

团体标准

《易维护长寿命复合橡胶支座》

编
制
说
明

标准编制组

二〇二五年一月

目 录

一、工作简况·····	1
二、主要技术内容·····	2
三、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济 效果·····	6
四、采用国际标准的程度及水平的简要说明·····	8
五、重大分歧意见的处理经过和依据·····	8
六、其它应予说明的事项·····	8

一、工作简况

1、任务来源

板式橡胶支座因其构造简单、加工方便、价格低廉、耗材小、结构高度低、安装方便、易于更换等优势，在桥梁工程建设中脱颖而出，并被广泛应用。

板式橡胶支座通常由天然橡胶或氯丁橡胶与多层内置加劲钢板相互交错重叠制成，将高强度钢板和柔性橡胶材料通过硫化工艺牢固粘结起来，加劲钢板全部包在弹性橡胶体内部，从而形成一个整体以共同抵抗外界荷载的作用，工作使用期间一般无需养护。

我国中小跨径桥梁大多采用板式橡胶支座，且支座直接放置在桥台/桥墩/盖梁的支座垫石上，主梁则直接搁置在支座上方，支座与梁体及支座与垫石之间通常无连接体位移约束措施，支座的顶、底面皆未采用锚固连接，仅在桥墩盖梁或桥台台帽两端设置横向抗震挡块。这种板式橡胶支座搭配抗震挡块的约束体系在汶川震区中小跨径梁桥中同样普遍应用。汶川大地震后震害调查发现板式橡胶支座桥梁的典型震害形式主要为支座破坏、主梁移位及挡块破坏等，而墩柱和基础的损伤较轻微，通过抗震加固后可很快恢复使用。正是此类板式橡胶支座桥梁结构体系，支座的滑移起到了一定的减隔震作用，使得在汶川地震中，大部分中小型跨径梁桥的主要承重构件桥墩得到了较好的保护。

但是，采用板式橡胶支座的中小跨径桥梁，由于其支座采用活放式，连接较为薄弱，在地震作用下稳定性较差，支座会发生倾斜、卡压、翻滚致使传递给墩柱的水平力具有一定的随机性，滑动的不可控甚至发生落梁。一种解决方式是采用减隔震措施，包括摩擦摆支座、高阻尼橡胶支座、铅芯橡胶支座、粘滞阻尼器等减震耗能装置，但是此种方案存在一次性投入大、长期性能可靠性低以及性价比不高，在全国推广应用上存在诸多问题。

此外，针对中小跨径桥梁的大量病害调查表明，现阶段板式橡胶支座在正常使用情况下，常规板式橡胶支座存在转角过大引起的局部或总体卷边脱空、剪切变形超限、老化引起的开裂等问题，严重影响桥梁结构耐久性。因此，编写组近年来在基于板式橡胶支座基本结构的基础上，研制出一类构造简单、维护容易、使用寿命长、具备减隔震功能且性价比较高的橡胶支座，并将其命名为易维护长寿命复合橡胶支座。同时，为充分规范该结构产品的设计、生产、试验等相关内容，制定《易维护长寿命复合橡胶支座》标准。

2、协作单位及主要起草人

本标准于2024年由中国技术市场协会提出并归口，并由南京现代综合交通实验室、中交公路规划设计院有限公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、河北宝力工程

装备股份有限公司、柳州东方工程橡胶制品有限公司、成都市大通路桥机械有限公司、柳州华威合力工程技术有限公司共同起草，本标准主要起草人：李贞新，黄卫，刘晓东，田波，卢小锋，李延，魏春晶，何家荣，罗普社，王钟锐，李金红，林昊，左辛瑞，李德运，蒋文希，赵九平。

3、工作过程

2023年9月，易维护长寿命复合橡胶支座研发小组成立。经过不断的研究，研发小组经过理论计算、动力学分析及多次的试验，完成了竖向承载力为100 MN~7000 MN的支结构尺寸设计，并进行广泛推广应用。2023年至今，产品不断改进升级，结构形式趋于稳定，并形成了产品相关系列图纸。2024年10月，由中国技术市场协会提出，并通过会议启动了《易维护长寿命复合橡胶支座》团体标准的制定工作，成立了标准编制组，开始着手《易维护长寿命复合橡胶支座》标准的起草工作，于2024年10月完成标准草案，2025年1月完成标准征求意见稿，具体工作过程如下。

