清筛机电气系统功能演示教具的设计与制作

赵杰
（包头铁道职业技术学院　内蒙古　包头　014030）

摘要：针对《铁道大型清筛设备与运用》课程中电气系统知识点的理论教学和实际运用脱节的问题，采用轻型材料自行设计制作电气系统演示教具。阐述了教具设计制作的背景、过程以及教具的使用方式，并以清筛机课程教学需求为导向，设计制作了清筛设备电气系统演示教具。使用设计制作的演示教具，可在课堂上现场演示电气系统的功能，实现理实结合的一体化教学模式。

关键词：教具；电气系统；清筛机；演示教具

0　引言

《铁道大型清筛设备与运用》课程是铁路养路机械应用专业的核心课程。该课程主要介绍 QS-650 型铁路大型清筛机的构造、运用、保养与维修，对应岗位为铁路线路工、大型养路机械司机等。清筛机是集机电气液于一体的铁路大型养路机械，岗位作业人员必须具备基本的机械设备传动与控制常识。电气系统用来控制清筛机实现启动、走行、作业等过程，是该课程中的一个重要知识模块。针对专业岗位群的不同岗位需求，学生须具备识读电路图、使用电气系统操纵铁路大型清筛机、检查处理电气系统故障等能力。

在教学中，要着眼于知识的实践运用，教学内容应取决于可用性、知识与实践的结合，而不是一味追求知识的深度，这就要求教学内容时刻和设备的操作运用相结合。然而铁道大型清筛设备的结构原理方面的教学仍然很困难，由于专业对口范围较窄，市场鲜有专门针对大型养路机械电气控制系统结构原理进行演示的教具，也就很难直接购得铁道大型清筛设备结构原理相关教学演示器具。铁道大型清筛设备机电气液部分的结构原理在教学中仍只能停留在教材上，导致达不到应有的教学效果。

1　教具制作的意义

研制 QS-650 型清筛机电气控制系统模拟演示教具，可以在一体化教学中运用，弥补实习实训设备空缺，增强教学效果，提高学生学习兴趣。

人的认识过程是从感性认识到理性认识，再到实践的。一切知识都是从感官的感知开始的，感性认识需要有具体的事物为基础，然后才能上升到抽象的理性认识。教具是具体的事物，教材上的知识是抽象的事物，学生学习过程中，使用教具形成感性认识，然后再通过教材等资料进行抽象，最终应用到清筛机的操作实践中，可以形成完整的认知链。教具可以直观地演示电气系统的工作原理，这样获得的知识更易于理解与记忆。

在《铁道大型清筛设备与运用》课程的教学过程中，合理运用教具，可以将教材上枯燥的电气原理图演示在实物上，电路中的各个元件都能在教具中实实在在地看到，原理图中元件的识别变得轻而易举。教材上的电气原理图是静态的，即使可以使用文字描述其工作过程，学生也难以理解，而教具可以实时模拟电路的工作过程，使工作过程看得见、摸得着。设计制造的教具，可以支撑铁道养路机械应用技术专业教学模式由理论型课程教学向应用型课程教学转变，为实践教学提供基础，改变黑板教学的现状，并在实践教学中提高学生安全意识、培养学生工匠精神和创新思维。

这是学生从课本理论通往实践的一扇门，学生可以参考教具的设计，自行设计新的电气控制系统演示板。师生亦可以此教具为基础平台，研究铁道大型清筛设备电气系统的技术改进、升级措施。

2　教具制作过程

分析清筛机电气系统各负载的功用和操作控制逻辑，具体分析各个电路支路的作用和控制过程。

总体过程为：电路功用分析→绘制电路图→制作元件表→编制设计文档→元件、工具采购→教具制作→测试→编制使用文档→增加电气故障处理功能→增加机电气液联合演示功能→增加单片机自动 / 远程控制功能。

2.1　设计原则

优先最基本负载控制功能的实现，教具携带方便、操作简单、元件易获得，低成本。

2.2　电路功用分析

在教具设计中，将电气系统按功能分解为多个典型工作电路，每个典型工作电路可实现 1 个或 1 组特定动

71-80 22年6月下 第18期.indd 78　　2022/8/29 22:07:08

作或功能。例如，将清筛机工作电路分解为柴油机启动保护电路、柴油机停机电路、走行控制电路、气压制动与显示电路、挖掘装置控制电路、筛分装置控制电路、照明电路、监控报警电路等。

根据现场使用需求确定电路功能。根据设备现场使用过程，确定电路中按钮、旋钮、钥匙开关、限位开关、指示灯、继电器、负载之间的逻辑关系。

2.3　绘制电路图

电路图的绘制要准确无误。教材和现场收集材料中的电路图在绘制中可能会出现省略、缺失线路或标注的问题，甚至会有错误，如果直接照搬，可能会教具无法正常演示。这时需要根据电路功用分析，更正、补全电路图，保证电路功能的实现。可以使用 CAD 绘制电路图，用电路仿真软件验证电路功能。

