

# 回应与敏感

## ——对柳亦春和张准关于建筑与结构的访谈

Being Responsive and Sensitive : An Interview with LIU Yichun and ZHANG Zhun on Architecture and Structure

钱晨 | QIAN Chen 柳亦春 | LIU Yichun 张准 | ZHANG Zhun

**摘要：**本文是对建筑师柳亦春和结构师张准的专访，内容主要分为三部分：首先，从介入时间、合作方式、互动过程等方面探讨建筑师与结构师的合作；其次，从“轻与薄”“结构的文化性”“拱形”“新材料”等关键词出发探讨和作结构建筑研究所的实践项目，具体阐述了建筑师与结构师之间“回应与敏感”的实践特点；最后，从观念的角度讨论了柳亦春和张准对结构之于建筑意义的持续性思考，并对未来的结构建筑学的教育和实践提出了展望。

**关键词：**和作结构、柳亦春、张准、合作、结构建筑学

**Abstract:** This article is an interview with architect LIU Yichun and structural engineer ZHANG Zhun. It consists of three parts. The first section discusses the mode of collaboration between architects and structural engineers in terms of timing, means, and interaction process. The second part explores the projects of AND office, focusing on keywords such as “lightness and thinness” “culture of structure” “arch-form” “new material”, and so on. It further elaborates on the practice of “response and sensitivity” between architects and structural engineers. The last section discusses LIU Yichun and ZHANG Zhun’s persistent reflections on the significance of structure in architecture from a conceptual point of view and puts forward a prospect for future education and practice of Archi-Neering Design.

**Keywords:** AND office, LIU Yichun, ZHANG Zhun, Collaboration, Archi-Neering Design

### 前言

近年来，在建筑实践领域，人们的目光不再局限在明星建筑师身上，富有个性的建筑师和结构师的卓越协作越来越受到瞩目。这其中不乏需要结构表现力的大空间建筑项目，如丹下健三和坪井善胜在国立代代木体育场中的合作，桢文彦和木村俊彦在东京体育馆中的合作等，一些小尺度项目中的结构创意也为建筑设计带来了意想不到的结果，如库哈斯和巴尔蒙德合作完成的波尔多别墅。在中国，柳亦春和张准是探索建筑师和结构师密切合作的代表人物，在他们的实践中，

结构不只在通常意义上大空间或者超高层这类具有结构挑战的项目中才会凸显出来，小规模的项目成了他们的试验田，他们认为在这样的实践条件下，更易于将结构和其他要素整合成一体化的精巧结果。那么，柳亦春和张准的合作契机和历程是怎样的？他们如何建立默契的合作模式？在持续的实践背后，又有哪些对于结构和建筑的思考？2020年9月，带着上面的这些疑问，笔者来到了大舍建筑设计事务所，对建筑师柳亦春和结构师张准进行了一次联合访谈（图1）。

时间：2020年9月29日

地点：大舍建筑设计事务所

#### 作者：

钱晨，同济大学建筑与城市规划学院博士候选人，东京工业大学访问研究助理；

柳亦春，大舍建筑设计事务所主持建筑师，执行合伙人，和作结构建筑研究所联合创始人，同济大学建筑与城市规划学院客座教授；

张准，同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司高级工程师，和作结构建筑研究所联合创始人。

国家自然科学基金项目（51778421）。

DOI: 10.12285/jzs.20210602006



图1: 柳亦春和张准

## 一、建筑师与结构师的合作方式

钱晨（以下简称钱）：如果没记错的话，你们的合作应该始于龙美术馆的结构设计，能谈谈当时的情况吗？或者，现在回想起来，特别值得一提的是什么？

柳亦春（以下简称柳）：合作龙美术馆结构设计的时候，龙美术馆的建筑形态已经基本设计好了，根据我自己的设计经验，预测建筑的形态在结构上应该是合理的。在同结构师们讨论做法的时候，几乎所有的结构师们都觉得结构上力的合理性是没有什么大的问题，但是在应对当下的结构抗震规范时却存在一些硬伤，抗震规范要求结构的整体性，不允许存在独立悬臂结构，结构师们还是建议去做一种“假”的结构，比如采用钢结构，然后通过其他材料包出伞拱的外形。

偶然遇到张准，当时他一看我电脑里的图，我就感觉到了他的兴奋，他说这无非就是几个不同的伞状体之间的连接问题，如果通过类似阻尼器的方式去做连接，就可以满足规范的要求。听张准讲完，感觉是挺轻松的，并不难。而且张准认为这个项目做完结构设计是可以写论文的。我一下子就感觉到他的与众不同，不回避可能面临的困难，并用积极应对的态度去理解建筑师想要的。帮助建筑师寻找形态和结构之间的吻合度以及更大范围的合理性。第一次的聊天让我感受到了张准的专业敏感性和对专业的积极态度，非常可贵。

张准（以下简称张）：认识柳亦春老师是通过带我的易发安<sup>[1]</sup>老师。那段时间主要接触了一些相对特殊或者算是特种的

结构设计，例如预应力、加固、异形钢构，虽然都有一些结构创新方面的潜力和特征，但具体参与的项目并不是直接把结构和建筑产生深层关联作为目的，更多因为建筑局部的特殊处理需要特别的结构来实现。那天，看到柳老师的方案也是瞬间有种眼前一亮的感觉，就像是之前看到的很多国外经典项目，结构在项目里表达得很特别。同时，这个项目恰好涉及加固、预应力这些熟悉的结构技术，当时就觉得要是能利用掌握的结构技术把建筑完美实现出来就太好了（图2、图3）。

钱：龙美术馆之后合作的是哪一件作品？是日晖港步行桥吗？好像日本的结构师大野博史也参与了日晖港步行桥的结构设计。日本结构师与建筑师的合作是什么样的？当时大野博史的工作，给你们带来最触动的方面是什么呢？

柳：龙美术馆设计到一半时开始了日晖港步行桥的设计。那段时间我跟日本建筑师的交流比较多，也通过郭屹民老师了解到日本的建筑师跟结构师的合作方法。在龙美术馆设计的前后，我也一直在思考建筑师和结构师之间如何能够比较密切地合作。在设计日晖港步行桥的时候，我就有意地让郭老师把大野博史邀请过来一起合作步行桥的设计，主要是想把日本的建筑师和结构师的合作模式以及工作方法带进来。通过合作我们了解了大野博史的日常工作状态，他说他一年大概同时手上可以做60个项目，这让我们非常吃惊。他的工作其实是一种咨询，有点像医生问诊。在日本，建筑的大部分施工图都是由施工

单位完成的。在项目设计的很前期，结构师就要参与到建筑师的工作之中，在与建筑师共同进行的方案讨论中，结构师会现场演算并告诉建筑师设计方案是否可行或者比较合理的结构体系可以是什么，等等。

张：第一次与柳老师合作完成后，还没思考与建筑师之间沟通的那么多细节。我记得日晖港步行桥合作完成后，柳老师还跟我提过我在思考的方向上跟大野博史还是有差距的，但当时我也没有完全理解。不过，经过那次合作了解了他们的工作方式，如从哪个角度跟建筑师沟通，画一些草图或者简要计算进行方向性的判断，这套方法在与建筑师沟通中非常有效，至于怎么对建筑做更深一步的理解，其实是在后面好几年时间里一点一点摸索积累的。

柳：日晖港步行桥的设计主要考虑了跟场地的关系，它连接了徐汇区和黄浦区的滨江步道。徐汇区一侧的道路比较宽阔，包括景观和道路的尺度都比较大，另一侧黄浦区则是一个小尺度的公园，里面的路都是相对较窄的，并且考虑到人行动线，黄浦区一侧做了分叉的处理，形成了一个Y字形的平面。我想通过Y形的三个点去联系河两岸不同的标高，很明显这个Y形桥的形态不是从结构的角度，而是从建筑的角度产生的，它可以适应河两边不同的尺度与标高。大野博史看到这个Y字形，马上就想到把这三个端点连起来，是拱形的，那么如何把拱与分叉结合？我们立刻讨论。我不想让起拱点太高，但是当拱比较平的时候推力就比较大，因为上海的土质软，打桩解决侧推力不是首选，大野博



