

Může Čína dosáhnout soběstačnosti polovodičů?

NI nationalinterest.org/blog/can-china-achieve-semiconductor-self-sufficiency-206584

26. června 2023



Japonsko nedávno představilo nová opatření pro kontrolu vývozu pro zařízení na výrobu třísek, která zahrnují dvacet tři položek v šesti kategoriích, včetně litografie, leptání, čištění, nanášení a maskování. I když konkrétní cíle těchto opatření nebyly výslovně zmíněny, je zřejmé, že Čína, která je největším dovozcem zařízení na výrobu čipů od roku 2020 a představuje téměř 40 procent vývozu japonských zařízení na výrobu čipů v roce 2021, je pravděpodobně jedním ze zamýšlených cílů.

Kroky Japonska lze interpretovat jako strategické spojení s aliancí Chip-4 pod vedením USA s cílem omezit čínský polovodičový průmysl. Vystává důležitá otázka: Budou tato opatření účinně potlačovat Čínu, což umožní aliancím čipů pod vedením USA udržet

si své strategické výhody, nebo vyvolají novou krizi pro průmysl čipů tím, že nechtěně poskytnou Číně příležitost urychlit své společné úsilí o dosažení čipová soběstačnost?

Čipy jsou klíčové pro ekonomický růst národa, společenský pokrok a národní bezpečnost, fungují jako „mozky“ nebo řídicí jednotky moderní společnosti. Jsou zvláště důležité pro vznikající technologie, jako je umělá inteligence, kvantové výpočty a analýza velkých dat, které jsou klíčovými determinanty budoucí technologické konkurenceschopnosti země. Kromě toho čipy ztělesňují vojensko-civilní fúzní technologie, které lze použít při vývoji pokročilých zbraní. V důsledku toho se mistrovství nad dodavatelskými řetězci výroby čipů stalo ústředním bodem sporu v intenzivní konkurenci mezi Spojenými státy a Čínou, dvěma globálními velmocemi v závodě o technologickou nadvládu.

Omezení Číny pod vedením USA vyvolalo posun v prioritách v polovodičovém průmyslu. Národní bezpečnost má nyní přednost před ekonomickou efektivitou, která byla založena na globální produkční síti při výrobě čipů. Tato omezení, která začala za Trumpovy administrativy a byla posílena Bidenovou administrativou, zahrnují technologické sankce a kontroly exportu, které čínským technologickým firmám brání v získávání pokročilých čipů a omezují přístup Číny ke klíčovým technologiím a zaměstnancům ve výrobě čipů. Uprostřed eskalujícího ekonomického nacionalismu a v reakci na narušení dodavatelského řetězce v automobilovém průmyslu v roce 2021 aliance pro polovodiče pod vedením USA uzákonily průmyslové politiky, aby zajistily bezpečnost svých dodavatelských řetězců čipů. Takové kroky podtrhují stupňující se obavy nejen o zajištění, ale i posílení národní bezpečnosti, protože národy si kladou za cíl zachovat si svou suverenitu v nejisté globální krajině, kde důvěra a dodržování řádu založeného na pravidlech upadají. Základním předpokladem je, že pokročilé technologie a zařízení v oblasti výroby čipů by neměly být dodávány zemím, které by je mohly potenciálně využít k tomu, aby zpochybnilly demokratický svět.

Jak daleko je Čína od soběstačnosti?

Po těchto omezeních se Čína potýká s významnými „kritickými body“, které brzdí její pokrok v polovodičovém průmyslu. Jako relativní opozdilce v této oblasti hrozí Číně, že bude dále zaostávat, zejména v technologiích nové generace, pokud tyto škrticí body zůstanou na svém místě. Tuto „strategii škrticího bodu“ – podobnou mistru kung-fu, který rychle provede jediným pohybem meče, aby přeťal hrdlo svého protivníka – lze snadno použít ve válčení nebo geopolitických sporech. Zde může země nebo organizace identifikovat a využít životně důležité body nebo úzká místa – jako kritický zdroj, dopravní cestu nebo technologii – v hodnotovém řetězci konkurenta. Tato metafora názorně ilustruje riziko, že Čína bude udušena nebo uškrcena,

Jádrem strategie škrticích bodů je, že strana, která tuto strategii používá – v případě polovodičů Spojené státy a jejich spojenci – má monopolní kontrolu nad těmito škrticími body. Uplatněním této kontroly mohou Spojené státy a jejich spojenci potenciálně narušit pokrok Číny ve výrobě čipů.

