



有一定孔隙度的存在并不影响继电器的可靠性及防腐性能。当然，在工艺可能范围内，在不增加成本的情况下尽量减少其孔隙尺寸。

要获得高密度及淬火后得到高的硬度，除了粉末及烧结因素外，压制压力是最重要因素。密度及淬火后硬度随着压制压力的增加而提高，实践表明在单位面积压力 $12\text{ T/cm}^2$ 就可得到7.4以上密度和HR C 60以上硬度，过高的压力将加速模具的损坏，孔隙尺寸除与密度有关外还与粉末及润滑剂有关。

我厂粉末是采用价廉的普通铁鳞铁粉+0.1%20#锭子油均匀混合，初压复压均采用9吨成型压力，压制后密度7.4以上，最大孔隙为 $0.06\text{ mm}$ ，一般孔隙为 $0.03\text{ mm}$ ，肉眼观察没有明显的孔隙，弧度抛光后孔隙深度为 $5\text{ }\mu$ ，压制弧度尺寸达到图纸要求，光洁度 $\nabla\nabla\nabla 8$ 以上。

烧结是在分解氨（氢氮混合气）或氢气中进行，由于氢气有强烈的还原性，使氧化的粉末得到还原。在高温的作用下增加接触面，原子扩散，形成结晶，使粉末另件的密度及强度增加。同时，由于氢气有脱炭作用使含碳0.2%铁粉制件烧结后降至0.01%以下，柔软的纯铁组织对复压过程中提高密度是非常有利的。烧结规范是采用 $1150^\circ\text{C}$ ，保温1.5小时。

## 2. 模具结构及制造

压模结构如图2所示，采用机械退模结构，免去一般手工操作模具的称粉及反覆退模等工序，上压头及模座分别按装在油压机的活动压头及工作台上，使凹模处于加粉位置时将粉与凹模刮平即可进行压制，通过压机及手把将另件顶出。这种模具结构生

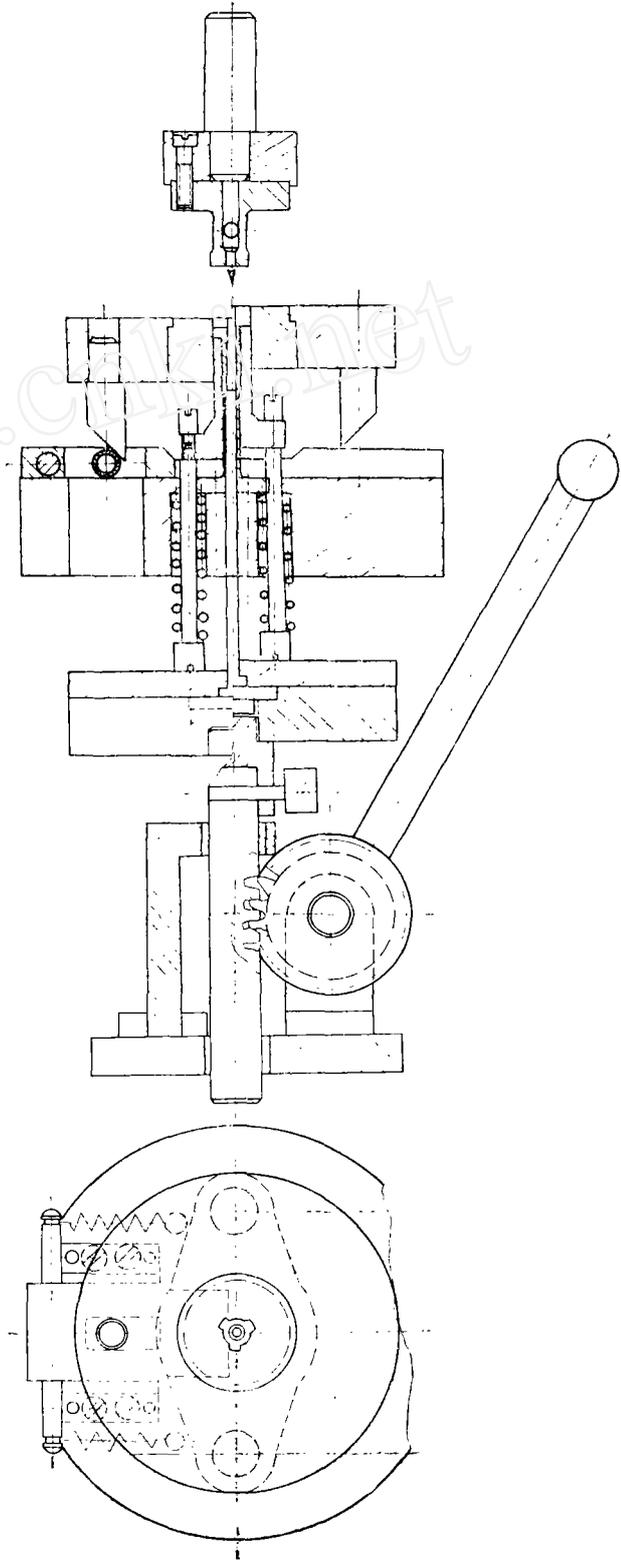


图2 转向轮粉末冶金压模

产效率为每小时300~350件,比手工模具提高3~4倍。

模具制造中凹模制造是个关键,其形状特殊,精度高、光洁度高,采用程序控制线切割机床加工效果良好,由于在压制过程中采用较高的成型压力,下压头的损坏不仅是磨损,而主要是开裂,必需选用合适的材料和硬度,以保证有良好的韧性。

