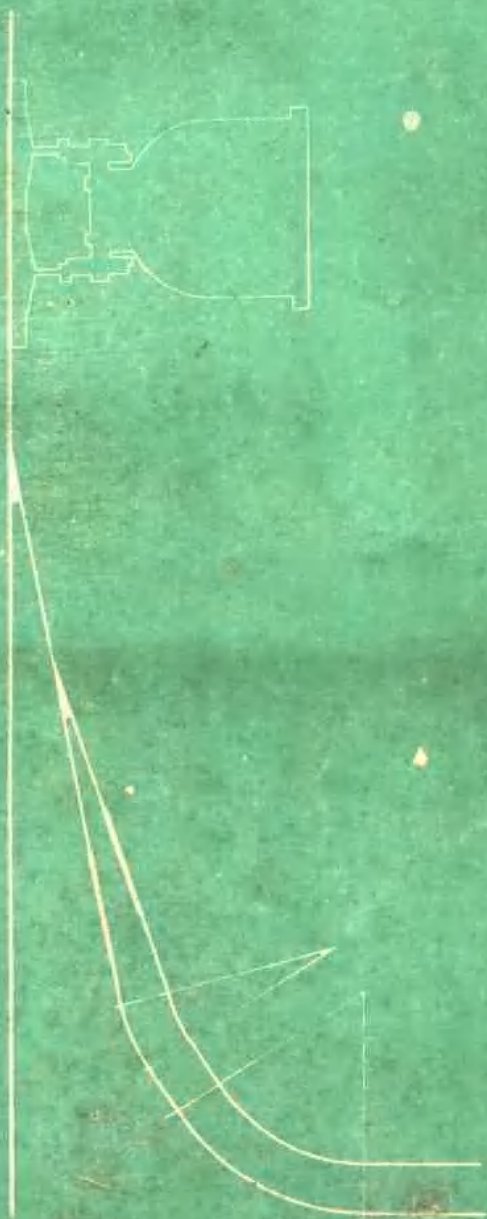


# 甩车场线路设计计算

上册



沈阳煤矿设计研究院

# 甩车场线路设计计算

上册

沈阳煤矿设计研究院

## 内 容 提 要

本书分上、下两册、共两个部分。第一部分文字说明,介绍甩车场线路设计计算编制方法。第二部分甩车场线路设计计算成果表。上册包括第一部分及第二部分之yz系列,下册包括第二部分之yz系列及x系列。

本书可作为矿业院校师生的参考书,也可供从事矿山设计、生产与施工的工人、工程技术人员和干部参考。

# 目 录

## 第一部分 文字说明

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 一、概述 .....                     | 1  |
| 二、甩车场线路布置方式选择 .....            | 2  |
| (一) 甩车场满足的经济技术条件 .....         | 2  |
| (二) 选定之方案及技术措施 .....           | 3  |
| 三、甩车场线路设计参数选取 .....            | 3  |
| (一) 平曲线半径 .....                | 8  |
| (二) 竖曲线半径 .....                | 8  |
| (三) 甩车线路坡度 .....               | 9  |
| (四) 提车线路坡度 .....               | 9  |
| (五) 提甩车线竖曲线终点距离 .....          | 10 |
| (六) 提甩车线平行线路轨道中心距离及人行道位置 ..... | 11 |
| 四、甩车场线路设计计算 .....              | 11 |
| (一) 符号规定和计算公式 .....            | 11 |
| (二) 第一种分段计算法 .....             | 14 |
| (三) 第二种分段计算法 .....             | 18 |
| 五、几点说明 .....                   | 25 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| (一) 甩车场类型代号编制方法的说明..... | 25 |
| (二) 道岔.....             | 26 |
| (三) 数字处理.....           | 26 |
| (四) 其他.....             | 26 |
| 六、举例.....               | 26 |
| 附参考资料目录.....            | 27 |
| 表 7 ~ 表19.....          | 28 |

