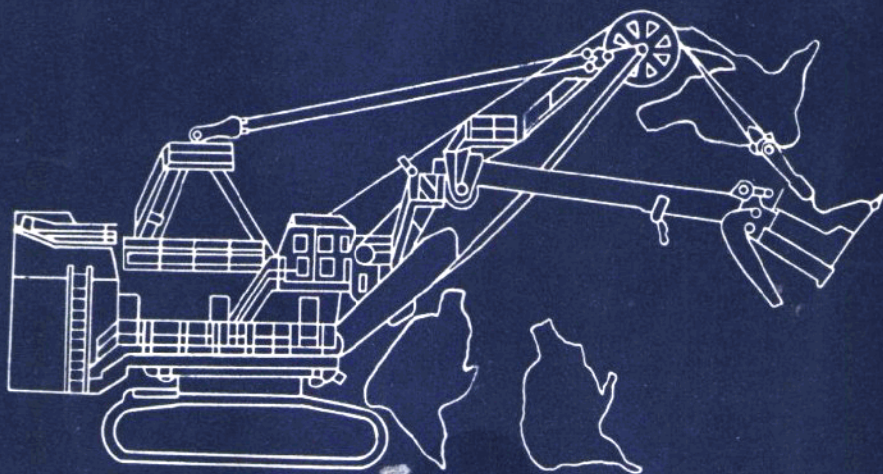




煤矿技工学校试用教材

单斗挖掘机电气



煤炭工业出版社

TP63
Z-983

煤矿技工学校试用教材

单斗挖掘机电气

周政礼 编

煤炭工业出版社

790744

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书主要介绍三绕组电动挖掘机、磁放大器电动挖掘机和可控硅电动挖掘机电气。重点介绍W-4型、WK-4型、WK-10型和WD-1200型挖掘机的电气设备、电路、电气操作、电气调整和电气的常见故障及处理。

本书为全国煤矿技工学校试用教材，也可做为矿山职工培训和自学用书。

煤矿技工学校试用教材

单斗挖掘机电气

周政礼 编

责任编辑：王秀兰

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092mm¹/₁₆ 印张11¹/₄ 插页4

字数268千字 印数1—2,065

1994年6月第1版 1994年6月第1次印刷

ISBN 7-5020-0914-0/TD·848

书号3680 C0126 定价8.90元

前 言

为了适应煤矿技工学校教学改革的需要,加速技工人才的培养,促进煤炭工业现代化生产建设的发展和技术进步,全国煤矿技工教材编委会于1989年召开了第二次全体会议,确定以“七五”教材建设为基础,按着“补齐、配套、完善、提高”,突出基本理论、基本知识和基本技能训练的原则,编制了“八五”技工教材建设规划。这套教材包括:《采煤概论》、《综合工作面采煤机》、《煤矿开采方法》、《机械化掘进工艺》、《矿井地质》、《矿山测量》、《单斗挖掘机机械》、《选煤厂电气设备》等70余种,将陆续出版发行。

这套教材主要适用于煤矿技工学校教学和在职培训的需要,也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《单斗挖掘机电气》是这套教材中的一种,是根据全国煤矿技工学校统一教学计划和大纲编写的,并经全国煤矿技工教材编委会组织审定认可,是全国煤矿技工学校教学和在职工人培训必备的统一教材。

该教材由抚顺矿务局技工学校周政礼同志编写,阜新煤矿技校李景田和平庄煤矿技校张学荣主审。抚顺矿务局技工学校、扎赉诺尔矿务局技工学校的有关教师和工程技术人员参加了审定工作。全国煤矿技术教材编委会的有关同志具体组织并参加了审定和修改工作。

由于时间仓促,经验不足,书中难免有不当之处,请用书单位和读者批评指正。

全国煤矿技工教材编委会

1992年2月13日

目 录

前 言

第一章 概述	1
第二章 三绕组电动挖掘机电气	3
第一节 三绕组电动挖掘机电气设备	3
第二节 三绕组电动挖掘机电路	34
第三节 三绕组电动挖掘机电气的调整	56
第四节 三绕组电动挖掘机电气的常见故障及处理	64
练习题	68
第三章 磁放大器电动挖掘机电气	72
第一节 磁放大器电动挖掘机电气设备	72
第二节 磁放大器电动挖掘机电气原理	92
第三节 磁放大器电动挖掘机电路	94
第四节 磁放大器电动挖掘机的操作	111
第五节 磁放大器电动挖掘机电气的调整	112
第六节 磁放大器电动挖掘机电气常见故障及处理	118
练习题	120
第四章 WK-4型可控硅电动挖掘机电气	123
第一节 WK-4型电动挖掘机电气设备	123
第二节 可控硅整流元件	125
第三节 可控硅的触发电源	129
第四节 可控硅电动挖掘机控制原理	136
第五节 WK-4型电动挖掘机电路	144
第六节 可控硅电动挖掘机的操作	150
第七节 可控硅电动挖掘机的电气调整	153
第八节 附表	157
练习题	164
第五章 WK-10型和WD-1200型挖掘机电气	168
第一节 WK-10型电动挖掘机电气	168
第二节 WD-1200型电动挖掘机电气	168

