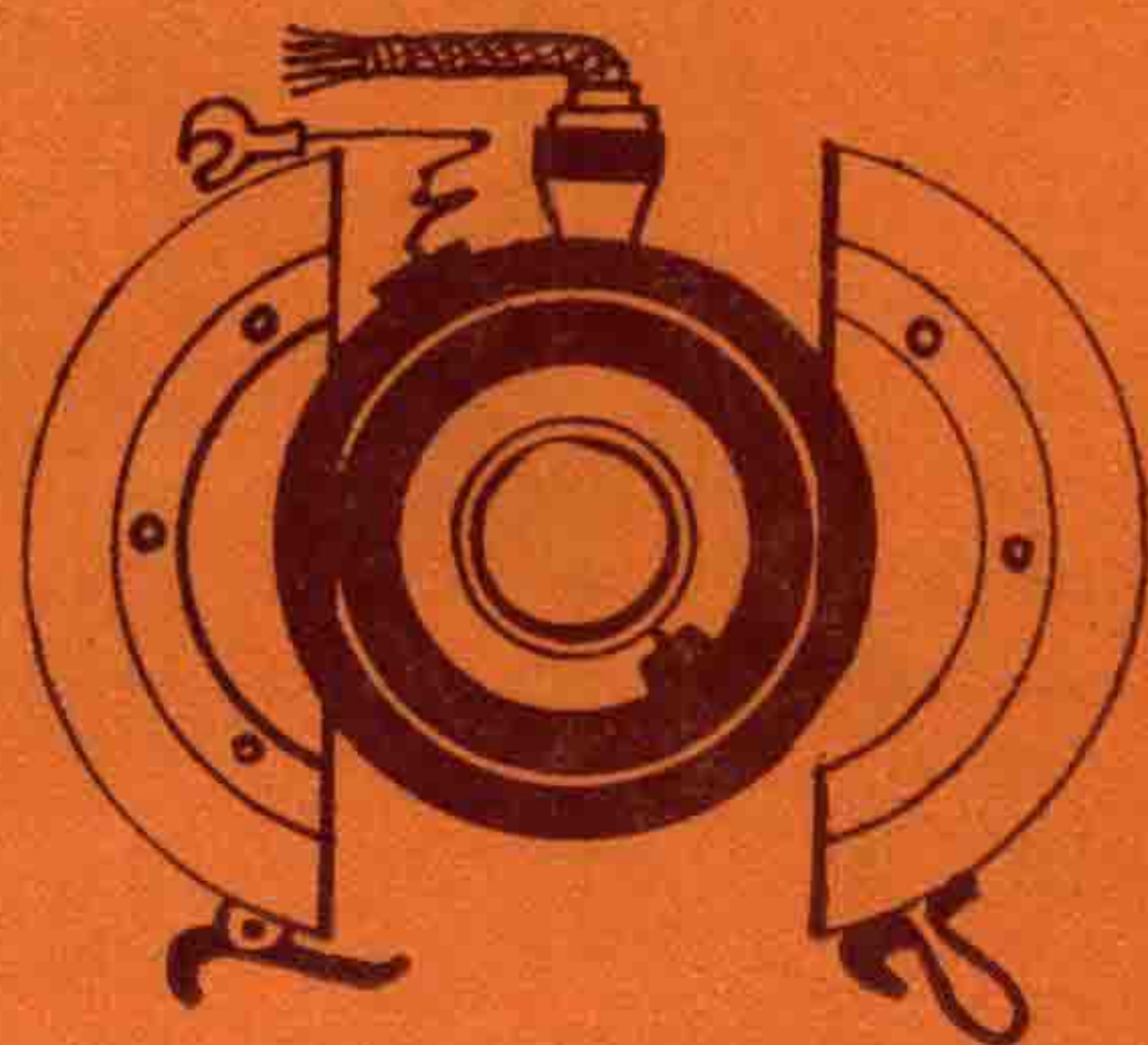
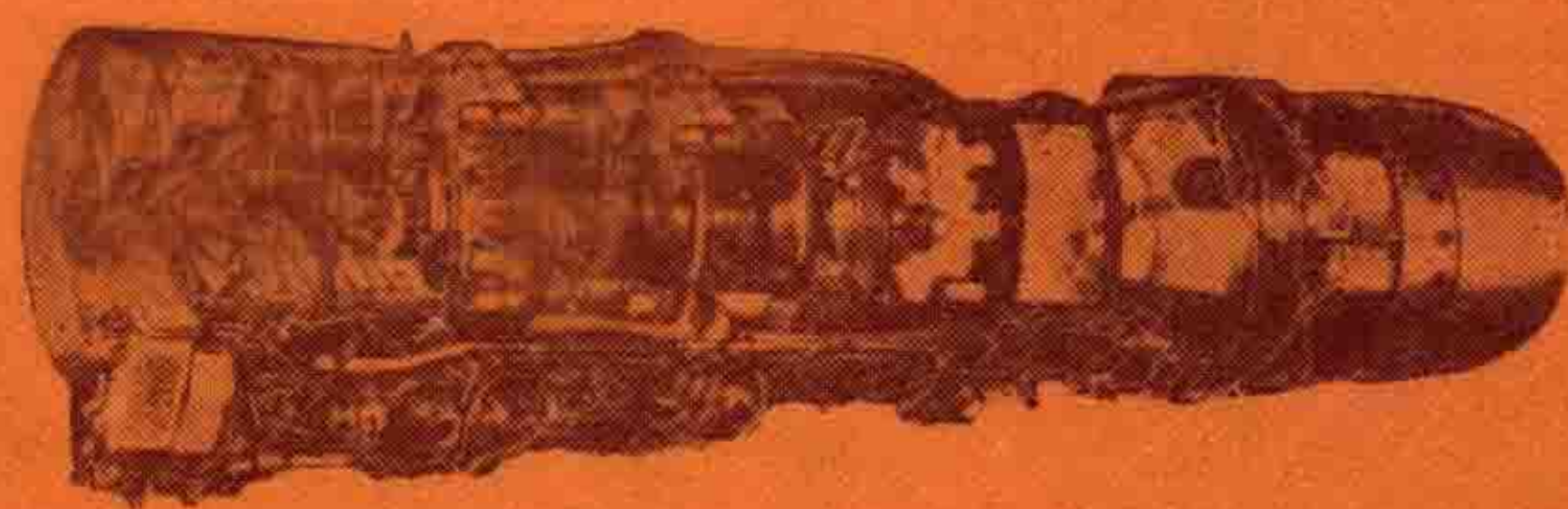




栗 枯 主编

导管轨迹焊

李桂斗 编著



国防工业出版社

机械制造实用新技术丛书之九

导管轨迹焊

栗 枯 主编

李桂斗 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

轨迹焊是近年来从国外引进的导管焊接新工艺。本书分析了轨迹焊的工艺特点,详细介绍了国内外各种轨迹焊设备的结构和原理、各种材料的轨迹焊工艺以及生产实践的经验。

本书可供从事管道焊接的工程技术人员、焊工参考,也可供高等院校、中等专业学校有关专业的师生参考。

导管轨迹焊

机械制造实用新技术丛书之九

栗 枯 主编 李桂斗 编著

责任编辑 宋桂珍

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168 $1/32$ 印张 $3\frac{3}{4}$ 96千字

