

青海省交通运输厅文件

青交建管〔2018〕90号

青海省交通运输厅 关于印发《青海省建设管理指南》的通知

各相关单位:

为更好地贯彻落实党的十九大提出的“交通强国”战略，坚持绿色公路发展理念，以建设“品质工程”为目标，不断总结提炼各参建单位行之有效的新工艺、新做法等，在标准化施工的基础上，推广信息化、工厂化、机械化施工，进一步提升公路建设现代化、精细化管理水平，省厅编制了《青海省公路建设管理指南》（共十三分册），现将《管理指南》印发给你们，请各建设单位结合项目实际严格落实。

试行过程中发现的问题和修改意见，请反馈至青海省交通

运输厅建设管理处(青海省西宁市五四大街 72 号 701 室; 电话 0971-6186701), 以便后续的改进。



《青海省公路建设管理指南》

编审委员会

主 任：阿明仁

副主任：冯文阁 刘洪金

委 员：罗延辉 唐 玲 史国良 赵国宁 苗广营

王 振 祝存芳 惠世元 李群善

主 编：钟闻华

副主编：杨学山 黄班玛 王海云

本册参编人员：马培新 祁文斌 陈子敬 刘德忠 韩连涛

胡 坤 王庆岭 程永志 杨仲仕 任忠生

王 雄 梁庆国 马学宁 张延杰 王二磊

刘 奇 刘春榆

本册参编单位：青海省公路建设管理局

中交二公局第三工程有限公司

中铁五局集团有限公司

兰州交通大学

序

党的十八大以来，我省公路建设者们遵循“标准化施工、精细化管理”的理念，以“标杆工程”为示范引领，因地制宜，不断创新发展思路，及时总结先进工艺工法，积极推广应用四新技术，在工程实体质量、安全管理水平、文明施工面貌、施工队伍素质、社会经济效益等方面都取得了较好效果，为青海交通基础设施建设跨越发展作出了巨大贡献。

当前，我省公路建设正处于快速发展的黄金时期。深入贯彻落实交通强国国家战略和交通运输部提出的建设绿色公路和打造“品质工程”的工作部署，是今后相当长时期内我省公路建设的主要任务。为此，省厅组织厅属建设单位和部分参建单位共同编写了《青海省公路建设管理指南》一书。这套系列丛书从公路建设管理角度出发，以建设人民满意的公路“品质工程”为目标，深入推广标准化、工厂化、机械化施工，提倡规范化、现代化、信息化管理，注重资源节约和生态环境保护，内容丰富，可操作性强，体现了当前公路建设管理的新水平，对新时代我省公路建设具有重要的指导意义。

希望广大公路建设者在认真贯彻执行《建设管理指南》要求的同时，不断总结实践经验，开拓创新，将公路“品质工程”创建工作向纵深推展，在提高质量、安全舒适、绿色环保、经济耐久等方面创造更多经验，为推进交通强国青海篇章建设继续努力拼搏。

省交通运输厅厅长



前 言

2011年，省厅组织编写了《青海省高速公路施工标准化管理指南》，通过各参建单位近几年的认真贯彻和执行，取得较好的成效，有效地促进我省公路建设管理水平和工程质量不断提升。为更好地贯彻落实党的十九大提出“交通强国”战略，坚持绿色公路发展理念，以建设“品质工程”为目标，不断总结提炼各参建单位行之有效的新工艺、新做法等，在标准化施工的基础上，推广信息化、工厂化、机械化施工，进一步提升公路建设现代化、精细化管理水平，省厅组织各建设单位编制了《青海省公路建设管理指南》。

《管理指南》共分勘察设计、管理机构与工地建设、路基工程、冻土路基、高边坡及防护工程、路面工程、桥涵工程、隧道工程、房建工程、机电工程、计价规则、交安工程、安全生产管理等十三分册。

第三分册 路基工程主要内容包括总则、术语、施工准备、一般路基工程、特殊路基工程、冬、雨季路基施工、排水、改扩建路基工程、安全管理及环境保护篇章。

本指南可供公路建设项目各参建单位、参建人员使用。使用过程中发现的问题和修改意见，请反馈至青海省交通运输厅建设管理处（青海省西宁市五四大街72号701室），以便后续的改进。

目 录

1 总则..... 1

2 术语..... 2

3 施工准备..... 4

 3.1 一般规定..... 4

 3.2 管理要点..... 5

4 一般路基工程..... 10

 4.1 一般规定..... 10

 4.2 管理要点..... 11

 4.3 质量控制..... 13

 4.4 常见质量问题防控..... 15

5 特殊路基工程..... 17

 5.1 一般规定..... 17

 5.2 管理要点..... 18

 5.3 质量控制..... 23

 5.4 常见质量问题防控..... 28

6 冬、雨季路基施工..... 37

 6.1 一般规定..... 37

 6.2 管理要点..... 37

7 路基排水..... 40

 7.1 一般规定..... 40

 7.2 管理要点..... 40

 7.3 质量控制..... 42

 7.4 常见质量问题防控..... 42

8 改扩建路基工程..... 44

 8.1 一般规定..... 44

 8.2 管理要点..... 44

 8.3 质量控制..... 46

 8.4 常见质量问题防控..... 48

9 安全管理..... 50

 9.1 安全施工..... 50

 9.2 文明施工..... 55

10 环境保护..... 56

10.1 环境保护..... 56

10.2 生物保护..... 58

10.3 文物保护..... 59

1 总则

1.0.1 为深入推进青海省公路“品质工程”创建工作，提高工程建设管理水平，进一步规范和指导公路路基施工，实现路基建设施工管理从工程质量、安全环保、通病防控、科技创新等全面提升，特编制本指南。

1.0.2 本指南依据国家、交通运输部、青海省发布的路基工程相关的文件、标准、规范和技术指南，结合各建设、勘察、设计、施工、检测等单位总结并发布的施工工艺、工法、技术方案和管理办法编制。

1.0.3 本指南适用于青海省高速公路、一级公路新建、改（扩）建工程路基建设管理，其他等级公路参照执行。其中高边坡及防护工程、冻土路基另分册编制。

1.0.4 严格执行首件工程制和“三检”制度，加强施工过程控制与质量检测，建立工程质量信息化动态管理，及时有效地消除路基施工的质量通病，提高施工管理水平和工程质量管控能力。

1.0.5 必须严格遵守国家和行业的安全生产法律、法规，制订切实可行的安全生产措施，建立健全安全生产管理体系，加强路基建设项目风险源辨识、评估和风险管理，积极改善施工条件，确保施工作业人员的安全和身体健康。

1.0.6 全面践行绿色环保建设理念，坚持“零弃方，少借方”的原则，全线调配土石方，力求填挖平衡。严格控制施工污染，注重资源节约，降低路基建设对沿线动植物及其生存环境的影响，减少对当地的水土保持和生态环境的破坏。

1.0.7 推行机械化施工，推广可靠、先进、适用的新技术、新工艺、新材料、新机械、新测试方法，积极总结我省特殊路基地区施工经验，推动工程技术和管理水平提升。

1.0.8 本指南未涉及内容应严格按国家、行业现行的相关技术标准、规范执行。

2 术语

2.0.1 湿陷性黄土

在一定压力下受水浸湿，土结构迅速破坏，并产生显著附加下沉的黄土。

2.0.2 非湿陷性黄土

在一定压力下受水浸湿，无显著附加下沉的黄土。

2.0.3 自重湿陷性黄土

在上覆土的自重压力下受水浸湿，发生显著附加下沉的湿陷性黄土。

2.0.4 非自重湿陷性黄土

在上覆土的自重压力下受水浸湿，不发生显著附加下沉的湿陷性黄土。

2.0.5 湿陷变形

湿陷性黄土或具有湿陷性的其他土（如欠压实的素填土、杂填土等）。在一定压力下，下沉稳定后，受水浸湿所产生的附加下沉。

2.0.6 盐渍土

不同程度盐碱化土的总称。在公路工程中，盐渍土系指地表下 1.0m 内易溶盐含量平均大于 0.3% 的土。

2.0.7 盐胀

含有硫酸钠的盐渍土，降温时硫酸钠吸水结晶，体积增大，促使土体膨胀；温度升高时，硫酸钠又脱水，体积变小，致土体疏松，这种随温度变化而发生体积变化，引起地表松胀或公路路基、路面变形的破坏，称为盐胀。

2.0.8 溶蚀

地表或地下水对岩石中可溶性物质进行溶解和搬运的作用。在盐渍土地区，溶蚀是指水对土中可溶性盐的溶解和搬运。

2.0.9 风积沙

风力作用下形成的沙物质。从工程角度来看，风积沙一般为细沙或极细沙，颗粒集中，级配不良，粉黏粒含量少，基本上为松散状。

2.0.10 红黏土

红黏土是由石灰岩、白云岩等碳酸盐类在亚热带温热气候条件下经风化作用而形成的褐红色的黏性土。

2.0.11 软土

天然含水率高、天然孔隙比大、抗剪强度低、压缩性高的细粒土，包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土。

2.0.12 软土地基

有软土层分布，在荷载作用下易产生滑移或过大沉降变形的土质地基。

2.0.13 涎流冰

山区公路挖方截断地下含水层处，含水层中的水在冬季边渗边冻，可以蔓延整个路幅，长可达数十米乃至百余米，称为涎流冰。

2.0.14 雪害

雪害指的是因积雪或雪崩而阻碍交通或造成行车事故的现象。

本节中未列出的术语参照相关现行行业规范。

3 施工准备

3.1 一般规定

3.1.1 路基工程开工前，应做好各层级管理交底。在全面理解设计要求的基础上由建设单位组织设计、监理、施工单位和沿线的地方政府，对涉及沿线村镇生产、生活的跨线桥、通道、涵洞、排水系统等进行全面核查；核查沿线临时便道、便桥、预制场地、拌合站等临时设施的位置及规划方案，确保沿线各项功能设施更贴近实际，满足正常施工需要，对存在的问题及时进行处理。

3.1.2 施工单位进场前应按项目环评报告批复、水土保持方案对沿线砂石料场、便道、场站、驻地、取弃土场等临时设施做专项水保、环保方案，经监理、建设单位审核后，报当地政府相关部门取得临时用地等手续。

3.1.3 路基施工前对沿线的文物、故址遗迹、生态保护区、水源地保护区或宗教活动等场所进行核查，并编制专项保护方案，征得相关部门同意；施工中若发现文物，施工单位应妥善保护现场并及时上报公安机关和文物保护单位。

3.1.4 在详尽的现场调查后，施工单位应根据设计要求、合同、现场情况等，编制实施性施工组织设计，并按管理规定报批。在此基础上编写单位、分部或分项工程开工报告，并对施工班组、人员进行技术交底，首件工程开工前应提前 10 个工作日内上报开工报告。

3.1.5 分部或分项工程开工应提前 14 天上报开工报告。其内容包括：按合同工期完成的施工进度计划，GPM 网络图/条形图；详细施工方法、顺序、时间；材料、设备、人员进场计划，资源的安排；资金计划；项目管理组织设置及人员分工；施工安排和方法总说明；质量管理方法、手段；重点工程施工措施；安全体系和保证措施；廉政建设、文明施工与环境保护；施工技术、工艺方案说明及图表；其他说明事项。分部或分项工程开工报告经监理工程师审批后方可施工。

3.1.6 路基施工前，应按照标准化有关规定和要求，建立工地试验室，申请工程所在地省级交通质监机构进行验收、备案。

3.1.7 路基开工前必须建立健全质量、安全、环保管理体系和质量保证体系，制定和完善岗位职责及考核办法，并对各类施工人员进行岗位培训和技术、安全、环保交底。特种设备须经工程所在地专业机构鉴定，特种作业人员必须持有效证件上岗。

- 3.1.8 路基施工应提前做好临时排水总体设计。临时排水应与永久排水设施相结合，与自然排水系统相协调。
- 3.1.9 在做好砂石料场、取、弃土场的位置选择的基础上，应做好场站的总体封闭施工，并根据专项方案逐料场增设原始场地、施工方案及恢复方案展板。
- 3.1.10 路基边坡绿化工程应做到“三同步”：与路基工程同步准备，与路基边坡防护工程同步实施，与路基工程同步完成。
- 3.1.11 外场设施通讯预埋管件应按相关文件要求设置，并与路基工程同步实施。
- 3.1.12 各参建单位必须建立影像管理制度，施工前施工单位须对全线原貌进行影像拍摄，施工中监理单位须对重点施工工序及隐蔽工程均拍摄影像，建立相关影像档案资料。
- 3.1.13 用于工程外购材料、自采材料严格实行材料准入制，施工、监理单位加强对进场材料性能指标按规定分批次进行抽检，禁止不合格成品、半成品材料进入施工现场。
- 3.1.14 结合全线路基施工方案，在埋设界桩的基础上增设隔离栅等措施，以对永久用地范围施工场地尽量采取封闭施工，对临时场站及用地范围必须进行封闭施工，宜将隔离栅、界桩等纳入土建工程同步进行。
- 3.1.15 施工单位应结合项目实际情况及环保等要求，编制合理的机械配置方案，制定机械使用与管理制度。高海拔地区施工机械动力性、安全性、尾气排放等方面须满足相关要求。

3.2 管理要点

3.2.1 技术准备

1) 导线及水准点复测

(1) 设计单位提交的导线点应与国家大地坐标系联测，并提供 80 国家坐标系坐标。同一建设项目内相邻施工段的导线应闭合，各级公路的平面控制测量等级应符合《公路路基施工技术规范》中的控制测量要求。

(2) 施工单位应在开工前对设计提供的路基沿线测设资料和测量标志，进行复测核对，并向监理工程师提交导线、水准复测成果，成果经监理单位批复后方可用于测量控制；对异议的导线点、水准点，提交勘误、高程修正数据信息报告。

(3) 控制点每半年至少复测一次，季节性冻融地区在冻融后也应复测一次。

2) 测量放样

(1) 路基开工前，应进行全段中线放样，并固定路线主要控制桩，设置标识桩，并

设安全警示牌。

(2) 施工单位应将所有控制性桩点以及监理工程师认为对放样和检验有用的标志桩进行加固并保护，树立易于识别的标志，并及时恢复被破坏的桩。

(3) 路基施工前，应对原地面进行复测，核对或补充横断面，并将路基横断面复测成果上报监理工程师。

3) 试验

(1) 路基施工前，应对路基基底土进行相关试验。检测频率参照相关规范标准执行。

(2) 对来源不同、性质不同的拟作为路堤填料的材料进行取样和标准试验。对工地试验室不具备检测能力的试验项目，应在监理工程师见证下委托具有相应资质的试验机构进行试验。

(3) 使用特殊材料作为填料时，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。

(4) 用于路基填料的各类材料均须进行试验检测，满足设计及规范要求。

(5) 用于路基工程的各类自采及外购材料均需实行材料准入制，经总监办审批，并报建设单位备案后方可进场。

3.2.2 现场准备

1) 一般要求

(1) 施工单位应按设计文件进行用地界桩放样，确定路基施工界线。公路用地范围内原有构造物，应根据设计要求进行处理。

(2) 施工单位应按工程量大小，合理划分施工段落，清理和拆除工作完成后，应报请监理工程师验收。

(3) 现场施工总体规划布置应遵循保证安全、有利施工、便于管理的基本原则。

(4) 施工投入机械设备及人员应符合投标文件及批复的施工组织设计要求。

2) 地表清理

(1) 路基用地范围内的树木、灌木丛砍伐或移植等须取得当地林业部门的许可，砍伐的树木应堆放在施工指定场地，并按生态环保要求妥善处理。

(2) 清理路幅范围内原地面表层腐殖土、表土、草皮等应有序集中堆放、覆盖，并设置临时标识牌，以供后期土地复耕和绿化使用。

(3) 场地清理完成后，应按设计要求进行基底处理，使其压实度满足要求。原地面

存在坑、洞、墓穴等，应用合格填料分层填筑压实。

3) 拆除与挖掘

(1) 路基范围内的旧桥梁涵、旧路面等结构物等按设计要求进行拆除清理，对仍需使用的道路设施及构造物，应做好交通保通工作。

(2) 拆除原有结构物或障碍物需要进行爆破或其他作业有可能损伤新结构物时，应在新建工程动工之前完成。

(3) 指定为可利用的材料，应有序堆置于指定区域并妥善保管，避免不必要的损失。对废弃材料，施工单位应按监理工程师指示妥善处理。对于因拆除施工造成的坑穴，必须及时回填并夯实，达到规定的压实度。

