

电力用油（气） 实用技术问答

郝有明 温念珠 范玉华 邓育红 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

责任编辑 单芳



封面设计 中国水利水电出版社 美术工作室 王鹏



ISBN 7-5084-0212-X



9 787508 402123 >

ISBN 7-5084-0212-X/TM · 12

定价：28.00元

电力用油(气)实用技术问答

郝有明 温念珠 范玉华 邓育红 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书对电力系统用绝缘油、汽轮机油、超高压用绝缘油、抗燃汽轮机油、SF₆绝缘气体等的标准、性能、测试原理、影响因素；油的老化、防劣、净化与再生的方法、机理、效果；油中溶解气体分析和设备故障的诊断；石油化学基础知识、油分析基础知识及化验安全基础知识等，结合运行生产实际，以问答方式作了较系统的介绍。

本书主要供电力系统、农电系统和其他有关单位油务工作人员阅读，也可作为油务工作培训教材，还可供有关专业技术人员和学校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力用油 (气) 实用技术问答/郝有明, 温念珠, 范玉华, 邓育红编著
—北京: 中国水利水电出版社, 2000. 2
ISBN 7-5084-0212-X

I. 电… II. ①郝…②温…③范…④邓… III. ①电力系统-液体绝缘材料-技术-问答 ② 电力系统-润滑油-技术-问答 ③ 电力系统-气体绝缘材料-技术-问答 IV. TE626.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 55332 号

书 名	电力用油 (气) 实用技术问答
作 者	郝有明 温念珠 范玉华 邓育红 编著
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 14.5 印张 322 千字
版 次	2000 年 3 月第一版 2000 年 3 月北京第一次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

随着高电压大容量发供电设备的不断增加，油的监督工作也显得越来越重要。为提高油务专业人员的技术业务水平，以适应电力工业发展和市场经济的需要；为确保发供电用油设备的安全经济运行，并应广大读者的要求，特编写了本书。

本书共分九章。包括石油化学基础知识；电力用油的性质、测定与标准；超高压用绝缘油与抗燃汽轮机油；电力用油的老化与防劣；油的净化与废油的再生处理；油中溶解气体分析和设备故障的诊断；SF₆绝缘气体；电力用油分析基础；油品化验室的安全知识等方面的内容。

本书采用问答方式，将问题的拟定、立足于现场，以解决生产实际为主；解答力求基本概念清楚，简单明了。可供电力系统、农电系统和其他有关单位油务工作人员阅读，也可作为油务工作培训班教材，还可供有关专业的技术人员和学校师生参考。

本书中的第一、四、五、七、九章由郝有明高级工程师编写；第二章由邓育红工程师编写；第三、八章由温念珠高级工程师编写；第六章由范玉华高级工程师编写。全书经温念珠高级工程师主审。

本书初稿由东北电力科学研究院王贵轩、蒲德芳高级工程师负责组织，并对书稿提出了不少宝贵的建议。为使此书尽快与读者见面，王贵轩高级工程师对本书的出版、发行也做了大量工作，在此一并对他们表示衷心地感谢。

限于编写者水平，不妥之处在所难免，望广大读者指正。

作 者

1999 年 12 月

目 录

前 言

第一章 石油化学基础知识

1. 何谓石油？它由哪些化学成分组成？	1
2. 石油和石油产品中的主要烃类有哪几种？它们的特性如何？	1
3. 石油中的非烃类化合物有几种？其性质如何？	1
4. 石油产品的一般炼制工艺程序如何？各工艺程序的主要作用及目的是什么？	2
5. 何谓油品的馏程？其含义是什么？	3
6. 石油产品可分为哪几类？	3
7. 对电力用油的特性要求主要有哪些？为什么？	3
8. 电力用油主要有哪几类？它们在设备中的作用是什么？	4
9. 何谓油质标准？电力用油的质量标准有哪些？用什么代号、编号表示？ 并介绍几种国外电力用油编号名称等。	4
10. 何谓油品的添加剂？电力用油的添加剂主要有哪几种？各对油质起何作用？	5
11. 油品的简易识别方法有几种？	5

