



Quantum Leap: la Cina e la corsa internazionale per il dominio tecnologico nelle tecnologie quantistiche

Jacopo Cricchio

Scuola Superiore Sant'Anna

Contatto: jacopo.cricchio@santannapisa.it

Le tecnologie quantistiche rappresentano una delle frontiere più avanzate della scienza moderna. Basate sui principi della fisica quantistica, queste tecnologie sfruttano le proprietà delle particelle subatomiche per creare nuovi strumenti di calcolo e comunicazione. Possono essere suddivise in tre ambiti principali: il computer quantistico, che promette di risolvere problemi complessi in tempi molto ridotti; le comunicazioni quantistiche, che garantiscono una sicurezza senza precedenti nelle trasmissioni di dati; e i sensori quantistici, capaci di produrre rilevazioni estremamente precise. L'impatto economico e politico è significativo: aziende e governi stanno investendo miliardi in ricerca per assicurarsi un vantaggio competitivo con ricadute che potrebbero ridefinire interi settori, dall'energia alla difesa, fino alla finanza e alla sicurezza nazionale. Per esempio, aziende come Google e IBM stanno sviluppando computer quantistici capaci di simulare reazioni chimiche complesse, con possibili applicazioni nell'industria farmaceutica. Nelle comunicazioni quantistiche, la crittografia quantistica permette di scambiare dati in modo sicuro, rendendo impossibile qualsiasi intercettazione senza essere scoperti. Infine, i sensori quantistici migliorano la precisione delle misurazioni in campi come la geofisica, rilevando sottili cambiamenti gravitazionali, o in medicina, con tecnologie di *imaging* avanzato che possono rivoluzionare la diagnosi delle malattie.¹

Già nel 2015, la spesa globale per la ricerca sulle tecnologie quantistiche aveva superato 1,5 miliardi di dollari USA, con Stati Uniti, Cina e Unione Europea in prima linea: gli Stati Uniti con 360 milioni, la Cina con 220 milioni e l'Unione Europea con 550 milioni, contando gli sforzi combinati dei paesi membri.² Nel 2023, l'investimento mondiale complessivo, trainato soprattutto dal settore privato, ha raggiunto quasi 7 miliardi di dollari USA. Gli Stati Uniti guidano con 3 miliardi, mentre la Cina è scesa al quinto posto con circa 300 milioni, preceduta da Canada, Regno Unito e Unione Europea.³

Come sottolineato in altri articoli di questa rubrica, le tecnologie quantistiche, insieme all'intelligenza artificiale e alle tecnologie aerospaziali, sono diventate una componente centrale della strategia cinese per raggiungere la supremazia tecnologica globale, in linea con

1 The Economist, "Quantum technology is great for measuring", 9 marzo 2017, disponibile all'Url <https://www.economist.com/technology-quarterly/2017/03/09/quantum-technology-is-great-for-measuring>.

2 The Economist, "Quantum technology is beginning to come into its own", 9 marzo 2017, disponibile all'Url <https://www.economist.com/technology-quarterly/2017/03/09/quantum-technology-is-beginning-to-come-into-its-own>.

3 McKinsey & Company, "Quantum Technology Monitor", aprile 2023, disponibile all'Url <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/quantum%20technology%20sees%20record%20investments%20progress%20on%20talent%20gap/quantum-technology-monitor-april-2023.pdf>.

l'ambizioso progetto di rinascita nazionale di Xi Jinping.⁴ Già nel XIII piano quinquennale, la Cina ha lanciato diversi megaprogetti volti a ottenere progressi significativi nelle comunicazioni e nel calcolo quantistico entro il 2030.⁵ Tra i vari obiettivi, si prevedeva l'espansione delle infrastrutture quantistiche nazionali, lo sviluppo di un prototipo di computer quantistico e la costruzione di un simulatore quantistico. Uno dei risultati più importanti che sono nati grazie al XIII piano arriva nel settore delle comunicazioni quantistiche nel 2017, quando scienziati cinesi hanno trasmesso con successo dal satellite Micius (*Mòzǐ* 墨子), il primo satellite al mondo per la comunicazione quantistica lanciato nel 2016. Grazie al lavoro pionieristico del professor Pan Jianwei, la Cina si è avvicinata alla realizzazione di un sistema di comunicazione inviolabile. I piani futuri prevedono la creazione di una rete di comunicazione quantistica su larga scala, che utilizzerà una combinazione di satelliti in orbita alta e bassa per supportare l'enorme potenziale dell'informatica quantistica. Secondo Pan, la Cina potrebbe raggiungere pienamente capacità operative quantistiche entro il 2038, facendo del paese una potenza tecnologica di primo piano a livello globale.⁶

