

西气东输工程水土保持绿化工程防治方案初探

任杨俊<sup>1,2</sup>, 赵俊侠<sup>1</sup>, 秦百顺<sup>1</sup>, 周鸿文<sup>1</sup>, 张海强<sup>1</sup>

(1. 黄河水土保持天水治理监督局, 甘肃 天水 741000; 河海大学国际工商学院, 江苏 南京 210098)

**摘 要:** 以西气东输工程为例, 根据项目主体可行性研究的要求, 论证了绿化土地的分布和面积, 分析了绿化地的立地条件, 提出了绿化植物种选择方案和总体布局案, 并根据项目对绿化的特殊要求, 通过对绿化方案的比选, 最后提出可行的绿化方案和典型地段的绿化工程方案。系统地介绍了可行性研究阶段水土保持方案中绿化工程设计的要求及内容。

**关键词:** 水土保持; 西气东输; 绿化工程; 方案

**中图分类号:** S 157      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1005-3409( 2003) 04-0262-04

Discussion on Afforestation Engineering Design of Soil and Water Conservation of West—East Natural Gas Transmission Project

REN Yang-jun<sup>1,2</sup>, ZHAO Jun-xia<sup>1</sup>, QIN Bai-shun<sup>1</sup>, ZHOU Hong-wen<sup>1</sup>, ZHANG Hai-qiang<sup>1</sup>

( 1. Tianshui Soil and Water Conservation Scientific Experiment

Station, the Yellow River Water Conservancy Commission, Tianshui 741000, Gansu, China;

2. College of Industry and Commerce, H ehai University, Nanjing 210098, Jiangsu, China)

**Abstract:** The west – east natural gas transmission project transimits natural gas from the western areas to east China. According to the demand of the principal part of the west-east natural gas transmission project, the distribution and area of various afforestation land are determined. The site conditions of the afforestation plots are analyzed and rationally divided, and in the end, the plants and the overall design for these plots are put forward. The requirement and content of a feasible afforestation engineering design are raised by selecting afforestation plans comparatively after the studied demands of the project and afforestation, after that the typical designs are given. The demands and contents of afforestation engineering design, during feasibility design, are systematically studied.

**Key words:** soil and water conservation; west – east natural gas transmission project; afforestation engineering; design

西气东输工程是国家大型开发建设项目, 是西部大开发的标志性工程之一。该工程西起新疆维吾尔自治区轮台县轮南, 东至上海市青浦区白鹤镇, 全线长 3 829. 204 km, 途经新疆、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、安徽、江苏、上海 9 省区, 主体工程投资约 1 400 亿元, 2001 年开始施工, 工期 3 年。本文西气东输工程的研究范围为新疆轮南首站至郑州站, 该段管线长 2 945 km。

西气东输工程在建设过程中, 需要大面积的开挖地表, 破坏原地貌及植被, 形成大量的松散堆积物, 不仅造成剧烈的人为加速侵蚀, 而且使脆弱的生态环境更加恶化, 同时严重的水土流失威胁着输气管线的安全。为了达到“控制水土流失, 防风固沙, 改善生态环境, 保障输气管线安全运营”的目的, 结合水土保持工程防治措施和土地整治工程, 应对开

挖动土面进行植被恢复和绿化美化, 达到防治、利用、绿化美化的和谐统一, 提高防治的有效性。

1 自然状况

西气东输工程管线长, 管道沿线地形地貌十分复杂。该工程经过戈壁平原、河西走廊平原、山前冲积洪积倾斜平原、沙漠平原、黄土丘陵沟壑区、黄土残塬沟壑区及河谷阶地等多种大的地貌类型, 管道沿线经过的区域气候特征变化幅度较大。根据水土保持工程需要, 将其划分为三个大的类型区。

1. 1 风蚀治理区

从首站轮南到中卫, 此段地处荒漠内陆, 沙漠戈壁断续分布。其气候的基本特征为: 冬寒长, 夏热短, 春暖快, 秋凉早。干燥多风, 蒸发强烈, 辐射强, 日照长, 温差大, 风日多, 风

<sup>1</sup> 收稿日期: 2003-05-15  
基金项目: 该项目属国家“十五”重点建设工程项目——“西气东输”工程的水土保持方案部分。  
作者简介: 任杨俊( 1964— ), 男, 陕西省澄城县人, 高级工程师, 河海大学国际工商学院在职研究生, 现从事生态恢复及水资源方面的研究, 获林业部科技进步三等奖一项, 公开发表文章 18 篇, 国内外学术会议交流 6 篇。

