

(苏) Ф·К·柯契尔佳 著

中亞細亞和南卡查赫 斯坦山地土壤改良

中国林业出版社

目 錄

緒論	1
地表逕流、土壤侵蝕和石洪的危害	3
俄國革命前的山地土壤改良	9
蘇聯的山地土壤改良	20
調節逕流，防止土壤侵蝕和石洪的措施	47
各種措施的特性	47
各種措施的配置	52
經營組織措施	57
土地規劃	57
改善森林	58
調節放牧	59
草田農作制	62
栽培農作物的農業技術	65
栽培多年生植物	67
土壤改良技術措施	68
基本設計數據	68
晝夜最大降水量	69
暴雨	71
積雪層	72
逕流係數	74
石洪的最大流量	75
土壤改良技術措施的工程技術和設計	85
在石洪流域的斜坡上所採用的措施	85
斜坡築梯田	85
梯田的配置	90
梯田的計算	91

梯田的結構	98
梯田的建築	108
梯田上的防護林帶	111
加固疏鬆斜坡的措施	114
山上水溝	118
河道建築物	121
建築物的分類	121
減小河道縱坡降的建築物	123
提高河道對側向沖刷的抵抗力的建築物	148
苫沙建築物	155
沖積錐上和被保護目標附近的建築物	156
留淤建築物	157
引導石洪到安全地方去洩散的建築物	159
跨過渠道與道路的交叉建築物	160
進水建築物	166
森林改良土壤措施	168
山區的森林植物條件	168
樹種的種類	176
造林類型	182
造林的農業技術	192
調查設計工作	207
概論	207
山地土壤改良方案	209
計劃任務	211
技術設計	218
工作的組織	223
山地土壤改良的費用	226
附錄	228

緒 論

在山地上營造有很大的水土保持作用的森林，對於改造荒地自然條件方面起着很重要的作用。因此，調節地表逕流、防止土壤侵蝕和防止石洪等措施也就有了特殊的意義。正確選擇和配置的山地土壤改良措施，應當能保證河流有均勻的流水狀況；造成能使水庫、灌溉網和水電站的使用期長而且水流通暢的條件。最後，這些措施還要保護居民區、棉田和作物田，使它們不受石洪侵害。

實行山地土壤改良的工作，就能保證從根本上轉變山區的侵蝕作用，停止土壤的流失和沖刷。土壤貯水量的增加，可以恢復植被的生長，因此也就使土壤的破壞過程改變成爲恢復過程，而採用杜庫洽也夫—柯斯得切夫—威廉士的綜合農藝措施，就能大大地提高山地的生產率，提高穀物的產量，改善牧場和割草場。引用這些措施的結果，就能改變該地區的微域氣候條件，因此也將使植物繼續繁茂起來。以上這些已爲帝俄時代（在阿克塔什和阿芒—古坦）和偉大的十月社會主義革命之後（在費爾干、烏爾古特、蘇科克、斯大林納巴德）所進行的山地土壤改良工作的實驗所證明。

在阿芒—古坦和阿克塔什的石洪流域過去所營造的生產率很高的林分中，現在已設立了很多休養所和少先隊的夏令營。

調節地表逕流、防止土壤侵蝕和防止石洪的工作效率，要根據怎樣選擇防蝕和防洪的綜合措施，以及怎樣在工作地區配置這些措施來決定；而這種配置，是要保證能使這些措施有最大的改良土壤作用和經營效果。

在這一綜合措施中，經營組織措施，尤其是杜庫洽也夫—柯斯得切夫—威廉士所製定的包括有營造護田林的草田耕作制所起的作用最

大。而在陡坡上、侵蝕作用強烈的地區、河道和侵蝕溝的造林工作，也應當廣泛地展開。

因此，正確地選擇樹種，研究這些樹種的生物學特點和林學特性，以及研究造林地區的自然條件和經濟條件，就有很重大的意義。種子的來源、造林類型的選擇和造林技術，對工作效率的影響也很大。在森林植物條件很壞的情況下，造林工作效率低的原因常常是由於對這些因子考慮得不週全。不考慮所引用的喬灌木樹種的生物學特點而營造的人工林、用不好的種子和苗木營造的人工林、缺乏適當管理的人工林，不但死亡率很大並且發育不良。

