



咨询通告

中国民用航空局机场司

编号：AC-140-CA-2024-02

下发日期：2024 年 5 月 7 日

运输机场飞行区土面区 植被建植指南

编制说明

为规范民用机场飞行区草地建植及管养，中国民用航空总局曾于 2004 年 3 月 2 日发布行业标准《机场飞行区草地建植技术要求》（MH/T 5102—2004），对规范机场飞行区草地建植工作起了重要作用。随着航空运行规模的快速增长，以及机场运行安全管理工作的不断进步，相关要求已不适应当前机场飞行区土面区固土绿化、鸟击防范、安全风险管理等方面的实际工作需要。为进一步规范和指导运输机场飞行区土面区植被建植和维护管理工作，在考虑植被固土绿化功能的同时，构建鸟类活动吸引力低的土面区环境，降低机场鸟击风险，提升机场运行安全管理水平，由中国民用航空局机场司组织制定本指南。

本指南共八章，包括依据和目的、适用范围、术语和定义、一般要求、植物种类选择、建植方法、植被建植及维护管理、附则等内容。

主编单位：中国民航科学技术研究院

参编单位：杭州萧山国际机场有限公司

西部机场集团有限公司

四川省机场集团有限公司成都天府国际机场分公司

深圳市机场（集团）有限公司

北京首都国际机场股份有限公司

首都机场集团有限公司北京大兴国际机场

兰州中川国际机场有限公司

广西机场管理集团有限责任公司

海口美兰国际机场有限责任公司

昆明长水国际机场有限责任公司

新疆机场（集团）有限责任公司

甘肃省民航机场集团有限公司陇南机场公司

主 编：张 洁 张 珣

参编人员：李 青 孙天雨 赵小英 程寿杰 隋国辉

吉 鑫 关洪波 王 璐 第伍军 李 东

栗 滢 张 峰 焦 凌 戴 薇 李彦瑛

朱玉怀 蔡志平 林英英 吴克凡 嵇 远

张天雁 卢贤锋 麻建军

主 审：朱文欣

参审人员：张严峰 梁满杰 赵家麟 万 健 曹 飞

李文凯 康 旭

目 录

1 依据和目的	1
2 适用范围	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	3
5 植物种类选择	4
6 建植方法	5
7 植被建植及维护管理	6
8 附 则	8
附录A 试验地设置和评估方法	9
附录 B 飞行区适宜建植植物种类信息简表	12
附录 C 飞行区适宜建植植物信息和实践案例	13
第一类：草坪植物	13
一、禾本科狗牙根属 (<i>Cynodon</i>)	14
二、禾本科结缕草属 (<i>Zoysia</i>)	25
三、禾本科野牛草属 (<i>Buchloe</i>)	28
第二类：地被植物	35
一、菊科蟛蜞菊属 (<i>Sphagneticola</i>)	36
二、豆科百脉根属 (<i>Lotus</i>)	43
三、唇形科薰衣草属 (<i>Lavandula</i>)	47
四、卫矛科扶芳藤属 (<i>Euonymus</i>)	53

1 依据和目的

1.1 为指导运输机场飞行区土面区植被建植工作，降低机场飞行区土面区环境对鸟类活动的吸引，依据《运输机场运行安全管理规定》《民用机场飞行区技术标准》《运输机场鸟击及动物侵入防范管理办法》《运输机场飞行区场地管理办法》《运输机场安全管理体系（SMS）建设指南》，参考国际民航组织《空中航行服务程序—机场》（Doc9981）以及《机场勤务手册第3部分——野生动物危害管理》（Doc9137）的有关条款，制定本指南。

2 适用范围

2.1 本指南适用于运输机场（以下简称机场）飞行区土面区的植物种类选择和植被建植、维护管理。通用机场可以参照本指南执行。

3 术语和定义

3.1 植被建植

建造和种植植被的过程，包括植物种类选择、种植与前期养护管理等主要环节。

3.2 种子直播

用植物种子直接播种建植植被的方法。

3.3 播种量

单位面积内播入种子的数量或重量。

3.4 暖季型草坪草

最适生长温度为 25~35℃ 的草坪草。

3.5 冷季型草坪草

最适生长温度为 15~25℃ 的草坪草。

3.6 营养繁殖

利用营养器官繁殖形成植物新植株的方式。

3.7 植物高度

在自然状态下，植物顶端至地表面的垂直距离。

3.8 盖度

目标植物覆盖地面的面积与建植总面积的百分比。

3.9 绿色期

植物全年维持绿色外观的时间。

3.10 虫口密度

单位面积的虫口数量，通常为调查区域内目标虫数与调查面积的比值。

3.11 杂草（非目标种）率

一定面积内杂草（非目标草）株数（或覆盖面积）占全部植株数（或总面积）的比率。

3.12 草坪密度

单位面积上草坪植物个体或枝条的数量。

3.13 草坪均一性

草坪在色泽、形态、长势等方面的均匀程度。

3.14 草坪质地

草坪草叶的宽窄与触感的量度，一般多指草坪植物叶片的宽度。

3.15 草坪渗透性

草坪土壤渗透水分的性能。

4 一般要求

4.1 机场管理机构应当结合机场所在地鸟情、虫情、土壤情况等，开展飞行区土面区植被建植工作，并将相关工作内容纳入机场鸟击及动物侵入防范方案中环境治理部分。

4.2 机场管理机构应当将本场实际环境与本指南提出的适种条件、实践经验相对照，视情选择直接开展大面积植被建植，或者先进行小面积试验，评估植被种类、建植措施等的可行性、实际效果和相关风险之后，再开展大面积植被建植。试验地设置和评估方法详见附录 A。

4.3 新（迁）建机场建设项目法人应当在项目前期阶段，对场址所在区域的土壤、气候等条件和适宜建植植被进行调查分析，并在项目征地后开展试验评估。试验评估可结合新（迁）建工程的生态环境调研同步开展，以确定植物种类和制定建植方案。

4.4 改（扩）建机场的机场管理机构应当根据现有飞行区土面区植被状况或植被建植试验评估结果，确定植物种类和制定建

植方案，并结合项目建设同步开展飞行区土面区植被建植工作。

4.5 机场管理机构应当结合本场鸟情信息、鸟击情况等，以及建植技术发展情况，定期评估植被建植效果、建植及维护管理相关风险和隐患，及时改进建植和维护管理措施。

4.6 军民合用机场的机场管理机构应当依据《空军民航军民合用机场运行保障暂行规定》的相关要求，按照“力量共用、信息共享”的原则，与军方场站研究制定飞行区植被建植方案，共同开展植被建植工作。

4.7 进入飞行区进行植被建植、维护管理的相关作业人员应当严格执行飞行区相关管理制度。

5 植物种类选择

5.1 机场管理机构选择在飞行区内建植的植物种类时，应当考虑以下因素：

5.1.1 可行性。根据机场所在地的气候、土壤等自然环境条件，选择适宜本地生长并能形成优势的植物种类。尽量选择适应能力强、抗逆性强、具有优良再生性的植物种类，且应当耐碾压和踩踏。

5.1.2 安全性。所选植物种类应当为虫害少、结籽（果）少、高度低矮、盖度高的种类，避免给鸟类提供食物、筑巢地和栖息地，并且生长牢固，避免形成外来物。

5.1.3 经济性。所选植物种类应当抗病虫害能力强、生长竞争力强，易于控制草高，建植和维护管理费用低。

5.2 机场管理机构可以参考飞行区适宜建植植物种类信息简表（附录 B）、飞行区适宜建植植物信息和实践案例（附录 C）开展建植工作。

6 建植方法

6.1 机场管理机构应当根据土面区环境和建植植物特点等因素，择优选择种子直播、营养繁殖或原有植被改良等方法进行植被建植。

6.2 机场管理机构选用种子直播方法进行植被建植时，一般要求如下：

6.2.1 播种期应当根据植物种类，结合当地气候等因素确定，做到适时播种。暖季型草坪草的适宜播种期一般为春末夏初，冷季型草坪草的适宜播种期一般为春季或夏末秋初。

6.2.2 播种量根据所选植物种类而定，主要取决于种子的纯度、活力、组合配方和土壤状况，以及试验地评估结果（如有）等综合确定。

6.2.3 播种方式可采用人工撒播或机械播种的方式进行。

6.3 机场管理机构可采用铺植草皮、塞植、蔓植、匍匐枝植、扦插等营养繁殖方法进行飞行区植被建植。在机坪周围等作业时间有限的区域，可采用铺植草皮的方法进行快速建植。

6.4 机场管理机构可采用化学除草、人工拔草、人工刈割、补种和移栽等方法对机场飞行区原有植被进行改良，形成以目标植物为优势的植被。

7 植被建植及维护管理

7.1 机场管理机构应当结合本场实际情况和试验地评估结果(如有),选择适宜的植物种类和建植方法,开展飞行区植被建植工作,一般程序和要求如下:

7.1.1 建植前,应当按照安全管理体系相关要求开展变更管理工作,评估植被建植过程中以及建植后可能存在的风险,并采取措施将风险控制在可接受范围内。

7.1.2 土壤准备期,应当结合翻耕、耙地、平地、施用药剂等土壤处理措施清除杂物,消灭残存在土壤中的种子、杂草等繁殖体和土壤动物。可根据土质情况和所选植物种类,采用微生物菌剂、土壤改良剂等处理方法进行土壤改良,以提高建植成功率。

7.1.3 新建管理期,应当根据植物种类、降水量及频次、气温等因素适当进行洒水保活,并根据植物种类和建植方法,对新建植被进行覆土和适当碾压,起到固定、促生等作用。对于土壤准备期不易除尽的杂草,应当尽可能在新建管理期人工拔除。

7.1.4 建植养护期,应当定期巡视检查,观察记录植物高度、盖度、绿色期,以及建植区域的虫口密度、杂草(非目标种)率、积水情况等内容。当发现建植植物大面积枯萎、死亡,虫口密度、杂草(非目标种)率较高,土面区大面积积水等问题时,应当及时处置,并跟踪处置效果,改进建植工作。

