

중국제조 2025 주요 제조장비 개발 계획과 대응 전략

박주형, 황주호, 박동일, 김재현, 이근호, 이운규, 김희태, 오승훈

- ❶ 중국제조 2025
- ❷ 중국제조 2025 기술노선도와
우리나라 기술 현황 비교
- ❸ 대응 방안

중국제조 2025 주요 제조장비 개발 계획과 대응 전략

박주형, 황주호, 박동일, 김재현, 이근호, 이운규, 김희태, 오승훈

- ❶ 중국제조 2025 / 1
- ❷ 중국제조 2025 기술노선도와
우리나라 기술 현황 비교 / 5
- ❸ 대응 방안 / 24

1. 중국제조 2025

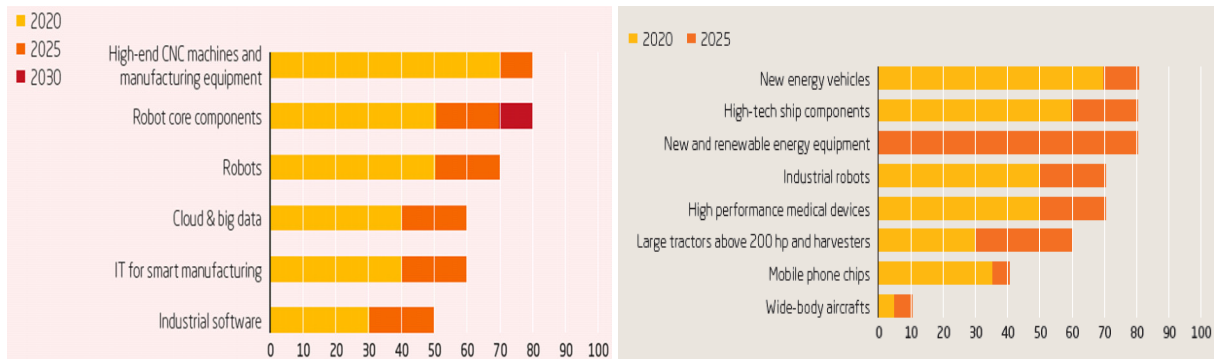
- 중국은 국내외 경제 발전, 산업변혁 흐름에 따라 '제조강국 실현'을 위한 장기적 발전전략 계획인 「중국제조 2025」 수립¹⁾
 - 중국 건국 100주년이 되는 2049년까지 기존 제조 대국에서 세계 최대 제조강국으로 성장하겠다는 3단계 장기목표 수립
 - 향후 30년간 산업구조 고도화 기반의 제조업 강국으로 도약²⁾
 - 1단계(2015~2025) 세계 제조강국 대열에 진입: 제조업의 디지털 네트워크화 추진(~2020), 제조업과 IT 융합 추진(~2025) 전략
 - 2단계(2025~2035) 세계 제조강국 중위권 성장: 제조산업의 전 세계 혁신 주도, 전면적 산업화 실현 전략
 - 3단계(2035~2045) 세계 제조강국 중 선도적 지위 확보: 주요 산업에서 최고 경쟁력 보유, 선진 기술 및 산업시스템 구축
- 중국제조 2025의 10대 중점분야와 5대 중점프로젝트 추진
 - (10대 중점분야) 차세대 정보기술, 고정밀 수치제어 및 로봇, 항공우주장비, 해양장비 및 첨단기술 선박, 선진 궤도교통설비, 에너지 절약 및 신에너지 자동차, 전력설비, 농업기계장비, 신소재, 바이오의약 및 고성능 의료기기
 - (5대 중점프로젝트) 제조업혁신센터, 스마트 제조, 공업기초 역량 강화, 녹색 제조, 첨단장비 혁신
- 중국제조 2025의 주요 임무는 △구조조정을 통한 전통제조업의 안정적 발전, △기술혁신을 통한 첨단제조업의 육성, △서비스업 발전을 본격적 추진 등이 목표이며, 9대 과제³⁾를 추진

1) 중국 국무원 중국제조 2025 발표(2015.5.18.)

2) 『中国制造 2025』, 国务院

3) 中国政府网, 「国务院关于印发《中国制造2025》的通知」, ①제조업 혁신능력 제고, ②제조업 기초역량 강화, ③제품 품질 및 브랜드 구축 강화, ④녹색제조 전면적 추진, ⑤10대 중점분야 획기적 발전 추진, ⑥제조업 구조조정과 최적화 추진, ⑦서비스형 제조와 생산형 서비스업의 적극 발전 추진, ⑧중국 제조업의 국제화 발전수준 제고, ⑨정보화와 공업화의 심층 결합

○ 핵심 제조장비 및 부품에 대해 2025년까지 국산화율 70~80% 달성



자료 : Expert Commission for the Construction of a Manufacturing Superpower, MERICS(2016) 재인용

<그림 3> 중국제조2025 : 선진국의 스마트 제조 기술 대체율 목표

<표 1> 「중국제조 2025」의 5대 중점 프로젝트

중점 프로젝트	주요 목표 및 내용
제조업 혁신센터 건설	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 IT, 스마트 제조, 신소재, 바이오 등 제조업 혁신센터 건설 산업 기초·핵심기술 관련 연구개발, 인재개발 추진 2020년까지 약 15개 건설 목표 / 2025년까지 약 40개 건설 목표
스마트 제조	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 정보기술 제조설비 융합을 통해 제조공정에 이용 주요 제조공정의 스마트화, 로봇 대체 추진, 스마트 제조 표준 및 안전 보장 2025년까지 제조업 분야의 스마트화 전면추진, 시범 프로젝트 운영비용 50% 절감, 상품 생산주기 50% 단축, 불량품 발생률 50% 감소
공업 기초 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> 핵심 기초부품과 기초소재의 최초 사용에 대한 지원 4대 공업기반(핵심 기초부품, 선진 기초공법, 핵심 기초소재, 산업 기초기술) 연구센터 설립 중점 산업 기술의 기초 체계 개선 2025년까지 핵심 기초부품 및 기초소재 국산화율 70% 목표
녹색 제조	<ul style="list-style-type: none"> 전통 제조업의 에너지 효율 제고, 친환경 생산 기술 개선 에너지 절약, 환경보호, 저탄소 기술 산업 관련 시범 프로젝트 추진 친환경 제품·공장·산업단지·기업표준체제 ‘녹색평가’를 진행 2020년까지 1,000개의 친환경 시범공장 및 100개의 시범단지 건설 2025년 제조업 친환경 발전과 제품 단위당 원자재 소모 세계 선진 수준
첨단장비 혁신	<ul style="list-style-type: none"> 대형항공기, 항공기 엔진, 가스터빈, 민용 우주항공 등 산업 프로젝트 실시 에너지 저감형 신에너지 자동차, 해양설비, 첨단선박, 원전설비, 의료설비 등 중점 분야의 산업 프로젝트 실시 2025년까지 독자적 특허를 보유한 첨단장비의 시장점유율 대폭 향상, 핵심 기술의 대외의존도 대폭 하락 목표

자료 : 中国政府网, 「国务院关于印发《中国制造2025》的通知」, KOTRA(2018) 재인용⁴⁾

4) KOTRA(2018.6.17.), “중국 제조업과 스마트 제조”, KOTRA 해외시장뉴스

□ 중국제조 2025의 성과⁵⁾

- (국가 제조업 혁신센터 구축) 국가급 제조업 혁신센터 9곳, 성급 제조업 혁신센터 48곳을 구축

〈표 2〉 제조업 혁신센터 설립 현황

혁신센터명(지역)	중문명	설립 년월
국가 동력배터리 혁신센터(베이징)	国家动力电池创新中心	2016.06.
국가 적층제조 혁신센터(서안)	国家增材制造创新中心	2016.12.
국가 정보 광전자 혁신센터(무한)	国家信息光电子创新中心	2018.04.
국가 로봇 혁신센터(심양)	国家机器人创新中心	2018.06.
국가 인쇄 및 유연디스플레이 혁신센터(광저우)	国家印刷及柔性显示创新中心	2018.01.
국가 집적회로(IC) 혁신센터(상하이)	国家集成电路创新中心	2018.07.
국가지능형(스마트)센서 혁신센터(상하이)	智能传感器创新中心	2018.07.
국가디지털설계 및 제조혁신센터(무한)	国家数字化设计与制造创新中心	2018.10.
국가선진컴퓨터산업혁신센터(톈진)	国家先进计算产业创新中心	2018.12.

