



山西省风景园林协会团体标准

T/SXSLA 0020—2026

森林康养活动设计指南

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 森林康养活动基本原则 2

5 康养活动类型与设计要求 2

6 人员配置 7

7 活动效果评估与风险评估 9

8 生态保护 10

9 运营维护 10

附录 A（资料性） 森林康养活动推荐名录 13

附录 B（资料性） 植物推荐名录 25

附录 C（资料性） 不同功能区康养活动配置模式 18

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省风景园林协会提出并归口。

本文件起草单位：山西农业大学 森林康养国家林业和草原局重点实验室

本文件主要起草人：杨秀云、闫冬佳、齐思媛、王佳、曲辰雨、吴浩琳、樊海荣、李晓庆、李洁、赵姣、贡剑、王志玲、刘月花、田甜、张倩。

本文件主要审查人：王志刚、史文正、盖强、李娥娥、闫文刚。

森林康养活动设计指南

1 范围

本文件规定了森林康养活动设计的术语和定义、森林康养活动基本原则、康养活动类型与设计要求、人员配置、活动效果评估与风险管理、生态保护、运营维护等技术要求。

本文件适用于山西省各类森林康养活动的规划设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3095环境空气质量标准
- GB 3096 声环境质量标准
- GB/T 14848地下水质量标准
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB/T 18005 中国森林公园风景资源质量等级评定
- GB/T 27963 人居环境气候舒适度评价
- GB 50763 无障碍设计规范
- LY/T 2586 空气负（氧）离子浓度观测技术规范
- LY/T 2934森林康养基地建设技术规范
- LY/T 3245 中国森林认证 自然保护区森林康养

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

森林康养

以促进大众健康和预防疾病为目的，利用森林生态环境资源，充分发挥森林生态系统环境因子的康体保健作用，开展有助于人们放松身心，调节身体机能，促进（维持）身心健康的活动总称。

3.2

森林康养活动

在森林环境中开展的，以森林浴、芳香疗法、园艺疗法、森林冥想、自然教育、运动健身等为主要形式，旨在促进参与者身心健康的各类活动。

3.3

森林康养师

具备森林医学、运动人体科学、心理学、林学等专业知识，经过专业培训并取得相应资格，能够科学设计和指导森林康养活动的专业服务人员。

3.4

森林浴

在森林环境中，通过五感体验（视觉、听觉、嗅觉、触觉、味觉）吸收森林中的负氧离子、植物精气等有益物质，达到放松身心、增强免疫力的康养活动。

3.5

芳香疗法

利用植物释放的芳香挥发性物质，通过嗅觉吸入等方式，达到舒缓情绪、调节身心状态的康养活动。

3.6

园艺疗法

通过参与植物栽培、修剪、养护等园艺活动，以及与植物的直接接触和互动，促进身心健康恢复的康养活动。

3.7

森林生态承载力

在不破坏森林生态系统结构、功能和稳定性的前提下，特定森林康养区域在一定时间内能够持续承载的最大游客数量、活动强度及设施规模。森林生态承载力包括空间承载力、设施承载力、生态承载力三个维度。

4 森林康养活动基本原则

4.1 生态优先

保护和优化森林生态系统，不得破坏森林植被、野生动物栖息地和水体环境。森林康养活动容量应控制在森林生态承载力范围内。

4.2 安全保障

考虑参与者的人身安全，包括地形安全、设施安全、植物安全、气候安全等。活动区域应排除有毒有害植物、地质灾害隐患区、野生动物活动频繁区等危险区域。

4.3 科学有效

活动设计应基于森林医学、环境心理学、运动人体科学等研究成果，确保康养活动具有明确的生理和心理保健效果。活动强度、时长、频率等参数应符合人体科学规律。

4.4 全龄适配

兼顾不同年龄段、不同健康状况人群的需求，提供分级分类的康养活动方案。

5 森林康养活动类型与设计要求

5.1 健康养生类

5.1.1 森林浴

森林浴活动设计应符合以下要求：

- a) 选址：选择林相整齐、郁闭度 0.6~0.8、环境幽静、负氧离子浓度 ≥ 3000 个/cm³、植物精气丰富的针阔混交林或常绿针叶林区域，声环境质量达到 GB 3096 的 I 类标准；
- b) 适宜人群：全龄段人群，适合健康人群预防保健、亚健康人群、慢病稳定期人群、免疫力低下人群，无自主行为能力者不适宜参与；
- c) 活动时长：单次活动时长宜为 2 h~4 h，其中静坐冥想环节 20 min~40 min，漫步环节 60 min~120 min

min, 深呼吸练习环节 10 min~20 min;

d) 活动强度: 低强度, 心率控制在最大心率的 50%~60%;

e) 路线/场地参数: 具备环形或局部环形步道, 长度宜为 1 km~3 km, 路面平均坡度不宜超过 1:10, 设置林间静坐平台 3 处~5 处;

f) 设施配置: 沿线配置木质座椅、观景休息亭、深呼吸引导标识牌, 配备饮水补给点, 间距≤500 m, 设置应急呼叫点, 间距≤800 m;

g) 环境要求: 林内能见度≥50 m, 无有毒有害植物, 无蜂巢、蚁穴等危险因素, 地面干燥防滑, 落叶层厚度≤5 cm;

h) 季节/时段: 春、夏、秋三季均可开展, 冬季(11 月~次年 2 月)晋北高海拔地区不宜开展;

i) 注意事项: 活动前进行健康筛查, 穿着长袖衣物防蚊虫, 携带防过敏药物, 雷雨天气禁止开展, 活动后及时补充水分。

5.1.2 芳香疗法

芳香疗法活动设计应符合以下要求:

a) 选址: 选择富含芳香挥发性物质的植物群落区域, 如油松林、侧柏林、丁香丛等, 要求植物精气主要成分(萜烯类物质)浓度较高, 空气流通但风速≤1.5 m/s;

b) 适宜人群: 全龄段人群, 适合焦虑抑郁倾向人群、失眠人群、慢性疲劳人群, 花粉过敏者、哮喘急性期患者不宜参与;

c) 活动时长: 单次活动时长宜为 30 min~60 min, 其中芳香花径漫步 15 min~30 min, 精油呼吸体验 10 min~20 min, 植物触摸感知 10 min~15 min;

d) 活动强度: 低强度, 以静态感知和慢步为主;

e) 路线/场地参数: 设计“芳香花径”, 设置精油呼吸体验区 2 处~3 处, 设置植物触摸体验点 3 处~5 处;

f) 设施配置: 花径两侧具备植物科普解说牌, 标注植物名称、挥发物成分及保健功效, 体验区设置木质座椅、遮阳棚, 配备芳香植物精油样本展示盒;

g) 环境要求: 优先选择释放 α -蒎烯、 β -石竹烯、柠檬烯、丁香酚等萜烯类物质的保健植物, 避免与释放异味的植物(如臭椿等)混植;

h) 季节/时段: 春、夏、秋三季均可开展, 最佳时段为上午 9:00~11:00 和下午 15:00~17:00, 此时植物挥发物释放较活跃;

i) 注意事项: 花粉过敏季节(4 月~5 月)应提前告知风险, 体验区单次容纳人数不宜超过 15 人, 避免在强风、降雨天气开展。

5.2 心理疗愈类

5.2.1 森林冥想

森林冥想活动设计应符合以下要求:

a) 选址: 选择环境幽静、远离噪声(声环境质量达到 GB 3096 的 I 类标准)、视觉干扰少的密林区域, 要求树冠郁闭度 0.7~0.9, 光线柔和, 有自然白噪音(如溪流声、风吹树叶声);

b) 适宜人群: 亚健康人群、高压职场人群、焦虑失眠人群、更年期人群, 精神分裂症急性期患者、严重创伤后应激障碍(PTSD)患者需在专业医师指导下参与;

c) 活动时长: 单次活动时长宜为 20 min~45 min, 其中引导放松 5 min~10 min, 核心冥想 15 min~30 min, 渐醒分享 5 min~10 min;

- d) 活动强度：极低强度，以静坐为主，心率接近静息水平；
- e) 路线/场地参数：具备冥想平台或林间空地；
- f) 设施配置：配备木质冥想坐垫，设置风铃等自然音效装置，提供薄毯（春秋季保暖）；
- g) 环境要求：场地周边植物以释放镇静类挥发物的针叶树（如杜松、侧柏）为主，避免视野内出现人工建筑等视觉干扰，地面无尖锐物、无蚁穴；
- h) 季节/时段：全年均可开展，春、夏、秋三季以户外冥想为主，冬季（晋北地区）可转移至半开放林间温室或阳光房，最佳时段为清晨（6:00~8:00）和黄昏（17:00~19:00）；
- i) 注意事项：活动前关闭手机或调至静音，禁止在冥想区大声交谈，雷雨、大风（风速 ≥ 5 m/s）天气禁止开展，配备森林康养师全程引导，避免参与者出现“冥想不适”。

