

K vývoji nových raket - budoucí technologie a systémy (1. část)

(z provenience francouzských ozbrojených sil)

Vývoj nových raket schopných operovat za stále obtížnějších podmínek a formulování postupně mnohem náročnějších požadavků na používané střely umožňuje vymezit určitý soubor transformačních nástrojů, které zajišťují jejich další vývoj. Tyto nové požadavky mohou být uspokojovány neustále se objevujícími novými technologiemi. Technologie po svém zavedení do konstrukce současných raket mohou výrazně zlepšit jejich parametry a dát impuls k vývoji zcela nových zbraňových systémů.

Nezjistitelnost (la furtivité), spočívající ve změně tvarových i rozměrových parametrů, je založena na jedné z nových technologií, která umožní snadnější pronikání taktických raket nad území protivníka. Tato technologie může být aplikována jak na podzvukové, tak i na nadzvukové střely.

Maskování před radiolokačním průzkumem zahrnuje nejen nanášení speciálních vrstev na povrch střely (např. látek, které pohlcují elektromagnetické vyzářování), ale i optimalizaci geometrických tvarů do takové míry, že se sníží odraz elektromagnetických vln do směru jejich dopadu (tzv. efektivní odrazná plocha - pozn. red.). Obtížnost takového způsobu řešení spočívá v nutnosti zachování letových charakteristik rakety a její dostatečné manévrovatelnosti, kterou například potřebuje pro průnik PVO protivníka. Na druhé straně se výzkum nezjistitelnosti musí také zaměřovat na jednotlivé agregáty rakety, jako je motor, jehož infračervená vyzářovací charakteristika musí být potlačena, ale též autopilot, který může být aktivní, pasivní nebo může využívat obou principů současně.

Řízení raket, odpalovaných z bezpečné vzdálenosti několika desítek kilometrů od cíle, se nemůže zajistit pouhým inerciálním řízením. Odchyłka od zadaných souřadnic místa odpálení způsobí totiž takovou chybu v určení polohy cíle, která je přímo úměrná třetí mocnině doby letu. Je proto nezbytné během letu rakety opravovat údaje v paměti její inerciální řídicí soustavy pomocí dalších snímačů tak, aby se v průběhu letu korigovala letová dráha, která byla do paměti palubního počítače naprogramována během přípravy rakety k odpálení.

● Vytvoření odolného systému

Používanými snímači pro korigování dráhy letu, jak známo, je *výškoměr*, který porovnává přelétávaný reliéf terénu s údaji podle modelu letové dráhy v paměti palubního počítače, dále pak *přijímač GPS (Global Positioning System - systém udávání polohy pomocí soustavy družic)* a rovněž *radiolokátor nebo optická snímač soustava*, jež také umožňují opravovat letové údaje podle předem stanovených orientačních bodů. Přitom **inerciální řídicí systém zůstává srdcem celé řídicí soustavy a jeho přesnost je závislá na četnosti a důmyslnosti prováděných korekcí letové dráhy**. Konečným cílem je vytvořit takovou soustavu řízení, která bude vyhodnocovat co největší počet variant jednotlivých geografických zón.

Doba, za kterou reaguje autopilotní systém od sejmutí určité veličiny (časové konstanty), velmi významně ovlivňuje dráhu letu rakety mezi místem odpálení a cílem. Tuto dobu je nezbytné redukovat na minimum tak, aby se zvýšila pravděpodobnost zásahu cíle a aby se snížila nezbytná velikost bojové hlavičky, a tedy hmotnost i cena střely. Tohoto cíle lze dosáhnout řešením tří problémů: *koncept autopilotního systému, algoritmu řídicích povelů a celkovou konstrukcí rakety*, která modifikuje dráhu letu rakety.

Pokud se jedná o **autopilotní systém**, musí se kapacita jeho palubního počítače zvětšit natolik, aby umožňovala uskutečňování různých letových manévrů v závislosti na dané konstrukční koncepci rakety ve všech jejích šesti stupních volnosti. **Nové řídicí algoritmy** (tzv. piloguidage - navádění pomocí údajů inerciální řídicí soustavy v kombinaci s údaji průběžně snímanými z terénu během letu rakety) pak zajistí formování optimálních řídicích povelů. A nakonec **faktor vlastní bojové náplně hlavičky** rakety může být ovlivňován použitou kombinací aerodynamických prvků tzv. PIF-PAF (pilote inerteiel en force - pilotage aérodynamique fort = nucené inerciální řízení - aerodynamické silové řízení) a použitou pyrotechnickou soustavou (usměrňovače impulsu apod.).

