

建筑施工临近架空高压线钻孔灌注桩施工方法

刘 律

武汉市市政建设集团有限公司, 湖北 武汉 430023

[摘要] 高压防护系统施工及拆除方法简单, 操作简便, 施工速度快、成本低, 能有效保证钻孔桩作业时施工机具在架空高压线安全距离之外, 保证架空高压线及钻孔灌注桩施工安全, 避免了调整土建工程设计、架空高压线迁改入地等不利因素影响。本篇文章依托武汉地铁 11 号线东段二期体育学院站为工程背景, 为保证高压线和钻孔灌注桩施工安全, 进行了高压防护警示网施工进行架空高压线水平安全距离限界, 有效节省了工期, 节约了造价成本。

[关键词] 高压防护系统; 钻孔桩; 安全距离; 高压线

DOI: 10.33142/ec.v6i10.9653

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

Construction Method of Bored Pile near Overhead High-voltage Line during Construction

LIU Lv

Wuhan Municipal Construction Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430023, China

Abstract: The construction and dismantling method of the high-voltage protection system is simple, easy to operate, fast in construction speed, and low in cost. It can effectively ensure that the construction equipment is outside the safe distance of the overhead high-voltage line during drilling pile operation, ensure the construction safety of the overhead high-voltage line and the bored pile, and avoid adverse factors such as adjusting the civil engineering design and relocating the overhead high-voltage line to the ground. This article is based on the engineering background of Wuhan Metro Line 11 East Phase II Sports College Station. In order to ensure the safety of high-voltage line and bored pile construction, a high-voltage protection warning network was constructed to limit the horizontal safety distance of overhead high-voltage lines, effectively saving construction time and cost.

Keywords: high voltage protection system; bored piles; safe distance; high voltage line

引言

高压线通常是指输送 10KV 及以上电压的输电线路, 高压输电线路均为裸体钢芯铝绞线。根据《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—2005) 在建工程的外侧边缘与外电架空线路的边线之间必须保持安全操作距离, 最小安全操作距离应不小于 4~6m。随着建筑施工的迅猛发展, 临近架空高压线施工作业的土建工程项目日渐增多, 由于受工程条件、周边环境等影响, 这些项目已无法变更工程设计, 将架空高压线迁改入地则工期长且费用极高。建筑施工钻孔灌注桩施工作业时, 施工机械及工具等与架空高压线距离一旦小于安全距离, 轻则引起高压线跳闸造成沿线电力中断, 重则引起机械人员触电, 造成人员伤亡。因此临近高压线进行的钻孔灌注桩施工作业的安全问题变得越来越突出。

1 施工分类

根据《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—2005), 10kv、35kv、110kv、220kv 水平安全距离分别为 2m、3.5m、4m、6m, 垂直安全距离分别为 3m、4m、5m、6m。建筑施工临近架空高压线进行钻孔灌注桩施工作业时, 通过钻孔桩施工机械与架空高压线距离来判断高压防护系统类型及钻孔灌注桩施工形式。

若钻孔桩施工机械与高压线水平距离 $L_{安全} < L \leq L_{安全}$

+2、垂直距离 $H_{安全} < H \leq H_{安全} + 2$, 虽然大于安全距离, 但考虑成孔及钢筋笼吊装 2m 左右的作业距离变化范围, 仍存在施工机械进入安全距离风险, 通过搭设高压防护警示网来进行水平安全距离限界, 钻孔桩施工则采用常用的旋挖钻机成孔, 钢筋笼采用履带吊整体吊装; 若施工机械与高压线水平距离 $L \leq L_{安全}$ 、垂直距离 $H \leq H_{安全}$, 水平垂直距离均小于安全距离, 则通过搭设高压防护绝缘棚来进行垂直距离限界, 在有绝缘防护措施下架空高压线安全距离可减小至 2~4m, 此时钻孔桩施工采用钻杆高度较小的冲击钻成孔, 钢筋笼采用汽车吊分节吊装。

