

瑞典HSVE2.8型提升机

运行·维护·检修

主编 周东武



中国矿业大学出版社

瑞典 HSVE2.8 型提升机 运行·维护·检修

主 编 周东武

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是针对兴隆庄煤矿从瑞典引进的提升机编写的,比较系统地介绍了该提升机的组成原理及运行、维修经验,可作为该类提升机运行、维护和检修人员的培训教材,也可供提升机研究人员参考。

瑞典 HSVE2.8 型提升机运行·维护·检修

主 编 周东武

责任编辑 何 戈

中国矿业大学出版社出版发行

新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 11.25 字数 229 千字

1998 年 6 月第一版 1998 年 6 月第一次印刷

印数 1—350 册

ISBN 7 - 81040 - 604 - 3

H·23

定价:20.00 元

编 委 会

编委会主任	金 太	周寿成			
编委会副主任	席京德	王惠忠			
主 编	周东武				
编 委	娄天林	官志杰	张连珠	刘明德	
	林世永	吴文明	柏奖枝	马 钢	
	董 军				
主 审	王 信	黄显华	陆 田	郭西进	
副 主 审	李济国	郭艾东	任 毅	王树圣	
封面摄影	魏 明				

前 言

兖州矿业集团公司兴隆庄煤矿主副井共安装4台由瑞典 ASEA 公司引进的 HSVE2.8 型 6 绳摩擦式提升机,1981 年 11 月正式投入运行。随着矿井生产的不断发展、原煤产量的大幅度提高,提升系统能否安全正常运行,已越来越明显地成为制约矿井生产的关键因素之一。随着该提升设备的逐年老化、提升量的日益增加,如何最大限度地充分发挥进口设备的潜力,降低故障率,保证提升机安全正常运转,已成为提升机运行、维护人员面临的紧迫任务。

本书力求从提升机运行、维护与检修等方面进行总结与探讨,突出针对性和实用性,以供提升机运行、维护、检修人员参考。

阅读本书需配合提升系统原理图(详图)。

由于水年有限,书中不足之处,敬请批评指正。

编 者

1996 年 8 月

目 录

第一章 提升机的技术特征及主要组成部分	(1)
一、概述	(1)
二、提升机主要技术数据	(1)
三、提升机速度图	(4)
四、提升机主要组成部分	(5)
五、提升机无触点调节系统简要说明	(8)
第二章 提升机的运行	(14)
一、提升机的运行方式	(14)
二、提升机的操作	(15)
三、提升机保护功能的试验	(18)
四、提升机运行管理制度	(20)
第三章 提升机的维护	(26)
一、直流主电机的维护	(26)
二、减速机的维护	(27)
三、齿轮联轴节的维护	(28)
四、摩擦轮、导向轮的维护	(28)
五、制动装置的维护	(29)
六、高压开关柜的维护	(29)
七、水平监控器的维护	(29)
八、控制柜、整流柜、低压柜的维护	(30)
九、主钢丝绳、尾绳的维护	(30)
十、提升机润滑部位定期加油制度	(30)
第四章 提升机的检修	(32)
一、提升机主要部件检修质量标准	(32)
二、提升机主要部件大型检修、更换工艺	(35)
三、检修后的试运转	(39)
四、状态监测与故障诊断技术	(40)
第五章 提升机故障处理	(42)
一、故障的原因及判断	(42)

