

团体标准

编号：T/YJB 0039-2022

转体法桥梁施工技术规范

Technical specification for bridge construction by swivel metho

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

河南省土木建筑学会 发布

前 言

根据河南省土木建筑学会《关于批准 YJB 标准〈转体桥梁工程施工技术规程〉正式立项的通知》（豫土建学字〔2021〕10 号）的要求，编制组通过对桥梁转体法施工的深入研究，在认真总结科研成果和实践经验，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。本规程按照《工程建设标准编写导则》（T/CECS 1000-2021）的规定起草。

本规程共分 6 章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、转体系统施工、转体施工、合龙。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及某些专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由 xxxx 归口管理，由中铁七局集团郑州工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中铁七局集团郑州工程有限公司（地址：河南省郑州市二七区陇海中路 3 号，邮编：450052，电话：0371-68324517）

主 编 单 位： 中铁七局集团郑州工程有限公司

参 编 单 位： 中铁七局集团有限公司

主要起草人： 殷爱国 刘建文 贺敏刚 张 鹏 文永超
李世茂 张 帆 邓朝辉 范金泉 徐晓峰
史朝阳 焦毛毛 丁新胜 孔祥千 黄登科
黄晓波

主要审查人：

目 次

1	总则.....	3
2	术 语.....	4
3	基本规定.....	5
3.1	一般规定.....	5
3.2	跨越既有道路.....	6
3.3	跨越河道.....	6
3.4	跨越铁路.....	6
4	转体系统施工.....	8
4.1	一般规定.....	8
4.2	下转盘施工.....	9
4.3	球铰施工.....	9
4.4	上转盘施工.....	10
4.5	牵引系统施工.....	11
5	转体施工.....	12
5.1	一般规定.....	12
5.2	称重与配重.....	12
5.3	试转.....	12
5.4	转体及姿态调整.....	13
5.5	转体监控.....	14
6	合龙.....	17
6.1	一般规定.....	17
6.2	支架法合龙.....	17
6.3	挂篮法合龙.....	17
6.4	吊架法合龙.....	17
	用词说明.....	18
	条文说明.....	19

Conents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	3
3.1	General provisions.....	3
3.2	Crossing existing roads.....	4
3.3	River crossing	4
3.4	Crossing railway	4
4	Construction of rotating system.....	6
4.1	General provisions	6
4.2	Construction of lower turntable.....	7
4.3	Ball joint construction	7
4.4	Construction of upper turntable	8
4.5	Construction of traction system.....	9
5	Turn and control.....	10
5.1	General provisions.....	10
5.2	Weigh and counterweight.....	10
5.3	Try to turn	10
5.4	Turn and attitude adjustment.....	11
5.5	The swivel monitoring	12
6	join the two sections of a bridge, etc	15
6.1	General provisions	15
6.2	Stent closure.....	15
6.3	Hanging basket method closing	15
6.4	Hanger closure	15
	Explanation of word	16
	Article description	17

1 总 则

- 1.0.1** 为确保转体法桥梁施工的行车及施工安全，规范施工作业行为，制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于城市道路、轨道交通、公路、铁路等工程中采用水平墩底转体法施工的梁式桥、拱式桥、斜拉桥等。
- 1.0.3** 桥梁转体法施工除符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和规范的规定。

2 术 语

2.0.1 水平转体 horizontal swivel construction method

桥梁结构在水平面内进行旋转的施工方法。

2.0.2 转动系统 swivel system

为实现转体而设置的有关支承、牵引和平衡等的集成系统。

2.0.3 牵引系统 traction system

为转体施工提供动力牵引的机械设备或装置总称。

2.0.4 球铰 ball hinge

是桥梁转体机构的核心部件，是承受上部桥梁结构荷载的同时实现桥梁的低摩擦转动的支承装置。

2.0.5 下转盘 lower turntable

和基础相连，支撑上转盘并与之相匹配的结构。

2.0.6 上转盘 upper turntable

支承转动结构，并能够相对于下转盘转动的结构。

2.0.7 称重试验 weighing test

转动前测试转体结构的不平衡力矩、偏心距、摩阻力矩及摩阻系数等参数，为桥梁的顺利转体提供数据支持的准备工序。

2.0.8 试转体 trial swiveling

正式转体前，按转体要求启动动力牵引系统，以检查转体结构和设备是否处于正常状态，并取得试验数据为正式转体做准备。

2.0.9 微调千斤顶 fine tuning system

将桥梁高程调整到设计位置的设备。

2.0.10 封铰 turntable fixing

上下转盘之间浇筑混凝土，使转动体固结的施工工序。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 转体前应编制专项转体施工方案并按程序报批，对需组织专家进行评审的，应按照相关规定组织专家进行评审。专项方案审批程序的构成包含6个阶段，在第2、3、4和5阶段审核通过的情况下直接实施，在第2、3、4和5阶段审核不通过的情况均应返回至第1阶段，修改后重新发起流程。流程图如下：

