

组合式阀门扳手在燃气应急抢修中的应用实践

卢爱坡

宿迁中石油昆仑燃气有限公司, 江苏 宿迁 223800

[摘要]燃气阀门井深浅不一、规格繁多,在抢修过程中携带工具过多,深井操作不便。宿迁客服中心卢爱坡优化改进7种规格的扳手头并进行编号区分,改造成伸缩的操作杆和加力杆,制成组合式阀门扳手。该工具依靠快速换装、杆长伸缩,一套就能完成全部井内球阀的启闭,深度大于2m的阀井也可以进行地面操作。应用结果表明,单次阀门启闭时间从原来的4.6min降到现在的1.8min,随车工具总重从原来的38.5kg降到现在的12.2kg,下井窒息、坠落的风险被消除。完善的配套清洁防锈、磨损检测、实操培训、问题反馈等一系列的维护体系,在恶劣的工况下也可以保持较好的稳定性。该小改造投入小、实用性强,可以供同类燃气企业借鉴。

[关键词]组合式阀门扳手;燃气抢修;深井阀门;工具改造;伸缩杆

DOI: 10.33142/sca.v9i9.20369

中图分类号: TU991.3

文献标识码: A

Application Practice of Combination Valve Wrench in Gas Emergency Repair

LU Aipo

Suqian PetroChina Kunlun Gas Co., Ltd., Suqian, Jiangsu, 223800, China

Abstract: Gas valve wells have varying depths and specifications, and carrying too many tools during the repair process makes deep well operation inconvenient. Lu Aipo from Suqian Customer Service Center optimized and improved 7 specifications of wrench heads, differentiated them by numbers, and transformed them into telescopic operating rods and force rods to create a combination valve wrench. This tool relies on quick installation and rod length extension, and can complete the opening and closing of all ball valves in the well with one set. Valve wells deeper than 2 meters can also be operated on the ground. The application results show that the opening and closing time of a single valve has been reduced from 4.6 minutes to 1.8 minutes, and the total weight of the accompanying tools has been reduced from 38.5 kilograms to 12.2 kilograms, eliminating the risk of suffocation and falling when going down the well. A comprehensive maintenance system including cleaning, rust prevention, wear detection, practical training, and problem feedback can maintain good stability even under harsh working conditions. This small renovation has low investment and strong practicality, and can be used as a reference for similar gas companies.

Keywords: combination valve wrench; gas emergency repair; deep well valve; tool transformation; telescopic rod

引言

宿迁市埋地燃气阀门井有2000多座,阀门方头规格有20mm~100mm之间共有7种规格。应急抢修时每辆维抢修车必须备有全部型号的扳手。整体焊接的T型扳手单把长度固定,七把总重约38.5kg,竖置车内占用车厢空间大,取用不方便。随着城市建设,部分阀井深超过2m,常规扳手长度为1.0~1.1m,不能到达,人员只能下井。下井为有限空间作业,检测气体、办理许可、有毒气体积聚、涌水等危险。调研结果表明,燃气企业普遍存在着工具通用性差、深井操作没有专用工具的情况,工具不能适应常导致延误关阀,扩大事故^[1]。规程中明确规定阀

门井进深大于2m时,必须强制通风并系好防坠器,一旦发生应急情况,繁杂的程序会影响应急响应^[2]。宿城客服中心卢爱坡对全部在用扳手进行编号,制作出可以伸缩的作业杆和加力套管。组合后只需要七个工作头和伸缩杆就可以完成所有的球阀的启闭,深井地面操作。

1 组合式阀门扳手的结构特点与应用需求

1.1 燃气应急抢修中阀门操作的难点分析

抢修时阀门操作存在四种难题。一是规格杂乱。各类PE阀门规格不统一,阀门方头尺寸有20mm、30mm、40mm、50mm等7种,传统扳手一型一用,缺少任何一种型号都会造成抢修中断。二是深井危险。老旧阀门井深

