

灵宝竹林寺壁画受损数据集及其在修复中应用研究

苏东黎

洛阳古代艺术博物馆, 洛阳 471000

摘要: 2020年5月, 作者对灵宝竹林寺壁画的保存情况与病害进行了详细调查。运用X射线衍射仪(XRD)、显微共聚焦拉曼光谱仪(Raman)、扫描电镜-能谱仪(SEM-EDS)对颜料检测分析, 并针对不同的病害进行了现场保护修复实验, 得到三门峡灵宝竹林寺壁画调查数据集。该数据集包括: (1) 壁画调查照片和壁画位置CAD图; (2) 壁画调查照片信息表; (3) 壁画病害面积统计表; (4) 颜料检测结果。本文同时分析了灵宝竹林寺壁画的保存情况, 分析了病害调查结果和颜料检测结果, 总结了环境对壁画的影响, 并针对不同的病害进行了现场保护修复实验。数据集存储为.jpg、.dwg、.pdf、.xls格式, 由39个数据文件组成, 数据量为232 MB(压缩为1个文件231 MB)。

关键词: 竹林寺壁画; 病害调查; 环境调查; 取样检测; 修复实验

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2021.04.14>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2021.04.14>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2021.08.05.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.08.05.V1>

1 背景

竹林寺位于河南省灵宝市故县镇, 建于唐永昌元年(公元689年), 距今有1332年的历史。时名菩萨庙, 明朝时期改名为竹林寺。由于其四周群峰耸立, 松柏苍翠, 不易被人发现, 故而免于战火, 躲过浩劫, 历经千年风雨保留至今。该寺于20世纪80年代被调查发现, 1989年灵宝县人民政府公布为县级文物保护单位, 2006年1月三门峡市人民政府公布为第二批市级文物保护单位, 2008年6月, 河南省人民政府公布为第五批省级文物保护单位。

寺内主体建筑为佛殿三间, 两侧有两排客堂, 在其后面, 有一座殿宇为救苦殿, 殿堂内有一座佛龕, 呈三层阶梯布局, 东西两壁和北壁都绘有壁画, 为竹林寺镇寺之宝。山墙上也画有壁画, 画中讲的是《封神演义》的故事。一座大殿里同时出现道教的画, 佛教的神龕, 很值得研究。救苦殿建于康熙四十七年, 宣统三年进行最后一次修缮。神龕为300

收稿日期: 2021-05-20; 修订日期: 2021-07-25; 出版日期: 2021-12-30

作者信息: 苏东黎, 洛阳古代艺术博物馆, 1229670950@qq.com

数据引用方式: [1] 苏东黎. 灵宝竹林寺壁画受损数据集及其在修复中应用研究[J]. 全球变化数据学报, 2021, 5(4): 501-510. <https://doi.org/10.3974/geodp.2021.04.14>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2021.04.14>.
[2] 苏东黎. 三门峡灵宝竹林寺壁画调查数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.08.05.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.08.05.V1>.

多年前用当地木材精雕而成，镂刻之精美，难得一见。这座神龛经手工彩绘，图案繁复而细腻，每一个图案都有不同的寓意。神龛宽 3 m 多，高近 4 m，分 4 层，每层斗拱都做得非常精致。这座神龛虽然小，它把佛教所有题材都融在里面。神龛两边画有四大天王像，具有宋代风格。

由于年久失修，壁画受损严重（图 1），为抢救壁画，实现原样修复，需要对壁画受损情况、原因、成分、修复方案做一调查。本数据集就是在这样背景下完成的。



图 1 灵宝竹林寺救苦殿壁画——水渍、颜料层脱落、点状脱落（No.3）

2 数据集元数据简介

《三门峡灵宝竹林寺壁画调查数据集》^[1]的元数据信息见表 1。

表 1 《三门峡灵宝竹林寺壁画调查数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	三门峡灵宝竹林寺壁画调查数据集
数据集短名	MuralPaintingZhulinTemple
作者信息	苏东黎，洛阳古代艺术博物馆，1229670959@qq.com
地理区域	河南灵宝
数据年代	清（1636–1912）
数据格式	jpg、.dwg、.pdf、.xls
数据量	由 39 个数据文件组成，数据量为 232 MB（压缩为 1 个文件 231 MB）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、通过《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》发表的实体数据集和通过《全球变化数据学报（中英文）》发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[2]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

