

基于坐标法的防风型整体钢腕臂预配工法

中国铁建电气化局集团有限公司

李继亮 秦俊非 连进 李双双 张桂平 孟静

1 前言

兰新铁路第二双线新疆段四工区施工范围为：东起 DK1638+000 处，西止 DK1834+488 处，线路全长 196.49km。线路长气候条件恶劣，管段有大风区段两处（三十里风区和达坂城风区），其影响线路的总长度约计 166.76km，占施工管段总长的 84.9%。三十里风区：里程范围 DK1656+000~DK1746+227，约 86.398km，工程采用了防风型整体钢腕臂，由于工期压力及高技术标准要求，需要有更加高效、精准的预配技术。

2013 年 4 月至 2014 年 12 月在中国铁建电气化局集团第一工程有限公司承建的新建兰新铁路第二双线四电集成工程四工区，对防风型整体钢腕臂的预配安装技术进行研究，研发出了一种基于 X-Y 坐标系的防风型整体钢腕臂预配计算方法，编制出本工法，（发明专利：一种防风型整体钢腕臂安装方法，专利号 2014105172146），该工法大幅度提高了腕臂预配的精度，提高了施工工效。

2 工法特点

采用了基于坐标法的腕臂预配计算方法，使腕臂的预配更精确合理，大大减少了材料浪费，提高工效。

3 适用范围

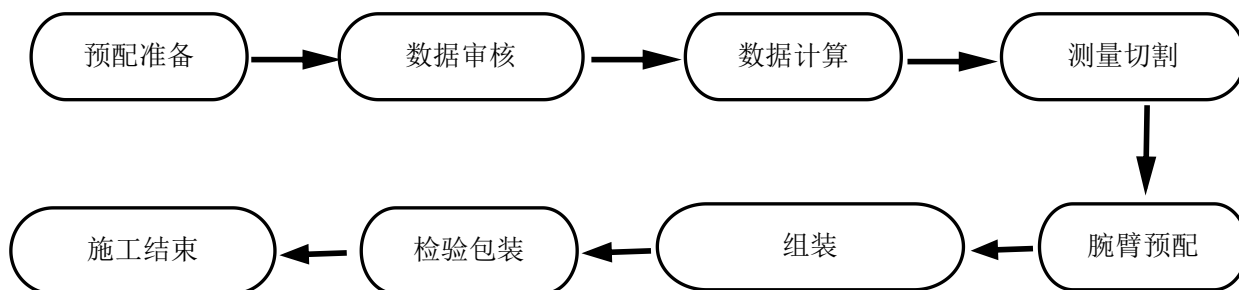
本工法适用于防风型整体钢腕臂的预配安装施工。

4 工艺原理

本工法利用一种基于 X-Y 的坐标系建立数学模型，根据导高、侧面限界看，原点为轨面连线中点所在水平面到支柱内沿面纵向中线的交点，X 轴选用原点在轨面连线中点所在水平面上到轨面中心线的垂线，Y 轴选用过原点的轨面连线中点所在水平面的垂线，根据腕臂形式，将各类型分为 5 类，计算关键部位数据，然后依据计算结果进行预配。

5 施工工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程图



5.1-1 施工工艺流程图

5.2 操作步骤

5.2.1 预配准备

准备预配平台、工器具、计算机等材料设备，对材料的外观检查和型号数量确认，严禁使用不合格品。

5.2.2 数据审核

对测量数据进行审核，发现有异于常规的数据及时与技术人员进行沟通，及时发现测量失误，避免返工和浪费。

5.2.3 数据计算

根据测量数据进行数据计算，腕臂计算关键部位确定，腕臂形式也不一样，其计算方式也不一样，各类型腕臂总共可以分为 5 类（如附图 1-5 所示）。

5.2.3.1、正定位腕臂计算

（1）悬挂点坐标：

$$xgd(1)=Cx-H\sin\alpha-acos\alpha$$

$$xgd(2)=H\cos\alpha-asin\alpha$$

其中，直线， $h=0$ ；曲外， $h<0$ ；曲内， $h>0$ ； $\sin\alpha=h/gjj$ ； $\cos\alpha=\sqrt{gjj^2-h^2}/gjj$ ；

gjj 为轨间距，悬挂点在受电弓中心左侧， $a>0$ ；反之， $a<0$ 。

（2）定位器支座坐标：

$$dwqzz(1)=xgd(1)-(\sqrt{L^2-(dwqg-d_2)^2}-d_1)$$

$$dwqzz(2)=xgd(2)+dwqg$$

其中， d_1 为定位器支架水平长度； d_2 为定位器支架竖直长度。

(3) 底座1（上底座）坐标：

$$dz1(1)=dz1cc\frac{1}{\sqrt{1+k^2}}-H_1k$$

$$dz1(2)=H_1+dz1cc\frac{k}{\sqrt{1+k^2}}$$

其中， k ：支柱斜率； H_1 ：上底座与支柱连接处竖直高。

(4) 承力索座坐标：

$$clsz(1)=xgd(1)$$

$$clsz(2)=dz1(2)+clszcs2$$

其中， $clszcs2$:承力索座高。

(5) 平腕臂长：

$$pwbc=clsz(1)-bc1c-dz1cc\frac{1}{\sqrt{1+k^2}}+H_1k+clszydj1$$

其中， $clszydj1$ 为承力索至右端距离。

(6) 定位环 1 坐标：

$$dwh1(1)=dz1(1)+bc1c+wbzccs1$$

$$dwh1(2)=dz1(2)$$

其中， $wbzccs1$ （腕臂支撑参数 1）： $dwh1$ 至 $bc1$ 右端距离；

(7) 腕臂交点 1 坐标：

$$wbjd1(1)=clsz(1)-clszcs1$$

$$wbjd1(2)=dz1(2)$$

(8) 腕臂交点 2 坐标：

$$wbjd2(1)=wbjd1(1)$$

$$wbjd2(2)=dz1(2)-100$$

其中，100 为平腕臂中心至斜腕臂第二孔垂直距离。

(9) 底座 2 (下底座) 坐标:

$$dz2(1)=dz2cc\frac{1}{\sqrt{1+k^2}}-H_2k$$

$$dz2(2)=H_2+dz2cc\frac{k}{\sqrt{1+k^2}}$$

(10) 斜腕臂长:

$$Xwbzc=\sqrt{(dz2(1)-wbjd2(1))^2+(dz2(2)-wbjd2(2))^2}$$

$$Xwbc=xwbzc-bc2c$$

(11) 腕臂支撑上坐标:

$$Wbzcs(1)=dwh1(1)$$

$$Wbzcs(2)=dwh1(2)-dwh1cc$$

(12) 腕臂支撑与斜腕臂垂直，因而确定定位环 2 进而确定腕臂支撑长，定位环 2 位置。先求 B 点坐标，B 为由定位环 1 做铅垂线与斜腕臂交点。

$$B(1)=dwh1(1)$$

$$B(2)=dwh1(2)-clszcs2-k_1[wbjd1(1)-dwh1(1)]$$

其中，clszcs2 为承力索座高。

(13) 腕臂支撑长:

$$Wbzcc=(Wbzcs(2)-B(2))/\sqrt{1+k_1^2}-dwh2cc$$

(14) 腕臂支撑在斜腕臂位置: 定位环 2 与棒瓷 2 上端距离。

$$Wbzcwz=(Wbzcs(2)-B(2))\times k_1/\sqrt{1+k_1^2}+\sqrt{(B(1)-dz(1))^2+(B(2)-dz(2))^2}-bc2c$$

(15) 定位环 4 坐标:

$$Dwh4(1)=\frac{xwbzc-152}{\sqrt{1+k_1^2}}+dz2(1)$$

$$Dwh4(2)=k_1\frac{xwbzc-152}{\sqrt{1+k_1^2}}+dz2(2)$$

(16) 定位管上端坐标:

$$Dwgsd(1)=k_1 \frac{dwh4cc}{\sqrt{1+k_1^2}} + dwh4(1)$$

$$Dwgsd(2)=dwh4(2) - \frac{dwh4cc}{\sqrt{1+k_1^2}}$$

为计算定位环 3 的坐标，先设定一个点 A:定位管下端延长，与斜腕臂交点。

$$A(1)=wbjd2(1)-[wbjd2(2) - dwqzz(2)]/k_1$$

$$A(2)=dwqzz(2)$$

(17) 定位环 3 坐标：（先求纵坐标，再求横坐标）

$$Dwh3(2)=dwqzz(2)+ \frac{dwh3cc}{\sqrt{1+k_1^2}}$$

$$Dwh3(1)=A(1)+ \frac{dwh3cc}{k_1 \sqrt{1+k_1^2}}$$

(18) 定位管下端坐标：

$$Dwgxd(1)=d(A , wbjd2) \frac{dwh3cc}{wbjd2(2)-dwqzz(2)} + A(1)$$

$$Dwgxd(2)= dwqzz(2)$$

(19) 定位管水平长度： $L_1 = dwgsd(1) - dwgxd(1)$

(20) 定位管竖直长度： $L_2 = dwgsd(2) - dwgxd(2)$

(21) 定位管位置：定位环 3 至腕臂交点 2 距离

$$Dwgwz = \sqrt{(dwh3(1)-wbjd2(1))^2 + (dwh3(2)-wbjd2(2))^2}$$

(21) 定位器支座位置：定位器支座与定位管下端的水平距离

$$Dwqzzwz=dwqzz(1)-dwgxd(1)$$

(22) 根据腕臂受力情况，适当增加抬头量，保证受力后腕臂不低头。

taitoudushu

$$d1=taitoudushu \times 0.5 \times pwbc/29$$

其中 d1=taitouzhi 为平腕臂每米的抬头高度单位 mm。

$$d2=(pwbc-clszcs1-clszzydjl+bc1c)/(pwbc+bc1c) \times d1$$

$$AE=\sqrt{((pwbc-clszcs1-clszzydjl+bc1c+d2) \times (pwbc-clszcs1-clszzydjl+bc1c-d2))}$$

