



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

制冷与空调技术专业领域

制冷 与 空调职业技能实训

■ 魏 龙 主编 张国东 副主编

air condition

refrigeration

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

制冷与空调技术专业领域

制冷与空调职业技能实训

魏 龙 主 编

张国东 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是为了满足高职高专制冷与空调专业进行制冷设备维修工与制冷工职业技能实训,并通过考核取得职业资格或技术等级证书的需要而编写的配套实训教材。

本书以中华人民共和国劳动和社会保障部颁布的最新《制冷设备维修工国家职业技能鉴定规范》和《制冷工国家职业标准》为编写依据,从强化培养高职高专学生职业技能,考取职业资格或技术等级证书的角度出发,根据实践教学基本规律编写而成。全书共分三篇:第一篇制冷与空调基本操作技能,包括检测仪表与维修工具的使用、气焊操作技能;第二篇制冷设备维修工技能,包括电冰箱的维修技能、冷藏箱的维修技能、空调器的维修技能;第三篇制冷工技能,包括制冷系统的操作与调整、制冷系统的调试、制冷系统常见故障的排除与维护保养。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院制冷与空调专业的教学用书,也适用于五年制高职、中职相关专业,并可作为社会从业人员的业务参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调职业技能实训/魏龙主编. —北京:高等教育出版社, 2008. 2

ISBN 978 - 7 - 04 - 023164 - 9

I. 制… II. 魏… III. ①制冷 - 高等学校:技术学校 - 教材②空气调节设备 - 高等学校:技术学校 - 教材
IV. TB6

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第004717号

策划编辑 罗德春 责任编辑 查成东 封面设计 于涛 责任绘图 尹莉
版式设计 张岚 责任校对 杨凤玲 责任印制 尤静

出版发行 高等教育出版社

社址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100011

总机 010 - 58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司

印刷 北京铭成印刷有限公司

开本 787 × 1092 1/16

印张 21.5

字数 520 000

购书热线 010 - 58581118

免费咨询 800 - 810 - 0598

网址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2008年2月第1版

印次 2008年2月第1次印刷

定价 26.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23164 - 00

全国高职高专教育 制冷与空调技术 规划教材编写委员会

(按姓氏笔画排序)

主 任：匡奕珍 陈 礼

委 员：王 宏 王 琪 王凌杰 尹选模 卢 勇 孙见君
朱 立 任 峰 刘 乐 刘佳霓 杜存臣 李好学
何 晖 余华明 邹新生 张 敏 张国东 邵长波
罗 伦 钱华梅 徐思维 殷 浩 滕文锐 魏 龙

前言

随着社会的不断进步,国民经济的快速发展,人民生活水平的不断提高,制冷与空调技术显示出越来越重要的作用,已广泛应用于工业、农业、商业、国防、医药卫生、建筑工程、生物工程、宇宙开发及人民生活等各个领域。美国机械工程师学会将空调制冷技术列为20世纪20项最重大的工程技术成就之一。20世纪90年代初期,我国制冷空调业各类生产企业只有217家,工业年产值65亿元人民币;到1999年全行业有一定规模的企业近600家,工业年产值487.9亿元人民币;到2005年全行业的年产值已接近2300亿元人民币,出口额在50亿美元以上。近十多年来,我国制冷空调行业一直保持着平均30%以上的高速年增长率,已发展成为世界第二大制冷设备的消费市场和第一大生产国。据相关资料分析,在经历了一段较长时间的高速增长后,在未来的几年内,许多企业面临着新一轮的经营体制转变和产品结构调整等问题,因此行业的年增长率会较过去的高峰时期有所回落,但仍会保持在15%左右(仍将高于全国工业增长平均速度)。而经过必要的调整之后,中国的制冷空调行业必将迎来新的发展机遇,向着世界制冷空调制造业的强国迈进。

我国制冷与空调行业的发展有两个显著特点:一是社会需求持续增长;二是新技术、新设备的应用和更新不断加快。这意味着今后需要大量的掌握新技术、新设备的高级技能型、应用型制冷与空调专业人才。

我国《劳动法》和《职业教育法》中明确规定,在全社会实行学历文凭和职业资格证书并重的就业制度。目前高等职业技术学院也已普遍实行双证书制,即毕业生除获取学历毕业证书外,还需取得与所学专业相关的职业资格证书或技术等级证书。取得职业资格证书或技术等级证书不但是广大从业人员、待岗人员的迫切需要,而且已经成为职业技术教育院校及各类普通教育院校毕业生追求的目标。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是为了满足高职高专制冷与空调专业进行制冷设备维修工与制冷工职业技能实训,并通过考核取得职业资格或技术等级证书(中级)的需要而编写的配套实训教材。

本书内容体系新颖,突出了高职高专教育强调学生实践动手能力培养的特色,符合高职高专制冷与空调专业培养高素质技能型人才的目标和要求。具体体现在:

(1) 本书较好地体现了职业技能考证实训的特色。本书以中华人民共和国劳动和社会保障部颁布的最新《制冷设备维修工国家职业技能鉴定规范》和《制冷工国家职业标准》为编写依据,以职业技能鉴定要求为尺度,以满足高职高专学生考取职业资格或技术等级证书的要求为目标。凡《制冷设备维修工国家职业技能鉴定规范》和《制冷工国家职业标准》中要求的职业技能,均作了详细的介绍。

(2) 本书从强化培养高职高专学生职业技能,考取职业资格或技术等级证书的角度出发,在

强调实用性的前提下,充分重视内容的先进性,较好地体现了本职业当前最新的实用操作技能,对学生职业素质,掌握制冷设备维修工和制冷工的职业技能有较大的帮助和指导作用。

(3) 本书以职业技能需求为出发点,根据实践教学基本规律,分为制冷与空调基本操作技能、制冷设备维修工技能和制冷工技能三篇。学生在掌握了制冷与空调基本操作技能,并学习了相关理论知识后,结合今后的就业方向选择制冷设备维修工和制冷工中的一个或同时选择两个工种进行实训,考取相应的证书,为今后从事相关专业工作打下坚实的基础。

(4) 本书每章均专门安排了实训项目一节,以使学习者对各项实训的目的与内容有一个清晰的了解,同时也有利于各校组织实训教学。

本书除适用于高等职业院校、高等专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院制冷与空调专业作为实训教学用书外,还可用于教育、劳动社会保障系统,以及其他培训机构或社会力量办学所举办的各种类型的培训教学,也适用于各级各类职业技术学校举办的中短期培训教学,以及企业内部的培训教学。本书对从事制冷与空调维修、运行管理的工程技术人员也有较好的参考价值。

本书由魏龙任主编,张国东任副主编,参加编写的人员有滕文锐(第一章)、魏龙(第二章、第五章、第六章、第八章)、张国东(第三章、第四章)、杜存臣(第七章)。

本书由李晓东教授和隋继学副教授、高级工程师主审,孙见君、常新中、曾焕平、刘群生等参加了审稿,他们提出了许多宝贵的修改意见。此外在编写过程中,还得到了蒋李斌、黄建、房桂芳、李强、王湘仁等的大力帮助。在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的经验和水平,书中不妥之处恳请广大师生和同行批评指正,以使本书在教学实践中日臻完善。

编者

2007年11月

目录

第一篇 制冷与空调基本操作技能

第一章 检测仪表与维修工具的使用	3	第四节 实训项目	28
第一节 常用检测仪表及其		复习思考题	32
使用	3	第二章 气焊操作技能	34
第二节 常用电工工具及其		第一节 气焊原理与气焊设备	34
使用	14	第二节 气焊操作技术	45
第三节 专用维修工具及其		第三节 实训项目	53
使用	17	复习思考题	55

第二篇 制冷设备维修工技能

第三章 电冰箱的维修技能	59	操作工艺	116
第一节 电冰箱的维修操作		第二节 冷藏箱的常见故障与	
工艺	59	维修方法	121
第二节 全封闭式压缩机的		第三节 实训项目	136
检修	67	复习思考题	140
第三节 电冰箱的故障分析与		第五章 空调器的维修技能	142
排除	74	第一节 空调器的维修操作	
第四节 R134a、R600a 电冰箱		工艺	142
维修技术	101	第二节 空调器的安装	153
第五节 实训项目	106	第三节 空调器的故障分析与	
复习思考题	115	排除	170
第四章 冷藏箱的维修技能	116	第四节 实训项目	201
第一节 开启式冷藏箱的维修		复习思考题	208

第三篇 制冷工技能

第六章 制冷系统的操作与调整	213	第三节 冷冻机油的更换	248
第一节 制冷系统启动方案的		第四节 制冷系统放空气和	
确定	213	融霜操作	254
第二节 制冷系统的运行		第五节 制冷系统工况分析与	
操作	214	调整	260

第六节 实训项目	262
复习思考题	266
第七章 制冷系统的调试	267
第一节 活塞式压缩制冷系统的调试	267
第二节 螺杆式压缩制冷系统的调试	286
第三节 离心式制冷机组的调试	288
第四节 实训项目	294

参考文献	333
------------	-----

复习思考题	297
第八章 制冷系统常见故障的排除与维护保养	298
第一节 制冷系统常见故障的排除	298
第二节 制冷系统的维护保养	311
第三节 实训项目	329
复习思考题	331

