

深异形地下连续墙施工技术研究

易智宏¹, 赵建平¹, 汪应朝¹, 李莉萍²

(1. 武汉地质勘察基础工程有限公司, 湖北 武汉 430030; 2. 重庆正平工程造价咨询有限责任公司武汉分公司, 湖北 武汉 430000)

摘要:对深异形地下连续墙施工的关键点进行了系统的研究、探讨, 归纳出了深异形地连墙施工的7个关键环节。分别对这7个重点问题进行了论述, 并通过工程实例, 对其应用效果加以验证。

关键词:深异形地下连续墙; 导墙; 基坑; 垂直度; 槽段; 钢筋笼; 泥浆; 接头

中图分类号: TU47⁺.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)11-0044-07

Study on Construction Technique of Hadal Depth & Abnormal Shape Underground Diaphragm Wall/YI Zhi-hong¹, ZHAO Jian-ping¹, WANG Ying-chao¹, LI Li-ping² (1. Wuhan Geological Prospecting & Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan Hubei 430030, China; 2. Wuhan Branch, Chongqing Zhengping Engineering Consulting Co., Ltd., Wuhan Hubei 430000, China)

Abstract: The paper studied and discussed the difficult and important points of hadal depth & abnormal shape underground diaphragm wall and inducted 7 key links of construction for hadal depth & abnormal shape underground diaphragm wall. Discussion was made on these 7 issues by engineering case to verify the application effects.

Key words: hadal depth & abnormal shape underground diaphragm wall; guiding wall; foundation pit; verticality; slot segment; steel reinforcing cage; mud; joint

1 问题的提出

深异形地下连续墙, 就是单元墙段成槽超过一定深度, 且形状非直线形的地下连续墙的统称。深异形地连墙的成槽深度一般都在30 m以上, 施工难度较一般直线形地连墙大幅度增加。

目前深异形地连墙的施工是所有地连墙施工中的软肋, 本文就是研究利用成槽机的钻进施工工艺, 配以相关设备和技术改造, 高效、优质地完成超深异形地连墙的施工, 并通过对该工艺的研究, 总结出较为先进的施工方法, 以利推广应用。

2 深异形地连墙施工技术研究的意义和目的

近10年来, 随着地下空间的开发, 以及城市地铁工程兴建, 基坑工程越来越多, 开挖深度也越来越深, 其设计和施工技术发展很快。开挖深度超过20 m的基坑已屡见不鲜, 原有常用的排桩支护结构逐渐被超深地连墙所取代, 而深异形地连墙又是地连墙结构中最为关键的一个环节, 具有很大的应用前景。其他快速发展的城市也正经历着向深异形结构地连墙发展的大变革, 在深异形地连墙复杂施工技术上给专业施工单位带来了新的考验。

3 深异形地连墙施工技术的关键

作为深异形地连墙, 其突出特点在于深与异。施工要取得成功, 关键要从以下7个方面来解决问题。

- (1) 导墙制作时预先考虑;
- (2) 泥浆性能指标的控制;
- (3) 成槽先后顺序;
- (4) 成槽垂直度控制;
- (5) 深异形钢筋笼的制作方法和安装技巧;
- (6) 砼浇筑方法;
- (7) 接头处理。

4 深异形地连墙施工技术研究

4.1 施工工艺流程(图1)

4.2 导墙制作

深异形导墙制作前, 应预先考虑异形部位的设计形式。其制作精度直接影响到成槽的先后顺序、成槽垂直度、钢筋笼安装等方面。一般情况下, 异形槽段有如图2几种形式。

由于地连墙超深, 受地下空间范围控制, 要求垂直度一般为0.25%~0.5%, 而导墙深度一般至少为1.5 m, 按照0.5%的最小垂直度计算, 内外导墙容许正偏差为7.5 mm。故导墙制作时应根据地连

收稿日期: 2012-06-11; 修回日期: 2012-09-29

作者简介: 易智宏(1973-), 男(汉族), 湖南人, 武汉地质勘察基础工程有限公司高级工程师, 勘察与建筑工程专业, 从事基础工程、基坑工程的施工与管理工作, 湖北省武汉市汉口航空路17号, yzha@163.com。

