

陕西省交通运输厅
关于印发《陕西省公路预防性养护指导意见（试行）》
的通知

各设区市、韩城市、杨凌示范区交通（运输）局，省公路局、省高速集团、省交通集团、省公路交通设计院、西安公路研究院，各收费公路经营公司：

《陕西省公路预防性养护指导意见（试行）》已于2017年2月6日经厅务会审议通过，现予印发你们，请遵照执行。执行过程中有问题和建议，请及时反馈省交通运输厅（路网管理处），联系人：杨继华，联系电话：029-88869080。

陕西省交通运输厅

2017年2月 日

陕西省公路预防性养护指导意见

(试行)

陕西省交通运输厅

2017年2月 日

目 录

1 总则.....	- 4 -
2 路基预防性养护.....	- 5 -
2.1 基本要求.....	- 5 -
2.2 养护内容.....	- 5 -
2.3 常见病害.....	- 5 -
2.4 养护时机.....	- 5 -
2.5 适用范围.....	- 5 -
2.6 路基边坡.....	- 5 -
2.7 路基排水.....	- 8 -
2.8 路基防护.....	- 9 -
2.9 路基病害.....	- 10 -
2.10 养护评价.....	- 12 -
3 路面预防性养护.....	- 14 -
3.1 基本要求.....	- 14 -
3.2 养护内容.....	- 14 -
3.3 沥青路面预防性养护.....	- 14 -
3.4 水泥混凝土路面的预防性养护.....	- 35 -
4 桥梁涵洞预防性养护.....	- 39 -
4.1 基本要求.....	错误！未定义书签。
4.2 养护内容.....	错误！未定义书签。
4.3 常见病害.....	错误！未定义书签。
4.4 养护时机.....	错误！未定义书签。
4.5 适用范围.....	错误！未定义书签。
4.6 桥面系的预防性养护.....	错误！未定义书签。
4.7 桥梁上部结构的预防性养护.....	错误！未定义书签。
4.8 桥梁下部结构的预防性养护.....	错误！未定义书签。
4.9 桥梁附属工程.....	错误！未定义书签。

4.10 超重车辆过桥.....	错误！未定义书签。
4.11 灾害防治.....	错误！未定义书签。
4.12 涵洞的预防性养护.....	错误！未定义书签。
5 隧道预防性养护.....	- 62 -
5.1 基本要求.....	- 62 -
5.2 养护内容.....	- 62 -
5.3 常见病害.....	- 62 -
5.4 养护时机.....	- 63 -
5.5 适用范围.....	- 63 -
5.6 隧道土建部分.....	- 63 -
5.7 隧道机电设施.....	- 71 -
5.8 隧道监控化、信息化养护.....	- 72 -
5.9 其他工程设施.....	- 73 -
6 交通工程及沿线设施预防性养护.....	- 74 -
6.1 基本要求.....	- 74 -
6.2 养护内容.....	- 74 -
6.3 交通安全设施.....	- 74 -
6.4 公路机电系统.....	- 75 -
6.5 服务设施.....	- 75 -
6.6 养护房屋.....	- 75 -
7 附则.....	- 77 -
7.1 适用范围.....	- 77 -
7.2 总体目标.....	- 77 -
7.3 其他.....	- 78 -

1 总则

1.1 为贯彻“预防为主、防治结合”的公路养护方针，全面推行公路预防性养护，逐步建立完善的公路预防性养护体系，提高公路预防性养护比例，由被动养护向主动养护转变，保持公路服务水平，降低公路寿命周期成本，适应公路发展需要，特编写本指导意见，以规范公路预防性养护作业行为。

1.2 预防性养护是指在一个全寿命周期内，为延长公路使用寿命，采用预防性的工程手段，以较小的价值成本，满足使用条件下，取得较大效益的养护措施。它不同于公路大中修，也不同于日常养护。

1.3 预防性养护是干线公路养护的重要组成部分，是公路日常养护的重要补充。实行预防性养护，能使公路各种病害在达到临界状态之前即得以修复，使用性能保持良好状态，确保行车安全与畅通。

1.4 推行预防性养护理念，掌控养护主动权，采取经济、合理的养护手段减少各类病害的产生，能够减缓公路使用性能下降的速度，延长公路使用寿命。

1.5 公路预防性养护贯彻在一个寿命周期内要求全面养护的原则。

1.6 各级养护技术人员和生产管理人员要结合公路实际情况和不同的气候条件，参照本指南规定，采取本地区成熟可靠的技术方案进行预防性养护工作。

1.7 本指导意见依据现行《公路养护技术规范》和其它相关规范，并结合陕西省公路养护实际编写，未涉日常养护内容。日常养护按现行相关养护规范执行。

2 路基预防性养护

2.1 基本要求

路基是公路的重要组成部分，是路面的基础。公路路基主体须满足强度、稳定性、耐久性要求，并有一定的安全储备。应通过预防性养护，对已经出现的或可能出现的路基病害因素予以消除或控制，保证路基的强度、稳定性。

2.2 养护内容

路基预防性养护内容主要包括路基边坡、排水工程、防护工程、路基病害的养护。

2.3 常见病害

路基预防性养护常见病害包括路基边坡损坏、路基防护损坏、路基局部滑移、坍塌、填挖界裂缝等。

2.4 养护时机

路基预防性养护宜在每年的春融开始时期，特别是汛前，全面检查，组织实施。在公路巡查中发现需要进行路基预防性养护的路段，应即时进行实施。

2.5 适用范围

路基预防性养护适用于路基无严重结构性破坏路段的路基边坡、路基排水、路基防护及局部路基病害的养护。

2.6 路基边坡

路基边坡养护的基本任务是通过经常地养护、维修与加固，使边坡坡

面保持稳定、平顺、坚实、无裂缝；防止滑坡或滚石堵塞路面、边沟，危及行车；保持边坡防护设施的完整；制止破坏路基边坡的行为。

2.6.1 路堤边坡

(1) 检查判定

① 土质边坡

土质路堤边坡综合坡率应不陡于 1:1.5，边坡平顺，无裂缝，无冲沟。当坡率小于 1:1.5 时则判定为亏坡，应采用培土进行养护治理。

② 石质边坡

石质路堤边坡综合坡率应不陡于 1:1.3，边坡坡面稳定，无危岩。当坡率小于 1:1.3 时则判定为亏坡，应采用码砌护坡、挡墙等防护形式进行养护治理。

(2) 预防性养护

① 矩形培土修补法

矩形培土应采用塑性指数不小于 10 且不大于 26 的粘土进行培土，其液限应不大于 50%。培土前应将不规则的亏坡修整为平行或垂直于道路路缘线构成的矩形方格后方可进行培土。培土的压实度应不小于 92%。

② 必要的坡脚收缩养护

在濒临河道等受地形限制路段的亏坡处理，可设置路肩墙或护肩墙，收缩坡脚。路基墙的基础埋置深度应不小于河流的冲刷深度。路肩墙和护肩墙可采用浆砌片石或片石混凝土结构。

③ 边坡、碎落台、护坡道等，如出现缺口、冲沟、沉陷、塌落、滑坡或受洪水、河流、边沟流水冲刷及浸淹时，应根据水流、土质、边坡坡度

等情况，选用种草、铺草皮、栽灌木丛、投放石笼、干砌或浆砌片石护坡措施，进行加固。

2.6.2路堑边坡

(1)检查判定

①土质边坡

根据陕西省不同区域地质特点，土质路堑边坡的坡率选定不同。延安以北地区接近于或处于毛乌素沙漠南缘，土质多属于低液限粉土，其塑性指数 IP 不大于 10，凝聚力小，单坡坡率采用 1:0.5(边坡高 6m 以内)~1:0.75；台阶式边坡按综合坡率不小于 1:1 控制。

延安以南及关中地区土的塑性指数大，一般 IP 大于 12，凝聚力高，边坡易于稳定，单坡坡率采用 1:0.5；台阶式边坡按综合坡率不小于 1:0.8 控制。

②石质边坡

弱风化岩层坡率采用 1:0.3~1:0.5，强风化岩层坡率综合坡率应不小于 1:0.75。

(2)预防性养护

①土质路堑边坡上高出的部分土体应予以铲平。当边坡出现冲沟时，可用粘性土填塞捣实，以防止表层水渗入路基体内。如出现潜流涌水，可采取开沟隔离水源，将潜水引向路基外排出。

②陕北地区岩石特性以砂岩与泥页岩互层居多，由于泥岩强度低，水理性质不良，抗风化能力差，当其处于顺向坡且坡度较陡时易产生崩塌，甚至沿该层中的夹泥层产生边坡位移，引起边坡失稳。预防性养护中应定

期对已风化的泥岩层适当超挖后，采用浆砌片石封闭加固预防护。

③陕南地区岩石坡积层厚且破碎，应观察边坡坡率的变化，边坡上的危岩、浮石、滑塌体等的变动，对不稳定的路段采取刷坡清理、主动防护等措施进行定期预防处置。

④路堑边坡的冲刷剥落，达到一定程度时，会造成路基坍塌。因此路基边坡应以生物防护为主，保证生物防护的有效性，对路基生物防护及时进行管理修缮。

⑤路堑边坡过陡易造成坍塌的路段，应刷缓边坡，设置护脚挡墙等方案进行预养护。

⑥完善堑顶截水沟和平台截水沟，将边坡水截流至堑顶截水沟，引至自然沟渠。对平台集水沟损坏处进行修复，保证挖方边坡平台稳定。

2.7 路基排水

(1)检查判定

路基地面排水设施主要包括边沟、截水沟、排水沟、跌水及急流槽等。这些排水结构物统称沟渠，对雨水、雪水及大小河流溪水等进行排放。对各种排水设施，在春融前，特别是汛前，应进行全面检查疏通。排除堵塞，疏导水流，保持水流通畅，防止水流集中冲坏路基。暴雨后应重点检查，如有冲刷、损坏，需及时修复加固，如有堵塞应及时清除。地下排水设施具有截断、降低、汇集或排除路基范围内的地下水的功能，如暗沟、渗沟、渗井等。其作用是减小地下水对路基的影响，保证路基的强度与稳定性。

(2)预防性养护

①边沟、截水沟、排水沟和急流槽等结构物预防性养护，应结合地形、

地质、纵坡、流速等实际情况，综合考虑。对松软土质，当构造物径流量较大或纵坡度在 1%~2% 时，应采用浆砌片石铺砌加固；对粘性较大的土，当排水结构物纵坡度为 3%~4% 时，应采用浆砌片石铺砌加固。当排水结构物纵坡大于 4% 时，应采用片石或水泥混凝土预制块铺砌加固，并设置跌水或消力池。

②盲沟等地下排水暗沟应常进行检查，如发现堵塞、淤积，应冲洗清除。特别是雨水季节，应保证暗沟的流水畅通。

③渗沟如发现沟口长草、堵塞，应及时进行清理和冲洗。如碎石层淤塞不起排水作用时，则应翻修，并剔除其中颗粒较小的砂石，以保持空隙，利于排水。如位置不当，则应根据情况另行修建。

2.8 路基防护

(1) 检查判定

挡土墙按结构型式主要分为路堑墙、路肩墙和路堤墙，按材料类型主要分为浆砌片石挡土墙、片石混凝土挡土墙和水泥混凝土挡土墙。路基防护损坏包括挡土墙上倾、鼓肚、裂缝以及浸水挡土墙基底部被掏空等病害。挡土墙的病害成因主要有水破坏、设计断面尺寸不足、浸水挡土墙基底埋置深度不足，由于洪水冲刷导致的挡土墙基底部被掏空或局部悬空。

(2) 预防性养护

①框架支撑加固法：适用于挡土墙高大、墙体较完好，但存在上倾、鼓肚等轻微病害，墙体外有充足作业与工程空间地段的挡土墙加固。

②刚性斜撑（俗称“牛腿”）加固法：这种方法实际上是前一种方法的简化或局部应用。适用于挡土墙墙体整体完好，局部存在鼓肚、裂缝等

轻微病害，墙体外有斜撑工程空间的地段。

③外加挡土墙加固法：这是一种“包饺子”的方法，适用于原挡土墙断面偏小而尚未出现严重病害墙体。视原挡土墙断面及损坏状况可采用矮挡土墙、半高挡土墙、全高挡土墙结构。

④浸水挡土墙被掏空或悬空的加固

由于浸水挡土墙基底埋深不足，受洪水冲刷致挡土墙底部被掏空或局部悬空的情况常有发生。加固的方法是采用 C20 混凝土进行填补。填补的混凝土应具半流动性，坍落度不宜小于 90mm，以尽可能充分填塞。严重路段可根据地形和水流流向设置护坦进行防护。

2.9 路基病害

2.9.1 路基层部滑移、坍塌

(1)检查判定

路基层部滑移、坍塌的主要原因是由于路基抗剪能力不足造成的。填方路基层部滑移会伴随路面沉陷及纵向裂缝，纵向裂缝呈半圆状，产生原因有自然因素和施工因素两大类，具体如下：

①水损坏。水的浸入使得土体填料强度降低，抗剪能力减弱。在黄土地区多有发生，表现出明显的水浸湿附加下沉（湿陷）、滑移特性。

②V（U）型沟填方因坡积层沿土石界面滑移而致。路堑边坡坍塌多分布在易风化的软质岩层、覆盖层、松散破碎岩层、和土质边坡地段，如处理不当，会转化为滑坡等地质灾害。应作预防护处理。

