

# 隔爆型电气设备压紧螺母式电缆引入装置的结构分析

周伟锋<sup>1</sup>, 唐明<sup>2</sup>, 邓永林<sup>1</sup>

(1. 煤炭科学研究总院重庆分院, 重庆 400037; 2. 重庆工程职业技术学院, 重庆 400037)

**摘要:**结合新防爆电气标准 GB3836—2000 要求和生产实际, 对 3 种隔爆型电气设备压紧螺母式电缆引入装置结构进行了对比分析, 指出设计中应充分考虑各自的优缺点, 以及实际加工条件, 在确保设备安全性能的同时, 降低生产成本。

**关键词:**压紧; 密封; 静摩擦因数; 摩擦副材料

**中图分类号:**TD403

**文献标识码:**C

**文章编号:**1008-4495(2005)S0-0028-02

压紧螺母式电缆引入装置以其具有生产组织方便, 机械加工精度要求不高, 结构紧凑, 安装、使用、维护方便等优点, 广泛应用于许多隔爆型电气设备上。其结构设计的合理, 不但可以提高隔爆型电气设备的隔爆性能, 而且有助于简化工艺, 从而节约成本。

## 1 原理与相关标准要求

压紧螺母式电缆引入装置依靠压紧螺母的拧紧, 压缩弹性密封圈, 使弹性密封圈在轴向缩短的同时产生径向膨胀, 从而与连通节和电缆紧密结合, 产生压紧密封作用。有关其结构, 新防爆电气标准 GB3836—2000 要求密封圈压紧密封后, 密封的最小轴向尺寸  $X$  应满足火焰通路的最小长度要求, 具体结构未作详细说明。参阅旧防爆标准 GB3836—83 和 JB4262—92《防爆电器用橡胶套电缆引入装置》中有关结构型式和组成的要求, 结合实际生产、加工中的工艺考虑, 现将以下 3 种结构型式和组成加以分析。

## 2 常见的 3 种结构分析

### 2.1 垫圈装入退刀槽以内光孔中的结构

GB3836.1—83 中采用该种结构的压紧螺母式电缆引入装置(如图 1 所示)。

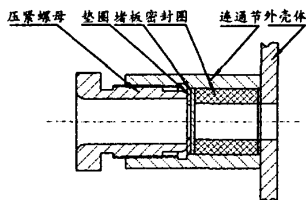


图 1 垫圈装入退刀槽以内光孔中的结构

该种结构除弹性密封圈全部装入光孔中外, 金属垫圈和金属堵板也装入光孔, 在压缩密封圈的过程中, 弹性密封圈轴向受力压缩, 径向膨胀较均匀, 与光孔和电缆可以很好接触, 从而达到满足防爆要求。这种结构要求压紧螺母的凸台部分较长(具体视电缆与密封圈、连通节与密封圈及密封圈材质硬度而定), 否则密封圈压缩量较大时压不紧, 影响防爆性能。加大压紧螺母的长度, 连通节的长度也要相应加长, 材料用量加大。还有该种结构因为退刀槽的存在, 不但加工中多出工序而且在安装金属垫圈和钢质堵板时有可能掉入退刀槽, 增加安装难度。

### 2.2 垫圈装入退刀槽以外的螺孔中的结构

JB4262—92《防爆电器用橡胶套电缆引入装置》中采用如图 2 所示结构。

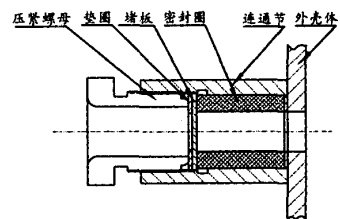


图 2 垫圈装入退刀槽以外螺孔中的结构

该种结构连通节中设有退刀槽, 分析 JB4262—92 第 4.18 条引入装置所用零部件的具体尺寸(如表 1 所示)可知: 密封圈的长度等于连通节中退刀槽的宽度和光孔长度之和, 装入密封圈和垫圈后, 密封圈将退刀槽堵上。这种结构避免了金属垫圈或钢质堵板掉入退刀槽的可能, 减小了装配的困难, 提高了设备的防爆性能, 缩短了总长度。但这种结构有可能在压紧螺母压紧过程中弹性密封圈受力膨胀不均, 与退刀槽结合部分膨胀较大, 压缩密封圈, 在退刀槽棱角处会产生阻止其压进光孔的力, 导致密封圈无法继续膨胀受压(严重时可能损坏密封圈), 影响电缆的压紧密封, 从而影响电气设备的防爆性能。

