

# Clamping Device for Wall Penetrating Pipe

Ruiruan Li, Meirong Yin, Hongcheng Li, Xitao Xia

Hongta Tobacco (Group) Co. Ltd., Yuxi Yunnan  
Email: 06000455@hongta.com

Received: Dec. 1<sup>st</sup>, 2019; accepted: Dec. 19<sup>th</sup>, 2019; published: Dec. 26<sup>th</sup>, 2019

## Abstract

In the construction of joint workshops of cigarette companies, there are many applications of pipes, such as dust removal pipes, air supply pipes, air separation pipes, material transport pipes, air conditioning pipes, compressed air transport pipes, etc. These pipes complete different Function: Pipes are connected from one workshop to another. For example, it can transport tobacco shreds and tobacco sheets from one workshop to another through negative pressure, or from one room to another. The pipes generally pass through the wall from a high altitude. This creates higher requirements for pipeline erection and maintenance. The problem of inconvenient pipe disassembly, maintenance, and replacement in the pipeline installation design of the old factory area can be solved by effective measures in the construction of new projects.

## Keywords

Cigarettes, Combined Workshops, Through Walls, Pipes

# 一种穿墙管道的夹持装置

李瑞环, 殷美荣, 李泓呈, 夏希陶

红塔烟草(集团)有限责任公司, 云南 玉溪  
Email: 06000455@hongta.com

收稿日期: 2019年12月1日; 录用日期: 2019年12月19日; 发布日期: 2019年12月26日

## 摘要

卷烟企业的联合工房建设中, 管道的应用非常多, 比如除尘管道、送风管道、风选管道、物料输送管道、空调管道、压缩空气输送管道等等, 这些管道在联合工房中完成着不同的功能, 管道从一个车间联接到另一个车间, 比如利用它将烟丝、烟片通过负压从一个车间输送到另一个车间, 或者从一个房间输送到另一个房间, 管道一般从高空穿过墙体, 这就给管道架设和维护造成了较高的要求。老旧厂区的管道安装设计存在的管道拆装维修更换不便的问题, 在新项目建设中就可以采取有效措施解决。

## 关键词

卷烟, 联合工房, 穿墙, 管道

Copyright © 2019 by author(s) 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

## 1. 引言

管道在联合工房的设计和建设中是一个重点工作。卷烟行业中的打叶复烤车间、制丝车间联合工房中就存在大量的管道需要穿墙。联合工房的管道在使用一段时间后会因输送物料磨损, 就需维修或更换, 虽然频次不高, 但也较为常见。更换管道工序繁琐, 所需时间较长, 不利于生产。并且在更换维修过程中需要开挖墙体, 且在复烤、制丝车间对环境的要求极其严格, 更换管道带来的杂物造成环境的污染, 会影响到产品质量。

基于上述背景, 为了完成在墙体上快速拆装管道, 提高作业效率的目标, 尤其针对数万平米的联合工房建设, 有数以百计的管道穿墙安装, 通过理论结合实际研究, 我们设计了联合工房墙体上拆装管道的夹持装置, 有效解决了该问题。

## 2. 存在问题

### 2.1. 厂房内管道的安装流程

在卷烟行业中的打叶复烤车间、制丝车间厂房内有较多的穿墙管道, 目前, 管道安装流程为, 在墙体上预留一个尺寸为  $L_2$  的方孔, 将管道穿过该方孔, 如图 1 所示。再用建筑材料 5 如砂浆将方孔和管道 7 之间的间隙填充和补结实, 用防火泥 9 将管道和该建筑材料 5 两端密闭, 再用涂料 8 将修补的部分涂成和墙体一致的颜色[1], 具体如图 2、图 3 所示。

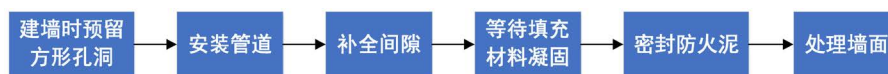


Figure 1. Pipeline installation flowchart

图 1. 管道安装流程图

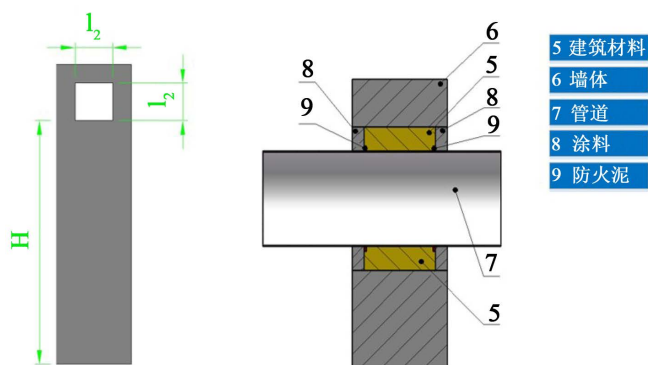


Figure 2. Schematic diagram of the method for installing pipes on the wall of the joint workshop

