

电力生产“1000个为什么”系列书

火电建设工程施工

热工仪表 与控制装置部分

丛书主编：孟祥泽 王正志
主 编：于东国



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

责任编辑：张 涛 zhang_tao@cepp.com.cn
翟巧珍 zhai_qiaozhen@cepp.com.cn

电力生产“1000个为什么”系列书

火电建设工程施工

汽轮机部分

锅炉及热力管道部分

热工仪表与控制装置部分

电气设备部分

ISBN 978-7-5083-7033-0



9 787508 370330 >

定价：18.00 元

销售分类建议：电力工程 / 火力发电

电力生产“1000个为什么”系列书

火电建设工程施工

热工仪表 与控制装置部分

丛书主编：孟祥泽 王正志

主 编：于东国



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书主要以安装工艺为重点,内容包括热工测量基本知识、热控仪表取源部件的安装、热控仪表管路的安装、电缆敷设及电缆接线、热控盘台柜安装、执行机构的安装与调试、热控仪表与设备的安装、热控仪表的校验、仪表及控制装置的调试、热控设备的防腐与保温、热控设备的屏蔽与接地、热控安装预制及专业配合、热控设备保管及竣工验收、热控安装设施及施工工器具,共十四章。

本书可供火电施工企业从事安装工作的工人同志在工作中参考,亦可供从事火电安装工作的工程技术人员和火力发电厂检修人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

火电建设工程施工. 热工仪表与控制装置部分/于东国主编. —北京:中国电力出版社, 2008

(电力生产“1000个为什么”系列书/孟祥泽,王正志主编)

ISBN 978-7-5083-7033-0

I. 火… II. 于… III. ①火电厂—建筑工程—工程施工—问答②火电厂—热工仪表—问答③火电厂—热力工程—控制系统—问答 IV. TU745.7—44 TM621—44

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第054108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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008年8月第一版 2008年8月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 9.125印张 205千字

印数0001—3000册 定价18.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

当今世界科学技术日新月异,国际交往日益频繁,世界市场已成为一个整体,贸易竞争日趋激烈,任何一个国家想闭关锁国已不可能,任何一个企业不提高产品质量就没有出路,就不能生存。

当前火电施工企业市场竞争激烈,如果职工队伍素质和工程质量达不到国际水平,势必会被淘汰。当前提高火电施工企业职工队伍素质已成为当务之急。近年来,在火电施工队伍中,年轻职工人数不断增加,体现出火电设备安装经验明显不足。在实际施工中,提高工程质量的关键在于职工队伍素质的提高。由于施工人员素质低,因此造成的工程返工,原材料浪费现象时有发生。在以往的培训用书中,侧重于理论方面的较多,在使用过程中给人一种高深莫测的感觉。本丛书以技术问答的形式,将复杂的道理转化为直观、形象的语言,并且选择了一些常见问题与处理方法,既可供火电施工企业从事安装工作的工人同志在工作中参考,亦可供从事火电安装工作的工程技术人员和发电厂检修人员阅读。

本丛书由孟祥泽、王正志主编。《热工仪表与控制 装置安装技术问答》由于东国主编,高红丁、王宇雍、关颖、白冰等参加编写。

在本丛书的编写过程中,山东电力建设第一工程公司给予了大力的支持并提供了部分资料,在此表示衷心的感谢。

由于编者专业水平、施工经验所限,本书缺点和不妥之处在所难免,热忱期望读者和同行批评指正。

编 者

2008年4月

前言

第一章 热工测量基本知识

1. 火力发电厂中的热工参数主要有哪些？	1
2. 在火力发电厂中，温度测量的意义是什么？	1
3. 在火力发电厂中，压力测量和控制的意义是什么？ ...	1
4. 在火力发电厂中，流量测量的意义是什么？	1
5. 在火力发电厂中，测量水位的意义是什么？	2
6. 简述火力发电厂锅炉烟气含氧量测量的意义。	2
第一节 温度测量基本知识	2
7. 热力学温标的单位是什么？它是如何定义的？	2
8. 在火力发电厂中，常用的温度计按作用可分为哪 几种？	2
9. 简述压力式温度计的测量原理。	2
10. 压力式温度计由哪几部分组成？	3
11. 压力式温度计有什么特点？	3
12. 简述玻璃管液体温度计的工作原理。	3
13. 玻璃管液体温度计有哪些优缺点？	3
14. 简述双金属温度计的工作原理。	3
15. 简述电接点双金属温度计的工作原理。	3
16. 双金属温度计有什么特点？	4

