

(初、中、高级工适用)

电力工人技术等级培训教材 题库(三)

变电检修工 变电运行工 电气试验工

第二版

丁毓山 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

(初、中、高级工适用)

电力工人技术等级培训教材

题库 (三)

变电检修工 变电运行工 电气试验工

第二版

丁毓山 主编

中国水利水电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电力工人技术等级培训教材 (第二版) 题库: 初、中、高级工适用/
丁毓山主编. —北京: 中国水利水电出版社, 1999
ISBN 7-5084-0104-2

I. 电… II. 丁… III. 电力工程-技术培训-教材 IV. TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 41284 号

书 名	电力工人技术等级培训教材(第二版) 题库(三) 初、中、高级工适用 变电检修工 变电运行工 电气试验工
作 者	丁毓山 主编
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010)63202266(总机)、68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	山东省高唐印刷有限责任公司
规 格	787×1092 毫米 32 开本 7.375 印张 162 千字
版 次	1999 年 11 月第一版 1999 年 11 月山东第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	全套定价: 72.00 元(共四册) 本册定价: 18.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

内 容 提 要

本题库是与中国水利水电出版社最新修订再版的《电力工人技术等级培训教材》(第二版)(初、中、高级工适用)完全配套的习题解答。本题库除对教材中的所有习题进行了详尽的解答或计算外,还对部分习题进行了增补、分解,故本书也是一套独立的、非常实用的技术问答丛书。习题内容紧扣考核标准,层次分明,重点和难点突出,是提高电力工人技术理论知识 and 实际操作技能以及上岗、转岗和晋升技术等级的考核依据。全套题库共分4册,涵盖了电力系统主要工种。题库(一)包括:《应知应会必读》、《运动自动化工》、《继电保护工》;题库(二)包括:《送电线路工》、《配电线路工》、《内线安装工》;题库(三)包括:《变电检修工》、《变电运行工》、《电气试验工》;题库(四)包括:《电能表检修及装表接电工》、《抄表核算收费工》、《电测仪表工》。

本书可供使用本套培训教材的师生使用,也可供使用其他版本的电力工人培训教材的师生使用和参考,还可供其他相关专业人员参考和自学。

面向二十一世紀

為電力工業

培育優秀職工

張鳳祥

加强职工培训
提高人员素质
为电力工业服
务

赵家夫

序

中华人民共和国第八届全国人民代表大会第四次会议批准了《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》，《纲要》是国民经济和社会发展的指导方针和奋斗目标，对深化改革，推进两个转变，加强和改善宏观调控，保证国民经济持续、快速、健康地发展，实行科教兴国，促进两个文明建设，有巨大的推动作用。

科教兴国的伟大战略，是党中央的高瞻远瞩。国运兴衰，系于教育，我们正处在新旧世纪的交接时代，面对21世纪科学和技术的挑战，要在激烈的国际竞争中占居主动地位，关键在于人才，要实现社会主义现代化的宏伟目标，关键问题还是人才。

电力部门的岗位培训和职工教育是科教兴国宏伟战略中的重要组成部分。当前，电力工业正处在向大电网、大机组、大电厂、超高压、现代化方向发展的时期，新技术不断引进，设备正在更新换代，管理体制和管理方式正在不断地改革和完善，技术和电网运行水平的要求正在不断地提高。面对这种新的发展形势，我们深深感到：电力部门广大工人的技术素质还不适应现代化要求的水平。为此，各电力部门的领导同志，应该充分认识和全面落实“科学技术是第一生产力”的战略思想，要大力加强科教意识和科教投入，大力加强人才培养的力度，把电力的岗位培训和职工教育摆在电力工业发展的重要位置。我们应确信，只有提高电力工业部门广大技

术工人的技术素质，才能从根本上增强电力工业的科技实力，才能增强向现实生产力的转化能力，才能提高电网的管理和运行水平，才能从根本上发展电力工业，才能担负起振兴电力工业的伟大历史任务。

为了做好岗位培训工作，提高广大电力工人的技术素质，我们责成中国水利水电出版社，组织有关专家和富有实践经验的工程技术人员，遵照《电力工人技术等级标准》的要求，编写了这套“电力工人技术等级培训教材”，借以促进和配合电力工人岗位培训工作的开展。

