

传统民居地基基础加固

◎ 宋建学 编著

施工技术参考图集



非外借



中国建筑工业出版社

传统民居地基基础加固施工 技术参考图集

宋建学 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

传统民居地基基础加固施工技术参考图集/宋建学编

著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-112-21529-4

I. ①传… II. ①宋… III. ①民居-地基处理-建筑
施工-图集 IV. ①TU241.5-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 284897 号

本书系统总结了传统民居地基基础加固施工技术, 并以图集的形式展现出来, 主要内容包括传统民居地基加固的技术特征、主要技术手段、材料、设备、施工及验收措施, 相应的平面图、剖面图、工艺流程图、局部详图等。

本书适合从事传统民居地基基础加固的农村工匠及技术人员学习参考。

责任编辑: 王 梅 杨 允

责任设计: 李志立

责任校对: 王 烨

传统民居地基基础加固施工技术参考图集

宋建学 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 2 $\frac{1}{8}$ 字数: 55 千字

2018 年 1 月第一版 2018 年 1 月第一次印刷

定价: 20.00 元

ISBN 978-7-112-21529-4

(31175)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

2014年11月25日,“十二五”国家科技支撑计划项目“传统村落保护规划和技术传承关键技术研究(2014BAL06B00)”在北京启动;同年12月9日,该项目中的“传统村落结构安全性能提升关键技术与示范(2014BAL06B03)”在西安举行课题启动会,标志着相关项目级和课题级研究工作进入实质性推进阶段。本参考图集总结了课题研究中“任务5:地基基础加固与房屋纠偏改造关键技术研究(2014BAL06B03-01)”相关成果,并以河南省郑州市上街区方顶村、河南省驻马店市西平县焦庄乡董庄村、新乡市辉县百泉镇王家庄村、三门峡市陕县庙上村以及陕州区张湾乡新庄村等研究基地和工程示范点传统民居加固施工具体方法,总结提炼出相应参考图式,意图通过示范工程传统民居加固方案,推动本领域工作的进展。

本图集中推荐的各类加固方法基于以下原则:

(1) 传统民居保护是为了利用,只有在利用中才能体现保护的价值。

(2) 传统民居结构安全性能提升的同时,应尽可能保持原有的建筑风格、风貌,对有些规格较高的古民居应能保存现状或恢复原状,保存原来的建筑形制,保存原来的建筑结构。

(3) 传统民居安全性提升技术的实施主体是基层农村建筑工匠,这就要求加固施工的设备、技术应切合实际,对房屋加固改造的经济投入也不能过高,不能照搬通常应用于现代建筑结构的加固技术手段,成果的表达方法应尽可能通俗易懂、简便易行,可操作强,易被农村工匠掌握和学习。

本书第1章由宋建学编写，第2章由卢群芳、李力剑编写，第3章由张瑞鑫、刘清编写，第4章由李晓健编写，第5章由刘清、董科伟编写，第6章由王一中编写，第7章由李力剑、郑仁清编写；全书图式由杨海荣完成审核、校对，文稿由宋建学统稿并最终定稿。

目 录

1 引言	1
2 基础扩大加固法	3
2.1 基本规定	3
2.2 扩大基础加固施工前准备	4
2.3 加固设计	6
2.4 施工工艺	7
2.5 验收方法	8
3 石灰桩加固	15
3.1 基本规定	15
3.2 设计要求	16
3.3 材料	16
3.4 设备	17
3.5 施工工艺	18
3.6 质量检验和工程验收	19
4 注浆加固法	23
4.1 基本规定	23
4.2 注浆加固施工准备	23
4.3 注浆加固设计	25
4.4 注浆加固施工工艺	26
4.5 验收方法	27
5 静压钢管桩加固	33
5.1 基本规定	33
5.2 施工机具及材料	34
5.3 静压钢管桩设计	35
5.4 静压钢管桩施工工艺	35

5.5	验收方法	36
5.6	静压钢管桩加固示范	37
6	钢筋混凝土小桩加固	42
6.1	基本规定	42
6.2	加固材料	42
6.3	施工设备	43
6.4	加固施工	43
6.5	加固施工流程图	44
6.6	小桩成孔施工	44
6.7	注浆施工	45
6.8	质量检验	45
6.9	验收方法	45
7	窑洞加固	50
7.1	窑洞顶面防水加固	50
7.2	窑洞洞身加固	53

1 引言

中国有着几千年的文明史、建筑史，传统式民居作为中国建筑史上一个重要的物质载体，蕴含着极大的历史价值、文化价值和使用价值，可以称之为“历史的活化石”。传统民居大多是根据当时社会环境下各个地区的自然环境条件、经济水平和当地材料的特点，因材致用、因地制宜地建造形成的，是广大劳动人民的智慧结晶。

