

中文翻译并随后与出版社多方联系。我还要向中国建筑工业出版社的副总编辑杨谷生先生表示谢意，感谢他们在此书中文版出版中所作的努力和帮助。

吉·戈兰尼

宾夕法尼亚州立大学，建筑系

宾夕法尼亚州，大学校园

EARTH-SHELTERED HABITAT

History, Architecture and Urban Design

By Gideon S. Golany

VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY INC

New York 1983

掩 土 建 筑

历史、建筑与城镇设计

[美] 吉·戈兰尼 著

夏 云 译

张似赞 李永盛 校

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本: 850×1168毫米 1/32 印张: 8³/₄ 字数: 232 千字

1987年7月第一版 1987年7月第一次印刷

印数: 1—8,220册 定价: 2.25元

统一书号: 15040·5268

EARTH-SHELTERED HABITAT

History, Architecture and Urban Design

By Gideon S. Golany

献给我的外孙甥，吉尔·班·大卫
——米娜和戴尼的儿子，戈兰尼
家族新一代的诞生。

DEDICATED TO MY GRANDNEPHEW, GIL
BEN-DAVID, SON OF MINA AND DANI, THE
FIRST-BORN OF A NEW GENERATION OF
GOLANYS.

出版说明

随着人们对节约土地、降低能耗、保持良好生活环境和充分利用建筑材料资源等问题重要性认识的提高，又把注意力转向一种古老而原始的建筑材料——生土和建筑方式——人工洞穴。国内外的建筑界开始对生土建筑、地下建筑和掩土建筑经验进行了广泛的研究。我国黄土资源丰富、分布广泛，建造和使用生土建筑与窑洞建筑历史久远，有许多经验值得总结；同时国外也有许多研究成果可供借鉴。美国宾夕法尼亚州立大学吉·戈兰尼教授，对地下与掩土建筑素有研究，并数度应邀来我国考察窑洞建筑。这里我们将他的主要著作之一《掩土建筑——历史、建筑与城镇设计》翻译出版介绍给我国读者，本书阐明了如何规划、设计符合现代标准的地下居所，如何将古代的经验与现代科学技术知识运用到这类建筑之中。

在翻译本书过程中，得到了原书出版者美国Van Nostrand Reinhold出版社和吉·戈兰尼教授本人的热情帮助，谨此表示感谢。

中国建筑工业出版社

一九八六年十一月

PUBLISHER'S NOTE

While people have come to understand further the importance of land and energy savings, safeguard of living environment and full use of building material resource, they've shifted their attention to an old and primitive building material — earth and its building style — artificial caves. Both domestic and foreign architects have started a comprehensive study on the experience of earth architecture, subterranean and earth-sheltered houses. Having a widely distributed rich resource of clay, China enjoys a long history of earth construction and utilization and the building of cave dwellings, from which many experiences should be summarized; at the same time many research results from foreign countries could be used for reference. Prof. Gideon S. Golany from the Pennsylvania State University, USA is a distinguished scholar in the field of earth-sheltered houses and has been to China several times to study the cave dwellings. Here one of his main books *Earth-Sheltered Habitat: History, Architecture and Urban Design* is translated and

published by CBIP, which introduces to the Chinese readers the research results of earth-sheltered habitat. This book is primarily explaining how to design a home below ground to meet our modern standards and norms. Prof. Golany is also using the ancient experience and knowledge in constructing such dwellings.

China Building Industry Press is grateful to the original publisher — Van Nostrand Reinhold, and the author Prof. Golany for their valuable help in the publication of the Chinese version of the book.

China Building Industry Press
November 1986

序

作为多年研究的结果，此书在中国出版，以帮助专业人员理解现代设计在地下住宅和城市集合体方面所具有的潜力。在洞室居所的发展进程中，中国积累了丰富的经验，但这些经验至今还未被中国的或西方的专家们完整地研究过，然而中国的情况可以用作将来住宅改善的极好的试验范例之一。

筹备撰写此书花费了我十多年的时间。早在青年时代，当时我生活在一幢沙漠地区的半地下居所内，以及随后的四十年代，当时我作为南以色列干旱区北利集体社区新居住区的创立者和成员之一，撰写此书的计划已经开始酝酿，而当我在挖掘黄土以修筑防御隐蔽所和坑道时，有关此书的规划就不可避免地开始了，但是只有到最近，我才得以将梦想化为现实。

