

哈桑·法赛建筑气候设计思想与实践范型

Theory and Practice Paradigm of Hassan Fathy's Climate-oriented Design

潘勇杰 | PAN Yongjie 张彤 | ZHANG Tong 朱元祥 | ZHU Yuanxiang

中图分类号: TU-02/TU20 文献标志码: A 文章编号: 1001-6740(2024)05-0097-11 DOI: 10.12285/jzs.20230425002

摘要: 埃及建筑师哈桑·法赛作为发展中国家现代化进程中“地区建筑师”的代表,致力于以低成本方案营造符合地区经济并提升生活质量的本土化环境。他通过对乡土建筑气候调适路径的科学评估和要素分离,以建筑构形而不只是依赖动力设备来调适气候与身体之间的平衡,探索出一条兼顾舒适和现代的埃及建筑发展之路。本文通过对哈桑·法赛建筑气候设计思想和实践的考证,以其设计中三个常见的乡土范型为线索,揭示其形式操作背后的在地智慧和技术逻辑;以此对当代绿色建筑发展地域化转向下建筑形式生成的范式、技术与方法提供借鉴。

关键词: 乡土建筑、哈桑·法赛、建筑气候设计、捕风塔、遮阳窗、拱顶与圆顶

Abstract: Egyptian architect Hassan Fathy, as a representative of “regionalist architects” in the modernization process of developing countries, was committed to creating localized environments with low-cost solutions that are aligned with the regional economy and enhance the quality of life. By scientifically evaluating and separating the elements of the vernacular building's climate adaptation strategies, he revitalized the sensitivity, adaptability and adjustability of the building form in terms of external energy and human response, exploring a way to balance comfort and modernity in the development of Egyptian architecture. This paper is devoted to present a retrospection of theories and programs of Hassan Fathy in a view of climate-oriented Design. Taking three commonly used vernacular paradigms in his design as clues, the local wisdom and technical logic behind the configuration are revealed, which is an extraordinary inspirer to the paradigms, techniques and methods of architectural formation under the regional transformation of contemporary green building development.

Keywords: Vernacular architecture, Hassan Fathy, Climate-oriented design, Malqaf, Mashrabiya, Vault and dome

作者:

潘勇杰, 东南大学建筑学院, 博士研究生;
张彤 (通讯作者), 东南大学建筑学院, 教授, 博士生导师;
朱元祥, 东南大学建筑学院, 硕士研究生。

国家自然科学基金面上项目 (“基于形式能量法则及其适应性分析的夏热冬冷地区建筑空间气候构型研究”项目批准号: 52178007) 资助;

国家留学基金资助项目 (202206090269); 江苏省研究生科研与创新实践计划项目 (批准号: KYCX21_0109)。

录用日期: 2023-09

一、引言

气候是自然界所有系统的“元系统”^①, 对气候的趋利避害是所有生物赖以生存、进化的基本法则。在漫长的生物演进中, 自然界发展出两种截然不同的适应气候、调控气候的方式。一种是通过自体形态和生理机能来适应生存环境的气候条件, 例如不同气候带的植物进化出性状差异的叶片。一种是通过借助外物来调控局部气候环

境以满足生存需要, 例如不同生物根据自身物理环境需求建造的巢穴。乡土建筑作为人类身体的延伸, 以自身的建造形态在风霜雨雪、酷暑严寒的气候环境中创造一处满足生存需要乃至舒适的庇护所。在地理水文、自然能量、在地材料的影响下, 在一代又一代建设者兼使用者不断地“进化”中, 地区乡土建筑逐步呈现出一致性、普遍性、延续性的气候构形特征 (图 1)。

工业革命以来的科技进步, 催生了以人工能

量（电力、焦炭和煤气等）和建筑设备（空调、照明等）实现主动式环境调控的手段，助长了现代主义无视气候条件的无差别建造野心。封闭隔绝的外墙、大进深的内部空间、稳定均质的室内环境定义了国际式建筑。处在不同气候区的现代建筑逐渐丧失空间类型和建造体系在地域气候环境与资源组成中的敏感性、适应性与可调节性。

20世纪60年代末，国际化的现代运动受挫以及对能源环境问题的重视，使得学界将视点重新转向根植于自然能量和地域气候的乡土建筑。几十年致力于乡土建筑探索，为20世纪埃及建筑默默奉献着自己才华与精力的建筑师哈桑·法赛（Hassan Fathy）脱颖而出，其著作《为穷人造房子》^②一书出版后更是引发广泛讨论（图2）。1980年，法赛被授予首届阿卡汗建筑奖主席奖，以表彰其为埃及建筑作出的贡献。四年之后，法赛再次被授予

国际建筑师协会金质奖章，成为获得该会最高荣誉的第一人。

彼时是人口迅速增长和技术空前发展的年代，许多建筑师在追求现代化的过程中，无法抵抗技术便利和“国际式”形式的诱惑，放弃了解决当地气候调适问题的乡土路径。幸运的是，哈桑·法赛从这种引力中挣脱出来，通过对埃及乡土建筑的再发现，将传统解决方案作为现代设计策略的基础，重新激活以建筑构形充当人与气候互动媒介的被动式环境调控路径，探索出了一条平衡舒适和现代的埃及建筑发展之路。

二、哈桑·法赛的建筑气候设计思想

1986年，法赛最后一本著作《自然能源与乡土建筑——与炎热干旱气候有关的原理和实例》^③出版，该书详细介绍了炎

热干旱地区乡土建筑的气候调适智慧，以及法赛应用这些原理解决发展中国家住房问题的实例。在书的开篇，法赛将建筑设计过程描述为类似于“工程师设计一台机器”，但机器是独立于环境而存在，不会像建筑一样会受气候乃至社会的影响。从这个角度来看，建筑师的知识库内还需要增添涉及人类生存环境的部分——气候学、生态学、环境学等。书中大量的公式、图表以及原理分析清晰展现了法赛将乡土建筑形式生成解释为科学、有效路径的意图。法赛的建筑气候设计思想正是基于这种对乡土元素的科学分析，并逐步发展成“建筑是气候调适的机器”。

在应对设计中的气候调适问题时，法赛用一种可以实现空间舒适的复兴形式取代了现代建筑中高不可攀的机械便利，试图以此恢复建筑师对室内微气候设计的权威，同时实现超越热环境舒适外更广泛的“舒适”需求（美学、社会等）。这种对建筑师和建筑本体角色的强调，可以说早在1940年代就塑造了法赛对建筑气候设计的理解。他的新古尔纳村项目（New Gourna village）即是通过使用“自然提供的材料”建造适应当地气候的房屋，使村民以最小的代价享受舒适（图3）。

之后在道萨迪斯公司（Doxiadis Associates）工作的几年里^④，法赛继续沿用这个思路，将地方知识体系与科学价值联系起来，用于国际化设计实践中，例如在伊拉克穆萨伊普（Mussayib）的住宅规划提案中就沿用了经过科学评估的中东地区乡土元素 *Badgīr*^⑤（图4）。在法赛看来，乡土建筑形式既具备建造经济和热舒适住所的知识资源，同时也能提供心理和情感价值。法赛在道萨迪斯公司的工作经历巩固了他利用乡土建筑智慧实现第三世界国家舒适和现代化建筑之路的主张。

对于 *Badgīr* 的理解，同样适用于埃及本地的乡土建筑元素，如 *malqaf*, *mashrabīya*, *Takhtabūsh*^⑥，拱顶和圆顶等。通过对这些元素的移植和组装，可以与机械系统相媲美的机制运作。法赛认为，乡土建筑在数千年里一直充当气候调适机器

