

煤矿技术革新丛书

无极绳绞车远方操作

中国工业出版社

引 言

无极绳绞車由就地操作改为远方操作可以节约人力，降低成本，全国煤矿都正在普遍推广。几年来现场的实践证明，以下几点是推行这项工作时应注意的。

一、为了简化控制系统，节省电气设备，提高技术水平，在实现无极绳远方操作或半自动化时，应优先考虑采用：（1）在电机转子回路中接入频变阻抗器的系统，（2）籠型电动机直接启动的控制系统，（3）使用微型元件的安全火花控制系统。

二、无极绳绞車的绳速以60~70米/分为宜，一般在井下无极绳绞車多为这个速度。如果绳速较高，如90米/分、120米/分，就给籠型电动机启动带来一定的困难，所以绳速不宜过高。

三、坡度在3度以下的可以不用闸，超过3度的应用闸。防爆电机的绞車，应利用防爆电磁铁带动抱闸制动，非防爆电机的绞車可用非防爆电磁铁。除了用电磁铁外，也可用油压制动。对于坡度较大的，应加装防止倒转装置。

四、电机与绞車可用液压联轴节。为了解决籠型电动机直接启动速度快的問題，阳泉四矿二坑1200/60型6极40千瓦无极绳绞車，在1964年加装了蔡家崗煤矿机械厂試制的Y1103型液力离合器，基本上能满足启动与运行的需要。

五、要求沿途及绞車房均有声光兼备的信号。开车前要有預告信号。停車后在未得到原停車地点发出的要求开车的

VI

信号前，不能任意启动。维修工擦車前必須切断电源。

本书着重介绍了上述应优先考虑的三种系統，也介绍了几种简单的系統。这些經驗虽然在实践中都是效果較好的，但总的看来，保护装置还不十分完善。为了把无极绳絞車远方操作或半自动化的工作搞得更好，这些控制系統还有待进一步研究改进。另外，还需要加强絞車的维护工作，培训好兼职司机（跟車工），建立健全制度，严格遵守质量标准，按巡迴检查图表进行检查与日常维护。

目 录

引 言

一、频变阻抗控制系统.....	1
二、高压控制系统.....	8
三、安全火花型控制系统.....	16
四、几种简单控制系统.....	28
附录 无极绳绞车安装使用的几个问题.....	37

一 頻變阻抗控制系統

這種控制系統適用於具有低壓卷線型電動機的無極繩單方向絞車。它所用的元件都是防爆型的，所以可在井下使用。它的特点是電動機起動平穩，系統簡單，便於維護。

（一）工 作 原 理

在繞線型感應電動機的轉子回路內，採用頻變阻抗（即電抗器與電阻並聯）可以實現轉子回路無接點控制系統（圖1）。只要電抗與電阻參數配合適當，在啟動時，電抗器的電抗有最大值。轉子電流幾乎全部流經電阻，相當於電動機轉子接入全電阻起動，從而獲得較大的啟動轉矩。在啟動過程中，電抗器的感抗值隨轉子頻率下降而自動減少，流經電抗器的電流比例逐步增大。當電動機達到額定轉速時，轉子頻率很低，一般只有1~2周/秒，電抗值極小，所通過的電流幾乎等於轉子電流。此時轉子為電抗器所短接。因此電抗器與電阻的並聯接線法能使電動機性能由電阻性能自動地向電抗特性轉移，能獲得較好的啟動特性。卷線型電動機無極繩絞車遠方操作採用頻變阻抗，可大大的簡化控制系統，節省轉子回路短路開關，具有重要的經濟意義。

（二）控 制 系 統

下面是北票某礦採用的控制系統。該控制系統用於單向運轉無極繩絞車，利用一台QC83-80型防爆開關及一台防

爆外壳（将控制回路设备装于外壳内）所组成。沿运输巷道设置打点开关 XA ，挂车工在任一地点都可实现远方操作。

1. 絞車启动：接通 XA 按钮，接通 QZ 整流电路，发出声光信号。經一定时限（可调整为 1~5 秒）时间继电器 JQ 动作， JQ_2 闭合，接通 36 伏控制回路，使磁力开关 X 吸合（ X_1 自保），电动机启动。并借频变阻抗之阻值变化特性，使絞車自动加速到额定速度运转。

