

钢结构教学中的形象思维教学模式初探

文献民

(浙江科技学院 建筑工程学院,杭州 310023)

摘要: 介绍了形象思维方法在钢结构教学中的应用,首先借助于动画、漫画和工程实际案例建立问题的感性认识,结合材料力学基本理论进行形象思维,对问题进行定性分析,充分理解问题的本质。结果表明,该方法可有效地促进学生对各种破坏现象、失稳现象、支撑对计算长度的影响等问题的理解,明显地提高了课堂教学效果,培养了学生运用基础理论分析实际问题的能力。

关键词: 教学模式;形象思维;钢结构

中图分类号: G642.0;TU391

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2011)01-0076-05

Exploration on image thinking teaching method for course of steel structure

WEN Xian-min

(School of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University of Science and Technology,
Hangzhou 310023, China)

Abstract: Image thinking method is introduced in steel structure teaching, with animation, caricature and case study in engineer practice as the resource of its perceptual knowledge, mechanics of materials as the theory of imagine thinking and even in qualitative analysis. The complete comprehension of its essence results in the better understanding of various failure, instability phenomena and the sum of effective length, thus enhancing classroom teaching effectively and training the ability to analyze the practical problems.

Key words: teaching method; image thinking; steel structure

形象思维,亦称艺术思维,是指以各种形象物象、景象、图像、表象、心象、意象、想象等为手段进行思考的一种思维形态^[1]。形象思维与抽象思维相互渗透、相互补充,在人类科学认识活动中起着重要的作用。形象思维的基本特征是以感性认识为基础,始终不能脱离可感知的形象,始终以事物的形象说话。形象思维的过程就是对形象的取舍、改造、关联和建构的过程。借助形象思维,可以通过某种形象更快地揭示客

收稿日期: 2009-11-20

作者简介: 文献民(1962—),男,河南偃师人,教授,博士,主要从事结构工程的教学及研究。

体的整体本质。

在钢结构选修课程之一材料力学的教学中,就大量使用了形象思维的分析研究方法,如受弯构件弯曲正应力计算公式的推导过程,就是以形象思维为基础、形象思维与抽象思维相互渗透的典型案例。

作为结构工程专业的一门重要课程,钢结构课程不仅内容多,涉及的理论知识多^[2],而且与工程实际结合紧密,大量的问题都是以具体、客观的各种形象存在的,如构件的变形、破坏、稳定性,连接的构造及失效形式,各种构造关系等。教师在教学过程中都会采用教具、照片、参观等各种手段让学生初步认识和了解构件、连接、构造等^[3-5],但是却没有充分利用这些形象资料开展形象思维的教学,授课方式普遍采用课堂理论推演的教学方式,偏重于对理论公式的推导,用抽象思维的方式认识和理解形象信息十分丰富的具体问题,忽视了对现象的认识和对本质的理解,导致学生的学习积极性不高,学习效果较差^[6]。

由于钢结构具有与工程实际结合紧密的特点,其构件和连接的形式及破坏方式可以用大量的工程实例、模型、视频等形象信息进行演示和说明,因此特别适合采用形象思维的模式开展教学。笔者在多年教学工作的基础上,根据学生的实际情况逐渐尝试采用形象思维的教学模式开展钢结构课程教学,取得了一些肤浅的认识和体会。

1 形象思维教学模式的原则

形象思维教学模式的基本原则是:紧紧围绕工程实际问题学习钢结构基本理论,其模式就是先认识、再理论、后应用。先认识就是通过形象对所研究的问题建立感性认识;再理论就是结合材料力学、结构力学理论对形象进行研讨,学习如何运用基本理论解释和分析问题产生的原因,发现形象背后的本质,提出解决方法和具体措施,进而深刻理解钢结构设计计算理论和规范;后应用就是熟练运用设计计算理论和规范对构件进行设计。

2 案例介绍

2.1 轴心受压构件的稳定性

首先通过动画、工程照片和自制的教具演示工程实际压杆的失稳现象,建立对失稳问题的感性认识。自制的教具充分考虑了构件的基本属性(材料,截面形状,构件外观,实际加载、支撑/支座条件,残余应力等)对稳定性的影响,采用独特的教具模拟残余应力的产生过程,加深残余应力对稳定性影响的认识和理解。在演示过程中,通过讨论的方式让学生分析影响压杆稳定性的因素,并提出可有效提高稳定性的具体措施。

