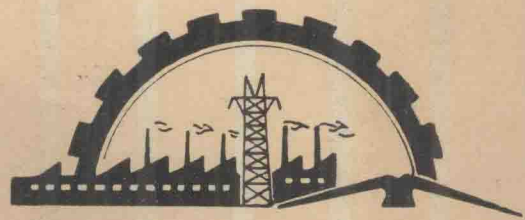


机 构



上海市业余工业大学

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

学制要缩短。课程设置要精简。教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下,在批林批孔运动普及、深入、持久开展的基础上,我校广大工人学员和革命教师,认真学习无产阶级专政理论,坚持贯彻党的基本路线,坚持“教育必须为无产阶级政治服务,必须同生产劳动相结合。”的方针,加强了上层建筑对资产阶级实行全面专政,有力地推动了教育革命的发展。在这样大好形势下,我们遵循毛主席“教材要彻底改革,有的首先删繁就简。”的教导,在原有自编“典型机构”教材的基础上,广泛征求意见,重新修订了这本“机构”教材,供我校自动机械专业试用。

本试用本着重讨论单机自动化中有关的机械机构;分为送料夹紧机构、平面连杆机构、机械变速机构、凸轮机构、分度回转工作台及联轴器六章。为了培养学员分析问题解决问题的能力,我们选择上海金属制品厂工人师傅创造的别针三联机作为样机,各章从实际的机器结构中引入内容,进行设计分析和必要的计算,力求打破原力学、机械原理、机械零件和有关专业知识相互割裂的旧体系,通过重点分析一些上海地区工厂机械机构方面的技术革新成果,努力做到理论和实践的统一,使学员学了能在生产中进一步实践和应用。

由于思想业务水平的限制,这本试用教材中一定存在不少缺点和错误,希望同志们提出批评和修改意见。

上海市业余工业大学教材编写组

一九七五年九月

目 录

说明	1
机构应用	1
第一章 送料、夹紧机构	7
§ 1-1 条料、卷料送料机构	7
一、卷料校直机构	7
二、条料及卷料的机械送料机构	9
§ 1-2 棒料送料机构	19
一、圆柱槽凸轮移动棒料送料机构	20
二、短棒料自动送料机构	20
三、冷镦机的顶料机构	21
§ 1-3 棒料夹紧机构	24
一、弹簧夹头的基本类型及其优缺点	24
二、弹簧夹头夹紧力的计算	28
§ 1-4 件料送料机构	30
一、料仓式和料斗式送料机构的基本构件	31
二、件料送料机构的举例	35
§ 1-5 件料夹紧机构	40
一、利用弹簧夹头的夹紧机构	41
二、利用螺纹自动夹紧的机构	43
三、电动夹紧机构	45
四、自动化夹紧机构	45
§ 1-6 电磁振动料斗	50
一、电磁振动料斗的工作原理	50
二、圆斗形电磁振动料斗的结构计算	52
三、防振措施	57
四、电磁振动料斗计算举例	57
第二章 平面连杆机构	61
§ 2-1 机构简图和平面机构活动度计算	62
一、怎样画出机构简图?	62
二、怎样判断机构的活动度?	64
§ 2-2 平面四杆机构及其应用	69
一、曲柄摇杆机构	69
二、双曲柄机构	69
三、双摇杆机构	71
四、曲柄滑块机构	73
五、导杆机构	77

六、摇块机构	77
§ 2-3 平面四杆机构的基本设计方法	83
一、按给定的行程速度变化系数 K 来设计	85
二、按主动件和从动件的两对对应位置来设计	85
三、按已知轨迹设计	92
第三章 机械变速机构	94
第一部分 机械传动系统的设计计算	94
§ 3-1 定轴轮系传动比计算	94
一、轮系和传动比概念	94
二、定轴轮系传动比的计算	95
§ 3-2 机械传动系统的设计	97
一、C6150 车床的主传动系统图和转速图	97
二、拟定机械传动系统的要点。拟定举例	100
第二部分 周转轮系计算和少齿差行星减速器设计	111
§ 3-3 周转轮系、混合轮系传动比的计算	111
一、周转轮系传动比的计算	112
二、行星轮系传动比的计算	113
三、差动轮系传动比的计算	116
四、混合轮系及其传动比的计算	120
§ 3-4 行星轮系的装配条件和传动效率问题	122
一、装配条件	122
二、行星齿轮传动的浮动结构	124
三、行星轮系的效率问题	125
§ 3-5 渐开线齿形的少齿差行星齿轮减速器	127
一、渐开线齿形的少齿差行星齿轮减速器的结构和传动原理	129
二、渐开线少齿差内啮合齿轮传动主要参数选择	132
三、计算实例	136
§ 3-6 摆线针轮行星减速器	139
一、摆线针轮行星减速器的结构和传动原理	139
二、摆线针轮行星减速器的啮合原理。优缺点分析。	142
§ 3-7 行星轮系的特点及应用范围	143
第三部分 无级变速机构	144
§ 3-8 锥轮-端面盘变速机构	147
§ 3-9 分离锥轮无级变速器	148
一、三角皮带变速机构	148
二、分离锥轮——钢环无级变速器	149
§ 3-10 钢球无级变速器	154
一、结构和变速原理	154
二、调速蜗轮弧形槽尺寸的决定	157
三、加压盘	158
四、轴向力的确定	159

