

GCMS法测定血液样品中的145种毒(药)物

GCMS-568

摘要： 本文采用岛津气质联用仪建立了血液中 145 种毒(药)物的检测方法。毒(药)物种类包括有机磷农药、菊酯类农药、除草剂、杀鼠剂、巴比妥类药物、苯二氮卓类药物和动植物毒素等。选取空白血液样品添加标准物质工作溶液，浓度为 0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的添加样品中 145 种毒(药)物均检出，检出限 (LOD) 在 0.01~0.47 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 之间。该方法操作简便、快速高效，适用于血液样品中多种毒(药)物的快速筛查。

关键词： 气质联用仪 血液 法医 毒物 药物

技术特点：

- ❖ 本方法覆盖法医毒物种类广泛，包括农药、药物和动植物毒素等。
- ❖ 20 分钟内可完成 145 种毒(药)物的快速筛查。

随着社会的发展，许多新型毒物也日益问世与使用，毒物的数量日益增多，所涉及的化学成分也日趋复杂，对涉毒案件的侦查检验要求也越来越高，因此如何对毒物进行快速筛查并针对性检验，是当前法医工作者在实际检验中迫切需要解决的问题。

本文采用岛津 GCMS-QP2020 NX 气质联用仪建立了血液中 145 种毒(药)物的检测方法。毒(药)

物种类包括有机磷农药、菊酯类农药、除草剂、杀鼠剂、巴比妥类药物、苯二氮卓类药物和动植物毒素等。该方法操作简便、快速高效，适用于血液样品中多种毒(药)物的快速筛查。可判明送检对象中是否有毒物、毒物性质、毒物含量及毒物与事件的关系等，为案件的侦查和审理提供线索和证据。

■ 实验部分

1.1 仪器

GCMS-QP2020 NX 气质联用仪

1.2 分析条件

色 谱 柱： SH-I-5Sil MS (30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm)

柱 温 程 序： 80 $^{\circ}\text{C}$ (2 min)_30 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ _280 $^{\circ}\text{C}$ (15 min)

进 样 口 温 度： 280 $^{\circ}\text{C}$

离子源温度： 200 $^{\circ}\text{C}$

载气控制方式： 恒线速度 (36.8 cm/s)

接 口 温 度： 230 $^{\circ}\text{C}$

进 样 方 式： 分流进样，分流比 10:1

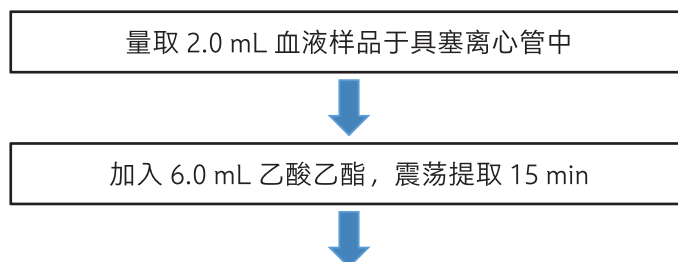
检测器电压： 调谐电压 +0.2 kV

采 集 模 式： SCAN

质 量 范 围： m/z 40~460

■ 样品前处理

样品前处理流程如下图所示。



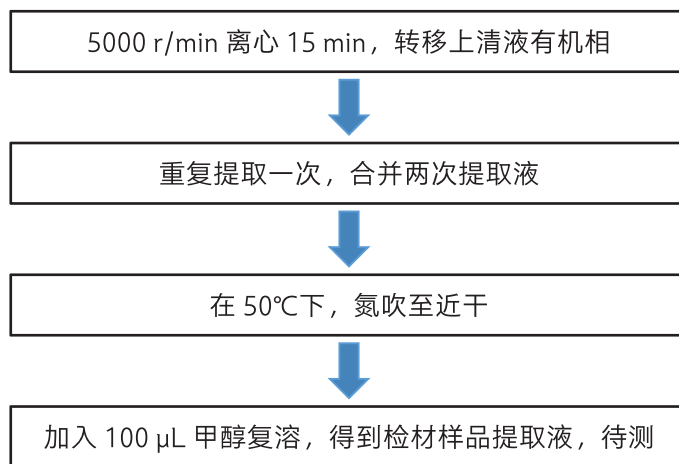


图 1 样品前处理流程图

取检测样品按样品前处理流程，得到检材样品提取液。

取等量空白血液样品两份于具盖离心管中，一份作为空白样品，一份添加标准物质工作溶液，使其浓度为 0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，作为添加样品，其余操作同检材样品，得到空白样品提取液和添加样品提取液。

■ 结果与讨论

3.1 标准溶液谱图

配制浓度为 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的 145 种毒（药）物的混合标准物质工作溶液，检测得到的 TIC 图和部分化合物质量色谱图如图 2、图 3 所示，145 种毒（药）物相关信息见表 1。

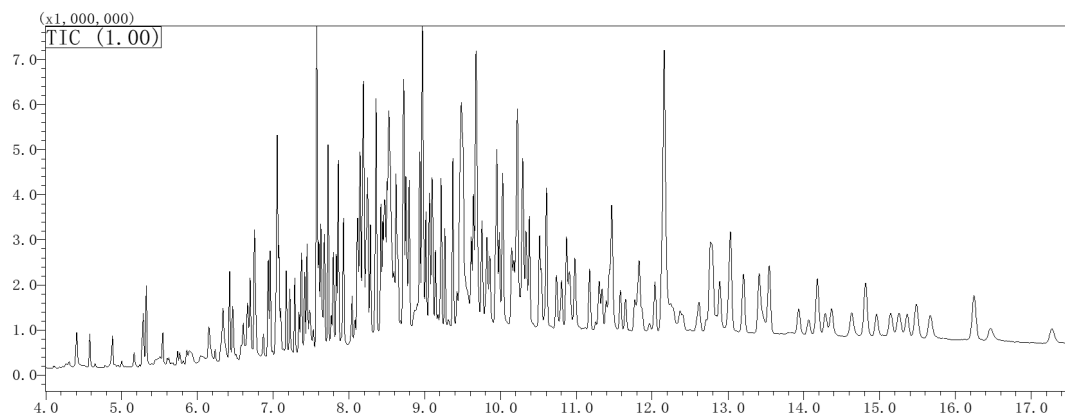
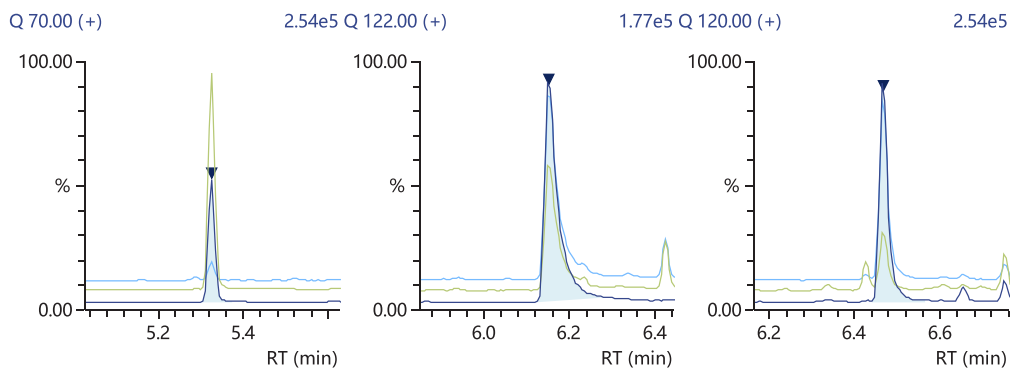


