

DIANWANGDIAODU ZIDONGHUA
SHEBEIWEIHU 1000 WEN

刘智育 李会祥 李 恒 樊成波 编著

电网调度自动化 设备维护1000问



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电网调度自动化 设备维护1000问

刘智育 李会祥 李 恒 樊成波 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是在总结调度自动化系统建设和维护实践经验的基础上,针对电网调度自动化跨专业、综合应用的特殊性,按照紧密联系调度自动化系统运行维护实际,采用启发性的电网调度自动化专业参考资料模式编写的。

全书共分五章,分别介绍了电网及电网调度自动化、电网调度自动化主站系统维护、电网调度自动化通信系统、电网调度自动化厂站(分站)系统和电网安防系统的内容。

本书适合从事电网、电厂系统运行、维护部门;调控中心;通信信息部门;培训部门的管理、运行、指挥、技术维护人员及教职人员、电力系统与电力自动化相关部门的岗位人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电网调度自动化设备维护 1000 问/刘智育等编著. —北京:中国电力出版社, 2013. 4

ISBN 978-7-5123-4007-7

I. ①电… II. ①刘… III. ①电力系统调度-自动化设备-维修-问题解答 IV. ①TM73-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 018886 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 5 月第一版 2013 年 5 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 15.75 印张 389 千字

印数 0001—3000 册 定价 36.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

前 言

与电网调度自动化有幸结缘，是在 2003 年开始的国家农网二期改造工程中，吉林省在工程中重点配套了县级电网调度自动化系统，就是在这一年随工程同步，我被公司从送变电工区继电班抽调到调度通信所自动化班，开始了调度自动化的工作生活。

在当时两年多的工程建设、试运行、系统培训和七年多的运行维护实践中，将电网调度自动化零概念的我，培养为掌握电网调度自动化主站、通信、厂站三大系统运行维护的专业维护员。总结走过的历程看，应该说电力系统及其自动化专业基础、继电保护专业的工作实践，完整的常规继电保护变电站和综合自动化变电站建设施工、安装、调试、验收经历是使自己能够很快熟悉掌握专业技术的关键，因此电网调度自动化系统维护人员的培养应注重从具有 5 年以上继电保护专业实际工作经验、电气自动化专业基础的人员中挑选储备。由于调度自动化系统技术起点较高，涉及专业面非常广，系统的三大基本体系（调度主站系统、通信系统、分站系统）跨越了计算机及数据处理技术、自动化控制、电子技术、通信技术等专业大领域，所以对从事自动化专业人员技术素质要求较高也就不奇怪了。

在我公司调度自动化系统建设和运行维护期间，我们自动化班得到了自动化系统软硬件多个厂商人员和技术的支持，让我感受最深刻的是在 2003 年开始的自动化系统主站、分站建设中，得到了当时南京南瑞公司自动化研究院农电研究所（即现在的南京南瑞电力科技股份有限公司前身）系统部、装置部的大力支持。系统部主站系统的刘爱华、高级应用系统的苏义容和装置部的潘明、蔡龙分别和我们共同生活工作了半年多的时间，言传身教，从点点滴滴的基础开始传授技术知识和技能，从主站软硬件系统及数

据库的组建，到分站系统功能的讲授、设置、调试等毫无保留地传授给我们，后期又得到系统部的刘畅、徐洪海、刘金、侯艳丽、李佳等工程人员诚心的帮助。在随后由南瑞农电所主持的全省自动化大规模的技能强化培训中，得到当时系统部、装置部骨干技术力量的关怀，为我们自动化班技术人员掌握新技术系统奠定了良好的基础。在随后几年不同分站系统的接入和其他自动化功能的引入，不断地得到其他厂商的技术支持和协助，其中的沈阳和光科技有限公司的佟棕红、赵国锋，南京南瑞五防的顾吉纳，扬州华辰电力通信有限公司的陈玉辰、马爱红、闵敏，珠海尤特电力科技有限公司的陈永刚、丁辉臣、朱小伟，常州东瑞电力科技有限公司的窦永康、是岳军等给予了我们极大的技术支持，使我们能够学习积累大量的处理系统故障的经验，确保我们系统的正常运行，在此对他们多年来的精心帮助表示衷心的感谢。

