

井底車場設計圖冊

上海煤礦設計院編

北京科學出版社

井底車場設計圖冊

上海煤礦設計院編

煤炭工業出版社

752.21
564-2
14

0168798

內 容 提 要

本書共分二部分，第一部分全面地闡述了井底車場的設計原理。其中，對井底車場的型式作了合理的分類與分析，系統地介紹了井底車場軌道鋪設的平面布置及其縱斷面的計算，特別是對中央式暨井筒果筒的相互位置與井底車場的關係進行了專門的研究。設計中常用的計算公式和各種系數均已編成表，有助於設計人員提高工作效率。

第二部分收集了二十餘種具有代表性的我國新建礦井的井底車場詳圖，供設計參考。

除設計人員外，本圖冊也可供基建人員及礦業學院師生參考。

1228

井底車場設計圖冊

上海煤礦設計院編

煤炭工業出版社出版(社址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

開本850×1168公厘 $\frac{1}{16}$ 印張9 $\frac{2}{16}$ 插頁2 字數109,000

1959年9月北京第1版 1959年9月北京第1次印刷

統一書號：15035·901 印數：0,601—3,000冊 定價：1.55元

前 言

几年来，我国的煤矿设计技术在党的领导和苏联无私的援助下，有了很大的进步。本书能够出版，首先应当归功于苏联专家对我们的亲切指导；此外，在设计技术上我们也经常得到各兄弟院的帮助，在本图册中也有他们的劳动成果。

井底车场是建井工程中的主要部分之一，不论是在设计或施工中，其工程量都占相当大的比重。鉴于有关同志迫切的希望能见到一本讲述井底车场设计原理的书籍，所以我们编成本书。由于我们的设计技术水平低，生产实践经验少，对某些理论性问题缺乏研究，以及由于目前各设计院对某些个别的技术原则和设计方法尚不完全统一，本书未能充分的将各兄弟院宝贵的设计经验一一列入，我们诚恳的希望读者对本书的缺点和不当之处来信指出。

本书基本上是按照设计程序编排的，内容力求精简、具体、实用，对许多常用的计算公式和系数都尽可能汇编成表，读者可以直接查用。本书还附有二十余种具有代表性的我国各新建矿井的井底车场详图，以供参考。

本书的设计原理部份由戴天全同志编著，图册部份由赵志圣同志汇编，张务逸同志参加了第六章和第七章的编写工作。此外，在编写过程中，黄业熙和刘子萱工程师，赵孝若、周人龙、张务逸、徐应樵、彭毓全、朱文良等同志参加了组织和修订工作。本书的图、表主要由常罗赛同志计算，由王海江和陈洪兴等同志绘制。

上海煤炭设计院采矿业系

1958年5月

目 录

前 言	
第一部分 井底車場設計原理	
第一章 井底車場的形式	3
第1节 豎井井底車場的基本型式	3
第2节 斜井井底車場的基本型式	5
第3节 非井底車場形式的選擇	7
第二章 軌道綫路連接系統	7
第1节 鋼軌及道岔	7
第2节 彎道及其連接的類型和計算	9
第3节 道岔與彎道的連接	14
第三章 軌道綫路總平面布置	22
第1节 非筒相互位置的計算	22
第2节 儲車綫長度的確定	22
第3节 井筒相互位置與儲車綫長度的關係	26
第4节 總平面布置的計算	35
第四章 軌道綫路縱斷面的計算	39
第1节 礦草的运行阻力和自動運行	39
第2节 馬夫門鐵路布置和計算	41
第3节 儲車綫的坡度	46
第五章 井底車場的通過能力	47
第1节 調度因素的編制	47
第2节 通過能力的計算	51
第六章 井底車場巷道	52
第1节 巷道斷面的確定	52
第2节 支架方式的選擇及其計算	55
第3节 礦岔	57
第七章 場內峒室平面布置	75
第1节 布置峒室的原則	75
第2节 水倉和清理井底斜巷的計算	77
第二部分 井底車場設計參考圖(第79頁以后)	

第一部份 井底車場設計原理

第一章 井底車場的类型

井底車場是由若干連接和環繞井筒的巷道組成，是井下運輸的樞紐站。采出的全部矿产均需由此轉井筒提升到地面。从地面向井下运送各种設備和材料也要通过井底車場。

井底車場是由下列綫路組成：

1. 儲車綫——即容納空、重車輛的專用綫路。其中包括主井（主要提升井筒）的重車綫和空車綫，副井（輔助提升井筒）的重車綫和空車綫，以及停放材料車的支綫。矸石如用專門的箕斗提升時，停放矸石車的綫路也屬於儲車綫。

2. 行車綫——即調度空、重車輛的运行綫路。如連接主、副井的空、重車綫的繞道，調車支綫等。供礦車出入罐籠的馬頭門（罐籠井筒與井底車場連接部分）綫路，也應屬於行車綫。

除上述主要綫路以外，在井底車場內還設有各種輔助綫路。如水倉通道，清理箕斗井底的斜巷及其通道，通向各洞室的綫路等。此外，開鑿于井底車場內的各种洞室，也是組成井底車場的主要部分。

按井筒的类型，井底車場分为豎井的和斜井的两大类。而其中豎井井底車場又分为箕斗井的、罐籠井的和兩者兼備的。斜井井底車場又分为串車提升的、箕斗提升（或運輸機）的和兩者兼備的。按井底車場範圍內井筒的數目，又可以分为單井筒的車場和雙井筒的車場。