4) 临时工程

(1) 工程所需的临时便道、便桥满足实际需要，严禁对周边环境造成破坏。预制场地、拌合站设置按标准化、工厂化、集约化要求，各功能分区明确。临时工程范围不得影响原有道路、结构物及农田水利等设施的使用功能。

(2) 临时用电、供水、施工便道、场站标示标牌、警示警告标志应按统一标准设置，规范现场安全标示及其它各类临时设施，做到文明施工，消除隐患，保证各项生产生活的需要。

3.2.3 取、弃土场

1) 一般要求

(1) 取土场、弃土场的选址和规模应符合项目环评报告水土保持方案相关要求。发生变更时应及时办理相关审批手续，严禁未批先建。

(2) 取、弃土场施工中及时做好排水、防护措施，取弃料完成后及时恢复绿化，确保与原地形及周边自然环境相协调。

(3) 取、弃土场区设置标识牌，周边应采取围栏等措施进行封闭。

2) 取土场

(1) 取土场应利用荒地、山地，严禁占用基本农田。应根据地形、地貌按照水保方案、环评报告及批复的要求详细制定专项方案，按照用量规整取土，禁止滥挖。

(2) 取土场使用前应对土样进行土工标准试验，土质应符合现行《公路路基施工技术规范》要求，并核查料场储量是否满足要求。

3) 弃土场

- (1) 弃土场设置应符合环保、水保要求,施工时应有足够的安全警示和环境保护标志。
- (2) 弃土场必须先挡后弃,应按设计及时完成防护、排水工程。
- (3) 弃土场的位置与高度应保证边坡、山体和自身的稳定,防止次生灾害发生,不得对附近建筑物、农田、水利设施、河道、交通等造成环境破坏和影响。
- (4) 弃土场应按耕地要求进行整修并及时做好复垦工作,弃石场表面覆盖土层厚度应满足要求,并进行植被恢复。

3.2.4 首件工程

1) 一般要求

- (1) 路基工程中特殊路基、不同压实标准及不同填料的路基、台背构造物回填、小型构造物、防排水工程均实行首件工程制。
- (2) 施工单位应合理划分各分项工程,按总体施工组织计划,对各分项工程的首件工程编制开工报告,经监理审批后报建设单位备案。

2) 首件工程的实施

- (1) 施工单位在实施首件工程施工前,必须完成相应的开工审批程序和所有施工准备工作。
- (2) 施工单位应严格按批准的施工组织设计及首件工程开工报告进行施工,施工过程中要详细记录有关技术指标,并保留工程影像资料,总结施工技术及管理经验,提高工序的操作水平和质量控制。
- (3) 监理工程师必须对首件工程全过程旁站,做好相应记录。对实施过程中发现的问题及时提出可行的调整处理方案,以保证其顺利实施。
- (4) 每道工序完成后,施工单位应先进行自检,自检合格后报监理工程师验收,验收合格后方可进行下一道工序施工。

3) 首件工程评定与总结

- (1) 施工单位应合理安排施工工期,提前安排首件工程施工,为评审工作预留合理的时间。首件工程未经验收评审的分部分项工程不得组织大面积施工。
- (2) 首件工程完成后,施工单位应对已完成项目的施工工艺进行总结,提出自评意见;由建设单位组织监理单位按照合同文件、招标文件、设计文件、有关规范、与项目有关的质量管理办法等进行综合评定,以合格的首件工程指导后续工程施工。
- (3) 首件工程总结

首件工程评价完成后，应对该分项工程进行总结，编写首件工程总结报告，内容包括：

- a 首件工程概况；
- b 首件工程主要施工方法及施工工艺；
- c 首件工程施工情况；
- d 首件工程施工过程影像资料；
- e 各工序检测试验数据及相关报告；
- f 首件工程质量评价；
- g 首件工程施工中存在的质量技术问题及针对性改进措施；
- h 推广的意见和建议。

3.2.5 影像资料管理

1) 一般要求

- (1) 施工现场拍摄的影像资料，应反映施工、监理工作过程。
- (2) 采集的影像资料应准确地反映出所纪录的事件发生的时间、地点、位置、状态等信息。
- (3) 采集的影像资料要做到整体与局部同步采集，重要有价值信息应多角度、全方位的实施采集。

- (4) 保证影像资料的数量、质量及采集格式利于管理。

2) 路基主要拍摄内容

- (1) 特殊地段清表施工前原地貌信息。
- (2) 清表后填前碾压完成。
- (3) 换填或其他地基处理措施的施工。
- (4) 特殊路基处理前后。
- (5) 特殊施工工艺。
- (6) 隐蔽工程施工。
- (7) 台背回填。

4 一般路基工程

4.1 一般规定

4.1.1 路基施工须合理划分施工段落，一般应以桥涵构造物分界划分。同时，合理安排施工班组进场，路基土方应在划分段落内涵洞、通道等构造物施工基本完毕后再进行施工。

4.1.2 路基施工应做好施工期临时排水总体规划 and 建设，临时排水设施应与永久性排水设施综合考虑，并与工程影响范围内的自然排水系统相协调。排水设施完善后方可进行路基填筑。

4.1.3 路基填料强度和粒径应符合《公路路基施工技术规范》表 4.1.2 的规定。

1) 填料应优先采用透水性好的砂砾及粗颗粒土。

2) 粉质土不宜直接填筑于路床，不得直接填筑于冰冻地区的路床及浸水部分的路堤。

4.1.4 高填方段、特殊地质段设计单位应提供地基承载力参数，施工单位、监理工程师须在路基填筑前进行地基承载力检测。如地基承载力达不到要求，应报设计单位进行特殊设计。

4.1.5 高路堤、特殊地基处理及台背回填路基施工时，在填筑一定层高后，须采取冲击碾压、液压锤夯等补强措施，确保路基压实度符合设计要求。村庄密集段施工时应采用大吨位的压实设备进行静压，并选用好的路基填料，同时减薄分层压实厚度。

4.1.6 按照填挖平衡的原则，优先利用挖方及隧道弃碴材料填筑路基。对不满足要求的挖方或弃渣，可采取二次加工或改良等措施予以利用，以减少弃方占地，保护生态环境。

4.1.7 挖方作业应保持边坡稳定，不得对邻近的结构物及设施产生损坏或干扰；对地下管线、缆线、文物和其他构造物应做好妥善保护；居民区附近的开挖，施工单位应采取有效措施，以保护居民区房屋及保证居民和施工人员的安全，并为附近居民的生活及交通提供临时便道或便桥。

4.1.8 深挖路基施工过程中应根据开挖情况随时进行地质核查，并对边坡稳定性进行监测；如实际与设计文件不符，应及时上报监理、设计、建设单位。

4.1.9 路基填筑至设计标高并整修完成后，表面应平整，边线直顺，曲线圆滑；边坡坡面平顺、稳定、不得亏坡。其质量应符合《公路路基施工技术规范》表 4.2.2-2 的规定。

4.1.10 土质路堑开挖施工应开挖一级、防护一级、绿化一级，保证边坡平台和坡面排水顺畅。

4.1.11 路基填筑应以挂线控制标高进行施工，每种填料的松铺厚度应通过试验确定，横坡每层控制在 2%~3% 之间。纵坡每 20m 标高误差不得大于 5cm。

4.1.12 填挖结合部、标段结合部、不同施工段结合部应在两端路基预留台阶相衔接，台阶宽度不宜小于压路机碾压宽度，路床顶面衔接长度不宜小于 5m。施工时监理单位须对重点工序拍摄影像资料。

4.2 管理要点

4.2.1 一般填土路基

1) 分段先后填筑的路基应延伸 20m，并分层搭接台阶。

2) 路堤施工过程中应进行超宽填筑，两侧各超宽 30cm，从而确保路基边坡位置的压实度满足设计要求。填筑完成后进行刷坡。并对影响排水的多余填料进行清除。

3) 地基表层处理

(1) 路堤填土高度小于 1.5 米的原地表压实度应满足下路床压实标准，当压实度达不到要求时应采取相应处理措施。

(2) 路堤基底为耕地、软土、高液限土等时，应按设计方案严格控制各施工工序、工艺，局部软弹的部分应采取有效措施处理。

(3) 陡坡地段、土石混合地基、填挖界面、高填方地基等都应严格按设计要求处理。

4) 路堤填筑

对有地下水的路段或临水路基范围内，宜填筑透水性好的填料。

4.2.2 填石路基

1) 岩性相差较大的填料应分层或分段填筑，严禁将软质石料与硬质石料混合使用。

2) 在填石路基顶面与细粒土填土层之间应按设计要求设过渡层。

4.2.3 土石混填路基

1) 膨胀岩石、易溶性岩石、崩解性岩石及盐化岩石等不得直接用于路堤填筑。

2) 在陡、斜坡地段，土石路堤靠山一侧应按设计要求，做好排水和防渗处理。

3) 土石路基的外观质量标准：路基表面无明显孔洞，大粒径填石无松动，中硬、硬质石料土石路基边坡码砌紧贴密实，无明显孔洞松动，砌块间承接面应向内倾斜坡面平顺。

4) 土石混填路基填筑时应控制石块最大直径。

4.2.4 高填方路基

- 1) 高填方路基施工应编制合理、有针对性、操作性强的施工方案，配备足够数量的施工机械，做到施工工序衔接顺畅。
- 2) 高填方路基填筑应严格按设计要求水平分层、分段填筑，分层压实；同一水平层路基应采用同一种填料，不得混合填筑。
- 3) 高填方路基施工在整个工序中应早安排，留有足够的自然沉降时间，减少工后沉降。
- 4) 设支挡工程的高路堤，应先施工支挡工程，待支挡工程起到支挡效果后，方可进行路基填筑。

4.2.5 土质路堑开挖施工

- 1) 土质路堑开挖应根据地面坡度、开挖断面、纵向长度及出土方向等因素，结合土方调配，选用安全、经济的开挖方案。
- 2) 土方开挖应自上而下进行，不得乱挖超挖，严禁掏底开挖。
- 3) 可作为路基填料的土方，应分类开挖分类使用。非适用材料应按设计要求处理或作为弃方。
- 4) 路堑开挖过程中，如实际地质情况与设计不符，需修改设计边坡坡度、截水沟和边沟的位置及尺寸时，应及时报请设计变更。

4.2.6 石质路堑开挖施工

- 1) 石方开挖应根据岩石的类别、风化程度、岩层产状、岩体断裂构造、施工环境等因素确定开挖方案。
- 2) 爆破作业须编制专项施工组织方案，经监理单位审批后方可实施。
- 3) 石质路床底面有地下水时，应上报设计单位优化设计方案。
- 4) 石质路堑开挖施工，坡面应优先选用光面爆破技术，严格控制装药量，防止对边坡的稳定产生不利影响。

4.2.7 桥、涵及结构物的台背回填

- 1) 回填应在结构物砼强度达到设计值或规范规定的强度及隐蔽工程验收合格后进行。
- 2) 填料宜采用透水性材料、轻质材料、无机结合料等。
- 3) 不良地质路段的台背回填应与涵洞基底同等标准处理。

- 4) 桥台锥坡土方应与台背回填同步实施。

4.2.8 横向、纵向半填半挖

- 1) 若挖方区为石质，应清除原地面松散风化层，按设计开凿台阶，孤石、石榫应清除。
- 2) 填筑前应严格处理横向、纵向、原地面等结合界面，确保各搭接断面衔接整体稳定。
- 3) 地面水及地下水应采用渗沟、盲沟等措施引出路基以外，进入排水沟。

4.3 质量控制

4.3.1 一般填土路基

- 1) 路堤填筑
 - (1) 每种填料的填筑层压实后的连续厚度不宜小于 500mm。填筑路床顶最后一层时，压实后的厚度应不小于 100mm。
 - (2) 在透水性不好的压实层上填筑透水性较好的填料前，应在其表面设 2~4% 的双向横坡，采取相应的防水措施。
 - (3) 路堤填筑时，应从最低处起分层填筑，逐层压实；当原地面横坡为 1:5~1:2.5 时，应按设计要求挖台阶，或设置宽度不小于 2m 的台阶。

4.3.2 填石路基

- 1) 填石路基的填料要求石料强度（饱水试件极限抗压强度）不小于 15MPa，最大粒度不超过层厚的 2/3。填筑宜从一端卸料向前推进，大型推土机或平地机按首件工程确定的松铺厚度摊铺，达到粗细颗粒分布均匀。
- 2) 碾压应先两侧后中间，压实路线应纵向平行；压实机械应选用相应的振动压路机，路基填筑一定高度应使用冲击压路机补充碾压，碾压前对构造物采取保护措施。
- 3) 填石路堤施工前，应根据设计要求通过试验路段确定填石路堤合适的填筑层厚、压实工艺以及质量控制标准。填石路堤压实质量标准宜用孔隙率作为控制指标，施工压实质量可采用孔隙率与压实沉降差或施工参数联合控制。
- 4) 采用强夯或冲击式压路机进行施工的填石路堤，其压实层厚度与质量控制标准可以通过现场试验或者参照相应的技术规范确定。

4.3.3 土石混填路基

- 1) 天然土石混合填料中，石料的最大粒径不得大于压实层厚的 2/3；禁止使用强风

化石料或软质石料。

2) 施工前,应根据土石混合材料的类别分别进行首件工程施工,确定能达到最大压实松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

3) 碾压前应使大粒径石料均匀分散在填料中,石料间孔隙应填充小粒径石料、石渣。

4) 压实后透水性差异大的土石混合材料,应分层或分段填筑,不宜纵向分幅填筑。土石混合材料来自不同料场,其岩性或土石比例相差较大时,宜分层或分段填筑。

5) 石方路堤边坡码砌,其石料强度、尺寸及码砌厚度应符合设计要求。边坡码砌与路堤填筑宜基本同步进行。软质石料土石路堤的边坡按土质路堤边坡处理。

4.3.4 高填方路基

1) 路基填筑每填筑一定高度后采取补强压实措施,控制方法可采取冲击碾、液压冲击夯或其他强夯。村庄密集段,不宜采取强夯,宜采用大吨位压路机静压、控制填筑层厚度等措施来保证压实质量。

2) 冲击碾压不得代替常规压实,连续碾压长度、速度、遍数应满足设计要求。不能用冲击碾压的部位要用其他方式进行补强,冲击碾压注意保护桥涵及防护工程。

3) 对填土路基,冲碾后应对表层进行重新整平碾压整形处理,整形后的表层压实度,平度,路拱必须满足要求。

4) 高填方路基工程施工应及时做好坡面防护及排水系统,尽量做到分散排水,避免雨水集中冲刷边坡;临河路基应基本完成防护工程后进行路基填筑。

4.3.5 土质路堑开挖施工

1) 开挖过程中,应采取措施保证边坡稳定。开挖至边坡线前,应预留一定宽度,保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受到扰动。