力大, 风蚀十分严重, 土地沙化明显。土壤为风沙土、盐渍土、草甸土和灌淤土。植被种类稀少, 以旱生灌丛植被为主。

### 1.2 风蚀水蚀交错治理区

此区为中卫—陕西靖边三圪墩湾, 从荒漠草原过渡到干旱草原, 是风蚀、水蚀交错地带, 属温带半干旱气候。其气候的基本特征为: 冬春干旱少雪, 春季日温差大, 寒潮霜冻不时发生, 并多大风, 间有沙尘暴, 夏季酷热, 并有夏旱和伏旱。本区风蚀严重, 多发生在春季, 风蚀使沙丘移动、土壤沙化, 造成土地丧失生产力。土壤主要为风沙土、黄绵土, 土质松散, 保水性差, 肥力低下。植被为荒漠草原植被和沙生植被两类。

### 1.3 水蚀治理区

从陕西省靖边三圪墩湾到河南荥阳, 此段黄土丘陵、黄土残塬、土石山区、平原阶地复域分布, 从干旱草原逐渐过渡到半干旱草原和半湿润森林草原, 属暖温带半干旱半湿润气候。该区水蚀严重, 土壤侵蚀强烈, 为重点治理区。

#### 1.3.1 黄土丘陵沟壑区

该区输气管线主要经过陕西省靖边县南部、子长县、延川县及山西省浮山县和沁水县, 属暖温带, 具有大陆性季风气候特点; 多年平均降水量 400~600 mm, 具有年际多变、年内集中的特点; 地表蒸发量 886.2~1 700 mm, 空气干燥, 间或有沙尘天气。在长期水力、风力、重力等外营力的侵蚀和人为破坏作用下, 形成了梁峁起伏、沟壑纵横、支离破碎的地貌形态, 其中陕西境内山高坡陡、沟谷深切, 山西境内地势平缓、沟谷宽阔。地表多覆盖深厚的黄土层, 土壤类型主要有黄绵土、黑垆土、淤土、红土, 其中以黄绵土为主, 土壤贫瘠, 有机质含量低, 氮磷俱缺。植被为干旱、半干旱草原性植被, 天然植被稀少, 多为人工种植的林草, 零散分布在水分条件较好的地段及“四旁”。

#### 1.3.2 黄土残塬沟壑区

该区输气管线主要经过山西省永和县、隰县、大宁县及蒲县, 属暖温带, 具有大陆性季风气候特点; 多年平均降水量 520~600 mm, 具有年际多变、年内集中的特点; 地表蒸发量 1 639.8~1 804.3 mm, 空气干燥。由于受长期侵蚀的影响, 逐渐形成了残塬、梁峁、冲沟及干沟等自然地形。塬面土地平整, 土层深厚, 土壤肥沃, 沟坡陡峭, 沟谷深切, 高差达 100~200 m。土壤类型主要有褐土、褐土性土、草甸土等, 以褐土性土分布最广。植被为半干旱草原植被, 天然植被多遭破坏, 现有植被多为人工林, 零星地分布在水肥条件较好的地段及“四旁”。

#### 1.3.3 土石山区

该区管线主要经过吕梁山、中条山与太行山山地, 属暖温带, 冬季严寒少雪, 夏季炎热多雨, 秋季温和凉爽, 阴雨较多, 具有大陆性季风气候特点; 多年平均降雨量 650~700 mm, 年内分配不均, 年际变化大, 主要集中在 7~9 月。此区土层较薄, 土壤主要为山地棕壤、褐土。植被为半湿润森林草原植被, 植被生长较好, 多为次生林。

#### 1.3.4 平原阶地区

该区管线主要经过汾河平原和阶地、豫北平原地区及太岳、太行山山间盆地, 属暖温带半湿润气候, 冬寒少雪, 春旱少雨, 夏季炎热, 秋季多雨, 多年平均降雨量 532.3~680 mm。植被为半湿润森林草原植被, 天然植被所存无几, 现多为人工林, 多分布在“四旁”, 生长良好。土壤为土、黄绵土,