第 1 节 豎井井底車場的基本型式

在目前的設計中，年产量三十万吨以上的豎井，多半是采用环形的井底車場，或者副井的儲車綫是尽头的，而主井的儲車綫仍然是环形的。仅在副井生产能力很小，或礦車不允许反向時，才采用尽头式的運輸系統。

根据井底車場內連接空、重車綫的繞道对主要運輸巷道（平巷或石門）的利用程度，环形豎井井底車場可分为“臥式”、“斜式”和“立式”三种基本类型。

臥式車場的特点是全部利用主要運輸巷道作为車場的繞道。正规的臥式井底車場的馬頭門綫路平行于主要運輸巷道。

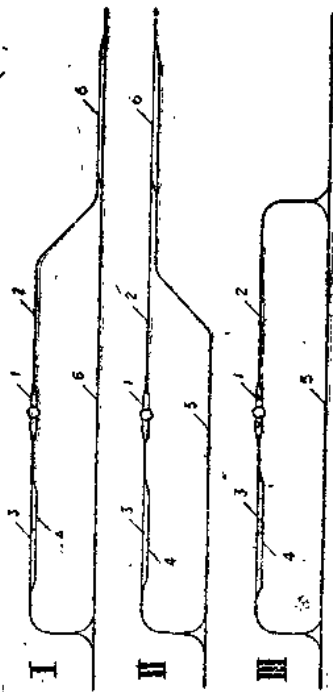


图 1 一个罐籠井筒的臥式井底車場

图 1 是單井筒的臥式車場。雙軌的馬頭門綫路(1)表示在井筒內裝有两个罐籠。馬頭門綫路的右側直接與重車綫(2)相連，左側是空車綫(3)，其旁邊設有材料車支綫(4)。I和II

形在車場的右端設有調車支綫(6)。从右翼来的列車駛入調車綫以後，機車頭需繞行到列車的尾部才能將列車頂入重車綫。从左翼来的列車經繞道(5)駛入調車綫以後，可以直接將列車頂入重車綫。Ⅱ形沒有調車支綫，重車綫與繞道之間也是用三角道來連接，因此，其調車較為簡便。但Ⅰ和Ⅱ形的調車支綫對於重車綫具有“緩沖”的作用，也就是說，當重車綫上車滿的時候，列車照常可以進入車場，機車頭仍然可以繞行到空車綫去拉運空列車駛出車場。此外，當礦井的生产能力不大時，还可以利用調車支綫作為重車綫的一部份，以縮短儲車綫的長度。這些都是Ⅱ形不可能具有的優點。Ⅱ形的調車支綫與繞道不在同一直綫上；因此只有當井底車場是开普于两个煤层或煤层群之間，儲車綫與煤层走向垂直時，才能採用這種形式。其繞道和調車支綫代替了两个煤层或煤层群之間的貫穿石門。

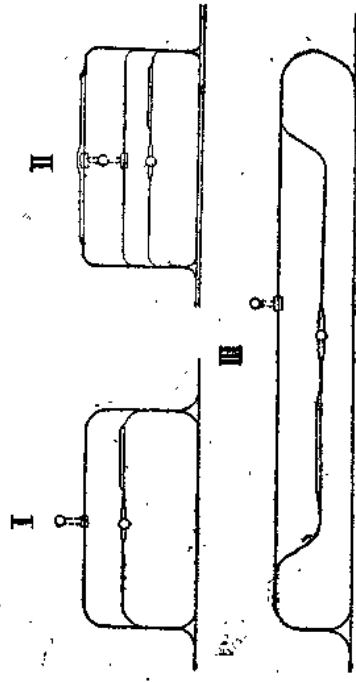


图2 双井筒的式井底車場

图2表示井底車場範圍內具有一个箕斗井筒(主井)和另一个罐籠井筒(副井)。两个井筒各設有自己专用的空、重車儲車綫。若主井也是用罐籠提升，則除在主井儲車綫上增加一段馬頭門綫路以外，对井底車場的形式并无任何改变。Ⅰ形是中、

小型礦井最常用的一种形式。Ⅱ形是因为在主井井筒內同时还裝設有提升矸石的箕斗，因而專門設置了一條停放矸石車的空、重車綫。此外，为了增加井底車場的通过能力，增設了一條平行于主井井筒的繞道。機車頭頂載重列車入主井重車綫以後，不需要再繞行整个井底車場即可由此到达主、副井的空車綫，因而大大地减少了機車的調度時間。这种車場能够滿足大型礦井所需的通过能力。Ⅲ形是新建礦井很少运用的一种形式。

