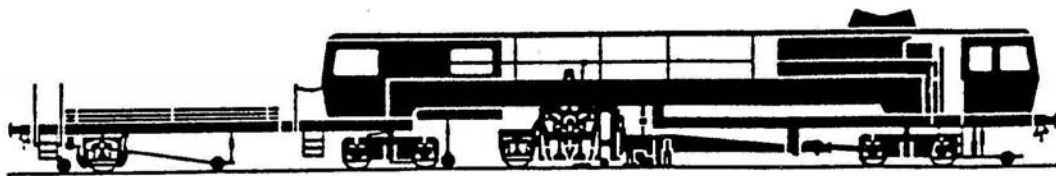
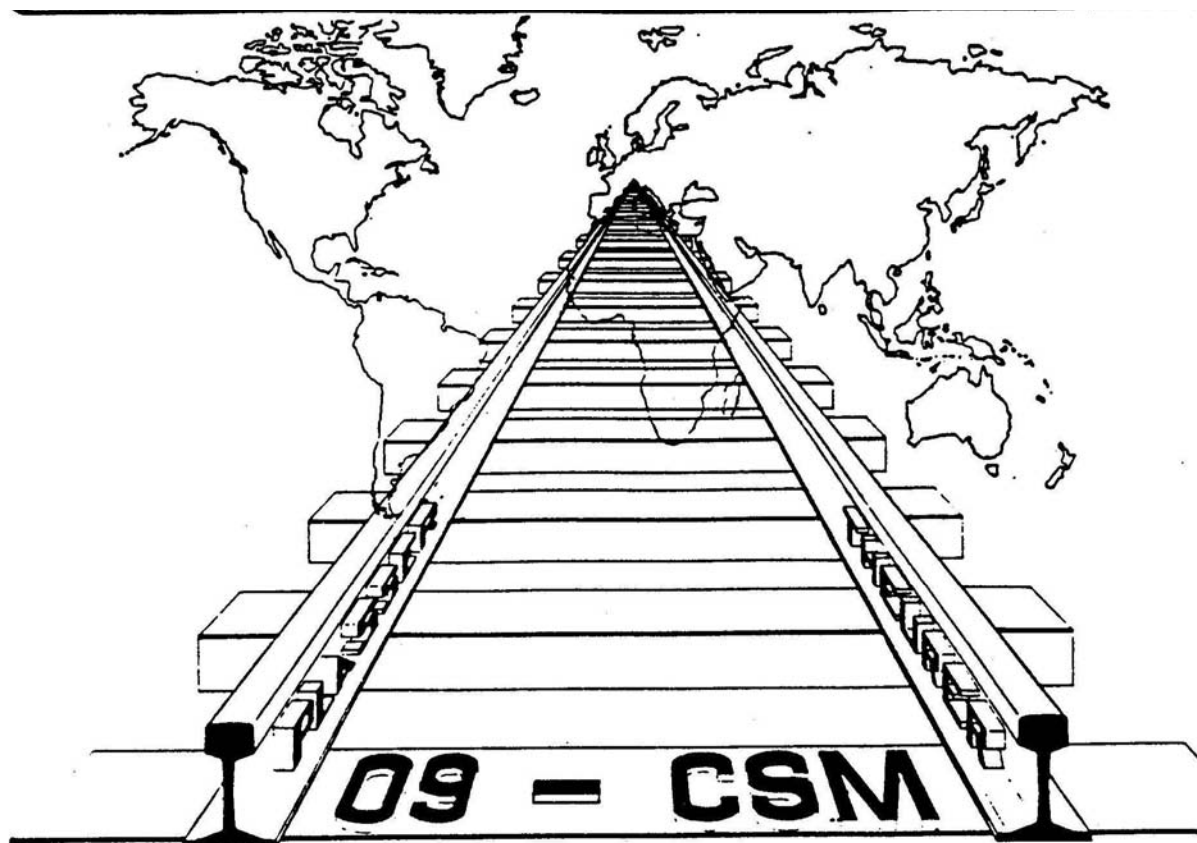




## 拨道系统综述



昆明中铁集团有限公司





## 普拉塞·陶依尔 09 系列连续式捣固车单弦拨道系统

## 目 录

|                  |    |
|------------------|----|
| 前言               | 2  |
| 1. 四点测量系统        | 3  |
| 1.1 几何原理         | 3  |
| 1.2 误差的减少        | 4  |
| 1.3 曲率的变化        | 5  |
| 2. 三点测量系统        | 6  |
| 2.1 几何原理         | 6  |
| 2.2 误差的减少和消除     | 7  |
| 2.3 理论正矢的测定      | 9  |
| 3. 09 拨道系统的原理框图  | 10 |
| 3.1 标准设计（标准和宽轨距） | 10 |
| 3.1.1 布局与信号流向    | 10 |
| 3.1.2 四点法的操作顺序   | 11 |
| 3.1.3 三点法的操作顺序   | 11 |
| 3.2 专门设计（窄轨）     | 12 |
| 3.2.1 布局与信号流向    | 13 |
| 4. 拨道系统综述        | 14 |
| 4.1 几何原理         | 14 |
| 4.2 操作原理         | 15 |
| 4.3 拨道误差的调整      | 17 |





## 前 言

普拉塞·陶依尔专为拨道机械以及组合拨道、抄平、捣固机械开发了具有自动准直测量装置与控制系统的单弦系统，准直中存在的误差能够被识别并能通过液压拨道系统使这个误差得到减少甚至消除。

拨道系统适用于下列作业：

### 1. 补偿法与四点测量系统

用四点法测量轨道并通过比较两个正矢来控制拨道系统，减少存在的误差，使彼此适应，得到准直后的线路。在直线区段和圆曲线区段，测量系统和准直系统是全自动作业的；在缓和曲线区段，则需要设置修正值。（D09-3X 无四点测量系统，译者加注）。

四点测量系统的主要应用：

- 拨道系统的计算是依据准直装置（正矢图表）而不是固定点；
- 曲线的位置以及曲率的大小；
- 根据误差性质，可以进行大拨道，但无法进行附加作业；

同时，还可以根据固定点或者按照给定的移动量来移动轨道。

### 2. 精确法与三点测量系统

轨道通过三点测量，并根据指定的理论正矢进行拨道。

三点精确测量系统的主要应用：

- 轨道分别按固定点、指定的曲线半径或者正矢进行拨道；
- 拨道系统与准道装置和遥控装置或激光装置一起使用。

本说明书仅包含通用信息，象弦长、测点、正矢和递减率等特定资料则包含在特定的机器说明书中。

## 1. 四点测量系统

### 1.1 四点测量系统的几何原理

在圆曲线中，两个正矢由一个比例相联系，并依赖于测量点之间的距离。这个正矢比例“ $i$ ”是一个与圆曲线半径无关的常数。这一点同样也适用于半径无穷大的直线段。

轨道通过四点进行测量，“B”点处正矢“ $H_2$ ”作为测量基准，在“C”点进行拨道，直到正矢“ $H_1$ ”与“ $H_2$ ”的比例校正到等于比例常数“ $i$ ”为止。

