



T/CECS XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

高寒高海拔地区公路植被修复设计规程

Regulation for design of highway vegetation restoration
in high-cold and high-altitude area

(征求意见稿)

征求意见稿

2022.7

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批协会标准制定、修订计划〉的通知》（建标协字[2020]23 号）的要求，标准编制组经过广泛深入调查研究，认真总结工程实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准共分 6 章，主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.调查与评估；5.植被修复设计；6.附录。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由主编单位中交第二公路勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请将意见和有关资料寄送中交第二公路勘察设计研究院有限公司（地址：武汉经济技术开发区创业路 18 号；邮编：430000）以供修订时参考。

主编单位：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

参编单位：中交和美环境生态建设有限公司

四川省公路规划勘察设计研究院有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	3
3 基本规定.....	5
4 调查与评估.....	7
5 植被修复设计.....	11
6 附录.....	27
附录 A（资料性附录）.....	27
《高寒高海拔地区公路植被修复设计调查表》.....	27
附录 B（资料性附录）.....	28
《高寒高海拔地区公路植被修复植物物种推荐表》.....	28
附录 C（资料性附录）.....	32
《高寒高海拔地区公路植被修复植被配置设计推荐表》.....	32
附录 D（资料性附录）.....	34
《高寒高海拔地区公路植被修复技术选取推荐表》.....	34

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为进一步推进绿色交通廊道建设,改善高寒高海拔地区公路路域生态环境,修复公路沿线受损植被,规范高寒高海拔地区公路植被修复设计内容及要求,制定本规程。

条文说明:本条阐述了制定本规程的目的和意义。由于高寒高海拔地区生态环境脆弱,年积温较低且冻融现象明显,年均降水量低且集中、植物生长季短、土壤发育不完全,抗干扰能力低,自我更新能力差,一旦遭到破坏,在较长时间内极难恢复,因此,高寒高海拔地区公路建设必须要处理好与环境保护的关系,促进公路与社会、生态和环境协调可持续发展。

1.0.2 本规程适用于高寒高海拔地区新建、改扩建的高速公路、一级公路和有特殊要求公路的植被修复工程设计,其他等级公路可参照执行。

条文说明:本条规定了本规程的适用范围。高速公路、一级公路路线平、纵面指标要求较高,容易与自然环境产生某种程度的干扰或造成社会环境、自然环境的改变;有特殊要求的公路是指自然保护区、风景名胜区等区域内经过的公路,因对自然景观和生态环境等有特殊的植被保护要求,故也需要进行植被修复工程设计。

1.0.3 高寒高海拔地区公路植被修复设计应结合项目区域自然环境、建设条件和工程特点,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,开展相应的调查、勘测和试验;应本着因地制宜、技术可行、安全环保、经济合理等原则,合理选用的植物物种和修复技术。

条文说明:本条阐述了制定本规程的指导思想和编制原则。高寒高海拔地区平均海拔高,冻土冰川分布广、气温低、积温少,具有独特、原始、脆弱的特点,环境承载力差,植被类型丰富且脆弱、水系发达、湿地广布;根据以往理论研究和工程实践,公路植被修复效果不佳,主要原因有植被修复技术手段单一和修复技术选择不当等问题,因此,要在已有实践经验和研究成果的基础上总结和创新;编制原则应满足可靠性、针对性和可操作性。

1.0.4 高寒高海拔地区公路植被修复设计除应符合本规程外,尚应符合国家现行法律法规和有关标准规范的规定。

条文说明:本条阐述了本规程与其它标准的共用关系。现阶段我国高寒高海拔地区公路相关

的国家和行业标准还未制订，但在公路路域植被修复方面有部分行业标准、规范可供参考，如：《公路环境保护设计规范》（JTG B04）在宏观方面规定了公路生态保护与植被修复的内容等；正在编制的《公路生态保护与修复技术规范》和《高寒高海拔地区公路生态保护及修复技术规范》从设计、施工和养护三个角度规定了植被保护与修复工作的重点内容。

征求意见稿

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°C，最冷月平均气温低于 0°C，最大冻结深度 40cm~250cm，潮湿系数 0.25~1.50 的地区。

条文说明:根据《公路自然区划标准》(JTJ003-86)一级区划的特征与指标中青藏高寒区的规定为“年平均气温低于 10°C，1 月平均气温低于 0°C，最大冻结深度 40~250cm，潮湿系数 0.25~1.50”，确定高寒定义；根据国际通行海拔标准定义，1500~3500m 为高海拔，3500~5500m 为非常高海拔，5500m 以上为极高海拔，本规范定义高海拔为 1500m 以上地区。

2.0.2 植被修复 vegetation restoration

以植物种植、配置为主，恢复或重建植物群落，或天然更新恢复植物群落的过程。

2.0.3 高寒草原 alpine steppe

以低温旱生多年生丛生禾草为主的草地，也称高山草原。

条文说明:按照草原学中天然草原的划分，根据植物水分生态条件可进一步划分为高寒草甸草原、高寒典型草原和高寒荒漠草原三种类型。

2.0.4 高寒草甸 alpine meadow

低温中生多年生草本植物为主的草地，也称高山草甸，属于地带性的草地类型。

条文说明:中国拥有世界面积最广大的高寒草甸，除分布在喜马拉雅山 4500~5300 米，西昆仑山 3800~4000 米，天山 2800~3300 米，阿尔泰山 2500~3000 米，祁连山 3000~3800 米，贺兰山 3100~3400 米，秦岭 3400 米以上，五台山 3000 米以上和大雪山 4300~4600 米的高山带以外，更大面积分布于青藏高原海拔 3000~4500 米的东南部及其内部的山地，总面积约 8700 万公顷，占全国草地面积的 22.1%，是面积最大的一个草地类型。主要的优势植物有黑穗苔草、黑褐苔草、草地早熟禾、垂穗披碱草、黄花茅、珠芽蓼、圆序蓼和嵩草属、斗蓬草属、虎耳草属、老鹳草属 (Geranium)、龙胆属 (Gentiana)、金莲花属、银莲花属的一些种，火绒草属、杜鹃属 (Rhododendron) 还有金露梅和多瓣木等。

2.0.5 高寒荒漠 alpine desert

低温超旱生垫状半灌木植物为主的稀疏草地类型，也称高山荒漠草地。

条文说明:中国高寒荒漠草地总面积约 1250 万公顷，占全国草原面积的 3.2%。自然特点气候异常寒冷干燥，年平均温度在 -5°C 下列， $>0^{\circ}\text{C}$ 积温不超过 1100°C 。主要的优势植物有垫状驼绒藜、藏亚菊、粉花蒿、帕米尔委陵菜、无茎短柱茅和风毛菊等。

2.0.6 高寒沼泽 alpine swamp

低温多年生湿生或沼生草本和藓类植物为主的草地类型。

2.0.7 高寒冻原 alpine tundra

以低温、中生和湿生藓类、地衣、小灌木和多年生草类构成的，并以藓类和地衣较发达为特征的草地类型。

2.0.8 植被护坡 vegetation slope protection

综合工程力学、土壤学、生态学和植物学等学科的基本知识对斜坡或边坡进行支护，形成由植物或工程和植物组成的综合护坡系统的护坡技术。

2.0.9 植物配置 planting arrangement

按照植物生态习性和园林布局的要求，合理安排园林中的各种植物（乔木、灌木、花卉、草皮和地被植物等），以发挥它们的园林功能和观赏特性。

2.0.10 演替 succession

在一定地段上，群落由一种类型转变为另一种类型的有顺序的演变过程。

2.0.11 地带性植被群落 zonal vegetation community

由水平或垂直的生物气候带决定或随其变化的有规律分布的植物群落。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 高寒高海拔地区公路植被修复工作应包括公路建设的设计、施工、养护等阶段，主要内容涉及场地基础工程设计、植物物种选择、植物配置设计、施工工法选择、养护管理措施设计等。

3.1.2 高寒高海拔地区公路植被修复设计应符合下列规定：

- 1 公路选线应遵循生态选线原则，遵循保护优先，最大限度减少对周边植被的破坏影响。
- 2 植被修复设计坚持因地制宜、适地适树，减少人工造景的痕迹，与沿线周围环境相协调。
- 3 边坡在确保稳定安全的前提下，应优先采用植被防护措施，防治水土流失。
- 4 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保护措施，以备恢复利用。

