


# 热工仪表技术

刘国增 吴京成 编著  
江苏科学技术出版社

# 热工仪表技术

刘国治 吴克茂 编著

12100 03

 江苏科学技术出版社

---

## 内 容 简 介

本书以问和答的形式较全面地叙述了各种热工仪表的用途、结构原理及技术特性，并重点介绍了其使用、检定、检查与维修方法。全书共分八章，计 234 个问答题。第一章液体、固体、压力表式温度计；第二章热电阻、半导体电阻温度计、热电偶、辐射式高温计；第三章动圈式测温仪表（包括动圈指示调节仪表、毫伏计、比率计和不平衡电桥）；第四章直流电位差计；第五章电子电位差计；第六章直流电桥与电子平衡电桥；第七章仪表的使用、检定与维修；第八章温度自动控制电路及电动调节器。

本书适合于冶金、机械、石油、化工、电力、电子和轻纺等工业部门及有关科研单位中的热工仪表工人和技术人员学习和查阅，也可供其他有关科技人员和大专院校师生参阅。

## 热 工 仪 表 技 术

刘国治 吴克茂 编著

---

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：南通县印刷厂

---

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 25.25 字数 540,000

1983年12月第1版 1983年12月第1次印刷

印数 1—7,200册

---

书号 15196·118 定价 2.90元

责任编辑 孙广能

# 前 言

随着工业生产和科学技术的迅速发展，应用热工仪表来测温 and 自动控温的部门愈来愈多，特别是在化工、冶金、机械、电力、电子和轻纺等部门中的所有企业，几乎都离不开热工仪表。

我从事热工仪表修理工作多年。在帮助兄弟单位修理热工仪表和与许多热工仪表工的接触中了解到，目前青年工人较多，他们十分需要学习有关热工仪表方面的基本知识。在1979年南通地区、市联合举办的学习班上，我所讲授的热工仪表课受到了全体学员的欢迎，他们纷纷要求将我所讲授的内容加以充实和提高编写成书。为此，我将多年积累的实践经验加以总结和提高，并参考有关书籍，编成了这一册书。

本书较系统地介绍了各种热工仪表的用途、结构原理及技术特性，并重点介绍了使用、校验及维修方法等。在内容上力求全面、具体，便于帮助读者解决有关热工仪表方面的实际问题；在形式上采用问答形式，有问有答，务求简明扼要；在文字叙述上，注意深入浅出，多写一些基础理论知识和现场实践经验，少写一些繁琐的数学公式及其推导过程，便于读者学习和查阅。

本书适合工厂、科研单位中的热工仪表工人阅读，也可供有关科技人员和学校师生参阅。

在写作过程中曾得到国家仪器仪表总局、上海工业自动

化仪表研究所、上海自动化仪表二厂、三厂和中国轴承厂、上海滚动轴承厂等多方的支持，尤其是陆珍年、陈兴发、顾思佐、邱伟民、黄德仁、翟志新、龚伯芳等同志给予了大力协助，吴强同志描绘了插图，郑保山同志审阅了全稿，在此一并表示感谢。最后，欢迎读者对书中的错误和不当之处多多指正。

作者 1982年4月

## 第一章 温度计

### 第一节 液体、固体膨胀式温度计

1. 温度与温标的含义是什么? .....1
2. 液体膨胀式温度计的构造和测温原理如何? ..... 2
3. 液体膨胀式温度计分哪几类? 其技术性能如何? ..... 3
4. 在使用液体膨胀式温度计测温时应注意哪些问题? ..... 7
5. 液体膨胀式温度计产生测温误差的几种主要原因是什么?  
如何解决? ..... 9
6. 电接点式玻璃水银温度计分几种类型? 结构原理如何?  
使用中应注意什么问题? .....11
7. 怎样对玻璃液体温度计进行检定? .....14
8. 固体膨胀式温度计的原理是什么? 有哪几种类型?  
使用注意事项如何? .....21

