

抗震教学中工程震害分析能力的培养

邬喆华

(浙江大学 宁波理工学院,浙江 宁波 315100)

摘要:分析能力是工科创新人才应具有素质。工程震害分析作为抗震教学的重要环节,不仅丰富了抗震教学的内容,而且在实际工作中具有重要的意义。文章认为,在教学中应按照由质疑、分解、辨析到检验的循序渐进的分析方法,应用演绎和归纳推理,采用定性和定量分析获取研究对象与外界相互作用的因果关系,将信息、知识和思维作为提高学生分析能力的基本途径,通过大量工程的震害分析,结合试验研究和理论分析的最新成果,激发学生的学习热情,使其正确掌握抗震技术。

关键词:分析能力;分析方法;工程震害;教学研究

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2014)03-0066-05

具有综合素质的创新人才是当今高等教育的培养目标。分析能力的培养有助于激发学生的创新精神,也有助于他们掌握科学方法和提高实践能力。近年来地震进入活跃期,强震频繁发生,造成了巨大的经济损失和人员伤亡。工程震害既是学生学习抗震知识和技能生动教学素材^[1-3],也是学生充分展示分析能力的平台。工程震害分析不仅丰富了抗震教学的内容,而且在实际工作中具有重要的意义。工程震害分析与试验研究、理论分析均是抗震技术发展的基本手段,《中华人民共和国建筑法》和《中华人民共和国防震减灾法》是完善工程建设标准的重要资料^[4],是鉴定建筑抗震能力的重要依据^[5],是检验工程质量的重要手段。

一、分析方法

近代自然科学的巨大进步与分析方法的科学应用有着密切的联系。自然界现象纷繁复杂、变化万千。因此,要从客观现象中找出事物内在的联系和规律,就必须掌握一套科学的分析方法(Analysis Method)。法国哲学家笛卡尔(Rene Descartes)1637年在《谈谈方法》中提出了演绎推理(Deductive Reasoning),以唯理论为根据,采用数学逻辑推导,由一般性公理得出个别性结论^[6]。英国哲学家培根(Francis Bacon)1620年在《新工具》中提倡归纳推理(Inductive reasoning),依靠经验研究感性自然,建立现代实验科学,依据对某类客观现象中部分对象与某种属性之间所具有的因果关系的分析,推出该类现象全部对象

收稿日期:2014-01-04

基金项目:校级教学改革与研究立项项目(NITJY-201131)

作者简介:邬喆华(1971-),男,浙江大学宁波理工学院土木建筑工程学院高级工程师,博士,主要从事结构工程的教学和研究,(E-mail)wuzhehuacn@qq.com。

都有某种属性的结论^[7]。德国哲学家恩格斯(Friedrich Von Engels)认为,演绎和归纳正如分析和综合,它们相互联系和相互补充。意大利物理学家伽利略(Galileo Galilei)、荷兰物理学家惠更斯(Christiaan Huygens)、英国物理学家牛顿(Isaac Newton)、德国哲学家莱布尼茨(Gottfried Wilhelm Leibniz)等人通过不懈的科学研究和实践,形成了质疑、分解、辨析和检验四步分析方法。

(一) 质疑

质疑即“心有所疑,就正于人”,是分析的第一步。马克思(Karl Marx)提倡建立在辩证唯物主义基础上的怀疑精神。爱因斯坦(Albert Einstein)认为提出问题比解决问题更重要。亚里斯多德(Aristotle)有句名言,思维从疑问和惊奇开始。现代教育家陶行知曾说过,发明千千万万,起点是一问。质疑对象可以是一件事情、一种现象、一个概念。人们在认识工程震害活动中,经常会出现一些难以解决的实际问题,并产生一种怀疑、困惑、焦虑、探究的心理状态。正是这种心理状态驱使人们积极主动地根据客观现象和自己所掌握的知识提出质疑,进而发表个人的新观点。在教学中教师运用适当的教学手段,引导学生乐于表达、乐于交流、乐于探索,培养学生的质疑能力。学生会提出很多疑惑,如房屋建筑在何种地震烈度的地震作用下结构运行状况?是处于弹性阶段、弹塑性阶段还是倒塌?震后房屋建筑性能如何鉴定?是可靠还是存在风险?房屋建筑的场