传统民居遍布于全国各地，如福建土楼（图 1.1）、徽州民居（图 1.2）、陕北窑居（图 1.3）、陕南民居（图 1.4）等，其中具有地方性和代表性又如祁县乔家大院（图 1.5）、山西平遥古城（图 1.6）等，它们造型古朴典雅且各具特色，分别代表着当地的建筑特点和文化习俗，近年来得到了越来越多文化研究者和旅游者的关注与青睐。



图 1.1 福建土楼



图 1.2 徽州民居

截至目前，已有许多专家学者对传统民居的保护展开了研究，但这些研究目前仍大多集中在建筑规划及历史文化方面，而对传统民居结构安全性能方面的研究涉及较少。传统民居种类繁

多、结构复杂。先民们在营造传统民居的过程中主要是依据个人直觉和生存经验，没有力学原理指导，没有结构知识依据，在反复的失败与成功中积累经验、淘汰错误，最终才逐渐形成某一类传统民居的基本样式。因此，即使是同一类传统民居，其结构体系和构件尺寸也会有一定的差异，这无疑给传统民居结构安全性能提升方面的研究增加难度。

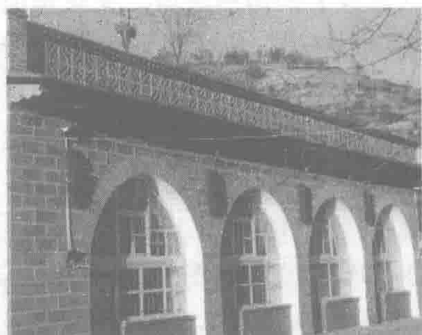


图 1.3 陕北窑居



图 1.4 陕南民居



图 1.5 祁县乔家大院



图 1.6 山西平遥古城

2 基础扩大加固法

2.1 基本规定

2.1.1 概述

基础扩大加固法就是当确认地基承载力较低，而基础底面积又有加大的条件时，通过增大基础底面积，以达到减少上部传来荷载作用在地基上的接触压强，降低地基土中的附加应力水平，从而减少传统民居结构整体的沉降量，满足结构变形控制目的，是一种设计简单、施工工艺成熟、现场作业方便的加固技术。

2.1.2 加固方式

(1) 混凝土套/钢筋混凝土套

通常采用混凝土套或者钢筋混凝土套的方式增大独立基础既有底面积。当不宜采用混凝土套或钢筋混凝土套加大基础底面积时，可将原独立基础改成条形基础；或将原条形基础改成交叉交叉条形基础或筏板基础。总之，是通过增加单个基础构件的底面积，或者通过改变基础体系形式来增加总基础底面积。

(2) 基础加宽法

又称“马鞍法”，即在基础顶墙体上按适当距离凿洞两侧加小梁，再在基础两侧浇筑侧板，与基础成为整体。此法适用于砖石基础，若为钢筋混凝土条基，则采取凿出底板主筋，增焊钢筋，并加宽、加厚底板混凝土。基础加宽法是较常用的方法，关键是新旧基础的牢固结合，保证其成为整体，共同工作。

(3) 外增基础法

在原基础两侧挖坑并做新基础，然后通过钢筋混凝土梁将墙体部分荷载转移到新做的基础上，从而加大原基础的底面积。

确定基础加固方案时必须根据现场条件，符合安全可靠、方

便施工、经济合理的设计原则。

2.1.3 适用范围

当既有建筑物的荷载增加、地基承载力或者基础底面积尺寸不满足要求、基础埋深较浅且有扩大条件时的基础加固,可采用扩大基础底面积法。

(1) 混凝土套/钢筋混凝土套

适用于地基承载力或基础底面积尺寸不满足要求;原基础出现破损裂缝;旧房加层设计。

(2) 马鞍法

适用于稳定软土或回填土上建筑物的下沉或不均匀沉降。常用于基础埋深较浅、不受地下水影响、基础沉降量较小的情况。

(3) 外增基础法

适用于地基土承载力不足且基础两侧施工场地不受限制的加固工程。

2.1.4 优缺点

扩大基础底面积的优点:(1) 经济有效;(2) 加强基础刚度与整体性;(3) 减少基底压力;(4) 减少基础不均匀沉降。

缺点:扩大基础底面积的加固方法需要原基础周边具备扩大底面积相应作业空间,并对新、旧基础之间的界面强度要求较高,对施工技术有较高要求。

2.2 扩大基础加固施工前准备

2.2.1 扩大基础面积加固法的材料

传统民居地基加固应就地取材,降低造价。由于现场混凝土使用方量小,可就地人工拌制。拌制过程中应严格控制用水量。

(1) 钢筋

HPB300 级、HRB335 级、HRB400 级热轧钢筋。

(2) 混凝土

采用强度等级不低于 32.5 级的硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥,也可采用矿渣硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥,但其强度

