

Design and Research of the Rotary Distributor Device for Training Teaching

Jiasheng Ru, Zhiguo Luo

Northeastern University, Shenyang
Email: rujs@smm.neu.edu.cn

Received: Nov. 2nd, 2014; revised: Nov. 20th, 2014; accepted: Nov. 30th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In order to satisfy the training in colleges, the rotary distributor training devices which fits industrial production practical is designed. The integrated control cabinet is adopted in this control system, and the Siemens S7-300 PLC and configuration software are choosing to realize the control system design of training equipment. The control mode includes three different kinds of modes, which are remote automatic control, remote control and manual control models. Through the development and use of the distributor training devices, the teaching content can be visualized. This device has been put into use in colleges, and obtained the good training effect.

Keywords

Distributor, Training Teaching, PLC, Configuration Software, Mechantronics System

高炉布料实训教学系统的设计与研制

茹家胜, 罗志国

东北大学, 沈阳
Email: rujs@smm.neu.edu.cn

收稿日期: 2014年11月2日; 修回日期: 2014年11月20日; 录用日期: 2014年11月30日

摘要

为满足高校实践要求, 设计了符合生产实际的高炉旋转布料器冷态实训装置。控制系统采用一体化控制

柜。选用西门子S7-300 PLC和紫金桥组态软件实现控制系统设计。包括远程自动控制、远程手动控制、就地手动控制三种控制模式。通过研制与开发高炉旋转布料器仿真模型,可实现教学内容形象化、时空化,拉近课堂与实践的距离。该装置已经投入使用,系统运行稳定,可同时完成教学与科研功能。

关键词

布料器, 实训教学, PLC, 组态软件, 机电一体化

1. 引言

我国是一个钢铁大国,但不是钢铁强国。要改变这种状况,突破国外技术封锁,就要加大创新型人才的培养。这种创新能力的培养是在实验、实习等实践教学环节中逐步培养形成的。教育部提出了高校要强化实践教学的要求,但现有的实验室条件不能进行系统的实践教学,必须结合学生和工程实际情况进行实践教学系统的开发和研制[1]-[4]。为弥补钢铁冶金专业实践教学的不足,促进学生对钢铁冶金专业基础知识以及工艺和设备理解,研制相关的钢铁冶金工艺实训装置,创造逼真的钢铁冶金生产环境,加深学生对钢铁冶金生产过程的理解,提高工程实践能力和创新能力,是保证冶金工程专业课程教学质量的基础之一[5][6]。因此我们开发了钢铁冶金工艺系列实训教学模型[7],高炉旋转布料器实训装置是开发的系列教学模型之一。

正确的布料对于改善高炉工艺技术经济指标具有十分重要的意义。控制高炉布料是高炉操作的一个重要手段。高炉炉料通过旋转布料器装入炉喉。但实际设备安装在高炉顶部,工厂实习中往往学习不到,更不可能看到布料效果。我们开发的开发高炉布料器实训仿真模型,实现了高炉布料的可视化、学员可亲自操作并可在线观察布料效果。

2. 实训装置机械及检测设备

旋转布料器的作用是通过溜槽的旋转(β 角运动)和溜槽的倾动(α 角运动)两种运动的合成将炉料按要求布入炉内。旋转布料器布料灵活,可以把炉料布到炉喉平面任何地方。溜槽的旋转和倾动分别采用两套独立的系统,两套系统既可以单独运动,又可以合成运动。其传动链及结构特点分别如下(如图1所示):

