

团 体 标 准

桥梁转体支座

Bridge bearing for bridge swivel construction

征求意见稿

(2023年8月15日)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 型号、结构形式及规格	1
4.1 型号	1
4.2 结构形式	2
4.3 规格	2
5 技术要求	2
5.1 成品性能	2
5.2 材料性能	3
5.3 尺寸与偏差	4
5.4 支座用材外观质量	4
5.5 支座防腐	4
5.6 装配要求	4
6 试验方法	4
6.1 支座用材料性能	4
6.2 尺寸与偏差	5
6.3 支座用材外观质量	5
6.4 成品支座	5
7 检验规则	5
7.1 检验分类	5
7.2 检验项目及要​​求	5
7.3 检验结果的判定	6
8 标志、包装、运输和储存	6
8.1 标志	6
8.2 包装	6
8.3 运输和储存	7
9 安装	7
附录 A （规范性） 滑板摩擦性能试验方法	8

附录 B（规范性） 成品支座竖向承载力试验	10
附录 C（规范性） 成品支座转动副在润滑状态下摩擦系数试验	11
附录 D（资料性） 转体支座安装方法	13
参考文献	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。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中铁第六勘察设计院集团有限公司、河北宝力工程装备股份有限公司、中国铁路设计集团有限公司、天津大学、柳州市桥厦科技发展有限公司、丰泽智能装备股份有限公司。

本文件主要起草人：

桥梁转体支座

1 范围

本文件规定了桥梁转体支座的成品性能、材料性能、尺寸与偏差、装配等技术要求，描述了相应的取样、试验方法，规定了检验规则及标志、包装、运输、储存等方面的内容，同时给出了便于技术规定的型号、结构形式与规格的信息。

本文件适用于竖向承载力为20000kN~500000kN的桥梁施工用桥梁转体支座（以下简称支座）的生产、检验和使用。

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 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带
- GB/T 7233.1 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 11352 一般工程用铸造碳钢件
- GB/T 17955 桥梁球型支座
- HG/T 2502—1993 5201 硅脂
- JT/T 391 公路桥梁盆式支座
- JT/T 901 桥梁支座用高分子材料滑板

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

桥梁转体支座 Bridge bearing for bridge swivel construction

一种由上球摆、下球摆等主要构件组成的用于桥梁水平转体施工的支撑装置，可起到定位、承受桥梁竖向荷载及多向转动的作用。

4 型号、结构形式及规格

4.1 型号

支座的产品型号表示如下。

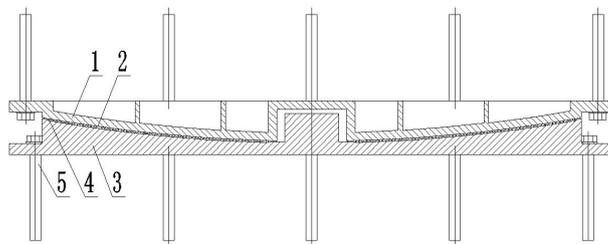
ZTQZ- □ / □ / □



示例：设计竖向承载力为 25000kN，设计水平承载力为 1250kN，转角为 0.005rad 的桥梁转体支座，其型号表示为：ZTQZ-25000/1250/0.005。

4.2 结构形式

4.2.1 支座由上球摆、球面滑板、下球摆、密封圈和锚栓等部件组成，结构示意图见图 1



标引序号说明：

- | | |
|---------|---------|
| 1—上球摆； | 4—密封圈； |
| 2—球面滑板； | 5—锚栓组件。 |
| 3—下球摆； | |

图 1 支座结构示意图

4.3 规格

4.3.1 支座规格系列按承受的竖向设计承载力大小共分为 26 级 (kN)：20000，25000，30000，35000，40000，45000，50000，55000，60000，70000，80000，90000，100000，120000，140000，160000，180000，200000，225000，250000，275000，300000，350000，400000，450000，500000。

