

研究生专业课程教学中实际工程案例的制作

高大威 张振东

上海理工大学

DOI:10.12238/mef.v4i12.4484

[摘要] 在研究生的专业课教学中, 实际工程案例的制作是重中之重。通过工程实际案例不仅可以提高学生的课堂参与度, 而且可以使学生提前进入到企业的工程实践中去, 尤其是专业学位研究生。所以制作有效精良的实际工程案例是研究生专业课教学的重点。

[关键词] 实际工程案例; 专业课程; 研究生课程

中图分类号: G643

文献标识码: A

Making Practical Engineering Cases in the Teaching of Postgraduate Professional Courses

GAO Dawei, ZHANG Zhendong

University of Shanghai for Science and Technology

[Abstract] In the professional course teaching of postgraduates, the production of practical engineering cases is the top priority. Through practical engineering cases, we can not only improve their classroom participation, but also enable students to enter the engineering practice of enterprises in advance, especially postgraduates with professional degrees. Therefore, making effective and excellent practical engineering cases is the focus of graduate professional course teaching.

[key words] practical engineering cases; professional courses; postgraduate courses

当前大多数高校都具有全日制专业学位研究生的培养资格, 并且为专业学位研究生开设了对应的专业课程。专业学位研究生培养的目标是企业输送复合型高端工程技术人员, 所有工程实践就成了不可或缺的部分。国家也要求专业学位研究生在学习期间有一年的实践经历, 但是由于实践基本是在实践中完成的, 所以与专业理论的结合就显得不足。因此, 在专业学位研究生一年级的理论课程学习中加入实际工程案例就显得特别的重要与关键。研究生专业课中实际工程案例制作的质量如何, 主要包括以下几个方面。

1 是否来源于实际工程课题

教师在与企业合作的课题中, 挑选与专业课程内容一致的案例进行整理。例如: 本工程实际案例挑选了与上海某汽车制造企业合作的“车身-底盘连接关键硬点处紧固系统性能分析”项目, 这是各大整车厂都特别关注的问题, 并且

涉及到建模-分析-试验验证等全周期设计环节, 对于学生来说是一次难得的体验过程。

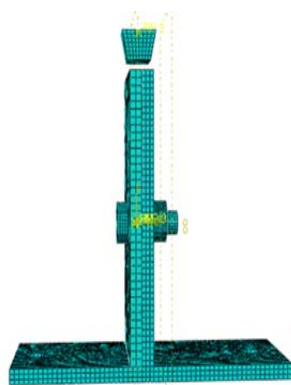


图1 螺栓连接结构的冲击试验仿真模型

案例1: 对于采用螺栓连接的物体, 当主要关注点是螺栓连接性能在横向冲击作用下轴向可以按照螺栓松动实验的要求, 将被连接件简化, 以两块接触板进行替代。其材料为合金钢, 密度为 $7.8 \text{e}3/\text{mm}^3$, 弹性模量为 210GPa , 泊松比

为0.3, 采用合金钢材料的Johnson-Cook模型。连接板使用C3D8I单元进行六面体网格划分, 简化螺栓连接结构的网格数为21868, 最终建立的简化模型如图1所示。

2 是否具有理论的前沿性

一般来说国家级纵向课题注重基础和理论研究, 那么在案例的制作中, 选择纵向课题中的实际工程案例, 可以加深学生的理论基础, 并且与理论结合紧密。例如: 本实际工程案例挑选了国家自然科学基金项目的实际案例, 并且与实际工程进行结合。

案例2: 螺栓旋转松动往往是因为被连接件的支承面上发生相对滑动会降低螺纹面和支承面的摩擦系数。施加预紧力矩后, 螺栓连接结构应能够提供足够的夹紧力是被连接件紧密贴合, 避免因为被连接件分离而出现泄露问题, 此外, 还需要关注在横向载荷的作用下被连接件之间出现的相对滑动, 而相对滑动会