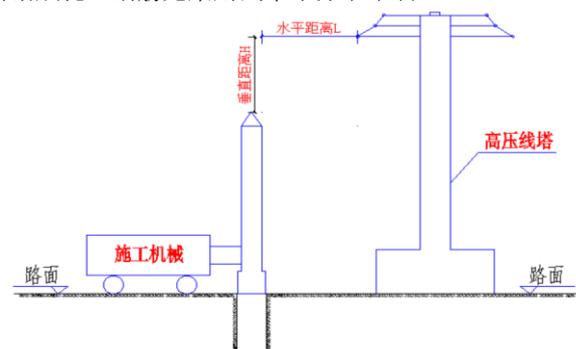


图 1 架空高压线与建筑施工钻孔灌注桩位置图

(1) $L_{安全} < L \leq L_{安全} + 2$ 、 $H_{安全} < H \leq H_{安全} + 2$ 时, 采用高

压防护警示网进行水平限界，旋挖钻机成孔+钢筋笼整体吊装施工；

(2) $L \leq L_{安全}$ 、 $H \leq H_{安全}$ 时，采用高压绝缘防护棚进行垂直限界，冲击钻机+钢筋笼分节吊装施工。

注：L、H：钻孔桩施工机械与架空高压线最小水平距离、最小垂直距离；

$L_{安全}$ 、 $H_{安全}$ ：架空高压线与施工机械的水平安全距离，垂直安全距离。

2 施工工艺要点

2.1 操作要点

2.1.1 放样确定高压线与钻孔桩位置关系

通过测量放样，确定架空高压线走向、与钻孔桩外缘水平距离 L 和离地高度 H 等参数，同时统计出受架空高压线影响的钻孔桩数量及范围。

2.2.2 高压防护水泥杆组立

(1) 当砼杆头部起立至离开地面约 1m 时，应停止牵引，安排 1 人至砼杆头部，上下用力抖动以对砼杆作冲击试验同时检查各地锚受力位移情况，各索具间的连接情况及受力后有无异常，抱杆的工作状况，砼杆各吊点及杆身有无明显弯曲现象等；

(2) 冲击试验结束后继续牵引立杆。随着砼杆的缓缓起立，制动绳操作人应根据看杆根人的指挥缓慢松出，使杆根逐渐靠近底盘。两侧临时拉线应根据指挥人的命令进行收紧或放松，使拉线呈松弛状态；

(3) 抱杆接近失效时，牵引速度应放慢，整立后方临时拉线；如为永久拉线代替后方临时拉线时，应将拉线理顺，防止出现交叉、弯勾或压叠。调整制动绳，使杆根接触底盘，以保持砼杆稳定；

(4) 抱杆失效时，应停止牵引，缓慢松出抱杆脱帽拉绳，使抱杆缓缓落地。拉绳操作人必须站在抱杆的外侧。如果抱杆脱帽不顺利，可先脱出一根，再缓慢牵引，脱出另一根。两根抱杆落地后，抽出拉绳；

(5) 砼杆起立至 $60^\circ \sim 70^\circ$ 时，继续调整制动绳，使砼杆杆根对准底盘中心就位。后方临时拉线应开始稍微受力，并随砼杆的起立而慢慢松出；

(6) 当砼杆立至 $80^\circ \sim 85^\circ$ 时，应停止牵引。缓慢松出后方拉线，利用牵引索具的质量及张力使砼杆立正，或者用人压牵引索具办法使砼杆立正；

