

修

订

版

温度测量 与仪表维修问答

刘常满

编著

中国计量出版社



温度测量与 仪表维修问答

(修订版)

刘常满 编著

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

温度测量与仪表维修问答/刘常满编著. —修订本. —北京:中国计量出版社, 2000. 1

ISBN 7-5026-1132-0

I. 温… II. 刘… III. ①温度测量-基本知识-问答②温度测量-仪表维修-问答 IV. TH811-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 28041 号

内 容 提 要

本书对温度计量、测量的基本概念,常用测温仪表的原理、构造、检定与检修技术、使用与维护方法,温度测量与炉温自动控制技术以问答的形式系统作了介绍。主要内容包括:测量与计量;有关测温的基本概念;测温仪表检修中常用的仪器仪表;膨胀式温度计;热电阻与热电偶;动圈式温度仪表;电子电位差计与自动平衡电桥;辐射式测温仪表;数字式温度仪表及智能化数字式温度仪表;测温仪表的现场使用、维护和炉温测量以及炉温的自动控制技术等。本书可供工业自动化领域的工程技术人员、仪表工人、现场检修与维护人员、炉温测量与控制装置的设计人员阅读,也可供有关院校师生作为教学参考用书。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

北京迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850mm × 1168mm 32 开本 印张 19.375 字数 492 千字

2000 年 1 月第 2 版 2000 年 1 月第 5 次印刷

*

印数:56001—60000 册 定价:30.50 元

再 版 前 言

《温度测量与仪表维修问答》是按实际工作需要而编著的实用性很强的图书。自 1986 年出版以来,曾多次重印发行,成为我社畅销书之一,深受广大读者的欢迎。

这次修订再版是应有关专业工程技术人员和仪表工人及广大读者的要求,考虑到 10 多年来,仪表技术的迅速发展、国际温标的变更、技术标准的更改,急需将原版书进行修订。

这次修订,除删掉不少旧型仪表的内容外,还对各章中与国际及国家标准、'90 国际温标的内容不符之处都进行了全面修订。此外,补充的内容还有:

1. 8 种国际通用热电偶的性能、参数和技术特性。
 2. 对于附录中几种标准化热电偶分度表按'90 温标全部修订和补充为 8 种,并增加了 8 种国际通用标准化热电偶整百度热电势标准值。
 3. 对于热电偶用补偿导线按国家新标准作了较为详细的介绍。
 4. 热电阻、热电偶的国家标准型谱系列。
 5. 数字式温度仪表及智能化数字式温度仪表的原理、检定、调校方法、现场使用和维护技术。
 6. 锻、铸造中的温度测量。
 7. 热处理炉有效加热区的温度测量。
 8. 测量仪表在炉温自动调节中应用的典型实用线路。
 9. 引进及引进生产的智能控温仪与新型周波控制器或新型固态继电器组成的炉温自动控制系统的电器控制线路。
 10. 计算机在温度检测、监控及设定点控制中的应用。
- 这次修订此书的目的是想给温度计量测试与仪表检修维护人

员提供一本可靠实用,较为全面的温度检测与炉温控制用书,以便在工作中遇到实际问题时查找;也为从事炉温测量及炉温自动控制系统设计、现场安装调试的工程技术人员、热处理工艺人员以及有关专业的大专院校师生提供一本实用的参考书籍。

该书在修订出版过程中得到了中国计量出版社领导、责任编辑刘长顺同志以及本人所在单位领导的鼎力相助和支持,在此一并致谢。

尽管该书的内容多数都是本人几十年实践工作经验的总结,有的炉温控制线路是本人设计制造并已用于生产的,但由于近年来,电子及微电脑测试技术的迅速发展,仪表的不断更新,再加上本人水平有限,掌握的资料不足,错误及不足之处在所难免,望读者批评指正。

刘常满

1999年7月

前 言

温度测量是工业、农业、国防和科研等部门最普遍的测量项目。从事温度计量、测试以及测温仪表检定、修理、使用和维护的广大仪表人员,需要系统掌握专业知识和维修技术,作者在有关单位领导和同志们的支持下,根据本人多年工作实践经验并参阅有关资料编成此书,以饯读者。