第二章 电力用油的性能、测试及标准

12. 电力用油的主要性能分哪几方面？影响这些性能的主要因素是什么？	7
13. 为什么要正确的采取油样？电力用油对油样的采取有哪些规定？	7
14. 何谓油质试验方法？为什么必须遵守标准试验方法的规定进行试验？	7
15. 在油质的试验方法中，主要依据哪些原理？	8
一、颜色和透明度	8
16. 何谓油品的颜色？影响油品颜色的因素有哪些？	8
17. 何谓油品的透明度？其影响因素是什么？测定透明度时为什么要在规定的温度下进行？	9
18. 观测油品的颜色及透明度对生产运行有何意义？	9
二、密度和比重	9
19. 何谓油品的密度和比重？	9
20. 国际上通常表示油品密度和比重的方法有哪几种？	10
21. 影响油品密度的主要因素是什么？	11
22. 测定油品密度的方法和原理是什么？	11
23. 用密度计测定粘度大的油品时为什么要用稀释法？采用稀释法测高粘度油品的密度应 如何进行计算？混合油样的密度应如何计算？	11
24. 测定油品的密度（密度计法）时应注意哪些事项？	12
25. 测定油品的密度对生产运行有何意义？	12
三、粘度、粘温特性及粘度指数	12
26. 何谓油品的粘度？通常粘度有几种表示方法？	12
27. 国际上常用的几种粘度与运动粘度之间的换算关系如何？	13
28. 影响油品粘度的主要因素有哪些？	14

29. 采用毛细管法测定油品运动粘度的原理是什么? 其计算公式 $v_t = C\tau_t$ 是怎么得来的?	15
30. 平氏毛细管粘度计的结构特点和要求有哪些?	16
31. 选用毛细管粘度计时, 为什么试样的流动时间必须在规定范围内?	17
32. 测定运动粘度时应注意哪些事项?	17
33. 测定恩氏粘度时应注意哪些事项?	18
34. 何谓润滑油的粘温特性? 评定润滑油的粘温特性通常有几种表示方法?	18
35. 测定油品粘度及计算粘度指数对生产运行有何意义?	19
四、闪点、燃点及自燃点	20
36. 何谓油品的闪点、燃点及自燃点?	20
37. 影响油品闪点的主要因素是什么?	20
38. 油品闪点的测定方法为什么要分成闭口杯法和开口杯法?	21
39. 测定油品闪点时应注意哪些事项?	21
40. 测定油品闪点、自燃点对生产运行有何意义?	22
五、凝点、倾点和低温流动性	22
41. 何谓油品的低温流动性、凝点和倾点?	22
42. 油品在低温时失去流动性而凝固的机理是什么?	23
43. 影响油品凝点的因素有哪些?	23
44. 测定油品凝点时应注意哪些事项? 为什么?	23
45. 测定油品凝点对生产运行有何意义?	24
六、界面张力	24
46. 何谓油品的界面张力及其测定原理是什么?	24
47. 影响油品界面张力的主要因素有哪些?	25
48. 测定油品界面张力时应注意哪些事项?	26
49. 测定油品界面张力对生产运行有何意义?	26
七、灰分	27
50. 何谓油品的灰分? 其主要组成成分是什么?	27
51. 测定油品灰分中有关规定的目的和应注意的事项有哪些?	27
52. 测定油品灰分在生产运行上有何意义?	28
八、机械杂质(颗粒度)	28
53. 何谓油品中的机械杂质? 它们来自何处?	28
54. 何谓油品中的颗粒度? 对油品中颗粒度的个数和大小是如何规定的?	29
55. 测定油品中机械杂质的方法有哪几种? 其原理和各种溶剂的作用是什么?	29
56. 测定油品中机械杂质应注意哪些事项?	30
57. 测定油品中机械杂质(颗粒度)对生产运行有何意义?	30
九、水溶性酸碱	31
58. 何谓油品中的水溶性酸碱? 它们来自何处?	31
59. 测定油品中水溶性酸碱有哪几种方法? 其测定原理是什么?	31
60. 何谓溶液的 pH 值? 它如何表示溶液的酸碱性?	32
61. 何谓缓冲溶液? 为什么采用邻苯二甲酸氢钾配制缓冲溶液?	32
62. 水溶性酸(pH 值)比色法测定中有哪些影响因素?	32
63. 测定油品水溶性酸碱应注意哪些事项?	33
64. 测定油品水溶性酸碱对生产运行有何意义?	34
十、酸值(酸度)	34
65. 何谓油品的酸值(酸度)? 其种类及来源如何?	34