7.2 飞行区土面区植被维护管理工作应当纳入机场日常安全

管理工作中，可结合风险管理、隐患排查、安全绩效、安全检查、法定自查等工作，形成管控清单，制定管控措施，实现闭环管理。

7.3 机场管理机构应当根据植物的实际生长情况及特点开展割草工作。

7.3.1 可通过刈割或施用植物生长调节剂等手段保持植被高度处于较低状态，减少吸引鸟类的草籽，防控鸟类觅食、筑巢和掩蔽活动，不得遮挡助航灯光和标记牌。

7.3.2 割草作业应当在不影响飞行活动的情况下进行，并从灭虫时机、药剂配比、施用方式等方面配合优化灭虫作业。割草作业的先后次序应当能够避免因割草导致跑道区域对鸟类、蝙蝠的吸引力相对升高。

7.3.3 跑道、滑行道的道肩和机坪外 15 米范围内不得存放割下的植物。临时堆放的植物应当尽快清理出飞行区，以防滋生昆虫及土壤动物，污染道面。清运割下的植物时应当避免遗撒种子、茎叶、昆虫等引鸟因素及外来物。对于临时堆放植物的区域应当加强鸟情、虫情监测，视情加强防控措施。

7.4 机场管理机构应当定期观察记录植物病虫害发生情况，结合鸟情生态环境调研结果，有针对性地选择合适的防治方法。常用方法和要求如下：

7.4.1 采用杀虫剂、杀菌剂等化学药剂进行昆虫和土壤动物灭杀及病害防治。采用化学药剂时应当采用正确的施用方法，确

保充分发挥效用，并减少对环境的污染。

7.4.2 可配合采用灯光诱杀、性诱剂等物理措施或生物农药辅助病虫害管理。

7.4.3 可利用混合播种、合理刈割等管理措施防治病虫害。

7.5 机场管理机构应当定期观察记录杂草生长情况，结合鸟情生态环境调研结果，开展有针对性的防治。一般要求如下：

7.5.1 依据杂草种类、发生季节、危害程度等选用人工拔除、机械防除、化学防治、生物防治、综合防治等适合本场的杂草防治方法。

7.5.2 使用化学除草剂时应当严格按照使用方法，选择合适的施用剂量，并严格控制使用范围，严禁污染环境。除草剂的使用不应对目标种植物造成危害。

7.6 在开展土面区平整碾压时，机场管理机构应当在保证土质密实度符合相关要求的同时，观察植被建植情况，采取适宜的平整碾压方式。

7.7 在割草、灭虫、除草、碾压等作业结束时，机场管理机构应当及时监测作业区域的昆虫及土壤动物、植被等引鸟因素变化，必要时及时加强驱除等其他防范措施。

8 附 则

8.1 本指南由中国民用航空局机场司负责解释。

8.2 本指南自 2024 年 5 月 7 日起施行。

附录 A 试验地设置和评估方法

机场管理机构在进行小面积试验评估时应当明确试验周期、试验地设置、植物观测和评估、试验地建植植物的管理等内容。

1. 试验周期

根据植物种类，建议试验周期可为 1~3 个年生长周期。

2. 试验地设置

(1) 试验地位置选择

试验地位置应当避开升降带及跑道端安全区，且种植、观测操作不影响航空器运行。宜选择地面光照遮挡相对较少，且近 5 年之内不会有施工建设的飞行区围场路附近区域或飞行区外类似环境条件的区域作为试验地。

(2) 试验地面积

试验地面积可根据植物种类、建植方法、试验小区设置等相关因素，并结合机场实际环境综合确定。

(3) 试验小区划分

为验证结果的可靠性，应当在试验地中划分至少 3 个试验小区，开展重复试验。试验小区应当相互隔开，每个小区面积 15~30 平方米，可根据植物种类和试验地具体情况适当调整。

3. 植物观测和评估

机场管理机构可以通过观察出苗和成苗情况、植株高度和生长速度、盖度、绿色期、虫口密度、杂草（非目标种）率等评估

建植植物的可行性、安全性、经济性等方面。

(1) 出苗和成苗情况

在每个小区内采用固定样方观测记录植物不同时期的出苗和成苗率。

(2) 植株高度和生长速度

采用定株观测方式在每个试验小区中随机选取 10~20 株，标注编号，采用直尺或卷尺在不同生长时期测量植物高度，通过记录自然株高，可计算生长速度。

(3) 盖度

可用点测法测量植物地上部分垂直投影面积或植物所占地表的实际面积，与样地总面积进行比值，测算盖度，重复三次，取平均值。

(4) 绿色期

观测记录植被群落中 50% 的植物返青之日到 50% 的植物呈现枯黄之日的持续日数。

(5) 虫口密度

在每个试验小区内随机选择 3~5 个 1 平方米的样方，通过网捕、诱集等方法定期调查记录样方内目标昆虫种类、数量，计算虫口密度，评估对鸟类活动的影响。

(6) 杂草（非目标种）率

在每个试验小区内随机选择 3~5 个 1 平方米的样方，调查和记录主要杂草的种类、株数或覆盖面积，计算杂草（非目标

种)率,评估对鸟类活动的影响。

(7) 针对草坪植物,还可以参考《草坪质量分级》(NY/T 634—2002),观测草坪密度、草坪均一性、草坪质地、草坪渗透性等指标,评估草坪质量。

4. 试验地建植植物的维护管理

在试验期间,机场管理机构应当根据试验地环境和所选植物种类做好试验地建植植物的日常维护管理工作,包括修剪、灌溉保水、病虫害防治、杂草防治等。所选植物拟在升降带平整区和跑道端安全区等平整碾压区域种植的,还应在试验期间开展平整碾压,并观察碾压作业对植被建植情况的影响。

附录 B 飞行区适宜建植植物种类信息简表

类别	科	属	种	适宜种植地区/环境
草坪植物	禾本科	狗牙根属	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	适宜种植于温暖潮湿的生长环境，以我国黄河以南地区为主要种植地。
	禾本科	结缕草属	沟叶结缕草 <i>Zoysia matrella</i>	适宜种植于温暖潮湿的生长环境，以我国东部、中部、南部地区为主要种植地。
	禾本科	野牛草属	野牛草 <i>Buchloe dactyloides</i>	适宜种植于我国大多数地区，以北方及中部地区为主要种植地。
地被植物	菊科	蟛蜞菊属	三裂蟛蜞菊 <i>Sphagneticola trilobata</i>	适宜阳光充足的环境，在 0~39℃ 的温度范围内均可生长。
	豆科	百脉根属	百脉根 <i>Lotus corniculatus</i>	适宜温暖湿润气候，不宜在寒冷干旱地区种植，适应的年均温度为 5~23℃。
	唇形科	薰衣草属	薰衣草 <i>Lavandula pedunculata</i>	适宜中性到微碱性土壤，适宜生长温度 26~28℃，适宜海拔 480~1600 米。
	卫矛科	扶芳藤属	扶芳藤 <i>Euonymus fortunei</i>	适宜温暖湿润环境，喜阳光，亦耐阴，生长适温 15~30℃。

注：部分植物种类经改良后的商业品种能够适应更广泛的环境条件。

附录 C 飞行区适宜建植植物信息和实践案例

第一类：草坪植物

草坪植物源自于天然草地，通常指生长低矮、适应性和扩展性强、长势均匀的草本植物，能形成连续地面覆盖群落，大部分种类耐受定期修剪和碾压、踩踏，适用于在飞行区内所有土面区域种植。主要为禾本科和莎草科植物。



狗牙根属 *Cynodon*



结缕草属 *Zoysia*



野牛草属 *Buchloe*

一、禾本科狗牙根属 (*Cynodon*)

禾本科狗牙根属为低矮的多年生草本植物，具有短根茎和发达的匍匐茎。适宜种植的土壤环境很广泛，但不耐受稠密隐蔽、严寒与潮湿环境，为暖季型草坪草。机场主要应用种类为狗牙根 (*Cynodon dactylon*)，俗名百慕大草、绊根草、爬根草、咸沙草、铁线草（图 1）。



图 1 狗牙根

（一）基本特点

1. 主要形态特征：秆细而坚韧，下部匍匐地面蔓延甚长，节上常生不定根，直立部分高 10~30 厘米，直径 1~1.5 毫米，秆有时略侧扁。叶鞘微具脊，无毛或有疏柔毛，鞘口常具柔毛；叶舌仅为一轮纤毛；叶片线形，长 1—12 厘米，宽 1—3 毫米，通常两面无毛。穗状花序。颖果长圆柱形。

2. 花果期：5~10 月。

3. 生长环境：在我国广泛分布于黄河以南各省，适合大部分地区生长，近年北至北京附近已有栽培。狗牙根成坪后垂向生长缓慢，密度大，具有发达的根状茎及匍匐枝，匍匐枝的横向生长

能力极强。叶色浓绿，性喜光，稍耐荫、耐旱，喜温暖湿润，具有一定的耐寒能力。

4. 应用特点：狗牙根耐践踏性、侵占性、再生力、覆盖力强，耐粗放管理，是非常好的固土草种。茎叶中硅含量高，抗病虫害能力强。结实能力较差，种子细小，成熟后易脱落，较少吸引食籽鸟类。适合在飞行区升降带平整区、跑道端安全区及其他土面区域种植。

（二）草种优点

1. 病虫害少，降低对鸟类觅食昆虫的吸引力；
2. 结实率低，减少吸引鸟类前来觅食种子；
3. 植株高度低，适合飞行区草高要求，不遮挡标记牌；
4. 垂向生长缓慢，减少割草次数；
5. 横向生长迅速，覆盖能力强，固土能力优越；
6. 耐碾压，适应机坪草地密实度管理情况；
7. 适应性强，耐旱、耐粗放管理。