图 2 混合标准物质工作溶液总离子流图 (10 $\mu\text{g}/\text{mL}$)



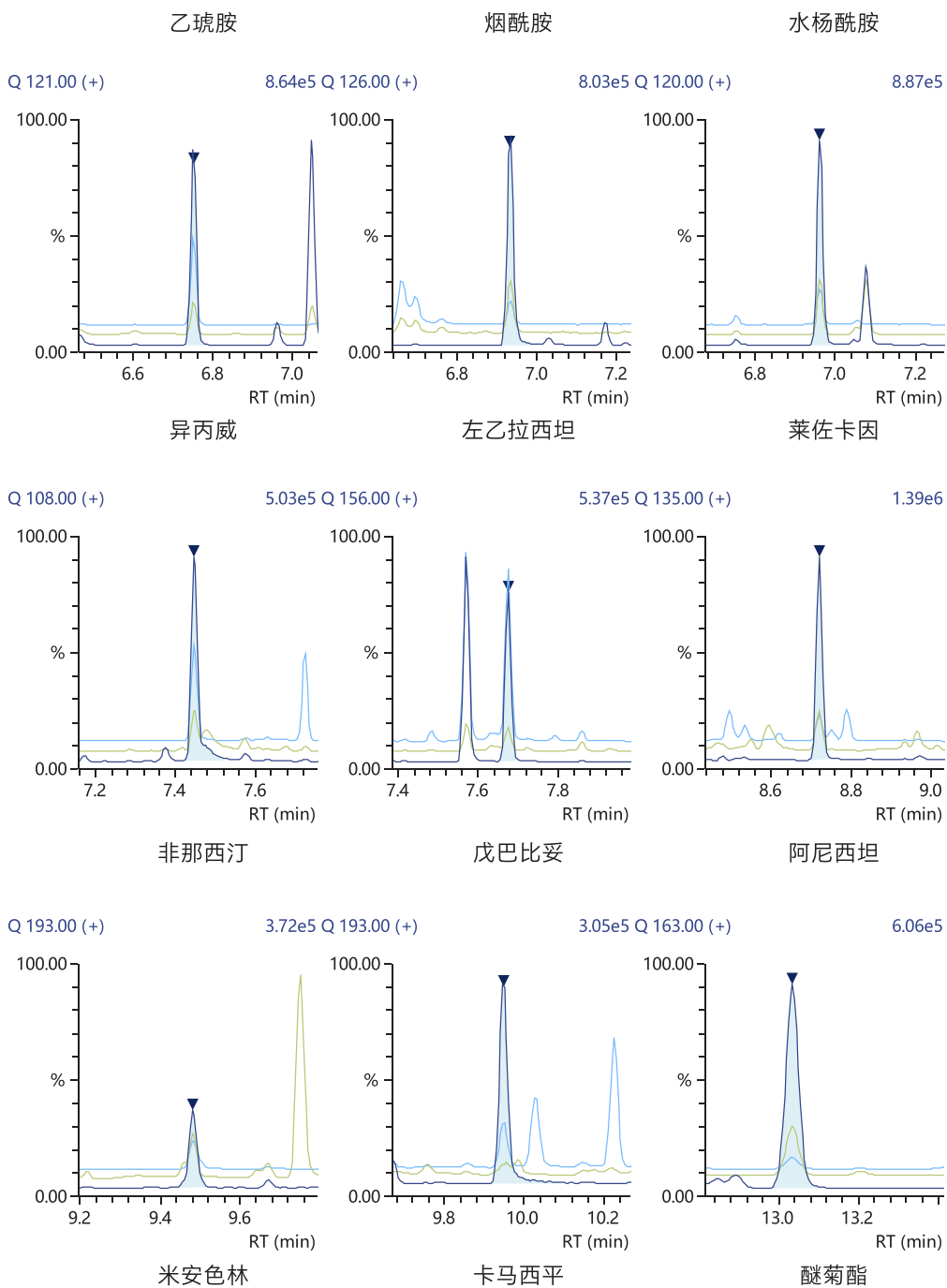


图3 标准物质工作溶液质量色谱图（部分化合物）（10 μg/mL）

表 1 145 种毒（药）物相关信息

| No. | 化合物名称 | 英文名称 | CAS 号 | 保留时间 (min) | 定量离子 (m/z) | 定性离子 (m/z) | 类别 |
|-----|----------|-------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| 1 | 灭多威 | Methomyl | 16752-77-5 | 4.110 | 105 | 58、88 | 氨基甲酸酯类农药 |
| 2 | 丙戊酸 | Valproic acid | 99-66-1 | 4.398 | 73 | 57、102 | 药物 / 其他 |
| 3 | 甲胺磷 | Methamidophos | 10265-92-6 | 5.246 | 94 | 95、126 | 有机磷类农药 |
| 4 | 敌敌畏 | Dichlorvos | 62-73-7 | 5.293 | 109 | 79、185 | 有机磷类农药 |
| 5 | 乙琥胺 | Ethosuximide | 77-67-8 | 5.329 | 70 | 55、85 | 药物 / 其他 |
| 6 | 咪喃酚 | Carbofuran phenol | 1563-38-8 | 5.633 | 164 | 131、149 | 氨基甲酸酯类农药 |
| 7 | 沙蚕毒素 | Nereistoxin | 1631-58-9 | 5.837 | 70 | 42、103 | 农药 / 其他 |
| 8 | 烟酰胺 | Nicotinamide | 98-92-0 | 6.149 | 122 | 51、78 | 药物 / 其他 |
| 9 | 乙酰甲胺磷 | Acephate | 30560-19-1 | 6.326 | 136 | 94、183 | 有机磷类农药 |
| 10 | 水杨酰胺 | Salicylamide | 65-45-2 | 6.464 | 120 | 65、92 | 药物 / 其他 |
| 11 | 巴比妥 | Barbital | 57-44-3 | 6.695 | 156 | 98、112 | 药物 / 巴比妥类 |
| 12 | 异丙威 | Isoproc carb | 2631-40-5 | 6.764 | 121 | 91、136 | 氨基甲酸酯类农药 |
| 13 | 杀线威 | Oxamyl | 23135-22-0 | 6.762 | 72 | 98、145 | 有机磷类农药 |
| 14 | 左乙拉西坦 | Levetiracetam | 102767-28-2 | 6.938 | 126 | 69、98 | 药物 / 其他 |
| 15 | 苯佐卡因 | Benzocaine | 94-09-7 | 6.975 | 120 | 92、137 | 药物 / 其他 |
| 16 | 氧化乐果 | Omethoate | 1113-02-6 | 7.035 | 110 | 156、213 | 有机磷类农药 |
| 17 | 乙水杨胺 | Ethenzamide | 938-73-8 | 7.085 | 120 | 92、105 | 药物 / 其他 |
| 18 | 灭线磷 | Ethoprophos | 13194-48-4 | 7.184 | 158 | 97、200 | 有机磷类农药 |
| 19 | 2,4-D 甲酯 | methyl ester | 1928-38-7 | 7.233 | 199 | 111、175 | 除草剂 |
| 20 | 氟乐灵 | Trifluralin | 1582-09-8 | 7.233 | 306 | 43、264 | 除草剂 |
| 21 | 治螟磷 | Sulfotep | 3689-24-5 | 7.298 | 322 | 202、266 | 有机磷类农药 |
| 22 | 久效磷 | Monocrotophos | 6923-22-4 | 7.344 | 127 | 164、192 | 有机磷类农药 |
| 23 | 硫线磷 | Cadusafos | 95465-99-9 | 7.383 | 159 | 213、270 | 有机磷类农药 |
| 24 | 甲拌磷 | Phorate | 298-02-2 | 7.432 | 75 | 121、231 | 有机磷类农药 |
| 25 | 非那西汀 | Phenacetin | 62-44-2 | 7.458 | 108 | 80、137 | 药物 / 其他 |
| 26 | 异戊巴比妥 | Amobarbital | 57-43-2 | 7.583 | 156 | 98、141 | 药物 / 巴比妥类 |
| 27 | 咪喃丹 | Carbofuran | 1563-66-2 | 7.589 | 164 | 149、221 | 氨基甲酸酯类农药 |
| 28 | 乐果 | Dimethoate | 60-51-5 | 7.591 | 87 | 93、125 | 有机磷类农药 |
| 29 | 毒鼠强 | Tetramine | 80-12-6 | 7.609 | 212 | 42、92 | 杀鼠剂 |
| 30 | 莠去津 | Atrazine | 1912-24-9 | 7.639 | 200 | 58、173 | 除草剂 |
| 31 | 莠去通 | Atratone | 1610-17-9 | 7.605 | 196 | 58、169 | 除草剂 |
| 32 | 戊巴比妥 | Pentobarbital | 76-74-4 | 7.685 | 156 | 98、141 | 药物 / 巴比妥类 |
| 33 | 二嗪农 | Diazinone | 333-41-5 | 7.739 | 137 | 179、199 | 有机磷类农药 |

| | | | | | | | |
