

可控硅传动系统 技术手册

〔美〕·ROSS HILL 公司

海洋石油勘探局勘探开发设计研究院

一九八〇年一月

目 录

引言.....	(1)
---------	-------

可控硅传动系统.....	(8)
--------------	-------

I. 操作.....	(8)
II. 维护.....	(16)
III. 故障的寻找和排除.....	(20)
IV. 拆卸和修理.....	(22)

发电机单元.....	(24)
------------	--------

I. 操作.....	(24)
II. 维护.....	(25)
III. 故障的寻找和排除.....	(33)
IV. 拆卸和修理.....	(49)

可控硅单元.....	(51)
------------	--------

I. 操作.....	(51)
II. 维护.....	(52)
III. 故障的寻找和排除.....	(57)
IV. 拆卸和修理.....	(80)

变压器馈电单元.....	(81)
--------------	--------

I. 操作.....	(81)
------------	--------

司钻控制台.....	(82)
------------	--------

I. 操作.....	(82)
II. 维护.....	(85)
III. 故障的寻找和排除.....	(87)
IV. 拆卸和修理.....	(95)

泥浆泵/水泥泵控制台	(97)
------------------	--------

I. 操作.....	(97)
II. 维护.....	(98)

专用元件.....	(100)
I . 可控硅整流器.....	(100)
II . 反馈控制.....	(101)
III . 运算放大器.....	(102)
IV . 霍尔效应元件.....	(104)
V . 断路器.....	(105)
电动机控制中心.....	(107)
I . 操作.....	(107)
II . 维护.....	(108)
III . 故障的寻找和排除.....	(109)
绞车动力制动.....	(110)
I . 操作.....	(110)
II . 维护.....	(110)
III . 故障的寻找和排除.....	(111)
磁场供电单元.....	(113)
I . 操作.....	(113)
II . 维护.....	(114)
III . 故障的寻找和排除.....	(114)

引言

本技术手册为Ross Hill公司可控硅传动系统提供操作、维修及排除故障方面的知识。本手册可作为学习的辅助材料。在涉及可控硅线路图时应参照你们平台的专用图纸。

手册的第一部分，标题为“可控硅传动系统”，是传动系统的一般介绍。后面各部分为各装置的介绍，如司钻控制台或磁场供电单元。最后部分标题为“专用元件”，用以描述特殊的元件及其应用，但你先不必去接触这个部分。

Ross Hill控制公司欢迎对本手册提出批评。请直接写信到下列地址：

Technical Publications Department

Ross Hill Controls Corporation

1530 West Belt North

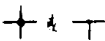
Houston, Texas 77043, U.S.A.

表1是手册中使用的缩写字表。图1是手册插图中元件的符号表。

表1 标准缩写表

ALM	报警器	ABS	美国船级社
AWG	美国线规	A	电流表
C	电容器	CP	水泥泵
CPC	水泥泵控制台	C/O	链条注油器
C.B.	断路器	K	接触器
CT	电流互感器		
°C	摄氏温度	°F	华氏温度
DC	司钻控制台	DW	绞车
ERC	原动机室控制台		
f	法拉	FL	失磁
FVNR	满压不可逆	F	熔断器
FSD	满刻度误差		
HED	霍尔效应元件	HOA	手动—断开—自动
HS	散热片	HZ	赫芝（每秒周期）
HP	马力		
IEEE	〔美国〕电气、电子工程师学会		