Il XIV piano quinquennale ha rafforzato ulteriormente l'importanza delle tecnologie quantistiche come uno degli elementi chiave per il futuro sviluppo del paese sui quali investire, con una particolare enfasi sulle comunicazioni quantistiche (*liàngzǐ xìnxī* 量子信息).⁷ L'obiettivo è sviluppare le comunicazioni quantistiche avanzate, consentendo lo scambio di informazioni in modo estremamente sicuro e senza vincoli geografici. In particolare, il piano sottolinea l'importanza di promuovere una profonda innovazione collaborativa militare e civile in ambito scienza, tecnologia e innovazione (STI) (*shēnhuà jūnmín kējì xiétóng chuàngxīn* 深化军民科技协同创新), favorendo così la "trasformazione bidirezionale" tra i due ambiti, ovvero il cosiddetto *dual use* (*jūndì shuāngxiàng fāzhǎn* 军地双向发展), all'interno delle industrie chiave. Per raggiungere questi obiettivi, il piano quinquennale punta allo sviluppo di importanti piani industriali, incubatori, acceleratori e nuovi centri di ricerca dedicati alle tecnologie quantistiche.

Un esempio può essere trovato a Hefei, capitale dell'Anhui, dove è stato creato uno dei principali poli industriali per la tecnologia quantistica in Cina. Lungo la cosiddetta "Quantum Boulevard" (*liàngzǐ dàdào* 量子大道) si concentrano numerose aziende della filiera industriale quantistica, che spaziano dalla comunicazione quantistica ai computer quantistici, fino alla misurazione di precisione quantistica.⁸ Tra queste, Origin Quantum Computing Technology Co. (*běnyuán*

4 Jacopo Cricchio, "Policy comes first: verso una sistematizzazione dell'ecosistema innovativo di intelligenza artificiale cinese", *OrizzonteCina*, 14 (2023) 2: 121-26.

5 Comitato Centrale del Partito Comunista Cinese (Zhōnggòng Zhōngyāng), "Zhōnghuá Rénmín Gònghéguó guómín jīngjì hé shèhuì fāzhǎn dì shísān gè wúnián guīhuà gāngyào [XIII Piano quinquennale per lo sviluppo economico e sociale della Repubblica Popolare Cinese]", 17 marzo 2016, disponibile all'Url https://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm.

6 Namrata Goswami, "China Prioritizes 3 Strategic Technologies in Its Great Power Competition", *The Diplomat*, 22 aprile 2023, disponibile all'Url <https://thediplomat.com/2023/04/china-prioritizes-3-strategic-technologies-in-its-great-power-competition/>.

7 Comitato Centrale del Partito Comunista Cinese (Zhōnggòng Zhōngyāng), "Zhōnggòng Zhōngyāng guānyú zhìdǐng guómín jīngjì hé shèhuì fāzhǎn dì shísi gè wúnián guīhuà hé èr líng sānwú nián yuánjīng mùbiāo de jiānyì" [Raccomandazione del Comitato Centrale del Partito Comunista Cinese sulla formulazione del XIV Piano quinquennale per lo sviluppo economico e sociale nazionale e degli obiettivi di lungo termine per il 2035], 13 marzo 2021, disponibile all'Url https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.

