

毒死蜱的禁限用与替代产品的选择

1 毒死蜱的禁限用情况

近年来，一些国家已采取行动限用或禁用毒死蜱。欧盟委员会不再续展毒死蜱，澳大利亚已取消毒死蜱的家庭使用，加拿大已提议取消大多数现有用途。

1.1 欧盟

毒死蜱和甲基毒死蜱原药在欧盟的注册有效期是2020年1月31日。续展申请由申请人按规定日期提交，也已经由欧盟食品安全局完成了评审。

2019年7月31日，欧盟食品安全局（EFSA）向欧盟委员会发送了他们的声明。EFSA在其声明中确认了其关于毒死蜱对人类健康评估的结论，认为毒死蜱在健康危害方面存在重大关切问题。根据现有资料，不能排除毒死蜱具有潜在的遗传毒性，因为在许多体外和体内研究中都发现了阳性结果。因此，不可能建立基于健康的毒死蜱参考值，也不可能进行相关的消费者和非饮食风险评估。此外，在有关大鼠发育神经毒性的现有研究中观察到发育神经毒性（DNT）效应，流行病学证据也表明，儿童在发育过程中接触毒死蜱和/或甲基毒死蜱与儿童神经发育不良之间存在关联。此外，同行审议专家认为，根据欧洲议会和理事会的法规Regulation (EC) No 1272/2008确定的标准，将毒死蜱归类为生殖毒性1B类是适当的。

因此，2020年1月13日在欧盟官方公报上发布了2020年1月10日签署的欧盟委员会执行法规(Implementing Regulation (EU) 2020/18)，不再批准毒死蜱原药的续展申请。

同一天也同时签署和发布了欧盟委员会执行法规（Implementing Regulation (EU) 2020/17），不再批准甲基毒死蜱原药的续展申请。

以上法规要求成员国在2020年2月16日前撤销含有毒死蜱作为活性物质的植物保护产品的登记。成员国根据法规Regulation (EC) No 1107/2009第46条授予的任何宽限期都应在2020年4月16日前结束。毒死蜱在英国也被禁用，因为脱欧后的英国在2021年1月1日起才开始执行自己的农药管理法规。

1.2 美国

自1965年第1次登记以来，毒死蜱已经被美国环保署审查过多次，目的是进行最大残留限量的重新评估和产品重新登记等。目前，毒死蜱仍处于再次审查之中。以下是美国环保署近20年来，依据当时的科学技术对毒死蜱的安全性进行的多次评审历程。

（1）2000年：登记证持有人自愿同意取消、逐步淘汰和修改某些用途

1996年环保署颁布了《食品质量保护法》，制定了更严格的安全标准，特别在保护儿童方面。在完成重新登记需要的风险评估之后，环保署确定有必要修改毒死蜱的某些用途，以满足新的安全标准，并解决暴露于毒死蜱的健康和环境风险。2000年，毒死蜱的登记证持有人自愿与环保署签订了一项协议，以取消、逐步淘汰和修改某些用途。协议中自愿取消和修改的一些用途包括：① 取消大多数家庭使用，采用了防儿童接触包装的蚂蚁和蜚蠊诱饵及火蚁丘处理除外，并逐步淘汰所有杀白蚁用途。② 停止在番茄上使用，只允许在苹果树开花前和休眠期使用，并降低葡萄上的最大允许残留限量标准。

（2）2002年：更改标签以确保环境和工人安全

2002年，环保署对所需的安全措施进行了一些修改，以提高其对环境和使用这种杀虫剂的工人的安全性。修改内容包括：① 利用缓冲区保护水质、鱼类和野生动物；② 减少包括柑橘和玉米在内的各种作物的每季施用剂量；③ 增加个人防护设备的数量，以减轻农业工人的风险。

（3）2011年：人类健康风险的初步评估

2011年，作为登记审查过程的一部分，环保署完成了对所有毒死蜱用途的全面初步人类健康风险评估。这项评估参考了各种新的研究结果以及环保署2000年6月完成上一次毒死蜱人类健康风险评估以来各种新的研究发现。

（4）2012年：减轻喷雾飘移和更改使用剂量

2012年，环保署大幅降低了农药飞防剂量，并在公共场所（包括娱乐区、学校、家庭和其他敏感区域）周围建立了地面喷洒、鼓风机喷洒和航空喷洒的“无喷洒”缓冲区，以保护儿童和其

