



# 河南省土木建筑学会标准

T/YJB 0039—2022

---

## 转体法桥梁施工技术规范

Technical Specification for Bridge Construction of Swivel Method

2022-5-31 发布

2022-6-1 实施

---

河南省土木建筑学会 发布

## 前言

为确保水平转体法桥梁施工的安全，规范转体法桥梁施工，编制组对转体法桥梁施工开展了深入研究，认真总结实践经验，在反复征求意见的基础上，制定了本规程。

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

本规程可能涉及桥梁转体用的简易装配式助推装置（专利号：ZL 2019 2 1871746.4）、跨障碍宽幅转体桥梁合龙段吊架法模板支撑体系施工方法（专利号：ZL 2019 1 1062139.8）相关专利的使用。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与专利持有人（中铁七局集团郑州工程有限公司）协商处理。除上述专利外，本规程的某些内容仍可能涉及其他专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程版权和解释权归河南省土木建筑学会所有，并委托主编单位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。各单位在执行本规程时，如有意见、建议和疑问，请邮寄到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）。

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 孙 猛 贺敏刚 张 鹏 文永超 张 帆

李世茂 范金泉 史朝阳 丁新胜 邓朝辉 徐晓锋 焦毛毛

孔祥千 黄登科 黄晓波 蒋亚峰 陈向阳 柴 磊 王新义

主要审查人：（按姓名汉语拼音音序排序）

蔡忠明 杜嘉俊 付宗伟 平栓玲 汪建峰

王新泉 张 晖 周集建

## 目次

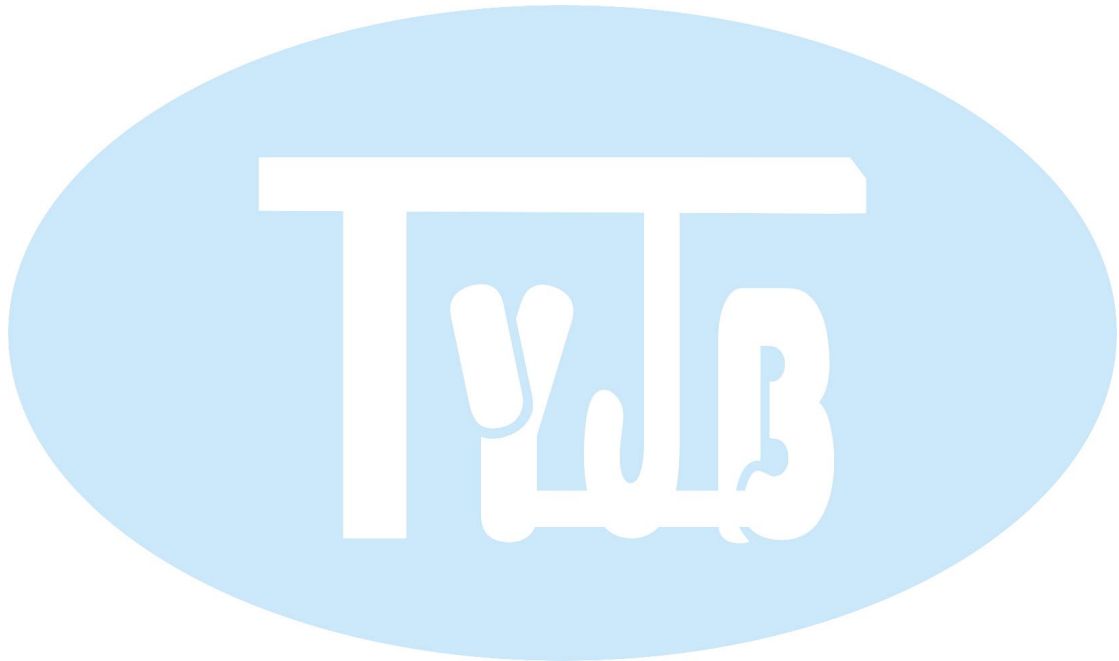
1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	3
3.1	一般规定.....	3
3.2	跨越既有道路.....	4
3.3	跨越河道.....	4
3.4	跨越既有铁路.....	4
4	转动系统施工.....	5
4.1	一般规定.....	5
4.2	下转盘施工.....	5
4.3	球铰施工.....	7
4.4	上转盘施工.....	8
4.5	牵引系统施工.....	8
5	转体.....	10
5.1	一般规定.....	10
5.2	称重与配重.....	10
5.3	试转.....	11
5.4	转体及姿态调整.....	11
5.5	转体监控.....	13
6	合龙.....	15
6.1	一般规定.....	15
6.2	支架法合龙.....	15
6.3	挂篮法合龙.....	15
6.4	吊架法合龙.....	15
	用词说明.....	16
	条文说明.....	177

## Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic requirements.....	3
3.1	General requirements .....	3
3.2	Crossing existing road .....	4
3.3	Crossing river .....	4
3.4	Crossing existing railway .....	4
4	Swivel system construction.....	5
4.1	General requirements .....	5
4.2	Lower turntable construction .....	5
4.3	ball hinge construction .....	7
4.4	Upper turntable construction .....	7
4.5	Traction system construction .....	8
5	Swiveling.....	10
5.1	General requirements .....	10
5.2	Weighing and weight .....	10
5.3	Trial swiveling .....	11
5.4	Swiveling and posture adjustment .....	11
5.5	Swiveling monitoring .....	13
6	Closure.....	15
6.1	General requirements .....	15
6.2	Support method closure .....	15
6.3	Hanging basket closure .....	15
6.4	Hanging frame method closure .....	15
	Explanation of wording.....	14
	Explanation of provisions.....	177

## 1 总则

- 1.0.1 为确保水平转体法桥梁施工的安全，规范转体法桥梁施工，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于铁路、公路、城市道路、轨道交通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 桥梁水平墩底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

在水平面内进行旋转的桥梁结构。

### 2.0.2 转动系统 swivel system

为实现转体施工而设置的有关支承、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

由上、下球铰组成，使转体结构上下传递荷载，实现转体的核心支承装置。

### 2.0.5 下转盘 lower turntable

和基础相连，支撑上转盘的结构。

### 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的施工工序。

### 2.0.9 助推系统 boosting system

为牵引系统提供附加动力的装置组合。

### 2.0.10 微调千斤顶 fine tuning jack

转体到位后，对桥梁高程进行微小调整的设备。

### 2.0.11 封铰 turntable fixing

在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。专项转体施工方案审批流程图如下：

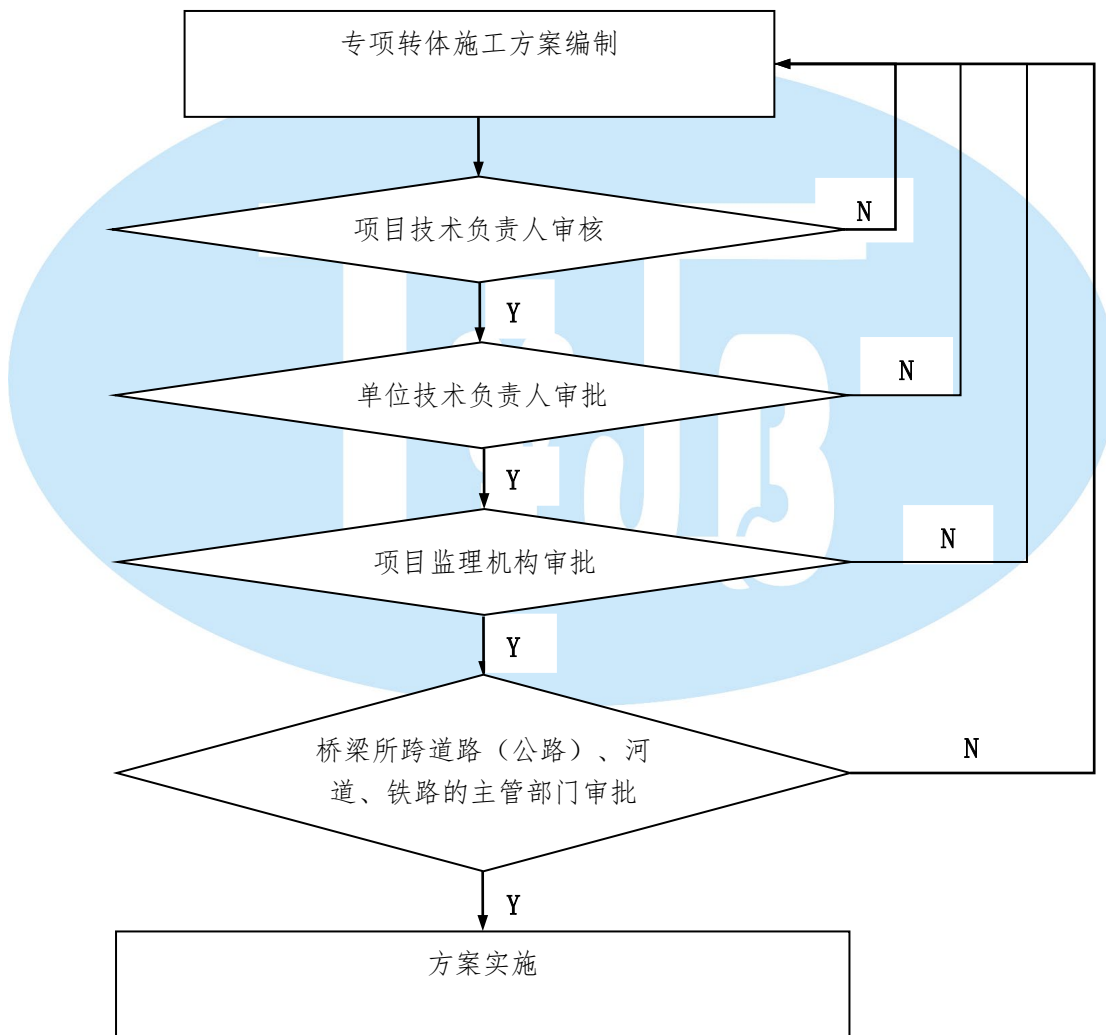


图 3.1.1 专项转体施工方案审批流程

3.1.2 施工中，对涉及到结构安全或施工安全的装置及构件，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第4章相关规定。

