

电工技术丛书
零起步巧学

零起步巧学 低压电控系统

(第二版)

杨清德 主编



双色重点突出便于阅读

行文言简意赅更好理解

口诀朗朗上口易于记忆.....



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

零起步巧学电工技术丛书

零起步巧学

低压电控系统

(第二版)

杨清德 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本丛书重点突出零起步的特点,在编写的过程中多用图、表加以辅助说明,突出体现了如何巧学、巧用,并在每部分之后总结实用口诀。丛书共7本,分别为《零起步巧学巧用万用表(第二版)》、《零起步巧学巧用电工工具(第二版)》、《零起步巧学电工识图(第二版)》、《零起步巧学低压电控系统(第二版)》、《零起步巧学电动机使用、维护与检修(第二版)》、《零起步巧学巧用变频器》和《零起步巧学巧用PLC》。

本书为丛书中的一本,共8章,主要内容包括电工元器件基础知识、常用低压电器元件及应用、常用高压电器元件及应用、常用电工材料及应用、电力电线电缆及应用、低压电气控制应用电路、变频器及选用、室内低压配电系统。

本书可作为电工培训教材。适合电工初学者阅读,也可供有一定经验的电工技术人员学习,还可供职业学校电类专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

零起步巧学低压电控系统 / 杨清德主编. —2版. —北京:中国电力出版社, 2012. 12

(零起步巧学电工技术丛书)

ISBN 978-7-5123-3746-6

I. ①零… II. ①杨… III. ①低压电器-电子系统-控制系统-基本知识 IV. ①TM52

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第315358号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009年4月第一版

2013年5月第二版 2013年5月北京第四次印刷

710毫米×980毫米 16开本 20.75印张 385千字

印数8001—12000册 定价39.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

Preface

基于当前大量农民工就业培训、职工转岗培训、毕业生上岗培训和有志青年自学成才都急需入门电工技术读物的需求，由中国电力出版社策划并组织一批专家、学者编写了“零起步巧学电工技术丛书”，包括《零起步巧学电工识图（第二版）》、《零起步巧学低压电控系统（第二版）》、《零起步巧学电动机使用、维护与检修（第二版）》、《零起步巧学巧用万用表（第二版）》、《零起步巧学巧用电工工具（第二版）》、《零起步巧学巧用 PLC》和《零起步巧学巧用变频器》，共 7 本。

电工技术是一门知识性、实践性和专业性都比较强的实用技术，其应用领域较广，各个行业及各个岗位涉及的技术各有侧重。为此，本套丛书在编写时充分考虑了多数电工初学者的个体情况，以一个无专业基础的人从零起步初学电工技术的角度，将初学电工的必备知识和技能进行归类、整理和提炼，并选择了近年来中小型企业电工紧缺岗位从业人员必备的几个技能侧重点，用通俗的语言，用大量的图、表、口诀的形式来讲解，重点讲如何巧学、巧用，回避了一些实用性不强的理论阐述，以便让文化程度不高的读者通过直观、快捷的方式学好电工技术，为今后工作和进一步学习打下基础。本套丛书穿插了“知识链接”、“指点迷津”、“技能提高”等板块，以增加趣味性，提高可读性。每章后均设有思考题，留给读者较大的思维空间和探索空间。

本丛书的第一批书（《零起步巧学电工识图》、《零起步巧学低压电控系统》、《零起步巧学电动机使用、维护与检修》、《零起步巧学巧用万用表》和《零起步巧学巧用电工工具》）于 2009 年 4 月出版，由于特色鲜明、内容实用，而深受读者欢迎。2012 年，我们对上述 5 本书进行了大量修改（即现在与读者见面的第二版），书中增加了一些新技术方面的内容，删除了一些实用性不强的内容；同时对主要知识点、技能操作要点进行归纳提炼，增加了上百条口诀，以帮助读者理解记忆。根据部分读者的要求，本次又新编写了《零起步巧学巧用变频器》和《零起步巧学巧用 PLC》，以帮助读者更全面地掌握电工技术。

本丛书由杨清德担任主编，他是国家级重点职业学校的高级讲师、省（市）级骨干教师、维修电工高级技师、国家职业技能鉴定高级考评员、高级双师型

教师，从事职业技术教育二十余年，担任多家企业的技术顾问，具有丰富的教学经验和实践经验，发表文章四百余篇，出版专著四十余种。在杨清德的组织下，由杨清德、胡萍、杨卓荣、余明飞、康娅、黎平、成世兵、谭光明、胡大华等同志组成丛书编委会（谭光明主要负责资料收集和部分插图的计算机绘制），分工合作，编写了这套适合于电工初学者阅读的丛书。

