

自动化技术系列问答

电动机控制

技术问答

刘瑞华 李丰龙 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

自动化技术系列问答

电动机控制 技术问答

刘瑞华 李丰龙 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以问答的形式介绍了在现场实际中常见的各种低压电器的特点、使用方法、在实际应用时的注意事项,以及各种低压电气线路等内容。全书共六章,主要内容包括常用的低压电器、交流电动机、直流电动机、低压电气控制线路、电力变压器以及变频器。

本书适合于电气专业的技术人员参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

电动机控制技术问答/刘瑞华,李丰龙编著. —北京:中国电力出版社,2017.9
(自动化技术系列问答)

ISBN 978-7-5198-0112-0

I. ①电… II. ①刘… ②李… III. ①电动机-控制电路-问题解答 IV. ①TM321.2-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第295981号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街19号(邮政编码100005)

网 址:<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:孙芳 010-63412381 夏华香 huaxiang-xia@sgcc.com.cn

责任校对:马宁

装帧设计:张俊霞

责任印制:蔺义舟

印 刷:汇鑫印务有限公司

版 次:2017年9月第一版

印 次:2017年9月北京第一次印刷

开 本:787毫米×1092毫米 16开本

印 张:15.5

字 数:364千字

印 数:0001—2000册

定 价:49.00元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

前言

本书是作者根据多年在工业现场维护设备过程中所遇到的实际问题进行的总结。在编写过程中力求理论与实际相结合，力求用简单易懂的文字解释说明问题，内容贴近生产实践。

全书共六章，各章主要内容如下：

第一章针对常用的低压电器进行介绍。着重介绍了目前在我国工矿企业、民用生活中常见的各种低压控制电器及其性能、使用注意事项，解答了一些使用过程中的常见问题。其中，包括我国在 20 世纪八九十年代的低压电器，又新增了一部分国内厂家参考国外的产品进行改型的新产品，尽可能地贴近目前大多数工矿企业生产现场的实际情况。

第二章主要针对交流电动机进行介绍。目前，在我国交流电动机的使用率非常高，但是在实际使用过程中，从使用方法到后期检修维护，总会出现这样或那样的问题，在这一章中，作者从解答问题的角度对这些问题进行说明，希望对从事交流电动机使用和维护的朋友提供一定的帮助。

第三章针对直流电动机进行介绍。虽然随着变频调速技术和交流电动机定子调压调速技术的发展，直流电动机的使用已日益减少，但是，直流电动机因其一些独特的优点，还是在生产现场占有一席之地，希望本章的内容能给从事直流电动机维护的朋友带来帮助。

第四章介绍了低压电气控制线路。目前，变频器、PLC 等自动化设备大幅度地使用，以往的低压控制电路日趋减少，但是，这些都是学习和使用自动化控制的基础，只有熟悉了这些电路才能更好地进行自动化控制的学习和使用。其次，一些国内的小型企业或者村办企业由于资金等方面的原因，很多还在使用传统的低压控制电路，他们可以借鉴本章的这些电路，将其应用到生产现场。

第五章介绍了电力变压器。电力变压器为工厂、居民区、商业区等提供电力支持的重要动力设备，是整个国民经济生产、生活中相当重要的一个环节，了解、学习变压器的基本知识，对正确用电、节约用电有一定的帮助。

第六章主要介绍了变频器，是本书中涉及自动化控制的内容，可以看作是作者对《S7 系列 PLC 与变频器综合应用技术》一书中关于变频器内容的具体细化，使读者更加了解、熟悉变频技术，不再感觉变频技术的神秘，毕竟变频技术是自动化控制今后发展的一个方向，会越来越多地应用到生产、生活的各个方面。