66. 测定油品酸值有哪几种方法? 其测定原理是什么?	35
67. 采用指示剂法测定油品酸值时, 通常都选用哪几种指示剂? 各有何优缺点?	36
68. 应如何较正确的配制和标定氢氧化钾乙醇溶液?	36
69. 测定油品酸值时有哪些必须遵守的规定和注意事项?	38
70. 测定油品酸值在生产运行上有何意义?	38
十一、水分	39
71. 油品中水分的来源和存在的状态有哪几种?	39
72. 油品中的含水量与哪些因素有关?	40
73. 测定油品中水分有哪几种方法? 其原理是什么?	41
74. 表示水分的浓度有哪几种单位?	41
75. 采用库仑法测定油中水分时, 应注意哪些事项?	42
76. 采用气相色谱法测定油中水分时应注意哪些事项?	43
77. 库仑仪中的电解池经长时间使用后应如何清洗处理?	43
78. 测定水分的库仑仪常见的有哪些故障? 应如何排除?	43
79. 测定绝缘油中水分对生产运行有何意义?	44
80. 控制和监督汽轮机油中水分对生产运行有何意义?	45
81. 油中含水量不合格时应如何进行处理?	45
十二、活性硫(硫腐蚀)	45
82. 何谓油品中的活性硫? 其试验方法的实质是什么?	45
83. 铜片腐蚀试验中应注意哪些事项?	46
84. 测定油品中活性硫对生产运行有何意义?	46
十三、苛性钠试验	47
85. 何谓油品的苛性钠试验? 其试验原理是什么?	47
86. 在油品苛性钠试验中应注意哪些事项?	47
87. 油品的苛性钠试验对生产运行有何意义?	47
十四、液相锈蚀试验	48
88. 何谓油品的液相锈蚀试验及坚膜试验?	48
89. 油品的液相锈蚀测定中应注意哪些事项?	48
90. 测定油品液相锈蚀试验的意义是什么?	48
十五、破乳化时间	49
91. 何谓油品的破乳化时间? 测定破乳化时间的方法是什么?	49
92. 影响油品的破乳化时间有哪些因素?	49
93. 测定油品破乳化时间时应注意哪些事项?	50
94. 测定油品的破乳化时间对生产运行有何意义?	50
十六、氧化安定性	51
95. 何谓油品的氧化? 影响油品氧化有哪些因素?	51
96. 何谓油品的氧化安定性? 测定氧化安定性的原理是什么?	51
97. 测定油品氧化安定性有哪几种方法? 其优缺点是什么?	51
98. 影响氧化安定性试验的因素和应注意的事项有哪些?	52
99. 何谓氧化安定性旋转氧弹法? 其优点是什么?	53
100. 测定油品的氧化安定性对生产运行有何意义?	53
十七、击穿电压	54
101. 何谓油品的击穿电压? 其击穿的机理是什么?	54
102. 影响油品击穿电压的因素有哪些?	55

103. 测定油品击穿电压应注意哪些事项?	55
104. 测定油品击穿电压在生产运行上有何意义?	56
十八、介质损耗因数	56
105. 何谓油品的介质损耗因数?	56
106. 影响油品介质损耗因数的因素有哪些?	56
107. 测定油品介质损耗因数时应注意哪些事项?	57
108. 测定油品介质损耗因数时使用高压电桥应注意哪些事项?	58
109. 测定油品介质损耗因数对生产运行有何意义?	58
十九、体积电阻率	59
110. 何谓油品的体积电阻率?	59
111. 影响油品体积电阻率的因素有哪些?	59
112. 测定油品体积电阻率应注意哪些事项?	59
113. 测定油品体积电阻率对生产运行有何意义?	60
二十、油质标准	60
114. 目前我国油质标准共分几级? 国内标准是由哪些部门制定的?	60
115. 目前我国在新绝缘油方面都有哪些标准?	60
116. 目前我国在新汽轮机油方面都有哪些标准?	61
117. 目前我国运行中绝缘油、汽轮机油都有哪些标准?	61
118. 国外新绝缘油标准有哪些?	61
119. 国外新汽轮机油标准有哪些?	61
120. 国外运行中绝缘油标准有哪些?	61
121. 国外运行中汽轮机油标准有哪些?	61

第三章 超高压用绝缘油及抗燃汽轮机油

一、超高压用绝缘油	62
122. 何谓超高压用绝缘油? 对其特性要求有哪些?	62
123. 何谓绝缘油的析气性? 它是如何产生的?	62
124. 绝缘油的析气性与什么有关?	62
125. 如何改善绝缘油的析气性? 油中芳香烃的含量是不是愈高愈好?	63
126. 测定油品析气性对生产运行有何意义?	63
127. 与绝缘油析气性有关的指标还有哪些?	63
128. 何谓油品的比色散值? 其测定方法的原理是什么?	64
129. 测定油品比色散值对生产运行有何意义?	64
130. 何谓油品的苯胺点? 其测定方法的原理是什么?	64
131. 影响测定油品苯胺点的因素有哪些?	64
132. 测定油品苯胺点对生产运行有何意义?	65
133. 何谓绝缘油的相容性试验?	65
134. 绝缘油的相容性试验对生产运行有何意义?	65
135. 何谓油中含气量? 影响气体溶解量的因素有哪些? 测定油中含气量都有哪几种方法?	66
136. 常用的油中含气量测定法有哪几种? 其测定原理及优缺点是什么?	66
137. 对测定油中含气量装置的基本要求有哪些?	67
138. 测定油中含气量对生产运行有何意义?	67
二、抗燃汽轮机油	67
139. 何谓抗燃汽轮机油? 它有哪些类型?	67

