电业工人技术问答丛书

热工自动控制技术问答

华东电业管理局 编

中国电力出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

电 业 工 人 技 术 问 答 丛 书

热工自动控制技术问答

华东电业管理局　编

中 国 电 力 出 版 社

内 容 提 要

本书从工人技术等级标准的要求出发，解答了火电厂热工仪表及自动化专业常见的问题773题，其内容包括计量、电工、电子基础知识，温度、压力、流量、物位的测量，自动调节的原理、调节设备及系统，以及热工保护、计算机应用、巡测等。本书可供从事火电厂生产、建设的热工仪表与自动化专业技术工人、技术人员作为培训教材或自学使用，也可供石油、化工、冶金等行业从事热工自动控制工作的技术工人、工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

热工自动控制技术问答/华东电业管理局编．-北京：中国电力出版社，1997

（电业工人技术问答丛书）

ISBN 978-7-80125-455-9

Ⅰ．热… Ⅱ．华… Ⅲ．热力工程-自动控制-问答 Ⅳ．TK32-44

中国版本图书馆CIP数据核字（97）第12352号

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路6号 邮政编码 100044）

北鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

1997年11月第 版 2007年1月北京第五次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 19.875印张 419千字

印数13471—15470册 定价31.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

（本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换）

前　言

为了提高电力生产运行、检修人员和技术管理人员的技术素质和管理水平，适应工人岗位培训的需要，华东电业管理局组织网内有关省、市电力局和发电厂、供电局编写了《电业工人技术问答丛书》。丛书共十册，分别是：电气运行技术问答、锅炉运行技术问答、汽轮机运行技术问答、化学运行技术问答、燃料运行及检修技术问答、热工自动控制技术问答、变电运行技术问答、继电保护技术问答、高压断路器技术问答、600MW 机组技术问答。

丛书本着紧密联系生产实际的原则，采用问答形式并配以必要的图解，内容以操作技能为主，以基本训练为重点，强调了基本操作技能的通用性和规范化。丛书中每册汇编 700 至 1500 个左右的问答题，内容丰富，覆盖面广，文字通俗易懂，是一套实用性、针对性较强的工人技术培训读物，适合于广大电业职工在职自学或岗位培训用，亦可作为工程技术人员学习和技工学校技能教学、考核的参考书。

《热工自动控制技术问答》由上海石洞口发电厂编写。本书主要内容为有关热控方面的基础知识，以及热工仪表、自动控制技术方面的必备知识和技能知识，另外对火电厂计算机应用增加了一些相应内容，同时对于安装与安全知识也作了一定的介绍。本书主编张昊昆，参编曹明法、夏耀通，第四部分由曹明法编写，第八、九部分由夏耀通编写，其余部分均由张昊昆编写。

本书在编写过程中取得了华东网局人教处、上海电力学院、北仑电厂等单位的支持，在具体工作中得到有关同志的关心和帮助。本书在完稿后承蒙陈元芳、陈一匡主审，邓志钧、陈永清、包龙海参审。本书书稿在定稿过程中，还经过张瑞华、赵积善、王金菊、饶纪杭等详细审阅。在本书出版之际，谨向以上单位和个人及本书所引用资料的作者们，致以衷心的感谢。

由于火力发电厂的热工检测和自动控制技术日新月异，编写技术问答较难及时反映热控方面的实际和发展情况。而且，各电厂配置的设备不尽相同，若只参照某一厂家的设备编写，难免造成片面，但泛泛而论又较难与各厂的实际工作一一对应联系，因此只能以典型设备为主，其他作些借鉴。另外，由于时间仓促和编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编　者