图2: 龙美术馆



图3: 龙美术馆中伞状体的连接

史建议通过拉索去拉，然而拉索若太低了下面的船就无法通行，于是就想是否可以一半的位置拉索，在一半处做拉索弯矩就集中了，因此桥的断面形状就发生了变化。

桥的形态是在建筑师和结构师的讨论过程中慢慢地形成的，而不是我先想好再交给结构师去验证的。开始我只想到要一个Y形桥去解决特别基本的功能性问题，但是在结构介入之后，突然出现了我想要追求的感觉，比如因为中间拉索的出现，出现了三角形的桥体断面，Y形的交接点或成为弯矩为零的点，可以变得很薄，于是在设计中从实用性上升到了更高层面的感觉性，轻盈的氛围就出现了。此时设计的概念就在我跟结构师的交互过程当中产生了。所以很有意思的是，很多时候大家以为形式是由建筑师来确定的，但事实上有的时候形式是在互动中，在某一瞬间被捕捉到的（图4、图5）。

钱：你们之间的合作，或者说是中国建筑师和结构师的合作，你们认为有什么区别于日本或者瑞士的地方？可以从合作的媒介上来谈谈吗，比如像瑞士基于图解静力学，或是像日本基于简化的手绘图，中国的结构师电脑计算是非常厉害的。那么，你们的交流媒介是基于什么？

张：我觉得中国在计算分析方面确实有一些优势，但从早期项目配合角度来说，有时候偏重计算也不一定有益，容易在一开始就陷入很细节的计算，反而把从模糊状态逐渐提炼的过程环节掠过了。一直在研究计算细节，很容易变成和数据交流而不是跟建筑师在交流。早期一些方向性的把控，快速连续反馈比较重要，就是你问我答，一轮一轮的快速交互，像是一种进化，整个的过程中不一定每次都要计算。

钱：两位老师以什么方式沟通呢？是以图示还是柳老师先提出一个抽象或者具体的要求？

柳：开始和张准的合作时，我的确是

有意识地思考过怎样的方式更能发挥结构师的作用。总结下来基本的模式还是提问和互动。在例园茶室的设计中，我把建筑的需求抽象为结构的需求，比如第一个要求能否实现一个横向材和竖向材都是同样尺寸的结构？这是基于抽象性的考虑，就是做出忽视梁柱概念的结构。第二个要求是如何可以将梁柱构件做到最细？这是为了加强茶室空间的内外透明性，这两点就成了“结构设计重要前提”。接下来张准提出的结构建议，肯定是在以上的条件下进行的。在花草亭设计中，我给结构的前提条件是：上面的板要足够的薄，往外出挑要足够的远。这其实包含了我对建筑目的性的思考，如例园茶室中同样尺寸的横向和竖向构件，是想要去营造一种抽象的空间构图，构件纤细到只有五六厘米，是想要在尺度上模糊建筑的构件和家具构件的差异，以达到一种暧昧的状态，我把这种状态抽象成了结构设计条件交给了张准。张准可能会理解我的诉求，但是理解与否影响不大，他要解决的是满足茶室中的横向竖向构件尺寸相同时，力学上又是合理的（图6、图7）。



图4：日晖港桥和场地的Y字形关系

张：我觉得结构看似是回应建筑具体的要求，但实际是建筑先抽象、结构再还原回具体的结构方案。建筑的问题怎么设置很重要，否则结构会束手束脚，变成被迫回答“行”或者“不行”的状态。柳老师的问题背后还隐藏了很多其他的要素，但是经过他过滤之后把建筑最核心的要求加以抽象并保留下来。问题要求单一、没有过多限制，回答起来就有很高的自由度，我做具体还原时也可以给出更多的选项来。做例园茶室设计时，我对柳老师隐藏起来的含义并没有那么深的理解，只是围绕问题设法给出各种解决方案，但并不会偏离建筑隐藏起来的背后含义。后来磨合时间长了，就能理解柳老师提出条件中暗含的一些建筑性的表达，这些理解对后续项目的判断还是很有帮助的。

钱：建筑师和结构师的互动状态是否与对彼此专业的了解程度有关？刚才提到大野博史，他是一个很懂建筑的结构师。但是反过来如果建筑师很懂结构，比如结构师怎么设计，建筑师立刻就同意了，有没有可能大概率往结构理性方向去，反而

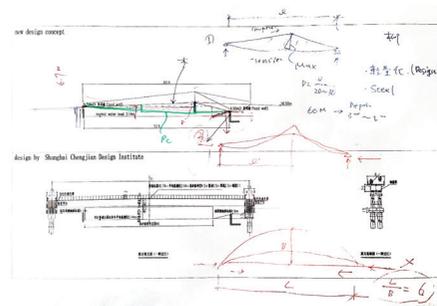


图5：梁式方案与类拱方案的比较草图



图6：例园茶室

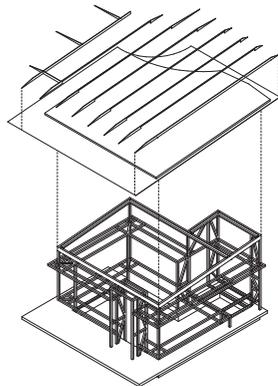


图7：例园茶室中尺寸均质的结构

抹杀了建筑设计天马行空的可能性。也许建筑师不是很懂结构也未必是坏事？是不是可以得出一个结论是“结构师懂建筑是好事，建筑师懂结构未必是好事”？或者说建筑师理解结构到什么程度会比较好？两位老师怎么看？

柳：我觉得相互懂肯定是好事，建筑师更懂结构肯定不是坏事，只不过是建筑师在很懂结构的情况下，如何去把握设计方向而不被束缚。对于建筑师来说，当然知道对建筑来说更重要的是什么，结构在其中应该处于什么样的位置和状态。有时候建筑师的确会因为懂结构而产生一些自然而然的思维，但从总体来说，我倒不认为这是一种受限，因为我觉得结构是建筑的一个基本问题，从某种程度上结构也可以被理解为建筑，也许结构和建筑之间并没有特别明显的界限，比如一根柱子，它既是建筑也是结构。因此，如果每一次都能够回到基本的要素或者概念去思考问题，对结构了解多少根本不是问题。

张：总的来说，我觉得建筑师还是要懂结构，这是很重要的，与懂结构的建筑师沟通，能感受到建筑师可以理解结构并且回应背后隐藏的含义，反过来给结构一些启发性的问题，而不是因为自己懂结构去约束结构师的想法或者局限于结构因素。我想如果结构师懂一些建筑，建筑师也会有类似的感受。

钱：经过以上这些合作之后，两位老师就和郭屹民老师一起创立了和作结构建筑研究所，这应该是中国的第一个建筑结构结合的研究所。请问一下研究所成立的初衷是什么？和作这个词，还有它的英文名“AND”，有什么含义？

柳：成立“和作结构建筑研究所”是基于国内建筑师和结构师合作中的一些问题，希望通过个体的工作为行业带来一点积极的努力。在这里，结构和建筑是平行的，但是我们把结构放在了建筑的前面，是一个偏重于结构的建筑研究所。郭屹民老师的博士论文也是写结构的，他对日本的建筑行业现状有着深入的了解。和

作结构建筑研究所的成立也和一次展览有关，是日本结构师斋藤公男策展的“Archi-Neering”，翻译过来是“结构建筑学”，这个展览由郭老师引进同济，展出了几乎所有建筑跟结构结合特别密切、特别经典的建筑结构模型。

和作结构建筑研究所是一个几乎都是结构师的机构，只有我是建筑师，郭老师算是建筑教师。我们能够一起探讨结构跟建筑的关系，并且把结构作为一个比较重要的要素来对待。通过微信公众号和一些学术的活动来推动建筑师和结构师之间的交流与合作。当然这个“和作”和“合作”是不太一样的，“合”是一种动作，仅仅是把两个事并置，“和”则更是一种美妙的状态和结果，我们希望最后的结果不是某一方占主导，而是一个新的整体。“和作”的英文名是 AND (Archi-Neering Design)，“AND”的中文翻译就是“和”，于是就起了这样的一个名字。我想通过我跟张准的合作，带动研究所里面的结构师们，参与到有建筑意识的结构设计的合作方式中，再通过外部设计项目，带动更多的建筑与结构的互动合作。

