

一种用于PROTOS 2C卷烟机阀门安装和拆卸的工装

李亚东, 范怀雄

红塔烟草集团有限责任公司玉溪卷烟厂, 云南 玉溪

收稿日期: 2024年10月14日; 录用日期: 2024年11月16日; 发布日期: 2024年12月30日

摘要

本论文涉及一种烟草行业卷接设备电气维修工装, 适用于PROTOS 2C卷烟机Y1M、Y2M、Y3M剔除阀门的安装与拆卸。该工装由长柄臂、手柄和套筒三部分构成, 均采用不锈钢材质。长柄臂直径为10 mm, 一端95 mm处沿90度折弯处理, 并与直径为15 mm、长度为30 mm的不锈钢套筒焊接连接。套筒通孔端面设计为 8×6 mm的方孔, 并在此基础上, 以方孔长边为弦, 中心为圆心, 设计半径为5 mm的圆。该工装能够实现剔除阀门的快速、精准安装与拆卸, 具有结构简单、操作便捷、调整精确和适用范围广泛等优点。

关键词

PROTOS 2C卷烟机, 阀门安装, 拆卸, 工装

A Fixture for Valve Installation and Disassembly of PROTOS 2C Cigarette Machine

Yadong Li, Huaixiong Fan

Yuxi Cigarette Factory, Hongta Tobacco Group Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: Oct. 14th, 2024; accepted: Nov. 16th, 2024; published: Dec. 30th, 2024

Abstract

This paper relates to an electrical maintenance tool for tobacco industry winding equipment, which is suitable for the installation and disassembly of PROTOS 2C cigarette machine Y1M, Y2M, Y3M eliminator valves. The tool is composed of three parts: a long handle arm, a handle and a sleeve, all of which are made of stainless steel. The long handle arm has a diameter of 10mm, one end of 95 mm is bent along 90 degrees, and is welded with a stainless steel sleeve with a diameter of 15 mm

and a length of 30 mm. The end face of the sleeve through hole is designed as a square hole of 8 × 6 mm, and on this basis, the long side of the square hole is the string, the center is the center of the circle, and the design radius is 5 mm. The tool can realize the fast and accurate installation and disassembly of the culling valve, and has the advantages of simple structure, convenient operation, accurate adjustment and wide application range.

Keywords

PROTOS 2C Cigarette Machine, Valve Installation, Disassembly, Fixture

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在烟草行业中，卷烟机的稳定运行和高效维修是保证生产效率的关键因素之一。PROTOS 2C 卷烟机作为行业内广泛使用的一种设备，其 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门的安装与拆卸是日常维护中的重要环节。然而，传统的阀门安装与拆卸方法不仅耗时费力，而且精度难以保证，这无疑增加了维修难度和设备停机时间。为了解决这一问题，本研究开发了一种专用于 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门安装与拆卸的电气维修工装。该工装的设计充分考虑了维修操作的便捷性、精准性和效率性。主要由长柄臂、手柄和套筒三部分组成，所有部件均采用不锈钢材质，以确保工装的耐用性和卫生性。长柄臂的设计允许在狭窄空间内进行操作，而套筒的独特形状设计则确保了与阀门的精确匹配。其结构简单、操作便捷、调整精准和适用范围广泛。通过 90 度折弯加工的长柄臂和特制的套筒，维修人员能够快速而准确地完成阀门的安装与拆卸工作，从而显著提高维修效率，减少设备停机时间，降低生产成本。本文将详细介绍该工装的设计原理、结构特点、操作方法以及在实际应用中的性能表现，旨在为烟草行业卷接设备的电气维修提供一种有效的解决方案。

2. 存在问题

在当前的烟草行业卷接设备维修领域，尤其是在 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门的安装与拆卸过程中，现有的维修工具往往设计较为通用，缺乏针对特定设备如 PROTOS 2C 卷烟机阀门的专用设计。这导致在实际操作中，维修人员难以使用通用工具实现快速和精准的阀门安装与拆卸，从而影响了维修效率。

