

87.158

WHL

交流电力牵引时的 信号集中闭塞设备

著 者

М. И. 瓦合宁 Н. Ф. 宾金

М. А. 鲍克洛夫斯基

Д. К. 甫金 А. А. 达里科夫



人民铁道出版社

交流电力牵引时的 信号集中闭塞设备

著 者

М.И.瓦合宁 Н.Ф.宾金 М.А.鮑克洛夫斯基
Д.К.甫金 А.А.达里科夫

铁道部电务局电务设计事务所译

人 民 铁 道 出 版 社

一九五九年·北京

本書敘述了在50赫交流電力牽引情況下信號集中閉塞設備工作的特點以及這些設備防護牽引電流干擾的措施。

本書可供有關工程技術人員和科學研究人員作為業務上的參考。

本書系由電務設計事務所張光遠、武正貴、孫耀文、林培聰、王連英翻譯。

交流電力牽引時的

信號集中閉塞設備

УСТРОЙСТВА СЦБ
ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

М.И. ВАХНИН Н.Ф. ПЕНКИН

蘇聯 М.А. ПОКРОВСКИЙ 著

Д.К. ПУГИН А.А. ТАЛЫКОВ

蘇聯國家鐵路運輸出版社（1956年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

МОСКВА 1956

鐵道部電務局電務設計事務所譯

人民鐵道出版社出版

（北京市霞公府17號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第010號

新華書店發行

沈陽鐵路局印刷廠印

（沈陽市和平區太原街一段二里2號）

書號1286 開本850×1168毫米 印張6張 插頁1 字數181千

1959年2月第1版

1959年5月第1版第2次印刷

印數500冊〔累〕1,700冊 定價（8）0.80元

序 言

在苏联共产党第二十次代表大会关于1956~1960年苏联发展国民经济的第六个五年计划的指示中，规定了苏联铁路广泛电气化的巨大任务。为此，在第六个五年计划中，将大批生产由工频交流电网供电的干线电力机车。

工频交流的电气化铁路能够大大地提高接触导线的电压，因而显著地减少接触网中电能的损失。此外，交流电力牵引能够增加牵引变电所间的距离，减少变电所的数目并使它们的设备简化，造价便宜。但是交流电力牵引对信号和通信设备不可避免地要产生电磁影响，因此，需要采取一些保证这些设备稳定和可靠动作的措施。

全苏铁道科学研究院于1952~1954年间所进行的研究工作，使我们能确定在信号集中闭塞设备中防护50赫交流牵引电流干扰的基本方式和方法。

在本书中研究了交流电力牵引铁路信号集中闭塞设备工作的特点，叙述了牵引电流对信号设备影响的物理原理，提出了如何防护电力牵引电流对这些设备干扰的建议。论述的各项措施和器械都必须于交流电力牵引的试验区段上进行试验，并根据试验的结果加以修正。

院长 И. А. 伊万诺夫

通信信号组组长

В. В. 维霍德柴夫

目 录

序 言

第一篇 信号集中闭塞设备的架空电路和电缆电路

第一章 交流接触网对信号集中闭塞电路影响的计算方法

- §1. 概論.....1
- §2. 计算的規則和数值.....3
- §3. 计算电影响和磁影响的基本方程式.....5
- §4. 决定互感系数和大地导电率的关系.....14
- §5. 影响计算的例題, 实际计算用的图和表.....21

第二章 交流对信号集中闭塞器件作用的研究

- §1. 信号集中闭塞器件对50赫交流的阻抗.....28
- §2. 受50赫交流作用的信号集中闭塞器件的发热和动作.....31
- §3. 关于直流继电器的整块鉄心和銅套内渦流的屏蔽作用.....35
- §4. 交流高次諧波对直流继电器动作的影响.....40
- §5. 关于KP-1型继电器的永久磁鉄受感应的50赫交流作用而发生去磁的可能性.....42