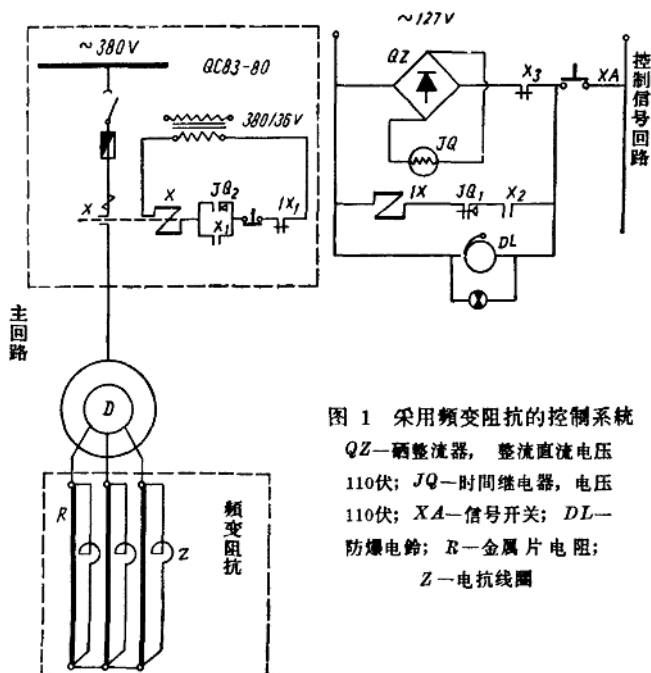


图 1 采用频变阻抗的控制系統

QZ —硒整流器，整流直流电压 110 伏； JQ —时间继电器，电压 110 伏； XA —信号开关； DL —防爆电铃； R —金属片电阻； Z —电抗线圈

2. 絞車停止：在絞車正常起動以後，由於磁力開關 X 吸合了控制信號回路 X_2 接點，為停車作了準備，所以掛車工在任一地點瞬間拉通 XA 信號開關， $1X$ 繼電器即動作， $1X_1$ 接點斷開36伏控制回路電源，使絞車停止。

3. 操作注意事項：絞車起動時，拉通信號開關 XA 的時間，必須滿足時間繼電器 JQ 的時限，絞車方能起動，否則只能發出聲光信號。

停車時，拉通 XA 信號開關的時間，必須小於時間繼電器 JQ 的時限，否則將造成絞車停止後又重新起動，然後又停止又重新起動的現象。

如採用棘輪式控制方法，控制信號回路將進一步簡化。

(三) 頻變阻抗的計算

頻變阻抗計算的主要內容是設計電抗器（確定鐵芯截面積、線圈匝數及導線截面）和計算電阻值。下面介紹北票礦務局通過實踐摸索出來的一套計算方法。

1. 電阻的計算

根據電動機的技术數據和起動條件計算電阻值。一般可採用下面近似公式求出電阻值 R 來。

$$R = \frac{r_{2H} \cdot S}{S_H},$$

式中 R ——接入轉子內與電抗器並聯的電阻值；

r_{2H} ——轉子電阻值；

S_H ——額定轉差率；

S ——轉差率。

$$r_{2H} = \frac{U_{2H} \cdot S_H}{\sqrt{3} I_{2H}},$$

$$S_H = \frac{n_1 - n_2}{n_1}。$$

式中 U_{2H} ——轉子电压；

I_{2H} ——轉子电流。

S 由 $\frac{M}{M_H} = \frac{2\lambda}{\frac{S}{S_K} + \frac{S_K}{S}}$ 式中求出。对于平巷串車运输方

