



轨道交通工程 施工技术与管理创新

北京城建集团土木工程总承包部 编著

中国建筑工业出版社

013049183

U239.5
55

轨道交通工程施工技术与管理的创新

北京城建集团土木工程总承包部 编著



中国建筑工业出版社

U239.5

55

081820810

图书在版编目 (CIP) 数据

轨道交通工程施工技术与管理创新/北京城建集团土木工程总承包部编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013
ISBN 978-7-112-15414-2

I. ①轨… II. ①北… III. ①城市铁路—铁路工程—
工程施工—施工管理 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 096059 号

为加强技术交流, 提高工程技术人员的技术水平, 更好地完成工程任务, 作者结合近年来完成的工程项目, 将施工中的关键技术攻关、研究成果综合起来, 目的是积累经验, 为推动我国城市基础设施建设领域的技术发展, 更好地满足社会发展的需求, 为国家发展, 为提高人民生活品质做更大的贡献。

本书可供从事城市基础设施管理、设计、施工、监理、维护的专业技术人员及相关大专院校师生参考使用。

* * *

责任编辑: 郇锁林
责任设计: 张虹
责任校对: 姜小莲 赵颖

轨道交通工程施工技术与管理创新
北京城建集团土木工程总承包部 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京天成排版公司制版
化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/16 印张: 17½ 字数: 430 千字
2013 年 6 月第一版 2013 年 6 月第一次印刷

定价: 60.00 元

ISBN 978-7-112-15414-2
(23440)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《轨道交通工程施工技术与管理创新》编写委员会

总策划：刘月明 范培礼 金 奕
策 划：姜维钢 王文德 王 良 李文建 姚远山 张玉华
李重庆 武福美 黄陆川 吴朝东 段劲松
主 编：金 奕
副主编：吴朝东 武福美 黄陆川
编写人：(按姓氏笔画排序)
丁志坚 于 哲 王 良 王 莹 王 涛 王 雄
王义民 王东清 王海如 毛宗原 石胜远 田永进
邢兆泳 朱文平 朱占稳 刘月明 刘双全 刘平原
刘连东 闫同军 江 伟 许占启 李 峰 李 琨
李文峰 肖 勇 吴怀力 吴朝东 何 刚 宋焕珍
张 丽 张 健 张 鹏 张玉华 张永利 张刚晓
张富田 邵永欣 武福美 罗华丽 岳德路 金 奕
周刘刚 项瀚仪 赵 旭 赵永康 郝春雷 胡晓丹
段劲松 恽 军 姚文斌 郭全国 黄陆川 康 健
商啸旻 葛邵群 董 伟 熊 挺

前 言

北京城建集团有限责任公司土木工程总承包部近年来承担了包括城市轨道交通工程、文化体育场馆工程、房屋建筑工程、市政基础工程等多项工程任务。其中，完成轨道交通工程总里程85km，完成了北京地铁8个车辆段，4个指挥中心的建设；组织完成了北京亦庄线全长23.6km的轨道交通工程；房屋建筑方面完成了包括青岛颐中体育馆、福建莆田体育馆、济宁曲阜孔子文化会展中心等12项文化体育场馆工程；完成了包括清河污水处理厂等多项城市基础设施工程。

在工程施工过程中，广大工程技术人员充分发挥聪明才智、刻苦钻研、结合工程实际情况研究解决施工中的技术难题、攻克技术难关，圆满地完成了施工任务，在工程实践中积累了大量经验并取得了一系列科研成果。

为加强技术交流，全面提高工程技术人员的技术水平，我们结合近年来完成的工程项目，将施工中的关键技术攻关、研究成果综合起来，组织编写了《轨道交通工程施工技术与管理创新》。对近年来的技术创新内容，重点是轨道交通工程方面的技术创新内容进行了总结，目的是积累经验，提高技术水平，在不断提高企业施工能力的同时推动我国城市基础设施建设领域的技术发展，以便更好地满足社会发展的需求，为国家发展，为提高人民生活品质做更大的贡献。