## 第二部分 甩车场线路设计计算成果表

### 一、yz系列

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| (一) yz 4 × 5 (15) — 8° ~ 27° — 1800 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 67  |
| (二) yz 4 × 5 (15) — 8° ~ 30° — 1900 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 95  |
| (三) yz 4 × 5 (15) — 8° ~ 30° — 2000 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 126 |
| (四) yz 4 × 5 (18) — 8° ~ 27° — 1800 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 157 |
| (五) yz 4 × 5 (18) — 8° ~ 30° — 1900 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 185 |
| (六) yz 4 × 5 (18) — 8° ~ 30° — 2000 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 216 |
| (七) yz 5 × 5 (15) — 8° ~ 27° — 1800 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 247 |
| (八) yz 5 × 5 (15) — 8° ~ 30° — 1900 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 275 |
| (九) yz 5 × 5 (15) — 8° ~ 30° — 2000 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 306 |
| (十) yz 5 × 5 (18) — 8° ~ 27° — 1800 型甩车场线路设计计算成果表.....  | 337 |
| (十一) yz 5 × 5 (18) — 8° ~ 30° — 1900 型甩车场线路设计计算成果表..... | 365 |
| (十二) yz 5 × 5 (18) — 8° ~ 30° — 2000 型甩车场线路设计计算成果表..... | 396 |

## 一、概 述

甩车场施工图设计是采矿专业不可缺少的工程设计项目。

解放后，我国煤炭战线广大工人群众和生产、设计工程设计人员，在甩车场设计、施工、使用等方面积累了不少经验，为甩车场设计提供了依据。已经编写出一些设计计算方法，它们对煤炭工业的发展起了积极的作用。

线路设计是甩车场设计的重要组成部分。由于影响因素较多，设计参数选取不统一，往往一次计算结果不能满足设计要求，造成反工费时。因此，把线路设计计算统一起来，使之表格化，可提高设计质量，加快设计速度，使设计人员从繁琐的设计中解放出来。在总结我院多年设计基础上，学习、参考北票、阜新、通化、鸡西等矿务局及有关煤矿设计院和煤矿院校的宝贵经验，编制成本《甩车场线路设计计算成果表》。

本资料包括如下系列种类：

### (一) 系列：

按甩车场设置地点及结构型式将甩车场划分三个系列：

1. YZ系列：提车线一次回转的中(上)部车场。
2. EZ系列：提车线二次回转的中(上)部车场。
3. X系列：下部车场。

### (二) 种类：

1. 按井筒、上(下)山倾角分，有 $8^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 计23种；
2. 按车场竖曲线高低差分，有300~1000 mm计8种；
3. 按轨型分有15、18公斤/米两种；

### 4. 按甩车场内道岔组成分：

(1) 中部车场有第一组道岔(车场与井筒或上(下)山连接部分的道岔)选用4号，第二组道岔选用5号，用4×5代表和第一组岔选用5号，第二组岔亦选用5号用5×5代表两种。

(2) 下部车场选用5号道岔一种。

### 5. 按轨道中心距分：

(1) 中部车场有1800、1900和2000 mm三种。

(2) 下部车场2100 mm一种。

综上所述系列种类本资料共设计计算了 3952 个甩车场线路设计计算成果之全部数据, 详见表 1。

甩 车 场 总 个 数 统 计 表

表 1

| 项 目<br>种 类<br>车 场 别 | 系 列 | 倾 角<br>( $\alpha$ ) | 高 低 差<br>(H) | 轨 心 距<br>(S) | 轨 型 | 车 场 型 式 | 车 场 总 数 |
|---------------------|-----|---------------------|--------------|--------------|-----|---------|---------|
| 中 (上) 部车场           | 2   | 2 3                 | 8            | 2 . 5        | 2   | 2       | 3584    |
| 下 部 车 场             | 1   | 2 3                 | 8            | 1            | 2   | 1       | 368     |

我们试图用这本资料解决绝大部分甩车场线路设计计算问题。对于特殊类型甩车场本资料也提供了各种有关数据的计算成果基础资料, 设计者只要查阅、简单计算即可获得计算数据, 亦很方便。

应该指出: 线路结构设计计算只是甩车场整个工程设计之一部分, 还有交叉点、巷道断面、把钩房及辅助设施等项设计内容。考虑这些项目比较简单, 本资料未包括在内。

本成果表编写过程中得到生产单位, 煤矿设计院, 煤矿院校一些同志的热情帮助和指导, 在此表示感谢。由于我们调查研究不够, 业务水平有限, 加之时间仓促, 缺点和毛病肯定不少, 希望同志们批评指正。

