

电业工人技术问答丛书

变压器检修 技术问答

华东电业管理局 编

中国电力出版社

技术问答丛书

变压器检修技术问答

时钟琪、杨德华 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书以问答形式系统介绍了变压器类设备的结构原理、检修方法工艺以及故障处理、安装、试验和运行等方面的问题。全书共分十一章，内容完整，立题新颖，解答中肯。既有概念上的解释，又有工作上的实际经验，图文并茂，文字通俗易懂，专业知识由浅入深，由表及里，是一本专业技术实用手册。

本书适合于从事变压器类设备的检修、维护、运行、安装人员和工程技术人员自学和岗位培训之用，也可作为大中专职业学校的专业参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

变压器检修技术问答/华东电业管理局编. —北京: 中国电力出版社, 1999

(电业工人技术问答丛书)

ISBN 7-5083-0017-3

I. 变… I. 华… II. 变压器-检修-问答 IV. TM407-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 05625 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>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999 年 6 月第一版 1999 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 14.25 印张 304 千字 1 插页

印数 0001—6000 册 定价 19.00 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

变压器类设备是输电、供电和用电不可缺少的设备，其种类多，用途广，运行条件和技术要求比较复杂，其运行可靠性不仅关系到变压器类设备本身，而且影响到其他设备甚至整个电网。

为了适应变压器类设备的发展和广大工程技术人员需要，提高变压器类设备的运行水平和检修工艺，根据华东电管局的安排，由安徽省电力工业局组织有经验的工程技术人员，编写了包括变压器原理、参数和运行，变压器主附件作用和结构，变压器常用检修器具，变压器主附件检修，变压器绝缘干燥，变压器小修和大修，变压器常见故障及处理，变压器安装，变压器试验，互感器，电抗器和消弧线圈等十一部分的《变压器检修技术问答》。本书总结了长期工程实践中积累的丰富经验，立题醒目，有针对性，解答中肯，有实用性。各题之间能承上启下，并具有内在联系，以达到通俗易懂的目的。解答时由浅入深，并引用了数据图表，以供查找。而所采用的术语、符号、标注符合新的国家标准，以适应技术的发展。

本书由时钟琪、杨德华同志编写，王四知同志进行审稿工作。

由于编者水平有限，不妥和错误在所难免，欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者

1998年5月

表 F-3

纸包扁铜线 ZB 型、纸包扁铝线 ZLB 型 (JB662-75) 电磁线标称尺寸和截面 (油浸式变压器、互感器绕组用)

[包括扁铜线 TBR (裸) (GB5584.2-85)、铝扁线 LBR (裸) (GB5584.3-85)]

$\frac{b}{a}$ (mm)		在扁线(裸)中: 无 $b=16.00$ 的规格 有 $b=3.00$ 的规格																			
a	b	3.00																			
1.12	1.12	3.145																			
1.18	1.18	3.325																			
1.25	1.25	3.535																			
1.32	1.32	3.745																			
1.40	1.40	3.985																			
1.50	1.50	4.285																			
1.60	1.60	4.585																			
1.70	1.70	4.677																			
1.80	1.80	5.038																			
1.90	1.90	5.275																			
2.00	2.00	5.638																			

