



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102277898 B

(45) 授权公告日 2013.08.07

(21) 申请号 201110119467.4

审查员 王和祥

(22) 申请日 2011.04.28

(73) 专利权人 温州市金誉建设监理有限公司

地址 325000 浙江省温州市龙湾区机场大道  
1701 号状元建行大楼 7 楼

(72) 发明人 朱奎

(51) Int. Cl.

E03F 3/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1560391 A, 2005.01.05,

JP 6146383 A, 1994.05.27,

DE 19625073 A1, 1997.01.23,

CN 101806092 A, 2010.08.18,

蒲吉见. 市政道路污水管顶管施工技术.《路基工程》.2007,(第4期),第142-144页.

李家鑫,于庭伟.顶管施工技术在市政工程中的应用.《重庆建筑》.2007,(第7期),第23-25页.

权利要求书2页 说明书5页

(54) 发明名称

排水管顶进施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种排水管顶进施工方法,其特征是施工步骤包括:(1)测量放线;(2)工作井施工;(3)装配式后背墙安装;(4)导轨安装;(5)主顶千斤顶安装;(6)油泵安装;(7)顶铁安装;(8)进出洞施工及密封;(9)管道顶进,在拆除封门后,应立即开始顶进机头,顶进300mm以后,开启加泥系统注入泥浆;(10)出土。本发明具有施工进度快、社会效益显著的优点。

1. 一种排水管顶进施工方法,其特征是施工步骤包括:

(1) 测量放线

布设临时水准点和管道轴线控制桩,施工放线时,每隔 20m 设中心桩,在检查井处设置中心桩;

(2) 工作井施工

在工作井上口预留槽口内安装钢筋砼预制板,槽口内要座浆饱满;在预制板预留口处砌砖墙,所有砖要浸透水,砌筑时应满铺、满挤,上下搭砌,水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度应均匀,不得有竖向通缝;在砌筑检查井时,应同步安装踏步,位置要准确,踏步安装后在砌筑砂浆未达到规定抗压强度前不得踩踏;井内壁封面应分两层抹成,第一道抹成后刮平并使表面造成粗糙纹;第二道砂浆抹干后,应分两次压实抹光;浆与基层之层间应粘结紧密牢固,不得有空鼓及裂纹等现象;抹面平整度不应大于 15mm;抹面砂浆凝固后,应保持湿润养护,养护时间不少于 14d;

(3) 装配式后背墙安装

装配式后背墙后背土体必须均匀密实,壁面应平整,并与管道顶进方向垂直;后背土体壁面应与后背墙紧贴,有孔隙时应采用砂石料填塞密实;装配式后背墙的底端在工作坑底以下 500mm,从而使后千斤顶着力中心高度不小于后背方木高度的 1/3,使着力点与墙后被动土的合力点保持一致;装配式后背墙垂直度允许偏差为 0.1%装配式后背墙高度,水平扭转度允许偏差为 0.1%装配式后背墙长度;

(4) 导轨安装

导轨安装时和工作井底板预埋钢板焊牢,并用型钢支撑围牢;导轨安装前要先复核管道中心位置,确保导轨的高程、轴线位置准确;导轨轴线位置偏差不超过 3mm,顶面高程偏差不超过 3mm,两轨内距偏差不超过 2mm;导轨端不能距工作壁太远,应控制在 500mm 左右,导轨安装时预留缝高度为 100 ~ 150mm;每进完一节管子应校对导轨高程、中线及水平,并随着管道顶进荷载的变化及时校正导轨;

(5) 主顶千斤顶安装

千斤顶要以管道中心线为轴对称布置;主顶油缸架安装要定位准确,保证油缸受力点的位置正确,其高程和平面安装误差应控制在 3mm 以内;安装在油缸架上的油缸中心误差控制在 3mm 以内;千斤顶固定在支架上,其合力的中心点在管道中心线上;千斤顶的油路应并联,每台千斤顶应有进油、退油的控制系统;千斤顶的位置位于管道垂直直径的 1/3 ~ 1/4 处,使千斤顶合力位置和顶进抗力的位置在同一轴线上,避免产生顶力偶,使管道发生高程误差;

