

油库

YOUKU

DIANQI KONGZHI JISHU
DUBEN

电气控制技术

读本

吴云 主编
佟仕忠 金太东 副主编



化学工业出版社

油库

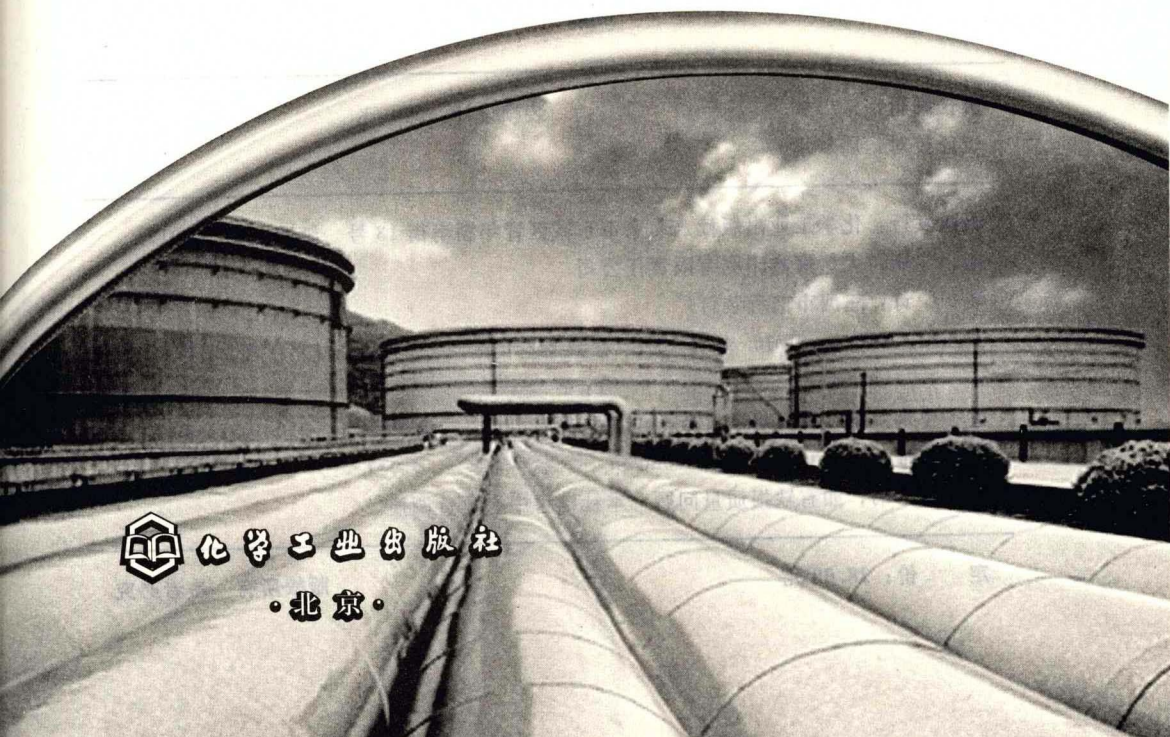
YOUKU

DIANQI KONGZHI JISHU
DUBEN

电气控制技术

读本

吴云 主编
佟仕忠 金太东 副主编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

油库电气控制技术读本/吴云主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 5
ISBN 978-7-122-02712-2

I. 油… II. 吴… III. 油库-电气控制-基本知识
IV. TE972

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第057980号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 周梦华

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 242 千字 2008 年 8 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

近年来我国石油、化工行业发展十分迅速，在油库的建设中越来越多地使用着各种电气设备，而且电气设备的更新换代步伐也逐渐加快。由于油库对防火防爆的高标准与严要求，合理、安全地使用与维护电气设备是保证人身与财产安全以及油库正常运行的关键因素。本书注意结合我国石化行业实际情况，在广泛收集材料的基础上，立足油库现状，尽可能依据新标准、新规范进行阐述。编写中力求结合生产实际，突出应用，尽可能做到通俗易懂，便于自学。