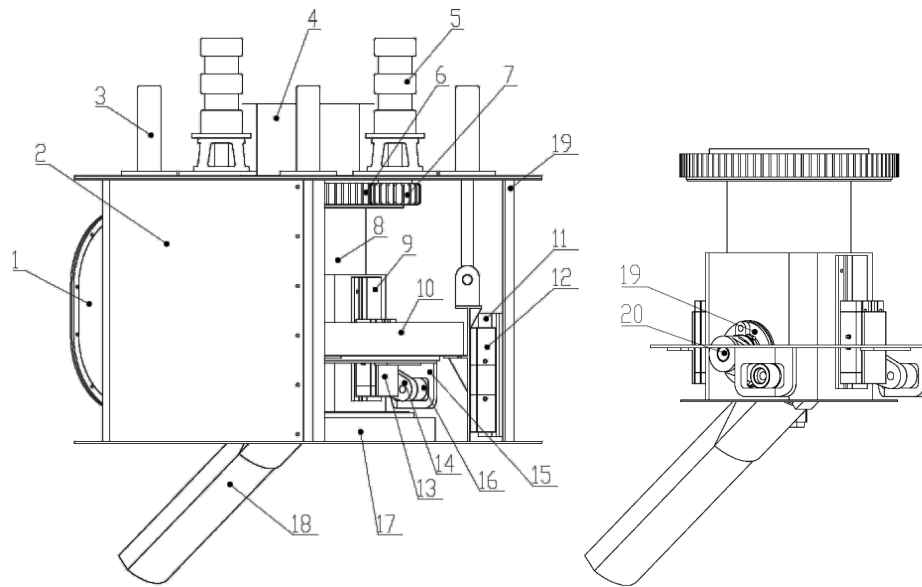
溜槽旋转(β 角运动)传动链:立式交流电动机→摆线针轮减速机→直齿小齿轮→上部回转支承→耳轴转套→溜槽。其结构特点为:采用2套传动,一备一用,电机、减速机安装在布料器箱体外部。

溜槽倾动(α 角运动)传动链:直线油缸-托圈-下回转支承-钢圈-曲柄-耳轴-溜槽。其结构特点为:由立装直线油缸升降刚性托圈,通过钢圈来带动曲柄轮,从而以曲柄托架机构使溜槽摆动。摆动范围 $3^{\circ}\sim 53^{\circ}$ 。油缸安装在布料器箱体外部,四个油缸以并联的方式工作,设计采用比例换向阀系统。四缸同步由托圈与箱体上的对称布置的四组竖向滑道来保证。

布料操作是高炉基本操作中经常变动的操作。高炉旋转布料器,如图2所示。可以进行灵活多样的布料,主要有环形布料、螺旋布料、定点布料、扇形布料四种典型布料方式。布料之后的料面形状通过激光料位计测定。激光料位计由两个线相位测距仪和一个激光测距仪组成,线相位测距仪测量水平面的经纬度X、Y,激光测距仪测量垂直面的深度Z,找出料面上的所有点的三维坐标,并在图像字符显示器(CRT)显示出整个料面形状。如图3所示。

3. 实训装置控制系统

控制系统采用机电一体化控制柜,控制柜内安放计算机系统、变频器、PLC、断路器和接触器等设



1. 检修口; 2. 防护外壳; 3. 液压缸; 4. 进料口; 5. 电机; 6. 传动齿轮; 7. 驱动齿轮; 8. 传动腔; 9. 传动直线导轨; 10. 提升回转支撑; 11. 提升直线导轨; 12. 提升直线轴承; 13. 传动直线轴承; 14. 摆动杠杆; 15. 摆动杠杆导轨; 16. 滚动轴承; 带动摆动杠杆运动; 17. 定位回转支撑; 18. 溜槽; 19. 传动轴承; 20. 传动轴

Figure 1. Drawing of mechanical design

图 1. 机械部分设计图



Figure 2. The photograph of BF distributor device for training teaching

图 2. 高炉布料器实训装置实物图

备。控制柜面板上安装控制按钮，用于油泵的启停、溜槽旋转及倾动的就地手动控制。

控制模式包括远程自动控制、远程手动控制和就地手动控制三种模式。远程自动控制：系统和设备由 PLC 直接控制。PLC 内部程序能工艺要求进行相应的保护和闭锁；远程手动控制：由操作人员通过人机界面接口进行操作；就地手动控制：在现场通过控制箱上的按钮开关对各电机、阀门实现手动操作控制。

4. 实训系统软件设计

本设计选用性价比好的国产紫金桥组态软件。将组态软件和 PLC 控制系统相结合，以组态软件为基础，进行二次开发。组态设计包括：系统流程主画面、主要参数的实时曲线图、主要参数的历史曲线图等。能完成生产工艺全过程的远程手动、自动控制以及实时数据采集和数据管理，具有历史画面、实时画面，数据归档，报表生成等功能。按照系统工艺及控制要求，自动程序的各步序之间都有严格的转换条件和连锁关系，以确保系统工艺的顺利完成。