在编写中,考虑到实际工作的需要,在内容上注意了知识性和实用性相结合,叙述尽量做到简明扼要、通俗易懂。考虑到知识的系统性,介绍从温度计量与测试的基本概念开始,由浅入深地述及各类常用温度检测仪表的结构原理、检定和检修方法、现场使用和维护常识以及测量方法和自动控制技术等等。

本书在1982年曾以《温度测量与仪表技术问答300例》由贵州省计量测试学会安顺分会内部发行。两年多来,许多读者纷纷来信反映有实用价值,并提出了一些宝贵意见,要求增添新的内容。为此,对原稿进行了修改和补充,完成了“500例”的初稿。初稿经中国计量科学研究院热工处凌善康副研究员审阅;又经清华大学工业自动化系师克宽教授、王家桢副教授进行了认真的审阅,提出了许多修改意见。根据专家们和出版社编辑的意见,再次修改和纠正了原稿中的一些不妥之处,删掉一些旧型仪表的内容,同时增补新型温度测量与自动控制仪表部分,并且较多地增加了实用检修内容,编成现在的《温度测量与仪表维修问答》。

本书在编写、修改和出版过程中得到计量出版社图书编辑室副主任樊绪昕同志以及本书责任编辑吴全同志的热心相助;还得到天津大学自动化仪表教研室张立儒副教授、王桂珠讲师以及本人所在单位的领导和同志们的帮助。借此机会对上述专家、教授、编辑和所有关心、帮助本书出版的同志们一并致谢。

由于本书编写时间仓促,加之本人水平所限,错误与不妥之处敬请读者批评指正。

刘常满

1984 年 10 月

目 录

第一章 测量与计量

1. 什么是测量？	(1)
2. 测量的目的是什么？	(2)
3. 测量技术包括哪些方面？	(2)
4. 测量如何分类？	(2)
5. 测量方法有几种？	(3)
6. 什么是测量结果的算术平均值？	(4)
7. 为什么测量同一量时往往要进行多次测量,并用其算术平均值 作为测量结果？	(4)
8. 什么是测量误差？ 什么叫修正值？ 如何利用修正值？	(4)
9. 为什么测量结果都含有误差？	(6)
10. 在应用误差公式求算误差时应注意些什么？	(6)
11. 误差的主要来源有哪些？	(6)
12. 按测量误差的性质可将误差分为几类？	(7)
13. 测量误差的表示方法有哪些？ 各有什么性质？	(8)
14. 在仪表检定中,如何确定标准仪表与被检仪表的误差关系？	(9)
15. 什么是测量结果的真实值？	(10)
16. 什么是测量结果的有效数字？	(10)
17. 测量结果的有效数字如何表示？	(11)
18. 有效数字的修约规则是什么？	(11)
19. 有效数字的运算法则是什么？	(12)
20. 在测量中,误差与测量结果的数字位数如何表示？	(14)
21. 近似数运算时,其运算结果的位数如何确定？	(14)
22. 检定数据为什么要修约？	(14)
23. 什么叫修约间隔？ 修约间隔是怎样规定的？ 修约间隔的有效数字 有哪几种？	(15)

24. 什么叫舍入误差? 舍入误差是怎样规定的?	(15)
25. 什么是 2,5 间隔修约法? 其修约方法是怎样的?	(15)
26. 什么是计量? 现代计量包括哪些内容?	(16)
27. 计量工作的方针、任务是什么?	(16)
28. 计量工作在国民经济建设中起什么作用?	(16)
29. 什么是计量单位?	(17)
30. 我国采用的是什计量单位? 什么是国际单位制? 它有哪些 基本单位和辅助单位? 它是如何构成的?	(19)
31. 我国法定计量单位是如何构成的? 它与国际单位制单位有何 区别?	(20)
32. 什么是计量器具和计量仪器(仪表)? 如何选择?	(20)
33. 什么是国家计量基准器、计量标准器和计量标准装置?	(21)
34. 什么是计量检定? 它有什么特点和类别?	(21)
35. 什么是周期检定? 为什么要进行周期检定?	(22)
36. 什么是检定系统? 为什么要制定检定系统?	(22)
37. 什么是量值和量值传递? 量值传递有几种方式? 怎样才能保 证量值的统一?	(24)

