

提炼 100 条从业常见问题，答疑解惑，助力职业技能提高

# 建筑电气 实用技术 100 问



梁金海 赵昊裔 杨春霞 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 前 言

## 建筑电气实用技术 100 问

梁金海 赵昊裔 杨春霞 主 编  
严江东 段成错 王 培 副主编  
冯 峰 罗金盛 王金龙  
吴 海 王 云 老 马  
郭乃嘉 马路路 周 波 参 编  
谌东海 梁淑芹 李 伟  
刘文龙 罗卫东 张号军



机械工业出版社

本书以建筑电气实用技术为主线,主要讲述一些和施工、甲方、产品、维护等相关的内容。通过100个建筑电气的常见问题分析,融会贯通,学会解决建筑电气中各种常见问题的方法。大部分实例是已经完成的实际项目实例,不只是设计图样的实例,还有在实际应用中遇到的问题。对于问题的解答,都用理论去分析和总结,然后指导之后的实际应用。

本书可供设计、注册考试、施工、甲方、监理人员和大中专院校学生学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑电气实用技术 100 问/梁金海,赵昊裔,杨春霞主编. —北京:机械工业出版社,2018. 8

ISBN 978-7-111-60600-0

I. ①建… II. ①梁… ②赵… ③杨… III. ①建筑工程-电气设备-问题解答 IV. ①TU85-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 173974 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:汤枫

责任编辑:汤枫

责任校对:张艳霞

责任印制:常天培

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2018 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·12.75 印张·310 千字

0001-4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-60600-0

定价:49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010)88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010)88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

## 前 言

编者曾先后从事施工、设计和甲方的工作，得以从多角度深入认知建筑电气技术。在实际工作与交流中，曾遇到很多在施工、设计、甲方等方面经验较为单一的同行人，发现其认知难免有所偏颇，且角度单一。有很多技术问题，不同角度之下结论可能不同，而且有的问题，需要综合各种因素才能做出合理的判断。例如，施工现场临时用电的负荷计算和整体设计就比较特殊，通常是由施工方或甲方负责，他们往往有一定经验但缺乏理论依据，而如果交给设计院去做，设计院不缺理论，但缺少对实际情况的掌握，也很难提供现场准确参数。

在工期紧、严控成本的情形下，各方的技术水平参差不齐，暴露出越来越多的问题。例如，对于配电系统中的上下级保护电器概念不清，上下级保护电器是否需要选择性以及如何满足选择性不明确；设计中盛行开关导线选择表，采用各种保守的经验值，效率固然高效了，长此以往，很多基本内容和原理变得陌生了，从而未能很好地结合实际做出相应调整，留下了不少隐患。

作为一名建筑电气人，当竭力为建筑电气行业贡献自己的微薄之力，把自己所掌握的技能整理分享，以期能对广大同行有些许帮助，当甚感欣慰！

本书偏实用，亦不乏原理，大部分实例是已经完成的实际项目实例，不只是设计图样的实例，也有在实际当中发生的问题，本书中对这些问题进行了记录整理，用理论去分析和总结，然后指导后续的实际应用。

通过 100 个建筑电气的常见问题分析，融会贯通，读者能学会解决建筑电气中各种常见问题的方法。通过一系列极具启发性的问答，引爆读者对知识的渴望。书中内容涉及施工方、设计方和甲方，适合各方阅读、参考。

