



学电工就这么简单

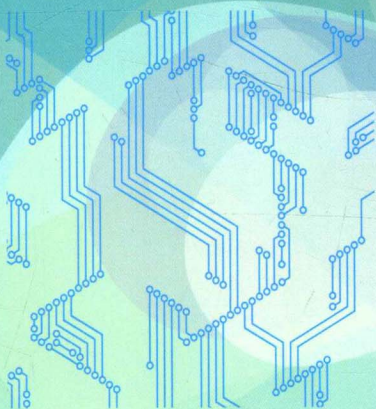
Technology  
实用技术

# 学电工维修

| 就这么简单 |

IT'S AS SIMPLE AS THAT

杨清德 柯世民◎主编



科学出版社

学电工就这么简单

# 学电工维修就这么简单

杨清德 柯世民 主编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书共5章, 主要介绍电气故障诊断与检修的一般步骤及方法, 主要包括室内照明电路及常用电器的检修, 单相和三相交流异步电动机常见故障的检修, 常用低压电器及典型故障的检修, 常用机床、电力变压器及变频器等电气设备运行与检修等内容, 基本上可满足读者在工作中的需要。

本书内容丰富, 图文并茂, 实用性强, 可供广大电工从业人员、电气工程技术人员、职业院校电类专业师生以及电工爱好者阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

学电工维修就这么简单 / 杨清德, 柯世民 主编. —北京: 科学出版社, 2015.7

(学电工就这么简单)

ISBN 978-7-03-044226-0

I. 学… II. ①杨…②柯… III. 电工—维修—基本知识 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 091873 号

责任编辑: 孙力维 杨 凯 / 责任制作: 魏 谨

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 杨安安

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

天津新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2015 年 7 月第 一 版 开本: A5 (890×1240)

2015 年 7 月第一次印刷 印张: 6 1/2

印数: 1—4 000 字数: 200 000

定 价: 34.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前言

电工是指专门从事安装、保养、操作或修理电气设备的工人，他们分布在社会生活和工业生产的许多领域及部门，从业人员众多，近年来电工的经济待遇及社会地位有了较大提升。电工是一个传统行业，既是通用工种，同时又属于特殊工种，应该掌握的知识和技能有很多。实践证明，基础知识必须从书本中学习，打好基础，在师傅的指引下才能更快更好地掌握电工操作技术。

“学电工就这么简单”丛书共6本，其编写宗旨在于帮助初学者掌握电工实用技能，内容涵盖电工从业技能需求的重点方面。

《学电工维修就这么简单》详细介绍了电气维修方略、室内照明电路及常用电器的检修、交流异步电动机常见故障检修、常用低压电器及故障检修、常用电气设备运行与检修等内容。

本丛书具有以下特点：

① 以实际操作方法和技能培养为重点，注重知识性、系统性、操作性和实用性相结合，满足电气行业从业人员及求职人员的需求。

② 内容新颖，详细介绍了近年来的新知识、新技术、新工艺和新材料，非常贴近目前该领域的实际应用情况。

③ 语言精练，深入浅出，易学易懂；口诀归纳，便于记忆；要点提示，便于掌握。

④ 图、表、文，紧密结合，可读性强。

本书是“学电工就这么简单”丛书之一，由特级教师杨清德、高级教师柯世民主编，参加本书编写工作的还有张正健、康娅、丁汝玲、杨松、冉洪俊、赵顺洪、谭定轩、张齐、杨鸽、陈东、魏清发等同志。



## 前言

由于编者水平所限，加之时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。主编的电子邮箱：yqd611@163.com，来信必复。