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

前　言

一、计量基础知识

1. 什么是计量器具、计量标准、社会公用标准？…… 1
2. 什么是计量检定、校准、比对？…… 1
3. 什么是计量装置？什么是量值传递？ …… 1
4. 计量标准器具的使用应具备什么条件？ …… 2
5. 我国法定计量单位包括哪些内容？ …… 2
6. 法定计量单位中，国际单位制单位中的基本单位有哪几个？写出它们的名称和符号。 …… 2
7. 国际单位制的单位由哪几部分组成？ …… 2
8. 试列出电力行业常用法定计量单位一览表（量的名称、法定计量单位名称、单位符号）。 …… 3
9. 简述产生测量误差的原因。 …… 5
10. 精确度、正确度、精密度、不确定度的含义是什么？ …… 5
11. 绝对误差、相对误差、极限误差的含义是什么？ …… 5
12. 什么是系统误差？什么是随机误差？什么是粗大误差？ …… 6
13. 什么是测量误差？什么是量的真值？ …… 6
14. 什么是残余误差、置信因子？ …… 6
15. 什么是基本误差、附加误差、修正值、误差绝对值？ …… 6
16. 什么是回程误差、偏差、综合误差？ …… 7
17. 什么是测量列中单次测量的标准偏差？什么是测量列算术平均值的标准偏差？ …… 7

18. 常用哪些方法来消除系统误差？ …… 8
19. 如何评定随机误差？ …… 8
20. 如何剔除粗大误差？ …… 8
21. 什么是微小误差准则？它与检定误差有何联系？ …… 9
22. 已定系统误差如何进行综合，举例说明。 …… 9
23. 未定系统误差如何进行综合，举例说明。 …… 9
24. 什么是有效数字？有效数字的运算规则是什么？ …… 10

二、电 工 基 础 知 识

1. 试述部分电路欧姆定律和全电路欧姆定律。 …… 12
2. 电阻的串联和并联电路各有什么特点？ …… 12
3. 电容器的串联和并联各有什么特点？ …… 13
4. 试述节点电流定律。 …… 13
5. 试述回路电压定律。 …… 14
6. 如何正确应用基尔霍夫定律解复杂电路？ …… 14
7. 用图示电路，求各支路电流。 …… 14
8. 电压源和电流源如何进行等效变换？ …… 15
9. 电压源和电流源等效变换时应注意什么？ …… 15
10. 叠加原理的含义是什么？ …… 16
11. 应用叠加原理进行计算时应注意哪几点？ …… 16
12. 什么是二端网络？ …… 16
13. 如何用实验方法，求一个复杂有源二端网络等效电压源的电动势和内阻？ …… 16
14. 什么是电功率？ …… 17
15. 什么是磁场？ …… 17
16. 磁力线具有什么特征？ …… 17
17. 怎样判断载流导体周围的磁场方向？ …… 18
18. 根据相对磁导率的大小，物质可分为哪几类？ …… 18

19. 根据铁磁性物质的磁性能，物质可分为哪几类？各具有什么特点和用途？ …… 18
20. 什么是磁感应现象？ …… 19
21. 什么是楞次定律？ …… 19
22. 如何利用楞次定律确定感应电流的方向？ …… 19
23. 什么是发电机右手定则？ …… 20
24. 什么是自感、自感电动势、电感？对于 m 匝的长线圈，电感的大小决定于哪些因素？ …… 20
25. 什么是磁路的欧姆定律？ …… 21
26. 什么是磁路的基尔霍夫第一定律？ …… 21
27. 如何计算两根平行导线之间的作用力？ …… 21
28. 什么是磁路的基尔霍夫第二定律？ …… 22
29. 什么是交流电？正弦交流电有哪三个要素？ …… 22
30. 常用哪些要素描述正弦交流电的特征，常用哪些方法表示？ …… 23
31. 交流铁心线圈磁路中，线圈端电压和线圈磁通有什么关系？与直流铁心线圈磁路有什么区别？ …… 23
32. 什么是旋转矢量法？它如何表示？ …… 24
33. 写出正弦交流电动势 e、电压 u、电流 i 的三角函数式。 …… 24
34. 正弦交流量用复数表示的规则是什么？ …… 24
35. 纯电阻电路具有什么特点？ …… 25
36. 什么是纯电感电路？此电路具有什么特点？ …… 25
37. 什么是纯电容电路？此电路具有什么特点？ …… 25
38. 什么是感抗、容抗和阻抗？ …… 26
39. 在纯电感电路的相位上，电压为什么超前电流 90°？ …… 26
40. 高频扼流线圈为什么能阻碍高频电流通过？ …… 27
41. 在纯电容电路的相位上，电流为什么超前电压 90°？ …… 27
42. 写出 RL、RC 串联电路的阻抗表达式，画出 RL、RC 串联电路中的电压、阻抗、功率三角形。 …… 27