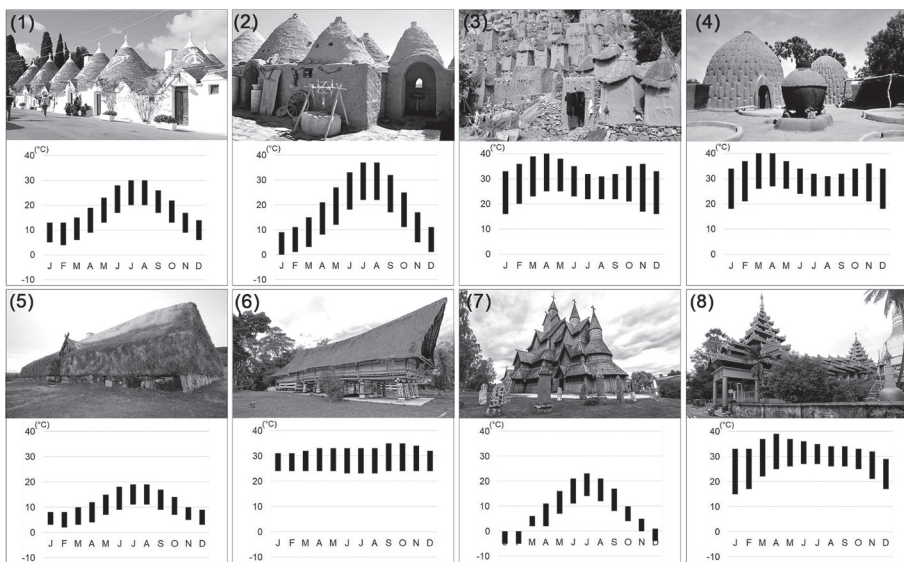


图1：世界各地乡土建筑屋顶形态与年度气候变化的关联



图2：哈桑·法赛

的角色，当代建筑师只需要根据最新的科学方法来测试并完善这些乡土建筑中的“设计”。

为了评估埃及乡土建筑元素的环境调控效能，法赛在1964年主持了开罗建筑研究中心的一项对比实验。该实验通过收集分析六个不同建筑材料建造的实验房间的环境实测数据，以确定它们相应的热调控能力。法赛在《自然能源与乡土建筑》一书中仅展示了其中两个极端对立的房间，其中一栋由10cm厚的预制混凝土砌块墙和混凝土屋面板搭建（图5a），而另一栋完全由泥砖建造而成，有50cm

厚的土坯砖墙，其上覆盖着圆顶和拱顶（图5b）。实验数据表明，泥砖建筑（图6a）相比于混凝土建筑（图6b）在室内温度稳定性上更具优越性，调控后的室内温度完全满足埃及人体热舒适需求。实验中泥砖建筑所起的作用并不局限于建筑材料热物理性能的测量，这栋建筑内部空间就像法赛的大部分住宅作品一样，遵循了中世纪阿拉伯建筑里 Qā'a^⑦ 空间的组织原则。Qā'a 原理被验证、改良和转译后，被法赛作为一项科学研究发表，推崇它在一天中外界气候环境不断变化的条件下保持理想室内环境的能力^⑧。

类似实验性建筑还存在于法赛为埃及科学研究部主持的另一项实验，只是这次是为了测试建筑元素的可变组合对室内环境的影响。第一个房子是道萨迪斯公司早期开发的一个住宅模型复制品；整个房间覆盖着规律的折板屋顶，屋顶两侧形成的三角形开口使得冷空气从一侧进入并快速地携带热量从另一侧排出（图7a）。第二个房子的特点是其一侧高出屋面的捕风器；目的是测试单侧捕风器加低处开口和另一侧高处开口的开窗组合对房间采光通风的影响（图7b）。第三个房子由一个开放庭院和开放房间组成，庭院内设转角楼梯通

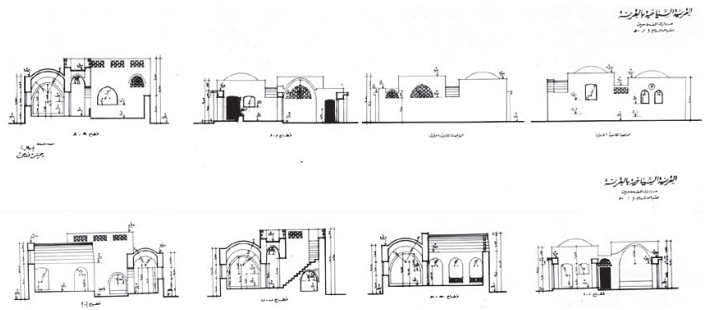
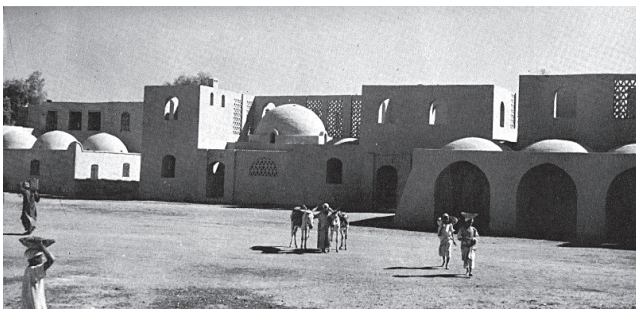


图3：新古尔纳村街景（左）及住宅单元设计草图（右）

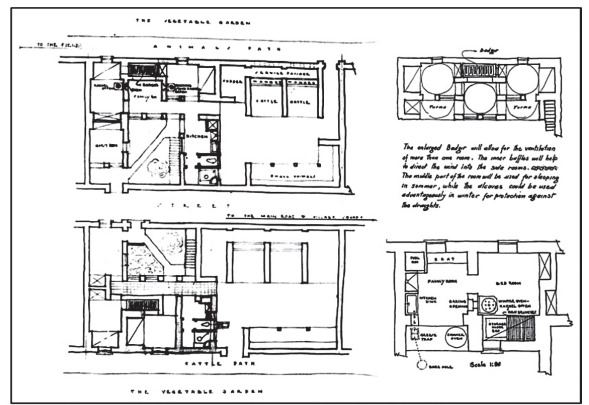
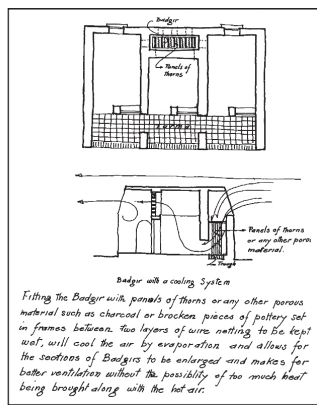
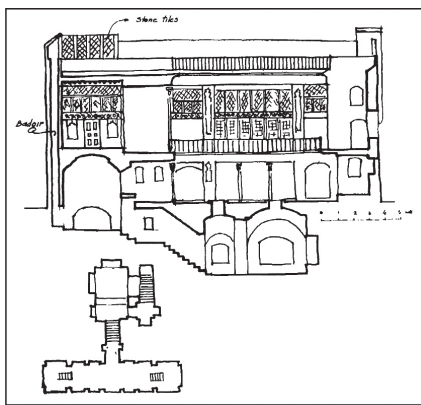


图4：法赛为 Mussayib 住宅提案绘制的草图，包括 Badgir 研究（左、中）及其在平面布局中的安排（右）

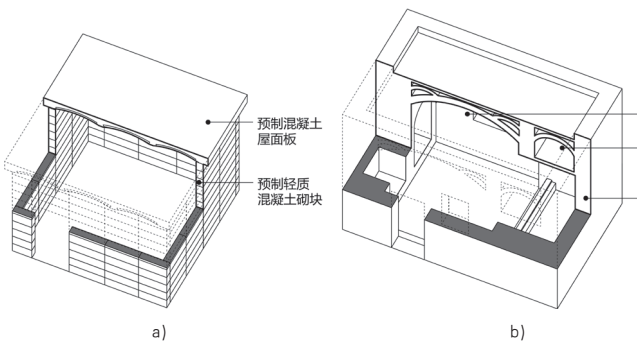


图5：法赛在1964年建造的两栋实验性建筑

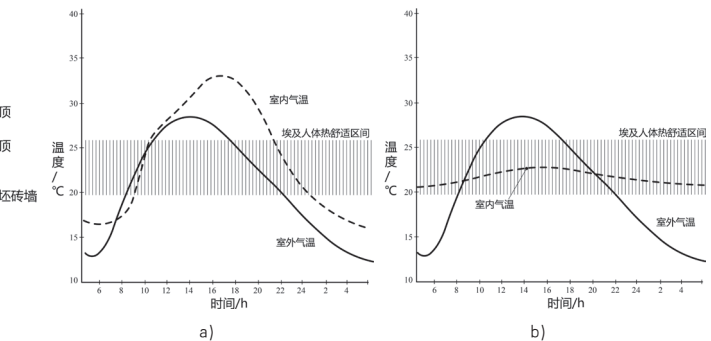


图6：两栋实验建筑室内外气温日变化对比

向屋顶休息区（图7c）。这个实验证实了法赛尝试将乡土建筑元素作为气候调适机器的“零件”，并通过设计、修改和组装成一个完整风、光、热环境调控系统的意图。

法赛设计中气候调适元素的分离，意味着这些元素能单独应对某项环境需求（可以是通风、采光、热舒适或视觉等），而不干扰满足其他需求的理想空间组织。就像是使用捕风器以后，建筑师从为追寻盛行风而调整房屋方向的需求中解放出来一样。雷纳·班纳姆（Reyner Banham）在《环境调控的建筑学》一书中提到，在将建筑从当地气候限制中解放出来的过程中，机械系统也为形式上的创新提供了自由^⑨。法赛通过气候调适元素分离的路径，同样实现了独立于周围气候条件的建筑多样性的潜力，有力地对抗了现代主义形式的统一性。

