

第一章 绪 论

第一节 自然概况

山东省位于我国东南沿海，地处黄河下游，界于北纬 $34^{\circ}22'53'' \sim 38^{\circ}16'10''$ （岛屿达 $38^{\circ}23'41''$ ，东经 $114^{\circ}47'30'' \sim 122^{\circ}41'18''$ 之间）。东临黄海、渤海，南连江苏、安徽，西与河南接壤，西北与河北毗连。土地总面积 $156\ 716.9\text{km}^2$ 。

境内中部山地突起，西南、西北低洼平坦，形成以山地丘陵为骨架，平原、盆地交错环绕其间的地形。地势以泰、鲁、沂山为中心向四周渐低，三山共同组成鲁中山区主体，成为中部的东西分水岭。其北侧低山丘陵，海拔 $200 \sim 2\ 000\text{m}$ ，逐渐过渡到黄泛平原；其南侧山地丘陵，海拔由 $1\ 000\text{m}$ 渐下降到 160m ，至沂沭平原海拔仅 60m ；其西侧，从鲁西湖带过渡到黄河冲积扇，海拔 50 余 m ；其东侧为山东半岛丘陵，海拔 $100 \sim 500\text{m}$ 。全省山地丘陵约占全省总面积的 34.9% ，平原盆地占 64% ，河流湖泊占 1.1% 。

山东地貌可分为四个类型：

1. 鲁中山地 位于省的中部，南为省境，靠徐州丘陵，西沿京杭运河，东过淮河接五莲山区丘陵，泰、鲁、蒙、沂等山耸峙于中北部，海拔 $1\ 000\text{m}$ 以上，向外逐渐下降至 500m 以下的石灰岩低山。各山之间有多个小型山间盆地及河谷平原，其丘陵外缘是山麓堆积平原，地面倾斜平坦，土层深厚，蕴水丰富，有利于农业生产。以泰山为中心，北流的有弥河、潍河、淄河、孝妇河；南流有沂河、沭河；西流的有汶河、泗河、白马河等。山脉河流走向对气候产生影响，有利于东南暖天气流的流入，并阻挡北部冷空气南下，也有利于农业生产。

2. 鲁东丘陵 位于山东省东部，北、东、南三面临黄海与渤海，西部与胶莱平原接壤。该山区山丘基本由火成岩组成，少数山峰海拔在 700m 以上外，大部为海拔 $200 \sim 300\text{m}$ 的起伏丘陵。坡缓谷宽、土层较厚，加之三面环海，气候温和湿润，自然条件优越，丘陵之间为地堑断平原带，主要有莱阳盆地、桃村盆地等。丘陵外缘，散布有沿海平原，以蓬、黄、掖滨海平原面积最大，为胶东主要农业区之一。

3. 胶莱平原位于鲁中山丘区与胶东丘陵区之间，系潍河、大沽河、胶莱河冲积而成。海拔多在 50m 左右，低洼部分海拔不足 10m 。东西两侧略高，中部低洼，排水不畅，

易受涝害。土层深厚，有利农耕。

4. 鲁西北平原 位于运河和湖带以西，黄河和水清河以北，东与胶莱平原相接，呈弧形环布于鲁南山地丘陵西、北两面。海拔多在 50m 以下，西南部东明一带最高海拔 70m 左右，向东北倾斜至渤海之滨，海拔仅 2~3m。平原上除金乡、嘉祥、梁山、无棣等局部孤立的残丘外，其余均为黄泛平原。区间河道高地和河间洼地纵横交错，黄河、大运河穿流其间，每年黄河水带来大量泥沙沉降，河口向渤海延伸，形成新淤地。在鲁西南的山麓冲积平原和黄河冲积平原之间的低洼地带形成湖群。以济宁为中心分成南四湖（微山湖、昭阳湖、独山湖、南阳湖）和北五湖（马厂湖、蜀山湖、南旺湖、马踏湖、东平湖）。南四湖连为一体，由于泥沙沉淀而使湖体变浅；除东平湖外，其余各湖均渐淤积成洼地，基本不见湖形，这一区域是粮棉的主要产区。

山东省属暖温带季风气候。一般年份夏季多雨，冬季少雪，春旱风多，秋旱少雨。东部沿海地区受海洋气候影响，春寒后延，夏季温度较低。鲁东南沿海为全省湿润地区，鲁中山丘区为半湿润地区，西北平原属半干燥地区。全省年平均气温 11~14℃，由东北部沿海向西南内陆递增。胶东半岛和鲁北黄河三角洲年均气温 12℃ 以下，鲁西南年均气温 14℃ 以上。极端低温 -11~-12℃ 之间，极端高温 36~43℃。全省大于 0℃ 平均积温为 4 200~5 600℃，其积温由鲁西南向东北部递减。胶东半岛（除烟台外），积温不足 4 500℃，成山头在 4 200℃ 以下。鲁中山区的西南部及北部边沿积温在 4 600~4 800℃ 之间。

山东省年均降水量一般在 550~950mm 之间，由东南向西北递减。鲁南、鲁东一般在 800~900mm 以上，鲁西北和黄河三角洲则在 600mm 以下，高唐、夏津一带最少，仅 550mm 左右。在时间分布上，春季（3~5月），降水量多在 50~120mm，占年降水总量的 10%~13%，降水量少且变率大，其变率达 45%~65%，因而春旱几乎年年发生；夏季（6~8月），降水量 300~600mm，占年总降水量的 60%~70%，易造成涝灾；秋季（9~11月）降水 100~250mm，占年总降水量的 10%~20%，沿海多于内陆，降水相对变率大（50%~70%），常造成秋旱；冬季（12~2月），降水稀少，多在 15~50mm 之间，仅占年降水量的 3%~5%。

山东省水系比较发达，自然河流的平均密度每平方公里在 0.7 km 以上。河流有 1 500 多条，其中在山东入海的有 300 多条。这些河流分属于淮河流域、黄河流域、海河流域、小清河流域和胶东水系。黄河自东明县入境，斜贯鲁西北平原，在垦利县注入渤海，境内全长 617km；徒骇河和马夹河均属海河流域，均自莘县入境，两河平行，分别于沾化、无棣注入渤海。沂河为省内第二大河，发源于鲁山南麓，流入江苏境内；沭河也向南流入江苏。新中国建立以来人工开挖多条新河道，形成各河相济，大小相通的水利系统，在防洪排涝、灌溉农田、发展农业生产中发挥了重大作用。

山东耕地面积 703.772 万 hm^2 ，尚未利用的荒山、荒地达 126.67 万 hm^2 。主要土壤类型有潮土类、棕壤类、褐土类，其次有砂姜黑土、盐土等。

山东省自然环境复杂，气候温和，生物资源丰富。主要农作物有小麦、玉米、水稻、大豆、甘薯、棉花、花生、烟草等；果树主要有苹果、梨、桃等；蔬菜种类多达 400 种左右。另外，麻、桑、茶及中药材等也有栽培，构成门类众多的栽培作物体系。野生植物资源较丰富。山东地处我国东部暖温带落叶阔叶林区，据初步调查，计有各种植物 3 600 余

种，以胶东地区最多约达 1 800 种，鲁中南约 600 种，鲁西约 300 种，鲁北 1 400 余种，省内木本植物 660 余种。野生经济植物 645 种。包括药用植物 300 多种，油脂类植物 156 种，芳香油类植物 56 种，鞣质植物 84 种，纤维类植物 134 种，淀粉糖类植物 78 种，土农药原料植物 40 多种。山东省位于动物地理区的东洋区和古北区的交错地带，农业害虫种类也较多，已查明各类农业害虫多达 1 419 种。庞大的农业害虫群落，也为害虫天敌提供了有利于生存繁衍的良好基础。