1) 标准调研、验证阶段（2024年3月—2024年8月）

2024年3月—2024年8月，明确工作后立即成立了编制组，邀请行业内优秀企业参与。对现有板式橡胶支座的弊端做了充分研究，对该产品提出了相应改进意见，并就该项目的相关技术标准进行了充分的调研，在充分吸收现有技术的基础上对该项技术进行了详细补充和完善。随后，在中钢集团郑州金属制品研究院股份有限公司对YCXZ-550x550易维护长寿命复合橡胶支座进行了成品支座抗压刚度、压缩变形及水平等效刚度等试验项目。

2) 标准初稿起草阶段（2024年9月—2024年10月）

2024年9月—2024年10月，在充分调研和分析总结的基础上，起草组完成标准初稿，经归口单位审阅，并与起草组进行了标准开题论证会。

3) 征求意见稿起草阶段（2024年11月—2025年1月）

2024年11月—2025年1月，编制组在标准初稿的基础上确定了标准的各项技术指标，经过多次讨论和改进，完成征求意见稿，并进行公开征求社会意见。

二、主要技术内容

1 概述

易维护长寿命复合橡胶支座的橡胶配方不同于普通板式支座的配方，其结构在普通板式支座的基础上进行优化。支座主要是由上钢板、下钢板、加劲钢板、挡件等组成，设置加厚的上、下钢板主要是防止支座出现翻转的情况。支座所用橡胶为新型复合橡胶，其抗

热老化、臭氧老化寿命翻倍，产品的使用寿命可达 30 年以上。在支座的下部设置有固定和可拆卸挡件，可防止支座在使用过程中出现错动的现象，挡块的三面为混凝土结构，一面为可拆卸挡块，当支座出现脱空现象时，将支座的挡块拆除，在下部设置调高垫板，实现支座调高功能，同时也可实现快速更换支座的目的。

2 编制原则及标准内容的确定

2.1 标准编制原则

(1) 认真贯彻国家有关法律法规和方针政策。标准中的所有规定，均不得与现行法律和法规相违背。

(2) 充分考虑使用要求，并兼顾全社会的综合效益。满足使用要求是制定标准的重要目的，在考虑使用要求的同时，也应兼顾全社会的利益。

(3) 合理利用国家资源，推广先进技术成果，在符合使用要求的情况下，有利于标准对象的简化、选优、通用和互换，做到技术上先进、经济上合理。

(4) 相关标准要协调配套。制定标准要考虑有利于标准体系的建立和不断完善。这样才能保证生产的正常进行和标准的有效实施。

(5) 有利于保障社会安全和人民身体健康，保护消费者利益，保护环境。

(6) 积极采用国际标准和国外先进标准，有利于促进对外经济技术合作和发展对外贸易，有利于我国标准化与国际接轨。

2.2 主要技术内容和说明

2.2.1 主要技术内容

本标准结合现有标准《橡胶支座第 4 部分：普通橡胶支座》（GB/T 20688.4-2023）、《桥梁支座用高分子材料滑板》（JT/T 901-2014）、《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591）等标准的基础上制定了该标准，详细规定了易维护长寿命复合橡胶支座的术语和定义、符号、分类与标记、结构设计、技术要求、试验方法、检验规则，以及标志、包装、运输和贮存、安装等要求。目的在于科学合理指导该类产品的的设计、生产、应用以及积极推进该类产品的的发展创新，提升产品总体质量，促进产品良性发展。

2.2.2 各项条款说明

2.2.2.1 分类与标记

本标准在调研全国数十家支座生产企业、业主单位及设计院，了解支座的技术性能的实际需求，以及现有板式橡胶支座在使用过程中所存在的问题，分析总结现有板式橡胶支座的弊端，对板式支座进行相关设计研究，结合实际需求对板式支座的配方进行改进，并