3 数据采集前的准备工作

中国寺庙遍布全国，寺庙壁画历史悠久。由于年代久远，壁画受损是一个普遍性问题。武瑛于2010年对固原地区墓葬壁画的调查^[3]，王策于2011年对大同地区古村落寺庙壁画的修复研究^[4]，马丽于2018年对榆林地区寺庙壁画遗留现状调查研究^[5]，以及王永乐于2020年对内蒙古西部地区寺庙壁画修复的研究^[6]，为修复河南灵宝竹林寺壁画提供了案例经验。

本数据集是为修复河南灵宝竹林寺壁画进行的调查整理完成的。本文对壁画基本情况的调查，对壁画的历史、艺术和科学价值做出了评估，对壁画存在的病害进行了分类，同时也做了环境调查，二者结合后分析了其产生机理，对壁画颜料成分进行了分析，对各种不同的病害做了相应的实验，并详细地采集了实验数据。本数据集大致内容为：壁画所处地理环境、寺庙大殿的形制结构、壁画的基本情况、价值评估，病害种类、环境调查、病害机理分析、壁画成分取样检测、各种消除病害实验等。

3.1 壁画的基本情况

东壁山墙上部绘有牡丹、菊花和两个人物，牡丹图北侧地仗脱落严重，壁画上还有很大裂痕（图2）。东壁下部图中（图1）共有15个人物，其中6个骑马、1个骑麒麟，2人骑四不像神兽，每人手中持握不同的兵器或法物，内容应是封神演义中的战争场面。在壁画正中有较长的自上而下的裂隙，还存在大量的水渍、颜料层脱落、点状脱落，壁画表面粘贴于报纸，壁画下部有大量地仗层脱落现象，颜料层基本已经粉化，表面降尘严重。



图2 东壁山墙上部壁画裂痕（No.9）

西壁上部山墙绘有梅花、荷花和两个人物，荷花上部有大面积地仗脱落，梅花图存在大量水渍和泥渍。西壁下部壁画共有14个人物，其中12人骑马或骑神兽，1人长有翅膀，1人手持乾坤圈。每人手中都持有兵器或法物，内容也是封神演义中的战斗场面。壁画下部存在裂隙，自上而下存在大量水渍和泥渍，且有许多地仗脱落处，颜料层粉化，还存在颜料层脱落（图3）、点状脱落和划痕，壁画表面降尘严重。



图3 北壁西侧壁画节选——颜料层脱落 (No.37)

北壁西侧壁画图中共有5个人物,3人骑神兽,1人脚踩风火轮,1个长翅膀,飞于空中,每人手中持有兵器或法物,为封神演义战争场面。壁画较为完整,但有点状脱落和颜料层粉化现象(图4),表面存在大量降尘。北壁东侧壁画图中共有5个人物,4个骑马或骑神兽,1个长翅膀飞于空中,每人手中持兵器或法物,为封神演义战争场面。壁画边界处有大量颜料层脱落,从上至下有水渍存在,颜料层粉化严重,表面存在大量降尘。



图4 北壁西侧壁画节选——点状脱落和颜料层粉化 (No.22)

3.2 壁画的地理环境

灵宝地处暖温带半湿润地区大陆性季风气候区,光照充足,昼夜温差大。且常年风力较大,地处山区,立体小气候的影响也很明显。这样的气候条件对外建筑的剥蚀力较强,

同时也对庙内壁画产生剥蚀作用。本次灵宝竹林寺壁画考察,使用 T625 精密型温湿度计进行现场温湿度监测,对壁画从 5 月 5—9 日先后测量了殿内、外的温度、湿度变化。使用 E7640 紫外线和照度计测量照度和紫外线。2020 年 5 月 5—9 日这几天的天气观察,室内最高温度达到 22℃、最低温度达到零下 12.5℃,温差达 19.5℃;空气相对湿度最高 65.3%,最低 19.4%,湿度差为 46%,同一时段室内外温湿度差异不大;且灵宝常年风力不是特别大。因地理环境处在北风口地带,早晚温差大,湿度差较高,不利于壁画的保存。在天气好时,救苦殿内东西壁亮度最高 97.4 lux,最低 34.8 lux,光照对壁画的损伤有一定影响,但不是主要原因。