钱：什么时候开始除了你们两人，和作结构建筑研究所在外部又有很多项目的增长？

张：其实做完龙美术馆之后就开始了。因为柳老师把结构这件事作为一个很重要的要素去讨论，很多人开始关注结构的重要作用，某次柳老师在外面做完讲座告诉我，有观众问龙美术馆的结构工程师是谁。接下来，柳老师就把我介绍给很多关注结构的建筑师，在这个时间点之后开始了广泛的跟其他建筑师的合作。成立“和作”以后，完成了我们刚开始做的几个小项目，如花草亭、例园茶室等，并发表在公众号上，也让不少建筑师了解了我们。

钱：张准老师还跟很多著名的建筑师合作过，如祝晓峰、刘宇扬、李立、王斌、华黎、刘珩、袁烽等。你觉得跟不同建筑师的合作有什么差别吗？可以把跟他们的

合作方式分个类吗？或者说有哪几个印象深刻的特别的合作？

张：首先，这些有项目合作的建筑师，本身就关注结构，当然每一个建筑师对于结构的切入点会不太一样，这也正是很有意思的地方。跟不同的建筑师合作，一开始可能比较生疏，但慢慢地能感觉到他们对结构理解的定位，合作时也会往那个方向上去靠。合作方式可能不太容易分类，每个人都是一个特殊的类型，最终的效果还是看项目需求。

实践上也是希望结合每个建筑师的特长配合出能对应的不一样的结构。比如袁烽老师关注数字化建造，配合的时候也同样用参数化的方式沟通和理解，从头到尾的全过程配合，可以让结构思路落在参数化设计过程上，引发一些基于参数化的特别结构。刘珩老师的思维跳跃性比较强，结构回应也天马行空一些，相互碰撞出很多意想不到的机会。

钱：日本有很多成对的建筑师和结构师，他们是亲密无间的合作伙伴，如丹下健三和坪井善胜。他们曾说过一段话：有的结构工程师是暴君，有的是仆人。暴君是技术主导的，非常追求结构合理性，因手握技术而专横。还有一些结构工程师，状态像是建筑师的仆人，竭力满足建筑师的要求，也许会仅仅通过计算来完成建筑师要求的形态。丹下没有直接指明他们合作的状态，只是说坪井既不是暴君也不是仆人。请问你们可以用一对词来形容你们的关系吗，比如“共鸣与偏差”“偏离与呼应”等。

柳：我觉得用朋友比喻挺好的，“和作”也可以。或许，借用我最近的一次讲座的标题“回应与敏感”来概括我们的合作关系更为恰当。

在这个讲座中，我举了几个我所喜欢的结构状态的例子。一个是我在河北正定看到的用于地质勘探的遮阳棚，用黑色的遮阳布结合场地中的树和石头组成的一个坡地上的覆盖，一边在树上拉了根绳子，中间支了一根树干，另一角用绳子拉着地

上的一块石头，防止被风刮走，这些高处和低处的场地要素被运用得特别好，是对这个场地的一种敏感性的回应，这个结构是独属于这个场地的，在其他地方可能就不是这个形态了，我特别喜欢。第二个是浙江路桥的一座小桥，桥的组成构件巧妙地结合了木头和石头性能，前者受弯性能较好，后者抗腐蚀和受压性能好，把材料的各种特性恰到好处地结合在一起，这也是我觉得特别好的一个结构，也是一座特别好的桥，它不能称之为计算特别完美的结构，但它把各方面的要素整合得特别好，呈现一种关系上的精确。

受这两个案例的结构状态的启发，我用了“回应性与敏感性之间的结构”这个标题来概括我的一些建筑设计中的结构处理。回应性 (responsive) 包含一种要负责任的态度，要回答问题，敏感性 (sensitive) 是要去捕捉到项目条件中潜在的要素，哪些是可以被利用的东西，或是捕捉到这个材料在解决跨度和受力之外还意味着什么。在设计中的个性的表达和对其他的更多要素去负责的态度之间，去寻找一个特别合理的合适的平衡，这就是我脑海里面最

好的结构应该有的样子。在和张准的合作之中，时常也是类似的状态，我要在他的只言片语或者结构逻辑中，捕捉我想要的东西，回应他的合理性 (图 8、图 9)。

## 二、和作研究所的结构和建筑实践

钱：请两位老师用你们具体的实践项目来谈一谈“回应性和敏感性”这个状态。在阅读你们的项目时，我观察到几个有趣的关键词，比如“轻与薄”“结构的文化性”“拱形”“新材料”等。那我们先从“轻与薄”开始。花草亭 (图 10、图 11)、例园茶室、边园、艺仓美术馆长廊都有一些很纤细的结构构件，但是轻薄也是站在结构刚度对立面的，这算是柳老师给张准老师出的难题吗？张准老师理解“轻与薄”也许和建筑师是不一样的，当“轻与薄”作为一个建筑概念被转化成架构语言，也许就发生了某种转译。这种转译会反过来影响建筑师吗？

张：其实我现在理解的轻薄应该是偏感性的那种轻薄了。纯结构的自重轻虽然重要，薄也可以仅依靠建筑手法做视觉修

正，轻与薄如果在项目中能直接对应肯定会更好。但是两者的错位组合如果换取了其他价值或者意义，也很有意思。换取的价值是否“合理”非常重要，这个“合理”跟“存在即合理”还是有微妙的差别，并不是所有的功能要求都实现了就是“合理”，那样会给人感觉比较牵强和消极。

柳：另外一种我们比较赞同的合理，是一种建筑和结构共生的状态，也就是说这种合理同时能激发出在其他方向上产生的一种联系性。建筑这边的某一种合理也正好能够联系到结构的某处，它们共同地融合在一起。

轻薄在我这里其实可能意味着两种不同的概念。一个是基于我对建筑和发展史的发展史的概括性梳理，我发现人类总是在追求越来越轻的建造、越来越远的跨度，包括越高的高度，包括各种极限，比如在比较低的高度下去寻找拱的最大跨度，同时这个跨越的结构又要最薄。我觉得在所有的这些建筑创作或者某种趋向的发展过程中，极限这件事是人们总想去挑战的事情。特别是越来越轻、越来越薄的极限。我研究过几个穹顶，有万神庙，百花教堂，



图8：敏感捕捉场地要素的遮阳棚



图9：敏感回应材料特性的人行桥



图10：花草亭

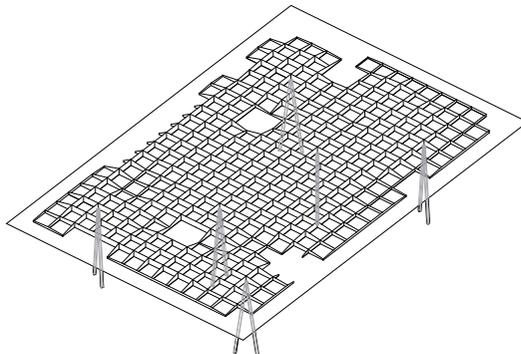


图11：花草亭结构轴测图

福斯特设计的德国议会的穹顶，西泽立卫的丰岛美术馆，还有富勒的充气穹顶，可以看到建造的趋势就是在追求如何更薄、更轻、更远。在追求极限的过程中，它们获得了跟以往的建筑不同的建筑形式，我认为这是形式来源的一个重要因素，是有着某种技术的现代性特征的。

