

【编者按】近年来，随着国内一大批超高层建筑、机场航站楼和异形建筑的兴建，我国的建筑结构技术得到了快速发展，在结构形式、设计方法、弹塑性分析、节点构造、施工技术等方面的研究和应用上取得了重要突破，也引起了广大工程技术人员普遍关注。本栏目的第一部分已在今年四月刊出，感兴趣的读者可以查阅。本期我们有幸采访到我国钢结构事业的开拓者陈绍蕃教授，陈教授结合几十年的从业经历，在详细讲述我国钢结构规范历史演变过程的同时，也与我们分享了他在学习、生活以及教书育人中的心得体会，让我们在感受到老一辈学者严谨治学的同时也深深被他们高尚的人格魅力所感染。同时还邀请了深圳平安金融中心、中国尊、京基 100 大厦、人民日报社报刊综合业务楼、奥运瞭望塔、深圳 T3 航站楼等国内重大项目的结构专业负责人，全方位介绍了设计中的重点、难点及工程幕后一些不为人知的故事。

《建筑结构》要特别感谢所有受访者的支持，我们希望通过自己的努力，能为中国的建筑结构行业搭建这样一个沟通的平台，忠实地记录在项目实践中工程师们的思考与探索。

德业双馨启后学，志在报国无他求

——访我国钢结构事业的开拓者陈绍蕃教授

《建筑结构》：您作为我国钢结构行业的开拓者之一，伴随新中国的成立，历经几十年学术研究，取得了丰硕的研究成果，请问是怎样的机缘让您选择并一直坚守这个行业，并且将学术研究作为终身的事业？请着重介绍一下您的研究方向和主要研究成果。

陈绍蕃：我原来在工程单位从事桥梁设计和施工工作，主要是搞钢桥。由于我生性好静，喜爱读书和研究，于 1950 年应聘到沈阳工学院任教。1952 年教学改革，学校更名为东北工学院，土木系的专业方向也由桥梁工程转为房屋建筑工程，此后我的课程就固定为钢结构，一干就是几十年。

在改革开放之前，人员很少流动，从沈阳调到西安是全国高校院系调整的结果，并非个人行为。到西安后，我承担的课程依然没有变。随着改革开放，高等教育的前进步伐很快，先是恢复招收硕士研究生，不久又开始培养博士研究生。我作为第一批博士生导师，感到压力很大。但是压力也是动力，催人奋进。我努力提高自己，适应新的工作，总算没有辜负组织的信任，培养出多名合格的博士。第一批毕业的博士生，就有一人被国家教委和国务院学位委员会评为“做出突出贡献的中国博士学位获得者”。承担新工作必然有艰辛，但完成任务又会带来不小的乐趣。

高等学校的教师必须从事科学研究，才能不断提高教学水平。上世纪 50 年代后期，我校参加中国和苏联协作的科研项目“预应力钢结构”，我分担了预应力钢吊车梁的研究。后来因为中苏关系发生变化，课题停顿下来。我还结合毕业设计指导工作，对圆形双层悬索屋盖进行过研究，取得一定成果，但没有形成自己的研究方向。直到 70 年代初从事和编制钢结构设计规范有关的课题后，我的科研方向才逐渐明确：研究钢结构的基本性能，侧重结构稳定理论在钢结构设计中的应用。结合第一代规范的编制，我分工的课题是压弯构件的平面外稳定，

既进行理论分析，又做试验。通过分析研究，我发现苏联规范对单轴对称截面的规定不符合实际。在此基础上提出我们自己的条款。这次研究工作养成我理论与实际相结合的良好习惯，也使我领悟到只要对问题深入进去，就会有收获。此后，我除了对压弯构件的平面外稳定继续研究外，还扩展到轴压构件、受弯构件、冷弯型钢、局部稳定和支撑计算等许多方面，取得的成果大部分都在 2013 年出版的专著《钢结构稳定设计指南》第三版中有所反映。

科学研究要取得成果，不可能是一蹴而就，而是经常会遇到一些挫折。但是，探索真理是个引人入胜的过程，工作使我对钢结构产生浓厚的兴趣，就这样，钢结构成为我生活的主体。

《建筑结构》：您一直担任我国钢结构行业多种规范、规程的起草工作，并主持了其中相应的科研项目，对钢结构方面规范的历史比较清楚。能否谈谈我国钢结构相关规范的历史演变过程？另外，目前我国钢结构规范的内容哪些在国际上处于领先水平，哪些还存在不足？