4.3.2 支座水平承载力均不小于竖向设计承载力的 5%。

4.3.3 支座转角设计根据桥梁撑脚距滑道距离确定。

4.3.4 当有特殊要求时，支座竖向承载力、水平力、转角可按实际工程需要进行调整。

5 技术要求

5.1 成品性能

5.1.1 支座适用的温度范围、设计竖向转动力矩应符合 GB/T 17955 的规定。

5.1.2 支座承载能力应安全可靠，在 2 倍设计竖向承载力范围内，支座应保持状态完好、无异常变形。

5.1.3 支座转动副在润滑状态下摩擦系数不大于 0.05。

5.1.4 转动牵引力为牵引力偶，示意图见图 2，牵引力按公式 (1) 计算：

$$F = \frac{2 \times P \times \mu \times (R^2 + R \times r + r^2)}{3 \times (R + r) \times L} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

r ——球面滑板中间孔半径，单位为毫米（mm）；

R ——球面滑板外圆半径，单位为毫米（mm）；

P ——支座竖向承载力，单位为千牛（kN）；

F ——牵引力，单位为千牛（kN）；

L ——牵引力偶臂，单位为毫米（mm）；

μ ——支座摩擦系数。

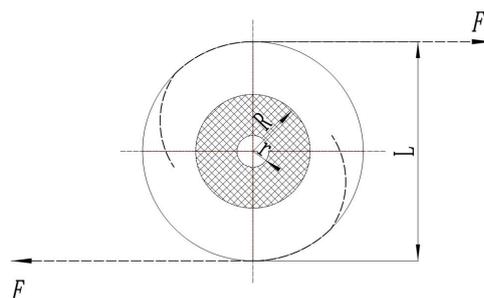


图 2 转动牵引示意图

5.2 材料性能

5.2.1 滑板

- 支座用球面滑板可采用改性聚四氟乙烯板或改性超高分子量聚乙烯板，其密度、拉伸强度、断裂拉伸应变、球压痕硬度和荷载压缩变形应符合 JT/T 901 的规定。
- 滑板在润滑状态下与表面粗糙度最大参数值为 MRR Ramax6.3 的钢板配合面滑动时的摩擦性能应符合表 1 的规定。

表 1 球面滑板的摩擦性能（润滑条件）

项目	指标	试验条件		
		试验温度/℃	平均压应力/MPa	相对滑动速度/(mm/s)
初始静摩擦系数 μ_s	≤ 0.03	23±2	45	0.4

5.2.2 钢件

- 支座用铸钢件热处理后的机械性能应符合 GB/T 17955 的规定。铸钢件应逐件进行超声波探伤，且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 的有关规定。
- 支座配套提供的锚栓组件采用牌号为 45 的优质碳素结构钢时，其材料的力学性能应符合 GB/T 699 的有关规定；采用牌号 40Cr 的合金结构钢时，其材料的力学性能应符合 GB/T 3077 的有关规定。
- 支座用钢板力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700 或 GB/T 1591 的规定。

5.2.3 润滑脂和球面处理

- 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 50 μm 的纯聚四氟乙烯粉的锂基润滑脂，5201-2 硅脂的理化性能（锥入度、油离度、挥发物含量及腐蚀性）应符合 HG/T 2502—1993 中一等品的相关规定，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。
- 支座上球摆凸球面可采用包覆不锈钢板、电镀硬铬或抛光处理，采用包覆不锈钢板或电镀硬铬处理时应符合 GB/T 17955 的规定，采用抛光处理时表面粗糙度最大参数值为 MRR Ramax6.3，且不应有降低表面质量的机械损伤。

5.2.4 不锈钢板

支座用不锈钢板可采用06Cr19Ni10、06Cr19Ni13Mo3或06Cr18Ni11Ti牌号镜面精轧不锈钢板，其化学成分及力学性能符合GB/T 3280的规定。

5.3 尺寸与偏差

5.3.1 滑板

- 球面滑板可采用整体板或拼接板两种形式，其基准厚度 t 不应小于 7mm，嵌入深度不应小于滑板厚度的 $1/2$ ，外露厚度不应小于 3mm，尺寸及装配间隙偏差应符合 GB/T 17955 的规定。
- 球面滑板若采用中心圆盘与周边环带组合时，中心圆盘直径不应小于 1000mm，环带宽度不应小于 50mm，环带按圆周等分。
- 球面滑板滑动面上应设有存放硅脂的储脂槽，储脂槽应采用热压成型，不应用机械方法成型。储脂槽的排列和尺寸应符合 GB/T 17955 的规定。
- 球面滑板模压表面球面轮廓度公差，当直径 $d \leq 670\text{mm}$ 时，公差不应大于 0.2mm，当直径 $d > 670\text{mm}$ 时，公差不应大于 $0.0003d$ 。

