

大直径盾构山体狭小空间分体始发组装技术

李浩南

中铁隧道局集团有限公司 广东 广州 511400

摘要：文章介绍的深圳某铁路隧道盾构始发段具有开挖直径大、始发空间狭小、始发场地为山地、无始发井等特点，是施工过程中的重要风险源和关键施工工序。为保证盾构顺利始发，根据相关项目施工经验并结合项目工程特点具体分析，本文提出了一种大直径盾构山体狭小空间分体始发组装技术。采用油缸辅助空推确定始发方案，准备阶段在主机两侧焊接反力支点，在导台两侧预留沟槽安装反力桩，分两次完成整机始发。本方案具有占用纵向场地小、无需始发井，无需大量浇注始发倒台等特点，为大直径盾构山体狭小空间始发提供了一种新的思路。

关键词：大直径盾构；始发；山体；狭小空间

0 引言

盾构始发是隧道施工中重要风险源和关键工序^[1]，关系到工程的顺利进行和周围环境安全。国内许多专家学者就盾构始发问题展开了相关研究，如郭刚等^[2]以成都轨道交通18号线工程土建3标为背景，介绍了一种大直径盾构分体始发吊装下井与组装的施工工法。杨霖等^[3]以国外某深埋雨水隧道为例，重点介绍了大直径土压平衡盾构导洞内始发的盾构主机下井组装、步进和后配套主结构吊装下井并进入导洞的施工过程。张静珍等^[4]以济泺路穿黄隧道为例，介绍了一种大角度小净距始发技术，在准备阶段决定采用预埋钢环和帘布橡胶进行洞门密封；采用冻结法和搅拌桩结合的方式对端头井进行土体加固并给出融沉的预防措施。商跃峰等^[5]以武汉轨道交通8号线一期工程为例，介绍了一种大直径整体始发段后浇注结构同步施工技术。在以往成熟的施工经验上，针对目前土建施工与盾构掘进交叉施工时所产生的相互影响，确定了大直径盾构整体始发段后浇结构同步施工方案，解决了在不影响盾构掘进施工的同时，土建项目主体结构的后浇部分也能顺利同步施工的问题，最大程度上缩减了整体工期，节约施工成本。

然而大多盾构始发技术往往要求始发空间大，并且需要大量浇注始发导台来满足盾构始发，这种始发技术适用于场地空间大的隧道始发技术，且纵向距离要求大，能够满足刀盘、盾体及拖车的同时组装和始发。对于纵向距离小，且始发场地为山地的施工场景，以往的始发技术往往不适用，针对这种难题，根据相关项目施工经验并结合项目工程特点具体分析，提出了一种大直径盾构山体狭小空间分体始发组装技术，本方案具有占用纵向场地小、无需始发井，无需大量浇注始发导台等特点，为大直径盾构山体狭小空间始发提供了一种新的

思路。

1 工程概况

深圳至深汕合作区铁路工程SSSG-6标龙岗隧道位于深圳市龙岗区，线路走向东北至西南（约35°），隧道始于宝龙街道，从深圳水库东出洞，隧道全长18.193km。龙岗隧道6标段规划有南约盾构段和宝荷盾构段两个盾构施工区间。南约盾构段隧道线路长度2443m，为单洞双线隧道，最小曲线半径4100m，最大纵坡28‰。宝荷盾构段盾构隧道线路长度3022.4km，为单洞双线隧道，最小曲线半径4100m，最大纵坡5.4‰。

隧道未单洞双线隧道，设计时速为350km/h。管片分块为7+2+1，环宽2m，采用通用楔形环方式，40个环缝螺栓，错缝拼装。箱涵采用整体箱涵，宽10132mm，高2892mm，厚2m。本项目具备特点：长距离岩层、溶洞发育、局部掩体破碎、沉降控制和承压能力要求高等。

受始发场地限制，本项目始发空间前后均为山体，且纵向距离较小，如图3所示。如若采用以往始发技术，在各部件组装完毕后再进行整机组装始发，此技术往往需要较大的部件组装场地，且整机组装过程中需要大量的吊装设备，比较费时费力，且会花费较大费用。

