

第一机械工业部机械科学研究院

# 研究成果

## 207型向心球轴承 磨加工自动线

内部资料 注意保存



1960 北京

# 207型带心球轴承 磨加工自动线

内部资料 注意保存

江苏工业学院图书馆  
藏书章

科学技术出版社

1960年•北京

**207型向心球轴承**

磨加工自动线

内部资料 注意保存

\*

科学技术出版社出版

(北京市西便门外大街)

北京市书刊出版业营业许可出字第091号

北京市通州区印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 1/16 印张: 6 1/4 字数: 51千字

1960年4月第1版 1960年4月第1次印刷

印数: 0,001—5,000册

总号: 1662 统一书号: 15051•

定价: (13) 4角

## 目 次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 一、磨平面—2733双端面平面磨床.....    | 4  |
| 二、磨内环外园—3Г182型无心外园磨床..... | 6  |
| 三、磨外环外径—3Г182型无心外园磨床..... | 9  |
| 四、磨内园A—GM自动内园磨床.....      | 10 |
| 五、磨内沟—П3-26C内沟磨床.....     | 12 |
| 六、内沟超精加工—27A超精机.....      | 15 |
| 七、磨外沟—П3.8M外沟磨床.....      | 19 |
| 八、外沟超精加工—30A型超精加工机床.....  | 22 |
| 九、运输系统.....               | 24 |

在党的领导下和总路线的光辉照耀下，1959年我国的机械加工已经大步地跨入自动化技术这一先进行列。

我院的青年技术人员与洛阳轴承厂和机床研究所的同志一起，解放思想、破除迷信、深入车间紧密地依靠工人，大搞三结合，大搞群众运动，突击关键，经过几个月的紧张奋战，于伟大的“十一”前夕建成了我国轴承工业的第一条自动线——207轴承内环磨加工自动线并正式投入生产，紧接着又是乘胜挺进，于春节前夕建成了第二条自动线——207轴承外环磨加工自动线，已经开始了调正与试验。本研究成果就是这两条自动线自设计到调整，试运转过程的总结报告。

207轴承内外环磨加工自动线是在洛阳轴承厂利用原有机床进行改装建成的自动线，在生产过程中采用了一系列的先进工艺和工艺装备，如用双端面磨床磨削端面，用切入法磨削外径，用超精加工法进行沟道的最后精加工，在沟磨床上使用无心夹紧装置，采用装配式的运输料槽，以及在各台机床上加设检验和控制系统等，实现了轴承生产的自动化，大大提高了劳动生产率和产品质量。207自动线所采用的工艺过程和工艺装备，不仅可以用在自动线上，也可以分散应用在单机自动化上。因此，在全国大搞技术革新和技术革命的运动中，它具有推广意义及参考价值。

这两条自动线系轴承内外环磨加工自动化的初次尝试，同时由于轴承在产品精度上的要求比较严格，因而也存在着一些尚待继续研究解决的问题，例如个别环节的机构和装置还可以进一步改进，砂轮自动补偿机构还需要完善，磨端面的工序由于基面的选择关系还需要有工人管理，都是尚待努力解决的问题。

机械科学研究院技术会议

1960年3月

自动线系用以磨加工H级精度207型向心球轴承的外环和内环，产品外形尺寸及公差范围见产品图。

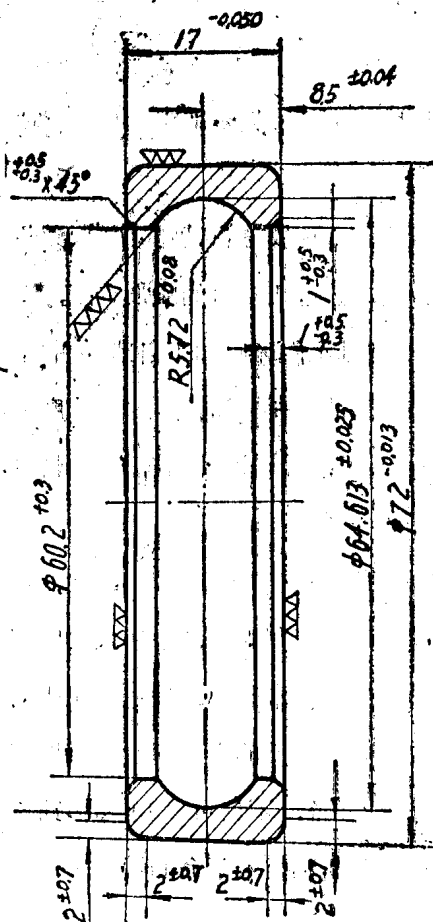


图1 左

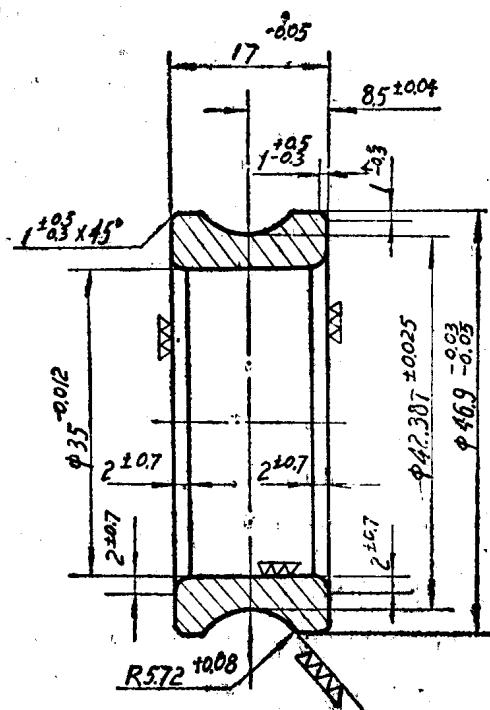


图1 右

图1 207型向心球轴承外环及内环图

轴承的内环和外环毛坯经过热处理后，送至磨加工自动线，在自动线上完成全部热处理以后加工工序。其中内环有磨两端面、磨外圆、磨内圆、磨内沟、内沟超精加工等五个工序；外环有磨两端面、磨外圆、磨外沟、外沟超精加工等四个工序。自动线上除全部采用自动化的机床外，并设有各种提升、储存、运送、分配等装置。毛坯送入自动线以后，无需工人直接参加操作，即可自动地完成上述各个工序。加工后轴承环可直接送到装配工部供轴承装配之用。

