

高铁预埋道槽 T 型 XPE 填充料生产自动化设计

陈丽娜 许雅 胡露杨 金帅

(金山职业技术学院, 江苏 扬中 212214)

摘要: 高铁预埋道槽是高速铁路建设中支撑接触网的零部件, 该零件主要用于高速铁路的隧道工程中。通过调研我们发现, 很多小型民营企业中, 预埋道槽填充料生产以工人手工作业为主, 这样就使得生产效率比较低, 产品质量差, 工人劳动强度大, 并容易产生安全事故等问题。本文根据高铁预埋道槽 T 型 XPE 填充料生产工艺的特点, 设计高铁预埋道槽 T 型 XPE 填充料专用生产设备。本文介绍该设备的设计要点及绘制出生产设备结构图。通过研制加工设备、改进产品的加工工艺, 来提高生产效率, 提升产品质量, 增加产品合格率, 降低工人劳动强度, 减少生产安全事故。

关键词: 预埋道槽; XPE 填充料; 专用设备; 设计

随着中国经济的腾飞, 制造业出现了劳动力短缺、用工成本高昂、工人离职频繁等现象。打造无人车间、设计自动化生产线、改造自动化生产设备等一系列自动化改造, 已经成为大势所趋。使用自动化技术, 可以降低工人的劳动强度, 而且还可以提高产品的生产质量, 改善制造系统适应市场变化的能力, 从而提高企业的市场竞争力。制造自动化是指在工业生产中采用自动控制单元、自动调整装置, 来代替人工操纵机器进行生产。在整个发展进程中, 制造自动化按其发展阶段可以分为全自动化和半自动化两种。所谓的全自动化是指: 生产过程中全部工序, 包括上料、下料、装卸等, 都不需要人直接进行生产操作(人只是间接地看管和监督机器运转), 而由机器连续地、重复地自动生产出一个或一批产品; 所谓的半自动化是指: 一部分是由自动控制装置来控制机器进行加工生产, 另一部分是由工人手工操作机器进行生产。

本文论述的是高铁预埋道槽 T 型 XPE 填充料生产线的设计, 高铁预埋道槽是高速铁路建设中支撑接触网的零部件, 对预埋道槽抗压能力和腐蚀性要求很高。目前, 市场上大部分的预埋道槽填充料生产线, 以工人手工作业为主。工人在没有任何夹具的操作台上, 用铁片制作的模具, 弯着腰拿着美工刀徒手进行切割操作。每个工人一天工作八个小时, 只能加工 40~60 件。这种加工方式不仅仅效率低下, 而且导致工作人员体力消耗比较大, 操作中容易受到伤害, 从而引发安全事故。而且, 极易导致产品质量不合格, 报废率高, 无形中增加生产成本。通过调查我们了解到, 这样的企业购买专业机器对他们来说, 生产成本过于高昂。于是, 我们设计制造了高铁预埋道槽 T 型 XPE 填充料生产设备, 考虑到生产成本等现实因素, 该生产设备为半自动化专用设备。由工人手动上料, 机器自动加工生产。使用机械化加工可以提高产品的生产效率, 提升产品质量, 增加产品合格率, 降低工人劳动强度, 减少生产安全事故。

一、自动化制造方案制订

我们在制订自动化制造系统技术方案时应该在综合考虑被加工零件种类、批量、年生产纲领和零件工艺特点的基础上, 结合工厂实际条件, 包括工厂技术条件、资金情况、人员构成、任务周期、设备状况等约束条件, 建立生产管理系统方案。自动化制造方案的制订一般包含以下几方面: 1. 对所加工产品的加工工艺进行分析, 确定加工方案的加工工艺、定位夹具以及加工设备等。2. 分析企业的年生产纲领, 核算生产能力, 从而确定加工设备的型号和数量。3. 根据产品特点、生产设备和控制系统, 选择传送系统。4. 根据加工方式、加工设备和市场情况, 选择加工刀具。5. 设

计其他辅助功能, 综合分析确定系统配置。方案制订时必须结合生产实际, 确保企业能从改方案中切实收益。

(一) 加工工艺分析及改进

高铁预埋道槽填充料是化学交联聚乙烯发泡材料, 相较于其他材料具有良好的耐用性、抗光照、抗物理撞击、化学性质稳定、不易分解、无气味和弹性好的特点。在高铁预埋道槽里放置 T 型填充泡沫可以起到隔热、缓冲的作用。但是, 这种材料弹性大, 在受力时极易发生形变, 不方便装夹和切削加工, T 型 XPE 填充料结构如图 1 所示。

