

可控硅及逻辑元件在鋼鐵工业中的应用

京津、武汉地区电气傳动情报网調查小組編

冶金工业出版社

內 容 提 要

本书介绍了在钢铁企业中经过实际运行和现场调试的电子线路，其中主要包括高炉半导体无触点逻辑控制系统及可控硅在炼钢、轧钢机械电气传动中的应用等等。

可控硅及 逻辑元件在钢铁工业中的应用

京津、武汉地区电气传动情报网调查小组编

(只限国内发行)

*

冶金工业出版社出版
新华书店发行
北京印刷六厂印刷

*

开本小16 印张12 $\frac{1}{2}$ 字数199千字

1972年11月第一版 1972年11月第一次印刷

印数00,001~16,300册

统一书号: 15062·3023 定价(科三) 0.97元

目 录

第一章	高炉装料系统的无触点控制.....	1
第二章	高炉程序控制称量车电气控制系统.....	28
第三章	可控硅-电动机式电弧炉电极自动调节装置.....	37
第四章	可控硅-滑差电机电弧炉电极自动调节系统.....	42
第五章	可控硅在10吨电弧炉中的应用.....	50
第六章	氧气顶吹转炉倾动可控硅整流器控制系统.....	63
第七章	氧气顶吹转炉铁水液面高度测量装置.....	64
第八章	連續鑄錠拉軋矫直机可控硅调速系统.....	68
第九章	四軋冷轧机交流串級调速系统.....	70
第十章	20吨冷拉机可控硅整流器供电装置.....	80
第十一章	850軋机压下装置发电机可控硅整流器励磁系统.....	81
第十二章	500热轧机主传动可控硅励磁系统.....	88
第十三章	可逆冷轧机可控硅励磁及厚度自动控制系统.....	95
第十四章	剪前軋道可控硅交流脉冲调速装置.....	108
第十五章	卷取机双向可控硅交流脉冲调速系统.....	112
第十六章	燒結机冷却带可控硅调速系统.....	114
附 录	105千瓦无环流反并联可控硅装置試驗报告.....	117

第一章 高炉装料系统的无触点控制

一 概 述

一座1000米³左右的高炉，每昼夜連續冶炼，需要消耗大約 3000~4000吨的矿石，將近 1000 吨的焦炭和几百吨的熔剂或杂矿。高炉所必需的原料通过一套完整的自动装料系統，由儲矿槽按照一定的順序（程序）和一定的配料比（重量）在需要的时刻經過許多装料設備的有机配合，按照規定的步驟，連續地送入炉膛。

自动装料系統包括下列控制系統和工作过程：

振动給料机把儲矿槽的原料經過皮带运输机連續地送入称量漏斗，在到达所給定的重量时称量系統发出皮带机与給料机的停車訊号。

矿槽的分布，基本上是以高炉为中心线左右对称布置，按照矿石、焦炭、熔剂、杂矿等不同的原料分別設置数个称量漏斗。

按装料程序所規定的順序，发出打开相应的称量漏斗閘門的指令信号，漏斗閘門开启时，原料漏入位于称量漏斗口下的料車中。料車卷揚机把装載料車提升并自动傾翻，炉料落入小料钟上的受料斗。根据布料程序所給定的布料角度，布料器自动旋轉到相应的位置，然后小料钟开启（下降），受料斗的炉料落入大料钟上，小料钟連續开启一个料批（1~6車），大料钟开启一次，炉料进入炉膛。由于炉內使用高压生产，大小料钟不允許同时开启，在小料钟或大料钟开启前均要进行料钟上下兩側的均压，因此設有小料钟及大料钟均压閥。

正常冶炼时，要求炉內的料面下降到适当的深度时才允許大料钟开启。为了探炉內料面深度，設有左右两个探尺，并具有間隔0.1米的深度显示装置，以便观察和操作。

进入炉內的焦炭是經振动篩篩过的，故設有专用的碎焦卷揚机，把篩下的碎焦提升至碎焦仓。

整个装料过程的自动工作，依据装料程序的指令动作，而装料程序則根据冶炼情况給出料批程序和周期程序的安排，并可随时变动。

在該系統的組成中，采用了LB1型半导体邏輯元件及其附件作为控制系統的基本元件，使系統具有結構簡單，工作可靠，动作快，耗电省，体积小，維修簡便，安全等一系列优点。料車卷揚机采用可控硅励磁的自动調节系統，其提升能力大（启动特性丰满，过载能力好），运行平稳，速度快，运行周期時間短，停車准确，整个装料系統提升能力可达每昼夜8000吨以上（以四車制批重25吨計算）。

二 装料程序控制系統

根据炉內冶炼情况决定需要按某种規律进行装料时，通常用料批程序及周期程序两个規律来完成高炉装料的总規律。所謂料批程序，实际为确定当大料钟开启一次时，落入炉膛的这堆料的組成情况（即原料品种、重量及先后組合关系。不同堆料称为不同料批）。所謂周期程序，实际为确定这些不同料批在装料时的順序关系。

本系統應滿足下列的主要生產工藝要求：

1. 周期程序最多由20個料批組成（允許得到少於20的任意數）。

2. 周期程序所選擇的內容，最多允許有A、B、C三種料批。

3. 允許臨時切換原來選定的料批程序至臨時需要的程序上，並在恢復時不打亂原周期程序的選擇。

4. 料批程序最多為6個位置，以適應5車制料批的需要（允許使用少於6的任何數）。

5. 料批程序中選擇的內容包括：焦炭，礦石，空車，石灰石，左雜礦，右雜礦。

6. 允許在下述情況時放非程序空車：

由於坑下礦、焦漏斗閘門故障而不能裝料時，允許手動操作開關，發出相應料車的空車信號，以便由另一側相應的漏斗來裝料。又當試車需要或爐頂起火時，允許多次連續放空車。放非程序空車時，料批程序不進位。

7. 允許臨時在程序之外附加焦炭。

8. 由於石灰石及雜礦酸鹼性的不同，料批倒入爐膛的邊緣或中心的要求不同，因此在礦石（或焦炭）料車中配裝石灰石（或雜礦）時就有先裝或後裝選擇的問題（現石灰石不定，應先裝）。

