

中国交通运输协会团体标准

# 桥梁转体球铰

Spherical hinge for bridge swivel construction

(征求意见稿)

编制说明

2024-05

## 一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“《多制式单轨交通设计规范》等团体标准立项的公告”（中交协秘字〔2020〕52号）要求，由中铁工程设计咨询集团有限公司联合多家单位作为起草单位，负责本规程的编制工作。

主要起草人：徐升桥、李辉、焦亚萌、高静青、冯祁、李圣强、贾立志、杨卫锋、姜文英、赵建林、张郡、桂鉴臣、刘凯、张显宗、贾双双、李文松、王广业、李歧、高斯阳、支超、孙伟、王立方、李延佩、孙中华、郑宏利、方雷、代长生、陈舜东、曹文、王立志、曹琳琳、刘一军、王良、何巍、梁旭、王福华、陆金柱、李坤、郑康平、杨光旭、耿向前、朱留超、白银霞、康立志、英升睿、于全玉、张春林、武文全。

## 二、制订标准的必要性和意义

本标准的制订，是为了规范桥梁施工用转体球铰的分类、规格、型号及结构形式，技术要求，检验方法，检验规则，以及标志、储存与运输、安装等要求。本规范适用于铁路、公路、市政及轨道交通领域的桥梁施工用转体球铰，其他领域可参照使用。从国内相关标准调研来看，绝大部分标准对转体球铰各部分材料、设计、检验等方面虽做出了条款规定，但都仅限于某一单独的交通领域，并且欠缺对新材料、新方法的说明，有必要制定更详细的桥梁施工用转体球铰技术标准，以便规范行业及市场应用，保证工程应用安全。

## 三、主要工作过程

本标准通过收集既有工程应用经验，以及相关研究成果、试验检测结果及使用单位反馈信息，确定标准编制方向。经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。针对反馈意见，提出处理办法，进行补充、修改，形成送审稿。经中国交通运输协会同意，进行专家审查。根据专家审查会形成的专家意见进行修改，形成报批稿，上报审批。

## 四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准制订的基本原则是以现有研究工作为基础，参照国家规范、标准，针对桥梁

施工用转体球铰的特点进行定义、描述和规范。

本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

- 1 《铁路桥梁施工用转体球铰》（Q/CR 830-2021）
- 2 《桥梁转体装置》（T/TMAC 003-2017）
- 3 《桥梁水平转体法施工技术规程》（DG/TJ 08-2220-2016）

目前转体球铰并无相应的国家标准，现行标准均为企业标准、地方标准和行业标准。其中，地方标准《桥梁水平转体法施工技术规程》（DG/TJ 08-2220-2016）对转体系统的设计、施工、控制做出了相关要求，并未就转体球铰本身做出规定。企业标准《铁路桥梁施工用转体球铰》（Q/CR 830-2021）和行业标准《桥梁转体装置》（T/TMAC 003-2017）对转体球铰的规格、分类、型号、结构、材料、检验等做出了相关要求，但对墩顶转体用球铰、超大吨位平面球铰等新结构、新方法未做规定说明，实际工程中墩顶转体工程实例已较为普遍，超大吨位平面球铰也已有实际的成功案例，对该内容的补充及对相关新方法的说明是本项目的关键。