（三）实践案例

1. 杭州萧山机场

杭州萧山机场在原生狗牙根有一定规模的情况下，运用非引鸟草种筛选技术（原有植被改良），通过使用“特异性除草剂”，灭除土面区各类“易生虫、结籽大而多、生长高度高”的草种，留下“生虫少、结籽少、自然高度低、繁殖能力强”的狗牙根。

（1）建植方法

在原生狗牙根盖度 15% 以上的情况下，每年喷洒 4 次“特异性除草剂”。

第一次：冬末春初。灭除冬季杂草，为春季萌芽的狗牙根争取充足的生存空间；

第二次：春季。灭除双子叶（易生虫）草种，可控制全年昆虫食物量；

第三次：夏季。灭除单子叶（生长过高）草种，降低割草压力；

第四次：秋季。灭除结籽杂草，减少秋冬季节植食性鸟类数量。

全年共约 4 次筛选作业（具体次数根据本地原生狗牙根占比调整），仅需喷洒除草剂，无需后期养护管理，不涉及草种植或草皮养护技术，操作简单，单人单车便能完成作业（图 2、图 3）。



图 2 杭州萧山机场实施非引鸟草种筛选前草地状况



图 3 杭州萧山机场实施非引鸟草种筛选后草地状况

(2) 应用效果

1) 鸟击防范效果

杭州萧山机场自 2020 年 2 月起在南飞行区实施非引鸟草种筛选技术，北飞行区未实施。至当年 10 月份，南飞行区的狗牙根平均盖度从 15% 提高到 93.3%，成为了绝对优势种。南飞行区全年割草次数从 11 次减少到 6 次，割草周期延长了 15 天以上；昆虫密度减少了 34%；鸟类活动频次同比减少 31.9%，较北飞行区减少 32.4%。实施了草种筛选的南跑道发生鸟击概率明显低于北跑道（表 1）。

草种单一化后，以狗牙根为主的草地在夏季容易出现飞虱、

蚜虫等天敌昆虫爆发式增长的情况，需开展针对性防控。

表 1 实施非引鸟草种筛选首年南、北跑道鸟击数据对比

	机场责任区 鸟击事件万架次率	接报 鸟击事件万架次率
南跑道（实施）	0	7.4
北跑道（未实施）	0.39	31.5

2020 年起，杭州萧山机场按“单跑道—双跑道—统筹合并”的步骤，推进实施全飞行区非引鸟草种筛选技术，3 年来接报鸟击事件及机场责任区鸟击事件的数量和万架次率逐年下降（表 2）。

表 2 2020 年至 2022 年杭州萧山机场鸟击相关数据对比

	2020 年	2021 年	2022 年
机场责任区鸟击数量（起）	5	5	3
机场责任区鸟击万架次率	0.21	0.21	0.16
接报鸟击万架次率	20.68	20.39	16.91

2) 管理成本降低

项目实施前，杭州萧山机场鸟防生态管理工作内容仅限灭虫及驱鸟剂喷洒，虽然费用低，但鸟防效果较一般。一线鸟防主要依靠人工驱鸟，效率较低，鸟击发生概率较高。2020 年起，随着非引鸟草种筛选技术实施范围逐年扩大至全场，鸟防生态环境治理相关费用呈现“先升高、后降低”的变化（表 3），整体安全保障效益呈持续上升态势。

表 3 2019 年至 2022 年杭州萧山机场鸟防生态环境治理相关费用

项目 时间	实施前	实施后		
	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
灭虫相关（万）	65	65	65	162
驱鸟剂相关（万）	50	50	50	
草种筛选（万）	/	50	97	
总计（万）	115	165	212	162

2. 西安咸阳机场

自 2019 年以来，西安咸阳机场多次开展植被建植研究。2019 年 6~10 月，西安咸阳机场通过精细化种植管理方式开展作业，试验区域的高羊茅、狗牙根覆盖率分别达到了 79% 和 54%，验证了高羊茅与狗牙根等优势草种在本场具备一定建植条件。2020 年 4~10 月，西安咸阳机场结合实际管理难点，对矮化高羊茅、狗牙根、细叶结缕草、沟叶结缕草、早熟禾 5 种草种开展“零管理”种植试验，验证了无人工影响环境下植物成坪速度及生长质量。通过对比，精细化管理种植效果好，但资源投入多，管理难度大，不适宜大面积推广；“零管理”建植节省成本、易操作，但草种覆盖率低。2021 年以来，西安咸阳机场总结植被改良经验教训，以“筛种结合”的方法推进以狗牙根为关键物种的植被改良工作，通过在 5 万平方米的试验地中开展多种筛选型药剂对比试验，明确了除草剂配方的浓度选择，形成西安咸阳机场大范围筛选方案。至 2022 年底，试验区域总体覆盖率超过 70%。

(1) 建植方法

根据狗牙根原有覆盖率高低，建植方法分为两种方式。

对于狗牙根未成坪区域，通过播种、分蘖生长的方式提升土面区狗牙根基础覆盖率。考虑到狗牙根生长温度及湿度要求，种植时选择在春末至秋初时间内开展，若种植区域相对干旱，在雨季来临前开展种植。

对于狗牙根已成坪区域，结合实际情况对该区域开展药剂筛选作业，通过啶嘧磺隆、二氯吡啶酸、唑草酮、甲磺草胺、草甘膦、草铵膦等多种筛选药剂混合使用的方式，人工干预强化草地盖度，巩固提升狗牙根盖度，确保形成以狗牙根为优势种的草地群落结构。

(2) 应用效果

西安咸阳机场自 2019 年开展狗牙根建植工作以来，通过四年实践，实验区域的狗牙根总体覆盖率超过 70%。同时，由于狗牙根的竞争力与生长速度较强，该区域杂草生长已被明显抑制。植被种类数量降低的同时，减少了昆虫、野生动物的活动数量。试验地的鸟类活动与历史观测相比也呈现下降趋势。因目前未形成大范围的狗牙根优势种群规模，观测到的鸟类活动数量变化数据较为有限，尚无法系统分析其与鸟类活动的关系。

3. 成都天府机场

成都天府机场从 2021 年 1 月的筹建阶段开始飞行区土面区植被建植，在开航前完成了全场飞行区土面区（约 600 万平方

米) 狗牙根播种。开航后通过科学管理, 已形成狗牙根平均占比达到 80% 以上的单一优势草种草地 (图 4、图 5)。



图 4 春季 (左) 和夏季 (右) 狗牙根草地



图 5 秋季 (左) 和冬季 (右) 狗牙根草地

(1) 建植方法

成都天府机场在筹建初期开展了草种选择实验, 对适宜在成都平原种植的 6 种草坪草 (百喜草、麦冬、剪股颖、狗牙根、黑麦草、高羊茅) 开展了草种选择实验。在播种后, 不进行任何人工干预以模拟飞行区草坪粗放的管理方式, 最终从盖度、生长竞争力、耐性、株高、成本、可操作性等方面选定种植狗牙根, 并采用进口裸种狗牙根进行播种。

1) 播种前除草

通过对 5 种除草剂配方开展实验研究 (表 4), 从药效快慢、

药害彻底程度、安全间隔、经济性、可操作性等方面进行综合评价。最终确定：针对禾本科杂草占比高的区域选择配方 4；阔叶类杂草占比高的区域选择配方 3；笔筒草、白茅较多的区域选择配方 2。并于 2021 年 3 月 21 日至 4 月 7 日，对成都天府机场飞行区土面区开展了全面的除草剂喷洒工作。

表 4 除草剂药效实验设计

配方编号	除草剂配方
配方 1	滴酸·草甘膦+除草助剂
配方 2	二甲·草甘膦+除草助剂
配方 3	草铵·草甘膦+除草助剂
配方 4	草甘膦（农达）+草铵膦
配方 5	草甘膦（国产）+草铵膦

2) 播种

成都天府机场采用简易人工播种器，于 2021 年 4 月 6 日至 6 月 17 日完成全场土面区狗牙根草种撒播。第一轮撒播消耗草籽约 100 吨，确保成都天府机场开航时土面区基本复绿。2022 年春、夏季，针对狗牙根较为稀疏的区域进行了 2 轮补撒，确保狗牙根覆盖度达到 99.9% 以上。

3) 控制杂草

2021 年 6 月，成都天府机场狗牙根草坪处于幼坪期，不能使用药物进行除草。因此，对土面区优势的阔叶杂草进行人工拔除。

2021 年 9 月，成都天府机场狗牙根草坪经过幼坪期，但狗

牙根平均占比仅达到 45%左右。以稗草、狗尾草、钻叶紫菀为主的杂草严重侵占狗牙根生长空间，且大量开花、结籽。为控制好草坪杂草，逐步提升狗牙根占比，成都天府机场采用选择性药剂除草，以达到既不伤害狗牙根，又能对草坪杂草进行封杀的效果。成都天府机场于 2021 年 10 月至 2022 年 10 月，每季度对全场草坪进行一次全覆盖喷洒。经过 5 轮选择性除草，最终将草坪中狗牙根平均占比由初期的 45%提升至 83%，使狗牙根成为草坪绝对优势种。

(2) 应用效果

1) 鸟击防范效果

2022 年 11 月生态调研数据显示，飞行区杂草种类同比下降了 57%、昆虫种类同比下降了 50%、拦截鸟类种类同比下降了 23%；昆虫数量同比下降了 53%、拦截鸟类数量同比下降了 7.5%。草地生物多样性有效降低。

对比 2021 年和 2022 年的鸟击数据，本场接报的鸟击事件万架次率同比降低了 45.38%，本场责任区鸟击事件万架次率同比下降了 62.92%。

2) 管理成本降低

单一狗牙根草地与本地杂草相比，植株较矮、垂向生长较慢，在相同的割草频次下，收集和无害化处理杂草的成本也有所下降。目前，成都天府机场草坪全部采用割吸一体机割草，收集到的草全部清运出飞行区，全场草高控制在 10~25 厘米之间，