a	b	3.00	3.15	3.35	3.55	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.30	5.60	6.00	6.30	6.70	7.10	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.0	10.60	11.20	11.80	12.50	13.20	14.00	15.00	16.00					
$r=0.5$	3.313	3.537	3.761	3.985	4.265	4.545	4.825	5.105	5.385	5.721	6.057	6.393	6.729	7.065	7.401	7.737	8.073	8.409	8.745	9.081	9.417	9.753	10.089	10.425	10.761	11.097	11.433	11.769	12.105	12.441	12.777	13.113				
	3.502	3.738	3.974	4.210	4.505	4.80	5.095	5.390	5.685	5.980	6.275	6.570	6.865	7.160	7.455	7.750	8.045	8.340	8.635	8.930	9.225	9.520	9.815	10.110	10.405	10.700	11.000	11.300	11.600	11.900	12.200	12.500				
	3.723	3.973	4.223	4.473	4.785	5.098	5.410	5.723	6.035	6.410	6.785	7.160	7.535	7.910	8.285	8.660	9.035	9.410	9.785	10.160	10.535	10.910	11.285	11.660	12.035	12.410	12.785	13.160	13.535	13.910	14.285	14.660				
	3.943	4.207	4.471	4.735	5.065	5.395	5.725	6.055	6.385	6.781	7.177	7.573	7.969	8.365	8.761	9.157	9.553	9.949	10.345	10.741	11.137	11.533	11.929	12.325	12.721	13.117	13.513	13.909	14.305	14.701	15.097	15.493				
	4.195	4.475	4.755	5.035	5.385	5.735	6.085	6.435	6.785	7.205	7.625	8.045	8.465	8.885	9.305	9.725	10.145	10.565	10.985	11.405	11.825	12.245	12.665	13.085	13.505	13.925	14.345	14.765	15.185	15.605	16.025	16.445				
	4.510	4.810	5.110	5.470	5.785	6.16	6.535	6.91	7.285	7.735	8.185	8.635	9.085	9.535	9.985	10.435	10.885	11.335	11.785	12.235	12.685	13.135	13.585	14.035	14.485	14.935	15.385	15.835	16.285	16.735	17.185	17.635	18.085			
	4.825	5.145	5.465	5.785	6.185	6.585	6.985	7.385	7.785	8.265	8.745	9.225	9.705	10.185	10.665	11.145	11.625	12.105	12.585	13.065	13.545	14.025	14.505	14.985	15.465	15.945	16.425	16.905	17.385	17.865	18.345	18.825	19.305			
	4.992	5.333	5.672	6.012	6.437	6.862	7.287	7.712	8.137	8.647	9.157	9.667	10.177	10.687	11.197	11.707	12.217	12.727	13.237	13.747	14.257	14.767	15.277	15.787	16.297	16.807	17.317	17.827	18.337	18.847	19.357	19.867	20.377	20.887		
	5.307	5.667	6.027	6.387	6.837	7.287	7.737	8.188	8.637	9.137	9.707	10.28	10.87	11.45	12.04	12.63	13.22	13.81	14.40	14.99	15.58	16.17	16.76	17.35	17.94	18.53	19.12	19.71	20.30	20.89	21.48	22.07	22.66	23.25		
	$r=0.65$	5.622	6.003	6.382	6.762	7.237	7.712	8.187	8.637	9.137	9.707	10.28	10.84	11.41	11.98	12.55	13.12	13.69	14.26	14.83	15.40	15.97	16.54	17.11	17.68	18.25	18.82	19.39	19.96	20.53	21.10	21.67	22.24	22.81	23.38	
5.937		6.337	6.737	7.137	7.637	8.137	8.637	9.137	9.637	10.24	10.84	11.44	12.04	12.64	13.24	13.84	14.44	15.04	15.64	16.24	16.84	17.44	18.04	18.64	19.24	19.84	20.44	21.04	21.64	22.24	22.84	23.44	24.04	24.64		
6.315		6.740	7.163	7.587	8.117	8.647	9.177	9.707	10.24	10.87	11.51	12.18	12.85	13.52	14.19	14.86	15.53	16.20	16.87	17.54	18.21	18.88	19.55	20.22	20.89	21.56	22.23	22.90	23.57	24.24	24.91	25.58	26.25	26.92		
6.693		7.141	7.589	8.037	8.597	9.157	9.717	10.28	10.84	11.51	12.18	12.85	13.52	14.19	14.86	15.53	16.20	16.87	17.54	18.21	18.88	19.55	20.22	20.89	21.56	22.23	22.90	23.57	24.24	24.91	25.58	26.25	26.92	27.59		