Čína si uvědomila hrozbu škrticích bodů ve svých průmyslových kapacitách. V roce 2018 národ identifikoval třicet pět technologií/produktů, které by mohly podléhat škrticím bodům. Na tomto seznamu byly zahrnuty pokročilé nástroje a materiály pro výrobu třísek. Rychle kupředu pět let a když Spojené státy a jejich spojenci zpřísnili kontrolu nad škrticími body v čínské výrobě čipů, jak je Čína připravena na soběstačnost?

Jednoduchá odpověď je „nic moc“, přestože Čína udělala určité kroky v domácím dodavatelském řetězci. Čínské start-upy pokrývají téměř všechna pododvětví, od návrhového softwaru a databází po výrobní zařízení a polovodičové materiály. Ohledně domácích substituce je však připravenost ve většině oblastí zatím pod 5 procenty.

Aby společnost Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC) zlepšila svou kapacitu pro výrobu čipů ve vyspělém režimu, investovala od roku 2021 do čtyř dalších sléváren v Šanghaji, Pekingu, Tianjinu a Shenzhenu. DUV litografických systémů, to je značná vzdálenost od dosažení sériové výroby. V kapitálově a technologicky náročném průmyslu výroby čipů je dosažení hromadné výroby při vysoké výtěžnosti rozhodující, protože to může účinně snížit náklady na čip. Přejít na hromadnou výrobu a dosažení vysokého výnosu vyžaduje značný čas, pracovní sílu a kapitálové investice za předpokladu, že jsou dostupné potřebné vybavení a nástroje.

Pokročilý litografický stroj je významným škrticím bodem v čínském čipování. V této oblasti je domácí substituce v současnosti nižší než 1 procento. Společnost ASML se sídlem v Nizozemsku zůstává jediným dodavatelem litografických strojů EUV, které jsou životně důležité pro pokročilou výrobu čipů. Ponorné litografické stroje DUV, vyráběné jak ASML, tak Nikon z Japonska, budou pravděpodobně přidány na seznam omezení exportu, což by mohlo vyvolat významný otřes v čínské kapacitě výroby čipů. Domácí konkurent Shanghai Microelectronics v současnosti dokáže vyrábět litografické stroje, které podporují pouze hromadnou výrobu čipů pomocí 90nm nebo většího režimu zpracování.

Čína dosáhla významného pokroku v oblasti leptacích strojů a dosáhla asi 10% domácí náhrady. Čínská společnost Advanced Micro Fabrication Equipment Company je první v zemi, která vyrábí leptací stroje pro pokročilou výrobu třísek. S použitím v tuzemsku vyráběných litografických a leptacích strojů a prostřednictvím vícenásobných expozic je pro Čínu možné vyrábět čipy s 65nm režimem zpracování nebo menší ve velkém měřítku s vysokými výnosy. Tyto v tuzemsku vyráběné stroje dokážou splnit výrobní potřeby většiny čipů používaných ve vojenských aplikacích, řízení spotřeby, LCD, Wi-Fi, automobilech a široké řadě systémů spotřební elektroniky.

Nástroje Electronic Design Automation (EDA) představují další významný škrťící bod v čínském úsilí o výrobu čipů. Pod vlivem amerických sankcí Huawei zjistil, že není schopen aktualizovat svůj software EDA, přestože má trvalé licence EDA. Objevily se zprávy o tom, že Huawei vyvíjí svůj vlastní nástroj EDA, ale jeho účinnost a přijetí na trhu zůstává nejisté.

