

电工手册

(修订本)

张士林 屈文莹 编

石油工业出版社

电工手册

(修订本)

张士林 屈文莺 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本手册资料数据齐全,工作原理简明扼要,计算方法简单实用,还收有各种实际工作小经验,不仅内容丰富全面,而且通用性强。对在工矿企业(包括农村乡镇企业)中从事电气工作的技术人员和技术工人来说,是一部较全面实用的工具书。

电 工 手 册

(修 订 本)

张士林 屈文莺 编

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168毫米 32开本 87 $\frac{1}{4}$ 印张 3插页 3171千字 印1-22,000

1990年8月北京第1版 1990年8月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0446-1/TE·429

定价: 33.50元

编 者 的 话

应广大读者的要求,对《电工手册》进行了修订。删去了一些较陈旧的内容(约占原书的百分之五十),对一些不够准确和有错误的地方作了修正,而主要是从系统性上增添了较多的新内容。

本手册除重点介绍各种电工设备、仪表、材料的安装、运行、维修、试验的技术要求、故障处理方法及有关技术资料、数据外,还简要介绍了半导体等无触点元器件和装置方面的资料。还包括了相当比重的设计方面的计算方法与原则等。

这次编写力求做到准确、简明、实用,并注意了技术上的系统性和完整性与使用的通用性。为了满足一些读者的实际需要,本手册在编入较多技术资料和数据的同时,还纳入了有关的基本原理、计算方法和实践经验,供读者在工作中参考使用。

《手册》内容若与国家规范和有关规程条款有不一致处,应以国家公布的现行规范和规程为准。

本手册在编写过程中,资料来源较多,参考文献恕不一一列出,对所引用文献的作者表示谢意。

原书是编者在石油一厂工作期间负责组织编写的,当时参加编写的还有王仁志、郑维民、王兴以及其他一些同志。借此机会,对曾参加原书编写及有关工作的同志表示感谢!对烃加工出版社编辑汪霞倩同志为本书的编辑加工所付出的辛勤劳动表示感谢!

由于水平所限,《手册》中的不足之处在所难免,殷切地希望广大读者批评指正。

目 录

I 电气设备的性能、安装、运行及检修

一、电机	1
(一) 三相异步电动机	1
1. 异步电动机型号及表示方法	1
2. 电动机的安装	5
3. 电动机运行中的管理和维护	10
4. 异步电动机的起动与制动	21
5. 异步电动机故障的处理	44
6. 交流电动机的修理	47
7. 异步电动机绕组的换算	56
8. 交流电动机绕组接线	66
9. 异步电动机主要技术数据	82
(1)J 系列异步电动机铁心和绕组技术数据 82 (2)JO 系列异步电动机铁心和绕组技术数据 86 (3)J ₂ 系列异步电动机铁心和绕组技术数据 90 (4)JO ₂ 系列异步电动机铁心和绕组技术数据 94 (5)JZ 和 JZR 系列异步电动机铁心和绕组技术数据 100 (6)JS、JSQ 系列双鼠笼电动机铁心和绕组技术数据 102 (7)JR、JRQ 系列绕线转子电动机铁心和绕组技术数据 110 (8)J 和 JO 系列异步电动机技术数据 121 (9)J ₂ 和 JO ₂ 系列异步电动机技术数据 125 (10)JZ 和 JZR 系列异步电动机技术数据 131 (11)JS 和 JSQ 系列双鼠笼电动机技术数据 133 (12)JR 和 JRQ 系列绕线转子电动机技术数据 136	
(二) 同步电机	140
1. 同步电机的分类	141
2. 同步发电机	141
(1)同步发电机的运行特性 141 (2)同步发电机的并网条件 145 (3)同步发电机的型号和技术数据 145	
3. 柴油发电机	148

