

# 快装式AXQ250汽油直流弧焊机

李 凌 波

(四川石油管理局输气管理处)

四川输气管线纵横全川，基本上沿丘陵和山区敷设，而沿线绝大部分管段又经过无电、无水的无公路地区。目前，野外管线维修、事故抢修，特别是管线爆破而紧急施焊时，除用人力搬运施工机具外，还需增设供电等临时措施。这在远离市电源而又无公路的情况下，使紧急抢修时间大大增长，影响了输气生产。

因此，对现有焊接设备的更新和改造，使之轻便化和多用化，便成为缩短抢修时间的一个有效途径，成为当前天然气集输工作中一个比较突出的问题。

## 一、输气管线用焊机现状

四川输气管线使用着两种焊机：

### 1. 国产AX300电动直流弧焊机

该机是我国的老牌产品，有着良好的焊接性能。多年来，我处大量地使用此种焊机。但是，该机用电动机驱动。所以，在无外接电源时，必须设置临时电源。

### 2. 瑞典汽油直流弧焊机

1976年以来，我处先后从瑞典伊莎(ESAB)公司进口了两种汽油直流弧焊机：KC250(285kg)和KC375(540kg)。这两种焊机，虽然能用于无电和无水区施焊，但配件来源缺乏，且价格昂贵，机组较重而又不能分体搬移(厂家配有专车或拖

车)。因此，在远离公路区有所不便。

### 3. 本机与KC250机对比

表 1

机 型 指 标	AXQ250	KC250
整机重量(kg)	277	285(拖车除外)
最大空载电压(V)	75	70
电流调节范围(A)	30~250	30~250
搬移方式	拆成二件、拆装一次 < 8分钟	不可拆
机组连接方式	软连接	硬连接
启动方式	电动或手动	手 动
焊接性能	优 良	优 良
价 格 (元/)	15000	66000(包括一拖车)

鉴于上述情况，我们于1981年制成了快装式AXQ250汽油直流弧焊机。本机与瑞典KC250机指标对比如表1。

## 二、整机结构与工作原理

### 1. 整机结构

我们以简单、可靠、经济、实用为前提，选用高转速风冷式汽油机为动力，使焊机可在无电和无水条件下工作；为用于手弧焊，我们选用具有陡降外特性的弧焊发电机；为在无公路区可两人搬移，整机采用轻

便组合拆装式结构，汽油机和弧焊发电机间采用紧凑式软连接。

整机结构如图1所示。

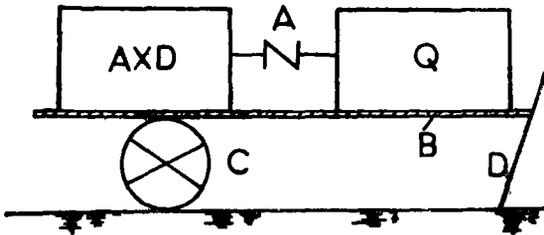


图1 整机结构示意图

AXD—弧焊发电机 Q—汽油机  
A—联轴器 B—小车底盘  
C—小车滚轮 D—小把手

汽油机和弧焊发电机分轴，其间采用挠性爪型联轴器，使整机组成分轴串联式变流机。这样，既可方便拆装，又可消除扭振，亦不会因冲击负荷而损坏机组的机械零部件。

移动小车由薄壁型钢、幅条式橡胶实心滚轮和折叠式手把构成一体。汽油机和弧焊发电机，可分别对应装于其上。短距离移动时，支脚自动折叠，用手把移动机组；焊接时，支脚着地，与滚轮一起构成机组支架。

在无公路区两人搬移时，通常将整机分成两件即可。本机既可迅速分成弧焊发电机、汽油机和小车两件，又能迅速将其组合成一体。

## 2. 工作原理

### 1) “弧—源系统”的平衡

本机是供电弧燃烧的能源——弧焊源。焊接过程中，电弧和弧焊源构成为“用电—供电”系统，简称“弧—源系统”如图2所示。焊接工艺要求“弧—源系统”必须保持相对稳定，即：