140. 抗燃汽轮机油的主要成分是什么？	68
141. 抗燃汽轮机油应具有哪些优良性能？	68
142. 磷酸酯型抗燃油对材料的适应性如何？	69
143. 磷酸酯型抗燃油的毒性如何？	69
144. 我国新抗燃汽轮机油有哪几种牌号？其性能如何？	69
145. 对抗燃汽轮机油的技术指标有哪些要求？	69
146. 对运行中抗燃汽轮机油进行监督维护工作有何意义？	71
147. 在新机组投运前对抗燃汽轮机油系统有哪些技术上的要求？	71
148. 如何对运行中抗燃汽轮机油进行油质监督工作？	71
149. 如何对运行中抗燃汽轮机油进行维护工作？	71
150. 采用抗燃汽轮机油时除对运行中油进行监督维护工作外还应注意哪些事项？	72
151. 何谓润滑油（汽轮机油）的泡沫性质？此指标有何意义？	72
152. 润滑油的泡沫性能测定方法是怎样的？	72
153. 何谓润滑油的空气释放值？此指标有何意义？	73
154. 润滑油的空气释放值测定方法是怎样的？	73
155. 美国 ASTM D3427 测定方法与前德国 DIN 51381 测定方法中计算空气 释放值的公式有何不同？	74

第四章 电力用油的老化与防止

156. 何谓油品的氧化？其氧化机理是什么？	75
157. 影响油品氧化的主要因素有哪些？	76
158. 矿物油一般的氧化规律如何？氧化后生成哪些产物？	77
159. 油品氧化及其氧化产物对生产运行有何危害？	78
160. 运行油为什么要采取防止油老化措施？目前有哪几种有效的防止油老化的技术措施？	78
一、添加抗氧化剂	79
161. 何谓油品的抗氧化剂？它有哪些种类？	79
162. 抗氧化剂的作用机理是什么？	80
163. T501 抗氧化剂的质量标准有哪些规定？	81
164. T501 抗氧化剂的测定原理是什么？有哪几种测定方法？测定中应注意哪些事项？	81
165. 添加抗氧化剂一般需要经过哪几个步骤？	82
166. 采用添加抗氧化剂作为防劣措施的运行中油，应如何进行监督维护？	83
二、添加防锈剂	83
167. 汽轮机油系统和调速系统的金属部件为什么会锈蚀？其危害如何？	83
168. 何谓防锈剂？对防锈剂的性能和质量都有哪些要求？	84
169. 油中添加防锈剂的作用机理是什么？	84
170. 添加防锈剂主要有哪几个步骤？	85
171. 添加“746”防锈剂后的油，在运行中应如何进行监督和维护？	85
三、添加破乳化剂	86
172. 何谓油品乳化？影响汽轮机油乳化有哪些因素？乳化油有何危害？	86
173. 何谓油品的破乳化剂？大致分哪几类？	87
174. 破乳化剂的破乳化机理是什么？	87
175. 对破乳化剂的性能有何要求？	87
176. 如何添加破乳化剂？	88
177. 添加破乳化剂后的油应如何进行监督和维护？	88

