

《内部资料》

电镀铜生产线射流程序控制机

自动控制专业连队

广东工学院革命委员会教革组科技情报室印

1971年3月

毛主席语录

备战，备荒，为人民。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

外国有的，我们要有，外国没有的，我们也要有。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革命。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。劳动人民要知识化，知识分子要劳动化。

工人阶级必须领导一切。

前 言

毛主席教导我们：“我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行，我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”射流技术是六十年代发展起来的新技术，它是电子技术在自动化领域中的重要补充。射流控制装置性能比较稳定、可靠，经济，简单，适应性强，易于制造，便于搞群众运动。

无产阶级文化大革命的强劲东风，荡涤着世界上一切污泥浊水，工人阶级登上了上层建筑斗、批、改的政治舞台，牢牢地掌握了科学技术的领导大权，灿烂的思想政治之花，在射流技术方面在全国各地已经结成了丰满的经济之果。

我院自动化系自动控制专业的革命师生，在党“九大”和中央两报一刊七〇年元旦社论精神的鼓舞下，遵照伟大领袖毛主席关于知识分子必须接受工农兵再教育的伟大教导，纷纷走出校门，与工人相结合。其中部份师生于七〇年一月来到广州红阳电镀厂，在政治上接受工人阶级的再教育，业务上进行再学习，参加广州市射流技术的会战，进行教育革命的探索，参加了该厂的以工人为主体的三结合射流技术小组。

在广州市革委会生产组首长的亲切关怀和鼓励下，在工厂和学院革委会的正确领导下，工人师傅带领革命师生共同努力，发扬自力更生，艰苦奋斗精神，反复试验，遇到困难就一起学习毛主席的著作，到《两论》中去找办法，经过几个月的奋战，攻克了一道又一道的难关，用电铸法生产了优质的射流元件，并用这些射流元

件,研制成功电镀铜生产线射流程序控制机,经使用证明性能良好。

射流程序控制机的研制成功,是毛泽东思想的伟大胜利,是无产阶级教育革命的伟大胜利,也是无产阶级文化大革命的又一丰硕成果。今后,我们决心更好地高举毛泽东思想伟大红旗,认真改造世界观,提高路线斗争觉悟,一辈子走与工农兵相结合的道路,为党为人民作出应有的贡献,为伟大领袖毛主席争光,为伟大的社会主义祖国争光。

前段时间,为适应广州市射流技术学习班学习的需要,红阳电镀厂和华南工学院(即现在的广东工学院)曾合编了一份《射流程序控制电镀机》。为了进一步总结、交流经验和教育革命的需要,我们再编印这份资料,供有关同志参考。由于我们学习毛主席著作学得不好,加上业务水平有限,实际经验缺乏,必有错误之处,请同志们批评、指正。

目 录

(91)	电镀铜工艺简介	(1)
(91)	传送机工作程序的编制	(2)
(50)	射流程序控制机的结构和工作原理	(7)
(15)	射流程序控制机的主要部件	
	§ 1 计算时间的装置	(9)
	一、脉冲发生器	(9)
	二、时间计数器	(9)
	三、译码器	(12)
	§ 2 计算位移的装置	(13)
	一、位移脉冲发信装置	(13)
	二、位移计数器	(14)
	三、译码器	(14)
	§ 3 运算器	(15)
	一、运算器 1	(15)
	二、运算器 2	(15)
	三、运算器 3	(15)
	§ 4 穿孔带	(15)
	§ 5 程序输入装置	(17)
	一、转换程序电磁继电器	(17)
	二、程序读出装置	(17)
	射流程序控制机典型程序的工作过程	
	§ 1 程序 1	(19)

一、程序 1 开始的情况	(19)
二、吊杆上升	(19)
三、传送机前进	(20)
四、传送机停止	(21)
五、吊杆下降	(22)
六、轉換程序	(22)
§ 2 程序 2	(23)
§ 3 程序 14	(23)
§ 4 程序 120	(24)

第四章 两台传送机的联鎖保护和穿孔带上“空位”

快速跳过

§ 1 两台传送机的联鎖保护	(25)
§ 2 穿孔带上“空位”快速跳过	(26)

