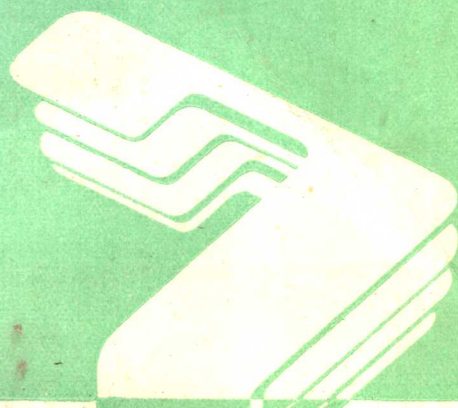


JIANZHU ANZHUANG GONGREN KAOGONG JISHU WENDA CONGSHU



建筑安装工人考工技术问答丛书

14

建筑 与 安装电工

潘光武
编

中国建筑工业出版社

3·6
3

建筑安装工人考工技术问答丛书

建筑与安装电工

潘光武 编

中国建筑工业出版社

本书是根据建设部新近颁发的《安装工人技术等级标准》对电气安装工的应知、应会要求编写的。全书分初级工、中级工、高级工三级，以问答形式深入浅出地介绍了建筑安装电工应该掌握的基础知识和实际施工操作技能。全书主要内容包括：电的基本知识，变配电装置的构成、安装、运行和维护，电动机的结构和工作原理，电工测量仪表的构造与原理，继电器的结构与原理，配管配线工程，电缆的安装及故障点的导测，架空外线施工与导线选择计算，接地与防雷装置，电工安全知识，晶体管、可控硅整流电路，电梯的机构与安装，热工仪表安装，防爆电气工程，工业电子计算机基本知识及施工管理。

本书可供建筑安装企业安装电工考工复习参考，也可做为自学读物。

* * *

主审：张增福

建筑安装工人考工技术问答丛书

建筑与安装电工

潘光武 编

中国建筑工业出版社出版发行（北京西郊百万庄）

蔚县印刷厂印刷（河北蔚县）

开本：787×1092毫米 1/16印张：12¹/₄ 字数：289千字

1989年6月第一版 1989年6月第一次印刷

印数：1—35390册 定价：5.20元

ISBN7-112-00793-3/TU·561

(5870)

出版说明

为满足广大建筑安装工人学习技术和建筑安装企业进行工人技术考核的需要，中国建筑工程总公司于1986年组织编写了《建筑工人技术问答丛书》，经过试用，并为该套丛书作了较大修改和补充后，现以《建筑安装工人考工技术问答丛书》出版。全书共计二十七分册，覆盖了土建、设备、安装、混凝土构件和木材加工、机械施工的三十七个主要技术工种。

《丛书》系根据建设部新近颁发“建筑工人技术等级标准”、“安装工人技术等级标准”、“机械施工工人技术等级标准”编写的，既体现了基础理论的完整性，又突出了实际操作知识，还兼顾了不同地区的特点和需要。

《丛书》采用问答的形式编写，语言通俗易懂，并配有较多的插图和表格，适用于工人自学，既是工人技术培训的一套较好辅助教材，同时又可作为考工的试题库。

建设部人才开发司

1988年9月

目 录

初 级 工

- 一、电的基本知识..... (1)
 - 1. 什么是电? (1)
 - 2. 什么是电位? 什么是电压? (1)
 - 3. 什么是电流? 什么是电流强度? (1)
 - 4. 什么是导体? 什么是绝缘体? 什么是半导体? (2)
 - 5. 什么是电阻? 什么是电阻率? ... (2)
 - 6. 什么是欧姆定律? 什么是全电路欧姆定律? (3)
 - 7. 什么是电功与电功率? (3)
 - 8. 什么是电流的热效应? (4)
 - 9. 什么叫短路? 它和断路有什么不同? 短路将会造成什么后果? ... (5)
 - 10. 什么是“左手定则”? 什么是“右手定则”? 分别说明它们的用途。..... (5)
 - 11. 什么是右手螺旋定则? (5)
 - 12. 什么是串联电路? 在串联电路中电压、电流、电阻如何计算? ... (6)
 - 13. 什么是并联电路? 在并联电路中电压、电流、电阻如何计算? ... (6)
 - 14. 什么是复杂电路? 如何互换星形(Y)网络和三角形(Δ)网络? (7)
 - 15. 什么叫电磁感应? 感应电动势的大小如何确定? (9)
 - 16. 什么是楞次定律? 什么是电磁感应定律? (9)
 - 17. 什么是电容? 什么是电容器的串联和并联? (10)
 - 18. 什么叫正弦交流电? (11)
 - 19. 什么是正弦交流电的最大值、平均值和有效值? 它们之间的关系如何? (12)
 - 20. 什么是交流电的周期、频率和角频率? (12)
 - 21. 什么叫相位? 什么叫相位差? ... (12)
 - 22. 什么叫感抗、容抗、阻抗? (13)
 - 23. 什么叫有功功率、无功功率、视在功率? 画出功率三角形。..... (14)
 - 24. 什么叫功率因数? 如何计算功率因数? (15)
 - 25. 什么是三相交流电? (15)
 - 26. 什么叫相电压、线电压? 什么叫相电流、线电流? (15)
 - 27. 什么是三相电路的中性点? 什么是三相三线制供电? 什么是三相四线制供电? (16)
 - 28. 分别说明三相负载星形联接和三角形联接时, 相电压和线电压、相电流和线电流之间的关系。... (16)
 - 29. 什么叫相序? 相位和相序是怎样确定的? (17)
 - 30. 什么叫中性点位移? 什么叫中性点位移电压? (17)
 - 31. 三相四线制供电系统中, 中性线(零线)的作用是什么? 为什么零线不允许断路? (17)
 - 32. 列出公英制线规对照表。..... (18)
- 二、常用机具的使用和维护..... (18)
 - 33. 怎样正确使用电工常用工具? ... (18)
 - 34. 怎样使用和维护电动机具? (19)
 - 35. 怎样正确使用电工仪表? (21)
 - 36. 怎样使用安全工具及防护用品? (25)
- 三、变配电设备的结构与作用..... (26)
 - 37. 电气施工图中常用电工设备图形符号含义是什么? (26)
 - 38. 变压器的构造及各部件的作用是