### 3. 热处理

另件经过必要的加工后进行渗炭、淬火等热处理,由于另件是纯铁成份,为了防止在渗炭时产生反常组织,渗炭箱于高温装炉,使很快地能在箱内产生一氧化碳等保护气体,这样减少了另件在渗炭前的氧化,从而避免了反常组织的产生。渗炭规范为930°C 6小时弧度部分渗透,渗炭组织为珠光体+细网状渗炭体。

淬火加热是在电炉中进行。由于有一定孔隙的存在,在盐炉中进行淬火加热是不适合的,淬火规范为800°C 3.5~4分盐水中冷却,回火在170~190°C电炉中加热40分~1小时。淬火的组织为细马氏体+渗炭体,渗炭后的细网状渗炭体在淬火后得到完全消除。淬火后硬度为HRC 58~63。

### 4. 表面处理

由于另件具有7.4以上的高密度,从金相检查中可以看到在表层与中心的孔隙没有连贯性,同时表层孔隙深度很浅为5μ左右,所以在电镀过程中并不产生很大困难,但由于孔隙的存在及要求高的光洁度,所以还是要避免用酸过量的腐蚀另件,淬火后的另件在煤油及细磨料中进行串光,能很好地清除淬火后另件表面的氧化层,为电镀准备良好的表面状态,另件经除油后不经酸洗就能进行电镀,镀层为低锡青铜10~14μ,镍3~5μ,电镀后另件在热水中反复加热能更好地清除孔隙中酸液。

电镀后的另件按设计要求在2.1mm小台处磨去镀层,将弧度部份抛去镀层,并使表面光洁度达▽▽▽9以上,然后返回电镀车间进行镀铬0.8~1.2μ,经试验表面,在去除镀层的表面镀很薄的铬层,将在不影响工作性能情况下提高防腐性能。

## 二、性能

### 1. 产品性能

按产品技术条件进行电气性能、潮热试验及寿命试验。潮热试验为温度40°C,相对湿度不小于85%,放置48小时,寿命试验按最大延时整定值动作5000次,结果如表一所示。

DS-30 时间继电器试验记录

表一

项 目	型 号	时间变差(秒)	动作电压(伏)	返回电压(伏)
继电器技术要求	DS-31 DS-33	小于0.125 小于0.5	小于176	大于11
试 验 结 果 (寿命试验前)	DS-31 DS-33	0.03-0.09 0.32-0.42	144-164 131-153	28-39 28-42
寿命试验后的技术要求	DS-31 DS-33	小于0.1975 小于0.75	小于198	
寿 命 及 潮 湿 试 验 后	DS-31 DS-33	0.05-0.06 0.20-0.35	147-172 138-171	30-40 25-32

注：D S—31延时范围0.125—5秒，D S—33延时范围0.5—20秒（根据O X J、122、010试验报告）

由表一数据可看出，试验结果完全满足技术要求。

## 2. 防腐性能

(1) 经湿热试验后的继电器在室内放置8个月后打开检查转向轮没有锈蚀的痕迹。

(2) 为了进一步了解其防腐性能将粉末转向轮与同一离合器内所用的钢球作比较性防腐试验其结果如下：

a. 试样技术状态：

1. 滚珠轴承钢 $\phi 2$ 钢球（外购）

2. 粉末转向轮多层镀低锡青铜 $10\sim 14\mu$ +镍 $3\sim 5\mu$ ，2.1小台及弧度电镀后抛去镀层，然后电镀镀铬 $0.8\sim 1.2\mu$

b. 盐雾箱条件：

温度 $30^{\circ}\text{C}$ ，湿度95%，盐雾成份：氯化钠2.7%、氯化钾0.1%、氯化镁0.6%、氯化钙0.1%。

c. 试验结果：

防腐比较试验

表二

试样情况	试验后情况	备注
$\phi 2$ 钢球(外购)	在盐雾箱中48小时出现锈迹	
转向轮2.1小台部份	在盐雾箱中72小时出现锈迹	
转向轮其余部份	在盐雾箱中216小时出现锈迹	

