

机修手册

(修订第一版)

第三篇

金属切削机床的修理

中册

中国机械工程学会 主编
第一机械工业部

机械工业出版社

第十五章 Y54 插齿机的修理

一、修理准备工作

(一) 修前准备

机床修理前，应按随机合格证对插齿机进行试切及几何精度检查，根据精度丧失情况及存在问题，决定具体修理项目与验收要求。并准备好需要更换的零件，修理用的工具和仪器等。修理后的机床仍应达到合格证的要求。

插齿机在修理、试切及检查几何精度时，应选择合适的场地，要尽量远离震源和沉重冲击的设备（如锻压、冲剪设备等）。试车时的地基要稳固，以避免因变形而使测量数值不准确。

(二) 需用工具及仪器

需用工具及仪器见表 15-1-1。

表 15-1-1 需用工具及仪器

序号	名 称	规 格	数 量	用 途	备 注
1	起吊工具		1	装拆工作台	图 15-3-2
2	拉导杆工具		1	拉导杆，装拆工作台	图 15-3-3
3	专用芯轴		1	加工检验工作台主轴	图 15-3-6
4	卡 子		1	装拆工作台主轴	图 15-3-8
5	不垂直度验具		1	测量工作台孔 Δ 对导杆孔的不垂直度	图 15-3-10
6	刮研环		1	刮研工作台底面	图 15-3-12
7	直角研具		1	修刮工作台让刀挡铁接触面	图 15-3-13
8	锥度量具	锥度 1:10	1 套	测量法兰盘锥度	图 15-3-15
9	专用检验芯轴		1	检验法兰盘径向跳动	图 15-3-16
10	蜗轮滚刀			加工蜗轮	图 15-3-23
11	芯 轴			加工蜗轮	图 15-3-24
12	万能测齿仪			测量蜗轮精度	
13	万能显微镜			测量齿条或蜗杆精度	
14	专用检验芯轴		1	检验蜗杆体	图 15-3-39
15	不垂直度检具		1	检验滑板	图 15-3-64
16	检验轴		1	滑板定位用	图 15-3-77

(续)

序号	名 称	规 格	数 量	用 途	备 注
17	检验套	$\phi 6 \times 70$	1	滑板定位用	图 15-3-78
18	检验套		1	滑板定位用	图 15-3-79
19	检验轴		1	滑板定位用	图 15-3-80
20	专用芯轴		1	检验齿条用	图 15-3-84
21	滚 柱		2	检验齿条用	
22	导轨刮研板		1	检验上床身导轨用	图 15-3-93
23	专用检验平尺		1	修刮上床身楔铁接触面	图 15-3-94
24	刮研板		1	修刮上床身压板接触面	图 15-3-96
25	不垂直度量具		1	检验上床身的自动装置接触面	图 15-3-97
26	等高垫铁		2	修磨上床身	图 15-3-101
27	专用角度尺		1	修磨上床身	图 15-3-104
28	$\phi 60$ 检验棒		1	检验刀架体孔 A 对孔 B 的不垂直度	图 15-3-112
29	不垂直度检具		1		图 15-3-113
30	检验轴		1		图 15-3-114
31	不平度度检验工具		1	检验刀架体燕尾导轨	图 15-3-116
32	专用研具		1	修刮刀架体	图 15-3-119
33	芯 轴		1		图 15-3-124
34	齿条量具		1	测量齿条	图 15-3-126
35	芯 轴		1	检验刀架体蜗轮	图 15-3-129
36	专用芯轴		1		图 15-3-135
37	专用研具		1	修刮滑动导轨	图 15-3-136
38	专用花键芯轴		1	检验轴套	图 15-3-141
39	专用芯轴		1	检验蜗杆	图 15-3-145
40	T 形刮研板		1	修刮蜗杆体	图 15-3-147
41	拉 杆		1	修刮楔铁	图 15-3-151
42	专用研具		1	修刮刀架体	图 15-3-155
43	专用研具		1	修刮刀架体	图 15-3-156
44	表 卡		1	修刮刀架体	图 15-3-157
45	检验套		1	装配刀架体自动装置	图 15-3-161
46	同心铰刀		1	修整轴套同心	图 15-3-165
47	检验棒		1	检验插齿机几何精度	图 15-3-168
48	表卡		1	检验插齿机几何精度	图 15-3-169
49	手柄		1	检验插齿机几何精度	图 15-3-174
50	拆卸工具		1	拆下法兰盘	图 15-3-176
51	同心铰刀		1	修整轴套同心	图 15-3-178

