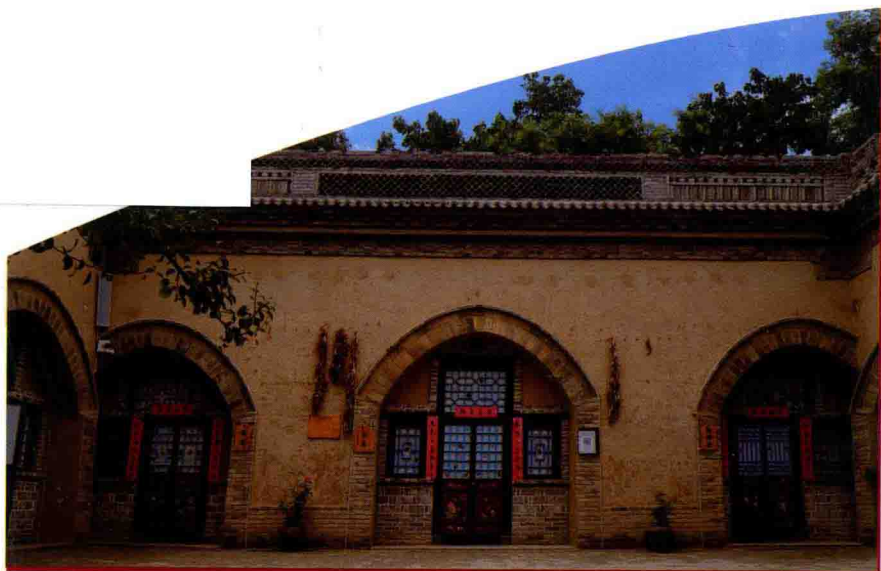




传统生土民居 建造与改良技术

童丽萍 赵红垒 刘强 张琰鑫 著



科学出版社

传统生土民居建造与改良技术

童丽萍 赵红垒 著
刘 强 张琰鑫



科学出版社

北 京

内 容 简 介

生土民居是我国传统民居的典型代表,承载着我国源远流长的传统居住文化,延续千年,形成了具有鲜明地域特色和民间营造智慧的传统建造技术体系。本书分别以生土窑居和生土墙民居两类典型生土民居为对象,按照建造工艺流程,系统梳理了我国生土民居传统的建造技术,并针对生土民居存在的居住舒适性问题提出了改良技术。

本书可为村镇住宅设计、施工人员,建设管理人员,农村自助建房人员,以及从事村镇建设的研究人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

传统生土民居建造与改良技术/童丽萍等著. —北京:科学出版社, 2018.7
ISBN 978-7-03-050091-5

I. ①传… II. ①童… III. ①民居-建筑学-中国 IV. ①TU241.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 233649 号

责任编辑:任加林 陈将浪 / 责任校对:王万红
责任印制:吕春珉 / 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>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年7月第一版 开本:B5(720×1000)

2018年7月第一次印刷 印张:21 1/2

字数:510 000

定价:102.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换《骏杰》)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62137026 (HA18)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前言

美丽乡村建设的目标是要让居民“望得见山，看得见水，记得住乡愁”。近年来，我国住房和城乡建设部等部委出台了一系列关于传统村落保护与发展的相关政策和工作计划，在全国范围内开展传统民居的调查与保护工作。生土民居是我国传统民居的主要形式之一，具有浓郁的地域特色和民俗特色，承载着我国源远流长的传统建筑文化，在美丽乡村建设背景下显得尤为突出。

生土民居是由未经焙烧、仅经过简单加工的原状土质材料建造的房屋，包括生土窑居、夯土墙民居和土坯墙民居等。生土民居具有易于取材、施工简单、造价低廉、冬暖夏凉等显著优点，其融于自然、归于自然，是典型的绿色建筑。生土民居在我国农村地区应用极为广泛，在各省份均有分布，尤以中西部省份分布更为集中。分布于不同地形、地貌和气候区的生土民居延承千年，形成了具有鲜明地域特色和民间营造智慧的传统建造技术体系。

生土民居独特而完整的传统建造技术沿用至今，未曾间断，是非常宝贵的建筑文化遗产，显露出中国传统匠人的建造智慧及思想内涵。然而，生土民居多为民间自发建造，大多凭借实践经验并以口传心授的方式在民间工匠中世代传承和演进。随着相关工匠的逐年缺失，生土民居的许多建造技术和工艺濒临失传。因此，系统整理生土民居建造技术就显得尤为迫切。

