

# 近代上海钢筋混凝土技术发展与儒匠关系变革初探

Research on the Development of Reinforced Concrete Technology and the Transformation of the Relationship Between Confucianism and Craftsmanship in Modern Shanghai

郑红彬 | ZHENG Hongbin

**摘要：**钢筋混凝土建造技术的发明带来了建筑业的革命。在新的建筑生产体系中，建筑师在一定程度上丧失了对建筑生产的技术把控。建筑师中的大多数，不得不依赖于熟谙钢筋混凝土技术的土木工程师（咨询工程师）来完成钢筋混凝土建筑物的结构设计以及建造施工指导。与此同时，掌握材料和技术之核心要素——钢筋生产及加固技术——的利益集团及其贸易代表也通过与土木工程师联合，开始以参与设计和建造的方式介入建筑生产中，而不再仅仅扮演单纯的建筑材料供应商的角色。本研究以钢筋混凝土这一源自欧美的现代建造技术及其知识体系在近代上海的扩张过程为切入点，尝试分析制度层面随之而来的儒匠关系变革，涉及建筑师、土木工程师、建筑行政管理、营造厂、建筑材料供应商等方面，试图初步揭示其关系变革背后的观念冲突与影响，及其各方在儒匠沟通方面所作努力。

**关键词：**钢筋混凝土（钢混）、建筑生产体系、儒匠关系、建筑师、土木工程师、近代上海

**Abstract:** The invention of reinforced concrete (RC) construction technology brought a revolution in the construction industry. In the new building production system, architects have lost technical control of building production to a certain extent. Most of the architects have to rely on civil engineers (consulting engineers) who are familiar with RC technology to complete the structural design and construction guidance of RC buildings. At the same time, interest groups and their trade representatives who master the core elements of materials and technology—steel bar production and steel reinforcing technology—have also joined with civil engineers to begin to intervene in building production by participating in design and construction, instead of playing the role of a pure building material supplier. By using RC, a modern construction technology originating from Europe and the United States and the expansion of its knowledge system in modern Shanghai, as an entry point, this research attempts to analyze the subsequent changes in the “Confucian-Craftsman” relationship at the institutional level, involving architects, civil engineers, building administrators, construction plants, building material suppliers, etc. It attempts to preliminarily reveal the conceptual conflict and influence behind the change of its relationship, and the efforts made by all parties in the communication between Confucianism and craftsmanship.

**Keywords:** Reinforced concrete, Building production system, Confucian-craftsman relationship, Architect, Civil engineer, Modern Shanghai

## 作者：

郑红彬，汕头大学长江艺术与设计学院副教授。

广东省哲学社会科学规划 2021 年度一般项目“洋匠录——近代来华外籍建筑师人名录工具书编纂”（批准号：GD21CYS12）；

国家自然科学基金“基于多重史源与多层视角的近代上海外籍建筑师调查与研究”（批准号：51708367）。

Doi: 10.12285/jzs.20220805007

中国近代建筑史的本质是在外来影响下突破中国传统营造方式，进而在建筑生产的各方面走向现代化的进程。国外建造技术的跨境转移在这一进程中扮演着重要角色。作为近代中国的门户，上海的建筑现代化进程最快，而钢混的跨境转移带来了上海的建造革命，并以上海为节点向内地扩散。1927 年时任《北华捷报》主编格林 (O. M. Green) 就认为“钢混和电力部塑造了一个新上海”。<sup>①</sup> 时至今日，钢

混依旧是上海（也是中国乃至世界上）应用最广泛的建造技术。中国近代建筑史学界对钢混在上海建筑中的应用积累了一定的成果，但相关研究的对象和目标均指向建筑师主导的设计实践，对技术转移及其社会影响较少关注，存在一定局限。钢混技术的引入与传播在生产关系层面引起了什么变化，产生了什么影响，这是本文关注的主要问题。

# 一、近代上海建造技术转移与建筑生产方式变迁

## 1. 由中国传统木结构到西方砖石建筑

开埠之前，上海建筑以中国传统木结构为主，其生产体系可大致分为官方和民间两种。中国古代的官方建筑生产，是采取官府监督管理下的工官制和对工匠（工匠）实行无偿的定期服役制度，所以生产是靠暴力统治维持和实现的。<sup>②</sup>对于民间的建造生产活动，主要通过业主对工匠（工匠）的雇佣来实现。<sup>③</sup>

如赖德霖的研究表明，这种自然经济下的中国古代建筑生产方式，1840年之后在西方的影响下，才发生一系列转变——经营上的商品化、管理上的制度化、建筑师职业的自由化、建筑生产中当事人关系上的契约化。<sup>④</sup>新的城市建设系统和建筑生产方式在上海租界内产生（图1）。

在早期上海租界砖石建筑建造过程中，西方建筑师和扮演建筑师角色的土木工程师介入中国传统的由业主与工匠组成的建筑生产系统，代替中国“掌墨师”承担工程总负责人的角色。中国工匠失去原有的设计和监造职能，转而专注于施工。在施工现场，西方建筑师与中国工匠开始交流碰撞。中国工匠开始改变传统的建造方式，并逐渐掌握西方的建造方式。其中的佼佼者——即率先掌握沟通语言和西式建造技术的工匠，开始

脱颖而出，扮演起工匠组织管理和工程承包的“作头”角色，进而发展成现代的营造厂主。西方建筑师通过代表业主与“作头”或营造厂主签订建造合同和建造章程来形成契约关系，并通过亲自或派驻场建筑师（resident architect）或工程监督（clerk of works）到施工现场来保障工程质量。而在公共租界内，西方建筑师与中国工匠的建造活动都要受到《土地章程》（1865年）和《中/西式建筑规则》（1900/1903年）的限制和工务处的管控。此时形成了租界初期砖石建筑生产体系（图2）。