第二章 有关测温的基本概念

38. 什么叫温度?	(25)
39. 什么叫温标? 目前世界各国采用的温标有哪几种?	(26)
40. 什么是经验温标? 它们是如何定义的? 它们之间如何换算?	(28)
41. 什么是热力学温标?	(28)
42. 什么是国际实用温标? 我国目前采用的是什温标?	(30)
43. 国际实用温标应具备的三条基本原则是什么? 构成国际实用 温标的三要素是什么?	(31)
44. 1990 年国际实用温标有哪两种温度? 它们的单位和符号是 什么? 如何换算?	(31)
45. 我国的温标是如何传递的?	(32)
46. 什么叫测温仪表的准确度和准确度等级?	(32)
47. 什么是测温仪表的稳定性? 如何衡量和测试?	(33)
48. 什么是温度测量的复现性和重复性?	(34)
49. 什么叫测温仪表的灵敏度? 如何衡量?	(34)

50. 什么是测温仪表的全行程时间?	(34)
51. 什么是测温仪表的示值基本误差和允许基本误差?	(35)
52. 评定测温仪表品质好坏的技术指标是什么? 仪表的性能主要 取决于什么?	(35)
53. 测温仪表由哪几部分组成? 它是如何测量温度的?	(36)
54. 测温仪表按测量方法如何分类?	(36)
55. 测温仪表按作用原理如何分类?	(37)
56. 测温仪表按其功能如何分类?	(38)
57. 测温仪表按显示方法如何分类?	(39)
58. 测温仪表按测量范围如何分类?	(39)
59. 常用工业温度计的测温范围是多少?	(39)
60. 在使用测温仪表时, 主要应考虑仪表哪些性能?	(39)
61. 检定测温仪表有哪些方法和要求?	(40)

第三章 测温仪表检修中常用的仪器仪表

62. 在测温仪表检修中常用的电工量具和仪器有哪些? 它们有什 么作用?	(42)
63. 测温仪表检修中常用的测试仪器有哪些? 它们有什么作用?	(44)
64. 什么是标准电池? 如何分类?	(45)
65. 什么是饱和标准电池和不饱和标准电池?	(46)
66. 标准电池的技术指标有哪些?	(47)
67. 光对标准电池有何影响?	(48)
68. 标准电池的主要技术参数有哪些?	(49)
69. 标准电池的使用温度范围是多少?	(49)
70. 饱和标准电池在使用中为什么要尽量保证两极间的温度一致? ...	(50)
71. 标准电池瞬时短路是否会造成永久性的失效?	(50)
72. 标准电池在使用中应注意些什么?	(50)
73. 什么是标准电阻? 它是什么材料制成的? 它在温度测量中有 什么用途?	(51)
74. 标准电阻的四个端钮在电路中如何连接?	(51)
75. 标准电阻在使用中应注意些什么?	(52)
76. 什么是电阻箱? 它在温度测量中起什么作用?	(53)
77. 电阻箱在储存和使用中应注意些什么?	(53)

78. 什么是磁电式直流检流计？它在温度测量中有什么作用？	(53)
79. 磁电式直流检流计的结构原理是什么？	(54)
80. 磁电式直流检流计的主要技术特性有哪些？	(54)
81. 什么叫检流计的外临界阻值？如何选用？	(56)
82. 如何根据检流计的灵敏度来选用检流计？	(57)
83. 磁电式检流计在使用和维护时应注意些什么？	(57)
84. 什么是晶体管检流计？它有什么特点？	(58)
85. 晶体管检流计有什么用途？	(58)
86. 晶体管检流计有哪些类型？	(59)
87. 晶体管检流计的工作原理是什么？	(59)
88. 什么是直流单电桥？其测量原理是什么？	(60)
89. 为什么直流单电桥的准确度能做得很高？	(61)
90. QJ23 电桥的结构原理是怎样的？	(61)
91. QJ23 电桥在使用和维护中应注意些什么？	(62)
92. 什么是直流双电桥？它有什么用途？	(63)
93. QJ103 直流双电桥的结构如何？	(63)
94. 使用直流双电桥时应注意些什么？	(64)
95. QJ103 型直流双电桥如何使用？	(64)
96. 什么是直流电位差计？它在温度测量中起什么作用？	(65)
97. 直流电位差计的工作原理是什么？	(65)
98. 用直流电位差计和用磁电式(动圈式)电压表测量电压有什么 么不同？	(66)
99. 直流电位差计的准确度主要决定于什么因素？	(66)
100. 直流电位差计如何分类？它有哪些主要技术特性？	(66)
101. 怎样选用直流电位差计？	(67)
102. 如何选用直流电位差计的配套仪器？	(67)
103. 直流电位差计由几个回路组成？如何判断各回路是否有 故障？	(70)
104. 直流电位差计超差的实质是什么？如何排除直流电位差计的超 差故障？	(71)
105. 如何维护和使用直流电位差计？	(72)
106. 什么是兆欧表？它在测温仪表检修中有什么作用？	(73)
107. 兆欧表的结构是怎样的？	(73)