地类型、基础形式结构体系、平面布局、立面造型等与震害有何种联系?何种情况是不利?何种情况是有利?房屋建筑哪些部位需特别加强以防出现破坏?为保证结构整体的安全,哪些部位可事先发生破坏?等等。这些疑惑正是推动工程抗震技术发展的动力。

(二) 分解

分解是对研究问题按其内在组成、外在表现、特征属性、影响因素等进行细分,是分析在质疑后的第二步。自然科学往往是以分解为前提,如结构的力学分析。通过任意抽取结构的一小部分,观察和研究这个小单元在局部运动中各种物理量之间的关系和变化规律,建立起描述整个物理过程的微分方程。分解的目的是将研究的复杂问题化解为便于破解的多个简单的小问题,如地震灾害的问题。地震灾害是指地震带来的人员伤亡、财产和物质损失、环境和社会功能的破坏,其破坏形式多种多样。为预防、抵御地震灾害的发生,地震灾害可按其外在表现(如表1所示)进行细分。又如钢筋混凝土框架结构是典型的结构体系,在工程应用中量大面广。其震害原因可以按其影响因素进行如表2所示的分类。结合表1和表2可知,通过由顶向下的层层分解,深入到所研究问题的内部,使地震灾害复杂的表现形式不断趋于简单和直接,便于通过社会分工协作的方式由底向上层层解决。

表1 地震灾害的分类

层次	1	2	3
地震灾害		地震原生灾害	地裂缝、地表位错、震陷、液化、山石崩裂、滑坡等自然环境破坏
			房屋、道路、桥梁等工程结构破坏
		地震次生灾害	火灾、瘟疫、有毒有害物质污染、水灾、泥石流和滑坡等地质灾害、海啸对人们社会和经济活动产生负面影响的事件等

(三) 辨析

辨析是通过对细分后的问题进行难易、繁简、疏密、轻重、缓急、主次等方面的排序、辨别和剖析,是分析在分解问题后的第三步。辨析的目的是从最容易获得认识的问题出发,逐步破解所有细分的问题。工程的分析对象是质和量相统一的客观现象,需要进行定性分析(Qualitative Analysis)和定量分析(Quantitative Analysis)。定性分析是对研究对象是否具有某项性质进行的分析,回答“有没有”“是不是”的问题。定量分析是确定研究对象各种成分的数量分析,回答“有多少”的问题。如某多层钢筋

混凝土框架受地震作用的破坏情况如图1所示。由表2可知,框架结构震害原因与材料、环境、施工和受力四种因素有关。每种因素又涉及很多种情况。对这些情况进行简单的梳理,初步以定性的方式找出与震害直接关联的情况。由图1可知,震害部位位于底层框架柱,包括角柱和边柱。从柱混凝土保护层酥裂剥落,出现粘结裂缝使混凝土与纵筋分离现象,判断为框架柱粘结破坏。从柱顶截面压区混凝土压碎、主筋压屈现象,判断为框架柱压弯破坏。从箍筋屈服甚至被拉断,使柱子形成裂缝现象,判断为框架柱剪切破坏。

表2 钢筋混凝土框架结构震害的分类

层次	1	2	3	4
框架 结构 震害	材料因素		混凝土性能	力学性能、耐久性、拌合物性能
			钢筋性能	强度、塑性、冷弯性能、焊接性能
			地基基础	强度、变形
	环境因素		气候	温度作用、湿度、风载
			使用功能	恒载、活载
			偶然作用	地震作用、火灾、水灾、腐蚀作用等
			模板工程	安装、拆模
	施工因素		混凝土工程	原材料、拌制、运输、浇筑、留施工缝、养护
			钢筋工程	加工、连接、锚固、安装
			预应力工程	原材料、制作安装、张拉放张、灌浆封锚
	受力因素		荷载效应	力(弯、剪、扭、拉、压), 应力(正应力、剪应力)、变形
			结构抗力	截面强度(抗弯、抗剪、抗扭、抗拉、抗压)、刚度、构造措施、设计参数



