

高等学校教学用书

礦山運輸

下 册

苏联 阿·奥·斯比瓦闊夫斯基著

煤炭工業出版社

矿 山 运 輸

下 册

苏联科学院通訊院士、工学博士
阿·奥·斯比瓦闊夫斯基教授著

北京矿业学院編譯室譯
北京矿业学院矿山运输教研組审校

苏联高等教育部批准作为高等矿业学院矿山机电專業教材

煤 炭 工 業 出 版 社

本書闡述了各種礦山運輸設備的理論和計算方法，研究了各種運輸機械的構造，以及這些機械在技術上、使用上的特徵，說明其合理應用範圍、工作組織和運輸系統等。

下冊主要講述軌道運輸（巷道運輸）、井底車場運輸及其機械設備，地面及露天採掘場的運輸，有用礦物倉場的設置和排土場的運輸設備等方面的問題。

本書是經過修訂的，比1949年版內容更豐富。

本書是高等礦業學校教材，並可供礦山設計人員和技術人員參考。

本書由北京礦業學院周家麒、汪華岑、白楊、姜伯熙等同志翻譯，經許自新同志作文字審核，姜伯熙、于學謙、鄒志傑、于淑媛等同志作技術審核。

РУДНИЧНЫЙ ТРАНСПОРТ

蘇聯 А. О. СПИВАКОВСКИЙ 著

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1953年莫斯科增訂第二版譯

423

礦 山 運 輸

下 冊

北京礦業學院編譯室譯

北京礦業學院礦山運輸教研組審核

*

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

開本78.7×109.2公分局 * 印張18 * 插頁18 * 字數39,000

1956年11月北京第1版

1956年11月北京第1次印刷

統一書號：15035·256 印數：0,001—3,500冊 定價：(19)3.50元

目 录

第三篇 軌道运输

第十二章 軌道	279
第1节 軌道的構造	279
1. 基本概念	279
2. 鋼軌	280
3. 枕木	281
4. 道床	282
5. 接軌零件	284
第2节 軌距	287
1. 軌距的寬度	287
2. 弯道部分的軌距	288
第3节 軌道的銜接	294
第4节 軌道的鋪設及維護	302
第十三章 矿車	305
第1节 总論	305
1. 矿車类型及其組成部分	305
2. 对矿車的要求	306
3. 矿車的主要規格	308
4. 矿車的稳定性	309
第2节 矿車各組成部分的構造	312
第3节 矿車的类型	322
1. 煤車	323
2. 金屬矿用車	326
第4节 矿車的修理和維護	334
第5节 矿車运行的阻力	335

1. 阻力系数	335
2. 附加阻力	336
3. 等阻斜坡	338
4. 矿车自溜运行	338
5. 試驗測定阻力系数	339
第十四章 矿山軌道运输的特殊机械設備	340
第1节 机械设备的种类	340
第2节 矿车的翻車器	342
第3节 高度补偿器	346
第4节 推車器和推車鏈	349
1. 推車器的类型	349
2. 推車器的構造及其工作組織	351
3. 車組用鏈式推車器的計算	359
4. 推車鏈	361
第5节 調車絞車	361
第6节 輔助性設備	367
第十五章 鋼絲繩运输	370
第1节 鋼絲繩运输的类型	370
第2节 运输用鋼絲繩	373
第3节 有極繩运输	377
1. 水平巷道的行車系統和組織	377
2. 傾斜巷道的行車系統和組織	380
3. 箕斗运输的运行系統和組織	383
第4节 滾筒式絞車	388
第5节 有極繩运输的計算	394
1. 运输生产率的参数	394
2. 阻力和功率	396
第6节 無極繩运输及其行車系統和行車組織	399
第7节 摩擦繩輪式絞車	402
1. 鋼絲繩連着繞过一个、二个或三个主动繩輪(繩槽), 而每	