③路堤压实不足。多发生于高填方路基段，由于先天压实不足，工后沉降大导致路基的滑移，下沉。

④填挖交界处理失当。

(3)预防性养护

局部填方路基抗剪能力不足路段可在坡脚设置挡土墙预加固。路基层部滑移时常伴随水损坏处置，带有综合处置的性质，可采用返修及补强修复两种方案。

返修：适用于小面积非水损坏造成的沉陷、滑移。将沉陷路段挖除至干燥、密实度较高（92%及以上）的层位，分层压实至路基顶面再修筑路面，压实度应不下于同类公路等级的路床压实度。

补强修复：加固桩复合地基是补强修复的主要方法，修复费用较高。包括干拌碎石桩、干拌水泥碎石桩、灰土挤密桩等。干拌碎石加固桩主要应用于软弱地基沉陷处置，具有排水固结作用；干拌水泥碎石加固桩是在碎石桩的基础上，加一些砂及水泥混合拌制而成的一种吸水后具有一定粘结强度的低强度桩，适用于含水量较大的路基处理；灰土挤密桩适用于处理地下水位以上的湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基。

2.9.2填挖界裂缝

(1)检查判定

因填挖界面不同，分别呈横向或纵向裂缝。施工不规范、质量控制不严格、填挖交界处未挖台阶等原因造成。裂缝不及时处理，会造成路面水下渗，加速路基的不均匀沉降。

(2)预防性养护

沿裂缝两侧各 100~200m 开挖至路基顶部以下 60~100cm，骑缝满铺土工合成材料进行隔离，再采用稳定土分层填筑至路基顶，重新铺筑路面

结构层。

2.10 养护评价

保持路基整体强度、稳定性、耐久性，对延长道路使用年限、保证行车安全具有重要的作用。

①路基边坡：边坡坡度符合规定要求；边坡平顺、稳定、坚固；无冲沟、无坍塌。

②排水工程：纵坡适度、排水畅通；排水设施无杂物、无淤塞浮物；进出口良好，边沟内不积水。

③防护工程：挡土墙、护坡等构造物完整无损；砌体伸缩缝填料良好；泄水孔无堵塞。

④路基病害：路基具有足够的强度，无沉陷、滑移、坍塌等表观病害。

3 路面预防性养护

3.1 基本要求

路面直接承受行车荷载，应满足强度、耐久性、平整度、抗滑性能的要求。路面不满足强度和耐久性要求则可能产生路面病害；平整度与抗滑是路面使用性能的基本要求，应采取相应的工程措施加以改善和提高，以提供安全、通畅、舒适的行车环境。

公路路面的使用性能随着服务年限的增加不断衰减，在强度破坏之前，表面特性会衰减到不能满足行车安全舒适性要求的程度。预防性养护可以在路面结构强度状况尚好，路面的功能性病害未进入快速发展期之前，在不扰动路面结构、不改变路面结构强度的前提下，恢复路面使用功能，使衰减的路面及时得到恢复，保证行车安全和舒适性。

3.2 养护内容

路面预防性养护主要包括沥青路面的预防性养护、水泥混凝土路面的预防性养护。

3.3 沥青路面预防性养护

预防性养护实施前，对养护路段，应依据 JTG H20-2007《公路技术状况评价标准》进行路况检测调查，分公里计算路面强度指数 PSSI、路面状况指数 PCI、路面行驶质量 RQI、路面车辙指数 RDI、路面抗滑性能指数 SRI，区分病害的分类、分级及严重程度；查明主要病害类型；调查路段实际交通量，整理路段的修建养护历史资料。

3.3.1 养护时机

预防性养护时机应根据道路使用年限、路况质量、交通量大小及组成、降雨量、养护预期目标和经济能力综合考虑确定。为便于决策和操作,结合陕西省近年来实施预防性养护路段情况,提出可实施预防性养护的时段和单项指标的参考范围。

根据路面检测结果、养护目标和资金安排情况选择预防性养护具体路段和技术方案。指导意见根据陕西省多年的经验积累将路面状况指数 PCI、行驶质量指数 RQI 和抗滑性能指数 (SRI) 作为预防性养护控制指标,其相应标准详见下表1:

沥青混凝土路面预防性养护控制指标表1

公路等级	指标	路况评定指标	预防性养护 宏观标准	备注
高速公路、 一级公路	路面强度控制指标	PSSI	85~100	当单项指标超出 标准范围时,应 及时进行预防性 养护
	路面破损控制指标	PCI	85~100	
	表面功能控制指标	RQI	80~85	
		SRI	80~85	
二级以下公路	路面强度控制指标	PSSI	85~95	
	路面破损控制指标	PCI	80~95	
	表面功能控制指标	RQI	75~85	

3.3.2 沥青路面预防性养护技术方案

预防性养护工程技术主要类型包括: 裂缝处治、稀浆封层、微表处、就地热再生、碎石封层、薄层罩面 Novachip、雾封层、喷涂再生剂等。在实际选用预防性养护技术方案时, 应优先选用经过本地工程实践验证、应

用经验丰富且实施效果好的技术方案。

(1) 裂缝处治

① 功能

路面裂缝是沥青路面最早、也是最频繁发生的路面病害。裂缝处治适用于所有等级、所有交通量情况的公路沥青路面。沥青路面预防性养护工程技术中，裂缝处治的成本支出最少，预防病害发展的效果最确定。是沥青路面最基本的一种预防性养护措施，可避免裂缝渗水导致的基层以下的结构层产生冲刷与水稳定性问题，应结合日常养护，常年、及时地开展。裂缝处治有灌缝、贴缝和封缝等几项处治措施。

② 材料

主要材料有：乳化沥青、SBR 改性乳化沥青、SBS 改性热沥青、热沥青、密封胶；

维修设备：开槽机、灌缝机、吹风机，钢丝刷、灌缝前预热用普通液化气罐外接喷火装置，熔炉、喷枪、浇灌壶、小型货车等。

③ 优缺点

优点：裂缝处治施工方便，用人工或机械均可操作。裂缝处治后凝固时间短、施工后可随时开放交通。

缺点：裂缝处治后路容较差，灌缝深度难以达到要求，均匀性差，部分材料耐久性差。

④ 适用条件

路面开裂后养护措施取决于裂缝的密度和程度。表2为总结性养护措施指南。

路面裂缝养护措施推荐表表2

裂缝密度	裂缝边缘损坏程度（占裂缝长度的%）		
	低（0~25）	中（26~50）	高（51~100）
低	不处治	不处治或仅裂缝处治	裂缝修复
中	裂缝处治	裂缝处治	裂缝修复
高	处治面层	处治面层	路面大修

养护单位可根据养护路段裂缝状况、气候条件、经济性比较等等，选择适宜材料。

根据缝宽差异，可选择以下维修工艺：

A、对于裂缝宽度在 8mm 以上的选用用密封胶开槽灌缝。

B、缝宽在 5-8mm 范围的无分支单条纵、横裂缝，采用改性热沥青开槽灌缝。

C、缝宽小于 5mm 的条纵、横裂缝或有少量分支的裂缝采用改性乳化沥青灌缝。

D、在高温季节全部或大部分可愈合的轻微裂缝可不加处理。在高温季节不能愈合的轻微裂缝，可采用下列方法处治：

i 将有裂缝的路段清扫干净并均匀喷洒少量沥青（在低温潮湿季节宜喷洒乳化沥青），再匀洒一层 2~5mm 厚的干燥洁净的石屑或粗砂，尔后用轻型压路机将矿料碾压。

ii 沿裂缝涂刷少量稠度较低的沥青。

⑤施工要点

A、交通管制

应按有关规范要求，施工前应在施工路段设置施工和安全标志，安排专人指挥交通。

B、开槽

开槽机的锯片应调整到适当高度，锯片或刀具必须锋利，确保切入深度在1.5~2cm以内，开槽时要尽可能顺着裂缝走势进行切缝，对准裂缝的中心线进行切割，并尽可能少地破坏裂缝周边的路面，开槽尺寸至少为1cm宽，深度1~3cm深，开槽的深度、宽度比不应超过2:1，深宽比越低越好。

C、清缝

灌缝前用空压机将开槽后的裂缝中的灰尘杂物及周边松动的物体清除干净，保持裂缝的清洁和干燥。

D、灌缝

灌缝作业必须紧跟在清缝作业后进行，以保持缝道清洁。同时应检查缝道有无松动物体，如果有，要及时进行处理。胶体灌入时应控制好灌缝机的走向，在灌好第一遍的5分钟后再进行一次找平灌缝，并使裂缝表面形成T形密封层。注意控制灌入胶体的高度。如在气温相对较高的季节，胶体应该略高于路面（高出0.5~1mm），气温低的季节，胶体应该略低于路面（0.5~1mm）；当采用改性乳化沥青灌缝时，应用特制的长嘴壶盛入约4/5体积的改性乳化沥青材料，向裂缝中灌入，一般需浇2~3遍，直至灌缝材料与路面平齐为止。

E、洒灌缝集料

集料一般采用中粗砂或石屑，防止开放交通后带走灌缝料。洒集料后略加夯实或10分钟后便可开放交通。

裂缝处治的最佳时期为秋末深冬季节。即陕南 1~2 月中旬；关中 1~3 月中旬；陕北 12 月~（第二年）4 月中旬。

(2)薄层罩面

薄层罩面用于路面结构强度尚好，但出现路表功能性病害的路段，可用于处理中等程度以下车辙、裂缝、抗滑不足、老化、松散等病害。薄层罩面的类型较多，有 SMA、OGFC、SUP 等罩面类型，目前在陕西应用较成熟的 Novachip，属特殊的 OGFC 超薄罩面技术。本节指南中的薄层罩面主要指 Novachip。

①功能

封水、抗滑，抗磨耗、防水雾、降噪音，改善公路行驶质量。

②材料

改性乳化沥青、改性沥青、断级配骨架空隙热拌沥青混合料，厚度15~20mm。

Novachip 的混合料为典型的断级配，70~80%为单一粒径碎石，20~30%细集料及填料，沥青用量4.6~5.6%。混合料分为 A、B、C3种类型，对应的公称最大粒径分别是：4.75mm、9.5mm、12.5mm，级配组成见表3。

Novachip 混合料级配组成表3

类型	筛孔 (mm) 通过率 (%)										沥青 用量 (%)
	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	
A 型	—	—	100	40~55	22~32	15~25	10~18	8~13	6~10	4~7	5.0~5.8
B 型	—	100	85~100	25~38	22~32	15~23	10~18	8~13	6~10	4~7	4.8~5.6

C 型	100	85~100	60~80	25~38	22~32	15~23	10~18	8~13	6~10	4~7	4.6~5.6
-----	-----	--------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	-----	---------

级配的选择基于交通水平、气候条件及老路面状况而定。其中，B 型最常用；C 型主要用于交通量大的道路。从 B 到 C，混合料的表面纹理及摩擦系数依次增大。摊铺厚度为 1.5 倍的公称最大粒径，厚度为 10~20mm。

③优缺点

优点：施工效率高，快速开放交通；高摩擦系数，提高路面抗滑能力的提高，行车噪音小，使用寿命较长。

缺点：工程造价较高。

④适用条件

重载交通上对抗滑性能、平整度有较高要求，需提高多方面性能的公路。由于造价较高，一般多用于高速公路。

⑤施工要点

Novachip 罩面中粘层油洒布量介于传统粘层油用量与表面处治结合料用量之间，通过层间剪切试验及渗水试验综合确定。最佳粘层油用量为 $0.45 \sim 0.55 \text{L/m}^2$ （纯沥青）。对于老路加铺，用量为 $0.8 \sim 1.2 \text{L/m}^2$ ，具体用量要根据老路表面情况，密实时取下限，粗糙时取上限。对于新建路，用量为 $0.65 \sim 0.75 \text{L/m}^2$ 。高剂量的乳化沥青有封闭裂缝及加强层间粘结的作用。

A: 施工前必须对拌和机的计量系统进行校准，保证计量的准确；对机械传动和传送部分进行检修和润滑，保证生产的稳定和连续；对除尘设备进行检修及对需要更换的耗件进行更换；根据生产计划及生产的混合料类型对热料仓上的筛网调整及更换，但必须保证具有 2.5~3.0mm、5~6mm 和 10~11mm 各一片。

B: 石料加热温度180~190℃；沥青加热温度165~175℃；拌和温度170~180℃；拌和时间30~45s。

C: 采用大于15t的自卸汽车运输，车厢底板和侧板必须涂抹防粘剂，车厢必须遮盖，防止温度降低过快。

D: 应使用 Novapaver 进行摊铺；开始摊铺前必须预热熨平板，受料斗、螺旋送料器必须涂防粘剂；摊铺温度应控制在160~170℃；摊铺速度宜控制在10~30m/min；气温低于10℃时不得摊铺，雨后24h内不应施工。