生土材料具有强度低、耐水性差等缺点，加之生土民居多由当地工匠凭经验建造，建造过程随意性大，基本没有考虑抗震设防等，因此生土窑居存在通风不畅、采光不足等问题，室内环境较差；夯土墙民居的结构安全性较差，在历次地震中曾出现大量倒塌的事故，人员和财产损失严重。生土民居的室内外环境质量、结构抗震性能等迫切需要提升，改良技术就是关键。充分考虑乡土材料的应用和地方风貌的保护，进行建造技术的适宜性改良对于生土民居的保护与发展至关重要。

在美丽乡村建设背景下，本书以生土民居为对象，系统梳理了我国生土民居传统的建造技术，并结合生土民居最新研究成果，提炼了适宜的改良修缮技术，以传承、发展生土民居的建造智慧和文化内涵，提升生土民居的结构安全性和居住舒适性。全书包括两篇：第一篇为生土窑

居建造与改良技术,以生土窑居为对象,按照建造工艺流程,从选址与定位、主体建造(窑院开挖、门洞建造、窑洞开挖)、细部建造(护崖檐、拦马墙、排水系统、拐窑)、附属设施建造、窑居装饰等方面阐述其传统建造技术,并针对生土窑居存在的结构安全和居住环境问题,提出了相应的改良技术。第二篇为生土墙民居建造与改良技术,以生土墙民居为对象,按照其建造工艺流程,从地基与基础、夯土墙的营造、土坯墙的砌筑(夯土墙夯筑)、门窗与屋顶、墙面与地面等方面详细阐述了其各环节的建造技术特点,同时以墙体及屋架等主要构件为切入点,论述了若干改良和修缮技术。

本书是在多次农村实地调研的基础上撰写完成的。参加调研的成员包括童丽萍、赵红垒、刘强、张琰鑫、崔金晶、张敏、邬伟进、赵龙、谷鑫蕾、王亚博、刘俊利、刘超文、唐磊、李聪、祝红丹、聂平、蒋浩、张枫等。调研过程中走访了几十个村庄、上千户农家,完成了近千份调查问卷,实地测量了近千栋民居,取得了大量的第一手资料。

本书由童丽萍、赵红垒、刘强、张琰鑫撰写。第一篇的技术梳理由赵红垒、赵龙、谷鑫蕾、王亚博完成;第二篇的技术梳理由刘强、刘超文、唐磊、李聪、祝红丹、聂平、蒋浩、张枫等完成。全书由童丽萍、张琰鑫进行内容提炼和统稿。本书的照片大部分是在调研中拍摄的,测绘图和透视图由崔金晶绘制。

本书是“传统村落结构安全性能提升关键技术与示范”(课题编号:2014BAL06B03)研究成果之一。

著 者

2018年3月

目 录

第一篇 生土窑居建造与改良技术

第 1 章 选址与定位	3
1.1 选址与定位的作用	4
1.1.1 选址标准	4
1.1.2 选址因素	5
1.2 定位	8
1.2.1 定方位	9
1.2.2 定功能	10
1.2.3 定院子	11
第 2 章 窑居主体建造技术	14
2.1 窑院开挖	14
2.1.1 确定窑院尺寸	15
2.1.2 放线	16
2.1.3 挖界沟	18
2.1.4 窑院开挖	18
2.2 门洞建造	21
2.2.1 确定构成	21
2.2.2 建造	26
2.3 窑洞开挖	29
2.3.1 确定开挖顺序	30
2.3.2 打窑	31
2.3.3 剔窑	32
2.3.4 泥窑	34
2.3.5 地面装饰	35
第 3 章 窑居细部建造技术	36
3.1 护崖檐	36
3.1.1 护崖檐的作用	37
3.1.2 护崖檐的构成与分类	37