- (공업기반 강화) 2017년 공신부의 331개 중점 프로젝트 지원으로, 고속 열차 기어 전송 시스템, 원자력발전 시스템용 자재 등 강화
- (스마트 제조) 스마트 제조 관련 국가 표준 22개 발표 및 스마트 공장 건설, 신모델 응용 프로젝트 추진
- (친환경 발전) 공신부의 225개 중대 친환경 제조 프로젝트로 친환경 표준·공장·제품·공급사슬 등 친환경 제조 시스템 구축
- (첨단 설비 혁신) 17년 중국이 자체 개발한 대형 여객기 C919, 수륙양용기 AG600, 시속 350km 중국 표준고속열차, 시추선 란징1호 등 첨단 과학 기술 성과 출현

5) 중국제조 2025 성과 및 계획 발표(18.1.30. 인민망) 인용

□ 미중 무역전쟁의 주요 원인으로 주목받은 중국제조 2025

- 차세대 첨단산업의 글로벌 주도권 확보를 위해 미국은 중국제조 2025 관련 중국 정부의 민간지원 중단을 요구

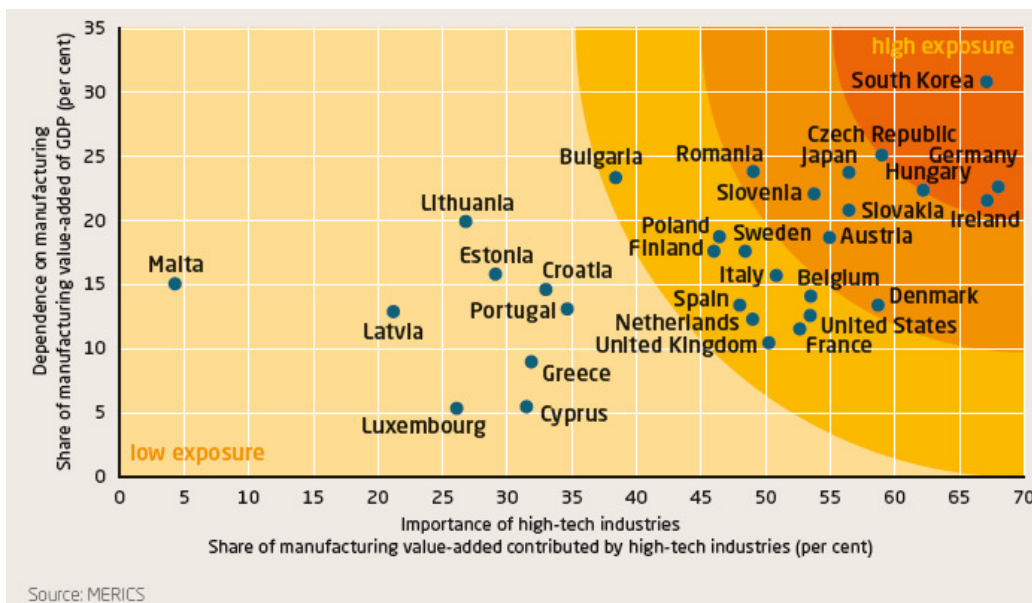
* 미중 간 1차 무역협상(5.3.~4., 베이징)에서 미국은 중국에 요구하였으나, 불발

- 미국은 대중 수입제품 1,300개 품목에 최대 25%의 고관세를 부과(500억 달러 규모)

- 미국의 중국제품 관세 부과 최우선 대상 품목은 IT, 전기자동차, 로봇
- 기계류(선박용 증기터빈, 항공기용 피스톤엔진, 건조기, 자동화 부품 등), 의약품/의료기기(인간용 백신, MRI 등), 철강/알루미늄 제품 등 포함

□ 중국제조 2025로 가장 위협받을 국가로 한국을 지목⁶⁾하고 있으며, 실제 우리나라의 미래성장동력 분야와 많은 부분에서 중복 보임

- GDP 중 제조업의 기여도와 첨단산업 중요성이 높은 국가로 한국, 독일, 아일랜드 등을 지목하고, 중국제조 2025로 인한 위협 예상
- 우리나라의 19대 미래성장동력 분야 대부분과 매우 유사



<그림 2> 「중국제조 2025」의 국가별 영향도

6) Mercator Institute for China Studies(MERICS), Made in China 2025, No 2, 2016.12.

2. 중국제조 2025 기술노선도와 우리나라 기술 현황 비교

가. 고급 수치제어 공작기계와 핵심부품

□ 중국의 기술노선도

연도	2020년	2025년	2030년
분류			
목표	고급 수치제어 공작기계와 기초 제조장비는 중국 국내 시장 수요의 70% 이상을 자체생산으로 공급하는 능력 보유	고급 수치제어 공작기계와 기초 제조 장비는 중국 국내 시장 수요의 80%를 자체적으로 공급능력을 갖추 그 중 자동차 업무에 사용되는 공작기계 장비의 평균 무고장 시간은 2000시간, 공작기계의 장비 설비 능력 지수 CMK (Machine Capability Index) ≥ 1.67, 정밀도 유지 5년	
	표준형과 스마트형은 각각 중국 국내 시장 60%와 10% 이상을 차지하는 공급 능력 보유	중국 국내 시장 수요 표준형 수치제어 시스템 80%, 스마트 수치제어 시스템 30% 자체 공급능력 보유	
	메인 축과 리드 스크루, 활자로 등 중 고급의 기능성 부품 및 일반 부품은 중국 국내 수요시장의 80% 이상을 자체적으로 공급능력 보유	메인 축과 리드 스크루, 활자로 등 중고급의 기능성 부품 및 일반 부품은 중국 국내 수요시장의 80% 이상을 자체적으로 공급능력 보유	
전자 정보 제품	3C 제품의 고속 태핑 센터: 3축/4축 연동, 3000~6000rpm, 이동 속도 60~80m/min, 싱글 축 가속도 1~2g		
	3C 제품 5축 연동 가속 가공 센터: 5축 이상 연동, 40,000~80,000r/min, 나노미터 정밀 궤적 보간 기술		
	다 위치(멀티 포지션) 가공기에 기초한 3C 제품의 PSA 플렉서블 생산라인: 운송 정밀도 ±0.05mm, 600편/시간 및 고속 가공, 정밀 온라인 검사, 스마트 장비의 디지털 작업장, 현장의 80% 이상 인력을 절감하고 제품 불량률을 60% 이상 축소		
	핸드폰 패널 등 반도체 업레이저 커팅장비		
	다기능 5축 폴리싱 머신		
	LTCC와 필름 등 발전된 기반 제조 조립장비		
	표면 실장 조립 장비		
	웨이퍼 전기도금(Wafer electrodeposition)(ECD)설비		
	고속 광통신 부속품 실링 설비		

항공우주 장비의 대형 구조물 및 나노 부속품의 정밀제조와 조립장비	5좌표 skin mirror machine tool: 가공범위 6000X2000mm, 벽 최소두께: 1.2mm, 가공효율 50% 향상		대형 5좌표 turning plate milling machine: 알루미늄 고효율 가공은 메인 축 출력 120kW, 최고 회전속도 20000rpm, 티타늄 합금 가공의 최대 메인 축 토크 1000N•m, 최대 가공 길이 6000mm이상	
	32류음 이상 탄성 섬유 스마트 레잉(laying) 장비: 크기 30000mmX5000mmX300mm 이상, 구형/타원형 압력 용기 통합 레잉 성형 기능			
	2톤급 티타늄 합금 고효율 가공열 수 소 처리 장비: 가열 구역크기 1200mmX2500mmX600mm, 가공효율 25% 증가		200 ~ 400 급 다중출력 전송 로딩의 완성품 구조 베어링과 피로시험 장비, 완성품 테스트 효율 60% 상승	
	대형 탑재 미사일 용접 및 디지털 도킹 조립장비: 직경 3~9m, 총길이 30~100m 미사일의 조립과 도킹: 포지셔닝 정밀도 0.1mm, 중복 포지셔닝 정밀도 0.05mm, 제어시스템 해상도 0.001mm			
	대규모 좌표연마기: 작업대 폭 1000mm, 포지셔닝 정밀도 0.004mm			
	3D 5축 레이저 커팅 장비: Ø2500X3000 3D스페이스 챔버 커팅: 포지셔닝 정밀도 0.05 미만, 광섬유 레이저기 출력 6kW 초과			
	대형 수치제어3D 편직 성형 장비: 평면 플레이트빔/3D 회전체 축/공간3D 곡면 입체류의 가공. 9 ~ 24 정 일회성 편직 3 ~ 9층, 3D 전체 5방향 편직 가능, 직경 0.05 ~ 0.25mm의 탄성섬유, 탄화규소섬유, 석영섬유, 아라미드섬유, 유리섬유 등의 설비는 3D 편직 기능 보유			
	수치제어 항공기 Multiplural skin, 고효율 홀 메이킹 머신, 홀메이킹 효율: 티타늄 합금 적층 2 ~ 3 홀/min, 나머지 재료 6 ~ 8홀/min			
	10m 대형 탑재 미사일 연료탱크 믹스 마찰 용접 전용 장비, 가공 범위: 갠트리(gantry) 폭 12000mm, 가공높이 5400mm, 5 스테이션			
	항공기 랜딩기어 가공용 중형의 수평 터닝 밀링 머신 센터, 최대 가공 직경 Ø1200mm, 메인 축 직경 0.01mm, 메인 축 진원도 0.015mm			
항공엔진 제조장비	멀티 스케일 콤플렉스 구조 마이크로 나노 부품			
	3D 공간 정밀 검사의 정밀 제조와 조립 장비, 검사 정밀도 ±0.5μm, 공간 직선성 위치 정밀도는 5μm 이상			
	빅사이즈 고온 합금 크리스탈중공(hollow) 블레이드 주조 조립 기술장비, 블레이드 합격률 70% 이상		초스피드 레이저 마이크로 나노성형 시리즈 장비: 깊이 지름비 30:1, 10초/홀 (홀깊이 2mm), 정밀도: ±1μm	
	대형 항공기 엔진 터빈 디스크 500톤급의 관성 마찰 용접장비			
	정밀가공과 핵심 공정 과정의 만족도: 블레이드와 판고리형 날개 윤곽도(한쪽)는 0.06mm 초과 0.15mm 미만으로 만족도 70% 달성. 날개형 윤곽도(한쪽)는 0.15mm 초과, 만족도는 90% 달성, 케이싱류의 만족도는 80%이고 전체 블리스크의 날개형 윤곽도(한쪽)는 0.06mm 초과, 만족도는 40%. 발달된 열 성형 장비 만족도는 80% 초과.			
	블레이드, 블리스크, 케이싱 디지털 집적 생산라인			
	터빈디스크, 브리스크, 전체 블레이드 등 좁은 작업면의 숏 블라스팅 설비			
	멀티 축 고효율 블리스크의 장부와 홈(Tenon and grooves) 커팅 기계			
	엔진 고압 터빈 디스크 및 엔진 티타늄 알루미늄 블레이드의 스마트 단조와 압연 장비			
	천제 티타늄 전극 압출 장비			