本书是其中的一本，由杨清德主编。主要内容包括电工元器件基础知识、常用低压电器元件及应用、常用高压电器元件及应用、常用电工材料及应用、电力电线电缆及应用、低压电气控制应用电路、变频器及选用、室内低压配电系统等内容，重点介绍了近年来应用比较广泛的新器件、新技术。本书涉及的元器件和电路比较多，读者可根据自己的实际工作需要，选学书中的部分内容。

本书可作为电工培训教材，适合电工初学者阅读，也可供有一定经验的电工技术人员学习，还可供职业学校电类专业师生参考。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在缺点和错漏，敬请各位读者多提意见和建议，发至邮箱：yqd611@163.com，我们再版时修改。

编 者



目 录

Contents

前言

第1章 电工元器件基础知识	1
1.1 电工元器件的基本功能	1
1.2 低压电器产品的分类	1
1.3 电器元件的绝缘等级	4
1.3.1 电器的绝缘	4
1.3.2 电器防触电等级	4
1.4 电器元件的额定值	5
1.5 电器元件的耐热性	5
1.6 电器产品的工作制	6
1.7 电器元件的故障率	6
1.7.1 电器故障率时段	7
1.7.2 不同“服役”期的检修	7
1.8 电工电器产品安全认证常识	9
思考题	13
第2章 常用低压电器元件及应用	14
2.1 接触器	14
2.1.1 交流接触器	15
2.1.2 直流接触器	24
2.2 继电器	30
2.2.1 电磁式继电器	31
2.2.2 时间继电器	36
2.2.3 热继电器	42
2.2.4 速度继电器	49
2.2.5 温度继电器	51
2.2.6 小型通用继电器	52
2.2.7 固态继电器	53
2.3 熔断器	56

2.4 低压开关电器	60
2.4.1 刀开关	60
2.4.2 组合开关	67
2.4.3 低压断路器	70
2.5 主令电器	75
2.5.1 控制按钮	75
2.5.2 行程开关	79
2.5.3 接近开关	81
2.6 互感器	82
2.6.1 电流互感器	83
2.6.2 电压互感器	87
2.7 电磁铁	90
2.8 电力电阻器和电容器	93
2.8.1 电力电阻器	93
2.8.2 电力电容器	95
思考题	99
第3章 常用高压电器元件及应用	101
3.1 高压断路器	101
3.2 高压隔离开关	111
3.3 高压熔断器	117
3.3.1 固定式高压熔断器	118
3.3.2 跌落式高压熔断器	119
3.4 高压负荷开关	125
3.4.1 高压负荷开关的分类	125
3.4.2 高压负荷开关的选用原则	127
3.5 避雷器	128
3.6 高压互感器	131
3.6.1 高压电流互感器	131
3.6.2 高压电压互感器	133
3.7 高压电容器	134
思考题	136
第4章 常用电工材料及应用	137
4.1 导电材料	137
4.1.1 常用金属材料的导电性	137

4.1.2	铜和铝	138
4.1.3	熔体材料	138
4.1.4	电刷	140
4.2	常用绝缘材料	143
4.2.1	概述	143
4.2.2	绝缘黏带	147
4.2.3	绝缘套管	149
4.2.4	绝缘板	150
4.2.5	常用其他绝缘材料	152
4.3	磁性材料	155
4.3.1	软磁材料	156
4.3.2	硬磁材料	156
4.4	常用焊料	157
	思考题	164
第5章	电力电线电缆及应用	165
5.1	电线电缆的结构	165
5.2	导线的型号	166
5.3	常用电线电缆	170
5.3.1	高压交联聚乙烯绝缘电力电缆	170
5.3.2	聚氯乙烯绝缘护套电力电缆	170
5.3.3	10kV 钢芯铝交联聚乙烯绝缘架空电缆	170
5.3.4	聚氯乙烯绝缘护套控制电缆	171
5.3.5	聚氯乙烯绝缘硬电线	171
5.3.6	聚氯乙烯绝缘软电线	171
5.3.7	清洁环保建筑电缆	172
5.3.8	硬母线	173
5.3.9	导电带	176
5.3.10	裸导线	176
5.4	导线和电缆的选用	177
5.5	漆包线	184
	思考题	186
第6章	低压电气控制应用电路	187
6.1	电动机单向直接起动控制电路	187
6.1.1	手动直接起动控制电路	188