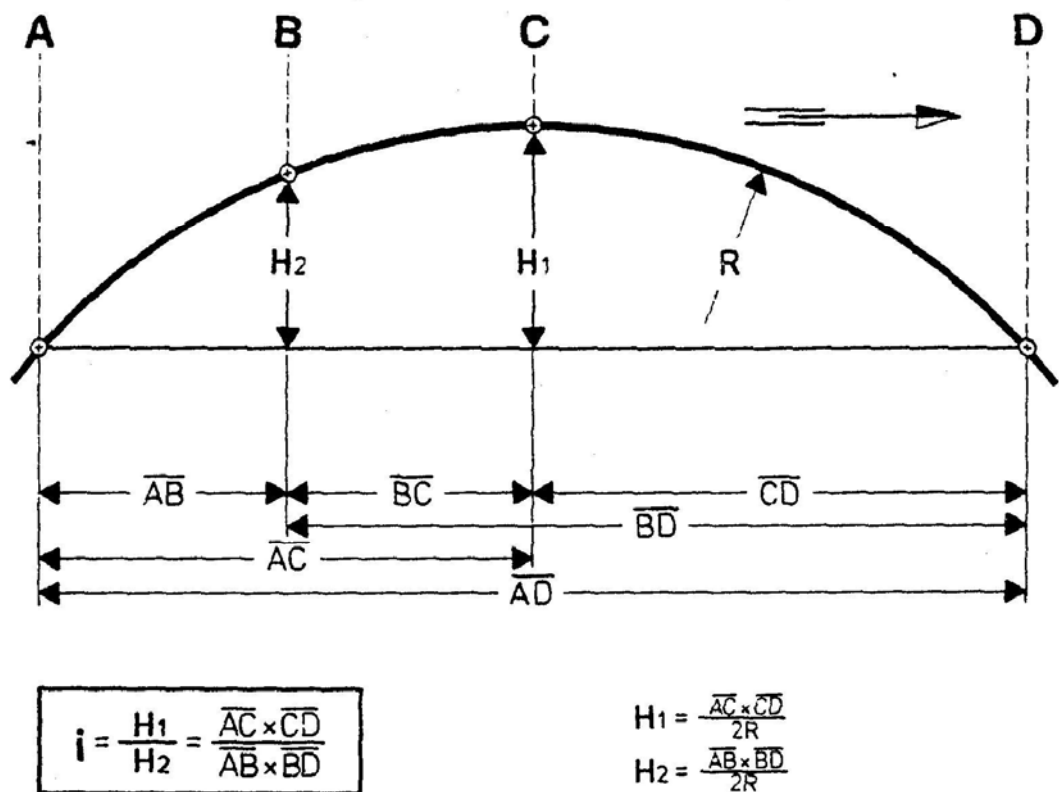


图 1

## 1.2 用四点测量系统减小误差

“A”点和“B”点位于机器后面已经拨过道的轨道上，弦的前端点“D”处有一拨道误差“FD”，并导致产生出一个新的正矢“H2”。

现在对“C”点进行拨道，直到正矢“H1”与“H2”的比例校正到等于比例常数“i”为止。拨道点“C”处残留的拨道误差“FR=FD/n”，它取决于测量点之间的距离（误差减小率为n）。

当“A”点和“B”点位于理想直线上时，这误差减小率依然适用。继续进行拨道作业，“A”点和“B”点位于有残留拨道误差的轨道上，并成为下一步进行测量和拨道作业的新基准。这些误差得到减小和修正，并最终得到较好的准直线路。

