

桥梁转体施工

作业指导书

桥梁转体施工作业指导书

一、编制目的

明确桥梁转体工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范桥梁转体作业施工。

二、编制依据

- 1、标段招标文件
- 2、《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ210-2005)
- 3、《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB10210-2001 J118-2001)
- 4、《铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准》(TB10424-2003J283-2004)
- 5、《铁路混凝土工程施工质量验收补充标准》(铁建设【2005】160号)
- 6、《滚轧直螺纹钢筋连接接头》(JG163-2004)

三、桥梁转体施工工艺

转体结构由转体下盘、球铰、上转盘、转动牵引系统组成。转体下转盘是支撑转体结构全部重量的基础，下转盘上设置转动系统的下球铰、保险撑脚环形滑道及转体拽拉千斤顶反力座等，滑道钢结构采用预制拼装办法进行施工。

球铰制造与安装，本桥采用平转法施工的转动体系，转动球铰是整个转体的核心，制作和安装要求精度很高，需要精心制作、精心安装。上下球铰安装要保证球面的光洁及椭圆度，球铰安装顶口务必水平；上下球铰间按设计位置镶嵌四氟板，四氟板间涂抹黄油和四氟粉，上下球铰中线穿定位钢销，精确定位。最后上下球铰吻合面外周用胶带缠绕密实。

上转盘附着在下转盘上安装，固定成型后，试平转运行，检查无误后在支架上绑扎主墩钢筋、立模板、浇注主墩混凝土，完成上转盘施工。

桥梁转体前，应根据转动角度及转动角速计算出全部转体就位需要时长。

1、转体系统安装

本工程转体结构由转体下盘、球铰、上转盘、转体牵引系统组成。下转盘为支承转体结构全部重量的基础，转体完成后，与上转盘共同形成基础。下转盘上设有转体系统的下铰球、环行下滑道及千斤顶反力座。撑脚与下滑道之间稍留间隙，千斤顶反力座用于转体的启动、止动和姿态微调等。

□转体总体施工步骤

步骤一、基础施工：

在承台上预埋定位架、预留二次浇注混凝土槽口，安装下转盘球铰及滑道，浇注临时支墩；

步骤二、墩身施工：

安装下球铰聚四氟乙烯滑块、上球铰及上转盘，浇注墩身混凝土；

步骤三、0#梁段施工：

安装支架，在支架上进行0#段施工，浇注混凝土；

步骤四、梁施工：

主梁在碗扣支架上进行钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇注、预应力安装及张拉，同时进行相邻墩的施工；

步骤五：

在相邻墩处搭设南北端梁段的支架及转体梁端临时接受墩；

步骤六：

主梁落架，桥梁水平转体，实现铁路的跨越，完成墩与承台的固结；

步骤七：

施工南北两端后浇段，完成桥梁主体施工；

步骤八：

桥面系施工。

□球铰的加工制造

球铰由上下两块钢质球面板组成，上面板为凸面，通过圆锥台与上部的牵转盘连接，上转盘就位于牵转盘上；下面板为凹面，嵌固于下转盘顶面。上下面板均为40mm厚的钢板压制而成的球面，背部设置肋条，防止在加工、运输过程中变形，并方便球铰的定位、加强以及与周围混凝土的连接。

钢球铰是转体施工的转动系统的核心，是转体施工的关键结构，制作及安装精度要求很高，必须精心制作，精心安装。其制造精度控制如下：

球铰和接触球面光洁度不小于 $\nabla 3$ ；

球面各点处曲率务必相等，其误差 $\gt 2\text{mm}$

球铰边缘各点的高程差 $\gt 1\text{mm}$

水平截面椭圆度 $\gt 1.5\text{mm}$

下球铰内球面各镶嵌四氟板顶面应位于同一球面上，其误差 $\gt 0.2\text{mm}$
球铰上、下球面形心轴与球铰转动中心轴务必重合，其误差 $\gt 0.2\text{mm}$
与上下球铰相焊接钢管中心轴务必与转动轴重合，其误差 $\gt 1\text{mm}$ 钢管务必铅垂，
其倾斜度 $\gt 3\%$ 。

