

地下连续墙超大钢筋笼吊装施工设计安全技术

闫凯进

西安市地下铁道有限责任公司 陕西西安 710018

DOI号:10.18686/bd.v1i4.229

[摘要] 城市轨道交通工程的日益发展,地下基坑工程的深度不断加大,由于地下连续墙刚度大,稳定性、安全性能好,它在超深基坑围护结构中优势及重要性越来越凸显出来,然而随着围护结构深度的不断加大,地下连续墙钢筋笼的长度、宽度、厚度以及质量也随之不断增大,这导致了钢筋笼整体吊装的安全风险级别不断攀高,因此如何设计一个安全合理的吊装方案是必不可少的安全风险控制环节。本文以某地下轨道交通大型综合枢纽工程围护结构钢筋笼吊装设计安全技术设计来分析,给予其他类似工程施工的同仁予以参考。

[关键词] 工程;施工

一、工程概况

某城市地下轨道交通大型综合枢纽工程基坑深度约29.5米,采用地下连续墙围护结构,地下连续墙单幅钢筋笼长50米,单幅钢筋笼总质量重达78.16t。

二、施工准备

2.1 人员配备

为确保钢筋笼吊装顺利、安全,特成立吊装安全管理领导小组,全面管理、监控吊装作业。同时保证专业吊车司机和信号持证上岗,配备专职全员和专业吊装作业工人。

吊装作业配备信号工6名,300T履带吊驾驶员4名,150T履带吊驾驶员4名,50T汽车吊驾驶员4名,安全防护人员12名,钢筋笼司索工30名,起吊上扣、解扣人员20名。

2.2 机械配备

300T履带吊两台,150T履带吊两台,50T履带吊两台。

三、钢筋笼吊装方案

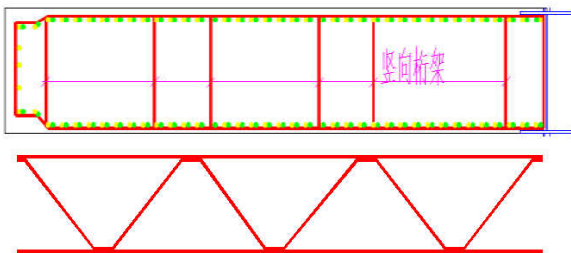
3.1 吊机选型

主机选择:300t履带吊作为主吊,主机起吊配备90t与50t铁扁担,铁扁担和料索具总重约3.5t。

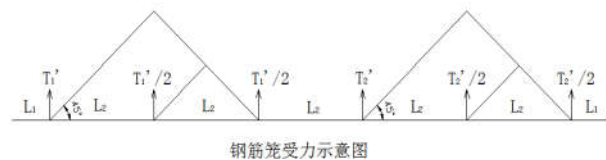
副机选择:150t履带吊作为主吊,副机起吊配备50t铁扁担,铁扁担和料索具总重约1.5t。

3.2 钢筋笼吊装计算

标准幅钢筋笼共6排纵向桁架,横向桁架每隔5米一道,在吊点位置另加设横向桁架。假设纵向桁架在横向上不会失稳,对纵向强度进行验算。



钢筋笼受力分析示意图



钢筋笼受力示意图

假设纵向桁架在横向上不会失稳,对纵向强度进行验算。

$$q=G/(Ln)=2.41\text{KN/m}$$

q —每个纵向桁架每米受力; G —钢筋笼总重量;

L —钢筋笼长; n —纵向桁架道数。

3.2.1 吊点间最大距离确定

$$\omega_{\max}=5qL^4/(384EIz) < L/500$$

$$\text{得两吊点之间最大距离: } L < (384EIz / (2500q))^{1/3} = 16.35\text{m}$$

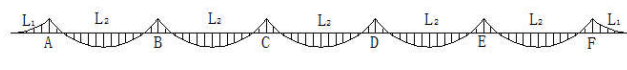
3.2.2 吊点位置确定

根据弯矩平衡定律,正负弯矩相等时所受弯矩最小的原理,计算如下:

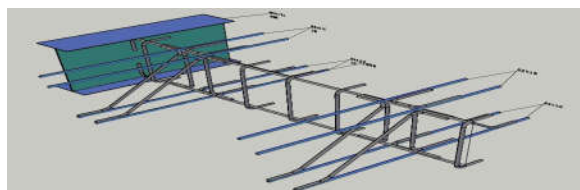
$$+M=-M$$

其中: $+M=(1/2)qL_1^2$; $-M=(1/8)qL_2^2-(1/2)L_1^2$, q 为均布荷载; M 为弯矩。

$$\text{故: } L_2=2.828 L_1, \text{ 又: } 2L_1+5L_2=49.95, \text{ 计算得 } L_1=3.1\text{m}; L_2=8.75\text{m}$$



钢筋笼弯矩计算图



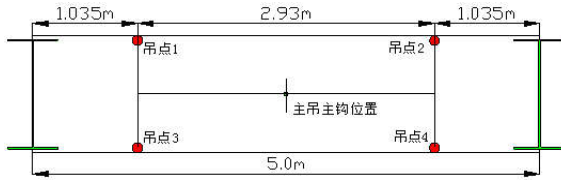
共11个横向桁架,间距5米一道,在吊点位置设置加强桁架。

3.2.3 重心计算

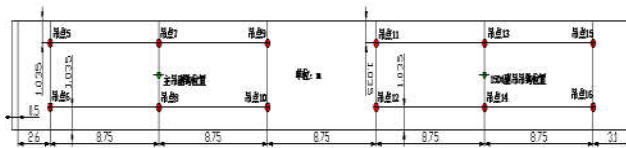
1. 首开幅

在钢筋笼横向上: 关于钢筋笼中心对称, 对于标准 5m 幅, 吊点按 1.035m+2.93m+1.035m 为宜。

在钢筋笼纵向上: 重心距笼顶 $i = M_{总} / G_{总} = 24.306m$



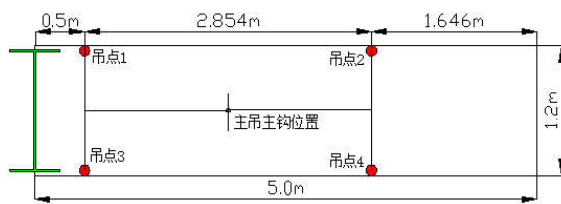
标准首开幅钢筋笼主吊主钩横向吊点布置图



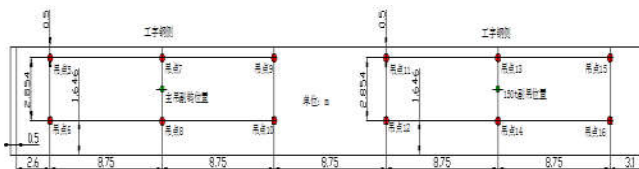
标准首开幅钢筋笼吊点布置平面图

2. 顺序幅

在钢筋笼横向上: 两吊点位置应关于 1.927m 对称, 吊点位置为距工字钢板一侧 0.5m+2.854m+1.646m。在钢筋笼纵向上: 重心距笼顶 $i = M_{总} / G_{总} = 24.15m$ 。



