

海岸防沙造林

(日)原 胜 著



中国林业出版社

16.516

10.12A-2

版权所有 不准翻印

海岸防沙造林

(日)原 胜著 刘峻山译

*

中國林业出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版營業許可証出字第007号

崇文印刷厂印刷 新華書店發行

*

$31\frac{1}{2} \times 43\frac{3}{4} / 32 \cdot \frac{3}{4}$ 印張 · 18,000字

1958年7月第一版

1958年7月第一次印刷

印数: 0001—3,000册 定价: (9)0.10元

統一書号: 16046·400·

目 录

一、防沙造林的效果	(1)
二、海岸沙丘地	(2)
(一) 什么是沙丘	(2)
(二) 沙丘中沙粒的来源	(3)
(三) 沙丘的形成	(3)
(四) 风向与沙丘形状的关系	(5)
(五) 沙丘的高度	(5)
(六) 沙丘的移动速度	(5)
(七) 海岸沙丘的进化	(5)
(八) 沙丘的生态因子和植生	(6)
三、固沙工事	(8)
(一) 筑设人工沙丘	(8)
(二) 网状固沙法	(11)
(三) 人工复盖法	(12)
(四) 种植沙草法	(12)
(五) 整地	(13)
(六) 编栅	(14)
(七) 防波堤工事	(14)
四、造林法	(15)
(一) 固沙造林的树种	(15)
(二) 植树造林	(16)
(三) 直播造林	(17)
(四) 其他人工造林	(19)
(五) 天然下种造林	(19)
五、沙丘林的抚育	(20)
(一) 采集枯枝落叶	(20)
(二) 间伐	(20)
(三) 种植下木	(21)
六、林地保护	(22)

附录 部分植物中名拉丁名对照表

一、防沙造林的效果

海岸防沙，在日本已有很久的历史。距今一千二百四、五十年前，在常陆国若松浦就有禁伐松树海岸林的記載。但迄中古以前，仍不过是致力于原有防沙林的保护。直到近三百年，才在不毛沙地为防沙而开始积极造林。当时在各地所栽植的松林，生长良好，至今仍然起着防沙作用。嗣后，随着人口的逐渐增加，出现了必须增产粮食的问题，因而考虑到需要开垦不毛的沙荒地，而使造林的目标不仅在于固定飞沙，并且要在不毛沙地上栽培农作物。在欧美各国中，对这一工作进行得最早的要首推德国，德国在1316年即已开始海岸沙地造林工作。

在成功的沙荒造林中，曾有許多百折不挠終身致力于沙防事业的人物。例如：秋田县能代的加藤景林、山形县的本間等人，都在防沙造林史上留下了不可磨灭的功績。現在，如果到各处沙丘地带去巡視一下，仍然可以看到很多的人們把防沙工作当成一生的事业。他們在防沙造林中埋头苦干，数十年如一日，过去已經完成了大面积的造林工作，今后还要把整个一生贡献給这一事业。

在欧洲早年，人們为了固定沙丘也曾付出过难以想象的苦心与努力。例如，在北欧的但泽地方，曾經由于沙丘的移动而蒙受了很大灾害。虽然想过很多的防止方法，但是一点沒有收到效果。于是那里的自然科学学会在1768年发起了一个以“如何才能最好又最經濟地防止沙丘的发展”为题，悬赏征文。威頓堡大学自然科学教授 J. D. 提丘斯曾經到过但泽，熟悉当地情况，因而就写了一篇論文，并且当选。論文認為：唯一的

根本防治方法就是种植針叶树和洋槐，以恢复过去的森林。根据这个意見，人們才在靠海的一边，安置了同人身高度相等的沙障，以防止飞沙，而在內侧直接播洋槐种子，并栽植松树和杉松等苗木。这个措施现在看来，当然是比較平常的事情，但在当时却可以說是一个划时代的伟大发现。另外，在但泽曾經根据他的建議，种植沙草类植物，但是結果沒有成功。1771年由瑞典运来好几吨沙草类种子，試播以后，又告失敗。从此，人們也就放棄了种植沙草，不得不依靠沙障来解决問題。