钢球铰面在工厂制造加工，在下球铰面上按设计位置铣钻四氟板镶嵌孔，同时在下球面上设置适量的混凝土振捣孔，以方便球铰面下混凝土的施工。

□转铰各构件的安装

1) 转盘安装顺序

下转盘球铰及外滑道安装 \rightarrow 中心定位轴钢棒安装 \rightarrow 下球铰聚四氟乙烯滑块安装 \rightarrow 上球铰安装 \rightarrow 上转盘撑脚安装 \rightarrow 上转盘安装。

2) 主要施工方法

①下转盘球铰安装

下转盘球铰采取在承台混凝土浇注时预留槽口，转盘球铰调整固定后进行二次浇注混凝土。

a. 安装顺序

槽口清理 \rightarrow 拼装下转盘球铰 \rightarrow 初步定位 \rightarrow 绑扎槽口内钢筋 \rightarrow 安装调整固定架 \rightarrow 精确定位及调整 \rightarrow 固定 \rightarrow 浇注混凝土。

b. 安装

槽口清理：首先根据设计位置采用精确测量放样对槽口进行检查，对不满足设计的地方进行处理；然后对槽口内混凝土面进行凿毛处理；最后将槽口内及钢筋上的碎渣、水泥浆清除。

拼装下转盘球铰：下转盘球铰运到现场后进行检查，主要对下转盘球铰表面椭圆度及结构检查是否满足设计加工要求。下转盘球铰的现场组装，主要是下转盘球铰的锚固钢筋及调整螺栓的安装；此部分为螺栓连接，其它构件均在厂内进行焊接组装完成。

初步定位：确定下转盘球铰中心十字线，放出锚固螺栓位置。下转盘球铰初步定位的目的是保证槽口内钢筋与转盘的锚固钢筋不发生冲突。

绑扎槽口内钢筋：在准备工作完成后，按照设计及规范的要求进行钢筋的绑扎。此项施工必须注意，当普通钢筋与下转盘球铰锚固螺栓发生冲突时，应适当移动普通钢筋。

精确定位及调整：利用固定调整架及调整螺栓将下转盘球铰悬吊，调整中心位置，然后依靠固定调整螺杆上下转动调整标高。

固定：精确定位及调整完成后，对下转盘球铰的中心、标高、平整度进行复查；中心位置利用全站仪检查，标高采用精度 0.01 mm 的精密水平仪及钢钢尺多点复测，经检查合格后对其进行固定；竖向利用调整螺栓与横梁之间拧紧固定，横向采用在承台上预埋型钢，利用型钢固定。

浇注混凝土：混凝土的浇注关键在于混凝土的密实度、浇注过程中下转盘球铰应不受扰动、混凝土的收缩不至于对转盘产生影响。为解决这几个问题采取以下措施：

利用下转盘球铰上设置混凝土浇注及排气孔分块单独浇注各肋板区，混凝土的浇注顺序由中心向四周进行。

在混凝土浇注前搭设工作平台。人员在工作平台上作业，避免操作过程对其产生扰动。

严格控制混凝土浇注，加强混凝土的养护。混凝土凝固后采用中间敲击边缘观察的方法进行检查，对混凝土收缩产生的间隙用钻孔压浆的方法进行处理。

②滑道的安装

在撑脚的下方（即下转盘顶面）设有 1.1m 宽的滑道，滑道中心的直径为 10m，滑道钢板采取分节段拼装，在盘下利用调整螺栓调整固定，分节段浇注混凝土。转体时保证撑脚可在滑道内滑动，以保持转体结构平稳。要求整个滑道面在同一水平面上，其相对高差不大于 2mm