三、哈桑·法赛的建筑气候设计范型

除去在道萨迪斯公司工作的四年，法赛几乎将全部的时间都用在在这片生养他的土地。据不完全统计，法赛整个职业生涯一共贡献了157个设计作品，其中大部分位于埃及本土，散布在下埃及的尼罗河沿岸。法赛作品密集分布的下埃及地区是典型的热带沙漠气候。该地区干燥晴朗的天空促进了白天的太阳热增益和夜间的辐射热损失，使得白天气温高，昼夜温差大（可由夜晚的7℃陡增到白天的48℃），年平均降水量常常不足20mm。炎热干燥的气候特征导致了严苛的生存环境，迫使埃及人自古以来就在住居中探索一些被动冷却、加湿路径来减少气候影响，以获得生理上的热舒适。

对法赛来说，这些乡土建筑智慧不仅是适应气候的老旧风格，同样也给现代形式提供了灵感。遍观法赛的设计实践，很多乡土建筑元素被拾遗，用以充当气候设计的范型。他对范型的选择不局限于单一时期或特定地区，时间跨度上达奥斯曼时期，地理范围远至中东地区。

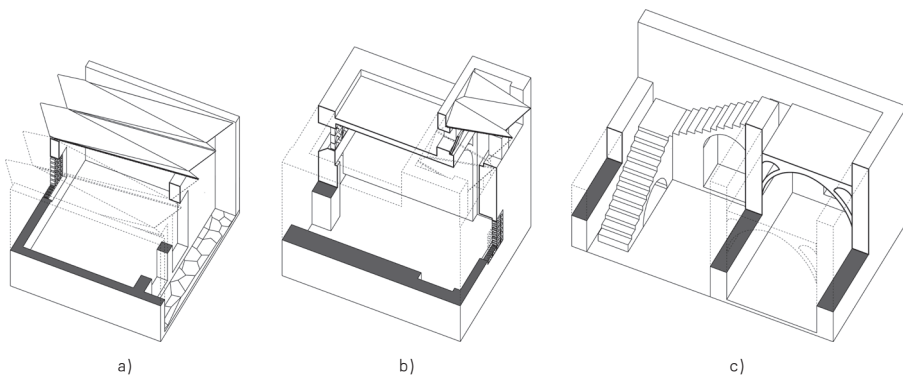


图7：法赛为埃及科学研究部进行的另一项实验建造的三栋栋实验性建筑



图8：开罗建筑屋顶上的 Malqaf

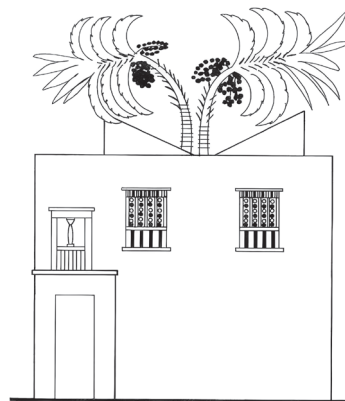


图9：内巴蒙墓壁画所绘 Malqaf

1. 风——捕风器（Malqaf）

在炎热干旱的埃及地区，采光、通风和视野的需求很难同时在一个普通窗户上实现。较大的窗户尺寸虽然实现了充足的采光及宽阔的视野，却也使得微风挟裹着热量进入室内，并产生强烈的眩光。如此，Malqaf 应运而生，通过将建筑物之上更凉爽、更强劲的风捕获并导入建筑内部，成功将空气流动从普通窗户的功能中剥离出来，发展成该气候条件下的一个重要气候调适原型（图8）。尤其在高密度的中心城镇，建筑间相互遮挡大大降低了行人高度的风速，使得普通窗户不足以实现有效通风，此时 Malqaf 引导空气流动提升热舒适的价值便凸显出来。除了促进对流换热外，Malqaf 还有助于提高室内的空气质量，因为从建筑物上方捕获的风比低处的风携带更少的沙尘。

Malqaf 的历史可以追溯到埃及十八王朝（公元前1350年），贵族内巴蒙

（Nebamun）墓内壁画是已知关于 Malqaf 的最早记录（图9）。法赛关于捕风器的灵感来源主要是建于公元14世纪却遗存至今的 Muhib Ad-Din 宫殿^⑩，图10清晰完整地展示了这座建筑的通风系统原理。Malqaf 被放置于北伊万（iwan）的顶部，以捕捉理想的空气并引导至下部。空气在流动的过程中，经由 Salsabīl^⑪ 和 Dur-qā'a 中间的喷泉冷却加湿，为 Dur-qā'a 空间带去持续凉爽，后受热上升至顶部的窗户逸出。Salsabīl 的蒸发冷却加湿原理被法赛用于改进的 Malqaf，内部悬挂的层层湿木炭有效增加了与捕获空气的接触面积（图11）。

Malqaf 的形体特征使得它无论在有风亦或是无风情况下，都能给室内带来持续的空气流动。在有风的情况下，其朝向一侧的开口能够捕捉到建筑顶部的盛行风，同时 Malqaf 迎风面、背风面以及入流和出流口之间的气压差使得空气不停地穿行于室内外。在没风的情况下，高高的塔状

结构造成顶部与底部的热压差，浮力成为室内空气流动的主要动力。气压差和对流原理使得整个系统成为事实上的空气调节机器。

在规划 *Malqaf* 时，最重要的是它的位置以及根据盛行风确定的开口方向。*Malqaf* 开口通常面朝盛行风来向，使得上部气流被开口捕获并源源不断导入下部空间（图 12a）；如果将 *Malqaf* 开口背对盛行风，其倾斜的屋顶会产生类似风帽的作用，顶部由伯努利效应产生的低压区域不停地从下部抽吸气流向上运动（图 12b）。

埃及乡土建筑中常见的 *Malqaf* 落置位置有两种。最普遍的一种是位于建筑的端侧，面向盛行风的来向（图 13a）；另一种则是和建筑内部庭院组合使用，联动庭院的冷却储存功能（图 13b）。在 *Malqaf* 的几何参数方面，其横截面积和顶板倾斜角等参数直接影响 *Malqaf* 的捕风效果。*Malqaf* 竖井横截面积通常较小，约为底部通风空间的 10% 以下，这样的处理方式既能保证充足气流，也避免室外热流在到达下部空间时尚未被完全冷却。*Malqaf* 顶板的倾斜角度取值通常在 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间，入口截

面的面积与竖井横截面积大致相同，进而取得捕风能力与结构稳定的平衡。

法赛的新巴里斯村（New Baris Village）集市设计即是源自对 *Malqaf* 原理的充分理解（图 14）。作为一个孤立农业社区的瓜果蔬菜集散地，这个集市必须为转运和零售前的易腐货品提供冷藏场所，但贫苦恶劣的生存条件使得该处没有任何使用机械制冷的可能性。在详细研究了该地区的温度、风向后，法赛转向使用高热质量材料和操纵自然空气流动的被动式解决方案，最终实现多达 15°C 的降温效果。

