

T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE XXXX—XXXX

桥梁水平转体施工技术规范

Technical specification for horizontal bridge rotation construction

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 发 布

目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	1
4	总体要求	1
5	施工	1
5.1	一般规定	1
5.2	下转盘支撑施工	1
5.3	球铰施工	2
5.4	滑道施工	2
5.5	撑脚及砂箱施工	2
5.6	转体牵引系统施工	2
5.7	上转盘施工	2
6	转体与控制	3
6.1	施工前准备	3
6.2	预转	3
6.3	正式转体	3
6.4	转体精确定位	4
6.5	转铰固结	4
6.6	转体合龙段施工	4
7	控制措施	4
7.1	转体专项试验	4
7.2	转铰性能控制	4
7.3	结构平衡控制	4
7.4	施工监控	4
8	安全与环保	4
8.1	转体桥梁施工安全措施	4
8.2	转体施工环保措施	5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会提出并归口。

本文件起草单位：×××、×××、×××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

桥梁水平转体施工技术规范

1 范围

本文件规定了桥梁水平转体施工的总体要求、施工、转体与控制、控制措施、安全与环保等内容。本文件适用于水平转体法施工的桥梁。其他转体桥梁施工可参考本文件执行。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 总体要求

- 4.1 转体施工项目应按照铁路管理部门相关规定划分施工类别，并根据施工类别制定相关方案。
- 4.2 施工单位应深化转体施工设计文件，并应结合实际情况编制转体施工方案。转体施工方案应包括营业线施工风险评估及安全控制措施、现场应急处置预案。
- 4.3 施工企业的资质、业绩条件和人员配备等要素应满足相关行业主管部门相关规定。
- 4.4 水平转体法施工中使用的装置应满足国家相关标准的规定，并提供产品合格证等资料。每个出厂装置包装应牢固，且注明项目名称、产品名称、规格型号、出厂日期、外形尺寸和质量，并附有产品合格证书、使用说明和包装清单等。
- 4.5 提前将施工方案、计划报相关铁路管理部门，按转体施工类别，申请相应施工时段。
- 4.6 施工给点前禁止所有机具设备、人员进入营业线安全界限内，安全防护员必须备齐安全防护用品在指定地点进行防护。
- 4.7 转体设备操作人员应持证上岗，禁止非施工人员进入施工区域。
- 4.8 转体过程实行表格化管理，明确各个部位的相关要求，认真填写施工记录及有关施工质量文件。
- 4.9 施工用电须配备自备电源，且应能迅速完成电源切换。

5 施工

5.1 一般规定

- 5.1.1 正式转体前不对铁路原有设备产生影响。
- 5.1.2 转动装置预制部件进场应进行检查、验收，球铰的直径、曲率半径、球面贴合度、表面质量等各项指标应满足设计要求及施工要求。
- 5.1.3 现场制造构件的材料选取应符合设计要求，并应进行质量检查和验收。

5.2 滑道施工

- 5.2.1 安装前进行位置和高程复核，保证滑道位置准确及顶面在同一水平面。
- 5.2.2 对两个相邻滑板高度差进行控制并保证两者连接位置的平滑度与平整度。
- 5.2.3 环形滑道安装在钢撑脚的下方，应由专业厂家生产，运输到施工现场之后再进行分段拼装，盘下通过调整螺栓后再固定。
- 5.2.4 撑脚转体时能够在滑道中流畅滑动，环道、球铰支架必须牢固定位，角钢顶面相对平整，最大高差不应超过 2mm。

5.3 下转盘支撑施工

- 5.3.1 在混凝土浇筑前将下球铰、滑道钢板和千斤顶反力座预埋钢筋等精确定位并固定。
- 5.3.2 球铰销轴的预留槽应准确定位，混凝土浇筑时应做好防上浮措施。
- 5.3.3 定位骨架及环道钢板骨架安装时应确保前一层混凝土强度达到设计强度的30%以上，浇筑前应核实定位预埋件的轴线、标高及尺寸准确无误。
- 5.3.4 浇筑混凝土时应根据球铰和环道设置的振捣孔加强对环道及球铰底部的混凝土浇筑密实度控制。
- 5.3.5 下转盘的钢转轴中心应与基础中心同轴，避免基础受到偏心荷载作用。
- 5.3.6 下转盘和环形滑道应采用定位钢支架固定牢固，绑扎转盘下分布钢筋，混凝土振捣应确保转盘下砼密实。