|----|----------|----------------------|-------------|-------|-----|---------|-----------|
| 34 | 特丁硫磷 | Terbufos | 13071-79-9 | 7.741 | 288 | 231、57 | 有机磷类农药 |
| 35 | 磷胺 -1 | Phosphamidon | 13171-21-6 | 7.778 | 127 | 138、193 | 有机磷类农药 |
| 36 | 地虫硫磷 | Fonofos | 944-22-9 | 7.809 | 109 | 137、246 | 有机磷类农药 |
| 37 | 氯唑磷 | Isazofos | 42509-80-8 | 7.849 | 161 | 119、257 | 有机磷类农药 |
| 38 | 乙拌磷 | Disulfoton | 298-04-4 | 7.872 | 88 | 142、186 | 有机磷类农药 |
| 39 | 司可巴比妥 | Secobarbital | 76-73-3 | 7.870 | 168 | 97、124 | 药物 / 巴比妥类 |
| 40 | 抗蚜威 | Pirimicarb | 23103-98-2 | 7.942 | 166 | 72、238 | 氨基甲酸酯类农药 |
| 41 | 磷胺 -2 | Phosphamidon | 13171-21-6 | 8.053 | 127 | 138、193 | 有机磷类农药 |
| 42 | 乙草胺 | Acetochlor | 34256-82-1 | 8.122 | 146 | 59、223 | 除草剂 |
| 43 | 2,4-D 丁酯 | 2,4-D butyl ester | 94-80-4 | 8.134 | 185 | 57、162 | 除草剂 |
| 44 | 格鲁米特 | Glutethimide | 77-21-4 | 8.16 | 117 | 132、160 | 药物 / 其他 |
| 45 | 甲草胺 | Alachlor | 15972-60-8 | 8.191 | 160 | 45、188 | 除草剂 |
| 46 | 甲基对硫磷 | Parathion-methyl | 298-00-0 | 8.203 | 109 | 79、125 | 有机磷类农药 |
| 47 | 甲基立枯磷 | Toclofos-methyl | 57018-04-9 | 8.208 | 265 | 250、125 | 有机磷类农药 |
| 48 | 苯海拉明 | Benadryl | 58-73-1 | 8.185 | 58 | 73、152 | 药物 / 其他 |
| 49 | 利多卡因 | Lidocaine | 137-58-6 | 8.188 | 86 | 58、120 | 药物 / 其他 |
| 50 | 甲基嘧啶磷 | Pirimiphos-methyl | 29232-93-7 | 8.297 | 290 | 125、276 | 有机磷类农药 |
| 51 | 甲硫威 | Methiocarb | 2032-65-7 | 8.372 | 168 | 153、225 | 氨基甲酸酯类农药 |
| 52 | 马拉硫磷 | Malathion | 121-75-5 | 8.373 | 125 | 93、158 | 有机磷类农药 |
| 53 | 氨基比林 | Aminopyrine | 58-15-1 | 8.384 | 56 | 97、231 | 药物 / 其他 |
| 54 | 异丙安替比林 | Isopropyl antipyrine | 479-92-5 | 8.433 | 215 | 77、96 | 药物 / 其他 |
| 55 | 毒死蜱 | Chlorpyrifos | 2921-88-2 | 8.459 | 197 | 97、258 | 有机磷类农药 |
| 56 | 右美托咪定 | Dexmedetomidine | 113775-47-6 | 8.476 | 185 | 115、158 | 药物 / 其他 |
| 57 | 甲拌磷砒 | Phorate sulfone | 2588-04-7 | 8.482 | 97 | 125、153 | 有机磷类农药 |
| 58 | 倍硫磷 | Fenthion | 55-38-9 | 8.494 | 278 | 109、125 | 有机磷类农药 |
| 59 | 对硫磷 | Parathion | 56-38-2 | 8.517 | 291 | 97、109 | 有机磷类农药 |
| 60 | 三唑酮 | Triadimefon | 43121-43-3 | 8.538 | 57 | 110、181 | 农药 / 其他 |
| 61 | 水胺硫磷 | Isocarbophos | 24353-61-5 | 8.549 | 136 | 121、230 | 有机磷类农药 |
| 62 | 苯巴比妥 | Phenobarbital | 50-06-6 | 8.556 | 204 | 117、161 | 药物 / 巴比妥类 |
| 63 | 茶碱 | Theophylline | 58-55-9 | 8.575 | 180 | 68、95 | 药物 / 其他 |
| 64 | 曲马多 | Tramadol | 27203-92-5 | 8.632 | 58 | 135、263 | 药物 / 其他 |
| 65 | 甲基异柳磷 | Isofenphos-methyl | 99675-03-3 | 8.636 | 58 | 121、199 | 有机磷类农药 |
| 66 | 乙哌立松 | Eperisone | 64840-90-0 | 8.601 | 98 | 77、133 | 药物 / 其他 |
| 67 | 噻唑磷 | Fosthiazate | 98886-44-3 | 8.650 | 195 | 97、166 | 有机磷类农药 |
| 68 | 阿尼西坦 | Aniracetam | 72432-10-1 | 8.736 | 135 | 77、92 | 药物 / 其他 |
| 69 | 特丁硫磷砒 | Terbufos sulfone | 56070-16-7 | 8.742 | 153 | 97、199 | 有机磷类农药 |

