

共性与个性原理在结构力学课程教学中的应用

周海龙,李平,申向东

(内蒙古农业大学水利与土木建筑工程学院,内蒙古呼和浩特 010018)

摘要:共性与个性原理是马克思主义哲学的一条基本原理。文章将这一原理引入结构力学课程教学中,从几何组成分析、静定结构内力分析以及图乘法三个方面,介绍共性与个性原理在结构力学课程教学中的具体应用。

关键词:哲学;共性与个性;结构力学;教学研究

中图分类号:G642.3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2013)05-0074-03

共性与个性相互关系原理是马克思哲学中的一条基本原理^[1]。共性是指同类事物共同具有的状态、属性和变化发展的规律;个性是指同类事物中各个事物在状态、属性和变化发展规律方面的不同特点。共性决定事物的基本性质,个性揭示事物之间的差异性,共性存在于个性之中并通过个性表现出来。共性与个性原理是分析和解决矛盾问题的根本原理。只有掌握共性与个性的原理,才能依据矛盾普遍性的原理对具体矛盾进行具体分析,并正确认识矛盾和解决矛盾。

矛盾的共性和个性相统一的关系,既是客观事物固有的辩证法,也是科学的认识方法。哲学与科学的相互关系,可以说是社会意识范围内的共性和个性的关系。哲学的本质在于力图揭示自然、人类社会和思维的普遍规律或者说共性;而科学的本质在于力图揭示自然、人类社会和思维某一具体领域的特殊规律或者说个性。共性寓于个性,个性蕴含共性,哲学与科学之间形成了本质上的内在联系及密切的互动关系。哲学对结构力学课程教学的指导作用就是共性与个性关系原理的运用。

结构力学课程是一门充满辩证唯物主义思想的课程。例如,建于清乾隆年间(1736—1795)的颐和园十七孔桥,为园内最大的石桥,它经历了多年风风雨雨的考验,但其几何不变性仍然未受影响。因为通过零载法的分析,发现当孔数为奇数孔时,体系为几何不变体系;当孔数为偶数孔时,体系为瞬变体系^[2]。可见,设计为奇数孔满足了几何稳定性的要求,从几何组成分析的角度来看是稳定的结构。根据共性与个性的原理,上述零载法分析的结论体现了共性,而十七孔则体现了个性,它是由桥梁的跨径以及泄洪要求决定的,从这个意义上讲,多孔拱式体系桥梁结构的建造应用了哲学中的共性与个性原理。

收稿日期:2013-02-25

基金项目:内蒙古自治区精品课程建设项目

作者简介:周海龙(1981-)男,内蒙古农业大学水利与土木建筑工程学院讲师,博士生,主要从事结构力学与桥梁工程的教学与科研工作,(E-mail)ndsyzhl@126.com。

本文通过几个具体的示例,介绍共性与个性原理在结构力学教学中的应用,以期培养学生从哲学角度来理解和思考问题。

一、几何组成分析的规律

几何组成分析对于结构力学初学者而言,是非常重要的。通过几何组成分析可以判断该体系是几何不变体系还是几何可变体系,几何可变体系不能作为结构,而几何不变体系则可作为结构。此外,通过几何组成分析,还可以判定结构为静定结构还是超静定结构,从而选择相应的计算方法。几何组成分析中首要的问题是计算体系的计算自由度(W),一般教材^[3]会给出两个公式:

对于一般杆件体系

$$W = 3m - (2h + r) \quad ①$$

式中: m 为刚片的数目,统计时不含基础; h 为单铰的数目; r 为支座链杆的数目。

对于铰接链杆体系

$$W = 2J - (b + r) \quad ②$$

式中: J 为结点的数目; b 为杆件的数目; r 为支座链杆的数目。

对于体系中存在组合结点的情况,教材中未给出相应 W 的计算公式,很多学生在计算此类问题时,常常不知该怎么办。其实如果清楚以上两个公式的关系,问题就会变得迎刃而解。公式①适用于任意体系,对于由杆件组成的体系均适用,当然也适用于带有组合结点的体系,它具有普遍性,体现共性;公式②适用于全部结点均为铰结点的体系,它具有特殊性,体现个性。带有组合结点的体系也是具有特殊性的体系,故可以用体现共性的公式①进行计算。

其实几何组成分析的方法也体现了哲学的共性原理,掌握这些分析的方法也就掌握了几何组成分析的精髓。笔者根据多年的教学经验,对几何组成分析的方法总结如下:

(1)当体系中有明显的二元体,应首先考虑拆掉二元体。

(2)当体系本身与基础之间通过三根支座链杆相连时,则只分析体系本身即可,基础可去掉,所得结果代表整个体系的性质。

(3)当体系本身与基础之间通过多余三根支座链杆相连时,则基础必须作为一个刚片。

(4)凡是以两个铰与外界相连的刚片,无论其形状如何,从几何组成的角度来看,都可看作通过铰心的链杆。

(5)链杆和刚片可以相互转化,有时把链杆当作刚片来分析,有时把曲杆或者扩大的刚片当作链杆来分析,三角形也不总是看作刚片,必要时把它拆成链杆,甚至可以把一种形式的刚片转化为另一种形

式的刚片。

(6)采用“一刚片”判别法^[4],迅速寻找刚片。具体思路:先找一个刚片,再找其余刚片。首先判定基础是否作为刚片;或将体系内的任意一个三角形及其上的二元体作为一个刚片;如果体系内无三角形,则将任意一根链杆作为一个刚片。先找到的刚片记为刚片I,当从刚片I伸出四根链杆时,且用三刚片规则分析时,任意两根链杆所连接的同一个几何不变体就是我们要找的另外两个刚片;当从刚片I伸出三根链杆时,用两刚片规则分析时,其伸出的三根链杆所连接的几何不变体系就是我们要找的刚片。