1984年12月第一版 1984年12月第一次印刷 印数: 0,001—8,100册

统一书号: 15034·2823 定价: 0.75元

作者的话

现代航空发动机制造是机械制造业的一个重要方面，具有机械制造的基本特点。它又是技术集约性的工业，集中应用了很多新的技术和新的工艺，其中多数对于机械制造业具有普遍推广的价值。七十年代末，我国从英国引进了斯贝 MK202 发动机及其制造技术，同时又有选择地引进了一些先进的机床设备。这项技术在一定程度上比较完整地反映了近代航空发动机制造的先进水平，通过生产实践也证明了这一点。

为了交流的方便，也为了能让更多的人有机会了解这些制造技术，我们整理编写了这套资料，命名为《机械制造实用新技术丛书》。所以这样命名，是因为我们在编写中遵照了下述原则：

1. 实用性。尽量避免一般性的理论叙述，力求使读者能较快的在实践中运用；
2. 先进性。我们只选择了那些更新颖更有意义的资料；
3. 揉合了我们在斯贝发动机试制工作中的实践经验，还综合了不少有价值的参考资料。

作者期望本套丛书对机械工业，特别是航空发动机制造行业的人们有所帮助，这将对对我们最大的鼓舞。

由于我们视界较窄，水平有限，错误缺点难免存在，欢迎读者批评指正。

本丛书由栗祜同志主编。参加审校工作的主要有：唐宏霞、钟礼治、胡贤惠、谭杰巍、王克强、姜仁忠等同志。

在本丛书编写和出版的过程中，王德荣、黄家豪、郑宝湖、郭治国、姚静梅等高级工程师提供了许多宝贵意见，并参加了审校。还得到了国防科工委、航空工业部有关领导和同志们的大力支持及热情帮助，他们是魏祖冶、陈少中、任家耕和贾克琴、张汉生等同志。

IV

导管轨迹焊是我国近年来引进的一项新工艺。本书详细叙述了这种工艺的特点及所用设备的结构和原理，介绍了国内外导管轨迹焊用于生产的经验。编写本书的目的旨在将轨迹焊工艺推广用于各类工程的管道焊接，以期提高导管焊接质量和获得更佳的经济效益。

本书由李桂斗编写，胡世武审校，王桂香描图，栗祜终审定稿。在编写本分册的过程中得到了冀殿英、沈一龙、王春旭、陈大雄、曾冠凡、谭志祥、唐宏霞、王治显、燕泽明、王永亮、王立新、司胜印、聂誉鹏、马安国、沈新德、徐仁祥等同志的热情帮助。在此，对以上同志们致以衷心感谢。

作者于西安国营红旗机械厂

目 录

绪论	1
一、 轨迹焊机	3
(一) 轨迹焊的分类	3
(二) 轨迹焊机的构造和设计要领	4
(三) 卧式轨迹焊机	6
(四) 立式轨迹焊机	19
(五) 钳式焊头	25
二、 轨迹焊电源和控制箱	33
(一) 轨迹焊对电源和控制箱的要求	33
(二) 我国的轨迹焊电源和控制箱	34
(三) 英国轨迹焊电源	44
(四) 瑞典的轨迹焊电源	50
三、 轨迹焊用的工艺装备和接头形式	52
(一) 典型的转接器	52
(二) 接头形式	54
(三) 整体填料的优点	59
四、 轨迹焊工艺	60
(一) 薄壁导管的加热特点	60
(二) 焊缝形成和金相分析	62
(三) 工艺参数的制定	72
(四) 轨迹焊的工艺流程	78
(五) 轨迹焊的操作技术	80
(六) 轨迹焊常见缺陷和排除方法	81
五、 几种常用管材的轨迹焊	88
(一) 20A钢管材的焊接	88
(二) 不锈钢管材的焊接	88
(三) 镍基耐热合金管材的焊接	89
(四) 工业纯钛导管的焊接	92

六、内孔焊	96
(一) 概述	96
(二) 内孔焊焊枪	97
(三) 内孔焊接头形式	98
(四) 内孔焊工艺	99
结束语	101

绪 论

随着现代化工业的日益发展,管道在诸如石油、化工、锅炉、机床、船舶、飞机、航天器和原子能等工业中所占的比重越来越大,对管道的耐压、耐温、耐腐蚀以及密封性等要求也越来越高。因此,管道的连接技术也必然成为人们所关注的研究课题之一。众所周知,比较古老的管道连接形式是采用螺纹接头或法兰盘连接的。但这两种连接形式既费材料,又费工时,并且只适用于低压工作的管路,所以,目前除了需要经常拆卸的管道仍采用螺纹连接外,一般都采用焊接。焊接接头致密性好,连接牢固,经济效益高,故已普遍为人们所采用。但是,随着科学技术的发展,特别是航空、航天工业中各种耐热合金和不锈钢的大量使用(见图9-1),一般的焊接方法已不能满足管道设计性能的要求,因此,六十年代,英国研究成功了导管焊接的新工艺——轨迹焊(Orbital welding)。这种工艺方法经过不断的改进和提高,目前已经成为管道工程中最经济、最有效的连接手段之一,在欧美各国已成为一项专门的焊接技术。许多厂商生产了各种型式的轨迹焊机,并列为标准系列产品。如美国阿斯特罗·阿克公司(Astro-Arc Co)生产的轨迹焊焊头规格达18种之多。瑞典(ESAB)公司生产的焊头有5种规格,能焊接3毫米到160毫米直径的管子。我国在七十年代引进斯贝发动机的同时,也引进了这种新的焊接工艺。西安红旗机械厂先后研制出了卧式和立式轨迹焊机,上海电焊机厂也已生产出了大、中、小的成套焊头,使轨迹焊这项技术在我国也得到了一定程度的发展。