- 什么? (31)
39. 说明变压器主要技术规范及其参数。..... (32)
40. 电压互感器的二次为什么要一点接地? (33)
41. 电流互感器二次为什么要接地? (33)
42. 电流互感器为什么不许开路? 开路以后有什么现象? 怎样处理? ... (33)
43. 电流互感器二次接线有几种方式? (33)
44. 怎样埋设装配电盘的基础型钢? (34)
45. 怎样安装配电盘(柜)? (35)
46. 怎样安装手车式开关柜? (35)
47. 断路器和隔离开关的主要区别是什么? 各有什么用途? (36)
48. 隔离开关怎样安装和调整? (36)
49. 铅酸蓄电池的工作原理是什么? (37)
50. 蓄电池电解液的组成及其标准是什么? (37)
- 四、电动机的结构与作用** (38)
51. 简述直流电动机的构造及各部件的作用。..... (38)
52. 直流电动机有哪几种励磁方式? (39)
53. 简述直流电动机的起动方法。.. (40)
54. 简述三相异步电动机的构造及各部件作用。..... (41)
55. 三相异步电动机的旋转磁场是怎样形成的? (42)
56. 三相异步电动机有几种起动方法? 比较各种方法的优缺点。... (42)
57. 如何改变三相异步电动机的旋转方向? (44)
58. 用什么方法检查电动机的绝缘强度? 电动机绝缘电阻最低合格值是多少? (44)
- 五、配管配线工程**..... (44)
59. 怎样暗配钢管和电线管? (44)
60. 配管煨弯应注意些什么? 弯曲半径怎样规定? (45)
61. 钢管的连接方法有哪几种? (46)
62. 钢管明配时, 固定点的距离有何要求? (46)
63. 怎样进行管内穿线工程? 有何规定? (46)
64. 在现浇楼板、预制圆孔楼板上固定灯具的作法和要求是什么? ... (47)
65. 灯具安装要符合哪些质量要求? (47)
66. 插销、开关及吊扇安装有哪些要求? (48)
67. 将图1-36中照明和插座单线配线图绘成多线配线图。..... (49)
68. 根据下列线路要求, 连接开关和灯具。..... (50)
69. 怎样进行下列建筑伸缩缝的配管? (50)
- 六、母线的安装**..... (50)
70. 怎样安装矩形母线? (50)
71. 目前判断导线接头发热的方法有几种? 现在使用的测温蜡片多少度开始熔化? (52)
- 七、电缆的安装**..... (52)
72. 电力电缆的型号中各符号表示什么意义? (52)
73. 电缆的弯曲半径和最高与最低点的高差是怎样规定的? (53)
74. 电缆的正常允许的最大安全电流值是多少? (55)
75. 电缆的允许敷设温度是多少? ... (55)
76. 电缆在敷设前应做哪些检查和试验? (55)
77. 在什么情况下应将电缆穿保护管? 管径的大小是怎样规定的? (55)
78. 直埋电缆与管道、建筑物、树木及电杆等接近或交叉的距离是怎样规定的? (56)
79. 高压电力电缆预防性试验主要项目和要求是什么? 如何判断绝缘是否良好? (56)
80. 怎样使用绝缘电阻摇表测量电力电缆的绝缘电阻? (57)

81. 简述电力电缆中常用电缆终端头的制作方法。…… (58)
82. 共用天线电视系统常用同轴电缆型号是什么? 同轴电缆的接线有哪些要求? …… (61)
83. 电缆敷设时要注意哪些安全事项? …… (61)