(6) 油泵安装

油泵设置在千斤顶附近,油管顺直、转角少;油泵应与千斤顶相匹配,并有备用油泵;油泵安装完毕,进行试运转;顶进开始时缓慢进行,待各接触部位密合后,再按正常顶进速度顶进;顶进中若发现油压突然增高,立即停止顶进,检查原因并经处理后继续顶进;千斤顶活塞退回时,油压不得过大,速度不得过快;

(7) 顶铁安装

顶铁采用铸钢整体浇铸或采用型钢焊接成型;单行纵向顶铁中心线与管道轴线一致;双行纵向顶铁的两条中心线要平行,并与管轴线距离相等,且要垂直于管端平面;顶铁的相

邻面互相垂直,顶铁上有锁定装置,顶铁放置时应能保持稳定;纵向顶铁与管端面相接触时,必须使纵向顶铁着力点高度位置位于外直径 $1/3 \sim 1/4$ 处;当顶力较大时,管端面应加弧形顶铁钢板;更换顶铁时,先使用长度大的顶铁,顶铁拼装后应锁定;顶铁与管口之间应采用缓冲材料衬垫,当顶力接近管节材料的允许抗压强度时,管端应增加环形顶铁;顶进时,工作人员不得在顶铁上方及侧面停留,并随时观察顶铁有无异常迹象;

#### (8) 进出洞施工及密封

设备安装完毕后应对全套顶进设备做一次系统调试,在确定顶进设备运转情况良好后,开始顶进工作;长距离顶进时,在洞门处制作密封圈以使灌入的触变泥浆发挥减阻效果;

#### (9) 管道顶进

在拆除封门后,应立即开始顶进机头,顶进300mm以后,开启加泥系统注入泥浆,以便调节渣土的塑流性和保持土压平衡;机头初入土时,因机头在轨道上没有足够抵抗力矩,使刀盘转动时机头易产生旋转,故在入土的初始2m时,顶进速度控制在5mm/min以下,并不间断地观测机头倾角和旋转角,倾角发生变化用纠偏千斤顶调正,旋转角大于 $\pm 50$ 度,刀盘开反转调正;在顶进2m后机头不旋转的情况下,逐渐加大顶进速度;机头尚未完全入土时,土仓压力控制在0.1~0.15MPa;机头全部入土后,下第一节管做后封闭;后封闭完后,向机头壳体注浆孔注1:2水泥砂浆充填机头外超挖的空间,注浆压力控制在0.4MPa;在洞口处内置刚性涨圈;后封闭采用环形橡胶板紧贴土体,洞口侧墙用环形钢板覆压;顶进时按照预定参数控制土仓压力,遇有砂砾石层、距离建筑物较近时,土压设定适当加大;在机头尾部设有触变泥浆注浆孔,每节钢筋混凝土管设注浆孔,顶进时随时注浆;顶进速度控制在30~50mm/min,前30m和纠偏时用低速,之后视出土搅拌、刀盘扭矩情况适当加快顶进速度;下管时,在机头停止顶进状态下,刀盘空转3~5min,在停机时关闭螺旋输送机排泥液压力门,并断电以保证土压仓土压;

若中心、高程偏差大于 $\pm 20$ mm,则要立即停止顶进,纠偏校正应缓慢进行,使管节逐渐复位,不得猛纠硬调;其中纠偏高程时,轨道上的管子要加配重;纠偏中心时,轨道上的管子要加两侧支撑;当机头全部入洞后,且高程、中心偏差大于10mm时,要及时采用机头纠偏设备进行纠偏,中心控制在5mm以内,高程控制在 $\pm 10$ mm以内,校正方法采用工具头自身纠偏法;这种纠偏方法有效控制工具头上下左右四个方向的状态,每次纠偏幅度以5mm为一个单元,根据工具头的测斜仪及激光经纬仪测量偏位判断,如果趋势没有减少时,增大纠偏力度;如果趋势稳定或减少时,应保持该纠偏力度,继续顶进;当偏位趋势相反时,则需要将纠偏力度逐渐减少;在管道顶进过程中,如果在粉细砂土层中顶进速度偏低,调低进泥的泥浆浓度,减小顶进速度;当遇到软硬程度不同的土层时,通过刀盘的转矩判断地质条件;若突然变硬,则应向土仓内加入水或泥浆;