| | | | | | | | |
|-----|--------|-----------------|-------------|--------|-----|---------|-----------|
| 70 | 氯苯那敏 | Chlorphenamine | 132-22-9 | 8.732 | 203 | 58、167 | 药物 / 其他 |
| 71 | 硫环磷 | Phosfolan | 947-02-4 | 8.800 | 92 | 140、196 | 有机磷类农药 |
| 72 | 喹硫磷 | Quinalphos | 13593-03-8 | 8.812 | 146 | 157、270 | 有机磷类农药 |
| 73 | 甲苯噻嗪 | Xylazine | 7361-61-7 | 9.009 | 205 | 220、130 | 药物 / 其他 |
| 74 | 丁草胺 | Butachlor | 23184-66-9 | 8.950 | 176 | 160、188 | 除草剂 |
| 75 | 苯线磷 | Fenamiphos | 22224-92-6 | 9.027 | 303 | 154、217 | 有机磷类农药 |
| 76 | 丙草胺 | Pretilachlor | 51218-49-6 | 9.112 | 162 | 176、238 | 除草剂 |
| 77 | 稻瘟灵 | Isoprothiolane | 50512-35-1 | 9.122 | 118 | 162、189 | 农药 / 其他 |
| 78 | 丙溴磷 | Profenofos | 41198-08-7 | 9.160 | 139 | 208、339 | 有机磷类农药 |
| 79 | 噻嗪酮 | Buprofezin | 69327-76-0 | 9.236 | 105 | 172、249 | 农药 / 其他 |
| 80 | 吡氟禾草灵 | Fluazifop-butyl | 69806-50-4 | 9.284 | 282 | 146、254 | 除草剂 |
| 81 | 溴虫腈 | Chlorfenapyr | 122453-73-0 | 9.340 | 59 | 247、328 | 农药 / 其他 |
| 82 | 阿米替林 | Amitriptyline | 50-48-6 | 9.383 | 58 | 115、202 | 药物 / 其他 |
| 83 | 丁卡因 | Tetracaine | 94-24-6 | 9.475 | 58 | 71、150 | 药物 / 其他 |
| 84 | 乙硫磷 | Ethion | 563-12-2 | 9.495 | 231 | 97、153 | 有机磷类农药 |
| 85 | 米安色林 | Mianserin | 24219-97-4 | 9.496 | 193 | 72、220 | 药物 / 其他 |
| 86 | 克伦特罗 | Clenbutero | 37148-27-9 | 9.431 | 86 | 127、190 | 药物 / 其他 |
| 87 | 多塞平 | Doxepin | 1668-19-5 | 9.523 | 58 | 165、178 | 药物 / 其他 |
| 88 | 阿托品 | Atropine | 51-55-8 | 9.640 | 124 | 82、94 | 动植物毒素 |
| 89 | 三唑磷 | Triazophos | 24017-47-8 | 9.636 | 161 | 77、97 | 有机磷类农药 |
| 90 | 米氮平 | Mirtazapine | 85650-52-8 | 9.686 | 195 | 167、208 | 药物 / 其他 |
| 91 | 布比卡因 | Bupivacaine | 38396-39-3 | 9.705 | 140 | 84、98 | 药物 / 其他 |
| 92 | 苯海索 | Benzhexol | 144-11-6 | 9.673 | 98 | 55、186 | 药物 / 其他 |
| 93 | 异丙嗪 | Promethazine | 60-87-7 | 9.832 | 72 | 180、198 | 药物 / 吩噻嗪类 |
| 94 | 敌瘟磷 | Edifenphos | 17109-49-8 | 9.848 | 109 | 173、310 | 有机磷类农药 |
| 95 | 喷他佐辛 | Pentazocine | 359-83-1 | 9.887 | 217 | 45、110 | 药物 / 其他 |
| 96 | 司普替林 | Setiptiline | 57262-94-9 | 9.877 | 261 | 83、202 | 药物 / 其他 |
| 97 | 苄呋菊酯-1 | Resmethrin | 10453-86-8 | 9.957 | 123 | 143、171 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 98 | 卡马西平 | Carbamazepine | 298-46-4 | 9.969 | 193 | 95、165 | 药物 / 其他 |
| 99 | 禾草灵 | Diclofop-methyl | 51338-27-3 | 9.978 | 253 | 162、281 | 除草剂 |
| 100 | 东莨菪碱 | Scopolamine | 51-34-3 | 10.023 | 94 | 138、154 | 动植物毒素 |
| 101 | 苄呋菊酯-2 | Resmethrin | 10453-86-8 | 10.012 | 123 | 143、171 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 102 | 苯妥英 | Phenytoin | 57-41-0 | 10.038 | 180 | 252、104 | 药物 / 其他 |
| 103 | 赛庚啶 | Cyproheptadine | 129-03-3 | 10.164 | 287 | 96、215 | 药物 / 其他 |
| 104 | 胺菊酯-1 | Tetramethrin | 7696-12-0 | 10.246 | 164 | 123、313 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 105 | 哒嗪硫磷 | Pyridaphenthion | 119-12-0 | 10.247 | 340 | 97、188 | 有机磷类农药 |

