

技 术 学 习

道岔脱轨事故
调查研究

沈阳铁路管理局技术馆

一、前 言

道岔是线路设备上最垂重的组成部分，由于设备陈旧构造上有缺点以及在运行操纵上和维修保养上存在问题；因而也形成了在线路设备中薄弱的一环。所以机车车辆在道岔上脱轨事故较多，特别是六分之一道岔的导曲线和四开道岔的咽喉有害空间部分，又是在道岔设备中发生脱轨的最多地点。

56年以来大连港站六分之一道岔导曲线上曾经脱轨五次：长春、四平、沈阳、大石桥大连等站在四开道岔咽喉有害空间部分曾经脱轨14次。事故发生后虽经作了调查研究（一般性的），但未能找到真正原因，只得都列为其它责任事故，并未从中吸取教训，当然也找不出

妥善的改善办法。这些事故的发生不仅给党和国家在政治上和经济上带来不良影响和损失，并威胁着运输安全和打乱运行秩序，特别是与党中央提出的“鼓足干劲，力争上游，多，快，好，省地建设社会主义”。总路线的要求是不相适应的。我们认为如果想防止和消灭类似事故的发生，首先必须对发生事故的构成因素查找清楚，以便针对缺点采取措施。为此我们根据总路线技术革命的精神，组成了技术研究小组。由安全监察室和机、工、辆各业务处的工程技术人员，以及现场老年技术工人共同参加下，于6月18日到7月3日到大连地区港，北站对六分之一道岔的导曲线和英式四开道岔的咽喉有害空间，以反菱形交叉的护轨部分等脱轨最多地点进行了调查

研究。所采用的方法：是根据以往统计资料为基础，以边订标边试验，边研究；即以理论和实际相结合的办法，对六分之一道岔异曲线部分，四开道岔咽喉有害空间部分，菱形道岔护轮轨部分，和机车车辆走行关系进行了分析。经调查研究结果，初步摸到了一些规律和脱轨的原因。但由于时间的短促，和技术能力所限，所有原因仍有很多未包括进去，这将有待于今后更进一步地探讨和研究。

兹将这次研究的问题归纳为三项，分述如下：

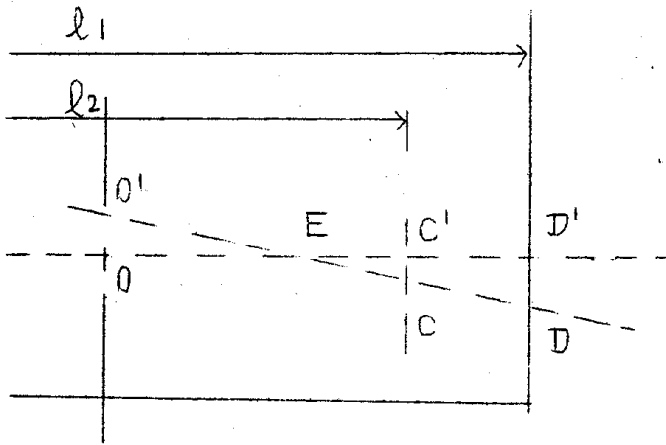
一、40公斤 A $\frac{1}{6}$ 单开道岔异曲线部分有关车辆通过的几个问题。

二、关于40公斤 A $\frac{1}{6}$ 四开道岔的几个问题。

三、关于交叉渡线道岔锐角辙叉的设备问题。

二、40公斤 A $\frac{1}{5}$ 单开道岔导曲线部
分有关车辆通过几个问题：

(一)、小型车辆通过导曲线时的计算



设：

OD' = 车辆中心线

OD = 曲线中心线

车体长 $l_1 = 11495 \text{ mm}$

— 4 —

固定轴距 $l_2 = 6.500 \text{ m}$

曲线半径 $R = 75.000 \text{ m}$

$$\text{中央偏倚 } CC' = \frac{l_2}{8R} = 70.40 \text{ mm}$$

$$\text{两端偏倚 } DD' = \frac{l_1^2 - l_2^2}{8R} = 149.81 \text{ mm}$$

小型車輛（以《86》为例以下同）通过小半径曲线时促使其脱线的主要因素，是轴箱导框左右游间不足与通过速度过高所造成的，兹就导框游间问题作如下探讨。如上图所示 CC' 之值是小型車輛在通过 75 公尺小半径曲线时为了圆滑通过应奥备的导框左右游间尺寸特作如下的试标。

