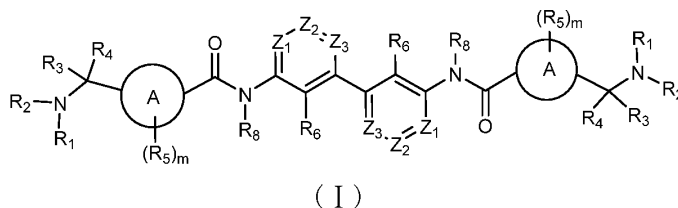


权利要求书

1. 式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐：



其中，

环 A 选自 5-7 元芳环或 5-7 元杂芳环；

Z₁、Z₂、Z₃ 各自独立地选自 C(R₁₁)或 N；

R₁、R₂ 各自独立地选自氢、氘、羟基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、C₃₋₁₀ 环烷基、C₃₋₁₀ 环烷基 C₁₋₈ 烷基、3-10 元杂环基、3-10 元杂环基 C₁₋₈ 烷基、C₅₋₁₀ 芳基、C₅₋₁₀ 芳基 C₁₋₈ 烷基或 5-10 元杂芳基，或者，R₁ 与 R₂ 和其直接相连的氮原子一起形成 3-10 元杂环基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、卤取代 C₁₋₁₀ 烷基、氘取代 C₁₋₁₀ 烷基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、=O、-C₀₋₈-S(O)(=N-R₇)R₉、-C₀₋₈-N=S(O)R₉R₁₀、-C₀₋₈-N=SR₉R₁₀、-C₀₋₈-P(O)(OH)R₁₂、-C₀₋₈-SF₅、-C₀₋₈-O-S(O)₂R₁₂、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代；

R₃、R₄ 各自独立地选自氢、氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄，或者，R₃ 与 R₄ 和其直接相连的碳原子一起形成 3-10 元环烷基或 3-10 元杂环基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、卤取代 C₁₋₁₀ 烷基、氘取代 C₁₋₁₀ 烷基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代；

R₅ 选自氢、氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)(=N-R₇)R₉、-C₀₋₈-N=S(O)R₉R₁₀、-C₀₋₈-N=SR₉R₁₀、-C₀₋₈-P(O)(OH)R₁₂、-C₀₋₈-SF₅、-C₀₋₈-O-S(O)₂R₁₂、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、卤取代 C₁₋₁₀ 烷基、氘取代 C₁₋₁₀ 烷基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、

-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、
-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代, 上述基团再任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、卤取代 C₁₋₁₀ 烷基、氘取代 C₁₋₁₀ 烷基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、
-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或
-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代;

R₆ 选自氢、氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、
-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、
-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、卤取代 C₁₋₁₀ 烷基、氘取代 C₁₋₁₀ 烷基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、
-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或
-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代;

R₇ 选自氢、氘、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄ 或
-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、卤取代 C₁₋₁₀ 烷基、氘取代 C₁₋₁₀ 烷基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、
-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、
-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代;

每个 R₈ 各自独立地选自氢、氘、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄ 或
-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、卤取代 C₁₋₁₀ 烷基、氘取代 C₁₋₁₀ 烷基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、
-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、
-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代;

R₉、R₁₀ 各自独立地选自氢、氘、羟基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基或 5-10 元杂芳基, 或者, R₉ 与 R₁₀ 和其直接相连的硫原子一起形成 3-10 元杂环基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₂₋₁₀ 链炔基、卤取代 C₁₋₁₀ 烷基、氘取代 C₁₋₁₀ 烷基、C₃₋₁₀ 环烷基、3-10 元杂环基、C₅₋₁₀ 芳基、5-10 元杂芳基、-C₀₋₈-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₈-O-R₁₃、
-C₀₋₈-C(O)OR₁₃、-C₀₋₈-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₈-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₈-C(=NR₁₅)R₁₄、
-C₀₋₈-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₈-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₈-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代;

每个 R_{11} 各自独立地选自氢、氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 链烯基、 C_{2-10} 链炔基、 C_{3-10} 环烷基、3-10 元杂环基、 C_{5-10} 芳基、5-10 元杂芳基、 $-C_{0-8}-S(O)_rR_{12}$ 、 $-C_{0-8}-O-R_{13}$ 、 $-C_{0-8}-C(O)OR_{13}$ 、 $-C_{0-8}-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-8}-O-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-8}-NR_{15}R_{16}$ 、 $-C_{0-8}-C(=NR_{15})R_{14}$ 、 $-C_{0-8}-N(R_{15})-C(=NR_{16})R_{14}$ 、 $-C_{0-8}-C(O)NR_{15}R_{16}$ 或 $-C_{0-8}-N(R_{15})-C(O)R_{14}$ ，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 链烯基、 C_{2-10} 链炔基、卤取代 C_{1-10} 烷基、氘取代 C_{1-10} 烷基、 C_{3-10} 环烷基、3-10 元杂环基、 C_{5-10} 芳基、5-10 元杂芳基、 $-C_{0-8}-S(O)_rR_{12}$ 、 $-C_{0-8}-O-R_{13}$ 、 $-C_{0-8}-C(O)OR_{13}$ 、 $-C_{0-8}-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-8}-O-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-8}-NR_{15}R_{16}$ 、 $-C_{0-8}-C(=NR_{15})R_{14}$ 、 $-C_{0-8}-N(R_{15})-C(=NR_{16})R_{14}$ 、 $-C_{0-8}-C(O)NR_{15}R_{16}$ 或 $-C_{0-8}-N(R_{15})-C(O)R_{14}$ 的取代基所取代；

每个 R_{12} 各自独立地选自氢、氘、羟基、卤素、 C_{1-10} 烷基、 C_{1-10} 烷氧基、 C_{2-10} 链烯基、 C_{3-10} 环烷基、 C_{3-10} 环烷氧基、3-10 元杂环基、3-10 元杂环氧基、 C_{5-10} 芳基、 C_{5-10} 芳氧基、5-10 元杂芳基、5-10 元杂芳氧基或 $-NR_{15}R_{16}$ ，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、羰基、 C_{1-10} 烷基、 C_{1-10} 烷氧基、 C_{3-10} 环烷基、 C_{3-10} 环烷氧基、3-10 元杂环基、3-10 元杂环氧基、 C_{5-10} 芳基、 C_{5-10} 芳氧基、5-10 元杂芳基、5-10 元杂芳氧基或 $-NR_{15}R_{16}$ 的取代基所取代；

每个 R_{13} 各自独立地选自氢、氘、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 链烯基、 C_{3-10} 环烷基、3-10 元杂环基、 C_{5-10} 芳基或 5-10 元杂芳基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、羰基、氰基、 C_{1-10} 烷基、 C_{1-10} 烷氧基、 C_{3-10} 环烷基、 C_{3-10} 环烷氧基、3-10 元杂环基、3-10 元杂环氧基、 C_{5-10} 芳基、 C_{5-10} 芳氧基、5-10 元杂芳基、5-10 元杂芳氧基或 $-NR_{15}R_{16}$ 的取代基所取代；

每个 R_{14} 各自独立地选自氢、氘、羟基、 C_{1-10} 烷基、 C_{1-10} 烷氧基、 C_{2-10} 链烯基、 C_{2-10} 链炔基、 C_{3-10} 环烷基、 C_{3-10} 环烷氧基、3-10 元杂环基、3-10 元杂环氧基、 C_{5-10} 芳基、 C_{5-10} 芳氧基、5-10 元杂芳基、5-10 元杂芳氧基或 $-NR_{15}R_{16}$ ，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、氰基、 C_{1-10} 烷基、 C_{1-10} 烷氧基、 C_{3-10} 环烷基、 C_{3-10} 环烷氧基、3-10 元杂环基、3-10 元杂环氧基、 C_{5-10} 芳基、 C_{5-10} 芳氧基、5-10 元杂芳基、5-10 元杂芳氧基或 $-NR_{15}R_{16}$ 的取代基所取代；

每个 R_{15} 、 R_{16} 各自独立地选自氢、氘、羟基、 C_{1-10} 烷氧基、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 链烯基、 C_{2-10} 链炔基、 C_{3-10} 环烷基、3-10 元杂环基、 C_{5-10} 芳基、5-10 元杂芳基、亚磺酰基、磺酰基、甲磺酰基、异丙磺酰基、环丙基磺酰基、对甲苯磺酰基、氨基磺酰基、二甲氨基磺酰基、氨基、单烷基氨基、二烷基氨基或 C_{1-10} 烷酰基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 链烯基、 C_{2-10} 链炔基、卤取代 C_{1-10} 烷基、氘取代 C_{1-10} 烷基、 C_{1-10} 烷氧基、 C_{3-10} 环烷基、 C_{3-10} 环烷氧基、3-10 元杂环基、3-10 元杂环氧基、 C_{5-10} 芳基、 C_{5-10} 芳氧基、5-10 元杂芳基、5-10 元杂芳氧基、氨基、单烷基氨基、二烷基氨基或 C_{1-10} 烷酰基的取代基所取代；