①系统在外界干扰时，能在一定电压和电流下，维持长时间的连续稳定的电弧放电，使系统处于静平衡状态；

②系统在外界干扰下（如电极材料及其大小变化；焊件表面光洁度；电极间气体介质和电弧长度等变化），能自动地、迅速地恢复到原来的静平衡状态或达到某一新的平衡。换言之，在干扰作用于系统时，要求系统处于动平衡状态。

事实上，在施焊过程中，焊接工艺总是要求“弧—源系统”处在动平衡状态下工作。

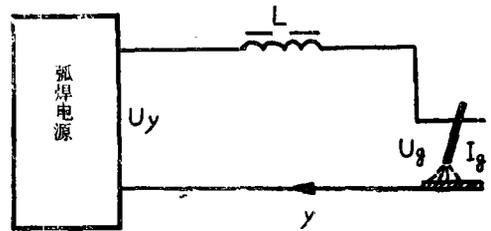


图2 弧—源系统

$U_y$ —弧焊源的输出电压  $I_y$ —弧焊源的输出电流  
 $U_g$ —电弧电压  $I_g$ —电弧电流  
 $L$ —系统电感

在干扰作用于系统时，系统的动平衡方程为：

$$L \frac{dI_g + \Delta I_g}{dt} \left( -\frac{\partial U_g}{\partial I} - \frac{\partial U_y}{\partial I} \right)_{I_g} = 0 \quad (1)$$

解此方程后得，系统的平衡条件为：

$$\text{系统的平衡系数 } K = \left( -\frac{\partial U_g}{\partial I} - \frac{\partial U_y}{\partial I} \right)_{I_g} > 0 \quad (2)$$

关于系统的平衡问题，今结论如下：

①在无边界干扰时，要使系统处于静平衡状态，则弧焊源外特性曲线和电弧伏安特性曲线必须要有交点；

②在干扰作用于系统时，要使系统处于动平衡状态，则电弧伏安特性曲线在工作点上的斜率必须大于弧焊源外特性曲线在该工作点上的斜率，即满足方程。

应该指出的是，“弧—源系统”平衡，

并不能保证焊接规范稳定。因此，在焊接过程，除确保“弧—源系统”平衡外，还必须在焊接规范受干扰波动时能迅速地恢复。这就不仅要求 $k > 0$ ，而且 $k$ 值大小要适宜。

2) “ $\phi$ — $n$ 联调”控制原理

我们根据汽油机和弧焊发电机的各自特点，弧焊发电机调磁( $\phi$ )、汽油机调速( $n$ )，单机采用最佳极值控制；整机采用串联“ $\phi$ — $n$ 联调”，从而排除种种相互干扰。

整机控制原理如图3所示。

弧焊发电机

①数字模型

弧焊发电机控制系统，可由一阶微分方

$$\phi(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{1}{\frac{1}{k}s + 1} = \frac{1}{TS + 1}$$

(4)