全年约开展 5 轮全场割草。每割草 1 万平方米可少产生杂草 0.22 立方，每年可节约杂草清运费约 13.2 万元。

（四）应用建议

1. 适用环境

狗牙根通常在黄河以南各地种植，适宜气候温暖、土壤肥沃、降雨充沛的环境。黄河以北区域由于冬季较为寒冷，种植通常存在越冬困难，近年研究出可在北方越冬的品种，可试种成功后再大面积种植。根据杭州萧山机场经验，利用除草剂筛选其他杂草的筛选方法适于狗牙根占比超过 15% 的环境。根据乌鲁木齐地窝堡机场经验，狗牙根越冬成活率不足，未能持续形成优势种。根据海口美兰机场经验，在未采取强化维护措施的情况下，狗牙根草地很容易被杂草侵蚀，狗牙根难以成为建群种。

2. 规模控制

持续通过选择性除草、春秋季节补种等手段，维持狗牙根的草种优势。但因单一草种环境易带来单一虫害或病害爆发风险，因此不宜追求狗牙根草地的草种过度单一化，狗牙根覆盖率控制在 80% 左右为宜，以维护生态系统相对稳定。

3. 维护管理

持续开展虫情监测，尽早发现危险虫情并采取控制措施。狗牙根为优势的草地仍然会滋生少量的蝗虫、飞虱、蛴螬、蝼蛄、地老虎、粘虫、夜蛾等昆虫，可备选甘蓝夜蛾多角体病毒（附蝗虫孢子病毒）及吡蚜酮等针对性灭虫剂应急。针对狗牙根草地病

害，需持续观察秃斑、萎蔫或枯死等情况，重点防范草坪锈病、叶枯病、立枯病、叶斑病等。

狗牙根在冬季容易出现大面积枯黄的情况，需加强关注消防安全。

4. 混种

为维持草地生态系统稳定，避免狗牙根单一草种的问题，可与其他适宜本地种植的植物混种。冬季温度较低的区域，狗牙根绿期较短，冬季茎叶枯黄。如果需构建四季常绿的草地，可以选择一种适宜本地种植、冬季常绿的其他草种与狗牙根一起混播。

二、禾本科结缕草属 (*Zoysia*)

禾本科结缕草属为低矮的多年生草本植物，具有发达的根茎和匍匐茎。适宜种植于温暖湿润环境，为暖季型草坪草。机场主要应用种类有沟叶结缕草 (*Zoysia matrella*)，俗名马尼拉草、台北草、菲律宾草（图 6）。



图 6 沟叶结缕草

（一）基本特点

1. 主要形态特征：根茎和匍匐茎发达，根系入土深度能达到40厘米以上，多集中在15厘米以内。秆直立，高12~20厘米，基部节间短，每节具一至数个分枝。叶鞘长于节间，除鞘口具长柔毛外，其余部分无毛；叶舌短而不明显，顶端撕裂为短柔毛；叶片质硬，内卷，上面具沟，无毛，长可达3厘米，宽1~2毫米，顶端尖锐。总状花序呈细柱形。颖果长卵形，棕褐色，长约1.5毫米。

2. 花果期：7~10月。

3. 生长环境：在我国原产于台湾、广东、海南；可生长于海岸沙地上，在我国东部、中部、南部等地区园林绿地上应用较多。

4. 应用特点：沟叶结缕草喜温暖湿润气候，长势和扩展性强，形成的草坪低矮平整，茎叶纤细美观，侵占力极强，易成坪，耐践踏性强。沟叶结缕草适应性强，耐热、耐干旱、耐瘠薄，可在pH值4.5~8.1的土壤种植。沟叶结缕草的相对耐性近似结缕草，耐寒性稍弱于结缕草，但强于细叶结缕草。适合在机场飞行区升降带平整区、跑道端安全区及其他土面区域种植。

（二）草种优点

1. 病虫害少，降低对鸟类觅食昆虫的吸引力；
2. 结实率低，减少吸引鸟类前来觅食种子；
3. 植株高度低，适合飞行区草高要求，不遮挡标记牌；

4. 垂向生长缓慢，减少割草次数；
5. 横向生长迅速，覆盖能力强，固土能力优越；
6. 耐碾压，适应机坪草地密实度管理情况；
7. 适应性强，耐寒、耐热、耐干旱、耐瘠薄土壤，耐粗放管理。

（三）实践案例

1. 深圳宝安机场

（1）建植方法

因种子较难收集，难以采用种子撒播的方式建坪，因此以铺草皮的方式建植沟叶结缕草草地。在建植之前需要对土地进行平整，除去草根、石块等杂物，可撒施适量基肥。新铺草皮需要注意灌溉，以免新铺草皮因缺水枯死。由于草皮密度较高，建植后需要适时进行打孔透气，以保证根系呼吸。

（2）应用效果

沟叶结缕草草地建植有效降低了本场草地的草高，使得鸟类以及其他动物难以在草地中藏匿。同时，该草地没有艳丽的花，种子产量也低，引鸟因素减少，对鸟类的吸引力大幅下降，有效降低了本场鸟类活动频率，降低了鸟击风险。此外，沟叶结缕草生长速度较慢，减少了割草频次，降低了草地绿化管理成本投入，提升了飞行区的景观美观性。

（四）应用建议

1. 适用环境

沟叶结缕草属于暖季型草坪草，喜温暖湿润环境，具有一定的耐旱性，对土壤肥力要求不高。与狗牙根相比，沟叶结缕草耐涝性相对差一些，整地时应注意避免低洼区域的出现，以免草地出现斑块性坏死。

2. 其他提示建议

沟叶结缕草可与狗牙根混种或分区种植。单独种植可用于航站楼附近的小面积草地建坪，能够有效提升飞行区景观美观性。

三、禾本科野牛草属 (*Buchloe*)

禾本科野牛草属为低矮的多年生草本植物，具有发达的匍匐茎。适宜种植于大部分环境，为暖季型草坪草。机场主要应用种类有野牛草 (*Buchloe dactyloides*) (图 7)。



图 7 野牛草

(一) 基本特点

1. 主要形态特征：株纤细，高 5~25 厘米。匍匐茎发达，有时也有根茎发生。匍匐茎广泛延伸，结成厚密的草皮。叶灰绿色，卷曲。叶鞘疏生柔毛；叶舌短小，具细柔毛；叶片线形，粗糙，长 3~10 厘米，宽 1~2 毫米，两面疏生白柔毛。雄花序有 2~3 枚总状排列的穗状花序，长 5~15 毫米，宽约 5 毫米，草黄色；雌花序常呈头状，长 6~9 毫米，宽 3~4 毫米。野牛草的雄株进入花期后，由于花轴高于株丛，有明显的黄色，雌株则不存在这样的形态。

2. 花果期：7~10 月。

3. 生长环境：野牛草源于美洲中南部，20 世纪 40 年代被作为水土保持植物引入中国，在甘肃地区首先试种，后在中国西北、华北及东北地区广泛种植。

4. 应用特点：旱季需适当浇水。早春返青前，如果土壤含水较多则地温低，不利于返青，故不宜浇水。雨季前适当浇水，但浇水不宜过多，否则生长过快，要增加修剪量。雨季后在 9 月下旬浇水一次，以延长绿期。野牛草耐瘠薄，在中等肥力的土壤中可不追肥，但如果土壤瘠薄应适当追肥。野牛草生长到一定高度时需适当修剪。一般生长旺盛期可修剪两次，修剪高度 4 厘米，其余时期一般不需修剪，但如果草过高可在 9 月上旬进行最后一次修剪，有利于翌年返青。

野牛草生长迅速，当年生匍匐茎可生长 40 厘米，5 月栽植，8 月可覆盖地面 70% 以上。抗旱性强，适于在缺水地区或浇水不

方便的地段铺植。生命力强，与杂草竞争力强。耐盐碱，在含盐量 1% 时仍能生长良好。抗病虫害能力强，可减少施药量，从而减轻对环境的污染。管理粗放，适用于低养护的地方。适合在飞行区升降带平整区、跑道端安全区及其他土面区域种植。

（二）草种优点

1. 病虫害少，降低对鸟类觅食昆虫的吸引力；
2. 结实率低，减少吸引鸟类前来觅食种子；
3. 植株高度低，适合飞行区草高要求，不遮挡标记牌；
4. 垂向生长缓慢，减少割草次数；
5. 横向生长迅速，覆盖能力强，固土能力优越；
6. 耐碾压，适应机坪草地密实度管理情况；
7. 适应性强，耐旱、耐粗放管理。

（三）实践案例

1. 北京首都机场

北京首都机场在对多种植物进行试种和对比分析后，最终选择野牛草作为首选草种进行了小规模试种，经过监测、研究，发现其对于机场鸟击防范方面效果较好。从 2018 年起至今在飞行区跑道两侧进行种植。目前，种植区内野牛草长势良好，土面区稳固，且鸟类活动明显低于其他位置，为北京首都机场鸟击防范工作起到了非常积极的作用（图 8）。

（1）建植方法

北京首都机场野牛草草地采用播种方法进行建植。

1) 种子的质量

野牛草种子纯度在 98% 以上，发芽率在 85% 以上。

2) 种子的处理

为了提高野牛草种子的发芽率，达到苗全、苗壮的目的，在播种前对种子加以包衣处理，在原料表层滚浆包裹，滚浆里面含有杀虫剂和部分营养成分，以适合贫瘠土壤。

3) 播种量

采用播种量为每平方米 30~50 克。

4) 播种

选择无风或微风天气进行机械播种，并保证播量准确，播撒均匀。

5) 覆土碾压

播种后，用覆土耙进行覆土，之后用 20 吨压路机进行碾压，确保草种与土壤接触紧密，升降带平整区内坪床土壤密实度不低于 0.87。



图 8 北京首都机场土面区野牛草建植现状

(2) 应用效果

在西跑道停航区大面积种植野牛草后，跟以往相比，完成整个跑道停航区的割草作业所需时间能减少三分之一，大幅减轻了相关区域停航维保作业强度。

由于野牛草抗逆性强，且与杂草的竞争力强，植被单一化破坏了原有的生态基础，其他植被种类减少，大大降低了昆虫、草籽的种类和数量，减少了鸟类的食物来源，为机场鸟击防范起到了积极效果，同时降低了机场跑滑区域升降带内的割收草和喷药灭虫等维护成本，以及相关作业带来的运行安全风险。

