

# 大直径埋地管道应力应变主要影响因素定量分析

尹慧锋

中国瑞林工程技术股份有限公司

**摘要:** 传统的应力应变影响因素分析方法, 主要依靠经验进行分析, 导致其分析结果科学性较低。因此, 提出大直径埋地管道应力应变主要影响因素定量分析的研究。以某市一埋地管道为研究对象, 首先, 应用LCR波进行应力测试, 获取具体数据。其次, 构建影响因素分析模型, 对管道应力的主要影响因素进行分析。最后, 利用详细数据, 通过定量分析, 明确各因素带来的具体影响。

**关键词:** 管道; 应力应变; 影响因素; 定量分析

## 引言

大直径埋地管道的应用, 伴随着城市化的加快而不断增加。无论是用来运输石油、天然气, 还是用来排放污水都可以发挥重要作用。为了保证人民正常生活, 必须对管道的安全运行进行保障。因此, 对于管道的应力分析开始成为研究重点。和传统的应力应变主要影响因素分析来比较, 缺少一些科学性、客观性。这种情况下, 定量分析就开始发挥其作用了。定量分析的应用, 既保证了观察实验、收集经验资料的传统特点, 加入了逻辑思维演绎推理的思想, 将观察实验与数学相结合。也是由于这个原因, 定量分析强调了分析结果的客观性, 将各变量之间的相互关系与因果联系作为研究重点, 具有实证性、明确性、客观性的特点。本文以定量分析重点, 进行了管道应力应变主要影响因素的研究, 该方法的应用可以提升对管道运行的安全性。

## 一、管道应力应变影响因素定量分析

关于大直径埋地管道, 应力应变主要影响因素定量分析方法。在设计过程中, 首先应用LCR波方法进行应力测试, 然后构建应力应变影响因素分析模型, 最后基于定量分析, 明确其主要影响因素。

以某市一埋地管道应力分析为例, 该管道埋于连续的、各向同性的土壤之中。具体的物理参数如下所示: 弹性模量  $E=2 \times 10^{11} \text{pa}$ , 泊松系数  $\mu=0.3$ , 而管道的线膨胀系数, 测量结果为  $1.2 \times 10^{-6}$ , 管内温度为  $80^\circ\text{C}$ , 管内运输介质密度可以忽略, 土壤的密度为  $1.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。以此为基础, 进行管道热应力的影响分析。

## 二、应用LCR波测试应力

在应力应变的测试过程中, 首先LCR波法测试应力, 是以应力与声传播时间呈线性关系为基础形成的<sup>[5]</sup>。在LCR波发射后, 其波速会随着管道应力应变变化而产生变化, 具体的变化关系公式如下所示。

$$d\sigma = \frac{E(dV_{11}/V_{11})}{L_{11}} = \frac{E}{L_{11}t_0} dt \quad (1)$$

公式中  $d\sigma$  代表着应力变化量,  $E$  表示的是测试材料, 的弹性模量数据,  $dt$  表示波传播时间,  $t_0$  代表0应力的状态中, 波的飞行时间。此外, 将平行于应力加载方向, 波的传播速度用  $V_{11}$  来表示。而  $L_{11}$  作为一个系数, 代表波的无量纲弹性。倘若, 将材料的二阶段弹性模量, 分别用  $\lambda$ 、 $\mu$  来表示, 三阶用  $l$ ,  $m$ ,  $\epsilon$  来表示, 可以得到一个相对灵敏度公式。

$$\frac{dV_{11}/V_{11}}{d\epsilon} = 2 + \frac{(\mu+2m)+v\mu(1+2l/\lambda)}{\lambda+2\mu} = L_{11} \quad (2)$$