108. 兆欧表如何使用？	(74)
109. 超低频正弦波发生器的原理是什么？有什么用途？如何自制和使用？	(75)
110. CDF-1 型超低频信号发生器和 VR-1 型多点发生器有什么特点？	(77)
111. XC-3 型便携式“mV、mA”多用检测仪有什么特点和用途？如何使用？	(78)
112. WYYS -1 型温度显示仪表综合测试仪有什么使用特点？它可以测量温度仪表的哪些性能？其测试原理是怎样的？	(79)
113. 如何利用 WYYS -1 型综合测试仪来测试温度显示仪表的性能？	(81)
114. 如何利用 WYYS -1 型温度显示仪表综合测试仪来检定温度显示仪表？	(83)
115. 什么是 TC -900 多功能仪表校准仪？它的性能特点和用途是什么？	(84)
116. 什么是 HC 系列万用现场校验仪？它有什么性能特点和用途？	(85)

第四章 膨胀式温度计

117. 什么是膨胀式温度计？它有哪些类型？	(87)
118. 膨胀式温度计的测温范围是多少？它主要用在什么场所？	(87)
119. 玻璃液体温度计的测温原理是什么？	(88)
120. 玻璃液体温度计的结构如何？它有哪些类型？	(88)
121. 对玻璃液体温度计的玻璃外壳有什么要求？它有什么作用？	(88)
122. 玻璃液体温度计的感温泡和毛细管的主要作用是什么？对它们有什么要求？	(89)
123. 玻璃液体温度计对填充的工作液体有什么要求？常用的填充液体有哪些？	(89)
124. 玻璃液体温度计有几种？其结构如何？	(90)
125. 什么是电接点式温度计？它是如何控温的？	(90)
126. 什么是标准水银温度计？它的等级是如何划分的？	(91)
127. 工厂计量室用的标准水银温度计是几等的？它主要用来检定什么？	(92)

128. 工业用水银温度计有什么特点和用途?	(92)
129. 有机液体玻璃温度计有什么特点和用途?	(93)
130. 玻璃液体温度计在使用中出现液柱断裂或挂壁时, 如何消除?	(93)
131. 工业用玻璃液体温度计如何检定?	(94)
132. 使用玻璃液体温度计时应注意些什么?	(96)
133. 什么是固体膨胀式温度计? 它有哪些类型?	(97)
134. 双金属温度计的测温原理是什么?	(97)
135. 杆式固体膨胀温度计的结构原理是怎样的?	(97)
136. 双金属温度计的结构原理是什么?	(97)
137. 双金属温度计的测量范围是多少? 它有什么用途?	(99)
138. 双金属温度计如何检定?	(99)
139. 双金属温度计如何使用和维护?	(100)
140. 什么是压力式温度计? 它有哪些类型?	(100)
141. WTQ 型充气压力式温度计有什么用途?	(101)
142. 压力式温度计由哪几部分组成? 其结构原理是什么?	(101)
143. 对压力式温度计的温泡有什么要求?	(101)
144. 对压力式温度计的毛细管有什么要求?	(102)
145. 用来补偿压力式温度计环境温度误差的方法有哪些? 是如何补偿的?	(102)
146. 压力式温度计的灵敏度主要决定于什么?	(103)
147. 如何修理压力式温度计中的弹簧管?	(104)
148. 压力式温度计传动机构经检修后装配有何要求?	(104)
149. 如何检查和修理压力式温度计封闭系统的密封性?	(104)
150. 压力式温度计有什么使用特点?	(105)
151. 什么是蒸气压力式温度计?	(106)
152. 蒸气压力式温度计具有什么特点?	(106)
153. 如何检定和校验压力式温度计?	(107)
154. 压力式温度计在使用和维护时应注意些什么?	(109)