● Nové technologie

V přesnosti střel bude využíván neustálý pokrok, který je trvale dosahován v pozemních, námořních i vzdušných podmínkách (např. různé druhy imitátorů, klamných cílů aj.). Bude se využívat schopností reagovat v reálném čase při zpracování obrazu terénu, jehož rozlišení bude úměrné požadované přesnosti.

Soustavné zkvalitňování techniky zpracování signálu umožní uvažovat o takových autopilotních systémech, které budou schopny rozpoznávat cíle i za použití silných sebeobraných opatření (rušičů a imitátorů cílů). Tyto nové metody zpra-

cování signálů musí být dostatečně efektivní, i pokud se objeví několik cílů před raketami současně.

Zabudování stále většího počtu naváděcích režimů (módů) současně do konstrukce autopilotních zařízení (zároveň elektromagnetické i optické soustavy) odpovídá základnímu trendu v zachování bojových vlastností rakety při ničení maskovaných cílů, které jsou chráněny stále účinnějšími protiopatřeními.

Dále se projevuje negativní jev v možnostech vzájemného ovlivňování jednotlivých pracovních režimů, což vyplývá z malého objemu, ve kterém jsou obvody uloženy, při současném omezení počtu možných použitých algoritmů pro zpracování signálů. Tyto problémy lze překonávat miniaturizací obvodů pro zpracování signálů s velmi vysokými frekvencemi, používáním palubních počítačů, aplikováním nových druhů materiálů pro kryty radiolokačních antén a pro detektory infračerveného záření (radomes - kryty antén s propustností rádiových vln, irdomes - kryty antén s propustností infračerveného záření), dále používáním nových druhů vysílacích antén a snímačů, stejně jako aplikací pokrokových metod v algoritmech přenosu údajů.

● Nadzvukové rakety

Rychlost současných vzdušných cílů vyžaduje využívat rozmanitých možností v geometrických konfiguracích raket typu vzduch-vzduch a vzduch-země. Aby se zachovaly veškeré parametry bojové hlavičky, u níž lze předpokládat i snižování hmotnosti na co nejmenší úroveň, je uvažováno konstruovat ji tak, aby byla schopna usměrňovat (modulovat) výbuchový kužel ve směru osy přibližování k cíli. Vytvoření bojových hlavic s různými způsoby iniciace (a k tomu potřebných programovatelných logických obvodů) během letu, na základě informací z palubního počítače rakety, odpovídá tomuto trendu. Využití *zapalovače s proměnným představitelným účinkem* je jedním z prostředků, použitelným pro stanovení optimálního okamžiku pro iniciaci bojové hlavičky.

Snižování hmotnosti raketových motorů s tuhou pohonnou hmotou a jejich trysek při využití *kompozitních materiálů* a se *zvyšováním výkonu vlastních pohonných látek* (propelgolů) vede k závěru, že je možné postavit raketu s hmotností kolem 100 kilogramů nebo ještě nižší, která by dosahovala rychlostí řádově 5 až 6 M. Snížení doby letu rakety by mělo za následek možnost jejího použití i v boji za unikajícími cíli. Velmi vysoká rychlost nadzvukových raket by mohla být rovněž využita v boji s tanky použitím kinetického účinku, jako je tomu u současných podkaliberních (šípových) střel. *Reaktivní pohon pomocí náporových motorů (stratoréacteurs)* umožňuje nadzvukovým střelám značně prodloužit jejich dolet oproti raketám s klasickou tuhou pohonnou hmotou díky využívání vzdušného kyslíku.

● Munice s potlačenými riziky

Zkratka MURAT (MUnition à Risques ATénués = munice s potlačenými riziky) označuje takový druh munice, jejíž *hnací náplň i obsah bojové hlavičky jsou speciálně zkonstruovány tak, aby představovaly jen slabou úroveň reaktivity při*

náhodném nezamyšleném anebo úmyslném, ale neoprávněném napadení požárem, dopadem, prostřelením, vystavením explozi apod. Využití takových výbušnin anebo propelgólů, které mají přijatelný výkon s menší citlivostí, vytvoření takových struktur, které zabrání průniku při dopadu jiné střely a dokonalé teoretické zvládnutí jevů, které se uplatňují při přechodu na prudké hoření nebo při explozi, to vše dovozuje předem specifikovat podmínky - pokud se jedná o bezpečnost budoucích raket.

Oblast taktických raket je takovou oblastí, o které se lze zmínit a ukázat i na nové projekty. Několik příkladů těchto projektů je zde uvedeno, aniž by bylo možné uvést úsudek o jejich perspektivách, zda se vůbec někdy stanou konkrétním vývojovým programem.