8 Ufficio Nazionale delle imposte, Provincia dello Anhui (Guójiā shuìwù zǒngjú Ānhuī shěng shuìwùjú gōngzuò dòngtài), "Héféi: «liàngzǐ dàdào» yuè zōu yuè kuān [Hefei: la «Quantum Boulevard» è sempre più ampia]", 30 luglio 2024, disponibile all'Url https://anhui.chinatax.gov.cn/art/2024/7/30/art_9492_1197202.html.

liàngzǐ jìsuàn kējì (Héféi) gǔfèn yǒuxiàn gōngsī 本源量子计算科技（合肥）股份有限公司), una delle principali aziende del settore, ha recentemente sviluppato la prima linea di produzione di chip quantistici del paese. Grazie a questa linea, i ricercatori cinesi hanno presentato a gennaio 2024 il loro terzo computer quantistico di generazione avanzata, chiamato “Origin Wukong” (*běnyuán Wùkōng* 本源悟空), consolidando la Cina come la terza nazione al mondo in grado di fornire un computer quantistico completo. Questo computer rappresenta il modello più avanzato e programmabile prodotto in Cina, segnalando la crescente capacità tecnologica del paese.⁹

Sempre a gennaio 2024 è stato divulgato un parere di attuazione del Ministero dell’Industria e della Tecnologia dell’Informazione (MIIT),¹⁰ in cui viene delineata una strategia ambiziosa per potenziare lo sviluppo della tecnologia di calcolo quantistico universale (*tōngyòng liàngzǐ jìsuàn* 通用量子计算), migliorando sia le prestazioni *hardware* che la correzione degli errori algoritmici (*suànfǎ jiūcuò xìngnéng* 算法纠错性能). L’obiettivo è promuovere un’integrazione sinergica tra *software* e piattaforme *cloud* quantistiche, sfruttando i vantaggi del calcolo quantistico ed esplorando applicazioni in vari settori industriali. Infatti, il documento pone l’accento sull’accelerazione della ricerca su *display* a punti quantici e olografici, puntando a realizzare avanzamenti significativi in tecnologie di visualizzazione come Micro-LED e laser, per applicazioni su larga scala. Parallelamente, si punta allo sviluppo di standard nazionali e internazionali attraverso la creazione di *roadmap* specifiche.

Ad esempio, seguendo ancora una volta la più citata strategia dell’innovazione indipendente (*zìzhǔ chuàngxīn* 自主创新),¹¹ la Cina ha dimostrato una forte preferenza per la collaborazione scientifica interna, concentrando i suoi sforzi in aree come le comunicazioni quantistiche e i sensori. Questo modello di produzione della conoscenza riflette la strategia cinese di rafforzare le capacità tecnologiche attraverso una rete di collaborazioni domestiche piuttosto che internazionali. Le università e gli istituti di ricerca cinesi giocano un ruolo centrale in questo processo, mentre il coinvolgimento dell’industria è più limitato rispetto agli Stati Uniti, che bilanciano meglio le collaborazioni interne con quelle internazionali, soprattutto nei campi del calcolo quantistico.¹² L’approccio cinese è proprio mirato a sviluppare standard tecnologici molto integrati a livello nazionale ed anche molto verticalizzati, permettendo così una rapida integrazione della ricerca di base verso quella applicata.

A livello internazionale, la Cina sta rafforzando la sua presenza all’interno degli organismi di standardizzazione come l’International Standardisation Organisation (ISO), dove i rappresentanti cinesi hanno assunto ruoli di leadership dentro il gruppo di lavoro sulle tecnologie quantistiche. Attraverso questi sforzi coordinati, la Cina mira a plasmare il futuro

9 Zhang Weilan, Lei Tu, e Ding Yazhi, “China aims to build a quantum computing ecosystem, critical for future development: scientist”, *Global Times*, 30 maggio 2024, disponibile all’Url <https://www.globaltimes.cn/page/202405/1313314.shtml>.