7.071		7.541	8.011	8.481	8.951	9.421	9.891	10.361	10.831	11.301	11.771	12.241	12.711	13.181	13.651	14.121	14.591	15.061	15.531	16.001	16.471	16.941	17.411	17.881	18.351	18.821	19.291	19.761	20.231	20.701	21.171	21.641	22.111	22.581		
7.449		7.939	8.429	8.919	9.409	9.899	10.389	10.879	11.369	11.859	12.349	12.839	13.329	13.819	14.309	14.799	15.289	15.779	16.269	16.759	17.249	17.739	18.229	18.719	19.209	19.699	20.189	20.679	21.169	21.659	22.149	22.639	23.129	23.619	24.109	
7.827		8.327	8.827	9.327	9.827	10.327	10.827	11.327	11.827	12.327	12.827	13.327	13.827	14.327	14.827	15.327	15.827	16.327	16.827	17.327	17.827	18.327	18.827	19.327	19.827	20.327	20.827	21.327	21.827	22.327	22.827	23.327	23.827	24.327	24.827	
8.205		8.725	9.245	9.765	10.285	10.805	11.325	11.845	12.365	12.885	13.405	13.925	14.445	14.965	15.485	16.005	16.525	17.045	17.565	18.085	18.605	19.125	19.645	20.165	20.685	21.205	21.725	22.245	22.765	23.285	23.805	24.325	24.845	25.365	25.885	
8.583		9.123	9.663	10.203	10.743	11.283	11.823	12.363	12.903	13.443	13.983	14.523	15.063	15.603	16.143	16.683	17.223	17.763	18.303	18.843	19.383	19.923	20.463	21.003	21.543	22.083	22.623	23.163	23.703	24.243	24.783	25.323	25.863	26.403	26.943	27.483
8.959		9.519	10.079	10.639	11.199	11.759	12.319	12.879	13.439	13.999	14.559	15.119	15.679	16.239	16.799	17.359	17.919	18.479	19.039	19.599	20.159	20.719	21.279	21.839	22.399	22.959	23.519	24.079	24.639	25.199	25.759	26.319	26.879	27.439	27.999	28.559
9.335	9.915	10.495	11.075	11.655	12.235	12.815	13.395	13.975	14.555	15.135	15.715	16.295	16.875	17.455	18.035	18.615	19.195	19.775	20.355	20.935	21.515	22.095	22.675	23.255	23.835	24.415	24.995	25.575	26.155	26.735	27.315	27.895	28.475	29.055	29.635	
$r=1.00$	9.711	10.311	10.911	11.511	12.111	12.711	13.311	13.911	14.511	15.111	15.711	16.311	16.911	17.511	18.111	18.711	19.311	19.911	20.511	21.111	21.711	22.311	22.911	23.511	24.111	24.711	25.311	25.911	26.511	27.111	27.711	28.311	28.911	29.511	30.111	30.711
	10.087	10.707	11.327	11.947	12.567	13.187	13.807	14.427	15.047	15.667	16.287	16.907	17.527	18.147	18.767	19.387	20.007	20.627	21.247	21.867	22.487	23.107	23.727	24.347	24.967	25.587	26.207	26.827	27.447	28.067	28.687	29.307	29.927	30.547	31.167	31.787
	10.463	11.093	11.723	12.353	12.983	13.613	14.243	14.873	15.503	16.133	16.763	17.393	18.023	18.653	19.283	19.913	20.543	21.173	21.803	22.433	23.063	23.693	24.323	24.953	25.583	26.213	26.843	27.473	28.103	28.733	29.363	29.993	30.623	31.253	31.883	32.513
	10.839	11.489	12.139	12.789	13.439	14.089	14.739	15.389	16.039	16.689	17.339	17.989	18.639	19.289	19.939	20.589	21.239	21.889	22.539	23.189	23.839	24.489	25.139	25.789	26.439	27.089	27.739	28.389	29.039	29.689	30.339	30.989	31.639	32.289	32.939	33.589
	11.215	11.885	12.555	13.225	13.895	14.565	15.235	15.905	16.575	17.245	17.915	18.585	19.255	19.925	20.595	21.265	21.935	22.605	23.275	23.945	24.615	25.285	25.955	26.625	27.295	27.965	28.635	29.305	29.975	30.645	31.315	31.985	32.655	33.325	33.995	34.665
	11.591	12.281	12.971	13.661	14.351	15.041																														