二、故障的排除	(42)
三、常见故障分析及处理	(43)
四、典型故障案例介绍	(47)
第六章 提升机技术测定	(48)
一、提升机速度图的测定与验算	(48)
二、操纵系统保护整定及调整	(49)
三、调节系统保护整定及调整	(51)
四、液压制动系统的测定、调整	(52)
五、盘形闸空动时间的测定	(53)
六、紧急制动减速度测定	(54)
第七章 摩擦式提升机常规测定及验算	(55)
一、提升钢丝绳安全系数的验算	(55)
二、提升机摩擦轮的测定	(58)
三、提升钢丝绳沿摩擦轮滑动及蠕动的测定	(63)
四、提升钢丝绳张力平衡状态的测定及调整	(67)
五、制动装置的测定与调整	(76)
第八章 直流电动机性能测定	(79)
一、直流电动机参数的计算	(79)
二、直流电动机的技术要求	(80)
三、直流电动机的性能测定	(83)
第九章 提升机有关计算	(96)
一、双罐笼(1 [#])	(96)
二、单罐笼(2 [#])	(107)
三、双箕斗(3A [#] 、3B [#])	(121)
附录一 提升机完好标准	(132)
附录二 关于锈蚀钢丝绳的分级和处理	(135)
附录三 提升机组成各单元代号	(136)
附录四 提升机各主要部位保护设备种类	(139)
附录五 瑞典《矿山提升机规程》选译	(142)
附录六 《煤矿安全规程》有关内容摘录	(158)
参考书目	(170)

第一章 提升机的技术特征及主要组成部分

一、概 述

兴隆庄煤矿主副井共安装 4 台由瑞典 ASEA 公司引进的型号为 HSVE2.8 型的 6 绳摩擦式提升机。其中,副井装设 2 台,一台为双罐笼提升机,简称 1[#]提升机,一台为单罐笼带平衡锤提升机,简称 2[#]提升机。这两台提升机担负矿井的人员、设备、材料、矸石等的运送任务。主井装设 2 台双箕斗提升机,简称 3A[#]、3B[#]提升机,担负矿井原煤提升任务。4 台提升机均由晶闸管供电的直流电动机驱动,采用磁场可逆、电枢调速,控制系统为逻辑无环流控制和速度、电流双闭环的速度调节系统。

为满足矿井各水平的工作需要,副井单罐笼提升机工作在三个水平:井口为第一水平;-270 m 为第二水平;-350 m 井底为第三水平。井口绝对标高为 +49.2 m。双罐笼提升机工作于井口和井底两个水平。主井双箕斗提升机井底装载水平为 -313 m,地面卸载水平为 +72 m。

提升系统示意图见图 1-1。

二、提升机主要技术数据

名 称	1 [#]	2 [#]	3A [#] 与 3B [#]
容器质量/kg	16 800	19 000	19 500
平衡锤质量/kg		25 300	
最大不平衡负荷/N	142 245	88 290	117 720

