

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2972—1999

20011157

驼峰毫米波测速雷达技术条件



1999-11-26 发布

2000-06-01 实施

中华人民共和国铁道部 发布

目 次

1 范围	1
2 引用标准	1
3 定义	1
4 产品分类	2
5 技术要求	2
6 实验方法	4
7 检验规则.....	13
8 标志、包装、运输、贮存	14
附录 A(提示的附录)测试用仪表	15
附录 B(提示的附录)驼峰毫米波测速雷达密封箱安装方法	17

前 言

驼峰测速雷达作为编组站驼峰调速系统中的基础测量设备,其工作性能直接影响编组站的编解能力和溜放作业的安全。驼峰毫米波测速雷达应用 8 mm 波段多普勒效应,用于连续测量溜放车辆的实际速度。为调速系统提供溜放车辆的速度信息。

本标准的附录 A、附录 B 均为提示的附录。

本标准由中国铁路通信信号总公司西安器材研究所提出并归口。

本标准起草单位:铁道部科学研究院通信信号研究所、中国科学技术大学微波高技术公司、中国铁路通信信号总公司天津铁路信号工厂。

本标准主要起草人:周喜鸿 王东进 刘万柱

庄 重 盛奕建 刘恩庆

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2972—1999

驼峰毫米波测速雷达技术条件

1 范围

本标准规定了驼峰毫米波测速雷达(以下简称雷达)的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存的要求。

本标准适用于驼峰毫米波测速雷达的制造、检验、维修。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 191—90 包装储运指示标志

GB 2423.1—89 电工电子产品基本环境试验规程 试验 A:低温试验方法

GB 2423.2—89 电工电子产品基本环境试验规程 试验 B:高温试验方法

GB/T 2423.3—93 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca:恒定湿热试验方法

GB/T 2423.10—1995 电工电子产品基本环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc 和导则:振动(正弦)

GB 2828—87 逐批检查计数抽样程序及抽样表

GB 2829—87 周期检查计数抽样程序及抽样表

GB/T 4942.2—93 低压电器外壳防护等级

GB 11450.2—89 空心金属波导 第2部分:普通矩形波导有关规范

GB/T 13185—91 驼峰测速雷达

TB 1447—82 信号产品的绝缘电阻

SJ 2534.2—85 天线测试方法 天线测试场的设计

SJ 2534.4—85 天线测试方法 天线测试场的鉴定

3 定义

本标准采用下列定义

3.1 雷达有效作用距离

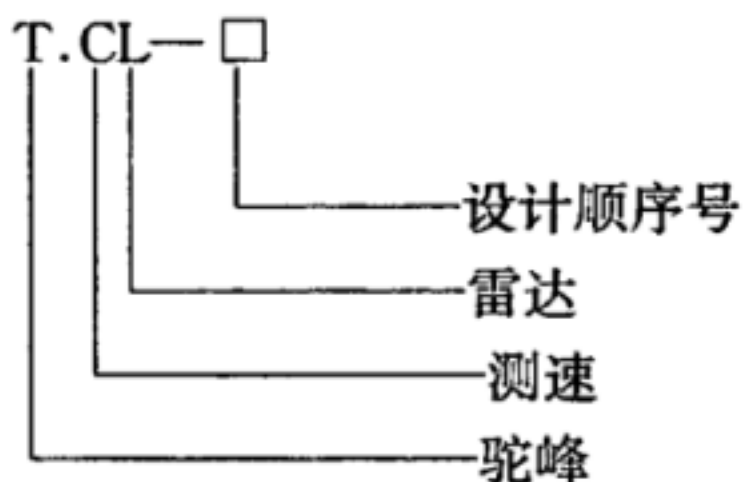
按 GB/T 13185—91 第 3 章的规定。雷达安装在铁路现场,当空平板车在雷达天线正前方以 3~30 km/h 的速度运动,雷达能稳定显示车速时,空平板车与雷达的最大距离。

3.2 雷达自检

雷达能随时检查自身有无故障发生。

4 产品分类

4.1 雷达型号的含义示例



4.2 外形尺寸

雷达基本外形尺寸:310 mm(长)×180 mm(宽)×180 mm(高)

注:产品如有改进,外形尺寸以生产厂企业标准为准。

5 技术要求

5.1 工作环境条件

雷达在下列工作环境下应可靠工作:

- a)环境温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b)空气相对湿度 不大于 90% (+25 $^{\circ}\text{C}$);
- c)大气压力 不低于 74.8 kPa(海拔高度不超过 2 500 m);
- d)振动 振频为 30 Hz \pm 1 Hz,单振幅为 0.5 mm;
- e)电源 $\sim 220\text{ V} \pm 10\%$ 、50 Hz \pm 2 Hz。

5.2 整机技术要求

5.2.1 雷达应符合本标准的要求,并按照经规定程序批准的图样及技术文件进行制造。

5.2.2 所有零部件需经检查合格,标准件及外购件必须符合相应的技术标准,电子元器件应经过筛选后方可进行装配。

5.2.3 雷达工作频率范围:35.0~38.0 GHz(推荐)。

5.2.4 雷达输出功率: $\geq 30\text{ mW}$ 。

5.2.5 雷达有效作用距离: $\geq 50\text{ m}$ (对空平板车而言,并且雷达安装位置应符合附录 B 的规定)。

5.2.6 雷达测速范围:3~30 km/h。

5.2.7 雷达天线水平面内方向图(半功率点处)张角: $\leq 7^{\circ}$ 。

5.2.8 雷达天线主副瓣抑制比: $\geq 26\text{ dB}$ 。

5.2.9 多普勒整形信号输出:交流电压输出 $\geq 8\text{ V}$ (峰—峰值 空载);
电流输出 $\geq 10\text{ mA}$ 。

5.2.10 雷达测速误差: $\pm 1\% \pm 0.1\text{ km/h}$ 。

5.2.11 雷达自检功能

自检信号频率:相当于被测目标运动速度为 30~32 km/h 时的多普勒频率值;

频率稳定度: 1.0×10^{-3} ;

控制条件: +6 V ~ +24 V (或根据用户要求)。

5.3 天线组件技术要求

5.3.1 频带范围:雷达工作频率 ± 0.2 GHz。

5.3.2 天线增益: ≥ 28 dB。

5.3.3 天线水平面内方向图(半功率点处)张角: $\leq 7^\circ$ 。

5.3.4 主副瓣抑制比: ≥ 26 dB。

5.3.5 驻波比: ≤ 1.3 (在雷达工作频率处测试)。

5.3.6 波导尺寸:BJ320 符合 GB 11450.2—89 《空心金属波导 第2部分:普通矩形波导有关规范》的规定。

5.4 收发组件技术要求

5.4.1 工作频率:雷达工作频率 ± 0.1 GHz。

5.4.2 输出功率: ≥ 35 mW。

5.4.3 频率漂移: ≤ 1 MHz/°C。

5.4.4 接收灵敏度: ≤ -70 dBm (通带:被测目标运动速度为 3~30 km/h 时所对应的多普勒频率范围。信噪比:10 dB)。

5.4.5 波导尺寸:BJ320 符合 GB 11450.2—89 《空心金属波导 第2部分:普通矩形波导有关规范》的规定。

5.5 放大整形及自检组件技术要求

5.5.1 频带范围:被测目标运动速度为 3~30 km/h 时所对应的多普勒频率范围(通带平稳度 ≤ 3 dB,阻带倍频程 ≥ 10 dB)。

5.5.2 本机噪声: ≤ 3 μ V (折合到输入端)。

5.5.3 输入信号动态范围: ≥ 60 dB。

5.5.4 整形信号输出幅度:交流电压输出 ≥ 8 V (峰—峰值 空载);
电流输出 ≥ 10 mA。

5.5.5 自检信号频率:相当于被测目标运动速度为 30~32 km/h 时的多普勒频率值。

5.5.6 自检控制条件: +6 V ~ +24 V (或根据用户要求,应使用专用电源)。

5.6 电源组件技术要求

5.6.1 输入电源: ~ 220 V $\pm 10\%$ 、50 Hz ± 2 Hz。

5.6.2 输出电源:输出电源技术要求见表 1。

表 1 输出电源技术要求

输出电压	负载电流	纹波电压	稳定度	误差
+4.0~5.5 V	≥ 1 A	≤ 0.5 mV	$\leq 1\%$	/
+6 V	≥ 100 mA	≤ 0.5 mV	$\leq 1\%$	+0.5 V
-6 V	≥ 100 mA	≤ 0.5 mV	$\leq 1\%$	+0.5 V
注:不同厂家生产的雷达内部电路不尽相同,对电源的要求也可能不一样,允许不同产品的输出电压不同,但纹波电压、稳定度、误差应符合本标准要求。				

