

基于虚实融合的模拟电子技术实验实时远程 教学研究与实践

聂文艳, 封居强, 韩芳

(淮南师范学院机械与电气工程学院, 安徽 淮南 232038)

摘要: 实验教学是理工科教学中重要的一个环节, 但受新冠肺炎疫情的影响, 依托实验设备的线下教学难以开展。基于NI ELVIS III设备, 分析互联网+硬件设备教学, 提出一种虚实融合的实时远程实验教学方法。以模拟电子技术实验为例, 借用远程教学平台设计实验, 通过Multisim Live、Measurement Live完成理论、仿真和实际运行结果分析。实践表明, 该实验方法完全开放、可随时随地地完成实验, 满足“停课不停学”要求, 同时提升学生的实践能力和创新能力。

关键词: 远程教学; 虚实结合; NI ELVIS III; 模拟电子技术实验

中图分类号: TN710-4; G642.0 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2020)04-0091-05

Study and Practice of Real-time Remote Experiment Teaching of "Analog Electronic Technology" Based on Online Merge Offline (OMO)

NIE Wenyan, FENG Juqiang, HAN Fang

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Huainan Normal University, Huainan, Anhui 232038, China)

Abstract: Experimental teaching is an important part of the science and engineering teaching. However, under the influence of "COVID-19" epidemic, it is difficult to carry out offline teaching which relies on actual experimental equipment. Therefore, based on the NI ELVIS III physical machine and the analysis of the Internet + Hardware teaching mode, this paper puts forward a kind of false-or-true integration of real-time remote experiment teaching method. Taking the simulation experiment of analog electronic technology as an example, the experiment is designed to be carried out on remote teaching platform, and the theory teaching, simulation and operation results are analyzed through Multisim Live and Measurement Live. Practice show that since this experiment method is completely open, students can do experiments anytime anywhere to improve their practical and innovative abilities, hence the goal of "nonstop teaching and learning" can be achieved.

Keywords: distance teaching; Online Merge Offline; NI ELVIS III; analog electronic technology experiment

0 引言

自2019年底,我国多地陆续发生新型冠状病毒肺炎疫情^[1]。为阻断疫情向校园蔓延,确保师生生命安全和身体健康,2020年1月27日教育部通知延期开学^[2],2月12日工业和信息化部联合通知延期开学期间“停课不停学”有关工作^[3],2月28日教育部党组通知部署统筹做好教育系统新冠肺炎疫情防控和改革发展工作^[4]。高校要结合本校实际情况,在延期开学期间高度重视、认真做好“停课不停教、停课不停学”工作,制定在线教学方案,开展

教学内容改革和教学模式与方法创新。

在此背景下,教师借助各式各样的网络教学平台执行教学任务,比如中国大学慕课、雨课堂、超星学习通等。为实现大规模人群的在线直播,出现了腾讯课堂、超星直播、钉钉直播等。但以上的教学平台只能满足远程理论知识的教学,无法开展依托硬件实验设备的实践教学。目前理工科实验教学能否实现远程教学,已成为各大高校实验设备处亟待解决的问题。本文基于现有ELVIS III设备,根据实验对象虚实相结合的特点,通过远程操作系统将实验设备共享和复制给学生。学生借用Multisim

收稿日期:2020-08-07

基金项目:安徽省教学研究重点项目(2018jyxm0504);淮南师范学院重点教研项目(2020hsjyxm06);淮南师范学院教学团队(2017hsjxtd04);淮南师范学院一般教研项目(2019hsjy55)。

作者简介:聂文艳(1981—),女,淮南寿县人,副教授,博士,研究方向:电子信息类教学研究。

Live 系统完成理论仿真研究, Measurement Live 系统完成远程实验操作, 将仿真数据与实验数据进行对比分析。另借用远程教学及实验一体化平台实现实验预约、实验操作、实验报告提交等过程管理。