寫這本參考書的目的，在於提高山地土壤改良工作的效率，以及儘可能地幫助設計工作者和直接參加工作者來選擇綜合措施，在各個地區來配置這些措施，正確地選擇建築物和樹種。本書對於防蝕、防洪綜合措施的經營組織部分的採用方面，在技術性的土壤改良工作的進行方面，和在山地造林的農業技術方面都有重要的敘述。

編這本參考書時，參考了在帝俄時代防止石洪的工作經驗，也研究了在偉大的十月社會主義革命以後已經有了的防止石洪的工作經驗。在本書中綜合了在森林改良土壤和林業方面的科學研究工作和設計工作的許多經驗。



地表逕流、土壤侵蝕和石洪的危害

由於革命以前無節制地放牧，每年都耕翻陡坡的土地來種植穀類作物而又不採用預防土壤侵蝕的措施，加上森林火災以及強烈地毀滅林木的行爲，這就大大地減少了中亞細亞和南卡查赫斯坦山區的植被，因此也就降低了植被改良土壤的效力。在森林植物條件很壞的地方，這種現象尤其嚴重。

由於植被的減少，在陽光的照射下，山地融雪很快，就大大地減少了土壤中的儲水量。大部分的雪水和山地的降水（尤其是大雨和陣雨之後），來不及滲入土壤就很快地流到河谷的河道中去了。山地增加降水量的效用，由於有大量的、流得很快的地表逕流而大大地減低了。有一些地區，有70—80%的降水要流走，降水總的損失超過年降水量的50%。

不調節地表逕流是我國水分狀況劇烈變壞的原因。早春融雪期和雨水多的時期，有雪水流入的河道的流量增加。夏季水量劇烈減少的河道的水分狀況不均勻，就引起那些沒有大規模的灌溉但能種植灌溉作物的土地面積減少。

奔流在斜坡上的水，破壞着失去了植物保護的土壤。水流首先沖洗比較耐侵蝕的上部肥沃土層，而遭受過流失的土壤其抗蝕穩定性的降低，是以後侵蝕加速發展的原因（圖1）。

烏茲別克共和國所進行的土壤侵蝕作用的研究，在所研究的5,475,000公頃的面積內，確定了有12.1%的山地是石礫很多的表層，25%的山地是土壤流失作用劇烈和非常劇烈的各種地區，19.3%——中等土壤流失地區，36.6%——弱度土壤流失地區。只有7%的土地沒有遭到土壤流失的損害。