9. 程序系統與其他系統的主要聯鎖關係：

（1）本系統向各種原料的稱量漏斗閘門發出開啟指令。

（2）向主卷揚系統發出“上行”準備信號。

（3）在料批程序的第一（或第四）位置上發出大料鐘開啟信號（故相應位置不允許越位），以及改變布料角度信號。

（4）料批程序的進位脈沖信號是主卷揚料車到爐頂時發出（或者說到坑下）。因此在程序進位脈沖後，隨即向布料器發出“旋轉”命令信號。

裝料程序控制系統電氣原理圖如圖1-1（見插頁）所示。本章各電氣原理圖中所用元件符號意義如下：

Y——與/與-否元件；

YJ——與記憶元件；

HJ——或記憶元件；

YS——與延時元件；

HS——或延時元件；

SG——射極跟隨器；

DF——帶燈放大器；

HF——或開關放大器；

YF——與開關放大器；

F——否元件。

裝料程序控制系統的动作情況敘述如下：

1. 周期程序部分：

這部分主要包括十進制步進線路及其選擇、發令元件與手動操作開關等。

（1）周期程序的步進：當手動調試時，首先將42NK開關置於手動位置，然後按復

位按钮 $42FA$ ，这时 $411YJ$ 动作， Z_1 点有信号，再按步进按钮 $42JA$ ， $421YJ$ 具备动作条件，其输出使 $412YJ$ 动作， Z_2 点有信号， $411YJ$ 被解除，放开按钮时其常闭点使 $421YJ$ 解除。再按 $42JA$ 时， $422YJ$ 动作，其输出使 $413YJ$ 动作， Z_3 点有信号， $412YJ$ 被解除，放开 $42JA$ ， $422YJ$ 被解除。以后每按一次步进按钮，周期进一位。直到周期第10位后，进入第11位时，这时步进线路仍按上述动作进入第1位。区分其究竟是1还是11，由 $423YJ$ 、 $424YJ$ 及 $41HJ$ 的动作来辨别。当刚操作复位按钮时， $41HJ$ 记忆， $411YJ$ 动作，故 $424YJ$ 记忆，其输出使 $41HJ$ 解除，后者的“否”输出经 $416Z_{1,3,5,7,9}$ 送到 $46Y\sim 410Y$ ，使只有上面个位数的插口板的信号选择起作用，从而使 $46Y\sim 410Y$ 动作。当周期进到第2位时， $411YJ$ 的“否”输出使 $424YJ$ 解除，故 $41HJ$ 的解除信号消失，直到周期第二次使 $411YJ$ 记忆时，由于其“否”输出已消失， $423YJ$ 立即动作，并使 $41HJ$ 记忆， $41HJ$ 的“是”输出经 $415Z_{1,3,5,7,9}$ 送到 $46Y\sim 410Y$ ，使得只有下面十位数的插口板的信号选择起作用。

(2) 周期程序的选择：图1-1中 b_1 排插口对应的 $46Y$ 表示选择“A”程序， b_2 排插口对应 $47Y$ 表示选择“B”程序， b_3 排插口对应的 $48Y$ 表示选择“C”程序，而 b_4 及 b_5 排插口各对应 $49Y$ 、 $410Y$ 表示选择越位；在周期各位上根据料批要求在相应的排上插上插头即可。当 $46Y$ 有输出时， $425YJ$ 记忆，表示允许按“A”程序选择板装料，其余类推。当越位时 $410Y$ 动作， $421YJ$ 解除，这时由于越位位置上，如 Z_4 点有信号，而且步进信号在这几十微秒内尚未消失，故 $422YJ$ 立即动作，其输出使周期进到第5位，达到越位目的。

(3) 周期程序的切换：如果周期程序按预先的选择，在第5位是“B”程序，第6、第7位是“C”程序，第8位是“B”程序，根据冶炼情况需要将第6、7位改为“A”程序，而此时若周期程序已工作到第5位，可以操作 $43KK$ （或 $44KK$ ）进行切换。如操作 $43KK$ 至左 45° 位置，使1*、3*触点接通，将信号送到 $425YJ$ ，当第5位上所选的“B”程序料批工作完毕，转到料批程序的第1位去时， $445Y$ 动作使周期进到第6位，并使 $426YJ$ 解除，因此 $45Y$ 动作，且 $425YJ$ 随之记忆。即完成了由“C”程序改为“A”程序的动作切换。这时 $48Y$ 虽有输出，但因 $43KK$ 的2*及5*触点断开，故 $426YJ$ 不能动作。只要开关不恢复，将按“A”程序继续工作，在第7位的这批料装运过程中恢复 $43KK$ 置0位。则待这批料装完，料批程序进到第1位时（即周期进到第8位），其原来的选择——“B”程序又起作用。这就是周期程序的切换。

(4) 周期程序的自动工作：自动工作的周期进位及选择与手动相同。但利用料批程序进到第1位时的脉冲信号进位，即 $445Y$ 的输出，而 $421YJ$ 、 $422YJ$ 的解除利用料批程序进到第2位后 $41YJ$ 的“否”输出。自动工作时必须先手动操作 $42FA$ ，启动到第1位后，将 $42NK$ 置于“自动”位置。

2. 料批程序部分：

这部分主要包括 $41YJ\sim 48YJ$ 的步进线路；“A”、“B”、“C”三种料批的原料选择；发令元件及手动操作开关等。其手动启动及步进操作过程与周期程序部分类似，不再重述。

(1) 料批程序的选择：以“A”程序为例说明之。

a_1 排插口对应的 $411Y$ 表示选择焦炭；

a_2 排插口对应的 $412Y$ 表示选择矿石；

- a_3 排插口对应的 413Y 表示选择空車；
- a_4 及 a_5 排插口对应的414Y及 415Y表示选择越位；
- a_6 排插口对应的 416Y 表示选择石灰石；
- a_7 排插口对应的 417Y 表示选择右杂矿；
- a_8 排插口对应的 418Y 表示选择左杂矿。

于是在料批程序的各个位置上需装何种原料，便在該位的相应排上插上插头即可。“B”及“C”程序均相似。

(2) 料批程序的自动工作：以“A”程序为例，其选择如下：

程 序 位		1	2	3	4	5	6
原 品	料 种	矿 石	矿石加石灰	焦 炭	空 車	焦炭后加左杂矿	越 位

手动启动周期及料批程序至第一位，将开关置于自动位置，若选择完后，左車在底部（294号已有信号），則434YJ 记忆；在第1位按选择412Y动作，并使 438Y 动作，从而 442Y 动作，向左矿石称量漏斗閘門系統发出开启信号（即 416号）。在程序第1位进位中，发出布料器准备旋轉信号（429号）及改变布料角度信号（425号），以及准备开大料钟信号（431、432、424）。待左矿石漏斗閘門开启且漏斗料空后，966号使 446Y 动作，向均压閘系統发出准备开小料钟均压的信号（426号）；同时使42HJ解除，后者的“否”輸出使443Y动作，向主卷揚系統发出准备“上行”信号（423号），主卷揚系統待其他上行条件具备时就将左車提升（294号信号消失），待右車下行到底时，295号有信号，它同时給433YJ、434YJ、41S、43Y輸入信号，且43Y首先动作，并且随着 433YJ 的记忆而复零，43Y的輸出使47YJ记忆，随之42YJ记忆。此时44SG₁使 42HJ 记忆，并发出布料器旋轉信号。經41S延时將47YJ解除(429信号消失)。程序在第2位上，412Y及416Y动作，416Y使 428YJ 记忆，因石灰石按規定是先装，故虽412Y使438Y动作，而后者又給 441Y信号，但必須等石灰石漏斗閘門打开，且漏斗料空后，428YJ被解除时441Y才能动作，向右矿石閘門发出开启信号（415号）。右矿石漏斗閘門开启且料漏空时，965号的信号使446Y动作……。其后，动作过程与左侧装矿相同。待左車第二次下行到底时，294号信号使 44Y 动作，随之 48YJ 记忆、43YJ 记忆，程序进到第3位，其余动作过程与上相似，唯按选择应 411Y 动作，437Y动作，440Y随之动作并向左焦炭漏斗閘門发出开启信号，待右車第二次下行到底时，程序进到第4位，按选择，413Y 动作，同时給 435Y 及 436Y信号，此时因右車到底，故只有435Y具有动作条件，其輸出向主卷揚系統发出右空車信号(411号)，同时向布料器及矿石、焦炭、石灰石及杂矿系統发出空車信号，使它們不工作。左車第三次下行到底部时，程序进到第5位，按选择411Y及418Y动作，随之437Y、440Y、430YJ 动作。因为46NK合于后装位置，故 440Y照常动作。但是因为 430YJ 尚在记忆中，故左焦炭漏斗閘門打开后(816号有信号)，虽然42HJ解除卷揚仍不能上行，必須待左杂矿漏斗閘門打开，且料漏空后 430YJ 解除，其“否”信号使443Y动作，卷揚才准上行。右車第三次下行到底部时，程序进到第6位，414Y动作，其輸出使 41Y 动作，因此时41S尚未輸出，故 47YJ 被解除，48YJ 动作，接着41YJ动作，程序在几十微秒时