선박 및 해양공정 핵심 제조장비	FCB 평면/곡면 스마트 용접 장비 및 플렉서블 세분화 파이프라인, 용접 속도 0.7~1.5m/min, 고강도 철강 두께 12~30mm, 효율 30%이상 향상	
	선체 곡면 멀티 포인트 성형, 플렉서블 서보 지원 및 레이저 측정 시스템, 오버레이 강판 길이x폭 (12mx15m) 이상, 수공에서 자동화 스마트 가공한 것으로 바뀜. 가공 효율 3배 이상 향상	
	대형 선박용 저속 디젤엔진 받침대, 틀 그리고 실린더 블록 등 핵심 부품의 구멍 및 보링과 밀링의 복합 가공 기계, (20000+1000)mm, Y-축 6000mm, 최대 부품 높이 5000mm, 메인 축 직경 200mm, 메인 최대 토크 10000Nm, MTBF는 2500시간 이상	
	해상 풍력발전소 대형 제어 더블 작동 유압 해머	
	함정 가스 터빈 케이싱 가공용 5축 입식 밀링머신 복합 가공 센터. 최대 선반 세공 직경 Ø1250~ Ø2500mm, 작업대 이동과 작업대 교환 기능 구비, 생산 수요에 부응하는 생산 라인	
	심해수에서의 용접 복원 및 수압으로 구동하는 수심 작업 장비: 작업 깊이는 1500mm 이상. 수중 고압 건식 용접 선실을 만들고 압축은 20MPa미만, 수중 집행은 해수 유압 구동을 적용하고 고압 건식 MIG/MAG 용접 방법을 이용하여 수중 로봇 용접 보수와 수중 로봇 커팅을 진행	
	심해 대형 워크스테이션 대형 티타늄 합금 고효율 제조장비 및 생산 라인	
철로교통의 핵심부품 제조장비	중국산 10kW 이상 레이저 머신에 기초한 알루미늄 티타늄 합금/스테인레스강의 스마트 레이저 용접 조립장비	
	350km이상의 고철 대형 기어박스 정밀 가공 및 열 성형 조립 장비 주 가공 설비 MTBF는 2000시간 초과	
	축 중량 30톤급의 대형 기관차 핵심 부품 제조 장비 및 고강도 차체 용접 장비, 견인능력 20% 향상	
	이동식 대형 철도 레일 용접 설비: 최대 자유 속도 120km/h, 최대 커플링 속도 150km/h	
	철로교통 철차(frog) 가공 생산 라인, 종합 생산능력 600개/월	
공정 및 농기계 제조 장비	공정기계와 농기계 장비 엔진(국가5 배출 표준 이상), 200~400 마력 변속 기핵심 부품의 고효율 저 원가 가공 및 자동화 조립 검사 조립 장비	
	35~50MPa 고압펌프/밸브, 모터 및 고주파 전자 유압식 서보 밸브와 비례 밸브 및 정밀 가공과 스마트 검사 조립 생산라인, 국산화 조립률은 80% 이상	
	공정기계 고장도 철강 캔틸레버(cantilever) 대형 스펀 겐트리(gantry) 10kW 레이저-전기 아크 용접로봇의 워크스테이션 산업화 응용, 효율 100%상승, 인력 60% 절감	
고급 적층가공 장비	사형 적층 가공장비: 가공 사이즈 2mX2mX1m, 정밀도 ±0.1%, 효율 3배 이상 상승	
	항공기 엔진의 전체 블리스크, 터빈디스크의 제품 개발과 소량 제조의 적층 가공장비: 최대 직경 1.5m 이상, 제조 효율 2kg/h, 제조 정밀도 0.5mm, 연속 작업 300시간에도 무고장, 변형제어 1mm/300mm	
	항공우주 대형구조물 3D 해동 적층가공 성형장비: 빔 호닝 (beam honing)류의 길이는 3m보다 길고 프레임 류의 투영면적은 4m²보다 큼. 제조효율 5kg/h이상, 제조정밀도 0.5mm 이상, 고온합금, 티타늄 합금 등 3가지의 어려운 가공재료에 적합하며 성형물의 강도는 단조품 표준에 이르러 항공우주 등 구조물의 공정화 응용이 가능	
	항공우주의 정밀하고 복잡한 부품의 정밀도 4광속 구역의 용해 적층 가공장비: 성형재료는 티타늄 합금 또는 알루미늄 가공이며 성형 정밀도의 티타늄 합금과 알루미늄 합금은 각각 30μm와 40μm보다 우수. 성형물의 표면 거칠기는 Ra6~15μm이며 성형물의 비례수밀도는 100%, 장탄 검수통과 필수	

	고온의 합금 초미세분말 등 이온 회전 분무식 분말 설비: 입도 5 ~ 50 μ m, 효율 60% 상승	
	티타늄 합금 적층 가공 재료: D50<30 μ m, 분말 유동성 <50s/50g, 산소 함량<1500ppm	
	항공우주 대형 구조물 2중 더블 전기 아크 퓨즈 적층 가공장비: 최대 성형 사이즈 3000mmX3000mmX1000mm, 성형 재료는 티타늄 합금, 알루미늄 합금 이며 성형 정밀도는 2~3mm, 성형 효율은 0.5~1kg/h	
수치 제어 시스템	개방형 수치 제어 시스템: 표준화 기초 플랫폼을 제공하고 개발자 및 다른 소프트웨어 모듈의 개입을 허용함. 표준 인터페이스의 모듈화, 프로그램 이식가능성, 확장가능성 및 호환가능성, 서보 대역폭, 전자기계 결합 모형 식별 등의 기능을 구비함. 온도, 진동, RFID 등의 센서 접근을 지원하 고 네트워크 인터페이스를 갖추고 있다. 무선 및 이동 호 환 설비의 접근과DNC 관리 기능 지원	
	스마트 수치 제어 시스템: 다축, 다채널, 나노 보간, 미리읽기, 곡선 부분 고속 정 밀 보간 수치 제어 가공 기술, 이중 축 동시 제어, 로우 토크 파동과 고부하의 서보 전자기계 최적화, 토크 파동 억제, 전자기계 손실과 온도 상승 억제, RTCP 등 기능과 자동 가동, 절삭 공구 수명 관리, 부속품의 위치 측정, 가상현실 가공 시뮬레이션 및 셀프 모니터링, 유지보수, 최적화, 재조합 등의 기능구비	
	식별 위험, 자동 예방 간섭, 이상 자동 정지, 식별, 블레이드 팁 폴로잉(blade tip following) 정밀 보상 능력을 갖춘 수치 제어 시스템: 자동화 가공 과정의 이상 자 동 정지 기능을 구비하며RTCP 블레이드 팁 폴로잉 보상 정밀도는 0.005mm이내에 서 제어	
핵심 기능 부품	밀링 헤드 시리즈, 유닛 헤드 등 고속 전자 주축 사용: 2~40000r/min, 출력5~100kW	
	볼 스크류: 운동속도120m/min, DN 수치>150000, 정 밀도 P1, 정밀도 수명 20000h	
	고급의 앵글 밀링 헤드와 회전 작업대: 앵글 포지 셔닝 정밀도와 회전 테이블의 포지셔닝 정밀도 5" 미만	
	메인 축, 활자로, 회전테이블, 척, 톨 매거진, 바 이트 대 등 정밀 가공 성형 조립 장비를 장악하 고 가공, 조립 및 검사 효율 30% 이상 향상	
	서보 전자기계 및 조립 디지털 출력 드라이버: 최대 정격 토크 15500Nm, 최대 피크 수치 출력 토크 30000Nm, 전자 기계의 단시간 과부하 용량 2.5배, 전자 기계 토크 리플 <3%, 드라이브 최대 출력 800kW, 다양한 인터페이스 고 해상도 엔코더에 적합	
	고속 가공 기계의 리니어 모터 드 라이브 시스템 기술	
공통의 핵심 기술	디지털 협력 설계 및 3D/4D 생산 전과정 의 시뮬레이션 기술	
	정밀 및 초정밀 기계의 신뢰성 및 정밀도 유지 기술	
	복잡한 면과 가공이 어려운 재료의 고효율 정밀 가공 성형 기술	
	경량화 재료의 정밀 성형 기술	
	온라인 정밀 검사와 스마트 조립기술	

■ 중국제조 2025의 고급수치제어 공작기계 개발 계획과 우리나라 현황 비교

□ 고정밀도가 요구되는 하이엔드급 장비기술 개발을 목표로 하고 있으나, 우리나라와 기술격차가 존재하며, 내수시장 기반의 기술축적과 가격경쟁력으로 글로벌 시장 진입 시 우리나라에게 위협요인으로 작용할 것으로 예상

○ 전자정보 제품의 고속 정밀가공 장비

- 5축 연동 고속 가공센터: 이미 국내에서 개발하였으나, 기술 수요가 많지 않아 몇몇 생산 기업도 판매를 중단하고 수입에 의존하고 있음. 중국은 전략물자로 분류되어 수입에 어려운 문제가 있어 자체 개발 의미가 큼