<i>Z</i>	阻抗		
<i>K</i>	仟 (10^3)	<i>KVA</i>	仟伏安
<i>KW</i>	仟瓦		
<i>L</i>	照明灯		
<i>M</i>	米	<i>MOV</i>	金属氧化物压敏电阻
<i>m</i>	毫 (10^{-3})	μ	微 (10^{-6})
<i>MCC</i>	电动机控制中心	<i>MS</i>	电动机起动器
<i>MP</i>	泥浆泵	<i>MPC</i>	泥浆泵控制台
<i>NEC</i>	[美国]全国电气规程	<i>NEMA</i>	[美国]全国电气制造商协会
<i>N</i>	中点		
Ω	欧姆		
ϕ	相	<i>POT</i>	电位计
<i>PSI</i>	磅/吋 ²	<i>pf</i>	功率因数
<i>PM</i>	原动机	<i>PC</i>	印刷电路
<i>PROP</i>	推进器	<i>PB</i>	按钮
<i>KVAR</i>	无功仟伏安 (仟乏)	<i>REF</i>	给定
<i>RL</i>	继电器	<i>RTD</i>	电阻性测温装置
<i>R</i>	电阻	<i>R/O</i>	连杆注油器
<i>RHCC</i>	<i>Ross Hill</i> 控制公司		
<i>SCR</i>	可控硅整流器	<i>X''d</i>	次瞬变电抗
<i>SW</i> 或 <i>S</i>	开关		
<i>TB</i>	端子板	<i>MCM</i>	仟圆密耳
<i>XFMR</i> 或 <i>T</i>	变压器	<i>TH</i>	插销
<i>USCG</i>	美国海岸警卫队	<i>VA</i>	伏安
<i>V</i>	伏	<i>Vac</i>	电压 (交流)
<i>Vdc</i>	电压 (交流)		
<i>WHC</i>	操纵室控制台	<i>WIND</i>	绞盘

导线	
导线交叉处无电气连接	
导线交叉处有电气连接	
屏蔽导线	
屏蔽层接地的双芯线(W/R表示带红色标记的导线)	
接线端子板	
印刷电路端子板	
快速分接端子(扇形片)	
接地或接机壳	 
电阻	
可变电阻(电位器)	
电容器	 
绕组	
磁芯	
电感	

三角形接法的绕组



星形接法的绕组



变压器



有固定抽头的输出可调的变压器



自耦变压器，用可调抽头或滑动触头来调节输出



电流互感器



线圈



继电器线圈



接触器线圈



电动机起动器线圈



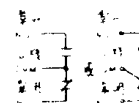
接点，常开（“A”接点）



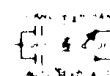
接点，常闭（“B”接点）



单刀双投式“C”接点



使用手动一断开一自动的三位选择器



板式或组合式多接点开关



单刀单投开关



按钮，常开



按钮，常闭



压力开关，常闭



压力开关，常开



温度开关，常闭



温度开关，常开



.

机器或转动电枢（在下面各项所用的基本符号）



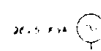
交流电动机的单线图，7½马力



原动机的单线图



发电机的单线图，2625仟伏安



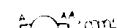
直流电动机电枢



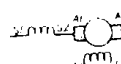
他激式直流电动机



直流串激电动机



复激（他励式）直流电动机



.

三相断路器或单相照明板断路器的单线图



拔出/插入式三相断路器单线图



三相断路器



熔断器, $F1$



热过载



白炽灯



荧光灯



表



方便电源插座



片形加热器



报警器 (喇叭)



二极管



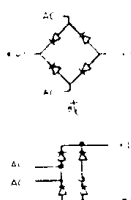
可控硅整流器



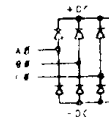
齐纳稳压二极管



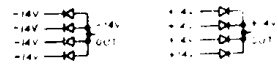
单相全波整流器



三相全波整流器



二极管作隔离用时的配置



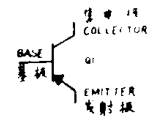
金属氧化物压敏电阻 (MOV)



NPN晶体管, Q1



PNP晶体管, Q1



运算放大器, Z

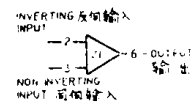


图1 元件标准符号表

(A) 三相交流输入		
电 压:	600 伏 (交流), 线电压	
频 率:	60 赫	
功 率:	4 台 × 1062.5 仟伏安发电机	
	4 台 × CAT D399 柴油机	
	1 台 × 750 仟伏安发电机	
	1 台 × CAT D398 柴油机	
(B) 直流输出 / 4 套中的每一套可控硅单元		
直流电压:	从 0 到 750 伏	
直流电流:	从 0 到 1650 安连续工作	