第一章 概 述

一、单斗挖掘机电控技术的发展概况

我国自50年代生产中大型电动挖掘机以来，一直采用发电机组-电动机直流拖动装置。发电机组中的发电机有三个激磁绕组（他、并、串），简称为三绕组发电机。它采用继电器、接触器、电阻器调速控制方式。由于这种系统启动与制动缓慢，影响了生产率提高，加之控制元件有触点也就增加了挖掘机的故障率。

为实现挖掘机的快速启制动，提高挖掘机的生产效率，天津电气传动研究所于1958年开始研制磁放大器控制系统，并于1959年在抚顺东、西露天矿进行工业性试验，取得一定效果，为磁放大器在挖掘机上应用打下了基础。

抚顺挖掘机厂1965年开始研制磁放大器控制系统后，很快投入工业性生产并在西露天矿应用，取代了一部分三绕组电动挖掘机。

1970年太原重机厂也生产了第一台磁放大控制系统的WK-4型挖掘机。从此，由磁放大器控制系统代替了原来三绕组电动挖掘机，使挖掘机性能和生产效率有很大提高。

磁放大器控制系统虽优于三绕组，但因具有维修较困难，耗费大量的矽钢片和铜材，占用空间较大等缺点，所以并不理想。

随着电子工业的发展和可控硅技术的广泛应用，采用可控硅激磁调速比磁放大器调速优越得多。因此，太原重机厂又从1971年开始研制可控硅激磁系统。经过了几年的努力，已先后在大冶铁矿、首钢大石河矿进行工业性试验。1973年，抚顺挖掘机厂也为W-4型挖掘机设计了新型的可控硅激磁控制系统，并在抚顺西露天矿进行工业性试验，在此基础上又于1977年设计制造了WD-1200型斗容为 12m^3 的挖掘机。实践证明，这种系统简单、可靠且使用维护方便，而且便于大批生产。这种电控设备在动态、静态特性上都优于三绕组和磁放大系统。

二、单斗挖掘机特性

1. 机械特性

单斗挖掘机在作业过程中所遇到的负载变化是非常大的，因而要求机器必须能适应这种工作条件，才能充分发挥机器的能力，提高工作效率。即必须具备：负载不大时，机器的出力和转速可以充分发挥；当遇到很大的负载或超负载时，应保证机器不受损坏，机器出力被限制在一定的范围内，甚至处于停止状态，这种特性称为“挖掘机的机械特性”。挖掘机特性曲线如图1-1。

单斗挖掘机的机械特性有下垂的特点，当负载小于截止转矩 M_j 时，挖掘机有较高的工作速度；当负载大于 M_j 时，机器的速度很快下降，当负载达到堵转转矩 M_d 时，机器被迫完全停止作业，只有撤出超载区（ $M_j \sim M_d$ ）机器才可正常作业。

2. 挖掘机对电控系统的要求

电动挖掘机的机械转动是采用直流电动机作为动力源的，因此实现挖掘机的特性，实际上是如何实现电动机的这一特性。发电机电压的大小和方向决定了传动机构直流电动机

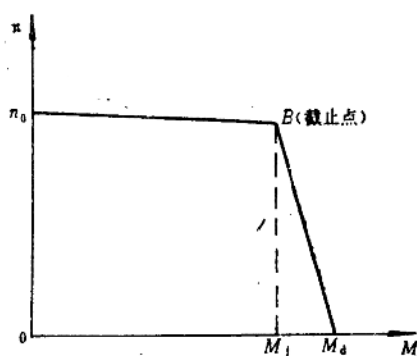


图 1-1 挖掘机机械特性曲线

的转速和方向，只要控制发电机励磁电流的大小和方向，也就控制了挖掘机的工作状态，而挖掘机对电控的要求也就是对发电机的控制要求。

为适应挖掘机的这种特性要求，常见的有三种发电机激磁方式，即三绕组激磁发电机、磁放大激磁发电机、可控硅激磁发电机。

第二章 三绕组电动挖掘机电气

第一节 三绕组电动挖掘机电气设备

三绕组挖掘机是一种复杂的大型机械，送电、工作、停电等操作都需要多种高低压电器设备来完成。因此，在讲解电气结构与工作原理之前，有必要先介绍一下有关挖掘机上的电气元件与设备等作用与结构。

一、高压电器设备

1. 高压电缆

高压电缆是电动挖掘机向输电网取得高压电能的电源传输设备。由于电动挖掘机经常移动，故多采用软橡胶电缆。目前，一般使用LLCH型三相四线电缆， 25mm^2 （或UG3×25、UGEH3×16）三相高压橡胶电缆，其额定电压为6000V。对电缆应严格进行试验，即进行50周、15kV电压试验，确认合格后方可使用。

为了使电缆保持正常运行，必须经常的对电缆线路进行维护，及时发现和解决运行中的故障，保证输电的安全可靠。

1) 检查、维护事项

（1）电缆在运行中检查以下内容：

- ① 电缆线路的温升是否超过允许值；
- ② 电缆外部是否有裂胶处；
- ③ 接地线是否折断、腐蚀、生锈及接触不良等。

（2）维护内容：

- ① 选择好电缆的停放位置，不能距工作面太近，避免放炮时岩石滚下砸坏电缆；
- ② 电缆不应从装车方向前边穿过铁道，防止挖掘机装车时掉下岩石砸坏电缆，如必须在前边放置电缆时，可将电缆放置在枕木头下，这样可防止直接砸伤电缆；
- ③ 电缆穿越铁道时，须将枕木空下挖200mm（距离轨底），然后再穿过电缆并加上覆盖保护物；
- ④ 电缆盘放在电缆车上时，盘放的直径不小于电缆直径的20倍；在挖掘机牵引走行时，电缆能自由滑下不受阻挂，避免电缆被拉断；
- ⑤ 在挖掘机下部的电缆，应防止被机械油浸，否则将会损坏电缆的绝缘强度；
- ⑥ 挖掘机在水区工作时，应避免电缆在水中浸泡，必要时须用木架将电缆架空。电缆长期水浸会使绝缘降低而造成漏电、短路等事故。