3.1.4 桥梁转体前，应对桥梁进行称重，根据不平衡力矩进行配重，确保偏心距满足设计要求。

3.1.5 转体桥梁试转时应采集相关数据，用以指导桥梁正式转体。

3.1.6 施工单位应按照相关规定，向道路（公路）、河道、铁路等主管部门提交申请及相应的资料，办理审批手续，获得批准后方可施工。

### 3.2 跨越既有道路

3.2.1 施工前应收集既有道路等级、车流量、管线及管理维护单位的相关要求和标准。

3.2.2 施工单位应编制道路保通（过渡）方案等，确保车辆正常通行。

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，经道路主管部门验收合格后方可开通。

### 3.3 跨越河道

3.3.1 施工前应收集河道汛期时间、河流水位、通航情况以及河道主管部门的相关要求和标准。

3.3.2 施工单位应编制施工度汛方案、水源保护方案、河道恢复方案等，确保河道的相关功能正常。

### 3.4 跨越既有铁路

3.4.1 施工前应收集既有铁路等级、天窗点时间以及铁路管理单位的相关要求和标准。

3.4.2 根据施工需要，施工单位编制（邻近）营业线施工方案经铁路主管部门审批后，办理施工安全协议，确保既有铁路行车安全。



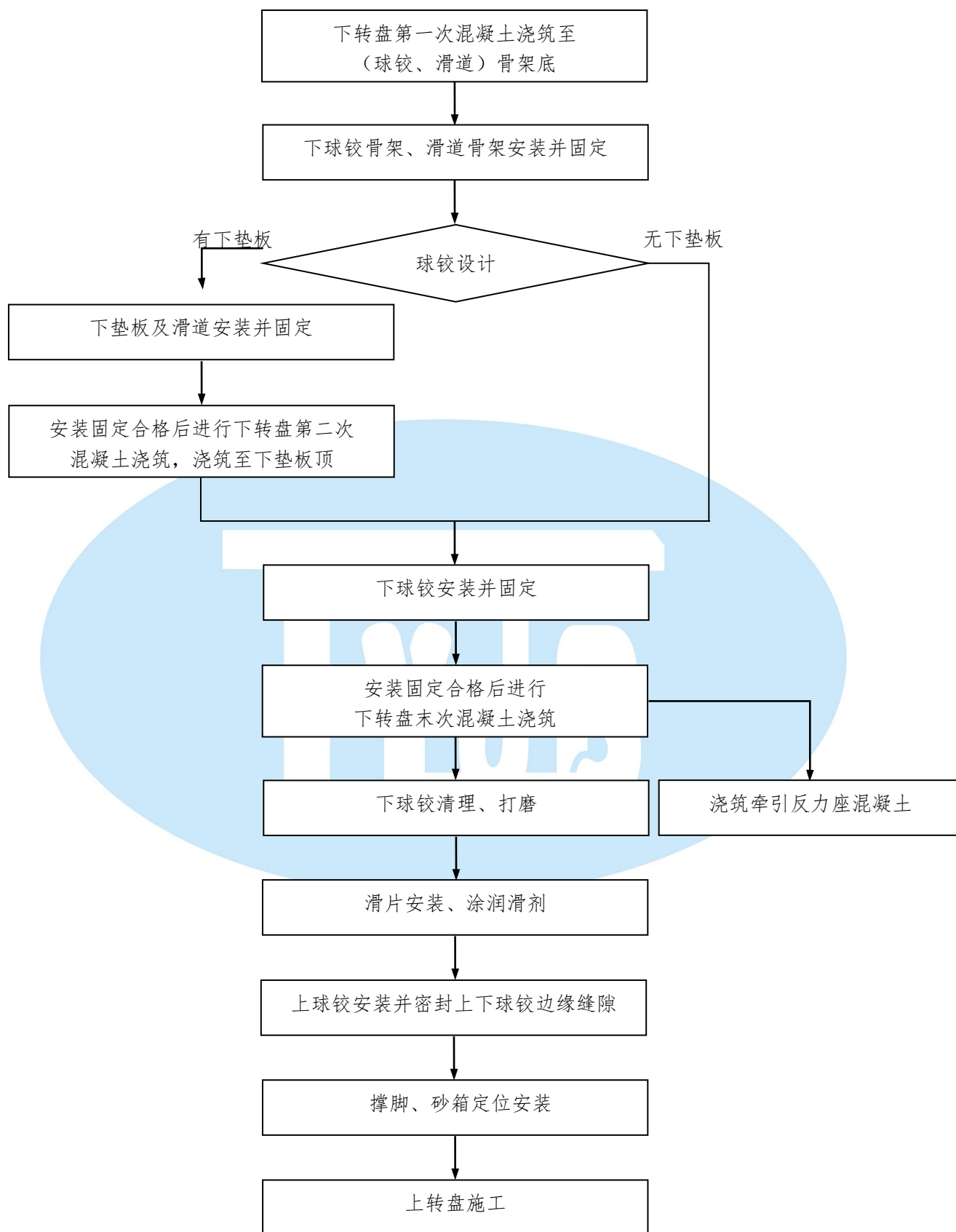
## 4 转动系统施工

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 转动系统一般由下转盘、球铰、上转盘、牵引系统等组成。
- 4.1.2 转动系统宜在下转盘上设置防超转限位装置。
- 4.1.3 转动系统施工工艺流程如图 4.1.3 所示。