第五章 热电阻与热电偶

155. 什么是热电阻?	(111)
156. 热电阻的测温原理是什么?	(111)

157. 什么是标准化热电阻? 工业标准化热电阻有哪些?	(112)
158. 什么是非标准化热电阻? 它主要有哪些类型? 测量范围是 多少?	(112)
159. 什么是热敏电阻? 它有什么特点?	(113)
160. 什么是铠装热电阻? 它有什么特点?	(113)
161. 什么是薄膜热电阻? 它主要用在什么场所?	(114)
162. 工业用热电阻有哪些基本技术特性?	(114)
163. 我国标准型热电阻的主要型谱系列是怎样的?	(118)
164. 对热电阻材料有何要求?	(118)
165. 目前我国用来制造热电阻感温元件骨架的材料有哪些? 其 物理、化学性能及特点是什么?	(120)
166. 我国用来制造热电阻感温元件引出线的材料有哪些?	(121)
167. 热电阻由哪几部分构成? 对热电阻保护管有何要求? 常用来 作保护管的材料有哪些?	(122)
168. 在处理热电阻故障时应注意些什么?	(122)
169. 如何检查热电阻的好坏?	(122)
170. 热电阻短路后如何处理?	(123)
171. 怎样检定热电阻?	(123)
172. 什么是热电偶? 它的测温原理什么? 它的型谱系列是怎 样的?	(124)
173. 对热电偶的材料有什么基本要求?	(126)
174. 热电极材料有哪些类别?	(127)
175. 热电偶的热电特性由哪些因素决定? 它与热电偶的长度和直 径是否有关?	(127)
176. 工业用热电偶的结构如何?	(127)
177. 常用来作热电偶保护管的材料有哪些? 它们的性能和用途是 什么?	(129)
178. 热电偶按结构形式分哪几种类型? 它们的主要用途是 什么?	(131)
179. 普通工业型热电偶有几种? 它们的型号和分度号是什么? 各 自的测温范围是多少? 适合在何种环境中使用?	(132)
180. 为什么普通型工业用热电偶应符合分度表? 标准化分度表有 哪些?	(141)

181. 利用热电偶测温具有什么特点?	(142)
182. 什么叫标准化热电偶? 标准化热电偶有哪些?	(142)
183. 什么叫非标准化热电偶? 非标准化热电偶有哪些?	(144)
184. 什么叫标准热电偶? 工厂温度计量常用的标准热电偶有 哪些?	(145)
185. 我国标准热电偶是如何传递的?	(146)
186. 普通工业型热电偶的技术特性有哪些?	(146)
187. 什么叫热电偶的时间常数? 如何测量?	(148)
188. 什么叫热电偶的稳定性? 影响热电偶稳定性的主要因素有 哪些?	(148)
189. 热电偶的热电动势稳定性试验如何进行?	(149)
190. 什么是热电偶的均匀性? 引起热电偶不均匀的因素有 哪些?	(150)
191. 什么是铠装热电偶? 它有哪些类型?	(151)
192. 铠装热电偶在测温中有什么优点?	(153)
193. 什么是薄膜热电偶? 它有哪些用途?	(154)
194. 热电偶参考端为什么要求处于 0℃?	(154)
195. 热电偶参考端修正有几种方法?	(154)
196. 什么是参考端温度补偿器? 其补偿原理是什么?	(156)
197. 使用参考端温度补偿器应注意些什么?	(156)
198. 什么是补偿导线?	(158)
199. 热电偶在使用时为什么要连接补偿导线?	(158)
200. 如果补偿导线选错了或接反了, 给测量结果会带来什么 影响?	(158)
201. 如何判别补偿导线的极性?	(159)
202. 补偿导线有哪些型号和规格?	(160)
203. 在使用补偿导线时应注意些什么? 它在现场测温中有什么 作用?	(167)
204. 热电偶为什么要进行周期检定?	(168)
205. 检定热电偶有哪几种方法? 工厂一般采用什么方法?	(168)
206. 什么是比较法检定热电偶? 它有哪些连接方式?	(168)
207. 什么是双极法? 利用双极法检定热电偶具有什么特点? 检定 时应注意些什么?	(169)

