

JTG

中华人民共和国行业标准

JTG 5410 - 20XX

公路养护工程设计规范

Specifications for Design of Highway Maintenance Engineering

(征求意见稿)

2020-xx-xx发布

202X-xx-xx实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业标准

公路养护工程设计规范

Specifications for Design of Highway Maintenance Engineering

JTG 5410 — 202X

主编单位：北京交科公路勘察设计研究院有限公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

施行日期：202X年××月××日

人民交通出版社股份有限公司

前 言

根据交通运输部交公路函〔2019〕427号《交通运输部关于下达2019年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》的要求，由北京交科公路勘察设计研究院有限公司承担《公路养护工程设计规范》（JTG 5410 - 202X）的制订工作。

公路养护作为公路可持续发展的重要组成部分，养护工作的好坏不仅影响公路功能的有效发挥，更影响广大人民群众生命财产安全和公共安全，事关民生安全和福祉。2018年3月22日，交通运输部发布了《公路养护工程管理办法》（交公路发〔2018〕33号），对我国今后一段时期的公路养护管理工作提出了新要求。本规范的制订是为了适应我国公路养护发展的需要和养护管理工作的新要求，解决我国公路养护工程设计存在的养护设计标准不明确、设计精细化程度不高、设计流程不清晰、设计成果不规范、对于养护工程施工与验收指导性不强等问题，规范和指导公路养护工程设计，提高养护工程设计质量。

本规范制订的指导思想是：严格贯彻国家和行业关于工程质量、安全、环境保护、资源节约等方面的要求，充分考虑养护工程实际与现阶段公路养护的特点和技术发展水平，在充分调研我国公路养护工程取得的经验的基础上，借鉴国外发达国家的先进经验，科学合理的确定公路养护工程设计的相关技术要求；本规范以《公路养护工程管理办法》为基本依据，充分体现有关公路养护工程设计的不管理要求，提高养护工程管理水平；本规范制订所遵循的原则是：因地制宜、安全耐久、经济合理、绿色环保、便于实施。本规范制订的主要内容包括：

- 1 明确了公路养护工程设计适用的范围、养护工程设计的类型、设计原则、设计标准及设计流程。
- 2 明确了预防养护和修复养护的设计内容、检测要求、设计方法、工艺要求及质量验收标准。
- 3 规定了应急养护的设计内容、应急处治流程及处治措施。
- 4 规定了交通组织与作业区的设计内容、保障措施及相关技术要求。
- 5 对特殊工程的健康监测信息化系统设计提出了导向性要求。
- 6 规定了养护工程设计文件的内容和组成。

本规范由总则、术语、基本规定、预防养护设计、修复养护设计、应急养护设计和交通组织与作业区七章构成。

本标准由孟书涛负责起草第1章，徐全亮负责起草第2章，宁选杰负责起草第3章及第5章路线，薛忠军负责起草第4、5章路基、李强负责起草第4、5章

路面、谢峻负责起草第 4、5 章桥涵、邓刚负责起草第 4、5 章隧道、赵妮娜负责起草第 4、5 章安全设施、杨秀军负责起草第 4、5 章机电设施、汪晶负责起草第 5 章环境保护与绿化工程、陈宇负责起草第 6 章、葛书芳负责起草第 7 章。

请各有关单位在执行过程中将发现的问题和意见，函告本规范日常管理组，联系人：孟书涛（地址：北京市海淀区花园东路 15 号旷怡大厦 12 楼；邮政编码：100191；电话 010-62028502；传真：010-62370155；电子信箱：st.meng@rioh.cn），以便下次修订时参考。

主 编 单 位：北京交科公路勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位：北京市道路工程质量监督站

中公高科养护科技股份有限公司

北京公科固桥技术有限公司

四川省公路规划勘察设计研究院有限公司

中交第一公路勘察设计研究院有限公司

浙江交工集团股份有限公司

主 编：孟书涛

主要参编人员：宁选杰 徐全亮 谢 峻 李 强 邓 刚 薛忠军
赵妮娜 杨秀军 汪 晶 陈 宇 葛书芳

主 审：胡文友

参与审查人员：

参 加 单 位：浙江省公路与运输管理中心

辽宁省交通运输事业发展中心

北京新桥科技发展有限公司

北京深华达交通工程检测有限公司

南京润程工程咨询有限公司

中国公路工程咨询集团有限公司

参 加 人 员：

目次

1	总则.....	- 1 -
2	术语.....	- 4 -
3	基本规定.....	- 5 -
4	预防养护设计.....	- 14 -
4.1	一般规定.....	- 14 -
4.2	路基.....	- 14 -
4.3	路面.....	- 16 -
4.4	桥涵.....	- 21 -
4.5	隧道.....	- 28 -
5	修复养护设计.....	- 33 -
5.1	一般规定.....	- 33 -
5.2	路线.....	- 33 -
5.3	路基.....	- 36 -
5.4	路面.....	- 43 -
5.5	桥涵.....	52
5.6	隧道.....	71
5.7	交通安全设施.....	80
5.8	机电设施.....	92
5.9	环境保护设施与绿化工程.....	103
6	应急养护设计.....	113
6.1	一般规定.....	113
6.2	路基应急养护设计.....	114
6.3	桥梁应急养护设计.....	117
6.4	隧道应急养护设计.....	120
7	交通组织与作业区.....	123
7.1	一般规定.....	123

7.2	交通组织.....	125
7.3	作业区.....	128
附录 A	养护工程项目方案设计文件编制内容	130
附录 B	养护工程项目施工图设计文件编制内容	135
附录 C	应急养护工程方案设计文件编制内容	142
附录 D	养护工程负责程度分级表	1423

1 总则

1.0.1 为规范和指导公路养护工程设计，提高养护工程设计质量，制定本规范。

条文说明

目前我国公路交通发展处于重要的转型期，逐步从建设高峰期向养护高峰期转化，但是在公路养护设计方面存在诸多问题，主要表现在公路养护设计多参照新建和改建公路设计相关规范进行设计，适应性较差；公路养护设计标准不明确，设计流程不规范，设计的精细化程度不高，造成养护施工与验收缺乏规范性约束与指导等。

2018年3月22日交通运输部发布了《公路养护工程管理办法》。该办法的出台，对我国今后一段时期的公路养护管理工作提出了新要求。本规范的制定是为了适应我国公路养护发展的需要，对公路养护工程设计工作进行规范和指导，提高养护工程设计质量和效率。

1.0.2 本规范适用于各技术等级公路养护工程的设计。

条文说明

按照《公路法》的规定，公路按技术等级划分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路五个技术等级，按照行政等级划分为国道、省道、县道、乡道。在交通运输部发布的相关管理规章和标准规范中，公路等级经常出现技术等级和行政等级同时使用的情况。本规范的“各等级公路”包括技术等级和行政等级，但是在技术指标的确定和实施时以技术等级为主，未考虑行政等级。

1.0.3 公路养护工程设计主要包括预防养护设计、修复养护设计和应急养护设计。

条文说明

1975年我国对公路养护工程按照其工程性质、复杂程度、规模大小划分为小修保养、中修、大修和改建工程，这种分类方法一直延续至今。

2018年3月22日交通运输部发布了《公路养护工程管理办法》，公路养护工程按照养护目的和养护对象分为预防养护、修复养护、专项养护和应急养护四类。

为了适应新的发展要求，本规范按照《公路养护工程管理办法》的规定，重点对预防养护、修复养护和应急养护工程设计做出规定。专项养护是主要针对阶段性重点工作实施的专项公路养护治理项目，其作业内容一般由地方结合阶段性重点工作自行确定，工程对象和内容存在不确定性。因此本规范未对专项养护设计作出具体规定，其设计一般参照修复养护，并根据工作要求编制相应的技术指南指导设计。

1.0.4 公路养护工程设计应遵循因地制宜、安全耐久、经济合理、绿色环保、方便实施的基本原则。

1.0.5 养护工程方案设计应针对养护设计类型，结合养护项目的技术现状、实施条件、全寿命周期技术经济分析等，经过论证后选定设计方案。

1.0.6 公路养护工程设计应坚持保护环境和节约资源的基本国策，充分利用废旧材料。

条文说明

保护环境，节约资源是基本国策。公路养护工程在设计过程中要充分坚持国策，充分利用废旧材料。

条文说明

公路养护工程设计的基本依据是对原有工程技术状况的检测和评价，在养护工程设计前，要根据养护工程目标和工程特点开展有针对性的编制试验检测方案并开展分析评价工作。目前各单位多依据《公路技术状况评定标准 JTG 5210》和《公路桥梁技术状况评定标准 JTG / T H21》进行检测评价，但这两个标准较适应于养护决策的检测评价，对于项目级的养护工程设计适用性较差，因此本规范有针对性的提出并制定了各专业开展养护设计所需要进行的试验、检测、调查

和分析的内容。

1.0.7 公路养护工程设计应根据项目所在的自然区划和工程特点确定相关的技术要求，本规范中未明确规定时，可结合实际情况进行设计。

条文说明

在全国各片区的现场调研过程中，多个省区提出了养护工程设计需要充分考虑区域特点的建议。我国幅员辽阔，西部一些省区跨越了多个气候分区，地形、地貌和地质条件差异很大，养护工程设计时较难以统一标准，对特殊性要求无法一一做出规定，因此本条对养护工程设计的特殊性要求做出规定。

1.0.8 公路养护工程应同步开展交通组织评价与设计，保障养护工程实施期间的交通通行和施工作业区安全。

条文说明

公路养护工程施工，特别是低等级公路多采用边通车边施工的组织方式施工，对公路服务水平和施工安全影响较大，需结合既有路网布局编制交通组织方案，以最大限度降低公路正常运营的影响。对于占道施工的情况需对交通服务水平下降状况和实际需求进行说明。

1.0.9 公路养护工程设计应积极采用成熟的新技术、新材料、新设备、新工艺。

条文说明

“四新技术”在工程实施过程中，多因为其技术要求和成果未纳入相关标准规范而无法及时得到推广应用，因此本规范明确提出鼓励采用经验证的四新技术，并对涉及工程质量和安全的四新技术的应用提出了规模化应用的前提条件。

1.0.10 公路养护工程设计除应符合本规范规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

条文说明

在执行本规范的规定外，对于本规范未规定的相关内容按照

2 术语

2.0.1 养护工程设计 maintenance engineering design

为保证公路的正常使用对集中实施的病害预防、修复和应急养护工程进行的调查检测、病害诊断、处治方案设计与施工图设计等工作内容。

2.0.2 养护工程设计使用年限 maintenance engineering design working/service life

在正常设计、正常施工和正常使用条件下，路面、桥涵、隧道等结构或结构构件的养护工程按其设计目标达到的使用年限。

2.0.5 专项检测 Special Inspection

根据养护工程设计需要，借助专用设备或方法对公路工程的技术指标开展的检查、试验和测量，并对检测结果进行分析评价。

2.0.6 设计单元 design unit

综合考虑养护工程的病害类型、设计方案、实施条件等因素，按照一定的规则对养护对象进行分类或分段，作为养护工程设计的基础单元。

2.0.7 动态设计 dynamic design

公路养护工程实施前和实施过程中，根据病害发展变化情况开展的养护技术方案和工程量的调整设计。

2.0.8 总体设计 total design

对公路养护工程项目开展的各专业之间设计内容的统筹与协调工作。

3 基本规定

3.0.1 公路养护工程设计应根据养护工程类型与病害类型明确设计原则、设计标准、设计方法及其他技术要求等内容。

3.0.2 养护工程设计应以公路养护工程专项检测与评价为基本依据，并结合养护工程类别、病害状况及发展趋势、全寿命周期技术经济分析等合理确定养护工程设计方案，并应遵循下列原则：

- 1 根据区域社会经济发展状况、公路自然区划、公路等级、项目特点等进行针对性设计。
- 2 针对不同病害的分布特点分段、分类设计，实现养护工程设计标准化。
- 3 根据工程病害发展情况进行必要的动态设计。
- 4 采用成熟可靠的工艺与方法。

条文说明

3.0.2 本条明确了养护工程的设计依据，并对标准化设计、针对性设计、动态设计、成熟工艺等方面提出了原则性要求。

1 针对性设计主要考虑我国不同区域在社会经济、气候、水文等方面存在较大差异，会出现相同病害不同病因的情况，因此其病害处治方法也存在一定的差异。

2 在病害现象诊断分析的基础上进行分段、分类，并采取相对应的处治方案，重在提高养护工程设计和施工的标准化程度。

3 在养护工程设计周期内，工程病害受交通车辆运行的影响，存在进一步发展扩大或加深的情况，因此为能够完整、彻底的处治病害，在施工过程中进行动态变更设计是非常必要的；调研中还发现部分养护工程设计完成后未能按时施工，且拖延时间过长，此类项目再次启动时需按病害发展情况进行重新设计，也是动态设计的内容之一。

3.0.3 养护工程设计应不低于公路原设计标准；修复养护工程中，涉及工程

安全和交通安全的局部路段，应按现行新建、改扩建标准执行。各专业设计标准还应遵循下列规定：

条文说明

3.0.3 从全国调研情况看，各地认为在养护工程不改变原有设施结构的情况下，综合养护工程的经济性、结构本体可靠性、社会影响等，维持公路原设计标准较为合理。本规范主要考虑伴随着工程技术的发展和工程经验的积累，在工程边界条件不受制约的情况采用新的技术标准更加适应行业发展水平，因此本条文做了不低于公路原设计标准的规定，为设计者提供了设计标准选择的空间。考虑到工程安全和交通安全影响到人民群众的生命和财产安全，因此本规范对于涉及工程安全和交通安全的局部路段要求按现行新建、改扩建的标准执行。

基于各专业工程特点和技术发展的差异性，本规范对于不同专业的设计标准也做了差异化的规定，更加符合专业特点。

1 养护工程采用的公路技术等级、设计速度、路基标准横断面宽度等主要技术标准应与原公路相同。养护工程相关设施不得侵入公路建筑限界范围。

2 养护工程设计使用年限应根据养护工程类别、专业工程特点、交通量、公路技术状况、原设计使用年限等综合确定。

3 养护工程中新增路基工程应按照现行标准进行设计。

条文说明

新增工程是根据公路养护需求，需新增相关路基工程，例如排水设施、挡土墙、新增路基等。

4 路面养护工程设计标准应符合下列规定：

1) 沥青路面典型预防养护措施预期使用年限应不低于表3.0.3-1的规定，其他预防养护措施可根据其性能特点合理确定。

表 3.0.3-1 典型预防养护措施预期使用年限

措施	含砂雾封层	稀浆封层	微表处	碎石封层	纤维封层	复合封层	超薄磨耗层	薄层罩面
时间(年)	2	2	3	3	3	4	5	5

条文说明：

预防养护措施根据养护实施时机和措施强度的不同,可分为轻等强度预防养护、中等强度预防养护和重等强度预防养护,其设计年限依次增长。具体确定预防养护预期使用年限时,还应结合选用的具体技术措施、交通荷载等级等因素综合确定

2) 沥青路面结构性修复设计使用年限可参照表3.0.3-2选用,有特殊要求时可适当调整。结构性修复设计使用年限应综合考虑交通状况、路面使用性能、养护目标等因素进行选择,作为路面结构验算的计算参数。

表 3.0.3-2 沥青路面结构性修复设计使用年限

公路等级	设计使用年限	公路等级	设计使用年限
高速公路、一级公路	10~15	三级公路	6~10
二级公路	8~12	四级公路	5~8

条文说明:

表 3.0.3-2 所列数值为结构性修复养护路面结构设计使用年限选取范围,指标上限为新路设计年限最低要求,此处于《公路沥青路面设计规范》(D50)相匹配;由于修复养护中原有路面结构仍有部分保留利用,故其整体结构的使用年限要求要低于新建路面结构的使用年限要求,本规范指标下限为根据《沥青路面长期使用性能研究》项目得出的我国各等级公路路面大修周期最低值,作为结构性修复措施的最低使用年限要求。

3) 沥青路面功能性修复预期使用年限可参照表3.0.3-3选用,有特殊要求时可适当调整。

表 3.0.3-3 沥青路面功能性修复预期使用年限

公路等级	使用年限	公路等级	使用年限
高速公路、一级公路	5~8	三级公路	3~4
二级公路	4~6	四级公路	3~4

条文说明:

表 3.0.3-3 所列数值为功能性修复养护路面结构预期使用年限取值范围,主要依据《沥青路面长期使用性能研究》项目得出的我国各等级公路路面中修周期

变化范围确定。本规范中允许在一个结构性修复周期内，合理安排若干次预防养护及功能性修复，从而达到延长路面结构使用寿命，提高全寿命周期路面服务水平之目的。

4) 水泥混凝土路面结构性修复设计使用年限，应根据养护措施进行选择。对于水泥路面的修复养护，可参照表 3.0.3-4 选用；对于水泥路面改造为沥青路面的修复养护，可参考沥青路面修复养护设计使用年限选择相关规定。有特殊要求时可适当调整。

表 3.0.3-4 公路水泥路面结构性修复设计使用年限

公路等级	设计使用年限	公路等级	设计使用年限
高速公路、一级公路	20~25	三级公路	10~15
二级公路	15~20	四级公路	8~10

5 对于年代久远、资料缺失的桥涵，养护设计标准可参照同时期类似工程，结构性修复养护荷载标准不宜低于公路 II 级；I 类桥涵养护设施的设计使用年限不宜低于 15 年。

6 交通安全设施更换和改造设计宜采用现行标准。

条文说明

修复养护设计主要是对既有设施进行更新维护和性能提升，以保证其使用功能，主要是从保持功能需求和现状运营需求的角度，对既有的设施进行修补等，一般来说应以设计时期标准作为养护设计标准，养护工程设计服务水平、技术指标和建筑界限等应符合原设计标准的有关规定。但交通安全设施和其他公路工程设施有所不同，由于和交通安全直接相关，随着社会的发展对交通安全的需求和关注越来越高，交通安全设施不做提升，仅对设施建设期使用功能的恢复，不能满足人民群众对交通安全出行的需求，因此原则上要求设计标准不得低于原设计标准，但具体应采取综合论证的方法确定设计标准，分别针对修复养护、更换养护和改造养护做出了原则性规定。

7 机电设施修复养护设计更新及增设宜按照现行设计标准。隧道运营风险较高的隧道和事故多发路段的机电设施修复养护设计宜按照现行设计标准。

条文说明

机电设施技术换代很快，旧产品很多都停产，新产品在技术指标、节能等

方面往往具有更好的优势。对于满足系统兼容性要求的新产品，采用最新技术标准符合技术发展趋势，全寿命周期具有更高技术、经济性优势。由于技术进步和运营经验的积累，隧道运营环境指标也在调整，如隧道照明亮度指标新规范较原规范有所降低，但隧道运营安全性和舒适性得到保障，遵守新规范技术指标具有更好的优势。

条文说明

机电设施技术换代很快，旧产品很多都停产，新产品在技术指标、节能等方面往往具有更好的优势。对于满足系统兼容性要求的新产品，经评价符合技术发展趋势，全寿命周期具有更高技术、经济性优势，应采用最新技术标准。由于技术进步和运营经验的积累，隧道运营环境指标也在调整，如隧道照明亮度指标新规范较原规范有所降低，但隧道运营安全性和舒适性得到保障，改造设计中应遵守新规范技术指标。

8 环境保护设施与绿化工程提升设计宜采用现行设计标准。

条文说明

一般来说，修复养护设计总体原则是不低于原标准与规范要求。随着近年来国家对于污染防治、生态保护提出新的更高的要求，多年来工程建设存在并应解决的问题，应严格落实，因此在提升养护类别，尤其项目执行新规定有明确时限要求的，给出宜按照现行标准执行的规定。

3.0.4 修复养护工程项目应进行总体设计，使各类影响因素达到协调统一。并应符合下列要求：

1 应统筹协调各相关专业间的关系，明确相关设计界面和接口。

2 应结合公路等级、交通状况、实施条件及对交通运行影响等合理确定养护工程设计标准和工程规模。

条文说明

3.0.4 养护工程项目的设计与实施在逐步向系统化转变，即同步开展整个项目各专业工程病害的处治，而各专业工程之间是紧密衔接和相互影响的，总体设计的目的在于处理和衔接好各专业间的关系，避免出现因总体考虑不周造成相

互间的冲突甚至工程的变更浪费。

2 公路养护工程各专业设计标准存在差异，个别专业的设计指标也存在选择的空間，因此在选择具体的设计标准时还是要统筹权衡各种影响因素，确保采用的设计指标具有针对性和适宜性。

3.0.5 公路运营期间频繁出现交通安全事故的路段应进行安全评价，并开展针对性的设计。

条文说明

3.0.5 交通安全涉及到人民群众的生命和财产安全，因此在公路养护工程实施过程中及时解决事故多发路段的安全隐患是十分必要的，其中安全评价是养护工程设计的基本依据。

3.0.6 交通组织与作业区应结合公路等级、养护工程类别、病害类型、施工组织方案等进行相应的方案设计。

条文说明

3.0.6 交通组织和作业安全作为公路养护特有的工作内容，其对于公路养护工程实施期间的交通运营保障和施工期安全具有非常重要的意义，因此本规范将该项工作纳入养护专项设计内容并应开展针对性的方案设计。

3.0.7 养护工程应根据项目的总体规模、控制性工程施工条件、病害影响程度、公路营运安全及交通组织方式等相关因素，论证确定施工组织方案。

条文说明

3.0.7 公路养护工程的施工有别于建设项目，其施工方案包含了半幅施工半幅通车、交通分流整幅施工、分段施工、错幅施工、夜间施工等，施工方案合理与否对交通运行效率、运行安全、工程造价等有较为直接的影响。

3.0.8 养护工程设计应对材料技术要求、主要施工工艺、质量验收标准等做出规定。

条文说明

3.0.8 养护工程设计所使用的养护材料技术要求、工艺要求及相关设计指标，是保证养护工程施工质量的重要参数。目前养护工程设计对相关要求不够明确，造成养护工程的实施效果不佳，因此本规范要求将其作为设计内容并在设计文件中进行详细说明。

3.0.9 特殊的路基、桥梁、隧道等养护工程宜开展健康监测信息化系统设计，为养护工程设计提供即时的、连续的基础数据。

条文说明

3.0.9 为适应行业信息化建设发展趋势，推动公路特殊结构物的健康监测体系的建设，便于及时掌握病害状况与发展趋势，为养护工程的决策和设计提供即时的、连续的基础数据支撑。本规范给出了信息化系统设计的导向，以期逐步完善特殊结构物健康监测体系并得到普遍应用。

3.0.10 养护工程设计阶段划分应遵循下列规定：

- 1 预防养护工程设计一般采用一阶段施工图设计。
- 2 修复养护工程设计一般采用方案设计和施工图设计两阶段设计，技术简单、方案明确的修复养护工程设计可采用一阶段施工图设计。
- 3 应急养护工程设计可采用一阶段方案设计。

条例说明

养护工程设计根据养护工程类型、公路等级及结构物复杂程度等的不同，分为一阶段设计和两阶段设计。从全国调研的情况来看，各等级公路的预防养护和技术简单、方案明确的修复养护一般多采用一阶段施工图设计，技术复杂的修复养护工程多采用两阶段设计。为确保养护工程设计深度和质量，本条文结合调研情况对养护设计阶段进行了明确。应急养护主要为应急抢通、保通、抢修工程，采用一阶段方案设计（等同于《公路养护工程管理办法》中的技术方案）重在加快应急工程的组织实施。

3.0.11 公路养护工程设计基本流程应按图 3.0.11 执行，采用一阶段施工图设计的项目可略去方案设计阶段。各阶段开展的具体工作应符合下列要求：

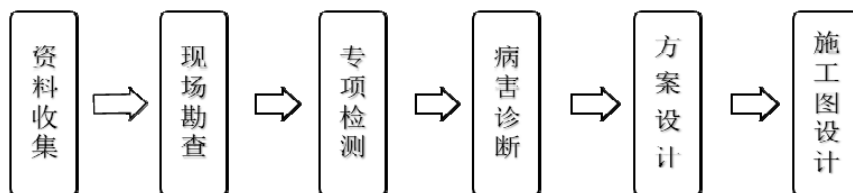


图 3.0.11 养护工程设计基本流程图

1 资料收集应包含养护项目养护计划、原竣工文件、原设计文件、建养管历史资料、历史交通量、现交通量与交通构成、安全隐患与事故黑点资料、区域气候、地质及水文条件等。

2 现场勘查应开展以下工作：

- 1) 根据养护工程项目实际需求开展必要的路线测量和地质勘察工作。
- 2) 根据年度公路技术状况检测成果，现场核查各类病害状况及病害发展趋势等。
- 3) 应补充调查年度公路技术状况检测成果缺少的内容，包括路基病害、防护及排水设施、安全设施、环保设施等。
- 4) 应调查事故隐患点现场状况、养护工程材料来源、已实施养护工程的效果、及其他相关影响因素等。

3 专项检测应对年度公路技术状况检测与现场勘查成果进行分析，并结合设计需要开展针对性的检测。

4 病害诊断应综合分析病害成因，判断病害发展趋势，并根据病害类型、分布特点及严重程度等分段、分类统计。

5 方案设计应在相关调查、技术状况检测、专项检测的基础上，进行病害分析，提出养护工程设计方案并进行技术经济比选，选择最佳实施方案，并编制概算文件。

6 施工图设计应针对病害类型进行详细设计，形成完整的施工图设计文件

和预算文件。

条文说明

3.0.9 全国调研显示，不同区域养护工程设计流程不尽一致，部分区域设计流程缺失，设计流程的不规范也造成了设计质量的下降。为规范养护设计流程，本条对通用设计流程进行了规定，各专业结合各自特点在通用流程的基础上细化相关内容。

3.0.12 养护工程设计文件的编制，应符合国家有关方针政策，按照有关标准、规范、规程的规定，并满足下列要求：

1 预防养护、修复养护工程设计文件编制组成参照附录 A、附录 B，应急养护工程设计文件编制组成应参照附录 C、附录 D。各篇章内容应结合项目的性质和特点合理选用。

2 两阶段设计文件编制内容应分阶段采用附录 A、附录 B，一阶段设计文件编制内容应参照附录 B，并应根据养护项目实际需要增加附录 A 中相关内容。

3 养护工程项目专业单一时，总体设计篇章可与专业篇章合并编写。

3.0.13 养护工程设计应综合考虑养护工程类别、公路等级、病害类型与严重程度、病害处治设计复杂程度、专项检测难度与工作量、交通组织复杂程度等因素进行养护工程复杂程度分级并开展针对性的设计，实现养护工程的精细化设计。养护工程复杂程度分级与影响系数可参照附录 D。

4 预防养护设计

4.1 一般规定

4.1.1 预防养护设计应重点对路基、路面、桥涵、隧道等养护工程进行设计，其他专业可根据养护需要开展设计。

4.1.2 预防养护应以延缓性能过快衰减或延长使用寿命为设计目标。

4.1.3 预防养护设计应以现场调查和必要的专项检测为依据，科学合理确定病害预防处治方案。

4.1.4 预防养护工程设计方案应便于快速实施。

条文说明

4.1~4.4 本节对预防养护设计的内容、设计目标、设计依据等作出规定，并对养护工程方案实施的快捷性作出原则性要求。

4.2 路基

4.2.1 路基预防养护设计内容，主要包括病害调查与分析、养护工艺设计、主材性能要求、验收标准及相关技术内容，主要解决造成潜在的结构性和安全性的轻微病害。

4.2.2 路基预防养护设计适用的病害与缺陷见表 4.2.2。

表 4.2.2 路基预防养护的病害与缺陷

序号	工程部位	病害与缺陷	病害描述
1	边坡	坡面冲刷	雨水冲刷坡面，形成深度 10cm 以上的沟槽（含坡脚缺口）。
2		碎落崩塌	路堑边坡因表层风化等产生的碎石滚落、局部坍塌等现象。
3	防护及支挡结构物	表面破损	勾缝或沉降缝损坏、表面破损、钢筋外露和锈蚀等现象。
4		排（泄）水孔淤塞	排（泄）水孔被杂物堵塞，造成排水不畅。
5	排水设施	排水设施不完善	既有公路排水设施缺失、未与外部排水系统衔接，造成排水不畅。

4.2.3 路基预防养护应进行病害调查与分析,除应符合本规范第 3.0.9 的有关
规定,还应进行相关专项检测,检测项目见表 4.2.3。

表 4.2.3 路基预防养护专项检测项目

序号	病害与缺陷	检测类型		检测项目	检测频率
		高速、一级	二级及以下		
1	坡面冲刷	病害外观调查		病害范围、位置、破损深度等	普查
2		水文地质	/	地下水出露位置、流量变化、 地表汇水和径流情况等	病害范围内 1 处
3	碎落崩塌	病害外观调查		病害范围、位置、破损深度等	普查
4		地质勘探	/	地层岩土性质、厚度、空间缝 补特征及有关物理力学参数	2~3 个点位/公里
5		水文地质	/	地下水出露位置、流量变化、 地表汇水和径流情况等	病害范围内 1 处
6	防护及支挡 表面破损	病害外观调查		病害范围、位置、破损深度等	普查
7	排(泄)水	病害外观调查		堵塞的数量、位置、堵塞原因 等	普查
8	孔淤塞	水文地质	/	地下水出露位置、流量变化、 地表汇水和径流情况等	病害范围内 1 处

4.2.4 路基边坡的坡面冲刷病害预防养护设计,应符合下列要求:

1 应根据公路等级、边坡坡率、工程地质条件等因素,因地制宜选择植物防
护、工程防护以及综合防护等措施。

2 应进行边坡排水系统的核验,采取截排水等设计方案,保证边坡排水系统
完善。

4.2.5 路基边坡的碎落崩塌病害预防养护设计,应符合下列要求:

1 应进行边坡排水系统的核验,采取截排水等设计方案,保证边坡排水系
统完善。

2 可采用植物防护、工程防护和综合防护的坡面防护设计,应根据边坡坡
率和边坡岩土状况等因素,选择边坡养护的防护措施。

3 边坡坡脚宜设置碎落台,其宽度可根据边坡高度和土质确定,不宜小于
1m。

4 宜采用主、被动 SNS 网防止措施。

- 5 对风化的软质岩层，可修建干砌或浆砌片石护墙。
- 6 对裂缝较多的岩层，可采用喷浆法。
- 7 宜在碎落崩塌处增加警示设施。

4.2.6 防护及支挡结构物预防养护设计，应符合下列要求：

1 防护及支挡结构物的勾缝、沉降缝、砌石（水泥混凝土等）和钢筋等工程部位，宜按照原有标准进行养护设计。

2 材料技术要求可参照原有设计技术要求，或者根据现场的病害分析，提高材料技术要求等级。

4.2.7 排水设施进行预防养护设计，应符合下列要求：

1 路基增设或者完善排水设计，应根据公路等级、沿线地形、地质、气象、桥涵位置等条件，结合路面排水、路基防护、地基处理方式等综合考虑、系统设计，形成完善的防排水系统。

2 路基增设或者完善排水设计，应参照《公路路基设计规范》（JTG D30）和《公路排水设计规范》（JTG/T D33）。

3 排水设施所用材料的强度应不低于《公路路基设计规范》（JTG D30）的技术要求。

4.3 路面

4.3.1 路面预防养护设计单元应由性质相似且空间连续的评价单元合并而成，应考虑的因素包括路面病害类型、路面技术状况及衰减特征、养护历史等。

4.3.2 路面预防养护主要病害类型见表4.3.2。

表4.3.2 路面预防养护适用的主要病害类型

序号	分类	病害与缺陷	病害描述
1	沥青混凝土路面	表面层出现轻度病害	病害种类：轻度裂缝、松散、泛油等； 高速公路及一级公路 $85 < PCI < 92$ ； 二级及以下等级公路 $80 < PCI < 85$ 。
2		表面抗滑性能不满足使用要求	高速公路及一级公路 $SRI < 75$ ； 二级及以下等级公路 $SRI < 70$ 。

序号	分类	病害与缺陷	病害描述
3		表面出现轻度水损坏病害	病害种类：坑槽、唧浆等。
4		表面出现轻微车辙病害	高速公路及一级公路 $70 < RDI < 75$ ； 二级及以下等级公路 $60 < RDI < 70$ 。
5	水泥混凝土路面	面层出现轻度病害	病害种类：磨损、露骨、剥落、起皮等； 高速公路及一级公路 $85 < PCI < 92$ ； 二级及以下等级公路 $80 < PCI < 85$ 。
6		表面抗滑性能不满足使用要求	高速公路及一级公路 $SRI < 75$ ； 二级及以下等级公路 $SRI < 70$ 。
7		板底出现脱空病害	板中弯沉值 $< 0.2\text{mm}$ ； 接缝两侧弯沉差 $> 6\text{mm}$ ； 接缝传荷能力评价为中等。
8		接缝填料损坏	填缝料突出板面； 高速公路、一级公路 $> 3\text{mm}$ ； 二级及以下公路 $> 5\text{mm}$ ； 填缝料脱落大于 $1/3$ 缝长。

4.3.3 应根据路面病害类型、分布状况及严重程度，开展路况专项调查及评价，结合历史数据分析病害发展规律，诊断病害产生原因，并判断病害发展趋势。

4.3.4 路面预防养护检测与调查应符合表4.2.4 的要求。

表4.2.4 路面预防养护检测与调查要求

分类	病害与缺陷	检测频率要求		检测指标要求
		高速及一级公路	二级及以下	
沥青混凝土路面	表面层出现轻度病害	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害：连续检测； ● 钻芯取样：1~2个/车道公里； 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害：连续检测； ● 钻芯取样：1个/车道公里； 	<ul style="list-style-type: none"> ● 采用自动化检测设备或人工调查的方式，详细记录病害类型、位置及严重程度； ● 详细记录对病害发展层位及发展形态； ● 取样层位：表面层； ● 在相邻位置无病害处检测进行数据比对。
	表面抗滑性能不满足使用要求	<ul style="list-style-type: none"> ● 横向力系数：连续检测； ● 构造深度：20点/车道公里； ● 粗集料磨光值：1 	<ul style="list-style-type: none"> ● 横向力系数：连续检测； ● 构造深度：10点/车道公里； 	<ul style="list-style-type: none"> ● 采用自动化检测设备或人工调查的方式，检测路表横向力系数、构造深度等指标； ● 根据需要对路面纹理特征及表面层材料集料性能开展调查。

分类	病害与缺陷	检测频率要求		检测指标要求
		高速及一级公路	二级及以下	
		点/车道公里		
	表面出现轻度水损坏病害	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表渗水试验: 3~5 点/车道公里 ● 钻芯取样: 1~2 个/车道公里; ● 沥青混合料孔隙率: 1 点/车道公里 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表渗水试验: 1~3 点/车道公里 ● 钻芯取样: 1 个/车道公里 	<ul style="list-style-type: none"> ● 在破坏位置开展钻芯取样、材料试验及渗水性能检测等工作, 检测路表面沥青混合料孔隙率及渗水系数; ● 在相邻位置无病害处检测进行数据比对。
	表面出现轻微车辙病害	<ul style="list-style-type: none"> ● 钻芯取样: 1~2 个/车道公里; ● 沥青面层劈裂强度: 1~2 点/车道公里 ● 沥青混合料空隙率: 1~2 点/车道公里 	<ul style="list-style-type: none"> ● 钻芯取样: 1 个/车道公里; ● 沥青面层劈裂强度: 1 点/车道公里 ● 沥青混合料空隙率: 1 点/车道公里 	<ul style="list-style-type: none"> ● 采用自动化检测设备或横断面仪, 详细记录病害产生位置、车辙深度、车辙形态等; ● 同一车辙病害位置, 分别在车辙最深处、凸起处及路肩位置取芯; ● 结合钻芯取样测量各结构层厚度, 分析发生变形的层位; ● 取样层位: 面层;
水泥混凝土路面	面层出现轻度病害	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害: 连续检测; 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害: 连续检测; 	<ul style="list-style-type: none"> ● 采用自动化检测设备或人工调查的方式, 详细记录病害类型、分布位置及严重程度等
	表面抗滑性能不满足使用要求	<ul style="list-style-type: none"> ● 横向力系数: 连续检测; ● 构造深度: 20 点/车道公里; 	<ul style="list-style-type: none"> ● 横向力系数: 连续检测; ● 构造深度: 10 点/车道公里; 	<ul style="list-style-type: none"> ● 采用自动化检测设备或人工调查的方式, 检测路表横向力系数、构造深度等指标; ● 可根据需要对检测路表面纹理特征。
	板底出现脱空病害	<ul style="list-style-type: none"> ● 接缝两侧弯沉差: 逐板检测 ● 接缝传荷能力: 逐板检测 ● 探地雷达: 连续检测 	<ul style="list-style-type: none"> ● 接缝两侧弯沉差: 抽样检测 ● 接缝传荷能力: 抽样检测 ● 探地雷达: 抽样检测 	<ul style="list-style-type: none"> ● 采用贝克曼梁弯沉仪、落锤式弯沉仪或探地雷达等无损检测设备, 判断脱空位置、影响面积及严重程度等。
	面层接缝填料损坏	<ul style="list-style-type: none"> ● 接缝料损坏: 逐板检测 	<ul style="list-style-type: none"> ● 接缝料损坏: 逐板检测 	<ul style="list-style-type: none"> ● 详细记录填缝料突出板面高度; ● 详细记录填缝料损坏长度。

