

继电保护自动装置

问答500题

河南省姚孟电厂 乔家昌
河南省电力试验研究所 周恭夫

水利电力出版社

继电保护自动装置 问 答 5 0 0 题

河南省姚孟电厂 乔 家 昌

河南省电力试验研究所 周 恭 夫

水利电力出版社

(京)新登字 115 号

继电保护自动装置问答 500 题

河南省姚孟电厂 乔家昌

河南省电力试验研究所 周基夫

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号)

国防科工委印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 13.75 印张 340 千字

1993 年 11 月第一版 1993 年 11 月北京第一次印刷

印数 0001—7000 册

ISBN 7-120-01708-X/TM·508

定价 14.00 元

内 容 提 要

本书以分析、解答问题的形式，着重从物理概念出发，较系统地阐述了电力系统继电保护、自动装置的配置、工作原理、调整试验和整定计算。全书内容共分十八部分。其中：第一、二部分为基础知识；第三至八部分为电网的继电保护；第九至十二部分为电力元件的继电保护；第十三至十七部分为自动装置；第十八部分为电气二次回路。

本书为发电厂、变电所从事继电保护调试、维护以及电气运行工人的现场培训和上岗考试复习之用书，也可作电力技工学校的教学参考书。

序

邓小平同志曾经指出：“我们国家国力的强弱，经济发展后劲的大小，越来越取决于劳动者的素质。”我们电力工业技术的发展和运行水平的提高，也越来越取决于劳动者的素质。

据统计，电力系统现有技术工人 94 万人，而实际达到高级技工水平的不足 10 万人。电力工业属技术密集型产业，较理想的初、中、高级技工比例应为 3:5:2，按此比例，高级技工的数量有待于大量增加。能源部教培（1992）第 4 号文《关于加强电力系统高级技工培训工作的意见》，无疑是为实现这一比例而采取的一项有力措施。

继电保护工作专业性强、责任大，是电力工业中一个很重要的专业。它的每一个螺丝、每一根导线出现问题，都可能给电力系统带来重大损失。为此，培养和造就继电保护专业人才，尽快提高继电保护技工的素质势在必行。

该书是河南省姚孟电厂继电保护技师乔家昌同志和河南省电力试验研究所高级工程师（教授级）周恭夫同志参考部颁《电力工人技术等级标准》，融汇现场实际工作经验，为继电保护调试工人编写的培训读物。全书由周恭夫同志审阅、修改、定稿。我相信，这本书的出版会对继电保护高级技工培训有所裨益。

随着我国国民经济的发展，工人技术培训工作的战略地位，越来越被远见卓识的企业家所重视。让我们都来高度重视和积极支持技工的培训，为提高电力技工的素质做出应有的贡献。

吴铁铮

1993 年元旦

前 言

以问答形式编写的科普性读物，其内容提纲挈领、简明扼要，颇受读者欢迎。前几年出版的《电气运行工人技术问答》、《电气检修工人技术问答》等普及性读物对提高电力工人的技术水平起了积极作用。但遗憾的是，迄今为止还没有见到为继电保护工人编写得比较系统、比较完整、比较普及的技术问答读物，为此，我们决定编写本书，以满足广大继电保护工人的需求。

继电保护和自动装置对电力系统的安全稳定运行起着至关重要的作用。特别是随着大机组、高参数、大电网的出现和国外电力设备的大量引进，继电保护和自动装置也日趋复杂而且种类繁多；再者，继电保护的配置与电网结构密切相关，比较灵活。因此，要想在一本书中将以上的继电保护情况都反映出来是不现实的。本书内容主要反映了普遍应用的国产继电保护和自动装置的现状，可作为继电保护工人的技术培训读物，也可供电气运行人员阅读。

