

# 基于智能化背景的隧道钢构件生产线优化研究

赵海波

中铁三局集团第二工程有限公司

**摘要：**隧道钢构件智能化生产是指利用先进的信息技术手段，对钢结构加工、安装和维护等全过程进行智能化管理，以提高生产效率、加强产品质量控制、降低成本等方面的需求。本文针对隧道钢构件智能化生产技术进行研究，在剖析传统隧道钢构生产方式的不足与隧道钢构件智能化生产的重要性之后，对隧道钢构件智能化生产的技术要点进行了分析，希望能对相关技术发展提供参考。

**关键词：**隧道钢构件；智能化；生产线

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.19.023

## 序言

随着科技的发展，现代隧道工程中，隧道钢结构作为一种重要的支撑结构，其设计、制造和安装的质量对隧道整体的安全稳定性和使用寿命起着至关重要的作用。传统的隧道钢结构生产方式，依靠人工操作，存在很多缺陷，例如加工时间长、精度难以保证、加工成本高、安装复杂等问题。因此，推进隧道钢构件智能化生产已经成为隧道工程领域的重要发展方向。本文针对隧道钢构件智能化生产技术进行研究，在剖析传统隧道钢构生产方式的不足与隧道钢构件智能化生产的重要性之后，对隧道钢构件智能化生产的技术要点进行了分析，希望能对相关技术发展提供参考。

### 一、隧道钢构件智能化的重要性

隧道钢构件智能化生产是指利用先进的信息技术手段，对钢结构加工、安装和维护等全过程进行智能化管理，以提高生产效率、加强产品质量控制、降低成本等方面的需求。隧道钢构件的种类繁多，大体可以分为超前小导管、管棚、对型钢拱架、格栅拱架等，其生产加工大多采用人工配合简单的机械进行加工，这种传统施工方法存在工人劳动强度大、质量不稳定、产生的废料多，特殊构件人工生产难度大等。比如传统模式中简易钢筋网片加工中，网片的焊接需要制作大量的模具，每次规格变换都需要重新制作一种规格的模具，焊接则采用人工的模式。一方面，网片的焊接质量无法得到保证；另一方面，生产过程中过度依赖模具和人工，使得钢筋网片的加工质量和供货周期都无法保证。而智能化

生产涉及工艺流程、设备管理、材料选择、质量检测等方面，包括计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）、数控加工、无损检测等技术，可以大大提高钢构件制造的精度和效率，减少不合格品率，同时也能更好地满足设计要求，保证施工质量。采用智能化生产方式，钢构件的加工和生产过程将大大减少对人工的依赖，生产效率也会随之提高。智能化生产还可以保证质量，降低不合格品率，减少人为因素引起的误差，从而降低生产成本。钢构件作为隧道工程的重要组成部分，其质量直接影响到隧道的使用寿命和安全性。采用智能化生产技术，可以精确计算钢构件尺寸、角度等参数，减少误差，提高产品质量。

### 二、隧道钢构件智能生产线优化研究

本次研究以简易钢筋网片的智能化自动生产线为例，简易钢筋网片自动化生产线是一种集机械、电气、液压、气动、计算机等技术于一体的高科技生产线，采用横、纵筋采用盘条上料，可对热（冷）轧带肋钢筋、光圆冷拔钢筋进行交叉焊接。可生产网片宽度小于1.4米的钢筋网，加工直径范围为 $\phi 5 \sim \phi 12\text{mm}$ 。简易钢筋网片自动化生产线采用PLC程序自动控制系统，能够自动完成一系列生产流程，工作效率高，能大大减少人力投入和生产周期。生产线上采用激光定位、数控切割等先进技术，保证了产品的精度和质量，特别是在生产复杂的小曲率管件时，精度更是得到了充分的保证。采用生产线生产的简易钢筋网片，由于工艺先进、精度高，具有优良的强度和密实性，因此产品质量得到了有效保证。简易钢筋网片自动化生产线采用智能化控制系统，能够在数码屏幕上直观地显示生产流程和操作要求，方便了操作人员的操作和维护。采用生产线生产简易钢筋网片，能够实现大批量生产，且生产周期短，能够满足大型道路建设项目对简易钢筋网片的生产需求，大大提高了生产效率。此外，简易钢筋网片自动化生产线具有安全性高的特点，采用多种安全保护措施，如声光报警、安全防护栅栏等，保证了生产过程的安全。