已经建成并投入生产的内环自动线和外环自动线共包括8台机床，图2是全线平面布置图，图上示出机床种类及型号、运输系统各种设备等。按两班工作制计算，自动线的年产量为50万套轴承内外环，即每班产860套，每33.4秒生产出一套。

自动线的设计特点是：

①采用工厂中现有的结构先进、高生产率的半自动化和自动化机床，对半自动化机床加以自动化改装，以求多快好省地建成自动线。

②各个工序基本上采用了新的和先进的工艺方法，以满足自动化的要求。如内外环合套同时磨四个平面，切入法磨外径，外沟的磨及超精加工采用无心夹具，以超精加工代抛光等。这样就使磨平面和磨外径工序有可能用数量较少，结构较轻简的机床。同时各工序上下料较为方便，易于达到自动化。

③由于普遍采用加工过程中积极测量和磨轮自动补偿的方法，以及上述新工艺方法的应

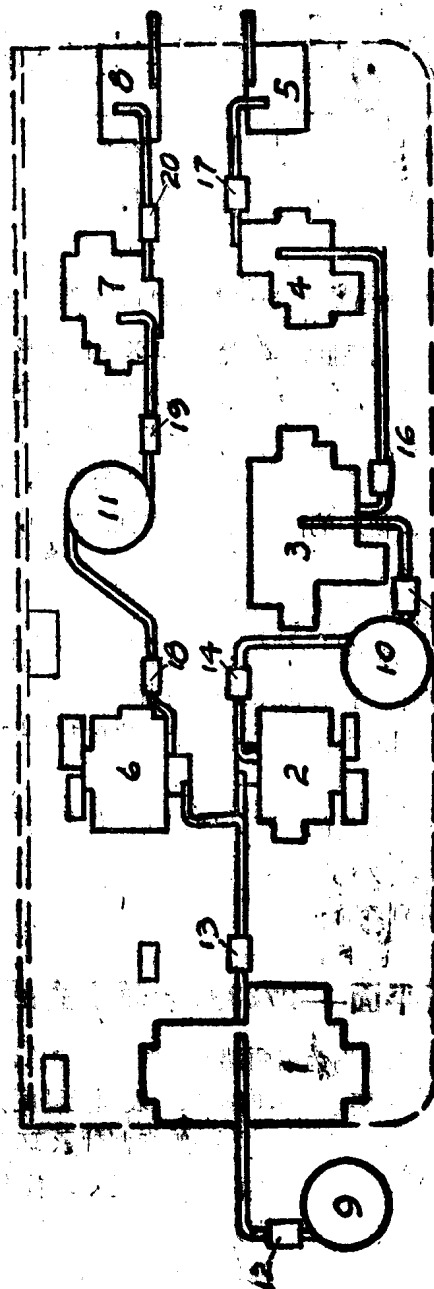


图2 已建成的自动线平面布置图

用，可以保证加工零件达到高的精度，要求严格的几何形状和表面光洁度，大大提高产品质量。

④采用了结构简单的贮存器和送料槽，整个运输系统较为简化。

⑤由于采取上述各种措施，自动线十分紧凑而有高的生产率。

整个自动线的建立，是采用一次设计，分步实现，逐步积累经验，逐步扩大的做法来进行的。首先建立内环自动线，共计五台机床，继后再增加3台机床，建成外环自动线（另磨平面工序与内环自动线共用一台机床）。目前建成的自动线每工序只有一台机床，共计8台，生产能力还不平衡，是属于试验性质。按总体设计，磨外圆以后各工序均采用2台同样的机床，共计13台，年产量按两班制计算为100万套，总体设计的平面布置图如下：

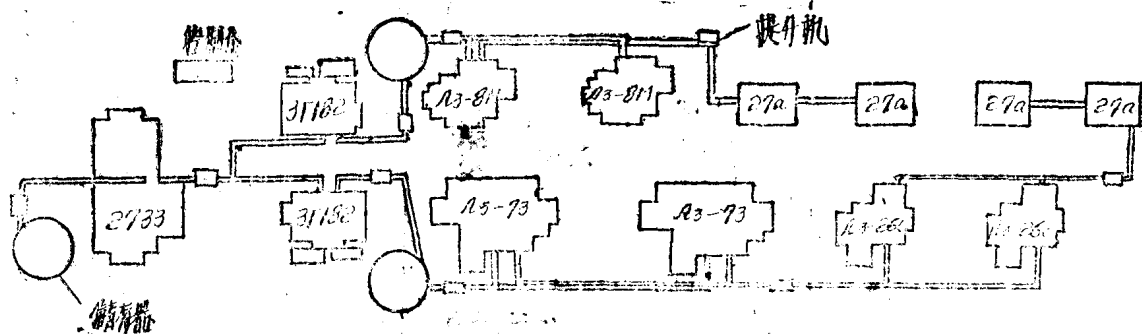


图3 磨加工自动线总体设计的平面布置图

自动线由热处理车间得到合格的毛坯，其材料为42CrMo—15轴承钢，硬度为Rc 61—65。内环是用棒料在1261M六轴自动车床上加工，热处理前非基准面经过软磨，内沟的位置及内环的高度尺寸，控制在一定范围内，原有毛坯准备的工艺已满足自动线之要求。外环是由单个锻件在1261M六轴半自动车床上加工。加工后外环高度公差大，故要求在热处理前增加软磨非基准面工序，缩小高度公差，使沟的位置居行两端面之中间，以便在自动线上用双端面磨床同时加工外环的两端面。

轴承套圈磨加工实现自动化以后的优点是：

1. 可以大大地减轻工人的劳动强度。使工人由频繁紧张的下料，操作机床等辅助动作中解放出来，变为只从事调整机床，监督机床的劳动者。
2. 自动化后磨加工的生产周期大大缩短，只等于原来的1/5—1/7。
3. 劳动生产率提高到3倍。
4. 自动化生产消除了手工操作人为的误差，使加工条件保持稳定，并因增加了自动测量装置和采用新工艺方法，可以提高产品质量。