$$KF=100/(pwbc+bc1c) \times d1$$

$$BK=\sqrt{((100+KF) \times (100-KF))}$$

$$wbjd2x_1=AE+KF+dz1(1)$$

$$wbjd2x_2=dz1(2)-(BK-d2)$$

其中，wbjd2x 腕臂交点 2 新：抬头后的腕臂交点 2

$$xwbzcx=\sqrt{(wbjd2x_2-dz2_2)^2+(wbjd2x_1-dz2_1)^2}$$

$$xwbcx=xwbzcx-bc2c$$

5.2.3.2、反定位腕臂计算

(1) 悬挂点计算与正定位的一样。

(2) 定位器支座坐标：

$$dwqzz(1)=xgd(1)+\sqrt{L^2-(dwqg-d_2)^2}-d_1$$

$$dwqzz(2)=dz1(2)-wtg$$

其中， d_1 定位器支架水平长度； d_2 定位器支架竖直长度；wtg 平腕臂弯头高，

dwqg（定位器高）=dz1(2)-xgd(2)-wtg。

(3) 底座1（上底座）坐标、承力索座坐标计算与正定位一致。

(4) 平腕臂长：

$$pwbc=clsz(1)-bc1c-dz1cc\frac{1}{\sqrt{1+k^2}}+H_1k+clszzydzhkykl$$

其中，clszzydzhkykl为承力索座至右端最后一孔距离。

(5) 定位环1坐标、腕臂交点1坐标、腕臂交点2坐标、底座2坐标、斜腕臂长、腕臂支撑上坐标、腕臂支撑长、腕臂支撑斜腕臂位置计算与正定位一样。

(6) 定位环3坐标：

①L形定位管，定位管与斜腕臂间定位环与斜腕臂第二孔间距离为152mm。

$$Dwh3(1) = \frac{xwbzc-152}{\sqrt{1+k_1^2}} + dz2(1)$$

$$Dwh3(2) = k_1 \frac{xwbzc-152}{\sqrt{1+k_1^2}} + dz2(2)$$

②水平定位管（先求A）

A:定位管下端延长，与斜腕臂交点。

$$A(1) = wbjd2(1) - [wbjd2(2) - dwqzz(2)]/k_1$$

$$A(2) = dwqzz(2)$$

$$Dwh3(1) = A(1) + \frac{dwh3cc}{k_1 \sqrt{1+k_1^2}}$$

$$Dwh3(2) = dwqzz(2) + \frac{dwh3cc}{\sqrt{1+k_1^2}}$$

（7）定位管上端坐标：（水平定位管指左端）

$$Dwgsd(1) = k_1 \frac{dwh3cc}{\sqrt{1+k_1^2}} + dwh3(1)$$

$$Dwgsd(2) = dwh3(2) - \frac{dwh3cc}{\sqrt{1+k_1^2}}$$

其中，Dwh3 为定位管与斜腕臂间定位环。

（8）定位管下端（即弯头下端，水平定位管指右端）坐标：

$$Dwgxd(1) = clsz(1) + wtc$$

$$Dwgxd(2) = dwqzz(2)$$

其中,wtc 为承力索座中心至弯头右端双耳孔圆心水平距离。

$$（9）定位管水平长度：L_1 = dwgxd(1) - dwgsd(1)$$

$$（10）定位管竖直长度：L_2 = dwgsd(2) - dwgxd(2)$$

（11）定位管位置：定位环3至腕臂交点2距离

$$Dwqzzwz = dwqzz(1) - dwgxd(1)$$

(12) 定位器支座位置：定位器支座与定位管下端水平距离

$$Dwqzzwz=dwgxd(1)-dwqzz(1)$$

5.2.3.3、R型腕臂计算

(1) 悬挂点坐标计算与正定位的一样。

(2) 定位器支座坐标

$$dwqzz(1)=xgd(1)-(\sqrt{L^2-(dwqg-d_2)^2}-d_1)$$

$$dwqzz(2)=dz1(2)-wtg$$

其中， d_1 为定位器支架水平长度； d_2 为定位器支架竖直长度； wtg 平腕臂弯头

高度， $dwqg$ （定位器高）= $dz1(2)-xgd(2)-wtg$ 。

(3) 底座1（上底座）坐标、承力索座坐标计算与正定位一样。

(4) 平腕臂长计算与斜腕臂一样。

(5) 定位环1坐标、腕臂交点1坐标、腕臂交点2坐标、底座2（下底座）坐标、斜腕臂长、腕臂支撑上坐标、腕臂支撑长、腕臂支撑斜腕臂位置计算与正定位一致。

(6) 定位环3坐标、定位管下端（水平定位管指左端）坐标、定位管上端（双耳端头，水平定位管指右端）坐标计算与反定位一致。

(7) 定位管水平长度： $L_1=dwgsd(1)-dwgsd(1)$

(8) 定位管竖直长度： $L_1=dwgsd(2)-dwgsd(2)$

(9) 定位管位置：定位环3至wbjd2距离

$$Dwqzzwz=dwqzz(1)-dwgxd(1)$$

(10) 定位器支座位置：定位器支座与定位管右端的水平距离

$$Dwqzzwz=dwgsd(1)-dwqzz(1)$$

5.2.3.4、非支腕臂计算

(1) 悬挂点坐标：

先算工作支坐标：

$$xgd(1)=Cx-H\sin\alpha-acos\alpha$$

$$xgd(2)=H\cos\alpha - a\sin\alpha$$

其中，直线， $h=0$ ；曲外， $h<0$ ；曲内， $h>0$ ； $\sin\alpha=h/gjj$ ； $\cos\alpha=\sqrt{gjj^2-h^2}/gjj$ ；

