

生土类建筑保护 技术与策略

以井冈山刘氏房祠保护与修缮为例

TECHNOLOGY AND STRATEGY OF CONSERVATION
OF THE EARTHEN ARCHITECTURE
A Case Study of Liu's Family Ancestral Hall

方小牛 唐雅欣 陈琳 戴仕炳 著

by Fang Xiaoniu, Tang Yaxin, Chen Lin & Dai Shibing



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

生土类建筑保护 技术与策略

以井冈山刘氏房祠保护与修缮为例

TECHNOLOGY AND STRATEGY OF CONSERVATION
OF THE EARTHEN ARCHITECTURE
A Case Study of Liu's Family Ancestral Hall

方小牛 唐雅欣 陈琳 戴仕炳 著

by Fang Xiaoni, Tang Yaxin, Chen Lin & Dai Shibing



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

生土类建筑保护技术与策略: 以井冈山刘氏房祠保护与修缮为例 / 方小牛等著. —上海: 同济大学出版社, 2018.1

ISBN 978-7-5608-7371-8

I. ①生… II. ①方… III. ①土-建筑材料-建筑物-修缮加固-井冈山市 IV. ①TU521.3 ②TU746.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 220291 号

生土类建筑保护技术与策略——以井冈山刘氏房祠保护与修缮为例

方小牛 唐雅欣 陈琳 戴仕炳 著

责任编辑 朱笑黎 责任校对 徐春莲 封面设计 张微

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址: 上海四平路 1239 号 邮编: 200092 电话: 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 上海安兴汇东纸业有限公司

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 10.5

字 数 210 000

版 次 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-7371-8

定 价 78.00 元

本书若有印装问题, 请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

序一

建筑遗产的保存与再生是当代建筑学术界的热门话题之一，随着社会对遗产保护意识的增强，越来越丰富多样的建筑遗产进入人们的视野。

井冈山地区由于其特殊的地理和历史条件，留下了相当数量的红色资源，其中许多保存良好的革命旧居旧址等物质性红色资源都属于建筑遗产的范畴。从建筑材料和建造技术方面来看，该地区的历史建筑大都是采用版筑夯土技术建造而成的“干打垒”土木结构建筑。因此，这些承载着红色文化特性的建筑遗产同时又具有非常鲜明的地域特征。

建筑遗产的保护是一个跨越人文、社会科学和工程科学的新兴学科领域，具有很强的综合性和应用性。具体到遗产保护与修复的技术层面，融合了包括建筑学、材料学、化学、结构工程学等多种学科在内的理论与实践知识。

井冈山大学和同济大学成立联合课题组，对国家科技支撑计划项目“井冈山区域红色资源保护与利用关键技术研

究与示范”（2012BAC11B01）展开研究，选取井冈山刘氏房祠作为示范点，综合运用不同学科的理论认识与实践经验，对刘氏房祠与其墙面上的革命标语进行保护修缮，较为成功地总结出一套适用于井冈山地区生土类红色物质资源原址保护的技术方法。

目前，国家科技支撑计划项目“井冈山区域红色资源保护与利用关键技术研究与示范”已顺利完成项目验收和结项。本书记录了联合课题组在井冈山示范点建设及刘氏房祠保护修缮工程中获得的探索经验与研究成果，书中提出和运用的保护策略与现代科学技术有望推广应用到其他地区这一类型建筑遗产保护工程当中。

是为序。

同济大学常务副校长



2017年3月

序二

井冈山是中国革命的摇篮。90年前，以毛泽东为代表的中国共产党人在这里创建了中国第一个农村革命根据地，点燃了中国革命的“星星之火”，开辟了“农村包围城市，武装夺取政权”的井冈山道路。它是马克思主义中国化的经典之作。在井冈山斗争中孕育的井冈山精神是中国共产党革命精神的重要源头，是具有原创意义的民族精神。

井冈山也是红色资源的宝库，是一座没有围墙的红色博物馆。作为承载和记录井冈山革命的重大事件和重要人物活动的历史遗存，井冈山红色资源蕴涵着井冈山革命先辈的崇高理想和坚定信念，凝聚着中国共产党人丰富的革命精神和高尚的道德情操，体现了井冈山军民同甘共苦、艰苦奋斗的革命历程，具有跨越时空的吸引力、感染力、冲击力和不可替代的教育价值。

