

# 严桥支线输水管道爆裂事故的应急处理与原因分析

王 伟

(江苏东升水务建设工程有限公司, 江苏 宿迁 223800)

**【摘要】** 严桥支线输水管道于2010年12月正式投入运行,2011年1月1日发生爆管事故。本文详细描述了事故发生和处理的经过,并根据现场检查情况对事故原因进行了分析,可为类似事故的应急处理提供参考,也可为管道工程施工和质量控制提供借鉴。

**【关键词】** 输水管线; 钢管; 爆裂; 事故处理; 原因分析

中图分类号: TV672+.2

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)01-0052-03

## Emergency treatment and cause analysis of burst accidents in Yanqiao branch line water conveyance pipeline

WANG Wei

(Jiangsu Dongsheng Water Construction Engineering Co., Ltd., Suqian 223800, China)

**Abstract:** Yanqiao branch line water conveyance pipeline was put into operation formally in December 2010. Burst accident occurred on January 1, 2011. In the paper, accident occurrence and treating process are described in detail. The accident reasons are analyzed according to site inspection condition, thereby providing reference for emergency treatment of similar accidents. The reference can be provided for pipeline project construction and quality control.

**Key words:** water-conveyance pipeline; steel pipe; burst; accident treatment; cause analysis

### 1 工程概况

严桥支线输水工程是青草沙水源地原水工程陆域输水系统的重要组成部分,承担着向杨树浦、居家桥、南市、临江、长桥和徐泾6座水厂输送青草沙原水的重任。工程设计规模为440万 $m^3/d$ ,工程主要内容为两根DN3600钢管,线路全长约27.1km,最大一次顶进距离约1960m,全线采用钢顶管施工工艺,布设顶管井约54座。

工程于2010年12月正式投入运行,2011年1月1日,在J17井至J21井之间的2号管段发生了爆管事

故,爆管时在J20井附近2号管的出洞段地面突然出现大量喷水、冒泥浆现象,将地面冲出两个直径约10m的大坑(见图1)。

### 2 事故处理

#### 2.1 初期应急处理

事故发生当天(1月1日),根据现场位置和管道压力的变化,初步判断事故原因为2号管爆裂。为控制险情,施工单位采取了两个措施:①立即关闭2号管爆裂位置前后的控制阀门,改为1号管单独运行;②在

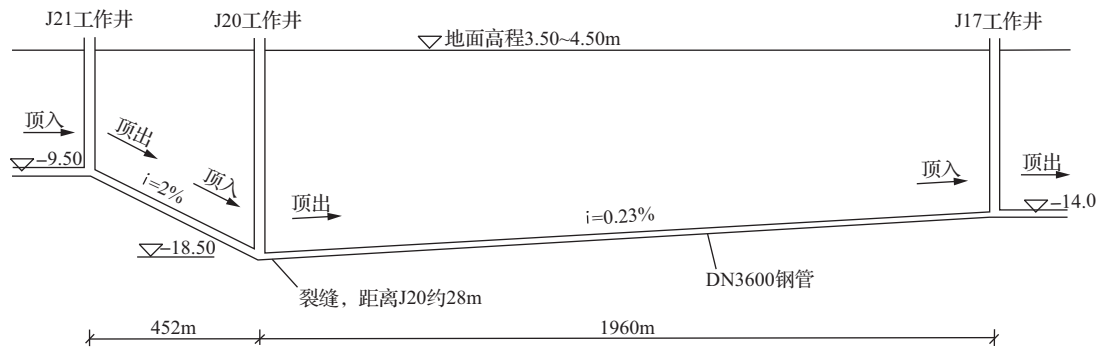


图1 事故位置

冒水坑周边用砂袋垒筑挡水围堰,控制路面漫水范围,待水位下降后迅速拆除围堰,清除路面泥浆。1月2日黎明恢复路面交通。

## 2.2 中期真相调查过程及处理措施

### 2.2.1 排水

为尽快查明事故发生的原因,施工单位于1月2日进行了2号管排水。根据计算,该段管线长约2100km,管内蓄水约6万 $\text{m}^3$ ,为加快排水速度,施工单位在6个工作面(J16、J17、J20、J21、J22、J23)同时进行排水,每个工作面放置3~5台 $100\text{m}^3/\text{h}$ 水泵,以及发电机、汽车吊等抢险设备,并安排作业人员值守。

为防止冲刷形成的土坑坍塌,造成次生灾害,施工单位于1月3日用黄砂对地面大坑进行了回填。

### 2.2.2 压密注浆加固

由于连续抽水,管内压力下降,管道爆裂处的管外泥浆和水可能会在管外压力作用下涌入管内,造成钢管沉降、移位,严重时可能会危及正在运行的1号管安全。为防患于未然,施工单位从1月4日起对2号管周围进行压密注浆加固,排水和压密注浆同时进行,至1月5日下午又对方案进行了调整,暂停了排水作业,决定先压密注浆加固后排水。

加固方式为双液注浆加固,使用4套压浆设备、8个班组24h连续施工。加固范围为爆管外围“门”字形,长度为24m,宽度为8.0m,深度为9.1m(高程 $-14.20\sim-23.30$ ),最终形成封闭的挡水帷幕,以防止2号管后期继续抽水时管内出现大量涌水、涌砂现象。

压密注浆过程中,为更精准施工,潜水员于1月8日及9日两次进行水下探摸,并用木棒对裂缝进行了水下临时封堵,探摸情况表明钢管有裂缝,其位置在离井内检修孔28m处。施工单位根据潜水员探明的情况对注浆孔布置进行了微调,孔数由原先的168孔增加至192孔。

