

车辆超限超载对公路桥梁的影响

张 超

邯郸市交通运输综合行政执法支队 河北 邯郸 056000

摘 要：车辆超限超载对公路桥梁危害严重。对公路而言，会造成路面结构损伤、路基稳定性破坏及附属设施损坏；对桥梁，会使结构承载能力下降、桥面及连接部位损坏、结构疲劳加速。还会降低公路桥梁通行能力、增加养护成本、降低通行安全性。规避影响需强化源头管控、加强运输途中监测、提升公路桥梁抗荷载能力，以保障公路桥梁安全运行。

关键词：车辆超限超载；公路桥梁；结构损伤；通行能力；规避方向

引言：公路桥梁是交通网络的关键构成，对经济发展意义重大。车辆超限超载现象频发，给公路桥梁带来诸多问题。超限超载车辆反复作用，使公路路面、路基及附属设施受损，影响通行质量。桥梁结构在超限超载下，承载能力、连接部位等均受影响，还加速结构疲劳。这些问题不仅降低公路桥梁功能，还威胁交通安全，研究其影响及规避方向十分必要。

1 车辆超限超载对公路的影响

1.1 路面结构损伤

超限超载车辆的荷载反复作用于路面，导致路面基层承受超出设计标准的压力，逐渐出现裂缝。这些初始裂缝如同微小的通道，让雨水有机会渗入基层内部，侵蚀结合材料，削弱结构整体性^[1]。随着荷载次数增加，裂缝不断扩展并向面层延伸，形成网状裂纹，使路面失去连续的承载能力。车辆轮胎与路面的接触压力增大，超过材料的耐磨极限，加速路面材料的磨损。高温季节，超载车辆的重压会使沥青路面软化，轮胎的搓揉作用导致表层出现剥落；低温环境下，水泥混凝土路面在过大压力下易产生脆性断裂，形成坑槽等现象。长期荷载作用下，路面整体强度下降，抗变形能力减弱，在车辆行驶后留下明显辙痕。这些辙痕不仅影响路面平整度，还会导致车辆行驶时产生颠簸，进一步加剧对路面的冲击，形成损伤累积的恶性循环。辙痕处的积水在冬季会结冰膨胀，冻融交替下使路面结构的破坏范围不断扩大。

1.2 路基稳定性破坏

超限超载车辆的重量超过路基承载限度，会使路基土颗粒间的空隙被压缩。原本松散的颗粒在持续重压下被迫紧密排列，导致路基整体沉降。这种沉降在车辆反复碾压下呈现不均匀状态，部分区域因土颗粒密度差异沉降幅度更大，引发路面局部塌陷或隆起。路基内部的

应力分布因荷载过大发生改变，原本均匀传递的应力在超载作用下向深层扩散，可能破坏路基与路面结构的结合层。结合层的粘结力在持续剪切力作用下逐渐丧失，使两者出现分离。分离后的路面结构失去路基的有效支撑，在车辆荷载作用下更容易发生断裂，进一步加剧路面的损坏程度。路基边缘在超载车辆的碾压下，可能出现侧向挤出，破坏路基的整体轮廓，使路面结构的受力边界条件发生改变，增加新的损伤风险。

1.3 附属设施损坏

公路两侧的路缘石在超限超载车辆的挤压或碰撞下，容易出现松动、断裂。车辆停靠或超车时，车身与路缘石的摩擦或撞击会打破其与基础的连接，失去固定的路缘石在后续车辆影响下可能完全脱离原位，形成路面障碍。防护栏受到车辆的侧向力作用，可能发生变形、倾斜。超载车辆转弯或偏离车道时产生的冲击力远超过防护栏的设计承受范围，立柱根部会因受力过大发生弯曲，横梁与立柱的连接螺栓可能松动或断裂，使防护栏失去原有的防护功能。排水系统因路面结构损坏导致排水不畅，积水在路面形成水膜，降低轮胎与路面的摩擦力，增加行车风险。积水渗入路基后，会软化土壤颗粒，降低路基的承载能力，在车辆荷载作用下加剧路基的沉降和变形，形成恶性循环。路边的标志桩在车辆的刮蹭或碰撞下可能折断或倾斜，导致交通指示信息缺失，影响行车安全。

2 车辆超限超载对桥梁的影响

2.1 桥梁结构承载能力下降

桥梁的梁体在超限超载车辆荷载作用下，内部应力超过设计限值，逐渐产生结构性裂缝。这些裂缝最初可能细微且分散，随着荷载反复作用不断扩展加深，若出现在梁体跨中、支座附近等受力关键部位，会直接削弱梁体的抗弯、抗剪能力^[2]。梁体与墩柱的连接部位在持续

超载冲击下,螺栓或焊接点容易松动,影响力的传递路径,使结构整体受力失衡。支座作为桥梁的支撑部件,长期承受过大荷载会导致磨损加剧、变形超标,原本均匀分布的竖向荷载因支座变形变得不均,部分支座承受额外压力,加速老化进程。墩柱在超载引发的横向力作用下,表面可能出现竖向或斜向裂缝,柱体承载能力逐步衰减,威胁桥梁的整体稳定性。