直到1780年，种植沙草以固定沙丘的方法，才得到成功。

在日本早年，海岸砂地造林也曾認為是极困难的事业。例如，明和年代的佐藤太郎右卫門在記述他由18岁到73岁的防沙植树經驗中說到：“栽千株活一株，也应当把这一株当作良好的开端”。从这句话里，可以想象这一工作的艰巨性了。

防沙造林可以得到的效益大致如下：

- (1) 永久地固定沙丘，并安全地保护沙丘；
- (2) 改良土壤，并为人工造林和經營創造条件；
- (3) 保护大陆內部的土地；
- (4) 改善气候和卫生情况；
- (5) 安定現有居民和保护新增人口的移居；
- (6) 改善和利用荒地，以取得木材和林副产品。

二、海岸沙丘地

在沙丘发达的土地上，由于飞沙的关系，多半呈无植物状态。

(一) 什么是沙丘 沙丘是由于风的作用所造成的地面隆起部份。但在地質时代，沙子被风吹集而形成的沙岩，虽然也能

被水浸蚀成为丘状，但不得叫作沙丘。又如寬达数公里的地面，即便都为沙子所复盖，也不能叫作沙丘。因此，沙丘須以土地隆起为首要条件，也就是說，砂粒由于风的作用而堆积在一起，因而使地面突起的，才叫作沙丘。

(二) 沙丘中沙粒的來源 构成沙丘的沙粒主要是河床冲刷的堆积物。因此，沙丘多半在相当大的河口附近特别发达。其原因是由上游滾下来的沙粒先被挟带出海，又被风浪冲击回到海岸上，再被风吹送到内地堆积起来而造成沙丘。据說美国密西西比河每年向海岸挟带沙砾要达七亿五千万立方英尺。日本的最上川每年大約往海岸搬运沙砾达70万立方公尺，信浓川也要搬运沙砾50万立方公尺。除了被河川搬运来的沙砾以外，由于海岸或海底的浸蚀所形成的沙子，有时也是沙丘的成因。

(三) 沙丘的形成 沙丘的形成过程有二：

(1) 风力搬运沙粒，由于受到植物或其他障碍物的阻拦时，常会减弱，其結果就使沙粒堆积起来。在孤立的草丛和树丛的内部或背风处，可能造成暫时的沙丘。风向改变时，沙丘的尾部也常随之改变方向，移到障碍物所保护的背风方面。特别是在风向常变的地区，譬如在高沙丘的裸露表面，沙子常堆积在植物丛的周围，失去尾部而形成圓錐形。如果作为障碍物的植物不是孤立的一丛，而是成为条状的时候，則沙粒的堆积呈稜綫状。

以上所述，是由于障碍物使风速减小而堆积成的沙丘。同样道理，在沙丘的背风处或因交叉风向而构成的“无风地带”也能形成沙丘。

(2) 由于沙壠的不規則运动，也能发展为沙丘。所謂沙壠，就是因为风的波状运动而使沙地表面形成波浪形状。沙壠在沙粒都一样大小时，波浪状不太明显。由各种大小不同的

沙粒所形成的沙丘地，就很容易看到波浪形状。沙壠也和沙丘同样，在迎风面是缓坡度，在背风面是陡坡度的。开始形成沙壠的风速叫作第一界限风速，大约是4公尺/秒。沙壠消失的风速即第二界限风速，是9公尺/秒左右。风速到了9公尺/秒的时候，沙粒就在丘顶上回旋飞卷，因而沙壠的形状也逐渐不明显，终于消失。

沙壠的运动也可以适用沙丘的运动规律，即其运动的速度与风速成正比例，与沙壠的大小成反比例。因而小沙壠运动的速度大于大沙壠。它能很迅速地追上大沙壠。于是两个沙壠就合并一起造成更大的新沙壠。而运动的速度也就缓慢下来。但是，在上风方面的沙壠却没有变化，仍然按它原来的速度运动，最后就爬上大沙壠的斜面，和它合而为一。由沙壠变为沙丘，其累积过程虽然就是这样，但是，由沙壠转变为沙丘的界限却是很难划分的。大致当空气和沙子发生最小摩擦而在表面上形成的波状沙地，就可叫作沙壠，由此开始累加堆积，则形成沙丘。因此，也可以说，沙壠是表面保持均衡状态的波状沙地，而沙丘则是在累积的均衡状态破坏后，由于运动力的减少而形成的沙粒集团。这是形成沙丘的第二个方式，一般虽不太