6.1.2	电动机点动控制电路	190
6.1.3	电动机单向连动起动控制电路	199
6.1.4	既能点动又能单向连动的控制电路	204
6.1.5	两地控制同一台电动机的起停控制电路	205
6.2	电动机正反转控制电路	206
6.2.1	接触器连锁正反转控制电路	207
6.2.2	按钮连锁正反转控制电路	211
6.2.3	双重连锁正反转控制线路	215
6.3	三相异步电动机降压起动控制电路	217
6.3.1	星形/三角形降压起动控制电路	217
6.3.2	自耦降压起动控制电路	226
6.3.3	定子回路串接电阻降压起动控制电路	229
6.4	三相异步电动机制动控制电路	232
6.4.1	反接制动控制电路	232
6.4.2	能耗制动控制电路	236
6.4.3	回馈制动控制电路	240
6.5	三相异步电动机调速控制电路	241
	思考题	245
第7章	变频器及选用	246
7.1	变频器调速系统的优势	246
7.2	变频器的基本结构	249
7.3	变频器的面板控制	252
7.3.1	操作面板	252
7.3.2	变频器的面板控制	253
7.4	变频器的外部接口	254
7.5	变频器的主要控制功能	257
7.6	变频器的选择	264
7.6.1	电压等级的确定	264
7.6.2	变频器类型的选择	265
7.6.3	变频器容量的选定	266
7.7	变频器周边设备的选配	267
7.7.1	周边设备及连接导线的选配	267
7.7.2	断路器和漏电断路器的选配	269
7.7.3	电磁接触器、过载继电器的选配	270

7.7.4	电抗器、滤波器的选配	271
7.7.5	制动电阻的选配	273
7.7.6	电网电源切换电路	274
7.8	变频器的正确使用	275
7.8.1	开机前的检查	275
7.8.2	变频器开机方法	279
7.8.3	变频器基本参数的设置	280
7.8.4	变频器的日常维护	285
7.9	变频器故障处理	287
7.9.1	变频器故障处理方法	287
7.9.2	变频器常见故障及原因	288
	思考题	294
第8章	室内低压配电系统	295
8.1	室内低压配电	295
8.1.1	室内进户配电形式	295
8.1.2	户内配电箱	299
8.2	室内配线	303
8.2.1	室内配线方式及要求	303
8.2.2	室内配线施工	304
8.3	电源插座	307
8.3.1	插座的选用及回路设置	307
8.3.2	电源插座的安装	312
8.4	照明灯具及开关	314
8.4.1	室内照明灯具	314
8.4.2	普通照明开关	318
	思考题	321
	参考文献	322

第 1 章

电工元器件基础知识

电工元器件是元件和器件的总称，涉及的种类很多。本章仅介绍电工元器件的基本功能，低压电器产品的分类，电器元件的绝缘等级，电器元件的额定值、耐热性、工作制、故障率和电器产品安全认证常识等一般常识，为正确运用常用电工元器件奠定必要的基础。

1.1 电工元器件的基本功能

电器是指能够根据外界施加的信号和要求，自动或手动地接通和断开电路，断续或连续地改变电路参数，以实现对电路或非电量对象的变换、检测、控制、保护、调节、显示和传递信息用的电器元件。