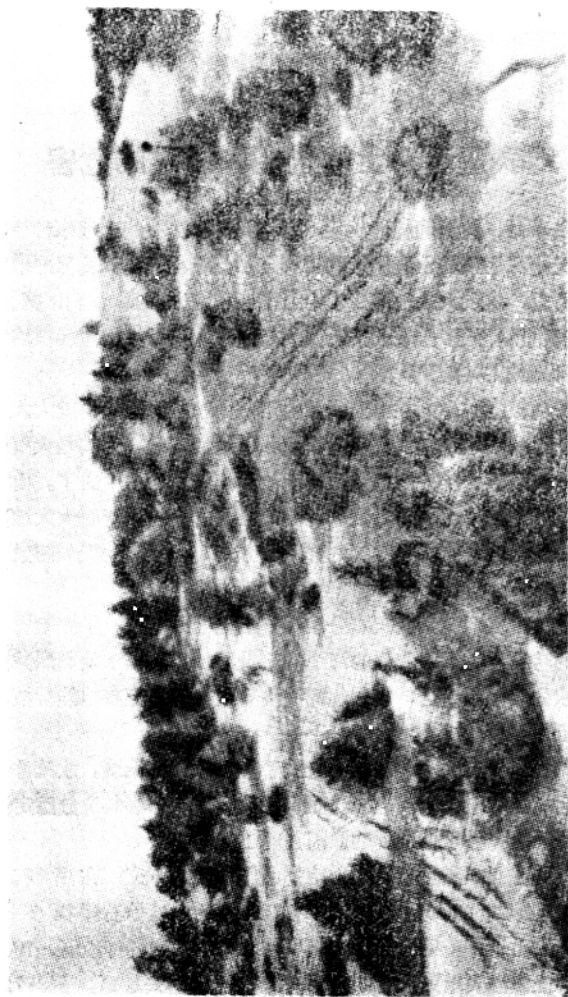


圖 1 在檜柏叢林的疏林地中，烏茲別克共和國札明林場 (И. К. 馬赫諾夫斯基攝)

烏茲別克共和國科學委員會森林改良土壤和林業組的契爾契克山地土壤改良調查隊，在卡爾讓塔烏山脈的南坡上所詳細進行的土壤侵蝕作用的研究證明：土壤的流失作用隨着斜坡坡度的增大而增加。在這一地帶，通常在坡度不到 2.5° 的斜坡上，沒有土壤流失。在坡度為 5° 的斜坡上，很少看到土壤流失，而在 10° 的斜坡上，所看到的土壤流失也很少。在 10° 的斜坡上，通常在植物生長得很好的地方，也沒有土壤流失。在坡度為 10° （包括 10° 在內）以下的斜坡上，沒有土壤流失和弱度土壤流失的土地共佔60%。雖然在 2.5° 的斜坡上已經開始出現了弱度土壤流失的現象，但是弱度土壤流失在 $5-10^{\circ}$ 的斜坡上分佈最廣。中度土壤流失地區大部分（98%）分佈在 $5-15^{\circ}$ 的斜坡上，而強度土壤流失地區（這種流失度的土壤佔91%的面積）分佈在 $10-25^{\circ}$ 的斜坡上。更陡的斜坡，常常已經是強石質土和母岩露頭了。

由於侵蝕作用，山區土壤劇烈地變貧瘠。這種作用在旱耕地上特別強。根據Л·Т·捷姆路尼茨基的資料，祇是在一年中，在 5° 的斜坡上每公頃流失的土壤有500立方公尺，在 30° 的陡坡上，每公頃流失的土壤已達1500—3000立方公尺了。而南坡所遭受的破壞尤其嚴重。

1942年5月5日和25日兩次降雨之後，從蘇科克河谷流域（塔什干州）熟耕地的深色灰鈣土上流失的土壤，每公頃有300—500立方公尺，而在失去了植物的陡坡上，每公頃流失的土壤達650—700立方公尺（中亞細亞林業科學研究所恰特卡爾山地土壤改良實驗站過去的研究工作者М·Б·多恰諾夫和Р·Г·穆拉托娃的資料）。同時，所流失掉的是土壤最肥沃的部分。

固體逕流機械分析的資料證明，由於侵蝕作用，最細小的土粒從土壤中被帶走。在流失土中土粒直徑小於0.05公厘的部分佔65—80%。其中有10%以上的土粒直徑小於0.005公厘，約有35%的土粒的直徑為0.010—0.005公厘。

樣本化學分析的資料證明，固體逕流中含有2.45—6.20%的腐植質（久林）。土壤變貧瘠就引起了土壤物理性質的變壞，特別是水分性質。遭受過流失的土壤形成1克乾物質所耗費的水分，要比正常的