Polovodičové materiály by se potenciálně mohly stát kritickými body, pokud Japonsko zavede opatření na kontrolu vývozu. Z devatenácti jádrových polovodičových materiálů mají japonské společnosti podíl na trhu přes 50 procent ze čtrnácti. Například japonské společnosti dominují celosvětové nabídce fotorezistu používaného v litografii a drží více než 85 procent podílu na trhu. Uprostřed japonsko-korejského obchodního sporu v roce 2019 Japonsko omezením vývozu tří druhů materiálů do Jižní Koreje podnítilo narušení celého hodnotového řetězce polovodičů. Čína pokročila ve výrobě fotorezistů nižší třídy, ale u téměř všech špičkových fotorezistů stále silně závisí na japonském dovozu. Z těchto důvodů jsou japonská opatření na kontrolu vývozu vykládána jako cílená na Čínu systematictější a přesnějším způsobem než na USA.

Chaotická budoucnost?

I když tato omezení mohou bránit pokroku Číny ve výrobě čipů, jejich dlouhodobá účinnost zůstává nejistá. Čipy jsou vysoce komplexní produkty, které vyžadují hluboké technické znalosti jak v oblasti hardwaru, tak softwaru, a spoléhají na úzce propojenou globální produkční síť.

Propracovanost výroby třísek je patrná ve značných investicích do výzkumu a vývoje. Jen v roce 2021 investovalo toto odvětví do výzkumu a vývoje (R&D) celkem 71 miliard USD, což zastínilo celkové investice čínského „Velkého fondu“ ve výši 51 miliard USD od roku 2014. Investice do výzkumu a vývoje byly poháněny globálním inovačním ekosystémem, kde Poptávka zákazníků po vysoce výkonných čipech byla hnací silou pokroku v návrhu a výrobě

čipů. Nvidia se jako příklad zpočátku soustředila na poskytování GPU (jednotek pro grafické zpracování) pro herní průmysl, ale rozšířila své aplikace do dalších oblastí. Jeho růst byl podpořen zvyšující se poptávkou uživatelů po graficky náročných hrách, analýze dat těžby bitcoinů a školení a vyvozování AI. Generální ředitel společnosti Nvidia, Jensen Huang, anovyjádřili obavy, že nemožnost přístupu na čínský trh by výrazně omezila jejich příležitosti k růstu, protože Čína zůstává jejím největším trhem v oblasti her a datových center.

Globální produkční síť v oblasti výroby čipů se neustále vyvíjí a společnosti se snaží posílit své pozice získáváním nových schopností a zapojováním se do činností s vyšší přidanou hodnotou. V průběhu historie došlo v odvětví výroby čipů ke třem významným posunům, z nichž každý zahrnoval přemístění segmentů hodnotového řetězce s nižší přidanou hodnotou do rozvíjejících se ekonomik nebo regionů. V první směně byla výroba čipů převedena ze Spojených států do Japonska, zatímco Spojené státy si udržely svou dominanci v oblasti designu čipů a duševního vlastnictví. Druhá směna byla svědkem toho, že si Japonsko ponechalo segmenty s vyšší přidanou hodnotou v oblasti materiálů a zařízení, zatímco výroba a balení byly převedeny do Jižní Koreje a Tchaj-wanu. Ve třetí směně Jižní Korea upevnila svou pozici v oblasti paměťových a zobrazovacích polovodičů, Tchaj-wan se specializoval na slévárny a Čína převzala balení a výrobu čipů v režimu vyzrálého procesu s nižší přidanou hodnotou. Každý z těchto posunů vedl nejen k restrukturalizaci průmyslu, ale také nově definoval strukturu hodnotového řetězce a vytvořil příležitosti pro opozdilce k překlenutí mezery. Je však třeba poznamenat, že každý z těchto posunů byl štědře podporován jejich příslušnými vládami, pokud jde o politiku a kapitál.