2) 检查、维护电缆时的注意事项：

- ① 在移动电缆时，必须带绝缘橡胶手套，或用电缆钩子调整电缆，雨天时必须穿绝缘靴子；
- ② 在作业过程中如发现电缆有裂口漏线等，必须进行绝缘处理或火补；
- ③ 在更换电缆时，必须将接头、接地线紧固并接触良好，如电柱端无地线端子，可

将电缆地线线头包好并弯回头绑扎在电缆上。

2. 高压电缆接线箱

接线箱是挖掘机用来引入高压电源的接线设备。它由3个装在底板上的瓷瓶组成，零线接在接地螺栓上，外部由一个半圆形铁罩作防护，其结构如图2-1。

3. 高压集电环

1) 结构: 高压集电环又称三相集电环，是将接线箱引来的高压电由下座架引到回转台上部的导电设备。它由3个同心、直径不等的钢环与3个电刷借助绝缘瓷瓶固定在下机座和回转台上，是滑动接触的导电设备。其作用是：挖掘机不论转到任何位置均能保证供给电源。其结构如图2-2。

高压电能是由下机座的高压接线箱引入电缆到集电器上。集电器固定在下机座上，共有三组。

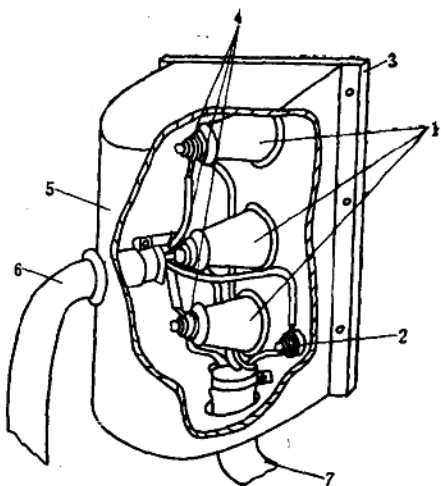


图 2-1 电动挖掘机电缆接线箱结构图

1—绝缘瓷瓶；2—接地螺栓；3—底座；4—接线端子；5—外壳；6—进线电缆；7—集电环引入电缆

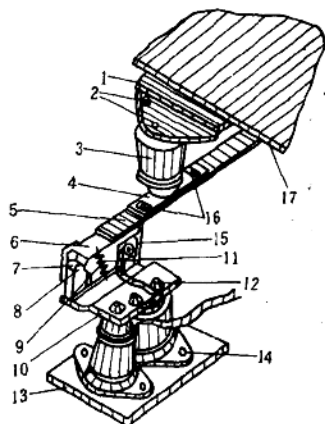


图 2-2 高压集电环结构

1—固定瓷绝缘子的平板；2—固定瓷绝缘子的螺栓；3—瓷绝缘子；4—固定瓷绝缘子于汇流环的平板；5—汇流环；6—电刷和汇流环的接触面；7—电刷支架（集电靴）；8—轴销；9—弹簧支柱；10—电刷架底板；11—电刷的压紧弹簧；12—电刷架固定螺栓；13—固定电刷瓷绝缘子的平板；14—固定电刷瓷绝缘子平板的螺栓；15—接线板；16—支撑垫片；17—回转机架的下底板

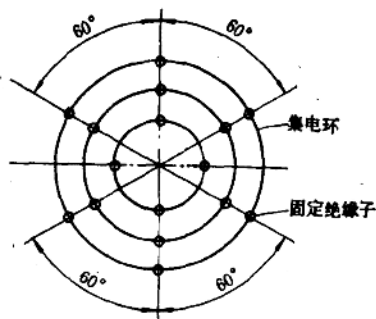


图 2-3 集电环与固定瓷绝缘子装配示意

三个不同直径的集电环也是由瓷绝缘子固定在上机座底部，内环由4个瓷绝缘子支持。中外环因直径较大由6个瓷绝缘子支持固定，环的截面为 $18 \times 50\text{mm}$ ，第一环的半径为 1100mm 、第二环 900mm 、第三环 700mm 。集电环与瓷绝缘子固定示意图如图2-3。

2) 集电环的维护：集电环与集电靴是滑动装置，挖掘机作业时集电装置就受到机械的作用力，因而很容易出现故障，必须细心维护，才能安全运转。每月必须检查1~2次，

在月检或大中修中更应详细的检查。

(1) 检查高压集电环时, 必须作好下列准备工作:

- ① 检查高压集电环必须两人同时进行;
- ② 以对牌制方法进行, 拉开挖掘机电源开关、电柱电缆头开关, 并由一人看管;
- ③ 确认停电后, 另一人准备检查, 携带好对牌和接地线及经试验合格的绝缘手套、照明灯(电筒和信号灯)等工具。

