



中华人民共和国国家标准

GB/T 15162—2018
代替 GB/T 15162—2005

飞播造林技术规程

Technical regulation for afforestation by aerial sowing

2018-12-28 发布

2018-12-28 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般规定 3

5 飞播树(草)种选择 4

6 飞播种子 4

7 飞播设计 4

8 飞播施工 8

9 飞播造林成效调查..... 10

10 档案管理 12

附录 A (资料性附录) 飞播造林主要飞机机型技术参数 13

附录 B (资料性附录) 飞播造林播区调查统计表 14

附录 C (资料性附录) 主要飞播造林树(草)种适播地区 15

附录 D (资料性附录) 主要飞播造林树(草)种可行播种量 19

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 15162—2005《飞播造林技术规程》。本标准与 GB/T 15162—2005 相比,主要技术变化如下:

- 修改了范围(见第 1 章,2005 年版的第 1 章),删除了营林内容;
- 修改了术语和定义(见第 3 章,2005 年版的第 3 章);
- 修改了一般规定,将一般规定、飞播宜播区、播区选择三章统一合并为一般规定(见第 4 章,2005 年版的第 4 章、第 5 章、第 6 章);
- 修改了飞播种子(见第 6 章,2005 年版的第 8 章),并增加了种子处理(6.4);
- 删除了飞播规划(见 2005 年版的 9.1);
- 修改了飞播设计(见第 7 章,2005 年版的第 9 章),投资预算中补充了种子购置费、沙障设置费、气象服务费、通讯联络设备费等内容(见 7.12,2005 年版的 9.2.4);
- 修改了飞播施工(见第 8 章,2005 年版的 10 章);
- 修改了飞播造林成效调查(见第 9 章,2005 年版的第 11 章);
- 修改了飞播造林主要飞机机型及参数(见附录 A,2005 年版的附录 A);
- 修改了飞播造林播区调查统计表(见附录 B,2005 年版的附录 B);
- 修改了主要飞播造林树(草)种适播区(见附录 C,2005 年版的附录 C),并增加了沙拐枣等 7 个飞播植物种;
- 修改了主要飞播造林树(草)种可行播种量(见附录 D,2005 年版的附录 D)。

本标准由国家林业和草原局提出。

本标准由全国营造林标准化技术委员会(SAC/TC 385)归口。

本标准起草单位:国家林业局调查规划设计院、陕西省飞机播种造林工作站、国家林业局西北华北东北防护林建设局、河南省林业调查规划院、内蒙古自治区阿拉善盟林业局。

本标准主要起草人:王军厚、杨春、孔祥吉、牛牧、孙涛、李建春、王锁民、郝俊、霍宝民、陈政昊。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 15162—1994、GB/T 15162—2005。

飞播造林技术规程

1 范围

本标准规定了飞播造林宜播地、播区选择条件、树(草)种选择和种子、作业设计、飞播施工、成效调查以及档案管理等技术内容和要求。

本标准适用于飞播造林种草。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2772 林木种子检验规程

GB 7908 林木种子质量分级

GB/T 8822.1~8822.13 中国林木种子区

GB/T 10016 林木种子贮藏

GB/T 15163 封山(沙)育林技术规程

GB/T 15776—2016 造林技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

飞播造林 **afforestation by aerial sowing**

根据植被自然演替规律,以天然下种更新原理为理论基础,结合植物种生态、生物学特性,模拟天然下种,利用飞机把林木种子播撒在造林宜播地段上,集飞播、封育、补植补播或复播、管护等综合造林作业措施为一体,以恢复、改善和扩大地表植被为目的的造林技术过程。

3.2

播区 **aerial sowing compartment**

连成一个整体、单独进行设计并进行飞播造林作业的区域单位。

注:播区包括宜播区和非宜播区。

3.3

小播区群 **aerial sowing group**

若干个相对集中,不相连接,而可以实施串联飞播造林作业的播区地块群。

3.4

宜播地 **suitable sites**

适宜开展飞播造林的各种地类。

注:宜播地包括宜林荒山荒地、宜林沙荒地、疏林地、灌丛地,低质、低效有林地,灌木林地及其他适宜飞播的土地。

3.5

航高 **navigation height**

飞播作业时,飞机距离地面的高度。

3.6

播幅 navigation width

飞机在播区作业的有效落种宽度。

3.7

航标点 point of navigation mark

飞播作业的导航信号标志点。该点位于播带的中心线上,飞播作业时飞机在其上空沿线压标播种。

3.8

航标线 line of navigation mark

同一序列彼此相邻不同序号航标点的连线。

3.9

卫星定位导航飞播作业 satellite position guided aerial sowing

利用卫星定位系统导航技术进行飞播造林作业。

3.10

航迹 flight path

飞机飞播作业时的飞行轨迹。

3.11

飞行作业航向 flying direction of navigation

飞机在播区飞播作业时飞行的方向。

注:飞行作业航向一般用飞行方位角表示。

3.12

飞行作业方式 operation system for flight

飞机在播区作业时的飞行方法和顺序。

3.13

接种样方(点) sample plot

飞播作业时用于检查播种质量、统计落种情况的接种点。

注:接种样方(点)一般为 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 。

3.14

接种线 line of connecting sample plots

播区内同一序列彼此相邻不同序号接种样方(点)的连线。

3.15

有效苗 available seedlings

播区宜播面积范围内,播种苗或天然更新的同一类型、同一苗龄(苗龄级)的目的苗。

3.16

有苗样地 sample plot with available seedlings

成苗调查时,有1株以上乔木或灌木树种,或3株以上多年生草本植物有效苗的样地。

3.17

有苗样地频度 frequency of sample plots with available seedlings

有苗样地占播区宜播面积范围内设置样地总数的百分比。

3.18

成苗面积 area of grown-up seedlings

飞播造林后成苗调查时,播区宜播面积达到成苗标准的面积。

3.19

成效面积 effective area

飞播造林后成效调查时,播区宜播面积达到合格标准的面积。

3.20

飞播种子处理 seed treatment for aerial sowing

飞播前,对种子进行消毒、包衣、破壳、脱蜡、去翅、脱芒、丸粒等方法进行的预先处理。

3.21

复播 remedy aerial sowing

对成苗等级评定不合格的播区再次飞播作业。

3.22

沙障设置 sand-barrier

在植被盖度小,播种后容易产生种子位移、沙埋的地段,飞播前用黏土、农作物秸秆、灌木枝条、土工材料等埋设成不同规格的网或带,以保证种子的定位与覆土,有利于种子发芽并得到庇护的技术措施。