5.2.2 正念训练

正念训练活动设计应符合以下要求：

- a) 选址：选择具有丰富感官刺激元素的森林环境，如落叶松林、桦树林、混交林等，要求生物多样性较高，有鸟鸣、虫鸣、水流等多种自然声音，有纹理丰富的树皮、叶片、岩石等触觉元素；
- b) 适宜人群：高压职场人群、注意力缺陷人群、情绪管理困难人群、慢性疼痛人群，严重认知障碍患者、急性精神障碍患者不宜参与；
- c) 活动时长：单次活动时长宜为 60 min~90 min，其中五感体验环节 40 min~60 min，正念行走 20 min~30 min，分享总结 10 min~15 min；
- d) 活动强度：低强度，以慢步和静态观察为主；
- e) 路线/场地参数：设计“六感体验径”，设置 5 个~8 个感官体验节点（视、听、嗅、触、味、意各 1 处~2 处）；
- f) 设施配置：体验节点设置感官引导牌（如“请触摸树皮纹理”“请辨识三种鸟鸣”等），配备自然材料收集篮（用于触觉体验），设置森林茶饮供应点（提供松针茶、桦树汁等安全森林饮品）；
- g) 环境要求：体验径沿线植物种类丰富，至少有 10 种以上可辨识树种，避免有毒植物分布区，味觉体验区植物须经过食品安全确认；
- h) 季节/时段：春、夏、秋三季均可开展，春季（4 月~5 月）侧重花卉嗅觉和嫩芽触觉，夏季（6 月~8 月）侧重浓荫视觉和溪流听觉，秋季（9 月~10 月）侧重落叶触觉和果实嗅觉；
- i) 注意事项：活动前进行感官敏感度询问（如嗅觉障碍、触觉过敏等），森林茶饮须经过毒理学筛查，训练过程中森林康养师应密切观察参与者情绪反应。

5.3 运动休闲类

5.3.1 森林徒步

森林徒步活动设计应符合以下要求：

- a) 选址：选择林相好、地形起伏适中的林区；步道沿线景观丰富；
- b) 适宜人群：全龄段人群，根据难度分级适配不同体能水平，休闲级适合老年人、儿童、康复期人群，健身级适合普通成年人，挑战级适合青壮年、户外运动爱好者，严重心血管疾病患者、关节置换术后患者、孕晚期妇女不宜参与中高级别徒步；
- c) 活动时长：单次活动时长宜为 30 min~240 min，其中休闲级 30 min~60 min，健身级 60 min~120 min，挑战级 120 min~240 min；
- d) 活动强度：按难度分为三级：

休闲级：低强度，坡度 $\leq 5\%$ ，长度 ≤ 3 km，心率控制在最大心率的 50%~60%，

健身级：中强度，坡度 $\leq 10\%$ ，长度 3 km $\sim$ 5 km，心率控制在最大心率的 60% $\sim$ 75%，

挑战级：高强度，坡度 $\leq 15\%$ ，长度 5 km $\sim$ 10 km，心率控制在最大心率的 75% $\sim$ 85%；

e) 路线/场地参数：步道宽度单向通行 ≥ 0.9 m，双向通行 ≥ 1.5 m，纵坡坡度 $\leq 15\%$ ，横坡坡度 1% $\sim$ 2%，转弯半径 ≥ 3 m，每 500 m 设置里程标识，每 1 km 设置休息驿站；

f) 设施配置：沿线具备休息驿站（间距 500 m $\sim$ 800 m），配备座椅、遮阳棚、饮水设施、垃圾桶，设置饮水补给点（间距 ≤ 1000 m），设置应急呼叫点（间距 ≤ 1000 m），设置步道导览图和难度标识牌，配备无障碍通道（主要步道）；

g) 环境要求：铺装具备木质、碎石、落叶等生态环保防滑材料，纵坡坡度 $\geq 8\%$ 时具备防滑条或防滑路面，雨季前检查排水设施；

h) 季节/时段：全年均可开展，夏季宜避开正午高温时段（11:00 $\sim$ 15:00），选择清晨或傍晚，冬季晋北地区（11 月 $\sim$ 次年 2 月）高海拔步道可能积雪结冰，应封闭或配备防滑装备，最佳时段为春秋季节（4 月 $\sim$ 5 月、9 月 $\sim$ 10 月）；

i) 注意事项：活动前进行体能评估和健康筛查，参与者须穿着防滑运动鞋，携带充足饮水（夏季 ≥ 500 mL/h），雷雨、大风（风速 ≥ 6 m/s）、能见度 < 50 m 天气禁止开展，挑战级徒步须配备 GPS 定位和应急通讯设备。

5.3.2 森林瑜伽与太极

森林瑜伽与太极活动设计应符合以下要求：

a) 选址：选择地势平坦、地面干燥坚实、树冠郁闭度 0.4 $\sim$ 0.6 的林间空地，要求环境幽静、空气清新、光线柔和（有斑驳树荫，无强光直射），避开风口和低洼潮湿处；

b) 适宜人群：成年人，特别适合办公室久坐人群、柔韧性下降人群、平衡能力减退人群、轻度焦虑人群，严重骨质疏松患者、近期骨折未愈合者、严重眩晕症患者需在医师指导下参与；

c) 活动时长：单次活动时长宜为 45 min $\sim$ 60 min，其中热身 10 min $\sim$ 15 min，核心练习 30 min $\sim$ 40 min，放松整理 5 min $\sim$ 10 min；

d) 活动强度：低强度，以伸展、平衡、呼吸配合为主，心率控制在最大心率的 50% $\sim$ 65%；

e) 路线/场地参数：具备木质或草质瑜伽/太极平台；

f) 设施配置：配备防滑瑜伽垫或太极垫（每人 1 块），配备便携式音响（播放舒缓音乐或引导语，音量 ≤ 55 dB(A)），设置饮水点，配备遮阳伞或遮阳棚；

g) 环境要求：周边植物以释放镇静类挥发物的针叶树（如油松、侧柏）为主，地面无尖锐石块、无树根突起；

h) 季节/时段：春、夏、秋三季均可开展，夏季宜在上午 7:00 $\sim$ 9:00 或下午 17:00 $\sim$ 19:00 开展，避开高温时段，冬季晋北地区可转移至半开放林间阳光房，最佳时段为清晨（6:00 $\sim$ 8:00）；

i) 注意事项：活动前进行关节灵活度评估，地面潮湿、泥泞时禁止开展，森林康养师应具备瑜伽/太极指导资质，配备急救包以应对肌肉拉伤等意外，禁止在雷雨、大风天气开展。

5.4 自然教育类

5.4.1 自然观察

自然观察活动设计应符合以下要求：

a) 选址：选择生物多样性丰富、具有典型生态系统特征的森林区域，要求有稳定的鸟类栖息地、昆虫活动区、特色植物群落或开阔夜空（观星）；

b) 适宜人群：全龄段人群，特别适合儿童、青少年、自然爱好者、摄影爱好者，视力严重障碍者、对昆虫严重恐惧者需在特殊辅助下参与；

- c) 活动时长：单次活动时长宜为 60 min~120 min，其中主题观察 40 min~80 min，记录整理 15 min~30 min，分享讨论 10 min~15 min；
- d) 活动强度：低强度，以静态观察和慢步为主；
- e) 路线/场地参数：具备主题观察径，长度宜为 500 m~1500 m，宽度 1.0 m~1.5 m，设置自然观察点 3 处~5 处，具备观察平台或隐蔽棚；
- f) 设施配置：观察点配备科普解说牌、物种图鉴牌、望远镜支架、放大镜存放处，配备观鸟望远镜（双筒、单筒）、昆虫观察盒、植物识别手册、自然观察记录本，夜间观察配备红光手电筒（减少对野生动物干扰）；
- g) 环境要求：观察点与野生动物巢穴、觅食区保持安全距离（ ≥ 30 m），观鸟点设置隐蔽棚或利用地形遮蔽，避免惊扰鸟类，观星点选择光污染少、视野开阔的区域；
- h) 季节/时段：全年均可开展，不同季节设计不同主题，春季（3 月~5 月）观鸟、观花，夏季（6 月~8 月）观虫、观星，秋季（9 月~10 月）观叶、观果，冬季（11 月~次年 2 月）观鸟、观枝干纹理，鸟类观察最佳时段为清晨（6:00~8:00）和黄昏（17:00~19:00），观星最佳时段为无月夜（农历月初或月末）的 20:00~23:00；
- i) 注意事项：活动前进行观察伦理教育，禁止投喂、惊扰、捕捉野生动物，禁止使用闪光灯拍摄，保持安静（音量 ≤ 45 dB(A)），夜间观察须结伴而行，配备照明和通讯设备，观星活动前查询天气预报，云量 $\geq 50\%$ 时取消。