图 I — 2 电气规格

(2) 机械规格

(A) 柜体。是由规格为 12 的冷轧钢板制作。柜体是防滴型。所有的门均以铰链固定并有门锁。

柜内是铜母线，表面镀银层厚度为 0.0005 吋 (0.013 厘米)。

尺寸：每个柜高 90 吋 (230 厘米)，宽度与深度可变。确切的尺寸参看各有关部分。

重量：重量在 1500 磅 (675 公斤) 到 2500 磅 (1125 公斤) 之间变化。确切重量参看各有关部分。

(B) 控制台。控制台由规格为 12 的 316 号不锈钢板制作，控制旋钮和操作杆也是不锈钢的，所有仪表和信号灯都装有钢化玻璃罩。整个控制台是防水的。司钻控制台内部充气增压以防止电气火花引起钻台爆炸。

B. 功能概述

由图 I — 3 可见，交流动力集中到公共母线上。从母线输入的交流电经全波可控硅整流桥整流。桥的输出是加到直流驱动电动机。断路器用来使各发电机组和可控硅桥同交流母线相隔离。系统各单元能实现下述五种功能：

- (1) 交流电源控制
- (2) 直流变换和控制
- (3) 直流分配
- (4) 交流配电和电动机控制
- (5) 系统的保护

(1) 交流电源控制

在每一个发电机单元中都有交流电压调节器电路，它是调节发电机励磁电流而达到稳定的 600 伏 (交流) 电压。同样，柴油机都有调速器电路以调节柴油机速度而达到稳定的 60 赫频率。

当几套柴油机一发电机组对母线供电时，主从电路是用来使有功负载均衡分配。交流电压调节器电路均能调节3%的压降。在系统中任何一种负载的情况下，都可以改变电压调节旋钮标度使无功功率分配均衡。因而系统不论负载如何变化始终保持平衡。

(2) 直流变换和控制

可控硅桥使交流变换成直流。可控硅的触发极由触发脉冲所控制，得到0到750伏连续可变的直流电压，供给驱动电动机。

控制台上的指令控制器是靠改变交流输入和可控硅触发脉冲之间的相位，来改变直流输出的。可控硅使用方面的知识见专用元件部分。

(3) 直流分配

可控硅桥的输出经接触器供给驱动电动机。司钻控制台上的指配开关用以变换接触器逻辑，在不同的开关位置可以获得不同的直流功能。例如一个位置可使两台绞车电动机、转盘

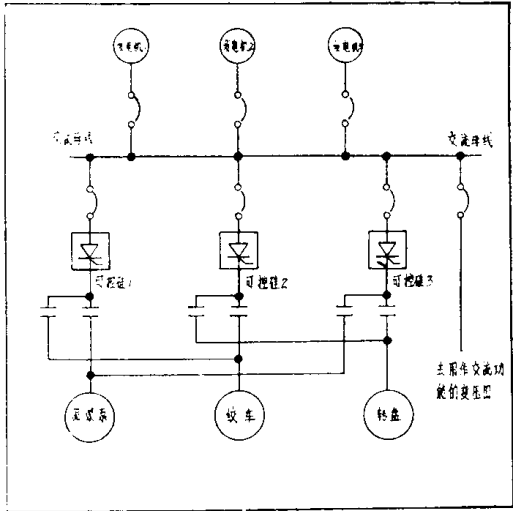


图 I — 3 可控硅传动系统简化单线图

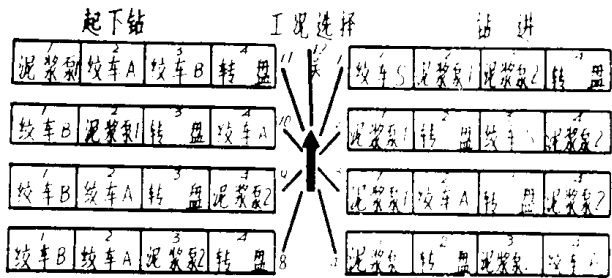


图 I — 4 典型的工况指配开关

和一台泥浆泵电动机运转作为起下钻用。另一位置比较适宜用于钻井，即此时使转盘电动机、两台泥浆泵电动机以及两台绞车电动机相串联投入运行。参看图 I — 4，此图示出了一个典型的指配开关。