* 5축 이상, 4,000~8,000 rpm, 나노 미터 정밀 궤적 보간기술은 “5축 (초)고정밀 가공기”를 의미하는 것으로 추정

- 핸드폰 패널 등 반도체용 레이저 커팅 장비: 중국은 핸드폰과 반도체 산업 육성 정책에 따라 로컬장비 업체(한스레이저 등)에서 레이저 마킹, 레이저 웰딩, 레이저 PCB 드릴링 머신 등을 개발해 보유하고 있으나, 기술완성도는 관련 산업 경험이 많은 한국 레이저장비 업체에 비해 낮은 편임. 기술로드맵 달성 시 우수한 레이저 소스를 기반으로 기술 경쟁력 면에서 우리나라를 추월할 가능성이 높음

* 최근 하이엔드급 장비 개발에 집중투자 중이고, 소기업 미국 IPG와 공동 개발하여 15 kW급 고출력 파이버 레이저를 세계 최초로 개발하는 등 성장속도가 매우 빠름

- 다기능 5축 폴리싱 머신: 고정밀도가 요구되지 않는 5축 폴리싱 머신의 경우 중국이 시장을 선도할 가능성이 높으나, 고정밀도가 요구되는 제품은 중국에 비해 국내 기술이 앞설 것으로 전망함

- LTCC, 필름 등 발전된 기반 제조 조립 장비: 우리나라는 PCB 사업 기술력을 바탕으로 LTCC 제조 장비인 Baket Mill, 코터 등을 웃다, 테크젠 등의 국내 장비 업체가 상당한 기술력을 보유하고 있으며, 중국은 로우엔드급 PCB 설비 위주로 개발하고 있어 향후 공정 기반의 장비 우위 선점이 지속될 전망이다

- 표면 실장 조립 장비: 한화테크윈의 칩마운터 기술이 중국에 비해서는 크게 우수하나, 이형 제품 대응성을 갖는 하이엔드급 칩마운터 기술 확보는 어려울 것으로 전망함

* 중국 반도체 굴기 선언에 따라 반도체 외주 조립업체의 매출이 급증하고 있으며, 내수를 바탕으로 로우엔드급 저속 칩마운터를 국산화하였고 최근에는 하이엔드급 고속 칩마운터를 개발 중

* 국내는 한화테크윈이 유일하게 칩마운터를 개발·양산하고 있으며 중국과 비교해서는 기술차이가 비교적 큰 편, 고정밀·생산성을 갖고 이형 제품 대응할 수 있는 하이엔드급 칩마운터 기술력은 일본 파나소닉, 주키 등 선진 업체에 뒤져 최근 관련 장비의 납품 실적 부진

- 웨이퍼 전기도금(ECD) 설비: 팹에서 활용하는 하이엔드급 설비는 미국의 Lam Research, Applied Materials가 높은 기술장벽으로 세계시장을 석권하고 있어 국내에서는 후공정의 로우엔드급 도금장비 개발이 주를 이룸. 중국은 하이엔드급 설비는 가능성이 낮아 보이며, 자국 내 팹 투입으로 노하우를 축적한다면 우리나라보다 우위 선점 가능성 있음
 - * 중국은 신규 대규모 팹 투자에 국산장비 자급화를 정부차원에서 표방하고 있어, 초기 단계에는 투입하기 쉽지 않지만 향후 리스크가 적은 로우엔드급 패키지 사업분야에 개발 장비를 투입할 가능성이 높음
- 고속 광통신 부속품 실링 장비: 중국 내 시장의 로우엔드급 광통신 부품 조립 및 실링 장비 자급률은 급속히 증가할 것으로 판단되나, 광통신 부품 특성 상 하이엔드급의 경우 높은 정밀도가 요구되며 우리나라와 일본의 기술을 추월하기는 쉽지 않아 보임
 - * 일본의 생산 비중이 높으며 중국 기업은 저가 제품을 출하 중
 - * 우리나라는 광통신 부품 조립용 laser welding machine 등을 개발, 중국에 비해 앞선 기술력을 갖췄으나 광통신 부품의 특성 상 정밀 얼라인 등이 매우 중요한 요소이나 일본의 수준에는 미치지 못함
- 선박 및 해양 공정 핵심 제조 장비 분야: 함정 가스터빈 케이싱 가공용 5축 입식 밀링머신 복합가공 센터
 - 5축 밀링머신 복합 가공센터 수직형 선반 직경이 $\phi 1250 \sim 2500$ mm 수준, 국내 조선, 풍력 분야에서 달성한 수준으로 개발 성공 시 우리나라에 큰 위협이 되지 않을 것으로 판단됨
 - * 다만, 특수 재료 가공이 가능할 경우, 국내보다 높은 수준
- 철로 교통의 핵심 부품 제조 장비 분야
 - 중국 10kW 이상 레이저 머신에 기초한 알루미늄 티타늄 합금/스테인리스강의 스마트 레이저 용접 조립 장비: 중국의 10kW 레이저 소스를 활용하는 데 의미를 두는 것으로 보이며, 전략물자 중 하나인 레이저 소스를 개발하여 상품화하면 우리나라보다 수준이 높아 질 수 있으며, 국내 관련 장비 업체에 위협이 될 수 있음
 - * 전략물자인 레이저 소스 상품화에 성공하면 국내보다 높은 수준이 될 것
 - 350 km/h 이상의 고속철 대형 기어박스 정밀 가공 및 열 성형 조립 장비가공 설비의 MTBF 2,000시간 등은 기술적 난이도는 높지 않은 것으로 보이며, 국내보다 낮은 수준으로 판단, 개발에 성공해도 우리나라에 큰 위협이 되지 않을 것으로 판단됨
 - * 문맥상 350 km/h 이상의 고속 철도를 위한 기어박스 가공으로 예상

- 수치제어 시스템: 중국은 현재 선진국에서 개발 중인 부분을 2024년까지 달성함을 목표로 하고 있으며, 국내 기업도 유사한 수준으로 개발 진행 중이나 식별위험, 간섭방지 기능이 포함된 5축 CNC는 국내에서 구현된 사례가 없는 하이엔드급임

- 개방형 수치제어 시스템: 센서와 네트워크 인터페이스 등 현재 선진국에서 수행하는 부분을 2024년까지 달성하는 것이 목표. 현재 중국이 조금 더 앞서 있고, 기술 개발 성공 시 격차는 더 확대될 전망

* 국가 중심의 표준화 기초 플랫폼을 제공하고, 다른 S/W 모듈에서 활용할 수 있는 플랫폼을 제공함

- 스마트 수치제어 시스템: 다축, 다채널, 나노 보간, 곡선 고속 정밀보간, 서보 전자기계 최적화, RTCP(Real Time Control Protocol)와 자동 가공, 절삭공구 수명 관리, 부속품 위치 측정, VR 가공 시뮬레이션, 셀프 모니터링, 유지보수, 최적화, 재조합 등 선진 기업이 추구하는 기술을 2027년까지 개발하는 것을 목표로 하고 있으며, 스마트 제어기는 국내 기업들도 일부 개발 중이나 아직 적용되지 않음
- 식별위험, 간섭방지 기능이 포함된 5축 CNC: 식별 위험, 자동 예방 간섭, 자동정지, blade tip following(끝점 자동 보간 기능, 5축 가공을 위한 선진국 제어기 중 일부 회사만 구현하는 기능) 보상 정밀도 0.005 mm, 선진국 CNC 중에서도 하이엔드 급의 CNC 사양으로 국내에서는 구현 사례 없으며, 기술 개발 성공 시 큰 위협이 될 수 있음

○ 핵심 기능 부품

- 고속 전자 주축을 사용한 밀링 가공 헤드: 빌트인 모터를 적용 20,000~40,000 rpm, 5~100 kW의 출력을 목표로 함. 국내에 이미 기술 개발이 충분히 되어 있어 개발 성공만으로는 큰 위협은 없으리라 판단되나, 빌트인 모터를 자체 개발하여 낮은 가격으로 시장에 진입하면, 큰 위협이 될 수 있음

* 국내에서 이미 밀링가공 헤드 기술은 개발되었고, Built-in motor도 개발하였으나 대부분의 기업은 해외 motor를 사용함

- 볼스크류: 운동속도 120 m/min, DN 수치>150,000, 정밀도 P1급, 수명 20,000 h 급으로 국내에서도 이런 수준의 제품 개발 중. 개발에 성공하여도 시장에 큰 위협은 되지 않으리라 판단함

* 선진 기업과 경쟁에서 얼마나 시장 점유율을 가져갈 수 있는지가 중요

- 고급 앵글 밀링 헤드와 회전 작업대: 앵글 포지셔닝 정밀도와 회전 테이블의 포지셔닝 정밀도는 5초 이하, 4~5축 가공기를 위한 회전 테이블을 대상으로 하는 것으로 판단. 국내 회전테이블의 정밀도 기술은 확보된 상태이며, 중국의 기술개발은 큰 문제는 되지 않을 것으로 판단함

* 국내 회전테이블의 정밀도는 어느 정도 갖추어 진 것으로 판단됨

- 서보, 전자기계 및 조립 디지털 출력 드라이버: 최대 정격 토크 15,500 N·m, 최대 피크 수치 출력 토크 30,000 N·m, 전자기계의 단시간 과부하 용량 2.5배, 전자기계 토크 리플 < 3 %, 드라이브 최대 출력 800 kW, 다양한 인터페이스와 고해상도 엔코더 사용에 적합해야 하는 것을 목표로 함. 국내 모터의 구동 드라이버도 기술개발 수준에서는 이뤄졌으나, 상품화되어 시장에서 많이 판매되지 않음. 서보모터 드라이버와 CNC 개발을 함께할 경우 그 위험은 클 것으로 판단됨

