

飞机播种造林

(1960—1983)文选

中国林业科学研究院林业研究所

一九八五年一月

前 言

我所从 1960 年开始, 对飞播造林问题进行调查研究工作以来, 迄今已历时 20 多年, 除文化大革命中断了几年以外, 始终是坚持的, 并取得了一定成果。为便于参考, 现由王兆凤(主编)、徐连魁、刘建华三同志, 收集 1960—1983 年期间, 有关我所的飞播资料, 整编成《飞机播种造林文选》。

本文选主要包括: 我国飞播造林发展简史, 六十年代中国林科院飞播队, 四川西昌、凉山地区科研协作组资料, 近年来河北山地飞播油松和毛乌素沙地飞播踏郎等方面及其他有关论述飞播问题的文章。为反映我所飞播科研工作发展过程的历史面貌, 选用的文章除局部文字有删改外, 仍保持原来的数据与观点, 大致按年、月顺序排列, 以便研究。由于时间仓促, 水平有限, 错误难免, 请批评指正。

编 者

1984 年 6 月

飞机播种造林

(1960—1983)文选

目 录

前言

我国飞机播种造林发展简史	1
中国林科院飞播队调查研究报告	6
甘肃省飞机播种技术的研究	7
四川省西昌、凉山地区飞机播种调查报告	16
内蒙古自治区飞机播种研究报告	24
青海省飞机播种经验	31
中国林业科学研究院飞播队调查研究工作汇报	39
中华人民共和国林业部发送飞播科研成果的文件	44
安二型飞机播种器定量盘的改进	45
飞机播种植物幼苗情况调查方法	46
浙江黄岩黑松飞播成效调查报告	47
飞机播种效果及其发展意见	50
飞机播种经验及效果评定	53
广西扶绥马尾松飞播效果调查报告	58
四川西昌、凉山地区科研协作组资料	63
东西河、热水河、河西播区成苗情况调查	63
西昌北山森林径流站 1966 年汛期洪水资料简况	64

西昌北山试验工作小结·····	67
贵州省独山林场播区炼山经验·····	70
西南地区云南松飞机播种造林试行技术·····	71
百万亩荒山是怎样变成绿林的——四川西昌、凉山 地区 10 年飞播造林经验 ·····	76
云南松叶蚜生物学特性及防治方法的研究·····	84
云南松梢小卷蛾生物学特性及防治研究·····	90
河北山地飞播油松资料 ·····	99
河北省飞机播种造林隆化县试点工作实施方案·····	99
河北省飞机播种造林隆化县试点工作总结 ·····	105
对油松飞机播种造林技术的几点意见 ·····	112
技术鉴定证书 ·····	117
河北山地油松飞机播种造林的研究 ·····	118
谈谈建立飞播实验林区的几个技术问题 ·····	135
毛乌素沙地飞播踏郎等资料 ·····	139
一九七四年至一九七五年榆林沙区飞机播种 造林试验初步成效小结 ·····	139
沙丘地飞机播种成效调查方法 ·····	143
飞机播种造林治沙试验的新进展 ·····	146
榆林沙区飞机播种三年试验总结报告 ·····	150
榆林流动沙地飞机播种八年试验总结报告 ·····	156
榆林沙区飞播植物种的选择 ·····	167
沙地立地条件对飞播踏郎、花棒成效影响的研究 ·····	176
内蒙古伊克昭盟毛乌素沙地飞播造林种草试验报告 ·····	194
毛乌素沙地飞播造林种草固沙效益的探讨 ·····	201

不包括在以上几个方面范围内的文章208

 谈谈飞播造林中的几个技术问题208

 甘肃省小陇山林业总场殷家沟播区播种质量情况分析212

 甘肃小陇山林业总场殷家沟播区当年成苗
 情况的调查分析213

 飞机播种造林：二十二年217

 提高飞播造林效果的途径223

 提高飞播成苗的一项措施—种子防护剂225

 我国飞播造林的成就和展望227

 国外飞播造林概况234

 飞机造林播种量的确定方法241

 飞机播种造林246

 飞播区选设问题的探讨250

 飞播林的经营管理251

 种子丸的研制253

 对提高飞播造林成效的一些看法256

 飞播造林展新姿259

 飞播地区类型划分的研究262

我国飞机播种造林发展简史

我国首次飞播是广东省林业厅在人民空军的支持下进行的。1956年3月10日南方日报第一版报导，3月4日人民解放军空军的飞机在吴川县覃巴乡和对面坡乡的上空出现，几个钟头之内，就在10,000多亩荒山、荒地上撒下了马尾松、台湾相思树种子3,000多斤。3月10日南方日报第二版还刊登有任仁写的《飞机撒种记》，记述了飞播地点、面积、树种、播期、播量和作业技术，以及当时人们的欢欣鼓舞的心情。为叙述方便，把我国飞播造林发展史概括为三个阶段，着重介绍每一阶段取得成效的经验。

(一)

1958年—1960年，我国为大力开展水土保持造林种草工作，先后有陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、四川、河南、黑龙江、内蒙古、北京等10个省（区）市，分别在风沙区、黄土区和石质山区进行了飞播试验，到1960年8月实验面积约400万亩。其中四川省林业厅1959年在西昌、凉山地区飞播的云南松，首先获得成功，为我国建立了第一片飞播林区。1959年全国水利会议和黄河流域水土保持会议上，提出了要大力开展飞机播种工作。1960年5月在兰州召开的黄河流域飞机播种会议上，总结了几年来飞播经验，肯定了成绩，分析了情况，并指出飞机播种是可能成功的。

