

中华人民共和国铁路行业标准

TB/T XXXX—XXXX

铁路桥梁转体球铰

Spherical hinges for railway bridges

(征求意见稿)

本稿完成时间：2026.08.05

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

中国国家铁路局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 规格、分类、型号及结构形式 1

4 技术要求 2

5 试验方法 8

6 检验规则 9

7 标志、储存和运输 11

8 安装 11

附录 A（规范性） 滑板初始静摩擦系数试验方法 12

附录 B（规范性） 滑板荷载压缩变形试验方法 14

附录 C（资料性） 转体球铰的安装要求 15

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。

本文件由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位提出并归口。

本文件起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁路设计集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司。

本文件主要起草人：臧晓秋、苏永华、孙明德、温宗意、曹志峰、张帅、焦亚萌、吴延伟、石龙、聂利芳、何恺。

铁路桥梁转体球铰

1 范围

本文件规定了铁路桥梁转体球铰的规格、分类、型号及结构形式，技术要求，试验方法，检验规则，标志、储存和运输，安装。

本文件适用于竖向设计承载力1000 000kN及以下的铁路及涉铁桥梁转体球铰，其他桥梁结构施工用转体球铰可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。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。

GB/T 443 L—AN 全损耗系统用油

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法

GB/T 1040.3—2006 塑料拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件

GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 1499.2—2024 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 3280—2015 不锈钢冷轧钢板和钢带

GB/T 3398.1—2008 塑料 硬度测定 第1部分：球压痕法

GB/T 7233.1—2023 铸钢件 超声检测 第1部分：一般用途铸钢件

GB/T 7324—2010 通用锂基润滑脂

GB/T 7760—2003 硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材粘合强度的测定90°剥离法

GB/T 8162 结构用无缝钢管

GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件

GB/T 31387—2015 活性粉末混凝土

GB/T 42124.3—2025 产品几何技术规范（GPS）模制件的几何尺寸和几何公差 第3部分：铸件尺寸公差、几何公差与机械加工余量

HG/T 2502—1993 5201硅脂

HG/T 2901—1997 聚四氟乙烯树脂粒径试验方法

JB/T 5943—2018 工程机械 焊接件通用技术条件

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 规格、分类、型号及结构形式

4.1 规格

转体球铰按竖向设计承载力分为31级：10 000 kN、20 000 kN、30 000 kN、40 000 kN、50 000 kN、60 000 kN、70 000 kN、80 000 kN、90 000 kN、100 000 kN、120 000 kN、140 000 kN、160 000 kN、180 000 kN、200 000 kN、220 000 kN、240 000 kN、260 000 kN、280 000 kN、300 000 kN、330 000 kN、350 000 kN、380 000 kN、400 000 kN、450 000 kN、500 000 kN、600 000 kN、700 000 kN、800 000 kN、900 000 kN、1 000 000 kN，竖向设计承载力可根据需要调整。

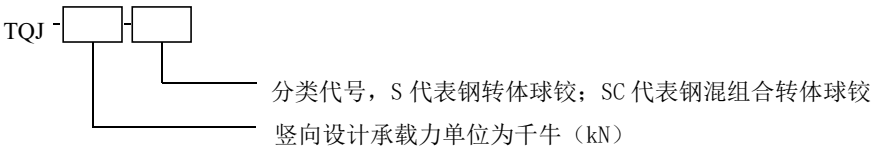
4.2 分类

转体球铰按承压部件材料类型分为2类：

- a) 钢转体球铰, 代号S;
- b) 钢混组合转体球铰, 代号SC。

4.3 型号

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，表示方法如下：

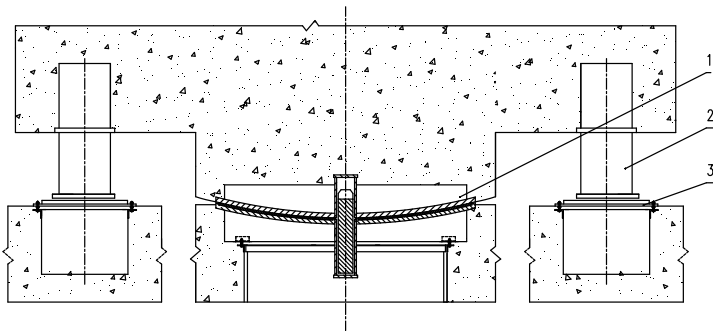


示例 1：TQJ-50000-S，表示竖向设计承载力为 50 000kN 的铁路及涉铁桥梁钢转体球铰；

示例 2：TQJ-50000-SC，表示竖向设计承载力为 50 000kN 的铁路及涉铁桥梁钢混组合转体球铰。

4.4 结构形式

4.4.1 转体球铰由转体球铰本体与转体辅助部件构成。转体球铰本体一般由顶座板（钢转体球铰无此项）、上球铰、下球铰、球面滑板、销轴、轴套（铸造成型无此项）、底座板或支架、剪力键等部件组成；转体辅助部件一般由滑道、撑脚和砂箱等组成。转体球铰的结构示意图见图 1。

