

軋鋼機電力拖動的
接觸器控制



序 言

現代軋鋼機機械電力拖動的繼電器—接觸器控制獲得很廣泛的應用。軋鋼車間全部電力拖动有 90—95% 都採用這種控制方式，只有少數的機械，如軋鋼機的主傳動，採用較複雜的電力拖动系統，即發電機—電動機（Г—Д）系統和水銀整流器—電動機（РБ—Д）系統。

但是，軋鋼機各機械電力拖動的繼電器—接觸器控制線路的設計問題在技術文獻中談得不多。

在本書內綜合了這些電力拖動的繼電器—接觸器控制的設計和運行的主要數據，並且還利用了國立重工業企業電氣設備設計院、電氣工業的工廠以及“電力拖动”中央設計局的資料。

在本書內討論在恒定電壓和低壓（500 伏以下）網絡供電下，并激和復激直流電動機以及異步電動機的接觸器控制線路的設計和作用，並討論電磁鐵的控制線路。主要的注意力放在接觸器控制線路設計的一般原理（第一章至第四章）和討論控制線路的環節（第五章至第八章）。然後，列舉電動機的原理控制線路和這些線路的說明（第九章，第十章），以及敘述控制屏設計的問題。還列舉了外部連接線路的例子（第十一章）。作者所指的電力拖动不僅是軋鋼機本身機械的電力拖动，而且還包括水泵、通風機以及其他機械的電力拖动。

為了合理地进行設計和正确地運用接觸器控制的電力拖动，必須真正的通曉所採用的電動機和電器。

在說明這些資料時，作者是假定讀者已熟悉直流電動機和異步電動機的工作原理，尤其是它們的機械特性。

本書中所採用的電器名詞是根據 ГОСТ 2774—44 “工業用低壓電器名詞”一書。本書中所用的圖例是根據 ГОСТ 7624—55 採用

的。

作者謹对 В.Ф. 格尔日馬罗工程师和 Г.П. 哈立謝夫 科学技术副博士表示感謝，他們在审閱原稿时提出了許多宝贵的意見，同时对編輯——Б.Д. 安特魯欣表示謝忱。

对本书內容的批評和意見，作者希望寄至下述地址：

莫斯科，Г-34，2-й Обыденский пер.，14 号，冶金工业出版社。

目 录

序言

緒論	1
----	---

第一章 接触器控制线路的结构及对其提出的一般要求	4
--------------------------	---

1. 接触器控制线路的结构	4
2. 对接触器控制线路的一般要求	5
3. 动作的可靠性	6
4. 在事故情况下工作的安全性	7
5. 操作工操作的方便	8
6. 运行的方便	14

第二章 控制线路中电器的应用	17
----------------	----

1. 接触器的选择	17
2. 触头和速断触头的开闭能力	18
3. 控制回路的电流种类及电压数值的选择	20
4. 接触器和继电器的吸上电压	23
5. 电器的固有动作时间	24
6. 触头和速断触头的交叠	26
7. 电磁式时间继电器的“充电”	27
8. 电流和电压继电器的选择及调整	27
9. 按照允许的接通次数、旋转速度和运动速度检验电器	29
10. 采用 KA4000 系列旋转式主令电器作为行程开关	29

第三章 控制回路内脉冲的使用及其连锁	32
--------------------	----

1. 脉冲的分类	32
2. 单回路和多回路脉冲的使用	33
3. 无延时和有延时转送及解除脉冲	38
4. 将一种持续时间长的脉冲变换为另一种持续时间短的脉冲	44
5. 间接作用的脉冲	48
6. 接受脉冲的电器动作的监察	50

7. 連鎖的分类	51
8. 内部連鎖	52
9. 外部連鎖	54
第四章 原理綫路图的設計及其动作的檢查	60
1. 綫路图的設計. 原始数据	60
2. 綫路动作檢查的项目	61
3. 檢查綫路动作的方法	64
第五章 直流电动机控制綫路的环节	70
1. 概述	70
2. 主回路	70
3. 过电流保护	76
4. 零电压保护	78
5. 激磁的控制	81
6. 起动的控制	93
7. 动力制动和反接制动	98
8. 电动机电枢的分路	106
9. 双电动机的拖动装置	111
10. 测量仪表和信号灯的联接	115
第六章 异步电动机控制綫路的环节	119
1. 概述	119
2. 主回路	119
3. 过电流保护	127
4. 零电压保护	133
5. 起动的控制	139
6. 动力制动和反接制动	141
7. 双电动机拖动	150
8. 测量仪表和信号灯的联接. 电动机自切断的信号	152
第七章 电磁铁控制綫路的环节	156
1. 直流电磁铁的控制	156
2. 交流电磁铁的控制	159
3. 直流电动机控制綫路内的制动电磁铁	161
4. 异步电动机控制綫路内的制动电磁铁	163