5.3.2 钢板及不锈钢板的尺寸与偏差应符合 GB/T 17955 的规定，支座上球摆凸球面的球面轮廓度不应超过整体滑板外径或分片拼接板、分片镶嵌板滑板外接圆直径的 0.03%。

5.4 支座用材外观质量

5.4.1 支座用球面滑板外观应符合 JT/T 901 的规定。

5.4.2 钢件、5201-2 硅脂、不锈钢板的外观质量应符合 GB/T 17955 的规定，锂基润滑脂的外观应符合 GB/T 7324—2010 的规定。

5.5 支座防腐

支座防腐应满足设计要求。

5.6 装配要求

5.6.1 待装的零部件应有质量检验部门的合格标记。

5.6.2 支座滑动面应用丙酮或酒精擦净，不应夹有灰尘和杂质。

5.6.3 支座用球面滑板应在嵌放滑板的凹槽预设连接孔，安装就位后螺钉顶面应低于滑板表面不小于 3mm，并在储脂槽内涂满润滑脂，滑板嵌放组装时不应出现空气夹层。

5.6.4 支座组装时各部件应位置正确，球面中心轴线应对中重合，支座应设置橡胶密封圈对上下支座的缝隙密封并用临时连接装置将支座连接成整体。

5.6.5 支座组装后上、下支座板的平行度不应大于最大边长或直径的 2%。

5.6.6 支座外露表面应平整、焊缝均匀，漆膜表面应光滑，不应有掉漆、流痕、皱褶等现象。

5.6.7 支座组装后的高度允许偏差应符合表 2 的要求。

表 2 支座组装后的高度允许偏差

支座设计竖向承载力/kN	组装高度允许偏差/mm
20000~100000	-4~6
120000~500000	-5~10

6 试验方法

6.1 支座用材料性能

6.1.1 滑板密度、拉伸强度、断裂拉伸应变、球压痕硬度和荷载压缩变形的测定按照 JT/T 901 的规定进行，滑板摩擦性能的测定应按附录 A 的规定进行。

6.1.2 铸钢的力学性能的测定按 GB/T 11352 的规定进行，锚栓组件材料的力学性能的测定按 GB/T 699 或 GB/T 3077 的规定进行，钢板材料的力学性能的测定按 GB/T 699、GB/T 700 或 GB/T 1591 的规定进行。

6.1.3 5201-2 硅脂理化性能的测定按 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。

6.1.4 镀硬铬层厚度应按 GB/T 17955 的规定进行。

6.1.5 不锈钢板化学成分和力学性能的测定按 GB/T 3280 的规定进行。

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 支座用材外观质量

目视检查、用通用或专用工具测量。

6.4 成品支座

6.4.1 成品支座的竖向转动性能试验、竖向承载力试验及支座转动副在润滑状态下摩擦系数试验一般应采用实体支座进行，当受试验设备能力限制时，可选用有代表性的小型转体支座进行试验，其设计竖向承载力不宜小于 2000kN。

6.4.2 成品支座竖向转动性能试验应按 GB/T 17955 的规定进行。

6.4.3 成品支座竖向承载力试验应按附录 B 的规定进行。

6.4.4 成品支座转动副在润滑状态下摩擦系数试验应按附录 C 的规定进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

支座的检验分类应符合 GB/T 17955 的规定。

7.2 检验项目及要求

7.2.1 原材料检验

支座原材料及外购件进厂时进行检验，检验项目和检验频次应符合表3的规定。

表 3 原材料进厂检验

检验项目	检验内容	技术要求	检验频次
滑板	密度、拉伸强度、断裂拉伸应变、球压痕硬度、荷载压缩变形和摩擦性能	5.2.1	每批（同材质、相同厚度、同生产厂及进厂时间，1批不大于1000kg）
	尺寸、外观质量	5.3.1 5.4.1	每件
铸钢件	机械性能、超声波探伤	5.2.2	每炉
	外观质量	5.4.2	每件
锚栓组件	力学性能	5.2.2	每批【同材质、同等级、同生产厂及同生产周期（180d），1批不大于5t】

