

ICS 号
中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CHTS XXXXX-XXXX
代替的团体标准编号

喷射植被混凝土公路边坡生态防护 技术指南

Technical Guide for Ecological Protection of Highway Slope
with Sprayed Vegetation Concrete

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

作为国家标准化管理委员会、中国科学技术协会团体标准双试点单位，中国公路学会积极贯彻国务院《深化标准化工作改革方案》（国发〔2015〕13号）的要求，立足交通运输行业公路交通领域，于2015年6月份正式启动团体标准工作。同时，中国公路学会标准工作得到了交通运输部的大力支持，并正式写入交通运输部《交通运输标准化“十三五”发展规划》。

中国公路学会严格按照学会标准管理办法及团体标准良好行为指南要求对标准化工作进行管理，遵循开放、公平、透明、协商一致的原则，突出团体标准贴近实际、注重实用的特点，充分发挥密切跟踪行业科技创新进程、及时了解市场技术发展需求的优势，为交通运输行业公路交通领域提供优质的标准，促进行业技术进步，并打造中国公路学会标准品牌。

获取更多学会标准资讯请关注“中国公路学会标准”微信公众号（微信号：CHTS-standard）。

本标准版权为中国公路学会所有。除用于国家法律法规规定用途，或事先得到中国公路学会文字上的许可，不得以任何形式擅自复制、改编、汇编、翻译、发行或传播本标准。

中国公路学会地址：北京市朝阳区安华西里3区

电话：010-64245690

传真：010-64958372

网址：<http://www.chts.cn/>

电子信箱：CHTS-S@qq.com

团体标准

喷射植被混凝土公路边坡生态防护技术指南

Technical Guide for Ecological Protection of Highway Slope with
Sprayed Vegetation Concrete

T/CHTS XXXXX-20XX

主编单位：广西北投交通养护科技集团有限公司

发布单位：中国公路学会

实施日期：××××年××月××日

×××××× (出版单位)

中国公路学会关于发布《喷射植被混凝土 公路边坡生态防护技术指南》的

公告

×××× (文号)

现发布中国公路学会标准《喷射植被混凝土公路边坡生态防护技术指南》(T/CHTS ××××××—××××××), 自××××××年××月××日起实施。

《喷射植被混凝土公路边坡生态防护技术指南》(T/CHTS ××××××—××××××) 的版权和解释权归中国公路学会所有, 并委托主编单位广西北投交通养护科技集团有限公司负责日常解释和管理工作。

中国公路学会

××××××年××月××日

前 言

本指南是在系统总结喷射植被混凝土边坡生态防护技术研究成果和工程经验的基础上编制而成。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》(T/CHTS 10001-2018)编写,共分为7章,主要内容包括:总则、术语、材料、设计、施工作业、养护、质量控制与验收等。

本指南由广西北投交通养护科技集团有限公司提出,受中国公路学会委托,由广西北投交通养护科技集团有限公司负责具体解释工作。请使用单位将实施中发现的问题与建议,及时反馈至广西北投交通养护科技集团有限公司(地址:广西壮族自治区南宁市良庆区金龙路2号广西能源大厦D座,联系方式:0771-3910338,电子邮箱:792816822@qq.com),供修订时参考。

主编单位: 广西北投交通养护科技集团有限公司

参编单位: 广西交通设计集团有限公司、广西科技大学、广西新发展交通集团有限公司、三峡大学后勤集团护坡绿化研究所、中国科学院武汉岩土力学研究所

主要起草人: ×××、×××、×××、×××、×××

主要审查人:

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	材料	3
3.1	一般规定	3
3.2	种植土	3
3.3	基材有机料	3
3.4	水泥	4
3.5	绿化添加剂	4
3.6	水质	4
3.7	肥料	4
3.8	植物种子	4
4	设计	5
4.1	一般规定	5
4.2	防护类型	5
4.3	基材设计	7
4.4	植绿设计	8
4.5	灌溉系统设计	9
5	施工作业	10
5.1	一般规定	10
5.2	工艺流程	10
5.3	坡面清理	12
5.4	挂网锚固	12
5.5	喷射混凝土	12
5.6	灌溉养护系统安装	13
5.7	基层喷播	13
5.8	面层喷播	14
5.9	坡面覆盖	14
6	养护	15
6.1	一般规定	15
6.2	养护作业内容及技术要求	15
6.3	养护管理	16
7	质量控制与验收	17
7.1	一般规定	17
7.2	质量检验与验收	17
7.3	竣工验收	19
	附录 A (资料性附录) 喷播基质厚度设计建议值	20
	附录 B (资料性附录) 公路边坡绿化常用植物种类推荐表	21
	用词说明	25

喷射植被混凝土公路边坡生态防护技术指南

1 总则

1.0.1 为规范喷射植被混凝土生态护坡技术在公路边坡防护工程中的应用，保证施工质量和边坡绿化效果，统一施工质量验收标准，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于南方多雨地区坡度不大于 85° 的稳定高陡岩质边坡及其他同类型工程边坡防护领域的设计、施工、养护、质量控制与验收工作。

1.0.3 本指南规定了喷射植被混凝土防护工程的术语、材料、设计、施工作业、养护、质量控制与验收等要求。

1.0.4 喷射植被混凝土生态护坡技术的设计、施工、养护及验收除应符合本指南的规定外，尚应符合有关法律、法规及国家、行业现行有关标准的规定。

中国公路学会标准征求意见稿

2 术语

2.0.1 生态护坡 ecological slope protection

综合利用植被、复合生物材料与相应工程措施，对坡面进行保护、控制侵蚀的工程途径与手段。

2.0.2 喷射植被混凝土 vegetation concrete spraying

将水泥、种植土、绿化添加剂、有机料等与植物种子均匀混合后喷射到工程坡面，形成一层人工基质，有一定强度，不龟裂，抗冲刷，稳定地附着在坡面上，植物能在此基质上正常生长，特别适用于劣质土边坡、岩石边坡及混凝土边坡的复绿工程。

2.0.3 绿化添加剂 greening additives

用于改善植被混凝土微生物环境和 pH 值、肥力、保水性、结构等理化性状的细粒状物质。

2.0.4 基材有机料 base material organic material

以秸秆、谷糠、锯末、农家肥等天然有机材料为原材料，将其单一品种或多种混合后，经粉碎、堆置发酵等工序处理后，用来提高植被混凝土基材有机质含量和养分的颗粒状物质。

3 材料

3.1 一般规定

3.1.1 植被混凝土应由种植土、基材有机料、水泥、绿化添加剂、植物种子和水等材料按一定比例配制而成。

3.2 种植土

3.2.1 宜就地取材，选择当地乡土，且理化指标应符合相关要求。

3.2.2 取用的表土经风干、粉碎、过筛等工序处理后，主要理化指标及要求应符合表 3.2.2 相关规定。

表 3.2.2 种植土主要理化指标及要求

序号	项目	指标要求	序号	项目	指标要求
1	粒径	≤10.0mm	4	含砂率	≤5%
2	pH 值	6.0~8.0	5	含水率	≤20%
3	干容重	≤1.3g/cm ³	-	-	-