2. 北京大兴机场

(1) 建植方法

北京大兴机场于建设期至今在飞行区土面区内种植野牛草和混播草（包括狗牙根、高羊茅和黑麦草）。

对播种区域土面进行翻土、平整和消杀，采用喷播的方式进行草籽种植，针对草种特性采取粗放式管理。根据不同草种特点，每年5月至9月为主要种植时期。

(2) 应用效果

北京大兴机场在跑道和滑行道周边土面区种植野牛草，其余土质地带采用狗牙根、高羊茅和黑麦草混播的种植方式。由于跑滑区域土面区为野牛草单一草种，草地环境简单，可以一定程度减少鸟类的生境条件，同时单一草种缺乏土壤动物或啮齿类动物所需生活条件，可以降低种植区域对鸟类的吸引力。上述草种具

备适应性强、生命力强的特点，对于新建机场来说，播种的成活率相对较高，可降低前期投入成本。

3. 兰州中川机场

(1) 建植方法

1) 坪床准备

由于野牛草种子较小，对播种土壤的要求较高，需要细致整地，清除表层土壤中的杂物，深度约 30 厘米，以获得疏松、透气、平整且排水良好的土壤条件，如果土壤贫瘠，可结合翻耕施用适量有机肥或复合肥。

2) 播种

播种量为每平方米 40—50 克。播种前一天或两天浇透水，在表土半湿半干的状态下播种，并在播种时加入少量种肥。播种后覆盖一层土壤，以不露出种子为宜，并用辊子适当镇压。每天浇水以保持土壤湿润，一般在 14 至 20 天后出苗。

3) 养护管理

日常养护管理包括修剪、施肥和灌溉。野牛草再生能力强，生长迅速，可以通过修剪控制高度，一般全年修剪 1 至 2 次，最适修剪高度为 15 厘米。野牛草对氮肥敏感，施氮肥可增加其密度和叶色，每次施用量约为每平方米 40—50 克。在生长季应当适度灌溉，野牛草耐旱不耐涝，灌水不宜过多，浇水应当至少浇透 5 厘米土层，在秋末和春季返青前各浇一次透水有利于草坪越冬和返青。

(2) 应用效果

鸟类活动次数相对减少 20%，引鸟因素相对减少 35%，鸟击风险相对减少 20%，人财物投入相对减少 30%。

(四) 应用建议

1. 适用环境

野牛草是暖季型草种中最耐寒的品种之一，具有极强的适应性，抗环境胁迫能力强，可适用于我国大多数地区。气候条件适于最低气温在零下 34℃ 以上，年均降水量在 300 毫米以上。播种时间因地理位置而异，南方地区适宜在 3 月至 5 月或 9 月至 10 月播种，北方地区适宜在 4 月至 5 月或 8 月至 9 月播种，种子在土壤温度 16℃ 以上发芽最佳，野牛草种子在播种前可通过温水浸泡或赤霉素处理来打破休眠状态，促进发芽。土壤条件适于砾石含量低于 20% 的土壤，pH 值小于 8.5 均可种植。同时，又具有极强的耐热、耐干旱特性，因此在我国北方及中部地区的机场飞行区，野牛草具有明显的优势。在南方机场，由于野牛草的病虫害相对较少，再加上其优良的抗逆性特点，仍然具备广泛的应用前景。

2. 其他提示建议

野牛草抗旱性强、生长迅速，适于在缺水或不便浇水区域种植，长期积涝会影响势长，需做好坡度及排水工作。该草种耐瘠薄，在中等肥力的土壤中可不追肥，但如果土壤瘠薄应适当追肥。

第二类：地被植物

地被植物通常指除草坪植物外，生长低矮、扩展性强、覆盖地面的植物，高度在 10~50 厘米或稍高，一般具有较高实用价值或观赏价值。部分地被植物种类（如三裂蟛蜞菊、百脉根）耐刈割、碾压及踩踏，适用于在飞行区升降带平整区、跑道端安全区及其他土面区域种植。部分地被植物种类（如薰衣草、扶芳藤）不耐受定期修剪或碾压、踩踏，适用于在飞行区内非升降带区域的土面区域种植。



蟛蜞菊属 *Sphagneticola*



百脉根属 *Lotus*



薰衣草属 *Lavandula*



扶芳藤属 *Euonymus*

一、菊科蟛蜞菊属 (*Sphagneticola*)

菊科蟛蜞菊属为多年生草本植物，在阴湿环境下高度较高，全日照环境下高度较低，适宜阳光充足的温暖环境。机场主要应用种类为三裂蟛蜞菊 (*Sphagneticola trilobata*)，又名南美蟛蜞菊，原产热带美洲，在全球热带地区广泛分布 (图 9)。

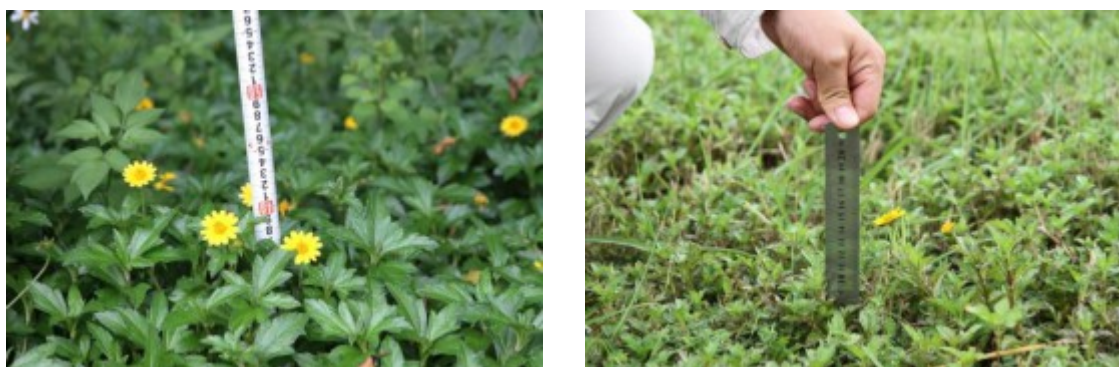


图 9 三裂蟛蜞菊阴生 (左) 和阳生 (右) 状态下的植株高度

(一) 基本特点

1. 主要形态特征：茎横卧地面，长可达 2 米以上；叶对生，椭圆形，叶上有 3 裂，因而也叫三裂叶蟛蜞菊；头状花序，多单生，外围雌花 1 层，舌状，顶端 2~3 齿裂，黄色，中央两性花，黄色，结实；果实为瘦果，花粉活力和柱头可授性差，结籽率和萌发率很低。

2. 花果期：几乎全年，以夏至秋季为盛。

3. 生长环境：性喜高温及阳光充足的环境，耐瘠薄，耐热，喜湿，不择土壤，在 0~39℃ 的温度范围内均可生长。

4. 应用特点：三裂蟛蜞菊适应性强，耐盐碱，耐旱，耐湿，耐高温，可生长于地面温度高、光照强、汛期水量丰沛、土壤肥

力不均等环境条件下，还可在沙质土壤、积水土壤、肥沃土壤、原生草密集土壤成活。繁殖能力强，主要通过营养繁殖。由于种子在正常条件下萌发率低，较少采用种子繁殖。断枝扦插或被土覆盖后，约 10 天即生根长成新的植株。在平地缓坡上匍匐生长，在陡坡上可悬垂生长，因其节节生根，具有良好覆盖性特征，且叶色翠绿，花色金黄，常用于水土保持工程，作为护坡、护堤的覆盖。由于结籽率低，因此不吸引食籽鸟类。适合在飞行区升降带平整区、跑道端安全区及其他土面区域种植。

三裂蟛蜞菊是全球性入侵物种，生长条件适宜时，会迅速形成良好覆盖的单一植被群落，具有明显的外来物种竞争优势特点。上世纪 70 年代被作为地被植物专门引种进入中国，目前自然分布于广东、广西、海南、台湾、福建、香港、云南等地，已逸生成为苗圃杂草，在野外扩散，侵占草地和湿地，排挤本地物种。在引种之前，机场管理机构应当广泛调研本地引种及生长情况，在本地没有引种的情况下需关注其潜在的生物入侵风险。

（二）种植优点

1. 病虫害少，结实率低，降低对鸟类觅食昆虫和植物种子的吸引力；
2. 繁殖和扩散能力强，对土壤肥力和土质环境要求低，容易存活，覆盖能力强，固土能力优越；
3. 植株高度低，适合飞行区草高要求，不遮挡标记牌；
4. 耐碾压，适应机坪草地密实度管理情况；

5. 适应性强，耐旱、耐湿、耐盐碱、耐高温，易于管理。

（三）实践案例

1. 南宁吴圩机场

南宁吴圩机场处于亚热带季风气候区，受副热带低气压影响，夏热冬暖，无霜期长，炎热干燥，年均温 22.1℃，年降水量 1213 毫米，受副热带低气压和亚热带季风气候影响，雨水大部分集中在 5~10 月份，干湿季节分明，蒸发量较大。由于所处纬度较低，热量丰富。夏季有短期酷热，冬季有寒潮来袭，但低温期短暂，故有“草经冬而不枯，花非春亦常放”的气候特色。呈现亚热带季风气候下的亚热带植被特征。