由于本书编写的内容涉及面广，限于水平和时间，疏漏之处在所难免，希望广大读者在阅读过程中多提出宝贵意见，作者不胜感激。

作者

2017 年 7 月

目 录

前言

第一章 常用的低压电器	1
1-1 什么是低压电器?	1
1-2 低压电器有哪些种类?	1
1-3 低压电器的型号是怎样命名的? 其含义是什么?	2
1-4 正确选用低压电器的原则是什么?	2
1-5 低压电器安装前的安全要求主要有哪些?	3
1-6 低压电器安装前、安装中有哪些检查项目?	3
1-7 安装和使用低压电器的一般原则有哪些?	4
1-8 什么是开关? 什么是刀开关? 各有哪些种类?	5
1-9 选择刀开关时应考虑哪几方面?	5
1-10 什么是隔离器? 什么是隔离开关?	5
1-11 刀开关的主要用途是什么?	6
1-12 刀开关与隔离器的结构由哪几部分组成? 它们是怎样工作的?	6
1-13 低压隔离开关与刀开关的安装要求有哪些?	7
1-14 刀开关与隔离开关如何使用与维护?	7
1-15 低压刀开关有哪些主要参数?	7
1-16 什么是负荷开关? 负荷开关的分类有哪些?	8
1-17 负荷开关如何维护?	8
1-18 什么是开启式负荷开关和封闭式负荷开关? 各适用于哪些场合?	8
1-19 开启式负荷开关和封闭式负荷开关有何区别?	9
1-20 开启式负荷开关的结构由哪几部分组成?	9
1-21 怎样选用开启式负荷开关?	10
1-22 断路器与负荷开关有何区别?	10
1-23 封闭式负荷开关的结构有什么特点? 怎样选用封闭式负荷开关?	10
1-24 封闭式负荷开关应怎样安装使用?	11
1-25 使用封闭式负荷开关有哪些注意事项?	11
1-26 什么是熔断器? 它有哪些用途?	11
1-27 熔断器的型号意义是什么?	12
1-28 熔断器的基本结构由哪几部分组成? 它是怎样工作的?	12

1-29	熔断器有哪些种类? 分别适用于什么场合?	13
1-30	如何选择熔断器?	14
1-31	熔断器的基本技术参数有哪些?	15
1-32	什么是螺旋式熔断器? 其结构有何特点?	15
1-33	什么是无填料密闭式熔断器? 其结构有什么特点?	15
1-34	什么是有填料封闭式熔断器?	16
1-35	有填料封闭式熔断器的结构有何特点?	16
1-36	什么是快速熔断器?	16
1-37	熔断器在运行维护及更换时有哪些注意事项?	16
1-38	熔断器的日常检查项目有哪些?	17
1-39	熔断器是怎样工作的?	17
1-40	安装熔断器时有哪些注意事项?	18
1-41	什么是低压断路器?	18
1-42	低压断路器的结构和工作原理是什么?	18
1-43	一般低压断路器的选用原则有哪些?	19
1-44	低压断路器如何维护与检修?	19
1-45	怎样选用配电用断路器?	20
1-46	怎样选用电动机保护用断路器?	20
1-47	低压断路器的主要技术参数有哪些?	21
1-48	什么是直流断路器?	21
1-49	直流断路器应怎样选用?	22
1-50	直流断路器和交流断路器的区别是什么?	22
1-51	断路器与上下级电器保护特性应怎样配合?	22
1-52	安装低压断路器时应注意哪些事项?	23
1-53	使用低压断路器时有哪些注意事项?	23
1-54	检修低压断路器时有哪些注意事项?	25
1-55	万能式断路器的运行检查项目有哪些?	25
1-56	塑料外壳式断路器的运行检查项目有哪些?	26
1-57	什么是断路器越级跳闸? 断路器越级跳闸应如何检查处理?	27
1-58	断路器有哪些常见故障? 怎样排除?	28
1-59	什么是接触器? 其结构组成和工作原理是怎样的?	28
1-60	接触器有哪些种类?	29
1-61	接触器的工作原理大致是怎样的?	30
1-62	选用接触器的基本原则有哪些?	30
1-63	接触器的基本技术参数有哪些?	30
1-64	怎样选用交流接触器?	31
1-65	如何对交流接触器进行检查和维护?	32
1-66	接触器的工作制是如何划分的?	33
1-67	直流接触器的工作原理是怎样的?	34