表 3（续）原材料进厂检验

检验项目	检验内容	技术要求	检验频次
钢板	力学性能		每批【同牌号、同等级、同生产厂、同交货状态及同进厂时间，1批不大于60t】
润滑脂	理化性能或质量指标	5.2.3	每批【同牌号、同等级、同生产厂、同交货状态及同进厂时间，1批不大于500kg】
	外观质量	5.4.2	
不锈钢板	化学成分、力学性能	5.2.4	每批【同牌号、同厚度、同生产厂、同交货状态及同进厂时间，1批不大于5t】
	外形尺寸、外观质量	5.3.2 5.4.2	

7.2.2 出厂检验

支座出厂检验项目和检验频次应符合表4的规定。

表4 出厂检验

检验项目		检验内容	技术要求	检验频次
部件	上球摆凸球面	球面处理质量	5.2.3 5.3.2	逐件检验
	滑板	尺寸、装配间隙、外露厚度、有无储脂槽、球面轮廓度、螺钉顶面深度	5.3.1 5.6.3	
	不锈钢板	焊接质量	5.4.2	
	防腐涂装	涂层厚度	5.5	
	各部件	尺寸与偏差	5.3.2	
成品支座		支座安装尺寸、外形尺寸、标识及外观质量	设计文件 5.6.1 5.6.6	
		平行度	5.6.5	
		支座组装后的高度偏差	5.6.7	
注：部件的出厂检验可实际测量或通过验证中间过程检验记录；				

7.2.3 型式检验

本文件所列全部技术要求为型式检验项目。

7.3 检验结果的判定

7.3.1 原材料检验

进厂原材料检验项目应全部合格后方可使用。

7.3.2 出厂检验

成品支座检验项目全部合格方可出厂。

7.3.3 型式检验

型式检验项目全部合格则该次检验为合格。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

出厂支座均应有明显标志，其内容应包括：产品名称、规格型号、主要技术指标（竖向承载力、水平力、转角），产品生产执行标准及厂名、编号、日期。分体运输时，各部件应标记编号。

8.2 包装

每个支座均应包装牢固。包装时应注明产品名称、规格型号、出厂日期、外形尺寸等，并附有合格证、使用说明书及装箱单。箱内技术文件应用塑料袋装好并封口。

8.3 运输和储存

8.3.1 支座运输、存储中应避免暴晒、雨淋、雪浸，并应保持清洁。严禁与酸、碱、油类、有机溶剂等影响支座质量的物质相接触，并距离热源 1m 以上。装卸时应轻起轻落，避免损伤部件。

8.3.2 支座在运输、储存过程中不应任意拆卸。支座不方便整体运输时可单独分开运输并采取相应措施确保在运输过程中的安全和不变形。

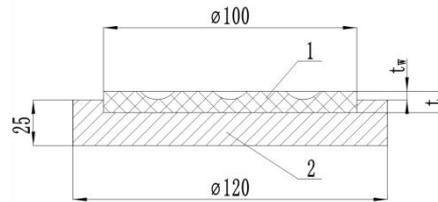
9 安装

附录D给出了转体支座的安装方法，采用其他方法安装时，应确保支座与下部结构接触密实、无脱空。

附录 A
(规范性)
滑板摩擦性能试验方法

A. 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，试样的基准厚度 t 、储脂槽分布与球面滑板相同。滑板试样的形状、尺寸和嵌固工装见图A. 1。滑板试样的配合件采用长140mm，宽110mm，厚15mm的Q355钢板。配合面的处理应符合5. 2. 3和5. 3. 2的要求。滑板试样的表面应涂抹一层符合5. 2. 3要求的润滑脂。滑板试样的外露厚度 t_v 与球面滑板的设计外露厚度一致。试验前试样应在 $23\text{℃} \pm 2\text{℃}$ 的环境中静置24h以上。