4.3.5 路面预防养护设计方案应符合下列要求:

1 路面预防养护方案应根据路面病害特点, 结合养护设计标准, 有针对性的进行选择。

2 应根据预防养护方案适用条件，结合施工条件及筑路材料质量状况，选择适合的加铺层厚度。

3 沥青路面预防养护方案选择，应满足表4.3.5的规定。

表 4.3.5 沥青路面预防养护方案适用条件

序号	养护方案	适用条件		推荐厚度
		病害类型	公路等级	
1	含砂雾封层	适用于表面有松散麻面、渗水。沥青老化且抗滑性能较好的沥青路面； 不适用于由酸性岩石、鹅卵石等破碎集料铺筑的沥青路面；	适用于各等级公路	—
2	稀浆封层	适用于路面已出现磨损、老化、光滑、松散、裂缝等病害，或需要尽快恢复通车的路段，可恢复路表抗滑性能，封闭表面裂缝，提高行驶质量	适用于二级及以下等级公路	1~1.5cm
3	微表处	适用于路面出现渗水、老化、抗滑性能下降、路面车辙严重、平整性差或者有轻微裂缝等病害路段，可有效的封水、抗滑、改善路面外观、修复车辙、提高平整度、延缓沥青路面老化	适用于各等级公路 推荐用于二级及二级以上公路	1~1.5cm
4	碎石封层 纤维封层	作为磨耗层时，适用于路面出现抗滑性能下降、路表面出现轻微裂缝等病害路段	二级及以下等级公路	1~1.5cm
5		作为应力系数层时，适用于加铺功能性罩面、结构性补强、桥隧沥青铺装、水泥混凝土路面沥青铺装等需要起到应力吸收作用的粘结防水层	各等级公路	1~1.5cm
6	复合封层	适用于处理路面出现的各类轻微病害，并可改善路面平整度及抗滑等性能	碎石封层或纤维封层+微表处适用于二级及二级以上公路； 碎石封层+稀浆封层适用于二级及二级以下公路	2~3cm
7	超薄磨耗层	适用于处理路面出现的各类轻微病害，并可改善路面平整度	各等级公路	1.5~2.5cm
8	薄层罩面	适用于处理路面出现的各类轻微病害，并可改善路面平整度	各等级公路	2.5~3.5cm

4 水泥混凝土路面预防养护方案选择，应遵循下列原则：

1) 表面功能恢复：对于磨光、起皮、剥落、露骨及抗滑不良等功能性病害，应根据病害破坏特点选用维修工艺，包括刻槽、铺水泥砂浆薄层、沥青磨耗层等。

2) 板底注浆：应及时采用板底注浆工艺处治水泥板底脱空病害，注浆材料包括水泥乳化沥青砂浆、水泥砂浆、水泥浆及聚合物填充料等。

3) 接缝修复：应及时进行维修或更换与水泥混凝土板缝壁具有良好的粘结力的填缝料，包括聚氯乙烯胶泥、橡胶沥青、聚氨酯焦油类或聚氨酯类等。

4.3.6 路面预防养护材料设计应符合下列要求：

1 路面预防养护应结合筑路材料供应状况开展材料设计，包括原材料质量要求、配合比设计等，并提出混合料性能指标要求。

2 路面预防养护原材料应根据沿线料场分布和材料性能检测结果，并结合材料性能要求和地区路面使用经验进行合理选择。

3 路面预防养护措施原材料质量要求应满足《公路沥青路面养护技术规范》、《公路水泥路面养护技术规范》等标准规范的相关规定。

4.3.7 在路面预防养护整体加铺工程实施前，应综合病害类型、分布范围、病害层位及产生原因等因素，合理确定病害处治措施，修复既有路面病害。

4.3.8 路面预防养护工程实施后，应针对设计相关指标进行检验，并满足表4.3.8的相关规定；且在设计使用年限内各项路况指标应满足现行《公路沥青路面养护技术规范》及《公路水泥路面养护技术规范》等相关标准规范的要求。

表 4.3.8 路面预防养护工程验收标准

路面类型	检测项目		检测频率	质量要求或允许偏差	检测方法
沥青混凝土路面	厚度 (mm)	均值	5 个断面 /km	不小于设计值	T0912, 每个断面挖坑 3 点
		合格值		设计厚度-10%	
	渗水系数 (ml/min)		5 个点/km	≤10	T0971
	抗滑性能	摆值 F_b (BPN)	5 个点/km	符合设计要求	摆式仪: T0964
		横向力系数 (可选)			T0965 或 T0967
构造深度 (mm)		T0961			
宽度 (mm)		5 个点/km	不小于设计值	钢卷尺量法	
水泥混凝土路	抗滑性能	摆值 F_b (BPN)	5 个点/km	符合设计要求	摆式仪: T0964

路面类型	检测项目		检测频率	质量要求或允许偏差	检测方法
面		横向力系数 (可选)			T0965 或 T0967
		构造深度 mm)			T0961
	板底脱空处治 效果	接缝两侧弯沉 差 (0.01mm)	5 个点/km	不大于 6	T0951 或 T0953
		接缝传荷能力	5 个点/km	优良	T0951 或 T0953

4.4 桥涵

4.4.1 桥涵预防养护工程设计应依据专项检测评估的结果,对技术状态 1、2 类别的桥梁,好、较好类别的涵洞的构件功能轻微衰减或延长使用寿命进行预先处治需要的材料性能、针对性的处治措施、施工要点、修复效果验收指标等内容做出设计规定。

条文说明

4.4.1 桥涵预防养护主要包括构件的周期性预防处治和基于技术状况的预防处治。由于对桥涵性能长期衰变的基础规律研究尚不充分,并无公认的统一模型。目前对于桥涵预防性养护的时机,采取以周期时间为主和基于性能指标的选择为辅的机制较为实际。预防养护通常和日常养护、小修保养有密切的关系,但作为工程设计而言,本规范主要针对以控制可能对桥涵构件功能和结构安全有潜在威胁的轻微病害或趋势而集中进行的维护,如防腐、防锈、防侵蚀等,开展设计。另外还包括对于达到设计使用年限,但结构状态良好的桥涵构件,进行的延寿设计。

4.4.2 桥涵病害符合表 4.4.2 情况时宜进行预防养护。

表 4.4.2 桥涵预防养护的病害类型

序号	分类	病害与缺陷
1	混凝土构件	表面存在开裂、蜂窝、空洞、破损等表观缺损
2		内部存在空洞、钢筋保护层厚度不足、预应力管道灌浆不饱满等内部缺
3		钢筋存在锈蚀风险
4	钢构件	涂层轻度劣化或出现局部涂层破损
5	伸缩缝	过车异响、橡胶密封条破损、滑动支承磨损

6	支座	橡胶保护层开裂、偏压、剪切变形过大
7	基础	基础冲刷超过设计
8	防水	结构渗漏

4.4.3 桥涵预防养护设计的检查评估应符合下列规定：

1 可采用（查）定期检查的成果，设计前宜对拟处理的病害程度和数量进行现场查验。数量较多的表观缺损可采用抽检，比例不宜低于 30%。

2 沿海及存在侵蚀介质地区桥涵应补充钢筋腐蚀性专项检测评估，检测要求应符合表 5.5.4 的规定。

3 评估预应力混凝土结构灌浆质量有疑问时应对其灌浆饱满程度进行专项检测，检测要求应符合表 5.5.4 的规定。

4 钢管混凝土结构应对其脱空情况进行专项检测，检测要求应符合表 5.5.4 的规定。

4.4.4 混凝土桥涵预防性养护设计应符合下列要求：

1 养护检查发现的混凝土桥涵的内部及外部缺陷应及时进行修复。

1) 混凝土裂缝应根据裂缝的性质、深度、宽度及活动性采取有针对性的处理措施。

2) 表面蜂窝、空洞等表观缺陷深度大于 5cm 或面积大于 20×20cm 的表面缺陷，宜加设 $\phi 5$ (50×50mm) 带肋钢丝网片。水中冲蚀造成的构件破损宜采用玻纤或钢套筒进行抗冲刷防护。

3) 预应力混凝土桥梁的预应力管道灌浆空洞或钢管混凝土脱空的补压浆应根据空洞的位置和结构分仓设计适宜的进出浆孔，灌浆材料应满足《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50) 相关标准要求，采用专用压浆料或压浆剂配制的浆液进行压浆。

4) 结构性缺损还应结合修复方案确定处理的时机和方案。

5) 含水率大于 4% 的混凝土构件或水下构件，裂缝修补材料适于选用能在水中固化的亲水型环氧树脂类材料制成的封缝胶、灌缝胶、注浆料及粘贴纤维布的配套胶。

2 混凝土桥涵的耐久性不足时，可采取附加防护措施，其设计宜符合《公

路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310)的要求。

3 已有防护涂装的混凝土桥涵出现局部破损时,应采用原工艺、材料和质量要求进行维护性补涂。

4 经检测存在钢筋锈蚀风险的混凝土宜参照《钢筋阻锈剂应用技术规程》(JGJ/T 192)的规定采取喷涂渗透型钢筋阻锈剂进行锈蚀的阻断。必要时可采取电化学脱盐和再碱化修复处理。

5 预应力混凝土构件不得进行电化学脱盐和再碱化修复处理。

条文说明

1 由于施工、环境影响、灾害事故导致的混凝土桥涵各类缺陷将降低混凝土桥涵结构的耐久性能,应及时进行修补,防止有害物质通过缺损侵入结构内部。

1) 对于裂缝宽度 0.15mm 以下的裂缝,适于采用环氧基或水泥基材料进行封闭;水泥基浆体类别、规则及性能指标满足《水泥基渗透结晶型防水材料》(GB18445)的规定;对宽度 $\geq 0.15\text{mm}$, $< 1.5\text{mm}$ 非活动性裂缝,适于采用环氧胶低压灌注的方法进行修补;对宽度 $\geq 1.5\text{mm}$ 裂缝非活动性裂缝适于采用超细无收缩水泥注浆料、不回缩微膨胀水泥注浆料及改性聚合物水泥注浆料等进行裂缝封闭,当缝深大于 1.0m 时适于采取钻孔埋管的方式注浆,浅层的则适于采用压力注浆工艺。处理活动裂缝或尚在发展的裂缝时适于采用无流动性的有机硅酮、聚硫橡胶、改性丙烯酸酯、聚氨酯等具有弹性和柔韧性的材料。条件不具备时,则适于采用微膨胀水泥砂浆、聚合物砂浆或细石混凝土填缝。活动型裂缝封闭设计的要点为沿裂缝走向骑缝凿槽或切槽,槽深和槽宽分别 $> 20\text{mm}$ 和 15mm ,凿槽或切槽应延伸过裂缝末端,槽的端头做成弧形(U型),以避免该处应力集中。凿槽或切槽完成后,吹风清洁干净。当设置隔离层时,槽底隔离材料适于采用不吸潮膨胀、且不与弹性密封材料及结构材料相互发生反应的材料,隔离材料紧贴槽底。填入槽中的弹性密封材料宜低于构件表面高度,视情况粘贴无碱/耐碱玻璃纤维布、芳纶布或碳纤维布等增强纤维布加强裂缝表面的封护。

2) 表面蜂窝、空洞缺陷小面积,浅层的适于采用聚合物砂浆,面积较大,深度较深的适于采用聚合物混凝土进行修补,并增设钢丝网,防止修补处的收缩开裂。

3) 预应力管道灌浆饱满度对预应力的有效性、耐久性有重要影响,其空洞

的分布比较复杂有沿孔道长度方向上间断的无浆，有束形最高点区域、锚头区域等位置无浆等。因此要根据空洞的实际情况分段处理，一般情况下，取每个区段孔道最高的位置作为出浆孔，低的位置为注浆孔。

2 混凝土耐久性不足主要有保护层厚度不足或存在有害介质侵入危及耐久性极限状态的保证等情况。

5 采用非金属预应力管道的预应力混凝土构件，采用电化学脱盐或再碱化时，可能引起预应力筋因氢脆或应力腐蚀而断裂。

4.4.5 桥涵钢构件预防养护设计应符合下列要求：

1 维护性涂装采取的工艺、材料和质量要求宜与原桥相同，与原设计有差异时，应注意不同涂层相融性。

2 维护性涂装应按规定清理局部劣化部位，覆盖全部修补区，有涂层美观要求的，可在局部涂装面漆后，全表面覆盖面漆。

3 检查发现采用涂层防护的桥涵钢结构构件面漆出现 3 级以上粉化，且粉化减薄的厚度大于初始厚度的 50%时，应彻底清洁面涂层后，涂装与原涂层相容的配套面漆（1~2）道。

4 当涂膜处于（2~3）级开裂、剥落、起泡，但底涂层完好时，修补面积应适当延伸到未损坏区域 50~80mm 坡口，选择相应的中间漆、面漆进行维护涂装。

5 当涂膜发生 $Ri2\sim Ri3$ 锈蚀时，应彻底清洁表面至 $Sa2\frac{1}{2}$ 级或 $St3$ 级，未损区边缘应有 50~80mm 坡口，涂装相应中间漆、面漆。

6 底层为热喷锌或热喷铝的，可用二道环氧富锌底漆代替或在原破损面积基础上扩 30cm 进行重新热喷修补底层。

7 采取除湿系统对重要桥梁钢构件进行防护的，应保持除湿系统防护范围内相对湿度不高于 50%。由于密封失效导致防护空间湿度失控时，宜按原设计的部件进行更换，其材料、产品规格应按执行现行标准。

条文说明

3~5 钢结构涂层劣化分级采用 ISO 4628 进行评价较为合理。

7 钢箱梁、钢索塔及悬索桥的鞍室、锚室或锚洞等封闭空间内容纳的主缆钢索股等严格控制锈蚀的重要钢构件，其环境湿度保持在 50%RH 以下才能有效阻止

锈蚀的发生。

4.4.6 桥面沥青铺装的预防养护设计应符合下列要求：

1 桥面沥青铺装的预防养护的对策宜依据病害类型和桥面铺装种类按照表 4.4.6 进行选取。

表 4.4.6 桥面沥青铺装预防养护对策措施

预防性养护措施	铺装主导损坏类型及其严重程度												
	SMA、改性 AC 铺装层							环氧沥青混凝土铺装层					
	裂缝			车辙			抗滑损失	表面渗水	裂缝			抗滑损失	鼓包残留
	轻	中	重	轻	中	重			轻	中	重		
裂缝填封	√	√							√	√			
表面封层	√						√	√					√
微表处	√			√	√		√	√	√	√		√	

注：钢桥面铺装表面封层方法宜采用雾封层措施。

2 桥面沥青铺装经过正常使用 2-4 年，没有明显病害，技术状况良好，可适当进行预防性养护。桥面铺装抗滑能力下降，抗滑性能指数 $SRI < 90$ 时，应进行预防性养护。

条文说明

1 表面封层可延缓铺装层氧化，密封表面的微小裂缝，防止水进入路面结构层内部等，最常用表面封层技术包括雾封层、稀浆封层、微表处等。雾封层可提高路面防水性能、防止路面老化，施工简单且技术成熟，在国内钢桥面沥青铺装预防养护中有一定应用经验。

2 桥面沥青铺装的预防养护适合在铺装层没有发生损坏或存在轻微缺陷与病害迹象时予以实施，以起到延缓功能过快衰减和延长使用寿命的作用。

4.4.7 支座的预防养护设计应符合下列要求：

- 1 可采用涂刷橡胶专用胶对橡胶支座保护层内的表面微小裂缝进行封闭。
- 2 橡胶支座偏位或剪切变形过大时宜采取顶升调整的方式，脱空及偏压还宜配合楔形钢垫块。
- 3 更换盆式支座磨损或滑出的滑动层。
- 4 支座垫石开裂、破损等病害的维修可参照 4.4.4 条。
- 5 钢支座及支座钢构件进行除锈、防腐涂装的维修可参照 4.4.5 条。

6 应对支座滑动面进行润滑。

4.4.8 伸缩缝预防养护设计应符合下列要求：

- 1 拧紧或更换各类伸缩装置中松动或损坏连接螺栓和螺母。
- 2 更换磨损损坏的支承梁橡胶支撑。
- 3 脱落的密封橡胶条应进行复位，破损的应进行更换。
- 4 槽区混凝土的轻微损坏、裂痕、间隙等病害的维修可参照 4.4.4 条。
- 5 各类伸缩装置中的钢构件进行除锈、防腐涂装的维修可参照 4.4.5 条。
- 6 应对伸缩缝中滑动部件的滑动面进行润滑。

4.4.9 桥涵防水维修设计应符合下列要求：

- 1 桥涵各构件渗漏的处治应采取疏堵结合的方式。
- 2 悬索桥锚碇、锚洞渗漏应采取疏导与封堵水源的方式，对于存在较大地下渗透水压的情况，宜在锚室、锚洞外周边布置永久的外部截水系统，综合采用止水帷幕与井降排水、排水廊道系统等措施。
- 3 宜根据桥梁实际情况于伸缩缝处增设集中排水管，盖梁、台帽上表面涂刷防水涂层及设置排水坡等方式处理墩台积水及支座受渗漏水侵蚀，盖梁、台帽上表面设排水坡时，坡度应不小于 1.5%。
- 4 涵洞接缝、搭板处渗漏宜采取高压灌浆处理，其他情况应根据涵洞构造情况和渗漏原因采取表涂防水涂层、接缝或开槽埋管导流、重做防水等方式。
- 5 桥面破损、桥涵防水层失效导致的结构渗漏除灌注封堵外，宜结合桥面铺装改造重做防水。

条文说明

3 桥梁伸缩缝处经常由于伸缩缝排水不畅或密封破损导致下面的墩台和支座等受到渗漏水侵蚀，适合根据桥梁实际情况增设集中排水管、盖梁、台帽涂刷防水涂层、上表面设置一定坡度快速排水等方式避免积水及保护支座。

4 涵洞接缝，如沉降缝，盖板涵板台接缝等处渗漏适于采取高压灌注水溶性聚氨酯的方式进行封堵，结构体裂缝渗水则要根据渗漏情况、结构情况采取适宜措施。

5 桥面破损或桥涵防水层失效导致的结构渗漏一般很难根治。早期可采用灌注各类防水材料进行封堵。长期看,如渗漏严重宜结合桥面铺装的修复改造进行重新防水。

4.4.10 桥涵冲刷维修设计应符合下列要求:

1 桥梁墩台基础埋深低于设计值 60%、基础投影面积冲空大于 10%或基础防护出现破损时应根据水流与河床情况、工程造价、基础形式,桥梁跨径等,采取适合的整孔或局部抗冲刷防护措施。

1) 局部防护不得压缩流水断面,高程宜设置于一般冲刷线。

2) 一般可采取围堰抽水,并以砌石或混凝土回填冲空的方式。

3) 当河床不稳定,基础埋置较浅,冲刷范围较大时,可采用平面防护加固措施,其范围要覆盖全部冲刷坑。

4) 大流速或河床纵坡过大,冲刷严重的不通航河流,可在下游适当地点修筑拦砂坝。下游坝顶高程一般应与上游桥址处河床的高程相同。

2 过水涵洞严重冲刷或经常淤积时应视情况采取适当的抗冲刷措施。

1) 涵洞经常发生泥砂淤积时,可在进水口设置沉砂井。

2) 直接遭受水流冲击的涵洞,入口处应采取适当防护。

3) 大流速涵洞,应在出水口加设消力设施。

4) 进出水口冲刷严重的,可用浆砌块石铺底,铺筑长度视流速而定,铺筑末端应设置抑水墙。

3 基础冲刷出现基础破损、钢筋外露时还应结合基础构件的修复。

条文说明

1 局部防护仅能防止水流局部冲刷而不能防止一般冲刷,因此,局部防护必须在一般冲刷已充分发展的基础上才能获得应有的效果。整孔防护包括浆砌片石(或混凝土)护底、设置拦砂坝等,局部防护包括石笼,混凝土块排,钢筋混凝土板,单、双层的块、片石铺筑、河床处理等平面防护与立体防护措施,其中立体防护费用较高要慎重采用。

4.4.11 桥涵预防养护工程的验收要求应符合下列规定:

- 1 缺陷修补应结合紧密，防护构造完整有效，各连接无松脱。
- 2 支承和伸缩装置功能发挥顺畅。
- 3 桥涵构件耐久性及冲刷影响功能与安全的程度等得到有效控制。
- 4 电化学再碱化用于混凝土中性化导致钢筋锈蚀的混凝土桥涵构件，处理后混凝土 pH 值应大于 11。
- 5 电化学脱盐用于盐侵蚀混凝土桥涵构件处理后，混凝土内有害离子含量应低于临界浓度。

4.5 隧道

4.5.1 隧道预防养护内容主要包括衬砌表面涂装、裂缝修复、渗漏水处理和剥落和掉块的预防处理等。

条文说明

隧道预防养护仅在现行公路隧道养护技术规范有过初步提法，而没有进一步对时机、方法、目标等做出进一步细化和规定。在隧道养护的实践中，也缺乏具体的系统性做法，经验和条件都不太成熟。参考隧道预防性研究的有关成果，本节对隧道预防养护的原则、目标、时机、方法等做了规定和要求，把衬砌表面涂装、裂缝修补、渗漏水处理、剥落和掉块的预防处理纳入预防养护内容，以达到延缓隧道病害发展速度和延长隧道使用年限的目的。

4.5.2 隧道预防养护主要病害类型见表 4.5.2。

表 4.5.2 隧道预防养护的主要病害类型

序号	病害类型	病害描述
1	表层剥落和腐蚀	混凝土腐蚀、衬砌表面涂装层掉块或脱落、钢筋混凝土衬砌保护层起层和剥落
2	衬砌开裂	衬砌表面出现环向和纵斜向裂缝、表面网状开裂等
3	隧道渗漏水	衬砌表面出现浸渗、漏水、挂冰或冰柱等现象

4.5.3 预防养护的检测与调查，应按现行《公路隧道养护技术规范》规定的定期检查内容开展。还应符合表 4.5.3 要求：

表 4.5.3 隧道预防养护的主要检测内容及方法

序号	检测项目	检测内容	检测方法	检测工作量
1	裂缝检查	裂缝的位置、宽度、长度、深度等	裂缝计、现场调查	普查
2	渗漏水检查	漏水位置、程度、水量，防排水系统的堵塞、破坏情况	现场调查、PH 值检查等	普查
3	表层剥落和腐蚀	衬砌表面腐蚀情况，涂装层或混凝土保护的起层、脱落和剥落情况	现场调查	普查

条文说明

隧道预防养护主要根据隧道表观病害特征采取的技术措施,除掌握必要的隧道健康信息外,还需取得表观病害的技术状况评定类别或重要结构分项评定状况值的量化指标。

4.5.4 隧道预防养护的时机和目标,应满足下列规定:

- 1 当技术状况评定类别为 2 类、3 类或重要结构分项评定状况值为 2 时,为预防性养护的最佳时机。
- 2 预防养护实施后,被处治段落土建结构各分项状况值应达到 0 或 1。

条文说明

根据现行《公路隧道养护技术规范》规定,隧道总体技术状况评定类别为 2 类、3 类或重要结构分项评定状况值为 2 时,表明隧道处于轻微或中等破损,发展趋势较慢,将会影响行人、车辆和隧道结构安全。以技术状况评定类别或重要结构分项评定状况值作为判断预防养护时机和目标的重要指标,便于提升设计和验收的可操作性。

重要结构包含洞口、洞门、衬砌、路面及仰拱。

4.5.5 衬砌裂缝修补应符合下列要求:

- 1 应按照裂缝的成因、性质、规模、分布合理确定修补方法、材料和时间。
- 2 裂缝有渗漏水时,应先处理渗漏水,再进行裂缝修补。
- 3 裂缝修补后宜进行表面修饰处理。

4.5.6 裂缝修补方法有表面封闭法、注射法、凿槽充填法和压力注浆法等。

可根据裂缝宽度选择下列方法：

- 1 表面封闭法适用于修补宽度小于 0.2mm 的非结构性裂缝。
- 2 注射法适用于修补宽度 0.2~1.5mm 的裂缝。
- 3 凿槽充填法适用于修补宽度大于 0.5mm 的裂缝。
- 4 采用压力注浆法修补裂缝时，宽度小于 2mm 的裂缝应选用化学浆液，宜采用环氧树脂、聚氨酯等；宽度大于 2mm 的裂缝应考虑注浆补强效果，宜采用超细水泥浆、改性水泥浆、化学浆液等。

4.5.7 渗漏水处治应符合下列要求：

- 1 一般应遵循“以排为主，堵排结合、综合治理”的原则确定处治方案。
- 2 当渗漏水严重时，且排水对环境影响较大时，宜按照“大堵小排”的原则，优先采用堵水技术措施，再限量排放地下水。
- 3 渗漏水处治的排水设施宜便于维护，与原排水系统连接顺畅。

4.5.8 细部构造部位渗漏水处理应符合下列要求：

- 1 变形缝应先注浆止水或排水，再嵌填遇水膨胀止水条、密封材料等方法处理。
- 2 预埋件处渗漏水可先采用快速堵漏材料止水，再嵌填密封材料、涂抹防水涂料、水泥砂浆等措施处理。
- 3 施工缝可根据渗水情况采用注浆、嵌填密封材料及设置排水暗槽等方法处理，表面应增设水泥砂浆，涂料防水层等加强措施。
- 4 路面渗水处治一般采用恢复或增设路面盲沟、中心排水管、加深排水边沟等措施。

4.5.9 导水引排应符合下列要求：

- 1 导水管的位置、间距、断面形状应根据漏水量、净空富余量、漏水位置等情况确定。
- 2 凿槽埋管导水可选用速凝性、防水性、附着性、耐久性较好的填充材料。
- 3 导水管外置时，可将 U 型导水管固定在衬砌表面进行排水，并对导水管外表面进行防护。

4 导水管外置时，不得侵入建筑限界，在机电设备处开凿排水沟、槽应注意对其影响。

5 通水断面应有一定的富余量，防止水中析出物堵塞导水管。

4.5.10 注浆止水应符合下列要求：

1 注浆材料宜采用水泥浆、超细水泥浆、自流平水泥浆、化学浆液等。

2 注浆时采用低压低速注浆，化学注浆压力宜为 0.2~0.4MPa，水泥浆液注浆压力宜为 0.3~0.5MPa。

4.5.11 当地下水较为丰富，出现拱部渗水、施工缝出水等情形，宜沿隧道边墙设置泄水孔，将地下水引排至隧道排水系统。拱部出现滴水、淋水等情形，导致隧道路面湿滑，应采取引排措施，将明水引流至排水系统。

条文说明

渗漏水处治的其它技术要求，可参考现行《公路隧道加固技术规范》。

4.5.12 衬砌或内装层出现局部起层、剥落现象时，应采用锤击法进行排险和清除可能的掉块。

条文说明

对运营年限较久的隧道，表层脱落可能危及行车安全。采用锤击法先行排险，是较为简便的可行措施。

4.5.13 分布于拱部的纵斜向裂缝和路面纵向裂缝，经评估暂时属于稳定状态，应采取监测措施，观测裂缝的发展情况。监测方案应符合下列要求：

1 对裂缝应统一进行编号管理；

2 设置观测标志，沿裂缝宽度方向贴玻璃片或钉白铁片观测宽度变化；

3 裂缝宽度量测数据应精确到 0.1mm，可采用测缝计或传感器自动监测方法；

4 裂缝首尾端部应用红油漆或其它方法标记；

5 观测频率根据裂缝变化速度确定。通常可 1 次/半月，之后根据变化情况调整。

条文说明

分布于拱部的纵斜向裂缝和路面纵向裂缝，经监测属于稳定状态，可采取裂缝修复措施；经监测若发现裂缝加速发展状态，应启动专项检测，查明病害原因，并及时修复处治。

4.5.14 经检查衬砌有表面腐蚀现象或出于表面防水目的，可对隧道表面进行涂装。应符合下列要求：

1 用于表面防水或处理表面裂纹时，可按现行《水泥基渗透结晶型防水材料》（GB18445）的有关技术要求设计防水涂层。

2 用于提高衬砌防腐蚀能力时，可按现行《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》的有关技术要求设计防腐涂层。

4.5.15 隧道预防养护验收标准应满足下列要求：

1 预防养护实施后，被处治段落土建结构各分项状况值应达到0或1。

2 高速公路、一级公路、二级公路隧道主洞应满足拱部、边墙、设备箱洞无渗水，路面无湿渍，三级公路、四级公路隧道主洞拱部不滴水、边墙不滴水，路面不积水、不滴水。

条文说明

1 通过分项状况值评定，作为隧道预防养护的目标，也就是验收的重要标准。

2 引用现行《公路隧道设计规范》对防排水的基本规定内容，通过表观特征进行验收。

5 修复养护设计

5.1 一般规定

5.1.1 修复养护设计应对路线、路基、路面、桥涵、隧道、安全设施、机电设施、环境保护与绿化等专业工程病害处治进行全面、系统的设计。

5.1.2 修复养护应以功能性和结构性修复为设计目标。

5.1.3 修复养护设计应以现场勘查和专项检测为依据，加强隐性病害的分析与诊断，科学合理的确定病害处治方案。

5.1.4 修复养护工程项目应进行总体设计，统筹协调各专业工程之间的关系，明确工程界面并做好设计衔接。

5.1.5 修复养护应对存在交通安全隐患和交通运行不畅的路段可采取必要的养护工程措施，以改善交通运行状况。

5.1.6 修复养护工程方案应与交通组织方案协调配合。

条文说明

5.1 本节对修复养护设计的内容、设计目标、设计依据等作出了规定，并突出了强调了总体设计、安全隐患治理、交通组织设计等方面的要求。

5.2 路线

5.2.1 修复养护可根据交通运行状况、场地条件等进行局部路段的路线设计，并应满足现行路线设计规范的技术指标。

条文说明

5.2.1 根据调研，公路养护工程存在诸多情况需进行路线设计，本条明确了路线设计是养护工程的重要设计内容。从线形安全的角度考虑，规定了路线设计的各项技术指标按现行规范执行。

5.2.2 路线拟合与调整设计的类型与使用范围见表 5.2.2。

表 5.2.2 路线拟合与调整设计的类型与适用范围

序号	类型	适用范围	
		公路等级	设计范围
1	路面修复养护工程	二级及以上等级公路	长段落的路面病害修复
2	交通安全隐患路段	各等级公路	因路线平、纵指标较低或组合不当引起的事故多发路段需调整路线及需增设避险车道的； 超高路段路面排水不畅引起的事故多发路段需调整横坡的； 因互通立交出入口及匝道技术指标较低引起的事故多发路段需改造的； 事故多发的平面交叉需改造的等
3	交通运行不畅路段	各等级公路	因路线因素造成局部路段交通拥堵需改善路线线形的； 长大纵坡路段需增设爬坡车道的； 互通匝道半径较小造成的交通不畅需改变线形或增加宽度； 改造平面交叉提高通行能力的； 单车道公路增加错车道的等
4	加宽路段	各等级公路	桥梁加宽、路面局部加宽等
5	设施增设	各等级公路	增设服务区、停车区、U型转弯等

条文说明

5.2.2 通过全国调研，公路养护工程涉及路线拟合和调整设计的类型主要为路面修复、交通安全隐患路段、交通运行不畅路段、路面和结构物加宽及设施增设等，本条也结合调研情况总结出 5 种路线拟合或调整设计类型对应的适用范围，供设计者参考。

5.2.3 路线设计应对原公路路线平面、纵断面线形和横断面进行测量；涉及路线线位改移、路面和结构物加宽、服务设施增设等可根据需要测绘必要的地形图。

条文说明

5.2.3 原有公路的路线平纵横复测和是公路养护工程路线调整设计的基础工作，也是确定养护工程数量的基础数据之一。另外从全国调研情况看，对于公路

养护工程路线调整设计的情况,大部分地区也规定了开展原公路平纵横复测的要求。

5.2.4 路面修复养护应对公路路线平面、纵断面和横断面进行拟合设计,并根据路面养护方案进行必要的纵断面和横断面设计。

条文说明

5.2.4 路面修复养护多采用铣刨加铺的处理方案,保持原公路路面标高,因此路线设计仅对原公路的平、纵、横进行拟合设计即可。当路面养护方案需抬高原路面标高时,则需要在拟合设计成果的基础上开展路线的纵断面和横断面设计。

5.2.5 交通事故多发路段经安全评估论证,确需调整公路平面、纵断面和横断面时,应结合实地情况进行局部路段的路线调整设计。

条文说明

5.2.5 交通安全隐患路段治理是公路养护的重点工作内容之一,其治理以设置交通安全设施为主要措施,由于路线调整对其他专业工程和造价影响较大,因此本条规定交通事故多发路段需通过安全评估来确定是否开展路线调整设计。

5.2.6 交通运行不畅路段经技术经济论证,可局部调整路线平、纵面线形和横断面宽度。

5.2.7 路面及结构物加宽应对相应路段进行路线拟合设计,并做好衔接路段的过渡设计。

5.2.8 平面交叉养护改造应结合公路等级、交通量、用地条件等因素合理确定设计方案。穿越城镇路段的平面交叉需养护改造时,可根据现行规范与城市道路相关规范进行综合设计。

5.2.9 互通立交出入口和匝道的局部养护改造应进行细部设计,并做好与既有公路的衔接设计。

5.2.10 服务区、停车区、U型转弯、客运汽车停靠站等设施改造或增设时，应进行相应的路线设计，并充分利用既有公路用地。

5.3 路基

5.3.1 路基修复养护设计内容，主要包括病害调查与分析、养护工艺设计、主材性能要求、验收标准及相关技术内容，主要解决路基工程部位已产生的结构性和安全性的病害。

5.3.2 路基修复养护设计适用的病害与缺陷，见表 5.3.2。

表 5.3.2 路基修复养护设计的病害与缺陷

序号	工程部位	病害与缺陷	病害描述
1	路肩	路缘石破损	路缘石破损或者缺失。
2		路肩破损	路肩产生裂缝、变形及破损等病害。
3	路堤与路床	不均匀沉降	路面出现大于 4cm 的差异沉降，或大于 5cm/m 的局部沉降。
4		桥头跳车	桥梁与路基交界处，由于桥台与路堤的沉降不一致，导致桥头处出现错台。
5		开裂滑移	沿路基纵向出现弧形开裂，路基产生侧向滑动趋势。
6		冻胀翻浆	季节性冰冻引起的路面隆起、变形，春融或多于地区的路边破裂、冒浆等。
7	边坡	局部坍塌	边坡表面松散破碎或雨水冲刷而引起坡面的滑塌现象。
8		滑坡	边坡发生整体剪切破坏引起的坡体下滑，或有水平位移现象。
9	防护及支挡结构物	局部损坏	局部出现基础淘空、墙体脱空、脱落、轻度裂缝、下沉等现象。
10		结构失稳	结构物整体出现开裂、倾斜、滑移、倒塌等现象。
11	排水设施	损坏	排水沟、截水沟、急流槽等设施破损。

