

钛合金粉末冶金注射成型 喂料技术成果



东莞钛特力科技有限公司

罗铁钢 (博士/教授)

报告内容

- 1 公司简介
- 2 PIM钛及钛合金的技术难点
- 3 喂料特点
- 4 喂料制备装备
- 5 致谢



东莞钛特力科技有限公司

公司简介

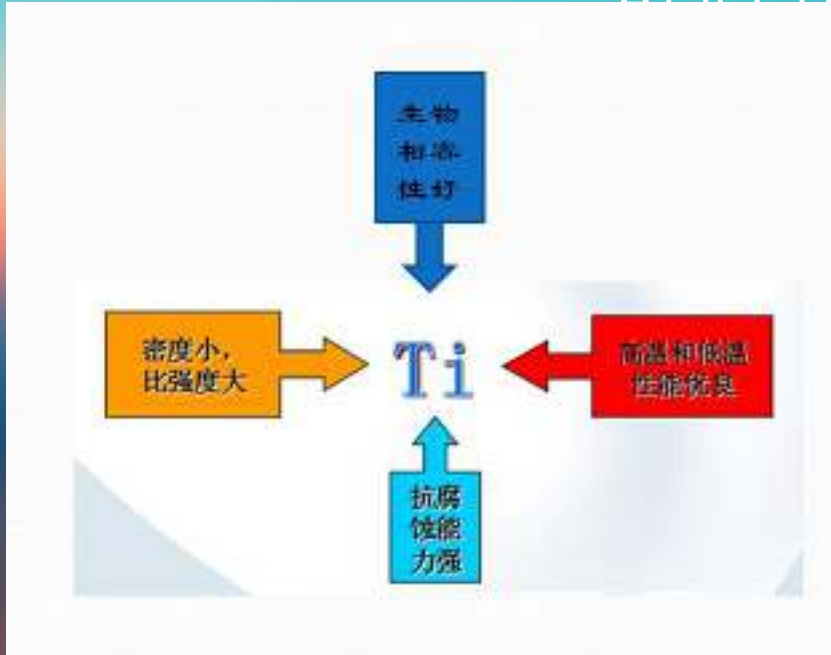
东莞钛特力科技有限公司是国内率先推出钛喂料的专业生产厂家，公司坐落于东莞市厚街镇，主要从事于钛合金、纯钛粉末注射成形喂料开发、生产及销售，我司拥有多台专业的钛合金喂料生产设备（气氛保护密炼机及气氛保护造粒机）和专业的检测设备。

结合北京科技大学专业技术及相关专业团队为钛粉末注射成型行业提供优质的钛喂料产品。我们助力为钛注射成型行业快速发展，深受广大客户的好评和赞扬。

2021年4月8日，东莞钛特力科技有限公司和广东省科学院材料与加工研究所正式签订合作协议。



钛的特点及应用



健康和美好生活的需要



Titanium and Titanium alloy取代Stainless Steel

穿戴产品 ———> 数十亿元

外科手术器械 ———> 全球约750亿美元

植入体 ———> 全球1000吨

三航、国防及其他 ———> 应用前景广阔



PIM钛及钛合金难不难？

难易是相对的

PIM钛及钛合金为什么难？

钛的活性极强，氧化、碳化及脏化后，不可逆。固相烧结，决定了性能要打折扣。

怎样制备高性能钛及钛合金PIM零件？

PIM钛及钛合金的技术难点：

高性能包括物理、化学、力学性能，还应包括切削性能

◆粉末

◆粘结剂

◆喂料

◆脱脂和烧结工艺技术

α 相 (hcp) $\xrightleftharpoons{-882^{\circ}\text{C}+}$ β 相 (bcc)

钛及钛合金喂料特点

本公司出品的钛及钛合金喂料采用多组元低分子量催化脱脂型粘结剂，能弱化脱脂条件，减少或避免杂质的残留，制备出的喂料兼具良好流动性和保形性、批量稳定性高、工艺适应性好和重复使用次数多。

There are many variations of passages of Lorem ipsum

ffered



穿戴产品



微创手术钳头



呼吸障碍矫治器零件

钛及钛合金喂料应用领域

PIM钛及钛合金已广泛应用于航空、船舰、国防军工等领域，是高品质穿戴产品、装饰件、医疗器械和种植体的理想材料，即将大量用于手机、电脑等关键零器件。

购买使用钛特力的喂料 钛特力提供后段技术指导



检验类别：委托检验			共2页 第2页			
样品名称	钛零件		牌号状态	/	型号规格	/
委托单位	广东省材料与加工研究所		送样数量	1	原 编 号	/
产品标准	/		联 系 人	罗铁钢	送样日期	2018.06.21
以上信息由客户提供						
样品性状	块状		检验编号	Y18-1196	报告日期	2018.06.22
检 验 结 果						
序号	项目	单位或符号	标准要求	实测值	判定	测试方法
1	化学成分					
	O	%	/	0.18	/	GB/T 4698.7-2011
	C	%	/	0.093	/	GB/T 4698.14-2011

经鉴定，整体技术
达到**国际先进水平**，并
获中国有色金属工业协
会科技技术奖二等奖。

O: 0.18%
C: 0.09%

钛特力喂料生产设备全部由昶丰机械供应 —混料—气氛保护密炼机(钛合金密炼机)

双层气氛保护装置，混炼过程中处于气氛正压状态。

第一层密炼室气氛保护，第二层整体机箱气氛保护

双层保护其目的：将密炼室内的空气中的氧含量排出，有效的隔离一些高要求的物料与空气中的氧气结合起化学反应，更好的达到物料的混炼效果。可以控制氧含量在1000ppm以内

该密炼机应用范围：钛合金粉末、铜合金粉末、铝合金粉末、硅铝粉末的混炼，及其他不能和氧起反应的高端物料。

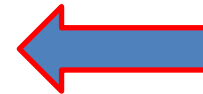
材料：采用整体特殊合金，热处理后表面做镜面降低摩擦系数及降低物料的污染斑点。



氧含量控制在
1000PPM值内



混炼
腔体与箱体



钛特力喂料生产设备全部由昶丰机械供应

—造粒—钛合金喂料造粒机

为什么需用造粒？优势在哪里？

1. 混炼好的成团料直接投入造粒机料斗无需人工粉碎, 直接造粒
2. 因为没有粉碎, 无二次污染, 减少粉尘污染, 及配方配比流失
3. 颗粒料注射中流动性更好, 提高了注射螺杆使用寿命
4. 造粒机造粒, 通过螺杆倍压进行二次混炼塑化, 增加气氛保护装置, 造粒过程保护钛合金物料不被氧化
5. 造出的颗粒会去除微气孔, 喂料颗粒更均匀、致密度更高。



颗粒喂料



混炼好的成团料
直接投入造粒机

东莞钛特力科技有限公司



气氛保护密炼机
(钛合金密炼机)



钛特力科技钛合金喂料

PIM用TC4、CPTi 喂料

密度 2.89g/cm^3

氧含量小于 2500ppm

收缩率 $1.180\text{---}1.200$

注射温度 $170\text{---}190^\circ\text{C}$

烧结产品的密度:

$4.30\text{---}4.45\text{g/cm}^3$

感谢各位的聆听，谢谢大家！

Thank you

气氛保护密炼机（钛合金密炼机）技术创新



东莞市昶丰机械科技有限公司



技术创新



品质保证

一.需求与时机

【东莞昶丰】

随着钛合金制品行业发展迅速，目前采用的金属粉末冶金注射成型工艺来生产钛合金制品越来越普及，做钛合金粉末注射成型的也越来越多，采用注射成型工艺需要进行钛合金喂料的混炼，钛合金物料由于性能特点，需要的混合制备必须具有在混炼过程中控制氧含量在2000PPM值（氧含量0.2%以下）。

同时也要具备耐磨、易清理、机械材质对物料无污染等功能，昶丰公司团队根据钛合金的这些特性，研发出了“（气氛保护密炼机）钛合金密炼机”作为钛合金喂料的专用混炼设备。

技术创新



品质保证

二.技术方案

【东莞昶丰】

1、超合金内胆，全新换装。采用优质高碳钢，镀硬铬耐磨处理。

采用进口全合金材料（无需喷涂、无需电镀）耐冲刷，耐腐蚀（盐腐蚀、酸腐蚀、碱腐蚀、硫化氢腐蚀等各类腐蚀）高精度，高光洁的效果。

2、密炼室可以完全打开，清理物料无死角。

密炼机混炼室采用液压系统自动推开，转子方便拆卸。打破传统混炼机清理难、换色难、维修难的缺陷。密炼室所有物料混炼接触面进行镜面抛光处理，高光镜面使物料不粘壁易清理，有效控制了机器污染物料这一难题。双层气氛保护装置，混炼过程中处于气氛正压状态。

