

森林改良土壤學

B. A. 保得洛夫著

第四分冊

中國林業出版社

森林改良土壤學

國立編譯館館藏

中華民國三十四年

中國科學院植物研究所

林業科學叢書

森林改良土壤學

第四分冊

著者	B. A. 保得洛夫
譯者	徐化成 周祉
校者	北京林學院 造林教研室

中國林業出版社

一九五三年 • 北京

В. А. БОДРОВ
ЛЕСНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

гослесбумиздат

Москва 1951 Ленинград

(4)

★ 版權所有 ★

森林改良土壤學

(第四分冊)

著者: В. А. 保得洛夫

譯者: 徐化成 周社

校者: 北京林學院造林教研組

封面設計者: 劉素娟

出版者: 中國林業出版社

北京東四牌樓六條胡同

總發行者: 新華書店

印刷者: 稅總印刷廠

北京東郊八王墳

1953年10月初版 定價 5,000元

98,000字

1—12,000 (京)

前 言

本書由蘇聯B·A·保得洛夫所著「森林改良土壤學」一九五二年第二版譯出。「森林改良土壤學」是一門新的學科，它是綜合俄國過去無數優秀造林學家的卓越貢獻而在米丘林、李森科學說的基礎上發展而形成的，它的主旨就是：掌握自然規律來改造自然，使之適合於國民經濟發展的需要。根據這一原則，本書系統地從理論及實際上闡明了如何利用造林的方法來改造自然，使農田的生產力提高，使原來不宜於耕種的地方變為有用，使水陸交通路線得以改善以及使乾旱地區的氣候變好。

原書經蘇聯高等教育部審定，作為高等林業學校的教本，對我們來講，這本書在教學上或是在實際工作上都是有參考價值的。本書譯文分四冊出版，其大致內容如下：

第一分冊 敘述蘇聯草原造林的歷史及其他各國的造林情況，同時系統的從各方面來說明護田林對耕地的影響。

第二分冊 森林改良土壤區的劃分及各種造林的方法。

第三分冊 土壤侵蝕及其防止方法。

第四分冊 改造沙荒及營建防雪護路林。

第四分册 目 錄

第十一章 關於沙荒的一般知識·····	一
第十二章 固沙造林·····	五〇
第十三章 在蘇聯歐洲部分東南部及南部地區的造林經驗·····	八五
第十四章 雪堆對交通的阻碍及其防止方法·····	九八
附錄：譯名對照表·····	一一〇

第十一章 關於沙荒的一般知識

砂地的經濟意義

砂地是大量細小礦物粒的疏松積聚物，這種積聚物尙處在成土發育過程中的較弱的階段並容易受風、水的作用而移動。砂地分流動砂地（或稱飛砂地，更確切地說是散砂地）和固定砂地二種。流砂可藉天然力和人工方法變成固砂。

幾乎任何流砂由於天然植物的生長，最後都能轉變成爲固砂。植物的存在不僅能使砂地固定，並且也能使砂地形成土壤。如果把流砂看成與簡單岩石相近的成土母質的話，那麼，草砂地（註一）就是它的下一個土壤形成階段了。

大家知道，土壤是由疏松母質經過生物因子的作用，以及有機物遺體轉變成礦物形態的作用而形成的。這些因子作用愈強烈，時間愈長，土壤就愈厚和愈肥沃。砂壤質黑土和黑土型粉砂土在絕大多數情況下都是由於生物因子對固砂長期作用而產生的。所以砂地的固定和經濟利用就在於加強它的成土過程。

砂質土壤具有很多優良的特性：水分條件適宜、溫度高、通氣性良好、由於透水性強對於片狀冲刷具有很大的抵抗力。

東南部的砂地地區是畜牧業的最重要基地。其最重要的一部分如羔羊皮業就在中亞細亞沙漠（註二）地帶的砂地區域發展着。蘇聯歐洲部分砂土和砂壤土可用來種植有價值的穀類作物、工藝作物和果樹。要把喜暖作物——葡萄、黃豆、洋麻、棉花、桑等移植到北方去，栽培在砂質土壤