二、插齿机简介

(一) 工作原理

Y54型插齿机适用于加工外啮合直齿圆柱齿轮，尤其便于加工内齿轮、双联齿轮和多联齿轮。当在刀轴上装置螺旋导轨和安装具有螺旋角的插齿刀时，可以加工螺旋齿轮。

插齿加工的原理是两个齿轮的啮合原理，其一是插齿刀，另一个是被加工齿轮。插齿刀与被加工齿轮间的啮合为无间隙啮合，插齿加工是按滚切法进行的。

在加工过程中，主要有以下五个运动：

1) 插齿刀往复运动——插齿刀沿刀轴轴线作快速垂直往复运动，它以每分钟往复行程数来计算。行程长度和位置根据被加工齿轮的齿宽调整。这一运动与其它运动无关，可以单独进行调整。

2) 插齿刀的圆周进给运动——在插齿时，插齿刀与被加工齿轮无间隙啮合，可认为插齿刀是主动的，因而插齿刀转动的快慢，决定被加工齿轮的快慢。插齿刀的圆周进给运动就是插齿刀绕刀轴轴线作回转运动。圆周进给量以插齿刀每一往复行程，在刀具的节圆上转过的弧长来计算。

3) 插齿刀的径向进给运动——插齿刀通过自动装置中凸轮的控制，在水平方向自动移向并切入工件，直到所需要的深度而自动停止。机床备有一次、二次、三次进给凸轮，根据被加工齿轮的要求，选择不同的径向进给，换用不同的凸轮。

4) 工作台回转运动(分齿运动)——工作台带动被加工齿轮配合插齿刀同时做回转运动。通过调整分齿挂轮，严格保持插齿刀转过一个齿，工件亦相应转过一个齿。分齿运动在插齿加工时，是影响工件精度最重要的运动。

5) 让刀运动——为了避免插齿刀在回程时擦伤被加工齿轮和

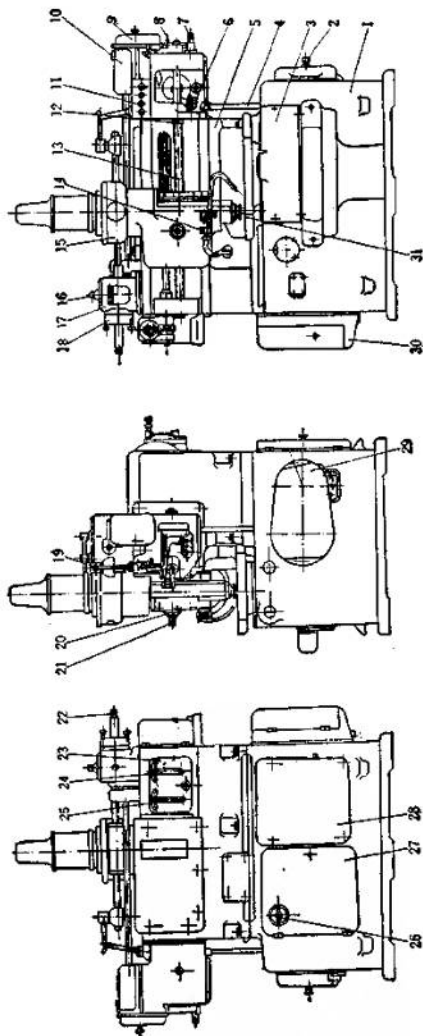


图 15-2-1 机床外观图

1—下床身 2—快速回转工作台的传动装置 3—工作台 4—计数装置的连杆 5—上床身 6—脱开棘轮爪平板 7—手操
 纵凸轮的方头 8—连接径向进给离合器的操纵杆 9—径向进给交换齿轮外罩 10—计数装置 11—电气按钮站 12—刀
 架挡块 13—丝杠 14—冷却液电泵开关 15—刀架体 16—反向装置手把 17—圆周进给装置 18—圆周进给装置交换
 齿轮外罩 19—照明开关 20—刻度盘 21—手移动刀架体方头 22—用手同时转动插刀与重加工齿轮的方头 23—变
 速箱 24—变速手柄 25—变速手柄 26—电路总开关 27—电器装置外罩 28—冷却液箱盖 29—快速电动机外罩
 30—分齿挂轮架外罩 31—刀轴