注：上述试验是比较性试验，在试验过程中盐雾箱有停歇的时间

从以上试验可以看出，转向轮镀铬部份的防腐性能比钢球高，而其余多层镀部份大大优于钢球。

这个结果是由于另件密度高，表层空隙与中心没有连贯性加上电镀工艺正确所得到，表层微小的孔隙在继电器工作过程中会增加其储油能力。

## 三、效 果

转向轮采用粉末冶金后有如下效果：

1. 减少加工工序，缩短生产周期，提高生产效率。

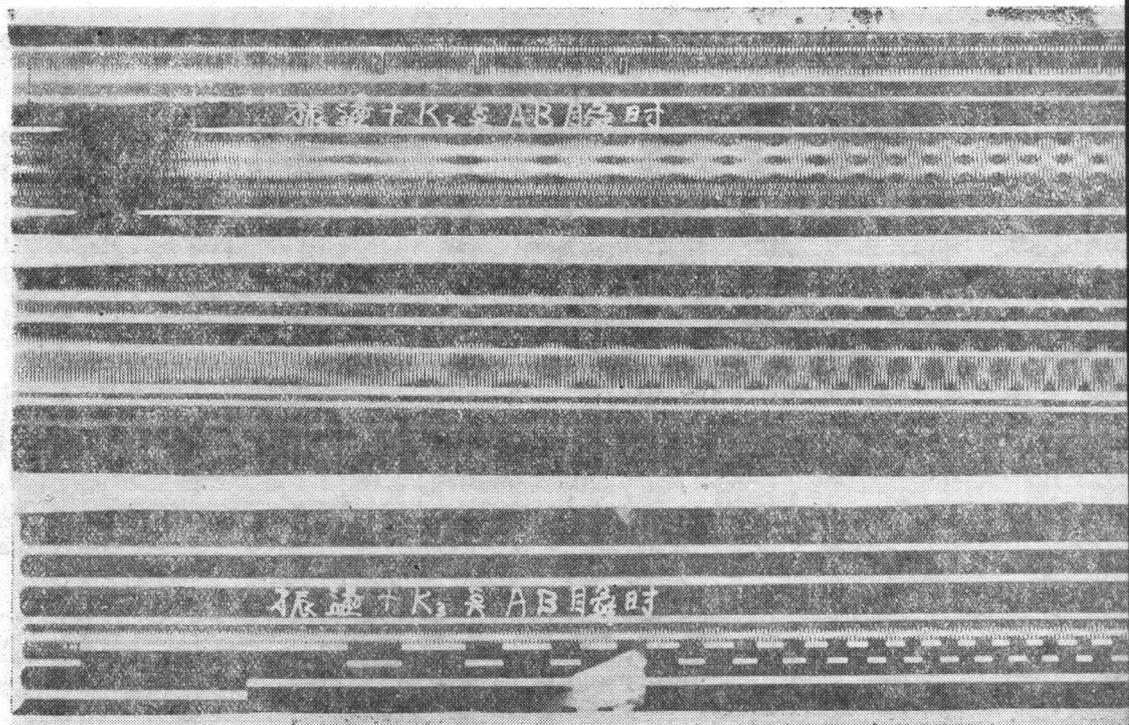
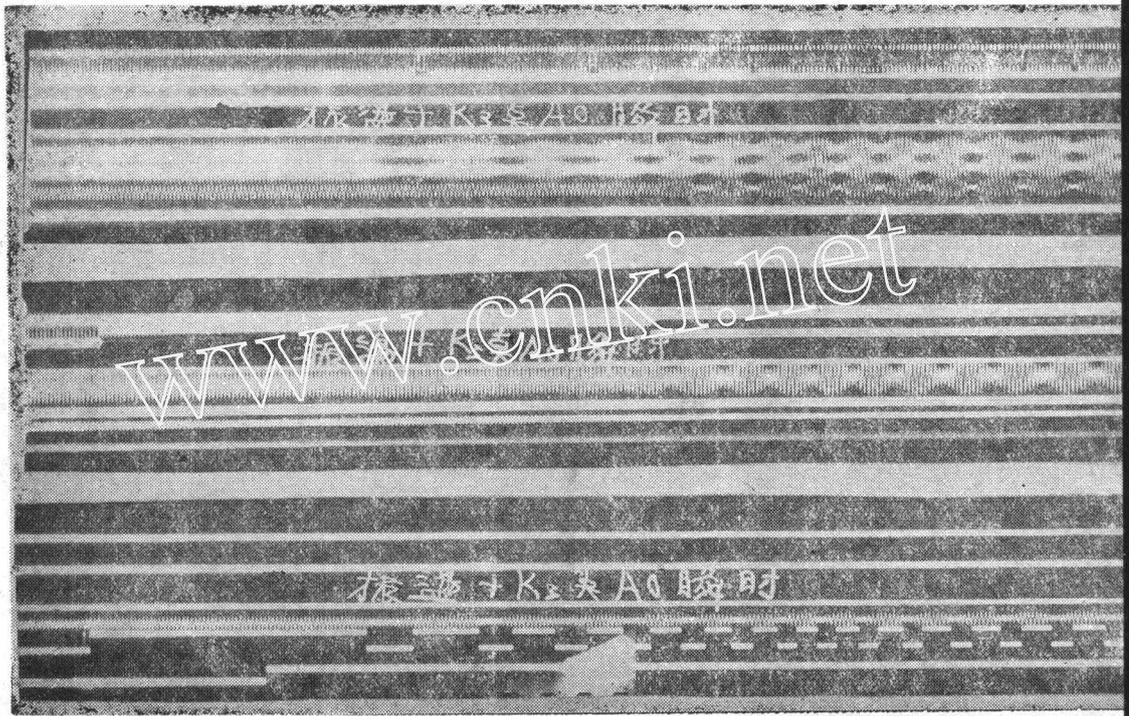
以前采用机械加工用25道工序，采用粉末冶金方法弧度直接压成为14道工序，免去了原料校直切断，车端面打中心孔、退火、车外圆、磨外圆、自动机加工、弧度铣削、二次淬火、二次弧度磨削等11道工序，提高生产效率3.2倍。