(1)概述 148	(2)发电机与柴油机的功率匹配 149	(3)对自励恒压柴油发电机的主要要求 150	(4)柴油发电机的运行 151	(5)自励恒压柴油发电机的试验 153	(6)柴油发电机的主要故障原因及处理方法 154	(7)柴油发电机组技术数据 155	
4. 同步电动机							155
(1)同步电动机的特点与用途 155	(2)同步电动机的结构 158	(3)同步电动机的起动 158	(4)往复式压缩机用同步电动机飞轮力矩的选择 161	(5)同步电动机的型号 161	(6)同步电动机技术数据 163		
5. 同步异步电动机							163
6. 同步调相机							170
(1)概述 170	(2)同步调相机的起动方法 171	(3)同步调相机的型号和技术数据 172					
7. 中频发电机(变频机)							172
(1)概述 172	(2)感应子式发电机特点与分类 172	(3)感应子式中频发电机的运行特性 174	(4)中频发电机常见故障及处理方法 175	(5)中频发电机(变频机)的型号与技术数据 176			
8. 同步电机的励磁与灭磁							178
(1)概述 178	(2)对大、中型同步发电机及调相机励磁系统的要求 178	(3)发电机及调相机的灭磁 179	(4)对同步电动机励磁系统的要求 179				
(三) 直流电机							180
1. 概述							180
2. 直流电机的运行与维护							181
3. 直流电动机的起动与制动							192
4. 直流电机故障与处理							206
5. 直流电机的检修							212
6. 直流电机技术数据							219
(1)ZF、ZD 系列中型直流电机技术数据 219	(2)ZZ、ZZJ 系列起重冶金用直流电动机技术数据 223	(3)Z2 系列小型直流电机技术数据 230					
7. 旋转式直流弧焊机							230
(1)概述 230	(2)常用直流弧焊发电机及其附属设备技术数据 289						

(四) 三相整流子电动机	298
1. 结构	298
2. 工作原理	298
3. 三相整流子电动机的接线	300
4. 三相整流子电动机故障处理	301
5. 三相整流子电动机技术数据	301
(五) 电磁滑差离合器调速电动机	303
1. 电磁滑差离合器的工作原理与特性	303
2. 电磁滑差调速电动机的电气控制	308
3. 电磁滑差调速电动机技术数据	312
(六) 电机放大器	314
1. 电机放大机的基本要求	314
2. 交磁放大机的静特性	315
3. 交磁放大机的惯性	318
4. 拆装注意事项	320
5. 交磁放大机的试验与调整	321
6. 交磁放大机的故障处理	326
7. 交磁放大机技术数据	327
(七) 测速发电机	327
1. 测速发电机的特性	327
2. 测速发电机的型号及技术数据	331
(八) 三电刷汽车发电机	336
1. 结构	336
2. 第三电刷	336
3. 工作原理	336
4. 汽车直流发电机技术数据	338
(九) 力矩电动机	339
1. 三相交流异步力矩电动机	339
2. 直流永磁式力矩电动机	340
(十) 自整角机	341
1. 自整角机的原理与特性	341
2. 自整角机的选用原则及多台并联使用	342
3. 自整角机的检查	343

