



农村电工技术问答

吴武贤

修订版

下册



TM
17=4
3:2

农村电工技术问答

下册 (修订版)

吴武贤

水利电力出版社



B 459503

农村电工技术问答
下册(修订版)

吴武贤

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路8号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 17.25印张 367千字

1981年10月初版 1985年新一版

1987年12月第三版 1987年12月北京第四次印刷

印数289531—319620册

ISBN 7-120-00021-7/TM·8

15143·6510 定价 3.05 元

内 容 提 要

本书系中国出版工作者协会科技出版工作委员会星火计划丛书之一,分为上、下两册,共十章。上册内容有交流发电机原理、运行和维护;配电线路;配电变压器结构原理、运行维护和修理,高压开关设备;继电保护;防雷及接地装置等五个方面。下册内容有异步电动机结构原理、运行维护和修理,起动设备;电气测量和电工仪表;家用电器;汽车拖拉机电系;照明及其它电工知识等,并附有电工系统常用电器、电机图形符号、文字符号及例图。其中家用电器和汽车拖拉机电系两章是这次修订版中新增加的部分。本书涉及到的内容广泛,对农村电工、农电技术人员在学习和生产实践中会遇到的大量问题作了详尽的解答,是农村电工学习电工知识的好材料,对于在工矿企业从事电气工作的工人、技术人员也有重要的参考价值。

再 版 前 言

《农村电工技术问答》一书自出版以来，在我国农村电气化的建设中发挥了一定的作用。根据农电事业的发展和广大读者的需要，作者对本书又进行了修改和补充。这次修改，除了删去技术上陈旧的内容外，增补了一些新设备新技术的介绍，增设了家用电器、汽车拖拉机电系两章。考虑到目前我国电器产品更新换代有一个过程，有些产品如电动机JO、JO₂的介绍仍暂保留。

本书涉及的电气技术范围很广，由于作者水平有限，书中可能存在缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

作者

一九八六年十月

目 录

再版前言

| | |
|---|----|
| 第六章 异步电动机及起动保护设备 | 1 |
| 一、异步电动机原理 | 1 |
| 1.三相异步电动机是怎样分类的? | 1 |
| 2.异步电动机的新产品型号表示什么意义? | 1 |
| 3.我国目前推广的Y系列(IP44)异步电动机有什么特点? | 2 |
| 4.旋转磁场是怎样形成的? 旋转磁场的转向和转速是怎样确定的? | 4 |
| 5.异步电动机是怎样旋转起来的? 什么叫转差率? | 6 |
| 6.电动机轴上负载增加时, 其定子电流为什么会增大? 如果转子卡住不转, 定子电流会有什么变化? | 8 |
| 7.为什么异步电动机起动电流很大? | 9 |
| 8.为什么异步电动机起动电流很大而起动转矩却并不大? | 9 |
| 9.为什么要限制异步电动机的起动电流? | 10 |
| 10.异步电动机的起动电流在空载和负载起动时哪个大? | 10 |
| 11.在负荷不变的情况下, 当外加电压升高时, 为什么有的电动机电流增大, 而有的电动机电流减小? | 10 |
| 12.电源电压变化对电动机性能有何影响? | 11 |
| 13.异步电动机的气隙为什么很小? | 12 |
| 14.电动机在运行时会产生哪些损耗? 电动机的效率是怎样表示的, 有何特点? | 12 |
| 15.异步电动机的电磁转矩与转速有关吗? 什么叫异步电动机的起动转矩、最大转矩和额定转矩? | 14 |