对该支座的实际技术性能进行具体试验和分析，调研了国内现有产品使用情况，对产品做出相应完善，最终明确了该支座的产品结构。结合实际情况，根据使用环境不同对支座进行分类，并明确各规格种类及型号。

2.2.2.2 结构设计

1) 在正常生产、安装、使用和养护条件下，易维护长寿命复合橡胶支座（以下简称支座）设计使用寿命不低于 30 年。

2) 支座使用阶段设计平均压应力为 10MPa-15MPa。

3) 支座抗剪弹性模量为 1.08MPa。

4) 固定支座设计剪应变 γ_0 为 100%，容许剪应变 γ_0 为 150%。

5) 支座形状系数为 8-19，其计算方法符合 GB/T 20688.4-2023 中附录 A 的规定。

6) 支座正常使用状态下的变形描述符合 GB/T 20688.4-2023 中附录 B 的规定。

7) 同一支座中应使用相同厚度加劲钢板，不应使用拼接钢板，加劲钢板厚度不应小于 2mm。

8) 支座侧面橡胶保护层厚度不应小于 5mm，支座底面及固定支座顶面橡胶保护层厚度不应小于 2.5mm。

9) 单向滑动型支座或双向滑动型支座设置有平面滑动摩擦副，由滑板与不锈钢冷轧钢板组成。

10) 滑板根据项目要求可采用无储脂槽滑板和有储脂槽滑板，滑板带有储脂槽的的平面布置符合 GB/T 20688.4-2023 中 6.2.7 的规定。

2.2.2.3 技术要求

支座的成品性能要求，包括设计剪断力、设计摩擦系数、位移、成品性能和材料性能。

1) 固定 I、II 型支座设计剪断力为设计竖向承载力的 25%。

2) 预埋钢板与橡胶的设计摩擦系数为 0.2，单向滑动型支座和双向滑动型支座设计摩擦系数不大于 0.05。

3) 单向滑动型支座主位移方向位移量为 $\pm 100\text{mm}$ 、 $\pm 150\text{mm}$ 和 $\pm 200\text{mm}$ 三种。

双向滑动型支座顺桥向位移量为 $\pm 100\text{mm}$ 、 $\pm 150\text{mm}$ 和 $\pm 200\text{mm}$ 三种，横桥向位移量为 $\pm 40\text{mm}$ 。

2.2.2.4 支座成品性能见表 1

表 1 支座成品力学性能

项目	指标
实测抗压刚度 K_v (kN/mm)	$K_v=K_{v1} \pm K_{v1} \times 30\%$
压缩变形量 Y (mm)	设计荷载下, 平均压缩变形量不大于橡胶层总厚的 7%
实测水平等效刚度 K_h (kN/mm)	$K_h=K_{h1} \pm K_{h1} \times 15\%$
实测老化后水平等效刚度 K_{hl} (kN/mm)	$K_{hl}=K_h \pm K_h \times 15\%$
实测转角正切值 $\tan \theta$	1/300
极限抗压强度 R_c	压应力 ≥ 90 MPa 时, 支座侧面橡胶凸起应均匀, 应无橡胶开裂、脱胶、钢板断裂现象

2.2.2.5 材料

支座所用的橡胶材料为新材料, 其余材料参照标准 GB/T 20688.4-2023 的规定及现有国家和行业相关规范进行编制。橡胶材料物理性能应符合表 2 的规定。

表 2 橡胶材料物理性能

项目		指标	适用试验章节号
硬度/IRHD		65±5	8.2.1.1
拉伸强度/MPa		≥ 17	8.2.1.1
拉断伸长率		$\geq 400\%$	8.2.1.1
低温脆性 (-50℃)		无破坏	8.2.1.1
压缩永久变形		$\leq 30\%$	8.2.1.2
耐臭氧老化	外观	无龟裂	8.2.1.3
热空气老化	拉伸强度变化率	±15%	8.2.1.4
	拉断伸长率变化率	±25%	
	硬度变化/IRHD	-5~+10	
橡胶与钢板黏结剥离强度/ (kN/m)		> 10	8.2.1.1