3.3 壁画的价值评估

自唐代以来,竹林寺因地处豫、陕、晋三省交界处,香火旺盛,信徒们不断舍财增修。其中清代大规模维修,在大殿中增设彩绘木雕佛龕,佛龕仿照故宫建筑形式,集明清时期的经典建筑于一体,是这一时期古建筑艺术的宿影。竹林寺救苦殿保存了相当可观的清代壁画,这些壁画客观真实地再现了中国古代不断丰富和发展的壁画艺术,对我们了解地方宗教信仰、民间生活、审美喜好、壁画艺术等发展历程提供了重要的图像资料。

竹林寺救苦殿壁画可能出于民间画工之手,更加接近平民,表现出强烈的民间艺术风格,它摆脱了宗教仪轨的束缚,包容着较为宽泛的信仰意识,它减弱了阐释宗教教义的严肃性和神秘性,注入更多儒家伦理道德观念和世俗生活气息,更为适应下层民众的信仰心理和审美需求,它所包含的时代特色与时代影响是不容忽视的。在色彩上,竹林寺壁画主要用色有白、黑、灰。绘制技法以写意为主,兼具工笔。人物形象生动有趣,表情丰富,衣褶线条行笔转折流畅。线条刚劲中不失飘柔,粗犷中又有丰富多样的不同对比,起笔、行笔、收笔也都很讲究,虚实变化明显。清代在寺院墙壁上出现了清新雅致的花鸟画,救苦殿山墙上部便绘制了梅花、荷花等常见花卉,下部则绘制有众多人物、山石、流水,体现了绘画的形式多样性。竹林寺庙壁画与其建筑、建筑内佛龕等艺术形态共同构成了独特的文化生态。

3.4 壁画的受损情况

3.4.1 壁画受损类型及影响因素

由于壁画完全被灰尘覆盖,严重妨碍其艺术展现。救苦殿东壁、西壁墙体的裂缝及残缺脱落,直接影响了壁画的完整性及安全性。空鼓、起甲、粉化和酥碱等对壁画的安全性有较大影响,其中最为严重的是粉化,面积较大。颜料层脱落、地仗脱落和点状脱落等破坏了壁画的完整性和安全性。三门峡灵宝竹林寺救苦殿残存壁画病害主要有:起甲、粉化、颜料层脱落、降尘、点状脱落、裂隙、划痕、覆盖、人为损坏、空鼓、地仗脱落、酥碱、泥渍、水渍和动物损害等 15 种病害,且按照病害对文物安全及艺术价值的影响程度由高到低分为:表面完整性变化、表面形态变化、表面颜色变化、生物病害、人为干预五大类。

探讨其受损的原因,包括下面几种情况。竹林寺壁画长期处于半光照环境上午西壁受光照强烈,下午东壁受光照强烈,这一过程对壁画表面颜料层的影响不可忽视。有机胶结材料会发生光老化,蛋白质被分解为小分子量的低聚物从而失去交联作用,导致颜料脱落

和粉化。真武庙北极殿前、殿侧门后期封堵后又重新绘画，另一方面，北极殿建筑曾有沉降、变形和立柱歪闪现象，这是壁画裂隙及空鼓、脱落产生的一个最主要的原因。且早晚温差较大，壁画处于相对温湿度变化较大的环境。湿度较大时，壁画吸收水分且含水量较大，湿度较小时，壁画中的水分迅速向外蒸发，引起壁画表面的收缩从而导致干裂，这也是壁画裂隙产生的一个原因。空鼓主要是由于地仗失去粘接能力，部分脱离支撑体而鼓起而形成。各种尘土污物以及凝结水的影响导致壁画颜料层和地仗层产生粉化现象。另外由于毛细水的影响，导致壁画内部含盐的水由内向外运动，伴随蒸汽化的过程使盐析出，导致壁画颜料层起甲和酥碱。屋顶及屋顶侧壁漏雨导致雨水流淌，泥渍污染画面，有些地方出现了彩绘层脱落现象。