5.7 雷达在低温 -40°C 、高温 $+70^\circ\text{C}$ 条件下应能可靠工作。在 -40°C 和 $+70^\circ\text{C}$ 时,雷达发

射信号频率为雷达工作频率 ± 0.2 GHz,功率不小于 25 mW 为合格,其余指标应满足本章有关条文规定。温度在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内变化时,雷达发射信号频率、功率应无突然变化和停振现象。

5.8 雷达应能承受频率为 $30\text{ Hz} \pm 1\text{ Hz}$,位移全振幅为 0.5 mm 的振动作用,不得有机械损伤和结构松动,振后应能可靠工作。

5.9 在试验的标准大气条件下,雷达电源引入端子对雷达机壳的绝缘电阻应不低于 $100\text{ M}\Omega$ 。

5.10 雷达外观

5.10.1 雷达外观应光滑细致,镀层牢固,不得有斑点、突起或未镀的地方,镀层、边缘和棱角不得有烧痕。

5.10.2 雷达机壳涂层应颜色一致,平整清洁,美观点滑,不得有皱纹、流痕、起泡等缺陷。

5.11 雷达密封箱

5.11.1 雷达密封箱外观应平整清洁,涂层应颜色一致,边缘和棱角不得有伤痕。应密封、防水、防尘,其防水、防尘等级不能低于 GB/T 4942.2 规定的 IP54 级。雷达密封箱应具有接地端子。电缆引入孔应不少于三个,其尺寸应符合有关规定。

5.11.2 雷达安装在雷达密封箱内,雷达密封箱体在雷达调节范围内不得对雷达发射波形成反射。雷达密封箱定型时必须进行检验,改型的雷达密封箱在现场应用前也必须进行检验。

6 试验方法

6.1 工作频率的测量

工作频率的测量既可以测量收发组件也可以测量整机。

6.1.1 测量收发组件

测量收发组件按图 1 连接测试线路。

接通电源 5 min 后,用毫米波数字频率计测量发射频率。应符合 5.4.1 的规定。

6.1.2 测量整机

测量整机按图 2 连接测试线路。

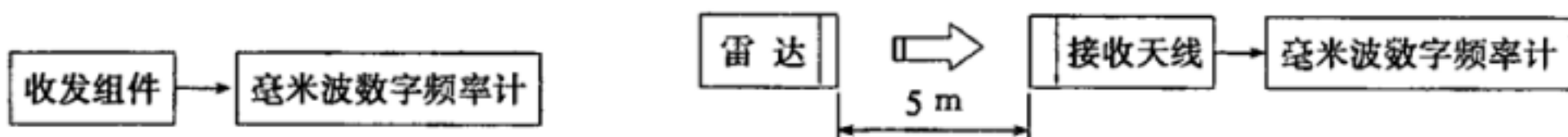


图 1 测量收发组件工作频率

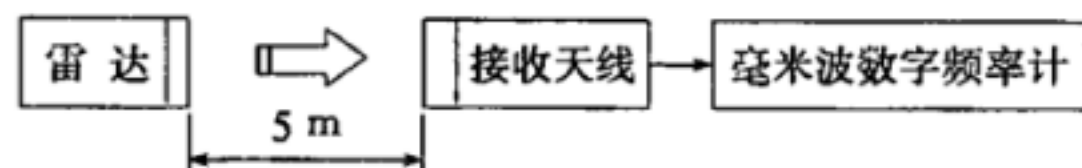


图 2 测量整机工作频率

接通电源 5 min 后,用毫米波数字频率计测量发射频率。应符合 5.4.1 的规定。

6.2 有效作用距离的测量

工厂采用模拟测量方法,现场采用实际测量方法。

6.2.1 模拟测量方法

按图 3 连接测试线路。

接通电源 5 min 后,调制器放置在 $1\,000\text{ Hz}$ 调制上,其调制电流底部为零调制。调可变衰减器的衰减量,使雷达有整形输出时,记下其衰减值 N_1 。用公式(1)(2)(3)(4)计算作用距离。

$$R = 50 \times 10^{[(N-70-10 \cdot \log P)/40]} \quad (1)$$

$$N = 2N_1 + N_0 + N_k \quad (2)$$

$$N_0 = 2N_a + 2N_b + N_c + N_d + N_t \quad (3)$$

$$N_k = 10 \cdot \log \left[\frac{(4\pi)^4 \cdot R_c^4}{G_1^2 \cdot G_2^2 \cdot \lambda^4} \right] \quad (4)$$

式中 R ——雷达有效作用距离, m;

N ——系统衰减量, dB;

P ——雷达输出功率, mW;

N_1 ——可变衰减器读数, dB;

N_0 ——等效衰减量, dB;

N_k ——等效空间传波衰减量, dB;

G_1 ——雷达天线增益(功率倍数);

G_2 ——测量接收天线的增益(功率倍数);

λ ——雷达工作波长, m;

R_c ——测试距离, m;

N_a ——可变衰减器起始衰减量, dB;

N_b ——环行器通道衰减量, dB;

N_c ——调制器起始衰减量, dB;

N_d ——可变移相器衰减量, dB;

N_t ——调制器折合衰减量, dB。

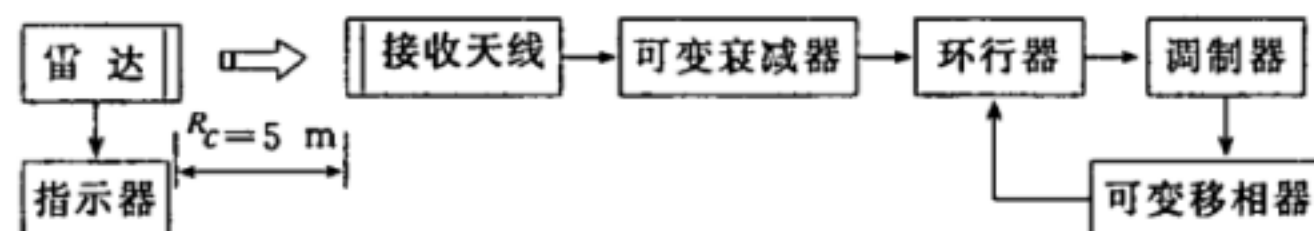


图3 模拟测量有效作用距离、速度测量范围

6.2.2 实际测量方法

实际测量可选择具有微机半自动、自动化调速系统的站场,利用系统中上位机打印雷达数据。当空平板车进入减速器区段时,人工封闭该区段轨道电路。待空平板车尾部距雷达的距离超过 50 m 时,取消轨道电路封闭。上位机打印的轨道电路占用其间的全部雷达数据应基本稳定,表示雷达的有效作用距离不小于 50 m。

6.3 速度测量范围的测量

按图 3 连接测试线路。

接通电源 5 min 后,调制器放置在相当于被测目标运动速度为 3~30 km/h 时所对应的多普勒频率调制上,其调制电流底部为零调制。雷达应有相应输出,应符合 5.2.6 的规定。

