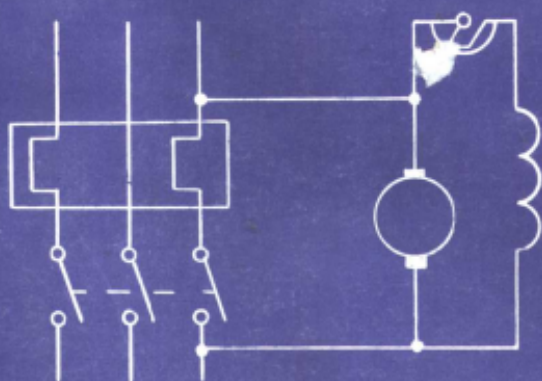


造船厂技校教材

船舶电工工艺学



哈尔滨工程大学出版社

责任编辑 张植朴

封面设计 李晓民

ISBN 7-81007-744-9



9 787810 077446 >

ISBN 7-81007-744-9
U · 52 定价:18.40 元

内 容 简 介

本书共分二篇十六章。第一篇为七章,主要结合造船实际,详细地介绍了电工材料、船舶电气安装原则、工艺要求和方法、相关工种基础知识等内容,可操作性强。第二篇为九章,详细地介绍了低压电器、船舶照明、电力拖动线路、发电机和船内通讯等船舶重要电气设备的电气原理、调试方法及注意事项,由浅入深,便于理解。

本书根据教学特点,充分注意教材的系统性、完整性,文字简洁易懂,结合实际工艺流程,力求达到学以致用目的。本书既可作为技工学校船电类专业的教材,也可以作为中专、青工培训及青工自学的参考资料或教材。

船舶电工工艺学

陆顺希 蔡宗霖 编

责任编辑 张植朴

哈尔滨工程大学出版社出版发行

新华书店经销

哈尔滨工程大学印刷厂印刷

开本 787 mm×1092 mm 1/16 印张 23.5 插页 1 字数 586 千字

1996年12月第1版 1996年12月第1次印刷

印数:1~4 000册

ISBN 7-81007-744-9

U·52 定价:18.40元

船舶电工工艺学

船舶技术教材编委会

主任 韩 发

委员 韩 发 葛新辉 胡建忠 任 生

张 铜 倪绍灵 何亚利 林柱传

金仲达 朱春元 汪 建

船舶技校教材编写组

基础课专业组	主编	胡建忠	副主编	汪 建
船体装配专业组	主编	葛新辉	副主编	魏东海
船舶电焊专业组	主编	任 生	副主编	周雅莺
船舶电工专业组	主编	倪绍灵	副主编	卢建明
船舶钳工专业组	主编	张 铜	副主编	竺维伦
船舶管系专业组	主编	何亚利	副主编	叶 平
船舶木塑专业组	主编	汪 建	副主编	曹建民

本书编者 陆顺希 蔡宗霖

本书主审 王大元

哈尔滨工程大学出版社

前 言

技工学校担负着为企业培养中级技术工人的重任,其教学质量的高低影响到企业工人队伍素质和经济效益的提高。

中国船舶工业总公司所属技工学校大多数建立或恢复于“七五”期间。当时主要工种的教学内容,基本上停留在传统的造船工艺水平上,与 80 年代迅猛发展起来的新的造船工艺存在着明显的差距。在教学安排上的忽视技能训练,技校毕业生走上生产岗位后表现出独立工作能力不强。为解决这一问题,总公司于 1987 年在首届船舶总公司技工学校校际协作会上明确提出技工学校教学改革方向,一是培养目标为中级技术工人,二是将原来的理论和实习教学的课时从 1:1 变为 3:7,突出技能培训,增强学生的动手能力。并于 1989 年重新颁发了船舶类五大工种的教学计划及大纲,1992 年成立了船舶总公司技工学校教材编写委员会。在编委会的领导下,由于各专业组主编、副主编和编审者努力工作,哈尔滨工程大学出版社及有关学校给予了大力支持,我们船舶工业系统技工学校第一批系统教材正式面世了,它必将对船舶工业技工学校的发展起到积极的推动作用。

