

林业除草剂使用手册

(美) James H. Miller Robert J. Mitchell 著

邱忠泽 吴德友 译 韩福庆 校

科学技术文献出版社

林业除草剂使用手册

〔美〕 James H. Miller 著
Robert J. Mitchell

邱忠泽 吴德友 译 韩福庆 校

科学文献出版社

(京)新登字130号

内 容 简 介

新型的林业除草剂是1979年美国禁止在林区使用除草剂2、4、5-T后发展起来的，十几年来发展得很快。

本书比较系统地介绍了美国林业除草剂的使用研究与使用规范，反映了这一领域的最新成就。全书以通俗、简洁的语言叙述了草本与木本植物的防治，手工及机械施药方法及除草剂的安全性。书中还罗列了16种新型除草剂的详细说明。

本书对从事苗圃、幼林抚育、防火线开设、经济作物栽培、园林绿化及工业地区除草（包括乔、灌木）的科技工作者、生产人员及大、专院校师生均有参考价值。

林 业 除 草 剂 使 用 手 册

James H. Miller
[美] Robert J. Mitchell 著

邱忠泽 吴德友 译 韩福庆 校

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码 100038)

南京林业大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

787×1092毫米 16开本 11印张 240千字

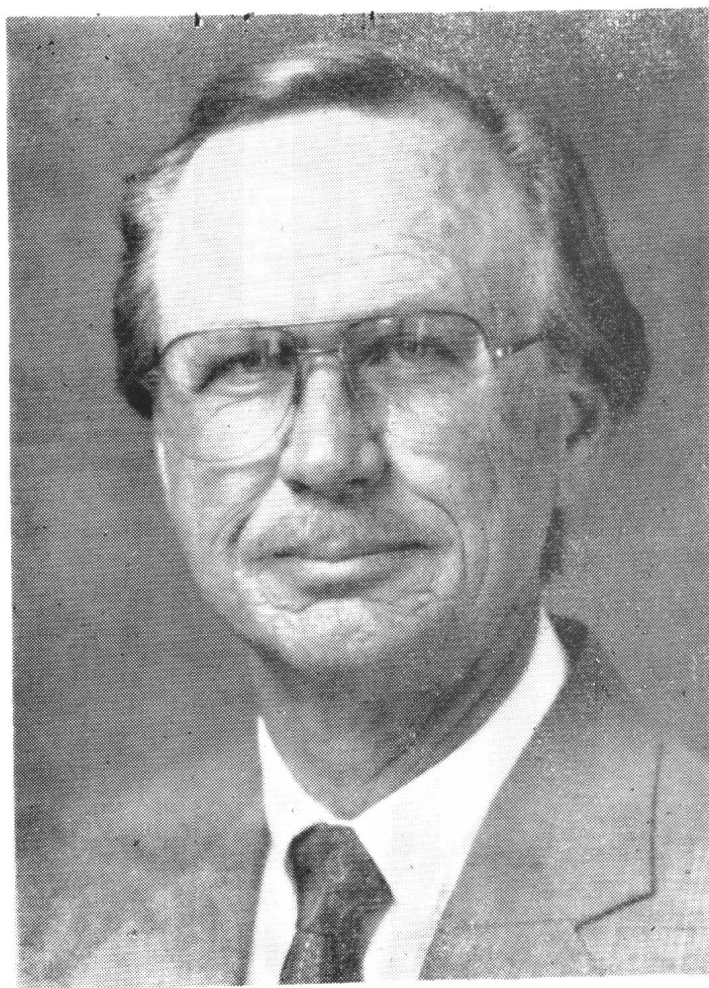
1991年12月第1版 1991年12月第1次印刷

印数：1—2500册

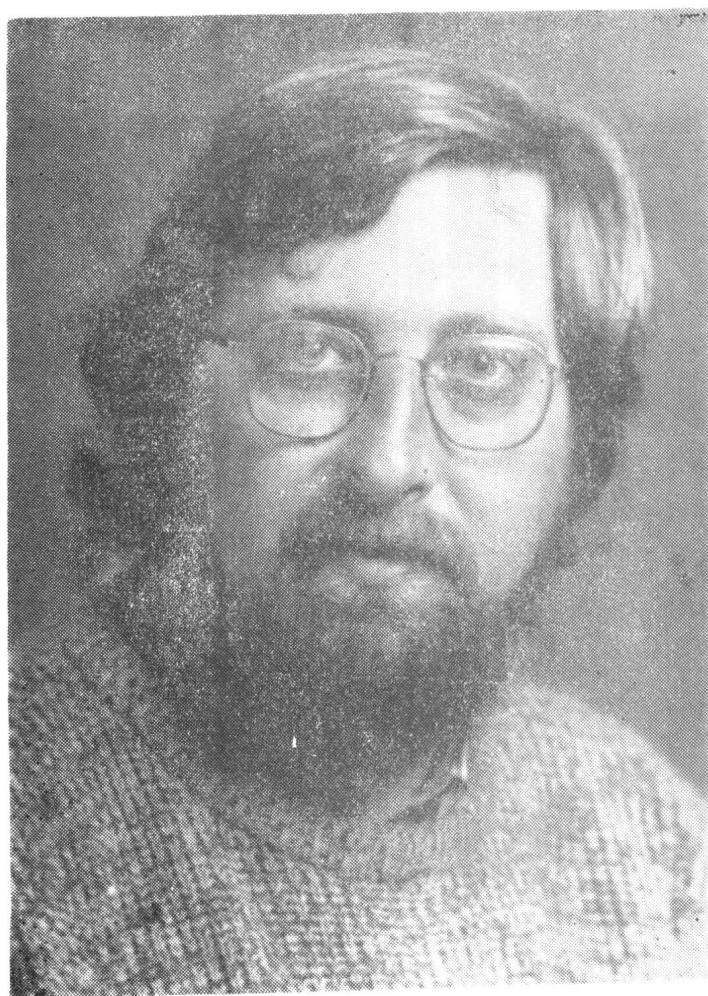
科技新书目：258-103

ISBN 7-5023-1557-8/S·146

定价：10.00元



Dr. James H. Miller



Dr. Robert J. Mitchell

译者序

《林业除草剂使用手册》一书是美国除草专家詹姆斯·H·米勒博士1989年4—5月来华讲学的内容经整理而成。本书比较全面和系统地介绍了美国在林业化学除草方面的最新成就，简要地介绍了草本与木本植物的防治和手工与机械施药的方法以及除草剂的安全使用。本书还对已在美国注册的16种重要除草剂作了详细的使用说明。

本书对从事苗圃、幼林抚育、防火线开修、经济作物栽培、园林绿化以及从事工业地区除草（包括乔、灌木）的科技工作者和生产人员以及大专院校师生均有参考价值。

译者

1991. 4. 于南京林业大学

PROLOGUE

The wise use of forest herbicides can help grow more wood, more rapidly, and with less costs. These practices have been very beneficial in the southeastern United States and should be equally of benefit in China. By controlling the vegetative competition, more soil moisture and nutrients are made available to the forest crop so it can become healthier and