为弄清飞播效果究竟怎样？根据林业部的建议，1960年4月，由中国林科院林研所牵头，与中国科学院土壤所、中国科学院植物所、北京林学院等单位组成了飞机播种考察队，与有关省（区）合作，对以往飞播区的飞播效果做了调查研究，并在兰州地区进行了柠条人工撒播试验。到1962年，基本弄清了不同类型区各重点播区的飞播效果。并提出甘肃、青海、内蒙古、河南、四川等重点播区的《飞机播种调查报告》、《飞机播种效果和发展意见》等章文，其中关于《安二型飞机播种器定量盘的改进》、《飞播植物种幼苗调查方法》两个成果，国务院水土保持委员会、林业部曾于1961年3月22日联合行文发送有关单位试用。

1960—1962年，开展飞播试验的主要有陕西、四川、浙江、云南、贵州、广西等省（区）。可以说，1962年以前是我国飞播造林初试阶段。结果：在我国西北干旱、半干旱地区飞播沙蒿、柠条等效果不好；而四川西昌、凉山湿润地区飞播云南松效果良好。因此，我国飞播地区由西北逐渐转向南方。经过大量调查研究，我们初步体会到飞播效果好坏与降水情况密切相关，形成的概念是：在播区、树种、播期均适宜的条件下，雨期早、雨期长，当种子发芽时又遇连雨天，飞播就有获得良好成绩的可能；雨期晚、雨期短，当种子发芽时出现雨期干旱，就不易获得满意的结果。这是我国飞播初试阶段取得的主要经验，当时对我国飞播造林的发展起到了良好作用。

(二)

由于西昌、凉山地区飞播云南松效果好，1963年5月，林业部组织广西、广东、内蒙古等省（区）林业厅、大兴安岭林业局、白龙江林业局和中国林科院林研所，并邀请中国民航总局科研所、成都民航局等单位的代表，对四川西昌、凉山地区的飞播造林进行参观座谈。同志们说，这次参观开阔了眼界，一致认为：飞播造林是绿化荒山、荒地的一项可行措施。

根据林业部建议：总结四川西昌、凉山地区飞播云南松经验。1956年春，中国林科院林研所、中国民航总局科研所、四川林科所、原四川林学院、四川西昌东西河防护林场、水电部水利科研所等单位，组成四川西昌、凉山地区飞机播种造林科研协作组。通过三年现场调查和试验观察，1968年提出了《西昌、凉山地区十年飞播造林经验》、《云南松主要病虫害及其防治经验》、《云南松飞播造林工作要点》等材料，并对幼林抚育、水文效益等也取得了一些观测数据。1974年，四川省营林调查队、四川省林科所、中国民航总局科研所又组成四川飞播造林研究协作组，在以往基础上又进一步调查研究，编写出《西昌、凉山飞播造林的研究》报告，使这项研究工作，获得1978年全国科学大会奖；1979年，获得四川省科技成果二等奖；1982年，获得国家科委、国家农委推广二等奖。

林业部为推广四川西昌、凉山地区云南松飞播经验，曾于1965—1966年先后在西昌、昆明两次召开西南飞播造林工作会议，把我国飞播造林向前推进了一步。从1963到1973年10年间，我国飞播造林面积比较大，飞播技术有了提高，主要有以下几项：

1.系统总结了四川西昌、凉山地区云南松飞播经验，并使之得到应用推广。同时贵州、广西、广东三省（区）取得了飞播马尾松经验，飞播造林地区不断扩大。

2.民航部门对伊尔14型飞机播种设备进行多次改革，使装种量由原来的1,600公斤增加到2,250公斤，开关箱和调节种子流量等实现了电动操作。

3.广东省在飞播施工设计方面，采用了在地形图上分段控制点，对照现场测距定标，把播区测量和定标工作统一进行，简化了测量手续。

4.四川、贵州、广东、广西四省（区）飞播面积都比较大，每年飞播面积在几百万亩以上，我国南方一些大播区是在这个时期飞播的。

(三)

1978年11月，原国家林业总局和中国民航总局在四川西昌联合召开全国飞播造林经验交流会。通过现场参观，提高了同志们对飞播造林效益的认识。实践证明，飞播造林是实现林业现代化的一个内容。

近10年来，我国飞播造林又有了新的发展，尤其是在党的十一届三中全会以后，成绩更为卓著。1980年原国家农委成立过飞播领导小组，把飞播工作纳入领导议事日程，并开展了实验林区活动。同年5月，林业部、中国民航总局、中国林科院在河北承德联

