

# 北京地铁 10 号线国贸站北风道 59 号桥基加固施工技术

陈永栓

(中铁十六局北京轨道交通建设工程公司,北京 101100)

**摘要:**介绍了北京地铁 10 号线国贸桥 59 号桥梁基础加固的主要方法和施工技术要点。该桥梁基础紧邻北京地铁 10 号线国贸站西北风道,是北京地铁 10 号线国贸站施工中比选最多、风险最大、加固手段最周全、耗时最久的工程难点。

**关键词:**北京地铁;桥梁基础;加固

**中图分类号:**   **文献标识码:**B   **文章编号:**1672-7428(2007)06-0024-03

## 1 工程概况

### 1.1 工程环境

北京地铁 10 号线国贸站位于东三环中路与建国门外大街的交叉路口处,既有国贸桥的北侧,车站主体与东三环中路走向一致,车站主体及北侧风道均采用洞桩法施工。大北窑桥(东西向)、国贸桥(南北向)和地面交通,构成地上 3 层交通系统。该工点处,地上交通繁忙,交通疏解的空间有限;道路下市政管线众多,对管线进行临时拆、改、移的场地局促;桥梁竣工资料不齐,虽然历经数次排查,既有

桥梁基础的状况仍然存在盲点。

### 1.2 工程风险及对策

国贸桥 59 号桥梁基础的加固工程邻近 10 号线国贸站西北风道,由于既有的 59 号桥梁基础采用端承短桩(桩长不足 9.5 m,桩直径 1.5 m,距离导洞外边缘不到 2.3 m),全桩完全暴露在新建国贸站西北风道的开挖影响线以内(桩底高于导洞底板仅 2.1 m)。西北竖井、西北风道、风道导洞、59 号桥基的相对位置关系如图 1 所示。

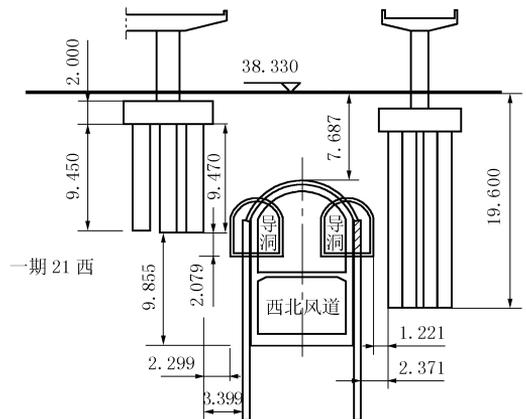
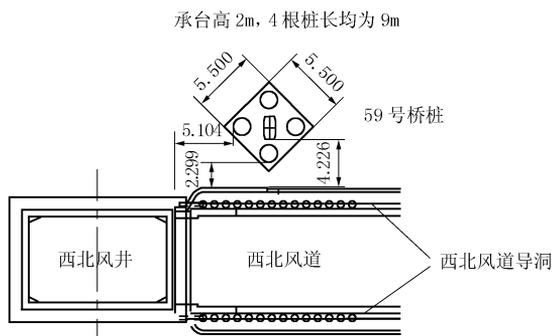


图 1 地铁结构与既有桥基位置关系

在进行桥梁基础加固以前,小导洞已经施工完成,监控量测显示:59 号承台的累计沉降量已达 7.93 mm,同一盖梁下桥梁基础差异沉降量已达 3.67 mm,越过差异沉降控制的警戒数值 3 mm,逼近极限指标 5 mm。由于后期洞内打桩、大弧扣拱、

地下基坑挖土还要对桥桩地层进行扰动,势必引起更大的沉降。为保证后续工序工程的顺利开展,必须按照“先加固、后施工”的桥梁保护原则,对 59 号桥梁基础采取加固措施后,方能开展下步各工序的施工。

收稿日期:2007-05-30

作者简介:陈永栓(1970-),男(汉族),山西人,中铁十六局北京轨道交通建设工程公司项目经理,探矿工程专业,硕士,从事岩土、隧道、地铁及相关市政工程领域的施工技术工作,北京市通州区新华大街 226 号,13910556846,chenysh1970@sohu.com。

### 2 总体加固方案

针对工程特点,设计方和施工单位共同提出以下 5 项工程措施进行桥梁基础加固和保护。

(1)在既有 4 根桥桩基础上,增加 4 根深桩,同时扩大承台,由于新桩的加入调动了深部地层的抗力,通过承台使新旧桩共同工作。

(2)采取注浆措施对桩体所在地层进行加固,提高地层刚度,减缓既有基础的进一步沉降和偏转,使新桩的沉降过程尽快完成。

(3)在后续施工中通过各种有效措施,提高地铁结构的刚度,减小后续沉降的发生。

(4)采取桥梁上部支顶的方案作为保障方案,使抢险预案使用前移,主动采取措施,保证桥梁的绝对安全。

(5)调整邻近的东北风道的施工次序,重视地层的“时间-空间效应”,减小同一盖梁下基础的差异沉降。

### 3 施工技术要点

#### 3.1 深桩施工、扩大承台

经方案论证,深桩深度 26.0 m,避免采用湿法作业,减少水对地层的不良作用,采用人工挖孔成桩;然后采用一次大面积植筋技术,减少承台的暴露时间;最终采用一次浇筑防收缩混凝土,实现大体积承台的施工。施工中的施工要点如下:

- (1)保证深桩的垂直度,杜绝超欠挖。
- (2)严格施作护壁,减少流沙对地层造成的应力损失。

- (3)施工组织严密,连贯施工,避免地层暴露。
- (4)配合地层降水,保证降水液面的动态调整,将降水导致的桩周负摩阻降到最低。
- (5)严格清底,避免虚渣的存在,减少新桩的沉降。
- (6)严格连贯执行植筋的工艺流程,即“定位—钻孔—清孔—干燥—验收—注浆—植筋—固化”。
- (7)严格检查所有钢筋的位置、连接,对于植筋的固化过程严格控制时间。
- (8)既有承台面进行凿毛,并清刷干净,涂界面剂。
- (9)混凝土浇筑选择在夜间车少的条件下进行,减少桥梁上部荷载产生的振动对混凝土的早期养护影响。

#### 3.2 注浆技术

对地层注浆中严格执行以下技术要点。

- (1)在长桩验底后,为提高桩底的端承能力,在桩端打设钢花管,对桩端地层进行注浆,该措施能保证减少新桩的沉降量,尽快实现新旧桩共同工作。
- (2)在长桩桩身混凝土达到设计强度后,采用桩周后压浆技术,提高新桩的侧摩擦阻力、桩端阻力,相应的在钢筋笼的加工过程中,需要焊接固定注浆管的卡环,桩底部分的钢筋笼与注浆管间的连接则通过焊接固定,长度则深入钢筋笼底部 300 mm。
- (3)小导洞内注浆加固,保证既有短桩的桩端地层密实,并改善其地层刚度。注浆时保证纵向上两侧向中间打设,横断面上由下向上打设,保证地层应力的增加。如图 2 所示。

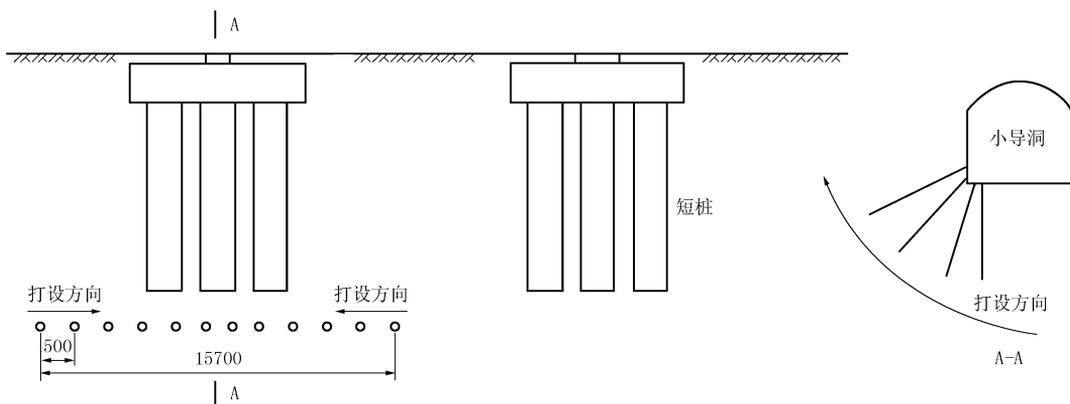


图 2 洞内注浆施工顺序示意图

(4)通过比选水泥-水玻璃浆液、超细水泥浆液、水泥浆液等多种材料,结合地层地质条件,考虑可注性与快凝性,决定采用掺有磨细粉煤灰、木质素的水泥浆液。其 24 h 结石抗压强度  $\leq 1$  MPa;7 天结

石抗压强度  $\leq 5$  MPa。  
(5)注浆控制采用注浆压力与注浆量双重控制。  
3.3 桥梁支顶的实施

对简支 T 梁的支撑在施工深桩之前进行,将上部荷载部分转移到临时支撑上,减小深桩施工时短桩处的墩身沉降。根据现场的实际情况,对道路的西半幅进行地面支撑。经比选采用军用墩配合工字钢对既有简支梁进行支撑,支撑点位于 59 号桥梁基础前后各一跨内邻近桥梁支座处,支撑基础位于承台外侧 1.4 m 之外。支撑体系在施工中注意以下施工要点。