新巴里斯村集市最突出的特征就是这些分组排列的拱形捕风器。法赛还将拱顶和拱门与 *Claustra*[®] 组合在一起，不仅形成引人注目的形式语言，而且满足了交叉通风和阻挡太阳辐射的需求（图 15、图 16）。庭院的概念也被纳入到集市的平面布局中，模块化的商铺均匀布置在庭院的四周（图 17）。凉爽的微风在拂过庭院后被第一列捕风器捕获，沿竖井向下到达位于地下的冷藏区域；随后空气被加热上

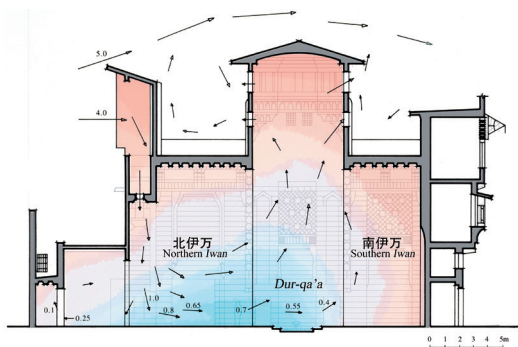


图 10: Muhib Ad-Din 宫殿的 *Malqaf*

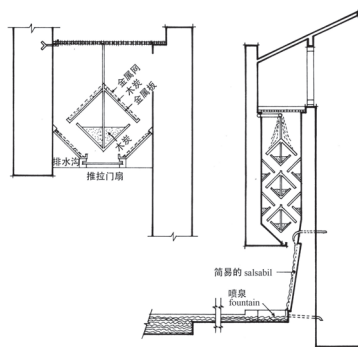


图 11: 法赛改进加湿的 *Malqaf*

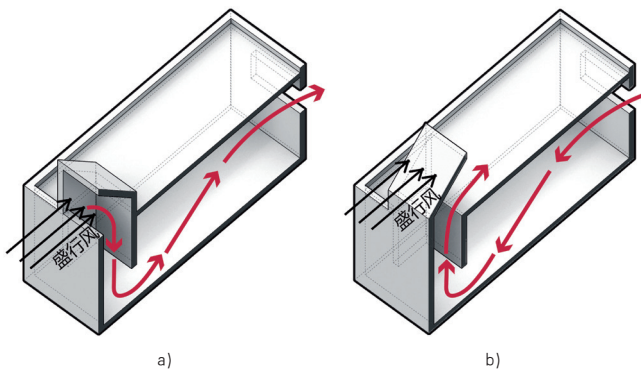


图 12: 不同朝向下 *Malqaf* 气流组织的差异

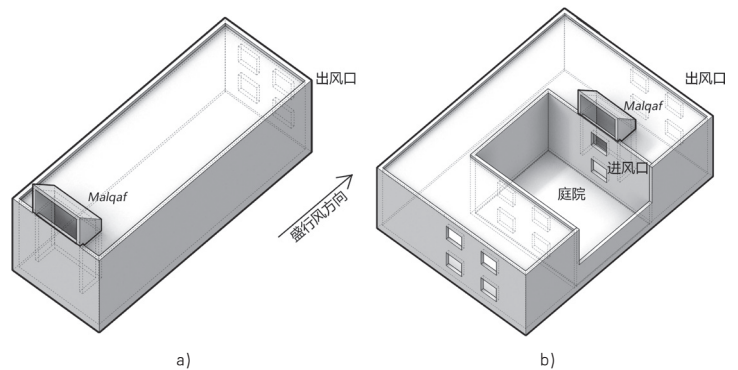


图 13: 屋顶上不同位置的 *Malqaf*



图 14: 新巴里斯村集市外观



图 15: 集市商铺的拱顶



图 16: 集市内部

升,从几米外第二列竖井顶部的开口处逸出。此外,第二列竖井顶部的金属百叶窗(现状已损毁)在太阳的照射下不断升温,增加了竖井上下两侧的气压差,从而加速了整个空气流动(图18)。多个捕风器的叠加使得整个建筑形成了比 Muhib Ad-Din 宫殿更好的被动降温系统。

2. 光——遮阳窗(Mashrabīya)

Mashrabīya 是法赛设计实践中另一个常用的乡土元素,可以定义为覆盖窗户开口提供遮挡并装饰立面的木窗格。虽然 Mashrabīya 概念并非源自埃及而是阿拉伯地区乡土民居,但是这一元素已经在炎热

干旱地区普遍使用,特别是中东和北非,甚至是印度^⑩。Mashrabīya 根据外观可以分为两类:一种是覆盖墙面洞口的平面型 Mashrabīya;一种是作为内部空间拓展的悬臂式 Mashrabīya(图19)。

广义的 Mashrabīya 通常由两部分组成,下部为由细小栏杆构成的密集窗格(即 Mashrabīya 本身),而上部是弥补昏暗效果的大尺寸窗格(图20、图21)。悬臂式 Mashrabīya 上部还会设置一块出挑的顶板,用以阻隔太阳高度角高的时候的直射光线。和传统的中式窗格不同,Mashrabīya 的栏杆截面通常是圆形的,并以特定的规则间隔排列,最终拼接成复杂的、几何的装饰性图案。图22所示为

Mashrabīya 的三种基本拼接模式,分别为“Cross”模式、“Maymoonī”模式和“Church”模式。

总体来看,Mashrabīya 的作用主要体现在以下五个方面:(1)控制直射光线;(2)营造漫射光线;(3)控制气流;(4)控制温度、增加湿度;(5)确保隐私(图23)。在控制直射光线方面,小孔隙的 Mashrabīya 完美地充当了冬夏两季直射光线的调控装置,有效地减少炎热季节太阳辐射热量的摄入。在营造漫射光线方面,圆形截面的栏杆非常漂亮的“柔化”了栏杆阴影和透过空隙进入的强光之间的亮度对比,使得 Mashrabīya 所在的开口平面上和谐地分布着外部视野,形成类

