

轧钢机电力拖动的 自动控制

Б.Я. 普里瓦尔斯基 著

鄭光波 陈瑞龙 译

冶金工业出版社

軋鋼机电力拖动的自动控制

В.Я.普里瓦尔斯基 著

郑光波 陈瑞龙 译

冶金工业出版社

Б. Я. ПРИВАЛЬСКИЙ
АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ

(СВЕРДЛОВСК-1954)

軋鋼机电力拖动的自动控制

— * —

冶金工业出版社出版

(北京市遼市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

中央民族印刷厂印刷 新华书店發行

— * —

1959年8月第一版

1959年8月 北京第一次印刷

印數 4,010 册

開本850×1168 • 1/32 • 130,000字 • 印張7張

— * —

統一書号15062 · 1742 · 定价1.00元

目 录

序言	1
緒論	3
§1. 基本定义	3
§2. 軋机的分类	3
§3. 軋机的工作制度	5
§4. 軋机机械的工作制度	9
§5. 电力拖动控制綫路的要求	10
第一章 电力拖动自动控制綫路的元件	13
§1. 控制綫路的元件的分类	13
§2. 接触器	14
§3. 繼电器	21
§4. 行程开关	24
§5. 电机放大器	28
§6. 稳定变压器	33
§7. 固体整流器	37
§8. 电力拖动自动控制綫路的繪制	45
第二章 直流电力拖动的自动控制	47
§ 1. 直流电动机在接触器控制时的动力回路	47
§ 2. 直流电动机在接触器控制时的激磁回路	55
§ 3. 直流电动机在 Γ - Δ 系统时的电机控制	58
§ 4. 电压截止的电机控制	63
§ 5. 电流截止的电机控制	72
§ 6. 綜合截止的电机控制	78
§ 7. 分开截止的电机控制	85
§ 8. 电机控制綫路的截止灵敏度	90
§ 9. 軋机机械电力拖动的电机控制綫路的比較分析	92
§10. 發電机串級激磁的电机控制綫路	98
§11. 电动机串級激磁的电机控制綫路	106

第三章 交流电力拖动的自动控制	112
§1. 同步电动机的自动起动	112
§2. 同步电动机自动起动系统的选择	133
§3. 同步电动机激磁的自动调节	135
§4. 感应电动机的动力回路鼠笼型电动机	141
§5. 转差率调节器的控制线路液体转差率调节器	144
第四章 电力拖动自动控制的操作回路	153
§1. 自动控制线路的构成原理	153
§2. 控制回路的要求和设计规程	157
第五章 电力拖动的自动控制站	160
§1. 直流电动机的标准控制站	161
§2. 低压感应电动机的标准控制站	166
§3. 高压感应电动机的控制站	176
§4. 同步电动机的控制站	181
第六章 电力拖动的自动控制线路	190
§1. 可逆轧机的电力拖动的电机控制线路	190
§2. 压下装置的电力拖动的电机控制线路	205
§3. 推床推板的电力拖动的电机控制线路	213
§4. 工作辊道的电力拖动的电机控制线路	216
§5. 剪断机的电力拖动的电机控制线路	220
附录1. 接触器的技术资料	226
附录2. 电磁继电器的技术资料	230
附录3. 交磁电机放大机的技术资料	234
附录4. 电力拖动控制线路的图例	236
附录5. 电力拖动的控制站的型号	245
参考文献	247