E: 至少需要1台10~12t的钢轮压路机。压路机在140℃以上碾压，采用静压法，不可振动，也不能使用胶轮压路机，碾压两遍以上。开始碾压前可适当使用防粘剂。

F: 施工后可在冷却到50℃以下开放交通。在环境温度25℃条件下，20~40min可开放交通。

(3)微表处

微表处适用于轻微的不规则裂缝、轻微龟裂、麻面、轻微松散、泛油和磨光等病害；特别适用于填充中等程度以下的车辙或改善路表抗滑性能。

①功能

可以有效地防止路表水的下渗；提高路面的抗磨损性能和防滑性能并同时完成对微车辙的修复，恢复路表外观。

②材料

连续级配碎石、填料(水泥、石灰、粉煤灰、石粉等)与(改性)乳化沥青、外掺剂和水，按一定比例拌制成流动型混合料。

微表处用矿料级配应符合表4的要求。

微表处用矿料级配

表4

级配 类型	通过下列个筛孔（mm）的质量百分率（%）							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
MS-2	100	95~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
MS-3	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

③优缺点

优点：微表处混合料摊铺后可在较短的时间内开放交通；也可直接用于新建道路的表面磨耗层，从而减少昂贵石料的使用，降低工程造价，显著降低早期水损坏的发生；在常温下施工，没有毒烟雾、粉尘、噪音污染，无废水外排。对交通影响小，性价比高，环保、节能。

缺点：受旧路路况影响较大，改善平整度指标较差，行车噪音大。

④适用条件

早期沥青路面仅有轻微的不规则裂缝、轻微龟裂、麻面、轻微松散、泛油和磨光等病害，路面车辙为稳定性轻微车辙的路段。

⑤施工要点

微表处施工工艺流程见图1。

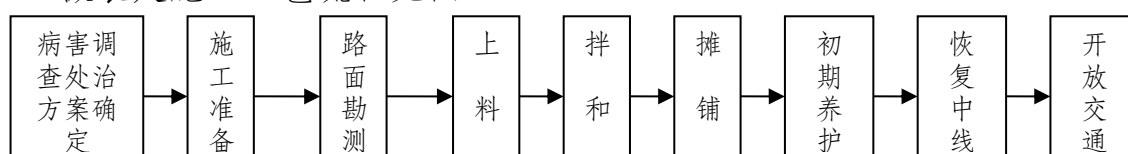


图1 微表处施工工艺流程

A: 试铺。微表处正常施工前，应进行试铺，试铺段落可选择在路面上非重要位置（行车道、超车道等）进行，长度不小于10m。

试铺应按实验室确定的配合比进行，确定设备行走速度等运行参数，

在正常施工时应用。

B: 摊铺。封层机一边拌和一边摊铺,摊铺出的混合料应具有理想的稠度。要保证混合料在摊铺箱中分布均匀,摊铺箱不得超载,所摊铺的混合料不得有结块、聚团。

摊铺表面层不得有划痕(即被超粒径料拖划出的痕迹)。如出现严重的划痕,应立刻停止施工。严重划痕是指 25m^2 范围内有超过4条宽于 12mm 或长于 100mm ,或宽于 25mm 且长于 80mm 的划痕。用 3m 直尺测量,不得有横向波浪或深度超过 6mm 的纵向条纹。

C: 碾压。微表处混合料在破乳成型后,其空隙在自然交通的反复作用下弥合,一般无需压实机械碾压。碾压时机应选择乳化沥青刚开始破乳时进行。

D: 成型养生与开放交通。微表处施工完后应进行养生。影响混合料成型的因素众多,需根据施工时环境条件确定养生时间,应保证混合料充分破乳并形成强度。刚摊铺的混合料,在养生期内,严禁任何车辆和行人进入,否则将影响外观。施工时产生的一些缺陷,如漏铺、刮痕、脚印等,均应在开放交通前进行修补,以防病害扩大。

(4)碎石封层

碎石封层宜用于密封路面表面,密封路面的细小裂缝(主要为与荷载无关的裂缝),防止水进入路面结构内部,恢复或改善路面抗滑性能,延缓路面的松散、老化、氧化、硬化。

单层碎石封层适用于中、小交通量或速度不大 60km/h 的公路。

①功能

可以有效地防止路表水的下渗，有效治愈路面贫油、掉粒、轻微网裂与车辙、沉陷等病害，提高路面的抗滑性能。

②材料

封层的沥青材料采用（SBS 改性）热沥青。集料采用9.5mm~16mm 的碎石，且需经沥青拌合楼烘干、振动、过筛、吸尘处理后的热碎石料，温度达到150℃。

单层铺筑普通沥青用量宜控制在0.9~1kg/m²，集料粒径控制在8~12mm；较为油光的路面，沥青用量可减少10~20%或采用较大粒径集料，在粗糙、细微裂缝较多的路面上或路面空隙较大的旧路面使用，沥青用量应增加10~20%。在高温季节、交通车辆荷载较大的路段可采用较低沥青用量，低温季节及交通车辆荷载较小路段采用较高沥青用量。

碎石封层集料接近单一粒径，级配要求可参照表5的规定，其用量范围一般在11~12kg/m²。

碎石封层用集料的级配表5

筛孔尺寸（mm）	通过率（%）
13.2	100
9.5	90~100
4.75	10~30
2.36	0~10
0.075	≤1

③优缺点

优点：同步碎石封层技术的最大优点是同步铺洒粘结材料和石料，实

现喷洒到路面上的高温粘结料在不降温的条件下即时与碎石结合的效果，从而确保粘结料和石料之间的牢固结合。同步碎石封层具有良好的抗滑性能和防渗水性能、良好的耐磨性和耐久性及良好的经济性（同步碎石封层可作为低等级公路的过渡型路面，以缓和公路建设资金暂时不足的问题）；同步碎石封层施工工序简单、速度快，可及时限速开放交通。可对轻微裂缝进行填封，改善路面纹理结构；成本低。

缺点：噪音大，耐久性差。

④适用条件

主要作为路面表处层使用，尤其是陕北地区，也可用于低等级公路（过渡）面层。不适宜用于高速公路表面层。

⑤施工要点

A: 碎石封层施工宜当气温在 30°C 以上，天气晴朗的条件下施工，避免在雨季或晚秋季节施工。其他季节施工时，气温应在 20°C 以上、风力小于3级、施工前三天以内无雨。

B: 正式施工之前，应先进行不小于15m的试铺，以便对设计的沥青用量和石料用量作验证和适当调整。

C: 压实。撒铺碎石后，应立即用轮胎压路机碾压3~4遍，碾压速度前两遍不应超过 2km/h ，后两遍速度可适当增加。

D: 注意检查横向和纵向的均匀性及材料用量是否达到设计要求，发现问题及时处理。当发现泛油时，应在泛油处补洒与石料规格相同的嵌缝料并扫匀，多余集料应回收或扫出路外。

E: 开放交通。沥青碎石封层在碾压后即可开放交通，并通过开放交通

补充压实，成型稳定，但前期应限制车辆通行速度，车速不超过20km/h。

(5)雾封层

雾封层宜用于轻微老化的沥青路面表面，用于密封路面的细小裂缝，防止水进入路面结构内部，延缓路面的松散、老化、氧化、硬化。不撒布砂等材料的情况下，雾封层有可能降低原沥青路面抗滑性能，应通过现场试验确定是否满足抗滑要求，不满足时应考虑加砂或选择其他预防性养护措施。

①功能

雾封层材料可以填封微小裂缝和表面空隙，起到防水和抑制松散的作用，防止路面材料进一步老化，恢复路表外观。

②材料

雾封层所用材料一般为高渗透性、强粘结力的特殊沥青，应具有良好的耐磨性和防水性，可分为水稀释型乳化沥青和溶剂稀释型特殊沥青。一般采用溶剂稀释型沥青作为雾封层材料。

雾封层用溶剂稀释型特殊沥青材料的技术要求 表6

检测项目	单位	技术要求	试验方法
粘度 50℃	/	45	ASTM D-88
密度 (15℃)	g/cm ³	0.91	ASTM D-3142
干燥时间	h	1~4	/
闪点	℃	40~5	ASTM D-1343
挥发残留物含量	%	55	ASTM D-402
含水量	%	0	ASTM D-95
粘附性 (干燥表面)	/	极佳	岩石法测试

③优缺点

优点：施工效率高，快速开放交通；价格较低，可以降低养护成本，

环保、节能。

缺点：噪音大，抗磨损性能和抗滑性能较差。

④适用条件

抗滑型雾封层适用于表面产生渗水、贫油、微细裂缝等病害及老化严重的高速公路沥青路面养护。

⑤施工要点

A: 根据确定的喷洒量设定全自动沥青喷洒车的运行参数，确定行驶速度。

B: 调整好沥青喷洒车的喷嘴高度和角度，按既定的喷洒量在路面上试喷，根据稀释后乳化沥青喷洒效果调整沥青喷洒车运行参数。

C: 雾封层施工完成后应封闭交通养生，使乳化沥青破乳充分。条件不许可时，为快速开放交通，可在其上洒一层细砂，洒布量约 $1\text{kg}/\text{m}^2$ ；局部喷洒量过大时，也可洒一层细砂。

D: 雾封层施工宜在高温季节进行，施工时及养生期温度不应低于 15°C 。

(6)稀浆封层

细封层（厚度约 3mm ）适用于填补细小裂缝，宜用于轻交通量与气候温差不大的地区。

中封层（厚度约 7mm ）适用于中等交通量的沥青路面的预防性养护，可处理路面裂缝，也可提高路面的耐磨性与抗滑性。

粗封层（厚度约 10mm ）适用于重交通量沥青路面，也可用做双封层的底层或面层。

①功能

以恢复路面功能为目的，改善平整度，填补微车辙及局部凹陷，提高抗滑性能，改变路面的颜色及纹理等功能。

②材料

乳化沥青、适当级配的粗细集料、水、填料（水泥、石灰、粉煤灰、石粉等）等按照设计配比拌和成稀浆混合料摊铺到原路面上形成的薄层。

筛分集料的级配组成应达到 ES-2、ES-3型级配的要求，如表7所示。

稀浆封层混合料的级配表7

筛孔尺寸（mm）		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	厚度 （mm）
通过百分率 （%）	ES-2	100	95~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15	4~7
	ES-3	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15	8~10

③优缺点

优点：具有良好的抗磨耗性、防水性能，与下层粘附力强；可延长道路使用寿命，降低养护综合成本；施工速度快，对交通影响小；常温作业，清洁环保。

缺点：只能维修破损不严重的路面，机械化要求高。噪音大，抗磨耗性能和抗滑性能较差。

④适用条件

乳化沥青稀浆封层可用于二级及二级以下公路的预防性养护。

⑤施工要点

A: 洒水使路面预湿,预洒水量应根据施工时的气温、湿度、路表构造、路面干燥程度等进行调整,路面凹陷处不得有积水。

B: 给稀浆封层机装好乳化沥青、矿料、填料、水和外加剂等,采用有接料斗的稀浆封层机时,相应配套的供料车应按配合比要求给稀浆封层机供料。

C: 进行试铺作业,长度不小于 10m,根据试铺情况微调配合比并检测调整效果,重复以上步骤直至达到要求。

D: 稀浆封层机一边拌和一边摊铺,摊铺出的混合料应具有理想的稠度。要保证混合料在摊铺箱中分布均匀,摊铺箱不得超载,所摊铺的混合料不得有结块、聚团。摊铺表面层不得有划痕(即被超粒径料拖划出的痕迹)。如出现严重的划痕,应立刻停止施工。严重划痕是指 25m² 范围内有超过 4 条宽于 12mm 或长于 100mm,或宽于 25mm 且长于 80mm 的划痕。用 3m 直尺测量,不得有横向波浪或深度超过 6mm 的纵向条纹。

E: 养护与交通控制。1 初期养护宜采用自然养生,在没有固化成型前,严禁车辆和行人通行。因交通封闭不严或原路面清理不彻底造成局部缺陷时,应立即用稀浆修补,以免病害扩大。

施工完成后,应根据施工要求,将多余的混合料清除干净,确保路肩、边沟、交叉口处干净整洁。现场清理洁净后方可开放交通。

(7)现场热再生

①功能

利用沥青路面热再生联合机组来就地完成沥青路面的热再生修复。原有路面材料 100%地利用,不需要搬运废料及废弃物堆放场地,减少环境

污染；快速就地再生，并随着工程进度开放道路交通，对交通干扰最小。

②材料

就地热再生施工用集料，包括粗集料、细集料、填料等，均应满足《公路沥青路面施工技术规范》中的集料技术要求。

再生沥青混合料使用的道路石油沥青应符合《公路沥青路面施工技术规范》规定。沥青应按品种、标号分开存放，在储运、使用和存放过程中应采取良好的防水措施，避免雨水或者加热管道蒸汽进入沥青中。

沥青再生剂应符合表 8 的质量要求。

就地热再生再生剂质量要求表8

检验项目	RA-1	RA-5	RA-25	RA-75	RA-250	RA-500	试验 方法
60℃运动粘度 (cSt)	50~175	176~900	901~4500	4501~12500	12501~37500	37501~60000	T0619
闪点 (℃)	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	T0633
饱和分含量 (%)	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	T0618
薄膜烘箱试验前 后粘度比 (%)	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	T0619
薄膜烘箱试验前 后质量变化 (%)	≥-4, ≤4	≥-4, ≤ 4	≥-3, ≤3	≥-3, ≤3	≥-3, ≤3	≥-3, ≤3	T0609 或 T0610
15℃密度	实测	实测	实测	实测	实测	实测	T0603