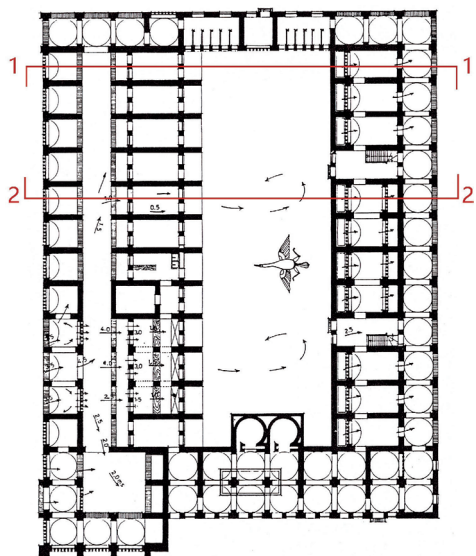


图17: 新巴里斯村集市平面图

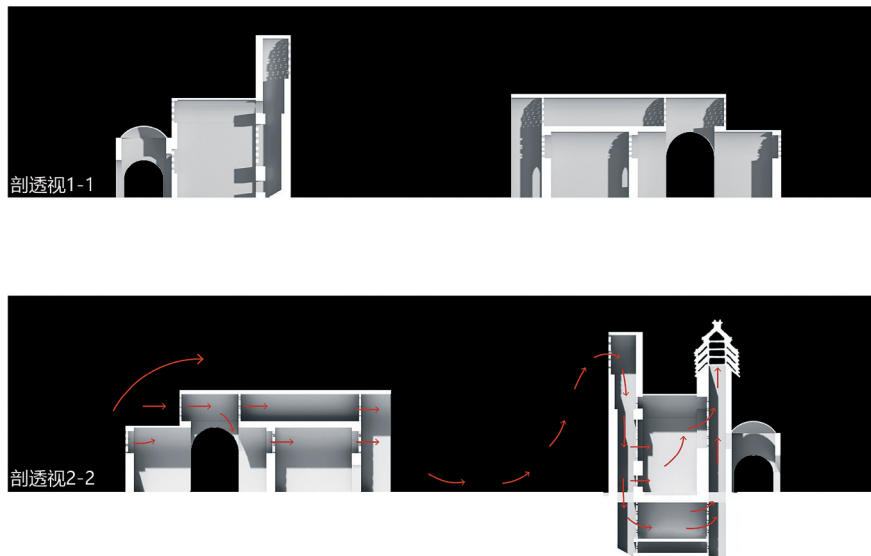


图18: 集市剖透视及气流组织分析



图19: Mashrabīya 外观



图20: Mashrabīya 外观



图21: Mashrabīya 光影效果

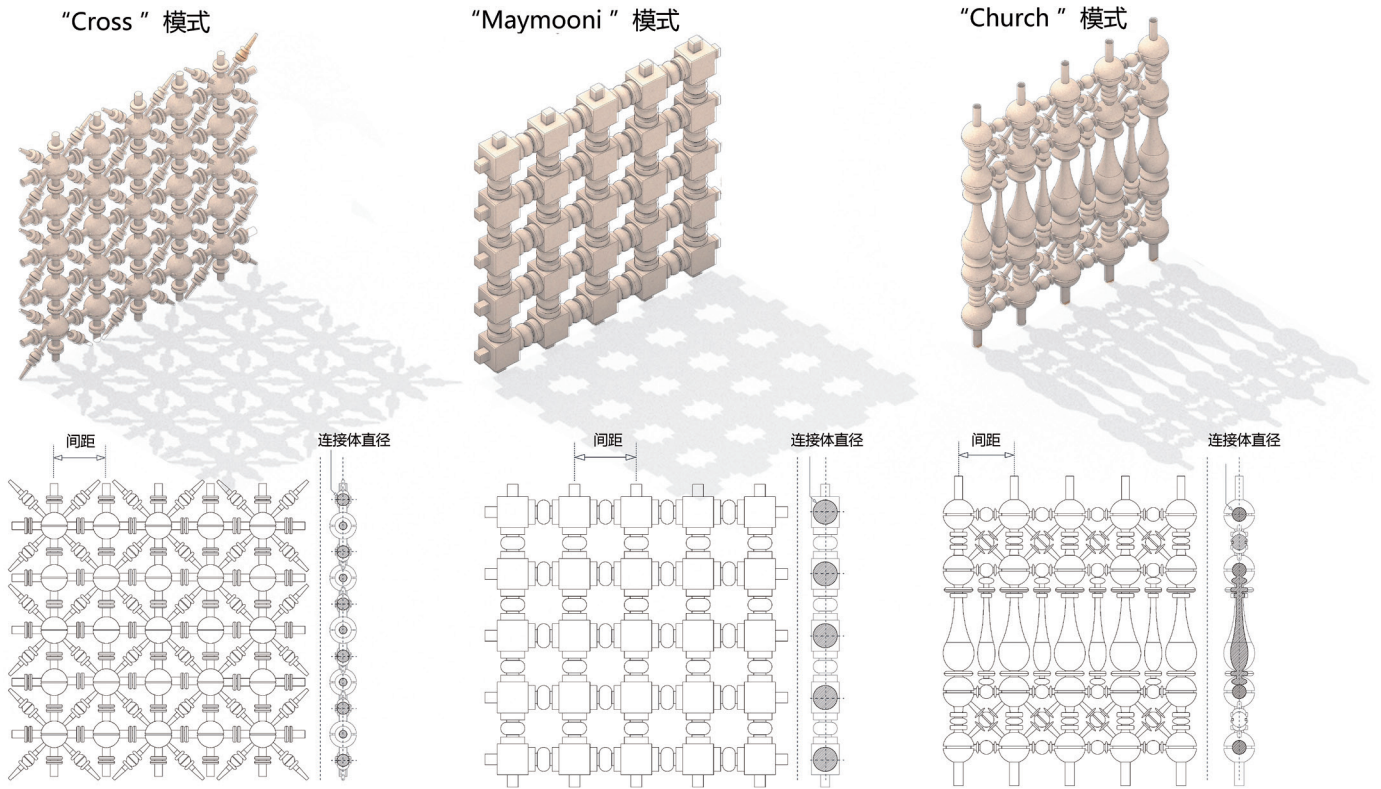


图 22: Mashrabiya 的三种主要模式示意图

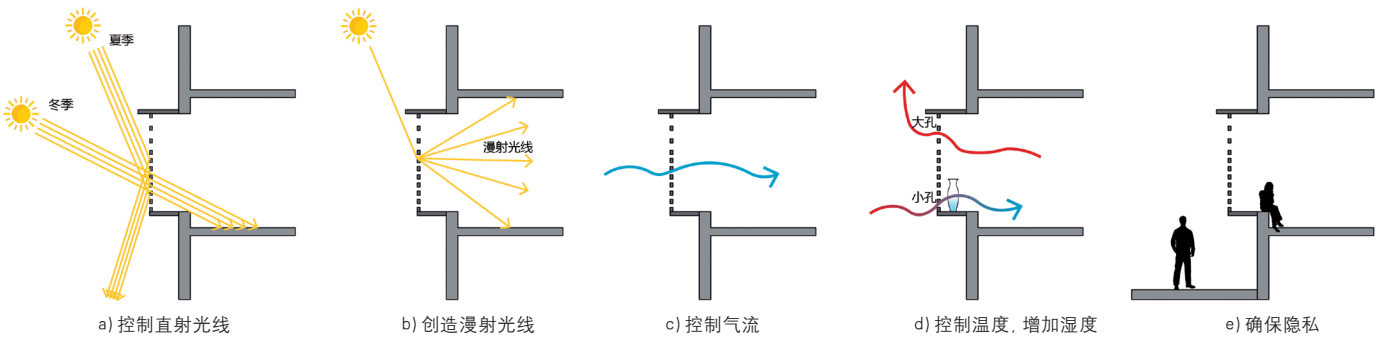


图 23: mashrabiya 的主要作用

似于深色“蕾丝”的视觉效果，这和使用 *Brise-soleil*[®] 产生的明暗对比是截然不同的（图 21）。在控制气流方面，*Mashrabiya* 在没有开启窗扇的情况下允许空气流动，有助于通过交叉通风带走室内积蓄的热量。在控制温度、增加湿度方面，*Mashrabiya* 充分利用了高孔隙率木材吸收、储蓄和释放水分的特性。在凉爽的夜晚，*Mashrabiya* 的木质栏杆会吸收空气中携带的多余水分；在日间，这些水分受热蒸发后释放到流经孔隙的空气中，进而实现室内环境的冷却和加湿。有些地方的人甚至会在 *Mashrabiya* 之后放置一个水

罐，以加速这种蒸发冷却过程。在保护隐私方面，*Mashrabiya* 实现了向外看而不被看的自由。当视线聚焦于窗格上时，它就像一堵亮着的墙；但当视线聚焦于窗格之外时，外部视野又会异常清晰，只有轻微的阻隔。当然美学也是 *Mashrabiya* 的另一项重要作用，复杂的、几何的装饰性图案填充着建筑立面，其室内外独特的视觉特征，成为在住宅环境中营造美感的一个重要元素。正如法赛在《为穷人造房子》一书中所说，*Mashrabiya* 实际上做了玻璃窗所能做的一切，甚至更多。

从某种意义上说，在使用 *Mashrabiya*

这一乡土元素时，尺寸和材料的每一个微小变化都应该被关注，否则相关性能都会受到影响。在炎热干旱地区，阳光直射是产生高温的主要原因，*Mashrabiya* 在炎热的夏季通过遮蔽内部空间来限制太阳辐射热的获得，但在一年中较冷的月份又允许阳光直射进入来提供热量。得热和散热过程主要依赖于 *Mashrabiya* 在尺寸和孔隙率方面的特定特征。通过对 *Mashrabiya* 几何形状的观察可知，在尺寸不变的情况下改为影响其功能属性的参量主要是孔隙净距，由连接体（栏杆）直径和连接体间距两个参数决定。在设计中，可以通过连接

体直径与间距的比例调整 *Mashrabīya* 孔隙率, 进而实现对光线、气流、隐私的控制。例如, 通过控制这个比率达到夏季最大太阳高度角的余弦值, 进而实现对夏季直射光线的阻隔 (图 24)。

Mashrabīya 这一兼顾环境性能和社会价值的乡土构件被法赛频繁的用于他的住宅设计作品。图 25 所示为法赛在设计过程中一些与 *Mashrabīya* 相关的手稿, 通过这些手稿可以看出, 法赛已经不满足于 *Mashrabīya* 的传统形式, 而是尝试基于连接体的设计来营造更多的形式组合, 阿基尔萨米住宅 (Akil Sami House) 就是这种创新下的一个典型案例 (图 26)。在这栋建筑中, 法赛根据位置、朝向和功能的差异, 为所有下部洞口设计出不同形式、不同孔隙率的 *Mashrabīya*, 在功能性和多样

