就业金钥匙

图解版

面向岗位需求 全新图解操作技能

学会一技之长 快速打开就业之门

挖掘机操作工上岗一路通

《就业金钥匙》编委会 组织编写

化学工业出版社

就业金钥匙

图解版

挖掘机操作工上岗一路通

《就业金钥匙》编委会　组织编写

化学工业出版社
·北京·

《挖掘机操作工上岗一路通》是《就业金钥匙》丛书机械行业中的一本。本书从初级挖掘机操作及维修工的实际要求出发，讲解了挖掘机操作和维修的相关知识，主要内容包括：挖掘机操作工基础知识、挖掘机的结构组成、挖掘机的使用与维护、挖掘机的故障检修等。

本书内容通俗易懂，图文并茂，易于掌握，可供初级挖掘机操作及维修技术人员学习，也可供大中专院校相关专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

挖掘机操作工上岗一路通（图解版）/《就业金钥匙》编委会组织编写. —北京：化学工业出版社，2012.8
（就业金钥匙）
ISBN 978-7-122-14768-4

Ⅰ.①挖… Ⅱ.①就… Ⅲ.①挖掘机-操作-基本知识 Ⅳ.①TU621.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 147267 号

责任编辑：贾　娜　　文字编辑：张绪瑞
责任校对：边　涛　　装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号　邮政编码 100011）
印　　刷：北京云浩印刷有限责任公司
装　　订：三河市宇新装订厂
850mm×1168mm　1/32　印张 8¾　字数 232 千字
2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）　售后服务：010-64518899
网　　址：http://www.cip.com.cn
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定　　价：29.00 元　**版权所有　违者必究**

前言

随着城市化进程的加快，越来越多的农村富余劳动力向非农产业转移，如何赋予这部分群体以新技能，引导其转移就业，如何打造新农村建设急需的新人才，为农村发展助力，是社会不容忽视而又亟待解决的问题。素质不高、缺乏就业技能，是制约农村劳动力转移的一大瓶颈。授之以鱼不如授之以渔，掌握一技之能显得尤为重要。

《就业金钥匙》丛书，旨在帮助那些进城务工、转岗就业的学员掌握一技之长。在注重理论培训的同时，更注重提升实际操作技能，提升就业竞争力。本丛书立足技能培训和考证上岗，有针对性地对农民工和下岗人员进行学习指导，涉及机械加工、电工电子、家用电器维修、车辆维修等多个岗位紧俏、薪酬待遇好的工种。

本丛书具有如下特点：

① 全零起点，内容编写采用图解的形式，易学易懂。

② 重点突出操作技能与操作要点，以指导入门人员快速上手为目的。

③ 操作技能步骤清晰、方法可靠。

④ 配有典型的操作实例。

相信通过学习，广大学员可以凭借自己的一技之长，搭上就业的快速列车，为今后顺利步入社会铸造一把“就业金钥匙”。

《挖掘机操作工上岗一路通》是《就业金钥匙》丛书机械行业中的一本。本书从初级挖掘机操作及维修工的实际要求出发，讲解了挖掘机操作和维修的相关知识，主要内容包括：挖掘机操作工基础知识、挖掘机的结构组成、挖掘机的使用与维护、挖掘机的故障检修等。本书内容通俗易懂，图文并茂，易于掌

握，可供初级挖掘机操作及维修技术人员学习，也可供大中专院校相关专业师生参考。

由于编者水平所限，文中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

《就业金钥匙》编委会

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目录

第一章 挖掘机操作工基础知识 1

第一节 电工基础 …… 2
一、直流电路 …… 2
二、电磁的基本知识 …… 4
三、正弦交流电、三相交流电的基本概念 …… 6
四、变压器与三相异步电动机的结构和基本工作原理 …… 11
五、低压电器 …… 13
六、安全用电 …… 24
第二节 液压传动基础 …… 28
一、基本知识 …… 28
二、液压元件 …… 42
三、液压基本回路 …… 56
第三节 机械传动 …… 56
一、机械传动概述 …… 56
二、带传动 …… 59
三、齿轮传动 …… 61
四、轴承 …… 63

