

鐵路員工技術手冊第五卷第二冊

綫路構造強度計算 工務部門的企業

蘇聯鐵路員工技術手冊編纂委員會編

人 民 鐵 道 出 版 社

鐵路員工技術手冊第五卷第二冊

綫路構造強度計算 工務部門的企業

苏联鐵路員工技術手冊編纂委員會編

韋殿才 广鍾岩 王云章 譯

沈智揚等 校

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五七年·北京

苏联铁路員工技术手册第五卷，系阐述铁路綫路及綫路業務方面的問題。譯本分为五冊出版。本冊內容为該卷之軌道和綫路構造，綫路强度計算原理和工務部門的企業

本書可供工務工作人員作學習參考用。

本卷主編者：魏傑尼索夫（В·Н·ВЕДЕНИСОВ）

本冊著者：偉利果（М·Ф·ВЕРИГО）等

铁路員工技术手册第五卷第二冊

綫路構造强度計算

工務部門的企業

ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКА

ТОМ.5 Путь и ПУТЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО

苏联铁路員工技术手册編纂委员会編

苏联国家铁路運輸出版社（一九五一年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1951

章殿才 广鍾岩 王云章 譯

沈智揚等 校

責任編輯 錢之強

人民鐵道出版社出版

（北京市觀公府17号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第010号

新华書店發行

人民鐵道出版社印刷厂印

（北京市建國門外七聖廟）

書号 874 开本 850×1168 $\frac{1}{2}$ 印張 6 $\frac{1}{2}$ 插頁 1 字數 166 千

1957年12月第1版

1957年12月第1版第1次印刷

印數 0001—1,500 册 定价（10）1.10元

目 录

軌道及綫路構造.....	1
軌道的構造.....	1
道口和車擋.....	56
綫路標誌.....	65
綫路强度計算原理.....	81
垂直力作用下綫路各部分的計算.....	83
水平力作用下綫路各部分的計算.....	149
工务部門的企業.....	155
枕木防腐工厂.....	155
工务机械修理企業.....	197

軌道及綫路構造

軌道的構造

确定軌道構造的基本特征是：軌距，兩股鋼軌面按水平的相互位置，鋼軌內傾度，軌道在平面上的曲度以及在綫路縱断面轉折点处軌道在垂直面中的曲度。

軌距 a 是兩鋼軌头部內側面間的距离。这个距离，是要在軌头側面与軌头頂部側面圓弧二者的相交处的水平面上，垂直於綫路縱向中心綫的方面来測定的（圖1）。

根据兩股鋼軌在水平上的相互位置，得出一股鋼軌头部頂面高於一股鋼軌头部頂面的超高度 h （圖2）。

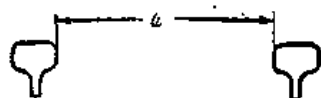


圖1. 軌距的測量

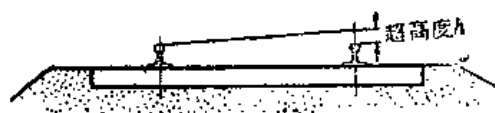


圖2. 一股鋼軌對另一股鋼軌的超高度

軌底坡是鋼軌的對稱中心綫与鉛直直綫所成的傾斜角的正切數值（圖3）。

在鐵路縱向中心綫（在平面內）變更方向处要設置彎道（即綫路的曲綫地段）。彎道的主要部分通常用圓曲綫。在圓曲綫与直綫之間，或在不同半徑的圓曲綫之間，用一種具有漸變曲度的緩和曲綫來加以連接。