本书初稿由河南省姚孟电厂乔家昌编写，河南省电力试验研究所周恭夫对初稿作了大量的修正、删节和增补，对不少答题重新进行了编写，并审阅了全稿。

河南省电力工业局高级工程师杨致超审查了本书第一、二、十二、十四部分，姚孟电厂工程师范平生审查了第十六部分，都提出了修改意见，在此表示衷心的感谢。

河南省电力工业局副局长吴铁铮、教育处处长贾喜堂、姚孟电厂厂长冀国全以及电气分场领导对本书的出版给予热情关怀和大力支持，在此一并表示由衷的感谢。

由于编者水平所限，本书在选题、析答等方面存在不少缺点和错误，敬希读者不吝赐教指正。

编 者

1993年5月

目 录

序

前 言

基

础

知

识

1. 什么是继电保护、自动装置? (1)
2. 继电保护、自动装置在电力系统中的任务是什么?
..... (1)
3. 电力系统对继电保护装置的基本要求是什么? (2)
4. 何谓继电保护装置的选择性? 怎样使其具有选择性?
..... (2)
5. 为什么要求继电保护装置具有速动性? 当今最快速的
继电保护装置动作时间是多少? (2)
6. 何谓继电保护装置的灵敏性? 怎样检验其灵敏性?
..... (3)
7. 何谓继电保护装置的可靠性? 怎样提高其可靠性?
..... (3)
8. 继电保护装置的四个基本要求之间的关系如何? 在确
定保护配置方案时, 应怎样处理四者的关系? (4)
9. 什么是主保护、后备保护和辅助保护? (4)
10. 什么叫远后备保护、近后备保护? 举例说明。 (5)
11. 何谓最大运行方式、最小运行方式和事故运行方式?
对继电保护来说, 最大运行方式和最小运行方式有
什么意义? (6)
12. 一次系统运行方式改变, 需要变更继电保护定值
时, 如何防止因保护配合不当而造成误动作? (6)
13. 何谓电力系统振荡? 为什么会发生振荡? (7)
14. 电力系统振荡和短路的主要区别是什么? (7)
15. 电力系统振荡时, 为什么要闭锁继电保护装置不让其
动作? (8)
16. 电力系统振荡时, 对继电保护装置有哪些影响? 哪些
保护装置不受影响? (8)

17. 继电器是怎样分类的? 并分别进行说明。 (9)
18. 试述电磁型继电器的工作原理, 按其结构型式可分为哪三种? (10)
19. 试述感应型继电器的基本工作原理。 (10)
20. 整流型继电器由哪些回路构成? 简述其工作原理。 (10)
21. 电抗变压器 DKB 的作用是什么? 并简述其工作原理。 (11)
22. 中间变流器 LB 的作用是什么? 并简述其工作原理。 (12)
23. 在两个电气量之间进行比较的继电器可归纳为哪两类? 由绝对值比较原理构成的比较回路常用的有哪三种? (13)
24. 简述绝对值比较继电器中均压式比较回路的工作原理。 (13)
25. 简述绝对值比较继电器中环流式比较回路的工作原理。 (14)
26. 简述绝对值比较继电器中磁比较式比较回路的工作原理。 (15)
27. 晶体管型继电器和整流型继电器在构成原理上有什么异同之处? (15)
28. 晶体管型继电器与机电型继电器相比较各有什么优缺点? 目前的使用情况如何? (16)
29. 晶体管型继电器一般由哪些电路组成? 其作用如何? (17)
30. 什么叫继电特性? 晶体管继电器中的集-基极耦合单稳态触发器是怎样实现继电特性的? (17)
31. 晶体管继电器中的射极耦合单稳态触发器是怎样实现继电特性的? (19)
32. 何谓零指示器? (21)
33. 晶体管继电器中的继电触发器为什么要考虑温度补偿措施? 怎样进行温度补偿? (21)
34. 晶体管电路常见的干扰信号有哪些? (22)

一、基础知识

- 35. 晶体管电路的交流回路有哪些抗干扰措施? (23)
- 36. 晶体管电路的直流回路有哪些抗干扰措施? (24)
- 37. 晶体管电路有哪些保护措施? (26)
- 38. 什么叫门槛电压? 其作用是什么? (28)
- 39. 怎样选择晶体管电路中的电子元件? (28)
- 40. 什么是三相对称电路? 什么是计算三相不对称电路的对称分量法? (29)
- 41. 对称分量法所用的运算子 α 的含义是什么? (30)
- 42. 怎样用对称分量法把三相不对称相量分解为正序、负序、零序三组对称分量? (30)
- 43. 什么是对称分量滤过(序)器? 目前广泛应用的滤过器有哪些? (32)
- 44. 为什么在继电保护、自动装置中要使用对称分量滤过器? (33)

二、电流互感器、电压互感器

- 45. 对电流互感器和电压互感器的一、二次侧引出端子为什么要标出极性? 我国对它们的极性为什么采用减极性标注? (35)
- 46. 造成电流互感器、电压互感器测量误差的原因是什么? 减少测量误差的措施有哪些? (36)
- 47. 继电保护对电流互感器的变比误差和角误差是怎样要求的? (37)
- 48. 为什么电气测量仪表和继电保护装置应使用电流互感器中不同的二次绕组? (38)
- 49. 什么是电流互感器的10%误差曲线? (38)
- 50. 电流互感器的二次负载阻抗 Z_{fh} , 如果超过了其容许的二次负载阻抗 $Z_{fh, \max}$, 为什么准确度就会下降? (40)
- 51. 电流互感器在运行中为什么要严防二次侧开路? (40)
- 52. 为什么差动保护应使用D级电流互感器? (41)
- 53. 电流互感器二次绕组的接线有哪几种方式? (41)

