

电气技术禁忌手册

主 编：彭国沛 陆同理

编写人：彭国沛 陆同理

薛锦元 李淑焕

贾俊林 凌跃胜

主 审：陈榕林

科学技术文献出版社

(京)新登字130号

内 容 简 介

“电气技术禁忌手册”是国内第一部以电气禁忌为内容、以高新技术为依托、以促进产品更新换代及技术更新为目的而编著的综合性工具手册。其内容包括：电路基础、电气制图、电力线路及供电、电机与变压器、高低压电器设备、工业电气设备及照明、安全用电、电子器件、电工仪表、电气自动控制等方面，在其设计、制造、安装、维护和运行中的制约条件与禁忌。

本手册的特点是内容新、起点高、实用性强、文字精练、易携易查，是适合广大工程、科技人员、大专院校师生阅读使用的现代工具手册。

图书在版编目(CIP)数据

电气技术禁忌手册/彭国沛等编。—北京：科学技术文献出版社，1995

ISBN 7-5023-2258-1

I. 电… II. 彭… III. ①电工技术-手册 ②电子技术-手册 IV. ①TM-62②TN-62

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第16623号

责任编辑 林 瑞

封面设计 京 云

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码100038)

科教印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1995年11月第1版 1995年11月第1次印刷

787×1092毫米 16开本 20⁰/. 印张 518千字

科技新书目：356—088 印数：1—3500册

定价：35.00 元

前 言

当设计或制造电工新产品、实施某项电气工程时,为达到科学合理、先进可行、经济安全的目标,往往需要反复进行“可行”与“禁行”的分析比较。实践证明,“可行”与“禁行”两类资料数据收集愈充分、愈详实,确定的最终方案愈可靠,成功的概率也越高。因此在产品开发、工程设计及施工时,一方面需要大量常规手册,从中找出“可行”的依据,进而确定“什么可以做”。另一方面还必须有“禁行”手册,从中理出“禁忌”的依据,进而确定“什么不能做”。现实的情况是,叙述“可行”的常规手册比较多,而叙述“禁忌”的专用手册几乎没有,这种失衡现象给广大电气技术人员的工作带来许多不便和某些损害。社会与时代需要“禁忌”类手册。

应编辑部门的邀请,我们大胆承担了国内尚无人问津的这一编著任务,本手册定名为“电气技术禁忌手册”,编写时力图按以下原则进行:

1. 手册将紧紧围绕开发电气高新技术产品提供设计、制造、安装、维修、运行等方面的资料、内容侧重于阐明实施上述过程的时空条件、相互制约与禁忌限制等。突出禁忌主线,不求阐明技术本身的完整性。

2. 手册涉及面广但仍力争做到具有系统性、科学性、针对性与实用性。内容编排上从实际出发,辅以深入浅出的说明,从而达到突出实用,文字简明、图文并重、查阅方便之目的。

3. 手册是以单独的解答问题的编写形式出现,其目的是在保持手册系统性的前提下,将常规手册中无法全部展开的“禁忌”内容加以深入展开、剖析。但仍要保持手册类工具书应具备的素质。

本手册由彭国沛、陆同理、薛锦元、李淑焕、贾俊林、凌跃胜同志共同编著。彭国沛、陆同理担任主编、陈榕林担任主审。参加资料收集、整理及插图工作的还有:陈婉贞、柳成军、贾贵兴、孙丽姝、尹国珍、薛秀英等同志。

由于国内目前没有类似书籍,尽管主观上想作好这件事,也花费了很多时间并几经修改,但毕竟内容广泛,编者水平也有限,因此本手册会有许多不足及错误,敬请读者批评、指正,以便进一步完善。

编 者

1994年9月

目 录

一、电 路 基 础

1. 正常运行的电路不许短路和无故
断路 1
2. 正弦交流电路中电压与电流、阻
抗和导纳计算关系正误对照 1
3. 支路电流法的独立方程数不应大
于或小于电路的支路数 2
4. 用节点电压法解题禁忌二则 3
5. 叠加原理应用五忌 4
6. 各种电容量固定的电容器的性能
比较 4
7. 小型固定电容器选择和使用四不
宜 6
8. 电力线路不宜在接近串联谐振的
情况下工作 6

二、电 气 制 图

- (一) 电气制图一般规则 7
1. 选用图纸幅面时,宜小不宜大 7
2. 图线型式不可随意选用 7
3. 图中字体高度不应低于规定值 8
4. 电气简图布局的禁忌 8
5. 电气连接线绘制五不宜 9
6. 电气图内的围框线不应与元件符
号相交 10
7. 电器接线端子代号标注二忌 11
8. 在采用集中或半集中表示法的电
气图上,电气图形符号的项目代
号不应重复标注 11
9. 在采用半集中表示法的图上,电
气图形符号的机械连接线不许采
用斜线表示 11
10. 电气图上箭头符号标注的限制 12
11. 电气控制系统功能表图绘制禁忌 12
12. 电气逻辑图绘制禁忌七则 15
13. 电气系统说明书用的简图绘制禁