现在将自动线的各个环节分别介绍如下：

## 一、磨平面—2733双端面平面磨床

内环与外环磨削加工第一个工序均为磨两端面。两端面的总留量为0.26毫米，加工后高度均为 $17^{+0.05}$ 毫米，两端面平行差要求为0.01毫米，表面光洁度为7级。

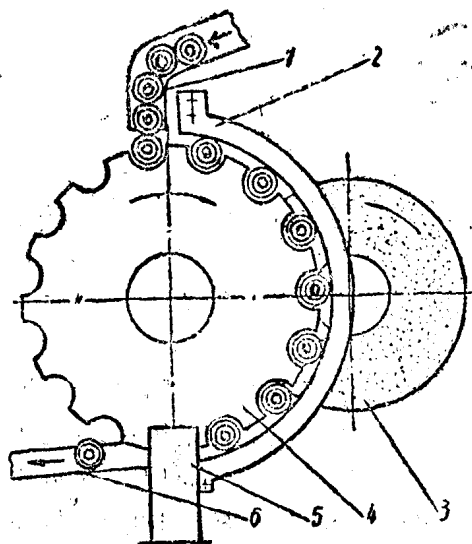


图4 2733磨床自动送料简图

一般磨削轴承环端面使用3772型立式双头平面磨床，轴承环首先固定于圆形磁力工作台上磨非基准面，再翻180°磨基准面，磨后经退磁处理。自动线采用此种加工方法，需要两台3772型磨床串连。

为了节约机床，提高加工精度，便于自动上下料和去除退磁工序，改用了一台结构简易轻小的2733型卧式双端面平面磨床。

由于内环外环的高度尺寸公差相同，可以把内环放在外环里面，配好套用送料圆盘送入两砂轮间磨削，一次同时磨削内环两端面和外环两端面，达到最后尺寸。

机床有两个端面相对的磨轮。磨轮外径为 $\Phi 585$ 毫米，内径 $\Phi 200$ 毫米，高60毫米，两磨轮

同方向轉動，轉速為840轉/分。磨輪牌號為380CM<sub>1</sub>B。

自動送料裝置的構造見圖4。配好套的內外環沿上料槽1滾下。直徑Φ800毫米的送料圓盤4以每分鐘0.8轉速旋轉。送料圓盤上有22個半圓形缺口，套圈以自重落入半圓形缺口內，被連續轉動的送料圓盤帶入兩個相對的磨輪3之間。兩個磨輪同時磨削套圈之兩端面，達到最後尺寸。導向板2用以防止套圈跌出。套圈進入磨削區與離開磨削區時，兩端均有精確之夾板導向，防止套圈摆动(圖上未示出)。磨削時由於套圈上各點之磨削速度不一，套圈發生自轉，因此能保證磨削後兩端面之平行度。套圈經磨削後以自重落入下料槽6，滾動至提升機經提升送到下一工序的機床。

為了控制加工尺寸在公差範圍之內，在磨削區出口地方增設自動測量裝置5。加工後之套圈均經過百分之百檢查。

測量裝置結構見圖5。送料圓盤20把磨削後的套圈19送出，經過兩個平行的測量塊12和13。活動測桿14能繞軸7轉動，並經常被彈簧21拉向固定測桿11。被测另件的厚度不同，活動測桿14即作不同的角位移。電接觸式發送器21帶有千分螺絲的測頭15，抵在活動測塊13的後，當活動測桿14作不同的角位移，臂16亦作不同的角位移。當被测零件的厚度大於一定的調定值，發送器21即發出信號，控制進刀機構作補償進刀。

電接觸式發送器構造如圖6。彈簧2使杠桿5壓于支點3上，使觸點6和7打開。臂16和杠桿5隨被测另件尺寸的不同而作不同的順時針角位移，當套圈的尺寸大於控制數值時，臂16和杠桿5的角位移增大至一定量，使觸點6和7閉合，隨即發出信號。

砂輪原為手工進給，故需增加自動補償機構、補償機構是由：TG-0.175/4型0.175瓩電動機1:1000減速器與進給蝸杆組成，共分兩組分別帶動左右砂輪架。

補償電機的工作狀況，是由下述控制線路控制的(見圖7)。

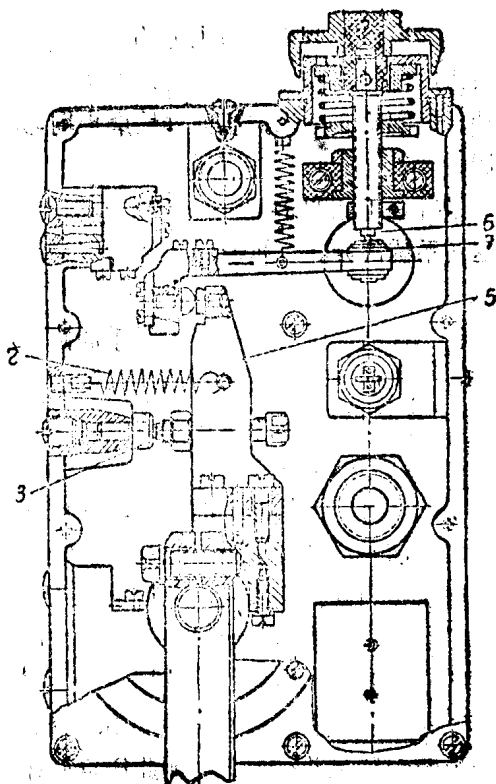


圖6 電接觸式發送器

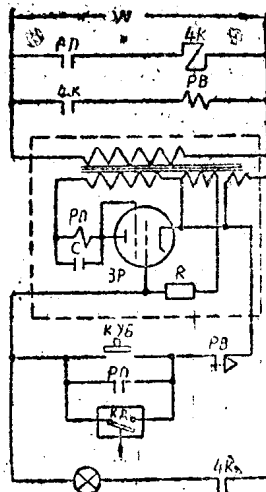


圖7 KII—測量儀(圖4)，  
3P—電子繼電器，PB—交流時間繼  
電器，4K—接線器。

KD在綫路中作为接触訊号发送器。当零件尺寸大于控制值时，KD触点閉合，电子繼电器接受此訊号动作后，通过接触器4K，使补偿机构进行工作。补偿进刀时间，是由时间繼电器PB控制。延时时间的长短，当事先依据砂輪耗損等因素进行調定。