③上球铰、聚四氟乙烯滑动片安装

下球铰混凝土浇注完成后，将转动中心轴的钢棒放入下转盘预埋套管中。然后进行下球铰聚四氟乙烯滑动片和上球铰安装。聚四氟乙烯滑动片安装前，先将下球铰顶面清理干净，球铰表面及安装聚四氟乙烯滑动片的孔内不得有任何杂物，并将球面吹干。根据聚四氟乙烯滑动片的编号将其安放在相应的镶嵌孔内。

聚四氟乙烯滑动片安装完成后，保证其顶面位于同一球面上，误差 $\gt 1\text{mm}$ 检查合格后，在球面上各聚四氟乙烯滑动片间涂抹黄油聚四氟乙烯粉，使黄油聚四氟乙烯

粉均匀充满聚四氟乙烯滑动片之间的空间，并略高于聚四氟乙烯滑动片，保证其顶面有一层黄油聚四氟乙烯粉。整个安装过程应保持球面清洁，严禁将杂物带至球面上。将上球铰的两段销轴套管接好，用螺栓固定牢固。将上球铰吊起，在凸球面上涂抹一层聚四氟乙烯粉，然后将上球铰对准中心销轴轻落至下球铰上，用倒链微调上球铰位置，使之水平并与下球铰外圈间隙一致，去除被挤出的多余黄油，并用宽胶带将上下球铰边缘的缝隙密封，防止杂物进入球铰摩擦部分。

④上转盘撑脚安装

上转盘共设有撑脚，每组撑脚由钢管混凝土组成，下设钢板，钢管内灌注 C50 微膨胀混凝土。撑脚在工厂整体制造后运进现场，在下转盘混凝土浇注完成，上球铰安装就位时即安装撑脚，安装撑脚时确保撑脚与下滑道的间隙符合设计要求。转体前在滑道面内铺装不锈钢板及聚四氟乙烯板。转体前用砂箱作为临时支撑。

⑤上转盘安装

上转盘是转体时的重要结构，在整个转体过程中是一个多向、立体的受力状态，受力复杂，设计采用三向预应力结构。转台是球铰、撑脚与上转盘相连接的部分，又是转体牵引索直接施加的部位。转台内预埋牵引索固定端采用 P 型锚具，同一对牵引索的锚固端应在同一直径线上并对称于圆心，注意每根索的预埋高度应和牵引方向一致。每根索埋入转台的长度应大于 2.5m，每根索的出口点也应对称于转盘中心。牵引索外露部分应圆顺地缠绕在转台周围，互不干扰地搁置于预埋钢筋上，并做好保护措施。

待上转盘混凝土达到设计强度后，进行整个转体系统支承体系的转换，使转台支承于球铰上。施加转动力矩，使转台沿球铰中心轴转动。检查球铰的运转是否正常，测定其摩擦系数，为转体施工提供依据。

若测出的摩擦系数较设计出入较大，立即分析原因，并做出相应处理。

⑥转体上盘预应力施工

上转盘布设三向预应力筋。顺桥向和横桥向的预应力筋均采用 $\Phi_s 15.2$ 钢绞线，采用单端张拉，张拉端采用 OVM15-19 锚具，固定端采用 OVM-19 锚具。预应力孔道采用金属波纹管成孔，张拉完成后及时压浆封锚。