式一般取 $M = 1.3 \sim 1.5 M_H$ 。

式中 $S_K = S_H \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right)。$

λ 为过载系数。一般取 $\lambda = 2。$

2. 电抗器的設計

电抗器的設計，主要包括鉄芯截面积、电抗值、线圈匝数及导线截面积。

(1) 鉄芯的选择。

采用硅鋼片迭制的“日”字形鉄芯。鉄芯截面积 F 按下式計算。

$$F \geq \frac{F_g}{2P}。$$

式中 F_g ——电动机轉子鉄芯截面积；

P ——电动机的极对数。

(2) 线圈匝数的計算。

对于平巷无极绳絞車采用串車运输方式的系統，其电动机所配用电抗器的电抗值可按下列經驗公式計算。

$$X = 5R。$$

式中 X ——电抗器的电抗值；

R ——与电抗器并联的电阻值。

在求出电抗值之后，再根据图 2 所示电抗—匝数曲线查出匝数来。

此曲线的绘制方法是在一个“日”字形铁芯上的一个柱上，缠绕数匝导线，并每隔一定圈数抽出一个头。然后接入电源（图3）。

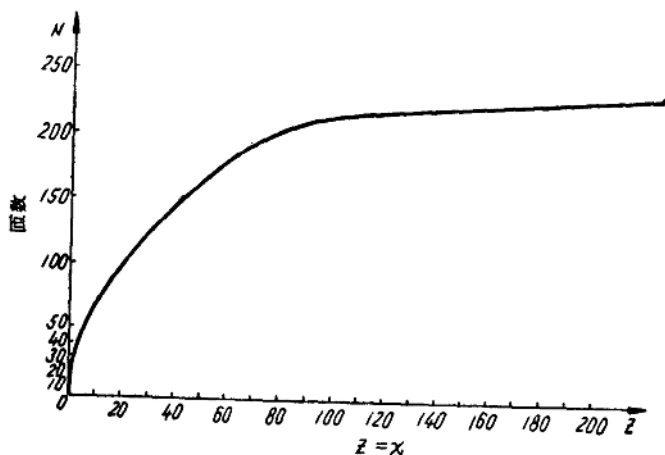


图2 电抗—匝数曲线

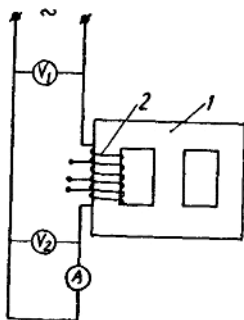


图3 电抗—匝数曲线的绘制方法

1—铁芯；2—电抗线圈； V_1 、 V_2 —交流电压表； A —交流电流表

当电源接到不同圈数时，通过电压表、电流表测出不同的值来。然后根据 $Z = \frac{V_1 - V_2}{A}$ 计算出对应于不同圈数时的电阻抗值。最后逐点描繪出曲线。

(3) 电抗线圈导线截面积的选择。

一般按经济电流密度选取导线截面。

$$S = \frac{I_{2H}}{\delta}。$$

式中 S ——导线截面；

I_{2H} ——电动机轉子二次額定电流；

δ ——经济电流密度，一般 δ 取 2。

3. 計算实例

某矿 900 米无极绳絞車使用頻变阻抗的計算(參照图 1) 运输距离 400 米，平巷，串車运输。JR82-8 型电动机，容量 28 千瓦。技术数据： $U_{1H}=380$ 伏， $I_{1H}=58$ 安，轉速 720 轉/分， $U_{2H}=270$ 伏， $I_{2H}=67.6$ 安。

(1) 电阻的計算。

$$\text{轉子电阻: } r_{2H} = \frac{U_{2H} \cdot S_H}{\sqrt{3} I_{2H}} = \frac{270 \times 0.04}{1.73 \times 67.6} = 0.092。$$

$$S_H = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{750 - 720}{750} = 0.04。$$

$$S_K = S_H \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right) = 0.04 \left(2 + \sqrt{4 - 1} \right) = 0.148。$$

对于平巷、串車运输的无极绳絞車可取 $M=1.3M_H$ 。

$$\text{按: } \frac{M}{M_H} = \frac{2\lambda}{\frac{S}{S_K} + \frac{S_K}{S}} \text{ 求得 } S = 0.45。$$

与电抗器并联的电阻 $R = \frac{r_{2H} \cdot S}{S_H} = \frac{0.092 \times 0.45}{0.04}$
 $= 1.1。$

(2) 电抗器的設計。

1) 求电抗器鉄芯截面积 F ;

$$F \geq \frac{F_g}{2P}。$$

已知此电动机为 8 极，轉子鉄芯截面积等于一个齿的面积乘齿数，由此求得 $F = 60$ 平方厘米。

2) 求电抗值 X 。

按經驗公式 $X = 5R$ ，求得 $X = 5 \times 1.1 = 5.5$

3) 根据图 1 曲线，查出电抗器匝数为 19 匝。

4) 电抗器线圈导线截面的选择。

取 $\delta = 2$,

$$S = \frac{I_{2H}}{\delta} = \frac{67.6}{2} = 33.8。取 S = 35 毫米^2。$$

二 高压控制系统

这种控制系统适用于斜井高压卷线型电动机用液体电阻起动的无极绳绞车。绞车设于地面或井下无瓦斯场所。

(一) 控制系统

这种控制系统共有三个组成部分：

1. 主控制回路（图4）。其电压为3~6千伏，电源从油开关 BM 至电磁操作油开关 J 向电动机 D 供电。转子回路有液体电阻 R 和切除转子电阻的接触器 X_y 。