## 2. 由西方砖石建筑到钢混建筑

19世纪末，在上海租界砖石建筑生产发展至成熟之时，钢混技术开始在上海出现。目前可知，钢混最早应用于上海租界市政工程中。1890年，公共租界工务处在工程师查尔斯·梅恩（Charles Mayne）的组织下成立混凝土制品厂，并首次试制钢混厨房水槽。<sup>⑤</sup>1893年，工务处首次试建钢混永久性构筑物——小便池。<sup>⑥</sup>1896年，工务处在建造坟山路桥附近一个涵洞时采用了钢混，为上海首次、也可能是中国首次在土木工程中运用钢混。<sup>⑦</sup>1899年，市政工程师梅恩预感到钢混可能是未来主导的建造方式。<sup>⑧</sup>在上海民间，现浇钢混技术应用用于公共建筑可能始于1904年的德国总会，至1910年已有不少于13处建筑

工程采用钢混技术，遍布公共租界、法租界和华界。

钢混在上海开始应用后就面临着材料的本土化探索。1910年，由西方工程师主导的上海工程师和建筑师协会成立了一个专门的钢混研究委员会，来研究钢混在上海的应用问题。<sup>⑨</sup>委员会共测试了3种国产水泥、6种本地砂子和6种本地石头、2种进口钢筋（通圆钢筋和变形钢筋），结果除苏州砂外均令人满意。报告还指出影响上海钢混最重要的三个因素是：专业监造、可靠的工人以及良好的材料。<sup>⑩</sup>报告最终于1914年8月21日出版，为钢混在上海的推广、本土化和规范化奠定了基础。

钢混在上海应用的逐渐广泛也使其面临着管理规范化的问题。公共租界在1900年颁布的《西式建筑规则》并未考虑钢混建筑。1906年上海华洋德律风公司在向工部局申请建造6层钢混大楼许可时，工部局工程师在报告中提及“藉以监督此类工程的标准规章，在欧美各国还仍在研究之中”的事实，董事会虽然最终同意颁发建筑许可证，但是表示对其安全问题概不负责。<sup>⑪</sup>工务处对钢混建筑缺乏监督的状态又持续了8年，直到1914年时任市政工程师戈弗雷（C. H. Godfrey）认为越来越多的大型建筑采用钢混已经形成了上海建筑业的新时代，为了保护业主和公众的利益，迫切需要引入钢混相关法则并严格执行。随后，

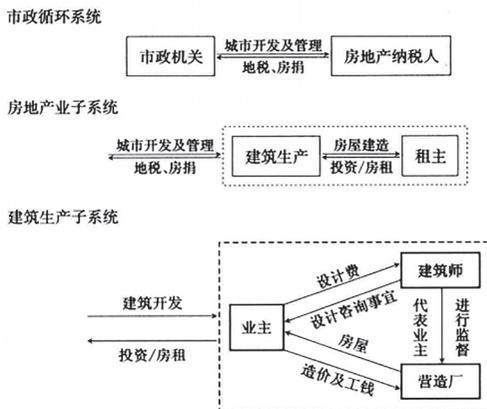


图1：在租界产生的新的建筑生产方式

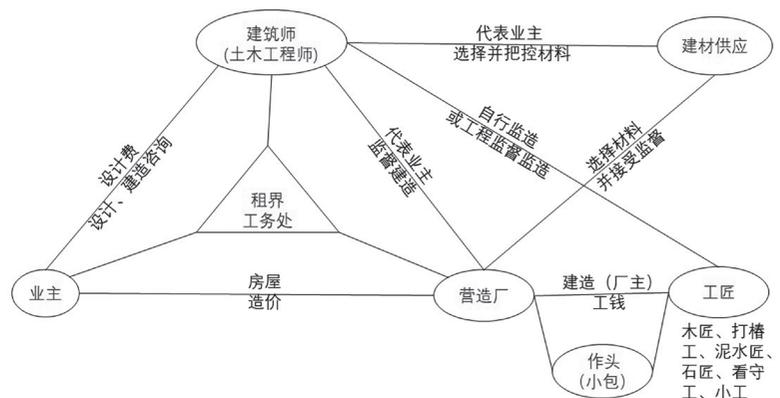


图2：上海租界砖石建筑生产方式

在工部局建筑规则修订过程中，由英国建筑师海尔斯 (S. J. Halse)、皮博思 (P. Peebles)，以及工部局工程师戈弗雷等组成的建筑法则修改特殊委员会，在借鉴伦敦等地建筑法规中相关内容的基础上，拟定了《钢筋混凝土规则》，于1916年12月21日颁布实施。<sup>⑫</sup>

在上海华界，钢混知识的中国化和钢混施工的规范化要明显落后于其施工实践。中华工程师学会副会长徐文润1914年发表在其会报上的《铁筋混合土论纲》是目前可知第一篇相关论著。<sup>⑬</sup>留法归国的华通斋 (华南圭) 1917年在会报发表《房屋工程之铁筋混凝土》一文。<sup>⑭</sup>除专业期刊外，在大众报刊上也自1917年开始出现钢混相关文章。而在规范化管理方面，上海华界直到1928年才在颁布的《上海特别市暂行建筑规则》中纳入了“钢骨三合土”相关内容。

## 二、钢混技术与上海建筑界儒匠关系变革

### 1. 钢混建造技术的特点及优劣

钢混建造主要采用的原料有钢筋、木材、水泥、水、砂子、骨料。钢筋通过捆扎形成网架；木材主要用于制作模板，水泥、水、砂子和骨料则用于按比例混合、搅拌混凝土。网架捆扎好后支模并浇筑混凝土，等待凝固、养护，拆模后形成钢混 (图3)。与砖石建造相比，这一建造过程具有相当大的不可逆性，其建造结果呈现前又具有很大的不可见性，建造结果呈现后又具有难以验证性。因此，钢混建筑的施工更加注重原料的把控、施工过程的监督、阶段性成果的核验。而钢混技术能够在上海迅速推广的原因主要是防火需求、地价高企、软土地基、材料齐全 (除钢筋外均国产化) 和技术成熟等。用当时人们的观点来看，其优点主要是：价廉经久，耐火，耐震力，工事迅速，耐水力；缺点是：钢铁筋氧化，外观不如砖石美观，质地坚硬 (不便打孔等)，容易裂缝。