式中， $T = \frac{1}{k}$ ，时间常数 $T$ 是表征系统惯性的一个主要参数，所以一阶系统亦称惯性环节。

一阶控制系统的结构如图4所示。

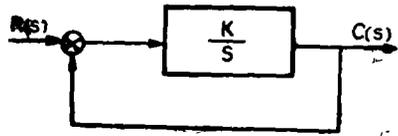


图4 一阶控制系统

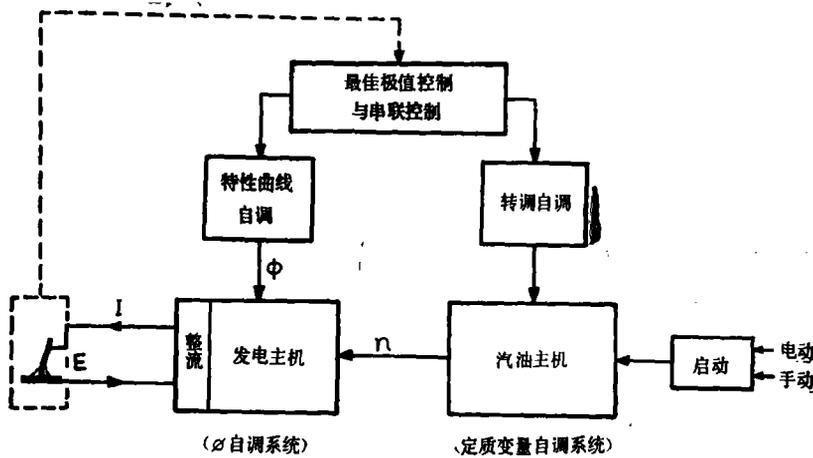


图3  $\phi$ — $n$ 联调控制原理

程描述，称为一阶系统。其数学模型为：

$$T \frac{dc(t)}{dt} + c(t) = r(t)$$

(3)

式中  $c(t)$  — 输出量，  
 $r(t)$  — 输入量，  
 $T$  — 时间常数。

闭环传递函数为：

②刷间感应电势方程

弧焊发电机刷间感应电势为：

$$E = \frac{P}{a} N \phi n = C_t \phi n$$

(5)

式中  $\phi$  — 刷间工作磁通量 (韦伯)；

$n$  — 电枢转速 (转/分)；

$C_t = \frac{P}{a} N$  — 电机常数。

其中,  $P$ ——电机的极对数;

$a$ ——电枢绕组的并联支路数;

$N$ ——电枢绕组的导体总数。

在本机中,  $C_e$ 是个常数。由刷间感应电势方程(5)得知:

a. 感应电势 $E$ 的大小, 与刷间所包含的极面下的总磁通量 $\phi$ 有关, 而和极面下磁通密度的分布状况无关;

b. 如 $\phi = C$ , 则 $E \propto n$ ; } (6)  
 如 $n = C$ , 则 $E \propto \phi$ 。 }

③弧焊发电机的调磁( $\phi$ )电路原理

弧焊发电机的调磁电路工作原理如图5所示:

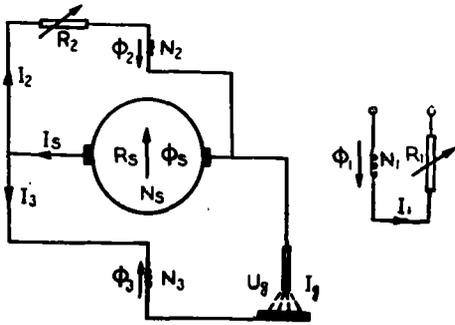


图5 调磁电路原理图

$N_1$ ——他激绕组;  $N_2$ ——并激绕组;

$N_3$ ——串激绕组;  $N_s R_s$ ——电枢绕组及其内阻

在负载运行时, 总的工作磁通为:

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 - \phi_3 - \phi_s \quad (7)$$

空载时:

无负载电流,  $I_g = 0$ 。串激磁通 $\phi_3$ 和电枢反应磁通 $\phi_s$ 均为零。因此, 弧焊发电机的空载电压为:

$$U_0 = C_e n (I_1 N_1 + I_2 N_2) \quad (8)$$

负载时:

$I_g \neq 0$ ,  $\phi_3$ 和 $\phi_s$ 均存在。在忽略电枢内阻 $R_s$ 及焊接线路电阻压降影响时, 弧焊发电机的输出电压为:

$$U = C_e n (I_1 N_1 + I_2 N_2 - I_3 N_3 - I_g N_g) \quad (9)$$

短路时:

输出电压 $U = 0$ , 并激电流 $I_2 = 0$ , 负载电流 $I$ 等于短路电流 $I_d$ , 即:

$$I_d = \frac{I_1 N_1}{N_3 + N_s} \quad (10)$$

由(8)和(10)式可知, 改变 $N_3$ 、 $N_g$ (电枢反应磁通 $\phi_s$ 产生的等效匝数)、 $I_1$ 和 $I_2$ 值, 均可使焊接电流的大小得到调节。本机用改变 $R_1$ 和 $R_2$ 阻值的大小使 $I_1$ 和 $I_2$ 得到调节, 从而达到焊接电流大小部分调节的目的。