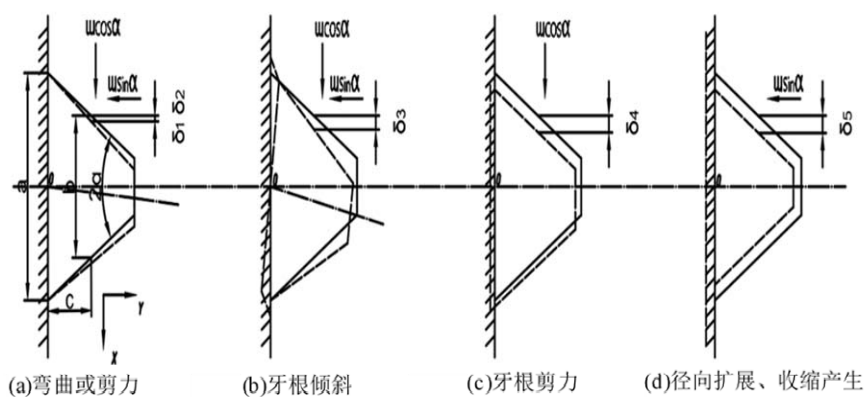


图2 不同原因造成的螺纹牙变形

导致螺栓更容易发生松动。在前人对螺栓连接结构的力学行为分析中,日本的YAMAMOTO提出的一系列理论影响较为深远。通过将螺纹啮合处的螺栓牙截面看作平面横梁,把不同因素导致的螺纹牙变形分为五个部分:弯曲导致的变形、剪切力作用下导致的变形、牙根倾斜导致的变形、牙根在横向剪切作用下导致的变形、径向扩展或收缩导致的变形,如图2所示。

在平面横梁 $y=c$ 处的单位宽度部分施加一个大小为 F ,方向垂直于斜面的力(x 方向分力为 F_x 、 y 方向分力为 F_y),求出不同因素导致的螺纹牙在横梁 $y=c$ 处产生的 x 方向上的变形,将各部分变形量累加得到螺纹牙的总变形量。

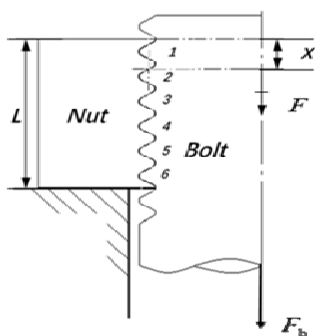


图3 啮合螺纹部分轴向力F示意图

通过YAMAMOTO方法计算得到的螺纹变形量,忽略了螺纹啮合面之间的摩擦以及材料的塑性变形,与真实的螺纹负载分布有一定的误差,但对于螺栓有限元模型验证仍有重要的指导意义。如图3所示的螺栓连接,假设螺杆部分的轴向载荷为 F ,距离螺母自由面 x 处的螺杆截面的轴向载荷为 F_x 。

3 是否属于当前研究热点内容

新能源汽车作为一种使用过程中几乎“零排放”的新出行方案,可以在一定程度上缓解大城市的空气质量问题,同时也能减少我国对外的原油依赖度,提高我国的能源安全。伴随着新能源汽车技术的不断革新,新能源汽车市场增长率也逐渐提高。作为车辆专业的专业学位研究生一定要紧跟研究热点。例如:本实际工程案例挑选了某款新能源车电池结构安全性能为案例,结合学术热点展开说明。

案例3:电动汽车在行驶过程中,电池包不直接承受外界的载荷,外界载荷通过与车身相连的螺栓点处传递到电池包,由于电池包质量大,通常占整车质量的 $1/4 \sim 1/3$ 。电动汽车行驶过程中电池包会受到自身惯性力的作用,尤其是在急加速、急减速、急转弯工况下,会

对电池包整体结构造成冲击。通过仿真得到其在典型工况下螺栓连接点的应力分布和能量值,可以校核电池包螺栓连接结构在典型工况下的连接性能。电池包通过两侧红圈处的四个吊耳与车身相连,有限元模型中在两侧吊耳螺栓孔处施加约束,如图4所示,使用MPC单元约束螺栓孔中心点全部方向的自由度,模拟实际电池包与车身之间的连接。

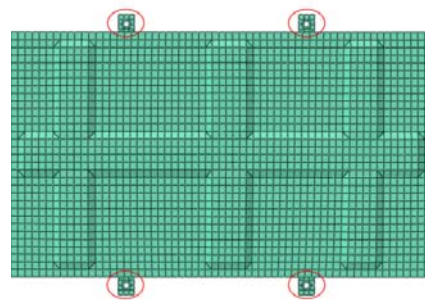


图4 电池包的有限元模型

4 结语

本文主要通过深度专业理论知识、结合学术研究热点、根据企业实际课题来制作研究生专业课教学工作中的实际工程案例,通过一线教学反馈可以看出教学效果良好。

基金项目:

上海理工大学机械工程学院研究生全英课程建设项目;上海理工大学一流专业建设项目;2020年上海市重点教改项目资助。

[参考文献]

[1]董相龙,张维强.电动汽车电池箱结构强度的有限元分析及其改进设计[J].机械强度,2015(2):126-130.

作者简介:

高大威(1979--),女,汉族,辽宁抚顺人,副教授,博士研究生,研究方向:车辆结构安全性设计。