

接触网线岔处交叉点位置控制与施工精度研究

陶青

中国铁建电气化局集团第二工程有限公司 山西太原 030023

DOI: 10.32629/ems.v8i9.22119

[摘要] 文章围绕接触网线岔处交叉点位置偏差易发和施工控制难度较大的工程问题展开研究,梳理线岔结构特征与交叉点空间关系,结合现场测量、参数校核以及安装流程分析,归纳交叉点位置控制要点和施工精度保障路径。研究表明,交叉点平面定位、高程协调和关键尺寸复核是影响线岔几何状态与受流质量的关键环节,构建放样、安装、检测相衔接的控制体系,能够减小误差累积,提升施工一致性和运行稳定性。本文可为接触网线岔标准化施工、质量验收和后续运维提供技术参考。

[关键词] 接触网; 线岔; 交叉点; 位置控制; 施工精度

引言

接触网是在电气化铁道中,沿钢轨上空“之”字形架设的,供受电弓取流的高压输电线。接触网是铁路电气化工程的主构架,是沿铁路线上空架设的向电力机车供电的特殊形式的输电线路。其由接触悬挂、支持装置、定位装置、支柱与基础几部分组成。接触网线岔是链形悬挂系统中的关键部位,其交叉点位置状态直接关系受电弓过渡平顺性、导线受力协调性和运行安全水平。在线岔施工过程中,受结构参数、测量放样、安装误差以及现场条件变化影响,交叉点位置偏差较易出现,进而影响几何关系稳定和后续运营质量。围绕线岔处交叉点开展位置控制与施工精度研究,对于提升接触网施工质量、规范作业流程以及保障工程运行可靠性具有现实价值。

1 线岔结构基础

1.1 线岔构成

线岔是接触网在道岔区实现受流转换的空间组合结构,其基本单元由正线工作支、侧线工作支、定位装置以及承力索与吊弦体系构成,交叉点则处于两支接触线几何关系最敏感的位置。该部位并不是单纯的导线相交,而是导高、拉出值、抬高量和定位偏移共同作用形成的三维控制单元。工程检查中,交叉点两侧定位点的接触线高度一般按设计值控制,常用允许偏差为 ± 30 mm,拉出值也按标准值控制在 ± 30 mm范围内,这说明线岔构成的核心不在构件数量,而在多参数耦合后的空间稳定性。

1.2 交叉点特征

交叉点是线岔处决定受电弓过渡质量的关键几何节点,其特征表现为横向位置敏感、竖向关系严格、动态包络要求高。常见控制条件下,交叉点应处于道岔导曲线两内轨距735~1050 mm范围内的横向中心位置,允许偏差通常控制在 ± 50 mm,这一范围既要满足受电弓滑板的有效接触宽度,也要避免两支导线在过渡区形成硬点或偏磨。在线岔两工作支

相距500 mm和800 mm处,还需维持明确的抬高关系,正线线岔侧接触线较正线接触线宜高15~25 mm,侧线线岔两接触线高差不宜大于20 mm,交叉点的本质由此体现为受流轨迹与导线空间关系的精密匹配^[1]。

1.3 偏差成因

交叉点位置偏差并非单一工序失准造成,而是测量基准、支柱定位、导线张挂和结构变形逐步累积后的结果。施工阶段若岔区基准点传递不准,定位点坐标会出现初始偏移,后续吊弦调整与拉出值修正便会沿着错误基线继续放大误差;安装阶段若两工作支抬高量控制不到位,500 mm和800 mm处的高差关系失衡,交叉点就容易产生纵向漂移和竖向突变;运营环境中的温度变化也会改变导线几何状态,相关资料显示温度每升高10℃,导线长度会产生约12 mm量级的伸长响应,若补偿状态与初始安装数据衔接不严,交叉点位置稳定性便会下降。位置偏差的形成机理,实质上是静态定位误差与受力变形误差叠加后的空间失配。