5.4.2 园艺疗法

园艺疗法活动设计应符合以下要求：

- a) 选址：选择光照充足、土壤安全、有灌溉水源、地势平坦的区域，要求土壤环境质量符合 GB 15618 的相关要求，无重金属污染，避开低洼积水区和强风区；
- b) 适宜人群：全龄段人群，特别适合老年人、康复期患者、认知障碍早期人群、注意力缺陷儿童、高压职场人群，严重花粉过敏者、皮肤严重敏感者、免疫缺陷患者（如化疗期间）不宜参与土壤接触类活动；
- c) 活动时长：单次活动时长宜为 45 min~90 min，其中栽培操作 30 min~60 min，植物认知 15 min~20 min，成果分享 10 min~15 min；
- d) 活动强度：低强度，以手部精细动作、轻度弯腰和蹲姿为主；
- e) 路线/场地参数：将园艺操作区划分为栽培区、修剪区、压花区、工具存放区，具备无障碍操作台、洗手池；
- f) 设施配置：配备园艺工具（铲子、锄头、修枝剪、喷壶等，符合安全标准）、安全手套、围裙、护目镜，配备植物标签、栽培基质、有机肥、花盆等耗材，设置工具消毒柜，配备急救箱（处理割伤、刺伤）；
- g) 环境要求：栽培植物以无毒、无刺、易成活的乡土植物和保健植物为主；土壤使用经过检测的安全园土或栽培基质；禁止使用化学农药和化肥；设置遮阳棚（夏季）和防风围合（冬季）；
- h) 季节/时段：春、夏、秋三季均可开展，春季（3 月~5 月）以播种、移栽为主，夏季（6 月~8 月）以浇水、修剪、压花为主，秋季（9 月~10 月）以收获、扦插、标本制作为主，冬季可开展室内压花、植物拓染等，最佳时段为上午 9:00~11:00 和下午 15:00~17:00；
- i) 注意事项：活动前进行手部清洁和工具使用安全教育，工具使用须在森林康养师指导下进行，禁止参与者单独使用电动工具，接触土壤后须彻底洗手，夏季注意防暑降温，提供遮阳和饮水，冬季注意保暖，避免长时间冷水接触。

5.4.3 森林手作

森林手作活动设计应符合以下要求：

- a) 选址：选择地势平坦、地面干燥、环境安全、有天然材料来源的林间空地，要求周边有丰富的落叶、枝条、果实、种子、石块等自然材料，避开有毒植物分布区和危险地形；
- b) 适宜人群：儿童、青少年，特别适合创造力培养阶段人群、亲子家庭、自然教育研学团体，严重手部功能障碍者、对自然材料严重过敏者需在辅助下参与；
- c) 活动时长：单次活动时长宜为60 min～120 min，其中材料收集20 min～30 min，手作创作40 min～70 min，作品展示与分享10 min～20 min；
- d) 活动强度：低强度，以手部操作和轻度走动为主；
- e) 路线/场地参数：具备林间手作空间，设置材料存放及废料收集区，设置作品晾晒/展示架；
- f) 设施配置：配备操作台、座椅、自然材料收纳筐、手工工具（剪刀、胶水、麻绳、颜料等，儿童工具须圆头安全设计），提供可降解垃圾袋，配备洗手设施；
- g) 环境要求：手作材料优先使用森林中自然脱落的枯枝、落叶、果实、种子、石块等，禁止采摘活体植物的花、叶、果实，如需使用树皮，仅限自然脱落的树皮，使用颜料须为食品级或可降解环保颜料；
- h) 季节/时段：春、夏、秋三季均可开展，秋季（9月～10月）材料最丰富（落叶、果实、种子），为最佳季节，春季（4月～5月）可结合花卉进行压花、拓染，夏季可利用阔叶进行叶脉书签制作，最佳时段为上午9:00～11:30和下午14:00～16:30；
- i) 注意事项：活动前进行“无痕山林教育”，强调只收集自然脱落的材料，禁止破坏活体植物，禁止带走受保护的野生植物材料，使用工具时须在成人/森林康养师监护下操作，活动结束后清理所有垃圾，做到“人走场净”，作品如使用自然材料，应告知保存期限和防虫处理方法。

6 人员配置

6.1 人员配备标准

森林康养基地应根据活动规模、类型和参与者数量，配备相应数量的森林康养师。人员配备应符合表1要求。森林康养师与参与者的配比宜为1:15～1:20，高风险活动（如挑战级徒步、野外拓展等）配比宜提高至1:8～1:10。辅助人员包括后勤保障人员、安全巡查人员、医疗急救人员、设备维护人员等，应满足基地日常运营需求。

表1 森林康养师人员配备标准

基地规模	日接待量（人次）	森林康养师最低配备人数	辅助人员配备人数
小型基地	≤100	≥2人	≥2人
中型基地	100~300	≥5人	≥5人
大型基地	300~500	≥10人	≥10人
特大型基地	≥500	≥15人	≥15人

6.2 森林康养师执业资格要求

6.2.1 基本条件

森林康养师应符合以下基本条件：

- a) 具有大专及以上学历，专业方向为林学、园林、森林医学、运动人体科学、心理学、护理学、康复治疗学、中医学等相关领域；

- b) 持有森林康养师职业技能等级证书或相关培训合格证书；
- c) 具有1年以上森林康养活动指导或相关工作经验；
- d) 身体健康，无传染性疾病，无影响从事康养指导工作的慢性疾病；
- e) 具备良好的沟通能力、应急处理能力和团队协作精神。

6.2.2 专业技能

森林康养师应具备以下专业技能：

- a) 掌握森林医学基础知识，了解森林环境对人体健康的影响机制；
- b) 熟悉森林康养活动设计原理，能够根据参与者健康状况设计个性化康养方案；
- c) 掌握急救技能，持有急救员证书（如红十字救护员证、AHA急救证书等）；
- d) 熟悉常见慢性病的运动禁忌和注意事项，能够识别活动中的健康风险；
- e) 掌握森林生态知识，能够进行自然解说和环境教育；
- f) 具备心理疏导基本技能，能够识别和应对参与者的心理异常状态。

6.3 岗位职责

6.3.1 高级森林康养师

高级森林康养师承担以下职责：

- a) 负责森林康养活动的整体规划与设计；
- b) 制定个性化康养方案，指导中、初级森林康养师开展工作；
- c) 负责活动效果评估与质量改进；
- d) 组织开展森林康养师培训和继续教育；
- e) 参与基地康养产品研发和品牌建设。

6.3.2 中级森林康养师

中级森林康养师承担以下职责：

- a) 负责具体康养活动的组织实施；
- b) 带领参与者开展森林浴、芳香疗法、森林冥想等康养活动；
- c) 进行参与者健康筛查和风险评估；
- d) 监测活动过程中的参与者状态，及时处理突发情况；
- e) 记录活动数据，撰写活动总结报告。

6.3.3 初级森林康养师

初级森林康养师承担以下职责：

- a) 协助中、高级森林康养师开展康养活动；
- b) 负责活动前的物资准备和场地布置；
- c) 负责活动过程中的安全巡查和秩序维护；
- d) 为参与者提供基础健康咨询和活动引导；
- e) 收集参与者反馈意见。

6.4 培训与考核

6.4.1 岗前培训

新入职森林康养师应接受不少于40学时的岗前培训，内容包括：森林康养理论基础（8学时）、康养活动设计与实施（12学时）、急救技能与安全风险管理（8学时）、自然解说与沟通技巧（6学时）、基地规章制度与应急预案（6学时）。

6.4.2 继续教育

在职森林康养师每年应接受不少于24学时的继续教育，内容包括：森林康养前沿理论与技术（8学时）、典型案例分析与经验交流（8学时）、应急演练与技能复训（8学时）。

6.4.3 考核评价

森林康养师应每年进行一次考核评价，考核内容包括：理论知识考试（占比30%）、实操技能考核（占比40%）、参与者满意度评价（占比20%）、工作业绩与创新能力（占比10%）。

考核不合格者应在3个月内进行复训复考，仍不合格者应调离森林康养师岗位。

6.5 健康管理

森林康养师应每年进行1次健康体检，确保身体状况适合从事康养指导工作；森林康养师在工作期间应穿着统一工作服，佩戴工作证，携带急救包和通讯设备；森林康养师连续工作时长不宜超过8 h/d，单次带领活动时长不宜超过4 h，两次活动之间应有不少于1 h的休息间隔。

7 活动效果评估与风险管理

7.1 活动效果评估

7.1.1 评估指标体系

包括血压、心率、血氧饱和度、皮质醇水平、免疫功能指标等。活动前后进行对比检测，评估生理改善效果；包括焦虑自评量表（SAS）、抑郁自评量表（SDS）、压力感知量表（PSS）、正念注意觉知量表（MAAS）等。活动前后进行问卷调查，评估心理改善效果；包括活动满意度、环境满意度、服务满意度、整体体验满意度等。采用李克特5级量表进行评价。

7.1.2 评估方法

采用前后测对照设计，在活动前、活动后即刻、活动后24 h分别进行指标检测；建立参与者健康档案，实现长期跟踪评估；定期开展服务满意度调查，收集参与者反馈，持续优化活动设计。

7.2 风险评估

7.2.1 环境风险评估

活动前应对天气状况：气温、湿度、风速、降水、雷电等；地形地貌：坡度、高差、地质稳定性、水体安全等；植被状况：有毒有害植物、致敏植物、病虫害发生情况等；野生动物：蛇类、蜂类、大型野生动物活动情况等环境因素进行风险评估。

