源自建造的设计

- 四川栗子坪自然保护区熊猫监测站的 材料、系统与施丁

Construction-oriented Design

Material, System and Assembly in Sichuan Liziping Nature Reserve Work Station for Panda Migration

[张东光] Zhang Dongguang [朱竞翔] Zhu Jingxiang

作者单位 香港中文大学建筑学院

收稿日期 2014/03/10

摘 要

通过四川栗子坪自然保护区熊猫监测站项目的建筑材料以及系统的选择,基础、外围护和屋顶等组件构造设计以及现场施工组织,讨论了一种尊重建造约束的设计方式,从中获得设计启发的可能,以及集成设计方法对建成物建构品质的影响。 关键词

建造;集成设计;四川栗子坪自然保护区熊猫监测站;SIP结构保温板;板式箱体系统;建构

ABSTRACT

Through the project of Sichuan Liziping Nature Reserve Panda Work Station, the article discusses a design strategy to respect the constraints of construction from which derive the inspiration of design. By reviewing the selection of materials and construction system, the construction design and organization of foundation, envelope system, roof and other components, the article presents the importance of the methods of integrated design that have impact on the quality of tectonic.

KEY WORDS

construction; integrated design; Sichuan Liziping Nature Reserve Work Stationfor Panda Migration; structural insulating panel; box system panel; tectonics

1 建造

在文章《结构、建造、建构》(Structure, Construction, Tectonics)的起始部分,作者爱德华·F·塞克勒 (Eduard F. Sekler)通过区别"结构"与"建造"概念上的差异而界定了"建造"的内涵:"(它)指向某种有意识组合在一起的事物……'结构'是一个普遍而抽象的概念,它表示针对房屋受力进行安排的体系或原理……而'建造'意味着某种力学原理或结构体系的具体实现,它可以通过许多不同的材料和方式来完成……建造涉及材料的选用、工序和技术等诸多问题。""[1]]

建造是建筑师需要面对的重要议题,工地控制也是建筑师走向成熟之前的必要磨练。但建筑师对建造的关注不应仅限于照图施工和精细选材,虽然它们作为控制图纸走向实体的重要物化步骤,将决定头脑中臆想的世界能否被精准地投射。倘若在最初的构想阶段,设计者就能将后期的建造因素想象出来、考虑进去并加以精密的计划,最终建造不仅可能变得容易掌控,臆想的世界与现实的力量也会提前获得互动。而当建造中的力量成为设计时的主导原则时,设计将会呈现出与造型优先的方法所得出的结果非常不同的面貌。

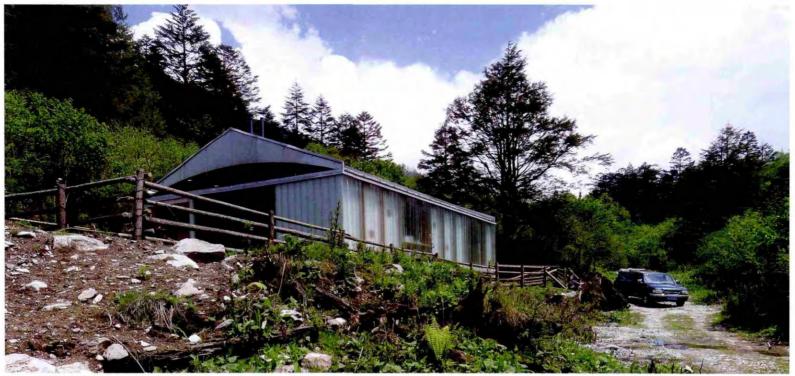
当材料、工序和技术等问题在设计之初即被充分考量,逐步并

且全部转化为建筑师的语言投射到最终的建筑物上,这就会达到塞克勒提出的经过精心设计的"具体实现"——"(源自)建造的设计",或者"设计(导出)的建造"。

2 材料选择——结构保温板

2012 年落成的四川雅安石棉县栗子坪自然保护区熊猫监测站项目是基于建造的设计的案例(图 1~8)。项目用于野生动植物(包括熊猫)的监测以及"种群交换"实验²⁾,位于深山之中的无人区,从山下主要居民点沿公路到基地约需要 2h 的车程,道路崎岖狭窄,当地气候寒冷多降水,土质路面因频繁的降雨长期处于泥泞状态。货车的长度和载重量都很受限制,货车车厢的长度不能超过 4m,货物重量要在 6t 以内,否则就会深陷泥沼(图 9)。路途遥远加之路况极差,致使材料运输的费用非常高;例如基础施工阶段,每个货车只能装载 3m³的砂石,材料本身费用虽然只有 200 多元,但从山下到基地的运费却是 900 元。

