



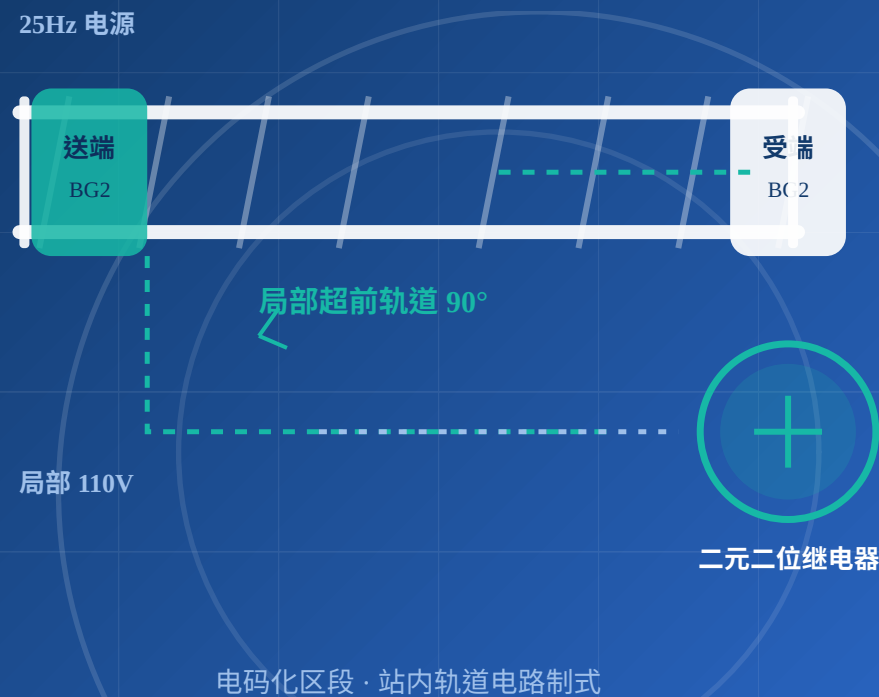
铁路信号技术培训课件

25Hz 相敏轨道电路

(97 型)

原理 · 组成 · 维修

二元二位继电器 · 频率与相位双重选择性



01

主要特征

二元二位继电器 ·
集中调相 · 叠加
电码化

02

主要技术指
标

牵引电流 · 极限
长度 · 分路检查
标准

03

97 型改进内
容

8 项针对性技术改
进

04

系统设备组
成

送电端 / 受电端
室内外设备

05

器材的作用

扼流变 · 轨道变 ·
继电器 · 防护盒

06

维修

参数指标 · 测试
调整 · 测试方法

07

故障分析处
理

非电化 / 电气化
区段

01

● 第一章

主要特征

频率选择性 + 相位选择性

适用于电力牵引区段，也可用于非电力牵引区段



站内轨道电路制式 电化 / 非电化区段均适用



采用二元二位轨道继电器，具备可靠的频率选择性与相位选择性

1

频率 + 相位双重选择性

局部、轨道线圈分别由独立分频器供电；抗干扰能力强，绝缘破损防护可靠

2

集中调相

局部电源电压恒超前轨道电源电压 90° ，无需对每段轨道电路个别调相

3

传输特性好

轨道电源频率低，对轨道电路具有良好的传输特性

4

可与机车信号结合

与移频机车信号结合时电码化电路采用叠加方式，保持原有技术标准

5

连续式供电 · 工作稳定

铁磁元件受环境温度影响小，工作稳定可靠

6

干线供电 · 节省投资

可采用干线供电，消耗功率低，节省工程投资

02

● 第二章

主要技术指标

牵引电流边界 · 极限长度 · 分路检查标准

一次调整 · 叠加电码化 · 可靠分路检查



800A

牵引总电流

钢轨连续牵引总电流 $\leq 800\text{A}$ 、不平衡牵引电流 $\leq 60\text{A}$ 时，轨道电路保证正常工作

0.06Ω

分路电阻

一送多受电路用 0.06Ω 分路电阻在区段内任意点分路，至少一个轨道继电器可靠落下

1.5KM

极限长度

单受轨道电路极限长度为 1.5KM （带双扼流变与无扼流变相同）

补充指标 其余技术条件

- 50HZ 电压 $220+40-60\text{V}$ ，钢轨阻抗 $\leq 0.62\angle 42^\circ \Omega/\text{KM}$ ，道砟电阻 $\geq 0.6\Omega\cdot\text{KM}$ ，可实现一次调整
- 可实现叠加或预叠加电码化
- 每段轨道电路最多设 4 个扼流变压器（含空扼流变压器）
- 无迂回回路条件下，任何故障均有可靠的分路检查