这套教材包括船体装配工、船舶电焊工、船舶钳工、船舶电工、船舶管系工、船舶木塑工六大工种进行中级工培训的基础课、专业课和技能训练的教材。教材编写以工人技术等级标准为依据,以企业的生产技术现状为基础,突出对技校学生操作技能的培养,力求做到学用结合,改变以往技工培训教材内容偏多、偏难、学用脱离的情况。船舶行业特有工种有 80 多个,不可能每个工种都统一编写教材,这套教材的出版,无疑只是起个样板的作用,各技工学校可以参照这套教材编写其它工种的教材或讲义。同时,由于各企业的生产技术不一,这套教材也很难做到所有内容都适合各企业的培训要求,各企业的学校、教育部门可以根据技术等级标准和企业的生产技术要求,对教材内容进行删减和补充。这套教材同样适合在职工人的中级工培训。

由于整个成书过程比较仓促,与以前教材相比,内容变化较大,加上组织工作经验不够,编写水平有限,缺点和错误在所难免,敬请专家和教育工作者批评指正,以利再版时改正

编委会

1995 年 6 月

编者的话

本书基本上按中船总公司 1990 年版“船舶电工工艺教学大纲”略作修改编写而成。

从事技工学校教学工作多年,深感长期以来缺少一本适用于船舶电工专业的完整而系统的工艺教材,因此给教学工作带来了极大的困难。编者在本书中,力求结合造船实际,按工厂生产施工的实际工艺流程进行编写,以求尽力达到学以致用目的。

本书共分二篇六章。第一篇船舶电气安装工艺由电工材料、船舶电气安装件、电气安装的内场准备工作、船舶电气安装工艺要求、电缆敷设及密封工艺、切割接线工艺要求及相关工种基础知识等七章组成。第二篇船舶电气原理与调试由低压电器、照明系统原理和调试、船舶辅助机械电力拖动概述与控制原理、船舶舱室机械的电力拖动、起锚系统装置的电力拖动、船舶起重装置的电力拖动、舵机装置的电力拖动、船舶电站的调试及船内通讯系统等九章组成。文字力求简明易懂,并充分注意教材的系统性和完整性。

本书由陆顺希主编,其中第二篇的第三、第四、第五、第六、第七章由蔡宗霖执笔,主审为王大元。

本书在编写过程中曾得到有关部门的领导和工厂的热情支持和大力帮助,同时曾在四个船电班、二个高中船电班及二个船员电工培训班中试用。本书除可供技工学校船电专业作为教材外,也可用于船电类专业的中专、青工培训,及青工自学的参考资料或教材。

由于时间紧促,水平有限,编写中难免有疏漏错误或不妥之处,希望采用此教材的同志与读者多提宝贵意见,以便再版时修正。

目 录

第一篇 船舶电气安装工艺

第一章 电工材料	1
第一节 导电材料.....	1
第二节 绝缘材料.....	8
第三节 磁性材料	15
第四节 其它材料	16
第二章 船舶电气安装件	21
第一节 船用电缆	21
第二节 电缆紧固件	37
第三节 电缆贯穿件	42
第四节 设备支架	48
第五节 接地及接地材料	56
第三章 电气安装的内场准备工作	65
第一节 熟悉图纸及工艺文件	65
第二节 设备支架及电缆完整件准备	66
第三节 设备配套	67
第四节 主干电缆表册的编制及电缆备料	68
第五节 电工施工及测试工具	71
第四章 船舶电气安装工艺要求	73
第一节 设备的定位及安装	73
第二节 蓄电池安装	80
第三节 天线制造与安装	82
第四节 电缆线路的选择	84
第五节 电缆贯穿件及电缆完整件的选择和装焊	84
第五章 电缆敷设及密封工艺	91
第一节 主干电缆敷设	91
第二节 局部电缆敷设	92
第三节 油船的电缆敷设	93
第四节 电缆的整理与紧固	94
第五节 电缆贯穿件的密封	98
第六章 切割接线工艺要求	101
第一节 电缆引入设备及紧固.....	101