2. 控制操作回路（图5）。其电压为220~380伏， X_n 继电器回路具有控制保护的双重作用。回路中串联了就地起动、停止接点，信号回路 1Π 停车接点，油开关 BM 无压释放接点，选绳保护接点 G ，过负荷保护接点 MK 及无信号保护接点 $P\Pi$ 。

控制操作回路中还带有停车时防止逆转继电器 X_{CD} 、带动绳机构切除液体电阻的电磁离合继电器 X_{ab} 、短接转子外电阻的继电器 X_y ，和接通主回路电磁油开关的继电器 J 。

3. 信号回路（图6）。其电压为127伏，电源由井底车场供至绞车房，沿线装设打点开关 XA 。在任意地点都可以发送声光信号。

绞车正常运转时，信号回路 X_{n_2} 接点闭合。这时在任一地点发送信号的同时， 1Π 吸合，控制保护回路常闭接点 1Π 断开，继电器 X_n 释放，使绞车停止。

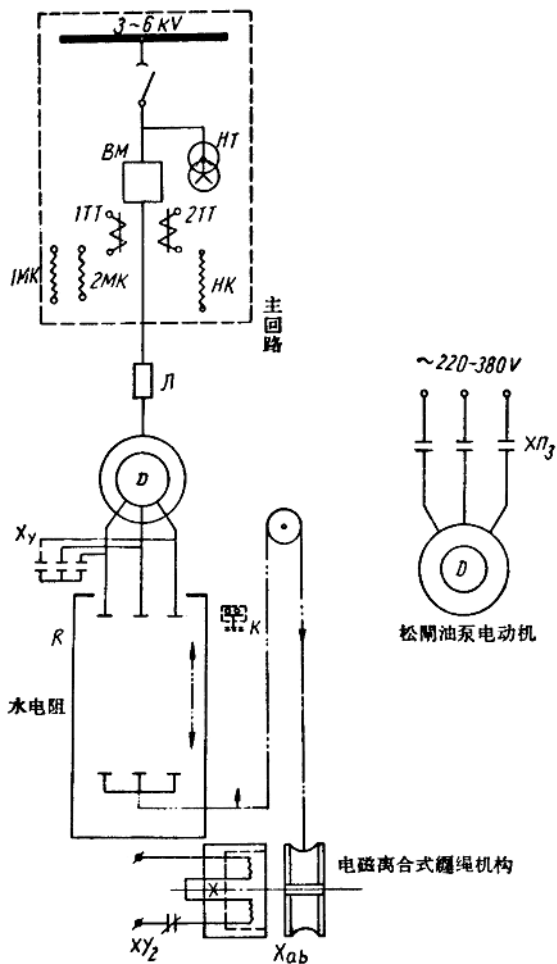


图 4 主控制回路

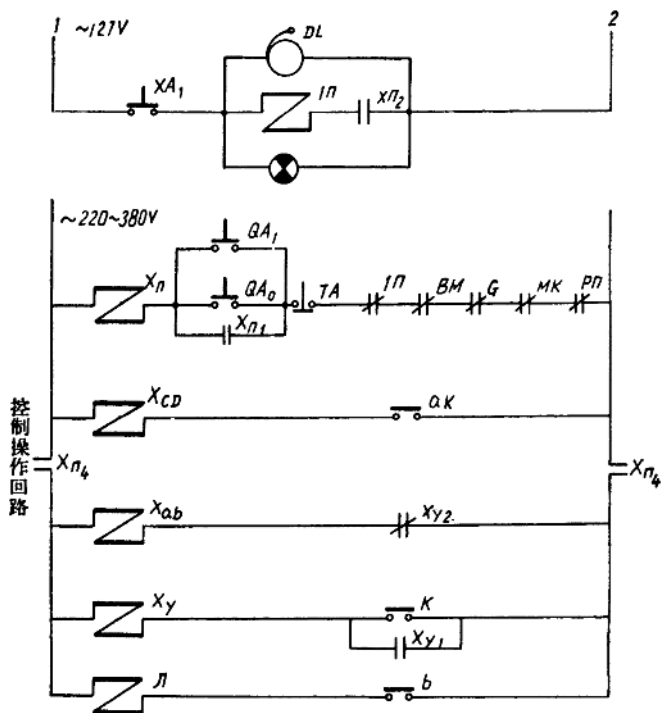


图 5 控制操作回路

在信号回路还接有监视继电器 $P\Pi$ ，当信号系统断线时，控制保护回路串联接点 $P\Pi$ 断开，闭锁校车，防止误操作。

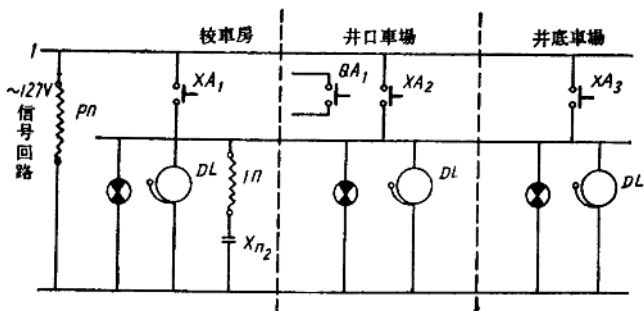


图 6 信号回路

(二) 操作方法

合上主回路、控制操作回路、信号回路的电源开关，在井口車場由挂钩工实现远方操作。

1. 正常起动：在井口車場处接通 QA_1 按钮开关，接通控制保护 X_n 回路， X_n 继电器吸合（ X_{n1} 自保），接信号回路 $1n$ 继电器闭锁接点 X_{n2} （为实现信号停车作好准备），接通 X_{n3} ，油泵电动机控制回路开始松闸， X_{n4} 开关吸合，并由于松闸杠杆的抬起接通了主回路高压电磁油开关 J 回路的接点 b ， J 电磁油开关吸合，絞車起动。另外，由于 X_{n4} 的吸合，电磁离合繩绳机构 X_{a1} 吸合，繩绳輪繩卷牵引绳，从而带动液体电阻操纵杠杆徐徐上升，均匀地切除电阻，使絞車加速。