2. 节省加工机床

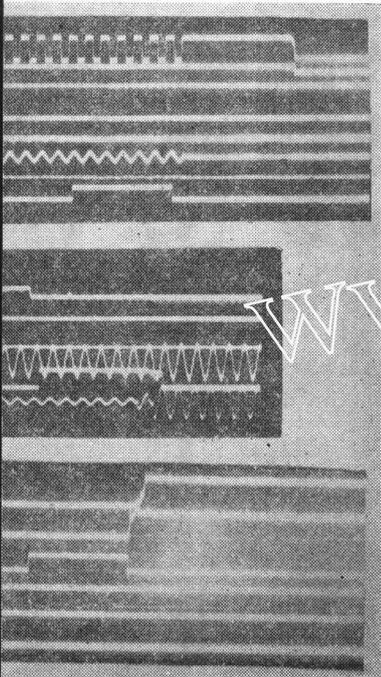
原机械加工需机床8种，改为粉末冶金需机床4种。

3. 节省材料

材料利用率提高4.5倍。



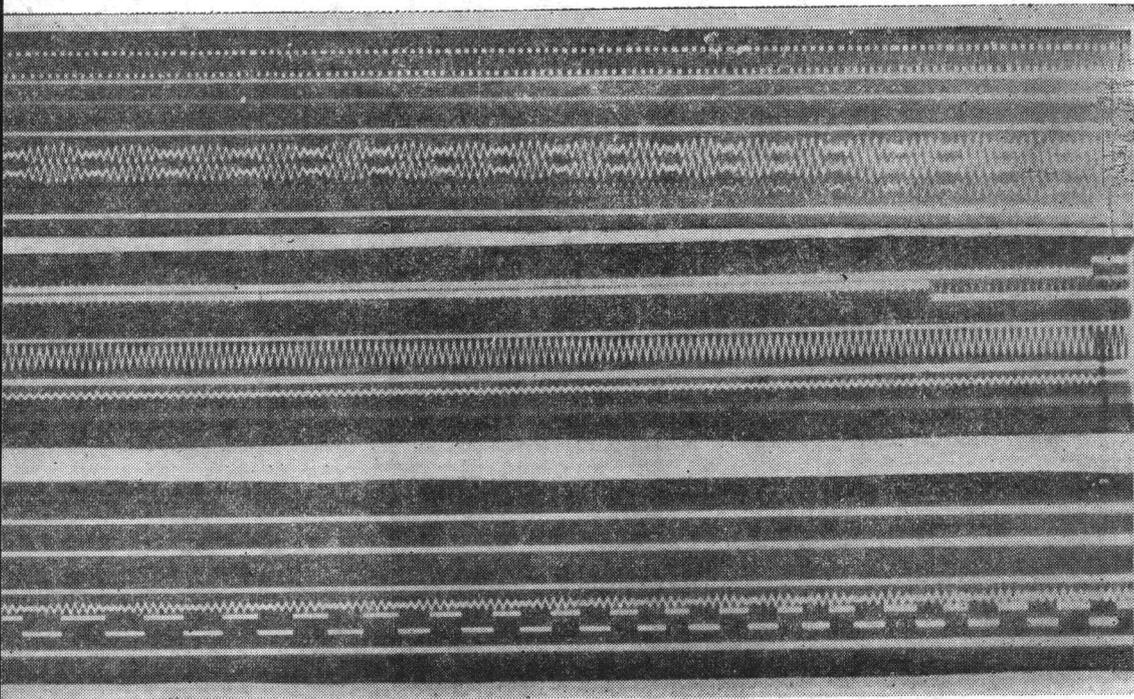
14-1



(a)

(b)

(c)



(a)

(b)

(c)