### 2. 施工经验的积累与中国营造厂的成长

钢混建造的技术特点决定了相关施工经验的重要性，而其劳动密集型属性又决定了具体的施工操作必须依赖中国工人来完成。1905年时《北华捷报》有文章抱怨上海两个工人一天只能做1个钢混栏杆柱，而在纽约两个工人每天可以做175~200个。<sup>⑮</sup>1906年，梅恩也提到雇来参与钢混施工的中国工人需要密切监视。<sup>⑯</sup>1906年上海第一栋全钢混建筑德律风公司建造之初“遍招工头，无人承包”，后由怡和洋行代姚新记作主姚锡舟订包，并命其包造。<sup>⑰</sup>这算是被逼走向技术转型的代表。

鉴于施工经验的重要性，公共租界工务处在进行钢混工程招标的时候明确标明只有拥有钢混建造经验的承包商才能投

标。<sup>⑱</sup>从1908—1914年间工务处钢混工程投标情况可以看出，拥有相关经验的中国承包商从1909年仅有姚新记一家迅速发展到了1910年的7家，1911年达到了18家，之后数量回落明显 (表1)。出现这种快速增长主要原因在于当时中国营造厂的人才培养路径是“学徒—看工—合伙人或自办营造厂”。如在姚新记参与钢混工程的一些学徒和看工在掌握相关经验后，开始创办自己的营造厂并承接相关工程。而其数量回落之原因，很可能是当时上海并未有相应规模的钢混建造市场。1914年时钢混委员会表示，当时上海已经有相当数量的营造厂可以承建钢混工程，并且其间的竞争足以避免形成垄断。钢混技术的核心是基于相关学理的结构设计和力学计算能力，而中国营造厂迅速掌握的钢混施工

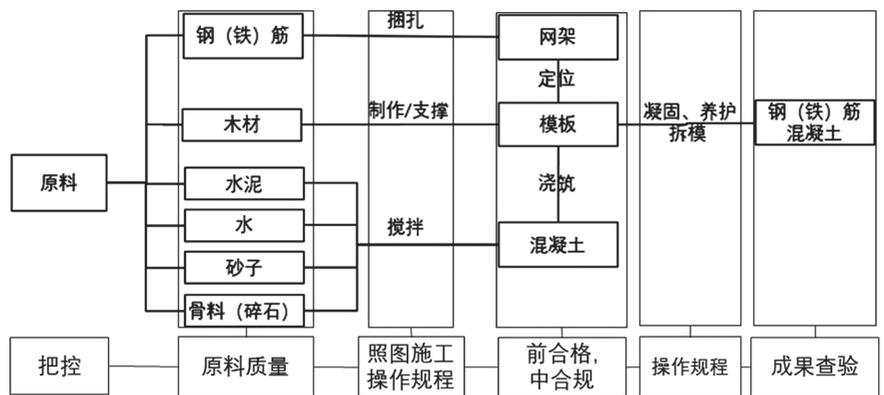


图3：钢混施工流程

1908—1914年参与工务处钢混工程投标的营造厂 (左标\*数量表示当年中标次数)

表1

时间 (年)	总数 (中国/外国/不定)	营造厂名称
1908	1 (0/1/0)	*C. Luthy
1909	1 (1/0/0)	*Yao Sing-kee (姚新记)
1910	8 (7/1/0)	Chang Foo-kee, Fong Ling-kee, Sah Jin-kee, Silby and Evans, Sing Woo-kee, *姚新记, *Yue Chang-tai (裕昌泰), Zee Zung-tai
1911	21 (18/2/1)	*Chang Youn (Yu) Kee (张裕记), *Che Yaw-ding, Chou Chee Sun, Chun Ming-kee, Chun Sang-kee, H. Pauls, International Co., Kiang Tzen-kee, New Building & Construction Co., Ltd., Nicolas Tsu Ironworks, Sah Jin-kee, Silby & Evans, Sing Fah-kee (兴发记), *Sing Woo-kee, Sun Nee-kee, Tao Sing-kee, Wong Koe-sung, Wong Shu-kee, Wong Ya-kee, 姚新记, *裕昌泰
1912	9 (9/0/0)	Chang Fook Kee, Chang W. N., 张裕记, *Chun Ming Kee, Sih Ging Kee, Sun Nee Kee, Tsiang Chin Chee, *姚新记, *裕昌泰
1913	8 (8/0/0)	Chang Fook Kee, Chang Sung Kee, *张裕记, Choi Chee Sun, Chun Ming Kee, Dong Kee & Co., **姚新记, 裕昌泰
1914	6 (6/0/0)	Chang Eono Fah, Chang Fook Kee, *Chun Ming Kee, Sze Doo Dow Fee, 姚新记, *裕昌泰

经验并不形成核心竞争力，因此也难以形成垄断，而这反倒在一定程度上有利于钢混的推广。营造厂为了在激烈的竞争中胜出，则需要与掌握核心技术的工程师密切合作，如姚新记作主姚锡舟就通过与挪威工程师穆拉 (E. J. Muller) 联合的方式，承担了很多由其设计的钢混工程。