### 第二节 压力表式温度计

9. 压力表式温度计的测温原理及构造如何? .....27
10. 压力表式温度计分哪几类? 其主要技术性能如何? .....28
11. WTQ-288型电接点压力式温度计的原理和结构如何? ... 30
12. WTQ-288型电接点压力式温度计的主要技术指标如何?  
怎样使用和维护? .....32
13. 各种压力表式温度计产生测温误差的原因有哪些?  
怎样补偿和调整? ..... 35
14. 压力表式温度计的主要技术要求如何? 怎样校验? .....38

## 第二章 温度测量仪表的感温元件

### 第一节 热电阻与半导体电阻温度计

15. 用热电阻作为测温元件的原理、应用范围如何? 常用热电阻的型号及主要规格如何? .....42
16. 热电阻由哪几个主要部件组成? 对其有什么要求? .....45

17. 铂电阻的特点、用途及结构如何？绕制铂电阻时应注意哪些问题？ .....47
18. 铜电阻、钢电阻、锰电阻、碳电阻各有什么优缺点？ .....51
19. 铜电阻体的结构如何？怎样对其测量误差进行补偿？ .....52
20. 热电阻的基本技术特性如何？怎样对热电阻进行校验？ ...54
21. 热电阻容易出现哪些故障？怎样进行修理？使用注意事项如何？ .....61
22. 选用热电阻作为感温元件控制温度时，如何自制温度控制器？ .....65
23. 热敏电阻的材料、构造、用途及特性曲线和主要参数如何？ .....69
24. 95型半导体点温度计的工作原理及测量线路如何？ .....71
25. 95型半导体点温度计的主要技术性能及使用方法如何？ .....75
26. 选用半导体热敏电阻作为感温元件控制温度时，如何自制温度控制器？ .....77
27. 使用电阻感温元件测温时，对安装有什么要求？产生测量误差的原因有哪些？ .....80

## 第二节 热电偶

28. 热电偶的测温原理如何？ .....82
29. 热电偶的热电势与哪些因素有关？为什么？ .....84
30. 工业用普通热电偶结构如何？ .....86
31. 热电偶的主要型号、规格、特性如何？ .....90
32. 怎样选用热电偶？ .....95
33. 热电偶冷端温度的变化对热电偶的热电势有什么影响？ ...97
34. 如何对热电偶冷端温度进行补偿？ .....98
35. 使用热电偶应注意哪些问题？ ..... 103
36. 热电偶在使用过程中可能出现哪些故障？原因如何？怎样解决？ ..... 105
37. 如何鉴别热电偶的损坏程度？怎样修复？ ..... 107

38. 热电偶的焊接方法有哪些? .....	108
39. 怎样检定热电偶? .....	110
40. 在热电偶测温线路中接入相对应的测量仪表或者接入铜芯 导线对热电偶的热电势有无影响? 为什么? .....	119
41. 热电偶的测温线路有哪几种型式? .....	122
42. 怎样用热电偶与仪表配合进行炉前测温? .....	128
43. 热电偶的安装应注意哪些问题? .....	131
44. 怎样解决热电偶金属保护套管在盐浴炉中损耗大的问题? .....	137
45. 热电偶测温误差是怎样产生的? .....	138
46. 如何正确选择和使用补偿导线? .....	140
47. 补偿导线(或连接导线)的安装应注意哪些问题? .....	143
48. 热电偶冷端温度补偿器的作用原理、结构及使用方法如何? .....	144

### 第三节 热辐射式高温计

49. 什么是热辐射和绝对黑体? 什么是辐射能力和辐射强度? 热辐射高温计主要技术性能如何? .....	147
50. 光学高温计的测温原理如何? .....	149
51. WGG-2型光学高温计的构造如何? .....	151
52. WGG-2型光学高温计的使用、检定、修理方法如何? .....	155
53. WFT-202型全辐射高温计的工作原理及其结构如何? .....	163
54. 如何使用、修理和校验WFT-202型全辐射高温计? .....	165