关于构件计算长度的计算,教材和规范只给出不同支撑条件下的计算长度系数表,但如何真正掌握并做到灵活运用是令许多学生深感困惑的,其难点在于对支撑条件的作用的理解。为此设计了相应的漫画,说明支撑条件对构件稳定性的影响,如图1所示。其中图1(a)表示底部固定、顶部自由条件下可能的失稳形式;图1(b)表示底部固定、顶部布置一道侧向支撑条件下可能的失稳形式;图1(c)表示底部固定、顶部和中间各布置一道侧向支撑条件下可能的失稳形式。通过对这三组漫画的对比分析和研讨,学生就可以非常容易理解和掌握构件计算长度的计算方法了。

在充分理解的基础上,以单层工业厂房抗风柱计算长度为案例,如图2(a)所示,分析构造和连接关系的作用,使学生加深对构造与支撑/支座对应关系的理解,同时学习如何建立计算简图,真正掌握实际构件长度的计算,如图2(b)、(c)、(d)、(e)所示。通过图2(b)和(c),学生可以理解抗风柱关于强轴为两端铰支柱,抗风柱关于强轴的计算长度等于柱子的几何长度;通过图2(d)和(e),学生可以理解抗风柱被侧向支撑分隔为3段两端铰接柱。因此,柱子关于弱轴的整体稳定性就转换为每一柱段的整体稳定性,相应的计算长度等于柱段的几何长度。