编者

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| <b>第1章 电气维修方略</b>       | 1  |
| 1.1 电气检修原则、步骤及方法        | 1  |
| 1.1.1 电气检修的原则           | 1  |
| 1.1.2 电气检修的一般步骤         | 3  |
| 1.1.3 电气控制电路故障诊断检修法     | 5  |
| 1.2 电气设备大修、中修和小修        | 21 |
| 1.2.1 电气设备大修            | 21 |
| 1.2.2 电气设备中修和小修         | 23 |
| 1.2.3 常用电气设备检修项目及周期     | 25 |
| <b>第2章 室内照明电路及电器的检修</b> | 35 |
| 2.1 照明电路检修概述            | 35 |
| 2.1.1 检修程序、方法及措施        | 35 |
| 2.1.2 照明电路常见故障的诊断       | 39 |
| 2.1.3 照明电路常见故障检修技巧      | 41 |
| 2.2 照明配电线路检修实例          | 49 |
| 2.2.1 断路器经常跳闸           | 49 |
| 2.2.2 照明灯忽明忽暗           | 51 |
| 2.2.3 单元总进线有电但第二层楼无电    | 52 |
| 2.2.4 插座漏电              | 52 |
| 2.2.5 雷雨后照明灯不亮          | 53 |
| 2.2.6 楼梯间一开灯总开关就跳闸      | 55 |



|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 2.2.7 | 接通室内任一用电器总开关就跳闸 ..... | 56  |
| 2.2.8 | 会议室照明灯忽亮忽暗 .....      | 56  |
| 2.3   | 开关和插座检修实例 .....       | 58  |
| 2.3.1 | 照明灯亮但插座无电 .....       | 58  |
| 2.3.2 | 开关发热 .....            | 60  |
| 2.3.3 | 开关合闸后电路不通 .....       | 60  |
| 2.3.4 | 开关漏电引起断路器跳闸 .....     | 61  |
| 2.3.5 | 插座故障导致断路器损坏 .....     | 62  |
| 2.3.6 | 插座故障引起计算机故障 .....     | 63  |
| 2.3.7 | 厨房插座偶尔漏电 .....        | 64  |
| 2.4   | 照明灯具故障诊断与检修 .....     | 65  |
| 2.4.1 | 白炽灯线路故障诊断与检修 .....    | 65  |
| 2.4.2 | 荧光灯故障诊断与检修 .....      | 66  |
| 2.4.3 | 节能灯故障诊断与检修 .....      | 70  |
| 第3章   | 交流异步电动机常见故障检修 .....   | 71  |
| 3.1   | 单相异步电动机故障检修 .....     | 71  |
| 3.1.1 | 单相异步电动机故障检修概述 .....   | 71  |
| 3.1.2 | 单相异步电动机绕组故障的检修 .....  | 75  |
| 3.1.3 | 单相异步电动机机械故障的检修 .....  | 80  |
| 3.2   | 三相异步电动机故障检修 .....     | 81  |
| 3.2.1 | 三相异步电动机常见故障检修 .....   | 81  |
| 3.2.2 | 三相异步电动机绕组故障的检修 .....  | 86  |
| 3.2.3 | 三相异步电动机转子故障的检修 .....  | 95  |
| 3.2.4 | 轴承故障的检修 .....         | 99  |
| 3.2.5 | 转轴故障的检修 .....         | 102 |
| 3.2.6 | 电动机绕组重绕 .....         | 104 |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| <b>第 4 章 常用低压电器及其检修</b>  | 115 |
| 4.1 低压断路器及其检修            | 115 |
| 4.1.1 低压断路器简介            | 115 |
| 4.1.2 低压断路器的检修           | 119 |
| 4.2 转换开关及其检修             | 121 |
| 4.2.1 转换开关简介             | 121 |
| 4.2.2 转换开关的检修            | 123 |
| 4.3 刀开关及其检修              | 124 |
| 4.3.1 刀开关简介              | 124 |
| 4.3.2 铁壳开关的检修            | 126 |
| 4.3.3 胶盖刀开关的检修           | 126 |
| 4.4 低压熔断器及其检修            | 127 |
| 4.4.1 低压熔断器简介            | 127 |
| 4.4.2 熔断器的检修             | 132 |
| 4.5 交流接触器及其检修            | 133 |
| 4.5.1 交流接触器简介            | 133 |
| 4.5.2 交流接触器的检修           | 136 |
| 4.6 主令控制器及其检修            | 142 |
| 4.6.1 主令控制器简介            | 142 |
| 4.6.2 主令控制器常见故障检修        | 144 |
| 4.7 继电器及其检修              | 144 |
| 4.7.1 继电器简介              | 144 |
| 4.7.2 常用继电器的检修           | 146 |
| <b>第 5 章 常用电气设备运行与检修</b> | 151 |
| 5.1 常用机床运行与检修            | 151 |
| 5.1.1 CW6140 车床的运行与检修    | 151 |
| 5.1.2 M7130 平面磨床的运行与检修   | 154 |