| | | | | | | | |
|-----|-----------|--------------------|-------------|--------|-----|---------|------------|
| 106 | 联苯菊酯 | Bifenthrin | 82657-04-3 | 10.257 | 181 | 165、166 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 107 | 度硫平 | Dothiepin | 113-53-1 | 10.252 | 58 | 202、221 | 药物 / 其他 |
| 108 | 艾司西酞普兰 | Escitalopram | 128196-01-0 | 10.295 | 58 | 208、238 | 药物 / 其他 |
| 109 | 胺菊酯-2 | Tetramethrin | 7696-12-0 | 10.325 | 164 | 123、313 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 110 | 表加兰他敏 | Epi Galanthamine | 1668-85-5 | 10.368 | 216 | 115、174 | 药物 / 其他 |
| 111 | 地芬尼多 | Diphenidol | 972-02-1 | 10.412 | 98 | 77、105 | 药物 / 其他 |
| 112 | 甲氰菊酯 | Fenpropathrin | 39515-41-8 | 10.414 | 97 | 181、265 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 113 | 地西洋 | Diazepam | 439-14-5 | 10.548 | 256 | 221、283 | 药物 / 苯二氮卓类 |
| 114 | 高效氯氟氰菊酯-1 | lambda-Cyhalothrin | 91465-08-6 | 10.776 | 181 | 197、208 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 115 | 氟杀硫磷 | Phosalone | 2310-17-0 | 10.846 | 182 | 97、121 | 有机磷类农药 |
| 116 | 高效氯氟氰菊酯-2 | lambda-Cyhalothrin | 91465-08-6 | 10.909 | 181 | 197、208 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 117 | 氯丙嗪 | Chlorpromazine | 50-53-3 | 10.913 | 58 | 86、272 | 药物 / 吩噻嗪类 |
| 118 | 甲基谷硫磷 | Azinphos-methyl | 86-50-0 | 10.960 | 160 | 77、104 | 有机磷类农药 |
| 119 | 氟马西尼 | Flumazenil | 78755-81-4 | 11.015 | 229 | 201、257 | 药物 / 其他 |
| 120 | 氯巴占 | Clobazam | 22316-47-8 | 11.218 | 300 | 77、231 | 药物 / 其他 |
| 121 | 苯氰菊酯-1 | Cyphenothrin | 39515-40-7 | 11.303 | 123 | 181、375 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 122 | 苯氰菊酯-2 | Cyphenothrin | 39515-40-7 | 11.355 | 123 | 181、375 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 123 | 苯氰菊酯-3 | Cyphenothrin | 39515-40-7 | 11.389 | 123 | 181、375 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 124 | 咪达唑仑 | Midazolam | 59467-70-8 | 11.483 | 310 | 163、222 | 药物 / 苯二氮卓类 |
| 125 | 氟硝西洋 | Flunitrazepam | 1622-62-4 | 11.635 | 285 | 238、266 | 药物 / 苯二氮卓类 |
| 126 | 氯菊酯-1 | Permethrin | 52645-53-1 | 11.704 | 183 | 127、163 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 127 | 氯菊酯-2 | Permethrin | 52645-53-1 | 11.826 | 183 | 127、163 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 128 | 普拉西洋 | Prazepam | 2955-38-6 | 11.886 | 269 | 91、295 | 药物 / 苯二氮卓类 |
| 129 | 蝇毒磷 | Coumaphos | 56-72-4 | 11.921 | 362 | 109、226 | 有机磷类农药 |
| 130 | 孕烯醇酮 | Pregnenolone | 38372-24-6 | 12.220 | 316 | 231、145 | 药物 / 其他 |
| 131 | 硝甲西洋 | Nimetazepam | 2011-67-8 | 12.192 | 267 | 165、248 | 药物 / 苯二氮卓类 |
| 132 | 氯氰菊酯-1 | Cypermethrin | 52315-07-8 | 12.659 | 163 | 181、209 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 133 | 奥氮平 | Olanzapine | 132539-06-1 | 12.698 | 242 | 213、229 | 药物 / 其他 |
| 134 | 氯氰菊酯-2 | Cypermethrin | 52315-07-8 | 12.785 | 163 | 181、209 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 135 | 氟阿尼酮 | Fluarnisone | 1480-19-9 | 12.832 | 123 | 162、205 | 药物 / 其他 |
| 136 | 氟拉西洋 | Flurazepam | 17617-23-1 | 12.871 | 86 | 58、99 | 药物 / 苯二氮卓类 |
| 137 | 氯氰菊酯-3 | Cypermethrin | 52315-07-8 | 12.873 | 163 | 181、209 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 138 | 氯氰菊酯-4 | Cypermethrin | 52315-07-8 | 12.929 | 163 | 181、209 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 139 | 喹禾灵 | Quizalofop-ethyl | 76578-14-8 | 12.967 | 299 | 163、243 | 除草剂 |

| | | | | | | | |
|-----|---------|-----------------|-------------|--------|-----|---------|------------|
| 140 | 醚菊酯 | Etofenprox | 80844-07-1 | 13.117 | 163 | 135、183 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 141 | 布南色林 | Blonanserin | 132810-10-7 | 13.496 | 283 | 42、270 | 药物 / 其他 |
| 142 | 美喹他嗪 | Mequitazine | 29216-28-2 | 13.496 | 124 | 180、212 | 药物 / 吩噻嗪类 |
| 143 | 长春西汀 | Vinpocetine | 42971-09-5 | 13.637 | 321 | 252、280 | 药物 / 其他 |
| 144 | 氰戊菊酯-1 | Fenvalerate | 66230-04-4 | 14.033 | 125 | 167、225 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 145 | 氟胺氰菊酯-1 | tau-Fluvalinate | 102851-06-9 | 14.167 | 250 | 152、181 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 146 | 氟胺氰菊酯-2 | tau-Fluvalinate | 102851-06-9 | 14.280 | 250 | 152、181 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 147 | 氯氮平 | Clozapine | 5786-21-0 | 14.288 | 243 | 192、256 | 药物 / 其他 |
| 148 | 氰戊菊酯-2 | Fenvalerate | 66230-04-4 | 14.395 | 125 | 167、225 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 149 | 尼莫地平 | Nimodipine | 66085-59-4 | 14.480 | 296 | 196、254 | 药物 / 其他 |
| 150 | 艾司唑仑 | Estazolam | 29975-16-4 | 14.732 | 259 | 137、205 | 药物 / 苯二氮卓类 |
| 151 | 地尔硫卓 | Diltiazem | 42399-41-7 | 14.932 | 58 | 71、150 | 药物 / 其他 |
| 152 | 溴氰菊酯-1 | Deltamethrin | 52918-63-5 | 15.079 | 181 | 93、209 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 153 | 阿普唑仑 | Alprozolam | 28981-97-7 | 15.257 | 279 | 204、137 | 药物 / 苯二氮卓类 |
| 154 | 氟哌啶醇 | Haloperidol | 52-86-8 | 15.383 | 224 | 123、237 | 药物 / 其他 |
| 155 | 溴氰菊酯-2 | Deltamethrin | 52918-63-5 | 15.493 | 181 | 93、209 | 拟除虫菊酯类农药 |
| 156 | 奋乃静 | Perphenazine | 58-38-8 | 15.618 | 113 | 70、232 | 药物 / 吩噻嗪类 |
| 157 | 扎来普隆 | Zaleplon | 151319-34-5 | 15.791 | 248 | 43、263 | 药物 / 其他 |
| 158 | 美克洛嗪 | Meclozine | 569-65-3 | 16.408 | 105 | 189、285 | 药物 / 其他 |