或者， R_{15} 、 R_{16} 和其直接相连的氮原子一起形成 4-10 元杂环基或 4-10 元杂芳基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 链烯基、 C_{2-10} 链炔基、卤取代 C_{1-10} 烷基、氘取代 C_{1-10} 烷基、 C_{1-10} 烷氧基、 C_{3-10} 环烷基、 C_{3-10} 环烷氧基、

3-10 元杂环基、3-10 元杂环氧基、C₅₋₁₀ 芳基、C₅₋₁₀ 芳氧基、5-10 元杂芳基、5-10 元杂芳氧基、氨基、单烷基氨基、二烷基氨基或 C₁₋₁₀ 烷酰基的取代基所取代；

各 m 独立地为 0、1、2 或 3；

各 r 独立地为 0、1 或 2。

2. 根据权利要求 1 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，其特征在于，Z₁、Z₂、Z₃ 各自独立地选自 C(R₁₁)或 N；

每个 R₁₁ 各自独立地选自氢、氘、卤素、氰基、C₁₋₄ 烷基、C₂₋₄ 链烯基、C₂₋₄ 链炔基、C₃₋₈ 环烷基、3-8 元杂环基、C₅₋₈ 芳基、5-8 元杂芳基、-C₀₋₄-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₄-O-R₁₃、-C₀₋₄-C(O)OR₁₃、-C₀₋₄-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₄-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₄-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₄-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₄-N(R₁₅)-C(O)R₁₄，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、C₁₋₄ 烷基、C₂₋₄ 链烯基、C₂₋₄ 链炔基、卤取代 C₁₋₄ 烷基、氘取代 C₁₋₄ 烷基、C₃₋₈ 环烷基、3-8 元杂环基、C₅₋₈ 芳基、5-8 元杂芳基、-C₀₋₄-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₄-O-R₁₃、-C₀₋₄-C(O)OR₁₃、-C₀₋₄-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₄-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₄-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₄-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₄-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代，R₁₂、R₁₃、R₁₄、R₁₅、R₁₆、r 如权利要求 1 所述；

优选的，每个 R₁₁ 各自独立地选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、异丙基、乙烯基、烯丙基、乙炔基、环丙基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基、甲氧酰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基、二甲基氨基、氨基酰基或乙酰氨基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代；

更优选的，每个 R₁₁ 各自独立地选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、环丙基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑或甲氧基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代。

3. 根据权利要求 1 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，其特征在于，R₆ 选自氢、氘、卤素、氰基、C₁₋₄ 烷基、C₂₋₄ 链烯基、C₂₋₄ 链炔基、C₃₋₈ 环烷基、3-8 元杂环基、C₅₋₈ 芳基、5-8 元杂芳基、-C₀₋₄-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₄-O-R₁₃、-C₀₋₄-C(O)OR₁₃、-C₀₋₄-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₄-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₄-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₄-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₄-N(R₁₅)-C(O)R₁₄，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、C₁₋₄ 烷基、C₂₋₄ 链烯基、C₂₋₄ 链炔基、卤取代 C₁₋₄ 烷基、氘取代 C₁₋₄ 烷基、C₃₋₈ 环烷基、3-8 元杂环基、C₅₋₈ 芳基、5-8 元杂芳基、-C₀₋₄-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₄-O-R₁₃、-C₀₋₄-C(O)OR₁₃、-C₀₋₄-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₄-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₄-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₄-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₄-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代，R₁₂、R₁₃、R₁₄、R₁₅、R₁₆、r 如权利要求 1 所述；

优选的, R_6 选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、异丙基、乙炔基、烯丙基、乙炔基、环丙基、环丁基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基、甲氧酰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基、二甲基氨基、氨基酰基或乙酰氨基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代;

更优选的, R_6 选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、乙基、异丙基、三氟甲基、三氟甲基、二氟甲基、氰甲基、氨基甲基、环丙基、甲氧基、乙炔基、乙炔基、环丙基、环丁基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、甲氧基、三氟甲氧基、二氟甲氧基或三氟甲氧基。

4. 根据权利要求 1 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐, 其特征在于, R_3 、 R_4 各自独立地选自氢、氘、卤素、氰基、 C_{1-4} 烷基、 C_{2-4} 链烯基、 C_{2-4} 链炔基、 C_{3-8} 环烷基、3-8 元杂环基、 C_{5-8} 芳基、5-8 元杂芳基、 $-C_{0-4}-S(O)_rR_{12}$ 、 $-C_{0-4}-O-R_{13}$ 、 $-C_{0-4}-C(O)OR_{13}$ 、 $-C_{0-4}-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-O-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-NR_{15}R_{16}$ 、 $-C_{0-4}-C(=NR_{15})R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-N(R_{15})-C(=NR_{16})R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-C(O)NR_{15}R_{16}$ 或 $-C_{0-4}-N(R_{15})-C(O)R_{14}$, 或者, R_3 与 R_4 和其直接相连的碳原子一起形成 3-8 元环烷基或 3-8 元杂环基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、 C_{1-4} 烷基、 C_{2-4} 链烯基、 C_{2-4} 链炔基、卤取代 C_{1-4} 烷基、氘取代 C_{1-4} 烷基、 C_{3-8} 环烷基、3-8 元杂环基、 C_{5-8} 芳基、5-8 元杂芳基、 $-C_{0-4}-S(O)_rR_{12}$ 、 $-C_{0-4}-O-R_{13}$ 、 $-C_{0-4}-C(O)OR_{13}$ 、 $-C_{0-4}-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-O-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-NR_{15}R_{16}$ 、 $-C_{0-4}-C(=NR_{15})R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-N(R_{15})-C(=NR_{16})R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-C(O)NR_{15}R_{16}$ 或 $-C_{0-4}-N(R_{15})-C(O)R_{14}$ 的取代基所取代, R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} 、 R_{15} 、 R_{16} 、 r 如权利要求 1 所述;

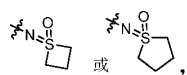
优选的, R_3 、 R_4 各自独立地选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、异丙基、乙炔基、烯丙基、乙炔基、环丙基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基、甲氧酰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基、二甲基氨基、氨基酰基或乙酰氨基, 或者, R_3 与 R_4 和其直接相连的碳原子一起形成 3-6 元环烷基或 3-6 元杂环基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代;

更优选的, R_3 、 R_4 各自独立地选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、环丙基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑或甲氧基, 或者, R_3 与 R_4 和其直接相连的碳原子一起形成环丙基、环丁基、3-氧杂环丁基或 3-氮杂环丁基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代。

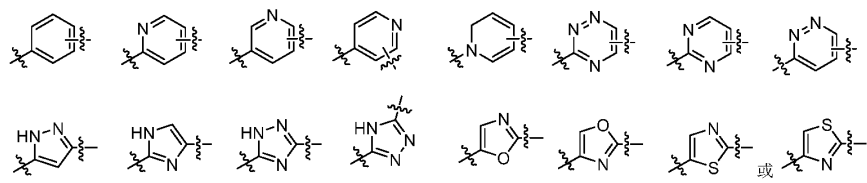
5. 根据权利要求 1 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐, 其特征在于, R_5 选自氢、氘、卤素、氰基、 C_{1-4} 烷基、 C_{2-4} 链烯基、 C_{2-4} 链炔基、 C_{3-8} 环烷基、3-8 元杂环基、 C_{5-8} 芳基、5-8 元杂芳基、 $-C_{0-4}-S(O)(=N-R_7)R_9$ 、 $-C_{0-4}-N=S(O)R_9R_{10}$ 、 $-C_{0-4}-N=SR_9R_{10}$ 、 $-C_{0-4}-P(O)(OH)R_{12}$ 、 $-C_{0-4}-SF_5$ 、 $-C_{0-4}-O-S(O)_2R_{12}$ 、 $-C_{0-4}-S(O)_rR_{12}$ 、 $-C_{0-4}-O-R_{13}$ 、 $-C_{0-4}-C(O)OR_{13}$ 、 $-C_{0-4}-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-O-C(O)R_{14}$ 、 $-C_{0-4}-NR_{15}R_{16}$ 、 $-C_{0-4}-C(=NR_{15})R_{14}$ 、