冲积土。光热资源丰富, 适合植物生长。

## 2 水土流失状况及特点

### 2.1 水土流失状况

工程项目区土壤侵蚀强度大、侵蚀过程集中、侵蚀类型较复杂。侵蚀类型可划分为自然侵蚀和人为侵蚀两类, 自然侵蚀主要包括水土流失风力、水力、重力、冻融侵蚀等, 其中风力侵蚀和水力侵蚀是该区主要的侵蚀类型。据资料分析, 工程沿线的土壤侵蚀差异较大, 从侵蚀模数看: 风蚀区侵蚀模数 3 000~5 000 t/(km<sup>2</sup>·a), 风蚀厚度 25~50 mm/a; 风、水交错侵蚀区侵蚀模数 3 000 t/(km<sup>2</sup>·a) 左右。在水力侵蚀区: 平原区土壤侵蚀轻微, 侵蚀模数为 100~500 t/(km<sup>2</sup>·a); 黄土丘陵沟壑区土壤侵蚀强烈, 侵蚀模数为 1 000~15 000 t/(km<sup>2</sup>·a), 局部地区高达 30 000 t/(km<sup>2</sup>·a) 以上。依据主体工程设计资料, 对新增水土流失进行预测, 预计工程建设扰动破坏原地表总面积达 8 453.37 hm<sup>2</sup>, 损坏水土保持设施面积 7 766.12 hm<sup>2</sup>。建设期新增侵蚀总量 659.107 万 t, 其中新增风蚀量 518.058 万 t、新增水蚀量 141.049 万 t。工程建设产生的弃土弃渣总量 1 140.01 万 m<sup>3</sup>, 其中风力侵蚀区 970.17 万 m<sup>3</sup>、风水交错侵蚀区 30.69 万 m<sup>3</sup>、水力侵蚀区 139.15 万 m<sup>3</sup>。弃土弃渣流失量达 33.62 万 t, 其中水力侵蚀区 28.96 万 t, 土石山区、黄土丘陵沟壑区的流失量分别为 10.31 万 t、8.99 万 t。

### 2.2 水土流失特点

项目区水土流失主要有以下特点:<sup>1</sup> 项目区涉及地貌类型多, 施工条件复杂, 水土流失形式多样, 防治难度大。④人为造成的水土流失呈线状分布, 且区域流失程度差异极大。④开挖扰动影响大, 弃土弃渣分散, 给防治工程带来困难。<sup>1/4</sup>人为破坏原生地貌以及弃土弃渣形成新的水土流失源, 造成的水土流失极为严重。

## 3 绿化工程总体布局方案

### 3.1 绿化工程的分布和面积

西气东输工程项目建设区中的管线开挖面、道路、加减压站室和操作管理区等永久性占地工程及其直接影响区的范围分布于三个区内, 是绿化工程的重点。管线绿化工程分布面积 677.72 hm<sup>2</sup>, 其中风蚀水蚀交错治理区 250.94 hm<sup>2</sup>、水蚀治理区 426.78 hm<sup>2</sup>; 站场绿化美化工程分布面积 10.45 hm<sup>2</sup>, 其中风蚀治理区 7.35 hm<sup>2</sup>、风蚀水蚀交错治理区 1.20 hm<sup>2</sup>、水蚀治理区 1.90 hm<sup>2</sup>; 操作区绿化美化工程分布面积 1.80 hm<sup>2</sup>; 道路绿化工程分布面积 1 204.50 hm<sup>2</sup>, 其中风蚀治理区 1 114.50 hm<sup>2</sup>, 风蚀水蚀交错治理区 15.00 hm<sup>2</sup>, 水蚀治理区 75.00 hm<sup>2</sup>。

### 3.2 绿化工程的总体思路

防风固沙植物选择耐旱、耐瘠薄, 要求根系发达、冠幅大、萌蘖力强、繁殖容易、抗病虫害等, 并有较好的经济价值; 水土保持选耐干旱、耐瘠薄、耐寒、根系发达、固土作用强、枝叶茂盛、生长迅速的树种草种; 绿化美化选适应性强、抗性强且形态优美的树种; 草坪植枝叶茂盛、生长迅速的树种草种; 绿化美化选适应强、抗性强且形优美的树种; 草坪植物选适应性强、耐寒、耐践踏、繁殖容易、生长迅速, 并且形成草坪快, 株矮叶绿、生长一致的草种。

对管线开挖涉及到风蚀区内的盐碱地和沼泽地、风蚀水蚀交错区内的盐碱地,以植被自然恢复为主;风蚀水蚀交错区和水蚀区的管线开挖面,进行人工种树种草,恢复被破坏的植被,并兼顾天然气管道自身建设要求,严格执行国务院《石油天然气管道保护条例》中关于“管道中心线两侧 5 m 范