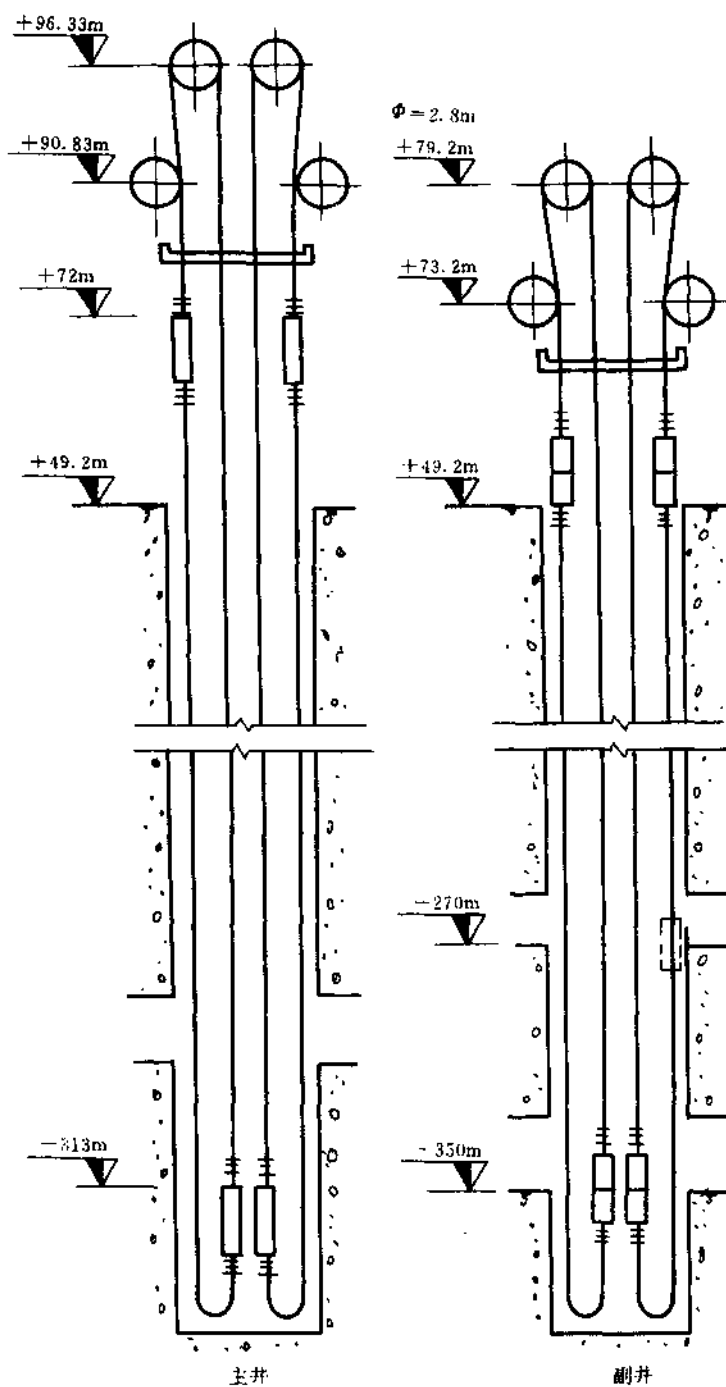


图 1-1 提升系统示意图

续表

名 称	1 [#]	2 [#]	3A [#] 与 3B [#]
空罐不平衡负荷/N		61 803	
负荷侧最大静张力/N	441 450	441 450	391 360
主钢丝绳直径/mm	29.7	28.7	29.7
主绳每米质量/kg	3.2	3.2	3.2
主绳破断力/N	602 334	602 334	602 334
扁尾绳规格/mm	25×155	25×155	25×155
尾绳每米质量/kg	9.7(两根)	9.7(两根)	9.7(两根)
提升能力/t·h ⁻¹	354	177	601
有效负荷/N	117 720	135 378	117 720
主电机			
① 功率/kW	1 260	810	1 260
② 过载能力/%	200	200	200
③ 额定电压/V	1 100	550	1 100
④ 额定转速/r·min ⁻¹	815	815	815
⑤ 额定电流/A	1 215	1 547	1 215
⑥ 励磁电压/V	110	110	110
⑦ 励磁电流/A	37	28	37
减速机			
① 传动级数	2	2	2
② 减速比	14.08	14.08	14.08
③ 转动惯量/kg·m ²	5 892	5 892	5 892
④ 最大转矩/N·m	20 105	20 105	20 105
滚筒			
① 名义直径/m	2.8	2.8	2.8
② 转数/r·min ⁻¹	58	58	58
③ 转动惯量/kg·m ²	28 800	28 800	28 800

三、提升机速度图

1. 双箕斗提升机速度图(见图 1-2)

