

# 桥梁支座检测方法及其适用性分析

张 峥

中冶检测认证有限公司 北京 100088

**摘要：**桥梁作为连接陆地的重要基础设施，其安全性至关重要。其中，桥梁支座作为桥梁结构的关键组成部分，其性能直接影响桥梁的稳定性和耐久性。然而，随着时间的推移和使用磨损，支座可能会出现各种问题，如变形、磨损、开裂等，这就需要科学、有效的检测方法来确保其健康状态。本文将深入探讨当前常用的桥梁支座检测方法，并分析其在不同桥梁结构和环境条件下的适用性，为桥梁维护与管理提供科学依据。

**关键词：**桥梁支座；检测方法；适用性分析

## 1 引言

在现代社会中，桥梁作为连接城乡、缩短时空距离的重要交通设施，其安全运行对于经济的发展和民众的生活质量至关重要。随着我国城市化进程的加快，桥梁的建设数量与日俱增，早期建设的桥梁逐渐步入老龄阶段，潜在的安全隐患也随之增加。据统计，我国服役超过25年的桥梁占比超过40%，这些桥梁可能在结构、材料老化等方面存在不同程度的问题。而桥梁支座作为桥梁结构的关键连接部位，其健康状况直接影响到桥梁的整体稳定性。

近年来，随着科技的进步，尤其是在传感技术、数据采集和虚拟仪器技术等方面的发展，为桥梁支座的智能检测提供了新的可能。这些创新技术的应用，使得支座的内部应力分布可以得到实时、准确的监测，从而更有效地评估支座的性能，及时发现潜在问题，为桥梁的维护保养和安全决策提供科学依据。

## 2 桥梁支座概述

桥梁支座，作为桥梁结构中的核心组成部分，起着至关重要的作用。它们位于桥梁上部结构与下部结构之间，承担着上部结构的荷载，并将其传递给桥梁基础，同时允许桥梁结构在温度变化、活载作用以及结构变形时自由伸缩和转动，以避免因约束过大导致的额外内力和应力集中。

### 2.1 板式橡胶支座

板式橡胶支座一般由两层以上加劲钢板和橡胶组成，且钢板应全部包在橡胶体内形成的支座。滑板橡胶支座由板式橡胶支座、滑板（通过热硫化与板式橡胶支座粘接）、镜面不锈钢板、上下钢板、锚固螺栓等组成。这种类型的支座能够允许较大的滑动，同时提供足够的支撑力，适用于需要滑动或转动能力的桥梁结构。板式支座能够承受垂直荷载和一定的水平力，适用于各

种类型的桥梁。

### 2.2 盆式支座

盆式支座一般是利用密封在钢盆中的橡胶板承受上部结构恒载和活载，并将该荷载传递到下部结构的支座。它提供了更好的抗剪能力和较大的滑动能力，适用于大型或重载桥梁。盆式支座能够承受大的垂直荷载和水平力，同时允许较大的滑动，适用于需要高度灵活性的桥梁结构。

### 2.3 球型支座

球型支座一般由上支座板（含不锈钢板）、平面聚四氟乙烯板、球冠衬板、球面聚四氟乙烯板和下支座板等及防尘结构组成。这种类型的支座能够承受垂直荷载和水平力，同时提供最大的转动能力，适用于需要高度转动能力的桥梁结构。球型支座能够承受大的荷载和力量，适用于大型或重载桥梁。

桥梁支座的损坏可能源于多种原因，包括材料老化、疲劳损伤、过载、不均匀荷载分布、制造缺陷以及环境因素等，这些都可能影响支座的性能和桥梁的稳定性。因此，对支座进行定期检测和维护，确保其正常工作，是桥梁健康管理中不可或缺的一环。通过早期识别和预防支座问题，可以避免潜在的结构失效，延长桥梁的使用寿命，同时确保行车安全。

## 3 桥梁支座常见问题

桥梁支座，作为桥梁结构的关键部件，其健康状况对整个桥梁的稳定性和安全性有着决定性的影响。然而，由于各种因素，支座在使用过程中常常会出现各种问题，这些问题如果未能及时发现和处理，可能会导致严重的结构隐患。

### 3.1 材料老化

随着时间的推移，支座的橡胶垫板、金属部件等材料会发生老化，导致其弹性减小，承载力减弱，甚至产

生裂纹、剥落等现象。老化材料的力学性能下降，可能影响支座的减震效果，同时增大桥梁在活载作用下的振动，降低行车舒适性，甚至影响结构的耐久性。

### 3.2 疲劳损伤

长期反复的荷载作用会导致支座内部产生累积损伤，尤其是滑动支座和活动支座。疲劳损伤可能导致滑板和连接件的磨损，进而影响支座的转动或滑移功能，严重的疲劳裂纹可能引发支座的整体失效。