2) 开挖至路床标高后,应尽快进行路床施工,如不能及时进行,宜在设计路床顶标高以上预留保护层,并采取临时排水措施,确保施工作业面不积水。

3) 边沟与截水沟应从下游向上游开挖。开挖后,应及时进行防渗处理,防止渗漏、积水、冲刷边坡及路基。

4) 挖方路基施工遇到地下水时应采取排导措施,将水引入路基排水系统。不得随意堵塞泉眼。路床土含水量高时,应采取相应措施处理。

4.3.6 石质路堑开挖施工

1) 石质高路堑应纵向拉槽,横向分层爆破、分层开挖。

2) 爆破法开挖石方,应先查明空中缆线、地下管线的位置、开挖边界线外可能受爆

破影响的建筑物结构类型、居民居住情况等，然后制定详细的爆破技术专项安全方案。

4.3.7 桥、涵及结构物的回填

1) 台背回填范围

(1) 通道、涵洞工程：顶部长度 3~5m，底部为基础外沿长度不小于 2 倍台高+2m。

(2) 桥梁工程按以上调整。

2) 台背回填应在台背墙面标明分层回填高度，逐层填筑、碾压检测。

3) 台背回填应与路基同步施工，不能同步施工时应严格按照要求开挖台阶，桥台背和锥坡的回填施工应同步进行，保证压实整修后达到设计宽度。

4) 在回填过程中，应做好纵、横向防排水系统以防止水的侵害，在台背与路基的结合处采用土工格栅或者土工格室等补强，回填结束后顶部应及时封闭。

5) 台背回填踏步宽度不得小于 1m，高度不得大于 30cm。

6) 台背回填时每 15cm 弹线并标定标高，不宜标定标高时设置标尺。

7) 台背回填施工时，监理单位应对全过程拍摄影像资料。

4.3.8 横向、纵向半填半挖

1) 半填半挖路基应从填方坡脚起向上设置向内侧倾斜的台阶，台阶宽度不小 2m；在挖方一侧，台阶应与每个行车道宽度一致，位置重合。

2) 挖方区为土质时，除按设计设置台阶外，还应加强填挖结合部位质量控制，在结合部两侧采用土工格栅补强，具体应按照设计文件施工。

3) 纵向填挖结合段应从填方低点设置台阶，宽度满足压实机械碾压。

4) 高度小于 80cm 的路堤、零填及挖方路床的加固换填应选用水稳性较好的材料及土工格栅等补强。

4.4 常见质量问题防控

4.4.1 路基沉降

防控措施：

1) 确保填筑表面纵横断面平顺，完善临时和永久排水系统，保证防排水措施到位。

2) 加强地基承载力检测，确保满足设计要求。

3) 加强路基填料进场检测，确保填料强度和粒径满足设计及规范要求，并控制好材料的均匀性。

4) 严格控制填料的最大干密度、最佳含水率及分层填筑的厚度及压实度。

- 5) 高填方路段严格按照设计及规范要求施工，加强施工过程中工后沉降观测。

4.4.2 桥头跳车

防控措施：

- 1) 构造物施工前，应对构造物基底及台背回填范围内的地基承载力进行检测，若地基承载力达不到要求时应同步进行补强处理。
- 2) 台背回填应采用强度和水稳定性好的材料，如内摩擦角较大的砾（角砾）类土、粒径小于 5cm 的砂砾、砂类土等。当采用非透水性土时，应在土中增加外掺剂进行改良。
- 3) 台背回填每 0.9~1.0m 采用液压夯实设备进行补强。
- 4) 对于施工工期紧、填料选择困难的路段应采取注浆、灰土挤密桩、干拌碎石桩等进行补强处理。

5 特殊路基工程

5.1 一般规定

5.1.1 特殊路基设计应遵循以防为主、防治结合的原则，采取综合处治措施，避免各类病害危及公路运营安全。施工应符合本指南第4章规定。

5.1.2 施工前应熟悉设计文件、理解设计意图，执行现场核查制度。应依据对设计文件核对后的工程项目、工地特点、工期要求和施工条件，结合实际设备能力，编制施工组织设计。

5.1.3 路基设计应在查明黄土分布范围、厚度、湿陷等级及其变化规律，沿线黄土的成因类型和地层特征，路线所处的地貌单元及地表水、地下水等情况，黄土的物理、力学性质和湿陷性的基础上进行。

5.1.4 盐渍土地区路堤施工前，应复测其基底（包括反压护坡道）表土的含盐量和含水量及地下水位，根据测得结果按设计要求处理基底。

5.1.5 软土路基的类型较多，各地处理的方式和经验不同，应密切结合工程实际，调研当地类似工程处理经验，充分做好技术准备工作，选择合适的处理方案。

5.1.6 实施过程中，应执行动态化设计、信息化施工。

5.1.7 风积沙及沙漠地区路基施工应按设计图纸要求实施。地表清理时，不得随意破坏路线两侧植被和地表硬壳，注意保护沙漠植被环境。

5.1.8 流动性沙漠地区路基的填、挖方应完成一段，防护一段，确保路基的强度和稳定性，减少沙害。

5.1.9 沙漠地区路基工程应推行机械化施工。由于风积沙无粘聚性，应结合当地气候条件，抓住有利施工季节，集中调配劳力机具，优化组合，连续施工。

5.1.10 施工应尽量减少对原有自然排水系统的影响，不宜切割含水层。在修建排、挡、截等结构物时，注意保留（护）原自然形成的疏水系统。

5.1.11 对于涎流冰的处理应调查工程所在地地质、气象，涎流冰的水源头、类型及规模、危害情况及当地防治经验等，作出合理的处治方案。选用的各类设施结构形式应便于养护和管理。

5.1.12 雪害地段路基设计应确定雪害类型及其危害程度，提出合理的处治方案和措施。

5.1.13 特殊路基施工应进行必要的基础试验，编制专项施工组织设计，施工中如实际地质情况与设计不符或设计处治方案因故不能实施，应及时提出变更或调整实施方案。

5.1.14 特殊路基施工应记录相应的初始状态、施工过程状态及完工状态，施工及监理单位须拍摄留存影像资料。

5.2 管理要点

5.2.1 黄土路基

1) 应避开雨季施工，施工前应做好临时排水，临时排水设施应与永久排水设施综合考虑，并与工程影响范围内的自然排水系统相连通。

2) 黄土地区路基排水设计应遵循拦截、分散、疏导，且早接远送的原则，合理设置封闭、防冲刷、防渗涌和有利于水土保持的综合排水设施，并纳入农田水利设施系统中。

3) 路线通过黄土塬、梁、峁地区，应远离其边缘，并避开有滑坡、崩塌、陷穴群、冲沟发育、地下水出露的塬梁边缘和斜坡地段。当必须通过时，应采取切实可行的工程措施。路线宜设在湿陷性轻微、湿陷土层较薄、排水条件较好的地段。

4) 用黄土作路基填料时，当填料的本身的物理、力学指标不能满足要求时，应采取水泥或石灰进行化学改良。

5) 湿陷性黄土地基应在填筑前根据设计文件要求进行处理，一般宜采用强夯、冲击碾压等工艺。黄土路堤填筑时，黄土路堤边坡应拍实，并应及时予以防护，防止路表水冲刷。同时应做好湿陷性黄土地基处理和黄土陷穴处理，地基处理时应与加强防水相结合，做到防治并重。

6) 黄土路基施工采用强夯工艺时，必须依据设计文件编制强夯专项施工方案，经监理工程师审核批复后实施。强夯实施过程中监理工程师做好全过程的旁站监理工作，并做好记录。

7) 湿陷性黄土路段中央分隔带、土路肩应采取硬化封闭措施，路侧设置拦水带和急流槽将路面水引路基外排出。湿陷性黄土路段挖、填方边坡宜设计防护措施，避免雨水和灌溉水渗入路基基底。

8) 排水施工前，施工单位应对全线排水设计对照施工现场地形、地貌进行复核，并及时提出完善、优化设计意见，使全线的沟渠、管道、桥涵形成完善的排水系统。对填挖结合的路段，路堤坡面进行砌体防护的路段，均应在土路肩处设置拦水带和急流槽配合排水沟集中排出，以避免路面水冲刷边坡。

9) 对于基底土体含水量大于塑限的软弱地基宜采取换填法、抛石挤淤、旋喷桩、灰土挤密桩、干拌水泥碎砾石桩等技术措施进行处理, 按表 5.2.1-1 进行取用。

表 5.2.1-1 常用的处理方法

名称	适用范围	处理深度 (m)
换填法	含水量相对较小, 对地基要求较低的情况	0.5~3
抛石挤淤	常年积水的洼地, 排水困难且土体呈流动状态 厚度较薄对地基要求较低的情况	3~4
旋喷桩、灰土挤密桩、 干拌水泥碎砾石桩	含水量在液限以内, 软弱土厚度较厚且对地基 要求较高的情况	4~15

(1) 换填的填料与路基同填料, 切忌选用砂砾等透水性材料。

(2) 开挖至换填深度后, 基底含水量仍然较大不适合进行碾压的, 宜采用略低于最佳含水量不小于 40cm 厚的石灰土进行铺底或抛石, 采用本标准要求压实工艺压实, 静置 7 天以上灰土有一定强度后再进行下一层的填筑并正常检测。

(3) 旋喷桩、灰土挤密桩、干拌水泥碎石桩处理时其深度一般情况下不小于 4m, 在处理稳定后的原地面设置石灰土隔水层, 厚度不小于 30cm。

(4) 对于以上处理方法尚不能处理的软弱地基路段, 宜采用结构物进行跨越。

10) 强夯法可用于处理各湿陷等级的湿陷性黄土地基。适宜处理的湿陷性土层厚度宜为 3~6m, 不宜超过 8m。实际工程中需结合建筑材料类型、建造年限等因素综合考虑施工安全距离以及受到居民区影响, 强夯法无法满足要求时, 湿陷性黄土地基处理宜采用石灰土挤密桩或干拌水泥碎石挤密桩。

5.2.2 盐渍土路基

1) 盐渍土地区路基易填不易挖, 有条件时路基两侧设置排碱沟降低地下水位。

2) 盐渍土路基设计的隔断层按材料分为透水性隔断层和不透水性隔断层两大类, 透水性隔断层砾(碎)石, 砂, 风积沙等适用于地下水位较高或降水量较多的盐渍土地区。

在中、强或过盐渍土地区应选二布一膜或一布一膜复合土工膜隔断层, 隔断层可用砾石材料或河沙隔断层。

3) 盐渍土地区的地下排水管与地面排水沟渠, 必须采取防渗措施。盐渍土地区不宜采用渗沟。在地下水位较高地段, 应加深两侧边沟或排水沟, 以降低路基下的地下水位。

4) 在盐渍土路基施工过程中, 首先要控制路基填土中易溶盐的含量, 尤其是硫酸盐的含量, 以防治盐胀病害的发生, 其次就是要控制掺加卤水的含量和撒布的均匀程度。

5) 盐湖段路基

(1) 盐湖区地表盐渍土含盐量一般达到 30%以上, 深层地下含盐量也较高, 属于强~过盐渍土, 盐分主要为氯化钠、氯化钾、氯化镁、氯化钙和氯化铵等, 含有少量硫酸盐, 属于氯盐渍土, 个别地段为亚氯盐渍土。

(2) 由于受腐蚀性的影响, 盐湖段基地的盐矿物质必须清理干净, 应按设计做好地基处理。

(3) 路基两侧易设计防渗措施, 防止卤水浸蚀路基。

(4) 施工中基底盐壳无需铲除, 但要碾压设备对基底进行处理。填筑盐岩时将其破碎后, 洒饱和卤水, 待卤水渗入稍干时再行碾压。

(5) 盐湖段路基存在大量盐渍土壤, 严重影响路基的稳定性, 应采用铺设不透水土工膜的方法对盐渍土进行处理, 易在路基两侧设计反压护坡道。对填筑的盐岩路基用土工膜包裹, 同时包边处理路基。

(6) 排卤水结构物易采用 PE 材料。

(7) 盐沼地区的路基最小高度应满足处理盐沼填筑的路堤厚度加路面结构厚度。

(8) 盐湖段路基施工可参照青海省收费公路管理处编著的《盐渍土筑路技术基础知识》。

5.2.3 风积沙及沙漠地区路基

1) 路基施工应遵循边施工边防护的原则, 土方施工、防护工程、防沙工程应配套完成。

2) 风积沙填料应不含有机质、黏土块、杂草和其他有害物质等。路堤填筑宜采用水平分层填筑方式, 按照横断面全宽填筑。

3) 风积沙段清表后直接进行整平碾压处理, 沙漠段基底需要进行翻松洒水碾压, 以提高基底密实度, 防止路基不均匀沉降。

4) 应尽可能以挖作填, 减少弃方。确需废弃时应纵向就近弃于路线两侧沙丘低洼地, 并整平。

5) 施工过程中应根据施工季节、路堑横断面形状、纵坡、横坡等情况设置必要的排水设施, 特别是在夏季暴雨较为集中时应防止雨水对路堤、路堑的冲刷。弃沙和取沙时尽量不破坏天然地貌, 破坏的要及时恢复。

6) 尽量采取有效措施保护路线两侧原有植被和地表硬壳。对因施工作业及取、弃沙等造成原地表植被破坏的部分, 路基成型且边坡整理后, 应采取柴草网格障蔽或粘土压盖等措施, 对出露的新沙面及时防护, 并撒播草籽、恢复植被。

7) 试验路段的施工及总结评定按首件工程的有关要求执行。

5.2.4 红黏土地区路基

1) 路堤施工

(1) 路堤施工前应做好临时排水及防渗设施,截断流向路堤作业区的水源,疏干地表水。

(2) 填料应随挖随用。摊铺后必须及时碾压,做到当天摊铺当天完成碾压。

(3) 路堤填筑应连续,压实机具应选用重型压路机或振动压路机,碾压完成后应采取措施防止路堤作业面暴晒失水。

2) 路堑施工

施工前,应先进行截、排水设施的施工,将水引至路基之外。

3) 包边法施工

包边材料应为透水性较小的低液限粘土、石灰土等,CBR应符合相关规范规定。严禁用粉土、砂土等低塑性土包边。

4) 灰土改良法路基填筑施工

(1) 改良用灰土可根据各地区实际情况使用石灰或水泥作为掺合料。

(2) 应避开雨季作业,路堤填筑要连续进行。路堤或路堑两侧边坡的防护封闭工程必须及时完成,做好路基的防水、排水工作。

(3) 掺拌方法应采用厂拌法,掺拌时应加强土的粉碎和注意与石灰(水泥)拌和的均匀性。路基填筑段作业面不宜过长,要根据机械数量的配备确定作业面,能保证尽快完成,即“群机作业、小段成活”,保证灰土混合料施工的时效。

5.2.5 软土路基

1) 软土地基处理方案的比选应基于详实的勘察资料,针对各种比选方案,综合考虑工期、造价、安全、环境影响、结构物设置情况及运营养护等因素,因地制宜选择经济合理的软土地基处理方案。

2) 施工单位进场后应详细调查软土地基处理施工现场及其周围环境情况,复核处理方案的可行性,编制实施性施工组织设计,应根据现场情况设置临时排水沟、临时管涵、临时通道和施工便道,确定清淤方法、路堤填筑工艺、施工测量和监测方。

3) 公路软土地基处理根据软土地基试验段或先行段的试验成果、施工补充勘察、软土地基处理施工、施工监测数据等情况,及时调整设计。

4) 软土地基路堤坡脚附近不宜进行取土等开挖作业,路堤附近改沟、反开挖施工涵

洞前应进行稳定性验算。

5.2.6 泥石流、沿河沿溪地段路基

1) 泥石流地段路基施工

(1) 施工前,应结合设计,详细调查泥石流的成因、规模、特征、活动规律、危害程度等相关情况,确定适宜的施工方案。

(2) 泥石流的发生具有突发性的特点,针对施工区段,泥石流的潜在问题,需拟定专项预案。泥石流地区路基施工期间,应设置专职巡查人员,监测泥石流动态,遇有异常情况应及时处理,确保施工安全。