|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 5.1.3 | Z3040 摇臂钻床的运行与检修 .....   | 161 |
| 5.1.4 | X62W 型卧式万能铣床的运行与检修 ..... | 165 |
| 5.2   | 电力变压器运行与检修 .....         | 171 |
| 5.2.1 | 电力变压器运行中的检查 .....        | 171 |
| 5.2.2 | 变压器常见故障及原因 .....         | 174 |
| 5.2.3 | 变压器组件的检修 .....           | 176 |
| 5.3   | 变频器系统调试与维护 .....         | 181 |
| 5.3.1 | 变频器功能设置 .....            | 181 |
| 5.3.2 | 变频器系统调试 .....            | 184 |
| 5.3.3 | 变频器维护 .....              | 189 |
| 5.3.4 | 变频器常见故障排除 .....          | 196 |
|       | 参考文献 .....               | 200 |

# 第 1 章

## 电气维修方略

### 1.1 电气检修原则、步骤及方法

#### 1.1.1 电气检修的原则

电气设备检修的意义在于使设备处于良好的技术状态，满足生产的需要；保证设备安全、经济运行；提高设备可用系数，充分发挥设备的潜力；保证电力系统安全运行。

电气设备检修要贯彻“应修必修，修必修好”的总原则。在具体实施检修工作时应遵循“十先十后”的原则。

##### 1. 先动口，后动手

对于有故障的电气设备，不应急于动手检修，应先询问产生故障的前后经过及故障现象。对于不熟悉的设备，还应先熟悉设备的电路原理和结构特点，遵守相应的规则，读懂、读通、读透电路图也是必不可少的。

拆卸设备之前要充分熟悉每个电气部件的功能、位置、连接方式，以及与周围其他元器件的关系，在没有组装图的情况下，应一边拆卸，一边画草图，并记上标记。

##### 2. 先外部，后内部

应先检查设备有无明显裂痕、缺损，了解其维修史、使用年限等；然后再对设备内部进行检查。拆卸设备前应排除机外的故障因素，确定为机内故障后才能拆卸。否则，盲目拆卸，可能将设备越修越坏。

##### 3. 先机械，后电气

只有在确定机械零件无故障后，才能进行电气方面的检查。检查



电路故障时，应先利用检测仪器寻找故障部位，确认无接触不良故障后，再有针对性地查看线路与机械的运作关系，以免误判。

### 4. 先静态，后动态

在设备未通电时，判定电气设备按钮、接触器、热继电器以及熔断器的好坏，从而判定故障的所在。通电试验，听其声、测参数、判定故障部位，最后进行维修。例如，电动机缺相时，若测量三相电压值无法判别哪一相缺损，就应该听其声，单独测量每相对地电压，方可判定哪一相缺损。

无论电动机是在静态还是动态，缺相运行带来的直接危害就是电动机一相或两相绕组过热甚至烧坏。与此同时，由于动力电缆的过流运行加速了绝缘老化。特别是在静态时，缺相会在电动机绕组中产生几倍于额定电流的堵转电流，其绕组烧坏的速度比运行中突然缺相更快更严重。所以我们在对电动机进行日常维护和检修的同时，必须对电动机相应的功能单元进行全面的检修和试验。尤其是要认真检查负荷开关、动力线路、静动触点的可靠性，杜绝缺相运行。

