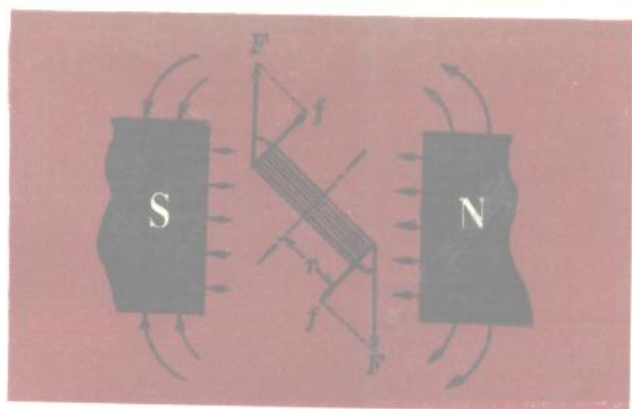


动圈式仪表

原理、使用、调修200问

刘常满 编著



中国计量出版社

动 圈 式 仪 表

原理、使用、调修 200 问

刘常满 编著

中国计量出版社

内 容 提 要

本书以问答形式对动圈式仪表的原理、结构、调修、检定、现场安装与使用、维护等作了全面系统的介绍。在着重分析仪表故障的基础上,较为详细地阐述了检修方法和调校步骤。对涉及到的电工及无线电基础知识,书中也作了适当介绍。此外,还列举了若干仪表在自动调节系统中应用的实例。

主要包括:动圈式仪表的基本概念;电工及无线电基础;动圈式仪表的结构与原理;动圈式仪表的调节电路;动圈式仪表的修理、调试与检定;动圈式仪表的现场使用与维护;带调节的动圈式仪表在自动调节系统中的应用等七章和八个附录。

本书可供工业自动化领域的仪表工人、技术人员、现场检修与维护人员以及热工计量测试人员阅读,也可作为动圈式仪表专用培训教材和工人晋级考核出题与复习的参考资料,并可供有关学校师生参考。

动圈式仪表原理、使用、调修 200 问

刘常满 编著

责任编辑 吴 全

中国计量出版社出版

北京和平门 11 区 7 号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—*—

开本 187×1092/32

1989 年 3 月第 1 版

印张 10.5 字数 229 千字

1989 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—12000

ISBN 7-5026-0204-6/TB·176

定价 4.70 元

前 言

在我国，用于热工参数指示与控制的工业自动化模拟仪表主要是自动平衡记录仪和动圈式指示调节仪。前者虽具有精度高、可靠性好的特点，但由于结构复杂、价格昂贵、维修技术要求高，所以主要用于大型企业。而本书所要介绍的动圈式仪表，则因其体积小、重量轻、使用方便、读数直观、维修量小、价格低廉等特点，在科研、国防、冶金、机械、电力、化工、石油、轻纺、食品等部门得到广泛的应用。近十几年来，随着我国仪表工业的发展，动圈式仪表的指示和控制精度不断提高。改型的动圈式仪表克服了原有仪表的主要缺点，它指示稳、抗振性强、输入阻抗高，因而使用范围更为广泛。随着工业生产中技术改造的深入进行和许多中小型企业、乡镇企业的不断兴起，动圈式仪表的需要量必将成倍增加。为了配合这一发展趋势，作者根据有关资料，并结合自己多年从事仪表专业工作的经验，写成此书，以飨读者。

本书以介绍我国统一设计、生产的动圈式仪表的原理、结构、故障检修方法、调试与检定步骤、使用与维护，以及控制技术为主要目的。作者力求用深入浅出、通俗易懂的文字，并辅以大量图表，以问答形式全面系统地将这些知识介绍给读者，愿能为普及动圈式仪表的知识，培训动圈式仪表的调修、使用、维护专业人员，提高动圈式仪表的有效使用率作出自己力所能及的贡献。