gjj 为轨间距，悬挂点在受电弓中心左侧， $a>0$ ；反之， $a<0$ 。

根据工作支悬挂点坐标确定锚支卡子坐标，这里按照水平间距500mm计算。

$$mzkz(1)=xgd(1)-500$$

$$mzkz(2)=dz1(2)-wtg$$

(2) 底座1（上底座）坐标计算与正定位一样。

(3) 承力索座坐标：

$$clsz(1)=mzkz(1)$$

$$clsz(2)=dz1(2)+clszcs2$$

其中， $clszcs2$ 为 $clsz$ 高。

(4) 平腕臂长计算与反定位一样

(5) 定位环1坐标、腕臂交点1坐标、腕臂交点2坐标、底座2（下底座）坐标、斜腕臂长、腕臂支撑上坐标、定位环2坐标、腕臂支撑下坐标、腕臂支撑长与正定位一样。

(6) 定位环3坐标：

$$Dwh3(2)=mzkz(2)+\frac{dwh3cc}{\sqrt{1+k_1^2}}+dwgczc$$

$$Dwh3(1)=\frac{dwh3(2)-dz2(2)}{k_1}+dz2(1)$$

其中， $dwgczc$ 为定位管垂直高。

(7) 定位管上端坐标：

$$Dwgsd(1)=k_1\frac{dwh3cc}{\sqrt{1+k_1^2}}+dwh3(1)$$

$$Dwgsd(2)=mzkz(2)+dwgczc$$

(8) 定位管下端坐标：

$$Dwgxd(1)=clsz(1)+wtc$$

$$Dwgxd(2)=mzkz(2)$$

其中，Wtc为承力索座与悬挂点垂直方向的交点至弯头右端水平距离

$$(9) \text{ 定位管水平长度: } L_1 = dwgxd(1) - dwgsd(1)$$

$$(10) \text{ 定位管竖直长度: } L_2 = dwgsd(2) - dwgxd(2)=300$$

(11) 锚支卡子位置：锚支卡子与定位管下端的水平距离

$$Mzqzwz = dwgxd(1) - mzkz(1)$$

5.2.3.5、多支撑腕臂计算

腕臂计算根据上面4种类型计算，下面仅介绍多支撑计算：

(1) 定位环1位置：

$$dwh1(1)=dz1(1)+bc1c+wbzccs1$$

$$dwh1(2)=dz1(2)$$

其中，wbzccs1（腕臂支撑参数1）：dwh1至bc1右端距离；dwh1：腕臂支撑与平腕臂间定位环。

(2) 腕臂支撑1上（腕臂支撑由近支柱侧开始依次为1,2,3）坐标：

$$Wbzc1s(1)=dwh1(1)$$

$$Wbzc1s(2)=dwh1(2)-dwh1cc$$

(3) 腕臂支撑1与斜腕臂垂直，因而确定定位环2进而确定腕臂支撑长，定位环2位置。先求B点坐标，B为由定位环1做铅垂线与斜腕臂交点。

$$B(1)=dwh1(1)$$

$$B(2)=dwh1(2)-clszcs2-k_1[wbjd1(1)-dwh1(1)]$$

其中，clszcs2 为承力索座高。

腕臂支撑长：

$$Wbzc = (Wbzc1s(2) - B(2)) / \sqrt{1+k_1^2} - dwh2cc$$

腕臂支撑 1 在斜腕臂位置：定位环 2 与棒瓷 2 上端距离。

$$dwh2wz = (Wbzc1s(2) - B(2)) \times k_1 / \sqrt{1+k_1^2} + \sqrt{(B(1)-dz(1))^2 + (B(2)-dz(2))^2} - bc2c$$

$$Dwh2(1) = B(1) + (Wbzc(2) - B(2)) \times k_1 / \sqrt{1+k_1^2} / \sqrt{1+k_1^2}$$

$$Dwh2(2)=B(2)+ (Wbzc2s(2)-B(2)) \times k_1 / \sqrt{1+k_1^2} \times k_1 / \sqrt{1+k_1^2}$$

（4）腕臂支撑1下坐标：

$$Wbzc1x(1)=dwh2(1)-k_1 \frac{dwh2cc}{\sqrt{1+k_1^2}}$$

$$Wbzc1x(2)=dwh2(2) + \frac{dwh2cc}{\sqrt{1+k_1^2}}$$

（5）定位环5坐标：

$$Dwh5(1)=dwh1(1)+dd15$$

$$Dwh5(2)=dz1(2)$$

其中，dd15为定位环1与定位环5之间的距离。

（5）腕臂支撑2上（腕臂支撑由近支柱侧开始依次为1,2,3）坐标：

$$Wbzc2s(1)=dwh5(1)$$

$$Wbzc2s(2)=dwh5(2)-dwh5cc$$

（6）定位环6坐标：

$$Ddd=dwh2wz+bc2c+dd26$$

其中，dd26为定位环2与定位环6的距离。

$$Dwh6(1)=dz2(1)+ddd \times k_1 / \sqrt{1+k_1^2}$$

$$Dwh6(2)=dz2(2)+ddd / \sqrt{1+k_1^2}$$

（7）腕臂支撑2下坐标：

$$Wbzc2x(1)=dwh6(1)-k_1 \frac{dwh6cc}{\sqrt{1+k_1^2}}$$

$$Wbzc2x(2)=dwh6(2)+ \frac{dwh6cc}{\sqrt{1+k_1^2}}$$

（8）腕臂支撑2长：

$$Wbzc2c= \sqrt{(wbzc2s(1)-wbzc2x(1))^2 + (wbzc2s(2)-wbzc2x(2))^2}$$

（9）定位环7坐标：

$$Dwh7(1)=dwh5(1)+dd57$$

$$Dwh7(2)=dz1(2)$$

其中，dd57为定位环5与定位环7之间的距离。

(10) 腕臂支撑3上(腕臂支撑由近支柱侧开始依次为1,2,3)坐标:

$$Wbzc3s(1)=dwh7(1)$$

$$Wbzc3s(2)=dz1(2)-dwh7cc$$

(11) 定位环8坐标:

先求BB点坐标，BB为由定位环7做铅垂线与斜腕臂交点。

$$BB(1)=dwh7(1)$$

$$BB(2)=dwh7(2)-100-k_1[wbjd1(1)-dwh7(1)]$$

$$Dwh8(1)=BB(1)+(Wbzc3s(2)-BB(2))\times k_1/\sqrt{1+k_1^2}/\sqrt{1+k_1^2}$$

$$Dwh8(2)=BB(2)+(Wbzc3s(2)-BB(2))\times k_1/\sqrt{1+k_1^2}\times k_1/\sqrt{1+k_1^2}$$