序 言

机械化的不断发展和社会主义生产的改进，促使广泛使用高度机械化的自动控制装置。

苏联共产党第十九次代表大会的决议和苏联发展国民经济第五个五年计划的指示指出了发展自动化的必要性。

因此，特别感到需要培养自动控制装置的设计、安装、调整 and 操作的干部，以及提高他们的熟练程度。

自动化在轧钢生产中具有重大意义。在轧钢生产中实行自动化就能提高劳动生产率，大大节省和减轻体力劳动。

电力拖动自动控制是轧钢生产的自动化基础。

电力拖动自动控制的现有参考文献对于中等技术人员来讲，并非易懂。

本书作为编写一本中等轧钢电气设计人员和操作人员参考书的尝试。在编写时，作者尽量以易懂的语言、简单的形式，少用数学工具来说明物理概念和电力拖动自动控制的复杂线路。

绪论叙述轧钢车间电力拖动控制系统的要求，以及解释后面所用术语的基本定义。

其次，叙述组成现代电力拖动自动控制线路的主要控制电器的作用原理和一些性能。

在叙述电力拖动的自动控制线路前，首先叙述构成线路的基本规程和原理，以及控制线路的最复杂的主要部分。并且叙述轧钢车间近来广泛应用的电机自动控制线路的作用原理。

个别的章节叙述各种电机自动控制线路的优缺点。

近来轧钢车间广泛采用同步电动机。因此，本书详细分析同步电动机的起动过程，使得读者能够更加彻底了解同步电动

机的这种或那种自动起动系统的特性。

苏联电气工业制造工厂制造了标准的电力拖动自动控制站，这些控制站已得到广泛应用，这就使本书叙述电磁站的用途及其性能时有充足的资料。

最后，叙述现代轧钢车间的可逆轧机和辅助机械的电力拖动的自动控制线路。

书末附有看电气线路所需的图号和主要控制电器的技术资料。

由于篇幅的限制，本书不介绍尚未广泛应用的离子电力拖动自动控制线路的资料。

緒 論

§ 1. 基本定义

軋鋼車間是冶金工厂生产循环的最后部分。軋机的基本作业是金屬在轉动的軋輥間变形。因此，軋机的主要設備是工作机架，以及属于工作机架的齒輪机座、減速器和拖动电动机。主要設備安装在軋机的主机列上。工作机架的电力拖动称为軋机的主拖动。

軋制过程还有许多輔助作业，这些輔助作业是：金屬加热、金屬运到軋机的軋輥前、翻轉、剪轉、軋完堆垛等等。为了完成这些作业，軋机装有各种輔助設備和机械。

在軋制时，运输金屬和移动金屬使用的設備和机械如下：鋼錠車、輥道、拖运机、推床、升降台、摆动升降台。剪断使用剪断机和鋸断机。矯直使用矯直机等等。

在某些情况下，軋制过程在彼此連接的几个軋机上順序进行。此类軋鋼机組尤其用于軋制鋼管。

§ 2. 軋机的分类

軋机分类的主要特征是：軋机的用途，軋輥的数目和排列，工作机架的数目和排列，以及工作制度。

按照用途，軋机分为开坯机、鋼坯軋机和成品軋机。

属于开坯机类的有方坯軋机和板坯軋机。这些軋机的原料是2—22.5吨的平爐鋼錠。最后产品是方坯（方形鋼材）和板坯（矩形鋼材）。

开坯机属于最大軋机类，装有7500馬力的大直徑电动机。

在开坯机需要更大的軋制功率时，軋輥的集体拖动（單电

动机)最好改为单独拖动(双电动机)。

鋼坯軋机也像开坯机一样用于預軋。属于鋼坯軋机类的有:各种尺寸的多机架連軋机,管坯軋机。鋼坯軋机的原料是方坯,最后产品是方形和圓形鋼坯。

鋼坯軋机通常直接装在开坯机后。

第三类——成品軋机——包括:軋制各种小型鋼材(方鋼、圓鋼、槽鋼、鋼梁、角鋼、輕軌、扁鋼、5—9公厘的綫材)的型鋼軋机,軌梁軋机,鋼板軋机,帶鋼軋机,輪胎和輪箍軋机,无縫鋼管軋机,焊接鋼管軋机。属于成品軋机类的还有薄板冷軋軋机和薄壁鋼管軋机。