二、电 流 互 感 器 、 电 压 互 感 器

54. 何谓电流互感器的完全（三相）星形接线？其特点是什么？ (42)
55. 何谓电流互感器的不完全（两相）星形接线？其特点是什么？ (42)
56. 何谓电流互感器的三角形接线？其特点是什么？ ... (43)
57. 何谓电流互感器三相零序电流接线？ (44)
58. 何谓电流互感器两相差接线？其特点是什么？ (44)
59. 一相电路用两只电流互感器串联的接线有什么特点？ (45)
60. 一相电路用两只电流互感器并联的接线有什么特点？ (46)
61. 什么是电压互感器的变比误差和角度误差？ (46)
62. 什么是电压互感器的准确度等级？目前我国是怎样对电压互感器分级的？ (46)
63. 电压互感器在运行中为什么要严防二次侧短路？ (47)
64. 为什么非直接接地系统中的电磁式电压互感器可能引起铁磁谐振？铁磁谐振的危害有哪些？怎样消除铁磁谐振？ (47)
65. 根据继电保护和测量仪表提出的不同要求，电压互感器有哪些接线方式？ (49)
66. 画出三只单相电压互感器接成 Y_0/Y_0 的接线图，并说明其特点。 (49)
67. 画出三只单相电压互感器接成 Y/Y_0 的接线图，并说明其特点。 (51)
68. 画出由三相三柱式电压互感器组成的星形接线图，并说明其特点。 (52)
69. 画出三相五柱式电压互感器组成的 $Y_0/Y_0/\Delta$ 接线图，并说明其特点。 (52)
70. 画出两只单相电压互感器接成 V/V 形接线的接线图，并说明其特点。 (54)
71. 画出一只单相电压互感器接于线电压的接线图，并说明其特点。 (55)

三、电网相间短路的电流、电压保护

72. 什么是定时限过电流保护？试述其工作原理。…… (56)
73. 电网相间短路的电流保护常用的接线方式有哪几种？
…… (57)
74. 什么叫接线系数？说明电流保护中常用的完全星形、不完全星形、两相电流差接线方式的接线系数各为多少？…… (57)
75. 如图 3-2 所示，C 相电流互感器的极性接错，试分析线路在发生三相短路及 A、C 两相短路时，流过继电器 1、2、3 中的电流。…… (57)
76. 无时限电流速断保护、电压速断保护如何获得动作的选择性？…… (58)
77. 为什么无时限电流速断保护不能保护线路全长，而只能保护线路的一部分？…… (58)
78. 为什么要装设带时限的速断保护？它怎样保证动作的选择性？…… (59)
79. 电流速断保护和电压速断保护的保护区受系统运行方式变化和短路故障种类的影响的特点是什么？
…… (59)
80. 三段式电流保护的意何在？它们中哪一段为线路的主保护，哪一段为线路的后备保护？…… (59)
81. 电网电流速断保护的整定原则是什么？它的保护区如何？…… (60)
82. 中性点非直接接地电网的过电流保护，为什么常采用两相星形接线？…… (61)
83. 中性点非直接接地电网中有 2/3 几率切除一个接地故障点的含义是什么？…… (61)
84. 中性点非直接接地电网中两相星形接线过电流保护的电流互感器为什么必须装在同名相上？…… (63)
85. 对于连接有 Y，d11 型电力变压器的线路，为什么 Y 侧可采用两相三继电器的接线方式，以提高过电流保护装置的灵敏度？…… (63)
86. 何谓阶梯时间原则？电网过电流保护装置是如何获得动作的选择性的？…… (64)

三、电网相间短路的电流、电压保护

87. 如何确定电网过电流保护的时间级差 Δt ? (64)
88. 电网过电流保护的起动电流必须满足哪些条件? 如何确定过电流继电器的整定计算公式? (65)
89. 什么是过电流保护、低电压保护的灵敏系数? 如何计算? (66)
90. 怎样选择过电流保护的灵敏度校验点? (66)
91. 电磁型低电压继电器在运行中为什么会振动? 怎样把振动减小到最低限度? (67)
92. 电磁型电流继电器的返回系数为什么规定为 $0.85 \sim 0.9$? (68)
93. 为什么在电流速断保护的整定计算中不考虑电流继电器的返回系数, 而在过电流保护的整定计算中则又必须考虑返回系数? (69)
94. 为什么对时间继电器、中间继电器不提出返回系数的要求? (69)
95. 直流中间继电器的动作电压(流)、返回电压(流)规定为多少? 为什么? (69)
96. 怎样评价电流、电压保护? 它的应用范围如何? (70)