担任此书中文版翻译和校对工作的分别是西安冶金建筑工程学院建筑系的夏云教授和张似赞教授。另外同济大学岩土工程系李永盛博士完成了译文最后校阅。对于他们所作的努力在此表示衷心的感谢。

我同样要感谢我的朋友——西安冶金建筑工程学院的侯继尧教授。侯教授促使了此书的

目 录

引言.....	(1)
---------	-------

第一部分 历史的经验

古代经验.....	(9)
突尼斯：干旱区情况.....	(12)
中国：地下住宅.....	(18)
土耳其卡帕多西亚：地下居所.....	(20)
意大利阿普利亚省：	
石灰岩的开发.....	(23)
美国：印第安人的地下住宅区.....	(24)
加纳塞里泊地区：	
半下沉式村落.....	(25)
其他古代经验.....	(26)
现代的成就.....	(35)
美国：覆土掩所.....	(48)
斯堪的纳维亚：储藏空间.....	(52)
日本和加拿大：购物中心.....	(64)
澳大利亚：沙漠气候区的住宅.....	(65)
苏联：多用途地下空间.....	(67)
其他国家的例子.....	(67)
地下的开发：评价.....	(69)
注 释.....	(77)

第二部分 地下房屋设计

场地选择考虑因素	(86)
土壤对地下建筑的影响	(93)
土壤: 性质与热工特点	(96)
土壤与室内得热、失热	(101)
土壤类型与开挖问题	(106)
热旱气候区用节能制冷的房屋	
革新设计	(111)
地下设置	(111)
被动式通风	(119)
蒸发制冷	(127)
地下建筑设计问题	(135)
设计类型	(139)
设计与热工效能	(141)
心理障碍与设计	(144)
结构说明, 绝热与防水	(148)
天井	(153)
自然采光、日照和窗户	(155)
室外空间	(166)
屋顶	(170)
入口	(171)
噪声	(173)
现行立法与建筑规范	(174)
结论	(179)
注释	(184)

第三部分 城镇设计中的地下居所

场地选择考虑因素	(192)
----------	---------

地文学	(193)
气候	(198)
水文学	(199)
环境质量	(201)
资源的可及性和邻近性	(201)
新的城市设计原理	(203)
密集型城市	(203)
干旱区城市的密集性	(209)
城市细胞形式	(215)
土地使用	(219)
地下房屋组群设计	(228)
地下化中的环境问题	(237)
城市设计原理在以色列某一干旱区	
的应用	(239)
用地	(239)
规划	(240)
结论	(249)
对气候的防御	(258)
土地利用	(259)
耗能	(260)
造价	(260)
维修费	(261)
安全	(262)
健康	(263)
环境影响	(263)
注释	(266)
目录与参考书目选 (略)	
索引 (略)	

引 言

本书讨论一种特别适合于恶劣气候区域的替代房屋住宅的设计方案，即掩土或地下建筑。然而，只要作必要的修改和调整，本书提到的不少设计方案也可应用于非恶劣气候区域的住宅设计。

这里所指的恶劣气候是白天温度很低或很高的地区，日夜温差很大，极少甚至没有降雨，在进行房屋设计和城镇规划时需要专门措施。干热区、干冷区（例如干旱地区和大陆性气候的高原区）或湿冷区（例如多雪的北方地区）均属恶劣气候区。

恶劣气候地区的居民需要解决一系列问题。在大多数情况下，采用传统的方法制冷或采暖都要消耗大量的能量。本书为恶劣气候区提供了非传统的房屋设计方法，应用了地下或覆土建筑、被动式通风以及蒸发制冷的概念。

本书对这些内容进行了广泛的论述，并提出了该类房屋设计的细节。将房屋用土覆盖起来，这种覆土就成了有围护的房屋与严酷气候之间有效的日常绝热体，更重要的是围土具有储热能力。这一介于土体表面温度和房间温度之间的长时间延迟效应，使得房屋具有当季合适的温度。设计中还阐明了由于地下房屋所处的位置而引起的问题，例如自然采光、必要的日照。对室外的视觉直观、环境影响以及规范要求等，与此同时书中提供了多种实用的解决方法。