3.1.3 对拟采用的植被修复新技术、新材料、新工艺、新设备，应进行充分论证，必要时开展试验工程建设。

3.1.4 自然条件下无植被覆盖的区域，不宜优先采用植被修复生态防护措施。

3.2 总体原则

3.2.1 生态优先原则。应坚持生物多样性，避免使用外来入侵物种，优先使用乡土物种和可循环使用或自然降解的环保材料进行公路植被修复。

3.2.2 因地制宜原则。应在充分考虑区域环境和公路安全的前提下进行植被

修复，绿化树种选择应考虑经济耐久、有较强的抗旱、抗寒以及耐瘠薄和粗放管理的植物品种，根据土地的实际情况栽植适宜的植被。

3.2.3 自然协调原则。公路路域植被修复除有特殊景观要求外，应优先保护和模拟自然植物群落构成。

3.2.4 经济合理原则。应从全寿命周期成本角度综合考虑植被修复的技术选择，不能为快速达到恢复效果而在初期植被修复投入成本过大，也不应过度追求节约成本而采取不适宜的措施。应综合考虑降水、气象、土壤、植被等自然条件和人、机、物、料等工程成本因素，结合具体的修复条件，选择经济合理的植被修复材料和技术措施。

征求意见稿

4 调查与评估

4.1 一般规定

4.1.1 公路环境调查与评价应科学、客观、真实、全面，符合实际，同时还应注意对现有环境的保护。

4.1.2 调查工作开展前应明确目的、要求、对象、范围、深度、仪器设备、工作时间、参加人员、调查方法及预期成果。

4.1.3 调查应先收集内业资料，再进行现场调查。

1 内业资料主要包括项目所在地的地理位置、海拔高度、地形地貌、路线走向、遥感影像、土地利用现状及规划等。

2 现场调查应对项目周边地质、水文、土壤、植被、植被修复场地的立地条件等进行实地调查，拍摄环境现状照片或录像。

4.1.4 调查内容包括自然环境调查和社会环境调查。

条文说明：高寒高海拔地区气候冷凉、昼夜温差大、土壤下有冻土层常年不化，适宜调查的窗口期较短，宜春、夏季（即5月上旬至8月中旬）开展。

4.1.5 调查范围应包括公路中心线两侧各 300m 以内区域，以及该区域以外的取、弃土场等施工期临时工程设施用地。

4.1.6 调查区域宜按分隔带、路基边坡、路侧平台、沿线服务设施、管理养护设施区、互通立交区或平交与环岛、隧道口、取、弃土场等重要工点进行分区调查。

4.2 调查内容

4.2.1 自然环境条件调查包括但不限于地形地貌、气候和水文、植被和土壤

等，应符合下列规定：

1 地形地貌调查应记录项目所在地的海拔高度、地形特征、地貌类型以及冰川、黄土等高原地貌情况，崩塌、滑坡、泥石流、冻土等有危害的特殊地貌区域。

2 气候和水文调查应记录区域年平均气温、月平均气温、年最高气温、年最低气温、极端低温、无霜期、大于等于 10°C 的年积温、0°C 左右的温度变化、冻融规律、冻土深度、年平均降水量、各月降水分布、年平均风速、月平均风速、主导风向和最大风速等。

3 植被分布调查应记录周边植被类型、群落结构（包括森林、灌丛、草地和荒漠等）、植被覆盖率、植被密度、常见植物种类、优势植物物种和对环境起关键作用的指示种、关键种等。宜调查与分析表土（草甸）资源、天然有机物料资源和植物（物种）资源等的可利用性。

条文说明：本条阐述了植被分布主要调查内容。指示种对环境变化敏感，能反映许多环境信息的植物品种；关键种是维持植物群落稳定的植物品种，能维护其他植物的生境，促进关键的能源和物质流动。

4 土壤条件调查应记录区域主要土壤类型及分布、表层土壤颜色、土壤厚度、含水率、水土流失现状等，土壤类型按照《中国土壤分类与代码》GB17296，划分与记录到土类。宜对土壤进行取样分析，查明土壤质地、有机质、肥力、酸碱度等土壤性状，土壤剖面按 0~10cm、10~20cm、20~30cm 的土壤深度分层取样。

条文说明：本条阐述了土壤条件调查的方法。需按照按照《中国土壤分类与代码》GB17296，调查应记录区域的主要土壤类型及分布、表层土壤颜色、土壤厚度、含水率、水土流失现状等，按照土壤类型划分与记录。

4.2.2 工程建设条件调查包括但不限于交通状况、场地条件情况、材料信息来源、相关案例等，应符合下列规定：

1 交通状况调查应记录项目所在地公路、铁路或水路方面的外部交通运输概况及与项目的关系；路基、路面、桥梁、互通立交、隧道及房建等工程施工进度及现状条件；施工场地周边还应调查施工进度安排、施工便道设置和交通组

织情况。

- 2 场地条件调查应查明并记录通信、电力、水源、场地等情况。
- 3 材料信息调查应查明并记录材料市场供应（苗木来源、种植土源、辅助材料源）、价格、运距、工程所在地用工状况及劳务信息等情况。
- 4 相关案例调查应收集周边类似的植被修复工程经验、实施效果及当地近期工程造价信息。

4.3 调查方法

4.3.1 应根据路域植被修复的工作内容、工作方案及技术要求，选择合适的调查方法。

4.3.2 调查方法主要包括资料收集法、现场调查法、专家和公众咨询法、生态监测法、遥感调查法等。

1 资料收集法应收集项目区域生态现状或生态背景的现状资料和历史资料，包括相关文字、图件和影像等。引用资料应进行必要的现场校核。

2 现场调查法应遵循整体与重点相结合的原则，整体上兼顾项目所涉及的各个生态保护目标，突出重点区域和关键时段的调查。

3 专家和公众咨询应与资料收集和现场调查同步开展，通过咨询有关专家，收集公众、社会团体和相关管理部门对项目的意见。

4 生态监测应根据监测因子的生态学特点和干扰活动的特点确定监测位置和频次，有代表性地布点。生态监测方法与技术要求须符合国家现行的生态监测规范和监测标准分析方法；对于生态系统生产力的调查，必要时须现场采样、实验室测定。

5 遥感调查法包括卫星遥感、航空遥感等方法。遥感调查应辅以必要的实地调查工作。

4.3.3 应注重多种调查手段密切配合，相互补充，相互验证。

条文说明：使用无人机、GPS 仪等设备进行野外调查时，应加强设备的业务培训及运行管

理，并在调查前编制好工作方案和应急预案。使用遥感影像采集时，应对遥感解译结果进行野外实地验证，修正初步解译结果。

4.4 调查工作实施、结果分析与评估

4.4.1 外业调查应掌握地质、地貌、气候、植被、水文、土壤等自然条件状况，整理填写调查表，详见附录 A，并留存相关照片和影像资料。

4.4.2 调查分析需针对修复区域的植物物种重要性、植被群落多样性、生物量等因素，编写详细的调查报告，总结同类项目的设计与实施经验。

4.4.3 外业调查应结合自然条件要素对需修复区域的场地条件进行综合评估，总结现状优势和不足，并结合实际提出修复设计指导性意见。

征求意见

5 植被修复设计

5.1 一般规定

5.1.1 植被修复设计范围主要包含因公路建设形成的分隔带、边坡、边坡平台、护坡道、碎落台、路肩外侧、隔离栅内侧等带状场地，互通式立体交叉区与环岛、管理养护设施区、服务设施区等集中成块的点状场地，以及取、弃土场等临时用地可绿化的部位。

条文说明：本条规定了植被修复设计范围。高速公路建设在满足交通需求的基础上，尽量保持原有植被地貌，维持生态平衡，防止水土流失，落实环境保护的观念，同时也要兼顾美化路容、丰富景观的功能。

5.1.2 植被修复设计应结合区域自然环境及社会环境等条件，以利于公路沿线的环境保护、生态修复、水土保持为目标，统筹考虑依法设立的各级各类自然、文化保护地等环境敏感区的规划，充分利用植被修复缓解公路建设给沿线环境带来的影响，使公路与环境自然融合，凸显区域生态特色。