图 2. 联合工房墙体上安装管道的方法示意图



**Figure 3.** Pipes through the wall

**图 3.** 穿墙管道

为了摸清管道安装流程中各步骤的耗时情况，为此，我们调查了 6 个施工点的管道安装工时情况，耗时情况统计如表 1 所示：

**Table 1.** Statistics of perforation time of pipeline installation in the united workshop (unit: hour/root)

**表 1.** 联合工房管道安装穿孔时间统计表(单位：小时/根)

	1	2	3	4	5	6	平均值
安装管道	0.7	0.5	0.2	0.5	0.8	1	0.62
补全间隙	0.4	0.6	0.7	0.8	0.55	0.3	0.56
等待填充材料凝固	24	24	24	24	24	24	24.00
密封防火泥	0.2	0.15	0.33	0.4	0.2	0.55	0.31
处理墙面	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.20
合计	25.5	25.45	25.43	25.9	25.75	26.05	25.68

从表 1 可以看出，穿墙管道安装点的平均安装时间为 25.68 小时/根。根据精益管理消除浪费的思想对图 1 的流程活动图进行分析：顾客需要的是安装管道，那么对于顾客的需求，补全间隙、处理墙面是由于生产方法的落后导致的多余的动作，多余的浪费；等待填充材料凝固，属于落后的生产方法造成的等待浪费。真正产生价值的管道安装平均只有 0.62 小时，上述三个流程合计平均浪费了 25 小时，因此我们必须减小或消除这些流程的工时。

在厂房建设项目初期存在大量的管道需要安装，且安装位置会随着生产工艺流程的改变而更改位置，若仍沿用老办法，会拖累项目施工进度，且后期改造、维修、更换管道时将浪费大量人力物力，该问题亟待优化解决。

## 2.2. 老旧管道的维修更换流程

由于穿墙管道在使用中，会受到管内输送物料的磨损和腐蚀，如除尘管道中的砂石和碎烟，送梗管道中坚硬的烟梗均会磨损管道，烟叶含有具有腐蚀性的烟碱，会腐蚀管道，此外蒸汽管道还会出现锈蚀。当锈蚀或磨损到一定程度就需要更换或维修管道[2]。

根据调查，目前的更换流程如图 4 所示：



Figure 4. Pipeline repair and replacement flowchart  
图 4. 管道维修更换流程图

同样，为了查出目前管道更换过程存在的症结，找出存在浪费的流程。我们调查了 6 个穿墙施工点更换管道的耗时情况，对维修工时进行了统计，结果如表 2 所示：

Table 2. Statistics of pipeline maintenance time (unit: hour/root)  
表 2. 管道维修时间统计表(单位：小时/根)

流程		安装点	1	2	3	4	5	6	平均值
	破拆墙体		0.5	0.8	0.7	0.8	0.5	0.8	0.68
	取出管道		0.2	0.3	0.5	0.4	0.2	0.35	0.33
	更换管道		4	0.9	6	0.3	0.8	0.6	2.10
补全穿墙孔洞间隙	补全间隙		0.9	0.8	0.7	0.7	1	0.8	0.82
	等待填充材料凝固		24	24	24	24	24	24	24.00
	密封防火泥		0.33	0.25	0.31	0.41	0.14	0.34	0.30
	处理墙面		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.30
	合计		30.23	27.35	32.51	26.91	26.94	27.19	28.52

从表 2 可以看出，穿墙管道的平均更换维修时间为 28.52 人·小时/根。同样采用精益管理消除浪费的思想来对图 4 的流程活动图进行分析：产生的价值只有更换管道，那么破拆墙体、补全间隙、处理墙面属于落后的生产方法造成的多余的动作(其中之所以要处理墙面，是由破拆墙体所造成的)；等待填充材料凝固属于等待浪费。上述四个流程合计平均浪费了 26.1 小时，因此我们必须减小或消除这些流程的工时。

### 3. 解决思路

根据以上调查结果分析，目前的管道安装和更换过程中，存在浪费、且工时浪费最多的流程包括补全穿墙孔洞间隙、破拆墙体、处理墙面，但处理墙面是由于破拆墙体造成的，因此最关键的时间、工时浪费是补全穿墙孔洞间隙、破拆墙体两个流程，必须减小或消除。另一方面，出于防止污染生产环境和破拆影响墙体强度的考虑，必须杜绝破拆墙体。