第八章 控制线路的特殊环节	165
1. 交流电源与直流操作电源间的連絡线路	165
2. 从两个和三个地点操作电动机时主令控制器和万能轉換 开关的接線图	167
3. 以行程为函数的电动机自动停止和逆轉的线路	172
4. 在自动和手动操作电力拖动时主令控制器的接線图	178
5. 計数线路	179
第九章 直流电动机的控制线路	184
1. 可逆复激电动机的控制线路	184
2. 可逆可調并激电动机的控制线路	189
3. 能切换到备用控制屏的可逆复激电动机的控制线路	194
4. 两台能联合工作或分別工作的复激电动机的控制线路	195
第十章 異步电动机的控制线路	198
1. 不可逆籠型电动机的控制线路	198
2. 在定子三相內具有起动电阻的不可逆籠型电动机的控制 线路	198
3. 可逆籠型电动机的控制线路	199
4. 具有动力制动的可逆卷綫型电动机的控制线路	201
5. 两台能联合工作或分別工作的異步电动机的控制线路	202
第十一章 控制屏的設計	205
1. 控制屏上电器的配置	205
2. 控制屏的安裝线路	207
附录 1	211
附录 2	214
参考文献	218

緒 論

現代的軋鋼機擁有大量不同結構和用途的完善的機械。拖动单个机械用的电动机的功率达到几百千瓦，有时达到几千千瓦和更大，且其接通次数在許多情況下達每小時幾百次至1200次，有時更多。此時，不但需要单个机械的電力拖动裝置工作高度精確和自動化，而且幾個機械的電力拖动裝置工作也要綜合自動化。

每部軋鋼機擁有幾十和幾百台電力拖动；其中有一台電力拖动停止工作即會引起軋鋼機的停歇和使產品報廢。因此，所有電力拖动的動作應完全可靠。

在軋鋼車間的工作條件下，熾熱的軋件有時靠近電氣設備，因此，電動機和電器在結構上必須滿足這種運行條件。

按照軋鋼機各機械電力拖动的工作制度，電力拖动可以分為三類：

I. 重複短時工作制的機械的電力拖动，也就是參與軋制、加工和運輸工藝過程的機械的電力拖动；這些機械有：輓道、推鋼機、推床、翻鋼機、壓下裝置、拖運機、卷取機、升降摆动台、擋板上升機械等。

II. 短時工作制的機械的電力拖动，例如換輓機械、尺條預裝機械（軋制之前）等。

III. 長時工作的機械的電力拖动（切頭收集傳送帶、通風機、泵以及某些參與主要工藝過程的機械，例如，矯直機、帶飛輪的剪斷機等）。除了個別例外情形，這一類的電力拖动都是不需要調速的。

以前在蘇聯，對於I和II類的電力拖动，在設計時通常考慮採用繼電器—接觸器控制并由恒定電壓網絡供電的直流電動機，而且还廣泛採用串激電動機。在個別情況下採用繼電器—接觸器

控制的发电机—电动机系統。对于輓道輓子的单独拖动采用異步电动机。对于大部分Ⅱ类机械采用異步电动机，而对于需要調速的机械，則采用可調节的并激直流电动机。

現在，在設計新軋鋼机的Ⅰ和Ⅱ类的电力拖动时，关于选择电力拖动的电流种类和系統的問題，在大多数情况下按照下述方法来決定：

1. 对于可逆开坯机的主要机械，以及需要自动調节轉速和在很大範圍內变速的机械，采用带电机放大机的发电机—电动机的电力拖动系統。对于可逆开坯机的这些机械（如压下装置、工作輓道、机架輓和推床）來說，Γ—Д系統比继电器—接触器控制且由恒定电压网络供电的电动机具有很大的优点。这种系統的主要优点为：縮短电器动作的固有時間；更好地充滿在加速和減速时的电流图 $I=f(t)$ ，因而縮短加速、減速和逆轉的時間；減少电器的磨損和提高其工作的可靠性，这样就便于运行；大大地減少在电阻內的損失；能获得“挖土机”的特性（用于工作在“堵轉”情况下的机械）。

