

924/122

44530

掩土住宅设计手册

编译：杨 运 均

审校：徐 思 淑



建工系统大专院校情报网

一九八四年三月

序

本手册考虑了影响掩土住宅设计的各种因素，并提供了用于掩土住宅的各种材料和施工技术。这些资料对于研究掩土住宅的设计和评定已完成的设计是否合理、适合有着双重价值。虽然其他出版物，如著名的《掩土房屋设计》也有涉及并列举了实例，但仍有必要继续提供专门的技术资料以帮助进一步弄清并解决这类房屋的设计和施工问题。本书就试图提供一些资料以弥补其他同类出版物中的不足。

本手册中的资料是经地下空间研究中心全体人员研究过的，该中心设在明尼苏达大学内。是美国房屋和城市开发部所属的单位，地下研究中心曾完成过许多研究项目，编写过许多有关掩土房屋的著作，并接触过数百名建筑师、工程师、施工人员、业主、制定法规的官员和财政官员，涉及了有关掩土房屋的设计、施工、使用和评价种种领域。此外，还邀请了全国各地区从事掩土建筑设计和施工的专家们来一起商议和提供意见。

过去对“掩土”一词含意不清。一般认为凡建在地面上的标准框架房屋都不算掩土房屋，而只有纯粹的地下空间，通过坑道或竖井与地面相连的才算掩土。其实，这是两种极端的看法，是继续把房顶有土的房屋和只有很少露面的覆土房屋才视为掩土房屋。至于覆土的确切程度（百分比）——即要求在构筑物上覆盖多少面积的土作为掩土与不掩土的界

线一那是与税收和法规有关的事，这里不多干预，而是更多地从使用特性上来评价。所研究的掩土房屋，是意味着在构筑物上直接堆有大量的土，使居住空间的环境能够受益，这些受益是体现在生态上、美学上、经济上和与土地利用的关系上。

研究之前，有必要先作一些假设和限制：首先是时间的限制。技术知识、社会和经济条件都在日新月异，而研究所依据的特定资料 and 情况不久就会变得陈旧。因此，尽管这是谨慎提出的资料，也不可视之为一成不变的真理，应不时利用新成就、新技术去给予修正，给予更新，使之现代化。

第二个限制是情况。虽然本研究竭尽全力，力求使之明确而详尽，但毕竟各自的情况不同，对这个人可能是无价之宝，对另一个人就可能是枉费心机。因此，读者对本手册中所提供的专述，任何时候都得根据自己的实际情况去灵活运用。如对总介绍中提到的有些条件，可能各处都存在，只是他们未考虑到而已，有时各种条件会交替出现，则本研究只在于提供评价这些情况变化的方法，列出各种情况的优缺点，而不是建议作指定性的选择。

第三个限制是读者范围。因为不同的读者背景各异，有些人是斫轮老手，有些人则才初出茅芦，所以不能指望各类读者都平分秋色，都能从中学会并掌握有关施工的各种知识，而目的只在于使读者能较全面地了解一些标准的施工技术，并给他们补充一些有关掩土建筑的专门知识。设想本手册的读者是设计掩土住宅的职业建筑师或工程师，或是制定建筑法规的官员或财政人员。当然，本手册也一定会有益于其他领域的人员，但任何一本好书也不能代替多年的职业教

育和经验集累。

本手册由三大部份组成。按顺序编为十章，旨在反映出设计和施工程序。其实各设计和施工程序多是相互关连的。本书的第一部份对掩土住宅提供了总的评价。包括有对掩土住宅的介绍，以及这类构筑物在各地区的适用性及经济性等章节。前三章介绍掩土建筑的概念，并提供了特殊情况下评价其可行性的宝贵资料，进而去形成总的设计概念、第二部份包括有设计和技术资料，分为六章：场地设计和建筑形式，土壤、结构系统；防水，采暖、致冷、隔热以及景观设计。第三部份是细部设计和综合工艺，只有一章，提出并论证了典型的设计问题及其细节。总之，本手册的第二部份提供了各方面的详细技术资料，第三部份则是各种系统如何协调运用的举例。

目 录

第一部份:掩土住宅的总评价

第一章	掩土房屋介绍	3
第 1 节	掩土建筑的潜在受益.....	3
第二章	地区适合性	18
第 1 节	贮能, 气候变化.....	1
第 2 节	防龙卷风.....	26
第 3 节	防地震.....	27
第 4 节	地区的适合性小结.....	27
第三章	经济性考虑	33
第 1 节	初期投资.....	34
第 2 节	财政和税收考虑.....	40
第 3 节	运营费.....	41
第 4 节	使用期价值分析.....	44