全书内容分为七章。

第1章介绍了常用电工材料、常用电工工具和电气工程图的识别。

第2章介绍了常用低压电器的结构、工作原理、型号、用途及使用方法等有关知识，为正确选择和合理使用打下了基础。

第3章介绍了油库中使用的主要电力与动力设备。

第4章介绍了供配电系统的概况。主要内容为变、配电所主接线及其各自特点与应用；变电所主要高低压电气设备的工作原理、代表符号、型号、结构与主要功能；油库变、配电所的布置与设计基础。

第5章介绍了油库安全用电及防爆。包括触电的危险性、接地与接零保护、防雷保护、静电的危害及消除、防爆电气设备选型等内容。

第6章介绍了油库用仪表及维护。

第7章主要介绍三相异步电动机软启动器的原理、特征和应用，还介绍了变频器的基本结构、工作原理、使用、操作和维护中应该注意的问题，以及软启动器和变频器在油库收发油作业中的应用。

全书第1章由吴云、佟仕忠编写，第2章由刘权中、金英一编写，第3章由单海欧、金英一编写，第4章由王天施编写，第5章由吴云、金英一编写，第6、7章由金太东、杜明娟编写。全书由吴云主编，佟仕忠、金太东副主编。在本书的编写过程中，得到了许多同志的大力支持与协助，在此表示感谢。

由于时间所限，书中难免存在不足之处，恳请读者提出宝贵意见。

编者

2008年4月

化学工业出版社自动化类图书

工业过程控制技术——方法篇（“十五”国家重点图书）	78.00
工业过程控制技术——应用篇（“十五”国家重点图书）	65.00
仪表工手册（二版）	118.00
石油化工自动控制手册（三版）	138.00
仪表工程施工手册	98.00
仪表常用数据手册（二版）	70.00
流量测量方法和仪表的选用	60.00
流量测量节流装置设计手册（二版）	68.00
新型流量检测仪表	45.00
现场总线控制系统应用实例	36.00
现场总线控制系统原理及应用	49.00
先进控制技术应用实例	45.00
ERP系统的需求量化分析及实现案例	42.00
流程工业制造执行系统	38.00
可编程序控制器原理及应用技巧（二版）	30.00
集散控制系统原理及应用（二版）	32.00
集散控制系统及其应用实例	28.00
仪表及自动化入门	18.00
过程自动检测与控制技术	20.00
过程控制系统及工程（二版）	30.00
过程控制装置（二版）	48.00
控制系统分析、设计和应用——MATLAB语言的应用	30.00
过程分析仪样品处理系统技术（译）	95.00
在线分析仪表维修工必读	55.00
控制阀工程设计与应用	38.00
调节阀使用与维修	28.00
调节阀应用 1000 问	45.00
仪表工试题集（二版）——控制仪表分册	35.00
仪表工试题集（二版）——现场仪表分册	32.00
仪表工试题集（二版）——在线分析仪表分册	48.00
系统辨识与建模（附光盘）	45.00
基金会现场总线功能块原理及应用	35.00
信息技术词典	45.00
XDPS 分散控制系统	60.00
CENTUM CS1000 集散控制系统	35.00

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录，或者更多的专业图书信息，请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著，请与编辑联系。

地址：北京市东城区青年湖南街 13 号（100011）

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）

编辑：010-64519262

目 录

第 1 章 基本知识	1
1.1 常用电工材料	1
1.1.1 绝缘材料	1
1.1.2 导电材料	2
1.1.3 磁性材料	6
1.2 常用电工工具	7
1.2.1 通用工具	7
1.2.2 专用工具.....	10
1.3 电气工程图的识别.....	14
1.3.1 图形、符号.....	15
1.3.2 电气系统图.....	15
1.3.3 二次接线图.....	15
1.3.4 电气平面图.....	19
第 2 章 低压电器	23
2.1 刀开关.....	23
2.1.1 开启式刀开关.....	23
2.1.2 封闭式刀开关.....	24
2.1.3 隔离开关.....	24
2.1.4 组合开关.....	25
2.2 主令电器.....	26
2.2.1 控制按钮.....	26
2.2.2 行程开关.....	27
2.2.3 主令控制器.....	27
2.3 接触器.....	28
2.3.1 交流接触器.....	28