第二章 挖掘机的结构组成 69

第一节 挖掘机简介 …… 70
一、挖掘机概述 …… 70
二、挖掘机的基本结构 …… 70
三、挖掘机的分类 …… 70
四、挖掘机的主要参数 …… 71

五、挖掘机械的工作过程 …… 76
第二节　挖掘机的构造及原理 …… 82
一、单斗液压挖掘机的总体结构 …… 82
二、挖掘机动力系统 …… 83
三、挖掘机的工作装置 …… 90
四、挖掘机的回转装置 …… 96
五、挖掘机转台的布置 …… 100
六、挖掘机的行走装置 …… 103
第三节　挖掘机的电控系统 …… 109
一、电了监控系统 …… 109
二、电子功率优化系统 …… 111
三、工作模式控制系统 …… 114
四、自动怠速装置 …… 116
五、电子油门控制系统 …… 116
六、挖掘机电子控制系统的故障自诊 …… 120
第三章　挖掘机的使用与维护　123
第一节　挖掘机安全知识 …… 124
一、安全标示牌 …… 124
二、操作前须知 …… 127
三、操作时的安全事项 …… 128
四、完成作业 …… 130
五、运输安全 …… 131
六、检修与维护安全须知 …… 132
第二节　挖掘机正确使用 …… 138
一、液压挖掘机的磨合及行走 …… 138
二、柴油机的启动、运转及熄火 …… 143
三、液压挖掘机基本操作方法 …… 147
四、液压挖掘机特殊工况下的作业 …… 151

五、破碎锤作业机构的使用 …… 152
第三节　挖掘机的维护保养 …… 158
一、维护保养注意事项 …… 158
二、电气系统维护保养注意事项 …… 160
三、液压系统维护保养注意事项 …… 161
四、易损件和关键零件的定期更换 …… 162
五、维护保养内容 …… 164

第四章　挖掘机的故障检修　173

第一节　挖掘机的故障诊断方法 …… 174
一、概述 …… 174
二、故障诊断的条件和内容 …… 174
三、获取故障信息的方法 …… 175
四、故障分析方法 …… 176
五、故障处理原则 …… 176
第二节　挖掘机故障诊断与排除 …… 178
一、挖掘机常见故障诊断与排除 …… 178
二、挖掘机典型故障诊断分析 …… 192
第三节　故障排除实例 …… 198
一、小松 PC220-5 型发动机机油压力不正常故障的诊断与排除 …… 198
二、小松 PC220-5 型发动机机油泵故障的诊断与排除 …… 201
三、小松 PC300-3 型挖掘机回转装置故障的诊断与排除 …… 203
四、小松 PC200-5 型挖掘机斗杆油缸活塞杆不能缩回故障的诊断与排除 …… 205
五、小松 PC200-5 型挖掘机回转故障的诊断与排除 …… 207

六、小松 PC220-5 型挖掘机行走跑偏故障的诊断与排除 …… 211
七、小松 PC220-5 型挖掘机铲斗缸和左行走马达工作无力故障的诊断与排除 …… 212
八、小松 PC200-6 型挖掘机斗杆回路故障的诊断与排除 …… 214
九、小松 PC710-5 型挖掘机回转制动故障的诊断与排除 …… 216
十、小松 PC300-6 型挖掘机左行走和斗杆挖掘机无力故障的诊断与排除 …… 219
十一、小松 PC200-5 型挖掘机发动机控制系统故障的诊断与排除 …… 222
十二、日立 EX100 挖掘机中心回转接头漏油故障的诊断与排除 …… 225
十三、日立 EX100 型挖掘机无行走高速挡故障的诊断与排除 …… 227
十四、日立 EX200 型挖掘机电气故障的诊断与排除 …… 228
十五、日立 UH-171 型挖掘机动臂能起不能落故障的诊断与排除 …… 230
十六、日立 UH-181 型挖掘机液压系统故障的诊断与排除 …… 232
十七、日立 EX200 型挖掘机 OLSS 控制系统故障的诊断与排除 …… 238
十八、日立 EX-200-2 型挖掘机主泵伺服变量原理及故障的诊断与排除 …… 242
附 表 常用液压图形符号（摘自 GB/T 786.1—1993） 247
参考文献 …… 267