3、密炼室气氛保护：

第一层保证密炼室内混炼物料的环境完全与外界隔绝。并且惰性气体是持续通入，保证了外界气体无法干扰混炼环境。

第二层、整体机箱气氛保护即整台设备放置在填充惰性气体密闭空间内在这个密闭空间上预留惰性气体的进气口、出气口及各种气体传感器的界面，以便检测密闭室内氧气的含量。

双层保护，结构紧凑严密，避免了一些高要求的产品与空气中的氧气结合起化学反应的弊端。

技术创新

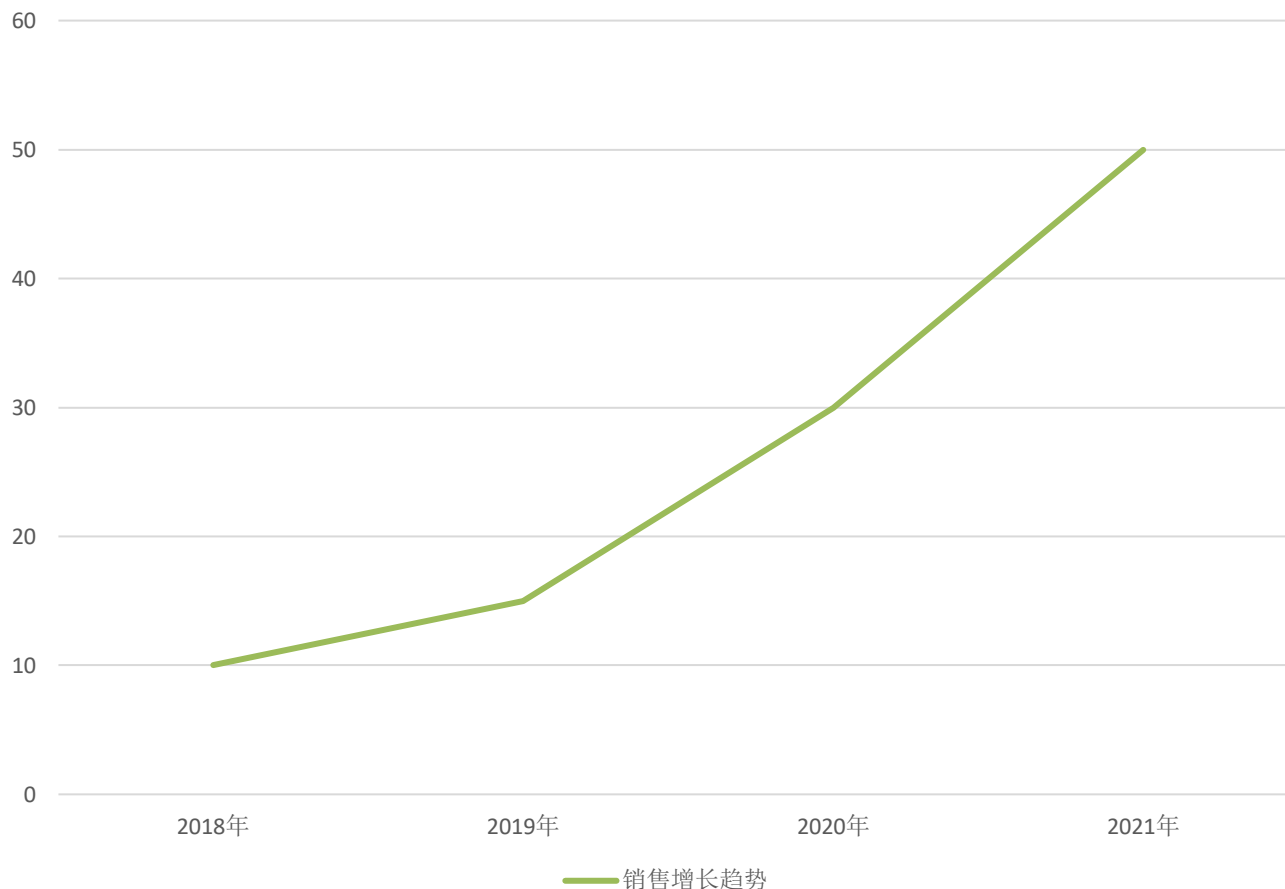


品质保证

三.市场应用规模

【东莞昶丰】

产品应用发展



技术创新



品质保证

四.竞争优势

【东莞昶丰】

此新型机器已申请:

发明专利号: 201611176197.X

实用新型专利号: ZL201621393834.4

外观专利号: ZL201730042871.4

并荣获广东省高新技术产品



技术创新



品质保证

气氛保护密炼机(钛合金密炼机)

【东莞相丰】

双层气氛保护装置，混炼过程中处于气氛正压状态。

第一层密炼室气氛保护，第二层整体机箱气氛保护

双层保护其目的：将密炼室内的空气中的氧含量排出，避免了一些高要求的产品与空气中的氧气结合起化学反应的弊端，更好的达到物料在密炼机上的混炼效果，

该密炼机应用范围：钛合金粉末 铜合金粉末 铝合金粉末 硅铝粉末的混炼，以及其他不能和氧起反应的物料。

材料：采用整体特殊合金热处理后表面做镜面降低摩擦系数及降低物料的污染斑点

一款充满创新基因的设备
献给行业所有的创新者们



氧含量控制在
1000PPM值内



混炼
腔体与箱体



此设备填补行业空白



技术创新



品质保证

五.团队

【东莞昶丰】

项目团队：

林涛：昶丰创始人之一，副总经理（生产总运营），负责公司所有生产事务，从事机械制造20年。

郑家军：昶丰创始人之一，副总经理（工程技术总工）负责昶丰机械设备的研发及设计，从事机械设计开发及制造10多年。

公司：

东莞市昶丰机械科技有限公司是专业从事研发设计，规划、制造密炼机、气氛保护钛合金专用密炼机、造粒机设备的整厂机械设备高新技术企业，公司注册资金1116万元，现有员工60多人，其中研发团队5人，专业的销售团队10人，生产团队40多人，专业售后团队3人，公司经过多年的努力与发展，现已发展成为一家现代化,专业密炼机、造粒机设备生产企业。获得公司专利26项：2项国际发明专利，4项国内发明专利，其他实用新型10多项。公司坐落于东莞市厚街镇，占地面积12亩，拥有独立的企业科技园(智能制造昶丰科技园)。公司建立独立的客户体验中心，拥有各种混炼、造粒实验设备提供给客户参观/试配方/打样，专业的研发设计团队可满足根据客户的特殊非标要求量身定做机型，得到广大客户的认可及好评，雄厚的技术力量及先进齐全的加工设备，训练有素的生产制造专业团队，结合现代化的管理模式，方便快捷的售后服务，促使我们的产品销往全国各地，出口20多个国家及地区，在该行业中成为专业的供货商。

技术创新



品质保证

[Titanium carbide TiC high strength and toughness steel hard project]

| 碳化钛TiC高强韧钢结硬质合金项目 |

| CONTENTS

1 - 项目概况

3 - 技术与产品

5 - 创新团队介绍

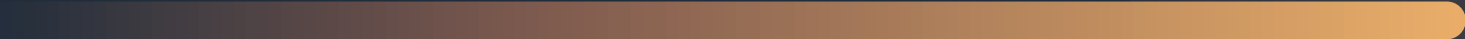
2 - 市场分析

4 - 竞争优势

6 - 收益预估



项目概况



项目概况

●●● [锦州博德新金属材料有限公司，注册资金**2000万**人民币，建设用**地65亩**。科研中试阶段，计划投资**980万**；成果转化生产投资计划**8000万**。] ●●●

高纯低氧
碳化钛粉
末的研制

GT35可加工
模具钢用于
高档模具的
加工制作

自蔓延高温合成
法SHS的应用及
液态烧结状态下的
粉末冶金技术

超高锰钢基
碳化钛钢结
硬质合金等
的研发





市场分析



市场需求

1

汽车及机械金属零部件的冷、温锻压模具，挤压模具，冲压模具等成形模具

2

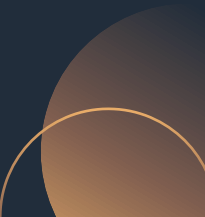
机械、冶金、石油、地质等高强度、长寿命耐磨件

3

粉末冶金模具；采煤、矿山、冶金等大型耐磨件镶嵌

4

其它特殊用途如：减摩轴承、减震刀杆等



应用方向（一）

★碳化钛TiC

1. 用作切削工具材料的添加剂和金属铋、锌、镉熔融坩埚，制备半导体耐磨薄膜，HDD大容量记忆装置。
2. 是硬质合金的重要成分，用作金属陶瓷，还可用来制造切削工具，炼钢工业中用作脱氧剂。

★ST系列不锈钢钢结硬质合金

产品具有良好耐腐蚀性和稳定性、高硬度和耐磨性，所以其应用范围非常广泛

应用方向（二）

★GM系列钢结硬质合金

主要行业划分主要为水泥、建筑、天然气及矿山。

铸钉及镶块具有很好的韧性及耐磨性，可采用电弧焊及镶铸等方式与其他材料连接，适用于制作冲击工具、鄂板、球磨机衬板、锤头、立磨磨辊、辊套，配件等。



矿山钎具根据用户的不同需要制作不同规格、不同形式（一字钎头、半球齿、弹头齿、抛物线齿等）的合金钎头。广泛应用于采矿、隧道掘进、地下厂房开挖等施工场所。是理想的钨结类型钎头的替代品。品质稳定，性价比高。



应用方向（三）

★GT35可加工工具钢钢结硬质合金

因产品具有很好的加工特性，该产品除了可以作为合金件使用外，可以作为模具钢使用，用来加工模具。

结合碳化钛的性能特点，GT35材质的加工性和热处理性能，加上良好的韧性，磨削时候有自润滑特点，降低摩擦系数，所在在导辊方面有很好的应用。



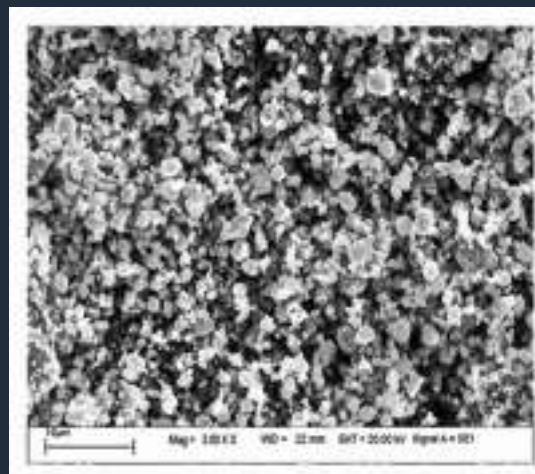
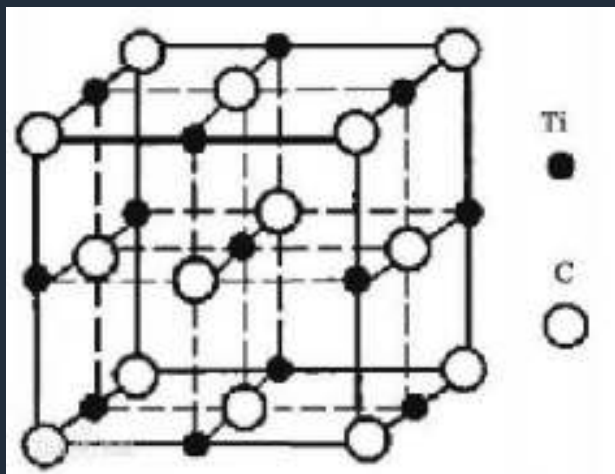


技术与产品

产品与技术亮点（一）

★ 碳化钛 (TiC) 粉末

碳化钛为黑色粉末，具有耐高温、抗氧化、强度高、导热性良好、韧性好等特点，尤其具有非常高的硬度和耐磨性。由于碳化钛在高于800℃时具有相互独立的五类滑移系统，从而是这种极高硬度的物质具备良好的延展性。使得碳化钛做硬质相的合金既有高速切削刀具的良好前景，也有作为优秀耐磨材料的能力。