2.2.2.6 尺寸及工艺要求

主要参照标准 GB/T 20688.4-2023 的相关规定。

2.2.2.7 试验方法

规定了主要抗压刚度、压缩变形量、水平等效刚度、老化后水平等效刚度的试验方法。

材料、尺寸和工艺的试验方法参照标准《橡胶支座第 4 部分:普通橡胶支座》(GB/T 20688.4-2023) 及现有的国家和行业相关规范。

2.2.2.8 检验规则

主要参照标准 GB/T 20688.4-2023 的相关规定。

2.2.2.9 标志、包装、运输和贮存

主要参照标准 GB/T 20688.4-2023 的相关规定。

三、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

3.1 主要试验（验证）分析

为了保证该标准各项内容的准确性，我公司对所有原材料进行了进厂检验，并试制了多种规格支座，对试制产品进行了系统试验，并委托中钢集团郑州金属制品研究院股份有限公司对成品支座的抗压刚度、压缩变形量、水平等效刚度等成品性能指标进行了检验，保证了支座各向数据的准确性，可以有效达到本标准的规定。

3.2 综述报告

易维护长寿命复合橡胶支座是一种技术可靠性高、维护方便高效、经济性好、不影响桥梁结构正常使用的板式支座，并且相对于普通板式支座提高了支座的使用寿命，在支座的上部和下部增加了上、下钢板防止支座出现翻转的情况。

板式橡胶支座本身由钢板和橡胶叠合而成，橡胶支座在正常使用过程中会因温度、疲劳等原因发生老化变形，形成病害，普通的板式支座在长期使用状态下易造成板式橡胶支座错位及翻转等病害。故标准产品研究以“延长支座的使用寿命和防止支座出现偏转的情况”为研究基础，将板式支座的橡胶配方及支座的内部结构进行优化，通过改善板式支座的配方延长支座的使用寿命，增加内部上、下钢板的厚度防止板式支座出现翻转的情况。

3.3 技术经济论证

桥梁支座是桥梁结构上、下部结构之间力素传递的关键部件，桥梁支座的质量、性能出现问题，桥梁结构整体的安全性、耐久性无从谈起。板式橡胶支座由于价格低廉、性能稳定、技术成熟，地震作用下表示为弹性，降低结构自身的刚度，可以有效分散地震力，降低结构在地震后可能的破坏程度，成为国内公路与城市桥梁广泛采用和深受欢迎的一种支座型式。板式橡胶支座的承压主要是依靠橡胶内部的钢板承受压力，易维护长寿命板式支座内部结构与板式支座相似，保持一定初始水平刚度，其加工工艺与板式支座相同。

易维护长寿命复合板式支座采用的橡胶其材料性能进行了改进，延长了板式支座的寿命，并且支座的内部的加劲钢板的上层及下层的加劲钢板进行加厚，在支座剪切变形时，防止支座出现翻转的情况。支座的四周设置有挡块，其三面采用的是混凝土挡块，一面采用的是可拆卸的挡块，四周设置的挡块可防止支座出现长期错动，保证支座充分发挥

使用功能。并且当支座出现脱空时，可通过拆除可拆卸的挡块，在支座的下部增加调高垫板，实现支座的调高功能。

3.4 预期经济效果

3.4.1 常用的板式支座结构及现有结构

桥梁支座是桥梁结构上、下部结构之间力素传递的关键部件，桥梁支座的质量、性能出现问题，桥梁结构整体的安全性、耐久性无从谈起。板式橡胶支座由于价格低廉、性能稳定、技术成熟，地震作用下表示为弹性，降低结构自身的刚度，可以有效分散地震力，降低结构在地震后可能的破坏程度，成为国内公路与城市桥梁广泛采用和深受欢迎的一种支座型式。据统计，板式橡胶在中小跨径的梁式桥支座中应用占比约 70%，是中小型桥梁应用最为广泛的支座形式。

现有结构中板式橡胶支座会因温度、疲劳等原因发生老化变形，形成病害。根据数据调查显示，板式橡胶支座在正常使用阶段有 15%的支座会出现明显病害，其中支座脱空是板式橡胶支座最为常见的病害，且支座脱空会导致支座内部应力和结构整体反力的重分配，是板式橡胶支座产生剪切超限、支座超压等其他病害的诱因。因此如何正确的解决正常使用状态下板式橡胶支座脱空问题是克服板式橡胶支座病害的关键。

