

## 浅谈球墨铸铁管施工质量的控制措施

申强强

山西一建集团有限公司, 北京 102200

[摘要]我国幅员辽阔,人口众多,水资源匮乏且南北分布不均匀,为满足人民的生产生活需求,我国对市政供水管网的建设投入越来越重。球墨铸铁管作为一种新兴管材,与传统管材相比,因其各项性能指标优异,综合性价比高,在我国的给水排水建设市场上发展迅速,由于球墨铸铁管在我国发展时间短,安装技术人员相对匮乏,水平良莠不齐,在施工安装过程中难免会出现一些质量问题,其中管道漏水、上浮等属于重大质量事故,后期维修费用高,施工速度慢,文中主要从施工安装质量的角度去分析如何避免这些问题的出现。

[关键词]球墨铸铁管;管道上浮;管道漏水

DOI: 10.33142/ec.v5i9.6798

中图分类号: TU991.36

文献标识码: A

### Brief Discussion on Construction Quality Control Measures of Nodular Cast Iron Pipe

SHEN Qiangqiang

Shanxi First Construction Group Co., Ltd., Beijing, 102200, China

**Abstract:** China has a vast territory, a large population, lack of water resources and uneven distribution from north to south. In order to meet the production and living needs of the people, China has invested more and more in the construction of municipal water supply network. As a new kind of pipe, nodular cast iron pipe has developed rapidly in Chinese water supply and drainage construction market because of its excellent performance indicators and high comprehensive cost performance compared with traditional pipes. Due to the short development time of nodular cast iron pipe in China, the relative shortage of installation technicians and the uneven level, some quality problems will inevitably occur in the construction and installation process, including pipe leakage, floating and so on, which are major quality accidents. The late maintenance cost is high and the construction speed is slow. This paper mainly analyzes how to avoid these problems from the perspective of construction and installation quality.

**Keywords:** ductile iron pipe; pipeline floating; pipe leakage

### 引言

市场上的球墨铸铁管的规格非常多,直径有250-2600mm不等,长度一般为6m和8m两种。对于直径较大的管道需要采用专门的吊装设备进行安装。在管道试压完毕之前,一旦管道出现上浮或者漏水事故时,处理时常用的方法是把漏水或者上浮的地方重新挖开,用切割机将管子切开,把有问题的管子拔出来重新安装好,并在封口处采用K型成套进行密封,然后再用土层回填,重新对整个管线注满水进行打压试验,整个施工过程周期长,费用高,增加建造施工成本。

### 1 球墨铸铁管的发展历史

球墨铸铁最早有英国发现并制造,在1947年英国科学家H. Morrogh发现,在过共晶灰口铸铁中添加铈,把含量控制在0.02wt%以上时,石墨会以球状形式存在。到了1948年美国A. Panganebin等人有了新发现,通过添加一定比例的镁元素也可以获得球状石墨,自此以后球墨铸铁迅速发展。而我国直到20世纪90年代后球墨铸铁管才开始发展,经过30几年的发展,它的安全性、实用性、耐腐蚀性及经济效益得到了实践的检验,逐渐被供水行业所认可和信赖。

### 2 球墨铸铁管安装流程

球墨铸铁管安装的主要流程:设计排版图,测量放线,沟槽开挖,槽底验收,砂垫层铺设,砂垫层验收,安装橡胶圈,涂抹润滑脂,管道对接安装,回填土,试压,配套设施安装完毕,试运行。具体如图1。

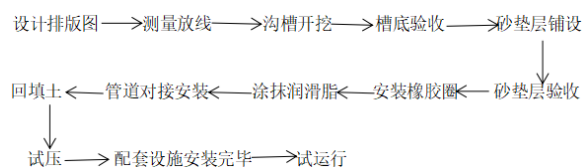


图1 球墨铸铁管安装流程图

### 3 球墨铸铁管质量事故分类

管道在现场安装过程中,由于在管理人员的技术水平和经验的不足,经常会出现管道上浮或在打压过程中出现管道漏水现象。这两类问题都会造成返工,而且返工的工作效率要远低于正常安装管道的速度,并且会造成材料浪费了,会严重拖累项目的进度、质量、成本。其中管道上浮可分为两类,一是管道安装完毕还没回填土,由于沟槽底部有渗水或者雨水流入沟槽排水不及时导致积水过多,水的浮力超过管道自重而上浮。第二种情况是管道回填土