1-68	交流接触器与直流接触器有哪些不同?	34
1-69	怎样选择接触器?	34
1-70	什么是继电器? 它有哪些用途?	35
1-71	继电器有哪些类型?	35
1-72	继电器有哪些主要技术参数?	36
1-73	什么是继电器的继电特性?	37
1-74	继电器有哪些选用常识?	37
1-75	其他常用继电器的选用原则有哪些?	38
1-76	电磁继电器的工作原理和特性是怎样的?	39
1-77	继电器与接触器有哪些主要区别?	40
1-78	电磁式继电器的选用原则有哪些?	40
1-79	电磁式继电器的一般选用步骤有哪些?	41
1-80	什么是电流继电器?	42
1-81	什么是电压继电器?	42
1-82	什么是中间继电器? 它有什么用途?	43
1-83	什么是时间继电器? 它有什么用途?	43
1-84	时间继电器有哪些类型及特点?	43
1-85	空气阻尼式时间继电器的结构由哪几部分组成? 它是怎样工作的?	44
1-86	什么是晶体管时间继电器? 它有哪些类型?	44
1-87	什么是热继电器? 它的工作原理是怎样的?	45
1-88	热继电器的主要技术参数有哪些? 如何选择?	46
1-89	什么是热继电器的整定电流?	46
1-90	为什么热继电器一般只能用于过载保护而不能用于短路保护?	46
1-91	怎样安装和使用热继电器?	46
1-92	热继电器如何调整? 如何与交流接触器配合?	47
1-93	怎样对热继电器进行检修?	47
1-94	热继电器的常见故障有哪些? 怎样排除?	48
1-95	什么是磁力起动器? 其使用范围有哪些?	49
1-96	磁力起动器的工作原理是什么?	49
1-97	什么是软起动器?	49
1-98	软起动与传统减压起动方式有何不同?	49
1-99	什么是自耦减压起动器?	50
1-100	自耦减压起动器有哪些常见故障? 怎样排除?	50
1-101	什么是主令电器? 它有哪些类型?	50
1-102	什么是按钮? 有哪些种类?	51
1-103	什么是行程开关? 它有哪些类型?	51
1-104	什么是接近开关? 它有哪些类型?	52
1-105	接近开关的主要用途和使用注意事项有哪些?	53
1-106	机械式行程开关有哪几种类型?	54

1-107	怎样选择行程开关?	55
1-108	什么是万能转换开关?	55
1-109	万能转换开关的主要用途有哪些?	55
1-110	什么是剩余电流动作保护器? 它有哪些功能?	55
1-111	剩余电流动作保护器的主要技术参数有哪些?	56
1-112	剩余电流动作保护器有哪些类型?	56
1-113	电子式剩余电流动作保护器的组成结构是怎样的? 其工作原理是什么?	56
1-114	怎样正确选用剩余电流动作保护器?	58
1-115	安装剩余电流动作保护器时应注意哪些问题?	59
1-116	引起剩余电流动作保护器误动作(拒动作)的原因有哪些?	59
1-117	剩余电流动作保护器有哪些常见故障?	60
第二章 交流电动机		62
2-1	三相异步电动机的基本结构是怎样的? 各组成部分分别起什么作用?	62
2-2	三相异步电动机的工作原理是什么?	64
2-3	三相异步电动机铭牌上的数据表示什么含义?	65
2-4	什么是转差率?	66
2-5	什么是三相异步电动机的机械特性?	67
2-6	什么是三相异步电动机的固有机械特性与人为机械特性?	68
2-7	三相异步电动机的各种运转状态是怎样的?	70
2-8	什么是电动机的降压起动? 全压起动有哪些危害?	72
2-9	三相异步电动机的起动方法有哪些?	73
2-10	三相异步电动机有哪些调速方法?	76
2-11	三相异步电动机有哪些制动方法? 各有什么特点?	79
2-12	三相异步电动机的正/反转控制是如何进行的?	82
2-13	旋转磁场的转速与什么因素有关?	83
2-14	三相异步电动机有哪些类型?	83
2-15	常见的三相异步电动机的型号是怎样表示的? 其结构特点和应用场合是什么?	83
2-16	三相异步电动机接线盒内是怎样接线的? 如何判别首尾端?	88
2-17	三相异步电动机有哪些性能指标?	90
2-18	异步电动机的工作特性是什么? 请说明。	90
2-19	如何计算三相异步电动机的相、线电流及相、线电压?	91
2-20	三相异步电动机有哪些功率概念?	92
2-21	什么是电动机的效率?	92
2-22	什么是电动机的功率因数? 其大小有什么意义?	92
2-23	什么是电动机的空载电流?	92
2-24	什么是异步电动机的起动电流? 起动电流过大, 对电网和电动机有什么影响?	92
2-25	什么是电动机的起动转矩? 起动转矩的大小与哪些因素有关?	93
2-26	什么是电动机的最大转矩? 它对电动机的性能有什么影响?	93