针对以上的问题，技术人员考虑另辟途径，易维护长寿命复合板式橡胶支座采用的橡胶其材料性能进行了改进，延长了板式支座的寿命，并且支座的内部的加劲钢板的上层及下层的加劲钢板进行加厚，在支座剪切变形时，防止支座出现翻转的情况。支座的四周设置有挡块，其三面采用的是混凝土挡块，一面采用的是可拆卸的挡块，保证支座的位置不发生滑移。并且当支座出现脱空时，可通过拆除可拆卸的挡块，在支座的下部增加调高垫板，实现支座的调高功能。

此外，由于本产品在地震下的动力特性类似于板式橡胶支座，可以有效降低下部结构所受到的地震力，保护下部结构不受地震破坏。可在高烈度地区可取代价格较高的减隔震装置，具有较高的经济价值和性价比。

3.4.2 广阔的市场前景

交通基础设施建设最近得到突飞猛进发展。作为公路建设重要组成部分的桥梁建设也得到相应的发展，桥梁结构在新建线路中所占的比重越来越大。而支座作为连接桥梁上部结构与下部结构的重要部件，它可将桥梁上部结构的反力和变形可靠地传递给桥梁的下部结构，从而使结构的受力情况与理论计算图式相符合。

近几年通过调查板式支座的使用情况，发现板式支座的病害主要是包括脱空，表面开裂，内部加劲钢板外露，位置错动等病害，由于普通板式支座的加劲钢板的侧面保护层厚度为 2.5mm，在使用的过程中易造成加劲钢板外漏。普通板式支座大多是采用天然橡胶或氯丁橡胶，其寿命最多是十五年，有的甚至不到使用年限，就造成橡胶的老化。普通板式支座安装时是将支座直接放置在垫石上，通过垫石与橡胶支座之间的摩擦力实现支座的剪切变形，且板式支座在长期使用的过程中会造成板式橡胶支座的错动，从而造成落梁的现象。普通板式支座内部的加劲钢板的厚度一致，在剪切变形的过程中会造成支座的翻转，从而对桥梁的安全造成隐患。因此在未来的市场中对支座的寿命提高及防止支座出现翻转等一些隐患是必须的，并在未来的市场中必将占据一席之地。

3.4.3 经济效益分析

易维护长寿命复合橡胶支座是在板式支座的基础上进行改进，在少量增加成本的基础上将支座的配方进行改进，改进后的橡胶配方，支座的使用寿命延长到 30 年，由于板式支座的承压主要是依靠板式支座内部的加劲钢板承受应力，优化加劲钢板的材质及内部钢板结构可有效改善支座的承压及安全性。以 550x550 支座为例，易维护长寿命复合橡胶支座的价格相比普通氯丁板式橡胶支座增加了 20%，但是其寿命延长了一倍，也承压能力相对板式支座也有所改善。与同吨位下减隔震支座相比造价明显降低，具有极佳的经济价值。

易维护长寿命复合橡胶支座不仅对橡胶原材料的配方及结构进行改进，而且在垫石上增加了限位挡块，限位挡块的一侧为可拆卸式的挡块，支座在使用过程中造成支座错动，限位挡块可限制支座的位移，从而防止落梁现象的发生，同时支座出现脱空现象或支座使用功能异常时，可通过拆除限位挡块，对支座进行调高功能及快速更换的功能，支座在维修的过程中省时省力。当前，我国正处于交通工程建设和维护的又一个高峰期，因此也将为我们易维护长寿命复合橡胶支座的推广带来巨大的前景。

四、采用国际标准的程度及水平的简要说明

标准在编写过程中未采用国际标准。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编写过程中无重大意见分歧。

六、其它应予说明的事项

虽然在标准的起草过程中，工作小组进行了大量调研工作，尽可能使标准科学合理，但由于工作的局限性，难免有疏忽之处，为提高标准质量，请各单位在执行本标准的过程

中，注意积累资料，总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料及时反馈给我们，以供今后修订时参考。