第二节 农业害虫天敌的利用进展

一、天敌控制害虫的历史记载

山东省是我国古老的农业区域，对天敌控制害虫的史实多有记载。早在公元 715 年，唐开元三年，寿光、安丘、昌乐县志同时记载“乙卯夏，紫虫食苗，有鸟食之”。首次记载了鸟类对害虫的控制作用。此后，史书上时有天敌控制害虫的记载。“唐大中四年（公元 850 年）秋八月兖州蚜蚘生，有蠹青色，随啮之化为水”。为山东第一次虫食害虫的记载。宋雍熙三年（公元 986 年）7 月，鄆城载有蝗自死。“宋淳化三年，单州有蝗，蛾抱草自死”。即今之蝗虫之抱草瘟。史书上多次描述了天敌对害虫强大的控制作用。《东昌府志》记载，“明嘉靖九年（公元 1530 年）五月，飞蝗自兖群来，所过无遗禾，北至莘……忽黑蜂满野，啮蝗尽死，即而雷雨交作，蝗尽化为泥”。《东明县志》记载，“明万历四十年（公元 1612 年），鲁、豫大蝗，距县近将至，忽鸟有数万余，迎面食之。遂不入境”。《济南府志》记载，“清乾隆五十八年（公元 1793 年）六月，历城飞蝗遍野，忽有飞虫如蜂，附如蝗背，蝗立毙，秋，大熟”。《曹县志》记载，“清同治二年（公元 1863 年），蝗生遍野，忽出无数小虾蟆，皆自北向南，见蝗便吞食之，不日而尽，其患始息”。

公元 715 年至 1929 年，由山东省史书查得天敌对害虫的控制记载共 32 次。其中，益鸟捕食害虫记载 16 次，益虫食害虫 7 次，益菌制虫 6 次，虾蟆食害虫 3 次（表 1-1）。

表 1-1 山东省历代害虫天敌控制害虫记录

纪 元	朝 代	天敌情况记载	资料来源
715 年	唐开元三年	乙卯年夏紫虫食禾，有鸟食之。 乙卯夏，紫虫食苗，有鸟食之。 紫虫食苗，有鸟食之。	寿光县志卷九 安丘县志卷一 昌乐县志卷一总记
737 年	唐开元二十五年	贝州蝗，有鸟数十万，群飞食之，一夕而尽，稼不伤。	恩县志卷十
744 年	唐天宝三年	青州，紫虫食田，有鸟食之。	唐志
850 年	唐大中四年	秋 八月 兖州蚜蚘生 有蠹青色 随啮之化为水。	兖州府志
948 年	五代后汉乾祐元年	丁未，蜂生，寻为鸚鵡食始尽。	曹县志卷十八
986 年	宋雍熙三年	七月鄆城有蝗自死。	曹州府志
992 年	宋淳化三年	单州蝗，蛾抱草自死。 正月，单州有蝗，蛾抱草自死。	曹州府志 单县志十四物异
1458 年	明天顺二年	大蝗，即而抱草死，臭不可近。	东明县志
1530 年	明嘉靖九年	五月，飞蝗自兖群来，所至无遗禾，北至莘，忽黑蜂满野，啮蝗尽死，即而雷雨交作，蝗尽化为泥，田禾不至损伤。	东昌府志

(续)

纪元	朝 代	天敌情况记载	资料来源
1612 年	明万历四十年	鲁豫大蝗 距县近将至 忽有鸟数万余 迎而食之 遂不入境。	东明县志
1622 年	明天敌二年	八月, 新泰蝗, 有秃鹫食之。	泰安府志卷二十九
1641 年	明崇祯十四年	秃鹫食蝗, 旋吐旋食。	日照县志卷一
1642 年	明崇祯十五年	二麦叶花, 蛹复生, ...忽有黑蜂攫蛹而食, 啗蛹或入土 转化为蜂, 迨三月蛹尽, 而蜂不知所之。	东明县志
1655 年	清顺治十三年	飞蝗遍野, 蜂啗蝗死。	博平县志卷一
1700 年	清康熙三十九年	虫食菽, 忽秃鹫数万, 数日食虫净尽, 菽大稔。	费县志卷六
1758 年	清乾隆二十三年	六月 泰安蝗 群鸟啄之 不为灾。	泰安府志
1793 年	清乾隆五十八年	六月, 历城飞蝗遍野, 忽有飞虫如蜂, 附如蝗背, 蝗立 毙 秋 大熟。	济南府志
1814 年	清嘉靖十九年	夏, 宝镇都飞蝗起, 有蜂螫之, 蝗尽死。	菏泽县志卷十八
1838 年	清道光十八年	飞蝗过境 遗蛹遍野 大雨 虾蟆食之 不为害。 蛹遍野, 值大雨, 有虾蟆食之, 竟不为灾。	菏泽县志卷十八 东明县志
1854 年	清咸丰四年	春, 蛹生数里, 鸦鸟食之净。 春, 蛹子生, 鸦鸟食之净。 蛹子生 被鸟之净, ...	武定府志 惠民县志卷十七 阳信县志
1863 年	清同治二年	蛹生遍野, 忽出无数小虾蟆, 皆自北向南, 见蝗便吞食 之, 不日而尽, 其患始息。	曹县志卷十八
1867 年	清同治六年	蝗蛹生, 缢死。	范县志卷六
1871 年	清同治十年	辛未夏 蝗入境 大雨三日 自僵。	陵县志卷十五
1900 年	清光绪二十六年	忽来山鸦成群, 将蝗一一食尽。	惠民县补遗五行志
1920 年	民国九年	夏 蝗蛹生, 有海鸟来, 食之尽。	莱阳县志卷十四
1929 年	民国十八年	是年 秋蝗复为害 继之以蛹 蛹又成蝗 愈捕愈多 至八 月忽来山蜂无数, 将蝗螫死, 其患乃息。	馆陶县志卷八

在漫长的历史中, 对害虫天敌控制害虫的潜力未能充分认识并加以保护和利用, 只任其自然地发挥对害虫的控制作用。农民在生产中, 时而放鸡、鸭食虫, 或不杀伤蝗螂, 爱护青蛙、蟾蜍等以食害虫。至 20 世纪 20 年代, 开始注意对天敌的调查与保护。1929 年, 鉴于沾化县蝗区有“气不忿”(即步行虫类), 对蝗虫有较好控制作用, 山东省政府农矿厅下达指令, 传谕沾化县长, “气不忿既为谷杀蝗益虫, 应即布于民众一体保护, 以利农禾”。是年, 山东省农矿厅下达保护青蛙令, 但未能认真组织实施。1931 年, 山东省政府实业厅, 奉实业部令, 印发了益虫益鸟调查表, 通令各地调查天敌种类, 制定保护规章, 但也囿于技术水平及社会制度, 未能达到如期目的。

二、农业害虫天敌保护利用工作的进展

害虫天敌持久大量的存在于自然界之中, 是一种用之不竭的害虫控制资源。长期以来, 对这批重要资源未能有意识的加以有效利用, 只任其自然地发挥控制害虫的作用。新中国建立之后, 逐步重视天敌资源的调查研究, 自然天敌的保护利用, 天敌的移植与引进, 以及繁放天敌控制害虫, 生物防治得到了发展。大体可分为三个阶段:

1949—1973 年, 起步探索阶段。开始有计划地组织群众放鸡食虫, 湖区驱鸭灭蝗, 并显现其灭虫作用。着手探索引进日光蜂与本地种杂交, 提高对苹果绵蚜的控制效果。开始研究赤眼蜂繁放技术控制玉米螟; 移植黑青小蜂防治贮棉仓库中的越冬红铃虫等。这些

成果均在一定范围内应用。但由于 20 世纪 60 年代至 70 年代初期，化学防治盛行，影响了天敌利用工作的发展。

1974—1978 年，保护利用天敌掀起阶段。由于长期大量使用化学农药，带来了严重的有害副作用，害虫抗药性急剧发展，农产品的农药残留超标，影响人体健康和农产品出口，以及害虫的再猖獗，因而生物防治被提到议事日程。在此阶段中，大力推广生物防治措施，引进以瓢虫防治棉蚜技术，推广草蛉、马蜂防治棉铃虫。自然天敌的保护利用面积迅速扩大，以繁殖释放赤眼蜂防治玉米螟在鲁东地区形成高潮，放蜂面积急速扩大，在改善生态，控制害虫中发挥了作用。但由于技术基础薄弱，且对生防措施所存在的局限性认识不足，过高估计天敌在控制害虫中的作用，影响了农民应用生物防治的积极性，造成生防工作的大起大落。

