

前 言

为了提高铁路电务工人的技术业务水平，根据铁道部制定的《铁路工人技术等级标准》（草案）中有关电务部门的规定和要求，我局组织编写了电务部门各工种的技术问答丛书，作为全路电务工人技术业务学习和考核的参考资料。

本书主要按照《铁路工人技术等级标准》（草案）中通信工（线路部分）的应知应会的要求，以问答的形式，简明扼要、由浅到深地阐述了该工种必备的专业基本知识。可供通信工及有关工种学习之用，也可作为考核的参考资料。

由于电务技术不断发展，设备不断更新，各单位在组织学习时，应结合生产和设备的实际情况，适当增加内容以补充不足。

本书由哈尔滨铁路局李琴芳、韩兴莲、刘秉成、李景峰、徐国玉等同志执笔。在编写过程中，曾组织部分铁路局的同志审查，最后由部直属通信处周惠林同志修改定稿。由于水平有限，书中难免有不足和差错之处，请读者提出修改意见，以便逐步充实完善。

铁道部电务局

一九八三年六月

目 录

1. 长途明线路的等级、类型、基本杆面型式是怎样规定的？	1
2. 长途明线路与其它建筑物的最小接近距离是多少？	1
3. 长途明线路常用主要配件有哪些？	1
4. 登杆作业，人工立杆，撤杆及在市内作业时应该注意哪些事项？	4
5. 线担的规格有哪几种？	5
6. 导线在绝缘子上的基本扎法有哪几种？并各画一种示意图？	6
7. 怎样扶正电杆？	6
8. 怎样更换直线杆线担？	7
9. 长途明线路各种回线在线担上的线位是如何编号的？	8
10. 线路巡回时应携带哪些工具和材料？	8
11. 磁石电话机由哪几部分组成的？	9
12. 自动、共电电话机与磁石电话机有哪些主要区别？	9
13. 常用电话机的保安器有几种？由哪几部分组成？	9
14. 子钟的组成及动作原理是怎样的？	10
15. 磁石电话机安装完毕后应进行哪些试验？	11
16. 磁石电话机（512厂产品）安装接线图是怎样的？	11
17. 电话机的送、受话器构造是怎样的？其种类和技术要求有哪些？	11
18. 如何进行自动电话机的清扫检查工作？	13
19. 简述万用表的使用方法及使用中应注意哪些事项？	14
20. 简述兆欧表的使用方法及使用中应注意哪些事项？	16
21. 电杆挖坑及埋深有哪些规定？	18
22. 通信线路损坏时应按什么顺序修复？	18
23. 长途明线路巡回检修内容有哪些？应做到哪些要求？	18

24.	哪些电杆应装设避雷地线? 其接地电阻标准是多少?	20
25.	哪些电杆要装设拉线加固?	21
26.	中间杆拉线的隔距(按导线数及线路类型分)是怎样规定的?	21
27.	单杆、分线杆、终端杆拉线标准是怎样规定的?	21
28.	H型分线杆、终端杆拉线标准是怎样规定的?	21
29.	哪些电杆要装设撑杆加固? 画图说明它的装设方法是怎样的?	21
30.	怎样打木电杆帮桩?	24
31.	哪些电杆应装设双线担?	24
32.	试画出一一种磁石电话机原理图, 并简述其电路是怎样工作的?	25
33.	试画出一一种自动电话机电路原理图? 简述其电路是怎样工作的?	26
34.	简述拨号盘的结构及其动作原理。	28
35.	拨号盘的调速器是怎样进行调速的?	29
36.	磁石、共电、自动电话机有哪些技术标准?	29
37.	简述磁石电话机的一般障碍有哪些? 什么原因?	29
38.	保安器各部分的作用和技术要求是什么?	29
39.	怎样测试保安器中的真空放电管?	31
40.	如何用万用表判别常用晶体二极管的极性及好坏?	32
41.	如何用万用表判别常用晶体三极管的极性?	32
42.	怎样更换普通电杆?	34
43.	怎样更换电杆接腿?	35
44.	怎样更换个别线条和调整它的弛度?	36
45.	长途明线路的电杆、拉线、线担、导线的外观强度有哪些规定?	37
46.	长途明线路与电力线、邮电线、自动闭塞高压线路平行接近的距离是怎样规定的?	39
47.	长途明线线路定期轮修和重点整修包括哪些内容?	40
48.	杆号牌、交叉区记号牌和接线盒指示牌的标准尺寸及安设位置是怎样规定的?	41
49.	导线绑扎及焊接头需用扎线长度是多少?	41
50.	怎样接续钢线、铜线和铝绞线?	42