## 五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

### 1 范围

本标准规定了桥梁施工用转体球铰的分类、规格、型号及结构形式，技术要求，检验方法，检验规则，以及标志、储存与运输、安装精度等要求。

本标准适用于竖向承载力1000MN及以下的桥梁施工用转体球铰。

对竖向承载力500MN以上的桥梁施工用转体球铰进行补充。

### 2 规范性引用文件

本标准引用了规范性文件。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

### 3 术语及定义

#### 3.1 桥梁转体球铰系统 spherical hinge system for bridge swivel construction

一种由球铰本体及转体辅助部件组成的适用于桥梁转体施工的装置系统。

#### 3.2 钢球铰 steel spherical Hinge

球铰上球铰、下球铰等主要构件材料由钢板加工或铸造而成。根据加工方式可分为普通钢制球铰及铸钢球铰。

#### 3.3 超高性能混凝土球铰 ultra-high performance concrete spherical hinge

球铰上球铰、下球铰等主要构件材料由超高性能混凝土浇筑而成。

### 3.4 大吨位平面球铰 large tonnage spherical hinge

球铰转动球面半径较大，趋近于平面，球铰上球铰、下球铰多由厚钢板数控加工而成。适用于设计竖向承载力300000kN及以上的转体球铰。

## 4 分类、规格、型号及结构形式

4.1 桥梁转体球铰分类根据承压部件材质及加工方式两个方面进行，其中，根据承压部件材质分为钢球铰和超高性能混凝土球铰两类，钢球铰根据其加工方式又分为普通钢球铰、铸钢球铰和大吨位平面球铰三类。

明确桥梁转体球铰的分类。

4.2 转体球铰按照竖向设计承载力分为25级，竖向设计承载力区间为10000kN至1000000kN。竖向设计承载力10MN（含）至290MN（含）区间接20MN一级递增；竖向设计承载力300MN（含）至500MN（含）区间接50000kN一级递增；竖向设计承载力500MN（不含）至1000MN（含）区间接100MN一级递增。当有特殊需求时，竖向设计承载力根据需要调整。

明确桥梁转体球铰的竖向设计承载力分级及规格。

4.3 转体球铰型号由名称代号、竖向设计承载力和分类代号组成。名称代号为ZTQJ，竖向设计承载力单位按兆牛计，分类代号按4.1条规定选用。

明确桥梁转体球铰的型号及表示方法。

### 4.4 结构形式

4.4.1 桥梁转体球铰系统由球铰本体及转体辅助部件构成。球铰本体一般由顶座板（钢球铰无此项）、钢护筒（仅适用于墩顶转体球铰）、抽拔钢板（仅适用于墩顶转体球铰）、上球铰、下球铰、球面滑板、销轴、轴套（铸钢球铰无此项）、支撑骨架（铸钢球铰及超高性能混凝土球铰无此项）、底座板（仅适用于铸钢球铰及超高性能混凝土球铰）、剪力键（仅适用于铸钢球铰）、连接件（仅适用于分块大吨位平面球铰）等部件组成。转体辅助部件一般由滑道、撑脚、砂箱等组成。

明确桥梁转体球铰系统的结构组成。根据球铰类型、转体位置，球铰本体组成构件有所增减。

4.4.2 普通钢球铰本体一般由钢护筒及抽拔钢板（仅适用于墩顶转体球铰）、上球铰、下球铰、球面滑板、销轴、轴套、支撑骨架、防尘罩（仅适用于墩顶转体且转体后球铰外露不拆除情况）等部件构成。普通钢球铰上下球铰一般由钢板压制球面，背面

焊接肋板，下球铰转动铰面铣钻滑板镶嵌孔及振捣孔。

明确普通钢球铰本体的结构组成及普通钢球铰上下球铰的一般结构形式。根据转体位置，球铰本体组成构件有所增减。

4.4.3 铸钢球铰本体一般由上球铰、下球铰、球面滑板、销轴、底座板、剪力键等部件构成。铸钢球铰上下球铰一般为铸造整体成型。

明确铸钢球铰本体的结构组成及其上下球铰的一般结构形式。

4.4.4 大吨位平面球铰本体一般由上球铰、下球铰、球面滑板、销轴、轴套、支撑骨架、连接件（仅分块式含此项）等部件构成。大吨位平面球铰上下球铰一般采用厚钢板数控加工而成，可分块拼装，一般适用于设计竖向承载力 300MN 及以上的转体。

明确大吨位平面球铰本体的结构组成、上下球铰的一般结构形式及大吨位平面球铰适用的竖向设计承载力。

4.4.5 超高性能混凝土球铰本体一般由顶座板、上球铰、下球铰、球面滑板、销轴、轴套、底座板、连接板、堵头钢板等部件构成，其中球铰上盘（顶座板、上球铰）和下盘（下球铰、底座板）的钢壳内填充超高性能混凝土。