(12) 腕臂支撑3长:

$$Wbzc3c=\sqrt{(wbzc3s(1)-wbzc3x(1))^2+(wbzc3s(2)-wbzc3x(2))^2}$$

(13) 定位环8位置(距棒瓷2上端):

$$Dwh8wz=dwh2wz+\sqrt{(dwh8(1)-dwh2(1))^2+(dwh8(2)-dwh2(2))^2}$$

通过对测量数据的计算形成腕臂预制表。

5.2.4 测量切割

根据腕臂预制表，在作业台上测量出平、斜腕臂的下料长度并划线在管上做标识，划线完成后，贴标签，在切割前要有专职质检员符合尺寸，确认各部位尺寸标记无误。将腕臂管用卡具卡紧，用切割机切取预配所需用料，断面应整齐且与本体垂直。

5.2.5 腕臂预配

(1) 棒式绝缘子与底座连接的螺栓顺行车方向安装。

(2) 腕臂上零部件连接的螺栓穿向：水平方向的均顺行车方向穿，垂直方向的均从下向上穿。

(3) 定位器上的等电位电连接顺行车方向安装(即下行在乌鲁木齐方向，上行在兰州方向)，等电位电连接应顺直、不应有散股、死弯等问题。

(4) 平斜腕臂长度严格照计算长度进行预配允许误差 $\pm 3\text{mm}$ ，腕臂预配完后需进行复测。

(5) 腕臂上合页定位环、腕臂支撑卡子按计算位置安装进行安装允许偏差不得大于 10mm，安装后按要求力矩进行紧固。

(6) 腕臂组装完成后，应分别标记安装区间及支柱号，当为双腕臂安装时应在平腕臂上注明抬高支或水平支。

(7) 腕臂上开口销安装后双向劈开角度不得小于 120° 预配时控制在 120° ～130° ，平斜腕臂连接处螺栓开口销预配时直接安装到位。

(8) 整体式腕臂零部件螺栓穿向及紧固力矩，符合表 1：接触网零部件安装紧固力矩详表。

表 1：接触网零部件安装紧固力矩详表

序号	零件名称	螺栓规格	紧固力矩 (N·m)	材质	螺栓方向	备注
(1)	H 型钢柱双腕臂底座	M20	120～135	Q235A	从外向里	
(2)	单槽承力索座	M12 (C 型板)	44～56	06Cr19Ni10	顺行车方向	
		M12 (上下盖板)	44～56	06Cr19Ni10	由下向上	
(3)	双槽承力索座	M12 (C 型板)	44～56	06Cr19Ni10	顺行车方向	
		M12 (上下盖板)	44～56	06Cr19Ni10	由下向上	
(4)	防疲劳型承力索座	M12 (C 型板)	44～56	06Cr19Ni10	顺行车方向	
		M12 (上下盖板)	44～56	06Cr19Ni10	由下向上	
(5)	平斜腕臂连接螺栓	M20	120～135	Q235A	顺行车方向	
(6)	支撑管卡子	M12(3 个)	44～56	06Cr19Ni10	顺行车方向	
(7)	抱箍型定位环	M16X85 方头螺栓销	60～70	Q235A	方孔向圆孔	
(8)	定位器	M8	10～12	06Cr19Ni10	光孔方向穿	满足 电位 线在 来车 反方 向
(9)	定位器支座	M16 (垂直)	60～70	Q235A	由下向上	
		M16 (水平)	60～70	Q235A	顺行车方向	
(10)	冲压型锚支定位卡子	M10	25～30	06Cr19Ni10	由上向下	
		M16	60～70	Q235A	由下向上	
(11)	承力索、接触线终端	螺栓销	拧紧即可	Q235A	由上向下	

序号	零件名称	螺栓规格	紧固力矩 (N·m)	材质	螺栓方向	备注
	锚固线夹	M20x60x24				
(12)	承力索中心锚接线夹	螺栓 M12x65x45	44~56	06Cr19Ni10	由上向下	
(13)	接触线中心锚接线夹	螺栓 M12x55	44~56	06Cr19Ni10	方向交替	
	心形环销钉	M12x39		12cr18Ni9	指向线路侧	
(14)	接触线电连接线夹	螺栓 M12X50	44~56	06Cr19Ni10	指向田野侧	
(15)	承力索电连接线夹	螺栓 M12X45	44~56	06Cr19Ni10	指向田野侧	
(16)	刚性整体吊弦	M12×1.5	34~40	06Cr19Ni10	指向田野侧	由低轨穿向高轨
(17)	棘轮底座	M20	120~135	Q235A	由里向外	
(18)	线岔	M10	25~32	06Cr19Ni10	按说明书	

(9) 隧道内腕臂吊柱安装于上下行中间，腕臂预配时螺栓穿向与隧道外相反。

5.2.7 组装

- ① 把定位管腕臂支撑、定位器及定位管吊线用 $\phi 2.0$ 铁线捆扎好。
- ② 把平、斜腕臂用 $\phi 2.0$ 铁线捆扎成一体。以锚段为单位整理、标识并标明支柱号、安装位置的信息。

5.2.8 检验包装

核对腕臂的尺寸、方向、标记、杆号、安装位置等标记内容，要求字迹清晰。

对腕臂进行成组绑扎包装，并佩戴管帽、配腕臂支撑，将开口销掰到不小于60度，止动垫片已全部锁死，车间检验员复核后单独存放。

6 材料与设备

6.1 材料

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	斜腕臂	$\phi 60*5$	件	若干	长度依据计
2	承力索座	按设计	套		数量按工程
3	套管单耳	按设计	套		数量按工程

4	平腕臂	Φ 60*5	件	若干	长度依据计
5	腕臂支撑	Φ	套		长度依据计
6	双耳套筒	Φ 42	套		腕臂支撑用
7	抱箍型定位环	1C-12	套		数量按工程
8	弯型定位管	按设计	套		数量按工程
9	组合限位定位器	按设计	套	若干	数量按工程
10	棒式绝缘子	按设计	套	若干	数量按工程
11	管帽	按设计	个	若干	数量按工程
12	镀锌铁线	Φ 1.6	kg	若干	绑扎吊线头