第五章 射流程序控制机的运行

§ 1 射流程序控制机的启动	(27)
一、调动传送机	(27)
二、启动 1 号控制机	(27)
三、启动 11 号控制机	(28)
§ 2 射流程序控制机的停机	(28)
§ 3 程序时间的改变	(28)
一、程序时间的延長	(29)
二、程序时间的縮短	(29)

附录 射流程序控制机中用的几种轉換器

一、气电轉換器	(29)
二、电气轉換器	(29)
三、电磁气閘	(29)

第一章 射流程序控制机概述

§1 电 镀 铜 工 艺 简 介

本程序控制机是用射流元件为主组成的专用控制机，用于控制电镀铜生产线的整个工艺过程，以实现自动化。毛主席教导我们说：“馬克思主义叫我们看问题不要从抽象的定义出发，而要从客观存在的事实出发，从分析这些事实中找出方針、政策、办法来。”因此，我们先从研究电镀铜的工艺过程入手。

我国工人阶级经过长期的生产实践，积累了极其丰富的经验，有一套比较成熟的电镀铜工艺。

广州红阳电镀厂用本控制机控制的电镀铜生产线的工艺过程由 18 道工序组成, 如表 1-1 所示:

表 1-1

工序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
名称	上料	化学除油	电解除油	清水洗涤	清水洗涤	酸腐蚀	清水洗涤	清水洗涤	电解除油	氟蚀	电镀	回收处理	清水洗涤	化学抛光	清水洗涤	清水洗涤	干燥	卸料

每道工序在一个槽内完成。将各个槽按工序先后依次排成一行。由于化学除油和电镀两工序所需时间较长，为了提高生产效率，将“化学除油”安排了两个槽，“电镀”安排了8个槽。整个电镀铜生产线的布置如图1—1所示。

需电镀的工件用专用的挂具装夹，将一定数量的挂具挂在一根紫铜棒上。紫铜棒在电镀槽内接到电源的负极，故称之为阴极（阳极安装在电镀槽内）。用传送机上的吊杆将装

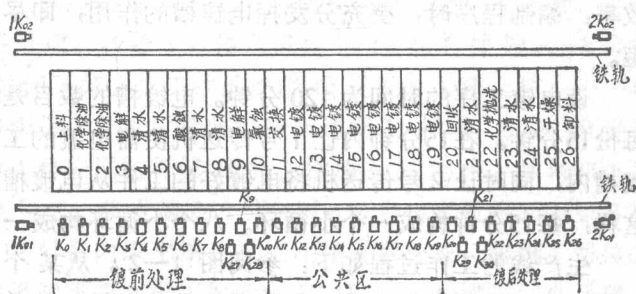


图 1-1 电镀铜生产示意图

有工件的阴极（以后简称阴极）从上一工序的槽内吊起，传送机运动到该工序的槽，吊杆下降，将工件放在该槽内停留一定时间。待该工序完成后，吊杆又将阴极吊起，传送机运动到下一工序的槽，吊杆下降，将工件放在下一工序的槽内停留一定时间。……，如此完成全部工序。

在生产槽的两边安装了两根铁轨。传送机横跨在两根铁轨上。传送机上有两台电动机。电动机1使传送机沿铁轨水平运动：前进（向槽号增加的方向）或后退（向槽号减小的方向）。电动机2使传送机上的吊杆垂直运动：上升或下降。

传送机的运动形式概括起来有如下四种：1.用吊杆将阴极从某个槽提升到一定高度，传送机前进，到指定的另一个槽停止，吊杆下降，将工件放到这个槽中。这种运动形式叫做“上进”。2.把卸掉工件的阴极（以后简称空阴极）用吊杆提升到一定高度，传送机后退，到指定位置，把空阴极放下。这种运动形式叫做“上退”。3.吊杆不带东西，也不上升，传送机从某个槽前进到指定的槽。这叫做“下进”。4.吊杆不带东西，也不上升，传送机从某个槽后退到指定槽。这叫做“下退”。“上进”的目的是完成各工序。“上退”的目的是使空阴极返回上料位置（0号槽）。“下进”、“下退”的目的是调动传送机至指定位置。为了提高工作效率，用了两台结构一样的传送机。1号传送机负责工序1~11，2号传送机负责工序11~18。