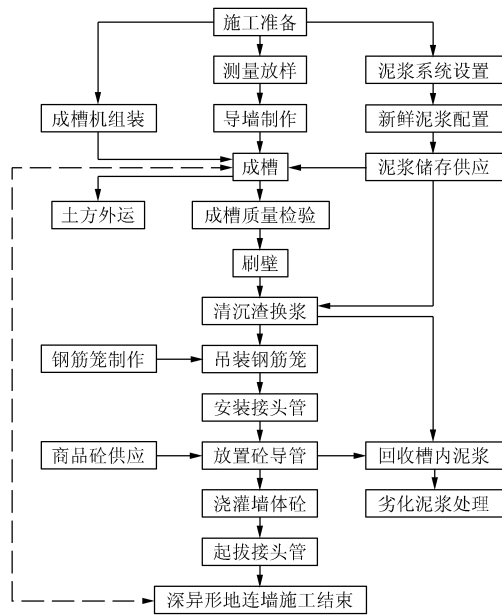


图 1 深异形地下连续墙施工工艺流程图

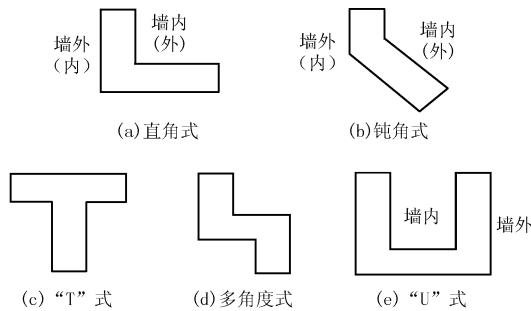


图 2 异形槽段形状图

墙设计垂直度提前计算其正偏差量,支模时将地连墙厚度加上其正偏差,就是理论导墙宽度。其次,异形导墙制作要提前考虑几抓成槽的因素,该异形导墙的长度就会有一个范围值。因此,实际导墙尺寸要根据地连墙垂直度和成槽机的现实因素综合考虑,才能确保深异形地连墙导墙施工的成功。

另外,由于成槽机具工作时张开尺寸固定,异形导墙制作要预留成槽施工的机械操作有效长度,以此纠正由于斗体受力不均而造成的槽孔偏斜。此部分长度一般控制在 30~60 cm 即可,其作用主要是使成槽机具工作受力均衡,相对垂直升降,确保成槽质量。此有效段宜向基坑外延伸,避免成墙后在坑内形成鼓包。浇筑砼时,该部分可采用胶合板或其他材料隔离后填入袋装泥土或袋装碎石。如果是连续拐角,在预留有效段时还要提前考虑相邻槽段成槽的先后顺序。

成槽施工尺寸预留如图 3 所示,相关施工现场实物照片见图 4。

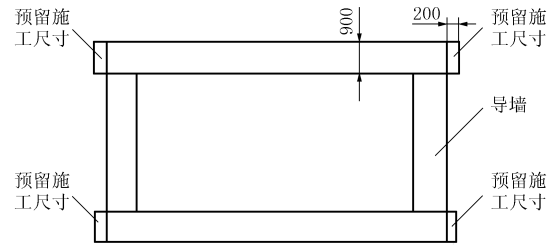


图 3 抓斗施工导墙尺寸预留示意图

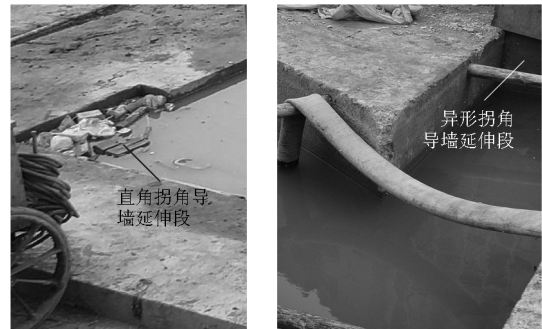


图 4 导墙拐角处施工照片

4.3 泥浆性能指标的控制

深异形地连墙的施工对泥浆性能要求尤为严格。由于异形槽段在钻进成槽时,阴角和阳角是应力最集中的部位,极易引起槽孔缩颈、坍塌甚至地面塌陷等而酿成质量安全事故,而避免此危害最有效的方法就是加强泥浆质量的控制。

深异形地连墙施工前,技术管理人员应仔细研究地勘报告,根据地质情况按下列要素配制相应性能的泥浆。

4.3.1 相对密度

泥浆相对密度越大,对槽壁的压力也越大,槽壁也越稳固。但相对密度过大,泥浆中的水因受压而渗失增多,使附着于槽壁上的泥皮增厚而疏松,不利固壁,同时也影响砼浇筑质量;而且由于流动性差而使泥浆循环设备的功率消耗增大。