表 F-4

面
截
尺寸和称标(77—JB2078)型QLB扁铝线QQB型、扁铜线QQB型

a	A	b(mm)	最小 漆 膜 0.07																														
		B(mm)																															
(mm)	(mm)		2.50	2.65	2.80	3.00	3.15	3.35	3.55	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.30	5.60	6.00	6.30	6.70	7.10	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.60	11.20	11.80	12.50		
1.06	1.21	2.435	—	2.753	—	3.124	—	3.548	—	4.025	—	4.555	—	5.085	—	5.721	—	6.463	—	7.311	—	8.265	—	9.305	—	10.41	—	11.66	12.29	14.63	15.47	—	—
1.12	1.27	2.585	2.953	2.721	3.145	3.313	3.537	3.761	3.985	4.265	4.545	4.825	5.105	5.385	5.721	6.057	6.505	6.841	7.289	7.737	8.185	8.745	9.305	9.865	—	—	—	—	—	—	—	—	
1.18	1.33	2.736	—	3.089	—	3.502	—	3.974	—	4.505	—	5.095	—	5.685	—	6.393	—	7.219	—	8.163	—	9.225	—	10.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.25	1.41	2.910	3.098	3.285	3.535	3.723	3.973	4.223	4.473	4.785	5.098	5.410	5.723	6.035	6.410	6.785	7.285	7.660	8.160	8.660	9.160	9.785	10.41	11.04	—	—	—	—	—	—	—	—	
1.32	1.48	3.085	—	3.481	—	3.943	—	4.471	—	5.065	—	5.725	—	6.385	—	7.177	—	8.101	—	9.157	—	10.35	—	11.67	—	12.99	—	—	—	—	—	—	—
1.40	1.56	3.285	3.495	3.705	3.985	4.195	4.475	4.755	5.035	5.385	5.735	6.085	6.435	6.785	7.205	7.625	8.185	8.605	9.165	9.725	10.29	10.99	11.69	12.37	13.09	13.79	14.63	15.47	—	—	—	—	
1.50	1.66	3.535	—	3.985	—	4.510	—	5.110	—	5.785	—	6.535	—	7.285	—	8.185	—	9.235	—	10.44	—	11.79	—	13.29	—	14.79	—	—	—	—	—	—	—
1.60	1.76	3.785	4.025	4.265	4.585	4.825	5.145	5.465	5.785	6.185	6.585	6.985	7.385	7.785	8.265	8.745	9.385	9.865	10.51	11.15	11.79	12.59	13.39	14.19	14.99	15.79	16.75	17.71	18.67	19.79	—	—	
1.70	1.86	3.887	—	4.397	—	4.992	—	5.672	—	6.437	—	7.287	—	8.137	—	9.157	—	10.35	—	11.71	—	13.24	—	14.94	—	16.64	—	—	—	—	—	—	—
1.80	1.96	4.137	4.407	4.677	5.038	5.307	5.667	6.027	6.387	6.837	7.287	7.737	8.188	8.637	9.177	9.717	10.44	10.98	11.70	12.42	13.14	14.04	14.94	15.84	16.74	17.64	18.72	19.80	20.88	22.14	—	—	
1.90	2.06	4.957	—	5.622	—	6.315	—	7.032	—	7.737	—	8.487	—	9.137	—	10.28	—	11.61	—	13.13	—	14.84	—	16.74	—	18.64	—	—	—	—	—	—	—
2.00	2.17	5.237	5.638	5.937	6.337	6.693	7.141	7.589	8.037	8.597	9.157	9.717	10.28	10.84	11.51	12.18	13.08	13.75	14.65	15.54	16.44	17.56	18.68	19.80	20.92	22.04	23.38	24.73	26.07	27.64	—	—	
2.12	2.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.24	2.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.36	2.53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.50	2.67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.65	2.82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.80	2.97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3.00	3.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3.15	3.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3.35	3.53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3.55	3.73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3.75	3.93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4.00	4.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4.25	4.43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4.50	4.68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4.75	4.94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5.00	5.93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5.30	5.49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5.60	5.79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

说明:

1. $a \times b$ 为 R40×R40 的标称截面
不使用,故表中未列出;

2. QQB: $0.90 \leq a \leq 4.0$,
 $2.50 \leq b \leq 10.0$
QQLB: $1.0 \leq a \leq 4.0$
 $2.80 \leq b \leq 10.0$

为正常订货:

3. $6.5 \leq b/a < 1.4$ 为协议订货;

4. 当 b 边大于 4.75mm 时经双方
协议*可以按 $a/2$ 生产,*可以
按 0.08mm 生产。

注 变压器、互感器绕组(E级)用。

差值允许尺寸线包括轮廓线

a 和 $b(\text{mm})$	0.80~1.18	1.25~1.90	2.00~2.80	3.00~4.50	4.75~6.00	6.30~9.50	≥ 10.00
QQB	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05	± 0.06	± 0.07	± 0.10
QQLB	+0.02 -0.03	+0.03 -0.04	+0.04 -0.05	+0.05 -0.06	+0.06 -0.07	+0.07 -0.08	+0.10 -0.12

目 录

前言

第一章 变压器的原理、参数和运行

第一节 变压器的原理	1
1-1-1 什么是变压器及变压器在电力系统中具有什么作用?	1
1-1-2 简述变压器的工作原理。	1
1-1-3 如何用电压方程式分析变压器,各相量正方向通常 是如何规定的?	3
1-1-4 怎样绘制变压器相量图?	4
1-1-5 怎样用等效电路来表示变压器?	5
1-1-6 变压器的基本结构由哪些部分组成?扼要说明各部件 的主要作用?	7
1-1-7 常用的变压器有哪些种类?	8
第二节 变压器的技术参数	8
1-2-1 试述变压器型号标注的含义,并举例说明。	8
1-2-2 电力变压器的主要技术参数有哪些?	10
1-2-3 解释额定电压、额定容量、额定电流、温升等参数的 含义,并说明对这些参数的要求及规定。	10
1-2-4 变压器的损耗由哪几部分构成,为什么通常可将空 载损耗视为铁损,短路损耗视为铜损?	12
1-2-5 变压器的连接组别是如何表示的,新旧组别各 如何标注?	13