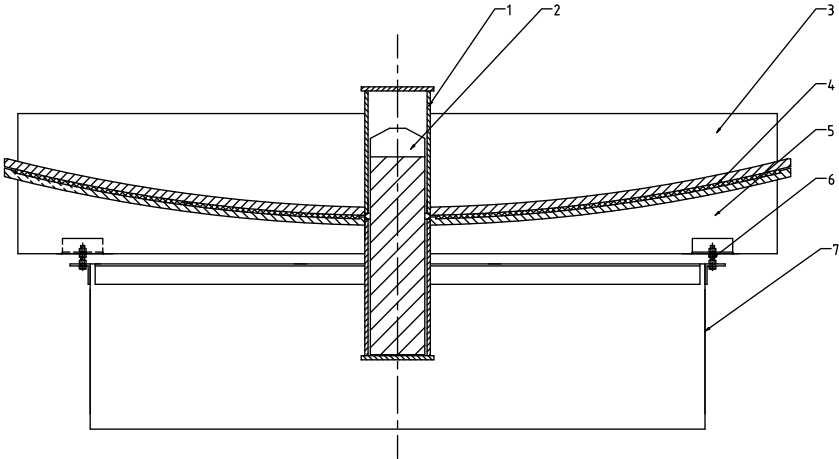


标引序号说明：

- 1——转体球铰本体；
- 2——撑脚；
- 3——滑道结构；

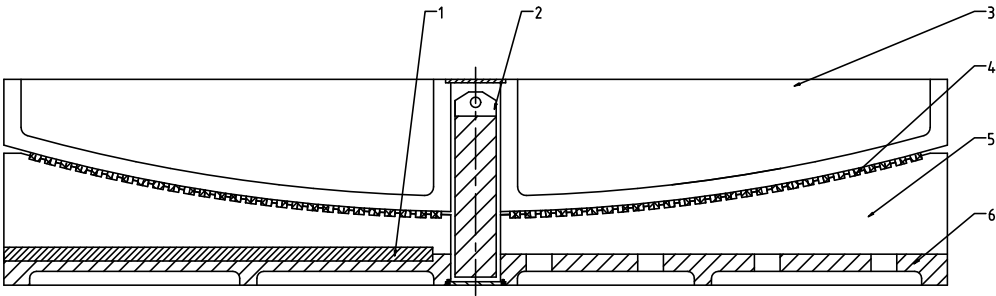
图 1 转体球铰结构示意图

4.4.2 钢转体球铰本体的上球铰、下球铰及底座板由钢板焊接成型或铸造整体成型，支架由角钢焊接成型，结构示意图见图 2 和图 3；钢混组合转体球铰本体的顶座板、上球铰、下球铰及底座板由焊接薄钢板表层和设有构造钢筋的活性粉末混凝土内芯构成，结构示意图见图 4。



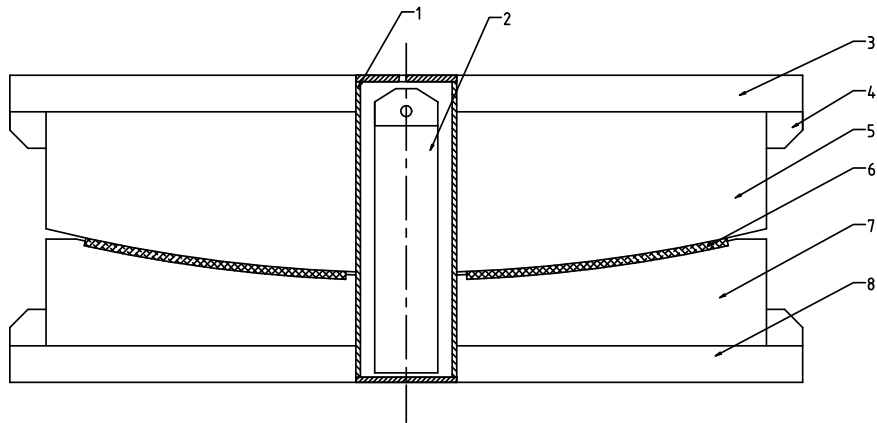
- 标引序号说明：
- 1——轴套；
 - 2——销轴；
 - 3——上球铰；
 - 4——球面滑板；
 - 5——下球铰；
 - 6——调平装置；
 - 7——支架（角钢焊接）。

图 2 焊接成型钢转体球铰本体结构示意图



- 标引序号说明：
- 1——剪力键；
 - 2——销轴；
 - 3——上球铰；
 - 4——球面滑板；
 - 5——下球铰；
 - 6——底座板。

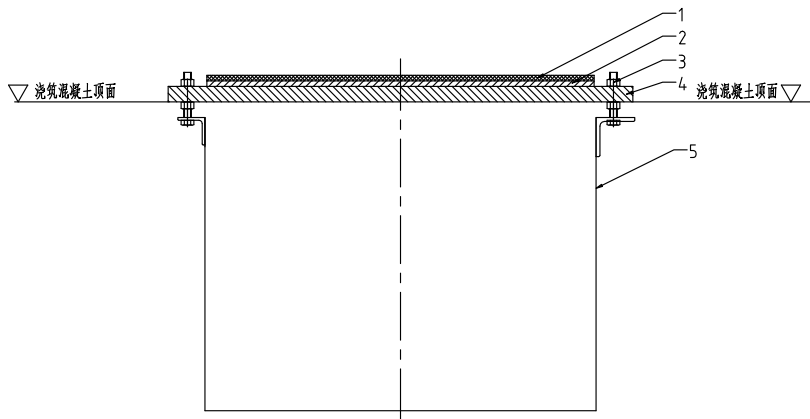
图 3 铸造整体成型钢转体球铰本体结构示意图



- 标引序号说明：
- 1——轴套；
 - 2——销轴；
 - 3——顶座板（小于50000kN时可无此项）；
 - 4——剪力键；
 - 5——上球铰；
 - 6——球面滑板；
 - 7——下球铰；
 - 8——底座板（小于50000kN时可无此项）。

图 4 钢混组合转体球铰本体结构示意图

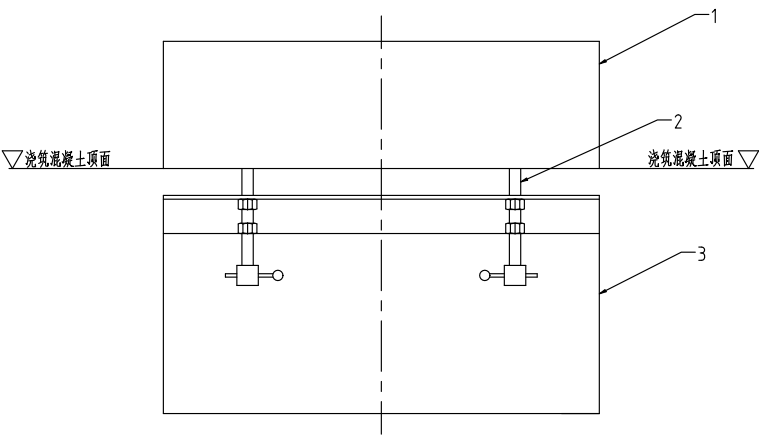
- 4.4.3 钢转体球铰的销轴为实体钢棒，钢混组合转体球铰的销轴为实体钢棒或结构用无缝钢管内浇筑活性粉末混凝土内芯的钢混组合柱体。轴套可采用结构用无缝钢管。
- 4.4.4 钢转体球铰的滑道由滑板、与滑板配合的不锈钢板、焊接贴附不锈钢板的钢背板、支撑钢背板的底座板或支架及调平装置组成，结构示意图见图 5；钢混组合转体球铰的滑道由滑道板、支架及调平装置组成，其中滑道板由焊接薄钢板表层和设有构造钢筋的活性粉末混凝土内芯构成，结构示意图见图 6。滑道支架由角钢焊接成型。