| | |
|---|----|
| 16. 怎样理解异步电动机的功率因数? | 15 |
| 17. 为什么可以说三相电动机的电流是一个千瓦两个 安培? | 16 |
| 18. 电动机是怎样发热和冷却的? | 17 |
| 19. 电动机的绝缘等级和允许温升是什么意思? | 20 |
| 20. E级绝缘的电动机允许温度为 120°C , 为什么规定这 种电动机的绕组用电阻法测量时的允许温升为 75°C 而用温度表测量时为 65°C ? | 21 |
| 21. 电动机能够输出的功率与环境温度有什么关系? | 21 |
| 22. 怎样估计电动机的寿命? | 22 |
| 23. 电动机的温升和允许输出功率与海拔高度有什么 关系? | 22 |
| 24. 电动机的“连续运行”、“周期工作制”和“短时 运行”有什么区别? 怎样运用? | 23 |
| 25. 电源频率过低对电动机本身有什么影响? | 24 |
| 26. 农村常见的异步电动机转速常常接近每分钟3000转、 1500转、1000转, 为什么不是每分钟3000转、1500 转、1000转呢? | 24 |
| 27. 三相异步电动机定子绕组有哪些接法? 如果将 Δ 接 法的电动机接成 Y , 或将 Y 接法的接成 Δ , 有什么 危险? 为什么? | 25 |
| 28. 怎样改变三相异步电动机的转向? | 26 |
| 29. 怎样根据定子绕组排列判定电动机的极数? | 27 |
| 30. 怎样用万用表来判定电动机的额定转速? | 28 |
| 31. 怎样判断电动机绕组的头尾端? | 28 |
| 32. 用灯泡法判断电动机绕组头尾的根据是什么? | 30 |
| 33. 怎样用一只万用表判断三相电动机绕组的头尾? | 30 |
| 34. 用环流法判断三相绕组头尾的根据是什么? | 31 |
| 35. 星形接法的异步电动机中性点对地电压为什么不等于 零, 而且在单相运行时升高? | 32 |

| | |
|---|----|
| 36. 绕线式电动机有何特点? 为什么? | 33 |
| 37. 绕线式电动机的调速原理如何? | 34 |
| 38. 绕线式电动机铭牌上的转子电压有几百伏, 但运行时 转子绕组是短路的, 为什么不会烧坏? | 36 |
| 39. 双鼠笼式电动机有何特点? 为什么? | 36 |
| 40. 如果三相异步电动机不在额定电压下运行, 怎样确定 任意负载下的电动机输出功率? | 38 |
| 41. 已知三相异步电动机的空载电流, 如何根据实际负 载电流 I_1 确定电动机的输出功率? | 39 |
| 42. 为什么异步电动机产品目录上都要给出最大转矩与 额定转矩的比值? | 39 |
| 43. 为什么大容量的电动机大多采用 Δ 接法, 而较小容量 的电动机则大多用 Y 接法? | 40 |
| 44. 需要频繁正反转的设备配用了一台与设备功率相匹配 的普通三相异步电动机, 温升很高。如果换上较大功 率的普通三相异步电动机, 温升会下降吗? | 40 |
| 45. 怎样选择电动机? | 41 |
| 二、异步电动机绕组 | 42 |
| 46. 鼠笼转子绕组, 在构造上有何特点? 鼠笼转子的导 条和转子铁芯间为什么可以不加绝缘? | 42 |
| 47. 为什么很多异步电动机的转子槽是斜的? | 43 |
| 48. 异步电动机的定子和转子槽为什么在接近铁芯表面 处开小槽口? | 43 |
| 49. 如一台电动机因转子槽斜度距设计要求相差很大, 几乎为直槽, 使电动机额定转速和转矩降低, 有何 补救办法? | 44 |
| 50. 什么叫电动机绕组的极距、每极每相槽数、线圈节 距、全距元件和短距元件? | 44 |
| 51. 电机绕组中所说的电工角度是什么意思? | 46 |