先求 ED' 之值：

$$CC' : DD' = OE : ED'$$

$$\therefore OE = \frac{l_1}{2} - ED'$$

$$\therefore CC' : DD' = \left(\frac{l_1}{2} - ED' \right) : ED'$$

$$\begin{aligned}
 00', ED' &= \left(\frac{l_1}{2} - ED\right) \cdot DD' \\
 200', ED' &= l_1 \cdot DD' - 2ED \cdot DD' \\
 \therefore ED' &= \frac{l_1 \cdot DD'}{2(00' + DD')} = \frac{11.495 \times 149.81}{2(70.40 + 149.81)} \\
 &= 3.910.23 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

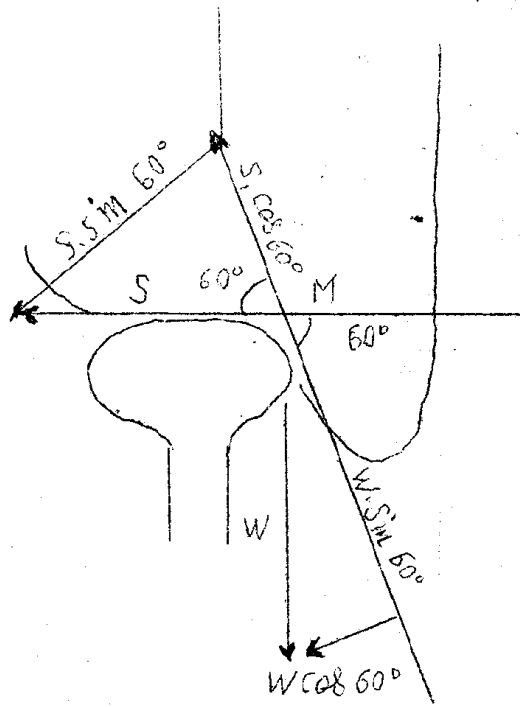
次求 CC' 之值：

$$\begin{aligned}
 \text{tg} E &= \frac{DD'}{ED'} = \frac{149.81}{3.910.23} = 0.0383 = (\text{函数值}) \\
 EC' &= ED' - \left(\frac{l_1}{2} - \frac{l_2}{2}\right) = 3.910.23 - 2497 \\
 &= 1413.23 \text{ mm} \\
 \therefore \text{tg} E &= \frac{CC'}{EC'} \\
 \therefore CC' &= \text{tg} E \cdot EC' = 0.0383 \times 1413.23 \\
 &= 54.13 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

小结：根据1951年7月11日铁技术
(51)字第 394 号部令“货车检修限度标

准”規定固定軸距6公尺的二軸貨車車輛
箱導框右邊遊間不能大於28^{mm}（按曲線
半徑150公尺計標）但按大連港站 $\frac{1}{6}$ 單
道岔75公尺半徑曲線計標則須有54.13^{mm}
的遊間與規定相比較不足26.13^{mm}如系車
體長8400^{mm}固定軸距4200^{mm}車輛的導框
左右遊間應為29.40^{mm}但規定為18^{mm}不足
11.40^{mm}因而障礙蓋車輛不能圓滑通過小
半徑曲線，但根據計標固定軸距6500^{mm}
的CC6小型車兩端偏倚為149.61^{mm}車輛
有效橫動緩衝量148.54^{mm}不足148.54
-149.61=-1.27^{mm}呈為負值但不至於脫
軌。