(3) 泥石流易发路段路基不宜采取路堑、低路堤等路基形式。

(4) 采用桥梁形式跨越泥石流地段时,确保桥梁净空尺寸满足泥石流顺利通过。

(5) 利用植被治理泥石流时,植被物种应选择生长周期短、见效快、根须发达,适宜本地区生长的品种。

2) 沿河、沿溪地段路基

(1) 山区峡谷河段的沿河路基,应以顺水流方向的护坡、挡土墙配合护坦等基脚防护工程为主。

(2) 对于较为宽阔的河湾凹岸,路基防护形式可采取石砌护坡或挡土墙、护坦等防护的基础上配合较短而低的漫水丁坝群,或护坦与潜坝配合使用。

(3) 较为宽浅顺直的河段采用较短的漫水丁坝群。

(4) 施工期间与当地河道部门建立沟通渠道,以防止上游水库、电站等泄洪时对路基施工造成危害。

(5) 路基施工时,如遇丰水期需考虑增设围堰等防护措施。

5.2.7 水草地、涎流冰、雪害地段路基

1) 水草地路基

(1) 水草地段施工时应采取相应措施保证水系畅通。

(2) 路基宜用透水性良好的砂石材料进行填筑。

2) 涎流冰路基

(1) 施工前,应对当地地形、地质、气象,涎流冰的水源、类型及规模、危害情况,当地防治经验等进行调查核对,确定合理的处置措施及施工方案。

(2) 在涎流冰地区,路基宜选用透水性良好的砂砾石土作为填料。

(3) 地下排水结构开挖中,应采用有利于排水的方法分层进行,随时排出地下渗水和

流水。上口通过封闭式渗池与含水层衔接，下口于路基下侧边坡坡面以外排出，出水口应有保温措施。

3) 雪害路基

(1) 雪害路基设计应充分进行详细现场勘察，注意积雪的风向或区域。必要时可设置挡雪墙。

(2) 应本着不破坏自然景观及生态环境的原则，采用科学的施工工艺，尽量减少在施工过程中造成人为的公路雪害。

(3) 雪崩区域施工应制定安全预案。

(4) 路基排水应充分考虑春季融雪水的渗透作用，根据当地最大积雪深度及融雪水的情况，做好防排水系统，保证融雪水顺畅排出。

(5) 积雪地段路基及构造物应采用水稳性和抗冻融性较好的材料，对填料的性能指标及其均匀性应加强施工过程检测。

(6) 坡面防护施工应确保边坡密实度达到设计时再行施工。

5.3 质量控制

5.3.1 黄土路基

1) 黄土填筑路堤时应控制最佳含水量，确保路基压实度达到设计要求。

2) 三背回填

(1) 湿陷性黄土地区桥涵台背均应进行地基处理，对Ⅰ级自重或Ⅰ、Ⅱ级非自重湿陷性黄土，可采用重锤夯实法（夯击能不小于 $300\text{kN}\cdot\text{m}$ ）处理，条件受限无法采用重锤夯实时，可采用石灰土垫层或石灰土桩处理。

(2) 对Ⅱ级及以上自重湿陷性黄土宜采用强夯法处理原地基，视填土高度夯击能可取 $1000\text{kN}\cdot\text{m}$ 或 $2000\text{kN}\cdot\text{m}$ ，无强夯条件时可采用灰土挤密桩、水泥土挤密桩、CFG 桩、孔内深层强夯等措施处理。

(3) 当路基填料采用细粒土填筑时，路堤与桥梁、涵洞接头处均应设置过渡段，过渡段长度不得小于《公路路基设计规范》规定值，桥头（涵侧）路基每填筑 2.5m 应采用高速液压夯实机补强，压实度不得小于 96% ，并在下路床顶部和底部各铺设一层土工格室（栅）。

(4) 湿陷性黄土地区“三背”应设置完善的防、排水系统，防止雨水渗入基底产生病害。

5.3.2 盐渍土路基

- 1) 填筑前地表处理应铲除路基与取土范围内的表层不符合设计要求的盐渍土，铲除厚度应根据实际调查及试验资料的结果决定，一般情况下应不小于 30cm。铲除的盐渍土应作弃方处理，弃至指定的弃土场。
- 2) 在积水路段，应将积水排除后，将地表翻晒，其厚度应不小于 50cm。对排水困难的低凹地、软土、泥沼、地下水位接近地表地段，应采用适当的基础处理后再填筑路基。地表的草根杂物应严格清除干净。
- 3) 严禁用粉性土、有硫酸盐含量的土质填筑路基，路基填料的选择应符合表 5.3.2-1 的规定，盐渍土工程分类详见表 5.3.2-2。

表 5.3.2-1 盐渍土地区路堤填料的可用性

公路等级		高速公路、一级公路			二级公路			三、四级公路	
填土层位		0~0.80m	0.80~1.50m	1.50m以下	0~0.80m	0.80~1.50m	1.50m以下	0~0.80m	0.80~1.50m
土类及盐渍化程度									
细粒土	弱盐渍土	×	○	○	□ ₁	○	○	○	○
	中盐渍土	×	×	○	□ ₁	○	○	□ ₃	○
	强盐渍土	×	×	□ ₁	×	□ ₂	□ ₃	×	□ ₁
	过盐渍土	×	×	×	×	×	□ ₂	×	□ ₂
粗粒土	弱盐渍土	×	□ ₁	○	□ ₁	○	○	□ ₁	○
	中盐渍土	×	×	□ ₁	×	□ ₁	○	×	□ ₄
	强盐渍土	×	×	×	×	×	□ ₂	×	□ ₂
	过盐渍土	×	×	×	×	×	□ ₂	×	×

注：表中 ○---可用；×---不可用；□---部分可用。

□₁---氯盐渍土及亚氯盐渍土可用；

□₂---强烈干旱地区的氯盐渍土及亚氯盐渍土经过论证可用；

□₃---粉土质（砂）、粘土质（砂）不可用；

□₄---水文地质条件差时的硫酸盐渍土及亚硫酸盐渍土不可用。

强烈干旱地区的盐渍土经过论证酌情选用。

表 5.3.2-2 盐渍土工程分类

盐渍土分类	土层的平均含盐量（以质量百分数计）			
	氯盐渍土	亚氯盐渍土	亚硫酸盐渍土	硫酸盐渍土
弱盐渍土	0.3~1.5	0.3~1.0	0.3~0.8	0.3~0.5
中盐渍土	1.5~5.0	1.0~4.0	0.8~2.0	0.5~1.5
强盐渍土	5.0~8.0	4.0~7.0	2.0~5.0	1.5~4.0
过盐渍土	>8.0	>7.0	>5.0	>4.0

注：含盐性质以 Cl⁻ / SO₄²⁻ 比值划分，比值>2.0 为氯盐渍土，1.0~2.0 亚氯盐渍土，0.3~1.0 为亚硫酸盐渍土，<0.3 为硫酸盐渍土。

- 4) 盐渍土填料的含盐量及其均匀性要加强控制检测，路床以下 1000m³ 填料，路床

部分 500m³ 填料至少做一组测试, 每组取三个土样, 填料不足以上数量时也应按一组测试。

5) 路基填料应严格控制土的含盐量、含水量和有机质含量, 路基填料的含盐量应视不同土类控制; 严格控制路基填料的最佳含水量; 液限大于 50%、塑性指数大于 26 的土, 以及含水量超过规定的土, 不得直接填筑路基; 路基填料中有机质不能大于 1%, 草根和盐壳严禁填入路基之中。

6) 地表为过盐渍土的细粒土、有盐结皮和松散土层时, 则应设置封闭隔断层, 隔断层宜设置在路床顶以下 800mm 处; 若存在盐胀现象, 隔断层应设在产生盐胀的深度以下。

7) 设置复合土工膜和土工膜隔断层时在其上、下设置不小 20cm 的排水层, 排水层材料粒径最大粒径控制在 60mm, 粉黏粒含量不超过 15%, 下排水层底埋置深度应大于当地最大冻深。

8) 隔断层必须设置不小于 2% 的横坡, 但最大不应超过 5%。

9) 盐渍土地区水泥混凝土构造物的下部应做防腐蚀处理。一般应采用抗硫酸盐水泥, 表面涂抹两遍以上沥青, 涂抹高度应高出接触盐渍土或矿化水的部位 0.5m。

10) 用盐岩填筑的路基压实度不得小于 85%。

5.3.3 风积沙及沙漠地区路基

1) 挖方深度大于 2m 的路基两侧及半填半挖路基两侧宜加宽 1~2m。流动沙漠路基边坡按设计图纸要求进行整修, 并进行固沙处理。

2) 填方路基施工, 不得使用淤泥、沼泽土、冻土、有机土、含草皮或树根土、生活垃圾和含有腐殖物质的土。路基施工同时采用风积沙和土作填料时, 必须分层填筑, 不得将风积沙和土在一层中混合填筑, 也不得分层间隔填筑, 用土填料累计压实厚度不得小于 50cm。

3) 试验路段位置应选择在地质条件、断面型式均具有代表性的地段, 路段长度不小于 100m。

5.3.4 红黏土地区路基

1) 填料的选择与控制要求

(1) 用红粘土作为填料直接填筑时, 应符合下列规定:

a 液限不大于 50%, 塑性指数在 18~26 之间, 压缩系数不大于 0.5MPa⁻¹。

b 红粘土填料的最小强度 (CBR) 值满足《公路路基施工技术规范》表 4.1.2 中相应的填筑部位规定。

(2) 弱膨胀性红粘土作填料只能填在路堤下层及中层, 边坡表面及路基顶面应以非膨

胀性红黏土或石灰、水泥改良的红黏土包边，包边厚度应符合设计要求。

2) 路堤施工

(1) 应尽量避免雨季施工。雨季施工时应防止松土被雨淋湿，施工中应保持作业面横坡不小于 3%。雨后作业面应经晾晒且重新压实合格后方可进行下道工序的施工。

(2) 路堤两侧应各加宽填筑至少 500mm，以保证路基压实质量及坡面整修后的路基宽度满足设计要求。

3) 路堑施工

(1) 路堑基床换填，应紧随开挖完成，当有施工困难时应留不小于 0.5m 的保护层。

(2) 边坡施工过程中，宜采取封闭措施。边坡不得一次挖到设计线，应预留厚度 0.3~0.5m，待路堑完成时，再削坡并立即进行防护施工。

(3) 边坡防护设施及挡土构造物应做到随挖随做。高路堑边坡防护可采用分段施工分段防护，如防护不能紧跟完成时，应预留不小于 0.5m 的保护层。

4) 包边法施工

(1) 分层填筑时，先摊铺包边土，后摊铺红粘土。碾压前，应控制两种填料的最佳含水量，使两种填料在同一压实工艺下能达到压实标准。包边土的压实度应符合设计要求。

(2) 碾压应从两边往中间进行，超高弯道的碾压应自低处向高处进行。

5.3.5 软土路基

1) 填料选择

(1) 浅层处置换填料应选用透水性好的材料，回填时应分层填筑、压实。

(2) 砂砾层材料可采用天然级配砂砾料，其最大粒径应小于 50mm 且满足级配要求。

(3) 砂桩材料要求：采用中、粗砂，大于 0.6mm 颗粒含量宜占总重的 50%以上，含泥量应小于 3%，渗透系数大于 $5 \times 10^{-2} \text{mm/s}$ 。也可使用砂砾混合料，含泥量应小于 5%。

(4) 碎石桩材料要求：未风化碎石或砾石，粒径宜为 19~63mm，含泥量应小于 10%。

(5) 加固土桩材料要求：

a 生石灰粒径应小于 2.36mm，无杂质，氧化镁和氧化钙总量应不小于 85%，其中氧化钙含量应不小于 80%。

b 粉煤灰中二氧化硅和三氧化二铝含量应大于 70%，烧失量应小于 10%。

c 水泥宜用普通或矿渣水泥。

(6) 强夯置换材料应采用级配良好的块（片）石、碎石、矿渣等坚硬的粗颗粒材料，粒径不宜大于夯锤底面直径的 0.2 倍，含泥量不宜大于 10%，粒径大于 300mm 的颗粒含量

不宜大于总质量的 30%。

2) 软土地基路基设计高度宜控制在 1.5m~6m 范围内。软土厚度大于 25m 的路段应尽量降低路堤高度或采用轻质填料，路堤稳定性差且周边环境许可时，尽量设置反压护坡道。

5.3.6 泥石流、沿河沿溪地段路基

1) 泥石流地段路基

采用排泄道、排导沟、明洞、涵洞、渡槽等排导功能为主的结构进行泥石流处治时，排导构造物应符合下列规定：

- (1) 排导构造物基础应牢固，强度、断面与高度应符合设计要求。
- (2) 排导构造物平面线形应满足泥石流自然排道的线形，行进段沟槽不宜过分压缩，出口不宜突然放宽。流向改变处的转折角不宜超过 15%，避免因急弯突然收缩和扩大而造成淤塞。
- (3) 排导构造物行进段和出口段的纵坡应大于沟槽的自然排泄的平均纵坡。

2) 沿河、沿溪地段路基

- (1) 河流凹岸路基采用护坦基脚式挡土墙或护坦式基脚护坡防护时，其基底宜嵌入岩石中。
- (2) 沿溪地段路基加固处理采用砂桩挤密法、振冲碎石桩、袋装砂井以降低路基砂土液化的发生率，并提高砂土地基的强度。

5.3.7 水草地、涎流冰、雪害地段路基

1) 水草地路基

(1) 为防止水草地段泉眼水及地表毛细水上升对基底造成破坏，在选择填筑材料时应优先选择级配良好的砾类土，砂类土等粗颗粒土，当条件不允许时，也可采用细粒土，但土的液限不大于 50%，塑性指数不大于 26。泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土严禁用于路基填筑。

(2) 对水草地路基地表不开挖，直接填筑砂砾（或片石）时，宜采用重型振动压路机或冲击压路机碾压密实。

(3) 在路基两侧设置反压护坡道时，回填材料宜用砂砾、砾石或碎石，顶面设置 20cm 粘土隔水层。护坡道与路基同步施工。

2) 涎流冰路基

干砌挡冰墙时，应采用大块石砌筑。浆砌片（块）石砌筑的挡冰墙，应在不同标高预

留泄水孔，确保化冰水顺利排出。挡冰墙外的聚冰坑应做好防渗及安全防护措施。

5.4 常见质量问题防控

5.4.1 黄土路基沉陷

防控措施：

1) 水是造成路基沉陷的主要诱因，因此在黄土路基施工前做好路基范围内的临时排水工作，并与地方农田水系贯通。当有地表水入渗地基时，应做好浅层地表防排水和侧向防渗措施，如灰土垫层、灰土防渗墙、土工合成材料防渗墙等。