竖向预应力筋采用抗拉强度标准值为 930Mpa 的 JL32 精扎螺纹钢，轧丝锚，采用无粘结套管体系，在上转盘顶面单端张拉。

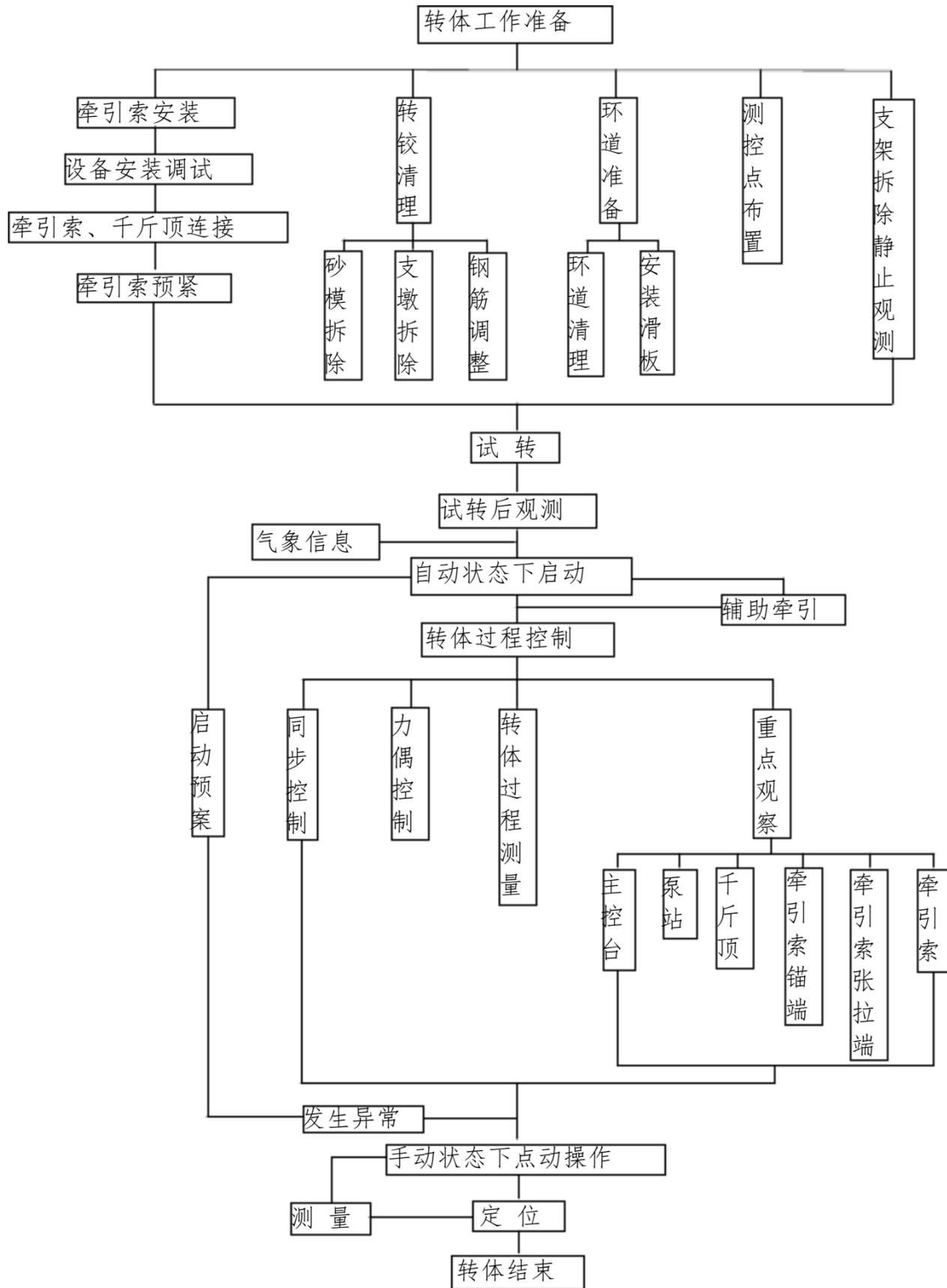
2、转体施工技术

水平转体施工是本工程施工的重点核心部分。为确保水平转体施工安全。顺利的实施，需要解决水平转体施工工艺流程、水平转体施工的准备、转体施工预案的制定、转体过程控制测量等问题。