5.3.3 路基修复养护设计应进行病害调查与评价，除应符合本规范第 3.0.9 有关规定，还应进行相关专项检测，如表 5.3.3 所示。

表 5.3.3 路基修复养护专项检测项目

序号	病害与缺陷	检测类型		检测项目	检测频率
		高速、一级	二级及以下		
1	路肩	病害外观调查		病害类型、位置、范围、面积等。	普查
2	不均匀沉降、桥头跳车、开裂滑移、冻胀翻浆	地质勘察		地层岩土性质、厚度、空间缝补特征及有关物理力学参数	2~3 个点位/公里
3		病害外观调查		病害位置、面积、规模、排水设施等。	普查
4		弯沉 ¹		路面弯沉、路基弯沉。	不少于 1 点/10 米
5		水文条件		地下水出露位置、流量变化、地表汇水和径流情况等水文地质特征	病害范围内 1 处
6		路基稳定性	/	采用全站仪，连续测高程及水平位移	不少于 3 点/处
7		雷达法	/	病害脱空、松散、破碎等。	病害范围内 1 处
8	局部坍塌、滑坡	地质勘察		地层岩土性质、厚度、空间缝补特征及有关物理力学参数	2~3 个点位/公里
9		病害外观调查		病害位置、面积、规模、排水设施等。	普查
10		水文条件		地下水出露位置、流量变化、地表汇水和径流情况等水文地质特征	病害范围内 1 处
11		雷达法	/	病害脱空、松散、破碎等。	病害范围内 1 处
13		边坡稳定性	/	连续测边坡位移及应力等	不少于 3 点/处
14	局部损坏、结构失稳	地质勘察		地层岩土性质、厚度、空间缝补特征及有关物理力学参数	2~3 个点位/公里
15		病害外观调查		病害位置、面积、规模、排水设施等。	普查
16		水文条件		地下水出露位置、流量变化、地表汇水和径流情况等水文地质特征	病害范围内 1 处
17	排水设施	病害外观调查		病害位置、范围、程度等。	普查
18	损坏	水文条件		地下水出露位置、流量变化、地表汇水和径流情况等水文地质特征	病害范围内 1 处

5.3.4 路堤与路床、边坡、防护及支挡结构物的病害，进行修复设计时，应进行边坡排水系统的核验，采取截排水等设计方案，保证路基排水系统完善。

5.3.5 路肩病害的处治设计，应根据病害规模，选择合理的养护时机，分段、分类集中处治，应符合下列要求：

- 1 路缘石损坏时，应调查路缘石损坏原因、材质、病害规模等，宜采用集

中更换等方式进行处理。

2 路肩应与路面交界处保持平顺，保持适当横坡度，便于雨水快速排走。

3 路肩产生冲刷损坏时，可沿纵坡设置盲沟、增设截排水设施，或采用浆砌片石硬化路肩等措施。

5.3.6 路堤与路床不均匀沉降病害的修复养护设计，应考虑路堤与路床的共同作用，可选用一种或多种组合设计方法，应符合下列要求：

1 路基出现不均匀沉降病害时，宜采用注浆，以及水泥搅拌桩、水泥粉煤灰碎石桩、预应力混凝土管桩或挤密砂石桩等复合地基法，可采用换填改良和增加综合排水设施等。

2 路基出现不均匀沉降相对稳定，可采用加铺沥青层方式进行养护，并应满足行驶及安全等要求。

5.3.7 路堤与路床不均匀沉降病害的修复养护设计，应满足地基承载力、变形和路堤稳定性要求，并进行下列验算及计算：

1 处治范围应根据病害范围、荷载和沉降要求等因素综合确定，处治厚度应根据需要处理的土层厚度或下卧土层的承载力确定。

2 桥头、地层变化较大路段及不同处治措施连接处，应采取过渡处理措施，减少不均匀沉降。

3 斜坡软弱路基应采用限制路基侧向变形的综合处理措施，并应进行稳定性验算。

4 处治后，受力范围仍存在软弱下卧层时，应进行地基承载力验算。

5 按路基变形设计进行路基处治的方案，应进行沉降变形计算。

5.3.8 桥头跳车病害的修复养护设计，应符合下列要求：

1 路基应进行加固处理，可采用加固土、注浆等方法，对软土、湿陷性黄土、解冻土、河相冲击土等特殊路基，可采用堆载预压、换土、强夯、排水固结等。

2 桥台回填部位，不满足地基承载力要求时，可挖除换填处理。

3 桥台回填材料，宜摩擦角大、强度高、压实快、透水性好。

4 桥头跳车路基段的沉降相对稳定时，可采用加铺沥青层方式进行养护，并应满足行驶及安全等要求。

5 桥头路堤排水系统，应合理与路基段衔接，可采用盲沟、挡墙预留孔口滤水等措施。

5.3.9 路堤与路床开裂滑移病害的修复养护设计，应考虑路堤与路床的共同作用，可选用一种或多种组合设计方法，应符合下列要求：

1 应检测开裂滑移的变形，确定滑移水平位移、开裂裂缝宽度，判断开裂滑移断面以及开裂滑移病害的发展趋势。

2 路基发生开裂滑移病害时，确定开裂滑移面底端位置后，可采用锚固法、预应力混凝土管桩、微型钢管桩、注浆法、挡土墙、挡土墙加双锚技术或反压护道法等方法。

5.3.10 路堤与路床开裂滑移病害的修复养护设计，应满足地基承载力、变形和路堤稳定性要求，并进行下列验算及计算：

1 滑动稳定性分析应根据地质状况等工程实际，选择合理的稳定性分析方法和模型，并依据病害前后位置，确定滑动带位置，作为设计依据。

2 根据地形剖面和模拟的滑动带位置，确定得到滑动带的强度参数，计算得到滑动力，作为设计依据。

3 可采用原位试验成果的指标作为计算参数进行验算，或者采用折减参数法对土体参数进行试算，得到滑动面土体的安全性系数，判定滑移部位的稳定性。

5.3.11 路堤与路床冻胀翻浆病害的修复养护设计，应符合下列要求：

1 路基出现翻浆病害时，宜采用换填改良和增加综合排水设施，并应做好排水工作。

2 根据路基翻浆的类型、翻浆等级、地质分区等因素，选择适当的措施，如表 5.3.11 所示。

表 5.3.11 路基翻浆设计参考表

序号	设计措施	适用地区	翻浆类型	使用说明
1	路基排水	平原、丘陵、山区	地下水、地表水、混合水	/
2	提高路基	平原、盆地	地下水、地表水、混合水	必要时可与其他措施组合
3	砂砾垫层	产砂砾地区	地下水、地表水、土体水、混合水	用作垫层,或与2、4组合使用
4	石灰土结构	缺少砂石地区	地下水、地表水、土体水、气态水、混合水	用作垫层或与3、5组合使用
5	煤渣石灰土结构	煤渣地区	地下水、地表水、土体水、气态水、混合水	用作垫层,或与4组合使用
6	盲沟	坡腰或横向地下水露出地面,地下水位高的地段	地下水、混合水	/
7	换土	产砂砾或水稳性好的材料地区	地下水、地表水、土体水、混合水	/
8	无纺布土工膜	平原、丘陵、山区	地下水、地表水、气态水、混合水	可与其他措施组合使用

5.3.12 路堤与路床冻胀翻浆病害的修复养护设计,应进行下列验算及计算:

- 1 路基冻胀翻浆应参照《公路路基设计规范》(JTG D30)进行路基冻胀率、冻胀量等验算。
- 2 排水设计应符合《公路路基设计规范》(JTG D30)有关要求外,应符合季节冻土地区路基排水设计的有关要求。
- 3 处治方案应考虑施工工法和工艺可能对环境产生的影响。

5.3.13 路基边坡的局部坍塌病害的修复养护设计,应符合下列要求:

- 1 综合考虑边坡坡率和边坡岩土状况等因素,选择合适的防护措施,宜采用植物防护,可采用工程防护和综合防护的坡面防护设计。
- 2 沿河路堤产生局部坍塌时,应根据河流特性和规律、地质因素,结合路基形式,选取石笼防护、浸水挡墙、抛石防护等防冲刷措施,可适当提高防护标准。
- 3 在边坡坡脚进行挡墙处理时,挡墙应在边沟之外,设计可参照《公路路基设计规范》(JTG D30)。

5.3.14 路基边坡的滑坡病害的修复养护设计,应符合下列要求:

- 1 根据滑坡范围、规模及地质情况,可采取削方减载、锚固法、抗滑桩、挡土墙、堆载反压等方法。

- 2 削方减载不适用于牵引式斜坡和膨胀性土体。
- 3 锚固法的锚索(甘)锚固段应穿过已有滑裂面,或潜在滑裂面不小于 2m,且满足边坡稳定性验算要求。
- 4 抗滑桩应根据现场情况,提供总平面布局以及桩深等技术要求,抗滑桩的材料设计、结构计算机监测设计应符合《公路路基设计规范》(JTG D30)的要求。
- 5 挡土墙适用于中、小型的浅层滑坡治理,宜用于剩余下滑力不大于 150kN/m 的滑坡,应与排水、减载、护坡等其他工程相配合;墙体强度的验算应符合《砌体结构设计规范》GB50003 和《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。
- 6 堆载反压适用于软土地区路基护坡,以及应急抢限时的滑移前缘反压,应根据加固边坡的整体稳定性,验算确定堆载反压力。

条文说明

5.3.14 路基滑坡的设计已经有下位规范,《公路滑坡防治设计规范》(JTG/T 3334-2018),规定了滑坡分类与防治工程安全等级、滑坡勘察、滑坡稳定性分析评价、滑坡防治设计要点、滑坡防治工程设计、滑坡防治监测与预测预警以及滑坡防治工程动态设计与应急抢险工程设计,在路基滑坡病害产生前、中、后,设计参照执行。

5.3.15 路基边坡病害的修复养护设计,应按有关规定进行结构强度、承载力和整体稳定性等验算,并应进行如下验算:

- 1 加固范围应根据专项评定结果及设计分析确定,可对边坡工程整体、区段、支护结构或排水系统进行加固处理,但均应考虑边坡工程的整体性。
- 2 原支护结构及构件的几何尺寸应根据实测结果确定。
- 3 原支护结构及构件的材料强度,当现场检测数据符合原设计值时,可采用原设计标准值;当检测数据与原设计值有差异时,应采用检测结果推定的标准值。
- 4 新增支护结构与原结构组合时,新增支护结构或构件的抗力和原支护结构或构件的有效抗力,应根据专项检查、勘察和评定结论及加固措施等确定。

5 地震区支护结构或构件的加固，除应满足承载力要求外，尚应复核其抗震能力并应考虑支护结构刚度增大和结构质量重分布而导致地震作用效应增大的影响。

5.3.16 路基防护及支挡结构的局部损坏和结构失稳，可根据病害程度，选取锚固法、加大截面法、抗滑桩等进行修复，可选用一种或多种组合设计方法：

1 挡土墙的泄水孔堵塞时，应及时疏通；无法疏通时，应选择适当位置增设泄水孔，或在挡土墙背后增设排水设施。

2 挡土墙产生局部损坏，如墙身开裂、滑移、墙身鼓肚、承载力不足等，应根据挡土墙类型，采用支撑墙、锚固、加大截面等措施。

3 挡土墙产生结构失稳病害，可采用抗滑桩加固或者支撑墙，或者拆除重建。

5.3.17 排水设施应根据实际情况，做好与路面、桥隧等排水设施的衔接，形成完善的排水体系，原有排水设施不能满足使用要求时，应增设完善，排水设施设计方法如下：

1 地表排水设施养护，主要包括土质边沟、截水沟、排水沟等，应根据地形、地质和纵坡等条件，采取稳定土、碎砾石、干砌片石、浆砌片石或预制块等加固措施，

2 地下排水设施养护，主要包括暗管、渗井等，应探测病害产生部位，设计采用防渗处理、疏通，或者更换等方式，并根据设计排水量确定排水设施断面尺寸。

5.3.18 特殊路基病害的养护设计，应针对盐渍土、黄土、沙土、多年冻土、软土等特殊路基特点，在充分调查和评价的基础上，以满足路基稳定性为原则，对相关病害处治设计做出技术规定和要求，具体要求参照本规范路基病害设计要求，以及《公路路基设计规范》（JTG D30）。

条文说明

5.3.18 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）对季节冻土地地区路基等 18

种特殊路基的设计进行了规定，由于特殊路基所处的特殊气候环境特征、填筑材料特征等不同，会产生不同类型病害，进行特殊路基养护设计时，在专项检测基础上，充分考虑特殊路基的特殊要素，作为设计依据，进行养护设计。

5.4 路面

5.4.1 路面修复养护设计单元应由性质相似且空间连续的评价单元合并而成，应考虑的因素包括路面病害类型、路面结构强度、各结构层完整性等。

5.4.2 路面修复养护应对表5.4.2所列病害类型进行设计。

表 5.4.2 路面修复养护病害类型

序号	路面类型	病害与缺陷	病害描述
1	沥青混凝土路面	上面层结构功能衰减	病害种类：抗滑不良、压密型车辙、温度裂缝、松散、泛油等。 路面结构层完整性：基层及中下面层保持整体完整，多数病害仅在上面层发展。 整体结构强度：充足。
2		面层整体出现结构性破坏	病害种类：横向裂缝、龟裂、纵向裂缝、失稳型车辙、推移等。 路面结构层完整性：基层保持完整，面层整体发生较大面积破坏。 整体结构强度：衰减。
3		基层结构破坏	病害种类：重度龟裂、结构型车辙、横向反射裂缝、纵向疲劳裂缝、唧浆等。 路面结构层完整性：基层或底基层发生较大面积破坏。 整体结构强度：不足。
4	水泥混凝土路面	面层断裂	病害种类：纵向裂缝、横向裂缝、板角断裂、断裂板等。 路面结构层完整性：基层保持完整，面层水泥板发生贯穿裂缝。
5		面层竖向位移	病害种类：错台、拱起等。 路面结构层完整性：面层及基层保持整体完整；局部位置结构层发生变形。
6		面层接缝病害	病害种类：唧泥、接缝碎裂等。 路面结构层完整性：面层及基层保持整体完整。
7		面层表层病害	病害种类：活性集料反应引起的网裂、粗集料冻融裂纹、坑洞等。 路面结构层完整性：面层及基层保持整体完整。
8		基层结构破坏	病害种类：破碎板、唧浆、沉陷等。 路面结构层完整性：面层及基层结构发生较大面积破坏。
9	砌块路面	面层接缝病害	病害种类：填缝料损失

序号	路面类型	病害与缺陷	病害描述
10		表面功能不良	病害种类：平整度不良，三米直尺量测平整度大于10mm，相邻块顶面高差大于5mm
11		面层断裂	病害种类：板断裂、破损，最大缝宽大于10mm，破损率大于1%
12		面层结构破坏	病害种类：板块破碎，破损率大于15%；
13	砂石路面	表面层功能性衰减	病害种类：磨耗层破损、坑槽、车辙、松散、波浪；
14		基层结构破坏	病害种类：严重坑槽、严重车辙，破坏层位达到基层，整体强度不足；
15		路基结构破坏	病害种类：路面严重沉陷及路基翻浆

5.4.3 路面修复养护应针对路面出现明显功能性或结构性病害，结合养护历史资料及交通轴载状况分析结果，开展专项调查，明确病害发展层位，判断各结构层完整性并评价结构承载能力。

5.4.4 路面修复养护检测与调查应符合表5.4.4的要求。

5.4.5 公路路面养护设计应合理利用既有路面结构，积极采用路面材料循环利用及节能环保的养护新技术。对于既有沥青面层沥青针入度 >20 (0.1mm) 的路段，应优先考虑采用热再生的方式进行处理；既有沥青面层再生利用，应优先考虑作为新结构面层；既有半刚性基层再生应优先选用现场冷再生的方式，标高受限位置应优先考虑进行厂拌冷再生。

5.4.6 路面修复养护应按照下列方法进行设计：

1 路面病害原因诊断，应综合考虑建养历史、路况专项检测数据、交通荷载、气候环境、施工质量等因素，并结合经验进行判断。

2 修复养护技术设计应包括结构组合设计、结构力学验算、方案综合比选等内容。

3 结构组合设计应根据设计单元的养护设计分类，综合考虑病害诊断结果、养护投资计划、养护经验和典型结构等因素。各种路面结构组合形式的适用条件应满足《公路沥青路面设计规范》及《公路水泥混凝土路面设计规范》的要求。

表 5.4.4 路面修复养护检测与调查要求

序号	分类	病害与缺陷	检测频率要求		检测指标要求
			高速及一级	二级及以下	
1	沥青混凝土路面	上面层结构功能衰减	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害：连续检测； ● 钻芯取样：1~5 个/车道公里； ● 材料试验：1 点/车道公里 ● 结构强度检测：20 点/车道公里 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害：连续检测； ● 钻芯取样：1~3 个/车道公里； ● 材料试验：可选 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害：详细记录路表面病害类型、位置及严重程度； ● 钻芯取样：病害位置取至上面层底部；相邻无病害位置取芯进行对比分析； ● 材料试验：针对上面层沥青混合料开展沥青抽提、沥青针入度、延度及软化点、沥青含量及矿料级配等试验； ● 结构强度检测：采用落锤式弯沉仪、自动弯沉仪或贝克曼梁弯沉仪等设备，检测路表弯沉值，有条件时可采集弯沉盆信息； ● 路面结构参数：采用落锤式弯沉仪或承载板，检测各结构层模量。
2		面层整体结构破坏	<ul style="list-style-type: none"> ● 路面结构参数：1 点/车道公里 ● 探地雷达：可选 	<ul style="list-style-type: none"> ● 结构强度检测：10 点/车道公里 ● 路面结构参数：可选 ● 探地雷达：可选 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害：详细记录路表面病害类型、位置及严重程度； ● 钻芯取样：病害位置取至整个沥青混凝土面层底部；相邻无病害位置取芯进行对比分析； ● 材料试验：针对面层各结构层沥青混合料分别开展沥青抽提、沥青针入度、延度及软化点、沥青含量及矿料级配等试验； ● 结构强度检测：采用落锤式弯沉仪、自动弯沉仪或贝克曼梁弯沉仪等设备，检测路表弯沉值，有条件时可采集弯沉盆信息； ● 路面结构参数：采用落锤式弯沉仪或承载板，检测各结构层模量。

序号	分类	病害与缺陷	检测频率要求		检测指标要求
			高速及一级	二级及以下	
3		基层结构破坏			<ul style="list-style-type: none"> ● 路表详细病害：详细记录路表面病害类型、位置及严重程度； ● 钻芯取样：病害位置取至基层或底基层底部；相邻无病害位置取芯进行对比分析； ● 材料试验：基层无侧限抗压强度试验，必要时可开展基层材料组分分析； ● 结构强度检测：采用落锤式弯沉仪、自动弯沉仪或贝克曼梁弯沉仪等设备，检测路表弯沉值，有条件时可采集弯沉盆信息； ● 路面结构参数：采用落锤式弯沉仪或承载板，检测各结构层模量。
4	水泥混凝土路面	面层断裂类病害	● 路表病害调查：连续检测	● 路表病害调查：连续检测	● 逐板详细调查并记录病害位置、病害类型、发展形态及裂缝深度。
5		面层竖向位移类病害	● 路表病害调查：连续检测	● 路表病害调查：连续检测	● 测量竖向位移的高差，判断破坏严重程度。
6		面层接缝类病害	● 路表病害调查：连续检测	● 路表病害调查：连续检测	● 逐板详细记录病害发生位置及严重程度。
7		面层表层类病害	● 路表病害调查：连续检测	● 路表病害调查：连续检测	● 逐板详细记录病害发生位置及严重程度。
8		路面整体结构破坏	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：连续检测 ● 钻芯取样：1~5 个/车道公里 ● 材料试验：1 点/车道公里 ● 结构强度检测：1 点/车道公里 ● 探地雷达：可选 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：连续检测 ● 钻芯取样：1~3 个/车道公里 ● 材料试验：可选 ● 结构强度检测：可选 ● 探地雷达：可选 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：逐板详细调查并记录病害位置、病害类型、发展形态及裂缝深度，并计算断板率、脱空率等指标。 ● 钻芯取样：取芯深度至基层或底基层，判断基层结构破坏严重程度；测量水泥混凝土结构层厚度 ● 材料试验：针对水泥混凝土面层开展弯拉强度检测；针对基层材料开展无侧限抗压强度检测；针对路基土材料开展含水率、土质分析、击实试验、固结试验等检测。 ● 结构强度检测：针对基层开展基层顶面当量回弹模量检测；针对路基开展路基土 CBR 值检测。

序号	分类	病害与缺陷	检测频率要求		检测指标要求
			高速及一级	二级及以下	
9	砌块路面	面层接缝病害	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：连续检测 ● 接缝传荷能力：逐板检测 		<ul style="list-style-type: none"> ● 采用楔形塞尺两侧最大缝宽，并记录损坏位置及严重程度。 ● 逐板检测接缝两侧弯沉差，评价接缝传荷能力。
10		表面功能不良	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：连续检测 		<ul style="list-style-type: none"> ● 采用自动化检测设备或人工调查的方式，详细记录病害位置、病害类型及严重程度； ● 采用三米直尺量测路面平整度，或采用钢尺量测相邻块顶面高度差，并记录破坏位置
11		面层断裂	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：连续检测 		<ul style="list-style-type: none"> ● 采用自动化检测设备或人工调查的方式，详细记录破坏位置、病害类型及严重程度
12		面层结构破坏	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：连续检测 ● 钻芯取样：1~3 个/车道公里 ● 结构强度检测：10 点/车道公里 		<ul style="list-style-type: none"> ● 应采用自动化检测设备结合人工调查的方式，详细记录破坏位置、病害类型及严重程度； ● 针对典型病害位置开展钻芯取样或探地雷达检测，确定基层结构破坏层位及严重程度； ● 利用落锤式弯沉仪或自动弯沉仪，检测路表弯沉值。
13	砂石路面	表面层功能性衰减	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：连续检测 		<ul style="list-style-type: none"> ● 应采用自动化检测设备结合人工调查，详细记录病害位置、病害类型及严重程度
14		基层结构破坏	<ul style="list-style-type: none"> ● 路表病害调查：连续检测 ● 钻芯取样：1~3 个/车道公里 ● 结构强度检测：10 点/车道公里 		<ul style="list-style-type: none"> ● 应采用自动化检测设备结合人工调查的方式，详细记录破坏位置、病害类型及严重程度； ● 针对典型病害位置开展钻芯取样或探地雷达检测，确定基层结构破坏层位及严重程度； ● 利用落锤式弯沉仪或自动弯沉仪，检测路表弯沉值。

4 修复养护设计方案应按现行《公路沥青路面设计规范》、《公路水泥混凝土路面设计规范》中的方法进行结构力学验算。

5 方案比选应从技术和环境因素、经济因素、交通因素等方面综合分析，推荐合理的养护方案。其中经济因素比选时，可采用全寿命周期经济分析方法计算的初期养护投资、后期养护费用等。

6 路面修复养护设计应根据养护需求，开展排水系统专项设计，设计方法应满足《公路排水设计规范》的要求。

5.4.7 沥青路面修复养护设计应遵循表5.4.7对应的养护方案。

表5.4.7 沥青混凝土路面修复养护方案

序号	病害与缺陷	养护方案
1	上面层结构功能衰减	若表面层结构只发生轻微破坏，基层及中下面层结构保持完好，整体结构强度充足，可采用局部病害修复后直接加铺罩面的养护措施
2		若表面层结构已发生严重破坏，而基层及中下面层结构仍保持完好，整体结构强度充足，可采用表面层铣刨重铺的养护对策
3		若表面层结构只发生轻微破坏，基层及中下面层结构保持完好，整体结构强度不足时，可采用局部病害修复后直接加铺补强的养护措施。
4	面层整体结构破坏	若面层结构发生整体破坏，基层结构保持完好，而结构强度充足时，可采用面层铣刨重铺的养护对策；
5		若面层结构发生整体破坏，基层结构保持完好，而结构强度不足时，可采用面层铣刨，基层补强的养护对策
6	基层结构破坏	应进行路面面层及基层整体结构重建

5.4.8 水泥混凝土路面修复养护设计应遵循表5.4.8对应的养护方案。

表5.4.8 水泥混凝土路面修复养护方案

序号	病害与缺陷	养护方案
1	裂缝处治	应根据裂缝发展层位及破损程度选择维修工艺，包括注浆法、条带修补法、植筋补强法、开槽维修法及破碎板法等
2	板角破坏修复	应根据混凝土板角破坏严重程度选择维修工艺，包括灌缝材料填充、切割并重新浇筑混凝土、全深度补块等
3	错台处治	应根据错台高度选择维修工艺，包括机械磨平、沥青砂或细石混凝土填补等。

序号	病害与缺陷	养护方案
4	沉陷修复	应根据病害严重程度选用维修工艺，包括板块顶升、板块破碎处理等。
5	坑洞修补	应根据坑洞分布特点及坑洞面积选用修复工艺，包括高标号水泥砂浆开槽填充、罩面修补等。
6	整体结构破坏	水泥路面整体修复养护措施包括直接加铺、碎石化加铺、就地发裂加铺等形式。对于断板率小于 5%时，宜采用直接加铺的方式；断板率大于 5%且小于 80%时，宜采用就地碎石化再生利用技术；断板率小于 20%，且脱空率不大于 10%时，可采用就地发裂再生利用技术。
7	脱空病害	水泥路面直接加铺前，应对水泥板底脱空状况进行详细检测，并修复脱空病害。

5.4.9 砌块路面修复养护设计，应遵循以下原则：

- 1 砌块路面填缝料修复，应填筑密实、饱满并具有强度，填缝料可采用水泥砂浆或砂等。
- 2 破碎砌块应按原材料和原尺寸进行补换。
- 3 砌块路面破损率大于15%时，应进行翻修。砌块路面翻修设计应对路基土、路面结构、排水、地下水以及交通量等进行详细调查分析。

5.4.10 砂石路面修复养护设计，应遵循以下原则：

- 1 当砂石路面保护层（含松散保护层和稳定保护层）出现大面积损坏或飞散、减薄，磨耗层损坏、松散时，应及时加铺磨耗层和保护层。
- 2 当砂石路面强度不足，出现严重坑槽、车辙、沉陷、翻浆等病害时，应进行整段修复养护。
- 3 当现有路面结构不满足交通量增长需求时，可加铺新结构层。加铺层的压实厚度应大于80mm，否则应将既有路面表面挖松后与加厚部分一并拌和压实。加铺层厚度超过120mm时，应分层铺筑，上层厚度宜为全部加厚层的40%。
- 4 在结构强度充足及平整度良好的砂石路面上，为改善路面技术状况，可加铺一层20~30mm的沥青磨耗层。

5.4.11 路面修复养护材料设计应符合下列要求：

- 1 路面修复养护应结合筑路材料供应状况开展材料组成设计，包括原材料质量要求、配合比设计等，并提出混合料性能指标要求。

2 路面修复养护原材料应根据沿线料场分布和材料性能检测结果，并结合材料性能要求和地区路面使用经验进行合理选择。

3 罩面铺筑前，可在原路面表面喷洒一层粘结层，也可在原路面表面铺筑碎石封层或纤维封层应力吸收层。粘结层材料可采用改性乳化沥青，其技术指标应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

5.3.12 路面修复养护施工工艺应符合下列要求：

1 应根据《公路养护技术规范》、《公路沥青路面施工技术规范》及《公路水泥路面施工技术规范》的相关规定，明确路面修复养护混合料施工工艺要求及质量控制措施。

2 路面各结构层之间应设置必要的功能层，提高层间粘结效果。功能层包括黏层、透层、封层等。

3 新加铺沥青面层与既有沥青面层之间，可采用拉毛处理后加铺封层的方式提供层间黏结效果，封层材料可采用橡胶沥青、改性沥青等。

4 新旧路面结构之间的衔接应采用阶梯式接缝形式，新旧混合料接触面应喷洒黏层，黏层材料可采用乳化沥青、改性沥青等。

5 对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难于碾压的部位，宜采用小型振动压路机或振动夯板作补充碾压。

6 路面加铺方案设计时，应满足各种沿线设施的净空要求，并根据净空限制有针对性设计路面养护方案。

7 应充分考虑既有路面平整度及路面高程的变化，在修复方案设计中合理预留调平层的工程量。

5.3.13 路面修复养护工程实施后，应针对结构整体强度、结构层厚度、路面平整度等设计相关指标进行检验，且在设计使用年限内各项路况指标应满足现行《公路沥青路面养护技术规范》及《公路水泥路面养护技术规范》等相关标准规范的要求。

表 5.3.13 路面修复养护工程验收标准

路面类型	检测项目		检测频率	质量要求或允许偏差	检测方法
沥青混凝土路面	各结构层厚度	均值 (mm)	5 个断面/km	不小于设计值	T0912, 每个断面挖坑 3 点
		合格值 (mm)		设计厚度-10%	
	结构强度	路表弯沉值 (0.01mm)	5 个点/km	不小于设计值	T0951、T0952 或 T0953
	无机结合料稳定材料	弯拉强度 (Mpa)	1 个点/km	不小于设计值	T0851
		弹性模量 (Mpa)	1 个点/km	不小于设计值	T0851
	沥青混合料	破坏应变 (Mpa)	1 个点/km	不小于设计值	T0715
		动稳定度 (次/mm)	1 个点/km	不小于设计值	T0719
		贯入强度 (Mpa)	1 个点/km	不小于设计值	JTG D50-2017 附录 F
		浸水残留稳定度 (%)	1 个点/km	不小于设计值	T0709
		冻融劈裂强度 (Mpa)	1 个点/km	不小于设计值	T0729
		动态压缩模量 (Mpa)	1 个点/km	不小于设计值	T0738
抗滑性能	横向力系数 SFC ₆₀	5 个点/km	满足交工验收要求	T0965	
	构造深度 TD (mm)	5 个点/km	满足交工验收要求	T0961	
水泥混凝土路面	各结构层厚度	均值 (mm)	5 个断面/km	不小于设计值	T0912, 每个断面挖坑 3 点
		合格值 (mm)		设计厚度-10%	
	结构强度	水泥混凝土弯拉强度 (Mpa)	1 个点/km	不小于设计值	T0954、T0955 或 T0956
		基层顶面当量回弹模量 (Mpa)	1 个点/km	不小于设计值	T0851
	接缝传荷能力	接缝两侧弯沉差 (0.01mm)	5 个点/km	不大于 6	T0951、T0952 或 T0953
		接缝传荷能力	5 个点/km	优良	T0951、T0952 或 T0953
抗滑性能	构造深度 TD (mm)	5 个点/km	满足交工验收要求	T0961	
砌块路面	各结构层厚度	均值 (mm)	5 个断面/km	不小于设计值	T0912, 每个断面挖坑 3 点
		合格值 (mm)		设计厚度-10%	
结构强度	路表弯沉值 (0.01mm)	5 个点/km	不小于设计值	T0951、T0952 或 T0953	
砂石路面	各结构层厚度 (mm)	均值 (mm)	5 个断面/km	不小于设计值	T0912, 每个断面挖坑 3 点
		合格值 (mm)		设计厚度-10%	
结构强度	路表弯沉值 (0.01mm)	5 个点/km	不小于设计值	T0951、T0952 或 T0953	

5.5 桥涵

5.5.1 桥涵修复养护工程设计应依据专项检测评估的结果,对技术状况 3、4、5 类别或通行能力不足的桥梁,较差、差与危险类别的涵洞的功能性、结构性恢复及构件更换所需要的材料性能、针对性的维修和加固措施、施工要点、修复效果验收指标等内容做出设计规定。

条文说明

5.5.1 桥涵功能性修复主要为较为严重的结构耐久性恢复及为满足功能的要求进行的桥梁复位、加宽、加高、增设与涵洞接长等改造设计,结构性修复主要为对各类导致桥涵构件安全承载能力减低的病害的恢复,更换则主要针对桥涵可更换构件不满足功能要求或到达设计使用年限且经评估不能安全使用时的更换。技术状况 3、4、5 类别的桥梁,较差、差与危险类别的涵洞存在的病害严重程度符合修复养护的意义,在条文中予以明确,便于实际操作。

5.5.2 桥涵修复养护应对表 5.5.2 所列病害进行处治设计。

表5.5.2桥涵修复养护的主要病害类型

序号	分类		病害与缺陷		
1	耐久性	钢构件	涂层出现 Ri3 及以上锈蚀; 3 级以上开裂、剥落或起泡, 损坏贯穿整个涂层; 缆索防护层破损或失效; 防护钢结构湿度超出 RH50%		
2		混凝土构件	涂层普遍性剥落; 非结构性开裂; 锈胀、碱骨料反应、冻融及冲蚀导致的各类剥落; 锚碇渗漏; 涵洞渗漏、伸缩装置渗漏		
3	结构性	上部结构	梁桥	各种原因导致的构件结构性开裂、面积 20×20cm 以上, 深度 15mm 以上的混凝土破损、超出设计允许的屈曲, 变形或错位、构件达到设计使用年限不适宜延寿	横向联系断裂或不足; 混凝土箱梁开裂下挠; 钢构件局部屈曲
4			拱桥	各种原因导致的构件结构性开裂、面积 20×20cm 以上, 深度 15mm 以上的混凝土破损、超出设计允许的屈曲, 变形或错位、构件达到设计使用年限不适宜延寿	拱脚位移; 拱圈与侧墙开裂、掉块、偏位; 钢管脱空; 吊杆、系杆钢丝锈蚀与断裂、锚头锈蚀与破损
5			索桥		缆索体钢丝锈蚀与断裂、锚头或锚固系统锈蚀、破损; 缆索断丝; 索夹滑动
6			涵洞		接缝破损、错台; 洞身上部开裂
7		下部结构	墩台	各种原因导致的构件结构性开裂、面积 20×20cm 以上, 深度 15mm 以上的混凝土破损、超出设计允许的屈曲, 变形或错位、构件达到设计使用年限不适宜延寿	墩台倾斜、水平位移; 台身开裂
8			涵台		接缝破损、错台、涌砂; 台身开裂
9			基础		冲刷超过设计深度; 基础不均匀沉降
10			地基		承载力不足
11		桥面系		铺装破损	
12		附属设施		伸缩缝错台、断裂; 支座承载能力不足; 护栏锈蚀、变形, 防撞能力不足	

5.5.3 当桥涵病害成因复杂或现有检测技术无法作出准确检查时，修复设计应采取动态设计。

条文说明

5.5.3 桥涵特别是技术复杂的桥梁，事前完全查清病害有难度，特别是结构内部状态，需要在修复实施过程中，根据施工期间观察结构内部发现的实际情况，作出调整。

5.5.4 桥涵修复养护设计前的专项检查评估要求应符合下列规定：

1 桥涵修复养护设计的专项检查项目和内容应根据设计目标、病害成因分析评估与修复措施设计的需要进行选择。

2 桥涵修复养护设计的专项检查应满足表 5.5.4 的要求。

表5.5.4 桥涵修复养护专项检测要求

分类	部位	检测项目	检测内容	检测方法	检测频率
混凝土缺损	混凝土桥涵各构件	结构性裂缝	裂缝的分布范围、条数、平均间距，主要裂缝的位置、形态、深度、长度、倾角、最大宽度及其位置	目测（含测宽仪）、超声法、钻芯法	全部，主要裂缝可选1-2条
		其他表面缺损	蜂窝、空洞、剥落、破损等缺陷大小、深度及其位置	目测、尺量	全部
		内部缺损	预应力灌浆空洞、涵洞壁后空洞的大小、深度及其位置	钻孔、冲击回声、雷达法	全部，预应力每束最高点、锚头区；涵洞每侧1条测线，钻孔验证
		预应力筋位置	束形的沿程空间相对坐标	雷达法	每1m测1处
		钢筋分布	钢筋数量、间距与直径	钢筋检测仪	每构件不少于3处
结构材料	桥涵各构件	混凝土	混凝土强度	目测，回弹法，超声法、钻芯法	每构件10测区，3个芯样
		钢筋	下屈服强度、抗拉强度、断后伸长率、弯曲性能	取样试验	每构件损伤区域每规格2根
		预应力筋	最大力、最大力总伸长率、弹性模量、0.2%屈服力	取样试验	每构件损伤区域每束2根
		钢材	拉伸性能、弯曲性能	取样试验	每构件损伤区域每厚度2试样
耐久	钢构件	涂层劣化	涂膜劣化范围与程度	目测	全部