在追求这种建造的轻和薄的过程中，我发现还有另外一种文学上的“轻”。伊塔洛·卡尔维诺 (Italo Calvino, 1923—1985) 和米兰·昆德拉 (Milan Kundera, 1929—) 都有过很重要的对于“轻”的描写。在《新千年备忘录》里面卡尔维诺提到的“轻”，是说要像鸟儿那样包含力量的轻，而不是羽毛的那种绝对的轻。还包括追求一种文化上的“轻”，就是把文字的那些包袱和历史意义都扔掉，好像最后都变成了只有文字没有别的，去追求意义的零度，这是一种文化上的“轻”。我觉得在追求极限的过程中，文学也好，建筑也好，都是共通的。当我们追求建筑的建造极限的时候，其实我们从某种程度上说也在放弃传统的结构形式和传统建造，比如皮埃尔·路易吉·奈尔维和罗伯特·马亚尔他们在做那些纯粹的混凝土拱的结构形式时，其实已经把先在的文化剥离掉了，所以在追求结构极致的过程中，也存在一个“去文化”的过程，可以和文学的“去文化”的“轻”相类比，我感觉这种“轻”是一种当代性的表达。“像鸟儿那样轻，而不是羽毛”是法国诗人保尔·瓦雷里 (Paul Valery, 1871—1945) 的诗句，不同于羽毛的仅仅是重量上的“轻”，鸟儿的轻是一种状态上的“轻”，鸟是有重量的，飞起来之后感觉没有重量了，看上去很轻。

钱：您会刻意回避“重”而表达“轻”吗？我相信“轻”其实不是一个目的。

柳：不会。“轻”是一个很重要的话题，我观察到在建筑的发展史中有这样一种倾向，我想知道其背后的根源。这里面既有技术的因素，比如膜结构等新技术产生时，建造上越来越轻。当然，建造也不

只是单纯受技术的影响，关于“轻”和“重”，我觉得它们也对应着两种原始空间的类型，一种是鸟窝，一种是山洞。这还真和一个地区的建造文化史密切相关，比如法国可能是梁柱体系的“鸟窝”型的，意大利可能是墙与拱的“山洞”型的，这么说的确是和劳吉耶的原始棚屋或者古罗马的拱有关，也许会有点牵强，但是回顾中国几千年的木构建筑史，的确也存在着明显的“轻”的倾向。当代建筑因为不同文化之间的相互影响也变得更为多元，而不同的项目也存在着功能以及所处场所的不同，也会有不同氛围和所追求的建筑感觉的差异。“轻”或者“重”应该有着它的内在目的性。

钱：您曾经提到：结构是一个文化审美问题，您觉得在中国的建造文化里面实现“轻”与“薄”会更难吗？相比于以精致性作为建造文化的地域。

柳：我觉得不难。因为现在我所理解的“轻”，已经并不是一种绝对的“轻”和“薄”了，也不是一个技术性的，而是一种策略性的。策略就是某种放松的做法，你也可以理解成一种“轻”。

当然这里面的确还是会有一种具体的表达的，也就是说你最终要通过建筑的形式去表达你的意味。比如边园，的确也是可以理解为是一种“轻”的表达，一个纤细的构架附着在一堵老的长墙上面，有点像一个树屋，只不过是它延展的很长而已。这堵老墙上面的钢板屋顶本身也不是很轻，但它呈现了一个“轻”的姿态。最后之所以我觉得它在那里特别的合适，或者说我认为它达到了某种比较理想的状态，

是因为它这个墙很重，“轻”是附着在很重的墙上，它们之间形成了一种张力，这个张力是我想要的 (图 12)。

钱：接下来是“结构文化和建造文化”这个话题，和作的很多项目在中国当下的建造状况下能够精确建成实属不易。你们有没有对哪一个项目的最终实现度不满意的，相比于最初的概念而言。台州美术馆中有一部分裸露的结构，施工质量并不完美，也许这种不完美不妨碍你们的表达，也或许会妨碍。是否设计和建造文化间存在了一个错位，请问你们怎么看？

柳：首先台州当代美术馆选择了筒拱的做法，多少是和龙美术馆相关的。做完龙美术馆之后，特别想继续延续一段关于混凝土结构覆盖下的空间。台州美术馆是一个大概 2000 多平方米的小建筑，主要的设计概念是处理层与层之间的连续性的同时处理方向性。一个是面对场地东面的山的方向，一个是面对南面广场的方向。我想用一个线性的结构去强化不同的方向性，当时就想到了连续拱的这个形式，这个结构形式对于现有空间的跨度肯定不是最合理的，但很有趣，它不是单一层面的经济上或者结构概念上的合理性形式。它是一个单向跨度的、有点像单向密肋梁一样的结构。筒拱可以视作是一种单向梁，应该两端支撑，但是我们有意让边梁上翻了，就形成一种漂浮的效果，好像它是悬挑的，而实际上它是上面吊着的，梁上翻之后加强了筒拱的方向性。我想用这种结构处理，也就是梁上翻所带来的结构上的错觉，形成一种轻盈的感觉，把外面的山带入空间内部 (图 13)。



图 12：边园中新老结构的轻重对比



图 13：台州美术馆“漂浮”的筒拱

这样的建筑无论混凝土浇筑质量如何，始终也都可以完成的。我们当然还是希望建造质量好一点，然而建造质量的好和建筑的好也并不是完全对应的。这个建筑在建造过程中出了很多施工上的问题，换了好几个施工单位，也发生了很多混凝土浇筑上的错误与不准确，还有因为局部的坍塌而发生的重新浇筑，结果在建筑的外立面上呈现了非常丰富且无法预料的肌理。我很喜欢这个建筑最后的状态，如果是色质划一的水混凝土，反而不会有现在这个生动的效果（图14）。

钱：因为它其实也是当地建造文化的一个反应。

柳：对，可以这么说，最后的建筑很台州，如果建的跟像龙美术馆一样那么精致……

钱：那就是一个瑞士的房子……

柳：可能吧，可能的确很瑞士。其实我差点错过了现在的这个效果，这个建筑混凝土浇筑的有些瑕疵，业主一直不敢告诉我，想偷偷地把外墙粉刷掉，幸好我及时发现，留住了现在的效果。

钱：刚才提到了龙美术馆和台州美术馆，可以继续我们下一个话题，“拱形”。刚才您也提到想延续拱的这个想法，可能也不是故意为了做拱，但是在您这里，拱这种语言确实用了不止一次，但是这个拱又不是拱的受力方式。龙美术馆实际上的结构出发点是一个是剪力墙的结构，柱头

弯矩大，形式加厚抗弯，力学效率不高的地方挖空放置设备，最终有了“拱形”的表达，可以说是空间、结构、设备一体化结果，从受力特征上，它其实不是拱的受力模式。台州美术馆也是，柳老师刚才提的连续拱的空间，它其实是一个梁，上翻梁藏在里面，类比金贝尔美术馆，他们都可以被称为伪装成拱的梁。能就这些拱的运用，谈谈你们对于形与力，或是结构真实性的考虑吗？

张：我觉得结构真实性并没有一个严格的定义，一个建筑既然能够立在那里，结构必然有它的传力路径得以实现，结构也就真实存在，起到支撑起建筑的作用了。问题是这种传力路径在设计过程中是如何编排的，这种编排为了表达什么。比如我看到了一个拱，如果第一反应是要按拱受力，通过结构找形使力与形精准对应，那这个设计就不用做了，或者算是做完了。这样结构会偏向于“暴君”的那个方向，完全依靠建筑师的协调和应对能力处理后续问题。我更希望了解选择拱是为了表达什么，找到背后的原因，然后怎样左挪右闪将结构编排进去，回应那个为了做拱的背后原因，如果做拱的目的并非单纯展现力学形式还原，那很可能最终编排出的结果不是“拱”甚至放弃“拱”，但建筑和结构双方依旧很满意。

柳：张准刚刚提到一个特别好的词叫编排。因为一提到编排，就意味着其实有很多要素要去处理。如果说形与力的话，它是单一性的，如果是编排的话它就可以多义，还要把多种要素纳入进来。形与力

无非就意味着某种方式上的形与力的吻合，这就是一种单一形式产生的方式，那么它就是一个结构体，不一定是个建筑体。路易·康曾说从一个超凡的结构切出一块，求得一个空间，这成不了一个超凡的空间。金贝尔把拱沿中线切开，为什么？因为康是想要光，它的主题是光，所以要从拱的中间这条缝里面让光进来，一旦缝里面让光进来，拱就被打破了，就不是拱的受力了，所以拱就变成了两个简支梁，为了让梁成立，还做了特别的配筋。但是他刚开始的时候的确是想过拱，因为这个拱是一个特别最原始的这样的一种庇护的空间，就是山洞、洞穴。所以这个时候的拱它是形式上的拱，或者说是建筑意义的拱，不是一个结构意义上的拱，而是金贝尔的拱（图15）。