□转体工艺流程

桥梁水平转体施工工艺流程，如图下所示：

转体施工操作工艺流程



2、转体施工的准备

①预应力张拉

上转盘混凝土牛腿设置预应力，要求分二次张拉。第一次张拉在混凝土牛腿底模拆除前进行；第二次张拉在转体施工前进行（预应力管道内不压浆），转体结束后拆除。

②转体准备

a. 砂底模拆除

在混凝土牛腿预应力张拉完成后即可拆除转铰部位的砂底模，然后利用高压水冲洗以保证清洁。

b. 支墩拆除

在底模拆除后进行。

c. 钢筋调整

在转体施工前，对承台预埋钢筋及墩身钢筋进行调整。调整方法，是对预埋钢筋进行弯折，以保证在转体过程中不发生相互干扰，转体完成后进行恢复并连接。

d. 上下转盘间防水带拆除，临时固结装置拆除。

③平衡控制

a. 由于梁每个节段箱室较多且结构形式复杂，如果采取在施工过程中进行梁上内模制作安装对混凝土结构尺寸无法精确控制，将造成两侧不平衡重的产生。

b. 整理混凝土浇注记录，计算混凝土不平衡重。

c. 计算结构不平衡力矩。上转盘混凝土牛腿为对称结构，对转体结构不产生平衡力矩；梁部本身对于转体结构物轴心来说是对称结构，但由于纵坡影响使其产生不平衡力矩。

d. 梁部施工完成，支架拆除后，进行 48 小时的全天候观测。在梁下利用千斤顶进行等力、不等力反顶称重并观测变化，根据观测数值进行分析，确定不平衡重调整值，称重委托有专业资质的单位。