指配开关的位置是按照钟表上的小时数那样排列的。12点钟的位置相应于“开断”。8到11点钟的位置适宜于起下钻，1到4点钟的位置适宜于钻井，各位置的标框内列出了各电动机被指配到不同的可控硅单元上去。例如在1点钟位置，4号可控硅单元供电给转盘电动机。

(4) 交流配电和电动机控制

交流动力由交流母线通过断路器，然后加到降压变压器。

变压器输出通过电动机控制中心（MCC）配电到不同的功能。Ross Hill控制公司所提供的MCC装有益于各交流电动机的断路器和组合式起动器。起动器可通过手动一断开一自动（HOA）开关或起动一停止按钮实现遥控或手动操作。

(5) 系统的保护

传动系统有后备能力来预防主要钻机功能的丧失。受保护电路监视的不仅有发电机组、直流驱动电动机和交流装置，而且包括传动系统中的各个装置。

(A) 后备能力。发电机输出集中到公共母线。总的动力可馈电给一套直流功能的装置或馈电给几套不同直流功能的装置。所以，一台原动机停机不会引起任何装置直流功能的丧失。

每套可控硅桥的输出至少连接到两台电动机。所以，如果一套可控硅桥故障，司钻简单地扳动开关，即可使任一台直流电动机保持供电。

一个功率限制电路，是用来预防总的直流负载超过运行发电机的容量的。如果可控硅系统使发电机组过载，该电路将保证不会引起全系统运转中断。

(B) 保护。司钻控制台上有一个紧急断开按钮，借此可以断开可控硅断路器来切断直流负载。

- 发电机断路器安置在发电机和母线之间，当过电流、逆功率、欠电压、欠频率及过电压、过频率时自动跳闸。

- 浪涌吸收网路削平交流母线的尖峰脉冲，否则该尖峰脉冲可能损坏可控硅元件。

• 当相应的联锁定位开关置于接通位置时，电动机通风机通电。

- 限流电路预防驱动电动机损坏。各电动机限流电路的极限值在制造时已经调定。

• 一套接地检测电路通过装于面板上的信号灯和仪表，来指示交流或直流接地故障。仪表指示交流或直流接地电流的百分数。

- 由于过电流、超温、紧急停车或熔断器熔断，可控硅断路器自动跳闸，切断可控硅桥。

- 当脚踏指令控制器松开时，经 2 秒多钟后绞车动力制动器迅速减慢电动机转速到手动主令控制器所调定的转速上。

- 用在直流串激推进电动机上的推进器动力制动器，控制驱动电动机的电源，就可使推进器轴从正向转动变成反向转动，或者相反进行。

- 在采用并激电动机的传动系统中装有失磁继电器，如果磁场电流开断，电动机的电枢即从电源断开。

- 弱磁电路用来减少加到直流电动机的磁场电流，从而在降低转矩时得到较高的转速。

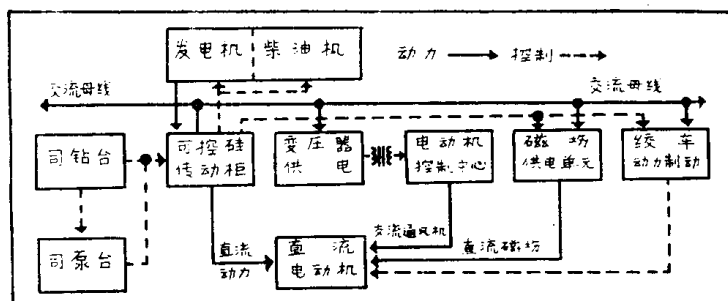


图 1—5 可控硅传动系统各单元间的关系

此功能常用在传动水泥泵或绞盘的并激电动机上。

• 在利用一套可控硅单元去传动两台并联的串激电动机的系统中，使用链轮滑动电路。如果在电动机和负载间的传动链条断开或打滑，该电路即切断电动机的直流电源，从而防止了电动机因失去负载而超速。