压密注浆施工至1月10日晚结束。

### 2.2.3 沉降监测与跟踪注浆

压密注浆完毕后,为防止抽水过快导致危害性沉降,施工单位根据现场情况,在裂缝附近布设了3个深度为30m的深层沉降监测点,以及2个分布于裂缝两侧深度为30m的跟踪注浆孔,一旦发现管道周围土体出现较大沉降,立刻采取补压浆及管内回灌水等措施。

沉降监测的结果表明,在后期抽水过程中,管道周围区域土体累计沉降量为 $1\sim 2\text{mm}$ ,没有发生较大沉降。

### 2.2.4 现场检查

在基本抽干2号管内的积水后,工作人员进入钢管内部进行了现场检查,检查发现对接环缝处有开裂,开裂处错位明显。按钟表表述,在3~5点钟位置裂缝最大,约4cm宽,错位也最大,约3cm错位;底部5~7点钟位置裂缝次大,约3cm宽,错位约2cm;裂缝离焊缝距离最大约30cm,在底部穿越焊缝。除顶部9~10点钟位置无裂缝外,全长撕裂(见图2)。

裂纹基本特征:①具有管道纵向局部弯曲引起的破坏特征;②具有脆性破坏特征;③具有局部破坏向两侧撕裂的特征。

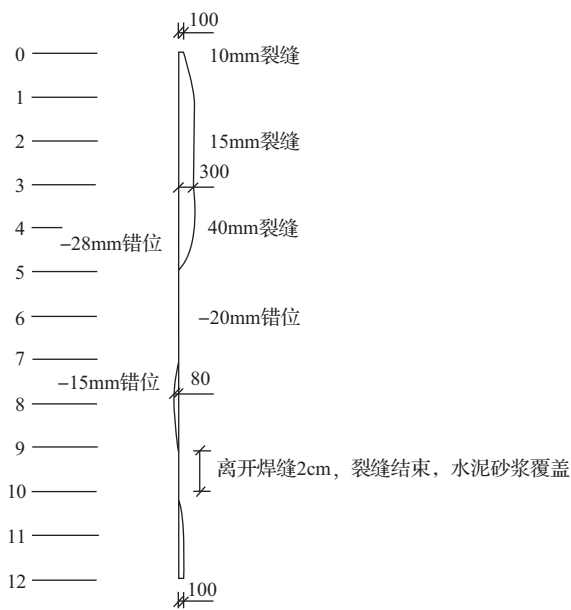


图2 管内裂纹展开

### 2.3 后期修复处理

后期修复方案由建设单位组织专家进行研究,决定采用加焊内套环的修复方案,即将壁厚 34mm、宽 500mm 的内套环分成 4 块,从 20 号井吊入运至开裂处实施焊接。焊缝高度 34mm,分段内套环之间的焊接采取坡口焊,焊后对内套环进行内防腐处理。

## 3 事故原因分析

### 3.1 长距离钢顶管爆管破坏的因素

长距离钢顶管爆管破坏的因素一般有钢材本身的缺陷、焊接质量、温度应力、顶进力、水锤作用、管道中的气体存在及管道沉降等。

钢材本身存在缺陷会使钢材强度大大降低,在较大纵向力作用下,会导致管道拉断;焊缝出现质量问题会影响焊缝强度,造成管道强度降低,在较大纵向力作用下,造成焊缝开裂;温度变化将使管道产生膨胀或收缩,特别是在冬季,管道变形主要是收缩,若管道接口是刚性接口时,管道纵向收缩受约束将产生拉应力;顶管顶进过程因灌浆不均匀或在纠偏时会产生弯曲应力,对刚性较大的接口位置,纵向弯曲应力会导致接口拉裂;管线的起伏很容易使管道内集气,低温产生的气体在高温下体积会迅速膨胀,而管内的水可视为不可

压缩的流体,这样必然引起管道内局部压力增大,当遇到其他应力同时作用就会引起破坏性的爆管事故。一般情况下,管道带压运行,流速基本恒定,但当需要切换水泵或因停电突然开、关水泵,以及因管网中大水量用户突然开大或关小阀门,管道内水流速度、压力都将发生急剧变化,此时管壁受到巨大的冲击力,导致管道爆裂;管道沉降会造成较大的纵向弯曲应力,对刚性较大的接口,拉裂的概率也较高。

### 3.2 该次事故的原因

该次事故的主要原因是焊接质量缺陷,而导致焊接质量不合格的因素主要有:④现场对接环缝的坡口过小,导致焊缝高度偏小,降低了焊接强度;⑤焊工责任心不强,发现坡口过小未及时向监理反映;⑥监理工作不到位,在管道组对时未严格检查焊缝坡口;⑦焊接后的焊缝检查出现漏检或误判,最终导致未发现焊缝缺陷。

## 4 结语

爆管事故本身表明,对工艺复杂、风险程度高、技术难度大的工程,任何一点工艺上的疏忽,都有可能造成重大质量事故,必须加强施工的过程控制和工序质量验收。

爆管事故的处理过程表明,应急施工的措施必须及时,要尽量减小事故的社会影响;应急施工的工序安排必须科学、正确,防止因盲目处置导致事故扩大;应急施工的措施必须高效、精准,要充分利用信息化监测手段,及时掌握事故发展的进程,为正确决策提供可靠的数据支撑。◆

### 参考文献

- [1] 陈起俊. 工程项目风险分析与管理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [2] 侯昶魁. 长输管道建设项目施工阶段风险管理研究[D]. 天津:天津大学,2008.
- [3] 葛金科,沈水龙,许焯霜. 现代顶管施工技术及其工程实例[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [4] 邓庆阳,阎玮斌. 工程项目风险管理与危机管理的比较研究[J]. 水利建设与管理,2009(5).