- 标引序号说明：
- 1——滑道滑板；
 - 2——不锈钢板；
 - 3——调平装置；

- 4——钢背板；
- 5——滑道支架。

图 5 钢转体球铰滑道结构示意图



- 标引序号说明：
- 1——滑道板；
 - 2——调平装置；
 - 3——滑道支架。

图 6 钢混组合转体球铰滑道结构示意图

4.4.5 转体球铰的撑脚、砂箱及其他辅助部件的结构形式应满足设计要求。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 转体球铰的承载能力不小于竖向设计承载力，在该承载能力范围内，转体球铰本体及转动辅助部件应保持状态完好、无异常变形。
- 5.1.2 转体球铰的适用温度范围为-50℃～+60℃。
- 5.1.3 为转体球铰提供动力牵引的千斤顶、反力座、牵引索及牵引测量装置等外部机械设备和装置应满足设计要求。

5.2 材料性能

5.2.1 钢件

- 5.2.1.1 转体球铰用钢板的化学成分和力学性能应满足 GB/T 699、GB/T 700 或 GB/T 1591 的规定。钢转体球铰的上球铰、下球铰、底座板和钢背板的钢板强度等级不宜低于 Q355；钢混组合转体球铰的上球铰、下球铰、顶座板、底座板和滑道板的外包钢板强度等级不宜低于 Q235。
- 5.2.1.2 转体球铰用铸钢件的化学成分、热处理后的机械性能应符合 GB/T 11352 的规定，化学分析和机械性能用试块应在铸钢件浇铸过程中铸出。铸钢强度等级不低于 ZG270—500，铸钢件应逐件进行超声波探伤，铸钢件质量等级不低于 2 级，探伤方法及质量评级方法应符合 GB/T 7233.1—2023 的规定。
- 5.2.1.3 实体销轴棒材的化学成分和力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700 或 GB/T 3077 的规定。

5.2.1.4 结构用无缝钢管的牌号应满足设计要求，化学成分和力学性能应满足 GB/T 8162 的规定。

5.2.1.5 不锈钢板采用 06Cr17Ni12Mo2、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—2015 的规定。

5.2.1.6 转体球铰其他钢件的材料性能应符合设计要求。

5.2.2 活性粉末混凝土及构造钢筋

5.2.2.1 钢混组合转体球铰的活性粉末混凝土的抗压强度不小于 120MPa，抗折强度、弹性模量及活性粉末混凝土的原材料性能应符合 GB/T 31387—2015 的规定。

5.2.2.2 钢混组合转体球铰的内层构造钢筋的技术性能应符合 GB/T 1499.2—2024 的规定。

5.2.3 滑板

5.2.3.1 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。聚四氟乙烯板、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的物理机械性能应符合表 1 的规定。

表 1 滑板的物理机械性能

项目	聚四氟乙烯板	改性超高分子量聚乙烯板	改性聚四氟乙烯板	填充聚四氟乙烯复合夹层板
密度 g/cm ³	2.14~2.20	0.93~0.98	2.00~2.10	2.14~2.30
拉伸强度 MPa	≥30	≥30	≥21	—
断裂拉伸应变	≥300%	≥250%	≥300%	—
H132/60 球压痕硬度 MPa	23.0~33.0	26.4~39.6	26.4~39.6	26.4~39.6
注：球压痕硬度中H132/60为荷载132N、持荷60s。				

5.2.3.2 改性聚四氟乙烯、改性超高分子量聚乙烯或填充聚四氟乙烯复合夹层球面滑板在润滑状态下与表面粗糙度最大参数值为 MRR Ramax 6.3 的钢板配合面滑动时的摩擦性能应符合表 2 的规定；荷载压缩变形应符合表 3 的规定，且在试验过程中滑板不应出现裂损、掉块、平面轮廓形状突变等压溃现象。

表 2 球面滑板有润滑脂的摩擦性能

项目	技术要求	试验条件		
		试验温度 ℃	平均压应力 MPa	平均滑动速度 mm/s
初始静摩擦系数 μ_{st}	≤0.03	23±2	60	0.4

表 3 球面滑板的荷载压缩变形

项目	技术要求	试验条件			
		试验温度 ℃	平均压应力 MPa		持荷时间 h
			改性超高分子量聚乙烯板	改性聚四氟乙烯板 填充聚四氟乙烯复合夹层板	
荷载压缩变形 mm	$\leq 0.001h_0$	23±2	180	120	48
注：h ₀ 为滑板初始外露厚度。					

5.2.3.3 聚四氟乙烯滑道滑板在无润滑状态下与不锈钢板配合面滑动时的摩擦性能应符合表 4 的规定。

表 4 滑道滑板无润滑脂的摩擦性能

项目	聚四氟乙烯板			
	技术要求	试验条件		
		试验温度 ℃	平均压应力 MPa	平均滑动速度 mm/s
初始静摩擦系数 μ_{st}	小于或等于设计值且不大于 0.07	23±2	30	0.4

5.2.3.4 球面滑板和滑道滑板采用其他材料时，滑板的物理机械性能、摩擦性能和荷载压缩变形应满足设计要求。

5.2.3.5 滑板粘合剂应采用不可溶和热固性的粘合剂，剥离粘合强度不应小于 5kN/m²，剥离粘合强度的测定应按 GB/T 7760 的规定进行。

5.2.4 润滑脂

5.2.4.1 球面滑板润滑脂可采用 5201-2 硅脂或添加质量比 1%、平均粒径不大于 50 μm 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，锂基润滑脂的质量指标应符合 GB/T 7324—2010 中 2 号润滑脂的规定。

5.2.4.2 球面滑板润滑脂采用其他材料时，其物理性能应满足设计要求，且对部件无损害。

5.3 尺寸与偏差

5.3.1 铸造整体成型钢转体球铰的上球铰、下球铰、底座板等铸件的非机加工面外形尺寸的偏差应符合 GB/T 42124.3—2025 的规定。

5.3.2 滑道不锈钢板基准厚度不应小于 2mm，厚度偏差应符合 GB/T 3280—2015 中 PT.A 级的规定。

5.3.3 球面滑板可采用整体板、分片拼接板或分片镶嵌板的形式，滑板基准厚度 $t \geq 7\text{mm}$ ，嵌入凹槽深度不小于基准厚度的 1/2，外露厚度 $h_0 \geq 3\text{mm}$ ，厚度极限偏差、突出凹槽的外露厚度极限偏差及与钢件凹槽容许装配间隙应满足表 5 规定。设置储硅脂坑的球面滑板，储硅脂坑尺寸及布置应满足设计要求。撑脚下的滑道滑板采用整体板或分片拼接板，滑板基准厚度 $t \geq 4\text{mm}$ ，不设置储硅脂坑。同一转体球铰中分片拼接或分片镶嵌的球面滑板的基准厚度和嵌入深度应相同。