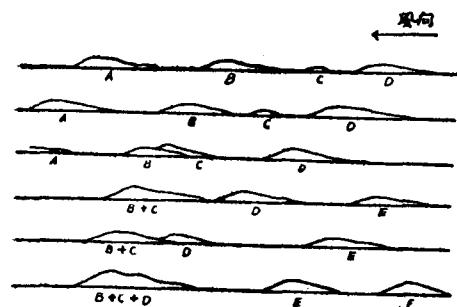


图 1 由沙壠的合并而形成沙丘的过程

为人们所注意，但在大沙漠地方，找不到植物或其他障碍物的情况下，这一个方式却是形成沙丘的一个重要原因。图中所示，便是沙壠互相追逐而形成沙丘的情况。沙丘正在由右向左移动：C追上B和B

合并，B的体积加大了而速度也就减小，后来又被D追上。

(四) 风向与沙丘形状的关系 如果主风的方向固定，则大致可以形成规整形状的沙丘。一般的沙丘是线状的，但是由于多变的风向也可以造成复合沙丘。此外，风速也可以决定沙丘与风向平行或与风向垂直。一般地说，当风速较小时，可以造成与风向成直角的沙丘，风速较大时，则造成与风向平行的沙丘。与风向成直角的沙丘其迎风面（冲风坡）的斜面倾斜较缓，背风面成急度倾斜。与风向成平行的沙丘，其左右两边的倾斜面大致是对称的。沙丘的顶棱如果是弯曲的时候，则一边的斜面要比另一边为陡。有时成为极陡峭的倾斜面。此外，与风向平行的沙丘，一般都是小型的，大型的很少。

(五) 沙丘的高度 在正常情况下，沙丘的最高高度是由风把沙粒沿沙丘表面向上推挤的力量和风对沙丘顶端的浸蚀作用之间的对比来决定的。

(六) 沙丘的移动速度 沙丘的移动速度是与风速成正比例，而与沙丘大小成反比例。沙丘的体积不变时，移动的比例也不变，体积减小时，速度也就加快。因此沙丘的体积增加，则移动速度也就迟缓了。在风向易变的地区，沙丘的前进有时被阻止而向相反的方向移动。如果风从四方吹来，则沙丘的主体不动，仅是上层经常改变移动的方向。

(七) 海岸沙丘的进化 海岸沙丘的进化有两种形态特征。最初，当植物的防沙作用超过风的作用时，就成为集积的形态，而后再发展成为固定的形态。所谓集积的形态便是以植物丛为核心而形成沙子的堆积，固定的形态则是由于植物复被的发达而使沙子稳定下来的形态。但是，有时如有一瞬间的机会，风的作用还可以得到有利的发展。在这样情况下，也可能先发生所谓修正的形态，然后再成为固定的形态。所谓修正的

形态主要是由风的作用破坏了植被，沙子被吹跑而造成风蚀洼地，从而引起沙丘的一次移动。

(八) 沙丘的生态因子和植生 沙丘的生态因子可以举出的有：(1) 光与热，(2) 风，(3) 土壤，(4) 水，(5) 其他。

土壤的温度在沙丘地非常之高。根据报告材料，在七月的中午可达到摄氏50—80度。生长矮杆植物的沙丘上，在气温33度时其表面温度达到59度。而且沙表面的温度曾有达到75—82度高温的记录。在日本鳥取地方的沙丘，在盛夏季节的中午时刻，沙表面温度有时上升到60—66度。

至于土壤的颜色与温度亦有关系，一般地说：暗色的土壤比白色土壤更易于吸热。但温度放散的程度却相反，黑色土壤比浅色土壤在夜间冷却较快。但也不比浅色土壤的温度降得更低。因此沙丘土壤昼夜间的温度，相差是非常之大的。