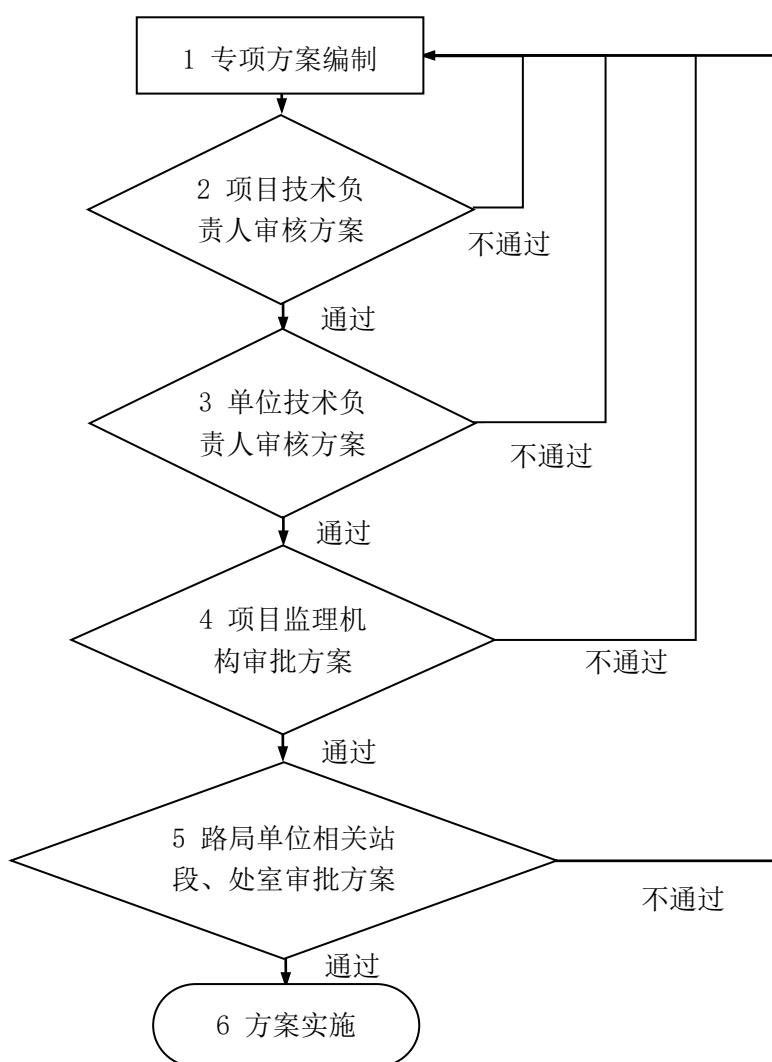


图 3.1.1 专项方案审批流程

3.1.2 施工中涉及到的球铰等关键部位的装置及构件应根据国家现行有关标准的规定进行检验，球铰应有产品合格证，出厂前构件应进行试拼装。

3.1.3 转体桥梁的转体系统施工质量应符合本规程的第4章相关规定，并应制定控制

及应急措施。

3.1.4 桥梁转体前，应对转动结构进行称重，根据不平衡力矩对转动体进行配重，确保偏心距满足设计要求。

3.1.5 转体桥梁试转时应采集综合数据，用以指导桥梁正式转体。

3.1.6 施工单位应按照相关规定与要求，向有关单位提交跨越道路（公路）、河道、铁路等申请及相应的资料，办理相关审批手续，获得批准后方可施工。

3.2 跨越道路

3.2.1 施工单位施工前应收集含有既有道路等级、车流量、道路净空、地下管线、道路管理维护单位等资料。

3.2.2 施工单位应编制《道路保通专项方案》，确保既有道路交通正常通行，并满足安全要求。

3.2.3 施工单位施工完毕后应及时清理道路上的障碍物，消除安全隐患，并通过道路主管部门及公安交通管理部门验收合格。

3.3 跨越河道

3.3.1 建设项目开工前，建设单位必须按照河道管理权限，将工程建设方案报送河道主管部门审查同意后，方可按照基本建设程序履行审批手续。建设项目经批准后，建设单位应当将施工安排告知河道主管部门，并签订协议，明确工程建设周期、施工度汛方案、导流措施、建设期防洪安全责任、履约保证措施及河道恢复措施等事项。