第三章 电力牵引的接触电路对各种信号集中闭塞设备影响的计算

- §1. 磁感应和电感应同时存在时的合成影响.....50
- §2. 双导线及电缆电路中影响的计算.....52
- §3. 有感应电压的情况下, 电气路签制工作的条件.....55
- §4. 有感应电压的情况下, 半自动闭塞工作的条件.....56
- §5. 对自动闭塞线路的电路可能发生的影响的分析.....59
- §6. 对自动闭塞高压线路的影响.....62
- §7. 在电力牵引影响的条件下, 电气集中的工作.....63
- §8. 对站内闭塞线路电路的影响.....66

第四章 50赫单相交流电力牵引对信号集中闭塞电路危险影响的防护

- §1. 信号集中闭塞设备的危险影响及其特点.....67

4A1177/03

§2. 信号集中閉塞设备的接触危險.....	68.
§3. 信号集中閉塞设备中主要的防护措施.....	70
§4. 关于自动閉塞軌道电路中接触軌道的危險(步电压).....	73

第二篇 軌道电路

第五章 軌道电路参数

§1. 信号电流各种頻率时的軌条迴路阻抗.....	75
§2. 軌条的牵引电流阻抗及其諧波.....	79
§3. 接触导錢和軌条的互感.....	83

第六章 軌条內牵引电流的分布

§1. 軌条內电流和电位的一般方程式.....	84
§2. 当区段Ⅰ和区段Ⅱ漏向地中的牵引电流很大时, 电流分布的方程式.....	90

第七章 軌道电路內牵引电流干扰的数值估計

§1. 概論.....	94
§2. 双軌条軌道电路的等效电路及其边界条件.....	95
§3. 無漏洩軌道电路中的縱向不对称.....	97
§4. 不对称軌道电路的微分方程式.....	100
§5. 微分方程式的近似解.....	102
§6. 負載和牵引变电所間总电流及总电压的分布.....	103
§7. 不对称很小的情况.....	106
§8. 漏洩不对称最大的情况.....	110
§9. 减少不对称电流值的措施.....	115
§10. 电流差公式的明确說明.....	117

第八章 交流电力牵引时軌道电路工作的特点

§1. 前言.....	118
§2. 在两种不同頻率作用下軌道扼流圈的工作.....	119
§3. 軌道电路状况稳定的方法.....	121
§4. 扼流-变压器的应用.....	125
§5. 軌道扼流圈的計算方法.....	128
§6. 信号頻率為75赫时, 軌道扼流圈的計算.....	132

第九章 軌道电路防护的基本原理

§1. 概論	136
§2. 防护設備工作的特点	139
§3. 防护設備和整个軌道电路参数間的关系	146
§4. 脉冲軌道电路对分流和断軌的感度	148
§5. 采用二元軌道繼电器的軌道电路防护特点	154

第十章 电碼和脉冲軌道电路对牵引电流干扰的防护

§1. 干扰和防护干扰的簡述	157
§2. 脉冲干扰的研究	158
§3. 軌道电路极限长度与信号电流頻率选择的关系	163
§4. 信号电流頻率的选择	167
§5. 对于75赫的信号頻率, 濾波器参数及其电路的选择	173
§6. 双軌条軌道电路	175
§7. 交流單軌条軌道电路	180

第十一章 自动机車信号设备的防护

§1. 自动机車信号設備的特点	186
§2. 濾波器参数及其电路的选擇	188
§3. 傳輸器構造的改变	192
§4. 站內脉冲軌道电路的电碼化	194

第十二章 直流單軌条軌道电路

§1. 單軌条返还牵引电流时軌道电路中的干扰	194
§2. 站內單軌条軌道电路中牵引电流的干扰电压	197
§3. 直流單軌条軌道电路时軌道繼电器类型的选择	198
§4. 單軌条軌道电路与双軌条軌道电路的比較	201
§5. 整流器供电的單軌条軌道电路	202

