

GC-MS/MS 法测定血液中 98 种农药及代谢物

GCMSMS-274

摘要： 本文采用岛津三重四极杆气质联用仪，结合岛津 Smart Pesticides Database 农残数据库建立了血液中 98 种农药及代谢物的检测方法。采用空白全血基质配制系列标准溶液，标准曲线在 10~500 ng/mL 浓度范围内，各化合物线性关系良好，相关系数 R 均大于 0.998；检出限在 0.010~7.712 ng/mL 之间；20 和 100 ng/mL 的标准溶液连续进样 6 次，峰面积相对标准偏差 RSD 均小于 8.26%，重复性良好；空白血液样品在 80 和 400 ng/mL 加标水平下，各化合物平均回收率在 72.15~114.7% 之间。本方法操作简便，可以为血液中农药类毒物的检测提供一个快速准确的检测方法。

关键词： 三重四极杆气质联用仪 农残数据库 血液 农药

技术特点：

- ❖ 采用 GC-MS/MS 的 MRM 模式可有效消除血液中严重的基质干扰问题
- ❖ 该方法可有效应对行业标准《GA/T 1901-2021 法庭科学 生物检材中 89 种农药及代谢物筛选》

《GA/T 1901-2021 法庭科学 生物检材中 89 种农药及代谢物筛选 气相色谱 - 质谱法》于 2021 年 10 月发布并于 2022 年 5 月 1 日开始实施。本行业标准规定了法庭科学生物检材血液、尿液中 89 种农药及代谢物的气相色谱 - 质谱 (GC-MS) 和气相色谱 - 串联质谱 (GC-MS/MS) 筛选方法。

血液中存在大量血细胞、磷脂、脂肪、甘油三酯及蛋白质，基质成分复杂，且通常情况下血液中的农药浓度较低，从血液中提取农药的同时降低基质成分的干扰非常重要。GC-MS/MS 具有灵敏度高、选择性强、

抗干扰能力强等优点，采用的多反应监测模式 (Multiple reaction monitoring, MRM) 可有效消除由于基质干扰引起的假阳性问题。

本文首先采用液液萃取法对血液中的 98 种农药及代谢物进行提取，结合 GCMS-TQ8050 NX 和 Smart Pesticides Database 农残数据库建立了血液中 98 种农药类毒物的检测方法。该方法操作简单，实用性强，可快速准确地检验血液中的农药类毒物，对于公安机关查明涉案农药，对判断案件性质、分析案情及后续侦破工作具有重要意义。

■ 实验部分

1.1 仪器

GCMS-TQ8050 NX 三重四极杆气质联用仪

1.2 分析条件

色 谱 柱：	SH-I-5Sil MS (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)		
柱 温 程 序：	50°C (1 min)_25°C /min_125°C _10°C /min_300°C (15 min)		
进 样 口 温 度：	280°C	离子源温度：	230°C
载 气 控 制 方 式：	恒线速度 (47.2 cm/s)	接 口 温 度：	280°C
进 样 方 式：	不分流进样 (1 min)	检 测 器 电 压：	调谐电压 +0.5 kV
高 压 进 样：	250 kPa (1 min)	采 集 方 式：	MRM, 离子对信息见表 1

■ 样品前处理

样品前处理流程如下图所示。

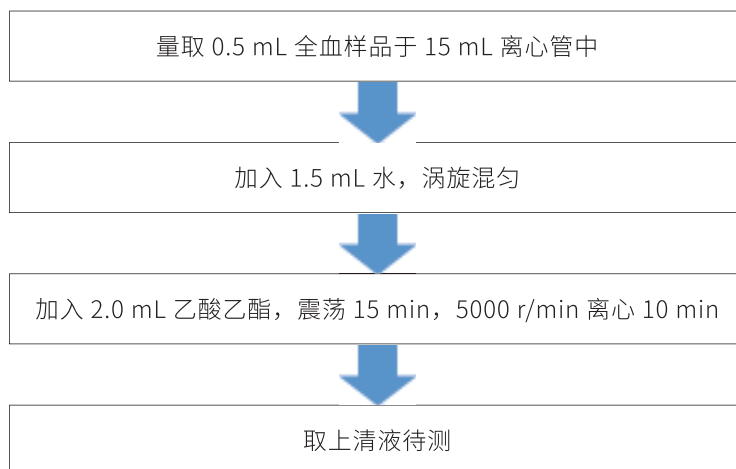


图 1 样品前处理流程图

■ 结果与讨论

3.1 MRM 参数

使用岛津 Smart Pesticides Database 农残数据库方法文件，采集正构烷烃数据，结合数据库文件，建立 MRM 方法，MRM 采集参数如下表所示。