产品与技术亮点（一）

★ 碳化钛 (TiC) 粉末

公司采用专利技术自蔓延高温合成技术（SHS），制备纯度极高的碳化钛粉末，氧含量0.2%一下，常规很难达到0.5%，具有颗粒细小均匀，晶体结构完整的特点。大大提高了粉末烧结润湿性，降低孔隙率。

牌号	化学成分 (wt%)							
	纯度	总碳 T.C	游离碳 F.C	杂质含量				
				O	Fe	N	Si	Ca
NTiC-1	99.6	19.3	≤0.05	0.15	≤0.2	0.08	0.03	≤0.01
NTiC-2	99.2	19.3	≤0.1	0.2	≤0.4	0.08	0.03	≤0.01
粒度：0.5-500微米，5-400目 粒度可以根据客户要求订制								

产品与技术亮点（二）

★GM系列钢结硬质合金

以碳化钛为硬质相，超高锰钢为黏结相，经过优化成分设计，用粉末冶金方法制作的一种复合型材料。

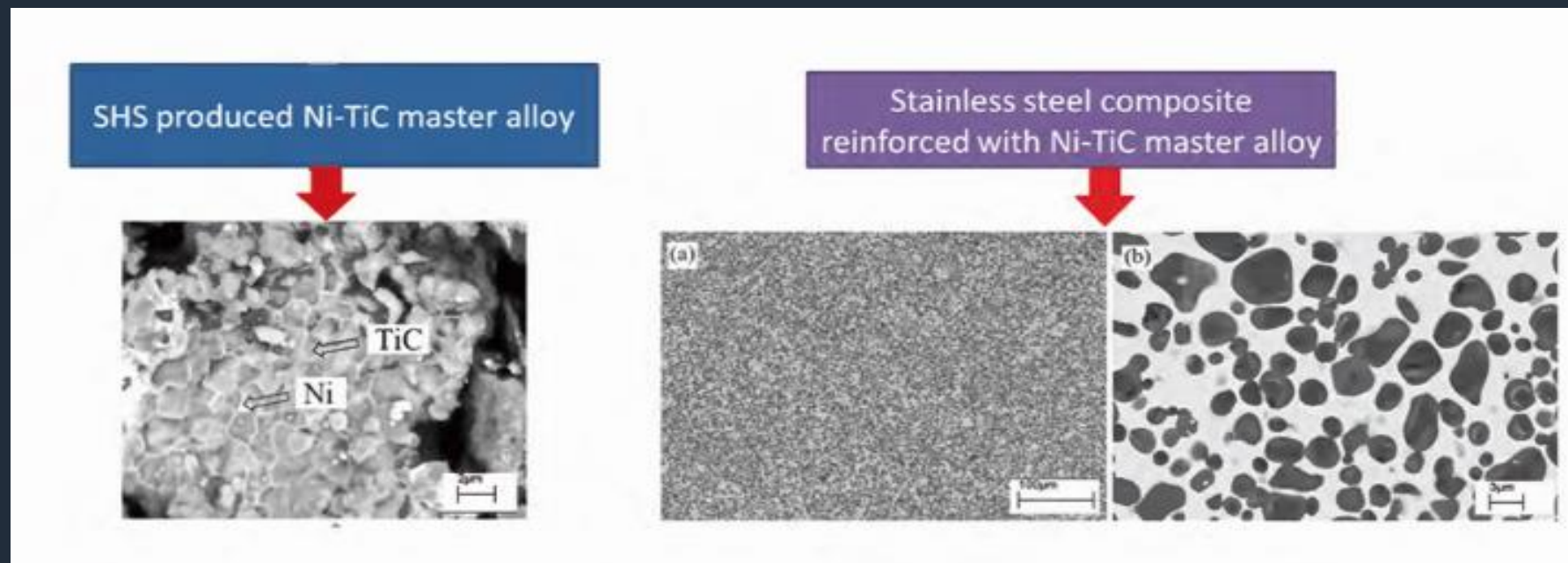
特点：1、高强度高强韧性。2、良好的可焊接性和可浇铸性 3、优良的性价比

牌号	TiC含量 (wt%)	密度 (g/cm ³)	硬度 (HRA)	抗弯强度 (MPa)	孔隙度	冲击韧性 (J/cm ²)
GM-1	50	≥6.0	85	≥2400	A04B00	≥13
GM-2	54	≥5.9	86	≥2300	A04B00	≥12
GM-3	56	≥5.8	87	≥2200	A04B00	≥12
GM-4	59	≥5.7	88	≥2000	A04B00	≥10
GM-5	63	≥5.6	88.5	≥1800	A04B00	≥10
GM-6	67	≥5.5	89	≥1800	A04B02	≥10
GM-7	72	≥5.4	90	≥1600	A04B02	≥9

产品与技术亮点（三）

★ST系列不锈钢钢结硬质合金

奥氏体不锈钢钢结硬质合金，具有良好的抗腐蚀性和化学稳定性，高强度和耐磨性。马氏体不锈钢具有良好的抗腐蚀性和耐磨性，良好的可加工性和如处理性。在烧结状态下可以机械加工，通过热处理能提高硬度和耐磨性。



产品与技术亮点（三）

不锈钢基体		硬度		密度 g/cm ³	抗弯强度 MPa
奥氏体 不锈钢 (316L)	ST50	HRA87.5		6.0	1800
	ST60	HRA90		5.7	1700
马氏体不锈钢 (17-4PH)		烧结态 HRC50	淬火态 HRC68	6.0	2300

产品与技术亮点（四）

★GT35钢结硬质合金

GT35钢结硬质合金具有可加工性和可热处理性，由于含有大量弥散分布的高硬度硬质相，其耐磨性可以与高钴硬质合金很近。与高钴合金模具钢相比，具有较高的弹性模量、耐磨性、抗压强度和抗弯强度；与硬质合金相比，具有较好的韧性，具有良好的自润滑性，较低的摩擦系数，优良的化学稳定性。



M 材料性能

aterial Properties

烧结

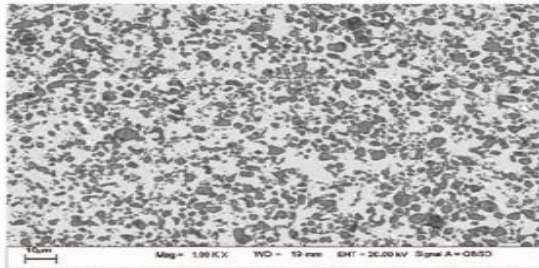


机加工



热处理





Mag = 1.00 KX WD = 19 mm SMT = 20.00 kV Signal A = QESD

1. 退火硬度: $\leq 50\text{HRC}$; 淬火回火硬度: $\geq 85.5\text{HRA}$ ($\geq 68\text{HRC}$)

2. 抗弯强度: $\geq 2200\text{MPa}$

3. 空隙率: A04B00

4. 密度: $\geq 6.5\text{g/cm}^3$

5. 冲击韧性: $\geq 11\text{J/cm}^2$

6. 弹性模量: 退火 $\geq 306\text{GPa}$; 淬火 $\geq 298\text{GPa}$

7. 比电阻: 退火 $\leq 0.812\Omega\text{mm}^2/\text{m}$; 淬火 $\leq 0.637\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

8. 矫顽力: $H_c \leq 68\text{Oe}$

9. 热膨胀系数: $\alpha = 8\sim 9\text{E-6}/^\circ\text{C}$ ($20^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$)



竞争优势



同行业企业对比



[调 研 结 果]

国内仅有三四家企业从事碳化钛粉末方面研究性生产，其采用的原材料粉末均为国内通用标准粉末，所以产品质量一般，没有特别显著特点。本公司采用的碳化钛原料，为自主生产，核心技术为自蔓延高温合成法，简称SHS，此技术为公司专利技术。粉末纯度、氧含量均为最低。加上公司科技力量雄厚，专职科研5人，兼职2人。合作单位均为国家级标准平台，北京科技大学、辽宁科技大学、中信铁合金、中国钢协粉末冶金分会，均是公司合作单位。



创新团队

团队介绍



方哲成

朝鲜国籍，朝鲜金日成综合大学材料物理学博士，北京科技大学纳米硬质合金研究获得材料学博士学位，北京科技大学钢结硬质合金开发及产业化研究博士后。拥有9项发明专利。



郭志猛

工学博士，教授，博士生导师。北京科技大学粉末冶金材料研究所所长及反应合成与纳米材料学术梯队负责人。



李成威

教授，硕士生导师。毕业于合肥工业大学粉末冶金材料专业，辽宁科技大学材料与冶金学院系主任，书记。中国钢协粉末冶金分会理事。

团队介绍



张春光

北京科技大学粉末冶金专业，粉末冶金高级工程师，中国粉末冶金战略联盟专家，中国钢协粉末冶金分会理事，专业委员会委员。水雾化铁粉，矿粉还原铁粉制粉方面专家。



李承哲

朝鲜金日成综合大学材料物理学硕士。毕业后在中国从事硬质合金材料研究数年，对材料热处理有很高的技术水平。技术团队中主要负责材料的热处理工艺及检验检测。



收益预估



销售收入预估

根据市场预测和项目产品的市场销售价格，并按保守稳妥原则，取现行市场价格最低值估算。

项目生产能力为年产400吨高端模具，按45万元/吨计算，销售收入18000万元。按正常年份计算，年可实现销售收入18000万元。



黛丝自动化
D&S AUTOMATION

MES

SRD

硬质合金型材项目

上海黛丝自动化设备有限公司

上海市闵行区澄建路351号5栋

目录/CONTENTS



01

公司介绍

02

团队介绍

03

项目展示

04

项目案例展示

公司介绍

01



公司介绍 COMPANY INTRODUCTION



联系地址：上海市闵行区澄建路51号5号楼
联系电话：021-54305930/18616826372
官网地址：www.daisirobot.com



公司基本信息

BASIC INFORMATION COMPANY

上海黛丝自动化设备有限公司成立于2011年9月，公司位于闵行区欣梅工业园区，是国内专业的机器人自动化集成商。公司人员42人，大专本科技术人员50%以上。黛丝自动化是一家集设计研发、加工、制造、销售、服务于一体的高新技术企业。公司获得了**高新技术企业的认定及ISO9001质量体系认证、iso14001环境质量管理体系认证**。同时公司拥有多项专利及软件著作权，拥有国际机器人代理权限。公司产品广泛应用于汽车、电子、家电、机械加工、粉末冶金、等工厂自动化领域。尤其在粉末冶金行业有十余年的积累，服务了超100家客户。

专注粉末冶金十余年

规划设计了20余个智能工厂（PM、MIM、陶瓷、硬质合金）



公司介绍
COMPANY
INTRODUCTION

业务领域



业务分布



编号	地区
1	江苏
2	山东
3	重庆
4	上海
5	浙江
6	湖南
7	福建
8	安徽
9	湖北
10	四川

A blurred background image of a business meeting. Several people are seated around a table, looking at documents and a tablet. The image is semi-transparent, allowing the text to be clearly visible.