#### (10) 出土

顶管机工作过程中所挖掘的土,先经螺旋输送机输送到皮带运输机上,再经皮带运输机输送到电瓶车中,电瓶车运送至工作井,最后垂直吊运至地面存土场,定期外运。

## 排水管顶进施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建设工程领域,特别涉及一种排水管顶进施工方法。

### 背景技术

[0002] 排水管顶进施工过程中对管体周围的土体扰动较大,很难保持挖掘面的稳定,施工过程中引起的地面沉降也较大,容易影响地下各类管线、道路交通及地面建筑物安全。如果排水管在顶进施工过程中处理好开挖面侧向土压力和地下水压力,就能有效控制土体的稳定,保证各种地面环境的安全。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术中存在的不足,本发明的目的在于提供一种排水管顶进施工方法。

[0004] 本发明在掘进机正常工作时,刀盘按预先设定的压力紧贴在切削的土体断面,在后方顶力作用下一方面旋转切削土体,一方面向前推进维持土体的平衡。顶进中如果土体硬度增大,顶速不变时,刀盘受到迎面阻力大于预设定的刀盘压力,刀盘渐渐向后缩回,保持刀盘对土体的压力不变。在刀盘缩回时,刀盘的切土口自动增大,切削土体的量增大,土体对刀盘的压力减小,土体压力增大,刀盘仍然以预设定的土压力与土体在新位置保持平衡。配合手动调节刀盘切土口和预设压力大小的调节功能,使土体侧压力得到非常精确的平衡。停机时手动关闭切土口,刀盘仍然保持预定压力紧贴土体,并且将泥水仓与开挖面隔离。无论土体过软或过硬,当自动调节范围到达极限值时,刀盘报警装置报警,提醒操作人员注意,通过调节顶速,重新设定刀盘压力等手段,使土体维持新的平衡。

[0005] 本发明向开挖仓注入一定压力的泥浆,该泥浆除能够将土层中的颗粒带走外,通过控制出泥流量的大小,从而简单而准确地控制泥水仓中的水压力,平衡地下水。

[0006] 施工步骤包括:

[0007] (1) 测量放线

[0008] 布设临时水准点和管道轴线控制桩,施工放线时,每隔 20m 设中心桩,在检查井处设置中心桩。

[0009] (2) 工作井施工

[0010] 在工作井上口预留槽口内安装钢筋砼预制板,槽口内要座浆饱满。在预制板预留口处砌砖墙,所有砖要浸透水,砌筑时应满铺、满挤,上下搭砌,水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度应均匀,不得有竖向通缝。在砌筑检查井时,应同步安装踏步,位置要准确,踏步安装在砌筑砂浆未达到规定抗压强度前不得踩踏。井内壁封面应分两层抹成,第一道抹成后刮平并使表面造成粗糙纹;第二道砂浆抹干后,应分两次压实抹光。浆与基层之层间应粘结紧密牢固,不得有空鼓及裂纹等现象。抹面平整度不应大于 15mm。抹面砂浆凝固后,应保持湿润养护,养护时间不少于 14d。

[0011] (3) 装配式后背墙安装

[0012] 装配式后背墙后背土体必须均匀密实,壁面应平整,并与管道顶进方向垂直;后背

土体壁面应与后背墙紧贴,有孔隙时应采用砂石料填塞密实。装配式后背墙的底端在工作坑底以下 500mm,从而使后千斤顶着力中心高度不小于后背方木高度的 1/3,使着力点与墙后被动土的合力点保持一致。装配式后背墙垂直度允许偏差为 0.1%装配式后背墙高度,水平扭转度允许偏差为 0.1%装配式后背墙长度。

#### [0013] (4) 导轨安装

[0014] 导轨安装时和工作井底板预埋钢板焊牢,并用型钢支撑围牢。导轨安装前要先复核管道中心位置,确保导轨的高程、轴线位置准确。导轨轴线位置偏差不得超过 3mm,顶面高程偏差不得超过 3mm,两轨内距偏差不得超过 2mm。导轨端不能距工作壁太远,应控制在 500mm 左右,导轨安装时预留缝高度为 100 ~ 150mm。每进完一节管子应校对导轨高程、中线及水平,并随着管道顶进荷载的变化及时校正导向轨。