井冈山红色资源主要包括物质形态、信息形态、精神形态三大类型。物质形态的红色资源，如革命旧居、旧址、器物、工具等；信息形态的红色资源，如文献、数据、标语、图像、歌谣、歌曲等；精神形态的红色资源，如井冈山

精神等。据统计，现井冈山地区保存完好的革命旧址与红色标语遗迹达 100 多处，其中 22 处被列为全国重点文物保护单位，9 处被列为省级重点文物保护单位，49 处被列为市级文明保护单位。这些革命旧址大多为明清时期的民居、书院、商铺、祠堂等，土木结构占多。

作为 20 世纪 20 年代的历史遗存，井冈山物质性的红色资源大都历经 90 年，有的甚至超过百年。在漫长的时间侵蚀和风雨冲刷下，这些红色资源不可避免地出现不少破损残缺和散佚流失的现象。其中特别是一些革命旧居的“干打垒”“土坯房”等墙体因风化酥解而歪斜倾塌，书写在室内、外夯土石灰墙皮上的红色标语因载体脱落而残损、褪色乃至消失不见。多年来，中央和地方政府高度重视，采取了多种有效的方法进行保护，取得了很好的成果。但是由于认识、产权、管理及技术的原因，井冈山革命根据地仍然有些物质性红色资源因未得到保护或保护力度不够正面临着即将消失的危险，甚至已呈现出消失的迹象。因此运用现代科学技术

进行正确有效的抢救性保护，延续这些物质性红色资源，特别是一些建筑类的历史遗产显得尤为必要。井冈山大学和同济大学共同承担的国家科技支撑计划项目“井冈山区域红色资源保护与利用关键技术与示范”（2012BAC11B01）正是为解决这一重要问题的科技项目，具有重要的历史价值和现实意义。

井冈山因其独特的地理和历史方位，革命旧居、旧址大都是采用版筑夯土技术建造而成的“干打垒”等土木结构建筑。这类生土材料的强度较低，稳定性、耐久性、耐水性比较差，容易发生劣化，这为生土类建筑遗产的保护工作带来很大的挑战，也严重限制了此类生土材料在现代建筑中的应用和发展。再加上新材料、新技术高速发展的今天，许多生土类建筑被看作贫穷落后的象征，又因人们不能全面客观地认识到其在材料美学、建造技术、地域文化传达与表现、生态环保等诸多方面的价值，这类建筑往往会遭到更加严重的破坏。其中下七乡的刘氏房祠就是典型的一例。为此，井冈山大学和同济大学联合

课题组在充分论证的基础上，分析生土材料的性能特点、破坏原因和病害机制，通过大量的检测和实验，最终找到适应于井冈山地区环境的“活态”生土类建筑遗产保护和修复的技术手段，并建立了一套从信息采集、现状实录、材料病害检测，到实验分析、修复方案设计、试验性施工，再到正式施工、效果评估及后期维护和监测的完整修复流程，还建立了井冈山区域物质性红色资源保护示范点，对于推动井冈山地区同类红色物质资源保护具有示范及指导作用。

2016年6月，国家“十二五”科技支撑计划项目“井冈山区域红色资源保护与利用关键技术与示范”顺利完成项目验收和结项。课题组又在此基础上对研究的整个过程进行归纳、整理，最终著成此书，这对于总结井冈山红色资源的保护和利用必将会产生更加积极的效果。希望在该书的引领和示范下，各区域红色资源技术保护方面的实践和研究能够不断创新，为推动中国特色社会主义的文化事业作出更大贡献。

井冈山革命博物馆馆长

肖邮华

2017年3月

前言

井冈山是中国革命的摇篮，革命旧居、旧址、遗迹、标语等红色物质资源丰富，这些红色物质资源具有重要的历史、艺术、技术及使用价值。该地区的历史建筑遗产作为红色物质资源的重要表现形式之一，以一种特有的方式记录和反映着大量的革命史实。但由于认识、产权、管理及技术等原因，许多优质的红色物质资源因未保护或保护手段落后正面临着消失的危险，甚至已呈现出消失的迹象，亟需找到一种正确有效的抢救性保护手段来延续这些建筑遗产的价值。