表 1 MRM 采集参数

序号	名称	保留时间 min	定量离子对	CE	定性离子对	CE
1	涕灭威分解物	2.949	115.10>68.00	8.00	115.10>100.10	8
2	灭多威	4.351	105.00>88.00	6.00	105.00>58.10	12
3	敌敌畏	5.847	109.00>79.00	8.00	185.00>93.00	14
4	乙拌磷亚砷	6.604	97.00>65.00	21.00	153.00>97.00	15
5	速灭威	8.034	108.00>80.00	8.00	108.00>90.00	14
6	异丙威	8.828	136.00>121.00	10.00	121.00>77.00	22
7	仲丁威	9.581	121.10>77.00	20.00	150.10>121.10	10
8	残杀威	9.604	110.10>64.00	18.00	152.10>110.10	8
9	内吸磷	9.636	88.00>60.00	5.00	89.00>60.00	5
10	灭线磷	9.896	200.00>158.00	6.00	158.00>97.00	18
11	氟乐灵	10.21	306.10>264.10	8.00	264.10>160.10	18
12	治螟磷	10.285	322.00>202.00	10.00	322.00>174.00	18
13	硫线磷	10.44	158.90>130.90	8.00	158.90>97.00	18
14	甲拌磷	10.52	260.00>75.00	8.00	231.00>129.00	24
15	乐果	10.907	125.00>47.00	14.00	125.00>79.00	8
16	克百威	10.992	164.10>149.10	8.00	149.10>121.10	10
17	西玛津	11.054	201.10>173.10	6.00	201.10>186.10	6
18	莠去津	11.15	215.10>58.00	14.00	215.10>173.10	6
19	阿特拉通	11.229	211.00>169.20	6.00	211.00>154.10	15
20	特丁硫磷	11.387	231.00>128.90	26.00	231.00>174.90	14

21	地虫硫磷	11.47	137.10>109.10	8.00	246.00>137.10	6
22	二嗪磷	11.524	304.10>179.10	10.00	179.10>137.10	18
23	磷胺	11.623	127.10>109.10	12.00	127.10>95.10	18
24	乙拌磷	11.732	153.00>97.00	10.00	153.00>125.00	6
25	氯唑磷	11.76	257.00>162.00	8.00	257.00>119.00	18
26	抗蚜威	12.023	238.10>166.10	12.00	166.10>55.00	20
27	乙草胺	12.448	174.10>146.10	12.00	223.10>132.10	22
28	甲基毒死蜱	12.472	285.90>93.00	22.00	287.90>93.00	22
29	2,4-滴丁酯	12.514	185.00>155.00	15.00	276.00>185.00	9
30	甲基对硫磷	12.591	263.00>109.00	14.00	125.00>47.00	12
31	甲基立枯磷	12.613	264.90>249.90	14.00	264.90>93.00	24
32	3-羟基克百威	12.621	180.10>137.00	10.00	180.10>162.10	6
33	甲草胺	12.625	188.10>160.10	10.00	188.10>132.10	18
34	甲萘威	12.732	144.10>116.10	12.00	115.10>89.00	18
35	甲基嘧啶磷	13.042	290.10>125.00	22.00	290.10>233.10	12
36	杀螟硫磷	13.091	277.00>260.00	6.00	277.00>109.10	14
37	灭虫威	13.128	168.10>153.00	8.00	153.00>109.00	10
38	马拉硫磷	13.263	173.10>99.00	14.00	173.10>127.00	6
39	甲拌磷亚砷	13.292	153.00>97.00	12.00	199.00>171.10	6
40	甲拌磷砷	13.406	153.00>97.00	12.00	153.00>125.00	6
41	毒死蜱	13.408	196.90>168.90	14.00	313.90>257.90	14
42	甲基硫环磷	13.416	168.00>109.00	15.00	168.00>136.00	15
43	倍硫磷	13.484	278.00>109.00	20.00	278.00>169.00	14
44	对硫磷	13.554	139.00>109.00	8.00	291.10>109.00	14
45	三唑酮	13.623	208.10>181.00	10.00	208.10>111.00	22
46	水胺硫磷	13.634	289.10>136.00	14.00	230.00>212.00	10
47	噻唑磷	13.803	195.00>103.00	10.00	195.00>60.00	22
48	甲基异柳磷	13.944	199.00>121.00	14.00	241.10>121.10	22
49	特丁硫磷砷	14.151	153.00>97.00	21.00	199.00>97.00	21
50	硫环磷	14.299	255.00>227.00	6.00	255.00>140.00	22
51	生物烯丙菊酯	14.332	123.00>81.10	8.00	136.00>93.10	12
52	喹硫磷	14.37	146.10>118.00	10.00	146.10>91.00	24
53	杀扑磷	14.64	145.00>85.00	8.00	145.00>58.00	14
54	杀虫威	14.772	328.90>109.00	20.00	330.90>109.00	22
55	乙拌磷砷	14.824	153.10>97.00	12.00	213.00>153.10	6
56	丁草胺	14.836	176.10>147.10	14.00	188.10>160.10	12
57	蚜灭磷	14.85	145.00>87.00	10.00	145.00>58.00	15
58	苯硫威	14.851	160.10>72.00	10.00	160.10>106.10	12
59	苯线磷	15.067	303.10>195.10	8.00	288.10>260.10	6