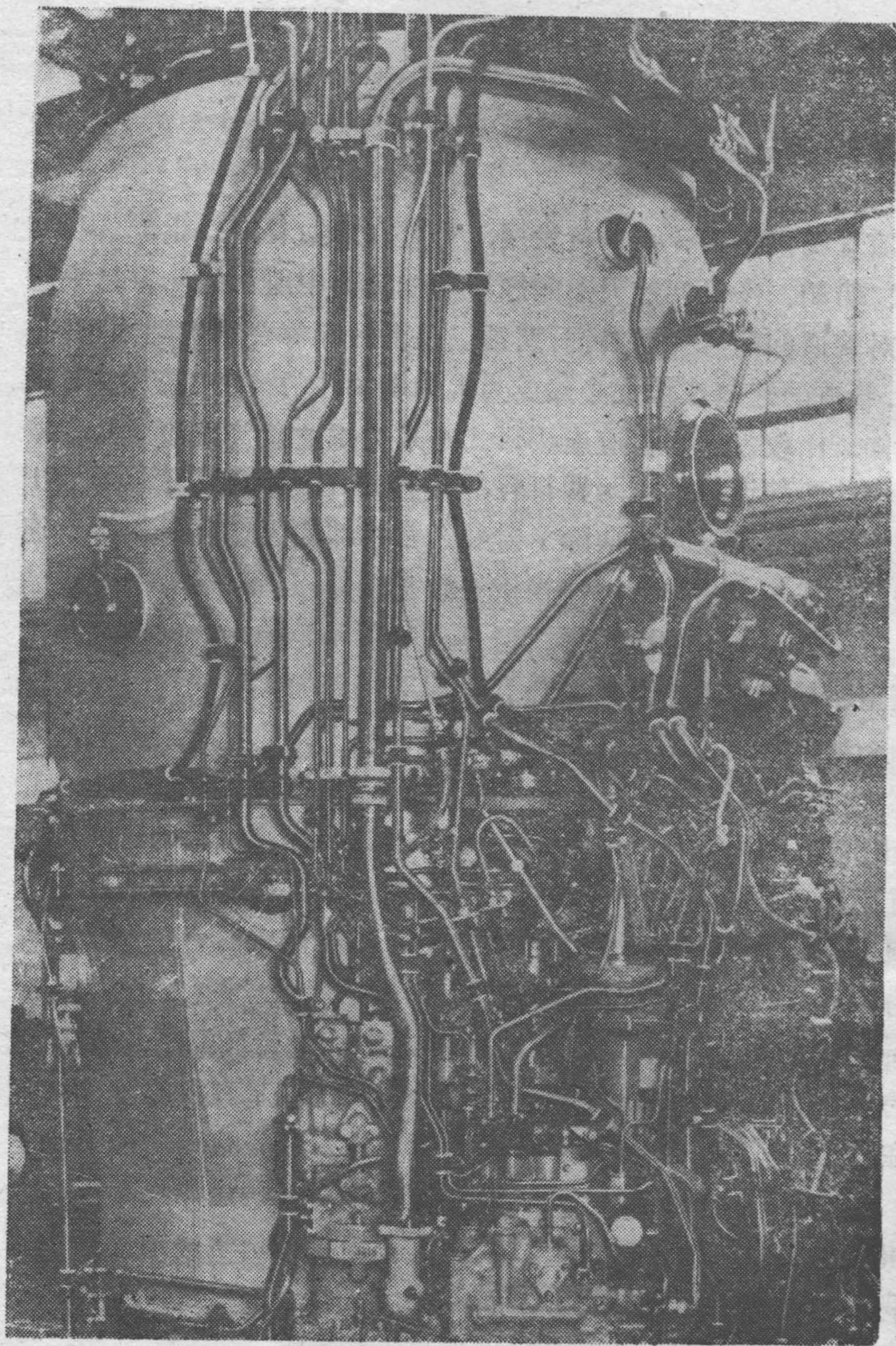


图9-1 斯贝发动机上的不锈钢导管

一、轨 迹 焊 机

(一) 轨迹焊的分类

轨迹焊是指焊枪相对于被焊零件作轨迹运动（这里只介绍圆形轨迹）的一种焊接方法。管子和接头固定不动，焊接电弧沿着接头的填料旋转加热，使之熔化而形成良好的焊缝。所以，轨迹焊实质上是自动氩弧焊的一种特殊形式。根据焊接电弧沿焊缝旋转加热的方式不同，轨迹焊可分为从管子外侧焊接和从管子内侧焊接两大类，后者称为内孔焊。按照焊接电弧旋转轴线的位置来分，绕水平轴线旋转的焊机叫卧式焊机，绕垂直轴线旋转的焊机叫立式焊机。此外，还有可以在任何位置进行焊接的钳式焊头。

