

# 铁路数字调度通信系统 测试与检验

张文垚 左德沅 钱伟勇 编著  
李光奇 沈尧星 审



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# 铁路数字调度通信系统测试与检验

张文焱 左德沅 钱伟勇 编著

李光奇 沈尧星 审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 6 年 · 北 京

## 内 容 简 介

本书介绍了铁路调度通信网的网络结构、检验测量的基本概念和测试基本要求。重点叙述接口电气性能和传输特性测试,用户线条件、用户信号方式及铃流和信号音检测;数字调度设备单机及系统基本功能的检验。还叙述了不同型号数字调度系统间接续时延测试、系统间互联功能检测,以及数字调度系统与 GSM-R 系统间二、三层 DSS1 信令统计分析方法和功能检验,并简要介绍了集中维护管理功能的检验。

本书可供从事铁路数字调度通信设计、施工和维护等工作的技术人员、管理人员学习使用,也可供城市轨道交通、地方铁路等从事数字调度通信测试的专业人员学习使用,还可作为中等专业学校、高等院校相关专业师生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

铁路数字调度通信系统测试与检验/张文珪,左德沅,钱伟勇编著. —北京:  
中国铁道出版社,2006.6

ISBN 7-113-07118-X

I. 铁… II. ①张…②左…③钱… III. ①铁路运输—运输调度—数字通信—通信系统—测试②铁路运输—运输调度—数字通信—通信系统—检验  
IV. U285.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 055690 号

书 名:铁路数字调度通信系统测试与检验

作 者:张文珪 左德沅 钱伟勇 编著

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:魏京燕

责任编辑:魏京燕 周泰文

封面设计:崔丽芳

印 刷:河北省遵化市胶印厂

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:5.25 字数:120千

版 本:2006年6月第1版 2006年6月第1次印刷

印 数:1~3000册

书 号:ISBN 7-113-07118-X/TN·159

定 价:15.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话 010-51873115 发行部电话 010-63545969

## — 序 —

铁路调度通信系统是铁路运输调度指挥的重要手段,具有高可靠、高可用、独立成网的特点,功能和性能要求都远远高于通用的话音通信网络。“十五”以来,铁路通信网进入了全面数字化阶段,调度通信系统作为铁路专用通信网的主体部分也在业务应用需求的推动下,积极、慎重地逐线展开,初步形成了铁路数字化调度通信网的主体框架,其功能丰富、性能稳定、组网灵活、便于维护等特点,体现了既有模拟系统不可比拟的优势,也由于其集中控制的特点,要求其具有更高的可靠性和可用性。

在铁路跨越式发展形势下,各种新技术装备大量上道使用,特别是客运专线等高等级铁路建设和运营对通信设备及系统的要求更高,各级技术管理部门和从事铁路通信工作的技术人员,必须建立科学检测、科学维护的理念,依据客观的标准,以严谨的态度,采用科学的手段,规范管理体制,规范建设流程,规范维修方法,确保铁路调度通信设备生产、施工、开通和运行质量。

希望本书能够为从事铁路通信工作的工程技术人员、维护管理人员提供检测思路,为铁路运输指挥的畅通和运输生产效率的提高作出贡献。

马 芳

2005 年 5 月

# — 前 言 —

数字调度通信是铁路运输调度的主要技术手段,其通信系统的开通质量直接关系铁路运输的安全、正点。为保证数字调度通信系统的可靠运行,必须对数字调度通信设备进行设备单机和系统的检测,要对数字调度通信设备的生产和施工质量严格把关。

厂家应对设备的型式试验、出厂试验进行检测把关;对进入铁路运输通信系统的调度设备应进行安全检测;施工单位应进行工程检测,即单机检验和系统检测;运输接管单位应进行系统验收检测。上述检测只是每道工序所需检测的项目不同,检测的质量把关过程应有正确的检测方法指导。

数字交换设备根据不同用途有不同种类:用于公用电话网的局用数字电话交换机、厂矿企业专用的自动用户小交换机,以及铁路运输调度系统所用的专用数字调度通信系统。本书检测方法中,单机检测项目主要参照信息产业部数字交换设备相关标准结合铁路运输调度特点提出,本着运输安全从严要求精神,我们取其中严要求的技术指标。

铁路数字调度通信系统的施工及验收必须进行系统性能及功能的检验,我们结合数字调度通信系统的工程实测及铁路运输调度的特点,增加制定了系统性能测试项目、指标及测试方法和系统功能检验项目、要求及检验方法,这些项目的提出,在铁道部运输局组织的数字调度设备安全检测方法的研讨会上,得到了较为充分的讨论,并且经过了对厂家数字调度设备安全性能检测和多条铁路数字调度通信系统测试的验证。

考虑到不同型号调度交换机的差异及联网要求,我们特提出了不同型号调度交换机系统间接续时延指标及测试方法和不同型号交换机系统间二、三层 DSS1 信令分析方法;不同型号调度交换机系统互联功能检验项目、要求和检测方法。

GSM-R 与数字调度交换机系统的联网是必然的趋势,我们还提出了数字调度交换机系统与 GSM-R 系统间二、三层 DSS1 信令分析方法及与 GSM-R 系统间互联功能检验项目、要求和检测方法。