第二部份:设计和技术资料

第四章	场地设计和建筑形式	61
第 1 节	场地设计.....	61

第2节	功能	71
第3节	结构	72
第4节	贮能	72
第5节	采光	81
第6节	建筑法规	82
第7节	造型	90
第五章	土壤	
第1节	一般考虑	100
第2节	主要设计参数	116
第3节	调查程序	122
第六章	结构系统	130
第1节	设计荷载	131
第2节	材料	138
第3节	构件的分析和设计	143
第4节	主屋顶和墙构件的典型尺寸	165
第七章	防水	167
第1节	场地规划和排水技术	169
第2节	设计细部	171
第3节	施工和应用考虑	184
第4节	选择防水系统的标准	197
第5节	对防水系统的评价	191
第八章	供热、致冷和绝缘	217
第1节	供热和致冷负荷	218
第2节	掩土建筑的潜在受益和限制	422
第3节	地下热传播和绝缘原理	233

第4节	绝缘材料	250
第5节	机械系统	260
第九章	景观设计	276
第1节	集装箱种植的概念	277
第2节	选择种植物的设计方法	285
第3节	种植物的栽培和养护	302

第三部份：设计和工艺学的综合

第十章	典型设计问题和细部	306
第1节	外露墙上的掩土屋檐	309
第2节	埋设墙上的屋檐	317
第3节	内墙	317
第4节	穿入屋顶的方法	322
第5节	翼墙	332
第6节	墙在地坪上下的衔接	335
第7节	基脚	340
第8节	挡土墙	342
第9节	护栏	345
参考文献		347

第 一 部 份

掩土住宅的总评价

1000

1000

第一章 掩土房屋介绍

本章的议题除对掩土住宅的优越性作简述之外，还有三个方面内容：第一，进一步介绍掩土住宅的概念；第二，前三章为掩土住宅总评价的重要组成部份，但为了评价掩土住宅在地区上的适用和经济上的可行性，就必须先涉猎下为评价所涉及的广泛领域；最后，作重陈述建掩土住宅的理由。这本来可以放在选择设计方案和结构细部的有关章节中去，但又考虑到只有对建掩土住宅的理由及其优越性有了认识之后，设计者才能更有信心地利用本手册中的第二和第三部份的技术资料，运用所提供的相应方法去圆满实现所追求的目的。因此作如此安排。

第1节，掩土建筑的潜在受益

美 学 上

掩土概念最大的吸引力之一——对有些人来说，也是设计掩土建筑的主要理由——就是掩土设计在美学上的潜力。将构筑物的部份或全部置于地坪线以下，并利用对掩土的墙和屋顶的设计，可在很大程度上创造出与周围环境融合协调的景观，而传统建筑则是望尘莫及。

掩土房屋所开拓的独特美学效果已有了不少好的范例。如1972年建的 Clark - Nelson房屋，它的形式及其与场地的协调程度远胜于其他形式，(图1—1)。又如在Winston同年修建的白色掩土住房有非常雅致的下沉庭院，加上屋顶的奇花异草，与周围幽郁葱葱的天然环境交相辉映，十分悦人。(图1—2)



图1—1. Clark - Nelson房屋

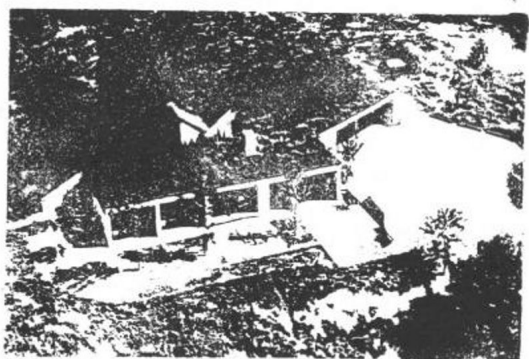


图1—2. Winston的掩土住宅

任何建筑物与其周围场地的关系乃是建筑美学的关键性因素之一。掩土则为高明的建筑师提供了大显身手的机会，使他可挥午彩笔去重新描绘这种关系。也为那些疏忽的设计者提出了要求思考的难题，因为设计语言也不同于传统建筑了。成功的掩土建筑对那些有睿智的人能使其视觉设计自然流畅，通过它可以让建筑物与场地环境浑然一体，即在形式上通过简单的平土工作和创造性地使用壳体或其他适于掩土建筑的结构要素来实现。其中种植物材料的选择就是设计要素之一，单这点就有别于其他建筑形式。总之，美学上能施展宏图的机会已激励着设计师、所有主和评论家们正日益把掩土设计作为一种成熟的艺术进行探索。