在某些軋鋼机上，对于需要自动調速的机械还采用整流器—电动机（PB—Д）的电力拖动系統。

2. 对于在停止之前需要預先減速的机械的电力拖动，采用并激或复激直流电动机。串激电动机由于难于使机械精确停止故不予采用。当需要在 1:3 或 1:4 範圍內調速时，則采用可調节的并激电动机。

3. 对于Ⅰ和Ⅱ类的电力拖动和大多数Ⅰ类的电力拖动，采用卷綫型異步电动机或籠型異步电动机。

4. 目前极为广泛地采用由 50 周/秒网络或由变频机（不調頻或調頻的）供电的輓道单独拖动用电动机。

5. 对于Ⅱ类机械，在某些情况下采用同步电动机。

6. 在第 2—5 項所列的电力拖动中，通常設置由恒定电压网络供电給电动机的继电器—接触器控制。正如上面所述，单独的輓道电动机有时經变频机（可变的頻率和电压）供电。可

是，在这些情况下，如果按照电动机起动和减速方法来表征电力拖动的特性时，可以认为电动机是由恒定电压供电的，因为频率和电压的改变并不是为了实现电动机的起动和减速，而仅仅是为了有时要改变工艺过程的速度。

电力拖动的继电器—接触器控制(或简称为接触器控制)，与用主电流的主令控制器^①的手动控制比较，具有下述优点。

能控制功率超过 50—100 千瓦的电动机，而鼓形控制器和凸轮控制器就不能控制；

当电动机的接通次数很多，且起动、减速和逆转的时间很短时，它能进行控制；

可实现电动机起动、调速和减速过程的自动化，因而，第一，能消除危及电动机和机械的电流和力矩的极大冲击；第二，能保证操作工集中注意力于工艺过程的操作上；

能进行远距离控制，也就是能控制距离操作工甚远处的拖动装置；

提高电动机和控制电器的工作可靠性和不间断性；

缩小操作台上电器的尺寸（因为在控制回路内进行切换）和减轻操作工在控制每一电力拖动所需的劳力，因此可减少维护值班人员的数量，因为一个操作工可以操作许多电力拖动装置；

单独电力拖动的工作能完全自动化，且同一工艺过程的许多电力拖动的工作能综合自动化。

在接触器控制线路内所采用的电器，大部分是装在控制站上（有时称为磁力站或磁力控制盘）。按照控制站的结构，可以分为控制屏和控制板。控制屏是电器装在几块固定在公共金属骨架的绝缘板上的控制站。控制板是电器装在一块绝缘板上且无骨架的控制站。

① 必须指出，用鼓形控制器和凸轮控制器的控制回路，具有许多接触器控制的元件：零电压保护，过电流保护和终端保护。

第一章 接触器控制线路的结构及 对其提出的一般要求

1. 接触器控制线路的结构

在接触器原理控制线路内包括下述元件（机构）。

工作机构——带动生产机械和其他机械用的电动机和电磁铁。电磁铁用以直接拖动（其中包括机械制动器）或带动气压阀和液压阀。

主令机构，用以向线路其他机构发出改变电力拖动和信号设备工作制度的脉冲：

- 1) 控制电器——按钮、主令控制器，万能转换开关等；
- 2) 检查电气参数用的电器和仪表：电压继电器，电流继电器（其中包括热继电器）；工艺上用的电器和仪表——浮子继电器；电气接点式压力计；被加工和运送的产品的位置指示器等；
- 3) 规定电力拖动工作程序用的电器：程序时间继电器，计数继电器和计数线路，用伺服电动机拖动的程序主令控制器等；
- 4) 控制机械位置用的电器：行程开关和终端开关；

中间机构，用以接受和变换从主令机构来的脉冲，以及在工作机构的主回路和励磁回路内进行切换；中间机构有：接触器，中间继电器，时间继电器，电阻，接触器上的机械连锁装置等。

保护短路的机构，用以在短路时切除线路的其余元件，保护机构有：自动开关和熔断器。同一电器有时具有保护短路机构的功用，同时又具有其他机构的功用。例如，过电流继电器（主令机构）和线路接触器（中间机构）可以联合保护短路。单个电力拖动的线路经常不具备保护短路的单独机构，而只有几个电力拖动才设有公共的保护短路的机构。