斜式井底車場只能局部利用主要運輸巷道作為車場的繞道。空車綫與主要運輸巷道之間，还需要另开凿一條繞道，才能將整个井底車場連接起來。

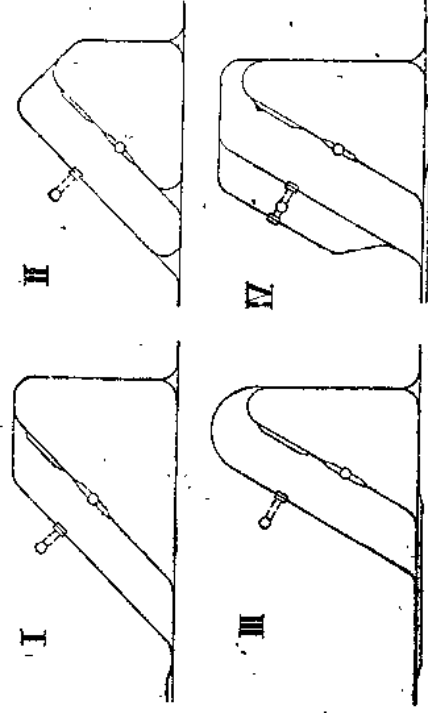


图3 斜式井底車場

图3是四种不同形式的双井筒斜式車場。它們的基本区别在于主、副井空車綫之間，以及主、副井空車綫與繞道之間的連接方式各不相同。Ⅰ形的頂部是平的；Ⅱ形的頂部是斜的；Ⅲ形比頂部是半径相当大的圓弧；Ⅳ形的頂部也是平的，但其副井空車綫與繞道的連接方式与Ⅰ形不同。

至于井筒或儲車綫的數目，主、副井重車綫与繞道的連接方式，以及繞道上是否有調車支綫、或者是双軌繞道等，都不能視為区分斜式車場的基本特征，因为它们并不影响整个井底車場綫路的結構，而仅取决于車場的通过能力。

图3所示的主井都是箕斗井筒。其实，也可以是罐籠井筒。此时除多一段井底馬头門綫路以外，对井底車場綫路的結構不会引起形式的改变。此外，如果把图中的主井及其儲車綫去掉，即是三种不同形式的单井筒的斜式車場。

儲車綫与繞道的位置可以互換，即儲車綫垂直于主要運輸巷道；而繞道与主要運輸巷道斜交。或两者均垂直于主要運輸巷道(图4)。

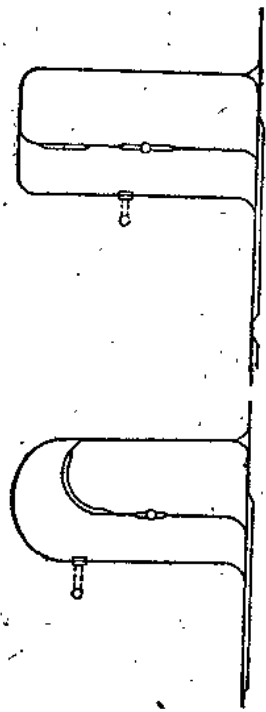


图4 儲車綫垂直于主要運輸巷道的斜式井底車場

立式井底車場不能完全利用主要運輸巷道作为車場的繞道。正規的立式井底車場的馬头門綫路垂直于主要運輸巷道。

图5的四种形式在綫路的結構上无基本的区别。I形是单井筒的。II形表示在一个井筒内同时裝設有提煤的箕斗和作輔助提升的单罐籠。为了增加井底車場的通过能力，繞道和主要運輸巷道之間設有一条专供空列車駛出車場的通道。III形是一般中、小型矿井最常用的一种形式，在儲車綫与主要運輸巷道之間設有關車支綫。当井筒在運輸水平远离主要運輸巷道、其

間需用很长的石門來連接时，最宜采用这种立式車場。IV形多条矸石車綫，也有調車支綫。如果，在調車支綫上专门設置一台調度电动机車，則这个車場的通过能力是相当大的。

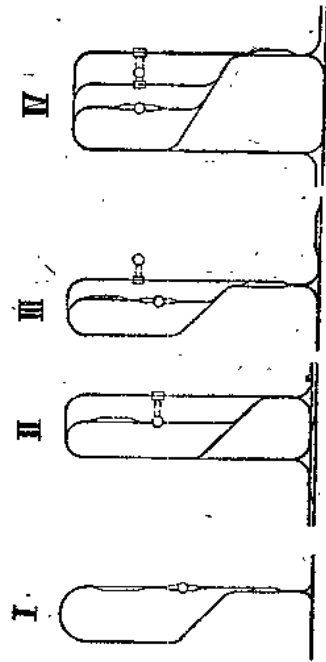


图5 立式井底車場

以上各图所介绍的环形式暨井底車場，仅仅是极少数几种所謂正規的形式。在实际运用中，由于具体条件不同，个别綫路的結構是变化无窮的。本图册主要就是向讀者介紹我国的許多新建矿井实际所采用的井底車場的形式。

通风水平的井底車場多半是尽头式，運輸量很大时也可以采用环形式。本图册也收集有通风水平的环形式車場。

第2节 斜井井底車場的基本型式

根据井底車場內調度車輛的方式，斜井井底車場分为“頂車式”和“环形式”两种基本类型。

頂車式井底車場內，空、重車輛的調度均借助于調車支綫。图6是两种典型的双面頂車的斜井車場。I形的主井(1)是采用双軌(双軌)串車提升，利用主要運輸平巷作儲車綫；副井(2)是單軌提升，其儲車綫开凿于主要運輸平巷的頂板或底板內。II形表示主井是用双箕斗提升，为了便于布置箕斗裝載