本资料由果玉华、胡锡奎二同志编写。吴跃先、郭连生同志参加了计算。黄明福、宋景春二同志检查了部分成果。

## 二、甩车场线路布置方式选择

甩车场一般分为两大类: 一类是斜井非终端水平的甩车场和采区中 (上) 部甩车场, 由两组道岔组成; 另一类是斜井终端水平甩车场和采区下部车场, 只用一组道岔, 此类车场线路设计较第一简单, 且可以套用中部车场设计计算成果, 故不多叙。这里谈的车场型式指第一类而言。

(一) 甩车场满足的经济技术条件:

衡量甩车场是否经济、合理、好用的条件:

1. 提升牵引角愈小愈好，一般不宜超过  $20^\circ$ 。
2. 甩车场工程量最省。换言之，甩车场交叉点最大跨度应尽量小、长度尽量短。
3. 操作方便。摘挂钩点在矿鼻附近且相距不要过大。
4. 尽量作到平、竖曲线不重合布置，无论对施工、生产都有利。但有时为了线路布置紧凑需要部分重合时亦应使竖曲线缓坡段与平曲线重合，这样即方便铺轨、矿车运行平稳，又可简化设计计算。
5. 符合规程、规范规定。另外，设计计算方法力求简单明确，容易掌握。

(二) 选定之方案及技术措施。

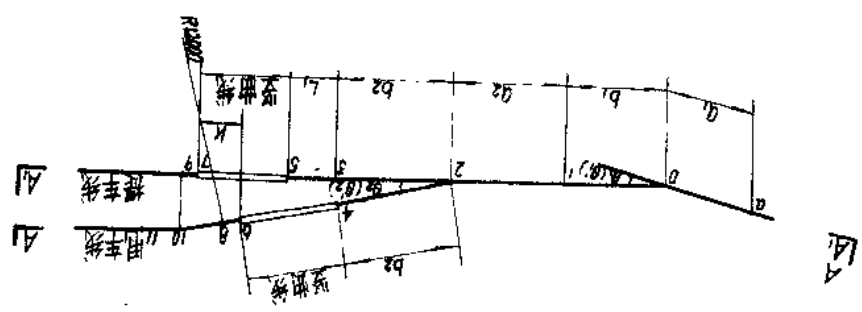
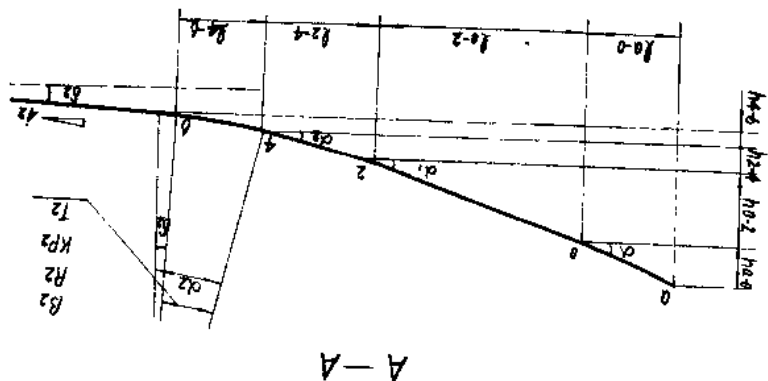
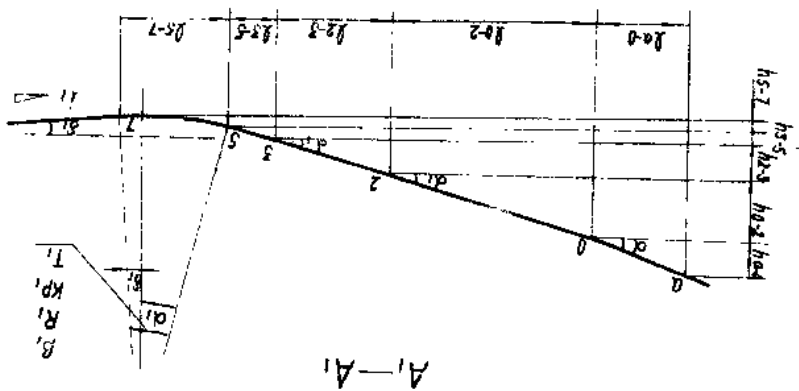
根据上述条件我们选定图1和图2二种车场结构型式，并作如下技术处理：