關於小型車輛通過小半徑曲線時有
關各種作用力的計標



上图中：

S = 车轮作用于钢轨上的水平侧压力

W = 车轮垂直垂直面压力

轮缘外侧与水平线所形成的角度采用 60°

M = 上下侧压力的磨擦点。

又車輪與鋼軌之磨擦係數 μ 之值採
用0.2

垂直壓力 W 形成 $W \cdot \sin 60^\circ$ 與 $W \cdot \cos 60^\circ$
兩分力

側壓力 S 形成 $S \cdot \sin 60^\circ$ 與 $S \cdot \cos 60^\circ$
兩分力

上下側壓力為 $S \cdot \sin 60^\circ$ 與 $W \cdot \cos 60^\circ$

如垂直分力 $W \cdot \sin 60^\circ > S \cdot \cos 60^\circ +$
 $(S \cdot \sin 60^\circ + W \cdot \cos 60^\circ) \cdot \mu$ 即屬於安全。

車輛在運行中任何跳動絕無時則
 $(W \cdot \cos 60^\circ + S \cdot \sin 60^\circ) \cdot \mu$ 之阻力能阻長
 $W \cdot \sin 60^\circ$ 之垂直分力不能脫綫。但車輛
在運行中必然要發生上下跳動而以通過
道岔時振動尤大，若輪緣已形成磨耗
當其跳動刹那之間 M 點向上移動反而增
長坡度方面的分力即垂直分力 $W \cdot \sin 60^\circ$
易騎上鋼軌而脫綫。其騎上鋼軌之力即

爬轨力为

$$S \cdot \cos 60^\circ + (S \cdot \sin 60^\circ + W \cdot \cos 60^\circ) \mu$$

脱线时爬轨力 S_c 与抗爬力 S_n 之关系为

$$W \cdot \sin 60^\circ = S_c \cdot \cos 60^\circ + (S_c \cdot \sin 60^\circ + W \cdot \cos 60^\circ)$$

从

为防止车辆脱线爬轨力 S_c 之值须经常保持等于或小于抗爬力 S_n 之值。大连港站 $1/6$ 单轨道岔导曲线的车辆通过速度按 1958 年 5 月 14 日 92 号局令规定须保持在 15 km/h 及其以下，据此试标，组成爬轨力 S_c 之值的几项主要作用力以便与抗爬力相比较进一步从理论上说明其能否脱线的原因。

1. 车辆的侧压力——车辆通过曲线时，车体由于受离心力的作用向钢轨外侧倾斜轮缘受外侧钢轨抑制又不得向外方冲击而发生侧压力其值为：

$$S_1 = \frac{W \times V^2}{12.7 R} = \frac{8025 \times 4.17^2}{12.7 \times 75} = 146 \text{ 公斤}$$

式中：

S_1 = 侧压力 (公斤)

W = 一个轮自重及负重

$$\frac{12100 + 20000}{4} = 8025 \text{ Kg}$$

$$V = \text{速度} \frac{15 \text{ KM}}{\text{H}} = 4.17 \text{ m/s}$$

R = 曲线半径 75 M

2. 车轮转换方向所需侧压力 —

车辆在曲线上时车轮与曲线方向形成一个角度车辆继续进行则车轮与外侧钢轨接触发生侧压力压缩钢轨车轮先由 a b 方向转换为 a c 方向沿曲线 A B 运行则发生 b c 的加速度由 a 到 a' 所需时间为 t 即是在 t 时间内用 b c 的速度转换车辆方向其加速度以 X 表示之侧压力之

值如下：

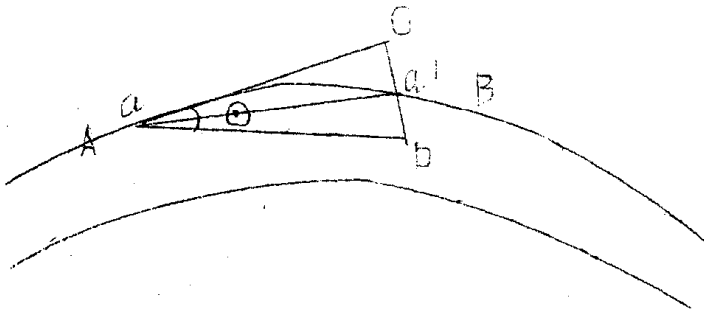
$$X = \frac{bc}{t} = \frac{bc}{2}$$

$$\text{而 } \sin \frac{\theta}{2} = \frac{bc}{ab}$$

$$\therefore bc = 2ab \sin \frac{\theta}{2}$$

又 ab 为 v

$$\text{则 } X = \frac{2v}{t} \cdot \sin \frac{\theta}{2}$$



车辆运行 aa' (l) 所需时间

$t = \frac{l}{v}$ 与半径比较其值很小可作

为圆弧考虑 $\theta = \frac{l}{r} = \frac{3.25}{75} = 0.043$

l 是固定轴距的 $\frac{1}{2}$ ($\frac{6.50}{2} = 3.25 \text{ m}$)