3.1.3 施工工艺	41
3.2 拦马墙	45
3.2.1 拦马墙的作用	46
3.2.2 拦马墙的构成与分类	47
3.2.3 施工工艺	55
3.3 排水系统	60
3.3.1 传统地坑窑院排水系统的构成	61
3.3.2 传统靠崖窑排水系统的构成	66
3.3.3 施工工艺	67
3.4 拐窑	71
3.4.1 拐窑的构成与分类	71
3.4.2 施工工艺	75
第4章 窑居附属设施建造	76
4.1 水井与渗井	76
4.1.1 水井与渗井的作用	77
4.1.2 水井与渗井的构成	79
4.1.3 施工工艺	82
4.2 火炕	85
4.2.1 火炕的作用	85
4.2.2 火炕的构成与分类	86
4.2.3 施工工艺	90
4.3 炉灶	98
4.3.1 炉灶的作用	99
4.3.2 炉灶的构成与分类	99
4.3.3 施工工艺	103
第5章 窑居装饰	109
5.1 崖面修整	109
5.1.1 崖面的构成与分类	109
5.1.2 崖面修整的作用	114
5.1.3 施工工艺	115
5.2 室内装饰	120
5.2.1 室内布置格局	121
5.2.2 室内空间造型	122

5.2.3	壁龛	122
5.2.4	室内壁面	123
5.2.5	室内地面	123
5.2.6	吊顶和顶棚	124
5.2.7	壁面剪纸	128
5.3	窑居地面	128
5.3.1	窑居地面的作用	129
5.3.2	窑居地面的构成与分类	130
5.3.3	施工工艺	133
第 6 章	生土窑居改良技术	138
6.1	工字撑裂缝加固技术	138
6.1.1	技术原理与特点	139
6.1.2	施工工艺	139
6.2	木拱肋加固技术	141
6.2.1	技术原理与特点	142
6.2.2	施工工艺	143
6.3	腰嵌梁横向裂缝控制技术	146
6.3.1	生土窑洞的裂缝与成因	146
6.3.2	技术原理与特点	149
6.3.3	施工工艺	150
6.4	拱券错位修复技术	153
6.4.1	技术原理与特点	154
6.4.2	施工工艺	155
6.5	玉米芯草泥浆组合体系加固窑洞局部坍塌	156
6.5.1	窑洞局部坍塌程度判断标准	157
6.5.2	技术原理与特点	158
6.5.3	施工工艺	159
6.6	草绳网修复崖面空鼓、剥落	161
6.6.1	技术原理与特点	162
6.6.2	施工工艺	164
6.7	窑顶植被种植层	167
6.7.1	技术原理与特点	168
6.7.2	施工工艺	170

6.8 窑居的通风改造	172
6.8.1 技术原理与特点	173
6.8.2 系统构造	174
6.8.3 施工工艺	175

第二篇 生土墙民居建造与改良技术

第7章 地基与基础	181
7.1 地基处理	181
7.1.1 软土地基处理	181
7.1.2 湿陷性黄土地基处理	183
7.1.3 膨胀土地基处理	185
7.1.4 橡皮土地基处理	188
7.1.5 冻胀土与液化土地基处理	189
7.1.6 废井与溶洞处理	189
7.2 基础建造	191
7.2.1 灰土基础	191
7.2.2 三合土基础	193
7.2.3 石砌基础	193
7.2.4 砖砌基础	196
第8章 夯土墙的营造	199
8.1 生土墙材料	199
8.1.1 土的性质	200
8.1.2 生土的特点	202
8.2 夯土墙材料	204
8.2.1 夯土墙材料的制备和改性	204
8.2.2 典型地区夯土墙材料的制备	206
8.3 夯土墙的营造技术	208
8.3.1 夯土墙民居的特点与夯土墙营造技术分类	209
8.3.2 夯土墙的施工工艺	210
第9章 土坯墙的砌筑	223
9.1 土坯制作	223
9.1.1 土坯制作的原料	223

9.1.2 土坯制作的方法	224
9.2 土坯墙的砌筑技术	228
9.2.1 土坯墙民居的特点	229
9.2.2 土坯砌筑的分类	230
9.2.3 土坯墙砌筑的施工	234
第 10 章 门窗与屋顶	248
10.1 门窗的施工工艺	248
10.1.1 门窗的功能与构造要求	248
10.1.2 门窗的基本类型	250
10.1.3 门窗的制作与安装	253
10.2 屋顶的施工工艺	259
10.2.1 屋顶的种类与作用	259
10.2.2 屋顶的构成	261
10.2.3 木屋架屋顶的施工工艺	266
10.2.4 硬山搁檩屋顶的施工工艺	275
第 11 章 墙面与地面	279
11.1 墙面装饰	279
11.1.1 墙面抹灰的作用	279
11.1.2 墙面抹灰的分类	280
11.1.3 墙面抹灰的施工	280
11.1.4 其他墙体的装饰	284
11.2 地面装饰	287
11.2.1 地面夯实的施工工艺	287
11.2.2 青砖墁地与水泥地面的施工工艺	291
11.3 散水与勒脚	295
11.3.1 散水	295
11.3.2 勒脚	302
第 12 章 生土墙承重民居改良技术	304
12.1 屋架改良技术	304
12.2 夯土墙改良技术	307
12.2.1 植筋夯土墙	307
12.2.2 组合木格构夯土墙	317