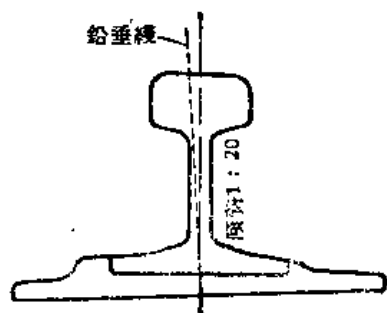


圖3. 軌底坡

鐵路綫路縱斷面的坡道之間以豎曲綫來联接，在大多數的情況下，這些豎曲綫是一些具有固定曲度的圓曲綫。

按照上述那些確定軌距構造的全部基本特征，規定了軌道維修的容許誤差。

關於建築接近限界的問題及鐵路綫路強度計算，也是同確定軌道構造的那些基本特征分不開的。

直綫軌道構造

軌 距

蘇聯鐵路直綫上軌距寬度，按照固定全蘇標準 3542-47，是在連結兩鋼軌頂面的水平綫以下距離 f 處測量之， f 的數值如第 I 表所列。

與兩股鋼軌頭部相切的面和測量軌距寬度處的面
二者之間的距離 f

第 I 表

鋼軌類型	P65	P50	P43	P38	III-a	IV-a
f (公厘)	11.9	10.3	13.8	13.8	12.5	13.0

蘇聯鐵路技術管理規程規定，寬軌鐵路直綫上的軌距等於 1524 公厘。直綫上的軌距不容許大於 1530 和小於 1522 公厘，只有設在兩曲綫間的短的直綫插入地段才可以例外（見 12 頁）。在容許範圍內的軌距誤差，應當平順地變化，每一延長公尺不大於 1 公厘。

對於窄軌鐵路，全蘇標準 4938 規定：直綫軌距的標準寬度為 750 公厘。此外，還有軌距寬度為 883，900，914 及 1067 公厘的鐵路。

在軌距為 750，883，900，914 及 1000 公厘的鐵路上，軌距容許有下列尺寸的誤差：最多加寬 4 公厘，最多減小 2 公厘；對於

軌距寬度1067公厘的鐵路：最多加寬6公厘，最多減小2公厘。

軌距寬度和輪對尺寸結合起來，確定了輪緣和鋼軌頭部側面之間的全部活動量的數值。這些活動量是必需的，這是為了避免輪對楔入軌道間，以致引起列車走行阻力的增加、鋼軌和車輪磨耗的加劇以及綫路在平面內的紊亂。但如活動量過大，則