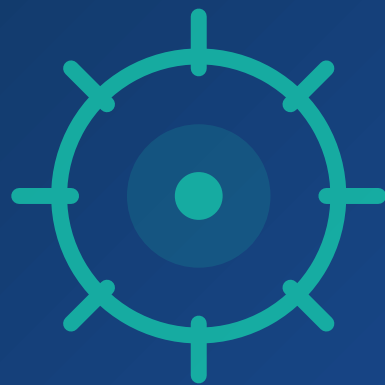
03

● 第三章

97 型改进内容

针对原 25HZ 轨道电路存在的问题

8 项针对性技术改进



焊接引接线 · 等阻线 · 限流电阻 $2.2\Omega \rightarrow 4.4\Omega$

接触与连接优化

1

引接线改焊接

钢轨牵引引接线改用焊接方式，减少接触电阻，提高绝缘破损防护性能

2

取消单扼流电路

取消不设扼流变压器的送、受电端的单扼流轨道电路

3

等阻线设计

联向钢轨的一长一短引接线设计成等阻线，改善扼流变外部连接，降低不平衡系数

4

优化电源屏配置

对电源屏的配置进行优化

器材与匹配优化

5

改进交流二元继电器

对交流二元继电器进行改进

6

增加扼流变类型

由仅 400A 增加 600A、800A 两种，分别供侧线、正线及靠近牵引变电所区段

7

固定送受端变比

规定固定送、受电端变压器变比，改善移频发送时匹配特性

8

提高送端输入阻抗

送电端限流电阻由 2.2Ω 增加到 4.4Ω

04

● 第四章

系统设备组成

电码化区段 · 送电端与受电端

室内设备 + 室外设备



设备组成总览（电码化区段）

系统由室内、室外两部分组成

送电端：室内 BMT-25 调整变压器 + 室外 BG2-130/25 供电至钢轨

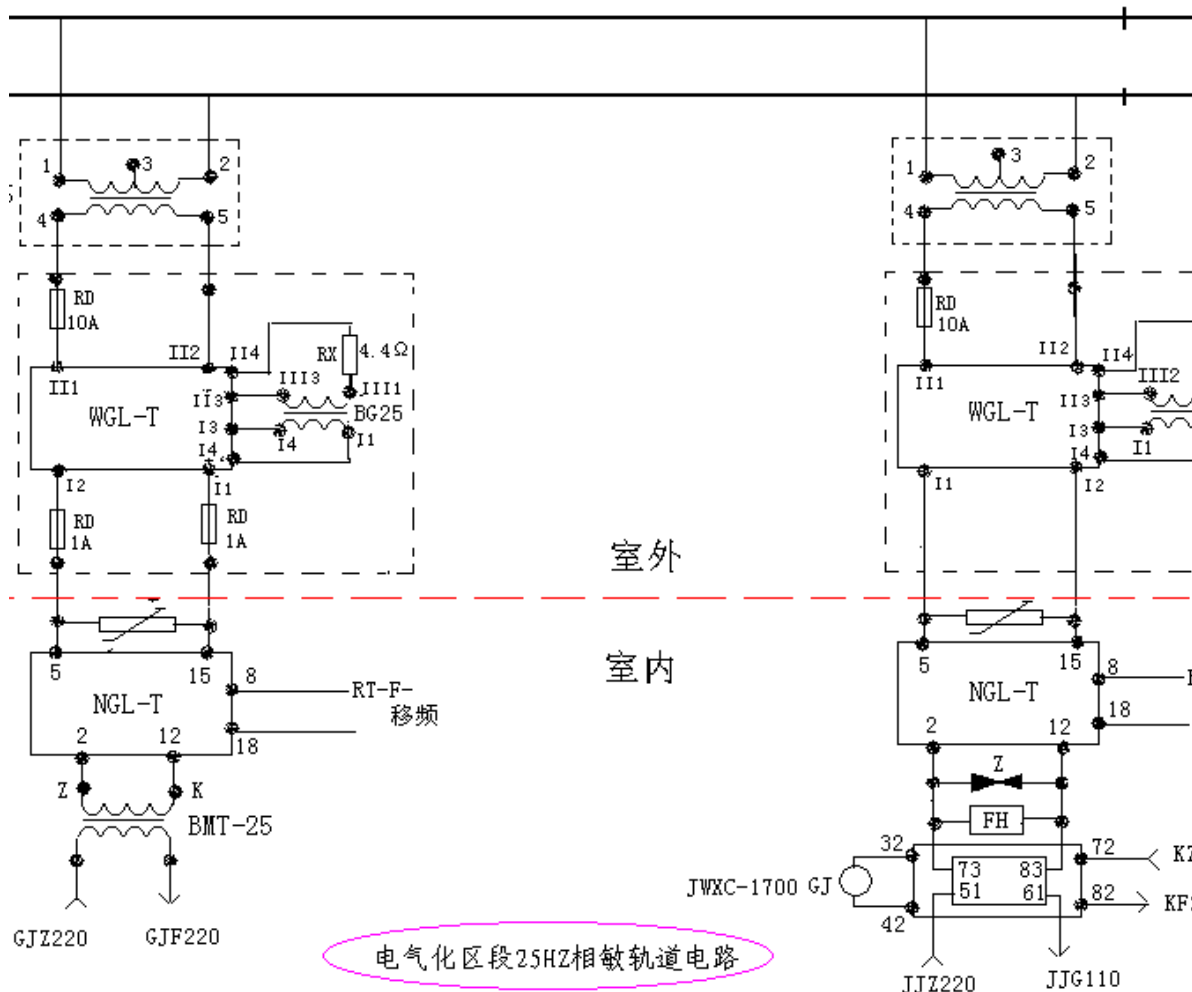
受电端：室外 BG2 中继 + 室内 JXW-25 接收器 / 轨道继电器

电源：室内独立设置 25HZ 电源屏（轨道 + 局部）

理解要点

设备分室内 / 室外两层：室内承担电源调整、接收判断；室外承担牵引电流沟通与信号耦合。

扼流变压器是电气化区段的“桥梁”——让牵引电流越过绝缘节，同时阻止其进入信号回路。





室内部分

信号机械室内设备

1 BMT-25 电源室内调整变压器

2 NGL-T 室内隔离盒

3 防雷单元

★ 负责将 25HZ 电源调压后馈送至室外送电端



室外部分

轨旁及钢轨上设备