忌 16

14. 电气图形符号绘制五忌 16

15. 电气技术中制订文字符号禁忌二
则 16

16. 电路图中元器件表示法四忌 16

17. 电源导线及电器接线端子新旧国
标字母符号对照 17

(二) 电气图常用图形符号和字母代
码 17

18. 新旧国标常用电气图形符号对照 17

19. 常用项目种类的新旧国标字母代
码对照 17

20. 新旧国标常用辅助文字符号对照 17

三、电气测量、电工仪表及仪器

(一) 电气测量技术 42

1. 在精密电气测量中,不可忽略环
境温度变化造成的误差 42

2. 在精密电气测量中,不可忽略电
阻器不纯的影响 42

3. 在电气测量中,不可忽视线路中
各元件相互间磁场的影响引起的
误差 43

4. 在电气测量中,不可忽视线路静
电场影响引起的误差 43

5. 在使用高电压或进行高分辨率测
量时,不可忽视泄漏电阻的影响 44

6. 记录或测量暂态电量时,不应选
用输入电抗大的仪器仪表 44

7. 在精密测量中,不应该忽略与平
均值差别很大的偶然读数 44

8. 在进行精密电气测量时,不可忽
略连接导线、接线柱、转换开关
的电阻引进的误差 45

9. 在电气测量中,不宜用增加测量

得超过 $\pm 0.5\text{Hz}$	70	36. 使用长期闲置的电容器时, 不宜立即接到额定电压的大功率电源上	86
10. 民用建筑低压配电系统在下列两种情况下不宜采用树干式配电	71	37. 隔离开关带负荷拉闸操作时的禁忌	86
11. 架空配电线路敷设禁忌	71	38. 阀型避雷器不可用来限制切除空载线路所产生的过电压	86
12. 高压架空接户线敷设四忌	72	39. 室内配电线、配电装置和电气设备绝缘电阻测试禁忌	87
13. 低压架空接户线敷设禁忌十则	73	40. 变压器绝缘电阻测量注意事项	88
14. 电力线路与电信线路接近及交叉时禁忌	74	41. 电气设备交流耐压实验三忌	88
15. 电力线路接近农村电信线的距离不可过小	74	42. 变压器定相(相序)试验禁忌	89
16. 电力线路接近无线电设施的距离不可过小	74	43. 发电厂和变电站内工作人员与带电设备之间的距离不应小于安全距离	89
17. 不可忽视110~220kV高压输电线路对平行配电线路的静电感应	76	44. 高电压试验回路与接地物体和工作人员的距离不应小于安全距离	89
18. 电力线路弹簧防振方法的正误应用范围	77	45. 交直流500kV输电线路高电压导线对地距离不应小于安全距离	90
19. 高压架空电力线路不得使用杆身弯曲严重的电杆	77	(二) 电力、电讯和供电系统接地方式	90
20. 电杆拉线选择使用禁忌	78	46. 在中性点不接地的三相三线制系统中, 禁止采用保护接零	90
21. 架空线路导线排列禁忌三则	78	47. 在中性点直接接地的低压系统中, 电气设备不宜采用接地保护措施	91
22. 室内外裸导体布线六忌	79	48. 架空线路接地装置的接地电阻禁止超过允许值	91
23. 室内外绝缘导线明敷布线禁忌	80	49. 电气设备接地装置的接地电阻不得超过允许值	92
24. 电线管配线工程中管材选择要求	81	50. 在接零系统中不宜无重复接地	92
25. 电线管配线工程施工注意事项	81	51. 由同一台发电机、变压器或同一段母线供电的线路, 不宜采用两种不同的中性点接地工作制	93
26. 插接式母线布线禁忌二则	81	52. 110kV以上的电力系统不宜采用消弧线圈接地	94
27. 塑料护套线和铅皮线配线注意事项	82	53. 旋转电机接地禁忌	94
28. 高层民用建筑竖井内配线时注意事项	82	54. 电弧炉的接地三忌	94
29. 民用建筑照明供电和设计要求	82	55. 直流设备的接地和接零禁忌	95
30. 特殊场所照明供电电压不得超过允许值	82	56. 照明设备的接地和接零注意事项	95
31. 装有补偿电压电容器的用户, 在未切除电容器之前, 禁止切除电感性负荷	83	57. 通讯设备工作屏蔽接地电阻不应超过允许值	95
32. 电容器长期运行电压不应超过其额定电压的5%	84	58. 电缆线路接地电阻及接地体长度	
33. 电压10kV及以下并联补偿电容器装置设计、安装禁忌	84		
34. 采用并联电容器提高功率因数时不应无放电设备	85		
35. 整流操作电源中的电解电容器选择、使用禁忌三则	85		

不应超过规定值.....	97
59. 通讯系统报话局内接地装置与火花避雷器连接时, 接地电阻不应大于 5Ω	97
60. 计算机房五种保安接地方式比较.....	98
61. 电子计算机接地方式禁忌.....	99
62. 携带式用电设备接地注意事项.....	99
63. 输电线路杆塔的单根接地体的长度不宜太长.....	99
64. 零序电流互感器电缆头接地线接法禁忌.....	100
65. 接地体敷设禁忌.....	100
66. 接地线选择五忌.....	101
67. 接地线连接禁忌六则.....	101
(三) 电力系统保护技术	102
68. 电力设备的过电压保护禁忌.....	102
69. 阀型避雷器的工频放电电压上限不能过高, 下限也不能过低.....	103
70. 管型避雷器选用禁忌.....	103
71. 独立避雷针装设要求.....	103
72. 配电变压器防雷保护正误接线.....	104
73. 电力系统防雷保护间隙使用禁忌.....	104
74. 漏电保护继电器的消弧线圈切忌处于断路状态.....	104
75. 装设消弧线圈的电力网各种性能指标不应超过规定值.....	105
76. 配电系统的自动重合闸装置选用禁忌.....	106
77. 3~35kV电力网的继电保护装置灵敏系数不应低于规定值.....	106
78. 在Y/ Δ 接法的变压器上不宜采用两相电流差式的过电流保护.....	106
79. 电力线路纵差动保护应用不宜二则.....	107
80. 具有瓦斯保护的变压器使用注意事项.....	108
81. 高压熔断器选用注意事项.....	109
82. 电流保护与熔断器保护选择配合二忌.....	109
83. 上下级熔断器保护配合禁忌.....	109
(四) 电源设备的选用	110
84. 发电厂和变电所蓄电池布置及安装禁忌.....	110