条文说明：本条阐述了植被修复设计目标。高寒高海拔地区自然条件独特且脆弱，其中冻土地区和冰川地区的资源形成时间长且难以恢复。为响应《公路环境保护技术规范》（JTGB04-2010）中的规定，应根据自然环境、用地条件，结合水土保持和景观要求，结合高寒草甸、高寒荒漠、高寒沼泽、高寒冻原等不同的天然植被分布特征，因地制宜地进行植被修复设计。

5.1.3 植被修复设计宜结合具体场地条件，以公路竣工验收后粗放式养护为基本要求，坚持自然修复和人工治理相结合，根据实际情况，充分利用自然修复能力，采用综合性植被修复技术方案。

条文说明：本条阐述了植被修复设计要求。植被修复主要依赖于植物生长的进程，需要一个十分漫长的阶段，人工辅助修复需要考虑植物的长期适应性，符合自然演变的规律，应以竣工验收后粗放式养护制定植被修复的技术方法。

5.1.4 植被修复设计宜选择合适的植物品种，充分考虑乡土植物与外来物种的有效搭配，确保其具有较强的抗旱性、抗寒性和适生性，更好地抵御高寒高海

拔的各种恶劣环境条件。

条文说明：本条阐述了植被修复设计一般规定。高寒高海拔地区的气候环境十分恶劣，开展植被修复设计工作，宜遵循生态优先、适地适树的原则，筛选植物品种，优化植物配置。

5.2 场地基础工程设计

5.2.1 修复场地内的场地整理与排水防护等设施要求应符合下列规定：

1 原有适宜栽植的土壤，应开展表土集中存放临时防护与后期恢复利用设计，明确表土临时堆放地点，尽量利用互通立交区、服务区等公路永久用地进行表土堆放，并做好临时防排水以及扬尘控制措施。

2 修复场地内不得有废弃构筑物、工程渣土与废料及其它有害污染物，互通立交区与环岛、管理养护设施区及服务设施区等相关场地内不得有宿根性杂草、树根。

3 施工前应进行隐蔽工程核查，确认场地内预设预埋的电缆、管道、下水道、化污池和其它地下设施，并采取适当的预防措施。

4 当场地内存在坑洼、积水、软泥和不透水层等情况时，应设计合理的场地清理措施。

5 修复场地应综合考虑场地地形、植被修复目标进行场地设计，确保场区地形起伏自然、排水顺畅。

6 场区的排水防护设计应综合考虑区域降雨情况、地形条件、地表径流量、坡面涌水量等因素，应与工程防护设计相结合，确保工程安全，减少水土流失。

5.2.2 修复场地内的覆土应符合下列规定：

1 修复场地内宜利用表土进行回覆，不适宜栽植的土壤应客土更换或改良后再利用。

2 土壤改良前应对现场土壤基本理化性状、养分含量和有机质含量进行分析，通过调整土壤颗粒配比、增加有机质与微生物含量改善土壤结构。

3 边坡覆土的酸碱度宜为中性，含有充足的养分，能满足植物从播种发芽到覆盖层形成期间的养分需求。

- 4 应保证场地内用土的通透性，对于通透性较差的土壤宜改良处理。
 - 5 宜采取无纺布覆盖、加设三维土工网、加入保水剂、遮阳网等技术措施增强边坡土壤的保水性。
 - 6 种植土有效土层厚度宜符合《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ82）的要求。
- 条文说明：**种植土应符合《绿化种植土壤》（CJ/T 340）的要求，如现状土不满足以上要求，应进行客土工程或土壤改良。

5.3 植物物种选择

5.3.1 高寒高海拔地区公路植物物种选择应遵循下列基本原则：

- 1 地域性原则：尊重和保护公路沿线地带性原生植被物种资源，根据本地区气候条件，公路场地植被修复优先选用乡土树种，与周边环境相协调，充分体现地域特色。
- 2 安全性原则：不宜选择对公路运营及人身财产造成安全隐患的树种，应以乡土树种为主，适当选用已成功开发的树种，慎用珍稀濒危树种，避免入侵性树种，维护本地区生态安全。
- 3 适生性原则：根据公路场地修复的立地条件，选择本地区存活率高、根系发达、固土力强、耐旱、耐寒、耐贫瘠的适生树种。同时，由于高寒高海拔地区植被类型多变，当自然条件无法满足乔、灌植物生长时，应不予选择。
- 4 多样性原则：公路场地植被修复避免选择单一植物树种，气候适宜、立地条件较好的场地宜选择乔、灌、草复层结构，建立稳定植物群落，保护生物多样性。
- 5 功能性原则：应最大限度发挥所选植物自身生态调节作用、供给作用、文化作用，满足公路不同修复场地对固碳释氧、水土保持、遮光防眩、绿化景观等综合功能需求。
- 6 经济性原则：应兼顾公路场地植被修复近远期观赏效果与经济效益，常绿树种与落叶树种相结合，速生树种与慢生树种相结合。

5.3.2 高寒高海拔地区公路植物物种选择应重点考虑下列因素：

1 公路植被修复物种选择应符合公路场地的海拔、坡向、坡度等地理环境要求，不同方位边坡气候因子差异较大，且坡面水流速度、土层厚度与坡度及坡长成正比，南坡、北坡、缓坡、陡坡植物物种选择亦相反。

2 公路植被修复物种选择应充分结合公路场地的温度、光照、水分等气象条件，综合考虑本地区植物可生长季节、植物物候期。

3 公路植被修复物种选择应考虑公路场地的酸碱度、含盐量、肥力等土壤因子，根据不同的土壤条件选择耐寒、耐盐、耐旱等植物，如垫状植物、碱性植物、沙生植物。

4 乔木宜选择生态价值高、环境效益好、生长健壮、寿命长的树种。灌木宜选择固氮能力强、抗逆性强、生长期短、耐修剪的树种。地被植物宜选择多年生、绿期长、覆盖能力强、恢复成效快、易于养护的品种。

5 公路人工植被群落物种选择应注重种间关系及演替规律，根据植物生态习性和立地条件筛选先锋种、建群种、伴生种。

6 公路人工植被群落类型应结合本地区荒漠、草原、森林等地带性植被群落，宜林则林、宜灌则灌、宜草则草或草灌结合。

条文说明:高寒荒漠植被以垫状驼绒藜、臧亚菊、嵩类为主，公路人工植被群落类型为草本类型；高寒草原植被以多年生草本、垫状小灌木或垫状植物为主，草甸植被以冷中生的莎草科及杂草等多年生草本植物为主，公路人工植被群落类型以草灌类型；高寒森林植被以松科、柏科等针叶类植物为主，公路人工植被群落类型以乔灌或乔草类型。

5.3.3 高寒高海拔地区公路植物物种选择应符合场地功能要求：

1 以防眩功能为主的公路中央分隔带场地修复，应选择枝叶稠密、侧枝发达、分枝点低的常绿树种。

2 以水土保持功能为主的公路边坡坡面修复，根据边坡坡度、坡向情况，选择根系发达、耐干旱贫瘠、生长较快的乡土树种。

3 以遮光功能为主的公路隧道洞门前场地修复，应选择冠大荫浓、抗风能力较强的树种。

4 以引导行车功能为主（主线）的公路互通式立交场地修复，可选择基调树种、主题树种、一般树种相结合；场地内如有水体，可根据水深情况选择挺

水植物、浮水植物、沉水植物，水体周边场地选择耐水湿树种。

5 以休憩功能为主的房建区场地修复，可选择观赏价值较高的色叶、开花树种，避免选择汁液或果实有毒树种、引起过敏反应的树种。

6 具有防火要求的加油站，应选择树脂含量少、萌生力强、病虫害少的防火树种。

5.3.4 高寒高海拔地区公路植被修复植物物种选择质量要求：

1 高寒高海拔地区公路场地植被修复可采用种子播种、苗木栽植、植物诱导等技术，种子或苗木宜选择经济合理、安全可靠、供应充足的商品苗。

2 草本植物种子的质量不应低于《禾本科草种子质量分级》（GB 6142）中所规定的二级标准，木本植物种子的质量不应低于《林木种子质量分级》（GB 7908）中所规定的二级标准。