1 理工科实验教学的现状及思考

高校理工科实践教学是人才培养的重要环节, 尤其在以培养学生创新精神和实际工作能力的应用型本科高校。每年花费上百万元的经费采购实验教学设备, 组建适应新形势下的实验室, 以保障人才培养的质量。目前实验教学主要采取传统的教学和虚拟实验教学2种方式。

1)传统的实验教学方式是在限定的时间、空间和已有设备的基础上, 按照实验课程设计要求依次开展。该方式是各大高校常规采取的教学模式, 教师依据实验指导书详细地面授实验内容, 并进行操作示范。该方式简明、清晰, 有助于学生短时间内形成知识结构和体系, 有利于教师对整个教学过程中的管控。但受到客观教学环境影响较大, 尤其是在疫情期间延期开学的背景下难以开展实施。

2)虚拟实验教学是近年来发展起来的, 一种借助多媒体、仿真和虚拟实现等在计算机上营造可辅助或部分取代传统实验操作环节的相关软硬件操作环境。各大高校的教学人员都尝试构建多功能的虚拟仿真实验室, 并为此不断研究。徐梅^[5]提出一种基于“分层+MOOC/SPOC”的大学公共计算机课程教学实践体系, 提高计算机基础课教学质量。李晓东等^[6]根据电路分析基础实验课的特点提出混合式教学模式, 将线下课堂教学和线上网络教学有机融合, 通过虚拟网络平台对教学过程进行管控和评测, 未对实验完成虚拟化改革。杨文荣等^[7]基于雨课堂的雷实验教学系统提出 A+D lab 智慧实验教学, 学生必须依托该设备和实验系统完成电路实验。刘大勇^[8]基于 LabVIEW 的抽象化模拟电路实验教学, 采用软件平台完全代替硬件设备思想, 通过程序设计完成实验设计, 未能有效地锻炼学生的动手能力。封居强^[9]运用 LabVIEW 编程软件和 Multisim 仿真软件搭建传感器技术及应用虚拟仿真教学平台, 通过 Multisim 电路设计分析, 调用自定义 LabVIEW 虚拟仪器完成数据的获取和分析, 完成虚拟仿真实验。朱海^[10]利用虚拟现实、多媒体、网络通信技术构建了师范类心理学专业虚拟实践教学体系, 并设计了学生心理辅导虚拟训练方案。以上的研究解决了传统实验方式受空间、时间的限制, 但

实质上仍是理论教学形式的延伸。在不依托设备的前提下, 学生借用互联网或离线的虚拟仿真实验系统, 通过参数的配置, 观看实验变化情况, 缺乏一定的自主操作、自主实践、自主创新。

2 远程实验探索

2.1 远程实验室的总体设计

虚拟仪器技术是一种集成了高性能的模块化硬件, 结合高效灵活的软件来完成各种测试、测量和自动化的应用技术。由于能够方便地提供全方位的系统集成、满足对同步和定时应用的需求, 同时灵活高效创建完全自定义的用户界面, 成为远程虚拟实验室的首选。实验室平台硬件部分主要采用美国国家仪器公司的 ELVIS III 和摄像头, 基于网络实现共享; 软件主要采用 Web 在线的 Multisim Live 和 Measurement Live。虚实结合远程实验室架构如图 1 所示。