注：pH 值检验方法应按现行国家标准《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166）的有关规定执行；粒径采用吸管法检测；含水率采用烘干法检测。

3.3 基材有机料

3.3.1 根据所调查的天然有机料，宜选用若干种混合使用。

3.3.2 选用的天然有机料经粉碎、混合、堆置发酵等工序处理后，主要指标及要求应符合表 3.3.2 相关规定。

表 3.3.2 基材有机料主要指标及要求

序号	项目	指标要求	序号	项目	指标要求
1	粒径	≤10.0mm	3	含水率	≤20%
2	pH 值	5.5~8.5	4	总养分	≥1.5%

注：表中各指标的检测方法应按现行行业标准《绿化用有机基质》（LY/T 1970—2011）的相关规定执行。

3.4 水泥

3.4.1 宜选用普通硅酸盐水泥，标号宜采用 P.O 42.5 普通硅酸盐水泥，主要性能指标应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》（GB 175）的有关规定。

3.5 绿化添加剂

3.5.1 绿化添加剂主要指标及要求应符合表 3.5.1 相关规定。

表 3.5.1 绿化添加剂主要指标及要求

序号	项目	指标要求	序号	项目	指标要求
1	保水力	13kg/cm ² ~15kg/cm ²	3	总养分	≥8.5%
2	微生物数目	1.0×10 ⁸ CFU/g~1.0×10 ⁹ CFU/g	4	pH 值	≤4.5

注：保水力、微生物数目、总养分和 pH 值的监测方法应符合国家标准《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166）的相关规定。

3.6 水质

3.6.1 水质要求应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》（GB 5084）的有关规定。

3.7 肥料

3.7.1 肥料各项理化指标应符合现行行业标准《绿色设计产品评价技术规范复混肥料（复合肥料）》（HG/T 5680）的有关规定，宜选用符合环保要求的有机肥和化肥。

3.8 植物种子

3.8.1 草本植物种子质量应符合现行国家标准《禾本科草种子质量分级》（GB 6142）和《豆科草种子质量分级》（GB 6141）的有关规定。

3.8.2 木本植物种子质量应符合现行国家标准《林木种子质量分级》（GB 7908）的有关规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 边坡防护应根据当地气候、水文、地形、地质条件等情况，选取适宜的坡面防护类型，防治边坡坡面病害，保证坡体稳定，并与周围环境景观相协调。

4.1.2 植物物种选择宜以具有良好水土保持功能的当地乡土物种为主，应遵循植物群落的自然演替规律，以培育乔灌草型群落为目标。

4.1.3 植被混凝土的配合比应根据边坡坡率和当地年降水量、坡面风化程度等进行适当调整。

4.1.4 喷射植被混凝土边坡生态防护工程应在稳定边坡上设置。对欠稳定的或存在不良地质因素的边坡，应先进行边坡治理后进行坡面防护与绿化。

4.1.5 根据现场实际条件以及边坡的稳定性程度，在综合考虑当地的气候、地质、特殊场地条件，以及技术条件和经验，选择不同的防护类型。

4.2 防护类型

4.2.1 喷射植被混凝土适用于边坡坡率不大于 60° 且绿化覆盖率要求不高，边坡自稳能力较好的岩质边坡，植被混凝土有利于封闭节理裂隙，防止岩体进一步风化，相对于结构稳定性差的客土喷播有较好的抗冲刷能力。

4.2.2 挂网+植被混凝土适用于坡度为 $60^\circ \sim 85^\circ$ 且绿化覆盖率要求大于 95% 的岩质陡坡快速绿化。

1 挂网设计应满足以下要求：

1) 针对一般高陡边坡宜采用镀锌铁丝网为挂网材料，对于年降水量大且降雨强度高的地区则宜选用加筋麦克垫为挂网材料，可提高喷播基材与坡面间的附着力，增强抗冲刷性能。

2) 镀锌铁丝网宜选用料丝直径不小于 2mm，网孔直径为 30mm~60mm 的机编活络铁丝网；加筋麦克垫宜采用由镀高尔凡（锌-5%铝-混合稀土合金）钢丝制作而成的网面与聚丙烯高分子材料热粘合而成加筋三维网垫。加筋麦克垫网面抗拉强度不低于 24 kN/m；聚合物剥离强度不低于 0.3 kN/m。

3) 边坡顶部铺网时，应向坡顶上部延展一定距离，岩质边坡延展长度应大于 1.5m，土质边坡延展长度应大于 3.0m，网片的搭接长度为 10cm。

4) 挂网用锚钉应包括主锚钉和辅助锚钉，主锚钉与辅助锚钉宜相间布置或仅布置主锚钉，呈梅花形或矩形布置。网钉数量应大于 100 支/100m²；主网钉与次网钉应搭配使用；主

网钉宜用于坡顶、搭接处和主要受力处，间距宜小于 1m；其他位置可使用次网钉，间距宜为 0.5m~1.0m。

5) 网钉材质、规格及数量应综合边坡岩土性质、坡率、网及喷播基质的荷载等因素确定，网钉的材质和规格应符合国家现行标准《边坡喷播绿化工程技术标准》（CJJ/T 292）的相关规定。

表 4.2.2 加筋麦克垫参数表

聚合物指标	聚合物类型	聚丙烯	
	聚合物单位面积质量	g/m ²	450±45
加筋性能	类型	镀高尔凡六边形双绞合钢丝网	
	网孔型号	M8	
	网孔尺寸	mm	80
	网面钢筋直径	mm	2.0
	金属镀层重量	g/m ²	≥204
	铝含量	%	≥4.2
力学性能要求	加筋网面标称拉伸强度	kN/m	≥24
	聚合物剥离强度	kN/m	≥0.3
物理特征	单位面积质量	g/m ²	1200±200
	长度/卷	m	25
	宽度/卷	m	2.0