## 第三章 动圈式测温仪表

### 第一节 动圈式仪表

55. 动圈式仪表有哪些用途和特点? .....	174
56. 动圈式仪表有哪些型号? .....	176
57. 动圈式仪表测量机构由哪几部分组成? .....	178
58. XCZ-101型动圈式温度指示仪表的构造、原理如何? .....	183
59. XCT-101型动圈式温度指示调节仪表的构造、原理如何? .....	184
60. 配热电阻用动圈式测温仪表的主要技术指标及检定方法	



如何? .....	191
61. 配热电偶用动圈式测温仪表的主要技术指标及检定方法	
如何? .....	203
62. 修理动圈式仪表常用工具有哪些? .....	214
63. 怎样判断动圈式仪表中的轴尖发生了故障? 怎样对轴尖进行修磨? .....	218
64. 如何修理动圈式仪表表头中的游丝? .....	222
65. 怎样检查和更换动圈式仪表表头中的轴承? .....	224
66. 动圈式仪表表头中的可动线圈有几种类型? 怎样进行修理和绕制? .....	225
67. 如何对修理后的动圈式仪表表头转动部分零件进行组装和调整? .....	227
68. 动圈式仪表的测温误差是怎样产生的? 如何调整? .....	234
69. EFZ-110型动圈式仪表(毫伏计)容易发生哪些故障? 原因是什么? 怎样排除? .....	236
70. XCZ型动圈式仪表容易出现哪些故障? 原因是什么? 怎样排除? .....	239
71. XCT-101型动圈式仪表容易出现哪些故障? 什么原因? 怎样检查和排除? .....	241
72. 如何正确安装、调整和维护动圈式仪表? .....	250
73. 如何正确调整动圈式仪表的外线电阻? .....	255
74. 动圈式仪表配热电偶的测量线路如何? 常见故障有哪些? .....	259
75. 动圈式仪表配热电阻的测量线路如何? .....	265

## 第二节 比率计和不平衡电桥

76. 比率计的工作原理如何? .....	268
77. ELZ-110型比率计的主要技术要求如何? 怎样对其进行校验? .....	270
78. 比率计和热电阻的连接线路如何? .....	271
79. 比率计和测量线路容易出现哪些故障? 怎样鉴别? .....	276

- 80. 怎样对比率计进行误差调整和修理? ..... 277
- 81. XCZ-102型温度指示仪表测量桥路的工作原理及构造如何? ..... 278
- 82. XCZ-102型温度指示仪表常见故障有哪些? ..... 281
- 83. 怎样对XCZ-102型温度指示仪表进行校验和误差调整? 284
- 84. XCZ-102型温度指示仪表的连接线路如何? ..... 285

#### 第四章 直流电位差计

- 85. 直流电位差计的用途、分类如何? ..... 287
- 86. 直流电位差计的工作原理如何? ..... 290
- 87. 直流电位差计的线路结构如何? ..... 293
- 88. 303型直流电位差计的用途及工作原理如何? ..... 297
- 89. 303型直流电位差计的使用方法及其注意事项如何? ..... 301
- 90. UJ1型直流电位差计常见故障有哪些? 产生原因及排除方法如何? ..... 303
- 91. UJ36型直流电位差计的结构、用途及工作原理如何? ..... 307
- 92. UJ36型直流电位差计的主要技术性能、使用及维护保养方法如何? ..... 309
- 93. UJ37型直流电位差计的用途、原理及其使用方法如何? 311
- 94. UJ31型直流电位差计的用途、结构原理及技术特性如何? 315
- 95. UJ31型直流电位差计的使用及维护保养方法如何? ... 317
- 96. UJ22-1型直流电位差计的用途、结构及使用方法如何? ... 320