4 数据集的组成

数据集主要包括四部分内容，它们为壁画的修复提供了依据：

- (1) 壁画在寺庙中的分布图；
- (2) 壁画受损部分的照片；
- (3) 壁画受损面积统计；
- (4) 壁画组成材料成分数据。

4.1 壁画在寺庙中的分布图

总计有四幅 CAD 工具制出的壁画在寺庙中的位置分布图，它们包括：救苦殿壁画位置图（参见图 5，No.2）；救苦殿东壁壁画位置平面图（No.10）；救苦殿西壁壁画位置平面图（No.18）和救苦殿北壁壁画位置平面图（No.25）。在平面图上精确地标注了壁画及其墙壁的长、宽尺度。

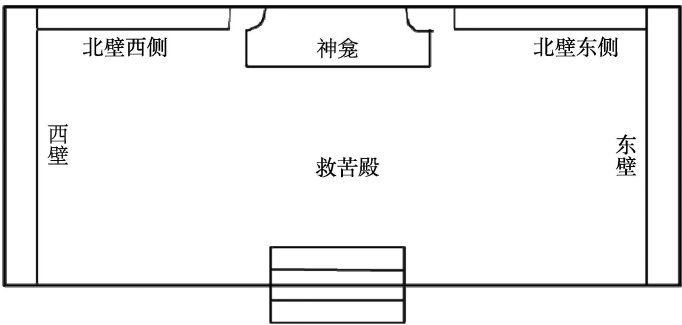


图 5 救苦殿四壁（东壁、北壁东侧、北壁西侧、西壁）在寺庙中的位置分布图

4.2 壁画受损部分的照片

总计有 32 张壁画病害（受损）照片（图 6、图 7）。这些照片记载的病害类型包括：颜料层脱落、降尘、粉化、裂隙、地仗脱落、点状脱落、空鼓、起甲、酥碱、泥渍、水渍、烟熏、动物损坏、覆盖、划痕、涂写、修补痕迹等类型。

4.3 病害面积统计

壁画病害面积统计，对于壁画病害类型与程度判断起到至关重要的作用，并对方案预算制定提供可靠的依据。本次病害统计对所有壁画进行拍照，依据国家行业标准，为了精确统计壁画病害面积，按照 Auto CAD 软件面积统计标准，统计出病害面积。竹林寺救苦殿现存壁画面积是 47.14 m²，各种病害的面积和所占总面积的比例统计列于表 2。



图 6 壁画受损类型——地仗脱落 (No.26 节选)



图 7 壁画受损类型——裂隙 (No.31)

表 2 灵宝林寺壁画病害面积统计表

病害名称	总面积 (m ²)	所占比例 (%)	病害名称	总面积 (m ²)	所占比例 (%)
颜料层脱落	21.2	45.0	降尘	47.14	100
粉化	47.14	100	裂隙	12.21	
地仗脱落	8.74	18.5	点状脱落	37.79	80.17
空鼓	12.6	26.73	起甲	10.26	21.76
酥碱	6.2	13.15	泥渍	12.36	26.22
水渍	10.71	22.72	烟熏	0.01	0.02
动物损害	0.24	0.51	覆盖	10.89	23.10
划痕	13.68	29.02	涂写	0.53	1.12
修补痕迹	5.13	10.88			

4.4 壁画组成成分

壁画的组成成分是通过测试仪器获取，之后得到分析数据。测试仪器使用的是 X 射线衍射仪 (XRD)、显微共聚焦拉曼光谱仪 (Raman) 和扫描电镜-能谱仪 (SEM-EDS)。

取样的对象为三门峡灵宝竹林寺救苦殿清代壁画。现壁画结构从外至内依次为：支撑体为建筑墙体，由青砖加土坯砖垒砌而成；地仗层较厚，由两层构成，其下为较为粗糙的草拌泥层，厚约 1–2 cm，使墙壁基本成为一个平面；其上为较为细腻的草泥地仗层，厚约 0.8–1 cm。地仗层之上是一层薄薄的白灰层，壁画绘制于白灰层之上。由于白灰层厚度相对泥层较薄，壁画表面尤其画面空白处随处可见麦草的痕迹。