118	工艺制冷
121	制冷系统常用制冷剂
123	制冷系统
128	制冷系统
140	制冷系统
143	制冷系统
145	制冷系统
151	制冷系统
153	制冷系统
155	制冷系统
157	制冷系统
159	制冷系统
161	制冷系统
163	制冷系统
165	制冷系统
167	制冷系统
169	制冷系统
171	制冷系统
173	制冷系统
175	制冷系统
177	制冷系统
179	制冷系统
181	制冷系统
183	制冷系统
185	制冷系统
187	制冷系统
189	制冷系统
191	制冷系统
193	制冷系统
195	制冷系统
197	制冷系统
199	制冷系统
201	制冷系统
203	制冷系统
205	制冷系统
207	制冷系统
209	制冷系统
211	制冷系统
213	制冷系统
215	制冷系统
217	制冷系统
219	制冷系统
221	制冷系统
223	制冷系统
225	制冷系统
227	制冷系统
229	制冷系统
231	制冷系统
233	制冷系统
235	制冷系统
237	制冷系统
239	制冷系统
241	制冷系统
243	制冷系统
245	制冷系统
247	制冷系统
249	制冷系统
251	制冷系统
253	制冷系统
255	制冷系统
257	制冷系统
259	制冷系统
261	制冷系统
263	制冷系统
265	制冷系统
267	制冷系统
269	制冷系统
271	制冷系统
273	制冷系统
275	制冷系统
277	制冷系统
279	制冷系统
281	制冷系统
283	制冷系统
285	制冷系统
287	制冷系统
289	制冷系统
291	制冷系统
293	制冷系统
295	制冷系统
297	制冷系统
299	制冷系统
301	制冷系统
303	制冷系统
305	制冷系统
307	制冷系统
309	制冷系统
311	制冷系统
313	制冷系统
315	制冷系统
317	制冷系统
319	制冷系统
321	制冷系统
323	制冷系统
325	制冷系统
327	制冷系统
329	制冷系统
331	制冷系统
333	制冷系统

26	制冷系统
28	制冷系统
30	制冷系统
32	制冷系统
34	制冷系统
36	制冷系统
38	制冷系统
40	制冷系统
42	制冷系统
44	制冷系统
46	制冷系统
48	制冷系统
50	制冷系统
52	制冷系统
54	制冷系统
56	制冷系统
58	制冷系统
60	制冷系统
62	制冷系统
64	制冷系统
66	制冷系统
68	制冷系统
70	制冷系统
72	制冷系统
74	制冷系统
76	制冷系统
78	制冷系统
80	制冷系统
82	制冷系统
84	制冷系统
86	制冷系统
88	制冷系统
90	制冷系统
92	制冷系统
94	制冷系统
96	制冷系统
98	制冷系统
100	制冷系统
102	制冷系统
104	制冷系统
106	制冷系统
108	制冷系统
110	制冷系统
112	制冷系统
114	制冷系统
116	制冷系统
118	制冷系统
120	制冷系统
122	制冷系统
124	制冷系统
126	制冷系统
128	制冷系统
130	制冷系统
132	制冷系统
134	制冷系统
136	制冷系统
138	制冷系统
140	制冷系统
142	制冷系统
144	制冷系统
146	制冷系统
148	制冷系统
150	制冷系统
152	制冷系统
154	制冷系统
156	制冷系统
158	制冷系统
160	制冷系统
162	制冷系统
164	制冷系统
166	制冷系统
168	制冷系统
170	制冷系统
172	制冷系统
174	制冷系统
176	制冷系统
178	制冷系统
180	制冷系统
182	制冷系统
184	制冷系统
186	制冷系统
188	制冷系统
190	制冷系统
192	制冷系统
194	制冷系统
196	制冷系统
198	制冷系统
200	制冷系统
202	制冷系统
204	制冷系统
206	制冷系统
208	制冷系统
210	制冷系统
212	制冷系统
214	制冷系统
216	制冷系统
218	制冷系统
220	制冷系统
222	制冷系统
224	制冷系统
226	制冷系统
228	制冷系统
230	制冷系统
232	制冷系统
234	制冷系统
236	制冷系统
238	制冷系统
240	制冷系统
242	制冷系统
244	制冷系统
246	制冷系统
248	制冷系统
250	制冷系统
252	制冷系统
254	制冷系统
256	制冷系统
258	制冷系统
260	制冷系统
262	制冷系统
264	制冷系统
266	制冷系统
268	制冷系统
270	制冷系统
272	制冷系统
274	制冷系统
276	制冷系统
278	制冷系统
280	制冷系统
282	制冷系统
284	制冷系统
286	制冷系统
288	制冷系统
290	制冷系统
292	制冷系统
294	制冷系统
296	制冷系统
298	制冷系统
300	制冷系统
302	制冷系统
304	制冷系统
306	制冷系统
308	制冷系统
310	制冷系统
312	制冷系统
314	制冷系统
316	制冷系统
318	制冷系统
320	制冷系统
322	制冷系统
324	制冷系统
326	制冷系统
328	制冷系统
330	制冷系统
332	制冷系统
334	制冷系统
336	制冷系统
338	制冷系统
340	制冷系统
342	制冷系统
344	制冷系统
346	制冷系统
348	制冷系统
350	制冷系统
352	制冷系统
354	制冷系统
356	制冷系统
358	制冷系统
360	制冷系统
362	制冷系统
364	制冷系统
366	制冷系统
368	制冷系统
370	制冷系统
372	制冷系统
374	制冷系统
376	制冷系统
378	制冷系统
380	制冷系统
382	制冷系统
384	制冷系统
386	制冷系统
388	制冷系统
390	制冷系统
392	制冷系统
394	制冷系统
396	制冷系统
398	制冷系统
400	制冷系统
402	制冷系统
404	制冷系统
406	制冷系统
408	制冷系统
410	制冷系统
412	制冷系统
414	制冷系统
416	制冷系统
418	制冷系统
420	制冷系统
422	制冷系统
424	制冷系统
426	制冷系统
428	制冷系统
430	制冷系统
432	制冷系统
434	制冷系统
436	制冷系统
438	制冷系统
440	制冷系统
442	制冷系统
444	制冷系统
446	制冷系统
448	制冷系统
450	制冷系统
452	制冷系统
454	制冷系统
456	制冷系统
458	制冷系统
460	制冷系统
462	制冷系统
464	制冷系统
466	制冷系统
468	制冷系统
470	制冷系统
472	制冷系统
474	制冷系统
476	制冷系统
478	制冷系统
480	制冷系统
482	制冷系统
484	制冷系统
486	制冷系统
488	制冷系统
490	制冷系统
492	制冷系统
494	制冷系统
496	制冷系统
498	制冷系统
500	制冷系统