1979 年起，稳步发展阶段。1978 年在农业部投资兴建山东省生物防治实验站的基础上，配备人员，购买现代设备，开展生物防治工作。进行了害虫天敌资源的全面调查，查清农业害虫天敌资源种类及分布，评价明确了优势种，开展了优势天敌生物学及发生消长规律与保护利用技术的研究，提出了主要作物的主要害虫天敌保护利用技术，并大力推广应用，保护利用面积逐年扩大，收到巨大的经济、生态和社会效益。

（一）天敌资源调查

新中国成立以来，科研、教学及技术推广单位重视害虫天敌资源的调查工作，逐步丰富了山东省天敌资源记录。1954 年，山东农学院依据调查资料，编出《山东省农业害虫天敌及益鸟名录》，初步记载了天敌昆虫 37 种及少数食虫鸟类。同年，先后由中国科学院动物研究所昆虫研究室唐宗敬、唐瑞惠、郑作新等于 4—11 月间的与蝗虫工作组结合，在微山湖区系统采集调查食蝗鸟类，计得标本 64 号，经解剖鸟胃，发现食蝗鸟计 7 目 11 科共 18 种。

1978—1981 年，山东省植物保护总站，根据农业部关于开展天敌资源普查通知精神，本着三为主（调查当地主要作物，主要害虫的主要天敌）的原则，组织各级植物保护站，开展了农业害虫天敌资源的全面调查工作。1979 年山东省科学技术委员会对该项调查又列为重点科研项目，进一步促进了这项工作。本次调查共有 2 633 人参加，调查 112 个县（市），652 处公社，2 472 个大队（村），共采集天敌标本 10 余万件，在自行鉴定的基础上，并邀请了国内知名专家予以复核鉴定，已定名的天敌种类 491 种，隶属于 2 个纲，11 目，87 科。其中，昆虫纲 9 目 67 科，382 种；蛛形纲 2 目，7 总科。其中，蜘蛛目 6 个总科，17 科，95 种；蜱螨目 1 总科，3 科，14 种。这些天敌多数为山东省新记录，并有 4 种蜘蛛为国内新记录。于 1984 年着手编写《山东省农业害虫天敌名录》，于 1989 年脱稿印刷。记录了本省农业害虫天敌的种类、寄主及分布，并按作物归属害虫天敌，计有小麦害虫天敌 170 种；玉米害虫天敌 164 种；水稻害虫天敌 101 种；棉花害虫天敌 187 种；花生害虫天敌 65 种；大豆害虫天敌 75 种；果树害虫天敌 92 种。

滨州地区农科所，于 1981 年开始，对山东省大豆害虫天敌进行专题调查，至 1983 年共查出大豆田害虫天敌 261 种，其中，明确寄主的天敌 142 种，隶属于 2 个纲、11 目，48 科，进一步丰富了大豆害虫天敌资源记录。

山东农业大学植保系昆虫教研室，对害虫的昆虫天敌进行调查，并收集 50 年代以来

所采集的天敌昆虫标本进行鉴定，于 1984 年在山东农业大学学报（增刊）发表了《山东省天敌昆虫名录》，共辑录天敌昆虫 8 目，37 科，112 属，160 种，记录了分布、寄主或猎物、采集场所、采集方法、采集日期，有的种类简述了其生活习性。并以主要害虫为主，归属了害虫天敌种类，记载了黏虫天敌 12 种，麦长管蚜天敌 19 种，麦二叉蚜天敌 19 种，禾缢蚜天敌 11 种，玉米螟天敌 11 种，玉米叶螨天敌 2 种，高粱条螟天敌 2 种，高粱蚜天敌 7 种，大豆蚜天敌 6 种，玉米蚜天敌 17 种，稻纵卷叶螟天敌 7 种，灰飞虱天敌 3 种，棉蚜天敌 23 种，棉铃虫天敌 16 种，棉造桥虫天敌 11 种，棉小灰象甲天敌 4 种，以及其他粮、棉、油、果树的害虫天敌种类，对保护利用天敌有参考价值。

1991—1996 年，山东省植物保护总站组织有关市地县植保站对东亚飞蝗的天敌资源进行调查，发现寄生和捕食蝗虫天敌共 100 种，其中，昆虫纲天敌 40 种，蛛形纲蜘蛛目天敌 18 种，鸟纲天敌 31 种，两栖纲天敌 8 种，爬行纲动物 1 种，另外还有真菌、线虫类天敌。调查也表明鲁北沿海蝗区东亚飞蝗天敌资源丰富，共查出飞蝗天敌 81 种，隶属于 5 个纲，16 个目，34 科。其中，昆虫纲天敌 31 种，蛛形纲天敌 15 种，鸟纲天敌 26 种，两栖纲天敌 7 种，爬行纲 1 种真菌纲天敌 1 种，构成了丰富的沿海蝗区飞蝗天敌群落，不同程度地控制着飞蝗的发生。

（二）害虫天敌的保护利用

20 世纪 50 年代在微山湖蝗区组织利用鸭群捕食蝗蝻，收到一定的灭蝗效果。1963 年农业部发出通知《希保护青蛙》，山东省开展了保护青蛙控制害虫的宣传，严禁捕食，对保护青蛙起到一定作用。

保护利用天敌昆虫控制害虫始于对棉花害虫天敌的保护利用。1972 年聊城地区由河南省安阳引进以瓢虫防治棉蚜技术，通过试验示范进行推广，相继菏泽地区也引进并运用这项技术，也取得了成效。1974 年聊城地区 8 个县以瓢虫防治棉蚜 1.4 万 hm^2 ，控制效果 90% 以上，比施药区少用两遍农药，节约有机农药 40t 以上，节约劳力 25 万个。1975 年该区以瓢治蚜面积 7 333 hm^2 ，其中，人工捕放瓢虫控制棉蚜 1 000 hm^2 ，自然利用 6 333 hm^2 。是年，菏泽地区应用面积 1 240 hm^2 ，并开始试用草蛉、马蜂控制棉铃虫。这项技术在全省推广，全省棉区逐步形成了以瓢虫防治棉蚜的高潮。1976 年，全省有 76 个县，369 个公社，3 500 多个大队开展了以瓢治蚜，应用面积 17.33 万 hm^2 。定陶县大力推行天敌保护利用，全县 8 000 hm^2 棉田，以瓢治蚜面积占棉田总面积 95%，以草蛉等天敌防治棉铃虫占棉田总面积 90%，节约劳力 50 万个，节约资金 100 多万元。1977 年山东省农林局、省科技办、省供销社、省农科院、省棉办联合在定陶县召开棉花害虫生物防治现场经验交流会，进一步促进该项工作的开展。是年在气候不利，瓢虫资源较少的情况下，全省利用天敌控制棉花害虫面积仍达 14.4 万 hm^2 。聊城地区饲养瓢虫 1 114.5 万头，利用所产的卵防治棉蚜 5.5 万 hm^2 ，有 2.7 万 hm^2 减少用药 1~3 遍。1979 年瓢虫资源丰富，在棉田定居率高，全省以瓢治蚜面积达 18.2 万 hm^2 ，利用草蛉防治棉铃虫 2.1 万 hm^2 ，也取得较好控制害虫效果。并注意了螞蟓、猎蝽、蚜茧蜂、农田蜘蛛等的综合利用，提高控害效能。