-C₀₋₄-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₄-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₄-N(R₁₅)-C(O)R₁₄，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、C₁₋₄ 烷基、C₂₋₄ 链烯基、C₂₋₄ 链炔基、卤取代 C₁₋₄ 烷基、氘取代 C₁₋₄ 烷基、C₃₋₈ 环烷基、3-8 元杂环基、C₅₋₈ 芳基、5-8 元杂芳基、-C₀₋₄-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₄-O-R₁₃、-C₀₋₄-C(O)OR₁₃、-C₀₋₄-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₄-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₄-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₄-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₄-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代，上述基团再任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、C₁₋₄ 烷基、C₂₋₄ 链烯基、C₂₋₄ 链炔基、卤取代 C₁₋₄ 烷基、C₃₋₈ 环烷基、3-8 元杂环基、C₅₋₈ 芳基、5-8 元杂芳基、-C₀₋₄-S(O)_rR₁₂、-C₀₋₄-O-R₁₃、-C₀₋₄-C(O)OR₁₃、-C₀₋₄-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-O-C(O)R₁₄、-C₀₋₄-NR₁₅R₁₆、-C₀₋₄-C(=NR₁₅)R₁₄、-C₀₋₄-N(R₁₅)-C(=NR₁₆)R₁₄、-C₀₋₄-C(O)NR₁₅R₁₆ 或 -C₀₋₄-N(R₁₅)-C(O)R₁₄ 的取代基所取代，R₇、R₉、R₁₀、R₁₂、R₁₃、R₁₄、R₁₅、R₁₆、r 如权利要求 1 所述；

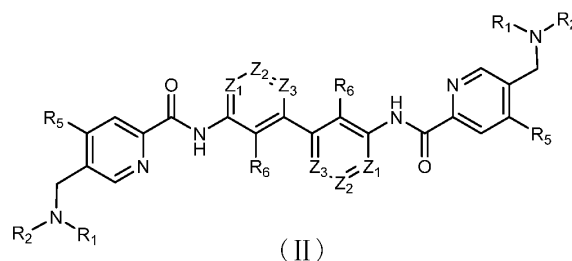
优选的，R₅ 选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、乙基、异丙基、乙烯基、烯丙基、乙炔基、环丙基、环丁基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、-SF₅、-S(O)(=NH)CH₃、-N=S(O)(CH₃)₂、-N=S(CH₃)₂、-C₀₋₄-P(O)(OH)F、-O-S(O)₂F、氟磺酰基、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基、甲氧酰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基、二

甲基氨基、氨基酰基、乙酰氨基或如下结构：，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代，上述基团再任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代。

6. 根据权利要求 1 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，其特征在于，环 A 选自 5-6 元芳环或 5-6 元杂芳环；优选的，环 A 选自如下基团：

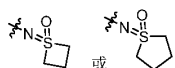


7. 根据权利要求 1-6 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，其特征在于，选自式(II)化合物：



其中, Z_1 、 Z_2 、 Z_3 各自独立地选自 $C(R_{11})$;

R_5 选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、乙基、异丙基、乙烯基、烯丙基、乙炔基、环丙基、环丁基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、 $-SF_5$ 、 $-S(O)(=NH)CH_3$ 、 $-N=S(O)(CH_3)_2$ 、 $-N=S(CH_3)_2$ 、 $-C_0-4-P(O)(OH)F$ 、 $-O-S(O)_2F$ 、氟磺酰基、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基、甲氧酰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基、二甲基氨基、

氨基酰基、乙酰氨基或如下结构: , 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代, 上述基团再任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代;

R_6 选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、乙基、异丙基、乙烯基、烯丙基、乙炔基、环丙基、环丁基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基、甲氧酰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基、二甲基氨基、氨基酰基或乙酰氨基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代;

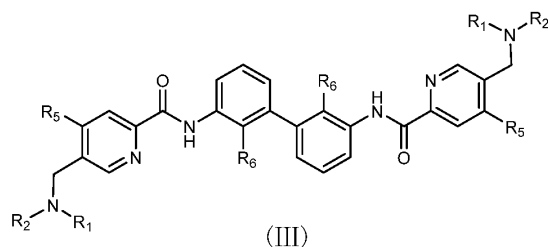
每个 R_{11} 各自独立地选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、异丙基、乙烯基、烯丙基、乙炔基、环丙基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基、甲氧酰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基、二甲基氨基、氨基酰基或乙酰氨基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代;

R_1 、 R_2 的定义如权利要求 1 所述。

8. 根据权利要求 7 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐, 其特征在于, R_6 选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、乙基、异丙基、三氟甲基、三氟甲氧基、二氟甲基、氟甲氧基、氨基、环丙基、甲氧基、乙烯基、乙炔基、环丙基、环丁基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、甲氧基、三氟甲氧基、二氟甲氧基或三氟甲氧基;

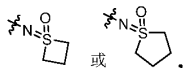
每个 R_{11} 各自独立地选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、环丙基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑或甲氧基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代。

9. 根据权利要求 7 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐, 其特征在于, 选自式(III)化合物:



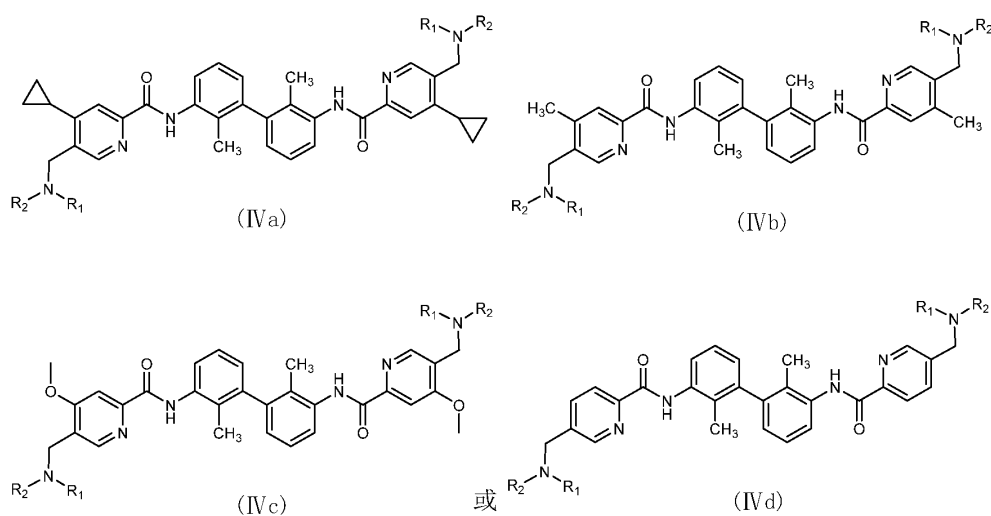
其中, R_6 选自氘、氯、氟、甲基、氰基、三氟甲基、氰甲基、氨基、环丙甲基、甲氧甲基或环丙基;

R_5 选自氢、氘、氟、氯、氰基、甲基、乙基、异丙基、乙烯基、烯丙基、乙炔基、环丙基、环丁基、3-氧杂环丁基、3-氮杂环丁基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、 $-\text{SF}_5$ 、 $-\text{S}(\text{O})(=\text{NH})\text{CH}_3$ 、 $-\text{N}=\text{S}(\text{O})(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{P}(\text{O})(\text{OH})\text{F}$ 、 $-\text{O}-\text{S}(\text{O})_2\text{F}$ 、 $-\text{N}=\text{S}(\text{CH}_3)_2$ 、氟磺酰基、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基、甲氧酰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基、二甲基氨基、氨

基酰基、乙酰氨基或如下结构: , 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、二氮唑、三氮唑、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代, 上述基团再任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、甲基、三氟甲基、环丙基、苯基、吡啶基、甲磺酰基、氨基磺酰基、甲氧基或氨基的取代基所取代;

R_1 、 R_2 如权利要求 1 所述。

10. 根据权利要求 9 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐, 其特征在于, 选自式(IVa)化合物、式(IVb)化合物、式(IVc)化合物或式(IVd)化合物:



其中, 每个 R_1 、 R_2 各自独立地如权利要求 1 所述。

11. 根据权利要求 1-10 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐, 其特征在于, R_1 、 R_2 各自独立地选自氢、氘、羟基、 C_{1-4} 烷基、 C_{2-4} 链烯基、 C_{2-4} 链炔基、 C_{3-8} 环烷基、 C_{3-8} 环烷基 C_{1-4} 烷基、3-8 元杂环基、 C_{5-8} 芳基或 5-8 元杂芳基, 或者, R_1 与 R_2 和其直接相连的氮原子一起形成 3-8 元杂环基, 所述杂环基中杂原子选自 N、O、S 和/或 Si, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、 C_{1-4} 烷基、 C_{2-4} 链烯基、 C_{2-4} 链炔基、卤取代 C_{1-4} 烷基、氘取代 C_{1-4} 烷基、 C_{3-8} 环烷基、3-8 元杂环基、 C_{5-8} 芳基、5-8 元杂芳基、 $=O$ 、 $-S(O)(=N-R_7)R_9$ 、 $-N=S(O)R_9R_{10}$ 、 $-N=SR_9R_{10}$ 、 $-P(O)(OH)R_{12}$ 、 $-SF_5$ 、 $-O-S(O)_2R_{12}$ 、 $-S(O)_rR_{12}$ 、 $-O-R_{13}$ 、 $-C(O)OR_{13}$ 、 $-C(O)R_{14}$ 、 $-O-C(O)R_{14}$ 、 $-NR_{15}R_{16}$ 、 $-C(=NR_{15})R_{14}$ 、 $-N(R_{15})-C(=NR_{16})R_{14}$ 、 $-C(O)NR_{15}R_{16}$ 或 $-N(R_{15})-C(O)R_{14}$ 的取代基所取代;

R_7 、 R_9 、 R_{10} 、 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} 、 R_{15} 、 R_{16} 、 r 如权利要求 1 所述。

12. 根据权利要求 11 所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐, 其特征在于, R_1 选自氢、氘或甲基; R_2 选自氢、氘、羟基、 C_{1-4} 烷基、 C_{3-8} 环烷基、 C_{3-8} 环烷基 C_{1-4} 烷基、3-8 元杂环基、 C_{5-8} 芳基或 5-8 元杂芳基, 或者, R_1 与 R_2 和其直接相连的氮原子一起形成 3-8 元杂环基, 所述杂环基中杂原子选自 N、O、S 和/或 Si, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、氰基、硝基、叠氮基、 C_{1-4} 烷基、 C_{2-4} 链烯基、 C_{2-4} 链炔基、卤取代 C_{1-4} 烷基、氘取代 C_{1-4} 烷基、 C_{3-8} 环烷基、3-8 元杂环基、 C_{5-8} 芳基、5-8 元杂芳基、 $=O$ 、 $-S(O)(=N-R_7)R_9$ 、 $-N=S(O)R_9R_{10}$ 、 $-N=SR_9R_{10}$ 、 $-P(O)(OH)R_{12}$ 、 $-SF_5$ 、 $-O-S(O)_2R_{12}$ 、 $-S(O)_rR_{12}$ 、 $-O-R_{13}$ 、 $-C(O)OR_{13}$ 、 $-C(O)R_{14}$ 、 $-O-C(O)R_{14}$ 、 $-NR_{15}R_{16}$ 、 $-C(=NR_{15})R_{14}$ 、 $-N(R_{15})-C(=NR_{16})R_{14}$ 、 $-C(O)NR_{15}R_{16}$ 或 $-N(R_{15})-C(O)R_{14}$ 的取代基所取代;

R_7 选自氢、氘、 C_{1-4} 烷基、 C_{2-4} 链烯基、 C_{3-6} 环烷基、3-6 元杂环基、苯基、5-8 元杂芳基、甲磺酰基或乙酰基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、羟基、甲基、乙基、三氟甲基、二氟甲基、三氘甲基、二氘甲基、环丙基、苯基、二氮唑、三氮唑、甲氧基、乙氧基、羧基、甲氧羰基、乙氧羰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基或二甲氨基的取代基所取代;

R_9 、 R_{10} 各自独立地选自氢、氘、羟基、 C_{1-4} 烷基、 C_{2-4} 链烯基、 C_{3-6} 环烷基、3-6 元杂环基、苯基或 5-8 元杂芳基, 或者, R_9 与 R_{10} 和其直接相连的硫原子一起形成 3-6 元杂环基, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、氰基、羟基、甲基、乙基、三氟甲基、二氟甲基、三氘甲基、二氘甲基、环丙基、苯基、二氮唑、三氮唑、甲氧基、乙氧基、羧基、甲氧羰基、乙氧羰基、乙酰基、乙酰氧基、氨基或二甲氨基的取代基所取代;

每个 R_{12} 各自独立地选自氢、氘、羟基、卤素、 C_{1-4} 烷基、 C_{3-6} 环烷基、3-6 元杂环基、苯基、5-8 元杂芳基或 $-NR_{15}R_{16}$, 上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、氟、氯、羟

基、羰基、C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、C₃₋₆环烷基、C₃₋₆环烷氧基、3-6元杂环基、苯基、5-8元杂芳基、氨基或二甲氨基的取代基所取代；

每个R₁₃各自独立地选自氢、氘、C₁₋₄烷基、C₂₋₄链烯基、C₃₋₆环烷基、3-6元杂环基、苯基或5-8元杂芳基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、羰基、氰基、C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、C₃₋₆环烷基、C₃₋₆环烷氧基、3-6元杂环基、3-6元杂环氧基、苯基、苯氧基、5-8元杂芳基、5-8元杂芳氧基或-NR₁₅R₁₆的取代基所取代；

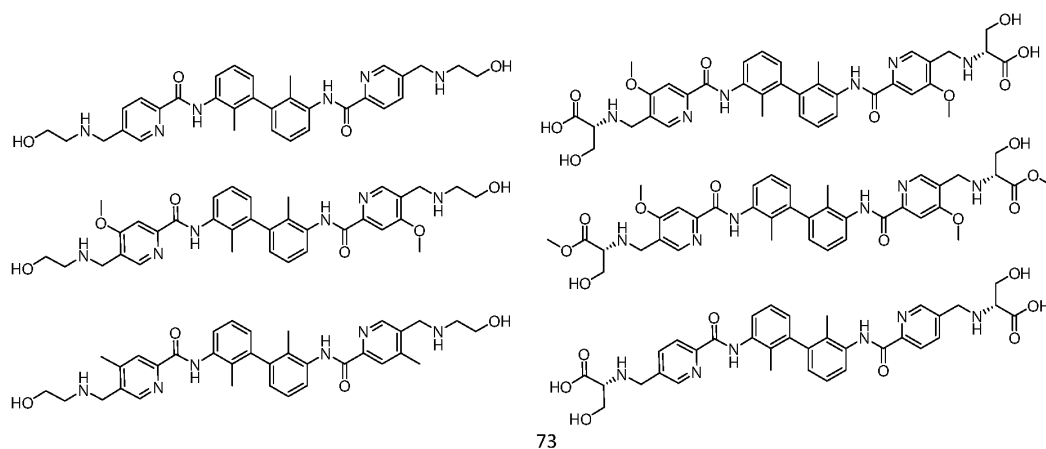
每个R₁₄各自独立地选自氢、氘、羟基、C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、C₂₋₄链烯基、C₂₋₄链炔基、C₃₋₆环烷基、C₃₋₆环烷氧基、3-6元杂环基、3-6元杂环氧基、苯基、苯氧基、5-8元杂芳基、5-8元杂芳氧基或-NR₁₅R₁₆，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、羰基、氰基、C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、C₃₋₆环烷基、C₃₋₆环烷氧基、3-6元杂环基、3-6元杂环氧基、苯基、苯氧基、5-8元杂芳基、5-8元杂芳氧基或-NR₁₅R₁₆的取代基所取代；