本书由中国铁路通信信号上海电信测试中心张文珪、左德沅、钱伟勇编著,李光奇、沈尧星审。

本书主编单位中国铁路通信信号上海电信测试中心是获得中国国家认证认可管理委员会颁发的计量认证合格证书,具有在全国范围内开展检测工作的国家级资质单位。测试中心业务实力雄厚,具备先进仪表设备和高素质的检测技术人员,可胜任铁路、电信、城市轨道交通、高速公路等行业通信、信号工程项目的验收、检测任务,能提供科学、公正、准确的检验报告。多年来,受铁道部、各铁路局委托,参加了全路多个光电传输、程控交换、微波通信、车站联锁、区间自动闭塞、编组站驼峰自动化系统等工程的验收测试;参加了全路数据网一、二期,全路卫星网一、二期,全路会议电视网一、二期,全路 DMIS(现更名为 TDCS)通信系统工程的移交测试、验收测试;近年来,又承担了多个铁通、网通、联通、中国移动等通信工程的检测任务。

由于数字调度通信设备性能和功能的不断提升,运用技术的不断更新,本书所述测试与检验方法有待在实际运用中不断充实和完善。编著者水平有限,错误之处,希望提出批评指正。

编著者

2006 年 3 月

## — 目 录 —

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第一章 概 述 .....                   | 1  |
| 第一节 铁路运输调度通信网 .....             | 1  |
| 第二节 测试基本概念 .....                | 2  |
| 一、检验、被测量和测量结果、被测物的含义 .....      | 2  |
| 二、误差和误差的表示 .....                | 2  |
| 三、测试常用物理量和单位 .....              | 3  |
| 第三节 测试基本要求 .....                | 5  |
| 一、测试条件、仪表设备要求 .....             | 5  |
| 二、抽查方法和原始测试数据处理原则 .....         | 8  |
| 第二章 接口电气性能测试 .....              | 9  |
| 第一节 通用接口电气性能 .....              | 9  |
| 一、接口相对电平 .....                  | 10 |
| 二、接口阻抗特性 .....                  | 12 |
| 三、接口对地阻抗不平衡 .....               | 13 |
| 四、终端平衡回损(TBRL)和稳定损耗(SL) .....   | 16 |
| 第二节 铁路专用接口电气性能 .....            | 18 |
| 一、U(2B + D)接口 .....             | 18 |
| 二、模拟调度接口 .....                  | 19 |
| 三、磁石接口 .....                    | 20 |
| 四、共总/共分接口 .....                 | 20 |
| 五、下行/上行区间接口 .....               | 21 |
| 六、四线接口 .....                    | 22 |
| 第三节 数字中继接口 .....                | 22 |
| 一、2 048 kbit/s 输入参数检测 .....     | 22 |
| 二、2 048 kbit/s 输出参数检测 .....     | 25 |
| 三、2 048 kbit/s 中继接口传输特性 .....   | 27 |
| 第三章 用户线条件、用户信号方式及铃流和信号音检测 ..... | 29 |
| 第一节 用户线条件、用户信号方式 .....          | 29 |
| 一、用户线条件 .....                   | 29 |
| 二、用户信号方式 .....                  | 29 |
| 第二节 铃流和信号音 .....                | 31 |
| 一、铃 流 .....                     | 31 |
| 二、信 号 音 .....                   | 32 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <b>第四章 传输特性和基本性能测试</b>          | 34 |
| 第一节 传输特性测试                      | 34 |
| 一、单机传输特性                        | 34 |
| 二、系统传输特性                        | 50 |
| 第二节 基本性能测试                      | 53 |
| 一、接续故障率                         | 53 |
| 二、交换设备忙时呼叫尝试次数(BHCA)            | 54 |
| 三、系统通话语音质量 MOS 评估               | 55 |
| 第三节 交换机会议桥接设备传输性能               | 56 |
| 第四节 系统间性能测试                     | 56 |
| 一、不同型号系统间性能                     | 56 |
| 二、调度交换机系统与 GSM-R(铁路综合移动通信)系统间性能 | 58 |
| <b>第五章 基本功能检验</b>               | 59 |
| 第一节 单机功能检验                      | 59 |
| 一、调度交换机功能                       | 59 |
| 二、调度/值班台功能                      | 60 |
| 三、冗余设备倒换、断电重启                   | 61 |
| 第二节 系统功能检验                      | 61 |
| 一、调度通信系统业务                      | 61 |
| 二、调度交换机功能                       | 62 |
| 三、调度/值班台功能                      | 63 |
| 四、系统安全功能                        | 64 |
| 第三节 系统间互联功能检验                   | 65 |
| 一、不同型号系统间互联功能                   | 65 |
| 二、调度交换机系统与 GSM-R 系统间互联功能        | 67 |
| <b>第六章 集中维护管理功能检验</b>           | 69 |
| 一、维护台对数字调度通信系统集中维护管理功能的检验       | 69 |
| 二、一般管理功能的检验                     | 69 |
| 三、故障管理功能的检验                     | 69 |
| 四、配置管理功能的检验                     | 70 |
| 五、安全管理功能的检验                     | 70 |
| 六、话务统计功能的检验                     | 70 |
| <b>第七章 单机例行试验</b>               | 71 |
| 一、绝缘电阻试验                        | 71 |
| 二、振动试验                          | 71 |
| 三、稳定度试验                         | 72 |
| 四、过压过流保护及安全要求                   | 73 |
| <b>参考文献</b>                     | 75 |