51.	常用导线的直流电阻值是怎样计算的？允许偏差是多少？	45
52.	在什么情况下应加装调度分机滤波器？安装在什么位置？	46
53.	简述排流圈、整配变压器的作用是什么？	47
54.	简述纵向扼流圈的作用是什么？并画出三圈（排流线圈、扼流线圈及整配变压器）是怎样接线的？	47
55.	怎样用直流电桥测量回线的环线电阻和不平衡电阻？并说明使用中应注意哪些事项。	48
56.	怎样使用接地电阻测量仪？使用中应注意哪些问题？	51
57.	简述音频调度分机的性能、组成及其作用是什么？	52
58.	试述音频调度分机的主要技术指标有哪些？	54
59.	试述音频调度分机长响铃故障的原因有哪些？怎样进行检查？	55
60.	电话机消侧音电路有哪几种？并说明其电路原理是怎样的？	55
61.	简述电话机极化铃的构造、工作原理和技术要求有哪些？	58
62.	怎样测试共电、磁石、自动和音频分机电话机的送话电平、受信灵敏度、介入衰耗和绝缘电阻？	59
63.	为什么选择500Hz和605Hz作为调度电话分机的全呼叫信号，而且在安装时把有2420Hz的分机放在近端？	61
64.	会议分机四线制和二线制使用时如何接线？二线制使用时应注意哪些事项？	62
65.	线担装在电杆上的位置是怎样规定的？	62
66.	怎样检查和测试绝缘子的质量？	63
67.	拉线各部分长度的名称是什么？其装成长度是怎样计算的？	64
68.	拉线的附加长度是怎样规定的？	64
69.	接腿杆的技术要求是什么？	65
70.	拉线地吧、中把、上把的安装位置及各部尺寸是怎样规定的？	67
71.	长途明线路外观及强度质量的主要指标有哪些？	70

72.	交叉共有几种做法? 各用在何种情况下?	71
73.	怎样做双钩交叉、三孔钢板交叉和悬空交叉? 试述 如何补做一组三接头的交叉?	71
74.	怎样用振动法测量导线垂度? 垂度允许的误差是多 少?	74
75.	明线线路直流电特性测试内容有哪几项? 电特性标 准是怎样规定的?	74
76.	CZH型电话集中机由哪几部分电路组成?	75
77.	简述CZH-Ⅲ电话集中机的共电总机分盘电路是怎 样工作的?	76
78.	安装和开通电话集中机时应注意哪些事项?	78
79.	BD型振铃器有哪些主要技术标准?	79
80.	简述音频调度分机输入回路的电路工作原理是怎 样的?	79
81.	简述音频调度分机受信放大器电路的工作原理是怎 样的?	81
82.	简述音频调度分机电话机的电路工作原理是怎 样的?	82
83.	音频调度电话分机不响铃, 如何查找故障点?	84
84.	怎样正确使用YC-I型音频分机测试仪?	85
85.	怎样测试音频调度电话分机的接受灵敏度和输入阻 抗?	86
86.	BDH-Ⅱ型会议电话分机由哪几部分组成? 各点电 平是多少?	88
87.	简述BDH-Ⅱ型会议电话分机送信放大器的电路工 作原理是怎样的?	88
88.	简述BDH-Ⅱ型会议电话分机受信放大器的电路工 作原理是怎样的?	90
89.	BDH-Ⅱ型会议电话分机电源盘由哪几部分组成? 它的稳压工作原理是怎样的?	91
90.	会议电话分机中的混合线圈作用是什么? 它的电路 原理图是怎样画的?	92
91.	简述查找会议电话分机故障的步骤是怎样的?	92
92.	振荡电报机由哪几部分组成?	93
93.	幻线电报回线是怎样构成的?	93

