

中国建筑技术现代转型的关键推手

——《中华国际工程学会会刊》研究（1901—1941年）

The Key-Promoter of Modern Transformation of Architectural Technology in China: Research on *Official Organ of the Engineering Society of China* (1901—1941)

张鹏 | ZHANG Peng 贾兴舟 | JIA Xingzhou

摘要: 1901年中国境内最早的工程师组织——中华国际工程学会成立于上海,由在华的外国人创立,旨在促进中国的工程近代化和提升工程师的专业能力。学会出版发行了机关刊物《中华国际工程学会会刊》(1901—1939年),后短暂改版为《中华国际工程学会会报》(1940—1941年),讨论涵盖建筑技术在内的广泛工程议题,记录了学会推进中国城市与建筑走向技术层面现代化的过程。本文借鉴统计学方法,尝试以当代视角梳理学会会刊探讨的建筑技术内容与关切,探讨学会以会刊为载体推进学术研讨、引介新兴钢筋混凝土结构技术、探索地基基础技术的本土化应用、影响公共租界建筑控制活动的过程,以期挖掘其在中国建筑技术近代化过程中的影响与意义,扩展中国近代建筑技术史的历史维度。

关键词: 中华国际工程学会、专业技术期刊、中国近代建筑、结构技术、本土化

Abstract: The Engineering Society of China was established in Shanghai in 1901, which is the earliest local engineer organization in China founded by foreigners, aiming to promote engineering modernization and enhance professional capabilities of engineers. The society published *the Proceedings of the E.S.C.* (1901-1939) and *Journals of the E.S.C.* (1940-1941), which discussed a wide range of engineering issues including architectural technology and recorded the process of technological modernization of architecture and cities in China. Based on statistical methods, this paper attempts to sort out the contents and concerns of architectural technology discussed from a contemporary perspective, discusses the society's use of publications as carrier to promote academic seminars, introduce emerging reinforced concrete structures, explore the localization of foundation technology, and influence the process of building control in the Shanghai International Settlement. which aims to excavate its influence and significance in the process of modernization of Chinese architectural technology and expand the historical dimension of Chinese modern architectural technology history.

Keywords: Engineering society of China, Professional technical periodicals, Chinese modern architecture, Structural technology, Localization

一、为何研究中华国际工程学会机关刊物

中国近代建筑史是一部中西文化交流融合史,现代的建筑技术、制度和理念最初由西方殖民者带入租界。而在近代中国早期建筑业中,工程传统占主导地位,结构设计是建筑事务所从事最多的一项业务,工程师始终在建筑界占据着大多数。^[1] 20世纪前半叶正是中国近代建筑发展的鼎盛时期,这一时期行业学会的成立标志着工程师作为

近代意义上的专业工程技术人员以一种全新的社会群体形式出现在大众生活中。上海作为近代中国的代表性城市,1901年在华的外国工程师成立了以土木、电气、机械三大类工程师为主体的工程师同业组织——中华国际工程学会。而中华国际工程学会作为在中国境内最早成立的工程师协会,是以欧美工程师为主导联系五大洲的跨国知识精英团体,在中国历时40年之久,具有相当的开创性。

作者:

张鹏,同济大学建筑与城市规划学院,副教授;

贾兴舟,同济大学建筑与城市规划学院,硕士研究生。

基金项目:国家自然科学基金(51738008, 51678415)

DOI: 10.12285/jzs.20210526001

本土学术期刊的发行创办为现代学术构建了不可或缺的交流平台。《建筑月刊》和《中国建筑》作为反映近代中国建筑发展状况的独特窗口，在当代学者的诸多成果中已然有了丰硕的研究成果。但建筑专业期刊在近代中国出现时间较晚、数量有限，在1927年现代中国建筑师团体和1911年中国本土的工程师团体构建之前，中华国际工程学会无疑是中国最具代表性的专业团体。学会诞生的1901年，正是处于19世纪末至20世纪初建筑技术引入中国的关键阶段，此时中国人自己主导的现代行业组织尚未出现，而上海建筑业已经在经济市场刺激下高速发展，新兴的建筑材料与技术不断涌现，混凝土和钢材开始应用在建筑中。载有相当数量建筑工程实践和建筑技术理论的机关刊物《中华国际工程学会会刊》，不仅可以弥补中国本土建筑期刊发行之时话语未及之部分，而且能够反映出近代技术层面的近代建筑转型历程，扩展近代建筑技术发展的时空脉络。

中国近代建筑史既有研究在技术、样式、思想三方面均有涉及，但在建筑技术方面却最为薄弱的。^[2]近代建筑技术史的研究自21世纪系统化规模化开展，虽充满生机但仍处于起步状态。^[3]反观自一开始就以技术入手研究近代建筑史的邻国日本，就有小林实智子和泉田英雄针对中华国际工程学会组织运营和历任主席任职的梳理^[4]，以及会员构成与身份的分析^[5]。而中华国际工程学会因涵盖机械、电气、土木等多个跨学科内容，且以工程技术为核心导向，常常以历史资料来源的身份出现，其对建筑技术近代化的贡献未能得到我国学界重视。我国学者郑红彬曾对学会活动和总体工程学科进步的影响做初步的探讨^[6]；另有我国台湾地区学者吴翎君从史学角度的研究，挖掘出机关刊物是先进工程技术和科学知识登陆中国的重要媒介，并对近代中国工程学科有开创和奠基作用^[7]，其系列研究中在华外国工程师学会和本土工程师学会的比较^[8]对本文具有启发意义。但前述研究多放眼于学会发展背景整

理和对整体工程学科之影响，截至目前为止还未有针对学会机关刊物中建筑技术内容的研究论述。鉴于此，本文通过学会在1910—1941年出版的会刊，借鉴统计学方法梳理其中对建筑技术内容的关切，以当代视角梳理《中华国际工程学会会刊》对中国建筑技术发展的推动，以及在中国建筑行业的先锋性质的引领和影响。

二、作为主办方的中华国际工程学会

1. 发展背景

上海开埠通商后，越来越多从事建筑和工程相关职业的西方人越洋而来。20世纪初，正值清末官督商办的自强工业兴起，一些外籍建筑师和工程师躬逢其盛，为中国显露的现代化萌芽所吸引，来到中国参与建筑工作，同时将西方自科学革命以来逐步兴起的研究学会和专业社团之组织传统带来中国。^[9]彼时上海建筑发展主要依附于租界，建筑业基本上完全掌握在西方人手中。^[10]随着建筑师和工程师在上海的聚集，1901年在英国土木工程师玛礼孙^[11]（图1）和工部局工务处助理工程师戈弗雷^[12]的倡议下，于当年1月5日上海出版的《字林西报》上刊登了一份邀请信（图2），信上邀请对组建本地同业组织有兴趣的工程师和建筑师，一起在上海成立一个专业的行业协会。1901年1月15日在上海市政厅举行的会议上正式成立了上海工程师和建筑师协会（Shanghai Society of Engineers and Architects），会上确立协会宗旨在于“促进工程和建筑及其各分支学科的科学与实践之发展”。^[13]协会章程规定每年为一次会期，每次会期的主席和理事会成员由选举产生，首任主席则由玛礼孙担任，他于就任时便强调这样一个同业组织的成立是为了促进工程和建筑的发展，而非为了工程师或建筑师的个人利益。^[14]

协会成立之时以上海的工程项目为主要关注对象，吸纳在上海从业的建筑师和工程师加入。在1912年11月26日的年

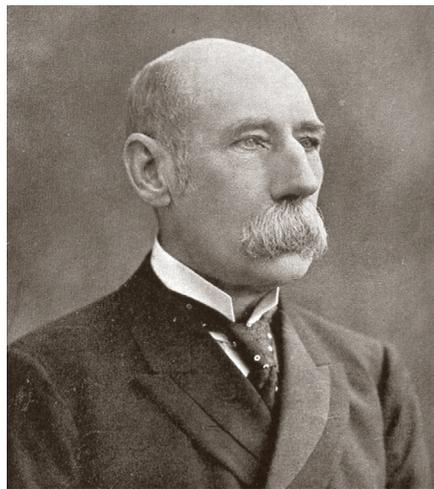


图1：首任主席玛礼孙

Proposed Association of Engineers, Architects and Surveyors.

IT having been proposed that a Society should be formed in Shanghai to promote the science and practice of Engineering and Architecture in all their branches, a preliminary meeting to discuss the constitution of the Society, and to elect a provisional Committee will be held in the North Room of the TOWN HALL on TUESDAY, the 15th instant, at 5.30 P.M.