### 3. 工程师与钢筋商介入建筑设计及建造

首先将钢混技术引入上海的是西方工程师而非建筑师。西班牙建筑工程师马蒂 (Modesto Marti) 被认为是首先将钢混技术带到上海的人。<sup>⑩</sup> 其 1901 年曾参与京汉铁路建设，后于 1904 年之前在杨树浦成立的上海第一家专业钢混公司——康克利公司 (Shanghai Reinforced Concrete Co. Ltd.)，专注于钢混的设计和施工。<sup>⑪</sup> 上海早期钢混建筑如德国总会、汇中饭店等，钢混部分的设计、计算、材料、施工监造均由马蒂及其康克利公司负责。1906 年，由英国土木工程师柯林斯 (A. H. Collinson) 任总工程师的沪宁铁路，在桥梁涵洞多采用钢混技术。<sup>⑫</sup> 另外穆拉于 1905 年从工务处辞职，独立执业经营土木工程师咨询业务；1906 年曾任芜广铁路总工程师；1907 年受聘于安徽铁路公司任总工程师，负责测绘、桥梁建造等，大规模采用了钢混技术并请姚新记包造；1909 年 8 月辞去安徽铁路公司总工程师，合伙成立协泰行 (Muller, E. J., Consulting Engineer)，从事咨询工程师和建筑师业务，尤其擅长钢混建筑。<sup>⑬</sup> 1907 年左右，在上海浚浦局任总工程师的荷兰土木工程师郊德来 (Johannis de Rijke)，曾先后在华界设计两栋钢混工程——严家桥和沪北市场。<sup>⑭</sup> 1906 年 8 月德律风公司专程从美国圣路易斯邀请瑞士籍工程师罗德 (C. Luthy)，到上海负责其钢混建筑的结构设计和建造；工程完工后，罗德因在管理华工方面颇有经验且是钢混专家而受聘上海工部局工务处任结构工程师，完成了杨树浦发电厂等重要钢混工程设计和监造；1918 年独立执业创办罗德洋行，经营咨询土木工程师业务，经营至

1940 年后。<sup>⑮</sup>

1933 年出版的《上海地产大全》写道：“海上所需要之最繁者，乃计算水泥钢骨之工程师也。因近年来，业主鉴于水泥钢骨之建筑足以避免火灾，且能耐久，虽造价稍高，亦所不计。加以地价日涨之关系，建造房屋多系三层以上者，不适于木料建筑，乃以水泥钢骨为主要材料矣。是故近年来，沪市之建筑物几无一不需工程师之计算也。”<sup>⑯</sup> 可见，工程师在钢混建筑生产中的地位得到稳固。当时上海出现了很多专于钢混设计的咨询工程师行 (表 2)。

钢筋对于钢混建造至关重要，而上海所用钢筋几乎全赖外国进口，而国外的钢筋生产商也通过申请专利等方式来保护自身利益并试图垄断市场。1905 年始平洋行 (Purnell & Paget) 设计的瑞记洋行广州分行已经采用康氏钢混技术；1906 年由马礼逊洋行 (Scott & Carter) 设计的瑞记洋行上海分行也由 9 层钢结构改为 7 层钢混建筑，依旧采用康氏钢混技术。1907 年时瑞记洋行已经开始代理康氏钢混技术和产品，成为其在远东第一个代理商。康氏公司派工程师菲利普 (G. W. Phillips) 到上海负责瑞记洋行钢混结构设计和建造。康氏公司逐渐将远东视为其产品重要市场，并于 1912 年 8 月将其伦敦办事处工程师丰纳 (N. K. Fougner) 派遣到上海成立总部作为东方特殊代表，其总部即设在瑞记洋行上海公司内。<sup>⑰</sup>

1910 年 9 月，鉴于中国订单的增加，

美国圣路易斯竹节钢公司也聘请协泰洋行为其中国代理，可以提供免费设计和算量估价。<sup>⑱</sup> 美国茂生洋行 (American Trading Co., Inc.) 则至迟在 1916 年已经开始代理康氏钢混，康氏公司派咨询工程师常驻上海茂生洋行，客户采用其材料即可指挥建筑并可免费绘制图纸。茂生洋行自 1917 年开设建筑部，由奥斯特伯姆 (I. Oesterblom) 任负责人，曾先后负责上海大世界、李宗栈房和申报大楼的钢混结构设计和施工监造。慎昌洋行 (Anderson, Meyer & Co., Ltd., Engineers & Contractors) 于 1915 年成立建筑工程部；1917 年成立建筑材料部，同年开始代理美国竹节钢条。其专于钢混设计与建造，业务集机器采购、建筑工程设计、材料销售一体化。根据彭长歆研究，截至 1931 年，慎昌洋行建筑工程部设计项目达数百项，基本都是钢混结构。<sup>⑲</sup>

工程师对钢混建造的技术支持和钢筋商对钢筋材料的推广，在很大程度上助力了钢混在上海的迅速发展。而钢混技术的发展则为近代上海建筑的现代化提供有力的技术支撑，使得影剧院等娱乐建筑得以获得室内无柱观影空间，商业建筑可以获得一层大面积玻璃橱窗，商业和办公建筑可以采用新奇的屋顶花园，进而为大众提供了与以往不同的现代性建筑体验。即便是当时的中国建筑师都积极拥抱钢混技术，如在英商业房地产公司学徒出身的中国本土建筑师周

上海部分土木工程师事务所

表 2

工程师事务所	经营期限
罗德洋行 (Luthy, C.)	1918—1940 年后
费博士土木建筑工程师 (Faber, S. E., Consulting Civil Engineer)	1929—1939 年
侣德洋行 (Luthy, E., C. E. Consulting Civil Engineer)	1926—1948 年
协泰行 (Muller, E. J. Consulting Engineer)	1909—1941 年后
鲍里索格利布斯基 (Borisoglebsky, G. S. Civil and Structural Engineer)	1932—1938 年
盖纳禧打样建筑工程师行 (Chelazzi, Paul C.)	1930—1941 年后
法商营造公司 (Ledreux, Minutti & Cie. Civil Engineers and General Contractor)	1921—1947 年后
柏韵士工程司行 (Berents, Hans)	1916—1946 年
徐鑫堂建筑工程师	1933—? 年
俞楚白工程师	1934—? 年