- 고속 가공 기계의 리니어 모터 드라이브 시스템: 리니어 모터 드라이브는 서보 모터 드라이브와 기술적인 차이가 크지 않아 상기 서보 드라이브의 성능이 제대로 구현되는 경우 가능하리라 예상

○ (공통의 핵심 기술) 우리나라와 중국의 현재 R&D 수준은 정확한 스펙은 없지만 현재 우리나라와 선진국에서 추진하는 기술 수준과 유사

* 디지털 협력 설계 및 3D 생산 전 과정의 시뮬레이션 기술, 정밀 및 초정밀 기계의 신뢰성 및 정밀도 유지 기술, 복잡한 면과 가공이 어려운 재료의 고효율 정밀 가공 성형 기술, 경량화 재료의 정밀 성형 기술, 온라인 정밀 검사와 스마트 조립 기술 등

나. 로봇 및 핵심부품

□ 중국의 기술노선도

분류	연도	2020년	2025년	2030년
수요		2020년 산업용 로봇 생산량 약 20만대, 보유량 약 90만대	2025년 산업용 로봇 생산량 약 30만대, 보유량 210만대	2030년 산업용 로봇 생산량 약 40만대, 보유량 약 350만대
		생산설비의 디지털화, 표준화, 모듈화, 네트워크화에 대한 각 분야 수요 만족	결정력과 유연성이 높은 제조 시스템에 대한 각 분야의 수요 만족	2030년 산업용 로봇 생산량 약 40만대, 보유량 약 350만대
		기술의 발달, 소비자 수준 향상에 따라 공공 안전, 공공 서비스, 이재민 구조, 교육 엔터테인먼트에 사용되는 서비스 로봇과 노령사회의 노약자 부양 및 의료 등 서비스 로봇의 시장 수요 급격 증가		로봇의 스마트화, 네트워크화, 서비스화에 대한 사회 전반적인 시장 수요 급격 증가

목표	산업용 로봇 핵심 부품과 관련된 지적 재산권 내재화 및 세계시장 50% 공급 능력 확보	산업용 로봇 핵심 부품과 관련된 지적 재산권 내재화 및 세계 시장 70% 공급능력 확보	
	핵심부품의 중국시장 국산화 50% 달성	핵심부품의 중국 시장 국산화 80% 달성	
	산업용 로봇 MTBF(Mean Time Between Failure) 8만 시간 달성	산업용 로봇 핵심부품과 관련된 지적 재산권 내재화 및 세계 시장 70% 공급능력 확보	
	3개 이상의 글로벌 경쟁력을 갖춘 선두 기업 육성	기업 1-2곳 세계 5위권 진입	
주요 제품	산업용 로봇	중국용접 로봇은 자동차, 공정기계, 선박, 석유화학, 농업기계, 신재생 에너지 등의 업종에서 대량 응용	중국 로봇의 스마트 업무 기술이 보편적으로 응용
		중국 운송로봇, 자동유인운반차(AGV)는 자동차, 가전, 식품, 의약, 물류 등의 업종에 대량 응용	
		중국 가공 로봇이 항공, 자동차, 목제품, 플라스틱 제품, 식품 등의 분야에서 대량 응용	
		중국의 장비로봇이 자동차, 전기, 전자 등의 분야에서 시장점유율 30% 차지	
		중국 세정로봇이 IC 장비, 평판 디스플레이 분야에서 중국시장 점유율 70% 차지	
	서비스 로봇	홈 서비스 로봇이 홈 환경 셀프 인식, 자율이동 및 네트워크와 “스마트 가전” 결합, 명령어 이해 등의 기능을 탑재하여 사람 대신 간단한 가사 일을 담당	홈 서비스 로봇이 사람처럼 작동하여 사람과 함께 도구를 사용하여 대화가 가능해짐
		스마트 휠체어, 병상 등 노약자 서비스로봇이 점차 제품화되어 시범 응용	입는 것을 완전히 도울 수 있고 사람의 의도를 이해하며 사람과 자연스럽게 교감이 가능해짐, 노약자 서비스 로봇이 점차 산업화됨
		정형외과 복강경 등의 수술로봇이 임상진입허가를 받고 소량 응용이 가능, 힐링 로봇은 점차 산업화	수술로봇이 특정한 유형의 스마트 자율 운영을 구현하고 임상 일반 응용이 가능해짐, 국제화 실현, 힐링 로봇의 대량 응용 가능

		공공 안전 로봇의 핵심 기술 타파와 전체 해결 방안 강구	테러방지, 소방, 이재민 구조 로봇 공정화 응용 및 서비스	테러방지, 소방, 이재민 구조 로봇의 산업화 응용
핵심 부품	감속기	로봇용 고정도 사이클로이드 기어 감속기	신형 전동(구동) 기구와 신형 구동 재료	
		로봇용 고정도 고조파 감속기		
	제어기	버스에 기초한 고성능 로봇 제어기	네트워크화, 스마트형 로봇	
	서보 시스템	고정도 서보 전자기기	고출력 정밀 서보 전자기기 고성능 로봇 전용 서보 구동기 다이렉트 드라이브 모터	
		고출력 정밀 서보 전자기기		
		고성능 로봇 전용 서보 구동기		
	센서	관절 위치, 토크 센서	시각 센서, 촉각 센서, 6축 포스/ 토크 센서, 광센서, 전자 피부 모듈 기관 고주파수 측정 센서, 레이저 위치이동 센서	
		시각 센서, 촉각 센서, 6축 포스/ 토크 센서, 광센서, 전자 피부		
		고주파수 측정 센서, 레이저 위치이동 센서		
	엔드 이펙터	현명한 작업 수행, 유연한 조립, 변환이 빠른 엔드 이펙터		
핵심 공통 기술	조립 완성기술	목표: 로봇의 기계화, 대량화에 대한 설계	목표: 차세대 로봇	
		로봇 생명주기에 대한 신뢰기술, 주요부분의 최적화 설계 및 성능 평가 기술, 로봇의 시리즈 표준화 설계 기술, 로봇의 대량 생산 제조 기술, 스피드 보정 및 오차 수정 기술, 로봇 시스템의 소프트웨어 플랫폼	고속 고정도 제어 및 성능 향상 기술, 불필요한 중복에 대한 로봇 계획 및 제어 기술, 인간-기계의 교감 기술, 로봇 동역학 모델링 및 실시간 해결, 일반 로봇의 운영 시스템 소프트웨어	인간-기계 협력에 대한 고부하 자중비/ 경량화된 로봇의 주요 부분 기술, 인간-기계 협력에 대한 관절 유연성 기술, 본질적으로 안전한 로봇 자체 기술
	부품기술	목표: 국제적 수준의 로봇 핵심 부품 성능	목표: 인간-기계 협력 로봇의 핵심 부품	목표: 신형 로봇의 핵심 부품
		고성능 고효율의 정밀 서보 전자기기의 설계 제조 기술, 고성능/고정도 로봇 전용 감속기의 설계 제조 기술, 개방식/크로스 플랫폼 로봇 전용 제어(소프트웨어)기술, 부하 변화 고성능 서보 제어 기술	고 집적도 통합 관절 설계 기술, 프리 직접 관절 기술, 경량 유압 구동 기술, 3D 시각 감지와 모델링 기술, 다축 구동 통합 및 다축 구동 모델링 기술	인공 피부 센서 기술, 인공 근육 구동 기술, 근전도/뇌파 인체 의도 감지 기술, 신 바이오닉 재료 및 스마트 구동 재료, 정밀한 물체를 잡아주는 바이오닉 로봇손의 배치 설계와 운영 기술

	집적기술	목표: 로봇 임무 재구성, 편차 셀프 적응 조정	목표: 인간-기계가 공존하는 환경에서 로봇의 복잡한 미션 완성	
		스마트 센서에 기초한 스마트 제어 기술, 원격 고장 진단 및 유지보수 기술, 말단 파워 측정에 기초한 파워 제어 및 응용 기술, 스피드 프로그래밍과 스마트 시범교육 기술, 생산라인의 스피드 보정 기술, 시각 식별/포지셔닝 응용기술, 오프라인 프로그래밍과 시뮬레이션 기술, 로봇 응용기술	비구조적 환경에서의 인동 작업 로봇의 네비게이션/포지셔닝 기술, 인체의 운동 의도 식별, 멀티 로봇 네트워크화/클러스터 조정 제어 기술, 로봇과 기타 생산 설비와의 상호 접속 기술, 로봇의 반응적 행동의 온라인 재 계획, 인간-기계의 협력 제어 기술, 인간-기계의 안전 보장 기술, 로봇과 인간의 상호 학습 공정 작업 완성의 기술	