1-2-6	试画出变压器常用连接组别的接线图和相量图。	14
1-2-7	怎样对三相变压器同组间实现端子变换?	14
1-2-8	我国电力变压器标准连接组别各适用于哪些场合?	17
第三节 三绕组变压器和自耦变压器		18
1-3-1	三绕组变压器具有哪些特点?	18
1-3-2	三绕组变压器运行的特点有哪些?	18
1-3-3	简述自耦变压器的工作原理。	20
1-3-4	自耦变压器具有哪些优缺点, 较适于电力系统中 哪些地方使用?	22
1-3-5	自耦变压器运行时中性点为什么必须接地?	24
1-3-6	自耦变压器在不同运行方式时, 其负荷分配应注 意些什么问题?	25
第四节 变压器运行		26
1-4-1	何谓变压器的并联运行, 并联运行有哪些优点?	26
1-4-2	变压器并联运行应满足哪些条件? 对条件允许偏 差值的范围有什么规定?	27
1-4-3	变压器并联时如何才能实现经济运行?	27
1-4-4	变压器的寿命与运行有何关系? 过负荷运行时 有哪些规定?	29
1-4-5	突然短路对变压器有什么危害?	30
1-4-6	雷电对变压器有什么危害? 变压器是怎样进行雷 电保护的?	31
1-4-7	变压器运行时的正常巡视和特殊巡视的项目有哪些?	33
1-4-8	变压器运行中有哪些异常现象时应立即停 下来检修?	33
1-4-9	我国目前有哪些变压器类产品标准, 又有哪些 国际标准?	34

第二章 变压器主附件作用和结构

第一节 变压器铁芯	37
------------------------	-----------

2-1-1	变压器铁芯的作用是什么？	37
2-1-2	铁芯是怎样分类的？常用铁芯的结构特征及其适用范围如何？	37
2-1-3	铁芯由哪几部分组成的？	39
2-1-4	制造变压器铁芯的硅钢片有哪两种，它们性能的主要差别是什么？	39
2-1-5	国产冷轧硅钢片牌号中的符号及数字各代表什么含义？	40
2-1-6	硅钢片的性能是如何表示的？	41
2-1-7	什么是硅钢片的磁饱和现象？	41
2-1-8	怎样选择电力变压器硅钢片的磁通密度？	41
2-1-9	铁芯的装配方法有哪两种？	42
2-1-10	铁芯的几何截面积与有效截面积有何区别？	42
2-1-11	什么叫铁芯的叠片系数和填充系数？	42
2-1-12	变压器铁芯在叠装时，硅钢片的接缝方式有哪几种？各有何特点？	43
2-1-13	根据变压器铁芯叠片图，画出铁芯叠片的形状图。	44
2-1-14	变压器的铁芯为什么必须夹紧？常用的夹紧措施有哪几种？	44
2-1-15	变压器铁芯的夹紧为什么要采用绑扎结构？	45
2-1-16	硅钢片表面为什么要涂绝缘漆？其要求如何？	46
2-1-17	硅钢片过厚和过薄各有何特点？	46
2-1-18	变压器的铁芯为什么要接地？接地时应注意些什么？	47
2-1-19	铁芯接地的结构一般有哪几种？	48
2-1-20	大容量变压器的铁芯中为什么要设置油道？	49
2-1-21	画出三相三柱铁芯内油道方向的示意图。	49
2-1-22	三相变压器的磁路系统有什么特点？	49
2-1-23	大型变压器为什么要采用三相五铁芯柱结构？	50
2-1-24	为什么有的变压器采用多框式铁芯结构？	50

