

电 业 工 人 技 术 问 答 丛 书

变电二次安装 技术问答

国家电力公司华东公司 编

中国电力出版社

电 业 工 人 技 术 问 答 丛 书

**变 电 二 次 安 装
技 术 问 答**

国家电力公司华东公司 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

— 内 容 提 要 —

本书是《电业工人技术问答丛书》之一。

全书共分九章,内容主要涉及电工基础、电子基础、变电所电气设备、直流输电、施工安全健康及环境保护、施工技术、施工管理、识图绘图、工器具材料以及起重、焊接、钳工、变电二次设备运行、检修、工程监理、项目管理等相关知识。本书从实用性、先进性、广泛性出发,力求内容丰富、表述简洁,同时结合工程实践、尽量反映新设备、新技术、新工艺、新材料等。

本书主要适用于初、中、高级工,也适用于技师、高级技师,可作为送变电安装专业变电二次安装工自学和参加培训用书,还可以作为职业技能鉴定前培训的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

变电二次安装技术问答/国家电力公司华东公司编. 北京:中国电力出版社, 2005

(电业工人技术问答丛书)

ISBN 7-5083-0963-4

I. 变… II. 国… III. 变电所-二次系统-安装-问答 IV. TM645. 2-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第063715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)

冶林印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005年1月第一版 2005年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 10印张 185千字

印数 0001—3000册 定价 16.00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)

前 言

为了提高电力生产运行、检修人员和技术管理人员的技术素质和管理水平,适应工人岗位培训的需要,国家电力公司华东公司组织华东有关省、市电力局和发电厂、供电局在1999年10本技术问答的基础上,又补充编写了17本技术问答。分别为:锅炉检修技术问答,化学检修技术问答,汽轮机检修技术问答,发电厂集控运行技术问答,电机检修技术问答,变电检修技术问答,变压器运行技术问答,带电检修技术问答,电测仪表技术问答,送电线路技术问答,电气试验技术问答,配电线路技术问答,内线安装技术问答,电能表校验技术问答,电能表修理技术问答,厂用电安装技术问答,变电二次线安装技术问答。

丛书本着紧密联系生产实际的原则,采用问答的形式并配以必要的图解,内容以操作技能为主,以基础训练为重点,强调了基本操作技能的通用性和规范化。本丛书内容丰富,覆盖面广,文字通俗易懂,是一套适用性、针对性较强的工人技术培训读物,适合广大电业职工在职自学和岗位培训,亦可作为工程技术人员的参考用书。

《变电二次安装技术问答》一书主要依据是中华人民共和国职业技能鉴定规范《送变电安装专业(变电二次安装工)》,从实用性、先进性、广泛性出发,力求内容丰富,表述简洁、图文并茂,同时结合工程实践,尽量反映新设备、新技术、新工艺、新材料等。

本书由邵丽东主编,主审朱玉林,编制徐麟珍、CAD

制图 颜祝生、高峰、徐麟珍。

编制过程中，项玉华、陈力、丁卫清、张诚、邱爱林为本书作了校核，谢兴祥、万圣祥参与了第六章“施工技术”的编制。由于时间仓促，资料缺乏，水平有限，不当之处，欢迎批评指正。

编 者

2003 年 10 月

目 录

前言

第一章 电 工 基 础

第一节 直流电路	1
1-1-1 电流的大小是怎样规定的? 如何用公式表示?	1
1-1-2 电流的方向是怎样规定的?	1
1-1-3 什么叫电压? 如何用公式表示?	1
1-1-4 电压的方向是怎样规定的?	1
1-1-5 什么叫导体?	1
1-1-6 什么叫绝缘体?	2
1-1-7 什么叫电动势? 如何用公式表示?	2
1-1-8 电动势的方向是怎样规定的?	2
1-1-9 电路是由哪些部分组成的?	2
1-1-10 什么叫直流电流?	2
1-1-11 什么叫交流电流?	2
1-1-12 什么叫欧姆定律? 如何用公式表示?	2
1-1-13 什么叫线性电阻?	3
1-1-14 什么叫非线性电阻?	3
1-1-15 什么叫电阻的伏安特性?	3
1-1-16 什么叫电功率? 如何用公式表示?	3
1-1-17 什么叫电能? 如何用公式表示?	3
1-1-18 什么叫能量守恒与转换定律?	3
1-1-19 什么叫楞次—焦耳定律? 如何用公式表示?	4
1-1-20 什么叫基尔霍夫第一定律? 如何用公式表示?	4