表 6-1 材料表

6.2 设备

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	切割机	台式	台	1	
2	电钻	台式	台	1	
3	预配平台		台	2	
4	力矩扳手		套	2	
5	钳子	200mm	把		
6	记号笔		支	2	
7	钢卷尺	2m	把		
8	钢卷尺	5m	把		
9	划线笔	钳工划	把	3	

表 6-4 工器具与设备表

7 质量控制

7.1 质量标准

- 《客运专线铁路电力牵引供电工程施工技术指南》（TZ208-2007）；
- 《客运专线铁路电力牵引供电工程施工质量验收暂行标准》（铁建设[2006]167 号）；
- 《铁路电力牵引供电工程质量检验评定标准》（TB10421-2003）；
- 《铁路电力牵引供电设计规范》（TB10009-2005）；
- 《高速铁路设计规范（试行）》（TB10621-2009）；
- 《客运专线铁路工程竣工验收动态检测指导意见》（铁建设[2008]7 号）；

《客运专线铁路工程静态验收指导意见》（铁建设[2009]183号）。

7.2 施工质量控制措施

7.2.1 支柱装配的预配应采用专用预配台具进行。

7.2.2 同一支柱有多根腕臂时，应腕臂上明确标明安装位置（如123#有三根腕臂可用123-北、123-中、123-南来区分）。

7.2.3 预配的各项长度尺寸偏差不应大于3mm。预配完毕后，应进行复测，未达标应重新预配。

8 安全措施

8.1 安全规程

《技术管理规程》（原铁道部）；

《铁路电力牵引供电施工安全技术规程》（TB10401—2003）；

《铁路工程施工安全技术规程(上册)》（TB10401.1-03）；

《铁路工程施工安全技术规程(下册)》（TB10401.2-03）；

《铁路施工技术安全规则汇编》（JTJ412-87）；

《铁路通信、信号、电力、电力牵引供电工程施工安全技术规程》（TB10306-2009）；

《铁路建设项目现场安全文明标志》（原铁道部建设管理司）。

8.2 安全保证措施

8.2.1 为保证施工测量的安全，现场应有专人统一指挥，并设一名专职安全员负责现场安全工作；。

8.2.2 坚持班前进行安全教育制度。

8.2.3 施工现场供配电系统应采用三相五线制，各用电设备的线路均应采用与之相适应的方式进行敷设。保护零线不得装设开关或熔断器，且应单独敷设，不得他用，重复接地线应与保护零线相连接。保护零线的统一标志为黄/绿双色线，在任何情况下严禁使用黄/绿双色线作负荷线使用，保护零线的截面不应小于工作零线的截面，同时必须满足机械强度要求。

8.2.4 用电人员应做到以下几点：掌握安全用电基本知识和所用设备性能。使用设备前必须按规定穿戴和配备好相应的劳动保护用品；并检查电气装置和保护设备是否完好，严禁设备带故障运行。停用的设备必须拉闸断电，锁好开关箱。

保护好所用设备的负荷线、保护零线和开关箱，发现问题及时报告解决。

9 环保、节能措施

成立环保机构，贯彻 ISO14001 标准，建立健全环保体系和制度，落实施工环保“三同时”，以施工现场及周边环保为重点，保护好施工现场的各种环境，制定文明施工措施，减少对周边居民、企事业单位的影响。施工现场自然环境保护满足国家及当地政府有关法律法规的要求。

9.1 施工生产与生活废物科学治理

根据现场施工实际情况编制《环境保护管理办法》，加强对施工燃油、工程材料设备、生产生活垃圾、弃渣的控制和治理，分类存放处理废弃物，提高资源回收利用率。

9.2 优先使用环保机械

优先选用先进的环保机械，采取设立隔音墙、隔音罩等消音措施，将操作车间内噪音降至允许值以下。

10 技术经济效益等分析

10.1 技术效益

研发出了一种基于 X-Y 坐标系的防风型整体钢腕臂预配计算方法，为防风型整体钢腕臂预配提供了技术方案，应用到实际施工中，还提高了施工效率、革新了工艺水平、形成了比较成熟的施工方法，可以大范围推广应用到类似工程当中去。

10.2 经济效益

本工法应用实施在兰新第二双线，通过对连续 100 个锚段的预配腕臂现场安装跟踪，发现腕臂预配精度实现了高质量的提高，合格率达到 100%，节约了大量人力、物力和财力成本，共节约施工成本 66 余万元，产生的经济效益明显，

10.3 社会效益

该工法应用于兰新第二双线，保障工程的顺利开通，并且培养了技术人员用科学方法、试验手段解决工程难题的能力。业主和监理单位给予该施工技术充分肯定，希望在今后的类似接触网施工中广泛应用，对该施工技术取得的良好社会效益提出了表扬。

11 工程实例

本工法在乌鲁木齐铁路局新建兰新第二双线站后四电系统集成工程（地点：新疆，开竣工时间：2013.3-2014.12）中得到了实际应用，从取得的实际效果讲，该工法具备科学、合理、高效的优点，提高了施工效率，节约了施工成本，获得了建设单位和监理单位充分肯定，同时取得了良好的社会和经济效益。

附图:

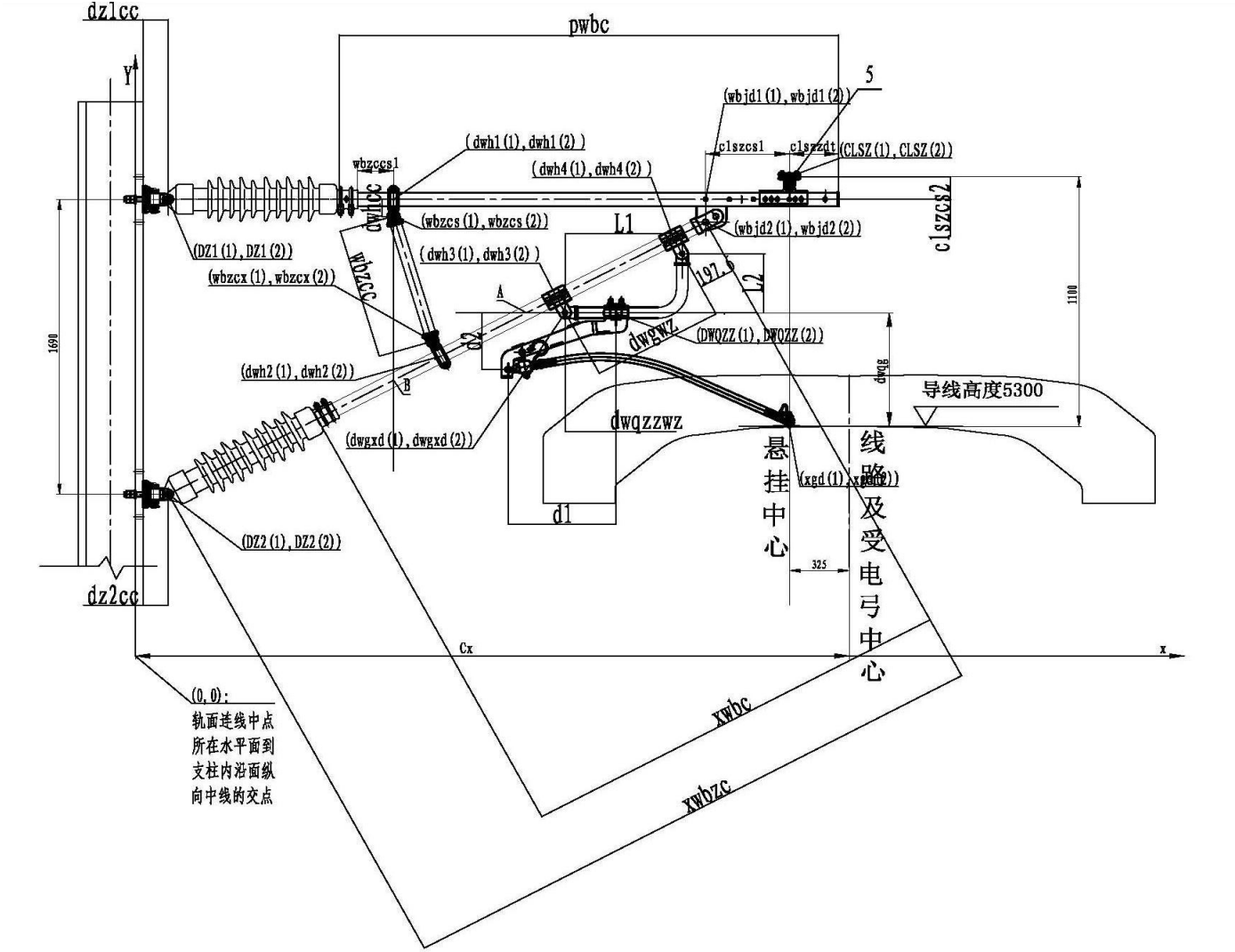


图 1 正定位腕臂计算

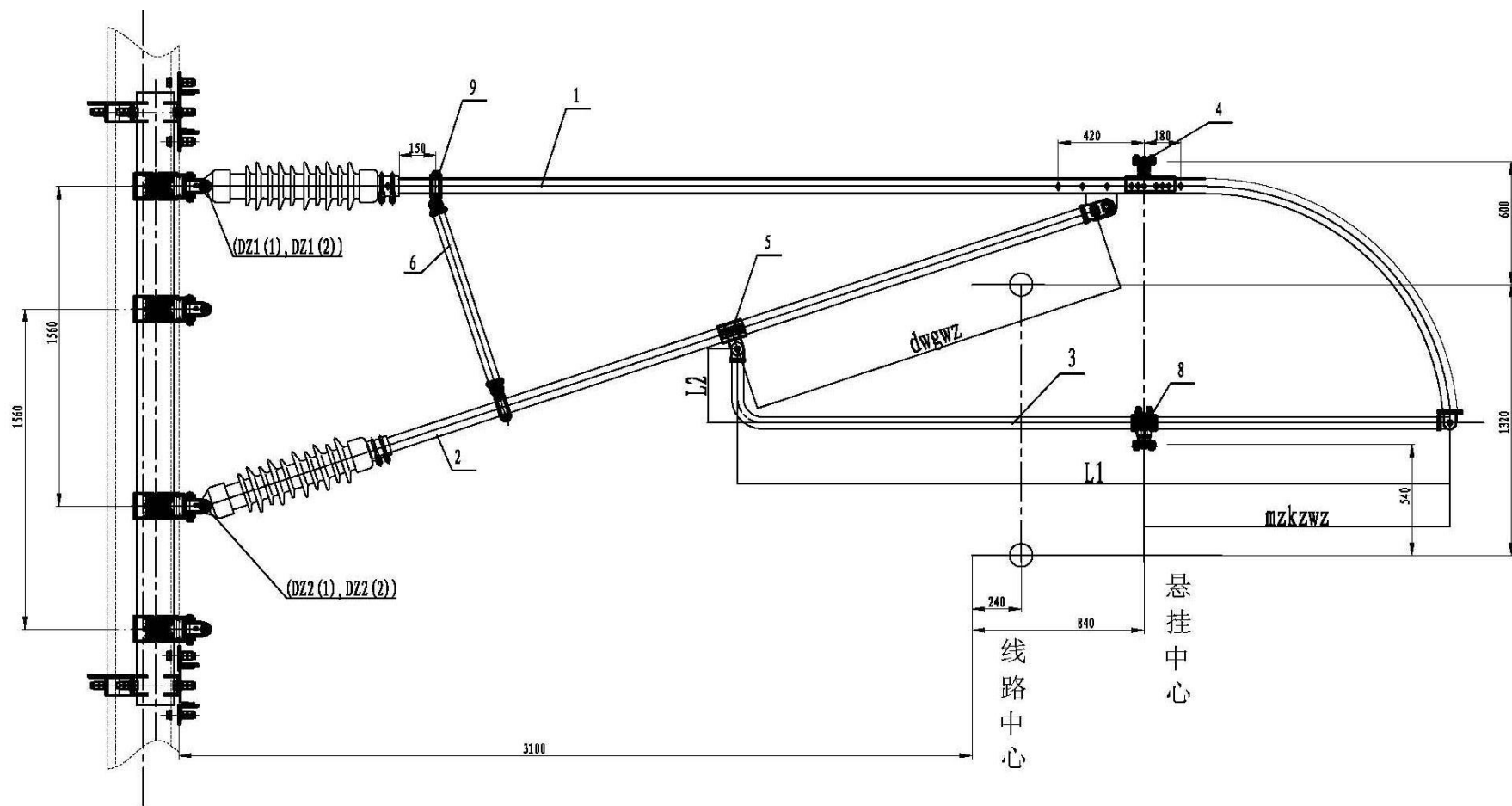