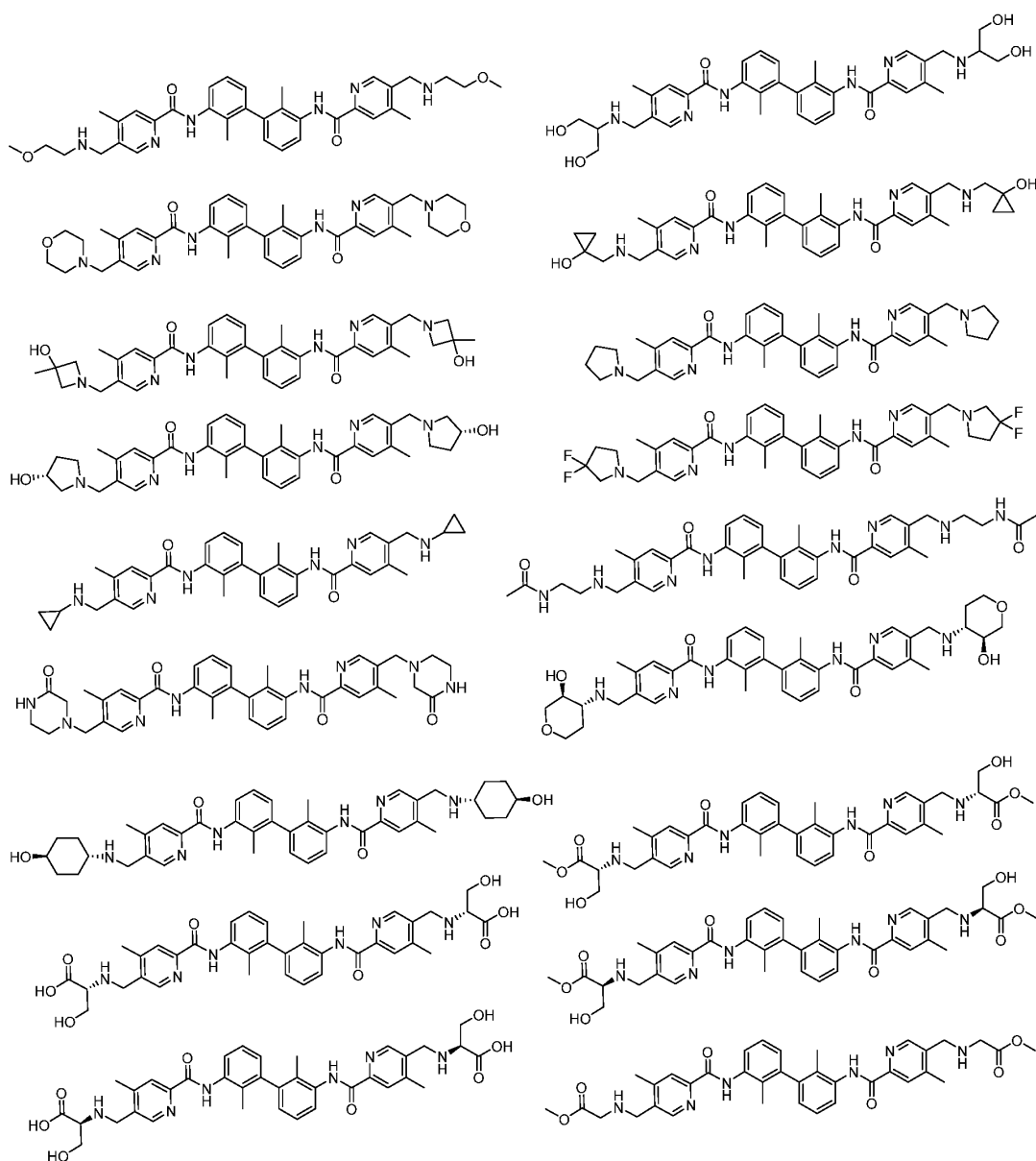
每个R₁₅、R₁₆各自独立地选自氢、氘、羟基、C₁₋₄烷氧基、C₁₋₄烷基、C₂₋₄链烯基、C₂₋₄链炔基、C₃₋₆环烷基、3-6元杂环基、苯基、5-8元杂芳基、亚磺酰基、磺酰基、甲磺酰基、异丙磺酰基、环丙基磺酰基、对甲苯磺酰基、氨基磺酰基、二甲氨基磺酰基、氨基、单烷基氨基、二烷基氨基或C₁₋₄烷酰基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、C₁₋₄烷基、C₂₋₄链烯基、C₂₋₄链炔基、卤取代C₁₋₄烷基、氘取代C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、C₃₋₆环烷基、C₃₋₆环烷氧基、3-6元杂环基、3-6元杂环氧基、苯基、苯氧基、5-8元杂芳基、5-8元杂芳氧基、氨基、单烷基氨基、二烷基氨基或C₁₋₄烷酰基的取代基所取代；

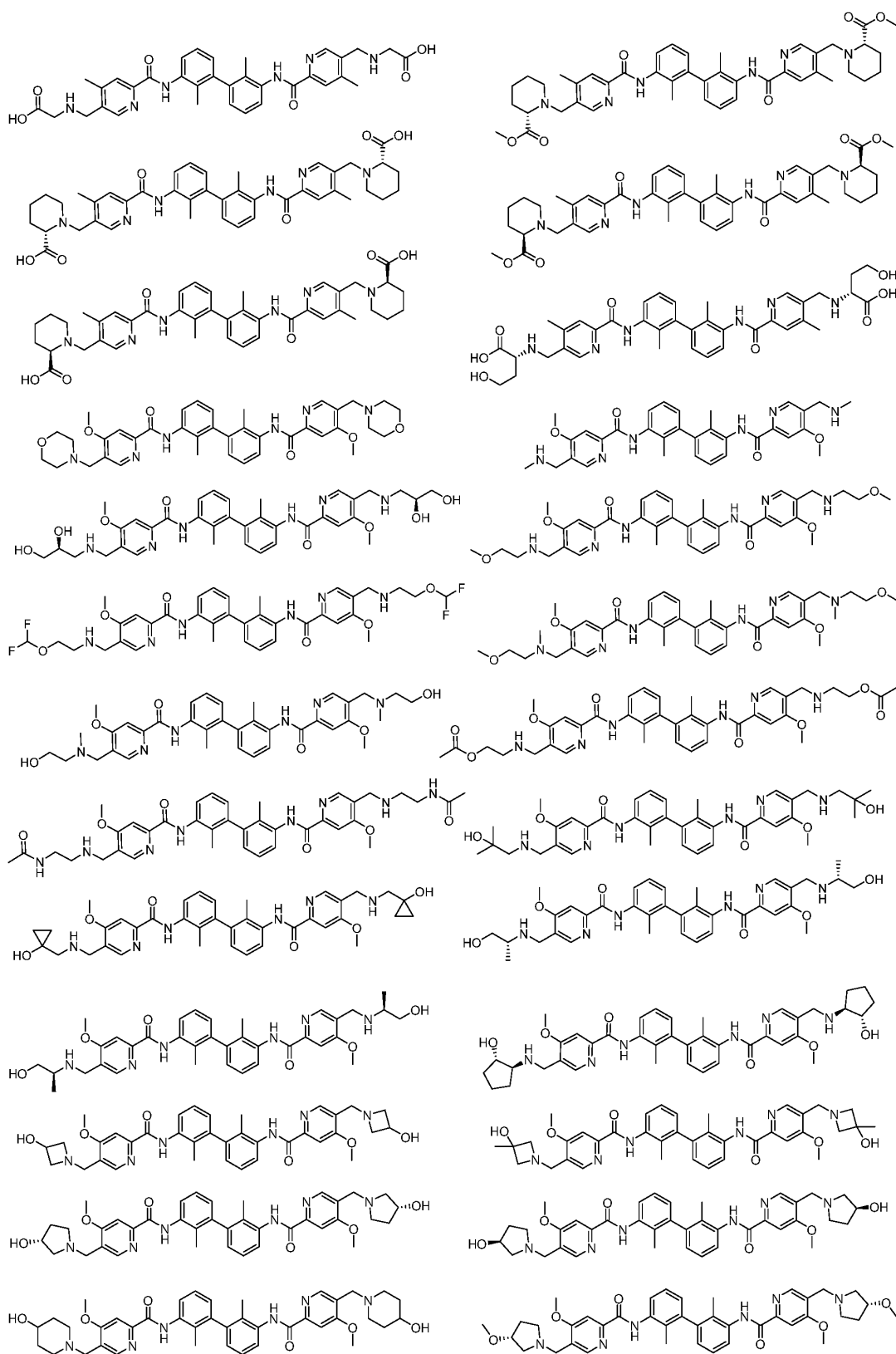
或者，R₁₅、R₁₆和其直接相连的氮原子一起形成4-6元杂环基或4-6元杂芳基，上述基团任选进一步被一个或多个选自氘、卤素、羟基、C₁₋₄烷基、C₂₋₄链烯基、C₂₋₄链炔基、卤取代C₁₋₄烷基、氘取代C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、C₃₋₆环烷基、C₃₋₆环烷氧基、3-6元杂环基、3-6元杂环氧基、苯基、苯氧基、5-8元杂芳基、5-8元杂芳氧基、氨基、单烷基氨基、二烷基氨基或C₁₋₄烷酰基的取代基所取代；

