

钢管静水压试验的稳压方式探讨

欧阳育光, 邵立功

(番禺珠江钢管有限公司, 广东 广州 511450)

摘要: 介绍了钢管水压试验机及其 4 种稳压方式(高压泵稳压、高压罐稳压、增压器稳压以及稳压缸稳压)的工作原理, 并对这 4 种稳压方式的工艺技术特点进行了总结和比较。建议企业在新建项目时正确合理地选用合适的稳压方式, 使其既能满足工艺标准要求, 还能提高生产效率, 为企业创造更多的利润。

关键词: 钢管检验; 静水压试验; 稳压方式; 高压泵稳压; 高压罐稳压; 增压器稳压; 稳压缸稳压

中图分类号: TG115.5 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-2311(2015)02-0062-04

Discussion on Pressure Stabilization Methods for Steel Pipe Hydrostatic Pressure Testing

OUYANG Yuguang, SHAO Ligong

(Panyu Chukong Steel Pipe Co., Ltd., Guangzhou 511450, China)

Abstract: Described in the paper are the steel pipe hydrostatic pressure testing machine, and the pressure stabilization methods with four different devices, i.e., the high pressure pump, the high pressure tank, the pressure booster and the pressure-stabilizing cylinder, and the working principles thereof. Also summarized and compared are the process technological characteristics of the four methods. Finally, it is suggested that proper pressure stabilization method be determined reasonably by companies concerned for their future hydrostatic pressure testing machines in a bid to not only meet relevant process requirements, but also improve productivity, and thus the profitability.

Key words: steel pipe inspection; hydrostatic pressure testing; pressure stabilization method; pressure stabilization with high pressure pump; pressure stabilization with high pressure tank; pressure stabilization with pressure booster; pressure stabilization with pressure-stabilizing cylinder

近年来, 随着我国经济的持续发展, 推动了石油天然气等能源工业的快速发展, 同时也带动了管道运输业和钢管工业的蓬勃发展^[1-3]。为了提高钢管产品的质量和使用的安全可靠, 各制造厂家都在积极努力加强钢管的检测与试验手段。在钢管的所有检测与试验中, 静水压试验由于其准确率高而成为钢管制造工艺流程中必不可少的检验项目^[4-5], 而许多产品标准对水压试验提出了严格的稳压要求。因此, 在水压试验过程中稳压性能的好坏成为水压试验机的重要指标, 如何确保在水压试验过程中稳压曲线符合标准要求也成为关注的焦点, 当水压值

达到规定的试验压力后, 通常要求稳压 10~15 s, 且压力波动不超过 0.5 MPa^[6-8]。由于钢管两端的密封以及充水阀、排气阀等各处存在微量泄漏^[9-10], 所以正确合理地使用稳压方式, 在钢管静水压试验中显得尤为重要。

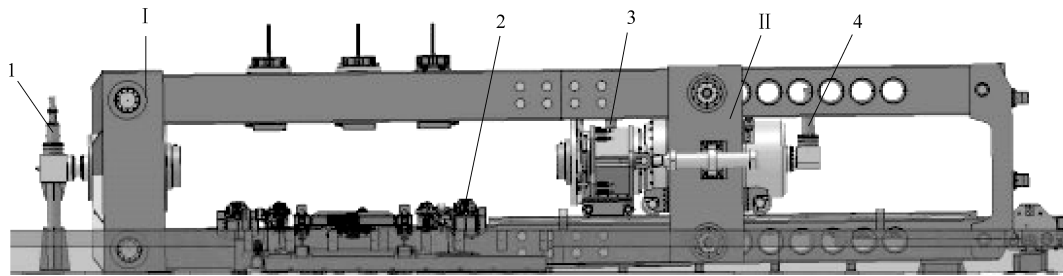
1 钢管水压试验机工作原理

钢管水压试验机如图 1 所示。钢管由送管机构送到位, 然后经对中升降机构抬升至密封位, 此时移动端主油缸推动钢管前进并密封; 接着充水阀打开, 低压水泵给钢管充水, 当看到排气阀有大量的水溢出且没有气泡时, 说明钢管已充满水; 关闭充水阀和排气阀, 开始加压, 在充水阀端装有压力传感器, 实时检测水压并反馈信号给比例溢流阀自动