在春季，沙地的高温虽能起到促进种子发芽的作用，但是夏季的高温，因其一方面有辐射热，另外又能促使沙地干燥，对植物生长和发育是有害的。

在沙丘上由于没有遮风的东西，常有比内陆更强的风吹来。即使内陆无风时，而在沙丘地上也常见到风沙卷空的情况。沙粒很容易为4公尺/秒的风速所移动。风除能移动沙粒外，还对沙子起干燥的作用。

凡沙丘上固有的植物，都具有适应沙地的生活特性，它们能经得起沙埋，具有穿透复沙而成长的机能。但是普通的植物却不具有这种性质，如果种植在飞沙地，一旦被沙子埋没，就要窒息而枯死。根据试验，在沙子固定的地方种植黑松，五个月后枯死的平均只占6%，成活的大都生长良好。种在沙子移动较激烈的地方时，五个月后枯死的平均占98%，残存的苗木，其新发的枝条也被沙子压得弯曲了，生长极为不良。总

之，在暴风时，短时间的大量沙子移动，固然能够造成大害，就是在常风情况下，虽然沙子是徐徐地往植物上面堆积，而最后也会将植物压死。

沙丘土壤大部份是石英沙。从化学成份来说，有80—90%为矽酸盐，养分十分缺乏。距海岸较近的沙丘虽然也有些海栖动物的介壳能形成碳酸钙，但距海岸远的沙丘，这种钙质都被含有碳酸的雨水溶解而冲洗净尽。氮素和腐植质更是极其缺乏。虽然有时也由枯死的植物等形成一些腐植质，但也很快地被碳酸及水所养化而消失。

沙丘的土壤主要是由直径0.25—1公厘的粗沙所构成，由于透水性大，毛细管作用极小，呈强烈的干燥状态。但在个别的地方也有泉水涌出，并且地下水位很高，一到冬天就会成为沼泽地。不过这仅是个别的现象，总的说来，沙丘地上缺水现象还是最普遍的。强烈的干燥，乃是世界上任何地方的沙丘所具有的共同特征。根据调查报告，丹麦的沙丘在长久不雨之后，其一呎深处的含水量仅达2%，雨期之后最大的含水量也只有4%。著者在鸟取县的湖山沙丘测定情况是，地下10公分处的水分年平均是2—5%。

沙丘土壤的含水量问题，对于沙丘造林有着特别重要意义。例如：德国北部的松林实验地区，曾是完全缺乏矿物质的沙地，如果单从养分的观点来看，肯定是收获不好的，但是由于水分供应良好的关系，却同样得到了非常良好的生长，相当于一等地至二等地的收获；反之，虽然在矿物质养分丰富相当于二等地的沙地上，由于沙粒的物理性质不良，透水性过大或地下水位过低时，其松树的收获则低到最下级的五等地，甚至更低到完全不能生长植物的状态。由此可以明了，水分对于沙地造林的重要性了。

在德国北部有人主张根据細沙含有量多少把沙地分为五个类型，認為細沙含有量越高，則土壤的保水性也越高。也就是說：細沙含有量为10%时，乃是松树能生存的最低限界，自此以上，細沙含有量增加，則松林的收获也就逐渐随之上升。

以上所述，为沙丘的主要生态，此外还有盐分与酸碱度等問題。

根据外国学者的研究，在距离海岸三十公里地以內的沙丘都含有盐分，但在一般情况下，盐分的影响并不是这样的广泛。例如：鳥取地方沙丘的情况就是这样，在距离海岸极近、甚至在高潮时海水能够冲洗到的地方，才含有一定的盐分，但是只要稍向大陆方面移近一点的地方，那里的沙子不过只含有少量的盐分痕迹。因此可以想象，除了暴风雨等特殊情况外，盐分的影响只有极小的范围。

沙丘土壤一般是随着与海岸距离的增加由碱性逐渐变为酸性，不过大体上都是弱酸性，对造林尚无大的影响。但是在老齡的黑松林內，由于粗腐植質堆积等原因也会局部存在强酸性的土壤，常对天然下种幼苗的发育成长造成阻碍，所以在采用天然下种方法进行更新时，需要特別加以注意。

