

Simdriod 平台下结构受力仿真 APP 的开发及意义

Development and Significance of a Structural Stress Simulation APP on the Simdriod Platform

苏佳琪 徐晓莹 王思雨 项羽 乔宏 张彤*

Jiaqi Su Xiaoying Xu Siyu Wang Yu Xiang Hong Qiao Tong Zhang*

辽宁科技大学 中国·辽宁鞍山 114051

University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning, 114051, China

摘要: 借助 CAE 软件仿真软件平台 Simdriod 进行结构受力 APP 开发, 通过 APP 的开发阐述结构受力分析 APP 开发在中国工业数字化转型、智能建造的实现过程中的角色, 并阐述 APP 开发的意义。

Abstract: With the help of Simdriod, a CAE software simulation software platform, the structural stress APP is developed. Through the development of APP, the role of structural stress analysis APP development in the realization of China's industrial digital transformation and intelligent construction is expounded, and the significance of APP development is expounded.

关键词: 仿真 APP 开发; simdriod 平台; 数字化; 智能建造

Keywords: simulation APP development; simdriod platform; digitalization; intelligent construction

基金项目: 2023 年辽宁科技大学大学生创新创业项目。

DOI: 10.12346/etr.v5i2.7682

1 引言

利用 CAE 仿真技术的可改变材料模型, 包括材料的本构关系和失效准则及无破坏性和可重复性的特点, 可以克服大型土木工程结构试验不但试验周期长而且还要消耗大量的人力、物力和财力的弊端^[1]。论文借助自主可控的通用 CAE 软件进行结构受力分析仿真 APP 的开发初探, 介绍国产自主研发的 Simdriod 平台 CAE 软件的普惠应用, 通过参数建模, 将所分析结构的几何参数及材料参数及所施加的作用等因素作为可改变量, 经过网格部分、通用静力分析、计算、查看结果等步骤求解所分析结构的位移、应变和应力等物理量, 结果形成云图, 最后经过参数模块化封装成仿真 APP, 保存在本地运行或上传到 Simdriod 平台 APP 云商店进行交易共享, 供他人下载使用学习, 实现仿真知识价值变现与增值。掌握其使用简单、分享容易、无码化图形交互式的界面, 促进仿真技术人才的培养, 为国家数字化进程做铺垫。

2 Simdriod 仿真平台的特点

①仿真 APP 的无代码化开发和云原生部署大幅度降低了仿真 APP 的开发门槛和仿真技术的应用门槛, 可为中小型制造企业提供低成本、高精度的专用云化仿真工具。

②国家级的工业研发互联网平台推动了仿真技术的大众化应用, 同时引领建设数字仿真创新高地和工业软件产业集群, 推动制造企业研发创新与转型升级, 引领中国制造业的生态聚变。

③初步形成数字仿真产业生态面向电力、电子、化工、家电、机械设备、航空、航天、轨道交通、医疗、新材料等行业, 孵化出一批细分行业软件与实施服务商。

3 结构受力分析仿真 APP 的开发

3.1 吊车梁牛腿的受力分析仿真 APP 的开发步骤

吊车梁牛腿属于外挑结构, 牛腿衔接悬臂梁与挂梁, 并传递来自挂梁的荷载, 牛腿本身很小, 却承受着很大的竖向荷载, 还要承受有吊车水平制动力产生的水平荷载。吊车梁

【作者简介】苏佳琪 (2002-), 女, 中国辽宁大连人。

【通讯作者】张彤 (1968-), 女, 中国辽宁鞍山人, 硕士, 高级工程师, 从事土木工程材料、土木工程结构试验与检测等研究。

牛腿在受力后，首先在上柱与牛腿上表面交界处出现垂直裂缝，但是发展缓慢，随着荷载增加，在加载板内侧出现向下发展的斜裂缝。若继续加载，裂缝不新开展，并在加载板外侧出现大量的细小裂缝，直到临近破坏，垫板下突然出现裂缝，这预示牛腿即将破坏。借助 Simdriod 平台，开发吊车梁牛腿受力状况仿真 APP，可以将吊车梁牛腿的受力状态以云图形式展示，一目了然。进行仿真 APP 封装，形成可以基于平台运行的应用程序，理论与仿真 APP 结合的学习新方式，达到加深理解理论知识，也可以作为数字化教材供学生使用。

Simdriod 平台主界面如图 1 所示，选择图 1 左侧第三个功能“开发环境”后，进入 Simdriod 开发界面，如图 2 所示。

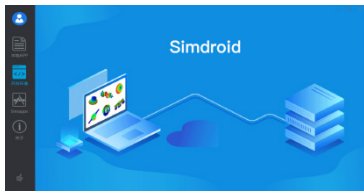


图 1 Simdriod 平台主界面



图 2 Simdriod 平台开发界面

3.1.1 参数定义

吊车梁牛腿的参数如表 1 所示。

表 1 吊车梁牛腿的参数

名称	表达式	值	描述
1	Length	50	长 (mm)
2	Width	40	宽 (mm)
3	Height	120	高 (mm)
4	Thick	20	厚度 (mm)
5	a	5	网格划分最大密度 (mm)
6	f	30	压力 (N)