本书可供从事城市基础设施领域管理、设计、施工、监理、维护的专业技术人员及相关大专院校师生参考使用。

目 录

一、施工组织与管理	1
亦庄线盾构工程施工组织浅谈	刘月明 何 刚 3
亦庄线高架区间大型预制梁施工组织浅析	何 刚 金 奕 9
万柳车辆段群体结构施工组织与管理	石胜远 吴朝东 张玉华 13
二、暗挖专项施工技术	19
北京地铁五号线刘家窑站暗挖段“中洞法”施工关键技术	周刘刚 朱占稳 赵永康 21
北京地铁四号线西四站主体暗挖施工技术	康 健 金 奕 36
坦拱直墙暗挖法穿越通久路施工技术	张 健 熊 挺 张富田 赵 旭 52
三、盾构专项施工技术	59
盾构下穿铁路主干线施工技术研究	丁志坚 61
盾构 275m 小半径隧道始发施工技术	项瀚仪 恽 军 68
北京地铁亦庄线盾构区间浅覆土小间距施工方法	于 哲 郭全国 刘双全 75
关于北京地铁复合地层盾构机选型分析	商啸旻 李 琨 李文峰 81
四、地基与桩基专项施工技术	89
地铁十号线桩基工艺新突破——长螺旋反插钢筋笼工艺在车辆段的运用	吴朝东 何 刚 张玉华 91
北京西北部地区卵石、砾岩地层桩基施工分析	李 琨 商啸旻 王 良 黄陆川 96
后注浆技术在轨道交通亦庄线大直径桥桩中的应用	王东清 毛宗原 105
强夯法施工技术探讨——北京市城市轨道交通十三号线霍营车辆段应用	郝春雷 罗华丽 110
五、箱梁专项施工技术	115
北京市轨道交通亦庄线预制箱梁施工工艺	葛邵群 江 伟 吴怀力 117
跨南五环路桥悬浇-转体综合施工技术	王 雄 金 奕 姚文斌 张 鹏 王 莹 125
轨道亦庄线预制箱梁运架技术	张永利 朱文平 葛邵群 133
预制钢箱—现浇预应力混凝土板叠合箱梁施工工法	郝春雷 142
悬浇转体桥梁不平衡称重试验研究	王海如 张 丽 151
轨道交通亦庄线悬浇桥三角挂篮设计	张永利 160
六、板体及架体专项施工技术	173
钢骨架轻型板施工技术	王 涛 175
现浇混凝土空心楼板施工技术在万柳车辆段的运用	石胜远 183
莆田市综合体育馆屋面大跨度钢结构平面桁架累积滑移施工技术	许占启 金 奕 188
青岛市体育馆网架安装关键技术	段劲松 张刚晓 刘连东 田永进 197
七、屋面专项施工技术	205
超大面积种植土绿化屋面施工技术——万柳车辆段绿化屋面施工	石胜远 武福美 张玉华 207
八、装修、机电、安全、附属等专项施工技术	211
北京地铁亦庄线车站装修经验浅谈	石胜远 岳德路 213
定型化学锚栓在地铁机电工程中的应用	董 伟 刘平原 闫同军 王义民 218

北京银泰—航华地下通道施工环境安全风险控制措施与应急预案体系	周刘刚	223
大平台工程隔震橡胶支座技术施工总结	邵永欣 李 峰 邢兆泳 胡晓丹	246
九、技术资料管理及投标		265
论建筑工程技术资料的整理及质量控制	宋焕珍	267
浅谈技术标编制要点与技巧	肖 勇	272

一、施工组织与管理

1. 第一卷 第一册

亦庄线盾构工程施工组织浅谈

刘月明 何 刚

摘 要：盾构法是目前城市地铁建设采用的较先进的施工工法。本文从亦庄线全线的角度叙述了盾构工筹的总体安排，并简单阐述了盾构施工各阶段需要注意的要点。目的是为今后类似工程提供借鉴经验。

关键词：亦庄线；施工工筹；盾构施工要点

1 工程概况

(1) 北京轨道交通亦庄线工程总共包括五个盾构区间，单线总长 11.8km。包括宋家庄站至肖村桥站区间；肖村桥站至小红门站区间；次渠南站至次渠站区间；次渠站至亦庄火车站区间以及宋家庄停车场出入线区间。

(2) 盾构区间所通过地层地质情况多样，地上环境较为复杂；受线路选位限制，隧道覆土较浅，存在较小半径曲线段。依据北京轨道交通风险管理手册判断，存在特级至三级风险源 24 项，包括：穿越铁路、下穿南四环路等主要交通干线及市政管线，穿越平房居民生活区、临近高层住宅和凉水河河道等安全风险；还包括 275m 小半径始发、交通道路下小间距(相邻最小距离 3.7m)浅覆土(最浅厚度 4m)、出入线区间下穿宋肖区间正线(上下隧道间距 4m)等技术风险和施工难点。