#### [0015] (5) 主顶千斤顶安装

[0016] 千斤顶要以管道中心线为轴对称布置。主顶油缸架安装要定位准确,保证油缸受力点的位置正确,其高程和平面安装误差应控制在 3mm 以内。安装在油缸架上的油缸中心误差控制在 3mm 以内。千斤顶固定在支架上,其合力的中心点在管道中心线上;千斤顶的油路应并联,每台千斤顶应有进油、退油的控制系统。千斤顶的位置位于管道垂直直径的 1/3 ~ 1/4 处,使千斤顶合力位置和顶进抗力的位置在同一轴线上,避免产生顶力偶,使管道发生高程误差。

#### [0017] (6) 油泵安装

[0018] 油泵设置在千斤顶附近,油管顺直、转角少;油泵应与千斤顶相匹配,并有备用油泵;油泵安装完毕,进行试运转。顶进开始时缓慢进行,待各接触部位密合后,再按正常顶进速度顶进;顶进中若发现油压突然增高,立即停止顶进,检查原因并经处理后继续顶进;千斤顶活塞退回时,油压不得过大,速度不得过快。

#### [0019] (7) 顶铁安装

[0020] 顶铁采用铸钢整体浇铸或采用型钢焊接成型。单行纵向顶铁中心线与管道轴线一致;双行纵向顶铁的两条中心线要平行,并与管轴线距离相等,且要垂直于管端平面。顶铁的相邻面互相垂直,顶铁上有锁定装置,顶铁放置时应能保持稳定。纵向顶铁与管端面相接触时,必须使纵向顶铁着力点高度位置位于外直径 1/3 ~ 1/4 处,以防止着力点太高造成前管低头。当顶力较大时,管端面应加弧形顶铁钢板,以增大管端的受力面积,改善其受力情况,防止管子在顶力过大时损坏。更换顶铁时,先使用长度大的顶铁,顶铁拼装后应锁定。顶铁与管口之间应采用缓冲材料衬垫,当顶力接近管节材料的允许抗压强度时,管端应增加环形顶铁。顶进时,工作人员不得在顶铁上方及侧面停留,并随时观察顶铁有无异常迹象。

#### [0021] (8) 进出洞施工及密封

[0022] 设备安装完毕后应对全套顶进设备做一次系统调试,在确定顶进设备运转情况良好后,开始顶进工作。长距离顶进时,为减少顶进阻力,在洞门处制作密封圈以使灌入的触变泥浆发挥减阻效果。

#### [0023] (9) 管道顶进

[0024] 在拆除封门后,应立即开始顶进机头,顶进 300mm 以后,开启加泥系统注入泥浆,以便调节渣土的塑流性和保持土压平衡。机头初入土时,因机头在轨道上没有足够抵抗力矩,使刀盘转动时机头易产生旋转,故在入土的初始 2m 时,顶进速度控制在 5mm/min 以下,

以防止机头旋转,并不间断地观测机头倾角和旋转角,倾角发生变化用纠偏千斤顶调正,旋转角大于 $\pm 50$ ,刀盘开反转调正;在顶进2m后机头不旋转的情况下,逐渐加大顶进速度。机头尚未完全入土时,土仓压力控制在0.1~0.15MPa。机头全部入土后,下第一节管做后封闭。后封闭完后,向机头壳体注浆孔注1:2水泥砂浆充填机头外超挖的空间,注浆压力控制在0.4MPa。为防止机头初出洞时洞口土质不稳定而产生塌方,在洞口处内置刚性涨圈。后封闭采用环形橡胶板紧贴土体,洞口侧墙用环形钢板覆压,防止加注触变泥浆时发生跑浆现象。顶进时按照预定参数控制土仓压力,遇有砂砾石层、距离建筑物较近时,土压设定适当加大,提高安全系数。触变泥浆减阻是长距离顶管施工经常采用的减阻方式,能有效减小阻力,最大限度地加长顶距。在机头尾部设有触变泥浆注浆孔,每节钢筋混凝土管设注浆孔,顶进时随时注浆。顶进速度控制在30~50mm/min,前30m和纠偏时用低速,之后视出土搅拌、刀盘扭矩情况适当加快顶进速度。下管时,在机头停止顶进状态下,刀盘空转3~5min,在停机时关闭螺旋输送机排泥液压门,并断电以保证土压仓土压。