五、钢球的接触强度验算	160
附录 其他变速器	162
附录一、P 型齿链式无级变速器	162
附录二、脉动式无级变速器	166
附录三、谐波传动	167
第四章 凸轮机构	171
§ 4-1 凸轮机构的应用	171
§ 4-2 常用的从动件运动规律	173
一、等速运动规律	173
二、等加速和等减速运动规律	174
三、加速度按余弦变化的规律	175
四、加速度按正弦变化的规律	176
§ 4-3 凸轮轮廓曲线的画法	176
一、尖端移动从动件的盘状凸轮轮廓的画法	177
二、滚子移动从动件的盘状凸轮轮廓的画法	179
三、摆动从动件的盘状凸轮轮廓线的画法	180
四、圆柱凸轮轮廓曲线的画法	184
§ 4-4 凸轮机构的压力角和基圆	187
§ 4-5 凸轮的材料与制造	192
§ 4-6 凸轮的安装与调试	193
一、自动机械上凸轮的安裝固定法	193
二、带有一定通用性的自动机床上凸轮安裝法	193
附录 高速凸轮设计概要	195
一、从动件运动规律的选择	195
二、凸轮设计的分析法	199
第五章 分度回转工作台	204
§ 5-1 棘轮机构	204
一、棘轮机构的工作原理和结构简介	204
二、棘轮机构各部分尺寸计算	206
三、棘轮和棘爪的画法	207
四、棘轮的常用材料和铣削加工	208
五、棘轮转角的调节方法	208
六、棘轮机构设计的实例	209
§ 5-2 槽轮机构	211
§ 5-3 凸轮式分度回转工作台	217
§ 5-4 液压传动分度回转工作台	221
一、用油缸-齿轮齿条传动的液压分度回转工作台	221
二、用回转式油缸传动的液压分度回转工作台	223
§ 5-5 分度回转工作台的定位机构	224
一、斜面销、圆销定位	224
二、反靠定位	225

三、齿盘定位	226
四、滚柱或钢珠定位	230
§ 5-6 分度回转工作台的精度分析	231
§ 5-7 回转工作台分度精度的检查与调整	233
第六章 联轴器	236
§ 6-1 固定式联轴节	236
一、凸缘联轴节	236
二、套筒联轴节	238
§ 6-2 可移式联轴节	239
一、可移式刚性联轴节	239
二、可移式弹性联轴节	244
§ 6-3 联轴器的选用和核算	246
§ 6-4 爪式离合器	248
一、爪式离合器的齿形和使用场合	249
二、爪式离合器的材料及热处理	250
三、爪式离合器的选用	250
四、爪式离合器的强度验算	251
五、爪式离合器接合、分离所需的轴向力	251
六、爪式离合器基本参数的计算	253
§ 6-5 齿轮离合器	256
§ 6-6 摩擦离合器	257
一、圆锥式摩擦离合器	257
二、片式摩擦离合器	260
§ 6-7 超越离合器	262
一、单向超越离合器	262
二、有拨爪的单向超越离合器	263
三、有拨爪的双向超越离合器	264
四、超越离合器的计算	265
§ 6-8 定转数离合器	266
§ 6-9 安全联轴器	268
一、销钉联轴器	268
二、齿式安全联轴器	269
三、滚珠式安全联轴器	273
附录一、超越离合器的系列尺寸	277
二、异形辊超越离合器	283
三、转键离合器	283

机 构 应 用

在毛主席的无产阶级革命路线指引下,我国广大劳动群众贯彻执行鼓足干劲,力争上游,多快好省地建设社会主义的总路线,抓革命,促生产,执行“以农业为基础、工业为主导”的方针和一系列两条腿走路政策,独立自主,自力更生,艰苦奋斗,勤俭建国。工业学大庆,农业学大寨,坚持无产阶级政治挂帅,大搞群众运动,充分发挥了广大群众的干劲、智慧和创造性。

马克思指出:“最强大的一种生产力是革命阶级本身。”随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的向前发展,劳动人民创造的新机器不断涌现。在轻工业、手工业等许多行业中,原来的手工操作已经或正在实现机械化自动化,大大地减轻了劳动强度,促进了劳动生产率的提高。在不断涌现的新机器中,为了完成某一部分的操作程序,广泛地采用着各种机构,实现预定工作要求。

本课程所叙述的机构,它与常用零件有区别。常用零件是指单一零件或两个互相配合的传动件如皮带轮、齿轮、链轮、弹簧、轴承等,机构则往往超过两个对配件的范围,而是两个以上零件的组合物。它是指一台机器上为实现某一特定的动作要求而相互协调配合的一组零件的整体而言。例如上料机构,它是完成工件按照一定要求送往加工位置的若干零件的组合物。又如变速机构,它是完成加工所需要的变速传动链中的若干零件的组合物。

为了更好地介绍本课程的作用,明确本课程的目的,现举上海金属制品厂工人老师傅发扬艰苦奋斗、自力更生的革命精神、自行设计与制造并经长时间使用、证明效果良好的别针三联机为例。

别针三联机是专门用来制造别针(包括成形及装配)的自动联合机械。其工件是预先经过切断与磨尖的钢丝和冲制成形的头子。制造过程可分成下列三个部分(如图1所示)。

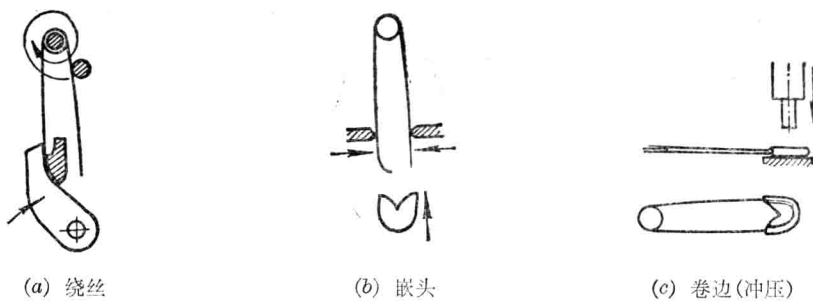


图1 别针制造过程

一、绕丝: 将一端磨尖的钢丝的尾端压弯并压住, 围绕小轴扭转 530° 左右, 使其弯曲成形。

二、嵌头: 将冲制成形的头子端用钳子钳住, 把头子套在弯曲成形的钢丝上。

三、卷边: 把已套好头的别针头部用冲头冲压使其固紧在钢丝尾端。

在别针三联机创造成功以前,上述制造过程除绕丝机械化以外,其余嵌头和卷边都是手工操作,工序分散,生产率低,劳动强度大。不能适应日益增长的需要。上海金属制品厂在开展技