6.4 多普勒信号输出的测量

6.4.1 多普勒交流信号电压输出的测量

按图 4 连接测试线路,雷达输出端接成交流电压输出方式。

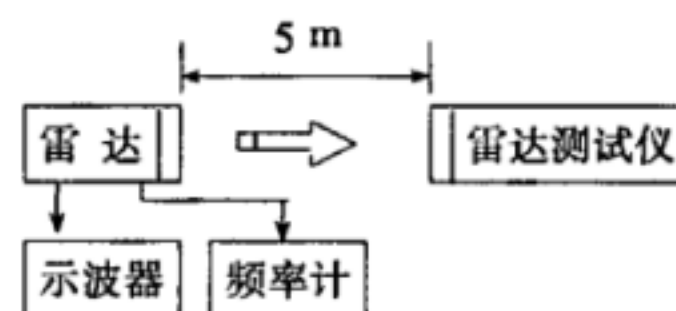


图4 测量交流电压输出

接通电源 5 min 后,将测试仪放置在“速度”档,接通换算速度在 3~30 km/h 范围内的 4 点调制信号,频率计指示调制信号频率正确,用示波器测量雷达输出端上峰—峰电压值,应符

合 5.2.9 的规定。

6.4.2 多普勒电流输出的测量

按图 5 连接测试线路(也可用内部电源)。雷达输出端接成电流输出方式。

接通电源 5 min 后,将测试仪放置在“速度”档,接通换算速度在 3~30 km/h 范围内的 4 点调制信号,调整负载电阻使直流电流表显示的平均电流值不小于 5 mA,频率计指示调制信号频率正确,示波器显示波形无畸变,即符合 5.2.9 的规定。

注:如果雷达输出电路有改动要按改动后的电路测量多普勒信号输出。



图 5 测量电流输出

6.5 天线水平面内方向图(半功率点处)张角的测量

天线水平面内方向图(半功率点处)张角的测量既可以测量整机也可以测量天线。

6.5.1 测量整机

测量整机按图 6 安装和连接测试线路。

其天线试验场地应符合 SJ2534.2—85 和 SJ2534.4—85 中的要求。

接通雷达及测试仪表电源 5 min 后,调好接收天线及测试接收机。旋转被测雷达方向,记录测试接收机读数,计算相对最大值的分贝数,取两个负 3 dB 的角度即为天线水平面内方向图(半功率点处)张角。

注:接收天线、测试接收机也可用雷达测试仪代替。

6.5.2 测量天线

测量天线时,可按图 7 安装和连接测试线路。

接通测试仪表电源 5 min 后,调好被测天线及测试接收机。旋转被测天线方向,记录测试接收机读数,计算相对最大值的分贝数,取两个负 3 dB 的角度即为天线水平面内方向图(半功率点处)张角。

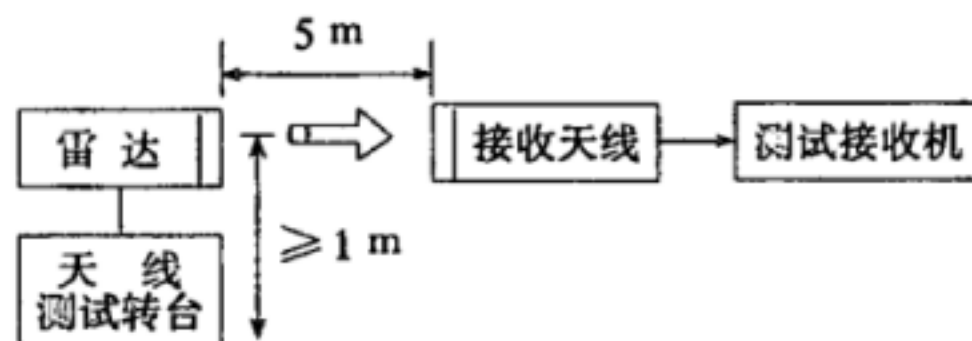


图 6 测量整机水平面内方向图张角

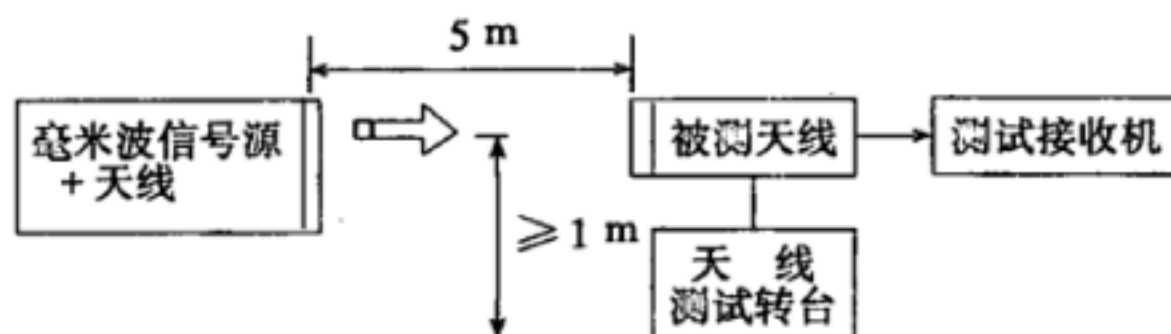


图 7 测量天线水平面内方向图张角、主副瓣抑制比

6.6 天线主副瓣抑制比的测量

按图 7 安装和连接测试电路。

按 6.5.2 规定的方法,测得 $0^\circ \sim \pm 90^\circ$ 方向图,取最大的副瓣之值。计算主副瓣抑制比应符合 5.2.10 的规定。

6.7 测速误差的测量

6.7.1 试验室计算方法

用 6.1 测量结果计算工作频率误差,代入公式(5)计算测速最大误差,应符合 5.2.10 的规定。

$$\left[\frac{\Delta V}{V}\right]_{\text{最大}} = -(1 - \cos A) \pm \frac{\Delta f}{f} = -0.321\% \pm \frac{\Delta f}{f} \times 100\% \quad (5)$$

式中 $\left[\frac{\Delta V}{V}\right]_{\text{最大}}$ ——最大测速误差;
 A ——雷达与车辆夹角,°;
 f ——雷达工作频率,GHz;
 Δf ——雷达工作频率误差,GHz。

6.7.2 现场实测方法

按图 8 连接测试线路。

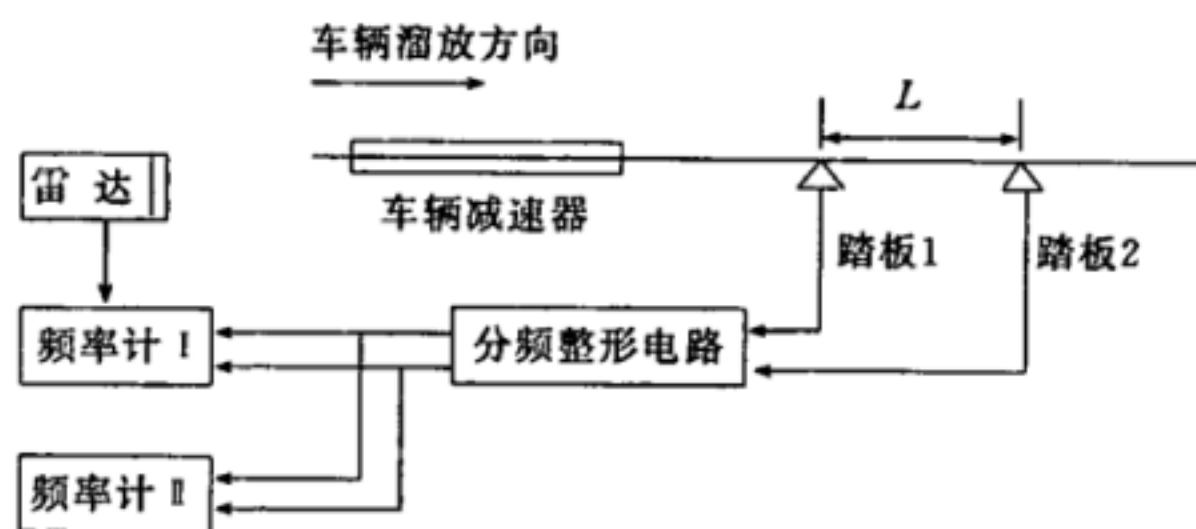


图 8 测量测速误差

在距减速器出口 3~5 m 处安装踏板 1 和踏板 2,两踏板间距离 L 为雷达工作波长的 500 倍,长度误差不大于 0.1%。

接通雷达、频率计及分频整形电路,雷达应能稳定测得溜放车辆出减速器 10 m 以内的数据,频率计是具有计数控制功能的数字频率计,频率计 I 按计数方式工作,频率计 II 按毫秒表方式工作。分频整形电路在车辆最后轮对通过踏板时,发出控制计数脉冲;当最后轮对通过踏板 1 时,启动频率计,频率计 I 计雷达输出脉冲,频率计 II 开始计时。当最后轮对通过踏板 2 时,频率计停止工作。