2.3.2	直流接触器	29
2.3.3	接触器的主要技术参数	31
2.3.4	接触器的选用	31
2.3.5	接触器的常见故障及排除	32
2.4	控制继电器	32
2.4.1	控制继电器的结构特点和分类	33
2.4.2	电磁式控制继电器的选用	33
2.4.3	控制继电器的维护和检修	34
2.4.4	热继电器的使用与维护	34
2.4.5	时间继电器	36
2.4.6	中间继电器	40
2.4.7	信号继电器	41
2.5	照明分类及灯具	41
2.5.1	概述	41
2.5.2	照明的分类	41
2.5.3	照明灯具	42
2.5.4	白炽灯的安装	42
2.5.5	日光灯及其安装	44
2.5.6	高压汞灯及其安装	45
2.5.7	低压安全灯的使用	47
第3章	电力与动力设备	48
3.1	防爆电动机	48
3.1.1	防爆电动机的基础知识	48
3.1.2	防爆电动机的使用与维护	51
3.2	输配电线路	53
3.2.1	输配电线路用的电线电缆	53
3.2.2	配电电缆截面的选择	58
3.2.3	低压线路的配线	64
第4章	供配电系统	68
4.1	供配电系统概述	68
4.1.1	电力系统	68
4.1.2	供配电系统	69
4.2	变、配电所主接线	70
4.2.1	线路-变压器组单元接线	70

4.2.2	单母线接线	70
4.2.3	桥式接线	72
4.3	变电所主要电气设备	73
4.3.1	变压器	73
4.3.2	高压断路器	77
4.3.3	低压断路器	80
4.3.4	高压隔离开关	81
4.3.5	高压负荷开关	82
4.3.6	熔断器	84
4.3.7	互感器	87
4.3.8	避雷器	92
4.4	油库变、配电所的布置与设计	94
4.4.1	建筑位置	94
4.4.2	建筑结构	94
4.4.3	室内布置	96
第5章	油库安全用电及防爆	100
5.1	触电的危险性及带电作业	100
5.1.1	触电的危险性	100
5.1.2	带电作业	101
5.2	接地与接零保护	102
5.2.1	保护接地	102
5.2.2	保护接零	103
5.2.3	保护接零与重复接地	104
5.2.4	工作零线与保护零线	105
5.2.5	系统的接地形式	107
5.2.6	接地电阻测量仪	109
5.3	防雷保护	112
5.3.1	防雷装置	112
5.3.2	防雷接地	114
5.4	油库防静电	116
5.4.1	静电的危害	117
5.4.2	油品产生静电的机理	117
5.4.3	静电灾害的消除	118
5.5	防爆电气设备	119

5.5.1	燃烧与爆炸简述	119
5.5.2	防爆电气设备	120
5.5.3	防爆电气设备及可燃气体、蒸气的温度组别	120
5.5.4	各防爆电气设备的防爆原理及标志	121
5.6	爆炸危险场所等级的划分	124
5.6.1	爆炸危险场所的等级划分及危险场所等级区域的划分	124
5.6.2	与爆炸危险区域相邻场所等级的划分	127
5.7	防爆电气设备选型	127
5.8	防爆工艺安装要求	130
5.8.1	通用要求	130
5.8.2	钢管与电缆的布线	131
5.9	一般防爆安全知识	138
5.10	油库防爆电气设备的检修	139
5.10.1	概述	139
5.10.2	一般性检修	139
5.10.3	专业性检修	140
5.10.4	送工厂检修	140
5.10.5	隔爆型设备的检验标准	140
5.10.6	检修时的要求和注意事项	140
第6章	油库用仪表及维护	142
6.1	常用电工仪表介绍	142
6.1.1	电表	142
6.1.2	万用表	146
6.1.3	兆欧表	151
6.1.4	钳形电流表	152
6.2	配电盘仪表及应用	153
6.2.1	常用直读式电工仪表的构造及原理	153
6.2.2	配电盘上的仪表及其应用	156
第7章	三相异步电动机的软启动器及变频器在油库收发 油作业中的应用	158
7.1	三相异步电动机的软启动器	158
7.1.1	软启动器的特征	158
7.1.2	软启动器的应用	160
7.2	变频器在油库收发作业中的应用	161