### 4.2 下转盘施工

- 4.2.1 球铰、滑道下方宜埋设传感器，监测球铰、滑道的受力情况。
- 4.2.2 下转盘混凝土分次浇筑，浇筑次数分两种情况：
  - 1 球铰设计有下垫板时，下转盘混凝土宜分三次浇筑：
    - 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浇筑至下垫板顶；
    - 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，下转盘混凝土宜分两次浇筑：
    - 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。上述混凝土浇筑完后及时浇筑牵引反力座混凝土。
- 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；



**图 4.1.3 转动系统施工工艺流程**

4 滑道安装时应结合其特点进行合理分段，吊装过程中避免出现变形；

5 滑道调整至设计位置后应将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，其相对高差不应大于 0.5mm。

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

### 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预埋定位钢板，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，黄油四氟粉应高出滑片，其高出滑片的厚度不宜小于 1mm；
- 5 球铰中心销轴的强度和刚度应符合设计要求，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 球铰转动中心安装误差：顺桥向±1mm，横桥向±1.5mm；
- 8 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分布于上下球铰之间，将多余的黄油四氟粉挤出；
- 9 上下球铰外圈间隙应保持一致，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；
- 10 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。

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，混凝土强度等级不应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图纸要求预留，图纸未明确时，宜为 500mm~800mm。

4.4.2 上转盘混凝土宜分二次浇筑：

- 1 第一次混凝土浇筑至转台底；
- 2 第二次混凝土浇筑应在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，其混凝土强度等级不应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 转动牵引系统由牵引装置、液压泵站、控制系统三大部分组成。

4.5.2 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护措施；
- 3 牵引反力座顶部槽口轴线应与上转盘外圆相切；
- 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。

4.5.3 牵引设备宜采用转动过程平稳、无冲击颤动的自动连续张拉千斤顶，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。

4.5.4 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外圆相切, 与预埋牵引索的高度一致。

4.5.5 助推系统由助推墩、分配梁、传力柱、千斤顶和顶铁组成 (如图 4.5.5 所示)。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。

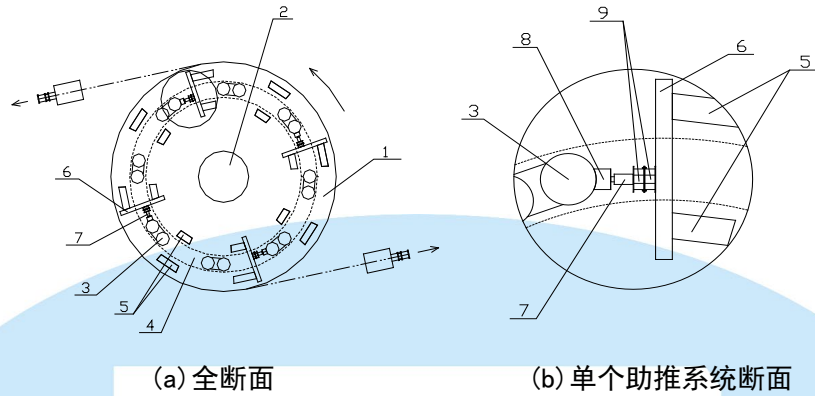


图 4.5.5 助推系统

1—下转盘; 2—球铰; 3—撑脚; 4—环形撑脚滑道; 5—助推墩; 6—分配梁; 7—千斤顶; 8—顶铁; 9—传力柱

## 5 转体

### 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，并验收通过。
- 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、压力传感器及传力垫等；
  - 2 千斤顶、百分表应沿梁体纵轴线对称布置，千斤顶宜设置于滑道上，百分表宜设置于转盘边缘；
  - 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，测量各撑脚标记点至滑道顶面的初始距离；
  - 4 根据监控指令实施分级加载，初始加载值取理论起顶力的 20%，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顶面的距离；
  - 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顶面的距离；
  - 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 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 撤除牵引索外露缠绕部分防护措施，将钢绞线调整到位后并将其与千斤顶连接固定，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。