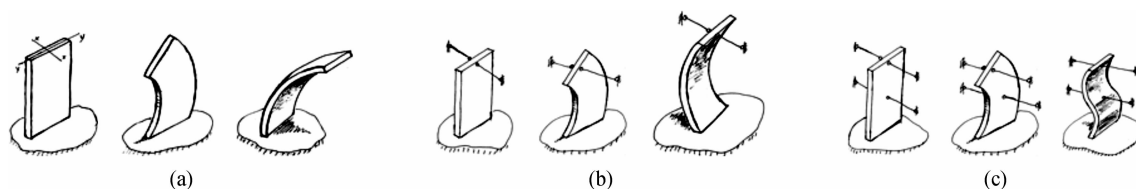


图 1 不同支撑条件计算长度的影响

Fig. 1 Effects of different bracing for effective length

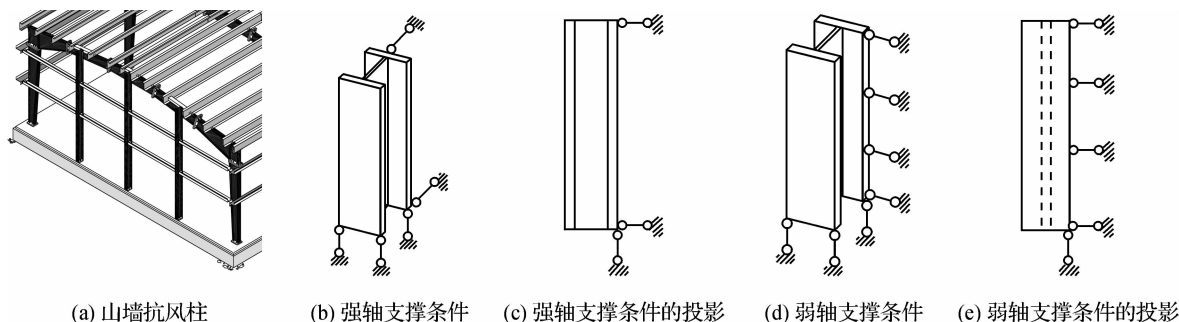


图 2 支撑的简化及对柱子稳定性的影响

Fig. 2 Simplified bracing and effects to column stability

2.2 格构式轴心受压构件的虚轴抗剪能力

格构式轴心受压构件设计中的主要问题是关于虚轴换算长细比的计算及斜缀条的受力特性,教材中大都会提及虚轴的抗剪能力弱,但没有采用材料力学的剪切理论进行解释。

为了让学生更好地理解构件关于虚轴抗剪能力减弱的原因,笔者设计了由扑克牌制成的叠合模型供学生进行实验观察,如图 3 所示。其中图 3(a)扑克牌间光滑接触,在水平荷载作用下,层间产生错动,抗剪能力最弱;图 3(b)扑克牌间通过胶水黏结,层间的错动被完全抑制,层间存在剪力,抗剪能力最高;图 3(c)扑克牌间通过大头针连结,层间错动受到一定程度的限制,大头针承受剪力,抗剪能力与大头针横截面抗剪能力有关;图 3(d)扑克牌间通过缀板连结,层间错动同样受到一定程度的限制,缀板承受剪力,抗剪能力与缀板的抗剪能力有关。

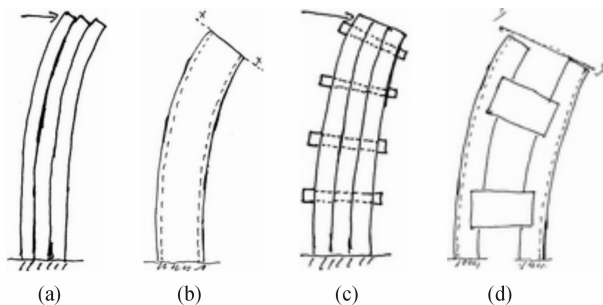


图 3 不同腹板形式对抗剪能力的影响

Fig. 3 Shear capacity of different columns

通过对不同的结合方式所组成的构件抗剪能力的对比观察,学生可以非常直观地认识不同结合方式所起的作用及作用的强弱,同时结合剪切理论,对虚轴换算长细比计算的必要性有新的认识。

为了直观地认识斜腹杆(缀条)的受力特性,笔者结合大学生结构设计竞赛活动,制作了结构在竖向和横向荷载共同作用下的变形实验录像,如图 4 所示,使学生可以非常直观地观察到斜缀条在结构剪切变形中所起的作用及受力特点,同时结合材料力学中剪切变形理论予以说明,使学生学习和掌握运用材料力学知识对结构构件进行概念性设计和分析。



图 4 结构剪切变形与斜缀条受力

Fig. 4 Shear deformation and web member

2.3 简支梁的整体、局部稳定

教师可以通过动画和工程照片使学生对梁的稳定性建立感性认识,如图5所示;根据材料力学关于弯曲正应力分布的特点,如图6所示,分析发生整体失稳和翼缘板局部失稳现象的内因;通过图解的方式使学生了解影响稳定性的外因,如图7所示,理解侧向支撑的作用;结合结构力学的知识,分析钢结构框架梁端部隅撑的作用,如图8所示。笔者设计了模型实验装置,演示剪应力场作用下的腹板局部稳定现象,如图9和图10所示,使学生更好地理解和掌握腹板横向加劲肋的作用。在教授应用梁的弯曲理论和剪切理论时,教师通过对工程实际中受弯构件翼缘和腹板局部失稳现象进行分析,组织学生讨论可采取的提高局部稳定的措施。