性间实现了完美统一 (图 27)。

值得一提的是, 巴西现代主义建筑大师奥斯卡·尼迈耶 (Oscar Niemeyer) 在他的乡村住宅设计中也使用过类似 *Mashrabīya* 窗格的开启样式, 即底部是细密的小洞口而顶部是宽松的大洞口 (图 28)。尼迈耶新版本的 *Mashrabīya* 看似在形式上是成功的, 但它的材料以及扁平的格构方式却使得它失去了抑制眩光和冷却气流的作用^⑮。

3. 热——拱顶和圆顶 (Vault and Dome)

尼罗河两岸炎热干旱的气候, 使得该地区缺乏成型的木材用于实现空间跨越。古埃及的劳动者有能力通过土坯建造砖墙, 却经常在屋顶材料上犯难; 少部

分建筑会选择使用棕榈树枝和芦苇来覆盖屋顶, 大部分则根本没有屋顶。漫长的历史发展中, 古埃及人民探索出泥砖起拱的建造技术, 囿于缺少木料制作模架, 仅在重要建筑或陵墓中应用。拉美西姆粮仓 (公元前 1300 年)、巴加瓦特墓地 (公元前 400—600 年)、法蒂玛墓地 (公元 900 年) 就是在这种条件下建造拱顶的遗存实例。法赛在 1941 年对阿斯旺的风土考察中第一次参见法蒂玛墓地, 当即被它高度雕塑般的轮廓所吸引 (图 29)。

法赛在 1943 年新古尔纳村的设计实践中, 同样遇到了古埃及劳动者建造屋顶时的困难。彼时现代建筑大行其道, 屋顶建造并不应该是问题, 但是普通平屋顶所需要的承担弯曲和拉伸应力的材料 (如木材、钢材和混凝土等) 对于埃及贫苦人民

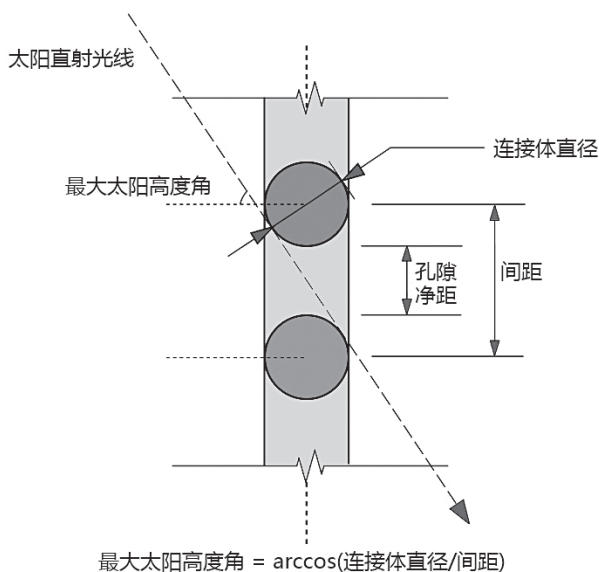


图 24: *Mashrabīya* 构件尺寸的几何关系

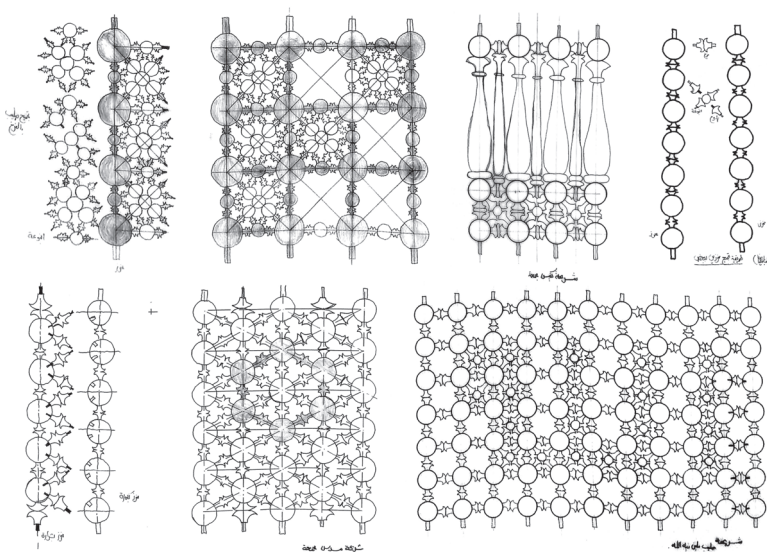


图 25: 法赛的 *Mashrabīya* 设计手稿



图 26: Akil Sami 住宅外观



图 27: *Mashrabīya*



图 28: 尼迈耶乡村住宅设计中的 *Mashrabīya*



图 29: 法蒂玛墓地

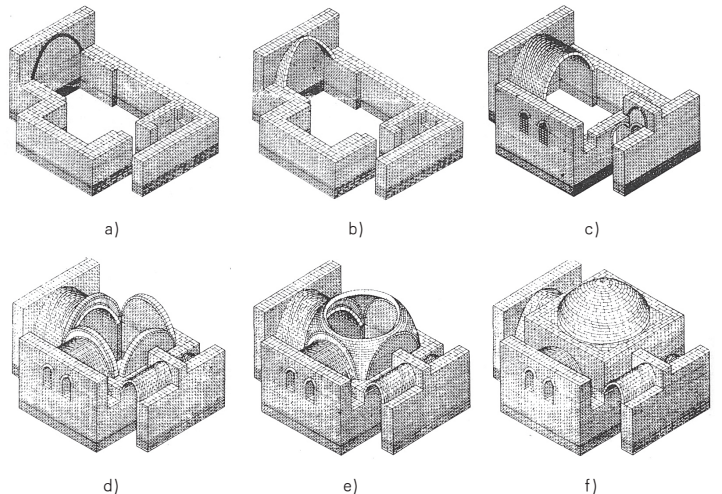


图 30: 努比亚悬链线层压拱顶及圆顶建造步骤示意

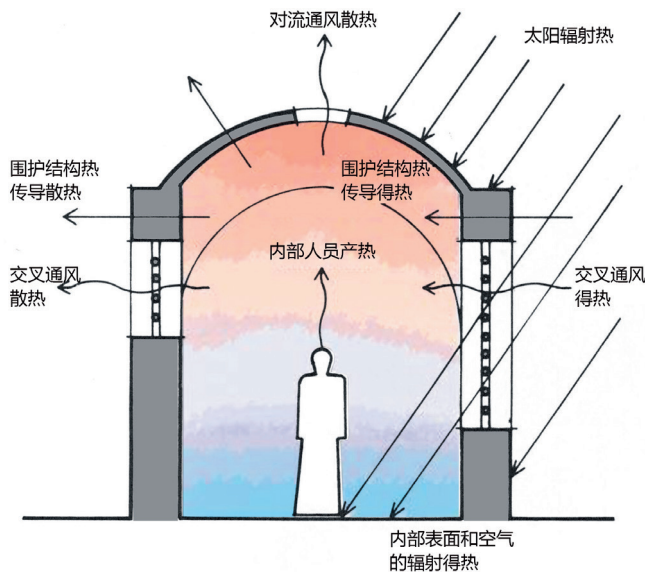


图 31: 拱顶建筑中热量流动图解

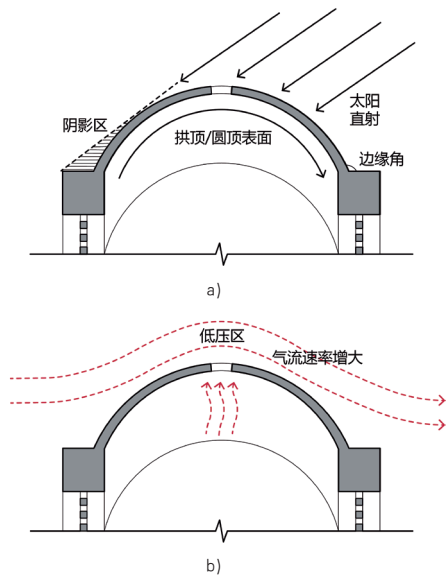


图 32: 拱顶 / 圆顶形态与环境的交互

来说依然难以支付。种种原因迫使法赛将目光转向阿斯旺考察时所见到的泥砖起拱建造方式。在工程实施时，泥砖墙体的施工格外顺利，但是在砌筑拱顶时却屡次出现坍塌，直到后来应用了无需模架支撑的努比亚拱建造技术[®]，屋顶的问题才迎刃而解（图 30）。通过这种方式，以及无限制的免费材料（生土）供应，法赛帮助当地人民以极低的成本建造了自己的住房。