分类	部位	检测项目	检测内容	检测方法	检测频率	
性		环境湿度	锚室、鞍室、钢箱梁与钢塔	湿度计	每室 1-2 处	
	混凝土构件	保护层	钢筋与预应力筋保护层厚度	钢筋检测仪、雷达法	每构件不少于 3 处	
		有害介质	碳化深度、氯离子含量	酚酞法、滴定条法, 化学分析法	每构件不少于 3 测区, 每测区不少于 3 点	
		钢筋	混凝土电阻率、锈蚀电位的大小	半电池法、四电极法	主要承重构件的主要受力部位	
结构性	上部结构	梁桥	结构变形	桥面上下游线形, 曲线桥梁横向变位, 钢构件局部屈曲	目测、尺量、水准仪、全站仪	每跨 8 分点测护栏内侧及桥轴线各 3 点; 钢桥支承区、索锚区、钢混结合段、叠合面的局部变形检查应全覆盖
			钢构件连接	钢构件连接失效或缺失	目测、尺量、锤击	焊缝与螺栓抽检不少于 20%, 关键结构部位及桥面轮迹带应全覆盖
	拱桥	结构变形	桥面上下游线形、拱桥拱圈(肋)轴线	水准仪、全站仪	桥面同梁桥, 拱圈每跨 8 分点上下游	
		锚头锈蚀	吊杆、系杆两端锚头锈蚀程度	目测	全部	
		钢管脱空	钢管混凝土拱桥拱肋脱空范围	超声法、锤击法	全部拱肋上表面	
	索桥	结构变形	桥面上下游线形、悬索桥主缆线形、桥塔空间偏位、缆索力大小、拉索异常振动	目测、水准仪、全站仪、索测仪	桥面同梁桥: 每塔肢顶底部上下游、边中跨各 4 点; 每跨沿索夹位置测量, 主缆最低点、L/4 和最高点应全覆盖	
		索夹滑移	环缝开裂程度、索夹紧固螺栓力与索夹位置	目测、尺量、超声法	全部	
		缆索锈断	防护破损大小与位置、索股及钢丝(绞线)锈蚀、断裂位置, 数量	目测、漏磁法、开窗法	全部缆索的防护薄弱部位	
		锚碇渗漏	渗水部位与程度	目测	全部	
	涵洞	结构变形	涵洞接缝错台、沉陷, 侧墙倾斜、涵洞轴线偏位程度	尺量, 水准仪、全站仪	全部	
	下部结构	墩台	结构变形	墩台沉降, 墩台倾斜程度	全站仪	墩顶底部上下游, 大小桩号方向各 4 点
		涵台	结构变形	接缝破损, 沉陷程度	目测, 尺量	全部
		基础	结构变形	冲刷深度、不均匀沉降程度	全站仪、水下测	基础上下游, 大小桩

分类	部位	检测项目	检测内容	检测方法	检测频率
				量	号 4 个方向
	桥面系	铺装	破损、坑槽分布范围	目测	全部
	附属设施	支座	剪切变形、偏压、不均匀鼓凸的程度	目测、尺量	全部
		伸缩装置	变形、断裂，破损的程度	目测、尺量	全部
		栏杆	变形、断裂，破损的程度	目测、尺量	全部

注：1. 拱桥和索桥的主梁检查要求同梁桥；2. 缆索防护薄弱部位包括主缆最低点、锚室索股段、拉吊索的锚固段或锚头区。

3 桥涵变形检测的测点数量与位置应能反映最大变位及其空间变化规律。

4 桥涵结构或构件的强度调查可根据设计需要进行整体或局部的调查，强度测区或取样应覆盖主要受力构件的主要受力部位或薄弱部位。测区及测点的要求应符合相关检测规范的规定。

5 对于缺乏原设计及竣工资料的桥涵应进行详细的测绘和材料指标检测，必要时可采用荷载试验等方法来确定其实际承载力。

6 桥涵耐久性检查要求应符合《公路桥梁耐久性检测评定技术规程》的规定。

条文说明

5.5.4 桥涵修复设计前对桥涵的适用性和耐久性进行有针对性的检查评估有利于准确判断病害原因。

2 主要裂缝指对结构承载力有影响的代表性裂缝，如长度最长，裂缝宽度最宽的裂缝等。钢结构涂层劣化评价参照 ISO 4628 较为合理。

5.5.5 桥梁修复设计的应充分考虑结构现状、修复措施对原结构的影响，涉及到结构性修复的计算应符合下列要求：

1 根据原结构竣工图及设计荷载进行原结构复算。

2 根据现场检测结果、荷载情况、加固维修历史，依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21）进行结构检算，并作为修复养护设计的依据。

3 桥梁计算模型应在设计模型的基础上充分考虑桥梁病害的影响，计算参数的选取应考虑施工、全过程收缩徐变、结构实际承受的荷载、开裂后结构性能衰减与内力的重分布、预应力损失、新增材料的重量与应变滞后等因素，其计算

结果应与桥梁主要病害特征相吻合，必要时应通过实际桥梁局部加载试验，修正计算模型。

4 拟定方案后对相关结构补强措施的效果进行计算验证，其结果应满足对应设计标准下正常使用和承载能力极限状态的要求。

5.5.6 桥涵混凝土构件耐久性修复设计应符合下列要求：

1 桥涵混凝土耐久性修复前应按 4.4.4 条第 1 款的要求修复内外部缺陷。

2 桥涵混凝土耐久性修复设计应根据具体桥涵类型与环境作用等级、耐久性损伤的原因与类型、预期修复效果、预期使用年限确定修复方案与材料。

3 桥涵混凝土保护层因钢筋锈胀破坏时，应区分碳化侵蚀和氯盐侵蚀。氯盐侵蚀，除钝化钢筋措施外，破损修补的混凝土或砂浆还应混合内掺型钢筋阻锈剂，并根据病害与环境情况采取附加防护措施。内掺型钢筋阻锈剂应符合《钢筋阻锈剂应用技术规程》（JGJ/T 192）的规定。

4 桥涵混凝土构件发生碱-骨料反应导致的破损，除开裂破损修补外应进行表面涂层防护，表面涂层应具备良好的长期密封隔水能力。

条文说明

2 桥涵混凝土构件耐久性修复设计针对已发生耐久性病害的处理。

5.5.7 桥涵钢构件耐久性修复设计应符合下列要求：

1 重新涂装应进行彻底的表面处理至 Sa2½级，粗糙度符合涂层体系要求，涂装符合使用条件的配套涂层体系。采用的涂装体系应根据《大气环境腐蚀性分类》（GB/T 15957）的规定选择涂装的耐久性级别，涂层体系还应符合《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722）的相关要求。

2 悬索桥主缆防护涂层体系严重破损时可根据实际使用情况，采取重涂、更换新型防护材料、体系等措施。

3 斜拉桥、吊杆拱桥的拉吊索索体护套老化开裂或环状断开失去防护功能时，应根据原防护构造的特点采取修复措施。

条文说明

2 主缆涂层在 10~15 年以上时，基本接近或达到寿命期，涂膜劣化或锈蚀将

达到严重程度。新型防护材料和体系，如 S 型缠丝替换圆形缠丝，纤维复合结构的天然橡胶带对主缆进行缠包、安装干燥空气除湿系统等都是适于主缆再防护的选项。

3 对于采用套筒压注水泥浆防护的拉吊索，当金属套筒腐蚀，钢丝仍完好未锈蚀时，应更换金属护套并做好防腐涂装；对于采用热挤高密度聚乙烯作护套的工厂成品索，适合采用专用塑焊枪进行熔焊修补，修补用 PE 宜同原材料一致，修补完后采取在外部进行 PVF 缠包带进行补充防护的方式是一种好的方式。如水分已通过护套破损进入索体，则在修补前还需要先进行充吹干燥空气除湿处理。

5.5.8 桥梁结构几何复位设计应符合下列要求：

1 桥梁结构复位中的反力体系、限位结构、临时支撑体系进行复核算，满足强度、刚度、稳定性及局部承压要求。

2 限位结构应包括桥梁横向限位与纵向限位，设计时其荷载作用值宜通过计算确定，一般情况下可按原桥上部结构重量的 20% 确定。限位结构可按下列形式与要求选择：

- 1) 梁式桥和桁架桥，宜选用格构支架。
- 2) 无水平推力的拱桥（桁架拱桥、系杆拱桥及梁拱组合桥），宜选用悬臂桁架。
- 3) 多跨多幅梁式桥，宜选用斜撑支架作为限位结构。
- 4) 当桥梁纵坡大于 1% 时，应在桥梁纵向两端的桥台、墩、伸缩缝处混凝土上安装挡块类辅助限位结构。

3 临时支撑体系宜采用便于安装与拆除的钢管支撑墩。

4 顶推、移动梁板过程中应保证梁体稳定，竖向和水平移动宜交替分级进行。每级移动量宜控制在 2mm 以内。

5 桥梁下部结构桥台、墩柱倾斜等的复位，可采取外力纠偏法，基底掏土纠偏法及堆载或卸载纠偏法。

6 对于严重位移，构件损坏，没有利用价值的墩、台，宜拆除重建。

7 纠偏前或纠偏过程中应采取措施消除致偏原因。

条文说明

5.5.8 桥梁复位适用于桥梁上下部结构出现超出设计允许范围的纵、横向位移、扭转或倾斜需要恢复其正常位置的情况。外力纠偏法需在倾斜结构附件的适当位置,设置锚桩、锚碇等抗拔结构,支承千斤顶或卷扬机对结构施力使其复位。基底掏土纠偏法适合均质黏土或砂土浅埋基础的纠偏。也适于采用人工挖掏或水力冲掏方式。堆载或卸载纠偏法适于软弱地基纠偏量不大的浅埋基础纠偏。

5.5.9 桥梁梁体更换设计应符合下列要求:

1 置换的新梁体设计可采用混凝土结构、钢结构及钢混组合结构,推荐采用钢结构与钢筋混凝土组合结构,以降低驮运或安装机具的负荷要求,下部结构的承载要求,节约场地及提高效率。

2 单梁更换时应考虑其刚度与其他梁片(肋)的匹配,保持横向分配系数不变。采用混凝土单梁时还要注意不同龄期差造成的影响。

3 连续结构置换时要考虑与其他跨的连接设计与整体刚度匹配,特别在采用钢结构与混凝土结构连接时。

4 置换梁体设计时应根据检测考虑旧的下部基础的技术状态,评估其承载能力是否可满足置换后桥的使用要求,对不满足要求的应采取加固措施。

5 应根据梁体(含各梁片)的结构形式、技术状态通过验算选择合适的驮运或吊装方案,以保证施工过程中,梁体的结构安全。不满足安全要求的梁体应采取临时加固措施。

6 新置换的梁体应能满足现行公路工程技术标准的要求。

条文说明

5.5.9 桥梁主梁整体驮运置换适用于交通繁忙、应急保通等对桥梁维修需求时间尽可能短的情况、上部结构技术标准或技术条件已不适应当前交通运行需求且进行加固改造的可行性较差的情况;单片梁(肋)的置换适用于上部结构整体完好,只是其中单片或多片梁体出现损伤或其他病害导致其不能满足协同承载要求的情况。

5.5.10 桥梁加宽设计应符合下列要求:

1 标准化跨径的桥梁宜采用拼接加宽方式，其他类型桥梁宜采用分离式加宽方式。50cm 以内的扩宽，可采用整体式桥面板悬挑的方式。

2 拼宽桥新、旧部分的设计技术标准应按《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）6.0.10 条的要求执行。

3 一般应采用同种类型的结构进行同刚度拼宽，避免桥横向出现较大形变差，有利于新旧桥整体受力与变形协调。

4 桥梁结构连接的具体形式有不连接、有缝连接、铰接、半刚接、刚接等多种方式，应根据具体情况采用合适的拼接方式。

5 当受条件限制，横向各组合部分采用不同的结构形式或跨径（错孔）时，由于横向刚度差的存在，为避免应力集中，桥梁新旧部分间宜采用铰接等弱连接形式，弱化横向联系，同时加强纵向刚度，以确保结构的受力安全。

6 接缝结构尺寸及配筋的设计要考虑新旧拼接后体系改变导致的受力变化，并能满足一定程度的附加内力的影响。接缝宽度宜大于 15cm。

7 拼接桥的伸缩缝宜整体更换，采用拼接方式时，橡胶条应整体更换，接缝型钢应连接，并加强锚固钢筋配置。接缝位置应避开轮迹带。

8 桥头搭板应连接，旧板损坏严重时，宜拆除重建。

9 桥梁拼宽应特别注意基础沉降对桥梁加宽拼接的不利影响，一般可采取加长摩擦桩桩长，桩底压浆、堆载预压、延迟接缝浇筑等技术措施。

条文说明

4 半刚接和刚接为强连接，其他为弱连接。如桥梁拼接宽度较大，新拼接部分基本为单独受力模式，原则上适于采用上部构造弱连接，下部不连接方式，拼接宽度较小，拼接部分难以单独受力或单独受力性能不佳，需要与原结构共同受力，原则上适于采用上部构造强连接，下部构造弱连接方式，介于二者之间的情况则根据具体情况采用合适的拼接方式。

5.5.11 桥梁加高设计应符合下列要求：

1 桥梁加高可以采取墩柱截断加高，墩柱直接加高和加高盖（帽）梁、支座垫石的方式，应充分考虑桥梁技术条件、结构形式、现场施工环境条件，选择合理方案。

2 墩（柱）截断部位宜采用方形或圆形榫口。接高部分微膨胀混凝土等级

宜较原墩柱高一个等级，并宜结合外包钢管形成复合受力的构造。墩柱截断位置选择宜综合考虑以下要求：

- 1) 避开柱端箍筋加密区；
- 2) 设于受力较小的位置；
- 3) 满足切割、顶升施工的空间要求；
- 4) 便于墩（柱）加固。

3 桥梁接高应对桥梁顶升方案、临时支撑及限位结构进行设计。可根据墩柱结构的不同，盖梁、承台的空间条件采用抱柱梁、钢抱箍或钢牛腿的形式。墩（柱）无承台或为深埋式承台、深水承台时宜为抱柱梁。抱柱梁与墩柱的连接、自身强度、刚度、局部承压应满足顶升的需求。

4 墩（柱）接高部分主筋规格和数量不低于原墩（柱）。墩（柱）钢筋连接宜采用焊接或钢筋挤压套筒机械连接，接头连接等级为 I 级。

5 墩（柱）接高部分增加高度部分的自重效应不可忽略时，应对下部结构承台强度、抗裂性、桩基承载力进行复核。

6 桥梁提升高度小于 0.5m 时，可采用加高盖（帽）梁或支座垫石的方式。

7 应根据不同桥型采取结构措施，保证施工期间安全和净空提升后桥梁的运营安全。

8 桥梁加高后应同步改造桥台，接顺引道。

条文说明

5.5.11 因航道改造、通行车辆等需提升桥梁净空的情况，施工危险性较大，应用时要慎重论证。

5.5.12 涵洞接长设计应符合下列要求：

- 1 涵洞接长宜与既有结构连接。
- 2 接长部分涵洞的结构形式宜与既有结构相同，不同接头部位应特殊设计。
- 3 路基加高、加宽不多时，可采取只加高加长端墙或翼墙的方式。

条文说明

- 1 新旧涵洞部分采用结构连接有利于路面纵缝的控制。

5.5.13 梁桥上部结构的结构性修复设计应符合下列要求：

1 钢及混凝土肋（板）梁桥结构性病害应根据病害成因、施工条件综合采用一种或者多种整体性和局部性的补强方法修复梁桥上部结构的承载能力。

2 对于表观或内部缺损对截面的削弱导致结构承载能力不足时，不可直接采用表面修补的方式，宜通过卸载降低残余结构断面的恒载内力后再进行修补。

3 大跨径预应力混凝土梁桥长期过度下挠的控制设计应符合下列规定：

1) 对于下挠无开裂情况，应根据跨中下挠的趋势和建设条件分级采用体外预应力、刚梁柔塔型矮塔斜拉桥、主动顶推辅助构件、刚梁柔拱及缆索承重结构等主动加固方案。

2) 对于下挠且开裂的情况，则还应增设开裂构件补强措施。

3) 计算过程应仔细考虑刚度变化对内力分布的影响。

4 钢桥面板严重疲劳开裂的维修设计宜采取改进铺装结构刚度与局部修补相结合的方式，提高钢桥面板刚度、降低应力水平。

5 钢梁桥的结构性修复，必要时应采用板单元进行局部有限元分析。

条文说明

1 梁桥主要的加固修复方案包括粘贴或拼接钢板、粘贴纤维复合材料、增大截面、增设承重构件、增强横向联系、增设体外预应力、加强或更换薄弱、受损构件、改善钢构件疲劳细节，改变结构体系（简支变连续、增设支架或桥墩等）等。

2 此类设计要注意加强新旧构造物的界面构造，以满足层间抗剪连接要求，使其形成协同受力的整体。

3 预应力箱梁桥开裂与下挠与预应力的损失有重要相关性。在目前缺乏有效检查有效预应力的情况下，对有效预应力的模拟，应依据压浆密实度检测、锚固区外观检查等检测情况进行预估，再通过结构模拟分析试算，对比理论计算结果与实际开裂情况和下挠量的吻合度，最终确定有效预应力。开裂模拟要考虑结构刚度的损失与由于刚度变化导致的结构内力重分布。建设条件包括可利用的结构内外的空间，加固期间通行交通等。

4 钢桥面板的疲劳开裂根据成因不同大致可分为荷载导致的开裂及面外变形引起的开裂。严重的开裂如纵肋与横隔板的连接失效，U肋纵向焊缝贯穿钢桥

面板等，适于采用 50~75mm 钢纤维混凝土或 UHPC 铺装改善整体刚度。局部板件上的开裂适于采用螺栓连接的拼接钢板夹紧的方式，浅层焊缝开裂适合采用锤击、磨修等方法，深度大于 3mm 的裂纹适合采取 TIG 重融进行处理，重融的表面凹陷适于控制在不大于 0.5mm，宽度 7~15mm 之间。贯穿钢板厚度的裂纹适合刨除开裂段，下衬陶瓷衬垫进行补焊。

5.5.14 拱桥上部结构的结构性修复设计应符合下列要求：

1 进行拱桥结构性修复设计时，设计计算应考虑各施工阶段构件的承载力、刚度和稳定性。对刚度较大，连接可靠的拱上建筑，可采用适当的计算模型考虑与主拱圈的联合作用。

2 拱上建筑拆除，应遵循对称、均衡的原则进行拆除方案设计，给出逐级拆除的顺序和拆除荷载量，其拆除的顺序与修建时的顺序一般应相反，避免不平衡推力造成拱圈截面的破坏或使拱圈、墩台失稳，必要的时候宜采取支撑等临时措施以保证拆除过程安全。

3 对于拱桥墩台基础位移引起的拱桥病害，应先加固墩台基础，消除病因后再进行上部结构的加固。

4 对拱上建筑进行改造或对主拱圈增大截面设计时，在卸载和加载过程中应注意单孔和多孔间的均衡对称性，保证拱圈及墩台的稳定。

5 更换拱上填料时不可采用遇水膨胀材料，根据需要采用轻质高强或高密度高强材料，并严格保证填料密实度使得拱桥结构协同受力。

6 拱桥上部结构可根据病害成因、不同拱结构的受力特点、施工条件综合采用一种或者多种加固方案。

7 吊杆拱桥的吊杆更换与索力调整可参见 5.5.15 条。

8 系杆拱桥系杆更换的方案必须保证更换过程中的结构安全，优先采用结构内力变化小的方案，主体结构的内力变化宜控制在 5%以内，对存在严重损伤的索应优先更换。

条文说明

1 如对拱波、拱板及主拱肋等无明显脱开的双曲拱桥主拱圈计算时可按整体截面考虑，并根据各构件的材料指标、按截面面积、高度相等、形心不变的原则

换算成主拱肋混凝土等效截面。

6 圪工拱桥加固的常用方法主要有增大截面法（包括拱圈与腹拱圈套拱、套箍、侧墙加大截面、粘贴钢板）、调整拱上建筑恒载法（包括填料更换、填料挖除、改拱式腹孔为梁板腹孔）及增强整体性法（包括横向体外预应力、拱圈横向钢板箍、砌缝压浆、双银锭腰铁）。

双曲拱桥加固的常用方法包括增大截面法（包括主拱肋加大截面、主拱肋与拱波加大截面、拱背加大截面、主拱圈增设底板、主拱肋粘贴钢板、加大横系梁或板截面、拱式腹孔或微弯板腹孔加大截面、腹孔墩加大截面）、拱上建筑改造法（包括填料更换、挖除、改拱上建筑为梁板式、刚架或桁架式结构、改墙式腹孔墩为立柱式腹孔墩）及增强整体性法（包括增设横系梁或板、加大横系梁或板截面、增设整体式桥面板、改主拱圈为箱型截面）。

桁架（刚架）拱桥加固的常用方法包括增大截面法（包括节点粘贴钢板，弦杆加大截面，或横向联系板、梁加大截面，增加拱片）和增强整体性法（增设整体式桥面板或强化的多层配筋桥面铺装）。

箱（板）拱桥加固的常用方法主要为增大截面法（包括拱圈加大截面、增加箱室数量、拱圈粘贴钢板）、拱上建筑改造法（改拱式腹孔为梁板式、填料换填）和增强整体性法（拱圈横向封闭钢箍、横向粘贴钢板、横向预应力）

肋拱桥加固的常用方法主要为增大截面法（包括箱形截面转换法、粘贴钢板）和增强整体性法（增设或增强横系梁、桥面系整体化改造）。

钢管混凝土拱桥主要的加固方法为脱空补压浆、拱肋增大截面、更换吊杆及系杆等。

8 系杆更换施工方案安全性体现在既要考虑各种病害导致结构承载力降低，也要考虑更换过程中对结构承载力的不利影响，特别是对原结构的损伤，要尽量降至最低。更换过程中尽量不改变主体结构现有受力状态，尽量减少对拱肋结构的损伤，系杆更换整个过程要保持系杆卸载与张拉同步并受力平衡。

5.5.15 索桥上部结构的结构性修复设计应符合下列要求：

- 1 斜拉索、吊杆（索、绳）出现下述情况之一时应予以索力调整：
 - 1) 由于索力偏差导致主梁线形异常、波浪起伏、跨中下挠，主梁结构开裂；

- 2) 索塔轴线存在不符合设计的偏位;
 - 3) 中、大修后, 桥面铺装更换, 恒载分布有改变时。
- 2 斜拉索、吊杆(索、绳)出现下述情况之一时应予以更换或改造:
- 1) 断丝总数大于索体钢丝总数的 2%;
 - 2) 断丝或叠加锈蚀钢丝折算断丝总数大于索体钢丝总数的 5%;
 - 3) 锚具发生裂纹或破损时;
 - 4) 荷载增加或其他因素导致索力超出安全限值, 且通过调索无法解决;
 - 5) 拉索、吊杆达到设计使用年限, 经检测评估承载力不能满足设计要求时;
 - 6) 重大突发事件造成拉、索杆吊严重损伤的, 如桥面火灾、车撞、地震等;
 - 7) 短吊杆经常性损坏时应考虑对其进行结构性改造。

3 拉吊索异常振动的修复应根据振动原因按实际情况进行修复或更换。缺少减振措施时应增设减振设施; 有减振措施时, 应检查其有效性。

4 斜拉桥索力调整设计应在调索目标的指导下进行, 宜选择调整幅度应相对较小的方案, 并在调整幅度范围内兼顾主梁线形、塔位移、主梁应力等结构参数的改善。

5 拉吊索更换设计应符合国家和行业现行规范、标准的规定, 应进行总体结构计算, 必要时还需进行局部验算, 以确定安全、合理的拉吊索张拉力和更换顺序, 确保整个换索过程中桥梁各构件(主梁、索塔和拉吊索)的安全。

6 悬索桥主缆钢丝存在锈蚀或断丝时, 应根据腐蚀和断丝情况, 应采取降低荷载等级、局部钢丝修复或更换、重新缠丝等措施。

7 悬索桥主缆线形垂度明显变化时, 应分析原因, 论证确定调整方案。

8 混凝土索塔应根据不同部位、不同病害类型采取适宜的加固措施。

条文说明

1 实际运营中, 拉索索力都会出现超过 10%的情况, 在考虑拉索安全系数的情况下, 10%的偏差对于单一斜拉索影响不明显, 用此作为调索的依据并不合理。主要应考虑由于索力偏差导致的主梁、索塔等异常情况。

4 通过索力调整来恢复斜拉桥的结构状态对钢梁斜拉桥效果显著; 对于混凝土斜拉桥可调整的范围不大, 此时应当对比设计、施工资料, 计算分析斜拉桥结

构状态异常的原因，制定相应的综合措施。选取一个调索幅度相对较小的方案，主要是避免使运营多年的老桥结构受力状态发生突变，以保证调索过程中结构的安全。

7 主缆线形变化，如下挠变大，这需经多年往复在相同气温下无活载时测试复核确认。若主缆线形偏差是由于塔顶鞍座移位导致，则对鞍座位置进行纠偏，恢复主缆线形，确保桥梁的结构安全和使用功能。

8 针对斜拉桥混凝土索塔其斜拉索锚固区混凝土塔身的竖向开裂可采用被动加固和主动加固两种方式。被动加固即在索塔锚固区塔身外壁粘贴垂直于裂缝的钢板，以限制裂缝开展和提高承载能力；主动加固即在索塔锚固区塔身外围设置预应力，通过张拉预应力为塔身混凝土提供压应力，使裂缝部分闭合，避免裂缝开展。针对混凝土索塔塔身其他区域的竖向开裂，一般适合采取修补裂缝的方式，必要时，增设粘贴钢板或纤维复合材料。

5.5.16 桥梁下部结构的结构性修复设计应符合下列要求：

1 盖梁的结构性修复主要应为控制承载力不足或基础沉降过大导致的结构性开裂。

2 桥梁墩台墩身的加固需根据桥梁墩台墩身状况并根据计算采取不同的加固措施。

1) 由于基础或地基导致的墩台身结构损坏，应先加固基础和地基。

2) 由于上部结构、车、船及漂浮物撞击导致的墩柱开裂时，可采取灌缝配合套箍加固的方案。

3) 墩台产生水平位移和倾斜时，应根据原因采取更换填土，减小土压力、增加桥台横断面尺寸和自重、从台背打入斜向排桩等措施。

4) 采用钢筋混凝土增大截面的厚度不宜小于 15cm。

条文说明

1 盖梁常用的加固方法有：粘贴钢板加固、粘贴纤维复合材料加固、增大截面和配筋法加固、体外预应力加固、改变结构体系加固、外包钢加固。

2 墩台常用的加固方法有：增大截面和配筋法加固、钢筋混凝土围带或钢箍，

碳纤维布缠绕、换填台背填土。

5.5.17 桥涵基础的结构性修复设计应符合下列要求：

1 当地基土质比较坚实，而墩台又是砖石或混凝土刚性实体基础，基础承载力不足或具有较大的不均匀沉降时，可采用扩大桥梁基础底面积的方法。

2 桥梁墩台基底下有软弱层，墩台发生沉陷，桩的深度不足或水蚀或冲刷等原因使桩基外露或发生倾斜时可采取增补桩基加固法。

3 因基础沉降导致涵管或管节的沉陷、变形、错裂，涵洞侧墙倾斜时，宜挖开填土处理地基后重建基础。

4 基础的加固设计应注重新旧基础的结合、协同受力与沉降差的控制。

1) 视情况可采取加长摩擦桩桩长，桩底压浆、堆载预压后浇筑承台接缝、加大扩大基础截面等技术措施降低不均匀沉降的不利影响。

2) 新旧基础应可靠连接，除接缝钢筋外，还可采用预应力加强新旧基础的连接。

5.5.18 桥涵地基的修复设计应符合下列要求：

1 注浆法加固地基，应根据注浆的目的、地质情况、地基土的孔隙大小、地下水的状态等，选择注浆的材料、最佳配比、注浆量和压力、注浆孔布置和注浆顺序。浆点的覆盖土应大于 2m。

2 旋喷桩法加固地基应用地质钻探的方法确定基岩或硬层的深度，决定旋喷固结体的性质。若基岩较浅，设计为端承桩；基岩较深，则可设计成摩擦桩。应根据墩台基础承载能力、固结体的材料强度确定所必需的固结体的总面积、旋喷固结体的有效直径和孔位布置。

条文说明

2 旋喷桩法适用于处理淤泥、淤泥质粘土、粘性土、粉土、黄土、砂土、人工填土和碎石土等地基，但对于土中砾石直径过大、砾石含量过多及有大量纤维质的腐殖土，则应根据现场试验结果确定其适用程度。

5.5.19 桥梁支座的更换设计应符合下列要求：

1 支座更换设计应充分考虑支座处施工空间小、工期要求较短，不中断交通等条件限制，采用的合理的维修更换措施与材料机具设备，进行迅速可靠地更换。

2 支座符合下列情况之一的，应进行更换：

1) 橡胶支座不均匀鼓包；

2) 橡胶支座严重开裂，钢板脱漏；

3) 支座变形超限；

4) 支座超过设计使用年限，经检测评估不能满足支座功能要求；

5) 支座构件严重锈蚀、断裂，变形受限，经检测评估无难以修复或无修复价值。

3 新换的支座应与结构体系相适应，与原支座使用功能和几何尺寸一致。

4 横桥向同一墩台上的同一排中的个别橡胶支座需要更换时，宜将同一排支座全部更换。

5 桥梁采用局部顶升更换支座时，应充分考虑顶升高度对梁体的不利影响，对不同结构形式、不同跨径的桥梁应通过计算确定各项升点的局部顶升高度允许值。

6 墩顶顶升空间和支承面不满足顶升要求采取辅助顶升支架或导梁时，应按相关规范对附加支承结构进行承载力和稳定性验算。

5.5.20 桥梁伸缩缝的更换设计应符合下列要求：

1 伸缩缝符合下列情况之一的，应进行更换：

1) 伸缩装置达到设计使用寿命，经检测评估不能继续使用的。

2) 伸缩装置整体或局部构件出现严重老化、变形、破损、松脱，装置不能正常伸缩及转动，经检测评估不能继续使用的。

2 伸缩装置槽区混凝土较大范围破损、开裂时，车行道伸缩缝槽口新浇混凝土强度等级应比原结构混凝土提高一级，宜采用早强的钢纤维混凝土。

3 应根据原有伸缩装置的结构类型、破坏原因、交通量和重车组成、槽口现状及环境条件，结合实际温度变化计算最大伸缩量选择新伸缩装置类型与构

造。

5.5.21 桥梁护栏的修复设计应符合下列要求：

- 1 由于交通事故或自然灾害造成护栏缺损、错位或变形应及时修复或更换。
- 2 由于梁体不正常变形导致的护栏变形应分析原因，对梁体进行处理后再修复护栏。
- 3 金属梁柱式护栏和波形钢护栏出现部件缺损、锈蚀、松动、立柱或横梁倾斜变形应予以修复，锈蚀严重的应予以更换。
- 4 混凝土护栏表面破损、锈胀等表观病害的修复可参照 5.5.6 条。
- 5 护栏与基础的连接应牢固、稳定，承载能力符合护栏等级的要求。
- 6 对防护能力不足的桥梁护栏应参照《提升公路桥梁安全防护能力专项行动技术指南》进行设计。

5.5.22 调治结构物的修复设计应符合下列要求：

- 1 调治结构物可采用抛石、干砌或浆砌块片石、石笼、混凝土板块或钢筋混凝土板进行修复，修复采用具体措施应考虑水深、流速、水流冲击等因素。淹没式的调治结构物加固至坝顶，非淹没式的应加固至高于设计洪水位不少于 50cm。
- 2 调治结构物修复材料的要求不低于原设计要求。不宜用重粘土、粉砂、淤泥、盐渍土或有机质的土壤进行填筑。
- 3 砌体调治结构物出现基础冲空、砌体开裂或倾斜时应查明原因，根据结构类型，采取合理加固措施，具体修复可参照 5.5.17 条。
- 4 调治结构物的改造应在一定时期的观察基础上，根据实际情况，增设或调整调治结构物。符合下列情况之一的调治结构物，应进行改造：
 - 1) 使用过程中观察，调治构造物位置、形式不当或数量长度不足时；
 - 2) 河道变迁、流向改变，水流冲击危及桥台、桥头引道时。

条文说明

- 3 砌体调治构造物开裂、倾斜多数是其基础或地基遭水冲蚀所致。

5.5.23 锥坡翼墙的修复设计应符合下列要求：

1 锥坡砌体及勾缝开裂，局部破损、沉陷、垮塌、位移应根据不同原因采取针对性措施。

1) 当为填土不密实时，破损塌陷应进行重新填土。

2) 当为流水冲刷时，轻微破损、沉陷时可加强锥坡，大范围破损甚至垮塌时还应增设或改造调治构造物。

3) 当为桥台位移时，轻微开裂、较小位移可勾缝处理，较大时应对应桥台基础进行加强。

2 翼墙出现下沉、断裂或其他损坏时，应根据损坏原因采取针对性措施后，根据翼墙的损坏情况，对翼墙采取灌封修补、拆除重建等措施。

5.5.24 涵洞的结构性修复应符合下列要求：

1 涵洞应视病害情况、断面条件和地基条件，采取洞内衬砌加大截面、粘贴钢板或开挖填土加大截面和用新构件分段进行更换的方式改善承载能力。

2 基础沉降导致洞身损伤修复前，应按 5.5.17 条的要求先处理基础或地基。

5.5.25 增设桥涵养护设施设计应符合下列要求：

1 各等级公路上的桥涵应保证有 I 类养护设施，可根据桥梁实际需求选择采用 II 类养护设施。

2 桥涵养护设施的增设宜符合表 5.5.25 的规定。

表 5.5.25 桥涵养护设施设置标准

养护设施类别	养护设施类型		适用范围	适用公路等级
I	支座检查平台（含进入通道）	墩台上支座检查平台+桥面爬梯	各类人员不可徒步安全接近观察的有支座桥梁	高速、一级、二级、三级、四级公路
		墩台上支座检查平台+墩上爬梯		
		流水步道		
	涵洞检查通道	流水步道	各类涵洞	
	桥梁关键部件（位置）巡查通道/平台	内部移动滑车	100m 以上钢箱梁	
		内部爬梯/电梯	斜拉桥塔、悬索桥塔，大跨径拱桥	
缆索移动检查平台		斜拉桥拉索、悬索桥主	高速、一级公	

			缆	路
		梁底检修桁车	斜拉桥、悬索桥、吊杆拱桥、200m 以上梁桥	
		外部钢桁架通道	60m 以上钢桁梁/混凝土箱梁桥	
		内外部升降平台	200m 以上梁桥	
II	结构健康监测系统 (SHM)	结构响应与状态安全的实时监测系统, 可成为 BMMS 的重要子系统	150m 以上梁桥、200m 以上拱桥、300m 以上斜拉桥, 500m 以上悬索桥, 技术复杂的桥梁、运营或环境条件特别的桥梁、特别重要的枢纽桥梁	高速公路
	桥梁养护管理系统 (BMMS)	养护决策与管理辅助系统, 可成为 BIM 的重要子系统 (含养护手册)		
	桥梁信息模型系统 (BIM)	彻底的全寿命信息化养护管理系统, 是 BMMS 的进一步数据集成化与图形化		

3 桥涵养护设施时应在保证人员安全的前提下, 便于对桥涵实施近距离人工作业或方便检修人员携带小型检查设备通行。

1) 通行净高宜不小于 2m, 净宽宜不小于 1m。

2) 钢制楼梯、平台等设计宜符合《固定式钢梯及平台安全要求》(GB 4053) 的规定。

4 桥涵养护设施应覆盖日常检查及定期检测的全部范围, 包括并不限于在不同类型桥涵的易出现病害的位置、具有安全预警的意义的意义的位置、需要经常性维护的位置、需要定期更换部件的位置等。