§2 传送机工作程序的编制

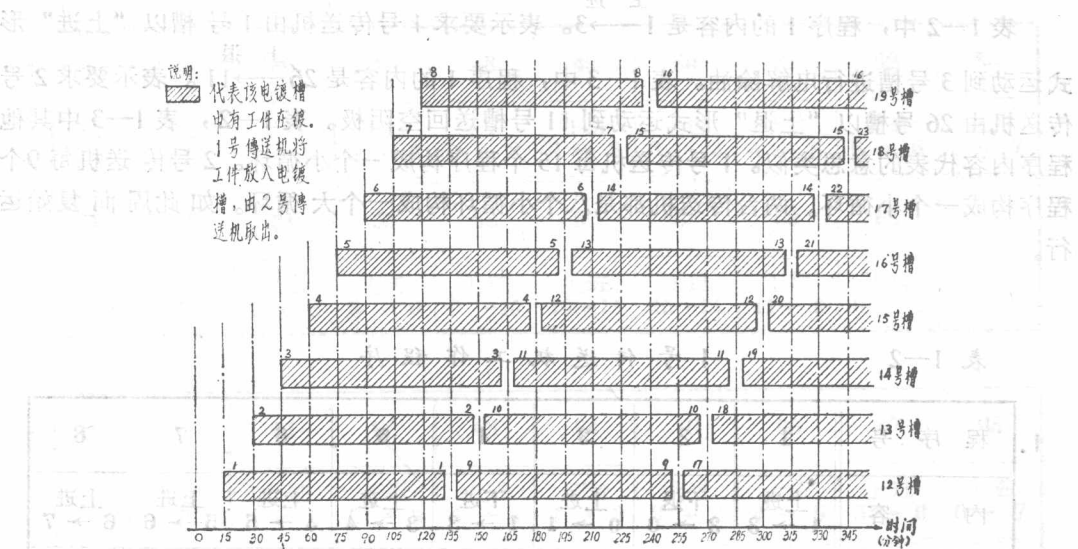
在电镀工艺过程中，用传送机将工件从一个槽移动到另一个槽来完成全部工序。工艺上对各工序的先后次序和所需的时间有一定的要求，因此，传送机应按一定规律运动，不能随便。按照工艺的要求确定传送机在整个工艺过程中的运动规律，叫做编制程序。规定传送机从某个槽出发，运动到另一个槽停下来，停留一定时间，一直到再次运动，这段过程叫做传送机运动的一个程序。传送机在整个工艺过程中的运动就是由一个程序构成的。编制程序就是确定每个程序的内容和各个程序如何衔接。

在整个工艺过程中，电镀工序时间最长，比其他工序时间长很多倍。为了提高工作效率，编制程序时，要充分发挥电镀槽的作用，即尽量使电镀槽内没有工件的时间缩短。

设电镀工序的时间为120分钟。电镀槽的数目是8个。将电镀工序的时间分成8份，每份15分钟。在15分钟内让1号传送机使需电镀的工件完成镀前处理的全部工序放入电镀槽内，同时让2号传送机将电镀好的工件从电镀槽内取出完成镀后处理的全部工序。这样，每15分钟构成一个小循环。八个小循环构成一个大循环即一个生产周期。

生产线的工作过程如下：参阅图1—2。从某个时刻算起，在0号槽将装有第1批工件的挂具挂到阴极上，1号传送机将第一批工件完成全部镀前处理工序在第15分钟未放入12号槽内电镀。从第16分钟初开始，经过15分钟，将第2批工件完成全部镀前处理工序放入13号槽内电镀。……从第106分钟初开始，经过15分钟，将第8批工