4. 自整角机的几种故障原因与现象	344
5. 自整角机的型号及技术数据	345
(十一) 驱动微电机	358
1. 微型异步电动机	358
(1)概述 358 (2)微型单相异步电动机的起动开关 359 (3)微型单相电容式电动机的接线、机械特性和向量分析 359 (4)微型高速异步电动机 362 (5)微型单相异步电动机的应用 362 (6)微型单相异步电动机常见故障及原因分析 363 (7)微型异步电动机(铁心、绕组及排列方法)技术数据 364	
2. 微型同步电动机	374
(1)微型磁阻(反应式)同步电动机 374 (2)微型磁滞同步电动机 376 (3)微型永磁同步电动机 381	
3. 微型直流电动机	385
(1)一般微型直流电动机 385 (2)印制绕组直流电动机 386 (3)无刷直流电动机 386	
4. 微型交流换向器电动机	388
(1)概述 388 (2)微型交流换向器电动机的有关参数 389 (3)微型交流换向器电动机的运行特点 390	
(十二) 维修小经验	392
1. 辨别三相异步电动机绕组起末端的方法	392
2. 怎样将 Δ 形接线改为Y形接线	394
3. 确定电枢短路故障的简便方法	395
4. 改进分相式单相电动机绕组的连接	396
5. 小型双迭绕组线模的经验计算	397
6. 罩极式电动吹风机的一点改进	398
7. 利用旧交流电动机定子铁心重绕线圈的简捷算法	398
8. 无铭牌交流电动机额定数据的测定	399
9. 电动机铁心尺寸与电动机容量的关系	403
10. 换向器焊头的新方法	406
11. 绕线型电动机无滑环运行	406
12. 怎样用信号灯泡粗略的检查低压电机的绝缘情况	407
13. 当发现低压熔断器熔断,不用仪器怎样迅速判断哪相熔断	408
14. 如何修理空载电流过大的电动机	408

15. 感应电动机作自励发电机用	409
16. 异步电动机功率因数的简易测量法	410
17. 绕线式电动机起动电阻简算法	410
18. 用铁粉检查鼠笼型转子	411
19. 三相电动机一相断电保护	411
20. 利用电钟自动控制绕线型电动机的起动	411
21. 感应变阻器	414
22. 干燥电动机的电流简便调节方法	416
23. 电动机温度的测定	417
24. 电动机抽转子的专用工具	417
25. 拆卸电动机轴承的简易工具	417
26. 电动机滑动轴承漏油现象的消除方法	418
27. 验算电动机能否直接起动的经验公式	419
28. 电刷的选择	420
29. 用万用表判断电动机转速	422
30. 滑环电刷的磨法	423
二、变压器	424
(一) 电力变压器	424
1. 变压器的型号、用途和分类	424
2. 变压器基本工作原理	427
3. 变压器的安装	438
(1)一般规定 438 (2)变压器心子的检查 439 (3)安装注意事 项 441 (4)变压器油的使用与处理 444 (5)变压器的试运行 447	
4. 变压器的运行与管理	448
(1)变压器的运行方式 448 (2)变压器运行中的检查 450 (3)变 压器的合闸、拉闸和变换分接头 451 (4)变压器的并联运行 452	
(5)变压器的经济运行 457 (6)变压器的不正常运行和应急处 理 459 (7)运行中和大修后的油浸式电力变压器绝缘湿度的评 定和需要干燥的条件 460 (8)变压器油外观色度检查 462	
5. 变压器故障的检查方法及原因分析	462
6. 变压器的检修	468
(1)变压器的检修周期 468 (2)变压器的解体检查 468 (3)变压 器的部分修理 469 (4)变压器的换线 473 (5)变压器的组装和 试验项目 476 (6)变压器器身的干燥处理 479	

7. 变压器的计算	484
(1) 计算一、二次侧的电流 484 (2) 铁心截面的选择与计算 484	
(3) 绕组的计算 486 (4) 绕组的布置与绝缘 488 (5) 铜重与铁重的计算 488 (6) 空载损耗的计算 489 (7) 短路损耗的计算 489 (8) 计算实例 490 (9) 简化经验公式 493	
8. 电力变压器主要技术数据	495
(1) SJ ₁ 系列电力变压器主要技术数据 495 (2) SJL ₁ 系列电力变压器主要技术数据 495 (3) SJL 系列电力变压器主要技术数据 495 (4) SJ ₆ 系列电力变压器主要技术数据 495	
(二) 干式变压器	495
1. 概述	495
2. 干式变压器的主要参数	526
(三) 自耦变压器	529
1. 概述	529
2. GTZ 系列降压起动补偿器的铁心与绕组数据	529
(四) 控制与电源变压器	530
1. 控制与电源变压器的设计数据	530
2. 控制变压器技术数据	530
(五) 调压器	549
1. 概述	549
2. 移圈调压器	549
3. 磁性调压器	549
4. 感应调压器及感应移相器	553
(1) 感应调压器 553 (2) 感应移相器 561	
(六) 整流变压器	562
1. 整流变压器的用途和特点	562
2. 整流变压器不同连接法的基本数量关系	563
3. 整流变压器技术数据	566
(七) 电炉变压器	567
1. 电炉变压器的用途和特点	567
2. 常用电炉变压器技术数据	569
(八) 高压试验变压器	573
1. 高压试验变压器的特点及技术要求	573
2. 试验变压器主要技术数据	575