三、固沙工事

固定飞沙的工事有下列四种：（一）筑設人工沙丘（即人工前丘），（二）网状固沙法，（三）人工复盖法，（四）种植沙草法。此外，在海水浸蝕的沙丘地上，还有筑設編柵或防波堤的方法。在美国則只采用筑設人工沙丘方法。其在海岸內側，則專門采用种植海岸草的方法固定沙丘。

（一）筑設人工沙丘 从固定沙丘技术的历史来看，人們

在很早的年代就已晓得：当沙子由海岸吹来的时候，最好就在边沿地带加以防止，这是给海岸沙地造林造成必要的准备条件。但是对于荒凉沙丘的边沿地带虽然也可单纯采用种植沙草的方法，但因地形凸凹不平，容易为海水侵入或破坏，所以不是适宜的方法。因此，防止飞沙的边沿地带显然不仅仅意味着是一种沙草地带，而应是能够阻止飞沙侵入海岸内侧的人工沙丘。

一般人工沙丘除特殊情况外，都与海岸线平行，成一条直线，同时为了避免被波涛浸蚀，人工沙丘应位于海水最高潮线以上，并隔有相当的距离。

在筑造人工沙丘时，一般可用板条障、枝条障、竹障或羊齿障等透风性的积沙障。在埋设沙障时，有的是顺着海岸只筑一行沙障，也有的按适当距离平行地埋设两行沙障。

在埋设沙障时应注意材料与空隙间的比例。如果空隙过小，则风不能透过沙障，而将沙子顺着沙障吹跑，如空隙过大，则空隙内的沙子也能被风吹跑，因此空隙过大和过小都达不到以沙障为中心而使沙子完全堆积起来的目的。所以一般是采用遮风体（即沙障本身的草把、枝条、板条等物，译者注）与空隙为一与一的比例，但根据风的强度与沙的颗粒大小亦可予以适当增减。在埋设两行沙障时，两行间的距离也是一个问题。一般说来，如果两行沙障相距过远，则将要形成两个不联系的顶部。如果两行过于密接，则将形成突出的尖锐顶端，不能栽植植物。只有在两行沙障距离合适的情况下，才能形成一条顶部圆基础宽阔的沙丘。因此在欧洲与日本的海岸，大约为二公尺的间隔，在美国的太平洋海岸埋设栅型沙障时，其间隔约为9公尺左右。

在主风方向与海岸线成某种角度时，也可采取主副两种沙

障的方法，即与海岸綫平行埋設主障，与主风成直角埋設副障，两者适当配合，以使沙丘加速形成。

在日本靜岡县的远洲滩海岸，根据多年的經驗，曾采用了一种特殊的方法。此处主风方向与海岸綫約成25度角，而沙丘与主风方向約成40度角，即大致与海岸綫平行。根据这一特殊方法，就是要从当时自然存在的不規則的沙丘中，使需要保存的沙丘进一步发展，而造成所要求的形状，把不需要的原有沙丘凭借风力使其向海上吹散。因此在需要保存的沙丘上密密地埋設了枝条障，使沙子繼續堆积，同时在不需要的沙丘上埋設二行空隙比較小的枝条障，叫风順着枝条障把沙子吹走，使沙丘逐漸縮小。經過这样反复进行后，沙丘終于变成了平坦地。

在欧洲海岸或美洲海岸的沙丘地方，筑設人工沙丘时还进行种草。依欧洲的方法，是先筑設两行枝条障，地上高約60公分，地下部分約30公分，枝条与空隙的比例为一比一，間隔約2公尺，这样連續筑設两回，使沙子堆积起来之后，再反复种植欧洲海岸草，一直达到所要求的高度为止。美洲太平洋西北沿岸的方法，是在沙丘地上筑設地上高90公分、地下部份約30公分的棚型板条障，两行板条与空隙的比例为一比一，板条障两行平行，相隔9公尺，为了防止高潮越过頂部，在沙丘堆积到相