7.2.2 活动风险评估

对每项康养活动进行风险等级评定（低、中、高），并制定相应的管控措施。

7.3 应急预案

制定自然灾害（火灾、暴雨、雷电、地质灾害等）、安全事故（跌倒、扭伤、蜂蜇等）、医疗急救等专项应急预案；建立应急联络机制，明确应急工作组织领导和职责分工；配备急救设施设备（急救箱、担架、AED等）和应急药品；配备基本健康监测设备（血压仪、心率检测仪、血氧仪等）；与周边医疗机构建立就医绿色通道，距二级甲等医院距离宜≤40 km，转运时间≤30 min；康养活动区域应至少配备1名具有应急救治技能的工作人员。

8 生态保护

8.1 生态环境保护

8.1.1 生态承载力控制

森林康养活动应控制在森林生态系统的承载力范围内。基地日接待量不得超过生态承载力评估确定的阈值，生态承载力评估应每3年进行1次。

8.1.2 植被保护

- a) 活动应尽量减少对原生植被的破坏，避让古树名木和珍稀植物群落；
- b) 活动区域内禁止砍伐、移植活体树木，禁止采摘野生植物花果、种子、树皮等；
- c) 林下活动区域应保持原有地被层完整，避免因踩踏导致土壤裸露和植被退化；
- d) 对活动密集区域的植被应设置保护围栏或轮休制度，单点连续使用不宜超过3 d，轮休时间宜 ≥ 2 d。

8.1.3 野生动物保护

- a) 康养活动区域应避开野生动物繁殖期（每年3月~7月）的核心栖息地；
- b) 禁止投喂、惊扰、捕捉野生动物，禁止使用无人机等设备干扰鸟类活动；
- c) 夜间活动应控制光照强度和范围，避免光污染对夜行性动物的影响。

8.2 水资源保护

康养设施建设不得破坏原有水系和湿地生态系统，不得污染地下水和地表水；生活污水应经处理达到GB 3838相关要求后排放或回用；活动区域内禁止使用含磷洗涤剂、杀虫剂等可能污染水体的化学品。

8.3 土壤保护

土壤环境质量应符合GB 15618的相关要求，活动区域内禁止使用化学农药和化肥；园艺疗法区土壤改良应使用有机肥和生物菌剂，禁止使用未经无害化处理的污泥和垃圾。

8.4 大气污染防治

康养活动区域内禁止使用燃煤、燃油等高污染能源，优先使用太阳能、电能等清洁能源；基地内交通工具应优先采用电瓶车等零排放或低排放车辆，机动车禁止进入核心康养区；环境空气质量应符合GB 3095的I类标准，PM_{2.5}年均浓度 $\leq 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，负氧离子浓度年均值 ≥ 2000 个/ cm^3 。

8.5 噪声控制

康养核心区声环境质量应符合GB 3096的I类标准，昼间等效声级 $\leq 55 \text{ dB(A)}$ ，夜间等效声级 $\leq 45 \text{ dB(A)}$ ；活动区域内禁止使用高音喇叭、扩音设备等产生噪声污染的设施；机械设备作业应避开康养活动时段（每日8:00~18:00），必要时采取降噪措施。

8.6 固废管理

康养活动产生的垃圾应分类收集，可回收物回收利用率宜 $\geq 80\%$ ；厨余垃圾应进行资源化利用或无害化处理，禁止随意倾倒；活动区域内应设置足够数量的分类垃圾桶，间距宜 $\leq 100 \text{ m}$ 。

8.7 生物多样性保护

康养基地建设应保护原有生物多样性，不得引入外来入侵物种；应保留和营造适合本土野生动物栖息的生境，设置生态廊道和缓冲带。

9 运营维护

9.1 设施维护

9.1.1 康养场地维护

- a) 活动平台、座椅、遮阳棚等设施应每周检查1次，发现损坏及时修复；
- b) 园艺疗法区操作台、工具存放处应每日清洁消毒；
- c) 自然观察点解说牌、标识系统应每季度检查1次，及时更新破损、褪色内容；
- d) 应急呼叫装置、照明设施应每月测试1次，确保正常运行。

9.1.2 设备维护

- a) 健康监测设备（血压仪、心率检测仪、血氧仪等）应每半年校准1次；
- b) 急救设备（AED、急救箱、担架等）应每月检查1次，及时补充更换过期药品和耗材；
- c) 音响、投影等多媒体设备应在使用前后检查，确保正常使用。

9.2 植物养护

9.2.1 日常养护

- a) 康养活动场地外的植物坚持近自然低干扰养护模式，保障植物精气、负氧离子释放环境稳定。
- b) 康养活动场地的植物康养核心指标管控要求及时修剪管理
- c) 枯死枝、病虫枝应及时修剪清除

9.2.2 病虫害防治

- a) 应优先采用物理防治和生物防治方法，减少化学农药使用；
- b) 病虫害监测应每月进行1次，发现疫情应在48 h内采取防治措施；
- c) 使用农药应选用低毒、低残留、环境友好型药剂，严禁使用国家禁限用农药。

9.2.3 枯死植物处理

- a) 枯死树木应及时清理，避免安全隐患和病虫害传播；
- b) 枯死树木清理后应及时补植同种或功能相近的植物，保持群落完整性。

9.3 运营时间

9.3.1 年度运营周期

森林康养基地年度运营时间应根据气候条件和森林资源特征确定：

- a) 全年运营型基地：每年运营时间宜≥300 d，适用于晋南、晋中气候温和区域；
- b) 季节性运营型基地：每年运营时间宜为180 d～240 d，适用于晋北、高海拔寒冷区域；
- c) 最佳康养季节：山西省森林康养最佳季节为每年4月～10月，其中5月～6月、9月～10月为黄金康养期。

9.3.2 日运营时间

- a) 基地开放时间宜为每日8:00～18:00，夏季（6月～8月）可延长至19:00；
- b) 夜间康养活动（如森林冥想、观星等）应在指定区域开展，时间宜为19:00～22:00；
- c) 每日设备检修和环境清理时间宜安排在18:00～次日8:00，确保次日运营环境整洁安全。

9.3.3 活动时长设计

各类康养活动单次时长应符合表3要求。

表3 康养活动单次时长要求

活动类型	单次最短时长	单次推荐时长	单次最长时长	每日最多开展次数
------	--------	--------	--------	----------

森林浴	1.5 h	2 h~4 h	6 h	2次
芳香疗法	20 min	30 min~60 min	90 min	3次
森林冥想	15 min	20 min~45 min	60 min	3次
正念训练	30 min	60 min~90 min	120 min	2次
森林徒步	30 min	60 min~120 min	240 min	2次
森林瑜伽与太极	30 min	45 min~60 min	90 min	2次
自然观察	30 min	60 min~120 min	180 min	2次
园艺疗法	30 min	45 min~90 min	120 min	2次
森林手作	30 min	60 min~120 min	180 min	2次

9.3.4 轮休制度

- a) 同一活动场地连续使用不宜超过3 d，应安排至少1 d的轮休恢复时间；
- b) 高承载量活动区域（如森林浴场核心区）应实行预约限流制度，日接待量不超过承载量的80%；
- c) 植物精气释放高峰期（6:00~10:00、16:00~18:00）宜优先安排森林浴、芳香疗法等康养活动。

9.4 卫生管理

公共卫生间应每日清洁消毒不少于2次，达到GB/T 18973的相关要求；活动器材（瑜伽垫、园艺工具等）应“一用一消毒”。

9.5 档案管理

应建立完整的运营档案，包括活动记录、设备维护记录、植物养护记录、安全检查记录等；档案保存期限宜≥3年，重要安全档案应永久保存；应建立参与者健康档案数据库，实现康养效果长期跟踪。

附 录 A
(资料性)
森林康养活动推荐名录

表 A.1 森林康养活动推荐名录

活动类型	活动名称	适宜人群	禁忌人群	活动时长	活动强度	主要保健功效	适配季节	适配地区
健康养生类	森林浴	全龄段、亚健康人群、轻度高血压人群、免疫力低下人群	严重呼吸系统疾病急性期患者；行动不便者不宜单独参与	2 h~4 h	低	增强免疫力、调节血压	春、夏、秋	全省
	芳香疗法	全龄段、焦虑抑郁倾向人群、失眠人群、慢性疲劳人群	花粉过敏者；哮喘急性期患者	30 min~60 min	低	舒缓情绪、抗菌消炎	春、夏、秋	全省
心理疗愈类	森林冥想	亚健康人群、高压职场人群、焦虑失眠人群、更年期人群	精神分裂症急性期患者；严重创伤后应激障碍（PTSD）患者需在专业医师指导下参与	20 min~45 min	低	缓解焦虑、改善睡眠	全年	全省
	正念训练	高压职场人群、注意力缺陷人群、情绪管理困难人群、慢性疼痛人群	严重认知障碍患者；急性精神障碍患者	60 min~90 min	低	提升专注力、减压	春、夏、秋	全省
运动休闲类	森林徒步	全龄段（按	严重心血管	30 min~120	低~高	心肺功能锻炼	全年	全省