图1 某多层钢筋混凝土框架受地震作用的破坏情况

(四) 检验

检验是将所有细分的问题解决后,再综合起来检查原问题是否已被彻底解决了,是分析在辨析后的最后一步。由于客观现象的质和量紧密联系,质变和量变是互相制约的,仅仅对问题加以机械的分解,所得的分析是不深刻的。分解、辨析只是暂时把客观现象的联系割裂开来,孤立地对待。按照辩证的分析,现象的各个方面必须放到矛盾诸方面的相互影响、相互作用、相互转化中去,放到现象的运动、变化和发展中去进行检验。如上例,为验证上述框架结构震害的判断,在定性分析的基础上对该结构建立力学模型进行定量分析,计算结构的荷载效应,验算构件的强度、变形和裂缝,预测建筑破坏的发展趋势,由此对研究对象有了进一步的精确认识,能更科学地揭示其因果关系,把握工程震害的本质。从这一结构震害中,按归纳推理可得出规律性的认识,如地震作用下底层框架柱内力(弯矩、轴力、剪力)比上层框架柱大;地震作用下角柱和边柱由于双向受弯、受剪及扭转作用,震害要比内柱严重。进而针对这一结构震害可采取的抗震措施,如强柱弱梁,增大柱纵筋配筋率,使柱尽量不

出现塑性铰;强剪弱弯,加长箍筋加密区长度及增大配箍率,加强对柱纵筋和混凝土约束,使柱在弯曲破坏前不发生剪切破坏;强节点弱构件,加强梁柱节点,保证地震作用的顺利传递;提高底层框架柱承载力,减小柱轴压比、剪压比,提高柱延性;提高角柱和边柱抗扭转能力,增大地震作用下结构内力,增配柱纵筋、箍筋等。

二、提高分析能力的途径

分析能力(Analysis Ability)是运用分析方法解决问题所具有的主观条件,包含质疑能力、分解问题能力、辨析能力和检验综合能力等。分析能力强的人往往学有专精、术有专攻、技有专长。对于看似复杂的问题,经过理性思维梳理后,会变得简单化、规律化,从而轻松、顺畅地进行解答。分析能力差的人,往往思前想后不得其解,以致束手无策。分析能力的高低不仅是一个人智力水平的体现,而且在很大程度上依靠后天的训练。在教学中应着重从信息、知识和思维入手,提高学生的分析能力。

(一) 信息

信息(Information)是事物存在或其运动的描述,表现为文字、图形(图像)、声音、动画、视频等多种形式。信息时代是后工业时代的嬗变,以信息高速传播、自由复制、频繁更新、数量丰富、形式多样为特征,以计算机、互联网、数据库、信息云、多媒体为标志贯穿于人们的日常生活。信息越丰富,就越能充分发挥和展示分析能力。

1. 实时和全面地获取信息

要实时和全面地获取信息,就需要多走、多听、多看、多问、多记、多思,培育一颗好奇心,对未知问题刨根究底,养成从多角度认识事物的习惯,猎取大

量感性和理性材料。工程震害分析是在占有工程信息基础上进行的。所需工程信息包括:建筑勘探报告、施工图纸、竣工图纸、工程验收文件、地震信息、现场原状等原始资料。如资料不全时,宜进行必要的补充实测。如为了解工程现场状况需拍摄实况照片;现场地质情况不明,则需进行补充钻探。除了现场第一手资料外,还需关注地震信息和抗震技术。世界各国设立了地震监测和预警网络,建立了学术论文数据库。如中国地震台网中心(China Earthquake Network Center)、日本气象厅(Japan Meteorological Agency)、美国地质勘探局(United States Geo-

logical Survey)等实时发布地震信息,可获取地震波时程数据;中国知网 Elsevier Science 全文电子期刊、美国土木工程师协会网等有丰富的学术论文。真实可信、全面客观的信息资料是进行正确分析判断的基础,有利于提高分析能力,更好把握结构抗震技术发展的趋势。