It is intended that membership of the Society should be open to all persons engaged in any of the branches of Engineering, Architecture or Surveying, and it is hoped that as many as possible will be present at the preliminary meeting.

J. J. CHOLLOT,
Engineer, French Municipal Council.

J. REGINALD HARDING,
Engineer-in-chief, Imperial Maritime Customs.

W. HARRIS,
Surveyor in charge, H.B.M. Office of Works.

CHARLES MAYNE,
Engineer and Surveyor,
Shanghai Municipal Council.

81 Shanghai, 4th January, 1901.
—5, 8, 11 & 14ja—

图2：1901年1月5日《字林西报》上刊登的召集启示

会上，时任主席指出由于上海建筑师对学会的贡献不及其他行业的工程师，理事会决定改名，将“建筑师”一词从学会中去掉。但此举并非是把建筑师排除在学会外部，而是希望学会的名称更加纯粹的体现出学会聚焦于工程界的核心。而且，学会依然一如既往地希望得到建筑师会员们的支持并欢迎从事建筑的新会员的加入^[15]。因

而1913年更名为“上海工程师协会”(The Engineering Society of Shanghai)。1914年为了扩大会的影响范围,提升学会地位再度改名^[16],称“中华国际工程学会”^[17](The Engineering Society of China,以下简称学会)。一直沿用至1941年。

1923年起一些会员脱离学会,电力、土木和机械工程师则单独成立了专业性更强的工程分会,但这有悖于学会宗旨,因此在学会的提议下,这些分离出去的发展壮大的组织于1936—1937年被接纳成为学会的附属机构^[18],其成员均自动转为中华国际工程学会的成员。这样,在华的外籍工程师学会重新统一了起来,会员数也在1935—1937年间陡然上升(图3)。学会的运作一直持续到1941年,最后一本学会发行的刊物出版于1941年5月,之后因抗日战争战事升级,日本全面侵占上海公共租界,学会运作被迫中断,机关刊物发行也戛然而止。之后学会总部转移至重庆,影响力逐渐式微,1945年12月底曾在上海成立分部^[19],1949年后总部转移至香港^[20](图4)。

2. 学会与本土行业组织的互动

中国第一代工程师最早受益于中华国际工程学会,1905年学会的首位华籍会

员詹天佑便是其中的代表。詹天佑在这里拓展了与世界各国工程师接触的机会,学习了现代工程师同业组织的运营架构,中华国际工程学会也因此成为詹先生日后建立中国本土的工程师协会——中华工程师学会的参考蓝本。^[21]

学会与本土的中国工程师学会也有一定的学术交流。1917—1918年学会主席库珀(John Sisson St. George Cooper)曾呼吁学会不仅应该是技术进步的领导者和记录者,而且应该拥有雄厚的技术能力和影响力,可以与本土工程师一道按正确的方向推进中国现代化之路。1937年学会还向中国工程学会秘书长发函表示中国工程学会会员无需任何正式邀请均可出席中华国际工程学会的会议讨论。这种交流在学会会刊中亦可瞥见一二,中国工程师除了会选择加入学会外,也在会刊中发表论文,如1937年第35卷刊载的茅以升先生《钱塘江大桥》一文曾引起强烈反响。学会后决定安排茅先生于学会大会时作专题讲座,茅先生还特地组织安排了会员工程师乘坐火车实地参观考察的活动。^[22]可以看到,学会曾试图将中国所有中外籍工程师团结在一个统一的跨国工程师组织框架下,形成一个技术共同体。但由于近代中国内部的政治混乱和外部风云诡谲的国际形势,事实上最后未能有效形成不同工程团体之间的稳定合作。^[23]

三、学会机关刊物对建筑技术内容的关切与影响

1. 以会刊形式推进学术研讨

建筑工程类学术期刊的出现,是中国建筑现代化进程中的重要环节。20世纪初期,现代建筑结构技术不断引入中国并逐渐推广应用,建筑结构技术得到了长足的进步,以土木工程师为代表的工程师群体对建筑技术的发展功不可没,而中华国际工程学会定期出版的学刊则记录了近代中国工程发展的进程,其中不乏大量有关建筑工程的技术内容。作为办刊团体的宣传媒介,建筑工程类学术期刊在业内外影响力的扩大,反映出这一时期建筑话语主体的某种转变,以建筑师、工程师为代表的专业人士在建筑活动中的影响力正逐步增强^[24]。

为了适应工程实践的需要,宣传推广先进的工程技术知识,中华国际工程学会从1902年开始定期印刷和出版《中华国际工程学会会刊》(以下简称《会刊》)(图5)。《会刊》是学会的核心机关刊物,其中涵盖有大量反映建筑工程实践、结构理论计算方法、新兴技术探讨引介的文章。《会刊》一般以每年一册的形式出版,直到涵盖1938—1939年会议的第37卷。《会刊》内容的主体是精选的在会议上宣读的论文以及相关的讨论,此外还包括本期会议主

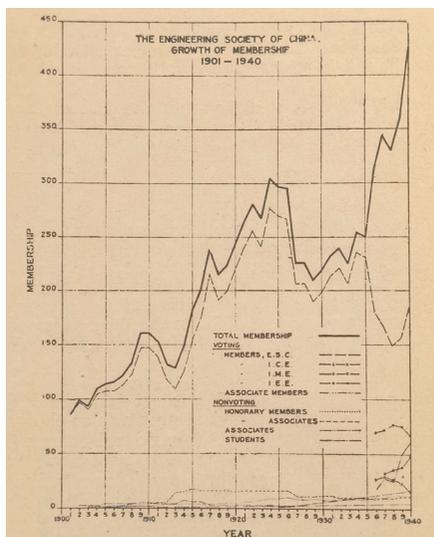


图3: 1901—1940年间的会员数目趋势变化

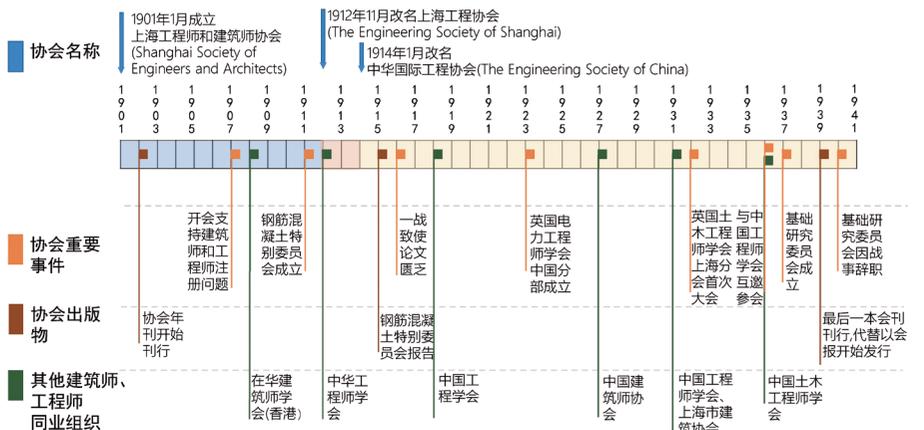


图4: 中华国际工程学会发展重大事件

席的照片和演讲、年度理事会报告、会员大会的会议记录和会员名单等。1937年中国逐步陷入全面战争的泥淖,学会的《会刊》的出版也经历了相当的波折,最后决定改为以季刊形式发行的《中华国际工程学会会报》(以下简称《会报》)(图6),将每年会期宣读的论文分期出版,这样可以尽量减少原来每年出版耽搁的时间。《会报》每

届会期出版4期,但是事实上从1939年到1941年总共仅发行5期,出版便宣告终止。虽然学会的官方出版物发生了形式上重大变化,但《会报》的板块构成和论文组织上力求和原来的会刊保持一致。以1940年出版的《会报》为例,当年出版的三期总共为12篇论文,内容涵盖土木工程、电气工程、机械工程三大门类,与1939年37

卷会刊的12篇数目相当。《中华国际工程学会会报》可以看作是原会刊在特殊历史时期的变通,也是原会刊的延伸(表1)。

为明确投稿论文的主题,会刊以附录的形式刊载对投稿论文写作范围的建议。范围虽广但学会始终强调关注的是中国本土条件下的工程应用,涵盖三大门类九大议题。三大门类包括机械工程、电气工程、土木工程,九个主要议题包括道路铁道、航海海事、机械制造、工厂设备、采矿冶金、船只制造、市政建设(自来水厂、污水厂和煤气厂)、电力应用和房屋建筑。房屋建筑罗列的特别关心子项议题包括(1)基础工程,特别是适应中国本土条件的;(2)本土建筑材料和劳动力的有效利用;(3)适应中国本土条件的建筑物的设计和建造。^[25]文章实际刊载的主题相当广泛,据笔者统计,以土木科最多,占比达38.86%,机械科和电气科次之,分别为22.27%和18.78%。除了这三大核心科目之外,还涉及其他学科的文章如艺术文化、天文地理、矿冶化学等,占比11.8%;另外还有小部分工程总论类文章如工程教育、工程经济等,占比8.3%。主要科目文章数目折线图如图7所示,会报因只发行5期样本较少,未纳入统计。

