



电力实用技术丛书

电力通信

实用技术问答

▶ 主 编 李宏君
▶ 副主编 张国平 马全中



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

2480254



电力实用技术丛书

电力通信 实用技术问答

- ▶ 主 编 李宏君
- ▶ 副主编 张国平 马全中
- ▶ 参 编 万超峰 焦晓波 刘 航 王若乐

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

电力通信广泛应用于电网生产控制、管理、经营等各个环节，并已成为电力系统的有机组成部分。随着电力体制改革的深化，电网安全、优质运行的要求进一步提高。电力工业技术和通信技术的发展，也推动着现代电网从人工/半自动控制逐步向全智能控制演进，这就要求电力通信工作人员具备较高的理论水平和实际技能。本书以问答的形式对电力系统通信所涉及的各类技术进行了较为全面的介绍，内容包括通信基础、通信传送网、通信业务网、通信支撑网、电网基础、仪器仪表和通信管理。

本书是变电所、供/配电及用电单位电力通信工作人员的必备用书，也可作为工矿企业供/配电工人岗位培训、职业教育相关专业的教学用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

电力通信实用技术问答/李宏君主编. —北京：电子工业出版社，2011.1

（电力实用技术丛书）

ISBN 978-7-121-12463-1

I. ①电… II. ①李… III. ①电力系统—通信—问答 IV ①TM73-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 236432 号

策划编辑：张 剑（zhang@phei.com.cn）

责任编辑：刘海艳

印 刷：涿州市京南印刷厂

装 订：涿州市桃园装订有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：880×1230 1/32 印张：11.625 字数：357.1 千字

印 次：2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数：6 000 册 定价：28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

电力实用技术丛书编委会

主任委员：张成军

副主任委员：杨成兴 封晓东

委 员：（以姓氏笔画为序）

万 飞	于秀云	弋苗钦	马全中	王玉学
王亚非	王来军	王忠强	石顺立	刘 斌
吴国松	张国平	李 丰	李 丹	李 阳
李 兵	李宏君	杜剑波	杨 莹	沈广涛
胥俊岩	赵新卫	倪有仁	袁民峥	崔 峻

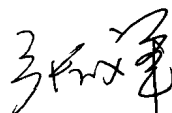
丛书策划：张 剑

丛 书 序

电力工业是关系国计民生的基础产业，是技术与资金密集型的高科技行业。改革开放以来，随着科学技术的发展和电力生产建设规模的不断扩大，电力系统正在朝着高电压、大容量、远距离输送、全国联网的高科技智能电网方向发展。

为了适应电力建设和智能电网迅速发展的需要，提高电力系统职工队伍的技术业务素质，并对从事变电所、供/配电电气运行的技术人员进行正规化、系统化的培训，特组织编写了电力实用技术丛书（共分为 8 册），主要阐述了电力系统通信、继电保护、电力变压器、电网无功补偿、线损管理与降损技术、电力系统自动化、调度运行及农电综合管理等方面的内容，总结和分析了电力系统变电所、供/配电及用电等各个环节的电气运行情况、电气设备及安全管理知识。本丛书不仅是变电所、供/配电及用电单位的设计、施工、运行、维护和技术管理人员的必备用书，也可作为工矿企业供/配电网工人岗位培训、职业教育相关专业的教学用书。

相信“电力实用技术丛书”的出版，会对电力建设和智能电网的发展，提高电力系统职工队伍技术业务素质，起到积极的促进作用。



2010年11月

前 言

随着电网的发展，电力通信广泛应用于电网生产控制、管理、经营等各个环节，并已成为电力系统的有机组成部分。同时，随着电力体制改革深化，电网安全、优质运行的要求进一步提高，电力工业技术和通信技术的进一步发展，也推动现代电网正在从半自动人工控制逐步向全智能控制演进，这就要求电力通信工作人员具备较高的理论水平和实际技能。