四、电网相间短路的方向电流保护

97. 何谓方向电流保护? 为什么要采用方向电流保护来保护电网相间短路? (71)
98. 试述方向电流保护的构成原理, 它是怎样达到动作的选择性的? (72)
99. 在方向电流保护中, 为什么要采用按相起动? (73)
100. 何谓方向继电器的 90° 接线? (74)
101. 对方向继电器接线方式的基本要求是什么? 相间短路时方向电流保护装置中的方向继电器为什么要采用 90° 接线? (74)

四、电网相间短路的方向电流保护

102. 为什么方向继电器会产生动作的“死区”? (75)
103. 试述 LG-11 型方向继电器的工作原理。 (75)
104. LG-11 型方向继电器在被保护线路出口处发生三相短路时为什么没有动作死区? (77)
105. LG-11 型方向继电器为什么会产生电流潜动? 怎样消除? (78)
106. LG-11 型方向继电器为什么会产生电压潜动? 怎样消除? (78)
107. 方向电流保护动作电流的整定原则是什么? (78)
108. 怎样校验电网相间短路方向电流保护装置的灵敏度? (79)
109. 方向电流保护的动作时限按什么原则整定? (79)
110. 单电源环形电网中的方向电流保护为什么会出现相继动作? 相继动作区的长度与什么因素有关? ... (80)
111. 怎样利用负荷电流和工作电压检查相间方向继电器接线的正确性? (81)
112. 怎样评价方向电流保护? 该保护常用于什么样的电网中? (82)

五、电网的接地保护

113. 我国电力系统中性点接地方式有哪几种? 它们对继电保护的原则要求是什么? (84)
114. 何谓零序保护? 大接地电流系统中为什么要单独装设零序保护? (84)
115. 画出大接地电流系统单相接地时电流、电压的相量图, 并说明其变化情况。 (85)
116. 为什么在大接地电流系统中零序电流的数值和分布与变压器中性点是否接地有很大关系? (86)
117. 大接地电流系统零序电流保护是怎样构成的? ... (87)
118. 大接地电流系统中零序电流保护的动作电流应怎样整定? 对其灵敏系数有何要求? (88)

119. 大接地电流系统的瞬时零序电流速断（零序Ⅰ段）的动作电流应按哪些条件进行整定？ (89)
120. 大接地电流系统中带时限零序电流速断（零序Ⅱ段）的动作电流的整定原则是什么？ (90)
121. 大接地电流系统的零序电流保护的时限特性和相间短路电流保护的时限特性有何异同？为什么？ (91)
122. 在大接地电流系统中，为什么有时要加装方向继电器组成零序方向电流保护？ (91)
123. 在大接地电流系统中，零序方向电流保护应选用何种类型的方向继电器？ (92)
124. 在大接地电流系统的零序方向电流保护中，为什么要将方向继电器的电压（电流）线圈反极性接到零序电压（零序电流）滤波器的输出端？ (93)
125. 怎样校验零序方向继电器的灵敏度？ (93)
126. 怎样利用负荷电流及工作电压检查零序方向继电器接入零序电流和零序电压滤波器的正确性？ (94)
127. 获得零序电流的方法有哪两种？ (96)
128. 采用零序电流互感器构成的电网接地保护，在安装零序电流互感器时应注意什么问题？ (97)
129. 中性点不接地系统在发生单相接地时，电流、电压的变化有何特点？如何实现其接地保护？ (97)
130. DD-1、DD-11型接地电流继电器的补偿线圈起何作用？ (98)
131. 中性点经消弧线圈接地的系统，为什么采用“过补偿”方式？这种电网要想实现有选择性接地保护会遇到什么困难？目前采用什么方法解决？ (98)
132. 在大接地电流系统中，采用专门的零序电流保护，与利用三相星形接线的电流保护来保护单相接地短路相比，具有哪些优点？ (100)