2 始发流程概述

本项目结合实际施工特点，提出了油缸辅助空推始发方案，利用场地横向空间大的特点，在始发洞口纵向空间原地组装盾体和刀盘，整体以盾体为原点，待盾体和刀盘组装完毕后，由龙门吊吊装刀盘与盾体进行组装，同时利用盾体油缸辅助空推一号拖车、设备桥和二号拖车上工位。

2.1 盾构机介绍

本项目采用一台直径为14.33米的大直径泥水盾构机，盾构机整体组成为：刀盘，盾体、拼装机、后配

套，其中后配套分为一号拖车、连接桥、二号拖车、三号拖车、四号拖车、尾部风筒平台，后配套同时配备管片输送装置、管片吊机、箱涵吊机。

表1 盾构机主要技术参数

盾构类型	整机长度	主机长度	转弯半径	开挖直径	后配套
气垫式泥水	约122m (含刀盘)	约15.5m	R800m	φ14330mm	4拖车+1 连接桥

2.2 始发方案概述

2.2.1 场地布置

受场地限制山体间纵向距离较短，各部件不能同时进场，无法满足各部件全部组装后始发，受空间限制各部件只能按工序进场，在始发过程中，整机实施油缸辅助空推前行，同时带动后配套拖车及后配套关键部件前推，前推一定距离后开始下放箱涵胶轮车满足箱涵的拼装，最后组装剩余拖车和设备，如图4为始发初始场地布置。

2.2.2 始发流程

第一次始发：首先将主机、一号拖车、连接桥、二号拖车一同组装，三号、四号拖车及尾部风筒平台位于平行侧面布置。三号拖车上布置有空压机、工业水循环系统、膨润土系统、收浆系统、二次注浆系统、工业水箱、箱涵吊机及轨道，四号拖车上布置有泥浆管延伸装置、水管卷筒、二次风机、制冷机组，尾部风筒平台上布置有储风筒及应急发电机。

在第一次始发时，会首先浇筑低导台用来支撑盾体及箱涵，待盾体分块组装后主驱动上工位，最后组装剩余盾体分块；盾体组装后利用油缸辅助空推技术进行推进，如图5所示，盾体推进一定距离后组装后配套一号拖车、设备桥、2号拖车，最后组装管片拼装机；管片吊机和箱涵吊机位于设备桥上；最后利用龙门吊和履带式吊机进行刀盘翻身组装。

利用主机油缸辅助空推方案，具体空推步骤为：在

主机两侧焊接反力支点；在导台两侧预留沟槽安装反力桩；外接泵站，利用辅助油缸推动主机向前平移；辅助油缸行程全部伸出后，将反力桩向前移动，推动主机至始发井口；移动轨排与小车盲洞铺设；井口一号拖车铺轨；一号拖车下井，利用卷扬机使一号拖车前拖；设备桥临时轨道铺设；设备桥、二号拖车依次下井；始发设备布置如图6所示。

管线延长方式：需要增加工业水进回水DN150长软管、膨润土长软管DN50，采用泥浆长软管和水管长软管满足掘进时管路的伸长补偿（可利用原四号拖车上泥浆长软管和水管卷筒上的长软管，需做好井下防磨损防护），风筒等可暂不连接，倒浆泵提前放在井下井口位置，随着掘进需要配置倒浆长软管。可将电缆箱中软电缆至于井下井口位置，满足电缆延伸。

一次始发后，至少需要97米长，才能满足箱涵装车安装。第二次始发：待掘进4个换管循环长度（每个循环10m，掘进一个循环需连接一次硬管）后，可将三号拖车起吊并前托（此时始发拖拉卷扬机已拆除可采用倒链拖拉或采用叉车、双头车推动等措施）与二号拖车连接，再将四号拖车起吊并前拖，再将尾部风筒平台起吊与四号拖车连接。原使用泥浆长软管、水管长软管、电缆等需复原，以满足整体始发条件。

若采用初始直接预拼6环箱涵，始发掘进6环后需拼装箱涵，至少要88米长根据始发方案，相对整体始发方式，分体始发所需增加转接材料。

2.3 始发结束状态

待两次始发结束后，盾构机整体组装完毕，此时刀盘位于前导洞处，已初步具备掘进状态，这时盾构机主要系统均已组装完毕，正常掘进前应对电液流系统进行调试，调试应能够保证盾构机的正常掘进。如图1所示，为盾构机组装完毕状态，此时整机场地约122m。