1 BE25 扼流变压器

2 BG2-130/25 电源变压器

3 WGL-T 室外隔离盒

4 RX 限流电阻

5 RD1、RD2、RD3 熔断器

扼流变沟通牵引电流回流，BG2 将电压送入钢轨



室外部分

轨旁及钢轨上设备

- 1 BE25 扼流变压器
- 2 BG2-130/25 中继变压器
- 3 WGL-T 室外隔离盒
- 4 RD 熔断器

BG2 作中继变压器，将轨道低阻抗与继电器高阻抗匹配



室内部分

信号机械室内设备

- 1 NGL-T 室内隔离盒
- 2 防雷单元
- 3 JXW-25 微电子相敏接收器
- 4 JWXC-1700 轨道继电器
- 5 HF 防护盒
- 6 FB 防雷补偿器

室内单独设置 25HZ 电源屏，供出轨道电源与局部电源

05

● 第五章

器材的作用

扼流变压器 · 轨道变压器 · 二元二位继电器 · 防护盒

扼流变压器 BE25

沟通牵引电流 · 阻止进入信号回路

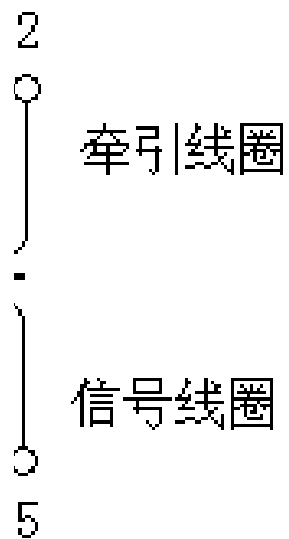


二元二位

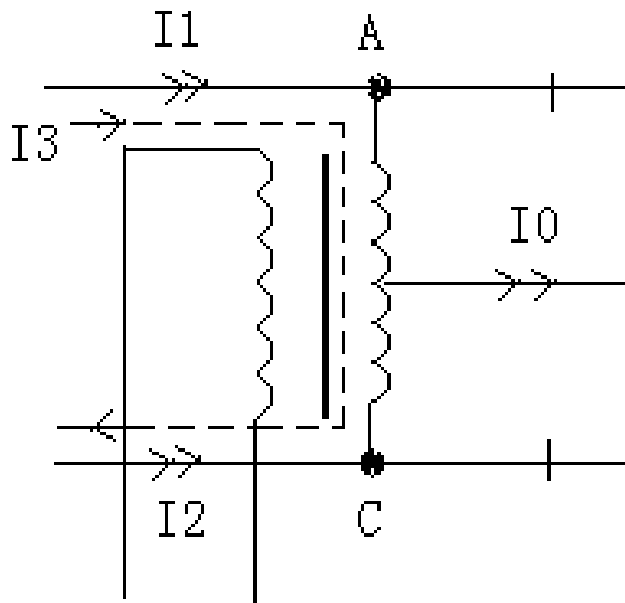


防护盒 HF

5-1 扼流变压器：结构与作用



线圈结构图



图二 相邻轨道区段

线圈结构

牵引线圈分为上、下两部分：上部线圈的末端与下部线圈的始端互相连接，图中的 3 为中性点。

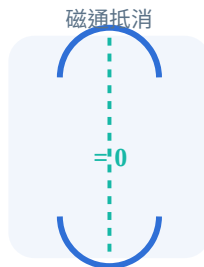
作用

- ① 电气化区段沟通牵引电流，与送电端电源变压器、受电端匹配变压器（中继变压器）和二元二位继电器等构成 25HZ 相敏轨道电路系统。
- ② 对牵引电流阻抗很小、对信号电流阻抗较大：两根钢轨的牵引电流经上、下线圈流入、由中点流出，越过绝缘节流向相邻区段。

5-1 扼流变压器：工作原理

● 牵引电流（50HZ）

两根钢轨电流大小相等、方向相反 → 上、下线圈匝数相等 → 铁芯中磁通大小相等、方向相反，总磁通 = 0 → 次级不能感应 50HZ 电流，**对信号设备无影响。**