www.cnki.net

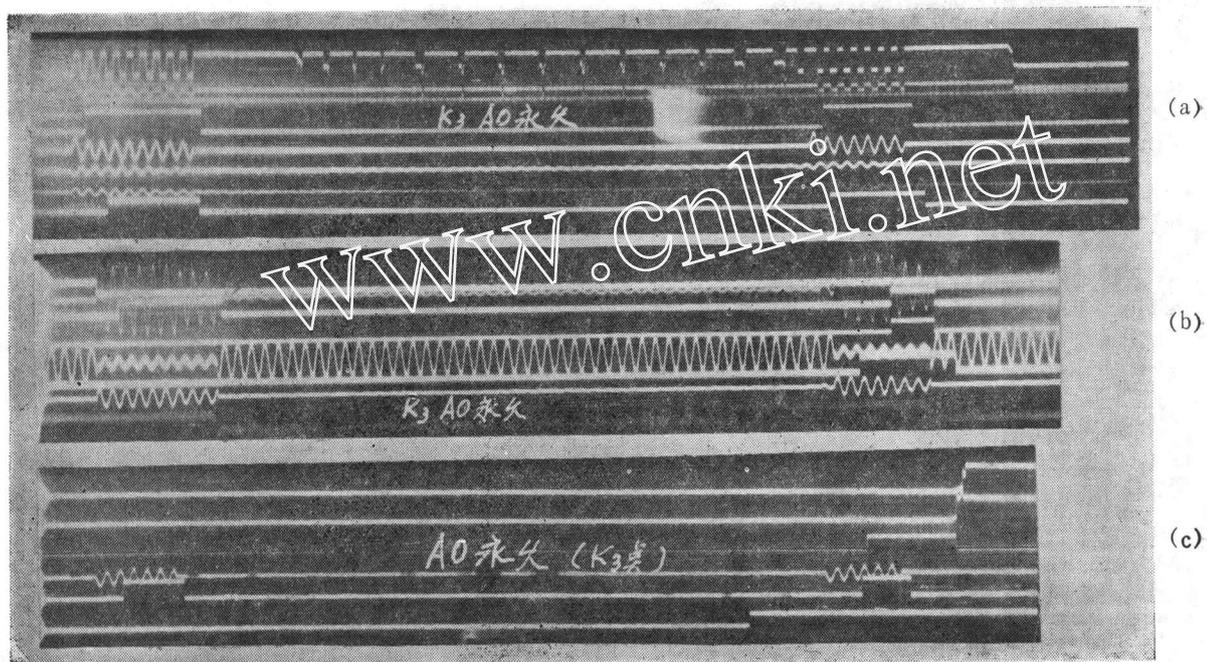


图 5

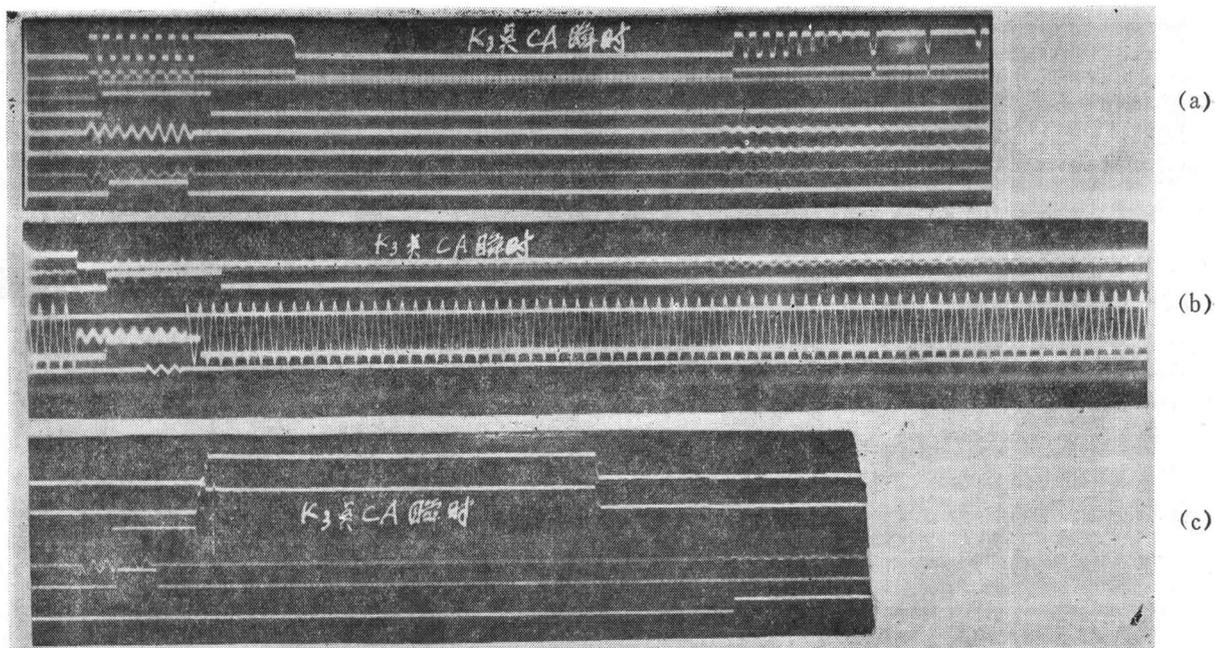


图 6