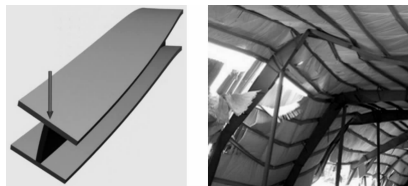


图5 受弯构件失稳现象展示

Fig. 5 Instability of beam

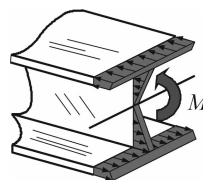


图6 梁的弯曲正应力

Fig. 6 Moment stress of beam

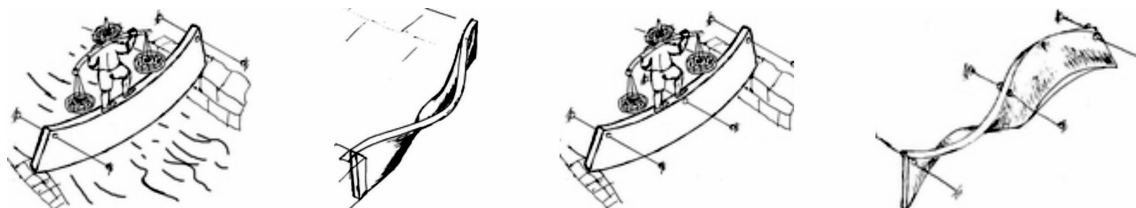


图7 不同侧向支撑对稳定性的影响

Fig. 7 Effects of different bracing for beam stability



图8 钢结构框架梁端部隅撑

Fig. 8 Knee bracing

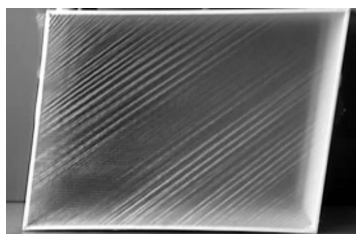


图9 板在剪应力场作用下的失稳现象

Fig. 9 Buckling of plate under shearing stress



图10 腹板、翼缘板的失稳现象

Fig. 10 Buckling of web and flange

2.4 压弯构件的整体失稳现象

压弯构件整体稳定的难点在于对压弯构件的弯矩作用平面内的失稳和弯矩作用平面外的失稳现象的理解。为了形象地说明两者的特点,便于对相关理论的认识和理解,笔者制作了影像资料,如图11所示。其中图11(b)和(c)表示构件在弯矩作用平面内失稳情况下的变形情况,通过图示可以清晰地表明轴心受压条件下强轴失稳与弯矩作用下弯曲变形的组合结果;图11(d)和(e)表示构件在弯矩作用平面外失稳情况下的变形情况,是为轴心受压条件下弱轴失稳与弯矩作用下弯扭失稳的组合结果。

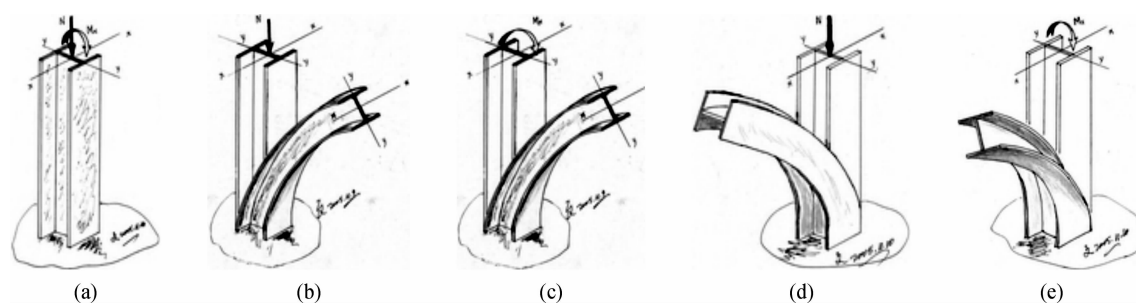


图 11 压弯构件的失稳形式

Fig. 11 Instability of beam-column

3 结 语

通过大量的影像资料和模型实验演示,首先使学生对钢结构构件设计中所涉及的主要问题产生清晰的感性认识,为进一步的学习扫清障碍;再结合材料力学的基本理论知识,启发学生利用形象思维方式对钢结构构件设计中所涉及的主要问题进行深刻的研讨,使学生加深对设计理论及规范要求的内在本质的理解,提高了运用理论知识解决实际工程问题的能力。这种教学模式的实施,大大调动了学生学习的主动性和参与意识,营造了师生双向互动的教学环境,取得了较好的教学效果。

参考文献:

- [1] 贺善侃. 形象思维·抽象思维·科学认识[J]. 复旦学报:社会科学版, 1998(4): 87-90.
- [2] 张磊, 李忠学, 赵伟. 面向土木工程创新设计实验班的钢结构教学改革构想[J]. 高等建筑教育, 2009, 18(2): 110-113.
- [3] 刘坚, 黄襄云. 钢结构教学体会[J]. 高等建筑教育, 2005, 14(3): 49-51.
- [4] 王小平, 万红霞. 《钢结构设计》课程教学的实践与思考[J]. 理工高教研究, 2007, 26(1): 101-102.
- [5] 余跃. 《钢结构》课程教学改革的探索与实践[J]. 常州工程职业技术学院学报, 2008(3): 32-34.
- [6] 付涛, 严钧. 虚拟模型实验在钢结构教学中的应用[J]. 高等建筑教育, 2006, 15(4): 93-96.