表 5 球面滑板的尺寸极限偏差及装配间隙

单位为毫米

滑板直径（或对角线长度）d	厚度极限偏差	外露厚度极限偏差	与钢件凹槽的容许装配间隙
$d \leq 600$	$\begin{smallmatrix} +0.4 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +0.3 \\ 0 \end{smallmatrix}$	≤ 0.6
$600 < d \leq 1200$	$\begin{smallmatrix} +0.6 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +0.5 \\ 0 \end{smallmatrix}$	≤ 0.9
$d > 1200$	$\begin{smallmatrix} +0.8 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +0.7 \\ 0 \end{smallmatrix}$	≤ 1.2

5.3.4 上球铰凸球面的球面轮廓度不应超过整体滑板外径（对角线长度）或分片拼接板、分片镶嵌板滑板外包络圆直径的 0.03%。

5.3.5 机加工件的尺寸及公差应满足设计要求。未注公差的线性和角度尺寸的公差应符合 GB/T 1804—2000 中 c 级的规定，未注形状和位置的公差应符合 GB/T 1184—1996 中 L 级的规定。

5.4 外观质量

5.4.1 铸钢件经机加工后，表面质量应符合表 6 的规定，并对缺陷进行修补。铸钢件机加工后的表面缺陷若超过表 6 规定但不超过表 7 规定，且不影响铸钢件使用寿命和使用性能时，可修补一次。铸钢件焊补前，应将缺陷处清铲至呈现良好金属为止，并将距坡口边沿 30mm 范围内及坡口表面清理干净。铸件焊接修补部位表面不应有未焊透、裂纹、夹渣、气孔等缺陷。焊补后的部件应进行退火或回火处理，保证其机械性能满足要求。有裂纹或蜂窝状孔洞的铸钢件不应使用。

表 6 铸钢件机加工后的表面质量

部位	气孔、缩孔、砂眼、渣孔缺陷				
	缺陷大小 mm	缺陷深度	缺陷个数	缺陷总面积	缺陷间距 mm
上球铰和下球铰的球面及球面水平投影内的上球铰上表面和下球铰下表面	$\phi \leq 2$	不大于所在部位厚度的 10%	在 100mm×100mm 内不多于 1 个	不大于所在部位面积的 1.5%	≥ 80
上球铰和下球铰的球面水平投影以外的上球铰上表面、下球铰下表面、各侧面	$\phi \leq 3$				

表 7 铸钢件缺陷修补条件

部位	气孔、缩孔、砂眼、渣孔缺陷		
	缺陷总面积	缺陷深度	缺陷个数
上球铰和下球铰的球面以外的表面 底座板表面	不大于所在部位面积的 2%	不大于所在部位板厚 1/3	≤ 2
			≤ 3

5.4.2 滑板在自然光下目视检查，表面应光滑，整体颜色应均匀一致，不应有裂纹、气泡、分层，不应有影响使用的机械损伤、板面刀痕等缺陷，不应夹带任何杂质。

5.4.3 不锈钢板应满足 GB/T 3280—2015 的 6# 表面加工要求，粗糙度最大参数值为 MRR Ramax 0.8，不锈钢板表面应平整、光洁，不应有分层、鼓泡、褶皱和影响使用性能的机械损伤。不锈钢板与基层钢板采用氩弧焊周边连续焊接，焊接后不锈钢板应与基层钢板密贴，表面不应有褶皱。

- 5.4.4 钢件非加工表面的粗糙度最大参数值为 NMR Ramax 50，机加工件外观质量应满足下列要求：
- a) 上球铰凸球面、滑道板上表面的粗糙度最大参数值为 MRR Ramax 6.3，且不应有降低表面质量的印记；
 - b) 销轴和轴套配合的圆柱面、嵌固滑板的下球铰凹球面及其他自由表面的表面粗糙度最大参数值为 MRR Ramax 25。

5.4.5 钢混组合转体球铰的活性粉末混凝土表面粗糙度最大参数值为 MRR Ramax 50。

5.5 焊接

焊接部位的技术要求应符合设计规定，当无具体规定时，焊接部位的技术要求应符合JB/T 5943—2018的规定。A类、B类焊缝不低于Ⅱ级质量要求，C类焊缝不低于Ⅲ级质量要求。

5.6 表面防护

5.6.1 转体球铰本体、撑脚和砂箱的钢件外露表面（凸球面、凹球面、轴套内侧面及销轴外表面除外）应进行防腐涂装，防腐涂装体系及性能应满足设计要求。

5.6.2 转体球铰本体凸球面、凹球面、轴套内侧面及销轴表面、滑道板上表面采用锂基润滑脂或机械油进行临时防护，锂基润滑脂的质量指标应符合GB/T 7324—2010中2号润滑脂的规定，机械油的技术要求应符合GB/T 443的规定。

5.7 试组装与组装

5.7.1 钢转体球铰

5.7.1.1 待装的部件应有合格标记。

5.7.1.2 转体球铰本体组装前应清洁所有部件。上球铰凸球面、下球铰凹球面和滑板表面应用丙酮或酒精擦净，不应夹有灰尘和杂质。

5.7.1.3 出厂时球面滑板与下球铰的嵌固凹槽应预先进行无润滑脂的试组装，并编号记录滑板位置。现场正式组装时，采用粘贴固定的球面滑板的粘贴面应经表面活化处理，嵌固凹槽内均匀涂抹粘接剂；采用沉头螺钉定位方式固定的球面滑板应在嵌固凹槽预设连接孔，安装就位后螺钉顶面应低于滑板表面不小于3.0 mm，并在滑板表面和滑板间隙涂满润滑脂，润滑脂高出滑板顶面不大于5 mm。

5.7.1.4 部件的球面中心轴线应对中重合，轴套应保持竖直，轴套内涂抹锂基润滑脂或机械油。

5.7.1.5 整体组装出厂时应采取有效措施将上、下球铰间的缝隙密封，必要时用临时连接装置将上、下球铰连接成整体。

5.7.1.6 滑道出厂前应在厂内进行试拼装，但部件不连接，编号记录各部件位置，正式拼装在施工现场进行。

5.7.1.7 砂箱在出厂前应在厂内进行预压，预压荷载不小于砂箱设计承载力的1.1倍。

5.7.1.8 转体球铰的现场安装包括转体球铰本体、滑道、撑脚和砂箱等，安装要求可参考附录C的规定进行。

5.7.2 钢混组合转体球铰

5.7.2.1 钢混组合转体球铰由混凝土内芯构成的部件在组装前应预先浇筑活性粉末混凝土，活性粉末混凝土的制备、运输、浇筑和养护应满足GB/T 31387—2015的规定。