5.4 球铰施工

- 5.4.1 下球铰安装前应先安装下球铰骨架，其施工应满足下列要求：
 - a) 下球铰混凝土顶面预埋钢板和定位角钢，定位钢板应与承台钢筋连接，预埋位置与钢骨架尺寸匹配；
 - b) 下球铰骨架定位误差应不大于1mm；
 - c) 骨架调整完成后将下承台架立角钢与骨架预留钢筋焊接牢固；
 - d) 混凝土的浇筑过程中避免扰动下球铰骨架。
- 5.4.2 下球铰安装应满足下列要求：
 - a) 保证上面板为凸面，下面板为凹面，相互嵌固在下转盘顶面之上；
 - b) 球铰安装前应再次确认下转盘结构及球铰表面椭圆度；
 - c) 球铰安装过程保持球铰面不变形，保证球铰面光洁度及椭圆度；
 - d) 下球铰和定位骨架之间应设置三向调节装置，安装过程中要保证球冠水平，中心立管竖直下球铰精密对位后与下球铰骨架定位板锁定；
 - e) 使用测微器来控制骨架顶面相对高差，将高差控制标准提升到1mm内，中心偏差为1mm内；
 - f) 下球铰混凝土灌注前将球铰中心轴的预埋套筒精确定位并固定；
 - g) 球铰范围内混凝土振捣务必密实。

5.5 撑脚及砂箱施工

- 5.5.1 钢筋混凝土撑脚应使用微膨胀混凝土进行浇筑，达到密实状态。
- 5.5.2 钢管混凝土撑脚通过钢管预埋，钢管的埋置深度不宜小于500mm。
- 5.5.3 安装撑脚时，撑脚与环道的间隙宜为20mm~30mm。
- 5.5.4 撑脚安装完成后，应在撑脚与环道的间隙安装楔块临时锁定，确保上、下转盘在转动前不发生相对滑动。
- 5.5.5 安装砂箱前应对砂箱进行静态预压，确保砂箱内细砂密实。

5.6 上转盘施工

- 5.6.1 上转盘为圆形转台，内镶上球铰、撑脚、牵引索锚具，外围缠绕牵引索钢绞线。
- 5.6.2 上转盘模板支撑体系采用无缝钢管支架，底模采用竹胶板，转台可将球铰、撑脚与上转盘相连接。
- 5.6.3 在转台中预埋转体牵引索，预埋端使用锚具，同一对索的锚固端在同一条直线上，并关于圆心对称，保证每根索的预埋高度和牵引方向一致。
- 5.6.4 每个缆索嵌入转台的长度必须超过400cm，以确保每对缆索的出线点关于转台中心对称。将露出的索绳绕转台一圈，防损坏或锈蚀。

5.7 转体牵引系统施工

- 5.7.1 在转盘两边分别平行对称设置两台连续千斤顶，千斤顶的中心线需与上转盘的外圆切入，其中心线高度与上转盘埋入钢绞线的中心线保持一致。
- 5.7.2 根据要求将装置安装好，连接主控台、泵站和千斤顶间的信号线路，同时连接泵站和千斤顶间的油路，连接主控台和泵站的电源。
- 5.7.3 设备空载试运行，检查设备运行是否正常。
- 5.7.4 在连续牵引油缸反力座设钢绞线分丝板，分丝板应与反力座相对固定，不得转动。

5.7.5 千斤顶与牵引反力座间分丝钢板厚度不小于 20mm，分丝板空洞做圆角处理，避免钢绞线损伤。

6 转体与控制

6.1 施工前准备

6.1.1 解除约束：

- a) 对滑道进行全面打磨和清理，去除杂物，为球铰运动清理阻碍；
- b) 应完成跨铁路部分的防撞墙、防抛网、栏杆等附属设施施工，待梁体满足设计要求后拆除临时约束。

6.1.2 称重试验：通过计算，在转动结构合适位置安装千斤顶，测出千斤顶反力，计算转动结构相对轴心的不平衡弯矩和重心位置。

6.1.3 配重、重心调整：根据转体重心进行辅助配重，配重可采用水箱及施工材料，重量、位置务必与设计一致。为确保转体过程中梁体的稳定，调整重心到边跨侧距球铰中心约 5~10cm 处，形成球铰(必要时还有边跨侧 2 个撑脚)支撑的状态。

6.1.4 转前检查：

- a) 正式转动之前，全面检查一遍牵引动力系统、转体体系、位控体系是否状态良好。
- b) 上转盘及结构各主要受力部位的裂纹、变形、位移状况观测并记录。
- c) 对全桥附近影响转体施工的设施进行清除，检查符合要求后，方可正式水平转体。

6.1.5 进行转体结构施工前，应先安装转体支撑和转体设备。

6.2 试转

6.2.1 转体施工前报请铁路部门，按照计划进行转体试转。

6.2.2 试转前对转体结构的牵引动力系统、平转体系、监控系统和防倾、限位保险系统进行全面检查，确保转体装置状态良好。

6.2.3 检查牵引力与计算值是否吻合，为正式转体时修正牵引力提供依据。

6.2.4 预转时，检测技术人员收集转体系统的各项初始资料，确定转动角速度与梁端线速度之间的关系，以便跟踪和监测转动全过程。

6.3 正式转体

6.3.1 检查滑道和转体设备是否完好，做好转体的准备工作。

6.3.2 进一步做好人员分工，根据各个关键部位、施工环节，对现场人员做好周密部署，各司其职，分工协作，由现场总指挥统一指挥。

6.3.3 液压控制系统、要点审批、气象条件、结构物等全部就绪并满足转体要求，各岗位人员到位，转体人员接到项目经理的转体命令后，启动动力系统设备，并使其在“自动”状态下运行。

