

理实一体教学模式下焊工操作架的实践性研究

梁武才, 吴礼忠

江苏省响水中等专业学校, 江苏 盐城 224638

DOI: 10.61369/SDME.2025200031

摘 要 : 焊工操作架在生产和教学中的应用范围极为广泛。传统焊工操作架在夹持工件时具有旋转平稳性差和打磨不方便的问题。同时, 焊工操作架还具有装配与拆卸, 以及套筒选择的困难。笔者运用自主研究和设计的核心零件对传统焊工操作架进行改造, 得到了旋转更加平稳和结构更加合理、性能表现更加优秀的新型焊接技能训练操作架。新型焊工架在焊接专业技能比赛、骨干教师技能培训以及实训教学等活动中发挥了积极的作用, 取得了良好的效果, 得到了江苏省内的中、高职院校焊接专业师生的高度认可。笔者设计与制作的焊工操作架已成功申请国家实用新型专利(专利号为: ZL2019 206 40383.7)。

关 键 词 : 焊工操作架; 理实一体教学; 技能比赛; 旋转操作架

Innovative Research on Welding Operation Frame under the Teaching Mode of Combining Theory and Practice

Liang Wucai, Wu Lizhong

Xiangshui Secondary Vocational School of Jiangsu Province, Yancheng, Jiangsu 224638

Abstract : Welder operation frame is widely used in production and teaching. The traditional welder operation frame has the problems of poor rotation stability and inconvenient grinding when clamping the workpiece. At the same time, the welder operation frame also has difficulties in assembly and disassembly, as well as sleeve selection. The author used the core parts of independent research and design to transform the traditional welder operation frame, and obtained a new type of welding skill training operation frame with more stable rotation, more reasonable structure and better performance. The new welder frame has played an active role in welding professional skills competition, skill training of key teachers and practical teaching, and achieved good results, which has been highly recognized by teachers and students of Welding Major in secondary and higher vocational colleges in Jiangsu Province. The welder operation frame designed and manufactured by the author has successfully applied for the national utility model patent (Patent No. ZL2019 206 40383.7) .

Keywords : welder operation frame; theory and practice integrated teaching; skill competition; rotary operation rack

一、选题背景与意义

作为一名中职焊接专业教师, 因工作原因, 多次参加省职业学校焊工(焊接)项目的教练员培训、技能比赛以及创新比赛等。通过交流, 我们看到当前我省职业学校许多焊接专业, 技能练习以及理实一体教学所使用的焊接操作台(焊工操作架)各有其特点, 一些问题极为突出, 主要有: 1、装夹、打磨钢管、钢板时, 灵活性弱, 便捷性差, 存在安全隐患。2、夹好待焊工件后, 操作架旋转稳定性差。3、套筒多, 拆装繁琐, 无法实现管-管、管-板以及板-板的一次装夹, 进行空间任意位置焊缝的焊接, 给实际教学与比赛带来诸多不便。同时, 将整个操作架从一个城市移动至另外一个城市作远距离运输, 这一过程也异常困难。

对此, 我们第一时间在中国专利网、中国知网等具有重要影响力的网站上进行了相关检索^{[1]-[9]}。遗憾的是, 我们并没有看到

完好解决这些突出问题的方法与途径。所以, 设计并制作一种结构优、性能好、容易操作、实用性强的操作架, 对焊工理实一体教学效果的提高、焊工实操练习条件的改善, 都是件极有意义的事。

二、研究方法 with 仪器设备

(一) 研究方法

1. 访谈法。
2. 文献法。
3. 正交试验法。
4. 实验法。

(二) 仪器设备

本文焊工操作架在研究与制作中, 用到的机器设备较多, 主

作者简介: 梁武才(1985.11—), 男, 汉族, 江苏盐城, 硕士研究生, 高级讲师, 焊接技术与应用专业。

要设备如表2-1所示：

表2-1 研究中用到的主要机器设备

名称	品牌	规格	型号
加工中心	云南机床厂	SINUMERIK828D	CY-VMC850C
焊机	奥太	350Ⅲ	NBC
线切割机床	泰州三明	45锥度	DK7745
车床	金陵	360/650	C6126A
数控锯床	双泰	4235	GZ
切割机	江天	380v2.2kw	J3G-SW-400
打磨机	亿邦	220v850w	SIM-YB-100

三、原理和思路

（一）结构设计原理依据

通过中国知网、中国专利网等网站对焊工操作架相关材料进行检索与收集，《焊接手册》、《焊接结构学》、《人体工学及产品设计实例》等书籍以及比赛文件^[10]的参考与研究，结合一线访谈调研以及多年焊接实训与比赛的经验，分析研究当前焊工操作架存在的主要问题。提出本文操作架的结构组成：制动轮、底板、立柱、绕轴旋转支撑（ox、oz轴）、机械手等。