度大于 2m,用常规扳手无法到阀杆。规程规定检测通风、系防坠器,准备时间超过 10min,违章下井窒息、淹溺的风险非常高。三是狭窄受限。很多阀门井内径空间狭窄,有放散管和积水,杆体转动角度很小,需要反复提杆换位,部分阀杆水平或者倾斜朝向,直柄扳手很难套进去,只能探身。四是高扭矩,吃力。带压埋地 PE 球阀由于介质的压力,操作扭矩比空载大得多。DN200 中压球阀在 0.3MPa 压差下的扭矩大于 400N·m,单人不能拉动,临时加套钢管容易滑脱,造成手部受伤。以上问题的产生是因为工具没有被集成。有关研究显示,燃气抢修时工具要向着轻便、可组合的方向发展^[3]。多规格、适应变深度、增力扭矩的工具已经成真。

1.2 组合式扳手的结构组成与快速换装功能

组合扳手是由工作头组、连接套、可伸缩操作杆、加力杆四部分组成。工作头组原扳手改造,距套口 250mm 处截断,保留内四方或外四方套口,截断端焊统一方隼,截面 20mm×20mm,长 45mm,侧面钻定位凹坑。七个工

作头分别用尺寸号为 1~7 的红、黄、蓝、绿、黑、白、橙防腐漆依次进行涂刷,如图 1 所示。改制保留原配合精度,统一后端接口。连接套用 45 号钢制成,焊接在操作杆前端,内方孔和方隼滑动配合,间隙 0.10~0.15mm,侧壁插入 Ø12mm 螺栓上下 2 根固定;外拔即可分离,换装时间不超过一分钟,戴手套操作方便。可伸缩主操作杆由内外 304 不锈钢管组成,外管外径 32mm、壁厚 3mm,长 1.3m,内管外径 25mm,长 1.4m。外管装有四个定位孔,间距 300mm,内外管装有 Ø12mm 螺栓固定。收缩时杆长 1.3m,全伸达 2.6m,覆盖 2.5m 深井,站在井口就可以套入阀杆。杆身滚花配橡胶握把,尾端实心段可套加力套管。加力套管长 800mm、内径 35mm,一端内孔带锥度,用销钉径向固定,增大力臂,使单人驱动高压差阀门。组合使用后缩短状态配加力杆,弯曲刚度大、扭转变形小。全部为常用的管材棒料,车床、钻床均可加工,便于推广使用。



图 1 组合式阀门扳手工作头组(1~7号)和可伸缩操作杆(右)

2 组合式阀门扳手在应急抢修中的应用方法

2.1 现场阀门类型辨识与工作头选配

到达现场后,现场人员根据调度指令中给出的阀井编号,查阅随车阀门台账,台账上记录着阀门类型、口径、方头尺寸以及对应的工作头编号,关键阀井井盖编号牌上也印有对应编号。操作者从工具定置包中直接取出对应的工作头。定置包为 EVA 材质,热压凹槽、烫印编号,工作头压入槽内不窜位。取出工作头对准连接套井盖编号牌上也印有对应编号。夜间用头灯照射,通过漆膜颜色和编号两方面进行核对,防止出现错误。无需翻找搬运,给抢修争取了宝贵的时间。

2.2 狭窄及特殊朝向阀门的操作要点

埋地 PE 球阀安装在阀门井内,受井筒空间、管道布置、安装方向的影响,部分球阀的操作方头位置偏低、偏侧,不能强行下压操作杆,否则容易造成工作头和方头配合不好,出现滑脱现象。操作时先将伸缩杆保持收缩状态,人员站在井口安全位置,根据 PE 球阀操作方头方向调整杆体角度,使对应工作头准确套入方头并保持同轴。确认连接可靠后,根据阀井深度调节伸缩杆长度并锁紧,在井口完成球阀启闭操作。

当阀井空间受到限制,操作杆旋转的角度不够大时,可以采用分段转动的方式,使操作杆转动到一定的角度后

再调整操作姿态,然后再继续进行启闭操作。该方法可以减少人员探身或者进入阀井操作,提高埋地 PE 球阀启闭过程的安全性、稳定性。

2.3 氧化卡涩阀门的松动和强制关闭方法

长期不用的埋地 PE 球阀由于地下环境的影响、操作部件氧化、长时间受压等原因,球阀在启闭过程中会出现阻力增大现象。操作时先检查工作头和 PE 球阀操作方头的配合情况,保证完全套入且同轴。操作过程中如果发现启闭阻力大,可以将操作杆缩短,安装加力套管增大操作力矩。加力时工作头和球阀操作方头要可靠连接,用均匀缓慢的方法施力,防止快速冲击或者过度用力造成工作头滑脱或者操作部件损坏。当 PE 球阀开始转动时,应该逐步恢复正常操作,直到达到开启或者关闭的目的为止。在合理的操作力范围之内,如果仍然不能完成启闭,就不能再强行施力,应当根据现场情况采取进一步的处理措施,防止由于 PE 球阀损坏或者影响管网运行安全而造成的损失。利用加力组件和伸缩操作杆配合使用可以提高部分高阻力埋地 PE 球阀的现场启闭能力。