陈绍蕃：1954 年我国曾经颁布一本《钢结构设计规范》（规结 4-54），内容基本上和苏联上世纪 40 年代的规范相同。由于苏联改用基于极限状态法的新规范 ННТУ121—55，国家建委 1956 年发出通知改用这本规范。到了 60 年代初期，我国开始着手制订自己的钢结构设计规范。1964 年推出一本讨论稿（称为 64 年 5 稿）。但是 1966 年文革开始，有关工作停滞，这本规范就此夭折了。因此我国的正式《钢结构设计规范》应该从 1974 年的规范 TJ 17—74 算起。这次制订规范，国家拨给充足的经费和钢材指标，而且正值高等学校停课期间，参加规范工作的教师都有充分的时间潜心研究和进行试验，规范组也有条件组织长时间的、细致的讨论，最后颁布的规范 TJ 17—74 是体现我国研究成果的成功之作。压杆稳定系数 φ 、压弯构件平面内稳定系数 φ_p 、平面外稳定系数 φ_l 和梁的稳定系数 φ_w 都

不同于原来借用的苏联规范。这本规范成功使用了 14 年后被第二代规范 GBJ17—88 所取代。这个版本出现在改革开放之后,除了吸收我国新的科研成果(如压杆的局部稳定要求和杆件长细比挂钩)之外,也充分注意和国际先进技术接轨,如压杆的 φ 系数由一条曲线改为三条,压弯构件的稳定计算改用两项相关公式。又过了 15 年,第三代规范 GB 50017—2003 问世,这本规范的新内容首先是为了适应钢结构发展的新形势,结合高层建筑钢结构的需要,增加了厚壁轴压柱的 d 类 φ 系数;为了剖分 T 形钢的推广应用,放宽了 T 形截面钢压杆的板件宽厚比限值。这些新条款都以我们自己的科研成果为依据。这个版本的另一新内容是梁腹板局部稳定计算方法的除旧布新,老的计算方法是全弹性的,显然不合乎钢材的实际性能。当前,第四代规范的草案已经通过审查会的审查,正式颁行为期不远。2003 规范存在的一些缺点如焊接梁整体稳定系数偏大,各类截面压杆的板件宽厚比限值的计算方法不协调等都得到改正。我有幸参与了四个版本的编制和修订工作,历时四十余年,在做出点滴贡献的同时,自己也得到了提高。

钢结构设计规范是国家钢结构整体技术水平的反映。我国规范在经历编制和三次修订后虽然内容比较完善,称得上是一本后起之秀,但我认为和经济发达国家相比,还是有一定差距。差距首先反映在连接的强度设计值上。Q235 钢的焊件,角焊缝的强度设计值为 $f_f^w = 0.38 f_u^w$,而美国的转换系数是 0.45,比我国高 18%,高强度螺栓抗拉连接的强度设计值 $f_t^b = 0.48 f_u^b$,与此相对应的美国转换系数是 $0.75 \times 0.8 = 0.6$,比我国高 25%。我国的钢结构企业能够出色地完成北京国家体育场(鸟巢)钢结构那样高难度的工程,说明技术水平并不比发达国家逊色。可能是由于中小钢结构企业的技术水平参差不齐,只能采用较低的强度设计值。

差距要求我们迅速改进。不过,我们的规范也有它的亮点。规范 GB 50017—2003 开始有支撑设计的条款和带撑框架区分为强、弱两类支撑的条款。第四代规范草案中,我们提出了单边连接单角钢压杆换算长细比的计算公式,公式在外表上和我国规范相近,但实质上有不小的改进。主要是对高强度钢材实行部分调整而不是全部调整,计算结果更加贴近实际,并且可以节约钢材。美国规范有它先进的一面,但同时存在其他一些缺点错误,我曾在一篇论文中加以讨论(见《建筑钢结构进展》2012 年第 5 期)。但是,绝对不能因此而自诩我们的水平高。我国规范除连接强度设计值外也还有其他不足之处,从规范修订的进展情况看,工作缺少全面规划,从而会留下历次修订都无人过问的死角,角焊缝的强度设计值是其中一例。

《建筑结构》:您不仅在国内钢结构学术界享有盛誉,而且是一位享有很高国际知名度的学者,在钢结构理论方面的研究和学术水平得到国际学术界的认可。请介绍一下目前我国钢结构发展状况,现今主要存在哪些问题,是否有相关的建议?