井冈山位于湘赣边界，同时受到庐陵文化和赣南客家文化的影响，留下了许多具有突出价值和独特地域文化特征的建筑遗产。该地区大范围存在的采用版筑夯土技术建造而成的“干打垒”土木结构建筑就是典型的一类。然而传统的生土材料强度较低，稳定性、耐久性、耐水性都比较差，很容易发生劣化，这为生土类建筑遗产的保护工作带来了很大的挑战，也严重地限制了此类生土材料在现代建筑中的应用和发展。再加上新材料、新技术高速发展的今天，许多

生土类建筑被看作贫穷落后的象征，又因其在材料美学、建造技术、地域文化传达与表现、生态环保等诸多方面的价值未得到全面客观的认识，而遭到严重的破坏。其中下七乡的刘氏房祠就是典型的一例。

根据国家“十二五”科技支撑计划课题“井冈山区域红色资源保护与利用关键技术与示范”（2012BAC11B01）的研究任务要求，课题组在充分论证的基础上，选择了位于井冈山市下七乡上七村的刘氏房祠作为红军标语和“干打垒”生土类红色物质资源抢救性保护技术的示范点，并进行保护技术实施示范。本书以该课题示范点建设工程的实录形式，立足于井冈山地区具有特殊价值的“干打垒”生土类建筑遗产的保护与利用，以井冈山地区留存下来的生土类红色物质资源——刘氏房祠为主要对象，依据遗产保护的理论，建立该地区红色文化背景下的生土类建筑遗产的价值评估体系，讨论保护与修复的原则及模式，从保护技术的角度分析生土材料的性能特点、病害机理，并通过大量的检测和实验，最终找到适应于井冈山地区环境

的“活态”生土类建筑遗产保护和修复的技术手段，建立了一套从信息采集、现状实录、材料病害检测，到实验分析、修复方案设计、试验性施工，再到正式施工、效果评估及后期维护和监测的完整的修复工作流程，对于井冈山地区同类红色物质资源保护具有示范及指导作用。

（说明：书中所涉图片多数为课题组自摄 / 自绘，非自摄 / 自绘图片均在相应处标注了出处。）

方小牛 唐雅欣 陈琳 戴仕炳
2017年3月

目录

序一

序二

前言

第 1 章	井冈山生土类红色资源保护策略	001
1.1	井冈山红色物质资源概述	001
1.2	井冈山生土类红色物质资源	003
1.3	井冈山生土类红色物质资源价值评估	004
1.3.1	历史文献价值	005
1.3.2	艺术美学价值	006
1.3.3	建造技术价值	008
1.3.4	经济使用价值	009
1.4	井冈山生土类红色物质资源保护策略	010
1.4.1	多学科合作与保护技术路线	010
1.4.2	多方经费来源与多元合作模式	012
1.4.3	红色物质资源的可持续性保护	013
第 2 章	生土保护材料及工艺研究	015
2.1	加固与修复材料的选用原则	015
2.2	常用生土加固与修复材料的化学作用机制及其应用	016
2.2.1	石灰类材料	016
2.2.2	硅酸乙酯水解聚合物	020
2.2.3	桐油	022
2.2.4	丙烯酸树脂	027
2.3	供刘氏房祠使用的生土保护剂研发	031

2.3.1	桐油对夯土吸水率的影响研究	031
2.3.2	桐油改性的硅丙乳液生土加固保护剂的研发	033
2.3.3	正硅酸乙酯控制水解预聚物生土加固保护剂的研发	037
2.3.4	微米石灰乙醇保护剂的研发	038
第 3 章	刘氏房祠建筑材料特点及其病害	040
3.1	生土材料的基本特性	040
3.2	刘氏房祠夯土墙体的材料构成	041
3.3	刘氏房祠主要病害特征及其破坏机制	044
3.3.1	裂缝、坍塌	044
3.3.2	孔洞	046
3.3.3	空鼓	048
3.3.4	剥落	048
3.3.5	风化、粉化	049
3.3.6	受潮、泛碱	052
3.3.7	腐朽、虫蚀	054
3.4	刘氏房祠整体破坏情况与病害分布	056
第 4 章	刘氏房祠木构勘查与保护	059
4.1	生土类建筑遗产中木构现场勘查技术	059
4.1.1	木结构环境调查	059
4.1.2	传统检测技术	060
4.1.3	无(微)损检测技术	060
4.2	刘氏房祠木构现状及评估	061
4.2.1	刘氏房祠木构传统检测方法检测结果	061