(3) 本工程实际情况决定了盾构施工是全线施工的关键线路，盾构洞通与否决定了全线的贯通时间。因此在整体施工安排上一切以给盾构施工创造条件为前提。

2 工筹变化

(1) 原设计筹划方案见图 1：采用五台盾构机施工，充分利用车站空间，采用站端始发和接收，降低工程造价。但 2008 年年底明确要求亦庄线通车时间提前至 2010 年年底，原工筹已无法适应新的工期要求。2009 年初经北京规划部门审批，原南四环站移址到南四环边的城外城广场，改名肖村桥站。因以上原因，全线盾构工筹需重新调整。

(2) 线路调整后，根据施工现场拆迁的实际进展情况，考虑新的工期要求，重新制定了盾构工程筹划，设计方也重新调整了施工图：确定采用六台盾构机施工；结合施工进场情况调整盾构始发方向，调整临电布置，避开拆迁进场晚的影响；考虑地下车站、区间结构的工期压力，取消盾构掉头井和盾构过站，利用区间风井等位置增加始发井，尽最大可能降低盾构与车站和相邻区间的相互干扰，加快施工速度。总之，要为盾构施工创造整体始发条件，缩短盾构施工绝对工期。

(3) 具体工筹变化

1) 宋家庄站至小红门站区域(见图 2)

① 宋家庄停车场出入线区间：为避免原始发井位置的拆迁影响，将原区间盾构掉头井改为盾构始发井，采用一台盾构机，先施工 600m 右线，争取赶在正线盾构前通过下穿区域，抵达宋家庄站后区间盾构接收井(原始发井)，解体吊出转场回始发井，二次始发完成 400m 左线。

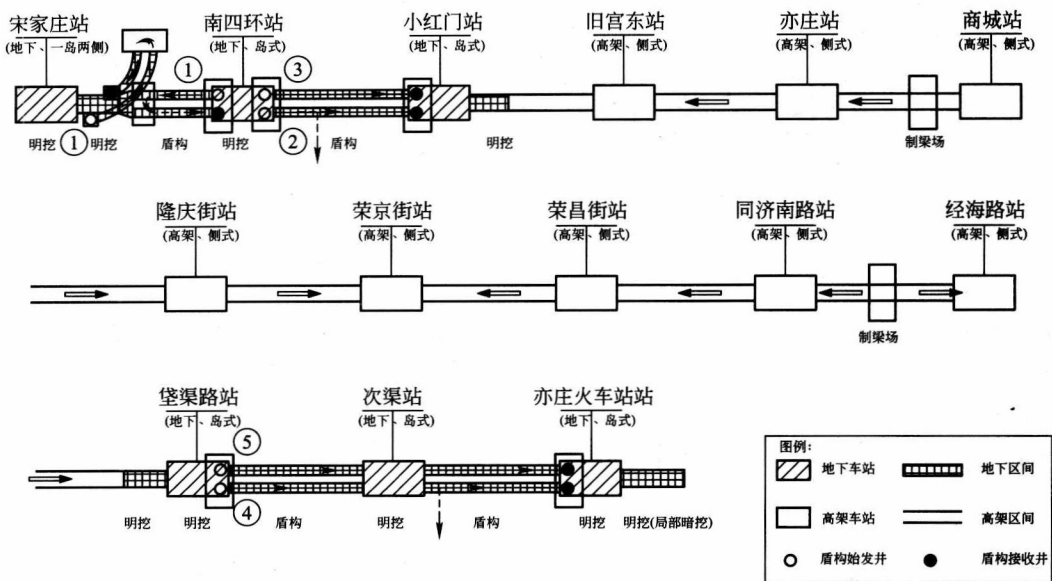


图1 原设计盾构施工筹划方案

② 宋家庄站至肖村桥站正线区间(区间长度约 2.2km): 利用区间中部风井设置盾构始发井, 采用两台盾构机, 从始发井错向四次始发, 分别在宋家庄站后明挖区间盾构接收井(原掉头井)和肖村桥站端接收井接收。

③ 肖村桥站至小红门站区间(区间长度约 1km): 在肖村桥站后增加盾构始发井, 始发井与车站间采用浅埋暗挖法施工。采用一台盾构两次始发, 分别从小红门站前渡线段和站内接收井接收。