第十三章 装有軌道电路的信号集中閉塞設備的供电

§1. 对信号集中閉塞設備供电方式的意見	206
§2. 信号頻率发电机	207

第十四章 單軌条軌道电路四端網絡系数的确定

§1. 概論	208
§2. 四端網絡系数的确定	209
数值的主要字母符号	214
参考文献	216

第一篇 信号集中閉塞設備的架空电路 和电纜电路

第一章 交流接触網对信号集中閉塞电路

影响的計算方法

§1. 概 論

50赫交流电力牵引接触網中随時間变化的电压 U_1 和电流 I_1 ，在周圍空間产生連續分布的交变电磁場。由于这个交变的电磁場。在沿着铁路綫路布置的信号集中閉塞电路內，产生对大地的电位（电的影响）和縱电动势，致使在信号集中閉塞电路內出現感应电流（磁的影响）。虽然电和磁的影响是整个統一电磁場影响的两个方面，但是为了易于研究和計算，在某些情况下可以分成单个的場——电场和磁场来研究它們作用的结果。在实际的情形中电场和磁场相互間是密切不可分的。

存在电和磁的影响时，可分別計算它們所感应的电压和电流，然后用向量加法相加，这种加法的例子如第三章§1所示。

在計算高压电路对弱电流电路（其中包括信号集中閉塞电路）的影响时，通常只考虑一方面的影响，也就是高压电路对信号集中閉塞电路的影响，而忽略信号集中閉塞电路对高压电路的反影响。因为这种反影响很微小。

在铁路电力牵引时，因为电力牵引的接触电路是利用通常的鋼軌做为返还工作导綫的非对称制接触电路，所以它影响着信号集中閉塞电路。由于鋼軌对大地沒有足够的絕緣，返还的牵引电流則分成了两部分：第一部分沿鋼軌流通，第二部分沿大地流通。电流的分配取决于：第一，鋼軌的导电率（包括軌条接头和軌端扼流圈的导电率）。第二，《鋼軌——大地》間的接触电阻值。

第三，大地导电率。

《鋼軌——大地》間接触电阻的导电率是道碴和大地外层导电率的函数，而道碴和大地外层导电率是随着温度、湿度和道碴与大地的各种成分而变化。

由于受电力牵引接触电路的影响而在信号集中閉塞电路內产生感应电压和电流的一般計算公式可以根据电力綫路对通信綫路电磁影响的基本理論〔3〕导出，該理論是符合最不利的情況，也就是影响的綫路为单导綫綫路（实际上符合电力牵引接触电路的形式），受影响的信号集中閉塞电路也是单导綫綫路。如果把双导綫电路看成是两个单独的单导綫电路的結合，則可以利用对单导綫信号集中閉塞电路所导出的公式做一些近似的計算。我們所研究的单导綫电路的示意图表示在图1上。在图上表示出了