10 Ministero dell’Industria e della Tecnologia dell’Informazione (Gōngyè hé xīnxīhuà bù), “Gōngyè hé xīnxīhuà bù dēng qī bùmén guānyú tuidòng wèilái chǎnyè chuàngxīn fāzhǎn de shíshì yìjiàn [Parere di attuazione del Ministero dell’industria e della tecnologia dell’Informazione e di altri sette ministeri riguardante la promozione dello sviluppo innovativo delle industrie future]”, 31 gennaio 2024, disponibile all’Url https://zwgk.mct.gov.cn/zfxgkml/kjy/202401/t20240131_951102.html.

11 Francesco Silvestri, “La lunga marcia verso l’autosufficienza: costruzione e aggiornamento del sistema nazionale d’innovazione in Cina”, *OrizzonteCina*, 11 (2020) 3: 4-23.

12 Byeongdeuk Jang, Jae-Yong Choung, e Inje Kang, “Knowledge Production Patterns of China and the US: Quantum Technology”, *Scientometrics*, 127 (2022) 10: 5691-5719.

delle tecnologie quantistiche su scala globale, cercando di garantire che i suoi standard e le sue tecnologie diventino i punti di riferimento a livello mondiale.¹³

Nonostante i progressi significativi della Cina nel campo delle tecnologie quantistiche, il primato che il paese ambisce a raggiungere è però ancora lontano. Sebbene la Cina abbia fatto passi avanti notevoli, soprattutto nelle comunicazioni quantistiche, rimane indietro rispetto ad altri competitori, in particolare nel settore dei computer quantistici. Tuttavia, le tendenze attuali sono dinamiche e soggette a cambiamenti rapidi.

Gli Stati Uniti, consapevoli della crescente competizione con la Cina, hanno intensificato le iniziative governative e il finanziamento della ricerca e sviluppo in ambito quantistico. Il *National Quantum Initiative Act* del 2018 ha segnato un punto di svolta, con un significativo incremento del budget federale per le tecnologie quantistiche, che è passato da oltre 400 milioni di dollari nel 2019 a circa 900 milioni nel 2022. Nel 2018, l'Unione Europea ha lanciato il *Quantum Flagship*, destinando 1 miliardo di euro alla ricerca quantistica nei prossimi dieci anni e mirando a costruire una rete di 5.000 ricercatori nel settore. Nel 2023 il Canada ha avviato la *National Quantum Strategy* e il Giappone, attraverso la sua *Quantum Technology and Innovation Strategy* del 2020 e la *Vision of Quantum Future Society* del 2022, ha creato nuovi centri di ricerca e mira a rafforzare la resilienza economica e sociale del paese attraverso le tecnologie quantistiche.¹⁴

Questi sviluppi indicano che, mentre la Cina continua a spingere per un dominio tecnologico attraverso ambiziosi programmi nazionali e investimenti strategici, la competizione internazionale sta accelerando. In questo contesto globale altamente competitivo, il futuro delle tecnologie quantistiche non è ancora scritto e le dinamiche di innovazione e collaborazione internazionale saranno determinanti per definire i prossimi leader nel settore.

¹³ Omaar Hodan e Martin Makaryan, "How Innovative Is China in Quantum?", ITIF - Information Technology & Innovation Foundation, 9 settembre 2024, disponibile all'Url [https://itif.org/publications/\[...slug\]/](https://itif.org/publications/[...slug]/).

¹⁴ Brian Hart et al., "Is China a Leader in Quantum Technologies?", *ChinaPower*, 14 agosto 2023, disponibile all'Url <https://chinapower.csis.org/china-quantum-technology/>.

Bibliografia

Comitato Centrale del Partito Comunista Cinese (Zhōnggòng Zhōngyāng). “Zhōnggòng Zhōngyāng guānyú zhìdìng guómín jīngjì hé shèhuì fāzhǎn dì shíwǔ nián guīhuà hé èr líng sānwǔ nián yuǎnjīng mùbiāo de Jiànyì [Raccomandazione del Comitato centrale del Partito Comunista cinese sulla formulazione del XIV Piano quinquennale per lo sviluppo economico e sociale nazionale e degli obiettivi di lungo termine per il 2035.]” 13 marzo 2021, disponibile all’Url https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.

