

# 具有电磁屏蔽效能的导热塑料的研究进展

谢卓立<sup>1</sup>, 廖文泉<sup>1</sup>, 劳志超<sup>1</sup>, 韩顺涛<sup>2</sup>, 马秀清<sup>1\*</sup>

(1. 北京化工大学机电工程学院, 北京 100029;

2. 中国核电工程有限公司, 北京 100840)

**摘要:**随着芯片的不断发展,具有电磁屏蔽效能的导热塑料备受关注。简述了电磁屏蔽原理及导热原理,综述了MXene系、碳系、金属系填料改性的具有电磁屏蔽效能导热塑料的研究进展。

**关键词:**电磁屏蔽;导热;填料;改性

**中图分类号:**T348

**文献标识码:**B

**文章编号:**1009-797X(2024)10-0046-05

**DOI:**10.13520/j.cnki.rpte.2024.10.010

## 0 前言

通信技术的飞速发展将人们带入了一个万物互联的时代,而通信技术的发展又与芯片的发展息息相关。随着芯片向高密度、高功率密度、高传输速率等方向的不断发展,电子封装材料也需要具有更佳优异的导热性、阻燃性和电磁波屏蔽能力,以减少影响设备运行的高频信号传输产生的电磁干扰、缓解电子元器件因长时间运行产生的大量热能积累。但是大多数聚合物都是低导热性的且具有较高的电磁波透射性和可燃性,因此,制备出具有电磁屏蔽效能的导热塑料是非常有必要的。本文在介绍电磁屏蔽和导热原理的基础上,综述了MXene系、碳系、金属系填料改性的具有电磁屏蔽效能导热材料的研究进展,为其研究提供参考。

## 1 电磁屏蔽原理

电磁屏蔽是一种通过填入屏蔽材料来限制电磁波在空间传播的方法,可以使保护对象不受外来电磁波的干扰。传输线理论认为屏蔽材料主要通过反射损耗、吸收损耗和多重反射损耗的方式来屏蔽电磁波<sup>[1]</sup>。

反射损耗是电磁屏蔽最常见的一种方式。当电磁波到达材料表面时,屏蔽材料中的带电粒子与电磁波相互作用发生阻抗错配。一般而言,材料的电导率越高、磁导率越低,电磁波反射能力越强。表面覆盖导电层或填充高含量金属对反射电磁波十分有效,然而,

基于此方法只能防止材料免受干扰,不能消耗电磁波。随之而来的问题是,被反射的电磁波继续在空间中传播,造成二次电磁辐射。吸收损耗是通过介电损耗和磁损耗来消耗进入材料内部的电磁波的方法。吸收损耗的能力主要取决于材料的介电常数和磁导率。常用的材料如:BaTiO<sub>3</sub>和ZrO<sub>2</sub>等高介电常数材料,均具有丰富的电偶极子;Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、Fe、Ni及其合金能提供充足的磁偶极子。多次反射损耗是电磁屏蔽的第三种方式。当电磁波进入材料内部后,既发生吸收损耗,又发生多次反射损耗。多次反射损耗主要是依靠材料内部电导率的不均匀性,电磁波传输路径增长,被吸收的概率也增加,最终以热量的形式消散,如泡沫、多孔材料、多层导电-非导电界面都能有效增加电磁波的多次反射损耗。

## 2 导热原理

对于大多数有机高分子聚合物,传热过程主要依赖于晶格振动。通过技术手段改变高分子链的运动及结晶程度可以实现高分子导热,但是材料内部分子链的随机纠缠,使移动有机分子形成完美的晶体是十分困难的,这种方法工艺复杂、成本高,难以投入到实

**作者简介:**谢卓立(2001-),男,本科在读,主要从事机械制造及其自动化研究方面的工作。

\*为通讯录作者

**收稿日期:**2023-09-08

际工业生产中,目前最有效的方法仍是填充高导热填料到聚合物中。填充型导热机制主要有:导热通道理论、热逾渗理论和热弹性理论,其中导热通道理论被普遍接受<sup>[2]</sup>。该理论认为材料的导热能力主要由聚合物基体与导热填料之间的协同作用决定。当导热填料较少时,在基体中分散、孤立,形成类似于聚合物共混体系中的“海—岛两相体系”结构,导致导热路径难以形成。随着导热填料增多,填料之间彼此接触,易形成局部的导热网络,当聚合物表面与热流接触时,热流以声子为载体,以振动的形式传递到最近的原子,并沿着界面热阻最小的通道流动。因此,材料的导热性能依赖于聚合物基体、填料的种类以及两相界面间的协同作用。