2-1-25	画出几种常用的铁芯叠积图。	50
--------	---------------	----

第二节 变压器绕组	51
------------------	-----------

2-2-1	变压器绕组起什么作用？它是怎样分类的？	51
-------	---------------------	----

2-2-2	常用的绕组排列方式有哪几种，其适用范围如何？	53
-------	------------------------	----

2-2-3	圆筒式绕组特点及其使用范围如何？	54
-------	------------------	----

2-2-4	螺旋式绕组的特点及其使用范围如何？	56
-------	-------------------	----

2-2-5	连续式绕组有什么特点？用在什么场合？	56
-------	--------------------	----

2-2-6	纠结式绕组的特点及其使用范围如何？	57
-------	-------------------	----

2-2-7	箔（带）式绕组有什么特点？其使用范围如何？	58
-------	-----------------------	----

2-2-8	画出连续式绕组部分线段的剖面图，并标出 段间连线。	58
-------	------------------------------	----

2-2-9	连续式绕组和纠结式绕组各有什么优缺点？	59
-------	---------------------	----

2-2-10	大电流变压器的绕组为什么要采用多股导线并联 绕制？并绕时导线为什么要进行换位？	59
--------	--	----

2-2-11	什么是绕组的完全换位、标准换位和特殊换位？	59
--------	-----------------------	----

2-2-12	什么是单螺旋式绕组的“2·1·2”换位法？并 画出示意图。	60
--------	----------------------------------	----

2-2-13	什么是换位导线？其优点是什么？	60
--------	-----------------	----

2-2-14	画出单根导线纠结式绕组的示意图。	61
--------	------------------	----

2-2-15	变压器绕组为什么要进行紧固？简述紧固的方法。	61
--------	------------------------	----

2-2-16	简述变压器绕组的油流冷却方式。	62
--------	-----------------	----

第三节 变压器套管	64
------------------	-----------

2-3-1	变压器套管的作用是什么？有什么要求？	64
-------	--------------------	----

2-3-2	常用的变压器套管有哪几种类型？	64
-------	-----------------	----

2-3-3	简述纯瓷型套管的结构及其使用范围。	64
-------	-------------------	----

2-3-4	简述充油套管的结构及其使用范围。	65
-------	------------------	----

2-3-5	简述电容型套管结构及其使用范围。	66
-------	------------------	----

2-3-6	简述套管型号的含义，并举例说明。	67
-------	------------------	----

2-3-7	油纸电容式套管和胶纸电容式套管有什么异同？	68
-------	-----------------------	----

2-3-8	为什么电容式套管的芯子两端缠绕成锥状？	69
2-3-9	油纸电容式套管内部的强力弹簧起什么作用？	70
2-3-10	油纸电容式末屏上引出的小套管有什么用途？ 运行中为什么要接地？	70
2-3-11	电容式套管的尾部为什么要设置均压球？	70
2-3-12	油纸电容式套管为什么要在高真空度下浸油？	71
2-3-13	为什么有的纯瓷套管在法兰附近采用涂半导体釉 或喷铝工艺？	71
第四节 调压装置		71
2-4-1	电力系统中为什么要进行电压调整？一般采用哪 几种调压方式？	71
2-4-2	电力变压器调压的接线方式按调压绕组所处的位 置不同可分为哪几类？	72
2-4-3	变压器调压的方式有哪两种，各适用什么场合？	72
2-4-4	变压器的调压分接开关为什么一般都装在高压 绕组上？	72
2-4-5	简述无激磁调压开关型号的含义，并举例说明。	73
2-4-6	画出无激磁开关三相中性点调压和三相中部调压 的接线图。	73
2-4-7	无激磁调压开关常用的有哪几种类型？	74
2-4-8	为什么无激磁调压变压器在改变分接头后要测量 直流电阻？	74
2-4-9	简述有载分接开关的工作原理，并绘图说明。	75
2-4-10	有载分接开关是由哪几部分组成？并简述各部 分的作用。	75
2-4-11	有载调压电路的调压接线方式有哪几种？	76
2-4-12	什么叫做正反向有载调压？有哪些优缺点？	76
2-4-13	变压器有载调压电路采用粗细调压接线方式有哪些 优缺点？	77

2-4-14	有载分接开关中的快速机构有什么作用？	77
2-4-15	复合式与组合式两种有载开关有什么不同？	77
2-4-16	简述三相中部调压的复合式有载开关由分接头 A2 调至分接头 A4 时的切换动作顺序及在切换过程中 负荷电流是如何流通的？	78
2-4-17	画出 SYXZ 型有载分接开关操作机构的电气控制 回路图。	79
2-4-18	画出 SYXZ 型有载分接开关动作顺序试验时 的接线图。	79
2-4-19	画出双电阻组合式有载开关的动作顺序，并标出 负载电流和循环电流的通路。	79
2-4-20	有载分接开关的额定级电压、最大级电压、最大 额定通过电流及额定级容量的含义是什么？	79
第五节 变压器油箱和冷却装置		82
2-5-1	油箱具有什么作用？不同容量变压器油箱附件怎样 进行配置？	82
2-5-2	拱顶（钟罩式）油箱的结构具有什么特点？	82
2-5-3	冷却装置在变压器中起到什么作用？	86
2-5-4	常用的变压器冷却装置有哪几种？各适用在 什么场合？	87
2-5-5	简述强油风冷却器的原理和结构，在技术上有 哪些要求？	87
2-5-6	简述潜油泵的结构原理。	91
2-5-7	简述变压器风扇的结构组成。	93
2-5-8	简述油流继电器在变压器中的作用、结构和工 作原理。	94
2-5-9	风冷却器控制电路应有哪几个部分组成？应具 有哪些特点？	95
第六节 变压器保护装置		96