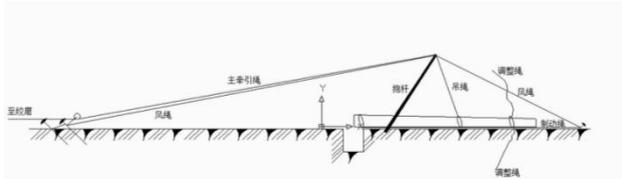


图 2 倒落式人字抱杆主视图

2.1.3 高压防护系统搭设程序

场地平整→测量放样→布置地锚→抱杆组装→倒落

式抱杆起立→杆塔整体起立→杆塔固定→拉钢丝绳→安装高压警示网或绝缘尼龙网→安装警示标志。

(1) 地锚的布置：总牵引地锚抱杆顶点杆塔中心及制动系统应在一条直线上。

(2) 抱杆组装：抱杆底部在同一平面设置锁根，抱杆根部用钢钎固定。

(3) 倒落式抱杆起立：用 4 根钢纤固定人字抱杆底座（每边各两根）。启动机动绞磨待主牵引绳受力时，抱杆两侧各 4 人，沿抱杆外侧手扶抱杆向抱杆顶部移动，使抱杆以最快的速度起至指定位置。抱杆起立到位后，绞磨应停止牵引，这时就调整抱杆顶部至中心线上。调整吊点绳长使抱杆初始倾斜角度在 50° 至 60° 。

(4) 杆塔整体起立：随着砼杆的缓缓起立，制动绳操作人应根据看杆根人的指挥缓慢松出，使杆根逐渐靠近杆坑。两侧临时拉线应根据指挥人的命令进行收紧或放松，使拉线呈松弛状态。

(5) 杆塔固定：所有基坑回填土均应分层夯实，每回填 300mm 厚度夯实一次。

基坑回填土，应先排除坑内积水。

(6) 拉钢丝绳：在水泥杆设计标高处安装抱箍和 M6 花兰螺丝，将钢丝绳沿杆根部放开后，由人工升至标高，钢丝绳套入花兰螺丝端头圆环，拧紧螺杆将钢丝绳拉直，每个单元格四角杆间用钢丝绳连接，拉成“米”字型。

(7) ①安装格宾镀锌钢丝网（适用于桩外缘距离与高压线水平距离 $L > 5m$ ）：水泥杆之间自地面起 3 米到超过高压线最大高度 1m，安装镀锌格宾钢丝网。

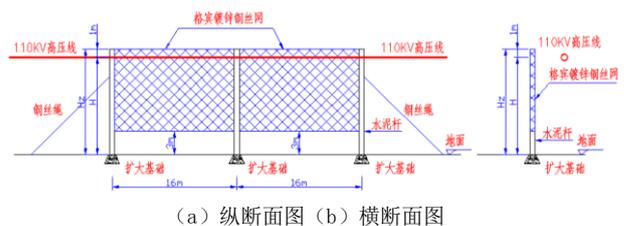


图 3 水平限界高压警示钢丝网防护安装示意图



图 4 水平限界高压警示钢丝网现场安装

②安装绝缘尼龙网（适用于桩外缘距离与高压线水平距离 $L \leq 5m$ ）：采用分块式安装，每块尺寸为 $8m \times 8m$ ，落在钢丝绳上，用铁丝与钢丝绳绑扎固定，拉紧绷直，连成整体。绝缘尼龙网安装高度与高压线垂直最小高度之间距离为 5m（以 110kv 为例）；

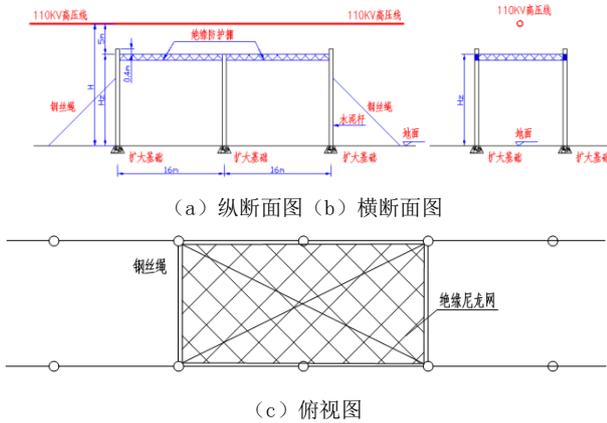


图5 垂直限界高压绝缘防护棚安装示意图

(8) 安装警示标志：在棚体或钢丝网上方每隔 10 米悬挂警示标语。所有警示标志必须安装牢固。

2.1.4 钻孔灌注桩成孔

旋挖钻机成孔

对于钻孔桩施工机械与高压线水平距离稍大于安全距离，但仍存在施工机械进入安全距离风险时，通过搭设高压防护警示网来进行水平安全距离限界，钻孔桩施工则采用常用的旋挖钻机成孔施工，打桩过程中旋挖钻机与高压线走向成“丁”字型站位。

