

山西大同供电分公司 编

电击防护 实用问答



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电击防护 实用问答

山西大同供电分公司 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以问答的形式对电击防护做了较为详细的解答。全书共分十章，分别是：电击伤害、直接接触电击防护、间接接触电击防护、静电电击和静电火灾防护、雷电电击防护、剩余电流动作保护装置、特殊场所和特殊电气装置的电气安全要求、接地系统、接地装置的设置以及电气火灾防护。

本书具有很强的实用性，可以帮助读者在学习解决实际问题，可作为电力系统生产安全人员，工厂、企业、矿山、农网配电营业员学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电击防护实用问答/山西大同供电分公司组编. —北京：中国电力出版社，2006

ISBN 7-5083-3764-6

I. 电... II. 山... III. 电气设备-过电压防护-问答 IV. TM86-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148172 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 10.125 印张 265 千字

印数 0001—3000 册 定价 20.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

编 委 会

主 审 张雅明

主 编 张 强

副主编 任 忠 刘焕明 马 力

赵同生 吴建标 闫文贵

郭文斌

顾 问 杨守辰

编写人 杨跃军 杨守辰 寇 瑞

赵 擎 杨慧清 杨跃平

张培武 池瑾生 张明生

杨荣荣 张力强 李万忠

杨慧琴 王 林

前言

电的应用造福了现代文明社会，但也给人类带来了电击（触电）和电气火灾灾害。电击事故主要原因有：人体直接接触带电电气设备（包括家电）或电气线路的带电部分而遭受电击；人体接触绝缘损坏的带电电气设备外壳或电气线路遭受电击；静电电击属于冲击性电击，冲击性电击能引起心室颤动，可使人致命；雷电电击是由于雷云对地面放电，人遭受电击使人毙命。电气不安全导致的灾害在我国是相当严重的。20世纪90年代后，我国电气火灾发生的次数几乎已接近全部火灾总数的30%。因此，要认真对待电气灾害，做好防护工作。

电击和电气火灾一般发生在低压配电装置中较多。电气事故是人命关天的灾害，所以必须做好电击、电气火灾的防护工作。大量事实证明，推广应用剩余电流动作保护装置是预防电击和电气火灾事故的一项有效措施。但其推广应用极不平衡，有的地区推广应用的覆盖面大，也有个别地区至今剩余电流动作总保护、中级保护未推广应用。电击防护的另一项措施是接地及接地装置。由于历史上的原因，我国电气技术有关规范受前苏联《电气装置安装规程》影响颇深，对用户低压装置的人身和财产安全不够重视，甚至有个别地区至今依然采用TN—C接地系统，但同时又要求剩余电流动作总保护装置投入使用，相互矛盾。本文对接地及接地装置做了较详

细的阐述，具有很强的实用价值。

为满足广大电工学习需要，山西大同供电分公司组织编写了《电击防护实用问答》一书。本书涵盖面大，内容丰富，回答问题简明扼要，通俗易懂，实用性强。

本书在编写过程中得到了中国电力出版社的大力支持，在此表示感谢。

本书承张雅明高级工程师全文审稿，提出许多宝贵意见，丰富了本书的内容，在此表示衷心的感谢。

在本书编写过程中，由于作者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

山西省电力公司总工程师



2005 年 11 月

目 录

前言

第一章 电击伤害	1
1. 什么叫电接触、微电接触、电击?	1
2. 什么叫电伤?	1
3. 电流对人体有哪些伤害?	1
4. 什么叫感知电流和感知阈值?	2
5. 什么叫摆脱电流和摆脱阈值?	2
6. 什么叫室颤阈值?	3
7. 工频电流作用于人体有什么反应?	4
8. 人体电阻大小对电击有什么影响?	5
9. 电流流经途径对人电击造成什么影响?	5
10. 电击者个体特征对人电击有什么影响?	6
11. 直流电流对人体有什么作用?	6
12. 100Hz 以上电流对人体有什么作用?	7
13. 冲击电流对人体有什么作用?	9
14. 电击形式一般有几种?	9
15. 叙述单相电击及其危险性。	9
16. 叙述两相电击事故。	11
17. 什么叫跨步电压电击?	11