2-27	如何选择异步电动机的类型?	93
2-28	如何选择电动机的额定功率?	94
2-29	如何选择电动机的机械特性?	94
2-30	如何选择电动机的额定转速?	94
2-31	新安装、长期未使用的或维修完毕重新投入运行前的电动机应做哪些检查?	95
2-32	电动机起动前应进行哪些准备和检查?	95
2-33	电动机起动时的注意事项有哪些?	95
2-34	三相异步电动机对起动有什么要求?	96
2-35	电动机运行中需要监视的参数有哪些?	96
2-36	如何对电动机进行定期检查和保养?	97
2-37	三相电压不平衡对电动机的运行有何危害?	97
2-38	什么是电动机的温升?	99
2-39	常用的检测电动机温升的方法有哪些?	99
2-40	电动机一般采用哪些保护措施? 并详细说明。	99
2-41	电动机小修内容及周期是怎样规定的?	100
2-42	电动机大修内容及周期是怎样规定的?	100
2-43	电动机的工作制的分类有哪些?	101
2-44	三相异步电动机有哪些常见故障?	101
2-45	什么是单相异步电动机?	103
2-46	单相异步电动机的基本工作原理是怎样的? 有何特点?	103
2-47	单相异步电动机的机构是怎样的?	104
2-48	电容或电阻分相式电动机的起动工作原理是怎样的?	105
2-49	罩极式单相电动机的工作原理是怎样的?	107
2-50	单相异步电动机有哪几种? 各有什么特点? 适用于什么场合?	107
2-51	单相异步电动机的调速方法有哪些? 并具体说明之。	108
2-52	单相异步电动机有哪些接线方法?	109
2-53	单相异步电动机为什么要有二次绕组? 如何区分一次、二次绕组?	112
2-54	怎样选择单相异步电动机用电容器?	112
2-55	单相电容起动异步电动机有哪些常见故障及原因?	112
2-56	什么是单相串励电动机? 它有什么用途?	113
2-57	单相串励电动机和单相串激电动机有区别吗?	114
2-58	并励直流电动机和串励直流电动机的特性有什么不同? 各适用于什么负载?	114
2-59	什么是电磁调速异步电动机?	114
2-60	什么是同步电动机?	115
2-61	同步电动机的结构是怎样的?	116
2-62	同步电动机有哪些起动方法?	117

第三章 直流电动机 118

3-1	什么是直流电动机? 直流电动机有哪几类?	118
-----	----------------------	-----

3-2	直流电动机有哪几种励磁方式? 各有什么特点?	118
3-3	直流电动机有哪些特点?	119
3-4	直流电动机的工作原理是怎样的?	119
3-5	直流发电机的工作原理是怎样的?	120
3-6	直流电动机的结构是怎样的?	121
3-7	直流电动机有哪些类型?	122
3-8	什么是永磁式直流电动机?	123
3-9	永磁式直流电动机有哪些选用原则和注意事项?	123
3-10	什么是无刷直流电动机?	124
3-11	直流电动机的主要技术参数都有什么含义?	124
3-12	直流电动机的型号是怎样表示的?	125
3-13	直流电动机有哪些额定值?	125
3-14	什么是主磁极?	126
3-15	什么是换向极?	126
3-16	什么是直流电动机的机械特性? 有哪些分类?	126
3-17	什么是他励直流电动机的机械特性?	127
3-18	并励直流电动机的机械特性有什么特点?	128
3-19	串励直流电动机的机械特性是怎样的?	129
3-20	串励直流电动机的机械特性有什么特点?	129
3-21	单相串励电动机有哪些调速方法?	129
3-22	串励电动机常见故障如何检修?	130
3-23	并励直流电动机与串励直流电动机有何区别?	131
3-24	复励直流电动机的机械特性有什么特点?	131
3-25	直流电动机如何起动?	131
3-26	直流电动机如何制动?	133
3-27	直流电动机的反转控制是怎样的?	135
3-28	直流电动机如何接线?	136
3-29	如何选择直流电动机的特性类型?	136
3-30	什么是直流电动机的换向?	136
3-31	什么是直线换向?	136
3-32	直流电动机的换向火花等级有哪几级? 怎样判断火花等级?	137
3-33	直流电动机换向时, 产生火花的原因有哪些?	137
3-34	改善换向、减小火花应采取哪些措施?	138
3-35	什么是换向条件正常化检查? 有哪些方法?	140
3-36	直流电动机使用前应做哪些准备和检查?	142
3-37	为什么串励直流电动机不允许在空载或轻载的情况下运行?	142
3-38	为什么他励直流电动机起动前先加额定励磁电压?	142
3-39	如何用移动电刷位置(确定电刷的中性点)的方法来改善直流电动机的换向?	142
3-40	直流电动机有哪些常见故障? 应该如何排除?	143