### 5. 先清洁，后维修

对于污染较重的电气设备，先对其按钮、接线点、接触点进行清洁，检查外部控制键是否失灵。许多故障都是由脏污及导电尘埃引起的，清洁之后故障往往会排除。

### 6. 先电源，后设备

电源部分的故障率在整个故障设备中占的比例很高，所以出现故障时先检修电源往往可以事半功倍。

### 7. 先典型，后特殊

因装配配件质量或其他设备故障而引起的故障，一般占常见故障的50%左右。电气设备的特殊故障多为软故障，需要维修者借助于仪表进行测量，需要有一定的经验、电工基础及维修技巧。

### 8. 先外围，后内部

先不要急于更换损坏的电气部件，在确认外围设备电路正常时，



再考虑更换损坏的电气部件。否则更换后的新部件有可能烧坏，甚至引起更大范围的故障。

### 9. 先直流，后交流

检修复杂的电气线路时，必须先检查直流回路的静态工作点，再检查交流回路的动态工作点。

### 10. 先排故，后调试

对于调试和故障并存的电气设备，应先排除故障，再进行调试。调试必须在电气线路正常的前提下进行。

## 1.1.2 电气检修的一般步骤

排除故障没有固定的模式，也无统一的标准，因人而异。但在一般情况下，还是有一定规律的。通常排除故障时，所采用的步骤大致可分为症状分析→设备检查→确定故障点→故障排除→排除后性能观察。

### 1. 症状分析

症状分析是对所有可能存在的有关故障原始状态的信息进行收集和判断的过程。在故障迹象受到干扰以前，对所有信息都应仔细分析。这些原始信息可从以下几个方面获得：

#### (1) 访问操作人员。

通过访问操作人员，可以获得设备使用及变化过程、损坏或失灵前后情况的信息，还可以了解一些过去类似的故障现象、原因以及曾经采取的措施等方面的情况。

#### (2) 观察和初步检查。

对设备进行全面的观察往往会得到有价值的线索。初步检查的内容包括检测装置（例如，操作台指示灯、显示器报警信息等）、检查操作开关的位置以及控制机构、调整装置及连锁信号装置等。

#### (3) 开动设备试运行。

如果故障不是整机性的，却使电气控制系统瘫痪，采用试运行



的方法开动设备,可以帮助维修人员对故障的原始状态有综合的印象。

症状分析阶段的目的在于收集故障的原始信息,以便对现有实际情况进行分析,并从中推导出最有可能存在故障的区域,作为下一步设备检查的参考。

### 2. 设备检查

根据症状分析中得到的初步结果,对设备进行详细检查,特别是那些被认为最有可能存在故障的区域。此时要注意应尽量避免对设备进行不必要的拆卸,防止因不慎操作引起故障范围扩大化。

不要轻易对控制装置进行调整。一般情况下,故障未排除而盲目调整参数会掩盖症状,而且会随着故障的发展而使症状重新出现,甚至可能造成严重的后果。所以必须避免盲目性,防止因不慎操作使故障复杂化,避免造成症状混乱而延长排除故障的时间。

### 3. 确定故障点

根据故障现象,结合设备的原理及控制特点进行分析和判断,确定故障发生范围,是电气故障还是机械故障?是直流回路还是交流回路?是主回路还是控制回路或辅助回路?是人为造成还是随机性的?根据症状分析及设备检查结果,灵活运用排除故障的方法,逐步缩小范围,直至找到故障点。

### 4. 故障排除

在确定故障点以后,无论修复还是更换,对电气维修人员来讲,排除故障比查找故障要简单得多。但在排除故障过程中一般不会只用一种方法,往往多种方法综合运用。

① 在排除故障的过程中,应先动脑,后动手,正确分析可起到事半功倍的效果。具体遵循“先外部后内部→先机械后电气→先静后动→先公用后专用→先简单后复杂→先一般后特殊”的原则。