等级不应低于 42.5 级；

粗骨料应选用坚硬、耐久性好的碎石或卵石，不得使用含有活性二氧化硅石料制成的粗骨料；

细骨料应选用中、粗砂。

考虑农村施工技术，表 2.1 给出 C20、C25、C30 的混凝土配合比设计。

单位立方米混凝土中各种材料用量的混凝土配合比设计 表 2.1

	水泥(kg)	砂(kg)	碎石(kg)	水(kg)	配合比
C20	343	621	1261	175	1 : 1.81 : 3.68 : 0.51
C25	398	566	1261	175	1 : 1.42 : 3.17 : 0.44
C30	461	512	1252	175	1 : 1.11 : 2.72 : 0.38

2.2.2 扩大基础面积加固法施工设备

混凝土振动棒的设备选型： $\phi 50$ 型插入式 4~8m 混凝土振动棒，如图 2.1 所示。



图 2.1 混凝土振动棒

混凝土振动棒使用方法：

(1) 混凝土振动棒运转前，应检查电源相线接法是否正确，通电后，如混凝土振动棒未产生振动时，一般可将混凝土振动棒端往地上磕一下，待振动发出平稳有力的鸣叫声后，便可进行振捣作业。

(2) 混凝土振动棒工作时，应将混凝土振动棒垂直或倾斜地插入混凝土中，振捣一定时间后即可，

振动时混凝土振动棒应上下抽动。

(3) 在构件或建筑物上分层浇筑的情况下，振捣次一层时，应将混凝土振动棒插入已捣振层中，以消除层间接缝，获得整体效果。

(4) 混凝土振动棒连续工作半小时后，应停歇一段时间，防

止机械发热过甚而损坏机件。

当无混凝土振动棒时,应采用钢棒进行振捣,具体振捣方法如下:

(1) 混凝土应分层浇筑,并分层振捣,各次插捣要在每层截面上均匀分布。

(2) 插捣时均应把约一半的次数呈螺旋形由外向中心进行。

(3) 插捣底层时,需稍倾斜并贯穿整个深度。

(4) 插捣中间层和顶层时,捣棒要插透本层,并使之刚好插入下面一层。

2.3 加固设计

2.3.1 加大基础面积技术的方案设计

对单独柱基基础加固,可采用沿基础底面四面扩大加固;当原条形基础承受中心荷载作用时,可采用双面加宽;当原基础承受偏心荷载时,或受相邻建筑基础条件限制,或为沉降缝处的基础,或不影响室内正常使用时,可用单面加宽基础。

2.3.2 基础底面尺寸的确定

(1) 轴心荷载作用下基础底面尺寸的确定

根据地基承载力计算公式,变换公式得:

$$A \geq \frac{F}{f_a - \gamma_G d} \quad (2.1)$$

式中 A ——基础的底面积;

F ——上部结构传至基础顶面的竖向荷载;

f_a ——持力层修正后的地基承载力特征值;

γ_G ——基础及基础上填土的平均重度;

d ——基础平均埋置深度。

对于条形基础,可按基础的单位长度为 1m 进行计算,同时荷载也换算成单位长度荷载计算,则条形基础宽度设计的公式为:

$$b \geq \frac{F}{f - \gamma_G d} \quad (2.2)$$

(2) 偏心荷载作用下基础底面尺寸的确定

一般偏心荷载作用下基础底面尺寸的确定不能用公式直接算

出,通常的计算方法为:先按轴向荷载作用条件,初步估算所需的基础底面积 A ,然后再根据偏心距的大小,将基础的底面积增大 $10\% \sim 30\%$,并以适当的长宽比确定基础底面的长度和宽度。

对传统民居基础进行加固时,往往缺少地基承载力等基本数据,从而无法进行精细的底面积计算。根据既有地基加固经验,当传统民居基础变形不严重,基础裂缝宽度在 5mm 以下时,通常使加固后基础底面积不小于原底面积的 2 倍;当传统民居基础变形较严重,基础裂缝宽度在 5mm 以上时,通常使加固后基础底面积不小于原底面积的 3 倍。