电器在电控系统中的基本功能主要有以下几个方面：

(1) 通断功能：按工作要求来接通或断开主电路，如各种高低压断路器、负荷开关、隔离开关等。

(2) 保护功能：对供电系统进行过电流和过电压等保护，如高低压熔断器、避雷器、保护继电器等。

(3) 变换功能：按供电系统工作的要求来改变电压和电流，如电力变压器、互感器、模拟量与数字信号转换器（A/D 转换器）等。

(4) 控制功能：控制电路和控制系统的通断，如接触器、控制继电器、控制开关等。

(5) 调节功能：调节供电系统的电压和功率因数等参数，如电压调节器、无功功率补偿装置。

(6) 显示功能：显示系统的各工作参数状态，如电流表、电压表、热电耦温度表、时间继电器、LCD 显示器等。

1.2 低压电器产品的分类

从生产或使用的角度，电器可分为高压电器和低压电器两大类。电力用户



的各种生产机械设备，绝大多数是采用低压供电的，故电器产品中低压电器的品种与数量相对较多。

低压电器的种类很多，分类方法也多种多样。

(1) 按用途和控制对象的不同来分类，可分为电力网配电电器与电力拖动控制电器。

(2) 按电器动作的特点来分类，可分为自动切换电器与非自动切换电器。

(3) 按使用的工作环境、条件来分类。

1) 通用型低压电器：它是低压电器的基本类型。

2) 矿山用低压电器：主要用于矿山（井），具有较好的防尘和较强的防爆特性。

3) 化工企业用低压电器：属防腐蚀、防尘、防爆类电器。

4) 船用低压电器：有抗摇动、防潮湿、防盐雾及霉蚀功能。

5) 航空低压电器：高可靠性，耐振动，体积小而轻。

6) 热带低压电器：散热性能好，适用于热带各种气候。

7) 牵引低压电器：主要用于各类电力牵引机车，综合性能好，能耐高温、倾斜及振动等。

8) 高原低压电器：适合于海拔 1000 ~ 4000m 的高原地区。

(4) 按防护形式和防护级别来分类：产品的防护级别由外壳防护标志字母“IP”加两位数表示，即 IPXX。IP 后第一位数代表“第一类防护形式及级别”；IP 后第二位数代表“第二类防护形式及级别”。例如：IP3X（无第二类防护时用字母 X 填充）、IPX3（无第一类防护时，也用字母 X 填充）、IP35 等。

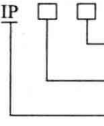
1) 第一类防护形式及级别：第一类防护形式是防止固体异物进入低压电器内部及防止人体触及内部带电或运动部分的防护。这种防护共分为 0 ~ 6 七个等级，即 IP0X、IP1X、IP2X、IP3X、IP4X、IP5X、IP6X。等级数越大，防护越严密。

2) 第二类防护形式及级别：第二类防护形式是防止水进入低压电器内部达到有害程度的防护。这种防护共分为 0 ~ 9 十个等级，即 IPX0、IPX1、IPX2、IPX3、IPX4、IPX5、IPX6、IPX7、IPX8、IPX9。等级数越大，防护越严密。

3) 同时具有两种防护的：在 IP 后面同时跟有两位数。例如：IP36，含义为该低压电器产品具有 3 级防止固体异物进入低压电器内部及防止人体触及内部带电或运动部分的防护能力，同时也具备 6 级防止水进入能力。外壳防护等级的分类代号含义说明见表 1-1。

表 1-1

外壳防护等级的分类代号含义说明

项 目	代 号 组 成 格 式	
代号含义说明	 防水浸入的代号（第二位特征数字） 防固体侵入的代号（第一位特征数字） 外壳防护的代号（特征字母） 注：只用于单一防水或固体时，则另一特征数字用字母 X 代替	
特征数字	含 义 说 明	
	第一位特征数字	第二位特征数字
0	无防护	无防护
1	防大于 50mm 的固体异物	防滴（垂直滴水对设备无有害的影响）
2	防大于 12mm 的固体异物	15°防滴（倾斜 15°，垂直滴水对设备无有害的影响）
3	防大于 2.5mm 的固体异物	防淋水（倾斜 60°以内淋水，对设备无有害的影响）
4	防大于 1mm 的固体异物	防溅水（任何方向溅水，对设备无有害的影响）
5	防尘（尘埃进入量不致妨碍正常运转）	防喷水（任何方向喷水，对设备无有害的影响）
6	尘密（无尘埃进入）	防猛烈喷水（任何方向猛烈喷水，对设备无有害的影响）
7	—	防短时浸水影响（浸入规定压力的水中经规定时间后外壳进水量不致达到有害影响）
8	—	防持续潜水影响（持续潜水后外壳进水量不致达到有害影响）

【知识链接】

高低压电器元件的划分

电器元件以对地电压 250V 为高、低压的界限，这是从安全的角度上来定的。《电业安全工作规程》总则第四条规定：“电器元件分为高压和低压两种：高压，设备对地电压在 250V 以上者；低压，设备对地电压在 250V 及以下者。”此规定考虑到高压和低压对人身安全的威胁不同以及安全措施的要求不同，明确以 250V 为界作为执行高低压工作安全措施的分界。如 250V 及以下就不需要加遮栏等，而 250V 以上就需保持一定的安全距离，必要时还需加遮栏等安全措施。