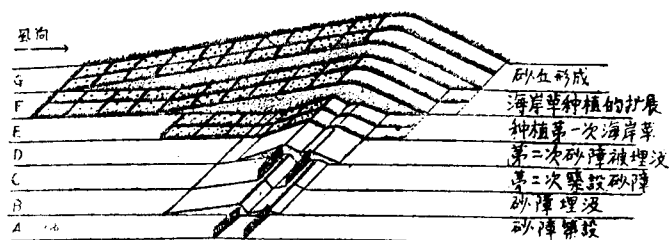


图2 人工沙丘筑設示意图

当高度以后，即种植欧洲海岸草或美国海岸草，以使其繼續加高达到所要求的高度为止。海岸草的种植間隔，原則上是越近海岸越稀，越近沙丘頂部越密。

一般的人工沙丘必須具备的条件是：①要有一定的高度；②頂端应寬闊平坦，并成一直綫；③迎风面即由海岸向上的斜面应为較緩的傾斜面，并且坡度一致；④背风面的急坡度，应与沙子的自然傾斜角相近等。沙丘的高度与傾斜角同风速及沙粒大小有关。根据法国的經驗，人工砂丘較为适宜的高度約为10公尺，迎风面的傾斜角是7—12度，背风面的傾斜角是22度。在日本鳥取地方的海岸，凡距离高潮綫70—100公尺的沙丘，其适宜的高度为9—10公尺，迎风面的傾斜角近12度，背风面的角度則近于沙的自然傾斜角。

(二) 網狀固沙法 (棋盘式沙障) 网状固沙的目的是把由海岸方面吹来的沙子截留住，并在施工地区內使其全面的固定飞沙。

在德国北部沙丘地方，固沙的方法是埋設松枝或蘆葦。网眼是三至四公尺見方，地上高在30公分以內，遮风体与空隙的比例为一比一或一比二，而在沙丘基部有保护的地方，則为一比四。此外，也曾使用在沙地上容易生长的沙丘草。在荷兰海岸是用埋設稻草或麦秆的方法。日本在这种固沙工事中，多半是使用稻草、麦秆、羊齿、編竹等材料。其方法是：首先根据沙地飞沙的程度，按二公尺見方、四公尺見方，或长为四公尺（与主风方向成直角）、寬为二公尺等方式将沙地进行区划，如果是埋設稻草，則在区划綫上掘开沟道，把稻草根部对着风来的方向，把稻草的中部放在沟中，然后将掘出的沙土培满压实，使稻草的根部和梢部都斜对着上方。埋設麦秆时，也是同样采取这一办法。但用茅草时，却切成80公分长，掘沟30公分深，

加以埋設，叫草根向上，在地面上留50公分左右。鳥取县的沙丘地常用編竹，其网眼較大，最小10公尺，最大40公尺見方，并在内部設置50—60公分高的十字形羊齿障。

在网状固沙中应注意的事情是：挖沟应先与主风方向成直角，并与海岸綫或沙丘平行，等到埋草、埋竹等工程完毕后，再进行挖掘橫綫。如果先进行橫綫挖沟，則橫沟工事将要成风的通路。

网状固沙工事完毕后，网中間即可栽植苗木。

(三) 人工复盖法 (平鋪式沙障) 这是为了防止沙丘崩坏的扩大及移动，而在沙丘表面以茅草、編竹、枝条、稻草等进行复盖的工事。在进行了复沙工事以后，即可栽植苗木。在荷兰是用枝条、茸草、灯心草、稻草等进行复盖工事的。在德国北部的海岸主要是用切短的松枝全面地撒布在沙上。一公頃面积要用枝条70立方公尺。

(四) 种植沙草法 在美国对于距离海岸較远的內陆沙地，专门利用种植沙草的方法来固定飞沙。在太平洋西北沿岸的沙丘地，也不进行网状固沙或人工复盖等工事，只采取种植欧洲海岸草、美国海岸草和美国沙丘草等办法以固定沙地。这种方法是得到最后的永久的植生以前的第一个阶段。

麦罗林和布罗恩两氏曾說过：希望流动的沙地或沙丘达到永久的固定，除掉植物复被以外是別无良策的。利用机械的处理办法，只是为了暂时制止沙子的移动，只能解决一时的問題。因此在能得到最后的永久的植生以前，必要經過如下三个阶段。