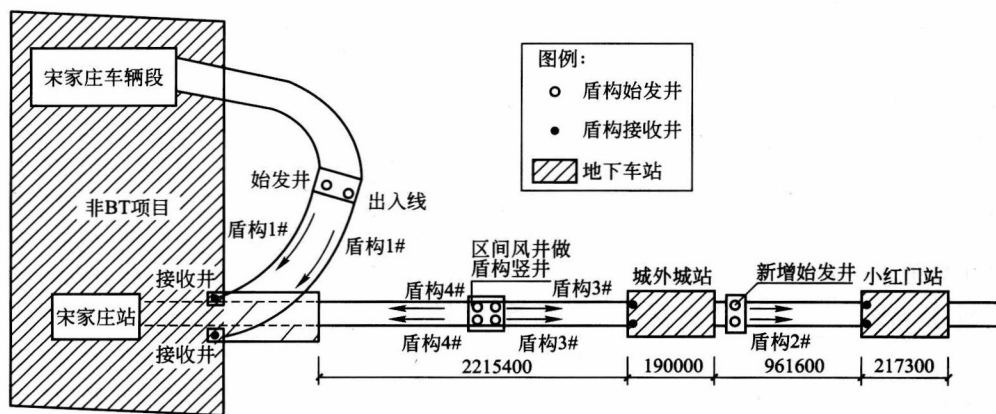


图2 宋家庄站至小红门站区域工筹调整示意图

2) 次渠南站至亦庄火车站区域(两个区间总长约 2.2km, 见图 3): 采用两台盾构机, 利用渡线段 80m 的长度条件, 从火车站站前渡线段盾构井先后整体始发, 在次渠站端盾构接收井接收, 完成亦庄火车站至次渠站盾构区间; 在次渠站前区间增加一座盾构始发井, 并与车站间 80m 区间采用浅埋暗挖法施工, 取消盾构过站。将盾构机从次渠站接收井吊出转场到站前始发井, 利用已完成初支的浅埋暗挖段二次整体始发, 最后在次渠南站站端接收井接收从而完成次渠站至次渠南站盾构区间。

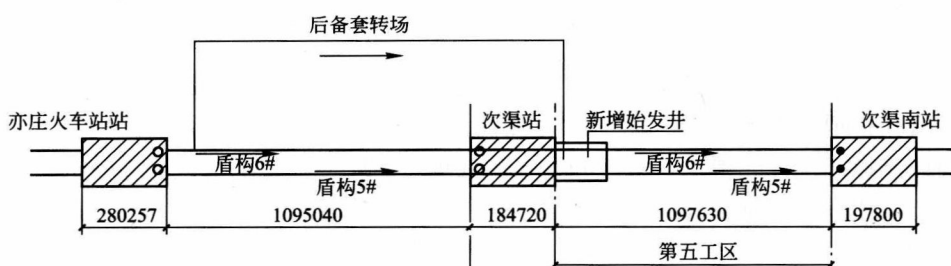


图3 次渠南站至亦庄火车站区域工筹调整示意图

3 施工组织

(1) 盾构设备选型是组织好盾构施工的关键，必须结合本工程区间地质情况和工程本体实际情况，选择好盾构机型，包括刀盘和注浆系统，最好有类似工程的成熟经验；后配套设备的配置情况也很重要，土斗的容量、电瓶车的数量、起重设备的能力等，直接影响到施工效率。新设备要派人驻厂监造，同时熟悉设备性能和特点；旧设备要派专业人员认真调研考察，摸清设备现状，结合本工程实际情况和设备现状制定有效的修改、完善和保养措施，并逐一落实完成。本工程因工期因素全部选择现成设备，投入的设备有日立、小松、三菱、海瑞克、维尔特共计五种品牌。总体看在北京地区使用较多的海瑞克和日立型号设备相对较好；后配套设备高配置的可以支持到近 30 环/d 推进速度的能力，而低配的最快也就 15 环/d 左右。增加电瓶车、设置岔线可有效提高工作效率；因时间紧张未作好检修保养工作的设备，在施工过程中均不同程度出现问题，影响了正常进度(出过问题的主要部位有刀盘、注浆系统、出土皮带轮等)。