这一时期的天敌保护利用虽取得一定成效，但对天敌控制害虫的局限性认识不足，提出了“生防田不准使用化学农药”，“用过化学农药的田块就不是生防田”等不切实际的口

号，影响了天敌保护利用技术的正确应用。

1979年起，山东省植物保护总站在组织天敌资源调查的同时，重视天敌保护利用技术的研究，逐步查明了主要作物害虫的天敌种类，评价天敌优势种，调查研究其生物学和发生消长规律，探索天敌保护利用技术。不少科研、教学和推广单位进行天敌保护利用技术的探讨。聊城地区农科所对棉花害虫主要天敌瓢虫类系统研究的基础上，于1979—1981年研究了棉田种植油菜诱集带，诱集瓢虫控制棉蚜，每10行棉花预先种植1行油菜，创造天敌生存繁殖的良好生态环境，增加棉田天敌存量。1981年设置油菜诱集带666hm²，取得控制蚜害的良好效果。诸城市植保站研究了粮、棉害虫天敌的转移规律，明确了粮、棉作物条带或插花种植，有利于麦田害虫天敌就近转入棉田，也有利于玉米田内害虫天敌对棉田的不断补充。1981年该市对部分粮棉区的作物种植进行科学规划，实行粮棉田条带种植的棉田达8666hm²，提高了棉田的天敌存量和对害虫的控制能力。

1983年，山东省植物保护总站组织对棉花害虫天敌资源进行评价，系统总结了棉田主要天敌类群的发生消长规律及影响因素。并探讨了对棉花的主要害虫的控制力，提出以棉蚜、棉铃虫为主要控制对象，以保护瓢虫类、草蛉类、蜘蛛类和食虫蜂类天敌为主的棉花害虫天敌综合保护利用策略，实行调整作物种植布局，改革种植方式，实行麦棉套种，种植油菜诱集带，创造有利于天敌生存繁衍的良好生态环境，以增殖天敌，提高棉田的天敌存量。科学用药，采用隐蔽施药，根区施药，内吸剂涂茎，使用生物农药和选择性化学农药，减少对天敌杀伤，以对天敌进行保护。随麦棉套种技术和粮、棉作物的插花种植的推广，有利于天敌转入棉田控制害虫，加以麦田害虫天敌保护利用的加强，增加了天敌的田间存量，为棉花保护利用天敌创造了基础条件。1979—1995年棉花害虫天敌保护利用面积455.4万hm²，其中利用天敌控制棉蚜面积329.3万hm²，控制棉铃虫面积126.2万hm²，均不同程度地减少了化学农药的使用，控制了害虫为害，改善了生态环境。

小麦蚜虫天敌保护利用始于1979年。烟台、淄博市植保站，首先注意到麦蚜天敌种类多，存量大，提出利用天敌控制麦蚜虫取得了成功，减少了用药，在全省推广了他们的经验，开展了麦蚜天敌的保护利用。

此后，山东省植物保护总站重视了麦蚜天敌的保护利用工作。1981年在莱阳县设立小麦害虫天敌保护利用基点，研究天敌保护利用技术。烟台市及文登、莱阳、掖县等植保站也对麦蚜主要天敌的生物学、发生消长规律及保护利用技术进行了较深入地研究，取得了较丰富的研究成果。1983年，山东省植物保护总站主持完成了麦田蚜茧蜂的研究，明确了燕蚜茧蜂和烟蚜茧蜂为麦田的优势种，研究了主要生物学、发生消长规律及影响发生量的主要生态因素。烟台市植保站对麦蚜主要天敌大灰食蚜蝇、黑带食蚜蝇这两个优势种进行研究，明确了其生物学、发生消长规律等，提出了保护利用技术。

1983年，山东省植物保护总站组织有关植保站，对小麦害虫天敌资源和保护利用技术进行了全面总结。查明山东省麦蚜天敌达111种，其中捕食性天敌108种，对麦蚜起明显控制作用的为瓢虫类、食蚜蝇类和蚜茧蜂类。七星瓢虫是控制麦蚜能力最强的优势种。其次是大灰食蚜蝇、黑带食蚜蝇发生早，分布广，对麦蚜具有一定的控制作用。燕蚜茧蜂发生量大，分布地域广，为蚜茧蜂类的优势种，对控制中、后期蚜害具有重要作用。在研究天敌种类、明确优势种及其对麦蚜控制能力、深入研究保护利用技术的基础上，提出了

麦蚜天敌保护利用技术，并组织在全省推广。1984年，山东省植物保护总站在淄博市和文登县建立了麦蚜天敌保护利用示范区，共8.7万hm²，全面实施天敌保护利用技术，效益考察结果，文登市0.5t粮防治成本降低25.7%，淄川区0.5t粮防治成本降低40%。示范区内天敌存量较常规防治区增加21.8%~69.4%，春播作物田天敌量也明显增加，经济、生态效益显著。1985年，进一步总结麦田天敌保护利用技术，肯定了应用辟蚜雾、灭幼脲（或除虫脲）分别调控麦蚜和黏虫的效果和对天敌保护作用，协调了防治害虫与杀伤天敌的矛盾。并提出保护麦田这一春季天敌库源，于麦收后天敌转移于其他作物田继续控制害虫具有重要作用的策略思想，推动了麦田天敌保护利用工作。

边研究、边推广麦蚜天敌保护利用技术。自1979—1995年，全省保护天敌控制麦蚜累计1302.7万hm²，减少了麦田用药，改进了生态，取得了重大经济、生态和社会效益。

玉米、花生田主要害虫天敌的保护利用也有较好的开展。1983年系统总结了玉米、花生田害虫天敌资源种类，评价了优势种，初步明确了优势天敌对主要害虫的控制作用。玉米螟卵期、幼虫期天敌共50种。卵期主要天敌为赤眼蜂类。玉米螟赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂是寄生玉米螟卵的主要种类，占赤眼蜂总量的80%左右。对玉米螟3代卵寄生率一般在70%~80%，高的年份可达90%以上。幼虫期天敌以螟长距茧蜂为主，寄生率在40%左右；玉米蚜的天敌种类多，数量大，主要有瓢虫类、草蛉类、蜘蛛类，对玉米蚜起着综合控制效应。1991—1995年保护利用天敌控制玉米螟495.4万hm²，控制玉米蚜17.6万hm²，收到良好效益。花生害虫天敌的保护利用是以保护利用花生蚜（苜蓿蚜）天敌为主开展保护利用工作。其主要天敌类群为瓢虫类、草蛉类、蜘蛛类及食虫蜻类，综合作用于花生蚜等花生害虫，对控制花生害虫具有较大的作用。1980年，烟台地区开始探讨花生害虫天敌的保护利用，1984年全省花生产区开展了这项技术的推广。是年，保护利用面积2.8万hm²，控蚜效果良好。此后，年保护利用天敌面积多在3.3万hm²以上，均收到良好的经济、生态和社会效益。

金龟甲和东亚飞蝗天敌的保护利用也有较大面积的开展。大黑鳃金龟和暗黑鳃金龟是山东金龟甲的优势虫种。山东农科院植保所罗益镇和莱阳县植保站姜祖诚等自1981年起，先后进行弧丽钩土蜂（*Tiphia popilliavora* Rehw.）、福腮沟土蜂（*Tiphia phyllophagae* A. et J.）对金龟甲幼虫寄生率、生物学、发生消长及保护利用技术进行较系统地研究。这两种天敌对大黑与暗黑鳃金龟幼虫寄生率一般30%~50%，高者达60%。在莱阳花生产区，这两种钩土蜂混生的复合种群，对蛴螬起综合控制作用。在研究的基础上，提出保护利用技术。一是查明虫情，确定保护利用区。查明蛴螬及土蜂的存量，为保护利用提供依据；二是种植或保留蜜源植物。试验表明，红麻、甘薯、菜豆是钩土蜂的重要蜜源植物，对钩土蜂有明显的招引作用，有计划地实行花生与甘薯插花、条带种植，地边田埂种植红麻、菜豆可有效地招引天敌，增加钩土蜂寄生率；三是在钩土蜂量不足或无蜂区可异地移植，并种植蜜源，促进定居；四是协调化防措施，调节益害比例关系，特别要避免于钩土蜂成虫期施用化学农药。在花生收获期不提倡跟犁拾虫，以保护天敌安全。1983—1984年在该县冯格庄建立钩土蜂助迁试验区，原大黑幼虫虫口密度平均9.2头/m²，钩土蜂寄生率低于1%，花生虫果率30%~50%，采取异地移植钩土蜂10万个蜂茧，按益害比1:10放茧，并在地边种植红麻、菜豆等蜜源植物，形成定居蜂群，当年寄生率提高到