本书承蒙中国计量科学研究院副研究员杨家桂同志审阅

并提出许多宝贵的修改意见，在编写和出版过程中，又得到中国计量出版社第一图书编辑室副主任窦绪昕同志，以及责任编辑吴全同志的热忱帮助。在此一并致以衷心的感谢！

对于书中的错误与疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

刘 常 满

1986 年 12 月

目 录

第一章 动圈式仪表的基本概念

1. 什么是动圈式仪表? (1)
2. 我国动圈式仪表的发展情况如何? (2)
3. XC 系列动圈式仪表的主要技术指标有哪些?
对它们有什么要求? (3)
4. 目前我国工业上广泛使用的动圈式仪表有
哪些系列? 如何分类? (5)
5. 全国统一设计的动圈式仪表的型号代表什么
意义? (7)
6. 目前国内改型的动圈式仪表有哪些? XF 系
列动圈式仪表有什么特点? (7)
7. 什么是 XJ 系列动圈式仪表? 它有哪些特点?
其测量原理是什么? (12)
8. XC 系列动圈式仪表有哪些特点? (17)
9. XC 系列动圈式仪表与自动平衡记录仪相比
有什么特点? (17)
10. 动圈式仪表有什么用途? (18)
11. 什么是动圈式仪表的量程? 它有哪两种表示
方法? (19)
12. 什么是动圈式仪表的准确度和准确度等级?
..... (19)

13. 什么是动圈式仪表的灵敏度？它如何衡量？ (19)
14. 评定动圈式仪表品质好坏的技术指标有哪些？动圈式仪表的测量精度主要取决于什么？ (20)
15. 什么是测量误差？测量误差有哪几种？它是如何产生的？ (21)
16. 动圈式仪表的误差分哪些类？产生误差的原因是什么？ (23)
17. 什么是动圈式仪表的最大允许基本误差？ (24)
18. 什么是动圈式仪表的回程误差？它是如何产生的？ (24)
19. 什么是动圈式仪表的接点动作误差和接点动作不灵敏区？ (25)
20. 什么是动圈式仪表的比例带和 PID 动态特性？ (25)

第二章 电工及无线电基础

21. 什么是电场和电场强度？ (26)
22. 什么是电位能、电位和电位差？ (27)
23. 什么是电流和电流强度？电流是如何形成的？ (28)
24. 什么是电阻？它在电路中有哪几种连接方式？ (29)
25. 什么是欧姆定律和基尔霍夫定律？ (31)
26. 什么是磁场和磁力线？磁场对电流有何作用？ (32)
27. 通电导体在磁场中运动的情况是怎样的？

- 什么是左电动机定则? (34)
28. 什么是磁感应强度和磁通量? (34)
29. 磁场对载流直导线的作用力是怎样的? (35)
30. 磁场对载流平面线圈的作用力矩是怎样
的? (36)
31. 什么是晶体二极管? 它的单向导电特性是
怎样的? (38)
32. 晶体二极管的伏安特性曲线是怎样的? (39)
33. 晶体二极管有哪些主要参数? 如何判断
晶体二极管的极性及其质量好坏? (40)
34. 晶体二极管在使用时应注意些什么? (41)
35. 什么是单相桥式整流电路? 其整流原理是
怎样的? (41)
36. 稳压二极管的稳压工作原理是什么? (43)
37. 什么是晶体三极管? 它的放大原理是什么? (45)
38. 晶体管是如何命名的? 如何判别晶体三极
管的类型、好坏及极性? (47)
39. 什么是晶体三极管的特性曲线? 共发射极
电路的特性曲线有哪些? (49)
40. LC 并联谐振回路是怎样工作的? (52)