4.2.2 刘氏房祠木构无（微）损检测	065
第 5 章 刘氏房祠保护技术方案	067
5.1 刘氏房祠保护修缮原则	067
5.1.1 抢救性原则	067
5.1.2 完整性原则	067
5.1.3 真实性原则	068
5.1.4 可识别性原则	069
5.1.5 安全及技术可靠性原则	070
5.1.6 经济性及可推广性原则	070
5.2 夯土墙体保护与修复	070
5.2.1 门洞修复	070
5.2.2 窗洞修复	072
5.2.3 夯土墙体加固实验	072
5.2.4 刘氏房祠夯土墙体修复	078
5.3 刘氏房祠木构保护与修缮方法	079
5.3.1 常用木构保护与修缮方法	079
5.3.2 刘氏房祠木柱保护修缮方法	079
5.3.3 木材保护方案	083
5.4 刘氏房祠木构彩绘初步研究与保护	084
5.4.1 取样	084
5.4.2 彩绘实验室实录	084
5.4.3 彩绘木构本体病害类型分析	085
5.4.4 彩绘木构本体实验室修复方法研究	086
5.4.5 现场处理	087

5.5	刘氏房祠屋面修复	089
5.5.1	屋面存在的主要问题	089
5.5.2	屋面修复方案选择	092
5.6	地坪整改方案	094
5.7	修复档案建设	094
5.8	保护示范点建设注意事项	095
第 6 章	红色标语表面保护与监测	096
6.1	井冈山红色标语产生的历史背景	096
6.2	红色标语的特性	097
6.2.1	红色标语的表现形式	097
6.2.2	红色标语的基本特点	099
6.3	红色标语保护的现状	101
6.3.1	红色标语的破损原因	101
6.3.2	红色标语保护现状	102
6.4	红色标语保护与修复	107
6.4.1	井冈山区域红色标语褪色机理与保护研究	107
6.4.2	标语修复材料实验	109
6.4.3	红色标语的保护与修复	111
6.5	刘氏房祠及标语的监测与维护	115
6.5.1	钻入阻力仪对墙体强度的检测与监测	117
6.5.2	钻入阻力仪检测木构件的内部腐朽情况	117
6.5.3	热红外成像技术对墙皮空鼓情况的评判与监测	118
6.5.4	光谱法对标语颜色褪色情况的检测与监测	119
6.5.5	墙体（面）保护剂的应用效果评价与监测：胶带法	120

第 7 章 结论与展望 122

参考文献 125

附录 1 实验所用材料代号索引 132

附录 2 刘氏房祠测绘图纸 133

附录 3 《积善堂记》原文断句、注释与翻译 137

附录 4 刘氏房祠保护修缮前、后图片集 141

后 记 156

第1章 井冈山生土类红色资源保护策略

1.1 井冈山红色物质资源概述

红色资源是指中国人民在中国共产党领导下，在新民主主义革命到改革开放前创造和形成的，可以为我们今天开发利用，且必须经过转化才能够彰显出其当代价值的革命精神及其载体的总和^[1]。或者说，红色资源是中国共产党在革命战争年代和社会主义现代化建设时期所形成的具有资政育人意义的历史遗存，是我们党和国家的宝贵财富，也是优质的教育资源^[2]。

1927年10月到1930年2月，毛泽东、朱德、陈毅、彭德怀等老一辈无产阶级革命家率领中国工农红军来到井冈山，创建了以宁冈县（今井冈山市）为中心的中国第一个农村革命根据地。从此，鲜为人知的井冈山被誉为“中国革命的摇篮”^[3]“中华人民共和国的奠基石”^[4]以及“马克思主义中国化的伟大开篇”^[5]而被载入中国革命历史的光荣史册。因此井冈山地区留下了大量丰富的红色资源，这些红色资源可以分为红色物质资源和红色非物质资源两大部分，其中红色物质资源包括革命历史遗迹与遗址、革命历史文物与遗物、红色标语，比如八角楼、行洲红军标语群旧址、黄洋界战斗旧址等；红色非物质资源包括红色歌曲、革命宣传口号、革命历史传说与故事、革命历史人物的事迹等，比如红色歌曲“十送红军”，革命口号“红军是为劳苦工农谋利益的先锋队”“建设工农兵苏维埃政府”，红色传说“朱德的扁担”“毛委员检讨吃鸡蛋”等。井冈山革命遗址作为一种红色资源，“是一种历史文化遗产，是记录历史的珍贵史料，是人们超越时空感知史实的客观载体”^[6]。