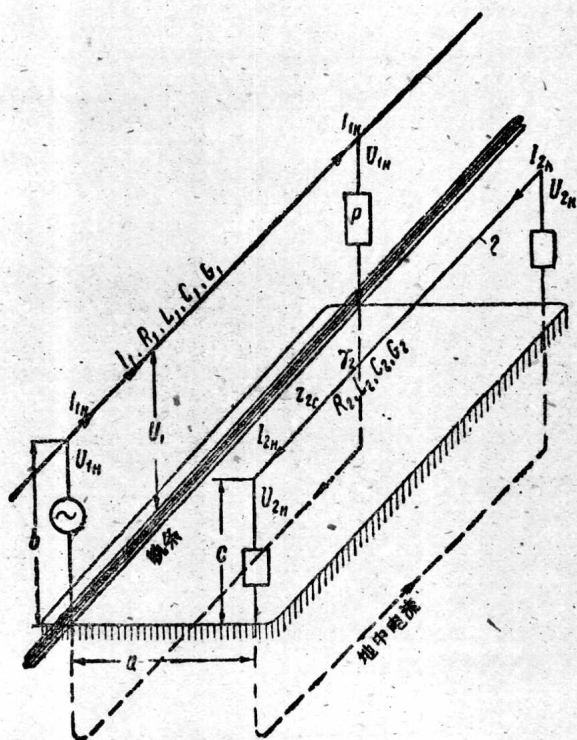


图1. 单导綫电路布置的示意图：
1——接触电路；2——信号集中閉塞电路

属于这个电路的一次参数（折合一公里长的电阻、电感、电容和绝缘电导）。带角碼 1 的表示影响电路，带角碼 2 的表示信号集中闭塞电路。在图上还表示出二次参数波阻抗 (Z_{1c} 和 Z_{2c}) 及傳輸常数 (γ_1 和 γ_2)。

§2. 計算的規則和数值

当电力牵引在正常工作和接触網短路时；目前仅計算接触电路中的50赫基本頻率电流和电压对信号集中闭塞设备和对綫路产生的影响。以后，准备再确定其他諧波分量影响的修正系数。

用于实例中的概算，50赫单相交流电力牵引的特性，通常规定如下：

接触網的額定电压（由14到22仟伏）	20仟伏
牵引变电所之間的平均距离	60~70公里
一台电力機車消耗的小时电流	180安
一台电力機車过载50%时消耗的电流	270安
兩台电力機車消耗的电流	450安
接触網短路电流的标准值	自2500至5500安（图2）
《接触导綫——大地》間环路阻抗（在50赫时）	0.5欧姆/公里
接触导綫悬挂的等效高度	7公尺

在計算时考虑最不利的条件，即采用单方向（悬臂式）接触網供电制。在此种情形下供电臂的长度将等于牵引变电所之間距离的一半。也就是大約为30公里。这个数值超过电气路签和闭塞制时站間可能的区間长度。大部分区間的架空信号集中闭塞电路（电气路签、半自动闭塞和其他）接近区段的长度大約为15公里。

当須先計算电力牵引接触电路对信号集中闭塞电路的影响时，是按平行接近的情况計算。也就是，认为回路間是平行的或平行的偏差不超过許多接近宽度的算术平均值的5%。当傾斜接近时，也就是，一端接近宽度为 a_1 ，另一端接近宽度为 a_2 时）在

$$2 \gg \frac{a_1}{a_2} \gg \frac{1}{2} \text{ 的条件下，影响是按照接近的等效宽度 } a,$$

$= \sqrt{\alpha_1 \alpha_2}$ 作近似的計算。此时接近綫段的长度等于信号集中閉塞綫路在影响綫路上的投影。信号集中閉塞导綫的悬挂高度，对于概算來說，采用接触导綫悬挂的等效高度，也就是 7 公尺。

在电力牵引接触網里，单相交流的影响除了引起对维护人員和器件的危險外，还能引起信号集中閉塞設備的不正确动作，此种現象也应看成是危險的；因此，应该根据接触、器件的故障和器件不正确动作等几个方面来确定信号集中閉塞电路里感应电压和感应电流的危險性。

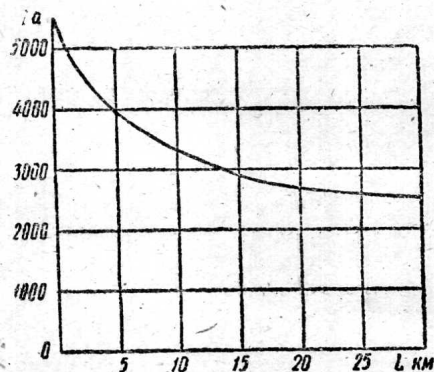


图2. 短路电流的大概值
(对于有 1 个 10000 千伏安变压器的大概值)