然后，组织人员对其进行探讨、论证，从而确定操作架的原型设计结构图，以及相关主要零件图，如图3-1所示（因篇幅原因，相关主要零部件未展示）。

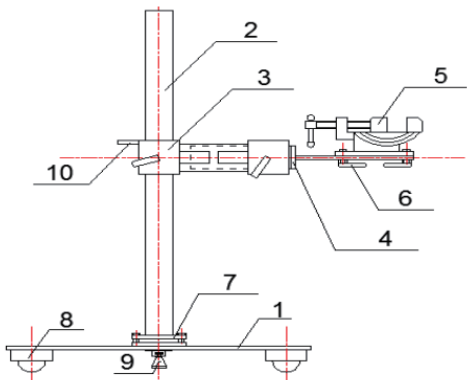


图3-1 操作架原型设计结构图

1- 底板 2- 立柱 3- 绕 oz 轴旋转支撑 4- 绕 ox 轴旋转支撑 5- 机械手

6- 扳手螺栓 7- 板杆连接片 8- 制动轮 9- 锥形支撑结构 10- 托耳

影响操作架综合性能因素主要有：底板尺寸（A）、制动轮规格（B）、轴孔装配间隙（c）、绕 ox 轴旋转支撑（D），每个因素各对应三个水平，构成四因素三水平正交试验表。如表3-1所示：

表3-1 操作架设计结构正交试验表

试验号	因素 A	因素 B	因素 C	因素 D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3

5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

通过正交试验，发现组合：A1B2C2D3，综合效果较佳。即底板尺寸（A）：600*600*14；制动轮规格（B）：3寸；轴孔装配间隙（c）：0.8；绕 ox 轴旋转支撑（D）长度：230。

（二）零件加工与操作架整体装配

运用线切割机床、数控锯床、加工中心、车床、气保焊机等设备加工制造出相应零件。对正交试验后的设计方案其进行优化、改进，直至完善。与原型设计结构相比，经过优化后的操作架结构设计如图3-2所示，核心零部件如图3-3所示：

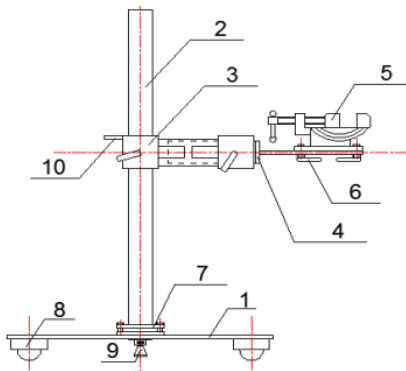


图3-2 操作架结构设计图

1- 底板 2- 立柱 3- 绕 oz 轴旋转支撑 4- 绕 ox 轴旋转支撑 5- 机械手

6- 扳手螺栓 7- 板杆连接片 8- 制动轮 9- 锥形支撑结构 10- 托耳

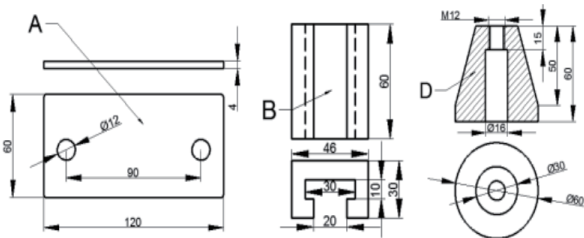


图3-3a 锥形支撑结构相关零件尺寸图

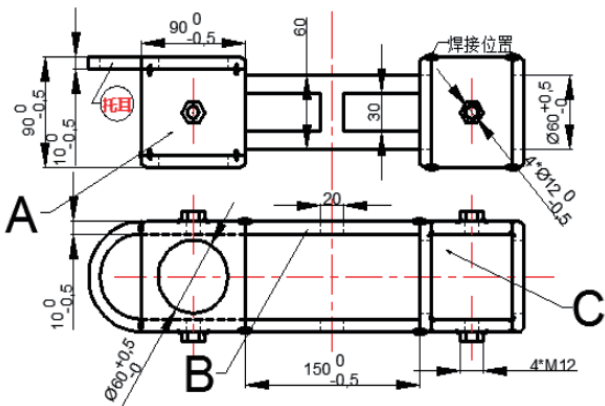
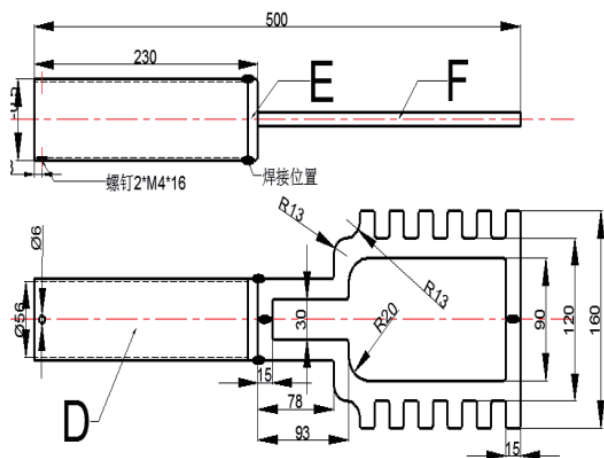