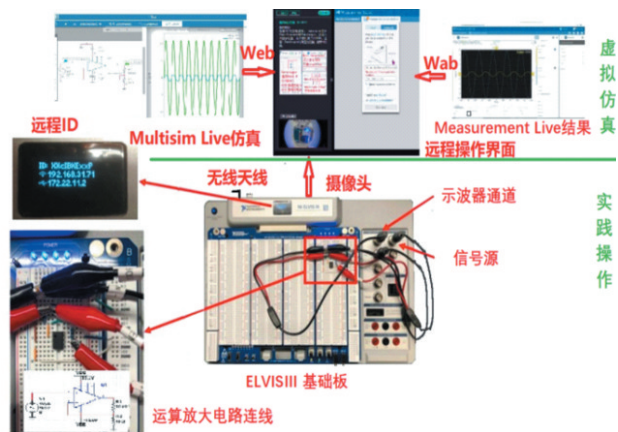


图1 虚实结合远程实验架构

系统构架主要通过以下几部分完成工作。

1)NI ELVIS 是一个融合了先进工业技术和领先教育理念的多科学实验平台, 集成了多合一仪器、可编程 I/O 测量、嵌入式设计以及互联网远程教学技术^[11]。最新一代的 ELVIS III 是该平台的主要硬件, 在服务于工程基础和综合系统设计教学的基础上, 重点加强了教学前瞻性技术和互联网接入方面的特点。提供问题分析—设计—开发解决方案—项目化实验设计资源共享等功能。

2)Measurement Live 是 ELVIS III 配套的 Web 在线上位机软件, 它不依赖于操作系统、具有完全交互式的在线电路仿真环境、免安装驱动、直接通过 Web 浏览器操作, 为 ELVIS III 硬件提供示波器、信号发生器、万用表等 12 种仪器操作面板。该 Web 界面观测的数据源于硬件设备, 是硬件设备测量的真实数据。

3)Multisim Live是在线版的Multisim软件。运行框架结构与Measurement Live相同,主要完成远程电路原理仿真分析。该Web界面观测的数据源于电路原理图仿真,该数据与Measurement Live产生的数据进行对比分析,能够让同学们更好地掌握电子元器件理论与实际区别和联系。

4)摄像头主要为学生提供一种实时操作的界面,让学生感觉如在现场。同时根据该界面观测电路线路连接正确与否,远程指挥教师调整电路的连接方式,以达到实验操作过程。

2.2 实验设计内容与开发

众所周知,模拟电子技术课程是自动化、电

子电气类专业重要的专业基础课程。具有很强的综合性、技术性和实用性,理论与实践并重,是工科学生进入工程领域的第一门课程,也是联系公共基础课程与专业课程的一座重要桥梁。模拟电子技术实验是该课程配套的实践教学环节,通过实验训练,学生能够加深对所学理论知识的理解,掌握常用电子仪器的使用方法,并进一步培养学生对电子电路的实验研究能力和正确使用能力^[12]。本文依托传感器与检测技术实验室的ELVIS III设备,基于远程教学及实验一体化平台实现模拟电子技术实验项目,主要内容如表1所示。

表1 实验项目设计内容

项目名称	实验类别	实验类型	传统教学所用设备	远程教学所用设备
常用电子仪器的使用	专业基础	验证	电子学综合实验装置、数字双踪示波器、函数信号发生器	远程ELVIS III、电脑
单管共射级放大电路的静态特性	专业基础	验证	同上	同上
单管共射级放大电路的动态特性	专业基础	验证	同上	同上
集成运算放大器应用电路设计	专业基础	设计	同上	同上
低频OTL功率放大器	专业基础	验证	同上	同上

远程教学及实验一体化平台为封闭式系统,多个高校已申请注册。教师通过www.B.lab.video网址创建实验,线下调试硬件设备,Multisim Live在线原理图仿真分析,完成数据分析后发布实验任务,具体流程如图2所示。学生通过www.lab.video网址登录远程实验平台,根据操作码预约实验,分析监控下的电路原理,与Multisim Live在线分析结果比较完成实验报告,具体流程如图3所示。

