

可持续建筑译丛

建筑节能设计

——从规划到施工

ENERGY-EFFICIENT
ARCHITECTURE

[德] 罗伯特·贡萨洛 卡尔·J·赫伯曼 著
马 琴 万志斌 译

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01-2006-5178号

图书在版编目(CIP)数据

建筑节能设计——从规划到施工/(德)贡萨洛,赫伯曼著;马琴,万志斌译.北京:中国建筑工业出版社,2008

(可持续建筑译丛)

ISBN 978-7-112-09708-1

I.建… II.①贡…②赫…③马…④万… III.建筑-节能-建筑设计
IV.TU531.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第158128号

Energy-Efficient Architecture/Roberto Gonzalo, Karl. J. Habermann

Copyright © 2005 Birkhäuser Verlag AG (Verlag für Architektur), P.O. Box
133, 4010 Basel, Switzerland

Chinese Translation Copyright © 2008 China Architecture & Building Press
All rights reserved.

本书经 Birkhäuser Verlag AG 出版社授权我社翻译出版

责任编辑:孙 炼

责任设计:郑秋菊

责任校对:王雪竹 王 爽

可持续建筑译丛

建筑节能设计——从规划到施工

[德] 罗伯特·贡萨洛 著
卡尔·J·赫伯曼
马 琴 万志斌 译

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京方嘉彩色印刷有限责任公司印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:13 $\frac{3}{4}$ 字数:426千字

2008年2月第一版 2008年2月第一次印刷

定价:69.00元

ISBN 978-7-112-09708-1

(16372)

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)

TU531.6/2

2008

可 持 续 建 筑 译 丛

建筑节能设计

——从规划到施工

[德] 罗伯特·贡萨洛 著
卡尔·J·赫伯曼
马 琴 译
万志斌

中国建筑工业出版社

目 录

前言	5
节约资源和节能建筑：缘起	7
城市节能设计：原则与策略	25
出发点	26
演变	28
气候条件	30
建筑类型和建筑比例	33
建筑朝向	34
密度	34
通道	34
停车	37
周围环境和开放区域	38
设计工具	40
能量供应	41
城市节能设计：实例	43
被动式太阳能住宅结构：克林斯半分离住宅，里斯克及其合伙人建筑事务所，卢塞恩	44
高密度住宅：阿福尔特恩联排住宅，美呈建筑师事务所，布鲁日	50
街区边缘完善：慕尼黑多户住宅，H2R，赫舍，赫本斯珀格－赫舍，洛蒂，慕尼黑	56
城市修复：慕尼黑商住楼，马丁·普尔，慕尼黑	62
建筑缝隙的开发：威斯巴登商住楼，A—Z 建筑事务所，威斯巴登	68
社会节能住宅：马德里住宅楼，吉尔摩·亚涅斯，马德里	74
废弃工业区的城市更新：诺丁汉大学校园，霍普金斯建筑事务所，伦敦	80
建筑节能设计：基本原则和策略	87
出发点和目标	88
节能住宅	89
单个房间	90
建筑比例	90
朝向	92
太阳能立面	94
入口空间	97
利用和能量平衡	99
能效更新	101
与新结构的对话：优势	101
更新的适宜性	102
隔热	104
通风	105
采暖系统	106
节能商业建筑	107
要求	107
能量平衡	107
遮阳	109
自然采光和人工照明	110
通风和降温	111

建筑构件的活性化	112
混合利用	112
节能文化建筑和公共设施：独特的特征	113

建筑节能设计：实例 115

低能耗和太阳能住宅更新：武佩特尔学生公寓，一期：PPP 和迈克尔·穆勒和克里斯汀·舒尔特，杜塞尔多夫 二期：穆勒·舒尔特建筑公司，伍珀塔尔	116
灵活使用：施瓦茨巴赫商住楼，克里斯汀·伦茨，赫曼·考夫曼，施瓦茨巴赫	122
系统建筑太阳能住宅：苏尔塞商住楼，雪特林－西弗瑞格及其合伙人事务所，卢塞恩	128
差异化立面设计：杜伊斯堡办公综合体，舒斯特建筑事务所，杜塞尔多夫	134
高层建筑中的自然通风：慕尼黑办公楼，海恩建筑师事务所，慕尼黑	140
智能遮阳和阳光反射：威斯巴登办公综合体，托马斯·赫尔佐格及其合伙人事务所，慕尼黑	146
可持续办公楼：伦敦国会大楼，霍普金斯建筑师事务所，伦敦	152
整体生态学：魏德林办公室及工作间，乔治·W·莱因伯格，维也纳	158
按照太阳能住宅标准建设的总部大楼：斯太尔商业建筑，沃尔特·安特伦纳尔，菲尔德基尔森	164
低能耗校园建筑：比齐林学校综合体，劳顿＋海贝勒事务所，维也纳	170
儿童太阳能住宅标准：奥夫科菲尔森的蒙台梭利学校，沃尔布鲁恩·格罗兹·瓦伦廷·罗依布尔，博克霍恩	176
参与建设：盖尔森基辛综合中学，普拉斯＋鲍普兰格，内卡特茨林根	182
对极端条件做出的反应：拉达克学校建筑群，阿鲁普联合事务所，伦敦	188
可调节阳光设计：里姆艺术博物馆，伦佐·皮亚诺建筑工作室，巴黎／热那亚	194