74.1%，花生虫果率压低到 5.4%，1985 年已完全控制了为害。1986—1989 年，在暗黑蛴螬发生区的穴坊镇的两个村建立保护利用试验区，采取系统的保护利用技术，将蛴螬的虫口基数由 10.9~13.8 头/m²，虫果率 35.8%，钩土蜂寄生率 3.4%~3.6% 的基础上，至 1989 年已将虫口密度和虫果率分别降低到 0.2 头/m² 和 1.8%，寄生率提高到 50%。

莱阳市自 1985 年以来通过对钩土蜂试验、示范和大面积推广应用，到 1992 年保护利用示范区扩大到 11 个乡镇，面积约 1.1 万 hm²。1989 年 9 月，在天敌保护利用区抽查 184 块花生田，1 562 个样点，大黑金龟幼虫平均 0.02 头/m²，钩土蜂茧 2.1 头/m²，充分显示保护利用的效果。

东亚飞蝗的天敌保护利用也取得较大进展。1991—1996 年开展东亚飞蝗天敌资源普查的基础上，评价了天敌优势种。鲁北蝗区（滨州、东营）两市率先开展了天敌优势种生物学、发生消长规律研究，并研究提出了保护利用技术。此前，1981 年无棣县植保站杜树国等对东亚飞蝗天敌—中国雏蜂虻（*Anastoechus chinensis* Paramonow）进行了生物学、发生消长规律及保护利用技术研究。该蜂以幼虫寄食于越冬蝗虫卵块中，取食蝗卵，对越冬蝗卵寄食率常达 50% 左右，高的可达 70%。其寄食率的高低与雏蜂虻成虫的食料蜜源植物有关。蜜源植物有双色补血草 [*Limonium bicolor* (Bunge) O. Kuntze] 和阿尔泰紫菀 [*Heteropappus altaicus* (Willd) Novopokr] 等蜜源植物。这两种植物在田间存量多的区域，雏蜂虻的田间存量高，对蝗卵的寄生率高。经大田调查雏蜂虻与蝗虫雌成虫比例关系，确定了蜂虻成虫达到 150~2 250 头/hm²；或春季雏蜂虻幼虫与蝗卵卵块比 1:2，或寄食率达 50%，可利用雏蜂虻控制。在研究的基础上，于 1984 年提出了保护利用技术，搞好田间调查，掌握益害比，保护蜜源植物，增加雏蜂虻田间存量，协调化学防治与保护天敌的矛盾，避免在成蜂期施药。当年，在无棣县刘家大洼等滨海荒洼保护利用 2 000 hm²，于 1986 年春调查，越冬蝗卵卵块寄生率 67%，将蝗虫密度控制在 0.05~0.1 头/m²。1984—1989 年，共保护利用面积达 6 万 hm²，节约农药 135t。

1992 年，山东省植保总站主持的沿海蝗区东亚飞蝗生态控制技术协作组，对飞蝗的天敌保护利用进行广泛研究。在查清天敌资源的基础上，明确了在沿海蝗区的星豹蛛、山东红蚂蚁 *Formica* sp.（暂名）中国雏蜂虻为天敌优势种。对上述 3 种天敌进行系统研究，并对蜘蛛类、蚂蚁类天敌的消长规律及对蝗虫的综合控制力进行了系统观察，明确从 5 月上旬夏蝗孵化开始，越冬成蛛和蚂蚁游猎活动，5 月中旬蜘蛛类天敌数量上升，时值夏蝗孵化盛期，对低龄蝗蚴有明显控制作用。7 月下旬蜘蛛量又趋上升，蚂蚁类和蛙类等天敌田间存量增大，出现第 2 次天敌数量高峰，正与秋蝗出土盛期相吻合，8 月上、中旬蛙类数量多，对秋蝗蚴持续控制。

在研究的基础上，提出了鲁北沿海蝗区东亚飞蝗天敌保护利用技术。以保护利用蜘蛛类、蚂蚁类、中国雏蜂虻等天敌为重点，综合利用其他天敌，控制蝗害。其要点是：创造天敌的适生环境，增殖天敌。保护沟坎、土坡高地等天敌越冬场所，以使天敌安全越冬、繁殖。限制割青草时间，减少将蜘蛛带出田外。保护与增殖双色补血草等雏蜂虻蜜源植物，有计划地建立蜜源植物带，增加虫源数量；掌握天敌利用指标，在蝗蚴 3 龄以前，当蜘蛛、蚂蚁天敌益（天敌单位）、害（蝗蚴）5:1 时，5d 内蝗虫数量下降 80% 时，可利用天敌控制。可与中国雏蜂虻利用指标综合运用，相辅相成地控制蝗害。协调生防与化防措

施，当益害比失调，可用卡死克、微孢子虫调整益害比。

1992年起，在滨州地区无棣县泊河洼、东南秀子和刘家大洼及利津县2号蝗区建立天敌保护利用示范区，面积9733hm²，系统地实施天敌保护利用措施，天敌量逐年增加，益害比渐趋协调，蝗虫平均密度下降，对蝗虫的控制作用明显。无棣县1992—1996年对4个示范区天敌与蝗虫发生情况系统观察。在这一期间，4个示范区中发生蝗虫的40个代次中，达到控制指标5:1益害比以上的有28个代次，占总代次的70%，益害比4:1以上的5个代次，占12.5%，即有82.5%的蝗虫代次可控制或可基本控制蝗虫在0.5头/m²以下的密度。

在天敌保护利用工作发展的过程中，天敌保护工作措施与技术不断充实与提高。1987年，中国植保学会和中国农业科学院生防室联合，在山东省威海市召开了全国第一次天敌保护利用学术讨论会，山东省植物保护总站派员介绍了天敌保护利用经验。这次会议上邱式邦先生提出了天敌保护利用的涵义为“天敌保护利用是指采取措施，避免人为杀伤，创造适于天敌生存与繁衍的良好生态环境，充分发挥天敌在自然界控制有害生物的作用”。这一涵义在山东宣传与应用，促进了这一工作的开展。

有害生物的综合防治中，保护利用天敌是其重要技术措施之一。山东省1980年，即重视将天敌保护利用与综合防治相结合，提出了开展以作物为单元，按作物生育期，多种主要病虫进行综合治理的策略。以生防与化防协调为核心，把天敌保护利用纳入综合防治技术体系，取得了保护利用天敌的良好效果。1987年，山东省植物保护总站召开会议，总结综合防治经验，制定了小麦、棉花、花生等5种作物的病虫综合防治技术规范（试行），把天敌的保护利用作为综合防治协调各项措施的主线，把对天敌的副作用降低到最低限度予以安排。1989年，又进而制定了玉米、甘薯、大豆及两种蔬菜的病虫综合防治技术规程。使天敌保护利用技术更广泛地覆盖山东省的主要农作物，进一步促进了天敌利用工作。

鉴于天敌资源广泛分布于农区，且优势天敌类群在控制多种农作物害虫中有极大的类同性，可在作物间辗转控制害虫。单独保护一种作物的天敌控制害虫往往造成顾此失彼，浪费天敌资源的控害潜能。因此，自1991年起，结合区域性生态控制农田害虫技术的研究，探讨了农区中主要粮棉油作物田害虫天敌综合保护利用的技术。分别研究了胶东粮区（以小麦、玉米为主）、胶东粮油区（以小麦、花生为主）、鲁东粮棉区（以小麦、玉米、棉花为主）、鲁西南粮棉区（以小麦、玉米、棉花及大豆为主）的害虫天敌的综合保护利用技术，研究明确了各类生态农区的基本生态特征、作物种植结构与方式对主要害虫及天敌的生态影响，测定了益害生物群落多样性指数和均匀度、主要害虫及天敌的生态位，以及天敌在不同作物田间的转移规律，提出了不同农区内以保护利用天敌为重点的生态控制害虫技术，突出麦田天敌库源的保护，科学安排作物田间布局，协调主要作物间的天敌保护措施，提高田间天敌存量22%~40%，发挥了天敌在周年中控制害虫的综合效能。