泥浆相对密度宜每 2 h 测定一次。

4.3.2 粘度

粘度大,悬浮土渣、钻屑能力强,但易糊钻头,钻挖阻力大,生成的泥皮厚;粘度小,悬浮土渣、钻屑能力弱,不利于防止泥浆漏失和流砂层。

4.3.3 含砂量

含砂量大,相对密度增大,粘度降低,悬浮土渣、钻屑的能力减弱,土渣等易沉落槽底,形成沉渣。泥浆的含砂量愈小愈好,一般不宜超过 5%。

4.3.4 pH 值与稳定性

膨润土泥浆呈弱碱性,pH 值一般为 8~9,pH

值 >11 的泥浆易产生分层现象,失去护壁作用。泥浆稳定性常用相对密度差试验确定。即将泥浆静置24 h,经过沉淀后,上、下层的相对密度差 ≥ 0.02 。

4.3.5 胶体率

泥浆静置24 h后,其呈悬浮状态的固体颗粒与水分离的程度,即泥浆部分体积与总体积之比为胶体率。胶体率高的泥浆,可使土渣、钻屑呈悬浮状态。要求泥浆的胶体率 $>96\%$,否则要掺加纯碱(Na_2CO_3)或火碱(NaOH)进行处理。

4.3.6 投料制备

投料顺序宜为:水 \rightarrow 膨润土 \rightarrow CMC \rightarrow 分散剂 \rightarrow 其他外加剂。由于CMC溶液可能会妨碍膨润土溶胀,宜在膨润土之后投入。

配制宜选用优质钠基膨润土,初配配合比一般为:膨润土:纯碱:水=8:0.5:100,使用3PN高速泥浆搅拌机搅拌。在施工过程中,根据具体情况,适当掺入CMC、分散剂、其他外加剂增粘。因此,通常情况下,泥浆的性能指标为:新浆密度 $1.05 \sim 1.15 \text{ g/cm}^3$;循环浆密度 $1.15 \sim 1.25 \text{ g/cm}^3$;含砂量 $<5\%$;粘度 $18 \sim 25 \text{ s}$;胶体率 $>95\%$;pH值 $8 \sim 9$ 。

泥浆池的位置与容量大小以不影响成槽施工为原则,应分设造浆池、储浆池、供浆池、回浆池,输送距离不宜超过100 m。泥浆的储备量按最大单元槽段体积的1.5~2倍考虑为宜。

一般情况下,泥浆性能不能满足施工要求的主要表现为:泥浆没有合理配置与充分使用,其密度、粘度、含砂量等不能满足施工要求,保证不了槽底沉渣厚度,致使槽壁坍塌、成槽效率低,钢筋砼保护层厚度难以满足设计及规范要求,容易发生质量安全事故、造成环境污染等。对于深异形地连墙来讲,符合要求的优质泥浆是确保施工成功的一大关键。经过统计,优质泥浆带来的经济效益非常明显,一般能保证工期或使工期节约 $1/8 \sim 1/10$,施工成本降低 $0.5\% \sim 1\%$ 。

4.4 成槽的先后顺序

由于异形槽段导墙形状的受限和垂直度的影响,决定了成槽施工顺序的唯一性。

成槽顺序分为2种情况,一是包括异形槽段在内的相邻各槽段的施工顺序,另一是单元槽段施工的先后顺序,如图5所示。

首先应考虑每个槽段的施工顺序。由于成槽机斗体张开尺寸固定,一般为2800 mm,且垂直度必须满足设计要求,对于槽段1~5的施工,施工顺序为:应先施工槽段3,然后施工槽段2与4,最后施工槽

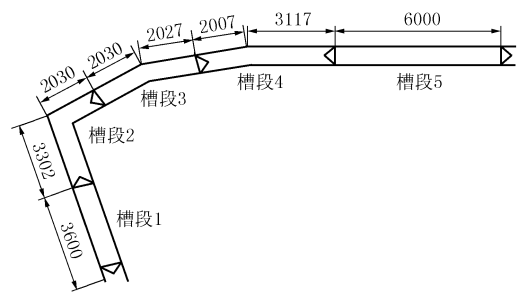


图5 异形槽段施工顺序示意图

段1与5。这种由客观条件决定的施工顺序,是保证成槽效率和垂直度的最佳措施,施工时能起到事半功倍的效果。采取这种施工顺序,钢筋笼制作便利,槽孔开挖量较少,槽孔稳定性较好,便于控制纠偏,垂直度能较好的满足设计要求。

而对于单元槽段来讲,其施工也存在一定的先后顺序。施工时,一般应先施工最外侧一抓(第一抓),然后施工最内侧一抓(第二抓),最后施工第三抓,这样才能确保斗体施工时受力均衡,不致产生倾斜,能有效保证槽孔的垂直度。第一抓与第二抓两端受力均衡,成槽质量好,施工效率高。第三抓一般只剩小墙,其导向由第一抓和第三抓控制。

