

钢结构的应用前景及教学思考*

董事尔, 张鹏

(西南石油学院 建筑工程学院, 四川 南充 637001)

[摘要] 本文根据钢结构的特点, 重点介绍了钢结构在欧洲、美国和日本等广泛应用的情况。我国改革开放以来, 钢产量持续增加, 已经达到了约 1.6 亿吨, 钢结构产业政策, 也从上世纪中叶的“节约用钢”, 发展到本世纪初的“推广用钢”, 这是我国钢结构政策的重大转变。结合我国部分高校中对钢结构教学认识滞后的情况, 提出了在土木工程专业的技术基础课中设置钢结构设计原理的参考教学内容和在对应专业方向中设置相应钢结构设计的教学思路。

[关键词] 土木工程; 教学; 钢结构; 应用

[中图分类号] TU391-4

[文献标识码] A

[文章编号] 1005-2909(2003)03-0034-04

Some thinking in the teaching of steel structure of civil engineering specialty

DONG Shi-er, ZHANG Peng

(School of Civil Engineering, South West Petroleum Institute, Nanchong 637001, China)

Abstract: According to characteristics of steel structure, the authors introduce the applying of steel structure in Europe, America & Japan. The output of steel in our country have achieved 160 hundred million tons after 1978. The industry policy of steel structure also have changed, "economy in the using of steel" in the middle period of the previous century, and new, "extending in the using of steel" at the early period of this century. This is the importance change of steel policy in our country. Combining to the understand for teaching of steel structure has leg in some instates, the authors of this paper put forward reference teaching contents in design principle of steel structure in civil engineering specialty, and set up the corresponding steel structure design in the corresponding specialty direction.

Key words: civil engineering; teaching; steel structure; apply

一、钢结构应用与特点

钢结构在国内外的应用已经有上千年的历史。在中国古代, 始建于清康熙三十五年(1696年), 完工于清康熙四十四年(1705年)的四川大渡河上的泸定桥最为著名; 1949年解放以后, 1957年建成的武汉长江大桥, 1959年落成的人民大会堂, 1968年建成的南京长江大桥等, 这些都是有名的钢结构建筑。在国外, 位于法国巴黎塞纳河畔的埃菲尔铁塔, 高300米, 1887年始建, 1889年建成, 是欧洲最有名的钢结构建筑。20世纪50年代以后, 钢结构的应用更是举不胜数, 尤其是在国外发达国家, 钢结构的应用更加普及。例如在日本, 钢结构在日本建筑工

业中占主要地位, 尤其是在工业建筑中, 钢结构占绝对优势(80~90%)^[1], 已形成钢材、成型、制造、安装等一整套比较完整的工业化体系, 在钢结构的建设速度和经济效益方面都取得了很大的进展。在民用建筑中, 欧洲、美国和日本的钢结构建筑面积占总建筑面积的40%^[2], 在日本, 甚至以规范的形式规定, 五层以上的建筑禁止以钢筋混凝土为主要建筑材料^[3]。

钢结构在近一个世纪以来得到大量应用, 这是和钢材的优点密不可分的。

1. 建筑钢材强度高, 塑性韧性好

强度高, 适用于建造跨度大、高度高、承载重的

* [收稿日期] 2003-06-10

[作者简介] 董事尔(1963-), 男, 四川渠县人, 西南石油学院副教授, 工学硕士, 从事计算力学、结构工程和岩土工程等教学研究。

结构;塑性好,结构在一般条件下不会因超载而突然断裂,只增大变形,故易于被发现;韧性好,适宜在动力荷载下工作,因此在地震区采用钢结构较为有利。日本钢结构之所以位处于建筑业主导地位,日本为地震高发国家是其重要原因之一^[1,4]。

2. 钢结构的重量轻

钢材比重大,强度高,做成的结构却比较轻。以同样跨度承受同样的荷载,钢屋架的重量最多不过为钢筋混凝土屋架的 1/3 ~ 1/4,冷弯薄壁型钢屋架甚至接近 1/10^[4]。重量轻,可减轻基础的负荷,降低地基、基础部分的造价,同时还方便运输和吊装。