第三章 动圈式仪表的结构与原理

41. XC 系列动圈式仪表由哪几部分组成? 各
部分的作用是什么? (55)
42. XC 系列动圈式仪表的内部结构是怎样的? ... (56)
43. 为什么要在动圈式仪表的面板上安装一块

- 与分度标尺平行的镜面压板? (58)
44. XC系列动圈式仪表的主要技术指标有哪些? ... (58)
45. 对 XC 系列动圈式仪表的测量机构有什么
要求? (59)
46. XC 系 列动圈式仪表测量机构的工作原理
是什么? (60)
47. 为什么 XC 系列动圈式仪表永久磁铁的极
靴要做成同心径向形状? (62)
48. 动圈式仪表磁路系统的结构是怎样的? 它
有什么特点? (64)
49. 动圈式仪表的磁分路调节片有何作用? 改
变它的位置对仪表示值有何影响? (65)
50. 动圈式仪表支承动圈的方式有哪些? 它们
各有什么特点? (66)
51. XC 系 列动圈式仪表的张丝支承机构是怎
样的? (67)
52. 张丝在动圈式仪表中有何作用? 它有哪些
规格? 如何选用? (68)
53. XC 系 列动圈式仪表测量机构中的限制器
起什么作用? 它的结构是怎样的? (70)
54. 动圈式仪表的动圈结构是怎样的? 它是用
什么材料做成的? (71)
55. 为什么要对动圈式仪表中的动圈进行温度
补偿? 怎样进行补偿? (71)
56. 动圈式仪表的动圈补偿电阻如何计算? (73)
57. 什么是动圈式仪表的量程电阻? 为什么要
把它串接在动圈回路中? (75)

58. 对于大信号的动圈回路, 为什么还要并联一个电阻 R_{b2} 在动圈两端? (75)
59. 为什么要将 XC 系列动圈式仪表的内阻做得很大? (76)
60. 动圈式仪表的阻尼是怎样实现的? (77)
61. 配接热电偶的动圈式仪表与老式毫伏计相比, 在结构和线路上有哪些重大改进? (78)
62. 配接热电偶的动圈式仪表的测量电路的作用是什么? (79)
63. 配接热电偶的动圈式仪表的测量电路是怎样的? 电路中各元件的作用是什么? (80)
64. 配接热电偶的动圈式仪表的量程电阻 R_s 如何计算? (80)
65. 配接热电偶的动圈式仪表为什么要设置断偶保护电路? 断偶保护电路是怎样工作的? ... (82)
66. 配接热电偶的动圈式仪表的断偶自动保护电路的结构和原理是怎样的? (83)
67. 配接热电阻的动圈式仪表的测量电路是怎样的? 它的工作原理是什么? (86)
68. 在设计配接热电阻的动圈式仪表的测量电路时都作了哪些方面的考虑? (88)
69. 配接热电阻的动圈式仪表测量电路中各元件的作用是什么? (89)
70. 配接热电阻的动圈式仪表的稳压电源由几部分组成? 各部分的作用是什么? (90)

第四章 动圈式仪表的调节电路

- 71. 动圈式仪表的调节电路有哪几种形式? (95)
- 72. 什么是继电器输出的位式调节? 它有哪两种形式? (96)
- 73. 继电器输出的位式调节电路由几部分组成? 其基本工作原理是什么? (98)
- 74. 带位式调节的动圈式仪表是怎样实现起振与停振的交替的? (100)
- 75. 动圈式仪表位式调节电路中功放级的工作原理是怎样的? 电路中各元件的作用是什么? (101)
- 76. 什么是三位调节仪表? 宽带三位和狭带三位有何不同? (103)
- 77. 带位式调节的动圈式仪表的调节过程是怎样的? (105)
- 78. 什么是时间比例调节? (106)
- 79. 为什么动圈式仪表要采用继电器输出的时间比例调节电路? (107)
- 80. 继电器输出的时间比例调节电路的工作原理是怎样的? (108)
- 81. 时间比例调节电路有哪几个主要指标? (110)
- 82. 在时间比例调节电路中, 温度对动作周期的影响是怎样得到补偿的? (111)
- 83. 什么是PID调节作用? (112)
- 84. PID参数的变化对调节过程有什么影响? (117)
- 85. 动圈式仪表所带的PID调节有哪几种? (118)
- 86. 带连续电流输出PID调节的动圈式仪表

- 有何用途? (119)
87. 带连续电流输出 PID 调节的动圈式仪表是由哪儿部分组成的? (120)
88. 连续电流输出 PID 调节电路的工作原理是怎样的? (120)
89. 在连续电流输出 PID 调节电路中, 当 PID 反馈回路处于开环状态时, 其工作情况是怎样的? (122)
90. 当动圈式仪表的 PID 调节电路处于比例状态时, 其工作情况是怎样的? (123)
91. 当动圈式仪表的 PID 调节电路处于正常工作状态时, 其工作情况是怎样的? (125)