第二节	芯线长度的确定及护套切割	103
第三节	芯线端头处理	106
第四节	芯线的捆扎与接线	110
第五节	高频电缆切割接线	112
第六节	电线电缆的连接	112
第七节	锡焊基本工艺	115
第七章	相关工种基础知识	118
第一节	钳工操作技术	118
第二节	电焊操作技术	140
第三节	气割操作技术	142

第二篇 船舶电气原理与调试

第一章	低压电器	146
第一节	低压开关	146
第二节	熔断器	153
第三节	接触器	155
第四节	继电器	159
第五节	主令电器	166
第六节	自动空气断路器	172
第二章	照明系统原理和调试	174
第一节	船舶照明光源种类和灯具形式	174
第二节	照明系统及其配电方式	178
第三节	船舶照明系统调试及故障检查	182
第四节	航行灯信号系统原理和调试	187
第三章	船舶辅助机械电力拖动概述与控制原则	195
第一节	船舶辅助机械电力拖动概述	195
第二节	电力拖动的基本控制原则	195
第三节	电动机的时间原则控制应用实例	197
第四节	电动机的电流原则控制应用实例	199
第五节	电动机的转速原则控制应用实例	200
第六节	电动机的行程原则控制应用实例	201
第七节	几种常用控制原则的优缺点	202
第八节	简单的继电—接触器控制系统实用电路	203
第四章	船舶舱室机械的电力拖动	207
第一节	泵、风机和空压机的电气控制	207
第二节	船舶制冷系统的电气控制	209
第三节	船舶空调系统的电气控制	214
第四节	船舶辅助锅炉的电气控制	217

第五章 起锚系统装置的电力拖动	226
第一节 概述.....	226
第二节 起锚系统装置的直流电力拖动.....	229
第三节 起锚系统装置的交流电力拖动.....	234
第六章 船舶起重装置的电力拖动	244
第一节 概述.....	244
第二节 起货机直流电力拖动的原理和调试.....	246
第三节 起货机交流电力拖动原理及调试.....	257
第七章 舵机装置的电力拖动	267
第一节 舵机装置概述.....	267
第二节 单动舵机的工作原理与调试.....	271
第三节 随动舵机的工作原理与调试.....	276
第四节 自动舵简介.....	285
第八章 船舶电站的调试	296
第一节 主配电板.....	296
第二节 直流电站调试.....	303
第三节 交流电站调试.....	309
第四节 电站负荷试验设备.....	324
第五节 小型柴油机电系的调试.....	328
第六节 船舶蓄电池供电系统调试.....	337
第九章 船内通讯系统	347
第一节 音响信号设备及警铃系统.....	347
第二节 火警报警系统.....	349
第三节 电话系统.....	353
第四节 船舶操纵传令钟.....	358
第五节 船舶航行信号设备.....	360
附录 电工系统常用电器、电机符号	364

第一篇 船舶电气安装工艺

第一章 电工材料

第一节 导电材料

一、导电材料

能够用以传输电能的金属材料一般称为导电材料。

用作导电材料的金属,应具有较高的导电性、足够的机械强度、不易氧化、不易腐蚀、容易加工和焊接等特性,同时还要考虑资源情况。一般金属材料均具有导电性,其中最常用的金属导电材料是银、铜、铝和铁。

铜是最早广泛使用的导电材料,它的导电性和机械性能均比铝好。在电阻相同的情况下,铝线的截面比铜线大 1.68 倍,但重量只为铜线的 54%。由于铝的资源丰富,价格便宜,因此除对导体尺寸和机械性能有特殊要求的场合外,可以用铝作导电材料。