17. 请说出双金属温度计型号的组成及其代号含义。·····	4
18. 请说出型号为 WSSX - 315 的双金属温度计的规格。·····	4
19. 简述热电偶温度计的测温原理。·····	4
20. 热电偶温度计的热电特性由哪些因素决定? ·····	5
21. 热电偶要产生热电动势必须具备哪些条件? ·····	5
22. 什么叫热电偶的冷端和热端? ·····	5
23. 简述热电偶测温的三个定律。·····	5
24. 热电偶均质导体定律的内容是什么? ·····	5
25. 为什么热电偶导体的均匀性十分重要? ·····	6
26. 热电偶中间导体定律的内容是什么? ·····	6
27. 简述热电偶温度计的特点。·····	6
28. 为什么热电偶能够成为应用最广泛的测温元件? ·····	6
29. 利用热电偶测温时, 为什么要求热电偶参考端处于 0°C ? ·····	6
30. 热电偶参考端温度处理的具体方法有哪几种? ·····	6
31. 当热电偶参考端温度不为 0°C , 而是一个恒定的温度时, 应如何校正? ·····	7
32. 当热电偶参考端温度不为 0°C , 而是一个波动的温度时, 应如何校正? ·····	7
33. 什么叫热电偶的补偿导线? ·····	7
34. 使用热电偶测温时, 为什么要连接补偿导线? ·····	7
35. 使用热电偶补偿导线时要注意哪些问题? ·····	8
36. 补偿导线在什么温度范围内具有与热电偶相同的热电特性? ·····	8
37. 用热电偶测温时, 若与二次表相连接的补偿导线极性接反, 那么测量值会怎样? ·····	8
38. 如果在用 K 分度热电偶测量主蒸汽温度时误用了 E 分度的补偿导线, 结果将怎样? 为什么? ·····	9
39. 如果在用 K 分度热电偶测量主蒸汽温度时, 误用	

了 S 分度的补偿导线，结果将怎样？为什么？	9
40. 试问热电偶补偿导线如何分类？	9
41. 什么是热电偶参考端温度补偿器？	9
42. 简述热电偶参考端温度补偿器的工作原理。	9
43. 使用热电偶冷端温度补偿器应注意什么问题？	10
44. 热电偶按结构形式，一般可分为哪几种？	11
45. 铠装热电偶有哪些优点？	11
46. 常与热电偶配套测温的二次表有哪几种？	11
47. 常用的普通热电偶主要有哪些？	11
48. 请说出普通热电偶温度计型号的组成及其代号含 义。	11
49. 请说出铠装热电偶温度计型号的组成及其代号含 义。	12
50. 什么是热套式热电偶？说明热套式热电偶温度计 型号的组成及其代号含义。	13
51. 请说出型号为 WRNK2 - 221 的普通热电偶温度 计的规格。	14
52. 某锅炉炉顶壁温的型号是 WRN2 - 231，说明其 含义。	14
53. 在火力发电厂中，最常用的热电偶有哪几种，其 主要测量范围如何？	14
54. 工业热电偶由哪几部分组成？	14
55. 试问 K 分度（镍铬—镍硅）热电偶、E 分度 （镍铬—铜镍）热电偶、S 分度（铂铑 10—铂） 热电偶在相同温度下，哪种热电势最大，哪种热 电势最小？	14
56. 试问在 K 分度（镍铬—镍硅）热电偶、E 分度 （镍铬—铜镍）热电偶、S 分度（铂铑 10—铂） 热电偶中，哪种热电偶的热电势与温度的线性关 系最好？哪种最差？	14

57. 试问在 K 分度 (镍铬—镍硅) 热电偶、E 分度 (镍铬—铜镍) 热电偶、S 分度 (铂铑 10—铂) 热电偶中, 哪种热电偶的精确度最高? 14
58. 简述热电阻温度计的测温原理。 15
59. 热电阻温度计有什么特点? 15
60. 工业热电阻温度计由哪几部分组成? 15
61. 热电阻在使用过程中的常见故障有哪些? 15
62. 在火力发电厂中, 最常用的热电阻有哪几种, 其主要测量范围如何? 0°C 时的标称电阻值 R_0 分别是多少? 15
63. 铂电阻温度计有什么特点? 15
64. 铜热电阻的主要测量对象是什么? 16
65. 哪一种热电阻常用作标准温度计, 其适用范围是多少? 16
66. 在分度号 Pt100 的铂电阻中, “100” 是什么意思? 16
67. 在分度号 Cu50 的铜电阻中, “50” 是什么意思? 16
68. 请说出普通热电阻温度计型号的组成及其代号含义。 16
69. 试述铠装热电阻温度计型号的组成及其代号含义。 16
70. 什么是铠装热电阻, 它有什么特点? 17
71. 请说出型号为 WZPK2-221 的普通热电阻温度计的规格。 17
72. 试列举几种电站专用热电偶和热电阻。 17
73. 试比较热电阻测温的二线制和三线制接法。 18
74. 试问如果热电阻断路, 测量仪表的指示值将会怎样? 18
75. 在用—个热电阻测量温度时, 如果接线盒的接线