94. 什么叫振荡电报机的锁闭电路？其工作原理是怎样的？93
95. 特殊地带的电杆怎样加固？94
96. 怎样测量三方拉线位置？96
97. 什么叫角深？角深大小有什么规定？96
98. 安装线路终端杆有哪些规定和要求？97
99. 试述进局设备终端杆的安装方式有哪几种？它们是怎样配线的？98
100. 装设线路分线杆有哪些方式？99
101. 直线电线路的径路测量方法有哪几种？101
102. 简述混凝土施工应注意哪些事项？103
103. 电话集中机磁石分盘与共总分盘之间的主要区别有哪些？104
104. 电话集中机主要技术标准是什么？如何测试这些标准？104
105. 简述电话集中机通话时锁闭电路是怎样工作的？107
106. 简述BD型晶体管振铃器的工作原理是怎样的？108
107. 简述音频调度电话分机的选频放大器的工作原理是怎样的？110
108. 怎样测试会议电话分机的各点电平？111
109. 怎样测试会议电话分机的频率特性？112
110. 怎样测试会议电话分机的非线性失真、杂音防卫度和送、受信间串音电平？113
111. 怎样查找会议电话分机下列故障：四线使用时，送不出话；受话无声；杂音大；失真大？115
112. 振荡电报机有哪些技术标准？怎样测试？116
113. 传声器有几种？如何使用？118
114. 扬声器有几种？使用时注意什么？119
115. 什么叫定压式和定阻式扩音机？使用时要注意什么？119
116. 简述测量长杆距的方法有哪几种？120
117. 径路上有障碍物不便直接测量杆距时怎么办？121
118. 怎样利用杆影测定地面上的杆高？122
119. 怎样确定拉线坑位置、拉线最佳距高比、拉线的拉高及拉距？122

120.	H型电杆的结构是怎样的？	122
121.	通信线路为什么要做交叉？	125
122.	一个标准交叉间隔是多少？最大允许偏差是多少？ 一个交叉整区由多少交叉间隔组成？交叉短区由多少交叉间隔组成？	125
123.	在什么情况下可采用短区？	125
124.	基本交叉指数有哪几种？每一个交叉指数表示什么？什么叫组合交叉指数？为什么采用组合交叉指数？	126
125.	怎样画组合交叉指数为2-4-16-32和4-8-16的一个交叉整区的展开图？在现场有什么最简单的方法检查交叉有无错漏？	126
126.	交叉区的划分应符合哪些原则？	127
127.	简述一般串联型晶体管稳压电源的工作原理是怎样的？	127
128.	怎样对长途明线路导线电阻和绝缘电阻测试结果进行校正？	129
129.	怎样对长途明线路导线电阻和绝缘电阻测试结果进行计算？	131
130.	怎样查找增音区段直流电特性测试不合格回线？	132
131.	怎样查找电话集中机送不出铃流的障碍？	133
132.	怎样查找电话集中机不能截铃的障碍？	133
133.	简述电话集中机磁石分盘定时振铃电路是怎样工作的？	134
134.	画图说明扩音机有几个基本组成部分？	135
135.	对前置放大级的基本要求是什么？	136
136.	混合放大电路有哪几种形式？其基本要求是什么？	137
137.	电子管扩音机电源系统是怎样构成的？	140
138.	扩音机怎样配接扬声器？	140
139.	什么叫坡度变更值？其允许范围是多少？当大于允许范围时应采取什么措施？	141
140.	通信线路中修主要有哪些工作？	141
141.	怎样装设三角型转角杆？	145
142.	装设长途明线线路分级保护及架空地线的主要规定是什么？	145