85. 发电厂和变电所端电池设置禁忌.....	110
86. 计算机房不宜采用TN—C系统供电.....	111
87. 计算机房与其他负荷群不宜共用一路电源.....	111
88. 在UPS电源使用过程中不宜采用过度的大电流放电工作方式.....	112
89. UPS电源中蓄电池使用维护注意事项.....	113
90. 后备式方波输出UPS—500型不间断电源使用禁忌.....	114
91. Sendon和Senteck牌UPS—500型不间断电源不宜用于计算机网络的供电系统中.....	114
92. 对供电质量要求较高的场合, 不宜选用后备式方波输出不间断电源.....	115
93. Pulse牌后备式正弦波输出不间断电源使用禁忌.....	116
94. 移动式酸性蓄电池的充放电与维护六忌.....	116
95. 碱性蓄电池的使用注意事项.....	117

五、电机、变压器、互感器

(一) 感应电动机	118
1. 三相感应电动机新旧型号对比	118
2. 三相感应电动机旧型号的性能用途及其新型号代用	119
3. 三相感应电动机新旧系列的比较	122
4. 用Y系列感应电动机取代JO ₂ 系列感应电动机时不可忽视功率的选择	123
5. 选用Y系列电动机时不可忽视防护等级的选择	123
6. 新选用的Y系列感应电动机代替JO ₂ 系列时一般不可直接安装.....	124
7. 三相感应电动机接线盒内出线端不得标反	125
8. 三相感应电动机定子铁芯间气隙不宜过大	125
9. 使用三相感应电动机不可忽视其转向	126

10. 三相感应电动机空载电流不宜设计得过大.....126
11. 容量较大的三相感应电动机不宜直接起动.....127
12. 设计感应电动机时过载能力不可定得过小.....128
13. 普通感应电动机起动转矩不宜太小.....128
14. 感应电动机不宜长期低负荷运行.....129
15. Y连接的感应电动机禁止接成 Δ , 反之亦然.....129
16. 三相感应电动机不宜接入与其额定频率不同的电网运行.....130
17. 感应电动机禁止运行于额定电压不同的电网.....130
18. 三相感应电动机禁止在电网电压严重不平衡的情况下运行.....131
19. 三相感应电动机禁止长期过载运行.....131
20. 感应电动机运行禁忌.....131
21. 感应电动机绝缘电阻不可低于规定值.....132
22. 非常潮湿或者被水浸湿的电动机不可用电流加热法烘干电动机绕组.....132
23. 三相感应电动机禁止缺相运行.....133
24. 感应电动机运行温升不可超过允许值.....133
25. 不可忽视高次谐波磁场对感应电动机运行的影响.....133
26. 感应电动机不宜采用电阻降压法起动.....135
27. 电动机禁止长期处于起动运行状态.....135
28. 电动机不宜频繁起动.....135
29. 感应电动机不可没有保护措施.....136
30. 深槽式和双笼式感应电动机与普通感应电动机的区别.....137
31. 绕线式感应电动机转子绕组不可无对地绝缘.....137
32. 感应电动机三相电流严重不平衡时不可继续运行.....138
33. 电动机改极重绕时不可忽视槽的配合.....138
34. 制作和修理电机时其槽满率不可取太大或太小.....139
35. 单相电动机的起动绕组不可长期运行.....140
- (二) 直流电机140
36. 使用直流电动机时应注意其型号及字母代表的含义.....140
37. 直流电动机出线端字母不得混淆.....140
38. 直流电机电刷不可离开几何中性线.....141
39. 直流电机换向器切忌在有腐蚀性气体或尘埃的环境中运行.....142
40. 使用直流电机不应忽视换向器的维护.....142
41. 直流电机电枢绕组内部不可出现短路或开路.....143
42. 直流电机电刷不可随意更换.....144
43. 直流电动机调速方法及其不适用的场合.....144
44. 直流电动机切忌在没有限流电阻的情况下进行能耗制动和反接制动.....145
45. 直流电动机一般不宜直接起动.....146
46. 复励直流电动机的串励绕组切忌接反.....146
47. 直流电动机在电枢电流大于额定值时不许长时间运行.....146
48. 串励直流电动机不可空载运行.....147
49. 直流电动机出现故障后不可继续运行.....147
- (三) 变压器149
50. 常用电力变压器新旧型号对照.....149
51. 电力变压器铁芯不宜采用直接接缝迭装.....150
52. 电力变压器绕组排布时高压绕组不宜靠近铁芯柱放置.....150
53. 容量较大的浸油式变压器不宜让变压器油大面积与空气接触、也不可将油箱封死.....150
54. 变压器的各端极性不可标错.....151
55. 变压器相序标号不可随意改变.....151
56. 禁止直流分量进入电力变压器的