龙美术馆也有类似的情况。设计一开始的时候我们想的结构体是伞，都是独臂的悬挑，最后出现了拱的形是因为两个独臂悬挑并在一起时出现的。刚开始的出发点是想在地下层柱子的基础上，平面上的墙可以自由地去布局，每一个自由布局的墙都自己带有一个覆盖，然后通过组合覆盖整个空间。只不过在覆盖的过程当中，有的两块合并成了一个拱，有的是半拱，还有的是十字拱，所以各种情况都有。这都是在编排的过程中出现的。我们后来把这个结构体叫作伞拱（Vault-Umbrella），是因为根本上我们认为它还是一个伞，但是它又跟拱相关了，因而也产生了古典建筑的感觉，甚至很罗马的感觉，但又不是古典建筑，反而正是很当代



图14：台州美术馆中分次浇筑留下的痕迹

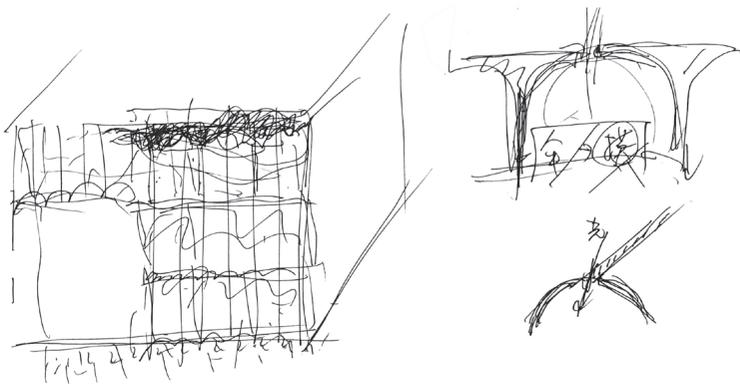


图15：台州美术馆、龙美术馆和金贝尔美术馆中不同力学意义的拱形（柳亦春访谈时绘制的草图）

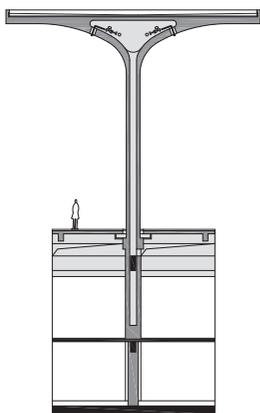


图16: 独臂的“伞拱”



图17: “伞拱”形成碎片化的覆盖

的建筑，因为很多意义都是碎片化的，那恰恰就是我要的某种似是而非的结果（图16、图17）。

所以我觉得结构跟意义之间，总是呈现着某种多义性，有时候也可以称之为意义的悬置。我觉得这两者是相伴而生的，因为悬置了，所以它才多义，如果不悬置它就指向一个意义，就是单一性的。所以意义的悬置跟多义性这两样东西的出现，可以让不同的人，根据他的生活经验去从不同的角度理解建筑，那就可以让建筑变得更加的包容，可能指向一种跨文化的表达。

钱：龙美术馆的拱看起来有一种很异样的感觉，这种氛围的公共空间在上海出现是很特别的，但又不令人觉得是复刻了一个罗马的建筑，并不是那种带有文化意义的拱。它的拱其实是从建造这个角度出发，生长出来的。

柳：在当代的中国建筑创作里存在着很多的困惑，有很多的难题需要我们去面对。一方面我们始终存在着一个西方的参照系，我们做的建筑好像都摆脱不了西方，我们会很留心国际建筑都发展到什么程度了，我们会在乎西方人的看法，但是西方人做建筑基本不会在乎你中国建筑怎么样，会有这样的一种不对等。这个时候就会带来一种包袱，一种文化上的包袱。既想要国际化，但是又不想国际化。如果国际化了，就有人担心是不是把自己的传统建筑文化丢掉了。而我们自己的现代建筑

文化好像又从没有建立完整，还要依附在西方建筑文化的巨大根系里面。所以这个时候就会产生身份焦虑、创作的焦虑。在这样一种关系中，我觉得如果能够把建筑创作放在一个跨文化的层面上，这种焦虑就被缓解。我做的设计是跨文化的，是所有文化都可以理解的，你们愿意看到什么内容都可以。所以，我觉得跨文化可能是中国当代建筑的一条出路。

钱：刚才我们谈的“轻”那个主题，这一系列关于“轻”的探索是不是您对应“树”“鸟巢”的回应，而这边“拱”这个延续性的探索其实是不同于西方文化的那种拱，而是对应“覆盖”，对应“洞穴”“穴居”的一种拱。所以这两条线索其实对应着两种原始空间的类型，前者是轻的结构，后者是重的结构，都暗含着建造的文化。

柳：这也算是我对做跨文化意义的一个认识。因为跨文化就意味着一种通感，一种源隐喻（root-metaphor）。就是所有的文化都可以理解的东西。我觉得鸟窝跟山洞是所有文化都可以理解的，因为所有的人都明白这样的一种心理暗示——在洞穴里面是安全的。在经常洪水泛滥水的地方，在树上的鸟窝是安全的。这种原始空间是所有文化都可以理解的。但这并不意味着一种回归，而是从原始的东西里面去寻找未来。

钱：接下来关于“新材料”这个话题，主要是对张准老师提出的问题。在你们的合

作中既可以看到对已经成功实现的材料和技术的沿用，比如说花草亭、例园茶室、边园中都用了素钢板+反肋+实心钢立柱的结构系统，也会注意到一些对新材料的使用，比如说最近在柳老师的讲座中看到的后舍的屋顶，屋顶一开始想到了用聚合物砂浆建造，后来又在金山岭禅院项目中采用了碳纤维数字化预制建造。请问在“屡试不爽”和“突破创新”中，你们是如何做选择的？张准老师从某种层面上说给人一个比较激进的结构师的印象，因为您敢于用一些别人没用过的材料和做法。那么对于3D打印、PETG等新技术、新材料，当结构性能、耐久性、防火性能等在现有规范中难以查到依据的时候您如何做判断？应用新技术的时候如何应对规范的阻力，相信其中应该有一种规范和创新的拉锯战。

张：关于创新，某些技术有时只在作为建筑的结构语境下会觉得是创新，而在其他领域已经很成熟。印象很深的是，一位做幕墙的前辈告诉我，幕墙的很多技术最早都是从飞机制造那边沿用过来的，比如密封胶技术还有铝合金，还有一些是原本军用的技术逐渐民用化了。其实我们现在建筑里面用的不少其他技术也类似，是从其他行业跨越过来的，或者转换过来的。所以有时候在建筑看来的新技术，并不是完全没有标准可参考，而是可以从其他的行业里去借鉴。比如说像碳纤维，在航空航天里面用的已经很多，也有相应的一些设计方法。当然也不一定都是从很前沿的地方去取经，有时候也会往后看。比如

说像做后舍用的钢丝网聚合物砂浆，其实是农村做水泥船的技术，只不过用了更好的砂浆。但这种看似落后的技术能够免模板建造，对那个项目的具体限制有很好的回应，于是就采用了。其实并不是想利用新材料和新技术表达创新，是想把不同的技术嫁接在一起，找到一种回应项目的策略。

钱：那请问柳老师，聚合物砂浆和碳纤维这种特殊材料，是建筑师想到的吗？是怎样思考的？

柳：刚开始做金山岭禅院时，我想的基本上不是运用什么材料等关于建造的问题，而是想着最好能够通过一种新的建造形式，去回应传统建筑中的一些构成。那段时间正好在研究佛光寺，就想借鉴一下佛光寺的空间构成，比如从院子到台地再到高处的大殿的空间序列。金山岭的禅堂多少受到一点东大殿的启发，也是一个金厢斗底槽的平面，就是内侧外侧各一圈柱子这样的空间。在建筑形式上，想做一个没有任何参照的，看起来不知如何做出来的屋顶，但是最后屋顶的曲面还是带来一点传统建筑屋顶的联想。