60	稻瘟灵	15.204	231.10>189.00	10.00	290.10>118.00	14
61	丙草胺	15.23	262.10>202.10	10.00	238.10>162.10	10
62	丙溴磷	15.279	338.90>268.90	18.00	336.90>266.90	14
63	噻嗪酮	15.502	172.10>57.00	14.00	175.10>132.10	12
64	吡氟禾草灵	15.82	282.00>91.10	18.00	282.00>238.10	18
65	倍硫磷亚砷	16.022	278.00>108.90	18.00	278.00>125.10	24
66	倍硫磷砷	16.093	310.00>105.20	12.00	310.00>109.00	21
67	乙硫磷	16.145	153.00>97.00	14.00	230.90>129.00	24
68	三唑磷	16.427	161.00>134.00	8.00	161.00>106.00	14
69	敌瘟磷	16.707	173.00>109.00	10.00	310.00>173.00	14
70	禾草灵	17.14	340.00>253.00	14.00	253.00>162.00	22
71	苄呋菊酯	17.209	143.10>128.10	10.00	171.10>143.10	6
72	哒嗪硫磷	17.579	340.00>199.10	8.00	199.10>92.00	16
73	苯胺磷砷	17.6	320.00>292.00	10.00	320.00>214.00	15
74	苯线磷亚砷	17.656	304.00>196.00	10.00	319.00>304.00	5
75	胺菊酯	17.685	164.10>107.10	14.00	164.10>77.00	22
76	丁硫克百威	17.719	160.10>104.10	10.00	160.10>57.00	16
77	亚胺硫磷	17.721	160.00>77.00	24.00	160.00>133.00	14
78	联苯菊酯	17.756	181.10>166.10	12.00	181.10>179.10	12
79	甲氰菊酯	17.937	181.10>152.10	22.00	265.10>210.10	12
80	莎稗磷	18.06	226.10>157.00	14.00	226.10>184.00	6
81	苯醚菊酯	18.225	123.10>81.00	8.00	183.10>153.10	14
82	伏杀硫磷	18.402	182.00>111.00	14.00	182.00>138.00	8
83	甲基谷硫磷	18.473	160.10>132.10	6.00	160.10>77.00	20
84	氯氟氰菊酯	18.591	208.00>181.00	8.00	197.00>141.00	12
85	氟丙菊酯	18.731	181.10>152.10	26.00	289.10>93.00	14
86	丙硫克百威	18.958	190.10>102.10	12.00	190.10>74.00	20
87	氯菊酯	19.565	183.10>153.10	14.00	183.10>168.10	14
88	蝇毒磷	19.672	362.00>109.00	16.00	362.00>226.00	14
89	反式氯菊酯	19.675	183.10>153.10	14.00	163.10>127.10	6
90	氟氯氟菊酯	20.209	163.10>127.10	6.00	163.10>91.00	14
91	氯氟菊酯	20.539	163.10>127.10	6.00	163.10>91.00	14
92	精喹禾灵	20.591	372.10>299.10	14.00	299.10>255.10	18
93	氟氰戊菊酯	20.602	199.10>157.10	10.00	157.10>107.10	12
94	醚菊酯	20.733	163.10>135.10	10.00	163.10>107.10	18
95	硅醚菊酯	20.876	286.10>258.10	14.00	286.10>207.10	14
96	氰戊菊酯	21.318	225.10>119.10	20.00	225.10>147.10	10
97	氟胺氰菊酯	21.434	250.10>55.00	20.00	250.10>200.00	20
98	溴氟菊酯	21.877	180.90>151.90	22.00	252.90>93.00	20