12.2.3 预应力夯土墙·····	320
12.3 土坯墙改良技术·····	323
12.3.1 木圈梁带·····	323
12.3.2 内外格栅加筋网·····	326
参考文献·····	329

第一篇 生土窑居建造与改良技术

传统窑居是中国黄土高原上古老的居住形式，也是黄土高原的产物，它沉积了古老的黄土地深层文化，其历史可以追溯到四千多年前。黄土高原居民创造性地利用高原有利的地形，以及黄土的黏性、硬性和壁立不倒的良好的力学特性，凿洞而居，创造了窑洞建筑。生土窑居凭借其低成本、施工简便、低能耗、冬暖夏凉、较好的耐久性等特点，在黄土高原地区有着强大的生命力，在农村地区大量存在并沿用至今。随着社会的持续关注和帮助，居民在窑洞中的生活条件不断得到改善，生活质量不断得到提高，传统民居形式的窑居仍将长期存在下去。

传统生土窑居的建造多依赖民居自建、零散建设，建造过程缺乏严谨与规范化的指导，为确保生土窑居的建造质量，需要总结建造过程中各个环节的施工工艺，以形成完整的建造体系，延续这一古老的民间营造技艺并指导相关的施工建设。本篇从选址与定位、主体建造、细部建造、附属设施建造和窑居装饰等方面阐述了传统生土窑居的建造技术，力求做到适用面广、简明扼要和概念正确。

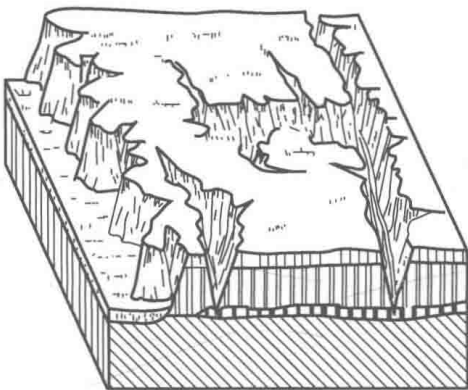
然而，由于生土窑居独特的结构形式、建筑材料和建造方式，且在使用过程中管理维护不当，生土窑居会产生裂缝、局部坍塌及渗水等问题，严重威胁到生土窑居的结构安全，对窑居居民的生活质量造成不良影响，本篇对此提出了若干改良技术，为此类问题的解决提供技术依据。

第 1 章 选址与定位

生土窑居是我国黄土高原极具特色的一种民居形式，也是黄土高原最为经济的建筑形态。它是黄土高原劳动人民四千多年来智慧的结晶，是先人在长期的生活实践中顺应自然、改造自然而创造的一种独特的民居形式^[1-3]。

黄土高原地貌较为复杂，主要有黄土塬、黄土梁和黄土峁三大类型^[4]。

黄土塬（图 1.1）又称为黄土平台，是平坦的古地面经黄土堆积而成的，面积广阔，侵蚀作用较弱，塬面平均坡度在 5° 以内，边缘坡度较大。黄土塬是黄土高原上的可耕种土地之一。