2.4　制作元件表

根据电路图确定实现电路所需元件种类、参数、数量。为保证教具使用安全、便捷，教具可采用 DC5V 电源，以 5V 电源代替铁道大型清筛设备上的 24V 电源，实现安全、节能，在教室也能正常供电，在与其他系统联合使用时可通过继电器实现电路电压转换。电路元件应采用标准元件，便于采购、安装、更换。

2.5　编制设计文档

设计文档应包括设计思路、元件表、元件使用说明、元件布置图、元件接线表、电路原理图、教具制作过程、教具功能演示等内容。可以使用绘图软件根据元件尺寸绘制元件布置图，元件布置位置应尽量和电路图对应，使电路图中的元件在教具上一目了然。

2.6　元件、材料、工具采购

根据元件表采购所需元件，按需采购线材、接线端子，按教具制作工艺需求采购制作工具以及其他材料。网上元件种类、型号齐全，大部分元件和材料都可从网上购得。

2.7　教具制作

可以使用铝合金材料制作教具框架，使用亚克力板制作元件安装板。预先使用 CAD 软件绘制元件布局图，将元件表中的元件按布局图安装在安装板上。按元件接线表进行线路连接。元件间的接线可以采用香蕉插头插座，便于安装、演示、改进。

2.8　测试

检测电路工作是否正常，能否实现所需功能。对比教具演示功能和现场设备电路实际控制功能，如有功能未实现，需重新检查改进电路图，补充相应功能。

2.9　编制使用手册

好的使用手册能够充分发挥教具的使用价值。使用手册要与教具配套，满足《铁道大型清筛设备与运用》课程电气控制系统典型电路相关内容的教学需求。使用手册应包括教具使用安全、注意事项、教具使用方法、教具可实现功能的演示过程等。可以单独演示设备某个操作下负载的动作过程，如张开挖掘臂、降下起拨道装置等。也可以可根据设备岗位作业过程设计一体化教学案例，按清筛机实际操作应用过程，设计教具功能演示过程。例如，起拨道装置的作业准备过程：调整装置供油→夹轨装置供油→松开四个夹轨装置→降下起拨道装置→装置落轨微调→夹紧钢轨（闭合 4 个夹轨装置）→起道（升起起拨道装置）。

2.10　增加功能

2.10.1　故障排查功能

在模拟演示教具上可以通过各种手段模拟真实工作中遇到的电路故障，使用电工实训室仪器检测、排除故障。通过替换损坏元件、错接或短路导线等方式，来模拟演示电路故障，使用人员通过万用表等设备检测电路故障，查明故障原因，更换完好元件，排除故障。

在使用手册中按类增加故障排除操作过程，包括故障现象、故障原因、故障检测过程、故障排除方法等。

2.10.2　联合演示功能

液压系统通常通过电磁控制阀来控制，电磁铁使用电压为 DC24V，本设计中教具使用 5V 电压，可以通过继电器来转换电压。

增加 DC2V 电源和 DC5V/24V 继电器。继电器输入端接入教具负载两端，输出端直接控制电磁铁，这样就可以直接驱动液压实验台电磁控制元件，实现与液压实验台的联合演示。

2.10.3　单片机控制功能

物联网现在是一个比较普及的概念，现在大多数设备也都实现了智能控制。在教具上添加单片机控制功能可以实现上述功能。

实现单片机控制的方法：将控制电路部分用单片机代替，由单片机通过继电器控制负载，实现单片机控制。控制电路的逻辑功能由单片机程序来实现，原控制电路的逻辑控制要素变为单片机的输入信号。也可以通过串口、Wi-Fi 模块、蓝牙模块实现 PC 端 / 手机端控制。

串口控制方式：PC 端串口调试程序 CH340（USB 转 TTL 工具）单片机；传感器、行程开关、压力开关等信号单片机（C51、STM32、arduino 等系列）；单片机继电器负载。

Wi-Fi 远程控制方式：PC 端 / 手机端服务程序无线 Wi-Fi 模块（ESP8266）单片机；传感器、行程开关、压力开关等信号单片机；单片机继电器负载。

蓝牙控制方式：PC 端 / 手机端服务程序蓝牙模块单片机；传感器、行程开关、压力开关等信号单片机；单片机继电器负载。

71-80 22年6月下 第18期.indd 79　2022/8/29 22:07:08

3 教具的使用

依托教具进行实践课程的开发。在实践课程中，学生可以将图纸上抽象的符号和真实电气元件对应起来，并可直接操作，观察开关按钮和电路负载动作之间的逻辑关系，实现理论与实践结合。使用教具实现一体化课程，根据实际授课需要，设计项目化情景式教学方案。