		难度分级适 配)；休闲 级适合老年 人、儿童、 康复期人 群；挑战级 适合青壮 年、户外运 动爱好者	疾病患者； 关节置换术 后患者；孕 晚期妇女不 宜参与中高 级别徒步	min				
	森林瑜伽与 太极	成年人；办 公室久坐人 群、柔韧性 下降人群、 平衡能力减 退人群、轻 度焦虑人群	严重骨质疏 松患者；近 期骨折未愈 合者；严重 眩晕症患者 需在医师指 导下参与	45 min~60 min	低	柔韧度、平衡能 力	春、夏、秋	全省
	林中骑行	青少年、成 年人；心肺 耐力训练人 群、下肢力 量强化人群	严重心血管 疾病患者； 平衡障碍患 者；视力严 重受损者	30 min~90 min	中~高	心肺耐力、下肢 力量	春、夏、秋	全省
自然教育类	自然观察	全龄段；儿 童、青少年、 自然爱好 者、摄影爱 好者	视力严重障 碍者；对昆 虫严重恐惧 者需在特殊 辅助下参与	60 min~120 min	低	认知提升、自然 联结	全年	全省
	园艺疗法	全龄段；老 年人、康复 期患者、认 知障碍早期 人群、注意 力缺陷儿 童、高压职	严重花粉过 敏者；皮肤 严重敏感 者；免疫缺 陷患者（如 化疗期间） 不宜参与土	45 min~90 min	低	手部精细动作、 成就感	春、夏、秋	全省

		场人群	壤接触类活动					
	森林手作	儿童、青少年；创造力培养阶段人群、亲子家庭、自然教育研学团体	严重手部功能障碍者；对自然材料严重过敏者需在辅助下参与	60 min~120 min	低	创造力、专注力	春、夏、秋	

附 录 B
(资料性)
植物推荐名录

表B.1 保健植物推荐名录

类别	推荐树种	拉丁名	主要挥发物成分	保健功效	适配地区	配置建议
常绿乔木	油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>	α -蒎烯、 β -蒎烯、柠檬烯	抗菌、消炎、增强免疫	全省(晋北优势)	森林浴场核心区背景林
	白皮松	<i>Pinus bungeana</i>	α -蒎烯、柠檬烯	镇咳祛痰、舒缓神经	全省(晋北、晋中山区)	呼吸系统保健区主景树
	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>	α -蒎烯、石竹烯	抗菌、镇静、止血	全省	芳香疗法区、抗菌除尘区
	杜松	<i>Juniperus rigida</i>	杜松烯、柠檬烯	镇静安神、抗菌	太原、晋中、大同	神经系统舒缓区
	圆柏	<i>Sabina chinensis</i>	α -蒎烯、柠檬烯	抗菌、消炎	全省	步道两侧绿篱
落叶乔木	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	银杏内酯、白果内酯	改善心血管、抗氧化	全省	心血管保健区主景树
	国槐	<i>Sophora japonica</i>	槐角苷、黄酮类	抗菌、降压	全省	森林浴场遮阴树
	白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>	白蜡素、挥发油	消炎、镇痛	晋中、晋南	活动场地遮阴树
	元宝槭	<i>Acer truncatum</i>	槭树素、单宁	抗氧化、舒缓神经	全省	神经系统舒缓区
	暴马丁香	<i>Syringa reticulata var. mandshurica</i>	丁香酚、芳樟醇	镇咳祛痰、抗菌	全省	呼吸系统保健区
	白桦	<i>Betula platyphylla</i>	桦木醇、挥发油	消炎、镇静	全省(高海拔地区)	神经系统舒缓区
	山桃	<i>Prunus davidiana</i>	杏仁苷、挥发油	润肺、舒缓	全省	春季观赏、芳香区
常绿灌木	沙地柏	<i>Sabina vulgaris</i>	柏木烯、柠檬烯	抗菌、固土	全省(晋北边坡优势)	地被层、边坡防护
	胶东卫矛	<i>Euonymus kiaulshovicus</i>	挥发油	抑菌、净化空气	晋中、晋南	绿篱、下层填充

落叶灌木	连翘	<i>Forsythia suspensa</i>	连翘苷、挥发油	抗菌、清热解毒	全省	呼吸系统保健区
	丁香	<i>Syringa oblata</i>	丁香酚、芳樟醇	镇咳、抗菌、舒缓	全省	芳香疗法区
	天目琼花	<i>Viburnum opulussubsp. calvescens</i>	挥发油、黄酮类	镇静、消炎	全省	神经系统舒缓区
	黄刺玫	<i>Rosa xanthina</i>	玫瑰精油、黄酮	舒缓情绪、美容	全省	芳香疗法区
	暴马丁香	<i>Syringa reticulata var.mandshurica</i>	丁香酚	镇咳祛痰	全省	呼吸系统保健区

\

附 录 C
(资料性)
不同功能区康养活动配置模式
表C.1 不同功能区康养活动配置模式

功能区	活动组合类型	具体活动搭配	场地参数	植物配置	适配地区
森林浴场区	森林浴+冥想+深呼吸	森林浴（主活动）+静坐冥想（辅助）+深呼吸练习（辅助）	面积 $\geq 500\text{ m}^2$ ；环形步道 1 km~2 km；冥想平台 2 处~3 处	油松/侧柏（乔木）+暴马丁香（灌木）+沙地柏（地被）	全省
芳香疗法区	芳香漫步+植物触摸+精油体验	芳香花径漫步（主活动）+树皮触摸体验（辅助）+植物精气呼吸（辅助）	面积 $\geq 300\text{ m}^2$ ；花径长度 500 m~800 m；体验节点 3 处~5 处	侧柏/圆柏（乔木）+丁香（灌木）+胶东卫矛（地被）	全省
园艺疗法区	植物栽培+修剪体验+压花制作	植物栽培（主活动）+修剪体验（辅助）+压花手作（辅助）	面积 $\geq 100\text{ m}^2$ ；操作台高度 0.75 m~0.85 m；工具存放处 1 处	银杏/国槐（遮阴乔木）+连翘（灌木）+月季（地被）	全省
运动健身区	森林徒步+瑜伽+太极	森林徒步（主活动）+森林瑜伽（辅助）+太极练习（辅助）	步道长度 3 km~5 km；瑜伽平台 $\geq 50\text{ m}^2$ ；太极广场 $\geq 100\text{ m}^2$	白蜡/国槐（乔木）+元宝槭（小乔木）+天目琼花（灌木）	全省
自然教育区	自然观察+森林手作+科普讲解	观鸟观察（主活动）+植物标本制作（辅助）+科普讲解（辅助）	观察点 3 处~5 处；林间教室 $\geq 50\text{ m}^2$ ；解说牌 ≥ 10 块	白桦/山桃（乔木）+天目琼花（灌木）+乡土草本（地被）	全省
儿童活动区	自然游戏+森林寻宝+植物认知	自然游戏（主活动）+森林寻宝（辅助）+植物认知（辅助）	面积 $\geq 200\text{ m}^2$ ；安全围栏；软质地面；洗手设施	国槐（遮阴乔木）+丁香（灌木）+耐踩踏草本（地被）	全省
老年康养区	漫步+园艺+森林浴	森林漫步（主活动）+园艺操作（辅助）+森林浴（辅助）	步道坡度 $\leq 5\%$ ；休息座椅间距 $\leq 200\text{ m}$ ；园艺操作台无障碍设计	银杏/白蜡（乔木）+连翘（灌木）+沙地柏（地被）	全省

		助)			
--	--	----	--	--	--

附 录 D
(资料性)
高固碳植物推荐名录

表A.1给出了高固碳植物推荐名录的生物量异速生长模型、叶片净光合速率和适配地区。

表 B. 1 高固碳植物推荐名录

类别	序号	推荐树种	拉丁名	生物量异速生长模型	叶片净光合速率(μmol CO ₂ /m ² ·s)	适配地区	高固碳依据
常绿乔木	1	油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>	$W=0.0258(D^2H)^{0.729}$	≥10.5	全省(大同、朔州等晋北地区优势明显)	山西乡土树种,树干粗壮、冠幅饱满(宽卵圆形),单株碳储量高,耐旱耐贫瘠,适配高速公路边坡、服务区
	2	杜松	<i>Juniperus rigida</i>	$W=0.031(D^2H)^{0.692}$	≥9.0	太原、晋中、大同(晋北部分区域)	冠形饱满(宽卵圆形),生长稳定,年碳汇增速>3%,无飞絮、少病虫害,适配中央分隔带、收费站绿地
	3	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>	$W=0.174(D^2H)^{0.729}$	≥10.2	全省(太原、晋中、长治等为主)	冠形紧凑(塔形/圆锥形),叶面积指数高,单位土地面积固碳量突出,抗风性强,适合中央分隔带、互通立交区
	4	圆柏	<i>Sabina chinensis</i>	$W=0.042(D^2H)^{0.715}$	≥10.0	全省	冠形规整,耐旱耐寒,适应山西多地气候,冠形规整(成年树冠幅4~6m),单株碳储量≥80 kg CO ₂ ,耐旱耐寒(可耐受~25℃低温),适配路侧、互通立交区
	5	白扦	<i>Picea meyeri</i>	$W=0.028(D^2H)^{0.738}$	≥9.0	全省(晋北地区更适配)	喜凉润气候,耐寒冷,根系发达,可增强土壤碳封存能力,冠形塔状(成年树冠幅3~5m),单株碳储量≥70 kg CO ₂ ,根系发达可增强土壤碳封存能力,适配高海拔、气候较凉爽的路侧边坡、取弃土场
	6	白皮松	<i>Pinus bungeana</i>	$W=0.241(D^2H)^{0.727}$	≥11.0	全省(晋北、晋中山区优势显著)	山西乡土珍稀树种,冠形呈圆锥形(成年树冠幅5~8m),单株碳储量≥60 kg CO ₂ ,耐旱性强(可耐受~30℃低温)、抗风蚀,适配互通立交区背景林、隧道口前区过渡带
落叶乔木	7	国槐	<i>Sophora japonica</i>	$W=0.056(D^2H)^{0.813}$	≥11.5	全省(乡土优势树种)	冠形呈扇形,冠幅面积大(中乔木冠幅8~12m),整株日固碳量>3000 g/d,耐贫瘠、抗污染,适配路侧护坡道、服务区停车场(林荫树)
	8	白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>	$W=0.048(D^2H)^{0.825}$	≥10.8	晋中、晋南	冠形宽卵圆形,单株碳储量>5000 kg,秋季落叶前生物量积累充足,适配互通立交区、服务区绿地,符合“近零碳服务区”固碳要求
	9	栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i>	$W=0.0396(D^2H)^{0.933}$	≥10.3	晋中、晋南	冠幅舒展,叶面积指数高,单位土地面积固碳量突出,且观花观果兼具景观价值,适配服务区、互通区节点绿化