原、副边绕组.....151	83. 常用电压互感器的几种接线方式.....164
57. 联接组别不同的变压器禁止并联运行.....152	84. 普通变压器不宜用作电压互感器.....165
58. 变压器不可接入高出其额定电压的电网.....153	85. 普通三相三柱式电压互感器不可用来监察对地绝缘.....165
59. 三相配电系统不宜使用两台单相变压器的“V”形接法.....153	86. 使用电压互感器时注意其准确度等级的选择.....165
60. 两台变比相差较大的变压器不宜并联运行.....154	87. 使用电压互感器时不应忽视其准确度和容量的关系.....166
61. 变压器并联运行时不应忽视其短路电压对负载分配的影响.....155	88. 电压互感器使用禁忌五则.....166
62. 变压器不应长时间在空载或低负荷下运行.....155	89. 电压互感器的二次侧在某些情况下不宜装熔断器.....167
63. 电力变压器容量的合理选择.....156	90. 电流互感器型号及其代号含义不得混淆.....167
64. Y/Y ₀ -12联接的变压器, 其中线电流不得超过规定值.....156	91. 普通变压器不宜用作电流互感器.....168
65. 三相组式变压器不宜采用Y/Y ₀ -12联接组.....156	92. 使用电流互感器时应注意其准确度等级的选择.....169
66. 变压器套管不应长期脏污而不擦拭.....157	93. 电流互感器运行时不应超过相应的动稳定和热稳定数值.....169
67. 电力变压器忌副边突然短路.....157	94. 电流互感器运行时二次回路不允许开路.....170
68. 变压器干燥处理的几点注意事项.....157	95. 电流互感器的几种常用接线方法.....170
69. 变压器不宜长时间处于高温运行状态.....157	96. 选用电流互感器时应该注意的问题.....170
70. 变压器禁止长时间过载运行.....158	97. 电流互感器不可长期过载运行.....171
71. 变压器出现异常后不宜继续运行.....159	98. 电流互感器使用五忌.....172
72. 操作跌落式保险器时的两不宜.....160	99. 常用电压电流组合互感器的型号含义.....172
73. 新装变压器在检查前不可随意合闸.....160	
74. 配电变压器不能忽视保险丝的选择.....160	
75. 选择变压器油时的禁忌.....161	
76. 不同型号的变压器油不可混合使用.....161	
77. 高能耗变压器不宜继续使用.....161	
78. 变压器安装禁忌三则.....162	
79. 变压器安装过程中不可受潮.....162	
80. 变压器绝缘电阻不可低于规定值.....162	
(四) 互感器.....163	
81. 使用电压互感器时应该注意其型号及代号的含义.....163	
82. 电压互感器线圈的匝数比不可当作变比使用.....163	
	六、输变电设备选择、安装、运行与检修
	(一) 高压电器设备.....173
	1. 高压电器的选择禁忌.....173
	2. 选择高压电气设备时, 不可忽视短路稳定校验.....173
	3. 高压电器设备各种零部件的发热温度不可超过规定值.....174
	4. 高压电器设备对电接触的要求.....174
	5. 在对高压断路器出线端进行短路开断试验时, 其短路功率因数不得大于0.15.....174
	6. 高压电器设备使用环境温度不宜过高或过低.....175

7. 高压电器设备安置禁忌	175
8. 高压断路器开断短路故障时间不宜太长	176
9. 高压油断路器选择禁忌	176
10. 油断路器使用注意事项	176
11. 油断路器检修注意事项	177
12. 高压熔断器不能用来保护电器设备的轻度过载	178
13. 高压隔离开关不允许带负荷拉闸; 也不允许带负荷合闸	178
14. 高压负荷开关不允许在短路情况下进行操作	178
15. 空气断路器安装时, 不对绝缘支柱产生附加的内应力	179
16. 供给空气断路器的压缩空气不可潮湿、不洁净	179
17. 空气断路器运行与检修禁忌	180
18. 六氟化硫(SF ₆) 断路器中, 水份含量不宜过大	180
(二) 成套电器	181
19. 成套配电装置(亦称开关柜)设计、制造禁忌	181
20. 固定式成套配电装置不应该由于操作振动而引起二次系统的误动作	181
21. 矿用配电装置结构设计禁忌	181
22. 矿用配电装置在断路器和隔离开关之间不应没有联锁装置	182
23. 组合电器安装与运行三忌	182
(三) 电线电缆	182
24. 电线类型的选择禁忌	182
25. 架空导线按温升选择导线截面时, 电线的实际工作温度不应超过允许值	182
26. 架空线路导线截面不应小于最小允许截面	183
27. 在三相四线制供电线路中, 零线截面不应小于相线截面的50%	183
28. 架空导线的安装禁忌	183
29. 电缆类型选择禁忌五则	184
30. 电缆的敷设三忌	185
31. 电缆埋地敷设禁忌四则	186
32. 电缆在隧道、电缆沟内敷设五忌	186

33. 电力电缆的最高温度不应超过允许值	187
34. 低压电缆终端不宜使用的场合	187
35. 电缆终端及连接盒的安装注意事项	188
36. 控制电缆与信号电缆的选择五忌	189
37. 控制电缆截面选择禁忌三则	189
38. 控制电缆与信号电缆使用禁忌	190
39. 农用电线电缆的选用五忌	191
40. 其他电气装备用电线电缆的选用注意事项	191
(四) 低压电器	192
41. 低压电器对周围环境要求禁忌	192
42. 大电流刀开关的选择、安装及使用禁忌五则	193
43. 一般刀开关选用禁忌	193
44. 封闭式负荷开关不能用来控制大容量的电动机	194
45. 组合开关不可用来分断故障电流	194
46. 选配刀开关中的熔丝时, 熔丝的额定电流不能小于实际负荷电流	195
47. 刀开关维修禁忌	195
48. 熔断器选用注意事项	195
49. 熔断器使用及运行三忌	196
50. 熔断器安装与维护禁忌	197
51. 低压断路器选用禁忌四则	197
52. 直流断路器的选用五忌	197
53. 低压断路器安装和使用注意事项	198
54. 交流接触器的选用禁忌二则	198
55. 交流接触器使用与维护注意事项	199
56. CJ10系列交流接触器操作次数不得超过600次/h	199
57. 直流接触器选用禁忌	199
58. 直流接触器安装和维修六忌	200
59. 选用热继电器时, 不应将电动机的额定电流作为唯一的依据	200
60. 热继电器安装和维护禁忌	200
61. 电磁式控制继电器选用注意事项	201
62. 电磁式控制继电器安装和维护禁忌五则	201
63. 电磁式控制继电器切忌发生触头虚接现象	202
64. 起动机使用与维修禁忌	202