合召开北方飞播造林经验交流会。参观了河北省隆化县、承德县的飞播现场，肯定了河北山地飞播油松的经验。

1982年初，中央领导邓小平同志提出：空军要参加支援农业、林业建设的专业飞行任务，要搞二十年，为加强农业建设，为绿化祖国山河做贡献。而且批准拨给专款。从此，飞播造林任务正式列入国家计划。同年8月，林业部在北京昌平召开的全国飞播造林工作汇报会上提出：巩固现有，稳步发展，播管并重，讲求实效的方针。争取到2,000年把现有适于飞播的宜林地，全部飞播一遍，要求南方飞播造林保存率达到50%，北方达到40%，飞播成林保存面积达到2.55亿亩。为提高飞播效果，更好地完成造林任务，同年11月，中国林学会在南宁召开了飞播造林学术讨论会，参加会的领导、专家、学者、科技人员正确评价了我国20多年来飞播成就，对提高飞播效果、降低成本、飞播林经营管理、营造混交林、飞播机具的改革等进行了深入讨论，并提出了宝贵建议。

为进一步推动飞播造林工作，落实任务，1983年11月，林业部在广西贺县召开了全国飞播造林经验交流会，参加会议的有23个省（区）市及有关单位的代表96人。据统计，我国飞播造林由五十年代的10个省（区）市发展到24个省（区）市的500多个县，飞播造林面积达二亿一千多万亩，保存面积七千多万亩，相当于全国造林保存面积16%。飞播较早的亚热带湿润地区的一些播区，已形成了集中连片的林业基地。据桂、粤、黔、湘、滇、川、鄂、陕、赣9省（区）初步统计，10万亩以上的飞播林约有150片，有的片面积达几十万亩，也有成百万亩的。1983年一年，全国飞播造林面积达1,318万亩，在我国造林面积中占有相当比重。多年实践证明：以播为主、播封结合、以播促封、以封保播是提高飞播成效的重要经验。

在此间期，老播区由于飞播林的形成，社会经济效益越来越明显而得到巩固，新播区不断发展，出现了欣欣向荣深受人们欢迎的情景。可以说，我国飞播造林正在进入一个新发展时期。值得特别指出的是：我国飞播造林地区又有了新的突破，可用于飞播造林的树（草）种也不断增加。主要表现在以下三个方面：

1. 河北山地油松飞播造林的研究：本项科研工作是在河北省林业局主持下，由中国林科院林研所、河北省农林科学院林研所（河北省林科所）、河北省飞播造林协作组共同承担的。1974年在河北省隆化县开始，到1977年在冀北、冀西山地试播油松210多万亩（每亩播种量0.9—1.0市斤）。1980年查定结果：1977年以前飞播的成苗面积占播区有效面积的35.5%（抽查的播区），油松幼苗生长健壮。1980年11月，由中国林科院、河北省林业局组织鉴定。鉴定证书：中国林科院（80）0419号。这项成果1982年获得林业部科技成果三等奖。同年，获得国家科委、国家农委科技成果推广三等奖。

这项成果适用于年降水量大于500毫米、海拔高度600—1,400米、植被覆盖率30—70%、阴坡、半阴坡、半阳坡的冀北、冀西山地，及自然条件类似的山区。

2. 延安地区飞播造林种草试验：本项科研工作是在陕西省林业局、延安地区林业局主持下，由中国科学院西北水土保持所、陕西省林业勘察设计院、陕西民航局、宜川县林业局、吴旗县林业局共同承担的。1975年开始在吴旗县设立人工撒播沙打旺试验点（宜川县设油松试验点）。1976—1977年，飞播试验面积8.5万亩（吴旗县5万亩，宜川县3.5万亩）。四年间共飞播沙打旺12,055亩（每亩播种量0.3—0.4斤），在降雨条件

较好情况下，成苗率可达7—24.6%左右，每亩有苗3,000—13,000株（1970—1978年平均降水量380.6毫米）。1971年获得林业部科技成果二等奖。

本项成果适用于自然条件类似吴旗县飞播区的农牧区或牧区。飞播沙打旺有改良草场、建立人工草地，提高农牧业产量等作用。

3. 榆林流动沙地飞机播种试验：本项科研工作是由黄河水利委员会和陕西省林业局主持，榆林地区林业局、榆林地区治沙所承担。由中国林科院、北京林学院、中国科学院西北水土保持所、黄委会绥德水保站、中国民航总局科研所、陕西民航局、西北林学院、陕西省林业勘察设计院、榆林县林业局、榆林县治沙试验站等单位组成科研协作组。从1974—1981年，先后在红石峡、小纪汗、孟家湾三个播区，共飞播踏郎等14个植物种，63,449亩，人工撒播771亩。其中踏郎、花棒13,060亩，白沙蒿12,909亩。试验证明：踏郎、花棒、白沙蒿混播效果较好。据调查：飞播4—8年后的有苗面积率为24.4—54.4%，1978年曾获得全国科学大会和陕西省科技大会奖。1984年通过了成果鉴定。

这项技术适用于年降水量400毫米左右的毛乌素沙地东部。踏郎、花棒、白沙蒿三个植物种每亩混播种子的比例是：踏郎1斤、花棒1斤、白沙蒿0.5斤。

× × ×

内蒙古自治区吸取榆林沙区飞播经验，1978年开始试播时，选择植被覆盖率近10%、年平均降水量385.6毫米、丘间地较大的伊金霍洛旗台格庙沙地为试验区（飞播区流沙面积占66.3%）。供试植物种有踏郎（杨柴）、籽蒿（白沙蒿）、柠条、沙打旺、草木樨、沙米等。1978—1982年飞播面积22,445亩，人工撒种1,424亩，实播23,869亩。据观察：1978年飞播的踏郎，当年成苗面积46%，到1982年降为30%。2—3年生的踏郎，一般可由地下茎萌生出10—20株萌蘖苗，固沙作用较强。1978年飞播的籽蒿，当年有苗面积为46.8%，到1982年降为20%，萌发枝条较多，亦有固沙作用。现在该飞播区已由原来的流动沙地变为固定或半固定沙地，并成为踏郎、籽蒿的种源基地和优良草场。1982年8月通过了成果鉴定。