八、架空外线施工与导线的选择计算 …… (61)

84. 什么叫弧垂? 弧垂与导线、档距的关系是什么? 弧垂过大和过小有何危害? …… (61)
85. 导线在绝缘子上固定应符合哪些要求? …… (62)
86. 怎样确定10千伏及以下架空线路的电杆高度及埋设深度? …… (62)
87. 机械或人力组立水泥电杆时要注意哪些安全事项? …… (63)
88. 安装拉线时对质量有何要求? …… (63)
89. 制作和安装拉线时要注意哪些安全事项? …… (64)
90. 如何按发热条件选择导线的截面? …… (64)
91. 什么叫线路电压损失? 怎样计算? …… (65)
92. 如何按电压损失来选择导线截面? …… (65)
93. 怎样按经济电流密度选择导线的截面? …… (67)

九、接地与防雷装置 …… (68)

94. 什么是接地装置? …… (68)
95. 电气上的“地”是什么意思? 什么叫对地电压? …… (68)
96. 什么是跨步电压? 什么是接触电压? …… (69)
97. 什么是大电流接地系统? 什么是小电流接地系统? 这两种系统的接地电阻值有何要求? …… (69)
98. 什么是零线与接零? …… (69)
99. 什么是工作接地? 有何作用? …… (69)
100. 哪些电气设备的金属外壳及构架要进行接地或接零? …… (70)
101. 什么是接地保护? 什么条件下

采用接地保护? …… (70)

102. 什么是接零保护? 什么条件下采用接零保护? 什么是三相五线制? 有何优点? …… (70)
103. 什么是重复接地? 重复接地的作用是什么? 其接地电阻值要求是什么? …… (72)
104. 为什么在1千伏以下的同一系统中, 不该将一部分电气设备金属外壳采用接零保护, 另一部分电气设备金属外壳采用接地保护? …… (72)
105. 高层建筑一、二类防雷装置、屋顶避雷网格的间距及安装要求是什么? …… (73)
106. 高层建筑一、二类防雷装置、避雷带、均压环及引下线的安装要求是什么? …… (73)
107. 节日彩灯的防雷装置有何要求? …… (74)

十、电工安全知识 …… (74)

108. 如何区分高压、低压、和安全电压? 具体规定如何? …… (74)
109. 为了防止触电事故的发生, 要采取那些安全措施? …… (74)
110. 哪些用电设备应安装漏电保护开关(触电保安器)? …… (74)
111. 发现有人触电应如何急救? …… (75)
112. 对触电者进行人工呼吸时, 应注意什么? …… (75)

十一、晶体管与二极管整流电路 …… (75)

113. 什么是PN结? …… (75)
114. 什么是二极管的单向导电性? …… (75)
115. 怎样用万能表测量二极管? …… (76)
116. 什么是稳压管? 稳压管有什么用途? …… (76)
117. 晶体三极管的结构和工作原理是什么? …… (78)
118. 怎样用万能表确定晶体管的性能和好坏? …… (79)
119. 怎样用万能表识别晶体管的管脚? …… (80)

120. 可控硅的工作原理怎样? (81)
121. 单相半波整流电路的工作原理
是什么? 画出波形图。 (82)
122. 单相全波整流电路的工作原理
是什么? 画出波形图。 (83)
126. 单相桥式整流电路的工作原理

- 是什么? 画出波形图。 (83)
124. 三相桥式整流电路的工作原理
是什么? 画出波形图。 (84)
125. 常用整流电路各主要量的关系
是什么? (85)

中 级 工

一、变配电设备安装与调整 (87)

126. 变压器的用途和基本原理是什
么? (87)
127. 什么是变压器的接线组别? ... (88)
128. 两台变压器并列运行条件是什
么? 否则会引起什么后果? ... (88)
129. 变压器在什么情况下进行核
相? 不核相并列可能有什么
后果? (89)
130. 干燥电力变压器的方法有哪
几种? 试比较各种方法的优
缺点。 (89)
131. 变压器吊芯检查的项目和要
求是什么? (92)
132. 怎样用滚杠法运输变压器?
..... (92)
133. 怎样进行SN10-10型少油断
路器的安装与调整? (92)
134. 对断路器为什么要进行三相同
时接触误差的测定? 具体有什
么规定? (93)
135. 怎样调制和灌注电解液? (93)
136. 什么叫蓄电池的浮充电? 为什
么要进行核对性充、放电、均
衡充电及个别充电? (95)
137. 铅酸蓄电池的定期充、放电程
序如何? 怎样判断充放电的完
成? (96)
138. 如何判断蓄电池的过充电和欠
充电? 蓄电池过充电和欠充电
有何影响? (96)

二、电动机的工作原理 (96)

139. 直流电动机的工作原理是什

么? (96)