3.2 基质匹配标准溶液谱图

选取空白全血按照 2 中样品前处理制备空白基质，配制各农药类毒物为 20 ng/mL 的基质标准溶液，检测得到的 TIC 图和部分化合物质量色谱图如下图所示。

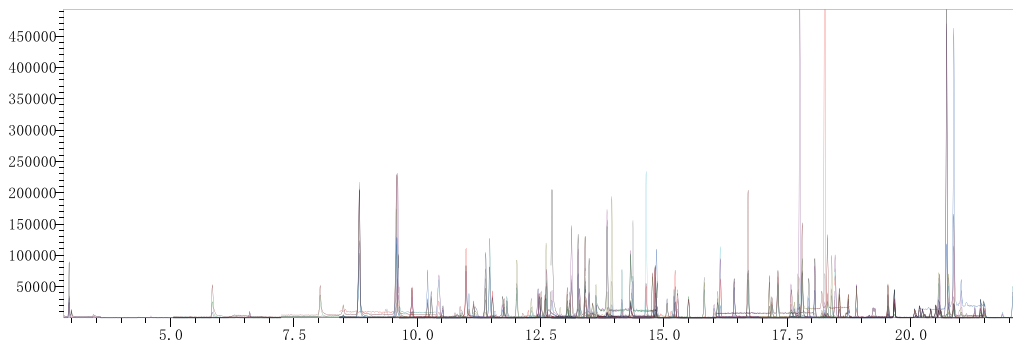


图 2 血液基质标准溶液总离子流图 (20 ng/mL)

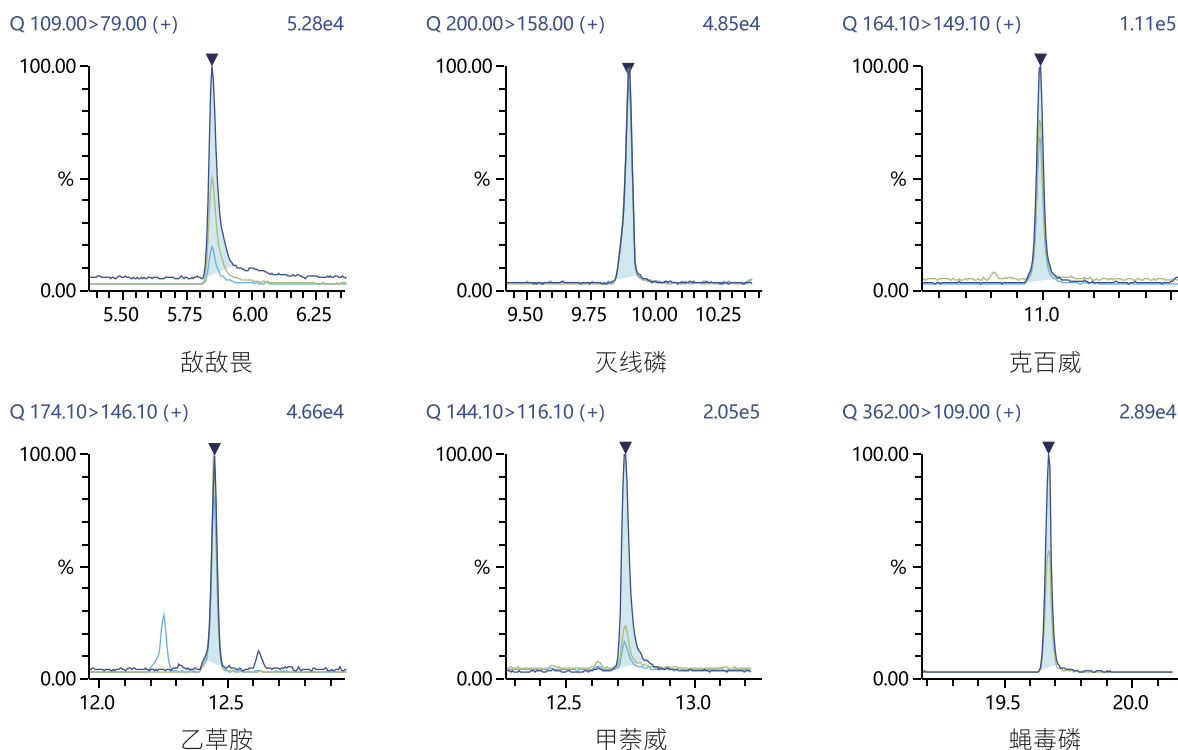


图 3 血液基质标准溶液质量色谱图 (部分化合物) (20 ng/mL)