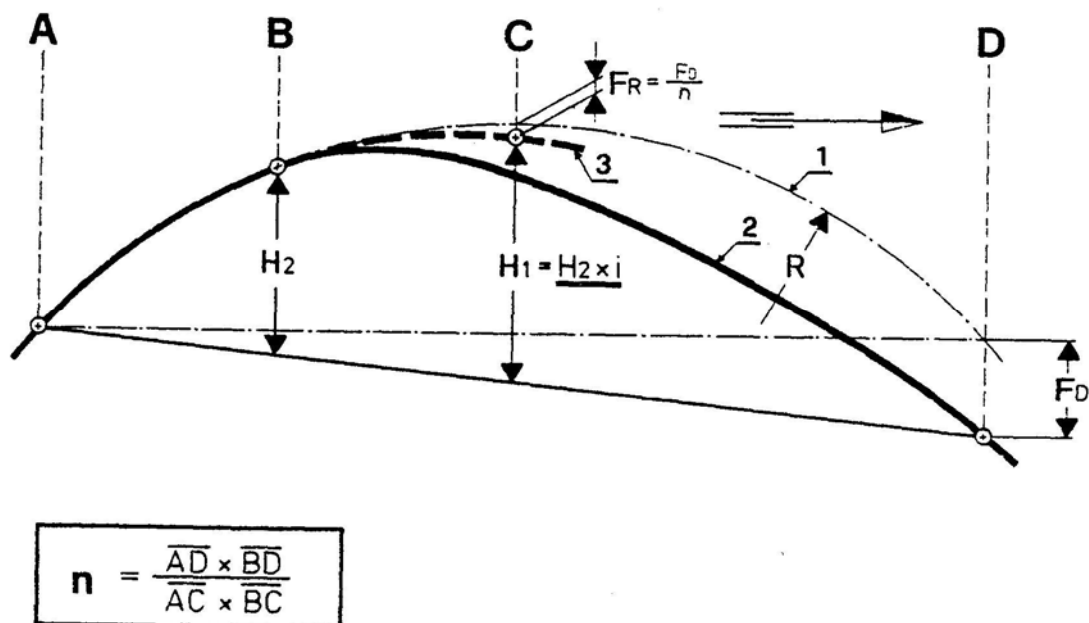


图 2

图中：

- 1 = 理论线路
- 2 = 拨道前的线路
- 3 = 拨道后的线路

### 1.3 适应曲率的变化（四点测量系统）

正矢比例常数适用于曲率为常数的轨道（如圆曲线和直线）。对于缓和曲线，曲率是变化的，正矢比例可以通过输入修正值来适应曲率的变化，依靠拨道零点的正矢“H1”来修正。

从表中可以获得修正值及其顺序，适用于下列曲率：

“V” 值：带线性曲率的缓和曲线；

“F” 值：无缓和曲线的各种圆曲线连接线；

“W” 值：正弦型曲率的缓和曲线；

在标准机器上，修正值是由人工输入的。在带有附加“GVA”系统（轨道几何形状自动调整系统）的机器上，修正值可以自动计算出来并输入拨道系统。

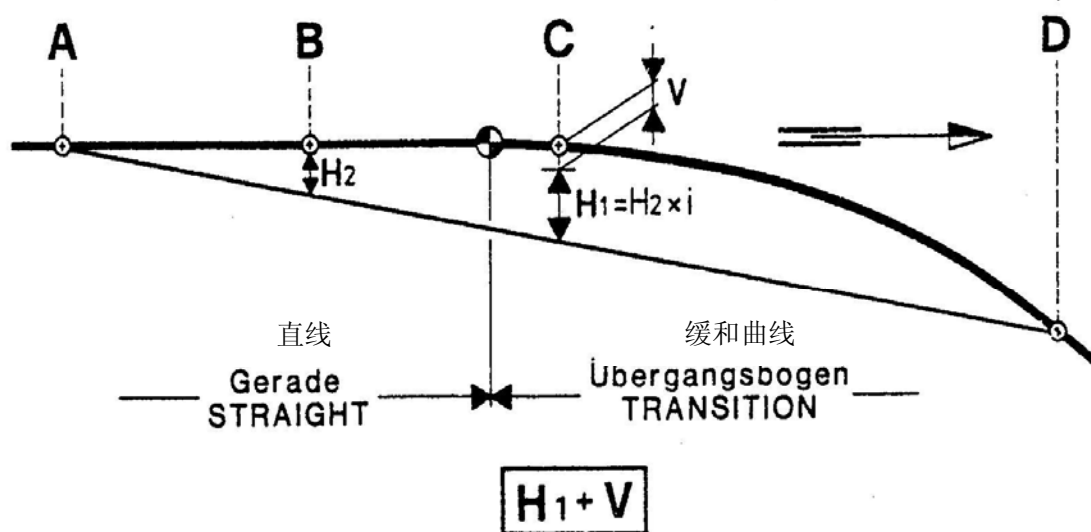


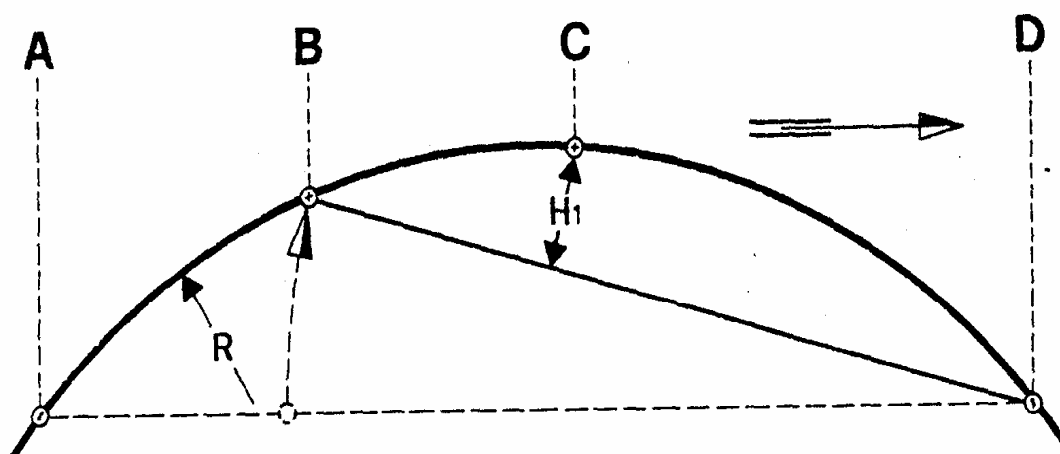
图 3



## 2. 三点测量系统

### 2.1 三点测量系统的几何原理

B 点的正矢“H2”不测量，轨道以三点进行测量。C 点的拨道正矢“H1”依靠曲率确定。开始拨道直达到理论正矢“H1”为止。应用三点测量系统，弦通常被固定在 B 点，结果缩减了 AB 段的距离。