### 5.3.2 正式转体之前需要进行试转，测试以下内容：

- 1 牵引动力系统是否正常工作；
- 2 启动时的静摩擦力；
- 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。

### 5.3.3 试转过程中，应检查转体结构平衡稳定状态、有无裂纹和牵引设备有无故障。

### 5.3.4 试转采集的数据应供桥梁正式转体及精确就位使用。

### 5.3.5 试转到位后用楔形块将撑脚锁死，进行临时固定。

### 5.3.6 试转结束后分析量测监控数据，必要时进行二次配重调整。

## 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，连续千斤顶的行程差不应大于 1mm。

### 5.4.3 水平转体施工应进行转体结构稳定、偏心及牵引力计算，偏心值不宜大于 50mm，牵引设备应按计算牵引力的 2 倍配置。牵引力应按式计算：



$$T = \frac{2RW\mu}{3D} + \frac{2N_f\mu'R_1}{D} \quad (5.4.3)$$

式中：  $T$ ——牵引力 (kN)；

$\mu$ ——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；

$\mu'$ ——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)；

$N_f$ ——撑脚总支撑力 (kN)；

$R_1$ ——撑脚距转体中心距离 (m)。

**5.4.4** 桥梁悬臂端转动至离设计位置 1m 时，将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，使梁体点动至离设计位置 0.1m 时，停止转动，借助姿态调整将梁体移动到位。