一繩槽內只繞一圈繩的絞車	403
2. 用螺旋纏繞式繩輪的絞車	408
3. 帶夾繩繩輪的絞車	403
第8节 無極繩運輸的計算	412
第9节 連接裝置、鋼絲繩的導向裝置、托滾和拉緊裝置以及 保險設施	414
第十六章 人員的運送	423
第1节 總論	423
第2节 水平巷道的人員運送	424
第3节 傾斜巷道的人員運送	426
1. 捕捉作用和制動作用同時發生的降落保險器	428
2. 捕捉作用和制動作用分別發生的降落保險器	428
3. 利用輔助鋼絲繩的保險裝置（在主要的牽引鋼絲繩斷裂后 由輔助鋼絲繩來承擔荷重的）	428
第4节 人員運送工作的組織	432
第十七章 機車運輸	434
第1节 機車運輸的類型	434
第2节 礦用電機車	436
第3节 機車運輸的牽引計算	444
1. 列車運行的方程式	444
2. 列車的制動	447
3. 全程週轉一次時間和機車數目	449
第4节 機車運輸的工作組織	452
1. 總論	452
2. 機車的調度工作	454
3. 行車圖表	457
4. 機車和礦車的分配	453
第十八章 井底車場內的運輸	462
第1节 井底車場的型式和其行車特點	462
第2节 井底車場軌道系統和縱剖面圖	466

第3节	箕斗的裝載設備	468
第4节	井底車場的通過能力	473
第十九章	井下運輸的技術經濟特征、系統和工作組織	477
第1节	總論	477
第2节	礦山運輸工作的經濟指標	478
第3节	水平巷道運輸的技術經濟特征	483
第4节	傾斜巷道運輸的技術經濟特征	491
第5节	全礦井運輸系統	494
第6节	井下運輸的工作組織	501
1.	總論	501
2.	全礦井運輸圖表	503
3.	調度管理	504
4.	服務人員	508

第四篇 礦井地面運輸

第二十章	礦井地面運輸的一般問題	511
第二十一章	礦井地面的收礦設備	517
第1节	總論	517
第2节	箕斗井的收礦設備	518
第3节	罐籠井的地面轉車場	518
第4节	自溜式軌道運輸的設計	521
第5节	斜井運輸機提昇的收礦設備	523
第二十二章	礦井地面的運輸機設備	524
第1节	總論	525
第2节	皮帶運輸機	525
第3节	板式運輸機	538
第4节	鏈板運輸機	545
第5节	杓斗提昇機和杓斗運輸機	553
第6节	螺旋運輸機	562
第7节	輔助設備	566
1.	給礦機	566

2. 閘門	574
第二十三章 矿井地面的貯矿場	578
第1节 用途和一般特征	578
第2节 使用移动式設備的貯矿場	582
第3节 扒矿設備貯矿場	588
1. 佈置系統和一般特征	588
2. 構成部分	591
3. 貯矿場扒矿設備的計算	596
第4节 煤磚貯存場	599
第5节 煤泥貯存場	600
第6节 金屬矿貯矿場	601
第二十四章 鐵路裝車業務和矸石場業務	605
第1节 裝車設備的类型	605
第2节 原煤的裝車	606
第3节 过篩煤的裝車	612
第4节 鐵路裝車矿倉	614
第5节 鐵路業務和过秤工作	622
第6节 支架材料貯存的裝卸工作	630
第7节 矸石場	632
第二十五章 架空索道	636
第1节 类型、一般構造、应用情况	636
第2节 架空索道的主要構成部分	639
1. 行車鋼絲繩	639
2. 矿斗	641
3. 傳动裝置	643
4. 支架	643
5. 轉角站和中途站	645
6. 裝斗站和卸斗站	647
第3节 架空索道主要参数的計算	652
1. 矿斗的工作速度和容量的選擇	652

2. 牽引計算的指示	653
3. 索道的計算	654
a) 行車鋼絲繩直徑的選擇	654
6) 行車鋼絲繩的張力	655
e) 架空索道縱剖面的設計	656
1) 索道計算的程序	659
第4节 特殊型式的架空索道	659
1. 研石場架空索道	660
2. 工業用乘人架空索道	664
第5节 架空索道的运营与操作	666
第二十六章 矿井地面总平面圖	668
第五篇 露天矿运输	
第二十七章 露天矿运输的类型	674
第二十八章 機車运输	676
第1节 軌道	676
第2节 鐵路車輛	682
第3节 牽引計算法則	687
第4节 行車組織及通过能力	688
第5节 优点与缺点	690
第二十九章 汽車运输	691
第三十章 运输机运输	698
第1节 运输机的类型	698
第2节 工作面运输机、集中运输机及提昇运输机	700
第3节 皮帶排土設備	704
第三十一章 其他类型的露天运输	708
第1节 鋼絲繩运输	708
第2节 架空索道运输	710
第3节 利用挖掘設備的运输	714
第4节 水力运输	722
第三十二章 矿山运输的任务和發展方向	726