2. 处理和分析有效信息

在教学中要重视信息的筛选与整合,学会去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的本领。钢筋混凝土框架结构震害现象分类如表3所示。对信息的有效整合,就有望水到渠成地解答问题。

表3 钢筋混凝土框架结构震害现象分类

层次	1	2	3	4
框架结构 震害现象	结构破坏		整体破坏	整体倒塌。 底层、中间层、顶层倒塌
			局部破坏	构件(梁端、梁中、柱顶、柱底) 梁柱节点(中间层边柱、中间层中柱、顶层边柱、顶层中柱)
	非结构构件破坏		装饰物	饰面、顶棚
			附属结构构件	女儿墙、雨篷、楼梯
		围护结构	隔墙、围护墙	

(二) 知识

知识(Knowledge)是人们对有限认识的理解与掌握。知识面越广,知识基础越坚实,就越能使分析能力得到正确而充分的发挥。

1. 努力将感性经验提升为科学知识

在知识大爆炸的今天,抗震技术的交叉、汇聚和融合得到促进。随着社会实践的深入,工程服务对象的多多样化,工程震害分析要与GB 50011《建筑抗震设计规范》相结合,同时还要参考其他土木工程结构抗震设计的要求,如GB 50191《构筑物抗震设计规范》、GBJ 117《工业构筑物抗震鉴定标准》、GB 50267《核电厂抗震设计规范》、JTJ004《公路工程抗震设计规范》、JTG/T B02-01《公路桥梁抗震设计细则》、GB 50111《铁路工程抗震设计规范》、DL 5073《水工建筑物抗震设计规范》、JTJ 225《水运工程抗震设计规范》、YD 5059《通信设备安装抗震设计规范》、GB 50260《电力设施抗震设计规范》等。教学不是“把知识带给学生”,而是“把学生引向知识”。通过抗震设计规范、图集的学习和对比,拓宽学生的专业视野,加深其对课程知识的认识。

2. 积极使理论知识转化为创新智慧

学习知识的目的是为知识而知识,而是作为人发展的基础。只有知识转化为智慧,知识才能有力量,人才能有真正意义上的心智活动。工程震害分析是结构抗震技术一个重要的组成部分,需要综

合运用结构知识解决土木工程问题。其中定量分析要求学生具备结构力学的知识;定性分析要求学生贯通土力学、地基基础、钢筋混凝土结构、钢结构、砌体结构、建筑施工、房屋建筑学等多方面的知识。在教学中按照建构主义学习理论,先设定学习的目标,以其现有经验为基础,逐步运用已有的认知结构对新知识进行加工、整理、归纳及书面化、格式化,扩大新知识对学生的影响,使之调整和完善经验,提高知识技能,最后形成自身的知识结构;并能把自身掌握的最先进的知识以最快的速度、最优的方式、最佳的效果运用于实践活动。

(三) 思维

思是心田,维是联系。思维(Thinking)是人脑对客观现实的概括,是人脑对信息进行采集、传递、存储、提取、删除、对比、筛选、判别、排列、分类、变相、转形、整合、表达等的能动操作,以反映客观现象的本质和现象间规律性的联系。

1. 树立实践观

实践观是思维的出发点、落脚点,也是其归宿点。向实践学习,从实践中把握工程震害的基本特点。工程震害分析需要考虑结构反应的动力特征、结构的弹塑性行为、地震动输入与输出的不确定性等因素,其震害原因在本质上是建筑结构的强度、刚度、延性等失去协调的问题。图2为工程震害分析路线图。由图可知,工程震害分析的正确与否需要