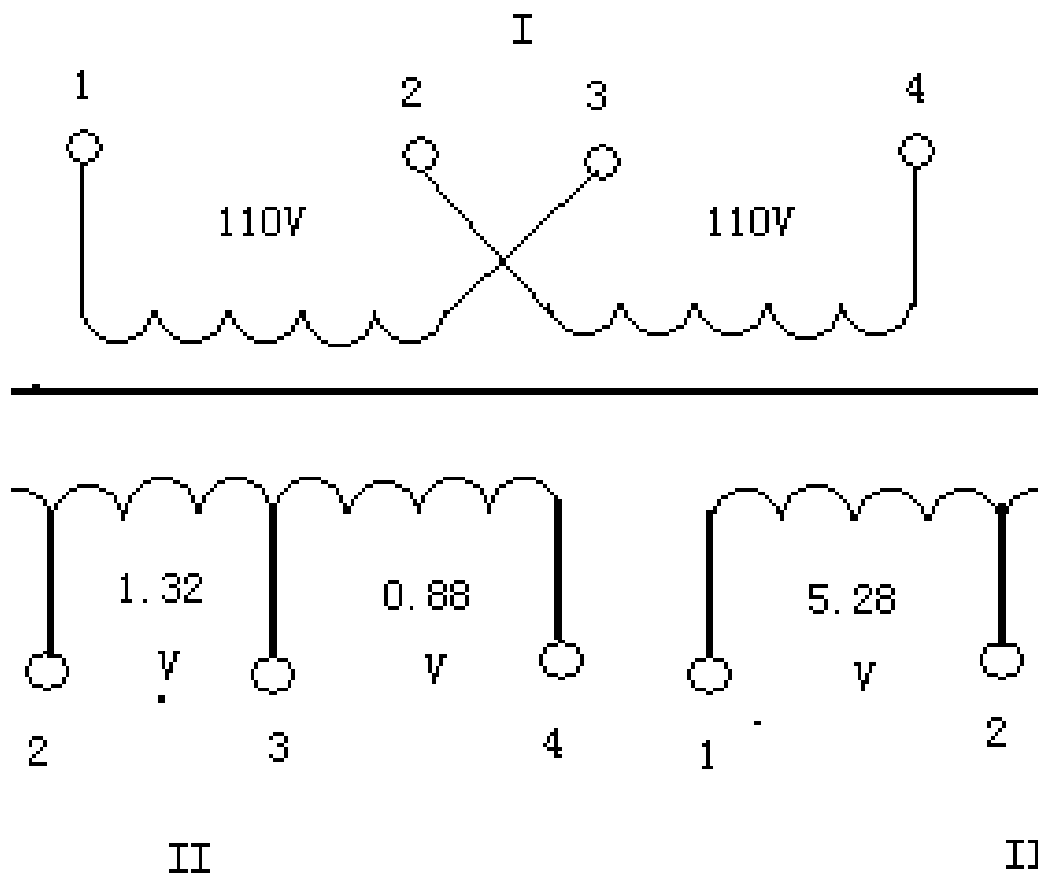
● 信号电流（25HZ）

相邻区段极性交叉 → 两扼流变中点电位相等；信号电流由一根钢轨流向另一根钢轨，经上、下牵引线圈流回本区段，次级感应出信号电流，**不会越过绝缘节。**

一桥两用：牵引电流越绝缘节，信号电流留本区段

靠 " 等匝数反向磁通抵消 " 实现频率隔离，是电气化区段轨道电路能正常工作的核心原理（见图二）。

| 5-2 轨道变压器（BG2-130/25）



送 用于送电端 供电变压器

根据轨道电路的类型和长度，供以不同的电压。

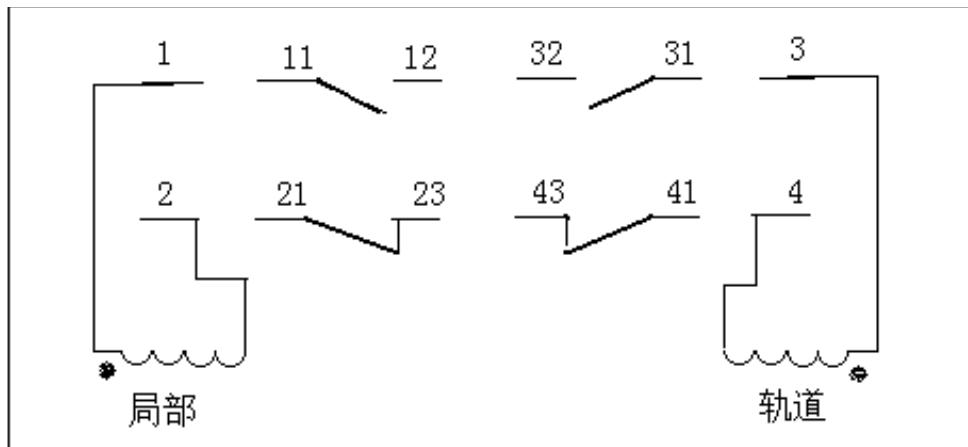
受 用于受电端 中继变压器

为使二元二位轨道继电器的高阻抗与轨道的低阻抗相匹配，其变比要求**固定使用**。

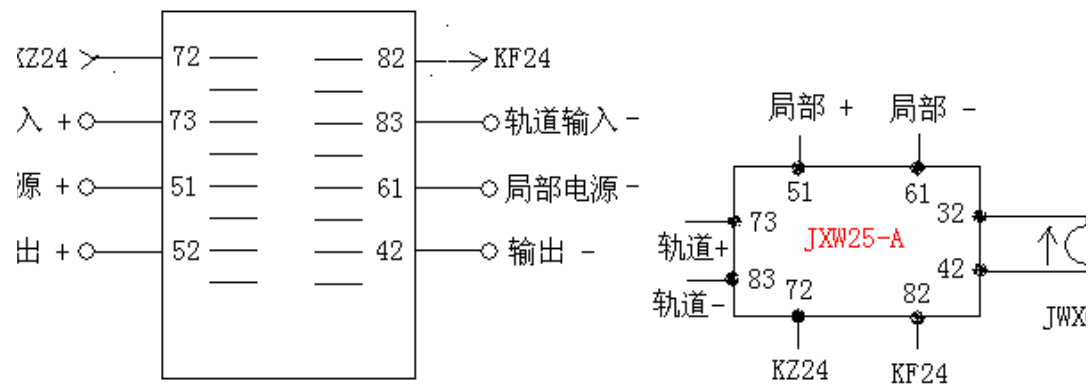
★ 同名端不得接错：接错会破坏全站相位交叉

