

# 对地下井室内燃气放散管黄铜球阀阀体裂纹的成因分析

□ 武汉市天然气有限公司 (430030) 肖嵩 王彦馨

**摘要:** 本文对地下井室内丝扣黄铜球阀阀体裂纹的现象进行了描述和判断, 对产生的原因及环境条件进行了分析, 并提出了解决建议和措施。

**关键词:** 黄铜球阀 丝扣 季裂 应力腐蚀

## Causes of Underground Wells Indoor Gas Vent Pipe Brass Ball Valve Crack Analysis

Wuhan Natural Gas Co.,Ltd., Xiao Song, Wang Yanxin

**Abstract:** In this paper, described and judgment the phenomenon of underground wells interior threaded brass ball valve cracking, On the causes and environmental conditions were analyzed, And made recommendations to address and measure.

**Keywords:** brass ball valve threaded quarter crack stress corrosion

丝扣黄铜球阀因其具有耐腐蚀性、美观性、易加工成形性、可镀层装饰性、经济性和体积小等特点, 在燃气小口径管道上有着广泛的应用。我公司一直在小于DN50燃气管道上使用国内某品牌的丝扣黄铜球阀, 从使用性能以及对厂家的定期监检上来看, 其质量较为稳定可靠。

### 1 问题表现

近期接到公司管网运行部门的反馈, 反映在我公司阀门井室燃气放散管上黄铜球阀阀体出现裂纹漏气, 而且数量呈逐步增多的趋势。通过调阅管线所上

报的管网泄漏统计及分析资料发现从公司要求进行管网泄漏统计报表制度以来, 每个月都有十多例的黄铜球阀阀体裂纹泄漏情况发生, 在对问题黄铜球阀分布和安装位置统计数据进行分析时, 发现90%以上都出现在阀门井室燃气放散管和凝水缸放散管上的球阀丝扣部位有裂纹破损, 而安装在登高管上的黄铜球阀仅有几例, 分析原因为地面沉降造成管道横向位移将球阀丝扣部分拉裂引起。

### 2 产品情况

通过厂家了解到阀体材料为铅黄铜牌号为HPb59-1,

属特殊黄铜范围，其为加铅的铜锌合金，按其组织为 $\alpha + \beta$ 两相黄铜，在高温下具有较好的塑性，可进行锻造。主要成分见表1。

铅黄铜冷热压力加工性好，其铅含量为0.8%~1.9%，在黄铜中溶解度仅为0.4%，而常以纯铅相存在，呈点状分布，这些铅质点的润滑和减磨性能使铅黄铜的切削性优良，切屑易碎，工件表面光洁，适宜热锻和自动高速车床加工，是阀门中较为常用的铜合金，其锌含量大于等于37%。

### 3 原因判断与排除

#### 3.1 产品质量问题

我公司已安装使用了上百万个该品牌的丝扣黄铜球阀，出现阀体龟裂的数量仅为几百个，所占比例非常小。从拆除的问题阀门生产的时间上看，也较为分散，分别有：2004年、2007年、2009年及2011年的产品，不是表现在某个批次上的问题。

生产厂家对每批次原料都会进行抽检，对产品有严格的装配、试验、干燥和完工检验程序，如果在生产制造过程中发生问题，在其中任何一个环节都会被发现。

#### 3.2 安装质量问题

过去发现黄铜球阀丝扣裂纹时，原来总是判断放散管阀门丝堵顶部与井盖之间的间距过小，在车辆碾压时井盖变形将车辆的动荷载转递到黄铜球阀阀体，引起丝扣部分受横向力而炸裂。而我公司早已规范了放散阀与井盖之间的净距要求，基本上可以排除上述原因。

问题阀体分布位置较为集中，主要在地下井室内，其它地面以上安装的阀门很少出现问题，镀锌管端部丝扣都是由统一的机械套丝机加工完成，个别抢维修时出现需要手工套丝机进行锥螺纹加工情况时，可能存在丝扣加工精度不高，对阀体丝扣张力过大的情况。

我们要求生产厂家对不同批次的阀门进行了扭力测试，在对DN20的黄铜球阀丝扣端旋入管锥螺纹时，当扭力为200N.m时，球阀丝扣端发生形变胀大，未出现裂纹，当施加扭力达300N.m时，丝扣端进一步形变胀大，仍未出现裂纹，表现出黄铜良好的延展性能。

