

# 钢筋智能化加工生产线设计与应用

## Design and Application of Intelligent Reinforcement Processing Production Line

宋久国 张世阳 林文彪

Jiuguo Song Shiyang Zhang Wenbiao Lin

中国建筑第八工程局有限公司 中国·上海 200120

Shanghai Branch of China Construction Eighth Engineering Bureau Co., Ltd., Shanghai, 200120, China

**摘要:** 在建筑工程钢筋加工领域, 现有加工机械多为半自动设备, 钢筋加工劳动力投入大、钢筋加工损耗管理难度大、生产效率较低。通过智能算法、电气自动化、机械等多方面技术融合, 研发出一套钢筋加工生产线, 实现了建筑工程钢筋加工的智能化、自动化, 控制系统管理钢筋加工、原料管理, 降低了劳动力的投入, 大幅提高了加工生产效率, 加工作业流程标准化, 提高了加工精度和加工质量。

**Abstract:** In the field of rebar processing in construction engineering, the existing processing machinery is mostly semi-automatic equipment, with large labor input for rebar processing, difficult management of rebar processing loss, and low production efficiency. Through the fusion of intelligent algorithms, electrical automation, machinery and other aspects of technology, a set of steel processing production line was developed to realize the intelligent and automated steel processing in construction engineering, control system management of steel processing, raw material management, reducing labor force input, greatly improving the processing production efficiency, standardization of the processing workflow, and improving the processing accuracy and processing quality.

**关键词:** 钢筋加工; 智能化; 自动化

**Keywords:** rebar processing; intelligence; automation

**DOI:** 10.12346/etr.v5i11.8778

## 1 引言

在建筑施工行业, 钢筋是重要的结构原材料, 在整体结构中起着至关重要的作用。钢筋工程施工中, 存在钢筋加工效益低、原材料浪费大、加工自动化程度低等问题亟待解决。

## 2 研究的目的

在建筑工程中, 钢筋加工是非常复杂且重要的工作, 涉及场地规划、钢筋翻样、材料管理、质量控制、进度管理、机械管理等方面<sup>[1]</sup>。为了提高管理水平, 降低材料损耗, 实现质量标准化控制, 实现钢筋加工智能化、自动化是钢筋加工的重要研究方向, 也是提高建筑工程智能建造管理水平的重要方面之一。

## 3 研究的方法

首先, 对建筑工程中钢筋加工进行工作内容分析和工作任务分解。建筑工程所用钢筋原材按形态大致可分为两类直条钢筋(包含直螺纹钢或光圆钢筋)和盘条钢筋。建筑工程钢筋加工的任务是将钢筋原材加工为直线钢筋、直线单端或两端套丝钢筋、单端或两端弯钩钢筋、单支箍筋、矩形箍筋。钢筋加工对直条钢筋的处理动作主要包括原材料选取、长度量取、切断、套丝、弯曲。钢筋加工对盘条钢筋的处理动作主要包含原材料选取、调直、长度量取、弯曲、切断。

根据钢筋加工工作内容分析和工作任务分解, 设计直条钢筋加工生产线和盘条钢筋加工生产线完成建筑工程所需钢筋加工任务。通过钢筋加工机械模块组合、电气控制系统

【作者简介】宋久国(1988-), 男, 中国上海人, 本科, 高级工程师, 从事建筑施工行业研究。

串联、智能系统控制，最终实现钢筋智能化、自动化加工。

## 4 研究的过程

紧密结合工程难点及需要研究的内容，将施工工艺流程中的新发明、新发现突出出来。或对与研究结果紧密相关的研究的过程作详细的叙述。

### 4.1 直条钢筋加工生产线

#### 4.1.1 总体方案设计

如图1所示，直条钢筋加工生产线由9个模块组成，包含移动料仓、钢筋拾取装置、切割工段、弯曲工段、余料缓存装置、弯曲中心模具库、套丝工段、丝牙保护工段、成品钢筋检测及分拣工段。

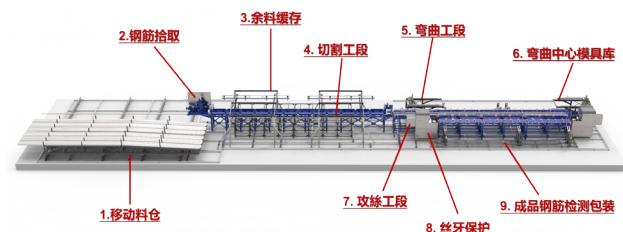


图1 直条钢筋加工生产线设计图

各工段的运作由智能操控系统控制，整个系统联动作业。整个设计方案综合考虑各模块的占位、加工钢筋流转的顺序、整个设备产线的占地等因素，在满足加工作业功能的前提下，兼具占地面积小、集成化程度高、经济实用的特点。

