

《高寒高海拔地区公路生态保护及 修复技术规范》

（征求意见稿）

《高寒高海拔地区公路生态保护及修复技术规范》

编写组

中交第一公路勘察设计研究院有限公司

2021 年 5 月

前 言

根据交通运输部《关于做好 2020 年度公路工程行业标准制修订项目准备工作的通知》（交公便字(2020)19 号）文件要求，《高寒高海拔地区公路生态保护及修复技术规范》的编制工作中交第一公路勘察设计研究院有限公司负责主编起草，交通运输部公路科学研究院、交通运输部科学研究院、青海省交通运输厅、青海省交通科学研究院、新疆交通建设集团股份有限公司、国家环境保护创面生态修复工程技术中心（路域生态工程有限公司）等参加，编制过程得到了各省（自治区、直辖市）交通运输主管部门及相关单位的大力支持。

编制本规范旨在规范高寒高海拔地区公路生态保护及修复设计、施工、验收及养护工作，形成完整的、科学的、系统的、可实现的高寒高海拔地区公路生态保护及修复技术体系，进一步推进交通强国建设，推动行业生态文明建设。

本规范制订的总体思想：严格落实国家有关生态保护及修复的法律法规，总结提炼国内、国外成熟的高寒高海拔地区公路工程生态保护及修复工作的经验和做法，吸收转化近年来有关新技术、新工艺、新材料的科研成果，收集归纳各地方出台的地方标准、政策制度等，以“综合提炼、梳理技术、转化成果、形成体系”为指导思想完成《高寒高海拔地区公路生态保护及修复技术规范》的编制工作。

本规范共 7 章，包括第 1 章总则、第 2 章术语、第 3 章基本规定、第 4 章设计、第 5 章施工、第 6 章质量控制及验收、第 7 章养护。

请各单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告中交第一公路勘察设计研究院有限公司（地址：西安市科技二路 63 号；邮编：710075；联系人：单永体，电话：135 7292 9490；E-mail：76685523@qq.com），以便下次修订时参考。

主 编 单 位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位：交通运输部公路科学研究院

交通运输部科学研究院

青海省交通运输厅

青海省交通科学研究院

新疆交通建设集团股份有限公司

国家环境保护创面生态修复工程技术中心（路域生态工程有限公司）

主 编：汪双杰

主要参编人员：单永体、房建宏、董博昶、黄勇、孔亚萍、杨志峰、富志鹏、
陈建兵、史国良、马 楠

主 审：李志农

参与审查人员：

参 加 人 员：

编写组通讯地址：西安市高新技术开发西区科技二路 63 号

中交第一公路勘察设计研究院有限公司

邮 编：710075 传 真：029-8323210

联系人：单永体 电话：135 7292 9490

E-mail: 76685523@qq.com

《高寒高海拔地区公路生态保护及修复技术规范》编写组

2021 年 5 月

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 设计	7
4.1 冻土及冰川	7
4.2 水环境	9
4.3 植被	9
4.4 动物	11
4.5 水土保持	19
4.6 湿地	22
5 施工	23
5.1 冻土及冰川	23
5.2 水环境	24
5.3 植被	25
5.4 动物	27
5.5 水土保持	27
5.6 湿地	28
6 质量控制及验收	30
6.1 验收的程序及组织	30
6.2 质量控制及验收要点	31
7 养护	34
7.1 冻土及冰川	34
7.2 水环境	35
7.3 植被	35
7.4 动物	37
7.5 水土保持	37
7.6 湿地	37
本规范用词用语说明	39

1 总则

1.0.1 为保护高寒高海拔地区生态环境，规范该地区公路建设设计、施工、验收及养护各阶段生态保护及修复工作，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于高寒高海拔地区二级及以上公路的新建、改扩建工程。

1.0.3 高寒高海拔地区公路生态保护及修复工作应树立全面、协调、绿色的发展理念，坚持保护优先、预防为主、防治结合、综合治理的原则，生态保护及修复措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

1.0.4 高寒高海拔地区公路生态保护及修复应根据区域环境特征和工程特点合理选用生态保护和修复技术、工艺和材料。

1.0.5 高寒高海拔地区公路生态保护及修复工作除应符合本规范外，尚应符合国家现行法律法规和有关标准规范的规定。

2 术语

2.0.1 高寒高海拔地区 high-cold and high-altitude area

海拔高度在 1500m 以上，年平均气温低于 10℃，最冷月平均气温低于 0℃，最大冻结深度 40cm~250cm，潮湿系数 0.25~1.50 的地区。

2.0.2 公路走廊带 highway corridor zone

包括公路永久性征地和临时占地范围之内所有区域与影响区域的狭长地带。

2.0.3 公路生态保护 highway ecological protection

对公路用地范围内的自然环境和自然资源的保护。

2.0.4 生态修复 ecological remediation

以生物修复为基础，结合物理修复、化学修复以及工程技术措施，通过优化组合，使之达到最佳效果和最低耗费的一种综合修复生态环境的方法。

2.0.5 高寒草甸 alpine meadow

在寒冷的环境条件下，发育在高原和高山的一种草地类型。其植被组成主要是冷中生的多年生草本植物，常伴生中生的多年生杂类草。

2.0.6 冻土 frozen soil

0℃以下，并含有冰的各种岩石和土壤。一般可分为短时冻土（数小时/数日至半月）/季节冻土（半月至数月）以及多年冻土（又称永久冻土，指的是持续二年或二年以上的冻结不融的土层）。

2.0.7 冰川 glacier

高山地区地表上多年存在并具有沿地面运动状态的天然冰体。

2.0.8 高寒荒漠 high-cold desert

分布在海拔 3800-4300 米高山地带的荒漠植被类型，以寒旱生植物垫状驼绒藜、

青藏红景天为优势种。

2.0.9 野生动物通道 wildlife crossing structure/corridor

穿越公路供动物通行的结构物，用于连通公路两侧的栖息地，包括结构物、引导隔离栅、生境诱导等。

3 基本规定

3.0.1 高寒高海拔地区公路生态保护及修复工作主要包括公路建设设计、施工、验收及养护等阶段，内容包括冻土及冰川、水环境、植被、动物、水土保持及湿地。

3.0.2 高寒高海拔地区公路建设前应对建设区域的冰川、冻土、水体、植被、动物、湿地等进行现场调查，摸清公路走廊带生态现状。

3.0.3 公路建设各阶段应落实环境影响评价、水土保持方案及其批复意见中对项目区的保护措施。

3.0.4 高寒高海拔地区公路建设各阶段应最大限度地保护走廊带生态环境，降低对自然生态系统的影响与破坏，并根据公路区域环境特征和工程特点提出生态保护措施。

3.0.5 冻土区公路建设应遵循少占地、少扰动、多防护、早恢复的原则，采取定期养护、及时修复、减少人为破坏等措施。

3.0.6 高寒高海拔公路路线选址应遵循生态选线原则，并符合下列规定：

- 1 应避让、远离冰川核心区、边缘区及冰川遗迹区，并做好防护措施。
- 2 应避开易发生风蚀和生态退化地带，控制占地范围；无法绕避时，应采取防护措施。
- 3 穿越高寒荒漠区时，应设置在植被稀疏地带，严格控制公路作业范围，避免破坏高寒荒漠植被。
- 4 应避让湿地，无法避让时，宜选择桥梁的方式穿越。

3.0.7 高寒高海拔地区公路生态保护及修复应以保护沿线自然环境、维护生态平衡、防治水土流失、降低环境污染为宗旨，根据沿线生态现状，确定生态保护及修复总体设计原则和工程方案。

3.0.8 冻土地区公路设计与施工应考虑工程与多年冻土的相互影响，减少对冻土

环境的扰动，并符合下列规定：

- 1 工程设计应充分考虑冻土工程的尺度效应，采用能量平衡设计方法。
- 2 构造物基础、路基填挖、防护及防排水工程应避免采用导致严重热效应的方案、材料与工艺。

3.0.9 高寒高海拔地区公路水环境保护应遵守国家和地方有关水环境保护规定，对可能产生污染水环境的行为及设施应采取严格的管理措施和工程措施进行保护和治理。

3.0.10 公路建设应对脆弱的植物群落及植被层进行保护，及时快速修复开挖造成的植被创面，减少对冻土地质环境影响并促进工程结构稳定安全。

3.0.11 高寒高海拔地区公路动物保护应符合下列规定：

- 1 当二级公路的交通量小于 2500 辆/天时，可不设置立交式动物通道，但需满足以下条件：
 - 1) 路基边坡宜缓于 1:1，同时设置野生动物穿越路面的警示标志。
 - 2) 野生动物频繁出没路段，应通过监控、路面减速带等工程措施与管理措施严格限速，限速应与设计时速匹配；可设置红外感应触发装置，当野生动物上路时及时提醒过往车辆注意避让，避免车辆与动物相撞。
- 2 一级公路或高速公路应设置立交式野生动物通道。
- 3 野生动物通道应主要考虑哺乳动物的需求。
- 4 应根据周边路网考虑野生动物通道栖息地的连通性。
- 5 可在通道附近播撒目标物种的粪便，引诱其靠近通道活动。

条文说明

3 本规范中野生动物通道主要为哺乳类动物设置，由于高寒高海拔地区两栖类、爬行类动物种类较少，受公路影响不大，且哺乳类动物通道也可利用。鸟类可从空中穿越公路，受公路交通影响亦不大。本规范以哺乳类动物保护为主。