测量和信号机构：检查-测量仪表，电笛，电铃，信号灯，指示器等。

目前，大多数轧钢机械的电力拖动线路都是半自动化的（开式控制系统），因此，为了要改变电力拖动的工作制（接通，切断，逆转等），操作工需要操作一次（图1）。

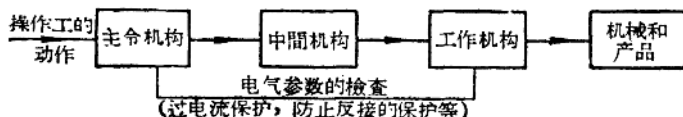


图1 半自动化电力拖动的接触器控制原理线路的结构图

如果采用自动调节器或脉冲自动发送器作为主令机构时，则电力拖动即为自动化的（闭式控制系统），操作工只需要在工艺过程开始之前将线路接通即可。

例如，轧钢车间内的自动化电力拖动有：采用轧件位置指示器和自动调节器控制的压下装置和其他机械；用程序时间继电器来接通且当主管内压力增至规定值时切断的干油润滑系统的油泵；借助于浮子继电器控制的水泵装置。

工作机构的数量和数据，通常是在开始设计原理线路图以前确定，而中间机构的数量和数据则在设计过程中确定。

2. 对接触器控制线路的一般要求

除了选择电动机或电磁铁的容量、电流种类、电压数值以及其他数据以外，在许多情况下原理控制线路决定着整个电力拖动的质量。

电力拖动的原理控制线路应能满足工艺的要求：无论是在工作机械按照必需的程序和规定时间内完成操作的方面，或者是与其他机械的电力拖动实现上述联系的方面。

在设计电力拖动原理控制线路以及在线路运行的实践中，已经积累了为获得合理线路的一般要求，这种线路能保证：动作可靠，在事故情况下工作安全，操作工操作方便，运行方便，电器

选用正确。

在设计原理线路时，除了要满足这些要求以外，还要保证电气设备和电气安装上的投资最少，以及运行损失最少。

上述对电力拖动控制线路所提出的要求，与控制线路的用途无关，这些要求将与本章内轧钢机械电力拖动的接触器控制线路一起研究。

关于采用电器的一些知识将在第二章内叙述。

3. 动作的可靠性

为了保证接触器控制线路可靠动作起见，在其他条件相同下应采用最少数量的最简单和可靠的电器（其工作触头的数量最少）。在某些情况下，还宁愿采用较多数量的简单和可靠的电器，而不采用较少数量的复杂和不可靠的电器。

电器的可靠性取决于其正常使用时的机械强度和电气强度、耐磨性以及周围介质条件下工作的适宜性。当电器的接通次数较多时，不仅可以按工作触头和连锁触头的数量作线路的方案比较，而且还可以按动作次数（即每小时触头动作的次数）进行比较。

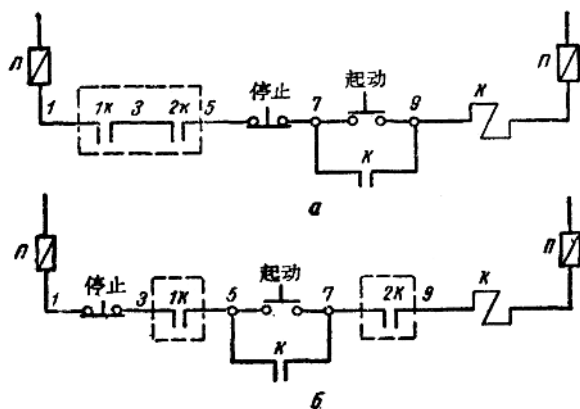


图 2 具有两个外部连锁的接触器控制的线路方案

在其他条件相同下还要尽量使外部連線和内部連線的数量最少（其长度最短）。此外，正确的选择导線和電纜的牌号及其敷設方式都具有很大的意义。为了說明按外部連線和内部連線的数量来比較綫路的方法，在图 2 中示出两种在原則上是相同的接触器 K 的控制綫路，在此綫路內具有由触头 $1 K$ 和 $2 K$ 构成的两个外部連鎖。接触器 K 和熔断器 II 装在控制板上，而“起动”和“停止”按钮則装在操作台上。

按照图 2, a 所示的綫路，需要三根外部导線（5, 7 和 9）来連接控制板和操作台，而按照图 2, b 所示的綫路，为此同一目的就需要四根导線（1, 3, 5 和 7）。此外，按照图 2, a 所示的綫路，在控制板范围內需要自熔断器 II 和接触器 K 敷設三根内部导線（1, 7 和 9）至控制板的端子上，而按照图 2, b 所示綫路，則需要四根内部导線（1, 5, 7 和 9）。很明显地，第一种綫路（參见图 2, a ）由于所需要的外部連線和内部連線数量較少，因此它比第二种綫路（參见图 2, b ）更为简单和可靠。