#### 3.3 电化学腐蚀和应力腐蚀问题

通过与厂家技术人员沟通，并查阅了相关资料后我们了解到黄铜产品电化学腐蚀和应力腐蚀方面会表现为脱锌和季裂两种形式：

(1) 黄铜产品在大气和淡水中具有良好的抗腐蚀性能，但在中性盐类溶液极易发生电化学腐蚀，即黄铜的脱锌现象。其表现形式有均匀的层状脱锌和不均匀的带状或栓状脱锌两种，其结果是前者的合金表面层变为力学性能脆弱的铜层，强度下降；后者脱锌的腐蚀产物为丧失强度的疏松多孔的铜残渣，容易早期穿孔。

(2) 黄铜产品在潮湿环境存放期间会产生自动破裂的现象，也叫黄铜的季裂，是黄铜失效力腐蚀破坏（SCC）的形式之一。有残余内应力的黄铜制品，长期存放于含氨气或二氧化硫等介质中，会产生沿晶或穿晶破裂；而受拉应力的黄铜在淡水、高温高压水和蒸汽以及一切含氨（或 $\text{NH}_4^+$ ）的介质中，都可能发生应力腐蚀破裂。

我们与生产厂家技术人员一同对拆除下来的黄铜球阀破损部位进行了验查，大部分裂纹细小，不经打磨，肉眼不易分辨，裂纹起始于丝扣连接的端面，其走向垂直丝扣并向阀体中部延伸，绝大部分阀体外表面有铜绿锈蚀，打磨露出黄铜本色，未发现脱锌现象。由于我公司发生裂纹泄漏的球阀在安装完成一段时间内没有出现问题，均为安装运行两年以上时间发生，而且发生的季节以冬季和夏季居多。根据以上情况，初步判断黄铜球阀阀体裂纹是季裂的表现。

据了解即使是微量的氨（几个ppm）也能使受拉应力的黄铜产生应力腐蚀破裂，水分或湿气、氧、

表1

Cu	Pb	Zn	杂质限量					总和
			Fe	Sb	Bi	P	Al	
57.0~60.0	0.8~1.9	其余	≤0.5	≤0.01	≤0.003	≤0.02	≤0.2	≤1.0

SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>和氧等物质都会加速破裂。含锌量少于20%的黄铜，在自然环境中一般不产生应力腐蚀破裂。含锌量大于20%的黄铜，含锌量愈高，应力腐蚀破裂敏感性愈大。

## 4 发生季裂的原因分析

丝扣黄铜球阀要发生季裂，必须具备3个条件：应力、潮湿环境和氨气（或二氧化硫）等介质。

### 4.1 残余应力和附加应力的产生

根据厂家提供的生产工艺流程图可以知道：黄铜棒材经过下料、锻压、金加工、装配完成，在其金加工程序后，没有进行退火处理工序。黄铜球阀阀体冷加工后存在的残余应力没有被消除。

黄铜球阀的丝扣是柱螺纹形式，而镀锌管的丝扣为锥螺纹形式，在锥螺纹与柱螺纹套配时，锥螺纹会对球阀丝扣端施加一个胀扩的附加拉应力。因没有配备扭力扳手，施加的拉应力还会受到镀锌管丝扣加工精度、聚四氟生料带缠绕厚度及旋紧扭矩大小因素的影响变化。

可以推断黄铜球阀的丝扣端部有少量残余应力和较大的附加应力存在，当内应力与工作应力叠加，会过早地使阀体产生微裂纹。

### 4.2 外部潮湿环境条件的形成

武汉地处南方，多雨，地下水位偏高，井室内易积水，井室内环境较为潮湿。铜在与大气、水等接触时，反应生成难溶于水的碱式硫酸铜 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和碱式碳酸铜 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 薄膜，又称“铜绿”。问题阀门的绝大部分阀体外表面有铜绿锈蚀，也说明了这个问题。

### 4.3 氨气或二氧化硫等介质的来源

#### 4.3.1 氨气介质的可能来源

（1）氨气来自市政道路施工中使用的混凝土外加剂，特别是在冬季施工过程中，在混凝土中加入尿素和氨水为主要原料的混凝土防冻剂，这些含有大量氨类物质的外加剂会随着温湿度等环境因素的变化而还原成氨气，从道路混凝土中缓慢释放出来，造成井室内空气中氨的含量大量增加。

（2）与燃气井室相近的污水管和污水井室内的氨气通过土壤的渗透进入燃气井室。

#### 4.3.2 二氧化硫介质的可能来源

##### （1）天然气成分中硫化氢的影响

由于民用燃气为二类天然气，其中硫化氢含量分别小于 $20\text{mg}/\text{m}^3$ ，因此HPb59-1铅黄铜在安装于民用燃气管路末端的阀门中也被普遍采用。一方面不是能接触到天然气中硫化氢成分的阀体部位，连接丝堵端部位要比镀锌管端的机会更大，但发生裂纹的位置常发生在与镀锌管一端，而非丝堵一端。由于天然气中硫化氢含量较低，而且从裂纹发生的位置来判断，天然气成分中硫化氢的影响可能有，但不会太大。