迄今，井冈山地区保存完好的革命旧址与红色标语遗迹达100多处，其中22处被列为全国重点文物保护单位，9处被列为省级重点文物保护单位，49处被列为市级文明保护单位^[7]。这些革命旧址大多为明清时期的民居、书院、商铺、祠堂等，土木结构占多。在红色革命时期被赋予了领导人居所、革命指挥部、工农兵政府、军械储备处、造币厂等新的功能和意义。它们不仅具有建筑遗产和红色文化遗产的基本属性，同时还是井冈山地区红色物质资源的重要组成部分。本书所研究的位于井冈山市下七乡上七村的刘氏房祠就是一例该地区典型的红色物质资源（图1-1）。



图 1-1 红色物质资源——井冈山市下七乡刘氏房祠（三个立面皆留有革命标语）

以刘氏房祠为代表的井冈山红色物质资源有一个非常普遍的鲜明特征，就是建筑墙面上常常保留有当年红军以及地方党和政府等组织留下的革命标语。秋收起义失利后，中国工农红军走上了“农村包围城市”的革命道路，毅然挺进井冈山地区。但是，由于当时中国共产党尚处于年幼时期，广大群众对党的方针政策并不了解，再加上敌人的反面宣传，使得老百姓对于共产党领导下的工农红军也像对其他的军阀军队一样，存在着一种畏惧心理。所以在当时的形势下，红军把思想主张以标语的形式直观地写在民居等建筑的墙面上，让老百姓们能够通过红色标语的宣传对共产党和工农红军产生一定的了解，再结合工农红军的实际行动，最终获得人民群众的理解和支持。这些标语，在当年为宣传党的政治纲领、发动群众、瓦解敌人起到了巨大的作用，是党史研究的重要资料和革命时期历史的有效证物，也是井冈山地区红色资源的重要代表。井冈山地区留存着数量庞大的通俗易懂的革命标语，具有内容全、数量多、级别高、影响大的特征，在大力弘扬社会主义先进文化的今天，又成了进行革命传统教育和爱国主义教育弥足珍贵的实物教材，加之井冈山特有的政治优势和旅游优势，使得红色标语的价值更加突出，保护的意义更为重大。因此，红色革命标语成为井冈山地区建筑遗产的重要特征元素，而墙面上承载着革命标语的建筑遗产也具有了红色物质资源的基本属性。

1.2 井冈山生土类红色物质资源

中国有着悠久的利用生土进行建造的历史，古代土工建造方法也非常多样，大体可分为挖余法、夯土法、剥泥法、土坯砌筑法和生土块法，其中夯土法又可分为直接夯筑法和版筑夯土法（图 1-2^[8]）。井冈山地区保留下来的大量革命旧址、红色标语载体等红色物质资源就是版筑夯土法筑成的，当地俗称“干打垒”。



图 1-2 古代版筑夯土筑墙图

湘东赣西边界的井冈山一带是客家人聚居较为集中的地区。明末清初时期，由于战乱和人口膨胀，一部分居住于福建、广东以及赣南的客家人又反迁回内陆山区，同时也带来了客家的文化与技术，本书中的刘氏族入就是这批客家人中的一支。客家人在生土类建筑的墙体用料、墙身构造以及夯筑方法等方面都积累了宝贵的经验，非常善于在南方多雨潮湿的气候条件下利用生土材料进行建造。福建的土楼、广东的围龙屋、赣南的围屋都是著名而典型的客家住屋。井冈山地区的大多数生土类红色资源与福建和岭南客家土楼的建造工艺基本相同，外墙大多是采用版筑法夯砌而成。