(kg/m ³)							
----------------------	--	--	--	--	--	--	--

③优缺点

优点：通过再生现有材料就地修复路面；一次性完成再生加铺；快速、经济、环保性强、节约原材料；成本低，对工期、运输费用、能源和原材料综合成本降低 20~50%；施工时间短，开放交通快，对公共交通的影响很小；可完成再生加铺、重铺、重新整型等施工；极大减少了旧材料、新材料的运输量；100%再生现有的路面材料，就地修复路面。

缺点：再生深度通常最大为 6cm；无法除去已经不适合进行再生的旧混合料，级配调整幅度有限；无法解决软弱路基和基层的问题。

④适用条件

沥青路面出现一定数量的坑槽、网裂等病害，但仅出现于沥青表层 4cm 深度以内；由于低温收缩，路面出现许多裂缝，但面层材料并未老化，而下层还仍然坚实完好，没有必要对路面面层进行大修，而只要在表面加以修整，就能恢复路面的使用性能；沥青路面抗滑性能不足；沥青混合料中含油较多，出现了中等程度以下车辙。

⑤施工要点

A: 热软化路面

翻修再生机利用机器内的红外线加热器加热路面，使路面软化，根据气温、风速、风向、路表的温度以及混合料的含水量，调整工作状态，保证路面的加热温度。

B: 翻松路面

翻修再生机上安装有翻松机。当面层经加热软化后，镶有硬质合金尖

齿的翻松带就压入路面中，机器在行走过程中将路面翻松。由于路面被加热，因而路面内集料不会产生破碎。翻松的路面材料由装在刮刀前面的螺旋式推进器收集到路面中间。

C: 拌和整型

翻松的路面材料集中到路中后，由旋转式乳化沥青洒布机洒布一层乳化沥青，接着由拌和机进行拌和，并由刮平板刮平。翻修再生机前面装有一只集料斗，新拌制的沥青混合料由汽车卸入集料斗内，由输送机将新混合料运送到下面的摊铺整平板，根据所需要的路拱、摊铺宽度和摊铺厚度（考虑松铺系数），把新混合料摊铺在经过整平的旧料上。之后进行碾归成平整、密实的路面。

再生混合料的松铺系数应根据混合料类型由试铺试压确定，加热的再生整平板通过振动可以初步压实再生混合料，就地热再生设备通常都有自动纵坡和横坡控制装置，但摊铺过程中仍应随时检查摊铺层厚度、路拱和横坡。不得在雨天或路表潮湿的情况下摊铺就地热再生路面。

D: 压实

混合料摊铺后，必须紧跟着在尽可能高的温度状态下开始碾压，不得等候。除必要的加水等短暂歇息外，压路机在各阶段的碾压过程中应连续不断地进行。同时不得在低温状态下反复碾压，以防磨掉石料棱角或压碎石料。

初压宜采用双钢轮压路机碾压（前静后振）。每次碾压应直至摊铺机跟前，初压区长度通过计算确定以便与再生速度匹配，一般不宜大于 20m，初压遍数一般为 2 遍。

复压应紧跟在初压后进行，采用重型轮胎压路机进行搓揉碾压，其总重量不宜小于 26t。相邻碾压带应重叠 $1/3 \sim 1/2$ 的碾压轮宽度，碾压至要求的压实度为止。

终压应紧跟在复压后进行，可选用双钢轮压路机或关闭振动的振动压路机碾压 1~2 遍，至无明显轮迹为止。

宜对初压、复压段落设置明显标志，便于司机辨认。对碾压顺序、压路机组合、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专岗管理和检查，使面层做到既不漏压也不超压。

压路机不得在未碾压成型路段上转向、调头、加水或停留。在当天成型的路面上，不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料、油料等杂物。压实完成 12h，道路降温之后，方能允许施工车辆通行。

E: 接缝

横向施工缝应首先用小型加热板或加热机加热软化起步段落，然后采用人工切缝，对旧路进行凿除处理，处理宽度与深度应等于再生路面的设计处理宽度与处理深度，处理长度约为 2~3m。对于人工凿除后的旧路路底，应洒布少量改性乳化沥青或粘层沥青，以增加旧路与再生层的粘结效果。

加热机的加热宽度比铣刨宽度至少大 10cm，从而可以保证纵向接缝的足够温度，使得纵缝密实无松散。应铲除遗留在路面纵向接缝处的多余混合料，接缝处出现局部蜂窝、离析时，应及时用再生料填补复压。

3.3.3 沥青路面预防性养护技术比选

有多项预防性养护工程技术均适用于旧路病害情况，应优先选取当地成熟的技术方案进行预防性养护。

预防性养护技术的最优采取时间表9

养护处治措施	封缝	薄层罩面	微表处	同步碎石封层	稀浆封层	雾封层	现场热再生
养护时路面服务年限（年）	随时	4~6	3~5	3~6	2~4	3~5	4~6

沥青路面预防性养护技术适用性表10

项目		封缝	薄层罩面	微表处	同步碎石封层	稀浆封层	雾封层	现场热再生
平整度	结构稳定		√	√				√
	结构不稳定		√					
车辙			√	√				√
疲劳开裂								√
纵向和横向裂缝		√	√	√	√	√	√	√
泛油				√	√	√		√
松散				√		√	√	
服务年限（年）		随时	4~6	3~5	3~6	2~4	3~5	4~6

注：√--表示为适宜的养护对策。

3.4水泥混凝土路面的预防性养护

3.4.1 养护时机

依据公路技术状况评定标准（JTG H20-2007）相关规定，结合陕西公路的实际情况，提出基于 PCI 和 RQI 的公路水泥混凝土路面预防性养护标准。

水泥混凝土路面预防性养护控制指标表11

公路等级	路况评定指标	预防性养护	备注
高速、一级 公路	PCI	75~100	当单项指标超出标准范围时,应及时进行预防性养护
	RQI	70~85	
二级公路	PCI	70~100	
	RQI	70~85	

3.4.2 水泥路面预防性方案

(1)灌缝

时机选择：水泥混凝土路面灌缝宜在春末夏初进行。

施工缝、胀缝和缩缝填缝料脱落，雨水有可能浸入的接缝都应适时灌缝。

灌缝采用常温型填缝料，其附带的垫条可以在填缝料脱落后起阻水作用。

灌缝材料应能适应水泥混凝土板的膨胀收缩，能与水泥混凝土附着良好，不溶于水，不透水，高温时不流出，低温时不脆裂，能防止土砂异物的侵入，并有耐久性。

常温填缝料施工技术要求表 12

检验项目	低弹性型	高弹性型
失粘时间/h	6~24	3~16
弹性复原率%	≥75	≥90
流动度/mm	0	0
(-10℃) 拉伸量/mm	≥15	≥25
粘结性能/NPa	≥0.2	≥0.4
粘结延伸率%	≥200	≥400

(2)注浆

时机选择：春融或雨季后。

范围：混凝土板块脱空而尚未断板的板块应进行注浆处理。

根据观察法或弯沉仪检测（弯沉值 $>14 \times 10^{-2}$ mm）结果，确定空隙板块，合理布置注浆孔。

注浆材料应具有足够的强度和耐久性。灌浆压力控制在200~400kPa，浆体采用水泥、粉煤灰类材料。水胶比采用1:0.8~1:1。

利用注浆设备将配制好的水泥浆液通过注浆管注入脱空板下，浆液在压力作用下渗入填土的孔隙中,与土体的土粒骨架产生固化反应,使板底填料的密实度进一步提高,消除填土的继续沉降。

A、注浆孔的布设采用梅花形和六角形布孔。

B、注浆施工技术要点

i、采用“围、挤、压”的原则，即先将注浆区围住，再在中间插孔注浆挤密，最后逐序压实，这样易于保证注浆质量。最好采用分序注浆的办法。

ii、在可能的情况下，以采用较大的压力为好。

iii、注浆开始时，以稀浆开始，采用逐步加稠的方法。

C、注浆液的要求

i、初始粘度要低，流动性好，可注性强。

ii、固结后具有一定的抗压及抗拉强度，抗渗性好，抗冲刷，耐老化性能好。

iii、凝结时间可调整度大，并能准确控制。

iv、稳定性好，容易储存和运输。

v、无毒，不污染环境，对注浆设备和管道等无腐蚀性。

D、注浆控制

注浆的过程控制相当重要，它直接影响到注浆的质量，因此采用注浆压力参数及注浆量双指标控制。注浆控制以注浆压力的控制为主，注浆过程中采用间歇多次注浆工艺，注浆压力逐次提高，稳定压力应在1MPa 以上。注浆过程要注意边坡冒浆及边坡外撒。注浆完成后，注浆管留在路基内，可起到对路堤的加固作用。

浆液选用水灰比(重量)应为水:水泥=0.5~0.9:1,所用的水泥采用42.5R 普通硅酸盐水泥;为使注浆流畅,注浆孔应至少长出注浆管25cm;注浆管与注浆孔间孔隙必须用水泥封堵,封堵长度不小于30cm,待封堵孔隙水泥终凝后方可注浆。

(3)角隅等局部断板处理

采用矩形修补。修补时应在既有板植筋。钢筋宜为16~20mm。植筋应位于板的断面居中位置，深度 $20\pm 2\text{cm}$ ，植筋孔应比所植钢筋直径大约

3~4mm。

断板修补时基层采用15~20cm 厚 C15混凝土，面层同原设计强度等级。

4 桥梁涵洞预防性养护

4.1 基本要求

公路桥涵预防性养护工作应以桥梁结构安全为中心，以承重构件为重点，通过对桥梁的检查，及时发现可能引起桥梁结构退化的隐性病害并采取一定养护措施，同时对桥梁在使用期内易产生的共性病害进行前期防治，使桥梁的整体功能状况得到改善或保持。

4.2 养护内容

桥梁预防性养护的具体项目包括：桥跨结构、墩台与基础、支座、桥面系及其他附属结构的检查、保养、维修。

涵洞预防性养护的具体项目包括：洞口、洞身、基础及其他附属结构的检查、保养、维修。

4.3 常见病害

桥面系及其他附属结构：桥面铺装层纵、横坡不顺适，裂缝（龟裂、纵横裂缝）、坑槽、波浪、桥头跳车、防水层渗水。伸缩缝异常变形、破损、脱落、堵塞、漏水。人行道构件、栏杆、护栏撞坏、断裂、错位、缺件、剥落、锈蚀等。桥面排水不顺畅，泄水管堵塞。桥上交通信号、标志、标线、照明设施损坏、老化、失效。

钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥：梁端头、底面损坏，箱形梁内有积水。混凝土裂缝、渗水、表面风化、剥落、露筋和钢筋锈蚀，碱集料反应引起整体龟裂。混凝土表面碳化。预应力钢束锚固区段混凝土开裂，沿预应力筋的混凝土表面纵向裂缝。梁（板）式结构的跨中、支点及变截面处，

悬臂端牛腿或中间铰部位，墩梁固结处，混凝土开裂、缺损和出现钢筋锈蚀。横向联结构件开裂，连接钢板的焊缝锈蚀、断裂，边梁横移或向外倾斜。

拱桥：主拱圈的拱板或拱肋开裂。钢筋混凝土拱露筋、钢筋锈蚀。圯工拱桥砌块压碎、局部掉块，砌缝脱离或脱落、渗水，表面苔藓、草木滋生。空腹拱小拱变形、开裂、错位，立墙或立柱倾斜、开裂。拱上立柱（或立墙）上下端、盖梁和横系梁的混凝土开裂、剥落、露筋和锈蚀。中、下承式拱桥的吊杆上下锚固区混凝土开裂、渗水，吊杆锚头附近锈蚀现象，外罩裂纹，锚头夹片、楔块滑移。采用型钢或钢管混凝土芯的劲性骨架拱桥，混凝土沿骨架出现纵向或横向裂缝。拱的侧墙与主拱圈间脱落，侧墙鼓突变形、开裂，实腹拱拱上填料沉陷。肋拱桥的肋间横向联结开裂、表面剥落、钢筋外露、锈蚀等。双曲拱桥拱肋间横向联结拉杆松动或断裂，拱波与拱肋结合处开裂、脱开，拱波之间砂浆松散脱落，拱波顶开裂、渗水等。薄壳拱桥壳体纵、横向及斜向出现裂缝及系杆开裂。系杆拱系杆开裂，无混凝土包裹的系杆有锈蚀。钢管混凝土拱桥管内混凝土不密实。

钢桥及组合结构桥：构件（特别是受压构件）扭曲变形、局部损伤。铆钉和螺栓松动、脱落或断裂，节点滑动、错裂。组合梁的桁架节点部位焊缝边缘（热影响区）裂纹或脱开。油漆层裂纹、起皮、脱落，构件锈蚀。钢箱梁封闭环境除湿设施失效。组合梁桥面板与梁的结合部位及预制桥面板之间的接头处混凝土开裂、渗水。

悬索桥和斜拉桥：索塔、塔柱、桥面及梁体异常变位。索体振动频率、索力异常。悬索桥的锚碇及锚杆拔动，锚头、散索鞍锈蚀破损，锚室（锚

洞)开裂、变形、积水,温湿度不符合要求。主缆、吊杆及斜拉索的表面封闭、防护破损、老化。悬索桥的索鞍异常错位、卡死、辊轴歪斜,构件有锈蚀、破损,主缆索跨过索鞍部分挤扁。悬索桥吊杆上端与主缆索的索夹有松动、移位和破损,下端与梁连接的螺栓松动。逐束检测索体开裂、鼓胀及变形。锚具渗水、锈蚀,周围混凝土开裂。锚杯内积水、潮湿,锈蚀。钢护筒松动脱落、锈蚀、渗水,防水垫圈老化失效,筒内潮湿积水。