3 苗木应符合《主要造林树种苗木质量分级》（GB 6000）、《容器育苗技术》（LY 1000）和《园林绿化木本苗》（CJ/T 24）等的要求。

4 《禾本科草种子质量分级》（GB 6142）和《林木种子质量分级》（GB 7908）中均未提及的植物种子应提出发芽率和种子配合比试验要求，确定合适后方可进行大规模使用。

5.3.5 引进外来物种培育驯化应符合下列规定：

1 引进苗木品种应比当地同类品种具有更加显著的经济和生态价值或景观性状。

2 引进苗木品种应充分考虑其生物学特性，引入栽培地的温度、水分指标和光照条件等因素与引种地相似。

3 应引种检疫合格的种苗。

4 引进相应先进的栽培技术。

5 应按选择性引种、初选试验、区域性试验、生产性试验、推广的程序进行。

6 根据引种树木的生物学特性，采取相应的栽培、驯化措施。

7 不应引入产生不良后果的外来入侵物种。

5.3.6 高寒高海拔地区公路植被修复推荐采用的植物物种参见附录 B。

5.4 植物配置设计

5.4.1 高寒高海拔地区公路植被修复的植物配置设计应符合下列原则：

1 保护为主，恢复为辅，公路建设中应减少对原生植物的破坏范围，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 应遵循生物学特性与环境相协调的原则，配置过程中针对高寒、高海拔地区的立地及土壤、气候条件等安排相适应的植物种类做到适地适树(草、花)。

3 应优先选择本地区已成功开发的乡土植物种子资源，以耐寒、耐旱的乡土植物为主，尤其需要重视对公路征占范围内既有植物和草皮的保护与利用。

4 在立地气候条件允许的情况下，应注意使用不同色彩的植物材料以及它们之间的相互搭配，可多使用观果和彩叶树种。

5 物种的搭配应注重植物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。

条文说明：先锋种，是指在演替过程中首先出现的、能够耐受极端局部环境条件且具有较高传播力的物种，也指在空白地带首先定植生存的植物种。先驱种往往需要有耐瘠薄、干旱、甚至盐碱、风沙、酸性等不利环境的能力。在改造沙漠、盐碱土、酸性土、水土流失等荒废土地时，往往要有针对性地人工引入适当的先锋种使其定植，通过植物生长逐步改善土地环境条件；建群种是群落的创造者、建设者，对群落结构和群落环境的形成有明显控制作用；在植物群落的种类组成中，除了有优势种之外，还要一些常见的、与优势种时时相伴物种存在，这些物种被称作伴生种。通常伴生种在群落中不仅频繁地出现，而且相当稳定地与优势种伴生在一起，但是，伴生种对群落的过程与功能没有决定性或主要影响，可能偶尔会起着一定的阶段性的影响。因此，伴生种是那些在群落中经常出现而不起主要作用的物种。

6 植物配置应充分利用先锋种固定土壤和熟化土壤的作用，人工施肥、覆盖保水措施等干预，科学管理，提高地表盖度和植物种群多样性。

7 植物配置应充分考虑绿化的近期和远期效果，以多年生植物为主，兼顾速生树种。

8 在涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等生态环境敏感区的植被修复，除必要的物种多样性群落设计外，应注意分段采用不同目标群落类型，合

理增加路段之间的变化性，与沿线生态环境相协调。

9 植物配置宜结合项目所在地的自然植被区域和路域周边植物群落调查结果进行设计，配置类型可以乔-灌-草型、灌-草型和草本型；在气候条件仅适于草本植物生长或仅有草甸覆盖的区域，可选选择草本植物。

10 植物配置设计在以恢复植物覆盖为主要目标的区域，应以公路竣工验收后免养护为基本目标要求，提出合理的植被恢复覆盖率要求。

5.4.2 高寒高海拔地区公路中央分隔带的植物配置设计应遵循下列规定：

1 中央分隔带宜以防眩兼美化为主要目的，植物的配置应满足在中分带生长良好的前提下，还应具有耐修剪，形态优美等特点。同时用于搭配的植物可以花灌木和草皮为主，不易过于花哨，宜简洁、朴素、大方，尤其应选择便于养护管理的栽植方式。

2 中分带植物的布置形式以规则式为主，平面上通过植物的品种、色彩、造型的不同，形成连续或简短的变化构图，表现运动中平面的美感，起到调节与缓解视疲劳的作用。

5.4.3 高寒高海拔地区公路主线两侧区域的植物配置设计应遵循下列规定：

1 边坡的生态恢复工作早期宜优先采用先锋物种、演替中期物种与顶级物种搭配种植的方法可以缩短演替时间，提高植物群落稳定性，使人工植物群落尽快达到稳定的自然水平。

条文说明：植物群落都会经历从先锋阶段到相对稳定的顶级阶段的演替过程，在演替过程中的不同阶段，各种过渡性群落所出现的时期，称为系列期。系列期内物种也不断更替，早期出现的物种称先锋物种，中期出现的物种称过渡种或演替种，演替发展到最后出现在顶级群落种的物种称为顶极种。当群落演替到与环境处于平衡状态时，演替就不再进行，演替所达到的这个最终平衡状态就是顶极群落，即群落结构保持稳定，生物种类和数量、能量传入和传出、物质输入和输出都保持动态平衡，物种多样性和群落稳定性提高。

2 路基边坡绿化修复应以能提高边坡固土及土壤改良成效为设计目标，不宜选用单一物种，应混植播种，以多年生植物为建群种，建立稳定植物群落，减轻病虫害的危害；应兼顾植被修复中短期与长期效果，先锋种（15%~25%）、

建群种（40%~60%）及伴生种（25%~35%）合理搭配种植。

3 路侧景观较好地段，植物栽植密度不宜过大，应留出观赏空间，对于公路外侧的不良景观，可密植绿化，予以遮挡。

4 路侧植物配置形式上，可根据公路里程，设计一种或多种种植形式，进行交替变换，改善单一的行车环境。

5.4.4 高寒高海拔地区公路互通式立体交叉区的植物配置设计应遵循下列规定：

1 互通植被修复应以生态为基础，兼顾建成后低维护的原则，根据不同的立地条件，设计适宜的群落类型，以达到良好的生态效益。

2 互通区场地空间开阔，植被修复宜与景观设计相结合，可通过自然式、群落式栽植或者模纹图案种植型式进行修复，植物配置应主要选用乡土植物和经过长期驯化的适生植物，营造野生动物栖息地以及舒适、协调的互通区环境。

3 针对环境条件好、植被修复要求高的互通，注重植物的形态、色彩、花期、绿期等组合效果。可在视觉的聚焦点处，选择观赏性较高的植物进行搭配。

4 在互通合留区避免种植大乔木遮挡驾驶员的视线，在分流区可种植低矮灌木引导车辆前行。

5.4.5 高寒高海拔地区公路管理养护设施区及服务设施区的植物配置设计应遵循下列规定：

1 服务与管理场站区植物配置应综合考虑站区气候和养护条件，对重要的服务与管理场站区，在植物配置上可适当选用较大规格、有一定园林观赏价值的苗木，利于短期内达到预期的景观效果，形成宜人的场区环境。

2 场区的植物配置设计应充分结合当地固有的特色自然景观和人文景观进行布置，使其更好的融入地方特色。

3 植物搭配应以各场区功能点的不同进行植物设计，充分利用乡土树种，乔灌木相互结合，常绿树种与落叶树种相结合，速生与慢生树种相结合，营造绿色、生态的园林景观。

5.4.6 高寒高海拔地区公路隧道分离式路基的植物配置设计应遵循下列规定：

1 隧道洞口的植物配置应根据地区地质特征与气候特点，强调以乡土植物为主，谨慎使用外来植物，植物造景中，应兼顾功能性和视觉引导性，综合考虑周边山体、植被、洞门装饰情况。

2 隧道洞口前部植物的选用在色彩变化上应突出由浅至深的引导过程，植物配置形式宜采用乡土灌木和小乔木并结合草本类植物的混交群落，从疏到密的渐变方式，起到明暗逐步过渡，减少司机的视线受光线变化引起的刺激的作用。