$$H_1 = \frac{\overline{BC} \times \overline{CD}}{2R}$$

图 4

## 2.2 误差的减少与消除（三点测量系统）

### 2.2.1 误差的减少

B 点位于机器后方已经拨过的轨道上，弦的前端点 D 点存在拨道误差“FD”，在 C 点进行拨道直到“H1”与所设定的理论正矢符合为止。

设定理论正矢“H1”，移动 C 点到所需曲线半径为 R 的位置，残留误差“FR”取决于测点距离的比例。

继续向前拨道作业，B 点处存在残留误差并因此影响下一步的测量。

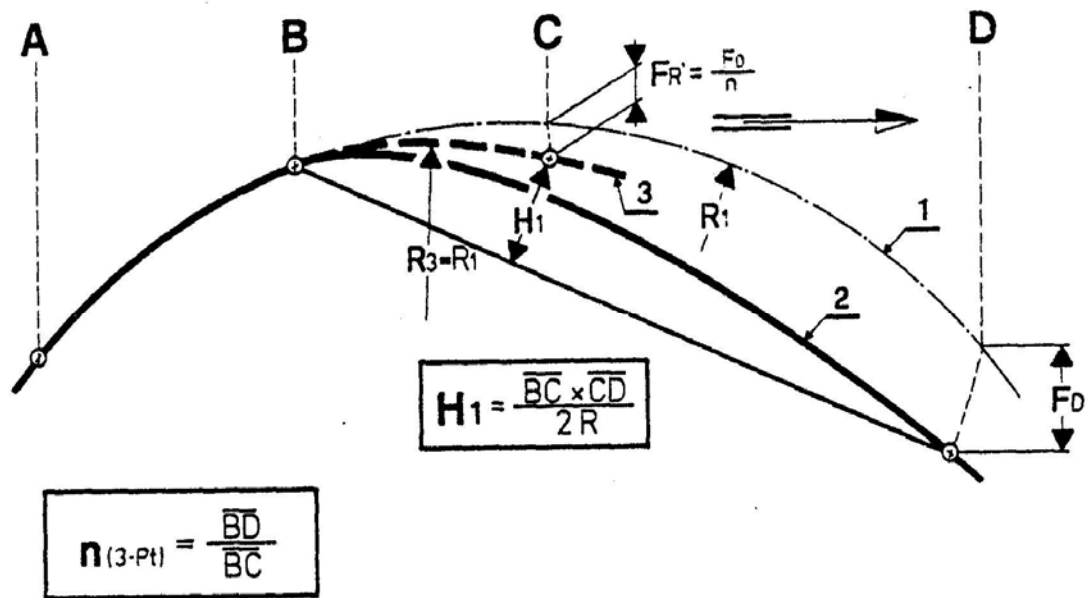


图 5

图中：

- 1 = 理论线路
- 2 = 拨道前的线路
- 3 = 拨道后的线路

### 2.2.2 误差的消除

在弦的前端点测得的误差“FD”依照外侧边作修正，并自动以正确的比例通过拨道控制系统传送给拨道正矢。

轨道在 C 点进行拨道，拨道量为设定的理论正矢“H1”加上误差调整值“FD/n”。这样，半径和角度位置被完全修正。

测量系统的残留误差“FR” = 0。

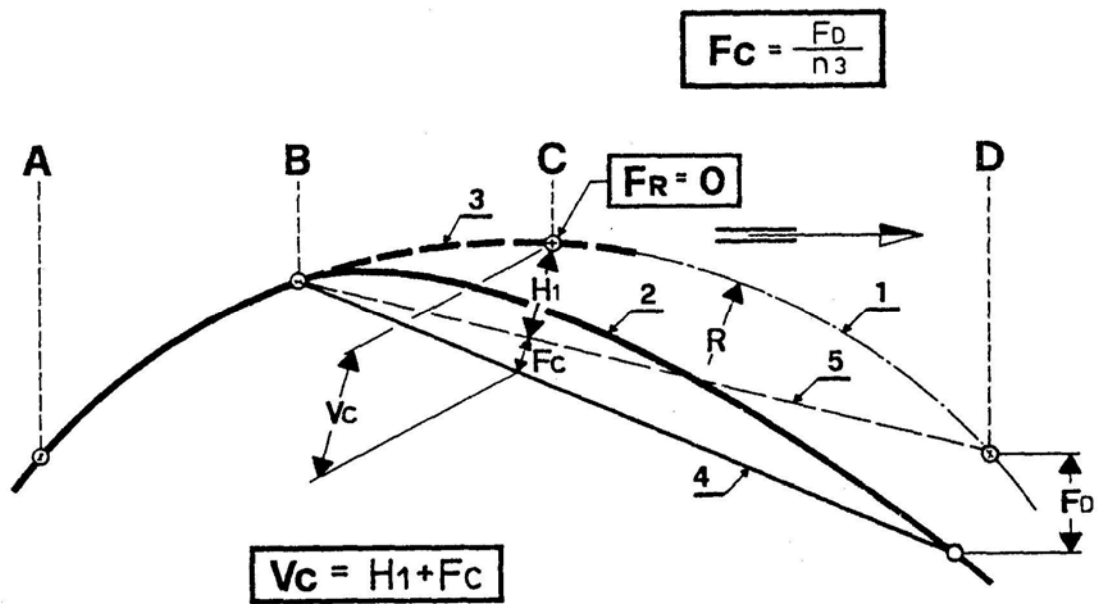


图 6

图中：

- 1 = 理论线路
- 2 = 拨道前的线路
- 3 = 拨道后的线路
- 4 = 拨道弦的实际位置
- 5 = 拨道弦的理论位置

### 2.3 三点测量系统理论正矢的确定

圆曲线的正矢很容易确定（参见图 7 和图 8）。

缓和曲线的正矢公式和变曲率的轨道计算很复杂。基本上所有的公式和其他常规的辅助计算方法都可适用。

这里提出一种与测量法相对应的带常数值的预计算法。

设定的理论正矢可以通过附加电子设备“GVA”计算机系统来计算并输入到拨道控制系统。

“HV”值 = 抛物线型缓和曲线的正矢；

“HF”值 = 无缓和曲线的各种圆曲线连接线的正矢；

“HW”值 = 正弦型缓和曲线；

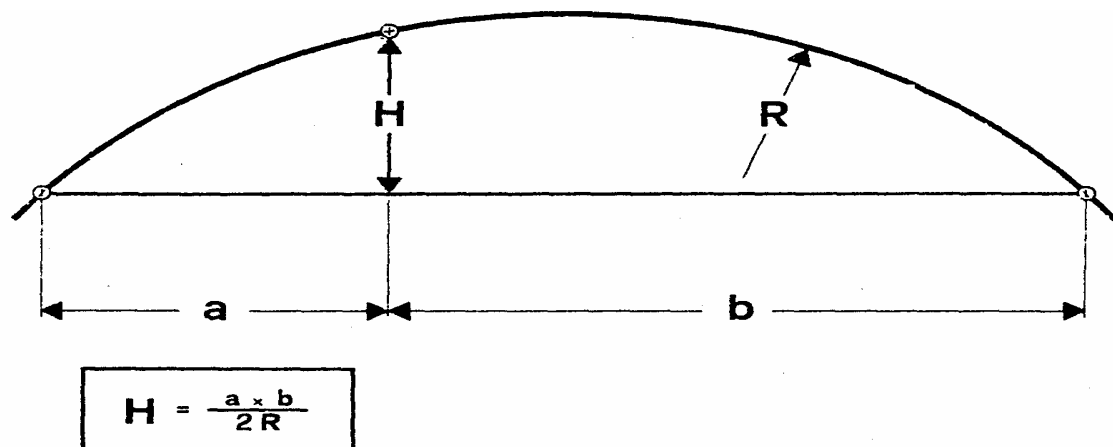


图 7

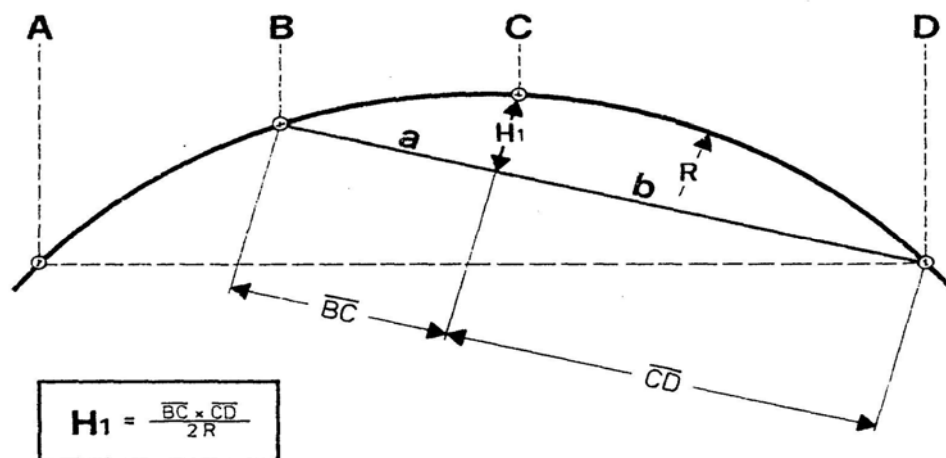


图 8



### 3. 09 系列拨道系统的功能图

#### 3.1 标准设计（适用于标准轨和宽轨）

##### 3.1.1 布局与信号流向

- 1 = 测量拨道正矢“H1”的拨道传感器