3.3 标准曲线、检测限和重复性

选取空白全血按照 2 中样品前处理步骤制备空白基质，用血液空白基质分别配制浓度为 10、20、50、100、200 和 500 ng/mL 的 98 种农残及代谢物基质标准溶液，供 GC-MS/MS 分析。上述标准溶液由低浓度到高浓度依次进样检测，并制作标准曲线 (见图 4)，结果表明：在 10-500 ng/mL 浓度范围内，线性相关系数 R 均大于 0.998。以 3 倍信噪比 (峰至峰) 计算最低检测限 (LOD)，LOD 在 0.010~7.712 ng/mL 之间。峰面积的重复性以 20 和 100 ng/mL 的基质标准溶液连续进样 6 次，相对标准偏差 (RSD) 均小于 8.26%。各化合物标准曲线的线性方程、相关系数、最低检出限 (LOD) 及峰面积的 RSD 值见表 2。

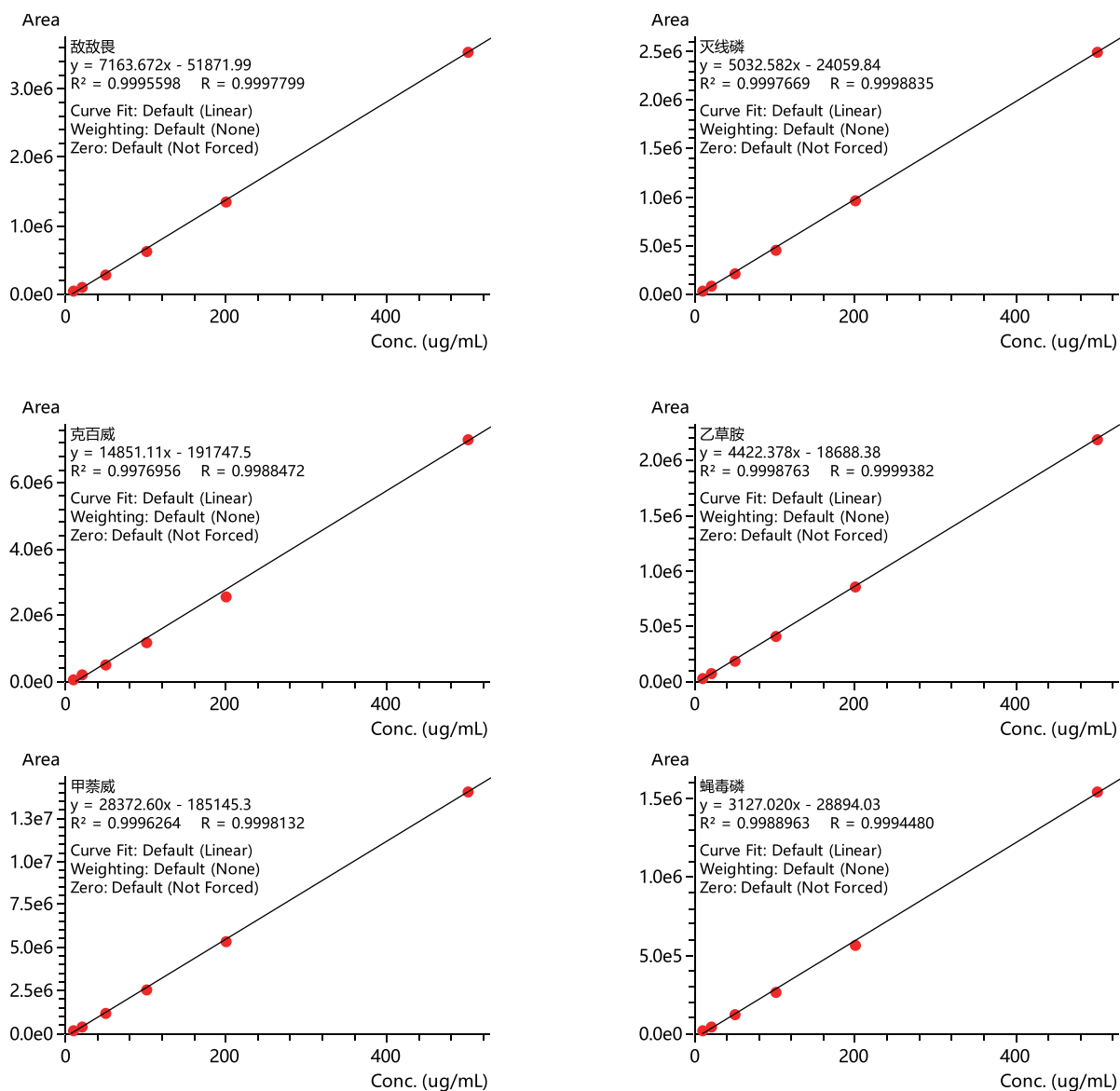


图 4 部分农药校准曲线

表 2 各农药线性相关系数、检出限及重复性

序号	名称	相关系数 R	LOD(ng/mL)	RSD%(n=6)	
				20 ng/mL	100 ng/mL
1	涕灭威分解物	0.9998	0.317	1.80	1.52
2	灭多威	0.9999	2.030	6.32	5.07
3	敌敌畏	0.9997	0.405	2.15	2.52
4	乙拌磷亚砷	0.9998	0.559	2.65	1.27
5	速灭威	0.9999	0.512	4.36	0.95
6	异丙威	0.9999	0.164	1.91	1.06
7	仲丁威	0.9999	0.196	1.55	0.99
8	残杀威	0.9999	0.053	2.52	1.15

9	内吸磷	0.9998	0.152	0.96	0.92
10	灭线磷	0.9998	0.182	1.80	1.38
11	氟乐灵	0.9996	0.010	1.94	1.59
12	治螟磷	0.9999	0.015	1.09	1.07
13	硫线磷	0.9997	0.453	1.36	0.69
14	甲拌磷	0.9997	0.033	2.58	0.99
15	乐果	0.9994	0.707	5.83	1.44
16	克百威	0.9988	0.200	1.93	1.37