grow faster, just like we see in agricultural crops. We have also found that herbicides when used properly are safe to the applicator and to the environment. When herbicide methods are compared to manual clearing methods, herbicides are found to be equal in cost or less expensive, but always take less time and human toil. Thus, money can be saved, more land can be treated by one worker, and this frees people for more fruitful tasks. When all costs and benefits are compared, the use of herbicides in the prescribed manner is clearly a good tool for improving forestry.

We are pleased and grateful that Prof. Qiu Zhong-ze has provided us the opportunity to share how herbicides are used in the southeastern United States for improving our forests. We trust that this information may be helpful to our Chinese world neighbors and that the forests of the People's Republic of China will benefit from the use of this knowledge.

James H. Miller
Robert J. Mitchell
Spring, 1991

目 录

第一章 除草剂的术语及概念	(1)
第一节 除草剂的术语	(1)
第二节 除草剂的类型	(1)
第三节 除草剂的施用方法	(1)
第四节 植被管理的概念	(2)
第二章 防治木本植物的手工施药法	(3)
第一节 直接叶面喷洒	(3)
1.1 施药设备	(4)
1.2 药物及配制	(4)
1.3 施药方法	(4)
1.4 树种的敏感性	(5)
第二节 流线型干基喷洒	(5)
2.1 施药设备	(5)
2.2 药物及配制	(5)
2.3 施药方法	(6)
2.4 施药时间	(7)
2.5 树种的敏感性	(7)
第三节 土壤点施法	(8)
3.1 施药设备	(8)
3.2 点射枪	(8)
3.3 点射枪的刻度校正	(8)
3.4 点射枪的保养	(9)
3.5 射流式喷枪用于土壤的点施	(9)
3.6 射流式喷枪的刻度校正	(9)
3.7 射流式喷枪的保养	(9)
3.8 药物及配制	(9)
3.9 施药方法	(9)
3.10 标记已处理区	(11)
3.11 施药时间	(11)
3.12 树种的敏感性	(11)
第四节 树木注射	(11)
4.1 施药设备和刻度校正	(12)
4.2 施用药物	(12)