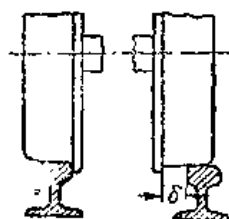


圖1. 輪緣與鋼軌間的活動量

當機車車輛搖擺時或當列車駛入曲綫時，輪緣將會打擊鋼軌，因此活動量應選擇最適當的尺寸。

輪緣和鋼軌頭部側面之間的活動量的尺寸，當軌距為1524公厘時，照例在距離車輪踏面的中間圓周的切綫的水平綫之下10公厘處計量之（圖4）。

對於軌距為1524公厘和各種輪對的設計寬度[●]，輪緣與鋼軌頭部側面之間的總活動量如下面所列：

軸 別	總活動量（公厘）
機車	20
帶鋼輪的車輛與煤水車	18
帶鑄鐵輪的車輛	17

考慮到綫路的容許誤差及輪對的磨損，總活動量將會有一個變動範圍，如第2表所列。

輪緣與鋼軌間的總活動量（公厘）

第2表

軸 別	最 小 δ 最小	最 大 δ 最大
機車.....	13	45
帶鋼輪的車輛與煤水車.....	11	40
帶鑄鐵輪的車輛.....	9	44

在表2中未考慮入鋼軌可能的彈性變形以及因車軸的彈性撓

● 輪對寬度係指兩輪緣的外側距離，在距離車輪踏面中間圓周的切綫的水平綫下10公厘處計量之。

曲而引起的輪對寬度的變化。經驗證明，綫路直綫地段在养护得良好時，鋼軌的彈性展寬不會超過 4 公厘。輪對寬度的彈性變化等於 ± 2 公厘。

鋼軌頭部側面與輪對的輪緣之間的總活動量：

$$\delta = S_0 + \Delta_s - [l + \Delta_l + 2 \cdot (h + \Delta_h)] + 2\xi,$$

式中 S_0 ——軌距的設計寬度；

Δ_s ——軌距設計寬度的誤差；

l ——輪對的設計寬度（輪緣內垂直面間的距离）；

Δ_l ——輪對的設計寬度的誤差；

h ——輪緣的設計厚度，在距离車輪踏面中間圓周的切線的水平綫下 10 公厘處計量之；

Δ_h ——輪緣的設計厚度的誤差；

ξ ——在輪緣和車輪接觸的點與計量軌距寬度處的點之間的水平投影。

計算結果表明， $0 \leq \xi \leq 2$ 公厘，視鋼軌及輪箍的磨損程度而定。

在計算總活動量 $\delta_{\text{最小}}$ 及 $\delta_{\text{最大}}$ 的極限值時，採用相應的容許誤差（為維修綫路和輪對所規定的）作為 Δ_s 、 Δ_l 和 Δ_h 。

鋼軌按水平的相互位置

在軌距為 1524 公厘的及窄軌鐵路的直綫地段上，兩股鋼軌的頂面應位於同一水平上。

直綫地段上兩股鋼軌的水平誤差，在軌距寬度為 1524 及 1067 公厘的鐵路上，不容許大於 4 公厘；在軌距寬度為 750，883，900，914 及 1000 公厘的鐵路上，不容許大於 3 公厘。

為了減少列車對於綫路的沖擊影響，按照寬軌鐵路的綫路养护標準，對三角坑應立即消除，三角坑是指兩股鋼軌在小於 25 公尺的距离內，分別在兩側逐漸發生水平誤差不管其順坡的坡度是多大。

窄軌鐵路的綫路养护标准規定：長度小於10公尺而順坡的坡度大於0.001的三角坑必須消除，即使水平誤差是在容許範圍以內的話。

軌 底 坡

为使列車沿着鋼軌作平穩运行，將輪箍做成圓錐形。而为了保証將压力由圓錐体的輪箍正常地●傳達到鋼軌上，鋪設鋼軌時須設軌底坡。

在直綫地段上，兩股鋼軌都向着內側傾斜。鋼軌对称中心線對於鉛直方向的傾斜角度規定為 $2^{\circ}52'$ 。通常用這一傾斜角度的正切來表示軌底坡，其數值等於 $1/30$ 。

按照綫路养护規則，直綫地段上的軌底坡可由 $1/15$ 到 $1/30$ 。不容許：在半節鋼軌的長度內，軌底坡有 $1/30$ 及其以上的變化。

上述有關軌底坡的标准，同樣適用於寬軌及窄軌鐵路上。

曲綫上的綫路構造

當車輛在曲綫上运行时，車輪和鋼軌之間發生相當大的橫向水平力。

這種水平力的大小視下列因素而定：車輛在曲綫上运行时所發生的離心力；由於曲綫上兩股鋼軌头部水平的不同而產生的水平的重力分力；輪箍與鋼軌間的摩擦力；及作用在車輛上的牽引力。因為當車輛在曲綫上运行时，車輛的不同車輪與鋼軌之間出現着大小不等、方向不一的一些水平力，所以車輪對於鋼軌的垂直压力與車輛在直綫上运行时所發生的那些力來比，也將同樣起變化。

當車輛駛入曲綫及駛出曲綫時，車輪對於鋼軌的水平力和垂直压力也都將不斷地發生變化，這是由於車輛系沿着複雜的曲綫軌道在空間轉動着的緣故。

● 即車輪压力與鋼軌頂面垂直——編者註。

当車輛在曲綫上运行或进出曲綫时，車輪和鋼軌間發生的那些力的大小的計算理論和方法，以及曲綫上軌距的一些个别尺寸和機車、車輛的走行部分的一些尺寸彼此之間几何关系的計算（按照几何学解决內接問題），見苏联鐵路員工技术手冊第6卷『機車进入曲綫』的那一章。