Comitato Centrale del Partito Comunista Cinese (Zhōnggòng Zhōngyāng). “Zhōnghuá Rénmín Gònghéguó guómín jīngjì hé shèhuì fāzhǎn dì shísān gè wǔnián guīhuà gāngyào [XIII Piano quinquennale per lo sviluppo economico e sociale della Repubblica Popolare Cinese.]” 17 marzo 2016, disponibile all’Url https://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm.

Cricchio, Jacopo. “Policy comes first: verso una sistematizzazione dell’ecosistema innovativo di intelligenza artificiale cinese”. *OrizzonteCina* 14 (2023) 2: 121-26.

Goswami, Namrata. “China Prioritizes 3 Strategic Technologies in Its Great Power Competition”. *The Diplomat*. 22 aprile 2023, disponibile all’Url <https://thediplomat.com/2023/04/china-prioritizes-3-strategic-technologies-in-its-great-power-competition/>.

Hart, Brian, Bonny Lin, Samantha Lu, Hannah Price, Yu-jie (Grace) Liao e Matthew Slade. “Is China a Leader in Quantum Technologies?” *ChinaPower*, 14 agosto 2023, disponibile all’Url <https://chinapower.csis.org/china-quantum-technology/>.

Hodan, Omaar, e Martin Makaryan. “How Innovative Is China in Quantum?” ITIF - Information Technology & Innovation Foundation, 9 settembre 2024, disponibile all’Url <https://itif.org/publications/...slug/>.

Jang, Byeongdeuk, Jae-Yong Choung, e Inje Kang. “Knowledge Production Patterns of China and the US: Quantum Technology”. *Scientometrics*, 127 (2022) 10: 5691-5719.

McKinsey & Company. “Quantum Technology Monitor”, aprile 2023. disponibile all’Url <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%2ofunctions/mckinsey%2odigital/our%2oinsights/quantum%2otechnology%2osees%2orecord%2oinvestments%2oprogess%2oon%2otalent%2ogap/quantum-technology-monitor-april-2023.pdf>.

Ministero dell’Industria e della Tecnologia dell’Informazione (Gōngyè hé xīnī huà bù). “Gōngyè hé xīnī huà bù děng qī bùmén guānyú tuīdòng wèilái chǎnyè chuàngxīn fāzhǎn de shíshī yìjiàn [Parere di attuazione del Ministero dell’industria e della tecnologia dell’Informazione e di altri sette ministeri riguardante la promozione dello sviluppo innovativo delle industrie future.]” 31 gennaio 2024. disponibile all’Url https://zwgk.mct.gov.cn/zfxgkml/kjyy/202401/t20240131_951102.html.

Silvestri, Francesco. “La lunga marcia verso l’autosufficienza: costruzione e aggiornamento del sistema nazionale d’innovazione in Cina.” *OrizzonteCina* 11 (2020) 3: 4-23.

The Economist. “Quantum technology is beginning to come into its own.” 9 marzo 2017, disponibile all’Url <https://www.economist.com/technology-quarterly/2017/03/09/quantum-technology-is-beginning-to-come-into-its-own>.

The Economist. “Quantum technology is great for measuring.” 9 marzo 2017, disponibile all’Url <https://www.economist.com/technology-quarterly/2017/03/09/quantum-technology-is-great-for-measuring>.

Ufficio Nazionale delle Imposte, Provincia dello Anhui (Guójiā shuìwù zǒngjú Ānhuī shěng shuìwùjú gōngzuò dòngtài). “Héféi: «liàngzǐ dàdào» yuè zǒu yuè kuān [Hefei: la «Quantum Boulevard» è sempre più ampia.]” 30 luglio 2024, disponibile all’Url https://anhui.chinatax.gov.cn/art/2024/7/30/art_9492_1197202.html.

Zhang, Weilan, Lei Tu, e Ding Yazhi. “China aims to build a quantum computing ecosystem, critical for future development: scientist.” *Global Times*, 30 maggio 2024, disponibile all’Url <https://www.globaltimes.cn/page/202405/1313314.shtml>.