细部节能设计和技术完善 201

手段和材料	202
出发点	202
玻璃区	202
墙体	202
保温材料	203
热量储存	204
未来的目标	205
通风概念和能量体系	206
通风概念	206
通风分区	206
可以回收热量的通风系统	206
通风系统：集中或分散	207
加热和制冷概念：能量携带者	207
电热结合（PHC）	207
可再生燃料（生物量）	208
太阳能和光电能	208
热泵和冷冻机	208
制冷	209
供热系统	209

附录 211

词汇表	212
参考书目	214
机构	215
姓名	216
地址	216
项目参与人	217
图片来源	219



前言

乌托邦和实验室是推动我们的技术发展的重要力量。随着时间的流逝，儒尔斯·凡尔纳（Jules Verne）的空间旅行和欧仁·埃纳尔（Eugène Hénard）的城市设计都变成了现实。近年来，能量自给自足的建筑概念重新浮出水面。巴克敏斯特·富勒（Buckminster Fuller）、诺曼·福斯特（Norman Foster）和理查德·罗杰斯（Richard Rogers）只是这股新生力量的几个代表人物而已。

实验很快演变成了在施工和日常建筑实践中的宝贵经验。本书作者的目的是想要在建筑科技的专业知识和大量的从业人员之间架设一座桥梁。

“从来就没有所谓的节能风格。除了那些所有建筑共有的环保法则（比如说没有污染）之外，这种类型的建筑没有一个统一的审美法则。”[罗伯特·卡尔顿·布鲁纳（Robert Kaltenbrunner），《建筑世界》，1993]

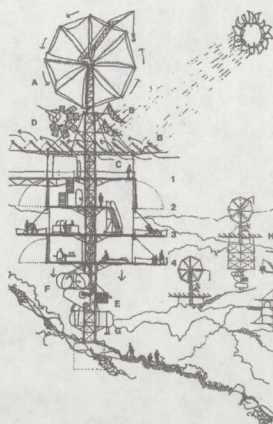
建筑师原创的材料理所当然是设计文件和理论章节的一部分。它们也具有整体上的审美个性。现在的CAD程序已经可以进行非常个性化的渲染。因此在这本书中，我们经过慎重考虑之后，决定放弃视觉协调的细部内容。在这里有必要说明一下的是，在创新的过程中难免会存在过于简单或轻率地借用某些细部的危险。只有和专业人士直接接触之后，才能真正得到有用的经验，并且把所需要的技术付诸实践。出于这个目的，本书在附录中列举了所有主要设计人和部分生产商的清单。本书的组织架构也是大家比较熟悉的：从分析迄今为止的建筑史概况开始，从城市设计到节能建筑设计再到细部处理，逐步地展开主题。从德国、奥地利、瑞士、西班牙

和英国精心挑选出来的例子是本书非常重要的一个组成部分。拉达克学校给本书提供了一些特别好的可持续建筑的实例，该学校对先进的太阳能建筑技术进行了很好的应用。对于那些受到极端的气候条件和当地资源的限制的例子来说，对当地建筑传统的考虑是节能建筑中很重要的一部分。

本书没有试图尽可能多地介绍各种类型的建筑。它也不是一本无所不包的大全，它只是提出了在各种千变万化的要求之下的多种可能的解决办法。

在这里，作者首先要感谢的是所有提供资料和耐心地回答问题的同事们。作为技术完善和建筑物理的专家，工程师们提供了非常宝贵的数据，他们实现了本书想要达到的广度和深度的要求。我们还要感谢约翰·贝利（John Berry）、克劳斯·埃格特（Klaus Eggert）、赫尔穆特·克拉普梅耶（Helmut Krapmeier）、安德烈·拉肯鲍尔（Andreas Lackenbauer）、克莱门斯·勃洛克（Clemens Pollok）、沃尔夫冈·舍克夫（Wolfgang Schölkopf）、彼得·舍西格（Peter Schossig）、马提亚·舒勒（Matthias Schuler）、迈克尔·威斯（Michael Weese）和简·维诺德（Jan Wienold）。最后，还要感谢我们的妻子苏珊娜·贡萨洛（Susanna Gonzalo）和乌拉·福尔德-赫伯曼（Ulla Fulde-Habermann），如果没有她们的建议、支持和耐心，本书也是无法完成的。

