

邮电部设备维护局编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本手册内容分为ZB319晶体管载波电报机原理和载波电报的机线维护工作两部分。在原理部分重点讲述了收、发信电路和滤波器原理,并结合维护工作中发现的一些问题做了原因分析。在维护部分紧密结合载波电报的机线维护质量要求,对于测试、检修、障碍判断和处理方法做了较详细的阐述。本手册供载波电报维护人员工作和学习使用。

ZB—319晶体管载波电报机维护手册

邮电部设备维护局编

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

内 部 发 行

开本: 787×1092 1/32 1976年4月 第 一 版

印张: 11 8/32 页数180 插页2 1976年4月河北第一次印刷

字数: 262千字 印数: 1—8,000册

统一书号: 15045·总2058-资417

定价: 0.90元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

政治工作是一切经济工作的生命线。
在社会经济制度发生根本变革的时期，尤其是这样。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

编 印 说 明

为适应邮电通信设备维护工作的需要，我局在广泛征求群众意见的基础上，组织编写了《ZB—319晶体管载波电报机维护手册》，希结合具体情况贯彻执行，努力提高设备质量，保证通信畅通。

邮电部设备维护局

一九七五年十月

目 录

第一部分 ZB-319晶体管载波电报机原理

第一章 概述	(1)
§ 1 载波电报原理简介.....	(1)
§ 2 ZB319音频载波电报机概述.....	(3)
§ 3 技术要求.....	(11)
第二章 发信电路原理	(15)
§ 1 振荡器.....	(15)
§ 2 调制器.....	(36)
§ 3 小结和发信电路的优点及其存在的问题.....	(44)
第三章 群路设备	(46)
§ 1 发信群路设备.....	(46)
§ 2 收信群路设备.....	(48)
第四章 收发信带通滤波器及其并联运用	(63)
§ 1 发信带通滤波器.....	(63)
§ 2 收信带通滤波器.....	(74)
§ 3 收发信带通滤波器的并联运用.....	(86)

§ 4	损耗对滤波器特性的影响	(93)
§ 5	滤波器盘的结构组件	(97)
§ 6	采用最少电感法设计的收发信滤波器	(98)
第五章	收信电路原理	(115)
§ 1	前置放大级	(115)
§ 2	限幅放大级	(119)
§ 3	鉴频级	(131)
§ 4	电子继电器	(145)
§ 5	在无线电路上工作	(155)
§ 6	载波电报电路上产生的信号畸变	(159)
§ 7	收信电路优点和存在的问题	(172)
第六章	报路盘各点电压选管标准和信号波形图	(173)
§ 1	报路盘电原理图	(173)
§ 2	报路盘各点参考电压	(173)
§ 3	报路盘晶体管选管标准	(173)
§ 4	收发信电路各点信号波形图	(180)
第七章	电源和熔断器盘	(189)
	上海机电电源供电和熔断器盘	
§ 1	供电系统	(189)
§ 2	熔丝熔断告警系统	(192)
§ 3	熔断器盘电原理图和各点电压	(195)
	重庆机电电源整流器盘和供电盘	
§ 4	电源整流器盘	(197)
§ 5	供电系统	(199)

§ 6	供电盘电原理图和各点电压·····	(203)
第八章	附属设备·····	(205)
§ 1	收信群路低电平告警电路原理·····	(205)
§ 2	警铃电路原理·····	(207)
§ 3	电流、电压测量设备·····	(211)
§ 4	报路自试设备·····	(216)
§ 5	放点器·····	(217)
第九章	单双流转换设备·····	(225)
§ 1	硅、锗管混合式单双流转换电路·····	(225)
§ 2	全硅管单双流转换电路·····	(235)

第二部分 载波电报的机线维护工作

第十章	维护指标·····	(241)
§ 1	ZB319载波电报机维护指标·····	(241)
§ 2	开放载波电报话路的质量要求·····	(243)
§ 3	音频中继线的衰耗和技术要求·····	(243)
第十一章	ZB319载波电报机的预检预修·····	(247)
§ 1	预检预修制度·····	(247)
§ 2	日检和日测·····	(248)
§ 3	季检和季测·····	(249)
§ 4	年检·····	(256)

第十二章 载波电报的机线障碍处理…………… (275)

§ 1 载波电报的机线障碍处理原则…………… (275)

§ 2 载波电报电路的障碍判断和处理…………… (276)

§ 3 ZB319载波电报机的障碍判断和处理…………… (282)

附 录

一、载波电报室仪表和备用端机配备标准…………… (295)

二、“电报维护工作报告表”和电传电路合格率
统计办法…………… (296)

三、电传电路监录核对方法…………… (304)

四、载波电报室与长话载波室关于维护测试、障
碍处理联系办法…………… (307)

五、报用话路质量按月鉴定办法…………… (310)