本书作为电力通信专业技术人员近几年来生产和学习中的总结和提炼，力求从实用的角度出发，以问答的形式对电力系统通信所涉及的各类技术进行了较为全面的介绍。

全书共 7 章，分别是通信基础、通信传送网、通信业务网、通信支撑网、电网基础、仪器仪表及通信管理。本书特点如下：

(1) 由于电力通信所涉及的内容十分广泛，如何取材是最大的难题。本书的取材是针对电力通信专业的工作人员，因此在强调基础知识的同时，力求避免复杂的原理阐述和深入的公式推导，以实用化为主要宗旨，侧重于技术而不是理论，尽力为各位电力通信的工作人员提供一本有用的、实用化的技术书籍。

(2) 随着电力系统智能化和信息化的不断加快，电力系统通信作为各类电力信息传送的基础，与各个专业的交叉和融合越来越多，专业之间越来越紧密，通信专业需要了解和掌握相关专业的一些内容。所以本书除了通信相关技术和知识外，还包含了电力系统基础、继电保护、自动化以及计算机网络的相关内容。

(3) 内容力求新颖和全面，近几年出现的新技术，凡是成熟的都尽力入选本书中。

希望本书能够为广大电力通信专业人员学习和提高提供较好的素材，从而促进电力通信专业技术人员的技术水平，更好地提升保障电网安全稳定运行、为数字化电网和信息化建设服务的水平。

本书由李宏君任主编，张国平、马全中任副主编，参与编写本书的还有万超峰、焦晓波、刘航、王若乐。在本书编写过程中，河南省电力公司的技术专家以及所属供电企业有关专业技术人员、一线员工倾注了很多智慧和精力，在此表示衷心感谢。

由于编者水平和时间有限，本书各部分涵盖的内容在编写过程中很难做到十分周到，需要在今后工作中加以完善，敬请读者提出宝贵意见，在此谨表谢意。

编 者

目 录

第 1 章 通信基础	1
1. 什么是通信网?	1
2. 什么是电力通信网?	1
3. 什么是电平?	1
4. 什么是业务网?	1
5. 什么是传送网?	1
6. 什么是用户接入网?	2
7. 什么是支撑网?	2
8. 什么是 RS-232C 串行接口?	2
9. 当通信电路发生故障时, 抢通电路的调度原则是什么?	3
10. 电力系统通信网有什么基本作用?	3
11. 电力通信的主要服务对象有哪些?	3
12. 通信调度员在事故处理中应掌握哪些原则?	3
13. 什么是积木式结构?	4
14. 什么是单工通信?	4
15. 什么是半双工通信?	4
16. 什么是全双工通信?	4
17. 什么是通信接入网?	5
18. 什么是电信级质量保障体系 (QoS)?	5
19. 什么是 IPTV?	5
20. 什么是现代通信行业?	5
21. 什么是多媒体图像的分辨率、系统分辨率?	5
22. 模拟传输、数字传输最主要的区别是什么?	6
23. 传输损耗有哪些?对信号传输有何影响?	6
24. 模拟数据的数字化编码(最典型的是 PCM 编码)过程?	6
25. 数字信号模拟调制的三种形式是什么?	6

26. 异步传输、同步传输有什么区别?	6
27. 检错、纠错的区别及优缺点?	6
28. 什么是模拟信号?	6
29. 模拟信号的特性是什么?	6
30. 什么是数字信号?	7
31. 数字信号的特点是什么?	7
32. 语音信号的抽样频率一般是多少?	7
33. 一路语音信号抽样、量化、PCM 编码后的速率是多少?	7
34. 什么是通信系统?	7
35. 通信系统由哪几部分组成?	7
36. 一个实际的通信系统由哪三大部分组成?	8
37. 什么是终端设备?	8
38. 什么是交换设备?	8
39. 什么是传输系统?	8
40. 什么是传输网?	8
41. 什么是本地中继传输网?	8
42. 什么是骨干传输网?	9
43. 什么是接入网?	9
44. 通信系统按所用的传输媒介、信源的种类、所传信号的属性、结构和复用方式等特征如何进行分类?	9
45. 什么是抽样 (Sampling)?	9
46. 什么是量化 (Quantizing)?	10
47. 什么是量化噪声?	10
48. 什么是编码 (Coding)?	10
49. 量化噪声和量化级数有什么关系?	10
50. 为什么要采用非均匀量化?	10
51. 非均匀量化的具体办法是什么?	11
52. 非均匀量化的实现方法通常有哪两种?	11
53. 什么是基带传输?	11
54. 什么是调制传输?	11