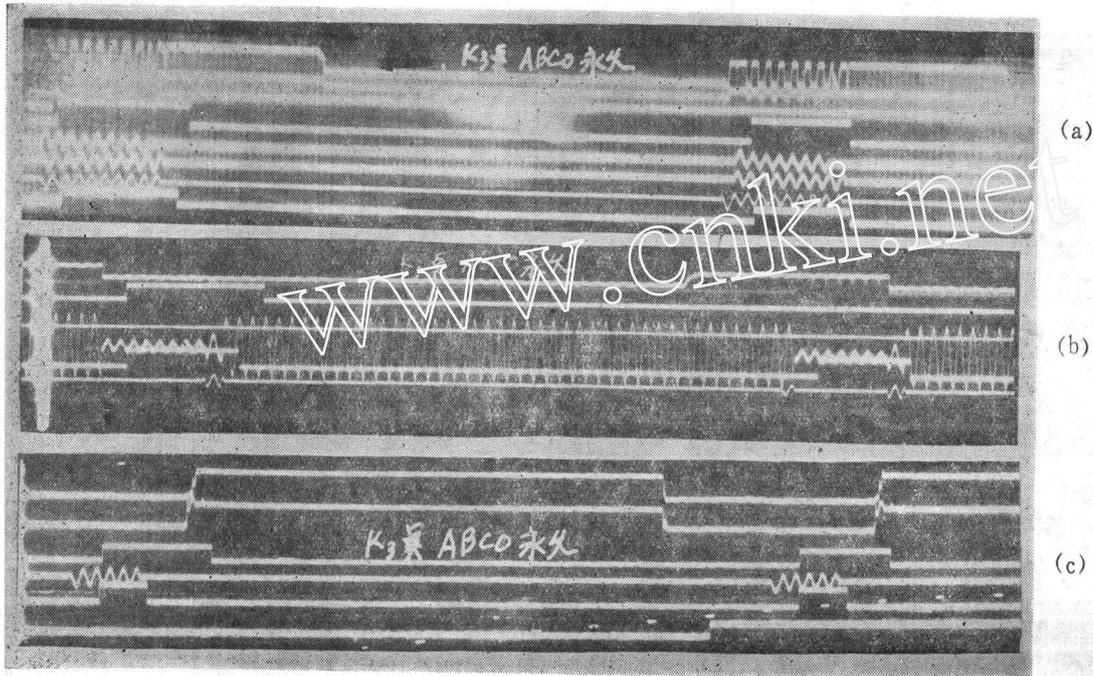


图7

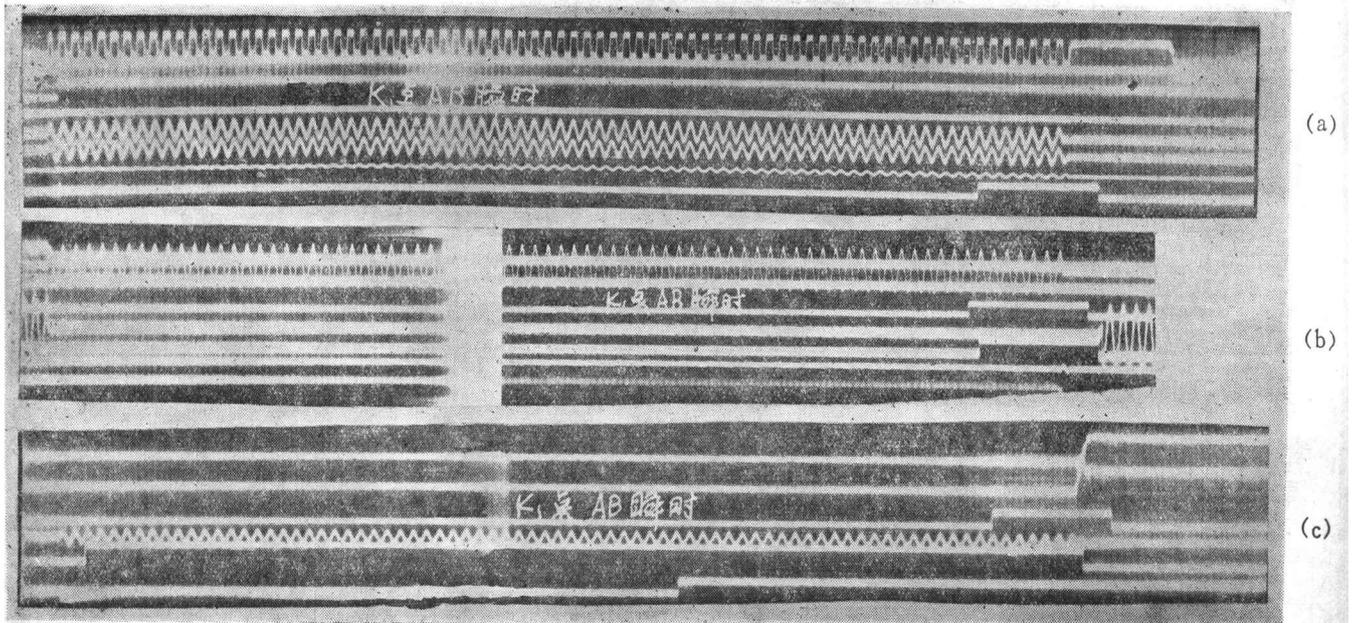


图8

14-2