(2) 在进行工作时, 从方轴或三节轴下边进入下机座架底下, 打开位于中心轴后边下座的检查孔。这时, 先戴好绝缘手套, 用接地线一端先接地, 用另一端对3个集电环进行放电后, 将接地线搭到三相集电环上, 短路接地。然后, 将身体伸入到集电环内部进行检查。检查内容有:

① 应细致的检看固定集电靴瓷瓶的头部是否有裂纹(这种情况是经常发生的, 因为集电靴偏心的装置在瓷绝缘子上, 使瓷绝缘子的头受到很大的弯曲作用)。如果裂纹不能及时发现, 在运转中, 则瓷绝缘子头部折断, 集电靴掉下, 将会造成接地故障;

② 集电环和集电靴的磨损情况(不得少于原厚度的50%)和电缆芯线在集电靴上固定的情况;

③ 集电环的固定情况;

④ 清除集电靴瓷绝缘子上的油泥和集电环上的油泥, 清除油泥后再涂上些黄干油, 保持集电环的润滑;

⑤ 在检查清扫后, 再复查一下有无错误。确认无误后, 退出身体, 查点工具, 撤掉三相短路接地线, 盖好盖子, 再带好停电牌联系送电。

4. 高压配电箱

高压配电箱俗称高压柜, 是用来控制高压主电机和动力变压器电源的电气设备。箱内用金属隔板分成两部分, 前部安装有高压隔离开关, 油开关和高压熔断器, 后面下部分别安装有交流低压配电箱。盘上有低压控制电器, 低压总开关, 各部辅助电动机的磁力起动器和自动空气开关, 控制总激励、接触器线圈回路的继电器和室内外照明控制开关等。

在高压配电箱的前壁, 设有高压隔离开关的联动装置、油开关的联动装置等。

1) 高压隔离开关。高压隔离开关也叫断路器, 其作用是在检修高压设备(更换高压熔断丝、清扫油开关接触子等)时隔离高压电源, 保证工作安全。这种设备没有消弧装置, 故它不能切断带有负荷的电路, 只有在油开关断开后才能进行拉断或合闸。如在带负荷的情况下拉、合闸断路器, 会在它的触头处形成很大的弧光, 引起相间弧光短路, 造成高压短路事故, 因此只有在无负荷条件下才可闭合或切断。其构造如图2-4。

隔离开关的工作过程如图2-5所示, 绝缘子经杠杆联接手柄, 当手柄在上推位置时, 是隔离开关刀闸与电路接通位置, 当手柄向下搬时, 由于杠杆和转向拐轴作用, 使闸刀推离接触子断开电路。在操作过程中, 这个开关还带动前门联锁机构同时动作, 以确保在合闸后高压门不能随意打开, 保证安全。

2) 油开关。挖掘机的主电动机启动时, 因使用高压且负荷很大, 采用一般消弧装置是不行的。为了安全运行, 往往把开关放在油箱中, 所以又叫它为油开关。三绕组挖掘机的油开关装在高压配电箱的前下部, 其额定电压为6000V, 交流50周波。DN₂-6型油开关特征如下: 为三相高压动力启动装置, 3个极同时装在1个油箱里, 用一横担上下移动进

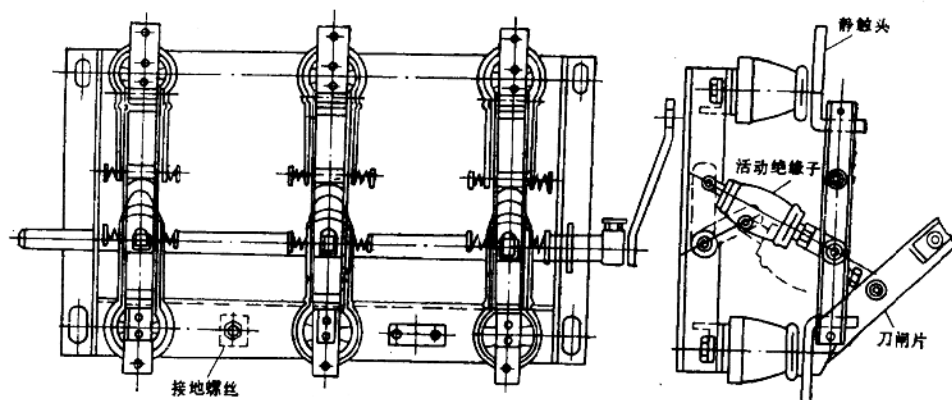


图 2-4 高压隔离开关结构

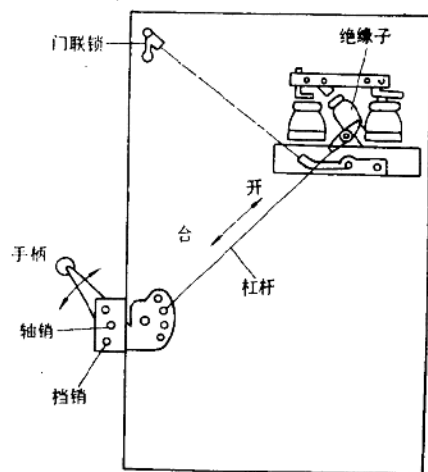


图 2-5 隔离开关联动示意图

行开闭工作。油开关的机构位于油箱盖下，机械联动装置是由突出在盖外的传动轴来传动，轴的末端有杠杆，用来连接传动机构。其结构如图2-6。

关合油开关是用配电箱外部的手轮顺时针旋转 120° ，通过联杆将油箱内的接触子闭合，由传动机构的挂勾来保持油开关在接通状态，保持传动机构的挂勾由失压脱扣线圈来控制，当失压、和挂勾松动时，由于油开关接触子的弹力和可动部分的重力作用，开关自动脱开切断电源。