2 喷播设计应满足以下要求：

1) 喷播基材喷播总厚度宜为 50~100mm，其中面层厚度不应小于 10mm；喷射总厚度宜根据坡面条件选择合适喷播厚度，见附录 A。

2) 基材中应包含有土壤、有机料、绿化添加剂、缓释肥、保水剂等，具有良好的团粒结构、渗透性、保水性和保肥性，性能指标应符合本指南第 3.2.2 节的有关规定。

3) 基材干后不应出现明显的收缩和龟裂，不应板结或出现明显的分层现象。

4.2.3 针对崩解性岩质边坡,为了防止其坡面在长期降雨渗入作用下崩解破坏,进而影响边坡稳定,宜先采用挂网喷砼或素喷混凝土的措施及时封闭开挖面,再进行挂网+喷射植被混凝土生态防护。

1 喷射混凝土设计应满足以下要求:

1)喷射混凝土强度等级,对永久性边坡不应低于 C25,对防水要求较高的不应低于 C30;对临时性边坡不应低于 C20。喷射混凝土 1d 龄期的抗压强度不应低于 $8\text{N}/\text{mm}^2$; 28d 龄期的抗压强度不应低于 $20\text{N}/\text{mm}^2$ 。

2)喷射混凝土与岩面的粘结力应按现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086)的相关规定执行。

3)喷射混凝土的原材料应符合现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086)的相关规定。

4)喷射混凝土宜沿边坡纵向每隔 30m 的长度分段设置竖向伸缩缝。

2 完成喷砼施工后,待混凝土达到设计强度后,可进行挂网+喷射植被混凝土施工,技术要求应按本指南 4.2.2 节的有关规定执行。

4.2.4 防护类型适用性及优缺点如下:

表 3.2.4 防护类型对比

方案	适用性	优缺点
喷射植被混凝土	适用于稳定性较好的岩质边坡,坡度不大于 60°	造价低,施工简便,硬化速度快,保水性良好,抗冲刷能力相对较弱。
挂网+植被混凝土	适用于坡度为 $60^\circ \sim 85^\circ$	造价较高,绿化率高,防护效果好,抗冲刷能力强。
喷砼+挂网+植被混凝土	适用于坡度为 $60^\circ \sim 85^\circ$ 的崩解性岩质边坡	造价高,长期稳定性好,绿化率较高,封闭效果好,抗冲刷能力强,可解决崩解性岩质边坡绿化防护问题。

4.3 基材设计

4.3.1 水泥掺量设计应考虑坡率、年降水量、岩土性质、岩石风化程度、裂隙发育程度等因素。

4.3.2 植被混凝土分为基层和面层。基层由种植土、基材有机料、水泥和绿化添加剂组成,面层除基层中的组分外增加植物种子。

4.3.3 不同类型边坡喷射植被混凝土的推荐配合比范围参考表 4.3.3，根据边坡的实际条件宜参考表 4.3.3 的配合比范围进行选取。

表 4.3.3 不同类型边坡植被混凝土的推荐配合比

类型	砂壤土	水泥	有机质	绿化添加剂
岩质缓坡	0.85~0.90	0.06~0.07	0.12~0.14	0.05~0.08
岩质陡坡	0.75~0.80	0.08~0.10	0.16~0.20	0.10~0.12
崩解类岩质边坡	0.65~0.70	0.12~0.15	0.24~0.30	0.13~0.16

注：表中各组分配合比为各组分质量比。

4.4 植绿设计

4.4.1 边坡植物绿化设计的目标应遵循植物群落的自然演替规律，应依据边坡立地条件、岩土性质、气候条件和养护管理方式等多种条件。以培育乔灌草型群落为目标，目标植物群落应符合以下要求：

- 1 植物生理学、生态学特性宜适应于边坡所在地的自然环境；
- 2 植物群落所具有的功能宜近似于自然，景观宜近似于自然。
- 3 硬质岩边坡、软质岩边坡宜以草本植物为主，土石混合边坡、瘠薄土质边坡宜以灌木为主。
- 4 宜根据气候条件和土壤环境，进行冷季型与暖季型植物的组合配置。

4.4.2 选用草灌种子应根据防护目的、气候、土质、施工季节等确定，宜采用易成活、根系发达、叶茎矮或有匍匐茎的多年生植物。种子的配合、播种量的设计应根据选用植物的生长特点、防护地点及施工方法确定。

4.4.3 植物的选择应符合下列规定。

- 1 应选择抗性强、耐干旱、耐瘠薄、根系发达的植物；
- 2 应选择种子易于采摘、储存、发芽的植物；
- 3 应依据种子生理特性和形态特征，选择适于喷播工艺的植物；
- 4 不应选用可导致生态危害的外来入侵种、植物绞杀种。

4.4.4 对于南方多雨地区边坡绿化植物选择宜参考附录 B 中所推荐的植物。

4.5 灌溉系统设计

4.5.1 植被混凝土生态修复工程应设置灌溉系统，灌溉系统宜采用固定式喷灌或滴灌的形式。

4.5.2 宜结合边坡排水系统，将雨水收集利用，采用自动化控制技术实现定期灌溉功能，可在灌溉过程中加入液体肥和病虫害防治的农药，实现灌溉、施肥及病虫害防治的一体式养护。

4.5.3 灌溉系统的选材、布设应符合现行国家标准《管道输水灌溉工程技术规范》（GB/T 20203）的有关规定。

4.5.4 灌溉用水水质应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》（GB 5084）的有关规定，必要时应进行过滤处理。

4.5.5 灌溉应符合下列要求：

- 1 应结合自然降水、坡面蒸发来确定灌溉时间和灌溉水量，以满足植物生长需要。
- 2 灌溉应遵循适量、多次、均匀的原则。
- 3 夏季和早秋应避免在午后强烈的阳光下灌溉，为预防病虫害，夏季应避免在傍晚灌溉。

5 施工作业

5.1 一般规定

5.1.1 边坡开挖施工前，应收集边坡的勘察、设计、气候、周边弃土条件、运输条件等资料，做好施工组织设计，完善各类应急预案。

5.1.2 施工单位在施工前应了解工程施工图、工期、质量和安全要求等。

5.1.3 顺层边坡、易风化软化的软质岩边坡、特殊岩土边坡等应按设计要求，做到开挖一级防护一级。

5.1.4 喷射植被混凝土边坡应进行稳定性评价，对不稳定的边坡应进行工程治理，使其达到稳定。采用喷射植被混凝土防护后，亦应满足边坡稳定的要求。

5.1.5 植被混凝土绿化施工包括施工准备、坡面处理、灌溉系统安装、基层喷播、面层喷播、养护与管理等。

5.1.6 植被混凝土绿化施工前应先完成边坡排水系统的施工，保证边坡排水顺畅。

5.2 工艺流程

5.2.1 不同防护类型宜根据其防护结构进行施工，涉及到坡面清理、挂网锚固、喷射混凝土等施工工艺应符合现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086)的相关要求。