4. 在事故情况下工作的安全性

在事故情况下电力拖动的工作應該在綫路內保証值班維護人員的安全，和防止机械設備、电气設備損坏，以及产品报废。

由于短路、导綫断裂、电器綫圈烧坏，熔断器烧断，触头焊住等，或者由于供电給主回路和控制回路的网络电压消失和恢复，均能引起事故情况。在設計控制綫路时只考虑由于一种故障所引起事故情况，因为同时发生二种或二种以上的故障是很少的，而且在这种情况下，即使是最完善的綫路也不能保証动作的安全。

为了实現在事故情况下的安全要求，在綫路內采用下述措施来达到：采用零电压保护、过电流保护、终端保护以及其他保护；检查每个电器在工作过程中是否正常；采用防止电力拖动危险工作制的連鎖；采用在电压消失时仍能保持接通的帶鎖扣的接触器和帶有銜鉄“磁粘性”的继电器；采用网络的絕緣检查；向

值班人員发出电力拖动停止工作的信号（这种电力拖动的长时期停止工作是不允許的，例如稀油潤滑系统的油泵电动机的停止）；自操作台紧急切断由此操作台操作的机械的电力拖动。

有时，为了保証在主要供电电源的电压消失时工作的安全，采用备用电源自动切换。

在設計原理綫路时应考虑到：为了提高事故情况下的安全程度，通常需要一些輔助的电器和連綫。这样就使电力拖动复杂化和增高其价格，以及增加維護的困难。因此，关于电力拖动在事故情况下需要的工作安全程度問題，应分別的对每一綫路考虑其对工作人員的安全要求，工艺过程的条件以及电力拖动的复杂性来解决。

5. 操作工操作的方便

正如上面已經談过，继电器—接触器式的电器允許远距离操作电力拖动。在現代的軋鋼机上，一个操作工通常要操作几台机械的电力拖动。操作工所操作的机械数量要根据下述条件来决定，即所操作的机械和軋件应在操作工的視界范围之内，以使他能控制工艺过程。此时，操作工应来得及用手操作在操作台上的許多电器，以保証本工段机械获得規定的生产率。为了保証操作工具有良好的劳动条件（操作工的工作在很大程度上决定着机械的生产率），在設計电力拖动綫路时，应考虑操作工便于操作操作台上的电器。

下面只討論与保証操作方便有关的，以及在設計电力拖动原理綫路时要解决的問題。因此，在討論操作方便的这些問題时，不討論关于操作室的建筑部分，操作室的采暖和通风，操作台的结构，电话通訊和扩音器通訊等問題。

在任意操作操作台上的电器时电力拖动应能正确的工作。首先应在任意操作操作台上某机械的电器时該电力拖动能正确的工作，操作工才获得操作方便的保証。

任意的操作电器是指操作工用任一种速度或任一种程序（甚

至于是不是正确的程序) 操作电器, 例如, 以任意速度移动主令控制器的手柄, 同时按压任一电力拖动线路内的“起动”和“停止”按钮等等。

在任意操作时, 线路应保证正常的工作, 至少应保证安全的工作或切断电力拖动, 以防止由于操作工的过失而引起事故, 和尽量减少机械损坏、产品报废以及人身事故的可能性。

除此以外, 实现了这些要求还能保证由技术不熟练的操作工来看管机械, 而且他的注意力不致分散在遵照规定的操作规程上, 可以专心于总的工艺过程的操作。

为了实现上述要求, 采用各种保护装置(零电压保护、过电流保护、终端保护等), 自动控制着电动机的起动、调速和制动过程, 以及在线路内设置必要的连锁, 用以防止在操作电力拖动时不正确的操作动作。

操作台上的电器应该用来完成准确的动作和单一的功用。

两种不同用途的电器不应引起相同的线路动作, 但切断电力拖动的动作除外, 这种切断动作不仅当接通或切断电力拖动用的主令控制器(万能转换开关)在拉回零位时发生, 而且在工作制或工作程序切换开关的手柄位置改变时也会发生。通常, 此种切换开关不应该用以起动电动机, 可是也允许这样使用(有时还是必需的), 因为此种切换开关具有零位, 在零位上电力拖动即被切断。当线路内具有从自动操作切换到手动操作用的切换开关时, 有时要考虑防止从自动操作切换到手动操作时突然起动的保护(具有这种保护的例子参见图 115 所示的线路)。

