

公路养护工程中的预防性养护技术的应用研究

●马 盛



[摘要] 国省干线公路构成了我国交通运输网络的骨干体系,承担着保障公众便捷出行、促进物资高效流通的重要任务,对经济建设发挥着重要的作用。然而由于公路长期处于风吹日晒的自然环境之中,加之长年累月地承载着各种车辆的荷载作用,使得公路经常出现各种开裂、损毁等病害。因此对于公路的养护工作非常重要。鉴于此,本研究以预防性养护技术展开,分析其对于公路养护工程的重要性,介绍目前预防性养护常见的技术类型,并详细探讨养护技术的运用要点,希望对公路养护提供有价值的参考信息。

[关键词] 预防性养护;公路建设;排水措施

随着社会经济的快速发展,交通运输体系在经济的发展和人们日常生活中的作用日益凸显。其中,公路网络尤其是国省干线公路,是连接城市与乡村、促进区域经济发展的重要基础设施。近年来车辆保有量急剧增长,重载交通比例上升,国省干线公路通行压力与日俱增,路面破损、桥梁老化、附属设施功能退化等问题频发,严重影响了公路服务水平和行车安全,也对经济发展形成了制约。在此背景下,公路养护工程已成为保障公路设施完好、延长公路使用寿命、提升公路通行能力与服务品质的重要环节。

Q 预防性养护技术对于公路养护工程的重要性

(一)源头把控,延长使用寿命

预防性养护技术是一种具有前瞻性的养护理念,简单来说就是在路面结构尚未出现明显损坏或性能衰退之前,采取一系列科学、合理的养护措施,提前消除潜在隐患,防止病害发生或扩散。传统养护往往是在路面出现严重破损后才进行修补,不仅效率低下,而且难以从根本上解决问题,导致“修修补补,年年不断”。相比之下,预防性养护技术可精准定位潜在病害区域,有效遏制病害的发展势头。这种“治未病”的策略,不仅延长了道路的大修周期,还提升了道路的整体性能和使用寿命。

(二)畅通保障,缩短施工周期

以往许多国省干线在面临大规模维修时,要长时间的封闭施工,给公众出行带来极大的不便。预防性养护技术能够在很大程度上避免这种情况发生,确保道路的持续畅通。该方法针对的是路面病害的初期阶段,采取的工程措施相对简单且规模较小,因此施工周期更短,影响范围更小。相

较于传统的维修工程,预防性养护的施工速度更快、效率更高,能够在较短的时间内完成养护作业,从而减少对道路通行能力的临时性影响。再者,伴随着智能化、机械化水平的提升,以及现代检测技术和施工设备的广泛应用,使得预防性养护作业更加精准、高效。如无人机巡检、智能检测设备等手段的应用,实现了对道路病害的快速识别,为后续养护作业提供了有力的数据支持。

(三)满足需求,促进经济发展

国省干线是社会经济发展的重要纽带,预防性养护减少因道路损坏导致的交通中断、通行能力下降及事故风险增加等问题,有效降低了经济活动中的时间成本和交易成本,为各类生产活动提供了更为顺畅、可靠的交通环境。预防性养护能够延缓大规模维修或重建的需求,减少了财政压力,使得有限的资源得以更合理地分配于产业升级、教育医疗、环境保护等其他关键领域,对于增强经济内生动力具有重要的作用。

Q 公路养护工程中的预防性养护技术种类

(一)薄层罩面

指在既有路面上加铺一层超薄沥青混凝土磨耗层,具有强化路面结构的作用。该技术采用的超薄沥青混凝土磨耗层,厚度虽小,但功能强大,能与既有路面实现紧密贴合,形成整体受力结构。该技术不仅减少了材料损耗,降低了养护成本,还能在保证路面性能的同时,减少对交通的影响。薄层罩面良好的降噪、渗水性能,为驾驶者提供了更为舒适、安静的行车环境,有效抵御外界环境对路面的侵蚀,延缓路面老化过程,从而确保公路长期处于良好使用

状态。

(二)微表处

微表处技术依托稀浆封层原理,通过精确配比石屑、细砂、功能性填料(如高性能矿粉、无机盐类硬化剂等)、聚合物改性乳化沥青、专用添加剂及水,形成高粘弹性的混合料,经专业设备均匀摊铺于路面,形成一层薄而坚韧的封层。此封层提升了路面的防水、抗滑、耐磨及平整度,可有效抵御行车荷载及环境因素导致的路面劣化,延长公路大中修周期,同时实现快速开放交通,降低施工对既有交通流的影响。微表处技术采用高性能聚合物改性乳化沥青作为粘结剂,封层展现了超强的粘结力、高低温稳定性及耐疲劳性能,在防止裂缝扩展、剥落及车辙等路面病害上具有奇效,目前广泛适用于高等级公路、城市道路、机场跑道等多种路面类型。此外,微表处采用冷拌施工技术,全程无热拌沥青产生的废气排放,体现了绿色、低碳的养护理念。