5.2.2 喷射植被混凝土生态防护宜采用下列工艺流程：

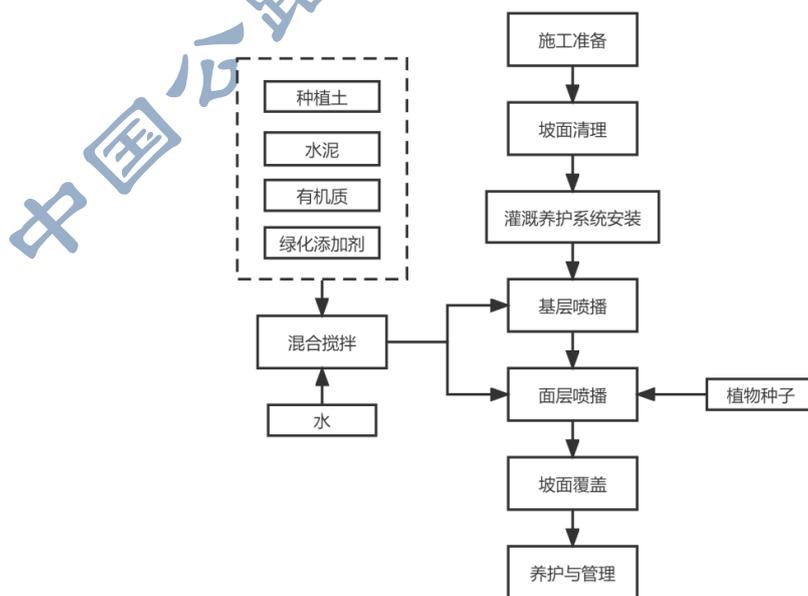


图 5.2.2 喷射植被混凝土工艺流程图

5.2.3 挂网（镀锌菱形铁丝网、加筋麦克垫）+喷射植被混凝土防护宜采用下列工艺流程：

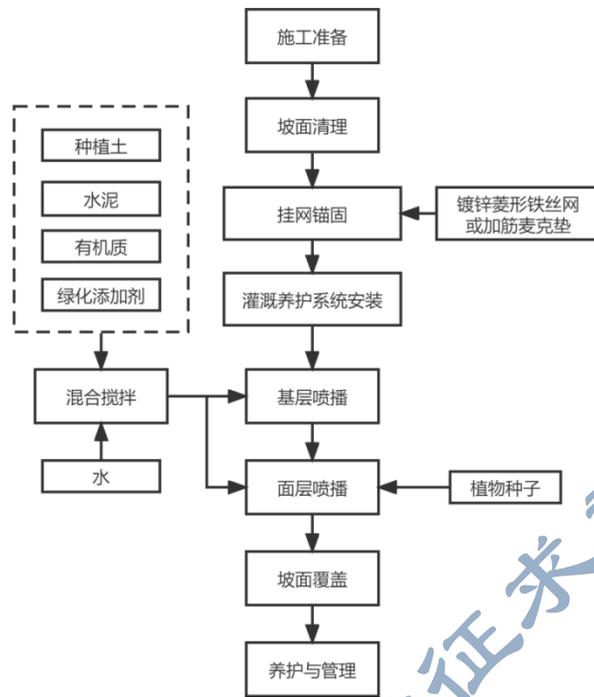


图 5.2.3 挂网+喷射植被混凝土工艺流程图

5.2.4 喷砼+挂网+喷射植被混凝土防护宜采用下列工艺流程：

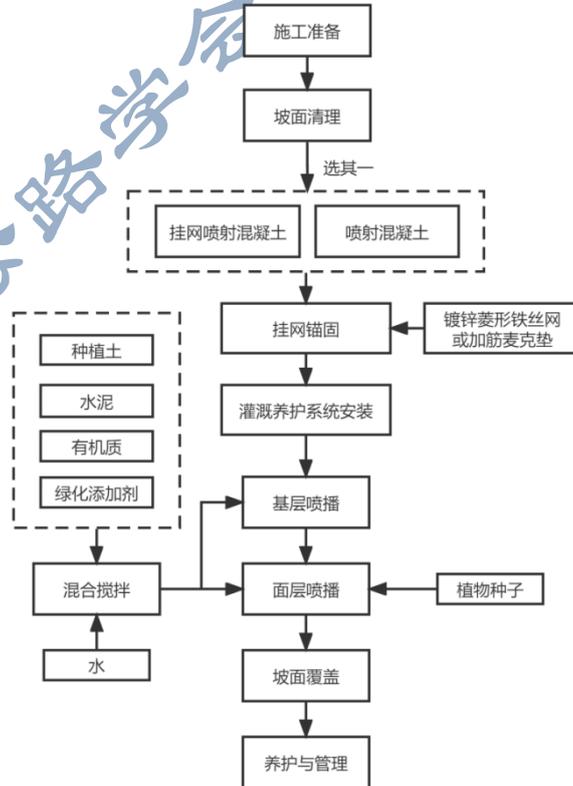


图 5.2.4 喷砼+挂网+喷射植被混凝土工艺流程图

5.3 坡面清理

5.3.1 坡面清理应清除坡面上的危石、浮石、植物浮根、杂草和垃圾等。

5.3.2 边坡修整应自上而下、分段施工，不应上下交叉作业。

5.4 挂网锚固

5.4.1 挂网锚固施工应先铺设挂网，再安装锚钉，最后进行固定绑扎。

5.4.2 铺网施工时，应按从上到下的顺序铺设并张紧，并牢固固定于坡面。

5.4.3 横向及竖向相邻网之间应搭接，搭接宽度宜为 100mm~150mm。

5.4.4 网面应与坡面保持一定间距，间距宜为喷播厚度设计值的 2/3。

5.4.5 锚钉出露坡面长度宜为 8cm~10cm，且锚钉应垂直坡面或与坡面呈 10° ~ 20° 上倾角进行固定。

5.5 喷射混凝土

5.5.1 喷射作业应符合下列规定：

1 喷射作业应分段分片进行，喷射顺序应由上而下；

2 对受喷岩面应用压力水预先湿润，对遇水易潮解的岩层可用压风清除岩面的松石、浮渣和尘埃；

3 在大面积喷射作业前应先对岩面上出露的空洞、凹穴和较宽的张开裂隙进行喷射混凝土充填；

4 喷嘴指向与受喷面应保持 90° 夹角；

5 喷嘴与受喷面的距离不宜大于 1.5m；

6 分层喷射时，后层喷射应在前层混凝土终凝后进行，若终凝 1h 后进行喷射，则应先用风水清洗喷层表面。

5.5.2 在强风条件下不宜进行喷射作业，或应采取防护措施；永久性喷射混凝土喷射作业宜避开炎热天气。

5.5.3 在喷射过程中，应对分层、蜂窝、疏松、空隙或砂囊等缺陷作出铲除和修复处理。

5.5.4 不得在冻结面上喷射混凝土，也不宜在受喷面温度低于 2°C 时喷射混凝土。

5.6 灌溉养护系统安装

5.6.1 灌溉系统的选材、布设应符合现行国家标准《管道输水灌溉工程技术规范》(GB/T 20203)的有关规定。

5.6.2 灌溉养护系统施工工艺流程如下：

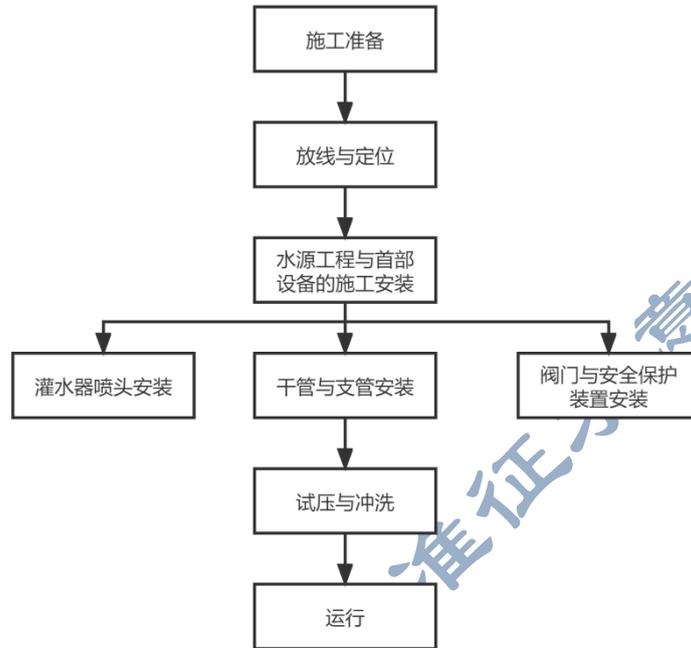


图 5.6.2 灌溉养护系统施工工艺流程

5.6.3 灌溉养护应符合下列要求：

- 1 应结合自然降水、坡面蒸发来确定灌溉时间和水量，以满足植物生长需要。
- 2 灌溉应遵循适量、多次、均匀的原则。
- 3 夏季和早秋应避免在午后强烈的阳光下灌溉；为预防病虫害，夏季应避免在傍晚灌溉。

5.7 基层喷播

5.7.1 施工作业前应进行试喷，选择合适的水灰比和喷射压力。

5.7.2 应按自上而下的顺序进行喷播，喷枪口与坡面距离应不大于 1.2m。

5.7.3 喷播的混合料中种植土、水泥、有机质、绿化添加剂、水等的配合比应根据边坡坡率、地质情况和当地条件确定。为了提高植物的生长速率和成活率可适当添加肥料与保水剂等，拌合后应在 6h 内完成喷播。