为进一步推进天敌保护利用，自1990年开始，在全省设立农田害虫天敌监测点，建立天敌保护利用示范区，对天敌的田间发生动态进行系统监测，及时掌握天敌的田间存量及消长动态，指导天敌的保护利用。1990年建立天敌监测点41个，开始监测天敌动态。1992年设天敌监测点40个，及时发布天敌情报信息，指导全省的天敌保护利用。建立天

敌保护利用示范区 72 个，示范面积 33.3 万 hm^2 ，在示范区内实施配套的天敌保护利用技术，带动这项工作的开展。1993 年监测点发展到 43 个，示范区达 120 个；1994 年，山东省植物保护总站对天敌监测点进行了调整，由原 43 个点调整为 37 个点，使之布局更有代表性，按时以电码模式电报向省报告天敌动态。还对建立天敌保护利用示范区提出了标准与要求，进一步提高了示范区的示范质量，推动天敌的保护利用。

山东省天敌的保护利用取得了较大成效。1979—1995 年天敌保护利用总面积 2 461.4 万 hm^2 ，其中麦蚜天敌保护利用 1 302.7 万 hm^2 ，棉铃虫天敌 126.2 万 hm^2 ，玉米螟天敌 495.4 万 hm^2 。另外，花生蚜、玉米蚜等天敌的保护利用也有较大面积的利用，均取得重大的经济、生态和社会效益。

(三) 天敌的引进与繁放

害虫天敌引进、移植与繁放始于 1955 年。先后引进、移植苹果绵蚜蚜小蜂（日光蜂）、棉红铃虫黑青小蜂、丽蚜小蜂等天敌，并进行繁放，控制特定害虫。赤眼蜂的繁放技术与利用也取得很大成效。

1. 苹果绵蚜蚜小蜂的引进 苹果绵蚜蚜小蜂 (*Aphelinus mali* Haldeman)，1955 年华东农科所由日本引进，在青岛市李村试验防治苹果棉蚜。研究了生物学，并与当地蜂种进行杂交，产生杂交优势蜂种控制苹果绵蚜。结果表明，引进小蜂可适应当地生态，杂交蜂表现了较强的优势，其产卵量（至五代），不论利用引进蜂种作父本或母本杂交，其后代产卵量均高于本地蜂种。一代卵量较当地蜂高 91.13% ~ 100.93%；二代高 78.99% ~ 101.68%；三代高 60.45% ~ 130.53%；四代高 70.24% ~ 114.57%；五代高 54.85% ~ 71.86%。并明确了引进蜂种释放，不会引起果园生态的不良后果。1956 年在一个果园放蜂 71 000 头，10 月下旬苹果绵蚜被寄生率达 40% 以上。1957 年青岛市绵蚜发生重，未放蜂（对照园）当年生枝条被害率 90%，1956—1957 年连续放蜂园，当年生枝条被害率仅 19%，绵蚜得以较好的控制。此后，中断了研究与利用。

2. 赤眼蜂的繁放 1957 年，山东省农科院植保所开始研究赤眼蜂的繁放利用，由南方引进蓖麻蚕进行繁蜂。由于该蚕卵冬季保存技术繁琐，不利大量繁蜂。1961 年开始试验以柞蚕卵繁蜂成功，解决了寄主卵缺乏的困难。20 世纪 60 年代改进了繁蜂设施，由大玻璃繁蜂箱繁蜂改用尼龙纱网蜂橱繁蜂，加大了繁蜂量。70 年代，改用塑料薄膜大空间繁蜂方法，不仅加大了繁蜂量，且利于选壮（蜂）汰劣。

田间放蜂防治玉米螟起于 1960 年，山东省农科院植保所在春、夏玉米上小面积放蜂试验，初步肯定了田间放蜂可提高对玉米螟的寄生率。1963 年，在 1 333.4 m^2 春玉米田，每公顷放蜂 30 万头，卵块和卵粒寄生率分别为 68.4% 和 36.9%，分别比对照田提高 51.4% 和 21.1%。1972 年，济宁农科所在汶上、兖州、邹县、诸城等地进行较大面积放蜂，防治玉米螟效果 60% ~ 85%。1974 年，山东省农业科学院植保所、济宁农科所、邹县农林局协作，放蜂 13 hm^2 ，全省放蜂 2.7 万 hm^2 ，取得较好效果。是年，烟台园艺场放蜂防治苹果卷叶蛾成功，拓宽了赤眼蜂的应用范围。1975 年，应用赤眼蜂防治玉米螟、棉铃虫、稻纵卷叶螟、松毛虫、苹果卷叶蛾等农林害虫 1.3 万 hm^2 ，均取得了明显的防治效果。1976 年，文登县在山东大学生物系的协助下，以蜂治螟 1 万 hm^2 ，开创了山东省大面积以蜂治螟的先例。全省也形成了育蜂治螟的高潮。全省建蜂场 14 个，放蜂县 27

个，有 133 个公社，1 354 个大队放蜂，面积达到 15.5 万 hm^2 。1977 年，山东省农业厅等单位联合在文登召开生物防治会议，进一步促进这一工作的开展，全省有 25 个县建立繁蜂场，39 个县放蜂治螟，面积 33.6 万 hm^2 。烟台地区 11 个县市，131 个公社，1 519 个大队放蜂，面积 27.4 万 hm^2 ，防治 2 代玉米螟效果达 60%。1978 年，应用赤眼蜂继续发展。烟台地区，建立县级蜂厂 9 个，乡镇级厂 79 个，大队级厂 39 个，建保存蜂种的土冰窖 79 个，初步形成繁蜂体系。1979 年，农业部在栖霞县建立生防厂，以繁殖赤眼蜂。这项工程先后投资 30 余万元。形成防治玉米螟 333.3 万 hm^2 的生产能力。1979 年，烟台地区反映赤眼蜂防治玉米螟效果下降，是年，放蜂面积仅 13.1 万 hm^2 。赤眼蜂的利用重点转向防治果树害虫。全区有 2 008 个果园放蜂，面积达 20.4 万 hm^2 ，主要用于防治远东卷叶蛾。1984 年，防治果树害虫 50 万 hm^2 ，占果树面积的 75%，远东卷叶蛾卵块、卵粒寄生率分别达 99.4% 和 99.1%；梨小食心虫卵寄生率为 91.5% ~ 97%；对刺蛾、水青蛾、梨剑纹夜蛾卵寄生率均在 95% 以上。1982 年栖霞利用赤眼蜂防治柞树黄二星舟蛾 (*Lampronadata cristata* Butler)、肖黄掌舟蛾 (*Phalera assimis* Bremer et Grey) 和刺蛾类害虫，卵寄生率稳定在 82.4% ~ 87.5%，虫口减退率 85%，保叶率比化学防治区提高 70% ~ 80%。1982—1984 年，烟台植保站在芝罘区福临乔放蜂防治柞树害虫累计 200 hm^2 ，每公顷放蜂 60 万 ~ 75 万头，5d 放 1 次，共放 5 次，总蜂量 300 万头，放蜂后 20d 调查，对肖黄掌舟蛾卵校正寄生率 85.04% ~ 86.19%；对黄二星舟蛾卵寄生率 77.41% ~ 82.33%；对刺蛾类（青刺蛾、黄刺蛾、扁刺蛾）卵校正寄生率 78.91% ~ 81.53%。