(三)雾封层

指利用特定喷洒设备,将高渗透性的油剂型雾封层材料施加于沥青路面上,填堵微小裂缝与表面孔隙,形成有效的防水屏障,遏制路面松散现象,减缓路面老化速率。雾封层材料凭借卓越的渗透特性,能深入至0.3mm以下的路面微小裂缝中,实现微观层面自我修复,增强沥青表面层集料间的粘结强度,进而提升路面整体抗荷载及抗环境侵蚀能力。伴随车辆荷载与环境因素的持续作用,路面逐渐出现疲劳龟裂、细集料脱落等问题,导致路面渗水性能增强,加速内部结构的破坏。雾封层技术在此阶段介入,阻断水分入侵路径,降低水损害风险,同时对新旧沥青路面的氧化层进行更新保护。对于新建道路,雾封层还可作为初期防护层,能预防早期病害的发生,确保路面在最佳状态下运行。其施工简便快捷,材料消耗低,易于大规模推广应用。施工后,路面呈现均匀的黑色化效果,提升了视觉对比度,增强行车安全性。

(四)厂拌热再生

指将公路上已经磨损的沥青路面材料收集起来,送到专门的拌合厂里进行处理。旧材料经过破碎、筛选等步骤,使其大小适合再生使用。然后根据这些旧材料的实际情况,比如沥青的老化程度、碎石的大小等,加入适量的新碎石、新沥青,有时还会加入特殊的再生剂,所有材料在高温下混合均匀,制成新的混合料,其质量要达到甚至超过新铺的沥青路面。这个过程中,关键之处是让老化的沥青重新焕发生机,和新沥青完美结合。在拌和的高温下,旧碎石上的沥青会软化、流动,和新加入的沥青相互渗透、融合。这样,新旧沥青就能紧密地裹覆在碎石上,形成一层均匀的沥青膜。该技术因为大量使用了旧材料,节省了修路成本。研究表明,使用这种技术通常可以节省一半以上的材

料费用,降低了整个路面的造价和沥青用量。

(五)碎石强化封层

一般分为同步碎石封层和异步碎石封层,同步指边喷胶水(粘结剂),边撒碎石,两者几乎同时完成,然后经过车辆碾压,形成一层坚固又耐磨的路面。这种方法的好处是速度快、成本低,还能让路面变得更防滑,修复一些小坑洼。异步碎石封层是先喷胶水,后撒碎石,虽然步骤稍有不同,但在路面狭窄、大型设备操作难的地方,具有突出的作用。使用该技术需要注意的问题是,胶水(粘结剂)和碎石的结合要紧实,这样才能形成有效的保护层;施工时要确保胶水喷得均匀,碎石撒得也均匀,避免厚薄不均;施工前应对原路面病害、热熔标线等进行处理,保证施工面平整。

Q 公路养护工程中预防性养护技术的运用要点

(一)把握好养护黄金期

具体分为三个时段。(1)养护初期。常发生在公路使用寿命的前75%时间内,这一阶段,公路性能虽有所下降,但整体结构仍然完好,是采取预防性养护措施的最佳时机。此时,路面有细微裂缝、轻微沉降或剥落等征兆,可采用雾封层、灌缝法等技术手段。这里的灌缝法指使用加热后的沥青材料沿着裂缝进行灌注,避免雨水进一步侵蚀路基。一般认为秋季是养护的关键季节,应充分利用这一时期进行路面保洁、边沟清理等工作,为冬季处理奠定基础;(2)养护中期。常发生在公路使用寿命的后12%至25%阶段。此时公路性能进一步下降,病害问题可能更为严重,如大面积抗滑能力下降、车辙形成。对于此,可用微表处、超薄磨耗层等更为先进的预防性养护技术。其中超薄磨耗层主要用于修复路面的轻微病害,提升行驶舒适性;(3)养护后期。发生在公路使用寿命的最后阶段,此时路面的损坏程度已经十分严重,比如大面积裂缝、坑槽、沉降等。应采用薄层罩面、复合罩面等更为彻底的技术措施。相比之下复合罩面更加复杂,通常涉及多层材料的铺设,因此要严格控制质量,确保养护效果达到设计要求。此外要加强公路安全隐患排查,特别是高边坡、易水毁等重点路段。

(二)深化路况评估

紧密围绕两个指标开展。一是,行驶质量指数(RQI),即车辆行驶过程中,由于路面不平整所产生的振动和冲击,对乘客舒适度的影响的指标。借助颠簸累积仪或加速度传感器,在车辆以一定速度行驶时收集数据,并经过特定算法计算得出。RQI值越高,表示路面行驶质量越好,乘客的舒适度越高,反之则越低;二是,路面损坏度(PCI),指记录各类损坏(如裂缝、坑槽、车辙等)的数量、大小和严重程度,并根据一定的权重系数进行加权计算得出。PCI值越高,表示路面损坏程度越低,反之则越高。RQI可作为评