間內自动越位进到第 1 位上，以后动作过程类推。其他料批也相似。

3. 非程序操作部分：

(1) 非程序空車：放非程序空車时，程序应不进位。如右車下来，按选择是装焦炭，但此时发现右焦炭閘門故障打不开，便操作 41KK 至右焦空位置，右車到底，431YJ 记忆，并使 435Y 动作，发出右空車信号，主卷揚上行。待左車下来时，因前次焦炭尚未装，程序不进位。因为 431YJ 已在记忆中，其“否”输出消失，故左車到底时 44Y 不能立即动作，待 434YJ 将 431YJ 解除后，44Y 已缺 434YJ 的“否”信号，不具备动作条件，直到左焦閘門打开，816 号使 446Y 动作，42HJ 解除，以后动作过程恢复自动程序工作状态。其他的非程序空車如左焦空、左矿空、右矿空及全部空車，其动作过程都类同。

(2) 附加焦炭：根据需要决定附加焦炭时，在该料批的“越位”位置前，按附加焦按钮 KA，附加焦就在第一次碰上的“越位”位置上自动进行。由于 KA 闭合一次，43HJ 记忆，发出附加焦准备信号。当程序进到“越位”位置时，由于 414Y 动作，使 437Y 动作，437Y 使相应料車側的焦炭信号发出（439Y 或 440Y 动作）等待装焦炭。这时，因为 43HJ 的记忆，越位头部的元件（41Y 及 42Y）已不可能动作，故程序停在“越位”的位置上。直到焦炭漏斗閘門打开，42HJ 解除，料車上行到頂时，49YJ 记忆，使附加焦信号消失，43HJ 解除，49YJ 在该車料的程序进位后解除，于是一切恢复原先的程序工作。如需要附加二次，则在第二次的“越位”位置之前再按一下 KA 按钮，其余相同。

三 料車卷揚机控制系统

双料車工作的料車卷揚机（即主卷揚机）沿着鋼軌斜桥把各种原料如矿石、焦炭、熔剂及杂矿等，从料坑送入炉頂。当一个料車从料坑被提升时，另一个空料車同时从炉頂下行。当提升料車到炉頂时，利用卸料曲軌使料車后輪抬高自动傾翻至一定角度（約 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ）。料車进入和离开曲軌时的速度和加速度均受斜桥曲軌的结构参数限制。因此卷揚机应考虑滿足最高生产率要求之外，根据斜桥各行程段上对加速度的限制数据来选择較佳速度图。

本卷揚机提升能力一般情况下为 15 吨，最大 19 吨。装料最高速度为 3 米/秒。装料生产率大約每班 72 批，最高达 96 批。

1. 励磁自动调节系統：

系統结构原理系采用三相零式反并联的可控硅励磁自动调节系統，其结构組成如图 1-2 所示。其电气原理图如图 1-3（見插頁）所示。

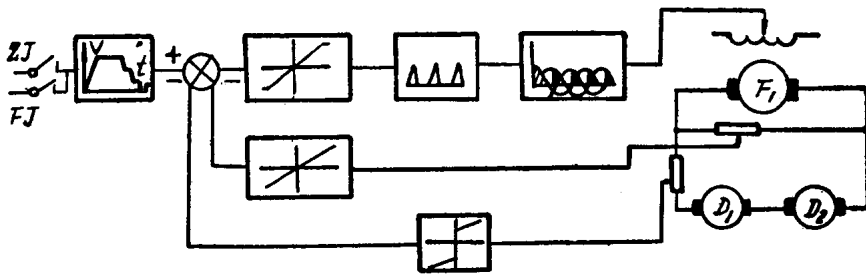


图 1-2 料車卷揚机励磁自动调节系統结构原理图

当发出料車启动信号时，給定积分器按照要求的速度自动給出对应的电压值，并送入調节放大器与电压变换器送来的电压負反饋信号和高頻磁放大器送来的电流截止反饋信号进行綜合比較，經放大器放大来控制可控硅的触发脉冲的移相角，从而控制可控硅的輸出电压，达到調节发电机励磁电流，也即調节发电机电枢电压，改变电动机速度的目的。

下面分述各环节：

(1) 給定积分器：

給定积分器就是把給定的电压对時間进行积分，从而得到一个按照图 1-4 所示要求变化的指令电压。其基本原理是利用对电容器保持恒定电流的充电和放电，电容器两端的电压将按時間线性变化的道理。因为 $U_c = \frac{1}{C} \int_0^t i_c dt$ ，当充电电流 $i_c = \text{常量} = I_c$ 时，則电容端电压 $U_c = \frac{I_c}{C} \times t$ ， C 为电容值。线路结构如图 1-5 所示。

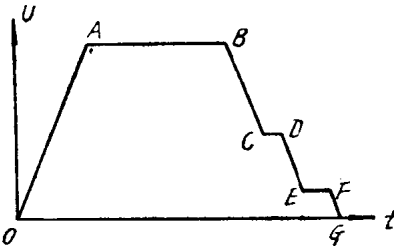


图 1-4

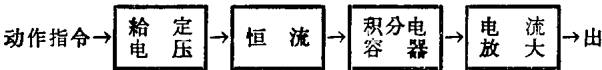


图 1-5

(I) 恒流环节：采用固定偏流至具有深度电流負反饋的电流調节器，可得到近似的恒流作用，如图1-6所示。流过晶体管集电极的电流 I_c 的大小受 W 电位計給定的偏流 I_b 所限制，并保持恒定。由 I_b 所决定的集电极电流为 I_c ，若現在当 I_c 趋向于增大时，則 I_c 在 R_e 上的压降增大，引起偏流 I_b 减小，从而限制 I_c 增大。当 I_c 趋向于减小时， R_e 上压降减小，引起 I_b 增大，从而使 I_c 增大，阻止其减小趋势。利用电位計 W 調节集电极电流 I_c 的大小，即調节积分器的充电（放电）电流，也就調节了积分器电压上升斜率。

