

数控自动绕线机

上海微型电机厂编

机械工业出版社



机械工业技术革新技术改造

机械工业技术革新技术改造选编

数 控 自 动 绕 线 机

上海微型电机厂编

机械工业出版社

内容提要 本书分别介绍数控自动绕线机的圈数控制回路、调速回路和机电控制回路，以及各回路的工作原理和控制过程。书中并阐明排线机构和跳档机构的结构和工作原理。最后介绍了在绕制过程中曾遇到的问题和解决办法。

本书主要供从事微电机定子线圈绕制工作的工人和技术人员参考。

数 控 自 动 绕 线 机

上海微型电机厂编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

沈阳市第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $1^{10/16}$ · 插页 1 · 字数34千字

1975年12月北京第一版·1975年12月沈阳第一次印刷

印数 00,001—17,000 · 定价 0.16 元

*

统一书号：15033·4337

毛主席语录

社会主义革命和社会主义建设，
必须坚持群众路线，放手发动群众，
大搞群众运动。

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。

出 版 说 明

在批林批孔运动的推动下，机械工业技术革新和技术改造的群众运动蓬勃开展，先进经验层出不穷。为及时总结推广这些先进经验，我们组织编写了“机械工业技术革新技术改造选编”。

“机械工业技术革新技术改造选编”将陆续出版，内容包括：铸、锻、焊、热处理、机械加工、改善劳动条件、三废处理等方面，每本讲一个专题，内容少而精，便于机械工业的广大职工阅读参考。

在组织编写过程中，得到有关领导部门和编写单位的大力支持，对此我们表示感谢。欢迎广大读者对这些书多提宝贵意见。

前 言

无产阶级文化大革命以前，我厂微电机制造中的电工工艺，基本上处于手工操作的状况。经过无产阶级文化大革命运动，微电机行业的工人和工程技术人员在毛主席“**鞍钢宪法**”的伟大旗帜指引下，开展了轰轰烈烈的群众性技术革新和技术改造运动，取得了很大成绩。

数控自动绕线机就是以工人为主体的，有技术人员和领导干部参加的革命三结合的产物。他们破除迷信，解放思想，自行设计，自己制造，向绕线自动化进军。先是制成了简易的数控绕线机，后又不断改进，逐步完善，终于试制成这里介绍的一种可以自动排线、跳档的数控自动绕线机，在微电机的电工绕线工艺自动化方面迈出了可喜的一步。

当然，任何新生事物总有一个成长完善的过程，这里介绍的绕线机也并不是尽善尽美的。我们相信经过更多同志的实践、摸索，一定会逐步改进，在微电机绕线工艺的自动化方面发挥出更大的作用。

由于我们水平有限，错误和不当之处在所难免，请广大读者提出宝贵意见。

上海微型电机厂

一九七五年七月

目 录

前言

一、概述	1
二、圈数控制回路	5
1. 干簧传感器	6
2. 整形电路	8
3. 计数器	8
4. 输入给定、符合电路及控制器	12
三、调速回路	16
1. 绕线电机	17
2. 单相桥式可控硅主回路	18
3. 同步振荡移相触发控制电路	18
4. 综合电路	19
四、排线机构	23
五、跳档机构	28
六、机电控制回路	33
1. 起动过程	33
2. 跳档过程	35
3. 重复起动过程	35
4. 定位停机过程	36
5. 急停过程	36
七、调试过程及存在问题	38
1. 干簧管误动作	38
2. 不计数	38
3. 绕制速度失控	38
4. 干簧继电器 J_1 误动作	39
5. 绕线匝数不准	39
附录	40

一、概 述

近年来，随着工业自动化和现代科学技术的发展，工业设备、计算技术和现代军事装备等广大领域中都需要使用微电机，这就要求大幅度增加微电机的品种和数量，以适应这一形势发展的需要。

微电机制造工艺中一个重要环节就是线圈的绕制。过去，线圈都是用手工进行绕制的，不仅生产效率低，而且劳动强度大。以往虽然也曾做过一些改进，如机电计数器控制、触头继电器控制、电影胶带控制……等等，但都不能适应微电机高速发展的需要。

数控自动绕线机是在对旧绕线设备彻底改革的基础上试制成功的。这种绕线机出现后，不仅对微电机制造有很大的促进，而且对各种有线圈的电器元件，也同样起很大的促进作用。采用这种绕线机不仅能绕制微电机上定、转子各种线圈，同时也适用于电器、变压器和仪表线圈的绕制。该绕线机在生产上经过两年多来的考验，实践证明，运行可靠，使用方便，很受操作者欢迎。