#### 4.1.2 工作内容和作业原理

如图2所示，各模块的工作内容和作业原理如下。

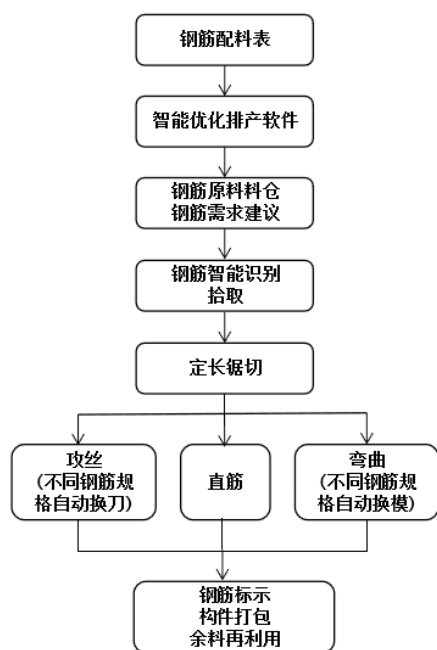


图2 工作内容和作业原理

#### ①移动料仓。

移动料仓主要工作内容是存储钢筋原材料，并根据加工

需求将对应仓位的钢筋移动到钢筋拾取工位。料仓设置8个小的分仓，同种规格、同种尺寸的钢筋放入一个分仓。在控制系统操作界面将钢筋信息输入对应编号的分仓中，钢筋加工时，系统就可以通过读取分仓中钢筋数据信息，完成原材料的选择。移动料仓底部设置滑轨，整个料仓可以在滑轨上进行水平滑移。工作时，移动料仓根据控制系统发出的指令，通过水平滑移将对应的料仓（分仓）滑移至拾取工位，实现原材料自动匹配。

#### ②钢筋拾取装置。

钢筋拾取装置主要工作内容是根据指令拾取料仓里的钢筋，并将钢筋拾取至加工工位上。拾取装置的端头采用可上下伸缩电力磁性装置，钢筋拾取时，磁性装置通电产生强大磁吸力，可伸缩调节装置将磁吸装置伸长至钢筋料仓中，通过磁吸力牢牢抓住钢筋原材，可伸缩调节装置收缩即可带动磁吸装置和钢筋至加工料仓工位，磁吸装置断电失去磁力，钢筋自动掉落在加工工位，完成钢筋抓取。

#### ③定尺切割工段。

定尺切割工段的主要工作内容是将钢筋原材料截断成钢筋下料的料单中所需的长度。切割工段设置可移动切割机，通过切割机的位置确定钢筋切割的长度。钢筋原材传送至切割工段后，切割机根据系统指令移动至切割位置进行切割，完成钢筋长度的定尺切割。

#### ④余料缓存装置。

定尺切割后剩余的钢筋可分为两类，一类是无法利用的钢筋余料，按废料处理，切割完成后直接传送至废料池；另一类是满足后续加工需求的钢筋余料，切割后的钢筋规格尺寸与移动料仓中的钢筋无法完全匹配，不能重新进入移动料仓，因此设置余料缓存装置，暂时无法利用的钢筋余料进入余料缓存装置，系统自动记录钢筋规格、长度信息以及储存在余料缓存装置的位置，后续钢筋加工时，自动检索余料缓存装置中的钢筋信息并进行数据匹配，选取对应的钢筋进行利用，提高钢筋利用率，降低损耗<sup>[2]</sup>。

#### ⑤弯曲工段和弯曲中心模具库。

钢筋折弯工段进行折弯工作时会根据钢筋直径的不同选取不同折弯模具进行折弯工作。弯曲工段设计模具自动更换机构，使整个模具更换过程全部实现自动控制。

钢筋折弯机模具自动更换机构，具体包括：供放置模具的模具库；三轴桁架，对应X轴、Y轴、Z轴三个不同方向并且架设在钢筋折弯机和模具库的上方；拾取机械手，沿三轴桁架移动，拾取机械手的下端旋转安装有用于吸取模具的电磁铁，电磁铁与伺服电机驱动连接。采用上述技术方案，使整个模具更换过程全部实现自动控制，实现整个折弯过程的全自动无人化控制，不仅提高了工作效率而且保证工作过程的安全可靠。