4 一般规定

4.1 一般要求

飞播造林应遵循以下基本要求:

- a) 飞播造林应坚持统一设计,综合作业的原则;
- b) 飞播造林应在对各方面条件充分分析论证的基础上开展工作,并辅以补植、补播等措施;
- c) 飞播造林应具备符合使用机型要求的机场或保证飞机安全起降条件的场所,并有承担飞播作业的专业技术队伍;
- d) 飞播造林应按照所属林业生态工程规划内容进行作业设计,按设计实施,按标准评定验收;
- e) 飞播造林作业设计单位应具备从事飞播造林规划设计的专业能力。

4.2 播区分区

根据气候特点,将全国划分为九个区域,划分方法和结果执行 GB/T 15776—2016。本标准将播区归成两个类别区:即旱寒区(极干旱、干旱、半干旱、高寒)和其他区(热带、亚热带、暖温带、中温带、寒温带)。

4.3 播区选择

4.3.1 自然条件

播区选择自然条件包括以下方面:

- a) 具有相对集中连片的宜播地,其面积一般不少于飞机一架次的作业面积;
- b) 宜播面积应占播区总面积 60% 以上;北方山区和黄土丘陵沟壑区,播区应尽量选择阴坡、半阴坡,阳坡面积一般不超过 40%;
- c) 播区地形起伏在同一条播带上的相对高差不超过所用机型飞行作业的高差要求,应具备良好的净空条件,两端及两侧的净空距离应满足所选机型的要求,主要飞播造林飞机机型技术参数参见附录 A;
- d) 地形地貌、地质土壤、水热条件等自然立地条件适宜飞播造林。

4.3.2 社会条件

播区土地权属明确,能够落实播前播区地面处理、飞播作业和播后封育管护任务。

5 飞播树(草)种选择

5.1 树种选择

树种选择应遵循以下基本原则:

- a) 选择天然更新能力强、种源丰富的乡土树种;
- b) 选择中粒或小粒种子,产量多,容易采收、贮存的树种;
- c) 选择种子吸水能力强,发芽快;幼苗抗逆性强,易成活的树种;
- d) 选择适宜自然立地条件,具有一定经济价值、生态价值和景观价值的树种。

5.2 草种选择

草种选择应遵循以下基本原则:

- a) 选择具有抗风蚀、耐沙埋、自然繁殖力强、根系发达、株丛高大稠密、固沙效果好的多年生草种;
- b) 选择有利于乔、灌木种生长和植被群落发育的草种。

6 飞播种子

6.1 种子质量

飞播造林的种子质量应达到 GB/T 7908 规定的二级以上(含二级)质量标准。

6.2 种子采收与调运

飞播用种优先选用本地区优良种源和良种基地生产的种子,外调种子应符合 GB/T 8822.1~8822.13 规定的调拨范围和国家林业主管部门的有关规定。

6.3 种子使用

飞播造林用种实行凭证用种制度,用于飞播造林的种子应具有森林植物(种子)检疫证、检验证及种子标签,供种单位应具有种子生产经营许可证。种子的检验、检疫及贮藏,执行 GB/T 2772、GB/T 10016 和国家林业主管部门的有关规定。

6.4 飞播种子处理

飞播前要对种子进行处理,包括种子消毒、在种子外表采用粘着胶、药剂以及其他添加剂等包衣、丸粒化处理,或对硬皮、蜡质种子进行破壳、脱蜡、去翅、脱芒、筛选等机械处理,以增加种子粒径和重量、减少种子漂移和鸟鼠危害,促进种子发芽。

7 飞播设计

7.1 设计单元

在播区调查的基础上,根据林业生态工程规划内容和要求,以播区或小播区群为单位进行飞播造林作业设计。

7.2 播区调查

7.2.1 踏查

采用路线调查进行播区踏查。通过踏查,观察拟开展飞播造林地区全貌以及地形、净空情况,目测

宜播面积比例,了解土地权属情况,框划播区范围。在开展过森林资源调查的地区或区域,也可以利用近期森林资源调查、林地规划等成果确定播区范围。

7.2.2 调查

7.2.2.1 自然条件调查

调查内容包括播区范围的地形、地势、气候、土壤、植被及森林火灾和病、虫、鼠、兔害等。

7.2.2.2 社会经济调查

调查播区范围人口分布、交通情况、土地权属、农林业生产建设状况、农村能源消耗情况以及畜牧种群数量、放牧习惯以及当地相关的劳动生产定额等。当地政府和群众对飞播造林的认识和要求以及附近可使用机场等情况。

7.2.2.3 小班区划与调查

7.2.2.3.1 小班区划任务

小班区划任务包括:

- a) 现地区划界定飞播造林播区地类面积及分布情况,根据播区宜播地类的自然分布情况,结合当地飞播造林可供使用飞机的飞行作业特点,利用地形图、最新遥感影像或航片调绘确定播区边界;
- b) 准确量算、统计播区宜播面积,计算播区宜播面积率;
——宜播面积率计算方法:宜播面积/播区面积
- c) 落实飞播造林技术措施,准确计算相关工程量。

7.2.2.3.2 小班区划

小班区划遵循以下方法:

- a) 以播区为单位,利用测绘部门绘制的最新的比例尺为 1:50 000 或 1:25 000 的地形图,现地或根据最新遥感影像或航片进行小班勾绘。
- b) 小班最小面积以能在地形图上表示轮廓形状为原则,最小小班面积不小于 0.2 hm²;最大小班面积不超过 40 hm²。
- c) 分别地类划分小班,地类分类系统执行国家林业主管部门森林资源规划设计调查的有关规定。沙区播区小班区划中,应同时兼顾到沙丘类型和形态,区别划分丘间低地、背风坡、迎风坡。

7.2.2.3.3 小班调查

小班调查应按照以下内容和方法进行:

- a) 小班调查内容:对非宜播地类只调查地类;对宜播地各地类详细调查地形地势、土壤、植被、土地利用情况等项目,分别对各项目相关调查因子进行调查记录:
——地形地势:坡位、坡向、坡度、海拔高度;
——土壤:土壤种类(土类)、土层厚度以及腐殖质层厚度;
——植被:灌草植被调查记录灌(草)种类、起源、覆盖度、平均高度以及分布情况,疏林地、低效林地还应调查树种组成、平均年龄、平均胸径、平均高、郁闭度、自然度、天然更新情况;
——土地利用状况:如开荒、樵采、放牧等人为活动情况。
- b) 采用小班目测和随机设置样地(标准地)实测相结合的方法调查。无林地、疏林地调查样地面积 100 m²,灌木林样地面积为 10 m²,草本群落样地面积 4 m²;样地数量:小班面积 3 hm² 以

下设 2 个,4 hm²~7 hm² 设 3 个,8 hm²~12 hm² 设 4 个,13 hm² 以上设置不少于 5 个。

- c) 现场综合分析小班宜林宜播性。
- d) 内业整理播区调查卡片,求算小班面积,并对宜播地各小班详细地调查地形、地势、地类,统计播区宜播面积,参见附录 B(表 B.1 播区地类面积统计表)。

7.3 树(草)种设计

7.3.1 树种配置设计

树种配置设计应遵循以下方法:

- a) 树种配置方式分乔木纯播、乔木混播、乔灌混播、灌木纯播、灌木混播、灌草混播等六种类型。
- b) 为提高森林防火、保持水土和抵抗病虫害能力,提倡针阔混交、乔灌混交、灌木混交,采用全播区或带状混播等方式进行播种,培育混交林。
- c) 各地树(草)种设计可参照附录 C。引进树(草)种要试验成功后方可应用。

7.3.2 播种期设计

在保证种子落地发芽所需的水分、温度和幼苗当年生长达到木质化的条件下,以历年气象资料和以往飞播造林成效分析为基础,结合当年天气预报,确定最佳播种期。

7.4 播种量设计

播种量设计按以下方法进行:

- a) 以既要保证播后成苗、成林又要力求节省种子为原则。各地结合实际参照附录 D,依据式(1)确定;

$$S = \frac{N \times W}{E \times R \times (1 - A) \times G \times 1\,000} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- S——每公顷播种量,单位为克每公顷(g/hm²);
- N——每公顷计划出苗株数,单位为株每公顷(株/hm²);
- E——种子发芽率,%;
- R——种子纯度,%;
- A——种子损失率(鸟、鼠、蚁、兽危害率),%;
- G——飞播种子山场出苗率,%;
- W——种子千粒重,单位为克每 1 000 粒(g/千粒);

- b) 设计每架次载种量,计算播区种子需要量;
- c) 设计种子处理方式和方法。

7.5 地面处理设计

7.5.1 植被处理设计

植被处理设计应根据地表植被状况选择不同处理方式,并落实到小班:

- a) 对草本、灌木盖度偏大,可能影响飞播种子触土发芽和幼苗生长的小班,可进行植被处理设计;
- b) 对于水土流失严重和植被稀少小班,应提前封护育草(灌),使草(灌)植被有所恢复,以提高飞播成效;
- c) 植被处理设计落实到小班,并计算相应工程量。

7.5.2 简易整地设计

简易整地设计应根据立地条件选择不同的方式：

- a) 为提高土壤保水能力和增加种子触土机会,对地表死地被物厚或土壤板结的播区地块,根据当地社会、经济条件,可设计简易整地,并计算相应的工程量;
- b) 沙区流动、半流动沙地上实施飞播作业,可选择风蚀沙埋地段搭设沙障。结合播区条件,设计材料种类、沙障长度,并计算工程量和材料需要量等。

7.6 机型与机场的选择

机型与机场选择应遵循以下原则：

- a) 根据播区地形地势等地貌特点和机场条件,选择适宜的机型;
- b) 根据播区分布和种子、油料运输、生活供应等情况,就近选择机场;若播区附近无机场,经济合理的条件下可选建临时机场。

7.7 飞行作业方式设计

飞行作业方式设计包括以下内容：

- a) 根据播区的地形和净空条件、播区的长度和宽度、每架次播种带数和混交方式,设计飞行作业方式。飞行作业方式分为单程式、复程式、穿梭式、串联式以及重复式等;
- b) 根据设计的树(草)种、播种量及飞行作业方式,设计飞行作业架次组合。

7.8 飞行作业航向设计

按基本沿着相同海拔高度飞行作业的原则,结合播区地形条件,确定合理的飞行作业航向,图面量算播区的飞行方位角;一般航向应尽可能与播区主山梁平行,在沙区可与沙丘脊垂直,并应与作业季节的主风方向相一致,侧风角最大不能超过 30° ,尽量避开正东西向。

7.9 航高与播幅设计

根据设计树(草)种的特性(种子比重、种粒大小)、选用机型、播区地形条件确定合理的航高与播幅。为使飞播落种均匀,减少漏播,一般每条播幅的两侧要各有15%左右的重叠;地形复杂或风向多变地区,每条播幅两侧要有20%的重叠。

7.10 导航方法设计

根据播区具体情况和机组的技术条件设计采用卫星定位导航。

7.11 播区管护设计

依据播区社会经济情况、土地权属等,结合飞播造林的经营方向,提出播后5~7年内适宜的封育管护形式和措施。执行GB/T 15163和国家林业主管部门的有关规定。

7.12 投资预算

投资预算包括以下内容：

- a) 直接生产费:种子费(包括种子购置费、调运费和药物处理费等)、飞行费(包括试播费、飞行费、调机费等)、地面处理费(包括植被处理费、沙障设置费、简易整地费)、勘察设计费、飞播作业费(包括种子处理费、种子复检费、装种费、导航费、机场租赁费、地勤费、交通运输费、气象服务费、通讯联络设备费等)、播区管护费(封禁设施及维护费、管理员工资、育林措施费)、用地补助