[0025] 若中心、高程偏差大于 $\pm 20$ mm,则要立即停止顶进,纠偏校正应缓慢进行,使管节逐渐复位,不得猛纠硬调。其中纠偏高程时,轨道上的管子要加配重;纠偏中心时,轨道上的管子要加两侧支撑。当机头全部入洞后,且高程、中心偏差大于10mm时,要及时采用机头纠偏设备进行纠偏,中心控制在5mm以内,高程控制在 $\pm 10$ mm以内,校正方法采用工具头自身纠偏法。这种纠偏方法有效控制工具头上下左右四个方向的状态,每次纠偏幅度以5mm为一个单元,根据工具头的测斜仪及激光经纬仪测量偏位判断,如果趋势没有减少时,增大纠偏力度;如果趋势稳定或减少时,应保持该纠偏力度,继续顶进;当偏位趋势相反时,则需要将纠偏力度逐渐减少。在管道顶进过程中,如果在粉细砂土层中顶进速度偏低,调低进泥的泥浆浓度,减小顶进速度。当遇到软硬程度不同的土层时,通过刀盘的转矩判断地质条件。若突然变硬,则应向土仓内加入水或泥浆。

[0026] (10) 出土

[0027] 顶管机工作过程中所挖掘的土,先经螺旋输送机输送到皮带运输机上,再经皮带运输机输送到电瓶车中,电瓶车运送至工作井,最后垂直吊运至地面存土场,定期外运。

[0028] 本发明具有施工进度快、社会效益显著的优点。

## 具体实施方式

[0029] 本实施例施工步骤包括:

[0030] (1) 测量放线

[0031] 布设临时水准点和管道轴线控制桩,施工放线时,每隔20m设中心桩,在检查井处设置中心桩。

[0032] (2) 工作井施工

[0033] 在工作井上口预留槽口内安装钢筋砼预制板,槽口内要座浆饱满。在预制板预留口处砌砖墙,所有砖要浸透水,砌筑时应满铺、满挤,上下搭砌,水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度应均匀,不得有竖向通缝。在砌筑检查井时,应同步安装踏步,位置要准确,踏步安装后在砌筑砂浆未达到规定抗压强度前不得踩踏。井内壁封面应分两层抹成,第一道抹成后刮平并使表面造成粗糙纹;第二道砂浆抹干后,应分两次压实抹光。浆与基层之层间应粘结紧密牢固,不得有空鼓及裂纹等现象。抹面平整度不应大于15mm。抹面砂浆凝固后,应保持湿润

养护,养护时间不少于 14d。

#### [0034] (3) 装配式后背墙安装

[0035] 装配式后背墙后背土体必须均匀密实,壁面应平整,并与管道顶进方向垂直;后背土体壁面应与后背墙紧贴,有孔隙时应采用砂石料填塞密实。装配式后背墙的底端在工作坑底以下 500mm,从而使后千斤顶着力中心高度不小于后背方木高度的 1/3,使着力点与墙后被动土的合力点保持一致。

#### [0036] (4) 导轨安装

[0037] 导轨安装时和工作井底板预埋钢板焊牢,并用型钢支撑围牢。导轨安装前要先复核管道中心位置,确保导轨的高程、轴线位置准确。导轨轴线位置偏差不得超过 3mm,顶面高程偏差不得超过 3mm,两轨内距偏差不得超过 2mm。导轨端不能距工作壁太远,应控制在 500mm 左右,导轨安装时预留缝高度为 120mm。每进完一节管子应校对导轨高程、中线及水平,并随着管道顶进荷载的变化及时校正导向轨。

#### [0038] (5) 主顶千斤顶安装

[0039] 千斤顶要以管道中心线为轴对称布置。主顶油缸架安装要定位准确,保证油缸受力点的位置正确,其高程和平面安装误差应控制在 3mm 以内。安装在油缸架上的油缸中心误差控制在 3mm 以内。千斤顶固定在支架上,其合力的中心点在管道中心线上;千斤顶的油路应并联,每台千斤顶应有进油、退油的控制系統。千斤顶的位置位于管道垂直直径的 7/24 处,使千斤顶合力位置和顶进抗力的位置在同一轴线上,避免产生顶力偶,使管道发生高程误差。

#### [0040] (6) 油泵安装

[0041] 油泵设置在千斤顶附近,油管顺直、转角少;油泵应与千斤顶相匹配,并有备用油泵;油泵安装完毕,进行试运转。顶进开始时缓慢进行,待各接触部位密合后,再按正常顶进速度顶进;顶进中若发现油压突然增高,立即停止顶进,检查原因并经处理后继续顶进;千斤顶活塞退回时,油压不得过大,速度不得过快。