3-41	如何选择直流电动机的使用场合?	145
3-42	电动机在运转中应定期进行哪些检查?	146

第四章 低压电气控制线路 148

4-1	什么是电气控制线路?	148
4-2	电气控制线路有哪些具体的组成部分?	148
4-3	电气控制原理图有哪些读图方法?	148
4-4	常用的电气联锁控制线路有哪几种?	149
4-5	什么是寄生电路? 为什么在控制线路中应避免出现寄生电路?	150
4-6	寄生电路产生的原因和解决方法有哪些?	150
4-7	电气线路中的保护环节有哪些?	150
4-8	什么是电动机的短路保护电路?	150
4-9	什么是电动机的过载保护电路?	151
4-10	电动机的过电流保护电路是怎样的? 它是怎样工作的?	151
4-11	电动机的欠电压保护和失电压保护电路是怎样的?	151
4-12	如何对生产机械进行位置保护?	151
4-13	点动控制如何进行?	151
4-14	如何用接触器和按钮实现对电动机的单向起动、停止控制?	152
4-15	怎样实现两台接触器之间的互锁、自锁控制?	153
4-16	按钮连锁的正/反向控制电路是怎样的?	154
4-17	怎样实现电动机的多地点操作控制?	154
4-18	怎样实现多台电动机的顺序控制?	154
4-19	什么是电动机多条件控制?	155
4-20	行程控制线路是怎样的? 它是怎样工作的?	156
4-21	什么是双速电动机?	156
4-22	怎样控制双速异步电动机?	157
4-23	双速电动机的控制电路是怎样的?	158
4-24	怎样用凸轮控制器控制线路?	159
4-25	什么是三相异步电动机的起动控制线路?	160
4-26	什么是可编程控制器?	161
4-27	可编程控制器有哪些组成?	162
4-28	可编程控制器的工作原理是怎样的?	162
4-29	可编程控制器有哪些编程语言?	163
4-30	可编程控制器代替传统继电线路的方法有哪些?	164
4-31	如何用 PLC 实现三相异步电动机的正/反转控制?	164
4-32	如何用 PLC 实现控制两台电动机 M1、M2 顺序运行?	166