140. 三相异步电动机的工作原理是
什么? (97)
141. 同步电动机的工作原理是什
么? (97)
142. 怎样判断三相异步电动机定子
线圈的始端和末端? (98)
143. 电动机的转子与定子间的空气
隙冒烟有火花是什么原因? ... (98)
144. 电动机绝缘降低的原因是什么?
如何恢复? (99)
145. 电动机烘干方法有几种? 烘干
时应注意什么? (99)
146. 三相异步电动机采用哪些保
护? 其保护元件应如何选
择? (100)

三、电工测量仪表的构造与原理 ... (100)

147. 常用电工仪表标度盘上各符号
的含义是什么? (100)
148. 电工仪表是如何分类的? (101)
149. 说明磁电式仪表的构造和工作
原理。 (102)
150. 说明电磁式仪表的构造和工作
原理。 (103)
151. 说明绝缘电阻摇表的构造和工
作原理。 (104)
152. 单相有功电度表接线方式有哪
几种? 分别画出其接线图。 ... (105)
153. 配电线路装两只电流互感器怎
样测量三相电流? 画图说
明。 (106)
154. 怎样接线能够使用一只伏特表
或安培表测量三相的线间电压

及负载的三相线电流? (106)

四、继电器结构原理与调整 (106)

155. 常用继电器符号的含义是什么? (106)

156. 简要说明电流继电器、电压继电器的结构、动作原理及调整方法。 (106)

157. 说明GL-10系列电流继电器的结构、动作原理及调整方法。 (110)

158. 说明DS-110、DS-120系列时间继电器的结构、原理及试验调整方法。 (112)

159. 说明JSJ型时间继电器动作原理。 (113)

160. 瓦斯继电器的动作原理是什么? 常用瓦斯继电器有几种型式? 各有什么特点? (114)

161. 电流型漏电开关工作原理是什么? (114)

162. 晶体管继电保护与电磁型继电保护相比, 有哪些优缺点? ... (114)

163. 继电保护装置的主要任务是什么? (115)

164. 对继电保护装置有哪些基本要求? (115)

165. 什么是过电流保护和电流速断保护? (116)

166. 什么是定时限保护和反时限保护? (116)

167. 过电流保护和速断保护的作用范围是什么? 速断为什么有带时限的, 有不带时限的? (117)

168. 过电流保护为什么要加装低压闭锁? 什么样的过流需要加装闭锁? (117)

169. 怎样核实过流及速断保护的整定值? 怎样计算? (117)

170. 简要说明变压器纵联差动保护的动作原理。 (118)

五、火灾自动报警装置 (119)

171. 自动消防报警系统由哪几部分组成? (119)

172. 感烟型探测器的型号、结构和工作原理怎样? (119)

173. 感光型探测器的型号、结构和工作原理怎样? (120)

174. 感温型探测器的型号、结构和工作原理怎样? (120)

六、电缆终端头制作工艺 (122)

175. 怎样制作1~10千伏冷浇型环氧树脂电缆头? (122)

176. 怎样制作0.5~10千伏塑料、橡皮绝缘电缆头? (124)

七、电梯的机构与安装 (126)

177. 电梯曳引绳怎样安装? (126)

178. 限速装置——限速器、安全钳有何作用? 怎样安装? (126)

179. 对电梯的电气装置安装有何要求? (127)

180. 电梯的安全保护装置有哪些? 有何作用? 安装有何要求? ... (128)

181. 安装电梯的安全注意事项有哪些? (130)

八、一般热工仪表的安装 (130)

182. 自控施工图中常用自控设备图形符号含义是什么? (130)

183. 自动调节系统是由哪几部分组成? (131)

184. 什么叫调节对象、被调参数、给定值、偏差、干扰以及调节参数? (132)

185. 热工仪表有哪些取源部件? ... (132)

186. 怎样选择仪表测点的开孔位置? (132)

187. 怎样根据被测介质和参数的不同, 选用金属壁测孔的开凿方法? (132)

188. 采用火焊在金属壁上测孔开凿时的步骤是什么? (132)

189. 采用机械方法在金属壁测孔开凿的步骤是什么? (133)

190. 怎样选择和安装仪表的插座? (133)

191. 怎样安装一次阀门? (133)

192. 怎样安装介质测温温度计? ... (133)

193. 怎样安装取压装置? (133)
194. 怎样安装节流装置? (134)
195. 怎样安装水位平衡容器? (135)
196. 怎样安装压力表? (136)
197. 怎样安装接触式温度计? (136)
198. 怎样安装差压仪表及变送器? (137)
199. 安装调节阀时应该注意哪些问题? (137)
200. 怎样安装成分分析仪表取样装置? (138)
201. 仪表的管路按其作用可分为几大类? (138)
202. 仪表管路敷设有何要求? ... (138)
203. 仪表导管有几种连接方法? (139)