5.7.4 喷播时宜采取湿喷法，应采取双层喷附方式，下层为基材底层，上层为含植物种

子面层，面层与基层喷播时间间隔应控制在 4h 以内。

5.8 面层喷播

5.8.1 喷播作业施工应符合下列规定：

1 应按照材料配比和顺序投放材料，应先投放种植土、有机料，再投放水泥、绿化添加剂，最后投放植物种子；

2 应根据设计喷播厚度分层喷播，宜在基层喷播完成 4h 后再进行面层喷播；

3 面层喷播应均匀，厚度宜为 10mm~30mm；

4 喷播顺序应先上后下，不得漏喷；

5 喷播施工过程中应文明施工，应减少对周围环境的影响。

5.8.2 在喷播施工过程中，喷播基质不应有流失现象，当发生基质流失、剥落，应及时进行补喷。

5.8.3 喷播方式宜采用多植物种类的混播方式；有特殊要求时，可选择单一植物种类喷播。

5.9 坡面覆盖

5.9.1 覆盖物可为无纺布、遮阳网等，冬季还可为秸秆、草帘等。

5.9.2 坡面覆盖应在面层喷播完毕后 2h 内进行。

5.9.3 覆盖物应铺设牢固，同坡面接触紧密。

5.9.4 坡面喷播施工后 4h 内，如遇强降雨，应加盖塑料薄膜。

6 养护

6.1 一般规定

6.1.1 养护管理阶段分施工期和运营期养护。主要抓好喷灌水、追施肥料、病虫害防治、清除杂草等养护管理工作。

6.1.2 喷播施工完毕后，应采用无纺布或遮阳网进行覆盖，促进草种的发芽生长。宜定期进行灌溉，已坡面湿润不出现径流为宜。

6.1.3 植被混凝土喷植施工完毕后，应进行 2 个月的施工期养护管理。当温度低、雨量少时，养护管理时间可适当延长。

6.1.4 施工期养护管理工作内容应包括灌溉、病虫害防治、苗木补植、局部缺陷修补等。

6.1.5 运营期养护应根据植物生长状况进行适当追肥，追肥分春肥（3~4 月）和冬肥（10~11 月）两次，可结合灌溉作业，通过灌溉系统进行追施。

6.2 养护作业内容及技术要求

6.2.1 浇水应符合下列要求：

1 前期喷灌水养护为 3 天，播后第一次灌溉应浇透，但不宜有水份流失和径流发生；根据天气状况，第一个月每隔 3 天浇一次水，经常保持土壤湿润，以促进种子发芽；第二个月每隔 5~7 天浇一次水，使土壤干湿交替，促进灌草、幼草扎根和快速成长。

2 中期靠自然雨水养护，若干旱，每月浇水 2~3 次。

3 后期养护每月浇水 1 次，直至交付验收。

6.2.2 补播（栽）应符合下列要求：

1 当植物生长不良、裸地较多或乔灌木比例较低时，应进行人工补播或补栽。以岩石坡、阳坡为补播（栽）重点。

2 补播（栽）时间以每年 4~8 月为宜。

3 补栽苗在栽植前应进行断根和整形修枝处理。

6.2.3 追肥应符合下列要求：

1 追肥宜在施工后 1~2 年内进行；追肥时间宜选择春季（3~4 月）和夏末（10~11 月），春季以施氮肥为主，夏末以施磷钾肥为主。

2 追肥宜将所需肥料溶入水中，结合自动养护系统方式进行。

6.2.4 植物修剪应符合下列要求：

1 乔灌木应适当疏剪弱枝和病枯枝，短截徒长枝；应及时剪除影响行车安全的乔灌木枝条。

2 修剪宜在秋季落叶后或春季发芽前进行。

6.3 养护管理

6.3.1 种子萌发、幼苗生长期应保证水分供应。

6.3.2 养护用水水质应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》(GB 5084)的有关规定。

