

上中路越江隧道超大直径盾构用管片储运机工程应用

庄欠伟,王鹤林

(上海隧道股份有限公司技术中心,上海 200233)

摘要: 根据上中路越江隧道用 14.87m 盾构的特点,对比了超大直径盾构和地铁盾构管片运输特点,说明地铁盾构的管片运输方法已不能适用于大直径盾构管片运输,然后详细分析了 14.87m 盾构的管片储运机的结构及工作原理,对我国大直径盾构的国产化具有一定的借鉴意义。

关键词: 盾构;管片储运机;液压缸;上海市

中图分类号: U455.39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)03-0122-03

0 引言

近年来,由于经济高速发展的需要,国际和国内出现了很多用盾构法施工的大直径(14m 以上)隧道工程,如德国汉堡的第四条易北河隧道、大贝尔特隧道,采用直径为 $\Phi 14.14\text{m}$ 的泥水加压平衡盾构施工的日本东京湾隧道。采用 $\Phi 14.87\text{m}$ 泥水盾构施工的荷兰阿姆斯特丹至巴黎的公路隧道等等。在国际上,在盾构技术发展先进的国家中,对超大直径盾构掘进机(14m 以上)的设计、制造和施工技术已达到相当先进的水平,他们将高科技技术应用于超大直径盾构掘进机,使得超大直径盾构掘进机愈加完备、愈加科学、施工愈加安全可靠。随着超大直径盾构的应用越来越普遍和广泛,研制自己的超大直径盾构势在必行,为此,结合上中路越江工程从法国引进的 14.87m 二手泥水气平衡盾构进行吸收、消化和研究,可以积累一些有价值的经验,为今后的研制奠定基础^[1]。

1 工程背景

上中路越江隧道为上海中环线南段穿越黄浦江的一个关键节点工程,工程起点为上中路~龙川路交叉口东侧,与中环线南段上中路衔接;终点为浦东规划华夏西路~公园大道交叉口西侧,工程全长 2.8km 。隧道穿越黄浦江底采用盾构法施工,黄浦江宽 400m ,深 15m ,隧道外径 14.5m ,江底最浅覆土 10m ,隧道纵坡 4.5% ,盾构法圆形主隧道长 1250m ,两岸各设一座工作井,矩形暗埋段和引道段共长 1052m 。隧道施工采用世界最大的 $\Phi 14.87\text{m}$ 泥水气平衡盾构掘进机,其管片储运机如图 1 所示。该盾构为法国 NFM 公司制造,已在荷兰 GROENE HART 隧道工程中掘进施工 7.1km ,该盾构是世界上最大直径的盾构,经过荷兰 GROENE HART 隧道工程施工的证实,该盾构是一个技术可靠、成熟的产品,引进该盾构,不但满足了工程对设备的需要,而且引进了先进的技术,对国内今后设计、制造、使用超大型的泥水平衡盾构具有重要的指导意义。

上中路隧道管片外径: $\Phi 14.5\text{m}$;管片内径: $\Phi 13.3\text{m}$ (厚度: 0.6m);管片宽度: 2m ;每环管片数: $7+2+1$ (衬砌环全环由封顶块、两块邻接块和 7 块标准块构成);单块管片最大重量:约 15t ;在以往的盾构掘进施工中,如 11.2m 泥水气平衡盾构采用双梁机构进行隧道拼装管片的运输,即在盾构与盾构后部第一节车架之间架设 2 根型钢焊接而成的连接梁,在连接梁的平行导轨上安装电动葫芦。通过人工操作电动葫芦的方式,把隧道管片由盾构后部运输至盾构拼装机下,再进行管片的拼装作业,从而拼装成隧道的环壁。双

梁机构的电动葫芦承载能力较小,已不能满足吊运大型隧道管片的需要;此外,双梁机构每次只能吊运一块管片,当管片吊运至管片拼装机的位置时,管片还必须旋转 180° 后再进行拼装,这样的操作严重降低了施工的效率;再次,管片在吊装运输中也极易由于管片的晃动而出现安全隐患,引发施工事故。因此,双梁机构的管片运送方式受其承载能力小、施工效率低及不安全因素的限制,已不适用于大型隧道管片在盾构施工中的运输作业。