（1）建植方法

1) 建植范围：A 滑西侧 700 亩（第一期）、跑道中心线升降带平整区以外区域 700 亩（第二期）。

2) 建植起止时间：第一期 2019 年 2~4 月；第二期 2021 年 9~12 月。

3) 土壤处理：在开展种植前，使用机械设备进行翻地、碎土、松土和平整，便于后续种植。种植完成后再进行碾压。若种植区域的土壤较为贫瘠，可使用微生物菌剂来改良土壤环境，再进行种植。

4) 种植方式：通过多年试验探索发现，采用行种的方式种植三裂蟛蜞菊可利于其存活、生长。因为种植前翻土的过程相当于为其创造了入侵条件，即在同等土壤初始条件下，三裂蟛蜞菊

建群速度要明显高于本地其他物种。所以在后续种植时，应通过翻土等工序破坏地表植被环境，为三裂蜚螞菊的匍匐茎生长创造条件，加速竞争，取得单一种群发展优势。此外，随着环境的改变，生长状况也会随之改变。尤其是，人工割草的干扰在建植初期对三裂蜚螞菊存活影响大，所以应在割草强度明显减弱的冬、春季进行种植。种植最佳时期应选在春季，春季丰沛的雨水和适宜的气温可为三裂蜚螞菊建植提供良好条件。

5) 管理方法：新建管理期尤为重要，需要定期巡视，发现死亡的植株应适时补种。遇干旱天气时及时浇水。控制杂草生长也是一大难题，在三裂蜚螞菊未建群成功前，多年生的杂草易“趁虚而入”，此时应喷洒选择性除草剂以保留三裂蜚螞菊单一物种。

(2) 应用效果

经观察统计分析，三裂蜚螞菊在机场环境中的应用，具有降低草地植被生物多样性，减少控草、灭虫等土面区维护工作量的作用，具有降低鸟击风险、减少土面区维护管理投入、节约鸟击防范工作成本等多项优点。但也存在种植过渡期鸟类活动规律紊乱导致鸟击风险增加、昆虫组成变化等风险。

1) 植株高度：阴湿条件下，植株向上发展，争夺阳光，植株可高达 40~60 厘米。光热条件下，植株横向地面发展，争夺地面土壤资源，植株高度不超过 15 厘米（图 9）。

2) 鸟情方面：三裂蜚螞菊群落发育成熟的地方，可能因其

叶片茂密，匍匐茎发达，盘根交错，植株低矮，既不利于隐蔽，也没有充足的食物源，所以观察到在其中活动的鸟类基本没有。

3) 虫情方面：通过虫情调研发现，三裂蜆蝶菊种植区域的昆虫种类和数量均低于原生植物群落，尤其是地表昆虫。植物多样性降低后，原先滋生的昆虫均相应减少。土壤动物种类变化不大，数量减少，尤其是蚯蚓，数量明显减少，可能与三裂蜆蝶菊本身的排他气味有关。鼯鼠喜食蚯蚓，一些取食土壤昆虫的鸟类如沙锥、鹧、鸪、戴胜等鸟类也主要捕食蚯蚓。蚯蚓数量的减少可以直接减少鼯鼠的个体数量，相应降低捕食鼯鼠的鹰隼类猛禽出现几率。种植区域发现蛴螬数量相对原生植物群落较多，也会吸引鼯鼠。

4) 草情方面：三裂蜆蝶菊单一群落植被高度低矮，一是可减少割草频次，节省了每年割草人力、时间，以及割草拖拉机燃油、车辆维修、车辆维护保养等成本；二是控制草高药剂使用减少，杂草生长速度降低，打药频次减少（图 10）。



图 10 南宁吴圩机场三裂蜆蝶菊种植前后的土面区植被状况

5) 其他经济效益方面：2019 年，开展第一期大面积种植以后，种植区本身由于翻地的原因，不需要灭虫，药剂使用量基本

为 0。其他未种植区域，尤其跑道两边，正常施用频率保持在每月 2 次左右。2020 年，由于种植区由南宁吴圩机场自行养护，大面积种植和养护三裂蜆蛄菊植被尚在探索阶段，在植被建群过程中遭遇杂草返青。在三裂蜆蛄菊形成大面积覆盖前的植被建植初期，需使用低剂量灭虫农药进行辅助防虫，降低鸟类活动风险。2021 年，第一期种植三裂蜆蛄菊开始建群，效果良好。同年 9 月份开展第二期植被改造，种植区灭虫农药施用量为 0。药物主要用在跑道两侧未种植区域。可见，经过植被改造后，可减少化学农药的投放量，一是减少了采购费用，二是减轻了环境污染。

6) 鸟击防范方面：2021 年 9 月至 2022 年 11 月，14 个月周期内未发生机场责任区鸟击事件。

2. 海口美兰机场

海口美兰机场主要是对已有野生三裂蜆蛄菊生长的区域喷洒除草剂，灭杀其余杂草，帮助三裂蜆蛄菊建群。三裂蜆蛄菊逐步替代灯光带周边、围界周边、排水明沟周边的高杂草或藤蔓型杂草，降低了割草频率。目前，海口美兰机场对三裂蜆蛄菊吸引昆虫情况、影响土质密实度情况等还暂无详细验证数据，正在开展相关种植试验。根据观测，三裂蜆蛄菊枯萎后，可能会吸引白蚁觅食，有白蚁危害的机场需要试验观测。因三裂蜆蛄菊是入侵物种，难以根除，想要种植三裂蜆蛄菊的机场可在不影响航空器运行的区域试种，收集相关数据后再决定是否种植。

(1) 种植环境

三裂蟛蜞菊在本场所有土质均能成活，包括但不限于有碎石的土壤（杂质多的土壤）、贫瘠红土、密实度较高的土壤，但土壤贫瘠区域植株较低矮稀疏，难以形成良好的覆盖。

(2) 建植方法

1) 原有植被改良：在已有野生三裂蟛蜞菊生长的区域，未做土壤处理，仅通过喷洒除草剂灭杀其余杂草，帮助自然生长的野生三裂蟛蜞菊蔓延扩散。

2) 营养繁殖：曾进行过小区域人工试种三裂蟛蜞菊，种植方式为扦插，种植前未做土壤处理，初期成活率高，但受土壤状况和缺水的影响，最终未形成覆盖。

(3) 应用效果

三裂蟛蜞菊茎呈匍匐性，且不是粗纤维，利于大型割草机作业，可减少机械磨损。据现场人员反映，三裂蟛蜞菊生长区域更好割草。

(四) 应用建议

1. 适用环境

通过多年试验发现，三裂蟛蜞菊不仅能够存活于地面温度高、光照强、汛期水量丰沛及土壤肥力不均等环境条件，还能够在沙质土壤、积水土壤、肥沃土壤、原生草密集土壤成活，适宜土壤环境广泛。三裂蟛蜞菊还可适应更严苛的生长环境，但竞争力较不明显，发展速度缓慢。

2. 其他提示建议

三裂蟛蜞菊仅能适应 0℃ 以上温度地区。利用营养繁殖法进行植被建植时，应当做好种植前的土壤处理和建植初期的管理维护工作。可能会发生返荒，应用过程中需注意观察，及时处理。

二、豆科百脉根属 (*Lotus*)

豆科百脉根属为多年生草本植物，喜温暖湿润气候，适宜种植的土壤环境广泛。机场主要应用种类为百脉根 (*Lotus corniculatus*)，别名牛角花、五叶草 (图 11)。

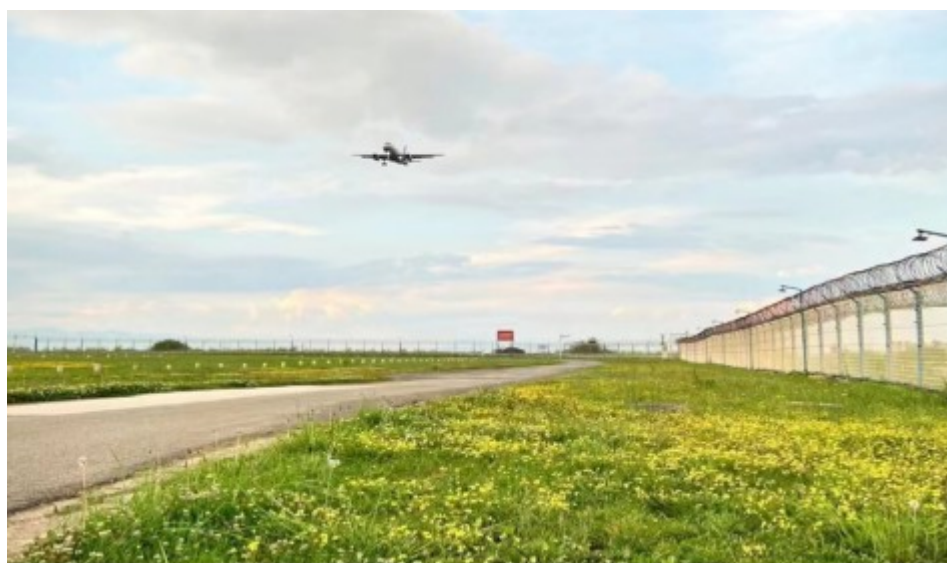


图 9 昆明长水机场种植的百脉根

(一) 基本特点

1. 主要形态特征：茎丛生，平卧或上升，实心，近四棱形。具主根。直立部分高 15~50 厘米，全株散生稀疏白色柔毛或无毛。羽状复叶小叶 5 枚；叶轴长 4~8 毫米，疏被柔毛，顶端 3 小叶，基部 2 小叶呈托叶状，纸质，中脉不清晰；小叶柄甚短，长约 1 毫米，密被黄色长柔毛。伞形花序，花 3~7 朵，花梗短，