因此，综上所述，解决问题的关键在于：消除更换管道时破拆墙体的流程。

应该寻找一种先进的管道穿墙安装装置，该装置必须能解决现存的问题，具备我们需要的四个功能要求[3] [4]：

- 1) 能减小或消除补全穿墙孔洞间隙工时；
- 2) 更换时不破拆墙体；
- 3) 能良好的支撑和固定穿墙管道；
- 4) 满足防火规范。

为了减少穿墙管道维修更换的时间，就要减少更换过程对已凝固墙体的破坏和修复工作，以及减少用建筑材料填充间隙和等待凝结的时间，或者直接省去该流程，以达到既能够减少对材料和人工的需求，又能有效降低施工时间。

### 3.1. 具体方案

根据以上四个需求,我们设计了套管式穿墙管道夹持装置,能消除破拆墙体、等待填充材料凝固、涂料处理墙面等几个流程,大幅减少穿墙管道的安装和拆卸耗时,具体设计思路如图5所示。

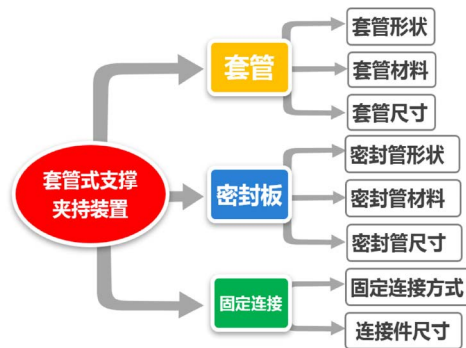


Figure 5. Structure of casing pipe clamp

图5. 套管式管道夹持装置结构

#### 3.1.1. 套管

**套管形状:**一般穿墙管道的横截面都是圆形,套管采用圆形能较容易的保证套管与管道的同心度,密封性和支撑性都较好。因此,套管的形状为圆形。

**套管材料:**A3 钢材价格低、承载力强,容易加工,具备防火性。

**套管尺寸:**套管结构如图6所示,为保证有足够的空间安装和拆卸套管与密封板的连接螺栓,以及在预埋套管时有足够的空间来粉刷和处理墙面,套管的一端必须超出墙面50 mm以上,故套管的长度 $L_1$ 为墙体厚度加100 mm~150 mm;为了方便安装,套管内径 $D_1$ 比管道外径大3~10 mm;套管的厚度大于管道的厚度即可满足承重的需求;为了有足够的空间使用扳手拧紧或拆卸螺栓,法兰盘的宽度需大于三倍的螺栓直径[5]。

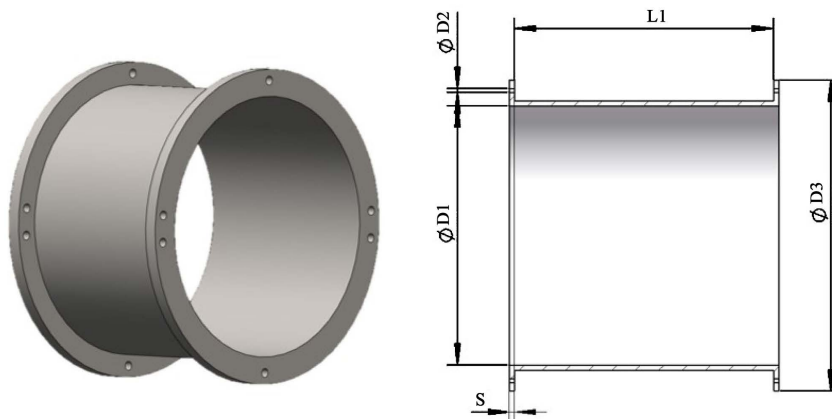


Figure 6. Casing dimensions

图6. 套管尺寸

#### 3.1.2. 密封板

**密封板形状:**套管的形状是圆形,密封板同样采用圆形,因为密封板是管道安装后最后进行安装,为了方便安装,密封板采用两个半圆形组合而成,如图7所示。

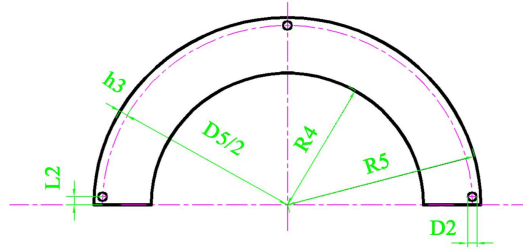


Figure 7. Seal plate schematic  
图 7. 密封板示意图

密封板材料：与套管材质相同。

密封板尺寸：密封板结构如图 7 所示，为了与套管配合严密，密封板外径、内径需与套管法兰盘的尺寸相同；为使每颗螺栓受力均匀，应将每块半圆形密封板上的 3 颗螺栓均匀分布，密封板法兰盘的螺栓定位应和密封板一致。