限于水平，书中难免存在疏漏、不妥之处，但在基本原理和实例支撑前提下力求更多的原创内容，希望能够抛砖引玉，引起读者的共鸣，一起交流探讨，共同提高。

欢迎各位读者加入《建筑电气实用技术 100 问》同名 QQ 群（QQ 群号：489849910），便于一起交流书中电气技术问题和和其他电气技术问题。

编 者

# 目 录

前言	
1. 如何确定供电电压等级?	1
2. 如何确定是否设置开闭站?	2
3. 如何确定变压器主进断路器参数?	3
4. 如何确定五星级酒店负荷等级?	6
5. 负荷计算需要注意哪些问题?	7
6. 如何确定变电站数量?	10
7. 限定面积和负荷之后如何确定变电站的平面及系统?	13
8. 变电站低压柜馈出设计应注意哪些问题?	17
9. 五星级酒店的电梯配电应注意哪些问题?	18
10. 变配电室的高度如何确定?	20
11. 变配电室的面积如何确定?	21
12. 负荷计算中所谓同时使用等于需要系数是 1 吗?	24
13. 施工现场临时用电的负荷如何确定?	24
14. 配电级数、保护级数和上下级有何联系?	26
15. GB50054—2011 中 6.3.3 条的 $I_B \leq I_n \leq I_Z$ 是否需要考虑可靠系数?	27
16. 导线选择需要注意哪些条件?	32
17. 普通配电的开关导线如何选择?	33
18. 电动机的开关导线如何选择?	33
19. 用熔断器做保护电器与断路器有何异同?	42
20. 影响载流量的常见因素有哪些?	42
21. 30kW 负荷配多粗的导线? (假设仅考虑载流量因素)	45
22. 线路电阻如何计算?	49
23. 线路电压降如何计算?	53
24. 线路供电半径较大如何解决?	57
25. 线路允许电压降是 5%?	62
26. 多大功率电动机能直接起动?	64
27. 上下级断路器过负荷保护 (长延时) 的选择性如何保证?	69
28. 上下级断路器短路保护 (瞬动和短延时) 的选择性如何保证?	72

29. 上级带接地故障保护断路器与下级非选择性断路器短路保护的选择性如何保证? .....	76
30. 上下级保护电器短路保护选择性的其他配合还有哪些? .....	77
31. 灵敏度如何校验? .....	78
32. 灵敏度的常见误区有哪些? .....	82
33. 当灵敏度校验不满足时一定违反规范吗? .....	83
34. 灵敏度有没有简便算法? .....	88
35. RCD 的参数如何确定? .....	89
36. 零序保护适用于哪里? .....	91
37. 热稳定如何校验? .....	92
38. 热稳定常见误区有哪些? .....	97
39. 动稳定如何校验? .....	100
40. 供电半径的限制因素有哪些? .....	106
41. 泄漏电流是否影响供电半径? .....	107
42. 线路敷设如何分类? .....	111
43. 关于尖峰电流,《工业与民用配电设计手册》中的计算方法是否正确? .....	115
44. 铠装电缆比非铠装电缆弯曲半径小? .....	117
45. 设计图样中室内综合管线如何排布? .....	117
46. 设计图中的灵敏度在竣工验收时如何测量? .....	119
47. 设计图中明确了灯头盒到灯的导线截面积吗? .....	120
48. 接线端子和导线不配套时应该如何做? .....	120
49. GB 50054—2011 的 6.2 和 6.3 条中提到的载流量减小处,若导体超 3m 必须加保护吗? .....	121
50. 防雷的预计雷击次数计算需要注意哪些问题? .....	122
51. 进户箱和层箱必须设置 SPD? SPD 的后备保护应该用断路器还是熔断器? .....	124
52. 电涌保护器如何分类和应用? .....	125
53. 建筑物接地电阻估算方法中,哪种自然接地电阻不满足要求,需要设计人工接地极? .....	125
54. 如何理解大地电阻与常规金属导体电阻的异同? .....	127
55. 接地电阻测量的常见做法及误区有哪些? .....	130
56. 干线供电距离为 700m, 功率为 1000~1500kW, 甲方想走低压怎么办? .....	132

57. TN-C 系统中 RCD 如何使用?	133
58. 夜景照明的配电应注意哪些问题?	134
59. 室外路灯通常接地电阻应为多少?	136
60. 溶洞旅游场所如何配电?	138
61. 室外等电位在实际设计和临时用电中如何应用?	138
62. 实际项目中一期变电站带二期负荷需要注意哪些问题?	139
63. 实际招标时出现风机功率比图样小一级的情况下, 电气专业是否需要修改图样?	140
64. 图集中电动伸缩门的两圈扁钢作用是什么?	140
65. 商业改造项目需要注意哪些问题?	143
66. 建筑电气设计强电专业审图要点有哪些?	145
67. 建筑电气设计弱电专业审图要点有哪些?	149
68. 建筑电气设计优化要点有哪些?	151
69. 综合体电能损耗如何分析?	154
70. 五星级酒店项目车库照明节能损耗如何改善?	156
71. 夜景照明配电电压等级如何确定?	157
72. 电涌保护器设置越多越好吗?	158
73. 办公楼实际运行的用电指标是多少?	158
74. 某项目业态和面积都未完全确定的情况下如何确定变压器容量?	159
75. 变配电室备用回路怎么预留合适?	160
76. 常规住宅项目中总包范围及内容是什么?	160
77. 施工现场临时用电的供电半径如何合理确定?	162
78. 施工现场临时用电实际应用中常见开关导线配合有什么特点?	164
79. 导线非标准与国标有多大差异?	166
80. 施工现场临时用电接地方式采用哪种更好?	166
81. 施工现场临时用电配电箱布置有哪些要求?	167
82. 施工现场设置柴油发电机需要注意哪些问题?	167
83. 临时用电中优先选择铜芯还是铝芯电缆?	168
84. 主体已经完成的项目施工过程中的施工用电如何做接地?	168
85. 施工现场临时用电常见开关导线配合如何理解?	169
86. 施工现场临时用电变压器低压侧总开关导线选择应注意哪些问题?	169
87. 施工现场生活区临时用电设计应注意哪些问题?	170
88. 施工现场生活区临时用电中 $4\text{mm}^2$ 线能带几台空调?	171