支座:支座组件断裂、错位、脱空。支承垫石裂缝。简易支座油毡老化、破裂或失效。橡胶支座老化、开裂,剪切变形过大。四氟滑板支座脏污、老化。盆式橡胶支座固定螺栓剪断,螺母松动,钢盆外露部分锈蚀,防尘罩破损。组合式钢支座干涩、锈蚀。

墩台与基础:墩台及基础滑动、倾斜、下沉。台背填土沉降或挤压隆起。混凝土墩台及帽梁冻胀、风化、开裂、剥落、露筋等。石砌墩台砌块断裂、通缝脱开、变形,砌体泄水孔堵塞,防水层损坏。基础下冲刷或淘空,扩大基础地基侵蚀。

4.4 养护时机

公路桥涵养护工作应按“预防为主,防治结合”为原则,在桥梁出现病害迹象尚未发生损伤前,即在桥梁技术状况处在1~3类之间时及时采取必要维修保养措施,以较小经济投入将病害处理在萌芽初期,以保持结构正常使用性能,延缓其病害的产生,从而达到延长桥梁寿命的目的。

4.5 适用范围

适用于桥梁技术状况为1~2类或状况较好的3类桥梁。

4.6 桥面系的预防性养护

4.6.1 桥面铺装

①检查判定

当沥青混合料桥面出现泛油、拥包、裂缝、波浪、坑槽、车辙等病害，水泥混凝土桥面出现断缝、拱胀、错台、起皮、露骨等病害，且病害面积在20%以内时，即应及时处治，避免进一步恶化。

② 预防养护

当损坏面积较小时，可局部修补；损坏面积较大，可凿除重新铺筑，但一般不应在原桥面上直接加铺；如发现病害系承重结构病害引起，则应先处治承重结构病害，再处治铺装病害。

4.6.2 排水系统

① 检查判定

排水管、泄水管、排水槽等排水设施应齐全、排水畅通，否则应及时处治。防水层失效应及时修复。

② 预防养护

排水管、泄水管、排水槽等排水设施部件缺失、损坏的，应及时更换补全；排水管、泄水管、排水槽等排水设施失效的，应及时疏通，保持使用功能。

4.6.3 人行道、栏杆、护栏、防撞墙

① 检查判定

人行道块件应牢固、完整，桥面路缘石应保持良好状态，无松动、缺损现象；栏杆、护栏、防撞墙等，应保持完好，无破损、断裂、错位、缺件、剥落、锈蚀等现象。

② 预防养护

人行道块件、桥面路缘石出现松动、缺损等现象，应及时进行修整或更换。

桥梁钢筋混凝土护栏、钢质护栏及防撞护栏等出现破损、断裂、错位、缺件、剥落、锈蚀时，应及时修复或更换。

4.6.4 交安设施、标志标线、照明设施

① 检查判定

交通标志、标线应齐全、醒目、完好，无损坏；防眩板、隔离设施、航空航道灯等设施应完好，无损坏；桥上灯柱应保持良好状态，无缺损和歪斜，灯具无损坏。

② 预防养护

交通标志、标线损坏应及时整修、重涂；防眩板、隔离设施、航空航道灯等设施损坏应立即修复；桥上灯柱如有缺损和歪斜，应及时修理、扶正。灯具损坏应及时更换。

4.6.5 伸缩装置

① 检查判定

伸缩装置发生堵塞、松动、翘裂，破损、止水橡胶带老化或功能失效，应及时修理、更换。

② 预防养护

伸缩装置堵塞卡死应及时清除缝内沉积物，恢复使用性能；U形锌铁皮伸缩装置的锌铁皮老化、开裂、断裂；钢板伸缩装置或锯齿钢板伸缩装置的钢板变形，螺栓脱落，伸缩不能正常进行；橡胶条伸缩装置的橡胶条

老化、脱落，固定角钢变形、松动；板式橡胶伸缩装置的橡胶板老化开裂，预埋螺栓松脱，伸缩失效。出现以上病害时应及时修理或更换；更换的伸缩装置型号应选型合理，满足结构变形需要，维修更换时应采取措施维持交通。

4.6.6 桥头沉降

① 检查判定

桥头搭板脱空、断裂或枕梁下沉引起桥头跳车时，应进行维修处治。

② 预防养护

出现以上病害时应结合工程实际情况采取压力注浆、换板等方式进行维修处治，出现桥头跳车而无桥头搭板时应增设搭板。

4.7 桥梁上部结构的预防性养护

4.7.1 钢筋混凝土与预应力钢筋混凝土梁桥

① 外观：结构表面应完好，出现混凝土空洞、蜂窝、麻面、风化、剥落等现象，应及时修补。修补宜采用高性能复合砂浆、水泥砂浆或其他材料进行，新补混凝土应密实，与原结构结合牢固，表面平整。露筋或保护层剥落时，应先将松动保护层凿去，并清除钢筋锈迹后再修复。

② 连接部位：梁（板）体的横、纵向连接件应完好，无开裂、断裂、锈蚀、剥落等现象。发现铰缝、横隔板、湿接缝病害时应采取修补、更换、补强等措施及时处治。

③ 箱型截面结构应保持箱内通风，减少因箱内外温差可能引起的裂缝，未设通风孔的应补设；箱梁内部应无积水，无排水孔应增设。

④ 裂缝：

常见构件裂缝宽度限值按《公路桥梁承载能力检测评定规程》控制，详见表14。

当裂缝宽度在限值范围内时，可进行封闭处理；当构件裂缝分布范围超过正常范围及裂缝宽度大于相应限值时，应在查明裂缝成因的基础上，再采用压力灌浆法进行处理；如为结构受力原因引起裂缝，应对结构进行处治后再修补裂缝。

裂缝宽度限值

表14

结构类型	裂缝种类	允许最大缝宽（mm）	其他要求
钢筋混凝土梁	主筋附近竖向裂缝	0.25	
	腹板斜向裂缝	0.30	
	组合梁结合面	0.50	不允许贯通结合面
	横隔梁与梁体端部	0.30	
	支座垫石	0.50	
全预应力混凝土梁	梁体竖向裂缝	不允许	
	梁体横向裂缝	不允许	
	梁体纵向裂缝	0.20	
A类预应力混凝土梁	梁体竖向裂缝	不允许	
	梁体横向裂缝	不允许	
	梁体纵向裂缝	0.20	
B类预应力混凝土梁	梁体竖向裂缝	0.15	
	梁体横向裂缝	0.15	
	梁体纵向裂缝	0.20	

⑤ 承重结构

桥梁结构承重构件即主梁如发现裂缝超限、变位超限或其他异常时，应加强观测，及时分析原因，必要时增加特殊检查或荷载试验进行承载力评定，再进行养护维修。

A 简支梁（板）桥常见维修加固方法：

i、简支桥梁抗弯能力不足或主梁挠度过大时，宜优先采用施加体外预应力、增大截面等加固法。

ii、个别主梁（板）出现严重病害，而其他主梁良好，可采用更换主梁法加固。

iii、提高承载能力幅度不大时，可采用粘贴钢板或纤维复合材料加固。

iv、梁（板）横向联系不足时，可采用增强横梁、增设横向预应力或加强桥面横向联系等方法加固。

v、主梁斜截面抗剪能力不足时，可采用粘贴钢板或纤维复合材料法加固。

B 连续梁桥常见维修加固方法：

i、箱梁的刚度不足且产生严重下挠时，应采用施加体外预应力进行加固，也可采用钢板-混凝土组合法进行加固。大跨径变截面连续梁（刚构）桥也可采用改变结构体系加固方法。

ii、箱梁的抗剪承载能力不足时，可采用增大截面、粘贴钢板、粘贴纤维复合材料等方法进行加固。

iii、箱梁的抗弯承载能力不足时，可采用体外预应力、粘贴钢板、粘贴纤维符合材料或增大截面等方法进行加固。

iv、箱梁顶、底板因承载能力不足纵向开裂时，可采用粘贴钢板、粘贴纤维符合材料或新增横肋等方法进行加固。

v、箱梁齿板局部承压不足引起齿板破坏或锚固区箱梁局部开裂时，可采用增大截面或粘贴钢板等方法进行加固。

4.7.2 拱桥

(1) 保持桥面及实腹拱拱腔排水畅通，发现阻塞及时疏通。发现拱桥桥面漏水应及时修补，空腹拱的主拱圈（肋）若发现渗水，应对拱背进行清理，清除可能积水的残渣、堆积物等，并用砂浆等材料抹平或堵塞裂缝。实腹拱若发现主拱圈渗水，应检查拱腔排水系统，必要时可挖开拱上填料，修补防水层，修理排水管道。

(2) 主拱及拱式腹拱的拱铰及变形缝应保持正常工作状态。清除弧面铰及变形缝内嵌入的杂物，保持能自由转动、变形。填缝材料如油毛毡，浸渍沥青的木板等，如有破坏应及时更换。

(3) 构件表面缺陷及局部破坏

① 圯工砌体的边角压碎、砌体断裂，干砌石拱桥砌缝张口等，可用水泥砂浆修补。若个别块体压碎或脱落，应用新的块体填塞更换，更换时应保证嵌挤或填塞紧密。砌缝砂浆若发生脱离，应凿除后重新用干硬性砂浆或微膨胀砂浆填筑，表面重新勾缝。

② 钢筋混凝土拱构件的表面破损与裂缝修补参见4.7.1梁桥部分。

③ 钢管混凝土拱钢构件表面的防锈涂层应保持完好，发现剥落、老化及时维修，并应定期重涂，养护工作参照4.7.3钢桥部分。

④ 实腹拱侧墙若发生较大变形、开裂，应查明原因并作相应处理。若是填料不实或拱腔给水，应挖开拱上填料，修补防排水系统，拆除鼓凸部分侧墙后重新砌筑，重新回填拱上填料及重做路面，也可换用轻质填料或加大侧墙尺寸。若发现侧墙与拱圈之间脱开，或侧墙上有斜向（若是砌体通常沿砌缝成锯齿状）开裂，应检查墩台与主拱的变形。开裂轻微且不再发展的，可作一般修补裂缝处理。若开裂严重或裂缝在发展中，应考虑加

固、改造。

(4) 常见病害表现

① 主拱圈抗弯强度不够引起拱圈开裂。裂缝主要发生在拱顶区段的拱圈下缘与侧面，拱脚处的拱圈上缘与侧面。

② 主拱圈抗剪强度不够引起拱圈开裂。裂缝主要发生在拱脚，空腹拱的立柱柱脚。

③ 拱圈材料抗压强度不够，引起劈裂或压碎。

④ 两拱脚墩台不均匀沉降引起拱圈开裂，一般出现在拱顶区段，横桥向贯穿全拱圈，裂缝宽度上下变化不大，且两侧有错动。墩、台基础上、下游不均匀沉降引起拱圈及墩台出现顺桥向裂缝。

⑤ 拱肋、刚架拱、桁架拱、双曲拱的肋间横向联结如横系梁、斜撑强度不够引起开裂。

⑥ 拱上排架、梁、柱开裂，短柱的两端开裂，侧墙斜、竖方向开裂，侧墙与拱圈连接处开裂。开裂的主要原因分别为构造不合理、强度不够、施工质量不好，以及由于拱圈变形、墩、台变位对拱上结构造成不利影响所致。

⑦ 预制拼装拱桥或分环砌筑的圬工拱桥，沿连接部位或砌缝发生环向裂缝。双曲拱桥的拱肋与拱波连接处开裂。拱肋接头混凝土局部压碎。

⑧ 双曲拱桥的拱波顶纵向开裂。多为肋间横向连接偏弱，采用平板式填平层使拱横截面刚度分配不均，墩台横向不均匀沉降等原因引起。

⑨ 桁架拱、刚架拱、系杆拱的节点强度不够引起节点及杆件端部开裂。

⑩ 中、下承式拱的吊杆锚头滑脱或钢丝锈蚀、折断；拱铰失效或部分

失效，引起拱的受力恶化而开裂；钢管混凝土拱的钢管因厚度不足，或节间过大造成钢管出现压缩状折皱。

⑪桥面板（平板、微弯板、肋腋板等）开裂。引起开裂的原因主要有局部承受车辆荷载强度不够，参与主拱受力后强度不够，肋片发生较大位移，板与肋连接破坏，或在施工中已开裂未予彻底处理等。