会刊自1901年创刊至1939年停刊,共发行37卷本,刊登论文229篇。据笔者统计,在占比最多的土木科的文章中,其主题的关注统计如图8所示。关注建筑物理、建筑材料、理论计算等的房屋建筑类占比31.46%,聚焦堤坝工程、河流疏浚、港口码头的水利河海类总占比32.58%,讨论道路交通、市政管网、桥梁建设的道桥市政类占比23.6%,而作为特别关注的地基基础问题,会刊中有相当的论文关注上海地基的工程条件、力学性能,基础的实际应用、检验测试等问题,占比12.36%,以至于单列一类。

值得注意的是,会刊文章涉及大量近代工矿的兴建过程与技术应用,一般均为项目的直接负责工程师所做,譬如1936年第34卷会刊刊载了上海工部局宰牲场^[26]建筑设计师卡尔·惠勒《宰牲场及其设计》

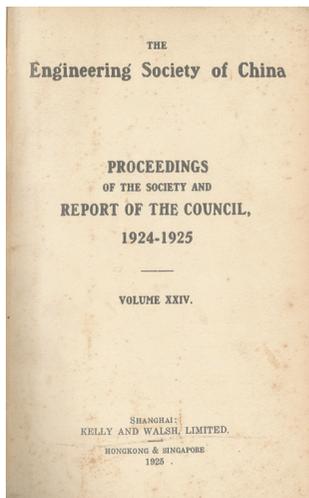


图5 《中华国际工程学会会刊》封面

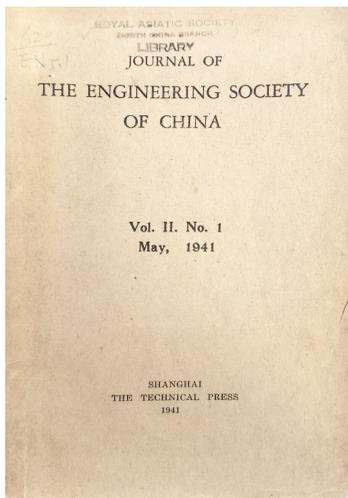


图6 《中华国际工程学会会报》封面

学会机关刊物论文统计表

表1

《中华国际工程学会会刊》(Proceedings of the E.S.C.)										
卷号/Vol	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
会期	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1910	1911
文章篇数	4	5	4	7	6	4	6	5	4	3
土木科篇数	3	1	1	2	2	1	2	3	3	1
卷号/Vol	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
会期	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921
文章篇数	9	5	10	6	5	10	8	11	4	8
土木科篇数	4	1	4	3	5	5	3	3	2	1
卷号/Vol	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
会期	1922	1923	1924	1925	1926	1928	1929	1930	1931	1932
文章篇数	5	7	7	4	7	5	4	3	4	3
土木科篇数	2	3	4	3	4	3	2	2	0	1
卷号/Vol	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII			
会期	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939			
文章篇数	3	3	5	12	14	7	12			
土木科篇数	1	1	3	6	5	0	2			
《中华国际工程学会会报》(Journal of the E.S.C.)										
卷号-期数	Voll-1	Voll-2	Voll-3	Voll-4	Voll-1					
会期	1940	1940	1940	1940	1941					
出版时间	1939年10月	1940年1月	1940年5月	1940年9月	1941年5月					
文章篇数	1	4	4	4	1					

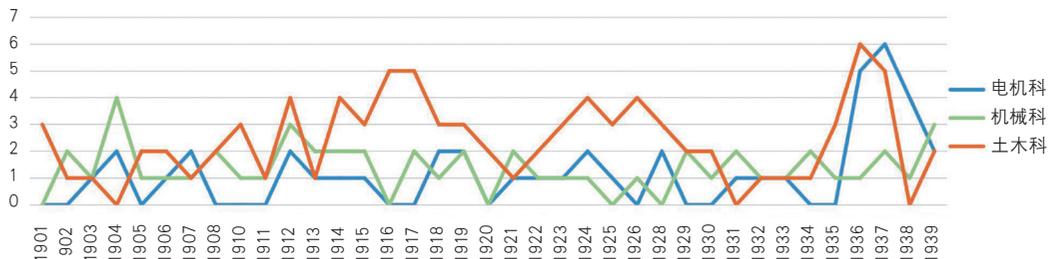


图7: 会刊主要科目文章数目折线图

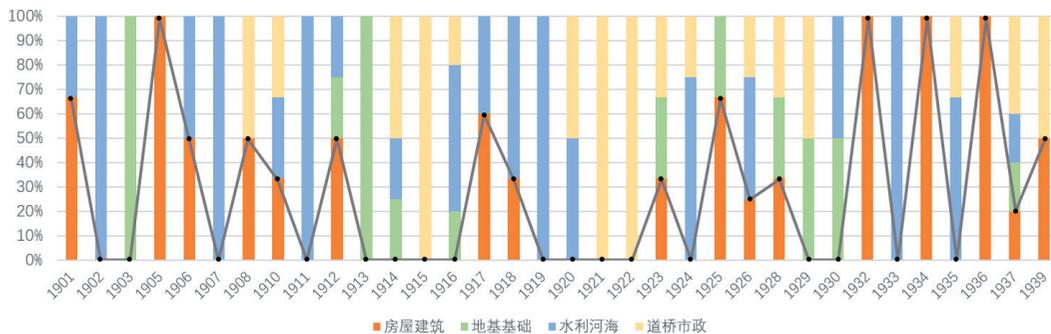


图8: 土木科中每年论文主题占比与趋势变化

一文，文中详细介绍了宰牲场的建筑设计理念和设施设备使用。^[27]相应地，1934年第32卷会刊刊载了同为宰牲场设计团队的结构设计师温特贝格《无梁楼盖的设计》一文，以结构设计师的角度总结了当时流行于公共租界的无梁楼盖的选型与设计。^[28]因此会刊文章对于当今工业遗产保护背景影响下的工业建筑技术史研究也具有重要意义，为近代工业建筑技术历史研究和工业遗产价值辨识和保护依据提供了可靠的研究来源。

2. 对新兴的钢筋混凝土结构技术的引介

钢筋混凝土结构体系在中国的引入与发展，是由在华的西方建筑师和工程师主导，且集中于诸如上海这种沿海发达城市。开埠后的上海外向型经济高速发展，房地产经济大幅升温，地价上涨迫使建筑向竖向高空取得发展，对建筑材料和结构提出新的要求。^[29]加之上海地基土质不佳，在新结构引入之前，昔日过渡性质的钢骨混凝土结构虽有一定的技术突破，但建筑高度很难有大的提升。新兴的钢筋混凝土结构技术的出现解决了这一难题，开始受到房地产商和工程师的青睐，并逐步开始改变中国城市的面貌。

学会始终对前沿结构技术表达出很高的热情与关注，在会刊中积极引介相关理论的发展和技术的进步，这与当时钢筋混凝土登陆中国后率先

在租界应用推广的是密不可分的。钢筋混凝土一直是会刊论文主题的高频词汇，这种技术导向的趋势也是中国近代建筑转型的重要特征。据笔者统计大标题含有“钢筋混凝土”主题词的就有9篇文章，占房屋建筑类文章的32.1%，其范围涵盖计算设计方法、材料改进、工程应用等，内容十分全面。1905年穆勒（E.J.Muller）发表于《中华国际工程学会会刊》第5卷中的文章是截至目前为止发现最早的将钢筋混凝土结构系统性、科学性引入中国的论文（图9）。文中详细分析了这种即将引发现代建筑革命的新结构相较于传统材料的巨大优势，引介了早期的埃纳比克体系和康氏钢筋体系^[30]，列举了钢筋混凝土在梁、柱、基础、挡土墙等在世界范围内的优秀工程案例^[31]，可谓是我国钢筋混凝土技术理论的先驱。