| | |
|--|----|
| 52. 什么是60°相带和120°相带? | 46 |
| 53. 布置和安放三相异步电动机定子绕组有什么要求? | 47 |
| 54. 什么是单层及双层绕组? 为什么小容量电动机多采用单层绕组而大容量电动机却不采用呢? | 48 |
| 55. 怎样绘制单层绕组的展开图? | 48 |
| 56. 单层链式绕组怎样嵌线? 有何特点? | 52 |
| 57. 单层同心式线圈怎样嵌线? 有何特点? | 53 |
| 58. 单层交叉式绕组怎样嵌线? 有何特点? | 54 |
| 59. 一台4极24槽双层绕组的三相异步电动机, 线圈的节距常为5槽, 而为什么不是整距6槽呢? | 56 |
| 60. 怎样绘制双层绕组展开图? | 56 |
| 61. 双层迭绕组怎样嵌线? | 58 |
| 62. 什么是槽电势矢量图(电势星形图)? | 59 |
| 63. 怎样用槽电势矢量图排列定子绕组? | 60 |
| 64. 怎样检查电动机定子绕组的线圈、极相组的极性连接是否正确? | 62 |
| 65. 在修理电动机绕组时, 为什么不能随意增减线圈匝数? | 64 |
| 66. 怎样拆除旧绕组? | 65 |
| 67. 怎样计算绕制线圈的线模尺寸? | 66 |
| 68. 怎样确定槽绝缘尺寸? | 67 |
| 69. 电动机有个别线圈损坏, 如何调换修理? | 68 |
| 70. 电机绕组浸漆有什么作用? 为什么? | 69 |
| 71. 电动机绕组的两次浸漆工艺各有何要求? | 69 |
| 72. 绕组在浸漆前怎样预烘? 浸漆温度为什么规定为60~80°C? | 70 |
| 73. 电动机绕组浸漆质量不好会出现哪些现象? 是何原因所致? | 71 |
| 74. 铸铝鼠笼转子导条断裂, 怎样拆除? | 72 |
| 75. 铸铝鼠笼转子导条断裂后怎样修理? | 72 |

| | |
|---|-----------|
| 76.怎样确定无铭牌电动机空铁芯的极数? | 73 |
| 77.怎样计算异步电动机气隙的主磁通值? | 73 |
| 78.怎样选择气隙磁通密度的最大值? | 74 |
| 79.怎样判断气隙磁通密度最大值选得是否合适? | 75 |
| 80.定子每相绕组的感应电势有多大? 每相感应电势与 电源电压有何关系? | 76 |
| 81.什么是绕组系数? | 77 |
| 82.定子绕组每相串联匝数和每个线圈的匝数怎样计算? | 79 |
| 83.绕制线圈时怎样选择导线线径? | 81 |
| 84.怎样确定无铭牌电动机铁芯的功率? | 83 |
| 85.在电机绕组计算中要注意些什么? | 84 |
| 86.有一台电动机铁芯空壳, 怎样进行重绕计算? | 85 |
| 87.一台三相异步电动机需要改变极对数, 怎样计算绕 组参数? | 87 |
| 88.为什么当导线截面较大时, 常用多股导线并绕线圈? | 89 |
| 89.在修理铝线电机时, 若无铝线怎样用铜线代替? | 89 |
| 90.电机修理中怎样进行不同线径导线的代用? | 90 |
| 91.三相异步电动机改变极数重绕时应该注意什么? | 91 |
| 92.三相异步电动机怎样在单相电网中使用? | 92 |
| 三、异步电动机运行与维修 | 95 |
| 93.电动机在起动前应该进行哪些检查? | 95 |
| 94.电动机在起动时应注意什么? | 96 |
| 95.电动机在运行中应该注意什么? | 97 |
| 96.怎样对电动机进行定期小修和大修? | 98 |
| 97.怎样进行电动机轴承的清洗和换油? | 99 |
| 98.连续运行着的电动机是否会受潮? | 99 |
| 99.电动机绕组上有灰尘有什么害处? | 100 |
| 100.有一台放置很久的电动机, 起动后即有一股无味的 白烟冒出, 但仍能正常运行, 何故? | 100 |
| 101.怎样测定电动机的绝缘电阻? | 100 |

102. 用什么简单的方法可以测试电动机的温升是否正常? ...101
103. 有一台电动机三相空载电流相差不超过 10%, 用什么方法确定它是由于电源电压不平衡, 还是属于电动机本身有毛病?102
104. 一台具有铜导条的鼠笼电动机, 起动时转子槽口冒火花, 但能正常运转, 拆开检查没有发现故障, 何故?102
105. 一台鼠笼电动机没有故障, 降压起动时, DW型自动开关的过流脱扣整定电流大于起动电流的1.35倍, 但仍会跳闸, 为什么?103
106. 电动机发热超过标准或冒烟, 何故?104
107. 电动机轴承过热, 何故?105
108. 电动机发生振动, 何故? 振动对电动机有何危害?105
109. 电动机运行中有噪音发生, 何故?106
110. 造成电动机起动困难或不能起动的原因何在?107
111. 电动机起动时, 合闸后即烧断熔丝, 原因何在?108
112. 电动机在空载时三相电流不平衡程度较大, 原因何在? ...108
113. 电动机空载电流偏大, 何故?108
114. 电动机外壳漏电, 原因何在?109
115. 电动机绝缘电阻下降, 原因何在?109
116. 三相电动机单相运行时为什么容易烧坏绕组?109
117. 造成电动机单相运行的原因有哪些?111
118. 电动机只能空载不能带负荷的原因何在?111
119. 怎样检查鼠笼式电动机转子断条故障?112
120. 怎样检查电动机绕组发生接地? 如何处理接地故障? ...113
121. 电动机定子绕组发生短路, 怎样检查?114
122. 短路侦察器为什么能够检查线圈匝间短路?115
123. 怎样设计一个短路侦察器?115
124. 电动机轴和端盖损坏的情况有几种? 如何修理?117
125. 怎样应急修理线圈的匝间短路故障?117