#### （一）操作界面设计重点

首先，操作界面要符合人体工程学设计原理。要设计简单、清晰的操作界面，使操作员能够快速了解和掌

握生产线的运行状态和参数设置，避免出现因操作界面复杂难以操作而导致的设备操作不当的情况。界面要布局合理，功能分类明确，控制按钮、指示灯、警报等要具有醒目性，操作步骤应该简单明了，一目了然。其次，操作界面要具有可视化监控功能。在操作界面上，应该设置实时监控的摄像头，以实现生产线的实时监测。可视化监控能够帮助操作员及时发现设备运行中出现的问题，从而及时采取应对措施。此外，操作界面上的监控图表、曲线图等也可以帮助操作员及时掌握设备的工作状态和运行情况，对生产的质量和效率进行实时控制和监测。第三，操作界面要具有可操作性和可维护性。界面上的各种控制器、开关、按钮等都应该设计成易于操作的形式，以方便操作员的使用。此外，为了保证设备的正常运行，操作界面还应该配备相关的诊断和维护功能，帮助操作员及时排查设备故障并进行维护。这些功能包括设备自检功能、历史运行记录查询功能、设备参数设置等，都应该设计在操作界面上，以方便操作员进行调试和维护。最后，操作界面要具有安全性和可靠性。操作界面应该能够实现设备的自动保护和自动控制，防止因操作不当而导致的事故和损坏。操作界面应该具有多层次的安全保护功能，包括对设备运行状态的实时监测、设备故障报警、紧急停机按钮等。这些安全保护功能的设计能够保障设备的运行安全，也为操作员的工作提供了重要保障。

### （二）利用信息化手段进行实时监控

监控生产线的生产状态可以帮助工程师及时调整设备和流程，确保生产线的正常运转。为了监控生产线的生产状态，可以利用信息化手段进行实时监控。具体实现方式包括以下几种方式，首先是传感器监测，安装在生产线上的传感器可以监测生产线的各种参数，例如温度、湿度、压力、速度等。这些数据可以通过传感器实时上传到云端，供工程师进行分析和监控。其次是视频监控，安装在生产线上的摄像头可以对整个生产线进行全方位监控，包括设备运转情况、产品质量等。工程师可以通过手机或电脑等终端实时观看视频，及时发现异常情况并采取措施。第三是数据分析，通过云端数据分析技术，可以将传感器监测到的各种参数数据进行汇总和分析，生成数据报表，以便工程师及时了解生产线的运转状态，预测设备故障，调整生产流程，以提高生产效率和产品质量。最后自动化控制，将信息化技术与自动化控制相结合，可以实现生产线的自动化控制。通过

自动化控制，可以实现设备的自动开关、自动调整等操作，从而提高生产效率和产品质量，降低人工干预的成本和误差。

### （三）生产流程优化

为了保证简易钢筋网片自动化生产线的高效运行，需要进行流程优化。首先是，确定流程优化目标。流程优化的首要任务是确定优化目标。在确定目标时，需要考虑生产效率、生产质量、成本控制等因素，以确保流程优化能够为简易钢筋网片自动化生产线的运行带来实际的好处。在确定优化目标之后，需要绘制简易钢筋网片自动化生产线的流程图。流程图是一种将生产过程各个环节以图表形式呈现的工具，可以清晰地展示整个生产流程，便于分析、改进和优化。在绘制流程图时，需要考虑生产线上的各个环节，包括原材料采购、加工、成品质检、包装和出库等。在绘制流程图之后，需要找到流程瓶颈。流程瓶颈是指生产线上生产效率最低的环节，通常是影响整个生产过程的关键环节。通过找到流程瓶颈，可以集中精力进行改进，从而提高生产效率。在找到流程瓶颈之后，需要进行流程改进。改进的方法有很多种，可以采用生产自动化技术、优化物流管理等手段。在进行流程改进时，需要对生产线进行彻底分析，找出存在的问题，然后制定具体的改进计划。流程优化是一个持续不断的过程。一旦完成了一轮流程优化，就需要对整个生产线进行评估，并找出存在的问题，制定下一步的改进计划。只有不断地进行改进，才能保证简易钢筋网片自动化生产线始终保持高效的运行状态。采用工厂化、机械化、自动化加工钢构件，降低传统人工生产的主观因素，提高施工过程中的管理效能。具体来说简易钢筋网片的智能自动化生产线包括以下几点：

#### 1. 圆盘式钢筋放线架

该机构主要用于存放纵向的盘条钢筋，具有载重高（最高载重2.5T），所承载的盘条钢筋里孔直径必须大于410mm，外圆直径必须小于1400mm，所承载钢筋必须是经过正规收线机盘成的规则的圆，避免钢筋放线过程中出现的乱丝，卡丝现象。

#### 2. 纵筋预矫直部分

盘条丝经过进线部分定位，就进入矫直机构。矫直机构采用五辊式交织方式，从90度垂直两个方向进行矫直，有利于氧化皮的脱落，保证焊接质量。

#### 3. 纵筋牵引储料

牵引储料机构是为了保证设备运行的稳定性和对步进装置的送进缓冲而设置的,该机构可将经过矫直后的钢筋通过牵引和储料装置引导为环形进行临时储存和缓冲,主要包括牵引和储料两部分。储料机构设有限位装置,每根纵筋都有单独的牵引滚轮,限位开关通过储料情况控制滚轮的工作情况,储料过程实时调整。