- 端处有铁屑或尘土，那么测量的结果会怎样？ 18
76. 试问如果补偿导线因绝缘损坏，造成部分短路，测量仪表的指示值将会怎样？ 18
77. 温度变送器的作用是什么？ 18
78. 某标准铂铑 10—铂热电偶在 900°C 时的热电势为 8.41mV ，当测得热电势为 8.338mV ，冷端温度为 0°C 时，此时实际温度应为多少？ 18
79. 某 K 分度热电偶，参考端温度为 30°C ，此时测得热电势为 38.560mV ，试问工作端的实际温度是多少？ 19
80. 如图 1-2 所示的测温线路，K 分度（镍铬—镍硅）热电偶与同分度号的电子电位差计之间因疏忽而未采用补偿导线。已知热电偶参考端温度为 40°C ，电子电位差计环境温度为 20°C ，电子电位差计的指示值是 400°C ，试问热电偶测量端实际温度为多少？ 19
81. 如图 1-3 所示的测温线路，K 分度（镍铬—镍硅）热电偶与同分度号的电子电位差计之间因疏忽而未采用补偿导线。已知热电偶参考端温度为 40°C 电子电位差计，电子电位差计环境温度也是 40°C ，电子电位差计的指示值是 400°C 试问热电偶测量端实际温度为多少？ 20
82. 如图 1-4 所示的测温线路，热电偶为 K 分度，A、B 为对应的补偿导线，C 为铜导线，G 为显示仪表， $t_0=20^{\circ}\text{C}$ 为补偿器处温度， $t=400^{\circ}\text{C}$ 为被测温度， $t_1=50^{\circ}\text{C}$ 为热电偶与补偿导线连接处温度，若补偿导线极性接反，显示仪表示值是多少？[已知 $E_K(400, 0) = 16.395\text{mV}$ ， $E_K(50, 0) = 2.022\text{mV}$ ， $E_K(20, 0) = 0.798\text{mV}$] 20
83. 某发电机线圈测温元件为铂电阻，已知当 20°C 时，

测得温度计的电阻值为 49.5Ω ，发电机运行过程中测得元件的电阻值为 60.9Ω ，试问此时发电机线圈温度为多少？（已知铂电阻温度系数 $\alpha = 3.98 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ ）

第二节 压力测量基本知识

84. 火力发电厂中使用的测压装置主要有哪些类型？ ... 21
85. 简述液柱式压力计的工作原理。 21
86. 液柱式压力计的常用封液有哪些？ 22
87. 液柱压力计指示值偏低，其原因可能是什么？ 22
88. 火力发电厂中使用的就地指示式弹性元件压力表有哪些？ 22
89. 简述弹簧管压力表的工作原理。 22
90. 什么叫膜式微压计？其主要用途是什么？ 22
91. 简述隔膜式压力表的工作原理及主要用途。 22
92. 简述膜盒压力表的主要用途。 23
93. 简述电接点压力表的工作原理。 23
94. 弹簧管压力表轻敲后，指针产生位移的原因是什么？ 23
95. 如果弹簧管压力表的指针跳跃传动，试分析其原因。 23
96. 如何根据被测对象正确地选用压力表？ 23
97. 锅炉给水压力最大为 16MPa ，最小为 15MPa ，试问应选用多大量程的压力表？ 24
98. 简述用弹簧管式一般压力表测压时，量程和准确度等级选取的一般原则。 24
99. 说明下列压力表符号的含义：Y、Z、YZ、YX、ZX、YZX。 24
100. 用 U 形管测量二次风压，U 形管内灌注介质为水，如果通大气侧水柱下降了 200mm ，通介质侧