费等；

- b) 管理费:技术培训费、监督管理费、成苗及成效调查费、检查验收建档费、办公费等；
- c) 补植、补播费及复播费等；
- d) 对资金来源作出具体说明。

7.13 设计成果

7.13.1 设计说明书

飞播造林设计说明书一般以市(地级)或建设单位为单位分播区合并编制,也可以县(市、区、旗)为单位编制,应简明扼要,方便生产。主要内容包括播区概况、飞播条件分析、播区边界范围与面积、宜播面积、树(草)种选择与配置、播种量与用种量、种子处理方法、播种期、播区地面处理、机型与机场、飞行作业方式与架次组合、导航方法、播区管护、投资预算、保障措施等。

7.13.2 设计图件

7.13.2.1 播区位置图

以地(市)或建设单位为单位,采用 1:1 000 000 或 1:500 000 比例尺地形图为地理底图编绘成图。编绘内容:机场位置、播区名称与位置、标示机场与播区距离等。

7.13.2.2 播区作业图

以播区为单位,采用 1:50 000 或 1:25 000 比例尺地形图为地理底图编绘成图。编绘内容:播区界线及端拐点坐标、接种(点)线(或航标线)、小班界线、地类符号以及飞行作业架次组合表等。

7.13.3 设计附件

包括播区现状表、飞行作业架次组合表、卫星定位导航各航带航标点经纬度坐标数据表、主要设备材料清单以及投资概算明细表等设计附表和有关附件。

8 飞播施工

8.1 播前准备

8.1.1 播区准备

8.1.1.1 播区标示

由建设单位根据播区作业图所标示的播区边界及端拐点地理坐标,于播前采取现地地形判读、导线测量或卫星定位导航等方法,现地准确落实播区边界四至,在各端拐点埋桩或沿边界制做标志牌进行播区标示。

8.1.1.2 播区地面处理

由建设单位根据设计要求,于播前落实完成播区植被处理、简易整地、沙障搭设等地面处理任务。

8.1.2 种子及物资准备

由建设单位根据设计按树种、数量、质量将种子准备到位,并采购准备好种子处理必需的物资材料,以及种子处理等工作所必需的工器具。

8.1.3 飞行协调

播前以地、市或建设单位为单位,协调、落实飞播作业机场与飞行作业单位,并就各方的责任、义务、利益等方面内容签订书面合同,保证机场正常开放和飞机按时进场。

8.1.4 试播

在飞播作业之前选择具有代表性的区域实施试行飞播作业,采集与飞播造林相关的各类数据,测试、分析、调节、修正相关参数,使其达到飞播造林设计要求。

8.1.5 播前准备工作验收

由林业主管部门对播前各项准备工作组织检查验收,设计文件为检查验收的主要依据。符合设计要求,验收通过,方可实施飞播作业。

8.2 飞播作业

8.2.1 指挥管理

飞播作业期间,强化组织管理,统筹安排机场、播区、飞行、通讯、气象、种子处理及装种、质量检查、安全保卫、生活后勤等各项工作,协调解决飞播作业过程中的有关问题。

8.2.2 天气测报

气象人员按时观测天气实况并与附近气象台(站)取得联系。对机场、航路及播区按飞行作业要求及时报告云高、云量、云状、能见度、风向、风速、天气发展趋势等有关因子。

8.2.3 通讯联络

建立统一的飞播指挥通讯系统,机场、播区应配备电台、电话、对讲机等通讯设备,保证地面与空中、地面与地面之间的通讯畅通,做到信息反馈及时准确,保证飞行安全和播种质量。

8.2.4 试航

飞行作业前,飞行单位应进行空中和地面视察,熟悉航路、播区范围、地形地物,检测通讯设备,并拟定作业方案。

8.2.5 种子处理及装种

按设计要求进行种子处理,经处理合格的种子方可装种上机,并应严格按每架次设计的树(草)种数量装种。

8.2.6 飞行作业

按设计要求压标作业,地形起伏高差较大时,可适当提高飞行高度,但必须保持航向,并根据风向、风速和地面落种情况及时调整侧风偏流、移位及播种器开关,确保落种准确、均匀。侧风风速大于 5 m/s 或能见度小于 5 km 时,应停止作业。

8.2.7 安全保卫

飞行作业和机场管理应按照飞行部门的有关规定及飞播作业操作细则制定飞播造林施工作业安全预案,确保人员、飞机和飞行安全。

8.2.8 播种质量检查

播种质量检查包括以下内容和步骤：

- a) 飞机播种作业的同时进行播种质量检查。按设计播区作业图图示接种线位置顺序进行，一般在接种线上从各播带中心起，向两侧等距设置 1 m×1 m 接种样方 2 个～4 个，逐样方统计落种粒数并量测实际播幅宽度；
- b) 使用卫星定位导航飞播作业时，播种质量检查采取地面接种与查看卫星定位导航仪记录的航迹相结合，综合评判飞行作业质量；
- c) 播种质量检查信息，特别是出现偏航、漏播、重播时应及时反馈，以便纠正或补救；
- d) 播种质量检查标准为：实际播幅不小于设计播幅的 70% 或不大于设计播幅的 130%；单位面积平均落种粒数不低于设计落种粒数的 50% 或不高于设计落种粒数的 150%；落种准确率和有种面积率大于 85%。

$$\text{落种准确率} = \frac{\text{飞机撒播种子在播区内的面积}}{\text{播区总面积}} \times 100\%$$

$$\text{有种面积率} = \frac{\text{飞机撒播落种子后播区内符合单位面积种子数量的面积}}{\text{播区总面积}} \times 100\%$$

8.2.9 监督管理

飞播作业应实施技术质量监督管理，对作业进度、作业质量、工程数量等方面做全过程的跟踪监督检查和技术质量认定。

8.3 播后管理

8.3.1 封育管护

8.3.1.1 播后，播区应严格封护。封育管护期限 5～7 年。

8.3.1.2 根据播区情况，应制订封育管护制度，落实管护机构和人员，签订管护合同，落实管护责任。

8.3.1.3 按设计要求建设封护设施。

8.3.2 补植补播

播区成苗调查达到成苗合格标准的播区，但难以达到成效标准时，应适时进行补植补播，直至达到成效标准。补植补播执行 GB/T 15776 有关规定。

8.3.3 复播

播区成苗调查结果不合格的播区，在认真分析论证的基础上，组织实施复播作业。

9 飞播造林成效调查

9.1 出苗观察

为了及时掌握播区种子发芽、出苗、幼苗成活及生长变化情况，预测成苗效果，进行出苗观察。一般播后种子发芽即进行观察，每季度观察不少于 1 次，连续观察至播区成苗调查时结束。