土壤多得多。

研究証明，在土壤流失的地區，地表逕流最大。由於土壤流失地區的植被非常稀疏，因而受太陽晒得很厲害，所以土壤流失地區的水分蒸發量要比沒有土壤流失的地區的大得多。

山地生產率降低的原因常是土壤流失。土壤流失最嚴重的地區，不單是當時沒有土壤肥力，並且完全不能用來進行農業生產。

由於水文熱量狀況的根本改變，在土壤流失地區的植被特性也劇烈變壞。在這種土壤中得不到足夠的營養料和水分，因此在土壤改良和經營方面都很好的、很有價值的各種植物，就被生產率不高的、價值小的植物所代替。這些生產率不高、價值小的植物，通常就是矢車菊屬、紫雲英屬、唇香草屬以及其他能適應這種條件的植物。當這些植物生長很稀疏時，就失去了固定土壤和防止日益增長的土壤流失的能力。因此，表層逐漸露出了貧瘠的土層，以後就出現了母質（圖 2）。



圖 2 在札阿明檜柏林中的受到冲刷的林中空地

由於強度流失的土壤的物理化學特性、水文熱量狀況和微域氣候條件的總變壞，在土壤流失的地區，森林植物條件也就變壞了。不根

本改變森林植物條件（特別是土壤濕度的狀況），要在這種地區造林，是非常困難的。

由於逕流的集中，流失作用就轉變成了冲刷作用。在開坼的地形條件下，土壤表面覆蓋着細小的水蝕紋網，水蝕紋轉變成水蝕溝，然後轉變成侵蝕溝，同時土壤表面就具有了“多皺性”。形成侵蝕溝，也就變壞了斜坡的水文狀況，使居民區和牲畜飲水處的供水感到困難。佈滿侵蝕溝的斜坡，就不能再作為農業利用地。

由斜坡上帶來的細土粒，以及在河谷河道中已經聚積了的石頭，進入在河谷中形成的洪流，就大大地提高了洪流的容量，因此使洪流很容易帶走比較大的石塊。洪流順着坡度大的河道流下（在通常的乾旱期），在特殊的地形條件下，這種洪流就變成了石洪，並具有很大的破壞力，能給田地、灌溉網、甚至居民區帶來很大的損害。

石洪從山地帶來大量的固體物質。例如，在1921年7月8—9日摧毀了阿爾馬阿特城的石洪，在4小時之內就從山地帶來180萬立方公尺的泥沙，部分地區還有很大的石塊*。沖積物淤塞了水庫和灌溉渠，淹沒了作物區。由於泥沙的淤積，僅祇在數年之內，強大的水庫能損失很大一部分容量。大量的泥沙同樣也進入灌溉網。

石洪到了灌溉地、果園和菜園之後，這些地區就被石洪所帶來的泥沙、小石和石頭所淤塞。要從田地上、果園和菜園中清除石洪的沖積物，有時需要大量的勞力和資金。

幾次巨大的石洪居民都記得很清楚。1921年阿拉木津的災難是很著名的，在“西歐最不良地區的類似的著名災難中，沒有那一次能和它相比”（С. Г. 查沃目爾斯基）。由於這次災難，阿爾馬阿特城受到很大的破壞，很多房屋被石洪帶走，很多的作物地、果園和葡萄園被石洪淹沒。

在中亞細亞和卡查赫斯坦，最著名的石洪有：阿拉木圖城、費爾

* 俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國的公營事業學院調查隊，在製定消除威脅阿拉木圖城的石洪的措施時，將這次石洪所帶來的泥沙總量計算為300萬立方公尺。

干河谷、塔什干的綠洲、捷拉夫尙河谷、苏爾罕河、瓦爾佐布河等地區的石洪。

灌溉網受到石洪的損壞非常嚴重。要修復這些受損壞的灌溉網必須花費很多的勞力和資金。

灌溉渠的淤塞，是人民的災難。有一些灌溉渠，一年必須清除淤泥兩次。

灌溉渠淤塞是棉田供水中斷的原因。由於供水中斷而引起棉田灌溉不足，就使得棉花的產量大大降低。爲了研究加哇河谷和與它相鄰的灌溉系統，而在1928年組織了烏茲別克共和國農業人民委員部的調查隊。根據該隊的資料證明：只是在楚斯特和帕普兩地區，由於1927年的石洪災害，就使得有40%的作物地受損，因灌溉網淤塞而引起產量降低的損失，就有790,000盧布。