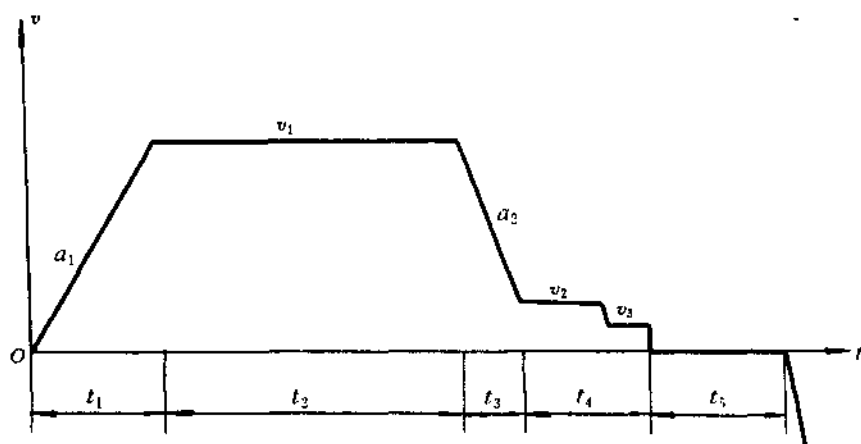


图 1-2

图中 $a_1 = 0.7 \text{ m/s}^2$; $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$;
 $v_1 = 8.5 \text{ m/s}$; $v_2 = 0.5 \text{ m/s}$;
 $v_3 = 0.1 \text{ m/s}$; $t_1 = 12.1 \text{ s}$;
 $t_2 = 34.7 \text{ s}$; $t_3 = 8.5 \text{ s}$;
 $t_4 = 5 \text{ s}$; $t_5 = 12 \text{ s}$ 。

2. 单、双罐笼提升机速度图(见图 1-3)

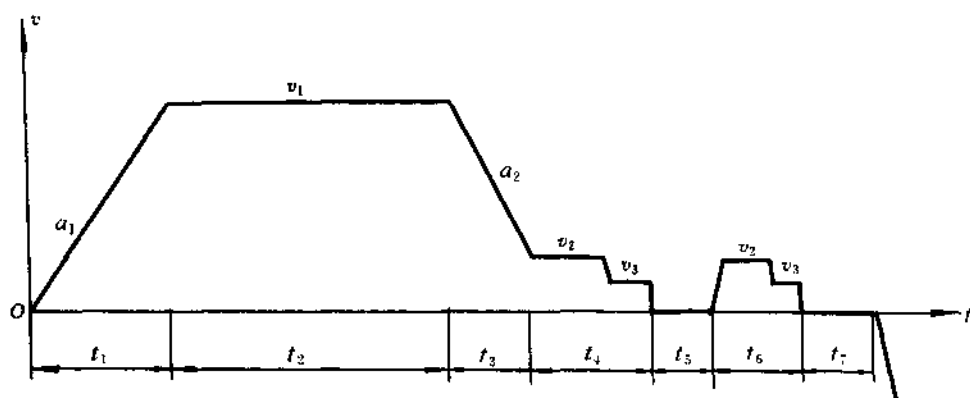


图 1-3

图中	$a_1=0.6 \text{ m/s}^2$;	$a_2=0.6 \text{ m/s}^2$
	$v_1=8.5 \text{ m/s}$;	$v_2=0.4 \text{ m/s}$;
	$v_3=0.1 \text{ m/s}$;	$t_1=14.2 \text{ s}$;
	$t_2=33 \text{ s}$;	$t_3=14.2 \text{ s}$;
	$t_4=5 \text{ s}$;	$t_5=8 \text{ s}$;
	$t_6=30 \text{ s}$;	$t_7=8 \text{ s}$ 。

四、提升机主要组成部分

1. 主电机

型号为 LAA710/1000M(双罐笼、双箕斗)、LAD710L(单罐笼),是他励式直流电动机。冷却风机装在电机顶部,冷风经上部滤网进入,由下部两侧出风。电动机定子和转子铁芯均用硅钢(旧称矽钢)片叠成,线圈用高级合成绝缘材料,绝缘等级为 F 级。

电机磁场为六极绕组。为改善换向、避免换向时产生火花,装设有换向绕组及补偿绕组;为消除轴电流对轴承的危害,在电机转子轴上加有接地电刷,将轴电流接地;此外还设有绕组温度保护用电阻传感元件、轴承测温用电阻传感元件、测速发电机、加热电阻元件等附件。