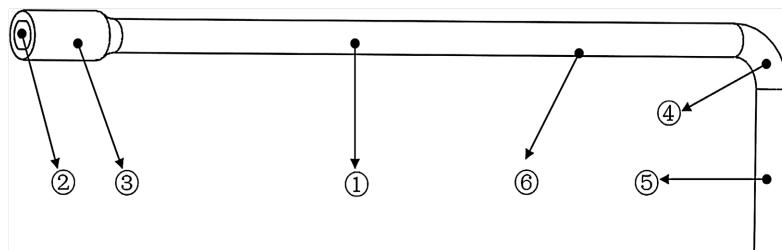
其次，由于缺乏专用工具，维修人员在安装和拆卸阀门时往往需要借助多种工具配合使用，这不仅增加了操作的复杂性，也提高了出错的可能性，复杂的操作流程延长了维修时间，间接增加了设备的停机时间。第三，在阀门安装过程中，传统工具由于设计上的不足，难以保证阀门的精确安装位置，导致阀门功能的不稳定，影响卷烟机的整体性能，最后就是不同的卷烟机型号可能需要不同的维修工具，而现有的工具往往无法适应所有型号，这给维修工作带来了不便。

针对上述问题，本研究的目的是设计并实现一种专用于 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门的电气维修工装，以解决现有维修过程中存在的操作复杂、精度难以控制、安全风险高、维护成本高和工具耐用性差等问题，从而提高维修效率，降低生产成本，保障设备稳定运行。

3. 方案设计

3.1. 工作原理

本工装通过长柄臂(6)、90°弯折处(4)、长柄(1)、套筒端头(2)、套筒(3)和手柄(5)这六个部分组成, 如图1所示。本工装基于其独特的结构设计, 旨在实现对 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门的快速、准确安装与拆卸[1]。工装的长柄(1)采用不锈钢材质, 长柄的设计为 L 形, 在特定位置沿 90 度折弯, 使得维修人员能够更容易地接触到安装在机器狭缝内的阀门。其次, 套筒(3)的设计截面根据异形螺钉的尺寸进行加工, 形成了一个 $8 \times 6 \text{ mm}$ 的方孔, 并在方孔的长边方向加工出半径为 5 mm 的圆弧孔(2)。使得套筒能够与阀门的异形螺钉精确配合, 实现螺钉的拧紧或拧松。在操作过程中, 维修人员将工装的长柄头部对准固定螺钉头, 通过双手握住手柄(5), 可以顺时针旋转工装, 使套筒与螺钉互相啮合, 从而拧紧螺钉; 反之, 逆时针旋转则可以拧松螺钉, 简化阀门的安装与拆卸过程, 提高操作的便捷性和效率。长柄(1)与套筒(3)之间的连接采用焊接方式, 确保连接的牢固性。焊接可以通过手工操作焊条进行电弧焊, 或者采用二氧化碳气体保护焊、点焊等方式, 以适应不同的制造条件和要求[2]。



① 长柄、② 套筒端头、③ 套筒、④ 90°弯折处、⑤ 手柄、⑥ 长柄臂

Figure 1. Overall structure diagram

图 1. 整体结构示意图

本工装通过其 L 形长柄和特制套筒的设计, 实现对 PROTOS 2C 卷烟机剔除阀门的快速、准确安装与拆卸, 从而提高设备维修效率, 降低维修操作的复杂性和劳动强度[3]。

3.2. 结构参数

当该工装在进行作业时, 由于其作业特点, 可以看作为一受外力作用的 T 字形外伸梁, 因此将长柄看作 T 型外伸梁, 校核其在操作过程中可能承受的弯曲力进行计算和分析, 以确保其在使用过程中不会发生断裂或过度变形[4]。

3.2.1. 材料选择

在本工装的设计中, 考虑到成本、加工性和耐用性等因素, 选用铸铁作为 L 型长柄的材料[5]。

3.2.2. 长柄强度校核

(1) 计算长柄的支座约束反力, 受力图如下, 其平衡方程为:

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0, -3F_2 + 2F_{NB} - F_1 = 0 \\ \sum F_y &= 0, F_{NA} - F_1 + F_{NB} - F_2 = 0\end{aligned}$$

计算可得: $F_{NA} = 2.5 \text{ N}$, $F_{NB} = 10.5 \text{ N}$ 。

(2) 由其弯矩图, 确定可能的危险截面, 从图2可知, 最大值弯矩在横截面 C 上, 为 $M_C = 2.5 \text{ N} \cdot \text{m}$; 最大负值弯矩在横截面 B 上, 为 $M_B = -4 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