3.0.12 高寒高海拔地区公路水土流失防治应遵循下列原则：

- 1 应控制和减少对原地貌、地表植被的扰动和损毁，保护水土资源。
- 2 公路用地（含临时用地）范围内剥离的表土层和原地面植被，应根据公路所在地区的条件采取相应的防护措施，以备恢复利用。
- 3 土石方应优先考虑综合利用，不能利用的设置弃土场进行堆放和处置，堆放

前按照“先挡后弃”的原则，设置拦挡、截排水等措施。

4 边坡在确保稳定安全的前提下，应优先采用生态型防护措施。

5 在施工组织设计中，在降雨侵蚀集中期、主害风集中期，应减少或避免大开挖施工，减少对植被和地表层的破坏。

6 施工期应对可能产生水土流失的区域采取临时拦挡、排水、沉沙、苫盖、绿化等措施。

7 施工结束后应对临时用地进行土地整治，根据原有土地利用类型或者规划土地利用方向，恢复土地利用功能。

3.0.13 关系到植物成活的水、土、基质，涉及结构安全的试块、试件及有关材料，应按照规定进行取样检测。

3.0.14 生态保护及恢复设施养护应符合下列规定：

- 1 应对生态保护及修复设施开展定期巡查。
- 2 应根据高寒高海拔地区环境特征以及植被生长习性制定养护计划。

4 设计

4.1 冻土及冰川

4.1.1 多年冻土路域公路设计应遵循保护冻土的设计原则，进行冻土保护总体规划，保护多年冻土环境，并符合下列规定：

- 1 设计方案对多年冻土有影响时，宜进行多方案的比选，选择对多年冻土扰动较小的方案。
- 2 应尽量保持原冻土的生存条件，坚持保护优先、预防为主、防治结合的原则。
- 3 应加强地表植被保护，减少冻土扰动，工程建设必须剥离的地表植被，应妥善保存和养生，完工后及时复植。
- 4 宜采取有效措施，减少排水对冻土的影响。
- 5 施工组织设计应合理组织施工时间和工序，采取临时覆盖保护等措施，减少冻土环境裸露时间，减少热干扰。
- 6 应加强施工便道及临时工程设计，不得随意侵占、挖除路域范围内的植被，临时工程施工完成后应进行恢复。
- 7 取、弃土场设计应符合保护冻土环境的要求，取、弃土后宜进行地表修整和植被恢复。

4.1.2 应加强冻土路域植被保护，清表路段和挖方路段必须分段剥离表层草皮，剥离厚度宜为 0.3~0.5m，剥离后应集中堆放养生，待主体施工结束后回填至边坡或取弃土场等扰动场地。

条文说明

多年冻土地地区地表植被资源和表土资源均是长期形成的难以恢复的自然资源。研究表明，地表植被对保护冻土的作用明显，而土壤荒漠化或地表积水等均对冻土环境保护不利，同时，表土是地表植被赖以生存的物质基础，因此，多年冻土地地区公路建设应加强地表植被和表土的保护与利用。

4.1.3 多年冻土地地区路域 100m 范围内的坑洼地，宜进行微地形修整，并应符合下列规定：

- 1 应形成向外的横坡，横坡坡度不宜小于 2%，减少或避免地面径流流向路基。
- 2 具有明显积水的坑洼地宜先排水，后采用细颗粒土进行回填修整。

3 地表有高原草甸或天然草皮的坑洼地，应先剥离高原草甸或天然草皮，剥离厚度不宜小于 0.25m，地表修整完成后及时回铺利用。

4 具有植被恢复条件的坑洼地，修整完成后，应采取植物纤维毯技术、三维网植草技术等方式进行植被恢复，物种宜选择本区域相同的适生植物。

5 地形平缓区域，坑洼地修整后，永久性蒸发池、排水沟等水流疏导设施应与主体工程统筹考虑。

4.1.4 多年冻土地区路域取土场的设计应符合下列规定：

- 1 严禁在路基两侧取土，取土场与路基中心距离不得小于 200m。
- 2 取土场应选择在路堤上侧植被稀疏的少冰、多冰冻土路段，不宜在富冰冻土、饱冰冻土、含土冰层段及植被发育良好地段、农牧场、泥石流易发区设置取土场。
- 3 取土场与路堤同时位于斜坡上时，取土场应设置在路堤上侧山坡，且距离坡脚不宜小于 200m。
- 4 改扩建工程宜利用原有取土场。
- 5 取土场地表植被应集中保存、养生，用于边坡绿化或取土场复植。

4.1.5 多年冻土地区取土场、弃土场使用完毕后，当具备植被生长条件时，宜及时进行植被恢复，植被物种应选择水土保持效益明显的乡土、耐寒植物。

4.1.6 现代冰川区及仍有现代冰川发育的古冰川作用区，应加强冰川区域植被、植物与动物物种和水土的保护，保护冰川资源。

4.1.7 冰川区公路设计应重点保护冰川及冻土在消融期释放出来的水体，并符合下列规定：

- 1 严禁在冰川保护区域范围内设置施工营地、取弃土场。
- 2 沥青、油化学品等有害物质不得堆放在冰川及冻土消融期释放出来的水体附近。
- 3 严禁施工期及运营期产生的各类废水、固废排入河道或水源保护区内。

4.1.8 冰川区公路设计应考虑工程施工期扬尘、飞灰及运营期车辆二氧化碳的排放对冰川的影响。

4.1.9 取、弃土场及临时工程设施选址设计时，其与冰川集中分布区边缘的距离

应根据粉尘影响范围和影响强度综合确定。

4.2 水环境

4.2.1 涉及饮用水水源保护区路段、III类及以上地表河流的路段，应设计径流收集系统，并设置路（桥）面径流处理池（兼事故应急池）。

4.2.2 路（桥）面径流收集系统结构、材料等应符合高寒高海拔地区气候特点。

条文说明

针对高海高海拔地区紫外线强的特点，要求桥面径流收集管管材要抗紫外线能力强，抗老化能力强；针对高海高海拔地区气温低、冻融频繁的特点，要求桥面径流收集管道和桥面径流处理池要抗低温性、抗冻融性能强，避免出现破裂，失去其应有的功能。

4.2.3 跨河桥梁在设计中应选择合理的桥跨形式，尽量避免和减少水下施工设计。

4.2.4 沿线服务设施污水处理设计应符合下列规定：

- 1 沿线服务设施应设置污水处理系统。
- 2 污水处理工艺、结构、材料设计应符合高寒高海拔地区气候特点。

4.3 植被

4.3.1 植被保护及恢复设计应充分结合区域自然气候环境条件，贯彻以下原则：

- 1 保护为主，恢复为辅。公路建设中应减少对原生植被的破坏范围，充分保护工程建设干扰地带的草皮、表土等自然资源，加快促进自然修复。
- 2 植物选择乡土化。植被修复应优先选择本地区已成功开发的乡土植物种子资源，提高植被恢复成效。
- 3 施工工艺简单化与低成本。植被保护与恢复施工工艺应简单、高效，耗费机械与人力少，有效促进植被自然恢复。

4.3.2 应综合利用避让保护、原地保护、迁移保护等多种手段，实现草原的分级分类保护，并符合下列规定：

- 1 公路选线设计、取弃土场选址、临时施工场地选址等环节应避让生态红线区与基本草原。

2 对于公路建设扰动区域，应根据环境影响评价文件要求，结合线路微调、施工工艺优化等措施，避让珍稀物种及其他优质、高产草原类型。

3 对于公路建设扰动的重要草甸草皮，应剥离并临时堆存或假植，有条件时应缩短堆存时间或通过优化施工工艺，将剥离草皮直接用于铺植绿化应用。

4 高寒草原分级保护可依据地方草原行政主管部门的相关分类分级区划，在无相关分类分级资料时，也可按照《天然草原等级评定技术规范》（NY/T 1579）进行公路沿线草原的评定分级。

4.3.3 对于公路建设不可避免破坏的草原，尤其是草甸植被类型，应开展草本植被层的剥离与利用，并结合草甸所在环境边坡坡率与地形起伏情况、草甸植被类型的群落结构及水分特征、植被覆盖与地表出露石块的比例进行分类分级。

4.3.4 表土的保护范围与厚度确定应满足下列要求：

1 可结合地表植被类型、土壤含石块比例、土壤质地、厚度、酸碱度、盐分含量、养分情况等对高寒高海拔区域土壤进行分类或分级，作为土壤保护或改良利用的依据。

2 表土保护计划应能保障所有植被恢复区域表土利用需求，在此基础上优先选择土质细腻、砾石含量低、保水保肥性强、质地好的表土类型。

3 自然表土数量不够或质量不够好时，可对亚土层进行利用，通过添加补充复合肥、有机肥等肥料进行改良利用。

4 在植被覆盖低、易发生风沙危害的荒漠、戈壁滩等路段，可剥离保存砾石、片块石等粗骨质材料，用于建设沙障，压覆地表，控制风沙。

4.3.5 物种的选择搭配应满足下列要求：

1 物种的选择与搭配要满足建植地公路植被建植对防沙治沙、水土保持、挡光防眩、美化景观等功能要求。

2 物种的选择要满足建植地水分、温度、海拔等气候要求。

3 群落目标建群种的设计应结合建植地原生环境要求，宜草则草、宜灌则灌，或草灌结合，建设与周围植被群落类型协调性高的植被群落类型。

4 物种的选择与搭配应注重植物种间的竞争与配伍性能，先锋种、建群种、伴生种等种类选择需要结合植物种的生长习性确定。

4.3.6 植被恢复工艺设计应符合下列规定：

1 应针对边坡、取弃土场、立交区、房建场区等不同场地植被恢复功能要求、恢复问题与难点，设计恢复工艺。

2 以恢复植被覆盖为主要目标的区域，应以公路竣工验收后无人工养护为基本目标要求，提出合理的植被恢复覆盖率，覆盖率应不低于周边自然植被覆盖率的60%。

3 应结合具体植被恢复工艺类型确定控制参数，包括：

1) 苗木栽植类工程应参照相关园林绿化、公路绿化的要求规定苗木规格、栽植成活率等指标；

2) 对于引种灌木种类，当因特定气候环境影响无法达到栽植成活率要求时，应及时变更设计目标；

3) 岩石边坡客土喷播绿化工程应明确客土平均喷播厚度，并明确抽检办法；

4) 种子播种工程应明确覆土厚度、质地要求等基础土壤改良要求，还应明确人工植被的覆盖方式、降解的三维网等废弃物的去除要求；

5) 生态袋绿化类工程应明确生态袋的抗紫外线老化特征，并应明确生态袋内苗木栽植的时间要求；

6) 草皮铺植类工程应明确草皮的铺植形式，如满铺、条带状铺植、格网状铺植等；与播种结合的草皮铺植工程还应进一步明确播种植物种类、混播种子配比，以及人工植被的覆盖方式。