(5) 常见维修加固方法：

① 圯工拱桥可采用增大主拱截面、调整拱上建筑恒载以及增强横向整体性等方法加固。

② 双曲拱桥可采用增大截面或改变截面形式、粘贴钢板和纤维复合材料，以及增强横向整体性等方法加固。

③ 桁架（刚架）拱桥可采用增强横向整体性、粘贴钢板和纤维复合材料、施加体外预应力，以及增大构件截面等方法加固。

④ 钢筋混凝土箱（肋）拱桥可采用增大截面、调整拱上建筑恒载、增加拱肋、增强横向整体性，以及粘贴纤维复合材料等方法加固。

⑤ 钢管混凝土拱桥可采用外套钢管混凝土增大截面、粘贴纤维复合材料、更换吊杆或系杆、改善桥面系结构，以及增强横向整体性等方法加固。

4.7.3 钢桥

(1) 清除钢结构表面污垢，保持构件清洁，特别应注意节点、转交、钢板搭接处等易积聚污垢处。

(2) 更换所有松动和损坏的铆钉。更换过的铆钉在检验之后，均应涂上与桥梁结构显著不同的颜色，并记入桥梁记录簿，注明其数量和位置。

(3) 普通螺栓或高强螺栓连接的构件，若发现松动应及时加以拧紧，对

于高强螺栓必须施加设计的预拉应力。为了便于螺栓的更换，应防止丝扣锈蚀，如接合杆件表面有角度时，则应在螺帽之下垫以楔形垫圈。

(4) 焊接连接的构件，焊缝处若发现裂纹、未熔合、夹渣、未填满、弧坑等缺陷时，应进行返修焊，焊后的焊缝应随机铲磨匀顺。

(5) 钢杆件收到冲击造成局部弯曲时，可用撬棍、弓形螺旋顶或油压千斤顶进行冷矫，禁止用锻钢烧材的方法来矫正。钢杆件如有不同方向的弯曲，应对导致弯曲的原因作调查分析以确定矫正方法。如杆件同时又扭转和弯曲，应先矫正弯曲，再矫正扭转。若由于杆件强度、刚度不足或稳定性差等原因引起弯曲的，校正后应进行加固处理。如需拆卸杆件修理时，可安装临时杆件替代被拆卸杆件，以保证行车安全。

(6) 对整座钢桥，应视油漆失效情况，定期进行涂装防锈；局部油漆失效应及时除锈补漆。钢桥杆件的油漆，应符合下列要求：

① 在涂漆之前，对铁锈、旧漆、污垢、尘土和油水等，均应仔细清除。对所有易锈蚀的部位，如凹处、缝隙、纵横梁及主桁架的弦杆等，尤应仔细清理。

② 除锈应做到点锈不留、除锈彻底、打磨匀亮、揩擦干净。可采用在浓度10%的无机酸中加入0.2%~0.4%的面粉、树胶或煤焦油等缓蚀剂来清洗锈蚀，也可采用喷砂除锈法或其他更有效的除锈方法。

③ 油漆层数一般为底、面漆各两层。对于易遭受损坏或工作条件困难的部位应多涂一层面漆。在第一层底漆干燥后，应对裂缝、不平整处和局部凹痕的部位用油性腻子腻塞，并对腻封质量进行检查，发现缺陷应予以消除。

④ 钢桥油漆工作应在天气干燥和温暖季节（不低于+5℃）进行。油漆时的气温应与被漆钢构件表面温度相近。在风沙天气、雾天、雨天不应进行油漆，对表面潮湿的钢构件也不应进行油漆。

⑤ 钢桥的防腐可采用镀锌、铝等阳极防腐的金属涂层。金属涂层的制作工艺有喷涂、热镀、电镀、电泳、渗镀、包覆等方法。关键部位及维修困难的部位，可采用在喷、镀金属层上再涂防腐涂料的复合面层或涂玻璃鳞片涂料等防护措施。

4.7.4 钢-混凝土组合结构桥梁

(1) 按照4.7.1节中钢筋混凝土与预应力钢筋混凝土梁桥和4.7.3节中钢桥相关规定进行养护。

(2) 钢-混凝土组合梁桥的钢结构部分加固可采用钢桥的方法。

(3) 桥面板养护：

若钢筋混凝土桥面板小范围开裂，将开裂部分及周围一个板厚范围内的混凝土凿除，用高强度等级微膨胀混凝土填补。

若钢筋混凝土桥面板大面积开裂，可参照原桥的施工工艺采用更换预制板或重新浇筑混凝土板的方法。

若采用更换预制桥面板的方法，应在拆除旧桥面板 6 个月前将预制板预制完成。宜对预制板施加临时预压应力，待接缝混凝土浇筑完毕后，再释放临时预压应力。

若采用重新浇筑混凝土桥面板的方法，应在拆除旧桥面后，使钢梁产生反拱，再浇筑混凝土。在混凝土的浇筑过程中，必须设置强度足够的临时支架，以减小浇筑过程中恒载对结构产生的不利影响。

(5)加强组合结构结合部位的养护，防止桥面水渗漏、排水不畅或除湿设施失效造成钢构件锈蚀。如组合梁桥面板与梁的结合部位及预制桥面板之间的接头处混凝土开裂、渗水。严重时应在钢梁顶面增设剪力键，加强桥面板与钢梁的整体性，这种方法可与以上方法联合使用。

4.7.5 大跨径连续梁（刚构）桥

(1) 按照4.7.1节中钢筋混凝土与预应力钢筋混凝土梁桥相关规定进行养护。

(2) 新建桥梁交付使用前，公路管理机构应事先要求桥梁建设单位在竣工时设置便于检测的永久性观测点。大桥、特大桥必须设置永久性观测点。测点的编号、位置（距离、标高和地物特征）和竣工测量数据，均应在竣工图上标明，作为验收文件中必要的竣工资料予以归档。

(3) 宜通过永久性观测点定期对桥梁进行控制检测，还可根据养护管理的需要，增加相应的控制检测项目。应设而没有设永久性观测点的桥梁，应在定期检测时按规定布设。测点的布设和首次检测的时间及检测数据等，应按竣工资料的要求予以归档。

(4) 桥梁主体结构维修、加固或改建前后，必须进行控制测量，以保持观测资料的连续性。若控制点有变动，应及时检测，建立基准数据。

(5) 桥梁永久性观测点的设置要牢固可靠，当永久控制测点与国家大地测量网联络有困难时，可建立相对独立的基准测量系统。

(6) 特大、大、中桥墩（台）旁，必要时可设置水尺或标志，以观测水位和冲刷情况。

(7) 对重要的此类大桥、特大桥应建立长期结构性能健康监测系统

重点监管。

4.7.5 悬索桥和斜拉桥

(1) 检查判定

① 检查索塔高程、塔柱倾斜度、桥面高程及梁体纵向位移，应无异常变位。

② 检测索体振动频率、索力应无异常变化，索体振动频率观测应在多种典型气候下进行。每观测周期不超过6年。

③ 主梁或加劲梁的检查要求，按预应力混凝土及钢结构的相应要求进行。

④ 悬索桥的锚碇及锚杆有无异常的拔动，锚头，散索鞍有无锈蚀破损，锚室（锚洞）有无开裂、变形、积水，温湿度是否符合要求。

⑤ 主缆、吊杆及斜拉索的表面封闭、防护是否完好，有无破损、老化。

⑥ 悬索桥的索鞍是否有异常的错位、卡死、辊轴歪斜，构件是否有锈蚀、破损，主缆索跨过索鞍部分是否有挤扁现象。

⑦ 悬索桥吊杆上端与主缆索的索夹是否松动、移位和破损，下端与梁连接的螺栓有无松动。

⑧ 逐束检测索体是否开裂、鼓胀及变形，必要时可剥开护套检查索内干湿情况和钢索的锈蚀情况。检查后应做好保护套剥开处的防护处理。

⑨ 逐个检查锚具及周围混凝土的情况，锚具是否渗水、锈蚀，是否有锈水流出的痕迹，周围混凝土是否开裂。必要时可打开锚具后盖抽查锚杯内是否积水、潮湿，防锈油是否结块、乳化失效，锚杯是否锈蚀。

⑩ 逐个检查索端出索处钢护筒、钢管与索套管连接处的外观情况。检

查钢护筒是否松动脱落、锈蚀、渗水，抽查连接处钢护筒内防水垫圈是否老化失效，筒内是否潮湿积水。

⑪索塔的爬梯、检查门、工作电梯是否可靠安全，塔内的照明、除湿系统是否完好。

(2) 预防养护

① 斜拉桥梁体和索塔部分的养护，视其结构类型可按钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥及钢-混凝土组合结构桥的相关规定进行。

②拉索的养护

i、拉索两端的锚具及护筒应经常保持清洁和干燥。塔端锚头若漏水、渗水应及时用防水材料封堵，梁端锚头若漏水、积水应及时将水排出并封堵水源。

ii、定期更换拉索两端锚具锚杯内的防护油。

iii、定期更换钢护筒与套管连接处的防水垫圈及阻尼垫圈，做好搭接处的防水处理。

iv、定期对索端钢护筒做涂漆防锈处理。

v、若拉索护套出现开裂、漏水、渗水应及时处理。可剥开已损坏的护套，将已潮湿的钢索吹干，对已生锈的钢索做好除锈处理，再涂刷防护漆及防护油，并用玻璃丝布或其他防护材料包扎严密。

vi、斜拉索的减震装置要保持正常工作状态，发现异常或失效要及时维修。

③主缆各索股的受力应保持均匀，索股受力出现明显偏差、松弛或过紧，应通过索端拉杆螺栓进行调整。主缆索的防护层如有开裂、剥落，应

尽快修复，必要时可切开防护层检查主缆是否锈蚀并作相应处理，处理完毕后应及时修复。采用涂敷黄油防锈并用简易包裹做防护层的，应定期更换黄油及防护层，并保持其完好状态。网格式悬索桥，肢杆拉索若发现松弛，可调整端头拉杆螺母使其复位。索鞍防止尘土杂物堆积、积水（雪）及锈蚀。锚室及封闭的索鞍罩内应保持干燥。有除湿设备的应保持设备正常工作，出现故障及时检修。索夹、索鞍、吊杆等的紧固螺栓应每半年至两年定期紧固，若发现松动应及时紧固。若吊杆有明显摆动、倾斜或检查发现其受力变化，应查明原因。若索夹松动，应使其复位并紧固锚栓；若拉杆螺栓松动，应予拧紧；若吊索锚头出现松动，应予更换。吊杆复位后应进行索力检测。吊杆保护套，止水密封圈、防雨罩等发现老化、开裂、破损要及时修补、更换。吊杆的减震装置发现异常或失效要及时检修。

④ 桥上附属设施的养护

i、索塔的爬梯应每年保养一次，包括除锈、油漆、修理损坏的部件。进出口检查门应经常保持完好。有工作或观光电梯的，应按有关规定进行保养。

ii、空心索塔的塔内应经常保持通风干燥。塔内通风照明系统每年至少检查保养一次，损坏的灯具应及时更换。

4.8 桥梁支座

(1) 检查判定

① 支座组件是否完好、清洁，有无断裂、错位、脱空。

② 活动支座是否灵活，实际位移量是否正常，固定支座的锚销是否完好。

③ 支承垫石是否有裂缝。

④ 简易支座的油毡是否老化、破裂或失效。

⑤ 橡胶支座是否老化、开裂，有无过大的剪切变形或压缩变形，各夹层钢板之间的橡胶层外凸是否均匀。

⑥ 四氟滑板支座是否脏污、老化，四氟乙烯板是否完好，橡胶块是否滑出钢板。

⑦ 盆式橡胶支座的固定螺栓是否剪断，螺母是否松动，钢盆外露部分是否锈蚀，防尘罩是否完好。

⑧ 组合式钢支座是否干涩、锈蚀，固定支座的锚栓是否紧固，销板或销钉是否完好。

⑨ 摆柱支座各组件相对位置是否准确，受力是否均匀。

⑩ 辊轴支座的辊轴是否出现不允许的爬动、歪斜。

⑪ 摇轴支座是否倾斜。

⑫ 钢筋混凝土摆柱支座的柱体有无混凝土脱皮、开裂、露筋，钢筋及钢板有无锈蚀。

(2) 预防养护

① 支座的固定锚销剪断，滚动面不平整，轴承有裂纹或切口，辊轴大小不合适，混凝土摆柱出现严重开裂、歪斜，必须更换。

② 支座座板翘起、变形、断裂时应予更换，焊缝开裂应予整修。

③ 板式橡胶支座出现脱空或不均匀压缩变形时应进行调整。

④ 板式橡胶支座发生过大剪切变形、中间钢板外露、橡胶开裂、老化时应及时更换。

⑤ 油毡垫层支座失去功能时，应及时更换。

4.9 桥梁下部结构的预防性养护

4.9.1 墩台基础

(1) 检查判定

① 墩台及基础有无滑动、倾斜、下沉或冻拔。

② 台背填土有无沉降或挤压隆起。

③ 混凝土墩台及帽梁有无冻胀、风化、开裂、剥落、露筋等。

④ 石砌墩台有无砌块断裂、通缝脱开、变形，砌体泄水孔是否堵塞，防水层是否损坏。

⑤ 墩台顶面是否清洁，伸缩缝处是否漏水。

⑥ 基础下是否发生不许可的冲刷或淘空现象，扩大基础的地基有无侵蚀。桩基顶段在水位涨落、干湿交替变化处有无冲刷磨损、颈缩、露筋，有无环状冻裂，是否受到污水、咸水或生物的腐蚀。必要时对大桥、特大桥的深水基础应派潜水员潜水检查。