磨损插齿刀的齿面。因此,当插齿刀回程时,工作台带动被加工齿轮自动退离插齿刀,而在工作行程时,又自动移近插齿刀,回到原来的位置。

以上五个运动,是完成插齿加工的主要运动。此外还有当一个齿轮加工完毕后,插齿刀快速退离出切削位置的退刀运动;为在加工时找正齿坯,或便于调整、测量,工作台具有快速运动,以及齿轮加工过程中的计数机构和加工完毕的自动停车机构。机床在圆周进给箱上还装有反向机构,作为同时改变被加工齿轮、插齿刀旋转方向之用,以尽量利用插齿刀的刀刃。

机床的外观,如图 15-2-1 所示。

(二) 机床的传动系统及滚动轴承配置图

机床的传动系统及滚动轴承配置如图 15-2-2 所示。传动零件主要技术参数和滚动轴承一览表分别列于表 15-2-1 和表 15-2-2。

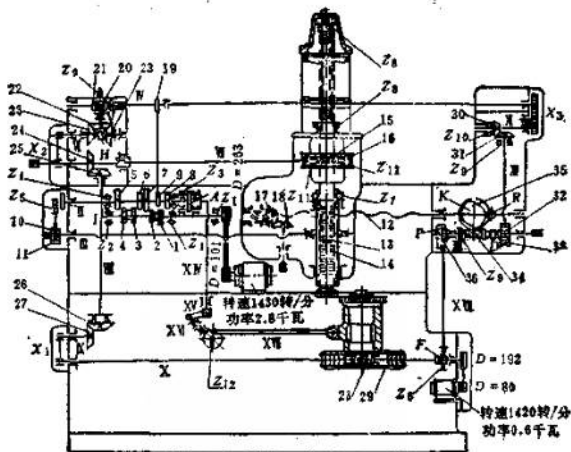


图 15-2-2 机床传动系统及滚动轴承配置图

表 15-2-1 传动零件主要技术参数表

部 件	传 动 图 号	制 造 厂 件 号	名 称	齿 数 或 线 数	模 数 或 螺 距 (毫米)	螺 旋 角 度	压 力 角	修 正 量 (毫米)	精 度	材 料	热 处 理 及 硬 度
变 速 箱	1	144227	齿 轮	46	3		20°		6-D	45	G48
	2			29	3		20°				
	3	142226	齿 轮	37	3		20°		7-6-6D6	45	G48
	4			22	3		20°				
	5	142208	齿 轮	88	3		20°		7-6-6D6	45	G48
	6	142209	齿 轮	73	3		20°		7-6-6D6	45	G48
	7	142211	齿 轮	81	3		20°		7-6-6D6	45	G48
	8	142213	齿 轮	64	3		20°		7-6-6D6	45	G48
	9	142212	链 轮	28	$t=12.7$		20°			45	齿部 G48
上 床 身	10	144215	齿 条		3.25		20°		I	20Cr	S0.9-C59
	11	144203	齿 轮	26	3.25		20°		6-D	40Cr	齿部 G52
	12	144202	丝 杠	1	$t=6$	右				45	时效
刀 架 体	13	145210	齿 轮	26	3.25		20°	0.75	6-D	40Cr	齿部 G52
	14	145202	齿 条		3.25		20°			20Cr	S0.9-C59
	15	145219	蜗 杆	1	2.75	3°9'; 左	15°		I	20Cr	S0.9-C59
	16	1451012	蜗 轮	100	2.75		15°		I	HT30-54	
	17	145214	锥 齿 轮	30	2.5		20°		II	45	
	18	145215	锥 齿 轮	15	2.5		20°		II	45	