收稿日期: 2004-08-24

作者简介: 周伟锋(1979-), 陕西乾县人, 助理工程师, 2002年毕业于西安建筑科技大学机械设计制造及自动化专业, 主要从事防爆电气检验工作。

表1 引入装置所用零部件的部分尺寸

密封圈外径/连通节光孔内径 $\Phi$	密封圈长度/A	连通节光孔长度 $A_a - A_b$	连通节退刀槽宽度建议值 B	垫圈厚度 $\delta$	$A + \delta - (A_a - A_b)$
18	11	7.5	3.5	1.5	$11 + 1.5 - 7.5 = 5 \geq B$
22	12	8.5	3.5	1.5	$12 + 1.5 - 8.5 = 5 \geq B$
27	13	9.5	3.5	1.5	$13 + 1.5 - 9.5 = 5 \geq B$
33	16	12.5	3.5	1.5	$16 + 1.5 - 12.5 = 5 \geq B$
39	20	16.5	3.5	1.5	$20 + 1.5 - 16.5 = 5 \geq B$
52	22	18.5	3.5	2	$22 + 2 - 18.5 = 5.5 \geq B$

2.3 无退刀槽的结构

实际应用中,许多制造厂对连通节不加工退刀槽,直接运用管螺纹、丝锥进行攻丝或采用加工过渡螺纹的形式(如图3所示)。这种结构的优点是不加工退刀槽,不但可以防止金属垫圈和钢质堵板掉入退刀槽,而且可以简化加工工序,从而降低成本。

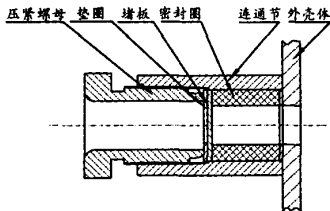


图3 无退刀槽的结构

该种结构密封圈置于光孔中,堵板和垫圈可以装置在螺纹处,可以使压紧螺母凸台部分减短,同时减短连通节的长度。对于堵板和垫圈置于过渡螺纹部分是否在压紧过程中会卡住,致使密封圈无法压紧呢?

假设堵板和垫圈的厚度小于螺纹的螺距,装置在过渡螺纹处时,掉入螺纹牙里面(图4(a)所示),此时钢件做平面运动,将平面运动可以分解为绕O点的转动和O点沿螺纹牙AB的直线运动,只要直线运动不发生自锁,即在压紧螺母的推动力下,刚件可以向上移动,就证明刚件不会被卡住。

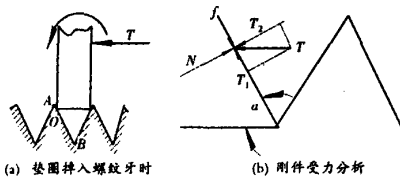


图4 垫圈与螺纹的配合示意图

如图4(b)所示,刚件O点在螺纹牙上直线移动受到螺纹牙的支撑力N、摩擦力f和压紧螺母施加的力T作用,将T分解为沿斜面方向的力T<sub>1</sub>和垂直于斜面方向的力T<sub>2</sub>,则:

$$T_1 = \cos\alpha T \quad (1)$$

$$T_2 = \sin\alpha T \quad (2)$$

质点在垂直方向上无移动,则:

$$T_2 = N \quad (3)$$

$$\text{摩擦力 } f = \mu N \quad (4)$$

在斜面方向上要运动,则:  $T_1 \geq \mu N$

代入式(3)得:  $T_1 \geq \mu T_2$

代入式(2)得:  $T_1 \geq \mu \sin\alpha$

万方数据

再代入式(1)得:  $\cos\alpha \geq \mu \sin\alpha$

即:  $\mu \leq \cot\alpha$

所以,只要满足:  $\mu \leq \cot\alpha$  就可满足质点即刚体在斜面上运动。

其中,  $\mu$  为材料的静摩擦因数;  $\alpha$  为斜面倾角。

对于连通节上的螺纹一般为三角形螺纹或管螺纹,其牙形角为60°或55°,换算为相应的斜面倾角为60°或62.5°,所以只要满足  $\mu \leq 0.5774$  或  $\mu \leq 0.5206$  时,刚体就可以滑上斜面。

钢与部分金属材料一般情况下静摩擦因数(见表2)都小于0.5。

表2 静摩擦因数

摩擦副材料		静摩擦因数
I	II	
钢	钢	0.15
	软钢	0.2
	T8 钢	0.18
	铸铁	0.2~0.3
	黄铜	0.19
	青铜	0.15~0.18
	铝	0.17