**5.4.5** 姿态调整宜先调整轴线偏差，再调整高程偏差。利用点动连续千斤顶调整轴线偏差，微调千斤顶调整高程。姿态调整流程如图 5.4.5 所示。

**5.4.6** 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。

**5.4.7** 桥梁转体到位后应采用楔形块锁紧固定转盘撑脚和进行封铰施工。



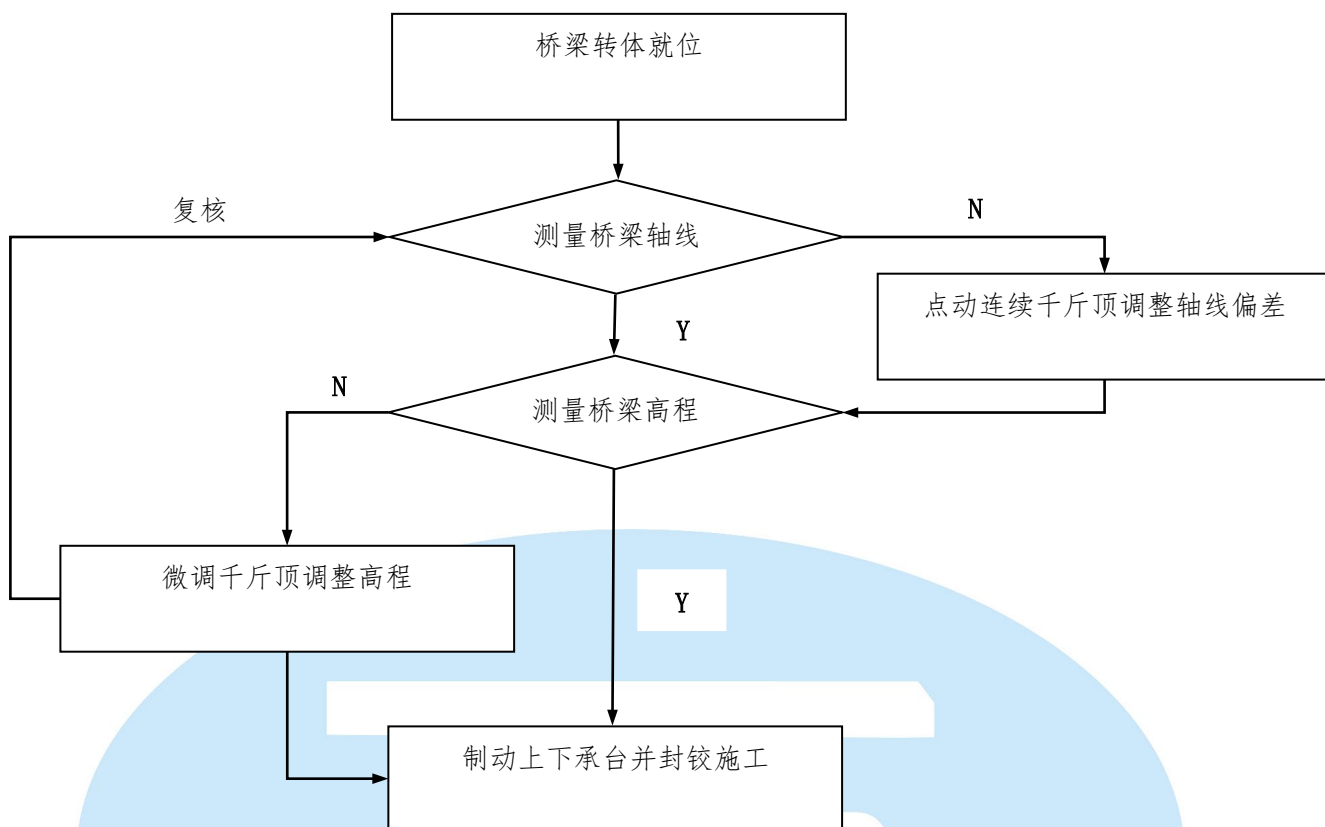


图 5.4.5 姿态调整流程

## 5.5 转体监控

5.5.1 转体桥梁施工中必须进行施工监测和控制。

5.5.2 桥梁转体监控方案编制审批流程如图 5.5.2 所示。

5.5.3 转体桥梁现浇施工中应对桥梁预拱度进行监测和控制，满足桥梁的最终成桥线形要求。

5.5.4 转体桥梁施工中应对 T 构悬臂端 1/2 处、墩顶处控制断面各阶段应力状态进行监测，每处控制断面布置 6 个测点，顶板、底板各 3 个测点。

5.5.5 转体前应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。

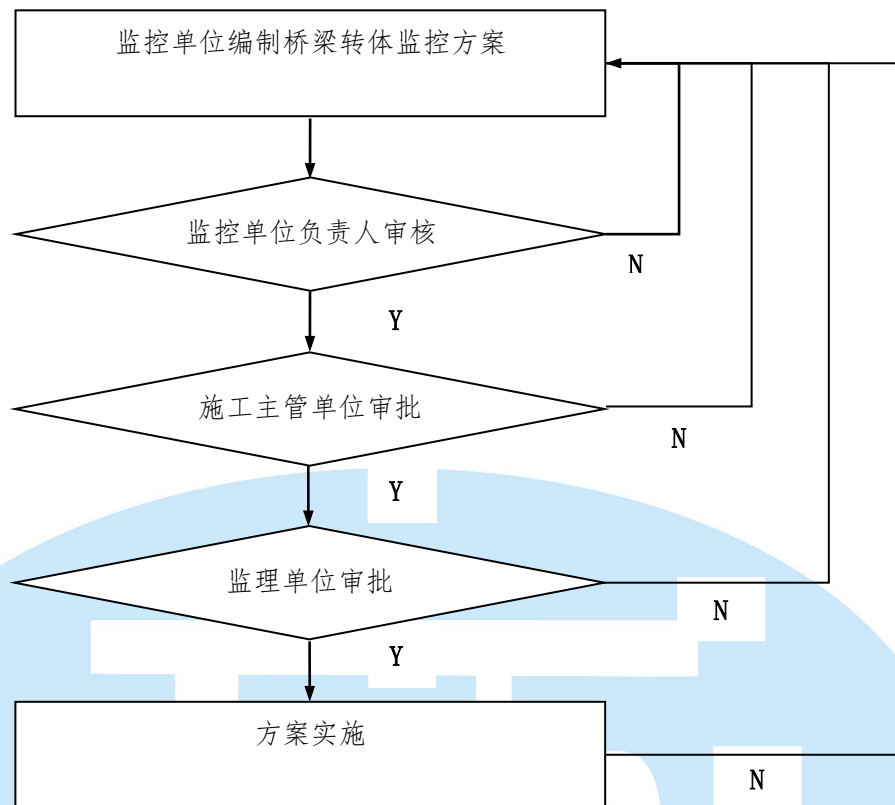


图 5.5.2 桥梁转体监控方案编制审批流程

#### 5.5.6 桥梁转体过程中应对以下项目或受力构件进行监控：

- 1 转动角速度、线速度，平转角速度不宜大于  $0.015\text{rad/min}$ ，梁体悬臂端线速度不宜大于  $1.5\text{m/min}$ ；
- 2 转体停止位置；
- 3 球铰的应力变化。

5.5.7 转盘、桥梁控制断面应力监测可采用埋入式振弦应变传感器，球铰应力监测点设置在下球铰底。

5.5.8 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 支架地基、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 转体桥梁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，配重可用水箱、砂袋、混凝土预制块等。