(九) 互感器	577
1. 电压互感器	577
(1)概述 577 (2)电压互感器的分类及其型号 578 (3)电压互感器的测量误差 578 (4)电压互感器的维修 581 (5)电压互感器技术数据 581	
2. 电流互感器	584
(1)概述 584 (2)电流互感器的规格与型号 584 (3)电流互感器的测量误差 585 (4)零序电流互感器 587 (5)电流互感器的设计计算 588 (6)电流互感器技术数据 591	
(十) 磁放大器	596
1. 概述	596
2. 磁放大器技术数据	596
(十一) 电磁稳压器	604
1. 概述	604
2. 电磁稳压器技术数据	604
(十二) 交流弧焊机	605
1. 概述	605
2. 常用交流弧焊机技术数据	606
(十三) 电抗器	615
1. 空心电抗器	615
(1)概述 615 (2)水泥电抗器的安装 615	
2. 铁心式电抗器	616
(1)并联电抗器 617 (2)消弧线圈 617 (3)起动电抗器 617 (4)滤波电抗器 618 (5)电弧炉配套用串联电抗器 618 (6)三相平衡用电抗器 618	
3. 饱和电抗器	619
4. 电抗器的计算	620
(1)空心电抗器的计算 620 (2)直流铁心电抗器的计算 620 (3)交流铁心电抗器的计算 624	
5. 几种常用电抗器技术数据	625
(十四) 维修小经验	632
1. 使用单相电源测量 Y/Δ 变压器变压比的方法	632
2. 变压器油的号码	633

3. 变压器的真空热油喷雾干燥法	633
4. 用零序电流烘干变压器	634
5. 快速更换大型变压器大盖封垫	637
6. 高、低压套管充灌铅锡剂防爆措施	638
7. 除去高强度漆包线漆皮的方法	638
8. 铝线简捷计算公式	638
三、高压电器	639
(一) 高压电器型号编制原则及代号含义	639
(二) 断路器	640
1. 常用断路器的技术数据及性能	640
2. 几种新型断路器的特点	640
(1) SN8-10 型少油断路器 640 (2) SW2- $\frac{35}{3}$ C 型户外高压少油	
断路器 645 (3) LN1- $\frac{27.5}{35}$ 型户内式六氟化硫断路器 645	
(4) CN2-10 型电磁式空气断路器 645 (5) 压缩空气断路器 645	
(6) 真空断路器 646 (7) 固体产气断路器 646	
3. 断路器的安装	648
4. 断路器常见的几种故障原因及预防、处理办法	653
5. 断路器的检修	655
6. 操动机构技术数据及故障处理	663
(1) CD2 型直流电磁操动机构 663 (2) CDT-10 型弹簧储能式电	
动操动机构 668	
(三) 隔离开关	671
1. 用途与分类	671
2. 隔离开关的安装	672
3. 隔离开关技术数据	673
(四) 简易电器	675
1. 接地短路器	676
2. 隔离插头	677
3. 负荷开关	678
4. 高压熔断器	681
(五) 避雷器	685
1. 阀型避雷器	685
2. 管型避雷器	698
3. 放电记录器	705