图3-3b 操作架绕 oz 轴旋转支撑



3-3c 操作架绕 ox 轴旋转支撑

优化后,先制作3件进行小批量试用,经过约一个学期的试验实践,结合反馈信息,对合理部分再修改(绕 ox 轴旋转支撑 F 处悬臂变形、锥形支撑结构 D 处内部阶梯设计),进一步完善该操作架的结构与性能。为更好地进行推广应用,尤其是焊接同行中高职院校和焊工培训机构等。故对操作架相关性能进行测试更显必要。

四、操作架相关性能测试

焊接结构设计的基本要求是:实用性、可靠性、工艺性、经济性。基本原则是:合理选择和利用材料、合理设计结构形式、减少焊接量、合理布置焊缝、施工方便、有利于生产组织管理。在可能的条件下还应注重结构的造型美观。

焊工操作架作为一种焊接操作装置,首先考虑的是焊工操作过程中的安全问题;其次考虑的是操作架的实用性;然后再考虑其他的性能。

(一) 安全性测试

焊工操作架锁紧机构(扳手螺栓)之锁紧力当符合安全操作使用要求,本文采用4倍静载荷和2倍动载荷对操作架进行安全性测试。

测试结果:经4倍静载荷和2倍动载荷测试,本文设计与制作的焊工操作架成功通过测试,结果为:合格。

(二) 实用性测试

理实一体教学以及技能比赛模式下,焊件的组合形式主要有:板-板、管-管以及管-板的各空间位置坡口对接焊。

测试结果:本文操作架不仅可以实现板-板、管-管(板)等各种空间位置的焊缝操作,还可以实现其它任意位置焊缝角度的焊接操作,与当前其它焊工操作架相比,具备无可比拟的功能优势,测试结果为:优秀。

(三) 可靠性测试

焊接操作中,焊件会出现稍微移动,角度和长度必须限制在一定范围内,否则会对焊接操作带来极大的不规范。本文中可靠性仅指结构的稳定性。

测试结果:本文制作的焊工操作架经稳定性测试,测试结果

为:合格。

(四) 便捷性测试

通过对比:①本文操作架结构设计较为简单,焊工使用容易;②该操作架容易拆卸,组装快速,全程大约5分钟时间;③底板下装有滚轮,使其短距离移动容易,长距离运输(可以化整为零)极为方便。显然,本文操作架对比当前其它同款作品,优势明显、便捷突出。

(五) 工艺性测试

参看实体图4-1,本文所设计与制作的焊工操作架主要用到的机床设备为线切割机床、二氧化碳气体保护焊机、车床。所加工的零件并不复杂,部件也容易制作,与之配套的滚轮、螺栓、机械手都为标准件,价廉易购、维护方便。因此,本文焊工操作架在制造中具有非常好的加工工艺性。

(六) 经济性对比试验

一种产品能否得到大范围的应用与推广,不仅取决于它的性能指标、外观设计、工艺性等因素,还与该产品的制作成本密切相关。为此,我们将本文设计与制作的焊工操作架成本与同行作品做了一个对比。试验表明:本文操作架制作成本较低、具有明显优势,在后续推广、应用中,应该具有广阔的发展前景。

五、结论与展望

(一) 本文研究的主要结论及相关成果

1. 成功设计与制作一种焊工操作架,结构图如图5-1所示,整体实物图如图5-2所示:

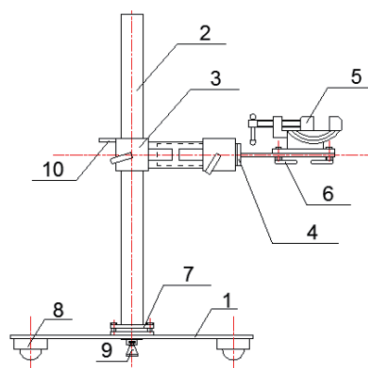


图5-1 本文焊工操作架结构图

1- 底板 2- 立柱 3- 绕 oz 轴旋转支撑 4- 绕 ox 轴旋转支撑 5- 机械手
6- 扳手螺栓 7- 板杆连接片 8- 制动轮 9- 锥形支撑结构 10- 托耳