就业金钥匙

第一章

挖掘机操作工基础知识

第一节 电工基础

一、直流电路

1. 电路

电流流过的回路叫做电路，又称导电回路。最简单的电路，是由电源、负载、导线、开关等元器件组成。电路导通叫做通路。只有通路，电路中才有电流通过。电路某一处断开叫做断路或者开路。如果电路中电源正负极间没有负载而是直接接通叫做短路，这种情况是决不允许的。另有一种短路是指某个元件的两端直接接通，此时电流从直接接通处流经而不会经过该元件，这种情况叫做该元件短路。开路（或断路）是允许的，而第一种短路决不允许，因为电源的短路会导致电源、用电器、电流表被烧坏。

2. 基本物理量

（1）电流

电荷有规则的移动就形成了电流。

① 电流方向。按照规定，导体中正电荷运动的方向为电流的方向，实际上在金属导体中电流的方向与自由电子定向移动的方向相反。

② 电流强度。在单位时间内通过导体任一截面的电量为电流强度，简称电流，用字母“I”表示，电流的基本单位为安培（A）。电流又分成直流电流和交流电流两大类。凡方向不随时间变化的电流都可称为直流电流。大小、方向都不随时间变化的电流叫稳恒电流，简称直流电。凡大小、方向都随时间作周期性变化的电流叫交变电流或交流电。

（2）电阻

导体对电流的阻碍作用叫电阻。用符号“R”表示，电阻的基本单位是欧姆 Ω（欧）。线电阻的计算

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

$$R=\rho\times\frac{L}{S}$$

式中 L——导线的长度，m；

S——导线的横截面积，mm^2；

ρ——电阻率，$\Omega\cdot mm^2/m$。

电阻率是指温度为20℃时，长1m、横截面积$1mm^2$的导体的电阻值。

电阻串联是将电阻依次首尾连接，组成无分支的电路。其等效电阻等于各串联电阻之和，即

$$R=R_1+R_2+R_3$$

电阻并联是将电阻两端分别连接在一起的方式，其等效电阻比每一个电阻都小，其倒数等于各电阻倒数之和，即

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$$

若有n个相同的电阻R_0并联在一起，则等效电阻$R=R_0/n$。

（3）电源、电动势和电压

电源是向外提供电能的装置，如发电机、电池等。电源的两端分别积聚着正电荷和负电荷，具有向外提供电能的能力。电源具有电动势（E），单位为V，E是表示电源供电能力的物理量。E的方向规定为：在电源内部从负极指向正极。