#### ⑥套丝工段。

为了满足单端套丝和双端套丝需求，套丝工段在两端分

别设置套丝加工设备。套丝设备设置安装多个规格刀头的刀盘，刀盘可以根据加工钢筋的规格自动切换对应的刀具，实现自动套丝加工与刀具切换。安装刀头的刀盘，与升降气缸驱动连接，可升降地安装于套丝设备支架上部，刀盘中心通过电滑环与换刀伺服电机驱动连接；伺服滑台，与滑台伺服电机驱动连接，安装于套丝设备支架下部，伺服滑台靠近刀盘的位置安装有可转动卡盘，通过上述机构协调联动实现套丝刀具切换，套丝刀具推进作业、后退复位。

#### ⑦丝牙保护装置。

丝牙保护装置的作用是对套丝的丝头采取胶带覆盖保护措施，防止丝牙被破坏或锈蚀。套丝加工完成后的钢筋传送到丝牙保护装置位置，通过夹紧气缸夹紧工件靠近丝牙的位置，将胶带上胶带的自由端拉至提升机构上，剪刀机构裁剪下丝牙保护需要的胶带，提升机构将裁剪下的胶带提升至工件上丝牙的位置，打包机构向上抬升并将所述胶带顺势缠绕在丝牙上，完成后丝牙保护工序。

#### ⑧成品钢筋检测及分拣工段。

成品钢筋检测及分拣工段的作业是对加工后的成品钢筋按构件进行分类，便于使用和查找。钢筋加工生产线尾部设置钢筋加工成品料仓，成品料仓设置 10 个分仓。钢筋加工后的构件按构件进行分类，同一构件的成品钢筋送入一个分仓中。每个构件钢筋全部加工完成后打包，调离至钢筋成品堆场。

### 4.2 盘条钢筋加工生产线

如图 3 所示，盘条钢筋加工生产线由 3 个模块组成，钢筋原材料架、钢筋弯箍一体机、分拣设备。

盘条钢筋加工流程如下：盘卷料至固定料仓→矫直、切断、弯箍→码垛堆放→卸料打包。

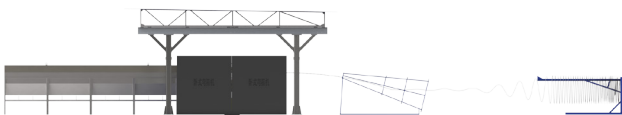


图 3 盘条钢筋加工生产线示意图

钢筋原材料架主要是存放盘条钢筋原材，前端设置圆锥

形架体装置，保持钢筋输送过程稳定，既能提高钢筋加工的稳定性，又可以防止箍筋摆动伤人，安全性更有保障。

钢筋弯箍一体机主要作用是盘条钢筋调直、箍筋弯曲加工，该设备相对成熟，可采用成品设备。

钢筋弯箍一体机加工后的成品钢筋可分为直筋和箍筋，加工成的直筋直接输送至成品料仓即可；为了减少加工后箍筋分拣工作，设置分拣设备，分拣设备采用机械手完成，通过算法控制系统将弯箍一体机和机械手分拣速度联动，机械手将加工后的成品箍筋分拣摆放整齐，完成箍筋加工成品的分拣整理工作。

## 5 结语

建筑工程钢筋加工目前普遍采用人工操作切断机、套丝机、弯曲机完成，钢筋用料与材料管理由钢筋工程师核算完成，施工效率低，钢筋耗材管控粗放。本次研发的智能钢筋生产线实现了自动化加工、智能化管理，实现了以下目标：

①整个钢筋加工生产线仅需 1~2 人进行系统监控、原材料管理、成品钢筋转移就可完成钢筋的加工生产，每小时可加工钢筋 1.5~2t，劳动力投入降低 90%。

②钢筋利用率明显提高，钢筋损耗率小于 1%，与传统人工加工方式相比损耗率降低 50%。

③钢筋加工效率的大幅提升为钢筋区域集中加工物流配送模式提供了技术支撑和供应保障，有助于解决钢筋加工场地不足，劳动力短缺的难题<sup>[3]</sup>。

钢筋智能加工生产线的研发与应用提高了智能建造水平，为建筑工程钢筋加工无人化、自动化作业提供了解决方案。

## 参考文献

- [1] 韩玉龙,谢心谦.基于BIM技术的钢筋数控平台应用[J].智能建造,2022,11(267):43-46.
- [2] 刘朋朋,王良文,庞勇,等.钢筋智能精细化加工分析[J].工程技术,2022,49(15):75-77.
- [3] 常彦伟.钢筋集中加工物流配送管理模式研究[J].理论研究,2023(10):76-77.