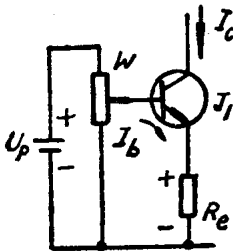


图 1-6

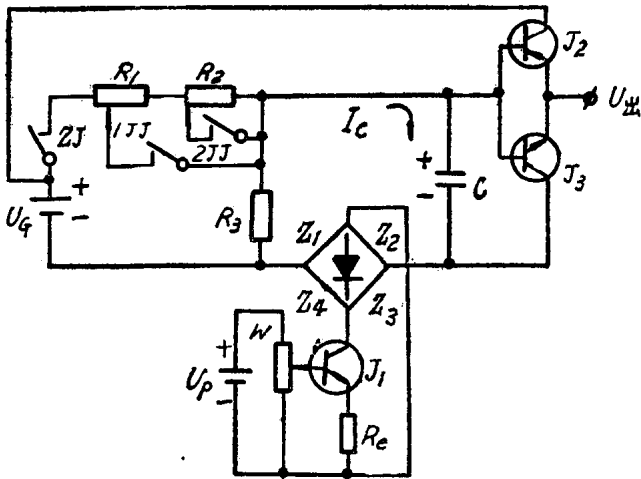


图 1-7

(Ⅱ) 积分器: 如图 1-7 所示。给定电压 U_o 通过 ZJ 和 $1JJ$ 接点与积分电容 C 接通, 充电电流 I_c 经整流桥 $Z_{3.1}$ 和恒流调节管 J_1 、 R_c 而回到给定电源的负端, 因此 I_c 保持一定值, 直到充电完毕 (即 C 上的电压 $U_c = U_o - \Delta U$, ΔU 为充电回路电压损失)。此时积分电容器上的电压如图 1-4 上的 OA 段, 此后, U_c 保持不变如 AB 段。当料车快到炉顶, 发出第一次减速信号, $1JJ$ 接点断开时, U_o 电压被 R_1 、 R_3 所分压, R_3 上的电压 U_R 将低于 U_c , 电容器逆着充电电流方向经 R_3 、 $Z_{4.2}$ 及 J_1 放电。 U_c 按 BC 段下降, 直到 U_c 与 U_R 相平衡 (即 $U_o - \Delta U = U_R$ 时为止), 以后又保持恒定如 CD 段运行。当料车进入卸料曲轨时, 发出二次减速信号, $2JJ$ 接点断开, 此时 U_o 又被 R_1 、 R_2 及 R_3 所分压, $U_R' < U_R$, 电容器又向 R_3 放电, 直到 U_c 与 U_R' 相平衡, 这时 U_c 按 DE 段下降, 以后料车在曲轨上低速稳定爬行, 如 EF 段, 直到停车极限点, ZJ 接点断开, R_3 上的电压为零, U_c 再次放电至零, 过程同前, 如 FG 段, 这就是停车。

(Ⅲ) 电流放大: 为缩小装置体积, 积分电容不能选得很大 (一般 $60 \sim 120$ 微法), 给定电压也不适选得过高 (一般 $10 \sim 30$ 伏)。为得到足够的加速时间, 则充电电流 I_c 比较小 (> 0.5 毫安)。接入负载后, 要保证不影响积分器充放电的线性度, 一般只允许负载电流 $I_F = 5 \sim 10\% I_c$, 这在一般控制系统中难以满足。因此在输出级有一级电流放大, 把积分器的负载能力提高十至几十倍。采用互补连接的射极跟随器作为电流放大, 可得到正负两个极性的输出, 当一个管子导通时 (例如图 1-7 中的 J_2), 另一管子截止 (如 J_3), 因此线路有较高的效率。

(2) 直流电压变换器:

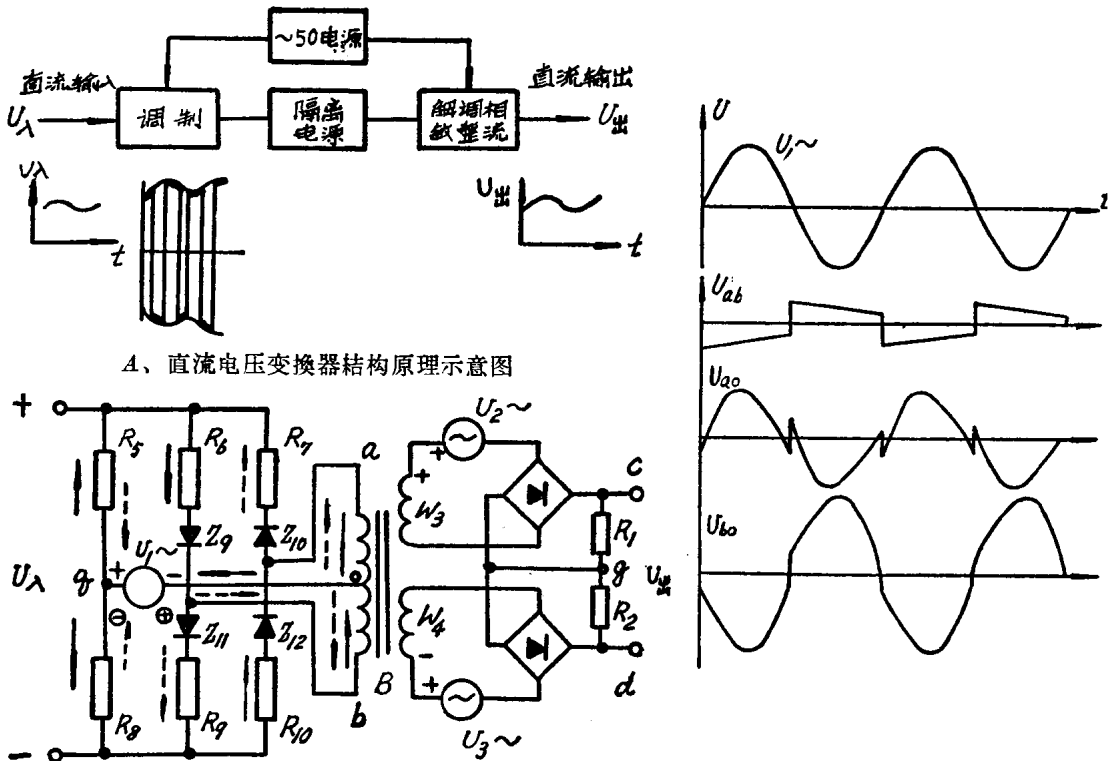
所谓直流电压变换器, 就是把需要变换和隔离的直流信号通过二极管、电阻, 利用 50 周电源调制为频率相同, 而幅值与直流输入信号相对应的交流信号 (实际为梯形波), 经隔离变压器变换电压后, 再经相敏整流, 得出可逆的直流输出信号。线路结构如图 1-8 (A) 所示。

(I) 直流信号的调制: 如图 1-8(B) 所示, $U_{1\sim}$ 为工频交流辅助电源, 其参数选取应使: $U_{1\sim} \gg U_\lambda$, 且 $R_8 \sim R_{10}$ 相等。在分析线路时, 假定电路中的直流信号的作用与交流电源比较时可以近似忽略。

在直流输入信号等于零时, 交流电源正半周时, 其极性如图 1-8(B) 中的 +、一号标志, 其回路如实线箭头所示。在负半周时的极性以 $\oplus \ominus$ 号标志, 其回路如虚线箭头所示。因为通过隔离变压器 B 的两部分初级绕组的交流电流, 无论在交流电流的正半周或负半周, 都是大小相等, 极性相反的。故 B 的副边输出电压为零。

在加入直流输入信号时, 因为直流信号的数值与交流电源电压相比较时, 几乎可以忽略, 因此直流信号的加入并不会改变 $Z_9 \sim Z_{12}$ 随交流电源正负半周的变化而改变的导通, 截止状态。因此直流电流的通路受交流通路的控制, 且随交流电源的频率而改变。