虽然全钢筋混凝土框架结构早在1908年的德律风电话公司就已经在上海被采用^[32]，但是却没有可靠的本土实验数据参照，伦敦的经验可以参考但不意味着适用于上海，不同的配制方法、不同的水泥和骨料都会影响钢筋混凝土的性能。学会工程师也在讨论中表达出对新材料、新结构进行专门研究的殷切期望。因此，1910年12月20日学会决定任命一个特别委员会——钢筋混凝土特别委员会（Special Committee on Reinforced Concrete，以下简称委员会），来专门研究钢筋混凝土的使用和适应上海当地的工程条件的情况，

以期更准确地了解其强度、性能和在建筑工程中的实际应用。实验需要投入大量时间和精力，一开始进行的并不顺利。合适试验设备的匮乏，加之许多在上海的外籍工程师常因业务原因离开上海，大大增加了研究的难度。^[33] 委员会主席柯林森为此写信向工部局求助，1911年工部局决定提供1000两白银的赞助费，并允许委员会使用其试验室中的任何实验仪器和设备(图10,图11)，但要求出版实验报告(图12)且公开发售。^[34] 四年后的1914年8月21日，报告正式递交给学会，并于1915年对外出版。

作为近代中国早期的科学实验报告，这本小册子的公开发售无疑给正在蓬勃发展的上海建筑业提供了可靠的专业技术参照，将西方对待建筑的科学观念植入上海的城市基因。通过标准混凝土试件强度实验，钢筋拉伸实验和典型建筑构件的抗弯实验，测定了水泥、粗细骨料和钢筋的理化性质、混凝土抗压强度、钢筋混凝土梁板抗弯强度，甚至还测定了混凝土防火性能、电解性和抗渗性。由于当时中国还没有相应的规范，因此诸如混凝土标准试件的尺寸等技术标准都参考自英国。为针对性地指导本地的建筑实践，实验用水泥选择了当时上海市面上常用的3种品牌，分别为香港青州英坭厂“翡翠牌”，越南海防中南水泥厂“龙牌”和华记湖北水泥厂“塔牌”，粗细骨料产自宁波和苏州地区。^[35] 最具地方特色的是，为适应上海公共租界建筑业国际化的产业模式，所有实验结果

数值单位均用英制和公制两种方法表示(图13)，以方便技术交流避免歧义。

钢筋混凝土特别报告的出版受到了很高的评价。1914—1915年的理事会报告写道：“报告得到了全球领先的技术期刊的广泛好评，是学会发展史上的荣耀。”^[36] 相比世界范围内，1907年英国皇家建筑师学会(RIBA)创立的钢筋混凝土委员会(Committee on Reinforced Concrete)为建筑师和工程师出版了一本指导钢筋混凝土结构设计的报告。^[37] 中华国际工程学会于1910年即任命钢筋混凝土特别委员会研究新结构新材料事宜，虽4年后工作才得以结束，但已然是具有相当的前瞻性。

学会的工作促进了建筑技术的标准化，实验数据通过技术规范的颁行，转化

为指导租界建筑实践的参考标准以及规范设计行为的强制力量，保障了之后二三十年代一系列优秀的钢筋混凝土建筑作品在上海的快速增长。1916年上海工部局颁布的《钢筋混凝土规则》中“弯力”部分第61条规定：“钢筋混凝土建筑中受横切重量而生之弯力，须用本规则第六十二条至六十七条之公式，或中国工程学会^[38]钢筋混凝土委员会(一九一四年)年刊内之公式核计之。”^[39] 其中提到的委员会即为中华国际工程学会钢筋混凝土特别委员会，年刊即指这份报告。委员会卓有成效的工作成果成为后世租界建筑业发展重要的技术支撑，并为技术标准化和技术规范的出台铺平了道路，一系列优秀的钢筋混凝土建筑作品才得以在中国快速发展。

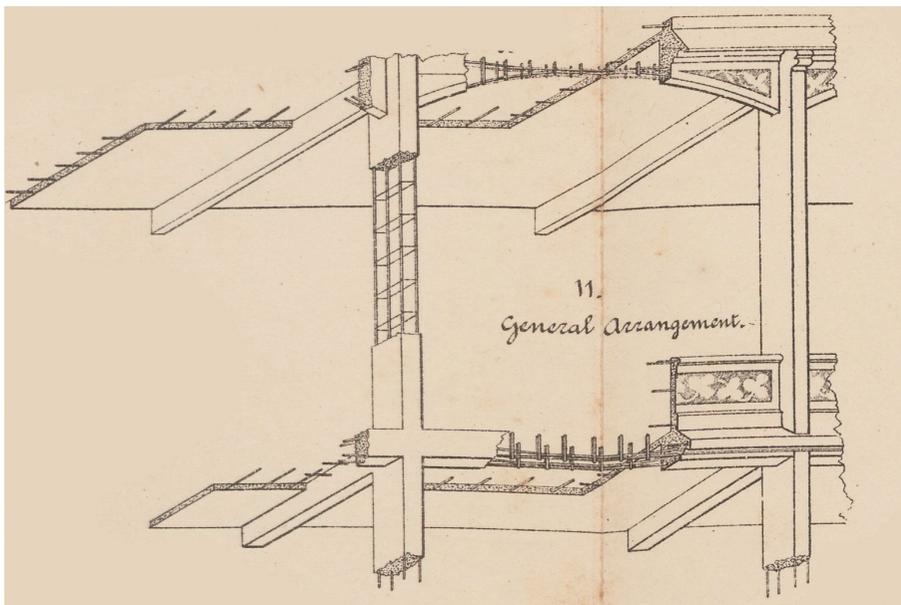


图9: 穆勒文中对钢筋混凝土框架结构的引介

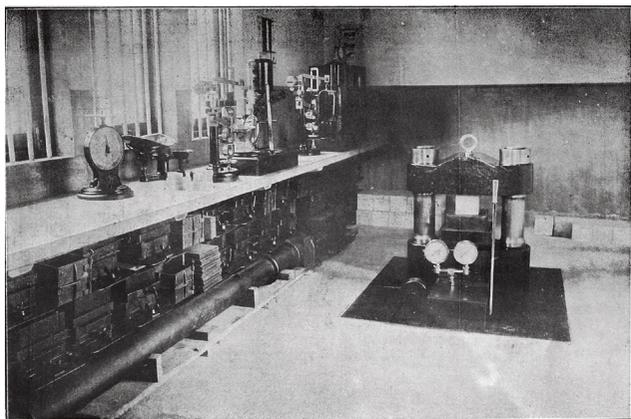


图10: 用以新材料试验的工部局工务处实验室

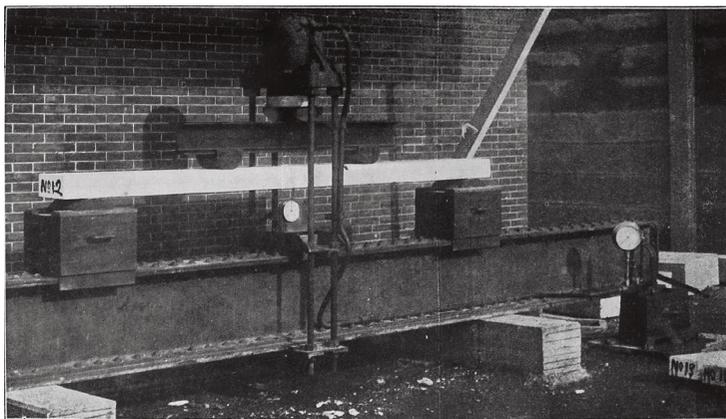


图11: 用于测试混凝土抗压性能的试验设备

3. 对地基基础技术本土化的探索

基础是建筑结构中重要的下部支撑，对建筑的重要性不言而喻。然而上海却因受制于长江口冲积平原的自然条件，地基土质形成年代新、固结度低、松软而不稳定，“地基土的性质类似于橡胶——如果你在上面放一个沉重的建筑，它就会推高周围的地形。”^[40]早在1860年，各建筑公司就开始讨论地质状况调查的问题，但其结果并不尽如人意，玛礼孙在当时甚至提议在上海建造非常低矮并且基础巨大的建筑。^[41]在租界开业的建筑师和工程师，面临的头号难题就是上海的软土与沉降问题。建造活动不可磨灭的在地属性，使得学会工程师意识到，先进的外来技术登陆中国后如要克服水土不服的症状，必须随着当地具体情况而转移。以基础为代表的探索建筑技术本土化的过程，客观上也为中国当地建筑工业的产生提供了工程经验的积累和探索路径的可能。

上海恶劣的地基条件使得租界的建筑工程师不断摸索解决之道，因而地基基础一直以来都是会员的最关心的话题之一。据笔者统计从1901创刊到1941截止，会刊中刊载相关文章数目共13篇，占到全部土木科的12.36%，其中不乏优秀的理论见解和工程实践。比如1903年刊载的梅