20 世纪 80 年代以来，利用赤眼蜂防治玉米螟面积持续下降。诸城市坚持以蜂治螟，1985 年省科委投资扩建了当地繁蜂场，扩大放蜂面积，仍取得较好的治螟效果。

3. 丽蚜小蜂的引进与繁放 丽蚜小蜂 (*Encarsia formosa* Ganah) 是温室白粉虱的重要天敌。济南市于 1975 年首次发现温室白粉虱为害。该虫除直接为害蔬菜作物外，且传播病毒。蔬菜常因该虫为害损失产量 30% 左右。济南市植保站于 1982 年 3 月由中国农业科学院生防室引进丽蚜小蜂，布点示范，并由济南农科所、济南市植保站和山东省生防站组成协作组，进行生物学及繁放技术研究，明确了该蜂的生物学及繁放技术。该蜂以成蜂产卵于白粉虱 3 ~ 4 龄若虫体内发育，1 头雌蜂可产卵 50 ~ 100 粒。在 20 ~ 25℃ 条件下，白粉虱被寄生后 8 ~ 9d 变黑，即蜂蛹。采蜂蛹或释放成蜂于温室控制白粉虱。先后在济南近郊 3 栋温室放蜂，白粉虱被寄生率 48.8% ~ 74.7%。1985 年调查，放蜂区丽蚜小蜂已在田间扩散定居，经大田调查，在温室周围番茄、菜豆、豆角等 10 多种蔬菜田，丽蚜小蜂寄生率高达 98.8%。

4. 黑青小蜂的引进 黑青小蜂 (*Dibrachys cavus* Walker) 是棉红铃虫的天敌。1960 年山东省农业厅经济作物处由湖北省农科所引进用于防治仓库内越冬红铃虫，于 1960 年冬在临清、高密等县棉仓内释放，寄生率高达 90% 以上，随棉红铃虫为害的下降而中断。

第二章

害虫天敌资源

农业害虫天敌是指在不同营养阶段生物之间的关系，是寄生性或捕食性生物和病原微生物对害虫种群起密度调节制约作用的生物群体。农业害虫天敌是农业生态系统的重要成员，它与农业害虫同处于农业生态系统中，构成植物—害虫—天敌之间营养三步链，形成相互依存，相互制约的有机联系，对农业害虫发挥着重要密度调节作用，是控制害虫种群数量的重要生物资源。

山东省害虫天敌资源丰富，种类多，分布广，包括昆虫类、蜘蛛类、蛴螬类、鸟类、蛙类及病原微生物等类群，构成了山东省农业害虫天敌的种类复合群体。明确其害虫天敌的种类组成、区系分布及对天敌资源作出评价，充分发挥天敌资源作用，具有重要意义。

第一节 天敌资源种类的组成

山东省农业害虫的天敌种类组成，现已查明的有昆虫纲、蛛形纲、鸟纲、两栖纲、爬行纲及微生物类等 9 个纲，27 个目，137 个科，855 种。在这些天敌中以昆虫纲种类最多，共达 10 个总科，81 个科，619 种，其次为蛛形纲，计有 2 目 10 总科，33 个科 179 种。这两个纲天敌的寄主范围几乎囊括了山东的农业害虫种类，是保护利用的主要对象。再次为鸟纲，山东省鸟类的种类约 600 余种，已查明对害虫有较大控制力的计有 9 个目，13 科，27 种，两栖纲天敌 4 科 7 种，这两类天敌虽然种类较少，但捕食害虫种类杂，食量大，对害虫也具有较大的控制作用。

另外，害虫病原微生物类有细菌、真菌、病毒及线虫类，计 4 个纲，4 目，5 科，共 22 种。特别是真菌类、病毒类微生物有时引起害虫病害的流行，发挥调节害虫种群数量的作用。山东省害虫天敌类群组成见表 2-1。

表 2-1 山东省害虫天敌类群组成

纲 名	目 数	科 数	种 数	占天敌总量(%)
昆虫纲	10	81	619	72.4
蛛形纲	2	33	179	20.9
鸟 纲	9	13	27	3.2
两栖纲	1	4	7	—

(续)

纲名	目数	科数	种数	占天敌总量(%)
爬行纲	1	1	2	—
微生物类(4纲)	4	5	22	2.3
共计(9纲)	27	137	855	

一、昆虫纲

昆虫纲是山东省农业害虫天敌中种类最多的天敌类群。它包括膜翅目、鞘翅目、双翅目、半翅目、脉翅目、蜻蜓目、螳螂目、革翅目、缨翅目和捻翅目，共 10 个目，9 总科，81 个科，619 种。在昆虫纲中，又以膜翅目、鞘翅目、双翅目、半翅目、脉翅目和蜻蜓目种类较多。这几个目构成了山东省害虫天敌的主体。其他如革翅目、缨翅目、捻翅目种类较少，但在这些目中，有的种是害虫的重要天敌。各目的组成种类见表 2-2。

表 2-2 昆虫纲天敌类群组成

目名	总科数	科数	种数
膜翅目	10	34	314
鞘翅目		8	112
双翅目		12	82
半翅目		9	51
脉翅目		5	20
蜻蜓目		7	27
螳螂目		1	6
革翅目		2	3
缨翅目		2	3
捻翅目		1	1
共计	10	81	619

1. 膜翅目 这类害虫天敌是山东害虫天敌种类最多的天敌类群，多达 10 总科，34 科，314 种。占山东省已发现害虫天敌总种数的 36.7%。这类天敌多属于寄生性天敌，也有部分为捕食性天敌，如蚁、胡蜂等。

姬蜂总科是膜翅目中寄生性天敌数量最多的类群，包括了姬蜂科、茧蜂科、蚜茧蜂科，共计 125 种天敌，占膜翅目天敌种类的 39.8%。山东省的主要害虫寄生性天敌多属于这个总科。

小蜂总科也是寄生性天敌的重要总科之一，山东已发现 15 科，共 80 种，占膜翅目天敌种类的 25.4%。其中如纹翅小蜂科、金小蜂科、蚜小蜂科、跳小蜂科中的某些种类，是山东省的重要害虫天敌，特别是纹翅小蜂科中 15 种赤眼蜂是山东控制多种害虫的主要卵寄生蜂。

土蜂总科是金龟甲幼虫的主要寄生蜂类。共计 3 科，21 种。其中钩土蜂类和土蜂类分布广，是对蛴螬起主要作用的外寄生蜂，对蛴螬的发生有较强的控制力。

2. 鞘翅目 这类天敌也是山东省的主要天敌类群，共 8 科，112 种。主要是瓢虫科，分属小毛瓢虫亚科、瓢虫亚科、盔唇瓢虫亚科和红瓢虫亚科等 4 个亚科，共计 40 种。其中瓢虫亚科 25 种。如七星瓢虫、异色瓢虫、龟纹瓢虫、多异瓢虫等均是山东省害虫天敌的优势种类。另外，小毛瓢虫亚科的深点食螨瓢虫也是山东害螨的重要天敌。

步甲类也是山东的重要捕食性天敌类群。有圆甲亚科、步甲亚科、蝼甲亚科、地甲亚

科和气甲亚科等 5 个亚科，共 36 种，游猎于农田，捕食害虫。另外，虎甲科也游猎捕食害虫。芫菁科的幼虫为蝗虫卵期的天敌，对蝗虫有一定控制作用。

3. 双翅目 除少数寄生益虫，如步甲、家蚕、蜜蜂等的种类外，大多数寄生于双翅目昆虫，都是农业害虫的天敌。绝大多数寄生于鳞翅目、鞘翅目、膜翅目害虫体内，有的其幼虫捕食蚜虫、蚧科及其他同翅目害虫。

山东省已发现属双翅目的害虫天敌共 12 科，82 种，单纯寄生于幼虫营寄生生活的有长足寄蝇科、寄蝇科，计 28 种；以寄生为主兼有捕食习性的有蜂虻科、麻蝇科共 7 种；单纯捕食性的有食蚜蝇科、斑腹蝇科、食虫虻科、瘦蚊科、长足虻科、水虻科等共 45 种。害虫天敌以寄蝇科、食蚜蝇科和食虫虻科为山东省农业害虫天敌优势类群。寄蝇科共发现 27 种，占双翅目种类的 32.9%，其次为食虫虻科计 17 种，食蚜蝇科计 20 种，占双翅目种类的 24.4%。在这 3 个科中有多种为山东省农业害虫天敌的主要保护利用种类。