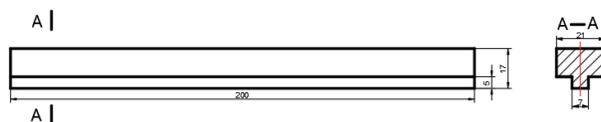


图 1 T 型 XPE 填充料结构图

该产品的毛坯尺寸为 21mm × 17mm × 200mm, 在工人手工加工时, 需要进行四次切割, 工序如图 2 所示。工人加工时, 先进行一侧的 1、2 两道切割工序的加工, 再进行另一侧的 3、4 两道工序的切割加工。为了保证加工尺寸的准确, 方便工人操作, 用铁片制作了一个简易的模具。但工人在操作时, 因为操作失误, 经常切坏工件。

因此, 我们对加工工艺进行了改进。该产品毛坯是一个长方体, 零件尺寸和表面公差精度要求较低, 毛坯材料对刀具的磨损极小。在加工时, 我们选择 21mm 的底面为定位基准和输送基面。为了提高效率, 我们对工序进行了改进, 通过观察发现在原工序中, 1、3 道工序加工的平面为平行面, 2、4 工序的面在同一水平面上, 所以, 我们决定将工序集中化处理, 采用多刀同时加工的方式, 来实现不同面的同时加工, 加工工序如图 3 所示。通过第一道工序进行左右两道纵向面切割加工, 再通过第二道工序进行两个横向面切割加工。如此, 减少了我们加工走刀次数, 省略了停车调整刀具位置环节, 节省了加工时间, 提高了工作效率, 并且保证了加工面之间的互相位置精度。

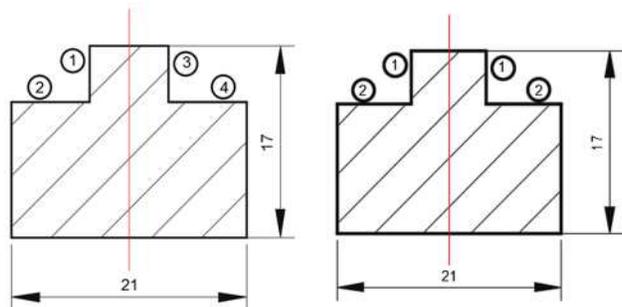


图 2 原加工工序示意图

图 3 改进后加工工序示意图

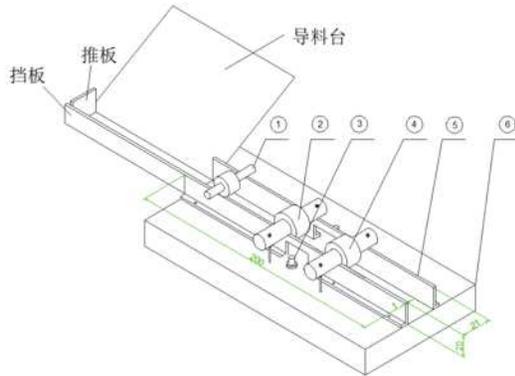
(二) 自动化制造方案的拟定

通过调研发现, 合作企业的年产量在 40000~50000 件之间。根据企业制造规模划分的标准, 年产量超过 5000 件的常称为大规模制造, 大规模制造需要采用自动化单机系统, 使其有较高的生产率和较好的产品一致性。而该企业就靠几位工人手工作业, 生产效率不仅低下, 而且产品质量也得不到保证。然而该企业并不打算投入

大量资金来购买先进设备,企业员工也不具备操作先进数控加工设备的素养。在这种情况下,只有使用机械加工完成各加工动作,才能达到有效提高生产率的目的。于是我们拟定采用简易自动化加工方式,使局部工步、工序自动化,来实现该产品生产的自动化。

二、自动化生产设备设计

为了实现生产自动化,我们需要从以下几点来考虑:1.零件上料、卸料的自动化、机械化装置;2.零件装夹、定位的自动化、机械化装置;3.零件传输的小型化、自动化装置;4.零件加工、装配的自动化、机械化装置。可以采用安装各种机械的、电气的、液压的或气动的自动循环刀架、工作台。在设计以上装置时,必须满足使用经济、调整方便、省时、改装方便、迅速等基本要求。



1. 前刀架 2. 前压轮 3. 后刀架 4. 后压轮 5. 导料槽 6. 工作台

图4 生产线结构图

通过研究我们设计了如图4所示的生产线结构。其中,1号元件前刀架是用来进行第一道工序加工,安装两片圆形刀片;2号元件前压轮是用来夹紧工件,防止工件在圆形刀具切割力的作用下往上移动;3号元件后刀架是用来进行第二道工序加工,安装两片圆形刀片;4号元件后压轮是用来夹紧工件,防止工件在左右两边的圆形刀具切割力的作用下往上移动;5号是导料槽;6号工作台。