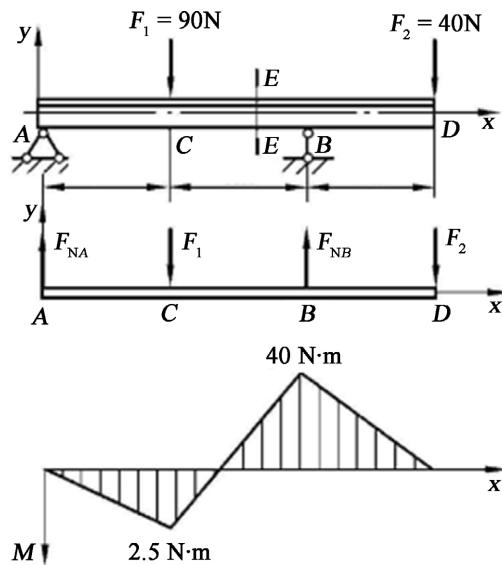


Figure 2. Force diagram
图 2. 受力图

(3) 确定可能的危险点, 铸铁长柄的横截面 B 上的最大拉应力发生在截面上边缘的各点, 最大压应力发生在该截面下边缘的各点。

$$\sigma = \frac{My}{I}$$

其中, σ ——最大压应力; M ——最大弯矩; y ——长柄长度。

此时, 已知 $M_B = -4 \text{ N}\cdot\text{m}$, $y_1 = 30 \text{ mm}$ (套筒长度), $y_2 = 95 \text{ mm}$ (长柄连接长度), 按照《机械设计手册》标准, 惯性矩 $I_Z = 763 \times 10^{-8} \text{ m}^4$, 则:

$$\sigma_B^+ = \frac{M_B y_2}{I_Z} = \frac{4 \times 30 \times 10^{-3}}{763 \times 10^{-8}} \text{ Pa} = 15.8 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$\sigma_B^- = \frac{M_B y_2}{I_Z} = \frac{4 \times (95 + 10 - 30) \times 10^{-3}}{763 \times 10^{-8}} \text{ Pa} = 42.3 \times 10^3 \text{ Pa}$$

铸铁长柄横截面 C 上的最大拉应力发生在横截面下边缘的各点, 最大压应力发生在横截面上边缘的各点, 分别有:

$$\sigma_C^+ = \frac{M_C y_2}{I_z} = \frac{2.5 \times (95 + 10 - 30) \times 10^{-3}}{763 \times 10^{-8}} \text{ Pa} = 16.9 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$\sigma_C^- = \frac{M_C y_1}{I_z} = \frac{2.5 \times 30 \times 10^{-3}}{763 \times 10^{-8}} \text{ Pa} = 9.8 \times 10^3 \text{ Pa}$$

以长柄内横截面上的最大拉应力和最大压应力进行校核, 即得:

$$\sigma_{\max}^+ = \sigma_C^+ = 16.9 \text{ Pa} < [\sigma^+] = 30 \text{ Pa}, \quad \sigma_{\max}^- = \sigma_B^- = 42.3 \text{ Pa} < [\sigma^-] = 60 \text{ Pa}$$

可见, 长柄受力弯曲时符合弯曲正应力强度设计准则, 是合理的。

其余工作部件的选用参数如下表 1:

Table 1. Selection parameters of other working parts**表 1.** 其余工作部件的选用参数

序号	名称	工作要求	结构参数需求分析
1	套筒端头	精确加工与阀门的异形螺钉头部完美配合	方孔中心圆心, 设计半径 5 mm, 通孔端面 8×6 mm 方孔
2	套筒	内部方孔和圆弧孔的加工精度高, 确保与螺钉 的精确配合	焊接连接, 外径直径 15 mm, 长度 30 mm
3	90°弯折处	弯折处的半径应适当, 以减少应力集中, 提高 抗疲劳性能	半径 20 mm, 90°弯折, L 形
4	手柄	有足够的长度和直径, 提供足够的力矩传递给 长柄	长度 95 mm, 主体直径为 10 mm, 手柄端实心圆头
5	长柄臂	具有足够的强度和刚度	长度 550 mm

4. 应用效果

试验设计

装置: 卷烟机阀门安装和拆卸的工装。

方法: 选择三台卷烟机, 分别使用传统拆卸方式与卷烟机阀门安装和拆卸的工装。

对 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门进行拆卸与安装, 验证该工装的实用性。

步骤: (1) 选择三台型号相同的 PROTOS 2C 卷烟机;