单元槽段成槽的先后顺序还受槽段长度的影响。槽段较长时,施工的顺序可适当调整,否则只能按照上述顺序施工。

4.5 成槽垂直度的控制

深异形地连墙由于受到不同平面和角度的控制,对垂直度的要求更高,更加严格。影响槽孔垂直度的因素有:导墙垂直度、设备配合间隙、设备就位水平状态、操作人员技术水平等。

(1)导墙制作精度应严格控制,其垂直度偏差 $<0.5\%$,方能起到成槽时第一步导向的功能,后续成槽槽孔的垂直度才能有一定的保障。

(2)设备本身的制造精度以及纠偏系统的功能完整性。由于国内制造工艺和装配工艺的平均水平还存在局限性,这就造成了设备制造的精度误差,反映到成槽机上,给成槽垂直度带来一定的波动,不能始终处于稳定状态。而只能通过对设备定期的保养、维修、调试,才能较好的控制其纠偏功能的完整性。目前,所有成槽设备均配备有纠偏装置和成槽测斜装置,能够对产生偏斜的槽段进行实时监控。

(3)设备操作人员的技术水平。操作水平主要反映在工人操作成槽机的熟练程度以及对地质情况的了解和领悟。人机合一状态是最高境界,对槽孔垂直度的控制可以达到最佳状态。开槽时,成槽机

斗体应悬挂,钢丝绳绷紧,张开斗体,按槽段划分线外扩一定尺寸,缓缓下入槽内。当地层发生变化时,操作人员更要仔细观察,一般情况下软硬互层是最易产生偏斜的部位,钻进时应按照开槽时的方法操作,才能更进一步的确保垂直度。

4.6 深异形钢筋笼的制作方法和安装技巧

由于钢材具有柔性及挠性,超长、超重、异形的钢筋笼在起吊过程中很容易产生变形,所以制作时必须对关键部位进行加固,确保起吊后垂直、平整,整体刚度良好。

4.6.1 深异形钢筋笼制作

根据异形地连墙设计要求,在制作平台上,将各种不同型号的钢筋采用焊接或机械连接方式,制作成与导墙同形状的网状构件。为便于钢筋笼安装顺利,制作前,应先实地量测异形段导墙形状,实地放样,确定钢筋笼的角度与尺寸,然后按照放样构件下料。制作时,先在加工平台上铺设底片钢筋,挂控制线调整平直,点焊牢固后,设置纵横向桁架,然后铺设上片钢筋,纵向桁架数量根据网片幅宽来确定,一般间距1.2~1.5 m,横向桁架间距9 m较为合适。水平分布筋与主筋应全部点焊牢固。为保证钢筋笼有足够的起吊刚度,制作时还须在异形拐角部位加焊斜拉钢筋(斜拉钢筋间距一般为1~2 m,钢筋直径 ≤ 22 mm),必要时还应架设撑杆或脚手架,稳固钢筋笼形状,安装时再将其去掉。为确保网片在起吊和运输过程中绝对安全可靠,严禁产生不可恢复的变形,一般深异形钢筋笼宜按设计长度采用整体制作,分段下置方式,同时要对各吊点和控制标高尺寸的吊筋进行加固。

4.6.2 深异形钢筋笼吊装

根据钢筋笼的规格、形状、总质量及起吊的安全性,以及本身施工场地的影响,深异形网片采用分段起吊、孔口连接的方式,可大大降低吊装的风险程度。

吊装钢筋笼,通常选用2台起重设备抬吊。先水平吊离地面,再缓慢、平稳使之处于竖直状态,通过吊车移动、调整,将网片置入已挖好的槽段中,其吊装示意如图6和图7所示。

吊装主扁担采用厚度为 $\delta = 60$ mm的Q235B钢板加工制作,尺寸为4000 mm \times 500 mm;同时用160槽钢与钢板焊接,焊缝要平整、牢固,并在两侧分别铣出 $\varnothing 100$ mm孔3个和2个,见图8。