团队成员介绍

02

项目成员 MEMBERS OF THE PROJECT



专注

活力

专业

梦想

- 周亮亮，黛丝总经理，2014年攻读上海交通大学创新管理专业，并获得了EMBA证书。亲自设计了粉末冶金工厂的智能化模式。实施了上汽粉末等重要行业客户的整厂规划。带领公司成为首家专注粉末冶金自动化集成商。公司于2019获得高新技术企业认定。
- 朱勇，资深电气工程师，电气部经理深耕电气自动化行业十余年，具有扎实的理论知识和丰富的实操经验。
- 张凯飞，项目经理，有扎实的专业理论功底和丰富的实践经验，整体规划了多个国有企业以及外资企业智能产线。
- 陶晓锐，生产部经理，主要负责公司项目管理，生产调配。具有丰富的项目管理经验。

我们一起创作企业的辉煌，一起实现我们的理想奋斗。

项目特色展示



03

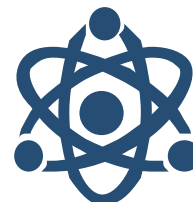
用户痛点

USER PAIN POINTS



—— 成本高

原材料
人工成本、管理成本
社保、公积金
售后维护成本



—— 效率低

人工本身效率、人工老龄化
设备本身的基准节拍
人工操作的信息
物流不畅通导致的效率



—— 质量问题

人工生产稳定性低
没有在线监测
产品质量需要大量人工检查
许多次品由于监测不到位留到客户



—— 公司形象

人工密集型企业现场比较杂乱
大量手动操作不能形成稳定的批量
客户来参观审核 不能给到信心



项目介绍 Project Introduction

概述： PCB钻头是电路板行业牙齿，主要是硬质合金的制造工艺。整体市场需求在10000吨，5-6亿只左右。随车电动汽车和高端汽车的上涨，汽车电子和汽车电路的应用也大幅增长。疫情也对国外进口产品的供应产生很大的影响，也带来国产化的需求增长。黛丝致力于打造与传统生产模式不一样的智能化工厂，通过将智能化物流、各工序自动化设备、整厂mes系统等进行结合，实现智能化工厂的最终目的。对这么大的行业有着重大意义。

PCB硬质合金棒材毛坯流程图：



碳化钨及其辅料



球磨喷雾后原材料



压制后棒材毛坯



烧结后毛坯棒





硬质合金型材生产流程

1. 原料粉末的自动供料及加料

3. 压机压制出来的生坯产品自动化自动称重抽检

5. 由AGV物流小车将生坯料车转运至自动叠炉区域

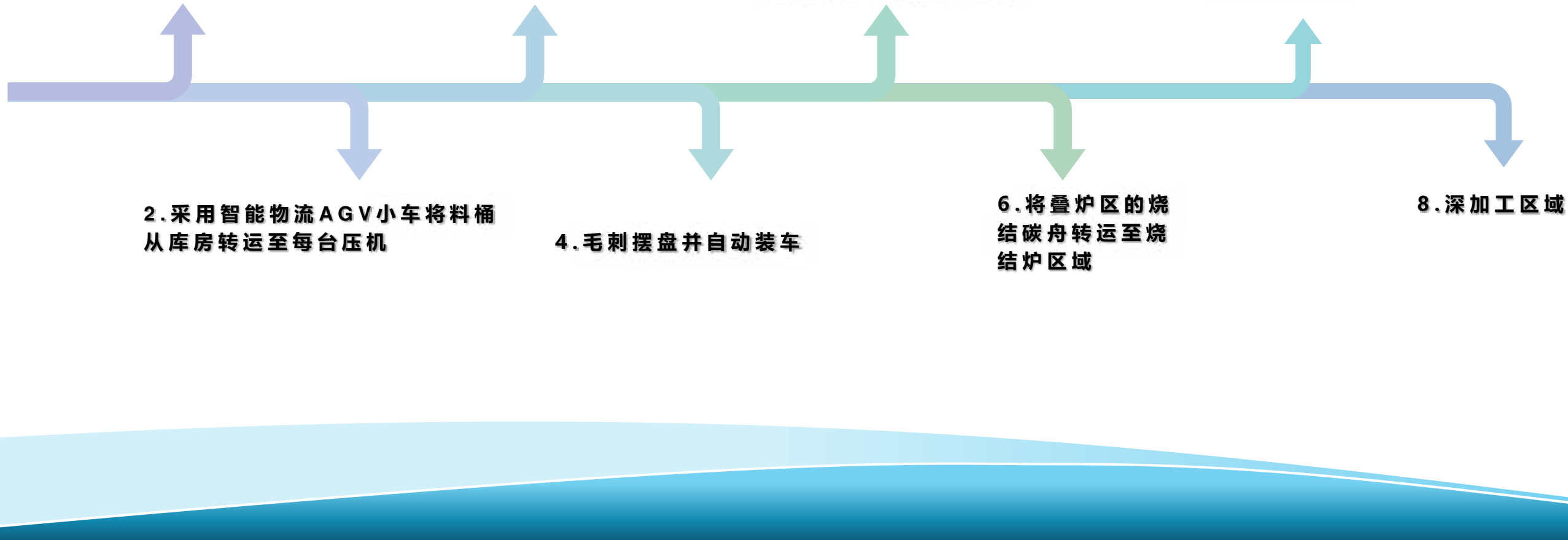
7. 烧结出炉后转运至卸炉区域

2. 采用智能物流AGV小车将料桶从库房转运至每台压机

4. 毛刺摆盘并自动装车

6. 将叠炉区的烧结碳舟转运至烧结炉区域

8. 深加工区域





可行性分析

- 本项目已在多个新工厂及老旧工厂改造过程中逐步乃至体规划和实施，至今自动上粉、自动下料装车等已有成功案例和方案，整体规划需从早期整个工厂的规划开始，取代传统的思维方式。
- 黛丝公司有部分制程的标准工艺，标准设备，标准模式，标准理念，这些将大大降低了硬质合金行业客户的成本，规划设备准确度和稳定性，实施的整体周期时间。由于我们成本可以压缩最低，安装调试较为熟练。商业模式为整体推广，可以分几期执行，这样整体的投资大部分都可以达到合作。同类型的工厂可以直接推广。