$$\text{則 } S \sin \frac{\theta}{2} = \frac{0.043}{2} = 0.022$$

$$\therefore t = \frac{R}{V} = \frac{3.25}{\frac{1500}{3600}} = 0.78 \text{ 秒}$$

$$\begin{aligned} \therefore \alpha &= \frac{2V}{t} \cdot S \sin \frac{\theta}{2} = \frac{1500}{0.78} \times 0.022 \\ &= 0.0235 \frac{\text{米}}{\text{秒}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{所以側壓力 } S_2 &= \frac{W}{g} \cdot \alpha = \frac{8025}{9.8} \times 0.0235 \\ &= 19 \text{ Kg} \end{aligned}$$

式中： S_2 = 側壓力

g = 地心引力加速度 $9.8 \frac{\text{米}}{\text{秒}^2}$

$W = 8025 \text{ Kg}$

3. 軸領抵抗力 —— 起因于車輛側壓力而誘起之軸領抵抗爬力其值为：

$$F = \frac{\mu p \pi d}{\pi D} = \mu p \frac{d}{D}$$

$$= 0.2 \times 146 \times \frac{0.15}{0.84} = 5 \text{ Kg}$$

式中：F = 轴颈抵抗力 (Kg)

p = 单轮侧压力 146 Kg

d = 轴颈直径 0.15^m

D = 车轮直径 0.84^m

μ = 磨擦系数 0.2

4. 离心力 — 车辆通过曲线时，由于发生离心力导致轮缘磨耗或车轮脱线，离心力与速度的二次方成正比例关系，如能适当的降低车辆通过曲线的速度则可相对的减小车轮对外侧钢轨的侧压力，离心力之值为：

$$G = \frac{W \cdot V^2}{32.2P} = \frac{8025 \times 4.17^2}{322 \times 75} = 58 \text{ Kg}$$

式中：C = 离心力 (Kg)

V = 速度 $15 \text{ KM/H} = 4.17 \text{ m/s}$

W = 8025 Kg

R = 曲线半径 75 m

5. 线路不良发生之横动力——在
长 10 m 的曲线上正矢误差为 25 mm 车辆
通过时由此而发生之横动力 F 如下

车辆通过 10 m 曲线所需时间

$$t = \frac{10}{\frac{1500}{3600}} = 2.4 \text{ 秒}$$

以 t 之值为周期曲线正矢误差 25 mm
的振幅，其加速度 $a = 4\pi^2 \frac{S}{t^2} = \frac{4 \times 3.14^2 \times 2.5}{2.4^2}$
 $= 17.11 \text{ 厘米/秒}^2$

$$\text{横动力 } F = \frac{W}{g} \cdot a = \frac{8025}{9800} \times 17.11 = 14 \text{ Kg}$$

6. 组成爬轨力 S_c 的几项主要作用

力为：

顺号	项 目	计(Kg)
1	车轮侧压力	146
2	车轮转换方向侧压力	19
3	轴颈抵抗力	5
4	离心力	58
5	线路不良发生横动力	14
计	S_c	242

$$\text{爬轨力 } S_c = S_c \cos 60^\circ + \mu \cdot S_c \sin 60^\circ + \mu W \cos 60^\circ$$

$$= 242 \times 0.5 + 0.2 \times 242 \times 0.866 + 0.2 \times 8025 \times 0.5$$

$$= 121 + 41.9 + 802.5$$

$$= 4965.4 \text{ Kg}$$

$$\text{抗爬力 } S_n = W \cdot \sin 60^\circ = 8025 \times 0.866 = 6949.7 \text{ Kg}$$