四、添加降凝剂	88
178. 何谓降凝添加剂？目前常用的有哪几种？	88
179. 油中添加降凝剂的作用机理是什么？	89
180. 油中添加降凝剂时应注意哪些问题？	89
五、抗泡沫添加剂	90
181. 何谓泡沫添加剂？目前有几种？使用特性如何？	90
六、安装热虹吸器	90
182. 何谓变压器热虹吸器？它的作用机理是什么？	90
183. 应如何设计热虹吸器？	91
184. 应如何进行热虹吸器的安装？	91
185. 热虹吸器投运前应作哪些准备工作？	92
186. 热虹吸器的投入步骤如何？	92
187. 热虹吸器投运后应作哪些监督维护工作？	92
七、安装连续再生装置（再生器）	93
188. 何谓汽轮机油的连续再生装置？其作用机理是什么？	93
189. 设计再生器的技术要求有哪些？	93
190. 连续再生器的安装位置应如何考虑？	94
191. 连续再生器投运前要做哪些准备工作？	94
192. 连续再生器投入运行后应做哪些监督维护工作？	94
193. 采用连续再生器作为汽轮机油的防劣措施有哪些优缺点？	95
八、吸附剂的回收	96
194. 热虹吸器、连续再生器等换下来的废吸附剂应如何进行回收？	96
九、安装隔膜密封装置	96
195. 何谓变压器的隔膜密封装置？隔膜密封装置的作用是什么？	96
196. 隔膜密封装置有几种方式？各有何优缺点？	97
197. 对隔膜囊的体积构型及材料性能要求如何？	97
198. 变压器安装隔膜囊式密封方式的基本要求和的工作原理是什么？	98
199. 变压器安装隔膜囊在运行及检修中应注意哪些事项？	99
200. 隔膜密封胶囊装置的运行效果如何？	99
十、联合使用和复合添加	99
201. 何谓各种防劣措施联合使用？其优点是什么？	99
202. 各种添加剂如复合添加时有什么原则及要求？	100
十一、混油和补油	101
203. 当需要混油和补油时应遵守哪些原则规定？	101
204. 如何判断不同牌号的绝缘油是否可以混合使用？	101
205. 如何判断不同牌号的汽轮机油是否可以混合使用？	102
206. 进口油和来源不明的油要互相混合时，应如何进行判断？	102

第五章 油的净化与废油的再生处理

一、油的净化	103
207. 何谓油的净化？	103
208. 常用油的净化方法有几种？如何选择油的净化方法？	103
二、沉降法	103
209. 何谓沉降法净化油？	103

210. 液体中悬浮颗粒沉降时间的表达式如何? 沉降时间与哪些因素有关?	103
211. 沉降槽直径与高度如何选择?	104
212. 沉降法净化油具有什么特点? 适用范围如何?	104
三、压力法	104
213. 何谓压力法净化油?	104
214. 压力式滤油机结构如何? 其工作原理是什么?	104
215. 经常采用的过滤材料有几种? 如何选择使用?	104
216. 压力式滤油机净化法适用范围如何? 怎样提高油的净化效果?	105
四、真空法	105
217. 真空过滤法净化油的实质是什么? 其原理如何?	105
218. 真空滤油机的构造如何?	106
219. 真空滤油机净化油的适用范围如何?	106
220. 常用真空滤油机的型号有几种? 性能如何?	106
五、离心法	107
221. 离心分离法净化油的实质是什么? 实用范围和特点如何?	107
222. 离心分离机的结构怎样?	107
六、净化标准	108
223. 绝缘油的净化指标有哪些? 规定如何?	108
七、废油再生	108
224. 何谓废油? 废油再生处理的含义是什么?	108
225. 废油再生方法的分类如何?	108
226. 如何选择废油的再生方法?	108
八、吸附剂法	109
227. 吸附剂再生法的原理是什么? 通常有几种方式?	109
228. 常用吸附剂有哪些品种? 性能如何?	109
229. 硅胶分几种? 实用范围如何?	109
230. 何谓活性白土?	110
231. 吸附剂再生与哪些因素有关?	110
九、硫酸—白土法	110
232. 硫酸—白土法再生油的作用机理是什么?	110
233. 影响硫酸—白土法再生油的因素有哪些?	111
234. 硫酸—白土法再生油的工艺流程是怎样的?	112
十、碱处理	112
235. 碱在废油处理中的作用如何? 应选用多大浓度的碱液? 为什么?	112
236. 如何计算碱的用量?	113
237. 碱处理为什么会发生乳化? 如何防止?	113
238. 乳化液有几种类型? 它们的特点是什么?	113
239. 碱处理后的油为什么要进行水洗?	114
240. 硫酸—碱—白土法再生油的工艺流程是怎样的?	114
十一、除硫	114
241. 油中含有硫化物采用何种方法除掉?	114
十二、闪点处理	114
242. 绝缘油的闪点为什么会降低? 如何处理?	114
十三、介质损耗因数不合格的处理	115

243. 油的介质损耗因数为什么升高?	115
244. 油的介质损耗因数升高如何处理?	115
十四、再生油标准	115
245. 对再生油的质量标准有何规定? 如何提高再生油的质量?	115