(2) 在盾构型号确定后，针对盾构井的结构形式与结构设计配合也很重要。开口位置和大小直接影响盾构组装方式及始发推进等工作，对整体施工效率会产生很大影响。反力架的做法和支撑点与结构有很大关系；盾构井地表须布设龙门吊、汽车吊等起重设备，该部位基础的处理与结构主体有关，也需一并考虑解决。本工程中有一个工作井开口小了两米，满足不了始发出土的位置，不得不人工开挖进洞，在洞内始发。图中红色风井原是按错向始发留设的施工洞，对角位置未设洞口，在因拆迁问题导致一端接收井无法实施的情况下，盾构改为同向先后始发，因此洞口位置满足不了始发要求，被迫反向人工开挖 15m；而在两台盾构掉头二次采用整体始发时，不得不借用车站施工洞口出土，降低了工作效率，对车站后续工作也造成了影响。因此在结构施工初期，应充分考虑清楚盾构施工全过程，并对可能出现的问题留足充分的调整回旋余地。不同的始发方式对结构预留的需求也不同，在与设计方配合时应一并完成现场的总体平面布置，包括所有后台设备的选定。

(3) 盾构整体始发比分体始发节省中间转接时间，而一次转接正常需要 10d 左右。本工程正线共 10 台次始发，有 7 次采用了整体始发方式，虽然这对两个地下站的施工产生了不同程度的影响，尤其次渠站影响到一个风道主体的施工，使局部工期牺牲很大，但也确保了盾构施工，为全线整体工程顺利洞通创造了有利条件。为实现整体始发，相关的土建结构施工单位，加大投入，为盾构按计划开始施工作出了很大的贡献。

(4) 盾构井端头地层的加固是保证盾构正常安全始发和接收的重要工作。在有条件的情况下，要考虑适当加大加固范围，尤其是地质水文情况不利的地点。常用的加固方式主要有注浆加固、悬喷桩加固和素混凝土桩加固。不同方式各有优缺点，但必须结合当地的地质水文特点选用。难度较大的地点可将多种加固方式并用。

(5) 盾构机组装与调试：不同型号的盾构机组装顺序有些区别，要注意结合实际结构的情况

确定反力架的结构形式，尤其受力节点的处理。本工程正线有十次组装调试，平均用时 30d，最快一台次 21d 完成。

(6) 盾构始发阶段主要工作有开洞门，拼负环等，容易出现的问题有掌子面土方坍塌、涌水、涌砂，直接造成地面沉降大。以上问题往往均是因端头加固未处理好造成，盾构机身刚进洞，盾尾封闭难以满足注浆要求，造成问题很难处理。因此可以看出端头加固的重要性。进洞后前 60m 均属于始发阶段，此阶段不宜过早提速，以每天 7 环左右为宜，同时调整好盾构姿态，逐步磨合，使设备达到较好的状态再逐步提速，此阶段如控制不好，会出现管片错台变形，受力后易开裂，甚至渗漏。

(7) 盾构推进过程中，要时刻注意盾构姿态控制，及时复核。注意配套设备的保养维护，备好易损部件和设备，不具备现场配备条件的也要确定好应急方式，防止措手不及。关注出土量、推进进尺、推力变化等，如有异常现象必须及时分析原因，消除隐患。刀盘前注浆主要是保证掌子面的稳定，改良土体性能，利于刀盘顺利推进，注浆主要有泡沫和膨润土两种材料，要根据实际地层情况确定注浆比例，这点很关键，会直接反映到进尺速度。保证匀速推进是控制沉降的最好手段，沉降速率变化较大部位往往出现在盾尾脱出这个环节，需密切关注。管片拼装决定于操作手的熟练程度，20min 一环是较理想的水平，需注意提前按图纸配好管片型号，防止拼错；管片背后注浆要及时跟进，其作用是填充管片背后的空隙，保证管片安装后整体性，有效防止管片错台变形、渗水和减少地表沉降；注浆量要达到或超过理论计算值，施工过程中要尽量保证背后注浆时间，达到注浆饱满。施工过程中的地表沉降过大往往和注浆工序有关，出现沉降过大必须及时进行二次或多次补浆，因此为不影响盾构的正常推进，宜单独增设补浆队伍和设备。背后注浆遇地下水较充足地层，要注意防止隧道整体上浮。