将理论分析的结果与实际情况进行比较。如一致,则分析正确。如不一致,则需修改工程结构、分析模型、地震作用等环节中诸多的假定成分。经过多次迭代,获得接近实际的递归结果。

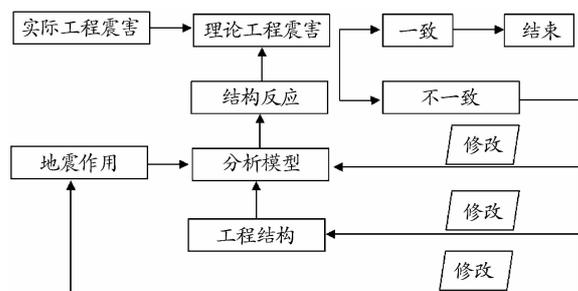


图2 工程震害分析路线图

2. 加强系统观

系统观既是思维的全局观,又是思维的发展观。工程震害分析应对客观现象运动变化的多个层次、多个方面、多个联系、多个过程进行分析。如工程结构有规则建筑,也有不规则建筑;有钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构等,又有单层、多层、高层乃至超高层。分析模型有单自由度体系、多自由度体系、无限自由度体系,也有弹性模型和弹塑性模型之分。地震作用有水平向、竖向,也有单点激发、多点激发,还有单向、多向等。计算方法有振型分解反应谱、底部剪力法、时程分析法、静力弹塑性分析法等。分析角度的广泛,不仅有利于增强分析的原则性、预见性和创造性,而且也避免分析出现盲目性、片面性、表面性和机械性。

三、结语

分析能力是工科创新人才应具有的高素质。工程

震害分析作为抗震教学重要的环节,遵循由质疑、分解、辨析到检验循序渐进的分析方法,灵活应用演绎和归纳推理,采用定性和定量分析获取研究对象与外界相互作用的因果关系。依靠信息、知识和思维提高学生分析能力。其中在信息方面,不仅要有实时和全面获取信息的能力,更要有处理和分析信息的能力;在知识方面,不仅要具有把感性经验提升为科学知识的能力,而且要具有把理论知识转化为创新智慧的能力。在思维方面,既要树立实践观,又要加强系统观。在教学中通过大量工程的震害分析,结合试验研究和理论分析的最新成果,激发学生的学习热情,引导其正确掌握抗震技术。

参考文献:

- [1]李国强,李杰,苏小卒. 建筑结构抗震设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2009.
- [2]丰定国,王社良. 抗震结构设计(第2版)[M]. 武汉:武汉理工大学出版社, 2003.
- [3]李英民,杨溥. 建筑结构抗震设计[M]. 重庆:重庆大学出版社, 2011.
- [4]中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑抗震设计规范(GB50011-2010)[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2010.
- [5]中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑抗震鉴定标准(GB 50023-2009)[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2009.
- [6]Rene Descartes. A Discourse on Method [M]. Book Jungle, 2009.
- [7]Francis Bacon. Novum Organum 'New Method' [M]. Bottom of the Hill Publishing, 2012.

Cultivation of disaster analysis ability in earthquake resistant engineering teaching

WU Zhehua

(Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University, Ningbo 315100, P. R. China)

Abstract: Analysis of seismic damage is regarded as the important link in seismic teaching. It not only enriches the seismic teaching content, but also has important significance in practical work. The paper presents the analysis method which follows query, decomposition, discrimination and verification step by step. Deductive reasoning and inductive reasoning are applied. The interaction relationship of research object and the outside world is explored by using qualitative and quantitative methods. Taking the information, knowledge, and thinking into consideration is the basic method to improve students' analysis ability. Combining the latest achievement of experimental studies with theoretical analyses, students' study enthusiasm is stimulated and the seismic technology is correctly grasped by them.

Keywords: analysis ability; analysis method; earthquake disaster; teaching research

(编辑 王 宣)