在测试中所需的主要设备, 包括数据处理电脑、超声波信

号发生器、数字示波器等, 应力测试系统简图如图1所示。完成准备工作后, 可以通过LCR波进行管道应力应变的测试。

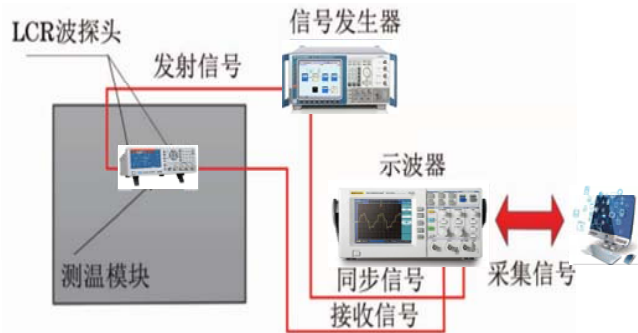


图1 应力测试系统简图

## 三、埋地管道应力影响因素分析模型

在大直径埋地管道, 应力应变主要影响因素中, 导致管内产生应力的根本原因是载荷, 而重力、压力、温度等变化均与之有所关联。以温度和压力为重点, 进行分析。埋地管道一般会用来输送高温流体, 所以, 管道运行过程中会受到温度的影响, 产生膨胀或收缩现象, 出现热应力。作为二次应力, 热应力会使管道破坏, 导致结构各部分间变形。以热应力理论为依据, 发现管道应变的一部分原因, 在于温度的变化, 正常情况下, 声波的传播速度公式为:

$$V_0 = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{P_0(1+\mu)(1-2\mu)}} \quad (3)$$

随着温度的改变, 声速也许不断变化, 根据研究, 在一定温度条件内, 纵波在介质中的声速、温度呈近似的线性关系, 如以下公式所示。

$$V(T) = V_0(1 - \alpha_w \Delta T) \quad (4)$$

公式中  $\Delta T$  表示的是温度变化量,  $V(T)$  代表声波在无应力设备中传播速度,  $V_0$  表示基准温度条件下, 声波传播速度。此外, 将声速系数用  $\alpha_w$  来表示。另一方面埋地管道外荷载产生的应力, 主要是土壤压力。其公式为:

$$N = \frac{1+K_0}{2} \pi \sum P_i g H_i \quad (5)$$

分别用  $H_i$  和  $P_i$  表示土壤的密度和厚度。土壤的静止侧压力系数用  $K_0$  来表示。通过上述模型的构建, 实现温度和压力影响因素, 对大直径埋地管道应力应变产生的作用分析。

## 四、测得的实际应力应变影响情况

对于大直径埋地管道应力应变主要影响因素的分析, 以影响因素分析模型为依据, 进行测试。分别以温度、压力作为变化条件, 应用LCR波记录管道应力变化, 根据变化程度, 明确主要影响因素的作用。具体的分析过程对于温度因素的影响, 选取部分管道, 进行温度调节, 对温度从  $0^\circ\text{C}$  到  $100^\circ\text{C}$  的声时差的关系进行计算, 可得到管道温度对应力变化的影响。通过管道打压测试, 获取的不同压力下管道应力变化结果, 最终明确各因素对管道应力变化的影响。其结果显示如表1所示。

表1 温度对应力应变影响

应力	200F (93℃)		300F (149℃)	
	应力计算值	许用应力值	应力计算值	许用应力值
一次应力	12.54	21.09	12.92	20.32
二次应力	9.52	42.70	9.56	41.43
应力总和	22.06	63.79	22.48	61.75

由表1可知,随着温度升高,造成许用应力值下降。并且由于管道热膨胀,使得二次应力增大。

由于该管道埋深度为1m,并且管道的横向、纵向抗压刚度系数分别为 $2.3 \times 10^5$ ,  $1.25 \times 10^5$ ,以此作为限定条件,对其结果如表2所示。

表2 压力对应力应变影响

应力	4000lb./sp.in	5000lb./sp.in	许用应力值
一次应力	11.61	12.92	20.32
二次应力	9.56	9.56	41.43
应力总和	21.17	22.48	61.75