欧阳育光(1984-), 男, 工程师, 主要从事焊管设备液压系统的设计工作。

调整主油缸油压，达到油压/水压的动态平衡；当压力升至试验要求值时，高压泵停止加压，开始稳

压，稳压完成后卸压，将钢管送出，完成一个水压试验循环^[11-13]。



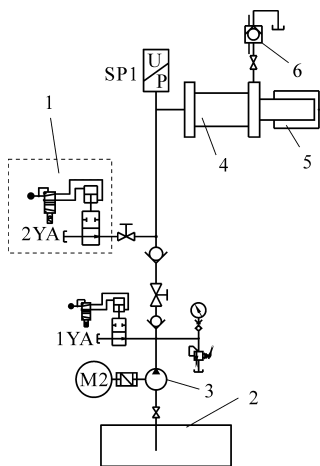
I — 固定端 II — 移动端 1 — 充水阀 2 — 对中升降机构 3 — 排气阀 4 — 充液阀

图1 钢管水压试验机

2 钢管静水压试验的常见稳压方式

2.1 高压泵稳压

高压泵稳压工作原理如图2所示。钢管经低压水泵充水，卸荷阀的电磁铁2YA得电，钢管充满水后，关闭冲水阀与排气阀，开始高压泵加压，电磁铁1YA得电，同时液压油缸的压力随着水压的变化而变化。当水压达到要求的试验压力值后，高压泵卸荷，电磁铁1YA断电，开始稳压，同时记录稳压曲线。当稳压时间达到要求后开始卸压，电磁铁2YA得电，卸压完成并保存稳压曲线记录，等待下一根钢管的静水压试验。



1 — 卸荷阀 2 — 清水水箱 3 — 高压泵
4 — 钢管 5 — 液压油缸 6 — 排气阀

图2 高压泵稳压工作原理

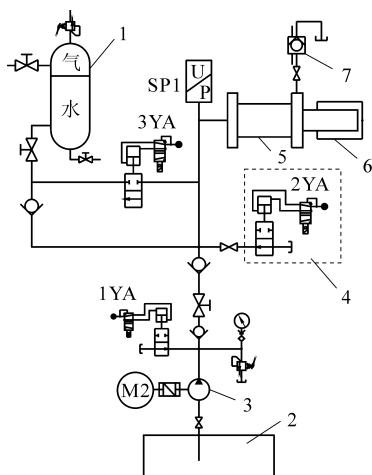
高压泵稳压具有结构简单、维护方便、经济节能等特点；虽然投资小，但对水压试验机系统各零

件要求高。由于充水阀、气阀及钢管两端密封存在微量泄漏，且高压泵自身压力存在较大的脉动，所以输出的压力也存在较大的波动。钢管在稳压过程中的微量泄漏，导致压力损失较快，又得不到补偿，稳压时压力值波动较大，所以用高压泵稳压的效果不能够完全保证满足规定标准。

2.2 高压罐稳压

高压罐稳压工作原理如图3所示。在钢管的高压管路上加上1个单向阀，1个两位两通的气动换向阀，1个高压罐，高压罐上部充压缩空气，下部充水，罐体上装有压力传感器、液位控制器、压力表和安全阀，高压罐上部的压缩空气由1台高压空气压缩机定期供气。钢管开始水压试验时，充满水后关闭充水阀、排气阀，高压泵开始加压，电磁铁1YA得电，一部分高压水经单向阀进入高压罐。当达到试验要求的压力值后，高压泵卸荷，同时电磁铁3YA得电，开始稳压，此时高压罐内的压力与钢管的试验压力是一致的，且处于连通状态，高压罐内的压力水经过两位两通气动换向阀及时补充钢管两端密封、充水阀以及排气阀的微量泄漏，保证了压力在规定范围内波动。稳压时间达到要求后先断开电磁铁3YA，再断开钢管卸荷阀，电磁铁2YA断电，钢管卸压。

高压罐稳压方式需要增加1个高压罐及其控制附件，另外还需增加1台高压空气压缩机，每隔一段时间为高压罐充气。这种稳压方式具有维护方便、使用简单、节能、稳压效果好等优点，但投入大，且需占用一定安装空间，可以根据具体情况灵活应用。