5.7.2.2 按5.7.1.1～5.7.1.7进行组装。

5.7.3 试装精度

转体球铰的试组装精度应符合下列规定：

- 球铰支撑骨架及底座板试装精度：中心线纵、横向水平位置偏差不应大于10 mm，支撑骨架中心线水平交角不应大于0.005 rad，底座板顶面纵横向水平倾角不应大于0.003 rad；
- 下球铰试装精度：下球铰及底座板经精调后，标高的差值不应大于2 mm，中心线纵向水平位置偏差不应大于5 mm，横向水平位置偏差不应大于2 mm，水平高差不应大于1 mm；
- 球面滑板突出凹槽的外露厚度极限偏差及容许装配间隙应满足表5的要求。球面滑板安装完成后，其顶面应位于同一球面上，球面轮廓度不应大于球面滑板整体外径或分片镶嵌滑板外包络圆径的0.03%；

- d) 分块拼装式球铰组装形成整体后，拼缝错台高差不应大于 0.5mm。

6 试验方法

6.1 材料

6.1.1 钢件

- 6.1.1.1 钢板的化学成分和力学性能的测定应按 GB/T 699、GB/T 700 及 GB/T 1591 的规定进行。
- 6.1.1.2 铸钢件的化学成分、热处理后的机械性能的测定应按 GB/T 11352 的规定进行，铸钢件探伤方法及质量评级方法应按 GB/T 7233.1—2023 的规定进行。
- 6.1.1.3 实体销轴棒材的化学成分和力学性能的测定应按 GB/T 699、GB/T 700 或 GB/T 3077 的规定进行。
- 6.1.1.4 结构用无缝钢管的化学成分和力学性能的测定应按 GB/T 8162 的规定进行。
- 6.1.1.5 不锈钢板的化学成分及力学性能应按 GB/T 3280—2015 的规定进行。
- 6.1.1.6 构造钢筋的技术性能应按 GB/T 1499.2—2024 的规定进行。

6.1.2 活性粉末混凝土及构造钢筋

- 6.1.2.1 活性粉末混凝土的原材料性能、配合比设计及抗压强度、抗折强度、弹性模量的测定按 GB/T 31387—2015 的规定进行。
- 6.1.2.2 构造钢筋技术性能的测定按 GB/T 1499.2—2024 的规定进行。

6.1.3 滑板

- 6.1.3.1 密度测定应按 GB/T 1033.1 的规定进行。
- 6.1.3.2 拉伸强度和断裂拉伸应变的测定按 GB/T 1040.3—2006 的规定进行，采用 5 型试样，厚度 $2\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ ，试验拉伸速度为 50mm/min 。
- 6.1.3.3 球压痕硬度的测定按 GB/T 3398.1—2008 的规定进行。
- 6.1.3.4 初始静摩擦系数的测定按附录 A 的规定进行。
- 6.1.3.5 荷载压缩变形的测定按附录 B 的规定进行。
- 6.1.3.6 剥离粘合强度的测定按 GB/T 7760—2003 的规定进行。

6.1.4 润滑脂

- 6.1.4.1 5201-2 硅脂的物理性能测定按 HG/T 2502—1993 的规定进行，锂基润滑脂的质量指标测定按 GB/T 7324—2010 的规定进行，纯聚四氟乙烯粉的平均粒径测定按 HG/T 2901—1997 的规定进行。
- 6.1.4.2 其他润滑脂的物理性能测定按设计要求进行。

6.2 尺寸与偏差

用钢直尺、游标卡尺或量规等工具测量。

6.3 外观质量

目视检查、用通用或专用工具测量。

6.4 焊接

焊缝检验按 JB/T 5943—2018 的规定进行。

6.5 表面防护

涂层厚度测量设计要求进行。

6.6 砂箱

砂箱承载力试验设计要求进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分原材料检验、成品检验二类。

7.2 原材料检验

加工用原材料及外协件进厂时进行检验，检验项目和检验频次符合表8规定。

表 8 原材料检验

检验项目	检验内容	技术要求	试验方法	检验频次
钢板	化学成分、力学性能	5.2.1.1	6.1.1.1	同牌号、同等级、同生产厂、同交货状态、同进厂时间的钢板组批，1批不大于 60t
不锈钢板	力学性能、化学成分	5.2.1.5	6.1.1.5	同一牌号、同一生产厂、相同厚度、同一交货状态、同一进厂时间的不锈钢板组批，1批不大于 5t
	外形尺寸、外观质量	5.3.3	6.2	
		5.4.3	6.3	
铸钢件	机械性能、化学成分	5.2.1.2	6.1.1.2	每炉
	超声波探伤、外观质量	5.2.1.2 5.4.1	6.4	每件
滑板	物理机械性能	5.2.3.1	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3	同一材质、相同厚度、同一生产厂、同一进厂时间的滑板组批，1批不大于 1000kg
			6.1.3.4	
			6.1.3.5	
	初始静摩擦系数	5.2.3.2 5.2.3.3	6.1.3.4	每件
	荷载压缩变形	5.2.3.2	6.1.3.5	
	外形尺寸	5.3.3	6.2	
	外观质量	5.4.2	6.3	
润滑脂	物理性能	5.2.4.1 5.2.4.2	6.1.4	同牌号、同等级、同生产厂、同交货状态、同进厂时间的润滑脂，1批不大于 500kg

表 8 原材料检验（续）

检验项目	检验内容	技术要求	试验方法	检验频次
粘结剂	剥离强度	5.2.3.5	6.1.3.6	同牌号、同等级、同生产厂、同交货状态、同进厂时间的粘结剂，1批不大于 500kg
销轴和轴套	化学成分、力学性能	5.2.1.3 5.2.1.4	6.1.1.3	同牌号、同等级、同生产厂、同交货状态、同进厂时间的钢棒或钢管，1批不大于 5t
活性粉末混凝土	力学性能 原材料性能	5.2.2.1	6.1.2	同牌号、同生产厂、同交货状态、同进厂时间，不大于 50m ³
构造钢筋	技术性能	5.2.2.2	6.1.1.6	同一强度等级、相同直径、同一生产厂、同一交货状态、同一进厂时间的钢筋组批，1批不大于 1t

7.3 成品检验

在交货前进行检验，检验项目和检验频次符合表9规定。

表 9 成品检验

检验项目	检验内容	技术要求	试验方法	检验频次
部件（含滑道、撑脚和砂箱）	外形尺寸 外观质量	5.3.2	6.2 6.3	每台转体球铰
		5.3.4		
		5.3.5		
		5.4.4		
		5.4.5		
焊缝	焊缝质量	5.5	6.4	
球面滑板	与凹槽装配间隙 凸出凹槽的外露厚度尺寸	5.3.3	6.2	
表面防护	涂层厚度	5.6.1	6.5	1 件
试组装	尺寸偏差	5.7.3	6.2	
砂箱	承载力	5.7.1.7	6.6	