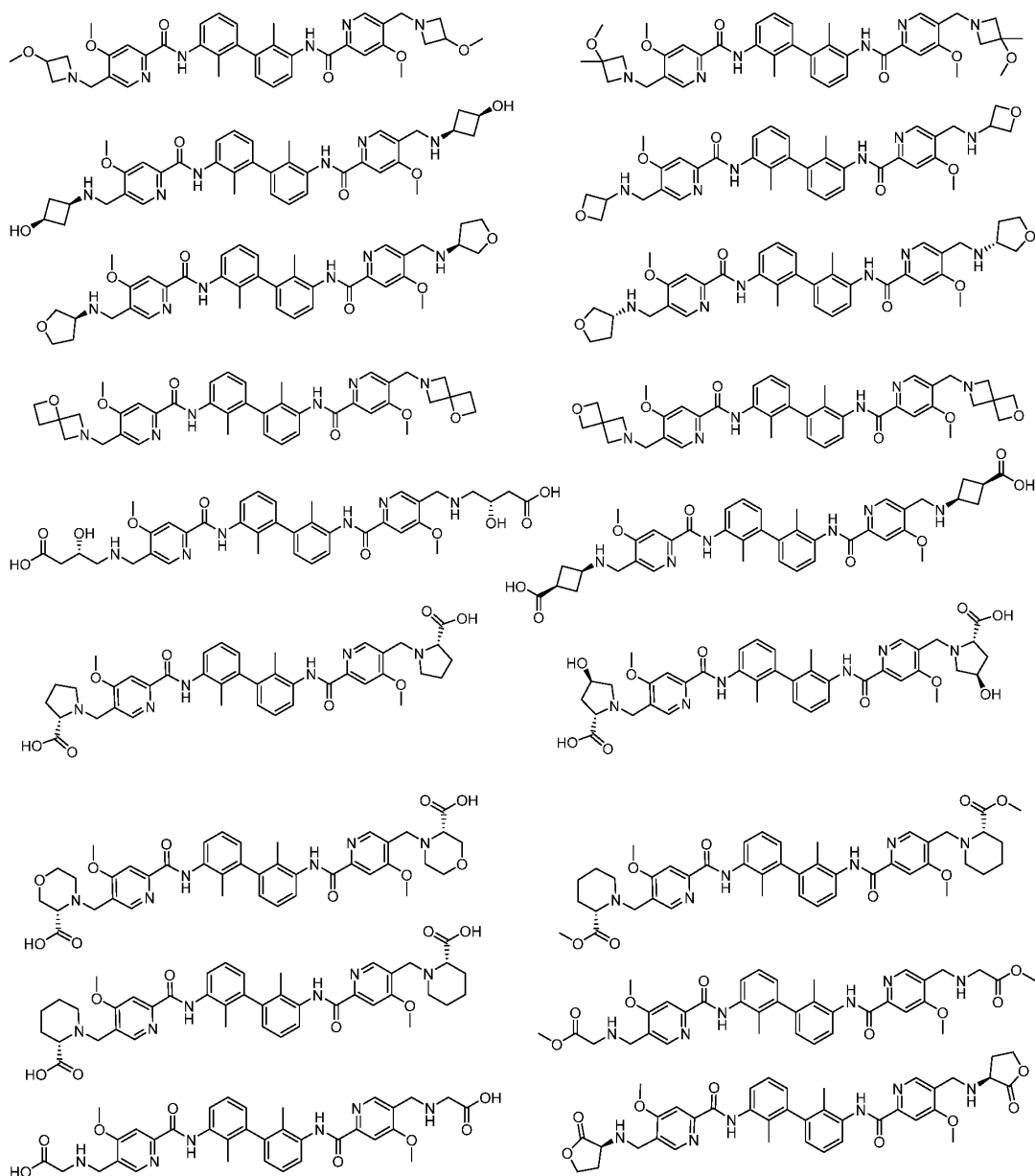
r 独立地为0、1或2。

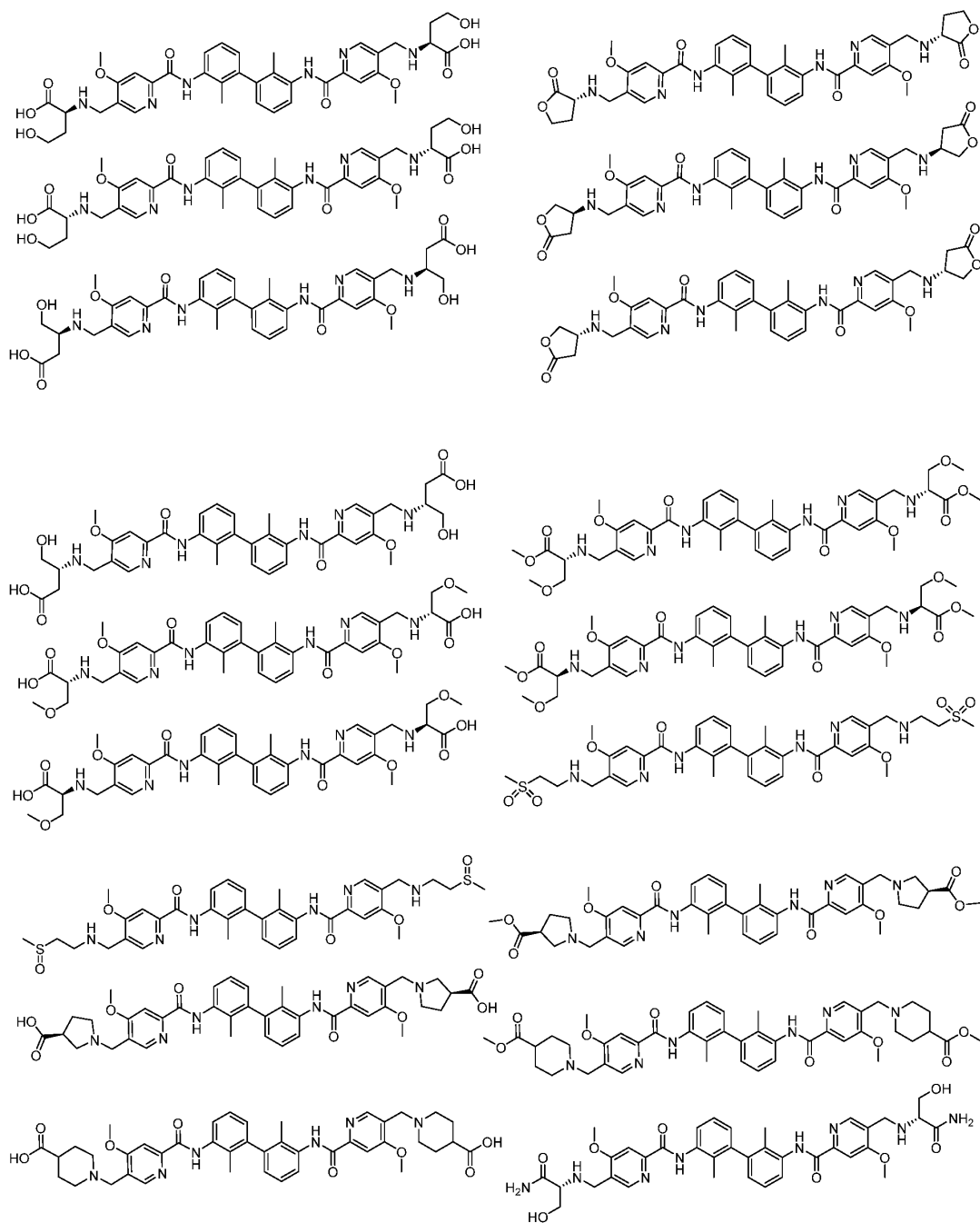
13. 根据权利要求1-12任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，其特征在于，选自如下化合物：