(续)

部 件	图 号	制 造 厂 号	名 称	齿 数 或 线 数	模 数 或 螺 距 (毫米)	蜗 轮 角 度 及 回 转	压 力 角	修 正 量 (毫米)	精 度	材 料	热 处 理 及 硬 度
圆 周 进 给 箱	19	147205	链 轮	28	$t=12.7$					45	齿部 G48
	20	147204	蜗 杆	3	3.5	11°51'右	15°		III	45	G48
	21	147101	蜗 轮	23	3.5		15°		III	HT30-54	
	22	147207	锥 齿 轮	28	2.5		20°		II	45	齿部 G48
	23	147212	锥 齿 轮	42	2.5		20°		II	45	齿部 G48
	24	147216	锥 齿 轮	30	3		20°		II	45	齿部 G48
	25	147225	锥 齿 轮	30	3		20°		II	45	齿部 G48
	26	141210	锥 齿 轮	30	3		20°		II	45	齿部 G48
	27	147216	锥 齿 轮	30	3		20°		II	45	齿部 G48
	28	143202	蜗 杆	1	2.5	2°12'左	15°		I	200r	S0.9-C59
工 作 台	29	143015	蜗 轮	240	2.5		15°		I	耐磨铸铁	
自 动 回 转 进 给 装 置	30	146210	锥 齿 轮	24	2.5		20°		II	45	
	31	146207	锥 齿 轮	48	2.5		20°		II	45	
	32	146223	蜗 杆	1	2		15°		III	45	
	33	146020	蜗 轮	40	2		15°		III	HT30-54	
	34	146238	蜗 杆	2	3		15°		III	45	
	35	146023	蜗 轮	40	3		15°		III	HT20-40	
	36	146211	蜗 轮	48			15°		III	40Cr	齿部 G52

表 15-2-2 滚动轴承一览表

轴承配置 图中编号	型 号	规 格	名 称	精度等级	件 数
Z_1	7509	45×85×25	单列圆锥滚子轴承	G	2
Z_2	7307	35×80×23	单列圆锥滚子轴承	G	1
Z_3	7312	60×130×34	单列圆锥滚子轴承	F	1
Z_4	7518	90×160×43	单列圆锥滚子轴承	F	1
Z_5	1608	40×90×33	双列向心球面球轴承	G	1
Z_6	1210	50×90×20	双列向心球面球轴承	G	1
Z_7	8211	55×90×25	单向推力球轴承	G	1
Z_8	8110	50×70×14	单向推力球轴承	G	2
Z_9	8706	30×50×14	单向推力球轴承	G	3
Z_{10}	8707	35×55×16	单向推力球轴承	G	1
Z_{11}	8107	35×52×12	单向推力球轴承	D	2
Z_{12}	1607	35×80×31	双列向心球面球轴承	G	1

(三) 传动路线

按图 15-2-2 传动系统图所示, 传动路线如下:

1) 插齿刀往复运动的传动路线——插齿刀的往复运动是通过曲柄轴 II 左端的曲柄盘、曲柄摇杆的齿条 10, 齿轮 11→花键轴 III→齿轮 13 及装在刀轴上的齿条 14, 使刀具作往复运动。

2) 插齿刀的圆周进给运动的传动路线——由曲柄轴 II→链轮 9 和 19→轴 IV→蜗杆 20 和蜗轮 21→轴 V→锥齿轮 22 和 23(可正、反向)→离合器 H→轴 VI→圆周进给交换齿轮 X_2 →轴 VII→蜗杆 15 和蜗轮 16 通过刀架体内的固定导轨, 使插齿刀作慢速回转运动。

3) 插齿刀径向进给运动的传动路线——曲轴 IV→径向进给交换轮 X_3 →轴 XI→锥齿轮 30 和 31→轴 XII→蜗杆 32 和蜗轮 33→离合器 D→轴 XIII→蜗杆 34 和蜗轮 35→径向进给凸轮 K, 推动固定在丝杠 12 右端上的滚子 R, 使刀架体作水平移动。