2-6-1	试述储油柜的作用与结构。	96
2-6-2	简述油管式和铁磁式油位计的结构原理。	98
2-6-3	吸湿器的作用是什么？硅胶受潮后怎样进行干燥处理？	100
2-6-4	根据气体继电器的结构说明其实现保护的原理。	102
2-6-5	防爆装置在变压器中是怎样实现防爆保护的？	104
2-6-6	简述变压器中使用的温度计的种类及其工作结构原理。	105
2-6-7	简述 WTYK-0.4 型温度控制器的构造及技术参数。	109
第七节 绝缘和变压器油		110
2-7-1	什么是变压器的绝缘水平？绝缘水平是怎样分级的？	110
2-7-2	变压器常用的绝缘材料有哪几种？试说明它们在变压器中的作用。	113
2-7-3	绝缘材料是怎样分级的？	114
2-7-4	变压器的绝缘是怎样组成的？	114
2-7-5	变压器内部的主绝缘结构通常采用的形式有哪几种？ ...	115
2-7-6	简述变压器绕组与铁芯（芯柱、铁轭）之间的绝缘结构。	117
2-7-7	变压器绕组间常采用哪几种绝缘结构？其特点如何？	117
2-7-8	简述静电屏和角环的构造及其作用。	119
2-7-9	简述变压器绕组中性点绝缘。	120
2-7-10	简述变压器的纵绝缘及其特点。	120
2-7-11	分级绝缘变压器的绕组绝缘结构有什么特点？	122
2-7-12	试比较薄纸筒小油隙与厚纸筒大油隙绝缘结构的特点。	123
2-7-13	变压器绕组的额定耐受电压用什么代号表示？	123
2-7-14	简述分接开关的绝缘结构。	123
2-7-15	简述变压器的引线绝缘。	124