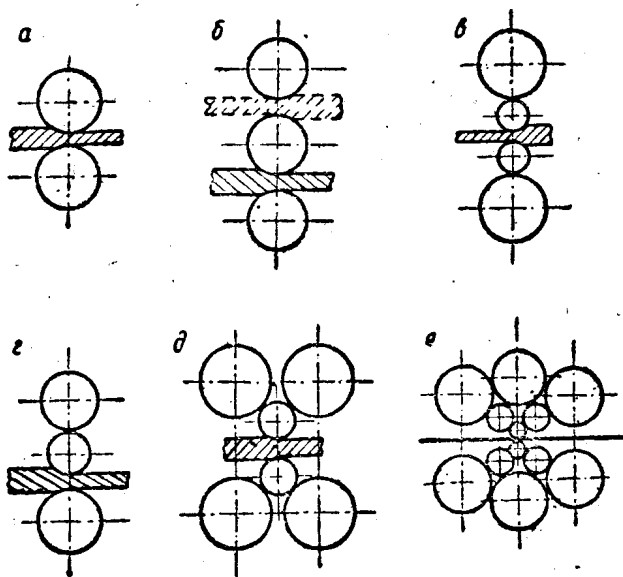


圖 1 軋輥在軋机上的排列

- | | | |
|------------|---------|---------|
| a—二輥軋机; | б—三輥軋机; | в—四輥軋机; |
| г—劳特式三輥軋机; | д—六輥軋机; | е—十二輥軋机 |

按照軋輥數目，軋機分為下列四類：二軋軋機，三軋軋機，四軋軋機，多軋軋機。

軋輥在軋機上的排法有：水平、垂直、傾斜、交斜，軋輥在軋機机架上的排法如圖 1 所示。

按照工作机架的數目和排列，軋機分為：單机架軋機、机架橫排成一綫列的多机架軋機、机架順排的多机架軋機、階梯式軋機、連軋機、半連軋機、之字式軋機、布棋式軋機。

各類軋機机架的排列如圖 2 所示。

§ 3. 軋機的工作制度

雖然軋機的結構形式很多，但是從電力拖動的角度來看，軋機只分為兩大類：非可逆軋機和可逆軋機。

非可逆軋機又分為非調速軋機和可調速軋機。

軋機的工作制度是選擇這種或那種型式電力拖動及其控制系統的主要決定因素。如工作制度相同，結構和用途不同的軋機可以採用同類的電力拖動裝置。

在非可逆工作制度下，工作机架的軋輥在軋制過程中單向旋轉。

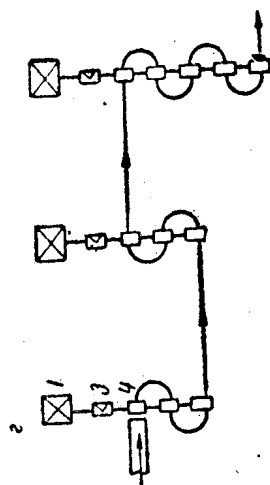
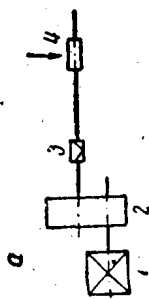
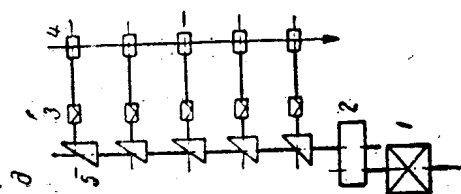
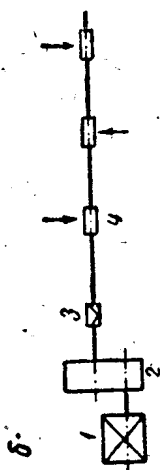
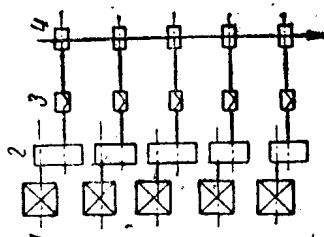
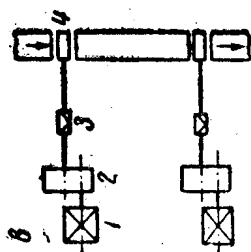
根據工藝條件的要求，非可逆軋機的軋制速度可為恆速或變速，因此有非調速和可調速的非可逆軋機。