件完成全部镀前处理工序放入 19 号槽内电镀。从第 121 分钟初开始，1 号传送机将第 9 批工件作镀前处理。差不多快到第 135 分钟时，在第 15 分钟末放入 12 号槽的第 1 批工件，已在 12 号槽内电镀了将近 120 分钟，完成了电镀工序。于是开动 2 号传送机将第 1 批工件（已电镀好了）从 12 号槽内取出作镀后处理，这时 1 号传送机立即将第 9 批工件（已完成全部镀前处理工序）放入 12 号槽中。2 号传送机用 15 分钟的时间使第 1 批工件完成镀后处理各工序，在 26 号槽卸下第 1 批工件（成品）并把卸下第 1 批工件的空阴极送到第 11 号槽（交换槽）。这时差不多到了第 150 分钟，在第 30 分钟末放入 13 号槽内的第 2 批工件已电镀了将近 120 分钟。2 号传送机便将它取出作镀后处理。接着 1 号传送机将完成了镀前处理的第 10 批工件放入 13 号槽内电镀。并将 2 号传送机放在 11 号槽的卸下第 1 批工件的空阴极取走，送回 0 号槽上料。



到将近第 165 分钟时，2 号传送机将卸下第 2 批工件的空阴极送到 11 号槽，并将 14 号槽内的第 3 批工件取出作镀后处理。接着 1 号传送机将第 11 批工件放入 14 号槽内，并将 2 号传送机放在 11 号槽的卸下第 2 批工件的空阴极送回 0 号槽上料。……将近第 240 分钟时，2 号传送机将卸下第 7 批工件的空阴极送到 11 号槽，并从 19 号槽取出第 8 批工件作镀后处理。接着 1 号传送机将第 16 批工件放入 19 号槽。并将卸下第 7 批工件的空阴极从 11 号槽送回 0 号槽。将近第 255 分钟时，2 号传送机将卸下第 8 批工件的空阴极送到 11 号槽，并从 12 号槽内取出第 9 批工件作镀后处理。接着 1 号传送机将第 17 批工件放入 12 号槽，并将卸下第 8 批工件的空阴极从 11 号槽送回 0 号槽。……如此循环下去。

如上所述，每 15 分钟一个小循环。将近第 $(n+8) \times 15$ 分钟时， $(n=2, 3, 4,$

.....) 2号传送机将卸下第(n-1)批工件的空阴极送到11号槽之后,将第n批工件从电镀槽内取出作镀后处理。接着1号传送机将已完成镀前处理的第(n+8)工件放入空出的电镀槽内之后,从11号槽将卸下第(n-1)批工件的空阴极送回0号槽上料。镀前处理的时间是15分钟,镀后处理的时间也是15分钟,因此,两台传送机互相配合,协调工作,完成整个工艺过程。

镀前处理中“化学除油”工序所需时间较长。为此,将化学除油槽安排了两个,并使这两个槽内经常有工件。于是,工件在化学除油槽内停留的时间是2个小循环的时间,即30分钟,这已满足工艺要求。

根据上面所述的工作情况,将两台传送机的工作程序编制出来,列于表1-2和表1-3中。

表1-2中,程序1的内容是1^{上 进}→3。表示要求1号传送机由1号槽以“上进”形式运动到3号槽进行电解除油。表1-3中,程序1的内容是26^{上 退}→11。表示要求2号传送机由26号槽以“上退”形式运动到11号槽送回空阴极。表1-2,表1-3中其他程序内容代表的意思类似。1号传送机每15个程序构成一个小循环。2号传送机每9个程序构成一个小循环。两台传送机都是八个小循环构成一个大循环。如此周而复始运行。

表 1-2 1 号 传 送 机 工 作 程 序

1.	程 序 号	1	2	3	4	5	6	7	8
	内 容	上进 1 → 3	下退 3 → 0	上进 0 → 1	下进 1 → 3	上进 3 → 4	上进 4 → 5	上进 5 → 6	上进 6 → 7
	程 序 号	9	10	11	12	13	14	15	
	内 容	上进 7 → 8	上进 8 → 9	上进 9 → 10	上进 10 → 12	下退 12 → 11	上退 11 → 0	下进 0 → 2	
2.	程 序 号	16	17	18	19	20	21	22	23
	内 容	上进 2 → 3	下退 3 → 0	上进 0 → 2	下进 2 → 3	上进 3 → 4	上进 4 → 5	上进 5 → 6	上进 6 → 7
	程 序 号	24	25	26	27	28	29	30	
	内 容	上进 7 → 8	上进 8 → 9	上进 9 → 10	上进 10 → 13	下退 13 → 11	上退 11 → 0	下进 0 → 1	

