

锚喷竖井在桥墩承台基坑中的应用

Application of Anchor-Shotcrete Shaft to Foundation Pit of Bridge Pier Cap

曾 毅
上海交通大学土木工程系 上海 200240

摘 要：锚喷竖井有技术成熟、工艺灵活、施工场地小、施工及拆除方便、环保、成本投入低、效率高等优点，因此，在深基坑工程中广泛运用。由于桥梁墩柱承台深基坑施工区域有限，穿越地层土性差、分布复杂，传统基坑围护形式难以满足要求，因此需要制定切实可行的基坑支护方案。以北京轨道交通房山线跨越永定河桥梁墩柱承台竖井工程为例，介绍了锚喷竖井作为桥梁墩柱基础深基坑的施工方法，其成功应用可供类似工程借鉴。

关键词：桥梁墩柱承台 锚喷竖井 深基坑 设计施工 工程应用
中图分类号：U445.55*9 / 文献标识码 【文章编号】1004-1201(2012)12-1184-02

0 引言

一般高架桥墩柱的承台基坑，在没有地下水的情况下，常采用放坡或土钉锚喷的开挖形式；对于基坑深度较深或开挖放坡宽度有限定的情况，常采用排桩围护进行施工。而针对大江、大河，在围护结构形式选择上，若采用放坡或土钉锚喷支护形式，需要对既有河床进行大面积开挖施工，影响范围大，超出规划所批准的施工区域面积，土方运输工程量，对河道内环境破坏严重，施工难度高；若采用排桩围护，其围护结构后期不便拆除，因此难以满足泄洪过水断面的要求。

考虑到以上施工难点，本工程采用锚喷竖井法进行设计。锚喷竖井法是一种基于新奥隧道法(The New Austrian Tunelling Method)原理，在原位土体中开挖竖井，打设注浆锚管加固竖井周边土体，铺设格栅钢架并喷射混凝土作为基坑围护结构，从而提高基坑开挖稳定性的支挡技术。此围护形式对开挖穿越各种复杂地层适应性强，竖井断面形式根据需要灵活可变，且围护结构工后拆除方便，特别适用于桥梁墩柱承台深基坑的临时围护结构。

1 工程概况

北京轨道交通房山线工程线路全长约 24.79 km，沿线设车站 11 座，其中高架站 9 座，地下站 2 座。稻田站~世界公园站（大葆台站）区间段，为全线最长一段区间，长约 6.4 km，其中跨越永定河区间段长为 3.6 km。

作者简介：曾 毅(1979-)，男，在职硕士研究生，工程师。
通讯地址：上海市中山西路 1999 号申隧大厦(200235)。
收稿日期：2012-10-29

在河中区段综合考虑永定河中桥墩布置对流水的影响和孔跨布置的经济性，本区间线路平面比较顺直，曲线半径较大，跨越永定河高架段采用标准跨 40 m 连续梁，以钢筋混凝土单线简支箱型梁预制架设为主，局部采用钢筋混凝土双线箱梁、槽形梁或大跨度连续梁，基础型式采用钻孔灌注桩基础，承台尺寸 7 m×7 m×2.5 m，永定河规划河床底面标高为 33.8 m，为保证泄洪冲刷时结构的安全，要求承台顶面与其河床底面标高不小于规划河床底 10 m(即承台标高 43.8 m)，由于现状河床面差异较大，承台基坑开挖最深达 14.004 m。

需采用锚喷竖井法施工的桥墩承台位于稻田站~世界公园站高架区间，承台分布区域在永定河既有河道区域内，分 2 段里程范围分布，分别为 K18+059.737(m)~K18+339.737(m)及 K19+299.737(m)~K19+664.737(m)，埋深大于 10 m，所需围护的桥墩承台共计 19 个。

2 工程地质与水文地质条件

2.1 地层的构成

根据勘察报告，拟建场地范围内的地层自上而下分布为：人工堆积层；新近沉积层；第四纪沉积层；第四纪残坡积层。各地层主要设计参数如表 1 所示。

表 1 基坑围护设计参数表

序号	土层名称	层厚 /m	$\gamma/(\text{kN}/\text{m}^3)$	c/kPa	$\varphi/^\circ$
①3	细砂填土	1	18.0	0	8
②1	粉细砂	4	19.0	0	24
②5	粉细砂	5.5	19.5	0	10
②6	圆砾	1.5	21	0	28
④	卵石、圆砾	7	22	0	36
⑥	卵石、圆砾	8.8	22	0	40

2.3 水文地质情况

地下水位变化主要受大气降水、地面蒸发控制。地层渗透性极强。拟建场地内静止地下水位埋深在自然地面下 21 m~22 m。

3 结构受力分析

采用荷载结构模型,取结构最深受力最大处对井壁进行建模,计算结构在土压力作用下的井壁厚度及配筋。根据地质报告及北京地区的施工设计经验,土层侧压力系数取 0.4。计算模型及结果如图 1 所示,锚喷竖井基坑设计施工图如图 2 所示。