(六) 维修小经验	706
1. 找正 SN4 型少油断路器静触头中心的工具	706
2. 断路器电磁传动机构控制线路的改进	706
3. 自制示温蜡片的方法	709
4. 铜导体镀银	709
5. 抗镀银层泛色变黄处理方法	710
6. 变色漆的应用	710
四、低压电器	711
(一) 低压电器产品型号的编制办法	711
(二) 刀开关及转换开关	715
1. HK1、HK2 型开启式负荷开关(胶盖开关)	715
2. HD、HS 系列刀开关	715
3. HZ5 系列转换开关	717
4. HZ10、HZ10M 系列组合开关	718
5. HH 系列负荷开关(铁壳开关)	721
6. HR3 系列熔断器式刀开关	722
(三) 低压熔断器和击穿保险器	723
1. 低压熔断器的主要类型及参数	723
2. RM10 系列熔断器	730
3. RC1A 系列熔断器	731
4. RT0 系列熔断器	731
5. RL1 系列螺旋式熔断器	731
6. RS0、RS3 型有填料封闭管式快速熔断器	731
7. 自复式熔断器	732
8. 常用圆形低压熔丝规格与数据	733
9. JB0 系列击穿式保险器	734
(四) 自动空气开关	735
1. DW0 系列框架式自动空气开关	735
2. DW10 系列框架式自动空气开关	735
3. DW5 系列框架式自动空气开关	738
4. DZ1 系列塑料外壳式自动空气开关	741
5. DZ4-25 型自动空气开关	743
6. DZ5 系列单极自动空气开关	745
7. DZ5 系列三极自动空气开关	746
8. DZ10 系列塑料外壳式自动空气开关	746

9. 自动空气开关的维护	748
10. 自动空气开关的常见故障及处理方法	751
(五) 接触器	752
1. 概述	752
2. CJ0 系列交流接触器	754
3. CJ0-75A 型交流接触器	754
4. CJ1 系列交流接触器	756
5. CJ1-A 系列交流接触器	758
6. CJ3 系列交流接触器	758
7. CJ8、CJ8-Z 系列交流接触器	758
8. CJ10 系列交流接触器	758
9. CJ12 系列交流接触器	762
10. CZ0 系列直流接触器	766
11. CZ0-40C 型直流接触器	767
12. CP2 系列中频接触器	768
13. 接触器的故障及其检修方法	770
(六) 起动器	781
1. 概述	781
2. QC0 系列磁力起动器	782
3. QC1 系列磁力起动器	782
4. QC8 系列磁力起动器	783
5. QC10 系列磁力起动器	783
6. QZ73 系列综合磁力起动器	783
7. XJ01 系列自耦减压起动箱	783
8. XJ1 系列低压起动控制箱	787
9. GTT6121 系列低压绕线型电动机控制柜 (低压综合起动器)	788
10. 起动器常见故障和处理方法	788
11. 起动器检修项目	788
12. 起动器检修质量标准	794
(七) 交流凸轮控制器	797
1. KTJ1 系列交流凸轮控制器	797
(八) 万能转换开关及主令开关	798
1. LW2 系列万能转换开关	798
2. LW5 系列万能转换开关	800

3. LW6 系列万能转换开关	801
4. LWX1 系列强电小型密闭万能转换开关	802
5. XH1 - V_A 型电压表、电流表换相开关	805
6. LK1 系列主令控制器	805
7. LK4 系列主令控制器	807
8. LK5 系列主令控制器	808
9. 控制按钮	809
(九) 热继电器	812
1. JR1 型热继电器基本技术数据	812
2. JR0 型热继电器	812
3. JR9 型限流热继电器与 JR9 - A 型热继电器	813
4. JR15 型热继电器	814
5. JR16 型热继电器	816
6. JR0A - 40 型热继电器	816
7. 热继电器的故障与检修	817
(十) 微动开关及行程开关	820
1. JW 系列微动开关	820
2. KWX 型小型微动开关	820
3. 行程开关	820
4. LJ2 系列晶体管接近开关	822
(十一) 电磁铁	823
1. MZD1 系列交流单相制动电磁铁	823
2. MZS1 系列三相制动电磁铁	823
3. MZZ1A 系列直流制动电磁铁	824
4. MZZ2 系列直流制动电磁铁	826
5. TJ2、TZ2 系列制动器	826
6. MW1 型起重电磁铁	826
7. MQ1 系列电磁铁	828
8. MQ2 系列交流电磁铁	828
9. MFJ1 系列交流阀用电磁铁	828
10. MFZ1 系列直流阀用电磁铁	828
11. 电磁铁的绕组数据	829
(十二) 电阻器、变阻器	837
1. ZX1 系列电阻器	837
2. ZX2 系列电阻器	838