18. 发生单相电击原因有哪些？	12
19. 人体电阻有多大？	13
20. 电流强度大小对电击者有什么影响？	15
21. 电击电压高低对电击者有什么影响？	15
22. 电流流过人体途径怎样？	15
23. 电击持续时间对电击者有何影响？	15
24. 什么是电流伤害事故？	15
25. 人身电击事故有什么特点？	15
26. 常见电击伤亡事故有哪些？	15
27. 电流强度与生理反应有什么关系？	16
28. 人体阻抗与哪些因素有关？	16
第二章 直接接触电击防护	18
1. 电流在地中怎样流散？	18
2. 什么叫直接接触电击？	18
3. 直接接触电击产生的原因是什么？为什么？	18
4. 绝缘破坏的后果是什么？	19
5. 直接接触电击防护方法有哪些？	19
6. 什么是带电部分绝缘覆盖防护法？	19
7. 为什么在带电部分绝缘覆盖防护中， 要经常检查绝缘物？	19
8. 绝缘电阻有无指标？是多少？	20
9. 什么是屏护防护直接接触电击法？	21
10. 屏护装置应符合哪些安全条件？	21
11. 对遮拦有什么要求？	21
12. 35kV 以下电压等级的线路导线对地距离是多少？ 导线与建筑物的最小距离为多少？导线与树木 的最小距离为多少？低压接户线与建筑物有关部 位距离是多少？	22
13. 户内低压线路与工业管道和工艺之间设备之间最 小距离是多少？	23
14. 低压绝缘导线对地最小距离是多少？	23

15. 直埋电缆相互之间, 与管道、道路、建筑物等设施之间的最小距离是多少? 电缆沟和隧道电缆与工程设施最小距离是多少?	24
16. 户内明设的电缆与其他线路之间的最小距离是多少?	25
17. 架空线路与工业设施的最小距离是多少?	25
18. 为防止人体接触线路拉线电击, 应采取什么样措施?	26
19. 什么是安全特低电压直接接触电击法防护?	26
20. 什么是限制能耗直接接触电击防护?	27
21. 什么是电气联锁直接接触电击防护?	27
22. 什么是 RCD 后备直接接触电击防护?	27
第三章 间接接触电击防护	28
1. 什么是间接接触电击 (indirect contact)?	28
2. 引起间接电击的主要原因有哪些?	28
3. 电气设备或线路接地故障危险性是否很大?	28
4. 用自动切断电源和连接 PE 线接地时, 其间接接触电击防护有哪些措施?	29
5. 不用自动切断电源和 PE 线接地时, 其间接接触电击防护措施有哪些?	29
6. 自动切断电源措施的基本要求是什么?	29
7. TN 系统内自动切断电源的条件是什么?	30
8. 作总等电位连接后, PEN (PE) 线重复接地防电击效果为什么不大?	30
9. 什么是总等电位连接?	31
10. 总等电位连接对于常用的 TN 系统有什么作用?	31
11. 等电位连接对于常用的 TT 系统有什么作用?	31
12. 总等电位连接时应注意哪些方面问题?	32
13. TN 系统电击防护应选用哪些防护电器?	33
14. TN 系统内采用熔断器电击防护时有什么要求?	33
15. 采用断路器作防护电器时有什么要求?	33