2.4 施工工艺

2.4.1 工艺原理

传统民居扩大基础底面积加固法并不能使已产生的沉降或差异沉降缩小,只能控制后续沉降和差异沉降的发展。其基本的工艺原理是将原基础切割面凿毛、开槽、植筋、安装钢筋笼,利用混凝土套的原理对原基础进行围箍浇筑混凝土,增加基底面积。

2.4.2 工艺特点

扩大基底面积法的工艺特点主要表现在以下几个方面:

(1) 建筑物进行改造进而增加基础底面积,不影响传统民居的风貌特征,适用于传统民居的结构安全性能提升工程。

(2) 上部加层墙体加固和下部基底改造可以同时进行施工,有利于保障结构的安全,缩短工期。

2.4.3 施工注意事项

(1) 施工时沿条形基础纵向按 $1.50 \sim 2.00\text{m}$ 长度划分成许多单独区段,错开时间分别进行开挖施工(即“跳仓开挖”),绝不能沿基础全长挖成连续的坑槽或使坑槽内地基土暴露过久而使原基础产生和加剧不均匀沉降。沿基础高度隔一定距离应设置锚固钢筋,可使加固的新浇混凝土与原有基础砌体紧密结合成为整体。

(2) 在加宽部分的地基土上,铺设厚度不小于 100mm 的压实碎石层或砂砾层。

(3) 传统民居基础加宽后一般应满足刚性角要求。

(4) 将原砖砌体充分凿毛, 最好再间隔凿成马牙槎, 浇水湿透并清洗干净后再浇筑新混凝土。

(5) 灌注混凝土前应先将原基础凿毛洗净后铺一层相同强度等级的水泥浆, 以增强界面强度。

(6) 在墙脚或圈梁处钻穿钢筋时, 孔洞清洗干净后用环氧砂浆填充密实, 穿孔钢筋露头部分必须满足锚固长度要求。

(7) 每一区段基础加固施工完毕后立即回填, 严禁久置, 切忌开挖后遇雨天导致雨水灌入基础。

(8) 当采用混凝土套时, 基础每边加宽的宽度其外形尺寸应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 中有关刚性基础台阶宽高比允许值的规定。

(9) 当既有建筑的基础产生开裂或地基基础不满足设计要求时, 对于开裂的情况可先进行注浆加固后, 然后采用混凝土套或钢筋混凝土套加大基础底面积, 以满足地基承载力和变形的要求。

(10) 对于需要植筋的部位, 植筋深度应满足相关规定, 一般应大于 4 倍植筋直径。

(11) 放线时除了应考虑加固后基础的尺寸外, 尚应考虑施工工作面及开挖放坡的影响, 施工工作面不应小于 0.5m。

2.5 验收方法

施工过程中应严格控制新、旧基础界面强度 (或旧基础内水平穿入剪力钢筋的数量、直径等), 保障传统民居可以把部分上部荷载传递到扩大的基础上, 从而控制后续沉降发展。

一般来说, 传统民居基础加固施工完成后, 应进行不少于 3 个月的沉降监测。当传统民居所有沉降监测点位最后 1 个月内的沉降量小于 1mm 时, 方可判定加固有效。

按《建筑变形测量规范》JGJ 8—2016 规定, 要求观测精度高于 $\pm 1\text{mm}$ 的建筑物, 一般按二等水准测量技术规范执行。二等水准测量一般采用水准仪型号为 DS05、DS1 配套铟钢条码尺, 图示为 DNA03 型水准仪、配套铟钢条码尺。

在观测时, 为了满足精度要求, 应控制以下指标:

视线长度: $3\text{m} \leq D \leq 50\text{m}$;

前后视距差: $l \leq 1.5\text{m}$;

前后视距累积差: $L \leq 5.0\text{m}$;

视线高度: $h \geq 0.55\text{m}$;

重复次数: $t \geq 2$ 次;

两次读数所测高差之差限差: 0.7mm ;

往返较差及符合或环线闭合差限差: $1.0\sqrt{h}\text{mm}$;