在信号集中閉塞設備中的電話通信电路，从影响上来说，应该受通信設備所規定的要求来限制。

在計算时取防护規程〔1〕第 73、74、75 和 78 条所指出的感应电压的极限值做为总的依据，并列入表 1 中。

表 1

信号集中閉塞設備的名称	感应电压的极限值 (伏)	
	正常工作时	短路时
半自动閉塞 I	30 伏	单导綫电路內为 60 伏 双导綫电路內和对地电压为 750 和 500 伏
单軌条自动閉塞	—	300 伏
其他信号設備	导綫任意点間 60 伏	750 伏和对地电压为 500 伏
鉄路路基鋼軌 (接触电压)	单相对地閉合时	不大于 150 伏

1 仅指电机半自动閉塞 (帶閉塞机械)，而繼电閉塞則划入《其他信号設備》中。

※ 縱电動势。

上述信号集中閉塞綫路的感应电压 U_2 的极限值，若在正常工作时 $U_2 \leq 30$ 伏，在接触电路短路时 $U_2 \leq 60$ 伏，則信号集中閉塞綫

路仍可保留单导线线路；若 $U_2 > 30$ 伏，则须将单导线线路改建为双导线线路；若 $U_2 > 750$ 伏，则信号集中闭塞线路须要敷设电缆。

当区段上已设置有通信电缆电路时，通常是利用它的部分心线做为信号集中闭塞电路用。

§3. 计算电影响和磁影响的基本方程式

在单导线的信号集中闭塞电路中的感应电压和感应电流可以根据均匀分布参数的通信线路能量传播的基本原理〔3〕导出的公式来确定。有关电路1和电路2的参数，电压值和电流值的代表符号均表示在图1上。角码1表示影响电路，角码2表示信号集中闭塞电路。

确定距始端为 x 的电路中一点的电压和电流的一般方程式如下：

$$\dot{U}_x - K_2 \dot{U}_1 = (\dot{U}_{2H} - K_2 \dot{U}_1) \operatorname{ch} \gamma_2 x - Z_{2c} (\dot{I}_{2H} + K_1 \dot{I}_1) \operatorname{sh} \gamma_2 x \quad (1-1)$$

和

$$\dot{I}_x + K_1 \dot{I}_1 = (\dot{I}_{2H} + K_1 \dot{I}_1) \operatorname{ch} \gamma_2 x - \frac{(\dot{U}_{2H} - K_2 \dot{U}_1)}{Z_{2c}} \operatorname{sh} \gamma_2 x \quad (1-2)$$

这里， K_1 和 K_2 ——耦合系数，按下式确定：

$$K_1 = \frac{j\omega M_{12}}{R_2 + j\omega L_2} \quad \text{和} \quad K_2 = \frac{j\omega G_{12}}{G_2 + j\omega C_2} ;$$

M_{12} ——电路1和2之间的互感系数；

C_{12} ——导线2对导线1的电容；

C_2 ——导线2对导线1和对大地的总电容；

G_2 ——导线2对导线1和对大地的总绝缘电导；

$R_2 + j\omega L_2$ ——导线2的单位阻抗 欧/公里（欧/公尺 10^3 ）。

公式（1-1）和（1-2）是假设 $\gamma_1 \approx 0$ 时求得的。因之，沿导线的 $\dot{U}_1$ 和 $\dot{I}_1$ 值可以认为是常数。

将电磁影响假定地划分为电影响和磁影响，则由公式（1-1）

和 (1-2) 中可求得对于电影响和磁影响的独立公式；假定 $\dot{I}_1 = 0$

可得电影响的 $\dot{U}_x$ 和 $\dot{I}_x$ 的公式：

$$\dot{U}_x - K_2 \dot{U}_1 = (\dot{U}_{2H} - K_2 \dot{U}_1) \operatorname{ch} \gamma_2 x - Z_{2c} \dot{I}_{2H} \operatorname{sh} \gamma_2 x; \quad (1-3)$$

$$\dot{I}_x = \dot{I}_{2H} \operatorname{ch} \gamma_2 x - \frac{(\dot{U}_{2H} - K_2 \dot{U}_1)}{Z_{2c}} \operatorname{sh} \gamma_2 x. \quad (1-4)$$