9.2 成苗调查

9.2.1 调查目的

掌握播后播区范围内幼苗密度及生长、分布情况，为补植、补播或复播等飞播造林技术措施的开展

提供依据。

9.2.2 调查时间

调查时间宜于飞播作业结束后 2~3 年进行。

9.2.3 调查内容

调查的主要内容:宜播面积内有效苗种类、数量;同时对苗高以及苗木生长、分布情况进行调查。

9.2.4 调查方法

按照成数抽样、线路调查。以播区或小播区群为总体,在播区宜播面积上按不同飞播树种、不同立地类型和不同地类,选择调查线路。按有苗面积成数估测精度要求达到 80%、可靠性为 95% ($t = 1.96$),计算样地数量。要按照调查线路和样地间距的计算结果进行设置样地,样地面积 2 m²。对样地进行实地调查和统计,并进行成苗等级评定。

表 1 飞播成苗效果评定标准

宜播面积平均每公顷有效苗株数/(株/hm ²)	有苗样地频度/%		评定结果
	旱寒区	其他区	
乔木≥1 000 灌木(灌草)≥1 666 乔灌混交综合参数≥1	≥20	≥25	合格
乔木<1 000 灌木(灌草)<1 666 乔灌混交综合参数<1	<20	<25	不合格

9.2.5 成苗评定

成苗合格分类,以播区或小播区群为评定单位,按宜播面积平均每公顷有效苗株数与有苗样地频度 2 个指标划分标准见表 1。

每公顷株数与有苗样地频度 2 个指标同时达到规定的标准时视为合格。

9.2.6 成苗调查成果

飞播造林成苗调查应提供成苗调查报告,分析统计结果,以播区为单位评定成苗等级,参见附录 B (表 B.2 成苗调查统计表),计算成苗面积;结合出苗观察,阶段性评价飞播造林效果,提出下一步工作建议。

9.3 成效调查

9.3.1 调查时间

飞播后 5~7 年,对播区进行成效调查。对实施复播的播区,成效调查时间可以顺延,但时限不超过 8 年。

9.3.2 调查内容

调查的主要内容:成效面积以及平均每公顷株数、苗高和地径、苗木生长及分布情况等。

9.3.3 调查方法

成效调查方法包括成数抽样调查法和成效面积调绘法,调查时可根据实际情况选择使用:

- a) 成数抽样调查法。方法同 9.2.4,样地宜使用圆形样地,样地面积 10 m^2 ;
- b) 成效面积调绘法(小班调查法)。以成效面积为主要调查因子,利用播区作业图、 $1:10\,000$ 比例尺地形图或航片、高分辨率遥感影像进行现地小班调绘和样地调查。当郁闭度(灌木覆盖度)达到小班合格标准(9.3.4.2)时,用郁闭度(覆盖度)评价小班,否则采用 10 m^2 样圆调查有效苗株数。按照机械抽样原则均匀布设 10 m^2 (半径 1.79 m) 样圆。在区划的宜播面积小班内,按下列标准布设:小班面积 $<5\text{ hm}^2$,不少于 6 个;小班面积 $6\text{ hm}^2\sim 10\text{ hm}^2$,不少于 8 个;小班面积 $16\text{ hm}^2\sim 20\text{ hm}^2$,不少于 10 个;小班面积 $>20\text{ hm}^2$,不少于 15 个。

9.3.4 成效评定标准

9.3.4.1 样圆合格标准

样圆合格标准根据播区类别分别进行评价:

- a) 旱寒区: 10 m^2 样圆内有 1 株以上(含 1 株)乔木有效苗,或 1 丛以上(含 1 丛)灌木有效苗;
- b) 其他区域: 10 m^2 样圆内有 1 株以上(含 1 株)乔木有效苗,或 3 丛以上(含 3 丛)灌木有效苗。

9.3.4.2 小班合格标准

执行 GB/T 15776 造林成效评价中的有效小班为合格小班。

9.3.4.3 成效综合评定

以播区或小播区群为评定单位,按照成效面积占宜播面积比例评定飞播成效。成效面积 $\geq 20\%$,成效评定为合格,否则为不合格。

9.3.5 成效调查成果

飞播造林成效调查应提供成效调查报告,以播区为单位综合评定,飞播造林成效调查统计参见表 B (表 B.3 成效调查统计表)。对飞播造林各环节的工作做出评价,总结经验、教训,提出建议。

10 档案管理

10.1 以播区为单位建立技术管理档案。

10.2 档案内容包括林业生态工程规划、调查设计、地面处理、补植补播、飞播生产组织、出苗观察原始记录、成苗调查原始记录和调查报告、成效调查原始记录和调查报告以及相关的科研、调研资料等。同时及时对播区所有的生产活动及效益、经验、教训等进行连续性记载。

10.3 档案管理由县级林业主管部门统一领导,专人负责。

附 录 A

(资料性附录)

飞播造林主要飞机机型技术参数

飞播造林主要飞机机型技术参数见表 A.1。

表 A.1 飞播造林主要飞机机型技术参数

技术参数		运五(运五 B)型 飞机	运-12 型飞机	贝尔 206A 型直升 飞机	小松鼠 AS350 直升 飞机
播区 10 km 允许高差/m		300	500	1 000	1 000
作业航高/m		80~120	80~150	80~100	80~100
播区净空 条件	两端/m	3 000	7 000	3 000	3 000
	两侧/m	2 000	2 500	1 000	1 000
距机场经济距离/km		120	200	50	50
航路速度/(km/h)		160~180	180~220	160~200	160~200
作业速度/(km/h)		150~160	160~180	120~160	120~160
标准转弯半径/m		750	1 830		
标转时间		1 min 40 s	2 min 30 s		
载重量/kg		700~800	1 100~1 700	200~300	300~400
关箱长度/m		500	800	130	130
起飞滑跑距离/m		150~180	234		
着陆滑跑距离/m		150	219		