6.3.3 病虫害防治宜采用对环境影响较小的防治措施。

6.3.4 根据植物生长状况可采取相应的追肥措施，肥料的使用应符合现行行业标准《化肥使用环境安全技术导则》(HJ 555)的有关规定。

6.3.5 边坡巡检应在喷播后每 3d 巡检 1 次，1 个月后每两周巡检 1 次，运营期时每个月巡检 1 次。检查内容应包括坡面土壤水分、植被生长状况、病虫害、植被混凝土冲刷状况等。

6.3.6 整体出苗数量不足时，应查明原因后确定整改方案，并采取相应措施。

7 质量控制与验收

7.1 一般规定

7.1.1 工程材料、铺网材料、喷播材料应在进场后分批进行验收。

7.1.2 验收后应形成相关工程文件和资料。

7.2 质量检验与验收

7.2.1 边坡修整质量验收应包括下列内容：

- 1 边坡安全性要求；
- 2 边坡表面的危石、浮石清除；
- 3 边坡坡率小于设计值；
- 4 边坡上有碍于喷播基材附着的浮根、草本植物和垃圾清除；
- 5 坡面平台无存水现象。

7.2.2 挂网作业质量验收应符合下列规定：

1 镀锌菱形铁丝网或加筋麦克垫的规格应符合相关规定，设计有要求的应符合设计要求，加筋麦克垫质量要求见表 7.2.2；

2 锚钉的锚固深度应符合设计要求，应安装稳固，出露坡面长度宜为 8cm~12cm，且倾角宜为 5°~20°。

表 7.2.2 加筋麦克垫质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	加筋网面标称拉伸强度 (kN/m)	≥24	检查检测报告
2	聚合物剥离强度 (kN/m)	≥0.3	检查检测报告
3	加筋麦克垫高尔凡合金镀层铝含量 (%)	≥4.2	铝含量均为编织后的成品指标，依据 GB/T 1839 和 YB/T4221-2016 中相关规定进行检测。
4	金属镀层克重 (g/m ²)	≥204	金属镀层克重为编织后的成品指标，依据 GB/T 1839 和 YB/T4221-2016 中相关规定进行检测。

注：用于编织网面的原材料钢丝应符合国家现行标准《工程机编钢丝网用钢丝》(YB/T 4221) 的相关规定。

7.2.3 喷播作业质量验收应符合下列规定：

1 喷播基质的取样检测宜在喷播完成 10d 内进行；

2 喷播基质的质量应符合相关规定，设计有要求的应符合设计要求；

3 喷播基质的离析度和厚度应符合设计要求；

4 喷播基质的环保性能和其他指标应符合现行国家标准《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600）的有关规定。

7.2.4 喷播作业质量及植被绿化质量验收标准如表 7.2.4-1 和 7.2.4-2 所示。

表 7.2.4-1 喷播基质质量标准

项次	检查项目	单位	要求
1	容重	g/cm ³	1.2~1.7
2	含水率	%	≥15
3	孔隙率	%	≥25
4	3d 无侧限抗压强度	MPa	≥0.4
5	PH 值	-	6.0~8.0
6	速效氮	mg/kg	≥80
7	速效磷	mg/kg	≥20
8	速效钾	mg/kg	≥100

表 7.2.4-2 植被绿化质量验收项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	基材混合物喷射厚度 (mm)	设计厚度±10	环刀取样或挖样洞，尺量：带状绿地每 1km 测 10 点；点状绿地每个连续种植单元每 1000m ² 测 2 点，且不少于 5 点。
2	物群落物种组成	满足设计要求	植物样方法调查：带状绿地每 km 设置 3 个样方（长 2m，宽 2m 或等同于绿地宽度），且不少于 3 个；点状绿地每个连续种植单元设置 3 个样方（长 2m，宽 2m），且不少于 3 个。
3	绿化面积	满足设计要求	尺量或无人机航拍测量：带状绿地每 1km 检查 100m；点状绿地按每个连续种植单元全部检查。
4△	植被盖度 (%)	≥95	目测或无人机航拍测量：带状绿地每 1km 检查 100m；点状绿地按每个连续种植单元全部检查。

7.3 竣工验收

7.3.1 在植物生长期內，植物生长达到 60d 时应进行竣工验收。

7.3.2 边坡喷播绿化竣工验收应符合下列规定：

- a) 应综合考虑植物种类、播种季节等因素，结合植物生长发育阶段进行验收；
- b) 植物群落的植物种类应达到设计种类的 70%以上。

7.3.3 下列边坡或部位可不作或降低覆盖率要求：

- 1 孤石或岩石突出部位；
- 2 边坡坡面岩体裂隙间距大于 1m 的岩质边坡或节理裂隙不发育的岩质边坡。

7.3.4 在质保期满后、工程移交时应进行终验，并应符合下列规定：

- 1 应根据边坡设计植物的总体生长态势，确定植物生长状况达到设计要求；
- 2 植物群落和覆盖率应达到设计要求的预期效果。

中国公路学会标准征求意见稿

附录 A （资料性附录）喷播基质厚度设计建议值

表 A.0.1 喷播基质厚度设计建议值

边坡类型	坡率	年降水量 A (mm)	喷播基质厚度设计建议值 (mm)
硬质岩边坡或混凝土边坡	65° ~85°	A ≤ 800	90
		800 < A ≤ 1200	80
		A > 1200	70
	45° ~65°	A ≤ 800	100
		800 < A ≤ 1200	90
		A > 1200	80
软质岩边坡及崩解性岩质边坡	65° ~85°	A ≤ 800	80
		800 < A ≤ 1200	75
		A > 1200	70
	45° ~65°	A ≤ 800	90
		800 < A ≤ 1200	75
		A > 1200	80
土石混合边坡	65° ~85°	A ≤ 800	70
		800 < A ≤ 1200	65
		A > 1200	60
	45° ~65°	A ≤ 800	80
		800 < A ≤ 1200	75
		A > 1200	70
土质边坡	65° ~85°	A ≤ 800	60
		800 < A ≤ 1200	55
		A > 1200	50
	45° ~65°	A ≤ 800	70
		800 < A ≤ 1200	65
		A > 1200	60