惠南，于1917年在茂生洋行工程师协助下设计了钢混结构的大世界游乐场，并尝试在剧场中采用了当时上海乃至中国最大的跨度，并采用了屋顶花园。<sup>⑳</sup>

#### 4. 新建筑生产方式的形成与儒匠关系变革

与砖石建筑生产相比，近代上海钢混建筑的生产方式发生了一定的变化，其中最主要的是工程师和钢筋代理商介入了建筑生产（图4）。建筑师必须依赖工程师才能完成钢混建筑的设计和建造；在一些项目中，建筑师甚至被工程师取而代之。而营造厂和普通工匠之间经由看工形成监管与被监管关系。此外，建筑师、工程师和工务处也会监督施工。

钢混建筑生产中，儒匠之间更多的是约束与监管关系。首先是两者都要处于法规约束之下，然后通过签订合同进行约束（施工图、建筑章程、设计说明书），施工过程中又通过多重监工来保障施工质量（营造厂看工—驻场工程师—工务处查勘员和工程师阶段性查验—建筑师代表业主进行工程普通督察）。从上海宏恩医院施工照片中可以看出多重监工状态（图5）。工地上着装差异背后是知识、收入、身份与话语权的差异：照片中着西装者应该是外国驻场工程师（左侧照片由左至右第四位）；穿长衫者是看工，看工手扶的画板是供工人施工参照所用的样板（图纸翻样）；<sup>㉑</sup>穿短衫者是施工工人（钢筋工等）。看工和翻样是兼具理论知识与施工经验的“知识人”，这一扮演施工现场儒（工程师）匠（施工工人）技术沟通中间人角色的知识群体的迅速崛起为钢混技术能在上海快速推广提供了保障。

在监督与被监督关系下，儒匠冲突在施工现场时有发生，而营造人通常处于弱势地位。杜彦泰营造厂在1927年承包一处7层的钢混办公建筑和栈房时，在施工过程中与外国工程师多有不合，主要是工程师的学理与营造商的经验产生冲突：如拆模时间，工程师要求6周，营造商根据

经验认为2周足够，甚至表示曾经在一次6层钢混建筑冬季（11月份）施工过程中9天即拆模。另外，工程师管太多、管太死，营造商只能向建筑师抗议，引起建筑师不满和营造厂主同行的抱怨。杜彦耿自这次工程后就再不做营造商。<sup>㉒</sup>此外，在1935年南昌省立医院工程中，甚至出现承揽人