通过表2可知,管道的应力变化受到压力影响,仅仅是管道的一次应力。综上所述,该管道受到的温度和压力因素,对

于管道应力影响各有不同。在实际管道设计中,需要进行全面的思考。

五、结束语

本文以定量分析作为分析重点,明确大直径埋地管道应力应变主要影响因素。通过本文的研究,有利于对管道应力应变的观测,保证管道的安全、稳定运行,从而保障人民生活的稳定。

参考文献

[1] 韩传军,张瀚,张杰,等.地表载荷对硬岩区埋地管道应力应变影响分析[J].中国安全生产科学技术,2015,000(007):23-29.  
 [2] 李晓丽,李廷辉,李满利,等.复杂载荷作用下埋地管道的应力应变分析[J].压力容器,2017,034(007):35-44.  
 [3] 张鹏.基于Ansys埋地管线下沉的变形分析[J].中国石油和化工标准与质量,2016,36(016):104-105.  
 [4] 李新亮,李素贞,申永刚.交通荷载作用下埋地管道应力分析与现场测试[J].浙江大学学报(工学版),2014,48(011):1976-1982.  
 [5] 刘仕整,蒲红宇,刘书文,等.埋地管道应力分析方法[J].油气储运,2012,31(004):274-278.

(上接第27页)

安全标准对模型的族库进行有效的设计。

(八) 支持进度管理与控制

在工程建设的过程中,由于材料、设备等多方面因素的影响,基本上都会出现一些空间时间方面的冲突,如果不能及时、高质量的处理这些冲突,就很容易造成效率的降低。使用BIM技术可以在一定程度上解决空间时间方面的冲突,保障良好的进度管理与控制。具体来说就是,相关管理人员需要在动工之前就做好预测与安排,妥善规划相应活动的空间时间范围,保障材料、设备等的优化配置。并且还可以使用BIM技术完成静态检查设计,对工程建设的使用寿命开展动态化模拟工作,在具体建设之前就可以明确知道每个流程所需使用的空间实践范围,规定好一定的进度工期。这样一来如果遇到冲突也可以妥善的进行解决,并且也杜绝了一些不必要冲突情况的出现,降低了设备的损坏概率,也降低了工程建设发生风险的概率,保障了建设的单位的经济社会效益。

(九) BIM技术在项目竣工阶段的应用

在现实生活中,因种种因素的原因很可能可能会出现资料保存不完整的现象,需要花费较多的时间去整理和完善资料,为竣工验收的顺利进行造成一定的影响。因此,在竣工验收阶段有很多的工作需要提前去完成,保障验收工作的顺利进行。受单位管理、时间等种种因素的影响,可能会在后期验收时出现资

料管理不到位、资料不齐的问题。这些因素直接影响工程竣工验收的速度和质量;同时利用传统的技术就需要花费大量的人力进行资料上的查阅,往往会出现耗时间较长、工作量增大等问题。利用BIM技术融入建筑工程的竣工验收中,就可以利用数据库进行各类资料的收集和核对,在工作时间上大大地节省了时间,保证了工程验收的质量和效果。同时在后期的物业管理中可以加入BIM技术,对建筑中的部分设备进行合理评估,还可以对消防通道的安全模拟加以正常运行,保证物业管理能够发挥出高效的安全管理作用。

三、结语

随着技术的不断进步与完善,当下的BIM的技术以及水准等得到了极大的提升,在建筑的过程中有效的使用BIM技术可以极大地提升建筑设计的整体水准,使得整体的建筑质量得到更好的保障。

参考文献

[1] 郭海龙.关于土木工程施工中BIM技术的有效运用分析[J].建筑与装饰,2018(17):181.  
 [2] 刘占省,赵明,徐瑞龙.BIM技术在建筑设计、项目施工及管理中的应用[J].建筑技术开发,2013(3):65-71.  
 [3] 危秋华.BIM技术在土木工程施工领域的应用分析[J].百科论坛电子杂志,2018(8):212.