### 3 具有电磁屏蔽效能的导热塑料

#### 3.1 MXene 系填料

MXene 是近年新兴的一类二维材料,可通过选择性刻蚀母体 MAX 相中的“A”原子层来制备(MAX 中, M—过渡金属; A—第三/四主族元素; X—碳/氮元素),因其独特的结构,被广泛地应用在离子筛分、电磁屏蔽、场效应晶体管 and 传感器中。

Li 等<sup>[3]</sup>以聚偏氟乙烯(PVDF)为基材,利用 MXene 与石墨烯纳米片(GNP)的协同效应,在聚合物层状薄膜中构建直接接触的导电网络,形成致密的“砖瓦”结构,结果表明,当 MXene 与 GNP 的质量比为 3:7 时,复合材料的电磁干扰屏蔽效能(EMI SE)和导热率(TC)分别能达到 36.3 dB 和 36.9 W/(mk),但是复合材料的机械性能较差。Gao 等<sup>[4]</sup>通过逐层喷涂技术,制备了柔性多层热塑性聚氨酯弹性体(TPU)/MXene 复合薄膜,结果表明,当 MXene 的质量分数为 28.6%、薄膜厚度为 52 μm 时,复合薄膜的 EMI SE、面内 TC 和面外 TC 分别能达到 50.7 dB、6.31 W/(mk) 和 0.42 W/(mk)。Vu 等<sup>[5]</sup>将 MXene 和还原氧化石墨烯(rGO)组装到聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)微珠表面,通过热压工艺制备了具有三维结构的 MXrGO@PMMA 复合材料,结果表明,复合材料的 TC 和 EMI SE 分别达到了 3.96 W/(mk) 和 61 dB。Tan 等<sup>[6]</sup>首先采用化学气相沉积法合成了石墨烯机织物(GWFs),然后利用表面羟基化使其与 MXene 纳米片形成氢键,最后通过折叠和热压工艺制备了聚乙烯(PE)/M—o—GWF 复合材料,结果表明,当填料总质量分数为 3%、MXene 质量分数

为 0.4% 时,复合材料的 EMI SE 和 TC 分别能达到 61 dB 和 9.26 W/(mk)。Raagulan 等<sup>[7]</sup>开发了一种新型聚合物——“聚芳酯(PAT)聚合物”,并通过“剥离—还原”MXene 的方法制备了氮化物—聚芳酯—聚对氨基苯酚—聚苯胺复合材料,结果表明,复合材料的 EMI SE 和 TC 分别能达到 45.18 dB 和 0.687 W/(mk)。Jin 等<sup>[8]</sup>以聚乙烯醇(PVA)为基体,采用多层铸造工艺,制备了 PVA/MXene 多层交替结构薄膜,结果表明,当 MXene 的质量分数为 19.5% 时,厚度为 27 μm 的多层薄膜的电导率到达了 716 S/m、最大 EMI SE 达到了 44.4 dB、面内 TC 达到了 4.57 W/(mk)是纯 PVA 的 20 倍以上。Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub> 作为第一个被发现的 Mxenes<sup>[9]</sup>, Zhang 等<sup>[10]</sup>以聚乙烯醇(PVA)为基体,通过静电纺丝、热压工艺制备了一种具有三明治结构(顶层和底层为 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PVA 复合电纺纳米纤维、中间层为 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub>/PVA 复合电纺纳米纤维层)的复合薄膜,结果表明,当 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub> 的质量分数为 13.3%、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 的质量分数为 26.7%、薄膜厚度为 75 μm 时,复合薄膜的 EMI SE 和 TC 分别达到了 40 dB 和 2.86 W/(mk)。Zhang 等<sup>[11]</sup>以聚酰亚胺(PI)为基体,制备了(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PI)—Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub>—(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PI)复合薄膜,结果表明,当 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub> 空心微球尺寸为 10 μm、PMMA/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub> 的质量比为 2:1 时,复合薄膜的 EMI SE 和 TC 分别达到了 85 dB 和 3.49 W/(mk)。综上所述, MXene 系具有电磁屏蔽效能的导热材料的 EMI SE 和 TC 总结如表 1 所示。