55. 什么是载波?.....	11
56. 数字通信系统由哪几部分组成?.....	12
57. 信道编码器的作用是什么?.....	12
58. 同步系统的作用是什么?.....	13
59. 同步可分为哪几类?.....	13
60. 话务量的定义是什么?.....	13
61. 什么是分组交换?.....	13
62. 话务量通常如何表示?.....	13
63. 电路交换中两种基本接续方法是什么?.....	13
64. 什么是 HW?.....	13
65. 什么是时分交换?.....	14
66. 数字时分接线器 (T 接线器) 由哪些部分组成?.....	14
67. 时分接线器的工作方式有哪几种?.....	14
68. T 接线器的容量如何表示?.....	14
69. 什么是空分交换?.....	15
70. 数字空分接线器 (S 接线器) 由哪些部分组成?.....	15
71. 时分交换和空分交换是如何配合使用的?.....	15
72. 程控交换系统由哪些部分组成?.....	16
73. 程控交换系统的硬件结构由哪些部分组成?.....	16
74. 话路系统包括哪几部分?.....	16
75. 用户电路通常具有哪些功能?.....	16
76. 什么是中继器?.....	16
77. 中央控制系统由哪些部分组成?.....	16
78. 什么是信令?.....	17
79. 什么是信令方式、信令设备和信令系统?.....	17
80. 信令按其工作区域可分为哪几种?.....	17
81. 什么是用户线信令?.....	17
82. 什么是局间信令?.....	17
83. 什么是信令点?.....	17
84. 什么是信令转接点?.....	18

85. 根据传送方式信令如何分类?.....	18
86. 我国采用的随路信令方式是什么?.....	18
87. 公共信道信令方式较随路信令方式的优点是什么?.....	18
88. 什么是 PSTN?.....	18
89. 什么是虚电路?.....	19
90. 分组交换为什么会带来较大的时延?.....	19
91. 分组交换的特点是什么?.....	19
92. 什么是综合业务数字网 (ISDN) ?.....	20
93. 综合业务数字网 (ISDN) 分为哪两种?.....	20
94. 什么是窄带综合业务数字网 (N-ISDN) ?.....	20
95. 什么是宽带综合业务数字网 (B-ISDN) ?.....	20
96. ISDN 用户接口有哪几种?.....	21
97. 什么是基本速率接口 (BRI) ?.....	21
98. 什么是基群速率接口 (PRI) ?.....	21
99. 为什么要采用接入网技术?.....	21
100. 目前主要的接入方式有哪些?.....	22
101. 铜缆接入目前主要的技术有哪些?.....	22
102. 光纤接入目前主要的技术有哪些?.....	23
103. 混合接入目前主要的技术有哪些?.....	23
104. 无线接入目前主要的技术有哪些?.....	23
105. 什么是 V5 接口?.....	23
106. 什么是无源光网络 (PON) ?.....	24
107. 什么是光纤/同轴混合网?.....	24

第 2 章 通信传送网.....25

1. 简述光纤由哪几部分组成?.....	25
2. 光线在光纤中是如何进行传播的?.....	25
3. 单模光纤是如何分类的?.....	25
4. 描述光纤线路传输特性的基本参数有哪些?.....	25
5. 光纤规格代号的规则是什么?.....	26
6. 造成光纤衰减的原因有什么?.....	27