由于在前期调查中已经发现了深具挑战性的施工环境和苛刻的运输条件,团队在设计之初便将建筑材料以及建造系统的选择

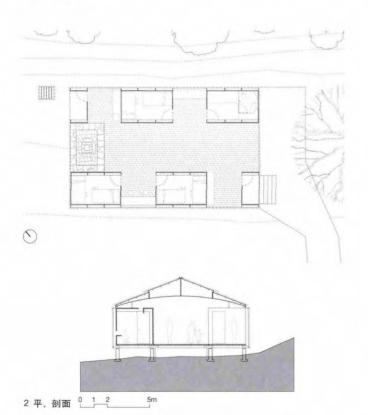


1 位于深山中的熊猫监测站

基地面积 270 m² 建筑面积 120 m²

结构形式 板材构造规整箱体,承托异形屋顶构件 房屋系统 使用结构保温木基材料的板式系统

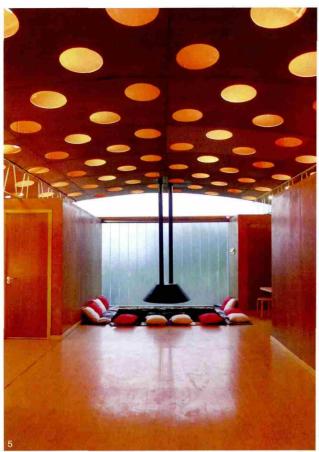
摄影 张东光



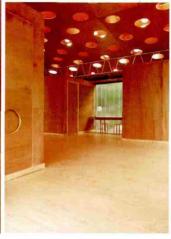
3 东南向立面 4 雾中的建筑













5 中央的长向空间 6 石砌的下沉"火塘" 7 箱体之间的开放空间 8 居住箱体内部

纳入了考虑。项目最终选择采用订制的 SIP(Structural Insulating Panels)即结构保温 板3 来建造——硬质保温板材作为夹芯,高 性能板材作为面层,3层材料粘结在一起, 形成一个复合结构 (图 10)。它的厚度与材 料分布使其刚度大大增强,保温材料又使它 重量很轻。这减轻了运输方面的负担和成本, 也大大方便了现场施工的人力操作。结构保 温板两侧可以选择很多材料面板,两侧材料 也可不同。这些选择与组合也决定了可能的 生产厂家与供货规模。监测站项目的板材 生产基于 1220mm x 2440mm 的工业标准, 这对它们在货车车厢内的堆放非常有利。由 于面材使用多层胶合板,结构保温板的另一 个特点得到发挥:构件的连接方式比较简单, 施工技术要领容易掌握,安装功效的提升大 大缩减了现场施工时间。这些特性之后得到 了在山区恶劣环境、阴湿气候下施工工人的 高度认同。

3 系统选择——板式箱体

当结构保温板的开洞很小时,它具有剪力板的特性。当和其它板材形成多向连接,它可以形成承载力惊人的箱形结构。在结合空间布局和保温需求后,建筑师使用了4个独立的箱体形成居住空间和服务空间,另外再使用2个开口箱体形成入口与出口。这6个箱体共同支撑整个屋顶。

箱体建造时,首先由 4 张结构保温板围合成环状单元,3 个环状单元串联形成居住箱体,环与环之间辅助以肋板提供有效接触面以维持环状结构的稳定性;最后在两端安装侧板,从而形成 6 面围合的封闭箱体(图11)。结构保温板之间以及肋板之间全部采用螺钉连接的方式,安装过程简单而快捷,4 名工人半天时间即可拼装出一个完整箱体。

最先搭建成的箱体还为工人提供了住宿 场所。由于项目过于偏远,交通不便,工人 们需要留宿过夜,开始阶段只能住在野战帐 篷里(图 12);在箱体安装之后,工人们即可转移到木质箱体住宿。其舒适度和热工性能远好于柔弱的帐篷,生活条件的改善为工人保持良好工作状态起到了积极的作用。