附录 B
(资料性附录)
飞播造林播区调查统计表

播区地类面积统计表见表 B.1。
成苗调查统计表见表 B.2。
成效调查统计表见表 B.3。

表 B.1 播区地类面积统计表 单位为公顷

县 (市) 名	播区 名称	播区 面积	宜 播 面 积						非宜播面积				
			合计	造林面积					合计	非林业用地	林业用地		
				小计	宜林荒山荒地	宜林沙荒地	其他宜林地	疏林地			小计	有林地	其他

表 B.2 成苗调查统计表

县 (市) 名	播区 名称	播区 面积 hm ²	播区 宜播 面积 hm ²	调查 样地 数个	有效 样地 数个	有效 样地 平均 株数 株	平均 每公 顷株 数株	有苗 样地 数个	有苗 样地 平均 株数 株	有苗 样地 频度 %	成苗 面积 hm ²	成苗 评定

表 B.3 成效调查统计表 单位为公顷

县 (市) 名	播区 名称	播区 面积	播区宜播面积	播区成效面积				天然苗木面积				成效等级 评定
				总 计	占宜播面积比例 %	树 种 及 面 积		合 计	占宜播面积比例 %	树 种 及 面 积		
						(树 种)	...			(树 种)	...	

附录 C

(资料性附录)

主要飞播造林树(草)种适播地区

主要飞播造林树(草)种适播地区见表 C.1。

表 C.1 主要飞播造林树(草)种适播地区

树(草)种	生物学特性	适播地区
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	常绿乔木, 强阳性, 深根性, 适应性强, 耐瘠薄, 喜酸性土壤, 忌水湿, 不耐盐碱	适播于淮河, 伏牛山, 秦岭以南至广东、广西的南部; 东至东南沿海, 西达贵州中部及四川大相岭以东。适播海拔: 东部 600 m~800 m 以下, 安徽、江苏、福建等省垂直适播上界与黄山松相接, 皖西大别山适生范围 600 m 以下, 皖南 700 m 以下, 浙江天目山 800 m 以下, 福建戴云山 1 200 m 以下
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>	常绿乔木, 是云贵高原主要树种, 生长迅速, 适应性强, 耐干旱瘠薄, 天然更新容易, 能飞籽成林	适播区域, 东至贵州西部毕节、水城及广西西部百色地区; 北至四川西部; 西至西藏察隅; 南抵滇文山、元江。适播海拔: 滇南 1 300 m 以上, 滇西北 1 800 m~2 500 m, 四川 1 000 m~2 500 m, 贵州 1 000 m~2 000 m, 广西 600 m~2 000 m
思茅松 <i>Pinus khasya</i>	常绿乔木, 属热带松类, 速生、喜光。常生于山地红壤, 种子易飞散, 天然更新能力强	原分布云南省亚热带地区, 适生海拔 700 m~1 000 m。成功引进到四川、广东、海南等省, 海拔 400 m 左右, 干热河谷到 1 500 m。四川西昌混播思茅松已成林
华山松 <i>Pinus armandi</i>	常绿乔木, 适宜温凉湿气候, 幼苗耐庇荫。山地、褐土、山地黄棕壤、森林棕壤、红棕壤及草甸土均能生长	分布较广, 晋南适用海拔 1 000 m~1 500 m, 陇东与陕西的关山、宁夏六盘山为 1 000 m~2 000 m, 陕南秦岭、巴山、皖西伏牛山为 1 000 m~2 500 m, 鄂西、川东为 1 000 m~1 500 m, 川北、川西为 1 600 m~2 500 m, 云南中、北、西北为 1 400 m~2 800 m
高山松 <i>Pinus densata</i>	常绿乔木, 喜光耐干旱树种, 多适生于阳坡、半阳坡和半阴坡, 对土壤要求不严, 能耐干燥瘠薄, 抗寒力较强, 能耐-28℃的低温	分布于西部至西南高山地带, 北达青海南部, 经四川西部至西藏东部、云南西北部高山地带。适播海拔 2 000 m~3 800 m。是四川高海拔地区飞播的主要树种
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	常绿乔木, 抗寒能力强, 可耐-25℃低温; 喜光耐旱, 耐瘠薄; 适生于森林棕壤, 淋溶褐土, 根系发达, 在山顶陡崖、裸露岩石、沙砾岩层均可生长	适播区很广, 北至内蒙古阴山, 西至宁夏贺兰山、青海祁连山、大通河; 南至川甘接壤地区向东达陕西秦岭、黄龙山、河南伏牛山、山西太行山、河北燕山、山东沂蒙山; 东北至辽宁西部。适播海拔, 华北地区 1 000 m~1 500 m, 辽宁西部 500 m 以下, 近几年扩大到川东、鄂西、陕南海拔 800 m~1 600 m, 生长良好
侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	常绿乔木, 喜光, 幼树喜庇荫。对土壤要求不严, 在向阳干燥瘠薄山坡、石缝都能生长	分布很广, 黄、淮河分布集中, 吉林分布在海拔 250 m 以下, 山东、山西在 1 000 m~1 200 m, 河南、陕西可见于 1 500 m, 云南可见于 2 600 m。近年陕西省宜川县和其他省区, 多与其他树种进行混播, 初步获得成效

表 C.1 (续)