1. 卧式焊机

卧式焊接时，被焊管子水平放置，焊缝两边都可以装夹支承（见图 9-2）。对于具有中直接头或环状的管子组件，采用卧式焊机最为适宜。

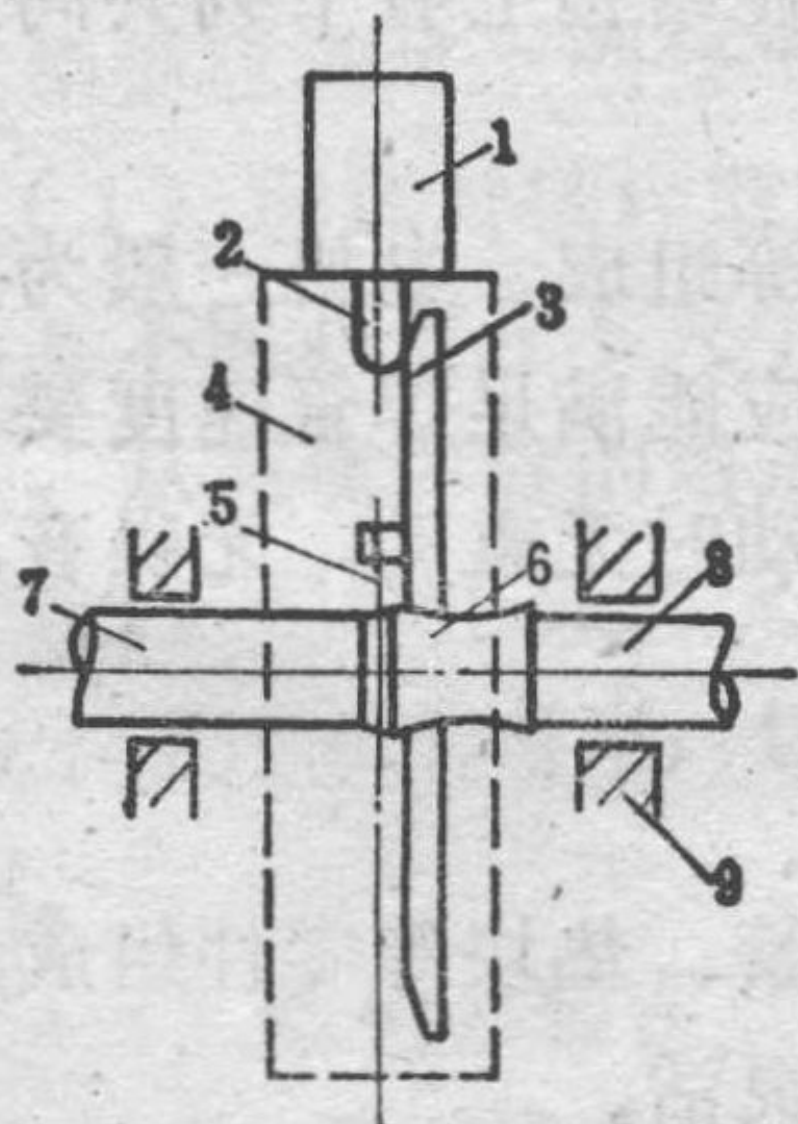


图9-2 卧式焊机示意图

1—微型电动机；2—主动伞齿轮；
3—从动伞齿轮；4—壳体；5—钨极；6—接头；7—管子；8—管子；
9—夹具。

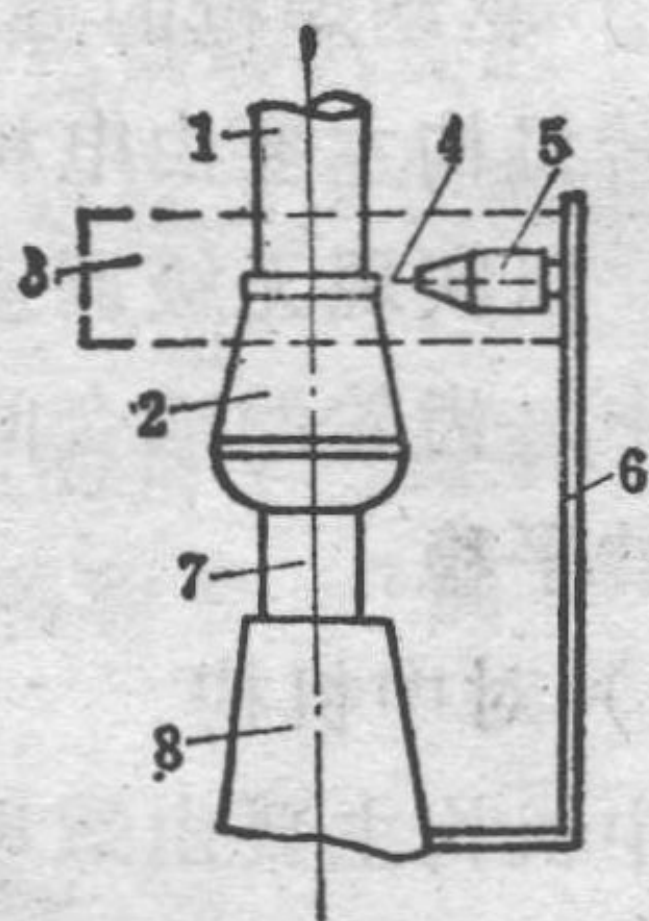


图9-3 立式焊机示意图

1—管子；2—接头；3—保护罩；
4—钨极；5—喷嘴；6—撑杆；
7—转接器；8—转盘。

2. 立式焊机

卧式焊接时，管子水平放置，相当于全位置焊接。当焊枪旋转到管子下方时，为仰焊位置。此时由于重力作用易使熔融金属下垂，导致焊缝成形不好。当管子直径越大时，这种情况越严重。因此，可以采用立式焊机焊接（见图 9-3）。在立式焊接过程中，被焊管子竖直放置，故可以改善熔融金属的下垂现象，从而获得比卧式焊接更均匀的焊缝外形。立式焊机的焊枪和保护罩体积小，焊接可达性好，因此，对于形状复杂、弯曲半径小的小直径管子更为合适。

3. 钳式焊机

在空中架设和地面安装管道时，由于受场地等条件的限制，一般采用钳式焊机。这种焊接是将钳式焊头装卡在管子的对接处，使电弧对准接缝处进行自动焊接。钳式焊头体积小，重量轻，机动灵活，装卡方便，焊接处与障碍物（墙壁等）只要有十几毫米的间隔即可进行焊接。

（二）轨迹焊机的构造和设计要领

1. 轨迹焊机的构造

无论是立式焊机或是卧式焊机，在结构上有下列共同之处：

（1）驱动焊枪的旋转机构

旋转机构主要由电机、传动系统等组成。电机一般为直流伺服马达，以实现无级调速，调速范围应能满足焊管速度要求。传动系统中，齿轮的啮合间隙要小，传动时无震动，无噪音，保证焊枪旋转平稳。

（2）对中机构

对中机构主要由螺母、丝杆、弹簧、垫块等零件组成，用以保证焊枪迅速对准焊缝，机构应调节灵活。

（3）定位机构

定位机构由底座、转接器、支承座等组成。钳式焊头的定位是通过焊头的弹簧夹片实现的。当焊接导管时，这些零、部件能够把工件牢牢夹持住，不因焊枪的移动而使电弧偏离焊缝。

(4) 焊枪

焊枪由导电环(杆)、钨极夹头、钨极等组成。

(5) 保护罩

立式焊机用的保护罩是周围嵌以石英玻璃的金属圆柱壳。焊接过程中将氩气充满腔体,使焊缝完全置于氩气保护之中。保护罩的容积大小要与所焊管子的直径相适应。焊工可以透过石英玻璃观察焊缝的熔化过程。

(6) 床身

床身起支承、固定焊机的作用,所以,刚性要好,并且应移动方便。

(7) 支承座和夹持器

焊接较长的导管时,除了对接头和离焊缝较近的管子要有牢固的支承和夹持外,对导管的其它部分还需要给以适当的辅助支承,以防止焊接时扭弯和变形。这就要依靠支承座和夹持器等来完成。

2. 轨迹焊机的设计要领

轨迹焊机机械部分的设计,关键在于焊枪的旋转要平稳可靠。根据产品对象不同,可设计出各种不同类型的焊机,但不论哪一种类型都应满足下列要求:

(1) 保证对接焊缝的中心线与焊枪旋转轨迹的中心线相重合。其不同心度应不大于 0.12 毫米。这样可以使电弧弧长基本不变,从而使焊缝的熔透深度均匀。

(2) 焊接电弧的旋转平面与指定的整体填料平面相重合,偏差应不超过 0.1 毫米,以防止焊道偏移和保证圆周焊缝平直均匀。

(3) 焊枪要轻便灵活,旋转平稳。

(4) 除钨极外,焊机各部分对工件要有良好的绝缘,而且耐压强度要高,以保证在高频引弧时不被击穿。

(5) 电极与主电源之间的导电性能应良好,保证引弧可靠。

(6) 通气性能好。焊枪嘴,氩气通道、管子内壁等应畅通。

确保氩气对焊接熔池和热影响区能进行有效的保护。

(7) 工艺装备应有通用性。立、卧式焊机使用的转接器应可互换使用，且装卸方便。

(8) 焊机应体积小巧，结构紧凑，外形美观。

(三) 卧式轨迹焊机

国外使用的卧式焊机有标准和非标准两种类型。标准的卧式焊机（见图 9-4）是由焊头、尾座、夹具三部分组成。尾座和焊头的中心高都不可调。夹具按照不同规格的管子选用，或者更换夹具下面的垫板，以调整其高度。焊头的规格一般有 3~6 种，尺寸大小不同，但结构差异很小。典型焊头有哈克诺尔 (Hucknall) 型（见图 9-5）。这种焊头带有一个测速电机，对焊接速度进行闭