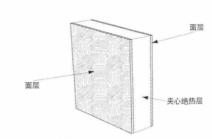
4 垂直施工——平台方法

尽量减少基础开挖和现场作业量也是提高功效的方法之一。项目采用短桩基础施工,使用大口径 PVC 管做为混凝土浇筑模板^[2]。桩基础顶端放置金属连接件,然后搭设预制木梁与基板,形成首层平台。主要木质材料卸于其上,减少在潮湿地面的直接堆放,并且方便施工时就近搬运。

当箱体快速建成后,它们的屋顶可形成第二层工作平台。屋面施工时,工人先将每跨屋顶两端的预制构件置于其上,再将组合好的中央构件提升以置入两端构件之中(图13);这一过程有些像悬臂梁桥的施工,结构从两侧向中间合拢。屋顶结构形成后也形



9 货车通过前加固木桥



10 结构保温板构造图示



11 箱体组装过程



12 正式施工前搭建的野战帐篷



13 屋顶构件由两端向中央安装



14 现场组装屋顶构件

成斜向施工面,可直接承托工人敷设屋面防水、采光构件。

这些层叠的施工平台,产生了山区所缺少的平地,脚手架可架设其上,可以形成临时堆场,也由此暗示这一系统是进行多层建造时的可能方法。

5 屋顶构造——跨越转化为垒加

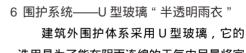
屋顶下部是开阔的长向主空间,用于容纳多种功能。自然光能够穿越屋面两层孔洞射入室内,在多云阴雨的常见天气下也能为

室内带来丰富的光影效果。屋顶设计是系统 考虑空间、光线、施工、结构的结果,这里 侧重从建造的角度来呈现它的设计选择。

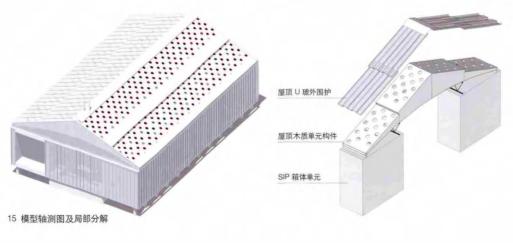
每个屋顶构件都是空心的箱体,4个屋顶构件联合成一个对称的屋顶跨度组件。它的上表面是双坡,下表面呈拱形。构件侧板与内部额外连接板联合作用形成肋板,从而解决跨度上板材受压问题。构件的上下面板则提供了整体的稳定性和水平刚度。多面体箱式组件提供了结构强度与承载力,也极大减轻了屋顶的重量。由于体积也是运输所要

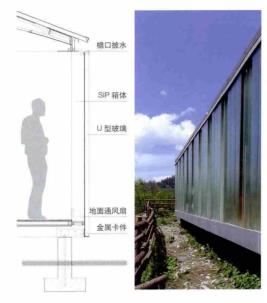
考虑的重要方面,因此屋顶构件在运输时是分散的板片,到施工现场后组装成空心的箱体,最后4个箱体再拼装成一跨屋顶(图14、15)。

早期研究中团队曾尝试建造薄拱屋面,并利用居住箱体约束很大的侧向力。但这一结构化的屋面构想在面对艰难的施工条件时变得不现实,从而是被更简单的垒加组件的建造方案所取代——即工人在地面先将中央两个构件连接好,再人力提升它,将它置于两端构件的肩部再行固定。这一过程反映了施工条件与施工设计对于设计应该侧重于结构还是建造的选择的巨大影响。



选用是为了能在阴雨连绵的天气中尽量将室外光线带入室内,通过若隐若现的效果分离野外与室内人工空间,同时保护建成的木质主体能够避开雨水、雪霜的侵蚀。在建造方面,这一玻璃构造带来很大便利性——它采用咬合搭扣方式排列,通过预制的金属卡件对其上下两端限位固定,再辅助以硅酮胶进





16 作为外围护的 U 型玻璃

行连接、密封(图16),周合面由此形成整体, 具备稳定性和一定的强度。由于无需焊接、 钉连等复杂的连接方式,安装方法很容易掌握,当地工人经过简单培训即可进行大面积 的安装工作。

尽管在崎岖山路上运输 U 型玻璃会导致一定破损,但相对于建造简单、快速形成保护界面的优势,它仍然是合理的选择。屋面每面单坡的 U 型玻璃分为上下两段,它们在屋面的透明防水材料之上直接搁置,再用定制的拉力构件加以额外限位与保护。这种简单快捷的建造方式,为建筑主体短时间内蒙上了一层半透明的"雨衣",保护了先前完成的主体结构,也使得施工可以转入室内进行。