派在该处管理工程之工事长与建筑师派驻之监工员发生严重惨剧之事。<sup>㉓</sup>

理论与经验的分离也在一定程度上导致儒匠两分。彭禹谏在1926年曾经写道：“关于混凝土建筑工程研究问题，吾人可得两种之见地：

（甲）未受教育，仅由实地工作之辈，

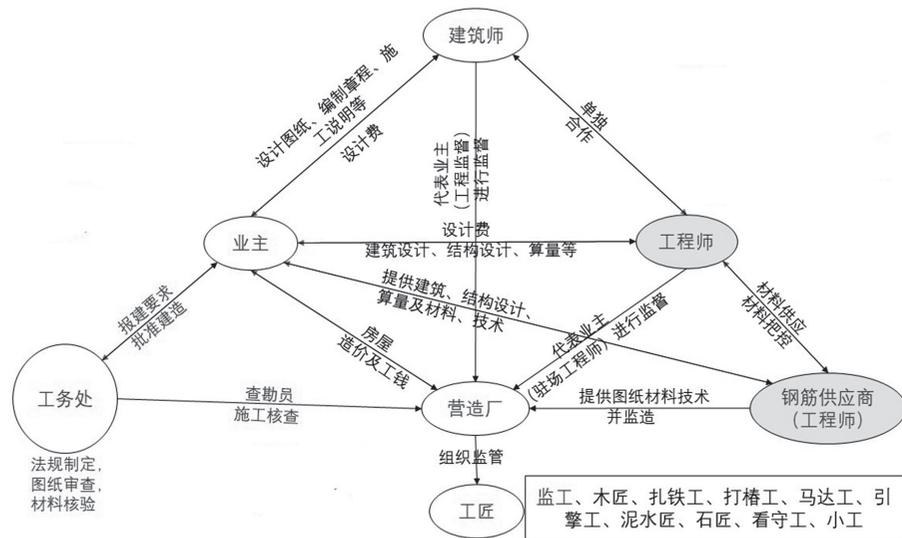


图4：上海租界钢混建筑生产方式

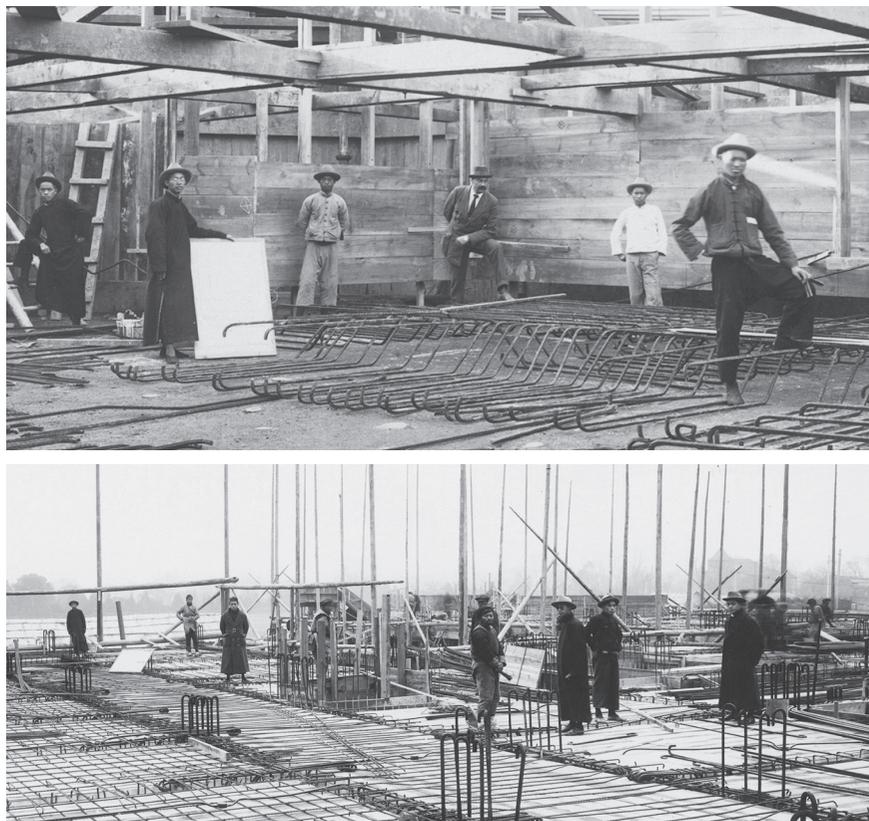


图5：宏恩医院工地（上：1923.11.14；下：1924.01.16）

大都必谓工程学校出身之人，富于理论，难合实用。

(乙)工程专校毕业之工师，则指由营造处产生之工程师，缺少科学理论，与工程常识，危险堪虞。

综上两说，各是其是，而互责是非，于是工程界缺团结之可能，与互助之精神，于人生进化，社会文明上，有大阻力也。”<sup>④</sup>

### 三、钢混技术体系主导下的儒匠沟通

#### 1. 跨越儒匠之鸿沟——营造人的努力

营造人内部已经大致分化为“营造厂主”“看工”和普通工匠三类。营造厂主通过相对高薪聘请看工来监督普通工匠。真正拥有话语权或者说有能力争取话语权、与建筑师、工程师等进行沟通的是营造厂主。工匠只能通过罢工从营造厂主那里争取利益。营造人在儒匠沟通方面做出的努力主要有：

(1) 革新行业组织，为同业谋同益：营造厂主在原鲁班殿基础上成立新的行业组织，从上海市营造厂同业公会，到上海市建筑协会，再到南京全国营联会，来为营造人争取利益。

(2) 出版书刊，传播知识：代表性人物是杜彦耿(图6)。他“弃匠从儒”，试图通过身份转变，为营造人发声来沟通儒匠。其主编《建筑月刊》，先后出版《营造学》《英华、华英合解建筑辞典》《工程估价》，传播营造知识。

(3) 开办教育，培养人才：1930年秋，尚处于筹办时期的上海市建筑协会也创设了“职业补习夜校”，入学者多为营造厂学徒及建筑工程事务所的绘图员练习生等。<sup>⑤</sup>1932年8月15日首次登报招生。<sup>⑥</sup>学校后更名为正基建筑工业(补习)学校，杜彦耿任教务长。其高级部课程以土木工程类课程为主，包括应用力学、材料力学、机械画、测量学、房屋建筑、结构力学、结构设计、钢混及其设计、建筑规程等，共960学时，占总课时量66.7%。1930年，馥记营造厂陶桂林“鉴于建筑干部人员之偏于经验，而缺乏学识”，在家乡江苏南通吕四镇开办志诚土木建筑职业学校(又称南通吕四私立初级工科职业学校)，专门教授土木工程建筑学科，并辟工场实习，为上海营造厂培养输送人才。<sup>⑦</sup>

#### 2. 跨越儒匠之鸿沟——建筑师的努力

##### (1) 成立组织，开办夜校

周惠南在1917年设计上海大世界建筑时采用钢混。该建筑采用茂生洋行代理的康氏钢混技术，结构与监督建造由茂生洋行工程师奥斯特伯姆负责。1917年12月25日，由建筑师、测绘家周惠南等六十余人发起筹备的中华测绘公会正式宣告成立。<sup>⑧</sup>该会为造就测绘专门人才，特于学校部内先办夜学校一所，请杨楚翘为主任、张承惠为教长，于1918年3月2日开课。<sup>⑨</sup>1918年2月，中华测绘公会附设测绘夜学校招生，设钢铁水泥学等科。同年，出版《测绘学报》，但仅出版2期。此后学会和夜校均无闻。

此后建筑师的专业组织，从1926年的中华建筑师学会再到后来的中国建筑师学会，包括其创办的《中国建筑》以及与沪江合办建筑科等，都更加注重建筑师的视角与立场。

##### (2) 统一建筑文件，明确与营造人的权责关系

建筑师杨锡鏐自《中国建筑》创刊号起刊登“建筑文件”，即建筑合同(附建筑章程、工程说明书及图样各一份)。

中国建筑师学会也曾成立编制章程表式委员会，专以拟定说明书，以及合同之方式为职志。1948年曾订建筑章程及合同条文。

##### (3) 出版书籍，介绍经验

建筑师在钢混方面的论著很少，个别建筑师如万国函授学校(International Correspondent School)建筑科毕业的陈兆坤，出版了《实用钢筋混凝土房屋计划指南》(1936年)，算是个人做了一些努力(图7)。

#### 3. 跨越儒匠之鸿沟——工程师的努力

##### (1) 成立组织，创办专刊，传播知识

1912年，中华工程师会(广东)、中华工学会(上海)和路工同人共济会(上海)三个性质相近的工程师团体先后建立。次年在汉口合并为中华工程师会，宗旨为“统一工程营造，规定正则制度，使无参差杆格之患；发达工程事业，俾得利用厚生，增进社会之幸福；日新工程学术，力求自阐新途，不至囿于成法”。初名为“中华工程师会”，同时创办《中华工程师会会报》，以“著



图6. 杜彦耿肖像



图7. 陈兆坤及其著作



图8. 徐鑫堂钢混书籍广告

述以供研磨，互相勉励，发扬学术”为宗旨；1915年学会更名为“中华工程师学会”，会刊更名为《中华工程师学会会报》，发行至1929年停刊。最早的中文钢混知识多在会报发表传播。