(8) 施工过程中如需要停机甚至开仓处理问题，要选定合适的停机位置；要考虑二次启动对地上环境的影响，防止造成环境风险隐患；要有从地面进行地层加固的位置，防止开仓过程中的安全风险。进场后对整个盾构区间范围要进行核查，包括地层情况是否符合地勘报告，地下管线是否与图纸相符，有无遗落，必要时要求勘察单位补勘。本工程成寿寺路下一根污水就出现标高与实际不符的情况，盾构隧道实际以 14cm 距离通过，虽然采取断水、局部封路等防范措施，但风险很大，耽误盾构工期近两个月，教训深刻。如遇隧道上方有细砂层，除需增加地层加固等措施外，可建议设计在可能的前提下，尽量通过调线避开，降低工程风险。如采用浮置板铺轨做法的区间，更要严格控制盾构推进偏差，浮置板道床施工允许偏差不大于 5cm。

(9) 盾构接收除必须确保端头加固质量外，最后 50 环不宜过快，要调整好盾构姿态，确保盾构接收顺利。

(10) 盾构过站需要车站整体结构适当加大，造成投资加大。过站前要考虑底板、接收井底板等高差的处理；二次始发位置需求；高压电缆的防护措施等，并提前做好方案，明确需求，严格执行落实。如果有条件，盾构机头解体吊出转场，后配套直接过站，减少解体组装工作，应该可以节省部分时间。总之过站会对车站产生巨大影响，选择此方案必须有充分的准备和应对。

(11) 盾构解体、转场和重新组装，必须提前做好现场及结构形式、施工进展情况的调查，选择好大型吊装的机位，确定基础处理措施；选择好大型构件运输路线。要制定好专项方案。盾构工作井内要提前完成相关准备工作。解体顺序要考虑安装顺序，尽量匹配，减少现场存放和倒运带来的不便，提高工作效率。

(12) 盾构施工必须提前选定有资质的施工监测单位，作好监测方案，认真实施落实；业主委派的第三方监测单位要与施工监测单位密切配合；及时收集信息并在第一时间传递到相关各方；确保过程中的问题得到及时处理，消除不安全因素。

(13) 区间完成后的主要工作有：盾构及后配套解体、洞口环梁封闭、隧道拆轨和清理、管

片勾缝、联络通道及区间泵房施工、隧道测量复核。要结合实际提前部署，严密组织、适时插入，才能最终保证盾构隧道整体的完成并为提交下道工序做好准备。以上工作尤为重要，稍不注意会出现很多问题，导致工程的延误(原因往往是对附属工程重视不够)。

(14) 其他加快施工速度的措施：本工程中为加快盾构工程的整体进度，针对盾构转场采取一项特殊的举措并尤其以肖小区间效果最好。即提前调整一台盾构设备，在二次始发井内进行组装，待第一台盾构抵达脱出后，转接电源调试始发，能节省近 20d 的转场时间。此类办法在组织多台盾构施工中，结合盾构实际进展，严密组织部署，调整盾构设备，可以节省盾构施工绝对工期。但部署调整动作较大，投入也会加大。

(15) 盾构施工管理也是保证盾构能否正常进行的关键。操作人员是否对本台设备熟悉，操作是否熟练决定单环的掘进速度。能否及时发现问题并找准原因及时消除，各道工序是否能无缝衔接，这些管理性问题也是所有施工单位必须要关注的。因管理跟不上，造成施工不能正常推进，往往跟着带来沉降加大等一系列问题。

4 重要风险源的控制

本工程中盾构多次穿越铁路、两次穿越四环路，均是重要风险。需提前与产权单位沟通，共同制定防范措施和方案，结合盾构进展，逐步实施。在穿越铁路时地上采取了注浆加固铁路路基，轨道加设扣件等措施；盾构提前调整好参数，作好维护保养；及时实施背后注浆。施工过程中密切关注监测数据，确保盾构机匀速通过，将沉降控制到最小。

5 亦庄线盾构实施效果

(1) 宋肖东区间 1#(938 环)，施工时间(2009 年 6 月 21 日至 2009 年 12 月 12 日)，减去中间停机 58d，历时 117d。平均 8.01 环/d；