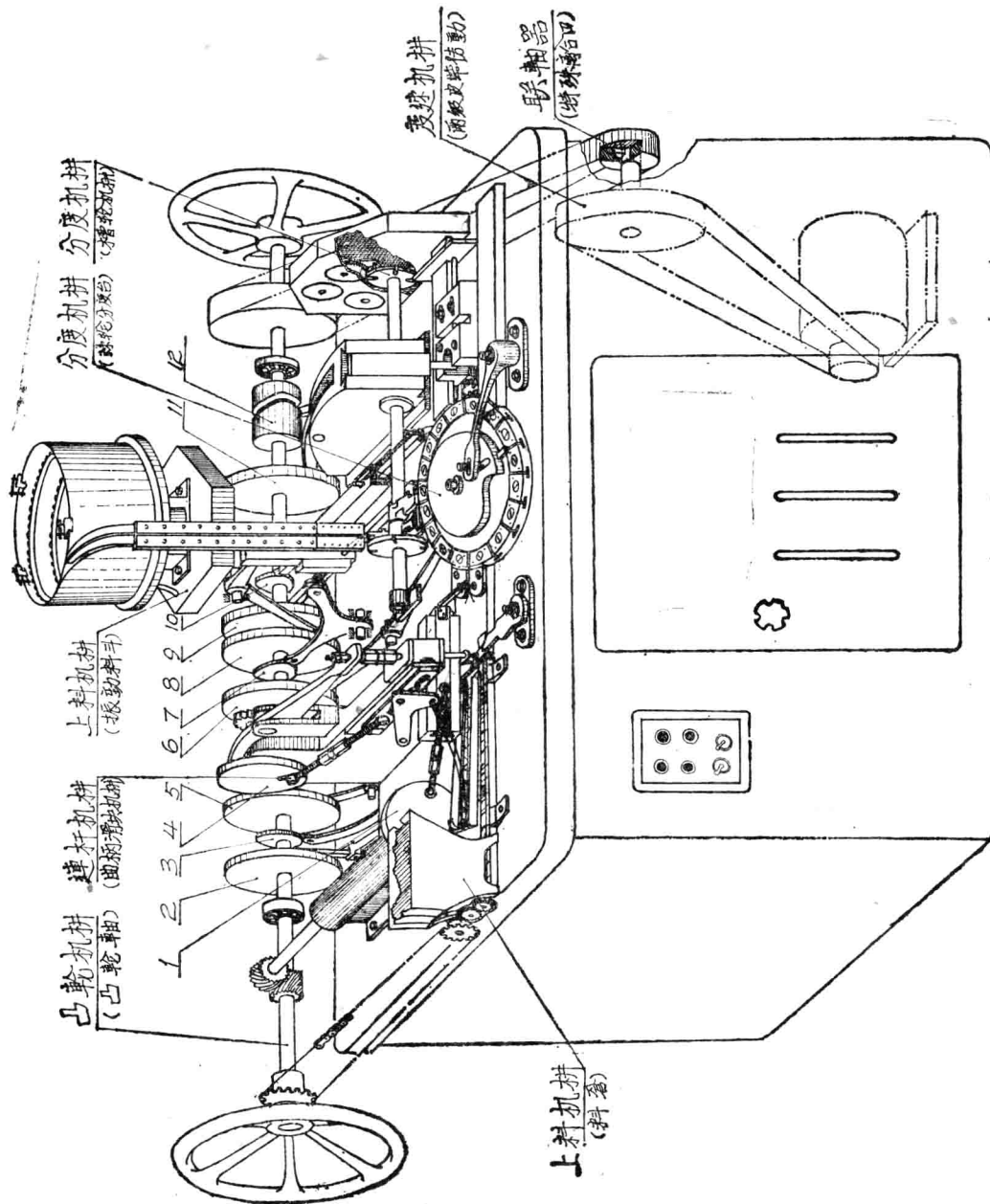


图 2 别针三联机外观图

术革新与技术革命运动中，日夜奋战，经过了不断的改进及试验，终于制成了别针三联机（图2）使别针的绕丝、嵌头及卷边三道工序合并在一台自动机械上自动地完成，工人只需定时地在料仓或料斗中加入工件，就可以在回转工作台上分三个工位将别针制造出来。别针三联机外观图如图2所示。由于实现了别针加工的机械化和自动化，连年来产量和质量不断提高，与过去手工操作分三道工序加工、装配比较，劳动生产率提高6倍左右。

图3是别针三联机传动系统图。由图可见：在别针三联机上有四个工位。

第I工位完成绕丝过程。动作程序包括：

1. 料斗送丝；2. 抬丝至加工位置；3. 工件尾端压弯并压住；4. 绕丝；5. 绕丝完后将工件送至工作台；最后，工作台转位。

第II工位完成嵌头过程。动作程序包括：

1. 振动料斗供料；2. 送嵌头至回转供料架上的机械手内（由槽轮机构传动）；3. 供料（供料架回转，机械手将嵌头送出）；4. 同时，工作台上的经绕丝后的钢丝由钳子钳紧；5. 嵌头套在钢丝的尾端；6. 止料架挡住嵌头；7. 机械手退回；最后，工作台转位。