虽然法赛使用拱顶和圆顶的初衷，是探索泥砖作为实现空间跨越和围合的低造价材料的可能性，但是拱顶和圆顶（以下简称“拱形屋顶”）在气候调适方面的表现同样值得深究。首先，拱形屋顶相较于

平屋顶有净高方面的优势，屋顶下集聚的大量暖空气远离居住者的生活平面，有助于在室内空间营造更舒适凉爽的热环境（图 31）。其次，拱形屋顶的自遮阳特征，使得太阳辐射在弧形表面出现分布差异（非正午时刻），减少了屋顶向内部传输的太阳辐射热量；屋顶的阴影区在一天中不断地充当散热器，将从屋顶阳光照射部分和内部空气吸收的热量传递到阴影区较冷的室外空气中（图 32a）。最后，在伯努利效应下，拱形屋顶表面上的空气流动速率会增加，其上产生的低压区也会通过顶部开口加速室内热空气的对流运动，进而更有效地降低屋顶和室内温度（图 32b）。

如果我们要恢复这种拱形屋顶的气候调适能力，则需要让它服从于材料和特定形式参数。虽然法赛主要关注的是用泥砖或石砖建造的中小型建筑上的拱形屋顶，但值得补充的是，人类已经设法发展了其他材料的拱形技术，如混凝土、钢结构等。在拱形屋顶形式参数方面，边缘角（见图 32a）和垂直高度这对关联参数最为重要。随着拱形屋顶边缘角的增大（高度减小），拱形屋顶与平屋顶建筑之间室内热环境差异变得很小且不显著。

除前文展示的新巴里斯村集市外，法里斯学校（Fares School）则是法赛设计实践中应用拱形屋顶元素的又一典型案例



图 33: 法里斯学校外观

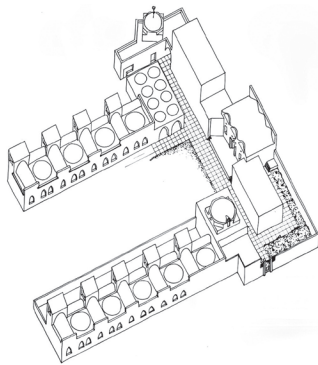


图 34: 学校轴测 (设计稿)

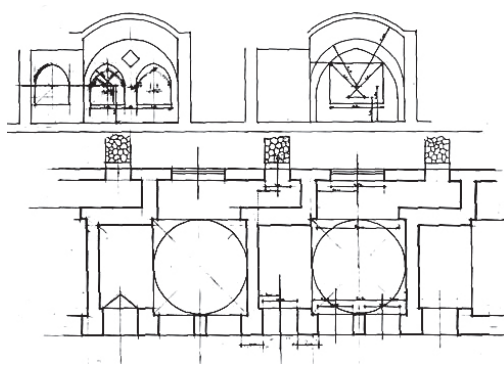


图 35: 教室单元平剖面

(图 33、图 34)。同新巴里斯村集市一样,高昂的使用成本使得法赛在设计之初即确定了被动冷却的环境调控方式。为了实现这一目标,教室单元被划分为一个覆盖圆顶的正方形区域和旁边一个覆盖拱顶的长方形区域(图 35)。圆顶区域作为摆放座椅的课堂教学区域,而一侧的拱顶区域则设置了一个 *Salsabil*, 以进一步冷却通过拱顶下方洞口流入的空气(设计稿中此处增设 *Malqaf*, 未实现)。然而 *Salsabil* 在建造时最终被取消, 整个空间都用作授课教室。从立面上, 一排排教室及其交替出现的拱顶和圆顶清晰地讲述着他们预期功能的故事。

四、结语

以上这些乡土范型都是哈桑·法赛设计实践的重要灵感来源。虽然法赛钟情于乡土, 但他从不把视野局限于埃及特定地区或历史某个时期, 也并非简单复刻典型乡土建筑元素。相反, 法赛坚持细致研究乡土建筑元素并发掘其形式原型, 他感兴趣的不仅是某些静态的形式语言, 更是那些形式背后可参照的技术逻辑。从法赛的作品同样可以看出, 其中对于乡土范型的应用, 都经历过仔细论证和设计改良, 使其形式能够正确适应埃及当代社会的生活方式。

法赛的设计实践表明, 乡土建筑在历时性建造中稳定持有的气候构形表征, 能够为当代绿色建筑设计的实践提供在地性

的形式生成范本。同时, 法赛对于乡土建筑气候调适路径的科学评估和要素分离思路, 可作为绿色建筑地域化背景下的设计实践提供理论基础和方法指引。在全社会确定“碳达峰、碳中和”目标, 绿色建筑呼唤高质量发展的今天, 哈桑·法赛的建筑气候设计思想与实践作为最具参考价值的文本, 再度成为我们思想和行动的启示录, 鼓励我们立足乡土, 创造一种在气候和文化上适合当地的新时代绿色建筑。

注释

① 原文参见 Banham R. *The Architecture of Well-tempered Environment*[M]. London: The Architectural Press / The University of Chicago Press, 1969.

② 该书原名 *Architecture for the Poor: An Experiment in Rural Egypt*, 由芝加哥大学出版社在 1969 年出版。中文版《为穷人造房子》由卢健松、包志禹译作, 清华大学出版社在 2023 年出版。

③ 该书原名 *Natural Energy and Vernacular Architecture: Principles and Examples with Reference to Hot Arid Climates*, 由芝加哥大学出版社在 1986 年出版。

④ 法赛曾在 1957—1961 年就职于希腊道萨迪斯公司 (Doxiadis Associates), 该公司创始人道萨迪斯 (Constantinos A. Doxiadis) 是希腊著名的建筑规划学家, 人类聚居学理论的创立者。

⑤ *Bādgīr*, 捕风器, 即一种高出屋面用以捕风的高塔, 常见于伊朗及波斯湾周边阿拉伯国家的建筑。它可以捕捉一定高度上即使很轻微的风, 然后传导到下面房间中。与垂直通道高度相当的隔板可以防止风从一个入口流入, 而从另一个入口流出。风塔上方的开口可以为两个方向(多分布于 Kerman 地区)、四个方向(多分布于 Yazd 地区)甚至八个方向(数量较少)。

⑥ *Takhtabūsh* 是位于主庭院和另一个院子(可能是后花园)之间的一层有顶棚的户外休息区。

⑦ *Qā'a* 是中世纪穆鲁克和奥斯曼时代庭院风格的转

变, 是一种内化的有盖庭院。它被设计成住宅的主厅, 通常是接待男性客人的地方。*Qā'a* 由称为 *Dur-qā'a* 的中央空间和南北两侧的两个伊万 (*Iwan*) 组成。

⑧ 原文参见 Hassan Fathy. *The Qā'a of the Cairene Arab House: Its Developments and Some New Usages for its Design Concepts*[C]. International Colloquium on the History of Cairo, 1970.

⑨ Banham R. *The Architecture of Well-tempered Environment*[M]. London: The Architectural Press/The University of Chicago Press, 1969. 书中 239 页原文 “In freeing architecture from local climatic constraints, mechanical environmental management techniques have given carte blanche for formal experimentation.”