3.3.2 施工单位在施工前与河道主管部门办理相关的河道临时占用手续，并采取相应的防护措施确保河道安全。

3.4 跨越铁路

3.4.1 施工图、转体施工专项方案应经过铁路部门站段、处室评审。

3.4.2 桥梁跨越铁路施工前应编制施工组织设计和专项方案，并应按照铁路安全管理相关规定报铁路部门审查。审查通过后，按施工项目签订施工安全协议。

3.4.3 营业线（邻近营业线）施工要严格遵守铁路部门相关文件要求，严格按照批准

的施工方案组织施工，确保现场施工安全、铁路行车安全。

4 转体系统施工

4.1 一般规定

4.1.1 转体桥梁一般采用墩底转体施工，其转体系统设置在墩底。

4.1.2 转体系统一般由下转盘、球铰、上转盘、转体牵引系统等组成。

4.1.3 转体系统施工流程包括 13 个阶段，在第 4 个阶段区分出下球铰无底座的情况下，阶段 5 和 6 可省略。流程图如下：

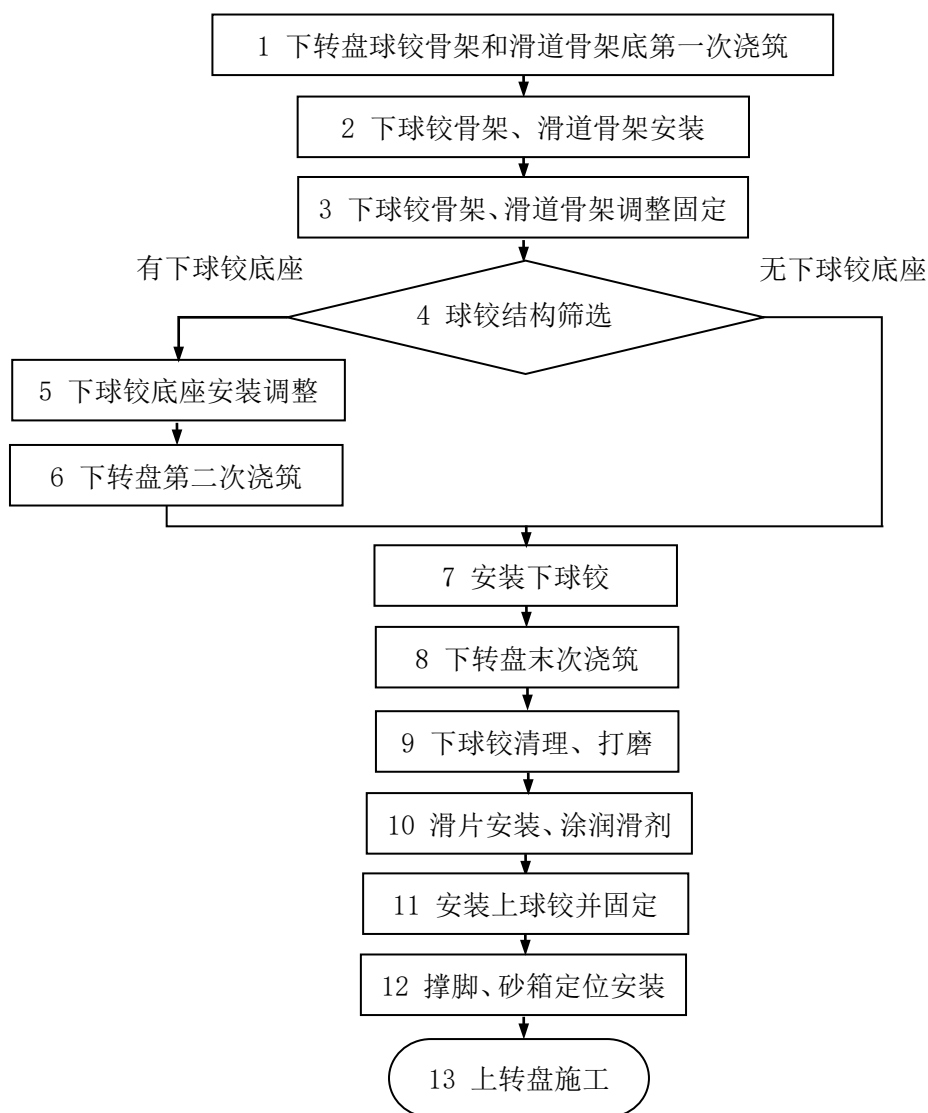


图 4.1.3 转体系统施工工艺流程

4.1.4 转体系统宜在下转盘上设置防超转限位装置。

4.2 下转盘施工

4.2.1 下转盘在第二次混凝土浇筑前宜在球铰、滑道下方埋设传感器，监测球铰、滑道的受力情况。

4.2.2 下转盘混凝土强度达到设计的 75%以上时进行下一次混凝土浇筑的施工，混凝土浇筑分以下两种情况：

1 球铰设计有下垫板时，下转盘混凝土宜分以下三次浇筑：

1) 第一次混凝土浇筑至球铰骨架和滑道骨架底；

2) 第二次混凝土浇筑待下垫板及滑道安装完成并精调合格后进行，浇筑前应确保定位预埋件的轴线、标高及尺寸准确无误；

3) 第三次混凝土浇筑待下球铰安装就位后进行。

2 球铰设计无下垫板时，下转盘混凝土浇筑宜分以下两次浇筑：

1) 第一次混凝土浇筑至球铰骨架和滑道骨架底；

2) 第二次混凝土待下球铰及滑道安装完成并调整合格后进行，浇筑前应确保定位预埋件的轴线、标高及尺寸准确无误。

4.2.3 在下转盘第一次浇筑前，宜先将滑道钢板和骨架分段拼装，浇筑后分段吊装至设计位置，然后将滑道钢板精确调整到位，滑道的安装与固定应符合下列规定：

1 滑道的钢板宜采用强度不小于 Q235 的钢材；

2 滑道骨架及钢板应满足设计要求，精确定位后应与承台预埋件焊接固定；

3 滑道应在具有生产资质的厂家加工，生产完成后在厂内进行预拼检验；

4 滑道安装时应结合其特点进行合理分段，分段吊装过程中避免出现变形；

5 滑道调整至设计位置后应用精调螺栓与滑道骨架栓紧，安装后滑道顶面应在一个水平面上，其相对高差应不大于 0.5mm。