由于河北隆化1974年飞播油松获得良好效果，陕西吴旗1976年飞播沙打旺成绩显著，陕西榆林、内蒙古伊金霍洛旗，近年来在毛乌素沙地东部飞播踏郎、花棒、白沙蒿等成苗面积有明显提高。这些都标志着在地区上有所突破，把我国飞机播种又向前推进了一大步，由多雨的南方发展到春旱少雨的北方。从此，马尾松、云南松、油松并列为我国山地飞播的三大主要树种。灌木树种如踏郎、花棒、半灌木如白沙蒿、多年生草本植物如沙打旺等，都显示出适应能力强而成为飞播的重要植物种。

综观我国20多年来飞播造林取得的成绩是与领导重视，林业、民航、生产、科研、教学等单位密切协作分不开的。从河北山地飞播油松、陕北黄土高原飞播沙打旺、毛乌素沙地飞播踏郎等经验来看也是如此。远在六十年代中国林科院飞播队、四川西昌、凉山地区的做法，更可以进一步证明组织有关单位搞协作是攻克难关、节省时间行之有效

的措施。回顾我国飞播造林经历的过程是由小而大、由失败而成功而进一步发展扩大，经验是多方面的。在党的正确领导下，有关单位共同努力，搞好大协作是最重要的一条。

执笔人：王兆凤、徐连魁

注：1984年各地取得的飞播科研成果未编入简史内，如：

1. 榆林地区林业局和榆林地区治沙所于红石峡和小纪汗二播区在以往试验的基础上继续进行了“飞播造林示范区的建设”。使成苗效果按宜播面积统计提高到45.8—75.5%，按播种面积计为30.0—56.9%。

2. 中国民航局科研所与陕西省榆林县草原工作站合作，于1982—1984年在榆林县进行了“飞播小粒牧草种子适宜播幅研究”。总结出飞播千粒重10克以下的小粒牧草种子的适宜设计播幅为30米或40米。

3. 中国科学院西北水保所与吴旗县林业局合作，于1980—1983年进行了“吴旗飞播建造沙棘、沙打旺带状混交植被研究”。总结出在黄土高原年降水量380毫米以上的灌丛草原区和森林草原区飞播种草造林，实行沙棘与沙打旺带状混交是较单纯飞播沙打旺更理想的植被类型。带宽以40米为宜。每亩播量：沙打旺0.3—0.4斤，沙棘0.6—0.8斤。

4. 四川省林科所于1984年11月完成了“云南松飞播林林分密度管理图”、“云南松飞播林地位指数表”和“云南松飞播中、幼林二元立木材积表”的编制工作。所编制的一图二表具有精度高、使用方便、能提高工效等优点，对研究我国飞播林的抚育管理技术，将起到积极地推动作用。

中国林科院飞播队调查研究报告

概 要

飞机播种是一项内容复杂的现代科学技术在造林种草上的应用。它的特点是效率高、速度快，能在群众力所不及之处执行绿化任务，并可节省大量劳动力。对绿化荒山、荒地、保持水土、改造稀疏林地、灌木林、采伐迹地更新等，均有一定作用。

我国在林业上应用航空技术，始自1952年的护林工作，随后在森林调查上广泛应用了航空测量。1958年以来，先后在陕西、甘肃、青海、四川、内蒙、河南、山西、宁夏、新疆、北京等十个省（区）市，陆续开展了飞播造林种草的试验。据不完全统计，到1960年8月底，飞播试验面积达四百余万亩（包括复播面积）。

在1959年全国水利会议和黄河流域水土保持会上，提出要大力开展飞机播种工作。1960年5月在兰州召开的黄河流域飞机播种会上，总结了两年来飞播经验，肯定了成绩，分析了情况，并指出飞播是可能成功的。这对加快荒山、荒地的绿化，控制水土流失，有着极为重大的推动作用。

在飞机播种会上，各省（区）代表根据会议精神和本省（区）的具体情况，分别提出了飞播的重点地区，如陕西、甘肃、山西、内蒙古、宁夏、青海、四川、北京市都进行了飞播试验的准备。

根据本队1960—1961年在甘肃、内蒙、四川、青海、河南等五个省区的调查材料，由于试播地区条件不同，草树种类不同，取得的效果是不一样的。今后应分别地区或扩大试播面积，或重复试播，以提高飞播效果。

从飞播地区类型来看，大体上可划分为风沙区、黄土区、高山区三类。试用的草、树种类：在沙区主要为沙蒿、白茨、梭梭等；在黄土区主要为柠条、紫穗槐、苜蓿、草木樨等；在草、灌较密的高山区主要为云杉、冷杉、油松、桦木、黑刺等；在西南山区主要为云南松、橄榄、密油枝、马桑等。