本教材的编写提纲是由中国水利水电出版社组织有关省市电力部门的领导，有关院校的教授，富有实践经验的专家，经几次会议研究确定的。其编写的基本宗旨是：严格遵照《电力工人技术等级标准》，密切联系生产实际，既注意基本技术和技能的训练，又注意有关电力规程和规范的贯彻，使其有助于广大技术工人的技术水平和管理水平的提高。

要把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来，岗位培训是一项不容忽视的工作，切不可重物轻人，轻人才资源开发。应该在科教兴国的热潮中，满怀信心地把这项工作抓实、抓好，为培养跨世纪的人才，为振兴电力工业，进行不懈的努力！

张统罗

前 言

由中国电力企业联合会名誉理事长张绍贤作序，原电力部副部长张凤祥、赵庆夫题词的中国第一套《电力工人技术等级培训教材（初、中、高级工适用）》自1996年出版以来，已印刷达7次，总印数约达40万册，培训人数约达100万人，深受电力系统广大职工的好评。但是，随着电力体制改革形势的发展，以及新技术、新设备的采用，本套教材中有些内容已略显陈旧。同时，在教材使用过程中，许多读者对本套教材也提出了许多改进意见和建议，为此我社从1998年开始组织有关专家和培训一线的教师重新对这套教材进行了修订，这就是呈现在广大读者面前的第二版电力工人技术等级培训教材。同时，为了考核方便，还为教材配备了专用题库。

本书包括《变电检修工》、《变电运行工》、《电气试验工》的习题。有关《变电运行工》习题以改编后的版本为准。各工种的习题编者参照考核要求和篇幅的大小略有修改。限于时间仓促，编写中定有疏漏之处，恳请有关参与培训的教师和读者不吝指正。

本套题库由丁毓山同志主编。本书第三章由潘明武同志编写，其余各章由丁毓山同志编写。编者特别感谢薛风英同志在整理书稿中所花费的巨大劳动。

编 者

1999年8月

目 录

序

前 言

第一章	变电检修工	1
第一节	变压器	1
第二节	变压器检修	14
第三节	电压和电流互感器检修	35
第四节	高压断路器	45
第五节	断路器的检修	72
第六节	隔离开关检修	83
第七节	母线检修	87
第八节	电力电缆	95
第九节	带电作业与带电检修	98
第二章	变电运行工	108
第一节	变压器的运行	108
第二节	高压断路器运行及故障处理	119
第三节	其他电气设备运行、维护和事故处理	124
第四节	变电所的主接线和倒闸操作	139
第五节	继电保护与自动装置基本知识	148
第六节	变电运行人员综合技能要求	171
第三章	电气试验工	176
第一节	电气试验的意义和要求	176
第二节	电气设备的基本试验	179

第三节	电力变压器试验	187
第四节	断路器试验	196
第五节	互感器试验	202
第六节	避雷器试验	205
第七节	电力电缆	210
第八节	接地装置试验	214
第九节	安全用具试验	218
第十节	试验仪器和试验方案	220

第一章 变 电 检 修 工

第一节 变 压 器

一、变压器工作原理

1. 什么叫变压器的空载运行？写出空载运行时一次绕组的电压方程式。空载电流 I_0 在变压器运行中的作用是什么？

解：所谓变压器空载运行是在变压器一次绕组 N_1 上加额定电压 U_1 ，二次绕组开路的工作状态。现在来讨论这种空载运行情况。

空载运行时一次绕组的电压方程式是

$$U_1 - I_0 r_1 = E_1$$

空载电流 I_0 的作用是：①产生主磁通、漏磁通；②供给空载时绕组、铁芯中的有功损耗。

2. 什么叫变压器的负载运行？写出负载运行时一、二次绕组的电压方程式。为什么在负载状态下铁芯中的磁通量基本上与空载状态下相等？

解：所谓负载状态是变压器的二次绕组有电流通过的工作状态。

一、二次绕组的电压方程式是

$$U_1 = E_1 + I_1 r_1$$

$$U_2 = E_2 - I_2 r_2$$

变压器在负载状态下，一次绕组中的电流由空载电流 I_0 增加到 I_1 ，因此， I_1 所建立的磁通也要从 Φ 增加至 Φ_1 。但是，在负载状态下，二次绕组的电流 I_2 所建立的磁通为 Φ_2 ， Φ_2 对