4.3.7 高陡边坡、岩石边坡及其他困难立地的植被恢复设计应符合下列规定：

1 宜结合具体场地恢复条件，以植被恢复目标的实现为基准，采用综合性恢复技术方案。

2 应能提高场地固土及土壤改良成效，提高植物生长土壤的土壤结构、有机质含量、保水保肥能力等性能。

3 应能提高场地内雨水径流的管理与水资源的利用成效，改善植物生长与成活的水分条件。

4 植被恢复前期覆盖度目标不宜设定过高，以能够初步控制早期水土流失、改良路域景观为出发点。

4.4 动物

4.4.1 野生动物保护应遵循下列原则：

1 宜通过路线避让、主线下穿等措施避免公路建设对野生动物迁徙及栖息地的影响。

2 宜通过野生动物通道、降噪遮光等辅助设施减小公路建设对野生动物迁徙及活动的影响。

3 宜通过栖息地营造与提升来补偿因公路建设导致的栖息地损失和破坏。

4.4.2 野生动物保护路线设计应符合下列规定：

- 1 在藏羚羊迁徙走廊带上，路线间距不应小于 1.5km。
- 2 在野生动物活动聚集区，线路间距应达到道路影响域范围的 2 倍以上，维持线路之间有野生动物活动的空间。

条文说明

1 在藏羚羊迁徙走廊带上，根据现有经验，路线间距至少达到 1.5km，可满足藏羚羊迁徙的需要。

4.4.3 公路路基断面形式应符合下列规定：

- 1 食草动物穿越通道时应优先采用分离式路基，并应做好中央分隔带处的降噪遮光措施。
- 2 食肉动物穿越通道时应优先采用整体式路基。

条文说明

1 同等尺寸，分离式路基光线要优于整体式路基，可能对食草动物穿越通道有利，但需做好中央分隔带处的降噪遮光措施。

2 整体式路基光线条件稍差于分离式路基，但穿越距离稍短，可能更利于食肉动物利用。

4.4.4 动物通道设计应符合下列规定：

- 1 宜遵循因地制宜、系统性、前瞻性和经济性的原则。
- 2 选址、类型、尺寸等应充分了解区域内保护动物的种类、数量，考虑目标物种的体型、习性等，因种、因地制宜。
- 3 应将野生动物横穿公路的结构物、隔离栅、诱导生境等进行综合设计。
- 4 应在达到保护目标前提下考虑其经济性。

条文说明

3 应充分考虑累积和时滞效应，结合桥涵、隧道设置动物通道，同时考虑动物适应环境变化、活动节律、生活史、栖息地条件及路域人为干扰等影响动物通道效果的因素。

4.4.5 公路走廊带内动物通道选址工作应符合下列规定：

- 1 通道选址宜由公路设计人员、动物保护人员、交通生态研究人员等合作完成，并咨询当地动物保护机构等相关部门。

2 新建公路的动物通道选址宜在公路沿线栖息地质量评价的基础上，识别目标物种迁徙和移动路线，叠加公路线位，选择出冲突点位，结合工程建设投资、沿线地形、野生动物习性等实际情况，从冲突点位选择推荐位置。通道选址流程见图 4.4.5-1。

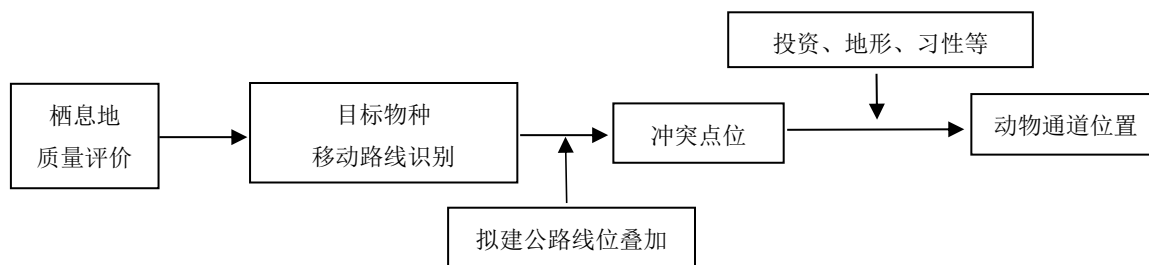


图 4.4.5-1 新建公路工程动物通道位置选择流程图

3 改扩建工程公路的动物通道选址宜通过至少 1 年的致死调查，识别致死种类最多、数量最大的路段或点位，作为选址的备选方案。其动物通道位置选择流程见图 4.4.5-2。

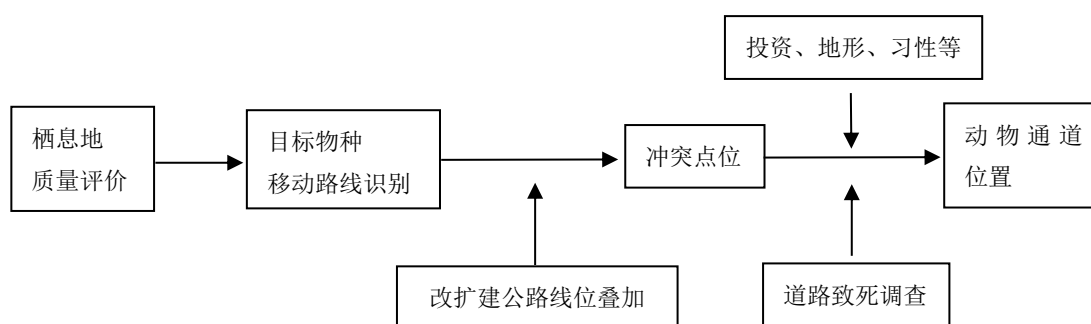


图 4.4.5-2 改扩建公路工程动物通道位置选择流程图

4.4.6 公路走廊带内动物通道规模的确定应符合下列规定：

1 应在拟设通道位置处开展目标物种的分布密度调查，将结果与该区该物种平均分布密度相比较，如果高于平均分布密度，则宜多设置通道；如果低于平均分布密度，则可少设置通道；具体设置数量及通道间距还应结合工程可行性、投资能力经咨询专家综合确定。

2 条件有限的情况下，通道间距取值可不大于目标物种家域/活动范围的开平方根；无资料时可按表 4.4.6 中数据取值。

表 4.4.6 高寒高海拔地区部分公路动物通道间距推荐值

种类	家域/活动范围参考值 (km ²)	通道间距建议值 (km)
藏羚羊	441	21
林麝	0.65	0.81

斑羚	0.25	0.5
高山麝	0.37	0.6
藏狐	6.4	2.5
狼	457	21.4
野骆驼	7349	85.7
小熊猫	2.2	1.48

注：该取值仅考虑家域/活动范围规模，实际取值应综合考虑其他因素。

4.4.7 动物通道类型包括上跨式通道、下穿式通道和林冠通道，公路走廊带内动物通道形式应符合下列规定：

1 宜综合分析拟设通道周边的地形、目标物种穿越习性、投资等要素，确定通道类型。

2 目标物种为栖息在山区且喜欢开阔视野的动物，公路挖方路段或低填路段（图 4.4.7-1，图 4.4.7-2）宜设置上跨式通道（图 4.4.7-3）。上跨式通道与地面衔接的坡面坡比宜不超过 1: 3。