用公式(6)(7)(8)计算车辆通过踏板 1、踏板 2 区段踏板所测平均速度、雷达所测平均速度及雷达速度测量绝对误差。

$$V_0 = \frac{L}{t} \quad (6)$$

$$V = \frac{n\lambda}{2t} \quad (7)$$

$$\Delta V = V - V_0 = \frac{\lambda}{2t}(n - 1000) \quad (8)$$

$$\left[\frac{\Delta V}{V}\right]_{\text{最大}} = \frac{|\Delta V_{\text{平均}}| + |\Delta V_{\text{均方}}|}{V_{\text{平均}}} \quad (9)$$

式中 V_0 ——车辆通过踏板 1、踏板 2 区段踏板所测平均速度,m/s;
 V ——车辆通过踏板 1、踏板 2 区段雷达所测平均速度,m/s;
 ΔV ——雷达速度测量绝对误差,m/s;
 L ——踏板区段长度,m;

t ——车辆最后轮对从踏板 1 到踏板 2 所用时间, s;

n —— t 时间内频率计 I 所计雷达输出脉冲数;

λ ——雷达工作波长, m;

$\left[\frac{\Delta V}{V}\right]_{\text{最大}}$ ——最大测速误差;

$\Delta V_{\text{平均}}$ ——重复测量 N 次, 雷达速度测量绝对误差平均值, m/s;

$\Delta V_{\text{均方}}$ ——重复测量 N 次, 雷达速度测量绝对误差均方值, m/s;

$V_{\text{平均}}$ ——重复测量 N 次, 车辆通过踏板 1、踏板 2 区段雷达所测平均速度平均值, m/s。

上述测量重复 30 次以上, 计算平均误差、均方误差, 按公式(9)计算最大误差, 应符合 5.2.10 的规定。

6.8 天线增益的测量

按图 9 连接测试线路。

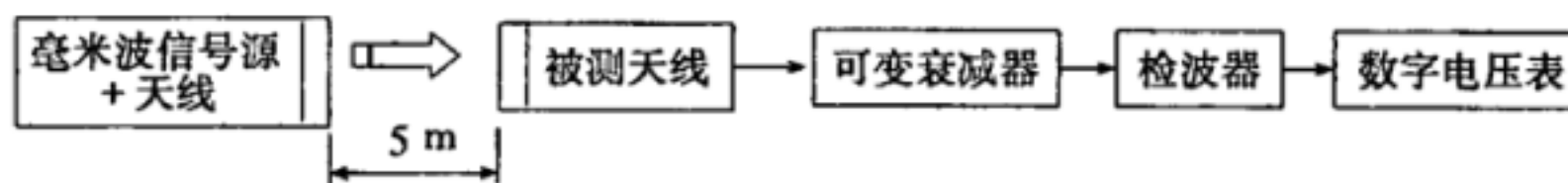


图 9 测量天线增益

调整被测天线与信号源天线, 使接收信号最大, 调整可变衰减器使检波器输出指示为一个定值, 记下衰减量 N_1 。

用已知增益为 G_0 的标准天线代替被测天线安装在相同的位置上, 调整可变衰减器, 使检波器输出的指示不变, 记下衰减量 N_2 。被测天线增益 G 由公式(10)计算。

$$G = G_0 + N_1 - N_2 \quad (10)$$

式中 G ——被测天线增益, dB;

G_0 ——标准天线增益, dB;

N_1 、 N_2 ——可变衰减器读数, dB。

6.9 天线驻波比的测量

按图 10 连接测试线路。

接通电源 5 min 后, 扫频仪扫频振荡频率范围宽于雷达工作频率 ± 0.2 GHz, 天线前方 5 m 内应无强反射物体(最好用一块吸收体), 利用驻波比测量仪测量天线驻波比, (也可用点频信号发生器和测量线测量)应符合 5.3.5 的规定。

6.10 输出功率的测量

输出功率的测量既可以测量收发组件也可以测量整机。

6.10.1 测量收发组件

测量收发组件按图 11 连接测试线路。

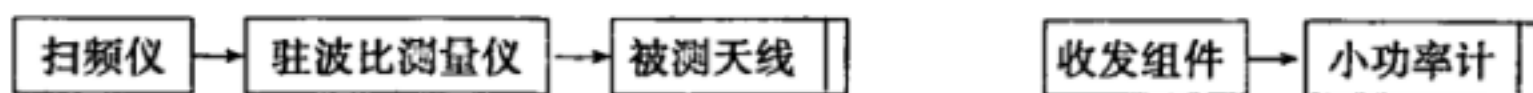


图 10 测量天线驻波比

图 11 测量收发组件输出功率

接通电源 5 min 后, 由小功率计测得输出功率数值。应符合 5.4.2 的规定。

6.10.2 测量整机

测量整机按图 12 连接测试线路。

接通电源 5 min 后,由小功率计测得接收天线输出功率数值 p_0 ,按公式(11)计算雷达输出功率。应符合 5.2.4 的规定。

$$P = \frac{(4\pi)^2 \cdot R_c^2}{G_1 \cdot G_2 \cdot \lambda^2} \cdot p_0 \quad (11)$$

式中 P ——雷达输出功率,mW;

p_0 ——功率计读数,mW;

G_1 ——雷达天线增益(功率倍数);

G_2 ——接收天线增益(功率倍数);

λ ——雷达工作波长,m;

R_c ——测试距离,m。

6.11 收发组件频率漂移的测量

按图 13 连接测试线路。

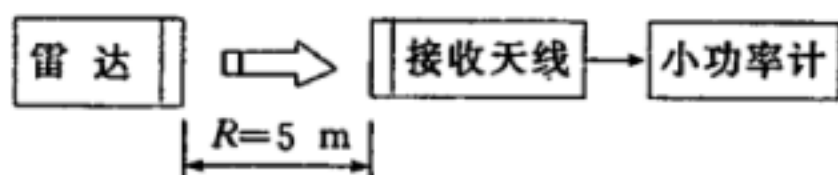


图 12 测量整机输出功率

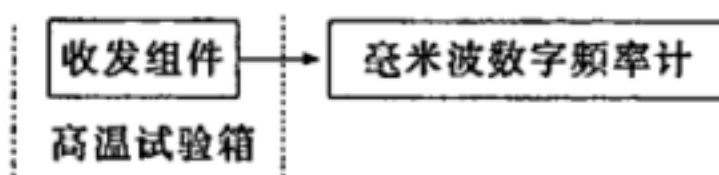


图 13 测量频率漂移

接通电源 30 min 后,收发组件放置高温试验箱内,在常温下测得 T_1 、 F_1 。改变高温试验箱温度,待温度稳定再经 5 min 后,测得 T_2 、 F_2 (温差在 20~30 ℃ 之间)。用公式(12)计算频率漂移。应符合 5.4.3 的规定。

$$K = \left| \frac{F_2 - F_1}{T_2 - T_1} \right| \quad (12)$$

式中 K ——频率漂移,MHz/℃;

T_1 ——常温温度值,℃;

F_1 ——温度为 T_1 时,收发组件工作频率,MHz;

T_2 ——温度改变后温度值,℃;