89. 施工现场配电系统的雷电过电压如何防范? .....	173
90. 施工现场临时用电的负荷计算需要注意哪些问题? .....	173
91. 电工载流量口诀如何应用? .....	174
92. 对施工现场临时用电负荷计算影响较大的因素有哪些? .....	178
93. 当配电系统中无 N 线时普通照明如何使用? .....	179
94. IMD 与 RCM 有何区别? .....	180
95. 大型商场的供电方案和实际负荷应注意哪些问题? .....	180
96. 方案设计阶段如何确定某 4.5 万 m <sup>2</sup> 车库的计算负荷并选择变压器? .....	181
97. 何为 IFLS、SMCB 和 AFDD? .....	185
98. 主进断路器的长延时整定时间如何确定? .....	187
99. 关于桥架的相关规范要求有哪些? .....	188
100. 规范中关于电井的要求有哪些? .....	192
参考文献 .....	194

6	电缆	500 以下	5 以下
10	架空线	500 以下	5 以下
10	电缆	500 以下	10 以下
35	架空线	2000~10000	50~20

(2) 电压选择 (摘自《工业与民用配电设计手册 (第四版)》, 以下简称《配四》)

1) 用电单位的供电电压应综合用电容量、用电设备特性、供电距离、供电线路的回路数、用电单位的远景规划、当地公共电网现状和它的发展规划以及经济合理等因素考虑决定。

2) 1~220 kV 交流三相系统的标称电压及各级电压线路送电能力见表 2。

表 2 各级电压线路送电能力

标称电压/kV	线路种类	送电容量/MW	供电距离/km
6	架空线	0.1~1.2	15~5
6	电缆	3	3 以下
10	架空线	0.2~2	20~6
10	电缆	5	6 以下
20	架空线	0.4~4	40~10
20	电缆	10	12 以下
35	架空线	2~8	50~20
35	电缆	15	30 以下
66	架空线	3.5~10	100~30

# 1. 如何确定供电电压等级?



(1) 电力线路合理输送功率和距离 (摘自《建筑电气专业技术措施 (第二版)》) 各级电压电力线路合理的输送功率和距离见表 1。

表 1 电力线路合理的输送功率和距离

标称电压/kV	线路形式	输送功率/kW	送电距离/km
0.22	架空线	50 以下	0.15 以下
0.22	电缆	100 以下	0.2 以下
0.38	架空线	100 以下	0.25 以下
0.38	电缆	175 以下	0.35 以下
6	架空线	2000 以下	10~5
6	电缆	3000 以下	8 以下
10	架空线	3000 以下	15~8
10	电缆	5000 以下	10 以下
35	架空线	2000~10000	50~20

(2) 电压选择 (摘自《工业与民用配电设计手册 (第四版)》, 以下简称《配四》)

1) 用电单位的供电电压应综合用电容量、用电设备特性、供电距离、供电线路的回路数、用电单位的远景规划、当地公共电网现状和它的发展规划以及经济合理等因素考虑决定。

2) 1~220 kV 交流三相系统的标称电压及各级电压线路送电能力见表 2。

表 2 各级电压线路送电能力

标称电压/kV	线路种类	送电容量/MW	供电距离/km
6	架空线	0.1~1.2	15~4
6	电缆	3	3 以下
10	架空线	0.2~2	20~6
10	电缆	5	6 以下
20	架空线	0.4~4	40~10
20	电缆	10	12 以下
35	架空线	2~8	50~20
35	电缆	15	20 以下
66	架空线	3.5~10	100~30