第III工位完成卷边过程。动作程序包括：

1. 托上已套上嵌头的工件；2. 定位；3. 冲压成形使嵌头固定在钢丝尾端；4. 将加工完的别针送至下料槽；最后，工作台转位。

第IV工位完成剔除工件。

如果别针在加工过程中没有能套上嵌头，为保证加工顺利进行，必须剔除，因此采用剔除摆杆将它推掉。

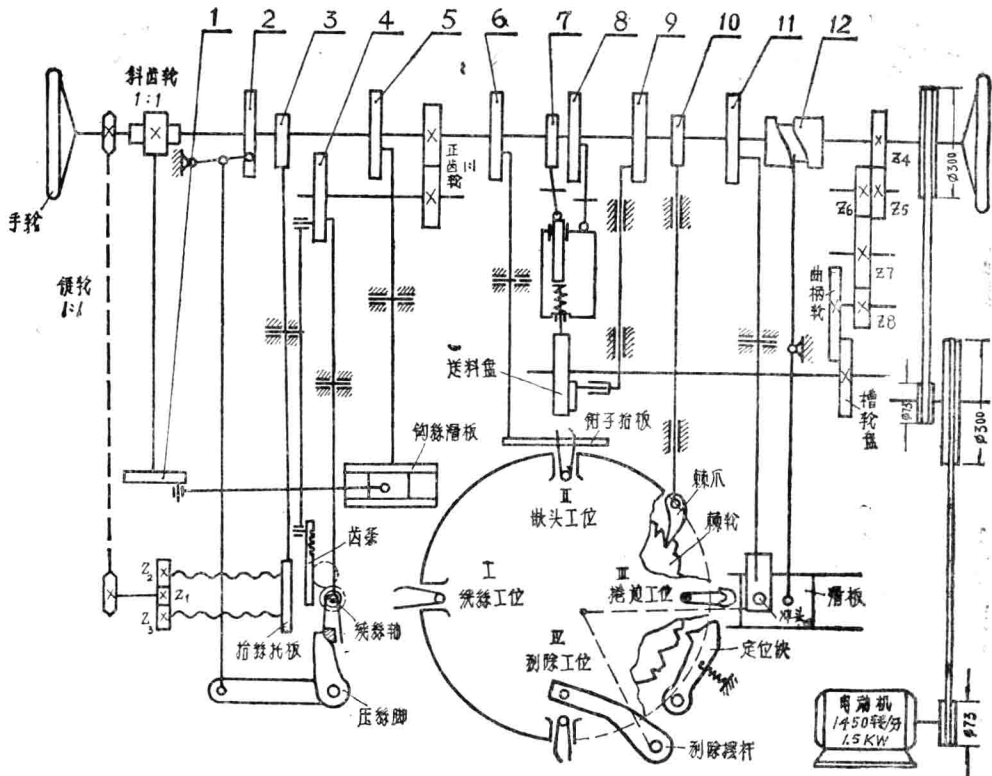


图3 别针三联机传动系统图

当绕丝后的工件进入工作台的槽中时,撑牙凸轮 10 推动棘轮转过一个槽距,把工件送至嵌头工位 II(分配轴每转一转,棘轮转过一个槽距)。

来自振动料斗的别针头进入料槽,当绕丝后的工件进入嵌头工位时,其在拨头凸轮 7、8 的联合作用下。把别针头一个个地拨出(结构示意图见图 4)落入送料盘的料口中。由分配轴通过齿轮 z_4 、 z_5 、 z_6 、 z_7 和 z_8 ,经槽轮机构使送料盘间隙转动(每转一次为 90°),将别针头与嵌头工位对准,其时,在钳子凸轮 6 的作用下,钳子夹紧工件,由凸轮 9 通过送料盘、拖板将别针头套在绕丝后的工件上,同时挡住别针头,然后送料盘拖板退回(见图 4),完成嵌头工位的全部加工过程。

当嵌头后的工件转至卷边工位 III 后,凸轮 12 便通过水平摆杆带动滑板将卷边模(在滑板内)送至冲压位置。同时滑块推压定位块定位。其时卷边冲压凸轮 11 通过杠杆迫使冲头下降冲压,冲头上升后,滑板后退。

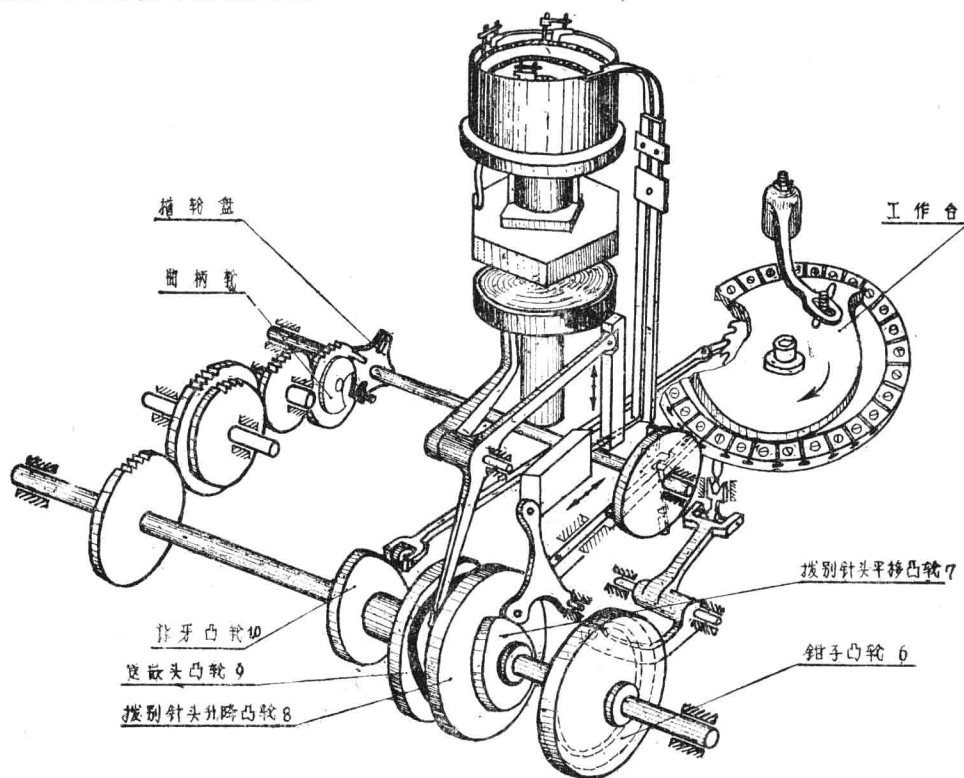


图 4 别针三联机嵌头机构

别针三联机四个工位的所有动作过程(包括工作台转位)都由凸轮或曲柄连杆机构来实现,并由凸轮分配轴统一协调动作关系。

电动机的旋转运动经二对三角皮带轮 $\phi 73/\phi 300$ 带动分配轴转动,并使分配轴获得 85 转/分的转速,在分配轴上有 12 个凸轮,一个链轮和二一个齿轮,用以操纵控制机床的各执行机构。当分配轴转一转时,完成别针一只。

分配轴上的链轮是用来实现输送钢丝至加工位置的,链轮经传动比为 1:1 的另一链轮,带动齿轮 z_1 至 z_2 和 z_3 ,齿轮 z_2 、 z_3 分别带动二根有相反等螺距的螺旋槽的轴旋转,当钢丝从料仓中落入两轴的螺旋槽中时,钢丝就被送至绕丝的分配轴上的拾丝凸轮 3,通过杠杆臂的作用,