同一控制电器的手柄在置于不同位置时, 不应该使不同机械的电力拖动接通。在某一轨梁轧机上, 设计时曾规定用同一主令控制器来操作三重式轧钢机旁的工作辊道和延长辊道, 当主令控制器置于第一个位置上时工作辊道起动, 主令控制器置于第二个位置上时第一段延长辊道起动, 以及置于第三个位置上时第二段延长辊道起动。这样使用主令控制器证明是不合理的, 因为它使得操作工难于工作, 他需要将主令控制器置于一个固定的中间位

置上，而不能直接将手柄推到尽头。

在不同工作制时，任一电器的手柄置于同一个位置上不应该使电力拖动有时是起动，有时是停止。特别要推荐的是主令控制器手柄的零位总是要使电力拖动切断。因此，应避免采用当主令控制器的手柄置于零位时使电力拖动实现自动操作的线路。

操作台上电器型式的选择。操作工的工作条件，在很大程度上取决于操作台上电器型式的选择。

在轧钢机械的操作台上，多半是采用手动的主令控制器、万能转换开关和普通的按钮，很少采用掌形按钮、脚踏开关，脚踏按钮。

在设计原理线路时，不是单独的按照每一电力拖动来选择装于操作台上的电器，而是要考虑到操作工所操作的全部电器的数量和型式。因此，为了建立操作工最方便的工作条件起见，要全面的考虑电器型式的选择。

在选择电器型式以前，要确定每一电器在一小时或一班内的接通和切断次数：并按照其动作（接通和切断次数）将所有电器分为下述各类：

第一类——在一班内只需动作几次的电器。属于这一类的有长时运转和只在轧机调整时工作的机械的电力拖动控制电器；

第二类——在一小时内需要动作几次到几十次的电器；

第三类——在一小时内需要动作几十次到几百次和更多次数的电器。

采用普通按钮作为第一类电器，它是一种可靠又便宜的电器。对于那些在轧制周期内虽然只起动一次的电力拖动，通常仍不采用普通按钮。如果这种具有自返装置和两个触头的按钮在线路内不适宜时，则采用万能转换开关。万能转换开关具有各式各样的结构：有不同回路数和位置数的，有不同触头闭合图表的，有定位式和自返式手柄的，有带滞后触头的。

作为第二类电器的是万能转换开关或主令控制器，而作为第三类电器的则是主令控制器。当接通次数很多时，对操作工来说

用主令控制器操作比用万能轉換开关可减少疲劳。此外，万能轉換开关的耐磨性也比主令控制器为差。

在某些情况下，作为不间断操作的电器的主令控制器，也用于接通次数甚少的机械上。如果操作工由于周围温度较低而戴上手套工作时，则有时主令控制器就装在工作地点用于操通次数甚少的机械上；在这种情况下，用主令控制器操作比用万能轉換开关较为方便。

按照动作次数来精确地区分主令控制器和万能轉換开关的使用范围是有困难的，因为万能轉換开关有时在每小时动作约 100 次时仍被使用。

如果操作工用第二类和第三类电器操作，则不仅第三类电器采用主令控制器，而且通常第二类电器也采用主令控制器，因为当频繁操作时，对操作工来说，操作同一型式的电器是比较方便的。

根据国立重工业企业电气设计院哈尔科夫分院调查三个初轧机工作的资料，主传动操作工仅仅为了操作压下装置，每小时平均要动作 1650 次至 1950 次。为了缩短操作工手臂动作的行程，也就是减轻其疲劳，在设计线路时要尽量采用每一方向（自零位开始）带有一个手柄位置的主令控制器；每一方向具有两个、三个以及更多个位置的主令控制器，只是在必需的情况下才采用。当采用手柄位置数量超过需要的主令控制器时，则应将主令控制器上的挡板重新配置，以限制手柄的行程在所需要的位置上。

当由一个操作工所管理的主令控制器数量很多时，最好采用小尺寸的主令控制器，以减小操作台的尺寸。

当一小时内的接通次数达几十次和更多时，则采用掌形按钮来发送短时性的脉冲，这种按钮也用作紧急“停止”按钮。

为了减轻操作工用手频繁操作（如果他是坐着进行操作），有时采用脚踏开关或脚踏按钮。对于一个操作工来说，只能装设一个脚踏电器，此电器用来接通在机械完成工作周期后即自动切断的电力拖动。例如，脚踏操作用于初轧机的翻钢机和剪断机的电力拖动上，以及用于滑座式锯机的锯片送进的电力拖动上等。