第五章 动圈式仪表的修理、调试与检定

92. 在检修动圈式仪表时怎样调整其机械零点? ... (130)
93. 动圈式仪表指示指针调不到零位的原因是什么? 遇此情况如何处理? (130)
94. 动圈式仪表平衡不好的原因是什么? 遇此情况如何调整? (131)
95. 动圈式仪表为什么要设置平衡锤? 对仪表的平衡性能有什么要求? (132)
96. 在调修动圈式仪表时, 发现倾斜影响超差应如何调整? 调整时应注意些什么? (133)
97. 动圈式仪表指针移动缓慢的原因是什么?

- 遇此情况如何处理? (134)
98. 动圈式仪表指针“呆”或“卡”的原因是
什么? 遇此情况如何处理? (135)
99. 动圈式仪表指示误差不均匀、变差大或回零
性差的原因是什么? 遇此情况如何处理? (136)
100. 如何将动圈式仪表中的动圈从磁路系统中
取出? (137)
101. 当动圈式仪表中的动圈发生变形时如何校
正? (137)
102. 当动圈式仪表中的动圈发生断路时如何修
理? (138)
103. 动圈式仪表中的动圈损坏后如何绕制? (138)
104. 动圈的浸渍工艺是怎样的? (139)
105. 在更换动圈式仪表的张丝前, 应如何检查
新张丝的质量? (141)
106. 如何更换动圈式仪表中的张丝? (142)
107. 张丝支承机构中弹簧片的热处理和酸洗钝
化工艺是怎样的? (144)
108. 配接热电偶的动圈式仪表指示指针不动或不
稳定的原因是什么? 遇此情况如何处理? (146)
109. 配接热电偶的动圈式仪表指示值比实际值
高的原因是什么? 遇此情况如何处理? (147)
110. 配接热电偶的动圈式仪表指示值比实际值
低的原因是什么? 遇此情况如何处理? (147)
111. 配接热电偶的动圈式仪表如何更改量程? (148)
112. 动圈式仪表测量电路中电阻的绕制过程和
老化工艺是怎样的? (150)

113. 配接热电偶的动圈式仪表的测量电路经
检修后为什么要进行调试？如何调试？………… (151)
114. 配接热电阻的动圈式仪表的电气零点如何
调整？…………… (153)
115. 如何检查配接热电阻的动圈式仪表测量
电路的故障？…………… (153)
116. 配接热电阻的动圈式仪表指示指针不动
的原因是什么？遇此情况如何处理？………… (153)
117. 配接热电阻的动圈式仪表指示值超差的
原因是什么？遇此情况如何处理？………… (154)
118. 配接热电阻的动圈式仪表指示指针有漂移
的原因是什么？遇此情况如何处理？………… (156)
119. 给配接热电阻的动圈式仪表测量桥路供电
的稳压电源的常见故障有哪些？如何排
除？…………… (156)
120. 配接热电阻的动圈式仪表的测量电路经检
修后为什么要进行调试？怎样调试？………… (157)
121. XC系列动圈式仪表的电源变压器有哪些
类型？其制造工艺流程是怎样的？………… (159)
122. 动圈式仪表电源变压器的浸渍处理工艺是
怎样的？…………… (159)
123. 当动圈式仪表位式调节电路板有故障时如
何检查和修理？…………… (161)
124. XC系列动圈式仪表位式调节电路各元件
损坏所引起的故障现象有哪些？…………… (163)
125. 什么是动圈式位式调节仪表的二次振荡？
它有何危害？怎样防止？…………… (166)
126. 动圈式仪表位式调节电路板经修理后为什