7.2.1 交流调速种类	161
7.2.2 变频器的容量计算	165
7.2.3 变频器的使用操作	171
7.2.4 变频器的使用与维护	178
7.2.5 无级调速加油系统的应用	179
附录一 常用 YB 系列电动机的主要技术数据	187
附录二 常用 YB2 系列电动机的主要技术数据	190
参考文献.....	193

第 1 章

基 本 知 识

1.1 常用电工材料

1.1.1 绝缘材料

(1) 绝缘材料的主要性能

绝缘材料又称电介质，它在直流电压作用下，只有极微小的电流通过，其电阻率（亦称电阻系数）大于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

绝缘材料的主要作用是隔离带电的或不同电位的导体，使电流能按预定的方向流动。绝缘材料大部分是有机材料，其耐热性、机械强度和寿命比金属材料低得多。因此，绝缘材料是电工产品中最薄弱的环节，许多故障都发生在绝缘部分。

各种绝缘材料都具有不同的特性，在修理电机和电器时必须合理地选用。固体绝缘材料的主要性能指标有以下几项。

① 击穿强度 绝缘材料在高于某一数值的电场强度的作用下，会被损坏而失去绝缘性能，这种现象称为击穿。绝缘材料被击穿时的电场强度称为击穿强度，单位为 kV/mm 。

② 绝缘电阻 绝缘材料的电阻率虽然很高，但在一定电压的作用下，总有微小电流通过，这种电流称为泄漏电流。泄漏电流由两部分组成，一部分流经绝缘材料内部，另一部分沿绝缘材料表面流动。

通常用表面电阻率和体积电阻率两项指标表明材料的绝缘性能，对同一种绝缘材料，由于温度不同或表面状态（水分、污物等）不同，绝缘电阻值也会有很大的差异。随着温度的升高，体积电阻值将下降。绝缘材料受潮后，体积电阻值和表面电阻值都会降低。绝缘材料表面积污，其表面电阻值也要下降。

③ 耐热性 电机电器在运行过程中，其内部的绝缘材料长期在热态下工作，所以选用的绝缘材料必须具有一定的耐热性能。根据各种绝缘材料的耐热性能，规定了它们在使用过程中的最高温度，以保证电工产品的使用寿

命，避免使用时温度过高而加速绝缘材料的老化。电工绝缘材料按其允许最高温度分为 7 个耐热等级，如表 1-1 所示。

表 1-1 绝缘材料的耐热等级和允许最高温度

等级代号	耐热等级	允许最高温度/℃	等级代号	耐热等级	允许最高温度/℃
0	Y	90	4	F	155
1	A	105	5	H	180
2	E	120	6	C	>180
3	B	130			

④ 机械强度 根据各种绝缘材料的具体要求，相应规定抗张、抗压、抗弯、抗剪、抗撕、抗冲击等各种机械强度指标。

(2) 绝缘材料的种类和型号

电工绝缘材料分气体、液体和固体三大类。固体绝缘材料按其应用或工艺特征，又可划分为 6 类，如表 1-2 所示。

表 1-2 固体绝缘材料的分类

分类代号	分 类 名 称	分类代号	分 类 名 称
1	漆、树脂和胶类	4	层压塑料类
2	浸渍纤维制品类	5	云母制品类
3	层压制品类	6	薄膜、粘带和复合制品类

为了全面表示固体电工绝缘材料的类别、品种和耐热等级，用四位数字来表示绝缘材料的型号。

第一位数字为分类代号，以表 1-2 中的数字代号表示。

第二位数字表示同一分类中的不同品种。

第三位数字为耐热等级代号。

第四位数字为同一种产品的顺序号，用以表示配方、成分或性能上的差别。如 1031 和 1032，同属 B 级的浸渍漆，但 1031 为丁基酚醛醇酸漆，1032 为三聚氰胺醇酸漆。

由于云母的种类较多，除白云母以外的其他云母制品还要在四位数字的后面加一位数字，1 表示粉云母制品，2 表示金云母制品，如 5438-1 表示环氧玻璃粉云母带，5450-2 表示有机硅玻璃金云母带。