表 1 MXene 系具有电磁屏蔽效能的导热材料的 EMI SE 和 TC

基材	填料	EMI SE/dB	TC/W(mk) <sup>-1</sup>
PVDF	MXene/GNP	36.3	36.9
TPU	MXene	50.7	6.31
PMMA	MXene/rGO	51	3.96
PE	GWFs/MXene	61	9.26
PAT	MXene	45.18	0.687
PVA	MXene	44.4	4.57
PVA	Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> T <sub>x</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	40	2.86
PI	Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> T <sub>x</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	85	3.49

#### 3.2 碳系填料

多壁碳纳米管(MWCNTs)由多层片状石墨烯卷曲形成,多个碳圆柱面构成了“空心管”结构,是最常用的碳系填料之一。Zhang 等<sup>[12]</sup>利用超声、真空过滤和热压方法制备了 TPU/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@MWCNT 纤维薄片,并将银纳米线涂于纤维薄片上,结果表明,该纤维薄片的 EMI SE 和面内 TC 分别达到了 78.48 dB 和 7.83 W/(mk)。Zhang 等<sup>[13]</sup>以 PVDF 为基体,通过水蒸气

诱导相分离方法制备了PVDF@MWCNT复合微球,然后通过热压技术将氮化硼(BN)涂覆于PVDF@MWCNT复合微球外层,结果表明,MWCNTs在复合微球中形成了局部导电网络结构,BN与复合微球形成了完整的热导网络,使复合材料不仅具有电磁波屏蔽效果,还具有良好的电绝缘性能,且当MWCNT和BN的质量分数分别为5%和40%时,复合材料的EMI SE和TC分别达到了8.86 dB和0.83 W/(mk)。Li等<sup>[14]</sup>以聚甲醛(POM)为基材,制备了POM/MWCNT复合材料,结果表明,当MWCNT的质量分数为40%时,复合材料的EMI SE和TC分别达到了45.7 dB和1.95 W/(mk)。

石墨烯纳米片(GNPs)是一种由石墨烯片层堆叠而成、具有高纵横比的二维填料,面内TC高达2 000~3 000 W/(mk),具有高强度、高韧性、可弯曲等优点。Peng等<sup>[15]</sup>制备了一种线性低密度聚乙烯(LLDPE)/BN@GNPs复合材料,结果表明,复合材料具有双层分离结构,一层是BN导热层,另一层是GNPs导电层,填料排列有序,且当GNPs的体积分数为3.5%时,复合材料的导电率达到了12.5 S/m、EMI SE达到了27.8 dB、TC达到了3.11 W/(mk)。Zhao等<sup>[16]</sup>以PEI为基材,通过超声、真空辅助过滤、热压等工艺,制备了PEI/fGNP复合材料,结果表明,fGNP填料在PEI外围分布,并形成了连续的填料框架,复合材料的EMI SE和TC分别达到了42.7 dB和4.77 W/(mk)。Mani等<sup>[17]</sup>采用溶液铸造法制备了聚氨酯(PU)/GNPs复合薄膜,利用拉伸诱导对准法将PU基体中的GNPs水平对准,结果表明,GNPs的水平排列增强了复合薄膜的电磁屏蔽效果和导热性,当拉伸度为130%、GNPs的质量分数为10%时,复合薄膜的EMI SE和TC分别达到了41 dB和10.68 W/(mk)。Wu等<sup>[18]</sup>采用分层设计和重组策略,以氧化石墨烯(GO)作为顶层、聚酰胺(PA)为底层、水性聚氨酯为中间层(粘合顶层和底层)、GNPs为导热和电磁屏蔽层,制备了一种PA/GNPs/GO复合薄膜,结果表明,复合薄膜的EMI SE和TC分别达到了63 dB和33.27 W/(mk),且具有良好的机械性能。Wang等<sup>[19]</sup>以PA纱布为基材,采用真空辅助过滤和压缩成型工业,制备了PA/GNPs复合纳米纸,结果表明,当GNPs的质量分数为11.8%、复合纳米纸的厚度为180 μm时,复合纳米纸的EMI SE和TC分别达到了58.1 dB和15.8 W/(mk)。何青霞<sup>[20]</sup>采用化学镀技术对GNPs进