九、可控硅整流电路 (140)

204. 单相半波可控硅整流电路的工作原理是什么? 画出波形图。 (140)
205. 单相桥式可控硅整流电路的工作原理是什么? 画出波形图。 (141)
206. 三相桥式半控整流电路的工作原理是什么? 画出波形图。 ... (143)
207. 常用有几种可控硅整流电路? 各主要量的关系是怎样? (145)

十、防爆电气工程 (145)

208. 我国爆炸和火灾危险场所是怎样分类分级的? 电气设备的防爆结构有几种? 它们的名称、标志和定义是什么? (145)
209. 在爆炸危险场所内对电气线路中使用的接线盒、拉线盒有何要求? (146)
210. 防爆电气设备、接线盒等的进线口, 其引入的电缆和电缆引入后的密封有何要求? (146)
211. 防爆危险场所钢管间和钢管与电气设备、接线盒、灯位盒、隔离密封盒、防爆挠性连接管间的螺纹连接处有何要求? ... (146)
212. 爆炸危险场所的电气设备、仪表、灯具的金属外壳, 其接地或接零的安装有何要求? ... (146)
213. 高压电气设备绝缘的交流耐压试验电压标准是什么? (147)
214. 绝缘安全用具分几类? 应怎样正确使用和保管 (147)
215. 扑灭电气火灾应用哪几种消防器材? 如何正确使用? (148)
216. 电气安全工具和防护用品的试验标准是什么? (149)

高级工

一、变配电装置的运行和维护 (150)

217. 主变压器新投入运行前应验收哪些项目? 为什么在正式运行前要做冲击试验? 冲击几次? ... (150)
218. 主变压器停、送电操作顺序有何规定? 为什么? (150)
219. 新投入的变压器运行巡视哪些部位? 注意哪些事项? (151)
220. 怎样判断变压器的声音是否正常? 发生异音可能是什么原因? (151)
221. 变压器定期试验周期、项目、标准是怎样规定的? 怎样分析

绝缘状况? (151)

222. 瓦斯继电器动作后怎样处理? 在现场怎样按气体现象来判断故障性质? (151)
223. 热虹吸 (硅胶罐) 在变压器运行中起什么作用? 运行有何要求? (152)
224. 为什么非直接接地系统一相接地时, 接地相电压降低、其它两相电压升高? (152)
225. 系统一相接地时, 电压表指示有何变化? 电压互感器开口三角两端的电压是多少? (152)

226. 电压互感器巡视检查的项目有哪些?	(153)	246. 三相异步电动机维护工作有哪些项目?	(164)
227. 电流互感器的正常巡视检查项目是什么?	(153)	247. 运行中电动机温度过高有哪些原因? 如何处理?	(164)
228. 测电容器绝缘用多大摇表合适? 怎样摇测?	(153)	248. 电动机合闸后嗡嗡响, 转不起来是什么原因?	(164)
229. 电容器投入或退出运行有哪些规定? 新装电容器投入运行前应做哪些检查?	(153)	249. 电源电压及周波偏低, 对三相异步电动机运行有什么影响? ...	(164)
230. 处理故障电容器时要注意哪些安全事项?	(154)	250. 对高压电动机巡视检查应注意些什么?	(165)
231. 电容器的正常巡视应检查哪些内容?	(154)	三、电缆故障点的寻测	(165)
232. 并联电容器的安装容量根据什么来选择?	(154)	251. 电缆线路常见故障有哪几种?	(165)
233. 地线网能否与避雷针联在一起? 有什么要求?	(155)	252. 怎样用电桥法寻测电缆线路的故障?	(165)
234. 防雷设备的巡视检查内容有哪些?	(155)	253. 怎样用脉冲示波器法寻测电缆故障?	(167)
235. 铅酸电池电解液比重过低是什么原因? 怎样处理?	(156)	254. 怎样用感应法和声测试验法寻测电缆故障?	(168)
236. 铅酸电池极板短路或弯曲是什么原因?	(156)	四、典型调速控制电路的分析	(169)
237. 维护蓄电池工作应注意哪些安全事项? 直流接地情况下, 在电池上工作应注意什么?	(156)	255. 分析可控硅交流调压电路的工作原理。	(169)
238. 正常巡视蓄电池要检查哪些项目?	(157)	256. 说明静态三相交流不停电电源装置的结构和工作原理。	(170)
239. 110千伏电缆接头的型式和结构是怎样的?	(157)	257. 分析电磁离合器可控硅调速系统电路的工作原理。	(171)
240. 110千伏电缆终端头的型式和结构是怎样的?	(158)	258. 什么是遥测、遥控的基本工作原理?	(173)
241. 如何进行变配电所送电和停电操作?	(159)	五、工业电子计算机的基本知识 ...	(174)
242. 用气动仪表组成的调节系统如何投运?	(160)	259. 工业控制机大体由哪几个部分组成? 怎样工作?	(174)
243. 用电动仪表组成的调节系统如何投运?	(161)	260. 什么是电子计算机的程序? ...	(176)
244. 备用电源设备——发电机的工作原理及并列运行条件是什么? ...	(162)	261. 什么是微型计算机?	(176)
245. 简要说明空调装置的自动控制原理。	(163)	262. 电子计算机在供电系统中可用在哪些方面?	(177)
二、电动机运行及维护	(164)	263. 计算机怎样实现1、0的运算?	(178)
		264. 什么是“或”门电路? 怎样实现“或”运算?	(178)
		265. 什么是“与”门电路? 怎样实现“与”运算?	(180)
		六、施工管理	(181)
		266. 工地临时供电是怎样规划的? ...	(181)