上述工艺及尺寸控制方法，經实际生产之考驗，零件厚度尺寸可控制在0.02毫米范围内，两端平行度在0.006毫米范围内，表面光洁度达到8級，已能满足加工技术条件之要求。

## 二、磨内环外圆——3Г182型无心外圆磨床

内环与外环配套同时磨削好两端面后，經提升机提升，由内外环分路器把内环与外环分开，分別送到内环自动綫与外环自动綫加工。

轴承内环的外圆不是工作表面，但由于它是磨内孔时的基面之一，在尺寸公差要求上也相当严格。根据产品图紙，車加工及热处理后的零件尺寸为 $\Phi 17.1^{+0.15}_{-0}$ ，磨加工后产品尺寸为 $\Phi 16.9^{+0.02}_{-0}$ ，加工留量为0.35毫米。在自动綫中，为了保证第三道工序A—GM内圆磨床上用套筒定性的需要，工序间的尺寸偏差縮小为 $\Phi 16.9^{+0.02}_{-0}$ ，公差由原来的0.04改小为0.02。

内环外圆之磨削加工，一般在3Г180无心磨床上以通过磨法反复通过机床多次，把零件磨削到最后尺寸。在自动綫上采用通过磨法，要把几台3Г180无心磨床串連起来，或需采用砂輪寬度达到500—800毫米的自动无心磨床，或采用成批通过循环磨法。

在自动綫的设计中，考虑到生产綫額不大，和缺乏寬砂輪无心磨床，为了使机床負荷合理和节约机床，决定采用切入磨法，在3Г182型无心磨床上一次把内环外圆磨到最后尺寸。

3Г182无心磨床是专供切入法磨削之用，同时也可用于通过磨法。砂輪直徑 $\Phi 350$ 毫米，寬度100毫米，轉速2000轉/分，电动机功率为7瓩，导輪直徑 $\Phi 250$ 毫米，轉速为18—190轉/分，无級变速。机床具有自动循环的油压系統。

全部加工过程如下：

工件經過磨平面以后，由提升机提升并内外环分路，送到机床右上方的五路分路器中，排列成五个一排，由送料手和推料装置将零件送入磨削区，砂輪用一次切入方法，将全部留量磨掉，达到最后尺寸。磨削时砂輪作縱向振动，振幅約5毫米，以使砂輪磨損均匀。加工后工件逐个掉入料槽中，由提升机送到儲存装置内。

經实际运转生产，切入磨法加工之内圈，質量符合工艺要求。

内外环分路器及五路分路器之构造說明見运输系統部分。

自动上下料机构(结构如图8)：

上下料机构包括上下料槽(8、9)，上料手(3)推料油缸(1)，及上料手油缸(7)等，所有这些机构都装在焊接的箱体机座内，并安装在机床前方，正对磨輪与导輪的中間。机座上有一推料油缸(1)，油缸帶动其下方的导杆(2)作前后运动，导杆上装有推料盘(4)和軸承挡料圈(5)，在机身座的中間裝有上料手的驱动油缸，經過連杆帶动上料手的轉軸(6)摆动，軸的一端在机座前側方連接上料手，当上料手下摆时，由料槽来的零件，并列五个落到上料手中，上料手上摆时，将零件送到刀架(10)的正前方，并置于推料盘和挡料圈中間，由推料油缸的动作，将其推到砂輪磨削区内，进行磨削。当砂輪切入时，上料手自动摆回料槽位置，在手中重新装满五个零件，准备下一次加工。磨削完毕后，推料油缸退回，由挡料圈将工件帶出，由于上料手已摆在料槽上，工件离开刀架时，由自重逐个落掉在刀架下側方的下料槽(9)中，滾到提升机内送至儲存装置。当推料油缸退回最終位置时，由电气信号使上料手上摆，将新的零件送到推料盘和挡圈之間，推料油缸又前行上料，如此往复循环工作。