当車輛在曲綫上运行时，为了保証行車安全，减小車輛对軌道的作用力和旅客不舒适的感觉，在構造方面規定了下列一些措施：

- a) 加寬軌距，必要时鋪設护輪軌或其他特殊設備；
- б) 外軌設置超高度；
- в) 鋪設具有不同軌底坡的外軌及內軌；
- г) 在直綫与圓曲綫之間，或在兩個不同半徑直接相連的圓曲綫之間用緩和曲綫加以联結；
- д) 內股鋪設短軌。

曲綫上的軌距

曲綫上軌距加寬（較直綫部份）是和車輛在曲綫中內接（在平面上）的特点有关，也就是和車輛处於軌道中的位置有关。

內接分为兩種：动力的和靜力的。其中每种又可分为自由的和強制的。

动力內接是当車輛在曲綫上运行时，所产生的离心力、風力以及掛鉤上沿半徑方向的分力三者的联合作用力使剛距[●]兩端軸上的車輪緊貼着曲綫的外軌（圖5 剛距的位置Ⅱ）。

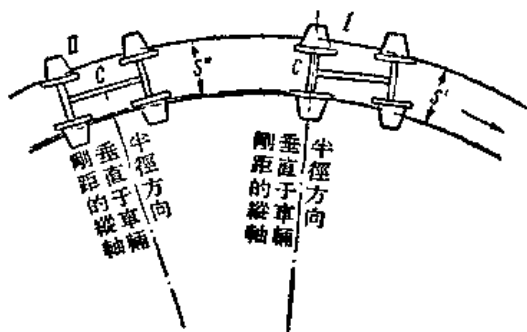


圖5. 曲綫上車輛的动力和靜力內接

● 車輛的剛距是指車輛兩端軸綫間的距離，無論是在直綫上或曲綫上运行，這兩軸總是彼此平行。詳細請參照苏联鐵路員工技术手冊卷6“機車車輛”的“蒸汽機車在曲綫中的內接”那一章。

如果这些力的联合作用力不够大，不能使剛距兩端軸上的輪緣緊貼外軌，那末就形成靜力內接（圖5，剛距位置I）。

動力內接時，如果沿著曲綫內軌滾行的輪緣與內軌之間有空隙，那末這種內接稱為動力的自由內接。如沒有空隙，則稱為動力的強制內接。

如果軌距是這樣的大，使得車輛在靜力內接時，僅僅有一個剛架的任何兩個車輪的輪緣緊貼於鋼軌，那末就形成靜力的自由內接。

如果軌距不夠靜力自由內接的寬度，而且車輛是以一個剛距中的三個或更多的輪緣緊貼於鋼軌，那末就形成靜力強制內接。

在一般運營條件下，不應容許靜力的和動力的強制內接，因為它們將使走行阻力增加、使鋼軌和輪箍的磨損加劇以及使綫路在平面中紊亂。

動力內接一般發生在高速行車時。計算結果指出，雙軸車輛的動力內接將發生在速度遠超過100公里/小時時（在半徑大於400公尺的曲綫上）。形成動力內接的速度，將視輪箍沿著鋼軌滑動的磨擦係數，內外股鋼軌水平的不同以及車輛上的風壓力而定。使雙軸20噸貨車形成動力內接的速度，可以下面公式來計算：

$$v \geq \sqrt{\left(\frac{2.55f}{2.13 + 0.67f} + \frac{h}{S_1} + \frac{wG}{G} \right) gR},$$