吊索具钢丝绳的大小和长度根据钢筋笼的质量、分段长度等来确定。卸扣和滑轮根据钢筋笼的质量确定,确定原则为其承受最大总荷载的1.5~2

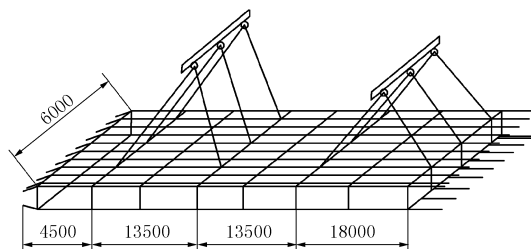


图6 钢筋笼水平吊装示意图

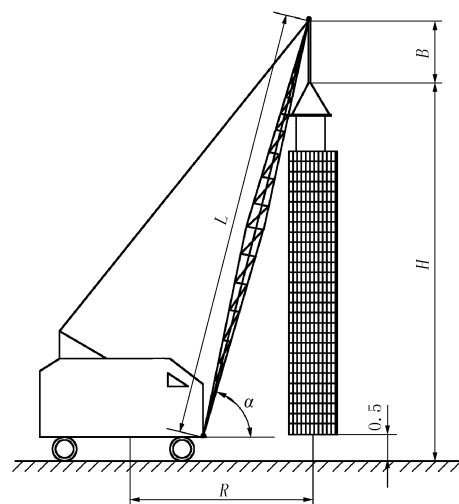


图7 钢筋笼竖直吊装示意图

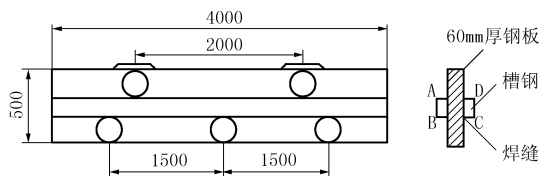


图8 钢筋笼起吊主扁担示意图

倍为宜,数量以起吊使用方式为准。吊装钢丝绳按《钢丝绳》(GB/T 8918-96)执行。

如果吊点位置计算不准确,钢筋笼会产生很大变形,使焊缝开裂,整体结构散架,无法起吊,严重时甚至拉翻副吊,折断主吊臂杆,对周边环境产生极大的影响。因此吊点位置的确定是吊装过程的一个关键步骤。

起吊时一般应设置主、副两吊共10~12点,两吊点的位置按简支梁简化计算,质量按均布荷载考虑。

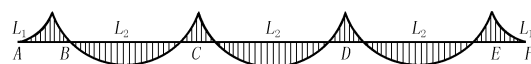


图9 钢筋笼分段起吊长段网片弯矩计算图

根据力矩平衡原理,对图9有: $+M = -M$
有:

$$M = (1/2)qL_1^2$$

$$-M = (1/8)qL_2^2 - (1/2)qL_1^2$$

式中: q ——均布荷载; M ——弯矩。

故:

$$L_2 = 2\sqrt{2}L_1$$

因此起吊点选取 B 、 C 、 D 、 E 时,钢筋笼起吊弯矩最小,实际吊装过程中 B 、 C 为主吊位置。根据相关技术数据和实际吊装经验,当 A 、 B 两点重合,即 A (B)、 C 为主吊位置, D 、 E 为副吊位置时,钢筋笼整体挠度变化微小,一般 $1 \sim 4$ mm,在允许范围内,符合安全起吊标准。

4.7 砼浇筑

深异形地连墙砼浇筑导管必须做气密性试验,压力满足要求后方可使用。浇筑前,应先量测槽底沉渣,置换底部泥浆。如果沉渣厚度超过设计要求,则必须清孔。清孔可采用气举反循环和泵吸反循环,沉渣满足设计要求后即可开盘。灌注时,导管内必须下置隔水塞,使砼与泥浆两种不同介质有效隔离。

相较于直线形地连墙,深异形地连墙的形状独特,角部位和面部位较多,成墙质量和防渗要求更高。考虑接头部位和异形拐角部位的砼浇筑质量,以及灌注架的操作空间,导管安放位置要遵循薄弱部位就近原则。作为施工管理人员,应结合钢筋笼的形状,事先在导墙表面刻划出灌注架的安放位置,该位置不得与接头箱或锁口管起拔空间有冲突,同时要计划砼车进出路线,确保两幅导管同时浇筑。

导管下置幅数及布置方式一般为:槽宽 < 4 m 时,使用 1 幅导管;槽宽 $4 \sim 7$ m 时,使用 2 幅导管;导管距槽段两端距离 ≥ 1.5 m,导管间水平距离 ≥ 3 m。2 幅导管安装时必须居中槽段,以免提动时挂住钢筋笼而导致埋管。当使用 2 幅导管浇筑时,要同时进行,整个砼面上升速度不宜小于 3 m/h,也不宜大于 5 m/h,力求保持均衡,砼面高差 ≥ 50 cm。

4.8 接头处理

深异形地连墙质量控制的另一个关键点就是接头部位的防渗漏处理。无论是刚性接头还是柔性接头,均有各自的施工工艺和施工要求,但关键均是相邻两墙接头的连接质量和渗漏水防治。

深异形地连墙的接头宜设置在直段部位,可减少其应力集中而避免开挖时变形。

施工时,接头处的回填要均匀,回填材料宜用编织袋装,装袋最多 $1/3$,即以材料能在编织袋内来回滑动为最佳。另外,接头管或接头箱的起拔要根据砼的初凝时间来决定。起拔过晚,将直接导致埋