他旁观者的健康。

(5) 2014年：修订人类健康风险评估

2014年，作为登记审查过程的一部分，环保署完成了对所有毒死蜱用途的人类健康风险评估的修订。根据收到的新信息，包括公众意见，更新了2011年6月的初步人类健康风险评估结论。环保署考虑到多种来源的暴露，包括食物和水的暴露、吸入和皮肤接触暴露等；考虑到所有人口，包括婴儿、儿童和育龄妇女；还纳入了2012年喷雾飘移暴露评估的信息，以及限制喷雾飘移的新措施。

(6) 2016年：再次修订人类健康风险评估

在收到公众对2014年风险评估的意见和农药法科学咨询小组的反馈后，EPA于2016年再次修订了毒死蜱的人类健康风险评估。

(7) 2017—2019年：拒绝撤销最大残留限量的申请

2017年3月，一项要求环保署撤销毒死蜱的所有食品中最大残留限量规定并取消毒死蜱的所有登记的请愿书被美国环保署驳回。环保署认为，尽管经过几年的研究，解释神经发育影响的研究仍然没有结论，在完成登记审查的剩余时间内，仍有必要做进一步的科学评估。作为正在进行的登记审查的一部分，环保署将继续审查有关毒死蜱对神经发育的影响。

2018年8月9日，美国旧金山第九巡回上诉法院命令美国环保署在60 d内禁止使用毒死蜱。9月份，司法部要求由11名法官组成的陪审团复审。法院在2019年3月26日听取口头辩论后，于2019年4月19日命令环保署在90 d内就其拒绝2017年3月这份请愿书发布完整的最终决定。

(8) 2020年：生态风险评估草案和修订的人类健康风险评估

2020年9月，环保署发布了以下评估报告：① 毒死蜱登记审查的生态风险评估草案；② 用于毒死蜱登记审查的人类健康风险评估第3次修订案；③ 以及更新毒死蜱的精制饮用水评估以供登记审查。

(9) 2020年：建议的临时决定

2020年12月，环保署公布了建议的毒死蜱登记审查临时决定（PID）。该临时决定刊登在《联邦公报》的公告文件（EPA-HQ-OPP-2008-0850）中，并给予为期60 d的公开评论期。环境保护署还邀请各方就效益评估、2020年9月修订的人类健康风险评估、生态风险评估草案和修订的饮用水评估草案等发表意见。

目前，毒死蜱仍在接受登记审查，这是一个以15年为周期重新评估所有农药的方案。作为正在进行的登记审查的一部分，环保署将继续评估毒死蜱所带来的潜在风险，并打算在2022年10月1日的法定截止日期前完成评估。

完成毒死蜱登记审查的工作还包括如下方面：① 为期60 d的PID公众意见、修订的人类健康风险评估、生态风险评估草案、饮用水评估和效益评估；② 对公众关于PID、风险评估和效益评估意见的回应文件；③ 制定临时决定（ID），包括所需的风险减轻措施；④ 在完成所有有机磷的单一化学品风险评估和临时决定（ID）后，修订2006年有机磷累积风险评估。

美国个别州如夏威夷、加利福尼亚、奥尔良、纽约、康涅狄格等拟禁用毒死蜱。夏威夷州在2019年1月起禁用毒死蜱，成为美国第一个禁用毒死蜱的州。纽约州2021年1月27日宣布要在2021年12月禁止所有毒死蜱的用途。2019年1月27日，纽约州环境保护部（DEC）行政长官Basil Seggos宣布纽约要发布一项拟议的法规，禁止销售、分销、拥有和使用含有毒死蜱活性成分的农药产品。纽约州州长Andrew M. Cuomo要求DEC在2019年12月禁止使用有机磷农药毒死蜱，以保障公众健康和保护环境资源，特别是保护传粉媒介。另外，2019年5月份加州也宣布要取消毒死蜱的登记并禁用毒死蜱。

但是，目前为止美国联邦环保署尚未对毒死蜱的未来做出任何决定。2021年4月29日来自食品安全中心的最新消息称，旧金山第九巡回上诉法院于当天下令环境保护署禁止所有对大脑有害的杀虫剂毒死蜱的食品作物使用，或者只保留对工人和儿童安全的使用。预计美国环保署在2022年全部评审完成之后才会有新的决议。