屬於非調速非可逆軋機的有某些型鋼軋機的開坯和粗軋机架、鋼坯連軋機、綫材軋機、帶鋼冷軋機等等。

在這些軋機上軋制不需調速，所以軋機的拖動採用交流電動機。電動機的型式（感應電動機或同步電動機）根據軋機的負載特徵來選擇。

採用同步電動機最為合適，因為眾所周知，同步電動機和感應電動機比較，具有許多優點（在超前功率因數下運轉，效率較高，外形尺寸較小，運轉比較可靠等等）。

如果軋機的負載劇烈變化，那麼軋機採用飛輪拖動為宜。



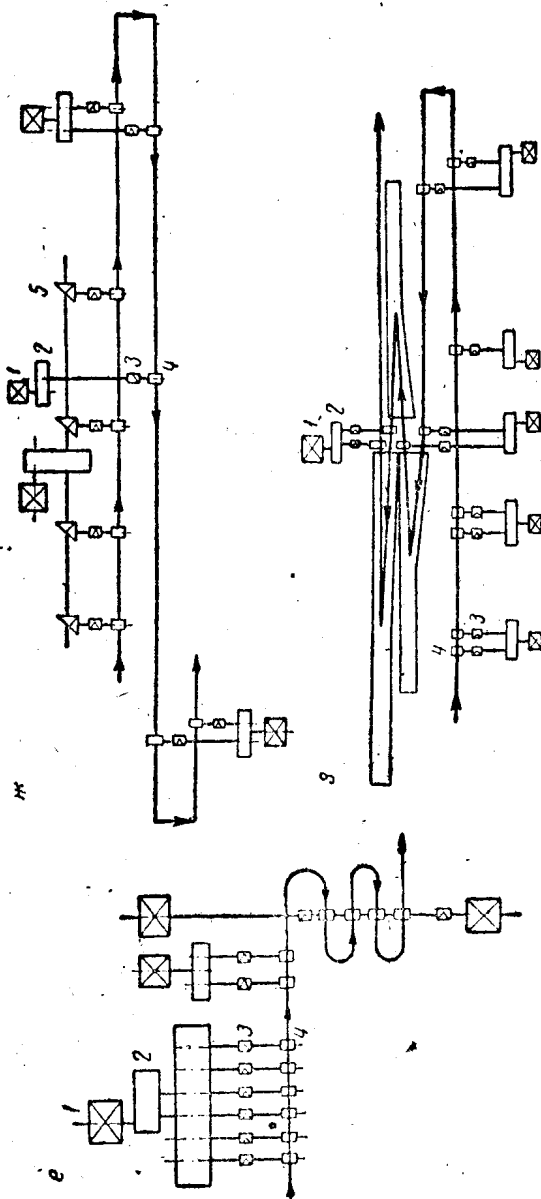


圖 2 軋機机架的排列

a—單机架軋機； 6—三机架軋機； b—机架順序排的双机架軋機； r—階梯式軋機； n—單獨
 拖动或集体拖动的連軋機； e—半連機； x—之字式軋機； 3—布棋盤式軋機
 1—電動機； 2—正齒輪減速機； 3—人字齒輪機座； 4—工作机架； 5—傘形齒輪減速器