创造一种在美学上成功的掩土房屋的机会，不只在设计者所具的匠心，在某些情况还决定于特定场地能提供的可能性。虽然对绝大多数场地都可作出相适应的设计，但毕竟地形变化多姿的场地和适应当地生植物为主的场地可为掩土建筑提供更多、更有活力的设计机会。

土地利用上的受益

掩土建筑给利用土地带来许多潜在好处，这或许是掩土建筑最重要的特征。因为它可充分利用坡地和被城市遗弃的角落。有些场地可能不宜建传统建筑——由于坡度太陡或比街面过高或过低——而这正是建掩土建筑的理想场地。一般说来，坡地越陡，所建掩土建筑的密度更大，而传统建筑正相反。只要土壤条件适合，即使在50%的坡地上也可建造掩土房屋。

对密集发展的市区和郊区，掩土建筑有各不相同的处理

方法。对于很少或没有绿化空间的市区，掩土建筑可提供一块美好的种植区，由于城市密度增加，绿化空间的重要性也随之增加，为此，可按空间坐标模式发展的多级掩土建筑，使各屋顶空间组合成一个与自然环境相协调而舒适的绿化体系。

掩土的好处还在于能保存开敞空间，而又不影响自然和居住环境。城市一般都有密集发展区，而且趋势日增，地下建筑就为利用宝贵的城市土地提供了可能，而又不致减少已受到限制的开敞空间。在有较大面积的一块特定地区里，利用地下空间比建传统建筑好，因为掩土建筑既可开拓内部空间（构筑物屋顶以下的区域），又可创造外部绿化空间。既是一块宝贵的场地，就应精心设计，使房屋能容纳的人更多而同时还要提供适当的停车场和户外风景区。

掩土建筑在土地利用上的另一个好处是对城市认为不合用遗弃的地区，提供再生和发展的可能性。城市有些地区只适于作商业和办公区，而不宜作住宅区或其他发展形式，因为它缺少某些自然特征（例如绿化地），或由于它靠近不相容的地方，如机场、公路、铁路或工厂。而掩土建筑仍可建于这些地区，因为其设计可减少外来噪声和视野干扰，还可增进和恢复不毛之地的种植能力。

利用土地的各种潜在受益决定于许多因素。土地利用的效率在人口密集区更高、在坡地或由于靠近噪声源而认为无用之地上建造掩土建筑就是土地利用的最好例子。如果建掩土建筑的理由之一是为增加开敞空间或利用构筑物的屋顶，从而增加使用密度，那么相应的设计也应为此而努力。例如，此时的掩土屋顶就应是平的，并可以出入；否则，其效

果只是为好看。

环 境 受 益

有些房屋所有主和设计者把掩土视为保护环境的一种手段。为达此目的，在技术上是把墙伸进山腹使之幽隐独处，屋顶覆盖的种植物，可帮助吸收二氧化碳，产生氧气，并可吸收雨水（不必排水），还可为动植物提供栖息地。但如果建掩土建筑涉及到对环境和自然资源的利用有较大的影响，那么就必須权衡利弊，不能因建掩土建筑而增加了建造、运输、安装以及材料上的负担。

郊区对保持生态系统有刺激作用，因为郊区赖以生活的主要情趣之一就是更靠近自然环境。不管人类活动对环境的影响程度如何也可以察觉这点。在郊区的多数场地上建掩土建筑都可给动植物提供一个恢复生机的机会，进而改善空气和水质。这些环境上的受益直接与上面已谈到的美学和土地利用上的受益相辅相承，但很难定量。

隔 声

掩土建筑的另一个好处是对噪声和振动有衰减作用，构筑物减弱户外噪声的能力决定于对房屋四周和屋顶的覆土量。掩土房屋的窗户和墙外露越少，隔声越好，还能防特殊的噪声源，如频繁的车啸人流。只要把掩土房屋的护坡紧靠公路，而把窗户和门背离公路方向开启就可实现。防止户外噪声对喧闹的市区尤有必要，尤其当建筑靠近公路、铁路、机场或其他局部噪声源的情况。紧靠繁忙的公路场地上用掩土建筑能防噪声的一个实际例子，是明尼苏达州明尼阿波利