第一篇

制冷与空调基本操作技能

制冷与空调基本操作技能主要包括:常用检测仪表及其使用、常用电工工具及其使用、专用维修工具及其使用、气焊操作等技能。制冷与空调基本操作技能是从事制冷与空调设备维修和运行管理工作必备的基础技能,也是制冷设备维修工和制冷工技能实训的基础。

第一章 检测仪表与维修工具的使用

制冷设备维修过程中经常要用到各种检测仪表、电工工具和专用维修工具,而这些检测仪表、电工工具和专用维修工具的使用是有着严格要求的,如操作不当轻则引起仪表和工具的损坏,重则可能造成严重后果。因此,必须了解制冷设备维修常用检测仪表、电工工具和专用维修工具的结构及工作原理,掌握其使用方法。

第一节 常用检测仪表及其使用

一、万用表

万用表是一种可进行多种电量测量、多量程、便携式的电器仪表,是从事制冷设备安装、调试、维修必不可少的仪表。

(一) 指针式万用表

1. 指针式万用表的构成

指针式万用表外形如图 1-1 所示(以 MF-47 型指针式万用表为例)。前面板安装有表盘、转换开关、测电棒插孔、零位调整螺钉及欧姆调零旋钮等。

(1) 表盘及表面标尺。指针式万用表的各个测量项目都共用一个表盘,各测量项目及仪表其他参数均以各种文字和符号表示。它共有 6 个刻度线,从上往下数,第 1 条刻度线为电阻挡专用线,用符号“ Ω ”表示;第 2 条刻度线为交直流电压、直流电流共用线,用符号“V”和“mA”表示;第 3 条刻度线为测量晶体管放大倍数用的,用字母 h_{FE} 表示;第 4 条刻度线为测量电容量用的,用字母“C(μ F) 50 Hz”表示;第 5 条刻度线为测量电感量用的,用字母“L(H) 50 Hz”表示;第六条刻度线为 dB 线。

(2) 调整机构。调整机构包括转换开关、零位调整螺钉和欧姆调零旋钮。

① 转换开关。转换开关是用来选择万用表测量项目和量限(或称量程)的,与表面刻度尺配合使用。目前,大多数万用表只用一只转换开关,这样可以简化操作,减少差错。

② 零位调整螺钉。测量前,用旋具调整零位调整螺钉,使表针指零。

③ 欧姆调零旋钮。在测量电阻前,将红、黑测电棒短路,调整该旋钮,使指针对准第 1 条刻度线的“0”位置。

(3) 测电棒。测电棒又称表笔,用绝缘塑料制成,用它来连接万用表与测试点,在万用表前面板上有两个插孔“+”和“-”(称测定端子)。测量时,红表笔插入“+”孔,黑表笔插“-”孔。

2. 指针式万用表的使用方法

(1) 指针式万用表的使用步骤。指针式万用表的使用步骤要求比较严格,只有正确的按步骤使用才能保证测量结果的准确度,同时又不会损坏仪表。指针式万用表的使用步骤如下:

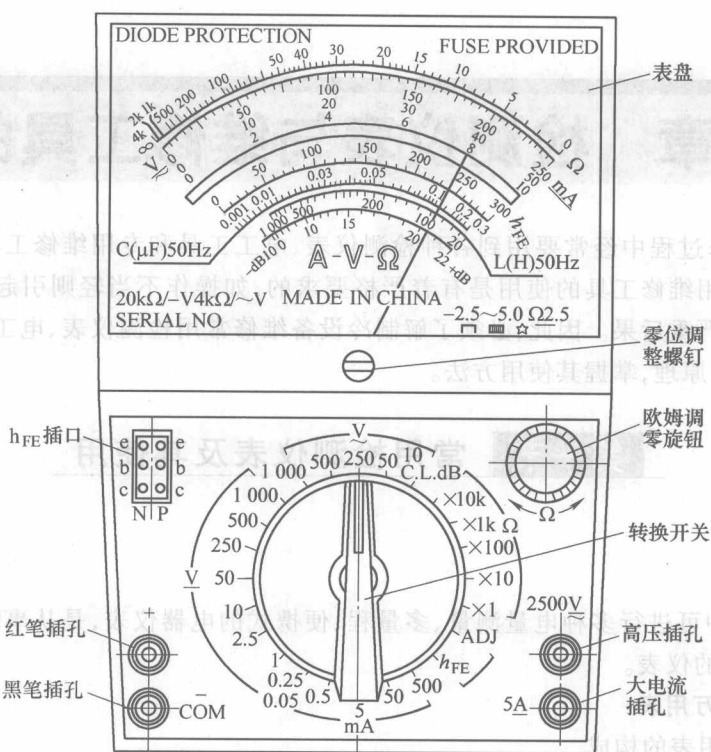


图 1-1 MF-47 型指针式万用表面板图

① 每次测量前应把万用表水平放置，观察指针是否在表盘左侧电压挡的零刻度上，若指针不指零，可用旋具微微调整表盖上的零位调整螺钉，直到指针指零为止。一般不必每次测量前都调整。

② 红表笔插入万用表“+”号的插孔，黑表笔插入“-”号的插孔。有些万用表有专用高压插孔与大电流插孔，使用时黑色表笔仍插入“-”号插孔，而将红色表笔插接到高压插孔或大电流插孔内。

③ 转换开关应放置在所要测量电参量的量程挡上，绝不可误放。在测量电流或电压时，最好使指针偏满刻度 1/2 以上，这样测量的结果较为准确。如果对被测对象的数值范围不确定，则应先拨到最大量程挡试测，以保护表头不致损坏，然后再调整到适宜的量程上进行测量，以减少测量中的误差。但要注意，必须使表笔脱离电路，否则可能损坏开关触点。

测量直流电参量时，如果不知道电路正负极性，则可以把万用表量程放在最大挡，在被测电路上快速试一下，看指针怎样偏转。若指针正向偏转，则说明连接正确；若指针反向偏转，则说明两表笔应交换位置。

④ 万用表每次使用完毕后，应将转换开关旋到交流电压最高挡处，以防止他人误用造成万用表的损坏。若长时间不用万用表，应将电池从表中取出，把表放置在干燥、通风、清洁的环境中。

(2) 指针式万用表的测量方法。下面以 MF-47 型万用表为例，介绍它的具体使用方法。

① 直流电流和直流电压测量。测量直流电压时,万用表必须与被测电路并联,并注意红色表笔应接到“+”极端,将转换开关拨到标有“V”的适当量程位置上。注意,此时转换开关所指数值为表针满刻度读数的对应值。

例如,表针所指数字如图 1-1 所示,若转换开关置于 10 V 挡的位置,则说明电压值为 8 V;若转换开关置于 50 V 挡的位置,则说明电压值为 40 V。

测量直流电流时,万用表必须与被测电路串联,应注意使被测电流从“+”极端流到“-”极端,量程选在 mA 上,读数方法与测直流电压相同。

例如,将转换开关拨至 5 mA 挡,则万用表的最大量程为 5 mA,表针所指如图 1-1 所示,那么所读电流值为 4 mA。

② 交流电压测量。测量交流电压时,转换开关应拨到标有“V”的位置上。测量交流电压的方法及其读数方法与测量直流电压相似,不同的是测交流时万用表的表笔不分正、负。被测交流电必须是正弦交流电。

交流电压的刻度线多为红色,标有“AC”或“~”。有的万用表还有交流电压挡的专用标尺,如标有 10 V,满量程为 10 V,测量低压时比较准确。测 220 V 交流电时必须注意安全,手不可接触到表笔导电部分,以免触电。

注意,交直流电压种类不要选错。如果误用直流电压挡去测交流电压,那么表针不动或略微抖动。如果误用交流电压挡去测直流电压,则读数可能偏高一倍,或者读数为零。

如果不清楚所要测量的电压是交流电压还是直流电压,可先用交流电压的最大挡来测量,得到电压的大概范围,再用适当量程的直流电压进行测量,如果此时表针不发生偏转,断定此电压为交流电压,若有读数则为直流电压。

测量时要加倍注意转换开关的位置,绝不能放在电流或电阻挡,否则将烧坏万用表。

③ 电阻值测量。测量电阻时,首先将转换开关拨到“Ω”范围内,例如 $\times 100$ 处,然后把正负表笔短接,此时指针应指在“0”Ω 处。如不指在“0”处应调整欧姆调零旋钮使表针指“0”。再把表针分开接到要测量的电阻的两端,表针应偏转到一定位置停下。将最后指针指的数值(看 Ω 刻度线)乘以 100 即是所测量的电阻欧姆值。例如指针最后停在 30 处,那么所测量的电阻是 3 000 Ω。

测电阻时注意绝不能带电测量电阻。测量电阻的欧姆挡电路是由干电池供电的,被测电阻绝不能带电,因为带电测量相当于接入一个额外的电源,不仅得不到正确的测量结果,还有可能损坏万用表,这一点必须特别注意。在测量某一电路中的电阻时,必须首先切断电路电源(如果被测电阻有并联支路,还应将其电阻的一端断开),以确保电阻中没有电流通过。