设备洞室，主井儲車綫需开凿于主要平巷的頂板或底板內（若主井与主要平巷不在同一斜面則不受此限制）；副井是双鉤提升，儲車綫設于主要平巷內。

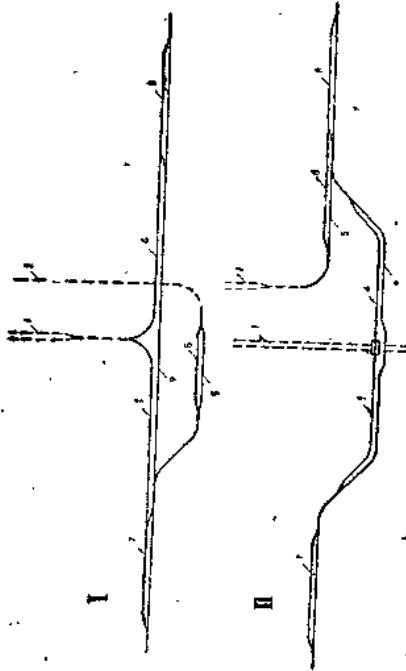


图 6 頂車式井底車場

I形和II形的調車方式完全相同：从左翼駛入車場的載重列車进到調車支綫(7)以后，機車頭需繞行到列車的尾端才能将列車頂入主井重車綫(3)。同样，機車頭經繞道(9)到主井空車綫(4)拉出空列車以后，也要利用調車支綫(8)調換方向。但从右翼来的列車其調車極其簡便：載重列車經繞道(9)駛入調車支綫(7)以后，就可以直接将列車頂入主井重車綫。反回到主井空車綫拉运空列車时，也不需要調換機車頭的方向。因此，从右翼来的列車在車場內調度的時間比左翼列車要短很多。如果左翼来的煤量比右翼多，則图中空、重車綫的位置应当互換。但到副井儲車綫調度車輛时，左翼和右翼列車的調度時間是相同。图中(5)为副井重車綫，(6)为副井空車綫。

图7是井底車場範圍內只有一个井筒，或虽有二个井筒但其中一个不作提升用时的頂車式車場。I和II形表示井筒內是

双鉤串車提升，III和IV形是单箕斗(或双箕斗)提升。IV形表示井筒与儲車綫(主要运输平巷)不在同一斜面內。

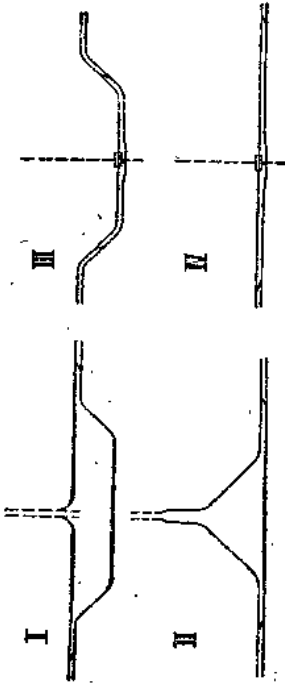


图 7 單井筒的頂車式井底車場

环形式斜井車場的綫路結構和調車方式与环形式豎井車場基本相同。井且也可以分为臥式、斜式和立式三种基本类型。因此，不再作重复的介紹。图8的III形表示斜井是沿煤层的傾斜方向开凿的。

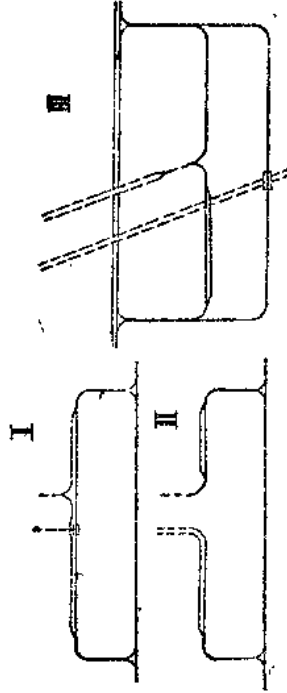


图 8 臥式斜井井底車場

在本图冊內，对斜井車場的形式收集得很少。但讀者可以根据这些基本形式和第三节所述的原则，拟訂适合于矿井具体条件的綫路結構和調度系統。

此外，我們还可以向讀者推荐，沈阳煤矿設計院的同志們，对斜井井底車場的設計，富有許多宝贵的經驗。

場的運輸能力的條件下，應盡量減少非底車場內運輸機械的類型和數量。

3. 操作安全；符合保安規程、技術操作規程和設計技術方向的規定。應盡量避免在緊靠儲車綫或轉角大於90度的彎道上頂很長的列車。

4. 礦井單位生產能力所需的井巷工程數量最小。根據第一節對環形式暨井車場的分類和分析，由於臥式車場能充分利用主要運輸巷道作繞道，因此其井巷工程數量最省（假設主要運輸巷道不計算在非底車場的工程量內）。其次是斜式車場。立式車場的工程數量最大。頂車式斜井車場的非巷工程量在任何情況下都小於環形式車場。

此外，所選擇的井底車場在施工時有可能在極短的時期內使各井筒彼此之間、整個車場與主要運輸平巷之間能迅速貫通。

第二章 軌道綫路連接系統

當井底車場的形式選定之後，首先是布置和計算軌道綫路的平面尺寸。整個井底車場內各綫路彼此之間可以按照多種不同的方式進行連接。要計算這些連接點的尺寸，必須把它們解剖成一個一個的元件——即所謂的連接系統。

本章就是講述計算彎道及其與道岔的各種連接系統的方法。

第1節 鋼軌及道岔

現行設計技術方向規定井底車場運輸軌道採用下列類型鋼軌：

第3節 井底車場形式的選擇

合理選擇井底車場的形式，是設計井底車場的首要問題。現將確定井底車場形式的各主要因素分列于下。

1. 礦井的生產能力；
2. 井田的開拓方式和通風系統；
3. 根據地面的地形、鐵路、風向等因素所確定的礦井地面生產系統的布置方式；
4. 井底車場範圍內井筒的數目及其相互位置；井筒內提升容器的類型及其布置方式；
5. 主要運輸巷道和井底車場內的運輸方式；運輸機械的類型和機械化程度；