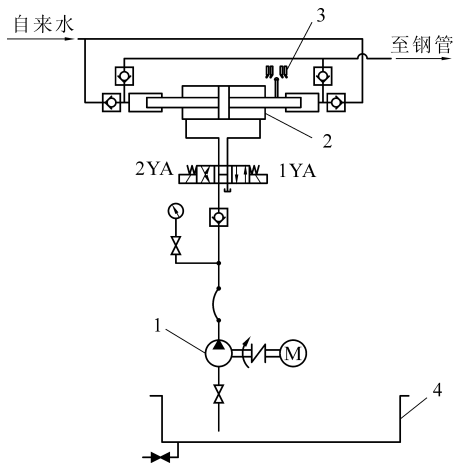


1—高压罐 2—清水水箱 3—高压水泵 4—卸荷阀
5—钢管 6—液压油缸 7—排气阀

图3 高压罐稳压工作原理

2.3 增压器稳压

往复式增压器稳压工作原理如图4所示。钢管在低压下充满水后，排气阀、充水阀关闭，液压泵同时启动，电磁铁1YA、2YA交替通电、断电，增压器往复运动，将0.4 MPa的压力增至试验的规定压力，压力传感器给出信号，开始稳压；液压泵停止工作增压器缓慢运动，补充钢管两端密封、充水阀、排气阀等处的微渗漏，让压力在规定的范围内波动。



1—液压泵 2—增压器 3—行程开关 4—油箱

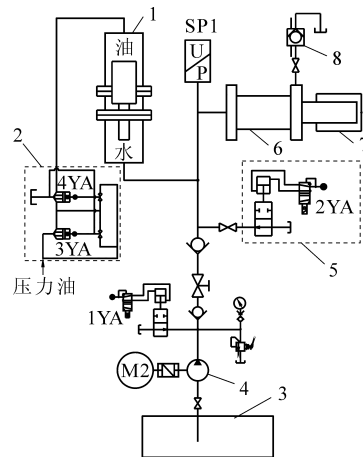
图4 往复式增压器稳压工作原理

往复式增压器具有体积小、一次性投资少、能够及时补偿渗漏损失等优点；但在稳压时间内换向时停止吸水和压水，由于密封处、充水阀与换向阀

存在微量泄漏，换向时脉动大，可能会产生瞬间压力下降，达不到检验标准要求。

2.4 稳压缸稳压

稳压缸稳压工作原理如图5所示。稳压缸上腔通压力油，设置1套液压站控制，压力由水压压力传感器给出信号控制比例溢流阀调整。钢管充满水后，关闭充水阀、排气阀、钢管卸荷阀，高压泵开始加压，同时推动稳压缸活塞上升，电磁铁4YA得电，稳压缸上腔的液压油流回油箱；当压力值达到要求后，高压泵卸荷，开始稳压，同时电磁铁3YA得电，比例溢流阀根据压力传感器和稳压缸柱塞的面积比调整压力，压力油经插装阀流入稳压缸上腔控制稳压缸动作，使得钢管两端密封、充水阀、排气阀等各处存在的微量泄漏得到补偿，能够很好地保证压力在规定的范围内波动。



1—稳压缸 2—插装阀 3—清水水箱 4—高压水泵
5—卸荷阀 6—钢管 7—液压油缸 8—排气阀

图5 稳压缸稳压工作原理

图6所示是没有使用稳压缸时的稳压曲线，从中可以看出，由于各密封处的微量泄漏得不到补偿，导致压力下降的速度较快，保压时间未达到要求时压力就超出了规定波动范围。图7所示是使用稳压缸后的稳压曲线，从中可以看出，使用稳压缸后各密封处的微量泄漏得到了很好的补偿，使得稳压曲线变得平滑稳定，且波动范围非常小，满足标准要求。

稳压缸稳压方式前期投入小，使用维护方便，稳压效果好，无脉动，由比例溢流阀控制，自动化程度高。目前番禺珠江钢管有限公司新建的钢管水压试验项目都采用该稳压方式，运行效果良好。