208. 什么是同名极法? 它具有什么特点?	(169)
209. 采用同名极法检定热电偶应注意些什么?	(170)
210. 什么是微差法? 采用微差法检定热电偶有什么特点?	(171)
211. 采用微差法检定热电偶应注意些什么?	(171)
212. 如何用比较法检定工业用热电偶? 检定时需要什么仪器和设备?	(171)
213. 对于检定工业用热电偶的检定炉有什么技术要求? 检定炉在使用时应注意些什么?	(173)
214. 在用比较法检定热电偶时为什么要对炉内温度的变化进行规定? 是怎样规定的?	(174)
215. 在检定工业用热电偶时为什么标准偶要用保护管?	(174)
216. 为什么要测定检定炉的轴向温场? 如何测定?	(174)
217. 热电偶在检定前如何进行外观检查?	(176)
218. 怎样鉴别热电偶的损坏程度? 如何处理?	(176)
219. 贵金属热电偶在检定前为什么要进行清洗和退火? 是怎样进行的?	(177)
220. 为什么一般不用高阻电位差计来测量热电偶的热电势?	(178)
221. 检定工业用热电偶的标准热电偶为什么还必须定期进行监督性校验?	(178)
222. 什么是热电偶的自动检定? 目前国内热电偶自动检定有几种情况?	(179)
223. 什么是 TP-801 热电偶、热电阻自动检定仪? 其工作过程是怎样的?	(180)
224. 什么是 RZJ 系列智能热工自动检定仪? 它有什么特点? 其工作过程是怎样的?	(181)
225. 对热电偶焊接质量有什么要求?	(182)
226. 热电偶测量端的焊接方法有哪些?	(183)

第六章 动圈式温度仪表

227. 什么是动圈式温度仪表?	(186)
228. 全国统一设计的动圈式仪表的型号命名是怎样的?	(187)
229. 动圈式温度仪表具有什么特点?	(188)
230. 动圈式温度仪表由哪几部分组成?	(188)

231. 动圈式温度仪表磁路系统的结构特点是什么? 它的张丝支承机构由哪几部分组成? (189)
232. 动圈式温度仪表中磁分路调节片的作用是什么? 改变磁分路调节片的位置对示值有何影响? (190)
233. 为什么动圈式温度仪表的标尺刻度线上要安装一块与刻度线平行的镜面压板? (190)
234. 我国生产的 XC 系列动圈式温度仪表的动圈结构是怎样的? 它是用什么材料做成的? (191)
235. 动圈式温度仪表中张丝的作用是什么? 常用何种规格的张丝? (191)
236. 如何更换动圈式温度仪表中的张丝? (192)
237. 配热电偶的动圈式温度仪表的测量电路是怎样的? 各电阻的作用是什么? (192)
238. 动圈式温度仪表为什么要采用温度补偿电阻? 它是如何起补偿作用的? (193)
239. 配热电偶用动圈式温度仪表为什么要在动圈回路中串联一个量程电阻? (193)
240. 动圈式温度仪表的量程电阻 R_s 如何计算? (194)
241. 动圈式温度仪表为什么要规定外线路电阻? (196)
242. 动圈式温度仪表的外线路电阻包括哪几部分? 当外线路电阻不符合要求时, 对测量结果有何影响? 如何调整? (196)
243. XCT-101 型动圈式温度仪表为什么要设置断偶保护电路? 它是如何起保护作用的? (197)
244. 动圈式温度仪表指针不回零位是什么原因造成的? 如何排除? (198)
245. 动圈式温度仪表指针移动缓慢是什么原因造成的? 如何排除? (198)
246. 动圈式温度仪表指示误差和回程误差超差是什么原因造成的? 如何调整和排除? (199)
247. 造成动圈式温度仪表指针“呆”或“卡”的原因是什么? (200)
248. 当给动圈式温度仪表送信号时, 指针不动作或不稳定是什么原因造成的? (200)
249. 如何拆卸动圈式温度仪表的可动线圈? (200)