⑦ 调治构造物是否完好，功能是否适用，桥位段河床是否有明显的冲淤或漂浮物堵塞现象。

(2) 预防养护

① 桥梁墩台基础附近即桥梁上下游各200m 范围内（当桥长的1.5倍超过200m 时，范围应适当扩大）禁止掏砂取石，以保持河床的稳定。

② 若基础冲刷过深或基底局部淘空，应及时抛填块石、片石、铅丝石笼等宾格网防护。

③ 桥下河床铺砌出现局部损坏时应及时维修。

④ 桥台基础出现的裂缝，沉降等病害，可压浆封闭桥台裂缝、换填台后填土、注浆加固基础等措施处治。

⑤ 对设置的防撞、导航、警示标志等附属设施应加强检查、维护、保持良好的技术状况。

4.9.2 墩台身

① 保持墩台表面整洁，及时清除墩台表面杂物。

② 当圯工砌体发生灰缝脱落，砌体表面风化剥落或损坏，砌体镶面部分严重风化和损坏，应根据损坏类型及程度，清除缝内杂物，重新用水泥砂浆勾缝、挂网喷浆、浇筑混凝土等方法进行维修处治。常见墩台构件裂缝宽度限值按《公路桥梁承载能力检测评定规程》控制，详见表15。当墩、台混凝土裂缝宽度超过限值时，应按要求封闭处理。

③ 圯工砌体镶面部分严重风化和损坏时，应用石料或混凝土预制块补砌、更换、新老部分要结合牢固，色泽质地应与原砌体基本一致。

④ 墩台身圯工砌体的砌块如出现裂缝，应拆除后重新砌筑。

⑤ 墩、台表面发生侵蚀剥落、蜂窝麻面、裂缝、露筋等病害时，应采用水泥砂浆补修。因受行车震动影响，不易用水泥砂浆补劳的，应考虑采用环氧树脂或其他聚合物混凝土进行修补。

裂缝宽度限值 表15

结构类型	裂缝种类		允许最大缝宽 (mm)	其他要求
墩台	墩台帽		0.20	不允许贯通墩
	墩	垂直	0.20	
		水平	0.20	身截面一半
	常年有水、但不侵蚀	垂直	0.25	

		无筋	0.25	
	无沟或季节性有水河流		0.40	
	有冻结作用部分		0.20	

4.10 桥梁附属工程

①锥坡、前墙破损，及时修复。每年雨季后最少检查一次。

②挡墙倾斜超过20mm 或鼓胀、位移，下沉超过20mm 时，应进行维修。

挡墙拆断应及时加固，开裂超过10mm，应进行封闭。

③护坡应完好，下沉超过30mm、残缺超过0.2 m²，应及时维修。

④翼墙破损，及时修复。每年雨季后最少检查一次。

4.11 超重车辆过桥

① 收集查找桥梁技术档案，现场查看桥梁状况，依据桥梁的技术资料，按超重车辆的实际荷载，对上下部结构进行强度、稳定性、刚度检算。

② 对结构分析计算结果不足以评定结构承载能力或资料缺失的桥梁进行荷载试验，以判定桥梁的承载能力。

③ 对不能满足通行条件的桥梁进行加固处理。当有多条线路可通行时，应选取桥梁技术状况好，加固工程费用较低的路线通过。

④ 对超重车辆通过桥梁进行跟踪监测。

4.12 涵洞的预防性养护

(1) 检查判定

① 检查涵洞的过水能力，包括涵洞的位置是否适当，孔径是否足够，涵底纵坡是否合适。若过水能力明显不足，经常造成内涝及路基损毁的，应考虑改造。

② 进水口铺砌、翼墙、护坡、挡水墙、沉砂井等是否完整，洞口连接

是否平整顺适。

③ 出水口铺砌、挡水墙、翼墙、护坡等是否完整，排水是否顺畅。

④ 涵体侧墙是否渗漏水、开裂、变形或倾斜，墙身砌体砂浆是否脱落、石块是否松动，基础是否冲刷淘空。

⑤ 涵身顶部盖板或拱顶是否开裂、漏水、变形下挠，拱顶砌块是否松动脱落。

⑥ 涵底是否淤塞阻水，涵底铺砌是否完整。

⑦ 洞口附近填土是否有渗水、冲刷、空洞，填土是否稳定。

⑧ 涵洞顶路面是否开裂、下沉，行车是否安全。

(2) 预防养护

① 位于陡坡上的涵洞或直接受水流冲击的涵洞，其入口处应采取适当的防护措施。涵洞进、出水口处如严重冲刷，可用浆砌块石铺底，并用水泥砂浆勾缝。铺砌长度视土质和流速而定，铺砌的末端应设置混凝土或浆砌块石抑水墙。流速特别大的涵洞，应在出水口加设消力设施，如消力槛、消力池等。消力槛的末端应设置混凝土或浆砌块石抑水墙，或设置三级挑槛。

② 涵洞经常发生泥砂淤积时，可在进水口设沉砂井，以沉淀泥砂、杂物。

③ 管涵的管节因基础沉陷而发生严重错裂时，应挖开填土处理地基，再重建基础。也可直接采用对地基及基础压浆的方法处理。

④ 有铰涵管如变形大于直径的 $1/20$ 时，应查明原因进行处理。

⑤ 波纹管涵发生涵管沉陷、变形，应挖开填土进行修理。管底应按土

质情况做好垫层，管上加铺一层防水层，并注意对回填土分层夯实。

⑥ 涵洞的侧墙和翼墙，如有倾斜变形发生，应查明原因后加以处理，如因填土未夯实发生沉落，或填土中水分过多土压力增大而引起的，应更换透水性好的填土并夯实；如属基础变形引起的，则需要修理或加固基础。

⑦ 因加宽或加高路基导致涵洞长度不足时，应接长处理。一般可将原涵洞洞身接长，两端新建洞口端墙和路基护坡；当路基加高、加宽不多时，也可采用只加高两端洞口端墙或加高加长洞口翼墙的方法。

⑧ 当涵洞承载力不足或位置不当，过水能力不足时，应进行加固或改建。

⑨ 对上游漂流物较多涵洞应增设拦截设施。⑨ 对上游漂流物较多涵洞应增设拦截设施。

5 隧道预防性养护

5.1 基本要求

公路隧道是公路工程结构重要的组成部分之一。隧道在运营期间应满足“外观整洁、结构安全、路面平整、排水通畅、视线良好、安全设施完善”的要求。通过日常对隧道土建部分（如隧道洞门、衬砌、路面、防排水设施、斜（竖）井、检修道、风道等）、机电设施（如供配电、照明、通风、消防及救援、监控设施等）及其他有关设施（环保、房屋设施等）的检查，以发现病害或预测隧道可能会出现的问题，对各种病害施以预防性养护措施或加固措施，使隧道的整体功能处于正常状态，甚至得到改善。

5.2 养护内容

隧道养护工作内容主要是对隧道土建结构、机电设施及其他有关设施的养护或维修。

5.3 常见病害

本指导意见所指隧道常见病害均为隧道在运营中逐渐出现的病害，具备早发现早治理或早预防的条件，可以达到避免事故、减少治理费用的目的。

5.3.1 隧道洞外

(1) 边、仰坡及其防护结构出现变形、开裂、掉块、滑塌或存在滑（崩）塌的征兆与趋势。

(2) 洞顶截水沟断裂、堵塞；洞外路基边沟以及洞口横向截水沟出现破损或堵塞。

(3) 洞门墙出现开裂、塌陷、表层脱落以及污损等病害。

5.3.2 隧道洞内

隧道洞内常见病害主要为：隧道衬砌变形、开裂、渗漏水；洞内外路面沉陷、隆起、开裂、断板以及积水等；检修道盖板或侧壁破损，护栏变形、锈蚀；洞内装饰表面剥落、污损；排水系统破损、堵塞；标志标线磨损、缺失；附属与机电设施如通风、照明、消防、警示标志等不完善或破坏；隧道内运营环境（如烟雾、照明条件等）达不到标准要求等。

5.4 养护时机

隧道属隐蔽性工程，其养护时机宜在雨季时节，此时节不仅可以检查隧道洞内外排水系统的工作情况，而且可对隧道渗漏水病害针对性治理；对于可能会出现冻害的隧道，可在冬季进行针对性预防养护。隧道的管理、管养或养护段部门应建立隧道养护档案信息平台，以便可以实时地了解隧道的健康状况，及时养护。

5.5 适用范围

隧道预防性养护指导主要依据现行《公路隧道养护技术规范》JTG H12-2015，适用于本册5.3节中常见病害的预防性养护。

5.6 隧道土建部分

5.6.1 结构部分

(1) 检查判定

高速公路和一级公路隧道的经常性检查频率宜不少于1次/周，其他公路隧道宜不少于1次/月。在雨季或冰冻季节，应加强经常性检查。平时应加强对隧道的巡查，发现隐患及时排除。

隧道定期检查频率应不少于1次/年。隧道的特殊检查可根据实际需要安排。

(2)主体预防性养护

① 临时防护(洞外边仰坡)

隧道洞口位于陡岩下方或边仰坡风化严重等情况下时，应加强检查频率，认真核查边仰坡情况，并作好巡查监测记录，评估隧道运营期间边仰坡稳定性影响。根据影响程度采取措施对边仰坡加固（增加SNS主动防护网或挂网锚喷）或及时进行危坡卸载、清理危石，确保隧道运营安全。

锚喷措施中的喷射混凝土必须有足够的强度和附着率，其配合比应通过实验确定，喷射机的工作风压，应满足喷头出的压力在0.1MPa左右。必须保证钢筋网有恰当的保护厚度。

锚杆材质、规格等应符合设计和规范要求。

② 永久防护

采取相应的工程技术措施，如砌体防护、抗滑防护、生物防护等，并定期检查其工作状态，发现病害及早处治；隧道洞口边仰坡岩石如围岩结理发育、风化严重或有坑穴、溶洞、裂缝时，应对地表采取防护性封闭措施。

加强和完善隧道的防护设施。如遇山体滑动可能引起隧道破坏和洞口处的边、仰坡坡率与石（土）质不相适应导致坍塌时，应采取相应的防护工程技术措施。

③ 注浆（衬砌背后）

针对衬砌背后空洞、开裂变形等状况，经过现场检测确定加固范围，

采用水泥砂浆（必要时采用水泥水玻璃双液浆）进行注浆加固，确保隧道运营安全。

注浆浆液应选用黏度低、渗透力强、流动性好、能进入细小裂隙和粉细砂层的浆体。准确控制浆液的凝固时间，以避免浆液流失，达到定时注浆的目的。浆液采用水泥或专用浆体材料拌制，浆液中不应掺加膨胀材料，凝固时体积不收缩，能牢固粘结砂石，强度高。

注浆压力应不小于0.5MPa，在注浆时应加强监测。当发生衬砌变形或排水系统堵塞等异常情况时，可降低注浆压力或采用间歇注浆，直至停止注浆。

结果检查：注浆效果检查可采取钻孔取芯、超声波或雷达检测等方法。

④ 衬砌裂缝治理

对隧道衬砌应按不低于巡查频率及时检查，如发现裂缝，应根据评估的严重程度，及时采取结构补强措施。通常，对于衬砌开裂（未渗漏水），根据裂缝宽度治理方案分为“表面封闭法”和“注射法”（注射法也叫壁可法），即裂缝宽度小于0.2mm 的采用表面封闭法治理裂缝，裂缝宽度大于0.2mm 的采用注射法治理裂缝。

表面封闭法材料性能指标 表16

序号	检验项目		标准要求
1	粘度	/	未见滴落
2	抗弯强度	MPa	≥40
3	抗压屈服强度	MPa	≥60
4	抗压弹性模量	MPa	2×10 ⁴
5	抗拉强度	MPa	≥20
6	抗冲击强度	KJ/m ²	≥1.5
7	抗剪切强度	MPa	≥20

注射法材料性能指标

表17

序号	检验项目		标准要求
1	粘度	mPa.s	500
2	抗弯强度	MPa	≥50
3	抗压弹性模量	MPa	5×10^3
4	抗拉强度	MPa	≥30
5	抗剪切强度	MPa	≥10

⑤ 增设仰拱

由于原隧道未施作仰拱或仰拱施工质量较差引起隧道衬砌开裂变形、路面开裂甚至拱起等病害的情况，应根据实际病害情况增加或修复仰拱，使衬砌结构封闭成环。混凝土施工宜采用简易式仰拱栈桥施工，仰拱栈桥能够实现隧道施工过程中车辆运输及仰拱施工同时作业，避免平行作业堵塞施工干扰，做到仰拱、铺底施工与运输同步进行，缩短循环作业时间，提高隧道施工效率，整幅仰拱一次施工完毕，人工配合机械清渣。

⑥ 增设钢带

对于隧道洞内衬砌出现纵向、斜向裂缝的段落，而未发生错台变形，为了保证隧道净空限界，同时起到加固隧道结构的作用，施工便捷，建议采用 W 钢带对衬砌结构进行加固。

粘贴 W 钢带工艺流程：

钻孔植埋全螺纹锚栓——配置结构胶——衬砌表面及钢带涂刷胶黏剂——安装 W 钢带——封边——钢带表面防腐处理。

粘钢胶抗冲击剥离长度小于20mm，快速湿热老化时间为10天，检验经快速湿热老化后的试件在常温条件下钢-钢拉伸剪切强度降低百分率不得大于8%。粘钢胶应具备有资质机构认证的冻融循环报告，环保无毒报告。

⑦ 表面刮蹭、锈蚀、破损

衬砌表面受超宽超高车辆刮蹭或由于渗漏水锈蚀、冻融及衬砌混凝土风化、老化等引起的衬砌表面破损情况，应根据破损程度对衬砌受损部位进行补强加固处置。受损衬砌表面可采用环氧砂浆补强方法进行处置。步骤如下：