因和卡特所著《上海的地基》深深影响了之后30年的上海建筑基础设计，甚至在20世纪40年代还被认为行之有效^[42]；又如1914年第13卷会刊《上海新建滨江电站的基础》，作为少有的工程案例类文章，瑞士籍工程师卢西（Charles Luthy）介绍了其以开创性的基础垫层和沉降缝做法，通过不同配比混凝土的科学实验，成功攻克了滨江电站^[43]基础对防水、抗振动高标准的难题，为后人提供了宝贵经验。^[44]

20世纪20—30年代，房地产市场经济的繁荣刺激地价的攀升和建筑高度的增长。虽然包括钢筋混凝土结构和钢结构内的现代结构技术已经在上海广泛应用^[45]，而且有相当数量的建筑师和工程师针对上海的建筑基础做了许多有价值的实验记录和测试。但是随着建筑高度的不断跃升和工业建筑荷载要求的增加，大型建筑物的沉降问题逐渐成为建筑业面临的头号难题。即使到了1927年，工程师迈耶（H. F. Meyer）依然认为没有普适的方法以应对上海松软的地基。^[46]而且针对上海地基地

质的调查大多数情况下相当受限，工程师和建筑师通常负担不起在建筑物竣工后花费数年时间进行沉降观测和研究，而私人业主更不会费时费力开展此类调查。^[47]全面的有组织的研究尚待进行，对上海软弱地基的专门调查与研究显得愈发迫切。

为此，工程师们不仅在学会内部积极探讨，还将上海面临的棘手问题与国际同仁交流，努力寻求与国际学术界合作。1936年正值现代土力学和岩土工程起步，这一年国际土力学与基础工程学会选举土力学之父太沙基教授为会长^[48]，同年，哈佛大学组织举办了首届地基基础和土力学国际会议。学会核心成员查特利博士敏锐捕捉到此次契机，在他的推动下几位工程师会员向大会递交了论文，学会也成为1936首届国际地基基础和土力学会议的团体成员。翌年学会又于2月和3月举办了两次专门的“基础工程学术研讨会”，对土力学发展和上海的基础工程技术做深入探讨。之后研讨会报告和会议宣读的论文，均刊载于第35卷（1936—1937年）会刊。

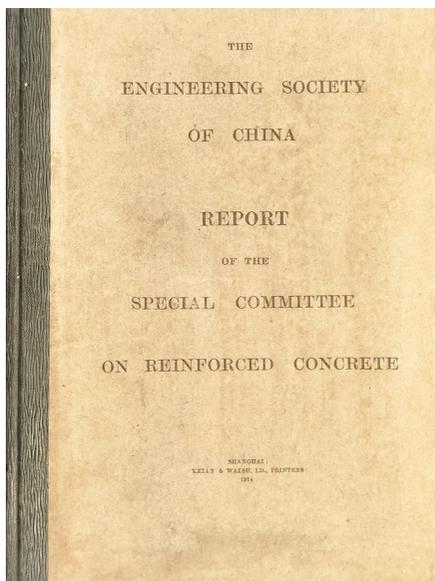


图12:《钢筋混凝土特别委员会报告》封面

TABLE IV
Final Tests of Beams

No.	Reinforcement	Proportion of Concrete: 1 part Cement 2 parts fine Ningpo Sand 4 parts 1/4" RC Stone	Load in Kg					Deflection in mm										
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
1	44% Steel bars 44075%	0.88%	5700	27336	1407	14400	38886	3024	5	4	44% Steel bars 44075%	0.88%	4800	18888	1008	72800	56442	2688
2	Same as No. 1	do	7500	30600	1573	14000	37200	2940	10	Same as No. 1	do	4500	18360	848	125000	50307	2883	
3	Same as No. 1	do	8000	32720	1680	15000	41350	3150	11	Same as No. 1	do	5100	20008	1071	135000	55215	2935	
4	Same as No. 1	do	7900	30600	1572	14600	38886	3024	12	Same as No. 1	do	8000	24480	1240	145000	59308	3042	
5	44% Steel bars 44075%	0.88%	7800	31824	1638	12000	49080	2320	13	Same as No. 1	do	4200	17136	882	108000	44172	2268	
6	Same as No. 5	do	8000	32720	1680	12300	50307	2385	14	Same as No. 5	do	3900	15912	818	83000	33947	1746	
7	Same as No. 5	do	7200	29276	1512	11900	46826	2394	15	Same as No. 5	do	4000	16368	862	102000	41718	2142	
8	Same as No. 5	do	6700	27286	1407	11700	47853	2457	16	Same as No. 5	do	4000	16411	864	99000	40481	2079	
17	34% Steel bars 34075%	0.78%	4800	25708	1108	10800	37844	2494	25	34% Steel bars 34075%	0.78%	3900	20888	900	108000	37844	2494	
18	Same as No. 17	do	4900	26244	1131	10600	37844	2494	26	Same as No. 17	do	3900	20888	900	117000	42665	2702	
19	Same as No. 17	do	6000	32156	1366	12300	46478	2841	27	Same as No. 17	do	4200	22495	970	117000	42665	2702	
20	Same as No. 17	do	6000	32156	1366	11700	42665	2702	28	Same as No. 17	do	4200	22495	970	111000	39451	2564	
21	34% Steel bars 34075%	0.78%	5700	27336	1407	9800	31417	22110	29	34% Steel bars 34075%	0.78%	3600	18360	831	83000	33947	1746	
22	Same as No. 21	do	6000	32156	1366	9800	31417	22110	30	Same as No. 21	do	4200	22495	970	90000	36000	2000	
23	Same as No. 21	do	6000	32156	1366	9800	31417	22110	31	Same as No. 21	do	4200	22495	970	90000	36000	2000	
24	Same as No. 21	do	4800	25708	1108	9000	48204	2079	32	Same as No. 21	do	3600	18360	831	90000	36000	2000	
25	Same as No. 21	do	5400	26992	1247	9900	33024	2306	33	Same as No. 21	do	4800	25708	1108	108000	42665	2702	
33	24% Steel bars 24075%	0.49%	3600	28332	926	7800	61386	2060	41	24% Steel bars 24075%	0.49%	3000	23610	780	81000	35747	2106	
34	Same as No. 33	do	3600	28332	926	8400	66106	2184	42	Same as No. 33	do	3600	28332	926	86000	38000	2184	
35	Same as No. 33	do	4200	33054	1092	7900	59025	1950	43	Same as No. 33	do	3600	28332	926	81000	36347	2106	
36	Same as No. 33	do	3600	28332	926	8100	63747	2106	44	Same as No. 33	do	3600	28332	926	84000	38000	2184	
37	24% Steel bars 24075%	0.49%	3300	25971	858	7800	61386	2060	45	24% Steel bars 24075%	0.49%	3000	23610	780	86000	38000	2184	
38	Same as No. 37	do	3300	25971	858	7800	61386	2060	46	Same as No. 37	do	3600	28332	926	81000	36347	2106	
39	Same as No. 37	do	3900	30693	1014	6900	34003	1784	47	Same as No. 37	do	3600	28332	926	75000	32925	1950	
40	Same as No. 37	do	3300	25971	858	6900	34003	1784	48	Same as No. 37	do	3300	25971	858	72000	32925	1950	

* Beams with hooks on each end 1' long

图13: 钢筋混凝土梁实验结果数据列表

据笔者统计，地基基础相关文章，《会刊》与《会报》13篇，专题研讨会6篇，共计19篇。其中工程设计类和土力学类占比近乎平分秋色（图14），工程设计类中基础工程设计占比是基坑工程的5.5倍，占压倒性优势。在上海深基坑易受邻近土体侧推挤压以致倾覆，基坑工程问题在二三十年代逐渐进入建筑工程师的视野，是与租界建筑密度和高度的增加趋势密切相关的。

受此次哈佛基础工程国际学术会议的直接影响^[49]，对上海软弱地基的专门调研也提上议事日程，学会因而决定于1937年成立常设机构——“基础研究委员会”（Foundations Research Committee，以下简称委员会）。其目标是组织和管理一群当地工程师、物理学家、地质学家和研究人员，在土力学和地基基础的领域展开一系列连续且全面的研究和观察，并与其他机构合作。研究要特别关注适应地方条件，尽快以经济合理的方法对本土的基础工程、土方工程、码头和挡土墙结构进行设计。委员会将不时发布报告、汇报工作进展，以供土木工程师和建筑师、市政当局、公用事业公司、房地产商和一般公众参考。^[50]