续表 1-2

S-1 卷

3.	程序号	31	32	33	34	35	36	37	38
	内 容	上进 1 → 3	下退 3 → 0	上进 0 → 1	下退 1 → 3	上进 3 → 4	上进 4 → 5	上进 5 → 6	上进 6 → 7
	程序号	39	40	41	42	43	44	45	
	内 容	上进 7 → 8	上进 8 → 9	上进 9 → 10	上进 10 → 14	下退 14 → 11	上退 11 → 0	下进 0 → 2	

4.	序 程 号	46	47	48	49	50	51	52	53
	内 容	上进 2 → 3	下退 3 → 0	上进 0 → 2	下进 2 → 3	上进 3 → 4	上进 4 → 5	上进 5 → 6	上进 6 → 7
	程 序 号	54	55	56	57	58	59	60	
	内 容	上进 7 → 8	上进 8 → 9	上进 9 → 10	上进 10 → 15	下退 15 → 11	上退 11 → 0	下进 0 → 1	

5.	程 序 号	61	62	63	64	65	66	67	68
	内 容	上进 1 → 3	下退 3 → 0	上进 0 → 1	下进 1 → 3	上进 3 → 4	上进 4 → 5	上进 5 → 6	上进 6 → 7
	程 序 号	69	70	71	72	73	74	75	
	内 容	上进 7 → 8	上进 8 → 9	上进 9 → 10	上进 10 → 16	下退 16 → 11	上退 11 → 0	下进 0 → 2	

6.	程 序 号	76	77	78	79	80	81	82	83
	内 容	上进 2 → 3	下退 3 → 0	上进 0 → 2	下进 2 → 3	上进 3 → 4	上进 4 → 5	上进 5 → 6	上进 6 → 7
	程 序 号	84	85	86	87	88	89	90	
	内 容	上进 7 → 8	上进 8 → 9	上进 9 → 10	上进 10 → 17	下退 17 → 11	上退 11 → 0	下进 0 → 1	

续表 1-2

7.	程 序 号	91	92	93	94	95	96	97	98
	内 容	上进 1 → 3	下退 3 → 0	上进 0 → 1	下进 1 → 3	上进 3 → 4	上进 4 → 5	上进 5 → 6	上进 6 → 7
	程 序 号	99	100	101	102	103	104	105	
	内 容	上进 7 → 8	上进 8 → 9	上进 9 → 10	上进 10 → 18	下退 18 → 11	上退 11 → 0	下进 0 → 2	

8.	程 序 号	106	107	108	109	110	111	112	113
	内 容	上进 2 → 3	下退 3 → 0	上进 0 → 2	下进 2 → 3	上进 3 → 4	上进 4 → 5	上进 5 → 6	上进 6 → 7
	程 序 号	114	115	116	117	118	119	120	
	内 容	上进 7 → 8	上进 8 → 9	上进 9 → 10	上进 10 → 19	下退 19 → 11	上退 11 → 0	下进 0 → 1	

表 1-3

2 号 传 送 机 工 作 程 序

1.	程 序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	内 容	上退 26 → 11	下进 11 → 12	上进 12 → 20	上进 20 → 21	上进 21 → 22	上进 22 → 23	上进 23 → 24	上进 24 → 25	上进 25 → 26

2.	程 序 号	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	内 容	上退 26 → 11	下进 11 → 13	上进 13 → 20	上进 20 → 21	上进 21 → 22	上进 22 → 23	上进 23 → 24	上进 24 → 25	上进 25 → 26

3.	程 序 号	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	内 容	上退 26 → 11	下进 11 → 14	上进 14 → 20	上进 20 → 21	上进 21 → 22	上进 22 → 23	上进 23 → 24	上进 24 → 25	上进 25 → 26

续表 1—3

4.	程 序 号	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	内 容	上退 26→11	下进 11→15	上进 15→20	上进 20→21	上进 21→22	上进 22→23	上进 23→24	上进 24→25	上进 25→26