行表面修饰,在其表面沉积一层金属镍(Ni),制备了一种具有核壳结构的GNPs@Ni高导热/导电杂化填料,然后采用热压成型工艺制备了聚亚苯基砜(PPSU)/GNPs@Ni复合材料,结果表明,当GNPs@Ni的质量分数为40%时,复合材料的EMI SE达到了42.9 dB,面内和面外TC分别达到了2.7 W/(mk)和3.7 W/(mk),相比于纯PPSU,分别提高了10倍和14倍。综上所述,碳系具有电磁屏蔽效能的导热材料的EMI SE和TC总结如表2所示。

表2 碳系具有电磁屏蔽效能的导热材料的EMI SE和TC

基材	填料	EMI SE/dB	TC/W(mk) <sup>-1</sup>
TPU	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> @MWCNT	78.48	7.83
PVDF	MWCNT	8.86	0.83
POM	MWCNT	45.7	1.95
LLDPE	BN/GNPs	27.8	3.11
PEI	fGNP	42.7	4.77
PU	GNPs	41	10.68
PA	GNPs/GO/Ni	63	33.27
PA	GNPs	58.1	15.8
PPSU	GNPs@Ni	42.9	3.7

### 3.3 金属系填料

导热金属粒子主要有金、银、铜、铝、锌及其合金。金属填料的粒径大小、形状、添加量等均会对聚合物的导电、导热以及机械性能产生明显影响。Yang等<sup>[21]</sup>通过静电纺丝、化学沉积、热压等工艺,制备了一种类似分离结构的热塑性聚氨酯/聚多巴胺/银(TPU/PDA/Ag)复合薄膜,结果表明,静电纺丝利于连续纤维的制备,化学沉积使聚合物表面的金属层更加均匀、避免了填料团聚,且当Ag的质量分数为75%、复合薄膜厚度为45 μm时,复合薄膜的EMI SE和TC分别达到了109 dB和20.9 W/(mk)。Kim等<sup>[22]</sup>以薄银层为催化剂,在可生物降解塑料聚乳酸(PLA)上,通过化学镀铜(Cu)合成Ag-Cu双镀层,然后采用热压工艺,制备了PLA/Ag/Cu纳米复合材料,结果表明,Ag不仅是Cu沉积的催化剂,还能分散Cu,使其形成三维导热网络,同时还增强了Cu的抗氧化性,当Ag和Cu的体积分数分别为2.4%和6.3%时,复合材料的EMI SE、面内TC和面外TC分别达到了101.8 dB、11.22 W/(mk)和3.44 W/(mk)。

低熔点合金(LMPA)是一类由锡、镓、汞等元素组成且熔点较低的二元、多元合金,具有密度高、熔点低、导热导电性好、加工性能优异等特点。Zhang等<sup>[23]</sup>采用水蒸气诱导相分离法制备了PVDF树脂微球,然后利用热压工艺制备了PVDF/LMPA复

合材料, 结果表明, 当 LMPA 的体积分数为 50% 时, 复合材料的 EMI SE 和 TC 分别达到了 68.79 dB 和 6.38 W/(mk)。张萍<sup>[24]</sup> 通过聚多巴胺 (PDA) 和葡萄糖在 PVDF 微球表面还原银离子, 制备了 PVDF@PDA@Ag 微球, 并通过热压工艺制备了 PVDF@PDA@Ag/LMPA 复合材料, 结果表明, 在银界面层的协同作用下, 热压加工中流动的 LMPA 定向包覆在微球表面, 形成了隔离结构, 提升了复合材料的导热性能、降低了复合材料的线膨胀系数, 且当 LMPA 的体积分数为 10% 时, 复合材料的 EMI SE 和 TC 分别达到了 48.1 dB 和 1.79 W/(mk)。