围内禁止种植深根系植物”的规定,树种应选择根系发达的浅根性植物为宜,植物的主根不宜超过 2 m(植物种类及布局方案见表 1)。加减压站室和操作管理区等固定设施以绿化美化为主;道路结合防风固沙等防护措施进行绿化美化(植物种类及布局方案见表 1)。

表 1 各类型区绿化工程植物种类及布局方案表

一级类型区	二级类型区	生物工程分布区	植物种类	布局方案
风蚀水蚀交错治理区	平原区	防护林带	小叶杨、青杨、合作杨、沙枣、新疆杨、柠条、沙棘、荆条、小禾草、早熟禾、白羊草、百里香	在管道中心线两侧 5 m 范围内种植灌草,5 m 以外种植乔木树种(灌草为 1 2)
	沙地	半固定沙地	沙柳、柽柳、花棒、沙蒿、梭梭、柠条、芡芨草、沙打旺、紫花针茅、苦豆根	机械固沙与植物固沙相结合,即在草方格沙障中种植灌草。(灌草为 1 2)
		流动沙地		
	覆沙黄土丘陵沟壑区	覆沙黄土梁卯	小叶杨、沙柳、旱柳、柽柳、沙棘、紫穗槐、柠条、沙打旺、小冠花	在管道两侧防治范围内行间混交种植灌草(灌草为 1 2)
		黄土沟道	小叶杨、旱柳、沙棘、刺槐、紫穗槐、柠条、沙打旺、小禾草、紫花苜蓿	结合固沟防冲工程措施,在管道上面种植草本植物,管道中心线两侧 5 m 外防治范围内行间混交栽植乔灌。(乔灌为 1 2)
黄土丘陵沟壑区		黄土沟道	油松、侧柏、刺槐、小叶杨、山杏、白榆、旱柳、沙棘、柠条、紫穗槐、小冠花、紫花苜蓿	管道上中心线两侧 5 m 内栽植灌木;管道上中心线两侧 5 m 外防护范围内栽植由乔、灌和经济林果组成的混交林。(乔:经济林果灌为 1 1 3)
		黄土梁卯坡面	油松、侧柏、刺槐、旱柳、柽柳、毛白杨、枣树、紫穗槐、柠条、沙棘、紫花苜蓿、沙打旺、草木樨、小冠花、	管道上中心线两侧 5 m 内栽植灌木和草,管道中心线两侧 5 m 外防治范围内梁卯顶、梁卯坡、沟坡因地制宜栽植乔、灌及人工种草(乔灌草为 1 2 4)。
	黄土残塬沟壑区	塬边、塬坡及沟坡	油松、侧柏、刺槐、小叶杨、旱柳、山杏、枣树、河北杨、白榆、紫穗槐、柠条、沙棘、小冠花、紫花苜蓿、草木樨、黄花、沙打旺	管道上中心线两侧 5 m 内,栽植灌草(灌草为 1 2);管道上中心线两侧 5 m 外防治范围内塬边栽植干果与灌木混交防护带,塬坡、沟坡防治区栽植灌木和人工草。
		残塬区河道	油松、侧柏、箭杆杨、毛白杨、小叶杨、臭椿、旱柳、柠条、紫穗槐、沙棘、草木樨、小冠花	管道上中心线两侧 5 m 内栽植灌草(灌草为 1 2);管道上中心线两侧 5 m 外防治范围内沟道两侧及沟坎上,以乔灌混交方式布设防护林(乔灌为 1 2)。
土石山区	坡地	油松、侧柏、河北杨、白皮松、辽东栎、沙棘、紫穗槐、虎榛子、绣线菊、胡枝子、无芒雀麦、紫花苜蓿、小冠花	管道上中心线两侧 5 m 内栽植灌草(灌草为 1 2);管道上中心线两侧 5 m 外防治范围内沟道两侧及沟坎上,以乔灌混交方式布设防护林(乔灌为 1 2)。	
	平原阶地	河谷阶地	刺槐、毛白杨、小叶杨、旱柳、花椒、山楂、杞柳、小冠花、紫花苜蓿	在管道上中心线两侧 5 m 内管线上种植灌草;管道上中心线两侧 5 m 外防治范围内栽植乔灌草。(乔灌草比为 1 3 5)