16. TN 系统内无总等电位连接作用区时采取怎样的电击防护措施？	33
17. 相线接地时，如何限制故障电压？	35
18. 为什么作局部等电位连接后 TN 系统回路切断时间不同还会引起电击危险？	36
19. 作局部等电位连接后 TN 系统回路切断时间不同引起电击危险时采取哪些措施？	36
20. TT 系统内自动切断电源电击防护条件是什么？	37
21. TT 系统内电击防护采用什么保护电器？	37
22. TT 系统中总等电位连接的作用是什么？	37
23. TT 系统内电击防护切断电源的条件是什么？	38
24. IT 系统应采用什么电击防护电器？	39
25. 说明绝缘监测器动作原理。	39
26. IT 系统不配出中性线有什么优缺点？	40
27. IT 系统在哪些场所适用？	40
28. IEC 产品标准将电气设备产品按间接接触电击防护分为哪几类？	41
第四章 静电电击防护	42
1. 什么是静电？	42
2. 什么是静电导体、静电亚导体、静电非导体？	42
3. 什么是双电层和接触电位差？	42
4. 固体静电起电的基本方式有哪几种？	42
5. 静电起电电量有什么规律？	42
6. 液体静电起电的方式有哪几种？有什么规律？	43
7. 哪些材料容易产生和积累危险静电？	43
8. 哪些工艺流程容易产生静电？	43
9. 影响静电产生有哪些因素？	44
10. 静电放电有哪几种形式？	44
11. 静电能引起爆炸和火灾吗？	45
12. 怎样计算静电电容？人体对地电容有多大？	45
13. 气体、蒸气爆炸性混合物及粉尘爆炸性混合物	

最小引燃能量是多少？	47
14. 静电电击时人体有何反应？	49
15. 静电电击属于什么性质的电击？ 静电对生产有 什么危害？	50
16. 合理选用材料能抑制静电吗？ 工作人员如何防止静电？	50
17. 限制流速和摩擦速度能抑制静电吗？	51
18. 采取什么措施有消散静电的作用？	51
19. 怎样消除附加静电？	52
20. 怎样采取泄漏技术消除静电？	52
21. 抗静电添加剂主要有哪些品种？	55
22. 叙述感应静电消除器的消电原理、结构等。	55
23. 叙述高压式静电消除器原理、种类、特点。	56
24. 简述放射式消除器的消电原理及使用要求。	57
25. 静电电压测量用什么样的仪表？	57
26. 简述静电电量的测量。	58
27. 简述静电电荷密度的测量。	59
28. 用什么表计测量绝缘电阻？	60
29. 叙述固体电阻率测量方法及计算。	60
30. 叙述液体电阻率测量方法及计算公式。	61
31. 用什么方法测量电容？	61
32. 用什么方法测量介电常数？	61
33. 叙述静电关联工艺指标中的材料性能指标。	62
34. 为了抑制静电，对于工艺速度指标有何要求？	63
35. 在松弛容器内对液体停留时间有什么要求？	64
36. 在工艺过程中导体和人体带电指标有什么要求？	64
37. 对非导体带电指标有什么要求？	65
38. 静电检测如何管理？	65
39. 除去上述防静电方法外，还有什么方法能防止静电？ ...	66
第五章 雷电电击防护	67
1. 雷电是怎样形成的？	67

2. 什么是直击雷？	67
3. 什么球形雷？	67
4. 什么是感应雷？	67
5. 什么是雷电侵入波？	67
6. 防雷有什么作用？	68
7. 直击雷防护的目的和作用是什么？	68
8. 感应雷防护的目的和作用是什么？	68
9. 等电位连接有什么作用？	68
10. 什么情况下必须进行防雷接地？	68
11. 雷电的强度有多大，波形是怎样的？	68
12. 雷电有什么危害？	70
13. 预防直击雷的保护设施有哪些？	70
14. 单支避雷针的保护范围是如何计算的？	71
15. 预防感应雷及雷电波的保护设备有哪些？	71
16. 叙述避雷器的结构和应用范围。	72
17. 防雷措施有哪些？	74
18. 有易燃物、可燃物设施的建筑物、构筑物 是否装设避雷针保护？	74
19. 有易燃、易爆、可燃物设施的建筑物，构筑 物对供电电源有何要求？	75
20. 雷雨交加的天气人、畜为什么不能在大树下避雨？	75
21. 雷雨天气时，人在空旷田野里怎样避免雷击事故的 发生？	75
22. 雷雨天气时，人为什么不要肩扛工具行走？	76
23. 在雷雨天气时，为什么打手机易遭雷击？	76
24. 雷电对家用电器安全有什么影响？	76
25. 如何防雷才能确保家用电器和操作人员的安全？	77
26. 雷雨时，人身防雷击还要注意些什么？	78
27. 人身万一遭雷击伤害后怎么处理？	79
28. 为了保证人身安全，低压配电线路防雷还要 从哪几方面考虑？	79