各种材料的电阻率见表 1.1-1。

二、导电材料的应用

导电材料的应用非常广泛,下面仅作简单介绍。

1. 裸导线

(1) 圆线

表 1.1-1 各种材料的电阻率

名 称	电 阻 率 ^① ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	名 称	电 阻 率 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
铝	0.029	银	0.016
铍	0.059(0℃)	锑	0.405
钨	0.053	钛	0.47(25℃)
铁	0.10	碳	13.76
金	0.023	铬	0.131
铌	0.063	锌	0.061
镍	0.070	硬铝	0.0335
锡	0.113	黄铜	0.08
铂	0.110	康铜	0.49
汞	0.958	铜镍合金	0.33
铅	0.208	白铜	0.42

表 1.1-1(续)

名 称	电 阻 率 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	名 称	电 阻 率 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
锰镍铜合金	0.43	松香	10^{28}
高镍铜	0.45	聚苯乙烯	10^{21}
硅	1100(0℃)	硫	10^{21}
钯	0.107	硬橡胶	10^{22}
镁	0.044	石蜡	3×10^{22}
锰	0.05	安装电线的铜线芯	0.184
铜	0.017	铜圆线、扁线、母线、硬	0.0179~0.0182
铝	0.054	软	0.01754
石墨	8.0	工业用铜、硬棒	0.0179
石棉	10^{12}	软棒	0.01748
电木	10^{15}	H62 黄铜、铸造的	0.072
云母(片)	10^{19}	软的	0.065
瓷	2×10^{19}	安装电线的铝线芯	0.0310
火漆	5×10^{19}	铝圆线、线、母线	0.0295
虫胶	10^{20}	工业用铝	0.027~0.030
		(含 A 199.5%)	

① 对金属,表列数值是指温度 18~20℃ 时纯金属及合金的电阻率,对绝缘体,表列数值是指在温度 18~20℃ 时电阻率的近似值。

圆线分为圆铜线、圆铝线、铝合金圆线等,具有较好的抗拉强度,主要用作架空线及电缆的导电线芯。

(2) 绞线

绞线有铜绞线、铝绞线、钢芯铝绞线等,它们的导电性能和机械性能都较好,其中的钢芯铝绞线的拉断力比铝绞线大一倍左右,主要适用于低压或高压的架空电力线路。

(3) 型线

型线有扁铜线、扁铝线等,其结构形状为矩形,主要用于电机或电器的线圈或绕组。

(4) 软接线

软接线有铜电刷线、铜软绞线、铜编织线、铜线编织线等。

铜电刷线由多股铜线或镀锡铜线绞制而成,柔软、耐振动、耐弯曲,主要用于电刷连接线。

铜软绞线质地柔软,如用镀锡铜丝绞制而成,其具有较高的抗腐蚀性,可用作接地线、整流器和可控硅的引出线、通讯设备的发射和接收天线、电气部件连接线等。

铜编织线用于小型电炉和电气设备连接线。

铜线编织线用于汽车、拖拉机蓄电池连接线。

2. 电磁线

电磁线又称漆包线,是一种具有绝缘层的金属线,用以绕制线圈或绕组。其作用是通过电流产生磁场,或切割磁力线产生电流,实现电能和磁能的相互转换。

电磁线的型号编制方法见电(D)135—66《电线电缆产品型号编制方法》的规定命名,型号中汉语拼音代号的含义见表 1.1-2。漆包线的品种、型号和主要用途见表 1.1-3。铜漆包线的规格及安全载流量见表 1.1-4。

表 1.1-2 电磁线型号中的汉语拼音代号含义

绝 缘 层				导 体		派 生
绝 缘 漆	绝缘纤维	其他绝缘层	绝缘特征	导体材料	导体特征	
Q 性油漆	M 棉纱	V 聚氯乙烯	B 编织	L 铝线	B 扁线	-1 薄漆层
QA 聚氨酯漆	SB 玻璃丝	YM 氧化膜	C 醇酸胶 粘漆浸渍	TWC 无磁 性铜	D 带(箔)	-2 厚漆层
QG 硅有机漆	SR 人造丝		E 双层		J 绞制	
QH 环氧漆	SJ 天然丝		G 硅有机胶 粘漆浸渍		R 柔软	
QQ 缩醛漆	Z 纸		J 加厚			
QXY 聚酰胺酰亚 胺漆			N 自粘性			
QY 聚酰亚胺漆			F 耐冷性			
QZ 聚酯漆			S 彩色			
QZY 聚酯亚胺漆						