与其他地区相比较，气候恶劣的地区，特别是干旱地区，其特性更是由微妙的生态平衡所决定。缺水、干旱以及严酷的温度已经将所有的生物与自然形态连结在长期相适应的平衡状态。这些生态系统的全部组成部分经常处于维持生存限度的平衡中，这些敏感的生态系统乃是在维持相互平衡与相互依存的两种状态中发展起来的，由于这种平衡是极严密自然的，如果一旦遭到破坏就要花很长时间才能纠正。更有甚者，严重的生态破坏往往导致无法恢复的损失。维持和恢复生态平衡的关键是降雨，但是，在我们所述及的干、热的干旱区和半干旱区里，其有限的降雨量既不能预先估计也无法进行调节。

本书中的部分章节讨论了仿效沙漠地区动植物的可能性，用以建造一种独特的居所和特种房屋来应付干旱地区的恶劣气候。所建议的居所与房屋结合了三种不同的古老系统：（1）中国北部和北非古代采用的地下房屋；（2）古代美索不达米亚和波斯采用的被动式通风系统；（3）整个中东和世界其他许多地方采用的蒸发制冷或增湿系统。我们的最终目的是为了建立一个节能制冷的房屋样板，这种房屋可利用周围环境的自然过程减轻外界干热气候的袭击，使室内具有适度的微气候。这种房屋的费用应使干旱区大多数低收入的居民负担得起。最近有许多关于地下房屋的革新设计，这些设计只能适应中等和高收入阶层的要求。然而，世界人口的大多数仍生活在气候恶劣的地区，收入又低，那里的社会特征是技术水平低下。更有甚者，许多研究人员却一直忽视了古代文化在这方面的大量成就。

迄今，我们对地下的使用主要是取用自然资源，如水、油、气、矿石以及其他矿藏等。近来，我们才又产生了使用地下作为居所的兴趣，这在历史上已经间或地早就这样使用过。当然，利用地下作为居所或其他多种用途这样一个课题，我们还是刚开始研究并评价它的性质与潜力。然而，这种评价必须是综合性的并照顾到已经开始的多种用途。现代这种开发地下空间进行使用和居住的动向，乃是一种文明的标志，这种标志是以先进技术为特征的。

今天的城市，已经有许多利用地下的活动，例如油或液体的储存、人防掩蔽所、市政隧道（例如电话、污水和雨水管线、电力和供水系统、供暖管、煤气管、电视电缆）、发电厂（特别是水力发电厂）、地铁、公共汽车和铁路车站、停车场、购物中心、冷冻设施、剧院以及其他公众集合场所、图书馆、办公楼，此外，还常常有军用设施。后者需要大量的财力和人力进行细致与广泛的室内和现场试验，以便在多种类型的土壤和条件下获得最优成果。军方有关这个项目的报告提出了多种多样具有实践意义的意见，这对于规划者和设计者也许是重要的原始资料。

本书内容适于规划者、设计者、建筑师、工程师、施工人员、实业家、社会科学家以及经济学家。书中提供的大量插图和可供选择的方法，对于想建造这类房屋或获取这方面知识的外行人也是有用的。当然，还需要得到施工和建筑材料方面的建造工程师们的指导与参与。相反，书中的建议，特别是有关设计方面的建议，对着手该项工程的工程师应能起到指导作用。尽管本书内容广泛，并拟包含更多的资料与分析，但终难全备，因为这个题目几乎要涉及到生活的所有方面——技术的、经济的、社会的以及政治的各个方面。书中的资料可以作为开始设计地下建筑的专业人员的基础，涉及到有关土壤、导热性、构造或通风的更多细节时，则应进一步参考更专门的文献，每一场合都有需要彻底研究的自身特点。因此，尽管适用于所有场合的万全之策是不存在的，但是本书在处理这些复杂问题的时候采用了较为广泛的途径。

正如本书将要讨论的，地下建筑具有许多公认的优点。地下建筑可以防恶劣气候、防火、防地面公害，例如地震、旋风和太阳辐射。另外，地下建筑几乎没有失热或得热，这样就可节约采暖和制冷的耗能。同环境的极端大气候比较，地下建筑能提供适度的微气候。例如，在很冷的时候，电气供暖设备遇到停电，地下建筑的室内温度则常常仍可保持尚好的水平。正确设计的地下建筑，使居住者享受到一个令人满意的舒适环境：无噪声，无振动，地板能承受较大的荷载，扩展几乎没有限止，建造和维修费