2. 操作程序

传动系统的操作包括四项连续操作：

- A. 起动原动机。
- B. 将发电机的输出接到母线上。
- C. 对可控硅桥供电。
- D. 对具有交流或直流功能的装置供电。

第一项操作需要电工和轮机工之间相配合。下两项操作由电工观察指示器并操作柜体面板上的控制器来实现。最后一项操作是通过控制台和电动机控制中心来实现。

下面将只对前三项操作进行叙述。进一步说明可参考有关控制台和电动机控制中心部分。图 I—6 到图 I—9 为典型的电气设备控制器和指示器。

A. 起动原动机

- (1) 使相应发电机的断路器复位。
- (2) 使原动机的超速连杆复位。
- (3) 将原动机控制开关置于“怠速”位置。

(4) 对于自动起动系统，只要合闸空气起动机。当原动机开始运转时，发电机柜内的电子调速器将自动担负控制作用。发电机运转指示灯将微亮。对于手控系统，在调速器投入运行前，用手来掌握油门。

- (5) 原动机怠速运转所需的持续时间由原动机制造厂推荐。
- (6) 将原动机控制开关置于“运转”位置，原动机转速将升到额定运转速度。
- (7) 发电机运转指示灯将明亮。

B. 使第一台发电机投入网路

(1) 转动同步开关到“同步”位置。现在同步板上的电压和频率表读出的是发电机的数值。在有些1200型、1500型系统中，同步开关做成“母线—断开—发电机”型式。将开关置于“发电机”位置。在1600型系统中，开关做成“手动—断开—自动”型式。将开关置于“手动”或“自动”位置。

(2) 调整电压调节旋钮，使发电机交流电压达600伏，将旋钮下面的小手柄沿顺时针方向压紧使整定值锁住。

(3) 调整速度调节旋钮，使发电机频率为60赫，并把整定值锁住。

(4) 闭合发电机断路器。在1600型系统中，电气操作开关由柜体面板上的“闭合—断开”按钮来控制。

(5) 发电机投入网路的指示灯亮，表示发电机输出已接到交流母线。将同步开关置于“断开”或“母线”位置便能读出母线的电压和频率。

C. 使追加的发电机投入网路

(1) 起动原动机如 A 节所示。当原动机达到“运转”速度时，发电机运转指示灯将明亮。

(2) 转动同步开关到“同步—发电机—自动”位置。

(3) 调节交流电压到 600 伏。

(4) 调节原动机速度使频率接近 60 赫，也就是同步指示器转得十分缓慢，同步灯亮度的变化缓慢。

(5) 当指示器的指针垂直并且同步灯熄灭时，闭合发电机断路器。在 1600 型系统中，当同步开关置于“自动”位置时，如果未达到同步，同步校核继电器将防止断路器的闭合。当同步开关置于“手动”位置时，该继电器不起作用。