2. 减速机

型号为 UAAF—277,为两级平行轴斜齿轮传动,减速比为 14.08,第一级 $i_1=96/27=3.556$,第二级 $i_2=99/25=3.96$,最大力矩 $20\ 100 \text{ N} \cdot \text{m}$,装油量 660 kg,当油量损耗至 250 kg 时发出信号。

减速机装有单独的油冷却与润滑系统,油泵转速 $2\ 900 \text{ r/min}$,通过溢流阀来调节油压,控制在 0.147 MPa (1.5 kgf/cm^2 ,按旧的工程单位制, $1 \text{ kgf/cm}^2=9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$),每分钟供油量 36 L。为保证必要的油温(约 45°C)装有一冷却器,每分钟供水量 36 L,当供水量小于 36 L 时,控制流量的控制器发出信号。

3. 摩擦轮

摩擦轮外壳全部为钢焊接,装有 PVC 氯化塑胶摩擦衬垫,用铝楔块固定。

摩擦轮公称直径 2.8 m,宽度 1.815 m,钢板厚 20 mm,闸盘厚 25 mm,闸盘允许偏摆度 0.2 mm,装设有闸盘变形开关,当偏摆度超过 0.2 mm 时发出信号。

4. 导向轮

导向轮用钢板和型钢焊制,由轴承支撑,绳轮最大外径 2.92 m,允许围抱角 15° 。导向轮轴长 1.99 m,直径 0.3 m,有 6 个导向轮,其中一个为固定式且与轴连在一起,其余 5 个为跨

轮,每轮转动惯量为 $453 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 。

5. 水平监控器

水平监控器是提升容器在井筒中运行的监视和控制装置,它与提升机滚筒主轴相连接,包括以下部分:

(1) 行程监控装置

提升机主轴带动监控器轴转动,通过齿轮传动,转化为 2 根杠杆轴和 2 根凸轮轴的转动,在杠杆轴和凸轮轴上安装一系列杠杆和凸轮桥,当杠杆和凸轮相碰时,凸轮桥受压移动,使滚轮压动开关 A10:1—52,每个开关的闭合和打开的规律是按照提升容器在井筒中的相对位置确定的,把这些开关模拟成井筒中的各个减速点及过卷保护点,从而实现提升机减速的自动控制及过卷保护等。

(2) 同步控制装置

提升容器在井筒中的位置是由监控器模拟和监控的,因此,监控器必须能准确反映提升容器的实际位置,称为同步。但由于在提升过程中钢丝绳可能出现打滑和蠕动,造成提升容器在井筒中的实际位置与监控器的模拟位置的差异,这样,监控器就不能反映提升容器的正确位置。为此,提升机每循环一次,要进行一次同步调整,同步调整由井筒中的同步开关 A79 与监控器中的开关 A10: a_1 、 a_2 、1、2、3、4 配合,控制同步电动机 A10: f 完成。

(3) 深度指示自整角发射机

圆盘式深度指示器用自整角发射机来传输信号,该发射机转轴与提升机主轴相联接,在提升机运行时,自整角发射机的转子随之转动,带动接收机转子转动,接收机带动圆盘式深度指示器转动,从而反映容器在井筒中的位置。

(4) 超速保护

超速保护装置是用两组“电阻盘”来分别检查上行、下行的速度,“电阻盘”接入由测速发电机供电的超速保护电路内。当提升机全速运行时,电阻全部接入,开始减速时,电阻逐渐减小,直到停车电阻为零。

在减速过程中,测速发电机端电压减小,电阻盘的电阻值也随着减小,流经过速继电器的电流保持恒定,不动作。在等速或减速过程中,若速度超过允许值的 15%,而电阻值依然不变或减小,过速继电器电流增加,达到整定值时动作,从而起到超速保护的作用。