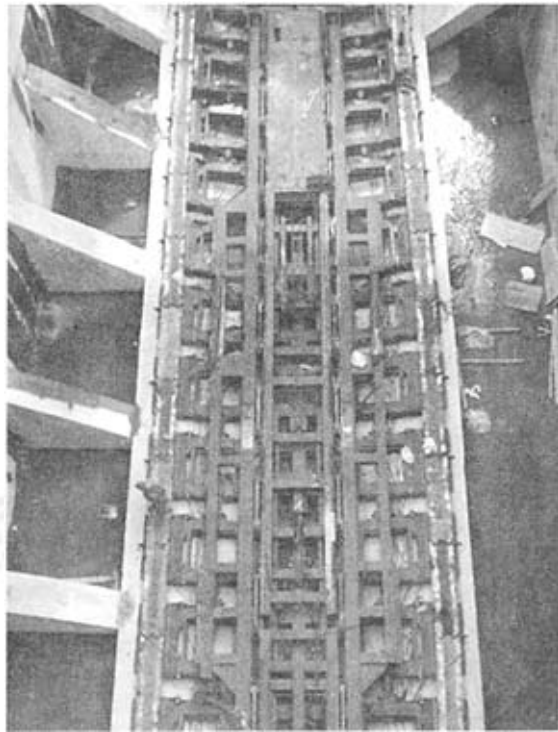


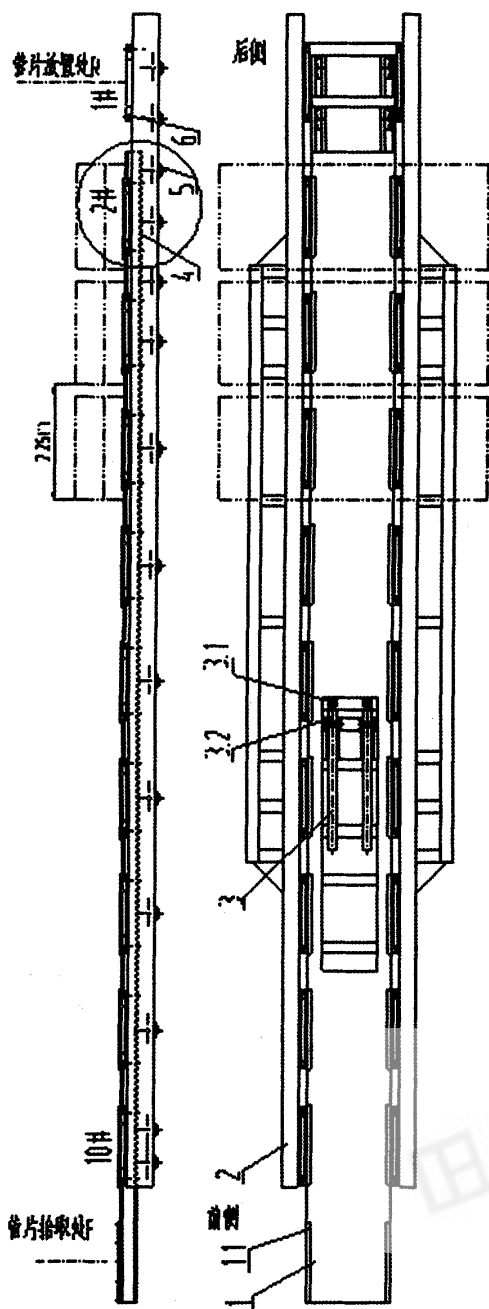
图1 $\Phi 14.87\text{m}$ 盾构管片储运机

2 上中路 $\Phi 14.87\text{m}$ 盾构管片储运机工作原理

盾构管片储运机结构图如图 2 所示、局部放大图如图 3 所示。盾构用管片储运机安装在盾构掘进机上,并随盾构机的掘进而一起前进,其包括有移动平台 1、支撑平台 2、牵引液压缸组 3、轨道 4、滚轮 5 和 10 组顶伸液压缸组 6。支撑平台 2 是整个盾构用管片储运机的固定支撑部件,其纵向地设置于盾构的后续车架上,从而将盾构用管片储运机安装在盾构掘

收稿日期:2006-04-08

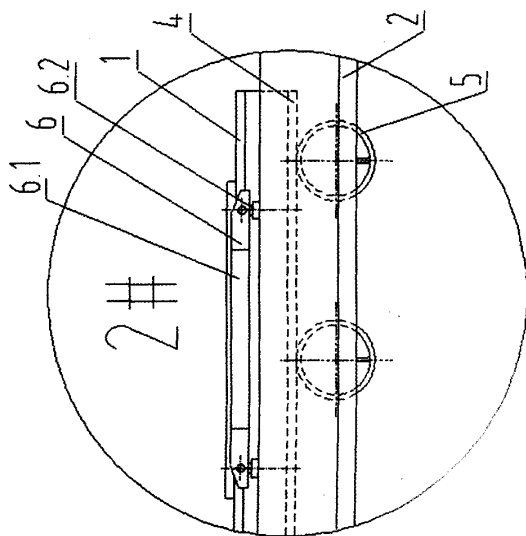
作者简介:庄欠伟(1978-),男,山东临沂人,硕士,工程师,从事盾构机械液压系统设计、控制及仿真等方面的研究工作。