- 2 = 测量拨道正矢“H2”的拨道传感器
- 3 = 零点电位计
- 4 = 测量状况依赖于捣固小车的自适应位置传感器
- 5 = 人工输入曲率修正值（V、F、W 及相应的 HV、HF、HW）的数字电位计
- 6 = 人工输入移动量（拨道误差）的调整电位计
- 7 = 遥控输入移动量（遥控操作、激光或者准直装置的遥控操作）的调整电位计
- 8 = 三点测量系统选择器
- 9 = 遥控操作选择器
- 10 = 拨道指示器
- 11 = 所有输入信号的全部数值
- 12 = 自动拨道控制信号（由捣固镐下插信号触发）
- 13 = 拨道系统的人工控制
- 14 = 液压拨道系统的伺服控制
- 15 = 修正值指示器
- 16 = 三点拨道的弦固定叉
- 17 = GVA 系统（轨道几何形状自动调整
- 18 = 遥控接收调整马达
- A = 后张紧小车
- B = 测量小车
- C = 拨道小车
- S = 拨道弦
- D = 前张紧小车
- i = 正矢比例 H1:H2

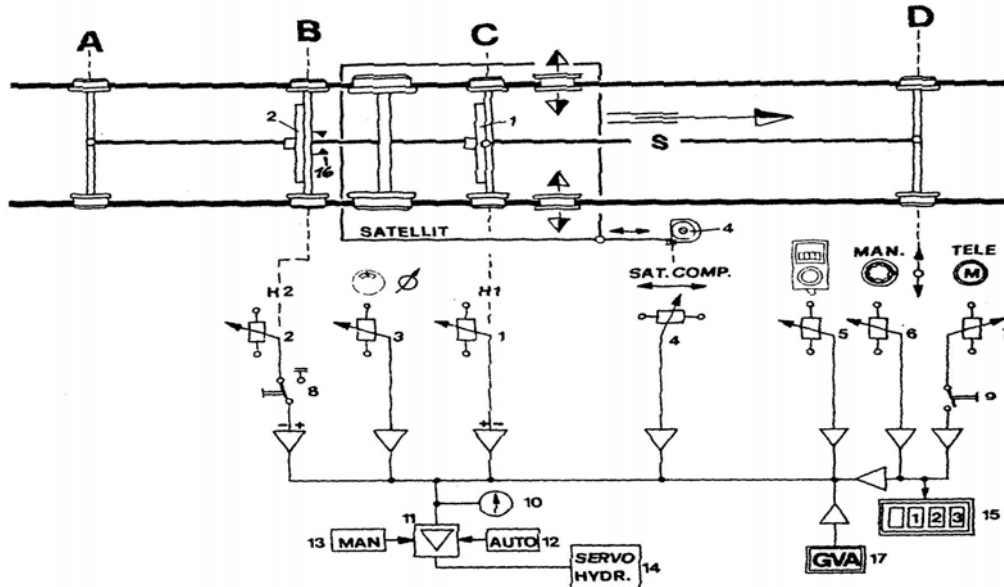


图 9

### 3.1.2 四点法的作用过程

四个小车（A、B、C、D）用气缸预加载到所选择的基准轨上，A 和 D 延伸所构成的弦线代表准直的方向。矢距传感器电位计安装在测量小车“B”和拨道小车“C”上，测量弦穿过矢距传感器上的拨叉与之相连。在测量点依据轨道准直线，弦线带动拨叉使电位计转动，测得正矢的模拟信号值。通过模拟控制电路，所有输入数据都被输入到综合运算电路。

正矢“H2”调整到适合正矢比例“i”（H1：H2），拨道正矢“H1”极性变换后被叠加。如果“H1”与“H2”不成比例，在复合线路内将会残留一个差值信号，它代表着拨道量“C”。这个差值信号输入到拨道指示器“10”和拨道输入总信号的全部数值“11”，如果拨道操作开始，液压伺服阀“14”动作，控制拨道系统拨道，直到轨道拨到正确的正矢比例为止。人工输入曲率修正值（V、F、W）的数字电位计“5”改变总拨道信号，并产生变换的拨道点，再互联一个附加装置 GVA 系统。输入数字电位器“6”和“7”将前端轨道偏移量按正确的比例分别送入控制系统。连续工作中，由于捣固小车位置的影响，拨道小车“C”到测量小车“B”以及张紧小车“A”、“D”的距离是变化的。测量结果的变化由卫星小车位置传感器来补偿。电比例控制阀根据拨道值控制液压系统和油液大小，比例地控制拨道油缸的拨道量。