救苦殿东西北三壁壁画墙体为土砖砌成，砖壁均先用较粗草泥涂抹，之上再涂抹较细草泥层，上面为一层较薄的白灰地仗层，壁画绘制于白灰层之上。整个墙面因位置不同下面地仗层厚度、结合度有所不同，特别是山墙处壁画白灰地仗层较厚，且与草泥地仗层间结合不太紧密。

测试结果汇总工作是从微观形貌、元素组成两个角度获取了壁画制作工艺特点、材料组成、病害特征等信息。救苦殿壁画地仗样品 X 射线衍射分析结果表明细泥地仗层主要物相为石英、方解石、球方解石、钠长石、钾长石、斜顽辉石、黑云母、绿泥石。由 SEM 图像看出该地仗层中夹杂着植物种子的壳和植物纤维，地仗土的分布很均匀，主要是由硅、铝、钙、铁等元素组成，与 XRD 测试解谱结果中石英、方解石和长石占绝大比重一致。采用 XRD 和显微激光拉曼光谱仪对部分样品进行了分析，分析结果表明样品中黑色颜料的主要显色成分是碳，白色颜料的主要显色成分是碳酸钙，灰色颜料的主要显色成分为炭黑+碳酸钙调制而成（表 3）。

表 3 灵宝林寺壁画组成成分统计表

编号	取样位置	颜色	测试目的	测试手段	测试结果
1	东壁中部裂缝下部	白色	成分	Raman	碳酸钙
2	东壁中部裂缝下部	黑色	成分	XRD	氯化镁，石膏，碳酸钙，碳
3	东壁中部裂缝下部	灰色	成分	XRD	碳酸钙，石膏，白云母，氢氧化铝，碳
4	东壁中部裂缝下部	地仗	结构+成分	XRD SEM-EDS	石英，方解石，球方解石，钠长石，钾长石，斜顽辉石，黑云母，绿泥石
5	北壁东侧下部	白色	成分	Raman	碳酸钙
6	北壁东侧下部	黑色	成分	XRD	碳酸钙，石膏，石英，钙铝石，钠长石，碳
7	北壁东侧下部	灰色	成分	XRD	碳酸钙，石膏，石英，钙铝石，碳
8	北壁东侧下部墙角	碎块地仗	结构+成分	XRD SEM-EDS	石英，方解石，高岭石，钠长石，钾长石，钙长石，绿泥石
9	西壁下部界栏	白色	成分	Raman	碳酸钙
10	西壁下部界栏	黑色	成分	XRD	碳
11	西壁中部大山中部	灰色	成分	XRD	方解石，石膏，石英，铝碳酸镁，钙铝石，碳
12	菩萨堂东侧外墙	外墙壁白色	成分+结构 成分组成	XRD SEM-EDS	石英，方解石，钾长石，云母，长石，绿泥石

5 数据的应用——壁画修复

根据灵宝林寺壁画调查数据集的数据和信息,对灵宝林寺壁画进行修复。修复的主要工作包括:修复前的清理、填补修复、空鼓回贴修复和裂隙修复。

5.1 修复前的清理

修复前的修理重点工作是降尘清洗、白灰清洗、报纸覆盖清洗。

(1) 降尘清洗

首先进行降尘清洗试验,实验区壁画位于东壁北侧下部,面积为 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 。修复区表面降尘较多,有少量颜料层脱落,且表面有泥渍,尤其是降尘修复面积较大。使用材料:吐温 20、去离子水、乙醇。修复工艺:绵纸贴敷→揭取绵纸→去除吐温残留。

使用吐温 20 进行清理效率较高,操作方便且清理效果显著;采用 2A 对壁画泥渍棉签滚动清洗效果较好。

(2) 白灰清洗

实验区壁画位于北壁东侧第一人物马匹肚子部位,壁画绘制颜色主要有白色、灰色和黑色,修复面积约 2.5 cm^2 。本区域病害种类有:石灰污染、脱落、颜料层脱落、点状脱落、划痕和大量积尘等;尤其石灰污染的去除技术难度较大,技术人员的修复经验要求较高。使用材料:去离子水、EDTA、乙醇。修复工艺:棉纸贴敷→去除棉纸→机械去除石灰→去除 EDTA 残留。