3.1.2 三维建模

创建 2D 草图。2D 草图完成之后，利用拉伸功能，将 2D 草图制作成三维建模（采用正向拉伸，拉伸 20mm，反向拉伸长度为 0），见图 3、图 4。

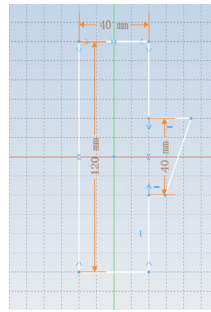


图 3 2D 草图

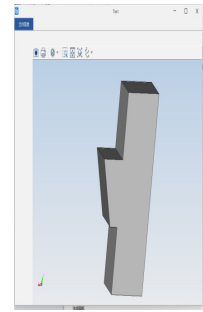


图 4 三维建模

3.1.3 材料属性

采用混凝土材料，密度为 2300kg/m^3 ，膨胀系数为 $1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ ，杨氏模量为 30kN/mm^2 ，泊松比为 0.18，导热系数为 $0.72\text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ，比热容为 $780\text{J/(kg} \cdot \text{K)}$ 。

3.1.4 网格剖分和分析

①根据吊车梁牛腿结构特点选择整体剖分功能进行剖分。

②添加常规约束，立柱底面进行固定。

③创建分析，采用通用静力分析，在牛腿柱的上表面增添一个竖直向下的力。

④进行计算。

3.1.5 结果显示

以位移云图和应力云图的形式展示，如图 5、图 6 所示。

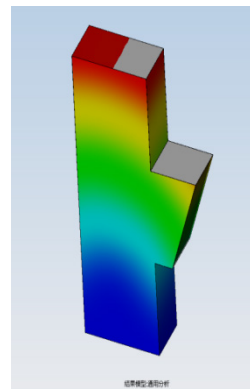


图 5 位移云图

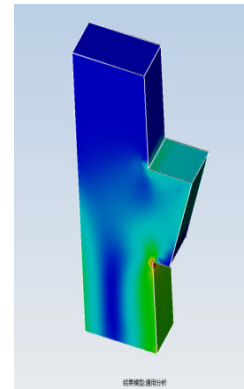


图 6 应力云图

3.1.6 封装 APP

①新建表单：吊车梁牛腿受力分析、案例介绍、模型详情、参数设置、几何结构、网格划分、位移云图、应力云图（其中以吊车梁牛腿受力分析为主窗口），如图 7 所示。



图 7 新建表单

②添加表单集合。在主窗口中操作，使案例介绍、模型分析、参数设置为一个集合；在参数设置中添加表单集合，几何构造、网格划分、位移云图、应力云图为另一个集合。如图 8 所示。

- ③添加按钮：计算、生成网格、生成几何。
- ④调整按钮的比例大小以及各参数数值范围。
- ⑤进行 APP 测试。
- ⑥测试无误后，导出 APP。

3.2 桥梁空心结构受力分析仿真 APP 的开发

在道路桥梁建设中，空心结构应用十分广泛，尤其是在中小跨径桥梁中，对道路桥梁安全起着关键性作用。空心结构的连接是通过现浇混凝土来企口缝较接来实现的，在车辆行驶时，行车道板所受的荷载会向各横线板件进行传递，实现协同受力。但是，在持续受力的过程中，较接缝连接处会在车辆荷载反复作用下出现疲劳，进而造成开裂破坏影响梁板荷载的横向分配，导致空心结构所受的荷载会集中在单一主梁上，也就是形成空心结构单板受力现象。由于空心板梁单板荷载存在一定限值，当单板受力现象发生时，实际荷载很容易超出设计值，引起板底开裂病害。

桥梁空心结构受力分析仿真 APP 的开发同吊车梁牛腿 APP 开发步骤相同，结果云图见图 9、图 10。

3.3 APP 的查看

开发的结构受力分析住址仿真 APP 有两种查看方式，一种在本地运行、查看、修改，如图 11 所示；另一种上传到 Simdriod 平台 Simapps 商店，进行查看、修改，供他人

购买下载学习，如图 12 所示。

3.4 上传到 Simapps 商店的意义

成功运行的 APP 需经过网站严格的审核，满足上传要求方可上传到 Simapps 商店。所有学习者均可以登录网站进行浏览学习，最重要的是可按照自己需要的参数进行修改、仿真以达到提供数字支持的目的。

3.5 APP 开发的意义

土木工程中吊车梁的牛腿是吊车梁的主要承载结构，本 APP 真实还原模拟在吊车梁工作时对牛腿的施压情况，并运用全参数化的仿真模拟技术，对牛腿受力情况进行精准全面的分析，以云图显示，如图 5、图 6 所示，直观一目了然。