7 建造的设计——集成设计 (integrated design)

常规的建筑设计方式会将一系列被设计 管理者分拆的工作在不同人员与组织之间传 递。大的组织之间的交接往往只通过有限的 管道或者协商加以处理。设计决定之间、设 计构想与现实之间的矛盾往往被忽视或者掩 盖。当房屋上的各种不兼容性被用户发现时, 要么用户需要付出额外的费用,要么更改已 无法做出。当管理者并非设计者或建造者时, 这一问题可能更加突出。

这一人们常常体会到的问题在城市还有方法解决——付出更多金钱修正或者采用额外的系统。但对于野外监测站项目这是完全无法接受的。项目所在地属于自然保护区的无人区,海拔2700m左右,山区气候恶劣,经常连续降雨,进出不便。场地上没有短暂生活居住设施,施工所需的电力供应只能采用汽油发电机提供。没有大型升降设备,构件组合主要依靠人力和简单小型工具来完成。未来的房屋用电将依靠小功率的微水发电机供给,不能支持复杂的舒适性设施。现场也没有重型建筑材料的储备。这类野外建筑一旦有突出的缺陷,它基本就会被放弃,而四川多个自然保护区中上一代的工作站的命运多是如此。

不同于设计、建造相分离的设计模式,香港的工作团队受四川省林业厅的委托,负责了从构想到设计、制造、建造、交接的完整链条。设计、建造乃至使用、维护始终被作为一个完整的链条来对待。由于在前期调查中发现施工环境、运输条件和地区气候的挑战,团队在设计之初就确定了从建造便利性角度选择建筑材料以及建造系统,并从气候角度来处理空间组织与形态。设计进入施工制造阶段后,各部分的分拆以及连接方式以尽量减少现场工作量或者减少材料的运输加工损耗为原则。组件大小的确定除了结合材料自身特性之外,货车车厢的尺寸成为设计决策的另一个主导因素。

由此可见,设计团队在设计过程较早的 阶段就建立了设计原则和制定决策机制,并 力求将房屋系统当成完整的整体,而不是分 离组件的机械堆积。

8 建构的建筑 (architecture of tectonics)

塞克勒所说的"建造意味着某种力学原理或结构体系的具体实现,……建造涉及材料的选用、工序和技术等诸多问题",在抽象层面上道出了建造与结构之间的差异与联

系,但在现实层面上仍难免有些笼统。在四 川栗子坪自然保护区熊猫监测站这一项目 上,团队体会到这一问题可以被具体地澄 清——建造意味着来自于实现端的设计启发 与原则规限。在以不同的材料和方式来完成 一项工作的很多可能性中,特定的材料、工 序和技术被选用,它们无一不和十分具体的 现实条件(场地的、运输的、气候的)以及 实现项目的具体资源(工人、工具、工期以 及技艺)相关联。那些各自独立的构想开始 于香港、大学、纸上,还都只是念头或者片 段,但当它们落入现场,真切地融入一个具 体的项目中时,便互为牵制,互为依托,互 为影响。那些抽象的概念与策略不再仅仅以 技术的面貌交相呈现,而是带来遮蔽、光线、 温暖和人道。此时,它们就变成了它——建 构的建筑 (architecture of tectonics) 即便它 是轻的,可能也是短暂的。 🖊

注释

- 1) 原文:"construction" carries a connotation of something put together consciously...Structure as the more general and abstract concept refers to a system or principle of arrangement destined to cope with forces at work in a building...Construction on the other hand refers to the concrete realization of a principle or system a realization which may be carried out in a number of materials and ways.
- 2) 大熊猫的"种群交换",是为了防止大熊猫种群内部的近亲越来越多,避免近亲繁殖,对不同地理区域的一定数量的熊猫进行异地交换,从而改善大熊猫的遗传基因。参考:http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/200602/25/t20060225_6196812.shtml
- 3) 结构保温板 (SIPs), 源自 :http://www.sips.org/about/what-are-sips

参考文献

- [1] 爱德华·F·塞克勒. 结构, 建造, 建构 [J]. 凌琳译. 时代建筑, 2009(2):100-103.
- [2] 张东光,朱竞翔. 基座抑或撑脚——轻型 建筑实践中基础设计的策略 [J]. 建筑学报, 2014(1): 101-105.

图片来源

图 10 http://www.gunnstocktimberframes.com/ Pages/SIPs_Panels.html. 其余均由作者或团队自制、拍摄。