7. 光纤衰减系数是如何定义的?.....	27
8. 什么是插入损耗?.....	27
9. 光纤的带宽与什么有关?.....	27
10. 什么是光纤的色散?.....	27
11. 光纤的色散有哪些?对光通信系统的性能产生什么影响?.....	27
12. 信号在光纤中传播的色散特性怎样描述?.....	28
13. 什么是截止波长?.....	28
14. 光纤的色散对光纤通信系统的性能会产生什么影响?.....	28
15. 光纤参数测量包括哪些内容?.....	28
16. 目前商用光纤中最小色散和最小损耗分别出现在什么波长?.....	28
17. 根据光纤纤芯折射率的变化情况, 光纤如何分类?.....	28
18. 根据光纤中传输光波模式的不同, 光纤如何分类?.....	28
19. 阶跃折射率光纤的数值孔径 (NA) 有何意义?.....	29
20. 什么是单模光纤的双折射?.....	29
21. 目前用于传输网建设的光纤主要有哪一些?.....	29
22. 什么是光纤的非线性?.....	29
23. 光纤的非线性对传输会产生什么影响?.....	29
24. 什么是 G.651 光纤?.....	29
25. 什么是 G.652 光纤?.....	30
26. 什么是 G.653 光纤?.....	30
27. 什么是 G.654 光纤?.....	30
28. 什么是 G.655 光纤?.....	30
29. 光缆松套管中光纤的色谱顺序如何?.....	31
30. 什么是光纤?.....	31
31. 什么是光纤通信?.....	31
32. 光纤通信有哪些低损耗点?.....	31
33. 什么是裸光纤?.....	31
34. 光纤通信的发展主要经历了几代?.....	31
35. 光纤通信有哪些主要的特点?.....	32
36. 什么是单模光纤 (SM) 和多模光纤 (MM)? 各有什么特点?.....	32

37. 单模光纤的单模传输主要条件是什么?.....	32
38. 什么是光纤的色散特性?对光通信有何影响?.....	32
39. 光纤的非线性有哪些?.....	33
40. 什么是均匀光纤?其导光原理是什么?.....	33
41. 什么是非均匀光纤?其导光原理是什么?.....	33
42. 什么是电力光缆?.....	33
43. 常用的电力光缆有哪些类型?.....	33
44. 什么是 ADSS 光缆?.....	34
45. 什么是 OPGW 光缆?.....	34
46. ADSS 光缆中的 PE 护套、AT 护套各代表什么?.....	34
47. 电力特种光缆主要有哪几种?.....	34
48. 最常见的光缆结构有哪几种?.....	34
49. 光缆主要由什么组成?.....	34
50. 光缆的铠装是指什么?.....	35
51. 光缆护套用什么材料?.....	35
52. OPGW 光缆的应用结构主要有哪几种?.....	35
53. OPGW 光缆缆芯外的绞线线材主要由什么组成?.....	35
54. 要选择 OPGW 光缆型号主要的技术条件有哪些?.....	35
55. 光缆的弯曲程度是如何限制的?.....	36
56. 在 ADSS 光缆工程中, 需注意什么?.....	36
57. 光缆金具主要有哪几种?.....	36
58. 光缆的运输与存放需要注意什么问题?.....	36
59. 光缆施工前需要哪些准备工作?.....	36
60. 光缆施工质量控制要点有哪些?.....	37
61. OPGW 的主要特性参数有哪些?.....	37
62. 对光缆的防护包括哪些方面?.....	37
63. 光缆按照光缆中光纤状态如何进行分类?.....	37
64. 光缆按照缆芯结构如何进行分类?.....	38
65. 光缆按照线路敷设方式如何进行分类?.....	38
66. 光缆按照使用环境与场合如何进行分类?.....	39