式中 G ——車架重量；

w ——車輛側面單位面積上所受到的沿半徑方向的風壓力（公斤/平方公尺）；

Q ——車輛側面積（平方公尺）；

R ——圓曲綫半徑（公尺）；

v ——車輛在曲綫上的運行速度（公尺/秒）；

g ——重力加速度（公尺/秒²）；

f ——滑動摩擦係數。乾燥的鋼軌及輪箍， $f=0.25$ 。當鋼軌頭部有霜時， f 會減低到0.065。

摩擦系数及風力等對於內接性質会有很大影响。例如：当鋼軌上有霜及風力为100公斤/平方公尺（强暴風时）时，在任何速度下运行的双軸車輛都能形成动力內接。

上述計算公式中必需的車輛側面上沿半徑方向的風压力 w （公斤/平方公尺），可按下列公式計算：

$$w = K v_g^2,$$

式中 v_g ——風速（公尺/秒）；

K ——系数，視空气密度及承受压力的表面形式而定。

整体的表面， $K=0.085\sim 0.125$ ；格子的表面 $K=0.078$ 公斤秒²/公尺⁴。

确定任何一种車輛通过曲綫时所必需的軌距寬度，或者确定在一定的曲綫半徑和軌距寬度下車輛通过該曲綫的極限条件，都是用車輛通过曲綫时形成內接的几何形态来进行計算的。

在确定任何一种車輛通过曲綫所必需的軌距寬度时，应用計算方法来規定在运营条件下軌距的最小及最大容許寬度。

由於在正常运营条件下不容許形成强制內接，所以保証某一种車輛在曲綫上正常运行所必需的最小軌距 $S_{норм}$ ，是由該种車輛在曲綫中形成靜力自由內接的条件来决定；此时，軌距寬度

$$S_{норм} \geq S_g + \frac{\delta_{норм}^*}{2},$$

式中 S_g ——該車輛在該半徑的曲綫中形成强制內接时的軌距寬度；

$\delta_{норм}$ ——同一車輛在直綫上时輪緣与鋼軌头部內側間的最小活动量。

进行計算 S_g 时，須考虑到为了保証該機車車輛进入曲綫的那些構造特点，如：軸的橫动，沒有輪緣的車軸和具有不完全

* 有时 $S_{норм} = S_g + \frac{\delta_{норм}}{2}$ 称为正常强制內接的軌距寬度。軌距更大时，称为普通的自由內接。

的（很小的）輪緣的車軸，以及在独立的轉向架上配置車軸的部分，这些轉向架對於車輛的剛距能作角度的橫向的或其他的移动。

在必要的情况下，当計算內接时，应考虑到機車与煤水車間联結構造的一些特点，这些特点限制帶有煤水車的機車通过小半徑的曲綫。这种限制情形之所以發生是由於联结杆箱中的联结杆的頂紧，緩冲套管的行程受到限制（В ограничители хода）以及其他等等原因。車輛間彼此互相联结的情形会影响到列車中車輛的內接形式，这种联结能够确定互相联结在一起的車輛安全插入的最大容許角度（这一角度視下列因素而定，如自动掛鈎的構造，互相联结的車輛的紧貼在一起的緩冲器圓盤的彼此間的最大容許移动量，以及其他等等）。

在确定靜力强制內接的軌距寬度的計算方法时要考虑：軸的橫动，具有無輪緣的及帶有很小的輪緣的車輪，在独立的、不同構造的轉向架上配置的車軸部份。

以及由於各車輛間的联结情形的內接条件的一些限制。

最大容許軌距寬度，決定於車輛的車輪可能發生脫軌（落在軌道內側）的条件。最大軌距寬度決定於这一条件，即輪箍在軌头上的投影 α_0 （圖6），这个投影称为輪箍在鋼軌上的掩盖面寬度，当在与車輛走行部分具有維修誤差最不利的結合下，不应小於那个数值，即在
那个掩盖面寬度下，車輛的車輪有落在軌道內側的危險。