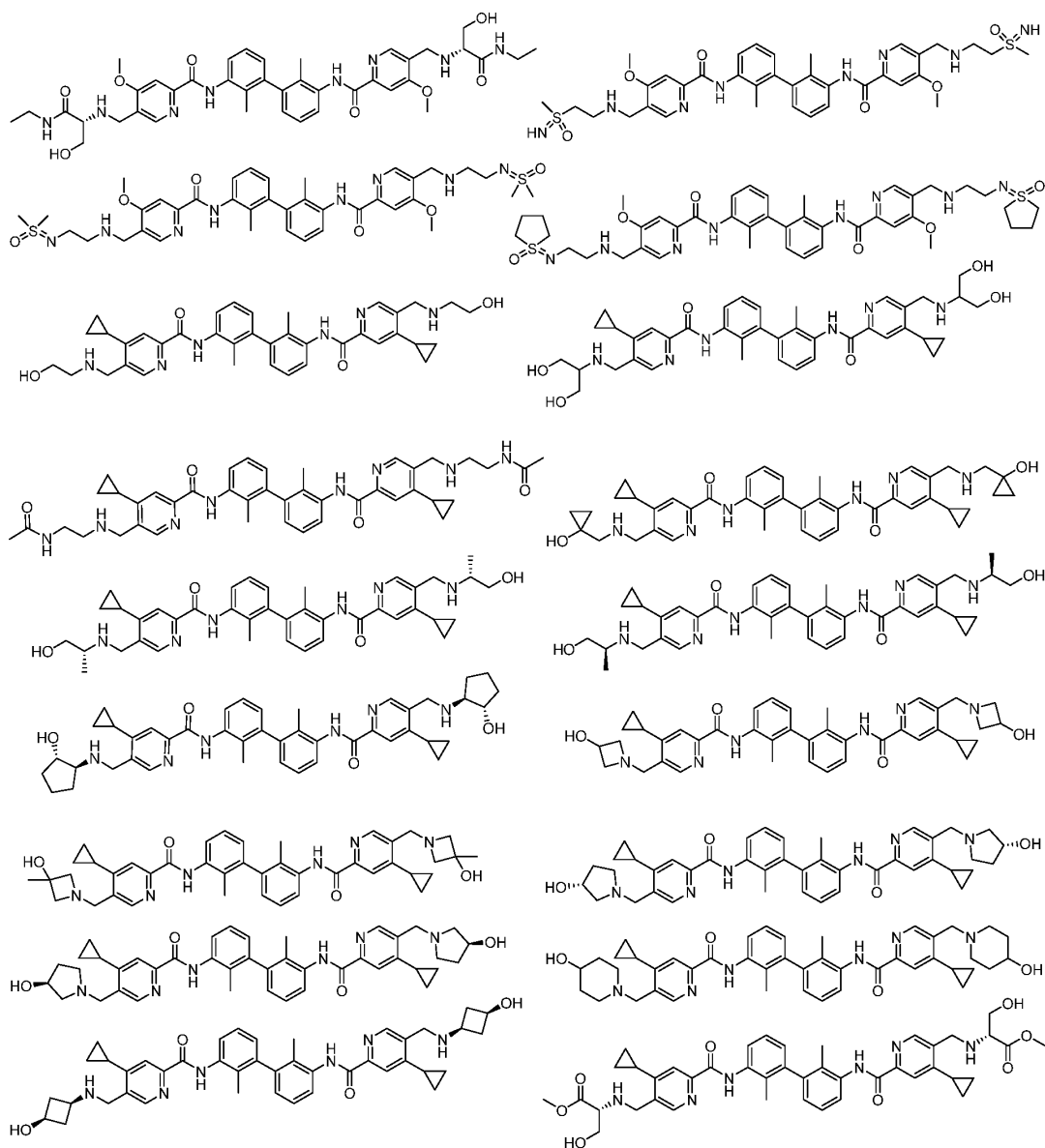


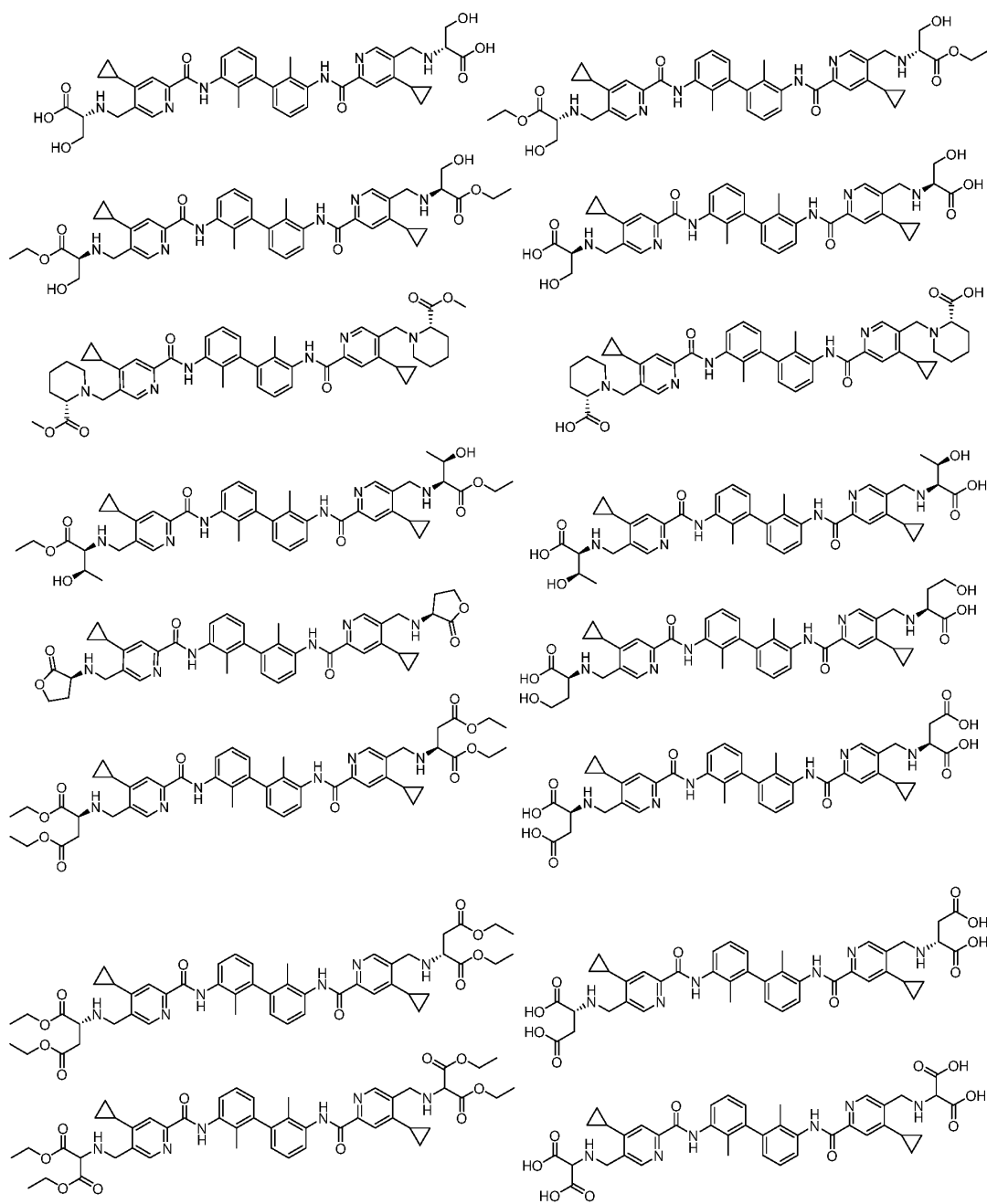


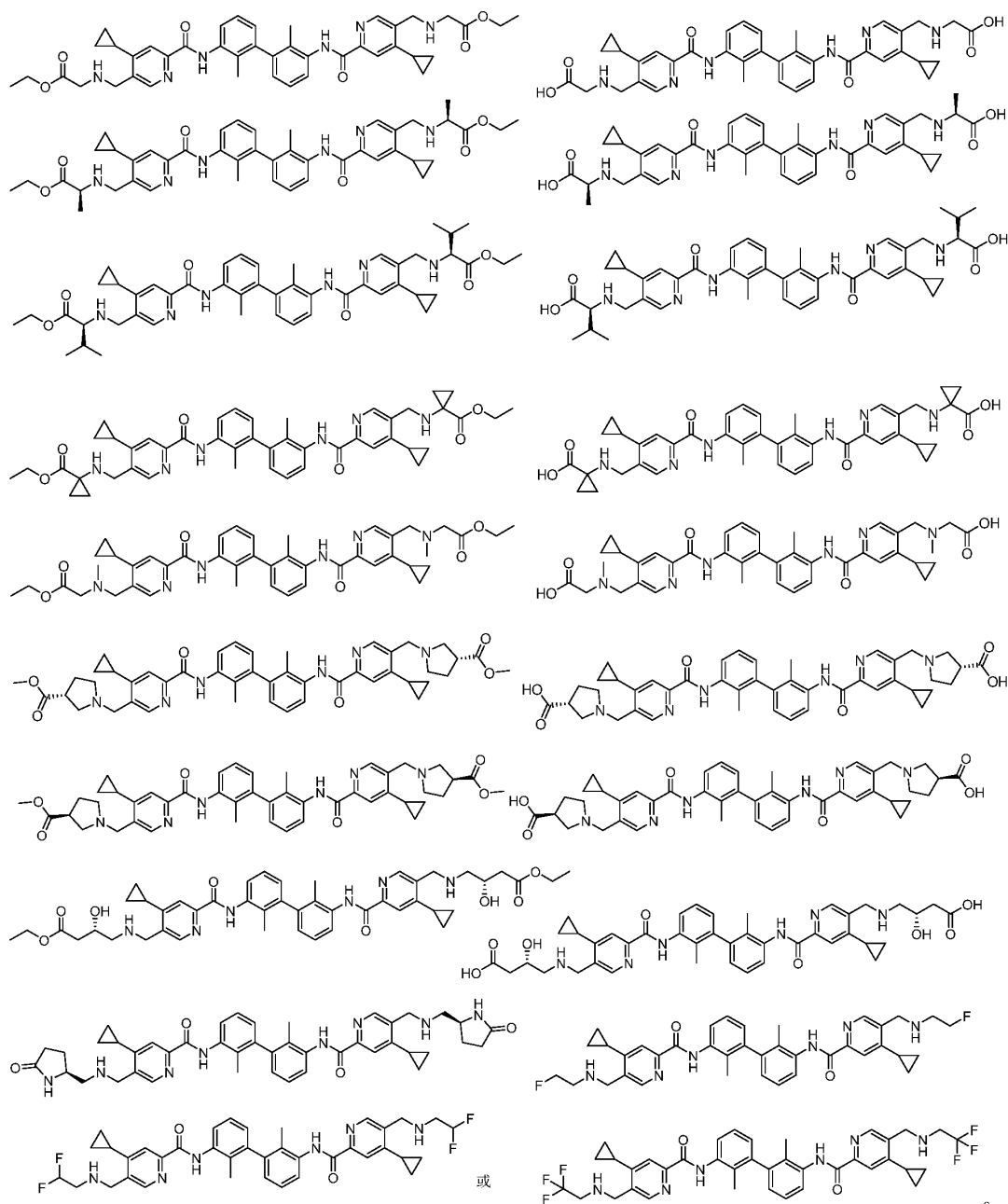




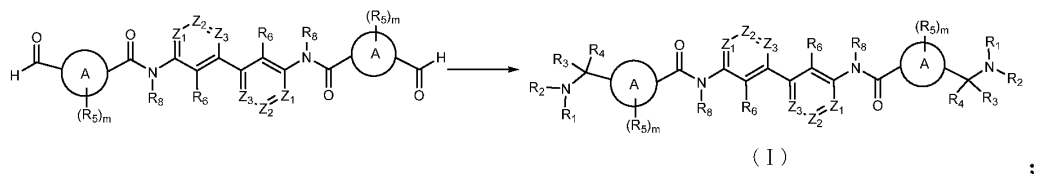








14. 一种权利要求 1-13 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐的制备方法，其特征在于，包括如下步骤：



其中，环 A、Z₁、Z₂、Z₃、R₁、R₂、R₃、R₄、R₅、R₆、R₈、m 如权利要求 1 所述。

15. 一种药物组合物，其包括权利要求 1-13 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐及可药用的载体。

16. 一种权利要求 1-13 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，或权利要求 15 所述的药物组合物在制备预防和/或治疗由 PD-1/PD-L1 信号通路介导的有关疾病药物中的应用；**优选的**，所述的由 PD-1/PD-L1 信号通路介导的有关疾病选自癌症或肿瘤、免疫相关疾病及紊乱、传染性疾病、感染性疾病或代谢性疾病；**更优选的**，所述感染性疾病选自细菌性传染病、病毒性传染病或真菌性传染病。

17. 根据权利要求 16 所述的应用，其特征在于，所述癌症或肿瘤选自淋巴瘤（包括但不限于淋巴细胞性淋巴瘤、原发性中枢神经系统淋巴瘤、T 细胞淋巴瘤、弥漫性大 B 细胞淋巴瘤、滤泡中心淋巴瘤、霍奇金淋巴瘤、非霍奇金淋巴瘤或原发性纵隔大 B 细胞淋巴瘤）、肉瘤（包括但不限于卡波西肉瘤、纤维肉瘤、脂肪肉瘤、软骨肉瘤、骨肉瘤、平滑肌肉瘤、横纹肌肉瘤、软组织肉瘤、血管肉瘤或淋巴管肉瘤）、黑色素瘤、胶质母细胞瘤、滑膜瘤、脑膜瘤、胆道肿瘤、胸腺肿瘤、神经肿瘤、精原细胞瘤、肾母细胞瘤、多形性腺瘤、肝细胞乳头状瘤、肾小管腺瘤、囊腺瘤、乳头瘤、腺瘤、平滑肌瘤、横纹肌瘤、血管瘤、淋巴管瘤、骨瘤、软骨瘤、脂肪瘤、纤维瘤、中枢神经系统肿瘤、脊柱轴瘤、脑干胶质瘤、垂体腺瘤、多发性骨髓瘤、卵巢肿瘤、骨髓增生异常综合征或间皮瘤，前列腺癌、复发或已对现有药物产生抗性的前列腺癌、甲状腺癌、甲状旁腺癌、肛门癌、睾丸癌、尿道癌、阴茎癌、膀胱癌、输尿管癌、子宫癌、卵巢癌、输卵管癌、子宫内膜癌、宫颈癌、阴道癌、外阴癌、肾上腺癌、默克尔细胞癌、胚胎癌、慢性或急性白血病（包括但不限于急性髓系白血病、慢性髓系白血病、急性淋巴细胞白血病、慢性粒细胞白血病、慢性淋巴细胞白血病）、支气管癌、食管癌、鼻咽癌、肝细胞癌、肾细胞癌、小细胞肺癌、基底细胞癌、肺癌、乳腺癌、腺癌、乳头状癌、囊腺癌、鳞状非小细胞肺癌、非鳞状非小细胞肺癌、直肠癌、结肠癌、结直肠癌、胃癌、胰腺癌、头颈部鳞状细胞癌、头颈部癌、胃肠道、骨癌、皮肤癌、小肠癌、内分泌系统癌、肾盂癌、表皮样癌、腹壁癌、肾细胞癌、移行细胞癌或绒毛膜癌，以及转移性的肿瘤，尤其是表达 PD-L1 的转移性肿瘤；