1. 提、甩车线竖曲线均放在平曲线前，以便保证甩车场有较小的提升牵引角和摘挂钩点在矿鼻附近。同时消除了自然高差参与计算，从而简化计算过程，（参见图3—*a*，图3—*b*）。
  2. 第二组道岔选用5号道岔，这样不仅减少了竖、平曲线重合做几率，而且由于5号道岔  $\alpha$  值小（3117、3258）可缩短交叉点长度。
  3. 第一组道岔选用4号岔（作主提升时用5号道岔）对减少车场工程量有利。
  4. 由于采用中间人行道，使车场操作方便灵活，避免人行道设在两侧而带来行人受提升钢丝绳威胁或积水对行人不便（设在下帮时）的弊病。
- 上述两种型式又各有适用条件，选择时请参考表2。

### 三、甩车场线路设计参数选取

甩车场参数主要包括平竖曲线半径，提、甩车线竖曲线终点高差与平距，存车线轨道中心距离及空重车线坡度等。这些参数选取是否合适直接影响车场使用和经济效果。我们是根据有关规定，参照表3调查情况选定的。

1



$$\tan \omega_1 = \tan(\theta_1 + \theta_2) \cdot \tan \alpha_2$$

$$\Delta h_1 = S \cdot \tan(\theta_1 + \theta_2) \cdot \tan \alpha_2$$

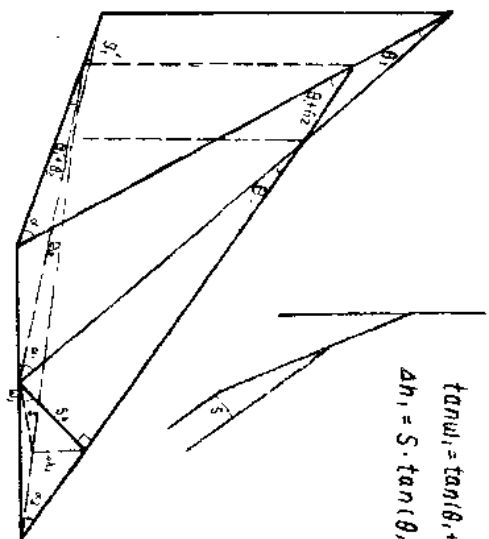


图 3-a

$$\tan \omega_2 = - \frac{\sin \theta_1 \cdot \tan \alpha_2}{\cos(\theta_1 + \theta_2)}$$

$$\Delta h_2 = \frac{S \cdot \sin \theta_1 \cdot \tan \alpha_2}{\cos(\theta_1 + \theta_2)}$$

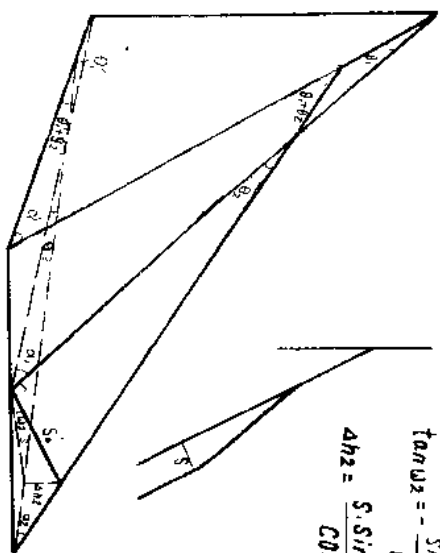


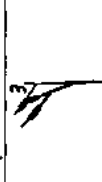
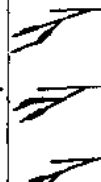
图 3-b

YZ·EZ 二种系列车场比较表

表 2

| 项<br>目<br>系<br>列 | 特<br>征<br>描<br>述                                                      | 优<br>点                                                                                         | 缺<br>点                                                        | 适<br>用<br>条<br>件                                                          |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| YZ               | 车场内设二组道岔且直接连接, 采用先竖曲线再平曲线布置, 双道起坡提甩车线一次迴转提升牵引角小, 故中间人行道, 主提或辅助提升均可采用。 | 1. 当轨心距一定时, 平竖曲线重合的机率小, 因而适应性较大。<br>2. 下部车场套用时比较方便。<br>3. 摘挂钩点位置距贮鼻附近操作方便。<br>4. 上抬、下扎角的选择范围小。 | 1. 甩车线出现小的“S”弯, 对矿车运行不利。<br>2. 贮鼻狭长, 当 $\alpha$ 角小且围岩松软时不好维护。 | 1. 石门、联络甩车场。<br>2. 倾角大于 $15^\circ$ 且围岩较好的主提升车场。<br>3. 车场贮盆最大跨度要求尽量小时可以采用。 |
| EZ               | 提甩车线二次迴转, 其他同 YZ 系列。                                                  | 1. 甩车顺向方便。<br>2. 对围岩的适应性较大。                                                                    | 1. 平竖曲线重合的机率大。<br>2. 用第二种分段计算法的范围比 YZ 小。                      | 1. 主提升、辅助提升均可采用。<br>2. 井筒(上、下山)在煤层中或离煤层(中巷)较近时采用。<br>3. 倾角较小且围岩较软时此种形式。   |