5 对于增设养护设施的还应考虑与原桥涵结构的可靠连接, 连接设计要求应满相关设计规范的要求。

6 主梁梁底检修桁车、桥内液压升降设备等特种设备应满足相关安全规范和安全作业要求。

5.5.26 桥涵修复养护方案设计应依据桥涵养护目标、技术状况及病害成因、施工条件等, 综合考虑社会影响, 经济、技术指标, 对方案进行比较来确定。

1 方案设计应根据桥梁检测评定报告或现场勘察资料, 对桥涵病害进行研究分析, 结合养护规划, 明确养护性质, 提出针对性养护方案。

2 对原桥涵结构会造成局部损伤的方案, 设计时应预先考虑处置措施, 尽量降低损伤程度, 并对其影响进行评估。

3 对于城镇等交通通行要求较高的地区，设计方案还应考虑施工的快速性和对交通的干扰。

4 桥涵加固设计方案的费用宜控制在重建费用的 60%以下。

5 结构性修复方案比选原则上不应少于三个。

5.5.27 桥涵修复养护工程的验收要求应符合下列规定：

1 桥梁修复养护后，其构件的技术等级不应低于 2 类。

2 涵洞修复养护后，其技术等级不应低于较好。

3 各类桥涵修复后其正常使用和承载能力极限状态应满足原设计要求，耐久性应满足达到设计使用年限的要求。

4 索桥与吊杆拱桥修复后其桥面标高和索力与成桥时的数据比对差值应在 10%以内。

5 技术复杂桥梁结构性修复养护后，宜通过荷载试验验证承载能力达到设计要求，并应满足下列要求：

1) 主要承重构件各工况下设计控制断面的应变和挠度校验系数应小于 1；

2) 主要承重构件各工况下设计控制断面的残余变形小于 20%；

3) 新旧材料或构件结合良好，受力协同。

条文说明

5 技术复杂指单孔跨径 150m 以上、结构构造复杂、修复技术复杂或施工风险大、病害原因复杂、病害严重并可能导致短时期内结构破坏等情况。

5.6 隧道

5.6.1 隧道修复养护设计应符合下列要求：

1 本规范适用于以钻爆法施工的各等级公路山岭隧道养护设计。

2 隧道技术状况评定类别为 3 类及以上时，应适时启动修复养护设计。病害原因复杂、处治规模过大或养护实施条件受限时，可对病害进行分级，按一次设计分段分期实施，并做好重点隐患段落的安全监测专项方案。

3 修复养护设计参数选择可采用工程类比法，必要时进行结构验算。

4 调查隧道交通量和路网概况，制定有效的交通管制方案与安全保障措施。

5 积极审慎采用隧道快速修复技术，提高修护养护的作业效率和质量。

条文说明

技术状况评定方法和养护对策，参考现行《公路隧道养护技术规范》实施。即3类隧道应局部实施养护设计，4类隧道应尽快实施养护设计并进行交通管制，5类隧道应立即实施并关闭隧道。

5.6.2 按病害部位和表观病害特征划分，隧道主要病害类型见表 5.6.2。

表 5.6.2 隧道主要病害类型

序号	病害部位		病害及缺陷
1	衬砌结构类		混凝土强度不够、厚度严重不足、严重开裂渗漏水、网状开裂或局部可能掉块等
2	隧底结构类		隧底翻浆冒泥、路面底鼓或隆起、路面纵斜向严重开裂、不均匀沉降、电缆沟侧壁严重倾斜变形等
3	洞口工程类	洞门结构	洞门墙体沉降、倾斜、开裂、渗漏水、挂冰等
		洞口边仰坡	坡面破损、局部垮塌和坡体失稳等
		洞口安全影响区	洞口落石、滚石、崩塌、水害等

5.6.3 对衬砌和隧道结构类病害，应根据病害分布范围和严重程度，以每段模筑混凝土衬砌为基本养护单元，确定检测和修复设计段落长度。

条文说明

隧道每段模筑混凝土或衬砌浇筑段一般为 9m 或 12m。除局部处治措施（如锚杆加固、裂缝修补、导水引排等）在病害位置设置外，其他加固方法均布置于有病害分布的模筑混凝土衬砌段，如套拱、嵌入钢拱架、换拱、隧底注浆、锁脚桩基等加固方法。

5.6.4 应开展隧道修复养护的调查与专项检测，查明养护段落的病害类型、范围、程度和成因，根据隧道病害特点针对性选择表 5.6.3 所列的检测内容和方法。设计前宜对检测结果进行必要的现场验核。

表 5.6.3 主要检测内容及方法

序号	病害部位	检测项目	检测内容	检测方法	检测工作量
1	衬砌结构类	裂缝检查	裂缝的位置、宽度、长度、深度等	裂缝计、超声法、钻芯法、现场调查	裂缝宽度、长度：普查 裂缝深度：用于评估承载

					力时，每条纵向或斜向裂缝不小于1处
		漏水检查	漏水位置、水量，防排水系统的堵塞、破坏情况	现场调查、PH值检查等	普查
		横断面检查	断面内轮廓	断面仪或全站仪	断面变形段不少于1处/10m
		材质检查	混凝土强度、厚度、钢筋、保护层厚度等	地质雷达法、钻芯法	强度：每段不小于3组，一组3个芯样 厚度：每段不小于3条测线，取芯不少于2组
		衬砌背后空洞	空洞位置和大小	地质雷达法、钻芯法	每段不小于3条测线，取芯不少于2组
2	隧底结构类	电缆沟检查	侧壁倾斜、盖板倾斜	现场调查	普查
		路面检查	隆起或底鼓、路面开裂	现场调查、断面仪或全站仪	普查
		仰拱检查	仰拱及回填厚度	钻芯法、地质雷达法	钻芯不少于1处/50m
3	洞口工程类	洞门墙检查	墙体沉降、倾斜、开裂、渗漏水、挂冰等	现场调查	普查
		边仰坡检查	坡面破损、局部垮塌和坡体失稳	现场调查	普查
		安全影响检查	洞口落石、滚石、崩塌、水害等	现场调查	普查

5.6.5 衬砌结构修复设计应符合下列规定：

- 1 一般采用粘贴钢板（带）、套拱、嵌入钢拱架、锚喷加固、换拱等方法。
- 2 加固混凝土的强度等级应比原衬砌混凝土提高一级，且不应低于C25。
- 3 特殊环境（如高温、高湿、介质侵蚀等）下，衬砌加固应采用耐环境因素作用的胶黏剂，加固用钢材应进行防护，并按相应的工艺要求进行施工。
- 4 加固措施影响原有排水系统时，应恢复原有排水系统功能。

5.6.6 粘贴钢板（带）加固适用于衬砌局部掉块或强度不足，隧道净空富余量较小，既有衬砌混凝土强度不低于C20的衬砌加固。应符合下列规定：

- 1 钢板（带）表面应进行防腐蚀、防锈蚀处理，处理材料应对钢板及胶黏剂无害。
- 2 粘贴钢板（带）加固宜全断面布置，局部粘贴钢板加固时应分析钢板端部应力集中的不利影响。钢板布设范围宜延伸至需加固段落外1~2m。

3 钢板宜采用 5~10mm 厚, 钢板粘结应采用压力注胶及锚栓锚固的方法, 胶黏剂平均厚度宜为 3~5mm。

4 钢板连接部分加设接头钢板, 接头钢板长度不宜小于 400mm。

5 锚栓锚固深度不应小于 6.5 倍锚栓直径; 锚栓中心最大间距为 24 倍钢板厚度; 最小间距为 3 倍锚栓孔径; 锚栓中心距钢板边缘最大距离为 8 倍钢板厚度, 最小距离为 2 倍锚栓孔径。

6 采用 W 钢带加固时, 凿除原衬砌混凝土深度比 W 钢带厚度大 20mm。W 钢带应采用锚栓与衬砌锚固连接, 与衬砌面之间的空隙采用粘结胶处理, 加固后的衬砌轮廓纵横向均应与既有衬砌平顺连接。

7 锚固件应采用有机械锁键效应的后扩底锚栓或适应开裂混凝土性能的定型化学锚栓连接钢板与衬砌, 不得采用膨胀型锚栓作为连接件, 锚栓应进行承载力验算。

5.6.7 套拱加固适用于隧道结构破损较重或衬砌大面积劣化、剥落（一般在 10m² 以上）等情形；也可作为渗漏水和衬砌防冻的处治。应符合下列规定：

1 套拱形式有钢拱架混凝土套拱、钢筋混凝土套拱、素混凝土套拱；应根据隧道病害程度、规模、施工工艺和施工条件合理选择。

2 隧道渗漏水严重时, 可在套拱和既有衬砌间增设防排水措施; 隧道衬砌结构冻害严重时, 可在套拱与原结构之间或套拱内表面增加保温系统。

3 套拱宜采用全断面布置, 套拱拱脚设置竖向连接钢筋、锁脚锚杆(管), 增强套拱基础。严禁将套拱基础置于电缆沟上, 必要时可增设仰拱。

4 可采用植筋、铺设钢筋网等措施增强新旧结构连接。植筋应具有一定的抗拔力, 并不少于 2 根/m², 锚固长度不小于 10d (d 为锚杆直径)

5 钢拱架应与现浇混凝土、喷射混凝土或喷射纤维混凝土配合使用。钢拱架可采用工字钢、H 型钢、格栅等, 钢拱架之间应采用纵筋连接。套拱中钢拱架间距宜为 0.5m~1.5m; 钢拱架混凝土保护层厚度不应小于 30mm。

6 喷射混凝土套拱厚度确定原则: 防止衬砌表面剥落时, 厚度一般不宜少于 70mm; 由于衬砌厚度不足, 需要补强时, 厚度不宜少于 100mm; 由外力引起的衬砌破损, 不宜少于 150mm。

7 现浇混凝土套拱厚度确定原则: 衬砌结构劣化, 存在大范围剥落可能性

时，不宜少于 100mm；由外力引起的衬砌破损，现浇混凝土套拱厚度不宜少于 150mm。

8 钢筋混凝土套拱受力钢筋直径不应小于 12mm，纵向间距不大于 300mm；构造钢筋直径不应小于 6mm，间距不大于 300mm；钢筋保护层厚度不应小于 30mm。

9 套拱不得侵入隧道建筑限界。

5.6.8 嵌入钢拱架加固适用于隧道净空富余较小的素混凝土衬砌提高承载力时的隧道修复。应符合下列规定：

1 加固前应充分调查研究、分析和计算，保障衬砌凿除时衬砌结构的整体稳定性。

2 凿除混凝土时宜优先采用机械切割方法，混凝土开槽深度应不大于原二衬衬砌厚度的 2/3。

3 嵌入钢拱架加固宜采用全断面布置，钢拱架拱脚应固定在可靠的基础之上。

4 钢拱架宜采用钢筋格栅拱架。嵌入钢拱架应与填充混凝土或网喷混凝土配合使用，且与既有衬砌结合密实。

5 嵌入钢拱架间距宜采用 0.5~1.5m，钢拱架的混凝土保护层厚度应不小于 30mm。

6 衬砌开槽应采用跳槽法，剔除有缺陷的混凝土。

5.6.9 锚杆加固适用于因塑性地压和偏压造成的隧道病害情况下的隧道修复。应符合下列规定：

1 锚杆宜采用预应力锚杆，预应力锚杆的预加力应不小于 100kN。

2 在膨胀性围岩有很大地压作用的场合，宜采用灌浆锚索锚固。

3 未固结的土砂质围岩、断层破碎带等软弱破碎围岩不宜采用锚杆加固。

4 隧道病害不严重情况下，以垂直地压为主时可在拱部布置锚杆，以侧压为主时可在侧壁布置锚杆。隧道病害较严重时，锚杆应全断面布置。

5 锚杆露头应设托板，托板长、宽、厚不宜小于 150mm×150mm×6mm。

6 锚杆长度应根据钻孔调查、围岩内部位移等结果确定，一般不宜小于 4.0m。

7 锚杆应按矩形或梅花形排列，锚杆间距不得大于 1.2m。间距较小时，可采用长短锚杆交错布置。

5.6.10 当隧道拱圈衬砌强度严重不足、开裂破损严重或无法采取其他加固修复方法时，应采取换拱修复措施，先拆除既有混凝土衬砌和局部扩挖，再重新浇筑混凝土或钢筋混凝土衬砌。拆除或扩挖时应制定完善的安全保障措施。

5.6.11 隧底结构修复设计，应符合下列规定：

1 隧底结构修复设计主要方法，包括隧底基础处理、拱脚锁脚、更换或增设仰拱等，可根据病害情况选用。

2 可采用工程类比法拟定修复方案，并进行多方案论证比选。

3 更换或增设仰拱时，应制定衬砌拱脚的加固措施，并做好拱脚与仰拱的连接构造。

4 应做好与既有结构及防排水系统衔接。

条文说明

隧底结构病害，多为仰拱施工质量不良所致，导致仰拱与拱圈不能封闭成环，降低隧道结构体系的承载能力。也有少部分是因为地层压力过大导致仰拱产生结构性破坏。

5.6.12 隧底基础加固采用隧底注浆加固方法时，应符合下列规定：

1 根据病害情况、地质、施工条件合理确定注浆加固方法、范围、孔距、孔深。注浆孔宜采用梅花形布置，间距为 1.0~2.0m，孔深应至仰拱或底板以下不小于 2m。

2 注浆管一般采用钢管或硬质塑料管，管径 42~110mm。

3 隧底注浆宜采用水泥基浆液，特殊地质条件也可采用化学浆液。

4 注浆压力应根据隧底地层特性及注浆工艺确定。

5.6.13 隧底基础加固采用桩基加固方法时，可选用钢管桩、树根桩等，应符合下列规定：

1 树根桩技术要求：

1) 树根桩直径宜为 150~300mm; 桩长应不小于 3m; 桩的布置可采用直桩型或网状结构斜桩型。

2) 桩身混凝土强度等级应不小于 C25。

3) 树根桩桩顶应浇注承台或与隧道仰拱一起浇注, 以加强隧底整体强度和稳定性。

4) 树根桩桩体可采用碎石、细石混凝土等填灌, 当采用碎石填灌时, 注浆宜采用水灰比为 0.4~0.5 的水泥浆。

2 钢管桩技术要求:

1) 加固范围、桩径、桩长应结合病害情况、隧底围岩和施工等条件确定。可采用对称形、梅花形布置。

2) 钢管桩的分段长度宜为 3~6m, 钢管桩直径宜采用 50~150mm, 管壁最小厚度不应小于 4mm 无缝钢管。

3) 桩内应压注水泥浆, 也可采用混凝土填充。

5.6.14 因承压水、膨胀力、地层压力等引起严重底鼓时, 可采用增设或更换仰拱方案, 根据病害程度、受力情况确定仰拱的深度和厚度。并符合下列要求:

1 增设或更换仰拱应采用钢筋混凝土结构, 混凝土强度应不低于 C30。

2 新增仰拱混凝土应与隧道衬砌结构采用植筋连接。

3 底部横向支撑宜采用钢拱架, 后期作为永久支撑浇筑到隧底, 钢拱架宜采用工字钢、H 型钢, 拱架高度应不小于 150mm。

5.6.15 洞口工程修复设计, 应符合下列规定:

1 应根据洞口病害特征、地形、地质及环境等条件, 有利于运营安全、环境协调、实用美观的原则, 制定修复方案。

2 需采取洞内和洞外综合治理措施时, 宜先进行洞口外工程修复。

3 洞口需接长明洞或棚洞时, 宜按新建工程设计。

5.6.16 洞门结构修复设计, 应符合下列规定:

1 洞门墙体有裂纹、渗漏水、挂冰等病害时, 应采取墙背注浆、裂缝修补、墙体下部布设泄水孔、集中漏水点埋管引排等措施处治。

2 当因冻胀引起洞门墙结构破损时，应采取有效排水措施，并对破损处修复，新修洞门墙应采用混凝土。

3 因地基承载力不足导致洞门墙沉降、倾斜、开裂时，应对基底采取加固措施，如注浆固结、扩大基础、钢管桩、桩基承台等。

4 当墙体大面积开裂错台、整体稳定性差时，应对墙体采取增大截面加固；新增墙体应采用现浇混凝土结构，混凝土强度等级不应低于 C25，厚度不应小于 300mm，新旧结构间应合理连接。

5.6.17 洞口边仰坡修复设计应符合下列规定：

1 根据坡体破坏原因、破坏程度、地质、地形、坡率及环境条件选择加固方法，可采用清方、坡体锚固、坡面防护、支挡、接长明洞等措施，加固措施应减少对隧道结构的不利影响。

2 坡面防护可选择植物、骨架植物、圪工等防护形式，应首选生态防护，局部受损坡面修复和加固后，景观效果宜与周边环境相协调。

3 地震多发区的隧道洞口应控制边仰坡高度，不宜设置重力式支挡结构，洞口可采取接长明洞、棚洞等措施。

5.6.18 洞口安全影响区存在落石、滚石、崩塌、水害等隐患时，应合理增设防护网，且符合下列规定：

1 主动防护网主要适用于隧道洞口山体整体稳定，但地形陡峻、岩石风化裸露，易产生崩塌、落石且洞口旁无缓冲地带的情况。

2 被动防护网主要适用于隧道洞口有缓冲地带的坡面，拦截岩崩、飞石、滚石、雪崩等，避免对隧道洞口结构的损坏和运营安全的影响。

3 主、被动网选用的材料应具有耐久性并应进行防腐蚀处理。

4 当洞口区采用主、被动网综合防治时，宜先施作主动网防护，再施作被动网防护。

5 应结合所拦截物的特性、冲击力合理确定防护网的设置参数。

5.6.19 应确保洞口截排水沟畅通，洞口截排水系统修复应符合下列要求：

1 应根据洞口区地形、汇水面积及流量等因素校核洞外既有截排水系统和

排水能力，不足时应增设或扩大截排水沟。

- 2 既有截排水沟破损修复宜与路基排水系统顺畅连接。
- 3 应确保截水沟基础稳定，并宜进行防渗处理。

5.6.20 受特殊不良地质影响产生的隧道病害，如瓦斯、岩溶、湿陷性黄土、高寒高海拔、高承压水等，应根据具体病害产生的机制，制定针对性的修复设计技术方案。

条文说明

特殊原因产生的隧道病害，按隧道病害部位虽然仍可以分为衬砌结构类病害和隧底结构类病害，但因发病原因与一般隧道不一样，需要针对病害产生的机制，采取针对性措施，才能从根本上达到修复效果。比如，冻害严重的隧道，需要解决水的合理疏导、提高结构抗力和设置保温措施等；岩溶隧道主要解决高水压和防渗漏问题；有毒有害气体较为发育的隧道需要解决结构的封闭性问题等。

5.6.21 隧道修复养护质量验收，除应满足设计文件要求和现行有关质量验收标准外，尚应符合下列规定：

- 1 外观质量应符合下列规定：
 - 1) 洞口边仰坡应无落石。
 - 2) 排水系统应不淤积、不堵塞。
 - 3) 喷射混凝土表面无漏喷、离鼓、钢筋网和钢架外露。
 - 4) 钢架焊接应无假焊、漏焊，基底应无虚渣及杂物。
 - 5) 沟槽盖板应无松动、破损。
- 2 锁脚桩基可按《公路工程基桩动测技术规程》(JTG/T F81) 布设声测管，对基桩完整性进行验收。

5.7 交通安全设施

5.7.1 交通安全设施修复养护设计内容应能分别适用于主体养护工程配套的相关交通安全设施修复完善、某种类型的交通安全设施集中修复以及多种安全设施综合处置的情况。

5.7.2 当路线、路基、路面、结构物等公路主体进行养护工程时，应同步进行交通安全设施缺陷调查和检测，交通安全设施修复养护时应与公路土建养护工程同步设计、施工、同时投入生产和使用，相关基础、预留预埋应与主体工程同步实施。

5.7.3 交通安全设施修复养护应与公路主体工程、其他附属设施及环境综合考虑、相互协调、统筹设计，并应遵循下列原则：

1 当道路条件受限影响交通安全或交通安全设施功能发挥时，有条件情况下应通过主体设计改善道路条件。

2 公路路面养护方案设计时应考虑加铺罩面导致净空不足、护栏防护高度不足的问题，综合工程经济效益确定设计方案。

3 交通安全设施位于桥梁和隧道时，应分析和验算对结构物所产生的力学影响，必要时应对桥梁和隧道进行补强设计。

4 交通安全设施养护工程应配合绿化养护措施，解决绿化影响视距、遮挡交通标志等设施、影响路侧净区等安全问题。

条文说明

交通安全设施修复养护设计不是孤立的，应从系统最优的角度，综合考虑与公路主体、结构物以及绿化等其他设施的养护工程之间的关系，如沥青路面直接加铺，会带来净空不足、交通标线缺失，护栏高度不足的问题，需要在养护设计中综合考虑不同养护设施之间的影响，统筹协调，采取适宜的养护设计方案，降低对其他设施的影响，如采取路面养护铣刨加铺设计。

5.7.4 交通安全设施修复养护应针对交通安全设施缺陷的类型，综合考虑服务、安全、管理、环境、成本等因素，确定养护类型进行分类设计，具体交通安全设施缺陷类型见表 5.7.4。

表 5.7.4 交通安全设施缺陷类型

序号	缺陷	含义		设计类型
1	局部或轻微损坏, 实现原设计功能的可靠性有所降低	交通标志	面板局部发生弯曲变形, 平整度变化影响视认	维修设计
2			面板紧固件铝槽断裂或铝槽与面板规定脱铆率不大于 5%	
3			紧固件松动锈蚀、单位构件锈蚀面积小于 20%	
4			立柱等支撑结构焊缝有裂纹或外观有缺陷	
5			混凝土基础开裂、分层、剥落	
6			其他局部或轻微缺陷	
7		交通标线	局部范围剥落缺失的	
8			局部范围磨损、褪色或旧线泛出明显	
9			局部发生明显扭曲变形	
10			其他局部或轻微缺陷	
11		护栏	护栏线形不顺畅, 局部存在扭曲	
12			钢护栏局部出现部件缺损、松动或立柱倾斜等缺陷	
13			钢护栏构件锈蚀面积超过 10%, 但小于 30%	
14			水泥混凝土护栏局部出现明显裂缝、破损或变形	
15			局部护栏基础松动变形	
16			活动护栏、防撞垫局部构件缺损、松动	
17			其他局部或轻微缺陷	
18		凸起路标和轮廓标	局部线形诱导明显扭曲变形	
19			局部反光器褪色或污秽	
20			基础、连接件、紧固件松动、老化或锈蚀	
21			其他局部或轻微缺陷	
22		防眩设施	连接件、紧固件松动、老化或锈蚀	
23			防眩结构局部缺损、倾斜、变形	
24		隔离栅、防眩网	出现局部断丝、锈蚀、缺失、立柱损坏、倾斜等缺陷	
25	损坏严重, 实现原设计功能的可靠性大幅度降低, 甚至已无法实现原设	交通标志	标志信息存在错误或内容缺失	更换设计
26			交通标志板缺失	
27			面板弯曲破损, 且无法进行修复	
28			反光膜出现明显划痕、损伤、气泡、起皱、裂纹、剥落和颜色不均匀, 且影响面积超过标志板 10%	
29			反光膜逆反射系数低于设计值 50%	
30			标志进入公路建筑界限或设置位置不合规, 且不可校正	

序号	缺陷	含义		设计类型		
31	计功能		面板紧固件铝槽断裂或铝槽与面板规定脱铆率大于 5%			
32			杆件变形、焊缝开裂，立柱明显弯曲、变形或晃动，且不可校正			
33			相关功能指标不符合设计指标且无法修复			
34		交通标线	总体褪色明显或污秽严重，无法视认			
35			总体旧线泛出明显或龟裂损失严重，无法视认			
36			标线抗滑性能合格率低于 60%			
37			反光标线夜间反光性能明显失效或逆反射亮度系数合格率低于 60%			
38			由于路基路面养护工程导致交通标线受损或缺失			
39		护栏	车辆碰撞或自然破坏，导致缆索护栏、波形梁护栏立柱、横梁、护栏板、基础等部件损坏，混凝土护栏结构严重开裂、破损、钢筋变形			
40			钢护栏构件锈蚀面积超过 30%或局部锈蚀严重			
41			护栏立柱高度、埋深以及构件尺寸不满足设计要求			
42			由于路基路面养护工程护栏立柱高度降低导致防护能力不足，且不具备维修条件			
43		凸起路标和轮廓标	凸起路标开裂、破碎、基础严重松动			
44			存在明显褪色、反光性能明显下降			
45			大面积缺失			
46		防眩设施	连接件、紧固件严重残缺、失效			
47			大面积防眩结构缺失			
48		隔离栅	大面积严重锈蚀、倒伏、缺失，且无法修复			
49		交通安全设施与路段交通安全需求不匹配	交通安全隐患路段		公路本身存在影响行车安全的因素，如急弯、陡坡、连续下坡、视距不良、路侧险要等	改造设计
50					人/车/环境方面存在影响行车安全的因素，如超速行驶、机非混行、大货车比例高、行人横穿、不良气象等	
51	交通事故多发路段		公路上交通事故数量或严重程度集聚，明显高于同一公路其他路段			

1 交通安全设施局部或轻微损坏，实现原设计功能的可靠性降低，宜采用维修设计，通过局部地紧固、矫正、修复、更换部件等方式，将交通安全设施功能恢复到符合原设计要求。

2 交通安全设施损坏严重，实现原设计功能的可靠性大幅度降低，甚至已无法实现原设计功能，且不具备维修条件时，宜采用更换设计，通过整体更换或新设的方式，恢复交通安全设施功能。

3 交通安全设施与路段交通安全需求不匹配时，宜采用改造设计，通过新设、拆除、移位、加强等方式或综合改造方式，优化不满足现状路段安全运营需求的交通安全设施，改善路段交通安全性能。

条文说明

交通安全设施是与公路交通安全密切相关的公路附属设施，其缺陷既有由交通安全设施本身的功能状况引起的，也有由所在路段交通安全需求引起的。

交通安全设施本身的功能状况，主要表现为设施的老化、损伤和破坏程度，本规范将其又分为两类，一类是局部或轻微损坏，实现原设计功能的可靠性有所降低，此时一般情况采用维修设计即可恢复其功能；另一类是损坏严重，实现原设计功能的可靠性大幅度降低，甚至已无法实现原设计功能，并且不具备维修条件，需要进行设施的更新或更换。

交通安全设施所在路段的交通安全需求，主要是由于公路通车运营后，受路网条件、交通量、路侧条件、交通事故等的影响，公路的交通安全需求发生了较大变化时，交通安全设施与之已不能匹配，表现交通安全隐患路段和交通事故多发路段，交通事故隐患路段代表了公路本身的安全风险，交通事故多发路段代表了交通事故风险，在这些路段交通安全设施缺失、设置不当可能会加剧安全风险，或者增设和优化交通安全设施即可有效地降低交通事故率，因此有必要进行交通安全设施改造设计。

由于交通安全设施本身设计存在缺陷，或者由于网环境发生变化，路侧环境发生变化的、交通组成、交通量变化或交通组织调整的导致交通安全设施不适用于公路实际运行环境的，需要通过新增、的改造设计需求也越来越大。改造设计本质是根据实际交通安全运营需求做出的优化提升，也可视为对公路安全性能的恢复。

《公路工程养护管理办法》中对修复养护规定为“修复养护是指公路出现明显病害或部分丧失服务功能，为恢复技术状况而进行的功能性、结构性修复或定期更换，包括大修、中修、小修。”，其中规定交通安全设施修复养护的具体作

业内容“集中更换或新设标志标牌、防眩板、隔音屏、隔离栅、中央活动门、限高架等；整段路面标线的施划；集中维修、更换或新设公路护栏、警示桩、道口桩、减速带等；其他。”实际工作中，交通安全设施养护依据《公路工程养护技术规范》（20），作业内容包括“埋置、维护和定期清洗”，小修包括“①修理或部分添置更换②路面标线局部补画”；中修包括“①全线新设或更换②护栏、隔离栅、防雪栅栏等全面修理更换③整段路面标线画设”；大修包括“护栏、隔离栅和防雪栅栏等增设”。

可见目前修复养护涵盖内容是较多的，不同类型的养护设计，任务不同，对设计的要求也就不尽相同，因此有必要对交通安全设施修复养护设计的类型进行规定，本规范基于设计目标和养护手段，将交通安全养护工程类型分为维修养护、更换养护和改造养护三类，为分类进行修复养护设计规定奠定基础。

同时设施本身功能状况和路段安全需求是从不同维度对交通安全设施缺陷的分类，对设计类型的选择是有耦合作用的，如设施本身功能状况维修养护即可，但由于该路段安全水平较低，经常发生事故，则可考虑进行更换设计或改造设计。再者设计类型的选择也要考虑工程实施的经济性和可行性，如交通安全设施相较于桥梁、隧道等公路主体工程造价较低，往往采用更换或更新多于维修，因此本条规定应基于交通安全设施缺陷的类型，综合考虑服务、安全、管理、环境、成本等因素，确定设计类型。

5.7.4 交通安全设施修复养护的设计标准应满足 3.0.7 规定，应综合考虑不同阶段标准规范要求、现有公路和交通条件、交通安全状况、交通安全设施缺陷及剩余设计使用年限、养护和管理成本等因素，经论证确定设计标准。

5.7.5 交通安全设施修复养护应根据工程类型、范围、规模和技术复杂程度等确定设计阶段，不同交通安全设施修复养护工程所采用的设计阶段和设计要求应见表 5.7.5。

表 5.7.5 不同交通安全设施修复养护工程所采用的设计阶段和要求

序号	设计阶段	适用的养护工程	设计要求
1	方案设计	一般性的、局部维修和更换	明确技术标准、养护对策、适用条件和技术要求
2	一阶段施工图	大型悬臂或门架标志结构、护栏端头和过渡段等特殊功能性、结构性维修	明确交通安全设施技术标准、布设位置、结构设计、材料和工艺要求等
		集中更换或新设标志标牌、防眩板、隔音屏、隔离栅、中央活动门、限高架等	
		整段路面标线的施划	
		集中更换或新设公路护栏、警示桩、道口桩、减速带等	
		交通标志、标线调整信息规格和内容	
	其他		
3	方案设计和施工图两阶段	技术复杂、难度大的交通安全设施特殊修复养护	方案设计阶段，至少应进行两个技术方案的同深度比选
		路网范围内大规模的交通安全设施修复养护	
		高速公路和一级公路交通安全隐患路段和事故多发路段改造	

条文说明

交通安全设施一般性的维修和更换通常较为简单，可按照原设计要求在日常养护中完成，为鼓励养护单位制定统一的技术设计方案，规范统一养护操作，规定一般性的维修和更换可在技术方案指导下实施，对技术方案的内容做出了一般性规定。

门架型交通标志、大型悬臂交通标志以及非常规的护栏结构，一旦发生结构失稳、严重损坏，容易导致安全事件，必要时需要针对缺陷类型，通过专项的修复设计，进行补强、加固，因此规定应进行施工图设计。

集中更换交通安全设施时，应充分考虑原有设施损坏原因、数量、程度以及安全需求，有针对性地选取适宜的设施材料、结构、基础形式使设施更好地满足公路实际安全功能需要，因此需要进行专门的设计。

5.7.6 交通安全设施修复养护设计资料收集除满足 3.0.10 规定外，应收集的资料项目和内容见表 5.7.6。

表 5.7.6 交通安全设施修复养护设计主要资料收集内容

序号	收集项目	详细内容
1	路网信息	项目所在区域路网布局、公路功能及交通管理方式，交通标志应调研项目路网区域内互通立交、机场、火车站、旅游景区等分布情况。
2	交通状况	交通量数据，高速公路和一级公路应收集不少于养护工程前三年（连续）的交通量、交通组成数据。
3	交通安全状况	路段交通安全隐患路段和事故多发路段的分布、特点、原因等资料。
4	设计图纸	公路建设阶段和历次养护设计、竣工图纸，含公路主体、交通安全设施及其他设施。
5	养护文件	交通安全设施日常检查、定期检查记录文件、养护检测报告、技术质量评定报告，公路安全性评价报告以及养护决策相关文件。
6	设施需求	向沿线公路运营养护、交通管理等部门以及各类公路使用者调研了解既有公路交通安全设施的设置情况、目前存在的问题和解决建议等。
7	其他资料	其他与交通安全设施设计相关的资料

5.7.7 交通安全设施修复养护设计现场调查和检测，除满足 3.0.10 规定外，应进行的调查和检测项目、内容、方法和要求见表 5.7.7。

表 5.7.7 交通安全设施修复养护设计主要调查和检测内容

序号	项目	内容	方法	检测工作量
1	现场踏勘	对公路几何线形、路面条件、结构物分布、路侧情况、视线视距条件，交通工程设置位置、自然环境等进行确认校核。	现场核查，对技术资料缺乏的公路还应进行重点路段现场勘测	普查
2	交通量	缺少交通量、交通组成数据时应进行现场观测	人工计数或地磁、激光、微波等交通检测器测量	选取典型横断面代表，高峰小时交通至少连续观测 1 小时
3	外观状态	现场观测交通安全设施基础、支撑结构、连接件、紧固件等缺损、锈蚀、位置、状态等外观条件	目视检查辅以铅锤，水平仪，折叠尺，卡尺，厚度计等测量工具进行测量记录	检测路段抽样应不小于每公里每侧 5 处。
4	逆反射性能	对交通标志和标线进行逆反射系数测量	逆反射系数测量仪	检测路段抽样应不小于每公里每侧 5 处。
5	结构损伤	对重要的交通标志或护栏结构进行无损性检测，探测锈蚀、裂缝的范围和程度	超声波测试，染料渗透剂测试或磁粉测试等非破坏性裂缝测试	重要结构检测面积不小于 50%
6	螺栓终扭矩	对重要的交通标志或护栏结构螺栓终扭矩检测	扭力扳手	重要结构检测螺栓数量不小于 50%
7	力学性能	有设施结构和材料再利用需求时，应取样送往检测机构检测力学等性能，检验是否满足再利用要求	检测机构送检	检测路段抽样应不小于每公里每侧 5 处。

5.7.8 交通安全设施修复养护设计应在对缺陷分析评估的基础上进行设计，分析评估内容见表 5.7.8。

表 5.7.8 交通安全设施修复养护设计主要调查和检测内容

序号	评估项目	分析评估内容
1	合规性	根据交通安全设施设计时采用的标准规范或现行规范，对交通安全设施的设计指标进行核查，评估其合规性。
2	功能性	根据交通安全设施缺陷范围、程度和数量，评估其组成部件及整体的功能性，分析缺陷产生的原因。
3	适应性	分析交通量、交通组成、交通安全状况，评估交通安全设施的与交通条件的适用性

5.7.9 交通安全设施改造设计的资料收集、调查和检测、分析评估，除满足 5.7.6、5.7.7、5.7.8 的规定外，还应进行以下工作：

1 高速公路和一级公路应收集不少于养护工程所在路段前三年（连续）的交通事故数据，包括事故发生的时间、地点、天气状况、事故形态、伤亡人数、事故车型等信息。其他公路缺少交通事故数据或数据不全时，应向公路管理单位调研了解交通安全状况。

2 改造设计专用现场调查和检测内容见表 5.7.9。

表 5.7.9 交通安全设施改造设计专用调查和检测内容

项目	内容	方法	检测工作量
交通运行	现场观测车辆运行轨迹、有无横干干扰、有无交通冲突等交通运行状况	裂缝计、超声法、钻芯法、现场调查	每个交通安全隐患路段和事故多发路段应在交通量高峰时期
运行速度	实地采集运行速度数据	雷达枪人工测速或地磁、激光、微波等交通检测器测速	采集条件、断面和样本量应满足《道路交通标志和标线第 5 部分：限制速度》（GB5768.5-2017）附录 B。
实车驾驶	交通事故多发路段宜进行路段实车驾驶体验	实车驾驶	每个交通安全隐患路段和事故多发路段应至少进行一次实车驾驶
其他	根据交通安全隐患或事故原因可进行必要地专项检测，如路面抗滑性能检测等	相关检测方法	跟据路段特点和具体检测方法要求确定检测位置和频次