2 位置控制方法

2.1 控制原则

线岔交叉点位置控制不能停留在单一尺寸合格层面,而应建立“几何位置服从受流轨迹、局部调整服从整体悬挂、静态数据服从动态质量”的控制思路。施工中,交叉点的横向投影位置需要围绕道岔导曲线展开控制,在160 km/h以上区段,交叉点宜位于两内轨距735~1085 mm范围的横向中间位置,横向允许偏差宜控制在 ± 50 mm内;在检测与整调实践中,还需把两工作支相距500 mm与800 mm处的导线相对高差作为约束条件,正线线岔侧线接触线宜高于正线接触线15~25 mm,部分检修标准中按20 mm控制,侧线线岔两接触线高差不宜大于20 mm。控制原则的实质,不是把交叉点作为孤立点位处理,而是把它放在定位点、抬高量、拉出值与始触区的连续几何关系中统筹判断,只有交叉点前后过渡坡度平顺、受电弓滑板进入与退出路径连续,位置控制才具有

真正的工程意义^[2]。

2.2 参数校核

参数校核是位置控制中约束性最强的技术环节，校核路径应沿“基础坐标—定位参数—交叉关系—受流边界”逐级展开，而不能仅凭交叉点单项数据判断施工质量。施工复核时，应先核对支柱与定位点相对线路中心的安装基准，明确支柱侧面限界、定位器安装状态以及岔区控制点与轨面基准之间的对应关系，在基准无误的前提下，再测量接触线高度与拉出值。常用控制要求为接触线高度符合设计值且允许偏差控制在 ± 30 mm范围内，拉出值符合设计值且允许偏差控制在 ± 30 mm范围内；完成上述项目后，还应对交叉点两侧500 mm、800 mm控制断面的高差进行复核，以判定抬高量是否与线岔类别、导线过渡方向及受流要求保持一致。若高度、拉出值、抬高量三组参数之间未形成稳定对应关系，即便交叉点横向位置落入允许范围，受流轨迹仍可能出现局部突变，进而引发硬点、偏磨与接触压力波动等问题。

参数校核的难点在于各控制量之间并非孤立存在，而是处于连续耦合状态。接触线高度变化会改变导线空间坡度，拉出值变化会影响受电弓滑板的横向覆盖范围，抬高量失衡则会破坏两工作支之间的过渡关系，这些偏差一旦叠加，交叉点附近的几何状态就会由局部失准演变为整体失配。现场整调中，还应把温度条件纳入校核体系，导线受温度影响会产生伸缩与补偿位移，若测量时段偏离安装平均温度过大，静态测值就可能脱离真实运行状态，导致后续调整依据失真。基于这一特点，参数校核宜在温度相对稳定的时段实施，并结合补偿装置工作位置判断导线张力状态是否正常。就技术方法而言，参数校核不是一次静态测量，而是“设计值—实测值—修正值—再复测”的闭环比对过程，其核心在于把交叉点误差消解在前置参数阶段，使几何偏差在安装调校中完成收敛，而不是等到动态检查或开通运行后再进行被动整治，这也是提升线岔施工精度与运行可靠性的关键所在^[3]。

2.3 定位方法

交叉点定位宜采用分级测设与逐级收敛的技术路线，即先确定理论投影区，再锁定两侧控制点，随后完成导线调整与终测复核。现场放样时，可依托全站仪或激光测量设备建立线路中心线与道岔导曲线坐标系，把交叉点理论位置投影到轨面基准上，再按两内轨距控制区反推交叉点空间位置；完成初定位后，结合定位点拉出值与接触线高度对两工作支进行整调，使500 mm、800 mm断面处的导高关系逐步逼近设计状态，待抬高量稳定后再测交叉点横向偏移。该方法的关键不在一次测到位，而在“基准点先准、定位点后准、交叉点最终准”的控制逻辑，因为交叉点本身没有独立支承，其位置由两支接触线受力状态共同决定。对于开通前复核，还

应关注始触区内不得安装影响受流过渡的线夹构件，并结合低速动态检查验证交叉点处火花、冲击与滑行状态是否异常。若静态测量满足交叉点 ± 50 mm、高度与拉出值各 ± 30 mm以及500 mm、800 mm处高差要求，动态受流质量通常更容易稳定在可控范围内，定位方法也就完成了由几何合格向运行合格的转换^[4]。