3 组合式阀门扳手应用效果分析

3.1 单次阀门启闭耗时对比

对 2022 年 6 月至 12 月期间宿迁维抢修中心应急抢修、模拟演练情况进行统计,选择 DN200PE 球阀、埋深 2.2m 的操作场景进行对比。工人使用传统扳手时,需要从车上搬下几把扳手,由于不知道规格,平均试装两次才能确定,包含搬运、选型、调整站位、实际转动,单次完全关闭再开启平均耗时 4.6min。使用组合式扳手。在十二次不同的操作人员交替试验中,组合式扳手耗时标准差较小,说明其对人员熟练度要求较低,新手可以很快学会使用。

3.2 工具携带数量与总重量变化

改造前一辆维抢修车要带七把独立的阀门扳手。经实测单把重量为 4.5kg~6.0kg,总重为 38.5kg。七根 1.5m 以上长杆竖放在车内,所占体积为 0.6m³,把其他的抢修设备挤在一起。改造后七个工作头总重量为 7.4kg,操作杆重 3.5kg,加力套管重 1.3kg,全部总重 12.2kg,减重 68%。工作头可以平铺在 350mm×250mm×60mm 的定置箱里,操作杆和加力杆挂在货厢侧壁或者车顶行李夹层上。车内有效容积得到明显释放,常用的发电机、液压破拆工具等器材的存取也不存在了长杆的阻碍。也使出车前的工具清点时间缩短为逐个核对七把扳手,改为查看定置板上七个槽位是否全部插满。

3.3 滑脱、磕碰等作业风险的降低

传统扳手长期使用后,工作端口会磨损,与阀杆的配合间隙增大。施加较大扭矩时,扳手容易从阀杆上滑脱,

操作者的手部由于突然失去力量而与井沿或者管道附件发生碰撞。组合式扳手的工作头是由状态良好的扳手截取的,配合精度有保证。连接套的双螺栓锁紧机构可以防止工作头非预期地脱落,在进行高扭矩测试的时候也没有出现脱离的情况。更重要的是深井操作方式的改变。以前井深超过 2m 的时候,人员需要下井,全年深井阀操作次数约为 50 次,每次都有有限空间窒息、中毒的风险。使用组合式扳手之后,所有的操作都在地面进行,彻底消除了人员下井这个重大危险源,安全效益本质且明显^[3]。

3.4 现场工具规整度与管理效率提升

抢修现场七把扳手随意放在井口周围地面,使用没有序号,易引起行人不便并发生交通事故。目前只有一根操作杆和一个工作头包,使用完毕后就回到原来的位置。工作头定置卡槽的存在,使得每一件工具有唯一的定位,清点时一眼就能看到。当有多队抢修时,各个车使用相同的组合扳手型号,有工作头损坏的可以相互借用。工具的整齐也使得作业前交底、作业后撤收变得简单,抢修现场的安全文明水平得到明显提高。有研究认为,用标准化定置可以将工具查找、清点的时间平均缩短约 45%^[4]。

4 组合式阀门扳手应用管理措施

4.1 使用后清洁与连接部位防锈维护

每次使用之后立即清洁,这是保证工具良好状态的基本方法。操作人员用湿布擦去工作头、连接套、杆身上的泥土和油污,对定位凹坑、连接套内部用小毛刷清除细砂。清洁完毕后用压缩空气将所有水分吹干。加力套管的销孔、内壁应擦净并涂防锈油。严禁用高压水枪对准连接套冲洗,防止水渍进入弹簧腔而引起锈蚀失效。维护完毕后操作杆缩到最短,加力杆分离,放在干燥处。