(7)零载法。对于一些比较复杂难以用三个规则分析的体系,当满足 $W = 0$ (无基础时 $W = 3$)时,可以考虑用该方法进行分析。其依据的原理是静定结构满足平衡条件解答的唯一性原理。

检查 $W = 0$ (无基础时 $W = 3$)体系满足平衡条件的解答是否唯一时,可以任取一种荷载形式,一般取荷载为零最为方便,故将该种几何组成分析的方法称为零载法。

当荷载为零时,若体系的反力和内力必定为零,则体系是几何不变体系;反之,若体系的部分反力和内力可以有非零值,则体系是几何可变体系。

二、静定结构的内力分析

结构力学教材主要介绍了以下五种类型的静定结构:多跨静定梁、静定刚架、三铰拱、静定桁架和静定组合结构。重点解决三方面的问题:一是反力的计算;二是内力的计算;三是内力图的绘制。其实这些问题归根到底就是单跨梁的弯矩图绘制问题,只要能深刻地领会截面法与平衡条件这两个“法宝”,静定结构的内力计算问题就会变得非常容易。

另外,静定结构有一个非常重要的特性,就是解答的唯一性,其杆件的内力与支座反力均可通过静力平衡条件求解。这个特性体现着静定结构的共性,利用这一点,可以帮助我们树立解决问题的信心。例如,求图1中指定杆件的内力,乍一看,觉得在求完反力之后无从下手。有些学生想当然地认为这是超静定问题,利用力法进行求解,结果使计算无法进行下去。其实,如果对几何组成分析掌握得很熟练的话,很容易看出左右两个刚片,通过三个链杆相连,组成几何不变且无多余联系的体系,然后与基础按照两刚片规则连接,故原体系为几何不变体系且无多余联系,为静定结构。根据静定结构解答的特性,借助几何组成分析,可以很容易想到将连接杆件截断,取其中一部分为隔离体进行分析求解,得到一个平面一般力系,可以利用三个方程解决三个未知数,于是杆件的内力即可求出。

以上分析的过程,就是根据静定结构的静力特

性这个共性的特点思考和寻找解决问题的过程,这再一次证明哲学作为方法论,对自然科学具有一定的指导作用。学好哲学,对于我们分析问题和解决问题非常有帮助。

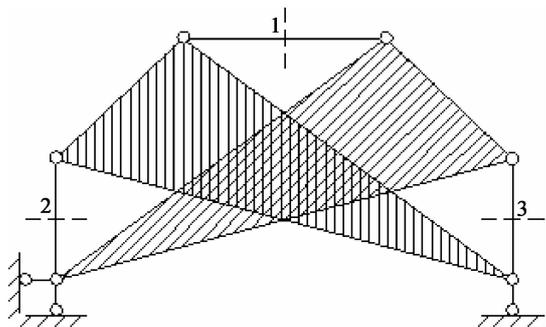


图1 指定杆件的内力计算

三、图乘法

结构的位移计算是结构力学教学中非常重要的内容,有积分法与图乘法两种计算方法。积分法是根据虚功原理得出的一般形式,图乘法是针对由直杆组成的梁和刚架进行的进一步的简化计算。结构力学教材中涉及到的位移计算有静定结构和超静定结构,指定截面或点的绝对位移与相对位移的计算问题、力法中系数和自由项的计算问题与动力学中柔度系数的计算问题。事实上,只要应用哲学的共性与个性原理,这些问题都很容易解决。其特性都是位移计算问题,只不过名称以及实际状态与虚拟状态不同而已,这也正体现出各种方法的个性。

对于静定结构与超静定结构在荷载作用下的位移计算问题,其实际状态是实际的荷载作用下的变形状态,而对于力法中系数的计算,其实际状态是多余力为单位力作用下的变形状态,对于存在未知力

的体系,多余力为单位力作用下的状态既是实际状态又是虚拟状态,充当着双重的角色。每一个自由项的计算,其实际状态是外荷载单独作用下的变形状态。动力学中柔度系数的计算问题同力法中主系数与副系数的计算问题。

根据共性寓于个性之中的对立统一规律,在教学过程中,可采取在讲清楚图乘法的原理及实质的基础上,再将其推广到力法中系数及自由项的计算以及动力学中柔度系数的计算,使学生对图乘法的理解更加深入,认识更加具体,前后知识点也能得到更好的串联,以避免学生认识上的片面性,即只看局部,而忽略整体。

四、结语

结构力学是一门充满辩证唯物主义思想的课程,笔者将哲学中的矛盾普遍性与特殊性的原理(即共性与个性原理)在结构力学课程教学中进行了大胆尝试,以便更好地改进教学内容和教学方法,把哲学课程与自然科学课程进行有效的结合,以激发学生学习自然科学的兴趣,并帮助他们学会用哲学的观点去分析问题与思考问题。

参考文献:

- [1] 丁晓红. 马克思主义哲学原理[M]. 上海: 同济大学出版社, 2004.
- [2] 单建. 趣味结构力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [3] 郭玉明, 申向东. 结构力学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [4] 崔清洋, 张大长. 结构力学(精编本)[M]. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2006.

Application of principles of universality and individuality in structural mechanics teaching

ZHOU Hailong, LI Ping, SHEN Xiangdong

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, Inner Mongolia Autonomous Region, P. R. China)

Abstract: Universality and individuality is a basic principle of Marxist Philosophy. The application of universality and individuality principle in structural mechanics teaching was introduced from three aspects: geometric composition analysis, statically determinate structure internal force analysis, and diagram multiplication method.

Keywords: philosophy; universality and individuality; structural mechanics; teaching research