5.4.7 高寒高海拔地区公路取、弃土场植被修复的植被配置设计应遵循下列规定：

1 公路视线之内的取、弃土场植被修复，宜在防治水土流失的基础上，结合视觉景观需要，进行适当的美化。

2 公路视线之外的取、弃土场植被修复，宜选用水土保持功能良好的乡土植物进行绿化，重点防治水土流失，原地面表层腐殖土、表土、草皮等应集中存放、做好临时防护。

3 取土前，应对取土场进行实地勘察，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。

4 取土后形成的边坡，应根据边坡高度、客土条件、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。

5 考虑到取土场主要的损毁情况以挖损为主，在寒冷、山地陡坡、水、风较大严重地带的整地，以腐殖土作为栽植坑内的底土以保证树苗的成活率。

5.4.8 植物配置设计可根据当地农牧部门、草原部门的实践经验，或参照附录 C 选取。

5.5 施工工法设计

5.5.1 应针对边坡、立交区、房建场区、取弃土场等不同场地的植被修复功

能要求、修复问题与施工难点，设计适宜的施工工法。

条文说明：高寒高海拔地区植被修复是一个复杂的系统工程，应根据不同场地的功能要求及其所处区域的环境特征，因地制宜对施工工法进行优化、调整，在尽量保持原有地貌和景观的前提下，采取技术先进、经济合理、安全适用、便于养护的施工工法，对植被进行恢复和重建，防止沙化和对高原脆弱生态系统的进一步破坏。

5.5.2 高寒高海拔地区公路边坡植被修复的施工工法设计应符合下列规定：

- 1 应优先选用草甸移植技术，草皮厚度不小于 20cm 时，可直接铺设；草皮厚度小于 20cm 时，应在坡面铺设 10cm~15cm 厚的腐殖土。
- 2 无天然草皮，但立地条件较好的边坡，可采用覆土后撒播草籽进行植被修复，设计覆土厚度不宜小于 30cm。
- 3 植物立地条件较差的边坡，可视环境条件选用机械喷播、三维网植草、土工格室绿化、毯垫技术、枕袋技术等施工工法，也可采用经过论证后已有示范案例的新型施工工法。

条文说明：结合高寒高海拔地区路域工程创面与自然环境特点，以满足工程土壤基质重建为出发点，从工程创面坡率与原有土壤质地条件两个维度衡量，并综合经济成本，选择适用于该地区的植被修复技术。

5.5.3 草甸移植设计要点应符合下列规定：

- 1 设计前进行详细的前期调查，明确适宜攫取草甸的特性及类别，掌握红线范围内可攫取草甸的范围及面积，提出合理的草甸剥离、保存及利用要求。
- 2 以尽可能缩短草甸存放期为原则提出草甸剥离施工组织要求，统筹协调工程红线范围内攫取和回铺草甸的时间和周期。
- 3 根据施工场地条件及施工组织安排制定草甸存放方式，提出合理的剥离后养护要求，包括专人管护、覆盖、洒水、施肥等措施。
- 4 规定适宜的回铺作业及施工后的养护要求，包括场地平整、填土、回铺、浇水、填缝、施肥等措施。

条文说明：由于高寒高海拔地区干旱、缺氧、大风等气候特征，导致环境的自我恢复能力极低，长期的低温和短暂的生长季节使植被一旦被破坏，其恢复周期十分漫长，极易引起冻土退化、草场沙化和水土流失。而草甸移植回铺能保证植被以及恢复和生态链条的衔接，极

大地缩短了施工工期，最大限度地减少了对环境的破坏扰动。同时，移植草甸是对施工中路基基底及取弃土场等表层将要破坏的草甸进行移植利用，变废为宝，相对于其他方法而言，造价较低，具有良好的经济效益。

5.5.4 人工播种设计要点应符合下列规定：

- 1 应结合坡面类型、立地条件、目标植被和工期要求等提出设计要求，明确播种期。
- 2 应结合固土技术、植物生长特性等提出人工播种方法的设计要求。
- 3 应综合考虑种子的种类、发芽率和生长速度等因素合理确定种子配比和播种量。

条文说明：对于不方便展开喷播机植草的区域，可以采用简易的人工撒播植草，确保草籽播撒均匀，密度适宜。

5.5.5 苗木栽植设计要点应符合下列规定：

- 1 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 应针对苗木品种、栽植要求提出必要的预处理措施。
- 3 苗木栽植后应及时绑扎、支撑、浇透水。
- 4 应根据立地条件和树木规格选择合适的栽植固定支撑方式。

条文说明：高寒高海拔地区是我国西部生态建设的主要地区。高寒地区的土壤在冬季和早春时易冻结，造成土壤膨胀，从而使栽植穴内的土壤连同苗木根系向上抬起，当土壤解冻时，容易损伤苗木根系；土壤化冻后会变得疏松，苗木根系外露，容易造成苗木根系严重失水而死亡，因此需在土壤上冻和解冻后各进行一次培土，从而提高高寒高海拔地区苗木栽植成活率。高寒高海拔地区具有低压缺氧、寒冷干燥、日照辐射强等气候特点，应坚持“适地适树”的原则，所以树种和苗木规格选择要适宜，栽植季节应恰当，这些都有利于提高树木的成活率，也直接影响绿化效果及生态效益。

5.5.6 机械喷播设计要点应符合下列规定：

- 1 依据材料配方及喷播基质性状的不同，边坡喷播绿化的施工工法可分

为团粒喷播、植被混凝土喷播、有机基材喷播、客土喷播、液压喷播等。

2 喷播基质厚度设计应考虑喷播绿化施工方法、坡率、年降水量、岩土性质、岩石风化程度、裂隙发育程度、边坡朝向等因素；在保证植物种子萌发和幼苗生长的前提下，合理设计喷播基质的厚度。

3 喷播技术宜与平面网、土工格栅结合使用。

4 应选择种子大小适中、轻重适中等适宜喷播的植物品种。

5 除液压喷播外，其他喷播基质厚度宜大于 30mm。

条文说明：当坡率从小于 1: 1.5 逐渐增大，应考虑从人工撒播工艺逐步向机械喷播技术倾向，以增加土壤基质的附着性，保证土壤基质满足植物生长的要求。喷播绿化工程应遵循“因地制宜、适地适树、经济实用、环保高效”的原则。在进行喷播绿化工程之前，应进行边坡稳定性评价，未达到稳定状态的边坡应先进行治理，为喷播绿化设计、施工及植物生长创造有利条件。《边坡喷播绿化工程技术标准》（CJJ/T 292）中规定了边坡喷播绿化施工方法的选择依据，高寒高海拔地区冬季严寒、年积气温较低，冻土和冰川区域较多，可根据实际情况确定施工方案。

5.5.7 三维网植草设计要点应符合下列规定：

1 应对三维网的单位面积质量、厚度、纵向及横向拉伸强度等技术参数提出设计要求。

2 应对三维网的铺设顺序提出设计要求，宜顺坡自上而下自然顺直铺设，尽量与坡面紧贴，防止悬空，同时应使三维网保持平整，不产生褶皱。

3 应对坡顶及坡脚处的三维网的固定方式及三维网之间的搭接方式提出设计要求。

条文说明：三维网植草防护作为公路坡面生态防护的一种，可以利用自身结构固土蓄水、避免坡面冲刷，具有良好的工程效果、经济效益和生态效益。将三维网植草防护应用于坡面防护中，可以克服传统圬工防护的生硬感，起到恢复植被、美化环境的作用，具有良好的景观效果并有助于工程区原始生态的恢复。

5.5.8 土工格室绿化设计要点应符合下列规定：

1 应对不同类型格室与坡脚连接处的基础提出设计要求。

2 应对不同类型格室规格、材料等提出设计要求，格室厚度不应小于固土厚度。

3 应对土工格室的材料、强度、抗老化指标、抗紫外线等提出设计要求，土工格室材料应符合 JT/T 516 的规定。

4 土工格室铺设应通过固定构件与坡面稳定连接，应对固定构件的材质、规格等主要技术参数提出设计要求。

条文说明：土工格室的结构简单，施工便捷，伸缩自如，运输方便，也可根据工程的实际情况改变格室高度、焊距等尺寸，满足不同的要求。土工格室化学性质稳定，可在不同的土质条件下与多种集采搭配适用，适用于我国大部分地区。土工格室在进行边坡防护处理时，可达到分散坡面土体自重、减小冲刷作用和改善边坡与土基主体结合性能的目的，进一步增加了土体的稳定性，同时也适用在地质条件极差、气候环境恶劣地区。