1.移动平台 2.支撑平台 3.牵引液压缸 6.顶伸液压缸组

图2 管片储运机结构图

进机上;支撑平台2的下部设置有数滚轮5。移动平台1底部设有纵向的轨道4,轨道4纵向地搁置在支撑平台2的数滚轮5上,从而使移动平台1纵向地平置在支撑平台2上,并且能在支撑平台2上前后滑动。牵引液压缸组3由2个液压缸组成,它们实现液压缸的同步伸缩;牵引液压缸3一端缸筒3.2固定连接于支撑平台2上,另一端缸杆3.1固定连接于移动平台1上。这样,当牵引液压缸3伸出时,移动平台1在支撑平台2上沿纵向向后侧(图2中朝向R方)移动;当牵引液压缸3缩回时,移动平台1就在支撑平台2上向前侧(图2中



1.移动平台 2.支撑平台 3.牵引液压缸 4.轨道 5.滚轮 6.顶伸液压缸组

图3 管片储运机结构局部放大图

朝向F方)移动;移动平台1移动的步长距离2.25m为一环隧道管片的宽度加上适当的管片间的间隙。顶伸液压缸组6纵向等间距地固定设置于支撑平台2上部的两外侧,其数量等于一环管片的数量为10,这样沿支撑平台2的纵向就有足够的输送步位用以容置拼装一环隧道所需的10环管片,从而使盾构用管片储运机同时起到了暂时存储足够10片管片的作用。顶伸液压缸组6的作用是从移动平台1上顶举起或放置回管片。各顶伸液压缸组6之间的距离为2.25m,与移动平台1纵向移动的步长距离相等,也即与牵引液压缸3的伸缩量相等,这样移动平台1每移动一个步长距离2.25m就恰好移动了从一个顶伸液压缸组6至相邻一个顶伸液压缸组6的距离。在移动平台1的台面上,与各顶伸液压缸组6相对应的位置处各设置有一平台托板1.1用以放置管片,这样平台托板1.1的数量也就与顶伸液压缸组6的数量相等,因此也就足以容置10环管片;同时由于各平台托板1.1之间的间距与各顶伸液压缸组6之间的间距相等,因而移动平台1每移动一个步长距离2.25m,就使平台托板1.1恰好自原始顶伸液压缸组6的位置移位至相邻顶伸液压缸组6的位置上。顶伸液压缸组6的活动端举升时,其顶端高于移动平台1的台面或平台托板1.1,当顶伸液压缸组6的活动端落回时,其顶端低于移动平台1的台面或平台托板1.1。

盾构用管片储运机的工作步骤如下:

- (1)牵引液压缸3和各项顶伸液压缸组6全部缩回;
- (2)依拼装的前后顺序将首块管片按其环宽沿支撑平台2的纵向吊置于支撑平台2后端的管片放置处R的顶伸液压缸组6上;
- (3)顶伸液压缸组6的活动端升起且顶端高于平台托板1.1,从而将管片顶起并使管片的底面升离移动平台1的平台托板1.1;
- (4)牵引液压缸3伸出,移动平台1向后端移动1步长距离2.25m,使后端的平台托板1.1伸入并恰好位于管片的下方;
- (5)顶伸液压缸组6的活动端落回,将管片放置在移动平台1的平台托板1.1上(此时顶伸液压缸组6活动端的顶端

低于平台托板 1.1 的平面)；

(6)牵引液压缸 3 缩回,移动平台 1 向前方移动 1 步长距离 2.25m,使平台托板 1.1 随同其上的管片向前移动一步位；

(7)重复执行步骤(2)~(6),依次在管片放置处 R 吊置入后续管片并将管片逐步向前输送,直至各管片到达移动平台 1 前端的管片拾取处 F 供拼装机使用。

依次执行上述工作步骤,所述盾构用管片储运机就可逐片向前输送管片,以配合盾构中管片拼装机完成隧道各环的拼装作业。当停止输送时,盾构用管片储运机就可利用移动平台暂时存储起足够拼装一环隧道的管片。此外,若出于某种原因,需要将已输送的管片退出,则只须反序执行各工作步,即可将管片逐片退出。

3 结论

与现行的应用电动葫芦的双梁机构相比较,本管片储运

机克服了双梁机构承载能力不足等缺点,用机械传输替代了传统的人工操作,采用了可在支撑平台上前后往复移动的移动平台的结构,再配合若干顶伸液压缸组有节奏地举升和放下隧道管片,实现了隧道管片在移动平台上的逐步向前或向后输送,从而高效、可靠、安全地完成了大型、笨重的隧道管片在盾构施工中的运输作业,同时具有一定长度的移动平台也兼有暂时储存待拼装管片的作用。该盾构管片储运机是一个技术可靠、成熟的产品,引进该管片储运机,不但满足了工程对设备的需要,而且引进吸收其先进技术,对国内今后设计、制造、使用超大型的泥水平衡盾构具有重要的指导意义。

参考文献

- [1]石元奇.上中路越江隧道 $\Phi 14.87$ 盾构修复[A].大直径隧道与城市轨道交通工程技术——2005 上海国际隧道工程研讨会文集[C].上海:同济大学出版社,2005.