1.3 加拿大

加拿大正在对毒死蜱进行重新评估，加拿大卫生部多年来实施了若干减少风险的措施。2000年，加拿大卫生部重点进行了毒死蜱的非农业用途评估，包括居民区及其周围的用途。从那时起，住宅用途从毒死蜱标签中被移除。毒死蜱的重新评价工作继续进行，并审查了农业和林业用途。根据对人类健康和环境影响的评估，2003年公布了一项拟议的重新评价决定供协商。在咨询之后，加拿大卫生部2007年实施了进一步保护人类健康的措施，包括新的工程控制、个人防护设备和

限制喷施后的再进入间隔时间等。此外，通过在毒死蜇产品标签上实施环境预防措施和喷洒缓冲区而进一步保护环境。加拿大卫生部还承诺继续更新环境风险评估。

2019年5月31日发布“建议的重新评估决定（PRVD2019-05），毒死蜇及其相关最终用途产品：更新的环境风险评估”，内容包括对环境、价值和建议的决策的评估，并给予90 d的公众咨询期。加拿大卫生部还在此评估决定中告知公众，与人类健康评估有关的新研究已经产生，正如各国际司法管辖区所表明的那样，这些研究可以为毒死蜇的重新评估提供依据。根据相关的新信息，加拿大卫生部将更新毒死蜇的人类健康评估，并在今后的出版物中刊登。

鉴于毒死蜇的环境风险（对有益节肢动物、鸟类、哺乳动物和所有水生生物区系的风险），在评估决定中建议取消毒死蜇的大多数户外使用。建议如下用途的登记继续保留并更改标签：① 控制蚊幼虫的临时水池（静水）；② 室外成蚊防治；③ 用于室内外（非住宅）建筑结构；④ 用于户外观赏植物（仅盆栽浸根）防治日本甲虫幼虫；⑤ 用于温室观赏植物。

1.4 澳大利亚

经过重新评估，澳大利亚农药兽药管理局在2019年7月25日的特别公报公布了根据澳大利亚农药法第41条作出的临时监管决定，暂停给予登记证持有人和指定代理人的家用和家庭花园用毒死蜇产品的标签批准。暂停决定给予许可证（PER88402）新的有效期，即从2019年7月25日开始至2020年7月24日结束，在此期间内允许相关人拥有、保管、供应和使用毒死蜇。12个月的暂停也为组合用途标签（即同时包括农业或商业、家庭或家庭花园用途的标签）持有人提供了改变其标签的机会，以便移除标签上的家庭和花园用途。只有经过标签修改，去除家庭和花园用途的毒死蜇组合用途标签才能继续使用。被取消的登记和标签名单公布于2020年7月28日的公报中。根据法规第34AA条作出的最后监管决定，取消所有登记证持有人和指定代理人的在家庭和花园以及一些公共场所如公园和人行道使用毒死蜇产品的登记，并于2019年9月25日公布。澳大利亚早在2014年就开始限用建筑工程开始前使用毒死蜇杀白蚁。

1.5 新西兰

毒死蜇在新西兰于2013年和2016年先后2次被部分再评审，但是当时没有被禁用。目前，新西兰环保署开始再次重新审查毒死蜇。目前，在新西兰登记作为农药使用的含有毒死蜇有效成分的产品有15个。这类产品的标签声明包括防治多种作物的各种害虫，其中有各种蔬菜、水果、谷物、牧草和饲料作物。由新西兰环保署任命的一个决策委员会发现，有理由重新评估毒死蜇和相关化合物甲基毒死蜇。新西兰已经在河流、空气和土壤中检测到毒死蜇的存在。环保署“有害物质及新生物体”部门的总经理Clark Ehlers博士说：“这项重新评估毒死蜇、甲基毒死蜇及含有毒死蜇的物质的申请是由环保署发起的”。根据《有害物质和新生物法案》的规定，在申请重新评估一种物质之前，必须满足特定的法律要求。重新评估是对已经在新西兰使用的一种物质的管制规则的正式审查。Clark Ehlers博士说“基于关于这种物质影响的重要新信息，我们的决策者现在已经确定有理由进行重新评估毒死蜇”。毒死蜇在环保署的优先评审化学品清单上。下一步需要寻求更多关于含有清单中这些物质的产品如何以及在哪里被使用的细节。