4.2.4 下转盘第二次浇筑时应利用球铰及滑道上的预留孔对球铰及滑道下方的混凝土充分振捣，严禁混凝土出现空洞、蜂窝等现象。

4.2.5 下转盘施工完成后及时浇筑千斤顶反力座混凝土。

4.3 球铰施工

4.3.1 大吨位转体桥梁宜在下球铰下设置下垫板，下垫板上设置防滑键。

4.3.2 球铰安装应满足下列要求：

1 施工前应根据下球铰骨架尺寸合理布置定位钢板，定位钢板应与承台钢筋有效固定；

2 下球铰骨架顶部平整度可通过千斤顶等工具进行粗调；

3 下球铰垫板或下球铰与球铰骨架间应设精调螺栓或其他调节装置；

4 下球铰凹面上的四氟乙烯滑片应从内到外按编号顺序安装，滑片顶面应位于同一球面上，其误差不大于 1mm。采用黄油四氟粉填充滑片间隙，黄油四氟粉应高于滑片，其厚度不宜小于 1mm；

5 球铰中心销轴的强度和刚度均应符合设计要求，中心销轴应设置管套，销轴安装后垂直度偏差不大于 2‰；

6 上球铰应与下球铰对中，保证球铰顶面水平，任意两点误差不大于 1mm；

7 上球铰安装完毕后应将其沿顺时针、逆时针方向分别转动两至三圈，使球铰内黄油四氟粉均匀布于球铰上下盘之间，将多余的黄油四氟粉挤出；

8 上下球铰外圈间隙应一致，试转结束后，调整上球铰保持水平，将上下球铰临时整体固定，防止滑动；

9 上下球铰边缘的缝隙应密封，严禁杂物进入球铰相对滑动部位；

10 球铰转动中心应符合设计，其误差：顺桥向 $\pm 1\text{mm}$ ；横桥向 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

4.3.3 转体桥梁姿态调整就位后进行球铰封铰施工，封铰前，应对转盘间的浇筑面进行凿毛处理，浇筑时宜采用自密实混凝土，混凝土强度等级应不小于上下转盘混凝土强度等级。

4.4 上转盘施工

4.4.1 上转盘施工前应布置撑脚和砂箱，上下转盘的间距应按设计预留，宜为 500mm～800mm。

4.4.2 上转盘浇筑施工宜分以下两个阶段：

1 第一阶段浇筑至转台底。

2 第二阶段待上转盘支架模板体系搭设完成后进行，浇筑前应确保牵引索、撑脚及砂箱定位准确，撑脚及砂箱标高无误。

4.4.3 撑脚施工应符合下列规定：

- 1 钢管混凝土撑脚宜采用微膨胀混凝土灌注，其混凝土强度等级应不小于上下转盘混凝土强度等级。撑脚与上转盘钢筋连接满足受力要求，预埋深度不宜小于 500mm；
- 2 撑脚应对称于滑道均匀布置，撑脚下宜采取合适的支垫措施，撑脚与滑道的有效间隙宜为 20mm~30mm，上下转盘在转动前应进行临时固定；
- 3 转动前在撑脚底部铺装四氟滑板，以减小转动时的摩擦力。