飞机播种的效果如何？除与草、树种子的选用、播种季节、播种量、飞播技术，以及飞播后保护管理等有密切关系外，受播种地区自然条件的影响很大。概言之，气候湿润多雨之处效果较好，气候干燥缺雨之处效果较差。如年雨量为998.2毫米的四川西昌、凉山地区，1960年6月中旬调查，在1959年6月间飞播的云南松播带内平均每亩有云南松幼苗4,450株，有苗样方占调查样方79%以上。1961年5月24日复查，该播带内云南松幼苗分布仍较多，每平米有4—5株，苗高一般为20—30厘米，最高达一米，且生长旺盛，远望即见松苗成片。在年雨量为327.5毫米，飞播三次的兰州牛圈梁黄土山地，飞播当年平均每亩有柠条334株，1961年6月中旬复查，死亡率较高。1960年6月

中旬，在内蒙古巴彦高勒市（澄口）风沙地距拉马盖西南约二公里的调查材料：1959年7月间飞播的沙蒿，在半固定沙地上，有苗面积为28%，流动沙地上为3%；1960年8月中旬，在河南灵宝县琵琶岭黄土山地的调查材料：1960年5月间飞播的紫穗槐，飞播3个月后，山地阴坡有苗面积约为30—40%，在山地阳坡为10—20%，但以后死亡较多。以上这些例子都说明了播种地区的环境条件，飞播植物种的特性，都对成苗效果的影响较大，而成苗效果不能只看当年，要经过冬寒春早的考验。

各地飞播经验证明：只要适地、适树、适草、适时的进行飞机播种，事先做好播区规划设计，种子采运、储存、讯号员的培训，临时机场的修建等准备工作；飞播时掌握住风小、雨多、早播种、喷撒均匀等技术环节，事后加强保护管理，播到那里，封到那里，严禁打柴、割草、放牧。这样就会进一步提高飞播的实际效果。

本队根据飞机播种会议的精神，为了能在短期内总结出飞机播种经验，曾派遣队员分赴有飞播任务的各重要点省（区）与地方同志一起，对飞机播种的各项工序和技术措施，进行了调查研究。通过这次调查研究，我们初步掌握了情况，总结了经验，并取得了较为详尽的技术资料。为了便于交流，特将有关资料编成调查报告，以供参考。

本报告是根据本队1960年实地调查研究、1961年的复查材料和各省（区）提供的有关飞播资料，按省（区）有重点扼要编写的。目的在于反映航空技术在我国造林种草上应用的实况，取得的效果，并对一些具体问题提出改进意见。内容着重于飞播效果、飞播技术的阐述。由于我们缺乏经验，时间短，水平低，错误遗漏之处，实所难免，希望有关方面批评指正。

本队在调查研究期间，得到四川、内蒙古、甘肃、青海、河南等省（区）林业厅（局）及甘肃省水利厅水土保持局、兰州市园林局、北京市农林局等单位党政领导的关怀和指导，及有关同志们的大力协助，对本队工作给予了多方面的便利与支持。因而使我们有可能以有限的人力，在短时间内完成了艰巨任务，并且学习了许多宝贵的经验。我们在此表示衷心的感谢。

以下甘肃、四川、青海、内蒙古等省（区）的报告都是1961年复查后的修订稿。

执笔人：王兆凤

甘肃飞播技术的研究

甘肃省从1958年开始，使用安二型飞机在黄土丘陵区、风沙区、灌木林区进行了飞机播种造林种草试验。1958年4月16日在榆中县马街山进行了第一次飞播。同年5、6月在兰州、清水、华家岭等黄土丘陵区，八月在民勤、天祝、酒泉等地在半固定沙丘、流动沙丘、河滩地，十月在白银市，11月在天水市郊相继开展了飞播试验。1958年试播面积四十八万多亩。1959年9月又在民勤、山丹、武威、天祝等地飞播了一十六万多亩外，12月在定西、通渭等地播了六万多亩。1960年8月以前继于定西、兰州、

民勤等地共播种三十五万多亩。1961年8月在兰州市北山播种一万亩。截至1961年止，全省飞播面积已达一百零七万多亩。

为了总结飞播经验、改进飞播技术，本队于1960年7月至8月参加了兰州市飞播工作，进行了镇原飞播区测量规划，并在兰州、民勤、定西、榆中等地进行了飞播植物种生长情况的调查。1961年又于兰州市飞播区进行了调查。

根据我们参加甘肃省飞播工作的体会以及调查所获资料，写成了报告。本报告内容以黄土丘陵区为重点，并以兰州播种区为例，加以详细论述。沙区以民勤为代表；灌木林区以榆中马衔山播区为代表，但只作简要的叙述。

一、飞播地区概况

甘肃省位于黄河流域中游，由于自然条件的影响，水土流失严重。全省水土流失面积达十七万二千平方公里，其中黄河流域为十二万六千平方公里，而荒山、荒地、沙漠、戈壁面积约为三亿多亩，建国十年来，全省各族人民在党的正确领导下，作了巨大的努力，已造林六千九百二十九万亩，但还有二亿多亩仍急待绿化，若全靠人工植苗来完成绿化任务，势必影响其他建设事业的发展。因此，自1958年以来，全省各地都已不断地开展了飞机播种试验工作，从播区分布情况来看，大致分布于三种不同类型区：黄区丘陵区，风沙区，灌木林及次生林区。