2) 按设计要求对路基基底进行补强处理，当地基偏弱时，应采取旋喷桩、灰土挤密桩、干拌水泥碎砾石桩等方法进行处理，处理时应通过现场试验选取合理的参数。

3) 由于路堤压实度等原因引起的沉降，应采取对既有路基破坏性小的石灰桩、灰土桩、双灰桩等方法进行处理。



图 5.4.1-1 路基沉陷

注：本指南中图片右上角打“√”表示正确的做法，打“×”表示错误的做法。

5.4.2 盐渍土路基

1) 盐胀：在低温作用下，盐分吸水结晶，体积膨胀，致使路基、路面出现鼓胀开裂，路肩以及边坡松散剥蚀。

防控措施：

(1) 挖除盐胀材料，在路基顶面下 80~150cm 之间，铺设土工隔断层，阻止毛细水上升。

(2) 在路基两侧 10m 以外挖排碱渠，排出路基基底的地下水，降低地下水位，防止毛细水上升。

2) 溶陷：在高温的作用下，结晶体失去水分，体积减小，路基密实度减小，在荷载的作用下，路基、路面易出现塌陷变形。

防控措施：

(1) 对于厚盐渍土层地区的路基溶陷，一般采用强夯、打桩等补强方法对盐渍土层进行压密、夯实增加路基强度。

(2) 设置毛细水隔断层防止毛细管水上升、盐分移向上路床。

(3) 在路基施工期间遇降雨浸水，应在路基施工前对盐渍土设置防排水措施。

3) 翻浆**防控措施：**

(1) 换土、提高路基和铺设护坡道、设置大粒径集料隔离层或土工织物隔离层。

(2) 采用石灰砂桩、强夯压实土基、石灰土稳定砂砾结构等方式处置。

(3) 底基层的盐渍土中掺入固化剂，提高稳定土层的强度。

(4) 对于地下水，设置土工布隔断层阻止毛细水上升，选用具有抗硫酸盐、氯盐，抗腐蚀及耐老化、耐冻性的土工布。

(5) 施工中采取掺干土或 20% 的风积砂来降低盐渍土的含水量，直至达到最佳含水量。

4) 泛盐**防控措施：**

(1) 应做好路基范围内的防排水工作。

(2) 将路基顶面铺筑一层 30cm 厚填料，只需要初压即可；或在路基顶面铺设土工膜，并在顶面覆盖 20cm 厚填料，效果更好。

5) 盐湖地区路基易受卤水腐蚀将路基溶沉**防控措施：**

(1) 应在路基两侧做好防渗措施。

5.4.3 风积沙及沙漠地区路基**1) 沙害方面**

(1) 沙害：在风沙地区沙害是公路常见的病害。其危害主要表现为风蚀和掩埋，尤其以沙埋为主。路基遭受沙埋有两种形式，一是在风沙地区，由于沙粒沉落堆积，掩埋路基；二是在流动沙丘地区，由于沙丘的向前移动，掩埋路基，路基遭受风蚀，将会出现削低、变窄、掏空和崩塌等现象。

(2) 路基边坡风蚀：风积沙填方路堤的风蚀，主要出现在迎风边坡及路肩边缘部位；挖方路堑的风蚀，在路堑顶地形变化的棱角部位较为严重。

(3) 水毁：自然降水对路面、路肩及边坡冲刷：沙漠地区一般年降水量较少，但大部分为暴雨降落，暴雨下降地面后，由于无植被，极易造成路基水毁。

(4) 防控措施：

根据“预防为主、防治结合”、“因地制宜、因害设防”、“轻害轻防、重害重防”等公路沙害防治原则，综合考虑形成自然条件、资源配置、建设必要性、经济合理性、技术可行性等因素，建立机械工程防沙体系，采用滴灌、渗灌等先进技术实施生物治沙，以期能长久地解决问题。

a 选择线形时应充分调查风向方向，线形与风向角度宜小于 45° 。

b 植物固沙：植物固沙是防治沙害的根本措施。在有条件的地方采用植物固沙法施工时，要严格按照设计要求的树苗或灌木种类和设计规定的间隔尺寸及布置形式进行种植。植物固沙如图 5.4.3-1 所示。



图 5.4.3-1 植物固沙

c 工程治沙：防沙工程应根据公路等级采取固、阻、输、导等工程措施，结合植物固沙，总体布置形成完善的综合防护系统。如图 5.4.3-2 所示。

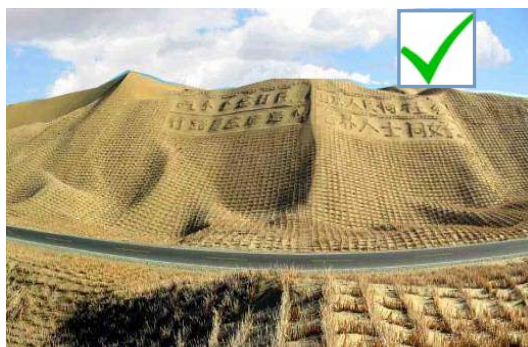


图 5.4.3-2 工程治沙

2) 压实度不足

(1) 原因：风积沙施工的关键环节就是洒水碾压，洒水不适当会对风积沙的施工质量

影响很大。施工经常出现洒水不均匀、不彻底而导致风积沙压实度不足。

(2) 防控措施:

a 地下水位缺乏的地方,可采取在取土场提前进行洒水闷料的方法,并必须在现场配备足够的洒水车进行补充洒水。

b 对风积沙的洒水方法非常重要。现场洒水时,必须及时、大量(应较最佳含水量多1%~2%)、均匀,并且必须采取分格的方式。在风积沙粗平后,采用人工修筑挡水埝,对风积沙进行分格,每个格的大小宜为 $5\times 5\text{m}$ 。然后对每个格进行洒水,洒水时间以洒水均匀到底为准,其他格的洒水时间依此为准。采用分格的方式进行洒水,保证了洒水均匀,防止漏洒、过洒现象的发生,保证了风积沙的施工质量。

5.4.4 红粘土路基

碾压时填料含水率过大或是路基排水不畅,长期受地表水或地下水影响,造成路基填筑土体含水量饱和,成为“过湿土”,压实时形成“弹簧土”。路基土质潮湿状态超过临界后,在行车动荷载作用下,易产生边坡失稳、使得路基沉陷变形。

防控措施:

1) 严格控制路基填料各项指标在规范规定范围之内,特别是碾压时土体的含水率不能超限。

2) 施工开挖临时排水沟,排干地表水,降低地下水水位,保证基底含水率不超标。

3) 雨季施工时排水不及时,路基填筑层出现车辙、翻浆、积水路段时,应按要求整治完成后再填筑下一层。

4) 路基出现的“弹簧土”,可以采取以下方法进行处治:

(1) 晾晒法:将弹簧土翻出晾晒,待含水量降低符合要求后再进行回填碾压,但由于弹簧土晾晒时间较长,将延长工期,因此该方法一般适用在工期不紧张和天气条件较好且“弹簧土”面积较小、深度不大于50cm的情况下使用此方法。

(2) 碎石铺垫法:在弹簧土表面铺一层碎石,然后进行碾压夯实,将表层土紧密挤实。

(3) 换土回填:即挖去弹簧土,重新换填含水量符合要求的土体,这种方法常用于工程量不大,工期较紧的工程。

(4) 掺入干石灰粉:将弹簧土翻起并粉碎,均匀掺入生石灰粉末,吸收土体中的水分降低含水量,经碾压夯实后形成灰土层,产生一定的抗压强度。本方法大多在弹簧土情况较为严重及气候条件不利于晾晒的情况下使用,特别是在运距较远,换填方量较大的条件下运用此方法。

(5) 打石桩：将直径 200mm~300mm 的块石依次打入土体中，直至打不下去为止，最后在上面铺满厚度 50mm 左右的碎石层后再进行夯实。这种方法适用于气候情况不利于晾晒及建筑物荷重比较大的湿粘土软土地基。

5.4.5 软土路基

1) 路基开裂

(1) 路堤稳定性差导致裂缝出现时，防控措施如下：

a 裂缝严重并持续发展时，应采取卸载或反压等应急措施，并按滑塌进行处理。

b 路堤高度较小、工期允许时，宜卸除部分或全部路堤填土，加强软土地基处理。

c 路堤高度较大、工期紧张时，或运营公路，可在坡脚附近注浆、设置旋喷桩、搅拌桩。征地、运输等条件许可时，宜优先考虑反压方案。

(2) 由于差异沉降导致裂缝出现时，防控措施如下：

a 差异沉降继续发展严重时，宜采用旋喷桩、注浆、石灰桩等方法进行地基处理。

b 差异沉降发展不严重时，可采取注水泥浆封缝等措施处理。

c 为减少后期裂缝发展，在建公路可采用超载预压，或在路堤中垂直裂缝方向铺设土工合成材料，或设置钢筋混凝土板。

(3) 质量防控注意事项

a 应及时封闭裂缝，避免裂缝进水。

b 应合理选择施工机械、施工工艺和参数，减少对地基的扰动。

c 应加强施工监测，根据监测资料调整施工进度和施工顺序，必要时可调整设计。处理完毕后，应继续监测半年以上，并评价加固效果。

2) 桥头跳车

防控措施：

(1) 一般采用复合地基加固处理方式，而在路基坡脚排水不畅，软土层达不到排水固结要求时，使得原有的复合地基局部失效，从而产生二次病害的情况。

(2) 预留沉降量法：根据设计总沉降量值，对桥头部位的路线纵坡做适当调整，使桥头路堤沉降稳定后线形仍能符合原设计要求。

(3) 桥头沉降差：目前以设置桥头搭板为多。老的搭板沉降差超过一定值，可挖除老搭板，加高整修后重新设置搭板。若新的搭板施工时，在搭板上预留 6cm 注浆孔 3~5 个。工后沉降超过一定值时，灌浆填充，增强基础的稳定性。

3) 路基沉降

防控措施:

(1) 有继续预压、二次地基处理、加长搭板、换填气泡混合轻质土、预抛高、过渡性路面和养护加铺沥青混凝土等处理方法。

(2) 选择轻质材料填筑: 可选择粉煤灰或粉煤灰加土作填料, 以减轻基底土承载力达到减小沉降的目的。

(3) 改变基底土受力条件法: 采用在软基中打水泥粉喷桩、碎石桩, 在基底土体上和砂垫层上铺设土工布或土工格栅, 或在各填筑层之间铺设土工格栅, 以达到改善地基土体的受力条件, 减小不均匀沉降。

(4) 半填半挖、新老交替路段路基纵向开裂: 因路基不均匀沉降引起。可考虑在路面结构层里全幅设置钢筋网或土工布、土工格栅, 增强路面的整体强度。

(5) 二次地基处理宜采用袖阀管注浆和高压旋喷等, 应减少对相邻结构物的推移和对路堤的拉裂。

4) 路堤失稳**防控措施:**

(1) 路堤出现失稳前, 其沉降、位移观测值一般会发生突变, 一经发现, 应马上停止填筑, 并视具体情况可采用护坡道反压、卸载等措施, 情况严重的, 应卸载后重新填筑。在水塘部位, 可加大路基两侧抛填宽度, 确保坡脚稳定。

(2) 控制路基填筑速度, 充分利用透水性材料对路堤固结处理, 防止路堤坡脚向外滑移、失稳。如: 采用打设袋装砂井、塑料排水板、铺设砂砾(砂)垫层、桥头真空预压、等载、超载预压等方法, 加快基底土体排水固结。

(3) 反压护道法: 当路堤高度超过其极限高度 1.5~2.0 倍时, 可采用反压护道, 使路堤下软基趋于稳定。

5) 路基边坡滑塌**防控措施:**

(1) 滑塌处理常用方法有: 土工合成材料法、反压护道法、复合地基法、换填气泡混合轻质土, 或上述方法的联合处治, 或路改桥。

(2) 运营公路滑塌时宜选择采取反压护道或换填气泡混合轻质土等快速处理方法。

(3) 滑塌路段处理方案应考虑与相邻路段平顺过渡。

(4) 滑塌处理施工应选择穿透能力强、并能减少对相邻路段的振动和挤压的施工机具和施工工艺。

(5) 路堤与反压部分的地基处理和填筑宜同步进行。

5.4.6 泥石流、沿河沿溪地段路基

1) 泥石流地段路基

防控措施:

(1) 植树造林, 封山育林: 对流泥、流石的山坡, 特别是在分水岭、山坡、洪积扇上及沟谷内, 春秋两季, 应进行植树造林。禁止在山体上游设置料场、人为破坏原有植被。

(2) 治理地面水流: 截水沟将冲刷山坡的水流截引出去, 固化风化坡面, 填砌冲沟; 将陡坡地段整平。

(3) 拦挡拦截: 主要用于上游泥石流形成区的后缘, 采用各种形式的拦截坝进行拦泥滞流和护床固坡。

(4) 排导工程: 主要包括排导沟、渡槽、急流槽、导流堤、排洪道等。

(5) 平整山坡, 填充沟缝, 修筑土坝以防止水土流失, 防止滑坡发生。

(6) 对泥石流易发地段道路设置警示标志, 在项目交工时与养护单位进行交底。

2) 沿河、沿溪地段路基

防控措施:

(1) 在季节性水流较急的路段增加防止路基边坡冲刷, 淘蚀的护岸措施, 如片石挡护、石笼挡护等。

(2) 路基边坡有潜水或渗水层时, 应设置排水设施, 将水引出路基范围之外。

5.4.7 水草地、涎流冰、雪害地段路基

1) 水草地路基

防控措施:

(1) 做好防排水设施

水草地路段由于地下水丰富, 地表排水不畅易积水, 为防止积水长时间浸泡基底造成路基失稳, 应设置完善的排水边沟及急流槽等排水系统。

(2) 设计宜提高路基高度。进行水草地路段路基设计时, 在经济合理且符合规范的前提下, 应尽量提高路基的高度, 以减少水草地不良地质对路基施工的影响。

2) 涎流冰路基

防控措施:

(1) 提高路基

a 聚冰量不太大的涎流冰, 可采用提高路基的方式进行防治。路基高度应高于 50 年一

遇的涎流冰最大壅冰高度加 0.5m，同时筑路材料应选用水稳性比较好的碎、砾石等材料。

b 采用桥涵跨越涎流冰时，桥涵孔径及净空应满足春融季节排水及排淤冰的需要，净空不应低于历年最高涎流冰冰位加壅冰高度，再加 0.5m 的安全高度。当桥涵净空受限时，可采取设置矮导冰坝、开挖河槽或蓄冰池等措施。

(2) 聚冰沟和挡冰堤

a 对于冲积扇或缓山坡上的涎流冰，可在路基上边坡外设置聚冰沟。聚冰沟可设置多道。第一道聚冰沟应从水源起顺山坡或沟谷布设，将水导入附近的河沟或桥涵。

b 聚冰沟横断面应根据地形、地质、水量、聚冰量确定，并做好排水设施的顺接。

c 挡冰堤宜设置在聚冰沟的下方，其高度及宽度应依据淤冰量确定。

(3) 挡冰墙和聚冰坑

a 设计能够储存整个冬季淤冰量的挡墙，且在春季融化时及时排出化冰水，挡冰墙应设在边沟外侧，并采用浆砌片石或块石砌筑；当为干砌时，宜采用大块石砌筑。

b 当聚冰量大时，可在挡冰墙外侧设置聚冰坑。并利用天然山坳或由超挖边坡筑成。聚冰坑的大小，由聚冰量确定。

c 土质地段的聚冰坑，可根据坡面渗水和土质情况，在边坡坡脚设置干砌片石矮墙。边沟应采用浆砌片石防护。

(4) 保温盲沟处理涎流冰

开挖盲沟基坑过程中，如遇潜水流量较大部位极易塌方，此时应放坡开挖梯形断面盲沟，成形后砂砾回填。

(5) 涎流冰堵塞涵洞进出口

在涵洞进口上游设置挡冰墙，能有效防治涎流冰进入桥涵、堵塞涵洞进出口，并防止涎流冰融化时冲毁路基。

(6) 边坡渗水

a 对于路基边坡渗水，不论水量大小都应采用盲沟处理。

b 对于渗水量较少的边坡渗水，采用放缓路基边坡坡度，然后在渗水处设置护坡及急流槽，使渗出的水顺着急流槽排出路基之外。

c 对于渗水量较大的挖方边坡渗水，冬季容易形成涎流冰，会造成路基严重病害时，采用塑料防水板、软式透水管及保温层综合治理。

3) 雪害路基

防控措施：

雪害防治以防为主，防治结合，采取植物防治与工程治理相结合的防雪、稳雪、挡雪、导雪、排雪等综合措施。

(1) 路线宜绕避雪害地段，丘陵区应利用阳坡布线。无法绕避时，应从雪害较轻部位以最短距离通过，路线走向宜与风雪流的主导风向平行或交角不大于 30° ，并采取防护措施。