1.1.2 导电材料

(1) 线材

导电材料大部分是金属，其特点是：导电性能好，有一定的机械强度，

不易氧化和腐蚀，容易加工和焊接。

铜和铝是最常用的导电材料，常制成线材使用，下面分别介绍铜和铝的特性。

① 铜 铜的导电性能好，在常温时有足够的机械强度，具有良好的延展性，便于加工，化学性能稳定，不易氧化和腐蚀，容易焊接，因此广泛用于制造电机、变压器和各种电器的线圈。

纯铜，俗称紫铜，含铜量为 99.5%~99.95%。根据材料的软硬程度，分为硬铜和软铜两种。铜材经过压延、拉制等工序加工后，硬度增加，称作硬铜。通常用作机械强度要求较高的导电零部件。硬铜经过退火处理后，硬度降低，即为软铜。软铜的电阻系数也比硬铜小，故适宜制作电机、变压器和各类电器的线圈。

在产品型号中，铜线的标志是“T”，“TY”表示硬铜，“TR”表示软铜。

② 铝 铝的导电率约为铜的 62%，但由于它的密度只有铜的 33%，而且铝的资源丰富，价格便宜，在铜材紧缺时，铝材是最好的代用品。由于铝导线的焊接比较困难，必须采取特殊的焊接工艺。

电机和变压器上使用的铝是纯铝，含铝量为 99.5%~99.7%。由于加工方法不同，也有硬铝和软铝之分。用作电机、变压器线圈的大部分是软铝。

在产品型号中，铝线的标志是“L”，“LY”表示硬铝，“LR”表示软铝。

(2) 电线与电缆

① 裸电线和裸导体制品 这类产品只有导体部分，没有绝缘和护层结构。按产品的形状和结构，分为圆单线、软接线、型线和裸绞线四种。修理电机电器时经常用到的是软接线和型线。

a. 软接线。软接线是由多股铜线或镀锡铜线绞合或编织而成的，其特点是柔软、耐振动、耐弯曲。常用品种见表 1-3。表中除 TRZ-1、TRZ-2 两种是扁线外，其余均为圆线。

b. 型线。型线是非圆形截面的裸电线。常用品种见表 1-4。

② 电磁线 电磁线是指应用于电机电器及电工仪表中，作为绕组或元件的绝缘导线。常用电磁线的导电线芯有圆线和扁线两种，目前大多数采用铜线，少数采用铝线。

常用的电磁线有漆包线和绕包线两类。

a. 漆包线。漆包线的绝缘层是漆膜，广泛用于中小型电机及微电机、

表 1-3 常用软接线品种表

名 称	型 号	主 要 用 途
裸铜电刷线/软裸铜电刷线	TS	供电机、电器线路连接电刷用
	TRS	
裸铜软绞线	TRJ	供移动式电器设备连接线之用,如开关等
	TRJ-3	供要求较柔软的电器设备连接线之用,如接地线、引出线等
	TRJ-4	供要求特别柔软的电器设备连接线之用,如可控硅的引线等
软裸铜编织线	TRZ-1	供移动式电器设备和小型电炉连接线之用
	TRZ-1	

表 1-4 常用型线品种表

类别	名称	型号	主 要 用 途
扁线	硬扁铜线	TBY	适用于电机电器、安装配电设备及其他电工制品
	软扁铜线	TBR	
	硬扁铝线	LBY	
	软扁铝线	LBR	
母线	硬铜母线	TMY	适用于电机电器、安装配电设备及其他电工制品,也可作输配电的汇流排
	软铜母线	TMR	
	硬铝母线	LMY	
	软铝母线	LMR	
铜带	硬铜带	TDY	适用于电机电器、安装配电设备及其他电工制品
	软铜带	TDR	
铜排	梯形铜排	TPT	供制造直流电机换向器