第五章 电力变压器 167

5-1	什么是变压器?	167
-----	---------------	-----

5-2	变压器如何分类?	167
5-3	变压器各部分有哪些功能?	168
5-4	变压器为什么能改变电压?	169
5-5	变压器的额定技术数据都包括哪些内容? 它们各有什么含义?	170
5-6	变压器有哪些绕组接线方式?	171
5-7	常用电力变压器有哪几种型号? 字母含义是什么?	171
5-8	变压器绕组有几种排列方式? 各有何特点?	172
5-9	为什么变压器一次电流是由二次决定的?	172
5-10	干式电力变压器有什么特点?	172
5-11	变压器为什么不能使直流电变压?	172
5-12	特殊变压器有哪几种?	173
5-13	自耦变压器和双绕组变压器有何区别?	175
5-14	变压器有几种冷却方式? 各种冷却方式的特点是什么?	175
5-15	为什么有些变压器装设防爆管? 它的构造和作用是什么?	175
5-16	变压器储油柜有什么作用? 小型变压器为什么不装储油柜 而较大容量的变压器都装设储油柜?	175
5-17	什么是变压器的效率? 如何计算?	176
5-18	什么是变压器绕组的极性? 有何意义?	177
5-19	什么是变压器的连接组别?	177
5-20	怎样测量变压器的组别?	178
5-21	变压器各种绕组连接组的应用范围是什么?	179
5-22	为什么变压器相序标号不能随意改变?	179
5-23	什么是变压器的短路电压?	179
5-24	变压器并联运行需要哪些条件?	180
5-25	怎样计算配电变压器绕组的电阻和漏抗?	180
5-26	运行中的变压器有哪些损耗? 与哪些因素有关?	180
5-27	怎样计算变压器的功率损耗?	181
5-28	如何计算变压器的有功、无功损耗电量?	181
5-29	如何计算变压器的电压损耗?	182
5-30	什么是分接开关? 它有什么作用?	182
5-31	如何正确选择配电变压器的容量?	182
5-32	什么是变压器的不平衡电流? 其有何影响?	182
5-33	变压器绕组绝缘损坏的原因有哪些?	183
5-34	变压器套管脏污会有什么危害?	183
5-35	运行中的变压器二次侧突然短路有何危害?	183
5-36	变压器发生绕组层间和匝间短路会出现哪些现象? 如何处理?	183
5-37	运行中的变压器应做哪些巡视检查?	184
5-38	变压器在哪些情况下应进行干燥处理?	184
5-39	变压器干燥处理的一般要求是什么?	184

5-40	变压器干燥处理的方法有哪些?	184
5-41	运行中的变压器, 能否根据其发出的声音来判断运行情况?	185
5-42	变压器能否过载运行?	185
5-43	油面是否正常怎样判断? 出现假油面是什么原因? 怎样处理?	186
5-44	运行电压增高对变压器有何影响?	186
5-45	怎样确定配电变压器的安装位置?	186
5-46	配电变压器如何在现场定相?	186
5-47	变压器在运行前应检查哪些项目?	186
5-48	新装或大修过的变压器, 在投入运行后为什么有时气体动作频繁?	187
5-49	变压器温度表所指示的温度是变压器什么部位的温度? 温度和温升有什么区别?	187
5-50	变压器在运行中, 应做哪些测试?	187
5-51	当变压器施以加倍额定电压进行层间耐压试验时, 为什么频率也应同时加倍?	187
5-52	怎样做变压器的空载试验?	188
5-53	为什么变压器空载试验可以测出铁耗? 而短路试验可以测出铜耗?	188
5-54	对新装和大修后的变压器绝缘电阻有何要求?	188
5-55	变压器变比的测定有几种方法? 测定时应注意什么?	188
5-56	怎样测定配电变压器的变比? 标准是什么?	189
5-57	什么是变压器的绝缘吸收比?	189
5-58	变压器油有哪些作用? 不同型号的变压器油能否混合使用?	190
5-59	什么是调压器? 它是怎样调节电压的?	190
5-60	什么是调容变压器? 它有什么用途?	190
5-61	电力变压器出线套管按电压等级不同常用的有哪些型式?	191
5-62	110kV 油纸电容式套管的结构和原理是什么? 安装和检修试验时应注意哪些事项?	191
5-63	110kV 套管电流互感器在安装和检修试验时有哪些要求?	192
5-64	电力变压器的主保护有哪些? 各自的保护范围是什么?	192
5-65	大型变压器的铁心和夹件为什么要用小套管引出接地?	193
5-66	储油柜为什么要采用密封结构? 密封式储油柜有几种?	193
5-67	胶囊式储油柜的结构和原理是什么? 有何优缺点?	194
5-68	隔膜式储油柜的结构和原理是什么? 有何优缺点?	194
5-69	密封式储油柜在注油时有哪些步骤和要求?	194
5-70	油浸式电力变压器有哪些防渗漏措施?	195
5-71	变压器油的试验主要有项目及标准?	196
5-72	变压器预防性试验中为什么要进行直流耐压试验?	196
5-73	变压器出厂前为什么要做突发短路试验?	196
5-74	电力变压器的各类油阀和气阀有哪些检修要求?	196
5-75	电力变压器安装竣工时有哪些验收项目和技术要求?	197
5-76	电力变压器运行维护有哪些注意事项?	198
5-77	10kV 接地变压器的结构有哪些特点?	198