267. 怎样编制单位工程施工组织设计? (184)
268. 怎样进行电气设备材料检验? (185)

269. 电气隐蔽工程检查包括哪些项目及内容? (186)
270. 电气工程质量的检验评定工作是怎样进行的? (186)

初 级 工

一、电的基本知识

1. 什么是电？

自然界的一切物质都是由分子组成的，而分子又是由原子组成。每一个原子都是由一个带正电荷的原子核和一定数量带负电荷的电子所组成。在通常情况下，原子核所带的正电荷和电子所带的负电荷在数量上相等，所以物体就不显示带电现象。正电荷与负电荷有同性相斥、异性相吸的特性。如果由于某种外力的作用，使离原子核较远的外层电子摆脱原子核的束缚，从一个物体跑到另一个物体，这样就使物体带电，失去电子的物体带正电，获得电子的物体带负电。

一个带电体所带电荷的多少可以用电子的数目来表示，我们常以“库仑”作为电量的单位。

1库仑 = 6.24×10^{18} 个电子电荷

电量的符号用Q表示。

2. 什么是电位？什么是电压？

电场中某点的电位，是指电场力将单位正电荷沿任意路径从该点移至参考点所做的功，其单位为伏特，简称伏（V）。

在电场中电位等于零的点叫做参考点，凡是电位高于零电位的点，电位为正，凡电位低于零的点，其电位为负。通常以大地作为参考点。

电场中任意两点间的电压等于这两点电位的差，因此电压也称电位差。

电压的单位可用千伏（kV）、伏（V）、毫伏（mV）表示，即：

1千伏 = 10^3 伏；

1伏 = 10^3 毫伏；

1毫伏 = 10^3 微伏。

电场中各点的电位随着参考点的改变而不同，但是无论参考点如何改变，任意两点间的电位差是不变的。电压的正负是从高电位点指向低电位点。

3. 什么是电流？什么是电流强度？

导体中的自由电子在电场力的作用下作有规则的定向运动，就形成了电流。习惯上规定正电荷移动的方向为电流的方向，因此在金属导体中，电流的方向是和自由电子的实际移动方向相反的。

电流的大小用电流强度来表示，其数值等于单位时间内通过导体截面的电荷量，通常用符号I表示，即：

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中：I——电流强度（安、A）；

Q——通过导体截面的电荷量（库仑、C）；

t ——通过电荷量 Q 所用的时间(秒, s)。

电流强度的单位可用千安(kA)、安(A)、毫安(mA)表示, 即:

$$1 \text{ 千安} = 10^3 \text{ 安}$$

$$1 \text{ 安} = 10^3 \text{ 毫安}$$

$$1 \text{ 毫安} = 10^3 \text{ 微安}$$

4. 什么是导体? 什么是绝缘体? 什么是半导体?

比较容易传导电流的物体叫做导体。常见的导体是金属, 如铜、铝、银、铁等。金属为什么能很好传导电流呢? 因为在金属原子中, 最外层的电子与原子核的结合比较松散, 因此这部分电子很容易脱离自己的原子, 在组成金属的各原子中间运动, 这样的电子, 称为自由电子。在平常的情况下, 金属中虽有大量的自由电子, 但他们只作无规则的热运动, 不会产生电流, 当接上的电源并且电路形成通路时, 金属导体中的自由电子在电源电动势的作用下作定向运动, 形成电流。

导电能力非常差、电流几乎不能通过的物体, 称为绝缘体。对一般固体材料来说, 绝缘体含有极少量的自由电子。由于这些材料电阻极大, 当这些物体接上电源时, 流过的电流极小, 通常就可认为它们是不导电的。常用的绝缘材料有橡胶、塑料、云母、纸、石棉、绝缘漆、干燥的木材等。不同的绝缘材料, 其绝缘性能有差别, 在电压高或温度高的地方, 应该采用陶瓷、石棉、云母等耐高压、耐高温的绝缘材料。

绝缘材料在时间长久之后会老化, 温度太高或湿度增大时, 绝缘性能要变差, 我们常见的漏电现象就是材料绝缘性能下降所造成的。当绝缘材料受潮、受到过高的温度或加上过高的电压时, 可能完全失去绝缘能力而导电, 这种现象称为绝缘击穿或叫做绝缘损坏。