1918年，中国工程学会在美国成立，学会以“联络各项工程人才，提倡中国工程事业，研究工程学之应用”为宗旨。1923年学会回国办会；1931年，中华工程师学会和中国工程学会正式合并组建“中国工程师学会”。1932年中国工程师学会创办《工程周刊》（1932—1937年）、《年刊》、《工程：中国工程学会会刊》等刊物，也发表了很多钢混相关的文章。

#### (2) 翻译引介，传播钢混学理与经验

早期留学归国的工程师和本土培养的工程师都通过翻译引介著述等传播钢混学理与经验。书籍方面，如留美归来的俞亮在1917年之前所著《钢骨三合土建筑学》，法国留学归国的华通斋1925年出版《钢筋混凝土》，赵福灵1935年出版《钢筋混凝土学》，顾在延1939年翻译出版《实用钢筋混凝土建筑法》（法国L. Malphettes著）。文章方面，如1919年者李毓庠在《中华工程师学会会报》发表译文《美国工程司会混凝土及铁筋混凝土最后之报告》，以及《中华工程师学会会报》1924年开始发表多篇翻译自美国建筑杂志的涉及钢混案例、学理、规范等内容的相关文章等。

#### 4. 跨越儒匠之鸿沟——建筑管理者的努力

在沟通儒匠方面，建筑管理者作为群体，主要通过建筑法规的制定与施行、建筑图纸审批、施工现场查勘，以及建筑师和工程师、营造厂注册登记制度实施来控制儒匠。个别个体，如负责审查图纸的上海工务局审查股主任徐鑫堂，则先后出版《实用钢骨混凝土学》（1930年）和《钢骨混凝土梁表及钢环表》（1931年），为钢混设计提供指导（图8）。

#### 四、结语

通过前面的分析，我们可以看到外国工程师将钢混技术引入上海，并完成其本土化和规范化；钢混技术改变了近代上海的建筑生产体系，使工程师的地位得以确定并趋于稳固。建筑师需要与熟谙钢混技术的土木工程师（咨询工程师）合作来完成钢混建筑物的结构设计以及建造施工指导。美国钢筋生产商也通过与其中国代理（工程师或工程部门）合作，提供材料、设计和施工服务。

钢混建造过程的特点决定了监造的重要性，中国营造人最初在外国工程师的监督指导下获得了钢混建筑的施工经验。营造厂需要看工来监督指导工人绑扎钢筋、制作模板、搅拌混凝土、浇筑混凝土、养

护混凝土、拆模等相关程序，而工程师（在建筑师的安排下）也需要与驻场工程师一起监督检查。

钢混技术体系下的儒匠关系是通过开工前的合同约束（施工图、建筑章程、设计说明书）和施工过程中的多重监工（营造厂看工—驻场工程师—工务处查勘员和工程师阶段性查验—建筑师总体把控）来维系的。由学理与经验的两分导致的儒匠分离，使得儒匠冲突在施工现场时有发生。

虽然营造人、建筑师、工程师和建筑管理者都曾致力于沟通儒匠，但在儒匠关系中处于弱势地位的营造人（匠）进行沟通的欲望更强烈，做出的努力更多，但收效甚微；而建筑师和工程师更倾向于站在自己的立场与营造人分清权责；建筑管理者则试图将儒匠通通纳入管辖。

这可能说明：钢混技术在中国的引入与推广，使得建筑生产原本就具有的社会性（生产关系）进一步复杂化——需要高强度的组织和检核来加以管控；物质性须基于新的知识与经验框架重新诠释——工程实现的结果隐匿了建造过程，各种不可见之中潜伏着危险；而专业性则既是前述两种需求的具体呈现，也是对于两种需求的具体回应——专业的人干专业的事，一个“专家操作+政府管控”的社会初现端倪。而“专家操作+政府管控”模式给接下来的中国近代建造业带来的影响是值得进一步思索和探讨的问题。

[致谢:感谢李海清、李华老师的参会邀请,感谢彭长歆、李滨老师的会场互动,感谢赵辰、周琦等老师的会场点评,感谢匿名审稿专家的修改意见和李海清老师的修改建议。]

#### 注释

- ① M. Green (Ed.). Shanghai of Today: A Souvenir Album of Thirty-Eight Vandyke Prints of the 'Model Settlement' [M]. Shanghai: Kelly and Walsh, Ltd., 1927: 9. 转引自: Frederic Wakeman. Licensing Leisure: The Chinese Nationalists' Attempt to Regulate Shanghai, 1927-49 [J]. The Journal of Asian Studies, Vol. 54, No. 1, Feb., 1995: 21.
- ② 张家骥. 中国建筑论 [M]. 太原: 山西人民出版社, 2003: 75.
- ③ 参见: 蔡丽. 从官匠到民匠——古代工匠身份的变化对中国古代建筑发展的影响分析 [J]. 宁波大学学报 (人文科学版), 2017, 30 (04): 88-92.
- ④ 参考文献 [4].
- ⑤ Annual Report of The Shanghai Municipal Council [Z]. 1906: 269.
- ⑥ Engineer and Surveyor's Report. Shanghai, 20th Jan. 1907 [Z]. Annual Report of The Shanghai Municipal Council, 1906: 254.
- ⑦ Engineer's Report for November [N]. The North-China Herald and Supreme Court & Consular Gazette, 21 Dec. 1906: 653-654.
- ⑧ Annual Report of the Shanghai Municipal Council [Z]. 1899: 184.
- ⑨ Reinforced Concrete Research Work [C]// Shanghai Society of Engineers and Architects (Ed.). Proceedings of the Society and Report of the Council, 1910-1911, Vol. X: 77; Shanghai Society of Engineers and Architects (Ed.). Report of the Council for the term ending 30th April, 1911 [Z]: 89.
- ⑩ Progress in China [J]. Concrete-Cement Age, Apr. 1915: 175.
- ⑪ Minutes of the meeting of the Board of Directors of Shanghai Municipal Council on Sept 19, 1906 [Z]. Shanghai Municipal Archives (Ed.). The Minutes of Shanghai Municipal Council, Vol XVI- 1905-1907. Shanghai: Shanghai Classics Publishing House, 2001: 658.
- ⑫ 参考文献 [8]: 79.
- ⑬ 徐文洞. 钢筋混凝土论纲 [J]. 中华工程师学会会报, 1914, 1 (5): 3-6; 1914, 1 (7) 11-14; 1914, 1 (10): 1-4; 1914, 1 (11): 1-5.
- ⑭ 华通斋. 房屋工程之钢筋混凝土 [J]. 中华工程师学会会报, 1917, 4 (3/4): 69-79; 1917, 4 (5/6): 149-167.
- ⑮ Some Engineering Notes [N]. The North-China

Herald and Supreme Court & Consular Gazette, 1905-07-07: 10.