在交流电源正半周时, 直流电流的通路按图 1-8(B) 中符号来说: 从输入信号正端出发, 经 $R_6 \rightarrow Z_9 \rightarrow b \rightarrow 0 \rightarrow a \rightarrow Z_{12} \rightarrow R_{10}$ 而回至输入信号的负端。在变压器 B 上感应的电压极性是 b 端为正, a 端为负。在交流电源负半周时, 直流电流的通路为: 从输入正端经 $R_7 \rightarrow Z_{10} \rightarrow a \rightarrow 0 \rightarrow b \rightarrow Z_{11} \rightarrow R_9$ 而回至输入信号负端, 在 B 上感应的电压极性是 a 端为正, b 端为负。而 q 点和 0 点则对直流而言是等电位的两点。因而在直流信号加入时, 在 B 初级绕组各部产生的交变信号波形如图 1-9 所示。如直流信号反向时, 则 B 上得到的交变信号极



A、直流电压变换器结构原理示意图

B、直流电压变换器原理图

图 1-8 直流电压变换器

图 1-9

性则相反。图中 U_{ab} 的梯形波，其前沿幅值 $\approx U_\lambda$ ，而后沿幅值 $\approx U_\lambda - \Delta U$ ，而 $\Delta U \approx 2U_\lambda \times R/(2R + X_B)$ ， X_B 为隔离变压器感抗。

(II) 解调 (相敏整流)：隔离变压器副边有二个相同的绕组 W_3 及 W_4 分别与大小相等且与 $U_{1\sim}$ 同相位的两个辅助电源 $U_{2\sim}$ 和 $U_{3\sim}$ 相串联，而极性连接则应保证一组是同极性串联，另一组则为反极性串联 (参见图 1-8(B) 所示)。叠加后的电压经桥式整流，加于负载电阻 R_1 及 R_2 上，输出信号由 cd 两点取出。当 W_3 、 W_4 电压为零时， U_{co} 与 U_{do} 则为辅助电源的全波整流后的直流输出值。因为 $U_{2\sim} = U_{3\sim}$ ，故 $U_{co} = U_{do}$ ，且 $U_{cd} = 0$ ，当 W_3 及 W_4 有某一数值电压后则

$$U_{cd} = (U_{2\sim} + U_B) - (U_{3\sim} - U_B) = 2U_B$$

U_B 为 W_3 及 W_4 绕组上交流电压平均值。

(3) 可控硅触发脉冲：

可控硅触发脉冲原理线路如图 1-10 所示。

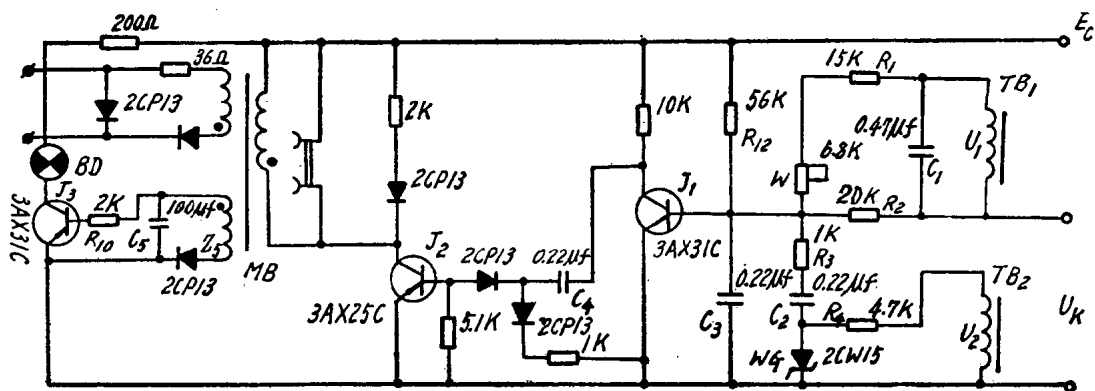
(I) 移相控制：

由同步变压器 TB_1 来的交流信号经过电容 C_1 滤波后，利用电位器 W 、 R_1 和 R_2 分压，在 R_2 上取出的交流信号与输入信号相比较后加于 J_1 的基极，控制 J_1 的导通和截止。

当 $U_K = 0$ 时， J_1 的集电极电压波形如图 1-11(b) 所示。

当 U_K 为一正值时， J_1 的集电极电压如图 1-11(c) 所示。

U_K 的加入就是改变 J_1 导通和截止的时间。



当 J_1 截止时,通过 C_4 的微分作用产生一负脉冲信号,如图1-11(d), (e)所示。

可以看出, U_K 改变 J_1 的截止时刻, 也就是改变了所产生的负脉冲的相位。当 U_K 为正值时, 负脉冲前移; 同理, 当 U_K 为负值时, 则负脉冲后移。

R_1 , 則用來加于 J_1 一個固定偏流, 使輸出的負脈沖後移一個固定角度 (約 10°)。

(Ⅱ) 脉冲放大:

J_1 截止时，通过 C_4 产生负脉冲加于 J_2 的基极使 J_2 导通，把电源电压 E_c 加于 MB 的初级绕组， MB 的次级输出一个被放大的脉冲信号。可以看出， J_2 的 β 值和负脉冲的宽度决定了输出脉冲的宽度，而输出脉冲的幅值则仅与电源 E_c 有关，其值约为6伏左右。

