

铁建重工自主研发盾构机核心技术——

## “地下蛟龙”筑山海通途

本报记者 刘麟 谢瑶



## 慧眼观企

在北京东六环入地改造工程中，长150米、重4300吨的国产最大直径盾构机“京华号”成功穿越了首个特级风险源；在广东东莞虎门镇，我国最深海底隧道盾构机“深江1号”正在向珠江口106米的海底深处掘进……这些体形巨大、犹如“地下蛟龙”的施工利器，都来自中国铁建重工集团股份有限公司。

十几年前，我国盾构机主要依赖进口，甚至盾构施工都难以独立完成。如今，国产盾构机在国内新增市场占有率达到了95%以上，并占据了全球三分之二的市场份额。在此期间，铁建重工推动以盾构机为代表的地下工程装备产业发展，在“强投入”的创新驱动下，充分活用“揭榜挂帅”机制，激活科技创新强劲动能。

通过做强地下工程装备主导产业锻长板、持续研发关键核心技术补短板，铁建重工实现了技术从跟跑、并跑到部分领跑，产品从进口到出口的巨大跨越。

## 提升创新活力

“京华号”“深江1号”“锦绣号”……这些都是集开挖、支护、出碴等功能于一体的高端地下工程装备。在铁建重工长沙产业园的生产车间里，工人们驾起天车，或拉或顶，吊装分块盾体，一台台盾构机从这里整装出厂，走向全国，走向世界。

在近期披露的铁建重工2021年年报中，一组数据引人注目：2021年，企业研发投入达6.78亿元，占营收比例7.12%；研发人员1413人，占总人数28.6%。

“企业一直以来都很重视科技创新资源投入，科技创新始终保持两个比例不变，即每年研发经费投入占营业收入不低于5%，研发设计人员占员工总数的比例不低于20%。”铁建重工科技发展研究院院长廖金军说。从数据看，铁建重工2019年、2020年、2021年研发投入占营收比例分别为6.43%、7.27%和7.12%，高于同行业公司研发投入水平。

企业想要获得长远发展，光有投入还不够，还得用活机制。廖金军介绍，盾构机技术十分复杂，涉及机、电、液、光、控制、智能、岩土、工程等多学科和多领域的高精尖技术，需要跨学科、跨部门、跨行业协同攻关。

近年来，铁建重工颠覆了以往直接申报科研项目的模式，实施了“发布指南，征集难题，总师挂帅，组队实施”的科研项目管理机制，充分发挥“揭榜挂帅”机制作用。铁建重工根据产业规划制定科研项目指南，明确指标张榜公布项目；实施总师公开竞聘揭榜，“英雄不问出处”；打破部门墙、专业墙限制，不同研究院、不同专业人员进行自申报，与项目总设计师双向选择，形成研发团队协同研发；授权赋能，总师挂帅，组织项目实施；每个项目评定总积分，项目总师负责实施过程积分分配。

廖金军说，通过机制创新，大大提升了企业科研创新活力，实现被动创新为主动创新，科研立项数量加倍增长。2021年，铁建重工新增授权专利346件，累计专利总数为1554件，其中发明专利“敞开式掘进机”获中国专利金奖。

## 强化技术优势

在铁建重工盾构机总装车间里，一台直径6.87米的泥水平衡盾构机开始装配。“这是一台出口新加坡的盾构机，计划6月工厂验收。”铁建重工泥水盾构研究所工程师王朝辉一边比对着图纸一边说。

在他们研制的设备中，直径6.87米算是个“小个头”。王朝辉所在的这个车间，自2020年以来，已陆续出厂了多个直径14米及以上的“大个头”盾构机，超大直径盾构机打破了国外品牌的垄断。

铁建重工掘进机研究院副院长张帅坤告诉记者，相比6至8米常规直径，8至14米大直径盾构机，14米及以上超大直径盾构机的系统集成更复杂，加工制造更困难，可靠性要求更高，工程应用风险更大，一直是国产盾构机技术研发和推广应用的薄弱领域。以“京华号”为例，这是国内企业首次锻造16米级超大直径盾构机，研发与设计充满挑战。“我们潜心攻关2900多个日夜，陆续解决了多个关键系统设计、制造技术难题。”“京华号”无论是尺寸规模，还是技术应用，都达到世界领先水平。张帅坤自豪地说。