电气设备的绝缘好坏, 工厂中常用兆欧计(俗称摇表)来检查。一般电器设备的绝缘电阻不得低于1兆欧($M\Omega$), 移动电器如手电钻、台扇对外壳绝缘不得低于1兆欧($M\Omega$), 在潮湿地方使用的电器(如船用电器), 其绝缘电阻应适当增大, 以保证安全。

此外, 还有一类物质, 它们的电子既不象导体那样容易挣脱原子核的束缚, 又不象绝缘体那样被原子核束缚得很紧, 所以它们的导电性能介于导体与绝缘体之间, 这类物质叫半导体。硅、锗、硒、氧化铜等都是半导体。

5. 什么是电阻? 什么是电阻率?

在电场的作用下, 电流在导体中流动时所受到的阻力, 称为电阻, 用 R 或 r 表示。电阻常用的单位为兆欧($M\Omega$)、千欧($k\Omega$)、欧(Ω), 即:

$$1 \text{ 兆欧} = 10^6 \text{ 欧};$$

$$1 \text{ 千欧} = 10^3 \text{ 欧};$$

$$1 \text{ 欧} = 10^3 \text{ 毫欧} = 10^6 \text{ 微欧}。$$

当导体两端的电压是1伏特, 导体中的电流是1安培时, 这段导体的电阻为1欧姆。即:

$$1 \text{ 欧姆} = \frac{1 \text{ 伏特}}{1 \text{ 安培}}$$

同一种材料对电流的阻力, 主要决定于导体的长度和横截面积。如截面积相同时, 则导体越长, 电阻越大, 如长度相同时, 则截面积越大, 电阻越小, 所以电阻与导线长度 L 成正比, 而与导线截面积 S 成反比。即:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中: L ——导线长度(米);

S ——导线截面积(平方毫米);

ρ ——比例常数,叫做导体的电阻率($\frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$)。

ρ 是长1米,截面为1平方毫米导体的电阻率。例如铜的电阻率 $\rho = 0.0175 \frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$,就是

指1根1米长,截面为一平方毫米的铜棒的电阻值为0.0175欧。

6. 什么是欧姆定律? 什么是全电路欧姆定律?

欧姆定律是用来说明电路中电压、电流和电阻这三个基本物理量之间关系的定律。它指出:在一般电路中,流过电阻 R 的电流 I 与电阻两端的电压 U 成正比,而与这段电路的电阻成反比。用公式表示为:

$$I = \frac{U}{R}$$

式中: U ——电压(伏);

I ——电流(安);

R ——电阻(欧)。

欧姆定律还可以写成另外两种形式,即

$$U = IR \quad \text{或} \quad R = \frac{U}{I}$$

全电路欧姆定律是用来说明在一个闭合电路中,电压(电势)、电流、电阻之间基本关系的定律。即在一个闭合电路中,电流与电源的电动势成正比,与电路中电源的内阻和外电阻之和成反比。用公式表示为:

$$I = \frac{E}{R + R_0}$$

或 $E = U + U_0$ 或 $E = IR + IR_0$

式中: E ——电路中电源电动势(伏);

I ——电流(安);

R_0 ——电阻(即电源内阻,欧);

R ——外电阻(即负载电阻,欧);

U ——电源端电压(伏);

U_0 ——电源内阻上的电压降(伏)。

[例] 某电源电势为1.5伏,接上9欧的负载电阻时,电流为0.15安,试求负载电阻两端电压和电源内阻。

解: $U = IR = 0.15 \times 9 = 1.35$ 伏

$$R_0 = \frac{E - U}{I} = \frac{1.5 - 1.35}{0.15} = 1 \text{ 欧}$$

7. 什么是电动与电功率?

发电厂发出的电通过输电线传输给用户，电流通过电动机带动机器转动，电流通过电炉会发生大量的热，电流通过电灯会发光，这些能量的传递和转换，说明电流做了功，电流所做的功，叫电功，用符号 W 表示。电功的大小跟通过用电器的电流和加在用电器两端的电压有关：

$$W = IU t$$

根据欧姆定律

$$W = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

单位时间内电流所做的功叫电功率（简称功率），用符号 P 表示。

$$P = \frac{W}{t} = \frac{IU t}{t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

电功率常用的单位有瓦特（瓦）、千瓦（瓩）。

$$1 \text{ 瓦特} = 1 \text{ 安培} \times 1 \text{ 伏特}$$

$$1 \text{ 千瓦} = 1000 \text{ 瓦}$$

在实际生产中，电功常用的单位是“度”，1度表示功率1千瓦的用电器使用1小时所消耗的电能，即：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 度 (kWh)} &= 1 \text{ 千瓦} \times 1 \text{ 小时} \\ &= 1 \text{ 千瓦} \cdot \text{小时} \end{aligned}$$