4.3	施药方法	(12)
4.4	施药时间	(13)
4.5	树种的敏感性	(13)
第五节 树桩喷洒		(13)
5.1	施药设备	(13)
5.2	施用药物	(13)
5.3	施药方法	(14)
5.4	施药时间	(14)
5.5	树种的敏感性	(14)
第三章 幼龄松树人工林的杂草防治		(15)
第一节 杂草防治的术语		(15)
第二节 除草剂		(16)
2.1	除草剂Oust	(16)
2.2	除草剂Velpar (威尔柏)	(18)
2.3	Roundup (农达) 与 Accord CR	(18)
2.4	除草剂Atrazine (阿特拉津)	(18)
2.5	Arsenal, Poast, Fusilade及Goal	(18)
第三节 除草剂的配制		(19)
第四节 施药方法		(19)
4.1	带状喷撒	(20)
4.2	带状施药的刻度校正	(21)
4.3	点状施药	(23)
第五节 杂草防治成本的估算		(23)
第四章 使用地面行走机械施用除草剂		(24)
第一节 适合的施药立地		(24)
第二节 单元设计		(24)
第三节 操作者及作业组		(27)
第四节 选择牵引车		(28)
第五节 喷洒装置		(28)
5.1	药箱	(29)
5.2	水泵	(29)
5.3	过滤器	(30)
5.4	调压器	(30)
5.5	压力表	(30)
5.6	喷头	(30)
5.7	喷洒装置的控制系統	(32)
5.8	压力调节系統	(32)
5.9	线路内的除草剂注入系統	(33)
第六节 喷雾装置		(34)

第一章 除草剂的术语及概念

第一节 除草剂的术语

一份除草剂处方应阐述除草剂的名称、施药率及施用方法。

施药率是指施到单位面积或单株植物上的药量。可以用单位面积或单株植物的用药量来表示，如18公升药/公顷或4毫升药/树木每厘米胸径，或者用单位面积施药的有效成分的量来表示，如2.2公斤有效成分/公顷。它的有效成分记述在除草剂的标签上，其浓度用百分比或以单位容积中实际的除草剂的重量来表示。除草剂的其余部分由惰性成分组成。

第二节 除草剂的类型

除草剂可分为以下几类：

叶处理型 (Foliar active) ——以喷洒或喷雾的形式施药到植物叶子或小枝上，由这些部位吸收。叶处理型除草剂遇土壤通常会失去活性。

土壤处理型 (Soil active) ——以液体、颗粒或丸状施药到土壤中，由植物根部吸收。土壤特性如粉沙、粘土及有机质的含量常常会影响这类除草剂的药效。土壤处理型除草剂必须伴随降雨才能激发其活性，使之溶解并向根部运送。有些除草剂〔如2, 4-D, 毒莠定 (Tordon) 和威尔柏 (Velpar)〕，既是叶处理型，又是土壤处理型。

输导型 (Systemic) ——凡是被叶或根吸收以后，有效成分都能沿植株输送到各作用部位，破坏其生理机制，起到防治作用。大多数林用除草剂都属这一类。

触杀型 (Contact) ——只杀死喷有药物的植株部位，并不致死整个植株。

木本防治型 (Woody control) ——只对木本植物有效。

草本防治型 (Herbaceous control) ——只对阔叶蕨类植物和禾本科植物有效。有些除草剂〔如威尔柏 (Velpar) 和Arsenal〕对木本植物和草本植物都能起到防治作用。