本书是在总结调度自动化系统建设和维护实践经验的基础上，针对电网调度自动化跨专业、综合应用的特殊性，按照紧密联系调度自动化系统运行维护实际，采用启发性的电网调度自动化专业参考资料模式编写的，包括电网调度自动化系统基础知识、标准、结构、分系统和安全防误分章分节的具体介绍，力求接近工作实际，但由于电网调度自动化系统及设备技术发展非常快，不断地在进行着技术更新，因此在写作过程中总有力不从心的感觉，为此自己一直在不断收集大量的最新技术资料以及对资料的筛选工作，在这方面以上人员给予了大量支持和帮助。本书中的第五章第三节电力二次系统由榆树市农电有限公司党委书记李会祥撰写；第一章第一节电网调度自动化系统技术功能规范由农电有限公司生产副经理李恒撰写；第五章第一节调度防误系统由榆树市农电有限公司调度通信所主任樊成波撰写，他们对本书内容的丰富做了大量的工作。

由于编者水平有限，书中的内容难免存在不妥、缺点、错误之处，敬请读者斧正。

编 者

目 录

前言

第一章 电网及电网调度自动化	1
第一节 我国电网系统与电网调度自动化	2
1. 为什么说我国的电网是一个宏大系统?	2
2. 未来电网有什么样的发展趋势?	3
3. 什么是智能电网?	4
4. 坚强智能电网的内涵是什么?	4
5. 我国坚强智能电网有哪些基本特征?	5
6. 智能电网有哪些特点?	5
7. 什么是神经网络控制技术?	6
8. 什么是模糊逻辑控制技术?	6
9. 什么是专家系统控制技术?	7
10. 什么是线性最优控制技术?	7
11. 什么是综合智能控制技术?	7
12. 什么是互动电网?	7
13. 互动电网的本质是什么?	8
14. 我国智能电网目标是什么?	8
15. 我国建设坚强智能电网的重点发展方向有哪些?	8
16. 我国建设智能电网有什么作用?	9
17. 我国电网管理结构是什么样的?	10
18. 我国五大电网覆盖哪些省及直辖市?	10
19. 我国电网采用什么样的控制模式?	10
20. 我国电网调度是如何划分管理结构的?	11
21. 电网管理采用分层控制的优点是什么?	12

22. 我国电网调度的管理任务是什么?	12
23. 电网调度管理主要内容是什么?	12
24. 什么是电网调度自动化系统?	12
25. 电网调度自动化系统由哪些结构组成?	13
26. 电网调度自动化系统具有什么作用?	13
27. 电网调度自动化系统有什么功能?	14
28. SCADA 是什么?	15
29. 什么是电网安全监视?	15
30. AGC 是什么?	15
31. EDC 是什么?	15
32. SA 是什么?	16
33. DTS 是什么?	17
34. EMS 是什么?	17
35. 什么是电网经济调度 ED (Economic Dispatching)? ...	17
36. 电网调度自动化系统由哪些基本部分组成?	18
37. 电网调度自动化系统是如何分层次管理的?	18
38. 电网调度自动化系统运行管理原则是什么?	20
39. 国调自动化系统运行管理机构有哪些职责?	20
40. 网调自动化系统运行管理机构有哪些职责?	21
41. 省调自动化系统运行管理机构有哪些职责?	21
42. 地调自动化系统运行管理机构有哪些职责?	22
43. 县调自动化系统运行管理机构有哪些职责?	23
44. 发电厂(变电站)自动化班组或专职人员有 哪些职责?	23
第二节 电网调度自动化系统技术功能规范	24
45. 什么是国际标准化组织标准?	25
46. 什么是国际电子技术委员会标准?	25
47. 什么是国际电信联盟标准?	26
48. 什么是美国电气电子工程师协会标准?	26
49. 什么是电子工业协会标准?	27