需要注意的是,在找出有故障的元器件后,应该进一步确定故障的根本原因。例如,当电路板内的一只晶体管被烧坏,单纯地更换



一个晶体管是不够的，重要的是要查出被烧坏的原因，并采取补救和预防的措施。

② 一般情况下，以设备的动作顺序作为排除故障时分析、检测的次序。依此前提，先检查电源，再检查线路和负载；先检查公共回路再检查各分支回路；先检查主回路再检查控制回路；先检查容易检测的部分，再检查不易检测的部分。

③ 修复后性能观察。故障排除以后，维修人员在运行设备前还应作进一步检查，通过检查证实故障确实已经排除，然后由操作人员来试运行操作，以确认设备是否已正常运转，同时还应向相关人员说明应注意的问题。

注意，设备修复后进行检查时，要尽量使电气控制系统或电气设备恢复原样，并清理现场，保持设备的干净、卫生。

### 1.1.3 电气控制电路故障诊断检修法

电气控制电路故障的查找是一项技术性较强的工作，也是实际工作中一项十分重要的工作。具体故障的查找方法，不仅因人而异、因时而异，而且不同故障不同的控制系统查找方法也不同。当控制系统出了故障后如果一时难以弄清是什么地方出了问题，就需要进行故障点的查找，而故障点的查找又有一定的规律可循。

电工实践证明，“六诊”、“八法”、“三先三后”是一套行之有效的电气控制电路故障诊断的方法。

#### 1. 电气控制电路故障“六诊”法

电路出现故障切忌盲目乱动，在检修前要对故障发生的情况进行尽可能详细的调查。简单地讲，就是通过问、看、听、闻、摸、测“六诊”法来发现电气设备的异常情况，从而找出故障原因和故障所在的部位。具体方法见表 1.1。



表1.1 电气控制电路故障“六诊”法

| 诊断法 | 方法说明                                                                                                                                                                                                          |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 问   | <p>当一台设备的电气系统发生故障后，检修人员应和医生看病一样，首先要了解详细的“病情”，即向设备操作人员或用户了解设备使用情况、设备的病历和故障发生的全过程</p> <p>如果故障发生在有关操作期间或之后，还应询问当时的操作内容以及方法、步骤。通过询问可以得到一些很有用的信息。总之，了解情况要尽可能详细和真实，这些往往是快速找出故障原因和部位的关键</p>                          |
| 看   | <p>“看”包括两个方面：一是看现场；二是看图纸资料</p> <p>看现场时，主要观察触点是否烧蚀、熔毁，线头是否松动、松脱，线圈是否发热、烧焦，熔体是否熔断，脱扣器是否脱扣等，其他电气元件是否烧坏、发热、断线，导线连接螺钉是否松动，电动机的转速是否正常。还要观察信号显示和仪表指示等</p> <p>对于一些比较复杂的故障，首先弄清电路的型号、组成及功能，看懂原理图，再看接线图，以“理论”指导“实践”</p> |
| 听   | <p>在电路和设备还能勉强运转而又不致扩大故障的前提下，可通电启动运行，倾听有无异响；如果有异响，应尽快判断出异响的部位后迅速停车，如图1.1所示</p> <p>利用听觉判断故障，是一件比较复杂的工作。在日常工作中要积累丰富的经验，才能在实际运用中发挥作用</p>                                                                          |
| 闻   | <p>用嗅觉器官检查有无电气元件发高热和烧焦的异味。如过热、短路、击穿故障，则有可能闻到烧焦味、火烟味和塑料、橡胶、油漆、润滑油等受热挥发的气味。对于注油设备，内部短路、过热、进水受潮后油样的气味也会发生变化，如出现酸味、臭味等</p>                                                                                        |
| 摸   | <p>切断电源后，尽快触摸线圈、触点等容易发热的部分，看温升是否正常</p> <p>如设备过载，则其整体温度会上升；如局部短路或机械摩擦，则可能出现局部过热；如机械卡阻或平衡性不好，其振幅就会加大</p> <p>在实际操作时要遵守有关安全规程和掌握设备特点，不能摸的切不能乱摸，以免危及人身安全和损坏设备</p>                                                  |
| 测   | <p>用专用检测工具或仪器仪表对电气设备进行检查。利用仪表测量某些电气参数的大小，与正常数据进行对比，由此来确定故障原因和部位；利用试电笔测量电路有无电</p>                                                                                                                              |