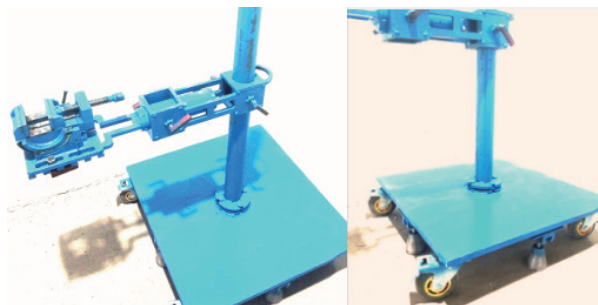


图5-2 本文焊工操作架实物图

2. 该焊工操作架主要创新点

(1) 运用线切割机床以及加工中心等设备,保证了零件加工的尺寸精度,减少装配间歇,使得操作架在操作过程中旋转平稳性得到解决。(2) 引入机械手,不仅解决了钢板、钢管的装夹、打磨问题,还创造性的引入一个自由度,使得待焊工件实现在三个维度(OX轴、OY轴、OZ轴)上的自由转动,解决了多个套筒组合使用的老大难问题。(3) 当前操作架移动不便,运输起来更为困难,为此,在底板上引入制动轮这一设计,同时还在底板与立柱之间加入连接片,使得立柱与底板可以通过连接片进行连接,方便拆卸。(4) 当前其它焊工操作架在使用时,基本无法脱离活动扳手或套筒扳手,不管是教学还是比赛,都带来诸多不便,为此,我们进行了优化设计,将紧固螺栓和扳手整合在一个,制作成一个新型小扳手,实用方便。(5) 底板下面设计4个锥形支撑结构,极大地提高该焊工操作架在操作过程中的安全性和稳定性。

3. 相关性能指标测试

经4倍静载荷、2倍动载荷测试,皆成功通过,表明本文操作架具有良好的安全性。

该操作架还具有好的实用性,对其进行板-板平、立、横、仰操作位置,管-管(板)水平位置固定、垂直位置固定、斜45°测试,皆成功通过,甚至还可以完成其它任意焊缝角度的焊接位置操作,这是当前其它焊工操作架所不具备的功能。同

时,该操作架在可靠性、便捷性、工艺性、经济性等方面经过测试,皆表现优异。

4. 本文研究的相关成果

2020.04 获国家实用新型专利,专利号为:ZL2019 206 40383.7。

(二) 后续研究与展望

受人力、物力、财力以及时间、自身专业知识(如焊接结构学、焊接工程师手册、人体工程学等)、设备等多种因素影响,本文在以下几个方面的研究还有待进一步的改进与完善。

1. 本文设计与制作的焊工操作架,并没有对如何充氩操作以及如何进行障碍焊操作进行涉足。这是后续研究需要考虑的一个重点方向。

2. 本文设计与制作的焊工操作架,在我省部分中高职院校焊接专业实训推广中深受好评,但对组合件的焊接操作,功能性上还有待进一步的研究。

3. 本文中的焊工操作架轴孔配合方面,因实际情况限制(无相应试验设备),未做摩擦磨损试验。根据相关手册数据以及经验来看,Q345B 钢虽便宜但并不具备很好的耐磨性,如果条件成熟,将会考虑选用45钢,然后进行热处理(淬火、渗C、渗N或C、N共渗)来提高轴孔配合的耐磨性,这也是下一步将要研究的主要内容。

参考文献

[1] 薄开俊. 多功能手工焊接工作台的设计 [J]. 焊接技术, 2021.02:59-61.
[2] 黄象珊. 基于单片机控制的升降式焊接工作台的设计 [J]. 职业技术, 2024.04:112-116.
[3] 段慧艳. 数控焊接工作台的智能控制系统 [J]. 焊接技术, 2022.04:72-75.
[4] 杨怀安. 汽车左侧围内板后部总成焊接工作台数字孪生系统研究 [J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2024.01:76-82.
[5] 祝顺风. 基于差分进化算法的焊接工作台 PID 控制研究 [J]. 机械工程师, 2022.04:72-74.
[6] 刘雪晶. 基于 UG 的多功能焊接操作台三维设计及制造 [J]. 内燃机与配件, 2021.17:246-248.
[7] 梁武才; 刘桂言. 一种新型焊工操作架 [P]. 中国专利: CN210281169U, 2020-04-10.
[8] 杨海明; 贾丙丽. 焊接实训台及辅助设备与场地布局设计优化 [J]. 机械工程与自动化, 2024.03:202-204.
[9] 李伟; 李国田. 基于虚拟仿真平台的一体化育人体系构建研究—以智能焊接技术专业为例 [J]. 船舶职业教育, 2025.02:48-51.
[10] 江苏省职业学校技能大赛组委会. 焊接技术项目技术文件 [Z]. 2023-12-22.