标引序号说明：

- 1—滑板试样；
- 2—嵌固工装。

图 A. 1 滑板摩擦系数试验用试样及工装

A. 2. 试样数量

试样数量为3组，每组2块，取3组试件测试平均值为该批滑板摩擦性能的测试结果。

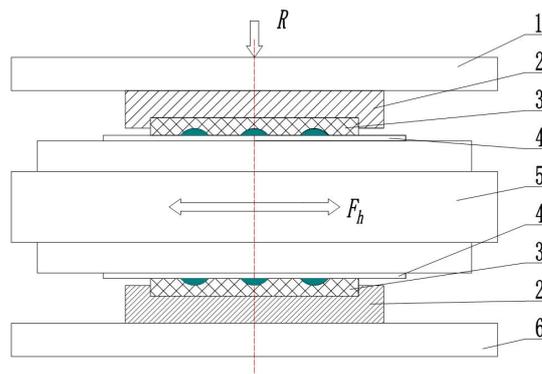
A. 3. 试验方法

摩擦性能为初始静摩擦系数，取滑板试样与配合面发生初次滑动时的摩擦系数。测试采用双剪试验方法，试验装置见图A. 2。试验条件：预压1h，符合5. 2. 1的要求，滑动距离为10mm。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。

$$\mu_s = \frac{F_h}{2R_v} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中：

- μ_s —— 初始静摩擦系数，精确到0.001；
- F_h —— 试样滑动时的最大水平力，单位为千牛（kN）；
- R_v —— 表A. 1中试样压应力对应的竖向荷载（R），单位为千牛（kN）。



标引序号说明:

- | | |
|---------|------------|
| 1—上承载板; | 4—滑板配合面; |
| 2—嵌固工装; | 5—水平力加载装置; |
| 3—滑板试样; | 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

试验报告应包含以下内容:

- 试验概况: 试验设备、试验荷载、试验温度、加载速度等;
- 试验过程有无异常情况, 如有异常, 描述异常发生的过程;
- 试样摩擦性能实测结果, 并评定试验结果;
- 试验现场照片。

附 录 B
(规范性)
成品支座竖向承载力试验

B.1 试样

成品支座竖向承载力试验应采用实体支座进行，当受试验设备能力限制时，可由委托单位与检测单位协商后选用同批材料、同种工艺制作的设计承载力较小的支座进行试验，但设计竖向承载力不宜小于2000kN。试验前试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中静置24h以上。

B.2 试验方法

成品支座竖向承载力试验测定支座的承载能力及在竖向荷载作用下的变形状态。检验荷载为支座设计竖向承载力的2倍，试验应按下列步骤进行：

- a) 对中安装好试验后在支座四周对称放置4只百分表，测试支座的竖向压缩变形；
- b) 将检验荷载均分10级，以设计竖向承载力的1%或50kN（两者中的较大者，以试验机显示为准，不要求精度）作为初始压力，加载到初始压力后位移清零，然后逐级加载，每级荷载稳压2min后读取百分表数值，直至检验荷载，稳压3min后卸载至初始压力。
- c) 根据每级加载的实测结果绘制荷载—竖向压缩变形曲线。
- d) 拆除试验装置后检查或测量支座是否有异常变形。

B.3 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 试验概况：试验设备、试验荷载、试验温度、试样规格等；
- b) 试验过程有无异常情况，如有异常，描述异常发生的过程；
- c) 试样荷载—竖向压缩变形曲线是否呈线性关系，有无异常变形，并评定试验结果；
- d) 试验现场照片。

附录 C

(规范性)