第三节 除草剂的施用方法

林业除草剂以全面积喷撒或带状喷撒的方式施加到整个处理区或喷撒到单个植株上。全面积喷撒通常用直升飞机或安装在拖拉机上的设备将药物以液状喷洒或固状(如弹丸式)施加到目的区。带状处理则将药物从栽植物行列的上方或侧面以带状喷撒出去。单株处理的目标是选定木本植物，进行直接叶面喷洒、干基部树皮喷洒、树木注射及干基部土壤点施。单株施药方法的好处是具有选择性，它只对非目的植株进行处理。对每一种施用方法将作进一步的解释。

第四节 植被管理的概念

所有的输导型除草剂都具有选择性，它们都有自己的防治谱——在防治谱内的植物种类能被除草剂杀死或杀伤。当以某一特定的施药率施药时，有些植物种类大部分被杀死，另外一些则只受到伤害，随之又恢复生长，而有一些种类则具有耐药性。一些林木的耐药性，为这种选择性带来了很大的益处，人们可用来抚育松林。同样地在阔叶林中，如果知道了某些除草剂的选择范围，用它来防治竞争性植物，而让目的阔叶树种自由生长的话，就有可能利用这种选择性对目的阔叶树作解除伐抚育处理。对于皆伐后的迹地处理，通常需要广谱型除草剂，再加上限定性火烧以增加防治效果。

要记住，森林中地表无植被的情况不会持续很久。在施用除草剂以后，受其伤害的植物会复元，耐药性植物种类由于无竞争性植物而加速生长。另外，木本及草本植物会不断地侵入该裸露地。如果土壤中没有残留药物，植物就会通过种子萌发，根蘖发或地下茎而生长起来。由于林地或荒地上种子源的存在，大多数草本的防治都不会长久，一般为几个月到两个生长季节。也就是说，除草剂的处理效果有一定期限。如果药物处理既除去了大多数多年生杂草，又杀死了大部分木本植物，这种处理就最有成效。

在复层林分中，如果只防治了上层林木，中层的林木就会生长起来；如果中层林木也被防治了，则更新层就会生长起来。上述的二种情况都将增加林地的光照，使地被物因此而大量繁殖。通常土壤处理型除草剂的防治期比叶处理型的要长，这是因为在腐烂的植物和土壤中残留一定数量的药物有效成分。但是，当残留的药物浓度降低到引起植物中毒水平以下时，植被就会重新生长。后生树的多度取决于立地生产力、耐药性植物种的数量、种子的丰度以及等待萌蘖的蘖的多少。因此，除非防治了大部分多年生植物，否则，施用除草剂就不能长时期地防治后生树。

第二章 防治木本植物的手工施药法

手工喷洒是由个人或一个小组用背负式喷雾器(见照片 1, 155页)、点射枪(见照片 2, 155页)或注射器(见照片3,4, 156页)施用除草剂。手工施药法主要用于木本植物的单株处理。

施药者要做到施药一致以保证施药效果,而职业施药者还要行动迅速才能有利可图。施药的一致性是指在施药的全过程中,使混合的液态除草剂始终保持准确合适的配方。这就意味着要做到切实保养好背负式喷雾器、注射器或点射枪,施药者必须训练有素,把施药路线定在待施植物的周围或当中,在森林中从一植株到另一植株穿行自如、快速进行。新手需要严格训练和积累经验才能做到施药一致、快速和安全。小组施药则要学会彼此协调犹如一个整体。

单株施药时,一个明智的施药者可以根据需要对施药率作微小的调整,对难以防治的植物可以加大喷洒剂量,或增大注射的切口,而目标植物和树木则可以完全不施药。也许有一天,无需林业工作者事先对树木作出标记的情况下,施药者就有能力穿梭于阔叶混交林或针阔叶混交林中防治非目的树种或非商品材树种的植株。这些都需要训练和实践经验。

本章所述的施药方法有:(一)直接叶面喷洒(Directed foliar sprays), (二)流线型干基喷洒(Streamline basal sprays), (三)土壤点施(Soil spots), (四)树木注射(Tree injection), (五)树桩喷洒(Stump sprays)。

只要除草剂选用适当,施药方法正确,处理适时,各种规格的阔叶树、灌木均可以进行防治。下面列举各种手工施药法:

方法	目标树木的有效范围
直接叶面喷洒	树高在 2 米以下
流线型干基喷洒	胸径在 5 厘米以下
网格式土壤点施 (Soil spots by grid)	胸径在 25 厘米以下
干基土壤点施 (Basal soil spots)	大小不限
树木注射	胸径大于 2.5 厘米
树桩喷洒	大小不限
最佳除草剂和施药时节的选择将在以后的章节中讨论。	