### 6.4 吊架法合龙

6.4.1 转体桥梁合龙段位于既有道路、河流、铁路等上方不易采用支架法和挂篮法合龙时，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，配重可用水箱、砂袋、混凝土预制块等。

## 用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

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：

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：

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

Technical Specification for Bridge Construction of Swivel Method

T/YJB 0039-2022

条文说明

## 目 次

1	总则.....	19
3	基本规定.....	19
3.1	一般规定.....	19
3.4	跨越铁路.....	19
4	转动系统施工.....	20
4.1	一般规定.....	20
4.2	下转盘施工.....	20
4.3	球铰施工.....	20
4.4	上转盘施工.....	21
4.5	牵引系统施工.....	21
5	转体.....	21
5.4	转体及姿态调整.....	21
5.5	转体监控.....	21
6	合龙.....	22
6.1	一般规定.....	22
6.4	吊架法合龙.....	22

## 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范》T/YJB 0039-2022 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。

**1.0.3** 阐明了本规程在施工应用中与其它标准、规范的关系和衔接原则。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 铁路主管部门是指桥梁跨越既有铁路设备管辖的铁路局相关站段、处室。

**3.1.6** 提交的资料应按照不同行业、不同地区、不同管理单位的具体要求和标准进行报送。

### 3.2 跨越既有道路

既有道路包括既有公路、城市道路、乡村道路、厂矿道路、林业道路等。