50. 什么是中华人民共和国国家标准委员会？	27
51. 什么是中华人民共和国标准？	28
52. 什么是美国国家标准学会？	28
53. 什么是 TCP/IP 协议层级模型？	29
54. 电网调度自动化系统必须遵循哪些国家和国际标准 体系？	29
55. 电网调度自动化系统需遵循哪些其他工业标准 体系？	30
56. 电网调度自动化系统需遵循的标准有哪些？	30
57. 电网调度自动化系统需要哪些其他相关标准和 规范？	32
58. 电网调度自动化系统对硬件设备要求哪些 环境标准？	32
59. 电网调度自动化系统需要的一般工况是什么？	33
60. 电网调度自动化系统设备安装和存放条件 需要哪些？	33
61. 电网调度自动化系统主站、厂站系统有哪些指标？ ...	34
62. 电网调度自动化系统性指标有哪些？	35
63. 电网调度自动化系统实时性指标有哪些？	35
64. 电网调度自动化系统准确率指标有哪些？	35
65. 电网调度自动化系统测量值指标有哪些？	36
66. 电网调度自动化系统实时响应指标有哪些？	36
67. 电网调度自动化系统负荷率指标有哪些？	36
68. 电网调度自动化系统可靠性指标有哪些？	37
69. 电网调度自动化系统时间指标有哪些？	37
70. 电网调度自动化系统实时网络分析（PAS）主要 性能指标有哪些？	37
71. 通信系统光通信部分有哪些技术要求？	38
72. 主站数据光端机有哪些特性？有哪些技术要求？	38
73. 子站数据光端机有哪些特性？有哪些技术要求？	39

74. 终端服务器有哪些技术要求?	39
75. 网络交换机有哪些技术要求?	39
76. 跳纤、尾纤、法兰盘有哪些技术要求?	40
77. 电网调度自动化系统性能指标有哪些?	40
78. 电网调度自动化系统可靠性要求有哪些?	40
79. 电网调度自动化系统开放性要求有哪些?	41
80. 电网调度自动化硬件系统设备有哪些安全性要求? ...	42
81. 防雷及电涌会对电网调度自动化系统设备造成 什么危害?	42
第三节 电网调度自动化硬件系统方案及设备	42
82. 电网调度自动化硬件系统设备总体有什么要求?	43
83. 电网调度自动化系统主站结构是怎样的?	43
84. 电网调度自动化主站系统配置方案有几种?	43
85. 各型系统具体有哪些配置方案?	44
86. 主站系统配置哪些子设备?	46
87. 主站系统配置的各子设备有哪些作用?	46
88. 局域网(主干网)设备技术参数有哪些?	48
89. 前置系统/网关工作站(兼 WEB 服务器)/调度员工作 站技术参数有哪些?	48
90. 系统服务器有什么功能,其技术参数有哪些?	48
91. 主时钟设备(GPS)技术参数有哪些?	49
第四节 电网调度自动化系统软件及功能	49
92. 电网调度自动化系统软件有什么要求?	50
93. 电网调度自动化系统软件有什么样的系统结构?	50
94. 电网调度自动化系统由哪些软件组成?	50
95. 操作系统及数据库支撑平台具有哪些作用?	52
96. 支撑平台软件具有哪些作用?	52
97. SCADA 功能软件具有哪些作用?	54
98. 应用软件(PAS)具有哪些作用?	55
99. SCADA-Web 浏览软件具有哪些作用?	55