罗伯特·贡萨洛
卡尔·J·赫伯曼
慕尼黑，2006年1月



左图：
武佩特尔学生公寓
一期立面局部，
建筑师：PPP 建筑师
事务所。
克里斯汀·施吕特，
迈克尔·穆勒

上图：
“自给自足住宅”，
阿斯彭，科罗拉多，
理查德·罗杰斯，
1978。
自给自足住宅的概念是全部采用可再生能源



节约资源和节能建筑： 缘起

克里斯汀·伦茨、
赫曼·考夫曼：
施瓦茨巴赫商住楼，沃
拉尔堡。
与阳台栏杆结合在一起
的太阳能板可以进行热
水处理。见第122页

节约资源 和节能建筑： 缘起

“在开始建造城墙的时候，一个健康的环境是最重要的：它应该是一块高地，不会遭受雨雾的侵袭；不能是酷热的也不能是严寒的，而应该是介于两者之间的温度……”^①维特鲁威在他著名的论著《建筑十书》中，为建筑传统和城市设计奠定了基石。在该书中，他提到了他之前的希腊人的建筑和城市设计，并且对太阳给城市各个功能带来的影响予以了高度的关注，而且罗列了大量的细节。无论是对于罗马人还是希腊人来说，都在很早以前就认识到了建筑朝向和建筑使用之间的关系。

当我们看到维特鲁威对选择恰当的建筑材料描述时，我们可以清楚地看到早期的生态学方法。在混凝土的雏形——水泥出现之前，各地可用的材料——也许是天然石材、木材、石灰或者黏土——之间的差异导致了完全不同的墙体构造类型。罗马人不太善于向他们的子孙后代传授他们在建筑技术上的发现：比如他们精湛的地板和墙体采暖系统早就失传了，直到现代才被考古学家发现。

在我们寻找其他节能基本原则以及早期节能建筑的蛛丝马迹的时候，我们发现了大量的所谓土著的、传统的或者说地方性的建筑案例所取得的累累硕果。除了体现基本结构形式的原型之外，它们还可以供我们研究建筑技术的起源之用。然而，很重要的一点是要理解这些早期的能力很低或者没有能力的居民所创造的舒适条件与特定的气候区域之间的关系，以及他们已经达到的生活水平与当时人们的平均寿命。

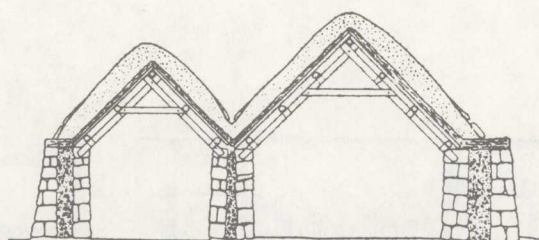
黑屋是古代苏格兰海岸赫布里底群岛外围的一种住宅形式，它的碎石和茅草屋顶与荒芜的景观融合在了一起。它以

一种天然的方式很好地利用了当地的材料。两个狭窄而平行的矩形容纳了人和家畜，同时还提供了一个畜棚的空间。中间走廊的一侧是畜棚，另一侧是起居室和卧室。除了烧泥炭的开放式壁炉之外，在冬季，家畜还能起到额外的热源的作用：根据现代的知识，一头 600 公斤的母牛能产生将近 1200 瓦的热量。在那时候，人们很少在寒冷的季节里离开家。屋子里没有烟囱；烟从屋顶和有渗透性的屋顶覆盖材料之间排出室外。室内都被烟熏黑了。屋子里惟一的技术产品就是用铁链从屋顶悬挂下来的火钩。正如我们今天所说的那样，屋里所有的东西都是可以重复使用或者再利用的。然而，在严酷的气候条件之下，这种原始“生态”建筑中的生活很难被称作是健康的。人的平均寿命只有三十岁。一些简短的描述可以让我们对刘易斯（Lewis）岛上的古代黑屋里的生活条件和生活中的某些浪漫时刻有所了解：“冬天的时候，每天晚上都会有很多邻居过来。我们在火边围成一个圈，谈论各种各样的话题。由于不用担心烟囱着火，所以你可以想把火放多高就放多高。”^②这座建筑大约建于 1875 年，并且一直使用到了 1964 年。从 1988 年开始对它进行了重新修缮，并且作为一个博物馆向公众开放。