5.	程 序 号	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	内 容	上退 26→11	下进 11→16	上进 16→20	上进 20→21	上进 21→22	上进 22→23	上进 23→24	上进 24→25	上进 25→26

6.	程 序 号	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	内 容	上退 26→11	下进 11→17	上进 17→20	上进 20→21	上进 21→22	上进 22→23	上进 23→24	上进 24→25	上进 25→26

7.	程 序 号	55	56	57	58	59	60	61	62	63
	内 容	上退 26→11	下进 11→18	上进 18→20	上进 20→21	上进 21→22	上进 22→23	上进 23→24	上进 24→25	上进 25→26

8.	程 序 号	64	65	66	67	68	69	70	71	72
	内 容	上退 26→11	下进 11→19	上进 19→20	上进 20→21	上进 21→22	上进 22→23	上进 23→24	上进 24→25	上进 25→26

§3 射流程序控制机的结构和工作原理

毛主席教导我们：“我们的实践证明，感觉到了的东西，我们不能立刻理解它，只有理解了的东西才更深刻地感觉它。感觉只解决现象问题，理论才解决本质问题。这些问题的解决，一点也不能离开实践。”

在电镀工艺过程中，输送机应按照预先编制的程序运动。这可以由操作工人按照编制的程序操作相应的开关、按钮来完成。如果用射流程序控制机控制输送机，则可以不需操作工人操作，而使输送机按编制的程序自动运行。1号输送机由1号射流程序控制

机（简称控制机）控制，2号传送机由2号控制机控制。两台控制机结构一样。现以1号控制机为例，简述控制机的结构和工作原理。

控制机的结构方框图如图1—3所示。穿孔带记录了表1—2所列的各程序的指令。程序指令有如下内容：

1. 该程序所需时间。
2. 1号传送机从某个槽运动到另一个槽应以什么样的运动形式；位移多少槽距。
3. 其他一些特殊指令。

程序输入装置将穿孔带上记录的某程序的指令读出，发出一些气脉冲信号送到有关的装置。时间指令信号送到时间计数器，位移指令信号送到位移计数器，运动形式指令信号送到运算器1和2。

设运动形式的指令是“上进”，则要求吊杆上升的指令信号送到运算器1，要求传送机前进的指令信号送到运算器2。运算器1和2将这两个指令信号寄存起来，并发出使传送机运动的信号。首先由运算器1发出使吊杆上升的信号，则吊杆上升。上升到顶后反馈一信号给运算器1，于是运算器1便向运算器2发出吊杆已上升到顶的信号。这时运算器2将所寄存的、要求传送机前进的指令信号发出，传送机前进。传送机每位移一个槽距，便反馈一个位移气脉冲给位移计数器。位移达到要求后，位移计数器发出信号。该信号分为三路：一路给运算器3；第二路使传送机停止；第三路给运算器1。运算器1接到此信号后，发出使吊杆下降的信号，吊杆下降，将工件放入指定的槽内。吊杆下降到底后，反馈信号给运算器1，运算器1便发出工件已放入指定槽内的信号给运算器3。

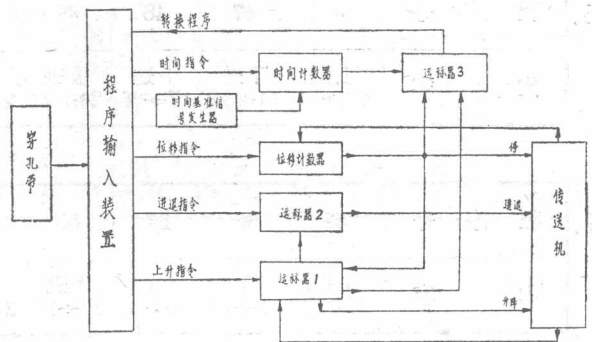


图 1—3 射流程序控制机方框图

时间计数器接到时间指令信号后便开始计时（时间基准信号由脉冲发生器发出，每隔3秒发一个）。当规定的时间计满时，时间计数器发出信号给运算器3。运算器3收到了位移计数器、运算器1和时间计数器的信号，表示该程序的任务全部完成，发出转换程序的信号给程序输入装置。程序输入装置便将下一程序的指令读出。于是传送机便按新程序的指令工作，如此自动进行下去。