版筑法是一种简单而历史悠久的低技术夯土施工工艺。井冈山地区“干打垒”土墙的建造过程是：

（1）首先以两块长 1.5~2m，宽约 500mm 的木夹板为模具（客家人称为“墙枋”，图 1-3^[9]），两板之间的宽度等于土墙的厚度，板外用木柱支撑；

（2）在夹板中填充预先配制好的生土材料，墙裙部位还要添加大量卵石或岩石碎片，起到防水和抗压的作用；

（3）由工人执一根长约 2m 的硬木杵杵（图 1-3）用力将土夯实，杵杵两头呈长方锥形，端部装有铁头，中段收缩成圆棍以便手握，夯击需逐行有规律地进行，先粗夯，再细夯；

（4）循环反复若干遍，直至土料密实；

（5）每一版土墙通常分四层或五层夯筑（称“四伏土”或“五伏土”），每两伏土之间还可能夹有细衫木条或竹条作为“墙筋”，相当于混凝土内的钢筋，以

加强夯土墙体的整体性和抗震性；

(6) 夯筑后将夹板松脱向前移动，再填土夯实，连续夯至所需长度，称为一“版”，夯完第一版后，将模具上移放至第一版之上，继续夯筑第二版，直到所需高度为止。

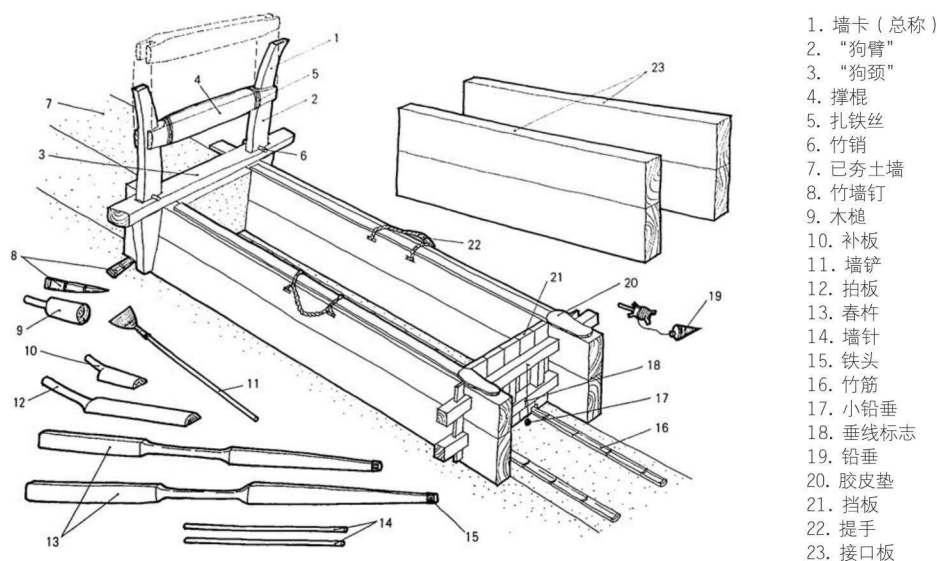


图 1-3 版筑法夯土墙建造模具图

夯土墙的坚固不仅与施工技术有关，所用材料和配方比例也十分讲究。井冈山地区的客家人一般采用三合土筑屋，即石灰、泥土和砂三种材料按一定比例混合，并添加糯米、桐油等黏性物，以及具有拉结作用的稻草、木片和竹筋等植物纤维，这样夯筑出来的墙体稳定性好，即使遭受外力作用而产生裂缝，也不致倒塌。

本书的主要研究对象刘氏房祠就是一例井冈山地区典型的采用三合土和版筑法夯砌的“干打垒”生土类红色物质资源。

1.3 井冈山生土类红色物质资源价值评估

在对一个建筑遗产进行保护和修复之前，有必要从文化遗产保护的视角出发，全面地建立该遗产的价值体系，综合地审视其建筑历史传承与演变、建筑形制与形式特征、建造技术与工艺、使用情况与发展潜力等方面的问题，同时亦不能忽略其所承载的社会和精神功能。这些问题集中体现为建筑遗产的历史文献价值、艺术美学价值、建造技术价值和经济使用价值。本节仅以刘氏房祠为例进行具体的讨论。