# 第一章 概 述

## 第一节 铁路运输调度通信网

为指挥列车运行,保证运输安全,铁路历来有一套完善的调度指挥系统。铁路调度指挥系统按机构可分为铁道部调度和铁路局调度两级,如图 1-1 所示。

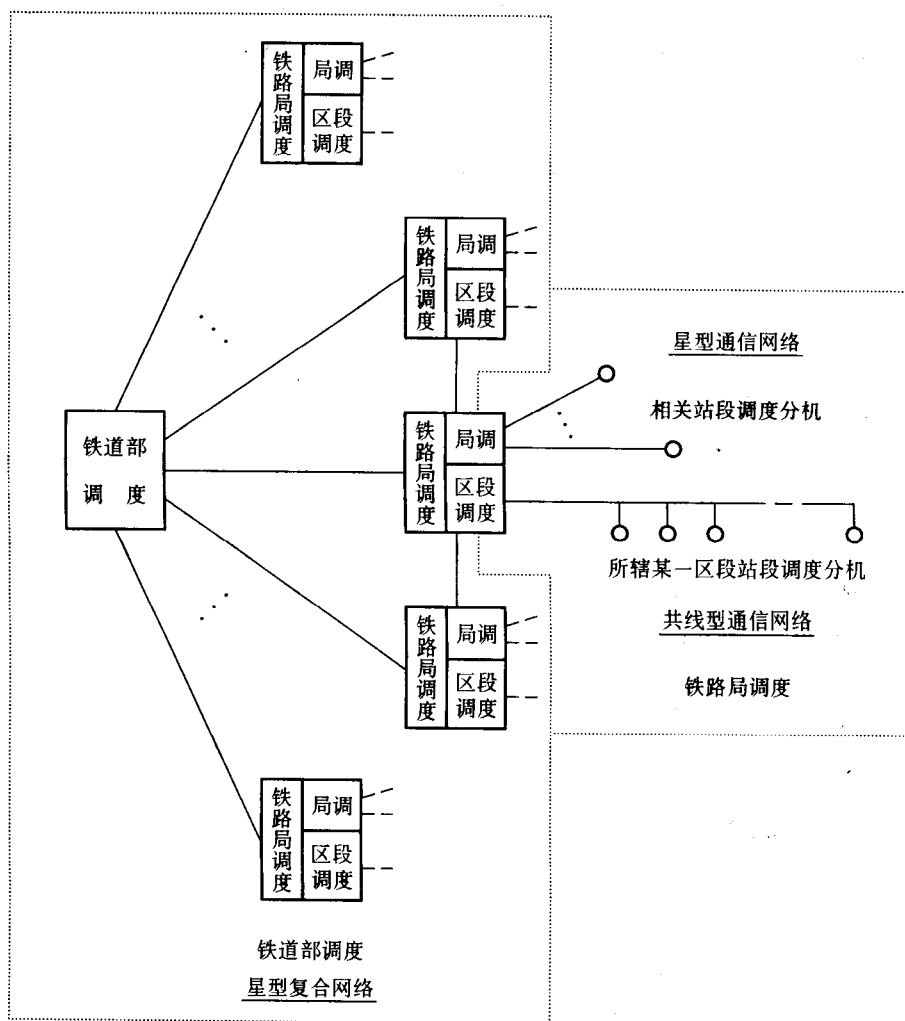


图 1-1 铁路调度通信网络示意图

铁道部调度按调度业务性质分为行调、客调、军调、特调,车流、集装箱、机车、车辆、电力、工务、电务调度等。其调度通信网络结构以铁道部为中心对各铁路局,呈一点对多点的星型复合网络,我们习惯上称之为干线调度,简称干调。

铁路局调度有两种类型:一是以局运输指挥中心对全局相关站段的调度指挥,与相邻铁路局也有业务往来,同时接受铁道部的调度指挥,按调度业务性质分为客调、军特调度、篷布调度、计划调度,车流、机车、车辆、工务、电务调度,他们有的归属局总调室,有的归属相关业务处,各铁路局不尽相同。这一类调度既是干调分机,又是局线调度,仍简称局调。其调度通信网络结构,有的用专线组成星型调度通信网络,有的用铁路自动电话拨号呼叫进行联络。二是铁路局总调室(或业务处)调度员,仅指挥一段铁路线上的各车站(段、所、点),按业务性质分为列车调度、货运调度、电力牵引调度(供电调度)、红外线调度等。列调、货调隶属于局总调室,电调、红外线调度隶属于相关业务处。对这一类调度,我们习惯上称之为区段调度。其通信结构取决于业务性质和地理位置,基本上是以共线型为主的调度通信网络。