(2) 使用传统拆卸工具与卷烟机阀门安装和拆卸的工装;

(3) 记录使用传统拆卸工具与卷烟机阀门安装和拆卸的工装对 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门进行拆卸与安装的时间。

结论: 根据**表 2**、**表 3**、**表 4** 的实验数据发现卷烟机阀门安装和拆卸的工装可以快速、有效地安装与拆卸 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门。

Table 2. The first set of experimental results verification**表 2.** 第一组实验效果验证

实验工具	Y1M 剔除阀门	Y2M 剔除阀门	Y3M 剔除阀门
传统拆卸工具拆卸时长/sec	3144	2903	3366
卷烟机阀门安装和拆卸的工装拆卸时长/sec	852	678	948
传统拆卸工具安装时长/sec	2718	2472	2850
卷烟机阀门安装和拆卸的工装安装时长/sec	744	642	822

Table 3. The second set of experimental results verification**表 3.** 第二组实验效果验证

实验工具	Y1M 剔除阀门	Y2M 剔除阀门	Y3M 剔除阀门
传统拆卸工具拆卸时长/sec	3186	2910	3252
卷烟机阀门安装和拆卸的工装拆卸时长/sec	795	750	948
传统拆卸工具安装时长/sec	2766	2541	2744
卷烟机阀门安装和拆卸的工装安装时长/sec	721	682	841

Table 4. The third set of experimental effect verification**表 4. 第三组实验效果验证**

实验工具	Y1M 剔除阀门	Y2M 剔除阀门	Y3M 剔除阀门
传统拆卸工具拆卸时长/sec	3245	3030	3372
卷烟机阀门安装和拆卸的工装拆卸时长/sec	852	810	1008
传统拆卸工具安装时长/sec	2904	2553	2976
卷烟机阀门安装和拆卸的工装安装时长/sec	804	947	1062

结论：通过使用特制工装，可以实现对 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门的快速、准确安装与拆卸，提高了维修效率，降低了操作难度，确保了设备的安全运行和生产的连续性。

5. 结论

本研究针对 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门的安装与拆卸问题，成功设计并实施了一种专用工装。经过一系列的测试和应用，本工装展现出了显著的优势和实用性，以下是对本研究成果的综合结论：

- (1) 本工装的设计充分考虑了操作简便性和功能性的结合。采用不锈钢材质和 L 型结构，工装能够轻松地深入到机器内部狭小空间，实现对阀门的精准操作。90°弯折处的巧妙设计，使得工装能够以最佳角度接触到螺钉，从而简化了安装和拆卸过程。
- (2) 工装的操作效率得到了显著提升。与传统工具相比，本工装能够大幅减少阀门安装与拆卸所需的时间，操作人员可以快速地完成阀门的更换，从而减少了维修过程中的体力劳动和操作难度。
- (3) 本工装在精度方面表现出色。套筒端头的特殊设计，能够与异形螺钉精确配合，减少了因螺钉拧紧不当导致的阀门故障，提高了设备的整体性能和可靠性。
- (4) 具有经济效益。本工装制作成本相对较低，且维护简单，工装的易用性和可靠性，也减少了因操作不当造成的设备损坏和维修费用。

综上所述，本研究设计的 PROTOS 2C 卷烟机 Y1M、Y2M、Y3M 剔除阀门安装与拆卸工装，在操作简便性、效率、精度、安全性和经济性等方面均表现出优异的性能，是一种值得推广的实用新型工具。未来的研究可以进一步优化工装设计，拓展其应用范围，以满足更多型号卷烟机的维修需求。

参考文献

- [1] 吕宝西, 张连万, 王细波, 等. 小型阀门振动试验三向工装设计研究[J]. 航天制造技术, 2021(6): 45-47+51.
- [2] 付斌斌. 阀门双向夹持测试工装[Z]. 陕西博菲特流体控制装备制造有限公司, 2018-08-01.
- [3] 许东, 唐健, 王娴, 等. LNG 管廊关键阀门车间气密试验及工装设计[J]. 石油和化工设备, 2017, 20(5): 40-44.
- [4] 包百岁. 采气阀门加工工装的优化设计[J]. 化工设计通讯, 2016, 42(9): 96.
- [5] 宋江涛, 李刚, 游彦斌, 等. 高压阀门试验工装的结构改进[J]. 阀门, 2015(6): 20-21+27.