电流流过负载时，在负载两端测得的电压又称负载电压降（U）。U的方向规定从正极指向负极。

E和U的主单位是伏特（V），常用的倍数单位有千伏（kV）、毫伏（mV）和微伏（μV）。

（4）欧姆定律

设一个电阻R上的电压降（电压）为U，其中流过的电流为I，则各量之间的关系为

$$U=IR$$

（5）电功与电功率

电流所做的功叫电功，用符号A表示。单位时间内电流所做

的功叫电功率（P），P 的计算公式为

$$P=UI$$

P 的单位为瓦特（W），以及千瓦（kW）、毫瓦（mW）。

二、电磁的基本知识

1. 电流的磁效应

1820 年，丹麦科学家奥斯特发现，在电流周围也存在磁场。在通电导线周围磁针发生偏转，其偏转方向与导线中电流的流向有关，这种现象称为电流的磁效应。

电流产生磁场。电流产生的磁场方向可用安培定则（即右手螺旋定则）来判断：

① 直线电流产生的磁场方向，如图 1-1(a) 所示。右手握住导线，使大拇指指向电流方向，则四指弯曲的指向即为磁场方向。

② 通电线圈产生的磁场方向，如图 1-1(b) 所示。右手握住线圈，使四指弯曲方向指向电流方向，则大拇指的指向即为磁场方向。

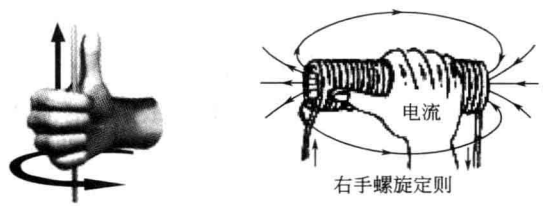

图 1-1　磁场方向的判断

2. 磁场对电流的作用

(1) 通电导体在磁场中所受作用力的大小

通电导体在磁场中所受作用力的大小，可用下述数学式表示

$$F=BIL\sin\alpha$$

式中　F——导体受的力，N；

B——磁感应强度，T；

I——导线中电流的大小，A；

L——导线在磁场中的有效长度，m。

也就是说，感应强度越大，导体中的电流越大，磁场中的导体有效长度越长，则导体所受到的电磁力就越大。

（2）通电导体在磁场中所受作用力的方向

通电导体在磁场中所受的作用力的方向与磁场的方向和通过导体的电流方向有关，三者之间的关系可用左手定则来确定。如图1-2所示，伸开左手，让拇指与四指垂直并在同一平面内，让磁力线穿过手心，四指指向电流方向，拇指所指的方向就是通电导体所受的电磁力的方向。

由左手定则可知，要想改变导体受力方向，可通过改变导体电流方向或磁场方向来实现。

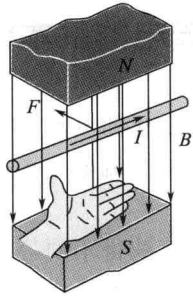

图1-2　左手定则

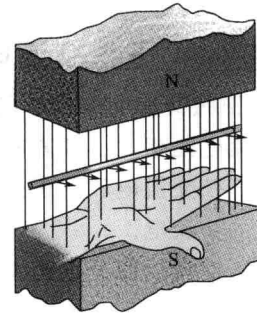

图1-3　右手定则

3. 电磁感应

从电流的磁效应中了解到，电流可以产生磁场，很自然会想到磁能否转化为电？当处于磁场中的导体相对磁场作切割磁力线的运动时，或穿过线圈的磁通发生变化时，在导体或线圈中都会产生电动势；如果导体或线圈是闭合电路的一部分，那么导体或线圈中将产生电流，把这种现象称为电磁感应，把电磁感应产生的电动势称为感应电动势。由感应电动势在闭合电路中产生的电流称为感应

电流。

导体在恒定磁场中运动时，其感应电动势的大小，可用下式进行计算

$$E=BLu\sin\alpha$$

式中 L——导体在磁场中的长度，m；

u——导体切割磁力线的速度，m/s；

α——导体运动方向与磁力线的夹角；

E——导体的感应电动势，V。

导体中感应电动势的方向，可用右手定则来判定，如图 1-3 所示。平伸右手，拇指与四指垂直，掌心正对磁场 N 极，使拇指指向运动方向，则四指指向为感应电动势方向。

在应用中，常用楞次定律判断感应电动势的方向，应用法拉第电磁感应定律计算感应电动势的大小。

三、正弦交流电、三相交流电的基本概念

1. 正弦交流电的基本概念

交流电是指大小和方向随时间作周期性变化的电流。交流电又可分为正弦交流电和非正弦交流电两类。正弦交流电是指按正弦规律变化的交流电。

由于交流电便于远距离输送，借变压器可获得不同等级交流电压，通过整流又可获得直流电。另外，交流电气设备比直流电气设备构造简单、造价低廉，坚固耐用，维修方便，所以，广泛应用于现代工农业及交通通信事业中。

正弦交流电通常是由交流发电机产生的，当转子磁场转动时，定子线圈因切割磁力线而产生感应电动势，由于转子磁极与定子所形成的气隙分布特意做成不均匀，以达到气隙中磁通密度的分布按正弦的规律变化，这样，在线圈中产生的感应电动势，必须也按正弦规律变化。