65. 主令电器使用中, 切忌尘埃或油类进入电器内部	202
66. 电力液压推动器的使用与维修禁忌四则	202
67. 电阻器的选用禁忌	203
68. 电阻器上方一般不宜再安装其他元器件	204
69. 变阻器上方一般也不宜再安装其他元器件	204
70. 控制器的选用、安装和维护注意事项	205
71. 防爆电器使用四忌	205
72. 船用低压电器使用禁忌	206
73. 热带型低压电器使用要求	206
74. 化工防腐型低压电器使用时的特殊要求	207
75. 高原型低压电器使用禁忌	207
(五) 变流器	208
76. 硅元件的选择禁忌	208
77. 硅元件使用禁忌三则	208
78. 变流器冷却设备选用三不宜	208
79. 硅元件的散热器安装使用注意事项	210
80. 变流器的极限直流电压不宜低于额定电压	210
81. 晶闸管变流器的触发电路设计禁忌六则	211
82. 晶闸管应用禁忌	212
83. 功率晶体管运行时的结温不宜过高	212
84. 变流器中触发装置使用禁忌	212

七、工业电气设备

(一) 电炉设备	214
1. 不同类型的电炉不应替代使用	214
2. 不同分度特性的热电偶不可互相代用	214
3. 热电偶在测温时, 不可直接与温度指示仪表联接	215
4. 热电偶使用禁忌五则	215
5. 辐射器安装、使用禁忌	217
6. 在并联逆变器中, 不允许四只晶闸管同时导通	217

7. 逆变器换向电容C不可没有, 也不允许开路	218
8. 并联逆变器的 ϕ 角不可选得过大或过小	218
9. 中频电炉不宜采用半控桥电路	218
10. 中频电炉起动和运行禁忌四则	219
11. 高频感应加热法和高频介质加热法不可互相替代使用	219
12. 高频感应加热炉操作五忌	219
(二) 电焊机设备	219
13. 交流电焊机变压器不可直接用普通变压器替代	219
14. 电焊机在使用前不可忽视的检查事项	220
15. 电焊机电缆不可用普通电缆替代	220
(三) 电气照明	220
16. 常用白炽灯泡使用五忌	220
17. 灯具安装三不宜	222
18. 照明线路用的熔丝, 其额定电流不可选得过大或过小	222
19. 照明线路的电压损失不可过大	222
(四) 电气安全	223
20. 直流设备接地禁忌二则	223
21. 安全电压回路的禁忌	223
22. 漏电保护装置选用禁忌五则	223
23. 交流电焊机焊钳端不许接零(或接地)	224
24. 使用工业高频设备时, 不应忽视电磁场对人体的伤害	224
25. 人体触电急救六忌	225
(五) 可编程序控制器	225
26. 可编程序控制器梯形图绘制禁忌	225
27. 可编程序控制器不合理编程举例	226
28. 可编程序控制器在编程时, 不可忽视程序的排列顺序	227
29. 可编程序控制器编程常见的错误	228
(六) 室内布线及电器元件的选用	228
30. 室内布线禁忌八则	228
31. 一般室内低压线路布线限制六则	229
32. 三相电路的三相导线不可用三根铁管分开穿线	229
33. 低压线路导线截面选择禁忌四则	229
34. 控制变压器的功率不得低于一个	

- 工作循环中最大的负载功率.....230
35. 交流接触器与直流接触器不可互换使用.....231
36. 选用接触器时, 不应忽视不同使用类别对电气寿命的影响.....231
37. 在机械的电控系统中, 选用电器元件时不应忽视其工作可靠性.....231

八、电子元器件、集成电路及电力半导体器件的运用、测试、安装、调整

(一) 电子元器件.....233

1. 半导体分立器件使用 禁忌七则233
2. 二极管选用 禁忌 三则.....233
3. 二极管互换 不宜二则.....234
4. 整流二极管不应直接串联和并联使用234
5. 稳压电路限流电阻忌选得过大也忌选得过小235
6. 加在晶体管上的电流、电压、功率不应 超过极限值.....235
7. 晶体管的实际工作频率不宜超过其截止 频率235
8. 晶体管 置换 禁忌二则.....236
9. 选用晶体管时电流放大 倍数 β 不宜太小也不宜 太大236
10. 晶体管三种基本接法的比较.....236
11. 晶体管功率放大电路带感性负载时不可没有过压保护措施.....238
12. 晶体管功率放大电路连接白炽灯泡负载时不可没有限流措施.....239
13. 场效应管使用禁忌二则.....239
14. 单结管振荡电路充电回路电阻 R_c 忌选过大也忌选过小.....240
15. 晶体三极管电极和有关参数的简易判别.....241
16. 新旧二极管型号对照.....241
17. 新旧三极管型号对照.....243
18. 中国日本晶体管型号对照.....244
19. 中国欧洲晶体管型号对照.....245
20. 中国美国晶体管型号对照.....246
21. 电阻器选用禁忌三则.....247
22. 有极性电解电容器切忌极性接