图 4.4.7-1 挖方路段



图 4.4.7-2 低填路段

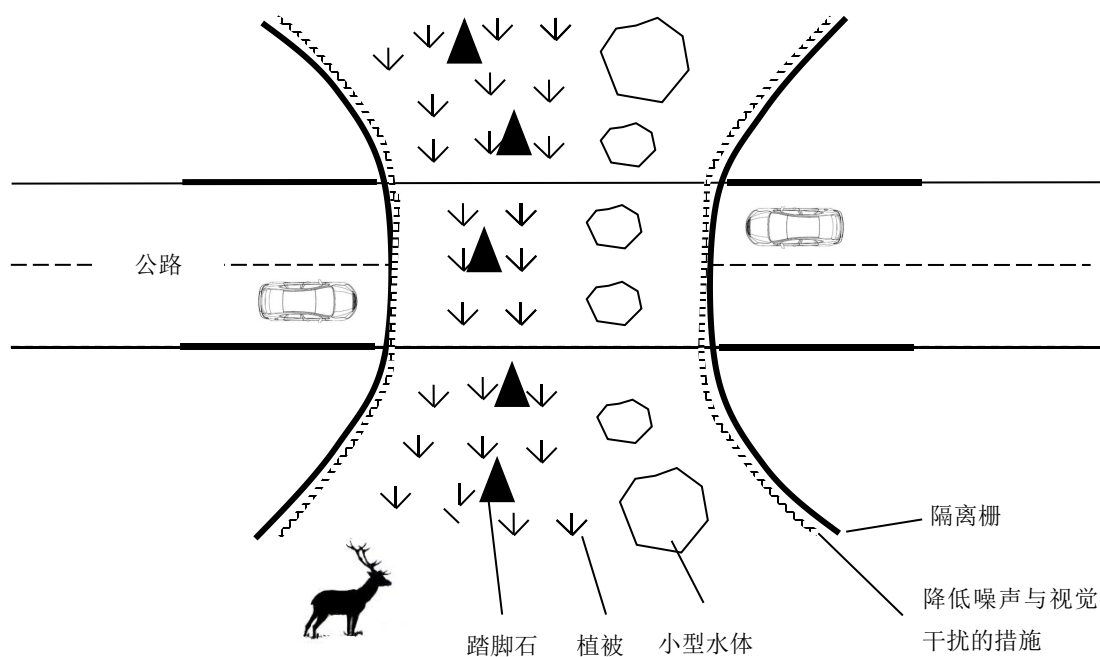


图 4.4.7-3 公路上跨式通道设计示意图（包括诱导生境与保护设施）

3 目标物种为栖息于平缓的河滩地、湿地、平地且喜欢隐蔽环境的动物，公路填方路段（图 4.4.7-4）宜设置下穿式通道（图 4.4.7-5）。

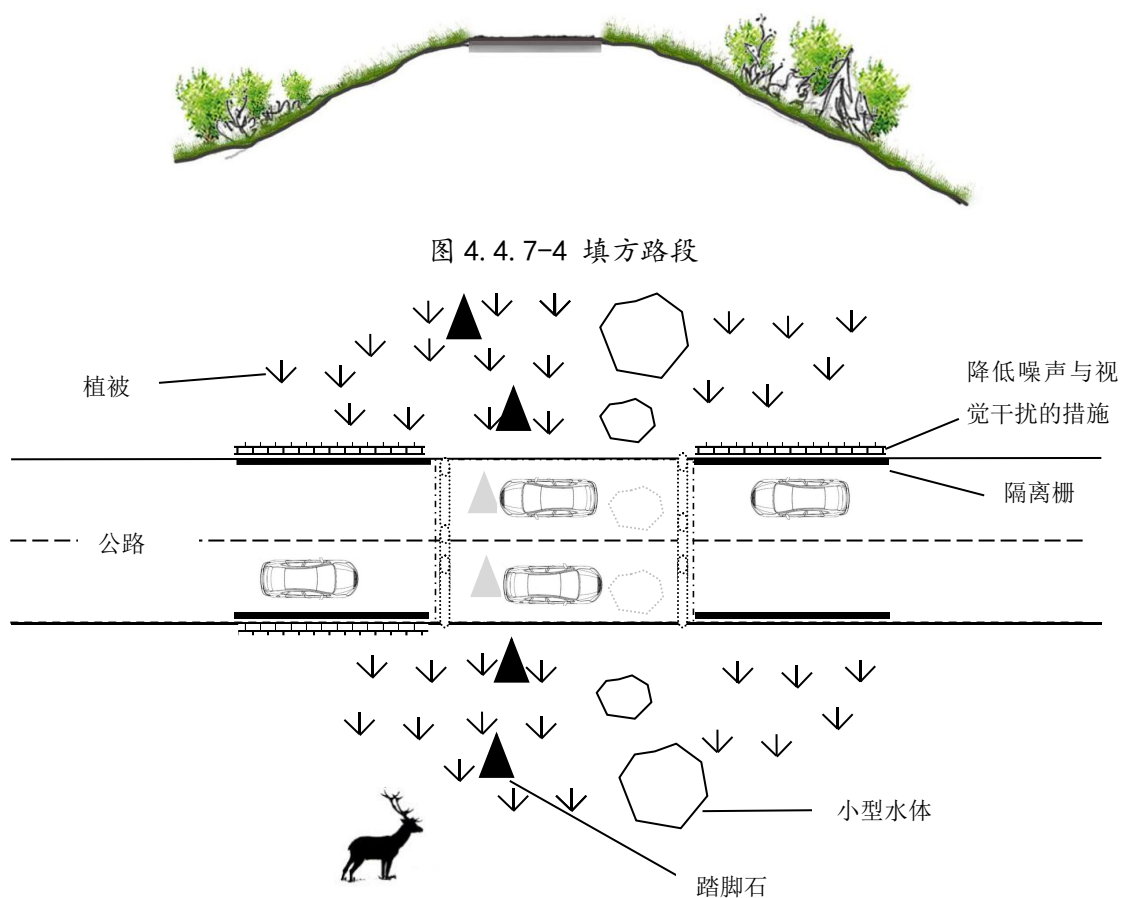


图 4.4.7-4 填方路段

图 4.4.7-5 公路下穿式通道设计示意图（包括诱导生境与保护设施）

4 目标物种是树栖动物或半树栖动物，宜设置林冠通道（图 4.4.7-6）。

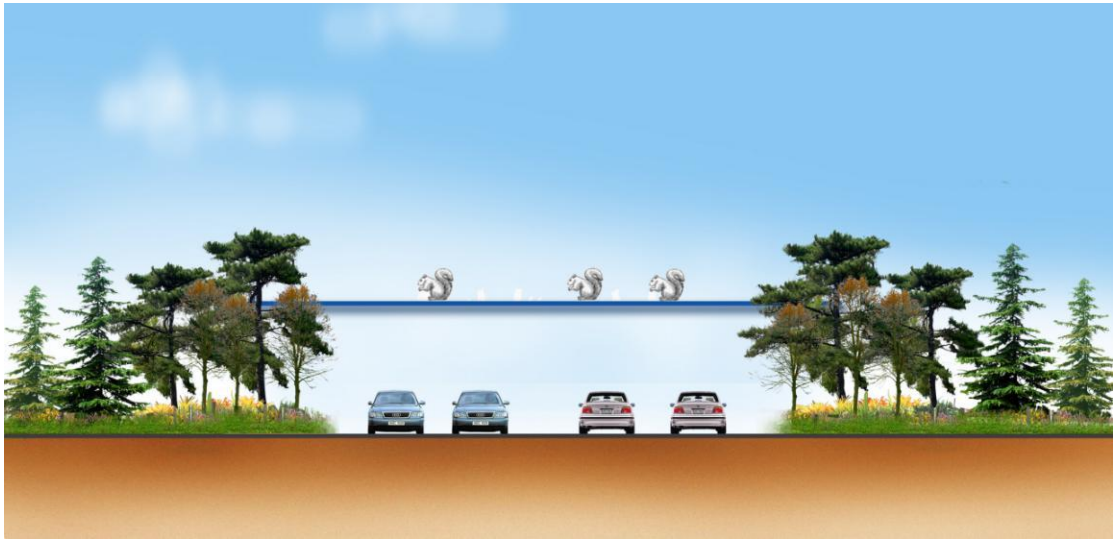


图 4.4.7-6 公路林冠通道设计示意图

5 动物通道宜满足不同野生动物的需要，可按表 4.4.7-7 中选择动物通道类型。

表 4.4.7-7 青藏高原公路动物通道类型推荐

种类	上跨式通道	下穿式通道	林冠通道
两栖纲、爬行纲	☐	☒	×
鼯鼯科、狐蝠科	☐	☒	×
猴科	☐	☐	☒
犬科	☐	☒	×
猫科	☐	☒	×
熊科	☐	☒	×
小熊猫科	☐	☐	☒
鼬科	☐	☒	×
马科	☐	☒	×
骆驼科	☐	☒	×

猪科	□	■	×
麝科	□	■	×
鹿科	■	■	×
牛科	■	■	×
松鼠科	□	□	■
鼠科、跳鼠科、鼠兔科、兔科	□	■	×

注：■ 首选；□ 条件具备也可；× 不推荐。

4.4.8 动物通道设计参数应符合下列规定：

1 动物通道尺寸宜满足目标物种中体型最大物种的穿越需求，并预留一定的空间。高寒高海拔地区不同类型动物通道尺寸推荐值可参考表 4.4.8-1。

表 4.4.8-1 不同类型公路动物通道尺寸推荐值

类型	分类	功能	目标物种	推荐尺寸
上跨式通道	天桥、野生动物专用通道	人、牲畜、野生动物共用或野生动物专用	所有野生动物	宽度 $\geq 50\text{m}$
下穿式通道	桥梁	过水、人、牲畜、野生动物共用或野生动物专用	大中型兽类	跨度 $\geq 6\text{m}$ ，高度 $\geq 3.5\text{m}$
	涵洞		两栖爬行动物、小型兽类	跨度 $\geq 2\text{m}$ ，高度 $\geq 2\text{m}$

注：表中数据是基于路基宽度 10 米的公路提出；大中小型兽类的分类应符合《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（中华人民共和国国家环境保护标准 HJ 710.3-2014）的有关规定。