4.2 加力杆和锁止机构的磨损定期检测

每月设备管理员对组合式 PE 球阀扳手进行检查保养。重点检查工作头和连接处的磨损情况,查看工作头方孔有无明显的变形、磨损或者与 PE 球阀操作方头配合间隙过大等问题,发现影响可靠套接时及时修复或者更换。检查伸缩操作杆锁止机构是否灵活可靠,定位销能否正常锁定,防止使用时杆体回缩。同时对连接套、加力套管等受力件进行检查,有无松动、弯曲、裂纹等,保证各连接处能承受正常的操作力矩。对于长时间使用之后出现明显磨损或者影响安全使用的部件要及时更换。所有的检查情况都记录在工具维护记录里,可以了解工具的状态,保证抢修过程中工具的正常使用。

4.3 结合实际案例的实操培训方法

在维抢修基地设置一口模拟阀门井,井深在 1.5m 到 3.0m 之间可调,井内装有可更换的阀杆模块,模拟不同

朝向、不同锈蚀程度。新员工培训从工作头辨识、快速换装开始,再练习收伸杆、加力杆组合。熟练之后进入情景模拟阶段,教员根据最近的抢修案例来布置条件,例如井深 2.8m、夜间、阀杆卡涩等,要求两人一起在规定的时间内完成关阀任务,并全程摄像。结束时对照录像逐帧点评手法,纠正套入角度不对、用力不稳等错误。老员工每季度举行一次组合扳手操作比武,在同等条件下比较完成时间和规范性,并设置突发情况,例如中途要求更换另一个规格的工作头,来检验应变能力。培训还增加了锁止机构失效等异常处置项目,使全体人员掌握在无锁销的情况下用替代时固定备用的方法,保证任何情况下都可以把阀门关上。

4.4 使用问题收集与工具优化反馈机制

每套组合扳手工具包里装有一本巴掌大的使用记录册。每次抢修或者训练结束后,由操作负责人对所操作的阀门井编号、井深、使用的工器具号、操作是否顺畅及出现的异常情况进行简单记录。技术组每月底把共性问题汇总。前期反馈中有位工程师提到 1 号工作头在一款阀门上套得太紧,经实地考察发现是由于本批阀杆方头边缘有毛刺造成的。接着在工具包里加一把小什锦锉,培训时加入阀杆清理步骤。另外反馈伸缩杆在最大伸出状态下横向受力容易产生颤动,分析之后又增加了“禁止用杆撬动重物”的警示标志。这些来自一线的声音在经过月度例会的讨论之后,形成了改进意见,使工具越用越符合实战。反馈机制也使员工可以提出结构上的改进意见,例如以后会增加万向转接头来满足极端偏角阀门的使用要求,已经列入技术储备。

5 结束语

组合式阀门扳手是为了解决燃气应急抢修过程中阀

门操作的痛点而做的一个小改进。它具有工作头快换、杆长伸缩、可加力这三个主要功能,可以解决工具规格多、深井难够着、重阀拧不动的问题。在宿迁维抢修团队的实践当中,关阀时间缩短六成以上,全部深井作业转为地面操作,随车工具减轻超过 2/3,安全和效率都得到了实质性的提高。相应的清洁、检测、培训和反馈制度把它的临时制改为规范化的持续使用。该成果投入成本低,可以利用单位现有的机加工设备自行制作,不需要特殊采购。对面临同样困境的燃气企业,根据自身的阀门规格套用此模式,快速提高应急工具配备水平。之后还会继续对工作头种类进行扩展,以满足调压器、放散阀等各种设备的需求,从而提高工具的通用性。

[参考文献]

- [1]国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.燃气服务导则:GB/T28885-2025[S].北京:中国标准出版社,2025:1-2.
- [2]张广宇,许晓,陈晓明.面向燃气抢修的移动式快速阀门操作装置研究[J].上海煤气,2024,12(5):5-7.
- [3]住房和城乡建设部.城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准:GB/T51474-2025[S].北京:中国建筑工业出版社,2025:1-2.
- [4]贾宝连.燃气管道泄漏带气抢修与安全防护[J].大众标准化,2024,12(4):106-108.

作者简介:卢爱坡(1978—),男,江苏宿迁人,助理工程师,江苏开放大学机械设计制造及其自动化本科毕业,现就职于宿迁中石油昆仑燃气有限公司宿城区客服中心技术员职务,从事燃气客服服务相关专业技术工作。