### 3.4 跨越铁路

**3.4.2** 根据《国铁集团铁路营业线施工管理办法》规定，邻近营业线施工是指在营业线两侧一定范围内、营业线设备安全限界外影响或可能影响铁路营业线设备稳定、使用和行车安全的作业；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作业，按组织方式、影响程度分为施工和维修两类。

## 4 转动系统施工

### 4.1 一般规定

4.1.3 球铰设计有下垫板时，下垫板安装在下球铰骨架上，利用下垫板上设置防滑键固定下球铰，下转盘混凝土宜分三次浇筑，第三次混凝土浇筑就是“下转盘末次混凝土浇筑”；球铰设计无下垫板时，下转盘混凝土宜分两次浇筑，第二次混凝土浇筑就是“下转盘末次混凝土浇筑”。

### 4.2 下转盘施工

4.2.4 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，根据施工实际确定预埋位置及尺寸。

10 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 撑脚为确保转体桥梁平稳的保险措施。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

## 5.4 转体及姿态调整

5.4.4 连续千斤顶点动牵引作业是指在桥梁悬臂端转动至离设计位置 1m 至 0.1m 间进行，通过桥梁悬臂端在每次点动后的转动距离，确定点动次数。

## 5.5 转体监控

5.5.1 转体桥梁施工监测和控制的目的是确保转体法桥梁施工安全、成桥后结构内力和线形符合设计要求。

5.5.7 球铰应力监测主要是为了掌握下球铰底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梁体姿态。

## 6 合龙

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 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、利用天窗点时间方可施工。

### 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、刚度满足施工要求。