2-7-16 电气设备中为什么使用变压器油？变压器油在变压器
中起什么作用？ 125

2-7-17 判断变压器油质好坏的主要技术指标、参数有
哪些？ 125

第三章 变压器常用的检修器具

第一节 滤油机 128

3-1-1 检修变压器常用的器具有哪些？ 128

3-1-2 根据压力式滤油机的结构原理说明其实现滤油的
工作过程。 128

3-1-3 如何正确使用压力式滤油机？ 130

3-1-4 真空滤油机的结构及工作原理是怎样的？ 131

3-1-5 怎样正确使用真空滤油机？ 132

第二节 泵 133

3-2-1 真空泵在变压器检修中有什么作用？它是怎样实
现抽真空的？在使用过程中应注意哪些问题？ 133

3-2-2 试述气泵的用途和结构特点。 135

第三节 其他检修器具 135

3-3-1 简述焊头机的工作原理和正确使用维护方法。 135

3-3-2 试述电扳手的原理和常用型号。 137

3-3-3 简述油耐压机的原理和使用方法。 138

3-3-4 简述真空罐的组成，如何使用真空罐对设备进行
真空干燥？ 139

第四节 仪表 142

3-4-1 常用万用表有哪些主要特性和量程？使用万用表应
注意些什么？ 142

3-4-2 简述兆欧表的工作原理，为什么兆欧表可用于绝缘
电阻的测量？ 144

3-4-3	使用兆欧表测量绝缘电阻时应注意些什么问题？	146
3-4-4	简述 QS1 电桥的工作原理和主要技术特性。	147

第四章 变压器主附件的检修

第一节	变压器铁芯检修	149
4-1-1	变压器大修时对铁芯应进行哪些检查？	149
4-1-2	大型变压器铁芯检查项目及合格标准是什么？	149
4-1-3	简述铁芯叠装的质量要求及检查方法。	150
4-1-4	为什么铁芯在叠装时要注意测量叠厚？如不符合要求应如何处理？	151
4-1-5	铁芯叠片过程中出现的歪斜、斜接缝串角、开口等质量问题的原因主要有哪些？怎样避免？	151
4-1-6	旧铁芯硅钢片重新涂漆，表面如何处理？有哪些基本要求？应进行哪些测量？	151
4-1-7	为什么硅钢片冲剪后，要求毛刺不能过大？	152
4-1-8	多框式铁芯在检修时应注意些什么问题？	152
4-1-9	如何拆卸大型变压器的上铁轭叠片？恢复插片时应注意些什么？	152
4-1-10	怎样防止变压器铁芯多点接地及短路故障？	153
4-1-11	如何配制环氧玻璃胶带？玻璃粘胶带缠绕铁芯后，如何进行干燥固化处理？	154
第二节	变压器绕组检修	154
4-2-1	变压器吊芯（罩）大修时对绕组检修的步骤和质量要求是什么？	154
4-2-2	变压器吊芯（罩）大修时，对绕组检查的内容及其要求有哪些？	155
4-2-3	检修变压器时，若将绕组全部拆除，应注意些什么？	157
4-2-4	现场如何对大型变压器局部绕组进行更换工作？	158

4-2-5	用吊钩及架子起吊绕组时，怎样避免损坏绕组？	158
4-2-6	选择变压器绕组导线时，应注意些什么？	158
4-2-7	采用质量有缺陷的纸包线绕制变压器绕组时有 什么危害？	159
4-2-8	变压器在套装绕组和压板装配中，应注意些什么？	160
4-2-9	变压器绕组绕制时应注意哪些事项？	161
4-2-10	简述绕制连续式绕组的一般技术要求。	161
4-2-11	绕制好的绕组应单独进行哪些半成品检查？	162
4-2-12	绕组导线焊接宜采用什么方法？在工艺上有 何要求？	162
4-2-13	如何进行铜导线的银铜焊？质量有什么要求？	162
4-2-14	绕组导线采用对接电阻焊时应注意些什么问题？	163
4-2-15	变压器在制造过程中，哪些质量问题会引起绕组 饼间、匝间击穿？	163
4-2-16	变压器绕组浸漆的优缺点是什么？如何鉴定 浸漆的质量？	163
4-2-17	油浸式变压器绕组采用不浸漆工艺时应采取哪些 措施，以保证绕组有足够的机械强度？	164
4-2-18	大电流引线的排列应注意哪些问题？	164
第三节 变压器套管检修		165
4-3-1	套管解体工作应注意什么？	165
4-3-2	对 40kV 及以下变压器套管的检修项目和步骤 是什么？	165
4-3-3	油纸电容式和胶纸电容式密封型套管可能出现的 缺陷和产生的原因是什么？	166
4-3-4	怎样预防变压器套管发生闪络爆炸事故？	166
4-3-5	大电流套管附近为什么会产生局部过热？怎样防止？	167
4-3-6	套管与引线的连接方式有哪几种？	167
4-3-7	简述电容式套管拆卸解体的步骤。	167

第四节 变压器调压装置检修	168
4-4-1 变压器分接开关检修步骤和质量要求是什么?	168
4-4-2 变压器的无激磁调压分接开关接触不良导致发热的原因有哪些?	168
4-4-3 拆装无激磁分接开关时应注意些什么问题?	169
4-4-4 变压器大修时,检修无激磁调压分接开关有哪些内容?	170
4-4-5 在变压器检修过程中,如果分接开关的指示位置与内部分接头不一致时,怎样纠正?	170
4-4-6 怎样进行分接开关触头接触压力的测量?	172
4-4-7 有载调压分接开关检修的项目有哪些?	172
4-4-8 有载调压变压器在投运前对有载调压装置应进行哪些检查和试验?	173
4-4-9 组合式有载分接开关检修时,切换开关、快速机构和选择开关需检查哪些项目?	174
4-4-10 MR 公司生产的有载分接开关定期检查包括哪些工作内容? 应注意哪些问题?	175
4-4-11 有载分接开关有哪些部位易产生漏油?	175
4-4-12 组合式有载分接开关过渡电阻烧毁的原因有哪些?	175
4-4-13 有载调压分接开关产生“连调”现象的原因是什么? 如何处理?	176
4-4-14 有载分接开关在切换过程中,产生的电弧使油分解而生成的气体有哪些成分? 主要成分的浓度可能达多少 ppm?	176
4-4-15 电压等级为 10、35、110、220kV 的有载开关 1min 工频耐压试验电压各是多少?	176
4-4-16 SYXZ-110/200 组合式有载开关为什么要做动作顺序试验? 其标准为何?	177
第五节 变压器油箱和冷却装置检修	177