优势

稳定性强

大量节约劳动力

全智能化、信息化制造



我们的优势

OUR ADVANTAGES



1. 开创先例

开创了行业内自动加粉先例，AGV从原料库将料桶转运至每台压机处直接供料，省却频繁且高强度的人工操作。



2. 代替人工

压制下料的生坯产品进行自动摆盘装车，代替传统的人工半盘及端盘模式



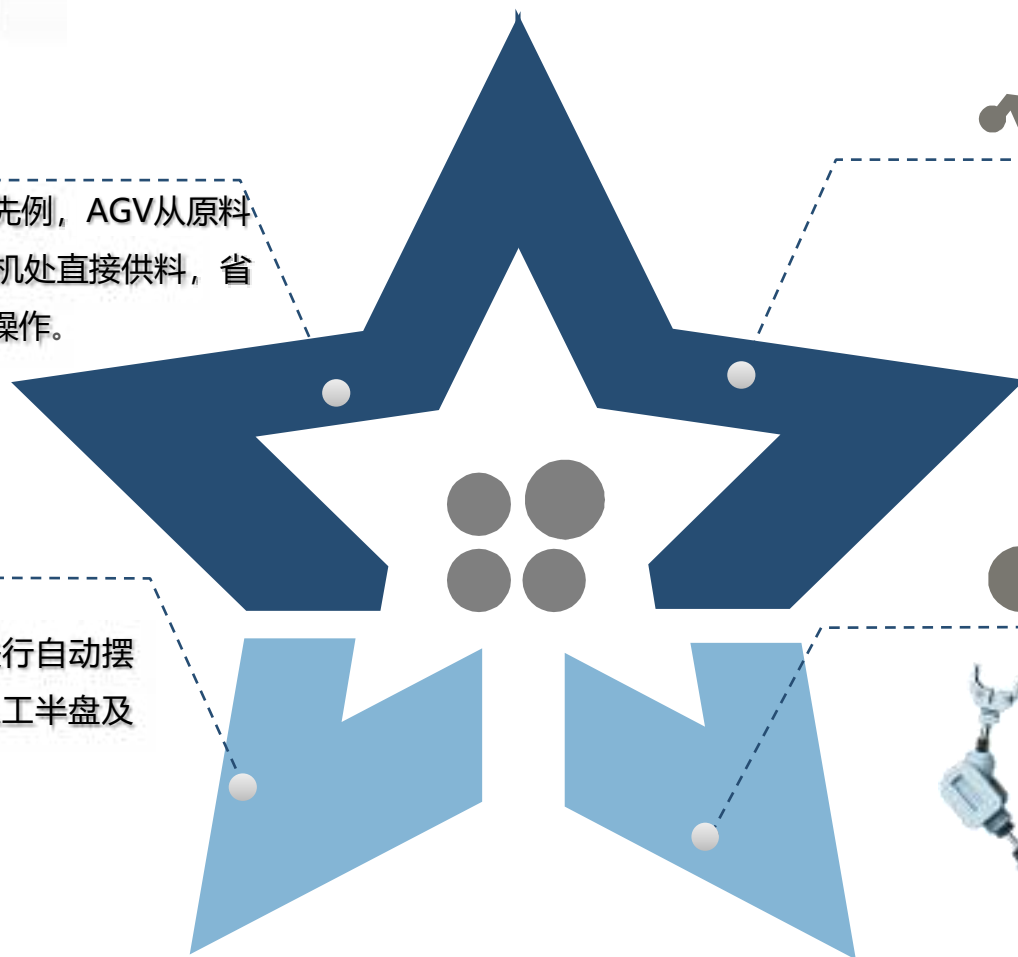
3. 智能物流

整体工厂采用AGV智能物流进行物料的转运，无需人工进行周转，利于产品的批次化管理及跟踪



4. 降本增效

实现生产技术的高效数字化，提高生产力，降低成本，全面质量记录和管理





项目介绍 Project Introduction

上海黛丝核心能力

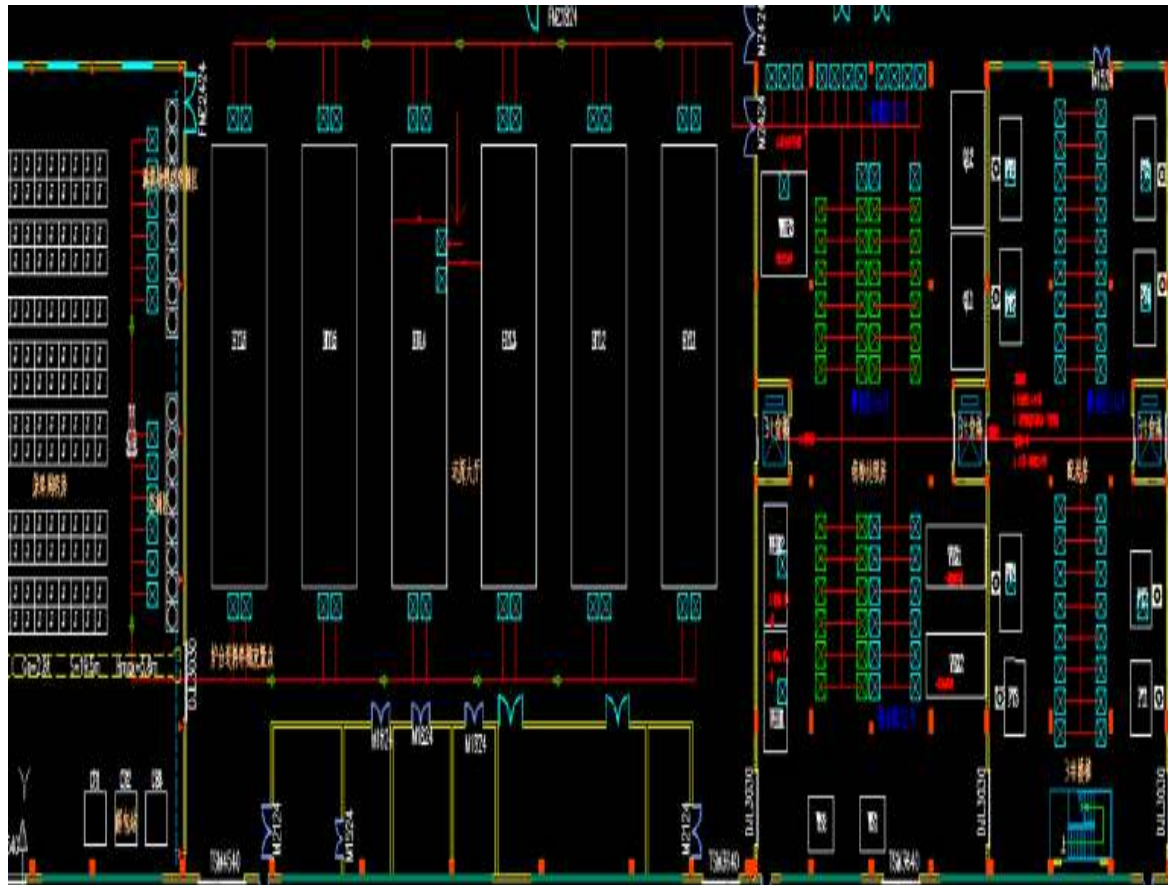


项目案例展示

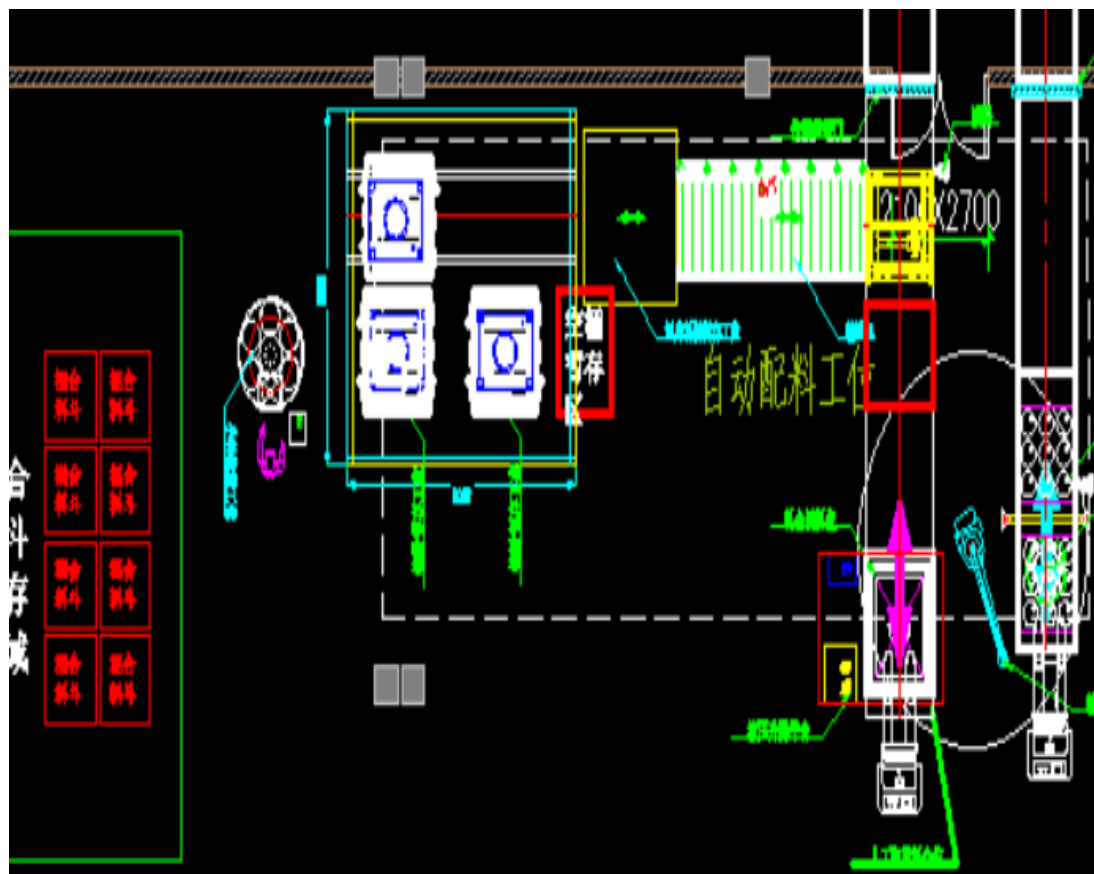
硬质合金PCB棒材生产智能化

04

粉末线（主粉碳化钨）



混合料（全自动化配粉）



成型自动化

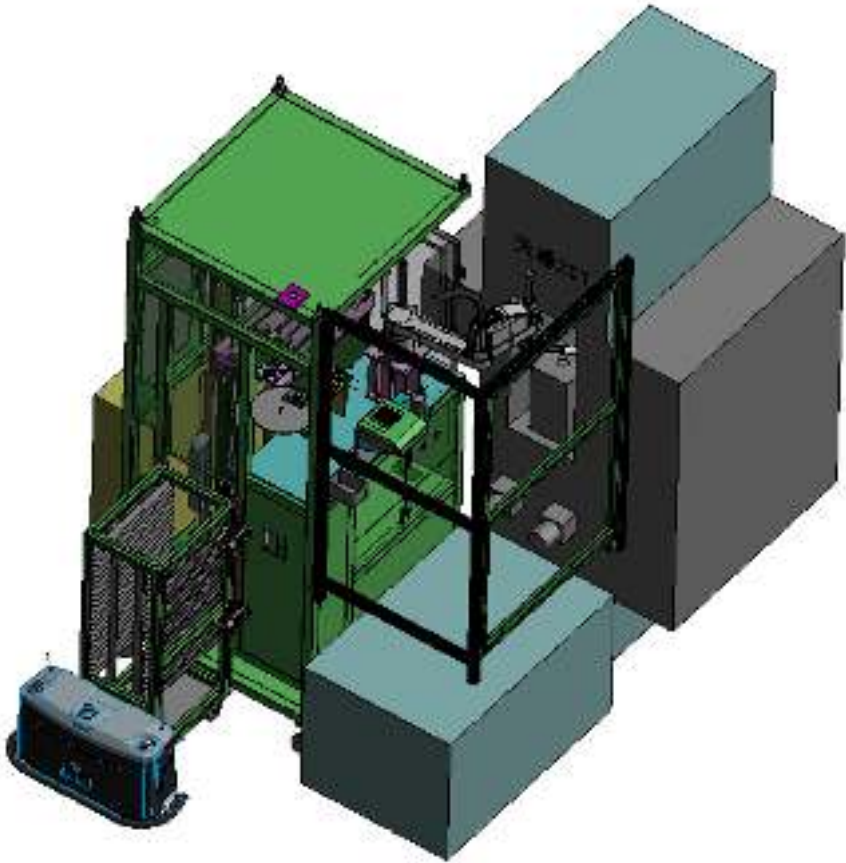




案例展示
Project Introduction

自动物流

MES信息化系统





?

疑问?

(欢迎大家提问)

THE BUSINESS PLAN

谢谢观看!