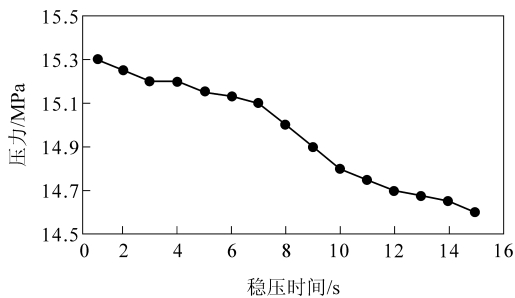


图6 没有使用稳压缸时的稳压曲线

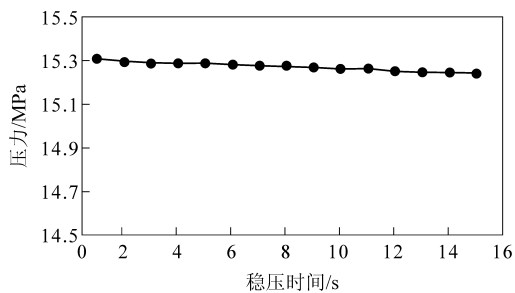


图7 使用稳压缸后的稳压曲线

3 结 语

钢管静水压试验是检验钢管质量的重要手段,其稳压方式的选择是试验满足要求的保障。高压泵稳压、高压罐稳压、增压器稳压以及稳压缸稳压等4种稳压方式有其相应的特点和不足。建议企业新建项目时正确合理地选用合适的稳压方式,在满足工艺标准要求的同,还能提高生产效率,为企业创造更多的利润。

4 参考文献

- [1] 殷国茂. 中国钢管 50 年[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2004.
- [2] 李鹤林. 中国焊管 50 年[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2008.
- [3] 殷国茂. 中国钢管飞速发展的 10 年[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2009.
- [4] 张岩, 金磊. 钢管水压机的构成及故障分析[J]. 中国高新技术企业, 2013(19): 71-73.
- [5] 檀雪峰. 钢管水压机步进机构结构特性分析及优化设计[D]. 太原: 太原理工大学, 2012.
- [6] 李必文, 陶文辉, 殷力洪. 钢管静水压试验端部密封形式的应用探讨[J]. 钢管, 2008, 37(2): 61-64.
- [7] 杨青建, 周善征. 钢管水压试验机稳压故障分析[J]. 焊管, 2010, 33(7): 39-42.
- [8] 张佩山, 张晶晶, 周立兵. 钢管水压试验机试压机结构现状及发展趋势[J]. 冶金设备, 2011(S1): 60-63.
- [9] 屈绪良. 2 000 t 水压机管端密封结构改进[J]. 焊管, 2006, 29(5): 65-68.
- [10] 许小庆, 王永进. 水压试验机平衡及密封特性分析方法[J]. 流体传动与控制, 2008(2): 27-29.
- [11] 刘洪飞. 钢管静水压机水压与油压的计算[J]. 焊管, 2009, 32(8): 47-50, 54.
- [12] 王兰英, 张世平, 王爱如, 等. 钢管静水压试验机移动端驱动方式的探讨[J]. 焊管, 2005, 28(3): 44-45.
- [13] 刘东菊, 陈书帛. 400 型套管水压试验机的研制与设计[J]. 石油机械, 2001, 29(11): 28-30.

(收稿日期: 2014-03-12; 修定日期: 2015-02-06)

● 信 息

渤海石油装备制造有限公司双金属复合热煨弯管试制工作取得重大突破

2015年2月,渤海石油装备制造有限公司(简称渤海装备)成功试制出首根双金属复合热煨弯管,工艺技术取得关键性突破。该产品无论从壁厚规格、制造工艺,还是技术先进性方面,均代表了目前世界高含硫油气田用N08825复合弯管的最高水平。该产品的试制成功,将为渤海装备进一步丰富输送装备产品链,拓展市场,提升市场竞争力起到关键的作用。

2014年下半年以来,渤海装备以土库曼斯坦复兴气田二期工程为依托,开始进行双金属复合弯管的开发研究,利用钢管研发分中心试验资源,自主研究、搭建了一套双金属复合管焊接系统,进行了多轮平板焊接工艺试验,经过不断优化、改进,最终形成了稳定的复合管焊接工艺,并完成了双金属复合弯管母管成型、焊接,并顺利煨制出N08825双金属复合弯管。所生产的弯管外观质量良好,衬层与基层间结合紧密,试验达到预期效果。

渤海装备将进一步开展产品后续的理化检验及耐腐蚀性能试验工作,并对本次试制过程进行全面总结,尽快掌握此种双金属复合弯管的整套生产工艺技术,早日形成生产制造能力,打造成公司新的利润增长点。

(渤海石油装备制造有限公司 杨玮玮)