(续)

标称电压/kV	线路种类	送电容量/MW	供电距离/km
66	电缆	—	—
110	架空线	10~50	150~50
110	电缆	—	—

注：表中数字的计算依据：

1. 架空线及 6~20kV 电缆线芯截面按 240mm<sup>2</sup>，35~110kV 电缆线芯截面按 400mm<sup>2</sup>，电压损失 ≤5%。
2. 导线的实际工作温度  $\theta$ ：架空线为 55℃、6~10kV；XLPE 电缆为 90℃、20~110kV；XLPE 电缆为 80℃。
3. 导线间的几何均距  $d_j$ ：6~20kV 为 1.25m，35~110kV 为 3m，功率因数  $\cos\varphi=0.85$ 。

上表给出了合理输送距离和功率，但都是在一定条件下得出的结论，仅作参考使用。实际设计中需要结合实际参数和当地要求及习惯进行设计。

需考虑的因素有实际线路允许最大容量、实际线路剩余容量、电缆和架空线的截面、电压降要求等。例如，表 2 注 1 中提到 6~20kV 电缆数据是按截面 240mm<sup>2</sup>，电压损失不超过 5% 这个条件下给出的合理输送距离和功率。当电缆截面更大，载流量更大时，可以输送更大功率或更远距离。如果电压损失允许值更大，或供电距离更短，线路允许输送容量就可以更大一些。

例如，电压等级为 10kV，电缆选择 300mm<sup>2</sup>，载流量按 600A 来计算，则线路允许输送容量为  $10 \times 600 \times 1.732 \text{ kV} \cdot \text{A} = 10392 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 。仅从载流量方面考虑，只要输送距离近一些或允许电压降大一些，以达到 10000kV·A。而且这个负荷容量是计算负荷，即安装容量，对于住宅类同时系数较低的负荷，输送容量还可达 20000kV·A。只是实际中各地一般不允许输送这么大的容量，通常最大允许容量为 8000~12000kV·A。

## 2. 如何确定是否设置开闭站？



开闭站又称开闭所、开关站，也就是常说的高压配电所，其主要用于分配电能，并不改变电压等级，所内无变压器（个别有所用变压器）。开闭站的设置一般考虑两个因素：一是供电半径，若负荷太分散，则变压器较多，变压器的数量决定了开闭站的数量；二是供电容量，10kV/0.4kV 变压器单台容量有上限，民用建筑用变压器单台容量一般最大达到 2000~2500kV·A，有时这个容量值还会受到限制，尤其是住宅项目，不少地方限制单台容量最大 800kV·A 甚至 630kV·A，个别地方可能还更小，当负荷较为集中时，容量大小决定了变压器的数量，从而决定了开闭站的数量。开闭站本身容量和进出线数量也有限，旧版规范（GB 50293—1999）曾经要求不宜超过 15000kV·A。6~10 台变压器可设置一个开闭站。

低压供电半径不宜超过 200~250 m，末端不宜超过 30~50 m。供电半径与诸多因素有关，包括导线载流量、导体截面、灵敏度、热稳定、动稳定、压降、机械强度、配电级数、保护级数、有色金属消耗、经济电流密度、泄漏电流和选择性等。

有些场所空间有限，常采用环网柜代替开闭站，类似箱式变电站代替变电所。

### 3. 如何确定变压器主进断路器参数?



主进断路器的长延时整定是按计算电流或者额定电流整定，还是其他因素？需要考虑哪些内容？

变压器主进断路器长延时整定的选择：

为使变压器容量得到充分利用而又不影响变压器的寿命，变压器低压侧主断路器过负荷整定应与变压器允许的正常过负荷相适应，长延时过电流脱扣器整定电流宜等于或接近变压器低压侧额定电流。

从表 3（摘自《配四》第 315 页）、表 4（摘自《配四》第 82 页）来看，当需要考虑一定过负荷或者转移负荷，整定电流可按 1.3 倍额定电流选取。

注意高压电器与低压电器有明显区别。低压电器是开关保护导线，高压电器不是按开关额定电流选择导线。如高压断路器常见额定电流为 630 A 和 1250 A，导线载流量一般明显小于这个值，其保护通常由综合保护装置来完成。

