

# 高精度多轴协同运动控制及在大尺寸篷布自动化柔性生产中的应用

## 1 背景及意义

篷布是一种典型的柔性薄膜类材料，具有防潮、防水、防风、耐腐蚀等优点，广泛应用于工业、农业、军工、建筑、物流等行业。近年来，在数字化转型的大背景下，我国的篷布产品生产企业却仍然沿用多年未变的“劳动密集型”人工作业方式进行生产，不仅存在着生产成本低、工人劳动强度大、生产效率和产品精度较低、一致性较差、废布率过高等系列问题，而且通常只能生产布幅宽度小于 6 米的篷布产品，使得产品难以应用于对尺寸精度和一致性要求较高，以及需要大尺寸篷布（布幅宽度 $>6\text{m}$ ）的场合，迫切需要能够适应不同规格篷布产品生产的大尺寸篷布自动化柔性生产系统。此前，国内外尚无同类型相关产品。

在大尺寸篷布自动化柔性生产系统中，需要对多个运动轴（辊）实施精确的位置控制和速度控制，且多个轴（辊）之间需按照工艺要求严格协同运动。高精度多轴协同运动控制成为了大尺寸篷布自动化柔性生产系统中的关键技术之一，协同运动控制的精度及其动态性能，直接影响着生产过程关键工艺参数及最终产品质量。

## 2 技术创新

通过应用高精度多轴协同运动控制技术，研发了大尺寸篷布自动化柔性生产控制系统，实现了从篷布原布热合到成品打包的全流程自动化，能够生产布幅宽度 2 米至 9 米范围内的多种规格篷布产品，极大地节约了人工成本，提高了生产效率和产品质量。

1、基于 PROFINET 工业以太网标准，构建了基于实时（Real Time, RT）通信和等时同步（Isochronous Real Time, IRT）通信融合的运动控制网络。采用工业总线的方式实现了大尺寸篷布自动化柔性生产系统中共 32 个位置轴、速度轴的协同运动控制，克服了传统的基于模拟量或脉冲实施运动控制过程中，存在的定位误差大、同步动态特性差等问题。

2、在基于总线的伺服运动控制基础上，突破了传统的运动插补方法，提出了基于虚拟轴的变同步比运动插补方法。实现了叠布板组在平面内的曲线插补运动，有效避免了篷布叠布过程中，由于叠布板组直线运动造成的板组端部刺穿布面问题的发生。



图 1 多轴协同储布装置



图 2 多轴协同叠布装置

### 3 推广应用

山东省某篷布生产企业采用本技术，成功开发了大尺寸篷布自动化柔性生产线，填补了国内外尚无篷布产品自动化柔性生产线的空白。在受新型冠状病毒肺炎疫情影响以来，企业营收实现了逆势增长。

本技术能够最多实现 64 轴协同运动控制，IRT 周期最小 2ms，定位精度 $<0.01\text{mm}$ ，能够满足对位置与速度精度要求较高，且需要多轴协同作业的中大型生产线的运动控制需求。

### 4 联系方式

联系人：魏青轩博士

联系电话：15001266952

邮箱：weiqx@bipt.edu.cn