1-1-21	什么叫基尔霍夫第二定律？如何用公式表示？	4
1-1-22	有源支路的欧姆定律如何用公式表示？	4
1-1-23	全电路的欧姆定律如何用公式表示？	4
1-1-24	什么叫电阻的串联？	4
1-1-25	什么叫电阻的并联？	5
1-1-26	电阻串联电路的总电阻（等效电阻）等于多少？串联电阻起什么作用？	5
1-1-27	电阻并联电路的总电阻（等效电阻）等于多少？并联电阻起什么作用？	5
1-1-28	什么叫有源二端网络？	5
1-1-29	什么叫等效电源定理？	5
1-1-30	什么叫戴维南定理？	5
1-1-31	什么叫诺顿定理？	6
1-1-32	电桥平衡的条件是什么？	6
1-1-33	按照图示（图 1-1），说明什么叫电阻的三角形接法？	6
1-1-34	按照图示（图 1-2），说明什么叫电阻的星形接法？	6
1-1-35	电路的星形接法和三角形接法间等效互换的条件是什么？	7
1-1-36	怎样用公式表示电路的星形接法和三角形接法间的等效互换？	7
1-1-37	怎样用公式表示对称电路的星形接法和三角形接法间的等效互换？	8
1-1-38	什么叫电感？如何用公式表示？	8
1-1-39	电感的计量单位有哪些？是怎样换算的？	8
1-1-40	什么叫电容？如何用公式表示？	8
1-1-41	电容的计量单位有哪些？是怎样换算的？	8
1-1-42	串联电容器的等效电容等于多少？	9
1-1-43	并联电容器的等效电容等于多少？	9

第二节 磁场、磁路与电磁感应 9

1-2-1 磁铁有哪些特性?	9
1-2-2 按照图示 (图 1-3), 说明磁场的磁力线有哪些特点?	9
1-2-3 按照图示 (图 1-4), 说明什么叫右螺旋定则?	10
1-2-4 按照图示 (图 1-5), 说明什么叫线圈的右手定则?	10
1-2-5 按照图示 (图 1-6), 说明什么叫电动机左手定则?	10
1-2-6 什么叫磁感应强度? 如何用公式表示?	11
1-2-7 什么叫磁通? 如何用公式表示?	11
1-2-8 什么叫磁链? 如何用公式表示?	11
1-2-9 什么叫主磁通?	12
1-2-10 什么叫漏磁通?	12
1-2-11 什么叫励磁电流?	12
1-2-12 什么叫电流的磁效应?	12
1-2-13 什么叫磁动势? 如何用公式表示?	12
1-2-14 什么叫磁场强度? 如何用公式表示?	12
1-2-15 什么叫铁磁性材料的磁饱和现象?	13
1-2-16 磁路与电路比较有哪些相似处?	13
1-2-17 磁路与电路比较有哪些不同处?	13
1-2-18 磁路中的气隙有什么作用?	14
1-2-19 什么叫磁滞损失?	14
1-2-20 什么叫涡流?	14
1-2-21 什么叫涡流损失?	14
1-2-22 什么叫铁芯损失?	14
1-2-23 什么叫铜损?	14
1-2-24 直流磁路与交流磁路比较有什么区别?	15
1-2-25 直流接触器与交流接触器能互换使用吗?	

为什么？	15
1-2-26 什么叫电磁感应？	15
1-2-27 按照图示（图 1-7），说明什么叫发电机右手 定则？	16
1-2-28 什么叫楞次定律？	16
1-2-29 什么叫电磁感应定律？怎样用关系式表示？	16
1-2-30 什么叫自感电动势？	17
1-2-31 什么叫互感电动势？	17
第三节 交流电路	17
1-3-1 什么叫正弦电动势？	17
1-3-2 如何用三角函数式表示正弦电动势？	17
1-3-3 正弦量的三要素是什么？	17
1-3-4 什么叫正弦量的周期、频率？	17
1-3-5 什么叫正弦量的角频率？	18
1-3-6 正弦量的周期、频率、角频率之间的关系式如 何表示？	18
1-3-7 如何用三角函数式表示正弦电流？	18
1-3-8 什么叫正弦电流的有效值？	18
1-3-9 正弦电流的有效值、平均值、最大值之间的关 系是怎样的？	18
1-3-10 电阻元件中正弦电压和电流之间的关系是怎 样的？	18
1-3-11 什么叫电阻元件的瞬时功率？	19
1-3-12 什么叫电阻元件的平均功率？	19
1-3-13 怎样计算电阻元件的平均功率？	19
1-3-14 电阻元件的平均功率与瞬时功率之间的关 系是怎样的？	19
1-3-15 设备铭牌上所表示的功率是什么功率？	19
1-3-16 电感元件中正弦电压和电流间的相位关系是	