磁的影响。当仅讨论磁影响时，由于系数 K_2 很小实际上可以把它看成零；在这种情形下公式 (1-1) 和 (1-2) 得到下列形式：

$$\dot{U}_x = \dot{U}_{2H} \operatorname{ch} \gamma_2 x - Z_{2c} (\dot{I}_{2H} + K_1 \dot{I}_1) \operatorname{sh} \gamma_2 x; \quad (1-5)$$

$$\dot{I}_x + K_1 \dot{I}_1 = (\dot{I}_{2H} + K_1 \dot{I}_1) \operatorname{ch} \gamma_2 x - \frac{\dot{U}_{2H}}{Z_{2c}} \operatorname{sh} \gamma_2 x \quad (1-6)$$

假如研究的信号集中闭塞电路是从两方面绝缘的，那么，在该种情况下电路始端和终端的电流 $\dot{I}_{2H}$ 和 $\dot{I}_{2K}$ 应看成零；对于电路的终端， x 值应等于 l ；将 $\dot{I}_{2H}$ 、 $\dot{I}_{2K}$ 和 x 值代入方程式 (1-5) 和 (1-6) 后得到下列形式：

$$\dot{U}_{2K} = \dot{U}_{2H} \operatorname{ch} \gamma_2 l - Z_{2c} K_1 \dot{I}_1 \operatorname{sh} \gamma_2 l; \quad (1-7)$$

$$\dot{I}_{2K} + K_1 \dot{I}_1 = K_1 \dot{I}_1 \operatorname{ch} \gamma_2 l - \frac{\dot{U}_{2H}}{Z_{2c}} \operatorname{sh} \gamma_2 l,$$

或

$$\dot{I}_{2K} = K_1 \dot{I}_1 (\operatorname{ch} \gamma_2 l - 1) - \frac{\dot{U}_{2H}}{Z_{2c}} \operatorname{sh} \gamma_2 l = 0. \quad (1-8)$$

由方程式 (1-8) 确定

$$\dot{U}_{2H} = K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \frac{(\operatorname{ch} \gamma_2 l - 1)}{\operatorname{sh} \gamma_2 l} = K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2}. \quad (1-9)$$

把方程式 (1-9) 求出的值代入方程式 (1-5)，同时也将

$\dot{I}_{2H} = 0$ 代入方程式 (1-5)，得到

$$\dot{U} = K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2} \operatorname{ch} \gamma_2 x - K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \operatorname{sh} \gamma_2 x. \quad (1-10)$$

把方程式 (1-10) 改变后

$$\begin{aligned} \dot{U} &= K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \frac{\left(\operatorname{sh} \frac{\gamma_2 l}{2} \operatorname{ch} \gamma_2 x - \operatorname{ch} \frac{\gamma_2 l}{2} \operatorname{sh} \gamma_2 x \right)}{\operatorname{ch} \frac{\gamma_2 l}{2}} = \\ &= K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \frac{\operatorname{sh} \gamma_2 \left(\frac{l}{2} - x \right)}{\operatorname{ch} \frac{\gamma_2 l}{2}} \quad (1-11) \end{aligned}$$

根据方程式 (1-11) 可以确定信号集中闭塞电路上任何一点的电压；其中，电路的始端，中点、终端 ($x = 0$, $x = \frac{l}{2}$, $x = l$) 的电压值等于：

$$\dot{U}_{2H} = K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2}; \quad (1-12)$$

$$\dot{U}_{2c} = 0;$$

$$\dot{U}_{2K} = -K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2} \quad (1-13)$$