布料器操作主界面，见图 4。

5. 结束语

通过研制与开发高炉布料器实训仿真模型，实现了教学内容形象化、时空化，拉近课堂与实践的距离。系统运行一年来，取得了良好的教学效果。本系统在实践教学中具有如下特性：

(1) 适用性：实践教学系统以其直观的形式，使学生全面了解生产，提高了教学的时效性。通过建立

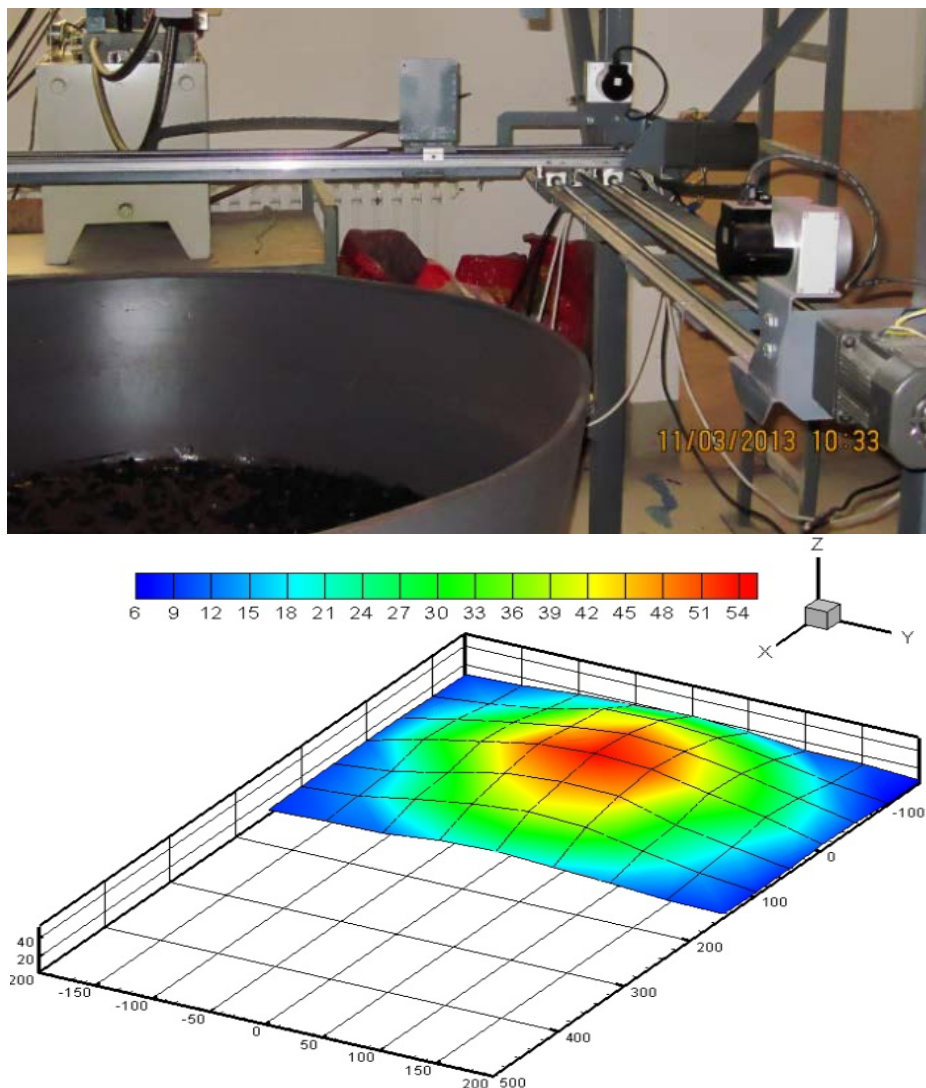


Figure 3. Laser level meter & measurement results

图 3. 激光料位计及测定结果显示

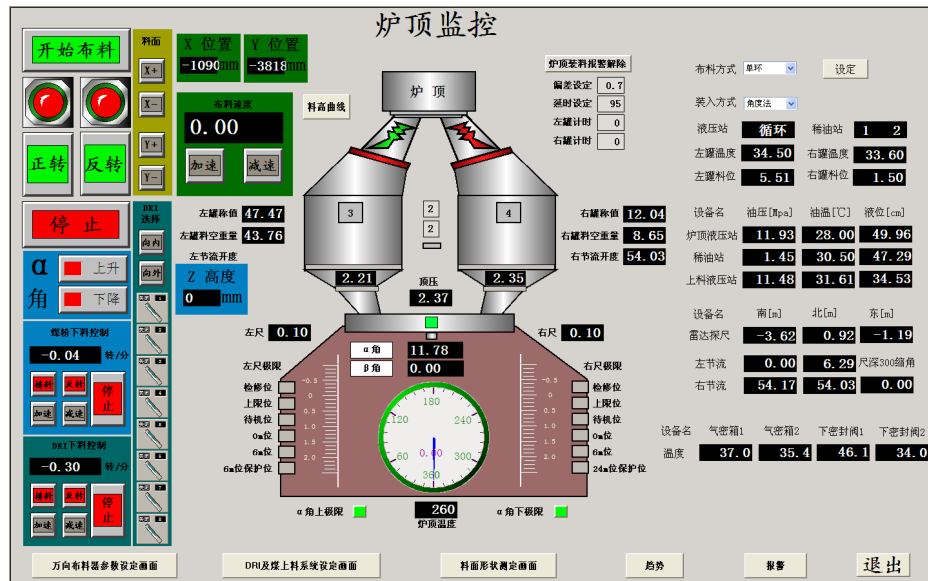


Figure 4. Main interface of the rotary distributor

图 4. 布料器操作主界面

逼真的模拟环境，弥补了现场实习只能看不能动的不足。

(2) 综合性：实践教学系统可完成钢铁冶金工艺及操作、传感器、PLC 控制技术、电气控制系统、机械系统安装调试、电机驱动技术、系统维护和故障检测技术及组态监控技术等综合实践教学。

(3) 灵活性：实践教学系统可以适合钢铁冶金、机械、自动化、计算机等不同专业，可同时满足学生认识实习、生产实习、毕业实习等实训环节的要求。另一方面，学生在实训过程中，不但可随时预约进行试验，还可体会操作条件、程序改变对生产的影响，使学生加深对实践知识的理解。