时间计数器接到时间指令信号后便开始计时（时间基准信号由脉冲发生器发出，每隔3秒发一个）。当规定的时间计满时，时间计数器发出信号给运算器3。运算器3收到了位移计数器、运算器1和时间计数器的信号，表示该程序的任务全部完成，发出转换程序的信号给程序输入装置。程序输入装置便将下一程序的指令读出。于是传送机便按新程序的指令工作，如此自动进行下去。

第二章 射流程序控制机的主要部件

毛主席教导我们：“我们不但要提出任务，而且要解决完成任务的方法问题。我们的任务是过河，但是没有桥或没有船就不能过。不解决桥或船的问题，过河就是一句空话。不解决方法问题，任务也只是瞎说一顿。”前面我们介绍了本控制机的基本工作原理，还未解决具体如何实现的问题。本章的目的就是要具体介绍本控制机的主要部件。两台控制机的结构完全相同，因此，我们遵照毛主席的教导：“对于具体情况作具体的分析。”以1号机为例，分析一下计算时间的装置，计算位移的装置，各种运算器，穿孔带和程序输入装置等主要部件。

§1 计算时间的装置

毛主席教导我们：“胸中有‘数’。就是说，对情况和问题一定要注意到它们的数量方面，要有基本的数量的分析。”

本控制机用于控制电镀铜工艺过程，必须满足工艺上提出的要求，为此，采用了时间与位移的计算装置和运算器。这一节先介绍计算时间的装置。

一、脉冲发生器

计算时间的装置用脉冲发生器产生时间基准信号。脉冲发生器是用旧电度表改装的。其示意图如图2-1所示。在电度表的转盘上开一个弧形槽，转盘上下分别安装接收管和发射喷嘴。发射喷嘴与气源连接，接收管与时间计数器连接。转盘每转一圈，接收管就输出一个气脉冲。调节转盘转速就可调节脉冲周期。实际使用中，脉冲周期为3秒。两台控制机公用一个脉冲发生器，保证两台控制机在时间上同步。

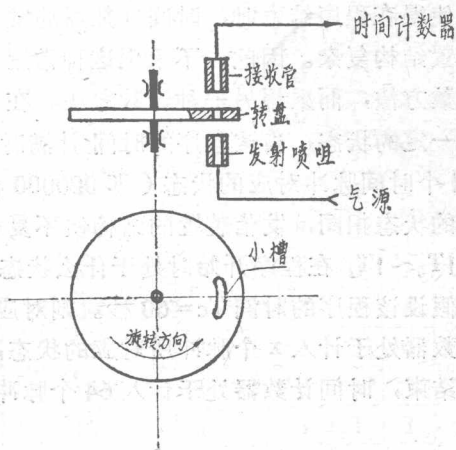


图 2-1

二、时间计数器

对时间计数器的要求是：某程序开始，它便开始计时。该程序结束，它发

出信号。

如前所述，一个程序就是传送机从某个槽出发，运动到另一个槽停下来，停留一定时间，一直到再次运动这段过程。因此，完成每个程序的时间为：

$$T_c = T_D + T_G$$

式中 T_D ：传送机从某个槽出发，运动到另一个槽所需的时间。若为“上进”、“上退”运动方式，则还要加上吊杆上升，下降所需的时间。

T_G ：传送机在后一个槽停留的时间。

每个程序的时间不完全相等，按其中最大的来设计时间计数器。全部程序中，时间最长的为 189 秒。为了保证计时的准确和技术上容易实现，脉冲发生器的周期不宜太长。从现有条件出发，确定脉冲周期为 3 秒。因此，时间计数器所要计数的脉冲数最大值

$$N_{\text{最大}} = \frac{189}{3} = 63。$$

如图 2-2 所示，用六个计数触发器构成时间计数器，它最多可计脉冲数设为 N ，则： $N = 2^6 = 64$ （相当于最长可计 192 秒的时间）因此，能满足要求。