### (1) “问”法的应用。

例如，操作人员报告某台离心泵不能启动，需要及时处理。这时维修人就要询问，水罐是否有水，上一班和本班是否曾经运行，询问具体使用情况，是否运行一段时间后停止，还是未运行就不能开启，还要询问故障历史等。了解具体情况后，到现场进行处理时就会有



条理，轻松解决问题。



图1.1 听电动机运行时的声音

### (2) “看”法的应用。

例如，某车间有一台螺杆泵，操作工反映按下按钮时听到电动机有振动声但泵不启动。根据所述情况判断，通电做短暂试验不致发生事故，可以通电试验来核实所反映的情况。试验表明螺杆泵是空载启动，因此机械故障的可能性较小，最可能的原因是电动机或电源断相。首先查看电柜熔断器是否熔断；如果熔断器完好，查一下控制电动机的接触器进线是否三相有电；如有，再次通电核实所述情况。

### (3) “摸”法的应用。

在实际操作过程中，应注意遵守有关安全规程，掌握设备的特点，掌握摸（触）的方法和技巧，不能摸的切不能乱摸。手摸用力要适当，以免危及人身安全和损坏设备。用手感温法估计温度（以电动机外壳为例）见表 1.2。

表1.2 手感温法估计温度

| 温度 /℃ | 感 觉 | 具体程度               |
|-------|-----|--------------------|
| 30    | 稍冷  | 比人体温度低，感觉稍冷        |
| 40    | 稍暖和 | 比人体温度高，感觉稍暖和       |
| 45    | 暖和  | 手背触及感到很暖和          |
| 50    | 稍热  | 手背可以长久触及，但长时间手背会变红 |



续表 1.2

| 温度 /℃   | 感 觉     | 具体程度                  |
|---------|---------|-----------------------|
| 55      | 热       | 手背可停留 5 ~ 7s          |
| 60      | 较热      | 手背可停留 3 ~ 4s          |
| 65      | 很热      | 手背可停留 2 ~ 3s          |
| 70      | 十分热     | 用手指可停留约 3s            |
| 75      | 极热      | 用手指可停留 1.5 ~ 2s       |
| 80      | 担心电动机损坏 | 手背不能碰, 手指勉强停 1 ~ 1.5s |
| 85 ~ 90 | 过热      | 不能碰, 因条件反射瞬间缩回        |

#### (4) “测”法的应用。

在电气修理过程中,对于电路的通断、电动机绕组、电磁线圈的直流电阻、触点的接触电阻等是否正常,可用万用表相应的电阻挡进行检查;对于电动机三相空载电流、负载电流是否平衡,大小是否正常,可用钳型电流表或其他电流表进行检查;对于三相电压是否正常,是否一致,工作电压、线路部分电压是否正常等可用万用表进行检查;对于线路、绕组的有关绝缘电阻,可用兆欧表进行检查。

利用仪表检查电路或元器件的电气故障有速度快、判断准确、故障参数可量化等优点,因此,在电气维修中应充分发挥仪表检查故障的作用。

① 测量电压法。图 1.2 所示为某电动机启停控制电路,电路各点间正常电压见表 1.3。如果实际测得的电压与表中的数值不符,则说明电路工作不正常。

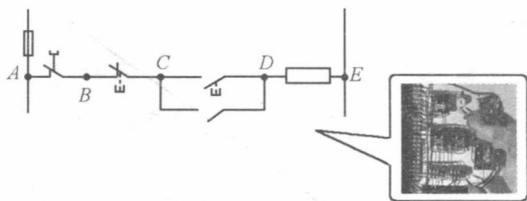


图1.2 电动机启停控制电路