陈绍蕃:我的视野不够宽广,只能结合规范工作谈一点认识。我国钢结构设计规范的体制有一个优点,就是编制一些专门的规程作为规范的补充,以满足生产发展的需要。例如上世纪末先后制订了行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ 99—98)和协会标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102:98)。前者是国家重点科研项目“高层钢结构成套技术”的组成部分,为自主建设高层建筑创造条件。轻型门式刚架是省工省料的技术先进的结构体系,在我国钢产量丰富的条件下亟需推广应用。CECS 102:98 是应运而生的“急救篇”,但它的颁布实施依然起了很大的作用。然而,制订专门规程作为规范的补充,还存在需要进一步探讨的问题。规范属于国家标准,而规程则是行业标准,比前者低一级。按理说,规程不应有和规范相抵触的条文,然而当规范存在缺点时,规程是否应该盲目跟从,照搬这些条文?GB 50017—2003 把抗剪高强度螺栓连接的分类——摩擦型和承压型,不恰当地推广到抗拉连接,行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》(JGJ 82—2011)在其第 4 节“连接设计”中完全照搬规范的条文,抗拉螺栓连接又分别列在摩擦型连接和承压型连接两类之中。然而在该规程的第 3 节“基本规定”中对抗拉螺栓连接却不区分两类,而是只规定一种承载能力极限状态:螺栓或连接件达到抗拉强度,形成前后不一致的混乱现象,这项缺点反映出规程编制者的苦衷。抗拉连接的承载能力的极限状态只有抗拉强度一种,板层挤压力松开应属正常使用极限状态,由于 GB 50017—2003 规范没有提到抗拉螺栓连接的极限状态,规程的条文表面上不和规范冲突,第 4 节虽然照搬规范的规定,实际上并没有完全遵守,第 5.3 节外伸式端板连接接头的计算,虽说是采用摩擦型连接,但螺栓内力分配并未按照摩擦型的概念进行。规程于 2011 年发布实施,按理第四代规范应该参照规程的合理条款进行修改,但规范草案仍然保留 2003 版的规定。规范和规程不一致,将使设计人员无所适从,我个人以为规程编制者发现规范有不妥处,应该和规范方面充分交换意见,达成共识。

我国钢结构领域存在的另一个问题是各个行业之间缺少沟通,技术名词的不统一足以说明问题。建筑钢结构通常称为“支撑”的构件,在铁路桥梁钢结构设计规范中却称为“联结系”。实际上支撑一词是我国长期以来的习惯用语,后来学习苏联,才把俄语名词直译为联结系以代替支撑。现在到了

改回来的时候了。与此同时,铁路钢桥的钢材按国家标准《桥梁用结构钢》(GB/T 714)生产,属于高性能钢材,它的化学成分及力学性能和《建筑用钢板》(GB/T 19879—2005)大同小异,似乎可以统一为《高性能结构钢》。

规范和规程之间加强沟通,不同部门之间加强沟通,肯定有利于钢结构技术水平的提高。

《建筑结构》:能否谈谈您退出教学第一线以后的工作和生活呢?

陈绍蕃:年满 80 岁后我感到体力和脑力一起衰退,难以胜任繁重的工作,遂申请退休。学校领导答应我不再承担教学任务,但要我留下来继续从事力所能及的工作。退居二线后的十几年,我大部分工作是科学研究,所选课题一是不离开原来的研究方向;二是选择有现实意义的小题目。例如,2003 规范规定,桁架杆件在高长比较大时需要考虑次弯矩的影响,但没有如何考虑的条文相配合。我进行分析,提出计算方法的建议。2003 规范对压杆板件宽厚比的规定存在不统一的情况,我用屈服准则和等稳准则相结合的原则提出统一的计算公式。我所研究的课题都是自选的,没有条件进行试验,但很多课题我都找到已发表的试验资料加以利用,我在 2008 年提出的单边连接单角钢压杆的计算公式,是从大量已有试验资料归纳得出的。试件包含 Q235 钢和 Q345 钢,建议的等效长细比计算公式有一个特点,即对不同强度等级的压杆,采用部分修正的办法。后来,我校承担一项 Q460 钢的单角钢压杆试验研究项目。我的公式略加调整后,和这种新高强钢材试验结果吻合很好。如果依照采用全部修正法的美国 AISC 规范的公式进行计算,承载能力要比试验值低得多。对复杂的稳定计算进行简化,也是我的研究工作的一个方面。我的简化方法不是基于数学运算的简化和近似,而是从构件性能分析着眼。轴线受压的不等边角钢是个很简单的杆件,但是它的稳定承载力需要用三次方程式求解,计算复