4. 半翅目 半翅目昆虫中多为植食性，为害多种农作物，部分种类捕食昆虫等小动物。山东省发现对害虫捕食的类群有蝽科、姬蝽科、猎蝽科、花蝽科、盲蝽科、长蝽科、跳蝽科、刺蝽科、宽尾科的部分种类，共计 51 种。其中，猎蝽科是一个捕食昆虫的大科，山东省已发现的 25 种猎蝽均是捕食性的昆虫，栖息于植物上，捕食同翅目、半翅目、鞘翅目、鳞翅目、双翅目和膜翅目等多种害虫，如蚜虫、叶蝉、叶甲、象甲、椿象及鳞翅目幼虫，是重要的害虫天敌类群。其次，姬蝽科，共 9 种，如华姬蝽，分布广，数量多，捕食蚜虫、蓟马、盲蝽若虫及棉铃虫、斜纹夜蛾等鳞翅目害虫的卵，是山东的害虫天敌优势种。此外，花蝽科共 4 种，其中小花蝽广泛分布于农田，发生数量大，也是山东省农业害虫的优势天敌。

5. 脉翅目 其成虫和幼虫均为肉食性种类。山东已发现齿蛉科、褐蛉科、草蛉科、蚁蛉科和蝶角蛉科共 5 科，20 种。其中，草蛉科共 8 种。多数种类广布于各类农田，发生数量较大，捕食力强，特别在蚜虫发生多的植物上常见其活动捕食，所以有“蚜狮”之称，也可捕食蚧类、木虱、叶蝉、蛾类的低龄幼虫和卵，是山东农业害虫天敌的重要类群。

6. 蜻蜓目 蜻蜓目昆虫均为肉食性的昆虫，可捕食多种小型昆虫。山东省发现有蜻科、大蜻科、箭蜓科、大蜓科、蜓科、色螳科和螳科等 7 科，共 27 种。其中蜻科种类多，共 12 种，其次为箭蜓科，共 6 种。

除以上 6 个目外，尚有螳螂目、革翅目、缨翅目及捻翅目等天敌昆虫。在这些目中，虽发现的种类较少，仅 12 种，但其中有山东省的一些重要天敌。如螳螂目中 5 种螳螂，分布广，捕食力强。再如缨翅目中塔六点蓟马是害螨的重要天敌，也是组成山东害虫天敌的重要成员。表 2-3 是山东省天敌昆虫群落组成一览表。

表 2-3 山东省天敌昆虫群落一览表

目名	总科名	科名		种数
膜翅目 HYMENOPTERA	姬蜂总科 Ichneumonoidea	姬蜂科	Ichneumonidae	49
		茧蜂科	Braconidae	59
		蚜茧蜂科	Aphidiidae	17
	小蜂总科 Chalcidoidea	小蜂科	Chalcididae	6
		蚁小蜂科	Eucharitidae	2
		巨胸小蜂科	Perilampidae	1
		广肩小蜂科	Eurytomidae	2
		凹面灿姬小蜂科	Entedontidae	1

(续)

目名	总科名	科名	种数
膜翅目 HYMENOPTERA	细蜂总科 Proctotrupoidea	姬小蜂科 Eulophidae	15
		金小蜂科 Pteromalidae	10
		扁股小蜂科 Elasmidae	1
		蚜小蜂科 Aphelinidae	5
		跳小蜂科 Eneptidae	10
		旋小蜂科 Eupelmidae	4
		柄翅小蜂科 Mymaridae	2
		纹翅小蜂科 Trichogrammatidae	15
		柄腹金小蜂科 Miscogasteridae	5
		啮小蜂科 Tetrastichidae	2
		缘腹细蜂科 Scelionidae	12
		青蜂总科 Chrysoidea	青蜂科 Chrysididae
	肿腿蜂总科 Bethyloidea	肿腿蜂科 Bethyidae	2
	土蜂总科 Scolioidea	土蜂科 Scolidae	10
		钩土蜂科 Tiphiidae	10
		蚁蜂科 Mutillidae	1
	蛛蜂总科 Pompiloidea	蛛蜂科 Pompilidae	1
	蚁总科 Formicoidae	蚁科 Formicidae	11
	胡蜂总科 Vespoidea	马蜂科 Polistidae	10
		胡蜂科 Vespidae	6
		螺赢科 Eumenidae	10
	泥蜂总科 Sphecoidea	泥蜂科 Sphecidae	16
		小唇沙蜂科 Larridae	3
	沙蜂科 Bembicidae	1	
	大唇泥蜂科 Siziidae	2	
	节腹泥蜂科 Cerceridae	7	
鞘翅目 COLEOPTERA		瓢虫科 Coccinellidae	40
		芜菁科 Meloidae	9
		虎甲科 Cicindelidae	20
		步甲科 Carabidae	36
		隐翅甲科 Staphylinidae	2
		葬甲科 Silphidae	3
		方头甲科 Cybocephalidae	1
		棒角甲科 Paussidae	1
双翅目 DIPTERA		寄蝇科 Tackinidae	26
		长足寄蝇科 Dexiidae	1
		突颜寄蝇科 Phasiidae	2
		麻蝇科 Sarcophagidae	4
		头蝇科 Pipunculidae	1
		食虫虻科 Asilidae	17
		蜂虻科 Bombyliidae	3
	斑腹蝇科 Chamaemyiidae	2	

(续)

目名	总科名	科名	种数
双翅目 DIPTERA		长足虻科 Dolichopodidae	1
		食蚜蝇科 Syrphidae	20
		瘿蚊科 Cecidomyiidae	2
		水虻科 Stratiomyidae	3
半翅目 HEMIPTERA		蝥科 Pentatomidae	4
		姬蝥科 Nabidae	9
		猎蝥科 Reduviidae	25
		花蝥科 Anthocoridae	4
		盲蝥科 Miridae	4
		长蝥科 Lygaeidae	2
		跳蝥科 Saldidae	1
		刺蝥科 Reduviidae	1
	宽尾科 Veliidae	1	
脉翅目 NEUROPTERA		褐蛉科 Hemerobiidae	3
		齿蛉科 Corydalimidae	2
		草蛉科 Chrysopidae	8
		蚁蛉科 Myrmeleontidae	6
		蝶角蛉科 Ascalaphidae	1
蜻蜓目 ODONATA		大蜻科 Macromiidae	1
		蜻科 Libellulidae	12
		箭蜓科 Gomphidae	6
		大蜓科 Cordulegasteridae	1
		色蟊科 Agriidae	2
		蜓科 Aeschnidae	1
		蟊科 Coenagruidae	4
螳螂目 MANTODEA		螳螂科 Mantidae	6
革翅目 DERMAPTERA		蠼螋科 Labiduridae	2
		肥螋科 Psalididae	1
缨翅目 THYSANOPTERA		蓟马科 Thripidae	2
		纹蓟马科 Aeolothripidae	1
捻翅目 STREPSIPTERA		带螋科 Halictophahidae	1

二、蛛形纲

蛛形纲也是山东省捕食性天敌的一大类群。它包括蜘蛛目和蜱螨目两个目 10 总科, 33 科, 179 种。其中以蜘蛛目的害虫天敌种类最多, 共计 9 总科, 28 科, 160 种。多为杂食性天敌, 广泛游猎于农田, 捕食多种害虫。

1. 蜘蛛目 该目天敌类群中, 以金蛛总科的种类最多。它包括 6 科, 共 65 种, 占蜘蛛类总量的 41.1%。其次为狼蛛总科和蟹蛛总科, 它包括了以狼蛛科为主的 5 科, 23 种蜘蛛, 蟹蛛总科为 23 种。两总科占蜘蛛类天敌总量的 28.6%。再次为管巢蛛总科, 3 科, 12 种。另外跳蛛总科的跳蛛科中 18 种蜘蛛, 其中不少是害虫的重要天敌。

蜱螨目中的寄螨总科均是捕食性或寄生性天敌。山东已发现有植绥螨科、肉食螨科、