第三篇 軌道運輸

第十二章 軌道

第 1 节 軌道的構造

1. 基本概念

矿井軌道是由下部建筑(在井下便是運輸巷道的底板)及上部建筑(即道床、枕木、鋼軌和接軌零件)所組成。

軌道的構造及其狀況的好坏是決定矿井軌道運輸能否正常工作的首要因素。要想保證行車平穩和不出事故，就应当把軌道鋪設得十分牢固和穩定，使它具有某種程度的彈性，以延長軌道的使用年限和保持在此道上来往行駛的車組完好而不受損壞。

軌道在空間的位置是由它的路綫、平面位置和縱剖面所確定的。佈置在現場上的(或測繪在圖上的)軌道的中心綫，叫做路綫。路綫在水平面上的投影，稱為軌道的平面位置。把軌道的路綫展開，使之投射於垂直面上所獲得的投影，就是軌道的縱剖面。

軌道的路綫應力求能成直綫；而在彎道處，應尽可能採用較大的曲綫半徑；但是這種要求在井下往往是很难作到。縱剖面應當盡量求其平坦一致。否則，如果剖面十分複雜，即如果有很多起伏不平的地方(上坡和下坡)時，必然會增加機車運行的困難；同時巷道里的排水工作也會因此而複雜起來。這種巷道的形成，大都是因為沿波浪形礦層掘進所致。補救的辦法常是採用“緩和”剖面法，將某些地點的底板加以挖低或墊高。

如果把矿井軌道鋪設成順貨載移動的方向(向井底車場)有某種固定傾斜度的下坡，而這個坡度又恰好能使重車組(向下)運行的阻力與空車組(向上)運行的阻力相等，那麼，這種軌道對於機

車運輸是十分有利的。但是如果按照这个方法計算出来的 傾角^① (即所謂等阻角) 太小, 以致無法保證巷道排水的通暢時, 則此角度應該取用比計算出来的大。

保證井下運輸可靠性和安全性的一个重要因素, 是使开掘的巷道达到一定的高度和寬度, 以保持运行的車組与巷道兩側及上部支架間足够的空隙。

2. 鋼 軌

矿井軌道所用的鋼軌是标准鋼軌, 它的橫截面与工字相仿, 但头部圓滑, 底部寬大; 这种截面型式即使在截面积較小的情形下, 也能承受足够的弯曲力矩, 能产生必要的抗弯能力以防止在兩枕木間因受車輪压力而發生之弯曲。軌头的形狀是以車輪輪緣能在軌头上滚动方便为出發点而制成的。軌头故意做得粗大是有其一定理由的, 因为这样一来, 即使在使用过程中有些磨損, 但其强度的減小却非常有限。鋼軌具有較寬底部的原因, 無非想使鋼軌有足够的支持面积, 並在枕木上能鋪設平稳, 同时也便於将它釘牢在枕木上。鋼軌的狹腰部使軌头能在枕木上超出一定的高度, 並且便於鋼軌与鋼軌的连接。

鋼軌的型式是根据其單位長度重量(公斤/公尺)而决定的。如果在矿井軌道上运行的車組很重, 速度很大, 行車也十分頻繁, 那么就应当用比較重的鋼軌来鋪設軌道。重型鋼軌的优点是使用年限較長, 能提高軌道的坚固性, 可減低修理費用, 同时車組能在很好的条件下运行。可是, 軌道的基本建設投資太大, 这是它的缺点。

在主要運輸巷道內鋪設的鋼軌, 重量不得小於 24 公斤/公尺。至於生产率在 2000 吨/日以上的規模大的矿井, 則規定用

① 參閱第十三章第 5 节。

33.5 公斤/公尺(IIIA 型地面大鐵路所用的鋼軌)的鋼軌鋪設主要干綫。重量較小的 18 公斤/公尺鋼軌只許用於中間平巷和用一吨容量矿車进行運輸的運輸巷(生产率很小)以及通風巷道內。