5.5.9 毯垫技术设计要点应符合下列规定：

1 应对植生毯（垫）的抗拉强度、主要材料自然降解时间下限等提出设计要求。

2 应对植生毯（垫）的规格、尺寸等提出设计要求。

3 植生毯（垫）通过固定构件与坡面稳定连接，应对固定构件的材质、规格及固定方式提出设计要求。

条文说明：毯垫植草防护作为公路坡面生态防护的一种，可以利用自身结构固土蓄水、避免坡面冲刷，具有良好的工程效果、经济效益和生态效益。将毯垫植草防护应用于景观道路坡面防护中，可以克服传统圪工防护的生硬感，起到恢复植被、美化环境的作用，具有良好的景观效果并有助于工程区原始生态的恢复。

5.5.10 枕袋技术设计要点应符合下列规定：

1 植生袋适用于急坡下列坡面，险坡、崖坡应与格构骨架等工程护坡措施相结合使用，可根据不同的修复场地选择适宜不同物种不同规格的植生袋，植生袋材料应符合 GB/T1040 及 GB/T16422 的规定。

2 生态袋适用于临水坡面或陡坡以上坡段及有特殊景观要求的坡面，应依据垒砌坡度和高度确定袋体之间的横向连接及袋体与坡体之间的纵向连接措

施，生态袋材料应符合 GB/T17639 和 GB/T15789 的规定。

3 植生袋和生态袋技术应明确袋体材料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。

条文说明：传统的路基边坡防护较多采用圪工防护，虽然起到了有效防护作用，但与周边环境协调性差，不符合绿色公路的设计理念。生态袋防护和植生袋防护这两种新型的绿色防护技术，既显著提高边坡的抗冲刷性能，有利于边坡稳定，又践行了绿色公路的设计理念。植生袋有利于建植出抗病虫害，抗逆性更好，草、灌、花共生的原生态群落，其种子也能均匀分布在植生袋的营养膜上，有利于植物生长；生态袋具有优异的物理及化学性能、无毒，不助燃，对植物友善，透水保土，有利于植被生长，且不因土壤中的化学物质影响而变质，使用寿命长。

5.5.11 高寒高海拔地区公路植被修复主要采用的技术原理、适用范围以及应用路域类型详见附录 D。

5.6 养护管理措施设计

5.6.1 养护管理措施设计应遵循下列基本原则：

- 1 养护管理措施设计应结合植物的生长习性和周边自然环境条件制定。
- 2 养护措施设计内容宜包括浇水灌溉，施肥，植物修剪与补植，病虫害防治以及光热调控措施等。

条文说明：高寒高海拔地区特有的冻土环境为植物恢复的养护管理造成了一定困难，不良冻土发育、气候变化无常、过度放牧、风蚀及冻融侵蚀等水土流失情况易发，进一步加剧了养护管理的难度。因此制定适合高寒高海拔地区特殊的自然环境和人文环境的植被养护管理措施是设计的重点所在。

5.6.2 浇水灌溉设计应符合下列规定：

- 1 宜采用水车浇灌、微灌和喷灌方式进行浇水，喷灌工程设计应符合 GB/T50363 和 GB/T50085 的规定，微灌工程设计应符合 GB/T50485 的规定。
- 2 浇水应以灌溉水为宜，水质标准参见 GB5084 水质标准。
- 3 应根据土壤质地、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。

4 对经常性积水的绿地，设计宜增设排水设施，及时排除积水。

条文说明：采取植被恢复措施应开展灌溉系统的设计及施工工作，为植被提供便利的水利条件。主要灌溉季节为春季，应集中投入人力及设备开展灌溉工作。个别区域应采用自流水、人工修筑水渠的方式进行浇灌工作。

5.6.3 植被施肥设计应符合下列规定：

1 应坚持“因时而宜、因需而给、养分均衡、少量多次”的原则。

2 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，植物肥料可选择天然有机肥、速效肥、缓释肥、复合肥等。

3 应合理确定施肥时间，宜选择在春季和夏末，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。

4 宜对边坡施肥方式的规定，可选择点施、喷施和撒施等方式，大面积的人工植被宜采用机械或机械与人工结合的方法，小面积宜采用人工施肥。

条文说明：高寒高海拔地区土壤发育程度低，工程创面类型多变，因此针对重建土壤基质环境的人工养护管理措施要求高。人工施肥和保水是保证恢复措施成功的重要步骤，需要严格按照科学的养护计划多次实施。施肥方法和强度需要考虑土壤结构恢复、乡土先锋种植物和建植种植物的具体需求，尽快提高地表覆盖度和植物多样性。

5.6.4 植物修剪与补植设计应符合下列规定：

1 宜结合安全、景观和建植植被，进行整形修剪、补缺更换等种群调控设计。

2 宜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提出整形修剪设计要求。

3 宜对植物补植的时期和补植方案进行规定，宜选择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。

条文说明：修剪植物是为了保障植被的良好生长，一般在春季及秋季进行。及时采取修剪措施并同时进行后期处理和保护，可以最大化的保障植被存活。如果发现死苗和植株发育不良的情况，需要进行补植和换植，并尽量选取同龄苗木。

5.6.5 病虫害防治设计应符合下列规定：

1 宜结合植物生长和病虫害发生特点选用植物保护措施，依据情况采用不同的病虫害防治措施。

2 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。

条文说明：高寒高海拔地区每年春季是病虫害的高发季节，需要及时对病虫害进行防治工作。针对不同树种应选择不同的药剂，整体药剂选择需要遵循尽量减小环境影响原则。

5.6.6 光热调控措施设计应符合下列规定：

1 施工完毕待喷播层稳定后应及时采取坡面遮盖，可根据工程所在地的气候条件和坡面条件选用遮盖材料，宜为生态、环保、可降解材料。

2 以保湿为主，宜选用草帘、无纺布等材料遮盖；以遮阳、防冲刷为主，宜选用无纺布、遮阳网等材料遮盖，当植物遮盖坡面时可视情况进行揭除。

3 在不影响植被生长及周边环境的情况下，生态型环保降解遮盖材料可适时保留。

条文说明：光热调控养护的主要措施是遮盖或覆膜，可以有效的提高地表温度和植被生长环境所需湿度。光热调控可以持续全年。遮盖材料需要在发生破损的时候进行补替。

6 附录

附录 A（资料性附录）

《高寒高海拔地区公路植被修复设计调查表》

调查人		调查日期	
项目名称			
调查位置	(海拔、坐标、桩号)		
自然条件	地质地貌	地貌特征（海拔高度、地形特征、地貌类型）	
		特殊地貌区域（崩塌、滑坡、泥石流、冻土等）	
	气候气象	气候条件（年平均气温、最高气温、最低气温等）	
		气象条件（年均降雨量、年均蒸发量等）	
	植被条件	植被类型、群落结构、植被覆盖率	
		植被物种（优势植物物种和常见植物种类）	
土壤条件	土壤类型、表层颜色、厚度、含水率、水土流失现状等		
	土壤性状（土壤质地、有机质、肥力、酸碱度等）		
工程条件	交通状况	外部交通（公路、铁路或水路方面的交通运输概况）	
		内部交通（施工进度安排、施工便道设置、交通组织）	
	场地条件	通信、电力、水源及场地等	
	材料信息	材料市场供应来源（苗木、种植土、辅助材料等）	
造价信息（价格、运距、用工状况及劳务等）			
相关案例	类似的植被修复工程经验及当地近期工程造价信息		
影像资料	照片录像		
	遥感影像		
评估分析	对调查结果进行分类整理与分析评估，总结现状优势和不足，并结合实际提出修复设计指导性意见。		