100. 与其他计算机系统的接口软件具有哪些作用?	55
101. 电网调度自动化系统有哪些功能?	56
102. 系统辅助功能具有哪些?	56
103. 高级应用功能(PAS)有哪些?	56
104. 什么是网络拓扑分析?	59
105. 什么叫实时量测系统的冗余性?	59
106. 什么叫状态估计?	60
107. 运用状态估计必须具备什么基础条件?	60
108. 最优潮流与传统经济调度的区别是什么?	60
109. 调度员培训模拟系统(DTS)的作用?	60
110. 对调度员培训模拟系统有哪些要求?	61
111. DMS是什么?	61
112. GIS是什么?	61
113. TMR是什么?	62
114. DMIS是什么?	62
115. DTU是什么?	62
116. FTU是什么?	63
117. TTU是什么?	63
118. AMR是什么?	63
119. 调度员培训仿真(DTS)有哪些功能?	64
120. 什么是配电自动化(DA)?	64
121. 什么是馈线自动化(FA)?	64
122. 配电自动化系统和配电管理系统有什么关系?	65
123. DSM是什么?	65
124. EMS与DMS有什么区别?	65
125. 配电自动化技术有什么意义?	66
126. 配电自动化的难点有哪些?	67
127. 配电自动化功能有哪些?	67
128. 什么是配电SCADA?	67
129. 配电网的数据采集及监控有什么特点?	68

130. 我国 10kV 馈线故障处理存在几种模式？	68
131. 什么是分布智能模式？	68
132. 什么是集中智能模式？	68
133. 配电自动化和 GIS 集成可采用几种方案？	69
134. GIS 在配电网中有哪些应用包？	69
135. 配电网自动化有哪些高级应用软件？	69
136. 配电自动化有哪些实现方式？	69
137. 配网自动化系统有什么作用？	70
138. 馈线自动化系统有哪些功能？	70
139. 什么是负荷管理系统？	71
140. 负荷控制管理系统具有哪些功能？	72
141. 什么是用电抄表计费自动化系统？	72
142. 什么是配网地理信息管理系统？	72
143. 地理信息管理系统应有哪些功能？	73
144. 馈线自动化基本功能有哪些？	73
145. 线路故障区段查找的基本原理是什么？	74
146. 对“手拉手”供电线路分段、支线断路器有 什么要求？	74
147. “手拉手”供电线路分段断路器保护整定值的 原则是什么？	75
148. 与其他电力监控系统的接口功能有哪些？	75
第五节 电网调度自动化系统设备调试及验收	76
149. 电网调度自动化系统设备出厂接收有哪些要求？	76
150. 系统设备出厂验收报告应包括哪些内容？	77
151. 电网调度自动化系统设备出厂验收需要哪些 测试？	77
152. 电网调度自动化系统功能测试哪些内容？	77
153. 电网调度自动化系统稳定性测试需要哪些条件？	78
154. 电网调度自动化系统设备现场验收有什么要求？	78
155. 电网调度自动化主站系统设备做哪些调试？	78

156. 电网调度自动化通信系统应做哪些测试?	79
157. 电网调度自动化厂站系统做哪些测试?	79
158. 调度自动化主站系统设备建设有哪些内容?	79
159. 电网调度自动化主站软件系统如何调试?	80
160. 电网调度自动化通信系统有哪些调试?	80
161. 电网调度自动化系统厂站系统建设有哪些内容?	80
162. 调度自动化厂站设备测试哪些内容?	81
163. 调度自动化整体联合调试有哪些内容?	81
164. 工程验收应具备哪些条件?	82
165. 如何组织工程验收工作?	83
166. 工程验收工作有哪些程序?	83
167. 电网调度自动化系统工程验收工作包括哪些内容? ...	83
168. 资料审查有哪些内容?	83
169. 怎样对电网调度自动化系统硬件设备确认?	84
170. 系统功能进行哪些测试项目?	85
171. 怎样进行画面测试?	85
172. 怎样进行厂站工况测试?	85
173. 怎样进行网络功能测试?	85
174. 怎样进行双机系统测试?	85
175. 怎样进行遥信变位及异常、事故报警测试?	86
176. 怎样进行遥测数据精度测试?	86
177. 怎样进行遥控(遥调)测试?	86
178. 怎样进行模拟屏测试?	87
179. 怎样进行安防及遥视系统测试?	87
180. 怎样进行 UPS 测试?	87
181. 怎样进行五防系统测试?	87
182. 电网调度自动化系统工程验收工作有哪些程序?	87
183. 电网调度自动化系统应如何进行工程验收?	88
184. 电网调度自动化系统实用化验收应具备哪些 条件?	88