4) 自动计数装置运动的转动路线——当离合器 D 向左移动后, 棘轮爪 P 自动落在棘轮 36 上, 计数装置就发生作用, 刀具便停止径向进给, 此时运动不再从蜗杆 32 和蜗轮 33 传来, 而由轴 X 传来, 在轴 X 上装有偏心轮 F , 使连杆 XVIII 往复动作, 当连杆每运动一个行程时, 固定在轴 XIII 上的棘轮就被棘轮爪拨动一齿, 通过轴 XII、蜗杆 34 和蜗轮 35 使凸轮 K 继续传动, 直至完成插削工作。滚子由弹簧作用落入凸轮 K 的凹部, 刀架退离工件, 同时机床自动停止。

5) 工作台主轴回转运动的传动路线——曲轴 VII→锥齿轮 24 和 25→轴 VIII→锥齿轮 26 和 27→轴 IX→分齿变换齿轮 X_1 与轴 X 传到工作台的分齿蜗杆 28 和蜗轮 29, 使工作作慢速回转运动。

6) 工作台让刀运动的传动路线——由于装在曲柄轴 II 右端上的凸轮 A 与固定在让刀机构滑框上的两个滚子紧密的接触, 故当轴 II 转动时, 就使连杆 XIV 作往复运动, 通过摇杆 XV 来回地转动, 轴 XVI 上的偏心轮 C , 通过与工作台相连的连杆 XVII, 使工作作让刀运动。

7) 工作台主轴快速回转的传动路线——动力由功率为 0.6 千瓦 $n=1460$ 的电动机传来, 通过三角带传到分齿蜗杆 28 和蜗轮 29, 使工作作快速回转运动。但如需要工作台快速回转时, 必须脱开分齿交换齿轮 X_1 , 并用平板 6(图 15-2-1) 将计数装置的棘轮爪举起。

(四) 机床结构

1) 下床身——下床身 1(图 15-2-3)是机床的底座。它的左侧装有分齿挂轮架 2, 在其内部装有分齿蜗杆轴 3, 快速电动机 4, 工作台快速回转的皮带传动, 摇动计数装置拉杆的偏心轮 5, 工作台让刀运动的连杆 8, 偏心轮轴 9 及工作台导杆 10, 在盖 6 里面则装有电气装置, 盖 7 内装有冷却泵。

2) 上床身——上床身 1(图 15-2-4)装于下床身上。变速箱 2 装在它的后面, 左侧装曲柄机构 3, 它通过花键轴 7, 使插齿刀做往复运动; 右侧则安装自动装置。自动装置的径向进给凸轮 4 带动丝杠 5, 使刀架体水平移动, 插齿刀切入被加工齿轮, 并控制自动机构,