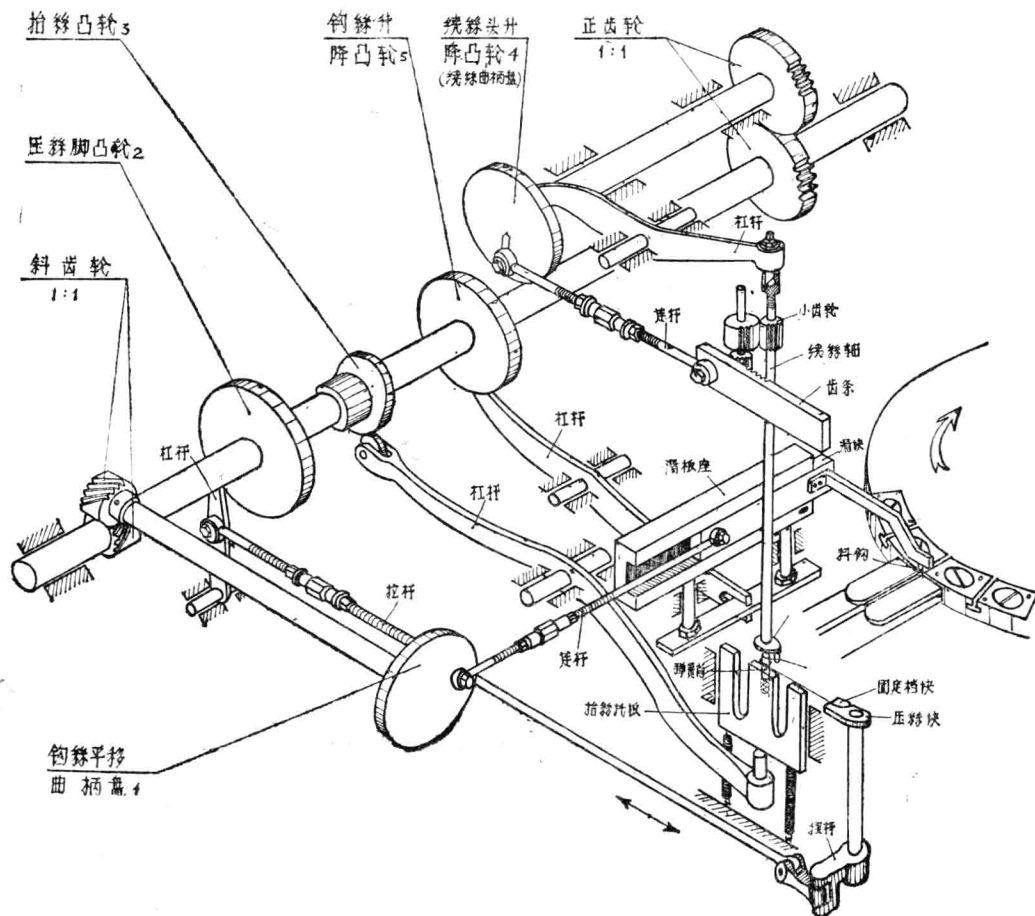


图 5 别针三联机的绕丝机构

抬丝托板将钢丝抬起等待绕丝轴进行绕丝。在绕丝前,由于压丝脚凸轮 2 的作用,使钢丝尾部由压丝脚压弯并压住。在绕丝头升降凸轮和曲柄盘 4 的作用下,绕丝头下降并绕丝,然后反转上升,其时,在钩丝平移曲柄盘 1 和钩丝升降凸轮 5 的联合作用下,先向下钩住工件,而后往右平移,将绕好丝的工件送向工作台,然后钩丝滑板复位。由图 5 可见:别针三联机绕丝机构的动作是由凸轮摆杆和曲柄滑块等机构来完成。

没有完成嵌头及冲压的废品零件,由剔除摆杆将废品在工作台的料槽中剔除。剔除摆杆的摆动由凸轮 12 控制的杠杆联动,见图 3 虚线所示。

别针三联机局部传动示意图如图 6 所示。

上面,我们引用别针三联机的外观图及传动系统图,概略地叙述了别针绕丝、嵌头及卷边的制造程序及其动作原理。分析这一技改实例不难看出:虽然别针三联机的动作相当复杂,但它是为实现各特定动作要求而设计的各种不同用途的机构联结而成的。例如:电动机到分配轴、再到槽轮分度,采用了以皮带轮、齿轮为主要零件的变速机构。工作台和送料盘的间隙转动,采用了棘爪棘轮和槽轮构成的分度机构。工件的上料采用了整理好的针料料仓,而送料除采用了工件未经整理的振动料仓上料机构外,还采用了由齿轮传动正反螺杆和别针头两凸轮同时控制的拨料头组成的送料机构。为了实现绕丝后钢丝送料和绕丝时绕丝头的升降,采