7.4 检验结果的判定

- 7.4.1 检验不合格的原材料及外协件不应使用。
- 7.4.2 成品检验时，对不合格部件可进行一次更换或修补。检验项目应全部合格，产品方可出厂。

8 标志、包装、储存和运输

8.1 标志

每台转体球铰应有铭牌，内容包括产品名称、规格型号、竖向设计承载力、生产厂名、出厂编号和生产日期。转体球铰分体运输时，各部件应标记编号，并附有产品合格证、使用说明书及装箱单。

8.2 包装

8.2.1 包装应牢固可靠，包装外面应注明产品名称、规格、出厂日期。

8.2.2 包装内应附有产品合格证、安装使用说明书和装箱单。

8.3 储存与运输

在储存和运输中，垫架应具备足够的刚度避免球铰部件变形。转体球铰应避免雨雪浸淋、高温日照并保持清洁。不应与酸、碱、油类、有机溶剂等影响转体球铰质量的物质相接触，并距离热源 1m 以上。装卸时应轻起轻落，避免损伤部件。

附录 A
(规范性)

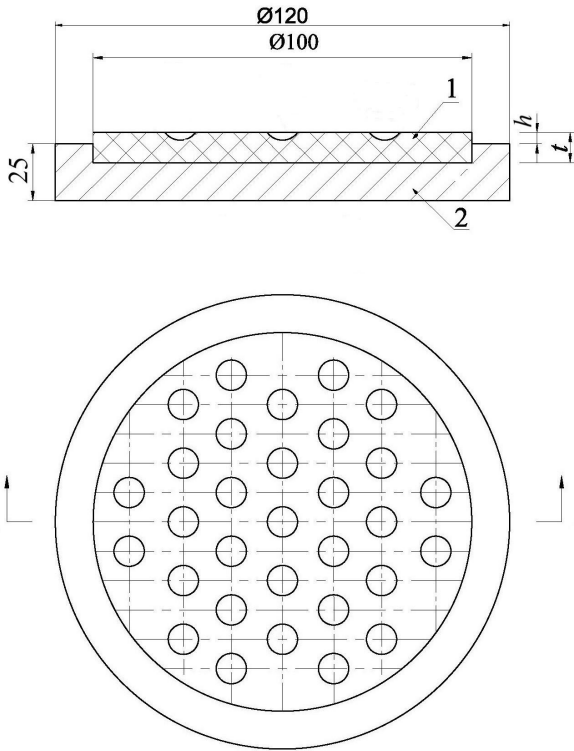
滑板初始静摩擦系数试验方法

A.1 试样

试验前试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中静置24h以上, 试样应满足下列规定:

- a) 滑板试样采用单独模压成型或从成品板材上切割的平板材, 试样的基准厚度 t 、储硅脂槽分布与球面滑板或滑道滑板的基准厚度 t 、储硅脂槽分布相同, 试样满足 5.2.3.1 的要求;
- b) 试样的形状、尺寸和嵌固工装见图 A.1, 未设置硅脂槽的滑板无硅脂槽的尺寸要求。球面滑板试样的配合面采用表面粗糙度最大参数值为 $\text{MRR } R_{\text{max}} 6.3$ 的 Q355 钢板, 钢板厚度不小于 12mm; 滑道滑板试样的配合面采用满足 5.4.3 要求的 2mm 不锈钢板, 不锈钢板焊接或嵌固于厚度不小于 12mm 的钢板;
- c) 球面滑板试样的表面应涂抹一层 5201-2 硅脂, 滑道滑板不涂抹润滑脂。硅脂、钢板和不锈钢板的性能应分别符合 5.2.4.1、5.2.1.1、5.2.1.5 的规定。滑板试样的嵌固工装由满足 5.2.1.1 的钢板加工而成。球面滑板试样的外露厚度 h 与球面滑板的设计外露厚度一致; 滑道滑板试样的外露厚度 h 不小于 2mm。

单位为毫米



标引序号说明:
1——试样;
2——嵌固工装。

图 A.1 滑板初始静摩擦系数试验用试样及工装

A.2 试样数量

初始静摩擦系数的试样数量为3组，每组2块，由3组初始静摩擦系数的平均值作为初始静摩擦系数的实测值。

A.3 试验方法

滑板试样与配合面发生初次滑动时的摩擦系数为初始静摩擦系数。初始静摩擦系数试验采用双剪试验方法，试验装置见图A. 2，试验条件应符合表A. 1的规定。初始静摩擦系数由滑动时的最大水平力与竖向荷载的比值按公式（A. 1）计算得出。

$$\mu_{st} = \frac{F}{2R_p}$$

.....(A.1)

式中：

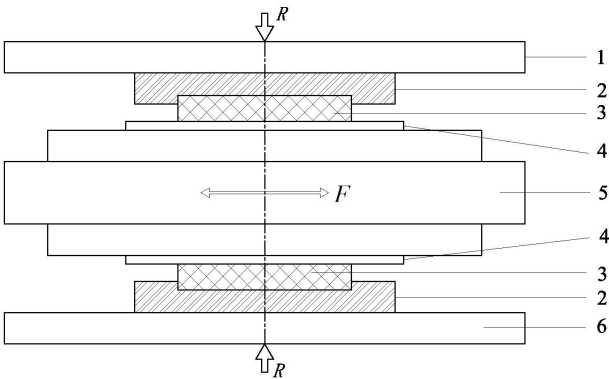
μ_{st} ——初始静摩擦系数，精确到0.001；

F ——试样滑动时的最大水平力，单位为千牛（kN）；

R_p ——表A. 1中试样压应力对应的竖向荷载（R），单位为千牛（kN）。

表 A. 1 初始静摩擦系数试验条件

试验条件	聚四氟乙烯板	改性超高分子量聚乙烯板	改性聚四氟乙烯	填充聚四氟乙烯复合夹层板
试样压应力	30MPa	60MPa		
试验温度	23℃±2℃			
预压时间	1h			
滑动距离	10mm			
滑动速度	0.4mm/s			
注：表中试样压应力为全面积（未扣除储硅脂槽面积）平均压应力。				