(a) 黄土塬示意图



(b) 黄土塬实景图

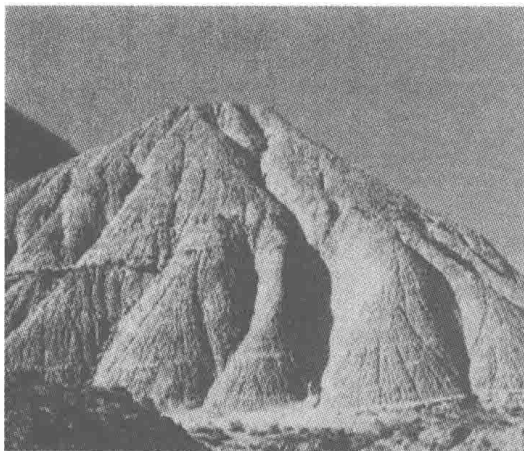
图 1.1 黄土塬

黄土梁（图 1.2）是长条状分布的黄土岭，梁长一般可达上千米，宽几十到几百米，梁顶宽阔，略有起伏，呈鱼脊状向两面沟谷微倾。



图 1.2 黄土梁

黄土峁（图 1.3）是孤立的黄土丘陵地形，也是黄土梁被侵蚀切割后的蚀余部分，其面积大小不一，有圆形和椭圆形多种形式。若干连在一起的峁称为峁梁，又称为黄土丘陵。



（a）黄土峁实景图（一）



（b）黄土峁实景图（二）

图 1.3 黄土峁

为了满足可耕、可食、可居的基本生活条件，先辈们在营造聚落时，首先会选择居住环境（即选址），然后采取顺其自然和因地制宜的方式营建聚落。居住环境的选择，宜先注重外界格局，进而讲究内部方位，即选址与定位。

1.1 选址与定位的作用

黄土高原地貌复杂，窑洞民居就分布在具有多种地貌的黄土地区。开阔的河沟阶地宽达数千米，多有村落散居其间；狭窄处陡壁直立、沟壑纵横，绵延数十千米，但在沟崖两侧依旧如串珠般地密布着窑洞山村。沟谷环绕、边缘陡峭的黄土塬为生土坑窑的存在和发展提供了必要的条件。先辈们在长期的居住实践中，积累了系统而完善的通过选址确定较为理想的居住环境的方法，有些方法即使到了现在也是适用的^[5]。

1.1.1 选址标准

古代劳动人民在以自然为本、尊重自然环境的基础上，总结出了一套理想的居住模式理念。它融合了我国“五行”“八卦”“阴阳”等基本哲学概念，构成了一道非常独特的中国文化景观。其宗旨是审慎周密地考察，了解自然，顺应自然，有节制地利用和改造自然，创造良好的居住与生存环境。

按照生土窑居居住模式的理念，生土窑居理想的选址标准：在地形特征上

表现为后有靠山, 前有明堂, 左右山环水绕, 即基址后面有主峰; 左右有次峰或岗阜的左辅右弼山, 山上植被要丰茂; 前面有水, 水的对面还有一个对景山——“案山”; 轴线方向最好是坐北朝南。只要符合这套格局, 有时轴线是其他方向也是可以的, 基址正好处于山水环抱的中央, 地势平坦且具有一定的坡度。

以生土地坑窑民居为例, 其选址的要求之一是前不蹬空, 后有靠山。凡宅后有山梁大塬者, 谓之“靠山厚”, 俗语称“背靠金山”; 宅后临沟无依无托者, 谓之“背山空”, 俗语称“背无依靠”。地坑窑院院落形状多为正方形或长方形, 一般避免平面布局为左长右短或左短右长的楔形, 以及前宽后窄或后宽前窄的梯形, 以“中矩”为最优^[6]。

1.1.2 选址因素

1. 地质因素

经调查发现, 相当数量的生土窑洞在役百年甚至数百年仍不坍塌, 这与窑洞所在黄土层的地质条件有着密不可分的关系。地坑窑院的挖造, 首先要做到科学识土, 因为土质的好坏直接决定着是否适合挖掘, 开挖后建筑物的稳定性及对人体健康是否有影响, 同时也决定着施工量的大小和施工的难易程度。

在辨认土质方面, 窑居地区的窑洞匠师们有着丰富的经验, 他们能够用“握土法”估计土的含水率, 用“指捻法”了解土的坚实性, 用“拳击法”了解土的抗剪能力, 还可以凭借“扳镢”反作用于手的力量了解土的强度。这些技艺都是通过口传心授的方式一代代传承和演进的, 直到科技蓬勃发展的今天, 还是一种简洁的适用技术, 是窑居文化中的重要组成部分。

(1) 地质检验

生土窑居选址的理念对地质条件格外讲究, 甚至是挑剔, 认为地质条件决定了人的体质。现代科学证明, 地质条件对人体健康是有影响的, 主要包括以下四个方面:

1) 土壤中含有锌、铝、硒、氟等元素, 在光合作用下释放到空气中, 直接影响人的健康。

2) 潮湿或臭烂的地质, 会导致关节炎、风湿性心脏病、皮肤病等。潮湿腐败之地是细菌的天然培养基地, 也是产生各种疾病的根源, 因此不宜建宅。

3) 地球磁场的影响。地球是一个被磁场包围的星球, 人们感觉不到磁场的存在, 但它又时刻对人产生影响。

4) 有害波的影响。如果在住宅地面 3m 以下有地下河流、双层交叉的河流、坑洞或复杂的地质结构, 就有可能放射出有害的“长振波”。

(2) 地质条件

中国黄土区是世界上分布最广、厚度最大的黄土区。根据黄土地层生成年代的久远程度, 把黄土划分为早更新世的午城黄土(古黄土)、中更新世的离石黄

土（老黄土）、晚更新世的马兰黄土（新黄土）及全新世的次生黄土（现代黄土）（表 1.1 和图 1.4）。

表 1.1 黄土层分类

黄土名称	现代黄土	新黄土	老黄土		古黄土
地质年代	全新世 (Q ₄)	晚更新世 (Q ₃)	中更新世上部 (Q ₂ ¹)	中更新世下部 (Q ₂ ²)	早更新世 (Q ₁)
地层	次生黄土	马兰黄土	离石黄土上层	离石黄土下层	午城黄土
料姜石（黄土结核物）含量	不含料姜石	不含料姜石	料姜石小而少，在古土壤下层分布	料姜石大得多，粒径大，分布于古土壤下层	成片连接，多呈钙质胶结层分布
湿陷性	强烈	一般	轻微	无	无
古土壤层数	无	偶有	有 4~5 层，层间距 3~4m	有十余层，有时连续分布	古土壤层密集，界限不清晰

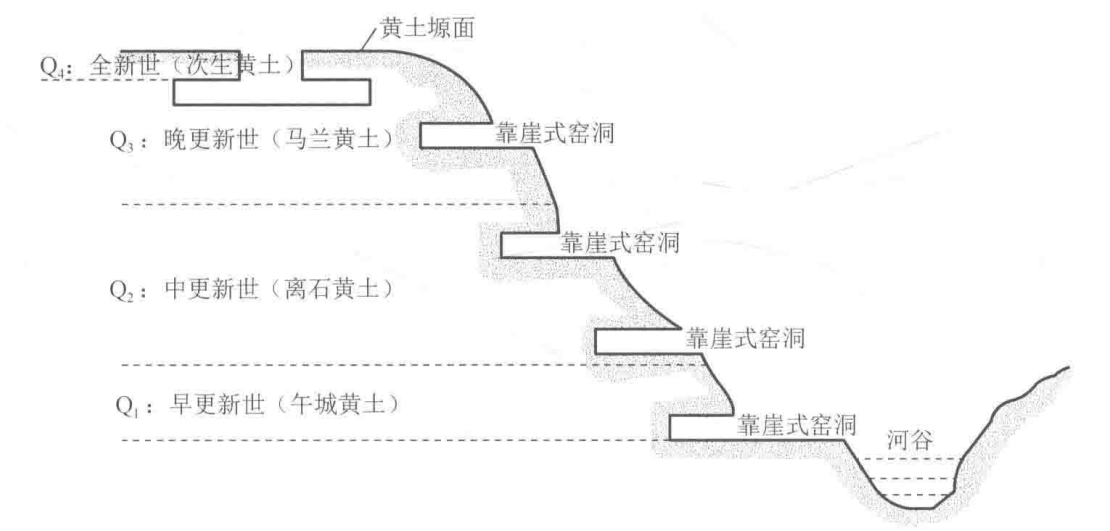


图 1.4 黄土层与窑洞选址

午城黄土层一般构成黄土高原和丘陵的中下部，开挖困难；离石黄土层的土层质地密实、力学性能好，是挖掘黄土窑洞的理想层；马兰黄土层土质均匀，呈垂直节理、大孔发育，有一定的湿陷性，且马兰黄土层较厚的地区有窑洞分布，黄土塬上的地坑窑院民居多分布于此层中；次生黄土层抗压强度低，湿陷性强，不宜挖掘无衬砌的纯黄土窑洞。由以上分析可知，黄土窑居大多建造在离石黄土层和马兰黄土层上。建造在黄土层上的窑居主要利用的是黄土本身所具有的受力特性。

黄土窑洞的选址多遵循以下规律：

1) 黄土的生成历史越久远，堆积越深，则其越加密实，黏聚力随之增长，内摩擦角增大，强度增大。窑洞的安全主要是由土拱肩的剪力控制的，从土体的结构稳定、土体工程地质特征分析可知，离石黄土层具有比马兰黄土层更显著的稳定性，故应尽可能选择离石黄土层作为窑洞地址。