(一) 黄土丘陵类型区：包括有兰州市播区（阿干区除外），定西专区各播区（榆中县马衔山播区除外）白银市、天水等播区。以上各地播种区都分布于黄土丘陵荒山荒坡上，分布零散，不便一一叙述，故以兰州市播区为例，加以详述。

自然概况：兰州市位于黄河中游，居于我国中心，为甘肃省中部地区。西与青海省为界，东和白银市、榆中县相连，西北以乌鞘岭为界，与天祝自治县毗邻，南与七道岭、临洮县、临夏市接壤。其地理范围位于北纬 $36^{\circ}13'50''$ 至 $38^{\circ}42'$ ，东经 $102^{\circ}53'40''$ 至 $104^{\circ}8'50''$ 之间，四面环山，地形复杂，沟壁纵横交错。海拔高介于1,550~3,200米之间，绝大部分为荒山，坡度一般在25~30度间，陡的可达40度以上。

兰州年平均气温 9.5°C ，7月最高气温 39.3°C ，1月最低气温 -23.1°C 。年温差在60度以上，地表温度年平均为 13.4°C 。植物生长季节短，平均霜期自10月中始至翌年4月上旬止，生长期172天。兰州年平均降雨量327.5毫米，而50—60%以上集中于7、8、9月份，并常以暴雨形式出现，年蒸发量为降雨量的4—8倍，5、6、7、8各月分的蒸发量均在200毫米以上。这是造成本地区土壤干燥，地表产生大量径流、土壤强度侵蚀的主要原因之一，致使广大的黄土丘陵被割切成破碎零乱、山高沟深、沟壑密集、土壤瘠薄、岩石裸露、植物稀少。这对种子萌芽、幼苗成活生长影响很大。

(二) 风沙地类型区：甘肃省风沙地主要分布于民勤、天祝、武威、山丹、酒泉等地。沙井子播区位于民勤县西南约20公里，处于流动沙地中，丘间低地约占60%，地势平坦。具有大陆性气候特点，冬长夏短，温差大，雨少，盛行西北风，冬冷而干、雪少，绝对最低温度 -26°C 。夏热而干，绝对最高温度为 37.2°C 。无霜期约150天，初霜期十月初，终霜止于四月下旬，十一月土壤开始结冻，次年三月开始解冻。年平均降

雨量约 120 毫米，八月分可达 52.4 毫米；年蒸发量 2,568 毫米，为降雨量的 21 倍。全年风沙总日数达 130 天，以 3—5 月出现最多，最大风速达 38.5 米/秒。在流沙上几无植物生长，就是在水分较多的丘间低地亦仍有 50% 为完全裸露地。在有植物生长之处，其盖度亦不过 10—60%。沙区土壤分布复杂，有粗沙、中沙、细沙，壤土及粗土，表土干而坚硬。

(三) 灌木林及次生林类型区：马衔山位于榆中县南西高寒石质潮湿的山区。主峰海拔高达 3,900 米，而播种地区海拔在 2,700—2,900 米，坡度在 20—30 度之间，年降雨量 500—600 毫米，多集中于 7 月份，年平均温度 5°C，无霜期约 100 天。土壤：为山地草甸土，暗褐色，土层深厚，具有良好结构，松软，有机质含量高，湿润而肥沃，微酸性，对喜阳树种生长极为有利。由于条件较好，天然植被生长茂盛，无侵蚀现象发生。植被：生长茂密，灌木占绝对优势，有黄柳、锦鸡儿（二种），杜鹃等，草本植被有禾本科、莎草科等多种。植被极为茂密，地表枯枝落叶及腐殖质残余物层厚达 3—10 公分。

二、飞播工作情况

(一) 播区规划设计及讯号设置：

1. 播区规划设计：由于飞机播种是一项新的工作，没有考虑到在选择播区时应遵循那些原则。同时，对播区也没有作细致的规划设计，大多数播区仅进行了一般踏查和空中视察，未进行测量或规划设计。兰州市的播区靠近城市，面积狭小，居民点集中，播后不易保护管理，有开荒放牧的现象，损害了幼苗的生长。选定的播区内，已经普遍挖了水平沟或已栽植了树木的荒山上。定西县东山的播区内耕地面积占的比例很大。我们认为在播区选择上应考虑以下原则：

(1) 地广人稀，劳力不足，群众力所不及的成片集中的荒山荒地，无农耕地或农耕插花地面积不超过 10% 者。

(2) 水土流失严重，交通较为便利地区。

(3) 播种地如靠近机场时，面积必须大于五千亩以上；如果需要新建机场者面积必须大于二十万亩以上者，方可进行飞播。

(4) 沙地播区，应该选择条件较好处，先进行试播。

甘肃省首次规划设计工作，是 1960 年在兰州市永登飞播区进行的，由本队、甘肃省林业厅、省水利厅水土保持局、兰州市园林局以及公社干部共同完成的。当时采用了导线测量法。在播区两端，按播区的宽度测出航带线的距离，在两端打上标桩，作为将来播种时讯号旗设立的位置。这样，每条播带宽度相等。基本上可避免重播与漏播的产生。

2. 讯号设置：甘肃省过去讯号旗的设置基本上可分为以下几种类型：

(1) 以山脊为界，沿山脊每隔 50—100 米树一讯号旗，飞机在其上空播种一次，在其两侧各播种一次。兰州北山牛圈梁播区采用此法。由于讯号旗不在一条直线上，每个山脊宽度亦不一致，但均播三次，两侧的两次又不通过讯号旗上空，因此，重播、漏播现