3.2 添加样品检测和检出限

移取空白血液样品 2.0 mL 于具盖离心管中, 添加标准物质工作溶液, 使其浓度为 0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 作为添加样品, 按照 2. 样品前处理步骤处理样品, 进样分析。结果表明, 0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的添加样品中 145 种毒(药)物均检出, 以 3 倍信噪比 (S/N) 对应的添加水平分别计算各化合物的检出限 (LOD), 结果见表 2。

表 2 血液添加样品中 145 种毒(药)物检出限

| No. | 化合物名称 | 检出限 ($\mu\text{g}/\text{mL}$) | No. | 化合物名称 | 检出限 ($\mu\text{g}/\text{mL}$) |
|-----|-------|---------------------------------|-----|-------|---------------------------------|
| 1 | 灭多威 | 0.19 | 74 | 苯线磷 | 0.01 |
| 2 | 丙戊酸 | 0.11 | 75 | 丙草胺 | 0.13 |
| 3 | 甲胺磷 | 0.04 | 76 | 稻瘟灵 | 0.07 |
| 4 | 敌敌畏 | 0.05 | 77 | 丙溴磷 | 0.27 |
| 5 | 乙琥胺 | 0.08 | 78 | 噻嗪酮 | 0.07 |
| 6 | 呋喃酚 | 0.01 | 79 | 吡氟禾草灵 | 0.01 |
| 7 | 沙蚕毒素 | 0.06 | 80 | 溴虫腈 | 0.25 |
| 8 | 烟酰胺 | 0.01 | 81 | 阿米替林 | 0.10 |
| 9 | 乙酰甲胺磷 | 0.08 | 82 | 丁卡因 | 0.01 |
| 10 | 水杨酰胺 | 0.11 | 83 | 乙硫磷 | 0.01 |
| 11 | 巴比妥 | 0.01 | 84 | 米安色林 | 0.20 |

| | | | | | |
|----|----------|------|-----|---------|------|
| 12 | 异丙威 | 0.02 | 85 | 克伦特罗 | 0.02 |
| 13 | 杀线威 | 0.08 | 86 | 多塞平 | 0.31 |
| 14 | 左乙拉西坦 | 0.01 | 87 | 阿托品 | 0.07 |
| 15 | 苯佐卡因 | 0.02 | 88 | 三唑磷 | 0.03 |
| 16 | 氧化乐果 | 0.01 | 89 | 米氮平 | 0.01 |
| 17 | 乙水杨胺 | 0.02 | 90 | 布比卡因 | 0.01 |
| 18 | 灭线磷 | 0.05 | 91 | 苯海索 | 0.02 |
| 19 | 2,4-D 甲酯 | 0.06 | 92 | 异丙嗪 | 0.19 |
| 20 | 氟乐灵 | 0.01 | 93 | 敌瘟磷 | 0.11 |
| 21 | 治螟磷 | 0.01 | 94 | 喷他佐辛 | 0.11 |
| 22 | 久效磷 | 0.11 | 95 | 司普替林 | 0.03 |
| 23 | 硫线磷 | 0.09 | 96 | 苄呋菊酯 | 0.47 |
| 24 | 甲拌磷 | 0.05 | 97 | 卡马西平 | 0.03 |
| 25 | 非那西汀 | 0.03 | 98 | 禾草灵 | 0.01 |
| 26 | 异戊巴比妥 | 0.01 | 99 | 东莨菪碱 | 0.21 |
| 27 | 呋喃丹 | 0.01 | 100 | 苯妥英 | 0.04 |
| 28 | 乐果 | 0.12 | 101 | 赛庚啶 | 0.02 |
| 29 | 毒鼠强 | 0.03 | 102 | 胺菊酯 | 0.01 |
| 30 | 莠去津 | 0.01 | 103 | 哒嗪硫磷 | 0.02 |
| 31 | 莠去通 | 0.03 | 104 | 联苯菊酯 | 0.06 |
| 32 | 戊巴比妥 | 0.01 | 105 | 度硫平 | 0.12 |
| 33 | 二嗪农 | 0.08 | 106 | 艾司西酞普兰 | 0.37 |
| 34 | 特丁硫磷 | 0.01 | 107 | 表加兰他敏 | 0.02 |
| 35 | 磷胺 | 0.01 | 108 | 地芬尼多 | 0.01 |
| 36 | 地虫硫磷 | 0.20 | 109 | 甲氰菊酯 | 0.15 |
| 37 | 氯唑磷 | 0.08 | 110 | 地西洋 | 0.02 |
| 38 | 乙拌磷 | 0.01 | 111 | 高效氯氟氰菊酯 | 0.07 |
| 39 | 司可巴比妥 | 0.03 | 112 | 氟杀硫磷 | 0.11 |
| 40 | 抗蚜威 | 0.01 | 113 | 氯丙嗪 | 0.23 |
| 41 | 乙草胺 | 0.05 | 114 | 甲基谷硫磷 | 0.35 |
| 42 | 2,4-D 丁酯 | 0.05 | 115 | 氟马西尼 | 0.01 |
| 43 | 格鲁米特 | 0.05 | 116 | 氯巴占 | 0.01 |
| 44 | 甲草胺 | 0.03 | 117 | 苯氰菊酯 | 0.03 |
| 45 | 甲基对硫磷 | 0.01 | 118 | 咪达唑仑 | 0.01 |
| 46 | 甲基立枯磷 | 0.01 | 119 | 氟硝西洋 | 0.01 |
| 47 | 苯海拉明 | 0.03 | 120 | 氯菊酯 | 0.02 |
| 48 | 利多卡因 | 0.01 | 121 | 普拉西洋 | 0.02 |