17	西玛津	0.9998	0.187	2.29	1.17
18	莠去津	0.9998	0.118	2.29	1.31
19	阿特拉通	0.9997	0.540	1.71	2.07
20	特丁硫磷	0.9998	0.019	1.17	1.22
21	地虫硫磷	0.9999	0.243	2.39	1.17
22	二嗪磷	0.9998	0.024	3.11	1.71
23	磷胺	0.9992	2.204	4.76	6.25
24	乙拌磷	0.9998	1.653	1.71	1.38
25	氯唑磷	0.9998	0.028	1.36	1.15
26	抗蚜威	0.9999	0.014	1.52	2.35
27	乙草胺	0.9999	0.411	2.28	2.76
28	甲基毒死蜱	0.9999	0.020	1.40	1.87
29	2,4- 滴丁酯	0.9998	0.360	1.51	4.23
30	甲基对硫磷	0.9989	0.145	3.42	1.97
31	甲基立枯磷	0.9999	0.289	1.30	2.95
32	3- 羟基克百威	0.9999	1.279	6.59	6.61
33	甲草胺	0.9999	0.264	1.78	4.69
34	甲萘威	0.9998	0.111	3.75	2.74
35	甲基嘧啶磷	0.9998	0.015	1.78	2.23
36	杀螟硫磷	0.9984	0.016	3.94	1.98
37	灭虫威	0.9997	0.285	2.26	2.33
38	马拉硫磷	0.9999	0.013	0.94	1.66
39	甲拌磷亚砷	0.9996	0.988	6.13	1.12
40	甲拌磷砷	0.9998	0.279	1.09	1.15
41	毒死蜱	0.9999	0.371	2.13	5.76
42	甲基硫环磷	0.9988	0.357	2.39	2.55
43	倍硫磷	0.9999	0.017	1.66	2.03
44	对硫磷	0.9985	0.398	2.09	3.16
45	三唑酮	0.9998	0.278	2.76	5.38
46	水胺硫磷	0.9996	0.061	4.56	2.09
47	噻唑磷	0.9997	0.112	3.54	6.05