(2) 风吹雪地段路基宜填不宜挖。应选择利于风雪流运动的整体式路基或分离式缓边坡路基。路基和路肩上不宜设置护栏等设施，并应清除路基两侧距边坡脚各 20m 范围内的障碍物。

(3) 合理控制公路路基高度。路基施工中为避免公路路基风吹雪害问题的发生，在路基施工过程中，对路基高度进行如下控制：一般地段路基应高出原地面 2m 以上；挖方（挖方深度不足 5m 的路堑路段）及低填方（ $H < 1.5\text{m}$ ）段设敞开式路基。

(4) 合理设置路基边坡坡度。路堤迎风侧边坡坡率宜为 1:3~1:4；单项风强烈时，路堤迎风面的边坡放缓至 1:4；挖方路段避免深路堑，宜采用缓坡率的敞开式路基，边坡坡率宜为 1:2~1:5；同时设置流线型坡口、坡脚及路缘石，路基两侧设 20m 宽整平带，旧路取土坑修整，设路侧取土坑作为储雪场。

(5) 雪崩地段宜采用填方路基，路堤高度宜大于雪崩发生时的最大积雪堆积厚度。应按照稳定山坡积雪、改变雪崩运动方向、减缓雪崩运动和清除积雪等原则，设置水平台阶、稳雪栅栏、土丘、导雪堤（墙）、挡雪墙、防雪林带等设施。雪崩较严重地段，可采用防雪走廊、明洞、隧道等遮挡构造物。

(6) 合理设置挡雪墙。路基在挡雪墙设置时，在挡土墙的高度确定上，线路穿越平原区域的挡雪墙按照 1.5~1.8m 进行控制，山区地区的挡雪墙高度控制在 2~6m。挡雪墙设置与路线之间的距离：平原地区的挡雪墙与路线间距一般为墙高的 12~14 倍；山区的迎风坡距路线间距为墙高的 8 倍左右；背风坡距路线间距为墙高的 15~25 倍。为提高挡雪墙的防雪效果，挡雪墙的走向尽可能地按照与公路平行，主风向的垂直方向布设。

6 冬、雨季路基施工

6.1 一般规定

6.1.1 冬季路基施工

1) 昼夜平均温度在 -3°C 以下，且连续 10 天以上，或者昼夜平均温度虽在 -3°C 以上，但冻土没有完全融化时，均须执行冬季施工相关规定。

2) 根据施工调查资料，详细了解施工地区的冬季气候特性。如历年冬季起讫时间，当时气温、水文变化情况。

3) 对施工人员应进行冬季施工技术交底和安全教育，确保质量和安全。

4) 施工前根据气候特点和施工段地质条件，编制合理的专项冬季施工方案。

5) 冬季施工的路基段落，在冻结前处理完不良基底。

6.1.2 雨季路基施工

1) 雨季施工主要是排水和防水的妥善处理问题。

2) 根据施工调查资料，详细了解施工地区的雨季情况。如历年雨季起讫时间，降雨天数，日降雨量的最大、最小和平均数，上游水库、水坝有无漫水或决口的可能；沿线地质、水文方面有无坍塌、落石及水害等情况。

3) 雨季施工地段，应先完成构造物基础工程，并应综合规划、合理设置现场防排水系统，并及时采取有效措施，及时引排地面水。

4) 路基施工前应根据工程量、合同工期、机械配置等科学编制施工计划，并结合气候特点和施工段地质、地形条件，编制合理的专项施工方案。

5) 加强与气象部门的联系，建立长效的联动机制，根据天气、雨期、雨量的变化，及时调整施工组织设计。

6) 雨季期路基施工地段一般宜选择丘陵和山岭地区的砂类土、碎砾石和岩石地段及路堑的弃方地段。

7) 重粘土、膨胀土及盐渍土地段不宜在雨季施工，平原地区排水困难，不宜安排雨季施工。

8) 制定雨季施工安全预案，做好防水、防洪、排水畅通工作，避免灾害和事故发生。

6.2 管理要点

6.2.1 冬季路基施工

- 1) 河滩低洼地带,可被水淹没的填土路堤不宜冬季施工;土质路堤路床以下 1m 范围内,不得进行冬季施工;半填半挖地段、挖填方交界处不得在冬季施工。
- 2) 冬季路基施工应采取措施,及时排除雨雪水。
- 3) 基底处理:冻结前应完成路基表层清理工作;对需要换填地段或坑洼处需补土的基底应选用透水性良好的砂砾料回填,并及时进行整平压实。
- 4) 填料选择:宜选用不易冻结的砂类土、碎石、卵石土、石渣等透水性良好的材料,不得用含水量过大的粘性土。
- 5) 填筑路堤,应按横断面全宽平填,每层松铺厚度建议 15cm~25cm,且松铺厚度不得超过 300mm。当天填筑的路段宜当天完成碾压,并达到压实度标准。随时按设计要求刷每层边坡。
- 6) 停工时,进行覆盖防冻,恢复施工时应将表层冰雪清除,并补充压实。
- 7) 当路基填筑高度高出路床底面 1m 时,应停止冬季施工,并在顶面覆盖防冻保温层。冬季过后必须对填方路堤进行补充压实,并对路基压实度、高程、宽度、中心偏位、横纵坡等指标进行复检,当各项指标达到相关规范要求时方可进行上层施工。
- 8) 路堑挖至路床顶面以上 1m 时,完成临时排水沟后停止开挖,待冬季过后再施工。
- 9) 挖方边坡不得一次挖到设计线,应预留一定厚度的覆盖层,待到正常施工季节后再修整到设计坡面。

6.2.2 雨季路基施工

- 1) 路基填筑
 - (1) 雨季路堤施工地段除施工车辆外,交通管制其他车辆在施工场地通行。
 - (2) 雨季应选用透水性好的碎、卵石土、砂砾、石方碎渣和砂类土作为填料,严禁填筑非渗水填料。利用挖方土作填方时应随挖随填及时压实。含水量过大无法晾干的土不得用作雨季施工填料。
 - (3) 原地面施工时,应增加排水设施,雨后应组织人员及时排除路基表面积水,在上料前应组织复压复检。
 - (4) 在填筑路堤前,应在填方坡脚以外挖掘排水沟,保持场地不积水。雨季前应将填筑作业面填到最高积水位 0.5m 以上。
 - (5) 雨季路堤施工:每一层表面均应作成 2%~4%的排水横坡;路堤边坡应随时保持平整,不留凹坑;路基施工各道工序应连续进行,当天填筑的土层应当天或雨前完成压实。
 - (6) 在已填路肩处,应设置纵向临时挡水土埂、每隔一定距离设置出水口和排水槽,

出水口和排水槽采用砂浆抹面或采用耐用材质，引排雨水至排水系统。

(7) 借土填筑时，应做好取土场的临时排水系统。

(8) 沿溪沿河地段的施工，要警惕洪水、泥石流等灾害的发生。

2) 路堑施工

(1) 在土质路堑开挖前，在路堑边坡坡顶 2m 以外开挖截水沟并接通出水口。

(2) 开挖路堑应加强排水工作，同时挖好边沟和平台截水沟。宜分层开挖，每挖一层均应设置好排水纵横坡，保证雨水顺畅排出。

(3) 挖方边坡不宜一次挖到设计坡面，应预留一定厚度的覆盖层，待雨季过后再修整到设计坡面。

(4) 雨季开挖路堑，当挖至路床顶面以上 300~500mm 时应停止开挖，并在两侧挖好临时排水沟，待雨季过后再施工。

(5) 雨季开挖岩石路基，炮眼宜水平设置，边坡应按设计自上而下层层刷坡，坡度应符合设计要求。

3) 构造物基坑在雨季开挖后未能及时施工时，应采取防浸泡措施，雨后应对基坑地基承载力再次检测，以满足设计要求。

7 路基排水

7.1 一般规定

7.1.1 结合项目地域环境、气候特点、农业灌溉、后期养护及施工工艺，按照“因地制宜，排、堵、疏相结合”的原则，设计单位应加强施工过程中的调查研究及综合设计，以形成完善的排水系统，确保排水设施安全可靠、经济合理。

7.1.2 路基工程施工前，施工单位应先结合永久排水设施的设置完成临时排水设施的施工，并经监理工程师验收满足工程需要后方可进行下一步工序施工。施工单位在施工期间，应经常维护临时排水设施，保证水流畅通，必要时应有强排措施。

7.1.3 路堤施工中，各施工作业层面应设 2%~4% 的排水横坡，层面不得有积水，并采取设置临时拦水带等措施防止水流冲刷边坡。

7.1.4 路堑施工中，应通过设置临时排水沟等措施及时排出路基范围内的地表水及地下水，当达到设计标高后应及时施做路堑边沟。

7.1.5 桥台应在锥坡两侧、中部设置竖向排水沟或急流槽，以防止雨水冲刷、冲毁锥坡。

7.1.6 施工单位在施工排水沟时应熟悉设计文件，并逐段复核排水设施的位置及标高，对存在与现场实际不符的情况及时报现场设计代表及设计单位进行排水系统二次调查设计，经现场各方核查满足要求后方可实施，以确保排水达到通畅的效果。

7.1.7 排水设施施工按照设计做到材料、尺寸满足要求、回填密实、地基稳定、基底稳定无渗漏、外观平纵面平滑圆顺，排水畅通。

7.1.8 排水设施施工应根据设计要求尽量采用机械化、装配化施工，对人工施工的排水设施应选择专业队伍，并认真做好放线测量及施工工序控制，确保排水设施施工达到设计要求。

7.1.9 高寒高海拔地区不宜采用浆砌片石边沟。

7.2 管理要点

混凝土预制块边沟，截水沟，排水沟，急流槽，跌水井等排水工程的砌体与开挖沟槽自然土体之间回填密实，砌体背部回填作为排水工程验收指标之一。

7.2.1 土质边沟

1) 土质边沟应尽可能利用地形条件，采取相应措施，将边沟水流分段设置出水口排出路基外。

- 2) 沟底应平顺整齐,不得有松散土和其他杂物,排水畅通。

7.2.2 草皮边沟

- 1) 适用条件与基本要求可参照土质边沟。
- 2) 应优先利用公路清表草皮或采用专项集中种植的草皮,不得破坏草场植被另取草皮。
- 3) 草皮铺设应平整美观,草皮间缝隙应用种植土填充密实,施工完成后须继续洒水确保草皮成活。

7.2.3 混凝土边沟

- 1) 混凝土边沟施工宜采用滑模施工技术,确保边沟线形顺滑,进度快。
- 2) 边沟每 10m 设置一道宽度不小于 1cm 的伸缩缝,缝内用沥青麻絮填塞,伸缩缝必须上下贯通、顺直。
- 3) 混凝土盖板边沟宜设于人口密集区。边沟盖板须按小型预制件要求集中预制。
- 4) 边沟注意纵坡的控制,内侧及沟底应平顺,无松散土及杂物。

7.2.4 排水沟

- 1) 截水沟施工要点:
 - (1) 排水沟线形要平顺,转弯处宜为弧线形。
 - (2) 排水沟的出水口处应设置跌水和急流槽将水流引出路基或接入排水系统。
- 2) 截水沟设计应符合下列要求:
 - (1) 将取(弃)土场和路基附近低洼处汇集的水引向路基以外时,宜设置截水沟。
 - (2) 截水沟断面形式应结合地形、地质条件确定,沟底纵坡不宜小于 0.3%, 与其他排水设施的连接应顺畅。易受水流冲刷的截水沟应视实际情况采取防护、加固措施。

7.2.5 保温盲沟

- 1) 保温盲沟基础线性应顺直,基础的地基承载力必须符合设计及规范要求。
- 2) 保温盲沟埋置深度应大于工程所在地最大冻土深度值。

7.2.6 跌水、急流槽

- 1) 跌水的高度与长度之比应与原地面坡度相适应,不同台阶坡面应上下对齐。
- 2) 急流槽的纵坡应按图纸所示进行施工,应与天然地面坡度相配合。消力坎的设置应依据实际纵坡添加。
- 3) 路堤边坡急流槽的砌筑,应能为路面雨水排入急流槽提供一个顺畅通道,路缘石开口及流水进入路堤边坡急流槽的过渡段应连接顺适。

7.3 质量控制

7.3.1 土质边沟

土质边沟应平整、坚实、稳定，严禁贴坡。

7.3.2 混凝土边沟

- 1) 混凝土边沟应按 10~15m 设置沉降缝，沉降缝材料宜采用沥青麻絮堵塞。
- 2) 用全站仪检测平、纵位置。

7.3.3 保温盲沟

- 1) 保温盲沟材料可用浆砌片石或 PVC 管。
- 2) 保温盲沟沟底纵坡不宜过小，最小纵坡不宜小于 0.5%。保温盲沟出水口应与天然地面顺接，并在出水口堆砌一定量的片块石作保温处理。
- 3) 土工布采用渗水土工布与防渗土工布两种，沟底及路基侧为防渗土工布，边坡侧为渗水土工布。土工布要求铺设平顺，并且所有纵向或横向的搭接缝应交替错开，搭接长度不得小于 300mm。
- 4) 土工布铺设完毕后立即进行盲沟混凝土基础的施工，混凝土振捣宜用手持式振动器进行振动。
- 5) 铺设有 PVC 管上半部要打孔，保证渗水进入管内顺利排出回填时用碎石（粒径 20~40 mm）填筑，依次采用小粒径碎石或砂砾填筑。

7.3.4 跌水、急流槽

- 1) 急流槽浆砌缝隙砂浆应饱满，勾缝密实。槽内抹面应平整、压光、顺直、无裂纹。
- 2) 急流槽的基础应嵌入地面以下，其底部应按设计要求砌筑抗滑平台，并设置端护墙。
- 3) 急流槽每段长宜控制在 5~10m，接头处填防水材料且密实无空隙。过长的急流槽槽底宜设几个纵坡，一般上段较陡，向下逐渐放缓。

7.4 常见质量问题防控

7.4.1 排水边沟沟底纵坡不顺，断面大小不一。

- 1) 现象：沟底高低不平，出现折线反坡，局部积水，局部断面过小，排水不畅。
- 2) 防控措施：
 - (1) 严格按照设计要求的开挖断面和纵断面高程。
 - (2) 监理工程师做好事前监理，并严格按照施工工序进行检查监督。

(3) 尽量采用机械化、装配化施工，减少人工砌筑及浇筑。

7.4.2 路基排水不畅。

1) 现象：边沟尾端无出路、边沟变成渗水沟。

2) 防控措施：

(1) 监理、施工单位加强施工图纸的现场核查工作，认真核查填挖交界处、自然沟渠衔接处、桥涵构造物衔接处的排水，对排水出路不明确的，要及时上报。

(2) 除解决好路基边沟排水设施外，还要解决好边沟尾端排水沟的挑挖修整。

(3) 混凝土、砂浆等圬工材料采用集中厂拌，预制块采用集中工厂化、标准化预制，严禁现场路拌生产混凝土、砂浆等。

(4) 监理工程师加强对原材料、基底夯实、回填等的各工序现场控制。

8 改扩建路基工程

8.1 一般规定

8.1.1 施工单位应编写施工组织计划书，并结合实际对交通保畅、场地清理、地基处理、路基拼接、施工排水等工艺提出要求。

8.1.2 改扩建工程的旧路利用段设计、施工，对新老路基结合部的处理应作为质量控制的重点。

8.1.3 各参建单位应重视交通组织与管理工作，制定交通保畅方案。通车路段施工，须设立专职的交通管理人员，应按照养护规范要求设置交通引导标志、限速标志、警示标志、照明设施等，保障道路安全、畅通。高等级公路实行通车路段与施工路段隔离。