在气候温和的地中海地区发现的穴居则体现了另外一种与自然环境和谐共存的居住方式，尽管它与上面所说的方式有着天壤之别。这里所提到的瓜迪克斯的穴居在一段时间内曾是一个旅游景点，因此有足够的旅馆。然而，它值得我们进行深入的研究。用石灰水刷成白色的入口和烟囱凸出在地面之上，它们是在地面上惟一可以看到的東西。人们从外面看不到住宅的存在。全年 18 ~

① 维特鲁威：《建筑十书》，<http://penelope.uchicago.edu/E/Roman/Texts/Vitruvius/>，第四章，第一段（原文为：“In ipsis vero moenibus ea erunt pricipia. Primum electio loci saluberrimi. Is autem erit excelsus et non nebulosus, non pruniosus regionesque caeli spectandas neque aestuosas neque frigidas sed temperatas...”）

② 亚历山大·芬顿（Alexander Fenton）：《岛上黑屋》，爱丁堡，1978，第 6 页。



1

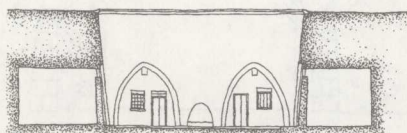


2

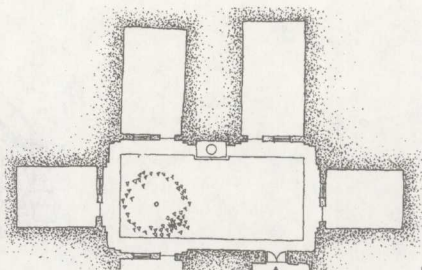
3



- 1 黑屋畜棚和起居部分横剖面。用碎石砌成的围合墙的完成面是一条位于薄薄的土层上面的狭窄的槽
- 2 刘易斯岛上的阿诺黑屋，今天它是一座博物馆
- 3 室内的历史图片：1934年的巴拉兰家庭，S·T·谢尔伯格摄，经约特贝里历史博物馆许可刊登



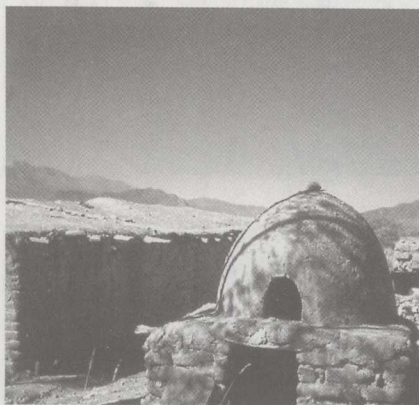
4



- 4 中国河南省黄土地中的窑洞的剖面和平面
- 5 西班牙瓜迪斯岩石中的穴居
- 6 阿根廷胡马罗卡风干砖住宅
- 7 埃及阿勒-哈迦绿洲巴厘斯开发区的通风烟囱，哈桑·法特希，1967



5



6



7

20℃左右的气温保证了室内的舒适性，同时也完成了住宅的标准整体装备。这些住宅的室内是冬暖夏凉的。

在中国黄河流域的黄土地上，穴居和它们的庭院都是从黏土层中挖出来的。这个黏土层上面的土地和天然植被完整地保留着，供耕作之用。在这里，我们找到了另一个大约有 6000 年历史的建筑方法，它因为对基地资源的保护而给人留下了深刻的印象。在温差变化很大的气候区，无论冬季还是夏季，室内的温度基本上都在 10℃左右。由于在雨季会特别潮湿，而且由于通风不好会造成结露的现象，所以生活的质量很不理想。而且在这种情况下，住宅的密闭性也非常有限。

在炎热而干旱的地区，如果最表面的土层是由黏土或者由被叫作肥土的黏土和砂子的混合物构成的话，非游牧的民族就会选择黏土作为他们的建筑材料。这种黏土（风化的长石）中加入水之后就会有极强的可塑性，在世界各地的各种黏土建筑中得到了广泛的应用。最简单的办法是做捣筑土或者风干砖。根据体块的密度，这种建筑材料可以用来蓄热；在这种混合物中加入稻草可以大大提高它的隔热性能。这种建筑材料还具有湿度平衡的特点，可以对室内环境产生积极的作用。

埃及著名建筑师哈桑·法特希 (Hassan Fathy) 在他的住宅项目中重新采用了传统的黏土建筑工艺，它们中的绝大部分都是为社会上的弱势群体建造的。他分别于 1946 年和 1967 年在新古尔马和哈迦绿洲取得了巨大的成就。尽可能少的窗户阻止了进入建筑内的直射光线。法特希用通风烟囱形成的天然对流来确保整个室内空间的空气流通。