5-78	10kV 接地变压器安装验收有哪些技术要求?	199
5-79	10kV、35kV 干式变压器的结构如何? 有哪些特点?	199
5-80	10kV、35kV 干式变压器安装验收有哪些要求?	200
5-81	10kV、35kV 干式变压器运行维护有哪些注意事项?	200
5-82	非晶合金变压器有哪些特点?	200
5-83	对 110kV 直接降压到 10kV 的变压器的技术要求有哪些?	201
5-84	直接降压 110/10kV 变压器的分接头使用技术要求有哪些?	202
5-85	防灾型变压器的特点是什么?	202
5-86	如何选用防灾型变压器?	204
5-87	有载调压变压器在电力系统中有哪些作用?	204
5-88	有载分接开关有哪些常用专业术语, 其定义是什么?	205
5-89	有载调压变压器是怎样进行正/反接调压的?	205
5-90	有载分接开关中的电动机构由哪几部分组成? 各有什么作用?	206
5-91	有载分接开关的机械动作原理是怎样的?	206
5-92	有载分接开关投入运行前的验收有哪些要求?	206
5-93	变压器日常巡视检查应包括哪些内容?	207

第六章 变频器..... 208

6-1	变频器的定义是什么?	208
6-2	变频器控制的特点是什么?	208
6-3	变频器有哪些结构组成及功能?	209
6-4	变频器能够提供哪些保护?	212
6-5	变频器所能够实现的功能有哪些?	213
6-6	变频器有哪些分类?	215
6-7	变频器有哪些控制方式?	216
6-8	如何使用变频器选择电动机?	218
6-9	如何按照负载情况选择变频器?	219
6-10	PWM 和 PAM 分别是什么?	219
6-11	电压型与电流型有什么不同?	220
6-12	为什么变频器的电压与频率成比例地改变?	220
6-13	采用变频器运转时, 电动机的起动电流、起动转矩怎样?	220
6-14	变频器的失速防止功能是什么?	220
6-15	为什么变频器不能用作变频电源?	221
6-16	变频器有哪些干扰方式? 一般如何处理?	221
6-17	电动机使用变频器后有“嗡嗡”声是怎么回事?	221
6-18	交流伺服电动机可以用变频器控制吗?	221
6-19	变频器输出端为什么要加输出电抗器, 其作用是什么?	222
6-20	使用一台变频器拖多台电动机, 有哪些注意事项?	222
6-21	安装变频器时对环境有哪些要求?	222

6-22	如何根据变频器和电动机的距离确定电缆和布线方法?	223
6-23	对变频器控制柜设计时有哪些注意事项?	223
6-24	如何对变频器进行维护?	224
6-25	变频器的使用对外围电气设备的影响有哪些?	225
6-26	针对变频器对外部设备的影响, 系统设计配置时应采取哪些措施?	226
6-27	什么是高压变频器?	227
6-28	使用大容量变频器为什么要加装制动单元和制动电阻?	227
6-29	多大容量的变频器才需要安装制动单元?	228
6-30	与变频器进行配合的外围设备有哪些?	228
6-31	这些外围设备的主要作用有哪些?	228
附录 A 低压电器产品型号类组代号表		230
参考文献		231

第一章

常用的低压电器

1-1 什么是低压电器？

答：低压电器设备是指交流或者直流额定电压为 1200V 及以下的，在电力线路中起保护、控制或者调节作用的电器设备。低压电器设备用途十分广泛，品种繁多，产品结构种类各式各样，一般分为刀开关、转换开关、熔断器、自动开关、保护继电器、接触器、控制器、控制继电器、变阻器、调压器、电磁铁等。

低压电器设备按用途或控制对象可分为：①用于电力传动系统的低压控制电器，如控制继电器、接触器、电磁铁、变阻器、控制器、电阻器、主令控制器等；②用于低压配电系统的为低压配电电器，如转换开关、刀开关、自动空气开关、熔断器、保护继电器等。

低压电器是一种能根据外界的信号和要求，手动或自动地接通或断开电路，以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的元件或设备。控制电器按其工作电压的高低，以交流、直流 1200V 为界，可划分为高压控制电器和低压控制电器两大类。低压电器是成套电气设备的基本组成元件。在工业、农业、交通、国防，以及其他用电部门中，大多数采用低压供电，因此电器元件的质量将直接影响到低压供电系统的可靠性。