钢质堵板和金属垫圈不会被卡在螺纹中,在压紧螺母压紧作用下,会贴紧密封圈,随着密封圈的压缩进入到连通节的光孔中,不会影响密封圈的压紧和密封。

直接车螺纹或攻丝要保证光孔的长度,加工难度可能有点高,但可通过新技术、新工艺和操作人员的技术提高解决。

3 结语

综上所述,3种方案各有优缺点,设计中应充分考虑实际加工条件,以确保设备安全性能的同时减小成本。

参考文献:

- [1] JB4262—92, 防爆电器用橡套电缆引入装置[S]
- [2] GB3836.1—83, 爆炸性环境用防爆电气设备通用要求[S]
- [3] GB3836.2—83, 爆炸性环境用防爆电气设备 隔爆型电气设备“d”[S]
- [4] GB3836.1—2000, 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分 通用要求[S]
- [5] GB3836.2—2000, 爆炸性气体环境用电气设备 第2部分 隔爆型“d”[S]
- [6] 第二版编辑委员会. 机械工程师手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000

(责任编辑:吕晋英)

# 隔爆型电气设备压紧螺母式电缆引入装置的结构分析

作者: [周伟锋](#), [唐明](#), [邓永林](#)

作者单位: [周伟锋, 邓永林\(煤炭科学研究总院重庆分院, 重庆, 400037\)](#), [唐明\(重庆工程职业技术学院, 重庆, 400037\)](#)

刊名: [矿业安全与环保](#) **PKU**

英文刊名: [MINING SAFETY & ENVIRONMENTAL PROTECTION](#)

年, 卷(期): 2005, 32(z1)

引用次数: 0次

## 参考文献(6条)

1. JB4262-1992. 防爆电器用橡胶套电缆引入装置[期刊论文]- 1993
2. GB3836.1-1983. 爆炸性环境用防爆电气设备通用要求 1985
3. GB3836.2-1983. 爆炸性环境用防爆电气设备 隔爆型电气设备“d” 1985
4. GB3836.1-2000. 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分: 通用要求 2000
5. GB3836.2-2000. 爆炸性气体环境用电气设备 第2部分: 隔爆型“d” 2000
6. 机械工程师手册 2000

## 相似文献(10条)

1. 会议论文 [张福林](#) [复合绝缘子压紧式端部密封结构特点及其密封性能稳定性](#) 2001

根据加压紧式密封结构的产品端部整体密封结构部件装配状况,考虑到压紧式密封结构的功能部件材质构成特点,结合功能部件的结构性能,通过分析,找出功能部件与相应部件接触界面的密封机理及其关键界面密封性能的稳定性,并通过产品实际密封试验加以验证。

2. 会议论文 [张福林](#) [复合绝缘子压紧式端部密封结构特点及其密封性能稳定性](#) 2000

根据加压紧式密封结构的产品端部整体密封结构部件装配状况,考虑到压紧式密封结构的功能部件材质构成特点,结合功能部件的结构性能,通过分析,找出功能部件与相应部件接触界面的密封机理及其关键界面密封性能的稳定性,并通过产品实际密封试验加以验证。

3. 期刊论文 [张艳明](#), [王凯](#), [王丽娜](#), [戈小云](#), [李彧](#) [加热炉炉门的密封与压紧装置](#) -[工业炉](#)2003, 25(2)

论述了加热炉炉门使用中存在的缺陷及问题,介绍了加热炉几种炉门的密封和压紧装置及其使用效果。

4. 期刊论文 [李莉娟](#), [JI Li-juan](#) [加热炉大型炉门密封与压紧方式的改进](#) -[工业炉](#)2008, 30(3)

为提高加热炉炉门的寿命和密封性能,通过实际应用,对台车式加热炉炉门的密封和压紧结构作了一系列改进,达到了满意的效果,提高了加热炉整体技术水平。

5. 期刊论文 [马卓](#), [刘红霞](#), [MA Zhuo](#), [LIU Hong-xia](#) [换热管单根试压用无压紧密封工装设计](#) -[石油化工设备](#)

2009, 38(1)

改进后的工装由于无周向压紧力,杜绝了由试压环节给换热管造成的压扁、压弯及焊后切掉缩尺等不良后果,提高了试验压力和工作效率,对热交换器、锅炉及钢管生产厂进行换热管耐压试验具有借鉴的作用。

6. 学位论文 [刘海龙](#) [石墨管与玻璃钢管板的压紧密封连接实验研究](#) 2008

目前,金属管壳式换热器中换热管与管板之间连接方法主要有胀接法、焊接法、胀焊结合法;管壳式石墨换热器中换热管与管板之间连接方法主要有密封胶连接法、整体成型法及高弹性橡胶连接法。对于玻璃钢组合式换热器,胀接、焊接、胀焊结合法不可应用;