第一节 直接叶面喷洒

在竞争的阔叶树种生长高度低于 2 米时,最好用直接叶面喷洒来解放 1~2 年生的针叶林。作业时,当心不要让喷洒的药物接触松针及顶芽。误施到针叶和茎部的除草剂对松木造

成过大的伤害就会抵消抚育所带来的好处。

1.1 施药设备

直接叶面喷洒通常使用一台背负式喷雾器及装有一个全圆锥形的，或一个扁平形或可调式锥形的喷嘴的喷洒杆。喷嘴的选择取决于施药者的个人爱好。大多数职业性施药者使用的喷嘴有美国喷洒系统公司 (Spraying Systems Co) 出品的喷洒模式为一圆锥环的喷嘴 (disc core hollow cone tip)，D₄孔盘式喷嘴 (orifice disc D₄) 及46型空芯式喷嘴 (core 46)。一种合适的平扇型喷嘴 (flat fan tip) 是6503型 [喷洒角为65°，流量为1.14公升/分钟 (0.3加仑/分钟)]。这些喷嘴的喷洒压力为1.4—2.1公斤/平方厘米，由此可以达到良好的生产效率，减少细微颗粒的产生，因为细微的喷洒颗粒会飘移到松树上而危及松木。

为了处理高达2米的灌木，使用了一根长约46~61厘米由聚氯乙烯制成的接长喷洒杆 (见照片5，157页)，这是很有好处的。装有2503型喷嘴的手提式喷枪也可用来作直接喷洒 (见照片6，158页)。

1.2 药物及配制

目前市场上的几种除草剂的施药量及施用期，推荐如下：

除 草 剂	水 溶 液 百 分 率 (%)	施 用 期 (月份)
Accord CR	1 ~ 2	4 ~ 10
Arsenal	$\frac{1}{2}$	6 ~ 10
Garlon 3A (2, 4, 5-涕丙酸 3A)	2 ~ 5	4 ~ 10
Garlon 4 (2, 4, 5-涕丙酸 4)	$1\frac{1}{2}$ ~ 4	4 ~ 10
Roundup (毒滴混剂)	1 ~ 2	4 ~ 10
Weedone 2, 4-DP	4 ~ 5	4 ~ 6月中旬

美国对Weedone 2, 4-DP的使用有补充说明，施用者在用药时必须依照执行。

为了保证施药的一致性，必须精确地配制药物并充分混合。所有的除草剂在配制混合剂时均可以加进湿润剂或渗透剂 (a wetting agent or penetrant) 以提高除草效力，只有除草剂Arsenal使用时应按它的说明要求进行。加入飘移抑制剂使在有风条件下施药时，减少药物飘移，从而减少了对松树的损害。在药液中加入水溶性染料有助于新手的训练，它为施药者指明了施药的情况，但用它时显得肮脏。

1.3 施药方法

施药时，将药物喷洒到目标树的叶上，尽量使目标树木所有的顶芽被药物覆盖，但不要让药物接触到针叶树的顶芽及针叶。切忌将药物直接喷洒到针叶树上，药物会导致它们死亡或受到伤害。除草剂Accord CR, Roundup (毒滴混剂)，及 Garlon 3A (2, 4, 5-涕丙酸) 对松树特别有害；Arsenal则最安全。Accord CR, Roundup 及 Garlon 3A可用于未成商品材前的松林间伐。

1.4 树种的敏感性

Arsenal是一种防治谱最广的除草剂，它的喷洒液只要覆盖在叶面上就可以防治住该植物。对于其它的除草剂，如采用较低浓度的混合液（1~2%），就要求叶面湿润的程度高，且大多数叶面必须被药液覆盖。而采用高浓度的混合液（3~4%），只需要较低的叶面湿润度及覆盖面。例如，低浓度的药液必须使80%的叶子喷洒到药物直至有药液从叶面滴落下来为止。而高浓度的则只需喷洒70%的叶子，且每片叶上只须2—3滴药液即可。不论浓度的高低，植物顶梢上必须喷洒到药液。除草剂Weedone 2, 4—DP是个例外，不管使用何种浓度，药液均要百分之百地覆盖叶面直至有药液从叶面滴落为止。