反.....247

23. 小型电容器选用注意五则.....248

(二) 集成电路.....248

24. 集成电路使用禁忌四则.....248
25. MOS 集成电路使用禁忌四则.....248
26. 在同一电路系统中不同类型的集成电路不可直接相连.....249
27. 集成运算放大器所用电源极性不可接反, 电压也不可跳变.....249
28. 集成运算放大器的差模输入电压和共模输入电压不能过高.....251
29. 使用运算放大器时不可没有输出保护.....251
30. 使用集成放大器切忌发生自激振荡.....251
31. 不同类型的运算放大器不宜互换使用.....253
32. 部分国内外运算放大器型号对照.....253
33. 常用的集成电路新旧型号对照.....253
34. 常用的 TTL、DTL 集成电路型号对照.....253
35. 常用的 MOS 集成电路对照.....253
- (三) 电力半导体器件.....260
36. 硅元件的使用条件与测试条件不相符时不得使用标准参数选定元件电流容量.....260
37. 晶闸管的工作频率不得超过规定值.....261
38. 通过硅元件的实际故障电流不得超过其浪涌电流.....261
39. 晶闸管的通态电流上升率 di/dt 不得超过临界值.....262
40. 硅元件承受的过电压不得超过其不重复峰值电压.....263
41. 晶闸管的断态电压上升率不得大于临界值.....264
42. 不宜选用门极特性太灵敏的晶闸管.....265
43. 晶闸管的实际触发参数不得超过规定值.....266
44. 触发脉冲宽度不得小于晶闸管阳极电流上升到擎住电流 I_L 所需的

时间	266
45. 晶闸管不应直接串联使用	267
46. 晶闸管不应直接并联使用	267
47. 快速熔断器选择与计算注意二则	268
48. 电力晶体管切忌发生二次击穿	269
49. 电力半导体器件散热器的热阻 R_{SA} 不得超过容许值	270
50. 散热器安装不宜二则	271
51. 水冷器件使用注意三则	271
52. 电力半导体器件安装与测试禁忌	272

九、自动控制系统分析与综合

(一) 电动机电器控制线路	273
1. 交流电动机起动禁忌	273
2. 直接起动的笼型电动机的功率不 应超过允许值	273
3. 三相感应电动机降压起动禁忌三 则	273
4. 电动机制动五忌	273
5. 熔断器不宜用于过负荷保护	276
6. 热继电器选用的禁忌	276
7. 热继电器安装与调整禁忌	277
8. 三角形接法的电动机不宜选用无 断相保护的热继电器	277
9. 具有不同保护特性的低压断路器 不宜互换使用	277
10. 低压断路器瞬时脱扣电流不宜太 小也不宜太大	278
11. 直流电机励磁回路运用禁忌	279
12. 电器控制线路触点的正误使用	280
13. 电器控制线路电气元件的正误接 线	280
14. 在设计控制线路时切忌形成寄生 回路、虚假回路和错误回路	281
15. 直流电器、交流电器电磁线圈的 不正确使用	282
16. 在可逆控制线路中不宜使用简单 的按钮联锁	283
17. 保护电器相互配合四忌	283
18. 零序电压断相保护装置选用的禁 忌	283
19. 负序电压断相保护装置选用二忌	284
20. PTC热敏电阻保护装置选用禁忌	

三则	285
21. 电动机电流保护装置选用注意事 项	285
(二) 直流调速系统	285
22. 直流电动机与交流电动机的比较	285
23. 电动机转速选择注意四则	286
24. 电枢回路串接电阻的调速方法不 宜用于长期运行的直流电动机	286
25. 直流电动机改变电枢电压的调速 方法不宜用于恒功率负载	287
26. 直流电动机改变磁通的调速方法 不宜用于恒转矩负载	288
27. 整流电路方案选用注意事项	288
28. 变流装置最小超前角 β_{min} 不宜过 大和过小	289
29. 变流装置最小滞后角 α_{min} 不宜太 大也不宜太小	290
30. 直流电动机磁场可逆调速方案不 适于频繁正反转的生产机械	290
31. 接触器切换直流机电枢可逆线路 方案不宜用于需频繁与快速地正 反转的生产机械	290
32. 直流电动机电枢用两套变流装置 可逆系统的方案比较	291
33. 直流电机电枢电流不得断续, 脉 动率也不得过大	292
34. 变流装置主回路电流检测注意事 项	293
35. 使用测速机检测电机的转速时负 载电流不宜过大	294
36. 逻辑无环流系统电流实际值为零 的检测不可没有关断等待时间	294
37. 逻辑无环流系统不可没有触发等 待时间	295
(三) 自动控制系统分析与综合	296
38. 常用半导体调节器的性能对照	296
39. 调节器设计不应忽略的问题—— 误差	296
40. 调节器设计不应忽略的问题—— 调节器的饱和特性	297
41. 调节器设计不应忽略的问题—— 电流断续的影响	298
42. 调节器设计不应忽略的问题——	

励磁磁通的变化.....	299
43. 典型 I 型系统和典型 II 型系统的比较.....	300
44. 典型 I 型系统的开环增益 K 不宜过高.....	300
45. 典型 II 型系统的中频宽 h 不宜太大也不宜太小.....	301
(四) 电气控制设备的制造、安装、调试及维护	302
46. 监视器件安装选用禁忌.....	302
47. 操作器件安装注意事项.....	303
48. 电气控制设备内各部件的温升不得超过规定值.....	304
49. 按钮颜色的选用不得违反规定.....	305
50. 发热元件与其它元器件的间距不能太小.....	305
51. 发热元件安装选用禁忌.....	305
52. 电气间隙和爬电距离不得小于规定值.....	306
53. 主回路母线的色标和布置一般不得违反规定.....	307
54. 电气控制设备所用导线的截面不得小于最小截面.....	308
55. 电控设备的导线颜色一般不得违反规定.....	308
56. 电气控制设备配线六忌.....	309
57. 电气控制设备内的布线不宜四则.....	309
58. 双绞电线使用注意事项.....	309
59. 屏蔽导线使用禁忌.....	310
60. 电气控制装置对使用环境条件的要求.....	310
61. 电气控制装置供电电源四忌.....	311
62. 电气控制设备接地五忌.....	311
63. 电气控制装置外观检查的要求.....	311
64. 电气控制装置查线注意事项.....	312
65. 防止触电措施四则.....	312
66. 电气设备的绝缘电阻不得小于规定值.....	313
67. 耐压试验电压值切忌超过技术标准的规定.....	313
68. 选用电气控制设备不应忽略防护等级的选择.....	313
69. 电气控制设备维护要点.....	314
70. 电器控制线路调试五忌.....	315
71. 小容量电压负反馈直流调速系统调试注意事项.....	315
主要参考文献	316