类别	序号	推荐树种	拉丁名	生物量异速生长模型	叶片净光合速率 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	适配地区	高固碳依据
	10	旱柳 (♂)	<i>Salix matsudana</i>	$W=0.082(D^2H)^{0.851}$	≥ 12.0	全省 (晋北为主)	速生树种, 生物量增长快, 年碳汇增速 $>5\%$, 树干高大 (树高 $15\sim 20\text{ m}$), 适配路侧排水沟外侧、取弃土场, 需选雄株避免飞絮
	11	新疆杨 (♂)	<i>Populus alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	$W=0.091(D^2H)^{0.864}$	≥ 12.5	全省 (晋北为主)	速生树种, 生物量增长快, 年碳汇增速 $>5\%$, 树干高大 (树高 $15\sim 20\text{ m}$), 适配路侧排水沟外侧、取弃土场, 需选雄株避免飞絮
	12	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	$W=0.043(D^2H)^{0.837}$	≥ 11.2	全省 (晋南、晋中平原为主, 晋北轻度盐碱区适配)	速生乡土树种, 年生物量增长量 $\geq 2.0\text{ kg}/\text{株}\cdot\text{a}$, 单株日固碳量 $>2800\text{ g/d}$, 木材密度 0.53 t/m^3 , 耐盐碱 (可适应 $\text{pH } 8.5\sim 9.0$ 土壤)、抗大气污染, 根系深达 $1.5\sim 2\text{ m}$, 固土与固碳协同性强, 适配路侧排水沟外侧、取弃土场生态修复
	13	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>	$W=0.714+0.029D^2H$	≥ 12.0	全省	速生树种, 生长迅速, 生物量积累快, 耐旱耐贫瘠, 冠形宽卵形 (成年树冠幅 $8\sim 10\text{ m}$), 单株年碳汇增量 $\geq 15\text{ kg CO}_2$, 根系有根瘤菌可改良土壤, 间接提升群落固碳量, 适配路侧、取弃土场
	14	紫叶李	<i>Prunus cerasifera</i> 'A tropurpurea'	$W=0.101(D^2H)^{0.715}$	≥ 9.5	全省	叶色独特兼具景观性, 生长速度较快, 冠形卵圆形 (成年树冠幅 $5\sim 7\text{ m}$), 单株碳储量 $\geq 50\text{ kg CO}_2$, 生长速度较快 (年胸径增长 $\geq 1.5\text{ cm}$), 适配服务区、互通立交区景观绿化
	15	紫叶矮樱	<i>Prunus \times cistena</i>	$W=0.068(D^2H)^{0.698}$	≥ 8.5	全省	耐旱、耐寒, 生长健壮, 冠形紧凑 (成年树冠幅 $3\sim 4\text{ m}$), 单株碳储量 $\geq 35\text{ kg CO}_2$, 年碳汇增速 $\geq 4\%$, 适配中央分隔带外侧、服务区绿地
	16	金枝槐	<i>Styphnolobium japonicum</i> 'Winter Gold'	$W=0.059(D^2H)^{0.802}$	≥ 10.0	全省	乡土树种改良品种, 冠形美观 (成年树冠幅 $6\sim 8\text{ m}$), 单株碳储量 $\geq 90\text{ kg CO}_2$, 生长适应性强 (可耐受 $\sim 25\text{ }^\circ\text{C}$ 低温), 适配路侧、服务区停车场周边绿化
	17	元宝槭	<i>Acer truncatum</i>	$W=0.047(D^2H)^{0.786}$	≥ 9.0	全省	秋季叶色艳丽兼具景观性, 根系发达, 耐干旱, 冠形伞状 (成年树冠幅 $7\sim 9\text{ m}$), 单株碳储量 $\geq 85\text{ kg CO}_2$, 耐干旱, 适配互通立交区、隧道口前区过渡带
	18	山杏	<i>Prunus sibirica</i>	$W=0.038(D^2H)^{0.741}$	≥ 8.0	全省 (晋北、晋中为主)	耐旱、耐寒, 适应山西干旱气候, 冠形圆形 (成年树冠幅 $4\sim 6\text{ m}$), 单株碳储量 $\geq 45\text{ kg CO}_2$, 生长速度中等, 适配路侧边坡、取弃土场
	19	暴马丁香	<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	$W=0.041(D^2H)^{0.703}$	≥ 9.0	全省	花量多兼具芳香性, 冠形卵圆形 (成年树冠幅 $5\sim 8\text{ m}$), 单株碳储量 $\geq 60\text{ kg CO}_2$, 耐干旱, 单位叶面积固碳量 $\geq 10\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, 适配服务区、收费站绿地

类别	序号	推荐树种	拉丁名	生物量异速生长模型	叶片净光合速率 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	适配地区	高固碳依据
	20	榆叶梅	<i>Prunus triloba</i>	$W=0.053(D^2H)^{0.687}$	≥ 8.0	全省	春季开花景观性好,耐旱、耐寒,冠形圆形(成年树冠幅3~5 m),单株碳储量 $\geq 30 \text{ kg CO}_2$,适配中央分隔带外侧、互通立交区组团绿化
	21	五角槭	<i>Acer pictum subsp. mono</i>	$W=0.049(D^2H)^{0.791}$	≥ 9.5	全省	冠形舒展(成年树冠幅6~9 m),叶面积指数高(≥ 4.5),单株碳储量 $\geq 75 \text{ kg CO}_2$,秋季叶色美观,耐干旱,适配路侧、服务区景观绿化
	22	山桃(♂)	<i>Prunus davidiana</i>	$W=0.042(D^2H)^{0.753}$	≥ 8.5	全省	选雄株避免飞絮,春季开花景观性好,冠形圆形(成年树冠幅4~6 m),单株碳储量 $\geq 40 \text{ kg CO}_2$,生长速度较快(年胸径增长 $\geq 1.2 \text{ cm}$),耐旱耐贫瘠,适配中央分隔带、路侧边坡
	23	黄栌	<i>Cotinus coggygria</i> v ar. <i>cinereus</i>	$W=0.036(D^2H)^{0.728}$	≥ 8.0	全省(晋南、晋中为主)	秋季叶色鲜红景观性突出,耐干旱,生长稳定,冠形圆形(成年树冠幅5~7 m),单株碳储量 $\geq 55 \text{ kg CO}_2$,适配互通立交区、特殊景观点段
	24	楸	<i>Catalpa bungei</i>	$W=0.061(D^2H)^{0.834}$	≥ 10.0	全省(晋中、晋南为主)	树干通直,冠形卵形(成年树冠幅7~10 m),单株碳储量 $\geq 120 \text{ kg CO}_2$,生长较慢但寿命长,生物量积累持久,适配服务区、收费站场站绿化
	25	白榆	<i>Ulmus pumila</i>	$W=0.058(D^2H)^{0.827}$	≥ 9.0	全省	乡土树种,耐旱耐贫瘠,冠形卵圆形(成年树冠幅8~12 m),单株碳储量 $\geq 90 \text{ kg CO}_2$,生长适应性强,根系发达可增强土壤碳固持能力,适配路侧、取弃土场
	26	山楂	<i>Crataegus pinnatifida</i>	$W=0.039(D^2H)^{0.735}$	≥ 7.5	全省(晋中、晋南为主)	耐干旱,生长稳定,冠形圆形(成年树冠幅4~6 m),单株碳储量 $\geq 45 \text{ kg CO}_2$,果实可增加生物量多样性,适配服务区、收费站周边绿地
	27	北京花楸	<i>Sorbus discolor</i>	$W=0.044(D^2H)^{0.719}$	≥ 8.0	全省	喜凉爽气候,耐寒冷,冠形圆形(成年树冠幅5~7 m),单株碳储量 $\geq 50 \text{ kg CO}_2$,冠形美观,适配晋北高海拔地区路侧、取弃土场
	28	毛樱桃	<i>Prunus tomentosa</i>	$W=0.032(D^2H)^{0.694}$	≥ 7.0	全省(晋北为主)	耐旱耐寒冷,春季开花,冠形圆形(成年树冠幅2~4 m),单株碳储量 $\geq 25 \text{ kg CO}_2$,生长稳定,适配晋北路侧边坡、取弃土场
	29	龙爪槐	<i>Styphnolobium japonicum</i> 'Pendula'	$W=0.052(D^2H)^{0.796}$	≥ 8.0	全省	冠形独特兼具景观性,冠幅3~4 m,单株碳储量 $\geq 22 \text{ kg CO}_2$,生长稳定,耐干旱,适配服务区、收费站场站绿化
	30	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	$B=\sim 0.684+0.090D^2H$	≥ 9.0	全省	寿命长(可达千年),冠形扇形(成年冠幅8~12 m),单株碳储量 $\geq 200 \text{ kg CO}_2$,生长较慢但固碳效益持久,适配服务区、互通立交区景观节点