为了保持加工尺寸的穩定，設有磨輪自动补偿装置，其动作原理如下述。当上料手每次摆动，即每加工5个另件，电器計数器PCH-2即計数一次。当計数达到給定的数量时，計数

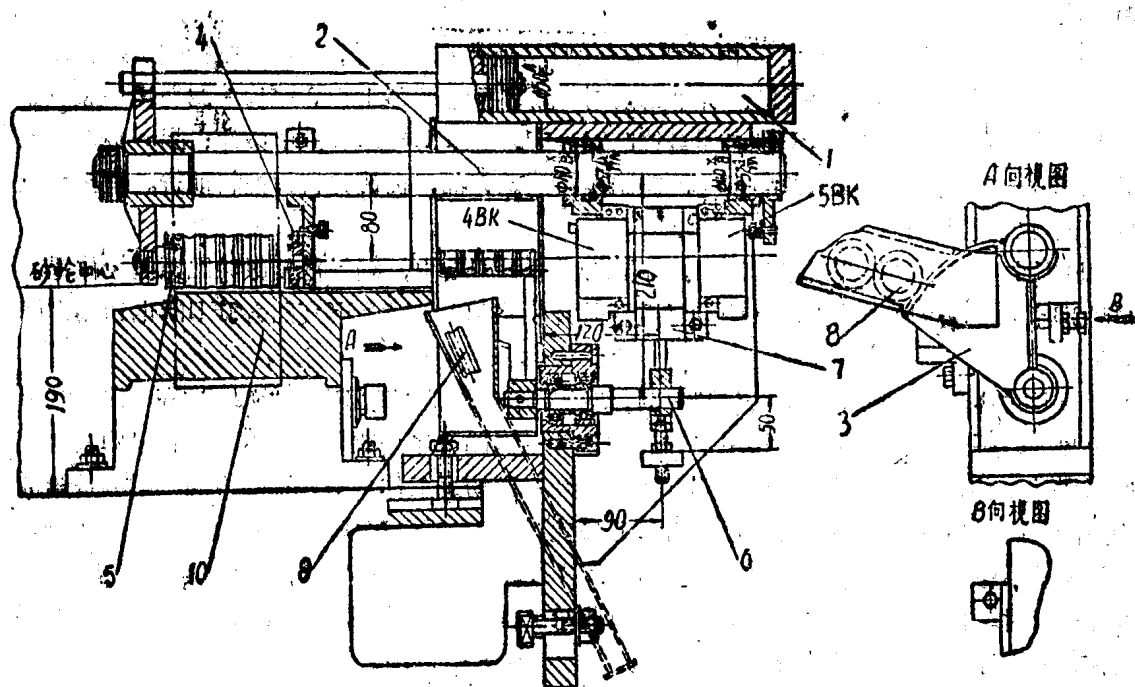


图8 3Γ182无心磨床自动上下料机构

器即发出信号，接通控制补偿进刀的电磁铁四通油阀。压力油进入进刀油缸，推动卡爪使进刀机构之棘轮定量转动，作定量补偿进刀。

为了使机床适用于自动铣工作，配合着机构改装，在控制系统方面，也作相应设计。

### 1. 机床电气控制：

电气系统主电路采用原有的控制线路设计，基本上在原有基础上为满足新的自动循环要求进行修改。

砂轮损耗的自动补偿控制，系采用计数器PCM-2组成的补偿环节，以接收加工次数之讯号来控制机构补偿。采取这种措施，主要出于当时物质条件。运转证明，基本上能满足自动补偿要求。

原线路采用油压继电器作讯号发送器，由于油压稳定性差，常使控制线路发生误动作，所以我们改用机械机构位移触动微动开关作讯号发送器来控制。

电气控制线路如图9所示。

其工作原理及操作程序如下：

#### (一) 自动工作：

合上总电源开关后，使控制线路接电。然后将工作状态之选择开关，指向“自动”位置，线路10-14接通，这时只要按下述程序操作即可自动工作。

(1) 按动“起动”油泵电机的按钮2KY，线路8-4闭合，接触器2K通过线路1-3-5-7-9-15-6-4-2接电工作，其触点自锁线路6-4，以维持其继续接通。此时油泵电机工作，油压上升，上升至一定量时，油泵继电器1KB动作，1KB-1打开线路30-1，使无油警告讯号灯2JIC断电熄灭；1KB-2则关合了线路1-11为起动砂轮机准备条件。

(2) 按合“起动”按钮4KY，砂轮电机接触器1K通过线路1-11-10-8-6-4-2接通电源工作，由于1K动作，砂轮导轮开始工作，见原3Γ182说明书之电气主控线路，同时其触点自锁了控制线路10-8，维持1K继续工作。

上述一切就绪，准备即告结束。确认机构完全正常，这时只须关合开关P1，工作将自动

繼續進行。

關合P1，綫路1—3接通。由於翻料器此時是處在終端位置，其特設的擋塊壓合行程開關2BK，綫路42—22接通，所以送料中間繼電器3Π通過綫路1—3—42—22—10—8—6—4—2接通電源工作。3Π触点閉合綫路24—58，為2Π動作創造了條件；另一触点閉合了綫路36—2，推料電磁鐵2ЭМ接電，控制推料油缸充油，促使推料桿推料前進。推至終點時，碰觸開關5BK：

5BK之常閉触点斷開綫路44—22，中間繼電器4Π斷電，翻料器復原轉回至起始位置。同時5BK隨着機械壓力除去，其触点又重新斷開綫路42—22之2BK支路為3Π斷電動作作好準備。

5BK的常開触点則閉合了綫路22—24，切進工作中間繼電器2Π，通過綫路1—18—24—58—22—10—8—6—4—2接電工作。其常開触点閉合了綫路18—28，從而使2Π獲得自鎖而繼續工作；同時2Π另一触点閉合了綫路26—2，切進工作電磁鐵接通電源，控制進給油缸充油，並通過具有各種斜度之進刀樣板，砂輪此時按工藝要求分階段以不同速度進刀磨削。

切進至終點時，壓觸到開關3BK，閉合了綫路50—22，使時間繼電器PB接受此接觸訊號開始計時。由於機械限位進給不再進行，此時工作進入無進給磨削狀態，大約10秒鐘，PB動作，斷開了綫路22—10這樣：

(1) 3Π斷電，控制推料桿將已磨好坯料拉回。

(2) 2Π斷電，則控制油壓系統促使切進機構快速返回。同時其另一常開触点，則斷開了自鎖綫路18—22。

由於切進機構返回，行程開關3BK復原，斷開PB電源，PB触点又重新閉合綫路22—10。所有這些，都為下一工作循環準備了條件。

推桿繼續後退，退至始端又壓合行程開關4BK，綫路46—44閉合，使翻料中間繼電器4Π通過綫路1—46—44—22—10—8—6—4—2接通電源工作。4Π常開第一触点，自鎖了綫路46—44，以維持4Π繼續工作；常開第二触点，給出脈沖計數器一個接觸訊號；常開第三触点，則閉合了綫路54—2，電磁鐵3ЭМ通電工作，其所控制的翻料器翻轉上料。至終點位置時，特設之擋塊壓合了行程開關2BK，接通綫路42—22，這時，推料中間繼電器3Π通過綫路1—3—42—22—10—8—6—4—2接電工作，現在又是下一個循環正式開始了。

砂輪補償，由脈沖計數器PCH，計取4Π動作次數根據實際需要，確定4Π動作若干次後（事先調定）由PCH發出一個訊號，給中間繼電器5Π，通過電磁鐵4ЭМ控制補償系統進行補償。