#### 4 结语

目前, 对具有电磁屏蔽效能的导热塑料的研究还处于发展阶段, 未广泛应用在生活中, 一是因为制造工艺复杂、成本高; 二是填料的增加会导致材料力学性能、加工性能降低。但是, 随着 5G 时代的来临, 电磁屏蔽/导热材料需求的增加, 工艺技术的不断升级, 国内相关产业链公司也将迎来新的增长机遇。未来具有电磁屏蔽效能的导热材料在满足市场多重性能的前提下会向轻量化方向发展, 同时也会以危害较低的吸收损耗为主, 减少反射损耗, 创造出更加经济环保的电磁屏蔽/导热材料。

#### 参考文献:

- [1] TIAN K, HU D, WEI Q, et al. Recent progress on multifunctional electromagnetic interference shielding polymer composites[J]. *Journal of Materials Science & Technology*, 2023, 134:106–131.
- [2] LI Y, QIAN Y, JIANG Q, et al. Thermally conductive polymer-based composites: fundamentals progress and flame retardancy/anti-electromagnetic interference design[J]. *Journal of Materials Chemistry C*, 2022, 10(39):14 399–14 430.
- [3] LI Y, ZHANG D, ZHOU B, et al. Synergistically enhancing electromagnetic interference shielding performance and thermal conductivity of polyvinylidene fluoride-based lamellar film with MXene and graphene[J]. *Composites Part A*, 2022, 157:106 945.
- [4] GAO Q, PAN Y, ZHENG G, et al. Synergistic toughening in the interleaved carbon fibre reinforced epoxy composites by thermoplastic resin and nanomaterials[J]. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 2021, 4(2):274–285.
- [5] VU MC, MANI D, KIM JB, et al. Hybrid Shell of MXene and Reduced Graphene Oxide Assembled on PMMA Bead Core towards Tunable Thermoconductive and EMI Shielding Nanocomposites[J]. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2021, 149:106 574.
- [6] TAN X, LIU T, ZHOU W, et al. Enhanced Electromagnetic Shielding and Thermal Conductive Properties of Polyolefin Composites with a  $Ti_3C_2Tx$  MXene/Graphene Framework Connected by a Hydrogen-Bonded Interface[J]. *ACS nano*, 2022, 16(6):9 254–9 266.
- [7] RAAGULAN K, BRAVEENTH R, KIM BM, et al. An effective utilization of MXene and its effect on electromagnetic interference shielding: flexible, free-standing and thermally conductive composite from MXene-PAT-poly(p-aminophenol)-polyaniline co-polymer[J]. *RSC Advances*, 2020, 10(3):1 613–1 633.
- [8] JIN X, WANG J, DAI L, et al. Flame-retardant poly(vinyl alcohol)/MXene multilayered films with outstanding electromagnetic interference shielding and thermal conductive performances[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2020, 380:122 475.
- [9] Naguib M, Mashtalir O, Carle J, et al. Two-Dimensional Transition Metal Carbides [J]. *ACS nano*, 2012, 6(2):1 322–1 331.
- [10] ZHANG Y, RUAN K, GU J, et al. Flexible Sandwich-Structured Electromagnetic Interference Shielding Nanocomposite Films with Excellent Thermal Conductivities [J]. *Small*, 2021, 17(42):2101951.
- [11] ZHANG Y, RUAN K, ZHOU K, et al. Controlled Distributed  $Ti_3C_2Tx$  Hollow Microspheres on Thermally Conductive Polyimide Composite Films for Excellent Electromagnetic Interference Shielding[J]. *Advanced materials (Deerfield Beach, Fla.)*, 2023, 35(16).
- [12] ZHANG Y, TANG S, ZHANG Q, et al. Constructing interconnected asymmetric conductive network in TPU fibrous film: Achieving low-reflection electromagnetic interference shielding and superior thermal conductivity[J]. *Carbon*, 2023, 206:37–44.
- [13] ZHANG P, DING X, WANG Y, et al. Segregated double network enabled effective electromagnetic shielding composites with extraordinary electrical insulation and thermal conductivity[J]. *Composites Part A*, 2019, 117:56–64.
- [14] LI J, WANG Y, YUE T, et al. Robust electromagnetic interference shielding, joule heating, thermal conductivity, and anti-dripping performances of polyoxymethylene with uniform distribution and high content of carbon-based nanofillers[J]. *Composites Science and Technology*, 2021, 206:108681.
- [15] PENG Z, LV Q, JING J, et al. FDM-3D printing LLDPE/BN@GNPs composites with double network structures for high-efficiency thermal conductivity and electromagnetic interference shielding[J]. *Composites Part B*, 2023, 251:110 491.
- [16] ZHAO J, WANG C, WANG C, et al. Significant enhancement of thermal conductivity and EMI shielding performance in PEI composites via constructing 3D microscopic continuous filler network[J]. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical*