类别	序号	推荐树种	拉丁名	生物量异速生长模型	叶片净光合速率 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	适配地区	高固碳依据
	31	白桦	<i>Betula platyphylla</i>	$W=0.045(D^2H)^{0.807}$	≥ 8.5	全省（高海拔地区适配）	喜凉爽气候，耐寒冷（可耐受 $\sim 30^\circ\text{C}$ 低温），冠形圆锥形（成年冠幅 $5\sim 7\text{ m}$ ），单株碳储量 $\geq 60\text{ kg CO}_2$ ，适配晋北高海拔地区路侧、取弃土场
常绿灌木	32	沙地柏	<i>Sabina vulgaris</i>	$W=0.027(HG)^{0.745}$	≥ 8.5	全省（晋北边坡优势种）	匍匐生长，覆盖度高（ $>70\%$ ），耐干旱、抗风蚀，单位面积固碳量稳定，适配路堑/路堤边坡，可与乔木形成复层结构
	33	胶东卫矛	<i>Euonymus kiaulshovii</i>	$W=0.035(HG)^{0.721}$	≥ 8.8	晋中、晋南	冠形紧凑，分枝茂密，单位叶面积固碳量 $8\sim 12\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ，适配中央分隔带（地被层）、边坡下层，无刺无危害
	34	黄杨	<i>Buxus sinica</i>	$W=0.029(HG)^{0.689}$	≥ 8.2	山西南部	冠形紧凑（自然冠幅 $1\sim 1.5\text{ m}$ ），耐修剪（修剪后 30 d 内新叶萌发率 $>80\%$ ），单位叶面积固碳量 $9\sim 11\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ，叶面积指数 ≥ 2.8 ，绿期长达 290 d 以上，无飞絮、少病虫害，适配中央分隔带中下层、收费站绿篱
落叶灌木	35	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>	$W=0.048(D^2H)^{0.763}$	≥ 8.0	全省	山西乡土灌木，根系发达、生长迅速，冠形开展（成年冠幅 $2\sim 3\text{ m}$ ），单株日固碳量 $>300\text{ g/d}$ ，单株年碳汇增量 $\geq 3\text{ kg CO}_2$ ，耐贫瘠，可与油松、国槐搭配提升群体碳汇，适配路堑边坡、碎落台
	36	丁香	<i>Syringa oblata</i>	$W=0.845(D^2H)^{0.484}$	≥ 8.5	全省	冠形饱满（成年冠幅 $3\sim 5\text{ m}$ ），分枝多，单株碳储量 $\geq 25\text{ kg CO}_2$ ，单位土地面积固碳量 $\geq 400\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ，春季开花兼具景观价值，维护成本低，适配服务区、互通区
	37	连翘	<i>Forsythia suspensa</i>	$W=0.683(D^2H)^{0.715}$	≥ 7.0	全省	覆盖度高（ $>80\%$ ），冠形开展（成年冠幅 $1.5\sim 2.5\text{ m}$ ），单株碳储量 $\geq 8\text{ kg CO}_2$ ，单位面积固碳量 $\geq 350\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ，耐旱、少病虫害，与乔木形成“乔~灌”双层结构，适配中央分隔带地被层、边坡下层
	38	华北珍珠梅	<i>Sorbaria kirilowii</i>	$W_{\text{总}}=0.019(D^2H)^{0.132}$	≥ 8.0	全省	耐干旱，分枝茂密，冠幅较大（成年冠幅 $3\sim 4\text{ m}$ ），单株碳储量 $\geq 20\text{ kg CO}_2$ ，单位面积固碳量 $\geq 380\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ，适配服务区、收费站绿地
	39	三裂绣线菊	<i>Spiraea trilobata</i>	$W=0.026(D^2H)^{0.705}$	≥ 7.5	全省	耐旱耐贫瘠，生长旺盛，覆盖度高（ $>85\%$ ），冠幅 $1.5\sim 2.5\text{ m}$ ，单株碳储量 $\geq 10\text{ kg CO}_2$ ，单位面积固碳量 $\geq 420\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ，适配路侧边坡、取弃土场下层绿化
	40	土庄绣线菊	<i>Spiraea ouensanensis</i>	$W=0.024(D^2H)^{0.691}$	≥ 7.0	全省	适应能力强，耐干旱，分枝多，覆盖度高（ $>80\%$ ），冠幅 $1.2\sim 2\text{ m}$ ，单株碳储量 $\geq 9\text{ kg CO}_2$ ，可快速覆盖地表提升土壤碳储量，

类别	序号	推荐树种	拉丁名	生物量异速生长模型	叶片净光合速率 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	适配地区	高固碳依据
							适配路堑边坡、取弃土场
	41	黄刺玫	<i>Rosa xanthina</i>	$W=0.005(D^2H)^{0.88}$	≥ 7.5	全省	春季开花景观性好,耐旱耐贫瘠,冠形圆形(成年冠幅2~3 m),单株碳储量 $\geq 12 \text{ kg CO}_2$,生长稳定,适配中央分隔带外侧、路侧边坡
	42	荆条	<i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i>	$W=0.031(D^2H)^{0.723}$	≥ 7.0	全省	乡土灌木,耐旱耐贫瘠,根系发达,冠幅1.5~2.5 m,单株碳储量 $\geq 10 \text{ kg CO}_2$,固土能力强(根系固土深度 $\geq 1.5 \text{ m}$),适配路侧边坡、取弃土场
	43	小叶鼠李	<i>Rhamnus parvifolia</i>	$W=0.022(D^2H)^{0.684}$	≥ 6.5	全省(晋北为主)	耐干旱耐寒冷(可耐受 $\sim 30^\circ\text{C}$ 低温),生长稳定,冠形紧凑(成年冠幅1~2 m),单株碳储量 $\geq 7 \text{ kg CO}_2$,适配晋北路侧边坡、取弃土场
	44	鹅耳枥	<i>Carpinus turczaninowii</i>	$W=0.037(D^2H)^{0.718}$	≥ 6.0	全省(晋中、晋南为主)	耐阴,生长稳定,根系发达(根系深度 $\geq 1.2 \text{ m}$),冠幅2~3 m,单株碳储量 $\geq 15 \text{ kg CO}_2$,适配林下、隧道口边仰坡下层绿化
	45	少脉雀梅藤	<i>Sageretia paucicostata</i>	$W=0.028(D^2H)^{0.732}$	≥ 7.0	全省	攀援性较强,耐干旱,覆盖度高($>90\%$),单株年碳汇增量 $\geq 4 \text{ kg CO}_2$,可覆盖岩质边坡,适配路堑岩质边坡、隧道口仰坡
	46	白刺花	<i>Sophora davidii</i>	$W=0.025(D^2H)^{0.708}$	≥ 6.5	全省	耐旱耐贫瘠,冠幅1.5~2.5 m,单株碳储量 $\geq 9 \text{ kg CO}_2$,根系有根瘤菌可改良土壤,适配路侧边坡、取弃土场
	47	小叶锦鸡儿	<i>Caragana microphylla</i>	$W=0.023(D^2H)^{0.714}$	≥ 6.0	全省(晋北为主)	耐旱耐寒冷(可耐受 $\sim 35^\circ\text{C}$ 低温),根系发达(固土深度 $\geq 2 \text{ m}$),冠幅1~1.5 m,单株碳储量 $\geq 6 \text{ kg CO}_2$,固土能力强,适配晋北路侧边坡、取弃土场
	48	牛奶子	<i>Elaeagnus umbellata</i>	$W=0.033(D^2H)^{0.726}$	≥ 7.0	全省	耐干旱,生长稳定,冠幅2~3 m,单株碳储量 $\geq 12 \text{ kg CO}_2$,果实可增加生物量,适配路侧边坡、取弃土场
	49	天目琼花	<i>Viburnum opulus</i> subsp. <i>calvescens</i>	$W=0.036(HG)^{0.713}$	≥ 7.5	全省	秋季果实美观,耐干旱,冠幅2.5~3.5 m,单株碳储量 $\geq 18 \text{ kg CO}_2$,生长稳定,适配服务区、收费站绿地
	50	花木蓝	<i>Indigofera kirilowii</i>	$W=0.027(HG)^{0.701}$	≥ 7.0	全省	耐旱耐贫瘠,冠幅1.5~2 m,单株碳储量 $\geq 10 \text{ kg CO}_2$,根系有根瘤菌可改良土壤,适配路侧边坡、取弃土场
	51	木槿	<i>Hibiscus syriacus</i>	$W=0.038(D^2H)^{0.734}$	≥ 7.5	全省(晋南为主)	夏季开花景观性好,耐干旱,冠幅2~3 m,单株碳储量 $\geq 15 \text{ kg CO}_2$,适配晋南路侧、服务区绿化
	52	兴安胡枝子	<i>Lespedeza davurica</i>	$W=0.021(HG)^{0.697}$	≥ 6.5	全省	耐旱耐贫瘠,根系发达(固土深度 $\geq 1.8 \text{ m}$),冠幅1~2 m,单株碳储量 $\geq 8 \text{ kg CO}_2$,固土能力强,适配路侧边坡、取弃土场
	53	红王子	<i>Weigela</i> 'Red Prince'	$W=0.034(HG)^{0.719}$	≥ 7.0	全省	夏季开花景观性好,耐干旱,冠