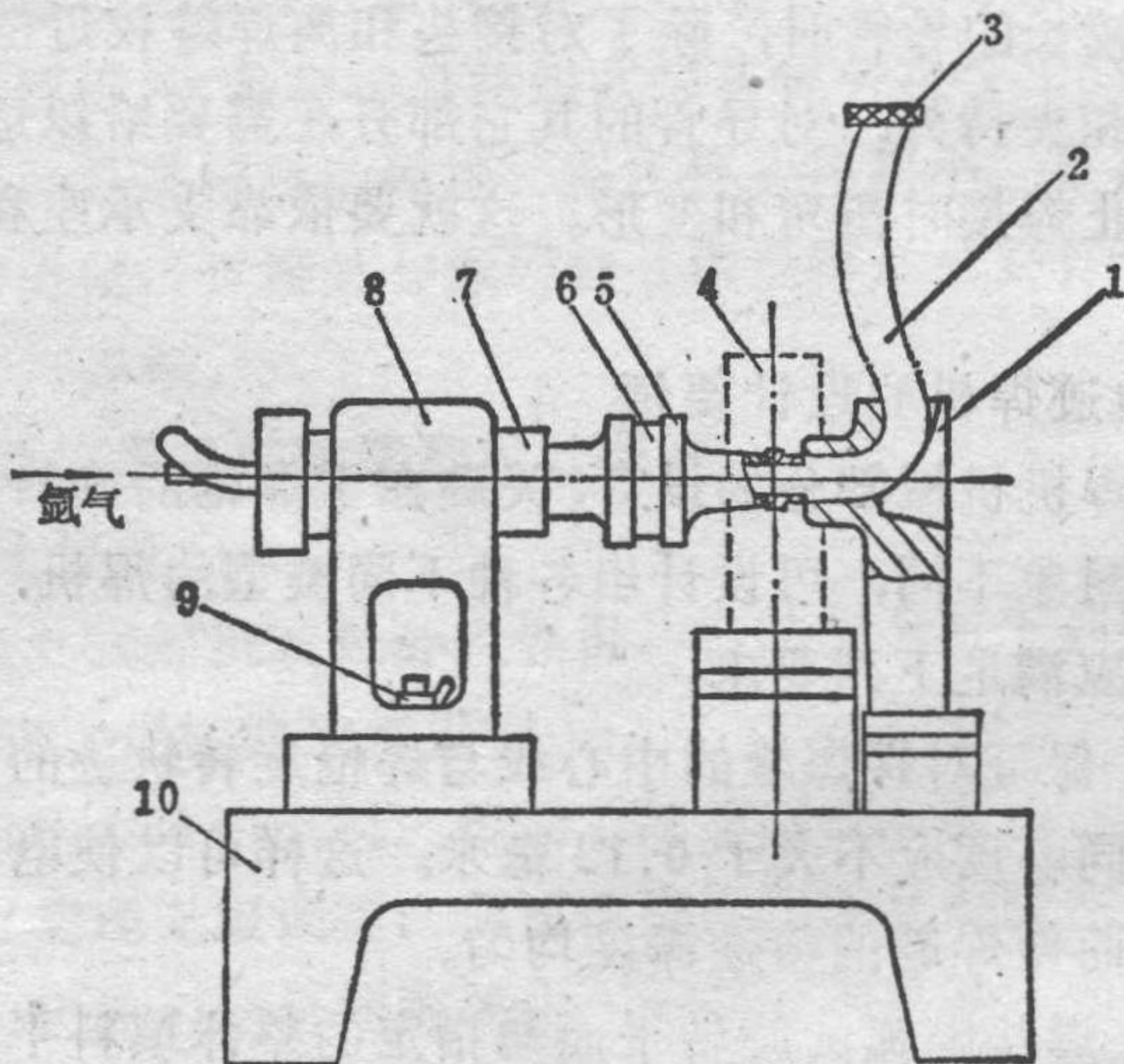


图9-4 标准卧式轨迹焊机

1—夹具；2—管子；3—橡皮塞；4—哈克诺尔焊头；5—管接头；
6—转接器；7—滑筒；8—滑筒座；9—固紧螺母；10—底座。

环控制，使之始终保持不变。底座有凸键，并与焊机焊头座上的键槽进行滑配合。

非标准的卧式焊机是根据所焊导管的尺寸和形状设计制造的。其原理与标准焊头完全一样。一般结构都较简单，造价低廉。

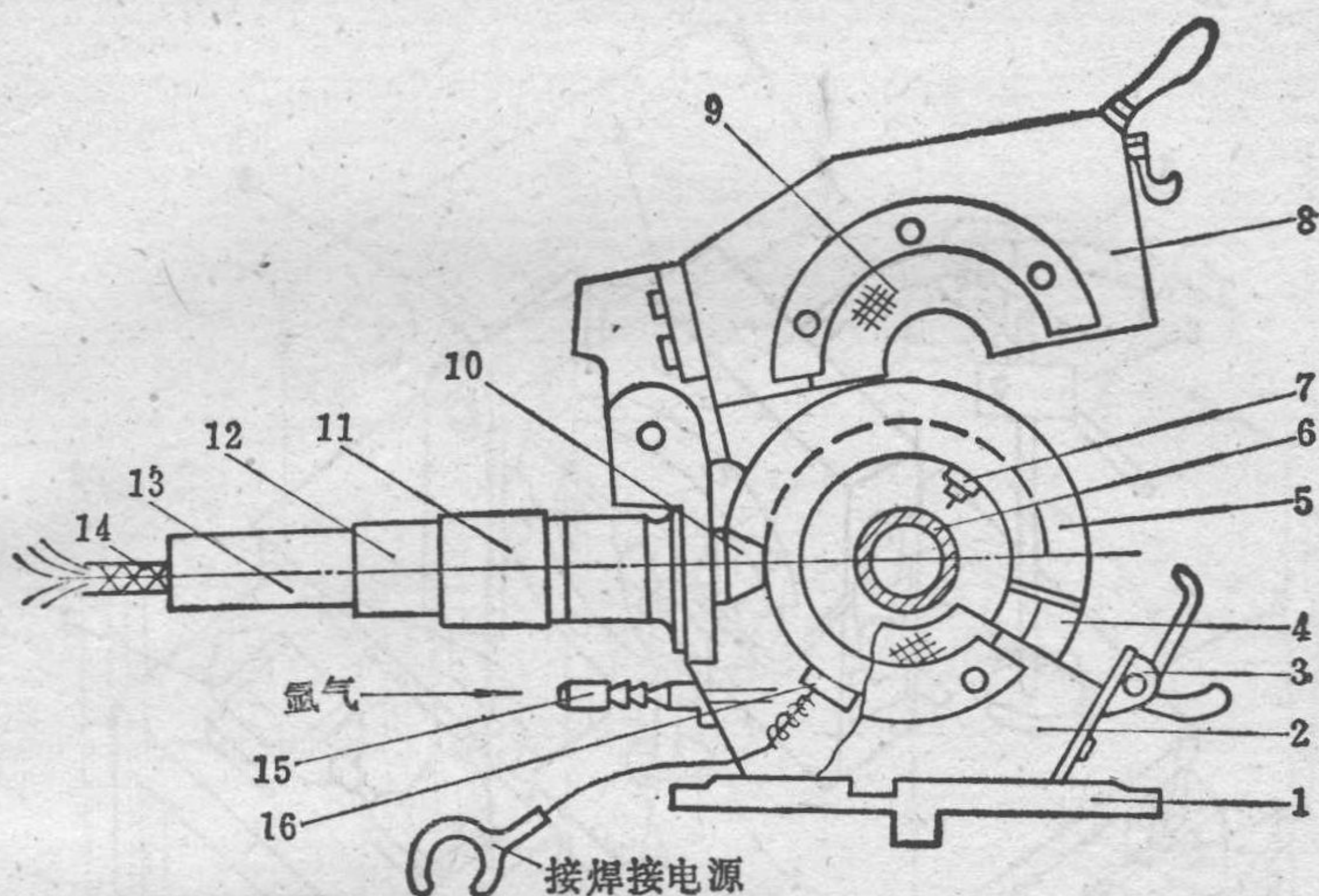


图9-5 哈克诺尔焊头

1—底座；2—壳体下半部；3—锁扣；4—下半导电环；5—上半导电环；6—被焊管子；7—钨极卡头；8—壳体上半部；9—挡气玻璃片；10—主动伞齿轮；11—小马达；12—联轴器；13—测速电机；14—多股电缆；15—氩气入口；16—电刷、弹簧。