2 应满足特有种藏羚羊、藏原羚、藏野驴等及其它常见动物的动物通道尺寸，无资料时可按表 4.4.8-2 中数据取值。

表 4.4.8-2 公路有蹄类动物通道规格推荐值

动物种类	动物体型（成体雄性为例）			通道尺寸		说明
	头体长（m）	肩高（m）	体重（kg）	长（m）	高（m）	

藏羚	1-1.4	0.79-0.94	24-42	≥ 300	≥ 5	大规模迁徙路段
				≥ 6	≥ 3.5	藏羚零散穿越路段
藏原羚	0.91-1.05	0.54-0.65	13-16	≥ 6	≥ 4	
藏野驴	1.82-2.14	1.32-1.42	250-400	≥ 6	≥ 4	
野牦牛	3-3.4	1.37-2	535-821	≥ 45	≥ 4.5	
狼	1-1.6		28-40	≥ 2	≥ 2	
狐狸（藏狐、赤狐等）	0.49-0.8		3.6-7	≥ 2	≥ 2	
猞猁	0.8-1.3		18-38	≥ 2	≥ 2	

注：表中数据是基于路基宽度为 10 米的公路而提出

4.4.9 动物通道诱导生境设计应符合下列规定：

- 1 宜做好动物通道附近植被调查，为通道周边植被恢复提供依据。
- 2 宜采用当地植物物种进行植被恢复，将通道两侧原生植被在通道内进行复制，通道周边区域植被宜恢复到干扰前的状态。
- 3 宜针对目标物种的习性，种植其喜食植物，引诱目标物种靠近通道；可采用倒木和树根作为引导物和隐蔽物，并设置成线形连通通道两侧，引导两侧目标物种沿线形结构物穿越通道。
- 4 可在通道周边设计小型水体或营造汇水的地形条件，诱导大中型哺乳动物、两栖爬行动物穿越通道。水体大小根据汇水面积而定。
- 5 可在通道周边及内部设计微地形起伏，供部分大中型哺乳动物隐蔽休息，有利于其穿越通道。
- 6 可在通道周边及内部采用倒木、树根、石块结合地形设计微生境，提高通道上的生境复杂性。微生境应贯穿通道内部且间隔设置连接两侧栖息地。

4.4.10 动物通道配套设施设计应符合下列规定：

- 1 隔离栅材料宜根据施工现场条件选择混凝土、金属、原木、土堆等。

- 2 隔离栅长度宜根据动物沿公路的移动能力、地形、栖息地等综合确定。
- 3 隔离栅高度宜根据野生动物体型大小、攀爬、跳跃能力综合确定。
- 4 隔离栅顶端和下部设计宜根据目标物种活动习性确定。
- 5 宜隔离栅孔径根据目标物种体型大小确定，防止目标物种穿越隔离栅进入公路。
- 6 非野生动物通道的桥涵工程不得完全封闭。
- 7 宜采用声屏障、土堆、植被带等各种物理工程和生态工程措施避免和减小噪声和车辆灯光对通道内部的影响。
- 8 动物通道路段宜设置双向警示标志牌，设置距离根据公路等级而定，限制该处人为活动从而减小对通道的干扰。标志标牌设置宜符合《道路交通标志和标线》（GB5768-1999）等规范的有关规定。
- 9 动物保护宣传标志牌应设置在公路沿线停车区、服务区、收费站、观景台等位置。
- 10 施工组织方案设计宜避免在目标物种迁徙期、繁殖期等敏感时期进行施工。
- 11 在目标物种迁徙廊道、繁殖区域等敏感区域，应制定相应的施工组织方案，避免对敏感区域的影响。

条文说明

2 动物沿公路线路移动能力强，则隔离栅长度相宜加长，隔离栅宜在地形突变处结束，如悬崖、陡坡，隔离栅长度可完全贯穿于栖息地质量好和较好路段。

6 非野生动物通道的桥涵工程也可能被野生动物利用，宜与野生动物通道同等对待，不得完全封闭。

4.5 水土保持

4.5.1 高寒高海拔地区水土保持措施应依据公路工程水土流失特点，吸收当地和同类项目水土保持经验，选择适宜的防治措施，科学配置，有机结合。

条文说明

高寒高海拔地区的地理环境因子使土壤侵蚀也表现出明显的区域特征，由于区域的侵蚀营力复杂，水蚀、冻融侵蚀、风蚀三种营力共存交错造成了区域的土壤侵蚀类型的多样性和和侵蚀方式的复杂性，地理环境因子使土壤侵蚀也表现出明显的区域特征。降水的时空分布决定了水蚀作用（表现为地表切割密度和深度）自东南向西北减弱，风力作用则逐渐加强，冻融作用则以羌塘高原为中心向周围逐渐减弱。水土保持措施设计时应充分考虑水土流失特点，针对性的开展水土保持设计。

4.5.2 高寒高海拔地区公路建设在水保设计时，应明确主体工程设计时已有的水土保持措施，并应对原设计缺乏的水土保持措施做补充设计。

4.5.3 边坡水土保持设计应符合下列规定：

1 坡面几何形态的设计：

- 1) 占地条件允许的条件下，坡度宜控制在 1:1.5~1:3。
- 2) 挖方边坡在满足边坡稳定性的条件下，边坡控制在 1:0.75 以下，最大不宜高于 1:1.5。

2 边坡坡高与坡度分级设计：

- 1) 填方路基边坡低于 2 米的低填路段，应采用较缓的边坡坡率；边坡高度小于等于 1m 时，边坡坡率应采用 1:3.0；边坡高度 1~2m 时，边坡坡率应采用 1:3~1:1.5。
- 2) 低于 6 米的低填路段边坡，可不设置台阶式边坡，边坡坡率宜采用 1:2~1:1.5。
- 3) 边坡坡面高度大于 6m 时，宜采用台阶式边坡，上部 6m 边坡坡率宜采用 1:1.5，6m 以下边坡坡率宜采用 1:2，每两级边坡宜设 3m 宽平台。

4.5.4 取、弃土场选址应符合下列规定：

- 1 取土场宜选择地形较高的位置。
- 2 弃土场应远离路基范围，不应影响路基稳定。
- 3 不得在风沙区的风口区设置弃土场。
- 4 弃土场应避免选择在雨水汇流量大、冲刷严重的地方。
- 5 弃土场应不占或少占草地，选择在退化草场和荒地。
- 6 弃土场应选择在肚大口小，有利于布设拦渣工程的地形位置。
- 7 弃土场宜选择在地质条件较好的低洼处，不应在水源地、水库上游设置弃土场；当必须设置时，应征得当地环保部门的同意。

4.5.5 取土场生态保护及修复应符合下列规定：

- 1 取土前，应对取土场进行实地勘查，严格控制取土方式、取土深度；对于剥离的草皮以及表土应做好养护设计。
- 2 取土应分层进行，避免形成高陡边坡，应做好排水设施。
- 3 取土前应进行表土剥离，剥离厚度和防护应符合本规范 4.3.4 的规定。
- 4 取土场应根据实际情况设置截（排）水沟或挡水埂，取土深度应考虑取土后恢复农业、牧业、林业等生产的因素确定，形成的取土坑应综合利用或恢复地貌。
- 5 取土场的截排水措施，应根据取土边坡对环境的安全影响，按照不小于 10 年一遇的降雨强度设计，安全超高应不小于 0.2m，断面尺寸应不小于 0.3 m×0.3m。

6 取土后形成的边坡，应根据边坡高度、岩土条件、环境条件、气象因素等，分别采取撒播草籽、喷播植草护坡等措施进行防护，必要时，可采取工程护坡；或考虑其他综合利用途径。

4.5.6 弃土场生态保护及修复应符合下列规定：

- 1 弃土前应清除表层腐质土、种植土，并堆放在旁边作为绿化种植土。
- 2 弃土场自然地面横坡大于 15% 时，应在原地面开挖宽为 2~3m、内倾坡度为 3~4% 的台阶。
- 3 弃土堆放时应自下而上分层填筑，并摊平碾压，最大层厚不应超过 1 m，横坡至少为 6%，并按进行中等强度压实处理，但顶面层可不进行压实。
- 4 当弃土堆放高度大于 8m 时，应在 8m 处设边坡平台，平台宽度宜为 4 m，上级边坡坡率宜采用 1: 1.5，下级边坡坡率宜采用 1: 2.0，顶面层宜设置不小于 6% 的排水坡。
- 5 弃土前应进行表土剥离，剥离厚度和防护应符合本规范 4.3.4 的规定。
- 6 应按照“先拦后弃，先排后弃”的原则，设计弃土场拦挡工程、排洪工程、渣底盲沟和周边截排水沟。
- 7 应根据弃土堆放位置、工程地质条件、堆放区域的地形地貌特征、河（沟）道水文地质条件、行洪和下游建筑物、城镇、居民点等设施的安全要求，以及弃土性质和预计弃土高度确定挡护工程形式。
- 8 应根据弃土场地形、地质及水文条件，结合沟渠、农田灌溉等设施，综合考虑弃土场排水系统的设置，避免水流冲刷渣体或改变地面径流条件引起农田、坡地的冲刷；位于沟谷、坡地的弃土场地必须设置完善的排水设施，当弃土场周边有汇流时，可采取截、排水措施，将水流引出，使之安全排泄；截排水沟应与自然水系顺接，并设置消能防冲设施。
- 9 应根据弃土的性质、坡面高度、气候特点等因素合理选择坡面防护类型，在保证渣体稳定的前提下宜以柔性防护为主。
- 10 弃土场的植被恢复设计应符合本规范 4.3 的相关规定。

4.5.7 施工便道水土保持设计应符合下列规定：

- 1 施工便道设计应遵循少征地的原则。应在主体工程占地中沿线取出一条宽 4~6m 的区域作为施工便道，且施工便道线形在设计时应设计成具有一定的曲率，以降低地表径流下泄的速度。
- 2 施工期间应防止行人和车辆越界，应严格规定行车通道，用彩带或砾石界定围护，同时对便道进行洒水，以固结地表，防止产生扬尘。
- 3 施工结束后应采取永临结合的方式，施工主干道、重点工程便道宜用于维修便道，一般便道在工程结束后应恢复原地貌。