第六章 油中溶解气体分析和设备故障的诊断

一、气相色谱分析基础知识	116
246. 色谱法是怎样命名的?	116
247. 色谱法分类方法主要有哪几种?	116
248. 色谱法具有什么特点?	116
249. 气相色谱基本流程如何?	117
250. 气相色谱法的分离原理是什么? 分配过程如何?	117
251. 固定相的分类和分离作用是怎样的?	118
252. 何谓色谱柱? 它的用途如何?	118
253. 常用的固体固定相主要有哪些? 用途如何?	118
254. 何谓气液色谱柱? 气液色谱柱中采用的担体和固定液有哪些要求?	119
255. 常用的固定液有哪些? 如何选择固定液?	120
256. 怎样清洗色谱柱管?	120
257. 柱管内填充固定相有什么要求? 怎样进行装柱?	120
258. 固体固定相使用前为什么要活化处理? 怎样处理?	121
259. 何谓色谱柱的老化处理?	121
260. 何谓基线、典型色谱峰、峰底、峰宽、峰高、半峰宽、峰面积、死时间、 保留时间和调整保留时间?	121
261. 检测器如何分类? 对检测器有何要求?	122
262. 检测器的灵敏度的定义是什么? 如何计算和表示?	122
263. 检测器的敏感度的定义是什么? 如何表示?	123
264. 热导检测器是根据何种原理制造的? 利用哪些条件来达到检测之目的?	123
265. 以四臂热导池为例说明怎样组成的电桥及检测原理?	123
266. 热导池电桥输出信号与哪些因素有关? 使用热导检测器应注意哪些事项?	124
267. 氢焰检测器 (FID) 的结构如何? 其检测原理怎样?	124
268. 氢焰检测器的灵敏度与哪些操作条件有关? 如何提高灵敏度?	125
269. 氢焰、热导检测器的最小检测量与最小检测浓度的表达式是什么? 物理意义如何?	125
270. 分离度的定义及计算公式是什么? 怎样考虑分离度值?	126
271. 塔板数和塔板高度的计算公式及实用意义是什么?	127
272. 色谱分析条件指哪些方面?	127
273. 怎样选择色谱柱的尺寸?	127
274. 怎样选择柱温?	127
275. 进样操作应注意哪些事项?	128
276. 什么叫气相色谱法的定性分析及定性方法?	128
277. 气相色谱法定量分析的依据条件和要求是什么?	128
二、油中溶解气体色谱分析方法	129
278. 色谱分析用油样的采集有哪些要求?	129
279. 何谓分配定理? 其表示公式是什么?	130
280. 何谓奥斯瓦尔特系数? 它与什么因素有关?	130

281. 真空脱气法理论脱气率计算公式是什么？此公式的意义是什么？	130
282. 振荡脱气法测定油中气体的计算公式与操作要点是什么？	131
283. 变径活塞泵脱气法的原理和特点是什么？如何计算测试结果？	133
284. 对绝缘油气体分配系数 (K_i) 如何测定？国产矿物绝缘油实测值 和 IEC 推荐值分别是多少？	134
285. 绝缘油中溶解气体回收率如何测定？	135
286. 油中气体分析常用的气路流程有哪几种？它们有什么优缺点？	136
287. 在色谱分析中常用的定量方法有哪几种？油中溶解气体分析采用什么定量方法？	136
288. 什么叫外标法定量，怎样对仪器标定，怎样计算试样气体各组分浓度？	137
289. 油中溶解气体组分浓度采用何种方法表示？	137
三、充油电气设备故障的诊断	138
290. 油中溶解气体组分分析的对象有哪些？其目的是什么？	138
291. 油中溶解气体分析为什么能检测与诊断变压器等充油电气设备内部的潜伏性故障？	138
292. 充油设备油中溶解气体的主要来源是哪些因素？	138
293. 油纸绝缘材料热分解产气特征与材料的化学结构有何关系？	139
294. 绝缘油和绝缘纸材料在不同温度和能量作用下主要产生哪些气体？	140
295. 不同故障类型的产气特征是什么？	140
296. 根据油中气体分析结果如何判断充油设备有无故障？	141
297. 充油设备内部故障易发生在哪些部位？	143
298. 何谓 IEC 三比值法？它在判断故障类型时应注意哪些事项？	143
299. 何谓平衡判据？它在判断故障上如何使用？	145