表 3 回路持续工作电流

回路名称		计算工作电流	说明
出线	带电抗器出线	电抗器的额定电流	
	单回路	线路最大负荷电流	包括线路损耗与事故时转移过来的负荷
	双回路	1.2~2 倍一回线的正常最大负荷电流	包括线路损耗与事故时转移过来的负荷
	环形与一台半断路器接线回路	两个相邻回路正常负荷电流	考虑断路器事故或检修时，一个回路加另一最大回路负荷电流的可能性
	桥形接线	最大元件负荷电流	桥回路还应考虑系统穿越功率
变压器回路	1.05 倍变压器额定电流	(1) 根据变压器回路在 0.95 额定电压以上时其容量不变 (2) 带负荷调压变压器应按变压器的最大工作电流计算	

回路名称	计算工作电流	说 明
变压器回路	1.3~2.0 倍变压器 额定电流	若要求承担另一台变压器事故或检修时转移的负荷,应考虑变压器允许的过负荷时间
母线联络回路	一个最大电流元件的计算电流	
母线分段回路	分段电抗器额定电流	(1) 考虑电源元件事故跳闸后仍能保证该段母线负荷工作 (2) 分段电抗器的额定电流在一般发电厂中为最大一台发电机额定电流的 60%~80%,变电站应满足用户的一级负荷和大部分二级负荷工作
旁路回路	需旁路的回路最大额定电流	
发电机回路	1.05 倍发电机额定电流	当发电机冷却气体温度低于额定值时,允许提高电流为每低 1℃ 增加 0.5%,必要时可按此计算
电动机回路	电动机的额定电流	

很多时候要求变压器负荷率为 60%~70% 的意义何在? 主要是考虑一带二的情况。即当一台变压器故障或检修时,一台变压器带两台变压器所有负荷,或适当切除一些非重要负荷。当不考虑一带二,仅按规范要求考虑故障或检修时满足一、二级负荷,负荷率可取 75%~85%。

例如,1000 kV·A 的变压器,低压侧额定电流为 1443 A,断路器额定电流整定在多大? 1500 A? 1600 A? 还是 2000 A? 这三个数字分别对应了 1.05、1.1、1.3 倍额定电流。如何正确理解和应用?

干式变压器过负荷承受能力,在额定电流的 120% 情况下的允许持续时间不能超过 60 min,过电流整定值不宜设得太大,以免变压器发热。根据厂家提供的过负荷曲线,一般干式变压器事故过负荷能力如下:

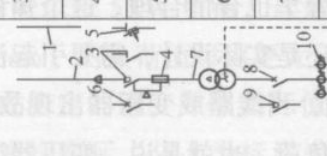
过负荷倍数	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
允许持续时间/min	60	45	32	18	5

超出以上时间可能会造成绝缘的过热老化,甚至烧毁。变压器型号不同,其过负荷能力也有一定差别,但差得不太多。变压器测温装置测得的温度不是变压器绕组的温度,所以不能反映绝缘受热的最高温度。

变压器低压侧选择主进断路器,要注意和变压器过负荷能力相适应,既要能保护变压器,又要根据实际情况(当需要充分利用变压器容量时)接近过负荷能力。例如,变压器过负荷能力是 1.3 倍,而主进断路器是按 1.1 倍选择的,那么就有 20% 的过负荷能力无法充分利用;反之,变压器过负荷能力是 1.1 倍,而主进断路器是按 1.1 倍选择的,那么当过负荷在 1.1~1.3 倍之间时,可能无法保护而导致故障。