3 改造设计分析评估应包含交通安全分析诊断，确定主要安全隐患或交通事故原因，高速公路和一级路宜进行安全性评价。交通安全分析诊断应包含以下分析评估内容：

1) 运行速度等交通运行条件。

- 2) 公路条件、路侧危险和干扰以及交通安全设施设置合理情况。
- 3) 交通事故数量、分布、严重程度、事故形态及成因，典型的重大、特大交通事故宜进行个案分析。

5.7.10 交通标志的颜色、形状、尺寸、图案、文字、颜色及结构部件等设计应符合《道路交通标志和标线第2部分：道路交通标志》(GB5768.2)、《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81)、《公路交通标志标线设置规范》(JTG D82)，应符合下列规定：

- 1 保持路网中指路标志信息连续，避免出现信息不连续或信息中断。
- 2 增设交通标志的设计应符合下列规定：
 - 1) 新增交通标志的设计原则、设置规模、外形风格宜与原有其他交通标志保持一致，内容信息不得矛盾。
 - 2) 新增交通标志与原有交通标志及其他设施之间不应相互遮挡。
 - 3) 新增交通标志或信息时应防止信息过载，同一交通标志板面内信息总数不宜超过6个，同一断面上交通标志板面数不宜超过3个。
 - 4) 更换的交通标志板大于原设计，或在原交通标志支撑结构上增设新交通标志时，应对交通标志结构进行演算。
- 3 部分粘贴反光膜时，新旧反光膜性能差异不宜超过一个等级以上。

5.7.11 交通标线的颜色、形状、尺寸、厚度、位置及性能等应符合《道路交通标志和标线第3部分：道路交通标线》(GB5768.3)、《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81)、《公路交通标志标线设置规范》(JTG D82)和《道路交通标线质量要求和检测方法》(GB/T16311)，应符合下列规定：

- 1 与周边其他交通设施表达的信息相匹配，传递的交通信息不得相互矛盾；
- 2 根据交通负荷、路域环境、路面条件特点、安全保障需求等因素影响的情况，设计文件中应对标线材料、位置、颜色、形状、尺寸和逆反射性能等做出有针对性的明确、具体要求。
- 3 横向振动标线和彩色防滑路面标线时应考虑对路段排水的影响。

5.7.12 护栏设计应保证结构完好、稳固、满足阻挡、缓冲和导向等功能要求，防撞等级、最小设置长度、材质、几何尺寸和安装方式等应符合《公路交通安全

设施设置规范》（JTG D81）的要求。更换或改造养护的设计护栏结构，应通过现行《公路护栏安全性能评价标准》（JTG B05-01）规定的安全性能评价。

5.7.13 由于路面加铺、罩面导致护栏防护高度不具备以下条件时，应进行护栏更换或改造工程设计：

1 两波形钢护栏横梁中心距路面高度与设计标准规定值相比，误差在 20mm 以内；

2 三波形梁钢护栏横梁中心距路面高度与设计标准规定值相比，误差在 50mm 以内；

3 在现有公路交通运行条件下，护栏经专题论证可以满足防撞条件或通过实车碰撞实验。

条文说明

养护工程是一个系统工程，不能孤立地设计某种结构或设施考虑的养护设计方案，正常情况下路面加铺罩面应考虑到对公路净空和护栏立柱高度的影响，适宜选择铣刨旧路面加铺的方式。

同时为防止为解决路面加铺影响护栏的问题，护栏结构设计往往会留有一定的冗余，如新泽西护栏在基础底部内侧与路面垂直部分的高度，即为预留的 75mm 的高度，用于加铺。我国《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81-2017）6.6.1 条规定“新建公路在运营阶段如有路面加铺、罩面等影响护栏高度的需求，则在设计阶段选取护栏形式时应考虑这一因素：

1 F 型和加强型混凝土护栏可允许最多 75mm 的路面加铺、罩面厚度。

2 单坡型混凝土护栏宜根据预期路面加铺、罩面的厚度作为护栏高度的增加值。

3 波形梁或缆索护栏立柱宜适当增加路面以上的高度并预留连接孔，或增加预留套筒内的长度，或采用混凝土抽换式混凝土基础的方式等。”

再者西部课题《高速公路波形梁护栏防撞能力提升改造技术研究》研究成果表明当累计加铺或罩面厚度超过 50mm，护栏板中心相对路面高度不足 550mm 时，护栏安全保障水平不能满足安全要求，应当对护栏进行改造，波形梁护栏板中心高度距路面高于 550mm，不影响护栏阻挡功能的发挥，该成果被 2019 年《提升公路桥梁安全防护能力专项行动》吸纳，规定了“既有公路桥梁护栏使用时间

在现行《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》（JTG D80）规定的最低使用年限内，具有下列情形之一时，可认为符合建设时期设计标准：

（1）混凝土基本型（NJ型）、改进型（F型）、加强型桥梁护栏和组合式桥梁护栏的内侧与路面垂直部分的高度在 $0\sim 75\text{mm}$ 以内，且迎撞面的形式和构造尺寸符合标准的规定；

（2）金属梁柱式护栏的构造满足《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81-2017）第6.3.5条第1款规定的各项要求；

（3）两波形梁钢护栏横梁中心距路面的高度与规定值相比，误差在 $\pm 20\text{mm}$ 以内，或者三波形梁钢护栏横梁中心距路面的高度与规定值相比，误差在（ -50mm ， $+20\text{mm}$ ）以内时；

（4）混凝土护栏或组合式护栏的迎撞面形式和构造尺寸、金属梁柱式护栏的构造形式和规格与建设时期所采用的设计标准有所不同，但通过了实车碰撞试验，满足建设时期《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》（JTJ 074-94）、《高速公路护栏安全性能评价标准》（JTG/T F83-2004）或《公路护栏安全性能评价标准》（JTG B05-01-2013）的规定”。

因此综合以上研究成果和技术指南，本条对不需要进行更换或改造的护栏高度区间做出了规定。

5.7.14 改造养护设计应在全面分析交通安全隐患因素或交通事故原因的基础上，依据主动预防和被动防护相结合的原则，采取针对性的综合处置措施，宜按下列顺序选择设计方案：

1 通过修剪树木、清除杂物、消挖山体等消除视距遮挡。

2 有条件时采取截弯取直、增大曲线半径、设置合理超高、改进缓和曲线、消除不良线形组合等改善公路线形，路面养护或抗滑性处理，硬化或加宽路肩，改善排水设施等土建工程措施。

3 完善交通标志、交通标线、视线诱导设施等，加强诱导、预告和警示。

4 通过清理、移位、重新设计等方式处理公路计算净区宽度范围内的各类行车障碍物，提高路侧宽容性。

5 设置满足防护等级的护栏，优化护栏端头和过渡；对于大货车制动失效带来交通安全隐患的路段有条件时，在必要位置设置避险车道。

6 车速较快带来安全隐患的路段，应进行必要的速度控制，可采取设置限速标志、减速标线、减速丘和减速路面等措施。

7 采取其他交通工程措施，如增加照明、设置监控设施等。

8 必要时应采取交通管理措施，如禁止超车，限制车型等，并应设置配套的交通工程设施。

条文说明

有条件时消除视距遮挡、改进公路线形、路面状况和加宽路面等土建工程措施可以从根本上消除公路方面的安全隐患，无条件时采用警示、预告和诱导等措施，可以防止车辆偏离正常行驶路线或突然减速，预防交通事故发生，降低交通事故概率；如效果仍不明显，可通过处理路侧障碍物，提高路侧宽容性，使驶出路外的车辆可以安全返回，如没有条件处理路侧障碍物，就必须设置护栏，防止车辆驶出路外，降低事故严重后果程度。

基于宽容设计理念《公路交通安全设施设置规范》（JTG D81-2017）规定了对位于计算净区宽度范围内的各类行车障碍物，宜按下列顺序进行处理：“（1）去除计算净区宽度范围内的障碍物；（2）重新设计障碍物，使障碍物不构成危害；（3）将障碍物移至不易被驶出路外的车辆碰撞的位置；（4）采取措施减少事故伤害，如采用解体消能结构等；（5）在以上措施不能实施而导致驶出路外车辆产生的事故严重程度高于碰撞护栏的严重程度时，考虑设置护栏；（6）如不能实施上述措施，则应对障碍物加以警示、对行车进行诱导。”处理路侧障碍物可按以上规定执行。

5.7.15 交通安全设施修复养护工程验收时，应符合下列规定：

1 设计速度大于或等于 80km/h 的公路新增交通标志与已有交通标志、可变信息板行车方向纵向间距宜大于或等于 60m，其他公路宜大于或等于 30m。

2 反光交通标线逆反射系数应满足设计文件。

3 各类安全设施螺栓终扭矩与设计文件要求差值不应超过±10%。

4 交通标志和标线等视认类设施应夜间进行实车驾驶，检验交通标志和标线的视认性，视线诱导设施的诱导顺畅性、有效性，检验防眩设施是否有漏光情况。

5 改造工程宜在验收时进行效果后评估，主要评估指标可为交通事故次起数、交通事故死亡率以及护栏等防护设施损坏次数和情况等。

5.8 机电设施

5.8.1 机电设施修复养护工程设计应符合下列规定：

1 机电设施修复养护设计应包括监控设施、通信设施、收费设施、供配电设施、照明设施、通风设施、隧道消防设施等。

2 应根据排查、检测、评估结果及运营管理需求确定养护设计的范围。

3 应在既有设施利用的基础上，考虑技术发展趋势；

4 应符合最新网络安全要求；

5 宜考虑大数据、物联网、人工智能等新技术的应用。

5.8.2 机电设施修复养护工程主要包含维修、更换、更新、增设四种类型，具体形式见表 5.8.2。

表 5.8.2 机电养护设计缺陷类型及养护对此

类型	缺陷类型	养护类型	含义
1	1 设备运行状态不稳定； 2 设备局部功能缺失； 3 系统性能不稳定； 4 其他应进行维修的情况。	维修	将机电设施设备功能恢复到设计阶段的规范要求
2	1 设施损坏，无法维修； 2 设备达到使用年限，系统功能缺失； 3 其他应进行更换的情况。	更换	将损坏的机电设备，采用不低于原有性能指标且与原系统兼容的设备进行更换，保证原有系统功能
3	1 设备达到使用年限，原机电设备停产或继续使用技术经济性差； 2 由于运营管理需求的变化，需提高机电设备技术指标或采用新的技术； 3 系统本身运行不平稳，既有设备无法满足系统运行需求； 4 其他应进行设备更新的情况。	更新	将损坏的机电设施，采用最新的技术标准的产品进行更换，对相关设备及系统进行改造
4	1 由于运营管理需求的变化，需系统性增设机电设备； 2 机电设施达到二期实施年限，既有设施不满足运营需求； 3 机电设施分级发生调整，配置规模不满足规范要求； 4 设计速度调整，造成机电设施配置标准不满足要求； 5 运营过程中，路段存在事故多发路段、恶劣气候条件或运行环境发生改变； 6 既有设备不满足运营管理需求，需采用新技术对现有机电设施进行更新换代； 7 运营管理需求变化，需采用新的技术提升运营管理水平； 10 经评估运营风险高，需要通过增设机电设施。 11 其他应进行增设的情况。	增设	根据运营养护安全及管理需求，通过增设新的设备达到提升功能的要求。

5.8.3 机电设施养护设计应满足系统功能恢复和技术进步的需要，并应符合下列规定：

- 1 状况完好、功能满足运营管理需求的机电设备，应继续使用；
- 2 状况完好、功能不满足运营管理需求的机电设备，应进行更新或增设设计；
- 3 状况完好、但由于系统升级造成无法与新系统兼容的设备，需要进行更新或增设设计；
- 4 功耗大、故障率高、面临淘汰的产品，需要进行更新设计，原设备可作为备品备件使用；
- 5 状况完好，继续养护的费用与购买替换新设备相比经济性不高时，宜进行更新设计，原设备可作为备品备件使用；
- 6 状况完好、到达设施生产单位标定的工作寿命的设备，宜进行更新设计，原设备可作为备品备件使用。

条文说明

对于目前机电设施状态情况良好，但很快达到设计使用寿命、节能性太差或与现有系统不兼容的设备应在养护设计中进行统一考虑。对于养护过程中，部分设施达到设施生产单位标定的工作寿命的90%可考虑进行更换，避免修复养护结束后，机电设施失效，很快需要新的养护。

5.8.3 机电设施养护设计时，宜参考表格 5.8.3 对设计交通量进行取值。

表 5.8.3 机电设备设计养护设计交通量取值

公路等级	设施名称	设备设计剩余年限	设计交通量取值
高速公路	监控、通信、收费、照明	>2	按设计剩余年限末年预测交通量
		≤2	第 5 年预测交通量
	供配电、隧道通风、 隧道消防	>5	按设计剩余年限末年预测交通量
		≤5	第 10 年预测交通量
一、二、三级路	监控、通信、收费、照明	>1	按设计剩余年限末年预测交通量
		≤1	第 3 年预测交通量
	供配电、隧道通风、 隧道消防	>2	按设计剩余年限末年预测交通量
		≤2	第 5 年预测交通量

条文说明

机电设施养护设计时考虑机电设施技术进步的特点和未来一段时间的运营需求，对设备设计预测交通量进行了规定。预测交通量可通过近年来交通量进行线性插值取得。监控、通信、收费、照明设备进行分期实施，近期按通车5年后交通量进行设计。隧道通风及消防设备近期一般按通车后10年交通量进行设计。为减少由于交通量变化等因素造成机电设施规模布置的情况，对养护设计的预测交通量做了规定。

5.8.4 机电设施修复养护前宜做如下准备工作：

- 1 收集养护路段机电设施的竣工图、验收、管养、检测等基础资料及规划资料。
- 2 收集养护路段至少近3年的交通量数据。
- 3 收集养护路段交通组成数据。
- 4 收集养护路段对公路交通造成影响的气象数据如大雾、凝冰等。
- 5 收集养护路段隧道环境检测数据，包括自然风风向、风速、最低温度、洞外亮度、洞内亮度、洞内一氧化碳浓度及能见度等数据。
- 6 结合养护的目标，对机电设施进行现场调研、检测评定等资料。
- 7 收集发生重大交通事故、事故率偏高和经常发生交通拥堵路段的基本情况。
- 8 根据路段的交通量和路网概况，制定有效的交通管制方案和安全保障措施。

5.8.5 机电设施现场应进行现场排查，重点排查内容如下：

机电设施现有管理体制及运营环境、机电设施现状、机电配套设施现状、机电设施运行现状、机电设施使用年限、机电设施技术整改情况、设备品牌、沿线设施管线、外部供电资源、消防水源、运营管理需求等。

5.8.6 机电设施修复养护设计检测要点和实测项目应覆盖需要改造的机电设

施主要设备，应对关键设备及相关设施技术状况有具体检测评定意见；应对隧道风速、亮度、消火栓出口水压值、火灾报警响应时间等系统功能性指标有具体检测数据，并做评定，并满足表 5.8.6 的相关要求。

表5.8.6 性能指标检测基本要求

序号	测试项目	具体要求
1	隧道风速	检测点纵向间距：宜设置在隧道进出口内30m处，以及每隔500m宜设置一处。 检测点横断面设置位置：单洞测试断面布设位置应不少于3处，宜取离地面3.0m处，车道中心线。 风速仪测试各点风速，每点测试3次。
2	隧道亮度	宜选择布灯周期长度区域作为测试区域，每车道横断面布点不小于3个。
3	消火栓出口压力值	至少采集消防泵出水口、隧道最高点、隧道最低点、隧道变坡点、末端的水压值。
4	火灾探测系统响应时间	宜50m设置一处测试点。对于三车道及以上隧道横断面至少设置两处。

条文说明

机电设施检测参照《公路机电设施养护技术规范》的相关要求，除对设备进行检测外，还应对系统达到的效果进行检测，如洞内亮度、风速等。机电设施检测应明确属于系统功能缺失问题、设备问题，传输线路问题，或控制中心问题等，避免养护设计扩大化。

5.8.7 机电设施连续使用年份达到设施生产厂家标定的使用年限，应进行更换或更新养护设计，应符合如下要求：

1 更换设备技术指标不应低于原设计指标；

2 更新产品具有更好的技术经济性优势时，应采用符合技术发展趋势的新产品；

3 更新设备若与现有系统存在不兼容现象，应从系统角度统筹考虑，进行统一设计。

5.8.8 由于运营管理需求变化，需增设机电设备，应做增设养护设计，符合下列要求：

1 增设设备应考虑既有机电设施的技术特点，与现有系统兼容；

2 应考虑新增设备对系统软件的影响，并做好升级和改造工作；

- 3 增设设备的设置位置应充分利用现有资源，满足供电、信息传输等需求；
- 4 外场局部区段新增机电设备，如无预留光纤或不具备敷设光纤条件，可采用公网传输等临时性措施；
- 5 新增外场设备宜按照功能需求进行布设，利用分歧管线等配套设施便利性进行设置；
- 6 机电设施发生分级调整，配置标准不应低于原规范要求，技术指标应满足最新规范要求；
- 7 设计速度调整，造成机电设施配置标准不满足要求，应结合既有设计方案，确定养护设计方案；
- 8 设施达到二期设计年限，应结合设备预留安装条件和管理需求，进行二期机电设施设计。

条文说明

机电设施在等级发生变化、运行速度发生调整时，设备设施配置方案需满足最新运营环境的相关要求。

5.7.9 存在事故多发路段、恶劣气候条件或运行环境发生改变，增设养护设计应符合下列要求：

- 1 应在事故多发路段，增设相应设施进行交通诱导和提示；
- 2 对运营过程中存在恶劣气候条件的，应在局部路段增设或调整机电设施的设置位置，提高恶劣气候条件下通行安全性；
- 3 由于路段车流量、车辆组成、货物种类发生重大变化的，应根据实际情况调整相应设计。

条文说明

对于通车路段存在团雾、大雾气候，影响行车安全的，采用雾灯等辅助照明的设计提高行车安全性。对于存在凝冰等气候条件的，设置自动除冰装置或通过管理措施等消除不利影响。既有路段受周边路网或规划调整的影响，交通量、交通组成或运载货物种类发生重大变化的，应对沿线机电设施进行针对性调整。

5.8.10 采用新技术对现有机电设施进行更新换代，提升运营管理水平，增设

养护设计应符合如下要求：

- 1 应兼顾机电设施现有技术特点，进行整体设计，避免局部升级造成系统不稳定；
- 2 应满足相关部门颁布的对新技术应用的各项规定；
- 3 应符合最近技术发展趋势；
- 4 应包含对既有设备的利用方案和分期实施方案；
- 5 应包含新、旧技术转换阶段的技术应对方案；
- 6 应考虑现有的预留预埋设施、通信管道、设备基础形式、建筑限界等基础条件。

5.8.11 监控设施养护设计应符合下列要求：

1 应结合调查与评价结果，根据交通量和交通组成、管理需求、结构养护方案，确定监控设施修复养护设计方案。

2 监控设施养护设计应包括信息采集、视频监控、信息发布等设备，以及管理软件。

3 监控设施设置规模不应低于建设期规范要求，技术指标在考虑兼容性的前提下，宜按照现行规范执行。对于事故频发路段或经常出现恶劣环境的应按先行规范进行设置。

4 更新或更换的监控设备应符合如下规定：

- 1) 设备技术指标不应低于原技术指标，并与现有系统相兼容；
- 2) 新设备具有更高技术经济性的，应考虑更新设备；
- 3) 更新的设备若与现有系统存在不兼容，应从系统兼容角度考虑，进行统一设计。

5 新增监控设备应符合如下规定：

- 1) 增设备应考虑现有机电设施的技术特点，与现有系统兼容；
- 2) 应考虑新增设备对系统软件的影响，并做好升级和改造工作；
- 3) 增设备的设置位置应考虑机电设施现状，利用现有资源，满足供电、信息传输等需求；
- 4) 增设备应考虑事故多发点、恶劣气候环境等新出现的运营管理需求；
- 5) 新增外场设备宜设置于分歧管线处。

6 设施达到二期设计年限，应结合设备预留安装条件和工程现状，进行增设，满足二期机电设施的设置规模。

7 监控设施各类设备及系统应与现有管理体制及相关系统、设施保持兼容；

8 火灾报警系统达到实际使用年限需要重新设计时应满足最新规范要求；

9 车辆检测器的设置宜与 ETC 门架系统设置统筹规划。

5.8.12 收费设施养护设计应符合下列要求：

1 应结合调查与评价结果，结合交通量和交通组成、技术发展趋势、分析既有系统的适应性，综合确定收费设施修复养护设计方案。

2 收费设施修复养护设计应涵盖以下内容：收费系统的亭内设备，包括车道控制器、广场摄像机、广场交换机、亭内摄像机、对讲系统、显示器、键盘、通行卡读写器、票据打印机等；车道设备，包括自动栏杆、费额显示器、摄像机、高清车牌识别设备、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；主线上 ETC 门架系统设备，包括路侧读写单元、天线控制器、高清车牌识别设备；收费站及收费中心的计算机系统设备等。

3 收费设施养护设计后系统服务时间、平均排队车辆数、网络安全等应符合最新规范要求；

4 对于新技术或新功能有需求的路段，应对收费中心、收费站及收费车道进行软件升级或新增；

5 收费站通行能力不足，增设养护设计应满足如下要求：

1) 以预测交通量的90%核算ETC车道数，以预测交通量的10%核算混合车道数，取两者之和核算收费广场规模；

2) 收费广场通行能力不满足交通量增长的情况，可进行广场土建车道规模的扩建；

6 收费中心下辖的收费站数量增加、或其他原因引起的收费中心设备不满足使用需求时，增设养护设计应满足如下要求：

1) 应增加相应的模块、端口等，以满足扩容后的功能需求；

2) 应进行软件养护设计，满足新增系统功能要求；

3) 对无法扩容的设备进行更换,原设备可作为备品备件。

条文说明

由于收费中心设备,如交换机端口不足、收费中心服务器容量不足等,增加相应模块和端口,满足功能要求。由于新增系统功能,原收费系统应用软件无法满足需求时,进行软件升级改造,要求新增软件或功能模块不影响原有各级软件的运行。

5.8.13 通信设施养护设计应符合下列要求:

1 应结合调查与评价结果,按照下列原则对通信设施及其子系统的适应性进行判定:

- 1) 能正常运行,且满足机电设施养护设计后通信业务需求时,应继续使用;
- 2) 运行基本正常,且养护升级扩容后满足养护后其他设施的通信业务需求时,可对其进行养护设计后使用;
- 3) 不能正常运行或容量不满足养护设计后业务需求和区域通信联网需求,且升级扩容困难时,应按照最新规范进行新建;

2 通信设施养护设计应包含如下内容:通信设施养护包括光纤数字传输系统、语音交换系统、图像传输系统、紧急电话及广播系统、通信电源、光电缆线路等的维护工作。

3 通信设施养护设计应符合下列要求:

- 1) 应根据当前通信设施的业务类型、业务量、功能需求确定养护设计通信设施的规模及技术要求;
- 2) 应满足区域骨干网建设规划以及联网通信的相关要求,保证与区域通信设施的互联互通;
- 3) 应符合通信技术发展主流方向,并充分考虑业务拓展需求。
- 4) 通信系统养护设计时宜为5G、车路协同等新技术的应用预留相关实施条件。
- 5) 通信系统维护时不宜中断通信传输。

5.8.14 供配电、照明设施养护设计应符合下列要求:

1 应结合调查与评价结果,结合运营管理需求和机电设施的用电负荷需求,对供配电设施、照明设施、电力监控设施以及相应的土建设施进行设计。

2 供配电系统修复养护设计包含高压、中压和低压配电设施、配电线路、电力变压器、继电保护及信号装置、补偿电容、电力监测系统、柴油发电机和其他附属设备等。照明设计修复养护设计应包括路段、互通式立交交叉、收费广场、收费天棚、隧道和桥梁等。

3 养护设计时,隧道照明亮度指标要求宜按照现行规范执行;

4 供配电设施养护设计应符合下列要求:

1) 应结合养护设计后供配电设施的用电负荷、用电点位置等确定养护设计方案;

2) 新增设备应考虑既有安装条件,确定技术方案;

3) 应对设备的更新和更换的技术经济性进行综合比较。

5 变压器等关键设备性能参数低,节能性差,养护设计应满足如下要求:

1) 当变压器负荷大于等于90%时,应予以更换。

2) 当变压器负荷小于90%,但变压器能耗指标不满足现行《三相配电变压器能效限定值及能效等级》(GB 20052)规定,宜进行改造设计,原设备可作为备品备件使用;

3) 当功率因数低于90%时,应改造电容补偿装置;

6 照明设施性能下降,出现如下情况,应进行养护设计:

1) 隧道照明亮度指标不满足现行规范要求,应进行养护。

2) 当隧道照明设施和光源达到使用寿命的90%时,宜成批进行更换,并采用节能灯具。

7 实测隧道的洞内亮度值,若与原设计值存在较大差异,应核算照明系统设计的合理性,并进行重新设计。

8 当交通量、路面颜色或者隧道设计时速发生调整,导致原有照明设施不满足设计要求的,需要进行增设养护设计。

9 隧道应急照明应保证双电源自动切换,并宜采用经过消防认证的灯具产品。

10 宜根据洞外亮度、交通量变化等进行节能控制设计;

11 应根据调查和评价结果，按照节能减排要求，结合运营管理需求，对照照明指标不达标和能效指标较差的区域进行照明设施的更新和改造；同时宜对光效较低的照明设备进行更新和节能改造。

5.8.15 隧道通风设施养护设计基本要求

1 应结合调查与评价结果，结合交通量、交通组成、环境要求等，对隧道通风设施以及相应的土建设施进行改造设计；

2 隧道通风设计修复养护设计应包括射流风机、轴流风机、风阀、电动排烟口、控制箱等；

3 隧道通风系统换气次数、基准排放量、折减系数等宜按照现行规范执行；

4 对于隧道风速不满足设计要求的，需增加二期风机及相应配套设施或采用大功率风机；

5 新增二期通风系统容量仍不满足运营通风需求的，应根据预测交通量重新进行通风设计；

6 实测隧道内的自然风风向和风速，若与原设计值存在较大差异，应核算通风系统设计的合理性，重新设计；

7 隧道洞口及风塔处存在环境敏感点，环境不达标的情形，对于隧道洞口或排风口存在环境敏感点，通风系统污染物排放不满足环境质量要求的，宜通过高空排放或增设静电集尘（或脱硝装置），使环境影响区满足空气质量要求；

8 隧道内机械通风不能满足火灾工况下临界风速时，应考虑养护设计，满足火灾工况下应对火灾的能力；

9 隧道内射流风机二期预埋件，宜作为新增风机的安装位置。当预埋件数量不满足通风要求时可通过锚固件与隧道主体结构层相连接。风机预埋件在安装前需要做拉拔试验。支承风机的结构承载力不应小于风机实际荷载的10倍。

10 隧道通风养护设计宜考虑智能化通风技术提高运营节能性。

11 隧道通风设施应能具备本地控制和远程控制功能，条件不具备的应进行养护设计。

5.8.16 隧道消防设施修复养护设计应符合下列要求：

1 应结合调查与评价结果，结合交通量、车辆通行组成等，对隧道消防设施以及相应的土建设施进行设计。

2 应包含：消火栓、灭火器、固定水成膜灭火装置、消防管道、阀门、防火门、防火卷帘门、泡沫水喷雾联用灭火装置、隧道消防给水设施及其他设施等。

3 隧道消防设施不应低于建设期规范要求，对于运营风险较高的隧道应按最新规范进行设计。

4 由于交通量变化导致隧道分级发生调整的，消防设施配置应根据分级情况进行调整，满足最新规范要求。

5 冬季存在水消防系统存在冻害的情况，不能正常工作，养护设计应符合如下要求：

1) 对于未设置电伴热系统的隧道。应通过计算确定电伴热系统的敷设方案及外层保温方案；

2) 对于设置电伴热系统，系统不能正常运行的隧道。应进行修复设计，恢复电伴热其功能；

3) 对于电伴热系统正常运行，仍存在病害的隧道。应根据病害存在的位置，极端气候条件，核实洞外水管的埋置深度，对电伴热系统进行重新设计，满足冬季最低温度的要求。

6 车行/人行横洞，应两侧设置防火门，各项性能应满足“隧道规范”防火隔热各项要求；

7 消防水源不满足消防用水量需求或水源稳定性的需进行改造设计；

8 消防水泵不能实现自灌式给水要求的，应进行改造设计，满足自灌式给水要求；

9 隧道消防管道破损的应保证管道的完整性；

10 消防液位仪等应能远程显示水位；

11 消防水泵应能实现本地控制和远程启动功能；

12 消防设施修复养护时，宜考虑隧道消防物联网的设计，减少对消防设施的维护工作，提高系统可靠性。

5.8.17 设备安装立柱、支架损坏，缆线损坏、基础损坏，养护设计应符合下

列要求：

- 1 立柱、支架、基础等进行防腐和加固处理；
- 2 应采取防止鼠蚁的方案，对缆线进行防护；
- 3 宜采用带铠缆线修复损坏的部位，保证系统的畅通；
- 4 电缆接头处应根据工作环境作相应的防护处理；
- 5 基础存在裸露钢筋、破碎滑移、失稳等现象，应进行加固处理；
- 6 钢结构构件的关键焊缝处应进行检测，不满足要求的应进行加固处理；
- 7 在原门架、立柱上增加新设备后，应对原结构及基础进行评估并处理；
- 8 桥梁或隧道内管箱破损时，应进行更换。

5.8.18 机电设施养护完成后，机电设施能平稳运行，系统功能及网络安全等级满足设计要求。通行时间、照明亮度、照明均匀度、隧道风速、最不利点消火栓水压力、火灾报警响应时间等指标满足设计要求。

5.9 环境保护设施与绿化工程

5.9.1 环境保护设施与绿化工程修复养护设计应符合以下一般规定：

1 公路环境保护设施与绿化工程修复养护应按原技术标准进行设计，有条件的可按现行技术标准进行改善提升。

2 公路环境保护设施与绿化工程修复养护设计包括环境保护设施养护设计和绿化工程养护设计。环境保护设施包括：声环境治理设施、水环境治理设施、大气环境治理设施及固体废物污染控制设施；绿化工程包括更换、新植行道树及花草，开辟苗圃等，公路景观提升改造工程。

3 公路环境保护设施与绿化工程修复养护设计宜采用一阶段设计，对于有特殊要求的地区也可采用方案设计和施工图设计两阶段设计程序。

4 公路环境保护设施养护宜与主体工程养护统筹规划、统筹决策。

5 绿化工程宜充分考虑项目路域生态环境、敏感区域环境要求等因素，优先采用适合当期气候、水土条件的绿化工程，避免过度造景。

6 绿化工程修复养护应首先满足坡面防护和交通安全等的相关要求，并做到绿地整洁、植物生长良好、成活率高。

条文说明

1 公路环境保护设施与绿化工程修复养护设计应不低于原设计标准，技术内容包括对现有设施的维修、改造、升级，以及对未按规定建设内容的完善。

2 《公路养护工程管理办法》中绿化景观修复养护具体作业内容包括：更换、新植行道树及花草，开辟苗圃等；公路景观提升、路域环境治理等。

3 有特殊要求的地区是指对养护工程产生的环境影响特别敏感的区域、生态脆弱区、地质灾害易发区及其他有特殊保护要求的区域。

1) 自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区；

2) 基本农田保护区、基本草原、重要湿地、天然林、野生动物重要栖息地、重点保护野生植物生长繁殖地；

3) 以居住、医疗卫生、文化教育等为主要功能的区域，以及文物保护单位。

4 公路环境保护设施具体包括路域声屏障、污水处理设施、锅炉烟气处理设施等，由于重视程度不够、投入不足，单独进行养护检测与修复不太现实，因此，公路环境保护设施养护宜与主体工程养护统筹规划、统筹决策，保证污染物达标排放，这对路域环境治理具有重要意义。

5.9.2 设计前应首先进行现场调查和资料收集工作，除应符合本规范第3章3.0.9的有关要求，还应符合下列规定。

1 现场调查主要包括环境保护工程的几何异常、表观病害、材料劣化、排污排放及绿化工程的绿化覆盖率、植物生长情况、病虫害等。

2 资料收集重点补充项目所在地自然生态环境资料、3年交通状况以及历年养护资料等。

5.9.3 绿化工程调查与检测应针对评价单元进行，评价单元的长度可根据路段实际情况确定，宜为1000m。存在特殊情形时，评价单元的长度可不受上述长度限制。

5.9.4 环境保护设施与绿化工程修复养护设计的病害类型见表5.9.4。

表 5.9.4 环境保护设施与绿化工程修复养护病害类型

序号	分类	病害与缺陷
1	路域声环境治理设施	声学构件裂缝长度大于等于 50mm；裂缝过大，以致影响结构功能
2		立柱和底板倾斜度偏差大于 4mm
3		屏体局部发生扭曲变形；屏体大面积松动，出现摇摆
4		涂层表面风化、干裂、锈蚀的面积达到 30%
5		螺栓松动、螺丝脱落
6		防坠落绳锈蚀、脆化、失效
7		罩板松动、缺损
8		防雷装置接闪器焊接节点脱落
9		现有常用屏体对生物存在危害
10	路域水环境治理设施	构筑物出现裂纹、破损、漏水现象
11		构筑物出现变形、下沉、倾斜现象
12		设备涂层剥落、龟裂、锈蚀
13		五金件破损
14		管道堵塞或水流不畅
15	排放不达标或去除率低下	
16	路域大气环境治理设施	构筑物出现裂纹、破损、漏气现象
17		构筑物出现变形、下沉、倾斜现象
18		设备涂层剥落、龟裂、锈蚀
19		五金件破损
20		管道堵塞或气流不畅
21	排放不达标或去除率低下	
22	路域固体废物污染控制设施	垃圾桶桶体及桶盖开裂、破损、变形
23		危废暂存间地面裂纹、下沉、渗漏
24		危废包装及贮存设施破损
25	绿化工程	土壤缺损、土体酸碱变化
26		乔木、灌木、草坪、草本地被等枯萎或缺失、严重退化
27		绿化植物遮挡视线、遮挡标志标线或影响车辆通行
28		高大乔木倾斜超过 10°，尤其是古树名木
29		蛀干性害虫危害率大于 2%，食叶性害虫危害率大于 5%
30		景观构造物锈蚀、油漆脱落、倾斜
31		原有植被物种不适宜当地条件生长不良、或与周边环境不协调
32		由于中央分隔带绿化浇水对路基路面造成水损害、植被养护困难或交通事故易发区域
33		公路景观提升工程
34		国家行业整体专项绿化景观提升要求
35		美丽公路、绿色公路、旅游公路

5.9.5 修复养护设计前应开展专项检测，高速公路、一级公路应进行全线检测，二级及以下公路宜根据具体养护需求进行重点路段检测，专项检测要求如表 5.9.5 所示。