第七章 SF₆ 绝缘气体

300. SF ₆ 有哪些重要的物理性质？	146
301. 何谓 SF ₆ 的临界压力和临界温度？在实际应用中有何意义？	146
302. SF ₆ 有哪些重要的化学性质？	146
303. SF ₆ 有哪些重要的电气性能？	147
304. SF ₆ 有什么用途？	147
305. SF ₆ 气体绝缘设备具有哪些优点？	147
306. SF ₆ 气体的制造过程如何？	147
307. 我国对 SF ₆ 新气的标准规定如何？	148
308. SF ₆ 气体中杂质含量的测定方法如何？	148
309. 测定 SF ₆ 气体内水分的目的是什么？	149
310. SF ₆ 气体的存放和搬运有哪些规定？	149
311. 使用 SF ₆ 气体应注意哪些？	149
312. 对设备安装室（含 SF ₆ 试验室）的通风换气、氧气和 SF ₆ 含量检测有哪些规定？	150
313. 设备中 SF ₆ 气体水分的交接试验值和运行中最高允许值规定为多少？ 试验周期是如何规定的？	150
314. 对充有 SF ₆ 气体的设备为什么要进行检漏？对运行的设备如何进行泄漏监视？	150
315. 常用的 SF ₆ 气体检漏仪有几种？其特性如何？	151
316. 在什么情况下，充有 SF ₆ 气体设备采用局部检测法进行检漏？检测方法如何？ 气体泄漏定量检测法如何？	151
317. SF ₆ 气体在电弧作用下的分解过程如何？	152
318. 影响 SF ₆ 分解过程的主要因素有哪些？	152

319. SF ₆ 气体的电弧分解产物有哪些? 危害如何?	153
320. SF ₆ 电气设备各气室为什么要安装吸附装置? 经常采用的吸附剂有哪些?	153
321. 不同吸附剂的吸附能力和吸附特性如何? 如何选择使用吸附剂?	153

第八章 电力用油分析基础

一、常用化验仪器的使用	155
322. 分析天平的构造是怎样的?	155
323. 分析天平是根据什么原理制成的?	156
324. 天平应具有哪几种特性?	156
325. 何谓天平的灵敏度? 灵敏度与哪些因素有关? 在实用中采用什么来表示灵敏度?	157
326. 分析天平的常见故障及其排除方法如何?	157
327. 使用分析天平时应注意哪些事项?	158
328. 使用天平砝码应注意哪些事项?	158
329. 何谓酸度计? 它的测量原理是什么?	159
330. 玻璃电极和甘汞电极的构造怎样? 用途如何?	159
331. 使用酸度计应注意些什么?	160
332. 酸度计常见故障及排除方法有哪些?	160
333. 如何配制校准用标准 pH 缓冲溶液?	161
334. 何谓溶液的电导率? 其单位是什么?	162
335. 何谓电导电极? 如何选择使用?	162
336. 何谓电导电极常数? 如何进行标定?	162
337. 电极常数、电导率和电阻率之间的关系如何? 表示单位是什么?	163
338. 电导仪的测试原理是什么?	163
339. 影响电导率的测定因素有哪些?	163
340. 测定溶液电导率有何意义?	164
341. 分光光度法的原理是什么?	164
342. 分光光度计由哪几部分组成的? 其作用如何?	165
343. 分光光度测定方法如何? 使用分光光度计应注意哪些事项?	165
344. 滴定管怎样拿法?	166
345. 怎样才能使滴定管的读数正确?	166
346. 使用容量瓶时应注意哪些事项?	167
347. 使用量筒时应注意哪些事项?	167
348. 移液管怎样拿法?	167
349. 锥形瓶用于滴定时应注意哪些事项?	168
350. 白金器皿的性能如何? 使用时应注意哪些事项?	168
二、分析结果的准确度	169
351. 何谓分析结果的准确度与精密度? 它们之间是什么关系?	169
352. 误差根据性质可分为哪几类? 产生原因是什么?	169
353. 误差表示方法有几种? 如何计算?	169
354. 如何提高分析结果的准确度?	170
355. 何谓有效数字? 有效数字的位数如何确定?	170
356. 计算结果时有效数字应如何取舍?	170
357. 填写分析结果应精确到几位小数?	171
三、化学分析中的有关计算	172
358. 在滴定分析计算中常用的基本物理量和单位是如何规定的? 其相互关系如何?	172