油开关的开关可靠与否，由轴位机械指示表示。在油箱上装有油标指示器，用于观察油位情况；在油箱的下部装有放油栓；以方便更换油质；油箱上盖用四个折页式螺栓

固定在盖上，可方便的打开油箱进行检修工作；为防止箱盖缝隙漏油，在盖板与油箱间垫有耐油橡胶垫。箱盖上还装有油分离器（也叫瓦斯排放口），这一方面能使油箱中产生的气体排除；另一方面可使被气体带出的油回收并放回油箱（气体是由于开关动作时产生电弧将油电离后产生的）。

3) 高压熔断器

高压熔断器是专门用于保护主变压器过负荷或短路的安全设备。它装在高压侧，多采用瓷管型，因其断弧能力比较强，故不易造成弧光短路。熔丝材料为熔点低的铅锡锌合金（ $200\sim 420^\circ\text{C}$ 熔化）。熔断器熔丝的选择可根据主变压器的容量而定， 20kV 变压器熔丝规格为 3A 。由于熔断器是电气的保护设备，故熔丝选择一定要按规定标准选用，切不可随意加大熔丝容量，或用非熔丝代用，更不能铜铁丝直接联接，否则会造成重大电气

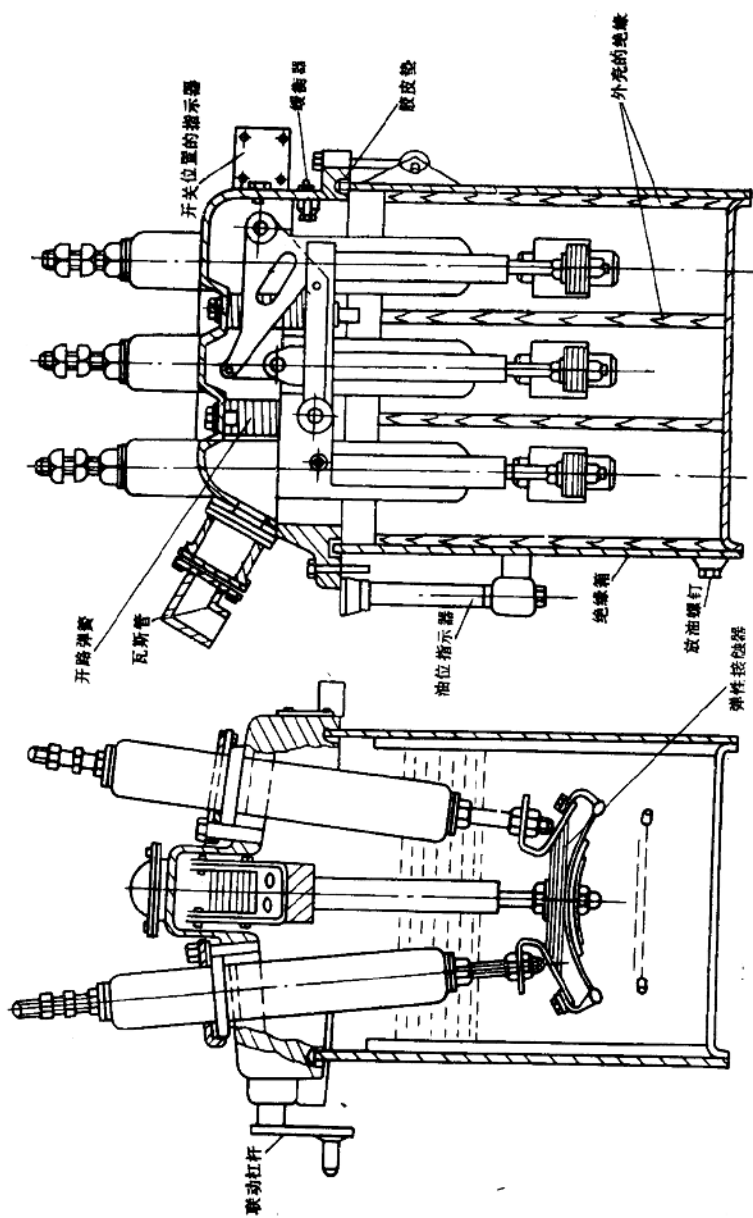


图 2-6 高压油开关结构

事故。

4) 高压主电动机。由于三绕组发电机组的主电动机功率较大 (250kW)，所以采用高压供电方式。为了适应不同电网等级，主电机定子采用双绕组接线方式，以便改接不同电压的电源。