5-3 二元二位继电器

① 继电式



② 微电子式



两种型式功能一致：**JRJC1-70/240**（继电式）与 **JXW-25 微电子相敏接收器**（微电子式）配合轨道继电器使用，均具有频率与相位双重选择性。

| 5-3 继电器作用与电气特性

作用

轨道电路重要组成设备：**可靠工作**反映轨道电路出清与空闲，**可靠不工作**反映占用。

其工作原理决定其具有可靠的频率选择性和相位选择性，对轨端绝缘破损和牵引电流、其他频率电流干扰能可靠防护。

110V

局部线圈额定电压

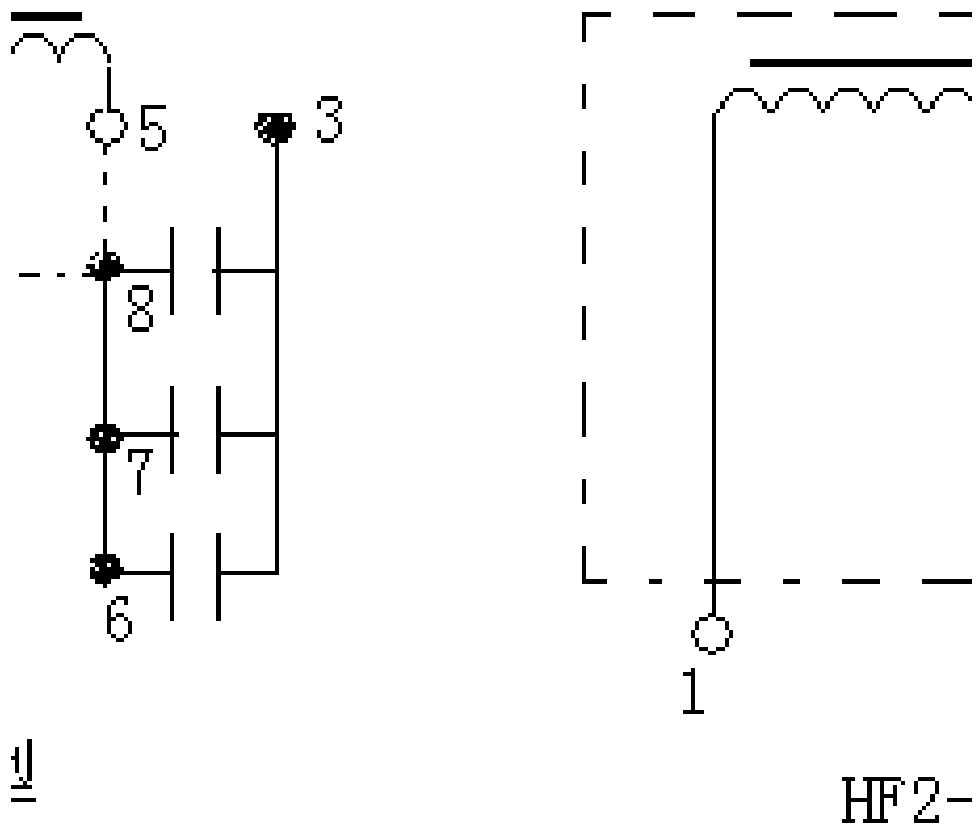
- 线圈电阻：局部 240Ω、轨道 70Ω · 工作频率：25HZ
- 局部电流不大于 0.1A
- 轨道工作值 $\leq 15V$ ，工作电流 $\leq 0.04A$
- 释放值 $\geq 8.6V$
- 局部相位超前轨道 $87^\circ \pm 8^\circ$