8.1.4 制定相关应急预案。对交通事故的处理应反映快速、处置灵活、抢险稳妥、救援及时。

8.1.5 建设必要的临时设施，保障跨线桥、通道等构造物的正常使用，不得影响周围群众正常生产、生活。

8.1.6 对收费站、服务区、停车区改造时，应保障基本的服务功能。

8.1.7 积极推广和应用新材料、新技术、新设备，坚持环保、节约的理念，重视再生技术的应用，尽可能地利用原有公路的设施、材料。

8.1.8 老路路基边坡进行挖台阶处理时，应根据开挖情况确定老路状况，根据不同情况制定相应措施对老路进行合理利用。

8.2 管理要点

8.2.1 施工前须对原路基不均匀沉降、桥头路基沉陷等病害及加宽段路基基底进行处理，且对原路基内结构物进行必要的防护加固。

8.2.2 路基拼接施工

1) 施工前应对地基状况进行核查，并选择合理的施工方案，保障软土处理、路基拼接后原路基的稳定性。

2) 土质路基

(1) 路基开挖施工应尽量避免雨季施工，缩短施工周期。

(2) 路基开挖时若老路堤出现渗水现象，须及时上报并处理后方可继续施工。

(3) 老路基开挖断面及时分层整平碾压，避免长时间暴露，防止降雨对开挖老路基稳

定性影响，设置排水措施。

3) 砂砾路基

(1) 路基台阶开挖不易成型，应由下向上分层填筑。

(2) 在施工时应清除原路基搭接部位超粒径填料。

4) 高填方路基

(1) 对老路基进行稳定性验算并满足要求后方可继续开挖。

(2) 由于施工周期较长，应严格做好排水措施，防止雨水从拼接面下渗。同时做好拦水埂和急流槽，防止雨水对路基边坡冲刷。

8.2.3 石方挖方路基拓宽

1) 路堑开挖应遵循尽量不爆破的原则。若必须采用爆破施工则爆破规模须采取小型爆破，并采用预裂控制爆破和光面爆破方式，同时每次爆破必须有计划、有审批、有组织、定时、定点、定规模进行。

2) 爆破施工前须对周围环境进行调查。以不干扰主线交通、实施短时间封闭交通（30分钟以内）为原则，采取必要的防护、加固措施，防患于未然，确保周围建（构）筑物的安全。

3) 加强爆破震动监测，并及时将监测结果提供给现场工程技术人员，以便严格控制最大一段装药量，确保周围建（构）筑物的安全。

4) 土石方挖运

(1) 爆破施工与土石方挖运同步进行，即采取边挖运边爆破的配合方式进行，爆破完成的作业区应采用挖掘机和装载机装渣，自卸车运输填筑于路堤地段或弃渣场。

(2) 在拓宽工程爆破施工时，确保高速公路双向车道不间断运营，爆破石渣不能直接抛掷路堑以下。

8.2.4 涵洞及通道拼接

1) 地基处理

(1) 软土地段须按照设计要求先进行地基处理。若采用桩基处理时，须待桩达到设计强度后再进行垫层和基础施工。

(2) 非软土地段，须测定土基的承载力；承载力不足时，须调整设计后施工。

2) 洞口拆除

(1) 涵洞、通道拼接前应将洞口的一字墙、八字墙、锥坡、洞口铺砌、挡水墙等原有构筑物拆除。

- (2) 可采用切割、凿除等方法拆除洞口构筑物，严禁使用静态爆破法拆除。
- (3) 对填土高、孔径大的暗涵、通道拆除洞口结构物时，应确保洞口两侧路基的稳定性满足要求。对存在病害的暗涵、通道，须采取临时支护，确保洞口拆除施工安全。
- 3) 涵洞自身临时排水，宜采用堵排结合的方法，若采用封闭式排水措施，则不得出现漏水浸泡基坑的现象。
- 4) 注意事项
 - (1) 台背两侧回填应与路基填筑同步进行，防止单侧偏压。
 - (2) 洞口铺砌应适当延伸至坡脚以外，与地方水系顺接或与路基排水边沟顺接。
 - (3) 隔离栅跨越涵洞进出口时，应设置固定栅栏，防止牲畜穿越。
 - (4) 尽量避免在农田灌溉高峰期进行涵洞拼接施工。

8.3 质量控制

8.3.1 路基拼接施工

- 1) 土质路基
 - (1) 台阶的开挖采用机械结合人工的方式进行。台阶应结合路基施工分段落、分级按自下而上顺序随填土进度逐层开挖，开挖一级填筑一级。开挖后应对台阶处的原老路填土进行天然含水量和力学性能检测，含水量过大时需晾晒或加灰处理。
 - (2) 台阶立面机械开挖时应预留 10cm 宽度，台阶壁应设置 1:0.2 斜坡。
 - (3) 新填路基的填料应与老路基填料相同，或选用水稳定性好的砂砾、碎石等填料。
 - (4) 碾压时自路基外缘向内缘碾压；先使用大吨位压路机碾压，大型压实机械无法碾压的死角，应采用小型压实机具减薄厚度分层碾压；特殊地段可采用强夯处理。
 - (5) 路基横坡可适当放大 3%，便于排水。
- 2) 砂砾路基

新旧路基结合部位，每填筑一层，应用推土机按分层填筑厚度的 2 倍宽度向旧路基内侧推进搭接。在碾压搭接结合部位时要增加碾压遍数，压实度适当提高。
- 3) 高填方路基
 - (1) 高填方路堤施工应加强沉降观测，并根据拼接施工特点，增加水平位移观察，并严格控制填筑速率。
 - (2) 边坡台阶开挖应验算路基稳定性后实施。不宜一次性开挖过大、过高。
 - (3) 原路堤边坡清理后若出现松散、过湿、翻浆、沉陷、冲沟等病害现象，须对其进

行换填处理后方可进行开挖台阶施工。

(4) 每一压实层均应检验压实度，合格后方可填筑其上一层。对于拼接段的路基填筑压实度的控制应作为平时检测工作的重点。拼接路基距拼接缝 3m 范围内及老路基台阶上的填筑土压实度压实标准应提高 1%，对其压实度检测应加大频率，且保证合格。

(5) 结构物台背回填施工纵向、横向开挖台阶由底至上开挖，开挖一级填筑一级。

8.3.2 涵洞及通道拼接

1) 箱涵、箱式通道拼接施工

(1) 原有箱涵、箱式通道的混凝土基础凿开须在拼接施工前完成，并设置沉降缝。

(2) 应采用大块模板拼装施工，单块模板面积 $\geq 2\text{m}^2$ ，模板拼装缝隙应平整、紧密、不漏浆。

(3) 应选择连续级配防水混凝土，混凝土强度保证率 $>95\%$ ，第 1 次浇注混凝土强度达到 70%后方可进行第 2 次浇筑，并一次完成浇筑。

(4) 老箱涵、箱式通道洞口一字墙拆除后外露的钢筋头应先涂一层环氧树脂，再用一层砂浆抹面，防止钢筋锈蚀。

(5) 工作缝外侧采用橡胶止水带、遇水膨胀橡胶条综合处理，内侧用沥青麻絮填塞，表面用砂浆勾缝。

(6) 扩建通道与原通道的接缝可采用植筋拼接的刚性固结形式，并加强扩建通道基础的处理。植筋拼接施工工序如下：

a 检查老通道是否有缺陷，对墙身及顶板表面进行检查，是否有裂缝，如有裂缝须采取措施修补、加固。

b 凿除通道、箱涵的护栏底座并对其端墙凿毛处理。

c 用钢筋探测仪测出植筋处混凝土内的钢筋位置，核对、标记植筋部位，以便钻孔时避让钢筋。

d 孔位放样后采用电锤钻进行钻孔，并根据钢筋直径选择孔径和孔深。

e 成孔后孔眼必须用毛刷将孔壁的浮尘反复清刷干净，或用空压机的强风彻底吹洁孔壁，重复至少三次以上，不要留下灰尘或泥浆，并保证孔眼处于干燥状态。

f 清孔结束以后，采用与植筋胶品种相配套的植筋胶枪向孔中注射胶体，注入胶体大约为孔体积 1/2 左右。

g 及时将备好的钢筋或螺杆旋转着缓缓插入锚孔底，使得锚固剂均匀地附着在钢筋表面及缝隙中，使胶与钢筋、孔壁全面粘结。

h 植筋完成以后必须做好植入钢筋的固化期保护作用，禁止扰动、碰撞钢筋。

I 植入钢筋必须按 1%且至少 1 根的频率随机抽检进行抗拉拔试验。

2) 盖板涵拼接

(1) 支座垫板采用三油四毡，提前预制成支座垫板块，安装盖板前平铺在台帽上。若台帽不平整，则用 1:2 水泥砂浆将垫板支平，确保盖板四周均匀受力。

(2) 严格按照通用图和施工规范要求进行防水层施工，涵台顶部两侧做好排水盲沟，不允许出现盖板漏水现象。

(3) 涵洞洞底铺砌进出口必须做挡水墙，防止铺砌时出现脱空现象。

(4) 凡用块（片）石砌筑的涵台铺砌和八字墙均用 1:2 砂浆勾缝，勾缝均采用凹缝，保证美观整齐。

3) 倒虹吸拼接

(1) 按照管涵的施工要求进行施工。凿出混凝土包封部分钢筋，与新钢筋焊接成整体。

(2) 钢筋混凝土倒虹吸新老接头若断开，按变形缝做止水处理；若设计要求新老接头不断开，则将老的洞身凿除 20cm，新老钢筋焊接成整体，混凝土拼接缝处理后确保不渗水。

(3) 防水处理：混凝土采用连续级配防渗混凝土，表面防水层和变形缝止水采用橡胶带，严格按《公路桥涵施工技术规范》的要求进行施工。

(4) 基槽工作宽度每侧 $\geq 60\text{cm}$ ，须采用水稳定性好、密封性强、强度高的材料，回填至路床顶面。

8.4 常见质量问题防控

(1) 路基开裂产生不均匀沉降

防控措施：

填土高度大于 2m 的新旧路基衔接部位按照规范要求开挖台阶分层填筑后仍宜采用砾石桩进行补强，防止路基开裂产生不均匀沉降。

(2) 涵洞、通道沉降变形、沉降缝错台、漏水、各管节接缝开裂

防控措施：

检查涵洞、通道，若出现涵洞、通道沉降变形、沉降缝错台、漏水、各管节接缝开裂、通道顶板渗水等问题，应采取封水措施。

(3) 与设计不符

防控措施：

对拼接接长和加高的构造物施工前应进行全面再次排查是否与设计文件吻合，当调查结果与设计文件出现较大偏差时，应及时上报监理和建设单位共同确认，并通知设计单位及时调整设计方案。

9 安全管理

9.1 安全施工

9.1.1 一般规定

严格执行《公路工程施工安全技术规范》，落实“三同时”制度，建立健全安全制度、措施、操作规程。

1) 开工前须制定综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案，开展专项应急演练；建立健全安全生产责任制、安全管理体系，各类工种人员须进行岗前培训，安全考核合格方可上岗；特殊工种人员必须持证上岗。

2) 路基施工前应掌握施工范围内地下管线埋设情况，并制定安全措施。施工过程中发现危险品及其他可疑物品时，应立即停止施工，报请相关部门处理。

3) 多台机械同时作业时，各机械之间应保持安全距离；机械作业范围内不得进行人工作业。

4) 路基边坡、边沟、基坑边缘地段作业的机械应采取防止机械倾覆、基坑坍塌等安全措施。

5) 电力线路按严格相关要求布设，确保用电安全，加强驻地、场站安全消防制度建设、消防设施配置、消防培训、检查等管理工作，积极与当地消防部门联系，做好联防联控等协调配合。

6) 施工单位须严格执行交通运输部关于《公路水运工程“平安工地”考核评价标准》（试行）的相关要求。

9.1.2 驻地和场地

1) 施工现场驻地和场站应选在地质良好的地段，应避开易发生滑坡、塌方、泥石流、崩塌、落石、洪水、雪崩、河道等危险区域。

2) 施工现场生产区、生活区、办公区应分开设置，距离集中爆破区应不小于 500m。

3) 办公区、生活区宜避开存在噪声、粉尘、烟雾或对人体有害物质的区域，无法避开时应设在噪音、粉尘、烟雾或对人体有害物质所在区域最大频率风向的上风侧。

4) 施工现场原材料、预制构件、机械设备停放应整齐、稳固、规范、标识清楚，不得侵占场内道路及影响安全。

5) 材料加工场应符合下列规定：

- (1) 设围墙或围栏防护实行封闭管理、并设排水设施。
- (2) 场内设置明显的安全警示标志及相关工种的操作规程。
- (3) 加工棚采用轻钢结构，并采取防雨雪、防风等措施。
- 6) 预制场、拌和场应符合下列规定：
 - (1) 合理分区、硬化场地，并应设置排水设施。
 - (2) 拌和及起重设备基础的地基承载力应满足要求。
 - (3) 料仓墙体强度和稳定性应满足要求，料仓墙体外围应设警戒区，距离大于墙高的2倍。
- (4) 拌和及起重设备设置防倾覆和防雷设施。
- 7) 储油罐的设置应符合下列规定：
 - (1) 储油罐远离明火作业区、人员密集区、建(构)筑物集中区。
 - (2) 储油罐应埋地设置，埋深不得小于0.5m。
 - (3) 按要求配备泡沫灭火器、湿粉灭火器、沙箱、水池等消防器材及设施。
 - (4) 设防静电、防雷接地装置及加油车接地装置，接地电阻不大于 10Ω 。
 - (5) 悬挂醒目的禁止烟火等警示标识。
- 8) 炸药库设置应符合下列规定：
 - (1) 远离城镇的独立地段，不应建在重要保护设施或保护区、林区等重要目标附近。在当地相关部门办理炸药采购、运输、储存等相关手续，制度炸药使用管理制度。
 - (2) 不应布置在有山洪、滑坡和其他地质危害的地方，应尽量利用山丘等自然屏障。
 - (3) 禁止无关人员和物流通过储存库区。
 - (4) 库房之间的防护屏障采用防护土堤的形式，防护土堤的高度不小于屋檐的高度，顶宽不小于1m，底宽不小于顶宽的1.5倍。每处炸药库均安装避雷针及监控系统。
 - (5) 储存区有两个（含）以上储存库时，按每个储存库的危险等级及药量分别计算其外部距离，取最大值为储存库区的外部距离。

9.1.3 土方工程

- 1) 土方施工不得危及周边建(构)筑物、管道、通信线路等既有设施的安全。
- 2) 作业面周围应设置警示标志和安全防护设施，道口、基坑等较大危险源点应设置夜间警示和反光标识。
- 3) 填方作业区边缘应设置明显的警示标志，并应做好临时排水。
- 4) 靠近结构物处挖土应采取安全防护措施。路基范围内暂时不能迁移的结构物应预

留土台，并应设警示标志。

9.1.4 石方工程

1) 爆破作业

- (1) 进行爆破器材保管、加工、运输及爆破作业的人员，不得穿戴易产生静电的衣物。
- (2) 爆破作业前应设置警戒区。
- (3) 爆破器材应按规定要求进行检验，失效和不符合技术条件要求的不得使用。
- (4) 选择炮位时，炮孔应避开正对的电线、路口、结构物。严禁在残眼上打孔。
- (5) 爆破时，应清点爆炸数与装炮数量是否相符。如发现危坡、危石等，应按规定及时处理，未处理前，应在现场设立警戒或危险标志，无关人员不得接近。
- (6) 清方过程中，发现有哑炮、残药、雷管时，必须及时请爆破人员进行处理。
- (7) 已装药的炮孔必须当班爆破。
- (8) 夜间不宜进行爆破作业。遇雷雨时应停止爆破作业，所有作业人员应立即撤离爆破区。