表 4 10(6)kV/0.4kV 变电站高、低压电器及母线规格

编号	名称	变压器额定容量/kV·A													
		315	400	500	430	800	1000	1250	1600	2000	2500				
	电压/kV	10	18.2	23	36.4	46.2	57.7	72.2	92.4	115.6	144.5				
	变压器额定电流/A	6	30.3	38.5	48.1	60.6	77	96.2	120.3	154	192.7				
	变压器低压侧短路电流 (Dyn11 连接) 干式/油浸式/kA	0.4	455	577	722	909	1155	1443	1804	2300	2890				
			11.55/	14.66/	18.31/	23.07/	19.81/	24.75/	30.93/	39.59/	49.47/				
			11.54	14.65	18.3	20.59	26.08	32.55	40.7	52.08	58.85				
1	架空引入线/mm <sup>2</sup>	10	接户线 LJ 型导线的截面 ≥ 25												
2	铜芯电缆引入线/mm <sup>3</sup>	6	接户线 LJ 型导线的截面 ≥ 25												
3	隔离开关或负荷开关	10	≥ 3×25												
4	XRNT-12 及 HH 型熔断器 熔管电流/熔丝电流/A	6	≥ 3×25												
5	HRW4 型跌落式熔管 电流/熔丝电流/A	10	户内高压真空负荷开关 400A; 户内高压真空负荷开关 400A												
6	高压断路器	10	50/31.5	50/40	100/50	100/63	100/80	100/100	160/125	户内高压真空负荷开关或户内高压六氟化硫负荷开关 630A					
7	高压母线/(mm×mm)	6	100/50	100/63	100/80	100/100	160/125	100/100 160/125							
8	低压主进断路器 额定电流/A	0.4	50/40	50/50	100/75	100/100	TMY-50×50								
9	低压主进断路器 短路分断能力/kA	6	50/40	100/75	100/100	TMY-50×50									
10	低压隔离开关/A	10	额定电流 630~1250A; 额定短路开断电流 25~31.5kA; 额定热稳定电流 (有效值) 25~31.5kA												
11	电流互感器/A	6	TMY-50×50												
	低电压母线 /(mm×mm)	0.4	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	2900	3600	4000			
	低电压母线 /(mm×mm)	0.4	50	50	50	50	50	80	80	100	100	100			
	低电压母线 /(mm×mm)	0.4	1000	1000	1000	1000	1500/5	2000/5	3150	4000	4000	4000			
	低电压母线 /(mm×mm)	0.4	600/5	800/5	1000/5	1500/5	2000/5	3000/5	4000/5	5000/5	5000/5				
	低电压母线 /(mm×mm)	0.4	40×4	50×5	50×6.3	80×6.3	80×8	100×8	125×8	150×8	200×8	250×8			
	低电压母线 /(mm×mm)	0.4	50×5	50×6.3	80×6.3	80×8	80×8	100×8	125×10	150×10	200×10	250×10			



注: 1. 高、低压电器及导体规格仅满足升温条件, 选择的其他条件见相关规定。  
 2. 配电用变压器的容量远小于系统容量, 变压器低压侧短路电流及低压主进断路器短路分断能力按照系统短路容量无穷大考虑, 短路电流周期分量不衰减。  
 3. 高压电器设备的短路电流热稳定、热稳定校验见相关规定。  
 4. 当有大量电动机时应核算其反馈电流。

一般民用多用干式变压器，工业多用油浸式变压器。油浸式变压器结实耐用，物美价廉，过负荷能力强，一般为 1.3，有时也可达到 2（需要结合实际产品性能和应用环境）。这就是《电力工程电气设计手册（电气一次部分）》中油浸式变压器过负荷能力为 1.3~2 的由来。如果是民用 1000 kV·A 的变压器，按 1500~1600 A 选择主断路器没有问题。《工业与民用供配电设计手册（第三版）》（以下简称《配三》）的第 11 章中也是建议采用 1500 A 主断路器。

另外，变压器绝缘等级分为 A、E、B、F、H、C。一般不宜低于 F 级。绝缘等级不同，过负荷能力、过负荷曲线也不同。

有时候变压器的散热不好，还需要考虑一定的降容。

有时候主断路器额定电流可能和变压器额定电流非常接近，甚至小于变压器额定电流或者按计算电流来选择，这些都不强制，需要结合实际情况来考虑。

## 4. 如何确定五星级酒店负荷等级？



旅游饭店的负荷等级确定见表 5。

表 5 旅游饭店的负荷等级确定

建筑物名称	用电负荷名称	负荷级别
旅游饭店	四星级以上旅游饭店的经营及设备管理用计算机系统用电	一级
	四星级及以上旅游饭店的宴会厅、餐厅、厨房、康乐设施、门厅及高级客房、主要通道等场所的照明用电，厨房、排污水、生活水泵、主要客梯用电，计算机、电话、电声和录像设备、新闻摄影用电	一级
	三星级旅游饭店的宴会厅、餐厅、厨房、康乐设施、门厅及高级客房、主要通道等场所的照明用电，厨房、排污水、生活水泵、主要客梯用电，计算机、电话、电声和录像设备、新闻摄影用电，除上栏所述之外的四星级以上旅游饭店的其他用电	二级