這樣一種工作狀態，為自動綫加工基本形式。機床開動後工人就勿須再參予加工工作，但適當的抽檢產品質量，即時消除補償中的累積誤差還是須要的。

## (二) 半自動工作：

為獲得半自動工作狀態事前之準備工作與“自動工作”時前(1)(2)兩項完全一樣，不同的只是將工作狀態選擇開關指向“半自動”的位置，因而中間繼電器1Π不再起自動循環連鎖作用，計數器也不再承擔補償任務。

完成上述準備工作後，只須再按動一下按鈕5KY（這時5KY直接指揮切進繼電器工作）使切進中間繼電器通過綫路1—10—18—16—10—8—6—4—2接通電源工作，其常開触点①自鎖了綫路18—22以維持其繼續工作；②接通綫路26—2，1ЭМ接通電源，其所控制的砂輪進機構開始進給工作。整個加工過程完全與前述一樣，不同的是，在完成一個加工循環，由於1Π不參予工作，必須再次按一下按鈕5KY。

这一工作状态，为试生产及调整机床精度时所用。

### (三) 手动工作:

这一工作状态，只是为检修与调整机时所用，为获得这种工作状态，只须将工作状态选择开关指向“手动”位置。这时循环连锁继电器1PΠ、自动控制切进继电器2PΠ都不参加工作，可利用按钮6KY及开关P1以及进刀手轮等以手工操作。

### 2. 机床液压传动系统:

机床的液压传动系统见图10，现简要说明液压系统自动循环。如图上所示各操纵阀及油缸的位置，正相对应于机床作切入磨削的阶段。此时电磁铁13M和23M接通，压下四通滑阀。推料油缸在最前位置，使五个内环位于磨削区。快速进刀油缸K左腔接通压力油，切入进刀油缸正向下行，移动楔形样板使磨头切入进刀。当油缸K移动到底时，压动微动开关3BK，经一定延时作不进刀磨削后，13M和23M断电，推料油缸即退出，加工好的五个另件下料，同时油缸K左移快速退刀，油缸B上升复位。当推料机构后退到底时，压动微动开关4BK，使电磁铁33M通电，上料手油缸使上料手上翻，把五个毛坯送入上下料机构的推料盘和轴承挡料圈之间。上料手上翻到底时，压动微动开关2BK，通过中间继电器使电磁铁23M通电，推料油缸又向前推把五个毛坯送入磨削区。推料油缸向前位于极限位置时，压动微动开关5BK，通过中间继电器使33M断电而使13M接通。送料手向下摆接受另五个毛坯，而油缸K左腔接通压力油，磨轮快速进刀，切入进刀油缸亦向下行使磨轮切入进刀，加工轴承环外圆。

切入进刀油缸之移动速度由Γ55—21型节流阀控制，油压振荡器使磨轮作轴向振荡。

上料手每次翻动，由计数器记录，到给定次数后电磁铁43M即接通，补偿进刀油缸即接通压力油作补偿进刀。

## 三、磨外环外径3Γ182型无心外圆磨

外环外径加工后尺寸为 $\Phi 72^{+0.013}$ ，椭圆度不得超过0.0065毫米，锥度不得超过0.0065毫米，要求甚高。由于热处理后另件变形大，磨削留量为0.40，毛坯之椭圆度往往大于0.20。

本工序采用一台3Γ182无心外圆磨床，以通过磨法反复循环磨削使另件达到最后尺寸。

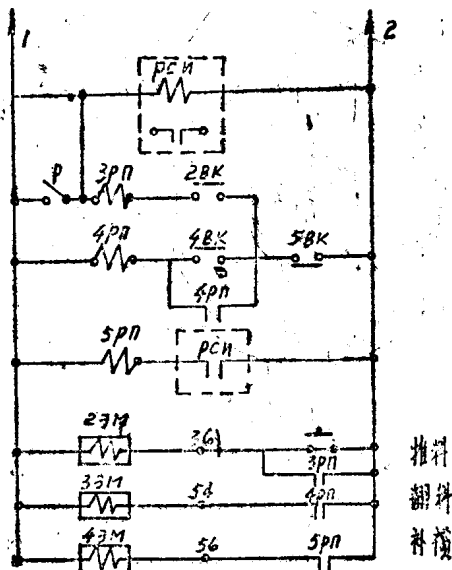
机床的改装方法，基本上与加工内环之3Γ182无心外圆磨相同，故不再复述。五路分路器，上下料机构，液压系统，补偿装置等结构均相同。

磨削过程如下:

外环经2733磨床磨好两端面，由内外环分路器与内环分别送到五路分路器，另件由一列。为五个一列。上料手3(参看图8)把五个毛坯上翻，推料装置即把五个外环推入磨削区。推料装置所不同于内环推料装置的，是取消轴承挡料圈5，和加长推料油缸1之行程，使推料盘4能把全部五个外环缓慢地贯通推过全部磨削区。穿过磨削区之外环在机床之外边落下，由料槽送到提升机，经提升再送回五路分路器。推料杆退回后，上料手再送入另五个毛坯供下一次推入磨削之用。如是另件反复通过磨削多次，达到最后尺寸。

磨削时磨轮快速进刀及切入进刀均停止，但磨轮仍作计数自动补偿。

机床的控制系统



設計原則与內环外圆磨床电气綫路一样，由于加工工艺改变，綫路也作了相应改动，原理图如图11所示。

其所完成的控制程序，如图12所示。它滿足了通过法磨削工艺对控制的要求。其他請見內环无心磨床电气說明，这里不再重复。

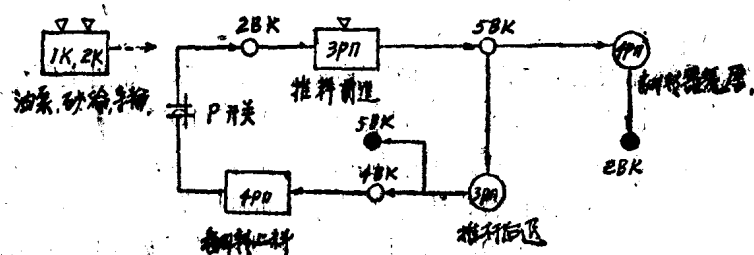


图12 自动控制程序表

#### 四、磨內圆—A—GM自动內圆磨床

1. 轴承內圈的內徑，在按装时与軸配合，所以要求較高，加工后的尺寸为 $\Phi 35^{+0.012}$ ，允許公差为：

直徑公差：0.012M.M.