此外,还有以站段为中心组成的调度系统,在大型车站及站场内车站调度员对各值班员之间调度通信,称之为站调。车务、工务、电务、水电等段调度员对所辖各工区(站)之间通信,统称为公务专用电话系统。其通信网络结构:站调采用星型通信网络,公务专用电话系统有共线型和自动电话两种方式。

## 第二节 测试基本概念

“测试”一词的含义是广泛的,本书描述的是数字调度系统的“测试与检验”。涉及到检验、测量的含义、测试误差的表示及常用电信测试物理量和单位,这些基本概念在本节中一一加以介绍。

### 一、检验、被测量和测量结果、被测物的含义

1. 检验是在给定一个预期值或额定值的前提下,确定被测值是否在规定的界限内。尽管有时给定的界线很宽,但检验并非粗略测量,而是通过检验给出具体的测试结果(测试值)。

2. 被测量和测量结果既有区别又有联系,被测量是被测的物理量;测量的结果是物理量的值,有时这个值就是测量结果,有时又需要由一个或多个测量值,并根据某个数学公式转换才得到一个综合结果,称为测试结果。

3. 被测物(或称试样)是指被测试的实体,可简称“被测”。“被测”有时也用来形容被测量,如被测电平、被测电压等。这和测试电平、测试电压不同。“测试”所组成的复合词是指测试工作中所要使用的物理量或物件,如:测试信号、测试阻抗、测试引线等。

### 二、误差和误差的表示

由于仪表的不完善性及测试环境主、客观影响,测量结果总会有误差。误差可分为系统误差和随机误差。

1. 系统误差是仪表和测试系统的不完善性引起的误差。导致系统误差的因数有的是已知的,有的要通过计量来发现。例如振荡器输出正弦信号频率比仪表自身指示偏低,可以通过和频率标准比较发现,并得到修正。我国建立了二级仪表计量中心,负责对仪表进行计量,并能向仪表的使用者提供说明仪表固定误差(仪表的系统误差)的计量结果。

2. 随机误差是指仪表和测试系统的不稳定性、测试操作的不确定性引起的误差。导致随机误差的因数大多不可预先确定。随机误差数值是波动的,可正、可负,无一定规则,不可能个别确定误差大小。通过多次测量,有可能从整体上认识其统计特性。例如:用电平表测量一个

未知的固定电平,重复  $n$  次有  $x_1, x_2, \dots, x_n$  共  $n$  个结果,我们用求平均的方法得到一个接近正确值的方法,得到一个接近正确值的结果:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i$$

$n$  越大,平均值  $\bar{x}$  就越接近正确值,所以从逻辑上讲,正确值是可以知道的。

误差可用绝对误差和相对误差来表示。

绝对误差的定义: 绝对误差 = 一次测量值 - 正确值

相对误差的定义: 相对误差 =  $\frac{\text{一次测量值} - \text{正确值}}{\text{正确值}}$

绝对误差和相对误差也用来表示被测物的不完善和设备制造偏差。

### 三、测试常用物理量和单位

#### 1. 电信测试使用的单位

电信测试使用的单位包括常用物理量单位和电信传输单位两类。

常用物理量单位:见表 1-1。

表 1-1 电信测试常用物理量和单位

| 物 理 量 | 物理量符号  | 单 位  | 单位符号     |
|-------|--------|------|----------|
| 电 压   | $U$    | 伏[特] | V        |
| 电 流   | $I$    | 安[培] | A        |
| 频 率   | $f$    | 赫[兹] | Hz       |
| 时 间   | $t$    | 秒    | s        |
| 周 期   | $T$    | 秒    | s        |
| 功 率   | $P$    | 瓦[特] | W        |
| 阻 抗   | $Z$    | 欧[姆] | $\Omega$ |
| 电 阻   | $R$    | 欧[姆] | $\Omega$ |
| 抖 动   | $J$    | 码元间隔 | UI       |
| 时 延   | $\tau$ | 微秒   | $\mu s$  |

电信传输单位:任何相同单位物理量之间的比值取对数,其单位为贝尔(B)。在电信测试中常用的是贝尔的十分之一,即分贝(dB)。

国家标准 GB 3383—1982 规定了电信传输单位及其代号,其中最常用的见表 1-2。

表 1-2 常用电信传输单位符号

| 单 位   | 含 义                                              |
|-------|--------------------------------------------------|
| dBm   | 取 1 mW 作基准值,以分贝表示的绝对功率电平。m 是毫瓦的代号                |
| dBr   | 相对于选定的传输参考点,以分贝表示的相对电平。r 是相对电平的代号                |
| dBm0  | 取 1 mW 作基准值,相对于零相对电平点,以分贝表示的信号绝对功率电平。0 是零相对电平点代号 |
| dBmp  | 取 1 mW 作基准值,以分贝表示的绝对噪声计功率电平(电话加权)。P 是噪声计加权测量的代号  |
| dBm0p | 取 1 mW 作基准值,相对于零相对电平点,以分贝表示的绝对噪声计功率电平(电话加权)      |
| dBu   | 取有效值 0.775 V 作基准值,以分贝表示的绝对电压电平。u 是 0.775 V 电压的代号 |