〔例〕某教室有6盏电灯，每盏灯60瓦，每天点3小时，一个月消耗多少度电？

解：6盏灯总功率：

$$P = 6 \times 60 = 360 \text{ 瓦}$$

每天消耗电能所做的功：

$$\begin{aligned} W &= P t = 360 \text{ 瓦特} \times 3 \text{ 小时} \\ &= 1080 \text{ 瓦特} \cdot \text{小时} \\ &= 1.08 \text{ 千瓦} \cdot \text{小时 (度)} \end{aligned}$$

$$\text{每月按30天计 } W = 1.08 \times 30 = 32.4 \text{ 度}$$

马力与千瓦都是常用的电功率单位。在生产实践中，有一些电动机用千瓦表示功率，但也有一些电动机的铭牌上是用马力来表示功率的。通常使用的是公制马力，它和千瓦之间的换算关系为：

$$1 \text{ 马力} = 0.736 \text{ 千瓦};$$

$$1 \text{ 千瓦} = 1.36 \text{ 马力}.$$

8. 什么是电流的热效应？

电流通过导体时会产生热，这是因为电流通过导体时，克服导体的电阻而作了功，促使分子的热运动加剧，将其所消耗的电能全部转变成热能，从而使导体的温度升高，这种现象叫做电流的热效应。电炉、电烙铁等电热设备就是利用这种性能来产生我们所需要的热量。在白炽灯中，由于钨丝温度升得很高，达到白热的程度，又将一部分热能转化为光能而发出亮光，这是利用电流的热效应为生产和生活服务的一个方面。

另一方面，在电机、变压器等电气设备中，电流通过绕组时所产生的热量对于这些设备是不利的。这些热量如果不设法从电机及变压器内部散发出去，经过长时间运行后，就

会使设备的温度升得很高，严重时甚至会烧坏设备，所以必须严密监视设备的温升，采取各种方法进行冷却散热。

人们经过长期的实践和实验，发现电流通过导体时所产生的热量和电流值的平方、导体本身的电阻值以及电流通过的时间成正比，用公式表达为：

$$Q = 0.24 I^2 R t$$

式中： Q —— 电流在电阻上所产生的热量（卡）；

I —— 通过导体的电流（安）；

R —— 导体的电阻（欧）；

t —— 电流通过的时间（秒）；

0.24 —— 热功当量，它相当于电阻为1欧姆的导体中通过1安培电流时，每秒钟产生的热量。

为了避免设备过度发热，根据绝缘材料的允许温度，对于各种导线规定了不同截面下的最大允许电流（有时叫做安全电流），可以从有关的手册中查得。

9. 什么叫短路？它和断路有什么不同？短路将会造成什么后果？

电源两端被电阻接近零的导体接通，如电源通向负载的两根导线不经过负载而相互直接接通，就发生了电源被短路的情况，这时电路中的电流可能增大到远远超过导线所允许的电流限度。

“断路”一般是指电路中某一部分断开，例如导线、电气设备的线圈等断线，使电流不能导通的现象。

当电源两端被短路时，根据全电路欧姆定律，

$$I = \frac{E}{r_{\text{内}} + R} \approx \frac{E}{r_{\text{内}}}$$

外电路电阻近似等于零，而电源内阻 $r_{\text{内}}$ 很小，此时短路电流极大，从公式 $Q = 0.24 I^2 R t$ 可知，如果短路时电流增加10倍，发热量就骤增100倍，这样大的热量使导线温度迅速升高，导线绝缘因而烧毁，甚至损坏电源引起火灾。同时，短路电流还会产生很大的电动力，造成电气设备损坏，严重的短路事故甚至还会破坏系统稳定，所以对运行中的电气设备应采取一定的保护措施，例如安装自动开关、熔断器等，当发生短路故障时，这些装置可将短路点及时切除，以限制短路造成的破坏。

10. 什么是“左手定则”？什么是“右手定则”？分别说明它们的用途。

“左手定则”又叫电动机定则，用它来确定载流导体在磁场中的受力方向。左手定则规定：伸平左手使姆指与四指垂直，手心向着磁极的N极，四指的方向与导体中电流的方向一致，姆指所指的方向即为导体在磁场中受力的方向。

“右手定则”又叫发电机定则，用它来确定在磁场中运动的导体感应电动势方向。右手定则规定：伸平右手使姆指与四指垂直，手心向着磁场的N极，姆指的方向与导体运动的方向一致，四指所指的方向即为导体中感应电流的方向。

在生产实践中，左、右手定则的应用是较为广泛的。例如发电机的感应电动势方向是用右手定则确定的，电动机的旋转方向是用左手定则来确定的，我们还用这些定则来分析一些电路中的电磁感应现象。

11. 什么是右手螺旋定则？