29. 室外如何避免雷击?	80
第六章 剩余电流动作保护装置	81
第一节 剩余电流动作保护装置工作原理及应用	81
1. 什么是剩余电流? 什么是系统电流?	81
2. 简述单相剩余电流动作保护装置动作原理。	81
3. 单相线路的电流型剩余电流动作保护装置适用 于什么场所?	83
4. 叙述三相线路电流型剩余电流动作保护 装置工作原理。	83
5. 漏电保护装置为什么又叫剩余电流动作保护装置?	84
6. 剩余电流动作保护装置按工作原理可分为哪几类?	84
7. 剩余电流动作保护装置按功能分为哪几类?	84
8. 剩余电流动作保护装置按极数可分为哪几类?	84
9. 剩余电流动作保护装置按形式可分为哪几类?	84
10. 剩余电流动作保护装置按运行方式可分为哪几类?	84
11. 剩余电流动作保护装置按额定动作电流分为几类?	85
12. 剩余电流动作保护装置按保护方式分为哪几类?	85
13. 叙述按极数分类的剩余电流动作保护装置的特点。	85
14. 什么是简易电压动作型剩余电流动作保护装置?	85
15. 简易电压动作型剩余电流动作保护装置有什么 特点?	85
16. 电流动作型剩余电流动作保护装置工作原理是 什么?	86
17. 根据规程要求, 必须安装剩余电流动作保护 装置的场所和设备有哪些?	87
18. 必须安装报警式剩余电流动作保护装置的场 所和设备有哪些?	87
19. 哪些设备可以不装剩余电流动作保护装置?	87
20. 剩余电流动作保护装置不动作电流是多少?	88
21. 选用剩余电流动作保护装置的经验公式。	88
22. 剩余电流动作保护装置安装前应做哪些检查工作?	88

23. 交流脉冲型剩余电流动作保护装置有什么特点？	89
24. 交流脉冲型剩余电流动作保护装置的工作原理怎样？	89
25. 试分析交流脉冲型剩余电流动作保护装置特点？	89
26. 在什么条件下选用脉动直流型剩余电流动作保护装置？	90
27. 什么是鉴相鉴幅？	90
28. 叙述鉴相鉴幅型剩余电流保护装置的动作原理。	90
29. 目前鉴相鉴幅剩余电流动作保护装置是否得到了应用？	91
30. 电流动作型剩余电流动作保护装置的优点是什么？	91
31. 剩余电流断路器主要参数有哪些？	91
32. 剩余电流断路器技术数据有哪些？	91
33. 零序电流互感器的工作原理怎样？	94
34. 零序电流互感器一次回路的穿线有什么要求？	94
35. 用于防火用的剩余电流断路器有什么要求？	95
36. 对电动机负荷电路如何选用剩余电流断路器？	95
37. 如何根据不同使用环境条件选择额定剩余电流动作保护装置动作特性？	96
38. 交流接触器使用类别如何？	99
39. 交流接触器安装时应注意哪些事项？	99
40. 交流接触器在使用中应注意些什么事项？	99
41. 剩余电流动作断路器分为几种？	100
42. 什么是剩余电流动作保护插座？	100
43. 什么是剩余电流动作报警器？	100
44. 电源端大额定电流 RCD 怎样配置？	100
45. 为什么剩余电流动作保护装置又叫 RCD？	101
第二节 剩余电流动作保护装置保护方式	101
46. 在 TT 系统中采用什么样的保护方式？	101
47. 为什么要装设剩余电流总保护？	101
48. 为什么要装设剩余电流末级保护？	102