标引序号说明：

1——上承载板；

2——嵌固工装；

3——试样；

4——滑板配合面；

- 5——水平加载装置；
6——下承载板。

图 A. 2 滑板初始静摩擦系数试验装置示意图

A. 4 试验报告

试验结束后应提交试验报告，试验报告应列出试样的初始静摩擦系数，并评定试验结果。

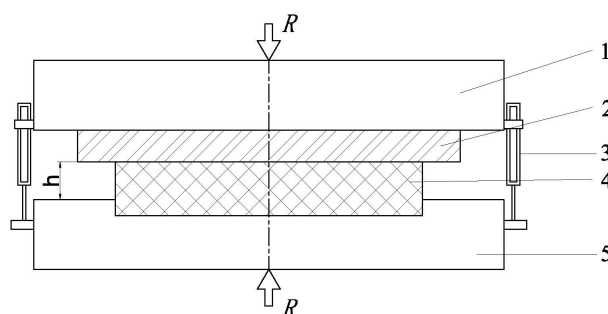
附录 B

(规范性)

滑板荷载压缩变形试验方法

B.1 试样

滑板试样采用单独模压成型或从成品板材上切割的平面板材，试样数量为1件，试样的基准厚度 t 、储硅脂槽分布与球面滑板的基准厚度 t 、储硅脂槽分布相同，试样满足4.2.3.1的要求。试样直径155mm，设置硅脂槽的滑板试样见图A.1所示。试样需配备如图B.1的嵌固工装或在下加载板上设置嵌固定位凹槽，球面滑板试样的配合面采用表面粗糙度最大参数值为MRR Ramax 6.3的Q355钢板，钢板厚度不小于12mm，球面滑板试样的表面应涂抹一层5201-2硅脂，硅脂和钢板的性能应分别符合5.2.4.1、5.2.1.1的规定。滑板试样的嵌固工装由满足5.2.1.1的钢板加工而成。球面滑板试样的外露厚度 h 与球面滑板的设计外露厚度一致。试验前试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中静置24h以上。



标引序号说明：

1——上承载板；2——滑板配合面；3——千分表；4——试样；5——下承载板。

图 B.1 滑板荷载压缩变形试验装置

B.2 试验方法

试验条件应符合表B.1的规定，试验按下列步骤进行：

- 按图 B.1 安装试样和千分表，千分表沿试样的直径方向对称安装 4 只；
- 在常温 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下，对试样施加 1kN（以试验机示值为准，不要求荷载精度）初始荷载，使上承载板与试样密贴，用量具测量试样外露厚度 h （精确到 0.01mm），以对称测量 4 点的平均值作为试样初始外露厚度 h_0 ；
- 对试样缓慢施加荷载，直至试样的平均压应力达到表 B.1 的试验压应力；
- 记录千分表初始读数 S_0 后开始计时，试验过程中保持荷载和温度稳定，随后分别记录第 3h 和 48h 的千分表读数。按公式（B.1）计算试验开始后 3h ~ 48h 时间内每小时滑板外露厚度变化的平均值。

$$\Delta h = \frac{S_{48} - S_3}{48 - 3} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

Δh ——试验开始后3h~48h时间范围内每小时滑板外露厚度变化的平均值，精确到0.0001，单位为毫米（mm）；

S_3 ——第3h千分表读数，单位为毫米（mm）；

S_{48} ——第48h千分表读数，单位为毫米（mm）。

实测的 Δh 应满足公式（B.2）。

$$\Delta h \leq 0.001h_0 \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

表 B.1 滑板荷载压缩变形试验条件

试验条件	改性聚四氟乙烯板、填充聚四氟乙烯复合夹层板	超高分子量聚乙烯板
试验压应力	120MPa±1.5MPa	180MPa±3.0MPa
试验温度	23℃±2℃	
持荷时间	48h	
注：表中试样压应力为全面积（未扣除储硅脂槽面积）平均压应力。		

B.3 试验报告

试验结束后应提交试验报告，试验报告应列出滑板外露厚度变化的平均值，并评定试验结果。

附 录 C
(资料性)
转体球铰的安装要求

C.1 转体球铰本体安装

C.1.1 分部件独立包装的转体球铰本体，在安装前应按装箱单核对转体球铰本体部件数量及编号。

C.1.2 在承台或墩顶上标识底座板（支架和下球铰）安装位置中心，吊装底座板（支架和下球铰）至承台或墩顶顶面，使底座板（支架和下球铰）中心与安装位置中心重合，中心线纵、横向相对偏差均不大于 10mm，中心线水平夹角不大于 0.005rad。调节底座板（支架和下球铰）高程至设计高程，并保证底座板顶面（下球铰底面）水平，底座板顶面（下球铰底面）纵、横向水平倾角均不大于 0.003rad，然后固定底座板（支架和下球铰）。

C.1.3 在底座板（支架和下球铰）与承台或墩顶间浇筑强度满足设计要求的混凝土，同时通过底座板（下球铰）预留的振捣孔对混凝土进行振捣，使混凝土浇筑密实。待混凝土达到强度后，清理底座板（下球铰）表面，去除水分及杂物。

C.1.4 吊装下球铰至固定好的底座板上，调整下球铰中心位置，并使销轴的轴套（销轴孔）保持竖直，然后将下球铰与底座板连接牢固。

C.1.5 在下球铰的凹球面上按编号依序由内到外安装球面滑板，滑板突出凹槽的外露厚度极限偏差及容许装配间隙应满足表 5 规定。

C.1.6 滑板安装完成后，再将润滑脂均匀涂抹于滑板表面及滑板之间的间隙，安装过程应保持球面及滑板表面清洁。在销轴套（销轴孔）中涂抹适量的润滑脂，再将销轴放入销轴套（销轴孔）中，使销轴竖直并与销轴套（销轴孔）周边间隙一致。

C.1.7 吊装上球铰，将上球铰销轴套（销轴孔）对准销轴落至下球铰上。调整上球铰位置，使上、下球铰形心轴重合，上球铰的顶面水平，顶面纵、横向水平倾角均不大于 0.003rad。

C.1.8 对上、下球铰间的缝隙进行密封。

C.2 滑道安装

C.2.1 分部件独立包装的滑道，在安装前应按装箱单核对滑道部件数量及编号。

C.2.2 滑道在原位进行拼装并调整到设计位置。

C.2.3 滑道钢背板拼接成圆环形轨道后，栓接的滑道钢背板应旋紧螺栓；焊接的每块滑道钢背板先点焊固定再进行满焊，焊缝顶面应略高于钢板表面，焊缝应打磨平顺。钢背板每 3m 平面度不应超过 1.0mm。

C.2.4 滑道吊装于安装位置，滑道竖向中心线应与球铰水平转动中心线（即下球铰竖向中心线）重合，中心线纵、横向相对偏差均不大于 10mm，然后将滑道支架与安装接口处的锚筋焊接固定。

C.2.5 调节调平装置使滑道顶面高程与设计高程一致，钢背板上表面高程与设计高程的差值（8 个均匀径向对称测点）不大于 $\pm 2\text{mm}$ ，径向对称测点的高差不大于环形滑道直径的 1/5000。