在屋顶的设计过程中，请张准过来看了一下结构上是否合理。他一看到屋顶的形状，就说没问题。从受力上，只要让屋顶变成面内受力就可以了。他说这种受力方式就像绷紧的丝袜，捏住一个点往外拽一下，这个拉起来的表面就是面内受力的，再把拽点剪一个洞，就是正在设计的屋顶了。当然最关键的还是要找到对应的建造方法。因为不想用膜结构，张准就想到用水泥船的做法，把钢板带按照测地线来布置，接着外铺钢丝网成面，采用喷射加涂抹聚合物砂浆，厚度上差不多四五厘米就可以了。柱子内外两圈，可以解决部

分侧向力的问题，柱子就可以做得很细，5厘米就够了。于是我想要的要素就都有了：内外两圈柱子，曲面的薄屋顶，纤细的支撑，而基座正好可以适应山里的地形，柱子变得有高低，也就随之地形化了。这种屋顶的做法虽然理论上可行，但心里还不是很有把握，利用在北京鸟巢广场举办的 House Vision 展览的机会，做了一个 1:1 的实样，把山里的禅堂变成了一个可变的居住空间——后舍，用的就是聚合物砂浆这个结构。

后舍的建造暴露了一些问题，主要是屋顶精度的问题，因为涂抹砂浆依赖于人的手工操作，屋顶厚薄不均，也带来屋顶重量的变化，大概率是变得更重了，屋顶太重在风力作用下会发生晃动。所以在山里的禅堂准备施工的时候，我突然觉得，如果想跟一个四千年的“舍”字的建造文化形成一个更大的张力，应该用最新的技术建造，也就是正在兴起的智能机器人预制建造技术。在工厂里的预制一定是精确的，无需担心山里现场施工的人工精度问题。正好遇到了大界机器人智能建造企业的孟浩，觉得不妨试试用碳纤维建造这个屋顶。于是张准与大界共同研究了一个碳纤维的屋顶结构，提出一个六边形组合的蜂窝结构的方案（图 18、图 19）。

张：这是一个蜂窝镶嵌结构，蜂窝本身是内外两层碳纤维，中间是 PU 硬质发泡聚氨酯的三明治结构，通过若干个六边形的板错位拼接，在厂里留好连接件，现场基本只需要螺栓组装好，再加一层封面的碳纤维，结构就完成了。

柳：预制建造的好处就是在工厂里面完全可以 1:1 先搭好，确认没问题再拿到现场去拼装，精确度是毫米级的，现场的施工周期也很快。这时预制化、机器人或者数字化建造的技术意义就呈现出来了。第一是精确；第二就是快速，工厂



图 18：后舍



图 19：后舍中的聚合物砂浆屋顶

预制的时间可以叠加在现场其他工序上；第三，同样一个智能机器，当我输入的数字信息的不同，可以生产不同的产品，而不像从前的生产线如汽车流水线，一条线只能生产一种汽车。

但是在这个过程中我也纠结了一段时间，为什么呢？我想要的氛围是我已经想好的，但是碳纤维的材料能够提供的材料氛围是有限的。我在想，是直接用碳纤维材料表面作为建筑的外表面，还是做一个方案本身想要的外表面的质感呢？最后纠结了半天，你猜我想要哪一种？

钱：肯定还是方案本身想要的质感。

柳：对。因为最后需要做保温和防水。首先做了一层全部的碳纤维的表面，一块块碳纤维现场浸润，然后用防水接起来。但分缝还是可见的，不是我想要的那种朴素的连续表面的效果。最后决定还是在碳纤维外表面加上涂层，使用碳纤维不一定

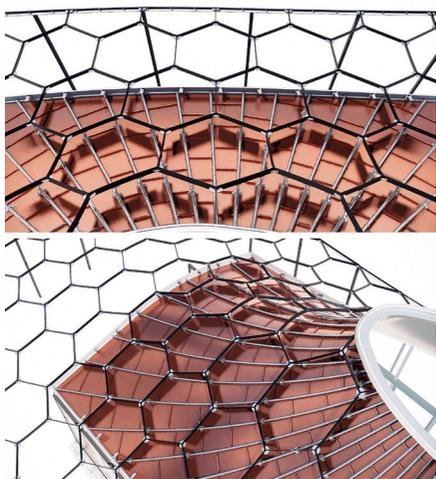


图20：金山岭禅堂的碳纤维数字化建造

要表达碳纤维，那不是我的目的。室内吊顶也是这样，预制建造比较理想的是金属顶，但是无论何种色泽质感都需要分缝，这种效果不是我想要的。当时犹豫吊顶要不要放弃预制建造，采用先钉木条、接着抹灰、再做金箔的通用方式，但是预制屋顶和人工吊顶的嫁接也不是我想要的。经过讨论，选用了预制玻璃纤维板，预制拼装好之后，接缝可以用同质材料覆盖，表面再做金箔，就可以实现一个没有分缝的更为整体的吊顶。最终，金山岭禅堂的屋顶外面抹了一层涂层，里面抹了一层金箔，以完成我想要的空间氛围的表面质感，但是它的内核全都是纯数字化预制建造的（图20~图22）。

钱：这里的数字化建造最后被遮盖让我想到了坂本老师的 House SA。结构师金箱温春给他做了一个精巧的木结构，最后全被坂本老师用吊顶遮蔽了，因为住宅的“日常”这一概念是凌驾于结构表现之上的。

柳：是的。好多年之后金箱老师见到我，还跟我提这件事，他说今天还是有点生气，漂亮的结构被盖住了。所以，结构上的新技术新材料本身并不是建筑的目的，是否刻意地表现出来，还是要看建筑整体的诉求。

### 三、结构观念的变迁

钱：接下来是我们的最后一个环节，总结一下两位老师的结构观念的变迁，并

提出一些对未来中国的建筑与结构设计的展望。读了柳老师的一些文字，可以看到您对结构的思考，基本上和龙美术馆的是同步开始的。从2011年开始设计龙美术馆，2013年发表了《像鸟儿那样轻》，2015年写了《结构为何》，最近的《结构的体现》，还有讲座“回应性与敏感性之间的结构”，能不能具体地谈一谈您是怎样开始对结构的关注的？在关注这个话题之前您谈的更多的是抽象的空间，从抽象的形体到结构，这种转变是如何产生的？您的结构观念总体上有怎样的变化，有哪些关键词，重要的时间节点和影响因素，和项目之间产生了怎样的关联？

柳：《像鸟儿一样轻》这篇文章，来自于我对于建筑建造史中所存在的一种越来越“轻”的倾向与质量的关注，文末写道“轻盈因源于自身的力量而更具灵性”，这的确也是我在龙美术馆的设计中想要做到的，“轻”与结构密切相关。这篇文章的写作差不多也是和龙美术馆的设计是同步的，的确也存在着某种文字与设计的相互关照。龙美术馆之后，对于结构的思考更加自觉了，最关键的一个收获是对结构的意义的思考，也就是认识到结构既是技术的要素，也是空间的要素以及文化的或者说象征的要素。在建筑设计中，我们至少需要从这三个方面去理解结构，才能获得更为完整的意义。