表 5.9.5 专项检测要求

序号	分类	检测项目	检测内容和要求	检测方法
1	路域声环境治理设施	基础、导墙及地脚（锚固）螺栓	基础、导墙开裂、倾斜程度，钢筋及地脚螺栓有无外露、松动、锈蚀面积	目测、放大镜、水平仪、铜锤
		立柱	柱体倾斜程度，焊缝裂纹大小，固定螺母及垫圈有无缺失、松动、锈蚀面积，涂层剥落、龟裂、风化情况，杆件锈蚀面积	目测、放大镜、铜锤、扭矩扳手、水平仪、涂层测厚仪
		屏体	框架平整及破损程度、端部有无外露，五金件有无破损，密封胶（条）有老化、开裂、缩短、脱落情况，涂层剥落、龟裂、风化情况，杆件锈蚀面积	目测、钢卷尺、水平仪、涂层测厚仪
		卡件	贴合是否完好，有无变形、失效、脱落、位移，锈蚀面积	目测、塞尺、钢卷尺、铜锤
		防坠落装置	是否固定、有无松动，绳索锈蚀、脆化、失效情况	目测、弯曲、游标卡尺、千分尺
		罩板及雨水导流板	是否固定、有无松动，破损、缺失程度，涂层剥落、龟裂、风化情况，杆件锈蚀面积	目测、涂层测厚仪、铜锤
		防雷装置	接闪器焊接是否可靠、有无脱落，锈蚀情况	目测、放大镜、铜锤
2	路域水环境治理设施	构筑物	结构是否有裂纹、变形、下沉，破损、倾斜、漏水情况	目测、钢卷尺、水平仪、流量计
		设备	有无故障，涂层剥落、龟裂、锈蚀程度，各连接点是否松动，五金件有无破损	目测、钢卷尺、涂层测厚仪、测温仪
		管道	是否畅通，管道破损、断裂、渗漏情况	目测、钢卷尺、测漏仪
		排放情况	排放浓度是否达标，排放去向是否合理，去除率变化情况	目测、监测数据对比
3	路域大气环境治理设施	构筑物	结构是否有裂纹、变形、下沉，破损、倾斜、漏气情况	目测、钢卷尺、水平仪、流量计
		设备	有无故障，涂层剥落、龟裂、锈蚀程度，各连接点是否松动，五金件有无破损	目测、钢卷尺、涂层测厚仪、测温仪
		管道	是否畅通，管道破损、断裂、渗漏情况	目测、钢卷尺、测漏仪
		排放情况	排放速率、排放浓度、排气筒高度是否达标，去除率变化情况	目测、测距仪、监测数据对比
4	固体废物污染	垃圾桶	桶体及桶盖是否开裂、破损、变形，轮子及轴是否有变形及损坏	目测、钢卷尺

序号	分类	检测项目	检测内容和要求	检测方法
	控制设施	危废暂存间	地面是否有裂纹、下沉，围堰是否完好，危废包装及贮存设施是否完好无破损，标识是否清晰完整	目测、钢卷尺
5	绿化工程	土壤	pH、含盐量、有机质、质地、土壤入渗率	电位法、质量法/电导率法、重铬酸钾氧化-外加加热法、密度计法、渗滤法或环刀法
		植物	乔木、灌木、草坪、草本地被等枯萎或缺失面积，绿化带是否有杂物、修剪及病虫害情况，应绿化路段是否绿化，高大乔木倾斜程度，景观构造物锈蚀、油漆脱落、倾斜情况	目测、钢卷尺、水平仪、涂层测厚仪

条文说明

根据《公路技术状况评定标准》(JTG)，公路损坏分类与环境保护与绿化有关的内容包括声屏障等缺失、损坏或损坏修复后达不到技术要求，绿化管护不善应为树木和花草等枯萎或缺失，绿化带未及时修剪或有杂物，路段应绿化未绿化。为提高公路技术状况评定水平，为公路养护工程提供更有效的设计依据，本规范中对环境保护与绿化的检测与调查加强了结构物承载力和原有环保设施及景观构筑物性能评价，强化了对显性、隐性病害的诊断分析。

5.9.6 根据环境保护设施与绿化工程养护特点，其养护设计主要包括以下三类：

1 维修设计，对于环境保护工程与绿化景观工程出现部分功能缺失，通过维修设计，恢复其原有功能；

2 更换设计，原有环境保护工程与绿化景观工程出现功能缺失，并不具备修复条件的，通过更换或替代设计，实现功能恢复；

3 提升设计，对于原有工程应设而未设的情况，或者国家、行业关于环境保护工程与绿化景观工程有新要求的情况，进行提升设计，实现功能提升。

条文说明

《公路养护工程管理办法》中对修复养护的定义为：公路出现明显病害或部分丧失服务功能，为恢复技术状况而进行的功能性、结构性修复或定期更换。由于环境保护与绿化工程设计参数与设计方法的不确定性，有必要对养护设计按修复

养护的定义及内涵进行分类，将环境保护与绿化工程养护分为维修设计、更换设计和提升设计。

5.9.7 环境保护设施与绿化工程存在部分功能缺失时，应按表 5.9.7 进行维修设计。

表 5.9.7 环境保护设施与绿化工程维修设计养护措施

序号	分类	病害与缺陷	养护措施	
1	路域声环境 治理设施	声学构件裂缝长度大于等于 50mm	密封	
3		立柱和底板倾斜度偏差大于 4mm	纠偏	
5		屏体局部发生扭曲变形	矫正	
7		涂层表面风化、干裂、锈蚀的面积达到 30%	除锈	
9		螺栓松动、螺丝脱落	紧固	
10		罩板松动、缺损	紧固和补缺	
11		防雷装置接闪器焊接节点脱落	修补	
12	路域水环境 治理设施	构筑物出现裂纹、破损、漏水现象	修补	
13		构筑物出现变形、下沉、倾斜现象	纠偏	
15		设备涂层剥落、龟裂、锈蚀	除锈	
17		管道堵塞或水流不畅	清理	
19	路域大气环 境治理设施	构筑物出现裂纹、破损、漏气现象	修补	
20		构筑物出现变形、下沉、倾斜现象	纠偏	
22		设备涂层剥落、龟裂、锈蚀	除锈	
24		管道堵塞或气流不畅	清理	
26	路域固体废 物污染控制 设施	垃圾桶桶体及桶盖开裂、破损、变形	修补	
28		危废暂存间地面裂纹、下沉、渗漏	修补	
30	绿化 工程	土壤缺损、土体酸碱变化	土壤补缺、改良	
32		乔木、灌木、草坪、草本地被等枯萎或缺失、严重退化	补种	
34		行道树及花 草、开辟苗 圃等	绿化植物遮挡视线、遮挡标志标线或影响车辆通行	修剪
35		高大乔木倾斜超过 10°，尤其是古树名木	扶正	
36		蛀干性害虫危害率大于 2%，食叶性害虫危害率大于 5%	病虫害防治	
37		景观构筑物锈蚀、油漆脱落、倾斜	除锈纠偏	

5.9.8 环境保护设施与绿化工程存在以下缺陷时，应按表 5.9.8 进行更换设计。

表 5.9.8 环境保护设施与绿化工程更换设计养护措施

序号	分类	病害与缺陷	养护措施	
1	环境 保护 设施	路域声环境 治理设施	屏体大面积松动，出现摇摆	更换屏体
2			/	屏体或立柱破损无法修复、或修复经济性差的，更换屏体或立柱
3			裂缝过大，以致影响结构功能	更换构件
4			防坠落绳锈蚀、脆化、失效	更换防坠落绳
5	环境 保护 设施	路域水环境 治理设施	五金件破损	更换五金件
6			/	维修经济性差的，更换设备或材料
7			排放不达标或去除率低下	更换关键设备或材料
8	环境 保护 设施	路域大气环 境治理设施	五金件破损	更换五金件
9			/	维修经济性差的，更换设备或材料
10			排放不达标或去除率低下	更换关键设备或材料
11	环境 保护 设施	路域固体废 物污染控制 设施	/	维修经济性差的，更换设施
12			危废包装及贮存设施破损	更换包装或贮存设施
14	绿化 工程	更换、新植 行道树及花 草、开辟苗 圃等	原有植被物种不适宜当地条件生长不良、或与周边环境不协调	局部更换植物
16			由于中央分隔带绿化浇水对路基路面造成水损害、植被养护困难或交通事故易发区域	绿化植物更换为防眩板

5.9.9 环境保护设施与绿化工程存在以下缺陷时，应按表 5.9.9 进行提升设计：

表 5.9.9 环境保护设施与绿化工程提升设计养护措施

序号	分类	病害与缺陷	养护措施	
1	环境 保护 设施	路域声环境 治理设施	/	原有工程应设而未设的，增设
2			/	周边环境变化较大，社会影响较大，国家或行业强制要求的，增设或更新
3			/	交通组织或路网功能发生重大变化的，增设或更新
4			现有常用屏体对生物存在危害	更新或改造，如透明玻璃屏体添加棕色、黄色或嵌入不透明条纹等设计指标，降低鸟类撞击几率
5	环境 保护 设施	路域水环境 治理设施	/	原有工程应设而未设的，增设
6			/	原规范不强制要求，现阶段强制要求的，增设
7			/	水源地等保护区划更新，被划入新的环保高等

序号	分类		病害与缺陷	养护措施
				级要求的, 增设
8			/	原有工程应设而未设的, 增设
9		路域大气环境治理设施	/	采用燃煤锅炉的区域, 国家或地方有禁煤、限煤等政策要求的, 拆除重建, 改用电能、天然气等清洁能源重新设计
10			/	原有工程应设而未设的, 增设
11		路域固体废物污染控制设施	/	交通流人流变化较大, 不适应需求的, 改造或更新
12			/	现阶段要求垃圾分类的地区, 分类提升
13			原有工程应设而未设	增设
14	绿化工程	公路景观提升工程	国家行业整体专项绿化景观提升要求	增设或改造
16			美丽公路、绿色公路、旅游公路	增设或改造

5.9.10 环境保护工程修复养护设计应对路域环境治理设施进行参数设计, 并符合下列规定:

1 声屏障材料、荷载与组合、结构、构造、耐久性设计参数应满足《声屏障结构技术标准》(GB/T51335)等相关要求。

2 路域水污染防治工程修复养护设计参数应满足《室外排水设计规范》(GB50014)等相关要求。

3 路域大气污染防治工程修复养护设计参数应满足《袋式除尘工程通用技术规范》(HJ2020)、《饮食业油烟净化设备技术要求及检测技术规范》(HJ/T62)、《沥青工业污染物排放标准》(GB4916)等相关要求。

4 路域固体废物污染控制工程修复养护设计参数应满足《生活垃圾收集站建设标准》、《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ2025)等相关要求。

5.9.11 路域环境综合治理, 应从路域范围整体出发, 综合考虑声、气、水、固废污染防治, 科学保护环境区域的生态资源, 并应符合以下规定:

1 从路域整体生态出发, 在详细勘察公路现状的基础上, 充分考虑原有环境保护设施和绿化工程, 对路域综合环境统筹开展污染防治、环境治理养护设计。

2 提升设计应与周围环境相协调, 宜考虑融入当地特色文化, 结合交通、

旅游融合新理念，进行路域绿化、美化、生态化整治与品质提升。

3 兼顾社会环境影响，总体设计考虑出行与安全、对人文环境的影响及景观资源保护等因素，做到以人为本。

4 有条件的地区可以自建苗圃。

5.9.12 绿化工程应对植物进行灌溉、排涝、施肥、中耕除草、整形修剪、病虫害防治，宜对土壤进行补缺、更换或改良，并符合下列规定：

1 植物灌溉应根据绿地的土壤质地、土壤墒情、天气情况和植物的生理需水量等确定灌溉时间和灌溉量。当雨后绿地出现积水时，应及时排出积水，对经常性积水的绿地，宜增设排水设施。

2 植物施肥应根据绿地土壤肥力、季节及植物生理需肥特点等合理设计。

3 植物整形修剪应结合植物的生物学特性、生态习性、景观需求和树木健康管理要求等适时适量设计。当路侧乔灌木影响建筑限界和路侧安全净空，遮挡视距、标志，或与路灯、架空线及其它变电设备等安全距离不足时，应进行修剪、清除或改植设计。

4 病虫害防治宜采用生物防治和物理防治为主、化学药剂防治为辅的设计方法。采用化学药剂防治时，不应选用有机磷类药剂。

5 植物补植或改植宜选择适宜植物生长的季节进行。

6 植物修复养护设计宜采用已形成稳定群落的原有或乡土物种，不得引入外来入侵物种。

7 栽植土壤应符合植物生长要求，pH、含盐量、有机质、质地和入渗率指标应满足《绿化种植土壤》(CJ/T 340)要求，盐碱区土壤宜进行土壤改良。

5.9.13 环境保护设施与绿化工程修复养护设计要求应符合下列规定：

1 声屏障养护设计应满足原设计标准，应满足现行《声屏障结构技术标准》(GB/T51335)；

2 钢筋混凝土结构环境保护设施的养护设计，应符合《混凝土结构设计规范》(GB50010)；

3 钢结构环境保护设施的养护设计应符合《钢结构设计规范》(GB50017)；

4 绿地率应满足原设计要求，植物应生长健壮，乔木主干基本挺直，树冠完好，草块尺寸基本一致，木、草本地被发育匀齐。

5 景观构造物，外观应光洁、平整、平稳、色泽自然，线形流畅，与周围环境相协调。

6 应急养护设计

6.1 一般规定

6.1.1 应急养护设计是针对在突发情况下造成公路损毁、中断、产生重大安全隐患等，为较快恢复公路安全通行能力而进行的设计，应围绕下列内容进行设计：

- 1 对自然灾害或其他突发事件造成的障碍物的清理；
- 2 公路突发损毁的抢通、保通、抢修；
- 3 突发的经判定可能危及公路通行安全的重大风险的处治。

条文说明

依据《公路养护工程管理办法》中应急养护的定义以及具体作业内容，可归纳为三部分内容即：障碍物清理；抢通、保通、抢修；重大风险应急处治。

6.1.2 应急养护设计可分为路基应急养护设计、桥涵应急养护设计和隧道应急养护设计。

条文说明

应急工程主要涉及路基、桥涵、隧道三个对象，可根据处治对象不同进行针对性设计。

6.1.3 应急养护设计应遵循下列要求：

- 1 抢通、保通与抢修相结合的原则；
- 2 临时处治设计兼顾永久性处治设计的原则；
- 3 应急养护设计应以方便、快捷为原则，提倡采用制式器材，无条件时可采用就便器材，便于应急养护的快速实施；
- 4 应急养护可按照技术方案设计，便于快速组织实施；
- 5 评估二次灾害的风险并提供预防措施，做好养护安全作业方案设计，保障养护作业安全；
- 6 质量控制要求及验收指标要求可参照修复性养护相关内容。

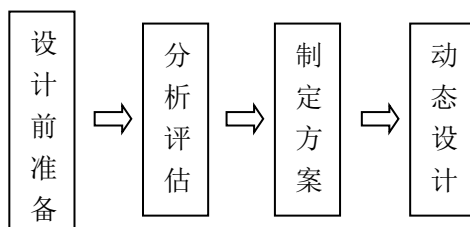
6.1.4 应急养护设计应符合下列流程：

1 设计前准备，包括开展现场勘查，应急检测，收集资料（竣工图、地勘资料、交通量、养护历史、近期检测报告、现场影像资料等），三项准备工作可交叉开展；

2 分析评估（根据收集的资料及现场调查结果分析原因，判断损毁程度，评估稳定状况、发展趋势等内容）；

3 制定方案，根据分析结果，结合公路等级、交通情况、施工条件等综合考虑应急处治技术方案，包含处治措施，工程量，施工及验收要点、应急预案等内容。必要时可提供应急监测方案，明确监测点和监测方法等内容；

4 施工期进行动态设计，根据施工实施情况及时优化调整技术方案。



6.2 路基应急养护设计

6.2.1 路基应急养护应对表 6.2.1 的病害类型进行设计。

表 6.2.1 路基应急养护设计的病害类型

序号	病害类型	病害描述
1	滑坡	斜坡上部分岩土体在重力作用下沿着斜坡内部一定的软弱面（带）整体滑移的现象
2	泥石流	因强降雨引起山体滑坡并携带大量泥沙以及石块的特殊洪流
3	崩塌坍塌	岩土体突然脱离母体崩落、滚动、堆积的现象
4	水毁	因暴雨、洪水对公路造成的各种损毁，包含路堤冲毁，水淹等现象

条文说明

路基应急养护针对的病害是突发情况下造成的公路中断或产生重大安全隐患的情况，如病害程度不足以影响公路中断或安全隐患较低，则按修复养护或预防养护考虑。

6.2.2 路基应急养护设计前准备应进行应急检查，根据病害类型开展检查，检查内容可参照表 6.2.2 执行。

表 6.2.2 路基应急养护应急检查内容

序号	病害类型	检查内容
1	滑坡	地下水位、地层岩土性质、软弱面位置及有关物理力学参数，病害位置、范围、地形、规模、排水设施等
2	泥石流	病害位置、移动路径、规模、区域划分，地形，水文条件
3	崩塌坍塌	地层分布、结构面、岩土参数，病害位置、范围、规模、排水设施等。
4	水毁	水流流速，径流情况，洪水水位，病害位置、损毁程度、规模、区域划分

6.2.3 路基应急养护设计应符合下列要求：

- 1 应充分考虑应急养护施工作业安全风险以及对交通安全的影响。
- 2 应急工程措施应与永久防治工程相结合，可分期分批组织实施；永久防治工程设计应考虑应急工程对路基稳定的影响。

6.2.4 滑坡的应急养护设计，应符合下列要求：

- 1 应进行滑坡类型与性质快速判识，分析判断滑坡所处的变形阶段、稳定状况及发展趋势。有条件的可根据地质勘察报告，以及外观调查内容分析最不利滑面位置和滑坡推力大小。
- 2 对于发展较为缓慢或短期内不具备施工条件的滑坡病害应建立应急监测系统，明确监测断面、监测点、监测内容及监测方法。
- 3 应根据滑坡的范围、规模、地质信息、公路等级以及施工条件等内容合理采取单一或组合的应急处治措施。

条文说明

滑坡应急措施通常采用排水、削方减载、回填反压、微型桩、钢管桩等措施，可采取多种应急措施综合整治，使应急措施安全有效、经济合理。

6.2.5 滑坡的应急养护设计应遵循因地制宜、就地取材、安全快捷、易于实施的原则，采用下列应急工程措施：

- 1 应设置截水沟和排水沟，拦截流入滑坡区的地表水或引排滑坡区内的地表水体。必要时，宜设置仰斜排水孔、井点降水等，快速降低滑坡体内地下水位。
- 2 应对地表裂缝及时进行回填封闭、铺设防渗土工布，防止雨水沿裂缝渗

入滑坡体。

3 地形地质条件允许时，可在滑坡后部进行削方减载，减小滑坡的下滑力；或在滑坡前缘进行填土堆载反压，增加滑坡抗滑力。

4 宜结合滑坡地形地质条件，选择合适位置，设置钢管桩、钢轨桩等微型抗滑桩或进行预应力锚索加固。

6.2.6 泥石流的应急养护设计，应符合下列要求：

1 对于已发生的泥石流灾害，应及时清理障碍物恢复通行，必要时可结合泥石流的移动路径增设拦挡设施，便于抢通、保通。

2 对于存在泥石流隐患的路段，可根据区域划分、地形地质条件、施工条件等兴建不同形式的构造物，对形成泥石流的水源进行调节和分流，对形成泥石流的固体源进行稳固，对泥石流的运动进行控制和消能。较易实施的有拦挡坝、被动栅栏、格栅坝、导流槽等构造物，设计时应充分考虑构造物的稳定性。

6.2.7 崩塌、坍塌的应急养护设计，应符合下列要求：

1 应充分调查边坡岩土结构面、地层分布和力学参数等，分析崩塌、坍塌的产生范围和发展趋势，采取卸载或加固措施。

2 对体量较小的崩塌、坍塌，宜采用工程加固措施；对体量较大的崩塌、坍塌，宜采用卸载并放缓边坡或修建防护堤的应急措施。

3 对于崩塌边坡，裂隙较为密集的岩质卸荷区，可采用锚喷加固；基座稳定且块体较小的崩塌岩体，宜采用主动柔性防护网进行加固，限制岩体裂缝与变形发展；不宜卸荷碎裂的悬挑岩体，宜采用锚杆（索）结合防护网进行加固。

4 对于坍塌边坡，应拦截坡体外的汇流水以及排除坡体范围内的地表水，设置排水孔排泄坡内渗水；当剪出口接近坡脚时，可采用挡墙、抗滑桩等应急支挡措施；当剪出口较高时，可采用锚杆（索）结合格梁或锚管注浆等

6.2.8 水毁的应急养护设计，应符合下列要求：

1 应充分调查水毁灾害的规模，水文条件，分析水毁的原因，发展趋势。

2 当路堤有被洪水淹没时，可在临河一面的路肩上用草袋或黏土筑成土埂

临时挡水。

3 因漫水造成路基水毁时，可根据漫水深度、路基宽窄，材料取运难易，采取填土赶水或筑堤排水应急处理。

4 因冲水冲刷且路堤大部分塌陷的，可在损毁处抛填大块石、石笼或土(砂)袋应急防护路堤，有施工条件的可在路堤坡脚处打设微型桩，稳固抛填物。

6.3 桥梁应急养护设计

6.3.1 桥梁应急养护应按表 6.3.1 进行分类，应急养护的病害与缺陷按表 6.3.2 进行分类。

表 6.3.1 桥梁应急养护的应急分类

序号	应急分类	具体应急类型
1	灾害类	地震、滑坡、水毁、泥石流等
2	碰撞类	车辆撞击、船舶撞击等
3	火灾类	火灾、爆炸
4	其他	超载

表 6.3.2 桥梁应急养护的病害与缺陷

序号	病害与缺陷	病害描述
1	整体垮塌	因自然灾害或车辆超载、剧烈爆炸、撞击等突发事件引起整体垮塌
2	主梁损伤	因突发事故造成主梁变形过大，丧失承载能力，甚至局部压塌
3	桥面板损伤	桥面板因荷载作用过大出现严重开裂和塌陷
4	墩台损伤	因撞击造成局部破损露筋或墩台出现较大变形
5	基础损伤	因水毁或人工因素造成基础埋深不足而造成的损毁
6	支座损伤	支座出现脱空；剪切和压缩变形过大；支座垫石碎裂，支座支撑功能失效

6.3.2 桥梁应急养护设计前应按表 6.3.3 进行应急检查。

表 6.3.3 桥梁应急养护应急检查内容

序号	应急分类	检查内容
1	灾害类	是否存在垮塌、落梁；上下结构是否有危及桥梁安全的重大损伤或其他重大灾情，承载力评定
2	碰撞类	是否存在失稳、桥梁整体移位，受撞击部位损伤情况
3	火灾类	受火区域划分，火场温度推定，裂缝检查，变形检查，材质检查，承载力评定
4	其他	是否存在结构性裂缝、下挠、水平移位等。

6.3.3 桥梁应急养护设计应符合下列基本要求：

- 1 制定应急处治措施时应充分考虑施工可行性。
- 2 应充分考虑应急处治期间可能存在的安全风险，针对性提出安全监测及应急预案的相关要点。

6.3.4 桥梁整体垮塌的应急养护设计应符合下列要求：

- 1 原桥周边地势平坦，与桥面高程不大，或者原桥所跨河流水流较小甚至干涸时，可采用应急便道抢通，便道宜设置在垮塌桥梁侧面，与桥梁两端道路连接。
- 2 当面对江河、沟谷等障碍，无条件修建应急便道时，可架设临时桥梁实现保通。

条文说明

应急桥梁多采用装配式钢桥，常用于道路抢修或者危桥、断桥上架设桥上桥。常用的装配式钢桥类型有“321”装配式公路钢桥、200型装配式公路钢桥。

6.3.5 主梁损伤的应急养护设计应符合下列要求：

- 1 因超载车辆碾压或车辆撞击，主梁出现裂缝时，可采用粘贴钢板或碳纤维作为应急措施，快速恢复主梁承载能力，降低安全隐患。
- 2 当桥梁破损严重，粘贴钢板或碳纤维不能满足承载能力要求时，可采用临时支撑防止破损加剧，支撑方式有钢管支撑和支架支撑。
- 3 当主梁遭受严重撞击或碾压，破坏导致承载能力不能满足原设计荷载要求时，应对受损主梁采取拆除更换处理。

6.3.6 桥面板损伤的应急养护设计应符合下列要求：

- 1 当桥面板只是小面积开裂或塌陷时，可采用钢板覆盖破损部位，来满足暂时行车的需要，防止破损加剧。
- 2 当桥面板破损开裂面积较大，钢板覆盖已不能满足要求时，可对受损伤处的桥面板进行临时支撑加固，支撑的方式可采用钢管支撑或排架支撑，根据现场条件选取。

3 当桥面板破损开裂面积较大，且受桥下空间的限制，不能用临时支撑时，可以采用桁架支撑。

6.3.7 墩台损伤的应急养护设计应符合下列要求：

1 墩台空间受限，尺寸不宜增大时可采用钢套管进行应急抢修，提高桥墩底部抗撞能力，防止再次撞击损伤。

2 当桥墩被车辆撞击产生裂缝且露筋时，可利用树脂类材料将 FRP 片材粘贴于墩柱表面，封闭裂缝，恢复核心混凝土的强度和延性，通过高强纤维布的横向裹筋，提高其承载力。

3 当墩柱加固空间受限要求不高，可采用绕丝加固技术进行墩柱的加固，提高墩柱轴压承载力，有效地约束混凝土侧向变形。

4 当桥梁中墩受到撞击或桥台受到洪水冲刷，造成墩台破损，上部结构沉降时，可用千斤顶顶升，然后设置临时支撑。

6.3.8 基础损伤的应急养护设计应符合下列要求：

1 卵石沉积层较厚的河床上修建的桥梁基础，受洪水冲刷造成局部悬空，可采用灌浆法进行处理。

2 砖石或刚性基础，由于基础冲刷导致埋置太浅，可以采用扩大基础法对墩台基础进行加固，保证其承载能力。

3 基础承载力不足或稳定性较差的，可采用桩基法在桩基础的周围增加钻孔桩或预制桩，并相应扩大原承台。

4 受洪水冲刷后只是基础外露，为防止基础进一步遭冲刷破坏，可采用石笼防护应急处理。

6.3.9 支座损伤的应急养护设计应符合下列要求：

1 针对支座脱空可采用加垫钢板、灌浆处理、施加配重以及可调支座垫石等应急措施。

2 当支座发生剪切变形、压缩变形或腐蚀破坏时，应对损坏的支座进行更换。

6.4 隧道应急养护设计

6.4.1 隧道应急养护内容可分为障碍物清理和隧道结构应急加固，隧道应急加固主要为震害应急加固、火灾应急加固。

6.4.2 隧道应急养护设计前应按表 6.4.1 进行应急检查。

表 6.4.1 隧道应急养护的应急检查内容

序号	应急分类	检查内容
1	震害	裂缝位置、宽度、长度、深度，材质检查，空洞位置及大小等
2	火灾	受火区域划分，火场温度推定，裂缝检查，变形检查，材质检查等

6.4.3 震害隧道应急加固后，应满足紧急临时通行需要；永久加固后，应满足正常通行条件下隧道安全性、耐久性及使用功能。

条文说明

隧道应急养护主要目的是抢通、保通，尽快提供一条生命救援通道，为后续救援创造条件，因此加固设防要求适当降低。永久加固后隧道结构满足正常使用，因此加固设防后要求满足现行《公路隧道养护技术规范》(JTG H12)、《公路工程抗震规范》(JTG B02)、《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》(JTG 3370.1)的相关规定。

6.4.4 隧道震害应急加固设计应符合下列规定：

1 抢通阶段宜采用型钢拱架全断面环向支撑，间距宜为 0.5~1.5m，相邻钢架之间应设置纵向连接筋，通行期间应加强安全巡视。

2 保通阶段应在抢通加固的基础上采用加密钢拱架、喷射混凝土、增设锚杆、二次衬砌与初期支护局部恢复等加固措施。

3 隧道塌方段应结合塌方规模、处治难度等，对原址通过、侧洞绕避进行评估论证，并制定专项方案。

4 瓦斯隧道应急加固应包括瓦斯监测和通风等措施。

条文说明

1 震后隧道抢通阶段首要目标是“通”，进行限载限宽限速通行；特点是“快”，

因此提出的加固措施往往是简单、快捷的方法，并能在短时间内完成。通常需先判断震害隧道是否适合抢通，如隧道出现较大塌方，则不适宜盲目抢通，当判断隧道塌方规模较小且基本稳定，才有条件抢通。

2 保通阶段通常需对隧道进行初步检查评估，提出的加固方案尽可能兼顾后期的恢复重建，对震害严重隧道加固往往采取以下处治技术：

(1) 衬砌开裂、错台严重，裂缝纵横交织呈网状，衬砌承载力下降，在保通阶段通常采用型钢钢架、锚杆加固等措施进行临时处治。

(2) 衬砌混凝土纵向连续剥落、掉块，衬砌钢筋弯曲外露等情况，在保通阶段通常采用型钢钢架与喷混凝土联合支护、锚杆加固等措施进行临时处治。

(3) 衬砌混凝土局部坍塌或大面积坍塌，在保通阶段利用围岩暂处于基本稳定状态，边清渣边处理，迅速沿坍塌面采用喷锚支护技术加固未塌的地层，沿二次衬砌外轮廓施作钢架混凝土支护壳体，同时用钢架将内、外层初期支护连成整体。

3 对于隧道内塌方规模较大，地质条件较差，在后续清方过程中出现塌方范围进一步扩大的风险时，可在管棚及超前注浆加固的基础上，原址开挖重新修建隧道。若原址重新修建风险大，可在塌方附近段落能修建侧洞避过塌方段与未塌方段相接时，进行评估论证后，选用施工风险较小、时间较短的方案。

4 地震可能导致衬砌开裂，甚至破坏，瓦斯隧道洞内瓦斯含量也一般较大，为保证作业人员安全规定此款。

6.4.5 隧道火灾应急加固应掌握衬砌结构的损伤范围和程度，应急加固设计应符合下列规定：

- 1 应依据不同段落衬砌损伤情况，分区段采取相应的处治措施；
- 2 对严重受损的衬砌混凝土层应进行清除，露出混凝土新鲜面；
- 3 衬砌钢筋外露、抗拉强度降低不大于 20%时，可增设钢筋网补强；钢筋抗拉强度降低大于 20%、钢筋无明显变形时，应增设受力钢筋；
- 4 钢筋变形明显时，应截除原钢筋重新设置，并牢固连接；
- 5 结合防排水设施、机电设施受损情况，加固方案应考虑防排水系统的完善及机电设施的预留预埋。

条文说明

1 根据以往隧道严重火灾病害处治经验,一般依据损伤情况将隧道划分为五个区域,即严重损伤、较重损伤、中度损伤、轻度损伤、未损伤等区域。在实践中,若火灾病害不严重,区域划分相应减少。同时未损伤区域仅表示火灾时该段温度不高,结构未受损伤,但烟雾可能对衬砌表面景观造成严重影响。

2 火灾中受损较严重的衬砌混凝土强度降低明显,减弱了结构的整体承载能力,同时与新增结构的黏结效果较差,加固设计通常会清除该层。清除火灾造成的衬砌劣化层还可为新增结构提供较大空间,从而避免“侵限”问题的产生。

7 交通组织与作业区

7.1 一般规定

7.1.1 公路养护工程交通组织应遵循保障安全、通行有序、减少社会影响的原则，保证养护工程实施期间的交通安全和通行。

条文说明

交通组织设计的总原则和要求。首先要保障交通安全和作业安全，在这个基础上考虑通行效率，再次考虑社会影响。

7.1.2 公路养护工程交通组织设计应充分分析相应养护工程的特点，与养护工程设计同步进行，并宜进行动态设计。

7.1.3 交通组织设计应结合养护工程总体设计方案进行同步设计，动态调整，并应考虑区域路网状况、养护工程内容、养护工期等影响因素。针对不同等级公路养护工程的特点，按照功能和技术等级等进行交通组织设计。

条文说明

养护工程包括预防防护、修复养护、应急养护等分类，不同类型养护工程的特点决定了交通组织的内容和形式，因此应结合养护工程特点针对性做交通组织设计。养护工程总体设计方案会根据养护工程的不同阶段，根据工程进展进行针对性调整，交通组织设计也要同步进行调整，动态设计。

高速公路、国省道公路等不同公路在路网中的作用决定了这些公路的养护工程的交通组织和作业区设计内容的不同，因此要根据这些公路的作用特点进行交通组织和作业区设计。

7.1.4 公路养护工程作业区设计应在保障车辆（机动车、行人、非机动车）通行安全、养护作业人员安全、养护车辆和设备运行安全的前提下，重点考虑养护作业对交通保通状况的影响，减少养护作业对交通的影响，提高通行效率。

条文说明

作业区设置首先考虑尽量不对正常交通流产生影响，设置在正常通行公路以

外或对交通进行改道导流，使养护作业和正常通行交通流物理上分开。如果条件限制，实在不能避免，应尽量减少养护作业对正常交通流的影响。作业区设置首先考虑交通安全，再次考虑通行效率，在保障交通安全的前提下，提高通行效率。

7.1.5 公路养护工程作业区设计应考虑以下内容：

1 应给驾驶员明确的指引，统筹考虑交通标志、标线、交通信号灯、交通广播、网络媒体等设施及信息服务平台。情况复杂的养护作业区要配备专门人员进行交通引导。

条文说明

作业区设置要求，考虑车辆和人员通行的直接要求设置相关交通安全及交通控制设施。在静态的交通设施不能满足通行安全时要结合动态交通设施，必要时设置交通管理专门人员，根据作业情况，动态实时的对交通进行引导。

2 养护作业区及影响范围要根据交通组织设计和养护方案，结合原有交通流情况设置合理的限速控制措施。

条文说明

作业区的交通通行能力和限速是交通组织和作业区设计需要重点考虑的内容，本条强调作业区设置的速度控制，对保证交通安全和通行效率非常重要。限速控制措施要根据养护工程方案和交通组织设计进行分析确定。

3 应针对埋设或架设在公路沿线、桥梁上和隧道内的各种设施，制定针对性防护措施设计或保障正常运行方案设计。

条文说明

调研发现，在养护工程施工作业时，经常发生挖断各种通讯管线、上下水管线、电力通信管线等设施的情况，作业车辆和人员与各种跨穿越公路的设施也存在互相干扰的作业实例，在作业区设计应提前调查、核查各类设施，考虑施工作业影响。避免或减少对设施的正常运行的影响。

4 作业区位于急弯、陡坡、长下坡、沿线设施、桥梁、隧道、集镇区等处的针对性设计。

条文说明

公路急弯、陡坡、长下坡、沿线设施、桥梁、隧道、集镇区等这些特殊地点是交通安全敏感路段、地点，作业区位于这些路段、点时，要针对安全敏感特点，

分析风险源，做好针对性预防和安全措施。

7.1.6 作业区的交通安全设施应确保整个养护作业期间安全、有效。养护作业未完成前不得擅自改变作业区的交通安全设施布设。

条文说明

调研发现，作业区的交通安全设施，包括临时交通控制设施，前期一般比较完好，但在整个作业时间段，特别是作业后期，容易发生缺失、移位、损坏等情况，影响安全作业，因此应保障交通安全设施在整个作业期间的完整和有效。

在养护作业完全完成前，这些交通安全设施要一直发挥保障交通安全的作用，因此不能擅自移位或撤掉。这些设施在整个作业区间的设置都应有记录和定期检查。

7.1.7 夜间施工应进行照明设计，恶劣不良天气应做好交通管理设计，保证交通安全和作业安全。

条文说明

为保障施工安全，一般养护工程作业施工应避免在恶劣不良天气下进行。在应急养护作业情况下，要加强作业区的交通安全和作业安全，夜间、雨雾天增加作业区的照明，增加现场作业区的交通指挥及作业指挥人员，做好现场管理。

7.2 交通组织

7.2.1 交通组织设计包括路段交通组织、路网交通组织、应急预案及保障措施设计。

条文说明

应急预案和保障措施以及临时交通设施设计设置是交通组织设计的重要内容，调研中发现在一些交通组织设计中容易被忽略或弱化，这里进行强调规定。

7.2.2 交通组织设计应保障区域路网路段一定的服务水平，并最大限度减少对原公路及区域路网的交通干扰，高速公路和一级公路一般不低于四级服务水平。养护施工路段车辆运行速度，高速公路、一级公路宜不低于 60km/h，二级公路车辆运行速度宜不低于 40km/h，二级及以下公路车辆运行速度宜不低于

20km/h。

条文说明

公路的养护工程会对公路的通行服务水平造成影响,为最大限度降低对养护施工路段及分流路段的影响,这里规定相关影响公路的服务水平的要求。考虑到高速公路和一级公路在路网中的重要性,这里规定按照不低于四级服务水平进行控制,进而确定交通组织的范围和方案。车辆运行速度宜不低于40km/h。