这些建筑不仅朝阳，而且还面向主导风向。尽管外面酷热难耐，但是流通的空气给室内带来了很舒适的感觉。法特希在他的研究论文《自然能和地方性建筑，炎热干旱地区的原则和实例参考》中记录了他自己的职业生涯中积累的经验。^③

在中欧，当地的气候和可用的资源对传统的建筑手法产生了很大的影响。在木材资源丰富的地区，半木质建筑是很常见的建筑形式。根据天然地基的情况，这些建筑有的用桩作为支撑，有的则直接建在地面或者牢固的基座之上。填充的材料则各不相同，其中包括大麻纤维、黏土、砖或者天然石材。在平面上，这些建筑可以满足各种不同的需要。它们之间惟一的共同点是用壁炉和烟囱作为坚固的结构核心。它们占据了住宅的中心位置，并且可以起到储藏室的作用。屋顶会根据当地的降水情况决定采用坡屋顶还是平屋顶。窗户也是尽可能地朝向可以在冬季减少热量损失的方向。

当我们分析天然资源的用途时，我们会不可避免地碰到利用水力或风力作为能量的研磨技术。无论是对这些范本——它们中的绝大多数现在成了露天博物馆——充满怀旧情绪的欣赏，还是对它们所实现的可持续性进行分析，都会让我们受益匪浅。

工业革命时期新的建筑技术和工具得到了大的发展。代代相传的传统被看作是不适合新的时代的，它们应该被新的建筑类型所取代。

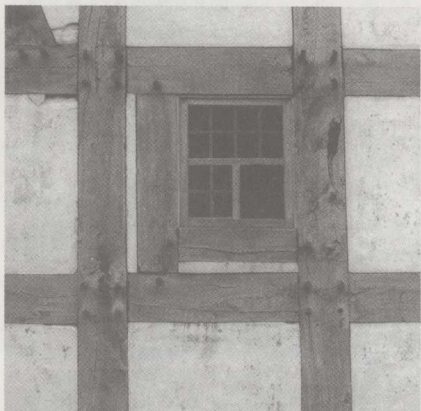
1910年，法国城市规划师欧仁·埃纳尔（1849～1923）在他的论文《未来城市》中得出了一个初步结论：两张草图说明了他的作品之前那几年技术的突飞猛进，以及埃纳尔对未来的看法。^④