标准顺序幅钢筋笼主吊主钩横向吊点布置图

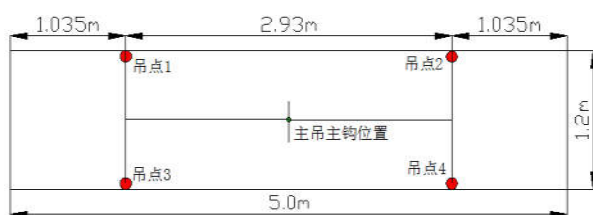


标准顺序幅钢筋笼吊点布置平面图

3. 闭合幅

在钢筋笼横向上: 关于钢筋笼中心对称, 对于标准 5m 幅, 吊点按 1.035m+2.93m+1.035m 为宜。

在钢筋笼纵向上: 重心距笼顶 $i = M_{总} / G_{总} = 23.905m$, 吊点布置与首开幅相同, 见首开幅钢筋笼吊点布置平面图



标准闭合幅钢筋笼主吊主钩横向吊点布置

3.2.4 吊点受力分析

钢筋笼吊装需采用 16 个吊环。其中主吊主钩吊环 4 个, 主吊副钩吊环 6 个, 副吊吊环 6 个。

3.2.5 吊点强度验算

吊点吊环采用 Q235 钢筋, 直径 $\Phi 42mm$ 。

在钢筋笼吊装整个过程中, 主吊主钩吊环在钢筋笼完全竖直时的受力最大, 承受了整个钢筋笼的重量。

1. 主吊主钩吊点强度验算

$\sigma = 9807G / (nA) < [\sigma] = 50N/mm^2$, 满足要求。

2. 焊缝强度验算

Q235 焊缝的抗剪强度为吊点焊缝所能承受的理论抗剪力

$f = R / (hL) < f_t = 160N/mm^2$, 满足要求。

3.2.6 钢丝绳强度验算

钢丝绳采用 6 × 37+1, 公称强度 1550MPa, 安全系数 K 取 6。钢丝绳的容许拉力可按式计算: $[F_g] = a F_g / K$ 对钢丝绳进行验算:

钢丝绳所受最大力 < 钢丝绳容许拉力, 即满足要求

钢丝绳直径 (mm)	钢丝绳破断拉力总和 F_g (kN)	钢丝绳容许拉力 (t)
52	1555	21.25
56	1825	24.94
60.2	2115	28.9
65	2430	33.2

3.2.7 吊臂验算

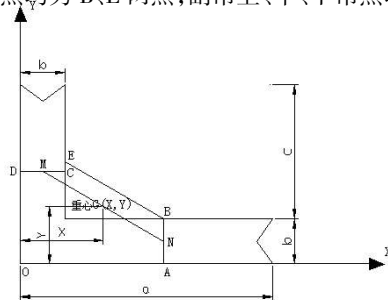
吊臂满足要求须以下三点均合格

- ① 必须保证钢筋笼能顺利吊起;
- ② 必须保证钢筋笼不能碰到吊臂, 对于标准 5m 幅, 最易碰臂为顺序幅墙;
- ③ 必须保证扁担不能碰到吊臂。

3.2.8 异型幅钢筋笼吊点分析

异型幅钢筋笼在纵向上吊点布设与“一”字幅相同, 主要考虑在横向上吊点布设问题, 横向上吊点布设和钢筋笼重心在横截面上的位置有关。“L”型钢筋笼的横向吊点选择, 须先计算出重心在横截面上的位置, 然后再用直角坐标方法得出主、副吊点在横截面上的位置。

如图, 其中主吊主钩吊点 A、B、C、D 两点, 主吊副钩上、中、下吊点均为 B、E 两点; 副吊上、中、下吊点均为 B、E 两点位置。



注: M、N分别为CD、AB的中点, EB//MN

本工程共有“L”、“Z”、“T”三类异型幅,以上针对“L”型钢筋笼吊装分析,“Z”型幅地连墙钢筋笼分为两“L”型钢筋笼制作吊装,“T”型幅可参照“L”型方法计算分析。