随着中国交通运输行业的迅猛发展，各种道路桥梁工程也不断增加，道路桥梁安全成为人们关注的重点内容。在道路桥梁建设中，桥梁空心结构应用十分广泛，尤其是在中小跨径桥梁中，对道路桥梁安全起着关键性作用。空心结构具有施工简单、建筑高度低以及成本低等优点，但在实际应用过程中由于其单板受力问题，会引起各种病害。受重载车辆增加、荷载趋化等因素的影响，容易引起空心板梁桥面铺装裂缝、较缝破坏等形式病害，造成单板受力，降低桥梁使用的安全性，危及桥梁安全，增加桥梁维修加固难度。通过模拟仿真 APP 对空心结构受力进行分析，提出有效的应对措施，为使用空心结构的桥梁安全提供保障。因此，加强对空心结构单板受力的分析，采取合适的防治措施，有着十分重要的现实意义。



图 8 表单集合及按钮添加

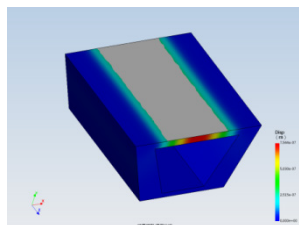


图 9 位移云图

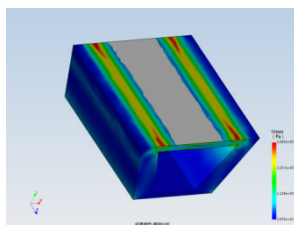


图 10 应力云图

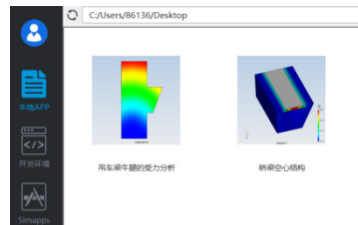


图 11 本地 APP



吊车梁牛腿的受力分析

¥0.99

发布需求 ☆收藏

立即购买

介绍 视频 更多信息 评论 (0)

这是使用仿真app对吊车梁牛腿在支撑工作状态下的受力分析,牛腿衔接悬臂梁与挂梁的荷载并传递来自挂梁的荷载牛腿本身很小,却承受着很大的竖向荷载,还要承受有吊车水平制动力产生的水平荷载。我们能够透过云图很清楚的看到吊车梁牛腿在受力后,首先在上柱与牛腿_上表面交界处出现垂直裂缝,但是发展缓慢,随着荷载增加,在加载板内侧出现向下发展的斜裂缝。若继续加载,裂缝不断开展,并在加载板外侧出现大量的细小裂缝,直到临近破坏,垫板下突然出现裂缝,这预示牛腿即将破坏。因此我们的目的就是透过仿真app模拟演练完整模拟演练工作时的受力状况以及形变状态,并对此进行数据分析与处理并保存,最终以清晰的云图形式所展示供于使用与学习,达到辅助教学的目的。

图 12 Simapps 商店

4 结语

培养仿真技术人才符合国家发展战略,仿真技术人才是国家软件和信息技术服务业、智能制造等关键产业发展战略的重要组成部分。近年来,国家有关部门出台了一系列促进仿真软件行业发展的相关文件^[2,3,4]。当前我们正步入新时代、正面临新常态、正迈进新征程,人类社会国民经济、国计民生和国家安全等各领域系统的模式、技术和业态正在向数字化、网络化、云化、智能化的“智慧物联网”新模式、新技术和新业态发生重大变革^[5]。不久的将来,CAE 仿真工程师证也会像英语四六级证一样成为大学生就业不可或缺的要求之一。

在实验室进行吊车梁牛腿、桥梁空心结构受力分析时试验时,如若参数改变,相应试验对象需要重新设计制作,在试验周期、财力、物力、时间上都会成倍增加。采用 CAE 仿真技术在将这部分费用全部省掉的同时可以改变参数多次重复试验受力分析,云图数字直观有效^[6]。

采用 CAE 仿真技术可以将工程、生产、生活中的任何受力的物体进行分析,拓展思维,提高技能,触类旁通的益

处更优。通过论文可促进仿真技术人才的培养,并能够进一步促进仿真技术的普惠应用。可为中小型制造企业提供低成本、高精度的专用云化仿真工具。引领建设数字仿真创新高地和工业软件产业集群,进一步推动制造企业研发创新与转型升级以及推进中国制造业的生态聚变。

参考文献

- [1] 杜永峰,邱志涛,李慧.大型土木工程结构的模型试验仿真[J].系统仿真学报,2008,20(18):4987-4990.
- [2] 李青,李瑞,宋胜利.人才需求导向的软件工程专业能力培养体系建设与实践[J].软件导刊,2020,19(1):7-10.
- [3] 宋胜利,褚华.产教融合培养特色化软件人才的思考——西安电子科技大学软件工程专业为例[J].软件导刊,2021,20(6):14-17.
- [4] 董如蝉,沈奇,曾岳.产学研合作模式下应用型地方高校基础软件人才培养模式研究[J].软件导刊,2017,16(13):196-198.
- [5] 孙昕,王俊杰,赵勇,等.组合梁-方钢管柱节点抗连续倒塌性能数值模拟[J].工业建筑,2022,52(5):140-146.
- [6] 李伯虎,柴旭东,张霖,等.面向智慧物联网的新型嵌入式仿真技术研究[J].系统仿真学报,2022,34(3):419-441.