利用具有适当的机械特性的鋼料軋制鋼軌，對提高鋼軌的堅固性和使用年限是有重大意義的。例如：當矿下水的酸度很高足以發生嚴重的腐蝕作用時，最好在碳素鋼內加入少量(0.2%)的銅。因為在採用這種鋼料之後，鋼軌的抗蝕能力便增加好幾倍。對於軌道中磨損最快的某些構件(轉轍器和轍叉)最好用鉻鋼和錳鋼等高級鋼製造。

3. 枕 木

枕木的作用是承受鋼軌傳來的壓力，再將此壓力分佈到面積較大的道床上去；此外，它還能將兩根鋼軌連系在一起，使其間保持一定的距離(軌距)；由於枕木本身有一部分陷於道碴內，所以也能防止整個軌道的縱橫移動。

枕木的原料以木材為主，用金屬或鋼筋混凝土者甚少。因為木質枕木有很多優點：本身具有彈性；與道碴(特別是碎石道碴)間有較高的摩擦係數；價格低廉及鋼軌安裝方便等。

枕木用料以松、柏、銀松和落葉松等最為相宜。因為這些木材都相當堅韌，並且有夾緊道釘的能力，所以不致使道釘輕易脫出，同時也不會因屢次釘道釘而劈裂。枕木應當經過防腐處理，這對於延長其使用年限和減少因更換枕木而常需的軌道整修工作是非常必要的。而在事實上，這種整修工作不僅會增高軌道的使用費用，同時還要耽誤運輸工作。

枕木的長度和截面尺寸，在蘇聯國家標準(ГОСТ)中都有規定。其主要形狀可分為方形和板形兩種(圖 173 之 a 和 b)：板形枕木由一根圓木沿中心截鋸而成，因此，每一根圓木可以作成兩根板形枕木。

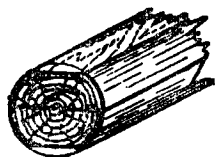
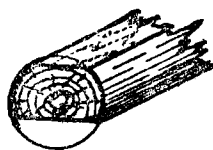


圖 173 a—方形枕木；
б—板形枕木。

方形枕木是把一根圓木鋸成一根枕木，所以價格較高，但由於其支持表面的木質，較中心部分緊密堅韌，因此遠較板形者堅固而穩定。

方形枕木的厚度為 120 公厘，其上部寬 100 公厘，下部寬 188 公厘。板形枕木則厚 110 公厘，上部寬 95 公厘，下部寬 240 公厘。600 公厘軌距時，枕木的長度是 1200 公厘，而 900 公厘軌距時，枕木的長度為 1600 公厘。

用特殊斷面的鋼材制成的軌枕，在使用中，有很多方面不如木質枕木，因而應用甚少。主要的用途是將鋼枕與鋼軌固定在一起，作為隨時移動的輕便鐵道。

鋼筋混凝土軌枕的缺點是缺乏韌性和彈性，價格又昂貴，因此一般只用在不宜鋪設木質枕木或鋼枕的地方。

枕木間距一般是斟酌鋼軌的類型和來往行駛的機車和礦車的重量而定為 0.75 到 0.9 公尺。對於緊靠鋼軌接頭處的枕木與其相鄰枕木間的間距，則應小於上述數值。

4. 道 床

道床的用途是將枕木傳來的壓力分佈到軌道下部建築(底板)上。並借此阻止枕木的移動和緩和車組行駛時的衝擊。如果底板稍有不平時，道床還可起調整枕木高低的作用。

道床的材料必須在承受撞擊時不致粉碎和不產生塵末以及不會存水和潮解。

根據上述要求，壓碎的卵石與粒度為 20 至 40 公厘並帶有尖銳稜角的堅硬岩石碎塊，3 至 20 公厘的礫石和 20 至 40 公厘的酸性低硫鼓風爐渣，都是良好的道床材料。根據頓巴斯煤礦科學

研究所的資料証明，把燃燒过的矸石堆廢石經過某种加工(篩分)之后，也可以用作道床材料。但是它的合理性还有待於进一步的实验加以审定。細砂、机車爐碴、煤層夾石和頁岩碎塊等类似材料是不能用作道碴的。