1-2 低压电器有哪些种类？

答：低压电器根据其在电气线路中所处的地位和作用，通常按三种方式进行分类：

(1) 按低压电器的作用分类。

1) 控制电器，这类电器主要用于电力传动系统中。主要有起动机、接触器、控制继电器、控制器、主令电器、电阻器、变阻器、电压调整器、电磁铁等。

2) 配电电器，这类电器主要用于低压配电系统和动力设备中，主要有刀开关和转换开关、熔断器、断路器等。

(2) 按低压电器的动作方式分类。

1) 手控电器。这类电器是指依靠人力直接操作来进行切换等动作的电器，如刀开关、负荷开关、按钮、转换开关等。

2) 自控电器。这类电器是指按本身参数（如电流、电压、时间、速度等）的变化或外来信号而自动进行工作的电器，如各种型式的接触器、继电器等。

(3) 按低压电器有、无触点分类。

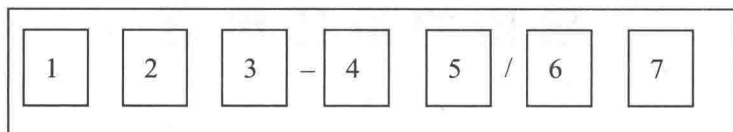
1) 有触点电器。前述各种电器都是有触点的，由有触点的电器组成的控制电路又称为继电-接触控制电路。

2) 无触点电器。用晶体管或晶闸管做成的无触点开关、无触点逻辑元件等属于无触点

电器。

1-3 低压电器的型号是怎样命名的？其含义是什么？

答：目前，我国的低压电器产品的型号，均用汉语拼音和阿拉伯数字组合表示。我国的低压电器产品型号的组成形式为



其中：

- 1——表示类组代号（用字母表示，最多三位）；
- 2——表示设计代号（用数字表示，位数不限）；
- 3——表示特殊派生代号（用字母表示，说明全系列在特殊情况下变化的特征）；
- 4——表示基本规格代号（用数字表示，位数不限）；
- 5——表示通用派生代号（用字母表示）；
- 6——表示辅助规格代号（用数字表示，位数不限）；
- 7——表示特殊环境下派生出的代号（用字母表示）。

注：常见低压电器产品型号类组代号表见附录 A。

1-4 正确选用低压电器的原则是什么？

答：（1）热继电器的选择。①热继电器的脱扣值热不动作电流为 $1.05I_n$ ，动作电流为 $1.2I_n$ ，是根据电动机的过载特性设计的，所以选热继电器时，热继电器的电流调节范围可以满足电动机的额定电流就可以了。②要根据电动机是轻载起动还是重载起动来选热继的脱扣特级。比如水泵类负载，轻载起动用 10A 级；风机类负载为重载起动，用 20A 级的。

（2）塑壳式断路器的选用原则。

- 1) 断路器的额定工作电压 \geq 线路额定电压。
- 2) 断路器的额定电流 \geq 线路负载电流。
- 3) 断路器的额定短路通断能力 \geq 线路中可能出现的最大短路电流（按有效值计算）。
- 4) 线路末端单相对地短路电流 ≥ 1.25 倍断路器瞬时脱扣器整定电流。
- 5) 断路器的欠电压脱扣器额定电压 = 线路额定电压。
- 6) 断路器分励脱扣器额定电压 = 控制电源电压。
- 7) 电动机的额定工作电压 = 控制电源电压。

（3）配电用断路器的选用原则。

1) 断路器长延动作电流整定值 \leq 导线容许载流量。对于采用电线电缆的情况，可取电线电缆容许载流量的 80%。

2) 3 倍长延时动作电流整定值的可返回时间 \geq 线路中最大起动电流电动机的起动时间。

3) 瞬时电流整定值 $\geq 1.1 \times (I_{jx} k_1 k I_{cdm})$ ，其中， I_{jx} ——线路计算负载电流； k_1 ——电动机起动电流的冲击系数，一般取 $k_1 = 1.7 \sim 2$ ； k ——电动机起动电流倍数； I_{cdm} ——功率最大电动机的额定电流。