143. 什么叫S杆? S杆交叉的处理原则是什么?148
144. 增音段交叉改组工作的程序是怎样的?148
145. 均匀传输线的一次参数有哪些? 杆面型式的偏差
对电气性能有什么影响?149
146. 简述通信电路的固有衰耗、工作衰耗、介入衰耗
和传输衰耗的定义是什么?150
147. 试画长途明线线路的衰耗特性曲线是怎样的? 并说
明其基本原理是什么?153
148. 什么叫通信电路的特性阻抗? 明线铜回线、钢回
线、铜包钢线的特性阻抗是多少?154
149. 当通信电路两端阻抗不匹配时会出现什么现象?
整配变压器接错后所产生的失配衰耗是多少?154
150. 简述BWY-Ⅱ-2型晶体管稳压器的比较放大电路的
工作原理是怎样的?155
151. 简述BWY-Ⅱ-2型晶体管稳压器过载保护电路的工
作原理是怎样的?156
152. 怎样鉴定一台晶体管稳压器的电气特性?156
153. 简述音频调度电话分机双向限幅器的作用和电路工
作原理是怎样的?158
154. 什么叫扩音机的“输入灵敏度”、“额定输出功率”、
“杂音防卫度”、“电压调整率”和“整流纹波系
数”?159
155. 怎样测试扩音机的输出功率和非线性失真?159
156. 怎样测试扩音机的频率特性和杂音防卫度?161
157. 站场扩音转接系统是怎样构成的?163
158. 简述KZ型扩音转接机的电路工作原理是怎样的?165
159. 选择长途明线径路应考虑哪些基本要求? 尽量避开
哪些处所?169
160. 长途明线路的进局、引入设备标准有哪些?170
161. 高频电流在线路传输中为什么存在吸收峰?170
162. 铁路通信工程进行方案比选需考虑哪些因素?173
163. 通信站站址应按什么原则进行选择?173
164. 区段通信有哪几种? 它们是如何划分区段的? 回线
衰耗标准各为多少? 总机和分机安装在何处?173
165. 长途明线路交流电测试有几项内容? 一个增音区段

	交流电气特性的标准是多少?	175
166.	怎样测试回线衰耗频率特性?	177
167.	什么叫近端串音衰耗? 什么叫远端串音防卫度? 它 • 们如何测试?	178
168.	怎样测试线路的交流阻抗不平衡?	179
169.	回线分线及附挂短距离音频回线的交叉有哪些规 定?	181
170.	简述CZH-III型电话集中机受信盘中的二四线转换 电路工作原理是怎样的?	181
171.	直流铃动作中的过渡过程和消灭火花电路原理是怎 样的?	182
172.	简述CZH-III型电话集中机音控放大器的工作原理 是怎样的?	186
173.	编组站站场通信网是怎样构成的?	187
174.	编组站站场通信设备网的质量要求是什么?	188
175.	音频调度电话分机选频放大器的输入阻抗、稳定 度、槽路等效阻抗、等 Q_0 值、槽路谐振阻抗和晶 体管的等效负载是怎样计算的?	189
176.	已知一条电报线路长100km, $R = 10 \Omega/\text{km}$, $G = 0.1$ $\times 10^{-8}/\Omega \cdot \text{km}$, $Z_L = Z_{\text{H}} = 600 \Omega$, $I_{\text{H}} = 15 \times$ 10^{-3} A , 试利用传输方程式求电报机电源应有的电 势是多少?	192

1. 长途明线路的等级、类型、基本杆面型式是怎样规定的？

答：（1）等级

长途明线路的等级，一般相同于铁路等级规定，按铁路等级划分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级。