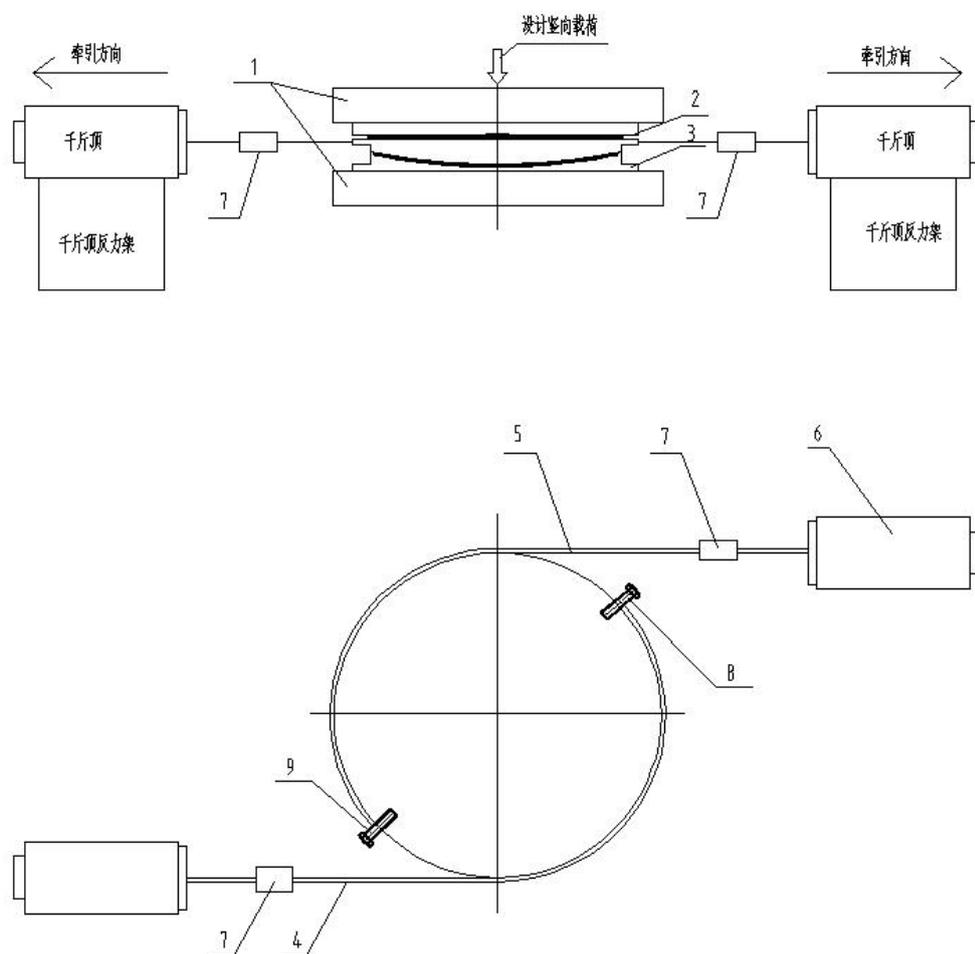
成品支座转动副在润滑状态下摩擦系数试验

C.1 试样

成品支座转动副在润滑状态下摩擦系数试验应采用实体支座进行，当受试验设备能力限制时，可由委托单位与检测单位协商后选用同批材料、同种工艺制作的设计承载力较小的支座进行试验，但设计竖向承载力不宜小于2000kN。试验前试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中静置24h以上。

C.2 试验方法

按图 C.1 放置试样后，按下列步骤进行支座牵引力试验：



标引序号说明：

- | | | |
|---------|----------|--------------|
| 1—试验台架； | 4—钢丝绳 A； | 7—拉力计； |
| 2—钢板组件； | 5—钢丝绳 B； | 8—钢丝绳 A 固定端； |
| 3—试件； | 6—千斤顶； | 9—钢丝绳 B 固定端； |

图 C.1 成品支座转动副在润滑状态下摩擦系数试验装置示意图

- a) 将试样置于试验台架上，钢板组件及转动模拟装置与试样配合好；
- b) 布置钢丝绳，拉力方向与试件外缘相切，拉紧钢丝绳。
- c) 竖向承载力加至设计荷载后保压，启动牵引设备，拉动钢丝绳，带动试样稳定转动 15° ，观察数据显示。
- d) 观察支座运行状况进行记录，并时刻确定试验稳定性。
- e) 减去竖向承载力及牵引力，钢丝绳回复松弛状态，转体支座恢复到转动初始位置。
- f) c)、d)、e)步骤连续重复三次，取三次牵引力最大值的算术平均值为 F。
- g) 拆除装置，检查转体支座是否损坏。
- h) 试件在有润滑介质状态下摩擦系数按照 5.1.3 公式计算。

C.3 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 试验概况：试验设备、试验荷载、试验温度、试样规格等；
- b) 试验过程有无异常情况，如有异常，描述异常发生的过程；
- c) 试验记录完整，试件摩擦系数实测结果，并评定试验结果；
- d) 试验现场照片。