表 2 绿化美化工程植物种类及布局方案表

类型区	绿化工程	植物种类	布局方案
风蚀治理区	压气站、清管站	侧柏、新疆杨、柽柳、月季、大叶黄杨、无芒雀麦	空闲地种植草坪草,中央栽植花卉,外围栽植乔、灌木,乔木距高压线不小于 5 m,林带距管道不小于 5 m。(乔 灌 草为 1 1 5)
	操作区	油松、侧柏、新疆杨、青杨、柽柳、大叶黄杨、月季、黑麦草	
风蚀水蚀交错区	压气站	侧柏、云杉、小叶杨、柽柳、紫穗槐、月季、大叶黄杨、早熟禾	以乔灌树种作为绿化,空闲地带种植草坪草,以花卉、常绿灌木树种作点缀。乔木树距高压线不小于 5 m,林带距管道不小于 5 m。(乔 灌 草为 1 1 5)
	操作区	云杉、油松、侧柏、柽柳、新疆杨、红叶李、小叶黄杨、丁香、月季、黑麦草	
	道路	油松、樟子松、旱柳、小叶杨、合作杨、青杨、白榆、柽柳、沙柳、柠条、花棒、踏郎、梭梭、沙蒿、沙打旺、紫花苜蓿、苦豆根	道路旁采用株间混交的方式栽植一行灌木作为行道树,路旁保护行范围内布设草方格(1 m×1 m),种植灌草防护带(灌草为 1 4)
水蚀治理区	压气站、清管站、分输站	雪松、侧柏、爬墙虎、大叶黄杨、月季、早熟禾、黑麦草	乔灌树种绿化,建筑物下栽植爬墙虎,空闲地种植草坪草,并以花卉及常绿灌木作点缀,林带距管道不小于 5 m,距高压线不小于 5 m。(乔 灌 草为 1 2 5)
	操作区	雪松、千头柏、龙爪槐、红叶李、樱花、大叶黄杨、爬墙虎、月季、早熟禾	
	道路	侧柏、落叶松、刺槐、青杨、小叶杨、箭杆杨、毛白杨、合作杨、旱柳、沙棘、柠条、蔷薇、白三叶、紫花苜蓿	公路旁采用乔灌株间混交的方式栽植一行行道树,路旁保护行范围内以乔灌草混交的方式栽植防护带(乔 灌 草为 1 2 2)

4 绿化工程措施设计

4.1 绿化工程可行性方案比选

根据主体工程建设要求和项目总体设计中水土保持方案措施体系确定的防治范围,结合主体工程对绿化美化的特殊要求,配合工程措施、防风固沙工程措施及土地整治措施,

在各防治区所选择的适生树种、草种的基础上,进行绿化美化工程综合布局。现以风蚀水蚀交错治理区道路绿化为例,对提出的各方案从技术角度进行分析论证、综合评价,择优选出最为合理的设计方案(详见表 3)。

表 3 风蚀水蚀交错治理区道路绿化方案比较表		
项目	方案一	方案二
布局方案	道路旁以株间混交的方式栽植一行乔木作为行道树,路旁保护行范围内布设草方格固沙(1 m×1 m)种植灌草防护带(灌 草为 1 4)	道路旁采用株间混交的方式栽植一行灌木作为行道树,路旁保护行范围内布设草方格(1 m×1 m),种植灌草防护带(灌 草为 1 4)
植物种	油松、樟子松、旱柳、小叶杨、合作杨、青杨、白榆、柽柳、沙柳、柠条、花棒、踏郎、沙打旺、苦豆根、紫花苜蓿	沙柳、柠条、花棒、踏郎、梭梭、沙蒿、沙打旺、苦豆根、紫花苜蓿
技术评价	路旁保护范围内用草方格固定流沙,防止流沙移到路面,因地制宜种草及灌木,可尽快发挥防护作用;道旁栽植乔木树种,防护作用虽发挥的迟,但防护时效长。乔灌草混交,可有效地防止流沙,保证道路安全畅通。	在路旁保护范围内铺设草方格网,有效地固定流沙,因地制宜种植草及灌木,形成防护带,利用草的速效性和灌木的长效性,有效地防止流沙对道路的掩埋。行道树以灌木株间混交的方式栽植,表现出视觉节奏变化,又可阻止病虫害的传播。
综合评价	综合比较两方案,方案一中的乔木树种需水量大,根据工程实际情况,道路多在水分较缺的地方,此方案有局限性,可在灌溉条件较好的地点采用。方案二中灌草相对需水量小,能满足该区道路绿化的要求,应推荐此方案。	

从表 3 综合分析比较,两种方案都能达到减弱风沙和积雪对道路的危害,保证道路畅通。方案二既能满足道路的水保要求,又兼顾了美化作用,考虑到工程的环境特点,推荐方案二。方案一可在水分条件好的地方使用。