施工已经完毕,但是由于各种原因导致管道一直处于空管状态,一般在管线的低洼地带地下水位高,有的地方水位线甚至超过管顶标高,整个管道浸泡在水中,如果管顶覆土厚度不够,可能导致管道上浮。

#### 4 球墨铸铁管如何避免管道上浮

##### 4.1 管道还未回填土时管道上浮情况

###### 4.1.1 发生背景

供水管线主管道多发生在郊区或者野外,管线一般要随着地形走势进行排管布置,当遇到低洼地段的时候,这些地方一般都有地下水,而且水位一般都很高,因此在管沟开挖后要在槽底设置排水沟,在最低处设置集水坑,安排专人和设备进行排水,直到管道回填完毕后方可停止。但是有的时候会遇到下雨天,抽水设备和人员不够的情况下,抽水不及时导致管道上浮,因此要通过计算确定管道上浮临界线高度。

###### 4.1.2 抗浮临界线的计算

以 DN1800 管道为例计算抗浮,管道厚度 20.7mm,水的重度 10kN/m<sup>3</sup>,计算过程如下:回土情况如图 2。

①设临界水位线高度为h,水位线以下部分管道弧度为α。

②管道的浮力计算:  $\{0.5*ar^2 - [\cos(a/2)*\sin(a/2)]*r^2\} * 10$

$$= \{a/2 - \cos(a/2)*\sin(a/2)\} * 10 * 0.938^2$$

③管道自重:  $(1.875*1.875 - (1.875 - 2*0.0207)^2) * 3.14/4 * 72 = 8.68 \text{ kN/m}$

④ 弧度:  $\{a/2 - \cos(a/2)*\sin(a/2)\} * 10 * 0.938^2 = 8.68 \quad a = 2.54$

⑤临界水位线高度:  $\cos(a/2) = 0.938 - h \quad h = 0.64\text{m}$

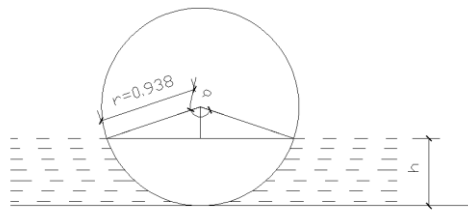


图2 管道回填土之前浮管情况

###### 4.1.3 施工措施

管道之所上浮是因为槽底水位线高于管道上浮临界水位线,因此对不同直径的管道我们要清楚临界水位线的高度是多少,上文中我们经过计算确定 DN1800mm 的管道当沟槽内水位线高于 0.64m 时,管道就会上浮。在管道施工过程中,管道安装完毕后应尽快回填土,这是防止管道上浮的最好办法,也是最理想状态。但现实情况有时为了追赶工期,或者现场不具备回填土施工,导致下班后管道还暴露在沟槽中,这时就要根据现场的地理环境、当地气候合理配置人员和抽水设备。例如在我所在的西非喀麦隆,一年当中只有雨季和旱季。在雨季施工中我们晚上会多配置人员和设备,当有特大暴雨时,我们会停止管道安装作

业,将工作面中未回填的管道全部回填完毕;每天坚持安装多少管道就回填多少。为保证安装质量,绝不冒进。

##### 4.2 回填土后管道上浮情况

###### 4.2.1 发生背景

管道回填土后由于工期长且管道试压完成后,不能立即投入运行,存在管道长期空管情况,此时需要考虑局部地下水对管道浮力的影响,一般情况下我们考虑地下水在地面以下 500mm 处,同时对特殊地段,还得考虑地下水水位上升至地面的特殊工况,通过计算确定覆土厚度,以确保施工过程中管道抗浮安全。

###### 4.2.2 地下水在地面以下 500mm 处的一般工况

以 DN1800 管道为例计算抗浮,通常设计按地下水位为地面以下 0.5m,要求覆土不小于 h,回填土抗浮重度按 16kN/m<sup>3</sup> 考虑。管道抗浮安全系数 1.1,管道厚度 20.7mm,此段土层分布如图 3,计算过程如下:

①	面	积
1.875*1.875/2 - 3.14*1.875*1.875/4/2 = 0.378m <sup>2</sup>		
土重(考虑浮力)	0.378*(16-10) = 2.27 kN/m	
②	面积	1.875*(h-0.5)m <sup>2</sup>
土重(考虑浮力)	1.875*(h-0.5)*(16-10) = 11.25*(h-0.5) kN/m	
③	面积	1.875*0.5 = 0.94 m <sup>2</sup>
土重	0.94*16 = 15.00kN/m	
合计	土重	2.27 + 11.25*(h-0.5) + 15.00 = 17.27 + 11.25*(h-0.5)

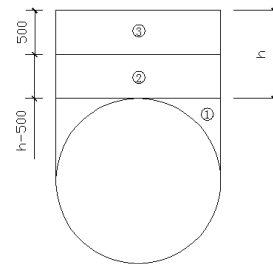


图3 土层分布图

管道自重:  $(1.875*1.875 - (1.875 - 2*0.0207)^2) * 3.14/4 * 72 = 8.68 \text{ kN/m}$

管道浮力:  $(1.875*1.875) * 3.14/4 * 10 = 27.60 \text{ kN/m}$

抗浮计算:

$K = [17.27 + 11.25*(h-0.5) + 8.68] / 27.6 > 1.1$  得到  $h > 0.892\text{m}$

即在一般情况下,为了防止管道上浮,覆土厚度不能少于 0.892m。

###### 4.2.3 地下水升至地面的情况

以 DN1800 管道为例,管顶以下范围填砂,砂重度按 14.5kN/m<sup>3</sup> 考虑;管顶以上范围填土,覆土厚度 H,土重度按 16kN/m<sup>3</sup> 考虑。管道抗浮安全系数在此特殊情况下取

1.05, 此段图层分布如图4, 计算过程如下:

① 面 积

$$1.875 \times 1.875 / 2 - 3.14 \times 1.875 \times 1.875 / 4 = 0.378 \text{ m}^2$$

砂重(考虑浮力)  $0.378 \times (14.5 - 10) = 1.70 \text{ kN/m}$

$$\textcircled{2} \text{ 面积 } 1.875 \times H = 1.875H \text{ m}^2$$

土重(考虑浮力)  $1.875H \times (16 - 10) = 11.25H \text{ kN/m}$

合计土重  $1.70 + 11.25H \text{ kN/m}$

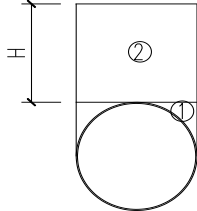


图4 土层分布图

管道自重:  $(1.875 \times 1.875 - (1.875 - 2 \times 0.0207)^2) \times 3.14 / 4 \times 72 = 8.68 \text{ kN/m}$

管道浮力:  $(1.875 \times 1.875) \times 3.14 / 4 \times 10 = 27.60 \text{ kN/m}$

抗浮计算:  $K = (1.70 + 11.25H + 8.68) / 27.6 > 1.05$  计算可得  $h > 1.64 \text{ m}$

即在地下水升至地面的特殊工况下, 覆土厚度不能少于 1.64m。

#### 4.2.4 关于土体遇水后特性变化

一般土均存在抗剪强度, 表现为黏聚力和内摩擦角。当土体遇水后, 土抗剪强度将根据土的性质不同发生变化。对于管道抗浮计算时, 只要土体不是流塑状态(此时抗剪强度为 0), 土壤之间是可以提供一定的剪切力并有利于抗浮的, 如下图 5 所示,  $G_s$  为覆土重(考虑浮力),  $G_0$  为空管道自重,  $\tau$  为管道上部土体与外侧土体之间的剪切力,  $F$  为管道浮力。

本人中分析的管道以上土体是回填土, 土体均匀性稍差, 该土遇水乃至饱和后性质变化情况无法准确预测, 故本次抗浮计算中不考虑土壤之间的剪切力, 以达到保证抗浮安全的目的, 按图 6 计算。也就是说, 不管管道上部覆土的抗剪强度发生什么变化, 对抗浮计算没有影响, 抗浮计算只与上覆土的自重有关, 因而可以说采用原土回填和砂石回填没有区别, 甚至采用自重较大的土相对于自重较小的砂石是更有利的。