打造智能工厂规划、工业4.0智能制造全国领先品牌

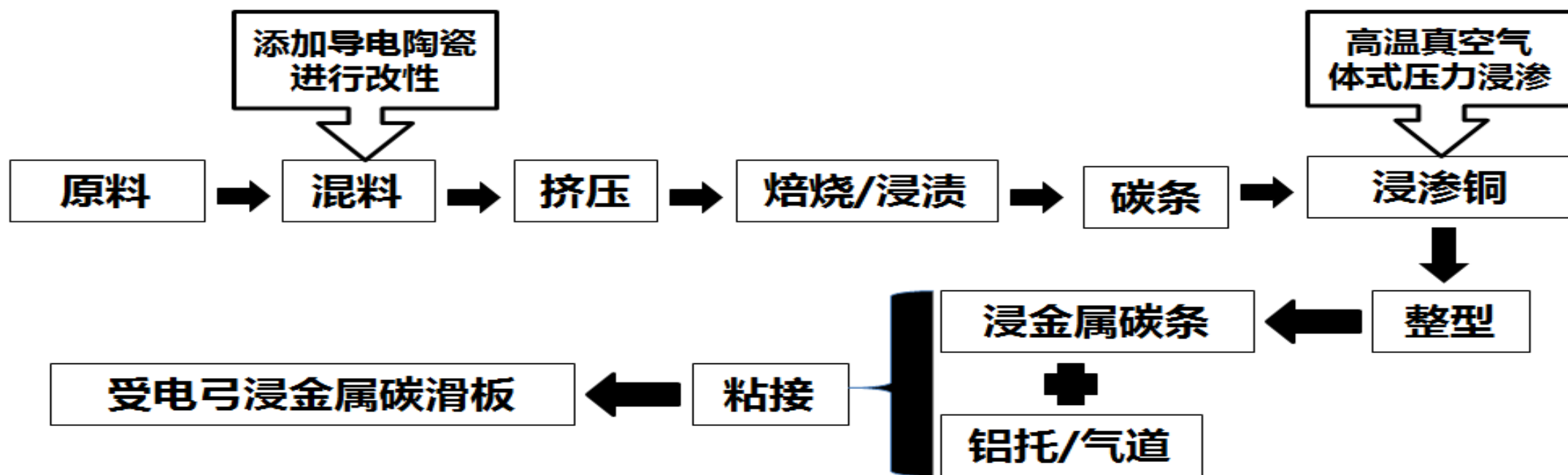


高铁及城轨地铁受电弓用浸金属碳滑板材料的研制

自贡新锐先进材料研究院

一、项目概要

◆本项目采用独特的**导电组元对传统碳材料的改性技术**，通过先进的**高温真空气体式压力浸渗对碳材料的浸铜技术**，开发一种导电性好、润滑性优、耐磨性突出的浸金属碳基复合材料，用于制备高性能受电弓浸金属碳滑板，为解决高铁及城轨地铁用高端受电弓滑板的“卡脖子”问题做出努力。

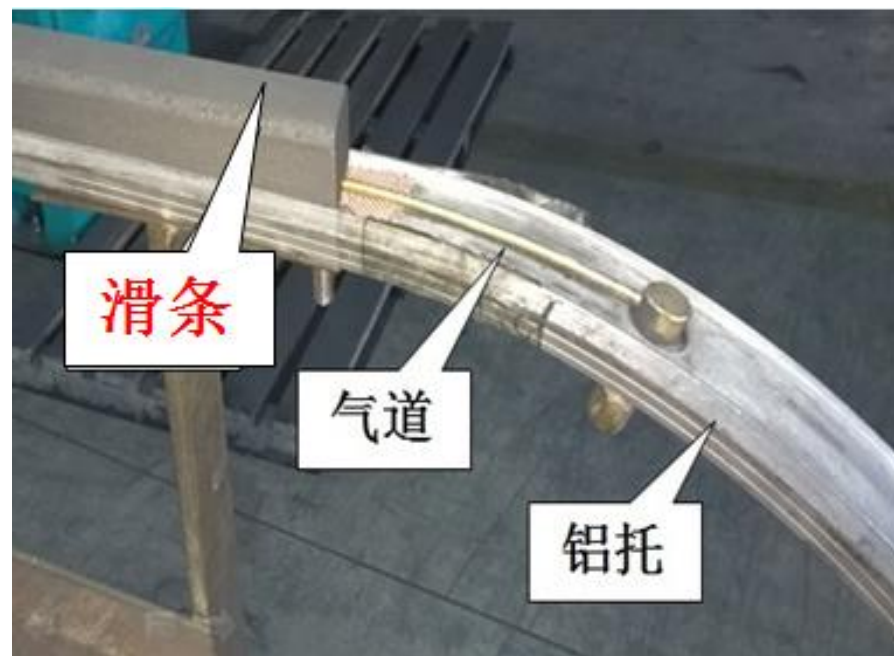
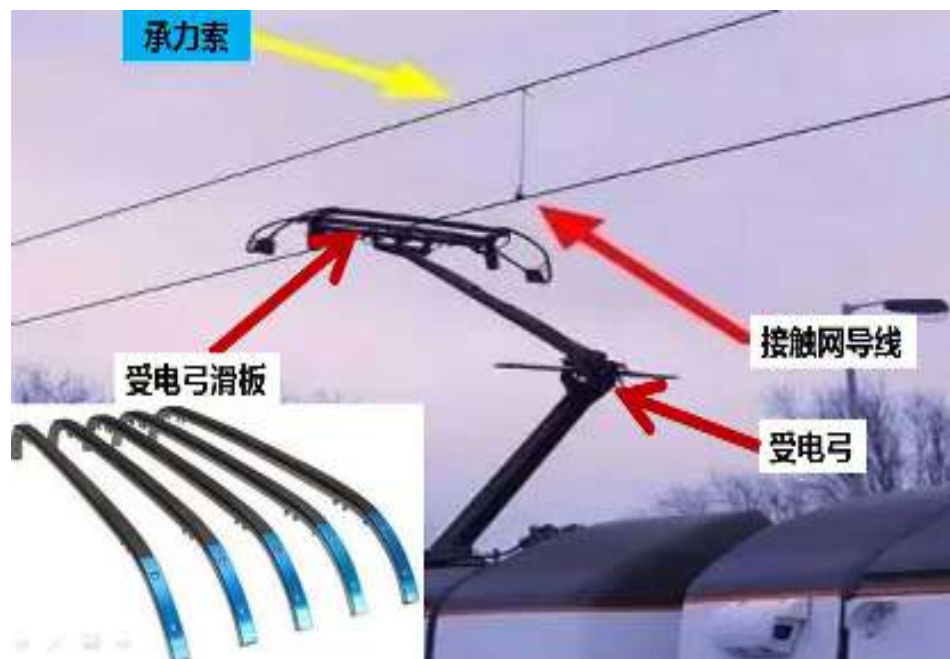


本项目浸金属碳滑板技术工艺路线

二、痛点与时机

应用场景

- ◆现代轨道交通，包括高铁、城铁等电力机车都是通过弓网关系来获得电力；
- ◆弓网关系包括列车上空的**接触网导线**、列车顶的**受电弓**及受电弓顶部的**受电弓滑板**三部分组成。



电力牵引机车“弓网关系”构成

应用场景

列车运行时，受电弓滑板与接触网导线形成一个载流的滑动摩擦副，通过滑动载流摩擦将外部电流引入车内，实现列车的牵引动力。



受电弓滑板运行状态

应用工况

◆高铁动车组列车和现代城轨地铁，因为运行速度高和运载电流大，受电弓滑板工况条件非常苛刻。

高铁动车组列车受电弓滑板工况：

电压：**2.2-2.7万**伏高压

电流：**100-1000A**工作电流

损耗：接近**300km/h**的高速**滑动摩擦**和离线**电弧烧蚀**

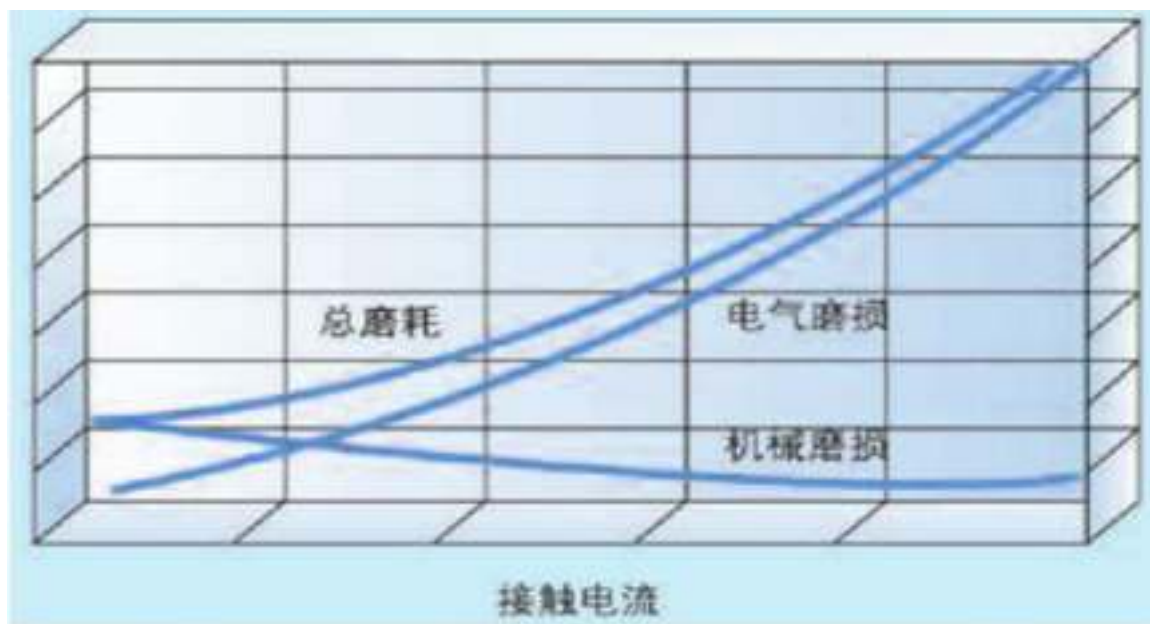
现代城轨地铁受电弓滑板工况：

电压：**1000-1800V**

电流：**1000-2000A**的大载荷电流及频繁起停（从40-50km/h提速到80-120km/h）

应用工况

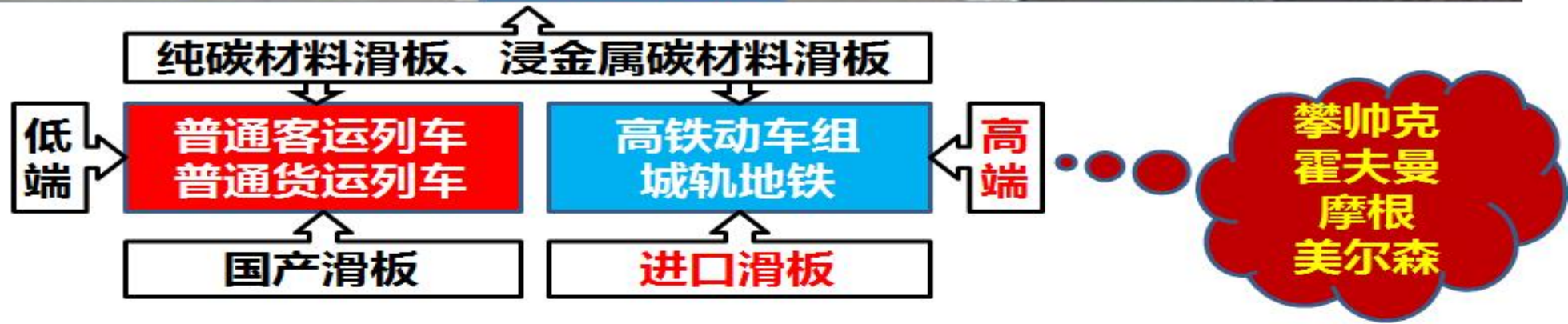
◆受电弓滑板受到离线电弧产生的**电气烧蚀磨损**和滑动接触产生的**机械摩擦磨损**。