类别	序号	推荐树种	拉丁名	生物量异速生长模型	叶片净光合速率（ $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ）	适配地区	高固碳依据
		锦带					幅1.5~2.5 m，单株碳储量 $\geq 11\text{ kg CO}_2$ ，生长稳定，适配服务区、互通立交区绿化
	54	大花溲疏	<i>Deutzia grandiflora</i>	$W=0.025(HG)^{0.688}$	≥ 6.0	全省	春季开花，耐干旱，冠幅1~1.5 m，单株碳储量 $\geq 5\text{ kg CO}_2$ ，适配路侧边坡、服务区绿地
	55	山梅花	<i>Philadelphus incanulus</i>	$W=0.032(HG)^{0.725}$	≥ 7.0	全省	耐干旱，花大美观，冠幅2~3 m，单株碳储量 $\geq 14\text{ kg CO}_2$ ，适配服务区、收费站绿地
	56	牡丹	<i>Paeonia suffruticosa</i>	$W=0.028(HG)^{0.697}$	≥ 6.5	全省	花大艳丽兼具景观性，冠幅1~1.5 m，单株碳储量 $\geq 6\text{ kg CO}_2$ ，生长稳定，适配服务区、互通立交区景观节点
	57	玫瑰	<i>Rosa rugosa</i>	$W=0.023(HG)^{0.704}$	≥ 7.0	全省	花美芳香，耐干旱，冠幅1~2 m，单株碳储量 $\geq 9\text{ kg CO}_2$ ，适配服务区休息区绿化
	58	水栒子	<i>Cotoneaster multiflorus</i>	$W=0.031(D^2H)^{0.716}$	≥ 7.2	全省	耐干旱，秋季果实美观，冠幅1.5~2.5 m，单株碳储量 $\geq 10\text{ kg CO}_2$ ，叶片净
	59	月季	<i>Rosa chinensis</i>	$W=0.022(HG)^{0.686}$	≥ 6.8	全省	花期长景观性好，耐修剪，适配服务区、收费站岗亭周边绿化
	60	接骨木	<i>Sambucus williamsii</i>	$W=0.039(D^2H)^{0.731}$	≥ 7.3	全省	耐干旱，生长稳定，适配路侧边坡、取弃土场下层绿化
	61	沙棘	<i>Hippophae rhamnoides</i>	$W=0.041(D^2H)^{0.748}$	≥ 8.2	晋北（干旱半干旱区域）	豆科灌木，根系具根瘤菌（固氮量 $\geq 50\text{ kg/hm}^2\cdot\text{a}$ ），可改良贫瘠土壤，单株日固碳量 $> 250\text{ g/d}$ ，年生物量增长量 $\geq 0.8\text{ kg/株}\cdot\text{a}$ ，耐干旱（年降水量300 mm以上即可存活）、抗风蚀，适配路堑边坡、取弃土场先锋种植

注：式中D为胸径（cm），H为高度（m），G为冠幅（m）

附 录 E
(资料性)

不同路域种植区域高固碳植物配置模式

表B给出了路域种植区域高固碳植物配置模式、种植参数和适配地区。

路域区域	植物组合类型	具体植物搭配	种植参数	适配地区
互通立交区	常绿乔木+落叶乔木	桧柏（常绿乔木）+旱柳（落叶乔木，♂）	桧柏：株距5~6 m，胸径4~5 cm，树高3~4 m，土球直径30~40 cm；旱柳：株距6~7 m，胸径6~7 cm，树高4~5 m	全省（晋北为主）
	常绿乔木+落叶乔木+灌木	白皮松（常绿乔木）+楸（落叶乔木）+沙棘（灌木）	白皮松：株距4~5 m，胸径6~8 cm，树高3~4 m，土球直径50~60 cm；楸：株距7~8 m，胸径5~6 cm，树高4~5 m，根盘直径60~70 cm；沙棘：行距1.5 m，株距1 m，高度0.6~0.8 m	晋北、晋中
中央分隔带	常绿乔木+常绿灌木	侧柏（乔木）+胶东卫矛	侧柏：株距3~4 m，胸径4~5 cm，树高2~3 m；	全省

路域区域	植物组合类型	具体植物搭配	种植参数	适配地区
		(灌木)	胶东卫矛: 行距1.5 m, 株距1 m, 高度0.6~0.8 m	
	小乔木+落叶灌木	山桃(小乔木, ♂)+连翘(灌木)	山桃: 株距4~5 m, 胸径3~4 cm, 树高1.5~2.0 m; 连翘: 行距1.2 m, 株距0.8 m, 高度0.6~0.8 m	全省
	常绿灌木+落叶灌木	黄杨(常绿灌木)+连翘(落叶灌木)	黄杨: 行距1.2 m, 株距0.8 m, 高度0.4~0.6 m, 土球直径15~20 cm; 连翘: 行距1 m, 株距0.6 m, 高度0.6~0.8 m	全省
路侧	乔木+灌木	油松(乔木)+紫穗槐(灌木)	油松: 株距5~6 m, 胸径5~6 cm, 树高2~3 m; 紫穗槐: 行距2 m, 株距1.5 m, 高度0.6~0.8 m	全省(晋北优势)
	乔木+灌木	臭椿(乔木)+沙棘(灌木)	臭椿: 株距6~7 m, 胸径5~6 cm, 树高2~3 m, 根盘直径50~60 cm; 沙棘: 行距2 m, 株距1.5 m, 高度1~1.2 m, 土球直径30~35 cm	晋南
服务区	大乔木+中乔木+灌木	国槐(大乔木)+白蜡(中乔木)+丁香(灌木)	国槐: 株距8~10 m, 胸径8~10 cm, 树高3~4 m; 白蜡: 株距6~8 m, 胸径6~8 cm, 树高3~4 m; 丁香: 行距2.5 m, 株距2 m, 高度1.5~1.8 m	全省(晋中/晋南优势)
	乔木+草本(停车场)	栎树(乔木)+多年生黑麦草(草本)	栎树: 株距6~7 m, 胸径10~12 cm, 树高4~5 m; 多年生黑麦草: 满铺, 播种量18 g/m ²	全省
取弃土场	针叶乔木+灌木	油松(针叶乔木)+紫穗槐(灌木)	油松: 株距4~5 m, 胸径8~10 cm, 树高2.5~3 m, 土球直径50~60 cm; 紫穗槐: 行距2 m, 株距1.5 m, 高度1.2~1.5 m	全省(晋北、晋中优势明显)
	针叶乔木+灌木	侧柏(针叶乔木)+沙棘(灌木)	侧柏: 株距5~6 m, 胸径6~8 cm, 树高2~2.5 m, 土球直径40~50 cm; 沙棘: 行距2 m, 株距1.5 m, 高度1~1.2 m 种植穴深度40~50 cm	全省(晋北干旱半干旱区域优先)
隧道口	洞顶区: 低矮常绿乔木+灌木	侧柏(低矮型)+沙地柏(灌木)	侧柏: 株距4~5 m, 胸径6~8 cm, 树高2~3 m; 沙地柏: 丛距1.5 m, 覆盖度≥70%	全省
	边仰坡: 常绿针叶乔木+落叶灌木	侧柏(常绿针叶乔木)+紫穗槐(落叶灌木)	侧柏: 株距4~5 m, 胸径3~4 cm, 树高1.5~2.0 m, 土球直径30~40 cm, 种植点距边仰坡坡顶边缘≥1.5 m、坡脚边缘≥1 m; 紫穗槐: 行距1.5 m, 株距1 m, 高度1~1.2 m, 根盘直径25~30 cm, 种植于侧柏株间空隙, 形成“上层固碳+下层固土”的复层结构	全省
	前区过渡带: 常绿针叶乔木+常绿灌木	白皮松(针叶乔木)+黄杨(常绿灌木)	白皮松: 株距5~6 m, 胸径6~8 cm, 树高2.5~3 m, 土球直径50~60 cm; 黄杨: 行距1.2 m, 株距0.8 m, 高度0.6~0.8 m, 土球直径15~20 cm, 修剪后冠幅保持0.5~0.7 m	全省(晋南)