举例: QZL-1 聚酯漆, 铝线——薄漆层、薄漆层聚酯漆包铝线。

QZJBSB 聚酯漆, 绞制、编织、玻璃丝、中频绕组线。

SBELCB 玻璃丝, 双层、铝线、醇酸胶粘漆浸渍、扁线、双玻璃丝包扁铝线。

表 1.1-3 漆包线的品种、型号及主要用途

类别	产 品 名 称	型 号	规格 * (mm)	耐温等级 (°C)	主 要 用 途
油性漆包线	油性漆包圆铜线	Q	0.02~2.50	A(105)	中频、高频线圈及仪表电器的线圈
缩醛漆包线	缩醛漆包圆铜线	QQ-1 QQ-2	0.02~2.50	E(120)	普通中小电机、微电机绕组和油浸变压器的线圈、电器仪表用线圈
	缩醛漆包圆铝线	QQL-1 QQL-2	0.06~2.50		
	彩色缩醛漆包圆铜线	QQS-1 QQS-2	0.02~2.50		
	缩醛漆包扁铜线	QQB	a 边 0.8~5.6 b 边 2.0~18.0		
	缩醛漆包扁铝线	QQLB	a 边 0.8~5.6 b 边 2.0~18.0		
聚氨酯漆包线	聚氨酯漆包圆铜线 彩色聚氨酯漆包圆铜线	QA-1 QA-2	0.015~1.00	E(120)	要求 Q 值稳定的高频线圈、电视线圈和仪表用的微细线圈

表 1.1-3(续)

类别	产品名称	型 号	规格*(mm)	耐温等级 (℃)	主要用途
聚酯漆包线	聚酯漆包圆铜线	QZ-1	0.02~2.50	B(130)	通用中小电机的绕组、干式变压器和电器仪表的线圈
	聚酯漆包圆铝线	QZ-2	0.06~2.50		
	聚酯漆包扁铜线	QZL-1			
	聚酯漆包扁铝线	QZL-2			
聚酰亚胺漆包线	聚酰亚胺漆包圆铜线	QY-1	0.02~2.50	220	耐高温电机、干式变压器、密封式继电器及电子元件
	聚酰亚胺漆包圆铝线	QY-2	a 边 0.8~5.6 b 边 2.8~18.0		
	聚酰亚胺漆包扁铜线	QYB			
	聚酰亚胺漆包扁铝线	QYLB			