采用 EDTA 软化石灰的方法,不会产生壁画的再次碎裂;这种操作较难,必须专业人员实施。

(3) 报纸覆盖清洗

实验区壁画位于东壁中部,修复面积约 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ 。本修复区的壁画病害较为典型,病害种类有:报纸覆盖、脱落、颜料层脱落、点状脱落、划痕和大量积尘等;尤其报纸覆盖的去除技术难度较大,技术人员的修复经验要求较高。使用材料:去离子水、乙醇。修复工艺:蒸汽软化→去除报纸→去除胶水残留。

采用蒸汽软化报纸的方法,不会产生壁画的机械伤害;这种操作较难,必须专业人员实施。

5.2 填补修复

实验区壁画位于北壁东侧第一人物,修复面积约 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ 。本修复区病害种类有:地仗层脱落、彩绘层起甲,空鼓和大量积尘等;尤其地仗层脱落处的填补技术繁琐,使用材料众多,技术人员的修复经验要求较高。使用材料:去离子水、乙醇、SF-016、水硬石灰、矿物颜料。修复工艺:加固空鼓部位→空鼓灌浆→回贴起甲→填补地仗层脱落→全色。

采用泥浆填补的方法,遵循了修复的兼容性原则;填补后也保证了壁画的安全性;全色(略淡于原壁画)后,体现了壁画完整性,提高了壁画的艺术价值,且保证了可辨识性。

5.3 空鼓回贴修复

实验区壁画位于北壁东侧下部界栏部位,修复面积约 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ 。本修复区病害种

类有：空鼓、地仗层粉化、颜料层粉化和大量积尘等；尤其空鼓的填补技术繁琐，使用材料众多，技术人员的修复经验要求较高。使用材料：去离子水、乙醇、SF-016、水硬石灰、矿物颜料。修复工艺：加固空鼓部位→开灌浆口→空鼓灌浆→支顶→全色。

采用水硬石灰灌浆的方法，很好地利用了其流动性；灌浆后保证了壁画的稳定性和安全性。

5.4 裂隙修复

实验区壁画位于东壁中部裂缝下方，界栏部位，裂隙长度约 20 cm。本修复区的壁画病害较为典型，存在有裂缝、地仗层脱落、裂缝中塞有棉花、颜料层粉化等病害，尤其裂隙修复技术繁琐，使用材料众多，技术人员的修复经验要求较高。使用材料：土粉、去离子水、乙醇、SF-016、水硬石灰、矿物颜料。修复工艺：加固裂隙部位→填补裂隙→制作粉底层→全色。

采用泥浆填补裂缝的方法，遵循了兼容性原则；填补后保证了壁画的稳定性和安全。

6 结语

作者通过建立科学数据库的方法对竹林寺壁画的空间分布、病害类型调查、病害修复制作工艺、颜料成分、所处环境等给以定量、准确的记录，为修复竹林寺壁画、预防和消除病害、保护历史文物提供了可靠的依据。这是一次较为全面、有针对性、具有操作意义科学数据集研发和应用为一体的实践活动。此项工作对保护寺庙壁画意义重大，为更好地延续文物寿命提供了数字化为支撑的方法。

利益冲突声明：本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 苏东黎. 灵宝竹林寺壁画调查数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.08.05.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.08.05.V1>.
- [2] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017年更新).
- [3] 武瑛. 固原地区墓葬壁画现状调查[J]. 宁夏师范学院学报, 2010(4): 71–76.
- [4] 王策. 大同地区古村落寺庙壁画的调研与分析[J]. 美与时代, 2011(10): 66–67.
- [5] 马丽. 榆林地区寺庙壁画遗留现状调查研究概述[J]. 榆林学院学报, 2018(5): 15–18.
- [6] 王永乐. 内蒙古西部地区寺庙壁画保存现状调查[J]. 文物世界, 2020(9): 45–47.