6.3.4 采用钢索牵引或采用千斤顶转动时，启动动力系统设备，并使其自行运行若启动摩阻力较大，不能顺利启动时，应在转盘处增加辅助千斤顶施加顶力，使其启动。

6.3.5 转体正式启动后，转速应力求均匀、平稳，通常角速度不宜大于 0.01~0.02rad/min 或桥体悬臂端线速度不大于 1.5~2.0m/min。

6.3.6 单个转体使用的两对称千斤顶的作用力应始终保持大小相等、方向相反。

6.3.7 设备运行过程中，各岗位人员应坚守岗位，时刻注意观察，监控动力设备和转体各部位的运行情况，并作好记录。

6.3.8 在转体就位处设置限位装置，并安排技术人员在两个转盘附近负责读转盘上标识的刻度，随时与总指挥联系。为防止超转现象，在转体结构旋转到距设计位置约 5°时，应放慢转速，采用点动控制，缓慢转动就位。

6.4 转体精确定位

6.4.1 轴线水平偏差主要采用连续千斤顶点动控制来调整，每点动操作一次，测量人员测报轴线走行现状数据一次，反复循环，进行调整。

6.4.2 严禁转过设计位置，直至转体轴线精确就位。

6.4.3 若转体到位后发现轻微横向倾斜或高程偏差，则采用千斤顶在上、下盘之间顶起调整。

6.5 转铰固结

6.5.1 转体就位后，立即检查桥梁纵轴线、高程，经检查确认无误后，应先将上下盘临时锁定。

6.5.2 合龙时，宜先采用临时合龙措施，再施焊接头钢筋，浇筑接头混凝土，封固转盘。

6.5.3 在混凝土满足设计强度后，再分批、分级拆除临时设施。

6.6 转体合龙段施工

转体桥梁的合龙段施工，与常规连续梁或T形刚构桥相同，先解除边墩支座的刚性约束，边跨合龙，后解除主墩临时支墩的刚性约束，浇筑中跨合龙段的混凝土，在混凝土达到设计强度后，再分批、分级松扣，完成体系转换。

7 控制措施

7.1 转体专项试验

组织专项试验主要是控制转体结构稳定和转铰质量性能，试验内容主要包含摩擦相关系数、转体试转等。

7.2 转铰性能控制

为确保转体结构平稳转动，应对转铰质量进行控制，保证材料和精度与设计匹配，选择现场装配方式组装，避免转铰结构发生变形。

7.3 结构平衡控制

7.3.1 在脱架前采集相关参数（包含材料参数、弹性模量等），对理论计算模型进行修正，确保理论计算与现场实际情况相符。

7.3.2 对脱架结构施重后还应进行配重试验。

7.3.3 通过试转试验对悬臂结构稳定性进行检验。

7.4 施工监控

7.4.1 施工过程中应分析和监控转体结构各部分的应力状态、变形情况及结构稳定性，以确保转体结构满足设计应力的要求。

7.4.2 结合监控量测和数值模拟计算数据，控制结构状态的变化，及时掌握施工状况，优化转体工序，提升转体施工水平。

7.4.3 主要监控内容如下：

- a) 在关键阶段（如悬灌、悬臂、静置、转体）进行应力监测，对球铰、墩柱及上部结构关键截面（包括悬臂阶段梁体根部截面及墩底截面），确保球铰和各支撑体系受力均小于其极限承载能力。
- b) 通过对施工过程中纵向及横向监测，确保成桥后主桥高程及应力状态符合设计规定。

8 安全与环保

8.1 转体桥梁施工安全措施

8.1.1 由于转体施工难度大，程序复杂，要求转体施工前，其设计方案和专项安全方案应进行评审。

8.1.2 掌握施工桥位处地质、气象资料、实际转体的重量大小、对施工现场的稳定性作出综合评价，编制专项的施工安全方案。

8.1.3 液压同步系统是转体施工中的关键工序，应论证其实施的可靠性。

8.1.4 转体施工中，各工序的签证管理要规范。

8.1.5 对于跨越铁路、公路的转体桥梁施工应办理相关手续，签订施工安全协议和施工配合监护协议。并与管理部门协商，提前确定转体时间，向主管部门报送施工封锁、要点方案，在办理审批手续后，严

格在要点时间内完成转体作业。

8.2 转体施工环保措施

8.2.1 结合工程当地实际情况，编制专项的环境保护方案，并按照批准的的方案组织实施。

8.2.2 施工时全面规划，合理布局，保护施工和生活区域的生态环境做好边坡的植被防护，防止水土流失。