龙美术馆设计前后，在我和日本建筑师坂本一成、奥山信一的多次交流中，有一个关于“架构”的概念对我影响很大。坂本一成认为，如果把结构放到建筑里面

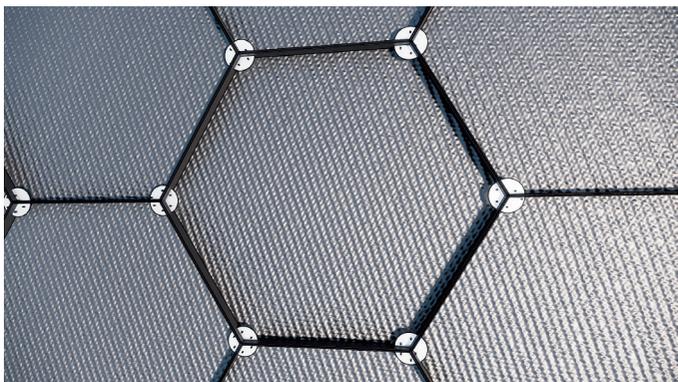


图21：由工厂预制装配的六边形碳纤维



图22：最终连续性屋顶的整体氛围

去理解，一定要形成一个“架构”的概念，因为“架构”等于“结构”加“场所”。这种理解对于建筑设计有着特别的实用性意义。建筑总是处于一个特定的场所里，需要去选择或者确定一种结构去跟场地、地形发生关系，去跟你所要建造的的功能发生关系，这里既包含了对结构的理解，也包含着对功能的理解，以及对场地的理解。这个综合的理解后的结果就是一个架构。当我们说这是一种综合的时候，它其实也是某种剔除。综合是一个创作的过程，因为综合了所有的要素，但又为什么说它是一种剔除呢？因为你必须要摆脱一种先入为主。比如说出于某种目的想要做拱，或者是钢桁架，这些结构本身都是有着文化意味的，比如拱与罗马的关联、钢桁架与工业建筑的关联，这些文化意义，是携带在这些结构形式中的，但是我对于这些结构形式的选择并非是要勾连罗马或者工业建筑，那么这就不应该是一个选择的过程，而是一个剔除的过程，就是要摆脱这些既有的文化意义，去创造新的意义，然而结构又是有着自身的历史的，于是新的意义的创造，是需要依赖“架构”来完成的。这就是说，当我们在理解架构概念的时候，既包含了对于意义的构建，也包含了对于意义的去除，它在去除的过程中构建了新的意义，或者也可以这么说，当我们通过某种方式令架构的意义悬置的时候，它同时也产生了多义性，一种更多的意义。这时一个新的概念——“即物性”进入了我的视野。

“即物性”概念在建筑中最早可追溯于19世纪末的欧洲，是在欧洲的古典建筑向现代建筑的过渡时期产生的。它和穆特修斯有关、和瓦格纳有关，和齐美尔有关，和包豪斯、柯布西耶都有关，主要都是在讨论建筑如何符合恰当、实际、客观的价值。筱原一男等日本建筑师在1960-1970年代重提“即物性”，更将其引入和“意义零度”相关的讨论中。我对于建筑“即物性”的理解是和理解结构的意义密切结合的，建筑作为一种结构物，是否可以作为一种建筑本质的体现？技术与物的

关系，逐渐成了我持续思考的内容，于是才相继写了《结构为何》《内在的结构与外在的风景》《结构的体现》等文章。当我在谈结构的时候，我想，我当然是在谈建筑，也并非是建筑的结构，就是建筑本身，所以说是“结构的体现”，其实说“建筑的体现”，也是一样的。总体来说，《结构为何》是对结构之于建筑的意义思考，而《结构的体现》则着重于这些思考在我的具体设计中的表现。“回应”与“敏感”则是我的实践中在客观条件和主观感知之间赋予结构的动作。

钱：接下来请问张准老师，2017年的时候问过您最喜欢的结构师是谁，当时您的答案是卡拉特拉瓦，现在最喜欢的结构师人选有变化吗？您认为比较好的结构在建筑实践中介入的状态有变化吗？这几年的实践对您的结构观念有什么影响？

张：其实最关注卡拉特拉瓦还是在学学校的时候，那段时期接触的范围很有限，他的作品很有视觉冲击力、很容易引起关注。那时留给我深刻印象的还有仙台媒体中心，但当时还不知道佐佐木睦朗是项目结构师。系统性地对仙台媒体中心以及一些日本建筑师产生关注是在工作后，对相关项目结构师的了解更多是认识了郭屹民老师以后。第一次看到仙台媒体中心时就感觉到一种全新的形式，那种轻透的感觉，还有束柱这种结构系统，都是课本里没见到的，束柱把所有建筑结构问题都解决的很好，这种深刻印象其实就是建筑和结构良好配合的结果，但当时只是潜意识的共鸣。那时也关注很多结构创新的桥梁设计，比如施莱希的很多作品。

真正打开思路是和柳老师以及郭老师认识之后，看了郭老师介绍日本结构的好多书才发现原来结构还可以这样做，可以呈现出很多不一样的东西。读了郭老师的博士论文，对结构的设计思路就开始一点偏向建筑语境了。那段时间也读了柳老师的文章，但当时对于“架构”“即物性”还是一头雾水，这些是后来和柳老师项目配合中才一点点理解的，这时候再返回去

看郭老师的案例介绍又有了新的感觉，更多关注项目具体设计过程里对结构的综合性思考，对于建筑师或者结构师作为个体进行关注的就相对少了。

再后来遇到了香港中文大学的冯仕达老师，和他直接见面机会并不多，不过他有一位在读博士研究生陈军到我们研究所实习过一段时间，对我们的设计工作做了一些梳理，看到第三方视角对我们设计的整理与挖掘，又引发了一些对于结构设计在价值层面上的思考。虽然现在还没有明确地梳理出来，但是设计中对于目的性以及工具性的区分，如何以结构师独特的力学背景去贯彻具体的建筑目的性，在两者间编排出新的系统都是目前在关注的。也就是结构的介入，让柳老师刚才提到的架构，不是被结构选出来的，而是某些原因和过程促成出来的。

钱：可不可以说，结构中非常理性而且极致的技术性表达，已经不再是现在的您获得成就感的点了。

张：如果这种极致有更丰富的深层原因，那也是很有成就感的。但不会刻意主动追求这种极致，或许因为我参与的项目都是建筑师与结构师共同完成的，就像不同基因的混合，不太可能一直在单一方向上做极致表达。

钱：刚才柳老师提到了同济实验班，2012年实验班开始了以结构为线索的一系列的教学，比如你们共同参与的图书馆设计和近期张准老师参与的电竞中心设计。教学作为一种实践形式，对你们的结构思考有影响吗，会促进你们的实践项目吗？

张准老师，您觉得跟学生去讨论结构跟和建筑师讨论结构，会有策略上的差异吗？

柳：同济实验班教学关于结构这个主题的设计课，我带了三年，张准也参与了其中的结构指导和评图。这三年中，每一年的题目和题旨也略有有一些变化。在教学过程中，我发现不仅仅给学生带来了结构如何介入设计的方法，参与教学的老师，像祝晓峰、章明老师等，他们的实践，也

跟教学活动产生了密切的相互影响的关系。我所带的那几届实验班的学生，有一些毕业后来到大舍工作，那个时候所教的东西，在工作中都能够体现出来。这个课程的宗旨是在设计中理解结构，不是具体的结构原理或者是计算，但是通过这个课程，学生们去上结构课时可能更知道学习的重点是什么了。而我读书时对于结构课完全就是一种机械式的学习。从我的学生们毕业后的实践中，我能感受到非常明显的成效。

张：我希望同学们上过结构课，能更为宽泛的理解结构，发现结构的可能性，以后在解决具体问题时起作用，多一种变通的想法。不过毕竟教学和实际操作还是有些差异，不会像真实项目关注那么多的因素，只能针对其中一两点给学生建议，有时说的太深又会回到规范的层面，容易限制学生的思路。

另外参与教学对自己也有好处，就是学生的思维没有被固化，更面向未来。我自己也会主动审视过往的想法，避免被约束，但还是回不到学生的纯净状态，可以从无到有。所以教学中经常会因为学生的奇妙想法对自己的过往认知产生解构与重构。有时学生并没有完全理解自己的想法好在那里，但是只要这个学习过程中能把结构作为一个设计的契机重视起来，长期而言总是有帮助的。

钱：最后谈谈展望，两位老师觉得中国的建造文化或者结构文化的未来应该是怎样的？精致化的建造也许不会是我们的特点。对未来的结构设计、建筑与结构的配合方式、结构建筑学的教育有什么展望？

柳：我觉得很难说中国的结构会不同于某种建造特征，比如你提到的精致性。我只会说自己想做什么样的建筑中的结构，或者就是怎样的一种建筑。“生动”可能是一个对我来说越来越重要的词。

我觉得“生动”也许的确会产生一种特点，有别于日本或者瑞士的精致建造文化。中国人对于生命的理解，有一种比较高的境界就是生动。这种生动意味着内在的一种巧妙，一种幻化，一种有生命力的、生生不息的感觉。当你能体会到那种巧妙中包含着内在的力量，就一定能够感染你的一种生动性。