(2) 宋肖东区间 2#(937 环)，施工时间(2009 年 8 月 25 日至 2010 年 1 月 15 日)，历时 144d。平均 6.51 环/d；

(3) 肖小区间 1#(818 环)，施工时间(2009 年 7 月 11 日至 2009 年 11 月 25 日)，历时 138d。平均 5.93 环/d；

(4) 肖小区间 2#(857 环)，施工时间(2009 年 12 月 2 日至 2010 年 2 月 21 日)，历时 82d。平均 10.45 环/d；

(5) 次亦区间 1#(841 环)，施工时间(2009 年 8 月 20 日至 2010 年 1 月 15 日)，历时 149d。平均 5.64 环/d；

(6) 次亦区间 2#(840 环)，施工时间(2009 年 9 月 5 日至 2009 年 12 月 27 日)，历时 114d。平均 7.37 环/d。

(7) 次次区间 1#(841 环)，施工时间(2010 年 1 月 27 日至 2010 年 4 月 6 日)，历时 70d。平均 12.01 环/d；

(8) 次次区间 2#(841 环)，施工时间(2010 年 1 月 16 日至 2010 年 4 月 1 日)，历时 76d。平均 11.06 环/d。

(9) 宋肖东区间 1#(845 环)，施工时间(2010 年 1 月 21 日至 2010 年 5 月 21 日)，历时 121d。平均 6.98 环/d；

(10) 宋肖东区间 2#(821 环)，施工时间(2010 年 2 月 8 日至 2010 年 4 月 27 日)，历时 59d。平均 13.92 环/d；

宋肖东区间平均 7.26 环/d；肖小区间平均 8.19 环/d；次亦区间平均 6.505 环/d；宋肖西区间平均 10.45 环/d；次次区间平均 11.54 环/d。

正线总平均：8.79 环/d，316.4m/月。

次次区间创出全线最快速度，单台最快达到 31 环/d。

6 结论

盾构工程的施工组织是一项技术性很强的工作，专业程度越高、经验越丰富、组织越严密，工程进展就会越顺利。亦庄线盾构工程总共用一年多的时间完成正线 10 多公里盾构隧道结构实属不易，为 2010 年底通车目标的实现打下坚实的基础。本文结合亦庄线工程实例，对整体工程的实施进行了描述，供今后类似工程参考和借鉴。

参考文献

[1] 陈馈. 盾构施工技术 [M]. 第 1 版. 北京: 人民交通出版社, 2009.

亦庄线高架区间大型预制梁施工组织浅析

何刚金奕

摘要：城市轨道交通高架线路具有半径小、宽度窄等特点，针对于此采用双线单孔大型预制箱梁就具有较好的整体受力性能、美观性和经济效益，不过类似工程实例较少。本文通过亦庄线工程实例，从施工组织角度进行了总结分析，为今后类似工程提供借鉴经验。

关键词：400t大型预制箱梁；架设；施工组织；经验总结

1 工程概况

(1) 亦庄线设计运行速度为80km/h、使用寿命100年；13.8km高架区间采用双线大断面单孔箱梁、线上无碴轨道结构。箱梁断面底宽3.9m、顶宽9m、梁高1.8m、翼板宽2.15m。30m箱梁混凝土方量148m³、梁体重386t；25m箱梁混凝土方量126m³、梁体重328t；箱梁混凝土强度等级为C50。全线标准跨度预制箱梁共301孔。

(2) 区间中部设置8座高架车站。高架线路需两次跨越凉水河；跨五环路、跨京津唐高速公路等河流和重要交通干线，因此全线区间中部设置了25座现浇节点桥，采用支架现浇、悬浇和转体等工法施工。车站两端跨均为现浇非标梁。区间线路曲率半径有380m、450m、600m、800m、1000m等多种，见图1。