3. 钢结构制作简便,施工工期短

钢结构构件一般是在金属结构厂制作,施工机械化,准确度和精密度皆较高。钢结构所有材料皆已轧制成各种型材,加工简易而迅速。钢构件较轻,连接简单,安装方便,施工周期短,在建筑工程中,一般三、四天可以建成一层。钢结构由于连接的特性,易于加固、改建和拆迁。

4. 钢材可回收再利用

由于钢材可回收再利用,所以,钢结构建筑被称为绿色建筑,钢材被称为绿色建材。20 世纪 90 年代以来,我国的城市化建设进程很快,大量混凝土结构建筑和砌体结构建筑,由于城市改建而被拆除,每年产生的建筑垃圾不计其数,而且难于处理,特别是在大城市的改建与扩建中,建筑垃圾的处理成了一个非常棘手的问题。而钢结构建筑可以大大减少建筑垃圾,与相同建筑面积的混凝土结构建筑相比,钢结构建筑产生的建筑垃圾减少 50% 以上。2001 年 10 月 17 日《人民日报》报道,2008 年奥运会的奥运村建设时,将大量采用 H 型钢来建设各种体育场馆与运动员村,这也是北京“人文奥运,绿色奥运”的重要体现。

二、我国政府关于钢结构行业的政策

钢结构的合理应用范围不仅取决于钢结构本身的特性,还取决于国民经济发展的具体情况。过去由于我国钢产量不能满足国民经济各部门的需要,钢结构的应用受到一定的限制。近几年来我国钢产量有了很大发展,1949 年全国钢产量只有十几万吨,改革开放 20 年,我国钢产量从 1978 年的 3178 万吨增加到 1999 年的 12395 万吨,以每年 300 万吨以上的增长速度发展,成为世界上的产钢大国。其中成品钢材产量从 1978 年的 2208 万吨增长到 1999 年的 12102 万吨,同样以每年 200 万吨以上的速度增长,

2001 年,我国的钢材产量达到了 15745 万吨。我国钢结构的应用也从 20 世纪 50 年代的“节约用钢”发展到 80 年代的“合理用钢”,到 1998 年 10 月,建设部在《关于建筑业进行推广应用 10 项新技术的通知》中提出“提倡用钢”,到 2000 年 1 月,中国建筑金属结构协会建筑钢结构会议发出了《关于推行钢结构住宅的倡议书》,这是建国 50 多年来我国钢结构政策的重大转变。

1. 1956 年:尽量采用节约钢材的设计方案

我国政府关于钢结构行业的政策自建国以来,经历的过程大致如下:1956 年建筑工程部设计总局颁发《1956 年设计技术组织措施计划纲要》,强调最大限度采用标准设计,尽量采用节约钢材的设计方案。1985 年《国家建筑技术政策纲要》指出:对大跨度屋盖、超高层建筑及部分工业厂房和商业建筑可以采用钢结构和钢与钢筋混凝土组合结构。大跨度公共建筑要推广应用网架、薄壳等空间结构体系。20 世纪 50 年代后期至 70 年代末,我国工程界在钢筋混凝土结构的研究和应用方面取得了丰富的理论和实践经验,为国家节约了大量钢材和资金。

2. 20 世纪 80 年代:合理使用钢材

但是进入 20 世纪 80 年代以后,钢结构用量不适当增加,建设资金和用钢量大幅度上升,影响基建投资效益。为了在确保工程质量的前提下,通过合理选择结构类型以节约钢材和降低造价,1987 年国家发展计划委员会颁发《在建筑结构设计合理使用钢材的若干规定》,指出:各种结构(如砖、钢筋混凝土以及钢结构)各有其独特的结构性能和符合国家经济条件的合理适用范围。一般来说,钢结构性能好,适用范围广,但用钢量大,造价也高,目前仍然限制使用。钢筋混凝土和预应力混凝土结构性能好,适用范围广,其用钢材量和造价均比钢结构低,值得推广使用。