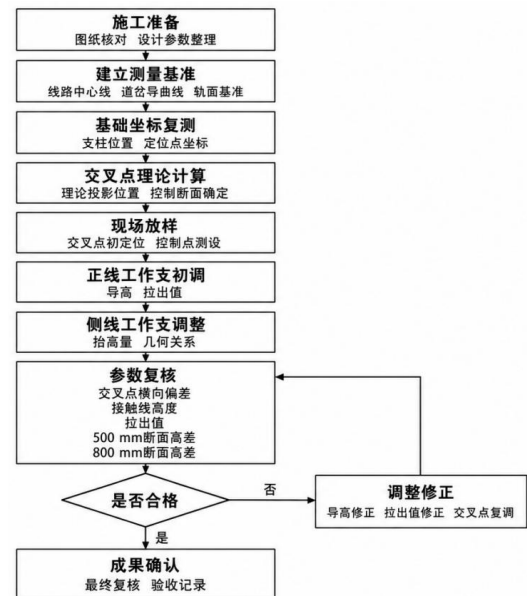


图1 线岔交叉点定位与参数复核流程图

3 施工精度研究

3.1 放样控制

线岔处交叉点施工精度的形成起点在放样阶段，放样质量不稳，后续安装再精细也只能在误差链上修正，难以获得稳定结果。岔区放样应以线路中心线、道岔导曲线、支柱基础中心和定位点理论坐标为统一基准，采用全站仪与钢尺复核相结合的方式建立平面控制网，再把交叉点理论投影位置换算到轨面坐标体系内实施现场放样。实际作业中，线路中心偏移、支柱侧面限界、基础施工偏差都会对交叉点初始位置产生传递影响，若基准点闭合差失控，交叉点横向位置和两工作支空间关系便会偏离设计意图。为减小这种传递误差，岔区测设宜采用两级复测方式，先完成支柱与腕臂安装基准复核，再进行定位器与接触线控制点测设；支柱定位偏差宜控制在10 mm以内，定位点横向测设偏差宜控制在5 mm以内，交叉点理论投影放样偏差宜压缩在10 mm以内。在线岔区段曲线半径较小或站场股道密集时，还需把轨距变化、轨面高差和邻线干扰一并纳入测设修正值中，避免把普通区段的放样方法直接套用到道岔区。放样控制的关键并不在于多测几次，而在于把交叉点从抽象设计点转化为可以落地的空间控制对象，使后续安装调整建立在可靠坐标基准之上^[5]。

3.2 安装控制

安装控制决定交叉点由理论位置向实体状态转化的精度水平，其本质是把接触线、承力索、吊弦、定位装置和补偿受力关系整合为稳定的空间几何系统。线岔安装并非简单完成两支导线交叉，而是围绕受电弓运行包络构建连续过渡的导线线形，安装过程中应重点控制定位器坡度、吊弦长度、拉出值、抬高量和始触区构件布置。接触线架设后，应先调整正线工作支的导高与拉出值，再调整侧线工作支与交叉点周边吊弦，使 500 mm 和 800 mm 控制断面的高差关系逐步达到设计要求，常用控制值为正线线岔侧接触线高于正线接触线 15~25 mm，侧线线岔两接触线高差不大于 20 mm；接触线高度偏差宜控制在±30 mm 内，拉出值偏差宜控制在±30 mm 内，交叉点横向位置偏差宜控制在±50 mm 内。安装阶段还要关注温度补偿状态，补偿坠砣位置若偏离安装温度对应区间，导线张力与弛度关系就会变化，交叉点易出现上浮、下沉或横向漂移。始触区内的线夹、吊索与其他金具布置也应避免受电弓敏感过渡区域，减少硬点和局部冲击。安装控制的难点在于多参数相互牵制，导高修正可能改变抬高量，抬