1.6 印度

印度政府于2020年5月18日发布的公报通知，提议全面禁止使用27种非专利农药，其中包括毒死蜇。

1.7 泰国

2020年4月1日，泰国向WTO通报了该国工业部对百草枯及毒死蜇进行重新分类的意向，将它们由第3类（允许但须经许可）移至第4类（禁止生产、进口、出口及拥有），并于2020年6月1日执行经修订的毒害物质清单（G/TBT/N/THA/567）。

尽管世贸组织成员国提出意见的最后期限是2020年5月30日，但泰国国家毒害物质委员会（NHSC）在世贸组织提出意见的最后期限之前1个月即4月30日召开了一次会议，同意工业部的这一通报草案，禁用百草枯和毒死蜇（包括甲基毒死蜇），2020年6月1日起生效。

1.8 缅甸和马来西亚

2020年7月，缅甸农业部农药主管部门宣布将从2021年7月1日起禁止以毒死蜇为原料的农药的登记、进口、分装、销售和使用。并将从2020年12月31日起暂停这些产品的进口许可。

另据马来西亚农业部2021年4月28日发布的公告，马来西亚也拟从2021年5月1日起停止毒死蜇和克百威的登记申请，2022年4月30日之前需要清掉库存，2023年5月1日之后，禁止毒死蜇和克百威在农业上使用。

2 毒死蜇的主要用途

2.1 毒死蜱在美国的用途

在美国，自1965年以来，毒死蜱作为杀虫剂在农业和非农业领域都有广泛应用：① 以有效成分使用总量计算，毒死蜱的最大使用场所是玉米田。② 毒死蜱也用于大豆、水果和坚果树、抱子甘蓝、蔓越莓、西兰花、花椰菜以及其他行栽作物。③ 非农业用途包括高尔夫球场、草皮、温室和非建筑结构用木材处理，如电线杆和栅栏桩。它还被登记为杀蚊剂，并用于采用了防儿童接触包装的蜚蠊和蚂蚁诱饵站。

制剂类型包括液体、颗粒剂、水分散颗粒、可湿性粉剂、水溶性包装等，可应用于地面或飞机喷施。

来自科迪华公司的信息称，毒死蜱已有40多年的应用历史，在将近100个国家登记使用，可用于50多种农作物，在美国每年使用面积超过344万 hm^2 。科迪华公司关于毒死蜱在美国的农业用途总结在表1中。加州是美国的农业大州，毒死蜱的使用非常重要。毒死蜱在加州6种最重要的作物上用量和防治面积很大（表2）。

表1 毒死蜱在美国的农业用途

作物	靶标害虫
苜蓿	苜蓿象甲、黏虫、蚜虫、马铃薯叶蝉
十字花科蔬菜(油菜作物、西兰花、花椰菜、卷心菜、羽衣甘蓝、茼蒿等)	卷心菜蛆、蚜虫
柑橘	介壳虫、粉蚧、亚洲柑橘木虱、锈螨、柑橘潜叶蝇、美洲柑桔蚜虫
大田玉米	玉米根虫、地老虎、蛴螬、欧洲玉米螟
甜玉米	玉米穗虫、黏虫、玉米根虫(幼虫和成虫)、切根虫、种子害虫
棉花	棉蚜、盲蝽、黏虫、棉红铃虫
葡萄	粉蚧、切根虫、蚂蚁
薄荷	薄荷根钻
洋葱	洋葱蛆
花生	小玉米茎蛀虫、玉米根虫
梨果(苹果、梨)	梨圆蚧、苹粉红劣蚜、卷叶蛾、斜带卷叶蛾、爬虫、美洲梨木虱
大豆	大豆蚜虫、豆叶甲虫、蝗虫、蜘蛛
核果(桃子、油桃、樱桃、李)	梨圆蚧、桃树嫩枝蛀虫、桃树蛀虫、小桃树蛀虫、美洲桃蚜虫
甜菜	切根虫、铁线虫、甜菜根蛆、黏虫、蝗虫
红薯	铁线虫、南方玉米根虫、跳甲
坚果(杏仁、山核桃、核桃等)	梨圆蚧、桃树嫩枝蛀虫、脐橙螟虫、苹果蠹蛾、核桃皮卷蛾、黑核桃蚜虫
小麦	蚜虫、蝗虫、橙色小麦吸浆虫