价养护效果的重要参考。而 PCI 要区别考虑,如 PCI 值较低的路段,可以优先安排修复性养护,对于 PCI 值较高但存在潜在损坏风险的路段,可采取预防性养护措施,如微表处、裂缝灌缝等,以延缓损坏的发展,延长路面寿命。

(三)做好排水措施

排水系统的构建、维护,是确保公路免受水害侵袭的重要防线。

首先,要对公路沿线的排水设施进行规划布局,包括地面排水与地下排水两部分。地面排水方面,设置边沟、排水沟、截水沟等设施,将路面及边坡的积水迅速引流至路基范围以外,防止冲刷和渗透对路基造成损害。边沟设计时要保持纵坡与路线纵坡一致,同时边沟出水口的间距需根据地区降雨量进行合理设置,避免积水滞留。排水沟与截水沟负责拦截并引流路基上方的地面径流,防止水流冲刷路基边坡和坡脚;地下排水通过设置暗沟、渗沟等设施,排除地下水对路基的浸泡,保持路基干燥。

其次,对排水设施的完好性进行检查,发现破损、裂缝等问题需及时修复,尤其是暗沟、渗沟等地下设施,需定期疏通。设置排水设施时,应尽量避免生态敏感区域,减少对自然水系的破坏干扰。若处于秋季施工,则要加大清理力度,防止落叶堵塞排水渠。

(四)重视边坡预防性养护

抹面防护和喷浆防护是两种常用的技术手段。其中抹面防护适用于易风化但表面较完整的岩石边坡,通过选用混合材料涂抹坡面,形成一层保护层,防止表层岩石风化进一步发展。但要注意,抹面仅起防护层作用,不能承担荷载,因此边坡本身必须是稳定的。施工时要对被处治坡面进行清理,嵌补填平坑洼,洒湿坡面以保证灰浆与坡面的良好结合。喷浆防护用于同样易风化但岩层仍较完整的岩石路堑边坡,采用重力喷浆法或机械喷浆法,把灰浆均匀地喷射在岩层表面上,形成一个保护层。喷浆材料可选用纯水泥浆、水泥砂浆或水泥石灰砂浆,喷浆厚度视坡面岩石风化程度而定,一般为 2 厘米左右。除此之外,护面墙这种技术常用于边坡较陡、软质岩层节理裂缝较发育、易于风化的路堑边坡,铺砌护面墙,把基础置于坚固地基之上,并埋入冰冻线以下至一定深度。护面墙的厚度随边坡轮廓而变化,底厚度应稍大于顶宽,同时要设置伸缩缝与泄水孔,以适应边坡的变形和排水需求。

(五)加强日常养护

针对桥隧涵日常养护,应遵循“未坏先补”的原则。

首先对于桥梁的养护,要保持桥面干净,泄水孔畅通,排水设施良好,及时修复损坏的桥梁栏杆与伸缩缝,清除锥坡杂草,以及清理涵洞进、出水口的垃圾和堆积物等,保证桥梁结构经常处于完好的状态,满足承载能力和通行能力的要求。对于隧道,重点关注其上下行交通设施的完善性,对洞口、洞门、衬砌、路面以及排水设施等进行仔细排查,做好合理、安全的养护措施。

此外,还需强化预防性养护意识,使相关工作人员能够自觉采取预防性措施;建立健全养护管理制度及流程,明确各项养护工作的标准,加强对养护工作的监督和考核,确保各项养护措施能够得到有效落实;注重养护技术的创新与应用,积极引入新技术、新材料和新设备,加大养护技术的研发力度,不断优化和完善养护技术方案。

Q 结束语

综上所述,随着交通网络日益复杂、车辆荷载不断加重,现代公路养护需求随之发生了变化。公路病害常始于微小的裂缝或损伤,若能在其初期就进行干预,可降低后续维修的成本与难度。鉴于此,公路养护单位和人员应继续探索预防性养护技术,为公路交通事业的可持续发展贡献重要力量。

参考文献

- [1]韩震.预防性公路养护技术在公路工程中的应用研究[J].运输经理世界,2023(03):122-124.
- [1]李元林.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用分析[J].运输经理世界,2023(01):125-127.
- [1]海拉提·阿布都外力.预防性公路养护技术在公路养护中的应用[J].工程机械与维修,2022(05):142-143.
- [1]王胜伟.预防性养护技术在公路养护中的应用研究[J].科技风,2022(18):74-76.
- [1]黄革平,伏修,李敏.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用[J].建筑技术开发,2022,49(12):140-142.
- [1]郭晋阳.公路施工中预防性公路养护技术实际应用[J].黑龙江交通科技,2022,45(04):184-185.

作者简介:

马盛(1992—),男,回族,宁夏固原人,本科,助理工程师,宁夏公路管理中心石嘴山分中心,研究方向:公路工程。