管;起拔过早,砼绕流,给后期槽段施工带来障碍,并导致接头结合不紧密,开挖后出现渗漏。因此,掌握砼的初凝时间,对起拔及防渗漏至关重要。

为进一步防止接头处夹砂、夹泥、或形成低强度素砼,施工后期槽段时,必须对一期槽段接头采用专制钢丝刷或冲击钻进行清刷处理。专制钢丝刷宜制作成条形,以防止刷子在槽段内转动而导致卡死。钢丝刷制作形状如图 10 所示。



图 10 钢丝刷实例照片

对于深异形地连墙,为控制接头处渗漏水,一般还应在基坑外侧的接头部位施工高压旋喷桩或三轴搅拌桩,形成止水帷幕,达到防渗漏和止水效果。

5 工程实例

5.1 武汉市轨道交通四号线二期一标段复兴路车站围护结构工程

该工程围护结构采用地下连续墙 + 内支撑支护形式。地连墙宽 1 m,深 45 m,采用“工”字钢接头,共有 8 幅异形槽段,分别为“L”形、“Z”形、“T”形,是典型的深异形地连墙。该项目共计 33 幅地连墙,施工分 2 期进行,先施工南侧。

5.1.1 槽段调整和钢筋笼分段

该项目制作导墙时,就预先考虑了异形槽段施工的便利性,对设计图纸进行了调整,如槽段 EW25,其调整情况如图 11。

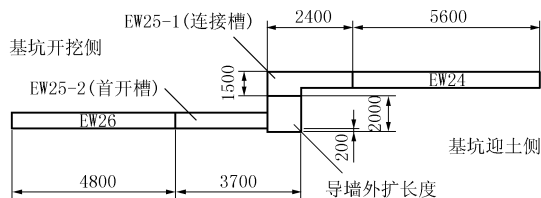


图 11 复兴路站地连墙 EW25 槽段施工调整示意图

同时,将调整后的槽段分解为 EW25 - 1、EW25 - 2 两个槽段,并且将 EW25 - 1、EW25 - 2 的施工先后顺序进行了确定。实践证明,EW25 槽按此方法调整后,施工迅捷、安全、成槽成墙质量优良。施工时,同样对 EW11 槽进行了调整,并将每抓成槽顺序作出了详细的要求,取得了很好的效果,如图 12。

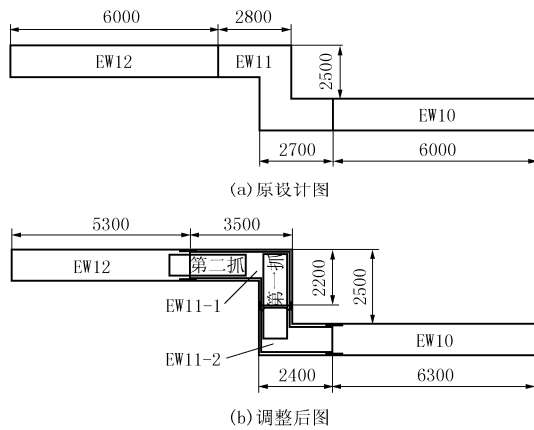


图12 复兴路站地连墙EW11槽段施工调整示意图

调整说明:(1)由于成槽机施工机具尺寸为2.8m,按照此图调整后在保证单抓成槽,有效缩短成槽时间;(2)“Z”形槽受到所有的面与角的限制,若整体制作,将很难确保网片的顺序安装;(3)整体制作后,起吊时网片的质量将超过70t,现场将要更换主吊,增加一系列的难度和风险;(4)分解为两个“L”形后能有效保证网片的顺利安装,且能尽量减少槽段由于阴角和阳角的应力集中而带来的坍塌影响。

本项目地连墙钢筋笼总长度为44m,因为地处交通要道,车流人流异常繁忙,为确保安全,钢筋笼采取整体制作、分段下置,两段长度分别为36m和8m。长段钢筋笼吊点的计算为:

$2L_1 + 3L_2 \geq 36$,取 $2L_1 + 3L_2 = 36$,又 $L_2 = 2\sqrt{2}L_1$,计算得: $L_1 = 3.43\text{ m}$; $L_2 = 9.7\text{ m}$ 。

实际吊装过程中,B、C是主吊位置,AB距离影响吊装钢筋笼。根据相关技术数据和实际吊装经验,适当调整A、B两点位置,使其重合,其它各点位置同时作相应调整,如图13。

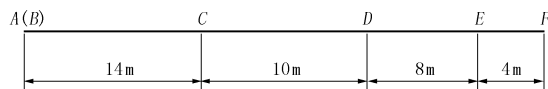


图13 钢筋笼吊点布置图

经过调整后,本项目钢筋笼起吊非常安全、稳固,完全满足预期要求。

5.1.2 起重设备选型

本项目选用200t履带吊车作为主吊,200t吊车作业工况如表1(分段起吊时选用)。

表1 200t吊车作业工况表

序号	设备名称	本体质量/t	吊装质量/t	主吊车		
				杆长/m	作业半径/m	载质量/t
1	钢筋笼	62	66	47	9	85.6
2	钢筋笼	62	66	47	10	82.6
3	钢筋笼	62	66	47	12	74