附录 D

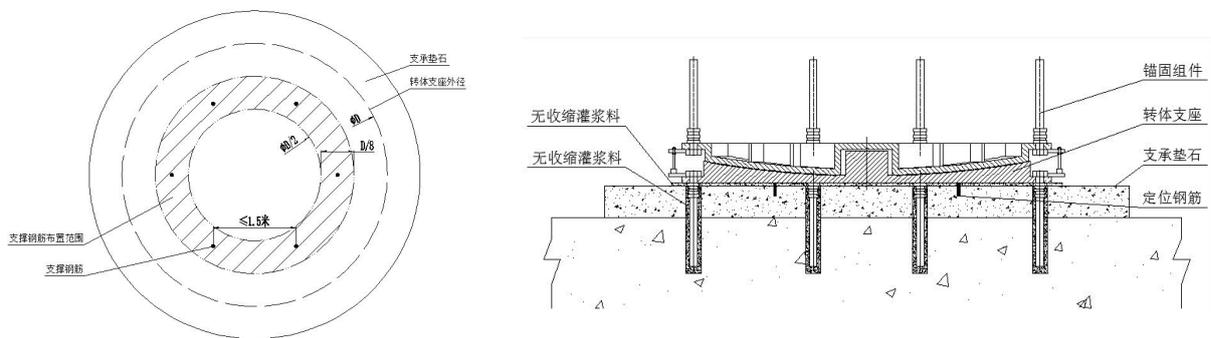
(资料性)

转体支座安装方法

转体支座按可根据项目情况分为两种:①无预埋板结构形式;②有预埋板结构形式,具体安装如下:

①无预埋板结构形式安装方法:

a) 浇筑垫石混凝土前需在垫石顶面预埋精轧螺纹钢,作为支座就位支撑,通过测量打磨使钢筋顶面高程与支座底面设计高程一致,作为转体支座就位的基准面。定位钢筋的布置区域如下图所示,相邻定位钢筋的间距不大于 1.5 米。间距可根据项目实际情况适当调整。



b) 在现场将锚固螺栓和套筒安装在支座上,并在无灌浆料时试安装,确认预留孔位置无误。人工配合吊车将支座放置调整至转体系统中心,通过支座四周边缘间隙向预留孔中灌注高强无收缩灌浆料,插捣密实。预留孔中灌浆料初凝后,松开锚固螺栓将支座本体取下。凿毛支座就位部位的支撑垫石表面,用水将支撑垫石表面浸湿,安装灌浆用模板。

c) 按照无收缩高强度灌浆料的计算用量将各组分进行配比搅匀,将搅拌均匀的灌浆料平铺于支座垫石,平铺后采用尺杆刮平,垫石中心灌浆略高于就位基准面 1cm,平铺后,采用坐浆方式安装支座本体。安装时应注意安装锚固螺栓。防止支座坐浆时,灌浆料进入套筒。

d) 支座下方浆料凝固后,拆除模板,检查是否有漏浆处,必要时对漏浆处进行补浆,拧紧下摆锚栓。支座上承台施工前,需在支座上、下球摆之间间隙处采取防护措施,可用胶带密封,防止桥梁转动前有杂物进入支座内,保护支座滑动面,完成支座安装。

②有预埋板结构形式安装方法:

a) 下承台二次浇筑完成及垫石钢筋绑扎完成后,浇筑垫石混凝土前,安装转体支座预埋钢板,顶面径向对称测点高差最大不超过 2mm,高度调整完成后采用螺纹钢焊接固定。安装垫石模板浇筑垫石混凝土。预埋板上开设振捣孔、排气孔、补浆孔保证预埋板下方混凝土浇筑密实;

b) 垫石混凝土达到强度后,清理预埋板表面杂物及砂浆,将转体支座放置于预埋板上,拧紧螺栓,完成转体支座安装。

转体支座安装主控项目:

①安装完成后支座纵向、横向平整度不超过 0.001rad;

②转体支座中心误差顺桥向不大于 5mm，横桥向不大于 5mm；

③锚固螺栓孔宜采用早强型高强无收缩灌浆料，抗压强度满足 $2h \geq 20\text{Mpa}$ ， $28d \geq 60\text{Mpa}$ 。预留 3cm 灌浆层宜采用缓凝型高强无收缩灌浆料，初始流动值 $\geq 380\text{mm}$ ， $28d \geq 60\text{Mpa}$ 。其它性能指标满足 GB/T 50448 《水泥基灌浆材料应用技术规范》。

参 考 文 献

Q/CR 756.2-2020 《铁路桥梁球型支座》

Q/CR 749.2-2020 《铁路桥梁钢结构及构件保护涂装与涂料 第2部分：支座》

T/CCTAS XX—202X