### 3.3 过载或不均匀荷载

如果桥梁受到超出设计荷载的情况，例如超载车辆通过或极端天气导致的临时负载，支座可能承受超出预期的压力，导致支座损坏，如下承压板的破裂，甚至支座整体断裂。

### 3.4 制造缺陷

支座的制造过程中，如焊接不牢、橡胶垫板硫化不充分等，都可能导致支座在早期使用阶段就出现故障。这些缺陷无法通过常规的目视检查发现，往往在问题显现时已经对桥梁结构造成一定损害。

### 3.5 环境腐蚀

支座长期暴露在大气、水、盐分等环境中，容易遭受腐蚀，尤其是金属部件。锈蚀不仅会降低支座的机械性能，还可能影响其与橡胶垫板的结合，导致接触面滑移，进一步加剧支座的磨损。

这些问题的存在，不仅可能直接导致支座的失效，还会引发一系列连锁反应。比如，支座的损坏可能引发桥梁的不均匀沉降，导致桥梁桥面变形，影响行驶安全；过载或疲劳损伤可能导致整个桥梁结构的应力分布发生改变，增加其它结构部件的负荷，加速整个结构的恶化；而环境腐蚀则可能在极端条件下引发桥梁的突然坍塌，造成严重的安全事故。

## 4 试验室对成品支座的检测方法

成品支座作为桥梁结构中的关键部件，其性能的优劣直接关系到桥梁的安全运行。试验室对成品支座的检测方法主要包括外观检查、力学性能试验、耐久性能试验等几个方面。

### 4.1 外观检查

首先对支座的外观进行仔细检查，包括支座表面是否有裂纹、变形、锈蚀等缺陷。此外，还需检查支座的锚栓是否牢固，连接是否符合设计要求。

### 4.2 力学性能试验

力学性能试验大致可分为支座的剪切类试验、压缩类试验。通过这些试验可以评估支座的承载能力、剪切变形性能等。

剪切类试验：模拟支座在实际使用过程中受到的剪切力，检测支座的剪切变形和弹性恢复性能。

压缩类试验：评估支座在受到垂直载荷时的压缩变形和应力分布情况。

### 4.3 耐久性能试验

耐久性能试验主要评估支座在长期使用过程中的性能稳定性，包括疲劳试验和老化试验。

疲劳试验：通过模拟支座在实际使用中反复承受载荷的作用，检测其在疲劳状态下的性能变化。

老化试验：通过模拟不同环境条件（如高温、低温、紫外线照射等），检测支座在长期使用中的性能稳定性。

通过上述试验，试验室可以全面评估成品支座的性能，确保其满足桥梁工程的安全和使用要求。

## 5 现场桥梁支座检测方法一：视觉检测

视觉检测，作为桥梁支座检测的一种基础手段，主要依赖人类肉眼或辅助设备如望远镜、高清摄像机等，对支座的外观和工作状态进行直接观察。这种方法直观简单，易于实施，尤其适用于初步筛查和现场快速评估，可以快速发现支座的明显损坏如变形、裂缝、磨损、锈蚀等问题，是日常维护和初步检测的重要组成部分。视觉检测的步骤通常包括以下几个方面：

(1) 现场准备：检测人员需确保检测环境安全，避免在恶劣天气或结构不稳定条件下进行，并确保有足够的光照条件，以便清晰观察。对检测设备进行检查，确保摄像设备、望远镜等工具性能良好。

(2) 观察位置与角度：根据支座的安装位置，选择合适的观测位置，如桥墩、桥面或专用检查平台。调整观测角度，尽可能覆盖支座的所有关键部位，包括上下接触面、滑移面、橡胶垫板、金属连接件等。

(3) 外观检查：对支座的整体外观进行仔细检查，寻找明显的损坏迹象，如锈蚀、裂缝、破损、变形或脱胶等。需要注意的是，一些问题如内部裂纹可能不易察觉，需要结合其他检测手段进行辅助判断。

(4) 细节观察：对发现的疑似问题部位进行近距离观察，使用放大镜或高清摄像设备进行拍摄，以便详细分析受损程度。同时注意观察支座内部如有无杂物、油脂分布情况等，这些都可能影响支座的正常工作。

(5) 记录与分析：将观察结果详细记录，包括照片、视频、文字描述等，以便后期分析和比对。对观察到的问题进行初步评估，判断其可能对支座性能的影响，是否需要进一步的检测或维修。

(6) 数据整理与报告：整理检测数据，编写检测报

告,明确指出发现的问题,提供可能的解决方案或建议,为后续维护决策提供依据。

虽然视觉检测方法直观、易操作,但它存在一定的局限性。对于内部损伤、微小裂纹或隐蔽位置的问题,视觉检测的敏感度有限,可能无法及时发现。此外,依赖人工判断,可能存在主观性,且对于大规模桥梁的检测效率较低。因此,视觉检测往往作为辅助手段,与其它检测方法如声波检测、磁粉检测等结合使用,以提高检测的全面性和准确性。