## 2. 功率电平和电压电平

在电信工程中,通常不直接计算和测量某点的功率和电压,而是计算它们对某一基准值的比值,并用它的对数表示,这种相对量称为“电平”。这样是把一些数量相乘(或除)的关系转化为相加(或减)的关系,使用起来更方便。

如果以  $P_0$ (单位:W)作为比较的基准值,那么测量到  $P_1$ (W)的功率电平为:

$$P_m = 10 \lg \frac{P_1}{P_0} \quad (\text{dB})$$

通常取  $P_0 = 1 \text{ mW}$ ,这样得到的功率电平称绝对功率电平,单位为 dBm。

$$P_m = 10 \lg \frac{P_1}{1 \text{ mW}} \quad (\text{dBm})$$

测量功率电平的仪表标有符号  $0 \text{ dBm} \triangleq 1 \text{ mW}$ ,读做 0 dBm 定义为 1 mW。在不同的阻抗上加 1 mW 功率的电压有效值如表 1-3 所示,表中还给出了对应的绝对电压电平。

表 1-3 常用标称阻抗上 0 dBm( $\triangleq 1 \text{ mW}$ )对应的电压和绝对电压电平

| $R(\Omega)$       | 600 | 150   | 135   | 120   | 75    | 50     |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| $U(\text{mV})$    | 775 | 387.3 | 367.4 | 346.4 | 273.9 | 223.6  |
| $P_u(\text{dBu})$ | 0   | -6.02 | -6.48 | -6.99 | -9.03 | -10.79 |

从表中可以看出:当 1 mW 的功率加在 600  $\Omega$  电阻上,电压有效值是 0.774 6 V ( $\approx 0.775 \text{ V}$ ),因为

$$1 \text{ mW} = \frac{U^2}{R} = \frac{0.7746^2}{600}$$

电信测试中也常用 0.775 V 作为电压比较基准值,称为电压电平,单位 dBu。

$$P_u = 20 \lg \frac{U_1}{0.775} \quad (\text{dBu})$$

测量电压电平的仪表标有  $0 \text{ dB} \triangleq 0.775 \text{ V}$ ,读做 0 dB 定义为 0.775 V。

电压电平是由 600  $\Omega$  导出的,但并非只限于在 600  $\Omega$  电阻上使用。几种常用标称阻抗上加 0.775 V 电压的功率如表 1-4 所示,表中还给出了对应的功率电平。

表 1-4 常用标称阻抗上 0 dBm( $\triangleq 0.775 \text{ V}$ )对应的功率和绝对功率电平

| $R(\Omega)$       | 600 | 150  | 135  | 120  | 75   | 50    |
|-------------------|-----|------|------|------|------|-------|
| $P(\text{mW})$    | 1   | 4    | 4.44 | 5    | 8    | 12    |
| $P_m(\text{dBm})$ | 0   | 6.02 | 6.48 | 6.99 | 9.03 | 10.79 |

## 3. 相对传输电平和相对功率电平

传输系统在长距离传输途径中,有的测试点电平高,有的测试点电平低。如果不说明测试点的绝对电平应该多少,测出该点信号的绝对电平值,其意义是不清楚的。为了说明系统中各测试点的电平应该多少,需要在系统中选择一个传输参考点,称为零传输电平点 OTLP (Transmission Level Point)。一个简化的电话系统,如果在 OTLP 点送频率为 1 000 Hz,功率为 1 mW,即 0 dBm 的正弦信号,在各测试点测到的绝对电平值就等于“应该”的绝对电平值,并称该值为这一点的相对传输电平值 X dBr,显然 OTLP 点为 0 dBr。

在模拟的传输网中,规定长途电路二线起点处为 0TLP;数字交换和数字传输网中,ITU 建议四线电路 0TLP 是作为设想的传输参考点存在,称虚二线点。这意味着整个数字传输系统中,没有任何一点为 0 dBr。为了适应这种情况,许多仪表上的相对传输电平配置衰减器。当仪表和被测点相连时,只要将仪表上的相对传输电平配置衰减器置于被测点的  $X$  dBr 值上,仪表的主机输出和输入都工作在 0TLP 点上,可以认为,此时已将设想的 0TLP“移到”了仪表内部。

需要指出,并不是测试时必须须在 0TLP 点送 0 dBm。ITU 建议在测试传输电平和衰减失真时,在 0TLP 点送  $-10$  dBm 测试,这时各测试点测到的绝对电平应是  $(X - 10)$  dBm。可见伴随着 0TLP 点电平涨落,整个传输系统电平随之涨落。为了表示这种系统工作状态,我们采用相对功率电平表示,单位是 dBm0。后面加上一个 0,表示测试点绝对电平与相对电平之差,即任何测试点的绝对功率电平  $Y$  (dBm)、相对传输电平  $X$  (dBr) 和相对功率电平  $Z$  (dBm0) 三者之间有以下关系:

$$Z(\text{dBm0}) = Y(\text{dBm}) - X(\text{dBr})$$

可见在 0TLP 点送信号电平为  $-10$  dBm 时,系统内各测试点的相对功率电平均为  $-10$  dBm0。这给测试工作带来很大方便,只需规定相对功率电平一个值,便清楚确定了被测系统应处于的工作状态。