#### [0042] (7) 顶铁安装

[0043] 顶铁采用铸钢整体浇铸或采用型钢焊接成型。单行纵向顶铁中心线与管道轴线一致;双行纵向顶铁的两条中心线要平行,并与管轴线距离相等,且要垂直于管端平面。顶铁的相邻面互相垂直,顶铁上有锁定装置,顶铁放置时应能保持稳定。纵向顶铁与管端面相接触时,必须使纵向顶铁着力点高度位置位于外直径 7/24 处。当顶力较大时,管端面应加弧形顶铁钢板。更换顶铁时,先使用长度大的顶铁,顶铁拼装后应锁定。顶铁与管口之间应采用缓冲材料衬垫,当顶力接近管节材料的允许抗压强度时,管端应增加环形顶铁。顶进时,工作人员不得在顶铁上方及侧面停留,并随时观察顶铁有无异常迹象。

#### [0044] (8) 进出洞施工及密封

[0045] 设备安装完毕后应对全套顶进设备做一次系统调试,在确定顶进设备运转情况良好后,开始顶进工作。长距离顶进时,在洞门处制作密封圈以使灌入的触变泥浆发挥减阻效果。

#### [0046] (9) 管道顶进

[0047] 在拆除封门后,应立即开始顶进机头,顶进 300mm 以后,开启加泥系统注入泥浆,以便调节渣土的塑流性和保持土压平衡。机头初入土时,因机头在轨道上没有足够抵抗力

矩,使刀盘转动时机头易产生旋转,故在入土的初始 2m 时,顶进速度控制在 5mm/min 以下,并不间断地观测机头倾角和旋转角,倾角发生变化用纠偏千斤顶调正,旋转角大于  $\pm 50^\circ$ ,刀盘开反转调正;在顶进 2m 后机头不旋转的情况下,逐渐加大顶进速度。机头尚未完全入土时,土仓压力控制为 0.1MPa。机头全部入土后,下第一节管做后封闭。后封闭完后,向机头壳体注浆孔注 1 : 2 水泥砂浆充填机头外超挖的空间,注浆压力控制为 0.4MPa。在洞口处内置刚性胀圈。后封闭采用环形橡胶板紧贴土体,洞口侧墙用环形钢板覆压。顶进时按照预定参数控制土仓压力,遇有砂砾石层、距离建筑物较近时,土压设定适当加大。在机头尾部设有触变泥浆注浆孔,每节钢筋混凝土管设注浆孔,顶进时随时注浆。顶进速度控制在 40mm/min,前 30m 和纠偏时用低速,之后视出土搅拌、刀盘扭矩情况适当加快顶进速度。下管时,在机头停止顶进状态下,刀盘空转 3 ~ 5min,在停机时关闭螺旋输送机排泥液压门,并断电以保证土压仓土压。

[0048] 若中心、高程偏差大于  $\pm 20\text{mm}$ ,则要立即停止顶进,纠偏校正应缓慢进行,使管节逐渐复位,不得猛纠硬调。其中纠偏高程时,轨道上的管子要加配重;纠偏中心时,轨道上的管子要加两侧支撑。当机头全部入洞后,且高程、中心偏差大于 10mm 时,要及时采用机头纠偏设备进行纠偏,中心控制在 5mm 以内,高程控制在  $\pm 10\text{mm}$  以内,校正方法采用工具头自身纠偏法。这种纠偏方法有效控制工具头上下左右四个方向的状态,每次纠偏幅度以 5mm 为一个单元,根据工具头的测斜仪及激光经纬仪测量偏位判断,如果趋势没有减少时,增大纠偏力度;如果趋势稳定或减少时,应保持该纠偏力度,继续顶进;当偏位趋势相反时,则需要将纠偏力度逐渐减少。在管道顶进过程中,如果在粉细砂土层中顶进速度偏低,调低进泥的泥浆浓度,减小顶进速度。当遇到软硬程度不同的土层时,通过刀盘的转矩判断地质条件。若突然变硬,则应向土仓内加入水或泥浆。

[0049] (10) 出土

[0050] 顶管机工作过程中所挖掘的土,先经螺旋输送机输送到皮带运输机上,再经皮带运输机输送到电瓶车中,电瓶车运送至工作井,最后垂直吊运至地面存土场,定期外运。