輪箍掩盖鋼軌的寬度

$$\alpha_0 = a + t + h - S_1 \text{ (公厘)},$$

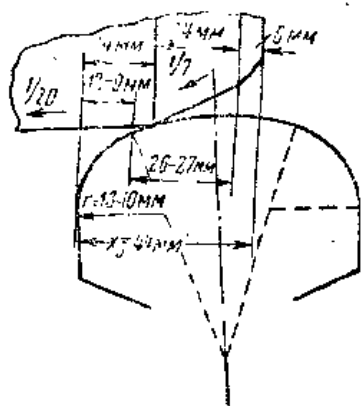


圖6. 輪箍掩盖的鋼軌寬度

式中 a ——輪箍寬度（公厘）；

t ——輪對內側距離（公厘）；

h ——輪緣厚度（公厘）；

S_1 ——為了確定掩蓋面寬度的軌距寬度（公厘）。

在計算掩蓋面寬度時也要考慮到鋼軌的彈性擠開（它在曲綫中達到 9 公厘）以及輪對寬度在載重下的變化（± 2 公厘）。對於標準軌距（直綫上為 1524 公厘的）綫路，將軌距及輪對的彈性變形估計在內，掩蓋面寬度不應小於 38 公厘。

不同半徑的曲綫的軌距標準見第 3 表。

曲綫軌距及加寬

第 3 表

曲綫半徑（公尺）	軌距標準（公厘）	軌距加寬（公厘）
651 及以上	1524	0
650~451	1530	6
450~351	1535	11
350 及以下	1540	16

同時不論在曲綫上還是直綫上，都容許軌距比標準寬度大 6 公厘和小 2 公厘。因此，在任何情況下都不容許曲綫中軌距寬度大於 1546 公厘和小於 1522 公厘。曲綫中這種軌距標準（考慮到軌距容許窄一些）保證着雙軸和四軸車輛的自由內接，這些雙軸和四軸車是行駛在綫路上的車輛的主要部分。對於機車，這種標準容許在某些曲綫中形成靜力的正常強制內接。

窄軌鐵路的軌距標準。見第 4~9 表。

曲綫軌距的加寬，是將內軌向曲綫中心移動。從直綫地段的标准軌距過渡到曲綫上規定的（大一些的）軌距，是在緩和曲綫的範圍內進行的（如沒有緩和曲綫則在綫路的直綫部分進行），自曲綫的始終點標開始，將內軌向內移動，在每一延長公尺的綫路上，移動量不大於 1 公厘。

曲綫軌距 (軌距 750 公厘)

第 4 表

曲綫半徑(公尺)	軌距 (公厘)
301 及以上	750
300~201	755
200~101	760
100 及以下	764

曲綫軌距 (軌距 883 公厘)

第 5 表

曲綫半徑 (公尺)	軌距 (公厘)
301 及以上	883
300~201	888
200~101	893
100 及以下	898

曲綫軌距 (軌距 900 公厘)

第 6 表

曲綫半徑 (公尺)	軌距 (公厘)
351 及以上	900
350~251	905
250~151	910
150 及以下	915

曲綫軌距 (軌距 914 公厘)

第 7 表

曲綫半徑 (公尺)	軌距 (公厘)
351 及以上	914
350~251	920
250~151	925
150 及以下	930

曲綫軌距 (軌距 1000 公厘)

第 8 表

曲 綫 半 徑 (公 尺)	軌 距 (公 厘)
401 及以上	1000
400~301	1005
300~201	1010
200 及以下	1015

曲綫軌距 (軌距 1067 公厘)

第 9 表

曲 綫 半 徑 (公 尺)	軌 距 (公 厘)
601 及以上	1067
600~441	1072
440~321	1077
320~241	1082
240~201	1087
200~171	1092
170 及以下	1094

当一种半径的曲线过渡到另一种半径的曲线，而中间没有直线插入段时，加宽递减应在大半半径曲线范围内进行，在线路每一延长公尺上加宽 1 公厘。

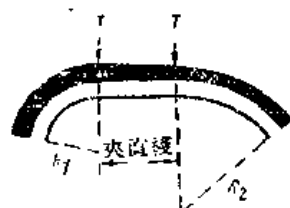


圖7. 兩圓曲綫間無緩和曲綫而以短的直綫插入段連結時軌距寬度的遞減示意圖

如两个相鄰的不同半径的圓曲綫，中間沒有緩和曲綫，而是用直綫插入段彼此連結的，但直綫插入段的長度又短於遞減長度加上 25 公尺，則在整个直綫插入段的範圍內將大半半径曲綫的加寬尺寸轉變到小半半径曲綫的加寬尺寸（圖 7）。