表2 2015—2017年加州毒死蜱用量和防治面积

作物	使用量(有效成分)/kg				
	2015	2016	2017	2015	
苜蓿	56 181.59	30 605.50	34 341.46	90 335.65	
杏树	94 866.48	64 749.93	84 845.79	67 961.03	
柑橘	103 749.89	117 731.73	102 529.09	28 296.14	
棉花	38 940.94	43 564.93	69 043.86	36 750.92	
葡萄	葡萄干和鲜食葡萄	32 445.56	29 892.26	27 160.09	15 999.53
	酿酒葡萄	21 252.20	21 585.43	22 434.86	10 435.64
核桃		60 504.58	57 095.49	46 888.21	29 659.77
总数		453 341.2	365 225.29	387 243.38	279 438.66

数据来源：加州农药监管局农药使用数据报告。

2.2 毒死蜱在欧盟的用途

毒死蜱制剂产品在欧盟获得登记的国家包括奥地利、比利时、保加利亚、塞浦路斯、捷克共和国、爱沙尼亚、希腊、西班牙、法国、克罗地亚、匈牙利、意大利、卢森堡、马耳他、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克。此外在英国也有登记。没有获得登记的国家包括丹麦、芬兰、德国、爱尔兰、拉脱维亚、立陶宛、斯洛文尼亚和瑞典。根据欧洲-非洲-加勒比-太平洋联络委员会信息，毒死蜱和甲基毒死蜱在欧盟的主要用途见表3。

表3 毒死蜱和甲基毒死蜱在欧盟的主要用途

毒死蜱	甲基毒死蜱
果树包括苹果、梨、葡萄、菠萝、香蕉、草莓、芒果；番茄；蔬菜包括胡萝卜、卷心菜、花椰菜、抱子甘蓝	果树包括苹果、梨、葡萄、菠萝；蔬菜包括胡萝卜、卷心菜、花椰菜

2020年的欧盟委员会法规（COMMISSION REGULATION (EU) 2020/1085，2020年7月23日）将毒死蜱和甲基毒死蜱的MRL均设定为0.01 mg/kg，于2020年11月13日开始生效。新的MRL导致毒死蜱和甲基毒死蜱根本无法在欧盟使用。欧盟还在讨论将毒死蜱列入《斯德哥尔摩公约》的持久性有机污染物。

3 毒死蜱的替代产品

3.1 欧盟

欧洲-非洲-加勒比-太平洋联络委员会计划有针对性地研究毒死蜱替代品：确定毒死蜱在非洲、加勒比和太平洋（ACP）国家园艺中的主要用途，以及可能受到最大残留限量影响的作物；确定潜在的替代物质；为农药行业或ACP各国监管当局推荐适合的产品登记等。目前尚未见毒死蜱替代产品方面的其他报道。

3.2 美国

早在2000年的《农药和你》杂志第一期就呼吁美国环保署禁止家庭使用毒死蜱。该期杂志还发表了由Kagan Owens撰写的关于毒死蜱替代产品的文章。他建议使用无毒措施和最低毒性的农药即物理措施和生物农药等防治家庭或庭院园艺害虫等（表4）。

表4 替代毒死蜱的家用杀虫措施和农药产品

害虫	替代防治方法	害虫	替
蚂蚁	热处理、冷处理、电流、脂肪酸肥皂、有益线虫如斯氏线虫、多杀菌素、硅藻土、硼酸、植物杀虫剂(<i>d</i> -柠檬烯)、薄荷油、草药提取物、橙油、松子油、大蒜	舞毒蛾	微生物杀虫剂(苏)
麦虱(麦长蝽)	有益真菌如白僵菌、有益黄蜂、有益菌、杀虫肥皂、二氧化硅气凝胶	日本甲虫/幼虫	乳孢子(milky spore)
蜚蠊	电流、热处理、有益菌(绿僵菌)、硅藻土、硼酸、植物农药(橙油、薄荷油、草药油、印楝)	蚊子	二氧化碳的陷阱、杀虫剂(苏云金芽孢杆菌、食蚊鱼、植物)
蟋蟀	有益真菌病原体(球孢白僵菌)、杀虫肥皂、硅藻土、硼酸、植物杀虫剂(印楝)	白蚁	热处理、冷处理、有益的线虫如斯氏线绿僵菌、多杀菌素、
跳蚤	有益的线虫、杀虫肥皂、硼酸、硅藻土、二氧化硅气凝胶、植物农药(柠檬烯和草药油提取物)	胡蜂、黄蜂	物理陷阱、杀虫肥皂凝胶、
苍蝇	有益线虫、拟寄生物、寄生螨、植物驱虫剂、硅藻土、二氧化硅气凝胶	地老虎/毛毛虫	有益的线虫、生物杀虫素、有益的内生