当液体电阻之杠杆上升至顶点位置，将 X_y 继电器回路 K 接点顶合， X_y 继电器吸合（ X_{y1} 自保），轉子回路之 X_y 接点吸合，切除全部轉子外接电阻。由于 X_y 继电器的吸合 X_{y2} 断开，使电磁离合繩绳机构 X_{a1} 失去电源而分开，液体电阻降回并准备起动位置。这时絞車以正常速度运转。

2. 絞車停止：当絞車正常起動以后，信号回路与继电器 1Π 串联之 X_{Π_2} 接点閉合，这时在絞車房、井口車場或井底車場只要接通 XA_1 、 XA_2 或 XA_3 即可发出声光信号，并使 1Π 继电器动作，断开控制保护回路与 X_{Π} 继电器串联之接点 1Π ，而使絞車停止。

(三) 主要組成元件

1. 油压松閘裝置：該裝置用于斜井无极绳絞車，以防止絞車停止时由于张力差引起逆轉使重車下滑。其主要組成部分有电动机 1、油缸、活塞 5、油輪 6、联动杠杆 7 等（图 7），当操纵絞車起動时 X_{Π} 继电器吸合， X_{Π_3} 接通油泵电机，带动油輪旋轉，将活塞推起，并带动联动杠杆而使抱閘松开。随杠杆之抬起，机械接点 b 接通，高压电磁油开关 J 吸合，絞車起動。

2. 自动防逆轉裝置：为确防逆轉，在电动机与减速机对輪处靠减速机一端，加装了插爪式防逆轉裝置（图 8）。絞車正常運轉时，滑装于减速机主軸一端的胶木板 5 借彈簧力把 ak 接点压合。继电器 X_{CD} 吸合，将插爪 3 提起。当絞車停止时，如由于张力差絞車发生逆轉，胶木板 5 随主軸 1 逆轉抬起，断开 ak 接点，使 X_{CD} 失去电源，插爪 3 随即落下頂住棘輪 2，防止逆轉。对水平運輸式正反向運輸，不用此套裝置。

3. 电磁离合繩輪裝置：此裝置用以均匀切除液体电阻，实际上就是一个帶繩輪的电磁离合器（图 9），由固定于滾筒大軸端之主体 1、线圈 2、滑环 6、刷架 5、及繩輪 3 組成。当操纵絞車起動 X_{Π} 吸合时，线圈 X_{Π_3} 有电将滑装于滑軸上之繩輪 3 吸合，并带动繩輪旋轉，从而牵動鏈条拽引液体电阻杠