橢圓度：0.006M.M.

錐度：0.006M.M.

內徑的加工留量为0.30M.M.，車加工公差为0.060M.M.

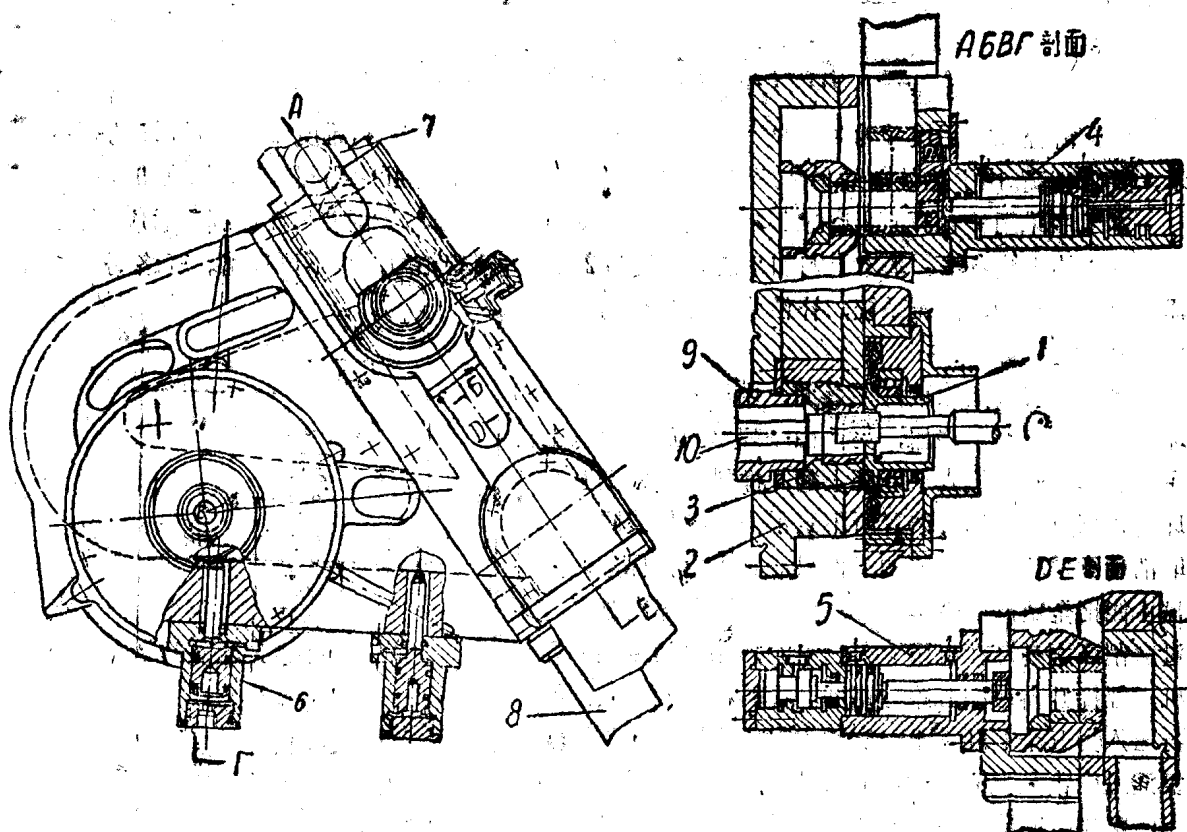


图13 A—GM 机床装料机构及加工图

## 2. 自动内圆磨床的工作原理:

磨内径的工序在A-G自动磨床(Nova)上进行,一次加工二个工件,被加工的工件放在套筒内定位夹紧。套筒共有三个,当一个装着工件在加工时,另外的二个,一个在上料位置,还有一个在卸料位置(图13)

机床本身全部自动化,电液压、电气联合控制工作循环的进行。自动工作循环的过程:砂輪快速移近工作位置,工作台移动的速度减慢到进给时往复的速度。此时工件轴开始转动(在工作台快速进行时,工作轴已进入套筒后面,把装有未加工工件的套筒压向盖1,依靠端面的压力来压紧)量規(10)开始顶向工件,粗进给油路接通,油压马达开始工作,开始粗进给。冷却液泵由单独的电門开关控制。

工作时,由挡块把油閥换向控制工作台的往复运动。加工的尺寸则由量規及电气联合控制。

量規分四个阶梯。当内径被加工到一定尺寸,第一阶量規进入工件时,触点接通电磁铁 $EL_1$ ,移动滑閥并关闭进给油路,开始第一次无进给磨削,磨去一些留量。当第二阶量規进入工件,使电磁铁 $EL_2$ 的电路接通,移动滑閥,产生一系列的滑閥的换向。这时工作台以打砂輪速度退出,当砂輪经过金刚石时(它在工作台退出时落下),砂輪即被修正。工件的上下料也与打砂輪同时进行。

打砂輪后,砂輪重又进入磨削区,进给油路也换成相应的细进给油路,到第三阶量規进入工件时,此油路重又被关闭,开始第二次无进给磨削,以改善加工的精度及光洁度,到加工到所需的尺寸,第四阶量規进入工件,量規上的触点发出信号,接通电磁铁 $EL_1$ ,断开 $EL_2$ ,工作台退出,工件轴后退,已加工好的工件与套筒3一同滚向下料位置(先被閥11挡住,不滚到下料位置),已下料的套筒被顶往上面的上料位置,并把原来在上料位置的,已上好料的套筒继续往上顶,到一定高度时,它就沿槽滚至加工位置,加工位置旁的油缸6使此套筒定位。当顶料油缸活塞由上面回到原来位置时,使工件轴往前移动的油缸进油,工件轴顶入套筒内,接通快速移进工作台的油路,开始了一次新的循环。