汽油机

①汽油机特性

汽油机的化油器已由制造厂家和在出厂前调整好, 点火提前角自动装置也已经确定, 操作者可直接操纵节气门以改变转速。本机的汽油机可由总速无级调整到满速, 即900~3600转/分。经实验, 本机的工作转速为3100转/分。当节气门开度确定后, 汽油机转速将随外界负荷变化而改变, 机器本身的性能参数也将随之而变化。通常, 节气门总是在部分开启时工作的。因此, “部分特性”恒位于“外特性”之下, 对实际使用燃料经济性有着重大影响。

汽油机通过化油器保证它在最佳混合比下工作, 且基本不随转速而变化, 燃烧过程稳定, 热效率变化很小。由于汽油机采用定质变量调节方法, 即使节气门全开, 燃烧过程也不致于过度恶化。

汽油机在固定的转速下工作时, 借助于改变节气门开度大小来控制进入气缸混合气数量的多少, 以适应外界负荷的变化。

由于采用定质变量调节方法, 除接满负荷(80~100%标定功率)时采取加浓混合气外, 其余大部分负荷均供给以经济混合气。

由于外界干扰不断作用于系统致使作为本机动力的汽油机, 经常处于不稳定工况

下运行。其性能参数(功率、扭矩、比油耗等)有某些下降。与稳定工况相比,它的进气量、混合气形成、燃烧等均受到不利影响。

在加速过程中,由于运动件的惯性要消耗一部分功率,致使汽油机输出有效功率减小,动力性和经济性指标下降。加速时,若打开节气门过于急促,则不仅不会缩短加速时间,反而使加速过程增长。经实验可得如图6所示曲线。图中,横坐标表示气门开度从10%到100%所需时间 $t$ ,纵坐标表示曲轴平均角加速度 $\frac{dw}{dt}$ 和完成加速所需时间 $T$ 。

由图可知,汽油机有一个最佳开启速度,节气门开启过快或过慢均要使加速时间延长。

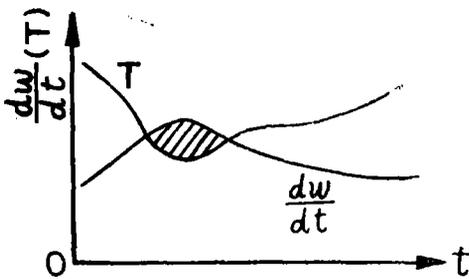


图6  $\frac{dw}{dt}$ 及 $T$ 与 $t$ 的关系

### ②汽油机技术指标

汽油机采用机械离心式全程调速器,调速器和汽油机主体共同组成转速自动调节系统。在变工况运行时,由转速自动调节系统使汽油机满足下列技术指标(表2)。

本机直接输出稳定的直流电源供电弧燃

表2

波动率 (%)	稳定调 速率 (%)	瞬时调 速率 (%)	稳定时间 (S)
$\pm 0.5 \sim 1$	3 ~ 6	6 ~ 15	5 ~ 10

烧。弧焊发电机的调磁电路与发电机主体构成磁场自动调节系统,并使之成为具有陡降外特性的直流电源。在施焊过程中,操作者可依据电弧燃烧的具体情况,调节弧焊发电机的电刷几何位置,而实现焊接电流的微调,以确保良好的焊接质量。

1982年以来,正式样机经室内试验和野外抢修施焊等表明,本机效能良好;能快速拆装、操作简便;适合野外无电、无水和无公路区施焊要求。

1983年初,本机通过了四川石油管理局输气管理处组织的技术鉴定,并获得1983年四川石油管理局科技成果奖。今后,拟进一步改进:减轻重量,减少油耗,并着手轻型多用机的研制。