8



9



10

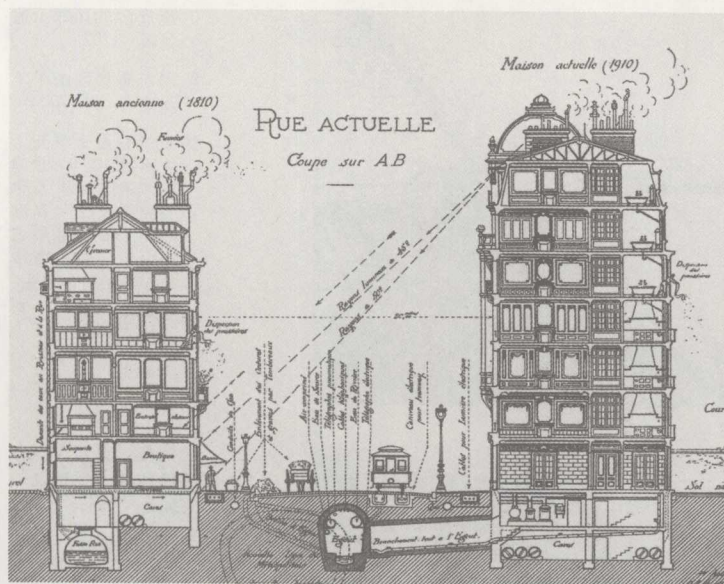
8 施皮尔的风车，迪伦区，1782

9 阿尔滕堡区的半木质建筑，约1700年

10 亨内费附近填充了大麻纤维的半木质建筑，莱尼斯基·弗雷特缪斯姆·科默恩，1688；窗户细节：为了减少寒冷季节里热量的流失，窗洞的尺寸减小到了最低限度

③ 哈桑·法特希：《自然能和地方性建筑》，芝加哥，1986。

④ 让-路易斯·科恩《欧仁·埃纳尔》。《巴黎的变化和一部城市规划作品》，巴黎1982，第345ff页。



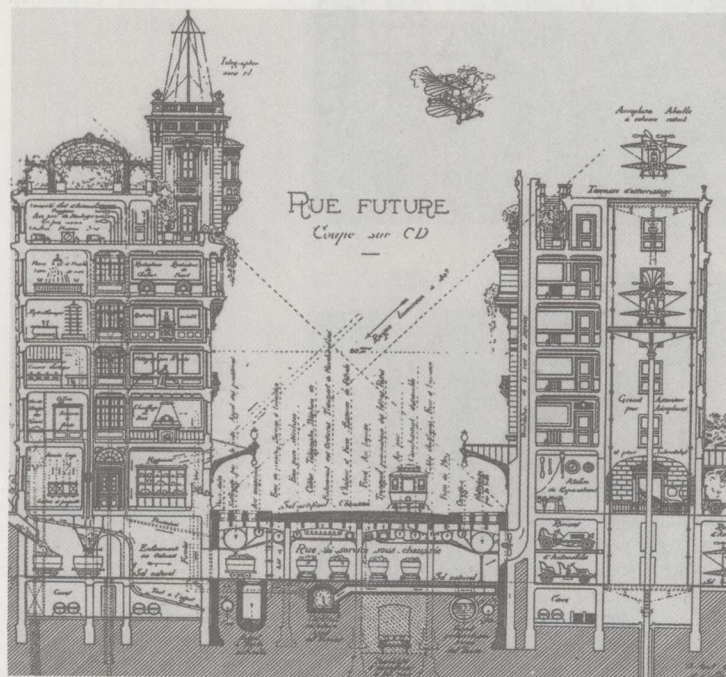
11

12

在题为“当前的街道”或者“当代街道”的简图中记载了19世纪技术和卫生的变化。虽然街道的左侧还装着煤气照明灯，但是街道的右侧已经改成了电灯了。在这张图中，已经开始用地下管道来输送液化气、自来水、气动邮件、电话线以及顶棚中的类似设施。每一层都有可以提供冷热水的卫生间，而街道对面的家庭依然把他们的废水倾倒在街道上。两侧的烟囱都冒着滚滚的浓烟。看上去这个问题在题为“未来街道”的简图中通过集中供热而得到了解决。除了树木葱茏的屋顶平台和高高在上的“电信”天线之外，似乎只有为私人的空中运输提供足够的屋顶起降空间这个问题没有解决。在街道二层的“服务通道”表现出了城市舒适性的大幅度提高，很多东西甚至我们今天也还没有体验过。两侧有一些预留空间，所以即使在今天看来，埃纳尔的观点也还是很现代的。

今天，“ensanche”（加泰罗尼亚语：意思是扩张）是巴塞罗那的中心城区。它的魅力主要在于保留下来的许多新艺术时期的加泰罗尼亚建筑。安东尼奥·高迪（Antonio Gaudí）在他的通风良好的建筑顶部设计了充满想像力的烟囱。19世纪整齐划一的街区结构有一点点的单调。虽然1867年这个项目一建成就给评论家们带来了极大的鼓舞，但是它仍然是现代主义城市规划和设计开始的重要宣言，尽管它在实际操作中还有很多的不足之处。

巴塞罗那的扩张开始于1854年对哥特式的城市防御工事的破坏。负责社会改革的道路工程师和理论家伊尔德方索·塞尔达（Ildefonso Cerdà）对工业社会的居住条件进行了一系列的研究。他的主要作品《城市化的基本原理



以及在巴塞罗那的更新和扩张中对这些原则和理论的应用》(1867)中提出了他得出的技术手段。塞尔达不仅对英国和法国的乌托邦理论、卫生学家和经济学家了如指掌,而且对技术进步持有一种开放的态度。他为解决政治和社会问题提供了技术手段,他认为这些问题主要是由城市的集中化、恶劣的卫生条件、土地投机和缺少能够满足公众需要的城市设计而造成的。城市网格采用了老城的轴线,并且反映了塞尔达对空间和光线的要求。最初的平面图由两个面对面的街区边缘的开发所组成。庭院是一个开放的绿色空间,有海面上的阵阵凉风袭来。当前的开发压力几乎不允许再做这种类型的建筑了。建筑在庭院一侧通高的玻璃游廊不仅体现了当代的特征,而且起到了气候缓冲器的作用。玻璃凉廊和玻璃飘窗在巴塞罗那比比皆是,在西班牙南部和马耳他的拉·瓦莱塔岛也随处可见。那个时候,玻璃的区域会用席子和遮阳篷盖起来,嵌入式的门是关闭的。晚上,凉爽的空气可以在建筑内流通。冬季温暖的阳光可以照进室内。这些早期的双层立面同时还起到有效地屏蔽街道上的噪声的作用。