干式变压器及其他电工产品。常用的有缩醛漆包线、聚酯漆包线、聚酯亚胺漆包线、聚酰胺酰亚胺漆复合包线和聚酰亚胺漆包线等五类。

b. 绕包线。绕包线是用玻璃丝、绝缘纸或合成树脂薄膜等紧密绕包在导电线芯上,形成绝缘层,也有在漆包线上再绕包绝缘层的。除薄膜绝缘层外,其他的绝缘层均须经胶粘绝缘漆浸渍处理,以提高其电性能、力学性能和防潮性能,所以它们实际上是组合绝缘。绕包线一般用于大中型电工产品。根据绕包线的绝缘结构,可分为纸包线、薄膜绕包线、玻璃丝包线及玻璃丝包漆包线三类。

③ 电机电器用电线电缆 电机电器用电线电缆品种很多,电机修理时常用的有电机电器引接线、电焊机用电缆及潜水电机用防水橡套电缆三种系

列。其基本结构是由线芯、绝缘层及护层三部分组成。

a. J 系列电机电器引接线。J 系列电机电器引接线常用的品种有 JBQ、JBF、JBHF、JBYH、JFEH 及 JHXG6 等。其第二个字母表示用于配套产品的绝缘等级,第三、四两个字母表示绝缘护套的特征。

b. YH 系列电焊机用电缆。这种系列电缆专供一般环境中使用的电焊机二次侧接线及连接电焊钳用。这种电缆的耐热性能良好、柔软、耐弯曲,并有足够的机械强度,其防护层有一定的耐气候性、耐油和耐腐蚀性。电焊机用电缆有 YH 型铜芯电缆和 YHL 型铝芯电缆两种,工作电压均为 200V 以下,长期最高工作温度 65°C 。YH 型的规格为 $10\sim 150\text{mm}^2$,YHL 型的规格为 $16\sim 185\text{mm}^2$ 。

c. YHS 系列潜水电机用防水橡套电缆。此系列的电缆有良好的电气和密封性能,能长期浸在水中使用。另外电缆具有柔软、耐弯曲、重量轻的特点。目前这种电缆都采用铜芯,工作电压为 500V,长期最高工作温度为 65°C 。

(3) 电机用电刷

电刷是用石墨粉末或石墨粉末与金属粉末混合压制而成的。按其材质不同,分为石墨电刷、电化石墨电刷和金属石墨电刷三类。

选择电刷时,要考虑电刷的技术特性及运行条件,主要注意以下几个问题:

a. 接触电压降 接触电压降是电流通过电刷、接触点薄膜、换向器或集电环的电压降。每一种电刷的接触电压降都有其极限值。如果超过了极限值,滑动接触点的电功率损耗将过大,并引起电刷过热。接触电压降高的电刷适用于高电压、换向困难的直流电机,低的适用于低电压、电流大的直流电机。交流电机的集电环采用数值低的较为合适。

b. 摩擦系数 摩擦是电刷发热的原因之一。电刷的摩擦情况通常用摩擦系数来衡量。高速电机宜选用摩擦系数较小的电刷。

c. 电流密度 每种电刷都有其额定电流密度。当电流密度超过额定值时,由于发热过大,摩擦系数增大,极易引起火花,甚至电机不能正常运行。但是,电刷的电流密度也不宜选得过低,以免增加电刷的数量,导致摩擦损耗增大。

d. 圆周速度 当圆周速度超过允许的最大值时,带入电刷与换向器或集电环之间的空气薄层,使接触电压降急剧增加,摩擦系数急剧降低,并使电刷运行不稳定,容易产生火花。随着圆周速度的增加,电刷的磨损也不同程度地增加。电化石墨电刷和石墨电刷适用于圆周速度高的电机,金属石墨

电刷适用于圆周速度低的电机,对于换向困难的特殊高速直流电机、圆周速度为 90m/s 以上的汽轮发电机和圆周速度为 70m/s 以上的直流电机,必须选用特殊的电刷。

e. 施于电刷上的单位压力 施于电刷上的单位压力也有一个最佳范围。施于同一台电机各个电刷上的单位压力应力求均匀,以免引起各个电刷的电流密度不均匀而引起个别电刷过热或火花增大。常用电刷的主要技术特性及运行条件如表 1-5 所示。