在苏联技术操作規程中对道床厚度(自枕木下量起)曾作了如下的規定：在水平巷道及 10° 以下傾角的斜巷內，此厚度不得少

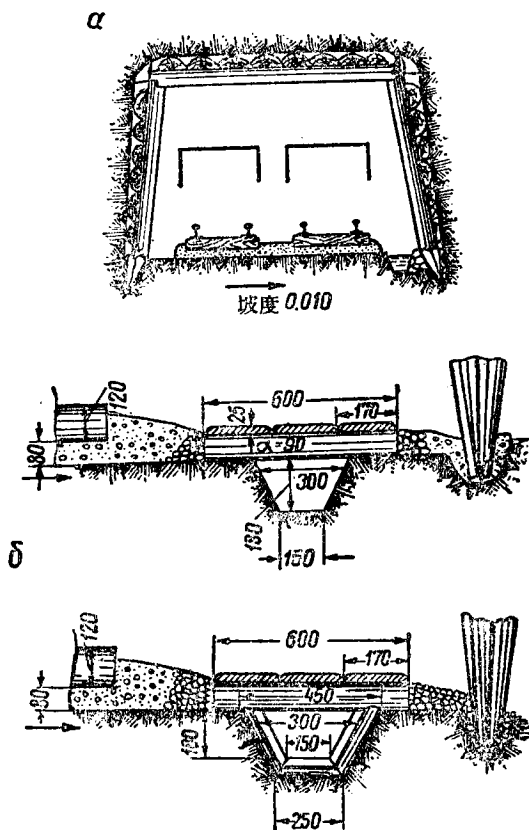


圖 174

a—双軌巷道断面圖；b—不支护的和支护的排水溝。

於 10 公分。傾角大於 10° 時，不得少於 5 公分，但此時 為使枕木不致自由移動起見，應在底板上挖出枕木溝（其深度大約是枕木厚度的三分之二），然後將枕木埋入溝中，並填鋪道碴。

排水溝是矿井軌道下部建築的一個必要部分。它設在巷道的側（圖 174 之 a ），巷道底板向排水溝側應有微小的坡度。如果在此巷道內有行人來往的話，排水溝上必須用鋪板蓋好。又若底板岩石軟弱並易被水流沖刷損毀，則尚需用木料將排水溝的底及兩壁加以支撐（圖 174 之 b ）。在混凝土砌碯的巷道內，有時也可用混凝土支撐排水溝。

在縱剖面呈波浪形的巷道內，排水溝應該挖掘較深，以便在溝內填上碎石之後，路綫各段的水溝都能順排水方向保持同一坡度。

5. 接軌零件

鋼軌與枕木的連結器材是道釘（圖 175 之 a ）。道釘在釘入枕木之後，用釘帽將鋼軌底部緊緊卡在枕木上面。此外，鋼軌與鋼軌相連接的器材是魚尾板。

為了避免枕木在釘入道釘時發生劈裂而減弱其夾緊道釘的能力起見，要在釘入道釘的地方，預先鑽好釘眼，釘眼的截面與大小均稍小於道釘，這樣，道釘就不會破壞枕木的纖維，而只是將纖維撥開，利用其彈性把道釘緊緊夾住。

在使用電機車運送大容量礦車的情況下，為了加強鋼軌與枕木間的連結，並增大枕木的受壓面積（此壓力係由鋼軌傳來），在鋼軌接頭處和彎道及道岔地點的鋼軌下面，都應當鋪設鐵墊板，即使上述的地點已經採用浸料處理過的枕木，但仍不能例外。

墊板可分成板形的和楔形的兩種（圖 175 之 b 和 c ）。在使用楔形墊板後，鋼軌便稍微向內側傾斜，從而使軌面的傾斜角與圓錐形車輪輪緣的傾斜角大致相同，這樣，由車輪作用到鋼軌上的力

就比较集中，鋼軌的稳定性較大，鋼軌表面的磨損較小。鋪設24公斤/公尺或更重的鋼軌必須是向內側傾斜。在垫板上一一般都留有兩個到三个孔眼，以便穿入道釘。同时为避免枕木的劈裂，这些孔眼不應該佈置在同一橫平面上，而应当錯开分佈。