■ 중국제조 2025의 로봇 개발 계획과 우리나라 현황 비교

- 중국제조 2025 로봇기술 개발 로드맵을 달성한다면, 세계 최대의 로봇 시장 및 로봇 생산국으로 성장할 것이나, 기술 신뢰성을 확보하는 시간은 필요
- 중국제조 2025는 로봇 제품, 소재/부품, 핵심공통기술, 응용 서비스/공정 등을 포괄하고 있음
- 제품군: 산업용 로봇, 물류 로봇, 가공용 로봇, 홈서비스 로봇, 노약자 서비스 로봇, 수술용 로봇, 공공안전 로봇, 교육용 로봇 등 다양한 로봇
 - 핵심 소재·부품: 감속기, 제어기, 서보시스템, 스마트 센서, 엔드 이펙터 등
 - 공통기술: 고정밀 로봇기술(조립공정 등), 인간-로봇 협업기술, 유연생산 시스템 대응 기술, 소재·부품 기술(스마트 센서, 차세대 구동기, 신소재 등) 등
- 우리나라는 2000년대 초반부터 현재까지 로봇분야를 국가 중점 R&D 및 국가기술로드맵의 주요 제품군으로 설정하여 서비스 및 산업용 로봇, 핵심 요소기술 개발 등을 포함
- * “로봇산업 발전방안(2016)”, “2017년 대한민국 로봇산업기술로드맵”, “2017/2018 중소기업기술로드맵: 로봇”, “2018년도 지능형 로봇 실행계획” 등에는 서비스 로봇, 제조로봇, 의료재활로봇, 웨어러블로봇, 물류 로봇 등 포함
- 우리나라와 중국 모두 로봇 핵심부품 및 공통 기반기술은 현재 선진국에 비해 현저히 낮은 수준이나 최근 집중 투자를 하는 등 상호 경쟁 관계
- 중국과 우리나라는 모두 로봇용 정밀 감속기, 로봇용 스마트 제어기, 로봇용 구동기/드라이브, 각종 로봇용 센서, 로봇용 유니버설/스마트 그리퍼 등 요소 부품기술을 제품의 신뢰성 및 단가 경쟁력 확보를 위한 핵심 기술력으로 인식하고 집중 투자 중

- 현재 부품의 정확성, 신뢰성, 내구성 측면에서 일본, 유럽 등에 비해 현저히 낮은 단계이나, 구동기, 감속기 및 일부 센서 등에 대해서는 각자 국산화 기술을 보유해가는 단계로 상호 경쟁 관계
- 산업용 로봇은 우리나라와 중국 모두 로봇 부품기술의 약점을 안고 있으며, 현재 전반적으로 우리나라가 앞서 있으나 중국 내수시장 및 전략적 기술 획득으로 최근 기술경쟁력 급상승
- 중국의 산업용 로봇 경쟁력은 내수시장의 확대, R&D 및 M&A 등 기술획득 전략을 통해 최근 급성장 중
- 중국은 2013년부터 물량 기준으로 세계 최대 산업용 로봇 시장으로 올라섰으며, 2019년 세계 시장의 약 40% 이상을 점유할 것으로 예상됨. 향후 중국은 세계 최대 로봇 소비국이자, 로봇 생산국으로 성장 전망
 - 중국은 내수시장 산업용 로봇의 약 30%를 자국 기업이 점유하고 있으며, 향후 빠른 속도로 증가 전망. 특히 중국 메이디 그룹이 독일 최대 산업용 로봇 메이커 KUKA 인수 후 다관절 로봇 분야 경쟁력 크게 향상
 - 중국은 2015년 수립한 5개년 로봇산업발전계획에서 10대 로봇 안에 전통적인 산업용 로봇인 용접로봇을 포함하여, 프로그래밍용 스마트 산업용 로봇, 양팔 로봇, 협동로봇 등 차세대 산업용 로봇 기술을 집중 개발 중
- 우리나라 산업용 로봇 생산은 세계 4위에 위치해 있으나, 난이도가 높은 제품, 핵심기능의 부품 및 원천기술의 경쟁력 강화가 필요
- 우리나라는 로봇밀도(종업원 1만명 당 산업용 로봇대수) 측면에서 2015년 531대, 2017년 710대로 큰 폭으로 성장하고 있으며, 8년째 압도적인 세계 1위를 유지하고 있음
 - 우리나라의 산업용 로봇 생산의 대부분은 스카라 로봇, 직교좌표 로봇이 주를 이루어 왔으며, 상대적으로 난이도가 높은 다관절 로봇 분야는 5% 이내의 점유율에 그치고 있음. 현재는 협동로봇 제품군에 R&D 투자 중
 - 현재는 전반적으로 중국 대비 우리나라가 비교우위의 기술 수준을 보이고 있으나, 향후 중국이 중단기적 전망에서 다소 유리한 위치에 점유 예상

- 우리나라와 중국의 서비스 로봇 기술은 R&D 및 창업 초기 스타트업 업체 육성 등 미래를 준비하는 단계
 - 중국은 서비스로봇 개발에 집중적으로 투자하고 있으나, 다양성 측면에서는 부족한 상황
 - 중국은 2015년 수립한 5개년 로봇산업발전계획에서 중량급 AGV, 소방구조 로봇, 수술 로봇, 지능형 공공서비스 로봇, 지능형 간호 로봇 기술을 포함하여 관련 서비스 로봇 관련 기술 개발에 집중 투자
 - 중국 민간에서는 창업 초기의 스타트업 업체들을 중심으로接客 로봇, 소셜 로봇, 교육용 로봇이 활성화 되어 있으나 다양성 측면에서는 다소 부족
 - 우리나라 서비스 로봇은 최근 선정된 로봇산업 5대 유망품목 안에 의료재활 로봇, 무인이송 로봇, 소셜 로봇, 안전 로봇 등이 포함되었으며, 해당 분야의 R&D 투자가 활발히 이루지고 있음
 - 안전로봇, 공공서비스로봇, 수술용 로봇 기술도 양국 모두 사업화를 위한 핵심기술 연구단계에 있는 유사한 수준이며, 해당 제품군의 시범 활용 측면에서 중국이 다소 우위
- 향후 중국의 기술경쟁력과 우리의 대응 전략
 - 중국 기술로드맵 목표 달성 시, 중국은 산업용 로봇 분야에서 시장 점유율 세계 최고, 산업용 로봇 기술력 최고 수준 달성이 가능하고, 시장 규모를 기반으로 한 서비스로봇, 로봇용 부품 기술 또한 상위권 도약 가능
 - 국내 산업용 로봇 분야에서는 두산로보틱스, 한화정밀기계, LG전자 등 대기업에서도 협동로봇, 다관절로봇 분야에 대한 투자 대폭 확대 진행 중
 - 제조기반이 강한 국내 산업환경을 활용하여 공정기술, 인공지능, 빅데이터 등이 결합된 스마트 공장을 위한 차세대 산업용 로봇 기술 및 지능형 물류 분야에서 중국, 일본과 경쟁 가능할 것으로 기대
 - 안전 로봇, 소셜 로봇, 의료 로봇 등 서비스 로봇 분야는 시장 규모에서 장점을 가진 중국 기술과 치열한 경쟁이 예상되며, SW 기술의 차별화와 제품 품질 및 신뢰성 확보를 위한 전략이 필요

다. 반도체 장비

□ 중국의 기술노선도

연도		2011-2015년		2016-2020년		2021-2025년		2026-2030년	
분류									
시 장	전세계 시장	세계 집적회로 시장규모 2995~3352억 달러, 연평균 증가율 2.3%		세계 집적회로 시장 규모 3,361억~4,000억달러, 연평균 증가율 3.5%		전세계 집적회로 시장규모 4,000억~5,375억 달러, 연평균 증가율 33%			
	중국 시장	중국 집적회로 시장규모 1,215억~1,660억 달러, 연평균 증가율 6.4%로 세계시장의 53% 점유		중국 집적회로 시장 규모 1,805억~2,408억 달러, 연평균 증가율 5.9%로 세계시장의 60% 점유		중국 집적회로 시장규모 2,528억~3,814억 달러, 연평균 증가율 4.2%로 세계 시장 70% 점유			
	중국 자체 생산액	중국 자체생산액 291억~544억 달러, 연평균 증가율 13.3%, 중국 국내시장의 33% 공급능력		중국 자체생산액 653억~1,400억 달러, 연평균 증가율 16.5%, 중국 국내시장의 58% 공급능력		자체생산액 1,502억~3,051억 달러, 연평균 증가율 7.3%, 중국 국내시장의 80% 공급능력			
목 표	집적 회로 제조	65~40nm제조기술		28nm제조기술		20~14nm 제조기술		국제적으로 보조를 맞춤	
		제조생산 20만 개/월(12인치)		제조생산 70만 개/월(12인치)		제조생산 100만 개/월(12인치)		제조생산 150만 개/월(12인치)	
	집적 회로 설계	28nm		20~14nm		국제적으로 보조를 맞춤			
		설계업 생산액 200억 달러, 전세계 20%		설계업 생산액 400억 달러, 전세계 25%		설계업 생산액 600억 달러, 전세계 35%			
	집적 회로 패키지	실링업 생산액 100억 달러, 전세계 35%		실링업 생산액 200억 달러, 전세계 45%					
MCP(Multi Chip Package) (다양한 반도체 실링)		3D Package		MCO(Multi-component integrated Circuits) (다양한 부품의 집적회로)					
제 품 · 기 술	집적 회로 제조	HK금속격자 및 SiGe 응력		FinFET		신형 부품			
		2번 노출		여러 차례 노출		EUV		MIL/ 다발 노출	
		12인치 실리콘판		18인치 실리콘판					
		19nm 레지스트		EUV 레지스트		DSA 재료			
		65~32nm 포토마스크 재료 및 패키지 기술		20~14nm 포토마스크 재료 및 패키지 기술					
		나노 수준 초정밀 연마 패키지 기술		초 고순도 재료 정제와 공급기술					
발 전	집적 회로 설계	싱글코어/ 듀얼코어서버/ 데스크탑컴퓨터 CPU		멀티코어서버/ 데스크탑컴퓨터 CPU		Core negative device/데스크탑 컴퓨터 CPU			
		저전력 고성능 매입식 CPU		저전력 멀티코어 매입식 CPU		초저전력 근사임계 사물인터넷 SoC			
		FPGA		동적재구성칩					
		FG Flash		CT Flash		V-NAND Flash			