可利用教具的实践教学项目：识读电路元件符号与认识电气元件、识读电路图、操作控制电路、检查处理电气系统故障、演示清筛机分解动作（可与液压气动和机械设备配合使用）、演示清筛机各动作之间的逻辑关系等。

使用拓展：可以使用教具进行电路接线练习、单片机编程练习、结合液压实训设备进行液压系统控制练习、机电一体化实训等。

以清筛机起道作业过程教学案例中教具使用举例。教学资源准备：万用表、DC5V 电源、起拨道控制电路演示教具、导线、电路原理图和元件布置图（教具设计手册中）、教具使用手册。教学目标为实现起道作业操作和排除起道作业控制电路故障。

学生学习起道作业过程：分析起道装置可实现功能及动作→识读电路原理图→在元件布置图上选择对应元件并按原理图标注线号→按元件布置图的接线标号在教具上插装导线→用万用表检测电路连接情况→接通电源→操作开关按钮进行单个负载操作功能测试→按起拨道装置现场作业流程操作多个负载按顺序动作。

学生学习电路故障排除过程：查明教具上电路故障现象→分析故障原因（可采用鱼骨图法）→使用万用表检测电路故障→排除电路故障（更换损坏元件等）。

学生还可以编程单片机控制程序，实现教具上的负载自动按作业流程动作。

有条件的情况下，使用 DC5V/24V 继电器，联合液压实训台、机械实训台演示起道作业流程。

4 设计过程中的注意事项和改进措施

4.1 教具制作对动手能力要求高

电路安装板的加工对动手能力要求较高，要有专门的工具并能够熟练使用工具。

4.2 熟悉设备电路

教具设计的难点在于要能复现设备电气系统的操作过程，这就要求在设计前对设备进行充分地调查研究、查阅文献和设备图纸，熟悉设备的电路功能和原理，熟悉设备在实际作业中的电气控制步骤，能够通过设计出的教具指导实践操作。

4.3 采用插接式元件

采用插接式元件可以更容易地更换元件、进行电路接线练习。

4.4 教具复用

对于采用元件种类、数量相近的电路，可以重复利用教具，采用同一教具不同接线的方式，实现不同电路的功能演示，减少教具设计制作的工作量。教具按各类元件最大量安装元件，如需演示某一电路时，只要按照该电路接线表重新接线即可。清筛机电气系统中各个电路之间存在逻辑关系，可以在多个教具上实现不同的电路，使用导线桥接，可以实现电气系统多电路联合演示。

4.5 充分利用学校现有设备

可以依托学校电气、液压、自动化等实训室的设备，进行模拟演示教具的研发、制作。实训室有相关设施可以支撑教具元件测试、器件安装、电路测试、单片机编程、机电气液联合演示等作业。

4.6 教具改进

市场采购的教具，改进空间往往很小，时间久了，功能就会远远落后于实践应用设备，实践应用知识更新后，教具就会很难配套，致使实用性下降。但自行设计制造的教具，改进空间只受限于设计制造者的个人能力。通过校企合作，行业交流，经常了解清筛设备现场应用技术的改进，将改进措施融入到教具中，伴随课程知识与时俱进，更符合职业教育的要求。也可以逆向创新，在熟悉教具使用的基础上，开拓创新，发现新的改进方法、手段、措施，在教具上模拟验证，最终应用在真实设备之上。

5 结语

专业课程教学要符合职业岗位（群）的能力要求，要德技并修、工学结合，强化实践环节，加强实践性教学，提高实践教学学时比例。在实践教学设备匮乏的情况下，自行设计制造教具，普及项目教学、案例教学、情境教学、模块化教学，是一个不错的选择。

在实际教学活动中，根据教学需求自制教具，进行实践教学，是教育工作者的重要任务之一。教学要以教材等资源为指导，更要以实践为主要内容，不断提高学生的实践应用能力，达成更好的学习效果。

科研课题：QS-650 型清筛机电气控制系统模拟演示教具的设计与研制；内蒙古教育厅课题编号：NJZY21046；包头铁道职业技术学院课题编号：BTZY202004。

参考文献：

[1] 汪发现．机车制动机教学试验台的设计开发 [J]. 电力机车与城轨车辆，2017(4):20-22+26.

作者简介：赵杰（1990-），男，汉族，内蒙古乌兰察布人，本科，讲师，研究方向：铁道大型养路机械应用。

71-80 22年6月下 第18期.indd 80 2022/8/29 22:07:09