43. 串联谐振具有哪些特点？ …… 28
44. 什么是谐振回路的品质因数？它具有什么意义？ …… 29
45. 并联谐振具有哪些特点？ …… 29
46. 写出三相正弦交流电动势的三角函数式，并画出其
波形图和相量图。 …… 30
47. 什么是电源的星形与三角形连接？什么叫三相四线制
和三相三线制？ …… 31
48. 试述星形负载的对称三相电路中，相电压与线电压、
相电流与线电流、相电压与相电流的关系。 …… 31
49. 为什么三相负载不对称时应采用三相四线制？为什么
三相四线制电源线的中性线不允许加熔断器？ …… 32
50. 电源和负载都是星形连接的对称三相电路，有中性线
和没中性线有什么区别？ …… 32
51. 何谓对称三相电路？何谓不对称三相电路？ …… 33
52. 提高功率因数有哪些方法？ …… 33
53. 试述变压器的工作原理。 …… 33
54. 变压器的结构有哪些形式？各有什么特点？ …… 34
55. 变压器的一次和二次绕组的电压和电流之间有什么
关系？ …… 34
56. 如何用变压器进行阻抗变换？ …… 34
57. 单相感应式异步电动机由哪些部分组成？ …… 35
58. 简述伺服电动机的工作原理。 …… 35
59. 伺服电动机具有什么工作特点？ …… 36
60. 同步电动机是如何起动的？怎样保证电动机只沿
单一方向转动？ …… 36

三、电子元器件知识

1. 简述电阻器的基本特性。 …… 37

2. 试说明电阻的色环标志。 …… 38
3. 试列出普通电阻的标称阻值系列。 …… 39
4. 试述电阻的额定功率分等系列及判断方法。 …… 40
5. 电阻的选择要考虑哪几个方面的内容？ …… 41
6. 简述电容器的作用及识别。 …… 42
7. 试说明电容器型号的意义。 …… 43
8. 试说明电容器有哪些技术参数。 …… 44
9. 试述电容器的充放电过程。 …… 45
10. 如何判断电解电容的正、负极？ …… 46
11. 什么是P型半导体？什么是N型半导体？ …… 46
12. 什么是PN结？它的阻挡层是怎样形成的？ …… 47
13. PN结为什么具有单向导电性？ …… 47
14. 什么是晶体二极管的伏安特性？ …… 48
15. 常用晶体二极管有哪些类型？如何合理地选用？ …… 49
16. 二极管有哪些主要参数？ …… 50
17. 如何利用万用表来判断二极管的电极和性能好坏？ …… 51
18. 怎样区分硅二极管与锗二极管？ …… 51
19. 怎样判断发光二极管的好坏及其极性？ …… 52
20. 怎样区分稳压管与普通二极管？ …… 52
21. 怎样判断单结晶体管的电极？ …… 53
22. 怎样判断晶闸管的极性？ …… 54
23. 简述电子电路中常见的电阻、电容故障的排除方法。 …… 55
24. 简述电子电路中常见的晶体管故障的排除方法。 …… 57
25. 小功率稳压电源由哪几部分组成？ …… 58
26. 单相半波整流电路是怎样工作的？ …… 58
27. 单相全波整流电路是怎样工作的？ …… 59
28. 单相桥式整流电路是怎样工作的？ …… 60
29. 一般常采用哪几种滤波电路？各具有什么特点？ …… 60
30. 什么是稳压？它具有什么用途？在小功率设备中常采用哪些稳压电路？ …… 61