3. 1996 年:研制推广 H 型钢、闭合金钢、冷弯型钢、稀土钢

1996 年建设部编制的《1996 - 2010 年建筑技术政策》提出:合理使用钢材、木材、水泥,改进施工及应用技术,推广应用高效、经济的低合金钢筋以及 II 级钢筋、冷轧带肋钢筋、低松弛钢筋、钢绞线等;研制推广 H 型钢、闭合金钢、冷弯型钢、稀土钢,彩色涂层钢板、镀锌板、锌铝合金板和模板用冷轧钢板和环氧涂敷钢筋等;研制解决钢结构的防腐蚀技术、防水、防火涂料技术,以满足建筑用钢的发展需要,发展钢结构;开发钢结构制造和安装施工新技术;大力

发展低合金钢和高效经济型建筑钢材,建立配套的建材、钢材及金属制品的产品结构。

4.1998年10月:《关于建筑业进行推广应用10项新技术的通知》^[6],其中推广的新技术的第八项为钢结构技术

1998年10月建设部发文《关于建筑业进行推广应用10项新技术的通知》,其中推广的新技术的第八项为钢结构技术。其主要内容为:高层钢结构技术;空间钢结构技术;轻钢结构技术;钢—混凝土组合结构技术;高强度螺栓连接和焊接技术;钢结构的防护技术。1999年5月建设部和冶金局共同发文,成立建设部、冶金局建筑用钢技术协调组,秘书处挂靠建设部科技司和冶金局规划司,并成立钢筋混凝土和钢结构二个专家组。1999年5月建设部、国家冶金工业局建筑用钢协调组在北京召开了全国建筑钢结构技术发展研讨会,建设部和国家冶金工业局领导在会上作了重要指示,成立了全国钢结构专家组,讨论了国家建筑钢结构产业“十五”计划和2010年发展规划纲要及建筑钢结构工程技术政策,提出“十五”和2010年建筑钢结构用材分别达到全国钢材总产量的3%和6%的目标。

5.2000年1月:《关于推行钢结构住宅的倡议书》,推广使用钢结构^[6]。

2000年1月12日,中国建筑金属结构协会建筑钢结构委员会发出了《关于推行钢结构住宅的倡议书》,指出:随着我国钢铁产业的不断发展,钢材产量和质量持续提高,价格逐步下降,钢结构的造价也相应大幅度的下降,对于底层、多层和高层钢结构,通过已建钢结构的经济分析,基本造价可以控制在比钢筋混凝土结构高5%左右或基本持平^[3]。

三、钢结构课程设置与教学思考

从前面钢结构的特点与应用以及我国钢结构产业政策的变化,可以看出钢结构课程应该是土木工程专业的重要内容。

在1993年以前,我国高校中,不管是建筑工程专业、公路与城市道路专业,还是桥梁工程专业等土建类专业,钢结构课程始终处于一种“豆芽课”的位置,这是和我国当时钢产量不高这个事实密不可分的,教师不想教,学生不想学,这是当时不少高校的共同现象。1998年10月教育部颁布了普通高等学校本科专业目录,我国高等教育进行了一次重大调整,将部分相近的专业进行了合并,高等学校本科专业目录合并为249个,其中将原土建类的8个专业

(建筑工程、交通土建工程、城镇建设(部分)、矿山建设、工业设备安装工程、涉外建筑工程、饭店工程、土木工程)合并为一个专业——土木工程专业。这种调整不是简单的专业数量减少,而是对我国土木工程专业人才培养模式的重大改革,土木工程专业业务培养要求、主干学科、主要课程与主要实践性教学环节等与原来的各专业相比都发生了重大的变化。

为了适应宽口径土木工程专业人才培养的需要,建设部高等土木工程学科专业指导委员会三届一次会议于1999年1月20日至22日在云南昆明召开,这是1998年10月我国新专业目录公布以来,土木工程专业召开的第一次全国学术性学术会议,会议确定了土木工程专业建设与发展方向的指导性意见。2001年10月,建设部高等土木工程学科专业指导委员会三届四次会议在重庆召开,大会最终确定土木工程专业人才培养方案的指导性意见、课程体系和教学大纲,其中,钢结构设计原理作为技术基础课,是各专业方向的必修课。