(Ⅱ)尖脉冲移相保护环节,

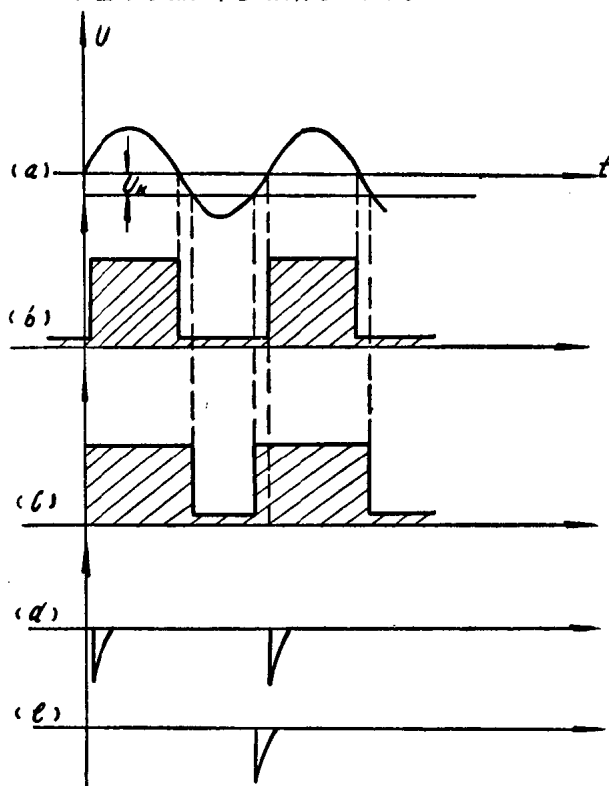


图 1-11

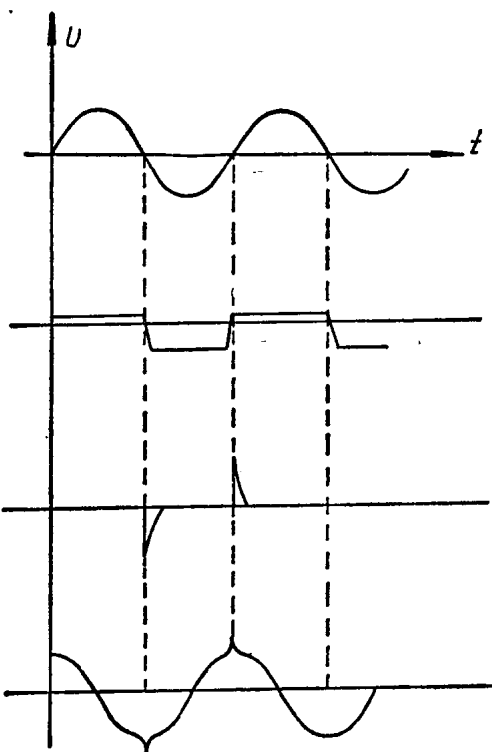


图 1-12

由 R_3 、 R_4 、 C_2 、 WG 、 TB_2 组成一环节，用来产生一个安全保护的尖脉冲。

TB_2 的相位滞后于 TB_1 90° 电角度， TB_2 来的正弦波经 WG 和 R_4 的限幅，形成一梯形波，梯形波的前后沿经过 C_2 微分后即产生两个尖脉冲，这两个尖脉冲与 TB_1 的交流信号相叠加，在正弦波的峰顶形成一个尖峰，从而限制了当 U_K 过大而交流信号因电源波动而降低时的失控现象（即脉冲消失），见图1-12。

（Ⅳ）脉冲显示：

由 Z_5 、 C_5 、 R_{10} 、 J_3 组成脉冲显示环节。当 MB 有脉冲输出时，经 J_3 放大点燃信号灯 BD 。当脉冲消失时，信号灯熄灭。此环节用以对脉冲工作的监视。

2. 操作系统及联锁：

料車主卷揚控制系统图及励磁自动调节系统图示于图1-13及图1-3。

（1）手动操作：

合上交流380伏电源开关 $23ZK$ ，合上 $24HK$ 励磁操作电源，按下 QA 按钮， XC 吸合，励磁系统投入工作（见图1-3）。图1-13中， $21NK$ 置于“手动”位置，电动机磁场刀开关 $23DK$ 、 $24DK$ 合于工作位置，合上=220伏操作电源开关 $21ZK$ 、 $22ZK$ 。

励磁电源继电器 $1SCJ$ 、 $2SCJ$ 吸合，槽下切断开关 $26KK$ 置于零位， 1^* 点接通，操作 $21KK$ ，使 YJ 及 YC 吸合， ZDC 及 XLC 同时吸合，整个线路处于待工作状态。

手动操作 $25KK$ 开关，此时如果是右車在底部， $21CK$ 的 13^* 、 15^* 、 16^* 、 18^* 及 $22CK$ 的 14^* 、 18^* 接点接通， $25KK$ 右旋 45° ， 2^* 接点通， $25Y$ 动作。若槽下各漏斗閘門均在关闭位置，则 $21Y$ 、 $22Y$ 动作，若此时不要求开大料钟， 634 、 627 有信号送入， $23Y$ 动作，使 $21HJ$ 解除，其“否”输出送给 $21YFD$ 及 $22YFD$ 信号，同时送给 $27Y$ 、 $28Y$ 。 $21YFD$ 动作，使 ZJ_1 、 ZJ_2 吸合，而 ZJ 接点同时与 DLJ 接点使 $1BZC$ 接通，打开抱閘，且 JZC 吸合短路电动机磁场一段电阻，使电机满磁启动运行（而 DLJ 电流继电器仅当电动机枢回路产生 $200\sim 300$ 安电流后才吸合）。 $2BZC$ 则当抱閘打开后延时3秒断开，使抱閘线圈串入经济电阻。 ZJ 接点控制励磁系统给定积分器，使料車启动并工作在低速爬行。若 $25KK$ 再右旋至 90° ，则其 7^* 接点通， $28Y$ 动作，经 $22HFD$ 使 $2JJ$ 吸合，料車进入中速运行。 $25KK$ 再右旋至 135° ，其 8^* 接点通， $27Y$ 动作， $1JJ$ 吸合，料車进入全速运行。在此期间 $25KK$ 旋回零位时，料車则由全速可减速至中速，爬行或者停車。如果 $25KK$ 仍保持在右旋 135° 时，右料車上升至距炉頂約12米时，则 $21CK$ 的 16^* 接点断开，使 $27Y$ 、 $21HFD$ 、 $1JJ$ 释放，通过给定积分器使料車自动减速至中速。当运行至距炉頂 $3\sim 4$ 米时， $21CK$ 的 18^* 接点断开，使 $28Y$ 、 $22HFD$ 、 $2JJ$ 释放，料車二次减速至爬行速度到达炉頂。 13^* 极限点断开， $25Y$ 、 $21YFD$ 、 ZJ 释放，给定积分器输出降为零，且 $1BZC$ 断开，抱閘落下，卷揚机自动停車。 JZC 断开，使电动机磁场串一段经济电阻，以减少电机停車时的热耗。

右料車上行至炉頂时，则左料車下放至料坑底部，行程开关 $21CK$ 的 1^* 、 3^* 、 4^* 、 6^* 及 $22CK$ 的 2^* 、 6^* 接点接通，此时若操作 $25KK$ 左旋，则可使 $26Y$ 动作， FJ 吸合， $27Y$ 、 $28Y$ 动作， $1JJ$ 、 $2JJ$ 吸合，左料車上行，其动作与右料車上行相同。

（2）自动工作：

选择开关 $21NK$ 置于“自动”位置。料車自动工作是经 $21YJ$ 和 $22YJ$ 交替的动作来完成的。

当右料車在料坑底部时, 21CK的7*接点閉合, 使22YJ解除并送給21YJ輸入, 这一信号同时送給程序——使料批程序进位。送給坑下各閘門系統——允許該側閘門开启漏料。該信号經21S延时5秒(即料車的料全部倒入受料斗), 送給21YJ及22YJ, 用于程序发空車时的料車延时启动, 并送給布料器, 使布料器启动。程序进位后相应料車位置的433YJ动作, 并送出信号(427)。当各漏斗漏完料后, 程序发出料車准备上行信号(423), 則21YJ記憶, 并給25Y信号准备启动。其余启动运行均与手动同。

如果左車在底部, 則22YJ以同样的过程动作, 发出信号給26Y, 准备左車上行。

(3) 大料钟开启检查:

当大料钟装进一批料以后, 若此时炉內料面尚未达到規定位置, 則大料钟不能开启。在程序的第一位时, 料車上行, 小料钟开启后发出开大料钟信号, 此时則634信号消失, 在非空車情况下, 23Y不能动作, 料車不能启动, 所以在程序第二位时料車装完料后等待启动; 当大料钟开启后, 634有信号, 大料钟关严后, 627有信号, 此时料車将启动上行。

(4) 小料钟检查:

当料車上行快到炉頂时, 为了防止小料钟上重复放料, 在距炉頂4~5米时检查小料钟是否开过。若是右車上行, 此时21CK的15*接点断开, 如小料钟已按程序开过, 則24Y动作, 25Y仍保持动作; 如小料钟未开过(636, 633无信号)或正在开启过程(622无信号), 則24Y不动作, 此时25Y則释放, 使料車停車。当小料钟开过并关好后, 料車自动繼續上行。

左車与右車相同。

(5) 单机工作:

为了使料車卷揚机可靠地工作, 設有兩個相同的电动机串联工作, 正常时总是两台电动机同时工作。当一个电机故障时, 可切除停止工作而使用一个电机工作, 即单机工作制, 操作切换刀开关21DK(或22DK)置于“不工作”位置, 并切除其相应的磁場开关23DK(或24DK)即为单机工作制。

由于1SCJ(2SCJ)断电, 而使电压变换器的輸入电压分压比提高一倍, 即可用双机工作时的一半电压而取得相同的输出电压。其余各环节工作均与双机工作时相同。

单机工作时的发电机电枢电压为双机工作时(660伏)的一半(330伏)。

3. 系統保护:

料車卷揚机为保证其可靠运行, 設有如下的事故保护, 当发生故障时YC、XLD、ZDC断电紧急停車。

(1) 超极限保护: 行程开关22CK的5*、17*接点。

(2) 过电流保护: 过电流继电器GLJ。

(3) 超速保护: 当料車速度超过規定的运行最高速度15~20%时, 水銀离心开关SLK的2*接点断开。

(4) 减速保护: 当料車运行至距炉頂4~5米时, 如是右車上行, 則22CK的16*接点断开, 左車上行时則22CK的4*接点断开。若速度还未减至額定速度的50%以下时, SLK的1*接点断开, 使YJ断电。

(5) 抱閘断电保护: 当抱閘线圈回路因事故断电时, 将造成抱閘不打开, 此时若料車启动, 将引起机械冲击且可能损坏抱閘。因此抱閘线圈回路串联电流继电器1BZZJ、

2 BZJ, 二者其中之一未吸合, 則均引起YJ断电而停車。

(6) 电动机磁場失磁保护: 电动机磁場断电将引起电机超速或者造成单机工作 (在有电流截止保护的自动励磁調节系統中并不重要), 因之当二磁場之一电流继电器1SCJ、2SCJ释放时, 事故停車。

(7) 鋼絲繩松弛保护: 当下降料車的两根鋼絲繩不是呈拉紧状态时, 即說明該料車未随卷筒鋼繩放松而下降, 此时松绳开关1GSK、2GSK断电。

(8) 励磁回路事故断电保护: 当励磁回路可控硅过流时报警熔断器动作, XC断

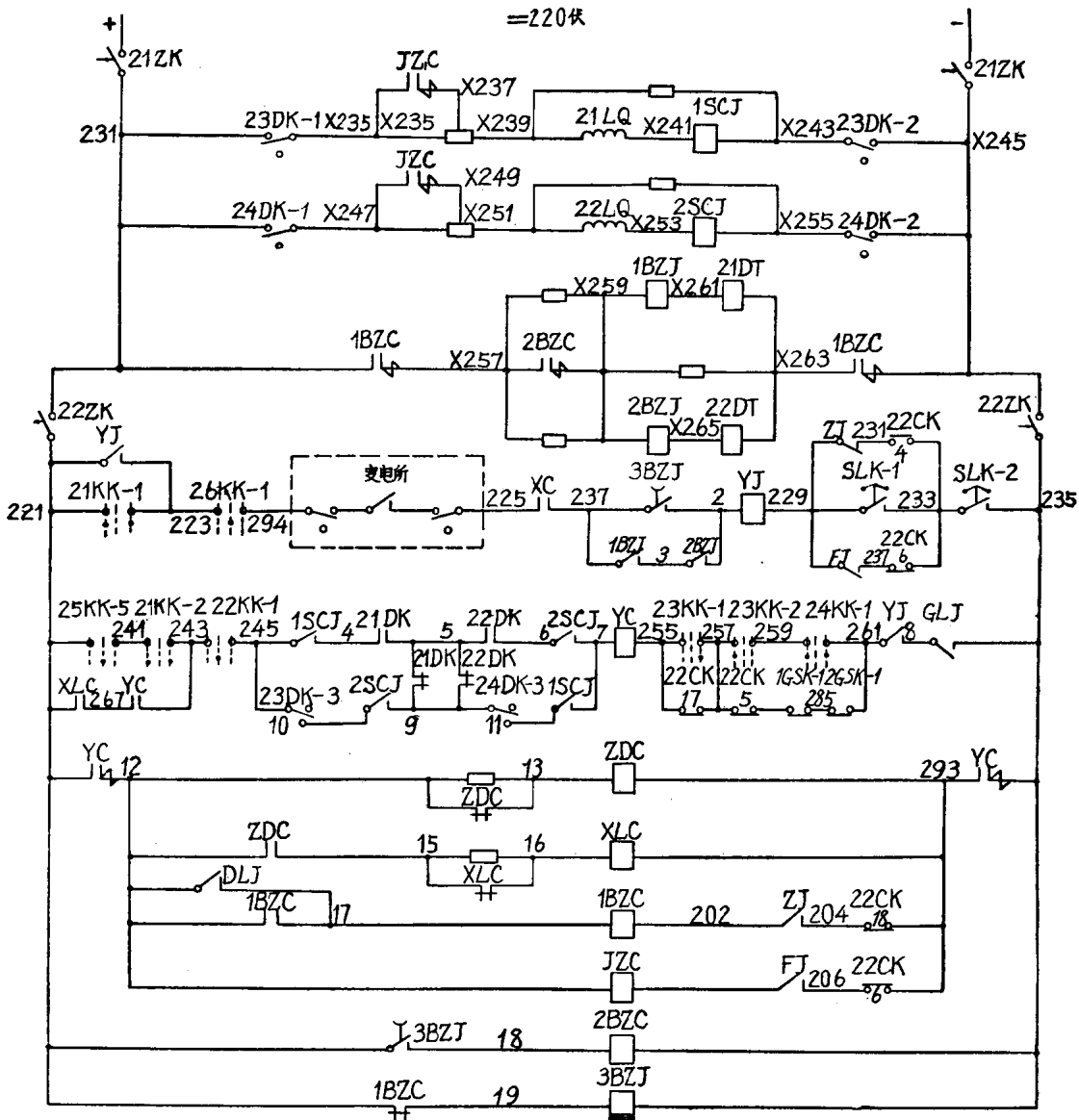
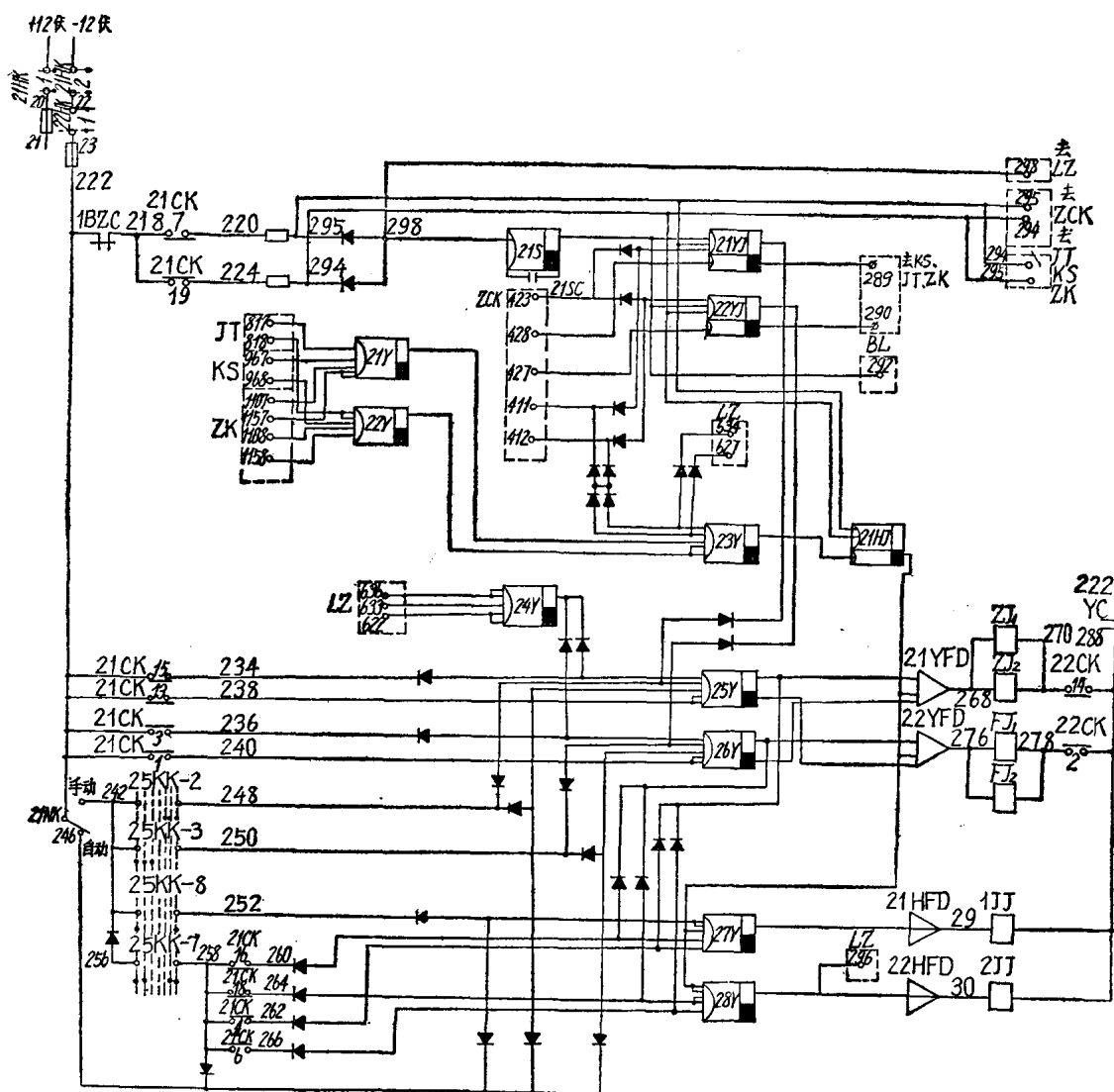