附录 B（资料性附录）公路边坡绿化常用植物种类推荐表

表 B.0.1 公路边坡绿化常用植物种类推荐表

类型	序号	学名	拉丁学名	生长习性	技术要点
草 本 植 物	1	狗牙根(禾本科、狗牙根属)	<i>Cynodon dactylon</i> (Linn.) Pers	多生长于村庄附近、道旁河岸、荒地山坡。其根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的固堤保土植物。	狗牙根草坪不可缺水，要经常给水，可采用浇灌或喷灌，水分要充足，一般浸透10~15cm深，浇水时间以早晚为宜。
	2	早熟禾(禾本科、早熟禾属)	<i>Poa annua</i> L.	早熟禾喜光，耐旱性较强，耐阴性也强，抗热性较差，对土壤要求不严，耐瘠薄，但不耐水湿，喜微酸性至中性土壤。	遵循不干不浇，浇则浇透的原则，忌介质水分过多，保持介质的干燥非常重要，夏季气温高，土壤水分蒸发快，应多浇勤浇，避免草籽缺水死亡。
	3	黑麦草(禾本科黑麦草属)	<i>Lolium</i>	喜温凉湿润气候。宜于夏季凉爽、冬季不太寒冷地区生长。光照强、日照短、温度较低对分蘖有利。	播种前对土地进行全面翻耕，并保持犁深到表土层下20~30cm，精细重耙1~2遍，并清除杂草，破碎土块后镇压地块，使土壤颗粒细匀，孔隙度适宜。
	4	紫花苜蓿(豆科苜蓿属)	<i>Medicago sativa</i> L.	生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地。	播种一般采用条播或垄播，条播行距30~60cm。垄播则采用密垄稀植，行距15~20cm，既增加覆盖，提高产量，又便于田间管理。
	5	糖蜜草(禾本科糖蜜草属)	<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	对霜冻敏感，持续霜冻会死亡。非常耐旱和耐酸瘦土壤，侵占性强。但不耐盐碱、火烧和连续重牧。	发芽整齐后揭去盖草，待幼苗长至2~3cm时，可洒施尿水一次，尿水比为2:3；间隔15天后，追施第二次肥，其肥浓度为尿、水各半。
	6	假俭草(禾本科、蜈蚣草属)	<i>Eremochloa ophiuroides</i> (Munro) Hack.	喜光，耐阴，耐干旱，较耐践踏。耐修剪，抗二氧化硫等有害气体，吸尘，滞尘性能好。	对水、肥要求不严，在生长季节，追加些氮肥即可，土肥尤佳；水份以保持土壤湿润为好。但在干旱季节，应注意补充水份，保证草坪健康生长。
	7	弯叶画眉草(禾本科画眉草属)	<i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees.	耐湿热、抗旱性强；耐瘠、耐水淹；再生能力强，耐践踏；较耐盐碱；抗病虫能力很强；抗褐斑病和线虫病；耐粗放管理。	通常与狗牙根、百喜草等混播，苗期需加强浇水保湿，适时施氮、磷、钾复合肥，以11~22kg/hm ² 为宜，以促进生长。
	8	高羊茅(禾本科羊茅属)	<i>Festuca elata</i> Keng ex E. Alexeev	性喜寒冷潮湿、温暖的气候，在肥沃、潮湿、富含有机质、pH值为4.7~8.5的细壤土中生长良好。喜光，耐半阴，对肥料反应敏感，抗逆性强，耐酸、耐瘠薄，抗病性强。	耐瘠薄，养护中应避免施过多肥料。夏季不施肥。秋季，草坪生长旺盛，有条件应适当补充有机肥，最好施用草坪专用肥。在每次施肥后，应立即浇水。

类型	序号	学名	拉丁学名	生长习性	技术要点
	9	猪屎豆 (蔷薇目豆 科植物)	<i>Crotalaria pallida Ait.</i>	耐贫瘠又耐旱，生于海拔 100~1000m的荒山草地及沙 质土壤之中，也可在河床地、 堤岸边、烈日当空、多砂多砾 的环境生长。	一年生的猪屎豆呈草本状，但二年或二年 以上的猪屎豆呈灌木状，因此在搭配上可 以采用类似乔木（黄槐）+灌木（猪屎豆） +草本（地毯草等）的搭配方式。
	10	百喜草 (禾本雀 稗属科)	<i>Paspalum notatum Flugge</i>	生性粗放，对土壤选择性不 严，分蘖旺盛，地下茎粗壮， 根系发达。抗热、抗旱和抗病 虫害能力强，稍耐荫，耐酸性 土壤。	春播以3~5月旬平均气温达15℃以上的 湿润天气播种最为适宜，秋播宜在9月中 旬之前进行。由于百喜草种子发芽和建植 速度很慢，可以和10%左右的多年生黑麦 草或一年生黑麦草过渡混播，以提高成 坪速度，降低杂草的危害。
藤 本 植 物	11	爬山虎 (葡萄科 地锦属)	<i>Parthenocissu s tricuspidata</i>	性喜阴湿环境，但不怕强光， 耐寒，耐旱，耐贫瘠；对二氧 化硫和氯化氢等有害气体有 较强的抗性，对空气中的灰 尘有吸附能力。	子叶出土后，薄膜在晴天要昼揭夜盖，阴 雨天全天覆盖，以提高土温，促使出苗整 齐，并可预防金龟子的危害。另外，要常 洒水保持土壤湿润。
	12	葛藤（旋 花科银背 藤属）	<i>Argyreia seguinii (Levl.) Van. ex Levl.</i>	喜温暖湿润的气候，喜生于 阳光充足的阳坡。对土壤适 应性广，以湿润和排水通畅 的土壤为宜。耐酸性强，土壤 pH值4.5左右时仍能生长。 耐寒且耐旱。	春季清明前后，将种子在40℃温水中浸泡 1~2天，并常搅动，取出晾干水后开穴 播种，穴深3cm，株距35~40cm，每穴播 种子4~6粒，播后平穴，浇水，10天左 右出苗。
	13	凌霄（紫 葳科凌霄 属）	<i>Campsis grandiflora (Thunb.) Schum.</i>	凌霄生性强健，性喜温暖；有 一定的耐寒能力；在盐碱瘠 薄的土壤中也正常生长， 但生长以深厚肥沃，排水良 好的微酸性土壤为好。	主要用扦插、压条繁殖，也可分株或播种 繁殖。扦插多选带气生根的硬枝春插，夏 季压条。
	14	杠柳（萝 藦科杠柳 属）	<i>Periploca sepium Bunge</i>	性喜阳性，喜光，耐寒，耐旱， 耐瘠薄，耐荫。对土壤适应性 强，具有较强的抗风蚀、抗沙 埋的能力。	播种前用40~50℃热水浸泡4~5h，待 种子膨胀后，并有部分种子露白芽，便 可捞出、控水、混沙，进行播种。另外， 播种前为了防止病虫害发生，可采用高锰 酸钾消毒。
	15	中华常春 藤（五加 科常春藤 属）	<i>Hedera nepalensisvar .sinensis</i>	极耐阴，也能在光照充足之 处生长。喜温暖、湿润环境， 稍耐寒，能耐短暂的-5~- 7℃低温。对土壤要求不高， 但喜肥沃疏松的土壤。	最佳扦插时期为7~8月份，顶部枝条为 最佳插穗，扦插生根率达80%。
灌 木 植	16	黄花槐 (豆科槐 属)	<i>Sophora xanthantha C. Y. Ma</i>	喜光但不耐水渍，应选择在 阳光充足、排水良好的地方， 不宜选取过于低洼和积水 处。	移植时施基肥，后每月追肥1次，可用复 合肥或各种饼肥，饼肥先制15~20天， 取上部澄清液，兑水7~8倍浇施。每年 应松土除草3~4次，以促进根系展开。