	怎样的？如何用三角函数式表示？	19
1-3-17	什么叫感抗？	20
1-3-18	感抗与哪些因素有关？	20
1-3-19	电感元件中正弦电压和电流间的数量关系是 怎样的？如何用公式表示？	20
1-3-20	电容元件中正弦电压和电流间的相位关系是 怎样的？如何用三角函数式表示？	20
1-3-21	什么叫容抗？	20
1-3-22	容抗与哪些因素有关？如何用公式表示？	21
1-3-23	电容元件中正弦电压和电流间的数量关系是 怎样的？如何用公式表示？	21
1-3-24	什么叫向量？	21
1-3-25	什么叫向量的平行四边形法则？	21
1-3-26	按照图示（图 1-8），说明平行四边形法则是 怎样进行向量的加、减运算的？	21
1-3-27	什么叫相量？	22
1-3-28	怎样用相量来表示正弦量？	22
1-3-29	电阻、电感串联电路中的阻抗与电阻、感抗 之间是什么关系？如何用公式表示？	22
1-3-30	电阻、电感、电容串联电路中的阻抗与电阻、 感抗、容抗之间是什么关系？如何用公式 表示？	22
1-3-31	什么叫有功功率？怎样用公式来表示？	23
1-3-32	什么叫无功功率？怎样用公式来表示？	23
1-3-33	什么叫视在功率？怎样用公式来表示？	23
1-3-34	什么叫功率因数？怎样用公式来表示？	23
1-3-35	有功功率、无功功率与视在功率之间有什么 关系？怎样用公式来表示？	23
1-3-36	有功功率、无功功率、视在功率的单位是什 么？	23

1-3-37	什么叫串联谐振？串联谐振的条件是什么？	24
1-3-38	什么叫并联谐振？并联谐振的条件是什么？	24
1-3-39	什么叫对称三相电动势？	24
1-3-40	对称三相电源星形连接的线电压和相电压之 间有什么关系？	24
1-3-41	对称三相电源三角形连接的线电压和相电压 之间有什么关系？	24
1-3-42	对称三相负荷星形连接的线电流和相电流之 间有什么关系？	25
1-3-43	对称三相负荷三角形连接的线电流和相电流 之间有什么关系？	25
1-3-44	什么叫不对称三相电路的正序分量？	25
1-3-45	什么叫不对称三相电路的负序分量？	25
1-3-46	什么叫不对称三相电路的零序分量？	25
1-3-47	不对称线电压、线电流中含有哪些对称分量？	25
1-3-48	中线中含有哪些对称分量？	25
1-3-49	三相四线制中中线的作用是什么？	26
1-3-50	中线电流与线电流有什么关系？	26
第四节 电路的过渡过程		26
1-4-1	什么叫电路的过渡过程？	26
1-4-2	在什么样的电路中存在过渡过程？	26
1-4-3	什么叫换路？	26
1-4-4	什么叫换路定律？怎样用数学式表示？	26
1-4-5	怎样用待定系数法计算电阻、电容串联电路的 过渡过程？	27
1-4-6	什么是计算过渡过程的“三要素”法？	27
1-4-7	按照图示（图 1-9），说明电阻、电容串联电路 接通直流电源时的过渡过程是怎样的？	27
1-4-8	电阻、电容串联电路接通直流电源时的过渡过	