48	甲基异柳磷	0.9999	0.017	2.57	5.03
49	特丁硫磷砒	0.9998	0.174	1.20	1.28
50	硫环磷	0.9994	0.613	7.04	4.46
51	生物烯丙菊酯	0.9996	1.023	1.26	4.43
52	喹硫磷	0.9998	0.261	1.28	3.43
53	杀扑磷	0.9998	0.010	1.02	1.39
54	杀虫威	0.9998	0.019	1.59	1.67
55	乙拌磷砒	0.9996	0.391	1.63	6.44
56	丁草胺	0.9997	0.329	1.13	1.98
57	蚜灭磷	0.9982	1.044	7.46	7.34
58	苯硫威	0.9997	0.019	1.05	1.06
59	苯线磷	0.9997	0.026	3.39	1.88
60	稻瘟灵	0.9999	0.013	4.60	3.61
61	丙草胺	0.9999	0.013	1.75	3.61
62	丙溴磷	0.9999	0.016	1.16	3.41
63	噻嗪酮	0.9999	0.272	1.69	1.56
64	吡氟禾草灵	0.9999	0.053	1.98	2.63
65	倍硫磷亚砒	0.9993	0.219	4.68	4.02
66	倍硫磷砒	0.9998	0.017	1.65	2.06
67	乙硫磷	0.9995	0.342	1.71	0.65
68	三唑磷	0.9996	0.587	1.93	1.98
69	敌瘟磷	0.9997	0.013	1.25	1.13
70	禾草灵	0.9999	0.010	1.74	1.72
71	苜呋菊酯	0.9998	2.461	2.11	2.51
72	哒嗪硫磷	0.9992	0.021	2.20	1.43
73	苯胺磷砒	0.9991	0.022	3.28	2.53
74	苯线磷亚砒	0.9996	0.487	6.35	3.28
75	胺菊酯	0.9996	1.219	1.19	2.53
76	丁硫克百威	0.9997	1.307	6.09	7.18
77	亚胺硫磷	0.9997	0.149	1.57	2.11
78	联苯菊酯	0.9997	0.082	0.85	2.54
79	甲氰菊酯	0.9996	0.369	0.82	1.89
80	莎稗磷	0.9995	0.046	1.86	2.39
81	苯醚菊酯	0.9998	4.076	2.01	1.07
82	伏杀硫磷	0.9996	0.113	0.90	2.10
83	甲基谷硫磷	0.9991	0.387	1.56	4.36
84	氯氟氰菊酯	0.9992	0.314	1.25	0.72
85	氟丙菊酯	0.9989	0.878	4.06	1.83
86	丙硫克百威	0.9999	7.712	6.47	7.13
87	氯菊酯	0.9999	0.455	0.88	2.48

88	蝇毒磷	0.9994	0.031	1.69	0.60
89	反式氯菊酯	0.9998	0.403	1.17	2.63
90	氟氯菊酯	0.9990	0.063	2.05	8.26
91	氯菊酯	0.9991	0.059	2.67	4.19
92	精哇禾灵	0.9995	0.035	1.72	1.14
93	氟氰戊菊酯	0.9991	0.374	1.28	4.71
94	醚菊酯	0.9993	0.080	0.67	1.14
95	硅醚菊酯	0.9998	0.029	1.67	1.23
96	氰戊菊酯	0.9995	0.293	2.61	3.66
97	氟胺氰菊酯	0.9986	0.171	0.45	4.00
98	溴氰菊酯	0.9993	1.829	1.86	2.19

3.4 回收率实验

采用空白全血进行加标回收实验，全血中的各农药类毒物加标浓度分别为 80 和 400 ng/mL，按上述前处理步骤和分析条件进行分析检测，并计算各目标物的回收率，如下表所示。