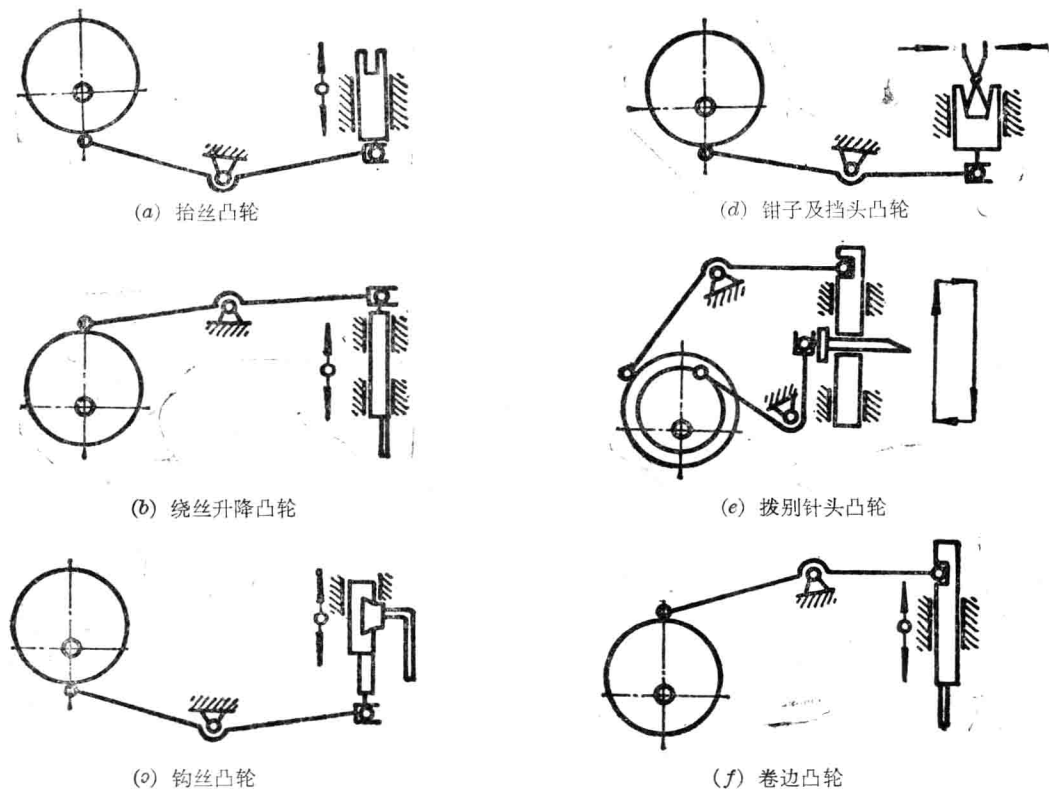


图6 别针三联机局部传动示意图

用了曲柄盘和滑块（或齿条）组成的连杆机构。为了把别针三联机这么多复杂运动协调起来，采用了一根分配轴，在轴上安装了12个凸轮（其中两个曲柄盘由于结构需要由齿轮1:1转换）来控制，这就是凸轮机构。此外，为了调整时用手轮慢速试车时减轻劳动力采用了卸荷离合器，其结构图如图7所示，当转动手轮慢速板动皮带盘逆时针旋转时，迫使斜面销克服弹簧力向下移动因而使电动机轴与皮带盘脱离，起到卸荷作用。

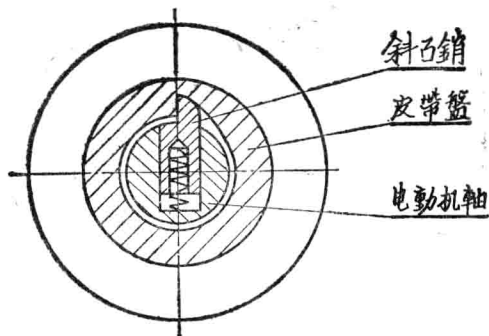


图7 卸荷离合器

由以上所述可以看出：别针三联机除壳体等个别零部件外，都是由实现各特定动作要求而相互协调配合的机构所组成的。

这本《机构》试用教材，就是试图通过一些常用机构的分析计算，掌握自动机械中某些机械机构的设计、分析方法，培养和提高解决生产实际问题的能力。

第一章 送料夹紧机构

在成批大量生产中,为了缩短辅助时间,提高劳动生产率,减轻劳动强度,保证工人操作的安全,通常要采用送料、夹紧机构,使送料、夹紧及松开过程机械化甚至自动化。

就自动机械来说,不同的加工对象,由于它的物理特性、结构、尺寸、形状等不同,所采用的送料、夹紧及松开的装置也各有区别。例如送料、夹紧或松开可以采用机械的、电器的、气动的和液压的原理来实现。在结构上随着零件尺寸、形状和结构的变化,可以采用条料、卷料、棒料甚至件料作为原材料,特别是结构形状复杂的加工对象,送料时还需事前整理……这样送料、夹紧及松开采用的结构就出现了许多不同的形式。

“人类总得不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进”。上海工人阶级在无产阶级文化大革命和批林批孔运动中,抓革命促生产,大搞技术革新和技术革命,在生产机械化自动化方面取得了丰硕的成果。

本章内容主要对一些送料、夹紧机构进行分析及说明,提供技术革新与技术革命时开阔思路。

§ 1-1 条料、卷料送料机构

条料、卷料在加工时,往往要先进行校直,然后送至加工位置进行加工。在一般情况下,送料机构由两部分组成,即校直机构和送料机构,下面分别介绍若干结构。

一、卷料校直机构

无论那种型式的送料,总需将带料、线料,在加工前进行校直。这就需要有一个校直机构把卷料校直,再由送料机构送出。校直机构如图 1-1 所示。其工作原理是将销子或滚轮交叉地装置在卷料的两侧,卷料从销子或滚轮间拉过去时,有弯曲部分就受到压力,得到校直。

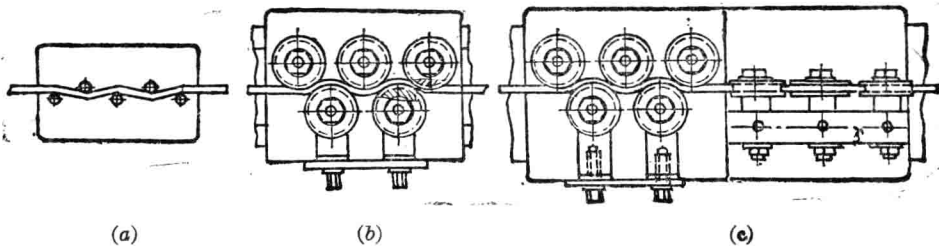


图 1-1 校直机构

图 1-1(a)是利用刚性销子进行校直的机构,对直径在 1 毫米以下的卷料,用得较多。它采用刚性销子交叉排列,为了使材料表面不致损伤,销子可用塑料做成。如上海金属品厂掀钮弹簧采用刚性销子校直,其结构见图 1-2。

图 1-1(b)是单排滚轮的校直机构,当卷料直径较大时,为减少摩擦采用滚轮代替销子交叉排列,进行校直。这种滚轮式校直机构,也可安装在燕尾导轨的滑板上,在滑板向前运动时送