4.5 牵引系统施工

4.5.1 转动牵引系统由连续千斤顶、液压泵站、控制系统三大部分组成。

4.5.2 牵引装置宜采用自动连续张拉千斤顶，转动过程平稳，无冲击颤动。

4.5.3 转体牵引索施工时，应符合下列规定：

- 1 牵引索数量、规格及锚固长度应符合设计要求，对称设置在上转盘，端部锚固于上转盘混凝土，沿设计位置水平缠绕布置，牵引索钢绞线应逐根理顺，不得互相交叉；
- 2 牵引索外露缠绕部分应采取防锈措施；
- 3 牵引反力座顶部槽口轴线应与转台外圆相切。
- 4 牵引反力座应对称布置，一般采用 2 个，可根据需要备用 2 个，其强度和刚度应满足转体牵引力要求；
- 5 当转动体摩擦阻力大于连续千斤顶额定牵引力时应启动助推系统。

4.5.4 牵引设备采用连续千斤顶，应符合下列规定：

- 1 连续千斤顶应水平、对称地布置于牵引反力座槽口后方；
- 2 连续千斤顶的中心线应与上转盘预埋钢束中心平齐，且与上转盘的外圆相切；
- 3 连续千斤顶的额定总牵引力应符合设计要求，一般应大于计算牵引力的 2 倍。

4.5.5 牵引反力座应预留连续千斤顶工作位置，同时保证连续千斤顶的中心线与上转盘转台外圆相切，与预埋牵引索的高度一致。

5 转体施工

5.1 一般规定

- 5.1.1 水平转体分为有平衡重转体和无平衡重转体。
- 5.1.2 转体前，应确保转体区域内各项安全保障措施已设置到位。
- 5.1.3 转体施工应采取必要的监测措施。

5.2 称重与配重

- 5.2.1 桥梁转体前应将支架与梁体脱离，采用称重法测试转体桥梁不平衡力矩。
- 5.2.2 称重与配重实施步骤：
 - 1 称重前应在上下转盘之间布置千斤顶、百分表、压力传感器及配套的抄垫等；
 - 2 千斤顶、百分表应沿梁体纵轴线对称布置，千斤顶宜布置于滑道上，百分表宜布置于转盘边缘；
 - 3 起顶前，用千斤顶顶紧上转盘，降低砂箱高度 20mm~30mm，记录各百分表的初始值，对四周撑脚位置进行标记，测量撑脚底缘线距离滑道面的初始距离；
 - 4 根据监控指令实施分级加载，可根据理论起顶力的 20%开始，按照 10%的级差加载，直至转体结构发生转动为止，每一级加载完成后，记录各百分表读数，同时测量各撑脚标记点至滑道面的距离；
 - 5 根据监控指令实施分级卸载，每一级卸载完成后，记录各百分表读数，同时测量各撑脚标记点至滑道表的距离；
 - 6 称重完成后，根据测量数据计算转体所需配重及位置；
 - 7 根据监控指令进行配重。

5.3 试 转

- 5.3.1 正式转体之前需要进行试转，测试以下内容：
 - 1 全面检查牵引动力系统状态；

- 2 启动静摩擦力；
- 3 惯性制动距离及动摩擦力；
- 4 不同点动时长悬臂端所对应的旋转弧长；
- 5 分析量测监控数据，必要时进行二次配重调整。

5.3.2 试转前应做好以下准备工作：

- 1 拆除临时固定装置；
- 2 检查撑脚与滑道间隙；
- 3 对滑道进行清理、润滑；
- 4 拆除牵引索防护设施，检查钢绞线位置并进行调整，符合要求后与千斤顶固定牢固，逐根以 5kN~10kN 的力进行预紧；
- 5 在转盘上张贴刻度表，采用水平激光标线仪作为指针，实施转体角度或转体弧长观测；
- 6 布置监测点。

5.3.3 试转应符合下列要求：

- 1 试转过程中，应检查转体结构平衡稳定状态，牵引设备应无故障，关键受力部位无裂纹；
 - 2 试转采集的数据进行分析反馈，分析结果应能供桥梁正式转体及精确就位使用。
- 5.3.4 试转到位后用楔形块将撑脚锁死，进行临时固定。