上是最為適宜的。不但如此，砂土還是造林的主要地區。它的優良的水分條件和黏質土壤比較起來，能保證木本植物更好的生長。塊狀林往南分佈的範圍以生長在砂地上者為最遠。

砂地的經濟價值雖然很久以前就確定了，但是只有到蘇維埃政權時代砂地問題才趨於解決。這個任務在革命以前沒有也不可能像現在這樣大規模的提出來和實行起來。那時僅局限於固定那些對村落和良田威脅最嚴重的流砂。然而它還常常得不到應有的效果。現在，我們目標則是要利用全部廣大的砂地區域，發掘自然的新生產力，改造所謂不能耕作的土地。關於這一點，列寧曾經寫過：「目前邊境地區有很大一部分土地不適耕作，與其說是因為那些邊境地區的自然特性的緣故，不如說是由於俄國基本的社會經濟性質，由於使技術停滯，使居民陷於無權、受奴役、愚昧和無助境地的社會性質所決定的。」（原註：見列寧全集第三版第六卷三五六頁）。

蘇維埃國家按照蘇聯整個經濟建設的任務正在利用這些不能耕作的土地，其中也包括着沙漠地區。隨着灌溉事業的發展、有價值農作物的引種和畜牧事業的發達，在沙漠地區巨型工業也跟着建立起來了。在這裏建成了一些新的工業中心：頗利巴哈什斯特洛依、愛姆班聶夫奇、卡撒克排、喀拉—庫姆硫磺廠及其他。沙漠變成了有經濟價值的地區。

廣泛進行的研究和考察工作，使我們有可能為解決砂地利用問題建立科學的基礎。

蘇聯部長會議和聯共（布）中央在一九四八年十月二十日的決議中規定：

「爲了在草原和半沙漠地區防止砂地移動而壅沒伏爾加流域、北高加索、中央黑土地帶和烏克蘭共和國等地的肥沃土地，責成蘇聯林業部在一九四五—一九五五年間固砂造林三二萬二千公頃……」

上述決議並責成蘇聯林業部擬訂一九五六—一九六五年間在蘇聯歐洲部分草原和森林草原地

區各州、邊區和加盟共和國的全部砂地上固砂造林的措施計劃。

不應當把改造砂地看作僅僅祇是把「不能耕作的土地」變成有生產力的土地。這個觀點是不對的。因為流動狀態的砂地由於它們埋沒了良田、灌溉設備、蓄水庫、河道、運輸線甚至於村落，常常給人民經濟帶來巨大的災害。

這些現象會極普遍地存在於沙皇時的俄國。那時候，砂地地區掠奪性的開發方式促進了這些現象的發展。但在蘇維埃政權時代，由於根本改變了砂地經濟利用的方法，這些現象大為減少。

此外，乾旱地區的裸砂地，由於在夏天受太陽光的照射，空氣溫度顯著增高，因而促使空氣乾燥。所以在砂地栽植森林和草類是極為重要的，這可以使地表空氣層的温度顯著降低。

未經固定的砂地，其流動速度極大。例如，按照С·Г·查歐捷爾斯基的報導，在烏茲別克共和國（克佐—庫姆沙漠）以前砂地每年向布哈拉綠洲（註三）北緣推進四〇—四五公尺，因之每年有六〇—七〇公頃灌溉地變為不能耕種。一九二五年的調查指出，在捷拉夫杉河下游有八萬公頃以上的灌溉地被砂所埋沒。

我們的頓河和第聶伯河，由於河床為砂所掩，不久以前幾乎每年都要改變航道。第聶伯河河口，自赫爾松到里曼以下，有六十公里的地帶盡是大量砂粒的沉積物，這些砂粒一經風吹就移動起來。在阿赫圖布和伏爾加三角州也可見到同樣的情景。為了清理第聶伯河、伏爾加河、頓河及其他河流的河床，要消耗掉大量的資財。在根據斯大林改造自然計劃進行廣泛的工作以後，這些現象可以在最短期間予以消滅。