185. 电网调度自动化系统实用化验收有哪些组织工作？	89
186. 电网调度自动化系统实用化验收测试及资料审查工作有哪些程序？	89
187. 电网调度自动化系统实用化基本功能需要哪些测试？	90
188. 电网调度自动化系统实用化考核需要核实哪些指标？	91
189. 如何统计负荷总加完成率？	91
190. 如何统计事故时遥信年动作正确率？	92
191. 如何统计计算机月平均运行率？	93
192. 如何统计调度自动化系统月平均运行率？	93
193. 如何统计调度日报制表月合格率？	94
194. 如何统计 85% 以上的实时监视画面对命令的响应时间？	94
195. 如何准备核实测试及资料审查报告与验收结论？	94
196. 电网调度自动化系统实用化资料审查组应进行哪些工作？	95
197. 电网调度自动化系统实用化验收应进行哪些工作总结？	95

第二章 电网调度自动化主站系统维护 97

第一节 电网调度自动化主站硬件系统维护 97

198. 电网调度自动化主站硬件系统典型配置是什么样的？	98
199. 电网调度自动化计算机系统体系经历了哪些结构？	98
200. 电网调度自动化系统典型结构中有哪些平台？	99
201. 电网调度自动化系统运行网段有哪些网段？	99
202. 电网调度自动化主站系统计算机从功能上可分为几类？	99

203. 主站系统计算机从具体功能上由哪些机器组成?	99
204. 前置机(数据采集工作站)的主要功能是什么?	99
205. 服务器的主要功能是什么?	100
206. 调度员工作站的主要功能是什么?	100
207. PAS 工作站的主要功能是什么?	100
208. 远程维护工作站的主要功能是什么?	100
209. 报表工作站的主要功能是什么?	101
210. 系统一般采用双服务器冗余配置, 双服务器的运行 方式什么样?	101
211. 双服务器运行数据一致性怎么解决的?	101
212. 系统一般采用双前置机冗余配置, 双前置机的运行 方式怎样?	101
213. 双前置机双机切换有哪两种实现方法?	101
214. 系统运行时, 数据采集是不是两台前置机同时 采集?	101
215. 系统运行时, 前置数据处理由哪台前置机 完成的?	102
216. 系统运行时, 前置数据下行控制由哪台前置机 实现的?	102
217. 系统 WEB 浏览是怎么实现的?	102
218. 计算机是如何分类?	102
219. 计算机系统是由哪些部分组成?	102
220. 什么是计算机硬件系统?	103
221. 计算机硬件结构由哪些部分组成?	103
222. 计算机硬件有什么样的线路结构?	103
223. 主站系统服务器日常运行需要注意哪些问题?	104
224. 微机硬件易损元器件有哪些?	105
225. 微机存储硬盘为什么容易损坏?	105
226. 微机存储硬盘损坏如何判断和修复?	105
227. 如何判断微机内置电源损坏?	106