经济实用。图9-6是英国卢卡斯 (Lucas) 公司使用的非标准卧式焊机。它的特点是：焊腔狭窄，焊枪可达性好，对所焊管子的适应范围大，特别适合于焊接环形导管组件。

图9-7所示是焊接不同规格管子时所使用的非标准卧式焊机的原理和结构。

国外某些工厂还常常将哈克诺尔焊头与专用珩架配合使用，以便对各种复杂形状的导管进行组合焊接。图9-8照片所示是一实例。

1975年，西安国营红旗机械厂试制成功了我国的第一台“红旗”卧式轨迹焊机。该焊机体积小巧，结构紧凑，操作方便。

“红旗”卧式轨迹焊机 (见图9-9) 主要由床身、前后支架、夹具、焊头、转接器座和调整机构等组成。

床身1为台式车床床身。纵向、横向滑板2、5安装在床身

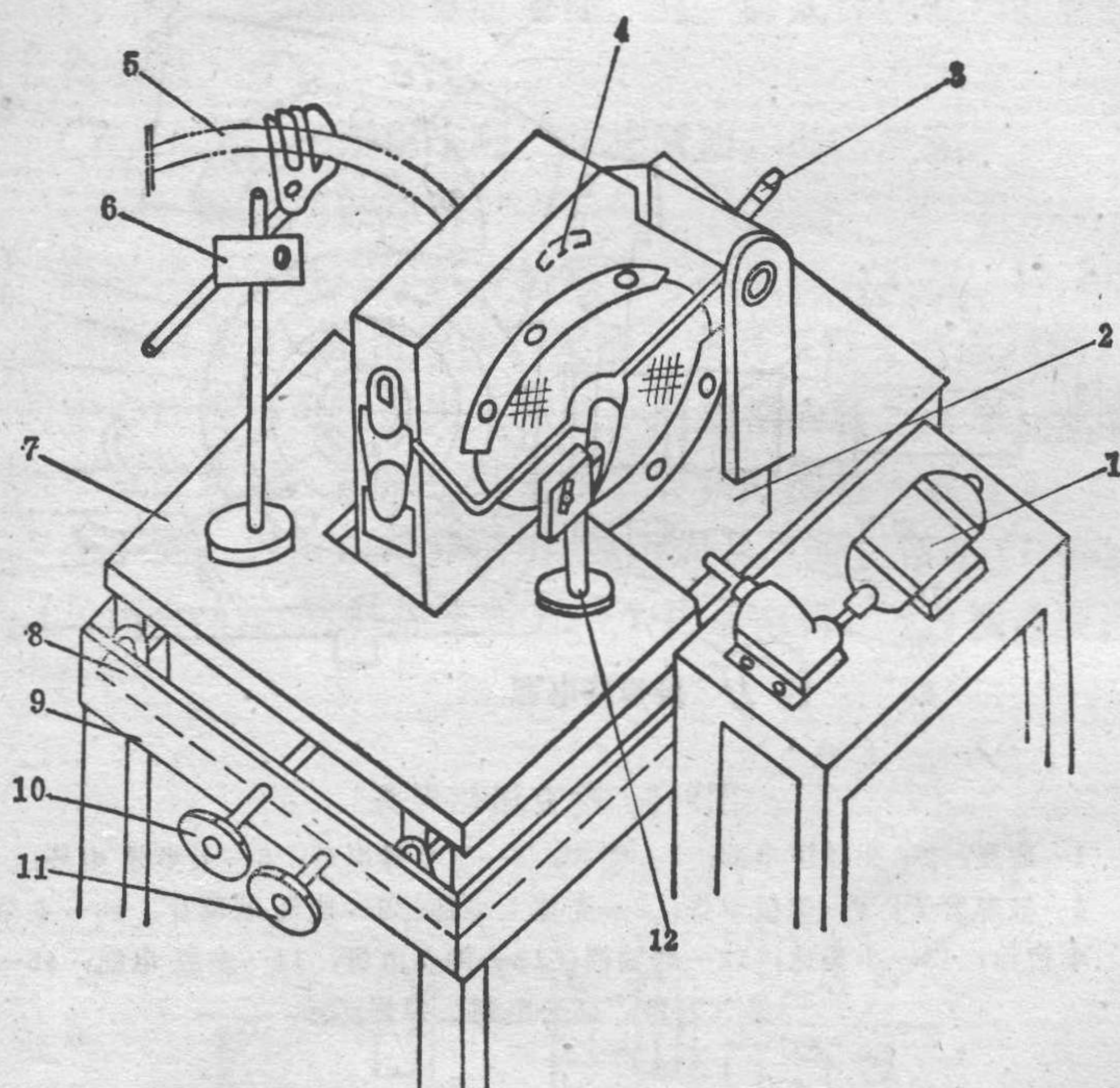
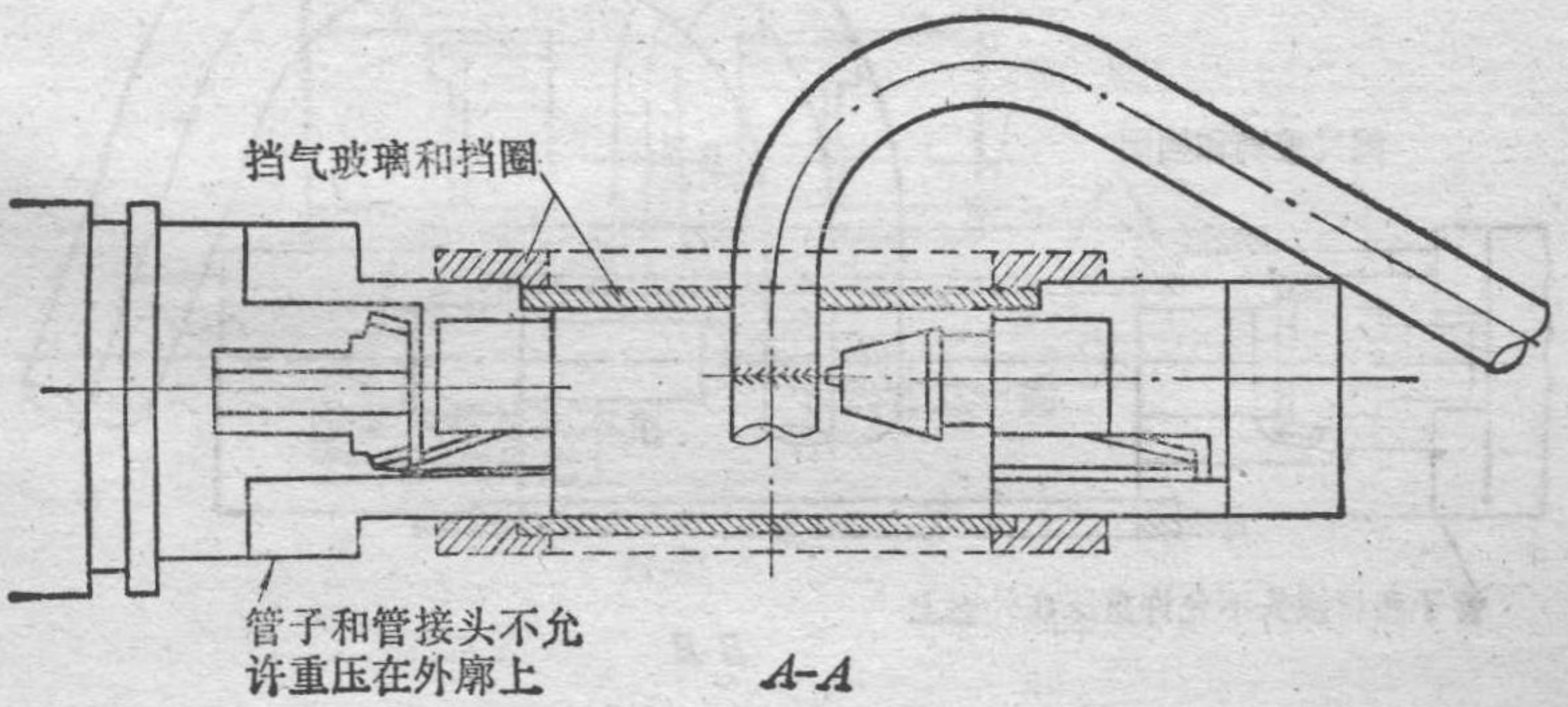
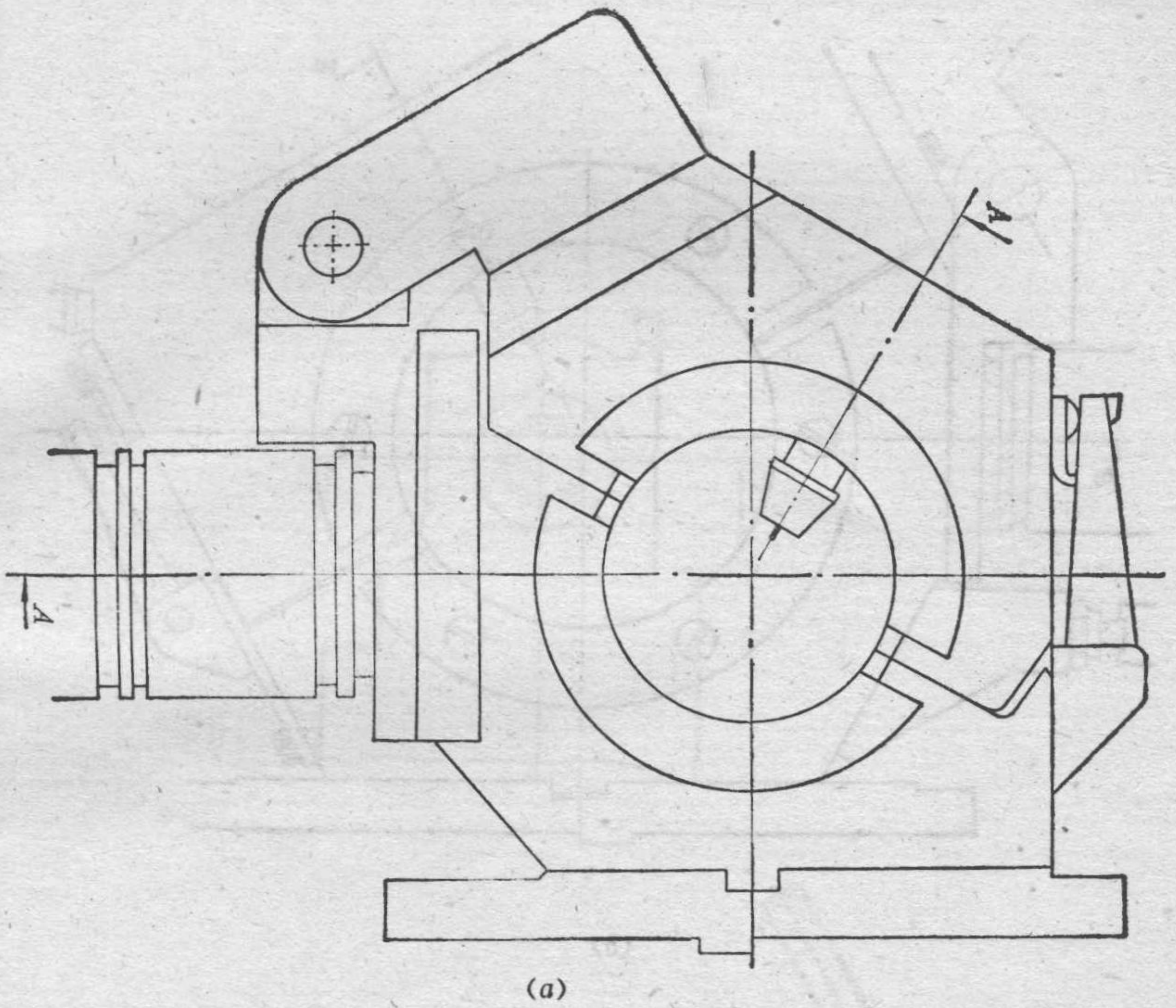
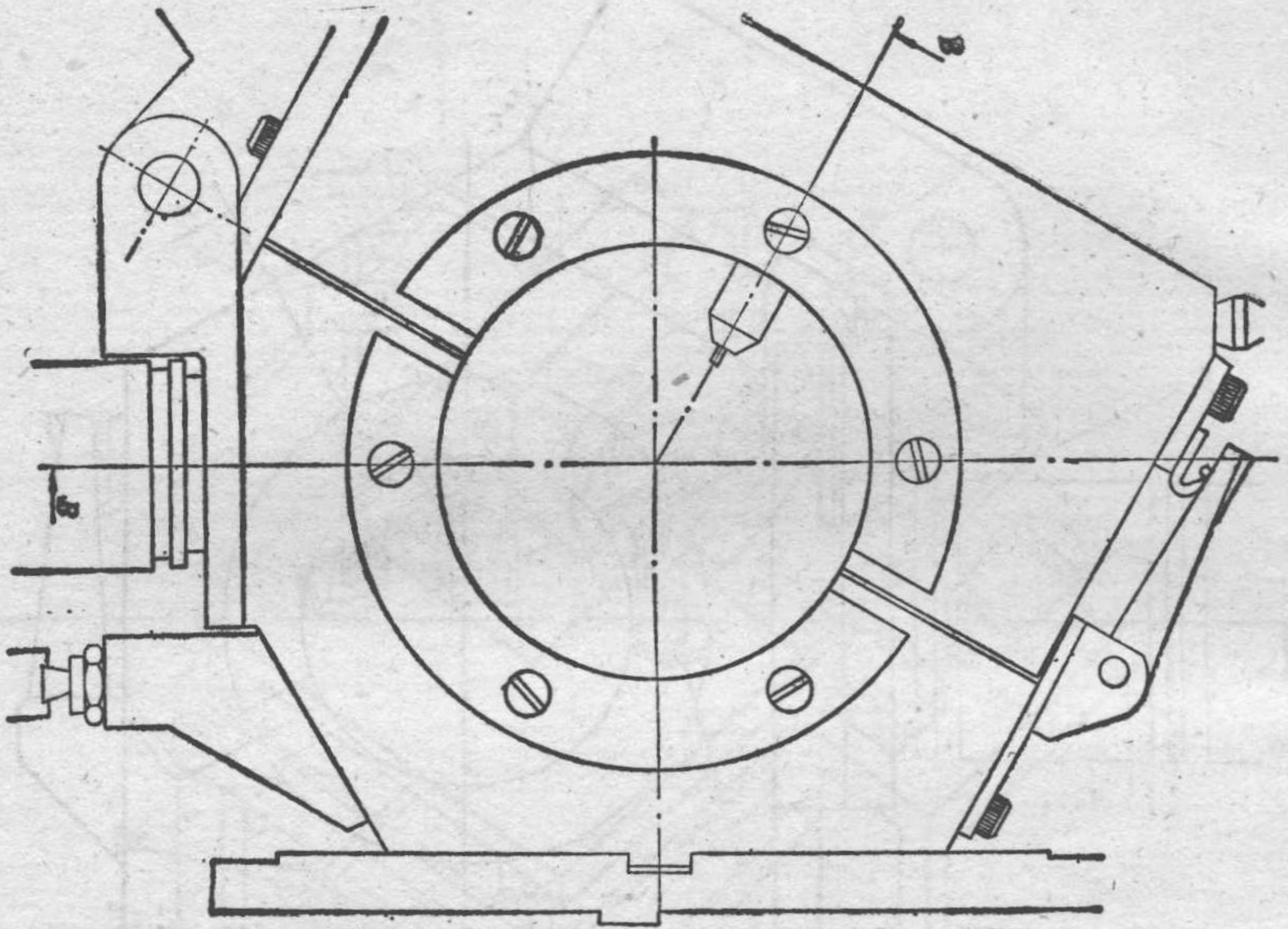