4 施工期结束后，应将便道铺设的土石方先行去除，恢复原有的基础地面；对塌陷部位进行适当平整，为土壤改良及草种补播奠定基础。

5 应对施工便道进行土壤改良及植被恢复。对施工便道表层土壤应松耙处理，有条件的地方可增施有机肥料。植被恢复选择应符合本规范 4.3.4 的相关规定。

6 工程施工结束后，应进行禁牧封育，促进施工便道植被的恢复。

4.5.8 施工生产生活区水土保持设计应符合下列规定：

1 施工生产生活区施工前应剥离表土、集中堆放在施工场地所设置的表土堆放场中，并采用编织袋装土拦挡、密目网苫盖，周边应设临时排水沟，排水沟应顺接到既有沟渠或施工便道排水工程。

2 施工生产生活区占用土地在工程完工后，应尽快复垦利用和恢复植被，根据原土地利用情况，复垦或撒播草籽绿化。

4.6 湿地

4.6.1 公路选址选线占用湿地应符合下列规定：

- 1 应满足湿地保护规划总体要求。
- 2 路基、桥涵设计应满足湿地水文连通需求。
- 3 路基路面排水和沿线设施排水设计应满足湿地水环境保护要求。

4.6.2 应对受公路扰动和临时占用的湿地进行微地形地貌调整、基质恢复、水质恢复、水文连通恢复及生植被恢复等生态修复设计。

5 施工

5.1 冻土及冰川

5.1.1 冻土路域公路施工期应采取冻土环境保护措施，加强水土流失防护及冻土保护等，并符合下列规定：

- 1 施工过程中应注重保护土地资源，施工完毕后应尽量恢复。
- 2 取弃土场、路基基底、施工便道、场地、营地内的地表植被及表土应进行有效保存和养护，临时存放地点应选择在植被相对稀疏地带、公路废弃场地及取弃土场中，并做好水土流失防护措施。
- 3 路基开挖及填筑前应首先进行表土清除，清除的表土应选择地势平坦的场地进行临时堆放，并采用袋装土等临时防护措施进行拦挡，堆放高度 3~5m，临时堆土场周围应设置简易排水沟及沉砂池等措施防止水土流失。
- 4 取土场取土深度应控制在 3~5m，弃土场弃土后应刷坡，坡度应控制在 1:1 以上，刷坡前应进行草坡揭除及腐殖土的清除，以备恢复之用。
- 5 对项目沿线冻土的保护应采用挡水捻措施，不宜设置边沟，如采用边沟宜采用铺草皮防护方式。

5.1.2 冻土路域施工应加强积水区域积水疏导，并应符合下列规定：

- 1 应设置坡面径流排导和路侧排水工程，减少坡面和路侧水渗流对多年冻土的影响。
- 2 公路经过地下水丰富路段时应加强侧向排水，并进行防渗处理，减少侧向水中储热对多年冻土的干扰。
- 3 公路两侧存在地表洼地和积水时应进行回填整平，并形成向外的横坡，横坡坡度应不小于 2%，减少或避免地面径流流向路基。
- 4 在雨季进行路基挖方施工时，宜采取保护措施，加强临时排水，减少降雨对多年冻土的干扰。

5.1.3 路基施工前临时排水系统应防止常蓄性地表水对冻土环境的影响，并符合下列规定：

- 1 路基施工前必须预先形成临时排水系统，防止施工期间地表水侵害路基，造成病害。
- 2 排水系统应与路基主体同步完成，如有困难应先做好临时排水设施，以防雨

季地表水对路基坡脚和边坡的浸泡、渗透及冲刷，造成融化下沉和冻融堑坡溜坍等病害。

3 路基排水设施包括排水沟、侧沟挡水捻护坡道等，各类排水设施的出口应具备将水引入桥涵或排除路基以外的功能，防止水流冲刷、侵蚀路基。

4 应控制好路基填筑过程中的横坡坡度，防止短时强降雨造成填筑好的路基上部积水和边坡形成冲壕。

5.1.4 高含冰量地区路基施工中填料保温应符合下列规定：

1 严禁用腐殖土、草炭土、草皮以及冻土作为路堤填料。

2 应对所选取土场的填料进行取样试验，考虑填料的冻胀敏感性，严禁使用塑性指数大于 12、液限大于 32 的细粒土以及粉粘性颗粒含量大于 12% 的土作为路基填料，有条件时宜采用卵碎石土等粗颗粒土作为填料。

3 应避免结层上水对路基造成影响，路堤底部必须填筑一层粗颗粒土，隔断毛细水的上升通道。

4 草皮泥炭层铺设时，边坡挖除部分应整平。每块草皮泥炭厚度宜为 0.25m，切平根部，铺砌时应上下错缝互相嵌住。

5 应在路基两侧设置护坡道，护坡道的宽度一般路段宜为 2~3m，较长期积水路段宽度不宜小于 5m，护坡道高度一般路段宜为 0.8~1.5m，并应高出最高积水位 0.5m。

6 当路基两侧严重积水或常年积水时，宜采用泥炭、草皮、粘性土等不透水填料填筑护道；对于不积水或临时积水路段宜采用透水填料修筑护坡道；对主要用于保护多年冻土的护道，宜采用碎石、块石料填筑护道。护道材料如与路堤填料相同时，应与路堤主体工程同时施工并一体完成。

5.1.5 高含冰量冻土段挡土墙施工时机及施工控制应符合下列规定：

1 多年冻土区的支挡建筑物宜采用预制拼装化的轻型、柔性结构，不得采用易受冻融破坏的浆砌片石挡土墙。

2 挡土墙的基础埋深应不小于该处多年冻土天然上限的 1.3 倍。高寒冰量冻土区挡土墙基础在暖季施工时，必须精心组织，快速施工，在基坑开挖前，基础所用材料、机具和垫层所用砂砾应全部备齐，防止基坑暴露时间过长。

3 挡土墙基础埋设于高含冰量冻土时，基础下面应铺设 0.5m 厚砂石垫层，垫层宽度应宽出墙趾、墙踵各 0.5m。

4 施工砂砾垫层前，必须将雪、降雪融化水或降雨水以及基坑内淤泥和松软湿土彻底清除，不应受基底标高的限制。基础施工完成后，应立即回填，不得积水。

5.2 水环境

5.2.1 高寒高海拔地区公路水环境措施应严格按照设计要求施工，保证水环境保护效果，防治水环境污染。

5.2.2 施工生产生活污水处理应符合下列规定：

- 1 生产污水应设沉淀池集中处理，处理后的尾水宜回用，严禁排入沿线河流。
- 2 施工场地应设防渗沉淀池或废油收集桶，对施工营地所产生的废油应统一收集后，定期交由具备危险废物处理资质的单位外运处理。
- 3 材料堆放场地应设在河岸边 200 米范围外，沥青、油料、化学品等施工材料的堆放地点应远离河床，并应设置围栏，遮盖篷布，防止受雨水冲刷进入河流，减少建筑材料运输与堆放对水体环境的影响。
- 4 修建道路排水工程时，应建造临时绕行渠道。
- 5 施工污水应统一处理，严禁生活污水直接排入沿线河流。

5.2.3 桥梁施工污水处理应符合下列规定：

- 1 应安全文明施工，加强环境管理，防止对河道堤坝等防护设施造成破坏。
- 2 不得在河流水体 200m 范围内设置拌合站等临时占地，施工区内不得露天堆放沥青、油料、化学品等含有毒物质的材料。
- 3 桥梁施工严禁漏油、化学品洒落水体；桥梁基础施工挖出的泥渣不得弃入河道或河滩，避免影响河道行洪功能。
- 4 应合理安排跨河桥梁施工时间，施工过程中产生的泥浆、钻渣等经处理后应全部运出该河段汇水范围以外的弃渣场弃置，施工结束后应将沉淀池清理掩埋平整。
- 5 桥梁施工过程中，应加强现场管理等措施，减缓桥梁施工对沿线地表水的环境污染。

5.3 植被

5.3.1 公路施工应对国家和地方重点保护野生植物、古树名木及其生长环境加以保护。保护措施应优先采用避让和就地保护方案；当避让和就地保护方案不可行时，应采用可行的迁地保护方案。

5.3.2 植被保护施工应符合下列规定：

- 1 宜控制扰动面积，减少对草地及地表结皮的破坏，保护现有植被和表土。
- 2 需要剥离高原草甸或天然草皮的，应妥善保存，及时移植利用。

3 应根据设计要求及地区特点，选用经济合理、工艺成熟的施工技术，充分利用当地资源。

5.3.3 植被修复施工应符合下列规定：

1 施工单位应结合工程项目自然环境、社会环境、施工方案等编制包含环境保护措施的施工组织设计。

2 表土应进行分层剥离、保存和利用，减少地表扰动范围。

3 应对表层草皮 30~50cm 进行剥离并集中堆放，施工期间应进行定期养护，施工结束后应回填至边坡或取弃土场等扰动场地。

4 应对种植植物进行灌溉、排涝、施肥、中耕除草、整形修剪、病虫害防治。

5 公路施工扰动地段植被恢复，可采取掺加保水剂和凝结剂、草皮铺植、植物纤维毯技术、植生袋护坡技术和三维网植草技术等植被恢复措施。

5.3.4 植被种植方式应符合下列规定：

1 人工播种应根据种子大小、土壤含水量等因素确定播种的深度。

2 喷播技术宜运用于边坡植被恢复过程中，应根据不同的气候特点和立地条件，选择最适合、最经济的喷播技术。

3 草皮移植宜用于高边坡特别是大于 10~25m 的边坡，前期应进行浇水养护，并应按照施工技术要求进行施工。

4 三维网技术可用于稳定的土质和石质填料路堤边坡，边坡坡度宜为 1:1.5~1:2.0，边坡高度不宜超过 6m。

5 植生带技术宜用于水源丰富或降雨量较多地区小于 60° 的土质边坡，风化岩石、沙质边坡。

条文说明

1 种子小时，播种深度应较浅，种子大时，播种深度适当加深，土壤含水量较高时，播种深度应较浅，土壤含水量较高时，播种深度适当加深。另外，覆土太厚会降低种子的出苗率，覆土太薄又会导致种子干燥不出芽，播种时这些问题应尽量避免。