所謂第一阶段是用草类固定飞沙，第二阶段即中間阶段，是在固沙草类已經定居下来而沙的堆积量已經减少之后，与其他植物同时种植荳科草类或树木。第三阶段也就是最后阶段，

是在第二阶段的植物成长过程中播种或栽植永久的植物。第二阶段与第三阶段如果結合得好或是給与了良好保护时，第三阶段的目的植物也可能由中間阶段的植生中自然发展起来。

第一阶段的草类就是前述的欧洲海岸草、美国海岸草、美国沙丘草等草类，其种植順序是：先由迎风方向开始，漸次向內側发展。种植日期一般是由11月1日到5月15日。在冬季严寒地区則仅在早春和秋季种植。根据飞沙的程度，用野生苗或圃养苗按30—45公分左右的距离簇状种植三、五株。并在生长开始时期施以氮肥。

如果在第一阶段种植的沙草类，在沙地安定之后，生长衰退，并有一些枯死，出現空白地方，这时就必须进行补播或补栽第二阶段的草类或荳科植物，使其造成永久的植被。在美国太平洋沿岸的沙丘地上作为第二阶段的植物，如在干燥的地方，则为海岸羽扇豆、海滨山鰲豆、海岸綠草、紅稈狐草等；在冬天积水的低洼地方，则为小糠草、和兰翅搖、牛紫云英等。第二阶段植物的播种应在第一阶段植物种植以后二年进行。時間可在晚秋或早春，并将割下的沙草或麦秆复盖在上面。

第三阶段的植物是根据該地的规划利用情况，也就是根据該地将要永久当作草地利用或当作林地利用这两个目的而有所区别。如果将来作为草地来利用，其干燥的地方就可以计划将第二个阶段成长起来的紅稈狐草加以发展，同时播上忽布紫云英，使其混生。如果是湿度大的地方，可以进一步发展第二阶段播种的小糠草和荷兰翅搖及牛紫云英。至于当作森林地来利用时，則在迎风方面要种植荳科树木，在內側种植永久的树种如松树之类。

(五) 整地 在进行各种固沙工事之前，多半需要平整場

地，以免沙丘上有較大的凸凹不平，妨碍工事的进行。

平整沙丘地用拖拉机等机械，固然可以提高效率，加快速度，但費用也較高。

美国是在沙丘頂上用一种装置来加强风力，增加沙丘頂部的飞沙移动速度，以达到降低沙丘的目的。其具体方法是：在沙丘頂上的靠下风地方，以不同的高度在地面上树立一些木桩，上面都釘上鉄板或木板，如同广告牌一样，以增大沙子的流动。另一种方法是用装满沙子的麻袋，以不同的間隔并排地按置在沙丘頂上。沙袋四周的沙逐渐被风吹去，沙袋也就逐渐降低，这方法实验結果也十分有效。据美国的实验，沙袋在并排按置之后，最初一次暴风就使沙丘降低了两呎（每呎等于0.3048公尺），第二次暴风又降低了一呎，結果使沙丘的頂部逐渐趋向于平坦化。另外还有把砂丘横断掘沟以促进沙子飞散的方法，这种方法对降低沙丘也十分有效。

此外，还有一种用摧毁沙丘背风面的陡斜面和沙丘頂部，以使风把沙子向后推移的方法。其具体作法是：用直径8吋、长20呎的原木，两端由一匹或数匹馬牵引，与沙丘頂部成直角方向，順着沙丘的銳边拖动。利用这种方法，可在比較短的时间內完成大面积的整地工作。

（六）編柵：这是在波浪冲击得到的地方，为了防止冲击所进行的工事。这个方法多用于东北地方（指日本的东北地方，譯者注）的海岸，其他地方不很常見。

（七）防波堤工事 在不断遭受海水浸蚀的海岸，为了保护人工沙丘和防止海水浸入，有必要設置防波堤。防波堤的高度应与海水浸蚀的高度大致相等。如海水浸蚀高度加高，則防波堤亦須相应地加高。防波堤的方向有与主风方向成直角和成一定角度的两种，但絕大多数是与主风成直角的。防波堤間的