程有什么特点?	28
1-4-9 按照图示(图 1-10),说明电阻、电容串联电路 短接时的过渡过程是怎样的?	28
1-4-10 按照图示(图 1-11),说明电阻、电感串联电 路接通直流电源时的过渡过程是怎样的?	29
1-4-11 电阻、电感串联电路接通直流电源时的过渡 过程有什么特点?	29
1-4-12 图 1-12 中,电阻、电感串联电路切断直流电 源时的过渡过程会产生什么现象?应采取 什么措施?	30
1-4-13 按照图示(图 1-13),说明电阻、电感串联直 流电路短路时的过渡过程是怎样的?	30
1-4-14 图 1-14 中,电阻、电容串联电路接通交流电 源时过渡过程的电容电压是怎样计算的?	31
1-4-15 电阻、电容串联电路接通交流电源,当接入 相位角 φ 与阻抗角 φ 相等或相差 π 时的过 渡过程是怎样的?	31
1-4-16 电阻、电容串联电路接通交流电源,当接入 相位角 ψ 比阻抗角 φ 小 90° 时有无过渡过 程?为什么?	32
1-4-17 图中(图 1-15),电阻、电感串联电路接通交 流电源时过渡过程的电流、电压是怎样计 算的?	32
1-4-18 电阻、电感串联电路接通交流电源,当接入相 位角 ψ 与阻抗角 φ 相等时有无过渡过程?为 什么?	33
1-4-19 电阻、电感串联电路接通交流电源,当接入相 位角 ψ 比阻抗角 φ 小 90° 时的过渡过程是怎 样的?	33
1-4-20 什么叫微分电路?	33

1-4-21	什么叫积分电路？	34
1-4-22	电阻、电容或电阻、电感串联电路接通直流电源与接通交流电源后产生的过渡过程有什么相同处？	34
1-4-23	电阻、电容或电阻、电感串联电路接通直流电源与接通交流电源后产生的过渡过程有什么不同处？	34
1-4-24	过渡过程的实质是什么？	35
1-4-25	电阻、电感、电容串联直流电路的放电过程有哪几种情况？有何参数特点？	35
1-4-26	按照图示（图 1-16），说明电阻、电感、电容串联直流电路的非振荡性放电过程是怎样的？	35
1-4-27	按照图示（图 1-17），说明电阻、电感、电容串联直流电路衰减振荡的放电过程是怎样的？	36

第二章 电子基础

第一节	二极管与三极管	37
2-1-1	半导体有哪些特点？	37
2-1-2	半导体导电的基本原理是什么？	37
2-1-3	什么叫 N 型半导体？什么叫 P 型半导体？	37
2-1-4	按照图示（图 2-1），说明什么叫 PN 结？	37
2-1-5	PN 结的特性是什么？	38
2-1-6	按照图示（图 2-2），说明二极管的伏安特性是怎样的？	38
2-1-7	按照图示（图 2-3），说明什么叫二极管的钳位作用？	38
2-1-8	按照图示（图 2-4），说明什么叫二极管的隔离作用？	39
2-1-9	二极管的主要参数有哪些？	39
2-1-10	按照图示（图 2-5），说明三极管的结构是怎	

样的？	40
2-1-11 晶体管的三个极电流之间有什么关系？	40
2-1-12 什么叫晶体管的电流放大作用？	40
2-1-13 按照图示（图 2-6），说明为什么晶体管会有电 流放大作用？	41
2-1-14 什么叫共发射极电路？什么叫共基极电路？什 么叫共集电极电路？	41
2-1-15 什么叫晶体管输入特性的死区？	42
2-1-16 什么叫晶体管的穿透电流？	42
2-1-17 晶体管为什么会出现穿透电流？	42
2-1-18 按照图示（图 2-7），说明晶体管的工作状态有 哪三个区域？各有什么特点？	42
2-1-19 晶体管的极限参数主要有哪三个？	43
2-1-20 晶体管在电子电路中的主要作用有哪两方面？	43
第二节 整流电路	44
2-2-1 什么叫整流电路？	44
2-2-2 按照图示（图 2-8），说明单相半波整流电路是 怎样工作的？	44
2-2-3 按照图示（图 2-9），说明单相全波整流电路是 怎样工作的？	45
2-2-4 按照图示（图 2-10），说明单相桥式整流电路 是怎样工作的？	45
2-2-5 按照图示（图 2-11），说明三相桥式整流电路 是怎样工作的？	46
2-2-6 按照图示（图 2-12），说明二倍压整流电路是 怎样工作的？	47
2-2-7 按照图示（图 2-13），说明三倍压整流电路是 怎样工作的？	48
2-2-8 按照图示（图 2-14），说明电容滤波器是怎样	