六、传输单位和电平…………… (312)

七、载波电报发信电平…………… (324)

八、调频载波电报信号的频谱…………… (327)

九、电感和电容元件参数表…………… (332)

十、电信常用单位和名词解释…………… (337)

十一、本书所用符号一览表…………… (341)

十二、ZB319载波电报机材料消耗定额…………… (348)

第 一 部 分

ZB—319 晶 体 管

载 波 电 报 机 原 理

第 一 章 概 述

§ 1. 载波电报原理简介

早期使用的电报通信方式是直流电报通信（如莫尔斯人工电报机等）。它是用直流电作为发报电源，并将直流电报信号沿线路送到对方收报机。这是最简单的通报方法。但由于电报业务量和通达地点的大量增加，就需要大量的报路并延长通报距离，于是这种矛盾导致了载波电报通信的发展。

要想在有限的通信线路上传递更多的信息，可以从两方面进行：一方面提高通报速率，另一方面实现载波多路化。多路化的方法一般有频率分隔和时间分隔两种。由于时间分隔多路（例如40路）电报通信设备相当复杂，收发双方的分路取样设备又要求严格同步，设备投资不经济，因此在电报方面，目前世界上以频率分隔的方法采用得较多。

在利用频率分隔的多路载波电报中，有调幅制、调频制和

调相制三种方式。

设：直流电报信号为 $F(t)$ ；

载波未调制时为 $E_m \sin(\omega t + \phi)$

在调幅制中，把载波幅度 E_m 的有无代表传号和空号，即直流电报信号对载波振幅 E_m 调制，称为调幅制载波电报；在调频制中传号与空号的载波幅度相等，而频率不同（频移 $\pm \Delta f$ ，传号频率为 f_- ，空号频率为 f_+ ），即直流电报信号对载波角频率 ω 调制，称为调频制载波电报；在调相制中，传号与空号的幅度和频率都相等，其差别在于传号与空号的相位相差 180° （ $\phi = 0$ 和 $\phi = \pi$ ），即直流电报信号对载波的相角 ϕ 调制，称为调相制载波电报。

调幅制载波电报相当于单流制。电平波动对收信质量影响很大，虽然研制了各种自动电平调整系统来解决这个问题，但效果并不十分显著，其根本原因在于调制方式不好。故只适用于电平波动不大的电缆线路上。调频制相当于双流制，抗干扰性能比调幅制载波电报要好得多，对于易受气候影响以及外界干扰的线路，特别是架空明线，尤为适用。这是调频制很大的长处。缺点是载频偏移随着话路转接次数的增加而积累，将使各路收信复制信号产生较大的畸变，因此要求频率稳定度比较高。不过这个缺点可以通过收信电路中加装频偏自动微调设备加以克服。所以，目前世界上采用调频制较多，我国已广泛采用调频制载波电报通信。调相制载波电报的优点是接收电平的波动和载频偏移对收信质量的影响都很小，而每一个报路所需要的带宽又与调幅制相当，但是设备比较复杂。随着通信技术的发展，相对调相制载波电报通信已经在一些国家中使用。

一般频率分隔载波电报通信的简单过程如下：由于现今两端电报机仍需使用直流电源，发报机发出的电报信号是直流信

号；交流信号的获得是用直流电报信号通过调制器对所需频率的载波进行调制而得到。16或24个报路的不同载波频率组成一个频带（例如300~3400Hz）。可以用一路载波话路同时传输到对方。而在接收端又可用具有不同通带的滤波器把它们区分开来，然后再经过放大和解调（检波器、鉴频器、鉴相器）等设备，将交流信号还原成直流信号，复制出来的直流电报信号经直流回路送到收报机收录。这就是载波电报通信的简单原理。

载波电报通信除了提供数量较多的报路之外，它的优点还表现在：载波电报大都利用长途载波话路，由于长途话路上都有增音机，故不需要专门的电报帮电器，长途电话通达之处，载波电报都能开通，因而基本建设投资和维持费用大为降低。

现在世界上广泛采用的调频制载波电报通信中，有分路调制和群路调制两种。例如国产ZB316、ZB319音频载报机是属于分路调制的方式，即每个报路都有一套独立的设备。电路比较简单，维护上有一定的方便性。但是部件种类较多，低通路的L、C元件数值较大，使得结构体积增大，在电性能方面也给制造和维护检修工作带来了一些困难。现在许多调频制载报设备中已经采用了群路调制，减少了分路滤波器、振荡器等部件的种类，便于大批生产并改善了滤波器的工作条件。但群路调制对于群载频的频率稳定度要求较高，并在一定程度上增加了设备的复杂性。