* 圆线规格以线芯直径表示,扁线以线芯窄边(a)及宽边(b)长度表示。

表 1.1-4 各种铜漆包线规格及安全载流量

标称直径 (mm)	外皮直径 (mm)	截面积 (mm ²)	重量 (kg/km)	j=2.5 A/mm ² 导线允许通过电流(A)	j=3 A/mm ² 导线允许通过电流(A)	每厘米可绕 匝数(匝)	每立方厘米 可绕匝数 (匝)	20°C时电阻值 (Ω/km)
0.06	0.085	0.0028	0.0252	0.0070	0.0084	117	13689	6440
0.07	0.095	0.0038	0.0342	0.0095	0.0114	105	11025	4730
0.08	0.105	0.005	0.0448	0.0125	0.0150	95	9025	3630
0.09	0.115	0.0064	0.0567	0.0160	0.0192	86	7395	2860
0.10	0.125	0.0079	0.070	0.0197	0.0237	80	6400	2240
0.11	0.135	0.0095	0.085	0.0237	0.0285	74	5476	1850
0.12	0.145	0.0113	0.101	0.0282	0.0339	68	4624	1550
0.13	0.155	0.0133	0.118	0.0332	0.0399	64	4096	1320
0.14	0.165	0.0154	0.137	0.0385	0.0462	60	3600	1140
0.15	0.180	0.0177	0.158	0.0442	0.0531	55	3025	994
0.16	0.190	0.0201	0.179	0.0502	0.0603	52	2704	873
0.17	0.200	0.0227	0.202	0.0567	0.0681	50	2500	773
0.18	0.210	0.0254	0.227	0.064	0.0762	47	2209	688
0.19	0.220	0.0284	0.253	0.0710	0.0852	45	2025	618
0.20	0.230	0.0315	0.280	0.0787	0.0945	43	1849	558
0.21	0.240	0.0347	0.309	0.0867	0.104	41	1681	507
0.23	0.270	0.0415	0.370	0.103	0.124	37	1369	423
0.25	0.290	0.0492	0.437	0.123	0.147	34	1156	357
0.27	0.310	0.0573	0.510	0.143	0.171	32	1024	306
0.29	0.330	0.0660	0.589	0.165	0.198	30	900	266
0.31	0.350	0.0775	0.673	0.188	0.226	28	784	233
0.33	0.370	0.0855	0.762	0.213	0.256	27	729	205
0.35	0.390	0.0962	0.857	0.240	0.288	25	625	182
0.38	0.420	0.1134	1.01	0.283	0.340	23	529	155
0.41	0.450	0.1320	1.17	0.330	0.396	22	484	133
0.44	0.480	0.1521	1.35	0.380	0.456	20	400	115
0.47	0.510	0.1735	1.54	0.433	0.520	19	360	101
0.49	0.530	0.1886	1.67	0.471	0.565	18	324	93.1
0.51	0.560	0.204	1.82	0.510	0.612	17	317	85.9

漆包线去漆方法一般有下列几种:

(1)燃烧去漆法 将线端欲去漆部分,在酒精灯上燃烧,使漆皮碳化,然后迅速浸入乙醇中,取出后用洁净棉花或棉布擦净,漆皮即可去掉。

(2)甲酸去漆法 将要去漆皮的线端,插入常温甲酸溶液中,数分钟后取出,用蘸有乙醇的棉花将甲酸擦净即可。

(3)碱液去漆法 将欲去漆部分插入 50%浓度的苛性钠溶液中,然后取出,用蒸馏水洗去沾在面上的碱液即可。碱液浓度越高,去漆时间越短。

3. 金属排

金属排分铜排和铝排两种,主要用作主配电板及分配电板中的汇流排。长方形金属排的安全载流量如表 1.1-5 所示。

表 1.1-5 长方形截面的金属排(铜、铝)安全载流量,金属排最高温度 70℃,环境温度 35℃

金属排尺寸 宽度×厚度 (mm)	最大允许电流(A)					
	铜 排			铝 排		
	一片	二片并用	三片并用	一片	二片并用	三片并用
25×3	300			235		
30×3	355			270		
30×4	420			320		
40×4	550			420		
40×5	615			475		
50×5	755			585		
50×6	840			650		
60×5	900			710		
60×6	990	1530	1970	765	1190	1510
60×8	1160	1000	2460	900	1480	1920
60×10	1300	2250	2900	1015	1770	2330
80×6	1300	1860	2390	1010	1430	1850
80×8	1490	2300	2970	1160	1800	2310
80×10	1670	2730	3510	1300	2120	2730
100×6	1590	2170	2790	1250	1700	2200
100×8	1830	2690	3460	1430	2100	2680
100×10	2030	3180	4090	1600	2520	3200
120×8	2110	2900	3820	1670	2330	2970
120×10	2330	3610	4580	1820	2820	3610

4. 电线电缆

电线电缆的种类规格繁多,一般均由铜或铝作为导电线芯制造而成。由于船用电缆要求体积小、强度高,所以大都采用铜材来作为导电材料。对于船用电缆将在后面的章节中详细介绍。