明确超高性能混凝土球铰本体的结构组成及球铰上下盘的一般结构形式。

4.4.6 钢球铰销轴可采用实心钢棒，超高性能混凝土球铰销轴可采用无缝钢管内浇超高性能混凝土内芯的钢混组合构件或实心钢棒。轴套可采用结构用无缝钢管。

从Q/CR 830-2021第4.4.3条中引用，同时未强制销轴及套筒的材料及结构形式，亦可采用其他材料及结构替代。

4.4.7 钢滑道由滑道滑板、不锈钢板、钢背板、滑道支架或底座板以及调平装置组成；钢混组合滑道由滑道滑板、滑道板、滑道支架及调平装置组成，其中滑道板由薄钢板内充超高性能混凝土内芯构成；滑道支架一般由角钢焊接成型。

明确钢滑道、钢混组合滑道的结构组成及滑道支架的一般结构形式。

4.4.8 撑脚由支撑钢管、船型板、连接座或剪力键等组成，支撑钢管内可填充补偿收缩混凝土或超高性能混凝土。

明确撑脚的结构组成。

## 5 技术要求

### 5.1 一般要求

5.1.1 转体球铰承载能力不应小于竖向设计承载力，在承载能力范围内，转体球铰系统应保持状态完好、转动顺畅、无异常变形。

明确转体球铰的受力及使用状态。

5.1.2 转体球铰在设计竖向承载力下，球铰设计静摩擦系数 $\leq 0.1$ ，滑动摩擦系数 $\leq 0.05$ ，实测值不应大于设计值。

明确转体球铰的摩擦系数。

5.1.3 转体球铰适用温度 $-50^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 。

明确转体球铰的适用温度。

## 5.2 材料性能

### 5.2.1 钢件

转体球铰系统用钢板的化学成分及力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700 或 GB/T 1591 的规定。钢球铰的上球铰、下球铰、底座板及滑道钢背板的钢板强度等级不宜低于 Q355；超高性能混凝土球铰的上球铰、下球铰、顶座板、底座板及滑道板的钢板强度等级不宜低于 Q235。

转体球铰上球铰、下球铰等采用铸钢件时，铸钢件的化学成分、热处理后的机械性能应符合 GB/T11352 的规定，化学分析和机械性能用试块应在铸钢件浇筑过程中铸出。铸钢强度等级不低于 ZG270-500，铸钢件应逐件进行超声波探伤，铸钢件质量不低于 2 级，探伤方法及质量评级方法应符合 GB/T 7233.1—2009 的规定。

销轴钢棒材料的化学成分及力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700 或 GB/T 3077 的规定。

结构用无缝钢管的材料牌号应满足设计要求，其化学成分和力学性能应满足 GB/T8162 的规定。

球铰采用其它钢件时，材料性能应符合设计要求。

### 5.2.2 不锈钢板

不锈钢板可采用 06Cr17Ni2Mo2、06Cr19Ni13Mo3 或 06Cr18Ni11Ti 牌号精轧不锈钢冷轧钢板，化学成分及力学性能应符合 GB/T 3280 的规定。

### 5.2.3 滑板

球面滑板可采用改性聚四氟乙烯板、改性超高分子量聚乙烯板或填充聚四氟乙烯复合夹层板，滑道滑板可采用聚四氟乙烯板。滑板的物理机械性能、与规定粗糙度钢板或不锈钢板配合面滑动时的摩擦性能从 Q/CR 830-2021 第 5.2.3 条中引用。

### 5.2.4 润滑脂

球面滑板润滑脂可采用 5201—2 硅脂或添加 1%（质量比）、平均粒径不大于 50um

的纯聚四氟乙烯粉的锂基润滑脂，5201—2 硅脂的物理性能不应低于 HG/T 2502—1993 中一等品的规定，锂基润滑脂的质量应符合 GB/T 7324—2010 中 2 号润滑脂的规定。