Ⅰ级线路是指铁路通信总枢纽、局间枢纽、局枢纽相互间及铁道部按需要指定的长途通信线路，以及Ⅰ级铁路的长途通信线路。

Ⅱ级线路是指铁路通信局枢纽至分枢纽、端站间以及分枢纽、端站相互间的长途通信线路，以及Ⅱ级铁路的长途通信线路。

Ⅲ级线路是指除Ⅰ、Ⅱ级线路以外的长途通信线路和地区通信线路。

（2）类型

长途明线路的类型，根据建设地段累计15年的气象条件，按记录年数中的出现次数其出现率大于1/15（或7%）的气象条件确定，可分轻便型、普通型、加强型和特强型。具体规定见表1。

（3）杆面型式

长途明线路杆面型式，规定如图1所示。

2. 长途明线路与其它建筑物的最小接近距离是多少？

答：长途明线路与其它建筑物的最小接近距离见表2。

3. 长途明线路常用主要配件有哪些？

答：常用主要配件可分通用配件、木电杆用配件和钢筋混凝土电杆用配件。其中

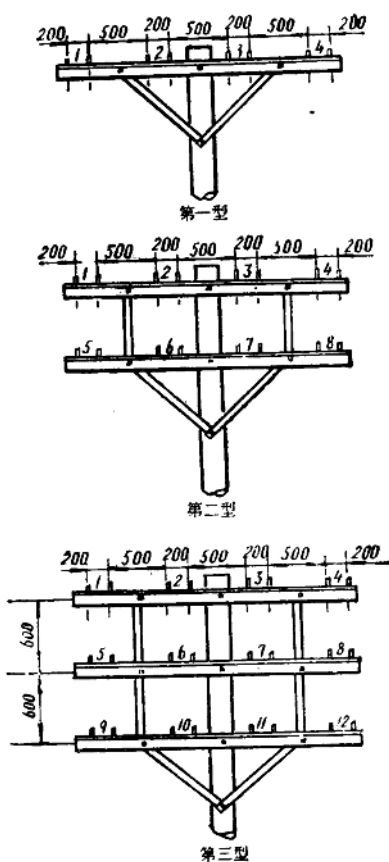


图1 基本杆面型式

注：图中1~12号线位号；200、500、600系距离（单位mm）。

长途明线路类型

表 1

气 象 条 件 \ 类 型	轻便型	普通型	加强型	特强型
导线上冰凌等效厚度 (mm)	≤ 5	≤ 10	≤ 15	≤ 20
挂霜厚度 (mm)	≤ 20	> 20		
结冰的温度 ($^{\circ}\text{C}$)	- 5			
结冰时最大风速 (m/s)	15			
无冰时最大风速 (m/s)	≤ 28	≤ 36	> 36	

注：表中mm—毫米；m/s—米/秒； $^{\circ}\text{C}$ —摄氏度。

长途明线路与其它建筑物的最小接近距离 表 2

序 号	说 明	不小于 (m)
1	在郊外沿铁路的通信明线，最低导线（指最大垂度时，下同）与地面距离	2.5
2	在市郊区、车站内的通信明线，最低导线与地面距离（如有汽车通行，应按跨越公路处理）	3.0
3	在农作物地区经过时，最低导线与可能种植的最高农作物和农业机械最高点的距离	0.6
4	跨越大车道，城市人行道和通过居民区时，最低导线与地面的距离	1.5
5	跨越公路、城市街道时，最低导线与地面的距离	5.5
6	跨越铁路时，最低导线与轨面的距离	7.0
7	跨越河流，在水位最高时，最低导线与通过船只最高点的距离	1.0
8	跨越房屋时，最低导线与屋顶的距离	屋 脊 1.0
		平 顶 2.0
9	导线与建筑物的最小水平距离	2.0
10	导线与树枝的最近水平距离	在 市 内 1.0
		在 市 外 2.0