本节介绍的主电动机定子绕组是采用双星形接线，以备3000V或6000V电源应用，内部接线如图2-7。

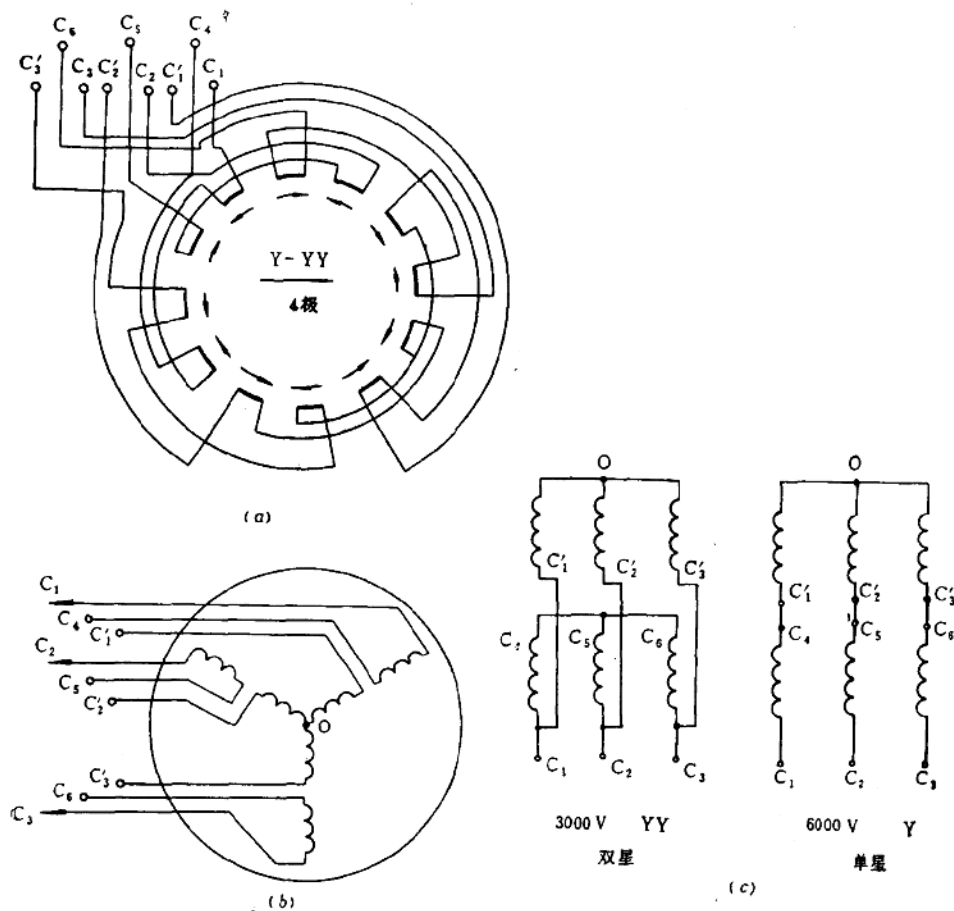


图 2-7 主电动机定子接线
a—内部接线图；b、c—接线原理图

为了改接电压方便，主电机三相绕组由三个双绕组组成，其中一个三相绕组的星点在电机内部已经接好，其余绕组的九个端头引出到机外的接线板上。如若接在3000V电源时，可将接线板上的 C_1 与 C'_1 、 C_2 与 C'_2 、 C_3 与 C'_3 分别接在一起，作电源输入端， C_4 、 C_5 、 C_6 用联接板连在一起作星点，构成双星接线形式。如接在6000V电源时，可将接线板上的 C'_1 与 C_4 、 C'_2 与 C_5 、 C'_3 与 C_6 分别用联接板连在一起，此时电路变为串联单星，而 C_1 、 C_2 、 C_3 接于电源端。端子板接线如图2-8。

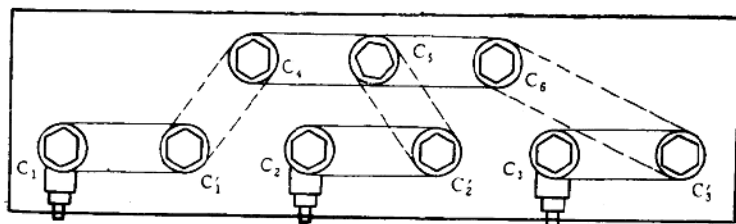


图2-8 主电动机端子接线板

图中实线接法为双星形接线，用于3000V电源上；虚线接法为单星形接线，用于6000V电源上。

这种主电机的结构形式为双笼防护自冷式，定子绝缘为B级，其绝缘电阻为 $6\text{M}\Omega$ 。转子轴为双端输出式，分别用键固定半个对轮，由对轮与提升发电机和回转发电机连接。双鼠笼转子包括两个分开的转子电路（双层绕组），即外鼠笼和内鼠笼两组绕组。这种结构的转子，其外鼠笼同一般异步电动机一样，内鼠笼因启动电感很大，故电动机启动电流小而启动转矩较大。

JS38-4型主电动机技术数据见表2-1。

表 2-1 JS38-4型主电动机技术数据

项 目	技 术 数 据
功率, kW	250
电压, V	6000/3000
频率, Hz	50
电流, A	30/60
转速, r/min	1480
满载时效率, %	90%~91%
满载时功率因数	0.91
起动电流对额定电流倍数	5
最大转矩对额定转矩倍数	2.2
接线方式	1Y/2Y
极 数	4极

5) 主变压器。挖掘机中除机构拖电动机由发电机直接供电外，各辅助电动机和照明电热等用电设备的电源都来自主变压器的二次侧，因此主变压器是电动挖掘机不可缺少的动力电源设备。