第二节 流线型干基喷洒

流线型干基施药法可以防治胸径在5厘米以下的许多阔叶树。它也能防治胸径达15厘米的敏感树种。对于地径小于2.5厘米的人工幼林，手工施药法是最有效的。用此法处理幼小阔叶树效果最佳。

在松林解除伐抚育中，此法用来消灭松树周围的树高不大于1米的阔叶树，费用低廉。对于价格为3.7美元/公升的Garlon 4（2, 4, 5-涕丙酸4）药液来说，如果每公顷施用18.7~28公升的话，费用就会高得惊人。因此，施药率应以情况不同而异，如抚育1年生的人工幼林，阔叶树密度在每公顷为4940株时喷洒4.67公升的药液，而抚育4年生的松林时，如阔叶树每公顷为17280株时用药量为74.7公升。

流线型干基喷洒法也可用来防治针阔混交林分和异龄林分中的非目的树种。选择性地除去小径阔叶树和针叶树以促进留存松树和优质阔叶树的生长。对于阔叶树经营，用小剂量的干基处理结合注射处理能比较经济地为天然更新或人工栽植实生苗消除竞争物。

用这种处理方法需要一定的技巧，以便使狭窄的液流准确地射到小植株上。使用手提式喷枪的技术在此可予施展。在经过一定的实践和职业训练之后，大多数人都能掌握这一技巧。职业性承包的施药人员应掌握更多的技巧以保证施药的准确以及在茂密的林分中能够迅速地移动，使施药的成本更具竞争力。

2.1 施药设备

一台背负式喷雾器加上一个30型的射流式喷枪（见照片6，158页）并配备一个直液流式0001号喷嘴就构成了这种方法的施药设备。0001号为直液流式喷嘴中流量最小的，它能较好地控制除草剂用量以尽量降低用药成本。较有经验的施药者可以使用0002号喷嘴，其喷药量是0001号的两倍。一种喷射角狭小的喷嘴如1501型（15°，0.378公升/每分钟）也被使用。

为了控制除草剂的用量，需要一个压力调节器。压力应保持在1.4—2.1公斤/平方厘米。在这样的压力范围内，有效射程可以达到2.7米而射流损坏树皮的情况达到最小。一个压力为1.4公斤/平方厘米的压力调节器装置在射流式喷枪上是有用的，而有些背负式喷雾器上压力调节为2.1公斤/平方厘米。装有隔膜泵的喷雾器，在缓慢、稳定地泵液动作中可保持大约2.1公斤/平方厘米的压力。

许多背负式喷雾器上的软管都需要延长，才能使施药者在使用射流式喷枪时可以随意舒张手臂、瞄准目标或使它接近目标而不受软管长度的限制。

2.2 药物及配制

最常用的混合液中含有20%的Garlon 4，10%的Cide—Kick或Cide Kick II，及70%

的柴油。上述混合液的配制举例如下：

1 公升混合液的配制

加入Garlon 4, 0.20公升

加入Cide—Kick, 0.10公升

然后加入柴油到总量为 1 公升

3 公升混合液的配制

加入Garlon 4, 0.60公升

加入Cide—Kick, 0.30公升

然后加入柴油到总量为 3 公升

4 公升混合液的配制

加入Garlon 4, 0.80公升

加入Cide—Kick, 0.40公升

然后加入柴油到总量为 4 公升

如果操作正确，这种混合液呈红棕色，清澈状。只要有一丁点水存在，混合液中就会有白色液体或胶状物形成。喷雾器或配制容器中不得有一丁点水存在。在将混合液倒入喷雾器使用之前，要从喷雾器中排尽水液，用唧筒抽干，再倒入柴油清洗，再用唧筒将柴油泵出喷雾器，以保证容器中没有一点水分。大多数背负式喷雾器的唧筒可能残存0.7公升的水，在使用流线型喷洒混合液前，一定要将这些水分排干净。不然的话，一旦形成了白色胶状物，就要花费更多的功夫和时间才能将它清除干净。