5.1.3 钢筋笼吊装点加强措施

为确保钢筋笼在起吊和运输过程中绝对安全可

靠,制作时,须要对各吊点进行加固。并且,为确保钢筋笼安装时准确定位,控制标高尺寸的吊筋也必须得到应有的加强。

根据本项目地连墙钢筋笼的实体质量,其最大质量55~62t。吊点采用HPB235级 $\varnothing 32\text{ mm}$ 钢筋加强。验算如下:

$$F = f_y S$$

式中: F ——极限拉伸力; f_y ——极限抗拉强度, $f_y = 235\text{ N/mm}^2$,抗拉强度设计值 $f_y = 210\text{ N/mm}^2$; S ——钢筋截面积, $S = 3.14 \times (32/2)^2\text{ mm}^2$ 。

根据计算, $F = 210 \times 3.14 \times (32/2)^2 / 10000 = 16.88\text{ t}$,即表明单根HPB235级 $\varnothing 32\text{ mm}$ 钢筋设计抗拉力为16.88t。本项目钢筋笼起吊时,最少设置4个吊点,设计受拉力为: $16.88 \times 4 = 67.52\text{ t}$,完全满足起吊要求,故吊点加强采用HPB235级 $\varnothing 32\text{ mm}$ 钢筋合适。

5.2 武汉市永清综合发展项目瑞安A₁、A₂、A₃地块深基坑支护及降水工程

本项目共195幅地连墙,墙宽分为0.8m和1.0m两种,深度为46.5~49.5m,采用圆弧形锁口管接头,其中有10幅异形槽段,是典型的深异形结构地连墙。异形墙主要位于基坑四角部位及0.8m和1.0m墙交接处。

该项目施工时,针对汉口沿江砂层较厚的复杂地质情况,考虑到地连墙超深,且采用锁口管接头,导墙制作采用了新的方法,如图14所示。

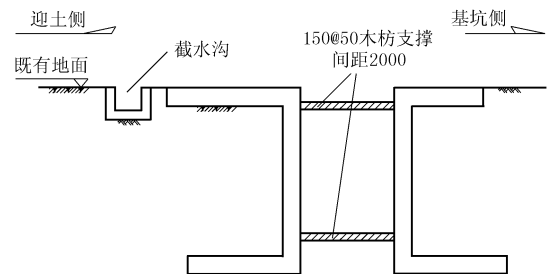


图14 导墙制作示意图

该形导墙制作分4步进行。第一步绑扎底面钢筋,支模浇筑底部墙体;第二步绑扎立面钢筋,支模浇筑立面墙体;第三步,立面墙体拆模养护后,回填粘土,并分层压实,压实时不得将立面墙体挤压变形;第四步支模浇筑盖板,拆模后养护一周,即可使用。施工验证表明,该导墙具有很好的承力结构,完全满足本项目接头管的起拔要求。另外,在异形槽段处,提前将导墙形状和开挖先后顺序确定好,并按此制作导墙,施工时取得了非常好的效果。异形导

墙制作经过周密计算,外扩部位相应进行了调整。

该项目地连墙超深,地质情况复杂,砂层穿越厚度 $>30\text{ m}$,因此,成槽过程中对泥浆质量要求非常高。施工时砌筑了专门的泥浆池,依次间隔分设造浆池、储浆池、供浆池、回浆池,每个分池容量均在 100 m^3 以上,能同时满足2个槽段的施工需求。造浆采用优质钠基膨润土,新浆性能为:密度 $1.08\sim 1.12\text{ g/cm}^3$,粘度 28 s ,含砂量 1% 。回收泥浆采用了ZX-200型大功率泥浆分离除砂器,经过除砂后的泥浆,其参数为:密度 $1.10\sim 1.16\text{ g/cm}^3$,粘度 30 s ,含砂量 $3\%\sim 4\%$,完全满足设计与施工要求。

由于泥浆在循环使用过程中,不断受到砂水泥浆液的污染,导致不同程度的劣化,需要不断对其进行补充调节,使其满足施工要求。因此,在施工过程中,除补充新浆外,还使用CMC和纯碱进行调节,使循环泥浆能有效满足施工要求,起到良好的护壁效果。

由于砂层厚,成槽时在软硬互层和地质分层部位较易产生偏斜,因此,施工时,针对地质互层情况进行了详细的研究,并对操作人员进行技术交底,要求在不同地质交错层和软硬互层部位采取抓斗悬挂挖掘的方法,成槽质量达到了预期的效果,成槽后经过检测,槽孔垂直度完全达到或超过了设计要求的 $1/500$ 。