F_2 ——温度为 T_2 时,收发组件工作频率,MHz。

6.12 接收灵敏度的测量

按图 14 连接测试线路。

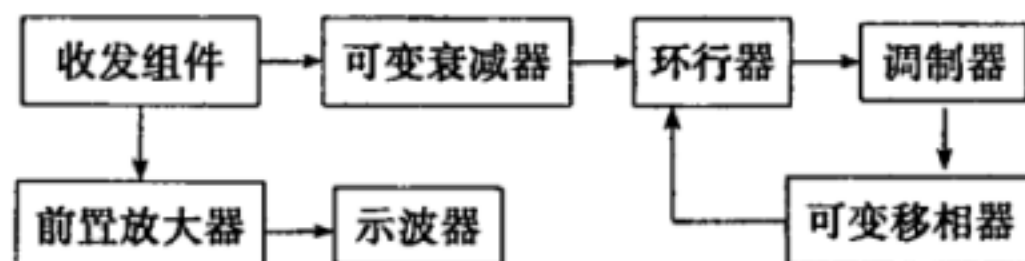


图 14 测量接收灵敏度

接通电源 5 min 后,调制器放置在零调制上,可变衰减器放置在 60 dB,用示波器测得收发组件的本机噪声电压 U_0 。

将调制器放置在放大电路频带中心频率调制上,调整电流,使其底部处于零调制上,调整调制深度达 85%~90%,调节可变衰减器的衰减量,使示波器指示为 U_a ($U_a = 3.16U_0$) 记下其衰减量 N_1 。

按公式(13)(14)(15)计算接收灵敏度。应符合 5.4.4 的规定。

$$N = 2N_1 + N_0 \quad (13)$$

$$N_0 = 2N_a + 2N_b + N_c + N_d + N_t \quad (14)$$

$$S_{\min} = 10 \cdot \log P - N \quad (15)$$

式中 N ——系统衰减量, dB;

N_1 ——可变衰减器读数, dB;

N_0 ——等效衰减量, dB;

N_a ——可变衰减器起始衰减量, dB;

N_b ——环行器通道衰减量, dB;

N_c ——调制器起始衰减量, dB;

N_d ——可变移相器衰减量, dB;

N_t ——调制器折合衰减, dB;

S_{\min} ——收发组件接收灵敏度, dBm;

P ——雷达输出功率, mW。

6.13 放大电路频带范围的测量

按图 15 连接测试线路。

接通电源 5 min 后, 将低频信号发生器(正弦波)频率调到放大电路频带中心频率处, 交流毫伏表、示波器接至放大器放大级输出端, 调整衰减器使放大级输出端波形为不失真最大值, 改变信号频率在换算速度 0.5~60 km/h 的频带内测量, 在测量中应不少于以下所对应速度的频率点, 0.5 km/h、1 km/h、3 km/h、6 km/h、12 km/h、24 km/h、30 km/h、60 km/h, 记录对应各频率点的输出值(分贝值)。应符合 5.5.1 的规定。

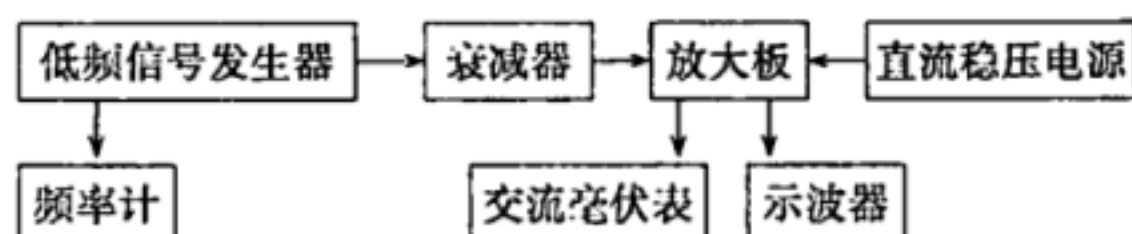


图 15 测量放大电路频带范围、本机噪声、输入信号动态范围、交流电压输出幅度

6.14 放大电路本机噪声的测量

按图 15 连接测试线路。

接通电源 5 min 后, 将低频信号发生器(正弦波)频率调到放大电路频带中心频率处, 交流毫伏表、示波器接至放大器放大级输出端, 调整衰减器使放大电路输出端波形为不失真最大值, 记下交流毫伏表指示值 U_a , 从信号发生器和衰减器上读出输入信号值 u_a ; 断开信号发生器, 测量放大电路输出端电压为 U_0 。

按公式(16)计算噪声 u_0 , 应符合 5.5.2 的规定。

$$u_0 = U_0 \cdot \frac{u_a}{U_a} \quad (16)$$

式中 u_0 ——本机噪声, μV ;

U_0 ——无输入信号时放大器放大级输出信号电压, μV ;

u_a ——放大器放大级输出最大不失真信号时的输入信号电压, μV ;

U_a ——放大器放大级输出最大不失真信号电压, μV 。

6.15 放大电路输入信号动态范围的测量

按图 15 连接测试线路。

接通电源 5 min 后,将低频信号发生器(正弦波)频率调到放大电路频带中心频率处,交流毫伏表接至比较器输入端,调整输入信号幅度 $100\ \mu\text{V}\sim 100\ \text{mV}$,用交流毫伏表或示波器监视整形输出,幅度应无跳跃变化;输出波形应基本对称,即符合 5.5.3 的要求。

6.16 放大电路输出幅度的测量

6.16.1 交流电压输出的测量

按图 15 连接测试线路,雷达输出端接成交流电压输出方式。

接通电源 5 min 后,将低频信号发生器(正弦波)频率调到放大电路频带中心频率处,调整输入信号幅度 $100\ \mu\text{V}\sim 100\ \text{mV}$,用示波器监视整形输出,应符合 5.5.4 的规定。

6.16.2 电流输出的测量

按图 16 连接测试线路,雷达输出端接成电流输出方式。

接通电源 5 min 后,将低频信号发生器(正弦波)频率调到放大电路频带中心频率处,调整输入信号幅度为 $100\ \mu\text{V}\sim 100\ \text{mV}$,调整负载电阻使直流电流表显示的平均电流值不小于 5 mA,用示波器监视整形输出,示波器显示波形无畸变,即符合 5.5.4 的规定。

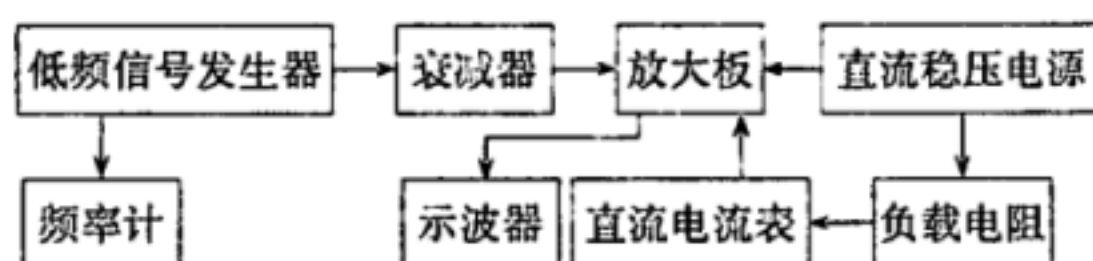


图 16 测量放大电路电流输出

6.17 自检信号频率的测量

自检信号频率的测量既可以测量放大板也可以测量整机。

6.17.1 测量放大板

按图 17 连接测试线路。

接通电源 5 min 后,将低频信号发生器(正弦波)频率调到放大电路频带中心频率处,调整输入信号幅度 $100\ \mu\text{V}\sim 1\ \text{mV}$,使输出信号稳定,频率计应指示为放大电路频带中心频率值。接通自检控制电压,此时输出信号频率应符合 5.5.5 的规定。