주요 장비 및 재료		DRAM		DRAM&Emerging Memory (RRAM, MRAM)	
		스마트폰/PAD SoC		AI 증강 개인 단말기SoC	
	집적 회로 패키지	Multi area flip chip display package			
		더블칩팬아웃VLP		3D SIP	MCO
		3D 메모리			
	제조 설계	90~32nm 기술 설비, 국산 설비의 동일 기술설비 점유율 50%		20~14nm 기술 설비, 국산 설비 30% 차지	18인치 기술 설비
	포토 에칭 머신	90nm 포토리소그래피		침몰식 포토그리그래피	EUV 포토그리그래피
	제조 재료	65~32nm기술재료, 국산 재료 동일 제품 점유율 50%		22~14nm 및 이하 기술재료, 국산 재료의 동일 제품 점유율 50%	원재료의 국산화
	패키지 설비 및 재료	고밀도 패키지 고급장치 및 조립 재료, TSV 제조 부분의 핵심장치 및 재료, 설비 국산화 비율 30%		패키지 핵심설비 및 재료 국산화 비율 50%	패키지 설비

■ 중국제조 2025의 반도체 장비 개발 계획과 우리나라 현황 비교

- 중국은 반도체 제조장비 중 노광장비 개발을 추진하고 있으며, 노광 외에 증착, 에칭, 세정, CMP 등 전공정 장비는 이미 상당한 연구개발 진행 중
 - 중국의 노광장비 개발은 정부의 주도 하에 지속적인 기술개발과 자국의 시장에 진입할 때 우리나라를 앞서 나갈 것은 자명
 - 중국의 노광장비 개발 시 중국 반도체 생산 라인에서 자국산 장비를 일정 비율 강제할 가능성이 높으며, 이로 인한 경쟁력 강화 예상
 - 우리나라의 노광장비는 국내 기업에서 개발하였으나, 글로벌 장비기업과 기술 격차는 상당히 존재하여 상용화 가능성은 매우 낮은 상황
- 중국제조 2025의 반도체 장비 기술노선도에 의하면, 2020년까지 90~32nm 설비의 국산화 50%, 2025년 경 20~14nm 설비의 30% 국산화 등 매우 도전적인 목표를 제시하고 있으나, 실현 가능성은 희박해 보임
 - 반도체 전공정 장비를 장악하고 있는 글로벌 업체 AMAT, Lam Research, TEL, ASML 등과 기술격차 존재

- 전공정에 비해 상대적으로 기술 요구수준이 낮은 후공정의 패키징 공정 장비의 경우는 중국의 집중적 투자에 따른 기술성장은 가능할 것으로 보임
- 다만, 중국의 거대한 메모리반도체 내수시장과 우주·항공·국방 등 비메모리 반도체 시장의 수요 증가 등으로 설계·제조기술을 비롯한 관련 장비산업의 성장이 급속히 진전될 것으로 보임
- 우리나라 반도체 장비의 국산화율이 18.2%(17 기준)⁷⁾ 수준에서 중국의 기술 노선도 달성에 따른 위협 등을 논하기 보다는 중국 반도체 장비 기술의 획득 전략 등에 관심을 가질 필요가 있음

라. 농기계

□ 중국의 기술노선도

연도		2020년	2025년	2030년
분류	수요	혁신적 구동 발전 전략, 농촌 진흥 전략을 실시하여 신 공업화, 정보화, 도시화, 농업 및 농촌의 현대화를 동시에 추진		
		농업 발전 방식을 전환하여 1차, 2차, 3차 산업을 융합 발전시키고 식량, 식품, 생태계의 3대 안전을 보장하며 공급자의 구조적 개혁 추진		
		정보통신, 바이오, 신소재, 신재생에너지 등의 기술을 광범위하게 응용하여 농업 장비 산업의 품질 향상 및 이익 증대 추구(기능 및 품질 개선, 품종 증가, 산업 영역 확대 등)		
목표	규모적 발전	생산량 약 6000억 위엔, 주요 농작물 재배의 기계화 수준 70% 달성	생산량 약 8000억 위엔, 주요 농작물 재배의 기계화 수준 80% 달성	생산량 약 1억 위엔, 주요 농작물 재배 전면 기계화
	품질의 효과와 이익	트랙터와 콤바인의 평균 고장 간격 시간 각각 250시간, 60시간으로 감축	트랙터와 콤바인 평균 고장 시간 각 약 350시간, 100시간으로 감축	주요 농기계 제품의 평균 고장 간격 시간 세계 수준 달성
	구조의 최적화	중국 내 농기계 시장 90% 이상 석권, 대형 트랙터와 채면기의 30% 이상 공급능력 확보 및 세계적인 유명 브랜드 1-2개 보유	중국내 농기계 제품 시장의 95% 이상 석권, 대형 트랙터 및 채면기 시장의 60% 이상 공급능력 확보, 세계적 일류 기업 1-2개 보유	중국내 농기계 제품 시장의 95% 이상, 고급 농기계 장비 30% 이상을 차지하는 공급능력 확보, 세계 선두 기업 1-2개 보유
	지속적 발전	파종, 시비, 시약, 관개의 변량 작업 실시	파종, 관개, 식물보호, 수확 등 주요 생산 부분의 스마트 업무 실시와 사육, 착유기의 로봇화	
		농업생산의 정보화 해결 방안	스마트 장비, 스마트 관리 서비스를 핵심으로 하는 스마트 농업 생산 기술의 장비 체계	

7) SEMI, 이코노미스트 1447호(2018.8)

주요제품

신식 고효율 트랙터	150-200마력 동력 부하 변속 트랙터 상업화			
			200-400마력 stepless 변속 트랙터 상업화	
			25마력 이상 전력 트랙터의 상업화	
변량 시비 파종 기계	벼와 밀 변량 시비 파종기의 상업화			벼와 밀, 옥수수, 대두, 채소 등 스마트 시비 파종기의 산업적 응용
		옥수수, 대두, 채소 등 변량 시비 파종기의 상업화		
고속 재배기	비료 양과 작업 조절 기능을 갖춘 변속 벼 파종기의 상업화			
			작업 측정 제어기능을 갖춘 전자동 고속 이식기(정식기)의 상업화	
고효율 수확기			대형 스마트 곡물 콤바인의 상업화	곡물 콤바인의 스마트 응용 및 상업화
	채면기의 스마트 응용 및 상업화		수확 및 포장 통합형 스마트 채면기의 상업화	
		옥수수 낱알, 사탕수수, 유채, 짚 및 목초 수확기의 상업화	옥수수 낱알, 사탕수수, 유채, 목초 수확기의 스마트 응용 상업화	
종자 번식과 선별기	꼼꼼한 모판 정비기, 수분기의 상업화			모판 정비, 파종, 수분, 클린 수확기의 스마트 응용과 상업화
		정량 교차 파종, 클린 수확기의 상업화		
	종자 디지털 건조, 스마트 펠렛, 계수 포장과 추적 설비 상업화		꼼꼼한 선별, 종자의 활성 및 건강상태 검사 설비 상업화	종자 건조, 펠렛, 선별, 활성 검사, 포장, 추적 등 종자 가공 스마트 설비의 산업 응용
가축 농기계	환경 정밀 제어, 개체 정밀 사육 설비의 일반적 응용		스마트 설비, 사육, 행동 모니터링, 환경 제어 등 스마트 설비의 상업화와 응용	
	축산 채집 스마트 설비의 일반적 응용			착유 로봇 등 산업의 응용
	가축 분변 및 병으로 죽은 가축의 무해 처리 스마트 설비의 일반적 응용			
농산물 가공 기계	곡물 및 과일, 자동화 스마트 가공 설비의 상업화			곡물 과일과 채소 등 품질 검사, 등급, 포장, 추적 등 스마트 설비의 산업 응용
	과일과 채소의 고효율 선별, 규격별 커팅 자동화 설비의 상업화		과일과 채소 등급, 자동화 기능 포장 설비의 상업화	
	50000개/시간 이상의 알 검사 등급 포장 설비의 개발 및 응용			
	소양 도축 자동화 설비 상업화			가축 도축, 분할, 수산물 껍질 벗기기, 유제품 용기 포장과 등급 분류, 포장, 추적 등 스마트 설비의 산업 응용
		가축 분류, 수산물 처리 자동화 설비의 상업화		
	농산물 가공 부산물 친환경 다원화 이용 설비의 상업화와 응용			