(一) 导料设计

在自动加工中,自动上下料装置不可缺少的一部分,工件由自动上下料装置自动安装到机床夹具上,并且在工件完成加工后,把它从夹具上卸下来。设计自动上下料装置的关键点在于设计出自动上料装置。根据原材料及毛坯形式的不同,自动上料装置分为三大类型:(1)卷料(或带料)上料装置。(2)棒料上料装置。(3)单件毛坯上料装置,单件毛坯上料装置分为料仓式和料斗式上料装置两种。

高铁预埋道槽T型XPE填充料既不是卷料(或带料)也不是棒料,所以我们选择了料仓式上料装置,该是一种半自动的上料装置,不能使工件自动定向,需要由工人定时将一批工件按照一定的方向和位置,顺序排列在料仓中。我们的料仓设计成带一定角度的斜面,由工人将毛坯排列在斜面上,在其自身重力的作用下,下移至挡板所在的位置,由气缸带动推板给机器送料。在送料的过程中,唯一的外力来自于毛坯与其接触面的摩擦力,所以受力较小,所以气缸的功率不需要很大,主要考虑其行程,送料行程为毛坯进入1号刀架位置处,由此来选择气缸型号。刀具的走刀速度很快,加工时间小于气缸正常缩回伸出的时间,所以气缸处不需要进行定时控制装置。

(二) 工件的装夹

在加工工件时,为了使该工序的加工表面能达到图样规定的尺寸、几何形状以及与其他表面的相互位置精度等技术要求,在加工前,必须将工件装好、夹牢。生产批量、加工精度要求和工

件大小的不同,工件装夹的方法也不同。常见的工件装夹方法有以下三种:1.直径找正法。2.划线找正法。3.使用夹具装夹。成批生产和大量生产中一般使用夹具装夹,此法定位迅速、可靠,定位精度高。夹具的种类虽然很多,但从专用夹具的作用和结构上看,它一般都是由定位元件、夹紧装置、夹具体、对刀-导引元件和其他装置或元件组成。

根据毛坯及加工特点,我们设计了导料槽来进行定位和夹紧,为了防止工件在加工的过程中发生位移,我们在其受力位移处安置了前后两个压轮,其结构如图5所示。其中,调节螺栓是为了调节压轮的高度,高度太低会使工件与工作台之间摩擦力增大,影响工件往前传送;高度太高会导致工件上移,导致后道工序加工位置不准确。中间的滚轮是用来减少压轮对工件的摩擦力,所以滚轮和轴之间是间隙配合,也可以用轴承代替。

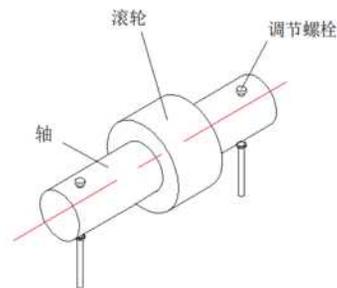


图5 压轮结构示意图

(三) 刀架装置

刀具具有较高的可靠性是自动加工最根本的前提。刀具需要具有稳定可靠的性能,较高的寿命,从而减少换刀次数和调整时间。根据生产需求,我们选用了圆形刀片来进行产品的切割加工。圆刀片外形成圆形状,一般圆刀片主要是切割,修边等加工功能。

图4中的1号元件前刀架是用来进行第一道工序加工,安装两片圆形刀片,因为该毛坯对刀具的损伤极低,刀具寿命很长,所以我们不用考虑自动换刀装置。圆形刀片中间有圆孔,我们通过轴套和在轴上打孔安装螺栓卡死轴套来固定刀具。通过阶梯轴的轴环尺寸来给刀具定位,1号刀架圆环长度尺寸为7mm。3号元件后刀架是用来进行第二道工序加工,左右两边分别安装圆形刀片,同样通过轴套和在轴上打孔安装螺栓卡死轴套来固定刀具,圆环长度尺寸为12mm。因为该加工对刀具的转速并未有要求,所以三个刀架分别由三台电动机直接驱动。将刀具的转向设置成与工件移动方向一致,这样刀具在切割加工的同时驱动工件往前移动,如此就不需要再安装工件传输装置。

四、总结

整套加工设备造价在2000元以内,制造成本十分低廉,维护成本也极低,操作简单方便,工人只需要将毛坯按顺序堆放在导料台上即可。但是,该设备极大地提高了生产效率,日产量能达到2500件左右。而且产品质量得到了提升,极大地降低了产品的报废率。与此同时,降低了工人劳动强度,减少生产安全事故,为企业带来了可观的收益。

参考文献:

- [1] 刘治华. 机械制造自动化技术及应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2018.
- [2] 魏康民. 机械制造技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [3] 濮良贵. 机械设计 [M]. 6版. 北京: 高等教育出版社, 1996.

(该文为“江苏省大学生创新创业训练计划”项目的研究成果,项目编号:202113750003Y)