126. 怎样检查多路绕组的并联支路断线故障?118
127. 农用电动机常采用哪几种简易干燥法?119
128. 怎样用红外线灯泡干燥电动机绕组?120
129. 干燥电动机时, 应该注意哪些问题?121
130. 受潮的电动机、变压器或其它电气设备在进行干燥时, 为什么绝缘电阻值不是随着干燥时间增长而逐渐增高, 而是出现先下降然后再升高的现象?122
131. 绕线式电动机的电刷在使用中应注意检查哪些事项? ...122
132. 绕线式电动机的炭刷日久磨损很多, 到何时才需换新? ...123
133. 绕线式电动机转子绕组一相断电后, 其空载电流值便周期性地摆动, 何故?123
134. 绕线式电动机在转子开路的情况下让定子接通电源, 转子能慢慢转动, 何故?123
135. 绕线式电动机调速运行时, 在其转子回路应该接上多大的调速附加电阻?124
136. 修好一台单相鼓风机, 接通电源后常在某一位置不能起动, 何故? 怎样克服这种死点?125
- 四、 异步电动机的起动和保护125
137. 什么是电动机的直接起动? 怎样根据电网容量决定允许直接起动的电动机容量?125
138. 在选择直接起动电动机的开关设备时, 应该注意什么? ...126
139. 利用自耦变压器降压起动电动机的方法有什么特点? ...127
140. 星三角换接开关降压起动电动机的方法有何特点?129
141. 电动机定子电路串联电阻或电抗降压起动有何特点? ...131
142. 延边三角形降压起动法有何特点?133
143. 怎样选用鼠笼式电动机的起动方法?134
144. 绕线式异步电动机怎样起动?136
145. 胶盖开关有何特点? 怎样使用?137
146. 铁壳开关有何特点? 怎样使用?138
147. 交流接触器的工作原理如何? 怎样选用?138

| | |
|--|-----|
| 148. 什么是可逆接触器? | 141 |
| 149. 交流接触器的型号表示什么意义? | 142 |
| 150. 怎样选择磁力起动器? | 143 |
| 151. 怎样对接触器进行简单的维护? | 147 |
| 152. 自动开关的结构原理如何? 有何特点? | 147 |
| 153. 自动开关的过电流电磁脱扣器和热脱扣器怎样整定? | 149 |
| 154. 怎样正确使用和维护QJ2、QJ3型自耦减压起动器? | 150 |
| 155. 延边三角形起动时利用XJ1低压起动控制箱的线路原理如何? | 151 |
| 156. 延边三角形二级降压起动控制线路是怎样的? | 153 |
| 157. BU1型油浸起动变阻器构造如何? 怎样选用? | 154 |
| 158. 油浸起动变阻器在安装、使用和维护时应该注意哪些事项? | 155 |
| 159. 什么是频敏变阻器? | 156 |
| 160. 使用BP系列频敏变阻器时应该注意什么? | 157 |
| 161. 交流电磁铁有什么特点? | 158 |
| 162. 交流电磁铁铁芯极面的分磁环有何作用? | 159 |
| 163. 额定电压相同的交流电磁铁与直流电磁铁能否互换使用? | 160 |
| 164. 交流电磁铁在改换电压或电流使用时怎样换绕线圈? | 161 |
| 165. 与电源并联的交流电磁铁的吸引线圈损坏时, 若线圈的参数不知道, 怎样估算? 如何修理? | 162 |
| 166. 什么是开关触头的初压力、终压力和超行程? 如何确定触头压力是否正常? | 163 |
| 167. 为什么开关触头上常常要镀锡或镀银? | 165 |
| 168. 电器电磁系统的铁芯发生过大的噪音, 甚至有振动和嗡嗡声, 何故? 怎样消除这种故障? | 165 |
| 169. 电器电磁系统的吸引线圈过热、烧毁的原因是什么? | 166 |
| 170. 电器的电磁系统中, 线圈通电后衔铁吸不上, 何故? | 166 |
| 171. 电器的电磁系统, 线圈断电后衔铁不落下, 何故? | 167 |