C.2.6 对滑道支架与承台或墩顶间的空隙进行混凝土浇注，保证滑道下方混凝土灌浆密实。

C.2.7 清理滑道表面，然后在滑道钢背板上铺设不锈钢板，不锈钢板拼接成的圆环中心应与滑道中心重合。焊接后的不锈钢板应与钢背板密贴，焊缝满足设计要求。

C.3 撑脚和砂箱安装

C.3.1 撑脚和砂箱组装成整体后运抵现场，撑脚和砂箱的安装在转体球铰本体和滑道安装完毕后进行。

C.3.2 撑脚和砂箱按设计要求布置，撑脚与滑道之间按设计要求设置一定的间隙，在撑脚底面间隙处铺装设计厚度的滑道滑板，转体前移除砂箱。

铁路行业标准《铁路桥梁转体球铰》

(征求意见稿)

编制说明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局 2025 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》(国铁科法函〔2025〕80 号) 25T049 项目和《国家铁路局 2025 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划(承担单位)》(科法函〔2025〕122 号)的要求,由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位归口,并由中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁路设计集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司共同起草《铁路桥梁转体球铰》。

本标准为首次制定。

1.2 制修订本标准的必要性

转体球铰是由球铰及转体辅助部件组成的适用于桥梁转体施工的装置,球铰由上下球铰等主要构件组成,使转体结构上下传递荷载,转动面为球面的桥梁转体施工核心装置。转体球铰在交通流量大的地区和跨线桥的施工中应用广泛,应用于拱桥、斜拉桥和刚构桥中,并从山区推广至平原。

铁路桥梁转体球铰无针对性的国标和铁路行标,现行标准均为团体标准、企业标准、地方标准。其地方标准《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)、团体标准《桥梁转体球铰》(T/CCTAS 28—2025)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。为吸纳新的技术成果,规范转体球铰在铁路工程的应用,有必要参考既有团体标准、企业标准、地方标准制定本标准。

1.3 编制过程

在本标准的编制过程中,完成了大量的基础研究和编写工作,本标准编制过程概要如下:

(1) 标准计划下达后,在归口单位指导下,中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司和中国铁路设计集团有限公司等单位成立了标准起草组,对铁路桥梁转体球铰的科研及工程应用等情况进行了调研,收集了相关技术资料,形成了本标准的草案。

(2) 标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后,2026 年 7 月形成了本标准的征求意见稿。

(3) 本标准起草单位和起草人承担的起草工作见表 1。

表 1 《铁路桥梁转体球铰》起草工作分工表

序号	起草单位	起草人姓名	承担的工作
1	中国铁道科学研究院铁道建筑研究所	臧晓秋、苏永华、 孙明德、曹志峰、 石龙	臧晓秋主持标准编制，负责第 1 章、第 4 章的 编制及主持协调工作。 苏永华负责 5.1、5.2 的编制。 孙明德负责第 6 章的编制。 曹志峰负责第 7 章的编制。 石龙负责第 2 章、5.6 的编制。
2	中国铁路经济规划研究院有限公司	温宗意	温宗意负责第 8 章的编制。
3	中国铁路设计集团有限公司	张帅	张帅负责附录 A 的编制。
4	中铁工程设计咨询集团有限公司	焦亚萌	焦亚萌负责附录 B 的编制。
5	中铁第一勘察设计院集团有限公司	吴延伟	吴延伟负责附录 C、5.7 的编制。
6	中铁第四勘察设计院集团有限公司	聂利芳	聂利芳负责第 5.4、5.5 的编制。
7	中铁二院工程集团有限责任公司	何恺	何恺负责第 3 章、5.3 的编制。

2 编制原则

- 2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1—2020 要求。
- 2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。
- 2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

- 3.1 本标准规定了铁路桥梁转体球铰的规格、分类、型号及结构形式，技术要求，检验方法，检验规则，标志、储存和运输，安装。本文件适用于竖向设计承载力 1 000 000kN 及以下的铁路桥梁转体球铰，其他桥梁结构施工用转体球铰可参考使用。
- 3.2 本标准主要技术要求包括：
 - （1）规定了铁路桥梁转体球铰的适用范围；
 - （2）规定了术语和定义；
 - （3）规定了铁路桥梁转体球铰的竖向设计承载力范围和分类；
 - （4）规定了铁路桥梁转体球铰的型号和结构形式；
 - （5）规定了铁路桥梁转体球铰的整体性能；

- (6) 规定了铁路桥梁转体球铰的材料性能;
- (7) 规定了铁路桥梁转体球铰的尺寸和偏差;
- (8) 规定了铁路桥梁转体球铰的外观质量;
- (9) 规定了铁路桥梁转体球铰的焊接;
- (10) 规定了铁路桥梁转体球铰的表面防护;
- (11) 规定了铁路桥梁转体球铰的组装;
- (12) 规定了铁路桥梁转体球铰的材料、尺寸和偏差、外观质量、焊接、表面和沙箱的试验方法;
- (13) 规定原材料进厂检验和出厂检验的检验项目、成品检验、检验频次及检验结果的判定;
- (14) 规定了铁路桥梁转体球铰的标志、包装、储存和运输。
- (15) 规定了滑板初始静摩擦系数试验方法;
- (16) 规定了滑板荷载压缩变形试验方法;
- (17) 规定了转体球铰的安装要求;

4 关键指标

4.1 铁路桥梁转体球铰的竖向设计承载力范围（本标准第 1 章）

目前，铁路桥梁转体施工的梁体重量越来越大，其中福厦铁路太城溪斜拉桥的转体重量 380000kN、沪杭客运专线铁路跨沪杭高速公路大桥的转体重量为 168000kN、九江快速路跨庐山站转体斜拉桥转体重量 500 000kN 等，依据工程应用经验，本标准提出了铁路桥梁转体球铰的竖向设计承载力范围为 1 000 000kN，提升转体球铰的适用性和通用性。

4.2 润滑脂类型（本标准第 5.2 节）

参考国铁集团企业标准《铁路桥梁施工用转体球铰》（Q/CR 830—2021），在不同润滑材料产品类型、不同应用场景和不同温度条件下的测试基础上，提出了润滑脂性能稳定、温度适用范围达到-40℃～+60℃，且挥发性、游离性较好 5201-2 硅脂，确保转体球铰的转动顺利。

5 有无重大分歧意见

无

6 强制或推荐建议、废止建议

6.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

6.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

6.3 本标准未识别出相关专利

7 实施标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布后 6 个月实施。

8 其他应予说明的事项

无

标准起草组
2026 年 8 月