北美农药行动网建议加州在禁用毒死蜱以后采用害虫综合治理或生态治理措施进行虫害管理。推荐的各种措施包括害虫监测、栖息地管理、机械或物理防治方法、栽培措施、使用更友好的杀虫剂（印楝素、印楝油、多杀霉素）和生物防治措施等。

2019年5月，加州农药监管局开始逐步取消农药毒死蜱的使用。毒死蜱的取消对加州6种主要作物（苜蓿、杏、柑橘、棉花、葡萄、核桃）的经济影响巨大。据估计，基于3年（2015—2017）的平均种植面积和毒死蜱用量计算，全州平均年收入损失为1,150万美元，因毒死蜱禁用而增加的植保费用为苜蓿160万美元、杏60万美元、柑橘100万美元、棉花710万美元、葡萄430万美元、核桃320万美元。此外，由于棉花产量减少而造成的收入损失估计为630万美元。

鉴于加州拟禁用毒死蜱，2019年8月14日，加州农药管理部与加州食品和农业部宣布成立一个新的跨部门工作组，以确定、评估和建议更安全、可持续的害虫管理解决方案。

毒死蜱替代方案工作组包括来自农业、加州各大学、环境司法团体、农场工人健康和安安全组织以及农药制造商等广泛领域的领导和专家，以确保该工作组代表不同的观点。

加州毒死蜱替代行动方案（安全和更可持续的毒死蜱替代产品）发表于2020年5月。该方案针对加州最重要的作物苜蓿、杏、苹果、芦笋、樱桃、柑橘、橄榄型蔬菜、玉米、棉花、无花果、花草、葡萄、洋葱/大蒜、桃、梨、美洲山核桃、薄荷、李、梅、小谷粒作物、草莓、甘蔗、核桃等的主要害虫的防治推荐了各种可替代毒死蜱的杀虫剂单剂或混剂产品。这些杀虫剂产品所含的有效成分有：1,3-二氯丙烯、阿维菌素、阿维菌素/噻虫嗪、乙酰甲胺磷、啶虫脒、印楝素、苏云金杆菌、高效氟氯氰菊酯、联苯菊酯、噻嗪酮、甲萘威、氯虫苯甲酰胺、氯化苦、噻虫胺、噻虫胺/吡虫啉、冰晶石、溴氰虫酰胺/阿维菌素、苹果蠹蛾颗粒体病毒、氟氯氰菊酯、二嗪磷、氟虫脲、乐果、呋虫胺、四硼酸钠、甲氨基阿维菌素、氰戊菊酯、灭线磷、苯丁锡、甲氰菊酯、啶螨酯、氟啶虫酰胺、氟吡呋喃酮、吡虫啉（含种子处理剂）、吡虫啉/高效氟氯氰菊酯、茚虫威、杀虫肥皂、高岭土、高效氯氟氰菊酯、马拉硫磷、氰氟虫腙、甲氧虫酰胺、甲氧虫酰胺/乙基多杀菌素、二溴磷、窄馏分石油、氟酰胺、氯菊酯、甲拌磷、亚胺硫磷、脂肪酸钾盐、吡蚜酮、除虫菊素、吡丙醚，在环保署批准的诱饵站使用S-甲基戊二烯液体诱饵、乙基多杀菌素、多杀霉素、螺螨酯、螺甲螨酯、