另一种由陶氏公司 (Dow Co) 生产的除草剂名称为Access，用在林业上作为流线型干基喷洒的药剂。Access含有与Garlon 4 相同的有效成分，即 triclopyr (涕丙酸) 加上picloram (毒莠定)，是一种在除草剂 Tordon (毒莠定) 中含有的土壤活性成分。这种土壤活性成分会伤害松树，尽管在 3 年生人工林的实验中还没有发现这种伤害。早期实验表明Access的药效大约是Garlon的两倍。其费用大约也是Garlon的两倍。在使用Access或Garlon前要阅读并遵循说明书的指示。

2.3 施药方法

5~7.5厘米宽的带状液流喷射到直径小于5厘米的植株的一侧。喷到离地面15~60厘米高处的光滑幼嫩的树皮上。对于超过幼龄的厚树皮或直径大于7.5厘米的植株要两面喷射药液，而对同龄或相同大小的敏感树种只需要在植株的一侧喷射。滴落到土地里的Garlon 4混合液即是浪费，所以对单株树木的喷射必须直接击中（见照片7，158页）。握喷枪的手轻微晃动，有助于击中单株的茎部。对多茎树丛，射流最好在所有树干之间来回摆动。这样的来回摆动喷射也可用在较粗的植株上。在喷药一个小时或一个多小时以后，药液喷射过的区域就会向下方及向周围扩散16~25厘米，使药液环绕植株一圈。

职业施药者必须行动迅速，用药有效，才能使施药经济，提高经济效益。当施药者向前移动时，用射程为2.7米的药液喷射两侧及前方。这样，施药者的一次行程就处理了一排或两排的松树区域。

在药液中可以加入油溶性染料来帮助喷洒和检查喷洒效果。美国依阿华州的Becker—Underwood公司生产的Bas—Oil Red，其价格适宜，可用作这一用途的染料。遗憾的是，染料在喷药1~2天后，已不能为人们所识别。

2.4 施药时间

施药通常在晚冬和早春,这时节叶子不会阻碍对茎杆的喷射。在美国的中南部,最佳的施药期在二、三月份。在这些地方,不宜在十一、十二月份的休眠季节的早期进行施药,而在田纳西州早期施药是有效的,不要在四月份施药。如果叶不会阻碍对茎杆的喷射,在生长季节施药也是有效的,不过对于有些茎杆的处理要在高于地面60厘米的部位,以避免叶子的干扰。对人工幼龄松林作流线型干基喷洒不宜在炎热的时节进行,因为Garlon 4在高温下的挥发物会伤害松树。

2.5 树种的敏感性

对阔叶树及灌木作了实验,药液为20%浓度的Garlon 4混合液,用0002号喷嘴将药液喷射到茎干的两个相隔成90°的侧面,施药在二月份进行。大多数致死植株的胸径都小于5厘米。处理两年后的结果是:

敏感性树种 (防治根桩达80%以上)

黑栎 (Water oak, *Quercus nigra*)
刺槐 (Black locust, *Robinia pseudoacacia*)
杨梅属 (Waxmyrtle, *Myrica*)
栲叶槭 (Boxelder, *Acer negundo*)
翅盐肤木 (Winged sumac, *Rhus coparina*)
鹅耳枥属 (Hornbeam, *Carpinus*)
山月桂 (Mountainlaurel, *Kalmia latifolia*)
越桔叶栎 (Huckleberry, *Quercus vaccinifolia*)

Low gallberry

近敏感树种 (防治根桩达70—80%)

南方红栎 (Southern red oak, *Quercus falcata*)
星芒栎 (Post oak, *Quercus stellata*)
美洲山毛榉 (American beech, *Fagus grandifolia*直径达15厘米)
代茶冬青 (YauPon, *Ilex vomitoria*)

半敏感树种 (防治根桩40—70%)

胶皮糖香树 (Sweetgum, *Liquidambar styraciflua*)
红花槭 (Red maple, *Acer rubrum*)
光叶山核桃 (Pignut hickory, *Carya glabra*)
黑樱 (Black cherry, *Prunus serotina*)
多花兰果树 (Blackgum, *Nyssa sylvatica*)
梣木属 (Dogwood, *Cornus*)
铁木属 (Hophornbeam, *Ostrya*)

耐药性树种 (防治根桩在40%以下)

美国鹅掌楸 (Yellow—poplar, *Liriodendron tulipifera*)
沼田玉兰 (Sweetbay magnolia, *Magnolia virginiana*)
酸叶树 (Sourwood, *Oxydendrum arboreum*)

Titi