图 2 反定位腕臂计算

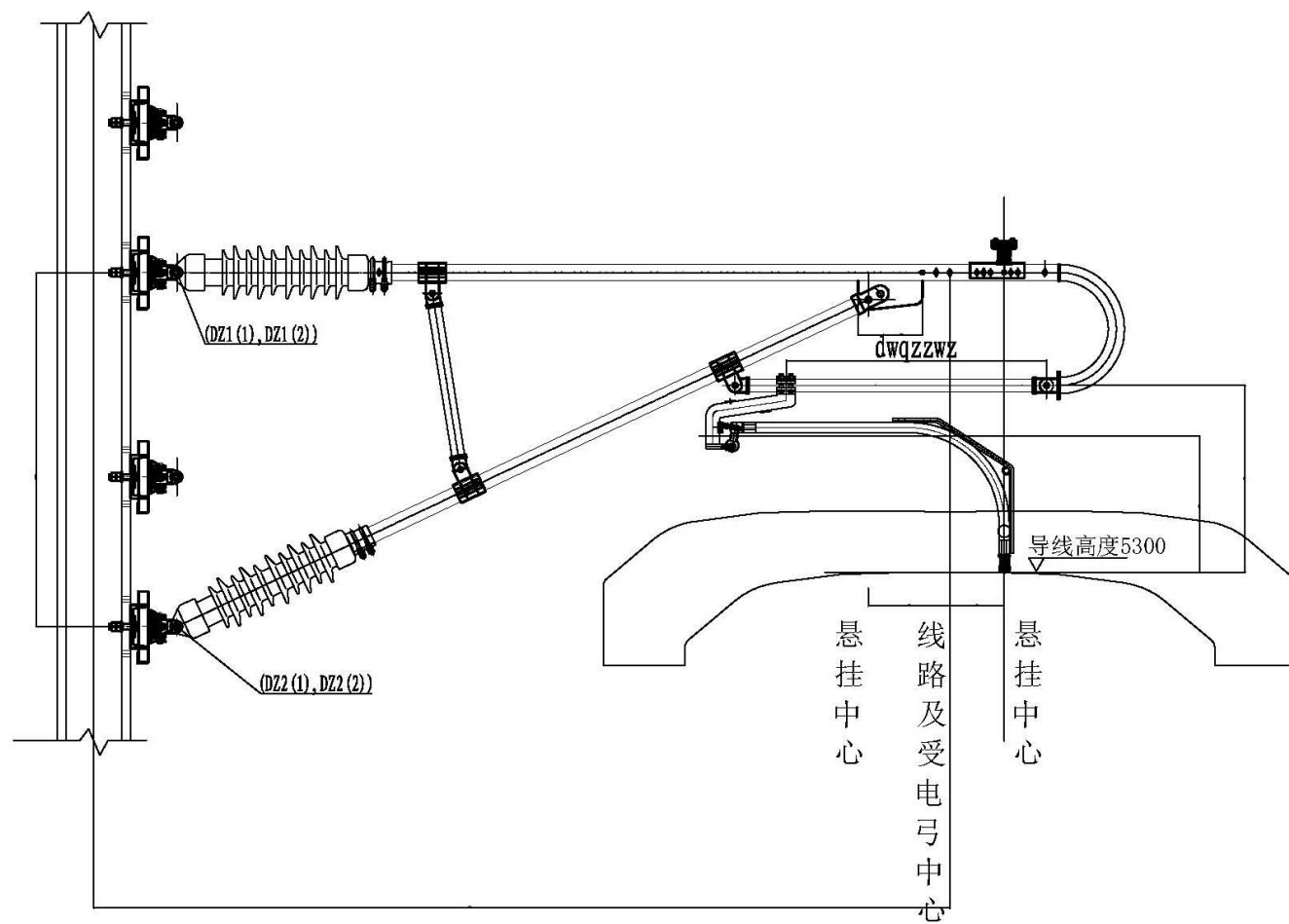


图 3 R 型腕臂计算