Φ_1 而言是去磁的，即 Φ_2 与 Φ_1 的相位相反。因此，在负载状态下，铁芯中的磁通是由 Φ_1 和 Φ_2 合成的。

前面已经推证： $U_1 = 4.44fN_1\Phi$ 。其中频率 f 和一次绕组匝数 N_1 为常数，而在负载状态下和空载状态下的电源电压 U_1 基本保持不变，故磁通 Φ 也基本保持不变。如此有

$$\Phi_1 - \Phi_2 = \Phi \quad (1-1)$$

式 (1-1) 便是变压器的磁通平衡方程式。

3. 什么叫变压器的电压变比和电流变比？

解：所谓电压变比是一、二次绕组的匝数比，即

$$\frac{U}{U_2} \approx \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = K_v$$

电流变比是二次电流 I_2 与一次电流 I_1 之比，即

$$K_i = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

4. 变压器铭牌中标定了变压器哪些参数？

解：铭牌中标定了型号、额定容量、额定电压、额定电流、空载损耗、短路损耗、阻抗电压、接线组别、温升等各种参数。

5. 三项变压器 Y, yn0 和 Y, d11 接线的意义是什么？

解：Y, yn0 接线的意义是说明一次线压和二次线压同相位。

Y, d11 接线的意义是说明一次线压相对二次线压落后 30° 角。

二、电力变压器的构造

1. 电力变压器由几大部分构成？每部分中包括哪些部件？

解：变压器由以下几部分构成：

(1) 芯体。其中包括铁芯、绕组、绝缘、引线、分接开关等部件。

(2) 油箱。包括油箱本体（箱盖、箱壁、箱底、钟罩下节油箱等）及附件（放油阀门、油样阀门、小车、接地螺栓、铭牌等）。

(3) 冷却装置。包括散热器或冷却器。

(4) 保护装置。包括油枕、油表、防爆管、呼吸器、测温元件、热虹吸（净油器）、瓦斯继电器等。

(5) 出线装置。包括高、中、低压套管等。

2. 变压器铁芯为什么要选用导磁高的硅钢片分层叠装？层间接缝为什么要彼此覆盖？层间为什么要彼此绝缘？

解：(1) 变压器铁芯通常采用厚度为 0.35 mm 的硅钢片，经过裁剪制成形片，分层叠装成“□”形的铁芯。为了增加硅钢片的电阻率，钢片中渗入 4%~5% 的硅，而且钢片的两面经氧化形成漆膜，使片间有良好的绝缘，以增加铁芯中的涡流路径，降低涡流损失。为了避免钢片在叠装时形成明显的气隙，常以二三片作为一个叠层，使相邻叠层间的接缝彼此覆盖，以降低整个磁路的磁阻，如图 1-1 所示。

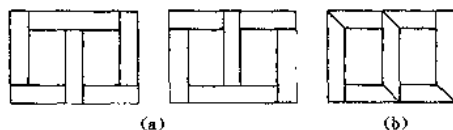


图 1-1 变压器铁芯的叠装

(a) 相邻两层间的接缝；(b) 斜接式叠片

(2) 层间接缝之所以要彼此覆盖，是为了减小间隙，降低磁阻。

(3) 层间之所以要彼此绝缘，是为了延长涡流路径，降

低涡流损耗。

3. 变压器的低压绕组为什么要贴于铁芯放置？多根导线并绕时，导线为什么要换位？

解：由于低压绕组对铁芯的绝缘要求低，高压绕组对铁芯绝缘要求高，故将低压绕组贴着铁芯放置。

4. 大型变压器的油箱为什么制成钟罩式？变压器油的作用是什么？

解：大型变压器油箱皆制成钟罩式，即将箱盖和箱体制成一体，罩在铁芯和绕组上。这将为检修提供方便，检修时只需把钟罩吊起，器身则显露出来，这要比吊起沉重的铁芯要方便的多。

5. 油枕、呼吸器、防爆管的作用是什么？

解：(1) 变压器在运行中，因铁芯和绕组发热，会使油温增加，油的体积要因此而膨胀。如果不设油枕，油将不能注满油箱，因此，必须留有足够的空间，以供油膨胀之用。由于箱体的截面很大，当变压器负荷降低时，油温下降，体积缩小，油面将会与大面积的空气接触，如不设置油枕，势必会加速油的吸潮和氧化。设置油枕之后，为变压器油提供了一个膨胀室，缩小了油与空气的接触面积，可大为延缓油吸潮和氧化的速度，且可防止因油膨胀导致箱体受高压而产生爆炸。