恒定车速下接触电流与碳滑板磨损的关系

受电弓滑板已成为高铁动车组和现代城轨地铁列车的核心零部件和重要消耗件，关系到列车运行安全与成本。

应用现状



三、解决方案

发展趋势

滑条材料	主要优点	主要缺点	使用情况	应用领域
第一代 金属材料	强度高、耐冲击性好、电阻率小	滑板和接触网线的磨损都十分严重	淘汰	
第二代 粉末冶金材料	与第一代比，提高了自润滑性。改善了滑板和接触网线受流磨损性能	滑板磨耗快、对接触网线的磨损大	面临淘汰	普通机车
第三代 纯碳材料	自润滑性好，有利于减小对接触网线的磨损	电阻大、强度低、不耐磨,易破碎或断裂	普遍使用	普通机车 高铁动车组
第四代 浸金属碳材料	基本于第三代，提高强度，降低电阻率	不耐磨、易破碎	普遍使用	普通机车 高铁动车组 城轨地铁
第五代 复合材料	强韧性好、抗冲击	成本高	研制试用	
	综合性能好	成本较高	研制试用	

三、解决方案

技术路线：通过一种浸金属碳材料的开发，兼顾滑板材料导电性、耐磨性与强度



碳条

浸铜



浸金属碳材料

浸金属碳材料是先制得**碳条**，然后对碳条进行**浸铜**。本项目从碳条和浸铜二个环节对浸金属碳材料进行改进，在满足机械力学性能前提下，提高其导电性，由此来改善受电弓滑板的滑动受流性能，减少电气烧蚀磨损，提高受电弓滑板寿命。

三、解决方案

◆措施一：增加导电组元降低碳条电阻率

传统碳条电阻率高，对碳条进行高温石墨化处理可以降低电阻率，但要以降低机械力学性能、提高生产成本为代价。

- 添加导电组元降低电阻率；减少电弧烧蚀磨损。
- 导电组元的高强度、高硬度、高抗氧化温度同时会带来机械力学性能的改善，有望减少机械摩擦磨损。

材料性能	导电组元	高强石墨
理论密度/ (g/ cm ³)	4.20-4.50	1.85
弯曲强度/Mpa , RT	310	80
断裂韧性/ (MPa. m ^{1/2}) , RT	9.1-10	
硬度/HV (GPa)	3.2-3.8	
电组率/ (μΩ.m)	0.20-0.30	8-13
抗氧化温度 (°C)	1200-1400	400-800

◆效果1——电阻率大幅度降低

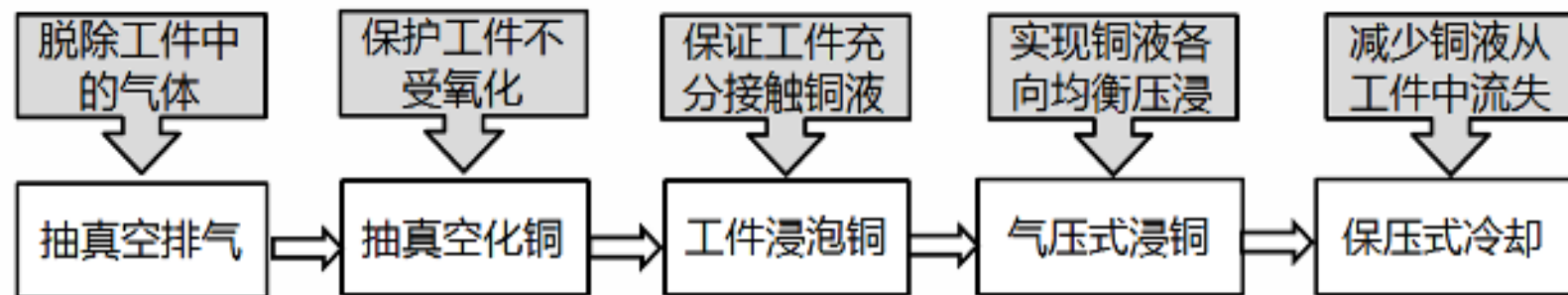
大气环境下改性浸金属碳材料电阻率为**2.0 $\mu\Omega\cdot m$** ，比传统未改性碳条大气环境压力浸铜的电阻率（**10-15 $\mu\Omega\cdot m$** ）明显降低。

密度 (g/cm³)	抗折强度 (MPa)	冲击韧性 (J/cm²)	电阻率 ($\Omega\cdot m$)	硬度 (HS)
3.15	60	0.27	2.0	78

三、解决方案

◆措施二：真空抽气后施加保护性气氛压力浸铜

- 大气环境压力浸铜工艺缺点：一是碳条容易氧化、二是碳条排气不畅；三是浸渗工艺可控性差而影响碳条浸铜质量稳定性；
- 真空抽气后保护性气氛压力浸铜，碳条浸铜质量好；



真空气体式压力浸渗工艺



保护性气体式压力浸渗炉

本项目设计开发一种气体式加压浸渗试验炉，开发真空保护性气氛压力浸铜工艺

三、 解决方案

◆效果2——碳条浸铜更充分、铜相更均匀，电阻率更低

工艺 设计	式样 编号	碳条 增重率	密度 (g/cm³)	硬度 (HR5/1470)	电阻率 (uΩ·m)	压缩强度 (MPa)	抗折强度 (MPa)	冲击韧性 (J/cm²)	表面 形貌
大气环境 压力浸铜 碳条材料	1#	41%	2.48	119	4.65	200	69	0.22	
	2#	28%	2.28	112	15.25	187	55	0.22	
	3#	28%	2.25	122	1050	245	56	0.15	
	平均	32%	2.34	118	10.10	211	60	0.20	
真空气体 压力浸铜 碳条材料	1#	45%	2.56	122	4.40	224	73	0.22	
	2#	51%	2.61	115	4.95	226	66	0.23	
	3#	39%	2.52	123	5.50	238	59	0.24	
	平均	45%	2.56	120	5.00	229	66	0.23	

三、解决方案

◆预研样品与进口样品对比分析

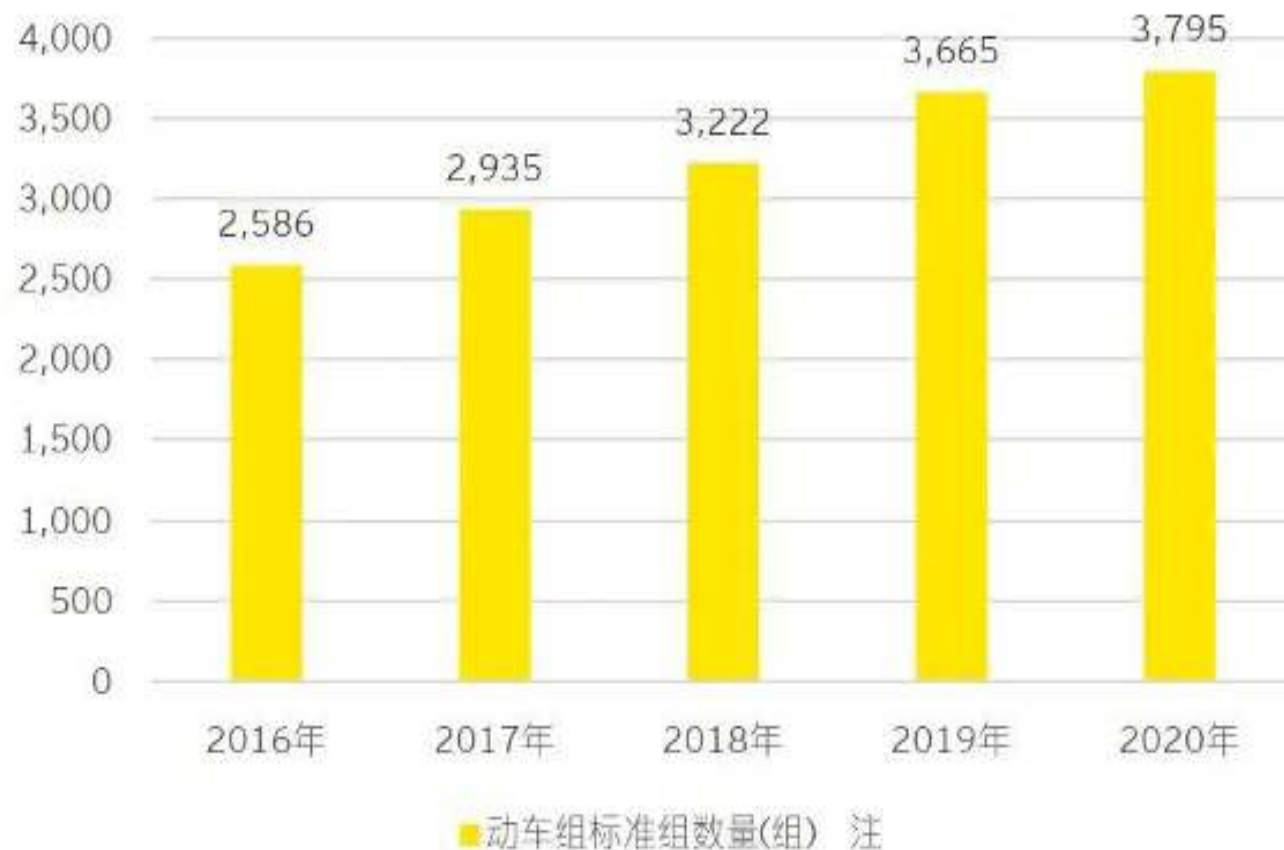
性能指标		本项目浸金属碳材料	进口浸金属碳材料
		检验报告（2018） JCW字第W-3035	检验报告（2018） JCW字第W-3037
体积密度	g/cm ³	2.53	2.25
抗折强度	MPa	68.3	60.4
抗压强度	MPa	261.1	257.4
冲击韧性	J/cm ²	0.23	0.23
20℃电阻率	μΩ.m	5.00	4.34
肖氏硬度	HS	89.2	100.6