綜合所有這些情況，使我們不得不研究調節地表逕流的問題，以達到改善水文狀況、防止土壤侵蝕和防止石洪的目的。這也是中亞細亞和南卡查赫斯坦共和國國民經濟中最重要任務之一。



俄國革命前的山地土壤改良

石洪的破壞作用和它所引起的嚴重的經濟後果，迫使帝俄時代的政府也認為必須防止石洪。1890年，在位於卡拉求別山脈中的阿芒古坦河流域、距離薩馬爾康德42公里的地方開始了防止石洪的工作。從地方行政經費中撥出了1,000金盧布供進行防止石洪的工作之用。該項工作在1898年以前，由施業區主任納夫羅茨基根據Н·И·柯洛爾柯夫的設計進行，在1898年以後，由聶維斯基進行。以後幾年，為了防止在捷拉夫尚河谷中破壞作用很厲害的石洪，就在薩馬爾康德地區（恰龐阿特和阿加雷克的自然區）開始了防止石洪的工作，但沒有得到應有的發展。

1894年在位於沙赫馬爾坦河流域的彼什卡烏特自然區的費爾干河谷內，距離費爾干（阿拉伊斯克山脈的北坡）45公里的地方，開始了防止石洪的工作。施業區主任奧金多爾夫根據達尼連科的設計進行了工作。在費爾干河谷，防止石洪的第二個工作對象是位於恰特卡爾山脈（在基爾吉茲共和國）南坡的客且爾阿特流域。根據施業區主任達尼連科的設計，在費爾干河谷，防止石洪的措施應包括卡桑（卡桑河流域）河灘上所有的石洪流域。但是，這個計劃沒有實現。

1898年，在位於卡爾讓塔烏山脈（天山的烏加姆山脈西部支脈）南坡上的阿克塔什河流域內，距離塔什干60公里的地方，根據С·Ю·拿烏涅耳的設計，開始了防止石洪的工作。因為阿克塔什的石洪威脅了灌溉塔什干綠洲的田地的伊斯干吉爾和哈勒伊灌溉渠的渠首建築物。

以後，1916年在Ф·И·戈特莎爾克教授領導下進行了普托烏夫和阿爾帕勒克兩河流（沙赫馬爾坦河的支流）的石洪防止工作。土爾

克明共和國的庫爾特蘇自然區少量的山地土壤改良工作，也是在这一時期進行的。

這些工作的基本任務，是防止威脅灌溉渠和灌溉地的石洪。預定在發生石洪的區域中造林，使石洪不致為害。

阿芒古坦的造林工作，是在H·И·柯洛爾柯夫領導下用全面造林的方法來開始的。在耕過的土壤中，成行種植樺樹、洋槐和皂莢，行距為2—8公尺，株距為0.35公尺。

中亞細亞山區中的第一個實驗工作，很快就證明這種植樹方法不好。在斜坡上陣雨沖刷了耕過的土壤，幼苗也被沖出來並且死掉了。因此，以後就在指定造林的地區預先建築了梯田然後造林。梯田的功用，不僅能使苗木以後不被沖走，並且能以通常是沿斜坡流走的水分供給苗木。

在阿芒古坦所製定的消除石洪為害的工作方案，被運用到費爾干河谷和阿克塔什的防洪工作中去了，在那裏，指定造林的地區也預先建築了梯田。

在阿芒古坦曾經採用過斷面為三角形的梯田，一般稱為阿芒古坦梯田。關於梯田在斜坡上的配置，H·И·柯洛爾柯夫認為緩坡表面的降水量比陡坡表面的降水量多。所以他建議梯田的配置應當是“山地的坡度愈小，梯田就愈密”。在坡度為 15° 的斜坡上所配置的梯田的間距為4俄丈（8.5公尺）；在坡度為 30° 的斜坡上，梯田的間距為6俄丈（12.8公尺）；在坡度為 45° 的斜坡上，為12俄丈（25.5公尺）。而阿芒古坦的斜坡的坡度為 23° ，其梯田的間距就是12.8—14.9公尺。但是甚至距離不大時斜坡的坡度也有改變，如果順斜坡設置的梯田的間距相等，那末梯田就不可能嚴格地保持等高。