测量电阻时量程选小了,指针指在 ∞ 附近,此时应换大量程。量程选大了,指针指在 0 附近时应换小量程。

测量电阻时两手不要接触电阻两端,以免人体电阻并在上面引起测量阻值不准确。

测量电阻时,每改变一次量程,都要重新调整欧姆调零旋钮。如发现调整欧姆调零旋钮不能使指针指零,应更换万用表内电池。

读数时两眼垂直观察指针,不应斜视。

④ 二极管测量。二极管是由一个 PN 结组成的,具有单向导电性。正向接通电源时电阻很

小,处于导通状态。如反向接上电源则电阻很大,处于截止状态。用万用表测量二极管时把转换开关旋到 $\times 100$ 或 $\times 1\text{ k}$ 挡,再由表笔两端分别与二极管两端接触。测电阻时红色表笔(+)端输出负电压,黑表笔(-)端输出正电压,是由万用表内部电路的结构决定的。所以当红表笔接二极管负端,黑表笔接二极管正端时二极管处于导通状态,所以电阻很小(锗管约数百 Ω ,硅管约 $1\text{ k}\Omega$)。反接则电阻很大。符合上述规律二极管就是好的,如果两次测量结果阻值一样大小,说明二极管是坏的。

如果不知道二极管的正负极,通过以上介绍的两次测量,电阻很小时黑表笔接触的一端是二极管的正极。

⑤ 晶体管测量。晶体管是由两个 PN 结组成。对于 PNP 型晶体管,基极是 N 型,集电极和发射极均为 P 型。测量时万用表红表笔接基极,黑表笔分别接集电极和发射极,两次测得的电阻都很小(约 $1\text{ k}\Omega$)。反过来,用黑表笔接基极而用红表笔分别接集电极和发射极,则电阻都很大。用这个方法可以判断晶体管的好坏。如果测量 NPN 型晶体管,测量时与测 PNP 型晶体管正好相反,用黑表笔分别接触集电极和发射极,测得的电阻值很大。

把转换开关拨到“ h_{FE} ”位置时,把晶体管三个极对应插到 h_{FE} 插口的 e、b、c 孔内,可以测量晶体管的直流放大系数。一般的晶体管 h_{FE} 值应在几十至 150 之间,过大和过小都不适用。

(二) 数字式万用表

用数字显示测量电参量数值的万用表叫做数字式万用表。它的测量原理与指针式万用表完全不同,其结构和使用方法也有不同。

1. 数字式万用表概述

随着半导体集成工艺的发展,由集成电路构成的数字式万用表价格大幅度下降。它具有很高的灵敏度和准确度,显示清晰直观(不存在读数误差),性能稳定,过载能力强,量程大,便于携带等特点,很受使用者欢迎。

数字式万用表种类很多,就便携式万用表而言常用的有 DT-830、DT-860、DT-890、DT-9205 型等。从显示的灵敏度来讲,有四位数字和五位数字之分。因最高位只能显示 0 和 1 两种数字,称做半位,故数字式万用表有三位半和四位半两种。如 DT-830 数字式万用表使用四个显示单元,不考虑小数点显示范围是 $0\ 000 \sim 1\ 999$,属于三位半表。

DT-830 数字式万用表面板如图 1-2 所示。前面板装有数字液晶显示器(LCD 显示器)、电源开关、转换开关、三极管放大系数 h_{FE} 插口、输入插孔等。

数字液晶显示值为 1 999 或 -1 999,仪器具有自动调零和自动显示极性功能。当电源

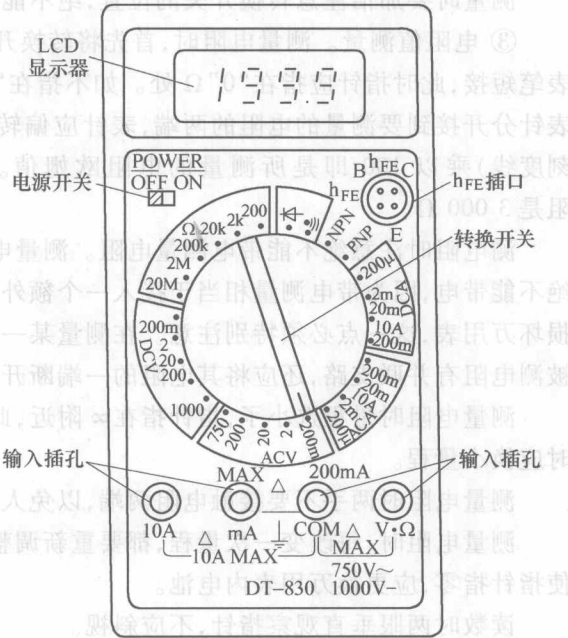


图 1-2 DT-830 数字式万用表面板图

电压低于正常工作电压时,显示屏上方显示电压低符号“ $\leftarrow$ ”。测量时超过量程,显示屏显示“1 000”或“-1 000”,“-”号视被测电量的极性而定。小数点由转换开关同步控制,随量程变化左移或右移。

电源开关:在字母“POWER”下边注有“OFF”(关)和“ON”(开),把电源开关拨至“ON”,接通电源,显示屏显示数字,使用结束,把开关拨到“OFF”。

直流电压(DCV)有5挡,最小量程为“200 mV”,灵敏度为0.1 mV。交流电压(ACV)有5挡。交流电流(ACA)和直流电流(DCA)尽管有4挡,但有5个量程,其中“20 mA”和“10 A”在同一挡位置,其区分通过面板上的插孔来定。其他功能在万用表面板上已标出。