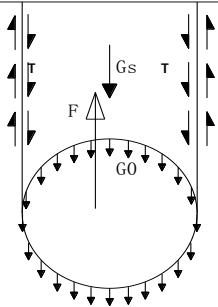


图5 理论计算模型

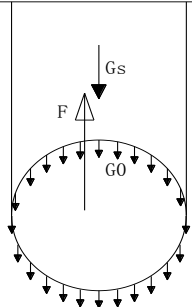


图6 实际计算模型

## 5 球墨铸铁管漏水

### 5.1 发生背景分析

管道安装质量的好坏, 一般要通过管道试压来检验, 通过试压可以检验管道是否存在漏水现场。管道安装完毕后, 根据施工方案划分的试压段来对管道进行注水试压, 在试压过程中如果发现压力表读数在未达到工作压力前, 当持续注水加压过程中, 压力表的读数不在升高, 停止注水加压后压力表的读数在慢慢下降, 且反复操作后依然是如此, 遇到这种情况后应该考虑是管道漏水, 并采取措施寻找漏点。



图7 管道注水打压

### 5.2 寻找漏点

当怀疑是管道出现渗漏后, 如何找到漏点一直是大家比较关心的话题, 我结合自己的实践经验来和大家一起分享。

方法一: 当注水打压时, 压力表读数不在升高的情况下, 安排专人沿着管道路径进行巡查, 如果发现地表出现异常松动, 且地面的土壤有湿泽现象, 这个位置有可能就是管道漏水点

方法二: 通过第一种方法如果不能找到漏点的话, 条件应许的话可以在管道中加入色素, 用功率较大的加压泵对管道进行持续加压, 当压力值不在升高的情况下, 安排专人沿管道路径检查, 如果在有些地表发现土壤颜色和色素的颜色一致, 那这个位置应该就是漏水点。

发现管道漏水点后将该部分管道土壤挖开, 将漏水的部分管道拔出来, 检查管道质量是否有问题, 检查无误后采用新的橡胶圈对管道重新安装, 安装完后用土层层回填至设计标高, 再对整个试压段进行重新注水, 管道直径越大注水工程量就越大, 注水完毕后重新进行管道试压, 整个过程周期长, 费用高, 所以渗漏一般都是很多施工单位的痛点。



图8 管道漏水

### 5.3 渗漏分析

管道发生渗漏不外乎两个方面。其一是管道材质出现问题,例如管道质量不合格,管道壁厚、椭圆度不符合要求,橡胶圈老化、有裂纹、划痕等。其二就是安装质量出现问题。

#### 安装质量上的问题

安装质量是影响管道渗漏的主要原因。管道在安装过程中,管道的承口和插口的部位没有清洗干净;插口与胶圈的接触部分有毛刺、凸起;橡胶圈在安装完毕后没有清洗,表面有灰尘、细砂和小石子;管道连接完毕后没有检查橡胶圈的安装质量,在安装过程中胶圈有可能被顶翻;沟槽底部有软弱土层没有进行地基处理或者处理不到位,导致后期管道回填土后发送不均匀沉降,管道接口处偏转角度超多设计极限,导致管道渗漏;回填土层太厚,超过管道承受能力,管道承口发送椭圆变形,导致胶圈一周的承压比发送变化,导致管道渗漏。



图9 因质量问题试压时管壁被打爆

### 5.4 预防措施

管道施工应严格按照施工方案的要求精心组织施工,对每道施工环节层层把关,每道工序都应进行自检、复检、交接检;并将检测记录进行备案留存,检查的结果必须真实有效,可以作为以后质量分析的依据。

### 6 结束语

管道安装的质量的好坏不尽是关系到一个企业的形象,而且事关国计民生,百年大计,在以后的工作中我们要不断的改进施工方法,积极思考,大胆实践,为球墨铸铁管的发展贡献自己一份力量。本文针对球墨铸铁管漏水和上浮的探讨只是抛砖引玉,希望大家可以提出自己的意见和建议,互相学习,共同进步。

#### [参考文献]

- [1]侯太平.球墨铸铁管安装施工常见质量问题及控制措施[J].陕西建筑,2013(2):2.
- [2]单正专.球墨铸铁管安装施工常见质量问题及控制措施[J].工业C,2015(54):217-219.
- [3]吴永霄.球墨铸铁管安装施工常见质量问题及处理对策[J].工程技术(文摘版),2016(4):196.

作者简介:申强强(1987.8-)男,山西临汾市,本科,山西一建集团有限公司,中级工程师,从事施工管理。