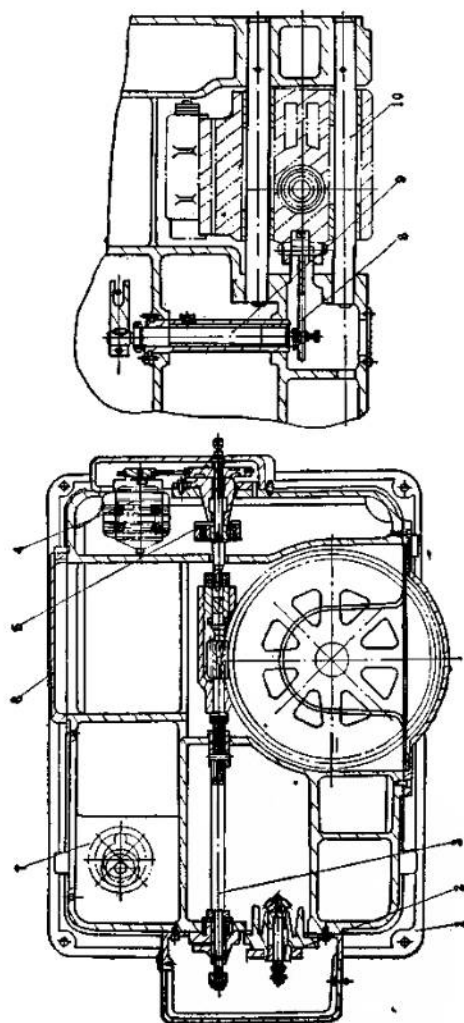


图15-2-3 下床身

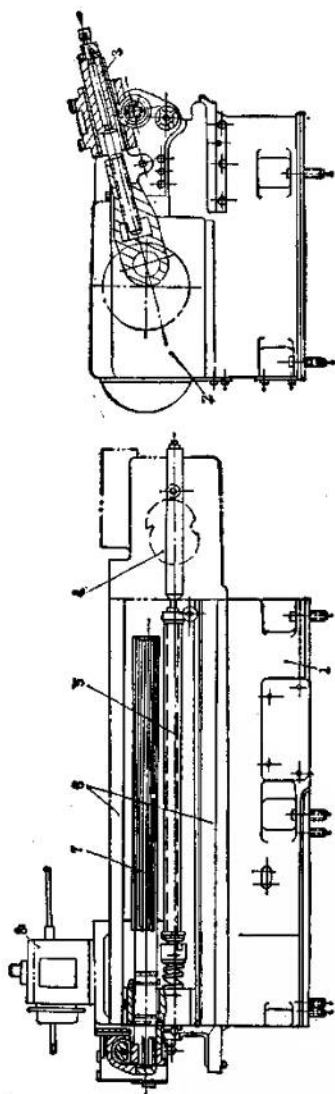


图 15-2-4 上床身

在加工完毕后自动停止机床运动,刀架体沿前部燕尾导轨6移动,在上床身的左上端面则装有圆周进给箱8。

3) 工作台——工作台(图15-2-5)借两根导杆装于下床身内。

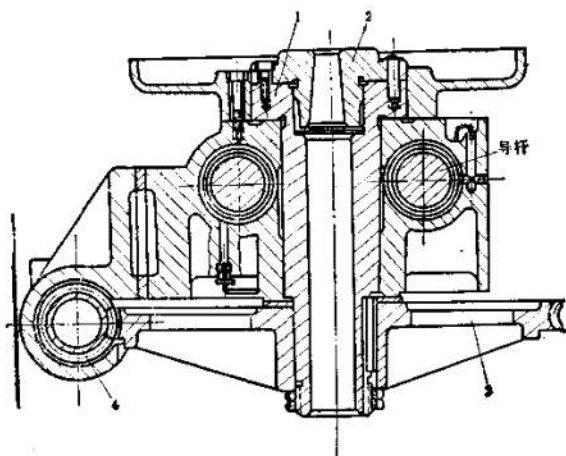


图 15-2-5 工作台

工作台主轴1上面装有法兰盘2。法兰盘上具有安装工件芯轴的锥孔,被加工齿轮即用工件芯轴装卡在工作台的台面上。

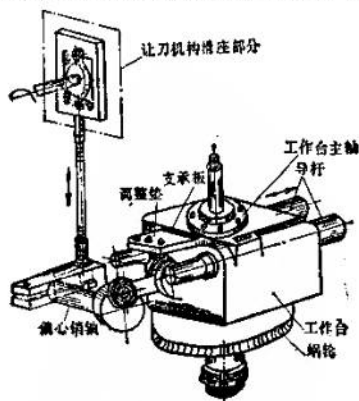


图 15-2-6 让刀运动机构图

其下则装分齿蜗轮3和分齿蜗杆4,分齿蜗杆4则通过花键套与下床身的分齿蜗杆轴3相连。同时,借助于变速箱的凸轮、滚子及连杆机构作让刀运动(图15-2-6)。

4) 变速箱——变速箱(图15-2-7)装于上床身的左后侧。其运动由电动机经

三角皮带传来,扳动变速箱的变速手柄,则箱内就相应地有一对齿轮相互啮合,可产生四种不同的转速。这两手柄是相互连锁的,只有一个手柄在居中位置(即空转)时才能扳动另一手柄。由变速箱内链轮5经传动链将运动传给圆周进给箱的链轮,同时经轴II传到曲柄连杆机构上(图15-2-8),经过两对齿轮和齿条的传动,从而使插齿刀