螺虫乙酯、噻虫嗪、噻虫嗪/氯虫苯甲酰胺、*zeta*-氯氰菊酯。可以看出，有些有效成分在中国已被禁用。

美国马里兰州农业局也推荐了毒死蜱替代产品。涉及的产品包含如下有效成分：茚虫威、*zeta*-氯氰菊酯/阿维菌素B1、*zeta*-氯氰菊酯、*zeta*-氯氰菊酯/联苯菊酯、氟吡呋喃酮、噻虫胺/苏云金杆菌、噻虫胺、甲萘威、马拉硫磷、吡虫啉/高效氯氟氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、高效氯氟氰菊酯/噻虫嗪、高效氯氟氰菊酯/氯虫苯甲酰胺、乐果、氯菊酯、啉虫脒、灭多威、二嗪磷、多杀菌素、乙基多杀菌素、甲氧虫酰肼、吡丙醚、螺虫乙酯、噻虫胺、啉虫脒、苏云金杆菌、噻嗪酮、氰戊菊酯、氯菊酯、联苯菊酯/啉虫脒、灭多威。

美国纽约州针对几种重要作物推荐了毒死蜱的替代产品（表5）。

表5 纽约州推荐的毒死蜱替代产品

作物	害虫	替代产品
苹果	瑞木透翅蛾	啉虫脒
	黑色蛀茎虫	甲氰菊酯和高效三氟氯氰菊酯
	美洲李燕蛾	无登记产品
	梨圆蚧	氟吡呋喃酮、噻嗪酮、吡丙醚、布克氏菌
樱桃	苹粉红劣蚜	氟吡呋喃酮、吡丙醚、溴虫酰胺、氟啉虫酰胺
	梨圆蚧	氟吡呋喃酮、啉虫脒、噻嗪酮、吡丙醚
	美洲李燕蛾	菊酯类杀虫剂
桃	果实球蜡蚧	噻虫嗪、吡丙醚
	梨圆蚧	氯吡呋喃酮、啉虫脒、噻嗪酮、吡丙醚
	美洲李燕蛾	菊酯类杀虫剂

科迪华公司的毒死蜱产品Lorsban[®]和Cobalt[®]从2020年以后不在爱荷华州销售。但是其他公司的毒死蜱产品和其他替代产品可以替代科迪华的毒死蜱产品（表6）。还考虑将新产品氟啉虫酰胺（Transform[®]）或巴斯夫的新杀虫剂双丙环虫酯（Sefina[™]）作为轮换产品防治大豆蚜虫。

表6 爱荷华州登记的能替代科迪华毒死蜱的产品

3.3 澳大利亚

科迪华澳大利亚公司向当地柑橘种植者推荐乙基多杀菌素（Delegate[®]）防治柑橘叶虫和浅褐苹果蠹蛾。因为试验证明该产品对凯利柑橘蓟马有很好的控制效果，因此科迪华还希望能将其列入防治该蓟马的产品。而澳大利亚APVMA声称，毒死蜱的替代品有很多，公众可以通过APVMA的登记产品数据库根据需要防治的害虫选择可以替代毒死蜱的产品。

4 结束语

有机磷杀虫剂曾经为全球作物保护和粮食生产发挥了不可磨灭的重要作用。但是由于毒性较高、选择性差、害虫容易产生抗性等问题逐渐被各种新的毒性更小、安全性更高、选择性更强的杀虫剂替代。

毒死蜱作为杂环有机磷杀虫剂，具有高活性、多种作用方式（胃毒、触杀、熏蒸）和广谱的杀虫范围，对水稻、小麦、棉花、果树、蔬菜、茶树的多种咀嚼式和刺吸式口器害虫均具有较好防效，自20世纪60年代一直被使用到现在。但是，随着科学界对毒死蜱认识的不断深入，正如欧盟委员会的禁用理由所言，毒死蜱对人类健康的毒害性是不可接受的。

欧盟已经拒绝了毒死蜱的续展登记申请，其他如加拿大、澳大利亚、新西兰等也在加紧对毒死蜱进行重新评价，印度、泰国、马来西亚和缅甸已经发布拟禁用毒死蜱的通告。相信不久的将来，毒死蜱可能会被更多的国家禁限用。

毒死蜱在农作物保护方面的重要性在欧洲和北美地区表现尤为突出，其禁限用对农业生产造成的损失巨大。因此寻找替代产品，尽量挽回因其禁限用造成的经济损失成为一个重要任务。

从美国部分州对替代产品的建议和澳大利亚APVAM的建议可见，已经在各国获得登记使用的现代杀虫剂中有很多品种可以替代毒死蜱用于不同作物防治不同的害虫。因此，选择能够替代毒死蜱的产品不是问题。