(1) 基础采用 200 mm 厚的现浇钢筋网混凝土,基础下垫梁支撑面务必水平。

(2) 为便于后期拆除军用墩,减少支撑中的地基不均匀,采用砂箱支座。

(3) 在支撑系统安装中务必紧固所有连接节点,并采取防倾覆措施。

(4) “上垫梁 - I260 型工字钢 - 400 mm × 400 mm × 20 mm 钢板”作为直接支撑体系,与简支梁底部密贴。

(5) 在简支梁底部与侧面粘贴应变片进行力学监测,了解既有桥梁的应力变化,以便调整措施。

### 3.4 监控量测

为保证过程的可控,全程采用监控量测,除地铁结构内的收敛、应力量测,以及地层沉降外,还在长桩钢筋笼上埋设了钢筋应力计,应力计总共数量为 16 个;另外在如上面所提到的,在简支梁底部与侧面粘贴了应变片进行力学监测。以上的测量随着施工的各步骤开展,均及时调整频率,关键工序保证实施观测、反馈。

### 3.5 洞内其他辅助措施

(1) 在大弧扣拱时,采用大管棚配合超前注浆小导管加固地层,减少地层应力损失。

(2) 大弧扣拱拱脚,由喷射混凝土调整为模筑混凝土,提高此处结构的强度和刚度,减小扣拱施工时的地层变形,为提高拱脚处的密实度,增加后注浆系统。

(3) 在风道主体下断面开挖中,实施桩间注浆,提高外侧土体的固结程度与密实度,从而提高围护结构的抗变形能力。

(4) 风道主体的内支撑体系加强,在该段钢支撑纵向间距由 3 m 加密为 2 m,进一步限制桩后土体的侧向变形。

## 4 效果评价

西北风道过短桩地段在实施以上方案后,最终的不均匀沉降控制在 4.67 mm(见图 3)。实践证明采取的施工措施稳妥可靠、全面有效。

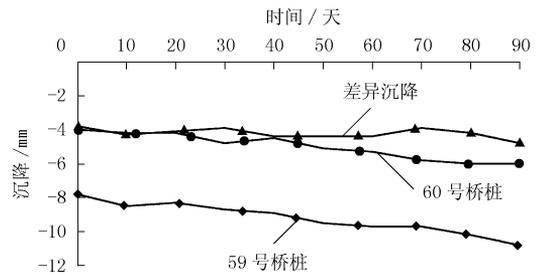


图3 西北风道过短桩地段既有桥桩的沉降曲线

## 5 结语

本工程是典型的地铁结构穿越邻近市政桥梁的加固保护技术,通过实践效果看,工法考虑完备、实用有效。希望通过本文的介绍,能够抛砖引玉,为类似工程提供参考与借鉴,与业内同仁共同提高。

## 参考文献:

- [1] JGJ 94 - 94, 建筑桩基技术规范[S].
- [2] GB 50367 - 2006, 混凝土结构加固设计规范[S].
- [3] 曾国熙,等. 桩基工程手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
- [4] 杨慧林. 北京地铁十号线国贸站桥桩保护设计[A]. 中国土木工程学会第十一届年会暨隧道及地下工程分会第十三届年会论文集[C], 2004.
- [5] 杨慧林, 宋月光. 洞桩法地下基坑设计施工关键技术[J]. 铁道标准设计, 2006, (10).

## 中石油发现大气田

新华网 2007 年 05 月 30 日消息 中国石油天然气股份有限公司已经在四川嘉陵江畔发现了可能是迄今为止国内最大的天然气田,这也是 2007 年 5 月以来中石油公司的第三个重大勘探发现。

公司有关人士表示,在下属西南油气田公司以及集团其它勘探队伍共同努力下,四川龙岗气田勘探获得突破,虽然具体的储量数字有待继续证实,但从龙岗 1 号的勘探情况来看,其储量规模应该是新的纪录,很可能成为国内最大气田。

数据显示,内蒙古苏里格气田目前是国内最大的气田,已探明储量 5336 亿  $m^3$ ;普光气田排名第二,也是国内最大的海相气田,已探明

## 储量可能国内最大

储量 3560 亿  $m^3$ 。

据介绍,中石油至今已对龙岗 1 号、2 号以及营山的 3 号、11 号四口井进行了钻探。其中,龙岗 1 号是一口重点风险探井,2006 年 4 月开钻,现已显示出龙岗大型气田的勘探前景。现在龙岗 1 号日产气量可达 120 万  $m^3$  以上,且每立方米天然气的含硫量只有 30 g 左右。龙岗 2 号于 2006 年 11 月开钻,旨在进一步探明储藏状况。龙岗 3 号是一个评价井,钻探成功后,可以确定整个龙岗气田的具体规模。龙岗 3 号已经完成预定钻井层位,预计 2007 年 6 月底将能完全确定设立大钻井位的位置和数量,年底将能得到最终数据。