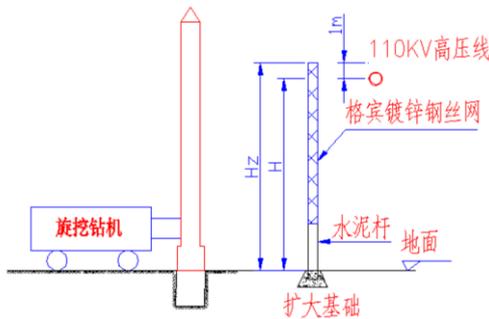


图6 旋挖钻机与高压线“丁”字型站位

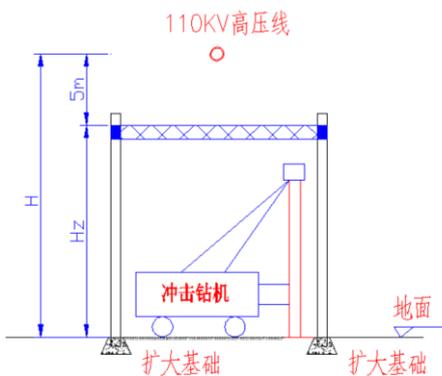


图7 垂直限界下冲击钻机成孔作业

2.1.5 钢筋笼吊装

(1) 水平限界下钢筋笼吊装

对于水平限界情况下，钢筋笼可采用履带吊整体吊装。



(a) 旋挖钻机成孔 (b) 钢筋笼整体吊装

图8 水平限界高压防护系统下钻孔桩施工

①起重吊装作业前，要实地详细具体调查吊装现场，与主要操作人员制定出切实可行的吊装方法和安全措施，保证作业安全，避免盲目施工。在施工前要将起重吊装方案向操作人员交底。吊装施工方案、交底内容应包括人员配置、起重机械的选择、吊装技术方法、起重运行路线、构件的平面布置、运输、堆放和施工安全技术措施等。

②清除吊装环境因素的不利影响。对工作环境产生不利影响较大的因素主要有：电气线路危害；风力危害；场地的不利影响，如场地不平、有泥水、地坑等；高温环境；场地存在有毒有害、易燃易爆物。

(2) 垂直限界下钢筋笼吊装

对于垂直限界情况下，钢筋笼可采用汽车吊分节吊装，分节之间采用直螺纹套筒连接。

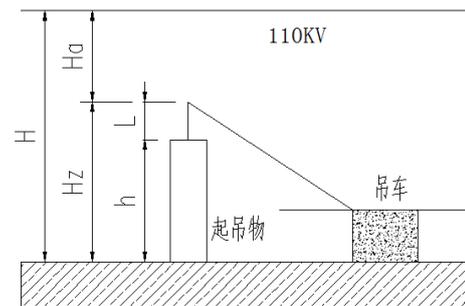


图9 起重吊装示意图

注：H—高压线最小离地高度；Ha—最小安全距离；Hz—最大起吊高度；h—起吊物高度（长度）；L—起重臂最上端至起吊物距离。

对各处高压电线下施工时采用水泥杆+绝缘尼龙网搭设防护棚防护，为确保施工万无一失，对于 110kv 高压线离线高度按 220kv 高压线考虑且增加 1m，由 4m 增加至 5m，搭设高度为高压电线下 5m，所有施工在防护棚下进行。为保证起吊的安全，需对钢筋笼进行分节吊装，采用直螺纹套筒连接。