359. 化验工作中常用哪些重量分析结果的计算公式?	173
360. 何谓百分比浓度?	173
361. 何谓克分子浓度 (M) 或称摩尔浓度 (mol/L)?	174
362. 有关克分子浓度的常用计算公式有哪些? 其适用范围和来源如何?	174
363. 常用溶液的稀释公式有哪些?	175
364. 重量百分浓度和克分子浓度如何进行换算?	176
四、常用试剂的配制方法	176
365. 何谓试剂? 其纯度分为哪几级?	176
366. 用什么方法提纯蒸馏水?	177
367. 怎样采用离子交换法制造纯水? 其原理是什么?	177
368. 怎样提纯水银?	178
369. 用什么方法提纯乙醇?	179
370. 怎样制备无水甲醇?	179
371. 怎样提纯碘?	180
372. 怎样提纯吡啶?	180
373. 怎样制得液体二氧化硫?	181
374. 溶剂汽油、石油醚和正庚烷如何进行提纯? 为什么要提纯?	181
375. 用甲醛试剂检查溶剂中是否有芳烃存在为什么会出现不同的颜色?	181
376. 试剂配制一般有何规定?	181
377. 配制标准溶液时有哪些规定?	182
378. 何谓溶液和标准溶液?	183
379. 何谓基准试剂? 它应具备哪些条件?	183
380. 何谓溶液的浓度? 溶液浓度的表示方法有哪几种?	183
381. 标定标准溶液的主要化学反应式有哪些?	184
382. 储存和使用标准溶液时应注意哪些事项?	185
383. 常用标准溶液的保存期限是如何规定的?	185
384. 常用洗液的配制方法和用途如何?	185
385. 标准溶液的配法有几种?	185
386. 常用酸溶液的配制方法如何?	186
387. 酸溶液的标定方法如何?	187
388. 常用碱溶液的配制方法如何?	187
389. 碱溶液的标定方法如何?	187
390. 0.2mol/L 邻苯二甲酸氢钾标准溶液如何配制?	187
391. 0.2mol/L 磷酸二氢钾标准溶液如何配制?	188
392. 0.1mol/L 氢氧化钠标准溶液如何配制?	188
393. 0.05mol/L 氢氧化钾无水乙醇标准溶液如何配制?	189
394. 0.1mol/L HCl 标准溶液如何配制?	189
395. pH 标准缓冲溶液如何配制?	190
396. 何谓指示剂? 它通常分为哪几类?	190
397. 常用酸碱指示剂有哪些?	192
398. 指示剂的作用机理如何?	194
399. 在实际滴定中如何正确选用指示剂?	195
400. 常用酸碱指示剂如何配制?	195
401. 采用比色法测油中水溶性酸所用的指示剂如何配制?	196
402. 测油酸值所用的指示剂如何配制?	196

第九章 油品化验室的安全知识

一、总则	197
------------	-----

403. 化验室安全守则是如何规定的?	197
404. 危险品如何分类?	197
405. 储存危险品有哪些规定 (不包括压缩气体)?	198
二、防火	198
406. 何谓燃烧? 燃烧的条件和防火、灭火的条件是什么?	198
407. 化验室引起着火的因素有哪些?	199
408. 泡沫灭火器的构造如何? 为什么能够灭火?	199
409. 怎样检查泡沫灭火器是否好用?	199
410. 为什么泡沫灭火器不适于扑灭酒精着火?	199
411. 为什么二氧化碳灭火器能够灭火?	200
412. 为什么化验室着火用二氧化碳灭火器灭火比使用泡沫灭火器好?	200
413. 为什么四氯化碳灭火器能够灭火?	200
414. 为什么干粉灭火器能够灭火?	200
415. 遇到哪些情况不能用水灭火?	201
416. 衣服着火后应怎样扑灭?	201
417. 怎样熄灭在室内燃烧的小火?	202
418. 常用灭火器的适用范围如何?	202
三、防爆	202
419. 在化验室内发生爆炸的原因有哪些?	202
420. 造成气瓶爆炸的原因有哪些?	202
421. 气瓶为什么不能放空? 而必须留有不小于 0.05MPa 的剩余压力?	203
422. 为什么气瓶要涂上各种颜色?	203
423. 已充气的气瓶在使用时要注意哪些事项?	203
424. 在化验中常遇到的易爆混合物有哪些?	204
425. 可燃气体 (或蒸汽) 的燃点及与空气混合时的爆炸范围如何?	204
四、防中毒	204
426. 何谓毒物? 何谓中毒? 毒物入侵人体的途径有哪几种?	204
427. 为什么遇到水银散落时一定要处理干净?	205
428. 如何鉴别烧瓶或试剂瓶内容物的气味?	205
429. 致癌物质有哪些? 使用时应注意什么?	205
430. 常见毒物中毒症状如何? 怎样进行防护?	205
431. 发现急性中毒, 如何进行急救?	205
五、防烧伤	207
432. 何谓烧伤? 烧伤有哪些危险性? 烧伤分几度?	207
433. 为什么稀释浓硫酸时不准将水往浓硫酸里倒?	208
434. 为什么浓硫酸会强烈地灼伤皮肤?	208
435. 化学烧伤如何进行急救处理?	208
436. 酸、碱对衣服有何损害? 如何防止酸、碱损坏衣服?	208
六、防触电	209
437. 何谓触电? 人体触电有何危险?	209
438. 手握导线而触电时, 为什么手会紧紧握住导线而放不下来?	209
439. 化验室安全用电应注意哪些?	209
440. 遇到有人触电如何施行急救?	210
附录 国产 KR—99 高、中压型抗燃油简介	211
参考文献	215
推荐图书	216