Raketa typu vzduch-vzduch krátkého dosahu je nástupcem pumy, která se používá pro napadení pozemních nebo námořních cílů na vzdálenost 15 kilometrů. Modulová konstrukce střely umožňuje využívat různé konfigurace střely v závislosti na potřebném dosahu a přesnosti, a to díky upevňování stavebnicových dílů hnací jednotky a přizpůsobitelného řídicího systému na centrální tělo rakety.

I přes rozmanitost úkolů, které mohou být bezpilotním létajícím prostředkům svěřovány, musí být úsilí zaměřováno na hledání maximální standardizace jednotlivých konstrukčních dílů raket. Tato koncepce, použitá pro oblast bezpilotních prostředků, může být aplikovatelná rovněž na pozemní stanice, soustavu pro přenos dat, prostředky řízení a dokonce i na vlastní nosiče. Další důležitý úkol pro bezpilotní prostředky je stanovení průzkumu a vedení radioelektronického boje.

Novou koncepci představují *rakety, které jsou naváděny pomocí optického vlákna*. Při použití této technologie jsou elektronické signály, údaje o cílech a o řízení rakety předávány až na palebné stanoviště optickým kabelem. Operátor, který ze svého stanoviště vidí cíl, může zasahovat do řídicího svazku a může například zvolit jiný cíl, než proti kterému původně raketu vypouští. Tato koncepce musí umožnit dosažení doletu na vzdálenost několika desítek kilometrů až na cíle s velkou bojovou hodnotou, eventuálně musí střelci zvýšit pravděpodobnost zásahu i za podmínek silných obranných protiopatření.

Vedle různých vylepšování stávajících systémů již zavedených do výzbroje vedou nové technické možnosti k úvahám i o takových systémech, které budou schopny napadat několik cílů současně tím, že se uplatní technika slučování signálů získaných od různých snímačů současně a dále využitím super rychlých střel.

Budoucí protiradiolokační střely by mohly být využívány buď pro plnění speciálních úkolů na ničení pozemních nebo letounových radiolokátorů, nebo pro spolupráci při ochraně bitevních letounů spolu s jejich dalšími obrannými protiopatřeními. Současné projekty odpovídají koncepci jednotné řady střel, používaných pro různé předpokládané úkoly, a kladou důraz na technologický vývoj autopilotních řídicích systémů a reaktivních náporových motorů.

Proto realizace nových taktických raket bude mít těžiště ve využití široké škály špičkových technologií. Taková směsice různých nových technologií umožní vznik jednotné integrované složité výzbroje oproti raketám nepřislušejícím do této oblasti. Na know-how raketové techniky bude do značné míry záviset úspěch budoucích programů.

Požadavky a příklady použití technologií

Tabulka

Požadavek	Příklad použité technologie
Přesnost	- Navigační multimódová zařízení - Přesné navádění - Koncová navádění pomocí přenosu obrazu
Proniknutí	Nezjistitelnost (maskování)
Odolnost proti rušení Autopilotní systémy	Zpracování multimódového složeného signálu
Účinnost v cíli	Programovatelná bojová hlavice - zapalovače
Zkrácení reakční doby	Vysoká rychlost střelby
Zvětšení dosahu	Náporový reaktivní motor
Zvětšení odolnosti (bezpečnosti) střel při vnějším napadení	Náplň bojových hlavic a hnacích náplní typu „MURAT“ (munice s potlačenými riziky)

● Rakety typu vzduch-vzduch

Rakety typu vzduch-vzduch způsobily během posledních třiceti let převrat ve vedení vzdušného boje. Od raket Super 530D k raketám Magic 1 se jedná o rakety stíhací i bitevní. Budoucnost však nese jediné jméno: *MICA*. Jedná se o raketu, která bude plnit obě funkce současně.

Počátek vzniku raket vzduch-vzduch v polovině padesátých let značně změnilo úkoly i taktiku stíhacích letounů. Rozmanitost situací, při kterých se rakety vzduch-vzduch používají, vedla k tomu, že většina armád světa vyzbrojuje své letouny dvěma druhy raket současně, a to:

- ♦ *stíhacími raketami*, které jsou určeny pro zásah a ničení vzdušných cílů na **střední a velké vzdálenosti** (zhruba několik desítek kilometrů); tyto rakety představují hlavní výzbroj dálkového letectva,
- ♦ *bitevními raketami*, které jsou vyčleňovány pro vzdušné boje na **krátké vzdálenosti** (zhruba několik kilometrů) a rovněž pro **vlastní sebeobranu**; těmito raketami jsou vybavovány všechny typy letounů.

Rakety typu vzduch-vzduch, kterými je vyzbrojeno francouzské letectvo (l'Armée de l'Air - pozn. red.), jsou vyvinuty a vyrobeny u společnosti Matra-Défense.