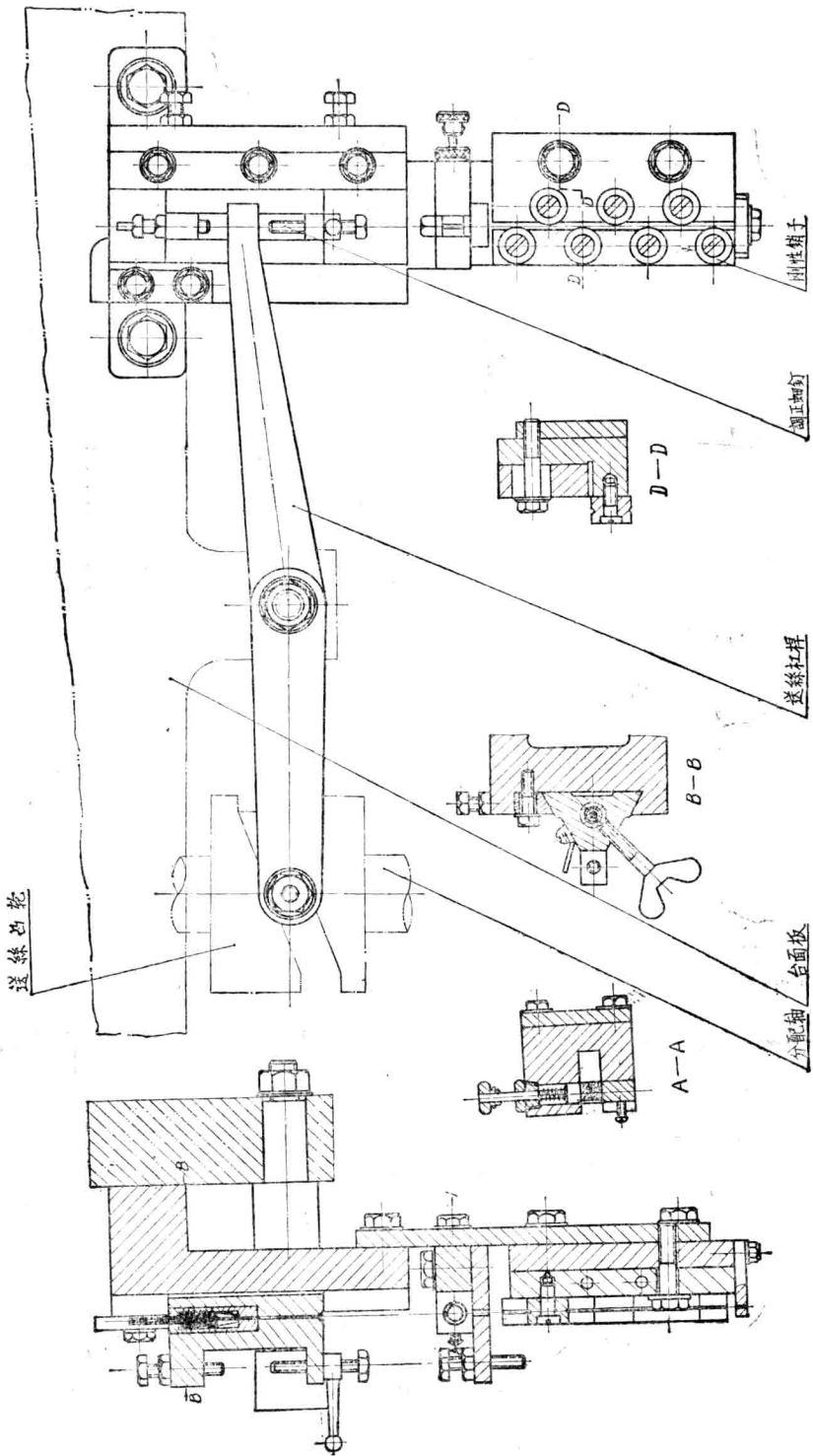


图 1-2 刚性销子校直送料机构

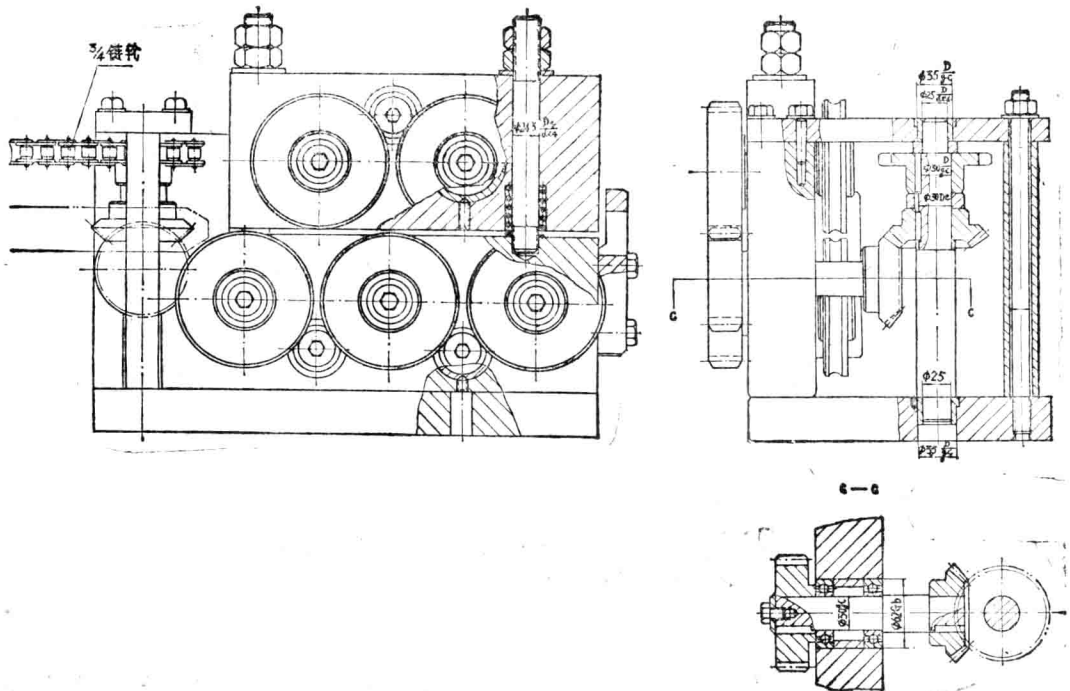


图 1-3 Z47-12 冷镦机校直部分的结构图

料, 向后运动时校直, 它的缺点是仅在一个方向上进行较直, 校直精度不高。图 1-3 是 Z47-12 冷镦机校直部分结构图。图 1-1(c) 是双排滚轮的校直机构, 两排滚轮分别布置在相互垂直的两个平面上, 在水平和垂直两个方向上同时进行校直, 其校直精度比单排滚轮为高。