为适应不同电网电压，三绕组电动挖掘机的主变压器一次侧也是采用单双星接线方式（图2-9）。JB-20/6型变压器技术数据见表2-2。

图2-9(a)为6000V单星接法，图2-9(b)为3000V双星接法。

这种变压器的二次输出为三相220V，相电压为127V，接线形式为带星点Y₀接法，原理图如图2-10。

该变压器的高压侧绝缘电阻为 $1000\text{M}\Omega$ ，低压侧绝缘电阻不得低于 $500\text{M}\Omega$ ，变压器的温度绕组不得超过 80°C ，油面的温度不得超过 65°C ，油面高度不得低于油标的 $1/3$ 。

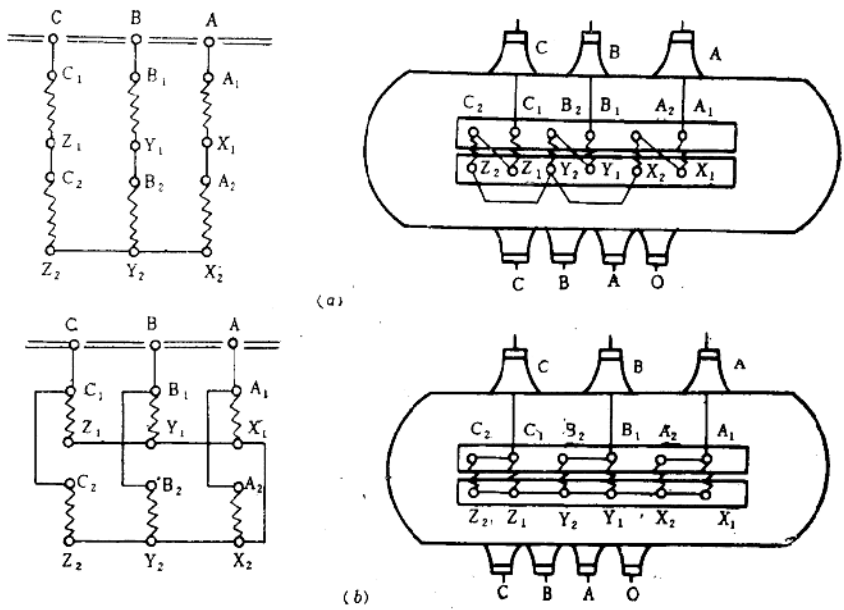


图 2-9 主变压器接线及原理

表 2-2 JB-20/6型变压器技术数据

项 目	数 据	项 目	数 据
型 式	T ₂ M20/6	二次电流, A	52.4
容量, kVA	20	冷却方式	油浸自冷
一次电压, V	6000/3000	允许倾斜角度	12°
一次电流, A	1.92	允许温度变化	± 45°
二次电压, V	220/127	接线型式	Y/Y ₀

二、低压电气设备

三绕组电动挖掘机低压电气包括交、直流电器元件等，由于这些设备都是电动挖掘机不可缺少的控制与拖动装置，下面将分别讲述。

1. 开关

开关在任何电路中都是不可缺少的控制元件，由于工作性质的不同在电动挖掘机上应用了多种类型的开关。

1) 闸刀开关。闸刀开关是手动开关的一种，通常叫刀型开关，是开关中构造最简单的一种电气设备，

用来接通和切断500V以下的电路，允许电流在100A以下。这种开关有三相、单相和单刀等形式。在三绕组电动挖掘机电路中，开底机构使用一个单相开关，无底座也无防护盖，是直接装在直流配电盘上。

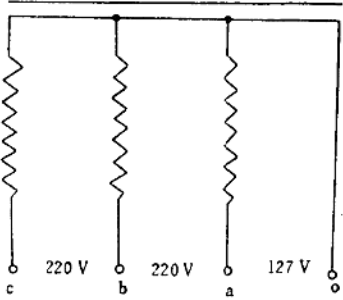


图 2-10 主变压器二次接线

2) 空气开关。自动空气开关也是低压开关的一种, 它的负载能力比刀闸开关大, 并且安全防护也比较好。开关内一般都装有过负荷自动跳闸装置, 也有的装有失压跳闸装置。因此, 这种开关被广泛用于电动挖掘机辅助电机的启动和过负荷保护。根据用途不同, 自动空气开关也做成三相或单相。

空气开关的自动跳闸方式有电磁脱扣、过热脱扣和复式脱扣三种。电磁脱扣一般做短路保护用, 热脱扣做过载保护用, 复式脱扣是兼有上述两种脱扣的作用, 电动挖掘机上大部分应用带热脱扣的空气开关。

热脱扣器的构造是一只双金属片热胀继电器, 发热元件串接在主回路中, 当电路过载时发热元件因电流增大而发热, 使双金属片受热弯曲, 拨动脱扣轴使操作机构动作, 触头跳开, 故可做过载保护用。

三绕组电动挖掘机多采用单极自动开关。由于用途不同, 在电动挖掘机上还有搬倒开关、转换开关等小容量开关设备, 它们大多用于操作。

2. 熔断器

熔断器又叫熔断保险器, 是比较古老的电气保护元件。由于它的结构简单, 故在电动挖掘机上也被用作线路的保护元件, 三绕组电动挖掘机上只在开底电路中装有管式熔断器。这种熔断器的熔丝规格为100A, 在机器运行中需更换熔丝时, 应更换原规格熔丝, 直径不得过大或过小更不能用电线代用。