树(草)种	生物学特性	适播地区
黄山松 <i>Pinus taiwanensis</i>	常绿乔木,喜光树种,喜生凉润气候和相对湿度大的中山区,在土层深厚、排水良好的酸性土壤上生长良好	分布在浙江天目山,海拔 700 m~1 200 m;福建戴云山、武夷山 1 000 m 以上;安徽大别山 600 m~1 700 m;江西、湖北东部、湖南东部等海拔 600 m~1 800 m 山地
台湾相思 <i>Acacia confusa</i>	常绿乔木,比较耐干旱瘠薄,更耐高温。生长快,适应性强	原产我国台湾省。现已引种到广东、广西、福建和江西等亚热带地区,北到福建省福州和宁德。北纬 26 度仍可生长,海南岛可栽植在海拔 800 m 以上。20 世纪 60 年代广东、广西、江西等省(区)与马尾松混播获得成功
木荷 <i>Schima superba</i>	常绿乔木,适应在夏间多梅雨、夏季炎热多雨和冬季温暖的气候。对土壤的适应性强,凡酸性土壤均可生长	在我国南方分布很广,包括江苏苏州地区和安徽南部海拔 400 m 以下。福建、江西、浙江、湖南、湖北、四川、云南、贵州、广东、广西等省(区),一般分布海拔 200 m~1 200 m。两广、江西等省区与马尾松混播获得成功
臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>	落叶乔木,喜光,不耐阴。适应性强,除黏土外,各种土壤和中性、酸性及钙质土都能生长。生长快,根系深,萌芽力强。生长迅速,可以在 25 年内达到 15 m 的高度	分布于中国北部、东部及西南部,东南至台湾省。中国除黑龙江、吉林、新疆、青海、宁夏、甘肃和海南外,各地均有分布。垂直分布在海拔 100 m~2 000 m 范围内。是中国北部地区黄土丘陵、石质山区主要造林先锋树种
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	落叶小乔木,高 2 m~10 m,喜光,对气候及土壤的适应性很强。是中国主要经济树种,可供制药和作工业染料的原料。其皮部、种子还可榨油	适应除东北北部的其他地区,在长江以南较适宜生长,海拔上限 2 800 m
栾树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	落叶乔木或灌木,喜光、耐寒、耐干旱、耐瘠薄、耐盐渍及短期水涝,对环境的适应性强。喜欢生长于石灰质土壤中,深根性,萌蘖力强,有较强抗烟尘能力和抗风能力,可抗-25℃低温,对粉尘、二氧化硫和臭氧均有较强的抗性	中国北部及中部大部分省区,世界各地有栽培。东北自辽宁起经中部至西南部的云南,以华中、华东较为常见,在中原地区尤其是许昌鄢陵多有栽植。多分布在海拔 1 500 m 以下的低山及平原,最高可达海拔 2 600 m
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	落叶乔木,高 10 m~25 m。有一定的抗旱、抗烟尘、耐盐碱作用。生长迅速,木材坚硬,适生范围广,是改良土壤、水土保持、防护林、“四旁”绿化的优良多功能树种	原产美国,现中国各地广泛栽植。在黄河流域、淮河流域多集中连片栽植,生长旺盛。垂直分布在 400 m~1 200 m 之间。可作为水土保持树种、荒山造林先锋树种
漆树 <i>Rhus vernici flua</i>	落叶乔木,喜光,幼苗能耐一定的庇荫,喜生背风向阳、光照充足湿润的环境,适应性强,耐低温。疏松肥沃、排水良好、沙质土壤生长良好	在我国分布较广,包括陕西、川东、鄂西和贵州毕节、遵义、云南昭通等地。垂直分布多见于海拔 600 m~1 500 m。近几年,鄂西、陕南和川东与华山松、油松等混播获得成功

表 C.1 (续)

树(草)种	生物学特性	适播地区
柏木 <i>Cupressus funebris</i>	常绿乔木,为喜光树种,对土壤适应性广,中性酸性及钙土均能生长,喜温暖湿润气候,耐寒性较强,耐干旱瘠薄	分布地区较广,浙江、安徽、福建、江西、湖南、湖北、四川、贵等省区及云南中部、广东北部、甘肃南部、陕西南部地区皆有分布。垂直分布自东向西随地形变化而升高,浙江海拔 400 m 以上,四川康定以东海拔 1 600 m 以下,陕西秦岭南坡海拔 1 000 m 以下,贵州海拔 300 m~1 400 m,云南中部海拔 1 500 m~2 000 m
枫香 <i>Liquidambar formaonsana</i>	落叶乔木,高达 30 m,喜阳光,耐火烧,萌生力极强	产于我国秦岭及淮河以南各省,北起河南、山东,东至台湾,西至四川及西藏,南到广东、海南。近年江西飞播已获成功
旱冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i>	落叶乔木,喜光树种,对土壤要求不严,生长快,抗寒能力强,极端最低气温-13.5℃,喜疏松、湿润、肥沃土壤	分布于云南各地及四川西南部、贵州西南部和广西西部等地。在云南垂直分布在 1 000 m~2 700 m,以 1 400 m~2 400 m 分布较多
桤木 <i>Alnus cremastogyne</i>	落叶乔木,喜光,喜温湿,耐水。在土壤和空气湿度大的环境生长良好	主要分布于四川盆地。西至康定,东达贵州高原北部,南及云南东北部,北界达秦岭。垂直分布常见于海拔 1 200 m 以下的丘陵地和平原区,有时亦有可分布到 1 800 m 左右的中山区
乌桕 <i>Sapium sebiferum</i>	落叶乔木,喜光树种,对土壤适应性及土壤酸碱度适应性较强,耐水湿	为亚热带树种。广泛分布在西南、华中、华东、华南地区,同时在西北地区的陕西和甘肃也有分布。主要栽培区为长江流域及其以南各省。长江流域的浙江、湖南、安徽等省在海拔 600 m~800 m,在云南澄江地区可达垂直分布在 1 850 m
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	喜光树种。适生于光照充足的环境。主根发达,萌芽力和抗风力强。对土壤要求不严,耐干旱瘠薄	分布很广,北自河北、山东,南至广东、广西,东到台湾,西南到四川、云南,都有野生和栽培。垂直分布,河北海拔 600 m 以下,河南 800 m 以下,湖南、湖北 1 000 m 以下,贵州可达 1 500 m,云南可分布到 2 700 m
紫穗槐 <i>Amorpha fruticosa</i>	落叶丛生灌木,喜光树种,生长快,繁殖力强,适应性广,耐水湿,耐干旱瘠薄、耐盐碱,对土壤要求不严,可作为混交的伴生树种	主要分布在东北中部以南及华北、西北,各省(区)同时在长江流海拔 1 000 m 以下的平原、丘陵、山地多有栽培,广西及云贵高原也在试验引种
沙拐枣 <i>Calligonum arborescens</i>	旱生喜光灌木,抗干旱、高温、风蚀、沙埋、盐碱,根系发达、易于繁殖、生长迅速	主要分于准格尔盆地、柴达木盆地四周、河西走廊、阿拉善高原、鄂尔多等地的沙漠戈壁。垂直分布一般在海拔 150 m~1 700 m 之间。广泛应用于飞播治沙造林
白沙蒿 <i>Artemisia sphaerocephala</i>	落叶半灌木,耐旱、耐瘠薄、抗风蚀、喜沙埋、生长迅速,固沙作用强。属固沙先锋植物	广泛分布于半荒漠的流动沙地上,最东可达陕西北部。是北方流动沙区飞播的主要植物种之一
黑沙蒿 <i>Artemisia ordosica</i>	落叶半灌木,耐旱、耐瘠薄、抗风蚀、喜沙埋、生长迅速,固沙作用强。属固沙先锋植物	广泛分布于半荒漠的流动沙地上,是北方流动沙区飞播的主要植物种之一