49. 为什么要装剩余电流中级保护?	102
50. 剩余电流动作总保护装置安装在什么地方?	102
51. 剩余电流动作保护装置安装在电源中性点 接地线上有何优、缺点?	102
52. 剩余电流动作保护装置安装在电源的主进 线回路上有何优、缺点?	103
53. 安装在各出线回路上的剩余电流动作保护 装置有何优、缺点?	103
54. 在 TT 系统中, 在干线的中部或分支处装设 剩余电流动作保护装置的目的是什么?	104
55. 在 TT 系统中, 末级剩余电流动作保护装置 应装在何处?	104
56. 为什么在 TT 系统中的移动式电器、携带式 电器、临时用电设备、手持电动器具, 必 须装设剩余电流末级保护装置?	105
57. 为什么在 IT 系统低压电力网不宜装设电流量 型剩余电流动作保护装置?	105
58. 为什么在 TN - C 系统低压电力网不宜装设剩余 电流总保护及剩余电流中级保护, 但可装剩 余电流末级保护?	106
59. 为什么 TN - S 系统的低压电力网可以装设剩余 电流总保护、中级保护及末端保护?	107
60. 什么是〇类设备?	107
61. 什么是 I 类设备?	108
62. 什么是 II 类设备?	108
63. 什么是 III 类设备?	108
64. 自动切断电源措施的要求是什么?	108
65. 家用剩余电流动作保护装置怎样选择?	109
66. 对于 380/220V 固定设备怎样选择剩余电流 动作保护装置?	109
67. 怎样根据接地电阻值的大小选择剩余电流	

动作保护装置？	109
68. 防火用剩余电流动作保护装置应怎样选择？	110
69. 为什么不能无限制地提高剩余电流动作保护装置 装置的灵敏度？	110
70. 剩余电流动作保护装置为什么要根据泄漏所 产生的剩余电流来选择？	110
71. 怎样根据电动机负荷特点选择剩余电流动作 保护装置？	110
72. 如何选用照明电器负荷电路的剩余电流动作保护 装置？	111
73. 如何选用电焊机负荷电路剩余电流动作 保护装置？	111
74. 电焊设备剩余电流动作保护装置动作电流和 动作时间怎样选择？	112
75. 对于电子设备为负荷的电路，剩余电流动作 保护装置如何选择？	112
76. 以电热设备为负荷的电路如何选择剩余电流动 作保护装置？	112
77. 以电动工具为负荷的电路如何选择剩余电流动 作保护装置？	112
78. 剩余电流动作保护装置使用条件是什么？	112
79. 潮湿有水汽的环境怎样选择剩余电流动作 保护装置？	113
80. 对于经常移动的设备应怎样选用剩余电流 动作保护装置？	113
81. 在室外低压进线处怎样选择剩余电流动作 保护装置？	113
82. 室内家用剩余电流动作保护装置如何选择？	113
83. 雷电活动频繁的地区怎样选择剩余电流动 作保护装置？	113
84. 有腐蚀性气体的地方怎样选择剩余电流动	

作保护装置？	113
85. 尘埃大的水泥厂、采石场怎样选择剩余电 流动作保护装置？	113
86. 冲击振动强烈的地方怎样选择剩余电流 动作保护装置？	114
87. 可接地固定电气设备、金工车间、水泵房、 公共厨房怎样选择剩余电流动作保护 装置？	114
第三节 剩余电流动作保护装置安装接线	114
88. 总保护安装对低压电力网有什么要求？	114
89. 我国目前农网绝缘水平状况如何？	115
90. 影响三相不平衡漏电所产生的剩余电流因素 有哪些？	115
91. 漏电阻抗大小由哪些因素决定的？	116
92. 单相剩余电流动作保护装置安装条件是什么？	116
93. 单相剩余电流动作保护装置怎样分类？	116
94. 单相剩余电流动作保护装置动作特性有哪些？	117
95. 单相剩余电流动作保护装置有哪些过电压动 作特性？	117
96. 单相剩余电流动作保护装置机械电气寿命是多少？	117
97. 单相 NL-63 外形及安装尺寸怎样？	117
98. 单相剩余电流动作保护装置接线要求及 安装要求有哪些？	117
99. 单相剩余电流动作保护装置应该怎样接 线才是正确的？	118
100. 分析单相剩余电流动作保护装置错误接线。	119
101. 为什么电容电流过大使 RCD 误动？	120
102. 为什么中性线破损易使 RCD 误动？	121
103. 中性线、PE 线接错为什么 RCD 误动？	121
104. 叙述三相剩余电流动作保护装置工作原理。	121
105. 鉴相鉴幅剩余电流动作保护装置如何接线？	122