§ 2 ZB319音频载波电报机概述

本机是晶体管音频载报机，在制式上与电子管式的ZB316等一样是调频制，相邻两路中心频率间隔180Hz的分路调制式

16路载报机。各路频率见表一。本机可以在明线和电缆的实线话路或载波电话电路以及无线微波电话电路上作四线开放。重庆ZB319还适用于无线短波单边带四线制话路上，能以二重频率分集接收方式工作。

表一 本机各报路的频率表 (单位: Hz)

报路	传号频率	中心频率	空号频率	报路	传号频率	中心频率	空号频率
序号	f_-	f_n	f_+	序号	f_-	f_n	f_+
1	405	450	495	9	1845	1890	1935
2	585	630	675	10	2025	2070	2115
3	765	810	855	11	2205	2250	2295
4	945	990	1035	12	2385	2430	2475
5	1125	1170	1215	13	2565	2610	2655
6	1305	1350	1395	14	2745	2790	2835
7	1485	1530	1575	15	2925	2970	3015
8	1665	1710	1755	16	3105	3150	3195

ZB319载报机有上海电信设备三厂和重庆515厂制造的二种程式。重庆ZB319是有线和无线两用载报机，在作无线短波分集式使用时，需另行连接，详见第五章第五节。上海ZB319取消了在短波无线电路上使用的要求。

在宽带300~3400Hz话路上可开放16路速率达75波特的双工电报，在窄带300~2700Hz话路上则可开放12路。各路发信输入和收信输出均为双流电报信号。重庆ZB319另附ZB601单双流转换设备。

ZB319按通路数和工作频率分为三种型号，见表二。上海电信设备三厂只生产A型机。

表二

型 号	通 路 数	通 路 编 号	工 作 频 率 (Hz)
ZB319A	16	1—15	405—3195
ZB319B	8	1—8	405—1755
ZB319C	8	9—16	1845—3195

ZB319载报机均为箱式结构，全部机盘都采用插接方式。为了测试调整方便，可抽出机盘用18心测试引线板将机盘与机架连接起来。机箱外形尺寸和重量见表三。

表三

尺寸和重量		尺 寸 (毫米)			重 量 (公斤)
		高	宽	深	
上海 ZB319		345	525	355	42
重 庆 ZB319	8 路机箱	340	530	330	32
	16 路机箱	460	530	330	52

本机全部使用国产元件，是晶体管化的音频载报机。取消了机械动作的继电器。采用印刷电路和小型化元件。电感线圈磁心采用30K250和30K400型罐形铁氧体，并经有机硅漆的封装防潮处理。谐振回路的电容器采用负温度系数的CMO型聚苯乙烯电容器。

本机使用的电源，为直流 $\pm 24V$ 。上海ZB319没有电源整流器，需外接 $\pm 24V$ 蓄电池或外接电源整流器。重庆ZB319有电源整流器，整流器的输入为交流220V、50Hz，功率为55VA。当然也可外接 $\pm 24V$ 蓄电池供电。

简化的信号传输路由方框图示于图1-1。

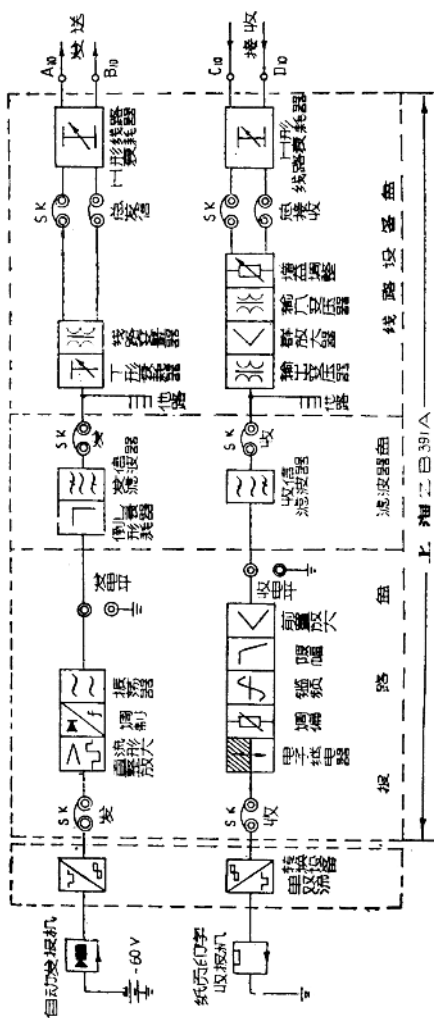


图 1-1 ZB319 载报机方框图

电传发报机发出的单流信号需经单双流转换设备变成双流信号，然后送到ZB319载报机的发信电路（这里仅以上海ZB319为例）。

多路双流信号分别通过报路盘直流回路U形插塞，对各路载波频率进行调制。调制后的调频信号频谱包括载频(f_- 和 f_+)及一系列的边频。通过各路滤波器盘的发信带通滤波器，将可能干扰相邻报路的高次边频加以抑制后，16个报路再并接起来，组成线路频谱。经过线路设备盘的发信群衰耗器和线路变量器接到《总发信》双U形插塞，再经过发信线路衰耗器，由机箱背面端子板上的 A_{10} 、 B_{10} 端子接到外线发送出去。