핵심부품	농업용 디젤 엔진	비 도로 IV 이상 배출	
		전기 제어 시스템 등 핵심 부품 및 시스템과 완제품의 자유화	
			대형 트랙터, 콤바인 등 설비 수요에 부합
	전동 유압식 연동 및 제어 시스템	대형 트랙터, 콤바인 유압 풀 서스펜션, 조향 드라이브 액셀의 국산화 개발	
			버스 제어의 스마트 전기 제어 유압 시프트 시스템의 국산화 개발
		Stepless 변속기의 시리즈화와 국산화	
	전용 센서 및 계기	시비 파종 기계의 작업 깊이, 파종량 및 빠뜨린 곳을 검사하는 센서의 산업적 응용	
		식물보호기의 분무량, 압력, 살포 면적 등 관측 제어 센서의 산업적 응용	
		수확기의 손해, 생산량 흐름과 곡물 수분 검사 등 검사 센서의 산업적 응용	
		토양 질감, 종합적인 비옥토, 동식물 자이오, 생장 정보, 농지 및 시설 환경 등 검사 센서의 산업적 응용	
	네비게이션 및 스마트 제어 장치	농업 기계의 네비게이션 포지셔닝 장치의 산업적 응용	
			농업 기계 작업 대상 추적 장치의 산업적 응용
		종묘 운반, 재배 파종 스마트 자동 제어 작업 장치의 산업적 응용	시비 관개, 시약 스마트 변량 작업 시스템의 산업적 응용
공통핵심 기술	농기계 디지털 모델링, 가상 설계, 다이나믹 시뮬레이션 검증 등의 기술과 작업 부하, 실효 특징 등의 검사, 신뢰성 실험 등의 기술, 핵심 부품 표준 검증 기술		
	자동 농기계의 stepless 변속 전동 기술		
	토양, 동식물, 환경 등 정보 감지 기술		
	파종, 식물 보호, 수확 등 작업 스마트 모니터링, 고정도 네비게이션 및 포지셔닝 기술		
	자체 작업, 다양한 기기의 협력, 스마트 정책, 고장 진단, 원거리 조작 등 농기계 스마트 작업과 관리 기술		

■ 중국제조 2025의 농기계 개발 계획과 우리나라 현황 비교

- 중국제조 2025 농업기계의 기술노선도 초점은 농촌진흥 전략 하에 농업의 정보화, 도시화 및 농업·농촌의 현대화 추진에 목표
 - 중국은 큰 내수시장을 기반으로 규모 확대, 품질 확보, 고성능화 등 관심
 - 주요제품으로는 고효율 트랙터, 벼·밀 등의 파종기, 수확기, 선별기, 농산물 가공기 등의 개발에 초점

- 핵심부품으로는 농업용 디젤엔진, 전자-유압 제어기, 전용센서, 스마트 제어기 등의 개발에 목표
 - 공통 기술로 농기계 디지털 모델링, 가상설계와 농기계 무단변속기술, 환경감지 기술, 핵심재료기술, 작업 스마트화, 신뢰성 확보기술, 표준화 등
- 중국의 농기계 개발 목표는 우리나라와 유사하며, 현재 2~5년 정도 앞섬
 - 우리나라와 중국의 시장 규모 및 농업의 형태가 다르기 때문에 기술 수준을 단순 비교하기는 어려움
 - 개발 대상(농기계의 고효율 트랙터, 벼 등의 파종기, 수확기, 선별기, 농산물 가공기)은 국내 농기계 개발 대상 유사
 - 개발 대상을 위해 필요한 핵심부품 및 공통핵심기술도 유사
 - 농기계 디지털 모델링, 가상설계와 전자-유압 제어기술, 무단변속기술, 환경 감지기술, 핵심재료기술, 작업 스마트화 기술, 신뢰성 확보기술, 표준화 등은 원천기술에서 국내수준이 2~5년 정도 앞섬
- 중국제조 2025 기술노선도의 목표 달성 시 중국은 우리나라와 대등한 수준의 농기계 기술을 확보할 것으로 예상
 - 트랙터 등 대부분 장비의 대형화 개발로, 중소형 농기계에 집중하는 우리나라와 일부 기종에서 기술 우위 차별화가 있을 것으로 전망
 - 2015년 기준 중국 트랙터 시장은 중형 트랙터(25~80마력)가 61.56 %를 점유하고 있으며, 100마력(73.5kW) 이상의 대형트랙터는 17.4 % 점유하며, 2030년에는 200~400마력(147~294kW) 초대형트랙터를 개발
 - * 임채환(2018)⁸⁾에 의하면, 2015년의 중국 트랙터 시장은 전년도 대비 130~139마력(95.6~102.2kW)은 206.9%, 160~179마력(117.7kW~131.7kW)은 224.4% 등 초대형 트랙터 수요가 크게 증가한 것으로 분석
 - 특히, 2020년 이후에는 2차 전지 활용 친환경 트랙터 개발 추진
 - 전자-유압기기, 센서, 제어기 및 스마트화 핵심부품 및 기술에 대한 발전 속도가 빠르기 때문에, 중국과 기술 수준이 대등해질 것으로 예상함

8) 임채환(2018), 중국의 농기계산업 동향, 한국농촌경제연구원

3. 대응 방안⁹⁾

□ 공작기계 등 기계가공 제조장비

○ 현황 및 이슈

- 중국의 공작기계 시장은 전 세계 소비의 36%를 점유하는 최대 시장으로, 최근 중국의 전방산업 제품의 품질 향상으로 고정밀 고가 장비로 수요 이동
- 중국 공작기계 매출 1, 2위 심양기상창, 대련기상창의 경영 위기와 대만 자본의 글로벌 공작기계 그룹 FFG의 성장
- 중국제조 2025의 5축 가공기의 기술내재화 전략 추진

○ 우리의 대응 방안

- 매출 확대보다는 CAE 기반의 가상설계를 통한 품질향상으로 가성비 높은 공작기계 개발
- 한국형 CNC 기술 개발 및 한중 FTA 수혜를 받아 국내 생산기지화
- 국내 정밀기계 및 부품 기업의 매각에 주의하고 국내 산업 인프라 강화

□ 산업용 로봇

○ 현황 및 이슈

- 중국의 전기전자 및 자동차 생산 급증에 따른 산업용로봇 시장 연평균 25.6% 성장
- 정부의 대규모 투자를 기반으로 공격적인 사업 전개를 추진하고 있으나, 핵심 부품의 국산화가 이루어지지 않아 선진사 대비 기술격차 심함
- 전통적 제조자동화 외에도 협동로봇 등 유망분야 집중 투자 중

○ 대응 방안

- 선진사와 격차가 작고 중국에 대응 가능한 고부가 품목(협동로봇 등) 집중 육성
- 로봇분야 핵심부품에 대한 한·중 공동개발 후 중국시장 동반 진출
- 핵심부품 공동구매 등을 통해 일본-독일 등 선진사 가격경쟁력 대응

9) 한국기계연구원(2019), 중국 제조업 부상, 우리의 대응 전략, 제조장비산업 경쟁력 강화 방안, 자체보고서 참조

□ 반도체 장비 등 IT 제조장비

○ 현황 및 이슈

- 중국은 세계 반도체 수요의 59%를 차지하며, 이를 해결하기 위한 반도체 굴기 정책으로 노광장비를 비롯한 전공정 장비에 상당한 연구개발 진행
- 중국제조 2025 추진을 위해 세계적 장비, 소자업체 인수합병을 추진하고 있으나, 미국의 반도체 장비 수출 제재 등으로 계획 지연되는 현상 발생
- 특히, 자국산 장비를 일정비율 투입할 경우 급격한 기술적 성장 예상

○ 대응 방안

- 반도체 공정 및 양산기술의 우위를 바탕으로 다품종 소량 고부가 제품 개발에 집중
- 반도체 생산업체와 국내 장비업체들의 전략적 컨소시엄을 구성·협력
- OLED 생산장비 개발 및 중국과 기술격차가 큰 장비의 기술보호

□ 농기계 등 현장 작업기계

○ 현황 및 이슈

- 중국은 2018년 도시화율 56%로 농촌 인구의 축소에 따른 농촌의 규모화 경영 시작
- 중국 농기계 수요시장은 세계 최대('18 기준, 436억 달러)이며, 대형 고급 동력기계의 90%는 해외 기업에 의존하나 트랙터 및 콤바인 생산량 세계 1위
- 대형 농기계 개발과 함께 Big Data 기반의 농업 추진(24개 성에 트랙터 3만대 배치 운영하면서 트랙터 운영 관련 데이터 축적)

○ 대응 방안

- 스마트 농업분야를 위한 관련 핵심 인프라 및 자율작업 농기계 개발
- 핵심 유압부품의 농기계·건설기계 공용화 및 유압업체 육성
- 중대형 친환경 엔진 개발 등 친환경·고부가 제품 개발

참고문헌

European Chamber, China Manufacturing 2025: Putting Industrial Policy Ahead of Market Forces.

Expert Commission for the Construction of a Manufacturing Superpower, MERICS(2016).

Frost & Sullivan(2018), Will the Semiconductor Capital Equipment Market Continue to Grow.

Mercator Institute for China Studies(MERICS), Made in China 2025, No 2, 2016.12.

KOTRA(2018.6.17.), “중국 제조업과 스마트 제조”, KOTRA 해외시장뉴스.

SEMI, 이코노미스트 1447호(2018.8).

U.S. Chamber of Commerce, Made in China 2025: Global Ambitions Built on Local Protections.

國務院, 『中國制造 2025』

국가제조강국건설전략자문위원회·중국공정원전략자문센터(2018), 중국제조 2025, 중점분야 기술혁신 기술로드맵(2017), 전자공업출판사, 베이징.

인민망(2018.1.30.), 중국제조 2025 성과 및 계획 발표.

임채환(2018), 중국의 농기계산업 동향, 한국농촌경제연구원.

한국기계연구원(2019), 중국 제조업 부상, 우리의 대응 전략, 제조장비산업 경쟁력 강화 방안, 자체보고서.

기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 94 중국제조 2025 주요 제조장비 개발 계획과 대응 전략

| 발행인 | 박천홍

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2019.06.

| 기획·편집 | 연구전략실

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7682