有一些 PCM 话路传输特性测试仪特性测试要在一个电平范围内进行,如总失真(噪声法)要在  $-3 \sim -55$  dBm0 范围内进行。

#### 4. 常用 10 进倍数或分数单位

在实际工作中,还需要用扩大或缩小的物理量单位,例如频率用千赫(kHz),常用 10 进倍数或分数单位,见表 1-5。

表 1-5 常用 10 进倍数或分数单位

|                       |
|-----------------------|
| T(太) = $10^{12}$      |
| G(吉, 千兆) = $10^9$     |
| M(兆) = $10^6$         |
| k(千) = $10^3$         |
| d(分) = $10^{-1}$      |
| c(厘) = $10^{-2}$      |
| m(毫) = $10^{-3}$      |
| $\mu$ (微) = $10^{-6}$ |
| n(纳) = $10^{-9}$      |
| p(皮) = $10^{-12}$     |

### 第三节 测试基本要求

为了保证数字调度通信系统测试的准确性,本节提出了测试条件、测试方法、测试环境和对仪表设备的基本要求。还规定了测试抽查方法和原始测试数据处理原则。

#### 一、测试条件、仪表设备要求

##### 1. 公共测试条件

###### (1) 测试要求

测试连接电路中不应接有码型变换器、数字回声抑制器、消除器、数字话音插空装置和全零抑制器等设备和器件。

###### (2) 测试方法

对数字交换设备单机的接口和传输指标测试可采用全连接或半连接的测试方法。

输入半连接:从数字调度交换机的模拟输入接口(如 Z 接口)至数字交换机数字输出接口(如 A 接口)之间的单向通道。

输出半连接:从数字调度交换机数字输入接口(如 A 接口)至数字调度交换机模拟输出接

口(如 Z 接口)之间的单向通道。

全连接:数字交换机的全连接是在相同交换机接口之间由输入半连接和输出半连接的双向通道所组成。

### (3)测试环境

应在被测数字调度交换设备实际使用的正常温度、湿度范围和标称供电电压及正常负荷条件下进行。

### (4)测试界面

- ①数字接口以数字配线架(DDF)为界;
- ②模拟接口以总配线架(MDF)为界;
- ③除特殊注明外,测试监测点均设在被测通路相应配线架对应的接口接线端。

### (5)测试参考条件

- ①测试参考基准频率  $f_0$ : 1 020 Hz。
- ②测试参考基准电平  $L_0$ : -10 dBm0。

### (6)其他测试要求

- ①数字调度交换机的测试,应在设备工作地接大地的条件下进行;
- ②采用阻抗匹配测试方法,测试仪表阻抗应与所接入的接口阻抗匹配;
- ③被测设备最终测试结果应扣除测试系统的系统误差;
- ④测试仪表和设备应保证相应的精度,并在计量有效期内方可使用。

## 2. 测试仪表设备要求

### (1)智能仪表

应选用具有测试 A-A、A-D、D-A、D-D 接口间的智能传输特性测试仪表。例如:WG 公司的 PCM-23、HP3776A、HP3779C 等。A 为模拟信号接口;D 为数字信号接口。

### (2)三元件阻抗仪表

#### ①一般要求

数字电话交换设备的二线模拟用户接口(Z 接口)的阻抗为三元件复式阻抗,在无对应接口阻抗的仪表条件下,为配合对 Z 接口组成的通路进行测试,采用音频信号发生器和音频选频电平表与接口对应的三元件阻抗组成三元件信号源和三元件电平表。

三元件信号源由具有零欧姆内阻、对地平衡式的音频信号发生器和对应接口三元件阻抗组成。

三元件电平表由对地浮空平衡式高阻抗( $> 30 \text{ k}\Omega$ )音频选频电平表 and 对应接口三元件阻抗组成。

#### ②对音频选频电平表的要求

输入阻抗:  $600 \Omega$ , 其阻抗回损应大于或等于 40 dB。

高阻抗( $\geq 30 \text{ k}\Omega$ )对地浮空平衡。

选频范围: 100 Hz ~ 10 kHz。

带宽: 不大于 15 Hz。

测试电平范围: (-70 ~ +10) dBm。

分辨能力: 0.1 dB(应选取量程具有扩充性能的仪表,提高分辨能力)。

灵敏度: -80 dBm。

稳定度: 10 min 内仪表读数变化小于 0.05 dB。

平衡方式测试时,对地平衡度不应小于 66 dB。测试阻抗回波损耗时,应选用对地浮空平衡式。

### ③对音频信号发生器的要求

输出阻抗:600  $\Omega$  输出时,200 ~ 10 000 Hz 频带内回波损耗应大于或等于 40 dB。

0  $\Omega$  输出时,内阻应小于或等于 10  $\Omega$ 。

信号电平范围: -60 ~ +10 dBm;