67. 光缆按照通信网络结构或层次如何进行分类?.....	39
68. 通信光缆的端别如何判断?.....	39
69. 通信光缆中的纤序如何排定?.....	39
70. 根据某光缆端面图, 请问光缆的端别如何判断?纤序如何排定?.....	40
71. 型号为 GYTA33-12B1 光缆具体含义是什么?.....	40
72. 通信光缆的型号如何构成?.....	40
73. OPGW 配套金具及附件如何安装?.....	42
74. 影响 ADSS 光缆配盘的因素有哪些?.....	42
75. ADSS 光缆挂点如何选择?.....	43
76. 影响 ADSS 光缆的使用寿命的因素有哪些?.....	44
77. ADSS 光缆施工的基本要求是什么?.....	44
78. OPGW 如何选型?.....	45
79. OPGW 设计中需考虑哪些特殊问题?.....	45
80. 采取哪些方法可降低 OPGW 中短路电流数值?.....	45
81. ADSS 光缆外护套有什么要求?.....	46
82. 什么是 OPPC 光缆?.....	46
83. 环回的主要作用是什么?.....	46
84. 什么是近端环回、远端环回、硬件环回、软件环回?.....	47
85. SDH 的“管理单元指针丢失 (AU-LOP)”告警的产生原因是什么?.....	47
86. SDH 的“管理单元指针丢失 (AU-LOP)”告警产生后的处理流程是什么?.....	47
87. SDH 的“管理单元指针丢失 (AU-LOP)”告警产生后应采用什么样的处理步骤?.....	47
88. SDH 帧结构中开销是怎样组成的?各有什么作用?.....	47
89. 处理误码告警的主要流程是什么?.....	48
90. 请简单描述 OTU 无光告警、弱光告警、信号失锁的含义是什么?.....	48
91. 在 SDH 网中如何传送定时信息?能否利用其信息 (业务) 通道来传送定时信息?为什么?.....	49
92. SDH 的“帧丢失 (R-LOF)”告警的产生原因是什么?.....	49
93. SDH 的“帧丢失 (R-LOF)”告警如何进行处理?.....	49

94. 某 SDH 环网采用双纤单向通道保护方式如图 2-6 所示, 顺时针为保护方向, 逆时针为工作方向, B、C、D、E 站点均与 A 站点开设 5 个 2Mbit/s 业务, 其他无业务, 当站点 C 收 D 站点光口尾纤故障时, 分析各站会出现什么告警现象?.....	49
95. 通信系统有哪些基本组成部分?.....	50
96. PCM 通信系统的信息基本传输流程是怎样的?.....	50
97. 按照各复接支路码字排列的规律, 数字信号的复接可分为哪几种方式? 按复接时钟特性又可分为哪几种方式?.....	50
98. 模拟信号低通型抽样定理是怎样的?.....	50
99. 实现非均匀量化的方法有哪些?.....	50
100. 为什么同步复接要进行码速变换?.....	50
101. 我国采用的 PDH 数字系列中, 一次、二次、三次、四次群的传输速率分别是多少?.....	51
102. PCM30/32 路系统的帧结构是什么?.....	51
103. PCM 设备中, FXS、FXO、R/D、E/M 各代表什么盘?.....	52
104. PDH、SDH 是什么意思?.....	52
105. PDH 主要有两大系列标准的基群速率, 各是多少?我国的 PCM30 路系列各次群对应的话路数和比特速率是多少?.....	52
106. PCM 是什么意思?.....	52
107. 数字通信中为什么要有同步?.....	52
108. 什么是路际串音?.....	53
109. 什么是时分复用 (TDM)?.....	53
110. 什么是频分复用 (FDM)?.....	53
111. 什么是线性编码?.....	53
112. 什么是非线性编码?.....	53
113. 什么是滑动损伤?.....	53
114. 简述 STM-1 的帧结构和三大构成区域是什么?.....	54
115. 段开销 (SOH) 区域起何种作用?分为哪两部分?各处 STM-1 的帧结构的哪个位置?.....	54
116. SDH 中的帧定位字节 A1 和 A2 的二进制码分别是什么?其在再生器中	