原来线圈绕制时，绕线主要靠手摇或电机拖动，而排线、跳档则大部分是手动。不仅效率低，而且劳动强度大，特别是眼睛容易疲劳，甚至无法工作。绕制的线圈，往往圈数误差较大，排线也不够整齐。采用数控自动绕线机时，除扎线外，绕线、排线、跳档等基本上都是自动的，只要按一下按钮就行了。

我厂产品 TYD-16 定子线圈，线径0.06毫米，匝数8500圈。原来用经过简单改进、由电机拖动的绕线机绕制时，平均一个人一台机器每天绕制线圈20只左右，而用本绕线机绕制时，平均一个人每天可绕制100只左右，效率提高了五倍。更重要的是，操作者可以连续工作，眼睛毫无疲劳的感觉，劳动强度大大减轻，而且排线均匀、整齐、圈数准确。操作师傅说：“像这样的绕线机，要多搞几台，才能满足我们的需要。”

我厂所用数控自动绕线机的外形见图1，其性能指标及特点如下：

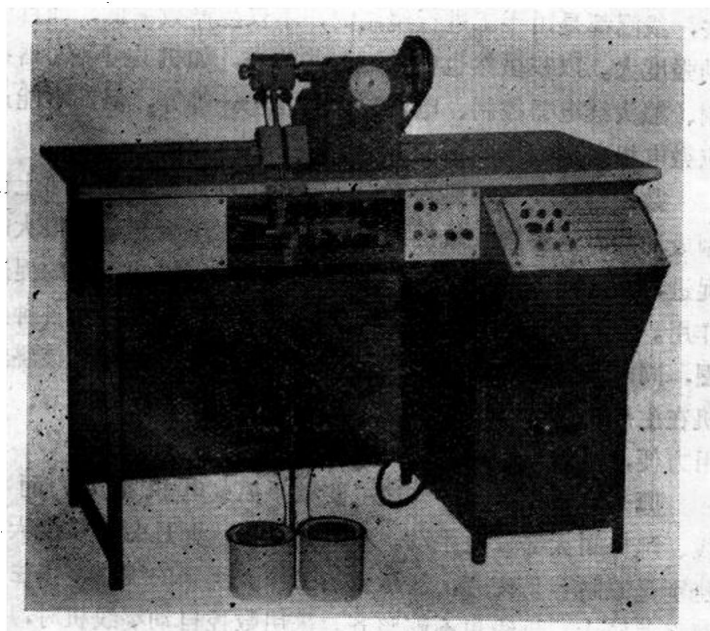


图1 数控自动绕线机外形图

绕线计数范围	1~1023圈
	100~102300圈 (100圈递增)
绕线速度	100~2000转/分 (连续可调)
最高计数速度	60000次/分
计数精度	误差 <1 圈
排线间距	1~10毫米 (连续可调)
跳档间距	1.5、3、4.5、6、7.5 五档 (可任选)
不等匝线圈档数	5 档
起动快慢	可任意调节

另外，在面板上装有“急停”开关，在特殊需要的情况下可以立即停车，重新“起动”后，圈数仍能累计上去。

如有特殊需要，排线、跳档也可以采用手动。

数控自动绕线机由计数调速和机电控制两大部分构成一简易数控系统，其原理见方框图 2。

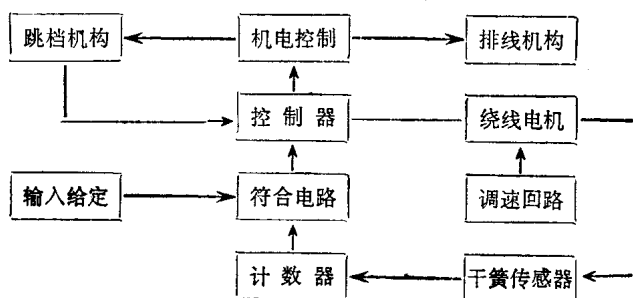


图 2 绕线机原理方框图

计数调速部分主要由控制器、绕线电机、调速电路、干簧传感器、计数器、符合电路和输入给定等几部分组成。机电控制部分由机电控制、排线机构和跳档机构组成。

各部分工作原理简述如下：

计数调速部分主要采用可控硅调速来控制绕线电机，再将绕线电机的圈数信号，通过干簧传感器，送到二进制加法计数器。当计数器圈数与输入给定圈数一致时，由符合电路把信号送到控制器，去控制机电回路。