## 6 现场桥梁支座检测方法二: 声波检测

声波检测技术在桥梁支座的健康监测中扮演着重要的角色,它通过利用声波在介质中的传播特性,来评估支座内部的结构完整性。声波检测方法主要利用超声波或弹性波的反射、折射和散射等特性,来获取关于材料内部结构信息,如缺陷、损伤或结构变化。

(1) 信号发射: 首先,通过传感器或换能器向支座内部发射具有特定频率的声波或弹性波。这种波可以在材料内部传播,遇到不同介质的界面时会产生反射、折射和散射。

(2) 信号接收: 在声波传播过程中,如果存在缺陷或损伤,声波的传播路径、速度和能量都会受到影响。这些变化会被另一端的接收器捕捉到,形成反射信号。

(3) 信号分析: 接收的信号经过信号处理和分析,如频谱分析、时域分析或波形分析,可以提取出关于缺陷位置、大小、形状以及材料内部结构的信息。

(4) 损伤评估: 通过与无缺陷材料的声学特性进行比较,可以判断支座内部是否存在潜在的问题。例如,裂缝、空洞或橡胶垫板的老化等情况,都可能引起声波传播的异常。

(5) 结果应用: 检测结果可以用于评价支座的健康状况,指导维护决策,甚至在必要时进行预防性维修,降低因潜在问题导致的结构失效风险。

声波检测方法在桥梁支座检测中的应用范围广泛,适用于多种类型的支座,如板式支座、盆式支座、橡胶垫板支座等。特别对于橡胶垫板内部的缺陷检测,声波检测具有显著优势,因为传统的视觉方法很难直接观察到这些潜在问题。此外,与振动台试验等方法相比,声波检测可以避免对桥梁结构的额外扰动,更符合无损检测的要求。

## 7 现场桥梁支座检测方法三: 磁粉检测

磁粉检测(Magnetic Particle Inspection, MPI)是一种无损检测方法,广泛应用于金属部件的表面和近表面缺陷检测。在桥梁支座的检测中,尤其对于金属结构部

分,磁粉检测能有效识别焊缝、裂纹、疲劳损伤等可能影响支座性能的问题。这项技术利用铁磁性材料在磁场中磁化时,缺陷处的磁力线中断,形成局部磁场,磁粉被吸引并显示出缺陷的轮廓,从而实现缺陷的可视化。在桥梁支座检测中,磁粉检测的流程通常如下:

(1) 准备和预处理: 首先,检测区域需要清洁,去除油脂、锈蚀和氧化物,确保磁粉能直接接触金属表面。对于已经磁化的支座,可能需要使用退磁器去除previous的磁性。

(2) 磁化: 使用磁化装置(如电磁铁或永久磁铁)对支座进行磁化,使其内部产生一个磁场。磁场的方向和强度根据检测需求和支座材质选择。

(3) 施加磁粉: 磁化后,将磁粉或磁悬液(含有磁粉的悬浮液)均匀地涂在支座表面上。磁粉会聚集在磁场中断的地方,显示出潜在的缺陷。

(4) 观察与解读: 观察者通过肉眼或借助放大镜等辅助工具,检查磁粉的分布情况,识别出磁粉聚集的区域,这通常标志着可能存在的缺陷。如有必要,可通过拍照或录像保存结果。

(5) 清洗与记录: 使用磁性或非磁性清洗剂去除多余的磁粉,然后详细记录检测结果,包括缺陷的位置、大小、形状等信息,以及可能的损伤原因分析。

因此,磁粉检测通常与其他检测方法结合使用,如声波检测或射线检测,形成综合检测方案,以提高检测的全面性和准确性。通过这种方法,可以更全面地评估支座的健康状况,为桥梁的维护 and 安全管理提供有力的技术支持。

## 结束语

桥梁支座的检测是桥梁健康管理的重要环节。通过综合运用各种检测方法,结合桥梁的具体情况,我们能够更准确地评估支座的性能,及时发现潜在问题,从而延长桥梁使用寿命,保障通行安全。随着科技的进步,我们期待更多创新的检测技术和方法涌现,为桥梁支座的检测与维护带来更大的便利。

## 参考文献

- [1]朱峰,毕超.基于传感器数据的高速公路桥梁支座位移动检测方法[J].装备制造技术,2023,(11):202-204.
- [2]刘滨.桥梁支座检测方法分析[J].运输经理世界,2022,(04):82-84.
- [3]陈鑫.桥梁支座检测方法研究[J].低碳世界,2021,11(11):131-132.
- [4]赵芳.桥梁橡胶支座的影响要素及检测方法研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(10):122-123.