以高压线离地高度 14m，钢筋笼总长 20m 为例，钢筋笼分节高度见表 1。

表 1 钢筋笼分节高度表

电线离地高度 H	14
防护棚高 H _p	9
L	1
起吊物最大顶高 h	8
钢筋笼总长	20
钢筋笼分节长	4
节数	5
离地高度	0.5
增加焊接长度	1
起吊总高度 h ₁	5.5

注：本表高度以 m 计。

从上表可知分节后钢筋笼的起吊总高度 h₁ 均小于起吊物最大顶高 h，满足高压电线防护施工最小安全距离的要求。钢筋笼分节吊装井口焊接施工见图 5.2-9 钢筋笼分节吊装施工图。

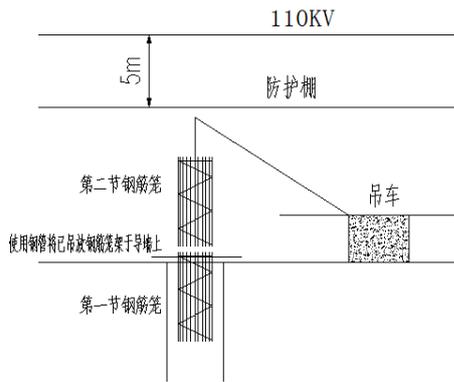


图 10 钢筋笼分节吊装施工图

2.1.6 钻孔灌注桩砼浇筑

采用商品混凝土，由砼运输车轮流运送到孔位旁，由砼运输车直接把混凝土倒入料斗内，由料斗放入导管内进行灌注。桩基砼配合比设计初凝时间 5h，砼配制后要有良好的和易性，运输和灌注过程中无显著离析、泌水现象，为保持足够的流动性，每一罐车砼浇灌前均由试验人员检测其坍落度。

灌注过程中，经常测量孔内砼顶面的高程，及时调整导管底与砼表面的相对位置，并始终严密监视，保证导管埋深不大于 6m 并不小于 2m。

砼浇筑一次完成，桩顶灌注标高比原设计提高 0.5m，待开挖基坑浇筑承台时再凿去桩头到设计标高。

2.1.7 高压防护系统拆除

(1) 受高压线影响范围钻孔灌注桩施工完毕后，高压防护系统即可拆除，高压防护系统的拆除应由专业人员执行。

(2) 高压防护系统拆除时，作业区及进出口处必须设置警戒标志，派专人指挥，严禁非作业人员进入。

(3) 拆除顺序应遵循由上而下，先搭后拆，后搭先拆的原则，即先拆警示牌、尼龙网或钢丝网、钢丝绳，后拆水泥杆，并按一步一清的原则依次进行，严禁上下同时进行拆除作业。

(4) 拆除现场除去必要的工作人员外，其他人员应离开杆 1.2 倍杆高以外，吊件垂直下方、受力钢丝绳的内角侧严禁有人。

(5) 拆除完成后及时清理现场，做到工完料尽场地清。

3 质量控制

(1) 电杆组立前应进行外观检查，并符合下列要求：

①表面光洁平整，壁厚均匀，无偏心露筋、跑浆、蜂窝等现象；②不得有纵向和横向的裂纹；③杆身弯曲不超过 2/1000，顶端封堵良好；

(2) 电杆长度依设计选用，有接口的要作防锈处理，油漆使用不少于两道，首先使用防锈漆打底，然后用银粉漆遮盖。电杆埋深以杆长的 1/6 计算，电杆中心点确定后，回填土每下 30cm 要进行夯实一次，直至高出地面 20cm 为止；

(3) 直线杆横向位移不应大于 20mm，杆梢偏移不应大于梢径的 1/2，杆坑位移应满足顺线路方向位移不应超过设计档距的 5%，垂直方向不应超过 50mm；

(4) 组织好足够的人员，人工立杆不得少于 15 人，立 12m 杆时不少于 20 人，立杆前确定 1 人为指挥，讲明立杆方法及信号，立杆时杆长 1.2 倍范围内不得有无关人员逗留；