因为在冲击负载时，一部分负载可由飞轮的动能来负担，因此轧机负载得以拉平。这样，电动机的设备容量可以减小，电动机的供电线路的冲击电流可以减小。

采用飞轮拖动是否合适，根据经济技术计算来决定。

飞轮拖动采用感应电动机。

对于大部分可调速非可逆轧机，只在轧机调整时调速，目的是为了在最合适的速度下来轧制这种或那种钢材。在轧制过程中也有速度不变的。属于这类轧机的有连轧机、半连轧机、布棋盘式轧机等等。此类轧机的拖动通常采用直流并激电动机。电动机用单独发电机（Г-Д系统）或用有控制栅极的水银整流器来供电。在某些情况下，对于这类轧机的拖动可以采用接成串级系统的感应电动机。近年来已经采用水银整流器串级装置——整流器串级（Вентильные каскады）。

在许多可调速非可逆轧机上，当轧件在轧辊中时轧制过程是在调速下进行的。在低速下轧辊咬入金属，然后升到最高速度。在轧件快要出辊时，速度降低，避免轧件抛出太远。

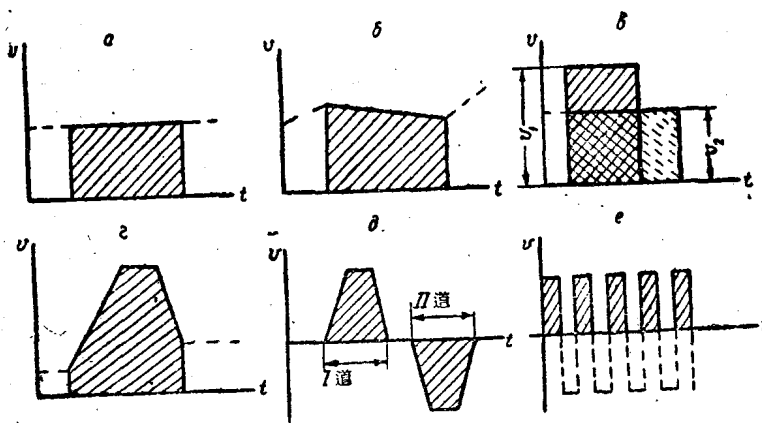


圖 3 在各种工作制度下轧机的转速图解

а—恒速非可逆轧机； б—减速非可逆轧机； в—少调速非可逆轧机； г—多调速非可逆轧机； д—可逆轧机； е—周期轧机

属于这类轧机的有某些钢坯轧机、三辊轨梁轧机、轮胎轧机、輪箍轧机等等。这类轧机的拖动通常采用 Γ - Δ 系統控制的直流并激电动机。

可逆轧机的工作制度对于电力拖动是最重的。轧辊在每道后都改变旋轉方向，咬入金属和抛出金属都在低速下进行。属于这类轧机的有大开坯机（方坯机和板坯机）、二辊厚板轧机等等。

可逆轧机的工作制度决定了广泛調速的必要性。因此，上述轧机的拖动也采用 Γ - Δ 系統控制的直流并激电动机。

在各种工作制度下轧机的轉速圖解如圖 3 所示。

§ 4. 轧机机械的工作制度

根据車間类别及其产品品种的不同，轧机装有各种結構形式的机械。但是如果根据工作時間制度来選擇电力拖动，轧机机械只分为三大类：長时工作制度的机械，短时工作制度的机械和重复短时工作制度的机械。

在長时工作制度时（圖 4a）时，电动机連續長时工作，电动机的温度达到穩定值。属于長时工作制度的轧机机械的，有圓盘剪断机、鋸断机、矯直机等等。这类机械絕大部分采用長时工作的鼠籠型感应电动机为宜。