曲綫上鋪設护軌

为了防止鋼軌和輪緣側面磨耗的加劇，以及鋼軌可能的移动起見，在軌道內，內軌及外軌附近鋪設护軌。在許多情況下，在內軌附近鋪設护軌，已足够防止上述現象的發生。

內軌附近須鋪設护軌，当最大軌距为：

$$S_{\text{ннб}} = 1540 \text{ 公厘，如 } e_{\text{ннб}} > 16 \text{ 公厘} > e_s,$$

式中 $e_{\text{ннб}}$ ——正常强制內接時必需的軌距加寬；

e_s ——强制內接時的軌距加寬。

如果綫路上鋪設的是輕型上部構造，則在下述情況下仍應鋪設护軌，即：虽能保證正常强制內接，但对綫路进行觀察的結果却証明外軌有加劇磨耗及移动的情形。

鋪設了护軌，就要增加（40% 及以上）車輛的走行阻力。因此，应避免在正綫上鋪設护軌，仅在特殊必須的情況下才使用它。

当鋼軌移动時，在鋪設护軌以前，应研究一般曲綫加强的可能性：每节鋼軌上增加枕木根数；在曲綫上鋪設較重型的鋼軌；安裝軌撐或軌距桿；加寬道床及仔細地夯實枕木盒中的道碴。只

有在用上述方法不可能保証行車安全，或者採用這些措施在經濟上不合理的情況下，才應該採用鋪設護軌的方法。

如果使用護軌是為了減少鋼軌磨損，那末鋪設護軌的措施就應與在鋼軌頭部側面塗油的方法加以比較。

為了在技術上可能使車輛通過曲線，而必須使軌距寬度做成大於1540公厘時（軌距加寬大於 $e_0 = 16$ 公厘），則在兩股鋼軌旁都鋪設護軌。

如上所述，鋪設護軌就防止了外股鋼軌側面磨耗的加劇及外軌移動，因為在鋪設護軌後，通過曲線的大多數車輪（圖8）的輪緣就不再緊貼於外股鋼軌上。此時，橫向水平力（在沒有護軌時，它由外側車輪的輪緣傳到外軌上），在鋪有護軌時，就用內側車輪傳到護軌上。

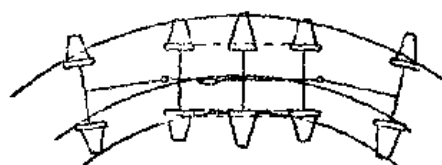


圖8. 內軌旁的護軌對車輛的作用

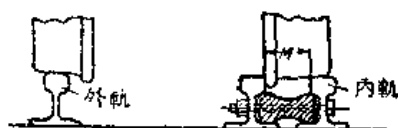


圖9. 護軌與內軌的聯結構造

橫向水平力的一部分由護軌本身承受，而另一部分則經過螺栓和襯塊傳到內軌上。此時，橫向水平力不是傳到內軌頭部上，而是經過螺栓傳到鋼軌腰部，這就是說，低得很多[●]（圖9），這樣也就減輕了扣件（道釘或螺紋道釘）的工作，也增加了鋼軌的穩定性。

為了保証鋪在內軌旁的護軌的正常工作，必須計算護軌輪緣槽的寬度（護軌與所靠鋼軌之間的淨距 M ，要使得在外軌上滾動的车輪的輪緣不致緊貼於外軌，或者只是與外軌有接觸，並要使各種車輛沿內軌滾動的所有車輪都能進入內軌與護軌間的輪緣槽中。

● 是指護軌傳遞於內軌的水平力的傳遞線遠較外輪直接傳遞水平力於外軌時為低——編者註。