#### 4. 落料部分

安装于焊接主机的前方,横置于网片前进方向上。由横筋剪切,导向机构,抓丝送丝机构组成;当横筋经过横筋的送丝机构及矫直机构之后,调整为直度很好的钢筋,穿过剪刀刀座进入横丝导向机构,经过横筋剪切之后的钢筋,通过抓丝送丝机构准确将横筋送至电极焊接处,到达落料效果。

#### 5. 焊接主机部分

主机部分主要包括纵横筋交叉焊接电路、焊接气缸、焊接变压器、储气管、各种电磁阀、水管、磁力定位等。焊接主机机架的立柱用方管制作,当作储气管道用。2套下电极座分别与变压器的正负极用导线相连,2套上电极座用上电极软导线相连,这样构成焊接回路。

#### 6. 横筋矫直牵引部分

包括矫直部分和牵引两部分,其主要作用是提供钢筋的送进功能并控制钢筋的送进量,达到定尺效果。工作时,牵引气缸通过压杆压下上牵引轮,使之压紧钢筋,伺服电机通过同步带轮减速驱动牵引轮转动,达到牵引钢筋的目的。

#### 7. 网片剪切部分

本剪切机用来剪切宽度小于1400mm,剪切机由机架、主轴、上下刀架、左右偏心套、左右连杆、带轮、离合器、移动机构等组成。下刀架固定于机架上,上刀架通过连杆和偏心套与主轴连接,通过离合器的吸合使主轴驱动偏心套转动,从而使上刀架上下运动完成剪切过程。

### (四) 优化操作人员素质

隧道钢构件智能化生产线操作人员是钢构件制造和安装的重要环节,其素质的高低直接影响着钢构件的生产效率和质量。首先,操作人员需要具备良好的专业技能。隧道钢构件智能化生产线的操作需要操作人员掌握一定的机械、电子等技术,具备较强的实践经验。操作人员应当熟练掌握生产线各种设备的操作方法和生产工艺,能够及时解决各种机械设备的故障和生产过程中的各种问题。只有具备了优秀的专业技能,才能够在生

产过程中高效、稳定地完成任。其次,操作人员需要具备较强的沟通能力。钢构件生产过程中,操作人员需要与相关技术人员、客户等各个方面进行沟通。同时,操作人员还需要与生产线其他员工协调配合,确保整个生产过程的顺畅进行。因此,操作人员需要具备良好的沟通技巧和协调能力,能够在工作中与人沟通协调,建立良好的人际关系。再次,操作人员需要具备一定的计算机应用能力。隧道钢构件智能化生产线采用计算机控制,生产过程中需要对生产数据进行处理、调整等操作。操作人员需要熟练掌握计算机基本操作,能够对生产数据进行快速的处理和分析,保证生产过程的稳定性和数据的准确性。最后,操作人员需要具备较强的责任心。隧道钢构件生产是一个复杂的系统工程,如果操作人员在生产过程中出现差错,可能会对整个过程造成严重影响。因此,操作人员需要在生产过程中具有高度的责任心和敬业精神,能够严格按照生产流程和质量要求进行操作,保证钢构件生产的质量和效率。

### 三、总结

隧道钢构件智能化生产是指利用先进的信息技术手段,对钢结构加工、安装和维护等全过程进行智能化管理,以提高生产效率、加强产品质量控制、降低成本等方面的需求。本文针对隧道钢构件智能化生产技术进行研究,在剖析传统隧道钢构件生产方式的不足与隧道钢构件智能化生产的重要性之后,对隧道钢构件智能化生产的技术要点进行了分析,希望能对相关技术发展提供参考。

### 参考文献

- [1] 黄凤玲. 基于BIM+三维扫描技术的钢结构施工质量控制研究[D]. 河北建筑工程学院, 2022.
- [2] 任冬生, 杨霖. 大连湾沉管法隧道最终接头防水系统创新模型试验研究[J]. 隧道与轨道交通, 2021(S2): 71-75.
- [3] 曾洁. 山岭隧道群施工中钢构件集中加工的安全管控分析[J]. 工程建设与设计, 2020(24): 191-192.
- [4] 郭娟丽, 丁杰, 王杰, 付伟, 潘怀良, 陈莎莎. 山岭隧道穿越段油气管道防腐[J]. 煤气与热力, 2018, 38(10): 13-17.
- [5] 王树森. 格栅拱架钢构件集中加工厂加工研究[C]//. 2012年中铁隧道集团低碳环保优质工程修建技术专题交流论文集., 2012: 482-484.