机电控制部分则是由各种继电器、微动开关等通过电器传动，对排线机构、跳档机构进行控制，从而完成自动排线和自动跳档任务。

二、圈数控制回路

微电机、电器、变压器或仪表等对其线圈的圈数都有很高的要求，有的甚至不允许有半圈的误差。因此，绕线机的圈数控制必须准确可靠。

本绕线机圈数控制回路是由干簧传感器、整形电路、计数器、输入给定、符合电路和控制器等几部分组成。其方框图见图3。

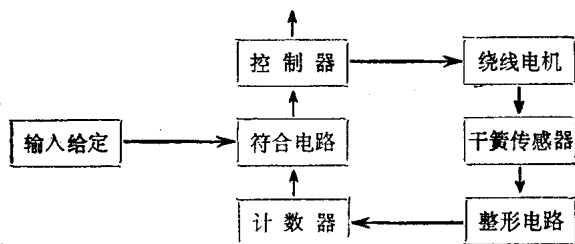


图3 圈数控制回路方框图

线圈绕制的圈数是通过绕线机主轴转动的圈数反应出来的。该圈数再由干簧传感器转换成脉冲信号，经整形电路整形，变成方波，经微分后去触发计数器。当由单刀二位开关组成的输入给定信号和计数器的计数信号相一致时，也就是说，当事先给定需要绕制的圈数和已经绕制的圈数相一致时，符合电路的门就打开，将信号送到控制器，使绕线电机立刻停转，从而保证圈数控制的准确性。

1. 干簧传感器

干簧传感器是把机械转动圈数转变成电信号的器件。在绕线机上较常用的有两种：一种是光电传感器；一种是干簧传感器。光电传感器需要专门的光源，而且对安装精度要求较高。干簧传感器则结构简单，使用方便，价格便宜，所以我们选择了干簧传感器作为本绕线机的传感部分。

整台绕线机中装有两套干簧传感器Ⅰ和Ⅱ。传感器Ⅰ见图4所示，安装在绕线机主轴上，作为1~1023圈计数用。传感器Ⅱ见图5所示，安装在由绕线机主轴带动并经蜗杆减速的蜗轮上，其减速比为100:1，作为100~102300圈计数用。

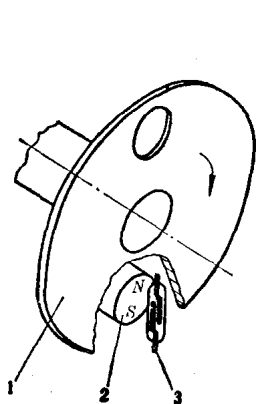


图4 干簧传感器Ⅰ

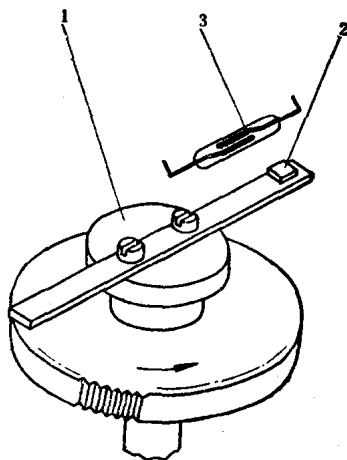


图5 干簧传感器Ⅱ

传感器Ⅰ主要由铁质圆盘1、磁钢2和干簧管3组成。铁质圆盘直径为80毫米，厚为1.5毫米。在圆盘上距中心30毫米处开一直径为16毫米的小圆孔。圆盘安装在绕线机的主

轴上，随主轴一起转动。磁钢 2 是铝镍钴 (AlNiCo8) 八类圆型磁钢，直径为 14 毫米，长为 20 毫米，固定在绕线机车头箱壳体上，离主轴中心距也是 30 毫米，和圆盘上的小圆孔在同一轴线上，与铁质圆盘间距为 1 毫米。干簧管 3 固定在铁质圆盘的另一面，并和磁钢在同一水平线上，与铁圆盘的间距为 1 毫米左右。干簧管型号为 JAG-4-1H。

传感器 I 的作用原理：当绕线机起动后，铁质圆盘随主轴一起转动。当圆盘上直径 16 毫米的小孔转到与磁钢、干簧管处于同一轴线位置时，磁钢 2 的磁力线穿过圆孔作用于干簧管上，使干簧管内两片触头吸合。当圆盘上小孔转离该轴线位置时，磁力线通过铁质圆盘而闭合，对干簧管不起作用，管内两片触头因而断开。这样一吸一开，就有一个脉冲信号送出。由此可知，铁质圆盘每转一圈，就相当于绕线机绕一圈，就有一个脉冲信号输出，经整形后送到计数器。

传感器 II 主要由蜗轮盘 1、磁钢 2 和干簧管 3 组成（图 5）。磁钢 2 用一铁片固定在蜗轮盘上，蜗轮由主轴上蜗杆带动，速比为 100:1，即主轴转 100 圈，蜗轮盘转 1 圈。干簧管固定在磁钢上方，与磁钢处于同一圆周线上，但相距 2 毫米左右。