稳定性:10 min 内输出信号电平变化小于或等于 0.05 dB。

### ④二线模拟用户接口三元件仪表的组成

#### a. 三元件信号源(图 1-2)。

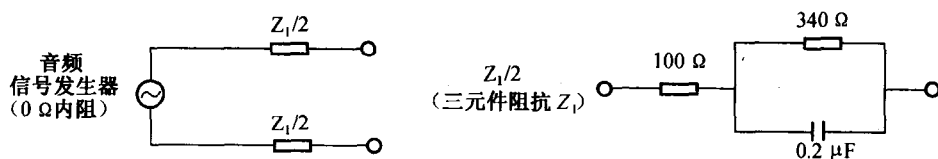


图 1-2 二线模拟用户接口三元件信号源组成图

用  $E_1$  表示 Z 接口三元件信号源。

#### b. 三元件电平表(图 1-3)。



图 1-3 二线模拟用户接口三元件电平表组成图

用  $M_1$  表示 Z 接口三元件电平表。

### (3)直流环路保持器(H)

#### ①有源直流环路保持器

阻抗:20 ~ 72 000 Hz 频带内:

交流阻抗: > 30 k $\Omega$ 。

等效直流电阻: < 1 k $\Omega$ 。

平衡度:300 ~ 72 000 Hz 频带内大于或等于 66 dB。

绝对群时延和群时延:  $\leq 10 \mu s$ 。

最大直流对地电压: < 66 V。

直流电流可调节,最小工作电流: > 18 mA。

#### ②无源直流环路保持器

电感:  $\geq 10$  H。

平衡度:  $\geq 66$  dB。

### (4)测试使用元件的精度

测试连接电路中使用的电阻误差均应小于或等于 0.1%。

测试连接电路中使用的电容误差均应小于或等于 0.1%。

测试桥路平衡两臂的元件应配对,相对误差小于或等于 0.1%。

用于仪表的隔直流电容值应大于或等于  $50\ \mu\text{F}$ ,平衡度测试时隔直流电容要求配对,相对误差小于或等于 5%。

## 二、抽查方法和原始测试数据处理原则

### 1. 抽查方法

(1)随机抽取两条通路进行测试,如不符合指标,另选四条通路复测,只允许复测一次,测试结果以复测结果为准;

(2)对串音杂音等小信号取其最差值作为最终测试结果;

(3)交换设备各项传输指标均应在工作电流范围内满足要求。

Z 接口外线工作电流指外线最短时的回路电阻(不包括话机)到回路电阻为  $1.8\ \text{k}\Omega$ (包括话机)时的电流范围。测试电流可在电流工作范围内任意选择。

### 2. 原始测试数据处理原则

依据指标规定的有效位数,对所测原始数据按“4 舍 6 进 1,有尾 5 进 1,无尾 5 得偶”进行数据修约。也就是一个数若确定有效位数 4 位(小数点前后各两位),若其测试所得小数点后第三位值为小于等于 4 时,则舍去,如 99.964 则舍去后为 99.96;若其测试所得小数点后第三位值为大于等于 6 时,则进 1,如 99.966 则进位后为 99.97;若其测试所得小数点后第三位值为 5,按“有尾 5 进 1,无尾 5 得偶”的规则进行数据修约,即 5 后面有数,则“有尾 5 进 1”,如 99.965 1 则进 1 后为 99.97;若 5 后面没有数或为 0,则“无尾 5 得偶”,即有效位数最后一位只能得偶数。就是说,最后一位有效位值(5 前面一位数)若为偶数,则舍去 5 仍为偶数,如 99.965 或 99.965 0,则舍去后为 99.96;最后一位有效位值(5 前面一位数)为奇数,则进 1 亦为偶数,如:99.975 0 则取为 99.98。

## 第二章 接口电气性能测试

铁路数字调度通信系统是基于数字交换平台,使用计算机硬件、软件去控制时分交换网络的交换接续来完成各种调度通信业务的。因此,它是一个调度交换机系统,根据各种通信业务的需要,配置不同类型的接口板。接口丰富、种类很多,概括起来分为用户侧接口和中继侧接口。

用户侧接口有:通用的音频接口,即二线模拟接口(Z接口)和铁路专用接口。铁路专用接口常用的有:磁石接口、二/四线模拟接口、共总/共分接口、模拟调度(选号)接口、上行/下行区间接口以及 2B+D 接口。

中继侧接口有:数字中继接口,即 ISDN 基群速率接口(30B+D 接口又称 PRI 接口)和 2M 的  $E_1$  接口(又称为 A 接口)。对中继侧的用户环路中继接口( $C_2$  接口),铁路用共总/共分接口来实现不同型号系统间用户级互连。