and Engineering Aspects, 2023, 665:131-222.

[17] MANI D, VU MC, LIM CS, et al. Stretching induced alignment of graphene nanoplatelets in polyurethane films for superior in-plane thermal conductivity and electromagnetic interference shielding[J]. Carbon, 2023, 201:568-576.

[18] WU B, ZHU H, YANG Y, et al. Hierarchically Flexible Polyamide Composite Films for Thermal Management and Electromagnetic Shielding[J]. ACS Applied Engineering Materials, 2023, 1:568-576.

[19] WANG W, MA X, SHAO Y, et al. Flexible, multifunctional, and thermally conductive nylon/graphene nanoplatelet composite papers with excellent EMI shielding performance, improved hydrophobicity and flame resistance[J]. Journal of Materials Chemistry A, 2021, 9(8):5 033-5 044.

[20] 何青霞. 高导热、电磁屏蔽聚亚苯基砜复合材料的制备与性能研究 [D]. 吉林大学, 2021.

[21] YANG G, WANG M, DONG J, et al. Fibers-induced segregated-like structure for polymer composites achieving excellent thermal conductivity and electromagnetic interference shielding efficiency[J]. Composites Part B, 2022, 246:110-253.

[22] KIM D, LEE Y, AHN K, et al. Interconnected network of Ag and Cu in bioplastics for ultrahigh electromagnetic interference shielding efficiency with high thermal conductivity[J]. Composites Communications, 2022, 30:101-093.

[23] ZHANG P, DING X, WANG Y, et al. Low-Melting-Point Alloy Continuous Network Construction in a Polymer Matrix for Thermal Conductivity and Electromagnetic Shielding Enhancement[J]. ACS Applied Polymer Materials, 2019, 1(8):2006-2014.

[24] 张萍. 聚合物基电子封装材料的结构设计 with 导热电磁屏蔽性能研究 [D]. 中国科学技术大学, 2022.

## Research progress on thermal conductive plastics with electromagnetic shielding effectiveness

Xie Zhuoli<sup>1</sup>, Liao Wenquan<sup>1</sup>, Lao Zhichao<sup>1</sup>, Han Shuntao<sup>2</sup>, Ma Xiuqing<sup>1\*</sup>

(1. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China;

2. China Nuclear Power Engineering Co. LTD., Beijing 100840, China)

**Abstract:** With the continuous development of chips, thermal conductive plastics with electromagnetic shielding effectiveness have attracted much attention. This article briefly describes the principles of electromagnetic shielding and thermal conductivity, and summarizes the research progress of MXene based, carbon based, and metal based filler modified thermal conductive plastics with electromagnetic shielding effectiveness.

**Key words:** electromagnetic shielding; heat conduction; filler; modification

(R-03)

### 51 亿轮胎工厂，配套项目开工！

The supporting project of the 5.1 billion tire factory has started!

近日，山东优越橡胶智慧仓储物流基地项目开工仪式，在诸城高新区举行。该项目是优越橡胶年产 1 200 万套超高性能环保乘用车轮胎和年产 300 万套绿色智能化载重轮胎项目的配套项目。

据了解，优越轮胎生产项目占地 933 亩，总投资 51.6 亿元，分两期建设。一期项目全部达产后，可日产高性能环保乘用车轮胎 4 万条，年产量 1 200 万条，年产值近 20 亿元，并解决 1 000 多人的就业问题。

目前，优越子午胎车间、硫化车间正在安装调试设备；检测车间钢结构骨架安装；变电站、实验中心开始建二层，预计 10 月份投产。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)