5. 低压熔丝

熔丝是对电气设备进行短路保护和过载保护的重要材料,目前采用的有青铅合金丝,铅锡合金丝(其中锡占 25%,铅占 75%)和铜丝等。常用低压熔丝规格如表 1.1-6 所示。

表 1.1-6 常用低压熔丝规格

种 类	直径 (mm)	近似英规 线号	额定电流 (A)	种 类	直径 (mm)	近似英规 线号	额定电流 (A)	熔断电流 (A)
青 铅 合 金 丝	0.08	44	0.25	铅 锡 合 金 丝 (其中铅 75%, 锡 25%)	0.508	25	2	3
	0.15	38	0.5		0.559	24	2.3	3.5
	0.20	36	0.75		0.61	23	2.6	4
	0.22	35	0.8		0.71	22	3.3	5
	0.28	32	1		0.813	21	4.1	6
	0.29	31	1.05		0.915	20	4.8	7
	0.36	28	1.25		1.22	18	7	10
	0.4	27	1.5		1.63	16	11	16
	0.46	26	1.85		1.83	15	13	19
	0.5	25	2		2.03	14	15	22
	0.54	24	2.25		2.34	13	18	27
	0.58	23	2.5		2.65	12	22	32
	0.65	22	3		2.95	11	26	37
	0.14	20	5		3.26	10	30	44
	1.16	19	6	铜 线	0.23	34	4.3	8.6
	1.26	18	8		0.25	33	4.9	9.6
	1.51	17	10		0.27	32	5.5	11
	1.66	16	11		0.32	30	6.8	13.5
	1.75	15	12.5		0.37	28	8.6	17
	1.98	14	15		0.46	26	11	22
	2.38	13	20		0.56	24	15	30
	2.78	12	25		0.71	22	21	41
	3.14	10	30		0.74	21	22	43
	3.81	9	40		0.91	20	31	62
	4.12	8	45		1.02	19	37	73
	4.44	7	50		1.22	18	49	98
	4.91	6	60		1.42	17	63	125
	5.24	4	70		1.83	16	78	156
					2.03	15	96	191
						14	115	229

注:青铅合金丝的熔断电流均为额定电流的 2 倍。

6. 锡条与锡箔

锡也是一种重要的导电材料,锡条可用于焊接导线插头、晶体管元件等。在电工实际操作中应用十分广泛。锡箔可用于设备接地及通讯设备屏蔽等场合,也可用于制造对屏蔽要求较高的通讯电缆。如果在电缆铜线芯外面镀以锡层,则可增强电缆的抗氧化和耐腐蚀能力。

7. 银钨合金块

有的开关和接触器容量较大,在断开通电电路时常会产生较大的电弧,电弧的高温能将触头烧坏,为了避免这种情况发生,可把熔点较高的银钨合金块焊接在动、静触头的接触部位,这样可以大大延长开关和接触器触头的使用寿命。

8. 电刷

电刷是用于电机的换向器或集电环上传导电流的滑动接触件,一般分电化石墨电刷和金属石墨电刷二种。电刷选用是否恰当,对于电机的运行有很大关系,常用电机电刷的选择

表 1.1-7 常用电机电刷的选择

电 机 的 类 型	电刷的工作条件		可采用的电刷	
	电流密度 (A/cm ²)	圆周速度 (m/s)	正 常	代 用
交 流 电 动 机				
一切容量的异步电动机和单枢变流机的滑环:				
1. 电刷的电流密度较高	12 以上	20~40	TS-64 DS-72	TS-4 DS-4
2. 电刷的电流密度正常	10 以下	20 以下	DS-52	DS-14
3. 圆周速度较高	10 以下	60 以下	DS-74B DS-74	DS-72
其 他 专 用 和 特 殊 直 流 电 机				
电动工具及其他类似用途的小型电动机(电压 110~220 V)	10 以下	15 以下	DS-8	DS-52
汽车电机				
1. 汽车发电机			DS-13 TS-103	DS-52
2. 汽车起动电动机			TSQ-5	TSQ-17
快速小型电动机(伺服电动机)				
1. 电压 50 V 以上	10 以下	10 以下	DS-52	DS-14
2. 电压 20~50 V	15 以下	4 以下	TSQ-5	T-3
3. 电压 20 V 以下	10 以上	2 以下	TSQ-5 TSQ-17	TSQ-17 TSQ-4
直 流 发 电 机				
电焊发电机			DS-4 DS-8	DS-14 T-1