传感器 II 的作用原理：基本上与 I 类似。即当磁钢转至和干簧管对应时，干簧管触头吸合；转离干簧管时，触头断开。磁钢每转一圈，就有一个脉冲信号输出，相当于绕线机绕 100 圈。如果把这脉冲信号送至原来的计数器去计数，所反应出来的圈数，相当于计数器所计的数字乘 100 倍。

例如：计数器是 64（即 64 个脉冲），实际圈数是 6400 圈。这样一来，就可以用同一计数器把计数范围从原来的

1023圈扩大到102300圈（按100圈递增）。

传感器Ⅰ和传感器Ⅱ与整形电路之间是采用转换开关连接的。当绕线圈数在1023以内时，可用传感器Ⅰ。当绕线圈数大于1023，而且是100的倍数时，则使用传感器Ⅱ。如果圈数虽大于1023但不是100的倍数（如3059）时，则需要把传感器Ⅰ和Ⅱ结合起来使用。

2. 整形电路

干簧传感器输出的脉冲是不规则的，幅度大小也可能有差异，所以不能可靠地去触发计数电路。为了使计数器能把干簧传感器输出的脉冲信号准确地计进去，必须对此脉冲信号进行整形。整形的作用就是把干簧传感器输出的不规则脉冲信号，变成输出电位幅度完全一样的矩形脉冲，这样就能保证计数器稳定可靠地计数。

整形电路信号种类很多，最常用的是射极耦合触发电路，又称施密特电路，见图6所示。这一电路的工作原理和设计在电子技术和开关电路等书上都有专门介绍，这里不再赘述。另外，干簧传感器的频率变化不高，简单的射极耦合触发电路不需要作较多的参数调整，就完全能满足整形要求。

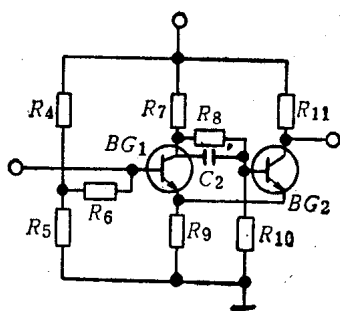


图6 整形电路原理图

3. 计数器

计数器的作用就是把干簧传感器的输出脉冲数记录下来。

去和输入给定进行比较,用以控制绕线电机的停或转,从而达到控制线圈绕制圈数的目的。

本绕线机所采用的是二进制加法计数器。它由十个双稳态触发器组成。其电路见图7所示,逻辑图见图8。

二进制加法计数器，就是当输入两个负脉冲后，向前进一位。也就是说，每输入两个负脉冲后，双稳态触发器的反射状态向前推进一位。下面列表说明二进制计数器的计数过程，并将其所对应的十进制数字同时列出见表1，以便进行比较。

表 1 二进制计数器的计数过程表

输入脉冲	级 别	C ₁₀	C ₉	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁
0	电 路 状 态	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
6		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
7		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
8		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
10		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0

(续)

输入脉冲	电 路 状 态	级 刷	C_{10}	C_9	C_8	C_7	C_6	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1
100			0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
509			0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
510			0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
511			0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
512			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

从图 8 可以看出, 当第 1 个计数负脉冲进入计数电路后, 第一级双稳态 C_1 由 “0” 变为 “1”, 这时 $\overline{T}_1$ 端电位由低变高, 输出一个正脉冲。因我们这里采用负脉冲触发, 所以第二级双稳态 C_2 不会被触发, 仍保持原来状态 “0” 不变。当第二个计数负脉冲进入计数电路后, 第一级双稳态 C_1 又由 “1” 变为 “0”, $\overline{T}_1$ 端电位由高变低, 输出一个负脉冲, 该脉冲加到第二级双稳态 C_2 后, C_2 被触发, C_2 状态由 “0” 变到 “1”, 并同时有一正脉冲输出, 加到第三级双稳态 C_3 的输入端, 因是正脉冲, 所以 C_3 同样不会被触发, 保持原来状态 “0” 不变。当第三个计数负脉冲进入计数器以后, C_1 又从 “0” 变到 “1”, 同时又有一正脉冲送到 C_2 , C_2 不会被触发, 并保持 “1” 状态不变。第四个计数负脉冲进入后, C_1 又从 “1” 变到 “0”, 同时输出一负脉冲, 使 C_2 被触发, 状态由 “1” 变到 “0”, 并输出一负脉冲, 使 C_3 被触发, C_3 由 “0” 变到 “1”, 同时有一正脉冲加到 C_4 上