杂,我提出的简化公式则计算简便,和试验资料符合较好。

从 2004 至 2013 的十年间,我在各类学报、期刊上总共发表中文论文 32 篇,英文论文 6 篇,我的不少研究成果写入了第四代钢结构设计规范的草案中。如果不出现变化,这些成果将会有一定社会效益。

大学的任务有三个方面:人才培养、科学研究和社会服务。作为教师也应肩负这三方面的任务。除参与规范新版本的起草外,我从事的另一项社会服务工作是为期刊审稿,对每一篇送来的稿件我都认真阅读和评论。在人才培养方面我的任务是修订教科书。我负责主编的本科生用的《钢结构》上、下册,去年被评为国家级推荐教材,让我很受鼓舞,更加尽心尽力做好这项工作。我对教科书的任务提出了新的看法:教科书不仅是传授知识的工具,还应该担负起开发智力、启迪思辨精神的任务。为此,最近这次修订除了更新内容外,还要改进写法:改变定势思维为开放性思维,避免刻板式叙述,关注条件变化,树立全面考察争取优化的思想,结合论述内容提出讨论和思考的问题。现在书稿已经交给出版社,但是由于在旧道路上走惯了,书稿和设想还有很大差距。虽然钢结构已经成为我生活的主体,但是毕竟年纪大了,要注意既尽力而为,又量力而行,做到有张有弛。我的工作只限于白天,每周六天,但是阅读三份报纸也都在白天,占用不少工作时间,晚上只是听音乐和看电视。非专业的阅读是我工作之外的一项爱好,主要在星期天。

《建筑结构》:作为国家第一批批准的博士生导师,可谓是桃李满天下,请问您对培养学生有什么心得?对年轻的科技工作者在选择自己的研究方向上能否给出建议,怎样让自己的研究既不脱离实际,又具有一定前瞻性?对从事钢结构行业事业的年轻一代学者和工程师有什么期望和建议?

陈绍蕃:确定科研方向有两个因素:工作需要(下转第 39 页)

陈绍蕃,西安建筑科技大学资深教授,浙江海盐人,1919 年出生,1943 年重庆中央大学结构工程硕士。科研方向为钢结构基本性能和设计原理,主要致力于结构稳定理论和钢结构设计相融合。参与《钢结构设计规范》的编制和历次修订工作,《高层民用建筑钢结构技术规程》和《门式刚架房屋钢结构技术规程》的编制工作,国际标准《钢结构材料与设计》(英文)的编制工作。结合这些规范、规程进行的研究工作涉及厚壁压杆稳定系数, T 形截面压杆腹板宽厚比,角钢压杆弯扭屈曲的简化计算,单边连接单角钢压杆的等效长细比,梁整体稳定计算的改进和扩展,梁腹板非弹性局部稳定计算和屈曲后强度利用,压弯构件平面外稳定计算的多方面问题,以及压杆板件宽厚比限值的屈服准则和等稳准则的统一考虑等。

出版专著《钢结构设计原理》和《钢结构稳定设计指南》(现在均已出第三版)。前者先后审定“九五”国家级重点教材和研究生推荐教材。后者从基本概念阐明稳定设计的特点,解释原理并提供实用计算方法。参与国际协作的英文专著《金属结构稳定·世界观点》的编写工作,任中国地区协调人,把中国规范稳定设计的内容和特点介绍给全世界。1959-2003 年间发表的主要论文汇集成《陈绍蕃论文集》于 2004 年出版。主编《现代钢结构设计师手册》上册,于 2006 年出版。

上世纪 60 年代以来,多次参与或主编全国通用的钢结构教材。1988 年主编的推荐教材获建设部优秀教材一等奖。2003 年主编的《钢结构》上、下册教材采用了新体系,2005 年获得陕西省高校优秀教材一等奖,2013 年被评为“十二五”普通高等教育本科国家级规划推荐教材。作为国家第一批批准的博士生导师,培养的博士已有多名在学术界崭露头角,成为教授和博士生导师,有的还获得国家科技进步二等奖。

1978 年以来多次获部级和国家级科技进步奖、优秀国家标准规范奖。1978 和 1986 年先后获冶金工业部和全国教育系统劳动模范称号。