3. 接触器和继电器

在正常情况下, 接触器和继电器是用来频繁闭合与断开电路的自动控制电器, 其作用与刀闸开关相似, 但这两种电器是电气控制的远方操作元件, 安全可靠, 并有较大的开断能力。

由于电流的种类不同, 接触器和继电器的极数(触头数)、线圈激磁方式及触头的动作方式不同, 也就决定了接触器的构造与性能不同。

接触器与继电器的原理虽然相同, 但由于结构不同, 二者的用途也不同。在低压电器中, 接触器主要承担控制带有负荷的电路, 因此其结构特点是主触点容量大, 一般为5A以上至几百A; 动作频繁; 一般都装有消弧装置。

接触器的接点符号用开口线段表示, 如图2-11(a)、(b)、(c)、(d)。

继电器主要承担控制线路中间继电控制作用, 一般不直接控制负荷电路。其特点是主

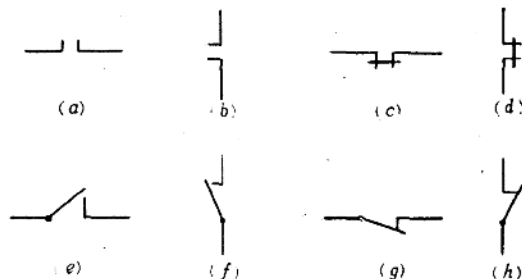


图 2-11 接触器、继电器接点画法

a、b—接触器的常开接点(横、竖不同); c、d—接触器常闭接点; e、f—继电器的常开接点;
g、h—继电器的常闭接点

接点容量小，一般在5A以下（特殊情况也有10A的）；动作不频繁；一般不装消弧装置（特殊容量大的也装）。

继电器的接点符号在图上的画法如图2-11(e)、(f)、(g)、(h)。

1) 交流接触器。交流接触器是交流电气设备的起动控制元件，它和起动按钮组成起动控制电路，可远距离控制电机的运转。

交流接触器虽然型号不同，但其结构基本相似，是由接触器骨架、接触子、电磁线圈、电磁铁等主要部件构成。目前广泛应用CJ系列接触器。

直流接触器消弧比交流接触器要困难一些。直流接触器采用磁吹线圈消弧，在磁吹线圈作用下，主触头断开瞬间产生的电弧弯曲拉长，使空气冷却离子而迅速熄灭电弧。

直流接触器主要用于控制动力直流电路，如电动挖掘机的回转与走行机构的电路转换都要用到直流接触器。

2) 继电器。继电器是一种反映电压、电流、转速、时间、温度等各种物理量变化的电器。当这些物理量达到某一事先调整好的数值时，它开始动作，通过继电器的接点控制接触器或油开关的线圈电路，使主电路接通或断开，因此继电器接点的容许电流是很小的。如果它的接点不能直接闭合或切断主电路，就不能做自动控制电力拖动装置，只能做保护电气网络的中间连锁控制。继电器也有交流和直流之分，以应用于不同电源。

(1) 继电器的主要参数有：

- ① 额定值。制造厂在名牌上规定的电流值或电压值；
- ② 动作值。使继电器开始动作的电流或电压值；
- ③ 整定值。调整好了的动作值（在动作值的调整范围之内）；
- ④ 吸上电压或电流值。使衔铁被吸至完成闭合的最小电流值或电压值；
- ⑤ 返回系数。释放电流（电压）与吸上电流（电压）值之比（小于1）；
- ⑥ 吸上动作时间。从吸引线圈通电时开始到常开触头闭合或常闭触头断开的时间；
- ⑦ 落下动作时间。从吸引线圈断电时开始到常开触头断开或常闭触头闭合的时间。

D-4型三绕组电动挖掘机使用3个继电器，即控制油开关的失压脱扣继电器、回转与走行的转换连锁电压继电器和控制风压的压力继电器。

(2) 失压脱扣继电器也叫零压释放线图，这种继电器本身并不直接带接点，而是通过机械脱扣带动油开关的机械连锁，它实际是一种电压继电器，只有在调整电压内动作。当电源（电网）电压低落在75%以下或停电时，（释放线圈铁心落下，油开关操作机构的挂钩被打翻而脱扣，油开关带动的总激磁接点u断开，使总激磁继电器线圈FLC、KLC断电）使各部机构制动停止作业。

(3) 回转与走行转换连锁电压继电器的整定电压为10V，因此只要工作（行走或回转）它都能动作。通过它的连锁控制保证了单一作业方式（因有时作业未结束可能误转动转换开关，它的作用是使误转换不起作用，保证单一工作方式）。

(4) 控制风泵的压力继电器是用气压的大小来控制风泵接触器的电路的，因此也叫气压调节器。当空压机的气压达到选定值 8kg/cm^2 时由气压将控制接点打开，从而使空压机的控制电路开路，空压机停止工作；当气压减少到选定低压力值 4kg/cm^2 时，由于压力不足，在弹簧的作用下接点被自动闭合接通空压机控制电路，空压机重新充气。

在三绕组电动挖掘机中为了保护风泵电机，提升风扇电机，不受过载或短路的危害，