六、电网的距离保护

133. 何谓距离保护？它有什么优缺点？…………… (101)
134. 距离保护装置由哪些主要部分组成？各起什么作用？…………… (101)
135. 距离保护装置是怎样进行分类的？…………… (102)
136. 何谓距离保护的时限特性？…………… (102)
137. 距离保护的第Ⅰ段保护范围为什么选择为被保护线路全长的 80%~85%？…………… (103)
138. 何谓方向阻抗继电器？…………… (103)
139. 常用的圆特性阻抗继电器有哪三种？分别写出其特性圆的方程式。…………… (104)
140. 何谓阻抗继电器的测量阻抗、整定阻抗和动作阻抗？…………… (105)
141. 何谓阻抗继电器的 0° 接线？为什么相间距离保护的测量元件常采用此种接线？…………… (105)
142. 何谓方向阻抗继电器的最大灵敏角？为什么要调整其最大灵敏角等于被保护线路的阻抗角？…… (107)
143. 什么是方向阻抗继电器的转移（补偿）阻抗 Z_{ty} ？如何调整 Z_{ty} 的幅值和幅角？…………… (107)
144. 什么是阻抗继电器的最小精确工作电流和最大精确工作电流？为什么要求线路末端短路时加于阻抗继电器的电流必须大于其最小精确工作电流？…………… (108)
145. 对方阻抗继电器的最小精确工作电流是怎样要求的？若不符合要求应怎样调整？为什么？…………… (109)
146. 方向阻抗继电器为什么会产生动作死区？…………… (111)
147. 消除方向阻抗继电器动作死区的方法有哪些？…………… (111)
148. “记忆回路”为什么能够消除方向阻抗继电器的动作死区？…………… (111)
149. 方向阻抗继电器引入第三相电压的作用是什么？…………… (112)

六、电网的距离保护

150. 影响阻抗继电器正确测量的因素有哪些? (113)
151. 故障点的过渡电阻对阻抗继电器的正确动作有什么影响? 怎样消除这种影响? (113)
152. 什么叫助增电流和汲出电流? 它们对抗阻抗继电器的工作有何影响? 如何处置? (114)
153. 电力系统振荡对抗阻抗继电器的正确动作有什么影响? 在距离保护中采取什么措施予以防止? (115)
154. 怎样计算距离保护各段的动作阻抗及动作时间? (116)
155. 距离保护装置应采取哪些反事故技术措施? (118)

七、电网的差动保护

156. 输电线路纵联差动保护的基本工作原理是什么? (120)
157. 线路纵联差动保护中的不平衡电流是怎样产生的? 不平衡电流在暂态过程中具有哪些特性? (121)
158. 减小线路纵差保护中不平衡电流以及避开其影响的方法有哪些? (122)
159. 输电线路纵联差动保护的应用范围如何? (122)
160. 在短线路上实现纵联差动保护应考虑的问题及其解决的办法有哪些? (123)
161. JZC - I 型线路纵联差动保护装置由哪几部分组成? 各部分的作用是什么? (123)
162. 试述 JZC - I 型线路纵联差动保护装置中相位比较电路的工作原理。 (124)
163. 试述平行线路横联差动方向保护的工作原理。 (126)
164. 什么叫横联差动方向保护的相继动作区和死区? (127)
165. 怎样计算电源侧横联差动方向保护起动元件的相继动作区的长度? (128)

七、电网的差动保护

166. 怎样计算负荷侧横联差动方向保护起动元件相继动作区的长度? (129)
167. 用于平行线路相间短路和单相接地短路的横联差动方向保护装置的接线方式有何不同? (129)
168. 平行线路横联差动保护的电流起动元件的动作电流应按哪些条件来选择? (130)
169. 怎样校验平行线路横联差动保护的灵敏度? (131)
170. 平行线路横联差动方向保护的优、缺点及应用范围如何? (132)
171. 试述平行线路电流平衡保护的工作原理。..... (132)
172. 试述 LP-1 型电流平衡继电器的工作原理。..... (134)
173. 平行线路电流平衡保护为什么只能用于具有电源的一端, 而不能用于无电源的一端? (135)
174. 对平行线路的横联差动方向(或电流平衡)保护, 在原理接线上有哪些要求? (135)

八、电网的高频保护

175. 何谓高频保护? 对它的基本要求是什么? (137)
176. 继电保护高频通道的工作方式有哪几种? (137)
177. 什么是信号? 高频保护的高频电流信号有哪几种? (138)
178. 高频保护是怎样分类的? (139)
179. 高频通道由哪些元件组成? 各元件的作用是什么? (140)
180. 高频设备与输电线路连接(或称加工)的方式有哪几种? (141)
181. 试述相差高频保护的基本工作原理及其构成。... (141)
182. 相差高频保护为什么设置定值不同的两个起动元件? (143)
183. 相差高频保护的操作电流为什么不能只选用正序电流 I_1 或负序电流 I_2 , 而选用 $I_1 + KI_2$? (143)
184. 什么是相位比较元件的闭锁角? 其大小是如何确定的? (144)