反之，所選擇的井底車場，必須滿足下列各項要求。

1. 能保證礦井生產能力所需的運輸能力；保證所有的輔助提升工作不受任何限制。特別是對大型礦井，在車場的富餘能力不多的情況下，必須考慮到當礦井增產時，井底車場能夠擴建。

增加井底車場運輸能力的主要方法是增添車場內的行車綫，以及在必要時設置專門的調度絞車或調度電機車。例如，圖2 II形主井儲車綫旁的繞道；圖5 II形和IV形的連接繞道和主要運輸巷道的通道，以及IV形的停放調度電機車的調車支綫等，都是為了增加車場的運輸能力而設置的。此外，將連接空、重車綫的繞道鋪設成雙軌綫路，可以增加井底車場內同時容納的電機車的台數。對大型礦井的車場，應盡量避免使牽引電機車兼作調度之用，以縮短其在車場內逗留的時間。

頂車式斜井車場一般只能滿足中、小型礦井的生產能力。但如果在調車支綫上設置調度絞車，其運輸能力也是相當大的。

2. 調車簡單；管理運輸所需的工作人員數最少。在保證車

对很少运行电机车的轨道用 15 公斤/公尺的钢轨，而道岔和弯道使用 18 公斤/公尺的轨型。

第 2 节 弯道及其连接的类型和计算

弯道的半径

井下轨道线路许可的最小弯道半径 $R_{m,n}$ 取决于车辆的轴距 S_n 和行车速度 v 。其关系式如下：

$$R_{m,n} = C \cdot S_n \quad (1)$$

式中 C ——决定于行车速度的系数；当 $v < 1.5$ 公尺/秒， $C = 7$ ； $v > 1.5$ 公尺/秒， $C = 10$ 。此外，当弯道的转角大于 90 度时，无论行车速度如何均采取 $C = 10$ 。

按 (1) 式计算出的数值应增加成为以公尺为单位的整数。现行设计技术方向对井底车场主要运输线路的弯道半径规定为：

1. 600 公厘轨距 12~15 公尺；
2. 900 公厘轨距 15~20 公尺。

对这个规定的两限数值可以这样理解：在很少运行电机车的轨道，特别是在空轨道上使用下限数值；车辆在来频繁的行轨道采用上限数值。也即是说，在同一井底车场内主要弯道的半径不一定要相等。

今后，在本图册内各有关的计算表中，将采取下列弯道半径 (公尺)。

单个矿车运行的辅助线路	电机车运行的主要线路	缓和弯道
6, 8, 9	12, 15, 20	30, 35

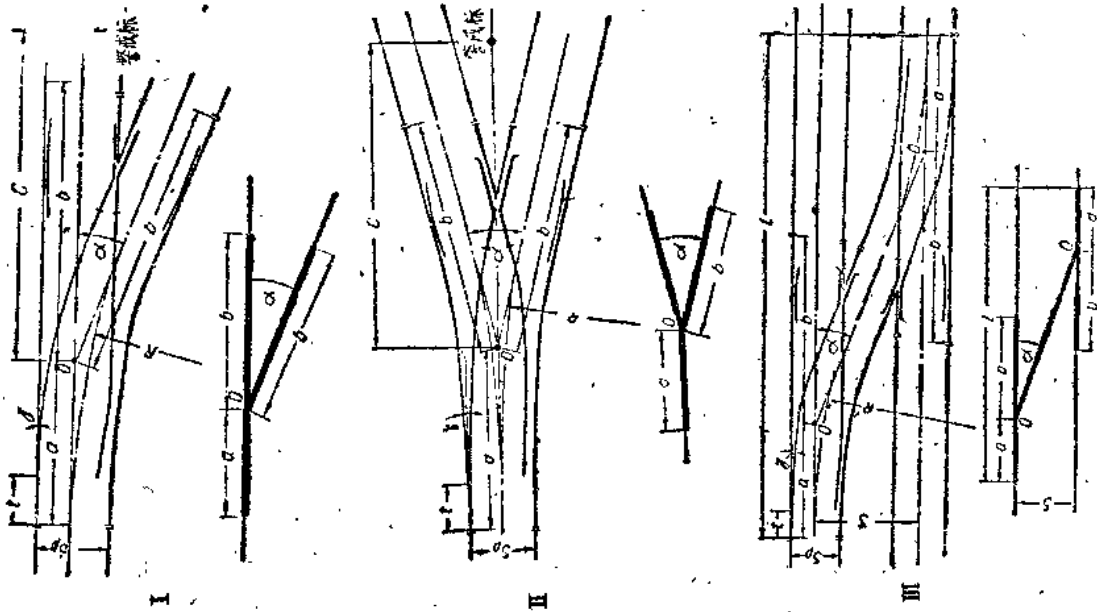


图 9 道岔及其单线计算图
I—不对称道岔；II—对称道岔；III—单线道岔。

緩 和 綫

为了减少車輛在弯道上运行的阻力和增加行車的安全，弯道的外軌需要高于內軌，軌距也需要加寬。

当弯道与道岔或与另一个方向相反的弯道相連接时，若要使整个弯道都能获得外軌超高和軌距加寬的全值，那末必須在其兩相連接之間，鋪設一段坡度不大于1%的直綫。这一段連接弯道与道岔或連接兩异向弯道的傾斜鋼軌，即是所謂的“緩和綫”。