图 1-13 料車主

电，使YC断电停車，避免事故扩大。

(9) 单机工作刀开关切换誤操作保护：单机工作时利用刀开关 21DK (或 22DK) 切除相应的电动机，同时亦应切除該电机的磁場即 23DK (或 24DK)。若不切除停用电动机磁場，一則发热，二則将会造成单机工作时的过电压 (双机电压)。誤操作将会造成电机失磁，假如 21DK 切断，其輔助触点亦断开，此时若誤切断 24DK 而不是 23DK 时，則 245[#] 与 7[#] 之間將造成开路，使 YC 不能接通，系統不能工作。操作切断 22DK 时亦同样。



卷揚控制系統圖

四 旋轉布料器控制系統

本設計的布料角為以 15° 為倍數的原則設立的布料點，以滿足十二點、八點、六點及四點布料等任意布料角度的靈活使用。

布料角以料批為步進變換信號、即同一批料各車均分布于同一裝料點上。

為了保證爐子的密封性能及機械的安全，不允許大小料鐘與布料器同時工作。

旋轉布料器控制系統電氣原理圖如圖1-14（見插頁）所示。

1. 布料角度的預定選擇：

將 $51NK$ 置于“手動”位置，其接點1閉合而接點2斷開，按下料角復位按鈕 $51FA$ ， $51YJ$ 記憶，而 $53HJ$ 也記憶，但隨之 $519YJ$ 記憶立即使 $53HJ$ 又解除，其“否”端經 $52SG_B$ 跟隨器輸出表示布料器在正向區間（ $0\sim 180^\circ$ ）工作。

假定布料器的角度選擇是 30° 、 60° 、 90° 等12點布料工作制，則應合上 $52LK$ 、 $54LK$ 、 $56LK$ ……等相應開關表示預定的布料點，而其餘角度選擇開關則應置于斷開位置上，以表示此角度上越位。

為系統簡單起見，採用雙循環線路，由一組12位的步進線路完成24位的選擇的需要。

第一循環： $51LK\sim 512LK$ 、選擇 $15^\circ\sim 180^\circ$ 的布料角。

第二循環： $513LK\sim 524LK$ 、選擇 $195^\circ\sim 360^\circ$ 的布料角。

按下料角進位按鈕 $51JA$ 時，因 X_1 點已有信號，故 $514YJ$ 記憶，其輸出給 $51HS$ 以輸入信號，並使 $52YJ$ 記憶，從而 $51YJ$ 被解除。因 $52LK$ 已閉合，故 Y_2 點有信號，使 $516YJ$ 在 $51HS$ 經幾十毫秒的延時動作後即記憶（這時 $51JA$ 還未來得及放开，如 $51JA$ 已放开，則 $516YJ$ 因已被 $51JA$ 的常閉接點所解除而不能記憶），其輸出又返回給 $51HS$ 以輸入信號，這樣就可以使 $51HS$ 在其動作後，解除 $514YJ$ 而仍然會因 $516YJ$ 送回的輸入信號而保持動作。這樣則保證了不至於因 $51JA$ 按下的時間長短而與 $51HS$ 的延時時間不同，造成 $514YJ$ 與 $513YJ$ 交替動作所產生的多次進位。

放开 $51JA$ 時， $516YJ$ 被解除（自動工作時，由程序進位脈沖信號經 $52SG_A$ 使其解除）。

當再次按下 $51JA$ 時，因 X_2 點已有信號而 $513YJ$ 記憶， $53YJ$ 記憶， $52YJ$ 被解除，步進到第三位，此時 $53LK$ 是打開的， Y_3 點不能有信號， $516YJ$ 不能動作。而在 $51JA$ 還未來得及放开的瞬刻， $513YJ$ 即經 $51HS$ 的幾十毫秒的延時被解除， $513YJ$ 被解除後， $51HS$ 也即釋放，此時則因 X_3 點有信號而 $514YJ$ 即記憶，從而使 $54YJ$ 記憶， $53YJ$ 解除，步進線路自動由第三位越位到第四位上（即由 45° 越位到 60° 選擇位置上）。其後的料角步進手動操作過程類同。

自動工作時（ $51NK-1$ 斷開， $51NK-2$ 閉合），料角的步進信號是由 $515YJ$ 發出的。當在程序第一位時（425有信號），小料鐘打開時（615有信號）， $515YJ$ 記憶（此時即是上一批料的最后一車漏到了大料鐘上）。當料角進到所預選的角度後（選擇開關在閉合位置上）， $516YJ$ 動作，其輸出使 $515YJ$ 解除，在程序下次進位時使 $516YJ$ 解除。自動工作時的“越位”與手動時相同。

2. 布料漏斗的傳動控制部分：

本部分除了料角預定選擇環節和光示信號之外，就是它的全部內容。當料車到爐頂，