2.2 桥面及连接部位损坏

桥面铺装层在超限超载车辆的反复碾压下,容易出现龟裂、松散现象。车辆轮胎与桥面的接触压力增大,铺装层内部的沥青或水泥混凝土材料逐渐疲劳,表面先出现细微裂纹,随后扩展为网状龟裂,雨水顺着裂缝渗入基层,加剧内部结构损坏。伸缩缝作为桥面温度变化时的缓冲结构,会因车辆荷载过大而被挤压变形,橡胶密封条过早老化断裂,缝隙中嵌入碎石等杂物,失去伸缩功能。桥面在温度变化时无法自由伸缩,产生额外应力,进一步拉裂桥面铺装,形成恶性循环。桥梁与道路连接的桥头部位,因荷载过大出现沉降差,路堤填土在重压下压缩变形,桥台与路堤的衔接处形成台阶,车辆通过时产生剧烈颠簸,即桥头跳车,这种冲击会反复作用于桥梁端部结构,导致台背填土松动、桥台裂缝,加剧连接部位的损坏。

2.3 结构疲劳加速

超限超载车辆的荷载使桥梁结构长期处于高应力状态,材料疲劳损伤累积速度加快。钢结构桥梁的连接螺栓在反复荷载作用下,螺纹处产生应力集中,逐渐出现细微的疲劳裂纹,裂纹扩展后可能导致螺栓断裂,影响结构整体性。焊缝部位在持续应力作用下,内部缺陷逐渐显现,焊缝强度降低,甚至出现脱焊现象。混凝土结构在长期高应力作用下,表面碳化速度加快,碳化层深入内部触及钢筋,破坏钢筋表面的钝化膜,导致钢筋锈蚀。锈蚀后的钢筋体积膨胀,挤压周围混凝土,使混凝土出现裂缝并剥落,进一步削弱结构的承载能力。这种疲劳损伤是一个渐进过程,初期不易察觉,当损伤累积到一定程度,结构可能在正常荷载作用下突然失效,造成严重后果。斜拉桥或悬索桥的拉索在超载作用下,钢丝疲劳损伤加速,外层防护套因反复应力出现破损,雨水侵入引发内部钢丝锈蚀,拉索承载能力持续下降,对整个桥梁的安全构成潜在威胁。

3 车辆超限超载对公路桥梁功能的影响

3.1 通行能力降低

公路路面的损坏使车辆行驶阻力增大,车速降低,容易引发交通拥堵。坑洼不平的路面迫使车辆频繁减速

避让,原本流畅的车流被分割成断续状态,后车不得不频繁刹车再启动,进一步加剧通行滞缓^[3]。桥梁结构的损伤可能导致限载、限速通行,甚至临时封闭维修,减少道路的有效通行断面,影响路网的整体通行效率。限载标志会让超限车辆被迫绕行,增加绕行路段的交通压力,形成新的拥堵点。临时封闭维修时,车辆需从周边道路分流,若分流路线容量有限,会引发区域性交通瘫痪。受损桥梁的通行能力下降还会打破路网原有的流量分配平衡,使其他桥梁和路段承担超出设计预期的交通量,形成连锁反应。早晚高峰时段,这种通行能力的衰减更为明显,原本可在短时间内通过的车流,可能需要数倍时间才能疏通。

3.2 养护成本增加

路面和桥梁的损坏需要频繁进行维修养护,维修过程中需占用部分车道,影响正常交通。小规模修补时需设置临时围挡,压缩通行空间,导致车道变窄,车辆通行缓慢;大规模大修则可能需要半幅封闭甚至全封闭,迫使交通流量长时间分流。损坏程度的加剧使养护周期缩短,养护材料和人工投入增多,导致整体养护成本上升。原本可以间隔较长时间进行的养护作业,因超限超载导致的损伤加速,不得不提前实施。修补材料的选择也需升级,普通材料难以承受持续的超载压力,需采用更高强度的特殊材料,进一步推高成本。养护设备的损耗也随之加快,频繁进出作业现场使机械磨损加剧,增加设备维修和更换的支出。为配合养护作业而临时搭建的交通引导设施,其设置与拆除也需额外投入,这些零散支出累积起来,成为养护成本中不可忽视的部分。

3.3 通行安全性下降

路面的坑槽、裂缝和桥梁结构的损坏,使车辆行驶过程中的颠簸加剧,容易引发车辆失控。高速行驶的车辆遇到突然出现的坑洼,可能瞬间改变行驶方向,引发侧滑或碰撞事故。车辆在受损桥梁上行驶时,结构的晃动和异响会干扰驾驶员判断,使其产生紧张情绪,操作失误概率增加。桥梁结构的隐患可能在极端荷载或外界因素作用下突然恶化,威胁过往车辆和人员的安全。支座老化导致的桥梁轻微沉降,可能使桥面出现微小倾斜,车辆行驶至此处时容易偏离正常路线。连接部位的松动会让桥梁在车辆通过时产生异常震动,这种震动可能放大结构的隐性损伤,当损伤累积到临界点时,可能发生突然断裂。受损路面和桥梁的排水能力下降,雨天积水会掩盖路面缺陷,车辆驶过积水处容易打滑,进一步降低通行安全性。夜间行驶时,损坏路面的反光效果不均匀,可能使驾驶员对路况判断失误,增加事故发生