单程双测站所测高差较差限差: $0.7\sqrt{h}\text{mm}$ 。



图 2.2 DNA03 型水准仪

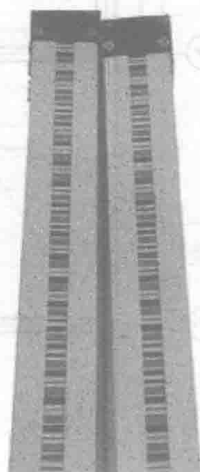


图 2.3 钢钢条码尺

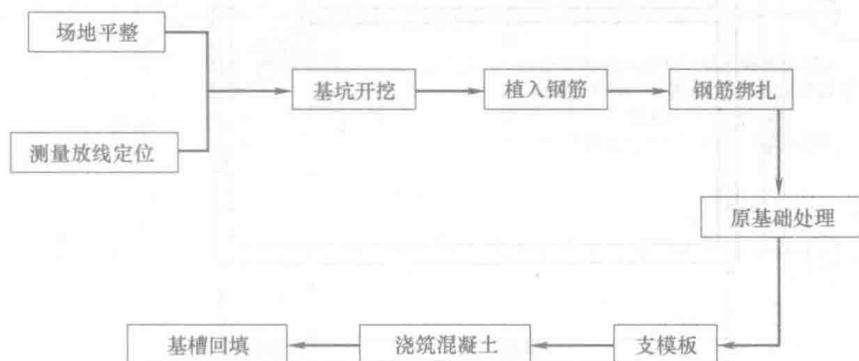


图 2.4 施工工艺流程图

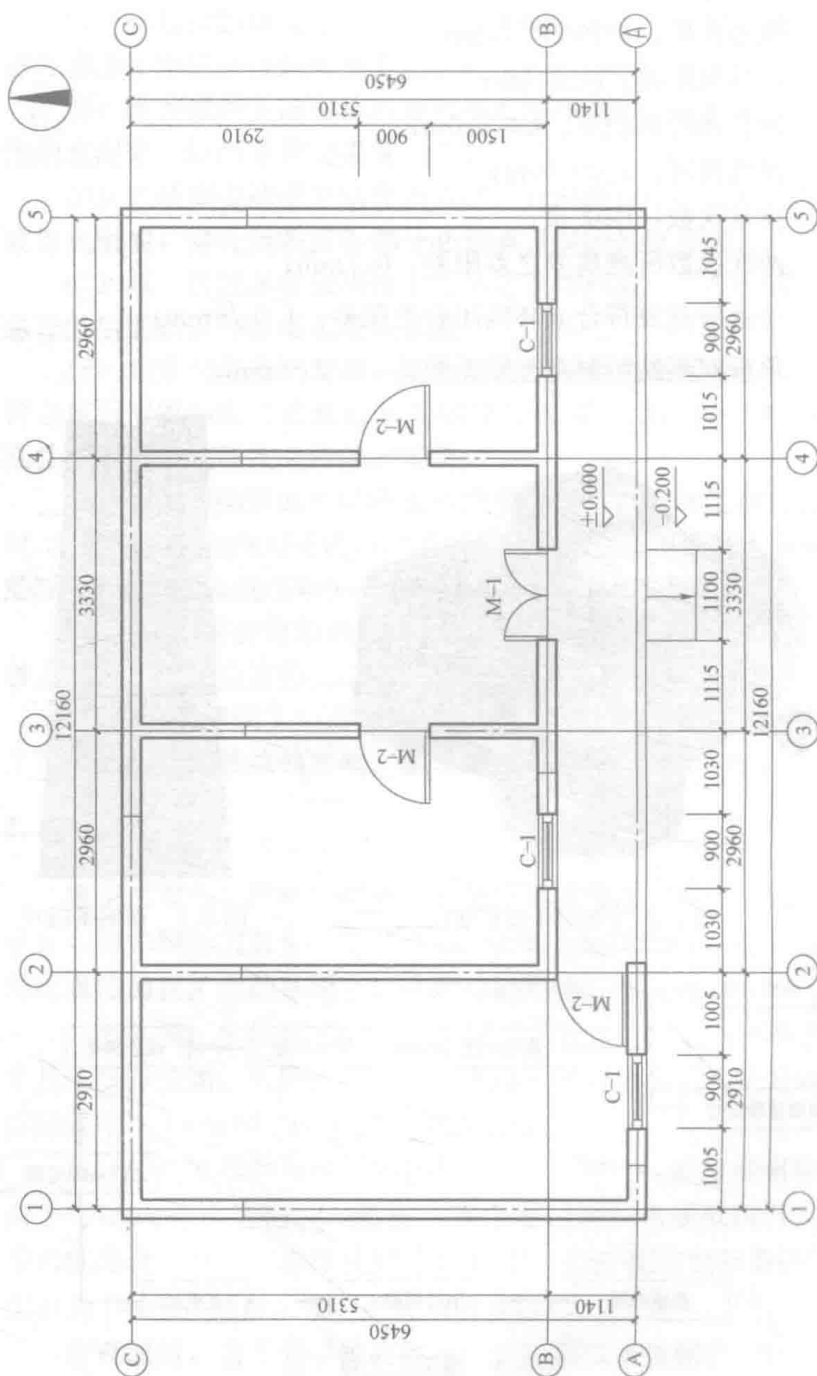


图 2.5 示范房屋平面布置图