接收端由端子 C_{10} 、 D_{10} 接收外线来的群路音频信号，通过线路设备盘的收信线路衰耗器和《总收信》双U形插塞后，进入群放大器，在其输出变压器的次级并接着16个报路的收信带通滤波器。每个报路的音频信号由各自的收信滤波器选择出来以后，送入本报路盘的收信电路。经过放大、限幅、鉴频和检波，信号被解调，还原成幅度为时间函数的双流信号。再经过电子继电器整形后，复制成为双流电报信号，由直流回路U形插塞输出。然后经过双流变单流的转换设备，通过直流回路将单流信号送给电传机收录印字。

ZB319一般应在载波电话电路上开放。若无载波话路且距离又不太远的情况下，可以用



图 1—2 在实线上开通着频载波电报的方框图

两对明线或电缆作实线开放。如图 1-2 所示。在发端《总发信》塞孔处测量单路发信电平，如果群衰耗器都不接入，可调到 $-1.5N$ 。线路衰耗器也不接入，则各报路均以 $-1.5N$ 送到线路上去。经实线传输，线路衰耗为 b_l ，到达收端后，线路衰耗器也不接入，群放大器不失真的最大增益为 $1.3N$ 。考虑到收信滤波器通带内衰耗约 $0.8N$ 。在报路盘《收电平》塞孔处的接收电平规定为 $-3N$ 。这样，可估算出线路衰耗的最大值 b_{lmax} ：

$$\begin{aligned} \therefore P_{收} &= P_{发} - b_{lmax} + 1.3 - 0.8 \\ \text{即 } -3 &= -1.5 - b_{lmax} + 1.3 - 0.8 \\ \therefore b_{lmax} &= 3 - 1.5 + 1.3 - 0.8 \\ &= 2(N) \end{aligned}$$

根据情况选用铜线、铁线、钢心铝绞线或铜包钢线。每公里导线的衰耗常数 β 见表四。

表四 长途明线双线回路衰耗常数表
气候：潮湿 +20°C 线距 $a = 20$ 厘米 β [毫奈/公里]

频率 (KHz)	铜线		铁线		钢心铝线	铜包钢线
	4.0	3.0	4.0	3.0	7/1.8 (5.4毫米)	线径 4 毫米 铜层厚度 0.4 毫米
0.3	2.58	3.935	9.514	12.26	4.281	5.10
0.8	2.754	4.394	17.35	20.42	4.869	6.11
2.0	2.950	4.613	31.00	36.58	5.127	6.85
3.0	3.250	4.860	39.00	46.10	5.451	7.03
5.0	3.722	5.182	55.25	65.18	6.108	7.43
10	5.096	6.506	84.34	100.0	7.653	8.12

按照选用的线质，线径查出衰耗常数（因明线对高频端衰

耗较大，应以3000Hz为准）。根据公式：

$$l = \frac{b}{\beta} \quad (1.1)$$

式中： l ——线路长度（公里）；

b ——固有衰耗（即 b_{lmax} ）（奈）；

β ——衰耗常数（毫奈/公里），1毫奈= 10^{-3} 奈。

即可估算出通报距离。考虑到线路的实际衰耗较固有衰耗要大一些，因此实际的通报距离要比计算出来的短一些。

开放音频载波电报的实线线路要求杂音干扰不大，信噪比应大于 $2N$ ，否则通报质量不能保证。

ZB319载报机大多数开放在有线载波电话电路上作多路双工电报。在日常的业务和维护工作中，我们经常与长途机务站联系。为使同志们对于载波电话机与音频载波电报机的连接及其电路传输过程有一个大概的了解，现举一例，加以说明。如图1-3方框图所示。

例如在国产ZM312Ⅳ型12路明线载波电话端机的第2路上开通ZB319 A16路音频载波电报，其余的11个话路均开通电话。因为载波电报机是四线开放的，即发信两条线，收信两条线，所以只能在四线制话路上开通。这时需将接到长途台的混合线圈（又称差接系统）断开。因为是多路双工电报，所以图1-3上仅画出甲局发报到乙局收报单方向的信号传输方框图，至于乙局发报到甲局收报的方框图省略。

甲局16个报路发出的在300~3400Hz范围内的音频信号频谱，由端子 A_{10} 、 B_{10} 接到发信音频中继电缆线路上，送到ZM312的第二路变频器（调幅器）输入端。多路音频电报信号对第2路的16KHz载频调制后取上边带（16.3~19.4KHz）输出。然后经过前群变频器，对96KHz的载频进行调制，取下边