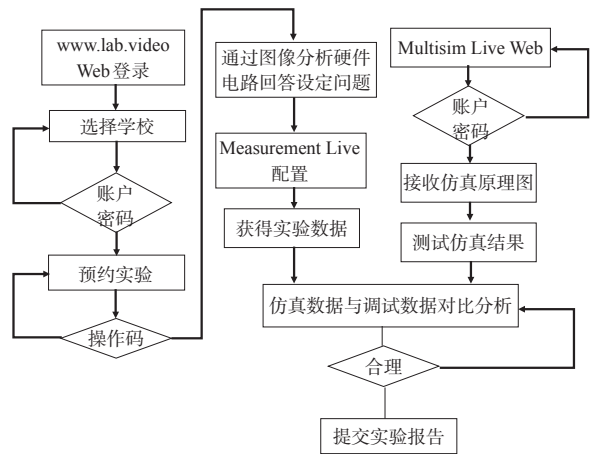


图3 学生端操作流程

3 典型实验示范

集成运算放大器是一种线性集成电子元器件,一种高增益的直接耦合多级放大电路。当外部接入不同的线性或非线性元器件组成输入和负反馈电路时,可以灵活地实现各种特定的函数关系。在线性应用方面,可组成比例、加法、减法、积分、微分、对数等模拟运算电路。因此本文以集成运算放大器UA741为实验分析对象,通过实验操作和结果分析,学生能够加深对集成运放电路工作原理的理解,达到理论与实践相统一的教学目的。

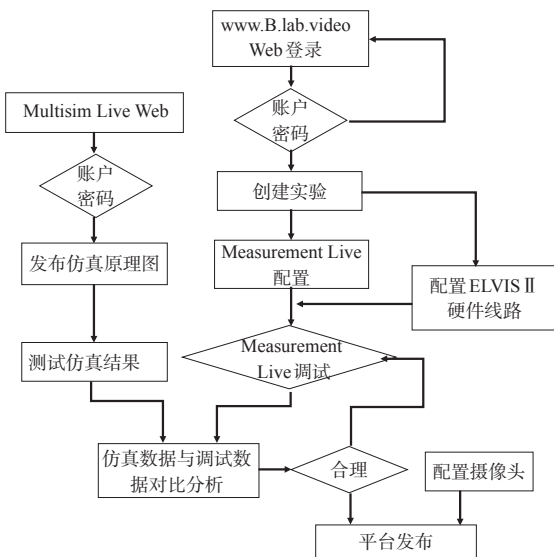


图2 教师端操作流程

3.1 UA741 原理分析

UA741 是高增益运算放大器,主要用于工业和商业等电子产品中。与其他半导体元器件相同,提供输出短路保护和闭锁自由运作。该芯片引脚图如图4所示,2脚是反相输入端,3脚是同相输入端,6脚是输出端,7脚接正电源,4脚接负电源(双电源工作时或地(单电源工作时),1脚和5脚是失调电压调零端,8脚是空脚内部没有任何连接。

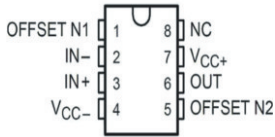


图4 UA741 引脚图

UA741 在仿真模拟理想状态下线性应用时的2个重要特点。

1)输出电压 U_o 与输入电压 $(U_+ - U_-)$ 之间满足关系式(1):

$$U_o = A_{od}(U_+ - U_-) \quad (1)$$

由于增益 $A_{od} = \infty$, 而 U_o 为有限值, 因此, $U_+ - U_- \approx 0$ 。即 $U_+ \approx U_-$, 称为“虚短”。

2)由于输入电阻 $r_i = \infty$, 故流进运放2个输入端的电流可视为零, 即 $I_+ = I_- \approx 0$, 称为“虚断”。这说明运放对其前级索取的电流极小。

上述2个特性是分析理想运放应用电路的基本原则,可简化运放电路的计算。

3.2 Multisim Live 在线仿真

基于 UA741 设计正向比例运算为例, 在 Multisim Live 上搭建原理图, 根据分析要求在输入电压和输出电压处设置观测点。通过仿真实验, 分析观测点数据研究 UA741 的工作特性, 原理图与运行结果如图5所示。

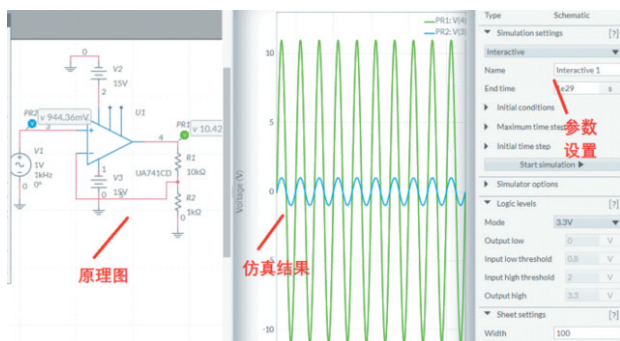


图5 UA741 仿真图及运行结果

图5中左侧为原理图,中间为仿真结果,右侧为参数设置面板。实验过程中,通过Item可灵活地设置元器件参数,通过Document实现 Interactive、Transient、AC Sweep和DC Operating point不同分析方法。