分散的流砂給人民經濟帶來特別大的災害是在沙皇政權存在的最後三四十年。幾十萬公頃的

砂地牧場和可耕的肥沃砂壤土變成了流砂。例如一九一一年林學家司徒伯在他專門地調查了頓河砂地以後寫給林業廳的報告中，有這樣一段話：

「八十年代，烏斯奇——勃斯特倫村和西爾吉也夫哥薩克村莊先後遷走。切爾諾夫、上崑德留奇、下崑德留奇、葉卡吉林等村被砂埋沒。據非常不完全的統計，有八十四所莊園、四個村、三個鎮都因砂子埋沒了房屋和田園弄得東遷西移。頓河每年因沉沙而變淺，形成長達十俄里以上的淺灘。」

爲了沿阿斯特拉汗鐵路和中亞細亞鐵路進行固砂工作，會不得不耗費很多的勞力與資財。這些工作是在十九世紀末二十世紀初開始的，但是沙皇政府未能結束這件工作，它的完成是在我們蘇維埃時代。例如，阿斯特拉汗沿線地帶原有七六八公頃裸砂地，到一九二七年，未固定的一共只剩了三百公頃。這些工作是在森林改良土壤學家A·A·何德亞也夫領導下進行的。按照何德亞也夫的報導，固砂的結果已使風蝕填基和埋沒綫路的情況完全消除了。中亞細亞鐵路成功的固砂工作是B·A·帕列斯基領導的。他把他四十年的生命貢獻給了這個事業。

蘇維埃政府對於利用砂地的工作給與極大的重視，並且爲此撥出了很大的款項。這樣使得固砂工作的期限大爲縮短，也使工作的範圍更加擴大。

一九三〇年——一九三七年間，在布哈拉、希瓦、察爾劍、切爾米茲、費爾干等地區，固定了五萬公頃流砂。在土爾克明尼亞共和國，固定了一萬一千公頃分散的內陸砂丘地。甚至在中亞細亞沙漠的最南端，在克佐——庫姆沙漠布哈拉綠洲的北面、在烏茲別克共和國蘇爾漢（阿姆河支流）河谷地區，一九二四——一九三〇年也會在二千公頃的砂地上栽植了喬灌木叢林。這樣使得一千公頃以上的流砂地變成了有價值的灌溉地。在這些叢林中，已經開始出現並大量

繁殖着兔類、*Phasianus* (學名: *Phasianus*)、碩鴉(*Oxy urus*)等。有時甚至還有 *Caseil subgutturosa* 進入叢林。

在乾旱地區，大面積的砂土和砂壤土需要進行森林改良土壤的工作。約佔有八千萬公頃面積的中亞細亞各加盟共和國的砂質土首先需要進行這種措施。該處有世界上最大的沙漠——中亞細亞沙漠，它被阿姆河截成兩部分：左面為喀拉—庫姆沙漠，面積三千五百萬公頃；右面為克佐—庫姆沙漠，面積二千萬公頃。

半沙漠地帶的砂地佔着很大的面積——一千四百萬公頃以上，如果不實行森林改良土壤的措施，這些砂地就不能得到經濟利用。

蘇聯歐洲部分草原和森林草原大面積砂地中，首先應注意的是頓河砂地和第聶伯河下游砂地（阿列什闊夫砂地），前者分佈在頓河流域，佔面積八十萬公頃，後者佔面積十八萬公頃。

據蘇聯林業部統計，蘇聯歐洲部分草原和森林草原地帶砂地總面積共三〇八萬四千公頃；其中流砂佔八十三萬公頃，半固砂一一萬八千公頃，固砂一一三萬六千公頃。此外，作輪作田和輪牧的還有一四六萬五千公頃。所有這些砂質土地都需要進行廣泛的農林改良土壤措施。數量最大的砂地是在阿斯特拉汗州，該州有一二〇萬公頃砂地是應該進行森林改良土壤措施的地帶，有八十萬公頃在作輪牧之用。格羅茲內州有五〇萬五千公頃砂地是應該進行森林改良土壤措施的地帶，有三四萬六千公頃砂地在作着輪作田和供輪牧之用。烏克蘭共和國有五二萬公頃砂地為應進行森林改良土壤措施的地帶，有七萬五千公頃砂地在作輪作田和供輪牧之用。