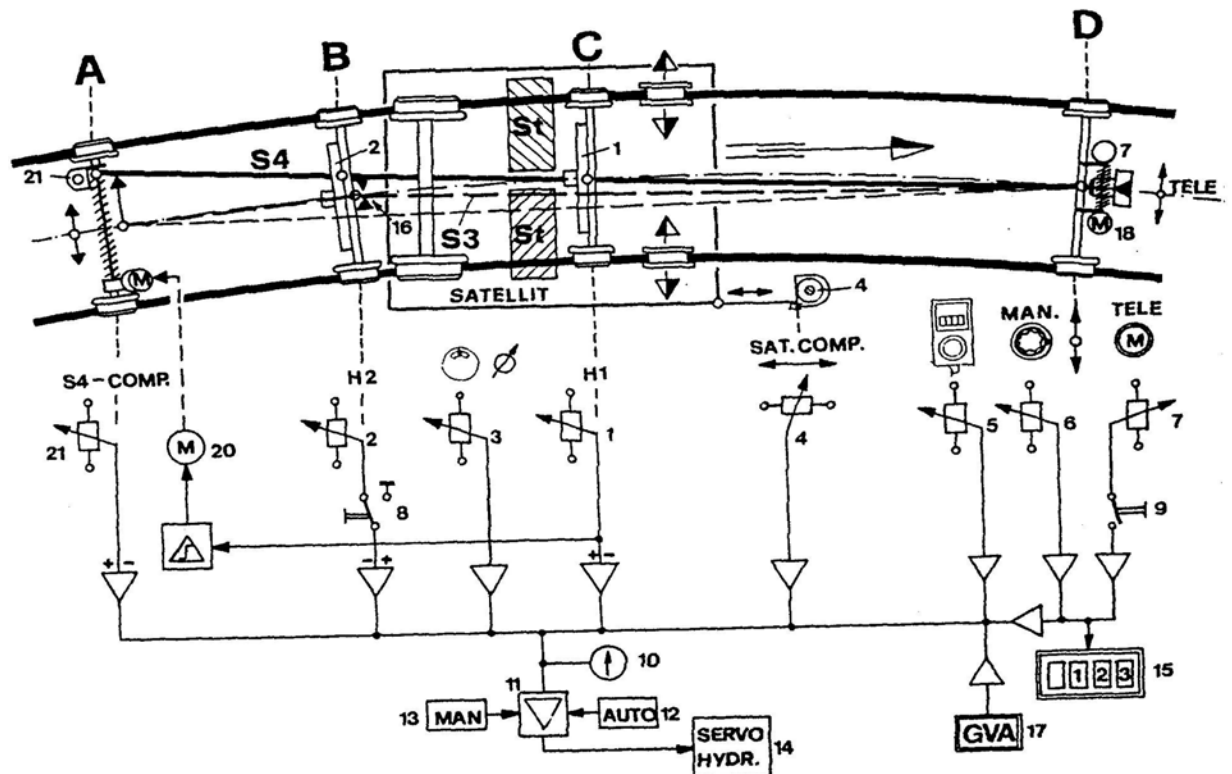
### 3.1.3 三点法的作用过程

弦通过拨叉“16”固定在测量小车“B”上，不使用测量传感器“H2”，只测量拨道正矢“H1”，并把它加到所设定的**理论**正矢（HV、HF、HW）上，一起作为拨道修正值。**理论**正矢和**实际**正矢之间的差值就是拨道量。**理论**正矢的输入由全自动的 GVA 系统的数字电位计来完成。

### 3.2 特殊设计（适用于窄轨）

#### 3.2.1 布局与信号流向

- 1 = 测量拨道正矢“H1”的拨道传感器
- 2 = 测量拨道正矢“H2”的拨道传感器
- 3 = 零点电位计
- 4 = 测量状况依赖于卫星小车位置的自适应位置传感器
- 5 = 人工输入曲率修正值（V、F、W 及相应的 HV、HF、HW）的数字电位计
- 6 = 人工输入移动量（拨道误差）的调整电位计
- 7 = 遥控输入移动量（遥控操作、激光或者准直装置的遥控操作）调整电位计
- 8 = 三点法测量系统开关
- 9 = 遥控操作选择器
- 10 = 拨道指示器
- 11 = 所有输入信号的全部数值
- 12 = 自动拨道控制信号（由捣固镐下插信号触发）
- 13 = 拨道系统的人工控制



- 14 = 液压拨道系统的伺服控制
- 15 = 修正值指示器
- 16 = 三点拨道的弦固定叉
- 17 = GVA 系统（轨道几何形状自动调整）
- 18 = 遥控接收调整马达
- 19 = 随动马达控制
- 20 = 随动马达



21 = 随动补偿传感器  
S3 = 三点拨道系统的弦位置  
S4 = 四点拨道系统的弦位置  
A = 后张紧小车  
B = 测量小车  
C = 拨道小车  
D = 前张紧小车  
St= 捣固装置的工作范围

图 10

### 3.2.2 弦的随动控制功能

在窄轨作业时，弦会偏离轨道轴线，从而导致捣固区边坡错位。为此设计了一个自动的随动控制来移动弦的后端，以保证弦在拨道小车“C”处位于轨道轴线上。

在简单设计的机器上，安装一个吊钩装置来代替自动随动控制。吊钩装置是安装在弦的前端点还是后端点，由设计来决定。

如果曲线需要保持张紧得很好，可以在自动的弦随动装置上再安装一个吊钩装置。移动拨道量传感器上的拨叉使弦距其中心位置一个给定值（约 15mm），这样，产生的信号“H1”通过一个独立的放大装置“19”输送给弦调节马达“20”。测出正矢“H2”，其与“H1”的差值按照修正的比例改变。调整弦的同时一个模拟信号送给修正值补偿电位计“21”，产生的计数信号在综合输送管线中被取消，这一变化是由于调整造成的。

由于理论正矢作为拨道量而产生的差值依然存在。在弦的调整不变的情况下，由于存在补偿，所以保留测量过程。一旦拨道值传感器达到中间位置，弦的随动就被拨道。在装备弦的机械吊钩装置的机器上，固定的平衡补偿器“Man. Comp.”随着位置而改变。

#### 4. 拨道系统设计

#### 4.1 设计系统的几何原理

以一条理想的曲线通过固定点去校直轨道，其存在的误差“FD”应按相反的方向去调整。相对减小的拨道误差被传送到拨道小车“C”上的拨道点。

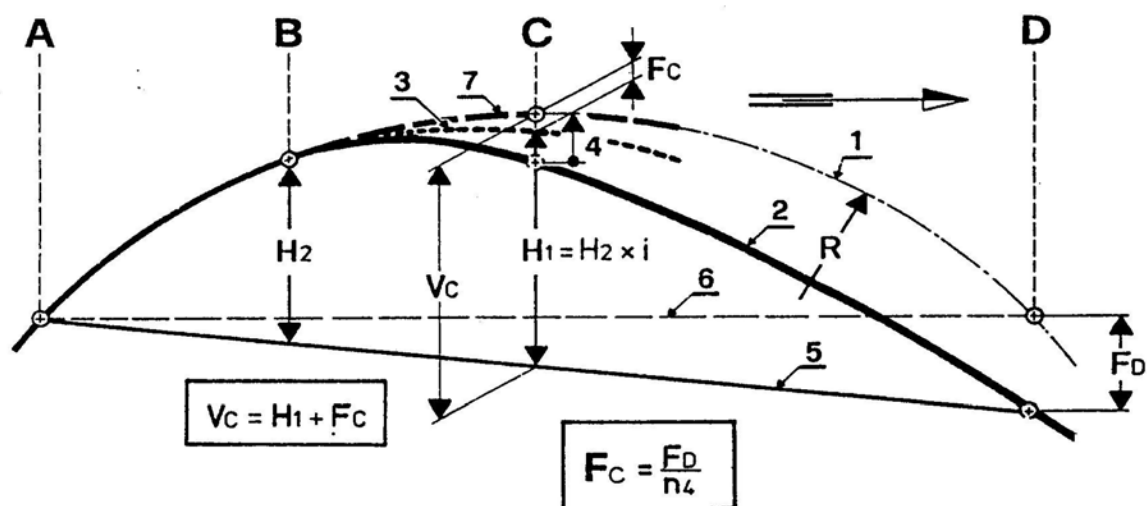


图 11 四点系统

1 = 理想线路    2 = 拨道前的线路    3 = 无误差校正时拨道后的线路    4 = 拨道量  
5 = 拨道弦的实际位置    6 = 拨道弦的理论位置    7 = 有误差校正时拨道后的线路