续上表

序 号	说 明	不小于 (m)
11	两通信线路(包括通信线路与广播线路)交越时,最近导线的垂直距离	0.6
12	电杆与地下管线平行时的水平距离	1.0
13	电杆与最近钢轨的最小水平距离(特殊情况也不得侵入铁路限界,但要适当加固)	地面上杆高的 $1\frac{1}{3}$
14	与电力线交越时,两电线路的最近导线的垂直距离 0.38kV 10(6)kV 35~110kV 154~220kV 当交叉档(0.38kV除外)无防雷保护措施时,应按上述规定的垂直距离增加2m	1.0
		2.0
		3.0
		4.0
15	与电力线交越时,由交越点至最近一根电力杆点的距离应尽量靠近,但不得小于(架在城市内的线路不受限制)	7.0
16	利用桥梁通信支架通过时,最低导线应不低于桥梁最下边沿的高度。最内侧导线与桥梁上最突出部分水平距离	0.5

注: m—米, kV—千伏。

通用配件及木电杆用配件有:镀锌单钩穿钉、及双钩穿钉、二层大绝缘子(俗称,瓷瓶,下同)用镀锌穿钉、镀锌交叉钢板、镀锌坡度钢板及五孔钢板、各种镀锌穿钉、镀锌钢撑角及钢拉板、镀锌钢垫板、试验螺丝、镀锌拉线调整螺丝、镀锌拉线环、步杆钉、单杆工作台、双杆工作台、二层大绝缘子等。

钢筋混凝土电杆用配件有:镀锌U型穿钉、镀锌拉线钢箍及撑角钢箍、镀锌步杆钉钢箍、镀锌电线管钢箍及分线盒钢箍等。

4. 登杆作业,人工立杆,撤杆及在市内作业时应注意哪些事项?

答：登杆作业在登杆前，应先检查杆根强度。禁止手持工具，材料或在角杆内侧及利用拉线上下电杆。杆上作业必须使用安全带，不准将工具放在杆顶或线担（俗称横担，下同）上。

人工立杆、撤杆时，应根据地形，配足人数，使用叉杆或绞车等工具。靠近路基立杆、撤杆有危及行车安全时，应采取防护措施。

市区作业，应与有关部门联系，如有危及行人、车马和施工安全时，应有专人负责指挥。在与电力线交越或接近处作业时，应与有关单位洽商停电或有保证安全的措施后才能进行。

5. 线担的规格有哪几种？

答：线担的规格见表3。

线 担 规 格

表 3

种 类		尺 寸 (宽×厚×长) (mm)	线对距离 (mm)	线间距离 (mm)
二线木线担		70×85×700	500	500
四线担	木 线 担	70×85×1100	500	200
	钢 线 担	$b \times d \times 1000$	500	200
八线担	木 线 担	70×85×2500	500	200
	钢 线 担	$b \times d \times 2400$	500	200
	木 线 担	85×85×3600	800	250
	钢 线 担	$b \times d \times 3500$	800	250
	木 线 担	85×85×4175	925	300
	钢 线 担	$b \times d \times 4075$	925	300

表中钢线担宽度 b ，厚度 d 的尺寸从表4中选择。

钢 线 担 尺 寸

表 4

长 途 明 线 路 类 型	b (mm)	d (mm)
轻便型、普通型	50	5
加强型、特强型	63	6
各种类型终端用	75	8

6. 导线在绝缘子上的基本扎法有哪几种？并各画出一
种示意图？

答：导线在绝缘子上的扎法基本上有三种：单扎法、双
扎法、终端扎法。其扎法如图 2～4 所示。

7. 怎样扶正电杆？

答：电杆歪斜大致可分为侧
面歪、顺线歪等，其扶正方法
是：

侧面歪，在杆歪方向反侧挖
开 40～50cm（厘米）深土，用正
杆机顶正或用绳索拉正，然后埋
土夯实。

顺线歪，首先解开全部导线
的绑扎线，将线担临时绑扎好，
并采取措施防止混线。然后在杆
歪方向反侧挖开 40～50cm 深土，用正杆机顶正或用绳索拉
正，埋土夯实，最后将导线全部绑好扎线。