所述的免疫相关疾病及紊乱选自风湿性关节炎、肾衰竭、红斑狼疮、哮喘、牛皮癣、溃疡性结肠炎、胰腺炎、过敏、纤维化、贫血纤维肌痛症、阿尔茨海默病、充血性心力衰竭、中风、主动脉瓣狭窄、动脉硬化、骨质疏松症、帕金森病、感染、克隆氏病、溃疡性结肠炎、过敏性接触性皮炎和湿疹、系统性硬化症和多发性硬化症；

所述传染性疾病或感染性疾病选自脓毒症、肝脏感染、HIV、甲型肝炎、乙型肝炎、丙型肝炎、丁型肝炎、疱疹病毒、乳头瘤病毒或流感；

所述代谢性疾病选自糖尿病、糖尿病酮症酸中毒、高血糖高渗综合征、低血糖症、痛风、营养不良症、维生素 A 缺乏病、坏血病、维生素 D 缺乏病或骨质疏松症。

18. 根据权利要求 1-13 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，或根据权利要求 15 所述的药物组合物，其用作预防和/或治疗由 PD-1/PD-L1 信号通路介导的癌症或肿瘤、免疫相关疾病及紊乱、传染性疾病、感染性疾病或代谢性疾病的药物。

19. 一种预防和/或治疗由 PD-1/PD-L1 信号通路介导的癌症或肿瘤、免疫相关疾病及紊乱、传染性疾病、感染性疾病或代谢性疾病的方法，其特征在于，包括对患者施用权利要求 1-13 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，或权利要求 15 所述的药物组合物。

20. 一种增强、刺激、调节和/或增加在需要的受试者中的由 PD-1/PD-L1 信号通路介导的免疫应答的方法，其特征在于，包括对患者施用权利要求 1-13 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，或权利要求 15 所述的药物组合物。

21. 一种抑制肿瘤细胞生长、增殖或转移的方法，其特征在于，包括对患者施用权利要求 1-13 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，或权利要求 15 所述的药物组合物。

22. 一种治疗由 PD-1/PD-L1 信号通路介导的传染性疾病、感染性疾病、代谢性疾病或紊乱疾病的方法，其特征在于，包括对患者施用权利要求 1-13 任一所述的式(I)化合物、其立体异构体、前药或其药学上可接受盐，或权利要求 15 所述的药物组合物。