e. 平衡加载

称重完成后根据转体结构物不平衡力矩（混凝土施工不平衡力矩+结构物产生不平衡力矩+观测分析调整值），在梁上采用砂袋进行加载配重。

f. 横向稳定性检算

横桥向风荷载，假定水平方向垂直作用于桥梁各部分迎风面积的形心上（横向风力为横向风压乘以迎风面积），其标准值可按下式进行计算：

$$F_{wh} = K_0 K_1 K_3 K_d W_0 A_{wh}$$

$$W_0 = \gamma V_{10}^2 / 2g$$

$$V_d = K_2 K_5 V_{10}$$

$$W_d = V_d^2 / 2g$$

F_{wh} ——横桥向风荷载标准值 (KN)。

W_0 ——基本风压 (KN)。天津地区取值为 $0.7\text{KN/m}^2=700\text{Pa}$ 。

W_d ——设计基准风压(KN/m^2)。

V_{10} ——桥梁所在地区的设计基本风速 (m/s)。系按平坦空旷地面，离地面 10 米高，重现期为 100 年 10min 平均最大风速计算确定。

V_d ——高度 Z 处的设计基准风速 (m/s)。

γ ——空气重力密度 (kN/m^3)， $\gamma=0.012017e-0.0001z$ 。

$z_{墩}=6.141$ $\gamma_{墩}=0.012$

$z_{梁}=13.282$ $\gamma_{梁}=0.012$

K_0 ——设计风速重现期换算系数，此计算取 $k_0=1.0$ 。

K_1 ——风载阻力系数。此计算取 $k_{1墩}=0.9$ $k_{1梁}=1.3$ 。

K_2 ——考虑地面粗糙度类别和梯度风的风速高度变化修正系数。分别取： $k_{2墩}=0.86$ 、 $k_{2梁}=0.86$ 。

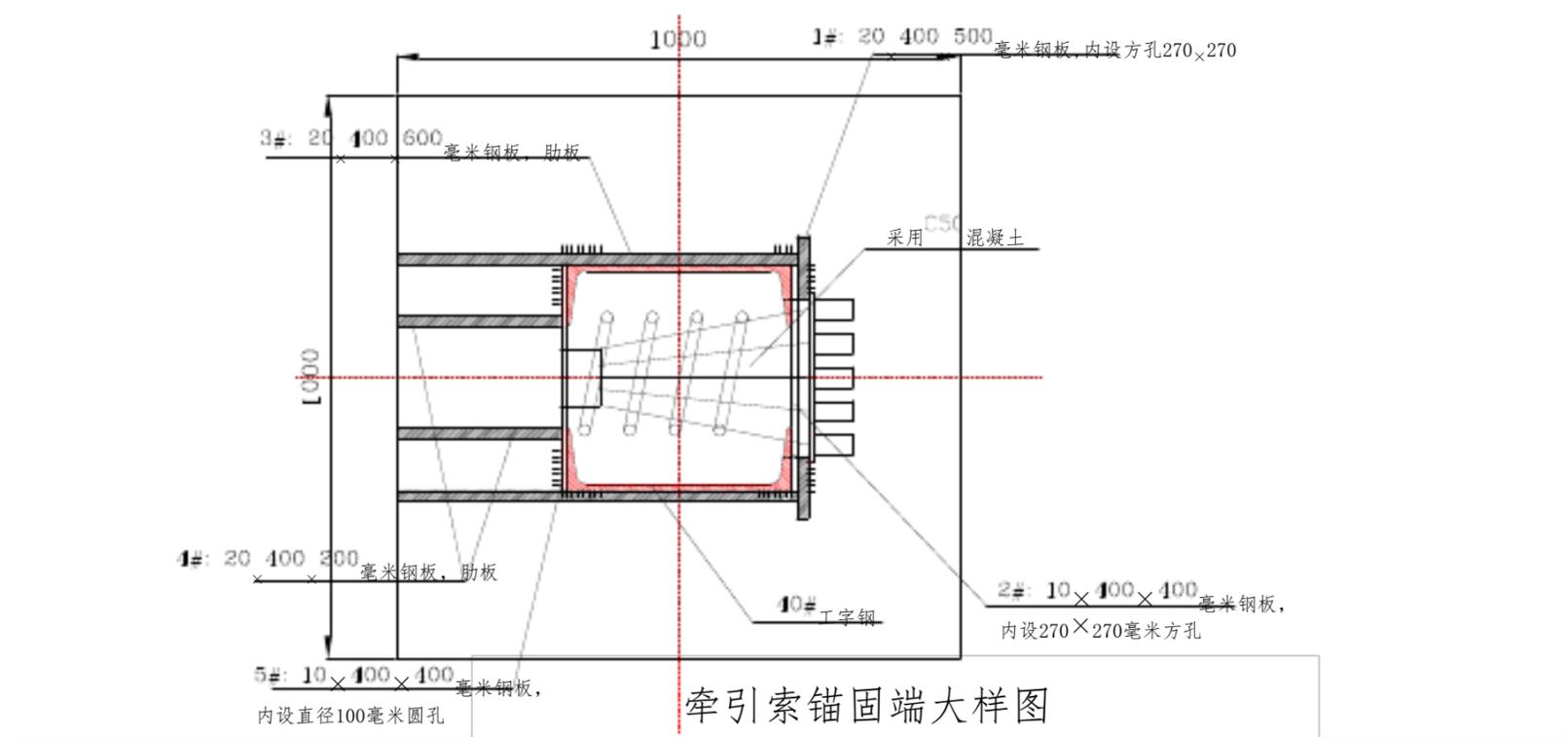