(5) 错向保护

错向保护设有两个离心开关,它们分别在相应的运行方向动作。如果运转指令与提升机的实际运行方向不一致,即所谓错向,则保护继电器动作,发出信号。

6. 直流快速断路器

直流快速断路器接于主电机与可控硅之间,作为开关和过电流保护装置。其型号为

ASLG1600,额定电流 1 600 A,过流整定范围 1~4 kA,电动合闸时间 2.5 s,电动跳闸时间 0.5 s,故障反应时间小于 2 ms。

该断路器由直流电机带动,电源由 220 V 交流电经整流供给。如果由于过电流脱扣引起断路器跳闸,那么电机就带动传动装置自动回到起始位置。断路器可以人工操作,但只有当电路断开时,才可用人工操作。

动触头质量很小,它有一种特殊机构使它在开始断开时很快加速,因此,断路器具有很好的限流特性。为了防止烧坏触头,在合闸和跳闸时,有一个滚动过程。

消弧罩由磁吹线圈和消弧栅构成,磁吹线圈是固定在灭弧磁铁上的两个并联线圈。当触头过流时,其断开点的磁场最大,产生强大磁力,把电弧迅速地从触头拉到消弧栅中,使电弧很快熄灭。

过电流脱扣装置由释放电磁铁和脱扣机构组成,通过一个电子放大器(YUFA 型)为释放电磁铁提供释放脉冲。当通过断路器的电流达到整定值时,跨装在断路器主母线磁铁芯中产生的磁通量作用于一舌簧继电器,发出跳闸指令。通过调整脱扣装置与铁芯气隙的相对位置,可整定不同的动作电流值。

7. 液压制动系统

液压制动系统由液压站、液压管路、盘形制动器三部分组成。液压站由油泵、双速电机、油箱、溢流阀、节流阀、电磁阀、压力开关、蓄压器等构成。液压站最大压力为 14 MPa,完全松闸时的压力为 11~14 MPa。从液压站到液压管路之间由 2510—021—K 型高压软管联接。盘形制动器型号为 BSFG408,由强力蝶形弹簧、油缸、活塞、调整螺丝、闸瓦、闸衬等组成。每对闸的额定制动力为 65 000 N。单罐笼提升机使用 5 对盘形闸,双罐笼、双箕斗提升机使用 6 对盘形闸。

最大制动力矩,即在停车时产生的制动力矩,为最大静止不平衡力矩的 3 倍。制动闸设有松闸、抱闸、闸衬磨损监视保护开关。要求调整制动闸间隙为 1.5~2 mm。

8. 高压开关柜

高压开关柜为 VHD—12 型,由电压互感器柜和主断路器柜两部分组成。电压互感器柜有三个 E19FB12 型干式电压互感器,并设有中性点绝缘检测保护及电压计量用的电压表。

主断路器柜内装有 HKK12/820 型贫油开关、过流接地(零序)保护装置、电流表及电度表。

贫油开关的跳合闸,由直流电机带动传动机构,利用弹簧的储能来执行。

9. 整流变压器

整流变压器为 TLH 型干式自然风冷,额定容量 1 000 kVA(双罐笼、双箕斗),1 250

kVA(单罐笼),接线组别为 $\Delta/Y-11$,变压器铁芯为矩形截面,用晶柱取向型变压器硅钢片叠制,外用矩形钢架压在一起,具有高强度、低损耗的特点。高压线圈用圆形铝线绕制,低压线圈用矩形铝条绕制成筒形绕组,在低压线圈与铁芯之间嵌入空心冷却导管。

变压器设有温度保护装置,由温度计和一根 3 m 长的由毛细管连接的浸液球管组成。温度计由两个水银型电接点和刻度盘、高低温度指针等组成,当温度高于整定值(100°C)时,水银接点闭合,发出跳闸指令。