见表 1.1-7。

9. 电阻元件

电阻元件是某些电路的重要组成部分。合金材料是制造电阻元件的重要材料之一,广泛用于电机、电器、仪表及电子等工业,按使用要求分为锰铜、康铜和镍铬三类主要制品。锰铜用于标准电阻、电阻箱、分流器及附加电阻;康铜用于动力分流、限流、调整等变阻器及镇流器的电阻;镍铬则用于电阻式加热仪器及电炉等设备。

10. 电热元件

电热元件是由电热材料制成的各种电阻加热设备中的发热元件,作为电阻体接在电路中可把电能转变为热能,使温度升高。它在高温下,必须具有良好的抗氧化性能。常用电热材料及元件的特点和用途见表 1.1-8。

表 1.1-8 常用电热材料及元件的特点

类别	品 种		发热体工作温度℃		特 点 和 用 途
			常 用	最高	
	镍铬合金	Cr20Ni80 Cr15Ni60	1000~1050 900~950	1150 1050	1. 电阻率较高;2. 加工性能好,可拉成细丝;3. 高温强度较好,用后不变脆;4. 具有奥氏体组织,基本上无磁性
材 料	铁铬铝合金	1Cr13A14 0Cr13A16Mo2 0Cr25A15 0Cr27A17Mo2	900~950 1050~1200 1050~1200 1200~1300	1100 1300 1300 1400	1. 抗氧化性能比镍铬好;2. 电阻率比镍铬高,比重较轻,用料省;3. 不用镍,价低廉;4. 高温强度低,且用后变脆,适用于各种固定式设备;5. 加工性能稍差;6. 具有铁素体组织,有磁性
	石墨 C			3000	1. 电阻率较低;2. 硬而脆;3. 元件间的电阻值一致性较差;4. 易老化,电阻随使用时间延长而增大(须配调压装置)
元 件	硅碳棒 硅碳管 SiC		1250~1400	1500	1. 高温强度高;2. 硬而脆;3. 元件间的电阻值一致性较差;4. 易老化,电阻随使用时间延长而增大(须配调压装置)
	硅钼棒 MoSi ₂		1500~1600	1700	1. 表面有 SiO ₂ 保护膜,抗氧化性能好,无老化现象; 2. 正向电阻温度系数较大(须配调压装置,开始加热时,须降低电压,防止电流过大);3. 室温下硬而脆,1350℃开始变软,而有延展性;4. 不宜在 800℃以下长期使用,因不能形成较好的氧化膜
	管状电加热元件		550℃以下 (介质温度)		1. 结构简单;2. 可直接在液体中加热,热效率较高; 3. 机械强度好,可变成各种形状;4. 拆装便利,使用安全;5. 适用于液体加热槽、易熔金属熔化炉、空气干燥加热器及日用电热器等;6. 必须在规定的加热介质和工作温度下使用

第二节 绝 缘 材 料

绝缘材料又称电介质, 它在直流电压作用下, 只允许有微小的电流通过, 其电阻率一般应大于 $10(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$ 。

绝缘材料的主要作用是用来隔离带电的或不同电位的导体, 使电流能按一定的方向流通。由于技术要求不同, 绝缘材料还往往起着某些不同的效用, 例如散热冷却、机械支撑和固定、储能、灭弧、改善电位梯度、防潮、防雷以及保护导体等。

一、常用绝缘材料的分类及耐热等级

绝缘材料的品种很多, 按物态一般可发为:

1. 气体绝缘材料

常用的有干燥空气、氮气、氢气和六氟化硫等。