K_3 ——地形、地理条件系数。此计算取 $k_3=1.0$ 。

K_5 ——阵风风速系数。取 $k_5=1.70$ 。

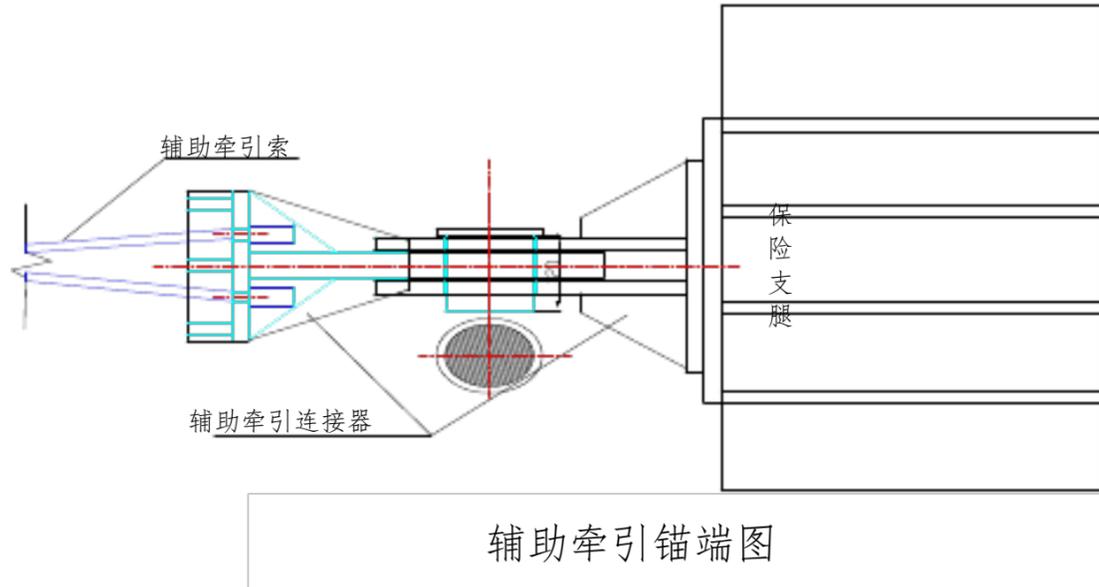
A_{wh} ——横向迎风面积。

④牵引索安装

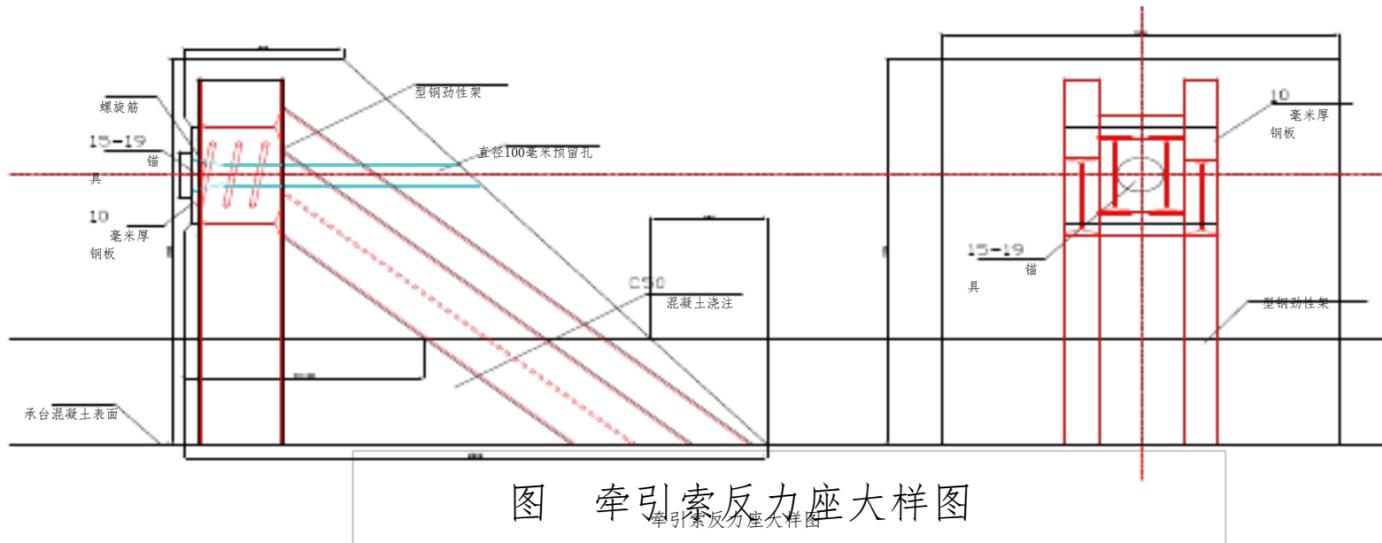
a. 牵引索锚固端安装：采用 P 锚固定于混凝土牛腿上。具体形式如下图所示。



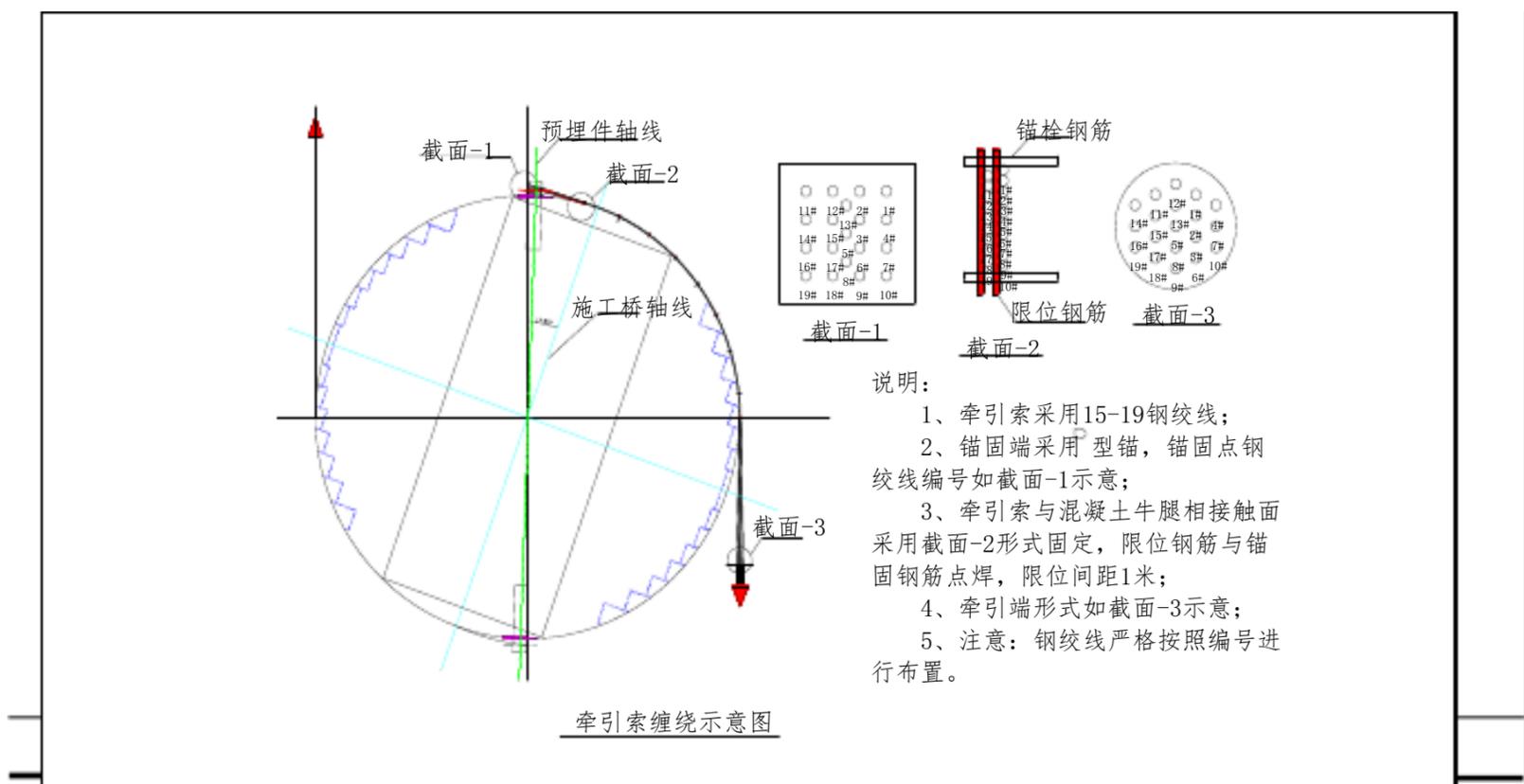
b.



牵引索张拉反力座安装：具体形式如下图所示。



牵引索缠绕安装：具体形式如下图所示。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/206021111040010035>