施。但规程所指的低压，并不是对人身没有危险的电压，只是安全措施不同而已。另外，接于380/220V三相电器元件，当系统中性点直接接地时，属于低压电器元件；当中性点不直接接地时，则属于高压设备。这是因为在一相发生碰壳接地的情况下，当中性点直接接地时，其他两相的对地电压仍为220V；而当中性点不直接接地时，其他两相的对地电压超过250V而接近于380V。

我国交流电高电压和低电压的划分标准，在实际工程上另有一种划分，即以1kV为界划分高低压。这是出于高电压技术的需要，即1kV以下的电器元件称为低压电器，1kV及以上的电器元件则称为高压设备。《电业安全工作规程（变电站和发电厂电器部分）（试行）》总则第七条规定：“电器元件分为高压和低压两种：高压电器元件，电压等级在1000V及以上者；低压电器元件，电压等级在1kV以下者。”



1.3 电器元件的绝缘等级

1.3.1 电器的绝缘

电器的绝缘分为基本绝缘、附件绝缘、双重绝缘、加强绝缘4种。

(1) 基本绝缘：指用于带电部分、提供防触电基本保护的绝缘措施。

(2) 附件绝缘：指在基本绝缘失效之后提供的防触电保护绝缘（是基本绝缘以外的独立绝缘措施）。

(3) 双重绝缘：基本绝缘与附件绝缘组合而成的绝缘。

(4) 加强绝缘：用于带电部分的一种单一绝缘系统，其防触电保护等级相当于双重绝缘。

1.3.2 电器防触电等级

电器产品按防止人身触电的程度可分为5级。

(1) 0级：仅有基本绝缘，无接地元件（接地螺栓、接地端子等）或其他防止触电的保护元件。

(2) 0I级：有基本绝缘、接地元件及连接电源的导线，但无接地芯线。

(3) I级：有基本绝缘和接地元件，如果此级产品有连接电源的导线，则这种导线应有接地芯线和带接地极的插头（使用时插在有保护接地插孔的专用插座上）。

(4) II级：有双重绝缘或加强绝缘但无接地元件。

(5) III级：低电压产品，内部电路与外部电路均无45V以上的电压。

1.4 电器元件的额定值

为了保证电器元件及电路元件能够长期安全地工作，规定了额定电压、额定电流、额定功率等铭牌数据。

(1) 额定电压：电器元件或电路元件在正常工作条件下允许施加的最大电压。

(2) 额定电流：电器元件或电路元件在正常工作条件下允许通过的最大电流。

(3) 额定功率：在额定电压和额定电流下消耗的功率，即允许消耗的最大功率。

(4) 额定工作状态：电器元件或电路元件在额定功率下的工作状态，也称满载状态。

(5) 轻载状态：电器元件或电路元件在低于额定功率时的工作状态。轻载时电器设备不能得到充分利用或根本无法正常工作。

(6) 过载（超载）状态：电器元件或电路元件在高于额定功率时的工作状态。过载时电器元件很容易被烧坏或造成严重事故。

1.5 电器元件的耐热性

电器元件的工作允许温度很大程度受其制作绝缘材料耐热温度的限制。常用的绝缘材料有合成树脂、有机薄膜、玻璃纤维、云母、棉纱、纸、陶瓷、石棉等。不同绝缘材料其耐热温度不同，一般可分为7级，从低到高分别是Y、A、E、B、F、H、C级。例如，常用的电动机多为A级、E级或B级。各种级别的极限温度见表1-2。

表1-2 常用绝缘材料的耐热等级及其极限温度

数字代号	耐热等级	极限温度(℃)	相当于该耐热等级的绝缘材料简述
0	Y	90	用未浸渍过的棉纱、丝及纸等材料或其混合物所组成的绝缘结构
1	A	105	用浸渍过的或浸在液体电介质（如变压器油）中的棉纱、丝及纸等材料或其混合物所组成的绝缘结构
2	E	120	用合成有机薄膜、合成有机瓷器等材料的混合物所组成的绝缘结构
3	B	130	用合适的树脂黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等，以及其他无机材料、合适的有机材料或其混合物所组成的绝缘结构