- 水柱上升了 200mm, 问此时风压应是多少? 已知水密度为 $\rho=1000\text{kg/m}^3$ 。 24
101. 锅炉汽包压力表指示值为 9.807MPa, 大气压力为 97.32kPa, 试求汽包的绝对压力。 24
102. 一个凝结水管道某压力取样点处介质压力为 1.2MPa, 压力表安装在取样点下方 5m 处, 试问压力表的示值是多少? 已知水密度为 $\rho=1000\text{kg/m}^3$ 。 25
103. 汽轮机转子标高为 10m, 由于现场条件所限, 所以汽轮机润滑油压低保护用的压力开关的安装在标高 5m 处, 若要求润滑油压低于 0.08MPa 时报警, 已知润滑油密度 $\rho=800\text{kg/m}^3$, 试问压力开关的下限动作值应设定在多少? 25
104. 某润滑油压力表安装在比取压测点高出 1.27m 处, 问该表校验时, 示值应如何修正? 已知润滑油密度 $\rho=800\text{kg/m}^3$ 。 25

第三节 流量测量基本知识 25

105. 请问火力发电厂中常用的流量计有哪几种? 25
106. 火力发电厂中, 用于流量测量的部件主要有哪些? 26
107. 简述节流装置的测量原理。 26
108. 什么叫节流装置? 26
109. 试写出节流件所产生的压差与流量的关系式。 26
110. 差压式流量测量系统由哪几部分组成? 26
111. 简述差压式流量计的工作原理。 26
112. 标准孔板和标准喷嘴各有什么优缺点? 27
113. 制造节流件时, 对选用的材料有何要求? 为什么? 27
114. 简述火力发电厂中的风量测量原理。 27

115. 火力发电厂中的测速装置主要有哪几种?	27
116. 简述均速管测速装置的测量原理。	27
117. 简述涡轮流量计的工作原理。	28
118. 转子流量计有何特点?	28
119. 流量测量时, 在什么情况下采用均压环取压? 均 压环取压有哪些注意事项?	28
120. 某流量计的刻度上限为 320kg/h, 此时的差压值 为 21kPa; 试问当仪表指数为 80kg/h 时, 相应的 差压值是多少?	29

第四节 液位测量基本知识

121. 简述在发电厂中, 液位测量的目的是什么?	29
122. 火力发电厂中使用的汽包水位表有哪几种?	29
123. 简述云母水位计的测量原理, 并说明其主要用途。	29
124. 简述双色水位计的测量原理。	30
125. 锅炉在正常运行过程中, 就地水位指示计所示水 位与汽包内实际水位相比较, 是偏低还是偏高?	30
126. 什么叫平衡容器? 它由哪几部分组成?	30
127. 在发电厂水位测量中, 平衡容器一般有哪几种?	30
128. 画出采用单室平衡容器液位测量图。并简述其测量 原理。	30
129. 简述采用单室平衡容器测量液位时的主要误差来源 及消除方法。	31
130. 单室平衡容器主要应用于哪些容器的液位测量?	31
131. 画出采用双室平衡容器液位测量图, 并说明其测量 原理。	32

132. 双室平衡容器与单室平衡容器相比有哪些优点？
其误差原因主要是什么？ 32
133. 什么是蒸汽罩补偿式平衡容器？它与单、双室平衡容器相比，有哪些优点？ 33
134. 试画出采用蒸汽罩补偿式单室平衡容器测量汽包水位的系统图。 33
135. 试画出采用蒸汽罩补偿式双室平衡容器测量汽包水位的系统图，并写出计算公式。 34
136. 试画出蒸汽罩双室平衡容器的水位测量压力校正系统图。 35
137. 采用平衡容器测量汽包水位时，产生误差的主要原因有哪些？ 35
138. 简述电接点水位计的工作原理。 35
139. 使用电接点水位计时，误差的主要原因是什么？
..... 36
140. 如图 1-10 所示，某除氧器水位容器安装时，按设计要求，水位测量范围为 $0 \sim 3000\text{mm}$ ，若选取负压取样与零水位线一致，试计算单室平衡容器的安装高度 h 。已知 $\rho_1 = 998.50\text{kg/m}^3$ ， $\rho' = 909.09\text{kg/m}^3$ 。 36
141. 某除氧器水位单室平衡容器安装如图 1-11 所示，变送器量程为 $0 \sim 3000\text{mmH}_2\text{O}$ ，除氧器设计额定压力为 588kPa ，环境温度为 20°C 。试计算在额定工况、水位为 1500mm 时变送器的差压值。已知在额定工况下：除氧器饱和蒸汽密度：
 $\rho'' = 3.112\text{kg/m}^3$ ，除氧器中饱和蒸汽密度；
 $\rho' = 909.1\text{kg/m}^3$ ，除氧器中饱和水密度；
 $\rho_1 = 998.50\text{kg/m}^3$ ，平衡容器中水密度。 36