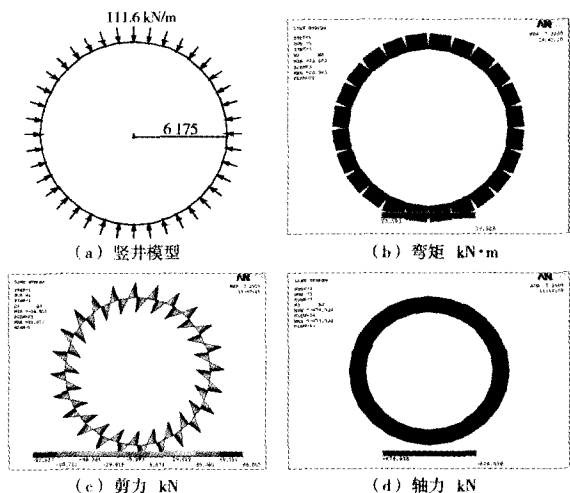


图1 受力模型示意

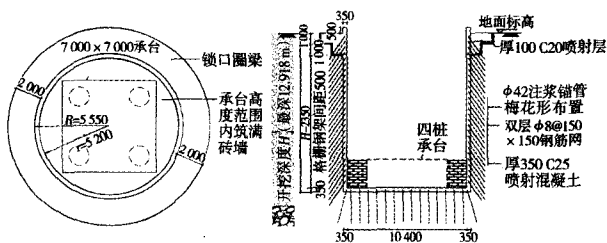


图2 竖井基坑设计

4 施工方法

4.1 基坑竖井周边土层加固

对墩柱承台基坑周边 3.0 m 范围内土体进行地层注浆加固,加固深度大于承台基坑挖深 0.5 m (若遇卵石层可停止加固)。加固方式采用高压旋喷桩,旋喷桩 $\phi 800$ mm,环向相互切割 200 mm。3.0 m 土体设计为 4 排,基坑外 0.5 m 为第 1 排环向喷桩,中线为第 2 排,第 3 及 4 排径向间距为 0.6 m,径向相互切割 200 mm。形成 1 个围绕承台基坑外厚 3.0 m 的密实稳定、防渗漏水的加固土体,防止基坑周边土体渗漏水、坍塌和滑坡。

4.2 竖井基坑及墩柱承台施工

4.2.1 竖井基坑墩柱承台施工工艺

施工放线→挖锁口圈梁土方→喷射厚 100 mm C25 混凝土→绑钢筋→支模→现浇锁口圈梁混凝土→分层开挖基坑内土方→打锁脚锚杆→压浆→安网片筋→安装钢格栅架→焊连接筋→挂网片钢筋→喷射 C25 混凝土→每层 0.5 m 施工,依次循环到底→安装底板工字钢和钢筋→现浇底板混凝土→施工桥梁承台及墩柱结构→分层 1.0 m 依次拆除井壁结构并回填到顶

4.2.2 锁口圈梁(QL)施工

锁口圈梁(QL)基槽采用挖土机挖土,人工修整边墙,挂网片喷射混凝土形成圈梁基槽,承台圈梁主筋为 $\phi 22$ mm@200 mm,圈梁上口预埋安全护栏和提升架预埋钢板,浇注时先浇下边 1 m,再浇上边 1.0 m,均需振捣均匀、夯实。

锁脚锚管采用 $\phi 42$ mm $\times$ 3.75 mm 或 $\phi 25$ mm $\times$ 3 mm 钢管,环向间距 300 cm,外插角 15°。锁脚锚管在钢管的一端做成 100 mm 长的圆锥状,在另一端 100 mm 处焊接 $\phi 6$ mm 钢筋箍进行管口加强以便打设。从注浆口 600 mm 往管端部,每隔 200 mm 梅花型布设 $\phi 6$ mm~ $\phi 8$ mm 的溢浆孔(图 3)。

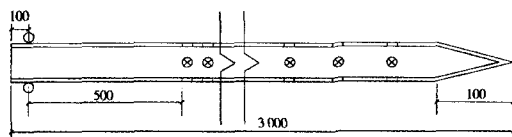


图3 锁脚锚管结构注浆

4.2.3 基坑竖井井壁施工

竖井基坑井壁结构形式,分段开挖完成基坑后,先安装土体侧网片($\phi 8$ mm@150 mm $\times$ 150 mm 双向),再装格栅钢筋。打 3 m 注浆锁脚锚杆入土体内,并外露 300 mm,沿井壁周长平面间距 0.8 m 一根。格栅钢筋安装,焊在锁脚锚杆上,格栅竖向间距 0.5 m。焊连接筋 $\phi 22$ mm 内外交错排列,间距为 0.5 m,再挂内网片筋 $\phi 8$ mm@150 mm $\times$ 150 mm,搭接 150 mm 点焊要牢固。

5 结语

由上述可知,桥墩承台深基坑开挖支护具有较大的风险性和特殊性,采用锚喷竖井法施工具有以下优点:

(a) 对施工场地要求小。由于桥墩承台竖井尺寸相对较小,可根据要求,制定最合理的竖井开挖断面,且竖井基坑不需放坡,开挖土方量小,对周边环境影响少。

(b) 工艺灵活、可靠性高。施工前可根据不同的地质情况,制定相应的地层加固方案,且开挖过程中可以根据地质情况不同,调整开挖每步深度及注浆锚杆加固范围,从而控制基坑变形,保证工程质量。

(c) 竖井基坑围护结构在桥梁结构施工完成后便于拆

菱形挂篮在嫩江大桥连续梁悬臂施工中的应用

Diamond Hanging Basket Applied to Cantilever Construction
Method for Continuous Girder of Nenjiang Bridge

王东杰 肖华只

山西机械化建设集团公司 太原 030009

摘要: 挂篮是悬臂浇筑施工中的主要工艺设备。菱形挂篮具有结构简单、受力合理、质量较小、一次移动到位、能保证施工的连续性和施工质量好等优点,从而被广泛采用。结合嫩江大桥工程,介绍了悬臂段施工菱形挂篮的安装以及悬浇段的施工等关键技术,为相关工程积累了宝贵的经验。

关键词: 菱形挂篮 连续梁 悬臂 施工技术

中图分类号: U445.466

/ 文献标识码

【文章编号】 1004-1201(2012)12-1186-02

1 工程概况

本工程项目为绥满高速齐齐哈尔至甘南(黑蒙界)段嫩江大桥及引道工程,桥梁中心桩号为 K5+059.687,包括嫩江大桥东侧引桥(齐齐哈尔侧引桥 6×30 m)0#墩台至 5#墩,主桥(41 m+ 6×65 m+ 41 m)6#墩至 14#墩,嫩江大桥西侧引桥(富拉尔基侧引桥 32×30 m)15#墩至 46#墩台,桥梁全长 1 618.12 m。

主桥上部梁体为变截面连续箱梁结构。顶板厚度由 40 cm~50 cm、50 cm~60 cm,按折线变化;底板厚度 40 cm~120 cm,按直线线型变化;腹板厚 60 cm~80 cm、80 cm~100 cm,按折线变化。

2 菱形挂篮构造及工作原理

菱形挂篮主要由以下几部分构成:菱形桁架、底模、行走系统、后锚系统、模板系统、液压系统。

在墩身预埋件、临时支墩上安装三角托架,以形成工作平台施工的 0#梁段。在 0#梁段顶面纵向对称的位置安装

菱形挂篮;挂篮底部设有滑道,使挂篮能够沿桥梁纵向移动,滑道由精轧螺纹钢锚固在已浇注梁段上。完成一个梁段的施工后,挂篮后锚由锚固在已浇注梁段变为锚固在滑道上,在对称的位置将挂篮移动至下一个梁段,直至完成所有悬臂节段的施工。利用挂篮作吊架,在刚性锁定装置安装完毕后,拆除临时支墩以释放梁体内部应力,两悬臂端平衡配重、均匀卸载^[1]。

挂篮技术指标参数为:行走时抗倾覆稳定系数 ≥ 2 ,浇筑时抗倾覆稳定系数 ≥ 2 ;另外,挂篮质量大小一般取最大悬浇段的 0.4~0.6 倍,通常取 0.5 倍进行设计;前后横梁和外模的刚度取 1/400,内模刚度为 1/300,整体刚度为 1/600。

3 菱形挂篮拼装与预压

3.1 菱形挂篮施工工序

轨道安装、锚固→主桁架安装→前后横梁桁片安装→挂篮后锚安装→外模板系统安装→底篮系统安装→内模系统安装→各工作平台安装→调试

3.2 挂篮构件拼装

挂篮拼装必须严格按照总装图及详图施工,为加快施工进度可以在吊装能力许可范围内在地面上进行部分构件的预拼装。拼装结束后必须严格检查连接构件的稳定性和可靠性,才可进行挂篮的预压。

作者简介: 王东杰(1975-),男,本科,工程师。

通讯地址: 山西省太原市胜利街 1 号(030009)。

收稿日期: 2012-11-02

除,不会阻碍河道行洪过水断面。

北京轨道交通房山线跨永定河桥墩承台基坑工程,采用锚喷竖井施工法成功完成了 19 个深基坑及墩台施工,至工程竣工,未发现较大的位移和变形,偏差均在规范要求范围之内。

参考文献

- [1] 王梦恕.地下工程浅埋暗挖技术通论[M].合肥:安徽教育出版社,2004.
- [2] 施仲衡.地下地铁设计与施工[M].西安:陕西科学技术出版社,1997.
- [3] 郑颖人.地下工程锚喷支护设计指南[M].北京:中国铁道出版社,1988.4
- [4] 牛正军,臧德胜.砖砌倒挂井在市政工程中的应用[J].湖南工程学院学报,2010(2):76-78.