7.2.3 路段交通组织设计应符合以下规定

- 1 二级以上公路养护工程应制定路段交通组织设计方案。
- 2 路段交通组织设计按照以下步骤进行:
 - 1) 对养护路段的通行能力及可容纳交通量进行分析;如养护路段的通行能力不能满足通行能力要求,则需要进行路网交通组织设计。
 - 2) 对养护工程与营运的相互干扰程度进行分析,在对养护工程的施工工序方案分析基础上,制定路段的交通指引和交通管理方案;
 - 3) 制定养护路段保通、限速、改道方案和措施。

条文说明

路段养护工程交通组织设计主要针对施工路段的交通组织,相对区域路网交通组织,路段交通组织设计通常也叫狭义交通组织设计,根据养护工程施工组织设计方案进行交通组织设计,解决正常通行交通和养护工程施工的互相影响,在保障一定的交通安全和通行效率的情况下,尽量减少对养护工程的影响。

7.2.4 路网交通组织设计应符合以下规定:

- 1 针对既有公路及周边路网养护工程期间分流能力,确定合理的路网交通组织。应进行相关路网及通行能力调查、养护工程对通行能力影响分析。
- 2 高速公路、国省道养护工程施工作业应做路网交通组织设计。
- 3 路网交通组织设计按照以下步骤进行:
 - 1) 根据公路养护施工总体设计方案,确定养护施工期间的交通量。
 - 2) 开展公路通行能力分析,包括养护施工路段的通行能力以及区域路网内承担分流公路的通行能力。

3) 交通组织分流决策。根据养护路段需求交通量,结合养护施工路段的通行能力,按照不低于四级服务水平的要求,确定应分流交通量。

4) 分析养护施工路段周边区域路网布局及相关公路交通量、交通组服务水平等特性,分析相关公路可以利用的通行能力,综合考虑车辆绕行距离、行驶时间、交通干扰等因素,确定交通分流公路,并明确交通诱导点、管制点、强制分流点,设置相应指路标志,确定交通组织设计方案,包括交通分流、应急处置、保障措施等。

5) 根据交通组织设计方案实施情况,特别是交通分流效果和承接转移交通流公路的实际运行情况,确定是否重新调整分流措施,包括加强交通诱导、瓶颈路段改造、增加分流车型、调整分流路线、延长分流时间等。遇有严重交通拥堵时,需要制定补充完善方案甚至重新拟定交通组织方案,动态调整,使交通分流和路网运行达到最优效果。

4 根据需要,路网交通组织设计还应包括非正常情况下的:特殊路段交通组织,夜间养护作业交通组织,雨季冬季养护交通组织。

条文说明

路网交通组织设计要在维持必要的道路通行能力和服务水平下,尽最大可能保证养护工程施工,减少对区域路网内正常交通的影响。交通组织设计应当基于区域路网考虑,站在路网全局的角度组织交通,将养护施工路段局部公路通行能力的不足,扩大到区域路网的交通分流来解决,从而使交通量有组织、均衡化进行分流疏散,防止交通流过度的集中,形成瓶颈导致拥堵。

根据养护工程施工需要,全面调查并评价路网内分流道路的通行能力及运行状况,结合作业路段和周边道路通行能力,综合判定分流措施。交通组织设计后应根据实际运行情况适时动态调整。

做好养护施工区域的交通参与者的宣传引导和提示告知,广泛发布养护工程施工方案、交通组织方案,告知绕行路段,加强交通诱导和引导。让相关交通出行者全面掌握养护工程施工情况,包括路段、工程进度和途径施工路段注意事项等。加强公路临时交通安全设施的设置和管理,包括临时交通标志标线、临时护栏、反光锥筒、夜间照明、电子信息显示屏等,确保养护工程施工安全。

7.2.5 公路养护工程应针对养护作业期间可能发生的情况,进行应急预

案及保障措施设计。

条文说明：

养护工程施工中突发事件的应急处置，包括通行的危化品车辆出现泄露、重大交通事故、严重恶劣天气、节假日车流高峰等。受到公路养护施工的影响，区域路网交通流处于不稳定状态，这种情况下如遇有突发事件不能果断处置、恢复交通，就会造成交通拥堵甚至影响整个路网正常运行。因此，交通组织设计，必须考虑应急处置预案，确保及时妥善处置，维护区域路网良好通行秩序。

7.3 作业区

7.3.1 养护工程作业区设计包括作业区布置、作业区管理措施、作业区临时设施设置。

7.3.2 养护工程作业区设计应按照移动施工养护工程作业、临时施工养护工程作业、短期施工养护工程作业、长期施工养护工程作业分别进行设计。

1 公路养护作业分为固定作业和移动作业。固定作业又分为短期养护作业（一天之内）、长期养护作业（超过一天）及临时养护作业（一个小时以内）。作业区设计应根据不同类型养护作业特点进行设计。

2 移动作业区用于公路养护的连续慢速移动养护工作，如标线喷涂、路面清扫、树木修剪等短期施工活动。移动作业车辆和人员如果阻碍了正常交通流，侵占了行车道，则需要一定前置距离设置移动保护车，用于警告和引导交通车辆的变道以及限速。前置距离根据保护车的质量、交通流速度、交通组成、移动作业速度、天气状况、视距等综合分析确定，一般不小于 40 米。

3 临时养护作业是作业时间在一个小时内的固定点养护作业，作业区设置同移动作业区。

4 长期养护作业和短期养护作业，作业区按照各部分的位置和功能不同，从迎车流向次序分为提前警告区、上游过渡区、养护作业工作区（含上游缓冲区、车辆保护区、作业区）、作业终止区（含下游过渡区、下游过渡区）等部分。

5 长期养护作业和短期养护作业的作业区，其交通控制设施必须按照提前警告区、上游过渡区、上游缓冲区、养护作业区、下游过渡区、养护中止区设置

次序，逐步有序进行布置。施工完毕按照相反的顺序移除交通控制设施。

7.3.3 长期施工养护工程作业区设置应区分路肩和路侧养护工作、路面养护作业、桥梁养护作业、隧道养护作业、收费站服务区等进出口养护作业、交通安全设施及机电工程绿化工程养护作业等，分别进行作业区设置设计。

7.3.4 施工养护工程作业区设置应考虑特殊天气情况下，对养护作业区设置的不同需求。

7.3.5 施工养护工程作业区设计应考虑埋设或架设在公路沿线、桥梁上和隧道内的各种设施，制定针对性防护措施或保障正常运行方案。

条文说明：

调研发现，在养护工程施工作业时，经常发生挖断各种通讯管线、上下水管线、电力通信管线等设施的情况，作业车辆和人员与各种跨穿越公路的设施也存在互相干扰的作业实例，在作业区设计应提前调查、核查各类设施，考虑施工作业影响。避免或减少对设施的正常运行的影响。

7.3.6 养护工程作业区管理措施包括作业区限速、作业区限行和交通导流，应根据交通组织设计结合具体养护作业进行作业区管理措施设计。

1 当养护作业占用了公路的通行净区影响到运行车辆正常通行，提前警告标志以及其他交通控制设施不能保障正常通行交通流和施工人员及设备的安全时，需要设置作业区限速。

2 作业区限速根据作业区前后运行速度情况，采取逐级进行限速，控制运行速度平稳过渡。

7.3.7 养护工程作业根据养护作业需求设置移动标志车、警示柱、交通锥、隔离栏、临时标志、移动护栏、黄闪警告灯、临时交通控制信号灯、夜间照明设施等作业区临时设施。

附录 A 养护工程项目方案设计文件编制内容

表 A 养护工程项目方案设计文件编制内容

文件构成	序号	编制内容	编制要求
第一篇 总体设计	1	项目地理位置图	
	2	说明书	
	2-1	概述	1) 项目概况(地理位置、自然条件、技术标准、交通状况、养护历史等); 2) 设计依据与范围; 3) 设计标准; 4) 有关部门对重大问题的意见; 5) 其他需要说明的事项。
	2-2	调查、检测与评定	1) 测设简介; 2) 公路现状调查与专项检测评定。 ①公路现状总体评价; ②路线平、纵面调查及评价; 交通事故及隐患路段调查情况; ③路基、防护及排水现状调查; 地质灾害、水毁、雪灾、不良地质地段等资料收集及分析; 路基地质勘察; ④路面现状、路面结构类型及厚度、病害情况及交通状况调查; 路面建设、养护历史调查; 路面使用性能评价 PQI (包括路面损坏 PCI、结构强度 PSSI 等); ⑤桥涵现状、建设、养护历史调查; 桥涵病害与专项检测情况; 特大桥梁或技术复杂桥梁桥梁荷载试验情况; 根据调查资料及检测结果, 对桥涵进行综合评定; 桥涵地质勘察; ⑥隧道现状、建设、养护历史调查; 隧道病害与专项检测情况; 根据调查资料及检测结果, 对隧道进行综合评定; 隧道地质勘察; ⑦其他专业调查情况 3) 病害成因分析、发展趋势预测及结论。
	2-3	路线	1) 路线设计原则; 2) 路线设计方案; 2) 路线平纵技术指标采用情况。
2-4	路基	1) 路基养护设计原则与设计标准采用情况; 2) 一般路基病害情况及处治方案; 3) 特殊路基病害情况及方案比选; 4) 排水设施利用及完善情况说明;	

文件构成	序号	编制内容	编制要求
	2-5	路面	1) 路面养护设计原则与设计标准采用情况; 2) 路面病害情况及处治方案说明; 3) 老路面利用状况说明, 路面结构形式、方案比选;
	2-6	桥涵	1) 桥涵养护设计原则与设计标准采用情况; 2) 桥涵病害分析, 维修加固或改造方案比选
	2-7	隧道	1) 隧道养护设计原则与设计标准采用情况; 2) 隧道病害分析, 维修加固或改造方案比选
	2-8	路线交叉	1) 路线交叉设计原则与设计标准采用情况; 2) 路线交叉现状病害分析与布设方案比选; 3) 服务区、停车区等服务设施现状病害分析及布设方案。
	2-9	交通工程及沿线设施	1) 养护设计原则与设计标准采用情况; 2) 交通安全设施现状分析及处治措施; 3) 机电设施现状分析及处治措施;
	2-10	环境保护与绿化工程	1) 养护设计原则与设计标准采用情况; 2) 环境保护工程现状分析与处置措施; 3) 绿化工程现状分析与处置措施;
	2-11	交通组织	1) 交通组织设计依据与设计原则 2) 交通组织设计方案 3) 应急预案
	2-12	施工方案	1) 施工组织计划; 2) 作业区布置方案。
	2-13	新技术、新材料、新设备、新工艺的应用情况	各专业养护工程采用“四新”情况
	2-14	设计概算	
	3	附件	1) 测设合同(或委托函) 2) 有关部门的意见及协议、纪要等
第二篇 调查、检测与评定 (基础资料)	1	交通量调查表	如养护工程需要
	2	公路技术状况指数评定表	
	3	路面技术状况评定表	
	4	路面钻芯取样调查表	
	5	桥隧技术状况评定表	
	6	交通事故及隐患路段调查表	
	7	测量、地质勘察资料	
		
第三篇 路线	1	养护工程路线平面图	对应养护工程实施路段, 必要时可与总体设计图合并绘制。
	2	养护工程路线纵断面图	对应养护工程实施路段
	3	直线、曲线及转角表	对应养护工程实施路段

文件构成	序号	编制内容	编制要求
	4	纵坡、竖曲线表	对应养护工程实施路段
	5	占地、拆迁、青苗补偿等数量表	涉及征地拆迁时应统计相应数量
第三篇 路基	1	路基标准横断面图	原公路路基标准横断面图
	2	路基病害分布图（表）	一般病害可列表，特殊病害应绘制布置图
	3	路基养护工程数量汇总表	
	4	路肩养护工程数量表	路肩的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	5	路肩养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	6	路床与路堤养护工程数量表	路床与路堤的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	7	路床与路堤养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	8	边坡养护工程数量表	边坡的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	9	边坡养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	10	路基防护养护工程数量表	防护及支挡结构物的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	11	路基防护养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	12	排水设施养护工程数量表	排水设施的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	13	排水设施养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
第四篇 路面	1	路面病害分布图	
	2	路面结构设计图	
	3	路面病害处治工程数量表	
	4	路面病害处治设计图	
	5	路面排水工程数量表	
第五篇 桥涵	1	桥涵养护工程数量汇总表	主要养护材料数量汇总表
	2	桥涵病害布置图	各方案桥涵的立面图、平面图、断面图等，图中应标示出桥涵主要病害及对应的维修处治措施。若桥涵结构与桥涵养护方案简单明了，也可只列出总体养护设计表
	3	构件养护设计图	各构件养护设计构造、工程量表、设计说明
	4	关键工艺示意图	表观病害处理，支座、伸缩缝等构件更换主要工艺流程图示及设计说明

文件构成	序号	编制内容	编制要求
	5	特殊设施设计图	临时性抱箍、牛腿、支架等构造图
第六篇 隧道	1	隧道病害处治一览表	表列出处治部位、方案、参数、段落长度等
	2	隧道病害布置图	在隧道展布图上绘制病害及缺陷,并给出相应的处治方案
	3	衬砌结构处治设计图	绘制相关的处治方案图,如粘贴钢板(带)、套拱、嵌入钢拱架、锚喷加固、换拱等图件
	4	隧底处治设计图	绘制相关的处治方案图,如隧底基础加固、拱脚锁脚、更换或增设仰拱等图件
	5	洞口处治设计图	绘制相关的处治方案图,如洞门墙、边仰坡、洞口排水设施、防护网设计等图件
	6	其他养护工程设计图	其他必要的设计图件
	7	附件资料	隧道建筑限界与内轮廓设计图、隧道(地质)平面竣工图、隧道(地质)纵断面竣工图
第七篇 路线交叉	1	路线交叉一览表	含服务区、停车区等服务设施
	2	路线交叉工程数量表	含比选方案
	3	重要交叉方案设计图表	含比选方案
第八篇 交通安全设施	1	交通安全设施工程数量汇总表	
	2	安全设施总体布置图	分别绘制推荐方案和比较方案的交通安全设施总体布置图
	3	安全设施结构设计图	绘制主要设施结构设计图
第九篇 机电设施	1	机电设施养护工程数量汇总表	监控、通信、收费、供配电、照明、通风、照明等设施
	2	机电设施养护设计图	机电设施(监控、通信、收费、供配电、照明、通风、消防等)的养护设计方案
第十篇 环境保护 设施与绿 化工程	1	环境敏感区一览表	列出沿线环境敏感区(如水源、文物保护单位、居民区、医院、学校、疗养院等以及自然保护区和湿地等)的位置(桩号)、重要影响因素、影响范围和拟采取的工程措施等
	2	养护工程总体平面布置图	在总体平面图中标出各项养护措施的设置位置、类型、规模等
	3	环保设施养护工程数量汇总表	包括声屏障、水环境、大气环境、固体废物污染控制等养护工程数量汇总
	4	绿化景观养护工程数量表	包括路侧、边坡、中央分隔带、互通立体交叉、隧道进出口、房建场区绿化工程数量表
	5	声屏障养护工程数量表	列出拟采取措施的工程类别、位置、规格、工程量等
	6	声屏障养护工程设计图	绘出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格等。
	7	路域水环境治理养护工程数量表	列出拟采取措施(路桥面径流、生活污水、事故废水等收集处理措施)的工程类别、位置、规格、

文件构成	序号	编制内容	编制要求
			工程量等
	8	路域水环境治理养护工程设计图	绘出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格等。
	9	路域大气环境治理养护工程数量表	列出拟采取措施（服务管理设施厨房油烟和锅炉烟气等）的工程类别、位置、规格、工程量等
	10	路域大气环境治理养护工程设计图	绘出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格等。
	11	路域固体废物污染控制养护工程数量表	列出拟采取措施的工程类别、位置、规格、工程量等
	12	路域固体废物污染控制养护工程设计图	绘出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格等。
	13	其他环保设施养护工程设计图	
	14	植物配置及说明一览表	包括苗木形态（按照乔木-灌木-藤本-地被-竹类-水生的顺序）、苗木特征（常绿-落叶）、苗木中文学名、苗木拉丁学名、苗木生态习性（还应包括花期及落叶期描述）、苗木适配区域、备注等
	15	绿化景观养护工程设计图	包括路侧、中央分隔带、互通式立体交叉、隧道进出口、房建场区绿化设计图，高速公路重要景观区段及节点处应绘制效果图
第十一篇 交通组织	1	区域路网路线图表	列出影响的区域路网情况
	2	相关路网通行能力及交通组成表	养护工程影响的交通涉及到的周边路网情况
	3	交通分流方案设计图	与养护工程施工配合的分时分段分流设计图
	4	交通诱导设计方案图	与养护工程施工配合的交通诱导设计
	5	临时安全设施设置图	交通组织交通诱导标志及护栏等安全防护设施设置图
	6	应急组织机构体系一览表	应急组织机构、联动机制设计图
第十二篇 施工方案	1	养护工程概略进度图（表）	养护工程实施进度计划
	2	临时工程主要工程数量表	含交通组织临时设施工程数量
	3	养护施工作业区布置图	作业区内部功能划分及区段设置
	4	作业区临时安全设施设置图	作业区交通诱导标志及护栏等安全防护设施设置图
第十三篇 概算	1	方案设计概算	

附录 B 养护工程项目施工图设计文件编制内容

表 B 养护工程项目施工图设计文件编制内容

文件组成	序号	编制内容	编制要求
第一篇 总体设计	1	项目地理位置图	
	2	说明书	1) 任务依据及设计范围； 2) 技术标准； 3) 养护工程项目概况； 4) 病害调查与检测总体情况说明； 5) 方案设计审查及批复意见执行情况； 6) 沿线地形、气候、水文等自然地理特征； 7) 各项工程有关技术问题及注意事项； 8) 新技术、新材料、新设备、新工艺的采用等情况； 9) 其它需要说明的情况。
	3	附件	1) 方案设计审查及批复意见 2) 测设合同（或委托函） 3) 有关部门的意见及协议、纪要等
第二篇 调查、检测与评定 (或作为基础资料)	1	交通量调查表	如养护工程需要
	2	公路技术状况指数评定表	
	3	路面技术状况评定表	
	4	路面钻芯取样调查表	
	5	桥隧技术状况评定表	
	6	交通事故及隐患调查表	
	7	……	
第三篇 路线	1	说明	1) 路线平面、纵断面设计说明； 2) 施工注意事项。
	2	养护工程路线平面图	必要时可与总体设计图合并绘图
	3	养护工程路线纵断面图	对应养护工程实施路段
	4	直线、曲线及转角表	对应养护工程实施路段
	5	纵坡、竖曲线表	对应养护工程实施路段
		征地图表、拆迁表、青苗赔偿等	涉及征地拆迁时应统计相应数量
	6	路线逐桩坐标表	
	7	控制测量成果表	
	1	说明	1) 路基养护工程基本概况； 2) 路基病害调查与检测评价； 3) 路基养护工程设计标准及方案； 4) 材料性能要求、主要施工工艺、质量验收标

文件组成	序号	编制内容	编制要求
第三篇 路基			准等； 5) 施工方法及注意事项； 6) 对滑坡等公路灾害防治工程重要工点动态设计及监测方案说明。
	2	路基标准横断面图	原公路路基标准横断面图
	3	路基病害分布图（表）	列出沿线所有路基病害的类型、位置（桩号）、程度、规模等病害信息。
	4	路基养护工程数量汇总表	
	5	路基土石方工程数量表	涉及土方工程时需统计相应数量
	6	路基横断面设计图	涉及土方工程时根据需要绘制
	7	路肩养护工程数量表	路肩的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	8	路肩养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	9	路床与路堤养护工程数量表	路床与路堤的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	10	路床与路堤养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	11	边坡养护工程数量表	边坡的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	12	边坡养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	13	防护及支挡结构物养护工程数量表	防护及支挡结构物的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
	14	防护及支挡结构物养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	15	排水设施养护工程数量表	排水设施的病害类型、位置、规模、养护方式、工程（材料）数量等。
		排水设施养护工程设计图	绘制出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格。
	1	说明	1) 路面养护工程基本概况； 2) 路面病害调查与检测评价； 3) 路面养护设计标准及方案； 4) 材料性能要求、主要施工工艺、质量验收标准等； 5) 施工方法及注意事项。
第四篇 路面	2	路面病害分布图	
	3	路面病害处治工程数量表	
	4	路面结构设计图	
	5	路面病害处治设计图	

文件组成	序号	编制内容	编制要求
	6	路面材料配合比设计图	
	7	路面排水工程设计图	
	8	特殊路段（部位）处理设计图	沥青路面之间的接坡、桥头加铺通用设计图、平面交叉加铺通用设计图、中分带开口部加铺设计图、下穿结构物路段加铺设计图、互通接坡处设计图等。
第五篇 桥涵	1	说明	1) 桥梁养护工程基本概况； 2) 桥梁病害分析评价； 3) 桥梁养护工程设计标准及方案； 4) 材料性能要求、主要施工工艺、质量验收标准等； 5) 施工方法及注意事项。
	2	桥涵养护工程数量汇总表	主要养护材料数量汇总表
	3	桥涵病害布置图	各方案桥涵的立面图、平面图、断面图等，图中应标示出桥涵主要病害及对应的维修处治措施。若桥涵结构与桥涵养护方案简单明了，也可只列出总体养护设计表
	4	桥涵构件养护设计图	各构件养护设计构造、工程量表、设计说明
	5	关键工艺示意图	表观病害处理，支座、伸缩缝等构件更换主要工艺流程图示及设计说明
	6	特殊设施设计图	临时性抱箍、牛腿、支架等构造图
	7	调治构造物及附属工程设计图	
第六篇 隧道	1	说明	1) 隧道养护工程基本概况； 2) 隧道病害调查与检测评价； 3) 隧道养护工程设计标准及方案； 4) 材料性能要求、主要施工工艺、质量验收标准等； 5) 施工方法及注意事项。
	2	隧道养护工程处治方案一览表	表列出处治部位、方案、参数、段落长度等
	3	隧道病害展布图	在隧道展布图上绘制病害及缺陷，并给出相应的处治方案
	4	衬砌结构处治设计图	绘制相关的处治设计图（含细部构造），如粘贴钢板（带）、套拱、嵌入钢拱架、锚喷加固、换拱等图件
	5	隧底处治设计图	绘制相关的处治设计图（含细部构造），如隧底基础加固、拱脚锁脚、更换或增设仰拱等图件
	6	洞口处治设计图	绘制相关的处治设计图（含细部构造），如洞门墙、边仰坡、洞口排水设施、防护网设计等图件
	7	其他养护工程设计图	其他必要的设计图件

文件组成	序号	编制内容	编制要求
	8	附件资料	隧道建筑限界与内轮廓设计图、隧道（地质）平面竣工图、隧道（地质）纵断面竣工图
第七篇 路线交叉	1	说明	1) 路线交叉及服务设施现状与存在问题 2) 问题分析与处治方案 3) 施工方法及注意事项
	2	路线交叉设置及工程数量一览表	含服务区、停车区等服务设施
	3	路线交叉布置图	
	4	路线交叉设计图	
第八篇 交通安全 设施	1	说明	1) 交通安全设施养护工程基本概况； 2) 交通安全设施缺陷调查与分析评价； 3) 交通安全设施养护设计标准及方案； 4) 材料性能要求、主要施工工艺、质量验收标准等； 5) 施工方法及注意事项。
	2	交通安全设施养护措施工程数量汇总表	列出拟采取的交通安全设施养护措施的类别、位置、规格、工程量等，列出详细工程量，含新增、拆除、移位、维修、临时交安设施等
	3	交通安全设施养护工程措施总图	在总体平面图中标出各项养护工程措施的设置位置、类型、规模等，事故隐患路段和事故多发路段以路段为单位绘制平面布置总图
	4	交通标志设计图表	1) 交通标志养护工程数量表，含新增、拆除、移位、维修； 2) 交通标志材料数量汇总表； 3) 交通标志布设图和表； 4) 交通标志版面设计图； 5) 交通标志结构图，含结构、尺寸及规格、细部图、安装图等，列出单位材料数量表
	5	交通标线、凸起路标设计图表	1) 交通标线、凸起路标养护工程数量表，含新增、拆除、移位、维修； 2) 交通标线、凸起路标布设一览表； 3) 交通标线、凸起路标设计图，含设置、结构、尺寸及规格、细部图、安装图等，列出单位材料数量表
	6	护栏设计图表	1) 护栏养护工程数量表，含新增、拆除、移位、维修； 2) 护栏布设一览表，含标准路段和局部路段； 3) 护栏一般构造设计图，含结构、尺寸及规格、细部图、安装图等，列出单位材料数量表
	7	防眩设施、隔离栅等其他交通安全设施设计图表	1) 养护工程材料数量表； 2) 设置一览表； 3) 一般构造图，含结构、尺寸及规格、细部图、安装图等，列出单位材料数量表

文件组成	序号	编制内容	编制要求
第九篇 机电设施	1	说明	1) 机电设施基本情况； 2) 机电设施病害分析评价； 3) 机电设施养护设计标准及方案； 4) 材料性能要求、主要施工工艺、质量验收标准等； 5) 施工方法及注意事项。
	2	机电设施养护工程数量汇总表	机电设施养护设计清单(含监控、通信、收费、供配电、照明、通风、照明等设施以及相关费用)
	3	机电设施评价表	对机电设施(监控、通信、收费、供配电、照明、通风、消防等)现状进行评定,并确定利用原则
	4	机电设施更换一览表	列出需要更换的机电设施(监控、通信、收费、供配电、照明、通风、消防等)
	5	机电设施养护设计图	体现机电设施(监控、通信、收费、供配电、照明、通风、消防等)的养护设计
第十篇 环境保护 设施与绿 化工程	1	说明	1) 环保设施与绿化工程基本情况； 2) 环保设施缺陷分析评价； 3) 绿化工程缺陷分析评价 4) 环保设施养护设计标准及方案； 5) 绿化工程养护方案； 4) 材料性能要求、主要施工工艺、质量验收标准等； 5) 施工要点及注意事项。
	2	环境敏感区一览表	列出沿线环境敏感区(如水源、文物保护单位、居民区、医院、学校、疗养院等以及自然保护区和湿地等)的位置(桩号)、重要影响因素、影响范围和拟采取的工程措施等
	3	养护工程总体平面布置图	在总体平面图中标出各项养护措施的设置位置、类型、规模等
	4	环保设施养护工程数量汇总表	包括声屏障、水环境、大气环境、固体废物污染控制等养护工程数量汇总
	5	绿化景观养护工程数量表	包括路侧、边坡、中央分隔带、互通立体交叉、隧道进出口、房建场区绿化工程数量表
	6	声屏障养护工程数量表	列出拟采取措施的工程类别、位置、规格、工程量等
	7	声屏障养护工程设计图	绘出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格等。
	8	路域水环境治理养护工程数量表	列出拟采取措施(路桥面径流、生活污水、事故废水等收集处理措施)的工程类别、位置、规格、工程量等
	9	路域水环境治理养护工程设计图	绘出平面布置图及方案设计图的位置、结构类

文件组成	序号	编制内容	编制要求
			型、主要尺寸及规格等。
	10	路域大气环境治理养护工程数量表	列出拟采取措施（服务管理设施厨房油烟和锅炉烟气等）的工程类别、位置、规格、工程量等
	11	路域大气环境治理养护工程设计图	绘出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格等。
	12	路域固体废物污染控制养护工程数量表	列出拟采取措施的工程类别、位置、规格、工程量等
	13	路域固体废物污染控制养护工程设计图	绘出平面布置图及方案设计图的位置、结构类型、主要尺寸及规格等。
	14	其他环保设施养护工程设计图	
	15	植物配置及说明一览表	包括苗木形态（按照乔木-灌木-藤本-地被-竹类-水生的顺序）、苗木特征（常绿-落叶）、苗木中文学名、苗木拉丁学名、苗木生态习性（还应包括花期及落叶期描述）、苗木适配区域、备注等
	16	绿化景观养护工程设计图	包括路侧、中央分隔带、互通式立体交叉、隧道进出口、房建场区绿化设计图，高速公路重要景观区段及节点处应绘制效果图
第十一篇 交通组织	1	说明	1) 养护工程概况及对原公路通行影响情况； 2) 区域路网状况； 3) 路网交通组织设计方案说明； 4) 路段交通组织设计方案说明； 5) 应急预案。
	2	区域路网路线图	列出影响区域路网情况
	3	相关路网通行能力及交通组成表	养护工程影响的交通涉及到的周边路网情况图，包括路名、技术等级、交通量
	4	养护路段服务水平及交通量一览表	养护施工路段的交通基本情况
	5	施工阶段划分一览表	施工阶段划分及交通管理措施
	6	交通分流交通量分配计算表	影响的路段交通量及分流、分配
	7	交通分流方案设计图	与养护工程施工配合的分时分段分流设计
	8	交通诱导设计方案图	与养护工程施工配合的交通诱导设计
	9	临时安全设施设置图	交通诱导标志及护栏等安全防护设施设置图
	10	临时安全设施设置一览表	交通组织及作业区交通诱导及安全防护设施设置表
	11	临时设施设置及撤出时间一览表	临时设施设置及撤出的时间规定，配合施工进度计划。诱导及防护和施工内容、时间及区段保持一致。
	12	临时设施大样图	交通诱导标志及护栏等安全设施的设计详图

文件组成	序号	编制内容	编制要求
	13	应急组织机构体系一览表	应急组织机构人员及联系方式，联动机制设计图
第十二篇 施工方案	1	说明	1) 主要养护工程的施工方法、工期、进度及措施； 2) 临时工程的布置情况； 3) 作业区布置情况说明。
	2	养护工程概略进度图（表）	养护工程实施进度计划
	3	施工便道主要工程数量表	如有
	4	临时安全设施工程数量表	包含交通组织临时设施工程数量
	5	养护施工作业区布置图	作业区内部功能划分及区段设置
	6	作业区临时安全设施设置图	作业区交通诱导标志及护栏等安全防护设施设置图
	7	其他临时工程一览表	便桥、预制场等
第十三篇 预算	1	施工图概算	

附录 C 应急养护工程方案设计文件编制内容

表 C 应急养护工程方案设计文件编制内容

分类	序号	编制内容	编制要求
设计说明	1	项目概况	简要说明项目背景、技术标准、路线起讫点、中间控制点、全长、工程基本情况等
	2	设计依据	列出应急养护设计相关法律法规、标准规范、项目有关文件（包括施工图，竣工图，应急检查报告等）
	3	应急工程概况	概述应急工程的发生过程，描述突发事件发展规模，所处阶段，所产生的不利现状
	4	病害分析	根据项目有关文件（施工图，竣工图，应急检查报告），结合发生过程，现场调查情况划分类别，分析成因，评估安全稳定状况，以及对公路安全的影响。
	5	应急处治方案	包括不同部位不同阶段的处治方案和处治顺序，可分期分批组织实施
	6	施工工艺及要求	包含所用措施的材料指标、施工要点，质量控制与检验标准、施工注意事项等内容
	7	监测方案（如需）	包含监测目的、监测内容、监测方法、控制标准、测点布置、监测频率、监测报告等内容
	8	应急预案	针对二次灾害的风险以及施工过程中可能出现的安全风险，提供预防措施
	9	问题与建议	对设计中存在的不足以及施工过程中可能遇到的问题，提供建设性意见
设计图表	1	现状示意图	绘出应急工程处治对象的现状示意图，可包含立面（平面）示意图，剖面示意图，标出工点的桩号范围，病害示意位置，图中列出工点的原结构形式以及主要病害一览表
	2	处治示意图	在病害现状示意图的基础上绘出病害处治范围，处治措施，主要技术要求等。
	3	应急措施类型设计图	绘出处治方案中所涉及的应急措施类型的具体设计图，包含细部构件、结构类型、主要尺寸及规格等。
	4	应急养护主要工程数量表	列出拟采取措施的起讫桩号、位置、处治长度、工程类别、规格、工程量等

附录 D 养护工程复杂程度分级表

表 D 养护工程复杂程度分级表

复杂程度分级	专业	养护工程条件	复杂影响系数
I 级	路基	各等级公路的路基预防养护、路肩修复养护、排水设施修复养护等工程。	1~1.15
	路面	二级及以下等级公路的路面预防养护和功能性修复养护工程。	
	桥涵	1 各等级公路桥梁混凝土表面破损修补、混凝土与钢构件涂层修补、支座伸缩缝橡胶件表面维护、桥面沥青铺装性能衰减与轻微破损维护、高锈蚀风险钢筋喷涂渗透型钢筋阻锈剂等预防养护工程； 2 各等级公路桥梁混凝土与钢构件涂层重涂、混凝土耐久性破损修复、一般性梁桥不正常变形与结构性破损修复、支座、伸缩缝的更换、护栏修复、锥坡翼墙修复、增设 I 类养护设施、铺装修复等修复养护工程。	
	隧道	二级及以下等级公路隧道预防养护工程。	
	安全设施	各等级公路交通安全设施的维修与更换。	
	机电设施	机电设备、设施的维修与更换。	
	环保与绿化	二级及以下等级公路环保设施和绿化工程的维修与更换及增设。	
II 级	路基	1 各等级公路路基沉降、冻胀翻浆、边坡坍塌、防护及支挡结构物局部损坏、路基局部加宽等修复养护工程； 2 二级及以下等级公路路基开裂滑移、边坡滑坡处治、防护及支挡结构失稳。	1.15~1.3
	路面	1 高速、一级公路的路面功能性修复养护工程； 2 二级及以下等级公路的结构性修复养护工程。	
	桥涵	1 各等级公路桥梁混凝土内部缺损修复、钢构件除湿防护维护、支座伸缩缝变形调整与部件更换、一般性结构渗漏维护、耐久性不足的附加防护措施等预防养护工程； 2 各等级公路桥梁防护钢结构湿度控制、拉吊索防护修复、拱桥不正常变形与结构性破损修复、结构构件更换、涵洞接长、钢桥面疲劳裂纹的修复、下部结构结构性破损修复、地基修复、调治结构物修复、增设 II 类养护设施等修复养护工程。	
	隧道	1 高速、一级公路隧道预防养护工程； 2 二级及以下等级公路隧道衬砌结构、隧底结构与洞口的修复养护工程。	
	安全设施	二级及以下等级公路的交通安全设施的养护改造。	

	机电设施	实施更换带来的监控、通信、收费、供配电、照明、通风、消防等专业局部子系统的重新设计或升级。	
	环保与绿化	1 高速、一级公路环保设施和绿化工程的维修、更换、增设； 2 二级及以下等级公路景观提升工程。	
	应急养护	二级及以下等级公路应急养护工程。	
III级	路基	1 高速、一级公路路基开裂滑移、边坡滑坡处治、防护及支挡结构失稳； 2 各等级公路路基加宽范围的特殊路基和高边坡处治。	1.3~1.5
	路面	高速、一级公路的路面结构性修复养护。	
	桥涵	1 各等级公路桥梁高锈蚀风险钢筋的电化学脱盐再碱化，悬索桥锚碇外部的降水与截水、基础冲刷防护、到达设计使用年限的构件延寿等预防养护工程； 2 各等级公路悬索桥防护修复、索桥不正常变形与结构性破损修复、预应力混凝土箱梁桥开裂下挠修复、桥梁加宽加高、拱桥拆除、下部结构不正常变形修复、基础修复、调治结构物改造等修复养护工程。	
	隧道	1 高速、一级公路隧道衬砌结构、隧底结构与洞口工程的修复养护； 2 涌水、涌泥、有害气体溢出、冻害、高地应力等特殊病害处治工程。	
	安全设施	高速、一级公路的交通安全设施的养护改造。	
	机电设施	1 高速公路监控、通信、收费、供配电、照明、通风、消防等专业的重新设计或升级； 2 高速公路机电设施专项升级改造工程； 3 5公里长度以上的独立隧道机电设施修复养护。	
	环保与绿化	高速、一级公路景观提升工程。	
	应急养护	高速、一级公路应急养护工程。	