2 喷播技术包括液压喷播、客土喷播和有机质喷播。

3 草皮移植是将天然草皮或者人工草皮块铺设到已经平整好的土地上，是一种快速的植被恢复方法。高寒草原区由于草皮层较为松软，草皮不易成块，土壤结构容易破坏，移植所需代价较大，且前期需要浇水等管护措施。按照施工技术要求施工，对于高边坡的特别是大于 10-25m 的边坡具有良好的适应性。

4 三维网植草技术是将三维网铺在坡面上，播撒种子后，用覆土覆盖进行植被恢复的边坡防护技术。三维网植草技术适合在高寒地区使用，对于稳定的路堤边坡，

土质和石质填料均可。

5 利用植生带进行边坡植被恢复的建植技术叫做植生带技术。适用于小于 60° 的土质边坡，风化岩石、沙质边坡。主要用于水源丰富或降雨量较多的地区。

5.4 动物

5.4.1 动物保护施工应符合下列规定：

- 1 施工场地布设应最小程度的占用野生动物栖息地，缩小临时占地的使用时间。
- 2 施工时间应避开野生动物迁徙、繁殖等活动敏感期。
- 3 在野生动物聚集区进行施工时，应遵守国家、地方野生动物保护部门的相关规定。
- 4 严禁破坏野生动物栖息地内的植被及捕猎野生动物。
- 5 施工期间应搭建临时的动物通道，防止切割沿线野生动物生境。

5.4.2 动物通道施工应符合下列规定：

- 1 有条件的情况下宜采用钢波纹管涵通道替代涵洞通道。
- 2 动物通道内部及出入口应保持视野开阔，施工垃圾应及时清理，做好干扰区域的原始地貌和植被恢复。
- 3 在野生动物通道附近，可将弃土场沿动物通道两侧线形设置，起到降噪遮光的效果。
- 4 隔离栅施工不得封闭动物通道，与动物通道边缘不应有缝隙，应与动物通道过渡自然。
- 5 严禁一切不利于野生动物的不合理的施工方式。

5.5 水土保持

5.5.1 高寒高海拔地区公路水土保持措施应严格按照设计要求施工，保证水土保持效果，防治水土流失。

5.5.2 高寒高海拔地区公路施工时不得任意取弃土。原地面表层腐殖土、表土、草皮等应集中存放、做好临时防护。

5.5.3 挖、填方工程量较大路段应避免雨季施工带来的水土流失，如无法避免雨季施工，应尽量减小施工面坡度，做到填料的随取、随运、随铺、随压，减少水土流失。

5.5.4 跨河桥梁钻孔桩基础施工宜选择枯水季节，施工时产生的泥浆应进行临时处理，减少施工过程中的水土流失。

5.5.5 桥梁钻孔灌注桩施工时，宜采用机械设备分离钻渣泥浆并配套设置具有防渗功能的泥浆池，环境敏感区、自然保护区、水源保护区或水上施工中，应采用泥浆钻渣分离装置。经过处理后的泥浆，应采用专用泥浆运输车至指定地点按照环保要求处理。施工结束后，应根据当地的自然情况进行土地整治。

5.5.6 在高寒荒漠段施工时，严禁施工车辆在路两侧随意行驶。应加强保护沙生植物，保护沙表层的粗颗粒层，丘间洼地的粉土板结层。

5.6 湿地

5.6.1 公路施工应减少对沿线湿地的扰动，在湿地内禁止从事下列活动：

- 1 开（围）垦、填埋或者排干湿地。
- 2 永久性截断湿地水源。
- 3 挖沙、采矿。
- 4 倾倒有毒有害物质、废弃物、垃圾。
- 5 破坏野生动物栖息地和迁徙通道、鱼类洄游通道，滥采滥捕野生动植物。
- 6 引进外来物种。
- 7 擅自放牧、捕捞、取土、取水、排污、放生。
- 8 其他破坏湿地及其生态功能的活动。

5.6.2 应对受公路扰动和施工临时占用的湿地进行生态修复。

5.6.3 跨湿地桥涵附属工程施工完成后应及时清理施工垃圾，确保桥涵的排水畅通。

5.6.4 项目以路基形式经过湿地的，应采用砂砾片块石石渣路基，保证路基两侧的水力联系。

6 质量控制及验收

6.1 验收的程序及组织

6.1.1 应按交工验收和竣工验收进行公路生态保护及修复工程验收，并符合下列规定：

1 交工验收应检查施工阶段合同的执行情况，评价工程质量是否符合设计或技术标准要求，对各参建单位工作进行初步评价。

2 竣工验收应综合评价生态保护及修复工程建设成果，对工程质量、参建单位和建设项目进行综合评价。

6.1.2 交工验收应由项目法人负责组织各合同段的设计、监理、施工等单位参加交工验收。拟交付使用的工程，应邀请运营、养护管理单位参加；竣工验收应由交通运输主管部门按项目管理权限负责。

6.1.3 各合同段符合交工验收条件后，应经监理工程师同意，由施工单位向项目法人提出申请，项目法人应及时组织对该合同段进行交工验收。交工验收应具备以下条件：

- 1 合同约定的各项内容已完成。
- 2 施工单位按《公路工程质量检验评定标准》及相关规定的要求对工程质量自检合格。
- 3 监理工程师对工程质量的评定合格。
- 4 质量监督机构按交通运输部规定的公路工程质量鉴定办法委托有相应资质的检测机构对工程质量进行检测，并出具检测意见。
- 5 竣工文件已按交通运输部规定的内容编制完成。
- 6 施工单位、监理单位已完成本合同段的工作总结。

6.1.4 项目法人应按照项目管理权限及时向交通主管部门申请竣工验收。竣工验收应具备以下条件：

- 1 通车试运营 2 年后。
- 2 交工验收提出的工程质量缺陷等遗留问题已处理完毕，并经项目法人验收合格。

3 工程决算已按交通部规定的办法编制完成，竣工决算已经审计，并经交通主管部门或其授权单位认定。

4 竣工文件已按交通运输部规定的内容完成。

5 对需进行环保等单项验收的项目，已经有关部门验收合格。

6 各参建单位已按交通运输部规定的内容完成各自的工作报告。

7 质量监督机构已按交通运输部规定的公路工程质量鉴定办法对工程质量检测鉴定合格（或者经由相应资质的机构进行专项评价并出具评价报告）并形成工程质量鉴定报告。

6.1.5 竣工验收的主要工作内容应符合下列规定：

1 成立竣工验收委员会。

2 听取项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的工作报告。

3 听取质量监督机构的工作报告及工程质量鉴定报告。

4 检查工程实体质量、审查有关资料。

5 交通部规定的办法对工程质量进行评分，并确定工程质量等级。

6 按交通部规定的办法对参建单位进行综合评价。

7 对建设项目进行综合评价。

8 形成并通过竣工验收鉴定书。

6.1.6 竣工验收委员会由交通运输主管部门、公路管理机构、质量监督机构、造价管理机构等单位代表组成。大中型项目及技术复杂工程，应邀请有关专家参加。国防公路应邀请军队代表参加。项目法人、设计单位、监理单位、施工单位、接管养护等单位应参加竣工验收工作。

6.1.7 对于规模较小、等级较低的小型生态保护及修复工程，可将交工验收和竣工验收合并进行，具体标准可由省级人民政府交通主管部门结合本地区的具体情况制订。

6.2 质量控制及验收要点

6.2.1 公路生态保护及修复应重点关注施工材料和施工环节，施工材料应按规定取样试验，符合规定和设计要求方能进场使用，并满足下列要求：

1 移植草皮应重点关注植生层、腐殖土、各种植生添加剂、草皮等。

- 2 植被纤维毯应重点关注意载体材料、腐殖土、种子、化肥、添加剂、锚杆及铁丝等。
- 3 撒播混植应关注草种、添加剂、可降解无纺布和肥料等。
- 4 客土喷播应关注种植土、泥炭、纤维材料、保水剂和种子等。
- 5 植生袋应关注聚乙烯编织网、植生基质、肥料、添加剂和种子等。

6.2.2 公路生态保护及修复现场试验应符合下列规定：

- 1 对来源不同、性质不同的拟作为植生层的材料应进行复查和取样试验，试验项目应包括天然含水率、酸碱度、有机质含量、速效钾含量和碱解氮含量等。
- 2 使用保水剂、土壤粘结剂等添加剂时，应按相关标准作相应试验，必要时还应进行环境影响评估，经批准后方可使用。

6.2.3 公路生态保护及修复试验路段建设应符合下列规定：

- 1 拟采用新技术、新工艺、新材料的生态防护工程应进行试验路段施工。
- 2 试验路段应选择立场条件具有代表性的地段，试验面积不宜小于 1000 m²。
- 3 试验路段应开展植物生长情况监测工作，监测周期不宜小于 3 个植物生长周期。