- ⑯ Engineer and Surveyor's Report. Shanghai, 20th January 1907 [Z]. Annual Report of The Shanghai Municipal Council, 1906: 240.
- ⑰ 水泥洋房落成 [N]. 新闻报, 1908-06-22 (18).
- ⑱ The Municipal Gazette [J]. Vol. III., Thursday, No.143, 1910-09-15: 251.
- ⑲ Castrillo Ganuencia P. El Comercio en el Extremo Oriente [Trade in the Far East] [J]. España y América, 1918, 16 (2): 96.
- ⑳ The North China Desk Hong List (字林西报行名录) [Z]. Shanghai: North-China Daily News & Herald, Ltd., 1905: 107.
- ㉑ Shanghai Nanking Railway [J]. Far Eastern Review, Sep. 1906: 113-114.
- ㉒ 参考文献 [9]: 297.
- ㉓ 重修严家桥募捐启 [N]. 申报. No.12638, 1908-04-07 (4): 20.
- ㉔ 参考文献 [9]: 257-261.
- ㉕ 参考文献 [10]: 412.
- ㉖ Mr. N. K.. Fougner, engineer and representative of the Trussed Concrete Steel Co., of Detroit [N]. The North China Daily News. 1912-08-01 (7).
- ㉗ [N]. 申报, 1910-09-13 (14).
- ㉘ 参考文献 [11]: 64.
- ㉙ Notable Concrete Construction Work on a Public Building in China [J]. Engineering and Cement World, Vol. 12, No. 9, May 1, 1918, pp.14-15.
- ㉚ 由于中国工匠看不懂施工图纸,因此需要专人(翻样)将图纸转绘成工匠能看得懂的图。
- ㉛ 参考文献 [12].
- ㉜ 参考文献 [12].
- ㉝ 彭禹谟. 混凝土与工程学校 [J]. 工程旬刊, 1926, 1 (19): 1-2.
- ㉞ 本会附设夜校更改编制 [J]. 建筑月刊, 1936, 4 (4): 45.
- ㉟ 申报 [N]. 1932-08-15 (10).
- ㊱ 吕四职校第一届毕业生来沪实习 [J]. 建筑月刊, 1933, 1 (8): 42.
- ㊲ 申报 [N]. 1917-12-24 (11).
- ㊳ 申报 [N]. 1918-02-22 (10).

#### 参考文献

- [1] 赖德霖, 伍江, 徐苏斌. 中国近代建筑史: 第四卷 摩登时代 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [2] 伍江. 上海百年建筑史 第二版 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2008.
- [3] 郑时龄. 上海近代建筑风格 第二版 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2020.

[4] 赖德霖. 从上海公共租界看中国近代建筑制度的形成 [C]// 走进建筑 走进建筑史. 上海: 上海人民出版社, 2012: 3-57.

- [5] Zhang Peng, Yang Yijiao. Transplantation to Localization: The Importation of Western Structural Technologies in Modern Shanghai Architecture Based on a Study of the Bund Buildings, 1843-1943 [J]. Built Heritage, 2019, 3 (1): 3-13.
- [6] E. J. Müller. Reinforced Concrete [C]// Shanghai Society of Engineers and Architects (Ed.). Proceedings of the Society and Report of the Council, 1904-1905. Shanghai: Printed at the 'North-China Herald' Office, 1905: 121-152.
- [7] H. W. Fulton. The Design of Reinforced Concrete Retaining Walls [C]// Shanghai Society of Engineers and Architects (Ed.). Proceedings of the Society and Report of the Council, 1910-1911, Vol. X. Shanghai: North-China Daily News and Herald, Ltd., 1911: 43-68.
- [8] 唐方. 都市建筑控制: 近代上海公共租界建筑法规研究 (1845-1943) [D]. 上海: 同济大学, 2006.
- [9] George F. Nellist. Men of Shanghai and North China [Z]. First Edition. Shanghai: The Oriental Press, 1933.
- [10] 陈炎林. 上海地产大全 [M]. 著者刊, 1933.
- [11] 彭长歆. 中国近代工业设计的先驱——慎昌洋行的建筑实践 [J]. 建筑师, 2017 (5): 59-66.
- [12] 渐 (杜彦耿). "偷工减料"与"吹毛求疵" [J]. 建筑月刊, 1935, 3 (4): 38-42; 1935, 3 (5): 28-31; 1935, 3 (6): 35.
- [13] Hongbin Zheng, James W. P. Campbell. History of Early Reinforced Concrete in Modern Shanghai, 1890-1914 [J]. Construction History, 2021, 36 (2): 81-121.
- [14] 郑红彬, 武勇, 彭鹏. 近代上海钢筋混凝土技术的发展 (1896-1916) [J]. 工业建筑, 2019, 49 (06): 76-81.

#### 图表来源

图1: 参考文献 [4]: 7.

图2~图4: 作者自绘.

图5: 邬达克档案, University of Victoria Special Collections and University Archives.

图6: "浦东文史"微信公众号.

图7: 左图: 上海新报, 1935-09-28 (4); 右图: 孔夫子旧书网.

图8: 大公报 (天津), 1936-09-24 (1).

表1: The Municipal Gazette.

表2: The North China Desk Hong List (字林西报行名录).