一、电路基础

1. 正常运行的电路不许短路和无故断路

正常情况下的各种电路都是由电源、负载和导线组成的。此外，还附加一些测试仪表等。

电源是供给电路所有电能的设备，其作用是将其其它形式的能量转换成电能。负载是各种用电设备的总称，其作用是把电能转换成其它形式的能量。如：电动机作负载时，是将电能转换成机械能；电热器作负载时，是把电能转换成热能等。导线（或印刷线）起着传输和分配电能的作用，通过它把电源、负载联成一个闭合回路，使电流从电源正极流出，将电能传送给负载，再回到电源的负极。

测试控制电器是测试电路参数、控制电路通断和保护电路不受损坏的电器设备。如各种仪表、开关、保险丝、断路器等。一个完整电路具备电源、负载和导线三者是必要条件；而具有测试控制部分，则是充分条件。

短路 由于某种原因使负载电阻为零，使电源两端直接被短接，从而导致电路中的电流剧增，比正常工作电流要大几十到几百倍，这种现象称短接。由于短路会烧毁电源、负载设备和测试仪表等，这是绝对不允许的。为了防止短路常采取一些保护措施。

断路 外电路断开的情况称断路。显然，断路时回路电流为零，电源不能向负载输送能量，无法使负载正常工作。如断路时电动机停止转动，灯泡不亮等。因此，除必要时，人为地关断电源以外，无故断路（停电）也是不允许的，否则可能造成很大事故，如电力拖动系统因停电卡机，自动生产线停滞，手术台失去照明等。

2. 正弦交流电路中电压与电流、阻抗和导纳计算关系正误对照

在正弦交流电路中，由于经常包含有电阻 R 、电感 L 和电容 C 三种或其中两种参数，使电压与电流的关系比较复杂，其中有瞬时值关系、有效值关系和相量关系。一个电压或电流也包含有大小和相位两个特征值。因此，在计算中容易出现错误。现将在电压与电流、阻抗、

表1-1 正弦交流电路中电压与电流计算关系正误对照

电 路	电 压 与 电 流 计 算 关 系	
	错 误	正 确
L	$u_L = iX_L$	$u_L = L di/dt$
C	$i = u_C/X_C$	$i = C du_C/dt$
R 、 L 串联	$U = IR + iX_L$	$U = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2}$
R 、 C 串联	$U = IR + iX_C$	$U = \sqrt{(IR)^2 + (IX_C)^2}$
R 、 L 、 C 串联	$U = I(R + X_L - X_C)$	$U = I \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
两个阻抗串联	$U = I_1 Z_1 + I_2 Z_2 $	$U = I \sqrt{(\Sigma R_K)^2 + (\Sigma X_K)^2}$
R 、 L 并联	$I = U/R + U/X_L$	$I = \sqrt{(U/R)^2 + (U/X_L)^2}$
R 、 C 并联	$I = U/R + U/X_C$	$I = \sqrt{(U/R)^2 + (U/X_C)^2}$
R 、 L 、 C 并联	$I = U/R + U/X_L + U/X_C$	$I = U \sqrt{(1/R)^2 + (1/X_L - 1/X_C)^2}$
两个阻抗并联	$I = U/ Z_1 + U/ Z_2 $	$I = U(1/Z_1 + 1/Z_2)$

注：1. 表中 $|Z|$ 表示阻抗值， X_L 表示感抗值， X_C 表示容抗值， Z 表示复数阻抗值。

2. 在表内的 ΣX_K 中，感抗 X_L 取正号，容抗 X_C 取负号。

表1-2 正弦交流电路中阻抗与导纳计算正误对照

电 路	阻 抗 $ Z $ 的 计 算		导 纳 $ Y $ 的 计 算	
	错 误	正 确	错 误	正 确
R 、 L 串联	$R + X_L$	$\sqrt{R^2 + X_L^2}$	$G + B_L$	$\sqrt{G^2 + B_L^2}$
R 、 C 串联	$R + X_C$	$\sqrt{R^2 + X_C^2}$	$G + B_C$	$\sqrt{G^2 + B_C^2}$
R 、 L 、 C 串联	$R + X_L - X_C$	$\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	$G - (B_L - B_C)$	$\sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2}$
两个阻抗串联	$ Z_1 + Z_2 $	$\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2)^2}$	$1/ Y_1 + 1/ Y_2 $	$\sqrt{G_E^2 + B_E^2}$ ①
两个阻抗并联	$1/ Z_1 + 1/ Z_2 $	$ Z_1 Z_2 / (Z_1 + Z_2)$	$ Y_1 + Y_2 $	$ Y_1 + Y_2 $ ②

注：表中电导 $G = R/|Z|^2$ ；感纳 $B_L = X_L/|Z|^2$ ；电纳 $B_C = X_C/|Z|^2$ 。

① 等效电导 $G_E = (R_1 + R_2) / [(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2)^2]$ ；