第五节 其他热控参数的测量知识 37

142. 简述汽轮机一般有哪些监视项目？ 37

143. 简述汽轮机的机械量测量项目。	37
144. 简述转速传感器的种类、结构原理和使用方法?	38
145. 简述测速发电机的工作原理?	38
146. 涡流传感器在火力发电厂中主要用于哪些参数的 测量?	38
147. 简述涡流传感器的工作原理及其在火力发电厂中 的主要用途?	38
148. 画出电涡流传感器测量汽轮机转子的轴向位移的 组成图。	39
149. 简述差动变压器式位移变送器的工作原理及在火 力发电厂中的主要用途。	40
150. 简述电子皮带秤的工作原理。	40
151. 简述自平衡式显示仪表的工作原理。	41
152. 简述电子电位差计测量线路的工作原理。	41
153. 简述使用直流电位差计时的注意事项。	42
154. 简述电子平衡电桥的工作原理。	43

第二章 热控仪表取源部件的安装

第一节 测点的开孔及插座的安装	44
155. 如何选择仪表测点的开孔位置?	44
156. 仪表的测孔为什么要选择在管道的直线段上?	44
157. 同一地点的压力和温度测点测孔,为什么按介质 流向,压力在前,温度在后?	45
158. 在某一压力管道上,需要安装三个测点,其中两 个为压力信号,分别用于指示及自动调节,另外 还有一个温度测点,画出这三个测点的开孔位置 示意图。	45

159. 仪表测孔的开凿有哪些注意事项?	45
160. 仪表测孔的开凿一般有哪几种方法?	45
161. 简述机械方法开孔的步骤。	45
162. 简述火焊开孔的步骤。	46
163. 什么叫取源部件?	46
164. 取源部件包括哪几部分?	46
165. 取源部件的安装有哪些要求?	46
166. 承压部件在加工及安装前, 应进行哪些工作?	47
167. 简述插座采用电焊固定时的注意事项。	47
168. 对于不同压力等级的测量介质, 其取压元件应分 别采用什么样的插座?	48
169. 简述一次门安装应符合的要求。	48
170. 试问在什么情况下, 仪表及取源部件的密封垫应 采用红钢纸垫?	48
171. 试问紫铜垫片的使用条件是什么?	48
172. 试问当工作温度高于 450℃ 时, 仪表及取源部件 采用何种密封垫?	48
173. 请问油系统的仪表应选用何种垫片?	49
174. 适用工作温度和压力都最高的金属垫片是哪种?	49
175. 当工作介质为水、汽时, 石棉橡胶板垫片的最大 工作压力和温度是多少?	49
176. 紫铜垫片可用于高、中压或高、中温工作介质的 取源部件, 在使用前要进行什么工作?	49
177. 对于连接管路用的密封垫圈, 其工艺质量应满足 哪些要求?	49

第二节 温度测量取源部件的安装 49

178. 温度元件的安装位置有哪些基本要求?	49
179. 测量介质温度的测温元件有哪几种安装形式?	49

180. 螺纹固定温度计, 安装时有哪些注意事项?	50
181. 温度计插座或保护套管的安装有哪几个基本步骤?	50
182. 简述热套式热电偶的安装方法。	50
183. 对于小口径管道及低压介质, 应如何进行温度测 量?	51
184. 简述压力式温度计的安装注意事项。	51
185. 压力式温度计的温包及双金属温度计感温元件的 插入深度有哪些要求?	51
186. 插入式温度计套管的插入深度有哪些要求?	51
187. 简述煤粉仓温度计的安装注意事项。	52
188. 简述铠装热电偶的安装注意事项。	52
189. 对于流速较大的低压管道或混合介质, 温度测量 时应注意什么?	52
190. 测量金属壁温的测温元件有哪几种? 主要用于何 处?	54
191. 为什么确保金属壁温度计安装质量十分重要?	54
192. 简述轴瓦专用热电阻安装的注意事项。	54
193. 简述汽轮机缸壁温度计的安装步骤及注意事项。	54
194. 简述锅炉炉顶壁温的安装步骤及注意事项。	55
195. 汽轮机及其他辅机推力瓦块温度计安装时, 其导 线安装有哪些注意事项?	56
196. 热电偶测温时, 为什么外部套管要加保温?	56
197. 简述插入式温度计的安装过程及方法。	56
198. 画出温度计安装的施工流程简图。	57
199. 画出炉顶壁温温度计安装的施工流程简图。	58
200. 画出汽轮机本体温度、压力取样的施工流程简图。	58