- 么要进行调试？如何调试？..... (167)
127. 动圈式仪表位式调节电路板在调试过程中
可能出现的故障有哪些？如何修理？..... (168)
128. 当动圈式仪表时间比例调节电路有故障时
如何检查和修理？..... (170)
129. 带时间比例调节的动圈式仪表 (XCT-131)
只有位式动作、没有时间比例动作的原因
是什么？遇此情况如何处理？..... (171)
130. 动圈式仪表的时间比例调节电路板怎样调
试？..... (172)
131. 带连续电流输出 PID 调节的动圈式仪表没
有电流输出的原因是什么？遇此情况如何
检查和修理？..... (173)
132. 带 PID 调节的动圈式仪表输出电流能在
0~10 mA 内变化，但不产生 PID 动作的
原因是什么？遇此情况如何检查和修理？..... (177)
133. 带 PID 调节的动圈式仪表输出电流抖动
不稳的原因是什么？遇此情况如何检查
和修理？..... (178)
134. 怎样调试具有连续电流输出的 PID 调节
电路板？..... (178)
135. 为什么要对动圈式仪表进行检定？检定时
需要哪些仪器设备？..... (181)
136. 检定配接热电偶的动圈式仪表时为什么要
采用直流毫伏发生器？..... (181)
137. 用于检定配接热电偶的动圈式仪表的直流
毫伏发生器有哪几种？..... (183)
138. 新型的直流毫伏发生器有哪些？它们的测

- 量原理和结构是怎样的？如何使用？…………… (188)
139. 什么是 XC-3 型多用检测仪？它有什么特点和用途？如何使用？…………… (192)
140. 检定带断偶保护装置的动圈式仪表所用的直流毫伏发生器，为什么要求其输出阻抗小于 $5\ \Omega$ ？…………… (194)
141. 在检定动圈式仪表时，为什么尽量不采用内附晶体管检流计的直流电位差计作标准仪器？…………… (195)
142. 检定带断偶保护装置的动圈式仪表，为什么必须在通电情况下进行？…………… (196)
143. 动圈式仪表在检定前应如何进行外观检查？…………… (196)
144. 调试和检定动圈式仪表的读数方法有哪些？…………… (197)
145. 检定动圈式仪表允许的环境温度是多少？当环境温度不符合要求时应如何处理？…………… (199)
146. 配接热电偶的动圈式仪表的检定接线图是怎样的？检定项目及技术要求有哪些？如何进行检定？…………… (201)
147. 配接热电偶的动圈式温度仪表的允许基本误差如何计算？…………… (206)
148. 配接热电偶的动圈式仪表的上、下行程基本误差和回程误差如何计算？…………… (207)
149. 配接热电偶的动圈式仪表倾斜影响的基本误差如何计算？…………… (208)
150. 配接热电偶的动圈式仪表的切换中值、设定点偏差和切换差如何计算？…………… (209)

- 151. 配接热电阻的动圈式仪表如何检定? (210)
- 152. 带时间比例调节的动圈式仪表的调节部分
如何检定? 其检定结果如何计算? (212)
- 153. 带PID调节的动圈式仪表的调节部分如何
检定? 其检定结果如何计算? (215)

第六章 动圈式仪表的现场使用与维护

- 154. 在现场如何选用动圈式仪表? (218)
- 155. 在选用动圈式仪表时, 为什么要尽量选用
测量上限与被测值相近的仪表? (219)
- 156. 动圈式仪表在安装时应注意些什么? (220)
- 157. 动圈式仪表在投入运行前应进行哪些检
查? (221)
- 158. 动圈式仪表的日常维护工作有哪些? (222)
- 159. 配接热电偶的动圈式仪表为什么要规定
外线路电阻? (223)
- 160. 配接热电偶的动圈式仪表外线路电阻包
括哪几部分? 当外线路电阻不合要求时,
对测量结果有何影响? (224)
- 161. 配接热电偶的动圈式仪表外线路电阻应
如何调整? (224)
- 162. 在调整配接热电偶的动圈式仪表外线路
电阻时, 为什么要在经常使用的温度范
围内确定 R_T ? (226)
- 163. 在现场使用温度下如何实际测量动圈式仪
表的外线路电阻? (228)
- 164. 在现场使用中, 为什么XC系列动圈式仪