1937年委员会正式成立，并准备于1938—1939年间开展实际研究工作。但事实上由于当时敌对活动的滋扰日益严重，上海渐成孤岛。1939—1940年间随着部分委员辞职，委员会工作几乎难以为继，研究的条件不容乐观。到1940年这项颇具意义的工作不得不推迟，未经使用的研究经费也退还给了捐助者。^[51]但在委

员会的不懈努力下，工作前期仍然编撰出版了两份报告，均载于第36卷（1937—1938年）会刊上，其中第二份报告《关于对上海地区结构和土地沉降及相关数据进行观测记录的初步建议》曾于1938年单独以小册子的形式出版。报告指出：“由于缺乏可靠的沉降计算方法，目前上海的建筑与结构设计师受到很大的限制，工程师只能凭借以往经验估计沉降量。设计的基础沉降应均匀，其沉降速率应使主体结构 and 邻近的建筑物免于倾斜损害和严重扰动的危险，也避免开裂造成不美观。”^[52]

委员会考虑到上海地质条件，同时参考了太沙基教授和工部局工务处的建议，决定对不同结构、不同地点的沉降量进行比较分析，对相关荷载和地基数据进行标准化制表，拟定了一个全面的沉降观测方案，并发布了《建筑物沉降量观测记录、荷载和其他数据编制的暂行标准方法》（简称《方法》），以鼓励在整个上海地区展开这项工作。《方法》对观测的方式、参考基准点的选取、数据的记录处理等一系列问题都制定了详细明确的参考标准，发布了绘有基准点的标准平面、剖面参考图（图15）。由于沉降观测的长期性和持续性，要取得真正有价值的结果，工作至少要持续10~15年时间^[53]。在重重受阻的情况下，委员会已经对上海基础沉降问题的解决已经作出了相当的努力。

4. 对公共租界建筑控制活动的技术支持

建筑控制活动的主要目的是保护居民生命和财产安全。建筑法规作为建筑控制

活动的文本依据，制定法规成为保障租界市政建设和建筑发展的重要因素。上海公共租界首部建筑法规1900年由工部局起草编写，之后为适应日益发展的行业需求和技术进步，分别于1910年代和1930年代进行了两次大的修订。^[54]中华国际工程学会作为公共租界最具权威性的工程师组织，成员不仅高度关注公共租界建筑法规制定，而且积极就各类建筑实践相关的控制活动向工部局建言献策，提供了关键的技术支持。学会核心理事成员常由工部局工务处工程师兼任，比如1902年学会副主席梅因（Charles Mayne）、1911年学会主席戈弗雷、1922年学会主席哈珀（Charles Harpur）均曾担任工部局工务处处长一职。他们一方面按照工部局要求进行租界建设管理，另一方面则将学会形成的专业意见提供给工部局进行决策。这种对租界建筑控制活动的意见交换和信息传递，使他们起着执行者和建议者的双重角色。^[55]

20世纪初，公共租界雏形初现的建筑法规保证了工部局对建筑活动管理的权力。但随着大量旧屋的拆除翻新，1900年到1906年租界的建造量猛增4倍，面对与权力相随的审查责任，工部局工作量骤然增加。然而彼时合格的建筑师却很少，大量建筑都由非专业者设计，1904年申请的627份建筑方案中不合格率竟然达到34.5%，长此以往建筑质量难以保证。^[56]1906年学会工程师梅因首次提出实行租界建筑师的注册登记制度，以期解决建筑设计不规范的隐患。注册登记制度对保障会员建筑师和工程师的利益息息相关，因而学会一开始便积极参与这场讨论中来。1907年7月学会表示愿意协助工部局参照香港相关条例形成法规，同年9月经工部局指定、由学会（当时名为上海工程师和建筑师协会）和开业建筑师土木工程师委员会提名，成立了特别小组委员会。其成员共7名，学会成员即占3席，包括时任学会主席金席勒（Henry King Hiller）。特别小组委员会的工作一直持续到1909年，最终因“此种做法会造成垄断”为由遭到北京领事团的拒绝，上海公共租界建筑师

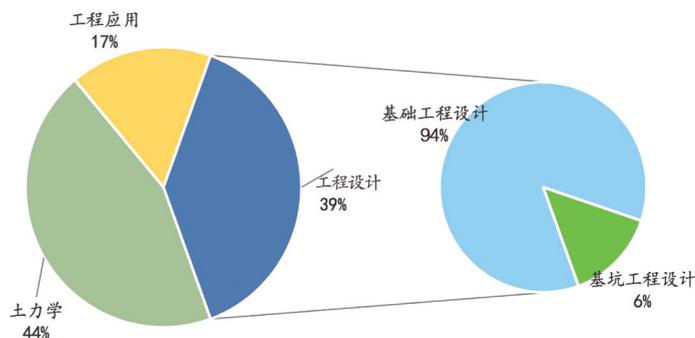


图14：基础专题研讨会和会刊中地基基础类文章主题占比统计图

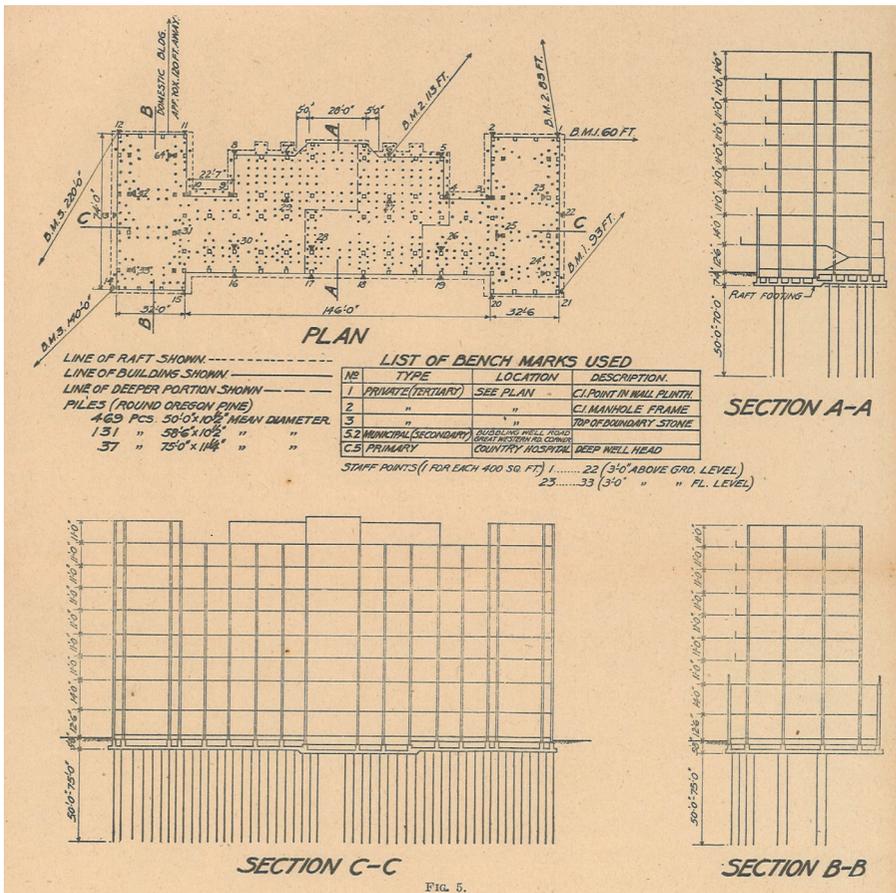


图 15: 基础研究委员会发布的标准参考图

登记注册的努力以失败告终。自此之后未得解决的现实问题越来越突出，学会因而一直对建筑师注册问题保持关注。1911年学会要求工部局将相关法案再呈递领事团，1913年又有多位建筑师和工程师数次上书工部局总董，但工部局的反应却日趋消极，最终只能遗憾了之。^[57]

1910年代公共租界发生的两起特大火灾使工部局意识到更新旧有建筑法规的迫切性，修订新的中式建筑规则和西式建筑规则被提上日程，学会前主席戈弗雷则被任命为主持修订新规则的委员会成员之一。新的规则草案在1916年11月17日完成，又经中华国际工程协会讨论通过后，由工部局于同年12月21日发布，翌年6月21日正式施行。^[58]为回应学会工程师对1916新规则中技术细节的关切，戈弗雷受1917年的学会主席雷诺兹（Frank Oswald Reynolds）的邀请，在当年第16卷会刊中发表了《关于上海建筑法规的几点说明》，对重点条款进行了深入解析，以