### 3.1.3. 固定连接

固定连接方式：采用螺栓连接，成本低，安装和拆卸方便快捷，连接牢固耐用，不易松动。

连接件尺寸：根据管道尺寸和重量，选择螺栓尺寸，一般选取 M6~M12 型六角螺栓。

## 3.2. 方案实施

### 3.2.1. 夹持装置制作

在联合工房建设施工前统计好需要穿墙的管道尺寸、数量，根据上述方案制作套管和密封板，加工零件表面上不应有裂纹、变形等影响零件力学性能的缺陷，不允许有毛刺、飞边。

### 3.2.2. 套管预埋

在联合工房施工的时候预埋套管：套管与墙体应连接密实，套管不松动，墙面平整；安装位置准确，套管轴线与墙面垂直，角度误差小于  $1^\circ$ 。

### 3.2.3. 密封板安装

在穿墙管道安装结束后，需要进行相应的防护措施，如图 8 所示，用防火棉将管道和套管之间的间隙填堵密实，然后安装密封板，用螺栓将 2 片半圆式圆环密封板固定。密封板安装后，管道应不左右晃动，螺栓紧固。



Figure 8. Through-wall pipe clamp installation  
图 8. 穿墙管道夹持装置安装

## 4. 效果验证

### 4.1. 穿墙管道安装工时检验

为了检验穿墙管道夹持装置的应用效果,我们对采用管道夹持装置的工地进行了 15 个施工点的安装工时记录统计,结果表 3 所示:

**Table 3.** Table of hours of pipeline installation work

**表 3.** 穿墙管道安装工时统计表

安装位置	管道安装工时(工时/根)	安装位置	管道安装工时(工时/根)	安装位置	管道安装工时(工时/根)
1	0.95	6	0.37	11	0.73
2	0.9	7	0.81	12	0.88
3	0.3	8	0.69	13	0.59
4	0.3	9	0.8	14	0.46
5	0.57	10	0.83	15	0.68
平均			0.66		

由表 3 可以看出:采用穿墙管道夹持装置后,穿墙管道的平均安装工时已经降低到 0.66 工时/根,极大的缩短了管道安装时间,加快了厂房建设项目的施工进度,改善效果明显。

### 4.2. 穿墙管道更换工时检验

为了检验穿墙管道夹持装置后更换效率的提升效果,我们统计了 4 根穿墙管道的更换施工工时,其数据统计如下表 4 所示:

**Table 4.** Statistics of man-hours for replacing pipelines through walls

**表 4.** 穿墙管道更换工时统计表

安装位置	管道安装工时(人·小时/根)	安装位置	管道安装工时(人·小时/根)
1	1.6	3	1.5
2	1.4	4	1.2
平均值			1.43

由表 4 可以看出:采用穿墙管道夹持装置后,穿墙管道的平均更换工时已经降低到 1.43 工时/根,大幅提高了管道更换效率,改善效果同样明显。

在使用一年后,我们检查了某工厂穿墙管道夹持装置的使用情况,各部件仍牢固可靠,未出现变形和失效,安装装置与墙体连接紧密,未出现松动。夹持装置能良好的支撑和固定穿墙管道,管道在使用过程中稳固可靠,不会左右晃动。

### 4.3. 活动总结

通过现场验证,可以看到穿墙管道夹持装置应用的效果明显,提高了管道的安装、更换效率,大幅减少了耗时。该装置结构简单、使用灵活;安装和更换过程不会损伤墙体;有效降低了高空作业的工作量,降低了施工过程的安全风险,同时减轻施工人员的劳动强度;杜绝了更换过程破拆墙体带来的对环境和产品的污染,实现了清洁生产,符合企业精益管理的理念。

## 参考文献

- [1] 杨昊苏. 浅析建筑给排水管道穿墙或楼板孔洞的预留与封堵措施[J]. 科学与财富, 2018(8): 217.
- [2] 姜斌. 建筑给排水管道穿墙或楼板孔洞的预留与封堵措施[J]. 中国科技投资, 2018(17): 18.
- [3] 何浩平. 一种空调穿墙管道保护装置[P]. 中国专利, 201822007191.0, 2019-09-06.
- [4] 李松, 张禹希, 徐曼, 等. 一种穿墙套筒封堵装置[P]. 中国专利, 201820988606.4, 2019-03-19.
- [5] 杨可桢, 程光蕴, 李仲生, 钱瑞明. 机械设计基础[M]. 第六版. 北京: 高等教育出版社, 2013.