本项目浸金属碳材料性能接近进口浸金属碳材料性能

四、市场规模

高铁动车组：“十三五”期间，全国铁路营业里程增加到14.63万公里，增长20.9%，其中高铁增加到3.79万公里，翻了近一番，“四纵四横”高铁网提前建成，“八纵八横”高铁网加密成型，建成了世界上最现代化的铁路网和最发达的高铁网。

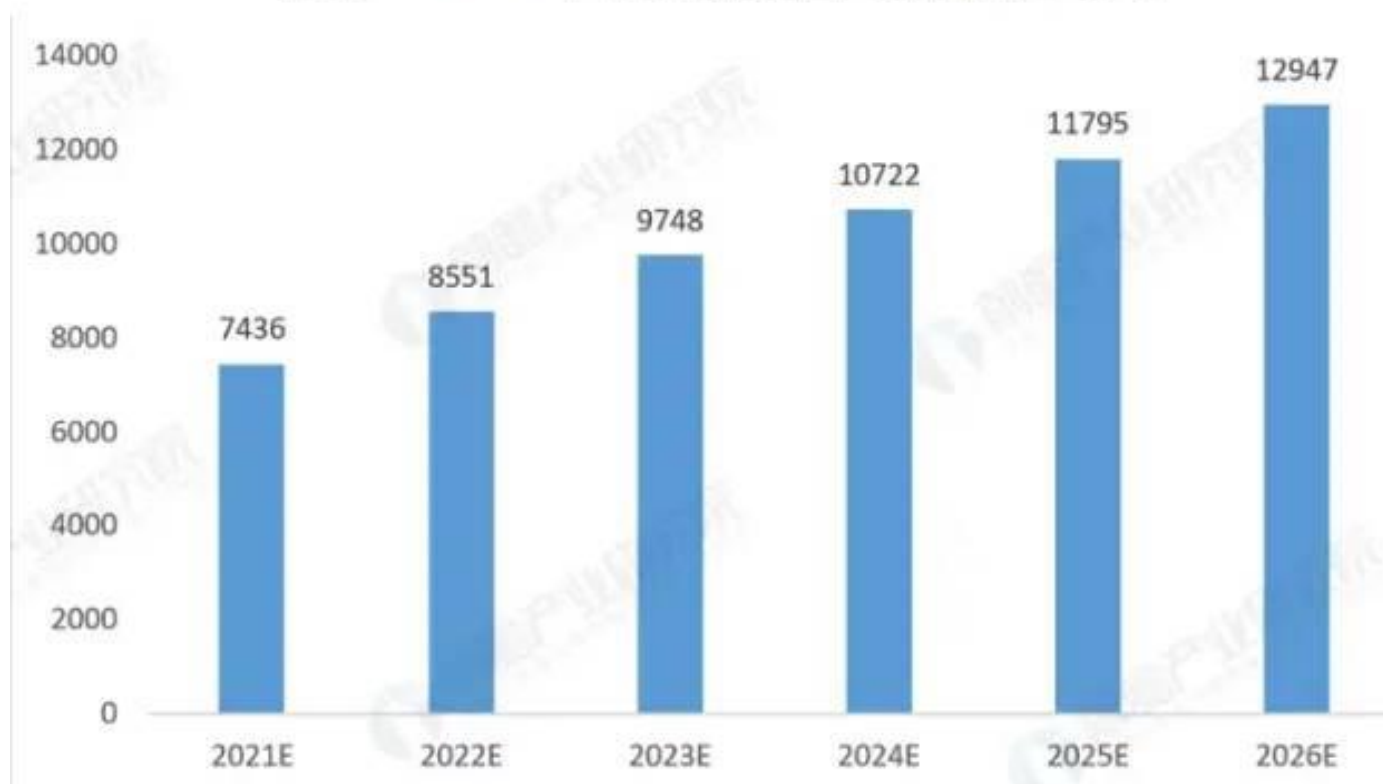
截止到2020年，中国动车组保有量为3795标准组，动车组配置标准为9.87组/百公里，以此计算，未来15年，每年新造动车组需求在211组左右，预计2035年，动车组增加总量在3165组左右。按照每组列车/地铁一般安装有两台受电弓，每台受电弓配1-2根滑板（碳条），即一组列车/地铁 2-4根滑板（碳条。



四、市场规模

城轨地铁：截止到2021年3月28日，我国40座城市地铁运营线路总里程7273公里。随着城市化进程的进一步加速，我国城市轨道交通建设有望迎来黄金发展期。预测到2026年，地铁运营线路总里程将突破12000公里。

图表9：2021-2026年中国地铁运营里程预测图(单位：公里)



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

四、市场规模

高铁动车组列车正常运行时一般只升后面受电弓，前面受电弓备用。受电弓滑板（碳条）在列车行驶大概10万公里（约2个月）时需要更换，**年均更换6次**。

地铁正常运行时二台受电弓同时升弓，受电弓滑板（碳条）在地铁行驶大概4万公里（约3个月）时需要更换，**年均更换4次**。

因此，对受电弓滑板（碳条）而言，**备件需求远超新增需求**，是受电弓滑板的主要市场，更新需求是随着列车/地铁保有量的增加而逐年增加。

据统计，到2025年，我国高铁动车组对受电弓滑板的市场需求预测将达到8万根，城轨地铁对受电弓滑板的市场需求预测将达到17万根，合计将有**25万根**的市场需求量，年需求规模将达到**10亿元**。

五、产品竞争优势

- ◆该材料是在压力作用下利用金属液将碳质压块中的气孔填满而形成的，组织致密。兼有纯碳滑板材料润滑性能好与铜系合金烧结滑板材料强度高、导电性好等优点，是一种较为理想的高速列车用受电弓滑板材料，这一开发也为将来对新型滑板材料的研发指明了道路；
- ◆本项目开发受电弓浸金属碳滑板有TJ/CL 328-2014《动车组碳滑板暂行技术条件》行业标准支撑，是在行业标准基础上形成浸金属碳材料新特色，实现浸金属碳滑板高性能，有利于培育产品竞争力；
- ◆本项目使用国产碳条原料具有低成本优势。尽管采用导电组元成分、真空气体压力浸渗工艺会增加成本。但可以通过控制导电组元用量、增加设备量、提高装炉量、保证开炉效率等措施来降低成本风险；
- ◆平台具备第五代更高性能滑板材料开发的能力，为后续项目的研发奠定基础。

六、商业模式

◆ 轨道交通业务，特别是高铁业务，除产品过硬外，更讲究渠道经营，需要有专业和高水平的营销队伍。因此，本项目成果推广要么是技术转让模式，要么是以技术作价成立合资公司的模式，寻求有市场运作能力的合作方进行成果转让或合资合作。

六、商业模式

重要伙伴 - 财务投资人 - 战略投资人	关键业务 - 购置真空浸金属炉 - 优化改进浸金属工艺	价值主张 开发自主知识产权的产品与技术，解决高铁及城铁用碳滑板材料的卡脖子问题	客户关系 - 产品国产化替代 - 为客户提供低成本的产品和高效的服务	客户细分 - 中国铁路交通 - 城市轨道交通
			渠道通路 - 测试数据 - 客户试用评价	
成本结构 - 研发成本 - 知识产权 - 原材料及生产成本			收入来源 产品销售	

七、项目团队

◆项目领军人：王铁军，博士生导师，从事难熔金属材料、粉末冶金与热等静压工艺技术研究已逾27年，荣获中国有色金属工业科学技术奖二等奖2项，冶金科学技术奖三等奖3项，北京市科学技术三等奖1项，中国核能行业协会科学技术三等奖1项。申请专利41项（授权33项），发表论文45篇。享受国务院政府特殊津贴，兼任《粉末冶金技术》、《粉末冶金工业》编委；

◆团队熟悉国内外高温真空气体式压力浸渗炉的开发应用情况，掌握碳材料高温真空气体式压力浸渗铜工艺技术，了解高铁、城轨地铁受电弓滑板的发展应用情况，对滑板材料、工艺、标准、市场有相当认知；

◆自贡新锐新材料研究院与中国钢研下属钢研总院、安泰科技等科研机构保持合作，为产品的成功开发提供了设备制造、检测分析与技术支持；

八、融资开发计划

◆本项目计划融资 1500万元，主要用于大型真空气体式压力浸渗炉建设和高性能浸金属碳滑板研制。项目建设期四年。

- ✓第一年完成受电弓浸金属碳滑板试制，达到TJ/CL 328-2014《动车组碳滑板暂行技术条件》要求。

- ✓第二年完成受电弓浸金属碳滑板在城轨地铁上的使用准入。

- ✓第三年、第四年完成受电弓浸金属碳滑板在高铁上的使用准入。

◆双方约定研发项目团队（自贡新锐先进材料研究院+融资方）预先虚拟30%技术股份，待成果鉴定完成后转为实际持有股份。

◆双方约定研发项目团队除技术股份之外，具有5-10%的股权投资优先权。

结束语

- 高铁被称作中国的“新四大发明”之一。2015年7月，习近平总书记在中国中车长春轨道客车股份有限公司考察时说，作为中国的一张亮丽名片，高铁动车体现了中国的装备制造业水平；
- 高铁受电弓滑板服役大电流、高速摩擦等苛刻环境，是高铁安全、稳定运行的关键部件，长期受制于国外供应商提供；
- 本项目旨在国产化高性能、低成本的碳滑板材料，解决该领域的卡脖子问题，为高铁名片添砖加瓦。