明视听。例如针对建筑和结构设计息息相关的建筑高度问题，《新西式建筑规则》条款14(b)规定：任何建筑（除合理的建筑装饰物外）面街一侧任何一点之高度不能超过至对面道路线的垂直地面距离的1.5倍。戈弗雷解释本条款允许必要时底层的一部分可突出到二楼建筑物的外墙之外，并绘制了示意图（图16）进行说明。简而言之，建筑物拟建高度较高时，只要业主在其建筑物二层提供开放空间，二层推进的宽度加上市政道路的宽度，大于等于业主期望的建筑物的高度的三分之二即可满足要求。^[59]通过对规则的进一步阐释解答租界内建筑师和工程师的困惑，为具体建筑实践提供依据。

进入20世纪20年代，上海建筑业进入一个空前繁盛的时期，新技术的普遍应用使得原有的规则再一次显得滞后，工部局因而决定着着手修订新的建筑规则，此次负责修订工作的委员会同样由学会任命。1931年3月19日，时任学会主席汉斯·贝

伦茨（Hans Berents）致信工部局工务处长哈珀（Charles Harpur），建议成立一个由中华国际工程学会和上海地产业主委员会组成的小组，来与工部局一起讨论规则的修改。由于此前学会对1916年规则修订起到的积极作用^[60]，工部局对这一建议非常欢迎，旋即由贝伦茨主席和另外两位结构工程师组织成立委员会。成立伊始，工部局便特别强调了此次修订工作时间紧迫，但直到年底还未见有效成果，委员会因而被解散。尽管如此，由于学会工程师较之工部局有更丰富的实践经验，学会工程师依旧在潜移默化中对规则的修订施加影响。1936年钢结构部分的规则草案修订完成后，首先被非正式地提交给当年的学会主席、工部局重要顾问结构工程师费伯（Sven Erik Faber）^[61]，以征求其专业意见和技术支持。

四、结语

西方建筑技术的引入无疑为在20世纪中国建筑的转型变化注入了原动力，中华国际工程学会自成立之始就致力于促进在中国的各类工程学科的全面发展。虽然1912年中国本土的工程师团体业已成立，学会的影响力并不如期望的那样可以直接辐射全国，但中华国际工程学会作为西人工程师在华成立最早的工程性团体，不仅通过和公共租界管理机构工部局影响上海城市建设，亦依托出版物的发行以及与本土工程学术团体的交流间接影响全国其他地区。因而学会为现代技术在中国的发展与本土化适应作出了相当的贡献，对近代中国工程技术，尤其是建筑技术的现代化过程起到了重要的促进作用。

《中华国际工程学会会刊》作为中国境内最早出现的专业工程学术刊物，无疑扩展了近代中国建筑发展的脉络，延伸了可以追溯的时间轴。其对建筑技术内容的关切，从工程师的角度反映出中国建筑近代化历程中关键性的技术因素的演进轨迹。学会发行的一系列基于工程技术实际的学术文章和基于客观实验

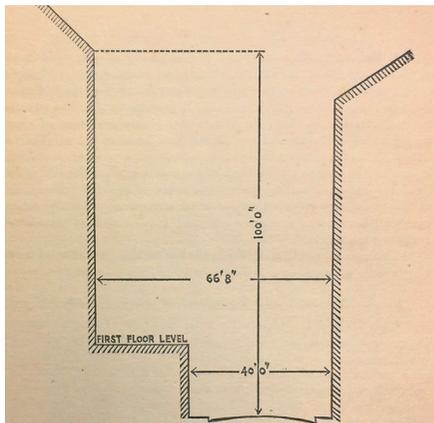


图16:《关于上海建筑法规的几点说明》中针对《新西式建筑规则》条款14(b)的说明图

数据的试验报告,具有很强的前瞻性和先锋性,对近代上海的城市建设控制、土木工程应用、建筑技术发展起到指导和影响作用,对于揭示近代中国建筑技术层面的现代转型有重要的研究价值。建筑新材料、新技术在上海乃至全国的登陆与使用,相当程度会在学会机关刊物中得以体现。加之其与工部局的密切联系和上海租界的特殊地位,使得《中华国际工程学会会刊》成为中外工程界、上海与沪外地区学术联系的纸媒桥梁,并得以运用其国际化因素将影响力延伸至海外。新的本土化的工程技术做法和经验也会随着机关刊物的广泛发行,以此为跳板走向全国。这些刊物因而折射出中华国际工程学会引导现代工程技术在中国从登陆植入、适应改进到最终本土化这一过程的具体图像。

注释

- [1] 参见参考文献[1]: 97-98。
 [2] 参见参考文献[2]: 6。
 [3] 参见参考文献[3]: 23-30, 李海清老师对建筑技术史研究学术史的整理
 [4] 小林实智子, 泉田英雄. 近代中国の技術者協会の機関誌について近代中国の技術者協会に関する研究その1[C]. 日本建筑学会编. 日本建築学会計画系論文集, 2011, 76: 2247-253.
 [5] 小林实智子. 「中国工学会」会員の登録地及び所属に

関する分析: 近代中国の技術者協会に関する研究 その2[C]. 日本建筑学会编. 日本建築学会計画系論文集, 2015, 80 (718): 2935-2942.

- [6] 郑红彬, 刘寅辉. “中华国际工程协会”的活动及影响(1901-1941)[J]. 工程研究-跨学科视野中的工程, 2017, 9(03): 270-281.
 [7] 参见参考文献[4]: 187-204. 吴翎君《打造摩登城市与中国的国际化: “中华国际工程学会”在上海》
 [8] 参见参考文献[5]: 127.
 [9] 参见参考文献[4]: 188.
 [10] 参见参考文献[1]: 97.
 [11] 加布里埃尔·詹姆斯·玛礼孙(Gabriel James Morrison, 1835—1905), 中华国际工程学会创始成员、首任主席, 1886—1889年间担任上海公共租界工部局董事会副总董。玛礼孙曾在英国格拉斯哥大学做土木工程学徒, 学成后在伦敦独立从业。1876年被任命为吴淞铁路总工程师, 此后不久在上海执业, 担任土木工程师和建筑师。1900年他兴办了具有一定规模的打样间, 后与英国皇家建筑师学会会员格拉顿·斯科特合伙成立土木建筑事务所——玛礼孙洋行(Morrison, Gratton & Scott), 代表作轮船招商局大楼等。
 [12] 查尔斯·亨利·戈弗雷(Charles Henry Godfrey, 7—1938), 中华国际工程学会创始成员, 1910—1911届主席, 1901—1908年学会荣誉秘书, 1897年12月4日供职于上海公共租界工部局工务处, 1900年晋升为助理工程师及测量员, 1909—1922年任工部局工务处处长。
 [13] 参见参考文献[6]: 37.
 [14] The North-China Daily News[N]. 1901-01-05.
 [15] 参见参考文献[11]: 242-243.
 [16] 参见参考文献[12]: 168.
 [17] 此译名来自1941年5月出版的《中华国际工程学会会报》Voll-1, 其收录的主席演讲用汉语标注了学会的官方中文名为: 中华国际工程学会。
 [18] 参见参考文献[6]: 21.
 [19] The North-China Daily News [N], 1945-12-16 (3).
 [20] The North-China Daily News [N], 1949-10-27 (3).
 [21] 参见参考文献[5]: 127.
 [22] 详见上海档案馆: 卷宗 Q547-1-67, 中华国际工程学会与中国工程师学会、中国电气协会合作的往来函, 1949.
 [23] 参见参考文献[13]: 375-398. Wu Lin-chun. Foreign Engineers' Activities in China and the Process of China's Internationalization: The Case of the Engineering Society of China, 1901-1941.
 [24] 参见钱海平. 以《中国建筑》与《建筑月刊》为资料来源的中国建筑现代化进程研究[D]. 浙江大学, 2011.
 [25] Appendix: Suggestions for Subject-Matter for Papers[C]. The Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council 1936-1936. Shanghai: China Reconstruction & Engineering Review, 1936:116.
 [26] 2007年已经改造为上海1933老场坊创意产业园区
 [27] 详见 A.C. Wheeler. Abattoir Design and Their Equipment[C]. Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council 1935-1936, Vol. XXXIV. Shanghai: China Reconstruction and Engineering Review, 1936:1-141.
 [28] 详见 P.F.P. Unterberger. Flat Slab Design: A

Comparison of the Exact Theory and Various Practical Approximations[C]. Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council 1933-1934, Vol. XXXII. Shanghai: North-China Daily News and Herald, Ltd, 1935:19-59.