输入插孔:有4个插孔,分别标有“10 A”、“mA”、“COM”及“ $V \cdot \Omega$ ”。“10 A”插孔是专用来测量10 A以内交直流大电流的;“mA”插孔是用来测量200 mA以下交直流电流的;“COM”接黑色负表笔;“ $V \cdot \Omega$ ”用来测量交直流电压和电阻数值的。在“ $V \cdot \Omega$ ”和“COM”之间标有“MAX750 V~和1 000 V-”字样,表示可测量最高交流电压为750 V和直流电压1 000 V。

电池装在万用表后面板。在标有“OPEN”(打开)的位置,按箭头指示方向推出抽板,即可更换电池,更换电池时应和原电池电压一致。电池盒内装有0.5 A的熔断器,当测量电流超载时,熔丝熔断,保护仪表不受损失。熔丝熔断后测量最高交流电流时显示板已没有显示。可考虑更换新的熔断器。

2. 数字式万用表的使用

数字式万用表使用时转换开关必须和要测量的电参量一致。仔细选取量程,不能放错。

开启电源后,先查看电池低电压指示字母“LOBAT”是否显示,如果显示,则表示电池电压不足,应立即更换电池,否则将会产生很大的测量误差。之后再查看仪表调零情况,在电压、电流、晶体管测量挡位时,仪表应显示为零。电阻挡两表笔开路时,显示为无穷大;两表笔短路时,应显示为零;使用200 Ω 挡测电阻时,应先将两表笔短路后测出两表笔导线的电阻值(一般约有0.2~0.3),正式测量结果应减去此值。

测量直流电压时,将转换开关拨到“DCV”范围内适当的挡位上,红表笔插在“ $V \cdot \Omega$ ”插孔内,黑表笔插在“COM”孔内(以下各种测量,黑表笔的位置不变)。如在数字液晶显示数字前没有“-”号,说明正表笔接的是电源的正极。不知道待测电路电压大小时应从最高电压量程开始试测,根据数值逐渐降低量程。

测量交流电压和测量直流电压方法一样,只是测量交流电压时,转换开关必须选在“ACV”范围内。

测量交直流电流时,把红表笔改插在“mA”插孔内,测量200 mA以下电流。若测10 A以下电流,红表笔应插在“10 A”孔内。根据所测的交直流不同应分别把转换开关选在“ACA”和“DCA”范围内。测量10 A以下电流时转换开关选在对应的直流电流(DCA)范围内的20 mA、10 A位置或交流电流(ACA)范围内的20 mA、10 A位置上。

必须注意,在测量电流工作完成后应马上把红笔从“10 A”孔或“mA”孔拔出插回“ $V \cdot \Omega$ ”孔上,并把转换开关拨到电压最高挡,因为在测电流状态误测其他电量最容易烧坏万用表。

测量电阻时把转换开关拨到“ Ω ”范围内,根据所测值选择合适的量程,红表笔插在“ $V \cdot \Omega$ ”插孔内,即可测量。量程选小了,显示“1 000”表示溢出,可换大量程;如果量程选大了,显示数字太小,可换小量程。

把转换开关拨到有蜂鸣发声符号“”的位置,红表笔插在“V·Ω”插孔内,可检查电路通断。将表笔触及被测电路。若两只表笔间电路的电阻值小于 20 Ω,则仪表内的蜂鸣器发出叫声,说明电路是接通的。反之,若听不到声音,则表示电路不通或接触不良。

把转换开关拨到有二极管符号“”的位置,红表笔插在“V·Ω”插孔内,可测量二极管好坏。当红表笔接二极管正极,黑表笔接二极管负极时,显示几百毫伏,反接则显示“1 000”。如两次测量显示出的数值很接近时,表示二极管已坏。

把转换开关拨到有晶体管符号“NPN”或“PNP”的位置时,把晶体管三个极对应插到“ h_{FE} ”下面的 B、C、E 孔内,可以测量晶体管的直流放大系数。

数字式万用表使用中应注意:① 不要把万用表放在高温($>40\text{ }^{\circ}\text{C}$)、高湿、寒冷($<0\text{ }^{\circ}\text{C}$)的环境中,以免损坏液晶显示器;② 严禁在测量中(电压 $>220\text{ V}$ 、电流 $>0.5\text{ A}$)拨动转换开关,防止电弧发生;③ 不要随意打开万用表后盖或拆卸元件。④ 数字式万用表的红表笔带正电,黑表笔带负电,这与指针式万用表电阻挡的极性恰好相反,测量有极性的元器件时,必须注意表笔的极性。

二、绝缘电阻表

绝缘电阻表又称兆欧表或摇表,是一种专门用来测量电路、电动机绕组、变压器绕组及电缆等设备绝缘电阻的直读式仪表。常用的绝缘电阻表是由一台手摇发电机和磁电式比率表组成的,它的高压电源由手摇发电机产生的,其外形如图 1-3 所示。图 1-3 中 A 为手柄,E 为接地端钮,L 为线路端钮,G 为保护环端钮,表盘为指针式指示,刻度以 $\text{M}\Omega$ 为单位。