3.3 远程教学及实验一体化平台应用

借用远程教学及实验一体化平台教学,便于教师对实验项目管理,同时可实现在线教学情况的管理和交流。学生通过Web便可以完成实验操作,免安装任何软件,同时能够实时远程访问硬件设备。基于ELVIS III 远程模拟电子技术电路实验说明界面如图6所示。



图6 基于ELVIS 远程模拟电子技术电路实验

为提高设备的利用率,远程操作时间为全天候。为防止远程操作实验冲突,设计了远程操作预约制度。学生必须持有教师发放的操作码预约实验,必须在规定的预约时间内完成实验。基于集成运算放大器器件 UA741 的工作特性实验界面如图7所示。从图7可知,学生在预约实验前需学习理论相关知识,能够实现理论教学和实践教学的统一;完成实验后,必须在该平台上远程提交实验报告。教

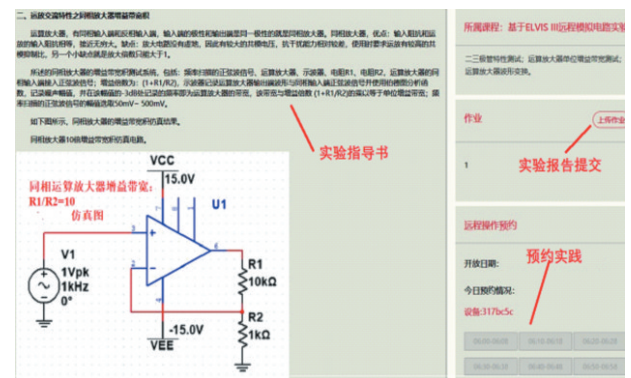


图7 UA741 的工作特性实验界面

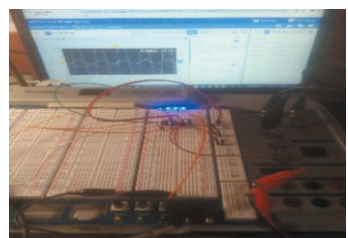


图8 线路连接及运行图

师根据实验指导书要求完成硬件线路连接,设置相关参数,获得运行界面如图8所示。

3.4 实验分析

根据实验指导书要求设置电路的输入,参数主要为正弦波、1 kHz 频率、2 V 峰峰值。设置 Stream data to Measurements live 参数将仿真输入和输出数据导入到 ELVIS III 上位机软件界面内。监测对比分析仿真数据和实验数据如表2所示,运行波形图界面如图9所示。

表2 仿真数据与实验数据对比

通道	电压峰峰值/V	测试点有效值/V	频率/kHz	周期/ms
Ch1	22.530	7.968	1	1
Ch2	2.056	0.708	1	1
Ref1	21.950	7.796	1	1
Ref2	1.997	0.709	1	1

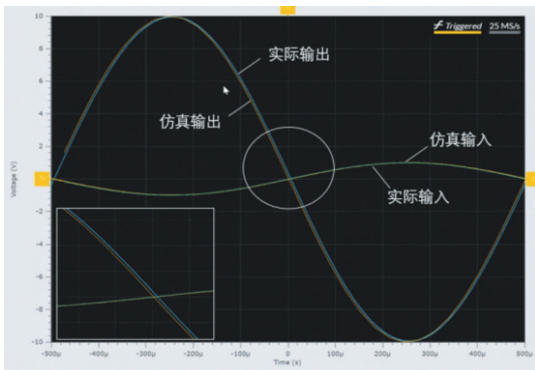


图9 运行结果界面

由表2可知,Ch1通道为实际输出、Ch2通道为实际输入、Ref1通道为仿真输出、Ref2通道为仿真输入。根据UA741的工作原理可知,输入为2 V时

输出应为20 V,正向放大10倍;仿真实际输入为1.997 V,输出为21.95 V,放大约为10.99;信号发生器实际输入2.056 V,测得输出为22.53 V,放大约为10.956。据测试点的有效值得到的仿真结果放大约为10.99;实际放大约为11.25。