(4) 安全性：实践教学系统为师生提供了一个安全的学习和实践平台，可在较为轻松的环境中完成教学任务，获得知识和技能。

(5) 实用性：通过采用实践教学系统，使教学紧跟生产实际，使学生步入工作之前就进行了必要的与现场控制最相近的操作训练，获得实践技能，符合并满足未来生产的要求。

基金项目

2012 年辽宁省普通高等教育本科教学改革研究立项项目。

参考文献 (References)

- [1] 王鑫国, 刘建峰, 等 (2010) 传热实训装置控制系统的设计与实现. *自动化与仪表*, **12**, 37-41.
- [2] 王刚, 王瑶, 等 (2003) 化工原理传热实验数测平台 Xworks 系统的设计与实现. *实验技术与管理*, **5**, 34-37.
- [3] 张华, 倪红卫, 等 (2009) 冶金工程专业生产实习教学改革探索. *中国冶金教育*, **4**, 58-60.
- [4] 张倩影 (2010) 加强实习教学规范化建设培养高素质冶金人才. *中国冶金教育*, **4**, 78-80.
- [5] 姜平国, 佟志芳, 等 (2011) 冶金工程专业应用型人才培养的实践教学改革. *江西理工大学学报*, **4**, 55-57.
- [6] 张金锋, 李艳, 等 (2010) 做好实验教学是解决高校毕业生就业的一种有效途径. *沈阳教育学院学报*, **6**, 68-70.
- [7] 罗志国, 姜茂发, 等 (2014) 转炉实训教学系统设计与研制. *实验技术与管理*, **5**, 95-97.