用车场设计参数一览表

| 顺 序 | 单 位               | 电 车 场 基 本 型 式                                                                      | 选 用 道 岔    |            | 平竖曲线关系 | 人 行 道 位 置   |
|-----|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|-------------|
|     |                   |                                                                                    | 第一组        | 第二组        |        |             |
| 1   | 北票矿务局基建设计处        |  | 1/5<br>1/4 | 1/5<br>1/5 | 先竖后平   | 只设中间人行道     |
| 2   | 阜新矿务局基建设计处        |   | 1/6<br>1/5 | 1/5<br>1/5 | 先竖后平   | 用车线侧设一条     |
| 3   | 通化矿务局设计处          |   | 1/6<br>1/5 | 1/5<br>1/4 | 重 合    | 只设中间人行道     |
| 4   | 兰州煤矿设计院           |   | 1/5        | 1/5        | 先竖后平   | 只设中间一条      |
| 5   | 西安煤矿设计院韩城队        |   | 1/5<br>1/4 | 1/4<br>1/4 | 先斜后竖   | 中间及用车线侧各设一条 |
| 6   | 广东省煤矿设计院          |   | 1/5        | 1/4        | 重 合    | 中间人行道       |
| 7   | 鸡西矿务局             |   | 1/5<br>1/4 | 1/5<br>1/4 | 重 合    | 中间提车线侧各设一条  |
| 8   | 广西僮族自治区煤炭石油工业局设计院 |   | 1/6<br>1/4 | 1/5<br>1/4 | 先斜后竖   | 用车线侧设一条     |

### (一) 平曲线半径

平曲线半径取决于轨距和运行车辆之种类以及行驶速度。一般等于所通过车辆轴距的1.0倍并能顺利通过长材。表4是600 m 轨距平曲线半径的推荐值。本设计选取12000 m m。

### (二) 竖曲线半径

竖曲线半径是比较重要的参数之一。过大则推后了摘挂钩点位置，促成操作不便，而且延长了一次提升循环时间，降低车场通过能力，过小时，不仅由于矿车变位太快使两个矿车间的缓冲器不起作用，同时缓冲器可能触及枕木至使矿车掉道。一般均按经验选取。也可通过计算取得。这里介绍一个较简单的计算式\*：

$$R \geq \sqrt{\left( \frac{l_1(h-a)}{l_1-(l_2+\Delta)} + (a-r)^2 + \left( \frac{S_n}{2} \right)^2 + r^2 \right)} \quad (1)$$

(1) 式中：

R：竖曲线半径，毫米。

h：矿车自轨面起的高度，毫米。

$l_1$ ：矿车全长之半，毫米。

$l_2$ ：车箱全长之半，毫米。

$S_n$ ：矿车之轴距，毫米。

a：矿车缓冲器上端至轨面的高度，毫米。

r：矿车车轮接轨缘的车轮半径，毫米。

$2\Delta$ ：两车箱间的安全距离之半取200毫米。

再以(2)式验算缓冲器下端至轨枕的安全距离 $\delta$ ：

$$\delta = R - \sqrt{\left( \frac{l_1(h-a)}{l_1-(l_2-\Delta)} + b \right)^2 - l_1^2 + h_1^2} \quad (2)$$

取自参考资料(9)

| 运 输 方 式 | 平曲线半径(m) |
|---------|----------|
| 机 车 运 输 | 12.15.20 |
| 串 车 运 输 | 6.9.12   |
| 人力辅助运输  | 4.6      |

表 4

(2) 式中:

$h_1$ : 钢轨高度, 毫米。

$b$ : 缓冲器高度, 毫米。

其他符号同前。一般情况  $\delta \geq 100$  毫米。

根据上述要求本设计提车线竖曲线半径一律选用 12000 mm, 而甩车线竖曲线半径则视选用的计算方法及井筒倾角不同选择了不同的数值, 最小为 12000 mm, 最大为 20000 mm。