$87^\circ \pm 8^\circ$

局部超前轨道相位角

相位条件是继电器吸起的必要条件之一：仅当局部电压与轨道电压满足相位关系（集中调相保证 90° ，允许 $87^\circ \pm 8^\circ$ ）时才能可靠动作——这正是“相位选择性”的数值体现。

| 5-4 防护盒（HF）



作用

并接在轨道继电器的轨道线圈上：

50HZ

呈现串联谐振 $\approx 15\Omega$

抑制 50HZ 牵引干扰电流

25HZ

相当于 $16\mu F$ 电容

对信号电流无功分量补偿，减少传输衰耗与相移

06

● 第六章

维修

技术参数指标 · 测试调整 · 测试方法

96 型（JXW-25 型）测试调整要点



| 6-1 主要技术参数指标

两大判据

≥18V

调整状态轨道线圈有效电压（新维规 ≥ 15V）

≤7.4V

0.06Ω 分路时分路残压上限（可靠落下）

1	相位关系	轨道线圈电压相位角滞后于局部电压 $90^{\circ}\pm30^{\circ}$ ；JXW-25 失调角 β 应在 $\pm30^{\circ}$ 以内
2	JXW-25 直流输出	调整态 20-30V；分路态 $\leq 2V$ ，应变时间小于 0.5S
3	等阻线接线电阻	送、受电端扼流变至钢轨等阻线电阻不大于 0.1Ω
4	变压器接线电阻	送、受电端轨道变压器至扼流变接线电阻不大于 0.3Ω
5	电缆压降 / 电阻	电源屏至送端一次侧电缆压降 $\leq 30V$ ；继电器至受端变压器间电缆电阻 $\leq 150\Omega$
6	电阻器固定	送受端电阻器 R_x 、 R_s 按参考调整表固定，不得调小
7	机车信号入口分路	0.06Ω 分路满足最小短路电流；ZPW-2000A 用 0.15Ω ：1700/2000/2300Hz $\geq 500mA$ ，2600Hz $\geq 450mA$
8	25Hz 电源屏输出	轨道 $220\pm6.6V$ 、局部 $110\pm3.3V$ 、相位超前 $90^{\circ}\pm1^{\circ}$ ；JXW-25 直流 $24V\pm15\%$

6-2 测试调整：调整步骤

1

先调整 25Hz 轨道电源屏

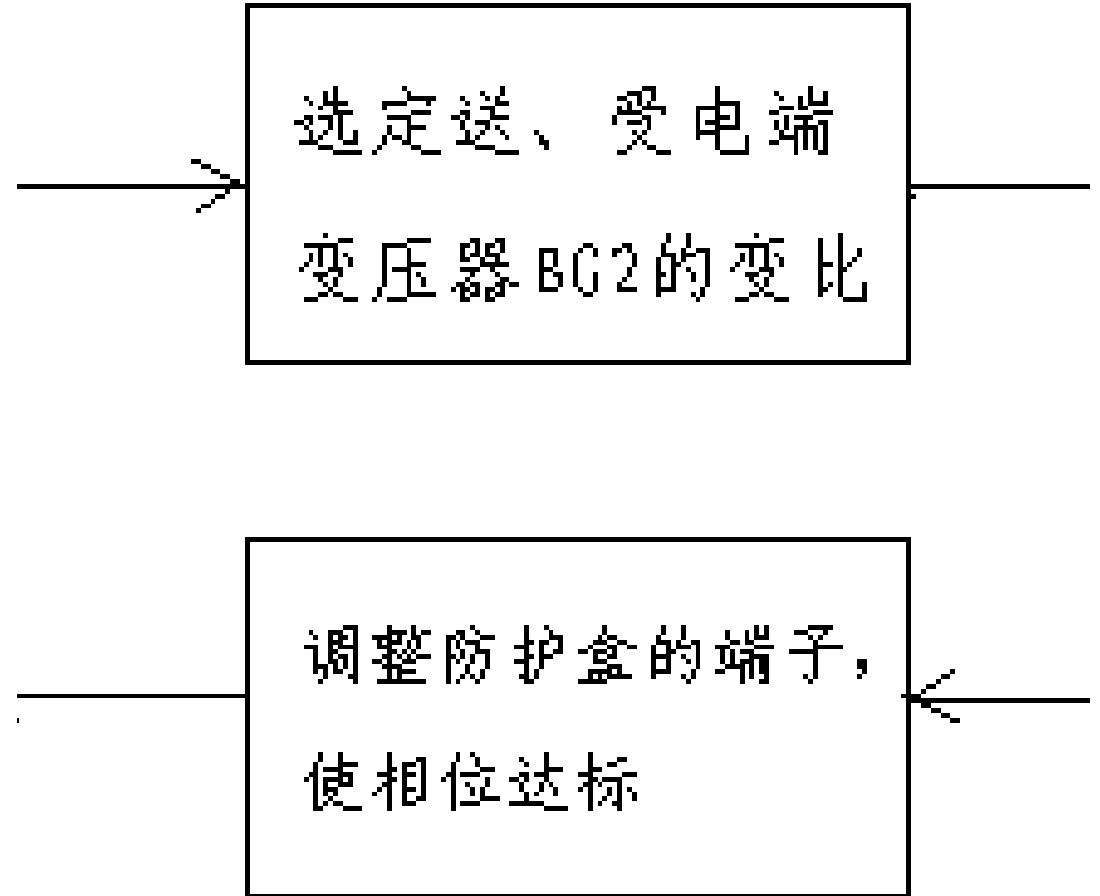
外电网波动下：轨道电压 $220\pm 6.6\text{V}$ ，局部电压 $110\pm 3.3\text{V}$ ，局部超前轨道 90° ，JXW-25 直流 $24+2.4-3.6\text{V}$ ，方可标调。