172. 电器触头过热甚至烧毛是何原因?167
173. 电器触头熔焊在一起, 何故? 怎样处理?167
174. 电器触头为什么会磨损? 磨损太快, 何故? 触头到
何时需要换新?168
175. 起动电机时将补偿器合向电源, 手松开后却合不
上, 有时还引起熔丝烧断, 何故?169
176. 补偿器过热, 何故?169
177. 绕线式电动机起动变阻器过热, 何故?169
178. 起动变阻器手柄移动时, 绕线式电机转速不变, 或
手柄移动几档后, 转速才突然升高, 何故?169
179. 触头间的电弧是怎样产生的?170
180. 栅片灭弧罩为什么能够灭弧?170
181. 把低压电器上的灭弧罩取掉后使用, 有何危险?171
182. 有些低压电器用变压器油来灭弧, 是什么道理?172
183. 怎样判断灭弧罩的灭弧性能是否良好?172
184. 低压电器的灭弧罩常出现哪些故障? 怎样修理?172
185. 常用的RM 系列熔断器的管子到何时需要换新? 怎
样判断熔断器是否分断了极限分断电流?173
186. RTO系列熔断器在结构和性能上有何特点?174
187. 怎样正确选用熔丝或熔体来进行电动机的短路保护? ...174
188. 有人认为保险(熔丝或熔体)选得小些, 既可以作
电动机的短路保护, 又可以兼作电动机的过载保
护, 对吗?175
189. 安装熔丝时应该注意哪些问题?176
190. 普通的热继电器为什么只能做过载保护而不能保护
短路呢?176
191. 熔断器在电动机三相都装设, 而热继电器有时只在
两相装设, 这是怎样考虑的? 有何缺点?177
192. 普通热继电器为什么不能很可靠地进行电动机的单
相运行保护?178

| | |
|--|------------|
| 193.热继电器在安装和维护中应注意哪些问题? | 179 |
| 194.三相异步电动机断相保护技术的发展情况如何? | 180 |
| 195.怎样利用零序电压原理对电动机进行单相运行保护? 这种保护有何特点? | 181 |
| 196.怎样利用断丝电压进行电动机单相运行保护? | 182 |
| 197.怎样利用欠电流继电器进行电动机的单相运行保护? | 182 |
| 198.为什么说用交流接触器的失压(或欠压)保护,或 欠压继电器构成的电动机单相运行保护是不可靠的? | 184 |
| 199.什么是正温度系数热敏电阻(PTC)? | 184 |
| 200.怎样利用正温度系数热敏电阻对电动机实现全保护? | 187 |
| 201.怎样在电机绕组中安装正温度系数热敏电阻(PTC)? | 191 |
| 第七章 电气测量及电工仪表 | 192 |
| 1.电压互感器有什么作用?原理如何? | 192 |
| 2.电压互感器的误差和准确等级是怎样规定的? | 192 |
| 3.电压互感器的型号表示什么意义?常用的电压互感器 有哪些类型? | 193 |
| 4.使用电压互感器时应注意哪些问题? | 196 |
| 5.使用电压互感器为什么不允许二次侧短路? | 197 |
| 6.为什么一个10千伏电压互感器标明容量时有120伏安、 200伏安、480伏安、960伏安等几个数? | 197 |
| 7.电压互感器的熔丝如何选择? | 197 |
| 8.电流互感器有什么作用?原理如何? | 198 |
| 9.什么是电流互感器的误差和准确等级? | 199 |
| 10.电流互感器的型号表示什么意义?常用的电流互感 器有哪些? | 200 |
| 11.电流互感器与仪表的连接常用哪几种方法? | 201 |
| 12.使用电流互感器应该注意哪些问题? | 202 |
| 13.电流互感器在运行中为什么不允许二次线圈开路? | 203 |
| 14.什么叫电流互感器的额定容量、额定负荷和额定电 压?它们之间有什么关系? | 203 |