但从我们收集到的大量教学计划(1999年以后的)来看,不少院校对钢结构的发展认识还不足,从学时学分与课程的性质就可以看出,一些院校的钢结构课程的学时只有30~40学时,而对应的混凝土结构课程有80~100学时,甚至一些院校将钢结构列为任意选修课。作为高等院校,教学计划应有一定的前瞻性,应该看到我国土建业的一些重要发展方向。我们并不是认为混凝土结构过时了,而事实上,至少在今后的2015年前,混凝土结构仍然是我国土建业的主要结构工程形式,虽然我国是钢铁产量大国,但人均钢材占有量只有美、日等发达国家的几分之一。作为教育工作者,我们应该充分看到,我国在最近的十多年里钢铁产量大大增加,特别是建筑用钢产量增加很快,一个国家的钢铁产业和城市化程度是判断一个国家是否发达的重要标志。我国正在从传统的农业国向工业国过渡,也正是在这种形势下,钢结构也从1998年的“提倡用钢”,发展到2000年的“推广用钢”,这是我国结构工程的一次重大战略转变。由于钢结构构件可以在工厂里进行大规模系列化生产,因此,在房屋建筑工程中由传统的建造房屋将变成轻松的组装房屋,这将是建筑工程的一次革命。

我们从事钢结构课程教学多年,也一直从事土木工程专业教学改革的研究,结合我国钢结构产业的发展与21世纪大土木人才培养模式的要求,对

钢结构教学提出以下一些意见,供大家参考。

在土木工程专业的教学中,设置钢结构设计原理课程,学时为 60 学时左右,在第六学期开设,主要讲授以下内容:

一、绪论。介绍钢结构在国内外的的发展历史,钢结构在国内外的应用情况,以及我国钢结构产业的一些政策法规;介绍钢结构极限概率状态设计法的基本理论。

二、钢结构的连接。焊接连接,螺栓连接,包括普通螺栓连接与高强度螺栓连接,以普通螺栓连接为主要内容。

三、轴心受力构件。轴心受力构件的强度与刚度计算,轴心受压构件的稳定性理论,实腹式轴心受压构件的强度、整体稳定性与设计,格构式轴心受压构件的强度、整体稳定性与设计。

四、受弯构件。受弯构件的形式和应用,梁的强度和刚度,矩形薄板屈曲的基本理论,梁的整体稳定性与设计,梁的局部稳定和腹板加劲肋设计。

五、压弯构件。压弯构件的强度与刚度,压弯构件的稳定性理论,实腹式压弯构件在弯矩作用平面内的失稳与弯矩平面外的失稳,实腹式压弯构件的腹板加劲肋设计。

钢结构设计原理为土木工程专业各专业方向的必修课,在进入专业方向后,应与钢结构设计原理开设对应的专业课,如建筑工程方向,可以开设钢结构房屋设计,主要介绍屋架、网架、工业厂房设计,钢结构房屋设计等内容;桥梁工程方向,可以开设钢桥设

计等,学时可以设定为 30 学时。与专业课对应的,应设置钢结构课程设计一周,通过一周的课程设计,使学生对钢结构设计有一个初步的认识。

在授课过程中,要充分注意钢结构技术的新技术,如 H 型钢、冷弯薄壁型钢和膜结构的应用与设计等,因此,可以开设钢结构设计新技术与应用选修课,学时以 30 学时为宜,供学习潜力有余的学生选修。

〔参考文献〕

- [1] 欧阳可庆. 钢结构[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999: 282 - 288.
- [2] 王元清、张勇、石水久. 轻钢结构住宅及其在我国的应用与研究[J]. 钢结构与建筑业. 2002, (5): 6 - 12.
- [3] 彭少明、管克俭. 结构住宅发展现状的平述[J]. 钢结构与建筑业. 2002, (5): 24 - 29.
- [4] 魏明钟. 钢结构[M]. 武汉: 武汉工业大学出版社, 2000: 1 - 8.
- [5] 中国建筑金属结构协会建筑钢结构委员会. 关于推行钢结构住宅的倡议书. 2000.
- [6] 建设部. 关于建筑业进行推广应用 10 项新技术的通知. 1998.

(责任编辑: 欧阳雪梅)