表 5 是《民用建筑电气设计规范》附录 A 的内容，一级负荷直接对照执行即可。值得注意的是，表 5 中提到除上栏所述之外的四星级以上旅游饭店的其他用电划分为二级负荷，按照这个划分，五星级酒店没有三级负荷。毕竟五星级酒店属于高端场所，电气设施比较奢华也合情合理。这个知识点是注册电气工程师考试某年的一个考点，无论是考试还是实际设计，需要引起注意。负荷等级与选择变压器有直接关系，根据 N-1 原则，当线路或变压器出现故障时，需要保证一、二级负荷，而所有负荷都是一、二级负荷，也就是说，变压器需要带所有负荷。

同 五星级酒店所有负荷都是重要负荷，则需要考虑选择性，即上下级保护的配合问题。

同 若实际设计中没有注意到这一点，把很多普通用电当作三级负荷，那么图样画完之后，如何快速修改？

非消防配电不强制末端切换，所以负荷等级不同对于末端和干线配电没有明确影响，只是对于变压器容量有一定影响，而负荷计算又是非常灵活的，仅需适当调整系数即可。一般五星级酒店规模不会太小，至少有四台变压器。考虑  $N-1$  原则，变压器本身有负荷率，系数可以调整，只需要调整系数即可满足要求。如某项目有  $2 \times 2000 \text{ kV} \cdot \text{A} + 2 \times 1000 \text{ kV} \cdot \text{A}$  四台变压器，即使一台  $2000 \text{ kV} \cdot \text{A}$  的变压器退出运行， $4000 \text{ kV} \cdot \text{A}$  变压器承接原  $6000 \text{ kV} \cdot \text{A}$  变压器所带的所有负荷，负荷率不太高，即  $70\% \sim 80\%$ ，按  $75\%$  计算，则  $75\% \times 6000 \text{ kV} \cdot \text{A} = 4500 \text{ kV} \cdot \text{A}$ ，比  $4000 \text{ kV} \cdot \text{A}$  高一点，将原系数  $0.6$  改为  $0.5$ ，那么  $4500 \times 0.5 / 0.6 \text{ kV} \cdot \text{A} = 3750 \text{ kV} \cdot \text{A} < 4000 \text{ kV} \cdot \text{A}$ ，满足要求，即修改完成。

## 5. 负荷计算需要注意哪些问题？



负荷计算需要注意负荷类型、持续率、导体的截面和种类、导体的发热时间常数和计算范围等。

关于负荷计算，从变配电室到末端都有涉及。如五星级酒店整体指标可以取  $80 \sim 120 \text{ V} \cdot \text{A}/\text{m}^2$ 。除地库外，各个干线及末端往往高于这个整体指标。各个干线，层箱取需要系数时，需要注意所带负荷的范围和指标。整体按指标为  $100 \text{ V} \cdot \text{A}/\text{m}^2$  系数取  $0.8$  和指标为  $80 \text{ V} \cdot \text{A}/\text{m}^2$  系数取  $1$ ，其结果没有差异，都是  $80 \text{ V} \cdot \text{A}/\text{m}^2$ 。局部有需要时可尽量取大，整体系数适当取小，最终用整体的指标来复核。局部出现指标较高的概率较大，整体指标相对比较固定。

需要注意，大功率的用电设备尽量靠近变配电室。因为其需要考虑的因素较多，尽量避免远离变配电室，否则后期各种校验很难周全。

比如宾馆内标间到底取  $2 \text{ kW}$  还是  $4 \text{ kW}$ ？

这个问题的关键在于标间内配电箱的开关导线，一般至少是  $25 \text{ A}$  开关配  $3 \times 4 \text{ mm}^2$  甚至  $3 \times 6 \text{ mm}^2$  的线，至少可以带  $5 \text{ kW}$  负荷，这是计算负荷，也就是长期负荷，短时间（持续时间不超  $30 \text{ min}$ ）内负荷值可以更大。

需注意两点，一个是标注或给定的值，并非实际值，实际值是由开关导线来确定的，实际负荷能力是一个客观实际，与人为标注多大功率无直接关系；另一

个是计算负荷的含义需要正确理解，不是简单地直接相加，也不是简单地看成同时性，而是指导体的发热情况与过热直接相关，而不是过电流。过热是过电流持续积累的一个过程。过电流本身不会直接造成绝缘损坏，是过电流持续一定时间温度超过允许值才造成损坏。