阿芒古坦型梯田的容量，在任何一種坡度的斜坡上都是一樣的。梯田的容量，是以它能容納82公厘的降水逕流來計算。當逕流增高時，在陡坡上進入梯田的水就比在緩坡上的多。這就是梯田經常遭受沖刷的原因，而修理梯田也很費工。

C·Ю·拿烏涅耳吸取了阿芒古坦的經驗，在阿克塔什建議並實

行了另一種的梯田配置。因為當斜坡的坡度增加時（其他的條件相同時），逕流也隨着加大，所以他建議在陡坡上梯田的配置應比在緩坡上的密。阿克塔什全部的梯田是按照兩梯田之間的高度差為3俄丈（6.4公尺）來配置的。因此，在坡度為 15° 的斜坡上，兩梯田的間距等於11.1俄丈（24.6公尺），在 30° 的斜坡上，距離為6.0俄丈（12.8公尺），在坡度為 45° 的斜坡上，距離為4.2俄丈（9.8公尺）（圖3）。

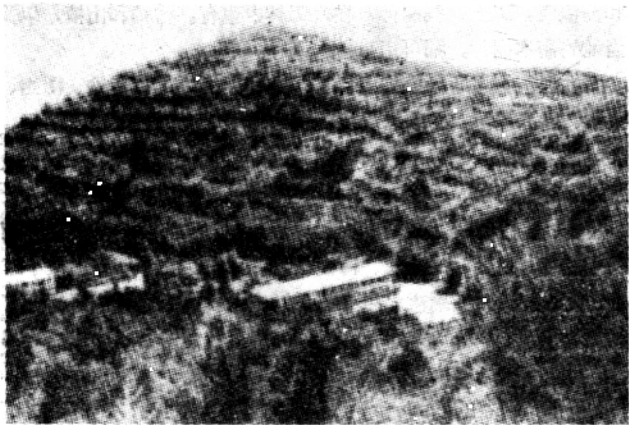


圖3 築了梯田並造了林的阿克塔什

在阿克塔什曾經採用過斷面為梯形的梯田，通常稱為“阿克塔什梯田”。在坡度不同的斜坡上，由於梯田底部的寬度不同、梯田斜面（特別是切土斜面和植樹斜面）的坡度不同和梯田的深度不同，所以梯田的斷面形狀也就各不相同了。

調查了革命前的工作之後證明，斷面為梯形的、容量較大的阿克塔什型梯田，保存較好。當斷面為三角形的阿芒古坦型梯田遭到了很嚴重的淤塞，並且已成了一般外形模糊的小凹地時，阿克塔什梯田却仍完整地保留着。雖然阿克塔什梯田大約已經建築了50年，並且常有

破壞梯田的牲畜經過，但是它到現在還能發揮作用。

在中亞細亞的石洪流域中造林所採用過的喬木樹種種類非常多。但是，並不是都種得很多。其中某些樹種所佔的面積較大，另一些樹種則只成單株生長，而所種植的喬木樹種，有一部分已經完全死掉了。

在阿芒古坦所種植的喬木樹種的種類也非常多。

在這裏天然生長的有：檜柏、黃尖山楂和柯洛爾柯夫山楂、忍冬屬和薔薇屬。以上這些樹種，在人工林中也有。檜柏和山楂，以及其他當地的喬木樹種，都可用來造人工林。

而在阿芒古坦所種植的樹種有：洋槐、胡桃、大葉榆、樺樹、黃花兒柳、歐洲扁桃、布哈拉扁桃、阿月渾子、亞細亞乾杏、蘋果、克里米亞松、橡樹、歐洲白蠟、白蠟槭、雅伏槭、大葉椴、法國梧桐、皂莢、鮑爾列白楊、黑楊、樺木、蔓陀羅華、桑樹、黑桑、東方胡頹子、榛子、膀胱豆屬、接骨木屬、沙棘。在阿芒古坦，佔有最大面積的只有洋槐、胡桃、大葉榆、樺樹、黃花兒柳。在各個地區成小羣狀零星分散的有：歐洲扁桃、布哈拉扁桃、阿月渾子、亞細亞乾杏、克里米亞松和樺木。呈單株保存的有：橡樹、歐洲白蠟、白蠟槭、雅伏槭、皂莢、鮑爾列白楊、黑楊、桑樹、蘋果和榛子。