附录 B （资料性附录）

《高寒高海拔地区公路植被修复植物物种推荐表》

苗木名称	学名	生态习性
青海云杉	<i>Picea carassifolia</i>	中性，浅根系
青杆	<i>Picea wilsonii</i>	耐阴性强，喜凉爽湿润气候，适应力强，喜微酸性土壤
云杉	<i>Picea asperata</i>	中性，耐阴，喜凉润气候及排水良好的酸性土壤，耐干冷，浅根性
冷杉	<i>Abies fabri</i> (Mast.) Craib	具有较强的耐阴性，适应温凉和寒冷的气候，土壤以山地棕壤、暗棕壤为主。
樟子松	<i>Pinus sylvestris</i>	强阳性，耐寒、耐干旱耐瘠薄，深根性，抗风沙
油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>	强阳性，耐寒、耐干旱耐瘠薄，深根性
白皮松	<i>Pinus bungeana</i>	阳性，适应干冷气候，抗污染力强，不耐积水
侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>	阳性，耐寒、耐干旱耐瘠薄，抗污染能力强，耐修剪
沙地柏	<i>Sabina vulgaris</i>	阳性，耐寒，极耐干旱，生长迅速
西藏柏	<i>Cupressus torulosa</i>	阳性，耐瘠薄，生长快
杜松	<i>Juniperus rigida</i>	阳性，耐寒，耐干旱瘠薄，抗海潮风，生长慢
天山圆柏	<i>Juniperus semiglobosa</i>	适应性强，喜湿润土壤
黄兰	<i>Michelia champaca</i>	阳性，喜暖热，喜酸性土，不耐碱土
核桃	<i>Juglans regia</i>	阳性，耐干冷气候，不耐湿热，防尘力强
银白杨	<i>Populus alba</i>	阳性，适应寒冷干燥气候，耐旱
新疆杨	<i>Populus alba</i> cv. <i>Pyramidalis</i>	阳性，耐大气干旱及盐渍土，深根性，抗风力强
小叶杨	<i>Populus simonii</i>	阳性，耐干旱瘠薄，耐寒，根系发达，抗风力强
钻天杨	<i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i>	阳性，耐寒，耐干旱，稍耐盐碱，水湿，生长快
青杨	<i>Populus cathayana</i>	阳性，喜温凉气候，耐干冷，深根性，生长快

苗木名称	学名	生态习性
胡杨	<i>Populus euphratica</i>	喜光, 耐大气干旱及寒冷、干热气候, 耐盐碱和风沙
旱柳	<i>Salix matsudana</i>	阳性, 耐寒, 耐旱, 耐水湿, 速生
龙爪柳	<i>Salix matsudana cv. tortuosa</i>	阳性, 耐寒, 生长势较弱, 寿命短, 抗污染
馒头柳	<i>Salix matsudana cv. Umbraculifera</i>	阳性, 耐旱, 耐寒, 耐湿, 速生
高山柳	<i>Salix cupularis</i>	生于海拔 2540-4000 米间的高寒山坡, 具喜光、耐寒、耐瘠薄、抗逆性强的特性
垂枝榆	<i>Ulmus pumila cv. Pendula</i>	阳性, 耐干旱瘠薄
圆冠榆	<i>Ulmus densa</i>	阳性, 适应性强
大叶榆	<i>Ulmus laevis</i>	阳性, 要求土壤深厚得沙壤土, 抗病虫害能力强, 深根性
紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>	阳性, 耐水湿, 干旱瘠薄和轻盐碱土, 抗污染
锦鸡儿	<i>Caragana sinica</i>	中性, 耐寒, 耐干旱瘠薄
小叶锦鸡儿	<i>Caragana microphylla</i>	喜光, 耐干旱瘠薄
国槐	<i>Sophora japonica</i>	阳性, 耐寒, 抗性强, 耐修剪
龙爪槐	<i>Sophora japonica cv. Pendula</i>	阳性, 稍耐阴, 耐寒
紫荆	<i>Cercis chinensis</i>	阳性, 耐干旱瘠薄, 不耐涝
臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	阳性, 耐干旱瘠薄、盐碱、抗污染, 不耐水湿, 深根性, 生长快, 少病虫害
细叶小檗	<i>Berberis poiretii</i>	喜光, 耐旱, 耐寒
紫叶小檗	<i>Berberis thunbergii cv. Atropurpurea</i>	中性, 耐寒, 要求阳光时, 叶色方呈紫红色
金露梅	<i>Potentilla fruticosa</i>	阳性, 耐寒, 耐旱
紫叶李	<i>Prunus cerasifera cv. Atropurpurea</i>	阳性, 较耐寒, 适应性强
银露梅	<i>Potentilla glabra Lodd.</i>	喜光树种, 耐寒性强, 对土壤要求不严, 生于海拔 1400-4200 米水边、林缘、草地及高山灌丛中
山桃稠李	<i>Prunus padus</i>	喜光, 稍耐阴, 耐寒性强
榆叶梅	<i>Prunus triloba</i>	阳性, 稍耐阴, 耐寒, 耐干旱, 忌涝
忍冬	<i>Lonicera japonica Thunb</i>	适应性很强, 对土壤和气候的选择并不严格, 以土层较厚的沙质壤土为最佳。

苗木名称	学名	生态习性
白梨	<i>Pyrus bretschneideri</i>	阳性，喜干冷气候，耐寒，耐水湿
珍珠梅	<i>Sorbaria kirilowii</i>	耐阴，耐寒，对土壤要求不严
黄刺玫	<i>Rosa hugonis</i>	阳性，耐寒，耐干旱
沙棘	<i>Hippophae rhamnoides</i>	喜光，耐寒，抗风沙，适应性强
沙枣	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	阳性，耐干旱、低湿及盐碱
白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>	弱阳性，耐寒，对土壤适应性强，耐低湿，抗烟尘，深根性，耐修剪
西南丁香	<i>Syringa emodi</i>	喜光，畏夏季湿热，耐瘠薄，喜肥沃、排水良好的土壤，忌在低洼地种植。
白刺花	<i>Sophora davidii</i> (Franch.) Skeels	属阳性树种，喜光、耐旱，对土壤要求不严，土石山地的阳坡半阳坡均可造林。
紫丁香	<i>Syringa oblata</i>	阳性，稍耐阴，耐寒，耐旱，忌低湿
波斯菊	<i>Cosmos bipinnatus</i>	阳性，耐干旱瘠薄，性强健，肥水多易倒伏，开花少
高原早熟禾	<i>Poa alpigena</i> Lindm.	多年生草本植物，多生长于海拔 700-3500 米的山地草甸、高寒草原、河边沙地
草地早熟禾	<i>Poa pratensis</i> L.	多年生草本植物，生于湿润草甸、沙地、草坡，从低海拔到高海拔 500-4000 米山地
冷地早熟禾	<i>Poa crymophila</i> Keng	多年生草本植物，生长于海拔 2500-5000 米的山坡草甸、灌丛草地或疏林河滩湿地
垂穗披碱草	<i>Elymus nutans</i> Griseb.	多年生丛生草本，广泛应用于高寒退化草场的改良和人工草地的建设
披碱草	<i>Elymus dahuricus</i> Turcz.	多年生丛生草本，耐旱、耐寒、耐碱、耐风沙，多生于山坡草地或路边
老芒麦	<i>Elymus sibiricus</i> Linn.	多年生丛生草本，抗寒力强，能耐湿，抗旱力稍差，适于弱酸性或微碱性腐殖质土壤生长
中华羊茅	<i>Festuca sinensis</i> Keng ex S. L. Lu	多年生草本植物，生于海拔 2600-4800 米的高山草甸、山坡草地、灌丛、林下
紫羊茅	<i>Festuca rubra</i> L.	多年生草本植物，生长在海拔 600-4500 米的山坡草地、高山草甸、河滩、路旁、灌丛、林下等处
高羊茅	<i>Festuca elata</i> Keng ex E. Alexeev	多年生草本植物，喜寒冷潮湿、温暖气候，喜光，耐半阴，抗逆性强，耐酸、耐瘠薄，抗病性强
黑麦草	<i>Lolium perenne</i> L.	多年生丛生草本，喜温凉湿润气候，宜于夏季凉爽、冬季不太寒冷地区生长。
冰草	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.	多年生丛生草本，为优良牧草，生长在干燥草地、山坡、丘陵以及沙地。
狼毒	<i>Stellera chamaejasme</i> Linn.	多年生草本植物，生于海拔 2600-4200 米的干燥而向阳的高山草坡、草坪或河滩台地。
野牛草	<i>Buchloe dactyloides</i> (Nutt.) Engelm.	多年生低矮草本植物。具匍匐茎。在中国西北、华北及东北地区广泛种植。