输入时间计数器的脉冲数与其中计数触发器状态的关系如表 2-1 所示。从该表中可以看出，时间计数器的状态和计入脉冲数用二进位计数制表示的数码一样。

每个程序的时间 T_c 不完全相同，所对应的时间脉冲数也就不同。如果用程序开始时，时间计数器中 $1T_6 \sim 1T_1$ 全部置 0 的计数方法，则在每个程序结束时，时间计数器所处的状态不完全相同。这样，使得在程序结束时，时间计数器的发信装置结构复杂。因此，不采用这种常用的计数方法，而采用另一种计数方法。在每个程序开始时，由时间指令信号使 $1T_6 \sim 1T_1$ 处于一定的状态，当该程序的时间计满时（即该程序结束时），时间计数器均处于计入 64 个时间脉冲对应的状态（即 000000 状态）。这样，每个程序结束时，时间计数器所处的状态相同，发信装置的结构便不复杂了。

$1T_6 \sim 1T_1$ 在程序开始时处于什么状态是由该程序的时间 T_c 确定的。

假设该程序的时间 $T_c = 60$ 秒。则对应的时间脉冲数 $n = 20$ 。如果程序开始时，使时间计数器处于计入 x 个脉冲所对应的状态，再计入 n 个脉冲（即经过 60 秒钟）后，该程序结束，时间计数器处于计入 64 个脉冲的状态。显然 $x = 64 - n$

$$= 64 - 20$$

$$= 44。$$

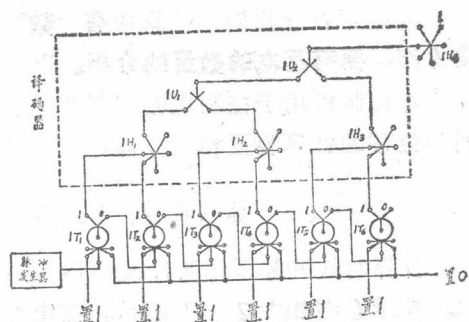


图 2-2 时间计数器线路图

表 2-1 时间计数器的状态与其计入脉冲数对照表

状态 脉冲数	1T ₆	1T ₅	1T ₄	1T ₃	1T ₂	1T ₁
1	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	1	1	0
7	0	0	0	1	1	1
8	0	0	1	0	0	0
9	0	0	1	0	0	1
10	0	0	1	0	1	0
11	0	0	1	0	1	1
12	0	0	1	1	0	0
13	0	0	1	1	0	1
14	0	0	1	1	1	0
15	0	0	1	1	1	1
16	0	1	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	1
18	0	1	0	0	1	0
19	0	1	0	0	1	1
20	0	1	0	1	0	0
21	0	1	0	1	0	1
22	0	1	0	1	1	0
23	0	1	0	1	1	1
24	0	1	1	0	0	0
25	0	1	1	0	0	1
26	0	1	1	0	1	0
27	0	1	1	0	1	1
28	0	1	1	1	0	0
29	0	1	1	1	0	1
30	0	1	1	1	1	0
31	0	1	1	1	1	1
32	1	0	0	0	0	0

状态 脉冲数	1T ₆	1T ₅	1T ₄	1T ₃	1T ₂	1T ₁
33	1	0	0	0	0	1
34	1	0	0	0	1	0
35	1	0	0	0	1	1
36	1	0	0	1	0	0
37	1	0	0	1	0	1
38	1	0	0	1	1	0
39	1	0	0	1	1	1
40	1	0	1	0	0	0
41	1	0	1	0	0	1
42	1	0	1	0	1	0
43	1	0	1	0	1	1
44	1	0	1	1	0	0
45	1	0	1	1	0	1
46	1	0	1	1	1	0
47	1	0	1	1	1	1
48	1	1	0	0	0	0
49	1	1	0	0	0	1
50	1	1	0	0	1	0
51	1	1	0	0	1	1
52	1	1	0	1	0	0
53	1	1	0	1	0	1
54	1	1	0	1	1	0
55	1	1	0	1	1	1
56	1	1	1	0	0	0
57	1	1	1	0	0	1
58	1	1	1	0	1	0
59	1	1	1	0	1	1
60	1	1	1	1	0	0
61	1	1	1	1	0	1
62	1	1	1	1	1	0
63	1	1	1	1	1	1
64	0	0	0	0	0	0