#### 第五章 电子电位差计

##### 第一节 测量桥路

- 97. 测量桥路的工作原理如何? ..... 323
- 98. 测量桥路中各元件的作用和对各元件的要求如何? ... 326
- 99. 如何对测量桥路故障进行分析? ..... 331
- 100. 检查测量桥路经常使用哪些方法? ..... 338
- 101. 如何制作测量桥路中的锰铜线电阻? ..... 344

- 102. 如何制作和检查测量桥路中的滑线电阻? .....346
- 103. 如何制作和校验测量桥路中的补偿电阻?..... 349
- 104. 如何对测量桥路中的电阻、连线及开关进行修理?..... 352
- 105. 如何选配稳压电源的主要元件? ..... 353
- 106. 如何正确处理经选择后的稳压电源的主要元件? ..... 354
- 107. 稳压电源的技术要求如何? 怎样进行测试? ..... 359
- 108. 稳压电源经常出现哪些故障? 怎样判别和排除? ..... 362
- 109. 稳压电源在整机上怎样进行调整和维修? ..... 364

## 第二节 微电机

- 110. 对可逆电动机有什么要求? 它的基本结构及工作原理如何? ..... 367
- 111. ND型和ND-D型可逆电动机的品种、技术数据如何? 370
- 112. ND型可逆电动机的主要技术指标如何? ..... 373
- 113. 如何对ND型可逆电动机的主要技术指标进行测试? ... 374
- 114. ND型可逆电动机常见故障有哪些? 怎样检查和修理? 378
- 115. 测速发电机的作用、结构及工作原理如何?..... 382
- 116. 测速发电机的常见故障有哪些? 怎样排除?..... 384
- 117. 同步电动机的用途、动作原理和种类如何?..... 385
- 118. TDY-375型同步电动机的特点及使用注意事项如何? 387
- 119. 同步电动机常见的故障有哪些? 怎样检修?..... 387

## 第三节 电子管放大器

- 120. 电子管放大器的作用如何? 由几部分组成?..... 392
- 121. 变流级的作用和工作原理如何?..... 393
- 122. 振动变流器的结构如何?..... 394
- 123. 振动变流器常见故障有哪些? 如何排除?..... 396
- 124. 如何对振动变流器进行检查和修理?..... 398
- 125. 对振动变流器有哪些主要技术要求?..... 401
- 126. 如何对振动变流器进行调试?..... 404
- 127. 输入变压器有什么作用? 其结构原理如何?..... 411

- 128. 对输入变压器有哪些主要技术要求? 怎样测试?..... 414
- 129. 输入变压器常见故障有哪些? 怎样检查和修理?..... 416
- 130. 电源变压器常见故障有哪些?如何排除? ..... 420
- 131. 电源变压器主要技术指标如何? 怎样测试?..... 422
- 132. 电子放大器中的电压放大级的常见故障有哪些?怎样进行检查? ..... 425
- 133. 如何对电子管进行检查和修理?..... 434
- 134. 如何对电子放大器中的功率放大级进行检查?..... 436
- 135. 电子放大器的主要技术指标如何?..... 437
- 136. 如何对电子放大器进行测试?..... 438
- 137. 如何对电子放大器进行检修?..... 440

#### 第四节 晶体管放大器

- 138. JF型晶体管放大器的分类及其组成部分如何? ..... 449
- 139. 晶体管放大器中振动变流器的使用条件与主要技术指标如何? 输入变压器的主要技术参数如何? ..... 454
- 140. JF-12型晶体管放大器中的电压放大级的组成及其各元件的作用如何? ..... 456
- 141. JF-12型晶体管放大器中的电压放大级对晶体三极管有什么要求? ..... 461
- 142. 晶体管滤波器的作用原理如何? 它与“L”型RC滤波器比较有什么优点? ..... 462
- 143. 耦合变压器的作用及其构造、主要技术要求如何?..... 465
- 144. JF型晶体管放大器中的有耦功率放大级的结构及作用原理如何? ..... 467
- 145. JF型晶体管放大器中的无耦功率放大级的结构和工作原理如何? ..... 471
- 146. JF-12型晶体管放大器是怎样和仪表连接的?..... 476
- 147. 如何对JF-12型晶体管放大器进行检查?..... 477
- 148. 如何判断JF-12型晶体管放大器的故障?.....489