萼钟形，花冠黄色或金黄色，花柱直，等长于子房成直角上指。荚果直，线状圆柱形，长 20~25 毫米，有多数种子，种子细小，卵圆形，长约 1 毫米，灰褐色。

2. 花果期：花期 5~9 月，果期 7~10 月。

3. 生长环境：分布于我国西北、西南和长江中上游各省区，生于湿润而呈弱碱性的山坡、草地、田野或河滩地。

4. 应用特点：百脉根的花中含有苦味甙和氢氰酸，虫、鸟不喜，有利于降低种植区对鸟类的吸引。茎枝匍匐生长，枝叶茂密，覆盖度大，植被垂直高度低，有利于降低机场草高管理成本。根系发达，入土深，有较强的耐旱力，对土壤要求不严，在弱酸性和弱碱性、湿润或干燥、沙性或黏性、肥沃或瘠薄的土壤条件下均能生长。适合在飞行区升降带平整区、跑道端安全区及其他土面区域种植。

（二）种植优点

1. 病虫害少，尤其花味独特，虫、鸟不喜，降低对鸟类觅食的吸引力；

2. 茎枝匍匐生长，枝叶茂密，覆盖度大，固土能力强；

3. 植株高度通常较低，较适合飞行区草高要求；

4. 耐碾压，适应机坪草地密实度管理情况；

5. 土质要求低，适应性强，耐旱，易于日常管理。

（三）实践案例

1. 昆明长水机场

(1) 种植环境

1) 本地气候：昆明长水机场所处区域属中亚热带半湿润季风气候，年平均气温 14.7℃，多年平均降雨量 797~1007 毫米，相对湿度 73%~74%，具有低纬度山原气候特征。受印度洋西南暖湿气流的影响，年均日照 2200 小时左右，无霜期 240 天以上。

2) 土壤条件：种植土壤为红壤和黄壤，有一定粘稠度，缺乏碱金属和碱土金属而富含铁、铝氧化物，呈酸性。土壤 pH 值在 5.0~6.0 之间，土壤肥力一般，土层浅薄。

3) 水肥：在生长过程中，定期浇水并保持土壤湿润，同时施以适量的肥料，有助于百脉根的生长。

(2) 种植方法

百脉根是高产、优质、抗逆性强的多年生豆科牧草。但因种子小出苗能力弱，幼苗喜潮湿而易受杂草侵害，种子成熟不一致，落粒性强，在栽培方式上与其它豆科植物有许多不同特点。

1) 土壤处理

为了创造良好的生长发育土壤条件，种植之前要深翻土壤 20 厘米，平整土地，去除杂草及大颗粒土块、石块，以疏松肥沃、排水性良好为佳，并加入适量有机肥、腐植土，提高土壤肥力。

2) 种植方式

可采用播种、移栽等方法进行种植。

播种方法包括温室大棚育苗和露天撒播。在温室大棚播种，需控制温度和湿度；露天撒播种子需加盖遮阴网。播种之前可用

温水浸泡 24 小时，再晾晒一天，可有效提高种子发芽率。

条播：条播行距一般为 40~60 厘米，播种深度为 1~1.5 厘米。

撒播：撒播深度为 1~1.3 厘米。播后镇压，确保种子与土壤充分接触。

穴播：穴播纵横间隔 50~70 厘米。

以上播种后需再覆盖一层薄土并浇水，但不可过多，保持土壤湿润。

营养钵育苗：营养钵育苗每钵播 20 粒种子。

移栽方法包括带土移栽和裸根移栽。移栽应选择非花期植株，需连同植株及周围土壤一起移栽。

3) 管理方法

百脉根种子小，子叶也小，幼苗拱土能力弱，出苗前后应防止土壤板结。幼苗生长缓慢，有一个月左右的蹲苗期，此时应防止水淹或地表温度过高，同时还应防止杂草危害。若利用温室大棚的营养钵育苗，于成苗后移栽，移后半月即生长茁壮，几乎没有缓苗期。百脉根如需保持较长营养生长期，可在开花期刈割中上部花荚 1~2 次。

(3) 应用效果

通过建植百脉根植被，减少了飞行区内的食物源、栖息地等引鸟因素，该种植区域鸟类活动减少，鸟击风险降低。同时，百脉根生长垂直高度低，建植后的植被维护和管理成本有所降低。

此外，百脉根还具有观赏价值，能美化机场环境，提升机场整体形象。

（四）应用建议

1. 适用环境

百脉根喜温暖湿润气候，从温带至热带均能生长，不宜在寒冷干旱地区种植，适宜的年降雨量为 210~1910 毫米，适应的年均温度为 5.7~23.7℃，对高温的耐受力强，在高达 36.6℃的气温 19 天的情况下，仍表现为叶茂花繁。抗寒力稍差。百脉根为长日照植物，达盛花期需 16 小时左右的日照。需要注意控制播种深度和浇水等管理措施，以保证出苗率和成活率。

2. 其他提示建议

百脉根与苜蓿较为相似，容易混淆。苜蓿的果为螺旋状，百脉根是直的，在种子选取或移栽时应注意辨别。同时，百脉根是一味中药，具有多重功效，利用价值高，可进一步探索其经济价值和药用价值。

三、唇形科薰衣草属 (*Lavandula*)

唇形科薰衣草属为多年生草本植物，整株具有芳香气味。适宜的种植雨量条件为春季充沛、夏季适量、冬季有充足的雪，土壤条件为土层深厚、疏松、透气良好而富含硅钙质的肥沃土壤，酸性或碱性强的土壤及黏性重、排水不良或地下水位高的地块都不宜种植。机场主要应用种类为薰衣草 (*Lavandula pedunculata*) (图 12)。



图 12 伊宁机场大面积种植薰衣草

（一）基本特点

1. 主要形态特征：丛生，多分枝，常见为直立生长，植株达到一定高度后，会成为区域性的优势植物。株高依品种有 30~40 厘米、45~90 厘米，在海拔高的山区，单株能长到 1 米。薰衣草是异花授粉植物，种子繁殖变异大，一般采用扦插方式繁殖栽培，以保持品种固有的生物学特性和经济性状。

2. 花期：6~7 月。

3. 生长环境：

温度：薰衣草对种子发芽温度要求较低，13.5~28℃ 均能发芽，生长期 7~8℃ 开始萌发，适宜温度为 26~28℃，超过 38℃ 对生长不利，40℃ 左右停止生长，冬季在 -27~37℃ 的条件下能安全越冬。

水分：薰衣草极耐干旱，当土壤湿度低于一般作物生存的最低标准时，例如 5 厘米土壤湿度为 6.6%、10 厘米土壤湿度为 10.2% 时薰衣草仍能生存。

光照：薰衣草为喜光植物，遮阳不利其生长。对日照时数要

求不严，1244.7~2820.4 小时均能良好地生长，并能生产出符合质量要求的薰衣草精油。

土壤 pH 和海拔高度：薰衣草较适应于中性到微碱性土壤，在海拔 480~1600 米均能很好地生长。

4. 应用特点：薰衣草是香料植物，其植株会散发特殊气味的清淡香气，被称为“香草之后”，还有“芳香药草”之美誉，主要含有乙酸芳樟酯（约 60%）、芳樟醇、香叶醇、香豆素等成分，花、叶和茎上的绒毛均藏有油腺，轻轻碰触油腺即破裂而释出香味，因此具有驱蚊虫，不易吸引鸟类等动物的特性。适合在飞行区升降带平整区和跑道端安全区外、巡场路内的土面区种植。

（二）种植优点

1. 驱蚊虫，降低对鸟类觅食昆虫的吸引力；

2. 无结籽效应，花期时将被收割用以提炼精油，减少由于种子吸引鸟类前来觅食。

3. 在种植条件优良的地区，能够作为经济作物获得一定的经济效益。

（三）实践案例

1. 伊宁机场

伊宁机场自 2008 年起，构想能够利用植物单一性的特性开展鸟击防范工作，于是开始了种植薰衣草的探索。2009 年，伊宁机场通过试种植 500 亩成功后，逐渐扩大种植面积，目前已经种植 1400 亩。同时由相关专业人员对种植后的植被环境进行鸟情

观察，探索薰衣草与鸟类之间的关系。

(1) 建植方法

1) 品种选择：多年生产试验证明，京予一号（74~95）、京予二号（74~40）这两个品种植株的生长势、抗逆性较强，产花量、出油率较高，而且品质优良。2年生薰衣草亩产花在500千克以上。

2) 选地：薰衣草喜肥、喜光、喜质地疏，忌涝，不耐重盐碱。应选择土壤疏松、肥力中等、灌排方便、有机质含量1%以上、含盐量在0.2%以下的地块。在黏性重、地下水位高的地块中，植株生长不良，不适宜种植。

3) 整地：整地必须深耕，要达到25~27厘米。结合秋翻全层施肥，亩施磷酸二铵10~15千克、尿素10千克、腐熟有机肥200~300千克，然后用联合整地机整地一遍。

4) 种植：在秋季或早春进行。以秋季定植为佳，可以提高植株成活率。定植一般在10月下旬至11月中旬，每穴1苗，深度要达幼苗分枝处，使其产生再生根，加快植株生长，缩短生产年限；否则头重脚轻，形成弱苗，影响产量，行、株距约100厘米×60厘米，亩保苗达到900~1100株。

5) 田间管理

中耕除草：为了提高地温、消灭杂草、保持土壤水分和通透性，在生长期內，要松土除草5~6次，深8~10厘米。中耕松土应与浇水相结合，浇水1次，中耕松土1次。苗期提倡机力中

耕，中耕深度 10~12 厘米。收花前人工拔草 1~2 次，保证田间无杂草。

施肥：为了提高薰衣草的产量和质量，增施有机肥效果较好。一种方法是用腐熟的羊粪，亩用量 200~300 千克，与磷酸二铵 10 千克、尿素 15 千克混拌均匀后在距苗 10 厘米处施入土壤，深度为 10~12 厘米。第二种方法是用粉碎的油渣，亩用量 50 千克，结合磷酸二铵 10 千克、尿素 15 千克混拌均匀后人工施入土壤。也可在返青初期结合浇水亩施有机肥 200~300 千克、尿素 15~20 千克、磷酸二铵 20~30 千克。人工挖环穴深 8~10 厘米，在距苗侧旁 10 厘米处将混拌均匀的肥料施入后覆土踏实。每年在植株两侧轮换施肥。在现蕾至初花前，可根外追肥 2~3 次，亩用尿素 300 克兑水 40~50 千克喷雾，并选择在早晨露水干后或傍晚进行。