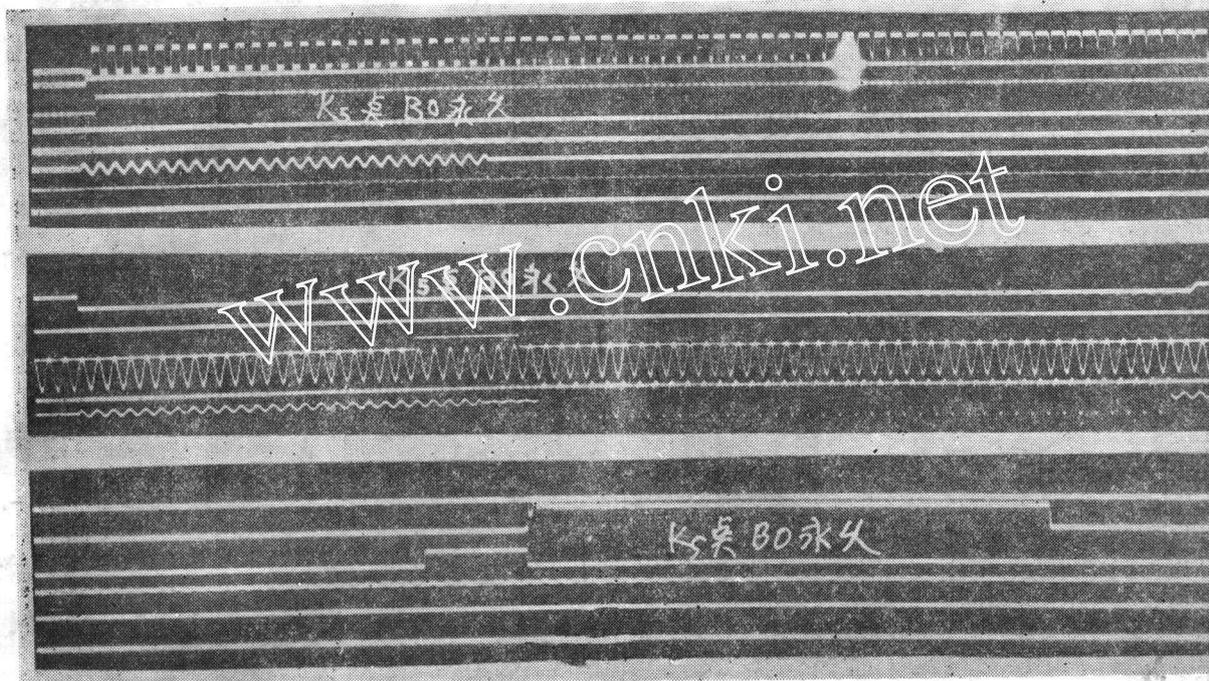


图 9

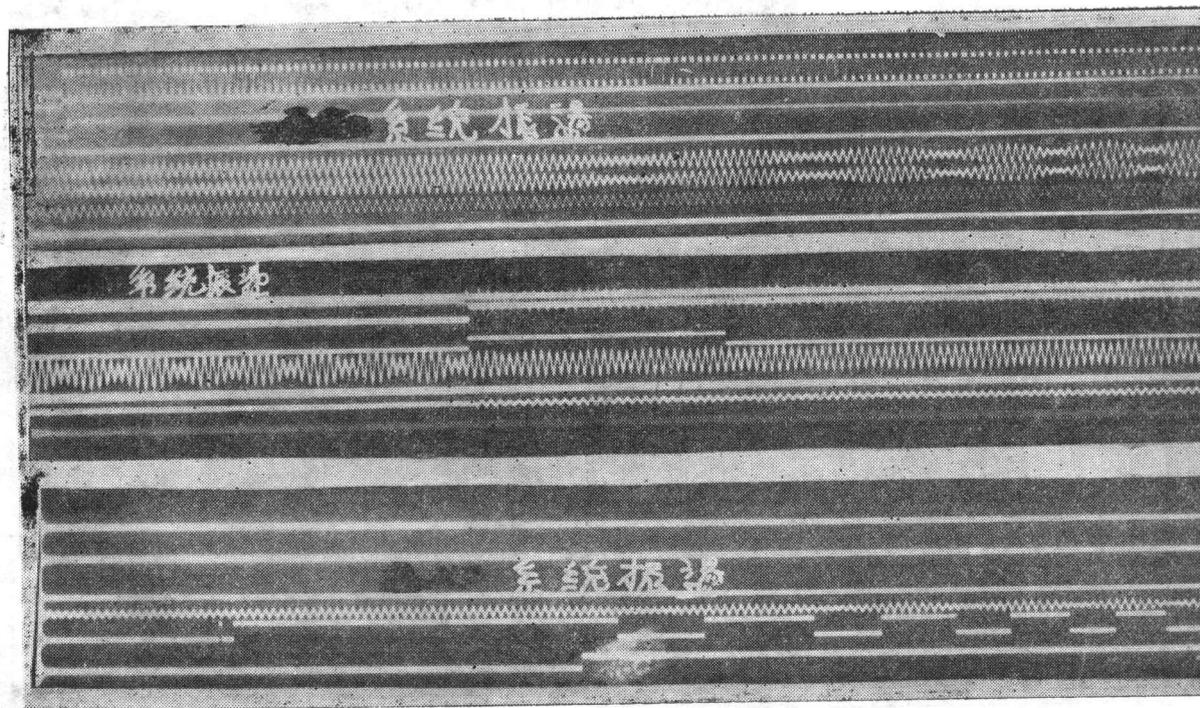
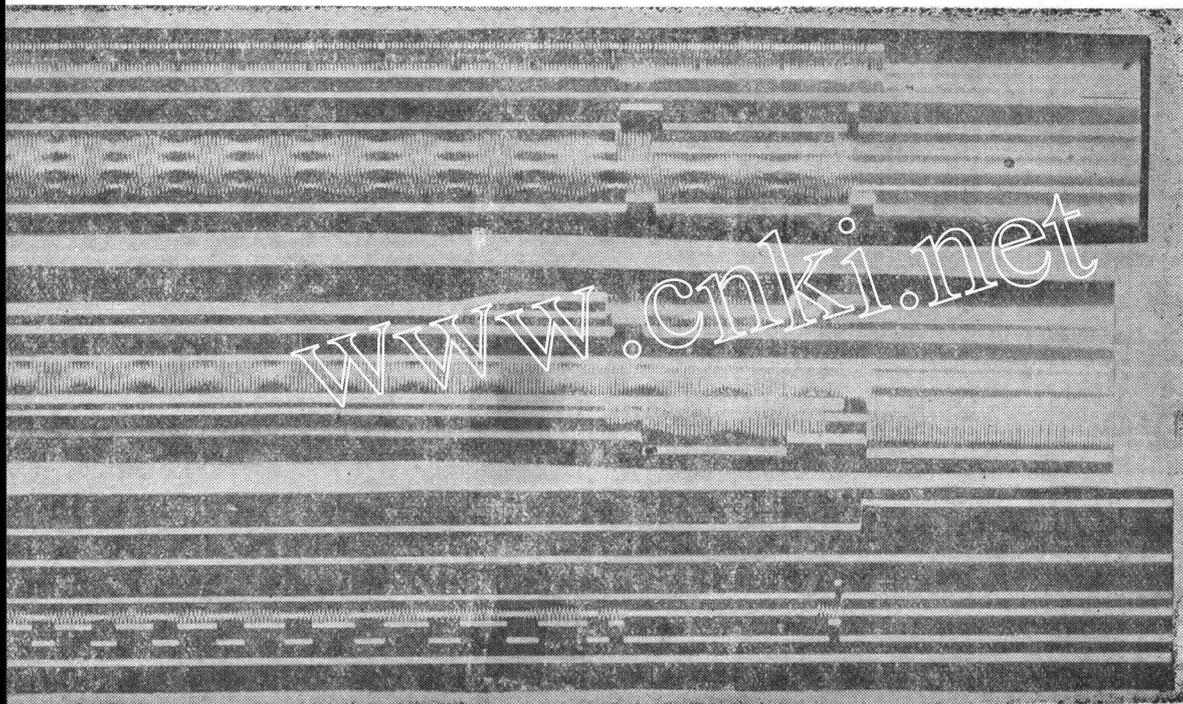