2

选定送受电端 BG2 变比

电码化区段变比固定，非电码化区段二次电压可微调；**同名端不得接错**，接错破坏全站相位交叉，须更换器材、禁止人为交叉。

★ 顺序原则：先电源屏 → 再变比 → 最后调 Uj 电压与相位



| 6-2 变压器变比表

区段类型	送电端变压器 BG2-130/25	受电端变压器 BG2-130/25
	一次侧（使用端 I1-I4 / 连接端 I2-I3）	二次侧
电码化区段（室内调整 BMT-25）· 有扼流变	I1-I4 220V / I2-I3	III1-III3 15.84V
电码化区段 · 无扼流变	同上	III2-III3 10.56V
非电码化区段（室外调整送端 BG2 二次侧）· 有扼流变	I1-I4 220V / I2-I3	按调整表调二次侧电压 Ub
非电码化区段 · 无扼流变	同上	III1-II3 4.4V / II4-III2

⚠ 使用要点：电码化区段由室内 BMT-25 调整（变比固定）；非电码化区段在室外调 BG2 二次侧电压 Ub——同名端必须与原理图一致，否则破坏相位交叉。

| 6-2 电阻调整表（Rx / Rs）

区段类型	区段长度 (m)	有扼流变压器 送端 Rx (Ω)	有扼流变压器 受端 Rs (Ω)	无扼流变压器 送端 Rx (Ω)	无扼流变压器 受端 Rs (Ω)
无岔区段	100-400	4.4	0	0.9	0
无岔区段	500-1000	4.4	0	0.9	0
无岔区段	1100-1500	4.4	0	0.9	0
一送一受（有岔）	100-400	4.4	0	1.6	0
一送二受（有岔）	不大于 200	4.4	2.2	1.6	0
一送三受（有岔）	不大于 80	4.4	2.2	1.6	0

★ 送端 Rx 统一 4.4Ω（97 型将 2.2Ω 提高到 4.4Ω，提高送电端输入阻抗）；
受端 Rs 仅一送多受时设置。

⚠ 调整时不得将各端电阻调到低于规定值（只许按表固定，不得调小）。

| 6-2 测试调整：调整要点

调整执行流程

1

电码化区段

改变室内 BMT-25 输出端子 · 同时测量轨道继电器电压 U_j 和相位角

2

非电码化区段

参照调整表，改变送端 BG2 二次侧电压 U_b · 同时测量 U_j 和相位角

3

相位角偏差大

调整防护盒 HF 的接线端子 · 使继电器相位角满足技术要求

调整目标

U_j

满足技术指标

(轨道线圈电压 $\geq 18V$ 、相位 $90^\circ \pm 30^\circ$)

电码化区段调室内，非电码化区段调室外——测 U_j 、看相位，
两步闭环达标。

6-2 反复精确调整与一次调整

1 反复精确调整

轨道继电器吸起后，先检查调整**相位角**，再重新调整 **Uj 电压**，可反复数次直至达标——相位与电压互相关联，须交替收敛。

2 一次调整（经受最不利条件检验）

开通后加强检测，经**雨季 + 冬季晴天**最不利条件检验：

- ① 冬季晴天（道砟电阻最大、钢轨电阻最小、电源最高）—— Uj 不超调整表上限， 0.06Ω 分路残压 $<7.4V$ 可靠落下，无受电分支末端也要检查；
- ② 雨季（漏泄最大、道砟电阻 $<0.6\Omega\cdot KM$ 、电源最低）—— Uj 不低于调整表下限，轨道继电器可靠吸起、无红光带。