15. 两个同型号的电流互感器串联或并联时容量与变比的关系如何? 在什么情况下接成串联或并联?204
 16. 电气测量中仪表采用联合接线时应该注意什么?205
 17. 互感器在运行中应该巡视检查哪些项目?205
 18. 钳形电流表的结构原理如何? 怎样使用?207
 19. 什么是电气仪表的准确度? 测量中选择仪表量限应该注意什么?208
 20. 为什么磁电系仪表既不能直接测量较大的直流电流, 又不能直接测量交流?208
 21. 磁电系仪表的标尺刻度是均匀的, 而电磁系仪表的标尺刻度为什么不均匀?209
 22. 为什么有的电气仪表外壳内壁上装有铁磁材料做成的外罩?210
 23. 电磁系仪表刻度盘在起点附近有一黑点表示什么意思? ...210
 24. 使用完电流计、微安表或毫伏表后, 为什么往往要用导线把仪表的正负极短接起来?210
 25. 只用一根铜线怎样判断一只微安表的线圈是否断了?211
 26. 毫伏表和微安表线圈的内阻为什么不允许用万用表的欧姆档来直接测量?211
 27. 怎样测定磁电系测量机构(表头)的灵敏度和内阻?211
 28. 电流表所用的分流器上所标的“额定电压”、“额定电流”是什么意思?213
 29. 直流电压表上所标“每伏若干欧”是什么意思?213
 30. 为什么要求电流表的内阻越小越好, 而电压表的内阻越大越好?214
 31. 磁电系仪表的温度补偿原理如何? 怎样计算附加电阻值?214
 32. 怎样把一个磁电系仪表表头改装为多量限直流电压表? ...216
 33. 怎样把一个磁电系表头改作多量限直流电流表?219
 34. 怎样把一个磁电系表头改作整流系交流电压表?220
-

| | |
|--|------------|
| 35. 怎样把一个磁电系表头改作整流系交流电流表? | 223 |
| 36. 电磁系交流电压表和电流表的量限怎样扩大? | 225 |
| 37. 怎样简单地改变配用电流互感器的安培表的量限? | 226 |
| 38. 怎样正确使用万用表? | 227 |
| 39. 万用表测量电阻的原理如何? 何谓中值电阻? | 228 |
| 40. 万用表在测量电阻之前为什么要“调零”? | 230 |
| 41. 用万用表测量较大电阻时为什么两手不可同时接触 表笔的导电部分? | 230 |
| 42. 使用兆欧表应该注意哪些问题? | 231 |
| 43. 在有些绝缘电阻测量中兆欧表停止摇动后, 表针常 超过“∞”处, 何故? | 233 |
| 44. 用兆欧表测量输电线路的绝缘电阻, 有时读数接近 零, 是不是输电线肯定有接地故障? | 233 |
| 45. 在使用兆欧表测量绝缘电阻时, 转速为什么不宜太 快或太慢? | 234 |
| 46. 装置电度表有哪些规定? | 234 |
| 47. 怎样从电度表上算出用户耗电度数? | 235 |
| 48. 电度表的负载太大或太小对准确测量电能有何 影响? 怎样选择电度表的容量? | 236 |
| 49. 为了使电度表准确测量电能, 使用中应注意什么? | 237 |
| 50. 电度表在运行中产生响声的原因是什么? | 238 |
| 51. 电度表在未带负载且转盘不转时, 它本身是否耗电? | 239 |
| 52. 电度表未带负载而会慢慢地不断转动, 何故? | 239 |
| 53. 单相电度表应该怎样正确接线? 接线时容易发生哪 些错误? | 240 |
| 54. 怎样判断三相三线电度表接线是否正确? | 241 |
| 55. 一个三相电度表反转, 怎样排除这种故障? | 244 |
| 56. 电度表发生哪些故障后应找供电部门修理? | 244 |
| 第八章 家用电器 | 245 |
| 一、电动类家用电器 | 245 |