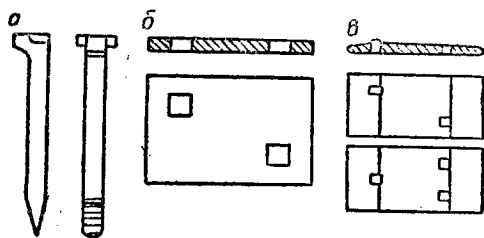


圖 175 道釘和垫板

a —道釘； b —板形垫板； c —楔形垫板。

对鋼軌接头的要求，是要保証車輪自一鋼軌移动到另一鋼軌上时，不会發生撞击。因此，在兩鋼軌接头处，應該沒有高低不平的情形，同时接縫也應該尽量減小。在一般情况下，接头应当容許鋼軌因温度变化而产生在長度方面的变化，但因矿下的全年温度变化范围甚小，所以这一点在井下是沒有什么問題的。

已經开始在运用的那种鋼軌接头的鋸接法，在实际工作中显出了它的优点^①。鋸接的方法有兩種：一种是利用特殊裝备的电弧鋸接法(利用半自动的鋸接裝置)，另一种是鋁热剂鋸接法。

鋸接法与机械接軌法相比較，具有下列优点：軌道机械性質得到改善；車組行进时，車輪不会在接头处發生撞击以及鋼軌接头处的导电率增加。同时，由於导电率的增加，架綫式电机車運輸的电網电压降也会因之而減小，这样，有害的、在某些情况下甚至有危险的“洩漏电流”也就減小了。此外，鋸接法的費用較机械接軌法低。但是在矿井大气内进行鋸接工作的安全程度，尙未查

^① 参看“煤矿井下鋼軌电弧鋸接暫行工作細則”苏联国立煤矿技术書籍出版社1950年版。

明，並且由於銲接成的鋼軌太長，在整修矿井軌道時，是有困難的，因此就限制了銲接法的使用範圍。所以，目前井下照例還只用機械接軌法，這就是在鋼軌腰部立面上鑽上幾個橢圓形的孔眼，然後利用魚尾板和螺栓將鋼軌加以連接。

按照鋼軌接头与枕木的位置关系来看，有兩種方式：一种是接头位於一條枕木上面，另一种是接头懸接在兩條枕木之間。當車輪滾動於第一種方式的接头處時，接头下面的枕木，先後受到兩種位置的偏心撞擊負荷，不久枕木就不再緊緊依附於道碴之上。此外，這種接头在車輪駛過它的時候還會引起猝然的撞擊。懸接在兩枕木之間的接头恰好相反，它的特点是過於柔軟，所以在車輛行經接头時，常引起車組的震動。由此可見，還是以圖176之 α 所示的方式，即鋼軌接头架在兩條互相靠近的枕木上的方式比較好。

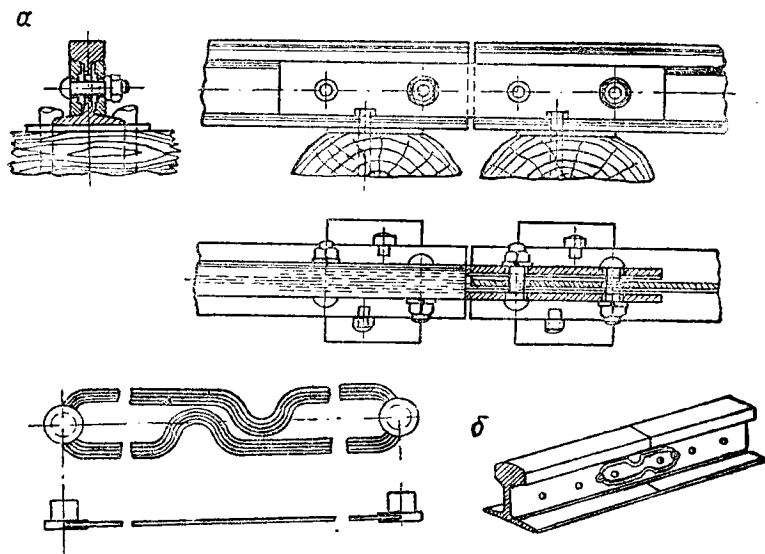


圖 176 鋼軌的連接
 α —在兩條相靠近的枕木上連接； δ —連接銅片。