的风险。

4 车辆超限超载影响的规避方向

4.1 强化源头管控

货运车辆装载环节的监管需覆盖装载全过程。装载场地应配备必要的检测工具,在车辆装载前对空车状态进行检查,核对车辆登记信息与实际参数是否一致,装载过程中实时关注货物堆积高度与分布情况,避免因重心偏移导致实际承载超出限值^[4]。装载完成后对车辆整体进行核查,包括轮胎气压、货物固定状况等,确认各项参数符合规定方可允许驶离。运输企业内部管理制度应细化到具体操作环节,明确不同类型车辆的装载限额,针对货物特性制定差异化的装载规范,如散装货物需采取固定措施防止运输过程中堆积形态改变。驾驶员教育应结合实际案例展开,通过展示超限超载引发的公路桥梁损坏图片,解析荷载过大对结构产生的具体影响,帮助驾驶员理解危害的严重性。定期组织学习活动,巩固对装载标准的认知,将超限超载的后果纳入日常考核内容,与绩效评定直接关联,形成长效约束机制。企业可与装载场地建立联动机制,共享车辆装载信息,确保装载环节的每一步都处于可控状态。

4.2 加强运输途中监测

公路和桥梁关键路段的监测设备布局需兼顾全面性与针对性。在高速公路入口、桥梁两端、弯道及坡道等重点区域合理布设设备,设备间距根据路段车流量动态调整,形成连续的监测网络。设备应具备自动识别功能,能够快速捕捉车辆的重量、尺寸及行驶轨迹等信息,发现异常时及时发出提示信号,同步触发现场警示装置。监测数据需实时传输至管理中心,数据平台自动生成车辆异常情况分析图表,便于工作人员快速掌握车辆动态。对检测到的超限超载车辆,引导过程应注重安全性与规范性。安排专人在安全区域引导车辆驶离主车道,沿指定路线前往处理地点,引导路线避开交通拥堵路段。处理地点需配备卸载设备与场地,根据车辆超载程度进行货物分流或卸载,卸载过程由专人监督记录,消除超限超载状态后方可允许继续行驶。卸载的货物需妥善保管,通知货主按规定方式转运,避免货物滞留造成二次影响。管理中心可对监测到的异常数据进行汇总分析,找出超限超载车辆的高发时段与路段,据此调整

监测重点,提升监测效率。

4.3 提升公路桥梁抗荷载能力

公路桥梁设计阶段需充分考虑可能出现的超限超载情况。设计方案中适当提高结构的安全储备,在材料选择上优先选用强度更高、耐久性更强的品类。结构布局上优化受力节点设计,增强整体结构的抗变形能力,使桥梁在承受超出常规荷载时仍能保持稳定。设计过程中模拟不同荷载条件下的结构反应,对薄弱部位进行强化处理。已建成的公路桥梁加固改造需结合实际状况制定方案。对使用年限较长的桥梁进行全面检测,确定结构当前的承载能力与损伤程度。根据检测结果选择合适的加固方式,如增加梁体配筋、增厚桥面铺装层、更换磨损的支座等。加固施工需避开交通高峰期,采用分段作业方式减少对通行的影响。施工过程中注重对原有结构的保护,避免因操作不当造成新的损伤。加固完成后进行荷载测试,验证结构性能的提升效果,确保能够应对可能出现的超限超载情况。同时建立定期检测制度,及时发现结构在使用过程中出现的新问题,为后续维护提供依据。在加固改造过程中,可同步优化桥梁的排水系统,防止积水对加固后的结构造成侵蚀,进一步延长桥梁的使用寿命。

结束语

车辆超限超载对公路桥梁的影响是多方面且严重的,从结构破坏到功能受损,再到引发一系列安全隐患与成本增加问题。强化源头管控,能减少超限超载车辆上路;加强运输途中监测,可及时发现并处理违规车辆;提升公路桥梁抗荷载能力,能增强其抵御超限超载的能力。三者协同作用,才能有效规避超限超载影响,保障公路桥梁安全,维护交通网络稳定运行。

参考文献

- [1]何立刚.超限超载运输对经济发展影响的思考[J].物流时代周刊,2024(4):63-65.
- [2]陈洁,尚贤平,俞琼,等.公路动态称重监测系统关键技术研究与应用[J].中国科技成果,2024,25(11):40-41.
- [3]韩东梅.货运超载超限对公路运输经济的影响及对策[J].中国航务周刊,2024,(16):63-65.
- [4]谭立学.货运超载超限对公路运输经济的影响及对策[J].中国哈尔滨经济贸易洽谈会会刊,2025(5):19-20.