6.17.2 测量整机

按图 18 连接测试线路。

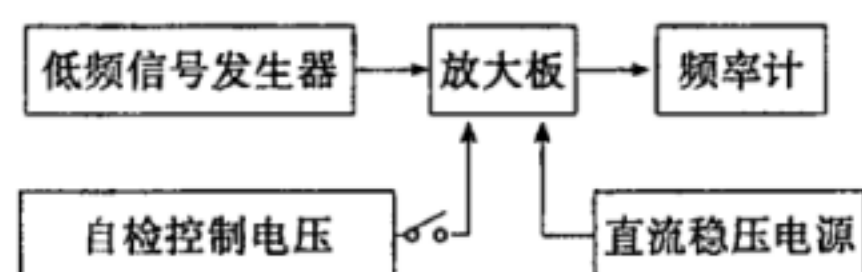


图 17 测量放大板自检信号频率、自检控制电压范围

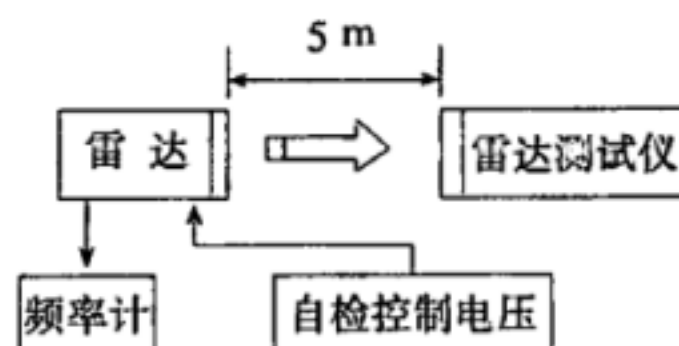


图 18 测量整机自检信号频率

接通电源 5 min 后,将测试仪放置在“速度”档,接通调制信号,频率计应指示相应调制频率。接通自检控制电压,输出信号频率应符合 5.2.11 的规定。

6.18 自检控制电压范围的测量

按图 17 连接测试线路。

接通电源 5 min 后,将低频信号发生器(正弦波)频率调到放大电路频带中心频率处,调整输入信号幅度使输出信号稳定,频率计应指示为放大电路频带中心频率值。接通自检控制电压,电压在正 6~24 V 范围内变化,此时输出信号频率应符合 5.5.5 的规定。

6.19 电源组件参数的测量

按图 19 连接测试线路。

将调压器输出电压调至 220 V,检查被测电源组件输出电压调节范围,然后将其调至额定值。调节负载电阻使直流电流表指示为该路负载电流值,用交流毫伏表测量纹波电压,用数字电压表测量输出电压,数字电压表指示值与额定电压之差为误差值。利用调压器使输入电压变化正负 10%,用数字电压表测量输出电压变化量,该值与额定电压之比即为电源稳定度。纹波电压、误差、稳定度应符合 5.6.2 表 1 的规定。

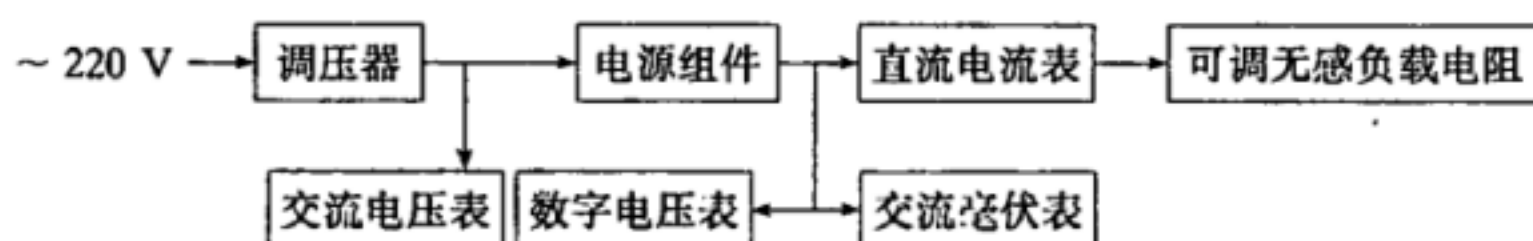


图 19 测量电源组件参数

6.20 雷达电源引入端子对雷达机壳的绝缘试验

在试验的标准大气条件下,断开所有负载,用 500 V 兆欧表测量各电源引入端子对机壳的绝缘电阻,应符合 5.9 的规定。

6.21 低温试验

低温试验按 GB 2423.1—89 进行,并应符合以下规定。

6.21.1 低温试验为组件部件试验,试验条件: $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.21.2 在常温条件下按 6.1.1、6.10.1、6.13~6.19 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。

将被测组件部件放入试验箱内,接通试验电路,按试验条件降温到规定值,持续 1 h,通电 10 min 后,按 6.1.1、6.10.1、6.13~6.19 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。

6.22 高温试验

高温试验按 GB 2423.2—89 进行,并应符合以下规定。

6.22.1 高温试验为组件部件试验,试验条件: $+70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.22.2 在常温条件下按 6.1.1、6.10.1、6.13~6.19 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。

将被测组件部件放入试验箱内,接通试验电路,按试验条件升温到规定值,持续 1 h,按 6.1.1、6.10.1、6.13~6.19 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。

6.23 恒定湿热试验

恒定湿热试验按 GB/T 2423.3—93 进行,并应符合以下规定。

6.23.1 恒定湿热试验为整机试验,试验条件: $+40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 90%~95%。

6.23.2 在试验的标准大气条件下,按 6.1.2、6.2.1、6.3、6.4、6.7.1、6.10.2、6.17、6.18、6.20、6.25、6.26 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。

将带减振器的被测雷达按正常工作位置放入试验箱内,按试验条件调整温度和湿度到规定值,持续 48 h,取出后擦去水珠,通电按 6.1.2、6.2.1、6.3、6.4、6.7.1、6.10.2、6.17、6.18、

6.20、6.25、6.26 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。

6.24 振动试验

振动试验按 GB/T 2423.10—1995 进行,并应符合以下规定。

6.24.1 振动试验为整机试验,振动方向为垂直轴向。试验条件:振频 $30\text{ Hz} + 1\text{ Hz}$ 、单振幅为 0.5 mm 。

6.24.2 在振动试验开始前,按 6.1.2、6.2.1、6.3、6.4、6.7.1、6.10.2、6.17、6.18、6.20、6.25、6.26 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。并检查外观有无机械损伤、电位器松动、紧固件松脱等现象。

将被测雷达按正常安装位置紧固在振动台上,通电按试验条件调整振动台的频率和振幅到规定值,持续 1 h 。试验结束后,按 6.1.2、6.2.1、6.3、6.4、6.7.1、6.10.2、6.17、6.18、6.20、6.25、6.26 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。并检查外观有无机械损伤、电位器松动、紧固件松脱等现象。

6.25 连续工作试验

将整机电源接通,使其连续工作 24 h 。每隔 6 h 按 6.1.2、6.2.1、6.3、6.4、6.7.1、6.10.2、6.17、6.18、6.20、6.25、6.26 规定的测试方法,测试有关电气性能,应符合第 5 章的规定。

6.26 外观检查

目测检查,应符合 5.10 的规定。

6.27 雷达箱密封实验

6.27.1 按 6.1.2、6.10.2 规定的测试方法,对雷达工作频率和发射功率进行测量,结果应符合 5.4.1、5.2.4 的规定。

6.27.2 将雷达按正常工作位置安装在雷达箱中,按 6.1.2、6.10.2 规定的测试方法,在雷达调节范围内,对雷达工作频率和发射功率进行测量,结果应符合 5.4.1、5.2.4、5.11.2 的规定。

6.27.3 雷达外壳防护等级试验按 GB/T 4942.2 的规定进行,结果应符合 5.11.1 的规定。

7 检验规则

7.1 每台雷达必须经制造厂技术检验部门检验合格,并附有产品质量合格证方能出厂。

7.2 产品检验分为出厂检验和型式检验两种。

7.3 雷达的出厂检验应按 6.1.2、6.2.1、6.3、6.4、6.7.1、6.10.2、6.17、6.18、6.20、6.25、6.26 的规定进行。

7.4 出厂检验合格的雷达需要复验时,采用 GB 2828 规定的抽样和判别方法,其样品在提交出厂检验合格的批中随机抽取,并应符合以下规定:

- a) 一般检查水平 II;
- b) 合格质量水平, $AQL = 6.5$;
- c) 严格性,正常检查抽样水平;
- d) 抽样方案类型,一次抽样方案。

若抽样判定不合格,应全部进行检验。

7.5 雷达型式检验的内容应包括本标准的全部要求。

7.6 凡属下列之一者,应对雷达进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 结构、工艺或材料有变化影响产品性能时;

- c)当产品停止生产超过三年,再次生产时;
- d)成批生产的产品,每六年进行一次;
- e)出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f)国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.7 型式检验样品应从出厂检验合格的批中随机抽取,采用计数抽样检查,按 GB 2829 的有关规定进行,并应符合以下规定:

- a)判别水平 I ;
- b)不合格质量水平, $RQL = 40$;
- c)抽样方案类型,一次抽样方案;
- d)判定组数,合格判定数 $Ac = 0$;
不合格判定数 $Re = 1$ 。

若不合格品数大于或等于不合格判定数,则型式检验不合格,制造厂应采取措施,解决存在问题,直到型式检验合格为止。

7.8 经过型式检验的雷达,不得作为合格品出厂。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 每台雷达应在明显的位置装有标牌并应标明:

- a)产品的型号及名称;
- b)制造日期;
- c)出厂编号;
- d)制造单位、监制单位名称。

8.2 产品出厂时应包装良好。产品应有减振塑料垫衬,加防潮剂后用塑料代密封,装入坚固纸箱包装。每个包装箱上应按 GB 191—90 的有关规定,标明“小心轻放”、“向上”、“防湿”等标志。

8.3 包装箱内应附有产品使用说明书、装箱单及合格证。

8.4 包装箱在运输过程中要求运输条件应防止雨、雪直接淋袭和机械损伤。

8.5 包装好的产品应贮存在通风良好的库房中,库房的温度在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内,相对湿度不大于 85%,周围空气中应无腐蚀性有害气体。

产品贮存期超过一年后,每隔半年应通电一次,每次通电持续 24 h。通电后仍应做防湿密封处理。

附录 A

(提示的附录)

测试用仪表

检验驼峰毫米波测速雷达应使用表 A1 仪表。必要时也可用相同准确度、规格的仪表代替。

表 A1 测试用仪表名称、型号、规格

序号	名 称	型 号	规 格
1	雷达测试仪	LZC—2A、HD—375	
2	毫米波数字频率计		频率范围:26.5~40 GHz 准确度: $\leq 1.0 \times 10^{-6}$
3	可变衰减器	DH13503	驻波比: < 1.2 , 衰减:0~30 dB 频率范围:26.5~40 GHz
4	环形器		驻波比: < 1.2 , 衰减: > 26 dB 频率范围:26.5~40 GHz
5	检波器		频率范围:26.5~40 GHz 灵敏度: ≥ 2 mV/ μ W
6	调制器		驻波比: < 1.2 , 衰减: > 30 dB 频率范围:26.5~40 GHz
7	可变移相器	DH12903	频率范围:26.5~40 GHz 移相: $> 360^\circ$
8	接收天线		驻波比: < 1.2 , 增益:20~30 dB 频率范围:26.5~40 GHz
9	测试接收机		频率范围:26.5~40 GHz 动态范围: > 90 dB
10	天线测试转台		旋转范围:0~180° 角度误差: $\pm 10'$
11	小功率计	GX2C	频率范围:26.5~40 GHz 测量范围:0.01 μ W~300 mW
12	功率探头		频率范围:26.5~40 GHz 测量误差: $\pm 20\%$
13	毫米波信号源		频率范围:26.5~40 GHz 输出功率: ≥ 30 mW
14	驻波比测量仪	TC23	驻波比误差: $\leq 5\%$
15	扫频仪		频率范围:26.5~40 GHz 频偏: $\geq \pm 2$ GHz
16	频率计		频率范围:0~1 MHz 准确度: $< 10^{-6}$
17	示波器		双踪、频率范围:0~10 MHz
18	直流稳压电源		双路 0~30 V 2 A
19	直流电流表		2 A 0.5 级、50 mA 0.5 级

续上表

序号	名 称	型 号	规 格
20	数字电压表		测量范围:200 mV~1 000 V 误差:±0.5%
21	低频信号发生器		频率范围:20~20 000 Hz 输出幅度:0~10 V 输出衰减:≥80 dB
22	交流毫伏表		测量范围:0.01 mV~300 V 频率范围:20~20 000 Hz
23	调压器		1 kVA
24	交流电压表		300 V 50 Hz 1 级
25	无感可调电阻器		2 A 100 Ω 50 mA 5 kΩ
26	车辆永磁传感器(踏板)		
27	兆欧表		500 V

附录 B

(提示的附录)

驼峰毫米波测速雷达密封箱安装方法

驼峰毫米波测速雷达密封箱一般应安装在车辆减速器入口、对微波传输无遮挡的线路一侧、距减速器入口第一钳中心约 15~18 m 处。若受条件限制也可装在减速器出口、距减速器出口第一钳中心约 12~15 m 处。密封箱顶部距轨面高度为 $300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ 。雷达密封箱的“窗口”应朝向车辆减速器,并向本股道适当倾斜(朝向车辆减速器最远端线路中心处)。雷达密封箱的“窗口”与车辆减速器之间不得设置跨越股道的人行道路。雷达密封箱应安装在混凝土基础上。具体安装位置与尺寸如图 B1、图 B2、图 B3 所示。