又如住宅，经常有人说规范里要求每户负荷 3~4kW 太小了，根本不够用。这里考虑两个方面：第一，规范只是最低要求，可根据实际或当地要求提高指标；第二，是否正确理解了每户负荷的含义。

举个简单例子，住宅进线最小为 10 mm<sup>2</sup>，一般配 32A 或 40A 开关，实际每户能用最大容量为 7~8kW，短时间内带 10~12kW 甚至更大也没问题，与人为给定的 3~4kW 无关。每户按 4kW 还是 5kW，有很大区别吗？其实未必！例如共有 200 户，按 4kW 考虑，变压器系数取 0.5，按 5kW 考虑，变压器系数取 0.4，效果完全一样，计算负荷都是 400kW。这些需要系数都是经验值，各地有差异，规范中仅供参考。各地通常会对变压器的系数规定最小值。对于需要系数明确了最小值的情况下，末端标注的功率值要大一些，变压器的计算负荷相应会大一些，这个就需要设计人员灵活掌握了，当出于某种需要末端标注的功率较小时，也不必过于担心，不是设计的 5kW，接上两个 3kW 就超负荷了，正常使用即可，即使过负荷，还有开关的过负荷保护，不会造成烧线等事故。

不过设计时要注意，随着生活水平提高，用电负荷越来越大，不能盲目相信过旧的规范和手册，比较新的也不能一味照抄，但也不能盲目随意提高用电量，应结合当时同类项目实际运行情况。

住宅的面积指标各地差异也较大，《住宅建筑电气设计规范》(JGJ 242—2011)是行业标准，全国适用。以下是国家标准和某些地方标准的要求：

- 1) 每套住宅的用电负荷和电能表的选择不宜低于表 6 的规定。

表 6 每套住宅的用电负荷和电能表的选择

套型	建筑面积 $S/\text{m}^2$	用电负荷/kW	电能表 (单相)/A
A	$S \leq 60$	3	5 (20)
B	$60 < S \leq 90$	4	10 (40)
C	$90 < S \leq 150$	6	10 (40)

- 2) 当每套住宅建筑面积大于 150 m<sup>2</sup> 时，超出的建筑面积可按 40~50 W/m<sup>2</sup> 计算用电负荷。

根据上海市住宅设计标准，上海用电负荷有 8kW、12kW、16kW 三种基本情况。

- 3) 每套住宅用电负荷计算功率不应小于表 7 的规定。

表7 用电负荷计算功率

建筑面积 $S/m^2$	用电负荷计算功率/kW
$S \leq 120$	8
$120 < S \leq 150$	12
$S > 150$	每户总建筑面积,按 $80 W/m^2$ 计算

天津市住宅设计标准如下:

1) 每套住宅的用电负荷不应小于  $4 kW$ 。

条文说明:依据每套住宅一般所需的电气设备,如空调、电热水器、电厨具、照明等用电负荷,规定用电负荷不低于  $4 kW$ 。底层商业网点的供电,在确定其用电容量时,按照其装接的用电设备总容量计算;在不确定其用电容量时,按照不应低于  $50 W/m^2$  (建筑面积) 计算其设备装接容量。

2) 每套住宅套内建筑面积大于  $80 m^2$  时,可按  $50 W/m^2$  计算用电负荷。电能计量表规格根据负荷确定。

天津市电力公司文件《津电生技(2011)66号》规定如下:

新建居住区以居民用电为主的公用配电变压器最终装接容量,按建筑面积  $50 W/m^2$  确定,底商、保安电源(电梯、泵房、消防设施、事故照明等)按照设备装接容量计算,其他负荷密度指标见表8,新建配电变压器考虑同时系数和需求系数进行加权计算。装接设备不明确时,其负荷密度按照建筑面积  $50 \sim 80 W/m^2$  计算。公建部分总装接容量不超过  $160 kW$  时,可采用  $0.4 kV$  供电,超过  $160 kW$  时,客户需建专用变电室供电。

表8 用电负荷密度指标

用地性质	用电负荷密度指标/( $W/m^2$ )
一类居住用地	55
二类居住用地	50
中小学、幼儿园用地	40
行政办公用地	60
商业服务设施用地	80
文化娱乐用地	60
医疗卫生用地	60
教育科研设计用地	50
其他公共设施用地	50
混合用地	55
一类工业用地	50