- i、对原衬砌表面破损及刮蹭部位进行凿毛处理，露出新鲜混凝土面，并冲刷干净；
- ii、在凿毛的混凝土涂刷水泥与环氧树脂的混合浆液（重量比1:1）；
- iii、埋置锚固钢筋；
- iv、用抹刀将 NE-Ⅱ 环氧砂浆填补坑槽，必要时在锚固钢筋末端增加细铁丝网，防止环氧砂浆脱落；

NE-Ⅱ 环氧砂浆技术指标

表18

序号	检验项目		标准要求
1	抗压强度	Mpa	60
2	抗拉强度	Mpa	10.0
3	与混凝土粘结抗拉强度	Mpa	≥60
4	抗压弹性模量	Mpa	1903
5	线性热膨胀系数	1/°C	9.21x10 ⁻⁶
6	抗冲击性	KJ/m ²	2.42
7	老化性能	/	优良
8	毒性物质含量	苯、甲苯、二甲苯	合格

v、养护：采取有效的保温（不低于15℃~25℃）措施进行养护，养护周期不小于14天。

⑧ 套拱

对于隧道衬砌表面纵向开裂、剥离、掉块及衬砌材料劣化等严重病害

而引发的结构性安全问题，应采取套拱加固衬砌结构，由于套拱加固会不同程度压缩原隧道建筑限界空间，所以在实施套拱措施前须对增加套拱能否满足行人、行车的建筑限界进行论证，通过论证方可实施。目前套拱加固的形式主要有：

- i、混凝土套拱（可分为有防水层及无防水层）
- ii、喷射混凝土套拱（素混凝土及钢纤维混凝土）
- iii、钢套拱（钢板、钢带及波纹钢等）

5.6.2 隧道路面

(1) 水泥混凝土路面

① 检查判定

隧道路面无裂缝，脱空等现象。

② 预防性养护

A 路面病害预防（同水泥混凝土路面内容）

B 提高抗滑性能的预防性养护：

- i、横刻槽（槽深3~5mm，连续或间隔刻槽）
- ii、纵刻槽（槽深3~5mm，连续或间隔刻槽）

(2) 沥青混凝土路面

基本同沥青混凝土路面同等要求，修补时采用半幅修补的方法进行。

5.6.3 隧道防排水

(1) 检查判定

包含隧道洞内外排水系统。隧道必须定期进行渗漏水检查，一般应每季度检查一次，雨季应增加检查频率，并做好检查记录。当隧道内的渗漏

水明显时，应定期测量渗漏水数量（ m^3/d ），一般每月测量两次，并做好记录，并采取相应措施。

(2) 预防性养护

隧道内渗漏水的处治应贯彻“预防为主，防、排、截、堵相结合”的综合治理原则。

定时检查疏通洞内排水系统，及时清理边墙检查孔、沉砂池、集水井、跌水池等堵塞物，确保排水畅通。定期疏通隧道洞外截、排水沟，及时修补受损部位，确保排水畅通。

对于衬砌渗漏水裂缝，根据裂缝渗漏水大小可分别采用封缝堵水法及刻槽引排法治理。

隧道渗漏水主要发生在环向施工缝处。在施工缝处凿槽埋设半管形成环向排水，辅以浅孔排水，降低二衬砌背后水位，利用排水沟的空间，将施工缝处的环向出水引出隧道。

半管需采用有韧性的 PE 或 PPR 给水管，可购买成品半管，或现场裁制，必需采用有质量保证的大品牌材料，材料厂家应提供相应的国家验收标准及相应产品的质检报告。严禁使用 PVC 管等脆性塑料管。

当隧道出现涌水病害时，采用外置排水管和开槽埋管排水的处置办法，排水管应能承受一定水压力。

5.6.4 隧道装饰

(1) 检查判定

隧道洞门和内装饰应保持完好和整洁美观，如老化剥落、破损或缺失应及时修补恢复，不能修复的应及时更换或重新施作。

(2)预防性养护

根据隧道内装的损坏程度,定期进行修补更换,或结合隧道实际情况,并依据陕西省交通厅陕交函[2009]423《关于对我省公路隧道及上跨桥梁等装修及美化行车环境有关问题的通知》重新装饰确保隧道运营舒适安全。

①涂料

无机防水涂料要求耐洗刷性好,耐候性好,抗腐蚀,不会受潮剥落,不含污染物,高温时不散发有毒气体,与基层粘结强度高,不脱落起皮,耐酸碱腐蚀、抗寒。涂膜完全干燥后,边角不整齐处用细砂纸打光,装饰面要不光泽,手感光滑。材料厂家应提供相应的国家验收标准及相应产品的质检报告。

②无机荧光漆

应选用快干型、附着力强、复涂性能好的荧光漆。荧光漆必须应用在纯白底层上才有理想荧光效果,白色底漆性能应与本产品相应;荧光漆涂布要均匀,荧光漆干膜厚度要求达到0.1毫米以上;面漆上再罩一层保护清漆,并使其干膜厚度达到0.25毫米以上;使用中禁止与杂色相混,以免降低荧光效果,材料厂家应提供相应的国家验收标准及相应产品的质检报告。

5.6.5 隧道交通标志、标线

- ①及时清洗标志牌面的脏污,清除遮挡标志的障碍。
- ②及时修补变形、破损的标牌,修复弯曲、倾斜的支柱。
- ③对锈蚀损坏、老化失效的标志,应及时更换,缺失的应及时补充。
- ④及时清洗脏污的标线,对损坏严重和脱落的标线应及时补画。
- ⑤清除突起路标的脏污和杂物,及时紧固松动的路标,发现损坏或丢

失的，应及时修复或补换。

⑥隧道内标线应视实际情况及时更新，一般宜为每年更新两次。

5.7 隧道机电设施

5.7.1 隧道供配电

供配电日常检查主要针对变压器、高低压配电柜及变配电室内相关设备外观及一般运行状态进行检查，当发现外观异常、声响、发热、气味、火花等现象时，立即排查原因，及时发现设备故障。

5.7.2 隧道照明

① 隧道内照明亮度应满足设计要求。

② 照明灯具的防护等级应不低于 IP65。

③ 照明设施养护工具除必备的电工工具、高空作业车、清洁卫生用具外，还应配备照度仪等相关设备。

④ 高速公路隧道照明设施的完好率应不低于95%，其他公路隧道应不低于90%。当照明光源达到其额定寿命的90%时，应进行成批更换，并选用节能光源。

⑤ 照明设施日常检查主要是对设施的使用及损坏情况进行巡检登记。当中间段连续损坏2盏以上灯、洞口加强段连续损坏3盏以上灯时，应及时进行更换或维修。

⑥对照明灯具的清洗频率宜为：1次/年。

5.7.3 隧道通风

① 隧道应保持良好的通风，保持 CO 烟雾浓度小于规定的容许值。

② 应保持隧道通风设施良好。

③通风设施养护应配备专用电工工具和机修工具,必要时配备风压计、风速计、声级计等。

④通风设施主要包括轴流风机、离心风机、射流风机及其配套设施,通风设施的设备完好率不应低于 98%。

⑤ 通风设施的日常检查主要是通过观察设备运转有无异常,确定设备是否存在隐患,并及时排除故障。高速公路隧道日常检查不少于1次/d,其他公路可按1次 (1~3) d 进行。必要时应进行应急检查。

⑥ 单向交通排烟风速按 $2\sim 3\text{m/s}$ 进行控制,双向交通排烟风速按 1.5m/s 进行控制。

⑦ 清理送(排)风口的网罩,清除堵塞网眼的杂物;定期保养风道板吊杆,防止其锈蚀或损坏;及时修复风口或风道的破损,更换损坏的风道板。

5.7.4 监控和消防

① 对隧道内各种监控传感器、信息板及信号标识、监控室的各种监控设备进行外观巡检,发现异常及时处治。

② 各种消防及救援设备必须保持完好,消防设施的设备完好率应达到100%,救援设施的设备完好率不低于98%。

③ 应针对隧道内可能出现的火灾及交通事故,制定周密的救援计划。对于特殊隧道(接近城市或人口稠密段等)、长、特长隧道应安排计划进行不少于1次/年的针对性的实地救援及防灾演练。

5.8 隧道监控化、信息化养护

对于长、特长以及特殊隧道,宜采用监控化、信息化养护技术进行预

防性养护。例如土建方面：通过实时监测设备（手段）对隧道洞口具有滑塌趋势的边仰坡、陡坡以及隧道洞内衬砌变形进行监测，根据监测变形分析结果进行预防性治理；机电方面：通过监控以及感应设施监测隧道内车流、事故、烟雾以及火灾情况，早发现早处理，降低事故损失。

5.9 其他工程设施

其他工程设施主要包括环保、房屋设施等，应经常保持完好、齐全。

- ① 及时对隧道洞口及周围的树木、草皮进行修剪、保持美观；
- ② 及时维修房屋渗漏水，粉刷墙面、门窗、钢构件等；
- ③ 及时修补防雷接地装置；
- ④ 防冻保温设施的维修保养不小于1次/年。

6 交通工程及沿线设施预防性养护

6.1 基本要求

交通工程及沿线设施应遵循“保障安全、提供服务、利于管理”的原则，保持完整、齐全和良好的工作状态。

6.2 养护内容

交通工程及沿线设施包括交通安全设施、公路机电系统（监控系统、收费系统、通信系统、供配电系统）、服务设施及养护房屋。交通工程的预防性养护应以交通安全设施为中心进行。

6.3 交通安全设施

交通安全设施包括交通标志、路面标线、突起路标、轮廓标、护栏、隔离栅、桥梁护网、防眩设施等，做为安全行车的保证，及时进行检查养护，保证功能的正常使用。

①交通安全设施养护内容包括检查、保养维护和更新改造。经常性检查的频率不少于1次/月，定期检查的频率不少于1次/年。

②交通标志部件应完整、无缺损。版面颜色应无明显褪色。对混凝土基座应随时加固，拧紧螺丝。

③路面标线应线形流畅，无大面积脱落。

④突起路标、轮廓标应保持其在夜间良好的视认性。

⑤波形梁钢护栏部件完整、防腐层无锈蚀、搭接方向正确。无变形、倾斜；水泥混凝土护栏应无明显的裂缝、掉角、破损等缺陷。

⑥隔离栅、桥梁护网应完整无缺，功能正常。

⑦防眩设施应完整、清洁、具有良好的防眩效果。

6.4公路机电系统

①定期对监控系统的地图板、显示屏、计算机系统、车辆检测器、可变信息标志、闭路电视、气象检测器、交通量调查观测站等设备的控制系统的工作环境、状态和性能进行检查、检测和维护。

②应定期对收费系统的车道控制器、闭路电视、对讲系统、显示器、键盘、IC（磁）卡发卡机、IC（磁）卡读写器、票据打印机等收费亭内设备，和电动栏杆机、费额显示器、摄像机、手动栏杆、电源线、雨棚信号灯、车道通信灯、雾灯、车辆检测器、不停车收费系统的路侧读写单元和天线控制器等设备进行检查、检测和维护。

③定期对通信系统的光电缆传输线路、数字传输系统（包括准同步系列 PDH、同步数字系列 SDH）、数字程控交换机、IP 网络设备、紧急电话系统和无线通信系统进行检查、检测和维护。

④定期对公路专用的供配电系统（包括高压配电装置、电力变压器、低压配电装置、配电线路和照明设备等）进行检查、检测和维护。

⑤认真做好公路机电系统的检查、检测和维护工作记录。

6.5服务设施

①及时清扫场地，清除场内杂物，清理疏通排水设施。保持服务区内环境的整洁卫生。

②定期检查消防设备的数量及完好情况。灭火器药剂必须定期更换。

6.6养护房屋

①养护房屋及周围环境应布局合理、整洁美观、设施适用、方便，并

保持排水通畅。

②养护房屋应定期检查、维护，及时修复损坏部分。

7 附则

7.1 适用范围

本指导意见适用于陕西省高速公路和普通国省干线公路的预防性养护，农村公路预防性养护可参照执行。

7.2 总体目标

——围绕“改革攻坚、养护转型、管理升级、服务提质”四个方面精准发力，争取到2020年，实现公路养护管理“1+2”总体目标。

——推行养护科学决策。国省道养护科学决策体系基本建立，技术状况检测和路面自动化采集覆盖率达 100%，科学决策技术运用普及率达 80%。

——实行绿色养护生产。高速公路、普通国省道废旧路面材料回收率分别达到 100%、98%，循环利用率分别达到 95%、80%以上。

——科学实施养护工程。高速公路预防性养护（单车道里程）平均每年实施里程比重不少于8%，普通国省道不少于5%；普通国省道当年新发现次差路次年实施养护工程比例不低于80%。

——推进养护规范化。养护技术标准体系及养护管理制度体系逐步完善，养护作业标准化水平及养护监管水平进一步提升。

——保持良好路况。高速公路总体技术状况（MQI）大于92。MQI 优等路率达到90%以上；平均路面使用性能指数(PQI)大于92。普通国省道总体技术状况(MQI)达到75 以上；MQI 优良路率达到70%以上；PQI 达到78 以上。农村公路优、良、中等路率不低于75%。

——保障桥隧良好技术状况。国省道一、二类桥梁比例90%以上，现有四、五类桥梁（隧道）改造加固率 100%，新发现四、五类桥梁（隧道）当年处治率100%。

7.3 其他

本指导意见的解释权归陕西省交通运输厅；编写单位为西安公路研究院。