另外,由于存在 0.8 m 和 1.0 m 墙的交接,根据

具体情况,必须先施工 0.8 m 地连墙,后施工 1.0 m 地连墙,方能满足设计,确保地连墙的完整性。

6 结语

随着新技术、新设备、新工艺的不断出现,施工管理和解析方法的不断完善,地下连续墙作为一种基坑支护施工工艺,配合其他先进的施工方法,其施工技术将日益成熟,使用范围和用途还将有新的突破,并且将占据基坑工程的主导地位。在此基础上,深异形结构地连墙的施工技术也将越来越成熟,使用范围也将越来越广泛,如钻孔灌注桩方桩的设计与施工,地下连续墙新型柔性锁口管的发展,新形接头处理技术的应用等,深异形地连墙的研究也将进一步通过实践得到更加完善。

参考文献:

- [1] 易智宏,李小刚.地下连续墙施工技术难点探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(4):10-12.
- [2] 李小刚,易智宏,李莉萍.地下连续墙施工中泥浆的合理使用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(2):15-17.
- [3] 易智宏,曾继文,黄安.地下连续墙“三合一结构”的施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):51-53.
- [4] 孙立宝.超深地下连续墙施工中若干问题探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(2):51-55.
- [5] 日本土木工程师协会.地下连续墙施工技术[Z],1997.

我国首台智能化多功能钻进实验台研制成功

本刊讯 由中国地质大学(武汉)工程学院和无锡金帆钻凿设备股份有限公司联合研制的IDS-8000型智能化多功能钻进实验台研制成功,并通过工厂验收。该实验台将用于中国地质大学(武汉)工程学院钻探实验室。

IDS-8000型智能化多功能钻进实验台主要应用于教学、科学研究,亦可作为生产钻机使用。该实验台的建立为教学、科研、对外服务提供了先进的研究平台。并且整个实验平台要求起点高,技术国内领先,接近国际先进水平,使其成为目前国内大学钻探实验室中最先进的钻进测试设备。

智能化钻进实验台主要特点如下:

(1)完成的“智能化多功能钻进试验台”将以多功能特色而进入世界先进行列。

其显著特点具体表现在可在一个实验系统中满足多工艺、多方法的钻探技术、钻探工具等的研发与科学实验,且可与“国家优势学科创新平台”实现无障碍衔接。该系统可以进行各种钻探工艺、钻探机具、切削工具、取心机具等新技术、新方法的研发实验,还可进行井壁稳定性模拟实验、井底数据采集与传输实验、实时钻孔参数采集与传输实验等。

该智能化多功能钻进试验台具备进行多工艺、多介质、全尺寸钻进实钻实验,实验台具备一定的闭环控制功能,可以精确施加各项工艺参数,能够实现计算机控制智能化操作,以及所需各项试验数据采集、存储与处理的功能。

利用该钻进实验台可以根据科研工作的需要实钻建成模拟井筒,在该井筒中可以开展各项为深井钻进所研发的各种器具、机具、

仪器等,在实验井筒中浇筑不同成份的材料来模拟目标地层进行全尺寸实钻试验、复杂地层条件下取心钻进试验、天然气水合物取心钻具取心试验等,可以极大地降低在野外生产井进行相关试验的风险和大幅度降低研发费用。改善实验教学水平,使学生在实验教学中即可了解到行业内最新技术,对提高学生专业技术素质、为社会培养高素质专业人才极为有利。

(2)钻机动力头由交流变频电动机直接驱动,并有高速和低速两种配置,可实现6挡变速。高速配置可适用于硬质合金及高速金刚石等多种钻钻工艺;低速配置用于牙轮、潜孔锤、复合片等钻进,具备反循环功能。

(3)钻机辅助功能(动力头的给进、桅杆变角、工具绞车、钻具拧卸等)为液压驱动和控制。

(4)钻机的主要功能随机设置有近程电控装置,使得液控、电控任意切换、选择。

(5)钻机的主要钻进参数(转速、钻压、泥浆泵排量等)由计算机精确控制。

(6)钻机配置钻参仪,可采集动力头转速、钻进钻压、泥浆泵压力、泥浆排量、机械钻速、钻进扭矩、系统功率消耗、系统压力、系统温度等钻进参数。

(7)钻机配置液控孔口装置,满足钻具自动拧卸功能。

(8)钻机液压系统主要元件均采用国内外名优产品,使整机性能稳定可靠、寿命长。

(9)将采用多项国家专利技术,确保钻机的技术先进性。

(10)信息采集扩展功能:冲击器参数(频率、冲击功等)采集。