228. 风扇有哪些故障？	106
229. 灰尘能引起哪些器件故障？	107
230. 哪些因素容易引起机器效率降低？	107
231. 雷击对电网调度自动化主站系统有哪些危害？	107
232. 雷击有哪些种类？	108
233. 电源系统如何进行防雷保护？	108
234. 信号系统如何进行防雷保护？	109
235. 对等电位连接主体有什么要求？	109
236. 接地系统有哪些种类？	110
237. 系统防雷的措施和要求有哪些？	110
第二节 电网调度自动化主站软件系统维护	111
238. 什么是计算机软件？	111
239. 软件操作系统由哪些程序组成？	111
240. 操作系统具有哪些功能？	111
241. 操作系统具有哪些管理功能？	112
242. 操作系统有哪些基本类型？	112
243. 操作系统管理功能的主要内容有哪些？	112
244. 什么是应用软件？ 应用软件有哪些？	112
245. 通用软件有哪些？	112
246. 什么是程序与文档？	113
247. 软件开发分为几个阶段？	113
248. 什么叫机器语言？	113
249. 什么叫编程语言？	113
250. 什么叫高级语言？	113
251. 电网调度自动化系统软件具有什么样的层次 结构？	114
252. 电网调度自动化系统有哪些子系统？	114
253. 什么是综合数据采集系统？	114
254. 什么是一体化支撑平台？	115
255. 什么是网络子系统？	115

256. 什么是实时数据库子系统?	115
257. 什么是商用数据库子系统?	115
258. 什么是图形子系统?	116
259. 什么是报表子系统?	116
260. 电网调度自动化系统需要什么样的运行环境?	116
261. 电网调度自动化系统有哪些技术指标?	117
262. 电网调度自动化系统的可用性指标有哪些?	117
263. 电网调度自动化系统的可靠性和运行寿命指标有 哪些?	117
264. 电网调度自动化系统的信息处理指标有哪些?	117
265. 什么是无故障间隔时间 (MTBF)?	118
266. 电网调度自动化系统的实时性指标有哪些?	118
267. 电网调度自动化系统的负载率指标有哪些?	118
268. 电网调度自动化系统的系统存储容量指标有 哪些?	119
269. 电网调度自动化系统服务器上的应用程序 有哪些?	119
270. 电网调度自动化系统客户机上的应用程序 有哪些?	121
271. 电网调度自动化系统服务器与工作站上的数据库有 什么区别?	121
272. 服务器与工作站上数据库是如何实现一致性的? ...	121
273. 电网调度自动化系统遥控操作分为哪些步骤?	121
274. 电网调度自动化系统是如何确保遥控操作的安全 性、正确性的?	122
275. 电网调度自动化系统遥控监护是怎样实现 监护的?	122
276. 有哪些原因造成厂站频繁投退?	122
277. 哪些原因造成遥信状态不正确?	123
278. 什么原因造成遥测值不正确?	124

279. 什么原因造成电能数据不正确?	125
280. 哪些原因容易造成厂站接收不到数据?	125
281. 哪些原因会造成接收到的数据乱码?	126
282. 哪些原因会造成下行遥控失败?	127
283. 哪些原因会造成遥控下发没有反校?	128
284. 哪些原因造成网络子系统不能起动?	128
285. 哪些原因造成系统中各台计算机的实时数据 不一致?	128
286. 怎样处理遥测越限判断有误?	128
287. 如何处理遥信变位丢失?	129
288. 什么原因造成天文钟显示时间与机器时间无法 调整接近?	129
289. 什么原因造成控制台无法显示系统频率、总有功、 总无功?	129
290. 插拔串口连接线应该注意什么问题?	129
291. 机器注销与重启有何区别?	130
第三节 电网调度自动化网络系统	130
292. 什么是计算机网络?	130
293. 什么是局域网?	131
294. 什么是城域网?	131
295. 什么是广域网?	131
296. 什么是互联网?	131
297. 什么是以太网?	132
298. 什么是标准以太网?	132
299. 什么是快速以太网?	132
300. 什么是千兆以太网?	133
301. 什么是 10G 以太网?	133
302. 什么是无线局域网?	133
303. 局域网技术有什么特点?	134
304. 局域网参考模型 (IEEE 802) 是什么?	134