- [29] 参见参考文献[14]: 47.
 [30] 埃纳比克体系和康氏钢筋体系是两种早期的现代钢筋混凝土结构体系, 分别由其发明者弗朗索瓦·埃纳比克(Francois Hennebique) 和尤里乌斯·康(Julius Kahn) 的姓氏命名。
 [31] 参见参考文献[15].
 [32] 参见参考文献[16]: 70.
 [33] 有关实验的详细技术过程详见参考文献[17].
 [34] 有关实验的筹备参见参考文献[18].
 [35] 实验用材料的选择参见参考文献[17].
 [36] Report of the Council[C]. The Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council. Shanghai: Kelly & Walsh, Ltd., 1915:166.
 [37] 参考文献[19]422.
 [38] 学会直到1939年才正式确定官方中文名为: 中华国际工程学会, 在此之前中文名称版本不一。
 [39] 陈炎林. 上海地产大全[M]. 上海: 华丰印刷铸字所, 1933:821.
 [40] 参见参考文献[20]: 7.
 [41] 参见参考文献[21]: 65,76.
 [42] 参见参考文献[22]: 90.
 [43] 今上海杨树浦滨江发电厂
 [44] 参见参考文献[23]: 90.
 [45] 参见参考文献[24]: 126.
 [46] 参见参考文献[25]: 43-51.
 [47] 参见参考文献[26]: 3-4.
 [48] 卡尔·太沙基(Charles Terzaghi, 1883-1963) 奥地利岩土工程师, 地质学家, 被誉为土壤力学之父, 1925年发表《基于土壤物理属性的土结构力学》后, 现代土壤力学和岩土工程开始蓬勃发展。详见参考文献[19]387
 [49] 参见参考文献[6]: 37.
 [50] 参见参考文献[27]: 7.
 [51] 参见参考文献[28]: 8-9.
 [52] 参见参考文献[29]: 4-5, 8-9.
 [53] Foundations Research Committee, Preliminary Recommendations for the Observation and Recording of Structural and Earth Settlement, and Related Data, in the Shanghai Area [C]. The Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council. Shanghai: China Reconstruction & Review, 1938:3-4.
 [54] 参见参考文献[30]: 57.
 [55] 参见参考文献[31]: 62
 [56] 参见参考文献[32]: 59.
 [57] 有关近代上海公共租界建立建筑师注册登记制度的尝试, 详见: 唐方. 都市建筑控制[D]. 同济大学, 2006.
 [58] 参见参考文献[33]: 250.
 [59] 详见 C. H. Godfrey, H. Ross. Some Notes on Shanghai Building Rules[C]. The Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council. Shanghai: Kelly & Walsh, Limited., 1917:223.
 [60] 参见参考文献[30]: 132.
 [61] 参见参考文献[30]: 183.

参考文献

- [1] 娜塔丽. 工程师站在建筑队伍的前列——上海近代建筑历史上技术文化的重要地位[C]. 张复合编. 中国近代建筑研究与保护 5. 北京: 清华大学出版社, 2006: 96-106.
- [2] 张复合. 中国近代建筑技术史研究势在必行[C]. // 第14次中国近代建筑史学术年会论文集, 2014: 3-9.
- [3] 李海清. 再谈现代转型: 中国本土性现代建筑的技术史研究[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2020.
- [4] 苏智良, 蒋杰. 从荒野芦滩到东方巴黎: 法租界与近代上海[M]. 上海: 上海社会科学院出版, 2018.
- [5] 吴翎君. 推动工程国家——中美工程师协会在中国(1919-1941)[J]. 近代史研究, 2018(5): 122-133.
- [6] N.W.B. Clarke. Presidential Address: Notes on the history of the society 1901-1940[J]. Journal of the Engineering Society of China, 1941May (Vol.II No.1): 6-7, 21, 37
- [7] 郑红彬, 刘寅辉. “中华国际工程协会”的活动及影响(1901-1941)[J]. 工程研究-跨学科视野中的工程, 2017, 9(03): 270-281.
- [8] 徐苏斌, 青木信夫, 王玉茹. 中国城市近现代工业遗产保护体系研究: 第一卷-国际化视野下中国的工业近代化研究[M]. 北京: 中国城市出版社, 2021.
- [9] 李海清. 中国建筑现代转型[M]. 南京: 东南大学出版社, 2004.
- [10] 郑时龄. 上海近代建筑风格[M]. 上海: 同济大学出版社, 2020.
- [11] Annual General Meeting, 26th November, 1912. The Engineering Society of China, Proceedings of the Society and Report of the Council [C], 1911-1912, Vol. XI, Shanghai: North-China Daily News and Herald, Ltd, 1912.
- [12] Report of the Council for the term ending June 30, 1915. The Engineering Society of China, Proceedings of the Society and Report of the Council [C], 1914-1915, Vol. XIV, Shanghai: Kelly & Walsh, Ltd, 1915.
- [13] María Dolores Elizalde, Wang Jianlang. China's Development from a Global Perspective. [M] Cambridge Scholars Publishing, 2017.
- [14] 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.
- [15] E. J. Muller. Reinforced Concrete[C]. Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council 1904-05, Vol. V. Shanghai: North-China Herald, 1905: 121-151.
- [16] 伍江. 上海百年建筑史[M]. 上海: 同济大学出版社, 1997.
- [17] The Engineering Society of China. Report of the Special Committee on Reinforced Concrete[R]. Shanghai: Kelly & Walsh, Ltd., Printers, 1914.
- [18] Reinforced Concrete Research Work, The Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council [C], 1910-1911, Vol. X, Shanghai: North-China Daily News and Herald, Ltd, 1911.
- [19] [英]比尔·阿迪斯, 程玉玲译. 世界建筑3000年: 设计、工程及建造[M]. 北京: 中国画报出版社, 2019: 387, 422-423.
- [20] Sidney J. Powell, Foundation Symposium: A Contribution [C]. The Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council. Shanghai: China Reconstruction & Engineering Review., 1937.
- [21] 崔梓祥. 上海近代工业建筑的结构技术演进——以杨树浦滨江工业带为例[D]. 同济大学, 2017: 65, 76.
- [22] 杨奕娇. 上海近代结构技术史研究——以外滩建筑为例[D]. 同济大学, 2016: 90.
- [23] 孙恒瑜. 远东都会的能源支撑——杨树浦电厂工业遗产研究[D]. 同济大学, 2018: 90.
- [24] 钱海平, 杨晓龙, 杨秉德. 中国建筑的现代化进程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 126.
- [25] H. F. Meyer. Pile Foundations in Shanghai. [C]. Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council 1926-1928, Vol. XXVI. Shanghai: North-China Daily News and Herald, Ltd, 1928: 43-51.
- [26] Foundations Research Committee, Preliminary Recommendations for the Observation and Recording of Structural and Earth Settlement, and Related Data, in the Shanghai Area [C]. The Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council. Shanghai: China Reconstruction & Review., 1938.
- [27] Foundations Research Committee, Frist Progress Report. [C]. The Engineering Society of China. Proceedings of the Society and Report of the Council. Shanghai: China Reconstruction & Review., 1938: 7.
- [28] Report of the Council [J]. Journal of the Engineering Society of China, 1941May (Vol.II No.1): 8-9.
- [29] Report of the Council, Session 1937-1938, The Engineering Society of China, Proceedings of the Society and Report of the Council [C], 1937-1938, Vol. XXXVI, Shanghai: North-China Daily News and Herald, Ltd, 1938: 4-5, 8-9.
- [30] 唐方. 近代上海公共租界建筑法规研究[M]. 南京: 东南大学出版社, 2009.
- [31] 张鹏. 都市形态的历史根基: 上海公共租界市政发展与都市变迁研究[M]. 上海: 同济大学出版社, 2008: 62
- [32] 赖德霖. 中国近代建筑史研究[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [33] 马长林, 黎霞, 石磊. 上海公共租界城市管理研究[M]. 上海中西书局, 2011.

图片来源

图1 《中华国际工程学会会刊》Vol.V, 1904-1905

图2 The North-China Daily News: 1901-01-05

图3 《中华国际工程学会会报》1941, May (Vol.II No.1): 26

图4 作者自绘

图5 同济大学图书馆

图6 上海图书馆徐家汇藏书楼

图7~图8 作者自绘

图9 《中华国际工程学会会刊》Vol.V, 1904-1905

图10~图13 Report of the Special Committee on Reinforced Concrete, 1914

图14 作者自绘

图15 《中华国际工程学会会刊》Vol.XXXVI, 1937-1938

图16 《中华国际工程学会会刊》Vol.XVI, 1916-1917