

天然气管道可靠性设计方法研究

雷田田 (广东能源集团天然气有限公司, 广东 广州 510630)

摘要: 因天然气管道的发展非常快速, 各种新方案及材料的应运而生, 也势必会引发施工材料等方面的可靠性问题, 在此情况之下, 则务必要重视运用各项适宜的设计方法。基于此, 本文以可靠性设计方法简述为出发点, 而后探讨了国内技术发展现状, 最后对于需要开展的工作进行了一定的分析。

关键词: 天然气管道; 可靠性; 设计方法; 研究

我国天然气管道普遍应用的是应力设计方式, 这种方式可在极大程度上符合于管道设计要求, 此方式将运行、材料以及施工等诸多方面所易于产生的不确定性, 在安全体系之中加以集中, 虽说此种方式所具备的优势非常多, 但伴随管道服役环境的愈发复杂, 此种方式在实施过程中也会受到一定的限制, 在此情况下, 积极探寻更为适宜现阶段管道发展真实状况的设计方式就显得至关重要, 而据相关研究发现, 天然气管道的可靠性设计方式在此方面能够产生显著的作用。

1 可靠性设计方法简述

可靠性设计方式之根本是对于所存在的不确定因素实施定量化的分析, 而后结合于最终的分析结果, 对于安全概率实施科学计算, 以所具备的优势来说, 则主要体现在以下内容之中: 其一, 针对管道真实的失效情况实施设计, 防范运用不当的设计标准^[1]。其二, 可确保一致的安全度, 防范运用相同安全系数, 致使各种管道风险水平之间产生不明确的状态。其三, 有利于节省投资, 可有的放矢的运用相关的策略, 防范产生功能不足或者是冗余的状况, 这主要指的是以最低的成本更快速的实现安全目标。其四, 适合解决所产生的新问题, 例如, 提升设计系数、以及环境条件等方面。其五, 有助于促进运行操作、以及实际设计之间的充分整合。

可靠性设计方式所具备的优点是非常明显的, 在理论方面也较为扎实, 然就具体情况来分析, 该种方式却归属为新管道设计方式之中的内容, 现今仅有加拿大标准采纳, 在应用方面也不具备较多的例子, 此方式之中的中心部分内容则在于管道失效形式之下的极限状态方程, 在通过充分的研究之后, 已然构建了部分管道失效形式之下的极限状态分层, 但方程的数据却未能够包括现阶段更大、以及更高管径及钢级的发展情况^[2]。除此之外, 以往的设计方式不强调于实施不确定的分析, 在方程之中的变量的统计数据明显缺失, 在可靠度目标层面上来说, 适应我国油气管道的标准还未能予以充分的明确, 所以要根据此方式进行更为深层次的分析与研究。

2 国内技术发展现状

国外在新材料之下的管道设计之中通常运用可靠性设计方式, 并且也具备了切实可行的规范内容, 然就此方式在我国的操作性、以及适用性等诸多层面来分析, 所存在的问题还较多, 在实际的实施之中, 也未能实施深层次的探析, 以涵盖的内容来分析, 则发现涵盖着极限状态方程构建, 目标可靠度明确等方面的内容。详细阐述, 则主要体现在以下内容之中: 其一, 可靠度目标, 我国在此方面