3. ZX15 系列电阻器	842
4. ZG11 系列管形电阻器	843
5. BL1 系列磁场变阻器	844
6. BC1 系列瓷盘式线绕变阻器	844
7. BP1 系列频敏变阻器	844
8. BP2-700 系列频敏变阻器	845
9. BP4 系列频敏变阻器及其设计	849
10. 绕线型异步电动机调速变阻器	870
(十三) 信号灯及音响器	873
1. XD 系列信号灯	873
2. XDX 系列信号灯	874
3. 电铃	875
4. 701 型讯响器	875
5. DDJ1、DDZ1 系列电磁振动式电笛	876
6. DL 系列盆形电喇叭	877
(十四) 接线板、接线端子与插销	877
(十五) 防爆电器	877
1. WS5 型防爆微动开关	877
2. LX510 系列防爆行程开关	881
3. LX5818-04 型工厂用防爆限位开关	882
4. SW-10 型防爆照明开关	882
5. HZ5810-5 型工厂用防爆转换开关	882
6. AC 系列防爆插销	883
7. 防爆按钮	883
8. 防爆信号灯	884
9. XBG-1 系列防爆照明配电盘	884
10. LB 系列防爆操作柱	884
11. AH 系列防爆接线盒	884
12. YG 系列防爆熔断器盒	886
13. DD 系列防爆电笛	886
14. BBK 系列防爆照明行灯变压器	886
(十六) 控制继电器	887
1. 电磁式控制继电器	887
2. 时间继电器	887
3. JRX-13F 型小型直流电磁继电器	887

4. 121 型高灵敏电磁式继电器	887
5. XU-200 型温度继电器	887
6. JYF 型液位继电器	887
7. BDY7012-11Q 异步电动机单相保护器	895
8. DDX-1 型断相继电器	896
(十七) 低压电气设备选择	897
1. 380/220 伏低压电气设备组合接线示意图	897
2. 低压电动机回路低压设备组合表(采用熔断器保护时)	897
3. 低压电动机回路低压设备组合表(采用自动空气开关保护时)	897
4. 中央盘至车间盘的电缆与 RM1 熔断器之配合最小允许长度	897
5. RM1 熔断器(根据选择性要求)与电缆最大允许长度的配合	897
6. RT0 熔断器(根据选择性要求)与电缆最大允许长度的配合	897
(十八) 典型低压控制线路举例	897
1. 两个地方控制一盏灯	897
2. 三个地方控制一盏灯	897
3. 双回答电铃	897
4. 单方向运转的起动控制电路	1004
5. 可逆运转的起动控制电路	1004
6. 自耦变压器起动控制电路	1005
7. 延边三角形起动控制电路	1006
8. 双速异步电动机的起动控制电路	1007
9. Z37 摇臂钻床的电气控制线路	1007
10. C6150 普通车床的电气控制线路	1011
11. M1432A 万能外圆磨床电气控制线路	1015
(十九) 维修小经验	1017
1. 磁力起动器上加装指示灯	1017
2. 电磁开关与按钮的接线	1017
3. 怎样不用辅助接点接磁力起动器	1018
4. 怎样使只有一对常开、常闭辅助接点的磁力起动器或交流 接触器接出一对红、绿信号灯	1018
5. 低压开关灭弧系统的检修	1019