象严重。

(2) 在同一等高线上设立三个讯号旗，移动时间同一方向用步测移动 60 公尺（播幅宽为 60 米），这方法虽较前者为好，但仍有很多缺点，首先在等高线上的三个讯号旗，由于地形变化大，实际上不可能在同一直线上，因此实际的落种带就不会和讯号旗指示的带相吻合，另一方面步测移动讯号，距离既不准确，也做不到垂直线方向移动，后一播带就不能与前一播带相吻合，不能避免重播现象产生。

(3) 1960 年 7 月永登播区的讯号设置方法经过改进以后，克服了以上缺点。讯号设置在预先经过测量的标桩上，在同一航线的两讯号旗排成一直线，并与航线平行，其距离为 100—500 米，由于采用了穿梭式复程飞行，故在入航端设置的讯号旗，而出航端未设讯号旗（若采用单程飞行方式，则出航端亦应该设立一讯号旗，以示播区边界），讯号旗均设在明显的山脊上，飞行员易发现。当飞机快进入播区时，即可利用入航端的两讯号旗定准方位，沿航向作直线飞行播种，待飞机由上空飞过后，讯号员即将讯号旗移至下一播带上，以此类推。

(二) 飞播技术

飞机播种技术涉及的问题很广，主要包括有航向、航高、播种时的飞行高度、播幅宽、播带长、载重量、播种量、出种口的调节等方面。

1. 航向：是指飞机播种时所确定的最适宜的飞行方向。兰州市过去播种的航向是沿山脊的走向相平行由低往高飞行，播带不能成一直线，重播、漏播严重；山脊纵横交错，给作业飞行带来困难，无法保证播种质量。航向的确定必须考虑到播区的范围、形状、地形条件、播种时期的主风向等因子。在大片荒山、高山区，航向的选择尤为重要，选择高差大致相同并与主风向平行或成最小交角的航线，避免在播种时航高变化大或受侧风的影响。

2. 航高：是指播种时，飞机离地面的高度。航高的确定，主要取决于播区的自然环境和地形条件、不同树草种子的特性等因子，一般都不宜过高，以减少外界因素对落种的影响。兰州市的飞行高度一般在 50—70 米，天祝自治县播种的飞行高度一般为 20—30 米，民勤 30—50 米。应严格遵守规定的航高进行播种。这样才能保证达到规定的播幅宽度，不致因航高不当造成重播与播漏的现象发生。

3. 飞行方式：各地播种采用的飞行方式有：单程飞行、复程飞行，又可分为穿梭式与迴旋式两种。影响飞行方式选定的因素很多，即机场离播区的远近、播种量、播幅宽度、播带长度、种子箱的容量、不同的树、草种等。总之，应与具体条件结合，因地制宜选择，以减少空飞时间为原则。一般以复程穿梭式飞行为好。

五八年兰州市播区，由于面积过小，采用了迴旋式飞行，北山牛圈梁的飞行方向是与主梁垂直、沿支梁平行飞行。南山簸箕掌飞行方向与支梁垂直，沿主梁平行飞行。据现场视察易发生重播、漏播。1960 年在永登区采用了穿梭式飞行，每条播带约 1,000 亩，每架次装种 1,200 斤，播种一个往返（即播两带），共播种 2,000 亩。减少了空飞时间，提高播种效率与播种质量。

4. 播幅宽度及其确定：播幅宽度是指飞机播下的种子落在地面上的宽度。对保证播种质量有着直接的关系。过去兰州为 50 米，天祝亦为 50 米，定西为 60 米不等。播幅

宽度确定取决于飞机在作业飞行时的飞行高度。航高越高，则播幅越宽，反之则狭。在同一航高，又因种子的比重、大小不同而不同；轻而小的种子，播幅最宽。其次，地形、风等自然因素对播幅亦有一定的影响。为了避免重播、漏播，应该确定正确的播幅宽度，然后才可能在播区按其宽度等距设置标桩（即播种时讯号旗设立的位置）。

播幅宽度可以通过试验得出（也可以参考别地区的经验数值，但必须结合本地区的具体条件而采用）。试验的方法：根据所采用的主要树草种子单位面积播种量，在不同高度进行试播，就可得出在当时当地情况下，实际落种宽度，即为在某一高度的播幅宽度。

5. 播带长度及其确定：过去各播区的播带长度极不一致，因此不便准确的算出播种面积。兰州市过去播种时，北山牛圈梁播区（带）长只2—3公里，沿山脊及两侧播种，以将种子撒完为止。定西是用三个讯号旗定出一定距离，飞机由上空飞过后，将讯号移动，再进入播种，以撒完种子为止，因此实际的播带长度是不一致的。

最适宜的播带长度，取决于飞机的载重量、播种量及考虑到最适宜的飞行方式和播幅宽度等，一般以10—30公里为宜，这样可以相对地减少空飞时间，增长实际播种时间，提高播种效率及飞机利用率。