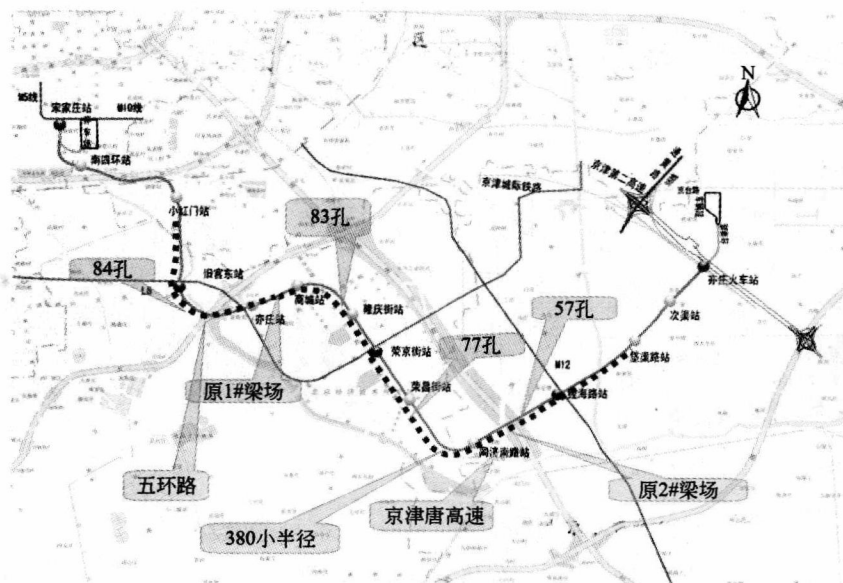


图1 亦庄线高架预制梁工程方案示意图

2 工筹调整

(1) 原设计工筹高架区设置两个梁场，分别在亦庄站至商城站区间北侧和紧邻京津唐高速东

侧，面积在 24000m² 和 15000m² 左右，采用两台架桥机施工。这种方式可以避免 380m 小半径的运架难点。

(2) 2008 年年底因北京经济建设的需求，亦庄线整体工期提前 16 个月。而现场整体拆迁等前期工作不得不与工程同步进行。京津唐高速两侧、经海路站前村庄拆迁、小红门站后出地点到五环路沿线拆迁均对施工的正常展开产生巨大影响。因环境条件的变化，为满足工期的需求，对全线高架区间施工工筹进行了调整。

(3) 调整后的工筹：

1) 380m 小半径段到经海路站后入地点的 57 片预制梁改为支架现浇。这样同时避开 380m 小半径的难点和跨京津唐悬浇桥绝对工期较长的影响。车站与区间施工不相互干扰，进场一段组织施工一段，通过增加劳动力、周转材料加快施工速度。此段区间是全线最早提供铺轨条件的区间，为提前提供动车调试试验创造了有利条件。

2) 小红门站后出地点到五环桥的 38 片预制梁改为支架现浇。这样减少了此段区间为架梁提供条件的压力；减少跨五环悬浇转体桥的工期压力；减少架设 600m 以下半径段的技术风险。

3) 全线设置一座大型预制梁场(64000m²)，采用一台架桥机架设 206 片预制箱梁。降低了在短时间内组织适合城市轻轨线路的多套大型架梁设备的难度。

3 施工组织

(1) 组织大型预制梁的施工，首先要选定适应本工程的运架设备。当时经多方调查，适合亦庄线的设备仅有一台运架一体机，但要架设 800m 半径以下的区间，该设备仍然存在较大的安全风险，需要进行改造；且运架一体机，运梁与架梁均靠一台设备完成，全部占用主工序时间，对工期不利。通过邀请国内知名专家进行技术咨询和对国内类似工程的调研，确定参考国内高铁成熟的技术，选用架运分离式架梁设备。架桥机确定两点式以实现较小半径的架设需求；运梁车的多组负重轮要实现全向转动控制，以满足小半径的通过需求；同时还要解决墩柱可立支腿位置面积较小、过车站小箱梁、实现托运返场等问题，见图 2、图 3。

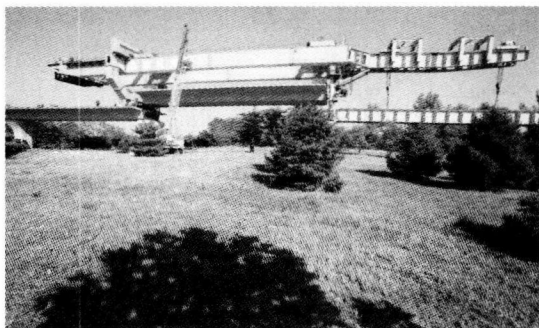


图 2 两点式架桥机



图 3 400t 运梁车

(2) 梁场建设：不同的运架设备需要不同的喂梁方式，运架设备确定，就可以进行梁场的布置和建设。梁场要设置足够的制梁台座、存梁台座和配套的加工场地，设立锅炉房布设蒸汽养护用管道，确定垂直运输设备等，形成预制梁制作流水线。因单片梁近 400t，需进行地基基础处理。亦庄梁场位于亦庄镇文化园西路南侧、荣华北路西侧。受架设长度和周边环境限制，梁场设于 800m 半径段中部，与正线方向成丁字布置。梁场占地约 64724m²。梁场共计预制箱梁 206 片；设置 10 个制梁台座，其中 30m 台座 8 个，25m 台座 2 个，38 个双层存梁台座；设底、腹板钢筋绑扎台座 4 个，顶板钢筋绑扎台座 4 个，钢绞线加工区一个；配备一台 400t 级轮胎式提梁