31. 硅稳压二极管是如何起到稳压作用的？其主要参数有哪些？ …… 61
32. 当电源电压波动时和负载电阻变化时，硅稳压二极管稳压电路是如何起到稳压作用的？ …… 62
33. 什么是晶体三极管？它在结构上有何特点？ …… 63
34. 国产晶体管型号中的数字和字母含义如何？ …… 64
35. 晶体三极管的基本类型有哪几种？ …… 64
36. 晶体三极管为什么有放大作用？ …… 65
37. 晶体管有哪几种工作状态？在什么情况下起开关作用？ …… 66
38. 晶体管有哪些主要参数？ …… 68
39. 晶体管有哪些极限参数？ …… 68
40. 如何用万用表识别晶体管的基极？如何区分 NPN 型和 PNP 型晶体管？ …… 69
41. 如何用万用表识别晶体管的集电极和发射极？在识别时应注意什么？ …… 70
42. 晶体管放大器有几种基本电路？各具有什么特点？ …… 70
43. 什么是静态工作点？写出静态工作点三要素的关系式。 …… 71
44. 什么是直流负载线？如何求得直流负载线？ …… 72
45. 电路参数的变化对静态工作点 Q 有什么影响？ …… 72
46. 静态工作点的位置对放大电路的动态工作特性有何影响？ …… 73
47. 放大电路的偏置电路具有什么作用？通常有哪几种偏置电路？各具有什么特点？ …… 74
48. 什么是交流负载线？如何求得交流负载线？ …… 74
49. 什么是直流放大器？为什么不能用阻容耦合和变压器耦合？ …… 75
50. 在直接耦合放大器中，提高发射极电位有哪几种方法？各有什么特点？ …… 75
51. 什么是零点漂移？对放大器有什么影响？ …… 76

需要全本请访问 www.ertongbook.com

52. 什么是自激振荡？自激振荡的条件是什么？ …… 76
53. 简述 LC 振荡器的工作原理。 …… 77
54. LC 振荡器有哪几种反馈电路？各具有什么特点？ …… 77
55. 什么是晶体管放大电路的阻容耦合？试说明耦合电容的作用。 …… 78
56. 什么是集成电路？ …… 78
57. 什么是数字集成电路？ …… 79
58. 什么是模拟集成电路？ …… 79
59. 什么是集成运算放大器？ …… 80
60. 什么是反相比例运算电路？ …… 80
61. 什么是同相比例运算电路？ …… 80
62. 什么是加法运算电路？ …… 81
63. 什么是减法运算电路？ …… 82
64. 什么是积分运算电路？ …… 82
65. 什么是微分运算电路？ …… 83
66. 集成电路在使用时有哪些注意事项？ …… 84
67. 试述模/数转换是怎样实现的。 …… 85
68. 试述单积分 A/D 转换是怎样实现的。 …… 86
69. 试述双积分型 A/D 转换是怎样实现的。 …… 87
70. 模/数转换器的主要指标有哪些？ …… 89
71. 试述最简并联型稳压电源的工作原理。 …… 90
72. 试述最简串联型稳压电源的工作原理。 …… 91
73. 简述集成运算放大器的闭环电路及其特性。 …… 91
74. 简述集成运算放大器的差动输入闭环电路的工作原理。 …… 92
75. 简述集成运算放大器的同相输入负反馈电路的工作原理。 …… 93
76. 简述集成运算放大器的反相输入负反馈电路的工作原理。 …… 93
77. 简述集成运算放大器的负反馈原理。 …… 94

78. 集成运算放大器有哪些主要技术参数？ …… 95
79. 集成运算放大器一般由哪几部分电路组成？ …… 96
80. 试述集成电路稳压器的工作原理。 …… 96
81. 什么是电压-频率转换器？ …… 98
82. 什么是电流-电压转换器？ …… 99
83. 什么是电压-电流转换器？ …… 100
84. 什么是滞环比较器？ …… 101
85. 什么是窗口比较器？ …… 102
86. 什么是交零比较器？ …… 103
87. 什么是单限比较器？ …… 103

四、温　　度

1. 什么是温度？ …… 105
2. 什么是温度场？什么是温度梯度？ …… 105
3. 简述温标的定义。目前国际上执行的是什么温标？ …… 105
4. 1990 国际温标有哪两种温度表示方法？ …… 106
5. 什么是“ITS—90”温标？从何时起执行？ …… 106
6. 构成国际温标的三要素是什么？ …… 106
7. 我国目前采用的是什么温标？ …… 107
8. “ITS—90”与“IPTS—68、EPT—76”相比有哪些特点？ …… 107
9. 1990 国际温标（ITS—90）定义的主要内容是什么？ …… 107
10. 简述温度测量的复现性定义。 …… 108
11. 国际上通用的热电偶有哪 8 种？写出分度号和测温范围。 …… 108
12. 什么是固定点？什么是定义固定点？ …… 109
13. 简述温度测量的重复性定义。 …… 109
14. 什么是温度计的稳定性和灵敏度？ …… 109