| 6-2 调整注意事项



按表调整，留出富余量

严格按照调整表要求的轨道线圈端电压范围调整，考虑电源电压波动，留出适当富余量；调整时有可能造成扼流变 II 次侧开路，要做好防护。



电阻与变比不得改动

不允许将各端电阻调到低于规定值，不允许改变各端 BG2-130/25 变压器的变比；调整前必须事先检查各部电阻阻值和送、受端变压器变比是否符合原理图要求。



最不利条件分路验证

在最不利情况下（晴天、道床最好时），用 0.06Ω 分路线在送端、受端、道岔区段分路， U_j 残压小于 $7.4V$ 能可靠落下。



相位选择性是防护核心

25Hz 相敏轨道电路的重要特征之一是具有相位选择性，因而具有可靠的轨端绝缘破损保护；调整前应检查元件间是否按同名端相连、钢轨连接是否符合相位要求。

| 6-3 测试方法

1 I、II 次电压

调整状态下，用选频电压表（万用表）在送、受端变压器 I、II 次端子上测得

2 限流器电压

调整状态下，用选频电压表（万用表）在限流器两端测得

3 轨面电压

调整状态下，用选频电压表（万用表）在送、受端轨面测得

4 分路残压

室外 0.06Ω 分路线在送端、受端、道岔区段分路，室内在 25HZ 轨道测试盘直读测得

5 继电器电压 / 相位 / JXW-25

在室内 25HZ 轨道测试盘上直读测得轨道继电器电压、相位及 JXW-25 输出电压

不平衡电流检查

6

用 CD96-3Z 型表电流钳在两根等阻线分别测得电流，其差即为不平衡电流

BE I、II 次绝缘检查

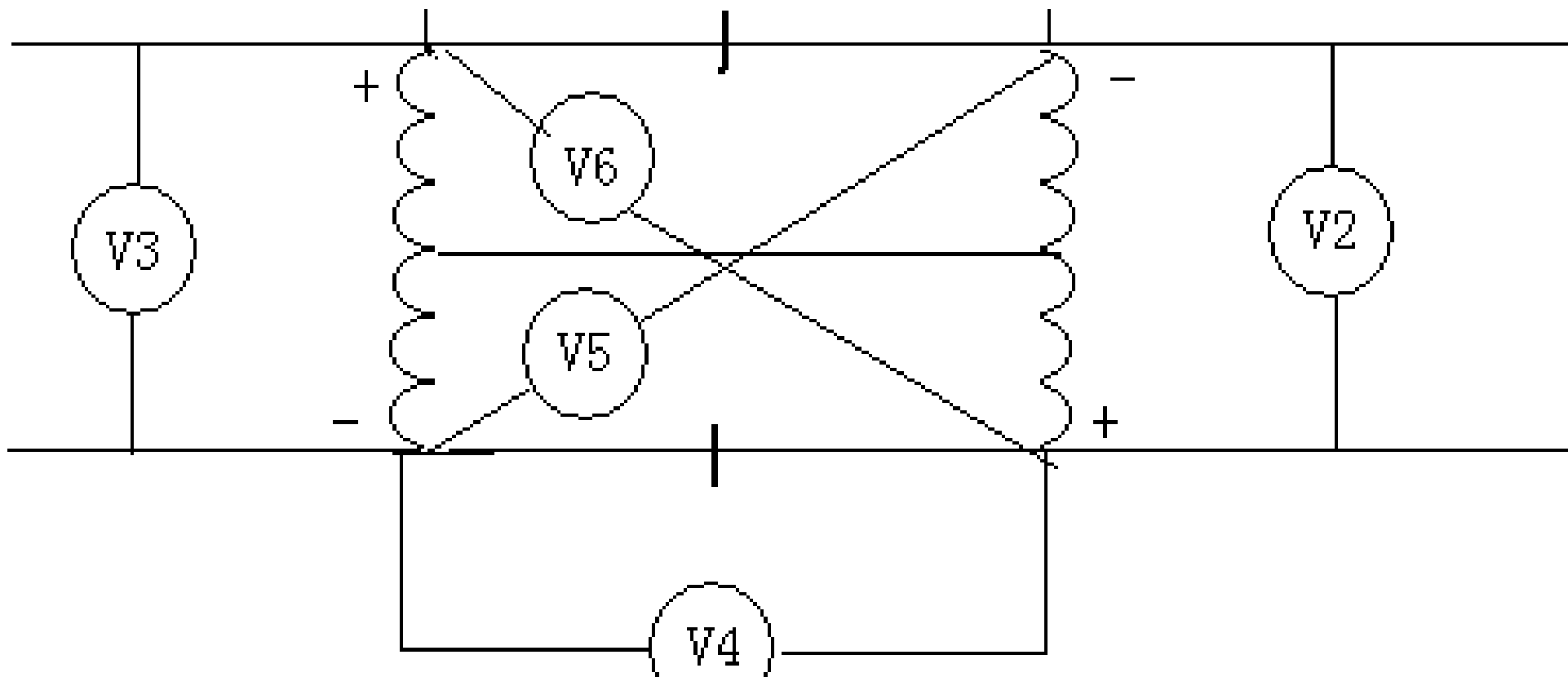
7

断电时，用兆欧表两表棒分别接 BE 的 I、II 次端子摇绝缘

测试工具

选频电压表 / 万用表 · 0.06Ω 分路线 · 25HZ 轨道测试盘 ·
CD96-3Z 电流钳 · 兆欧表

6-3 极性交叉检查测试



测试对象：轨端两侧都设扼流变压器的区段——检查相邻区段供电**极性交叉**是否正确。



意义：极性交叉保证信号电流在两扼流变中点电位相等、不越区段，是**绝缘破损防护**与正常工作的前提。

07

● 第七章

故障分析处理

非电化区段 · 电气化区段

牵引回流不畅 · 不平衡电流 · 升降弓干扰





非电化区段

常规轨道电路故障

分析、处理基本同 **JZXC-480 型轨道电路**：按送端→钢轨→受端→继电器逐级排查。

关键：分路检查 + 调整状态双验证



电气化区段

还需考虑牵引电流相关故障

在常规排查基础上，重点关注牵引回流系统：

1 牵引电流回流不畅

检查扼流变、等阻线、回流连接是否虚接或断线

2 不平衡电流干扰

用 CD96-3Z 测两等阻线电流差，超标时检查回流路径均衡性

3 机车升、降弓电流干扰

升弓 / 降弓瞬间大电流冲击可能造成瞬间红光带，需结合现象判断

原则：具体问题、具体分析，先确认牵引回流是否正常，再按信号回路逐级排查。

25Hz

频率与相位 双重选择

调整与分路双闭环 · 保障轨道电路安全稳定运行

感谢聆听 · 欢迎交流

25HZ 相敏轨道电路（97 型）技术培训课件