进行了一定的研究, 并对于可接受标准值予以了确定, 然却还并不具备个人、以及社会层面上风险的可接受度标准, 也未能与管道沿线的真实状况、以及设计参数进行联系, 明确可靠性目标值^[3]。其二, 不确定性分析。不确定性分析的内容主要涵盖管道材料的负荷、以及性能指标参数等方面的内容, 针对低于 X80 的性能参数, 例如抗拉、以及屈服强度等相关数据, 能够针对现阶段已然构建的管道工程进行调研获得, 对于钢管的实际压缩屈服应变、以及拉缩应变等方面, 在传统的管道分析设计之中却未能获得相关的数据, 对此就应以开展试验来加以获取。针对更高级别的性能参数来说, 就应针对此级别钢管的批量生产状况和试制情况一同跟踪分析。针对管道运输以及运作过程中的负荷状况来说, 现阶段我国还并不具备统一的数据, 应针对工程的真实状况来加以明确。对于管道施工焊缝尺寸等方面来说, 则能够根据建设期间的焊缝检测数据来统计及分析, 然对于 CTOD 值来说, 在现阶段的焊接工艺评定之中, 则通常不会有所涉及, 需根据各种钢级来实施试验完善。针对钢管维修方案、策略、相关缺陷的扩展和管道运作参数检测等诸多方面来说, 现阶段我国也并无数据统计内容, 需根据已然构建的管道实施充分的统计分析, 还应以相关的试验来得到重要的数据内容。其三, 极限状态方程。对于可靠性设计方式分析及研究所需分析的运输、以及运作期间所牵扯到的极限状态方程, 常规天然气管道会涉及非常多的状态方程, 然针对极限状态来说, 我国在此方面还并未进行具体性的研究。

3 需要开展的工作

以当前的技术现状来分析, 虽说此方式的运用基础较好, 但在我国运用此方式时所需进行的研究还非常多, 最为关键的工作即为明确目标可靠度、以及构建极限状态方程。目标可靠度主要是以可靠性设计作为重要的基础, 在对其进行研究的过程中, 务必要具备一定的前瞻性, 在宏观层面上对此予以总体性的把控, 一方面应明确社会、以及个体风险水平, 而后根据构建天然气管道的实际情况来构建数据库^[4]。另一方面则需构建失效后果模型, 对于目标可靠度予以准确性的计算, 据相关调查显示, 许多西方国家均具备可接受的个人以及社会层面上的风险标准, 以此为重要的基础, ISO 等诸多的标准均具备了可靠性目标, 结合于我国当前的情况来分析, 需善于借鉴国外在此方面的重要分析及研究成果, 根据我国管道建设的真实状况, 来制定出适合我国真实情况的风险标准, 针对极限状态确定适合的目标可靠度, 及极端极限状态, 运用我国现阶段已然构建的统计数据及第三方破坏以及腐蚀等相关数据,

对于风险值实施计算,同时还需和我国的风险水平实施比较验证,确定目标可靠度具备正确性。

极限状态方程的分析与研究能够作为可靠度计算的重要前提,为评价天然气管道的可靠度状况,则应结合于实际的工况,对于天然气管道的极限状态进行深入的研究,结合于国外研究机构对于天然气管道在运输、及运作等方面实现的分解,针对我国天然气管道建设的真实状况来获得极限状态,将天然气管道状态分解成为运输、施工以及运作这三项内容,并将此作为重要的基础,以准确划分好钢级,对于极限状态方程是否具备较高程度的适用性加以合理的判断。而根据极限状态评价标准方面所存在的差异性,极限状态并不会对于可靠度计算产生较大的影响,然衡量到其具备一定的危险性,所以能够根据此情况来制定出适宜的极限标准对此予以制约。以极限状态来说,则主要涵盖破裂以及泄露的内容,对于可靠度所产生的影响非常大,并且所造成的后果也是十分的严重,应运用失效概率进行有效性计算。其各种荷载工况之下所产生的极限状态方程,现阶段在国内与国外均有着一些研究及分析成果,主要涵盖轴向地表移动等^[5]。对于现阶段已然建立的状态方程,但针对超过 x80 钢级的天然气管道并非绝对适用,一些模型偏差还未能够进行过校对,且在准确度方面也存在着一一定的不足。上述内容均为天然气管道可靠性设计

方式运用期间所需开展的工作,而结合上述内容可知,在此方面还需进行更为具体、以及深入的分析和研究,这样才更利于保障天然气管道可靠性设计方式的运用效果。

4 总结

总而言之,天然气管道的可靠性设计方式,能够对于更高设计系数、以及更大管径的天然气管道设计计划予以完善及补充,同时还能够为管材生产、以及运作维护等诸多方面提出具体性的意见和建议,从而确保天然气管道具备较大程度的可靠性,在确保天然气管道稳定运作的情况之下,才能够产生更为显著的社会以及经济效益。