在短时工作制度（圖 4б）时，电动机的温度在負載期間还没有达到穩定值，在无負載期間又降到周圍温度。

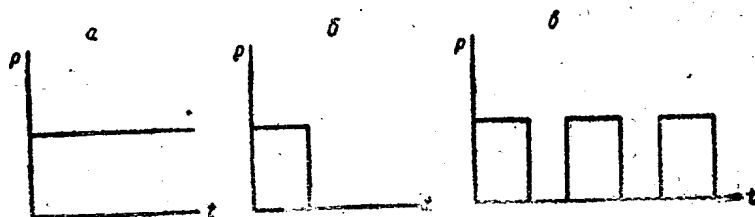


圖 4 在各种电力拖动工作制度下的負載圖解

a—長时； б—短时； в—重复短时

属于短时工作制度的轧机机械的有切头撥出机、鋸断机的移动机构，擋板的移动机构和翼板升降机构，換輓小車等等。这类机械的拖动通常采用短时工作制度的冶金式鼠籠类型感应电动机。

所謂重复短时工作制度就是时而短时工作时而停止，电动机的温度在工作期間內沒有达到稳定值，在停止期間內又来不及降到周圍温度。一个循环的时间，即一个工作周期和一个停止周期，不超过十分鐘。

大多数的主要轧机机械是在重复短时下工作（圖 4B），例如：工作輓道、延長輓道、开坯机和鋼板轧机的压下装置、摆动升降台、推床、拖运机等等。由于轧制工艺的要求，这些机械的工作非常緊張。其中某些机械的开动次数每小时达到 1200 次或更多。

大多数的机械需要頻繁換向，所以必需加速制动。电动机时常沒有达到稳定速度就又制动和換向。因此电动机的負載在很大程度上决定于随电动机的加速和减速而定的动态力矩以及每小时的开动次数。

对于重复短时工作的轧机机械电力拖动，近来大多数采用交流电动机。直流电动机只用于需要調速或开动頻繁而又重复短时工作的机械。

广泛采用交流电动机可以节省基建投資，以及由于减少耗电量，而使設備更加經濟，但是对于工作特別繁忙的机械，为了保証高度的生产能力，还得采用直流电动机。

§ 5. 电力拖动控制綫路的要求

轧机机械电力拖动的控制綫路有多种多样的要求。这些要求决定于轧机工作过程的特征、机械的用途、电动机的型式等等。

自动控制綫路的结构决定于对各种机械的电力拖动的要

求,对应这些要求,自动控制线路的结构就有不同的特性。但是,在大多数的情况下,这些特点并非重要,因为构成电力拖动自动控制线路的自动化原理为数不多。十分复杂的自动化线路是由若干标准部分组成的,这些标准部分以对应的形式来互相连接。因此,采用较少标准接触器盘(电磁站)就能大大简化电器设备的组合。

自动控制完成的基本作业是电动机的起动。在很多情况下必须保证起动平滑和保证规定的加速。

许多轧机机械的工作制度需要很快制动和换向,在设计电力拖动自动控制线路时必须注意这个问题。

机械准确停在行程的規定位置上、制动平滑、机械快停、获得必需的减速、这些是普通的要求。在设计自动控制线路时必须注意这些问题。

对于许多轧机机械,按其工作条件要有若干级速度,在选择控制系统时,必须考虑这些问题。

除了上述基本要求之外,对于许多轧机机械还有许多随机机械的工作条件而定的特殊要求,例如:保持恒速、限制最大力矩、带钢和扁钢的张力在轧制过程中保持恒定,保证若干机械的同步工作,执行规定的作业程序(对于压下装置、飞剪等等)。

为了保证必需的作业程序,以及避免为了操作人员误操作和避免破坏电力拖动的电气工作制度,在各种机械的电力拖动的控制线路之间要有连锁。例如,锯断机前辊道和锯断机进锯机构的电力拖动之间通常装有连锁。有了连锁,就能避免在锯片没有回到原位时开动辊道,因此就能避免撞坏锯片等等。

所有电力拖动控制线路都要有零位连锁,以便控制线路只有当控制电器(控制器、主控制器、万能转换开关等等)放在零位时才能工作。因此,在线路断电或保护装置动作后恢复供电时,可以避免电动机直接起动。

控制线路还要有电动机和其他元件的必需电气保护。为了遵守工艺设备和电动机的工作制度，在必需的情况下要有测量仪表。