图9-6 非标准卧式焊机

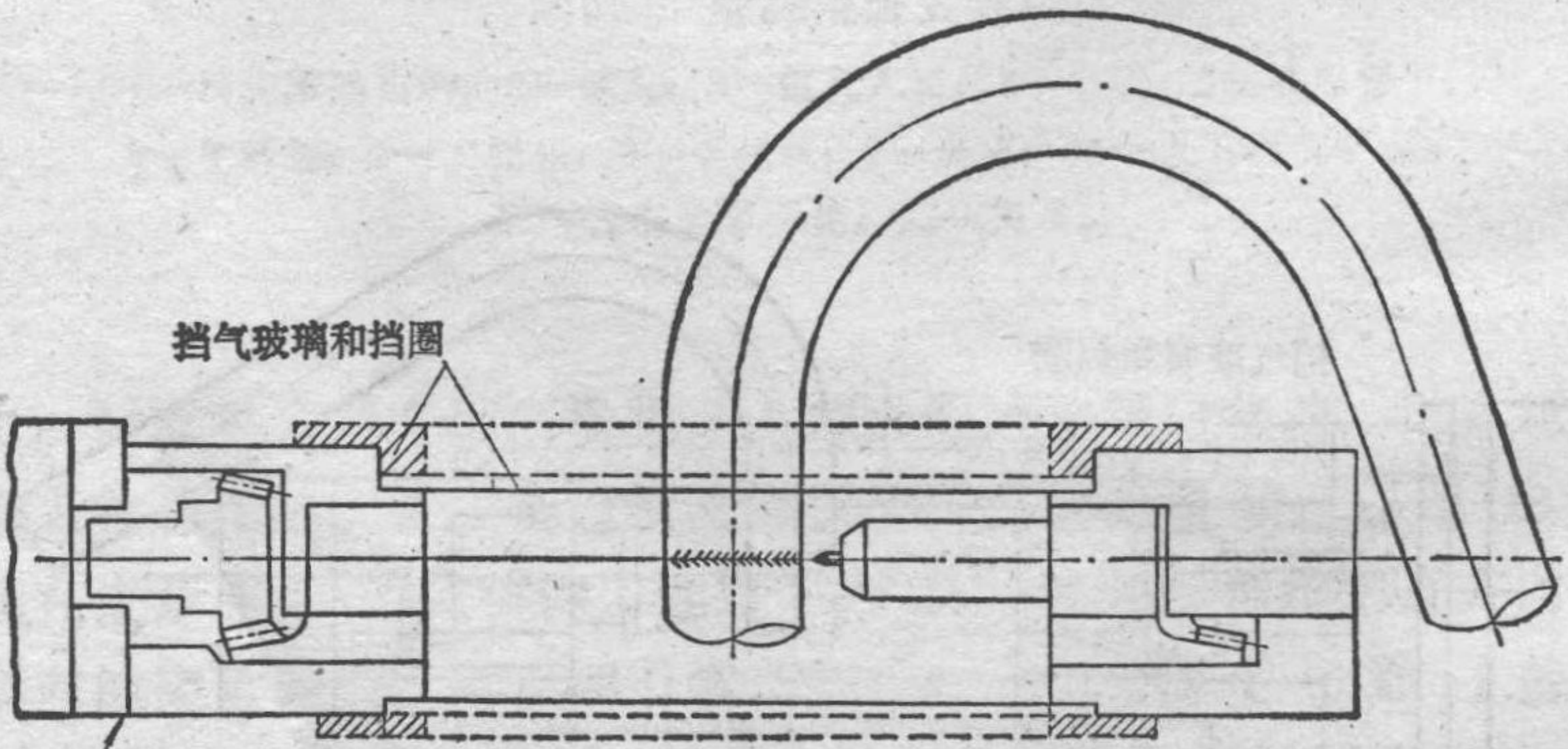
- 1—马达减速机构；2—焊头；3—氩气入口；4—电刷；5—被焊管子；
6—支承架；7—上托板；8—中托板；9—底座；10—上下调节手轮；
11—左右调节手轮；12—夹具。

上，后支架7可在纵向滑板2上作大距离的纵向移动，以适应被焊工件长短的变化。通过横向滑板5可作横向移动。焊头13安装在支承座21的方槽内。通过手柄22、23可分别作垂直方向或横向的微量调整，以便调节弧长和对中。转接器座16通过前支架25连接在床身上，它的前端是锥孔，以便装卸转接器15。转接器用来连接被焊管接头14。夹具和转接器座都可在各自的滑槽内作轴向调整。调整后用螺钉紧固。因此，对被焊管接头和管子尺寸变化的适应性很强。焊头、夹具、转接器三者的中心高度





(b)



管子和管接头不允许重压在外廓上

B-B