铁路数字调度通信系统接口示意图见图 2-1。

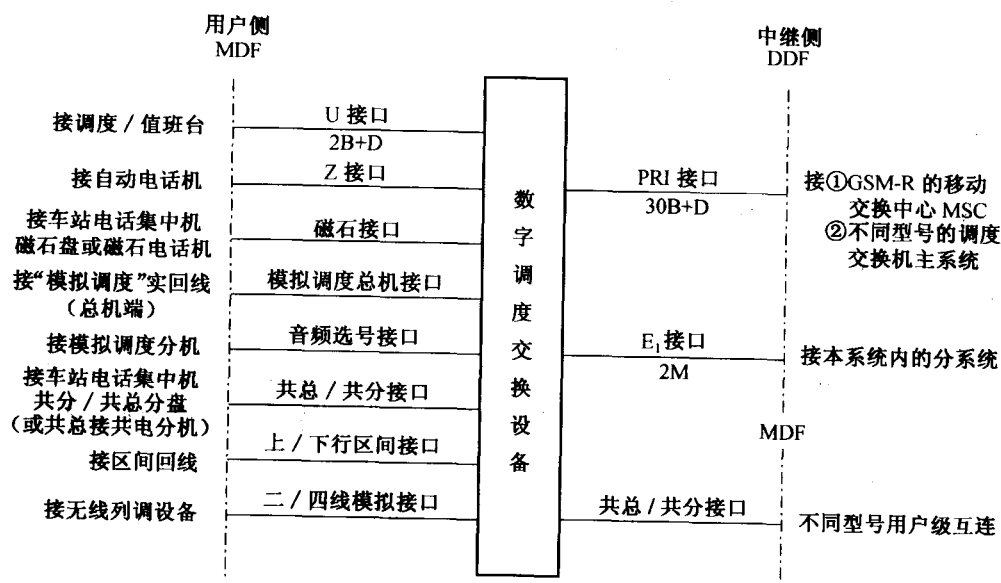


图 2-1 铁路数字调度通信系统接口示意图

接口电气性能关系到整个系统的通信指标,因此,首先要进行接口电气性能的测试。本章将按通用接口(Z接口)、铁路专用接口、数字中继接口(2M接口、30B+D接口)分别予以描述。

### 第一节 通用接口电气性能

通用接口点的主要电气性能包括:相对传输电平、阻抗特性、对地阻抗不平衡、终端平衡回损(TBRL)和稳定损耗(SL)。

## 一、接口相对电平

相对电平即相对传输电平,其含义已在第一章中介绍过。正确的传输值是保证通话质量良好的基本条件之一,也是保证电路稳定,不产生振鸣的主要条件,又是其他指标能达到要求的基础,因此对音频通路接口的相对传输电平及其偏差有严格的要求,应首先保证合格。

### 1. 数字调度交换机的接口相对电平指标

接口相对电平规定见表 2-1。

表 2-1 数字调度交换机的接口相对电平

| 接口名称         | 输入端相对电平 $L_i$ (dBr) | 输出端相对电平 $L_o$ (dBr)        |
|--------------|---------------------|----------------------------|
| Z 接口         | 0.0                 | 有可变衰耗时 -3.5<br>无可变衰耗时 -7.0 |
| 共总/共分接口      | 0.0                 | -3.5                       |
| 下行/上行接口      | 0.0                 | -3.5                       |
| 磁石电话接口       | 0.0                 | -3.5                       |
| 模拟调度总机接口     | 0.0                 | -3.5                       |
| 音频选号分机接口     | 0.0                 | -3.5                       |
| E/M 接口 二线    | 0                   | -3.5                       |
| 四线           | -3.5(+4.0)          | -3.5(-14.0)                |
| U(2B+D)接口    | 0.0                 | 0.0                        |
| A(2M)接口      | 0.0                 | 0.0                        |
| PRI(30B+D)接口 | 0.0                 | 0.0                        |

相对电平允许偏差:输入端相对电平( $-0.3 \sim +0.7$ )dB;

输出端相对电平( $+0.3 \sim -0.7$ )dB。

### 2. 模拟接口相对电平测试

#### (1) 技术指标

见表 2-1。

#### (2) 测试连接电路

以 Z 接口相对电平测试为例(磁石、共总/共分接口相对电平测试方法与 Z 接口基本相同,但阻抗为  $600 \Omega$ ,测试仪表以  $600 \Omega$  阻抗终端匹配,另外不用保持器,由数据配置做固定连接)。

① 半连接测试见图 2-2。

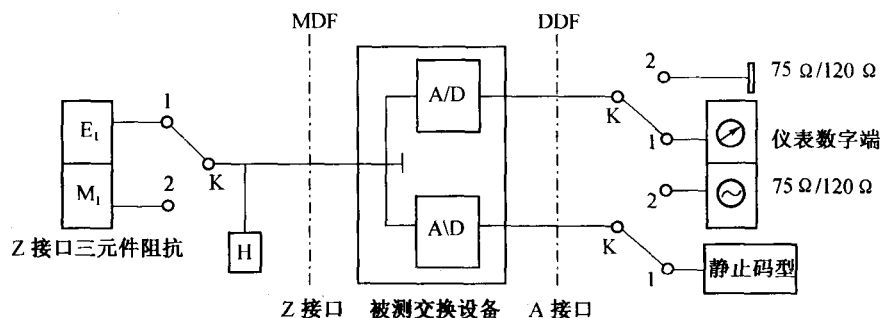


图 2-2 相对电平半连接测试电路

注: A/D 模数转换,从模拟端口输入至数字端口输出;

A \ D 数模转换,从数字端口输入至模拟端口输出。