- 149. 如何对JF-12型晶体管放大器的故障进行修理? ..... 492
- 150. JF-12型晶体管放大器的主要技术指标如何? ..... 496
- 151. 如何对JF-12型晶体管放大器的主要技术指标进行测试? 497
- 152. 如何对JF-32型晶体管放大器进行调校及检修? ..... 499

### 第五节 机械传动部分与附加装置

- 153. 如何对E W Y、XWB型仪表的机械传动部分进行调整与修理? ..... 501
- 154. 仪表中平衡机构及转换开关的作用如何? 怎样进行维修? 509
- 155. 仪表中多点间歇机构的作用如何? ..... 510
- 156. 如何调整打印机构和间歇机构? ..... 513
- 157. 仪表中走纸机构的组成如何? ..... 516
- 158. 走纸机构的故障有哪些? 怎样进行检查和调整? ..... 520
- 159. E W Y型仪表电接点式附加装置的原理结构如何? 怎样调整 and 修理? ..... 524
- 160. XWB型仪表电接点附加装置的结构如何? 怎样调整? 529

### 第六节 电子电位差计的干扰和抗干扰

- 161. 干扰对电子电位差计的工作有什么影响? ..... 534
- 162. 干扰的种类及产生干扰的原因如何? ..... 535
- 163. 如何判断和检查仪表是否存在干扰? ..... 544
- 164. 怎样防止横向干扰? ..... 546
- 165. 怎样防止纵向干扰? ..... 552

## 第六章 直流电桥与电子平衡电桥

- 166. 直流单电桥的用途、工作原理及主要技术特性如何? ... 558
- 167. 如何正确使用和维护直流单电桥 ..... 559
- 168. 电子平衡电桥的用途、组成、分类及其特点如何? ..... 563
- 169. 电子平衡电桥的工作原理如何? 它与电子电位差计有什么区别? ..... 564
- 170. 电子平衡电桥的主要技术要求如何? ..... 567

171. 如何对电子平衡电桥进行检定? .....	569
172. 如何调整电子平衡电桥的误差? .....	575
173. 怎样判断电子平衡电桥的故障? .....	576
174. 如何维护和检修电子平衡电桥? .....	577

## 第七章 仪表的使用、检定与维修

175. 评定热工仪表质量的主要技术指标有哪些? .....	579
176. 如何选用热工仪表? .....	581
177. 如何选择测温元件? .....	582
178. 怎样对热工仪表进行小修、中修、大修? .....	585
179. 晶体管自动平衡式显示仪表的型号、用途如何? .....	588
180. E W Y ( E Q Y ) 型仪表的型号、规格及主要技术特性 如何? .....	590
181. E W Y ( E Q Y ) 型仪表的结构如何? .....	592
182. 如何正确使用与维护 E W Y ( E Q Y ) 型仪表? .....	596
183. E W Y ( E Q Y ) 型仪表常见故障、产生原因和排除 方法如何? .....	598
184. E W C 型仪表的特点及使用、维护方法如何? .....	603
185. E W C 型仪表常见故障、产生原因和排除方法如何? ..	608
186. X W A ( X Q A ) 型仪表的型号、特点及其主要技术参数如 何? .....	613
187. X W B ( X Q B ) 型仪表的型号、特点及主要技术参数如何	618
188. X W B ( X Q B ) 型仪表的结构如何? ..	620
189. 如何正确使用和维护 X W B ( X Q B ) 型仪表? .....	624
190. X W B ( X Q B ) 型仪表常见故障、产生原因和排除方法如 何? .....	630
191. 怎样对 X W B ( X Q B ) 型仪表的故障进行检查? .....	634
192. X W C ( X Q C ) 型仪表的型号、主要技术参数如何? ..	638
193. X W C ( X Q C ) 型仪表的结构、特点如何? .....	641