角杆、终端杆、十字杆歪扶正方法分两部分：

（1）因线条增加，拉线横木小，横木腐烂或埋深不够
引起电杆倾斜应更换拉线、地锚，增加横木埋深或加大横木
直径。

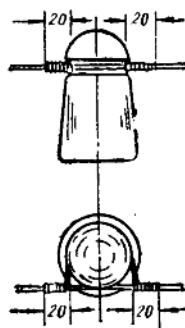


图 2 单扎法（单位mm）

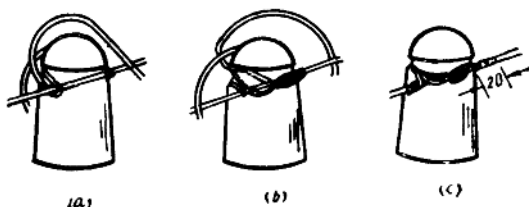


图3 双扎法 (单位mm)

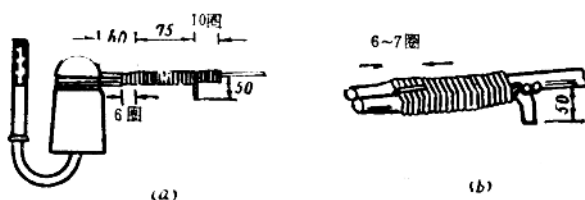


图4 终端绑扎法 (单位mm)

(2) 因工程施工杆根内移不够或地势变化引起电杆倾斜应拨正电杆。

8. 怎样更换直线杆线担?

答: 更换直线杆线担, 分更换上层线担和下层线担, 其方法是:

(1) 更换上层线担

用两根旧木线担中间锯开做成如图5所示的木插板, 然后在图示1、2、3、4处钉四个钢线钉。

上杆后, 将上述线担木插板两块分别固定到第二排线担的两侧上, 使1、2、7、8号线位上的绝缘子穿钉卡入槽内, 卸掉第一排绝缘子穿钉和交叉钢板螺母。把第一排1、2、3、4号导线放到第二排1、2号一侧的插板1、2、

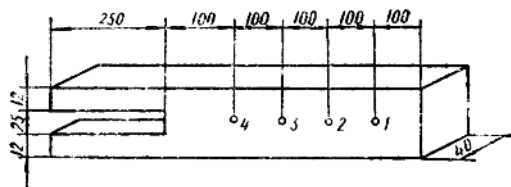


图5 更换线担用木插板 (单位mm)

3、4号钉处，把第一排5、6、7、8号导线放到第二排7、8号一侧的木插板1、2、3、4号钉处，再卸掉拉板、线担穿钉，取下旧线担，换上新线担，紧固拉板线担穿钉，依次固定好绝缘子穿钉，交叉钢板，然后将导线依次移到新线担上并绑好扎线，取下两侧木插板，完成作业。

(2) 更换下层线担

上杆后，卸下绝缘子穿钉，交叉钢板螺母，用绝缘钩或绳索依次将下层线条挂在第一排线担上，卸下拉板（最下层包括撑角）、线担穿钉，然后取下旧线担，紧固好新线担，依次固定好绝缘子穿钉，交叉钢板，将导线依次移到新线担上并绑好扎线，取下绝缘钩或绳索，完成作业。

9. 长途明线路各种回线在线担上的线位是如何编号的？

答：长途明线路各种回线在线担上的线位编号规定为顺线路走向，面向下行电杆，由电杆最上一排线担开始，从左向右，从上到下依次编号如图6所示。

10. 线路巡回时应携带哪些工具和材料？

答：线路巡回时应携带电话机或区间电话钥匙、脚扣、安全带、克丝钳、活口板子、螺丝刀及一定数量的绑扎线、绝缘子和各种穿钉等有关试线联络及排除障碍用的料具。