在費爾干河谷的石洪流域中造林所採用的樹種有：洋槐、胡桃、樺樹、蘋果、梨、阿月渾子、歐洲扁桃、布哈拉扁桃、毛白蠟、檜柏。利用最多的是：洋槐、樺樹、阿月渾子、扁桃、檜柏。檜柏是用移植野生苗的方法來栽植。

在阿克塔什栽培的喬木樹種和在阿芒古坦栽培的大致相似，但另外還栽培有山松、歐洲松、尖葉槭、韃靼槭、布馬日扁桃等。在這裏只不採用樺木、椴樹、蔓陀羅華和接骨木。着重栽培堅果類，如：胡桃、歐洲扁桃、布哈拉扁桃、阿月渾子。其中，胡桃佔多數，扁桃所佔的面積較少，阿月渾子更少。

在阿克塔什，人工白蠟林所佔的面積最大。應當特別重視鮑爾列白楊人工林，因為它能在阿克塔什的斜坡上生長得很好。

用播种和植樹的方法來進行造林。种子不單是來自俄國不同的地區，並且還來自其他國家。移植苗在頭幾年培育在距離造林地區很遠的灌溉森林苗圃中；而在以後幾年，則培育在造林地區的森林苗圃中。

播种和植樹造林的工作是在梯田上進行的，祇是到1,900年之後，在阿克塔什才企圖在梯田間的地區造林。

在阿芒古坦，是在梯田土壤的頂部進行播种和植樹造林。在費爾干河谷和在阿克塔什，則是在植樹斜面的下部（距離梯田地 $\frac{1}{3}$ 的地方）進行播种或植樹造林。播种點或植樹點的配置，是每隔1.0—1.5俄丈一處。

純林比較多，混交林的面積很少。在個別地區，由於用另一種樹種來進行補植，就造成了混交林。在阿克塔什，混交林採用較廣。

由於對造林地區的森林植物條件和石洪流域中造林用的喬木樹種的生物學特性研究得不够，因此喬木樹種的配置常常不正確。這些喬木樹種如：洋槐、櫻樹等曾被種植在常遭霜害的地方。同一種喬木樹種被種植在方位不同的斜坡上，種植在性質不同和流失度不同的土壤中。這當然不能不反映在植樹造林的結果上。

人工林的撫育不外是鬆土和除草。在這方面要花費巨量的勞力和資金。例如在阿克塔什，花費在撫育人工林上的資金，約為整個造林撥款的40%。

中亞細亞的山地造林工作，一直繼續到1917年。但是，它沒有成為有計劃的國家措施。在1911年森林局報告農業部說，在土爾克斯坦邊區造林，“對森林局來說，是非常繁重的負擔”。

中亞細亞石洪流域的造林工作，那時只是幾個最先進的俄羅斯人在進行。由於他們再三懇求而發來進行中亞細亞土壤改良的經費是非常的少，以致在35年之內造林地的總面積只有2,445俄畝（2,608公頃），並且不是全部造林地都造了林，整個造了林的地區只有1,923俄畝（2,102公頃）。

這一造林面積的分配如下：在阿芒古坦，造林地有1,261俄畝（1,335公頃），已造林的面積有1,035俄畝（1,132公頃）；在恰龐阿



圖 4 造了林的阿克塔什。左边和下部，是沒有築梯田也沒有造林的地區。照片是從飛機上攝的（烏茲別克共和國科學委員會的契爾契克山地土壤改良調查隊攝）