而密封胶连接法连接处温差应力大、维修不便;整体成型法制造麻烦,且维修困难;高弹性连接法的承压能力低。针对上述问题,本文对玻璃钢管板与石墨换热管的活性连接进行了密封实验研究。

根据制造换热器厂家的制造能力,笔者设计了两种不同结构的管板孔结构,即贯通螺纹孔结构和半贯通螺纹孔结构。

建立了一套实验装置,对三种耐压模型:软填料密封模型、O形圈密封模型和凹V形圈密封模型进行了实验研究。以聚四氟乙烯盘根、聚四氟乙烯生料带、橡胶O形圈、硅胶O形圈、橡胶凹V形圈等为填料,分别对两种开孔形式的管板进行了密封耐压试验,对影响密封的四个影响因素:预紧比压、填料层厚度、介质温度、填料材料性能进行了实验研究。

实验结果表明,该连接技术在两种管板结构均能实现密封,半贯通螺纹式管板孔结构比贯通螺纹式管板孔结构要好。其中V形组合圈是最好的密封填料,可以在20N·M扭矩下,承压能力超过1.0MPa;预紧比压对密封起到决定性作用,增大预紧比压能有效增强密封效果;在填料层厚度比较低时增大填料层厚度能显著提高密封效果;当介质温度不太高时,介质温度对该结构密封性能影响不大;填料材料性能对该结构密封性能影响很大,回弹性高、致密度高的材料密封效果比较好。

7. 期刊论文 [张福林](#), [Zhang Fulin](#) [复合绝缘子压紧式端部密封结构特点及其密封性能稳定性](#) -[电力建设](#)

2000, 21(12)

复合绝缘子压紧式密封结构是根据复合绝缘子金具与芯棒连接界面组装特点,利用硅橡胶耐污湿、抗老化性能,参照直流复合绝缘子防腐端环结构形式,在原有产品金具端部密封胶的基础上,加装由异形胶圈和压环组成的压紧式密封保护装置。该结构经染色渗透剂浸泡2010 min,施加额定机械负荷,模拟位移7 mm等试验,解剖检查均无渗透剂渗入痕迹,说明压紧式端部密封结构的密封性能良好,可免受自然环境因素直接侵蚀和外力作用,使复合绝缘子在任何情况下都能保证有足够的机械强度。

8. 会议论文 [李莉娟](#) [浅谈加热炉炉门密封与压紧方式改革实践后的体会](#) 2006

从1970~2000年之间,我厂先后建成的近百座工业炉中(不包括对原有炉子定期大修、改造)炉门结构密封尝试了几乎包括了国内水冷、风冷、斜面、气缸压紧和弹簧压紧加唇边可调等所有的形式,最终收效甚微。由于加热炉炉温很高,使得炉门密封与压紧成为国内各加热炉使用中中长期有待彻底解决的一个很棘手的问题。在70~80年代国内加热炉炉门密封最常见的大都采用水箱直立式、1.5~4.5°斜面自力式两种形式。这种机构的优点是结构简单、造价低

廉;缺点是炉门四周密封不严,易漏火、窜火,门框和炉门边框极易烧损,同时炉口温度很难满足工艺要求,严重时会影响工件的一次加热质量,以及炉口漏火、窜火造成的燃料浪费等.本文内容包括:

- 1 炉门密封结构
- 2 炉门压紧结构
- 3 合理化的改革和设计
- 4 结束语

9. 期刊论文 [郭威,石爽](#) [高压螺纹锁紧环换热器内外部压紧螺栓受力及扭矩计算方法](#) -[科技创新导报](#)2009,“(27)  
对螺纹锁紧环换热器内外部压紧螺栓载荷的计算及扭矩计算方法的介绍、判定螺纹锁紧环的密封情况.

10. 期刊论文 [盛正平,严裕宁,胡雪萍](#),[Sheng Zhengping, Yan Yuning, Hu Xueping](#) [插板阀用O形密封圈密封压紧力的量化分析](#) -[冶金设备](#)2005,“(1)

通过对常用插板阀工作机理的分析,提出以定量计算插板阀O形密封圈密封压紧力和压缩变形量的方法进行插板阀密封联结设计的新思想,把O形密封圈分解为微小矩形橡胶弹簧的组合,建立物理模型,运用积分的数学方法,成功的推导出O形密封圈的刚度计算公式,从而求解其密封压紧力.最后以武钢6#高炉DN2800眼镜型插板阀为计算实例,证实了所提出的设计思想和设计方法在该类插板阀的设计中是行之有效的.

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_kyaqyh2005z1016.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kyaqyh2005z1016.aspx)

下载时间: 2010年5月31日