播带长度的确定与播幅宽度、播种量、载重量的关系，可用下列公式表示之：

播带长度（米）= 载重量（公斤）× 667 / 播种量（公斤/亩）× 播幅（米）× 每架次播带数。

6. 播种量及其确定：播种量的确定直接关系到播种的效果。没有准确的播种量，就无法知道在每亩实际播下了多少种子，也统计不出发芽率及幼苗保存率的确实数值。

兰州58年播种苜蓿、草木樨、柠条等，每亩播种量为1.1斤，60年播种的草木樨用量为0.5—0.6斤。定西火焰山每亩用量2斤。但由于播种不是在严格的规定下进行的，因此每亩地上实际落种量很难加以肯定。

根据植物（乔、灌、草等）生长特点，我们认为，乔木树种每平方米能保存一株、灌木能保存二株、草本植物能保存五株就能达到绿化要求。据各地经验、试验室发芽率100%的种子，在飞机播种的情况下，其保存率约为5—10。因此，我们认为，若播种乔木树种，每平方米内应该保证25—50粒具有发芽能力的种子；灌木应保证50—100粒；草本植物应保证100—200粒。根据这一原则，可依据飞机播种植物种子的千粒重，发芽率及种子纯度计算播种量。每亩播种量可按下列公式求得之：

播种量（市斤亩）= $667 \times k / \text{每斤种子粒数} \times \text{纯率} \times \text{发芽率}$ 。

注：K为每平方米应有种子的粒数，若播种乔木，K值为25—50，灌木K值为50—100，草本植物K值为100—200。

7. 载重量：是指飞机每架次应装种子的重量。正确地说，载重量是固定的，因为飞机上的装种箱大小已决定了它能装载种子的最大容量。为了充分的利用和发挥它最大容积及最大效率，故每架次应该装满。但是，在实际的播种工作中，播带长度往往接自然因素及其他条件的影响而不能按计算要求确定它的长度，而是因地制宜的改变着。因此，载重量也在改变着，兰州市每架次载重量为一千二百斤，民勤每架次载重量一千六百斤。载种量不一致，每架次的播带数亦随之增加或减少。若种子箱载满种子，就不一定确好

在播带内把种子播完。因此每架次装种量应使其与播带长度相适应，使其正好能在规定的播带内播完。避免把剩余的种子再载回机场或因种子不够而中途停播。载重量可按下列公式求得：

$$\text{载重量} = \text{播种量(公斤/亩)} \times \text{播幅(米)} \times \text{播带长(米)} \times \text{每架次播带数} / 667$$

8. 出种口的调节：出种口大小的确定是直接影响着飞机播种质量好坏的关键。在以往的播种工作中，对这一问题的认识不足，采用的办法是过密了缩小，过稀了放大。正确的出种口，是指它在固定的播带长度，播幅宽度，载重量及固定的航速等条件下，必须在一定的时间内把所载的种子播完，这样才能保证单位面积的播种量。假若出种口大小调节的不适合，就必定产生以下现象：过大时种子过早落完，出航的一端没有播上而漏播，入航一端则过密；过小时，不能在规定播种时间内播完，落种过稀，达不到规定的播种量。

出种口大小的确定与单位时间内的播种面积、单位面积播种量、种子的大小、比重有关。通过多次调节试验即可得出正确的出种口。可用下列公式求得之：

$$\text{出种量(公斤/秒)} = \text{航速(米/秒)} \times \text{播幅宽度(米)} \times \text{播种量(公斤/亩)} / 667$$

即当出种口在每秒钟内的实际出种量调节到与求得的每秒出种量数值相等时，这时出种口的大小，即可确定为标准的出种口。

(三) 播种期：三年来在黄土区于二、三、四、五、六、七、八、十、十二各月分都进行过播种。在沙区于六、八、九、十各月分进行了播种。在灌木林区于三、四月分进行了播种，从全省不同类型区飞播植物的生长成活情况看来，播种期的确定与植物生长有着密切的关系。

在黄土区播种，主要应考虑到雨量、土壤水分含量能满足种子发芽与生长的要求，在此前提下，应提前播种，以延长植物生长期，增强对自然灾害的抵抗能力。兰州60年春在北山进行了播种，因土层干硬、种子不易与土壤密接，得不到发芽所需的水分，很长时间都没有发芽，大大降低了发芽率。兰州降雨多集中于七、八月分，所以自六月末至八月，为最适宜的播种期。

此外，在定西与白银市曾进行过冬季播种试验。在立春化雪时，种子能得到一定的水分，可供发芽的需要。但当幼苗长出来以后，正接上干旱季节，土壤水分不断减少，烈日暴晒，对幼苗生长与保存有很大的威胁。从今年八月中在定西检查的结果来看，荒坡上几乎没有苗，仅水平沟或撩荒地上有少数的幼苗。

沙地表层常形成几公分到十几公分厚的干沙层，对种子发芽极为不利，因此，在沙区播种，必须抓紧雨季进行，最好在降雨前抢种，因为降下的雨水，易遭受强烈蒸发而耗损，很快又恢复了表层的干沙层。此外，沙区风多且大，在适宜播种期间亦应抓紧无风日或小风日进行播种，以避免由于风的影响降低播种的质量。沙区冬季寒冷风多，少雪或无雪，种子无法发芽，立春来，风日风速剧增、种子难于保存，因此沙区不宜冬季播种。

灌木林区及次生林区的水分状况比黄土区、沙区较好，即使在干旱季节，林地的土壤亦含有一定量的水分，故播种期受季节性影响不甚大，当然必须考虑所选用树种的生物学特性，争取适时播种。