15. 什么是温度计的时间常数？什么是温度计的响应时间？ …… 109
16. 什么是热对流？什么是热辐射？ …… 110
17. 什么是三相点？什么是水的三相点？ …… 110
18. 凝固点、熔点的定义是什么？ …… 110
19. 用表格表示出温度计的分类、工作原理、常用测量范围（C）及其主要特点。…… 110
20. 说明工业用玻璃水银温度计的工作原理和结构。 …… 112
21. 玻璃水银温度计一般在哪些场合使用？ …… 112
22. 什么是双金属温度计？它是怎样工作的？ …… 112
23. 什么是电阻测温法？ …… 113
24. 热电阻的典型用途是什么？ …… 113
25. 工业用热电阻的电阻丝应具有什么特点？为什么？ …… 113
26. 试述热电阻的基本结构。 …… 114
27. 工业上常用的热电阻有哪两种？它们的分度号是什么？其测量范围和0℃的标称电阻值 R_0 各是多少？ …… 115
28. 检定工业热电阻应在什么条件下进行？ …… 116
29. 简述工业热电阻测温误差的主要来源有哪些？对于工业铂热电阻，是否选用铂丝纯度越高，其测温精确度就越高？ …… 116
30. 铂热电阻的电阻值与温度之间的函数关系如何？ …… 117
31. 铜热电阻的电阻值与温度的关系如何？ …… 117
32. 热电阻是如何校验的？ …… 118
33. 什么是热敏电阻？它有什么特点？ …… 119
34. 热敏电阻有哪些优点及局限性？ …… 120
35. 热电偶是怎样工作的？ …… 120
36. 试述热电偶的构造。 …… 121
37. 试述铠装热电偶的构造。 …… 122
38. 试述快速反应的薄膜热电偶的工作原理。 …… 123
39. 热电偶测温的优点是什么？ …… 123
40. 热电偶分度的定义是什么？分度的方法有哪些？ …… 123

41. 列表说明我国标准化热电偶的名称、新旧分度号、等级、
测量范围及允许误差。 …… 124
42. 目前国内常用的标准热电偶有哪几种？常用的工业
热电偶有哪几种，它们的测量范围和特点是什么？ …… 125
43. 现场测温时为什么要采用补偿导线？ …… 127
44. 用表格说明常用热电偶的补偿导线的型号、配用
热电偶分度号、补偿线材料、极性和允许误差。 …… 127
45. 使用热电偶补偿导线应注意什么？ …… 128
46. 常用的热电偶冷端温度补偿有哪几种？ …… 128
47. 热电偶的冷端温度是如何用计算法进行校正的？ …… 128
48. 绘出冰点槽恒温法示意图，且指明各组成部分名称。 …… 129
49. 冷端补偿器的工作原理是什么？ …… 129
50. 绘出多支热电偶与冷端补偿热电偶的两种接线方式。 …… 131
51. 影响热电偶稳定性的主要因素有哪些？ …… 131
52. 用来制作热电偶的材料应具备什么条件？ …… 131
53. 热电偶热端（测量端）的焊接方法和焊点形式有哪些？
对焊点的要求是什么？ …… 131
54. 造成热电偶热电极不均匀性的主要原因有哪些？
其具体内容是什么？ …… 133
55. 影响标准热电偶传递误差的因素是什么？ …… 134
56. 在检定工业用热电偶（除铂铑10-铂热电偶外）时，
为什么要求标准热电偶要用保护套管？常用的保护
套管有哪些？ …… 134
57. 同名极法检定热电偶的优缺点是什么？ …… 134
58. 铠装热电偶有哪些优点？ …… 135
59. 薄膜热电偶主要用在什么地方？ …… 135
60 为什么要对热电偶进行校验？ …… 135
61. 热电偶是如何校验的？ …… 135
62. 使用管型高温检定炉应注意什么？ …… 137
63. 一支镍铬-镍硅热电偶，在冷端温度为室温 25℃时测得的