斯市建有一个十二单元的掩土房屋，见图1—3的照片。

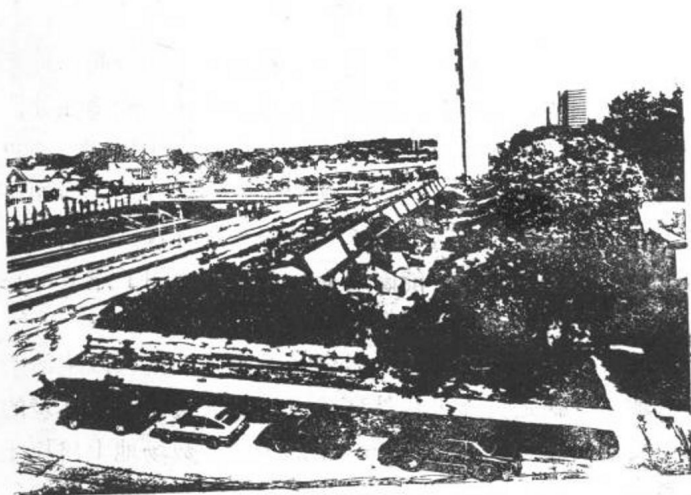


图 1 — 3 Seward镇的掩土房屋

维 修 少

掩土建筑的另一个优点是比传统房屋的维修少、因为它多是采用耐久的混凝土结构，并有土体保护外表面。埋在土下的材料不会遭受周期性的冻融，强热和太阳紫外线的辐射以及其他当地不良气候的影响等。

维护少的程度主要取决于建筑物的细部设计。例如，为了考虑在使用时减少维修，则建筑防水，绝缘和其他结构构件施工必须良好，并使用耐久，质量好的材料。同样，只有外露构件（如侧壁和窗框）需要一些维护，其维修要求与传统建筑物差不多。

防 火

火灾危险的导火线比比皆是：乱抛烟头，小孩玩火，炊烟失误和不正确使用易燃物品等，任何房屋的设计也难以顾及。而用混凝土、砧石或大型木材建成的掩土房屋可限制火灾范围使结构物的损失减至最小。实践指出，若室内陈设着火，即使不危及建筑物、也会产生大量的烟；照明也会引起火灾。尤其在草原和森林区的传统住宅，一旦受到山火的袭击，很难得到及时救援，也无能为力。而若是掩土房屋，由于外露于火中的接触面大为减少，从而防止火星飞溅，比传统建筑容易采取扑灭措施。

总之，与传统建筑相比，掩土房屋受火灾的危害小得多；当然室内陈设也难幸免。由于着火时室内会贯满烟气，为此，应按建筑规范正确地设计防火通道。对于郊区的房屋尤为重要，因为一旦作火，远离的消防部门难于急救，或当山火燎原，莫可奈何。

防 地 震

掩土建筑的结构系统较重较强，埋在地下的沉重的加劲墙比起基础易被动摇的地面结构，一般更能防有横向力的地震伤害。掩土建筑的屋顶体积大，是个缺点，然而由于与墙是锚接在一起，所以地震力不可能给沉重的屋顶造成灾难性的破坏。地震可能造成陡坡地的土壤塌落，而若在陡坡上建了掩土建筑就可帮助提高边坡稳定性，减轻边坡在遭地震时造成的土壤溶解或运动而致的损害。当然，掩土建筑也有被强地震伤害的可能性，为了减少这种可能性，应在选址和设

计时考虑到。

防核攻击和放射性尘埃

跟防地震力的伤害一样，由于掩土结构沉重坚固，可防附近爆炸力的破坏。在有核攻击的情况下，掩土护坡可提供对核辐射的防护力，能减弱渗进掩土建筑下层的放射性尘埃。当然，由于掩土建筑的外露墙和窗与传统结构没大差别，因此，为了提高更有效的防护力，必须精心设计。例如可用全部密闭的无窗房间，或将掩土房屋的四个方向都用护坡围着，窗户朝向中心庭院开启（参看中庭式掩土住宅设计），就比门窗朝向户外空旷地区开启的掩土房屋能提供更可靠的防护。（见图1—4）。

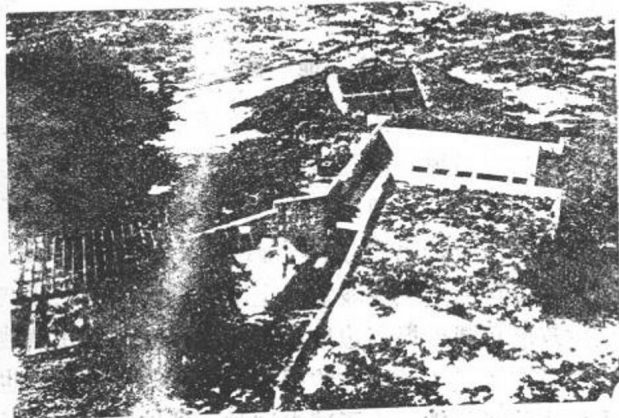


图1—4 Bordlie住宅