据统计，2020年以来，铁建重工已经成功研制6台15米及以上超大直径盾构机，分别应用在杭州艮山东路、下沙路项目，长沙湘雅路过江通道，安徽芜湖过江隧道，北京东六环改造，珠海横琴村洲隧道工程跨海隧道等工程中，巩固了国产超大直径盾构机核心技术自主可控能力，推动中国高端地下工程装备领先世界。

国产装备提速重大工程，重大工程助攻国产装备。目前，铁建重工研制的盾构机在主驱动集成、变频驱动和控制、高承压主驱动密封、高精度隧道导向、设备姿态监控等方面，均已达到国际先进水平，其中常压换刀、开挖舱作业机器人、永磁同步驱动、电液混合驱动、大理深可变速设计方法等技术已实现世界领先。

以电液混合驱动技术为例，传统设备多为单动力驱动，在硬岩层开挖选择转速更高的电机驱动，软岩地层开挖则选择液压马达驱动。铁建重工研发团队通过创新运用液压马达和电机双驱动，实现速度与马力的自如切换，破解了困扰隧道掘进行业多年的世界级难题——“卡机”问题。

## 加快数字化转型

当前，制造业数字化转型升级已成为企业发展新趋势。作为传统制造企业，在产业升级的风口，铁建重工围绕数字化转型升级进行了诸多探索与尝试，着力推进以研发设计数字化、产品机器人化、制造智能化、服务数智化、管理智慧化为技术方向的数字化转型。

“简单地说，就是要将产品塞进电脑、将车间搬上电脑、将隧道建在电脑。”铁建重工党委书记、董事长刘飞香比喻说，企业要构建产品设计、制造、施工全过程数字孪生系统，在虚拟空间中实现研发设计、模拟制造、模拟运行，满足定制化、个性化、多样化产品需求。

围绕产业智能化升级，铁建重工打造了

左图 2021年12月，我国最深海底隧道盾构机“深江1号”刀盘吊装下降。（资料图片）

下图 国产最大直径盾构机“京华号”。黄杰摄（中经视觉）

具有智能感知和分析决策功能的地下工程装备，并在高原铁路、郑万高铁等重点工程中实现应用，有力助推了地下工程建设的少人、无人作业。

随着一批国家战略性工程的开工建设，我国对高端地下工程装备的需求与日俱增。“部分国产配套核心基础件可靠性不足，性能指标不能满足设计要求，产品智能化程度有待提高等问题，是今后亟待制造企业解决和攻克的重点。”刘飞香说，比如盾构机的一些核心零部件，由于应用工况恶劣、产品可靠性要求极高、规格尺寸巨

大，对基础设计理论、原材料、热处理、制造加工工艺、装配与试验能力提出了近乎苛刻的要求。

“铁建重工正依托多项国家和省级重大科技项目，开展盾构机关键技术攻关，推动我国地下工程装备实现从关键零部件到整机的全面国产化，促进产业产品全面领先世界。”刘飞香说。

铁建重工

2021年

研发投入6.78亿元

占营收比例

7.12%

研发人员

1413人

占总人数

28.6%

2021年

新增授权专利

346件

累计专利总数

1554件

## 企业漫谈

国内短保面包行业代表公司桃李面包日前公布2021年年度报告显示，公司营业收入同比增长6.24%，净利润同比下降13.54%。这是桃李面包自2015年上市以来首次出现净利润下滑。

诞生于辽宁省的桃李面包成立20多年来，东北市场仍然是其营收、净利润的贡献主力。2021年东北市场营收占其总收入的比重超40%。近几年，桃李面包开始发力南方市场，但实际情况并不乐观。从2021年毛利率来看，东北地区为26.30%，华南地区却只有3.74%。