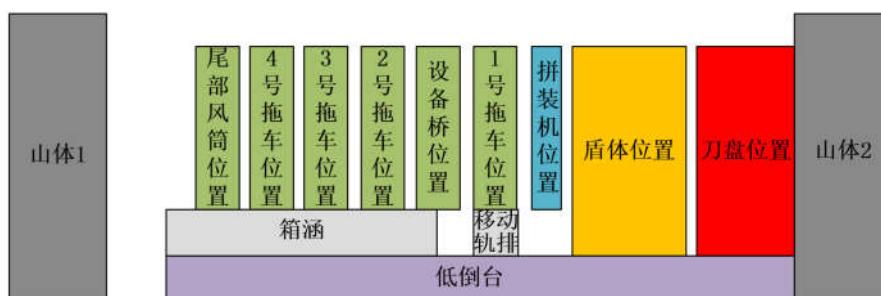


图1 组装完毕状态

3 吊装方案

3.1 刀盘吊装

刀盘吊装借助一台龙门式吊机和一台履带式吊机，

待刀盘分块组装完毕后，由两台吊机进行吊装，履带式吊机辅助翻身吊装，待刀盘翻身身后，由龙门吊带动刀盘前行与盾体主驱动进行组装。

3.2 主驱动吊装

主驱动吊装借助主驱动翻身工装，翻身工装对主驱动进行装夹，共计四块，两块为一部分，左右各一部分；用两个吊机分别吊装两个翻身工装，其中一个上升另一个下降，使主驱动翻身成为立式姿态；取下底部翻身工装；使用一个吊机将主驱动吊至盾体上方，同时在左右两边利用液压千斤顶将主驱动旋转进行螺栓孔的定位。驱动件总重约432t，吊装信息如图2、图3所示。



图2 主驱动翻身工装



图3 主驱动吊至盾体上方

3.3 盾体分块吊装

第一块盾体组装至关重要，第一块盾体安装会影响整

个盾体的组装，且会影响拼装机的安装，具体步骤为使用激光水平仪让第一块盾体中心轴线与拖车中心轴线在同一平面上，且盾体中心轴线呈竖直状态；在第一块盾体两侧进行二、三块盾体的组装；在二三块盾体的两侧进行四五块盾体组装；五块盾体组装完成后进行主驱动的上工位，此时主驱动已与中心仓装配完成，主驱动上工位的工程中需调整主驱动的0°线与盾体的0°线对齐，避免螺栓孔错位；主驱动完成后进行伸缩机构和米字梁的装配，伸缩机构和米字梁装配完成后进行伸缩油缸的安装；伸缩机构和米字梁完成后进行六、七块盾体的组装，此时物料仓已与盾体组装完成，两者一起组装到盾体上；在六七块盾体完成后进行八九块盾体的组装，此时人仓与物料仓已与盾体组装完成，两者一起组装到盾体上；最后进行第十块盾体的安装，此时的人仓已与第十块盾体组装完成，两者一起与其余盾体进行最后的装配。盾体吊装如图4所示，米字梁重约125t、尾盾块一重约43t、尾盾块二重约63t、尾盾块三重约60t、尾盾块三重约63t。



图4 盾体吊装组装流程

4 结论

文章介绍了某铁路隧道山体狭小空间始发方案，具体介绍了盾构机组成部分、场地布置、始发流程以及吊装方案。本方案采用油缸辅助空推确定始发方案，准备阶段在主机两侧焊接反力支点，在导台两侧预留沟槽安装反力桩，分两次完成整机始发组装。本方案具有占用纵向场地小、无需始发井，无需大量浇注始发倒台等特点，为大直径盾构山体狭小空间始发提供了一种新的思路。

参考文献

[1]徐蒋军.盾构无试推穿越建构建筑物始发施工技术[J].

铁道建筑技术,2021(07):126-129+167.

[2]郭刚.大直径盾构分体始发吊装下井与组装施工方法[J].中国标准化,2019(20):57-59.

[3]杨霖,王远志,庞培彦,刘清云.大直径土压平衡盾构导洞内始发技术[J].建筑机械化,2019,40(05):25-27.

[4]张静珍.超大直径泥水盾构大角度小净距始发技术[J].四川建筑,2022,42(02):270-272.

[5]商跃峰.大直径盾构整体始发段后浇结构同步施工技术[J].山东工业技术,2017,(16):118-119.