热电势为 17.537mV，试求热电偶所测得的实际温度。 …… 138
64. 有一采用 S 分度热电偶的测温系统，如图所示，试问此动圈仪表的机械零点应调在多少度上？当冷端补偿器的电源开路（失电）时，仪表指示为多少？电源极性接反时，仪表指示又为多少？ …… 138
65. 现有 E 分度号的热电偶、动圈仪表，它们之间用相应的 EX 型补偿导线相连接，如图所示。已知接点温度 $t=800℃$，$t_j=50℃$；仪表环境温度 $t_n=30℃$，仪表机械零点 $t_m=30℃$。如将 EPX、ENX 补偿导线都换成铜导线，仪表指示为多少？如将 EPX、ENX 补偿导线的位置对换，仪表的指示又为多少？ …… 139
66. 用低电势电位差计测量 S 型铂铑 10-铂热电偶的热电动势，电位差计测得值为 10.429mV，已知热电偶热端（测量端）实际温度 $t=1084.21℃$，查分度表得 $E(1084.21, 0)=10.570mV$，求热电偶冷端（参考端）温度。 …… 140
67. 使用冷端温度补偿器应注意些什么？ …… 140
68. 使用和存放标准电池时应注意什么？ …… 141
69. 试绘图说明直流电位差计的工作原理。 …… 141
70. 说明电子式零平衡或连续平衡的电位差计式测温计的构造和它的工作原理。 …… 142
71. 画出 JF-12 型晶体管放大器的原理方框图，并简述各组成部分的作用。 …… 143
72. 变流器（或称斩波器）有哪两种类型？ …… 144
73. 试述机械振动变流器的工作原理。 …… 144
74. 试述场效应变流器的工作原理。 …… 146
75. 简述动圈式指示仪表的工作原理。 …… 147
76. XC 系列仪表中动圈张丝有什么作用？磁分路片有什么作用？改变磁分路片的位置对示值有何影响？ …… 147
77. 为什么在动圈式温度仪表内设置温度补偿电阻？简述

温度补偿电阻是如何起补偿作用的。 …… 148
78. 当热电偶只用补偿导线接入动圈表时，动圈仪表机械零点应如何调整？ …… 148
79. 试按图说明配热电阻的 XC 系列动圈式温度指示仪表的组成部分和测量原理。 …… 149
80. 据图说明 XC 系列仪表动圈回路各电阻的作用。为什么有些 XC 系列的仪表在动圈两端并联电阻，而有些仪表没有？ …… 150
81. 简述配热电偶用的动圈式温度仪表的工作原理。 …… 151
82. 画出配热电偶用的动圈式仪表的测量电路，说明电路中各电阻起什么作用。 …… 151
83. 检定配热电阻的动圈仪表需要哪些仪器设备？画出具有内部稳压电源的三线制连接仪表的检定线路图。 …… 152
84. 画图说明配热电阻的 XC 系列动圈仪表在现场使用时为什么要优先采用三线制？ …… 152
85. 配热电阻的 XC 系列动圈仪表检修后怎样进行调试（画出仪表测量原理图说明）？ …… 153
86. 已知 XCZ-102 型动圈仪表的测量范围是 0～100℃，当正常运行时其示值应为 80℃，如若出现下列故障．(1) Ra 开路；(2) 2CW1 开路；(3) Rm 的阻值变大；(4) R1 断路；(5) R4 断路；(6) RT 断路；(7) R3 断路；(8) R2 断路；(9) RT 短路；(10) RS 开路；(11) 导线 C 断开；(12) 导线 B 断开，则仪表指针应在什么位置？ …… 154
87. 配热电阻的动圈仪表主要检定哪些项目？写出其基本误差的计算公式。 …… 155
88. 铂热电阻引出线除两线制外，还采用三线制和四线制，其目的是什么？ …… 155
89. 按规格要求，使用中的配热电偶用动圈式指示仪表和指示位式调节仪表应检定哪些主要项目？ …… 156

需要全本请访问 www.ertongbook.com