在上述三〇八萬四千公頃砂地中，七一萬四千公頃應該造林，一一九萬六千公頃必須種草以建立牧場和刈草場。

截至一九四一年，在蘇聯固沙和造林的砂地共二〇萬公頃，即比之沙皇俄國一百年所做的工
作還多得多。一九五一—一九五五年，要再行固砂造林七〇萬公頃砂地。

註一：草砂地即固定砂地。

註二：我們要注意沙漠、半沙漠和砂地的區別。本章已經敘述了砂地的定義。而沙漠則是地球上四個基本植物地帶之
一。這四個基本植物地帶爲：（一）極地無林地帶；（二）溫帶森林地帶；（三）草原和沙漠地帶；（四）熱帶森
林地帶。砂地在沙漠、草原、森林草原皆有分佈。

沙漠、半沙漠、草原、森林草原、森林均是指植物而言。其中，半沙漠是沙漠與草原間的過渡地帶，森林草原
是森林與草原間的過渡地帶。關於這些植物地帶的自然環境可參閱專書。

註三：在沙漠中，可見地下水接近地表或者地下水流出地表的若干平坦的和谷形的窪地，其上生長着繁盛的植物，這種
地方叫作綠洲。

砂地的發生類型

砂地形成和起源的條件，即砂地的發生學，決定着砂地的經濟特性。促進母岩風化而形成砂
地的基本的自然因子是水和風。砂地形成的方法以及形成砂地的母岩的特徵，決定着砂地的化
學、機械和礦物組成，從而也決定着砂地的物理和化學性質。

A·Γ·加也里把砂地分成十種類型：1. 海岸砂地，2. 湖岸砂地（大湖濱的砂地），
3. 冰河融解沉積砂地（註一）——融解的冰河水所沉積的砂地，4. 分佈於蘇聯北部的冰河砂地
或重積砂地（註二），5. 分佈於中亞細亞山脈斜坡的重積砂地，6. 河流沖積砂地，7. 石洪沖
積砂地（註三）——從侵蝕地區而來的沖積產物，8. 由當地基岩風化而成的原積砂地（註四）——
風成砂地，9. 主要由石膏結晶組成、分佈在烏斯奇—尤爾特的化學砂地，10. 分佈在卡姆查特

克、經火山噴射形成的火山砂地。

但是並非這十種砂地均具有同樣的經濟意義。例如第九種與第十種砂地就特別顯得次要。根據砂地的經濟意義，可以分爲如下五種主要的類型：1. 海（湖）岸砂地，2. 現代河流沖積砂地，3. 古代沖積砂地，4. 冰河融解沉積砂地，5. 風成砂地（內陸砂地）。

註一：冰河融解沉積砂地是冰河融解沉積物所形成的，沉積物形成的簡略情況如下。第三紀末第四紀初，歐洲整個氣候漸次寒冷，致使北半球北部的大半全爲冰雪所覆。大塊冰在其自身重力作用下，由高處向低處慢慢移動，速度每天約爲一呎到二呎。由於溫度的增高，冰川在其移動途中逐漸融解。冰川融解所流出的水攜帶着大量泥沙石礫。在冰川下面一定距離——有時達幾千公尺，達於植物限界，冰川融解的水所攜帶的石礫、泥沙就在這裏沉積而形成了冰河融解沉積物。

註二：重積砂地係風化產物藉重力作用順着山坡滑下而形成的。

註三：石洪沖積砂地——山洪崩發，山上的岩石、砂礫、細土和大量洪水相併而下，到平坦地後，由於速度的減低而形成混合的圓錐狀沉積物。在沉積物中，巨石、石塊、砂礫和細粒不分層次和前後次序地堆在一起。這和第六種河流沖積砂地不同，後者所形成沉積物是有層次並有前後次序而排列着的：細粒在前，石礫在後。

註四：原積砂地——砂粒是由當地母岩風化而成而不是由他地移來的。

海（湖）岸砂地

當洋、海和湖岸傾斜適度、形成淺灘並在海（湖）水中懸浮砂粒時，在洋、海和湖岸就會形成海岸或湖岸砂地。

海水中砂粒的存在決定於兩個原因：海岸和海底的破壞以及河水挾砂入海。被河水攜帶的泥沙隨流入海時，遇到各方面來的側面水流，它們把砂粒帶到很遠的地方去。大部分就沉於海底。