10. 控制柜

控制柜由 $\text{KA}_1 \sim \text{KA}_4$ 四部分组成,提升机有触点操纵系统的控制电器装在其内。

控制柜采用国际标准组件结构,分成几个标准安装面,机架及盘面尺寸为标准模数尺寸,采用标准化插件式电器,适应性强,接体、维护方便,且安全可靠。

11. 操纵台

操纵台由 PA_1 、 PA_2 两部分组成,为提升机手动操作方式提供必要的控制及指示电器。 PA_1 安装各种运行指示灯、故障指示灯、各种试验用的按钮。 PA_2 安装有圆盘式深度指示器、速度表、电枢及磁场电流表、工作方式选择开关、手动操作控制器等。

12. 低压柜

低压柜供给磁场、制动油泵、润滑油泵 380 V 交流电源,并装设有变压器和整流器,供给提升机操纵系统的 220 V、110 V 交流电和 110 V 直流电源。

13. 晶闸管整流柜

晶闸管整流柜由电枢整流器、磁场整流器、控制系统三部分组成。电枢整流器安装在单独的柜中,柜顶装有冷却风扇。每个整流柜装有一组全控整流桥。磁场整流器装于控制柜中。控制柜中包含晶闸管无触点调节系统的所有控制电器,包括电枢控制插件、磁场控制大板、晶闸管故障保护电器等。

五、提升机无触点调节系统简要说明

本系统为磁场可逆,逻辑无环流,速度、电流双闭环的速度调节系统。图 1-4 为该调节系统的组成方框图。现对其作简要说明。

1. 主要组成单元说明(原理图见详图)

(1) 给定装置(OAP I103)