桃李面包采用的是“中央工厂+批发”供应模式，即在中央工厂集中生产面包后，通过集中物流配送，批发给本地及周边的商超、经销商。但随着消费者对面包口感、新鲜程度等方面的要求逐步提升，南方市场更多地采用“前店后厂”模式，将工厂制成的半成品配送至连锁店，经现场加工后进行售卖，这种自有品牌的面包更受消费者欢迎。因此，桃李面包的“中央工厂+批发”模式在南方市场面临较大压力。

在市场拓展过程中，桃李面包还面临着愈加激烈的行业竞争环境。盼盼、达利等国内食品龙头企业，以及宾堡等国际厂商纷纷入局短保面包行业。许多新兴烘焙品牌将烘焙、麻薯等中式糕点与新潮营销模式结合打造出的新国潮产品，受到年轻消费者青睐。

应该看到，烘焙行业还处于增量市场，面包的消费市场还很大，“去中央工厂化”的连锁业态也未到颠覆烘焙市场竞争格局的地步。面对越来越拥挤的赛道，桃李面包要实现“满天下”的目标，还需适应当前消费习惯和消费潮流的变化趋势，在产品上多创新，进一步依托技术研发能力实现产品的差异化和产业化。同时，加强产品营销能力，拓展业务链，逐步完善全国市场布局，找到企业新的增长点。

温济聪

## 云南白药发力“第二增长曲线”

本报记者 周斌 曹松

云南白药

2021年

实现营业收入

363.74亿元

同比增长11.09%

研发费用

3.31亿元

同比增长82.99%

云南白药集团股份有限公司2021年年报近日发布。经营数据显示，投资造成损益扰动，但主营业务表现稳健，药品、健康品、中药资源和医药物流四大事业部分别实现营收60.1亿元、59亿元、9.5亿元、233.4亿元。

其中，药品和健康品板块表现较为亮眼。云南白药行政中心总经理张泽斌介绍，药品板块通过深挖市场、全域营销，打造器械生态链，创下近5年来最快增速；健康品板块全面扩充产品矩阵，向个性化、数智化服务转型，牙膏品类在行业增速趋缓的情况下，仍然保持行业市场份额第一。

在做深做实现有业务板块的同时，云南白药积极探索“第二增长曲线”，在口腔科学、皮肤科学、女性关怀、骨伤科学等赛道开辟新业务。2021年，公司研发费用3.31亿元，同比增长82.99%，主要用于新增特医食品研发注册及生物医学护肤研发两大项目。

西南证券分析师杜向阳认为，公司四大业务持续向好，骨伤科用药龙头地位稳固，牙膏、护肤领域新产品和新项目持续落地，未来公司应进一步聚焦主业，降低投资收益波动性。

药品研发存在高投入、高风险、长周期的特点。为了构建强大的自主研发能力和全球资源整合能力，云南白药在提升原有中医药研发能力的同时，正在构筑先进生物及化学医药产品研发能力，实现以用户需求为中心，整合多种产品形态打造医药综合解决方案。云南白药战略发展中心总经理、云南省药物研究所所长董汛介绍，目前，公司已建成7个国家级科研平台，3个省级实验室，研究中心，搭建了中央研究院，逐渐形成全国



化布局。

云南白药目前正处于混改和整体上市后的调整转型期，数字化是企业发展的必由之路。2022年初，云南白药获得互联网医院牌照，这是公司在大健康产业全域数字化、全链路数字化布局的重要举措。互联网医院将以数字智能引擎为驱动，以消费者需求为核心，将线上线下全渠道供应链深度融合，为消费者提供基于健康管理、慢病管理为核心的个性化解决方案。

据介绍，云南白药下一步将以内生式增长与外延式扩张“双轮驱动”公司发展，一方面，继续以

现有业务延伸和挖潜为公司的跨越迭代储能蓄势，顺应新的产业生态和商业数智互联浪潮，持续提升精细化管理运营能力，优化全链路渠道和产品梯队布局，各业务板块努力实现商业协同、技术互通、数据共享。另一方面，将通过兼并收购、专利授权引进、共建合资企业等多种模式并举的商业模式，继续推进海内外创新产品的导入，构建具备市场竞争力的产品、服务、业态矩阵。通过大数据服务平台围绕医疗端口打造综合服务能力，为云南白药转型为“综合解决方案提供商”奠定基础。