在《经过良好调节的建筑》^⑤中,雷纳·班纳姆(Reyner Banham)对现代建筑技术的起源进行了探索,并且在凯瑟琳·比彻尔(Catherine Beecher)于1869年为“美国妇女之家”^⑥提出的概念中找到了一个源头。这个概念对传统的住宅类型进行了非常有趣的改造:比彻尔根据一个中间的服务核心来组织家里的生活。除了其他的功能之外,这个核心还通过压力空气加热系统为整个住宅带来了温度适宜的“健康空气”。



13



14



15

11 摘自《未来城市》的《当代街道》,欧仁·埃纳尔,1910

12 摘自《未来城市》的《未来街道》,欧仁·埃纳尔,1910

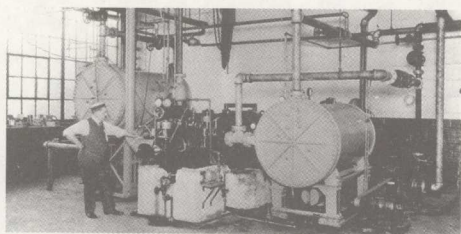
13 居勒宫,安东尼奥·高迪,1889,通风烟囱

14 巴塞罗那的大型玻璃游廊

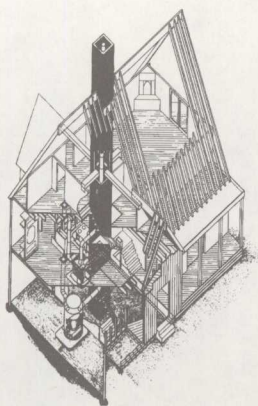
15 带有阳台和玻璃飘窗的沿街立面,瓦莱塔,马耳他

⑤雷纳·班纳姆,《Well Tempered Architecture》,Arch+ 13/1988.

⑥凯瑟琳·E·比彻尔和哈利埃特·比彻尔·斯托《美国妇女之家》。全文见古腾堡计划: www.pjbsware.demon.CO.uk/gutenberg/gtnletB.htm。



17



16

16 《美国妇女之家》，
凯瑟琳·比彻尔，
1869

17 威利斯·H·卡瑞
尔站在第一台涡轮
冷却和冷冻机旁边，
1922

18 拉金大厦，弗兰
克·劳埃德·赖
特，1904，室外

19 拉金大厦，弗兰
克·劳埃德·赖
特，1904，室内

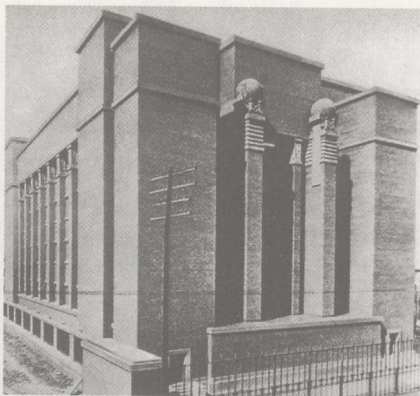
20 威利特斯住宅，弗
兰克·劳埃德·
赖特，1902

①弗兰克·劳埃德·
赖特，《现代建筑》。
1930年康的演讲稿，
纽约，1931。

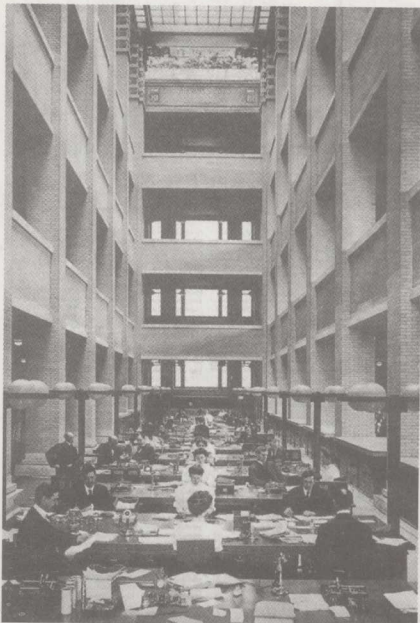
弗兰克·劳埃德·赖特 (Frank Lloyd Wright) 一直都非常关注技术细节和能够给使用者和居住者带来最大舒适度的可能性。拉金大厦紧挨着铁路线，由于来往火车冒出来的烟而不得不完全封闭起来。这种情况造成了美国第一栋空调建筑。建筑的四角都由楼梯间和相邻的送风管道组成。阳光通过中庭的天窗进入室内，中庭的四周是通过走廊连接起来的办公室：这是一个几层连通的开放式办公理念。