根据方程式 (1-12) 和 (1-13)，将两端绝缘的信号集中闭塞电路上电压的分布情况表示在图 3 上。

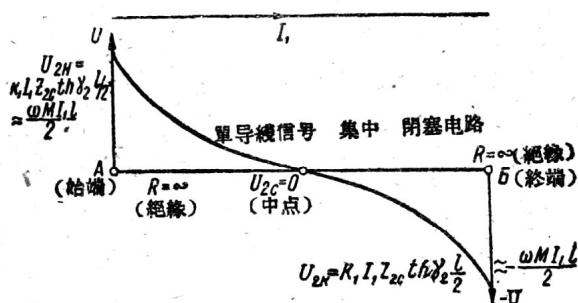


图3. 绝缘的信号集中闭塞电路上电压的分布

线路两端 $\dot{U}_{2H}$ 和 $\dot{U}_{2K}$ 的电压差等于信号集中闭塞电路内的感应电动势 (E)，这样

$$\dot{E} = \dot{U}_{2H} - \dot{U}_{2K} = 2 K_1 \dot{I}_1 Z_{2c} \operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2} \quad (1-14)$$

对于鋼綫的信号集中閉塞电路，其长度在悬臂供电臂的限界內（30公里）。当頻率50赫时，可以采用

$$\operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2} \approx \frac{\gamma_2 l}{2}$$

将 K_1 和 Z_{2c} 值代入方程式（1-14）后得到

$$\begin{aligned} E &= \frac{2J\omega M_{12}}{R_2 + J\omega L_2} \sqrt{\frac{R_2 + J\omega L_2}{G_2 + J\omega C_2}} \cdot \dot{I}_1 \operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2} = \\ &= 2 \frac{J\omega M_{12}}{\gamma_2} \dot{I}_1 \operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2}, \end{aligned} \quad (1-15)$$

或当

$$\begin{aligned} \operatorname{th} \frac{\gamma_2 l}{2} &\approx \frac{\gamma_2 l}{2} \text{ 时,} \\ \dot{E} &= J\omega M_{12} \dot{I}_1 l. \end{aligned} \quad (1-16)$$

对于实际計算縱电动势來說，方程式（1-16）是一个基本的公式。

当影响綫路上設有接地防护綫以及信号集中閉塞电路为電纜电路时，感应的縱电动势值减小（由于 M 的减小），因此，在計算时公式（1-16）中要考虑两个系数： t ——接地綫屏蔽系数； r ——信号集中閉塞電纜外皮的防护作用系数。

系数 r 值取决于電纜铠装材料的磁性和鉛皮的直徑；对于COB型12心電纜內徑等于13.2公厘；48心时內徑等于23.4公厘，在頻率为50赫时，上述各种直徑的電纜外皮的防护作用系数 r 的平均值，根据图4的曲綫等于0.4~0.5。

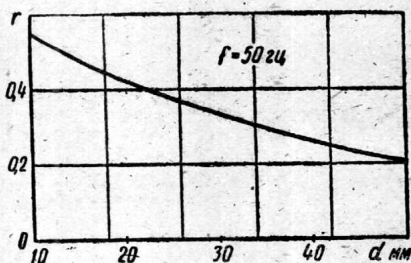


图4. 系数 r 随電纜鉛皮直徑变化的曲綫

当概略的計算时，系数 r 对于信号集中閉塞一般的電纜（

COB型 可以采用 $r \approx 0.5$; 对于重新制造的具有高导磁率的专用
鍍装电纜 (反感应的) 概略地可取其 r 等于 $0.15 \sim 0.20$ ЧШБ
型电纜防护作用极弱, 因之, $r \approx 0.9 \sim 1.0$ 。