等效电纳 $B_E = (X_1 + X_2) / [(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2)^2]$ 。

② $|Y_1|$ 和 $|Y_2|$ 分别为两个支路的导纳， Y_1 和 Y_2 为相应的复数导纳， $Y_1 = 1/Z_1$ ， $Y_2 = 1/Z_2$ 。

导纳的计算中常见的错误和正确的计算式列于表1-1及1-2中。

3. 支路电流法的独立方程数不应大于或小于电路的支路数

在计算复杂电路时，支路电流法是最基本的方法。该法以支路电流为未知量，应用基尔霍夫第一、第二定律列出方程组，分别求出各支路电流值。要注意的问题是独立方程数必须等于需要求解的支路电流数，不可大于，也不可小于。这就要求正确写出有效节点电流方程数和有效回路电压方程数，二者之和为独立方程数。即

(1) 有效节点方程数等于节点数减1

设某电路有 n 个节点，则

$$\text{有效节点方程数} = n - 1 \quad (1-1)$$

(2) 有效回路方程数等于支路数减节点数加1(也为网孔数)。

设支路数为 m ，则

$$\text{有效回路方程数} = m - n + 1 \quad (1-2)$$

(1-1) 与 (1-2) 两式之和等于独立方程数

$$(m - n + 1) + (n - 1) = m$$

可见，独立方程数恰好等于支路数。

下面举例说明上述规律。

例 在图1-1的电路中，已知 $E_1 = 45\text{V}$ ， $E_2 = 48\text{V}$ ， $R_1 = 5\Omega$ ， $R_2 = 3\Omega$ ， $R_3 = 20\Omega$ ， $R_4 = 42\Omega$ ， $R_5 = 2\Omega$ ，求各支路电流。

解 由图可知该电路有五个支路，设各支路电流分别为 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 、 I_5 ，电流方向如图中标示，网孔环绕方向均为顺时针方向。

$$\text{有效节点方程数} = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\text{节点数 } n = 3$$

$$\text{有效回路方程数} = m - n + 1 = 5 - 3 + 1 = 3$$

$$\text{支路数 } m = 5$$

$$\text{独立方程式 } I_1 = I_3 + I_5$$

$$I_2 + I_5 = I_4$$

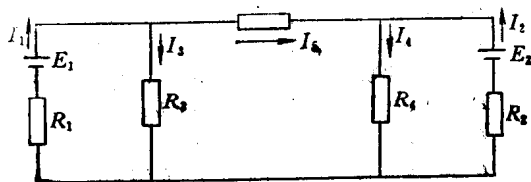


图1-1 支路电流法

$$I_3 R_3 + I_1 R_1 = E_1$$

$$I_5 R_5 + I_4 R_4 - I_3 R_3 = 0$$

$$-I_2 R_2 - I_4 R_4 = -E_2$$

将已知量代入上述方程组，联立解出：

$$I_1 = 1(\text{A}), I_2 = 2(\text{A}), I_3 = 2(\text{A}), I_4 = 1(\text{A}), I_5 = -1(\text{A}).$$

其中电流 I_5 的实际方向与假定方向相反。

通过对以上例题的分析计算，可归纳出支路电流法的计算步骤是：

(1) 假设各支路电流方向，对 n 个节点列出 $(n-1)$ 个节点电流方程；

(2) 选择适当回路，并规定环绕方向，列出电压方程。对 m 条支路可列出 $m-n+1$ 个独立方程。

(3) 解联立方程，求出各支路电流或各电阻的电压降。

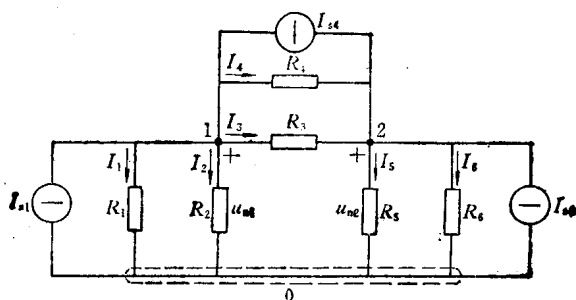


图1-2 节点电压法

4. 用节点电压法解题禁忌二则

节点电压法一般以节点电压为电路的独立变量，列出与节点电压数目相等的独立方程，从而解出节点电压，然后利用欧姆定律求解各支路电流。节点法适用于支路多、节点少的电路。以图1-2为例，说明解题步骤和禁忌事项。

(1) 确定参考节点(如 O 点)，其余节点与参考点之间的电压就是节点电压。如 U_1 、 U_2 。

(2) 列出节点电压方程，自导(G_{11} 、 G_{22})总为正，互导(G_{12} 、 G_{21})总为负，切记区别，不可颠倒。

(3) 连接到本节点的电流源，当其电流指向节点时取正号，反之取负号，注意区别。为求解方便，通常，先将电压源转换为电流源。

(4) 求解电路节点电压方程组，得出各节点电压值。然后根据欧姆定律求出各支路电流。

对于图1-2所示电路，节点1电压方程

$$G_{11}U_1 - G_{12}U_2 = I_{s1} + I_{s4}$$

节点2电压方程 $G_{22}U_2 - G_{21}U_1 = I_{s2} - I_{s4}$

式中 自导 $G_{11} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$

互导 $G_{12} = G_{21} = G_3 + G_4 = 1/R_3 + 1/R_4$

联解方程可求得 U_1 和 U_2 。然后可求得各支路电流如下：

$$I_1 = U_1/R_1, I_2 = U_1/R_2, I_3 = U_1 - U_2/R_3,$$