表 1-5 常用电刷的主要技术特性及运行条件

型号	一对电刷触电压降/V	摩擦系数不大于	额定电流密度/(A/cm ²)	最大圆周速度/(m/s)	使用时允许的单位压力/Pa
s-3	1.9	0.25	11	25	$2 \times 10^4 \sim 2.5 \times 10^4$
s-6	2.6	0.28	12	70	$2.2 \times 10^4 \sim 2.4 \times 10^4$
D104	2.5	0.20	12	40	$1.5 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4$
D172	2.9	0.25	12	70	$1.5 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4$
D207	2.0	0.25	10	40	$2.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4$
D213	3.0	0.25	10	40	$2.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4$
D214	2.5	0.25	10	40	$2.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4$
D215	2.9	0.25	10	40	$2.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4$
D252	2.6	0.25	15	45	$2.0 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4$
D308	2.4	0.25	10	40	$2.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4$
D309	2.9	0.25	10	40	$2.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4$
D374	3.8	0.25	12	50	$2.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4$
J102	0.5	0.20	20	20	$1.8 \times 10^4 \sim 2.3 \times 10^4$
J164	0.2	0.20	20	20	$1.8 \times 10^4 \sim 2.3 \times 10^4$
J201	1.5	0.25	15	25	$1.5 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4$
J204	1.1	0.20	15	20	$2.0 \times 10^4 \sim 2.5 \times 10^4$
J205	2.0	0.25	15	35	$1.5 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4$
J203	1.9	0.25	12	20	$1.5 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4$

1.1.3 磁性材料

各种物质在外界磁场的作用下,都会呈现出不同的磁性,根据磁性的强弱,可分为强磁性和弱磁性两类。工程上实用的磁性材料都属于强磁性物质。磁性材料按其特性不同,分为软磁材料和硬磁材料(又称永磁材料)两大类。

(1) 软磁材料

软磁材料的主要特点是磁导率高、剩磁弱。这类材料在较弱的外界磁场作用下,就能产生较强的磁感应强度,而且随着外界磁场的增强,很快就达到磁饱和状态,当外界磁场去掉后,它的磁性就基本消失。常用的有电工用纯铁和硅钢板两种。

① 电工用纯铁 电工用纯铁的电阻率很低,一般只用于直流磁场,常用的型号有 DT₃、DT₄、DT₅ 和 DT₆ 几种。

② 硅钢板 硅钢板的主要特性是电阻率高,适用于各种交变磁场。

硅钢板分为热轧和冷轧两种。冷轧硅钢板又有单取向和无取向之分。单取向冷轧硅钢板的磁导率与轧制方向有关,沿轧制方向的磁导率最高,与轧制方向垂直的磁导率最低。无取向冷轧硅钢板的磁导率没有方向性。常用的热轧硅钢板有 DT₂₁、DT₂₂、DT₂₃、DT₃₂、DT₄₂ 和 DT₄₃ 几种,常用的单取向冷轧硅钢板有 Q₃、Q₄、Q₅ 和 Q₆ 几种。常用的无取向冷轧硅钢板有 W₂₁、W₂₂、W₃₂ 和 W₃₃ 几种。电机电器上常用的硅钢板厚度有 0.35mm 和 0.5mm 两种,前者多用于各种变压器和电器,后者用于各种交直流电机。

(2) 硬磁材料

硬磁材料的主要特点是剩磁强。这类材料在外界磁场的作用下,不容易产生较强的磁感应强度,但当其达到磁饱和状态以后,即使把外界磁场去掉,它还能在较长时间内保持较强的磁性。对硬磁材料的基本要求是剩磁强、磁性稳定。目前电机工业上用得最普遍的硬磁材料是铝镍钴合金,常用的有 13 号、32 号、52 号和 60 号铝镍钴及 40 号、56 号和 70 号铝镍钴软合金,主要用来制造永磁电机和微电机的磁极铁芯。

1.2 常用电工工具

1.2.1 通用工具

(1) 电笔

电笔是用来检查低压导体和电气设备外壳是否带电的辅助用具。其检测电压范围为 60~500V。电笔常做成钢笔式结构,前端是金属探头,内部依次装接氖泡、安全电阻和弹簧。弹簧与后端外部的金属部分相接触,使用时手应触及金属部分。

当用电笔测试带电体时,带电体经电笔、人体到大地形成通电回路,只