D. 接通可控硅单元

(1) 确保直流控制组件上的手动开关是在“断开”的位置。

(2) 使可控硅断路器复位。

(3) 闭合可控硅断路器。可控硅投入指示灯亮。

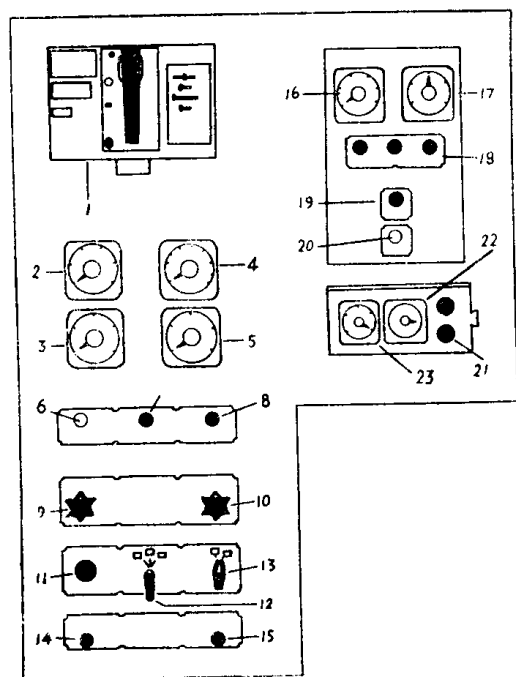
(4) 确保所有可控硅的通风机运转，直流控制组件上的电源指示灯亮。

E. 运转电动机的准备

(1) 闭合供给交流电源到配电变压器和电动机控制中心的馈电断路器。

(2) 闭合对应于各风机和辅助机械的断路器，将 HOA 开关置于“自动”位置。

(3) 如果电动机是并激的，在接上合适的磁场电源时，每台电动机的磁场电流应接近 50 安。



- | | |
|------------|------------|
| 1—发电机断路器 | 2—交流仟瓦表 |
| 3—交流电流表 | 4—交流仟乏表 |
| 5—交流电压表 | 6—逆功率脱扣信号灯 |
| 7—发电机运转信号灯 | 8—发电机并网信号灯 |
| 9—电流表选择开关 | 10—电压表选择开关 |
| 11—逆功率脱扣复位 | 12—原动机控制开关 |
| 13—同步开关 | 14—速度调节旋钮 |
| 15—电压调节旋钮 | 16—交流接地表% |
| 17—直流接地表% | 18—接地故障灯 |
| 19—接地试验按钮 | 20—功率限制灯 |
| 21—同步灯 | 22—同步指示灯 |
| 23—赫芝（频率）表 | |

图 I—6 发电机单元的控制器和指示器

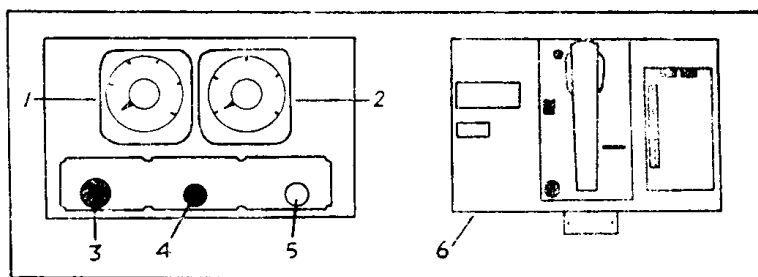


图 I — 7 可控硅单元的控制器和指示器

1—直流电压表 2—直流电流表 3—链轮滑动复位按钮
4—可控硅运转灯 5—链轮滑动灯 6—断路器

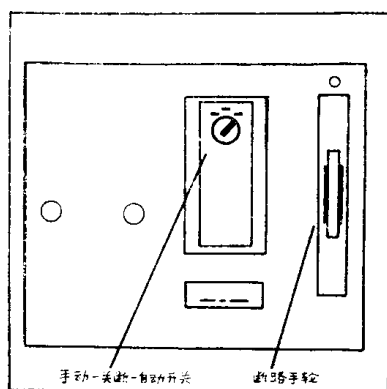


图 I — 8 电动机控制中心的
控制器和指示器

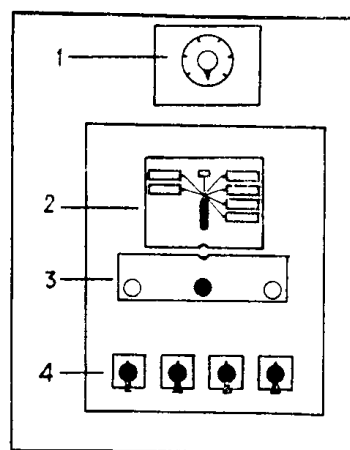


图 I — 9 磁场供电单元的控制
器和指示器

1—直流电流表 2—电流表选择开关
3—电枢电流不平衡灯 4—手动—自动—自动开关

F. 正常运行

(1) 无功功率均衡分配。转动各电压调节旋钮，使各发电机的无功功率(无功仟伏安)分配均衡，并锁紧整定值。这样可使各发电机的无功电流输出量相等。

(2) 有功功率均衡分配。一个主从电路可以使各发电机的有功功率(仟瓦)自动保持平衡。这样可使所有的原动机负载相等。

对母线供电的发电机中号码最小的那台是主发电机，其余发电机是从属的。例如1号发电机、2号发电机和4号发电机对母线供电，1号发电机是主发电机。

主从电路也使从属发电机的频率与主发电机相匹配。在从属单元上的速度调节旋钮是不起作用的。

仟瓦和仟乏均衡分配的结果，应使所有的发电机电流表读数相同。

(3) 功率分配。总功率的分配符合下列等式：

$$\text{直流功率} = \text{总功率} - \text{交流功率}$$