5.4 转体及姿态调整

- 5.4.1 转体时宜选用连续千斤顶牵引。
- 5.4.2 转动牵引应采用计算机同步控制技术控制，连续千斤顶的行程差不应大于 1mm。
- 5.4.3 转体过程中应对梁体、墩柱、转盘等进行监测，并将数据及时汇总反馈。
- 5.4.4 水平转体施工应进行转体结构稳定、偏心及牵引力计算，偏心值宜为 50mm~150mm，牵引设备应按计算牵引力的 2 倍配置。牵引力应按下式计算：

$$T = \frac{2}{3} \frac{RW\mu}{D} + \frac{2N_f\mu'R_l}{D} \quad (5.4.4)$$

式中： T —牵引力计算值（kN）；

μ —球铰摩擦系数，无试验数据时，静摩擦系数可取 0.1，动摩擦系数可取 0.06；

μ' —滑道摩擦系数，取试验数据；

R -球铰平面半径 (m) ;

W -球铰承担重量 (kN) ;

D -转台直径 (m) ;

M -撑脚总支撑力 (kN) ;

R_1 -撑脚距转体中心距离 (m) 。

5.4.5 桥梁悬臂端转动至预定终点设计位置 1m 时, 将连续千斤顶连续牵引作业转换为点动牵引作业, 并与测量人员密切配合, 点动到位。

5.4.6 转体桥梁的上下转盘间应沿桥梁轴线对称布设微调千斤顶, 精确调整转体桥梁的轴线及高程。

5.4.7 桥梁转体就位后, 宜先调整轴线偏差, 再调整高程偏差, 姿态调整程序包括 6 个阶段, 可在第 2 和第 4 阶段进行测量复核, 阶段 3 和 5 可省略。流程图如下:

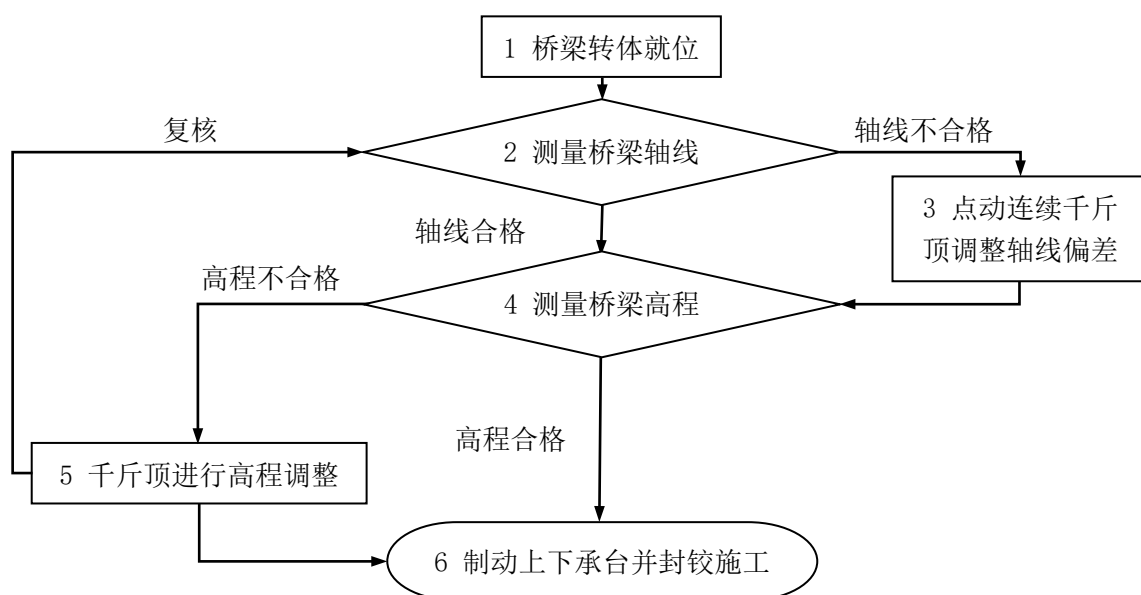


图 5.4.7 姿态调整流程

5.4.8 姿态调整后梁体线形应满足设计要求, 观测数据应考虑温度及日照的影响。

5.4.9 桥梁转体到位、姿态调整完成后应采用楔形块锁紧固定转盘撑脚和进行封铰施工。

5.5 转体监控

5.5.1 桥梁施工过程中必须进行严格的施工监测和控制。

5.5.2 转体监控专项方案编制审批程序包括 5 个阶段, 在第 2、3 和 4 阶段审核通过的情

况下直接实施，在第 2、3 和 4 阶段审核不通过的情况均应返回至第 1 阶段，修改后重新发起流程。流程图如下：

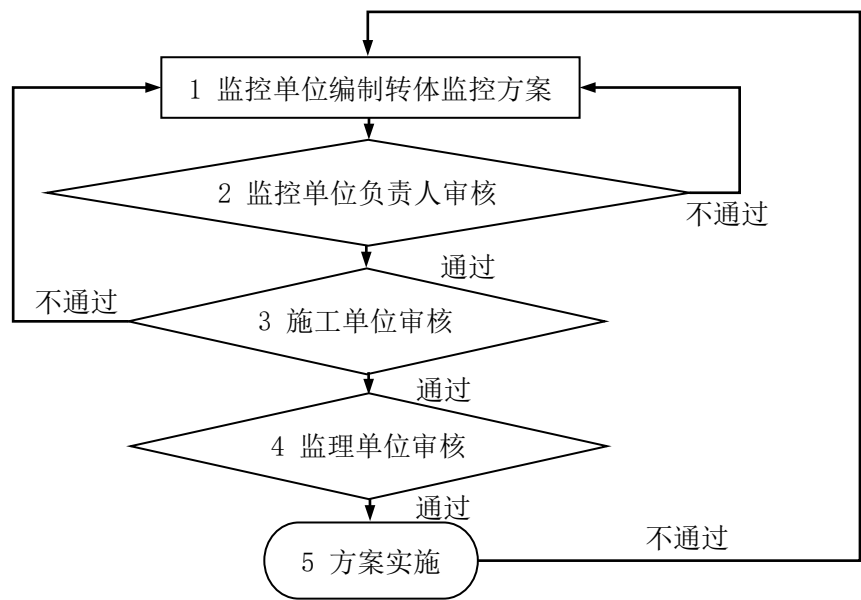


图 5.5.8 转体监控专项方案审程序批流程

5.5.3 桥梁施工过程中应对主梁预拱度的设置进行现场跟踪监测，满足主梁的最终成桥线形符合设计要求。

5.5.4 转体前应对以下项目进行检验或复验：

- 1 球铰下部、滑道下部混凝土浇筑质量；
- 2 球铰骨架、下垫板、球铰、滑道、撑脚、砂箱安装质量与精度；
- 3 牵引索布置、缠绕方向；
- 4 称重过程；
- 5 配重位置及重量；
- 6 配重后转体结构姿态情况。

5.5.5 转体过程中应对以下项目进行监控：

- 1 转动角速度、线速度，平转角速度不宜大于 0.015rad/min，梁体悬臂端线速度不宜大于 1.5m/min；
- 2 转体停止位置。

5.5.6 转体桥梁施工中应对主梁控制断面各阶段应力状态进行监测。

5.5.7 箱梁应变监测截面可选择在边跨跨中、墩顶、主跨 1/4 和 3/4 截面，每个截面布置 6 个测点，顶底板各 3 个测点。

5.5.8 转盘应力监测点可采用在下转盘设置埋入式振弦应变传感器的方式。

5.5.9 转体桥梁施工过程中应监测转盘及撑脚等关键受力构件的应力变化情况。

5.5.10 桥梁转体结束后应对全桥进行贯通测量，复核全桥线形，梁体轴线误差不大于 $\pm 10\text{mm}$ ，顶面高程不大于 $\pm 20\text{mm}$ 。