在信号集中閉塞回路区段上接近寬度不固定的情形下, 該区
段上总的縱电动势是平行接近的每一单个区段 (由 1 到 N) 电动
势的总和, 也就是 E 根据下式計算:

$$\dot{E} = \sum_1^N j\omega M_{12} \dot{I}_1 l, \quad (1-17)$$

而考虑到上述系数

$$\dot{E} = \sum_1^N j\omega M_{12} \dot{I}_1 l r \text{ 伏。}$$

应当指出, 在数值計算时还必须考虑到作为返回导綫的鋼軌
的屏蔽系数; 这一点可用引进系数 λ 的方法做到, 于是公式 (1-17)
得到如下的形式

$$\dot{E} = \sum_1^N j\omega M_{12} \dot{I}_1 l \lambda, \quad (1-18)$$

或对于一个接近区段

$$\dot{E} = j\omega M_{12} \dot{I}_1 l \lambda. \quad (1-19)$$

当电路的終端接地而始端仍旧絕緣时, 始端得到的电压

$$\dot{U}_{2u} = j \frac{\omega M_{12} I_1}{\gamma_2} \text{th} \gamma_2 l,$$

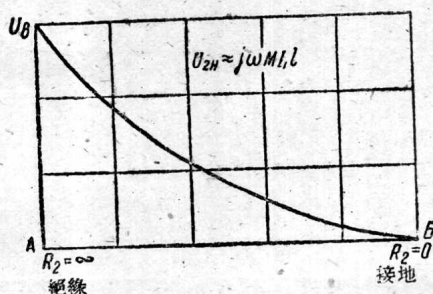


图5. 当电路一端接地时电压的分布

当 $\text{th} \gamma_2 l \approx \gamma_2 l$ 时, 縱电动势

$$\dot{U}_{2u} = j\omega M_{12} \dot{I}_1 l = \dot{E}.$$

电压的分布表示在图 5
上。这种情形对于 A 点的
设备以及人在 A 点上接触絕
緣导綫时最为危險。

电的影响。影响电路 1
(图 6) 和处在被影响下的
电路 2, 它們相互間 (C_{12})

以及对大地間在一公里內具有一分布的电容；此外电路間以及电路对大地間还有絕緣电导 (C_{12} , C_{22} 和 C_{11})。部分电容的数值由导綫的几何形状、尺寸、它們相互間的位置，它們对大地的位置 and 介質的介質常数 (在本情况下是空气) 所决定；除了这些而外，在所討論的电路的电場中若存有其他接地物体 (接地的吊索、树木、建筑物等) 时，則呈現感应电压值減低的現象，这在計算中可引进系数 p 和 q 时来考虑 (近似地等于 0.75 和 0.70)。

利用計算电影响的方程式 (1—3) 和 (1—4)，可以分析电路在不同状态下 (即当絕緣和接地时)，感应电压和感应电流的变化及分布。在电路 2 絕緣时，应认为电路 2 两端 (开路) 的电路 I_{2H} 和 I_{2K} 等于零；于是由方程式 (1—3) 和 (1—4) 得到

$$\dot{U}_x - K_2 \dot{U}_1 = (\dot{U}_{2H} - K_2 \dot{U}_1) \operatorname{oh} \gamma_2 x; \quad (1-20)$$

$$I_x = - \frac{U_{2H} - K_2 \dot{U}_1}{Z_{2c}} \operatorname{sh} \gamma_2 x_0 \quad (1-21)$$

因为电路 2 終端电流 I_{2K} 等于零，可以由方程式 (1—21) 得出

$$I_{2K} = 0 = - \frac{U_{2H} - K_2 \dot{U}_1}{Z_{2c}} \operatorname{sh} \gamma_2 l,$$

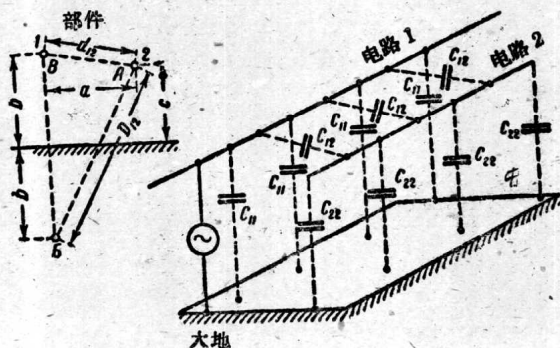


图6. 接触电路和信号集中閉塞电路的电容分布示意图