正弦交流电的基本参量见表 1-1。

表 1-1 正弦交流电的基本参量

参量	解　　释
最大值	交流电在变化中出现的最大瞬时值称为最大值(或称峰值、振幅)。分别用大写字母 E_m、U_m、I_m 表示。最大值有正有负,习惯上都以绝对值表示,最大值是正弦交流电的三要素之一
周期	交流电每变化一次所需的时间称为周期。用字母 T 表示,单位为秒(s)
频率	交流电在 1s 内变化的次数为频率。用字母 f 表示,单位为赫兹(Hz)。我国使用的交流电频率为 50Hz,周期为 0.02s。习惯上将 50Hz 称为工频
角频率	又称角速度,是指交流电在 1s 内变化的电角度,用字母 ω 表示,单位为弧度/秒(rad/s)。在 $e=E_m\sin\alpha$ 中,角度 α 的大小反映着感应电动势的大小和方向,这种以电磁关系来计量交流电变化的角度称为电角度。α 与 ω 之间的关系可用下列公式表示 $\omega=\alpha/t \quad \alpha=\omega t$
初相角	把线圈刚开始转动瞬时($t=0$ 时)的相位角称为初相角,也称初相位或初相,用 ϕ 表示。初相角也是正弦交流电的三要素之一
相位差	称两个同频率正弦交流电的相位差为相位差。实际即为初相位之差

由 $e=E_m\sin(\omega t+\phi)$ 知，当正弦交流电的最大值 E_m、角频率（或频率或周期）ω 和初相角确定后，该正弦交流电的变化情况就可完全确定，因此称这三个量为正弦交流电的三要素。

纯电阻电路：与直流电路相同，欧姆定律、功率计算公式完全适用。

纯电感电路：电压超前电流 90°，电压、电流之间的关系如下

$$\frac{U_L}{I_L}=\omega L=X_L$$

式中　X_L——感抗，欧姆（Ω）；

ω——电源角频率，弧度/秒（rad/s）；

L——电感，亨（H）。

纯电容电路：电流超前电压 90°，电压电流之间的关系如下

$$\frac{U_C}{I_C}=\frac{1}{\omega C}=X_C$$

式中　X_C——容抗，欧姆（Ω）。

C——电容，法拉（F）、微法（μF）、皮法（pF）。

纯电阻电路、纯电感电路和纯电容电路电流与电压的大小关系与相量关系见表 1-2。

表 1-2 纯电阻电路、纯电感电路和纯电容电路电流与电压的大小关系与相量关系

项目 \ 电路形式		纯电阻电路	纯电感电路	纯电容电路
对电流的阻碍作用		电阻 R	感抗 $X_L=\omega L$	容抗 $X_C=1/\omega C$
电流和电压间的关系	大小	$I=U/R$	$I=U/X_L$	$I=U/X_C$
	相位	电流电压同相	电压超前电流 90°	电压滞后电流 90°

2. 三相交流电的基本概念

(1) 三相交流电的定义及优点

通常把三相电动势、电压和电流统称为三相交流电。三相对称交流电动势是指同时作用有三个大小相等、频率相同、初相角互差 120°的电动势。

三相交流电的优点有：

① 远距离输电时比单相能节约铜 25%。

② 三相发电机和变压器的结构和制造复杂，但性能优良可靠，维护方便。

③ 三相交流电动机比单相电动机和直流电动机结构简单，坚固耐用，维护使用方便，运转平稳。

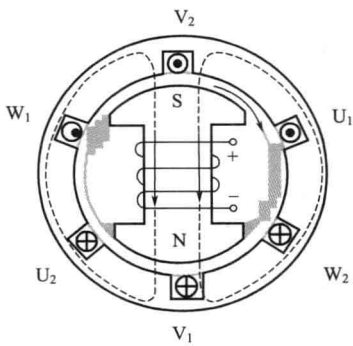

图 1-4 三相交流发电机原理图

(2) 三相交流电动势的产生

三相交流电动势由三相交流发电机产生，其示意图如图 1-4 所示。它主要由转子和定子构成。转子是电磁铁，其磁极表面的磁场按正弦规律分布，定子中嵌有三个彼此相隔 120°、匝数与几何尺寸相同的线圈（分别用 U_1-

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com