由图9可知,理论输入相同的时候,仿真输入、输出结果和实际输入、输出结果存在不同。仿真输入与实际输入相差不大,经过大约10倍的放大输出变化相对较大。综上可得,该实验的理论与实践(仿真、实验)都存在一定的差异。受到仿真输入和仿真元器件的影响,仿真过程产生系统误差,相对较小且较稳定;受到实际输入信号、电阻误差、芯片输出误差以及线路损耗等影响,在实际运放电路中产生的系统误差和随机误差,误差相对较大且随机变化。

4 结语

虚拟结合的远程实时实验教学方法借助先进的硬件设备和Web架构的软件系统,综合了理论、仿真和实际芯片知识。以虚拟仪器为基本思想,硬件设备通过Web虚拟面板远程操作,实现实验对象复用和共享。通过对实验线路的分析和参数的设定,能够锻炼学生实际操作能力。通过对实验结果的分析,能够加深学生理论知识的理解,甚至升华。总之,在疫情期间,由于受课时、仪器设备、教学场地、教学资源和远程教学的影响,通过虚实结合的远程实时实验教学方法能够实现“停课不停学”的教育方针,同时为传统实验教学改革提供一种方法。

参考文献:

- [1] 张凤英,李舍予,李玲利,等.新型冠状病毒肺炎疫情期间高校学生管理的华西紧急推荐[J].中国循证医学杂志,2020(3): 252-257.
- [2] 教育部.教育部关于2020年春季学期延期开学的通知[EB/OL].(2020-01-27)[2020-02-01].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202001/t20200127_416672.html.
- [3] 教育部办公厅 工业和信息化部办公厅.教育部办公厅 工业和信息化部办公厅关于中小学延期开学期间“停课不停学”有关工作安排的通知(教基厅函[2020]3号)[EB/OL].(2020-2-12)[2020-02-05].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3321/202002/t20200212_420435.html.
- [4] 中共教育部党组.中共教育部党组关于统筹做好教育系统新冠肺炎疫情防控和教育改革发展工作的通知(教党[2020]16号)[EB/OL].(2020-02-28)[2020-02-15].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/s7059/202002/t20200228_425499.html.
- [5] 徐梅.基于“分层+MOOC/SPOC”的大学公共计算机课教学研究与实践[J].遵义师范学院学报,2018(3):113-117.
- [6] 李晓冬,李淑明.电路分析基础实验混合式教学模式探索与实践[J].大学教育,2019(7):112-114+136.
- [7] 杨文荣,丁冲,刘艳芳,等.“电路”课程混合式教学研究与实践[J].电气电子教学学报,2019(6):66-70.
- [8] 刘大勇,姚丹,郑传涛.基于LabVIEW的抽象化模拟电路实验教学系统[J].吉林大学学报(信息科学版),2019(5):539-544.
- [9] 封居强,聂文艳.虚拟仿真技术在“传感器技术及应用”教学中的应用[J].遵义师范学院学报,2019(5):138-141.
- [10] 朱海,杨青松,王燕.应用型人才培养背景下师范类心理学专业虚拟实践教学体系探究[J].遵义师范学院学报,2018(3): 157-160.