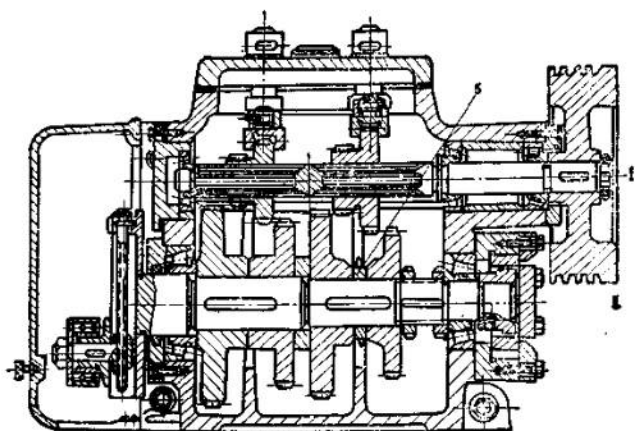


图 15-2-7 变速箱

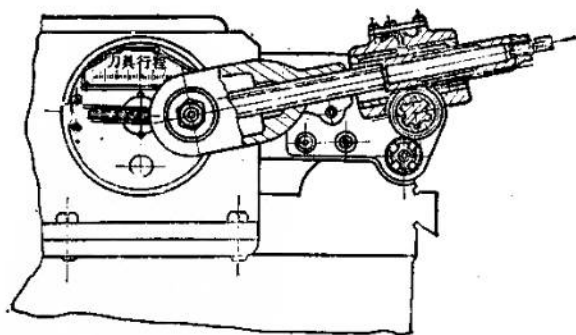


图 15-2-8 曲柄连杆机构

作直垂往复运动。曲柄盘上刻有刻线(图 15-2-8) 据此, 可根据被加工齿轮的齿宽调节插齿刀的行程长度。

5) 刀架体——刀架体 1 (图 15-2-9) 沿上床身前面的燕尾导轨和花键轴的轴线作水平移动, 刀轴 2 能在齿条 3 中回转。在分齿蜗轮孔内, 装有两个半圆形导轨。其中一个是固定导轨 5, 以内六角螺钉与分齿蜗轮 7 相联结, 另一个为滑动导轨 6 与刀轴相连。因此, 刀轴除能往复运动外, 还因分齿蜗杆副的传动而旋转, 两个半圆形导轨之间装有楔铁, 当有磨损时, 可利用其来调节间隙。

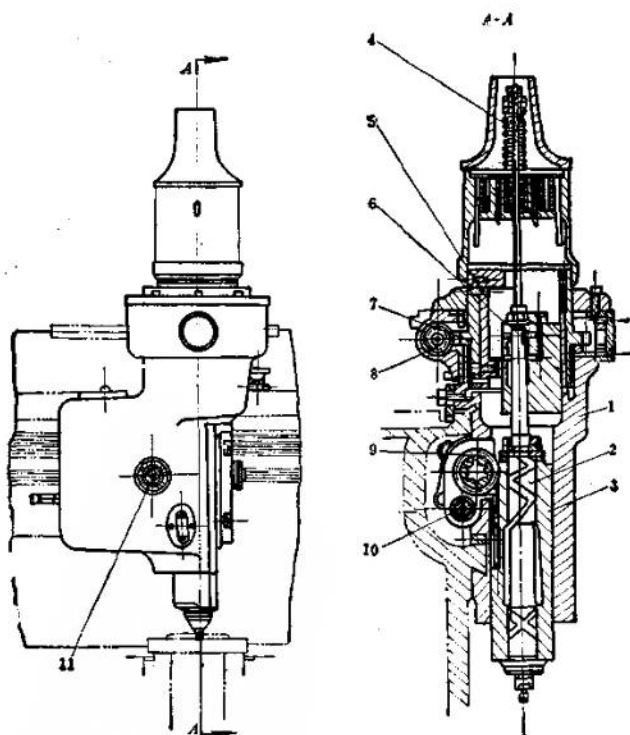


图 15-2-9 刀架体

刀架体顶部上的缓冲弹簧4用以吸受振动,并消除花键轴与齿轮9间、齿轮9与齿条3间的间隙。用手摇动方头11就可使刀架体左右移动。

6) 圆周进给机构——该机构装在圆周进给箱内(图15-2-10),位于上床身的左上方。其作用是使插齿刀回转,轴1与分齿挂轮架相连,通过分齿挂轮,工作台的分齿蜗杆传动副与被加工齿轮合成滚切运动。这个机构内设有控制插齿刀与被加工齿轮的回转方向的反向装置,它是由三个锥齿轮2、3、4和在轴上滑动的双向爪形离合器5所组成。利用交换齿轮的速比关系,可以决定圆周进给量。