在半波整流电路中工作的？	50
2-2-9 按照图示（图 2-15），说明稳压管稳压电路是怎样工作的？	50
2-2-10 按照图示（图 2-16），说明晶闸管的结构是怎样的？	50
2-2-11 晶闸管对触发电路有哪些要求？	51
2-2-12 什么叫晶闸管的控制角（移相角）？什么叫晶闸管的导通角？	51
2-2-13 晶闸管导通的条件有哪些？	51
2-2-14 按照图示（图 2-17），说明晶闸管的工作原理是怎样的？	52
2-2-15 晶闸管的主要参数有哪些？	53
2-2-16 什么叫维持电流？	53
2-2-17 什么叫浪涌电流定额？	53
2-2-18 按照图示（图 2-18），说明单相半波可控整流电路是怎样工作的？	53
2-2-19 按照图示（图 2-19），说明单相半控桥式整流电路是怎样工作的？	54
2-2-20 按照图示（图 2-20），说明三相半控桥式整流电路在控制角 $\alpha = 0^\circ$ 时是怎样工作的？	54
2-2-21 什么叫单结晶体管？	55
第三节 放大电路	55
2-3-1 晶体管放大电路的基本原理是什么？	55
2-3-2 什么叫偏流？	56
2-3-3 什么叫隔直电容？它的作用是什么？	56
2-3-4 什么叫偏置电路？	56
2-3-5 什么叫反馈电路？	56
2-3-6 什么叫负反馈？	56
2-3-7 什么叫放大器电路的耦合？	56

2-3-8	什么叫静态工作点？	57
2-3-9	对放大器的级间耦合电路有哪些要求？	57
2-3-10	什么叫推挽功率放大器？	57
2-3-11	根据图示（图 2-21），说明什么叫互补对称式单端推挽放大器？	57
2-3-12	根据反馈电路与放大器输入、输出端的不同接法，负反馈电路有哪几种形式？	58
2-3-13	交流信号的负反馈对放大器性能的改善有哪些作用？	58
2-3-14	什么叫反馈放大器的自励振荡？	58
2-3-15	怎样消除自励振荡？	59
2-3-16	直流放大器用来放大哪些信号？	59
2-3-17	什么叫运算放大器？	59
2-3-18	什么叫零点漂移？	59
2-3-19	差动式直流放大器的主要作用是什么？	59
2-3-20	按照图示（图 2-22），说明差动式直流放大器是怎样抑制零点漂移的？	59
2-3-21	场效应管放大电路的基本原理是什么？	61

第四节 开关电路 61

2-4-1	晶体管是怎样起开关作用的？	61
2-4-2	按照图示（图 2-23），说明什么叫反相器？	61
2-4-3	反相器的元件参数应怎样选择？	62
2-4-4	什么叫双稳态电路的翻转？	62
2-4-5	按照图示（图 2-24），说明集—基极耦合双稳态电路是怎样工作的？	62
2-4-6	按照图示（图 2-25），说明发射极耦合双稳态电路是怎样工作的？	63
2-4-7	按照图示（图 2-26），说明集—基极耦合单稳态电路是怎样工作的？	64

2-4-8	按照图示 (图 2-27), 说明发射极耦合单稳态电路是怎样工作的?	65
2-4-9	按照图示 (图 2-28), 说明无稳态电路 (自励多谐振荡器) 是怎样工作的?	66

第五节 逻辑 (门) 电路 67

2-5-1	什么叫逻辑电路 (门电路)?	67
2-5-2	基本的门电路有哪三种?	68
2-5-3	门电路的输入、输出是哪两种状态?	68
2-5-4	按照图示 (图 2-29), 说明什么叫与门电路? 怎样用数学式表示?	68
2-5-5	按照图示 (图 2-30), 说明什么叫或门电路? 怎样用数学式表示?	68
2-5-6	按照图示 (图 2-31), 说明什么叫非门电路? 怎样用数学式表示?	69
2-5-7	按照图示 (图 2-32), 说明什么叫与非门电路? 怎样用数学式表示?	69
2-5-8	按照图示 (图 2-33), 说明什么叫或非门电路? 怎样用数学式表示?	70
2-5-9	什么叫逻辑真值表?	71
2-5-10	与门、或门、非门的逻辑符号各是怎样表示的?	71
2-5-11	与非门、或非门的逻辑符号及数学式各是怎样表示的?	71
2-5-12	什么叫 DTL 与非门电路?	72
2-5-13	什么叫 TTL 与非门电路?	72
2-5-14	按照图示 (图 2-36), 说明 DTL 与非门电路的逻辑功能是怎样实现的?	72
2-5-15	按照图示 (图 2-37), 说明 TTL 与非门电路的逻辑功能是怎样实现的?	73
2-5-16	逻辑代数的基本运算规则有哪些?	74