上。之后, 又被广泛地绘制于各种基体上, 也赋予彩绘多种不同的风格和明显的地域特征。彩绘的主要形式包括建筑彩绘、石窟彩绘、墓道彩绘、陶质彩绘等, 大多分布在宫殿、住宅、庙宇、祠堂、石窟寺及墓道内。彩绘的题材也非常广泛, 从山川风物、神话传说、人物肖像、历史故事, 到宗教经义和社会生活的各个方面。这些彩绘是研究古代历史的珍贵资料, 也是研究绘画史的实物例证。

古代彩绘受地域和文化的影 响, 形式各异, 风格独特。不管是哪种形式的彩绘, 都是由颜料 (pigment) 与黏合剂 (binding medium) 构成画面<sup>[1]</sup>。颜料多是一些无机矿物质 (如朱砂、赭石、铅丹、石绿、石青、青金石等) 和天然有机染料 (如靛蓝、茜草、紫草、红花、黄栀子、紫苏等), 黏合剂通常是能够成膜的天然高分子化合物 (如干性油类、动物胶类、蛋白质类、蜡类、天然树脂类等)。黏合剂在彩绘的稳定保存中起着至关重要的作用, 它不仅是颜料颗粒间相互结合的介质, 还是彩绘层附于基体表面的载体。黏合剂与颜料可能是一种材料单独使用, 也可能是两种或多种材料混合使用。将黏合剂与颜料的混合物绘在土墙、木质、砖材、泥胎、岩石、陶质等支撑体上, 或亚麻帆布、金属、玻璃等表面上, 就形成了色彩斑斓的彩绘。有时候也会在彩绘的表面涂上保护涂层, 形成饱和色彩, 同时也起到防止环境影响的作用。

## 1.2 中国古代彩绘制作工艺

### 1.2.1 彩绘层结构

由于彩绘通常是绘在土墙、木质、砖材、泥胎、岩石、陶质等支撑体上, 彩绘的支撑体壁面需要特殊处理。壁面常由黄泥、石灰、白垩土、麦秆、草、麻、

棉、纸等加工而成。然后在壁面上由颜料和黏合剂的混合物施彩后构成画面。彩绘层的厚度大约为  $50\text{ }\mu\text{m}$ ，是古代彩绘的精华部分。

通常将彩绘的结构分为三个部分：画面支撑结构（墙体、木材、砖、泥胎）、地仗层（又称灰泥层或泥层）、颜料层。通过大量资料考证，彩绘结构通常可分为 5 层，如图 1-1 所示。

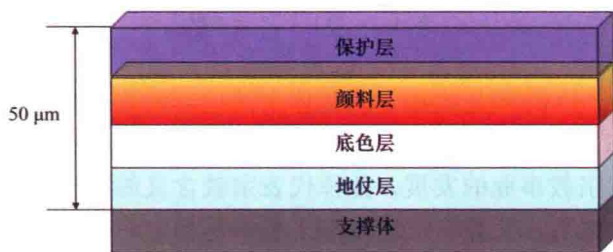


图 1-1 彩绘层结构示意图

1) 画面的支撑体（或称为衬底层、基体），中国古代所用的彩绘载体主要是土、木、石、砖、泥等墙体。因此，画面的支撑体集中表现在这几种材料上。

2) 画面的地仗层或打底层，这一层的材料因绘画方法的差异有明显不同。主要是泥土或黄土的灰泥、石灰泥、石膏灰泥等几种。而且地仗层的薄厚和质地也各不相同，也因绘画的地区及时代的不同而有差异。彩绘的损坏与地仗层关系密切，因此在保护之前，应对地仗层有深入的了解。

3) 底色层，是为了获得所需画面效果而调整的底色。

4) 颜料层，是彩绘的精华部分，厚度大约为  $20\sim 25\text{ }\mu\text{m}$ 。是由无机颜料和有机黏合剂组成，以适当比例调配，就可得到所需的画料。颜料层的厚度不等，依画家风格而定。

5) 保护层，主要是一层天然高分子化合物，除了起到保护画面的作用外，还赋予画面光泽效果。但不是所有的彩绘都有保护层。

### 1.2.2 彩绘制作方法

我国古代彩绘的制作方法大体可分为 5 个步骤：地仗处理、起稿、落稿、成色、沥粉贴金等。

地仗层由黄泥、石灰、白垩土、麦秆、竹茹、草、麻、棉、纸等材料构成，加入这些材料的目的是防止地仗干裂。不同时期和不同地区的彩绘，其地仗材料构成也有差异。地仗做好后，就可以在壁上绘画。按起稿、落稿、成色、沥粉贴金步骤完成，也就是古代匠人所说的“一朽、二落、三成”的程序。起稿，传统

上使用所谓的“朽子”（用柳条烧制成的炭条），也有用红土、白土材料起稿。这些材料可以随时在地仗上画上或抚下。落稿也称勾线，即用淡墨、淡赭或淡蓝等色勾出初稿，然后用墨笔勾线。所谓“落”，就是落墨的意思。成色是指勾线完成之后的着色。有些还采用“沥粉贴金”技术，使画面有辉煌的艺术感和美感。一般是以白垆粉土、米汤、熟桐油调成糊状，使这种黏液通过细铜管沿着画的轮廓线流出，待半干时，贴以赤金箔，或将金箔调在胶液中，用笔蘸上金液描绘。

下面分别对墓道彩绘、建筑彩绘、石窟彩绘的制作方法进行简要介绍。

### 1. 墓道彩绘

一般是先将墙体凿平，在其上施加细泥麻筋，或含棉花、驼毛的细泥铺在上边，再刷上石灰胶混合物，用砂泥铺平，晾干压平，然后再刷2~3遍胶矾水。典型的墓道彩绘是陕西唐墓彩绘和汉墓彩绘，如永泰公主墓彩绘、章怀太子墓彩绘等。在这些墓道彩绘中，都能清晰地看到墙体施加细膩子和白粉层的痕迹。在陕西乾陵永泰公主墓唐代彩绘的地仗层中，底层为0.8~1 cm的草泥层，上抹厚约0.2~0.5 cm的白灰层（图1-2）。在陕西省靖边县的东汉墓内彩绘，可以清晰地看到在墙体上施加细泥和白粉（图1-3a和b），或者墙体上无白灰层（图1-4），或者由砌砖涂上细泥和白粉做地仗后直接施彩（图1-5）。



图1-2 永泰公主墓彩绘，墙体施加细膩子和白粉层的痕迹