▲ Rakety typu vzduch-vzduch určené pro stíhání

Raketa *Super 530F*, která byla vyvinuta v 70. letech, je první francouzskou stíhací raketou. Jejím hlavním úkolem je ničení nadzvukových bombardérů, které létají ve velmi vysokých výškách, např. i několik tisíc metrů nad výškou maximálního dostupu stíhacího letounu, a ke splnění tohoto úkolu je potom třeba velmi velký specifický impuls rakety. Proto má tato raketa poměrně robustní ocasní plochy vzhledem

k typu rakety vzduch-vzduch. Ráží má 260 milimetrů a její hmotnost je 250 kilogramů.

Řízení této střely se nazývá *elektromagnetické poloaktivní*. Radiolokátor útočícího letounu nejprve vybere cíl, který potom sleduje. Během celé doby sledování ozařuje letoun cíl mohutným svazkem. Autopilotní zařízení střely, které je pasivní, se navádí automaticky na energii odraženou od cíle.

Raketou Super 530F jsou vybaveny letouny Mirage F 1C francouzského letectva a také první letouny Mirage 2000 DA, vybavené radiolokátorem typu RDM (radar doppler multifonctions = víceúčelový dopplerovský radiolokátor).

Hlavním nedostatkem zbraňového systému Mirage F 1 s raketou Super 530F je obtížnost jeho využití při pronásledování a ničení cílů, které působí v malých výškách. V tomto případě se signál odražený od cíle směšuje se signály odraženými od zemského povrchu (tzv. clutter, což jsou klamné odrazy radiolokačního impulsu).

Aby se tento nedostatek odstranil, byly letouny Mirage 2000 DA v polovině 80. let vybaveny impulsním radiolokátorem RDI (radar doppler à impulsions). K tomuto zbraňovému systému je připojena raketa *Super 530D*. Ta byla vyvinuta v 80. letech a vychází z původního modelu rakety Super 530F, zachovává si její celkovou původní koncepci a také některá její zařízení. Proti předchozímu modelu má následující vylepšení:

- * Její dopplerovský autopilotní systém, propojený s radiolokátorem RDI, umožňuje zasahovat a ničit cíle, které letí ve výšce pouze několik desítek metrů nad povrchem země. Raketa Super 530D je tedy speciálně přizpůsobena pro stíhání letounů při jejich pronikání do bráněné zóny ve velmi malých výškách.

- * Hnací jednotka rakety Super 530D byla vylepšena tak, aby současně zvětšila dolet rakety a umožnila ničit cíle i na jiných výškových hladinách.

- * Má k dispozici účinný obranný systém před různými protiopatřeními nepřítele (imitátory cílů, rušiče atd.), vytvářenými letounem protivníka při jeho pronikání do bráněné zóny.

Raketa Super 530D, která je v současné době ve výrobě, je výhradně dodávána jen do letounů Mirage 2000 DA.

▲ Rakety typu vzduch-vzduch určené pro obranu

První moderní francouzskou bojovou raketou byla Magic 1, vyvinutá koncem 60. let a používaná v průběhu 70. let. V současné době je nahrazována novým modelem rakety Magic 2, která má mnohem lepší parametry.

Raketa Magic 2 je předurčena pro vzdušný boj na krátké vzdálenosti (několika kilometrů), je poněkud menší ráže - pouze 160 milimetrů a její hmotnost je jen 90 kilogramů. Má aerodynamickou konfiguraci typu „kachna“, která jí umožňuje vysokou manévrovost, nezbytnou pro vedení střetného vzdušného boje.

Řízení rakety Magic 2 je zajišťováno infračerveným autopilotním zařízením, citlivým na tepelné záření tryskového motoru stíhacího letounu. Je tedy raketou samonaváděcí „odpal a zapomeň“, což je zcela nezbytná podmínka pro obrannou raketu.

Raketou Magic 2 jsou vyzbrojeny letouny Mirage F 1 (všechny jejich varianty), letouny Mirage 2000 (všechny jejich varianty) a letouny Jaguar z francouzského letectva i letouny Crusader a Super Etendard z námořního letectva.

Budoucí bitevní letoun Rafale bude vyzbrojen bitevní stíhací a současně obrannou raketou MICA. Tato raketa může mít jak elektromagnetické aktivní autopilotní zařízení (které vyžaduje nutnost ozařovat cíl radiolokátorem během stíhání), tak i pasivní infračervené autopilotní zařízení. Raketa MICA bude tedy plnit současně takové úkoly, které jsou přidělovány jak raketám Super 530D, tak i raketám Magic 2.