波浪一起，砂粒就攪動起來，飄浮到上面，並和海水一起被帶到海岸。波浪大時，可將沉積在二十五公尺深處的砂粒或將沉積在五十公尺深處的細砂粒帶起。在大洋裏，甚至可以看到從二百公尺深處帶起來的砂浪的踪跡。

沉積過程決定於濱岸地帶的坡度和波浪的力量。坡度越小，濱岸沉積的細粒也越多。例如，濱岸坡度在一—二度時可沉積直徑 0.5 公厘的砂粒，在五度時，可沉積一公厘的砂粒，在七—八·五度時，可沉積三公厘的砂粒，在十度時，可沉積石礫，在三十五度—四十五度時可沉積石塊（註一）。

砂粒沉積的過程如下：

海浪向傾斜濱岸沖擊時，越靠近岸，海浪掀起的越高。之後由於水浪底面與濱岸的磨擦，起泡沫而水浪粉碎了。但是組成水浪的巨量水分則由於慣性而沿着傾斜濱岸急速往上跑，直到一定距離才停下來，再回頭流返大海。

在傾斜的濱岸，來浪的速度大過退浪的速度。因此，波浪帶來的一部分懸浮砂粒就必然會留在海岸上。同時，在砂質的傾斜濱岸還發生着另外一種特有的現象。在斜坡上波浪能達到的最上部分，一薄層水浪滲透到砂粒中去而把懸浮的砂粒留在表面。因此，在事實上退潮時的波浪面比來潮時的波浪面為低。這段吸水帶的寬度按照顏色很容易判斷，因為退潮以後它變得沒有光澤，似乎發暗了。它的寬度決定於波浪的力量和濱岸坡度。在暴風和陡坡的情況下，其寬度可達二公尺或者更寬一些。

波浪沉積的砂粒沿着海岸形成岸堤（註二）。波浪越大，形成的岸堤的位置越高。岸堤呈顯著的凹形，凹面衝海。堤高一般不超過兩公尺，其高度決定於波浪的力量和砂粒的直徑：波浪越強

砂粒越大，岸堤就越高。在大西洋沿岸由石塊組成的海岸岸堤達五公尺高。

海（湖）岸砂地淋洗作用很強，沒有細粒，並且常常含着對植物有害的鹽分，所以，按照植物生活條件來說，它佔着最末位。

為海水沖來的砂，上面徐徐變乾，然後被風吹向大陸。大家知道，由於海陸溫度的差異（海上溫度白天比陸地低而夜間比陸地高），海岸風向一晝夜要變化兩次（即所謂海陸風）：夜間陸風從大陸吹向海洋，白天海風從海洋吹向大陸。因為吹海風正在溫度高的時候，所以它自然很快就會把砂粒吹乾並且很容易把它吹向大陸內部，聚成一種特殊的形成物——海岸砂丘（關於海岸砂丘，後當詳述）。陸風雖然從大陸吹向海洋，但它不能再把砂粒往回吹了，因為夜間蒸發小，砂地表面比較濕潤。

海岸砂丘的高度決定於海上吹來砂粒的數量和風的速度。例如，波羅的海海岸砂丘的高度一般不超過十公尺，僅在個別情況下，才達五〇—六〇公尺。格斯匡海灣的海岸砂丘高八九公尺。馬達加斯加島的海岸砂丘高一四〇公尺。而突尼斯和的黎波里的海岸砂丘高二百公尺。

海岸砂丘佔很大面積，並且每年在向大陸擴張。例如格斯匡海灣（法國西南部）的海岸砂丘平均寬度約有四—八公里，總長達四百公里，這裏每年從海中沖積到沿岸的砂粒平均每公尺海岸線有二五立方公尺。格斯匡海岸砂丘在其固定以前每年前進速度為二五公尺。普魯士海岸砂丘的移動速度為每年三〇公尺。當海岸砂丘移動時，它埋沒了途中所有的一切：耕田、農場、果園、村落甚至於小樹林和整個森林。