此外，设置油枕之后，可使油面高度超过箱盖和套管的高度，使绝缘套管中也充满变压器油，以增加引出线的绝缘强度。

(2) 防爆管是变压器的安全保护装置，800kVA 以上的变压器皆应设这种保护装置。防爆管的下端开口接于油箱盖，与油箱相通，上端用 2~3 mm 的玻璃密封。油枕顶部用一小管

与防爆管相通。当变压器内部发生故障时，变压器油被分解，产生大量气体，呼吸器排放不及，致使油枕和防爆管上部气体压力增大；当压力增至 0.5 大气压时，气体和油将冲破防爆管的密封玻璃向外喷出，降低油箱内压力，防止油箱爆炸。

(3) 悬挂式呼吸器的结构如图 1-2 所示。呼吸器内部装有用氯化钴浸渍过的硅胶，具有很强的吸潮能力，当含有水分的空气经呼吸器进入油枕时，水分将被硅胶所吸收，以减小进入变压器的空气的水分含量。呼吸器下端有一个油封装置，使空气不能直接经呼吸器进入变压器，以降低油的吸潮和氧化速度。

硅胶除能吸潮之外，尚起指示剂的作用，因其吸潮饱和时，颜色由蓝变红，此时则需将其更换，以保证呼吸器的有效作用。

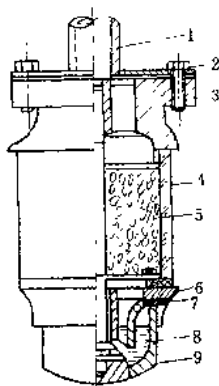


图 1-2 呼吸器结构图

1—联管；2—螺栓；3—外壳；4—玻璃罩；5—硅胶；6—座子；7—胶垫；8—油；9—盖子

6. 出线套管有几种形式？

解：出线套管有以下几种形式：

- (1) 10 kV 瓷套管；
- (2) 60 kV 瓷质充油套管；
- (3) 110 kV 及以上电容式套管。

7. 变压器有几种冷却方式？各种冷却方式中都采用哪些设备？

解：变压器常用的冷却方式及其所采用的设备有：

(1) 油浸自冷式。油浸自冷式一种为平板式箱壁冷却，即在箱壁上焊有一些散热片，以增加散热面积。容量稍大一些变压器，采用管式散热器，即在箱壁周围纵向焊上一些上、下

端皆与油箱内腔相通的散热钢管，增大散热面积并为油循环提供通路，以加强散热效果。

(2) 油浸风冷式。当变压器容量超过 5000 kVA 时，因其散发的热量大，如完全依靠自然冷却，则需很多的散热器。这一方面会导致变压器的体积和占地面积都很大，另一方面也会抬高变压器的造价。为此，在拆卸式散热器框内，装上冷却风扇，以加速散热器中油的冷却，如图 1-3 所示。

(3) 强迫油循环水冷却。所用设备如图 1-4 所示。

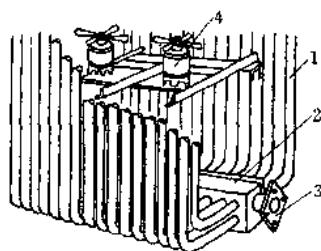


图 1-3 风冷散热器

1—散热管；2—联箱；3—
法兰；4—冷却风扇

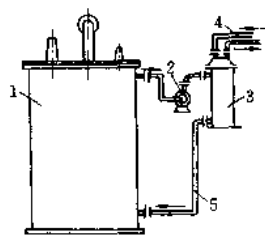


图 1-4 强迫油循环
水冷装置

1—变压器；2—潜油泵；
3—冷油器；4—冷却水管
道；5—油管道

(4) 强迫油循环风冷却。所用设备如图 1-5 所示。

8. 变压器分接开关的用途是什么？大容量变压器无载分接开关的 5 个换接位置相应于额定电压的百分数是多少？无载分接开关由哪些部件组成？如何进行换位？

解：(1) 按照《供电营业规则》的规定，对 35 kV 以上电网，用户受端电压波动幅度不得超过额定电压的 $\pm 5\%$ ；对 10 kV 以下的高压供电和低压动力用户，受端电压的波动幅度不得超过额定电压的 $\pm 7\%$ ；对低压照明用户的电压波动幅