根据提升机的工艺要求,按运行速度图各个阶段的速度要求给出电压阶跃信号。

速度极性:上行给“-”,下行给“+”。

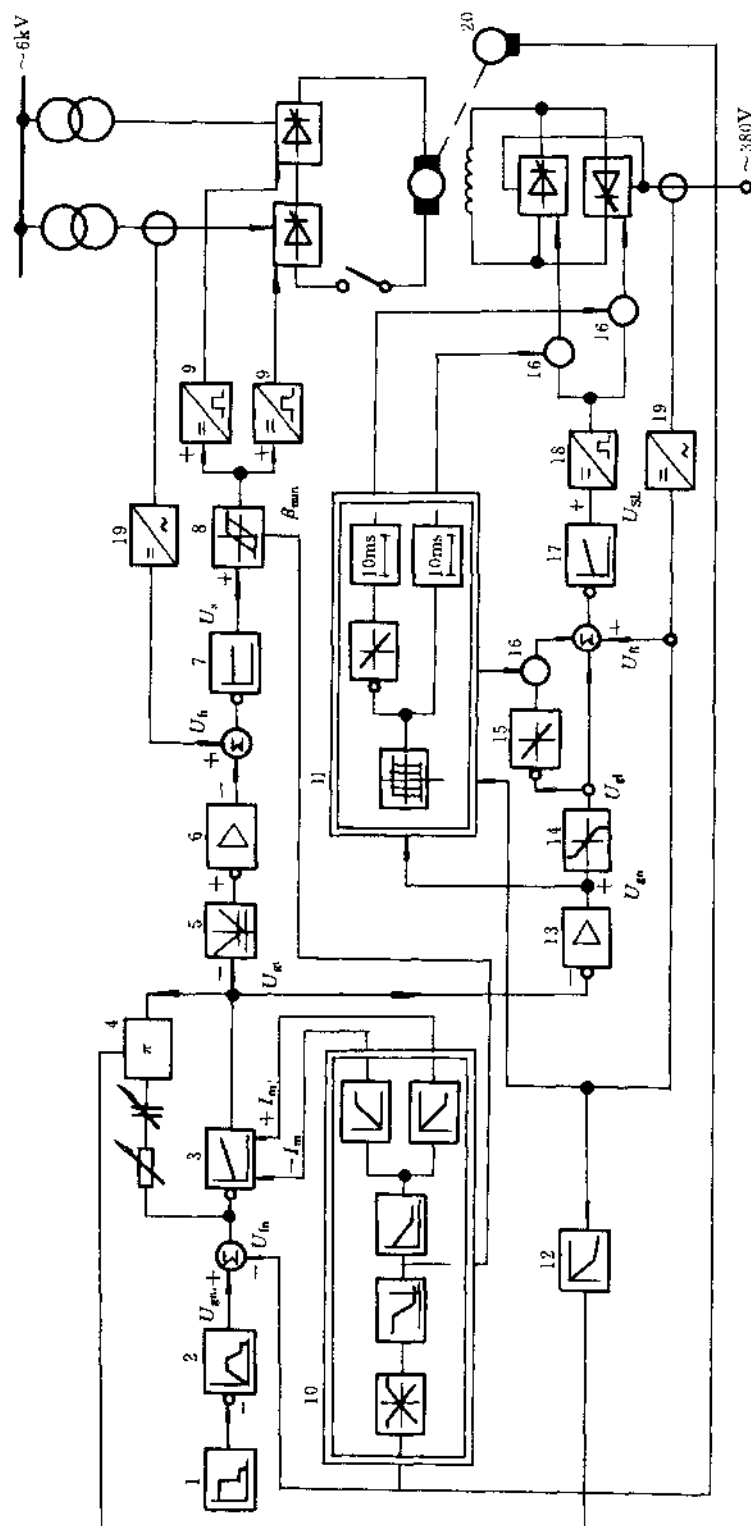


图 1-4 提升机速度调节系统方框图

超速信号:10 m/s——9.4 V

全速信号:8.5 m/s——8 V

半速信号:3 m/s——2.82 V

力矩预调信号:1 m/s——0.94 V

爬行信号:0.4 m/s——0.37 V(单、双罐笼)

0.5 m/s——0.47 V(双箕斗)

低爬信号:0.1 m/s——0.1 V

(2) 给定积分器(QALB234)

将给定装置发出的阶跃信号变换成有一定斜率的线性给定信号,即提升机所要求的速度图,以控制提升机的运行。

给定积分器由比较器和积分器两部分组成,比较器由三个运算放大器组成,其中 A_1 、 A_2 为串联放大器,放大倍数为 125(A_1 为 100、 A_2 为 1.25)。 A_3 是放大倍数为 1 的负反馈放大器,其作用是克服温漂及各种干扰对比较器的影响。

比较器的输出通过二极管 V_9 、 V_{10} 和继电器 K_6 为“正”、“负”两路输出。

积分器由运算放大器 A_3 、 A_4 组成, A_4 为电压跟随器。改变电位器(R_{39} 、 R_{40})的阻值,可调节积分器的输出斜率。

(3) 速度调节器(QALB113)

速度调节器是一个带有微分反馈的比例积分(PI)调节器。

给定积分器输出恒定,当提升机转速因负载或其它扰动因素而变化时,速度调节器出现输入差值,通过积分作用而做到无差调节,保证提升机以一定速度运行。

速度调节器有三个输入信号:其一为从给定积分器来的速度给定信号;其二为速度反馈信号;其三为力矩预调给定信号。

加入力矩预调给定的目的是:当提升机需提升或下放比较重的负载时,在开车前,使电机建立一个与静力矩相对应的力矩。这样,在松闸后,电机不致于反向运动或产生冲击。

(4) 电枢电流调节器(QALB114)

电枢电流调节器在调速系统中作为电流内环的调节元件,为一个比例积分(PI)调节器。其作用是将给定值和反馈值进行综合,以获得快速的电流响应,加快主电机启动、制动的过渡速度。

该调节器由综合放大器 A_2 、调节器 A_4 、自适应环节和闭锁电路组成。综合放大器 A_2 是一个放大倍数为 1 的倒相放大器,起相位配合作用。调节器 A_4 为 PI 调节器,调节器的参数是可变的,根据现场需要整定。

自适应环节由电流比较器 A_1 、场效应管 V_{26} 、 V_{27} 等组成。当电流连续时, A_1 输出低电