3.3 钢筋笼加固措施

①、将钢筋笼纵向、横向桁架作为起吊桁架,吊点设在纵、横桁架交点处,并对吊点处横向桁架加设斜筋,使钢筋笼起吊时有足够的刚度防止钢筋笼产生不可复原的变形。

②、对于拐角幅钢筋笼除设置纵、横向起吊桁架和吊点之外,另要增设“人字”桁架和斜拉杆进行加强,以防钢筋笼在空中翻转时以生变形。

③、为保证起吊安全,各道主吊和副吊吊点使用 $\phi 42$ 圆钢与起吊桁架单面满焊。

3.4 钢筋笼吊装方式

①、平抬起吊②、倾斜提升③、吊车对转④、钢筋笼水平方向运⑤、吊放入槽⑥、吊装笼前必须检查编号、尺寸,里、外面对号入座。⑦、在钢筋笼上设置对位钢筋,在导墙上设置对位点,以保证预埋的接驳器对位准确。⑧、吊放钢筋笼必须垂直对准槽中心,吊放速度要慢,不得强行压入槽内,发现受阻及时吊起经处理后重新吊放。将钢筋笼固定后,下导管,进行砼灌注。

起吊钢筋笼时,先用 300 吨履带吊(主吊)和一台 150 吨履带吊(副吊)双机抬吊,将钢筋笼水平吊起,然后升主吊、放副吊,将钢筋笼凌空吊直。

吊运钢筋笼单独使用 300 吨吊车(主吊),必须使钢筋笼

呈垂直悬吊状态。利用在导墙上标注的钢筋笼位置确定钢筋笼入槽定位的平面位置与高程偏差,并通过调整位置与高程,使钢筋笼吊装位置符合设计要求。

结束语:以上安全设计方案,经过上百幅的钢筋笼吊装施工,实践证明此类设计施工安全可靠,经济合理,可操作性强,完全能适应类似工程进行大范围借鉴实施。通过本文的设计及实践应用可得出以下结论:

1、在进行设计计算时首先要保证钢筋笼整体结构力学性能和焊接质量要得到保证;必要时必须采取辅助加固措施来保证钢筋笼在吊装过程的稳固性;

2、合理审计好吊点位置尤为重要,它是起吊安全保证的关键;

3、对于异型副钢筋笼可适当考虑满足设计的前提下拆分进行吊装;

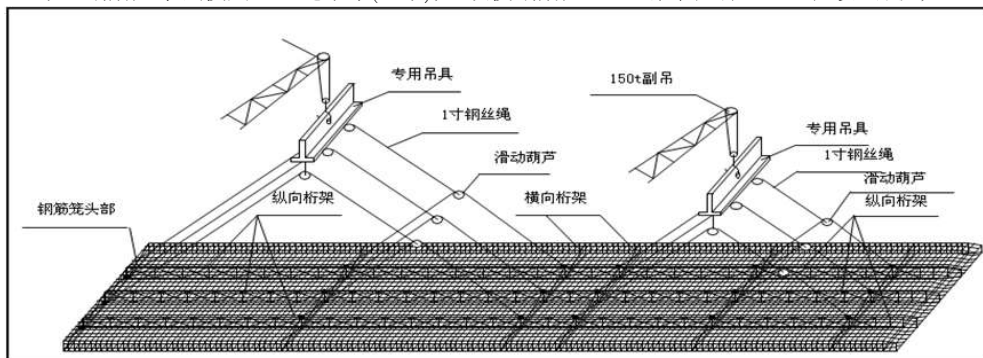
4、吊车的选型要充分考虑余量,所有的吊索吊具要全部经过检算,安全系数要按照最不利系数进行考虑。

参考文献:

[1]方佑祥.以地下连续墙作永久结构建造大型地下变电站[J].建筑施工,1988(02).

[2]凌昕哉.用地下连续墙加土锚对邻近已建厂房进行安全防护[J].建筑施工,1989(05).

[3]金培祥,潘锡满.地下连续墙成槽挖土对环境的影响与控制[J].上海建设科技,1997(05).



双机抬吊地下连续墙钢筋笼示意图

1、平抬起吊



2、倾斜提升



3、吊车对转



4、水平运输