194. 如何正确使用和维护XWC ( XQC ) 型仪表? .....	652
195. XWC型仪表常见故障、产生原因和排除方法如何? ..	659
196. 如何检查XWC型仪表? .....	662
197. XWD型仪表的型号及主要技术特性如何? .....	669
198. XWD型仪表的结构、特点如何? .....	670
199. XWG ( XQG ) 型仪表的特点、型号和主要技术特性如何? .....	674
200. XWG ( XQG ) 型仪表的结构、特点如何? .....	676
201. 电子电位差计的主要技术指标及其基本概念如何? .....	678
202. 如何对电子电位差计进行检定? .....	681
203. 电子电位差计主要技术指标超差的原因有哪些? 怎样消除? .....	685
204. 如何根据电子电位差计的记录曲线来分析仪表的故障? .....	687
205. 如何对电子电位差计的整机进行检查? .....	690
206. 如何对电子电位差计进行分部检查? .....	692
207. 安装电子电位差计应注意哪些问题? .....	697

## 第八章 温度自动控制

### 第一节 温度自动控制电路

208. 温度自动控制系统的组成及其适用范围如何? .....	700
209. 二位式自动控制温度的电路原理如何? .....	701
210. 如何改善二位式调节的效果? .....	703
211. 三位式温度自动控制电路如何?无定位调节的工作方式及工作特性如何? .....	706
212. 可控硅控制温度设备的分类、组成及其在温度自动控制中的作用、特点如何? .....	710
213. ZK-50型 ( ZK- $\frac{100}{200}$ 型 ) 可控硅电压调整器的主要技术指标如何?怎样正确使用和调整? .....	713
214. 饱和电抗器的构造、工作原理及其控温电路如何? .....	717

215. 磁性调压器的构造与控温电路如何? ..... 719
216. 仪表、电器控制机构常见的故障有哪些? ..... 720
- 第二节 电动调节器**
217. XCT-131型时间比例调节仪表的用途及工作原理如何? ..... 721
218. XCT-131型仪表中时间比例调节存在“静差”的原因是什么? 如何消除? ..... 726
219. XCT-131型仪表容易出现哪些故障?产生的原因是什么? 怎样检查和排除? ..... 726
220. XCT型动圈式温度指示(时间比例)调节仪表的主要技术指标和试验、调整方法如何? ..... 730
221. 动圈式时间比例调节仪表(如XCT-131型)与位式调节仪表(如XCT-101型)相比较有什么优点? ..... 734
222. 什么是P·I·D调节? ..... 739
223. XCT型动圈式仪表用P·I·D调节放大器的主要技术指标及测试方法如何? ..... 743
224. XCT-190型动圈式仪表容易出现的故障有哪些? 原因如何? 怎样检查和排除? ..... 746
225. 怎样对XCT型动圈式P·I·D温度指示调节仪表的故障进行分部检查? 怎样调试电流P·I·D调节电路板? ..... 750
226. XCT型动圈式P·I·D温度指示调节仪表的主要技术指标及测试方法如何? ..... 753
227. 电动伺服放大器的用途、工作原理及主要技术指标如何? ..... 755
228. 如何正确使用和调整DF-1型电动伺服放大器? ..... 758
229. 显示仪表附加的电动P·I·D调节器的用途及工作原理如何? ..... 762
230. 电动P·I·D调节器的结构和主要技术参数如何? ..... 764
231. 电动P·I·D调节器的使用方式有哪几种? ..... 765



- 232. 电动P·I·D调节器在使用前怎样对其进行校验? .....768
- 233. 电动P·I·D调节器的使用方法如何? .....770
- 234. 如何对电动P·I·D调节器的故障进行检修?..... 774