类型	序号	学名	拉丁学名	生长习性	技术要点
物	17	银合欢(豆科灌木)	<i>Leucaena glauca</i> (L.) Benth.	喜温暖湿润气候, 具有很强的抗旱能力。不耐水淹, 低洼处生长不良。中性至微碱性土壤生长最好, 酸性红壤土上仍能生长, 潮湿的岩石缝隙也能生长。	播种前采用 80℃ 热水浸泡 3~5min, 或拌等量河沙机械磨擦。在未种过银合欢的土地上种植, 应接种根瘤菌。播种一般以 2~4 月份为宜。
	18	三角梅(紫茉莉科叶子花属)	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	性喜温暖、湿润的气候和阳光充足的环境。不耐寒, 耐干旱, 耐修剪, 生长势强, 喜水但忌积水。在肥沃、疏松、排水好的沙质壤土能旺盛生长。	光照不足会影响其开花; 适宜生长温度为 20~30℃。花期可从 11 月起至第二年 6 月。
	19	朱槿(锦葵科木槿属、扶桑属)	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> Linn.	性喜温暖、湿润, 要求日光充足, 不耐阴, 不耐寒、旱。对土壤的适应范围较广, 以富含有机质, pH6.5~pH7 的微酸性壤土生长最好。	扦插宜在 5~10 月进行, 冬季在温室内进行, 但以梅雨季节成活率高; 插条以一年生半木质化的最好。
	20	夹竹桃(夹竹桃科夹竹桃属)	<i>Nerium indicum</i>	喜温暖湿润的气候, 耐寒力不强, 喜肥水, 喜中性或微酸性土壤。	毛细根生长较快。疏根时间最好选在 8 月初至 9 月下旬。此时根已休眠, 是疏根的好机会。
乔木植物	21	地念(野牡丹科野牡丹属)	<i>Melastoma dodecandrum</i> Lour.	生于海拔 1250m 以下的山坡矮草丛中, 喜光, 耐干旱贫瘠, 为酸性土壤常见的植物。	适用于于碳质泥岩等酸性土壤边坡绿化。
	22	台湾相思(豆科金合欢属)	<i>Acacia confusa</i> Merr.	喜暖热气候, 亦耐低温, 喜光, 亦耐半阴, 耐旱瘠土壤, 亦耐短期水淹, 喜酸性土。	播种前用 70~80℃ 的热水烫种, 放置 24h 后淘出晾干备用。采用喷播方式, 每亩用量约 1.5kg, 存活约 15 株/平方米。
	23	马尾松(松科松属乔木)	<i>Pinus massoniana</i> Lamb.	阳性树种, 不耐庇荫, 喜光、喜温。对土壤要求不严格, 喜微酸性土壤, 但怕水涝, 不耐盐碱。	在马尾松大田育苗生长期中, 用铁制切根铲适时适量切去苗木部分原主根, 促进苗木根系生长, 增加侧须根数量, 降低高径比, 控制冠根比, 可显著提高马尾松大田裸根苗质量与造林成活率。
	24	香樟(樟科樟属)	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl.	喜光, 稍耐阴。喜温暖湿润气候, 耐寒性不强。适生于深厚肥沃的酸性或中性砂壤土, 根系发达, 深根性, 抗倒能力强。	主根深而侧根少, 所以育苗时要注意培育侧根。在苗圃中一般要经过 2 次移植, 香樟树苗一般 1 年后最好进行移苗, 有利于提高苗木成活率。
	25	黄槐(豆科决明属)	<i>Cassia surattensis</i> Burm. f. (<i>C. glauca</i> Lam.).	对土壤要求不严, 以砂壤土为最好, 耐土壤干旱, 也耐水湿。喜高温高湿、光照, 不耐寒。	播种前, 用 85~90℃ 的水浸种 24 小时, 余硬粒再处理 1~2 次。种子吸水膨胀可播种。

类型	序号	学名	拉丁学名	生长习性	技术要点
	26	大叶樟 (樟科樟属)	<i>Cinnamomum septentrionale</i> Hand. - Mazz.	喜紊乱气候, 喜光, 稍耐阴, 深根性, 萌芽性强, 寿命长达数百年。	栽植季节宜选择在春季 3 月中旬至 4 月初较好, 此时气温回升, 但温度又不太高, 且未到霉雨季节, 雨水适中, 最适于移植。
	27	羊蹄甲 (豆科羊蹄甲属)	<i>Bauhinia Linn.</i>	性喜温暖湿润、多雨的气候、阳光充足的环境, 喜土层深厚、肥沃、排水良好的偏酸性砂质壤土。	用于园林绿化时, 一般均采用大苗移栽。大苗移栽前必须进行截干处理, 一般截断留取主干 3~5m, 并保持一定树形。种植后须设立支架保护。
	28	马占相思 (豆科金合欢属)	<i>Acacia mangium</i> Willd.	喜湿润、向阳、土壤较好立地, 能耐轻霜危害。呈酸性的红壤、砖红壤及沙质土均能生长良好, 中性及碱性土不适生长。	山地造林采用穴垦, 植穴规格 50 cm×50 cm×40 cm, 也可采用水平带状整地, 带宽 50cm, 深 40cm。

中国公路学会标准征求意见稿

用词说明

1 本指南执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 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”。

2) 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”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 当引用的标准为国家标准或行业标准时，表述为“应符合《×××××》(×××)的有关规定”。

2) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本指南第×章的有关规定”“应符合本指南第×.×节的有关规定”“应按本指南第×.×.×条的有关规定执行。”

中国公路学会标准征求意见稿