表 3. 各农药加标回收率

序号	名称	回收率		序号	名称	回收率	
		80 ng/mL	400 ng/mL			80 ng/mL	400 ng/mL
1	涕灭威分解物	94.15	90.75	50	硫环磷	107.6	82.76
2	灭多威	74.84	77.24	51	生物烯丙菊酯	99.9	90.64
3	敌敌畏	97.64	91.8	52	喹硫磷	100.59	92.65
4	乙拌磷亚砷	93.84	97.04	53	杀扑磷	101.36	94.77
5	速灭威	106.4	94.17	54	杀虫威	99.57	95.2
6	异丙威	98.33	94.82	55	乙拌磷砷	102.74	93.78
7	仲丁威	100.33	93.71	56	丁草胺	101.92	91.72
8	残杀威	98.14	93.01	57	蚜灭磷	83.86	72.15
9	内吸磷	99.15	90.7	58	苯硫威	106.68	93.89
10	灭线磷	96.56	92.91	59	苯线磷	99.29	93.26
11	氟乐灵	97.45	85.22	60	稻瘟灵	106.97	98.59
12	治螟磷	101.46	92.81	61	丙草胺	103.31	98.31
13	硫线磷	100.44	93.66	62	丙溴磷	106.78	98.91
14	甲拌磷	96.84	92.43	63	噻嗪酮	104.96	95.14
15	乐果	89.49	86.36	64	吡氟禾草灵	89.11	91.77
16	克百威	111.4	108.78	65	倍硫磷亚砷	105.8	110.22
17	西玛津	99.93	92.01	66	倍硫磷砷	105.51	94.21
18	莠去津	95.51	95.16	67	乙硫磷	102.98	90.4
19	阿特拉通	96.93	90.93	68	三唑磷	114.7	94.28
20	特丁硫磷	97.98	90.59	69	敌瘟磷	100.26	94.53
21	地虫硫磷	102.12	92.95	70	禾草灵	103.78	92.91
22	二嗪磷	96.29	92.87	71	苄呋菊酯	101.8	90.76

23	磷胺	87.75	82.29	72	哒嗪硫磷	102.75	90.23
24	乙拌磷	97.73	91.45	73	苯胺磷砷	103.48	85.54
25	氯唑磷	99.07	94.35	74	苯线磷亚砷	90.9	73.15
26	抗蚜威	100.3	93.06	75	胺菊酯	100.45	89.15
27	乙草胺	100.26	94.96	76	丁硫克百威	101.72	90.63
28	甲基毒死蜱	98.16	94.13	77	亚胺硫磷	99.55	91.06
29	2,4-滴丁酯	97.9	92.18	78	联苯菊酯	102.33	90.17
30	甲基对硫磷	98.77	90.18	79	甲氰菊酯	100.31	88.17
31	甲基立枯磷	106.51	91.39	80	莎稗磷	102.47	89.99
32	3-羟基克百威	108.04	84.65	81	苯醚菊酯	100.6	88.68
33	甲草胺	100.17	93.60	82	伏杀硫磷	101.61	90.23
34	甲萘威	102.07	92.45	83	甲基谷硫磷	98.99	89.32
35	甲基嘧啶磷	104.93	92.22	84	氯氟氰菊酯	99.75	82.95
36	杀螟硫磷	97.28	88.88	85	氟丙菊酯	90	83.27
37	灭虫威	100.24	93.48	86	丙硫克百威	74.42	86.04
38	马拉硫磷	102.02	96.81	87	氯菊酯	103.4	89.43
39	甲拌磷亚砷	112.7	105.80	88	蝇毒磷	103.96	90.16
40	甲拌磷砷	104.95	97.95	89	反式氯菊酯	102.68	88.01
41	毒死蜱	98.17	95.25	90	氟氯氰菊酯	88.95	81.61
42	甲基硫环磷	90.99	105.29	91	氯氰菊酯	93.15	88.70
43	倍硫磷	102.63	97.84	92	精喹禾灵	92.32	90.80
44	对硫磷	104.72	90.39	93	氟氰戊菊酯	99.45	83.52
45	三唑酮	104.28	99.53	94	醚菊酯	103.01	103.8
46	水胺硫磷	99.88	97.18	95	硅醚菊酯	103.84	88.93
47	噻唑磷	98.6	93.48	96	氰戊菊酯	96.3	87.86
48	甲基异柳磷	101.37	93.98	97	氟胺氰菊酯	93.85	86.17
49	特丁硫磷砷	105.35	93.79	98	溴氰菊酯	98.4	86.08

■ 结论

本文采用岛津三重四极杆气质联用仪，结合岛津 Smart Pesticides Database 农残数据库建立了血液中 98 种农药及代谢物的检测方法。采用空白全血基质配制系列标准溶液，标准曲线在 10~500 ng/mL 浓度范围内，各化合物线性关系良好，相关系数 R 均大于 0.998；检出限在 0.010~7.712 ng/mL 之间；20 和 100 ng/mL 的标准溶液连续进样 6 次，峰面积相对标准偏差 RSD 均小于 8.26%，重复性良好；空白血液样品在 80 和 400 ng/mL 加标水平下，各化合物平均回收率在 72.15~114.7% 之间。该方法操作简单，实用性强，可快速准确地检验血液中的农药类毒物，对于公安机关查明涉案农药，对判断案件性质、分析案情及后续侦破工作具有重要意义。

岛津应用云