图10

14-3

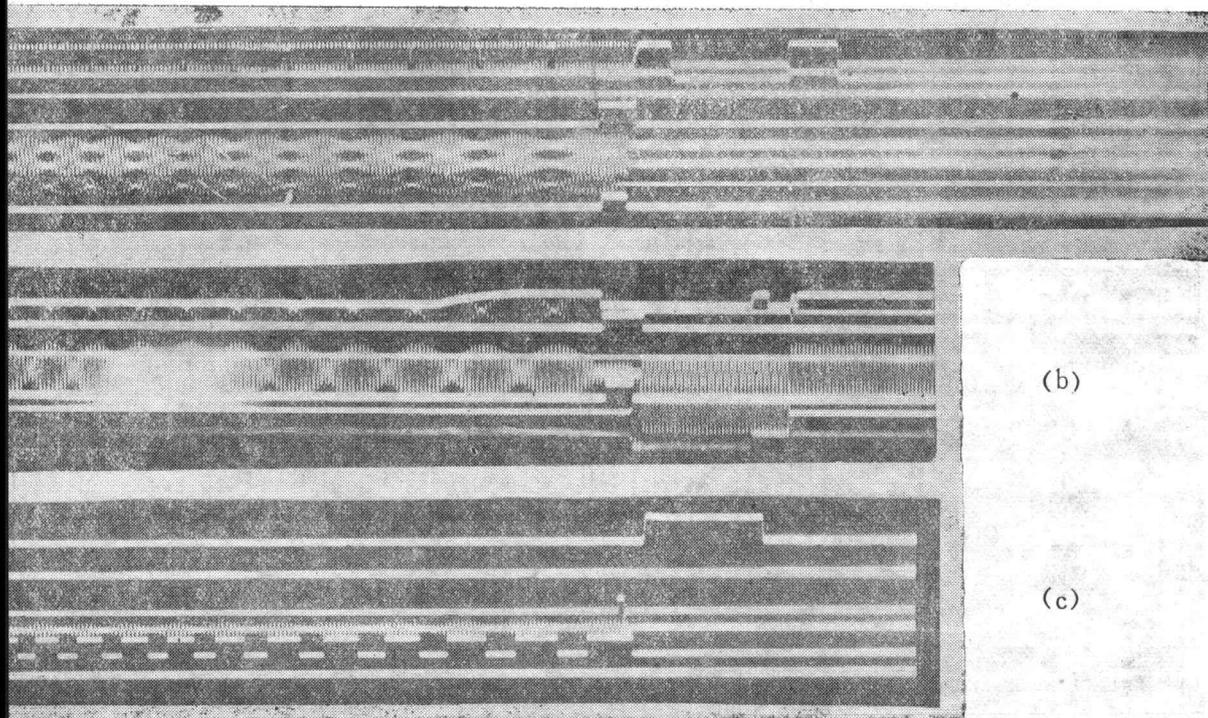


(a)

(b)

(c)

图11



(a)

(b)

(c)

图12

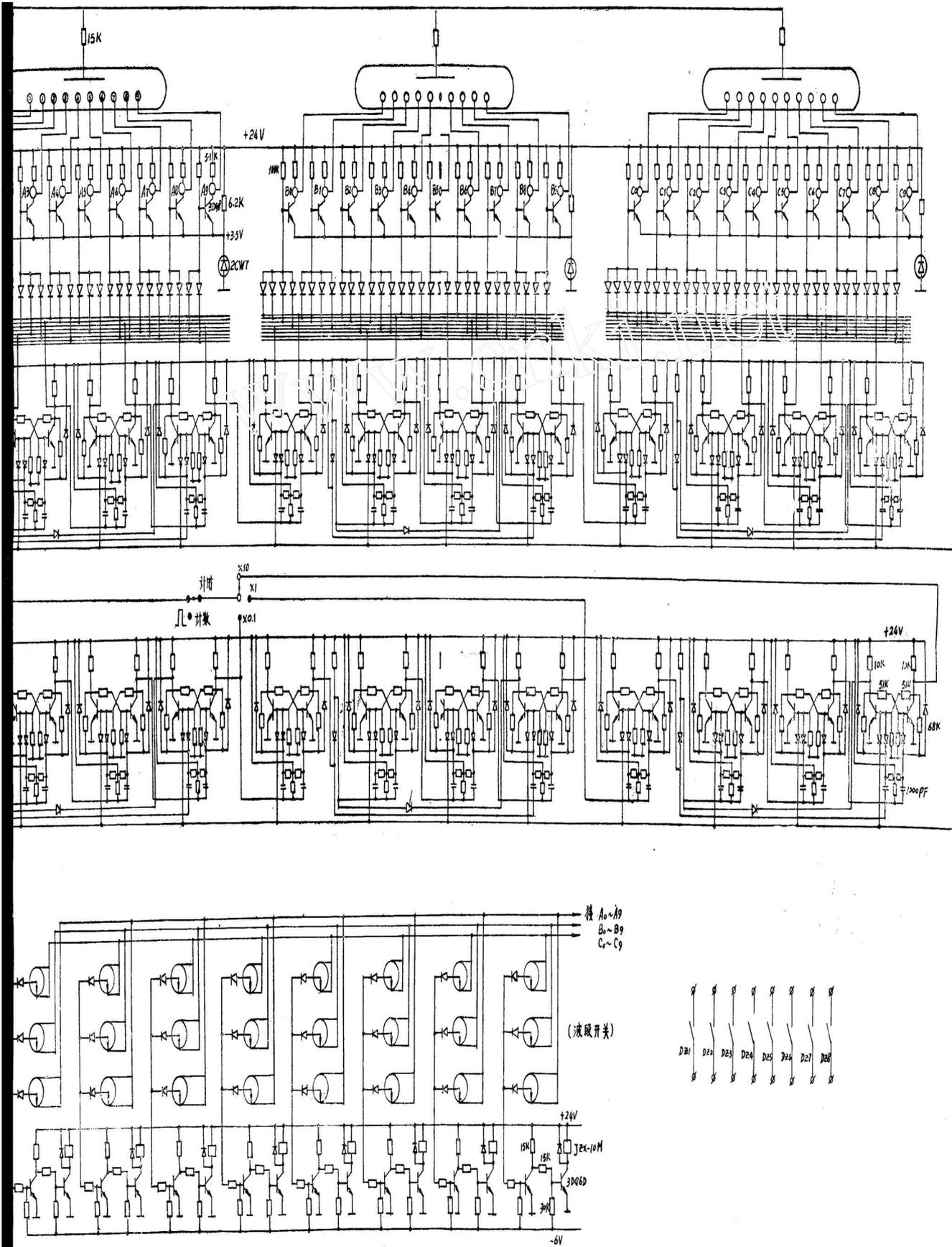


图2. ZSS-1型数字式时间程控装置原理线路图