表 C.1 (续)

树(草)种	生物学特性	适播地区
锦鸡儿 (小叶锦鸡儿、 中间锦鸡儿、 柠条锦鸡儿) <i>Caragana</i> spp.	落叶灌木,喜光耐寒,且耐高温。在-32℃~55℃地温都能生长,并耐干燥瘠薄,在黄土丘陵、半固定沙地生长良好	在吉林、辽宁、山东、山西、内蒙古、陕西、甘肃等省(区)均有分布。多分布在海拔1 000 m~2 000 m之间的沙漠、黄土高原。近几年来,飞播试验初步获得成功
花棒 <i>Hedysarum scoparium</i>	落叶灌木,喜光耐寒,耐沙埋能力强,抗热性强、能耐40℃~52.5℃高温,幼龄阶段生长快,当年高生长36 cm~68 cm	自然分布在甘肃、宁夏、内蒙古和新疆的沙漠地区。陕西榆林和内蒙古伊盟等地,进行飞播试验均获得良好效果。为飞播固沙造林的优良树种之一
踏郎 <i>Hedysarum mongolicum</i>	多年生落叶灌木,株高1 m~2 m,是优良固沙树种,能耐风蚀、沙埋,萌蘖繁殖力强,随着树木年龄的增加,萌蘖丛幅不断扩大,根上生有根瘤菌,能改良土壤	自然分布主要在内蒙古、甘肃、宁夏、陕西等省(区),陕西省榆林、内蒙古鄂尔多斯等在沙区进行了飞播试验,效果良好。是北方沙区用于飞播的优良固沙树种
沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	落叶灌木或小乔木,喜光,也能生长于疏林下,对气候土壤适应性很强。抗严寒、风沙,耐干旱和高温,耐水湿和盐碱,不耐过于粘重的土壤	主要分布在华北、西北及西南地区,垂直分布在海拔1 000 m~4 000 m之间。当前已广泛用作荒山和保土固沙造林,也是华北、西北飞播造林和混播的主要灌木之一
荆条 <i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i>	多年生落叶灌木,株高1 m~3 m,耐于旱、瘠薄,是北方阳坡的主要灌木树种	分布河北、山西、河南、陕西等省垂直分布海拔1 200 m以下,是北方石质山区飞播造林的混播树种之一
坡柳(车桑子) <i>Dodonaea viscosa</i>	灌木,耐旱,喜光,在荒坡、荒沙成片起生,为干热河谷固沙保土树种	分布于福建南部、广东、广西、海南、四川、云南,适宜在干热河谷地区海拔1 900 m以下飞播
沙打旺 <i>Astragalus adsurgens</i>	多年生草本植物,寿命5~8年,丛生。单个植株可分蘖30株~70株,高1 m~2 m,是钙质土指示植物,耐寒、耐旱、耐盐碱、耐瘠薄,竞争力强,对其他植物有抑制作用	天然分布较广,东北、内蒙古、宁夏、甘肃、陕西、山西、江苏、江西、云南都有分布。一般生长于海拔700 m~3 150 m的山坡、河滩、沙漠、黄土高原等不同环境。陕西省从1976年开始飞播试验,2~3年可以形成草地
草木樨 <i>Melilotus officinalis</i>	为二年生豆科牧草,具有耐寒、耐旱、耐盐碱、耐瘠薄等特点	分布较广,在东北、西北、内蒙古等省(区)的黄土丘陵及沙地都有生长。西北各省、内蒙古等地开展了治沙和水土保持试验,成效显著

附 录 D
(资料性附录)
主要飞播造林树(草)种可行播种量

主要飞播造林树(草)种可行播种量见表 D.1。

表 D.1 主要飞播造林树(草)种可行播种量 单位为克每公顷

树(草)种	飞播造林地区类型			
	荒山	偏远荒山	能萌生阔叶树地区	黄土丘陵区、沙区
马尾松	2 250~2 625	1 500~2 250	1 125~1 500	
云南松	3 000~3 750	1 500~2 250	1 500	
思茅松	2 250~3 000	1 500~2 250	1 500	
华山松	30 000~37 500	22 500~30 000	15 000~22 500	
油松	5 250~7 500	4 500~5 250	3 750~4 500	
黄山松	4 500~5 250	3 750~4 500		
侧柏	1 500~2 250(混)	1 500~2 250(混)	3 750~4 500(混)	
柏木	1 500~2 250(混)	1 500~2 250(混)	3 750~4 500(混)	
台湾相思	1 500~2 250(混)			
木荷	750~1 500(混)			
漆树	3 750	3 750~7 500		
盐肤木	1 500~2 250(混)	1 500~2 250(混)	2 250~3 750(混)	
臭椿	1 500~2 250(混)	1 500~2 250(混)	1 500~2 250(混)	
刺槐	1 500~2 250(混)	2 250~3 750(混)	3 750~4 500(混)	
白榆	1 500~2 250(混)	1 500~2 250(混)	1 500~2 250(混)	
锦鸡儿				7 500~9 000
沙棘				7 500~9 000
踏郎				3 750~7 500
花棒				3 750~7 500
沙拐枣				1 500~3 700
白沙蒿				750~1 000
黑沙蒿				750~1 000
草木樨				750~1 000
沙打旺				1 000~1 750