续表

数字代号	耐热等级	极限温度 (°C)	相当于该耐热等级的绝缘材料简述
4	F	155	用合适的树脂黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等, 以及其他无机材料、合适的有机材料或其混合物所组成的绝缘结构
5	H	180	用合适的树脂 (如有机硅树脂) 黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等材料或其混合物所组成的绝缘结构
6	C	> 180	用合适的树脂黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维, 以及未经浸渍处理的云母、陶瓷、石英等材料或其混合物所组成的绝缘结构

注 C 级绝缘的极限温度应根据材料具体情况确定

1.6 电器产品的工作制

电器按其通电时间长短、使用的时间间隔不同, 一般可划分为 4 种工作制:

(1) 8 小时工作制: 当电器的电流回路通过一稳定电流时, 其通电时间足以达到热平衡, 但超过 8h 时必须断开电路。

(2) 长期工作制: 当电器的电流回路通过一稳定电流时, 其通电时间超过 8h 也不断开电路。长期工作制也称不间断工作制。

(3) 短期工作制: 在电器的电流回路中, 通电时间与断电时间相互交替, 通电时间比断电时间短的工作制, 并且通电时间不足以使电器达到热平衡, 而两次通电之间的间隔的时间足以使电器温度恢复到环境温度。

(4) 反复短时工作制: 在电器的电流回路中, 通电时间与断电时间相互交替, 并且有一定比值。反复短时工作制也称断续周期工作制。

电器因其工作制的不同, 其结构、选材、成本都有差异。了解电器的工作制特点, 是合理选用电器元件的重要参考依据。

1.7 电器元件的故障率

电器元件在整个“服役”期限内, 故障发生的次数和使用时间之间是有着宏观规律的, 虽然对每一台设备来说, 出现故障的次数和使用寿命各不相同, 但其发展规律都是一致的。图 1-1 是设备故障率和使用寿命的关系曲线, 其形状两边高, 中间低凹平坦, 形似一个浴盆, 故称设备故障发生的“浴盆”曲线。

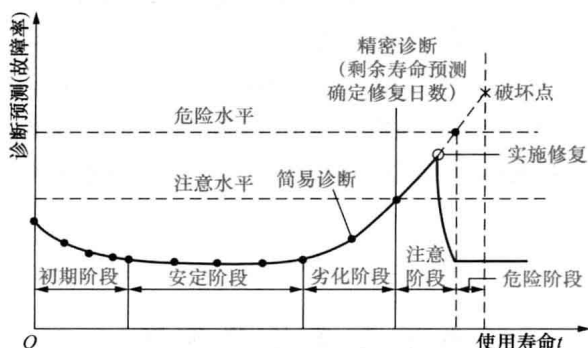


图 1-1 设备故障率和使用寿命的关系曲线

1.7.1 电器故障率时段

从故障的“浴盆”曲线中可以看出，在整个“服役”期内，设备故障率通常可分为3个阶段。

(1) 初期故障率。设备刚投入运行时，初期故障率较高，原因是设备刚投入运行，必然会暴露一些制造、安装、调试中遗留的问题，而且设备刚投入运行，操作和维护都有一个适应过程。随着对设备性能的逐步熟悉和暴露问题的解决，故障率就逐渐降低。

(2) 稳定期的故障率。设备在进入稳定期后，故障率较低，而且很稳定，这段时间设备运行较正常，一般只有个别突发性的故障出现。

(3) 劣化期的故障率。随着“服役”时间的推移，电器逐步进入劣化期，劣化现象逐渐显著。以电动机为例，在“服役”15~20年之后，绝缘老化现象明显，如泄漏电流增加、绝缘电阻下降、局部放电增加等。在这一时期，由于劣化趋势发展，电器故障率又逐步升高，终于进入到危险水平，若在此时不采取措施进行维修，则设备最终会因故障而导致损坏和失效。

1.7.2 不同“服役”期的检修

在掌握了设备运行的这种宏观规律后，如果应用设备诊断技术，对电器采取状态维修，根据不同服役阶段采取不同的措施，及时进行检查与维修，就可以延长设备的“服役”寿命。

(1) 初期阶段。在电器试运行阶段应严格验收和认真调整，以减少电器隐患和故障率。同时在初期阶段，设备点检周期要短一些，以及时发现故障，排除故障。

(2) 稳定期阶段。必须维持正常的点检和操作管理，但点检的周期可适当长一些。