用在多数情况下都低于传统房屋。此外，还可省出地面作其他用途。对室外环境的影响也极小。美国土木工程师协会地下建筑研究委员会在其研究报告中已作过总结：“据保守的分析，用新技术将民用设施安置在地下空间，每年就可省出近六千万美元，这部分资金便可用于社会和环境方面。”（Robert F. Baker, et al. *The Use of Underground Space to Achieve National Goals*. New York: American Society of Civil Engineers, 1972, p.iii）

我从这项研究中得出的总的结论之一是，在极端气候区域，特别是在干热、干冷或极为寒冷的地区采用地下住宅，其效果优于温和气候地区。

本书考虑到古代的经验 and 当代的经济现实，从而提出了建立一种紧凑的地下与地上相结合的邻里设想，这种邻里乃是构成由成组的连续单元构成的城市的组成部分。除住宅外，每一个城镇单元将以大多数日常社会和经济活动的现实为特点，设有就业地区，而所有设施均应在步行所及的范围以内。设计这样一种新的城镇单元的目的就是要减少机动车辆在其限定范围内的使用，这样就可以减轻或消除空气污染并增进安全感。

紧凑的城镇单元与地下建筑这两个概念是不可分的。虽然我们将分别讨论，但望读者明瞭这两者乃是改善恶劣气候区居住条件的必要的整体方法。城市每年在扩大，有些国家扩展量达到了几百平方公里。城市的扩大使土地价格抬高到农田原价的上千倍。这两个过程将来还要继续。发展地下居住区就能适应这两个过程，并试图减缓这一发展。

大地给予我们食物和矿藏以维持我们生存，当我们死后又最终成为我们的永久安息之地。我们的全部生命周期都围绕着大地，因而它也肯定能提供给我们安全、宁静、温暖的居所。

掩土居所是最早的一种住宅形式，在某些地理位置和区域使用了几千年。世界上有三个地区存在较集中的地下住宅和村社，它们是：

1) 中国北部的黄土地区，那里至今仍有三千万到四千万人口居住在地下。

2) 土耳其中部的卡帕多西亚 (Cappadocia)，在近4000年内，那里出现过四十多个地下村社。这一地处土耳其中部的高原地区，气候极为恶劣——夏季炎热，冬季寒冷，全年干燥。圆锥形的地势完全不能耕作，但能承受悬崖地下居所的建造。

3) 位于撒哈拉沙漠北部边界的突尼斯南部，那里的玛特玛塔 (Matmata) 高原约有二十个地下村社，1500年以来一直被使用。在这些地下居所中，有些成凹形，有些则位于悬崖的正面，与中国的地下居所极为相似。作者曾对此作过深入的研究，研究结果现正由特拉华 (Delaware) 大学出版社编辑出版。

中国以其地下住宅的分布范围及长达4000年之久的丰富经验而著称。这些所谓的洞室居所是在独特的条件下发展起来的，例如：相对松软和均匀的黄土；中国西北地区恶劣和干燥的气候条件；当地居民的独特性格，坚韧、创新和实干；地下建筑的经济可行性；最后，土体本身的双重使用可能性。中国地下居所主要分布在甘肃、陕西、山西和河南诸省。近几年来，作者研究了中国洞室居所，并正筹备撰写一本专著，不久可望出版。

其它还有分散的地下居所和小型的村社，例如西班牙、意大利南部和亚洲某些地区具有传统风格的地下住宅等。有史以来，地下空间即被用作多种用途，包括储藏、制造、集会大厅和墓地、住宅等。最近，特别是在技术发达国家，提出了一种有关地下空间利用多重利益方面的全新认识，另外，在过去二十年间，不少国家致力于土地利用的这一形式的专门研究。当前，现代地下建筑应用于许多领域：在日本，用作购物中心和食品市场；在瑞典和挪威，用作工厂、储贮区和军用设施；在加拿大，用作购物中心；在美国，用作住宅、学校和工业建筑。

此书献给中国的读者，并期望所介绍的地下空间，现代设计能对中国的地下空间开发利用起到有效的和有利的改善作用。作

6 引言

者期望中国的城市规划师、建筑师、工程师、教授和学生能使用本书，并希望此书的出版能激发起对中国洞室居所研究的兴趣。