9.1.5 路堑高边坡开挖

- 1) 施工前应理解设计的边坡防护方案，并编制详细的施工方案，获批准后实施。
- 2) 施工过程中，应根据开挖情况随时进行地质核查，并对边坡稳定性进行监测。如实际情况与设计不符，应会同设计单位等进行处理。
- 3) 应根据地形特征设置边坡控制点。
- 4) 人力挖掘时，操作人员之间的间距应大于 2.5m；数人同撬一石时，必须统一指挥、动作一致；严禁在危石下方工作、休息和存放机具。
- 5) 开挖工作应与装、运作业面相互错开，严禁上下重叠作业。
- 6) 在高于 2m 的坡面作业时，必须拴安全绳，严禁在同一安全桩上拴几根安全绳和在一根安全绳上拴几个人；在高空陡坡、冰冻及泥泞的地方作业应注意防滑。
- 7) 施工人员上班前 4 小时不许喝酒和含酒精的饮料，严禁有间发性癫痫、高血压、心脏病和恶性贫血患者担任撬石作业。

9.1.6 改扩建路及居民区

1) 交通保障

- (1) 制定保通专项方案，合理安排，优化施工方案，减少对既有线交通的影响。
- (2) 严禁夜间施工，特殊作业夜间施工要设置照明及警示灯。
- (3) 在施工作业区设置警示、警告、减速标志标识，加强安全员对车辆行驶安全管理。

2) 安全保障

- (1) 成立安全领导小组，安排专职安全员。
- (2) 严禁用爆破法施工或掏洞取土。
- (3) 爆破器材的存放地点、数量、警卫收发，必须制定详细的计划。
- (4) 爆破器材的进入路线、时间必须经有关部门批准，待取得通行证后方可进入工地保管。
- (5) 在危险区派专人看守，严禁人员在爆破时进入危险区。
- (6) 边坡上的危石，及时清除，防止滚落。

9.1.7 特殊路基

1) 滑坡地段路基施工应符合下列规定：

- (1) 滑坡地段施工前，应制定相应的安全应急预案，施工过程中应进行监测，监测方案应符合国家有关滑坡地质灾害方面的规程要求。
- (2) 滑坡影响范围内应设安全警示标志，根据现场情况设置围挡等防护措施，不得设置临时生产、生活设施等。
- (3) 冰雪融化期不得开挖滑坡体，雨后不得立即施工，夜间不得施工。
- (4) 滑坡处理前，禁止在滑坡体上增加荷载；严禁在滑坡体前缘减载。
- (5) 降雨前后及降雨过程中，应加强对施工现场的检查巡视。

2) 崩塌与岩堆地段施工应符合下列规定：

- (1) 施工前应对影响范围进行评估，并应对既有建(构)筑物和交通设施等采取相应的安全防护或迁移措施。
- (2) 施工前应先清理危岩，并根据现场情况修建拦截建(构)筑物等防护措施。防治工程应及时配套完成。
- (3) 刷坡时应明确刷坡范围，并设置围挡和警示标志。
- (4) 爆破开挖时应采取控制爆破技术，并加强现场防护及爆破后的检查。

3) 沿江、河、水库等地区施工应符合下列规定：

- (1) 沿河、沿溪地区的高填方、半挖半填、拓宽路段的新老交界面应按设计要求采取保证路基稳定的措施，临边、临崖设置稳固的挡设施及标志标识牌。
- (2) 汛期应采取防洪措施及巡查并配置一定数量的防洪抢险物资。

9.1.8 安全标准化

1) 安全标志管理制度

- (1) 施工现场应在醒目的位置，设置安全警示标志。
 - (2) 标志牌设置的高度。应尽量与视线高度一致。标志牌的平面与视线夹角应接近 110° ，观察者位于最大观察距离时，最大夹角不低于 75° 。
 - (3) 标志牌不应放在门、窗、架等可移动的物体上，以免这些物体位置移动后，看不见安全标志。标志牌前不得放置妨碍认读的障碍物。
 - (4) 现场安全标志的布置要先设计后布置。根据现场实际情况设计具有针对性、合理性的安全标志平面图，现场依此进行布置。
 - (5) 标志牌要随时检查，如发现有破损、变形、褪色等不符合要求的应及时进行更换。
- 2) 生产区标识（标志）设置的范围
 - (1) 路基、线路、施工机械、机具。
 - (2) 路基施工各阶段作业。
 - (3) 路基边坡护砌作业。
 - (4) 路堑边坡护砌作业。
 - (5) 工程爆破作业。
 - (6) 既有线施工防护。
 - 3) 生产区标志设置标准
 - (1) 施工现场布置应符合平面规划的总体布置和物料器具定位管理标准化的要求，均应按规定制设置各种禁止标志、警告标志、指令标志、提示标志和明示标志。
 - (2) 施工现场一般采用围挡等设施进行封闭式管理。现场出入口悬挂“施工重地，闲人免进”和“进入施工现场，必须戴安全帽”的禁止标志和指令标志。
 - (3) 生产区现场各种安全标识牌应按照现行《安全标志》统一制作安装，悬挂于工地醒目位置。
 - (4) 路基施工的各个阶段应有明显的分区作业指示牌。
 - (5) 弃土场和在弃土下方与滚石危及范围内的道路，应设明示、警示标志。
 - (6) 基坑施工应在防护栏挂设安全指令标志，深基坑应设置禁止标志。基坑位于现场通道或居民区附近时，应沿边缘设立两道护栏，夜间加设红色标志灯。
 - (7) 施工便道便桥应设置必要的标志标牌。便道路口应设置限速标志；施工便道与建筑物、等级公路等转角、视线不良地段应设置明示标志；跨越（临近）道路施工应设置警告标志；道路危险段设置“危险地段，注意安全”警告标志。
 - (8) 施工现场（站）区、办公区、生活区等拐弯处应设置拐弯指向标志，并设置防撞

墩、防撞柱等防护措施；在便桥桥头前进方向右侧设置便桥标识牌；在施工现场周边主要路口、转弯处设置指向标志要求。

9.2 文明施工

1) 不得随意占用或破坏与施工现场周围相邻的土地、道路、绿地以及各种公共设施场所；不得影响人们通行道路和正常的活动。

2) 路基挖方施工时，不许破坏截水沟与路基挖方开口线之间的原地表植被，以最大限度地保护自然环境。

3) 路基施工堆料场宜设于主要风向下风处的空旷地区。采用粉状材料作为路基填料或对路基填料进行现场改良施工时，应避免在大风天作业，施工人员应佩戴防尘口罩等劳动保护用品，并采取环境保护措施。粉状材料运输应采取措施防止材料散落。

4) 石灰消解应布设于路基填筑范围之外，消解场应碾压平整，并设置临时废水排水沟和沉淀池，以防废水直接进入农田灌溉渠。若石灰消解时风吹向农作物或人员，则应采取彩条布进行围挡。

5) 修筑防护、排水工程所用的块片石及砂石材料堆放整齐，严禁在已施工的路面堆放。

10 环境保护

严格执行及本项目批复的环评报告及水土保持方案，认真落实“三同时”制度，以青海交通运输厅下发的《青海省公路建设生态环境保护技术指南》，结合本项目实际特点，牢固树立“绿水青山就是金山银山”的理念，打造环保生态公路。

对保护区、敏感区、水源地重点路段制定专项方案，加大项目所在地自然保护区、水源保护区、国家森林公园环境保护措施。

取土场应按环评报告、水保方案要求设置，并取得当地环保、水利、国土等部门的批准。使用完成按环评、水保要求恢复至与周边环境相协调。

10.1 环境保护

10.1.1 防止水土污染和流失

严禁在自然保护区、水源保护区、林区设置驻地、场站、取弃料场。

1) 在土方开挖回填时避开雨季，雨季来临前将开挖回填、弃方的边坡处理完毕，不许破坏截水沟与路基挖方开口线之间的原地表植被，以最大限度地保护自然环境。

2) 路堑开挖尽量避免使用爆破方法。以免扰动山体造成水土流失,并应在路基上设临时导水槽排水，防止雨水过多时路基的水土流失，在有雨水及路面径流处设置临时沉淀池，沉淀泥沙，在施工完成后要及时平整好沉淀池。

3) 施工取土时采取平行作业，边开挖、边平整、边绿化，计划取土，及时还耕，及时进行景观再造。

4) 在雨水充沛地区，及时设置排水沟及截水沟，避免边坡崩塌、滑坡产生。

5) 在雨水地面径流处开挖路基时，及时设置临时土沉淀池拦截混砂，待路建成建后，及时将土沉淀池推平，进行绿化或还耕。

6) 对路堤边坡及时进行植草绿化。

7) 严禁控制占压草地、林地规模，路基施工应划分界线，严禁越界施工活动。

8) 严禁随意占压和破坏林草，应完好保护公路用地范围内林草植被。

9) 弃渣场应先弃石、后弃土，渣场结束后顶面将草皮回填，促使植被恢复。渣场要做好工程防护工作，弃渣前在弃渣坡脚先设拦渣墙、截排水沟、排水沟、急流槽，防止弃渣场崩塌、滑坡、泥石流等地质发生，避免诱发次生地质灾害。

10.1.2 空气污染的防治

1) 在拆除路基用地范围内的旧有建筑物、构筑物 and 路面等其他障碍物前对被拆体充分洒水,以减少粉尘污染。

2) 施工材料的料场、拌和站尽量设于远离居民区的下风向空旷场地,并采取加盖篷布等防止扬尘的措施。

3) 注意合理安排粉状筑路材料的堆存地点及保护措施,减少堆存最并及时利用。筑路材料堆放地点选在居民点的下风向,距高在 200 以上。堆放时应采取防风防雨措施,必要时设置围栏,并定时洒水防尘,遇恶劣天气加篷覆盖。

4) 施工现场、出入料场的道路、施工便道及未铺装的道路应经常洒水,以减少粉尘污染。路基施工时应及时分层压实。

5) 粉状材料如水泥、石灰等应灌装或袋装,禁止散装运输,避免运输途中扬尘、散落。堆放应有篷布遮盖。运至拌合场应尽快与粘土混台,减少堆放时间。土、砂、石料运输禁止超载,装高不得超过车厢板,并盖篷布。

6) 施工工作人员炊事灶和取暖设施应设立在远离人群的地方,应使用太阳能、液化气等清洁能源,禁止砍伐当地植物做燃料。

7) 合理调整运输路线,运输道路应定时洒水,每天至少两次(上、下班)在经过村庄密集地区要加强洒水密度和强度。

8) 加强对施工机械的科学管理,合理安排运行时间,发挥其最大效率。

9) 空气排放标准按照《环境空气质量标准》对空气质量进行检测合格后方可排放。

10.1.3 噪音污染的防治

1) 在附近有居民的路段夜间应停止施工,该路段施工的高噪声机械设备应配备临时降噪措施,可在施工场地周围设立临时声屏障,高度为 3.0m。

2) 合理安排施工计划和施工方法,限制施工作业时间,噪声大、冲击性强并伴有强烈振动的工作安排尽量在白天进行。

3) 混凝土拌和站、皮带机的机头等机械安装消声器。

4) 施工现场应有防止大气和噪声(振动)污染、水土保持和其他保护环境卫生的有效措施。临近居民区施工时产生的噪声不应大于现行《建筑施工场界噪声界限》的规定,施工作业人员在噪声较大的现场作业时,应采取有效防护措施,施工所产生的振动对邻近建筑物或设备会产生有害影响时,应采取相应的措施并进行监测。

10.1.4 水污染防治

- 1) 合理组织防护、排水工程施工,减少水土流失,加强沿线临河路段施工控制,防止水体污染。
- 2) 严禁各种泄漏、散装、超载车辆上路,防止公路散失物及造成水体污染。
- 3) 施工驻地的生活污水、公厕应设置沉淀池,污水处理达到 II 类水排放标准。

10.1.5 固体废物处置

生活垃圾、实验室化学物品、废弃油料设置收集池,与当地环保部门联系集中处理,不得随意填埋。

10.1.6 风积沙及沙漠地区环保

- 1) 防沙工程本着“因地制宜、就地取材、因害设防、综合治理”的原则,应注意保护施工区域的天然植被,工程建设和防沙治沙应同步进行。
- 2) 采用天然砂砾或粘土等覆盖地地表时,粒径应不大于 63mm。
- 3) 利用各种草类、截枝条全面铺压或带状铺草、平铺杂草固沙施工时,须用草绳和枝条纵横固结,或者用沙砾压盖,防止风毁。
- 4) 草方格应纵横成行、线条清晰。
- 5) 栅栏设置应先于固沙方格或同步施工,路基两侧应同时施工,无条件时,可先施工迎风侧。
- 6) 采用植物固沙法施工时,应严格按设计所要求的树苗(或灌木种类)和设计的种植间距尺寸及布置形式进行栽种。
- 7) 地表清理时,不得随意破坏路线两侧植被和地表硬壳,注意保护沙漠环境。

10.2 生物保护

- 1) 施工前,应采取相应措施对位于路基范围内的珍稀植物进行保护。
- 2) 施工中严禁随意采摘、破坏野生植物资源及捕猎野生动物。
- 3) 在草、木较密集的地区施工时,应遵守护林防火规定。
- 4) 施工中,加强沿线生物多样性及生态环境保护的宣传教育,特别是针对沿线施工人员的宣传教育和科学管理,禁止猎杀高原野生动物。
- 5) 要注意合理采取土、砂和石料方,不得随意布设取料场,防止破坏野生动物的栖息地。
- 6) 在有国家级保护的野生动物出没路段,应按规定做好相关保护工作。

7) 路基边坡防护以生态防护与工程防护相结合的原则,青海省根据生态区域的不同采用恢复方式亦不同,具体植物生长地区如下:

(1) 在祁连山针叶林-高寒草甸生态区,边坡植被防护以撒播草种、栽植灌木为主,工艺可采用撒播、客土喷播、三维网植草、混凝土框架梁植草、拱形骨架植草、植生袋等,草种可采用垂穗披碱草、青海草地早熟禾、青海冷地早熟禾、青海中华羊茅、冰草等,部分高山草甸分布区应采用原生草皮贴坡。

(2) 在东部农牧生态区,边坡植被防护以撒播草种为主,工艺可采用撒播、喷播、三维网植草、六棱空心砖植草等,草种可采用垂穗披碱草、青海中华羊茅、冰草等。

(3) 在江河源高寒草甸生态区的边坡优先考虑“无痕迹”生态恢复技术,如原生草皮护坡、窗式护面墙+原生草皮贴坡、冻土层保温挡土墙+原生草皮贴坡、原生草皮生态边沟等工艺。

(4) 在柴达木盆地荒漠-盐壳生态区,在水分条件较好的路段,可采取水泥网格+播撒当地适生草籽的措施进行护坡,应选用冰草、针茅、早熟禾、披碱草、老芒麦等草种混播,可种植沙棘、柠条、红柳等耐旱性灌木。

(5) 在半荒漠、荒漠生态区,边坡植被恢复较为困难,施工时应将原有表层土覆盖在边坡上,撒播耐旱耐寒的草种进行恢复。

(6) 位于自然保护区内的路段,采用“无痕迹”生态恢复技术,对边坡、便道、取料场、施工营地等场地进行全面生态治理恢复。

10.3 文物保护

1) 在文物保护区周围进行施工时,应制定相应的保护措施,严防损毁文物古迹。

2) 施工过程中发现文物时,应暂停施工,保护好现场,并立即报告当地文物管理部门研究处理,不得隐瞒不报或私自处置。