注:如果站场布置特殊,安装位置可灵活掌握,但要符合有关限界的规定。

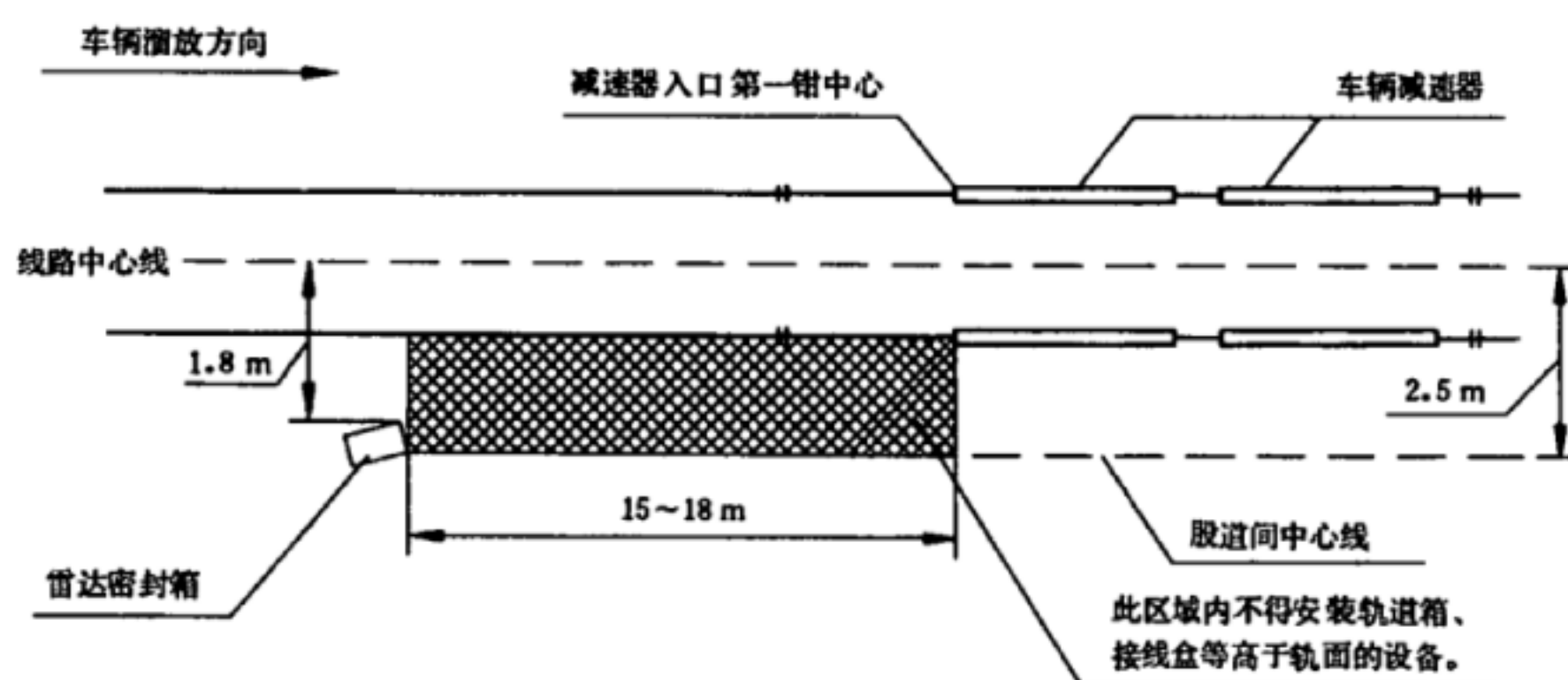


图 B1 雷达密封箱安装在减速器入口位置图

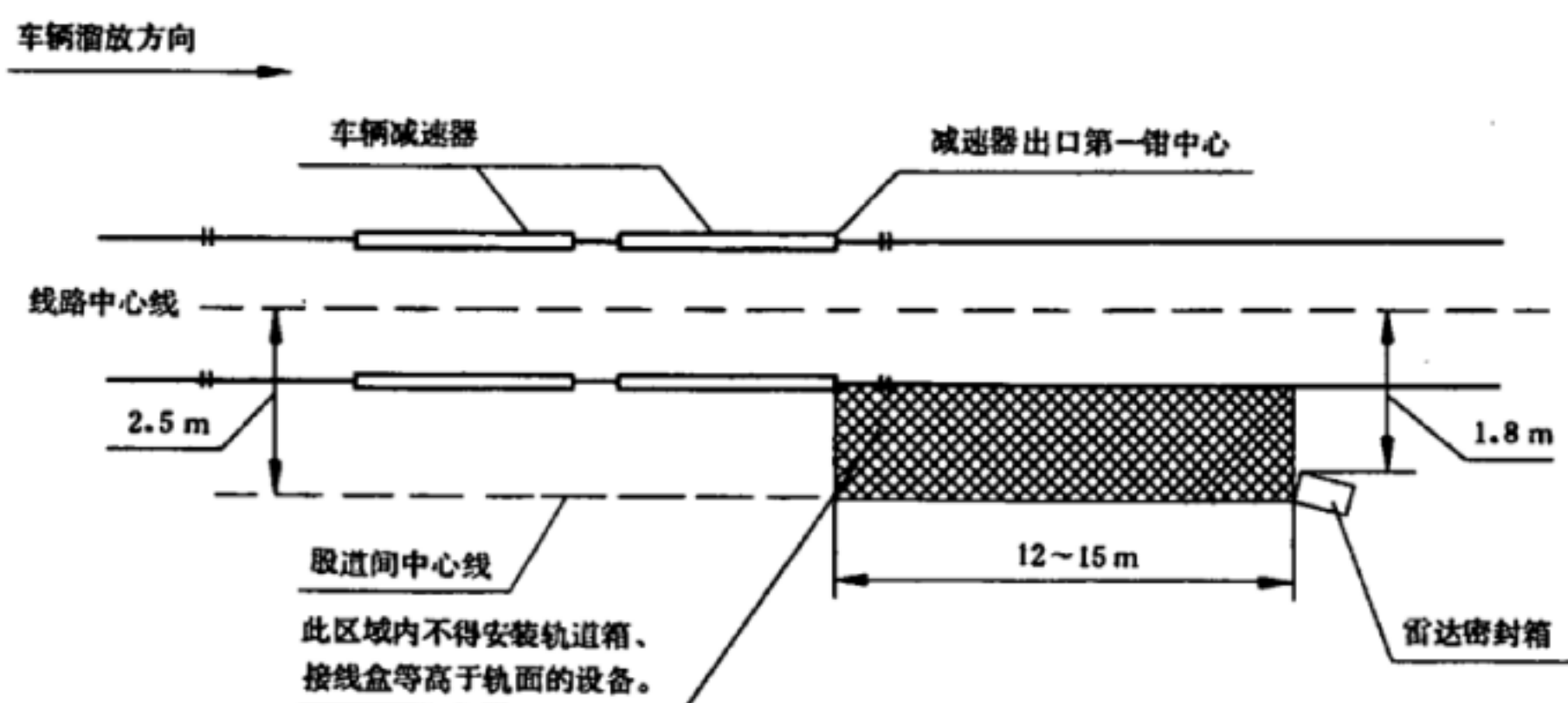


图 B2 雷达密封箱安装在减速器出口位置图

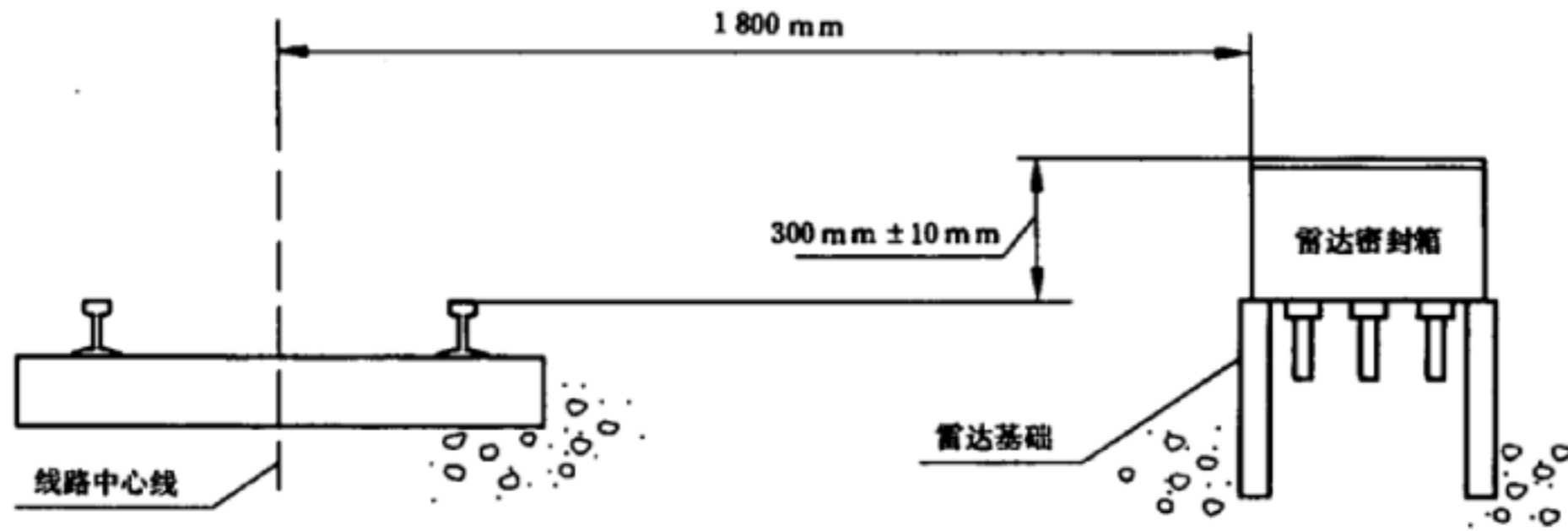


图 B3 雷达密封箱安装高度示意图

(京)新登字 063 号

TB/T 2972—1999

中华人民共和国

铁道行业标准

驼峰毫米波测速雷达技术条件

TB/T 2972—1999

中国铁道出版社出版、发行

(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

北京市燕山印刷厂印刷

版权专有 不得翻印

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:1.5 字数:28 千字

2000年6月第1版 2000年6月第1次印刷

*

统一书号:15113·1431 定价:15.00 元



TB/T2972-1999