滚轮在卷料长度方向的间距还与卷料的性质有关, 材料越软, 间距应取较小。

为了提高校直的质量, 也有采用使整个校直机构在校直卷料时快速旋转的。

二、条料及卷料的机械送料机构

加工条料及卷料时, 常用的送料机构有: 钩式及杠杆式; 夹持式; 滚轴式等。

1. 钩式送料机构:

这种机构, 可以装置在模具上, 结构简单, 造价低, 可以由曲轴驱动, 也可以由滑块驱动。钩式机构的特点是通过钩子对搭边的拉动来达到送料的目的, 由于这种装置要求有较大的搭边, 因此材料利用率比一般低 4~6%。

图 1-4 所示是由滑块带动的钩式送料机构。

该机构的工作顺序和原理如下: 在送料开始时, 先以手工送料, 经过数次冲压后, 当送料钩 1 钩住搭边后即能自动地实现送料。其过程如下: 滑块上升, 与滑块或与曲柄连接的连杆 3 也跟着上升, 使杠杆 2 逆时针转过一个角度, 这时与杠杆铰接的送料钩 1 拉动材料前进一个进料距。当滑块下降时(工作行程) 杠杆向反方向转动, 送料钩后退, 由于钩子后面有斜面或圆角, 故能跳过材料的搭边而进入下一个准备夹送的孔内。以后均按上述的顺序循环不已。调整螺钉 4 用来调节钩子的倾角以便于钩料。为了防止当送料钩向冲模方向移动时材料跟随移动, 采用弹簧 5 经常地把料压在流料槽 8 上面。当弹簧不足以限制料的移动时, 采用装在凹模上的定位销 7, 定位销有 45° 倾角, 下面有弹簧 6。当条料或卷料沿箭头方向运动时, 搭边能在销

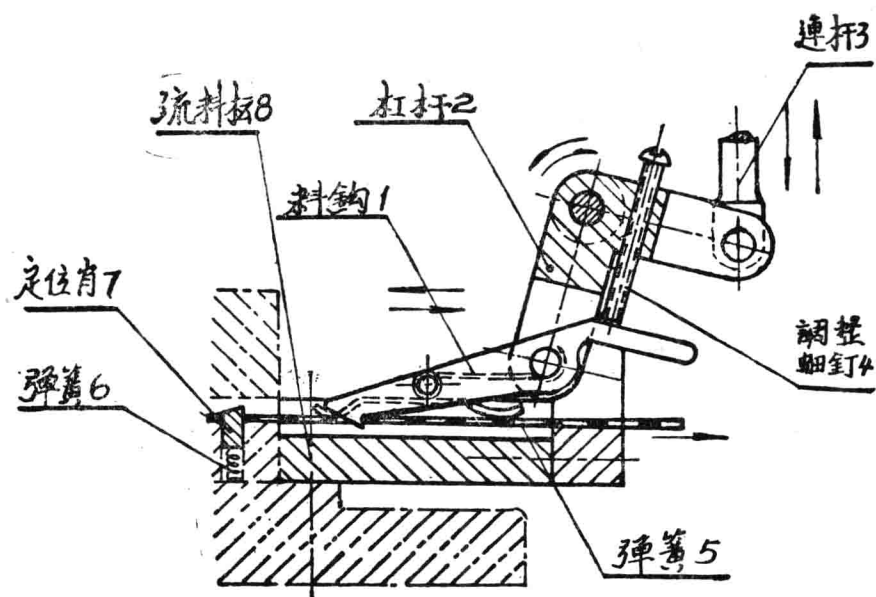


图 1-4 滑块带动的钩式送料机构

子上滑过,当条料或卷料反箭头方向运动时,受到定位销的阻止,从而限制了料的移动,保证了送料的精度。

钩式送料机构的计算,如图 1-5(a)所示。摆动杠杆的两臂长 l_1 、 l_2 , 两臂间夹角是 90° , 则:

$$T = h_2 + t$$

式中: T ——钩子移动距离;

h_2 ——送料进距;

t ——钩子额外的移动距离。

由图 1-5(b) 可以看出: 当钩子向左额外移动距离 t 时, 臂长为 l_2 的杠杆亦应绕 O 点顺时针转过 θ 由 A 摆至 A' 位置且 $x_{A'} - x_A = t$, 其时, 臂长为 l_1 的杠杆则绕 O 点顺时针转过 θ 而由 B 摆至 B' 位置, 设 $y_{B'} - y_B = K$ 则 K 就是钩子作额外移动 t 时, 滑块的相应移动距离。

因为杠杆臂间夹角是 90° , $\alpha + \beta = 90^\circ$

由几何关系:

$$K = y_{B'} - y_B = l_1 \cos(\alpha - \theta) - l_1 \sin(90^\circ - \alpha) = l_1 [\cos(\alpha - \theta) - \cos \alpha]$$

$$t = x_{A'} - x_A = l_2 \sin(\beta + \theta) - l_2 \sin \beta = l_2 [\sin(\beta + \theta) - \sin \beta]$$

得

$$\begin{aligned} \frac{K}{t} &= \frac{l_1 [\cos(\alpha - \theta) - \cos \alpha]}{l_2 [\sin(\beta + \theta) - \sin \beta]} = \frac{l_1 [\cos(90^\circ - \beta - \theta) - \cos(90^\circ - \beta)]}{l_2 [\sin(\beta + \theta) - \sin \beta]} \\ &= \frac{l_1 \{\cos[90^\circ - (\beta + \theta)] - \sin \beta\}}{l_2 [\sin(\beta + \theta) - \sin \beta]} = \frac{l_1 [\sin(\beta + \theta) - \sin \beta]}{l_2 [\sin(\beta + \theta) - \sin \beta]} = \frac{l_1}{l_2} \end{aligned}$$

因为

$$\frac{K}{t} = \frac{h_1}{T}$$

故:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{h_1}{T} = \frac{h_1}{h_2 + t} \quad (1-1)$$

则:

$$l_1 = \frac{h_1 l_2}{h_2 + t}, \quad K = t \frac{l_1}{l_2}$$