6 合 龙

6.1 一般规定

6.1.1 根据现场条件，合龙段可选用支架法、悬臂挂篮法或吊架法等方法进行施工。

6.1.2 合龙段支架、挂篮、吊架应进行专项设计，强度、刚度、稳定性应符合现行国家或行业标准要求。

6.2 支架法合龙

6.2.1 支架系统按结构形式可分为满堂式支架、梁柱式支架及其组合形式支架，应根据工程环境和技术、经济条件合理选用。

6.2.2 支架基础应满足承载力要求，基础顶面应高于周围原地面，四周设排水设施。

6.3 挂篮法合龙

6.3.1 转体 T 构采用挂篮悬臂施工时，合龙段一般采用挂篮法合龙。转体前须将挂篮、模板与梁体固定牢固，挂篮各杆件间要可靠连接，梁面不得有杂物。

6.3.2 合龙施工时，合龙口两侧需设置配重，配重可采用水箱、砂袋、混凝土预制块等。

6.4 吊架法合龙

6.4.1 转体 T 构采用支架法施工且合龙段位于既有道路、河流、铁路等上方不易搭设支架时，一般采用吊架法合龙。

6.4.2 转体 T 构施工时应在梁体相应位置设置合龙段吊架预埋件。

6.4.3 合龙施工时，合龙口两侧需设置配重，配重可采用水箱、砂袋、混凝土预制块等。

用词说明

执行本规范条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

河南省土木建筑学会标准

转体法桥梁施工技术规范

T/YJB 0039-2022

条文说明

目 次

1	总则	21
3	基本规定	22
3.2	跨越既有道路	22
3.4	跨越铁路	22
4	转体系统施工	23
4.2	下转盘施工	23
4.3	球铰施工	23
4.4	上转盘施工	23
4.5	牵引系统施工	23
5	转体及控制	24
5.4	转体	24
5.6	应力监测及转体监控	24
6	合龙	25
6.1	一般规定	25
6.4	吊架法合龙	25

1 总 则

1.0.1 河南省土木建筑学会标准《转体法桥梁施工技术规程》T/YJB0039—2022 为首次颁布并执行，目前新技术、新工艺、新设备、新材料在施工中得到广泛的应用。转体桥梁在施工中的应用越来越广泛，对加强转体桥梁施工技术、质量、安全、生产管理有重要意义。

1.0.2 阐明了本规程在施工应用中与其他标准、规范的关系与衔接原则。

3 基本规定

3.2 跨越既有道路

3.2.3 提交跨越道路申请资料包括施工图设计文件、施工专项方案、保通方案、安全协议等。

3.4 跨越铁路

3.4.3 铁路营业线施工是指影响营业线设备稳定、使用和行车安全的各种施工作业，按组织方式、影响程度分为施工和维修两类。邻近营业线施工是指在营业线两侧一定范围内，新建铁路工程、既有线改造工程及地方工程等影响或可能影响铁路营业线设备稳定、使用和行车安全的施工作业。

4 转体系统施工

4.2 下转盘施工

4.2.2 滑道的安装与固定是下转盘施工的核心，应符合下列规定：

1 滑道钢板上焊接不锈钢板可减小转体时的摩擦力。

4.2.3 下转盘浇筑时重点盯控振捣球铰及滑道下部混凝土，避免上下转盘间砂箱、支架拆除或转体过程中，因球铰下部混凝土不密实造成梁体下沉或转体中滑道下部不密实易出现滑道凹陷，撑脚卡死现象。

4.3 球铰施工

4.3.2 球铰安装应满足下列要求：

1 定位钢板可选用不小于 1cm 厚普通钢板切割而成，根据施工需求及球铰厂家指导的建议综合确定预埋位置及尺寸。

9 缝隙密封宜选用耐候性强的宽胶带。

4.4 上转盘施工

4.4.1 撑脚为转体时保持转体结构平稳的保险腿。砂箱里装有精选的工程砂，砂箱底部设计有漏砂孔，当需要拆除时，只要把砂箱中的砂子放出，支撑物就会缓慢的下落，砂箱具有千斤顶的作用。

4.5 牵引系统施工

4.5.1 转动牵引系统的泵站采用变频调速控制流量技术，可实现无级调速。系统采用位移传感器无线传输系统做伸长位移采集，精度可达 1mm，与泵站油泵变频系统组成闭环控制，达到精准同步。实现压力，位移同步双重控制。

5 转体及控制

5.4 转体

5.4.5 根据试转采集的数据分析结果,在梁体距离预定终点设计位置 1m 时,每点动一次现场观测员应向操作台汇报一次梁体距离预定终点距离,以便综合分析,确定点动时长,经多次点动操作,最终使梁体转动到距离预定位置 0.1m 时,停止转动,借助姿态调整将梁体控制到位。

5.5 转体监控

5.5.2 施工控制的目的是根据实际的施工工序,以及现场获取的参数和数据,对桥跨结构进行实时误差分析和结构验算;对每一施工阶段,根据分析验算结果给出结构应力及变形等施工控制参数,分析并调整施工误差状态,建立预警体系;对施工状态进行安全评价和控制,保证结构的受力和变形始终处于安全合理的范围内,成桥后的结构内力和线形符合设计要求。

5.5.4 下转盘应力监测主要是为了掌握下转盘内部混凝土的应力及应力变化状况,从而反映整个转动体系的偏心状况,可以有针对性地采取相应的措施以控制桥体姿态。

6 合龙

6.1 一般规定

6.1.3 合龙段施工在铁路范围内，可能影响铁路行车安全时应采用全封闭防护措施，并经相关铁路部门同意、利用运营天窗方可施工。

6.4 吊架法合龙

6.4.2 转体梁段悬臂端浇筑前预埋固定吊架的预埋件，预埋件固定牢靠，其强度满足施工要求。