传送的规约是什么?	54
117. STM-N 是如何复用成的?速率是多少?	54
118. 什么是信息净负荷 (Payload) 区域?	55
119. SDH 的基本复用单元包含哪些?	55
120. 虚容器 vc_n 有何用?由哪两部分构成?	55
121. 速率为 2.048Mbit/s 的基群信号复用到 STM-N 中的路线图是什么样的?	55
122. SDH 中指针的作用可归结为哪三条?	55
123. AU-4 中第四行的前 9 列是如何构造的?	56
124. AU-4 指针 H1H216bit 码字是如何构造的?	56
125. 对指针值的解读有什么规定?	56
126. SDH 设备进行规范的总原则是什么?	56
127. SDH 网中帧失步 (OOF) 是如何定义的?CCITT 建议的随机未定帧信号的最大 OOF 检测时间和最大定帧时间各是什么?	56
128. SDH 主要有哪些特点?	57
129. CCITT 是什么组织?	57
130. 在数字通信中为何要采用非均匀量化?	57
131. 在微波通信中实现多路复用通信通常采用哪两种复用体制?	57
132. 模拟信号变为数字信号的三个主要步骤是什么?数字化编码的主要方式有几种?	58
133. 为什么要每隔一帧传送一次帧同步码?	58
134. PCM 30/32 路基群终端设备的同步主要包括哪几个方面?	58
135. 用电缆传输数字信号时, 对传输码型有什么要求?	58
136. 同步码组的插入方式有哪两种?	58
137. 按复接时各低次群时钟情况, 可分为哪几种复接方式?各是什么含义?	58
138. 码速调整的方式有哪几种?我国多采用哪一种?	59
139. 在 PCM 基群中, 告警信号的传输速率为多少?	59
140. PCM 基群中, TS16 时隙是如何传送 30 个话路的信令的?	59
141. 什么是前方保护时间?什么是后方保护时间?	59
142. 在 PCM 基带传输中, 对线路码有何要求?	59

143. 衡量通信系统的性能指标是什么?.....	60
144. 对于模拟通信系统和数字通信系统的性能指标是什么?.....	60
145. 光纤连接器有两个最基本的性能参数, 分别是什么?.....	60
146. 常用的光纤连接器有哪几类?.....	60
147. 什么是光纤连接器的介入损耗(或称插入损耗)?.....	61
148. 什么是光纤连接器的回波损耗(或称反射衰减、回损、回程损耗)?.....	61
149. 发光二极管和半导体激光器发出的光最突出的差别是什么?.....	61
150. 发光二极管(LED)和半导体激光器(LD)的工作特性最明显的不同 是什么?.....	61
151. 单纵模半导体激光器常用的有哪两种?.....	61
152. 光接收器件主要有哪两种?.....	61
153. 光纤通信系统的噪声产生的因素有哪些?.....	62
154. 光纤通信系统为什么要进行线路编码?.....	62
155. 光放大器的原理是什么?.....	62
156. 阐述受激拉曼散射与受激布里渊散射的区别有哪些?.....	62
157. SDH 中如果在网管上看到两个相邻的站点, 其状态由正常突然同时变 化为光路紧急告警, 请判断传输网络可能出现了什么问题?.....	63
158. SDH 中如果在网管上看到两个相邻的站点, 其状态由正常突然同时变 化为光路紧急告警, 请简述应如何排除这种故障?.....	63
159. 光端机主要由哪几大部分组成?.....	63
160. 什么是光纤的自愈环?.....	63
161. 在光频分复用(FDM)系统中主要存在哪些串扰?.....	63
162. LED 和 LD 各是什么意思?两者的主要特点和区别是什么?.....	64
163. 什么是 EDFA?.....	64
164. 什么是光端机的平均发送光功率?.....	64
165. 什么是光接收机灵敏度?.....	64
166. 什么是接收光功率动态范围?.....	64
167. 什么是 ODF、VDF 和 DDF?.....	65
168. 光纤通信中常用的光探测器有哪几种?.....	65
169. 光纤通信中, 光路传输的常用线路码型有哪几种?.....	65