⑩ Muhib al-Din 宫殿, 在 1735 年落入奥斯曼帝国艾米尔的乌斯曼·卡特胡达·卡祖赫利 (Uthman Katkhuda al-Qazughli) 手中, 后被其作为宗教场地, 更名为乌斯曼·卡特胡达大厅 (Uthman Katkhuda Hall)。

⑪ *Salsabil* 是一种类似于喷泉的构件, 主体为一块有波浪装饰的倾斜大理石板, 水流可以在其上的缝隙中缓慢流动。常放置在伊万一侧的墙壁上, 配合 *Malqaf* 使用。

⑫ *Claustra*, 又称 *Clastrum*, 乡土建筑中用于气流通过的石膏板窗格(或窗花)。

⑬ *Mashrabiya* 在不同地区有着不同的称呼, 在伊拉克和伊朗被称为 *shanasheel*, 在沙特阿拉伯和苏丹被称为 *roshan*, 在也门被称为 *takhrima* (意思是“满是洞”), 在尼泊尔、突尼斯和阿尔及利亚被称为 *moucharabieh*, 在印度被称为 *Jaali*, 在秘鲁和葡萄牙被称作 *Muxarabi*。

⑭ *Brise-soleil*: 一种用于遮挡不需要太阳光的凸出物或百叶。

⑮ 原文参见 Hassan Fathy. *The Qā'a of the Cairene Arab House: Its Developments and Some New Usages for its Design Concepts*[C]. International Colloquium on the History of Cairo, 1970.

⑯ 努比亚拱是古埃及人发展出来的一种巧妙的屋顶建造方法, 该方法通过采用泥砖起拱的方式, 解决了屋顶建造的材料限制和几何形式产生的应力问题。努比亚拱建造之初会通过悬链线曲线确定起拱轮廓, 以此规避水平方向的拉应力。此外, 泥砖首尾相连地铺设在一层层略微倾斜于垂直面的平面上, 并靠在一端的墙上, 使得建造过程不需要模架提供支撑。

参考文献

- [1] 张彤. 环境调控的建筑学自治与空间调节设计策略[J]. 建筑师, 2019 (6) : 4-5.
- [2] 仲文洲, 张彤. 环境调控五点——勒·柯布西耶建筑思想与实践范式转换的气候逻辑[J]. 建筑师, 2019 (6) : 6-15.
- [3] 仲文洲, 张彤. 形式与能量——建筑环境调控的生物气候理性[J]. 世界建筑, 2020 (11) : 68-73+132.
- [4] 高奇枫. 建筑气候设计思想研究[D]. 天津: 天津大学, 2020.
- [5] 仲文洲. 形式与能量环境调控的建筑学模型研究[D]. 南京: 东南大学, 2021.
- [6] 闵天怡. 生物气候建筑叙事[J]. 西部人居环境学刊, 2017, 32 (06) : 51-57.
- [7] 杨柳, 郝天, 刘衍, 等. 传统民居的干热气候适应原型研究[J]. 建筑节能(中英文), 2021, 49 (11) : 105-115.
- [8] 樊敏. 哈桑·法赛创作思想及建筑作品研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2009.
- [9] 张维. 关于哈桑·法赛(1900—1989) 建筑二元性的研究[J]. 华中建筑, 2021, 39 (02) : 16-21.
- [10] 刘重义. 哈桑·法希与土坯建筑[J]. 世界建筑, 1985 (06) : 62-67+86.
- [11] 林楠. 在神秘的面纱背后——埃及建筑师哈桑·法赛评析[J]. 世界建筑, 1992 (06) : 67-72.
- [12] 王保林. 哈桑·法西的乡土建筑设计观[J]. 中外建筑, 1998 (05) : 57-58.
- [13] Hassan Fathy. Architecture for the Poor: An Experiment in Rural Egypt[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1969.
- [14] Hassan Fathy. Natural energy and vernacular architecture : principles and examples with reference to hot arid climates[M]. Chicago: the University of Chicago Press, 1986.
- [15] J. M. Richards, Ismail Serageldin & Darl Rastorfer. Hassan Fathy[M]. London: Concept Media Pte Ltd, 1985.
- [16] Shaker Mohamed Monkez. Comfortable Modernization: Hassan Fathy's Architecture and the Decolonization of Egypt[D]. Los Angeles: University of California, 2019.
- [17] James Steele. An architecture for people: The complete works of Hassan Fathy[M]. Thames and Hudson, 1997.
- [18] Ahmad Hamid. Hassan Fathy and Continuity in Islamic Arts and Architecture: The Birth of a New Modern[M]. Cairo: The American University in Cairo Press, 2010.
- [19] Serageldin Ismail. Hassan Fathy: The man and his legacy[M]. Alexandria: Egypt: Bibliotheca Alexandrina, 2007.
- [20] Salma Samar Damluji & Viola Bertini. Hassan Fathy : earth & utopia [M]. London : Laurence King, 2018.
- [21] Hassan Fathy. The Qā'a of the Cairene Arab House: Its Developments and Some New Usages for its Design Concepts[C]. International Colloquium on the History of Cairo, 1970.
- [22] Pyla Panayiota I. Hassan Fathy Revisited[J]. Journal of Architectural Education, 2007, 60 (3) : 28-39.
- [23] Bertini V. Imparare, costruire, inventare. Le scuole di Hassan Fathy[J]. FAMagazine. Ricerche e progetti sull'architettura e la città, 2021 (56) .
- [24] Abdel-moniem El-Shorbagy. Traditional Islamic-Arab House: Vocabulary and Syntax[J]. International Journal of Civil & Environmental Engineering, 2010, 10 (04) : 6.
- [25] Saadatian Omidreza, Haw Lim Chin, Sopian K, et al. Review of windcatcher technologies[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, 16 (3) : 1477-1495.
- [26] Bagasi A A, Calautit J K. Experimental field study of the integration of passive and evaporative cooling techniques with Mashrabiya in hot climates[J]. Energy and Buildings, 2020, 225: 110325.

图片来源

图 1: Zune M, Pantua C A J, Rodrigues L, et al. A review of traditional multistage roofs design and performance in vernacular buildings in Myanmar[J]. Sustainable Cities and Society, 2020, 60: 102240.

图 2: Google 图片

图 5、图 6、图 7、图 12、图 13、图 18、图 22、图 23、图 24、图 32: 作者根据资料绘制

图 3、图 26、图 27、图 34、图 35: 来源于 Archnet 网站: <https://www.archnet.org/collections/2303>

图 4: Pyla P I. Hassan Fathy Revisited[J]. Journal of Architectural Education, 2007, 60 (3) : 28-39.

图 6、图 9、图 11、图 17: Hassan Fathy. Natural energy and vernacular architecture : principles and examples with reference to hot arid climates[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1986.

图 8、图 19、图 33: James Steele. An architecture for people: The complete works of Hassan Fathy[M]. London: Thames and Hudson, 1997.

图 10、图 31: Tulu Toros. Natural Energy in Vernacular Architecture[J/OL]. https://www.academia.edu/8742003/Natural_Energy_in_Vernacular_Architecture_2009_, 2009 作者改绘

图 14、图 15、图 16: 来源于 Senses Atlas 网站: <https://www.sensesatlas.com/hassan-fathy-building-in-the-desert-in-new-baris/>, 摄影师 Viola Bertini

图 20: 来源于网络: <https://stock.adobe.com/sg/images/facade-mashrabiya-window-and-open-wooden-door-on-stone-wall-of-beit-house-el-harrawi-an-old-mamluk-era-historic-house-in-medieval-cairo-egypt-built-in-the-eighteenth-century/131446402>, 摄影师 Khaled El-Adawi

图 21: 来源于 Adobe Stock 网站: <https://stock.adobe.com/fr/images/interleaved-wooden-window-mashrabiya-wooden-embedded-cupboards-and-wooden-decorated-ceiling-at-ottoman-historic-beit-el-set-waseela-building-waseela-hanem-house-old-cairo-egypt/239631684>, 摄影师 Khaled El-Adawi

图 25: Salma Samar Damluji & Viola Bertini. Hassan Fathy: earth & utopia [M]. London: Laurence King, 2018.

图 28: Hassan Fathy. The Qā'a of the Cairene Arab House: Its Developments and Some New Usages for its Design Concepts[C]. International Colloquium on the History of Cairo, 1970.

图 29: 来源于 Flickr 网站, <https://www.flickr.com/photos/gballardice/5071403235>, 摄影师 Bruce Allardice

图 30: 来源于 MIT Libraries 网站, <http://hdl.handle.net/1721.3/13338>