参考文献:

- [1] 刘宏业,杜培恩.天然气管道可靠性设计方法概述[J].齐鲁工业大学学报,2020,34(04):49-54.
- [2] 张振永,周亚薇,张金源.国内天然气管道强度设计系数的评估研究[J].天然气工业,2017,37(04):116-122.
- [3] 周亚薇,张金源,张振永.基于可靠性的小口径天然气管道设计方案优选[J].油气储运,2017,36(09):1071-1077.
- [4] 王立航,孙萍萍,吴志遥,郭昱,王秋妍.基于可靠性的天然气管道设计系数研究[J].天然气与石油,2016,34(03):11-14+19.
- [5] 赵东冉,杨鹏,张金源,刘玉卿.天然气管道可靠性设计方法研究[J].石化技术,2015,22(11):57-58.

(上接第 27 页)

5.1 分析工艺流程

采用吸收法进行尾气处理的具体工艺流程如下:

在医药和化工行业,在原料药的整个生产过程中,全过程尾气的处理主要是碱性硫磺气体处理。碱尾气与酸液一起通过循环罐进入循环泵,经过一次酸喷雾清洗塔;同时碱尾气通过循环清水罐,通过循环泵和二次清液喷雾清洗塔两种过程产生的气体都必须引入离心排气扇,最后排放到高空,高度必须超过 15m。

医药及化工等行业对原料药生产过程中实际排出的硫磺气体进行酸性处理。酸废气通过酸循环箱进入循环泵,经一次碱液喷射清洗塔,同时,酸废气经清水回路箱,再经循环泵和二次清水喷射清洗塔,通过离心排风机,最终排入高空,高度必须在 15m 以上。

该技术中使用的吸收装置是一个两相对比的吸收路径。该吸收电流主要是将硫磺气体从塔体下的空气进口沿切口流入吸收流中,然后填充空气进口段,再将包装引入吸收段。气液在包装表面有效融合,到达下罐吸收液。充填段与注入段接触的过程,实质上是气体的传质传热过程,充填停留时间和稳定的空流调节对最终气体的处理至关重要。塔顶属于排雷区域。这种情况下,气体中的有害物质可以被去除。化工原料产品尾气经一级处理后,通过吸收气流送入吸收管底部,二次喷射完成二次喷射及吸收两道工序后排放到大气中。

5.2 技术的条件以及参数

吸尘系统的压力一般大于 5kPa,本项目所用的吸尘

器必须按照规定选择适当的结构和包装方式,在标称量的空气量条件下,必须保证系统对相关要求的阻力不超过 40mm H₂O。对进气塔内的采样段、进气口、液体注入段和包装层进行调整,以确保:实际气体流速大于 1.2m/s。喷淋密度 6-8mm³/m²,填料的主要性能为耐腐蚀、耐酸碱、耐高温。复合喷吸系统温度一般在 120℃ 以上,所用材料为聚丙烯胶粘剂玻璃钢,系统烟气用材料主要是玻璃钢,内部连接线主要是 PP 和 UPVC,系统计量装置用材料是 PE。

6 结语

基于以上分析,本文还需补充几点:首先,本文采用的工艺必须与医药化工原料生产工艺相结合,进行综合分析,以减少给料塔再吸入的气体总量,使其在医药化工系统工业中名列前茅,原料气中的主要气体通用性差,性质复杂,成分多。其次,在设计气体处理系统时,首先要了解尾气的性质,然后通过实际分析,确定实际喷水浓度和吸附量等工艺参数。另外,在技术设计规范中充分考虑了废水和废气处理的协同设计,采用吸附剂有针对性地处理各种废气成分。在原料药生产过程中,硫气体的净化起着重要作用。按实际需要分类处理,遵循高效节能的原则,保证设计处理系统的可靠性和有效性。

参考文献:

- [1] 宋雅文.鄂东北某医药化工企业节能减排研究[D].武汉:武汉工程大学,2017.
- [2] 吕永辉.医药工厂废气收集系统的设计[J].浙江化工,2018,49(1):36-39.