目前也有用晶体管逆变器代替手摇发电机的绝缘电阻表。

1. 绝缘电阻表的选择

绝缘电阻表的选择,主要指选择它的电压及测量范围。高压电气设备对绝缘电阻要求高,须选择电压高的绝缘电阻表进行测试;低压电气设备内部绝缘材料所能承受的电压不高,为保证设备安全,应选择电压低的绝缘电阻表。不同测量对象选用的绝缘电阻表可参考表 1-1。

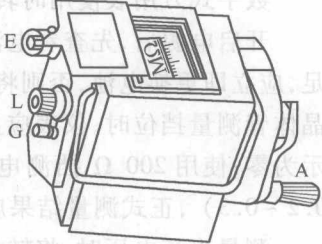


图 1-3 绝缘电阻表

选择绝缘电阻表测量范围的原则是不使测量范围过多地超出被测绝缘电阻的数值,以免因刻度较粗而产生较大的读数误差。另外,还要注意有些绝缘电阻表的起始刻度不是零,而是 $1\text{ M}\Omega$ 或 $2\text{ M}\Omega$,这种绝缘电阻表不宜用来测量处于潮湿环境中的低压电气设备的绝缘电阻。因为在这种环境中的设备绝缘电阻较小,有可能小于 $2\text{ M}\Omega$,则在仪表上读不到读数,从而容易误认为绝缘电阻为 $2\text{ M}\Omega$ 或为零值。

表 1-1 绝缘电阻表选择举例

被测对象	被测设备或线路额定电压/V	选用的绝缘电阻表/V
线圈的绝缘电阻	<500	500
线圈的绝缘电阻	>500	1 000
电动机绕组绝缘电阻	<380	1 000
变压器、电动机绕组绝缘电阻	>500	1 000 ~ 2 500
电气设备和电路绝缘电阻	<500	500 ~ 1 000
电气设备和电路绝缘电阻	>500	2 500
绝缘子、母线、刀开关		2 500 ~ 5 000

2. 使用绝缘电阻表的注意事项

(1) 测量前要对绝缘电阻表进行开路和短路试验,检查绝缘电阻表是否良好。开路试验就是将测量线分开,转动手柄,指针应指向“ ∞ ”位置;短路试验就是将“L”和“E”短接,缓慢摇动手柄,指针应指向“0”位置。如不符合要求应对其检修后再用。

(2) 绝缘电阻表必须水平放置,以免在摇动时因抖动或倾斜而产生测量误差。

(3) 为了防止发生人身和设备事故,在测量前必须切断被测设备的电源,并对地进行放电(用导线将需要放电的电气设备与地相连接或将需要放电的电容器、电动机绕组两端短接)。用绝缘电阻表测量过的电气设备,也要及时放电后方可进行再次测量。

(4) 绝缘电阻表的接线端钮与被测设备间的连接导线,不能用双股绝缘线和绞线,应采用单股线分开单独连接,以免绞线绝缘不良而引起误差。

(5) 接线必须正确无误。保护环的作用是消除表壳表面“L”与“E”接线端钮间的漏电和被测绝缘物漏电的影响。在测量被测电气设备的对地绝缘电阻时“L”接设备的待测部位,“E”接设备外壳或接地,如图 1-4(a)、(b)所示;如测电气设备内绕组间的绝缘电阻时,将“L”和“E”分别接两绕组的接线端;当测量电缆缆芯对缆壳的绝缘电阻时,为消除因表面漏电而产生的误差,“L”接缆芯,“E”接缆壳,“G”接缆芯与缆壳之间的绝缘层,如图 1-4(c)所示。



图 1-4 绝缘电阻表的接线

(6) 测量时,依顺时针方向转动手柄,使速度逐渐增至 120 r/min 左右。在调速器发生滑动后,即可得到稳定的电阻读数。正常的电气设备,绝缘电阻表的指示应大于设备所要求的绝缘电阻。如发现指针指示小或指零马上停止摇动,说明设备绝缘有问题。

(7) 测量后需待绝缘电阻表停止转动,被测物接地放电后,方能拆除绝缘电阻表与被测设备之间的连接导线,以免触电或因电容放电而损坏绝缘电阻表。

(8) 绝缘电阻表未停止转动以前,切勿用手去触及设备的测量部分或绝缘电阻表接线端钮。拆线时也不可直接去触及引线的裸露部分。

(9) 绝缘电阻表应定期校验。校验方法是直接测量有确定值的标准电阻,检查它的测量误差是否在允许范围内。

三、钳形电流表

钳形电流表又叫钳表,是一种不需要断开电路就能测量电路电流的电工仪表。早期的钳形电流表只有单一测量电流的功能,现在一般都是将钳形表与万用表组合成一体,形成多功能数字显示或指针显示多用仪表。常用的钳形电流表有 MG4 交流电流电压表、MG20 交直流电流表、