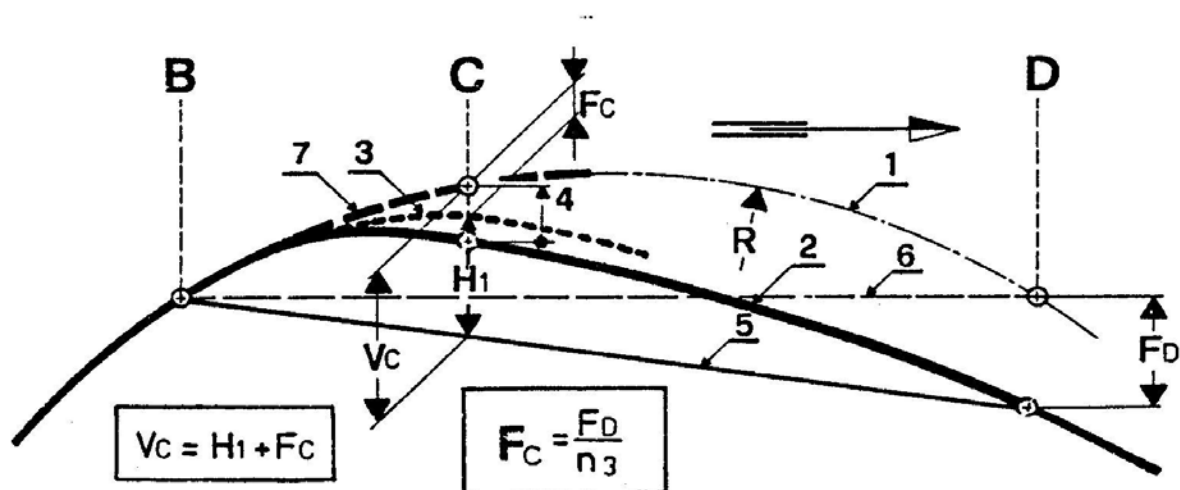


图 12 三点系统

## 调整的理论正矢 H1

## 4.2 设计系统的作用原理

### 4.2.1 遥控和准直装置

安装在前张紧小车“D”上的激光接器板通过准直装置和遥控装置被校直成一直线，遥控电位计产生一个模拟信号相对减少并传送到拨道点。

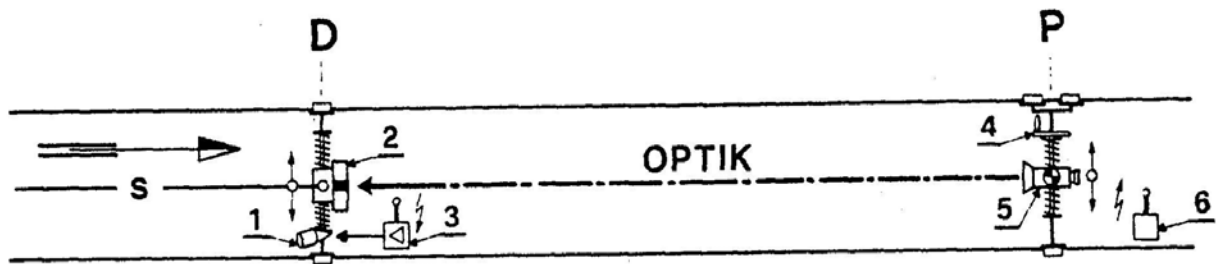


图 13

图中：

D = 前张紧小车

P = 激光发射小车

S = 测量弦

1 = 伺服电机

2 = 激光接收器

3 = 伺服电机控制器

4 = 激光发射器调整手轮

5 = 激光发射器

6 = 遥控发送器

#### 4.2.2 激光自动拨道

由激光接收器的自动调节装置调节拨道弦的前端点与激光束的中心位置在一条直线上。

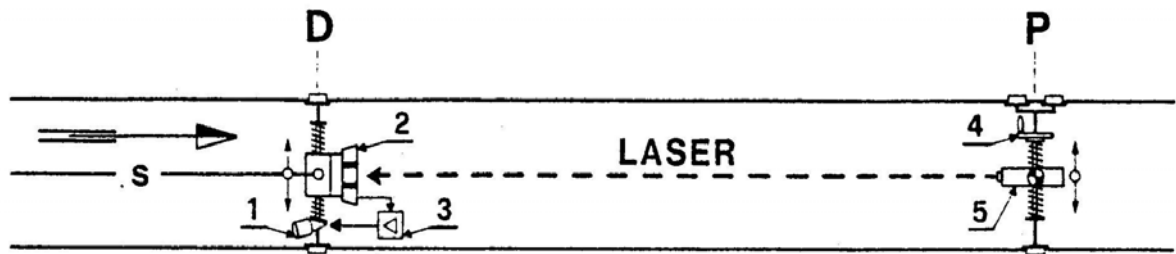


图 14

图中：

- D = 前张紧小车
- P = 激光发射小车
- S = 测量弦
- 1 = 伺服电机
- 2 = 激光接收器
- 3 = 伺服电机控制装置
- 4 = 激光发射器调整手轮
- 5 = 激光发射器



### 4.3 拨道误差的确定与调整

#### 4.3.1 手动系统

拨道误差通过大约每隔 5 米进行一次测量并标记在轨道上（光学准直装置、弦等）的办法来确定。在拨道作业中，这些误差数值被输入到拨道电路中，从而消除 D 点偏差对拨道点的影响。

确定移动量的另外一种办法就是图解法或理论计算法（例如对称正矢值相等）。这些方法不准确，如固定点法。由于有光学设备，所需的移动量可以通过一个附加的数字电位计直接传送到拨道系统的拨道点。这一方法主要应用于移动量由邻近轨道的距离决定的情况下。