| | | | | | |
|----|--------|------|-----|-------|------|
| 49 | 甲基嘧啶磷 | 0.01 | 122 | 蝇毒磷 | 0.01 |
| 50 | 甲硫威 | 0.33 | 123 | 孕烯醇酮 | 0.01 |
| 51 | 马拉硫磷 | 0.18 | 124 | 硝甲西洋 | 0.17 |
| 52 | 氨基比林 | 0.05 | 125 | 氯氰菊酯 | 0.05 |
| 53 | 异丙安替比林 | 0.01 | 126 | 奥氮平 | 0.02 |
| 54 | 毒死蜱 | 0.05 | 127 | 氟阿尼酮 | 0.03 |
| 55 | 右美托咪定 | 0.13 | 128 | 氟拉西洋 | 0.01 |
| 56 | 甲拌磷砒 | 0.34 | 129 | 喹禾灵 | 0.01 |
| 57 | 倍硫磷 | 0.01 | 130 | 醚菊酯 | 0.02 |
| 58 | 对硫磷 | 0.01 | 131 | 布南色林 | 0.01 |
| 59 | 三唑酮 | 0.27 | 132 | 美唑他嗪 | 0.01 |
| 60 | 水胺硫磷 | 0.04 | 133 | 长春西汀 | 0.01 |
| 61 | 苯巴比妥 | 0.01 | 134 | 氰戊菊酯 | 0.03 |
| 62 | 茶碱 | 0.10 | 135 | 氟胺氰菊酯 | 0.02 |
| 63 | 曲马多 | 0.11 | 136 | 氯氮平 | 0.01 |
| 64 | 甲基异柳磷 | 0.10 | 137 | 尼莫地平 | 0.02 |
| 65 | 乙哌立松 | 0.02 | 138 | 艾司唑仑 | 0.04 |
| 66 | 噻唑磷 | 0.21 | 139 | 地尔硫？ | 0.01 |
| 67 | 阿尼西坦 | 0.03 | 140 | 溴氰菊酯 | 0.02 |
| 68 | 特丁硫磷砒 | 0.09 | 141 | 阿普唑仑 | 0.03 |
| 69 | 氯苯那敏 | 0.04 | 142 | 氟哌啶醇 | 0.02 |
| 70 | 硫环磷 | 0.12 | 143 | 奋乃静 | 0.02 |
| 71 | 喹硫磷 | 0.06 | 144 | 扎来普隆 | 0.01 |
| 72 | 甲苯噻嗪 | 0.10 | 145 | 美克洛嗪 | 0.01 |
| 73 | 丁草胺 | 0.05 | | | |

3.3 实际样品检测

分别吸取空白样品提取液、添加样品提取液、检材样品提取液和标准物质工作溶液，进样分析。

根据标准《GA/T 1900-2021 法庭科学 生物检材中毒物毒品定性定量检验方法通用要求》中的规定。

阳性结果判定：检材样品中目标物的色谱峰保留时间与标准物质工作溶液一致（相对误差在±1%之内），且在扣除背景后的检材样品质谱图中，目标物的质谱特征离子（不少于3个）与标准物质工作溶液一致，特征离子丰度比与浓度接近的标准物质工作溶液相比，相对偏差不超过表3规定的范围，空白样品无干扰，则可判断检材样品中检出目标物。

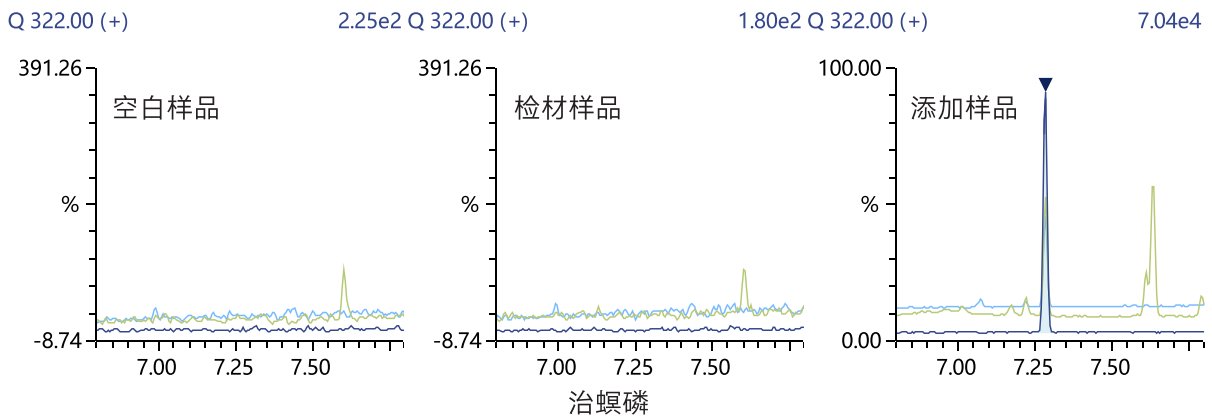
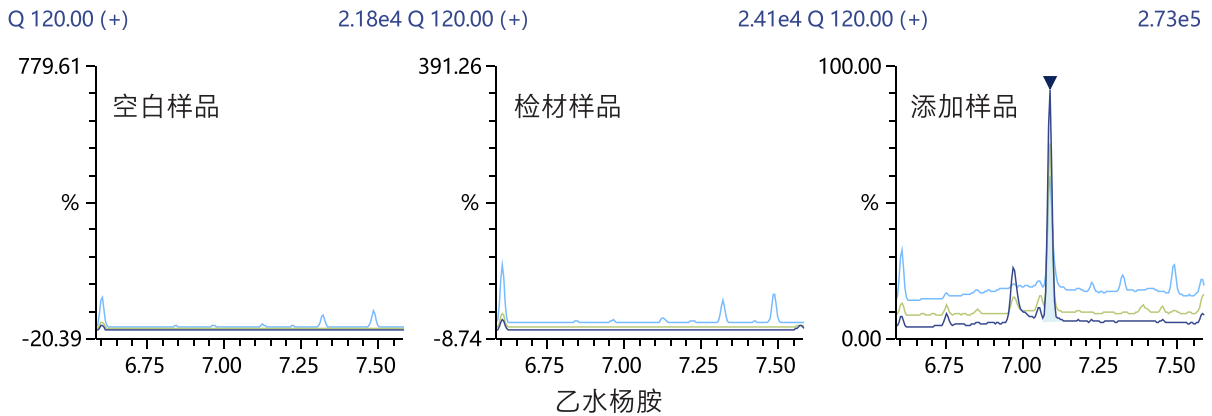
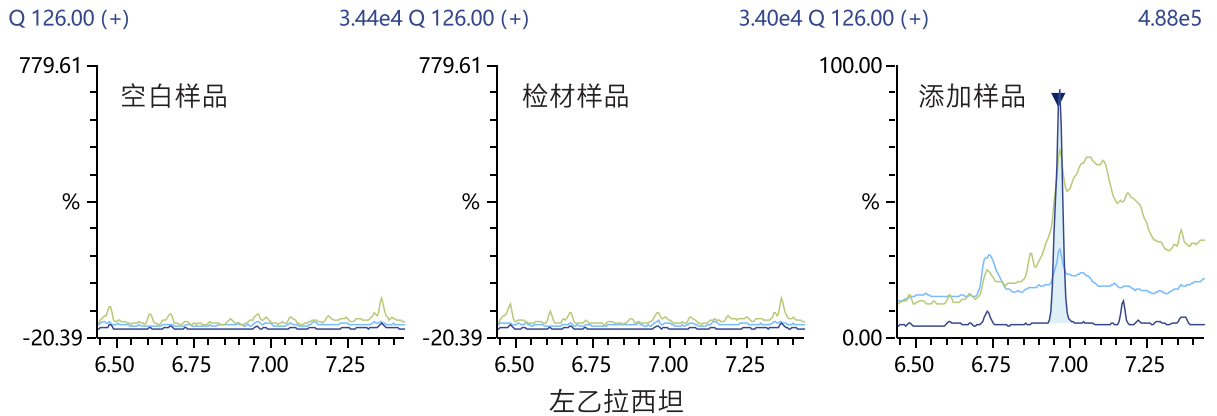
表3 特征离子丰度比的最大允许相对偏差范围