(三) 甩车线路坡度

应满足车辆能停止在预计位置。按下式计算确定。

$$i_2 = \omega - \frac{V_H^2}{2g l_2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\omega$ : 矿车(组)总阻力系数。按表 5 ( $\omega_1 + \omega_k$ ) 值选取。

$V_H$ : 摘钩时车速, 米/秒。

主提升时取  $V_H = 1.5 \sim 2.0$ ; 辅助运输时取  $V_H = 0$ 。

$g$ : 重力加速度, 米/秒<sup>2</sup>。

$l_2$ : 甩车存车线长度, 米。

实际上矿车的总阻力系数随矿车轴承润滑种类, 轨道的铺设质量, 车场气候条件等因素不同而变化。应结合现场实际确定之。我们认为略偏大点为好, 按曲线考虑, 取  $i_2 = 15\%$ 。

(四) 提车线路坡度

一般按下式计算:

$$i_1 = \omega + \frac{V_k^2 - V_H^2}{2g l_1} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$V_k$ : 末速度,  $V_k = 0$  米/秒,  $l_1$ : 提车存车线计算长度

$V_H$ : 初速度, 米/秒。由中巷运输方式而定。对于辅助运输,  $V_H = 0$  此时:

$$i_2 = \omega \dots\dots\dots (5)$$

应当指出, 提车线最低点在进入竖曲线  $\Delta_1 = R_1 \sin \delta_1$  处, 加上矿车前轮至矿车碰头长  $\Delta_2$ , 所以首车钩头可

进入竖曲线  $e = \Delta_1 + \Delta_2 = R_1 \sin \delta_1 + \Delta_2$  一段长。

实际设计中对辅助提升车场  $i_2$  可按平均坡度设计。而主提升车场存在线长度较长（通常为 1.5 列车长），高低差又尽量保证在 1 米左右，正个存车线不能按一个坡度设计，靠近挂钩点设一段自动滑行坡度，自滑坡度段以外按正常坡度处理。

为有利提升安全顺利，减小启动时矿车向上的腾空力，有些现场将串车的首车停在斜坡上。实践证明是行之有效的措施，此时存车线坡度  $i_1$  以下式求算：

表 5

| 矿车类 | 车别 | 直线基本阻力系数 ( $w'$ ) |   |             | 曲线段附加后的阻力系数 ( $w_x + w'$ ) |
|-----|----|-------------------|---|-------------|----------------------------|
|     |    | 单                 | 车 | 车           | 组                          |
| 吨   | 空  | 0.0065-0.0075     |   | 0.008-0.009 | 0.013-0.018                |
|     | 重  | 0.0055-0.0065     |   | 0.007-0.008 | 0.009-0.013                |

$$i_1 = \frac{(w' + w_x + \sin \beta_1) \cos \beta_1}{n} - (w' - w_x) \dots \dots \dots (6)$$

这里：

$n$ ：停在提车线最低点外的存车线上的矿车个数。

$w'$ ：基本阻力系数。

$\beta_1$ ：提车线竖曲线迴转角。

其他符号意义同前。

考虑用车场绝大部分有一段曲线段，故选取  $i_1 = 1.2\%$ （即  $i_1$  推荐值的下限）。无曲线段时采用调正  $L_1$  段长度即可，对  $i_1$  选取无碍。

线路坡度，倾角换算参见表 16。

（五）提用车线竖曲线终点距离

这套资料推荐的车场型式为双道起坡先竖后平布置方式，摘钩均系不停车方式，摘钩后的钩头可在竖曲线终点前后

串动；提车线的挂钩点又可进入竖曲线一段长 $e$ 。所以两竖曲线终点距离不宜限制过死，视井筒倾角等因素酌情处理。在2.5米以内即可。

#### (六) 提、甩车线平行线路轨心距及人行道位置

“煤矿安全生产试行规程”之第28条规定：“在双轨巷道里，采区装载点、矿车挂摘钩的地点，二个列车车体最突出部分之间的距离不得小于0.7米。……”。为满足这一要求，中部车场最小轨心距为1600 mm（一吨矿车）和1800 mm（1.5吨矿车）；有曲线时要外、内加宽200 mm、100 mm，分轨心距为1900 mm和2100 mm。实际加宽量要小于200 mm和100 mm，因此我们选用以下4种轨心距：