#### 4.3.2 具有准直和遥控装置的拨道

一台准直装置安装在机器前方的轨道上（固定点），并根据拨道误差进行横向调整。准直控制台安装在弦前端的调整装置上，并在作业之前放置到所需的位置上。准直装置指向激光接收板的中心，并且位置固定。机器向前移动，前张紧小车跟随轨道的几何形状，因此准直控制台按照拨道误差偏离准直线。通过遥控，在准直装置位置的操作人员调整移动量，使准直控制台重新回到准直线上来。

这个系统从理论上将测量弦从机器前端延伸到准直装置位置，结果明显改善了误差减小率。准直装置和机器之间的距离取决于当天的时间、天气和准直装置的质量。



### 4.3.3 激光束拨道

激光系统和带准直装置的系统之间的区别在于：准直装置和准直控制台被激光接收器和激光发送器所代替。激光系统全自动操作，能处理远达 300m 的距离。借助一套特殊装置，激光束成扇形垂直发射，这样，偶尔的轨道高度变化对系统没有影响。借助一套自动随动控制装置，激光接收器总是位于激光束的中心并由此决定移动量的输入。从机器上来的激光的距离取决于周围的环境（如雨、雪、雾、高温）并由此而进行折算。在好的环境条件（晴天、空气干燥）下，拨道距离可以作适当的延伸。

#### 注意：

这些拨道系统仅仅适用于直线轨道，拨道系统对于曲线也可以适用，但需要相当多的技术输入。



## 4.4 拨道计划的操作

### 4.4.1 第一步

当计划的拨道开始时，通过一系列在理论准直线方向的误差“FD”，依次改变带准直控制台或激光接收器的弦的前端点，并在那拨道随动控制装置。如果拨道误差超过一定值，那么有必要作出一段缓和曲线以过渡。

准直装置或激光装置应尽可能放置在离机器远的地方，以超过拨道误差“F”的值进行横向调整，准直控制台或激光接收器都应将其固定在这个位置。



图 15

#### 4.4.2 第二步和第三步

当计划准备开始，接通随动控制装置，在“C”点进行拨道，轨道会与准直线精确地配合。

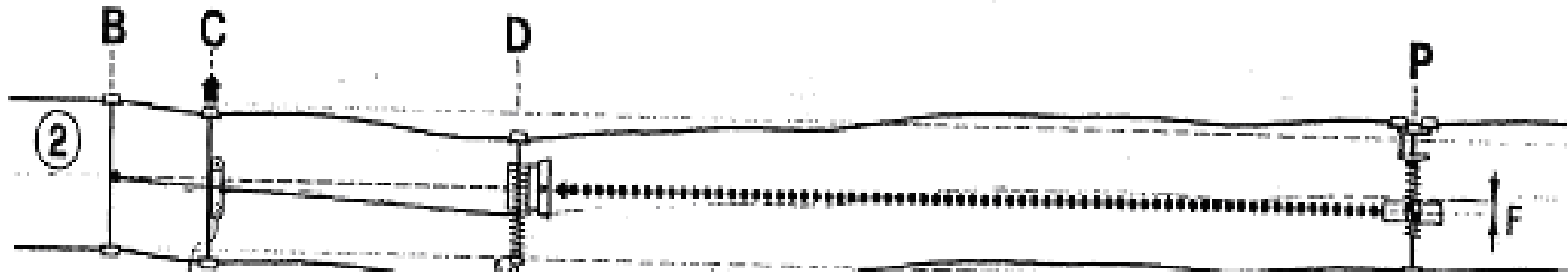


图 16



图 17



#### 4.4.3 第四步和第五步

机器向前移动，弦的前端点仍然与准直线相吻合，机器正准备下一步的拨道作。

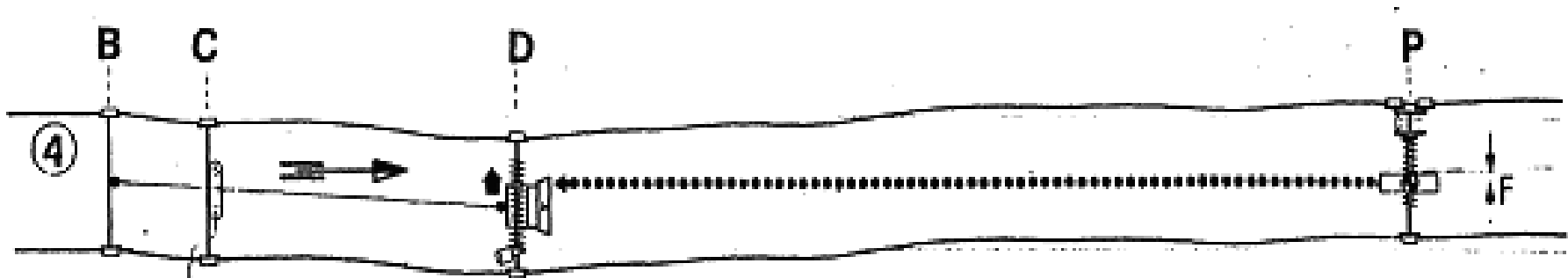


图 18

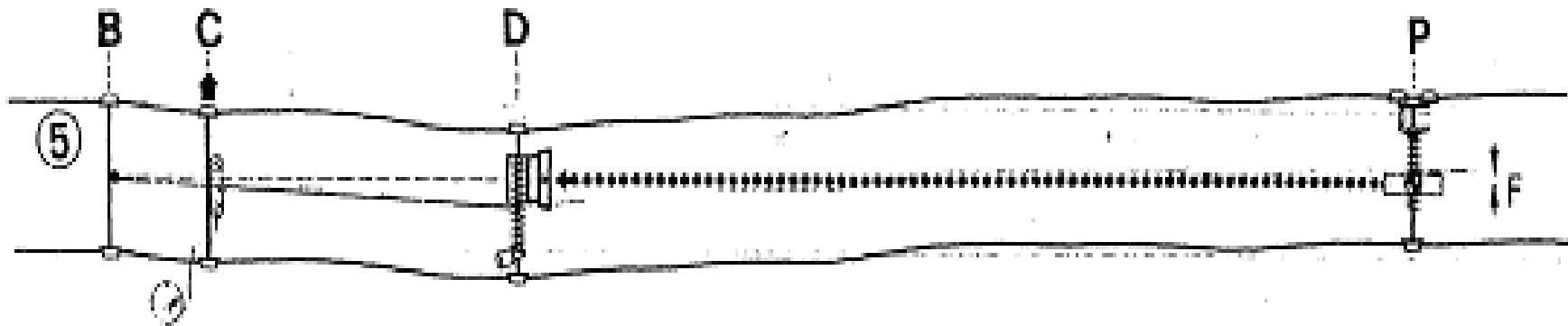


图 18