## 3. 磨削用量:

磨削留量 $\Pi=0.30M.M.$

粗进给磨量 $\leq 0.22MM$

细进给磨量 $\leq 0.08MM$

每次往复粗进给量 $=0.002-0.004MM$

每次往复细进给量 $=0.001-0.002MM$

工件轉数 $\leq 570$ 轉/分

工件轉速 $\leq 62.5$ 米/分

砂輪轉量 $=23000$ 轉/分

砂輪: 3580C<sub>2</sub>K

冷却液 苏打水

机床一个工件循环需1分—1分10秒

使用高精度的夹具,加工精度:

直径公差为0.01MM

椭圆度为0.003—0.005MM

光洁度 $\nabla\nabla\nabla-\nabla\nabla\nabla$

## 五、磨内沟—П3—26C 内沟磨床

工件经磨平面、外圆、内径工序后，进行第四道工序——磨内沟。内沟工序留量为0.45毫米。加工最后尺寸为 $\Phi 425^{+0.02}$ 毫米。

П3—26C内沟磨床本身带有5B220电接触式测量头，并能进行半自动工作。经改装后即能满足下列要求：

砂輪旋轉→上料→砂輪架快速行进→工件旋轉和摆头摆动快速进给→测量仪表进入沟道→粗进给→精进给→无进给磨削→砂輪快速退出摆头及主軸停車→进刀机构快速退刀测量头退出沟道→下料。

为了实现上述要求，采用机械和电器——液压的組合控制系统。现在分述如下：

### 1. 机械部分：

机床本来即能进行半自动工作循环，所以只要在工件架上增加上下料，仪表架上下移动等自动装置。

#### (1) 自动上下料装置

自动上下料装置，分移动部份及用三个螺钉，二个定位销与移动部份相固定的上下料操作器。

整个上一下料装置靠托架①固定于主軸箱壳体上，可随摆头一起摆动。

#### (A) 移动部份：(见图14)

上下料装置的移动部份，是靠液压传动。由分配器来的油，进入缸(76)的左腔，推动活塞(79)向右，活塞杆(35)推滑块(12)上的突块，使滑块沿固定于托架(1)上的两根导向杆(13)向右移动。同时带动的螺钉(104)与滑块相連的支承板(4)，来压缩弹簧(7)，当滑块移动至一定位置后，由分配器把油缸(76)左腔与回油管相通。借弹簧压力，把滑块与支承架在一起退至原位，退至原位时，螺钉(116)推动杠杆(3)，接通终点开关，表示滑块已返至原位，然后再进行砂輪架快速行进。

#### (B) 上下料操作器：(图14)

上下料操作器固定于滑块上，随滑块作一定期的往复运动。当滑块向右时，固定于壳体(1)上的环(18)把工件从心軸上卸下，但被片(15)挡住而承于料槽中，为下一个工件的上料作定位基准。当滑块移置最右时，壳体(1)的料槽与运输系统的相对，待加工另件进入料槽。靠片(15)与已加工另件定位，使其中心大致与机床中心相重，随后滑块往左，承于壳体料槽中，待加工另件被固定于壳体上的挡铁(11)压入心軸（挡铁后边的鋼球是供自动调心之用）。此时承于①料槽中已加工的另件窜过片(15)由料槽进入运输系统，供下一道工序加工。壳体移至最左时，装于壳体上的螺钉压开节制器杠杆(22)，在料槽(3)内放下一另件，但被挡料器(5)挡住，准备下期之用。

#### (2) 仪表架上下移动

仪表架上下移动是靠固定于支架(50)(图14)上的油缸(47)来控制。当油缸(47)右腔进油时，推动活塞(46)带动紧固仪表上的杠杆(45)使仪表向上。油缸与回油管接通，借弹簧压力，使活塞(46)、杠杆(45)退回原处，使仪表进入沟道。

### 2. 机床的控制系统：

考虑本机床的特点，决定采用电气——液压控制，为满足上述自动循环的要求进行了控制系统设计。我们分析了工艺要求及机械结构等具体情况，把一些动作简单，机械运动较可靠，以及对不同工作情况又有所变动的辅助动作，如自动上下料(包括仪表机构动作)动作

繞路中的自动測量环节，我們采用了一般磨床所常用的由測量头5B—220及电子繼电器2KD組成。配合着控制系統控制被加工另件之尺寸，实现加工过程自动化，实践証明这种控制方法，完全可以保証另件尺寸精度。

其操作程序与线路工作原理如下:

(1)全自动工作:

Figure 1 is a schematic diagram of the control circuit for a 1000W electric furnace. The diagram illustrates the electrical connections between the power supply, control components, and the furnace itself. Key components include a main switch (K1), a stop button (SB1), a start button (SB2), a limit switch (SQ1), a relay (K1), a stop button (SB4), a limit switch (SQ2), and a three-phase power supply (380V). The circuit is designed to ensure safe operation by incorporating interlocking mechanisms between the start and stop buttons and the limit switches.

图17 自动控制程序表

按閉KY3(分配器按鈕), 綫路1—f9接通, 使气压分配器电机接触器2K, 通过綫路1—19—21—2接通电源而工作。分配器凸輪軸轉动一定角度(15°左右)周期定位开关1BK閉合, 2K綫圈电路获得連鎖, 分配器凸輪軸繼續轉动, 上下料件随着进行。当上下料工作接近尾声时, 分配器上特設之凸輪, 触动了开关3BK, 使綫路17—17A接通, 立即指揮砂輪架快速行进。这时分配器凸輪軸繼續轉动至終点时, 压碰开关1BK, 断开綫路17—19, 使2K断电, 分配器停止工作。

①进刀机构退刀回至原始位置，压触开关5BK，闭合线路30—2。

③砂輪架处在起始位置(或接近起始位置)行程限位开关2BK处在綫路25—25A閉合及綫路1—33斷开之状态。

2BK之常閉触点断开了线路25—25A, 因此3K断电复原, 砂輪架快速行进停止。

2BK之常开触点，則閉合了綫路1—33，这时：

供給电机接触器5K,通过綫路1—33—35—39—40—52—2接通电源而开始快速进刀。5K动作其触点又閉合3控制綫路17—29,断开綫路43—45,Л11—1c1,給下步动作創造条件。