1. 1050 + 700 + 300  $\approx$  2000 (mm)，适用于1.5吨矿车有曲线的甩车场；
  2. 880 + 700 + 300  $\approx$  1900 (mm)，适用于1吨矿车曲线甩车场；
  3. 1050 + 700  $\approx$  1800 (mm)，适用1.5吨矿车直线甩车场，2.5吨蓄电池机车调车的中部车场。
  4. 1060 + 700 + 400  $\approx$  2100 (mm)，适用于下部用机车调车的甩车场。
- 采取中间人行道方式。另一条自行设计。

## 四、甩车场线路设计计算

甩车场线路包括斜面线路，存车线及联系平斜面的迴转线路——竖曲线线路三部分。所谓甩车场线路设计计算就是按照既定的技术要求将上述三个部分有机的连接在一起的计算过程。

多年来各地出现不少计算方法，常见的有：轴线投影法、联立方程求解法、正弦定理法及简化计算法等。这些方法各有特点，均能满足设计要求，但是，计算方法不简单明了，有局限性，不易被掌握运用。我们在上述计算方法的基础上，提出比较简单的分段计算法，并用它设计计算本成果表所列之各类车场。

分段计算法的实质是在分析车场各个参数间变化关系的基础，有地放矢地选择一个关键的参数：甩车线竖曲线半径或上抬、下扎角度。然后依照组成车场各小段的顺序，顺次求出其水平投影、垂直投影和各点相对标高。最后仅求出提车线插入直线的斜长。每个小段均可按不同车场型式、道岔组成，井筒倾角编制成果表，使用时查表即可得到要求数据。

#### (一) 符号规定和计算公式

##### 1. 已知数的符号规定

- (1)  $\alpha$ ：井筒（上（下）山）倾角，度；
- (2)  $\theta_1, (\theta_2)$ ：第（一）（二）组道岔岔角，查表17，

(3)  $\Delta_1^2(\Delta_2^2)$ : 下扎(上抬)角度, 度;

(4)  $R$ : 平曲线半径, 取  $R = 12000$  (mm);

(5)  $S$ : 空重存车线轨道中心距;

(6)  $\delta_1(\delta_2)$ : 提(甩)车线路坡度;  $\delta_1(\delta_2) = 1.2\% (1.5\%)$ ;

(7)  $R_1(R_2)$ : 提(甩)车线竖曲线半径。  $R_1 = 12000$  (mm);

第一种分段计算法: 当  $\alpha \approx 1.6^\circ \sim 1.8^\circ$  时  $R_2$  取 20000 mm;  $\alpha = 1.9^\circ \sim 3.0^\circ$  时  $R_2$  取 15000 mm, 第二种分段计算法  $R_2$  一律取 12000 mm;

(8)  $H$ : 提甩车线竖曲线终点高差;

(9)  $R_0$ : 上抬、下扎竖曲线半径, 取  $R_0 = 9000$  mm;

2. 求算数符号规定及计算公式

(1)  $\theta_1(\theta_2)$ :  $\theta_1(\theta_2)$  之水平投影角 (参见图 3—a, 图 3—b)。

$$\theta_1' = \tan^{-1} \frac{\tan \theta_1}{\cos \alpha}$$

$$\theta_2' = (\theta_1 + \theta_2)' - \theta_1'$$

其中:  $(\theta_1 + \theta_2)' = \tan^{-1} \frac{\tan(\theta_1 + \theta_2)}{\cos \alpha}$

(2)  $\alpha_1(\alpha_2)$ : 提(甩)车线伪倾斜角 (参见图 1, 图 2):

$$\alpha_1 = \sin^{-1}(\sin \alpha \cos \theta_1)$$

$$\alpha_2 = \sin^{-1}(\sin \alpha \cdot \cos(\theta_1 + \theta_2))$$

$\alpha_1, \alpha_2$  查表 7—1 ~ 3。

(3)  $\Delta T_1(\Delta T_2)$ : 下扎(上抬)竖曲线切线长 (查表 6):

$$\Delta T_1 = R_0 \tan \frac{\Delta \alpha_1}{2}$$

$$\Delta T_2 = R_0 \tan \frac{\Delta \alpha_2}{2}$$

(4)  $l_1(l_2)$ : 下扎(上抬)竖曲线与分车道岔间插入线段长 (查表 6):