6.2.4 冻土及冻土保护验收重点应符合下列规定：

- 1 公路多年冻土路基两侧坡脚 10 米范围内应无积水，排水沟及涵洞排水应畅通。
- 2 路基边坡、护坡道裂缝应填塞密实，边坡应无冲刷。
- 3 块（片）石、通风管路基应无堵塞。
- 4 热棒工作状态完好率应大于 90%。
- 5 路基、路域、取弃土场等的植被恢复应生长良好，植被覆盖度应大于 70%。

6.2.5 水环境保护验收重点应符合下列规定：

- 1 水环境保护验收应包括桥（路）面径流收集管、排水沟、桥（路）面径流处理池及沿线污水处理设施等内容。
- 2 桥（路）面径流收集管、排水沟、桥（路）面径流处理池及沿线污水处理设施等应满足设计要求。

6.2.6 植被保护及修复验收重点应符合下列规定：

- 1 植被栽植成活率应不低于 75%。
- 2 关系到植物成活的水、土、基质，应按规定进行见证取样检测。
- 3 植物材料进场时应做检查验收，形成相应的检查记录。

6.2.7 动物保护验收重点应符合下列规定：

- 1 应至少收集 1 年的监测数据，验证动物通道被目标物种成功穿越。
- 2 应保障动物通道完好无损、配套设施运行正常。

6.2.8 水土保持验收要点应符合下列规定：

- 1 所用临时占地以上建筑物和硬化层应按照合同约定进行恢复。
- 2 水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和林草覆盖率等应达到方案批复的目标值。

6.2.9 湿地保护及修复验收重点应符合下列规定：

- 1 湿地水文应连通。
- 2 湿地水质应满足相关标准要求。
- 3 湿地植被应经修复恢复至公路建设前水平。

7 养护

7.1 冻土及冰川

7.1.1 冻土区公路路基保护应符合下列规定：

- 1 公路路基寒季时应进行冻胀防治。
- 2 公路路基暖季融化时应进行路堤下沉防治。
- 3 应清理纵向排水设施, 保持其排水通畅。
- 4 应采取措施防止路堤表面水的下渗以及路堤坡脚处地表及冻结层上水的下渗。
- 5 应检查热棒的工作状态。
- 6 应进行块（片）石路基和保温护道破坏后的修复。

7.1.2 冻土区路基的日常养护维修工作应符合下列规定：

- 1 应清除路肩的积水和地表排水沟中的固体脏物, 保证排水沟通畅。
- 2 应及时排除路基边坡坡脚处附近的积水, 必要时应修建临时排水沟排水。
- 3 应填平路基附近的坍塌、漏斗坑等积水凹地, 填塞路肩及边坡上的裂缝, 恢复破坏的护坡, 处置局部冲沟和冲涮。
- 4 应清除排水设施中的积水, 清理盲沟和明渠的出口, 保证水流畅通。
- 5 应维修抛（碎）石护坡, 可增加抛（碎）石层的厚度。
- 6 应保护好专门设置的测温、测位移等仪器设备。
- 7 应每年清理一次块（片）石路基边坡风化的石料和边坡上积沙等遮挡物。
- 8 每年清理一次通风管路基进出口阻挡物。
- 9 应每年检测一次热棒工作情况, 并对损坏的热棒及时进行更换。

7.1.3 冰川、冰川边缘区和冰川遗迹区的工程养护应符合下列规定：

- 1 工程养护取、弃土场及临时工程设施选址冰川、冰川集中分布区边缘的横向距离应大于 1000m, 垂向距离应大于 300m。
- 2 冰川、冰川集中分布区边缘的横向距离 5000m 范围内不应设置养护工程预制场、拌合站及材料堆场。

- 3 通过该区域的运输车辆装运散装货物时应进行苫盖。
- 4 通过该区域的司乘人员不应进行停留。
- 5 公路养护应定期清扫公路通过该区域的垃圾。

7.2 水环境

7.2.1 全线服务区等附属设施的生活污水禁止直接外排，应经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放或回用。养护单位应加强污水处理设备调试和维护，确保污水达标排放。

7.2.2 应制定危化品泄露事故应急处理预案，严禁危险品运输或发生交通事故时冲洗废水造成有害物质进入附近水体。

7.2.3 应定期检查和维护径流收集系统和事故收集池，防止管道破损和事故池淤积。根据破损或功能缺失情况进行维修或更换。

7.2.4 对穿越自然保护区、饮用水水源保护区、风景名胜区等环境敏感区的路段，管养单位必须采用环保型融雪剂，避免普通融雪剂对道路两边植被的影响。

7.3 植被

7.3.1 冻土区植被恢复养护应符合下列规定：

- 1 应制定符合植物的生长习性的养护管理方案。
- 2 牧区应检查围栏，并对破坏围栏及时更换，防止牛羊啃食破坏。
- 3 应及时清除生态防护区内的落石、垃圾等物品。
- 4 草地覆盖度不足时应及时补植。
- 5 养护巡查应关注植物生长，及时发现病虫害和鼠害。
- 6 病虫害和鼠害的防治应与当地相关部门协同合作，共同解决病害问题。

7.3.2 植被日常检查应符合下列规定：

- 1 发现人工草地被破坏，应记录破坏位置、面积、草种种类、破坏程度等内容，并拍照。
- 2 发现人工草地大面积枯黄或病虫害，应记录发生位置、面积、程度等内容，

并拍照。

- 3 应及时记录植物遮挡标志、标牌的位置。

7.3.3 植被施肥应符合下列规定：

- 1 应坚持“因时制宜、因需而给、养分均衡、少量多次”的原则。
- 2 草本植物种植后的三年内生长迅速，宜加大施肥量，肥料应优先使用天然有机肥。
- 3 针对植物生长过程中因养分缺失出现的异常情况，应分析其原因，补充养分。
- 4 植物肥料可分为天然有机肥、速效肥、缓释肥、复合肥等。
- 5 生态边坡施肥应以点施、喷施和撒施的方式进行。大面积的人工植被宜采用机械或机械与人工结合的方法施肥，小面积人工植被及机械不易进入区域宜采用人工施肥。
- 6 施肥时间宜选在春季和夏末，生长期应以氮肥为主，生殖期应以磷肥为主。施肥宜在雨前进行，干旱时不宜施肥。

7.3.4 浇水灌溉应符合下列规定：

- 1 宜采用水车浇灌、微灌和喷灌方式进行浇水。
- 2 浇水应以灌溉水为宜，水质标准参见 GB 5084 水质标准。
- 3 浇水时间视土体含水率灵活掌握，应保证植被返青前后、分蘖期和干旱期的水分需求。
- 4 春季返青水和秋季封冻水应适时浇透。
- 5 应根据气候条件、土壤保水情况、植物种类适时适量补水，保证植物的正常生长；单次浇水浸湿土层深度不宜小于 10cm，不应在坡面上形成明显漫流。

7.3.5 草地修剪与补植应符合下列规定：

- 1 修剪前应仔细清除人工草地内树枝、砖块、塑料袋等杂物，修剪工作应在土壤表层较硬时进行。
- 2 每次修剪前均应对修剪机械消毒，尤其在 7 月～8 月病虫害多发季节。
- 3 修剪应在露水消退后进行，中午高温停剪，缺水时应在修剪后 2h～3h 方可浇水。
- 4 草皮修剪高度宜为原有高度的 1/3～1/2。
- 5 补植时间以每年 5 月～6 月为宜，补植草种应与原草地相同；宜采用移植草皮、插播式生态修复的方式进行补植，并追肥。

6 补植后应覆盖可降解无纺布，并浇水养护；补植植物生长至 2cm~4cm 高度或移植成活时，方可揭去无纺布。

7.3.6 病虫害和鼠害防治应符合下列规定：

- 1 应尽快除去病害植株或剪除病害植株枝叶，集中烧毁，消除病源。
- 2 应加强水肥管理，在高温、高湿季节应增施磷钾肥，减少氮肥用量。
- 3 补植种子播种前宜采用浓度 1%~2%的福尔马林浸泡 20~60min。
- 4 应对人工草地病斑处单独修剪，防止交叉感染，修剪前后应对机械或器具消毒，修剪物应集中烧毁，有针对性的对修剪处实施病虫害处治。
- 5 应采用灯光、机械、电击等物理防治鼠害方式。
- 6 应采用鼠类天敌生物防治鼠害方式。
- 7 宜采用药剂拌种、毒饵诱杀、喷雾等化学防治鼠害方式。

7.4 动物

7.4.1 应重视动物通道的日常养护，定期清理动物通道内部及周边的施工垃圾，动物通道隔离栅、标志牌等完好无损。

7.4.2 应对动物通道周边植被进行持续性维护，确保成活率和进行自我演替。

7.4.3 动物通道监测与评价应符合下列规定：

- 1 可开展公路交通对野生动物影响的监测，包括公路交通致死野生动物、野生动物移动穿越公路、路侧野生动物活动等。
- 2 可开展公路野生动物通道利用情况的监测，并根据监测结果提出相应的改进完善措施。

7.5 水土保持

7.5.1 对取、弃土场和临时工程等的水土保持措施情况应进行定期检查和维护，防止在营运期产生水土流失问题。

7.6 湿地

7.6.1 应加强湿地路段桥梁、涵洞的维护，确保水系畅通。

7.6.2 应加强对湿地路段路基路面排水系统和沿线设施排水系统的维护，避免公路排水污染湿地水环境。

本规范用词用语说明

本规范执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。