在李兴钢老师的展览的一次对话里，刘家琨

说了一个词叫“抽象的肉感”，颇有触动。这个词应该是翻译过来的，诗歌界用的，是保尔·瓦雷里讲象征性诗歌的时候用的一个词，讲述了如何在诗歌中把思想知觉化，让思想、让抽象变成直觉。我觉得结构也是一样，如果结构可以变成一个直接性的东西，就像陶冶和段妮的“陶身体”舞蹈。他们的舞蹈几乎是无主题的，都是各种身体所能做到极限的动作，是接近于某种意义零度的舞蹈，可以被称之为“抽象的肉感”。这似乎是一个可以跨文化的东西，所有文化背景的人都可以理解，因为它就是人的身体的一种动作，它的极限在哪里，对于所有人来说都是一样的。我觉得这是我很感兴趣的一种状态。

钱：在今天的访谈之前，我总是反复地想去理解“结构的文化性”这个词的含义，是不是在您这里，“结构的文化性”其实就是跨文化？

柳：对。我刚才说的“生动”也是。这个“生动”多少跟中国文化有关，它并没有一个明显的文化符号，但又可能被所有的文化理解。当我们说什么样的形态是生动的，是必须在某个特定的场景里、在某个特定的位置上去具体理解的。那可能就是特别唯一的属于特定的时间地点的建筑的生动性，或者说属于特定的时间和地点的一种建筑的文化。这种文化反而是跨文化的。

钱：张准老师您有什么想法？当斋藤公男的展览开始时，“建筑结构一体化”这个词就进入我们的视野，对于未来结构建筑学的发展，有没有一些别的触动到你的类似概念？

张：其实刚才听完柳老师的回答，觉得以后对自己的要求要更严格了。我理解结构对建筑还是要有一种恰如其分。结构对建筑来说肯定是重要的，但这种重要，或者说从结构师的角度怎么来表达这种重要，我觉得应该是对于一个完成的建筑而言，如果改变它的结构系统会带来建筑气质的根本性改变，那么结构的重要性就出现了。

但是这个分寸的拿捏不是结构自己完成的，肯定是建筑通过某种方式对结构作出了暗示，结构才能成为建筑感受的一部分，真正融为一体后，如果对结构进行调整，将不仅对建筑，对结构的工程性也会是一种损伤，或许我以后会往这个方向去尝试。

对于教学，我感觉现在建筑教学对结构的关注已经越来越多了，结构师也能够参与到建筑系的专业教学中来。虽然结构教学也在关注建筑，但语境还是有些许差异，如果更多建筑师去参与结构的教学，在结构系的教育中起到作用会更好。这样业界对于结构建筑关系的认识在未来才能够更清晰，这些认识在两个专业内部都形成规模才能对中国整体的建筑设计起到长远的作用。只集中在建筑师内部或者极少的结构师中还是不够的。

柳：在实践上我们还是可以看到明显的变化。比如说李兴钢一直跟他们院的任庆英总工程师长期合作，庄慎和源规建筑结构事务所的张业巍合作的比较多，来找张准合作的建筑师则是越来越多，的确是出现了结构与建筑一体化或者说是建筑与结构更为紧密的合作倾向。还有一些不错的公众号，如iStructure，他们是上海华东建筑设计研究院的四位年轻的结构师业余主理的，也在有意识地研究和传播结构的文化，由此介入对建筑的理解。近几年不仅大型设计院，中国工程院也在推动“结构成就建筑之美”这样的主题论坛，甚至让建筑师和结构师同台对讲。我觉得这样的意识和努力越来越多。这是中国建筑的技术现代性重要的一部分。

## 后记

纵观柳亦春和张准的十年合作，可以看到几个重要的阶段。合作的开始是2011年的龙美术馆，首次尝试了结构师在方案早期介入互动、并作用于建筑形态的合作模式雏形；接下来，从日本结构师和建筑师的合作方法中主动反思国内两个专业间的合作，尝试打破国内绝大多数项目中结构仅仅承担后期计算和配合的被动现状，给建筑设计带来更丰富的可能性；2016年和作结构建筑研究所成立，多维度地展开了一系列把结构作为重要因素的理论研

究、实践项目和教学活动。从2017年开始，国内出现了不少倡导结构与建筑一体化的声音，这种密切合作不止在柳亦春和张准之间，也在张准和其他建筑师之间，积极地与建筑师紧密交流并关注结构与建筑文化的结构师也越来越多。

“回应与敏感”是现阶段柳亦春和张准对他们实践特点的总结。除了第一次合作的龙美术馆，可以看到大部分合作作品中建筑的形都不是先置的，对于结构的某种概念和预设从一开始就参与到建筑最终的建成效果和体验中去，从而赋予有意识的思考结构技术才能够获得的设计品质。他们的合作既不同于建筑师提出常见的结构选型，结构师在此基础上优化拓展的“被动配合”模式；也不同于结构师竭力配合建筑师完成惊人效果的“技术善后”模式。柳亦春和张准对彼此专业的丰富积累，使设计过程中的互动更加默契，也赋予了设计结果一种均衡的潜质。

在柳亦春和张准的作品中，还可以阅读到技术和文化的两条线索。一系列结构构件轻、薄、纤细的项目体现了对技术极致的追求，同时指向“树”“鸟窝”这些原始空间类型。另一个系列是与这些“轻”相对的空间或建造类型，典型的表现是从结构逻辑出发的异化了西方古典意义的拱形，源于“洞穴”“穴居”这种原始空间类型。柳亦春和张准采用能够追溯到原始空间的结构形式，把所有文化都可以理解的“跨文化”作为当代中国建筑应对国际语境的一种答案。对于新材料新技术，他们是乐观的，碳纤维数字化建造的采用，可以看到高技术如何恰当地服务于具体的建造条件；同时他们也不迷信于新技术，钢丝网水泥船这一低技建造方式的选择，可以看出他们对于历史中建造文化的理解与活用，回溯与展望，交织成他们独特的对于结构的文化性的阐释。

从某种程度上说，柳亦春和张准的尝试在中国建筑结构合作现状中无论是模式

上，还是方法上，都具有开创性的积极意义；他们的合作成果，也已对中国当代建筑的发展产生了重要影响。或许，正是这种对于技术和文化的不懈思考，建立了抽象概念和力学合理之间的桥梁，促成了建筑师和结构师之间的互相理解，在一次次交流与互动之中，敏锐地捕捉到彼此的意图。

[感谢孟凡清、易锦球同学在访谈中的摄影、摄像等协助工作，以及张文易在录音整理工作中作出的贡献。]

## 注释

[1] 易发安，是柳亦春在同济大学建筑设计研究院工作时经常合作的结构师，也是张准的师兄，他们都是同济设计院结构总工程师巢斯的学生。

## 参考文献

- [1] 柳亦春. 结构为何?[J]. 建筑师, 2015 (2): 43-50.
- [2] 柳亦春. 像鸟儿那样轻——从石上纯也设计的桌子说起[J]. 建筑技艺, 2013 (02): 36-45.
- [3] 柳亦春. 结构的体现 一段思考与实践的侧面概述[J]. 时代建筑, 2020, 173 (03): 36-41.
- [4] 陈军, 张准. 四个结构设计案例的回顾——张准访谈[J]. 建筑技艺, 2020 (08): 64-73.
- [5] 叶静贤, 钱晨. 理论·实践·教育: 结构建筑学十人谈[J]. 建筑学报, 2017, 583 (04): 1-11.
- [6] 斋藤公男. 空间·建筑·新物语[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 198.
- [7] Seng Kuan, Yukio Lippit, Japan, Kunst Architektur, 等. Kenzo Tange: Architecture for the World[M]. Lars Müller Publishers, Zürich, 2012: 103-125.
- [8] 伊塔洛·卡尔维诺. 新千年文学备忘录[M]. 译林出版社, 2009.

## 图片来源

图1~图19, 图22: 由大舍建筑设计事务所提供  
图20, 图21: 由大界机器人RoboticPlus.Ai提供