赖特早期的住宅一个非常显著的特征就是在西南两侧都有可以有效遮阳的坡屋顶。开放式设计的楼层平面与当地的建筑形成了鲜明的对比，良好的通风和固定在所有立面洞口周围的集中式热水采暖系统创造了舒适的室内环境。在一篇题为《草原建筑》的文章和1931年出版的《现代建筑》一书中，赖特说道：“所有采暖、照明和给水线路都必须以这样的方式结合在一起——也就是把这些系统作为建筑本身的基本组成部分。”^①

班纳姆把赖特对新技术精细而务实的运用与勒·柯布西耶的“居住机器”进行了对比。在这个比较中，作者发现了慷慨的承诺和实际建成的效果之间的一些矛盾。勒·柯布西耶通过“工厂生产的精确空气”把他的——“有着恰当的用来呼吸的空气中的”——理想住宅的温度控制在18℃！他用“中和墙”来维持这个温度。这种墙体包括两个空气对流层。“在莫斯科，热空气通过表皮的空腔流动，在达卡则是冷空气在立面里流动。结果：通过这个方法，内墙（内表面）的温度保持在18℃。这样你就达到目的了！俄罗斯的住宅、巴黎的住宅、苏黎世或布宜诺斯艾利斯的住宅、跨越赤道



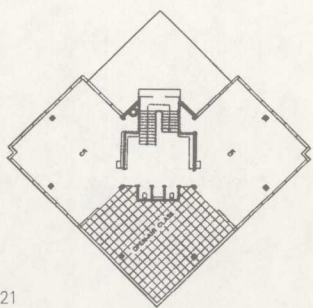
18



19

20





21

的豪华蒸汽船：都可以封闭起来。冬暖夏凉——换句话说也就是：可以在室内一直保持 18℃ 的纯净而良好的空气。住宅是全封闭的！在未来，没有任何尘埃可以进入室内。没有苍蝇或者蚊子，也没有噪声！”^⑧这时候“空调”已经发明了，尽管它还只是在工业应用中证明了自己的实力。在今天被动式太阳能住宅技术中，又重新启用了全封闭空间的想法。

“阳光、空气和所有的人家”是 1932 年在柏林广播塔下举行的一个展览的标题。竞赛结果“生长中的住宅”以 1:1 的模型进行展出。倾斜的玻璃立面和冬季花园等元素标志着被动太阳能运用的开始。^⑨

1930 年，约翰尼斯·戴克尔 (Johannes Duiker) 率先在阿姆斯特丹密度很高的发达地区设计建造的奥佩兰奇学校中提出了富有创意的想法。这座建筑生动地表现了少儿教育的新想法。阳光和空气被看作是促进健康和学习的关键因素，并且被转化成了建筑。荷兰温和的气候保证了玻璃的大面积运用。这个项目比英国建筑师埃姆斯利·摩根 (Emslie Morgan) 在沃拉西的学校建筑中成功地转变玻璃立面的用途还要早几年。^⑩

“在室内，可以毫无障碍地和外面的世界保持联系。太阳和月亮会照亮整个场地，天空一览无遗，而那些令人不快的天气、炎热、灰尘、害虫、眩光等等则会被表皮所阻止，这样室内就变得和伊甸园一样。”^⑪

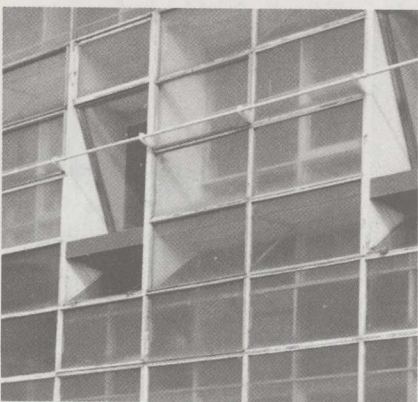
从 1950 年代初起，巴克明斯特·富勒开始探索用一个穹隆把整座城市笼罩起来的想法。这个想法开始于 1950 年笼罩在曼哈顿上面的一个穹隆的设



22



23



24

21 阿姆斯特丹奥佩兰奇学校，约翰尼斯·戴克尔，1930，楼层平面

22 “阳光、空气和所有的人家”，展览会，柏林，1932

23 同 21，立面

24 沃拉西的学校，埃姆斯利·摩根，1961；立面细部

⑧ 勒·柯布西耶：《评论》(Remarks)，1929，第 72 页。

⑨ 托马斯·卡茨克：《柏林网络》，《建筑世界》17/2004，第 12 页。

⑩ 布莱恩·卡特、彼得·沃伯顿：《一座太阳能建筑的发展》，《细部》6/1993，第 671 页。

⑪ 巴克明斯特·富勒：《你的私人天空》，巴登，1999，第 434 页。