球铰润滑脂采用其它材料时，其物理性能要求应满足设计要求。

从 Q/CR 830-2021 第 5.2.4 条中引用。

#### 5.2.5 超高性能混凝土及构造钢筋

超高性能混凝土球铰用超高性能混凝土的抗压强度不小于 120MPa，抗折强度、弹性模量、原材料性能应符合 GB/T 31387—2015 的规定。

超高性能混凝土球铰的内层构造钢筋采用 HRB400，其技术性能应满足 GB/T 1499.2 的规定。

增加超高性能混凝土球铰内层构造钢筋等级，其余从 Q/CR 830-2021 第 5.2.2 条中引用。

#### 5.3 尺寸与偏差

5.3.1~5.3.6 从 Q/CR 830-2021 第 5.3 中引用，增加不锈钢板厚度偏差及滑道不锈钢板的平面度公差。

#### 5.4 外观质量

5.4.2 为保证不锈钢板与基层结合质量，增加不锈钢板与基层钢板焊接方法及焊接后外观要求。

#### 5.5 表面防护

5.5.1 钢件外露面（除滑动接触面外）均采用 JT/T 722-2023 中 S04 套涂装体系的底漆涂装来进行表面防护。

5.5.2 球铰实际制造时存在临时存放的情况，为保证球铰的使用性能，增加存放设置防尘装置要求。

5.5.3 提出其他钢件的表面防护要求。

#### 5.6 组装

##### 5.6.1 钢球铰

对厂内组装的要求进行了明确。

##### 5.6.2 超高性能混凝土球铰

超高性能混凝土强度直接影响球铰的使用性能，本项对混凝土浇注后静置时间及养护条件提出了明确的要求。

## 6 检验方法

检验主要包括对材料、尺寸偏差、外观质量、焊接、表面防护的检验。

### 6.1 材料

材料主要为对钢件、滑板、润滑脂、超高性能混凝土、钢筋等检验，其中钢件、润滑脂、超高性能混凝土、钢筋等根据材料等级按对应的国家标准执行，滑板除满足相关国家标准外，还需进行试验测定。

### 6.5 表面防护

明确表面防腐涂装的检验项（涂层厚度、附着力及粗糙度）及执行规范。

## 7 检验规则

检验分为原材料进厂检验、产品出厂检验，分别就两项检验规定了相关的检验内容、技术要求和检验频次。

## 8 标志、储存与运输

对球铰的标志项目进行了规定，并就储存和运输中应注意的事项进行了明确。

## 9 安装精度

对转体球铰安装精度及滑道安装精度进行明确。

### 附录 A 滑板初始静摩擦系数试验方法

### 附录 B 滑板荷载压缩变形试验方法

### 附录 C 球铰、滑道、撑脚及砂箱的安装方法

对转体球铰系统的安装进行了分别说明，分为球铰本体安装、滑道安装、撑脚安装、砂箱以及其他辅助措施的安装。其中，球铰本体和滑道的安装根据球铰安装位置、球铰结构、滑道结构等分别进行了说明。

### 附录 D 千斤顶及牵引索布置方法

对千斤顶及牵引系统布置原则进行了详细说明。

### 附录 E 转体称重

增加称重原理、称重工艺流程和牵引力计算的资料性文件。

## 六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

## 七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

## 八、作为推荐性标准建议及其理由

随着我国交通基础设施建设的快速发展，桥梁施工工法和工艺不断创新，桥梁转体施工得到越来越广泛的应用。转体球铰是桥梁转体施工的核心装备，先后出现了板材制造的转体球铰、铸造转体球铰、墩顶转体球铰、转体支座、RPC 转体球铰、平面球铰等创新技术。从国内相关标准调研来看，绝大部分标准对转体球铰各部分材料、设计、检验等方面虽做出了条款规定，但都仅限于某一单独的交通领域，并且欠缺对新材料、新方法的说明，有必要制定更详细的桥梁施工用转体球铰技术标准，以便规范行业及市场应用，保证工程应用安全。

## 九、贯彻标准的措施建议

(1) 组织安排开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，并邀请标准主要起草者，召开标准宣贯会，对涉及的建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及，有效推动贯标工作的开展及落实。

(2) 定期组织科研、生产、应用、检验各环节人员进行技术交流，对相关技术进行研讨和优化创新，保持技术领先性和时效性。

## 十、其他应说明的事项

暂无。