##### （2）汽车尾气

汽车尾气主要污染物为碳氢化合物、氮氧化物、一氧化碳、二氧化硫、含铅化合物、苯丙芘及固体颗粒物等。目前北京、上海、广州、深圳和南京等5个城市的汽油和柴油均执行国四标准，汽油中的硫含量小于 $50\text{ppm}/\text{kg}$ ，武汉市在2013年7月1日前执行国三标准，硫含量不得大于 $150\text{ppm}$ ，汽车尾气中二氧化硫含量较高，在下雨时部分溶解在水中会随雨水流入井室。

通过分析，燃气井室内的黄铜球阀完全具备有黄铜季裂的条件，可以判断地下井室内燃气放散管黄铜球阀阀体裂纹的成因为季裂。

## 5 解决的措施及建议

通过分析后，我公司从以下几个方面提出了相关解决的措施及建议。

##### （1）材料的材质

一般为避免黄铜自裂，一般黄铜冷加工制品或半制品，会采用在黄铜中加入 $0.02\% \sim 0.06\%$ 砷（As）或 $1.0\% \sim 1.5\%$ 硅（Si）能明显降低其自裂倾向，在黄铜中加入铝、镍、锡也能减轻应力腐蚀破裂。通过对黄铜原料添加元素而减小自裂倾向，会提高整体黄铜球阀原材料的采购成本，考虑到井室放散管上的黄铜球阀用量与在用户表前阀和尾阀数量相比较小，不考虑采用。

##### （2）生产应力的消除

对黄铜冷加工制品或半制品进行低温（ $260^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ ）退火来消除制品在冷加工时产生的残留内应力。将我公司用于地下井室内燃气放散管黄铜球阀改

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2014.04.008

# 城市地下燃气钢质管道腐蚀与防护工作面临的问题及对策

□ 昆明城市燃气规划设计院 (650041) 李瑞云 吴建雄

**摘 要:** 本文介绍了城市地下燃气钢质管道腐蚀的特点、危害及防护(防腐)方法,简述了目前城市地下燃气钢质管道防腐工作存在的主要问题及制约当前防护工作的环境条件,对加强城市地下燃气钢质管道的防护主要措施进行了探讨。

**关键词:** 城市地下燃气钢质管道 腐蚀 防护 问题 对策

## 1 引言

随着城市现代化建设的发展,城市内地铁、轻轨、高压输电线路,工厂等电气设备、高层建筑防雷接地装置迅速增多,地中杂散电流来源广、干扰强,工业、生活污水排放,地表水污染严重,土壤腐蚀性

普遍较重,使得地下燃气钢质管道腐蚀日趋加重。而且城市各种地下金属管道及设施密集、纵横交错,管道距行道树较近,特别是2000年以前敷设的管道外防腐层主要是石油沥青玻璃布、煤焦油沥青玻璃布,其吸水率高、老化快,容易被树根穿透等造成外防腐层破坏,引起管道腐蚀穿孔,施工质量参差不一等加剧

为另一种阀体经过低温退火处理的黄铜球阀牌号,以消除阀体加工残余应力。

### (3) 安装附加应力的控制

黄铜球阀丝扣端为柱螺纹,镀锌钢管端部加工为锥螺纹,锥螺纹旋入柱螺纹时,本身会对阀体产生附加应力。采用螺纹环规量具对镀锌钢管端部锥螺纹进行抽检,确保采用机械套丝机和手工丝板对锥螺纹的加工精度,在规定的旋入螺纹进丝深度要求下,减少锥螺纹尺寸加工偏差造成的额外附加应力。

### (4) 对季裂环境的隔离

建议在平时不使用放散阀时,对地下井室内燃气

放散管黄铜球阀采用透明塑料袋进行包裹封扎,一方面可以隔离潮湿环境保护黄铜球阀,另一方面也可以隔离氨气和二氧化硫等介质与黄铜球阀的接触。

## 6 结语

黄铜球阀阀体裂纹泄漏的现象可能在许多有类似应用的燃气企业都存在,我们将逐步落实相关措施,并跟踪后期的效果,这种问题也提示我们对每一种燃气设备和材料的应用还需要对不同的环境条件适用性进行相应的评估。