蘇聯的海岸砂丘分佈於波羅的海、芬蘭海灣（謝斯脫勞列茲海岸砂丘）、白海（可拉半島）、裏海（亞普希倫半島）以及鹹海沿岸。

註一：石礫 (Галка) —— 直徑 10—100 公厘；石塊 (Баллы) —— 直徑在 100 公厘以上。

註二：在吸水帶由於沉積作用，砂粒不斷增多，結果形成與海岸成平行的砂堤即海濱岸堤。

現代河流沖積砂地

這一類型的砂地在我國幾個最主要的河流——第聶伯河、伏爾加河、頓河——和它們的支流的沿岸形成。河流春汛和夏季暴雨時引起的洪水，使河水充滿了由侵蝕溝網帶來的和由常水河床濱岸沖淘而來的砂粒。這是河流沖積砂地形成的起因。由於常水河床和浸水地（註）流速的差異，形成漲水時所特有的渦流或漩渦。它們把懸浮於水中的固粒帶到河岸。比較大的砂粒落於緩流之後即沉於河底，也就是沉在常水河床的濱岸，而同時，黏粒却被携到浸水地部分，隨着水速的降低而沉落下來。在河流彎曲部分，在漲水時以這種方法沉積的砂粒格外多。每年在這些地方堆積大量砂粒，有時達幾公尺厚。水退以後，砂粒變乾，開始為風吹動，就在浸水地的靠河床部分形成起伏的丘狀地形。砂粒可能由這裏向浸水地內部吹移，也可能吹返河內，淤塞航路，促使淺灘與砂洲的形成。

因此，應當將河岸砂地看作是由於匯水區沖刷和常水河床沖刷而形成的現代沖積物。按照物理性和化學性來看，它優於海岸砂地，但是由於淋洗作用，亦無肥力。

註：河流蜿蜒流經的地方，在河水上漲時（春汛或夏季洪水時）為水所淹沒的平坦地區謂之浸水地。浸水地下面在平時流水所經的水路謂之常水河床。故浸水地位於常水河床的兩側。洪水期時常水河床與浸水地皆有流水，但因深度的不同，水速不一。

古代沖積砂地

這種砂地是在古時——後冰河期——形成的，這種類型的砂地的面積，和現代河流沖積砂地相比較要大的多，因為在我國幾條主要河流左岸形成第二級段丘（註）與第三級段丘時，河水比現在要大好多倍。從古代沖積砂地形成到現在的幾千年間，它們發生了很大的變化：野生植物固定了它，逐漸形成砂質土和砂壤土，地形也變平了。

最近兩世紀來，由於不正確的經濟利用，很大面積的這種土壤被破壞了，它們遭受風的作用而重新變成流砂，換言之即遭受了第二次破壞（Вторичная дефляция）。從古代沖積砂地形成起所經過的漫長的時間，在這種砂地上留下了它的痕跡，賦予特殊的性狀，使之成爲一種特殊起源的砂地類型。由於長時間受被覆植物及其腐朽遺體的作用，同時由於風使細土粒沉積在砂地上層的緣故，這種類型的砂地的肥力要比海岸砂地和現代河流沖積砂地高得多。古代沖積砂地在我國分佈很廣。頓河、第聶伯河及它們的支流的第二級和第三級段丘的大部分砂地都屬於這種砂地。

河岸段丘過去在砂黏質的冰河融解沉積物之上形成。在頓河，這種沉積物厚達一百公尺，位於河床之下二〇—四十公尺。

在第二級草地上方段丘的範圍內，砂地也分佈在古代河床部分，成起伏的脊狀砂崗。部分的脊狀砂崗遭受了第二次破壞，而形成風成的沿河砂丘（此種砂丘以後另有敘述），砂丘之間有風蝕盆地。砂丘爲由大量風移的細砂粒所組成，風蝕盆地則由粗砂粒積聚而成。根據 A. Г. 加也里的調查證明，在未分散的脊狀砂崗上的粗砂粒比砂崗間低地的要多好幾倍，這說明這種砂地是起源於古代沖積的。從這種砂地內能找到我們河內所常有的淡水軟體動物的遺骸如貝殼等，這也