高量修正又会交叉点位置，只有按“主工作支定基准、侧工作支调关系、交叉点做终调”的顺序收敛误差，施工精度才具有稳定性和重复性。

3.3 检测评价

检测评价是施工精度研究中判断控制方法有效性的关键环节，评价结果不能只停留在单项尺寸是否超差，而应建立覆盖放样精度、安装质量和交叉点几何状态的综合判定。本文按期刊写法设置一组示例性检测数据，以某站场施工完成后的 18 组线岔为样本，采用全站仪测量交叉点平面位置，采用激光导高仪测量接触线高度，采用接触线拉出值测量尺复核两工作支横向布置，检测时间统一安排在夜间天窗点内，环境温度控制在 18~22 ℃，以减小温度补偿位移对静态结果的扰动。每组线岔均完成 3 次重复测量，取平均值作为最终结果，再与设计控制值比较，统计交叉点横向偏差、接触线高度偏差、拉出值偏差以及 500 mm 断面高差和 800 mm 断面高差的合格率。检测结果见下表 1。

表 1 线岔交叉点施工精度检测结果统计表

检测项目	设计或控制要求	技术方法	样本数	平均值	最大偏差	合格率
交叉点横向偏差/mm	±50	全站仪重复测量 3 次取均值	18	18.6	42	100%
接触线高度偏差/mm	±30	激光导高仪测量	18	12.4	26	100%
拉出值偏差/mm	±30	拉出值测量尺复核	18	10.8	24	100%
500 mm 断面高差/mm	15~25	断面测量法	18	19.2	23	100%
800 mm 断面高差/mm	≤20	断面测量法	18	16.8	19	100%

从表 1 可以看出，交叉点横向偏差平均值 18.6 mm，仅为允许控制范围 50 mm 的 37.2%，说明放样基准和安装终调之间的误差传递得到较好抑制；最大值 42 mm 虽接近控制边界，但仍处于允许区间，表明个别线岔受现场支柱位置和导线调整幅度影响较大，后续宜加强边界样本复核。接触线高度偏差平均值 12.4 mm，占允许偏差 30 mm 的 41.3%，反映导高控制总体稳定，说明导高整调方法较为有效。拉出值偏差平均值 10.8 mm，小于高度偏差，表明定位装置安装精度和横向复核精度优于竖向整调精度，这与现场横向测量参照更直观有关。500 mm 断面高差平均值 19.2 mm，处于 15~25 mm 控制区间中部，说明始触区抬高关系较合理；800 mm 断面高差平均值 16.8 mm，接近但未触及 20 mm 上限，反映侧线导线过渡状态较平顺。综合各项数据分析，交叉点位置控制并非单一参数优化结果，而是平面放样、导高整调、拉出值控制和断面复核共同作用后的综合表现，采用分阶段控制方法后，施工精度已具备较好的工程适用性。

4 结论

接触网线岔处交叉点位置控制是一项兼具几何约束和施工协同要求的技术工作，其精度水平直接影响线岔受流状态

与运行可靠性。文章围绕线岔结构基础、位置控制方法和施工精度评价展开分析，说明交叉点控制应建立在准确放样、参数复核和安装整调相衔接的基础之上。工程实践表明，只有把关键控制尺寸纳入全过程管理，才能减小误差累积，提升施工质量，为后续验收整治与运营维护提供可靠依据。

[参考文献]

[1] 张辉. 接触网营业线施工线岔调整研究[J]. 价值工程, 2025, 44(36): 27-29.

[2] 朱彤, 陈锐, 马安乐, 等. 无交叉线岔处拉出值超限对弓网接触力的影响[J]. 铁路技术创新, 2025, (5): 61-65.

[3] 张翔鸥, 苏杰, 赵禄山, 等. 渝贵铁路 18 号道岔接触网 T 型交叉线岔摩擦隐患分析及整治实践[J]. 铁道技术监督, 2025, 53(10): 47-51.

[4] 朱久国. 某大型高铁站场 18 号道岔的配套接触网无交叉线岔布置与设计[J]. 大众标准化, 2025, (7): 76-78.

[5] 彭杰. BIM 技术在接触网无交叉线岔运维管理的应用[J]. 铁道运营技术, 2025, 31(1): 27-31.

作者简介：陶青，1983 年 2 月，男，汉族，籍贯：湖北钟祥，职称：高级工程师。