#### 4.2 典型地段设计

根据西气东输工程管道经过地段的地貌特征,选阳道卯段代表黄土丘陵沟壑区黄土梁卯向沟道过渡地段,绿化工程配合护坡工程、土地整治工程、拦渣工程、防洪排水工程等,

表 4 种植技术措施

植物种	项目	时间	方法	规格与要求
沙棘	整地	雨季前或雨季	穴状整地	0.6 m×0.6 m×0.6 m
	栽植	春季	植苗造林	适当深埋,分层回填踩实,埋土比原根基高 3~5cm
紫穗槐	整地	雨季前或雨季	穴状整地	0.4 m×0.4 m×0.4 m
	栽植	春季	植苗造林	适时早栽,适当深埋
柠条	整地	秋季	全面整地	施足基肥,深耕 30 cm
	种植	次年春季、雨季	撒播	种子在经药物处理后均匀撒播,播种深度 1~2 cm,播后耙平镇压
紫花苜蓿 小冠花 沙打旺	整地	秋季、雨季前或雨季	全面整地	施足基肥,深耕 30 cm
	种植	次年春季、雨季	撒播	种子在经药物处理后均匀播种,播种深度 4~5 cm,播后耙平镇压

### 5 结 语

开发建设项目水土保持方案中的绿化工程设计,首先应考虑水土保持要求,然后再考虑绿化美化的需要,并将二者有机地结合起来,使之达到既保持水土,又美化环境的目的。在可行性研究阶段,主要进行设计方案的比选。在进行方案

对形成的开挖、回填、渣面等进行防治,防止新的水土流失,保证管道安全运营。

#### 4.2.1 立地因子分析

阳道卯段地处陕西省子长县境内,是典型的黄土丘陵沟壑区梁卯丘陵地貌,以梁为主,卯次之,卯顶浑圆、平缓,向下坡度逐渐增大。该地年均降水量 442.9 mm,多集中在 7~9 月,蒸发量是降水量的 3 倍,土壤为结构松散、渗透性强的粉沙质黄土。因此,针对此地干旱缺水,降雨与需水错位,土壤保水能力差、肥力低的特点,绿化工程主要采用栽植灌木和种草的方法,并进行较高规格的造林整地,同时应用雨水集流技术和保水剂,提高造林种草的成活率。

#### 4.2.2 整地要求

挖方处管道上整地方法为水平台整地,种植灌草。以灌木树穴为中心,修成“回”字型集水面,外高内低,形似“锅底”。内外高差 10 cm,隔陇高 30 cm,宽 30~40 cm。在排水沟附近及坡顶采用穴状整地,栽植灌木。

在填方坡面上采用水平沟整地,种植灌草。水平沟斜距为 3 m,水平距 2~2.5 m,水平沟每 3 m 做一隔档,沟口宽 0.8 m,沟底宽 0.5 m,深 0.8 m,埂坡比为 1:1.5~2.0。

整地时,施一定量的基肥,每穴施 PAMN 保水剂 20 g,与表土混均置于穴底。

栽植前,灌木树种用保水剂(1:1 000)液体蘸根,草籽用保水剂拌种。栽植后实行封禁封育,加强管护,防止人畜破坏,促进早日郁闭。

#### 4.2.3 种植关键技术措施(表 4)

设计时,首先要根据项目主体可行性研究,分析论证绿化土地的分布面积;其次预测各类绿化地的立地条件,分析立地因子,提出不同绿化地拟采用的植物种及布局方案;最后,根据项目立体建设的要求,研究项目对绿化的特殊要求,比较论证提出可行性绿化方案,对特殊地段,应进行绿化工程典设计,为初步设计阶段的方案设计奠定良好基础。

#### 参考文献

[ 1 ] 焦居仁,等. 开发建设项目水土保持[M]. 北京: 中国法制出版社, 1998. 160~ 170.  
[ 2 ] 水利部水土保持司. 开发建设项目水土保持方案技术规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998. 50~ 54.  
[ 3 ] 余树勋. 园林美与园林艺术[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 164~ 167.  
[ 4 ] 中国树木志编委会. 中国主要树种造林技术[M]. 北京: 农业出版社, 1976. 103~ 114.  
[ 5 ] 北京林学院. 造林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981. 142~ 222.  
[ 6 ] 北京林业大学园林花卉教研组. 花卉学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1988. 186~ 233.