弯道外軌需高于內軌的数值，按下式計算：

$$\Delta h = 100 \frac{S_p \cdot v^2}{R} \text{ 公厘} \quad (2)$$

式中 S_p ——軌距，公尺；

v ——車輛在弯道上运行的速度，公尺/秒；

R ——弯道半径，公尺。

若取緩和綫的坡度等于1%，車輛在弯道上运行的速度低于2公尺/秒，則緩和綫和綫的长度

緩和綫的长度 表 3

R	d (公尺)	
	$S_p = 600$ 公厘	$S_p = 900$ 公厘
6	4.0	6.0
8	3.0	4.5
9	2.7	4.0
12	2.0	3.0
16	1.6	2.4
20	1.2	1.8
30	0.8	1.2
36	0.7	1.0

在弯道处軌距加寬之值取决于弯道半径和車輛的軸距，但根据計算其他远远小于 Δh （一般不超过15公厘）。因此，按公式

(3)計算的緩和綫长度，是足以符合加寬軌距的要求。

在連接系統中加入了緩和綫以后，增加了其弯道(連接点)

的长度和体积。因此，在目前的設計中一般都沒有采用緩和綫。

車輛在弯道上运行的軌跡

在講述計算弯道連接系統之前，还得先介紹車輛在弯道上运行的情况。設綫段 AB 为車箱沿軌道方向的中心綫(图10)，其长度为 L (对照图 II)， L_1 和 L_2 分别代表任一車輪的軸心至車箱前边和后边的垂直距离， S 和 G 两点表示車軸所在位置，軸距为 S_a 。

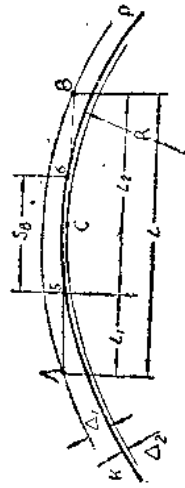


图 10 車輛在弯道上运行的軌跡

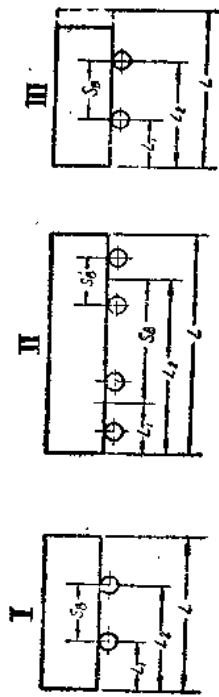


图 11 車輛的計算尺寸

很明显，当車輛在直綫道上运行时，整个車箱中心綫 AB 永远与軌道中心綫在同一垂直面內。但当車輛在弯道上运行时(图10)，中心綫的两个端点 A 和 B 就要凸出于軌道中心綫以外。其值 Δ_1 可用下列公式計算：

当 $K > L_2$ 时

$$\Delta_1 = \frac{L^2 - S_a^2}{8R} \quad (4)$$

当 $L_2 > K > L_1$ 时

$$\Delta_1 = \frac{(L^2 - S_0^2)K}{8RL_2}; \quad (5)$$

当 $K < L_1$ 时

$$\Delta_1 = \left(L_1 - \frac{K}{2}\right) \sin \beta. \quad (6)$$

式中 β —— 弯道的轉角(度);

R —— 弯道半径(公尺);

K —— 弯道长度(公尺), $K = R \frac{\beta^\circ}{57.3}$.

此外, 我們从图10还可得知: 車箱中心綫 AB 的中点 C_1 凸出于軌道中心綫的内側一个距离 Δ_2 。其值用下列公式計算:

当 $K > S_0$ 时

$$\Delta_2 = \frac{S_0^2}{8R}; \quad (7)$$

当 $K < S_0$ 时

$$\Delta_2 = \frac{K^2}{8R} + \frac{S_0 - K}{2} \sin \frac{\beta}{2}. \quad (8)$$

双軸車輛 Δ_2 之值很小, 可視之为零。

上述各計算公式还可以說明这样一个問題: 若把 Δ_1 和 Δ_2 之值給以一定限制, 比方說不許它們大于一数值 U_1 和 U_2 , 那末就可以根据这些公式反算出在此情况下的弯道半径 R 。例如, 公式(4)的反算式为

$$R = \frac{L^2 - S_0^2}{8U_1} \quad (9)$$

异向弯道连接系統(綫路的平移)

若將綫路平行移动某一距离 S (图12), 其間必須有两个异向的弯道才能够把折断了綫路連接起来。

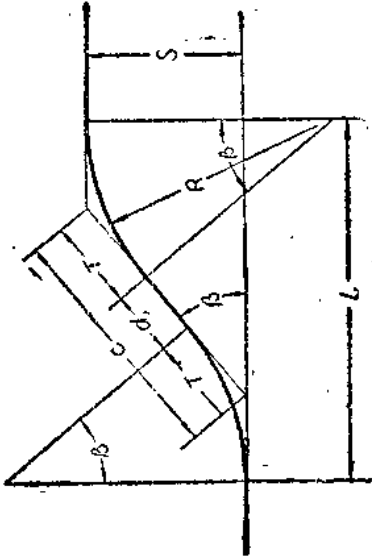


图 12 綫路的平移

設計时, 通常是已知平移距离 S , 选定弯道半径 R ; 由此計算出連接系統中各部分的尺寸, 其程序如下:

1. 求两异向弯道之間, 直綫部分的长度

$$d_1 = S_0 + 2d$$

式中 S_0 —— 在該綫路上运行的軸距最大的車輛的軸距, 公尺;

d —— 緩和綫长度, 公尺。

2. 确定轉角

$$\beta = \delta - \text{arc sin} \left(\frac{P}{d_1} \cos \delta \right)$$

式中

$$P = 2R - S;$$

$$\delta = \text{arc tg} \frac{2R}{d_1}$$

3. 求連接系統的长度

$$L = 2R \sin \beta + d_1 \cos \beta$$

4. 求連接系統的斜長

$$C = 2R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + d_1$$

按計算的結果，不管求得的 β 值如何，都不應該取 β 角大於90度。

雙軌綫路分支點

圖13是雙軌綫路分支的連接點。由於車輛在彎道上的外伸，可能使在兩條綫路上的車輛之間的間隙小於保安規程的規定(200公厘)。因此必須在彎道與直綫段連接處鋪設一段“緩和彎道”。

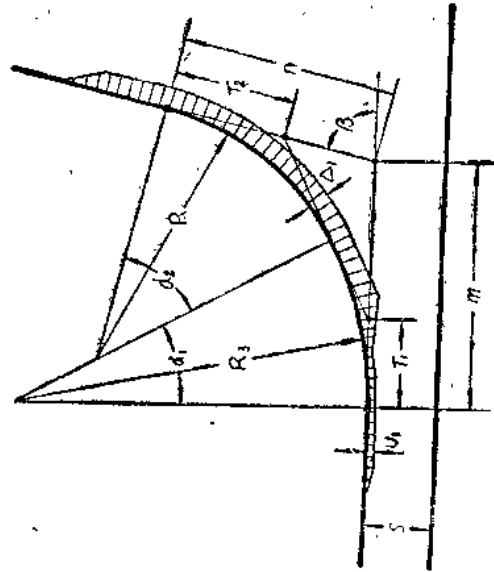


圖13 雙軌綫路分支點

1. 根據公式(9)緩和彎道的半徑

$$R_a = \frac{L^2 - S^2}{8U_1}$$

緩和彎道的作用是使車輛在直綫段的外伸尺寸 U_1 ，小於在兩綫路上運行的車輛之間所容許的間隙減小的數值。例如，軌道中心綫間的距离 $S=1300$ 公厘，車輛的最大寬度 $B=1030$ 公厘，保安規程容許車輛之間的最小間隙為200公厘，那末

$$U_1 = 1300 - 1030 - 200 = 70 \text{ 公厘。}$$

即

$$U_1 = S - B - 200 \text{ 公厘。}$$

2. 緩和彎道的轉角

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{L_1 + \sqrt{L_1^2 + 2R_a(\Delta_1 - U_1)}}{R_a}$$

式中 Δ_1 ——車輛在半徑為 R 的基本彎道上的外伸尺寸，按公式(4)計算；

L_1 ——車輛的前軸至車箱前邊的垂直距離(圖11)。

3. 基本彎道的轉角

$$\alpha_2 = \beta - \alpha_1.$$

4. 求 m 和 n 的长度

$$m = T_1 + (T_1 + T_2) \frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta}$$

$$n = T_2 + (T_1 + T_2) \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta}$$

式中

$$T_1 = R_s \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2}; \quad T_2 = R \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2}.$$