(5) 使用抱杆立杆塔时，主牵引绳、尾绳、杆塔中心及抱杆顶应在一条直线上。抱杆下部应固定牢固，抱杆顶部应设临时拉线控制，临时拉线应均匀调节。抱杆应受力均匀，两侧拉绳应拉好，不得左右倾斜。固定临时拉线时，不得固定在有可能移动的物体上，或其他不可靠的物体上；

(6) 已经立起的杆塔，只有在回填夯实完全牢固后方可撤去拉绳及叉杆，杆基未完全夯实牢固或杆塔在拉线未制作完成前，严禁攀登。杆塔施工中不宜用临时拉线过夜；需要过夜时，必须对临时拉线采取加固措施。

(7) 为了确保高压线下安全施工，所有范围内施工机械必须使用不小于 16mm² 的软铜线可靠接地，接地点不少于 2 处，接地电阻不大于 1Ω，电工要全过程跟踪施工机械静电检测，发现问题及时汇报处理。

(8) 高压线下桩基施工安排国网供电公司认可的第三方专业防护人员盯控现场，防止机械设备侵入高压线警戒范围。

4 应用实例

武汉轨道交通 11 号线东段二期工程第三标段体育学院站土建预埋工程，车站外包总长 608m，标准段外包总宽 21.3m，设 5 个出入口、2 组风亭。车站位于武汉市洪山区武汉体育学院与湖滨花园酒店之间，沿珞瑜路东西向

敷设。车站主体围护结构采用钻孔灌注桩基础。车站里程 DK42+703.676 至大里程终点 DK42+886.700 范围之间, 南侧围护结构 183m 区域、共计 136 根钻孔灌注桩, 受珞喻路南侧金鑫建材家具城前 110kV 珞鲁景线、华鲁卓线架空高压线影响。

钻孔灌注桩外缘距离高压线北侧悬挑最外端距离约 5.6m, 高压线离地最小高度 10.9m; 110kV 高压线水平垂直安全距离分别为 4m、5m, 钻孔灌注桩紧邻高压线施工。为保证高压线和钻孔灌注桩施工安全, 在钻孔灌注桩施工前, 进行了高压防护警示网施工进行架空高压线水平安全距离限界。高压防护系统施工完毕后, 钻孔桩采用旋挖机成孔, 钢筋笼采用 50T 履带吊整体吊装。

采用此施工方法与不设高压防护系统相比较, 避免了采用冲击钻成孔, 减少了汽车吊台班, 节省工程费用约 50 万元, 缩短了工期约 40 天;

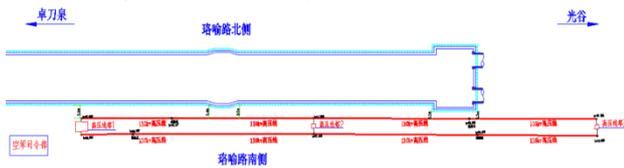


图 11 地铁车站与高压线位置示意图

5 结论

(1) 本方法可解决目前建筑施工钻孔灌注桩临近架空高压线的施工安全问题。

(2) 高压防护系统施工及拆除方法简单, 操作简便, 施工速度快、成本低。

(3) 由于高压防护系统的存在, 钻孔桩施工仅水平限界, 避免了采用冲击钻而直接采用旋挖钻机成孔, 50T 履带吊整体吊放钢筋笼, 避免了汽车吊分节吊装, 节省了汽车吊台班。

(4) 本方法可避免调整土建工程设计、架空高压线迁改入地等不利因素, 间接经济效益巨大。

【参考文献】

[1] 刘卫东. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工应用方法[J]. 居舍, 2020(24): 57-58.

[2] 薛焯焯. 钻孔灌注桩施工工艺及质量缺陷分析[J]. 上海公路, 2023(2): 177-180.

[3] 薛焯焯. 钻孔灌注桩施工工艺及质量缺陷分析[J]. 上海公路, 2023(2): 177-180.

作者简介: 刘律(1988.10—), 男, 华东交通大学, 建筑与土木工程, 武汉市市政建设集团有限公司, 工程师。