| 特征离子丰度比 | > 50% | > 20%~50% | > 10%~20% | ≤10% |
|----------|-------|-----------|-----------|------|
| 最大允许相对误差 | ±10% | ±15% | ±20% | ±50% |

定量结果：如果检材样品中某些毒（药）物阳性检出，可通过添加样品单点校正，检材样品中目标物含量应为添加样品中目标物含量的 $(100 \pm 50)\%$ ，检材样品平行处理 2 份，如果目标物含量的 $RD \leq 20\%$ ，定量数据可靠。

阴性结果判定：空白样品未检出目标物且无干扰，检材样品中未出现与标准物质工作溶液中目标物一致的色谱峰，且添加样品提取液中出现与标准物质工作溶液目标物一致的色谱峰，最终判断该检材样品中未检出目标物。

选取某检材样品进行检测，结果判定为 145 种毒（药）物均为阴性，部分毒（药）物在空白样品、检材样品和添加样品中的质量色谱图见图 4。



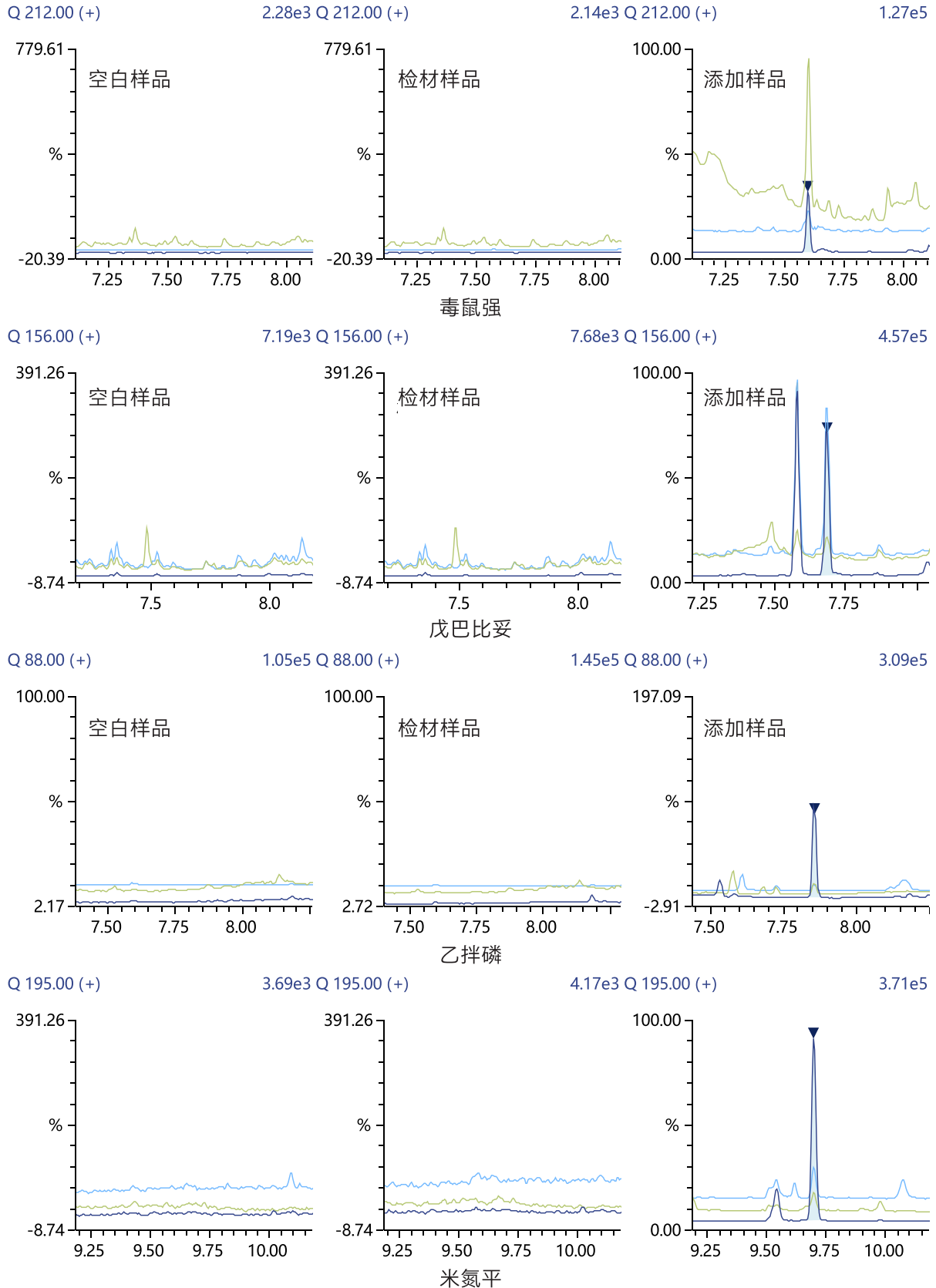


图4 部分毒(药)物质质量色谱图

■ 结论

本文采用岛津 GCMS-QP2020 NX 气质联用仪建立了血液中 145 种毒（药）物的检测方法。毒（药）物种类包括有机磷农药、菊酯类农药、除草剂、杀鼠剂、巴比妥类药物、苯二氮卓类药物和动植物毒素等。选取空白血液样品添加标准物质工作溶液，浓度为 0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的添加样品中 145 种毒（药）物均检出，检出限 (LOD) 在 0.01~0.47 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 之间。本方法操作简便、快速高效、实用性强，适用于血液样品中多种毒（药）物的快速筛查。该方法也可为尿液、肝脏等其他生物检材样品中多种毒（药）物的检测提供参考。

岛津应用云