7) 自动径向进给机构——机床的自动径向进给机构(图15-2-11)是用来控制插齿深度的机构。当插齿刀插削被加工齿轮达到所需的切削深度时,径向进给就自动脱开,同时机床的计数装置自动启动,以控制工作台主轴的回转。主轴的回转取决于进给凸轮2,此凸轮有一次进给,二次进给及三次进给。被加工齿轮达到预先的规定的转数后,刀架体即自动退离被加工齿轮,机床亦就自动停止工作。具体过程如下:

在轴1的右端有一个小滚子16,由于轴1左端弹簧弹力的作用,它经常靠紧进给凸轮2。在插削开始时,小滚子是在凸轮2的凹部。当凸轮转动时,滚子则沿凸轮曲线滚动,使轴1带动刀架体向右移动,这就是径向进给。凸轮2的回转由圆周进给机构的轴3,经过交换齿轮4及锥齿轮副17而传动蜗轮副5,而蜗轮的左旁有爪形离合器7,它能在轴6上自由滑动。当向右移动离合器时,运动就传给蜗轮副B及凸轮2。在工作开始前,应将拨杆9向右移,移至定位杆10的端点下面(拨杆是专为移动离合器7用的)。此时离合器7亦向右移与蜗轮相接合,同时滑块12顶起棘轮爪11,使它不能与棘轮18接触,摇杆13压于凸轮2的后面凸部,并支住定位杆10,达到预定深度后,此摇杆即从凸轮2的后面凸部滑下,定位杆10因受弹簧14影响而松开拨杆9。拨杆9亦受弹簧15影响而向左移,脱开离合器7。滑块12亦向左移动,放下棘轮爪11,爪11即与棘轮18接触。这时通过与棘轮爪紧连的扇形板19的摆动作用(扇形板的摆动

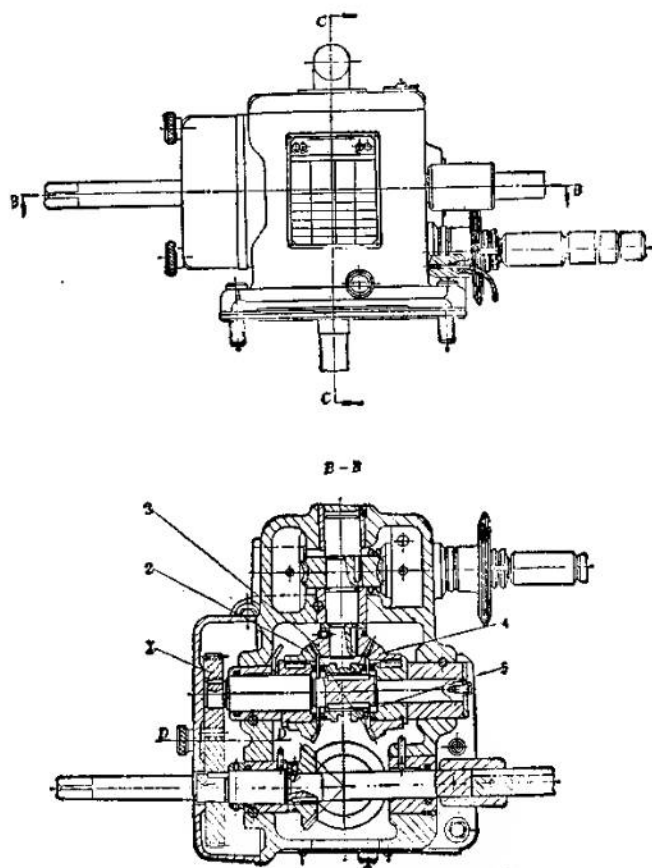


图 15-2-10