### 参 考 文 献

[1] Instructions for Use Welding Motor Generator KC 250 Wisconsin ESAB

[2] 《电焊机》 成都电焊机研究所 1980年

[3] 《弧焊电源》华南工学院 黄石生主编

[4] 《内燃机原理》西安交大 内燃机教研室

(本文收到日期1984年7月2日)

## 《石油钻采机械》征订启事

《石油钻采机械》是江汉石油钻采设备研究所编辑出版的技术刊物。本刊主要报道石油钻采机械的设计、制造、革新、改造、使用及维修保养等方面的内容,也适当刊登一些基础理论探讨和科研成果介绍,并有选择地报道国外有关石油钻采机械方面的先进技术、发展水平和动向。欢迎厂矿技术人员、科研人员、石油院校师生、从事有关专业的石油工人及各有关人士订阅。

本刊为双月刊,逢双月出版。每册定价0.4元,全年订费2.4元。期刊代号38—80,由湖北省监利县邮电局总发行,在全国各地邮局订阅,可破期订阅。需订单位及个人请直接到各地邮局办理。

《石油钻采机械》编辑部

## Chuan 6'—Z Y G M Coring Tool

He Guangrong

The "Z Y G M" is the abbreviation of phonetic annotation of Chinese characters. Its meaning is "long-barrel, oil-lubrication, rigid packed hole stabilization" coring tool.

This work mainly describes the design structural characteristics of the tool, its function and the results used in field.

NGI Vol.4 No.4 1984

## 我国的清管技术及发展方向

李增铨

清管工艺是油气输送工艺中的一个重要环节。本文介绍我国清管技术的现状,并对今后清管技术的发展提出了一些看法。

《天然气工业》第4卷第4期 1984

## Cleaning Technique of Pipeline and Its Development Trend

Li Zengquan

Cleaning technology is an important link in oil and gas transmission. This work states the present situation of cleaning technique of our country and makes some views on its development in future.

NGI Vol.4 No.4 1984

## 快装式 AXQ 250 汽油直流弧焊机

李凌波

快装式 AXQ 250 汽油直流弧焊机全部选用国内定型组件,适用于无电、无水和无公路地段手工施焊。文中介绍了本机与瑞典同类型机的参数对比、本机总体结构和工作原理。

《天然气工业》第4卷第4期 1984

## A Quick-Mounted AXQ 250 Gasoline-driven DC Arc Welder

Li Linbo

A quick-mounted AXQ 250 gasoline-driven DC arc welder is assembled by the national standard parts, is suited to the hand welding in the area where have no water supply, power source, and highway. This article introduces its overall construction, working principle, and comparison with Sweden's same type welder.

NGI Vol.4 No.4 1984

## 含硫天然气处理厂的废物处理

王协琴

本文介绍含硫天然气处理厂中的废气、废液和固体废物的类型,如何防止有害气体泄漏和无规则排放,处理各种废弃物的方法,以及排气、排液中有毒物质的含量和厂区内有害气体地面浓度的监测与控制。

《天然气工业》第4卷第4期 1984

## Treatment of Wastes in the Sour Natural Gas Treating Plant

Wang Xieqin

The kinds of wastes (waste gases, waste liquids and waste solids) how to prevent the leakage and the irregular vent of toxic gases, the methods of treating varied wastes as well as monitoring and controlling of the content of harmful materials in waste gases and liquids and the ground concentration of toxic gases in the plant are introduced in this paper.

NGI Vol.4 No.4 1984

## 浅谈二氧化碳保鲜

黄伟传 钟慧斌

我国有丰富的二氧化碳资源。二氧化碳在国民经济建设中有广泛用途。本文概略介绍二氧化碳气调法贮藏水果、蔬菜、大米等的情况,供有关方面参考。

《天然气工业》第4卷第4期 1984

## An Elementary Introduction of Keeping Freshness by Using Carbon Dioxide

Huang Weichuan, Zhong Huibin

Resource of carbon dioxide is rich in our country. It is widely utilized in national economic construction. An elementary introduction of carbon dioxide conditional method for preserving fruit, vegetable and rice is presented to related aspects to refer in this paper.

NGI Vol.4 No.4 1984