苗木名称	学名	生态习性
高山嵩草	<i>Kobresia pygmaea</i> (C. B. Clarke) C. B. Clarke	多年生草本植物，生长在海拔 3200-5400 米的生于高山灌丛草甸和高山草甸。植株矮小，生长缓慢。
康定鼠尾草	<i>Salvia prattii</i>	多年生直立草本。生长于海拔 3750-4800 米的山坡草地。日照充足通风良好，排水良好的沙质壤土或土质深厚壤土为佳，有利生长。
康定翠雀花	<i>Delphinium tatsienense</i> Franch.	多年生草本植物，生海拔 2300-3250 米山地草坡，喜凉爽湿润气候，要求深厚肥沃、通气性良好的微酸性或中性土壤。

征求意见稿

附录 C （资料性附录）

《高寒高海拔地区公路植被修复植被配置设计推荐表》

序号	路域类型	推荐植物物种		
		乔木	灌木	草本植物
1	中央分隔带	青海云杉、侧柏	/	高原早熟禾、草地早熟禾、冷地早熟禾、垂穗披碱草、披碱草、老芒麦、中华羊茅、紫羊茅、紫羊茅、高羊茅、黑麦草
2	边坡	/	紫穗槐、锦鸡儿	波斯菊、高原早熟禾、草地早熟禾、冷地早熟禾、垂穗披碱草、披碱草、老芒麦、中华羊茅、紫羊茅、紫羊茅、高羊茅、黑麦草、冰草
3	路侧护坡道和碎落台	青海云杉、青杆、云杉、樟子松、油松、白皮松、杜松、天山圆柏、毛白杨、银白杨、新疆杨、小叶杨、钻天杨、青杨、胡杨、旱柳、龙爪柳、馒头柳、垂枝榆、圆冠榆、大叶榆、国槐、龙爪槐、紫叶李	金露梅、榆叶梅、珍珠梅、黄刺玫、西南丁香、紫丁香	波斯菊、高原早熟禾、草地早熟禾、冷地早熟禾、垂穗披碱草、披碱草、老芒麦、中华羊茅、紫羊茅、紫羊茅、高羊茅、黑麦草、冰草
4	互通式立体交叉区	青海云杉、青杆、云杉、樟子松、油松、白皮松、杜松、天山圆柏、毛白杨、银白杨、新疆杨、小叶杨、钻天杨、青杨、胡杨、旱柳、龙爪柳、馒头柳、垂枝榆、圆冠榆、大叶榆、国槐、龙爪槐、紫叶李	金露梅、榆叶梅、珍珠梅、黄刺玫、西南丁香、紫丁香	波斯菊、高原早熟禾、草地早熟禾、冷地早熟禾、垂穗披碱草、披碱草、老芒麦、中华羊茅、紫羊茅、紫羊茅、高羊茅、黑麦草、冰草
5	管理养护设施区及服务设施区	青海云杉、青杆、云杉、樟子松、油松、白皮松、杜松、天山圆柏、毛白杨、银白杨、新疆杨、小叶杨、钻天杨、青杨、胡杨、旱柳、龙爪柳、馒头柳、垂枝榆、圆冠榆、大叶榆、国槐、龙爪槐、紫叶李	金露梅、银露梅、榆叶梅、珍珠梅、黄刺玫、西南丁香、紫丁香	波斯菊、高原早熟禾、草地早熟禾、冷地早熟禾、垂穗披碱草、披碱草、老芒麦、中华羊茅、紫羊茅、紫羊茅、高羊茅、黑麦草、冰草

序号	路域类型	推荐植物植物物种		
		乔木	灌木	草本植物
6	隧道分离式路基	青海云杉、青杆、云杉、樟子松、油松、白皮松、杜松、天山圆柏、毛白杨、银白杨、新疆杨、小叶杨、钻天杨、青杨、胡杨、旱柳、龙爪柳、馒头柳、垂枝榆、圆冠榆、大叶榆、国槐、龙爪槐、紫叶李	金露梅、榆叶梅、珍珠梅、黄刺玫、西南丁香、紫丁香	波斯菊、高原早熟禾、草地早熟禾、冷地早熟禾、垂穗披碱草、披碱草、老芒麦、中华羊茅、紫羊茅、紫羊茅、高羊茅、黑麦草
7	取、弃土场	青海云杉、毛白杨、银白杨、新疆杨、小叶杨、钻天杨、青杨、胡杨、旱柳、龙爪柳、馒头柳	沙棘、沙枣	波斯菊、高原早熟禾、草地早熟禾、冷地早熟禾、垂穗披碱草、披碱草、老芒麦、中华羊茅、紫羊茅、紫羊茅、高羊茅、黑麦草

征求意见稿

附录 D （资料性附录）

《高寒高海拔地区公路植被修复技术选取推荐表》

序号	技术类别及要素	技术原理	适用范围	应用路域类型
1	草皮移植	多年生草地植物自身具有较强的生物学再生能力；移植的草皮成活后，就会与原先的生态链条衔接，形成一个生态整体，防止生态相斥，能尽快地适应高原气候的恶劣。	高原高寒草原、高寒草甸区的多年生草皮移植；在高原高寒地区进行活动，因外力原因造成地表植被被破坏而需要进行植被原貌恢复和在进行基础建设中需要对实物进行防护、环境绿化等的工程。	路基边坡、取弃土场边坡
2	人工播种	利用人工作业进行植物种子的播种，主要有撒播、条播及穴播等不同方式。	地势较为平坦的修复区域	护坡道、碎落台、互通式立体交叉区、管理养护设施区及服务设施区、隧道分离式路基、取、弃土场平台
3	苗木栽植	根据树种习性，掌握适当的移栽时期，尽可能地减少根系损伤，适当剪去树冠部分枝叶，及时灌水，创造条件以调整地上部分与根系间的生理平衡，使根系和枝叶尽快恢复生长。	高寒高海拔地区树木乡土植物种植及引种栽培。	护坡道、碎落台、互通式立体交叉区、管理养护设施区及服务设施区、隧道分离式路基、取、弃土场平台
4	机械喷播	混合料浆中含有保水材料和各种营养物质，可以保证植物生长所需水分和其他营养物质，使植物在不重复补水的情况下健康快速地生长。	干法喷播适用于陡坡、崖坡段岩质及土石坡面，湿法喷播适用于缓坡段、陡坡段的土质坡面。坡度大于 45°时（险坡、崖坡段）应在采取固土措施基础上喷播。	路基边坡、取弃土场边坡
5	三维网植草	三维网在边坡表层中起加固的作用，从而有效防止表面土层的滑移；同时三维网有助于草籽的均匀生长，根系很容易在坡面土壤中生长固定。	适用于开挖后的土质上边坡和填方的下边坡的绿化，尤其对不宜植物生长的恶劣地质环境，如风化岩、砂质土、石砾土等。	路基边坡、取弃土场边坡

序号	技术类别及要素	技术原理	适用范围	应用路域类型
6	土工格室植草	土工格室伸缩自如，运输可缩叠，施工时可张拉成网状，可构成具有强大侧向限制和大刚度的结构体，为植物生长提供稳定、良好的生存环境。	适合于坡度较缓的泥岩、灰岩、砂岩等岩质路堑边坡。	路基边坡、取弃土场边坡
7	毯垫技术	利用天然或化学纤维质材料制成的，用于固土护坡、保墒、植物种植的多孔隙片状制品。	适用于稳定缓坡段，陡坡以上需加固土措施。	路基边坡、取弃土场边坡
8	枕袋技术	利用天然或化学纤维质材料制成的，内填砂石、土壤或基质，用于护坡拦挡、植物种植的袋状制品。	植生袋适用于急坡下列坡面，险坡、崖坡应与格构骨架等工程护坡措施相结合使用。生态袋适用于临水坡面或陡坡以上坡段及有特殊景观要求的坡面。	路基边坡、取弃土场边坡