浇水：根据薰衣草需水，且前期和中期多、后期适量的特点，在返青、现蕾、抽穗至初花前需保证足够的水分供应，不能受旱。返青至收割前一般浇水 4 次，亩总灌水量 200~300 立方米，全生育期浇水 6~8 次，以采用畦灌为宜。收割前 15 天左右，适宜灌水 1 次，可延缓薰衣草花萼脱落。花采收后，应及时灌水，促进植株正常生长，封冻前浇水有利安全越冬。

收割：适宜的收割期为盛花期，即花穗的小花 70% 开放时，收割过早或过晚，都会影响产量。头茬花一般在 6 月下旬至 7 月中旬，二茬花在 9 月下旬至 10 月上旬。收获前要预测产量。收

割时不能夹带杂草和过多的茎叶，以免影响油的质量。收割后应选择晴天上午 10 点以后，如早晨露水大或阴天则不宜收割。光越强，天越热，出油率越高。运输及晾花时不宜堆积过厚，防止发热、自蒸，必须当天收割当天加工完。

采收标准：从花穗的最下一轮往下 10 厘米处割取。应少带花梗，不带青叶、老枝、杂草等。

（2）应用效果

伊宁机场目前已成为独具特色的薰衣草机场。

1) 在安全运行方面，建植单一化植被后减少了机场飞行区对鸟类的吸引，达到鸟击防范的目的。

2) 在运行管理方面：种植薰衣草后，满足《运输机场运行安全管理规定》对飞行区植草及草高控制的要求。

3) 在机场形象塑造方面：通过大面积种植薰衣草，建设薰衣草主题机场，达到美化环境，提升机场形象的作用。

4) 在经营管理方面：种植薰衣草，降低了机场割草成本。同时，薰衣草种植使得闲置土地得到利用，可创收盈利；后期开发下游产品及特色旅游，也会增加机场收入。

（四）应用建议

1. 适用环境

薰衣草极耐干旱，喜光，适宜种植于排水良好，微碱性或中性的沙质土，在海拔 480~1600 米均能良好生长。其种子发芽温度要求较宽松，13.5~28℃ 均能发芽，适宜温度为 26~28℃，超

过 38℃ 对生长不利，40℃ 左右停止生长，冬季在 -27~37℃ 的条件下能安全越冬。

2. 其他提示建议

薰衣草虽然适宜广泛种植，但要根据各地气候情况开展不同程度的精细化管理，且生长情况不同会导致下游产品质量不一，经济价值不确定。此外，需做好田间杂草清理、浇灌水源的管理工作，可能会间接吸引短期鸟类活动。

四、卫矛科扶芳藤属 (*Euonymus*)

卫矛科扶芳藤属为匍匐生长的常绿藤本灌木植物，适应环境广泛。机场主要应用种类为扶芳藤 (*Euonymus fortunei*)，又称蔓卫矛、爬行卫矛 (图 13)。



图 10 扶芳藤

(一) 基本特点

1. 主要形态特征：气生根发达，萌芽力强，极耐修剪，建群快。根据其茎、干的生长形态，可以分为直立生长型、匍匐生长型和攀援生长型。根据其叶片的形态，可分为大叶扶芳藤、小叶扶芳藤、圆叶扶芳藤和皱叶扶芳藤。

2. 花果期：6~10 月。

3. 生长环境：性喜温暖、湿润环境，喜阳光，亦耐阴。在雨量充沛、云雾多、土壤和空气湿度大的条件下，植株生长健壮。对土壤适应性强，酸碱及中性土壤均能正常生长，可在砂石地、石灰岩山地栽培，适于疏松、肥沃的砂壤土生长，适生温度为 15~30℃。

4. 应用特点：扶芳藤匍匐生长，生长高度介于 10~30 厘米之间，不结吸引鸟类的果实，因此鸟类不喜在其内筑巢及觅食活动。对土质生长环境要求低，育苗简单，成活率高，根系发达，生长速度快，耐寒，耐贫瘠，竞争力强。极耐修剪，建群快速，能在风沙地、水沙地、石灰岩、砂岩、火成岩、页岩等不同土壤环境正常生长。适合在高填方机场的边坡种植。

（二）种植优点

1. 结实率低，减少由于种子吸引鸟类前来觅食；

2. 植株高度低，适合飞行区草高要求；

3. 土质生长环境要求低，适应性强，育苗简单，成活率高，耐修剪，成型快，适合机场飞行区种植。

（三）实践案例

1. 陇南成县机场

陇南成县机场地处秦岭南麓丘陵河谷地带，秦巴山区之徽成盆地，属于暖温带湿润气候，机场周边有犀牛江、东河、南河、洛河等“一江三河”为主的水系。机场北侧山体内存有长流溪水，

四周分布着大面积的农田和密集的村庄生活区，机场附近主要植被有乔木、灌木。陇南成县机场属高填方机场，机场上空常年风向气流稳定且温度适宜，易吸引鸟群聚集盘旋。这里特殊的地理位置，适宜的气候条件，良好的植被覆盖，以及充沛的降雨量造成了陇南成县机场鸟种繁多的现实情况。为此陇南成县机场将高填方边坡治理和鸟击防范工作相结合，选择“扶芳藤”在边坡进行试种，以起到稳固边坡作用的同时，减少鸟类觅食的可能性。2019年起在机场飞行区试验田进行“扶芳藤”育苗、试种，2020年至今已完成3面边坡种植移栽，边坡坡面植被生长良好，坡面稳固，且鸟类活动明显低于其他边坡，为陇南成县机场高填方边坡维护和鸟击防范打好基础。

（1）建植方法

翻土：种植前先整地，让土壤熟化。第一次深翻土25~30厘米，同时拣去草根和石块；第二次深翻土也是25~30厘米，并作高或平畦，畦宽、畦高可因地制宜，植地四周宜开环山排水沟。

扦插育苗：选择背风向阳、近水源、土壤疏松肥沃、排水良好的东面或东南面坡地作苗圃，先耙平整细，后起畦。一年四季均可育苗，但以2~4月为好，如夏季育苗需搭遮荫棚，冬季育苗应有塑料大棚保温。选择1~2年生无病虫害、健壮、半木质化的成熟藤茎，剪下后截成长约10厘米的枝条作插穗，插穗上端剪平，下端剪成斜口，切勿压裂剪口。上部保留2~3片叶，

下部叶片全部除去，扦插前先用每升含 500 毫升的奈乙酸浸泡插条下部 15~20 秒。按行距为 5 厘米开沟，将插穗以 3 厘米的株距整齐斜摆在沟内，插的深度以插条下端 $2/3$ 入土为宜，插后覆土压实插条四周土壤，并淋透定根水。一般插后 25~30 天即可生根，成活率达 90% 以上。苗床要经常淋水，土壤持水量保持在 50%~60% 之间，空气湿度保持在 85% 以上，温度控制在 25~30℃ 以内。注意根除杂草，每隔 10 天除草 1 次，插后 40 天结合除草，每公顷施稀薄粪水 15000 千克，以后每隔 20 天施 1 次肥，以稀薄粪水为主，每 100 千克粪水外加尿素 0.2 千克溶解均匀后淋施。扦插后 5~6 个月，幼苗高 20 厘米以上、且有 2 个以上分枝时，可以出圃种植。

移栽：扦插苗生根快，根系多，一年四季均可移栽。选择 3 月上旬到 4 月下旬的阴雨天或晴天下午移栽为宜。按行距 25~30 厘米开沟，株距约 15 厘米摆放，开穴种植，每穴种苗 1~2 株，淋足定根水。苗木移栽 5~6 天后即可恢复生长。

(2) 应用效果

1) 鸟击防范效果

陇南成县机场目前已在 3 个边坡种植扶芳藤，由于扶芳藤的超强竞争力和生长速度，灌木植被单一化破坏了原有的生态基础，种植后的坡面植被种类减少，大大降低了昆虫繁衍及草籽生长。同时，扶芳藤种植区域鸟类不喜搭建巢穴、聚集，减少了鸟类的食物来源及繁衍区域。麻雀、云雀、喜鹊等小型鸟类活动明

显少于其他区域，降低了本场鸟击风险。

2) 管理成本降低

种植一面边坡的成本在 3000 元左右。扶芳藤种植后的维护成本极底，陇南地区土质环境良好，天然雨水充足，可免除浇灌、施肥。新增区域可适当采集现有边坡生长枝条进行扦插移栽，以此循环，大大节约育苗成本，从而使用最低的成本降低鸟击航空器的风险，提升鸟击防范管理水平。

(四) 应用建议

1. 适用环境

扶芳藤适宜暖温带半湿润气候，在雨量充沛、云雾多、土壤和空气湿度大的条件下，植株生长健壮。对土壤适应性强，酸碱及中性土壤均能正常生长，适生温度为 15~30℃。

2. 其他提示建议

由于扶芳藤是匍匐生长的藤本植物，种植后增加了机场边坡表面植被覆盖率，良好的灌木覆盖为啮齿动物提供了栖息环境，加大了机场周边啮齿动物的综合治理难度。随着啮齿动物数量的增加，会为猛禽提供食物来源，猛禽类大鸟活动风险会随之增加。鉴于以上情况，在种植扶芳藤后，机场应当加大对啮齿动物的防治工作，定期设置鼠夹、鼠笼、粘鼠板、压板、陷阱等措施来控制啮齿动物的活动数量，达到减少吸引鸟类的效果。