關於上述各公式的計算數值列於表4，該表是按各型电机

双轨线路分支点的尺寸

表 4

7-KP-600/900型电机车: $L=4260, S_n=1100, L_1=1580, R_3=35$ 公尺																		
β°	R=12公尺						R=15公尺						R=20公尺					
	α_1	α_2	T_1	T_2	m	n	α_1	α_2	T_1	T_2	m	n	α_1	α_2	T_1	T_2	m	n
30	7°56'	22°04'	2426	2340	6007	3654	7°16'	22°44'	2223	3015	6272	4340	6°28'	23°32'	1978	4166	6885	5550
40	7°56'	32°04'	2426	3449	7275	4709	7°16'	32°44'	2223	4406	7799	5710	6°28'	33°32'	1978	6026	8860	7428
45	7°56'	37°04'	2426	4023	7922	5279	7°16'	37°44'	2223	5127	8588	6442	6°28'	33°32'	1978	6990	9879	8418
50	7°56'	42°04'	2426	4612	8584	5881	7°16'	42°44'	2223	5868	9397	7204	6°28'	43°32'	1978	7986	10938	9451
55	7°56'	47°04'	2426	5223	9264	6514	7°16'	47°44'	2223	6636	10225	8004	6°28'	48°32'	1978	9016	12035	10528
60	7°56'	52°04'	2426	5861	9975	7179	7°16'	52°44'	2223	7486	11100	8847	6°28'	53°32'	1978	10090	13184	11659
65	7°56'	57°04'	2426	6526	10716	7888	7°16'	57°44'	2223	8268	12012	9733	6°28'	58°32'	1978	11208	14387	12841
70	7°56'	62°04'	2426	7220	11495	8635	7°16'	62°44'	2223	9144	12975	10674	6°28'	63°32'	1978	12384	15659	14106
90	7°56'	82°04'	2426	10444	15172	12219	7°16'	82°44'	2223	13209	17532	15161	6°28'	83°32'	1978	17862	21693	20096
8-APB-600/900型电机车: $L=4550, S_n=1100, L_1=1725, R_3=35$ 公尺																		
30	8°36'	21°24'	2632	2268	6208	3733	7°53'	22°07'	2412	2932	6436	4397	7°03'	22°57'	2153	4058	6996	5583
40	8°36'	31°24'	2632	3373	7499	4770	7°53'	32°07'	2412	4318	7978	5717	7°03'	32°57'	2153	5915	8979	7456
45	8°36'	36°24'	2632	3945	8150	5333	7°53'	37°07'	2412	5036	8767	6480	7°03'	37°57'	2153	6877	10007	8446
50	8°36'	41°24'	2632	4534	8818	5933	7°53'	42°07'	2412	5775	9679	7240	7°03'	42°57'	2153	7863	11066	9474
55	8°36'	46°24'	2632	5143	9505	6562	7°53'	47°07'	2412	6540	10419	8039	7°03'	47°57'	2153	8894	12167	10550
60	8°36'	51°24'	2632	5776	10216	7227	7°53'	52°07'	2412	7335	11296	8878	7°03'	52°57'	2153	9961	13317	11679
65	8°36'	56°24'	2632	6434	10964	7929	7°53'	57°07'	2412	7828	11901	9377	7°03'	57°57'	2153	11075	14524	12867
70	8°36'	61°24'	2632	7126	11749	8678	7°53'	62°07'	2412	9034	13179	10704	7°03'	62°57'	2153	12244	16797	14126
90	8°36'	81°24'	2632	10321	15440	12257	7°53'	82°07'	2412	13066	17744	15188	7°03'	82°57'	2153	17678	21833	20113
10-KP-600/900型电机车: $L=4240, S_n=1100, L_1=1570, R_3=30$ 公尺																		
β°	R=12公尺						R=15公尺						R=20公尺					
	α_1	α_2	T_1	T_2	m	n	α_1	α_2	T_1	T_2	m	n	α_1	α_2	T_1	T_2	m	n
30	8°47'	21°13'	2301	2248	5594	3637	7°57'	22°03'	2088	2924	5851	4311	7°06'	22°54'	1863	4052	6466	5513
40	8°47'	31°13'	2301	3352	6859	4685	7°57'	32°03'	2088	4303	7365	5683	7°06'	32°54'	1863	5904	8450	7397
45	8°47'	36°13'	2301	3925	7511	5275	7°57'	37°03'	2088	5026	8151	6417	7°06'	37°54'	1863	6868	9448	8392
50	8°47'	41°13'	2301	4513	8162	5871	7°57'	42°03'	2088	5766	8955	7184	7°06'	42°54'	1863	7858	10601	9418
55	8°47'	46°13'	2301	5121	8842	6504	7°57'	47°03'	2088	6530	9789	7985	7°06'	47°54'	1863	8882	11695	10503
60	8°47'	51°13'	2301	5752	9549	7172	7°57'	52°03'	2088	7324	10358	8827	7°06'	52°54'	1863	9950	12743	11636
65	8°47'	56°13'	2301	6410	10290	7878	7°57'	57°03'	2088	8153	11571	9716	7°06'	57°54'	1863	11062	13944	12823
70	8°47'	61°13'	2301	7099	11068	8626	7°57'	62°03'	2088	9022	12531	10657	7°06'	62°54'	1863	12232	15215	14084
90	8°47'	81°13'	2301	10316	14770	12243	7°57'	82°03'	2088	13052	17083	15147	7°06'	82°54'	1863	17662	21238	20073
10-KP-600/900型电机车: $L=4240, S_n=1100, L_1=1570, R_3=35$ 公尺																		
30	7°49'	22°11'	2390	2352	5970	3642	7°14'	22°46'	2212	3020	6262	4337	6°28'	23°32'	1978	4166	6883	5550
40	7°49'	32°11'	2390	3461	7239	4699	7°14'	32°46'	2212	4410	7787	5707	6°28'	33°32'	1978	6026	8860	7428
45	7°49'	37°11'	2390	4110	7946	5360	7°14'	37°46'	2212	5182	8572	6439	6°28'	33°32'	1978	6990	9879	8418
50	7°49'	42°11'	2390	4628	8542	5826	7°14'	42°46'	2212	5876	9381	7205	6°28'	43°32'	1978	7986	10938	9451
55	7°49'	47°11'	2390	5241	9223	6508	7°14'	47°46'	2212	6642	10214	8001	6°28'	48°32'	1978	9016	12035	10528
60	7°49'	52°11'	2390	5877	9931	7175	7°14'	52°46'	2212	7440	11082	8842	6°28'	53°32'	1978	10090	13184	11659
65	7°49'	57°11'	2390	6540	10671	7880	7°14'	57°46'	2212	8274	11999	9731	6°28'	58°32'	1978	11208	14387	12841
70	7°49'	62°11'	2390	7236	11450	8629	7°14'	62°46'	2212	9150	12960	10672	6°28'	63°32'	1978	12384	15659	14106
90	7°49'	82°11'	2390	10485	15190	12213	7°14'	82°46'	2212	13215	17516	15176	6°28'	83°32'	1978	17862	21693	20096

- 13 -