业的专业基础课,其实验理论性及操作性较强。鉴于该课程将于本课程结束后的次学期开设,那么将在第2部分以较少篇幅阐述MySQL开发技术与大数据技术的相辅相成。

2 基于大数据技术的MySQL数据处理

大数据技术是数据挖掘及人工智能发展的基础,尤以Hadoop生态系统学习为主。Hive称为数据仓库,作为Hadoop生态系统中的一个分支,主要基于HQL进行数据挖掘及分析。HQL语言与MySQL中的SQL语句极为相似,但又略有不同。MySQL主要作为Hive的元数据库,用于记录数据的增、删、改、查等操作。虽然大数据技术中Hive及MySQL都是基于Linux系统进行学习,但是SQL语句及数据库开发技术与Windows版基本相同。

图5所示三个模块层次之间的关系表示为:Hive→MySQL→HDFS。也就是说,在Hive中分别建表student、zy_log,在元数据库MySQL中能够随即查到对应的元数据信息,即Hive中创建的表数据。而所有数据又将以路径(例如user/hive/warehouse/student)的形式存储在HDFS分布式文件系统之上。通过此部分内容的学习理解,学生能够初步体会MySQL在大数据技术中的应用体现。

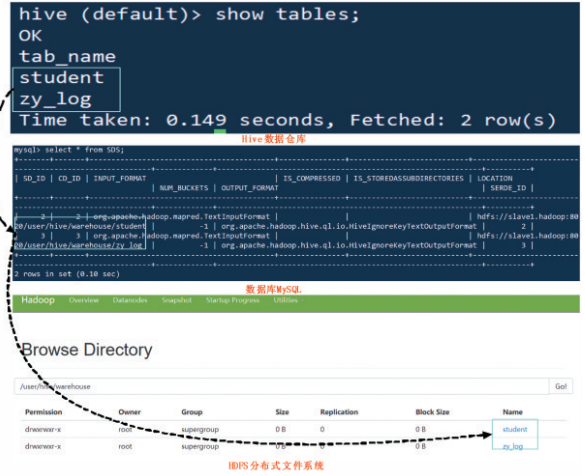


图5 Hive→MySQL→HDFS数据处理流程简图

3 结语

在大数据飞速发展的背景下,围绕提高学生学习的积极性及实践操作能力的各种教学改革模式都是为培养应用型人才而服务。本文主要以MySQL数据库教学过程中的“多表连接”内容,结合实际的教学案例探讨SQL语句在实际情景中的应用价值。除此之外,介绍了MySQL在大数据技术中的应用模式,体现了该课程多功能,多用途,多覆盖的性质。

参考文献:

- [1] 孔祥盛. MySQL数据库基础与实例教程[M]. 北京:人民邮电出版社,2014.
- [2] 周莲波. MySQL数据库课程教学难点教学分析—以数据库设计为例[J]. 长春大学学报, 2017, 27(10):113-116.
- [3] 张丽平,李松,郝晓红. 基于复杂工程问题的数据库系统基础课程教学研究[J]. 西昌学院学报,2019,33(4):102-105.
- [4] 何海波. 信息检索课交互式教学评价指标体系的构建[J]. 长春师范大学学报,2019,38(02):146-148.
- [5] 李永业,张雪兰. 基于MySQL数据库的工程水力学试题库. 系统的开发探索[J]. 教育教学论坛,2019(26):133-135.
- [6] 胡晓娟. 高校数据库原理课程实验教学设计研究[D]. 乌鲁木齐:新疆师范大学,2009.
- [7] 姬晓辉,王国强. 基于工程教育认证的《数据库原理与应用》课程教学改革研究[J]. 电脑知识与技术,2019,15(10):106-107.
- [8] 邹琼. 应用型人才培养模式下基于CDIO的数据库教学研究[J]. 湖北经济学院学报(人文社会科学版),2016,13(10):213-214.
- [9] 陈继祥,张一春. 泛在学习环境下数据库原理支架式教学研究[J]. 长春大学学报(自然科学版),2019,29(8):121-124.

(上接第95页)

- [11] 蒙艳玫,李文星,叶志豪. 网络化远程测控实验教学平台的研究与实践[J]. 实验室研究与探索,2016(7):108-112.
- [12] 包涛,周德云,林华杰. 模拟电子技术实验课程改革与实践[J]. 实验科学与技术,2018,16(1):114-117.