

试 用 教 材

锻造生产机械化自动化

吉林工业大学 大连铁道学院 合编
合肥工业大学 哈尔滨工业大学

吉 林 工 业 大 学

一九七七年四月

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

改革旧的教育制度，改革旧的教学方针和方法，是这场无产阶级文化大革命的一个极其重要的任务。

不论那一种企业，都要进行技术革新和技术革命，都应当根据各自的需要和可能，能洋就洋，不能洋就土，主要采取自力更生的办法，来积极实现半机械化和机械化。

中国只有在社会经济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，才能使社会经济面貌全部改观。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

说 明

在伟大领袖和导师毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国锻造行业的广大工人、科技人员和干部，坚决贯彻党的“鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义”总路线，开展了轰轰烈烈的技术革新和技术革命的群众运动，促进了锻造生产机械化和自动化水平的迅速发展。

遵照毛主席“教育要革命”“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。”的教导，为加速实现四个现代化，把我国建设成为强大的社会主义国家，各高等院校都希望开设《锻造生产机械化自动化》课程。一九七六年三月在广州召开的二十三所高等院校锻压专业教材协作会议，将《锻造生产机械化自动化》列为本专业的基本教材之一，并组织有关院校，进行教材的编写工作。

这本试用教材，由吉林工业大学、大连铁道学院、合肥工业大学和哈尔滨工业大学四校合编，参加拟定教材大纲和教材初稿审查工作的除编写单位外，还有第一汽车制造厂锻造分厂、长春机车工厂、一机部汽车工厂设计处等单位的工人、技术人员、教师和工农兵学员。

本试用教材在编写过程中曾深入到有关工厂进行调查，收集了锻压行业工人和技术人员在三大革命中进行技术革新和技术革命方面的成果，得到了许多工厂和科研设计单位的大力支持并热情地提供技术资料，在此表示感谢。

本试用教材的内容着重反映我国在锻压生产机械化和自动化方面的成果，同时根据“洋为中用”的原则，也引用了少量的国外资料，限于编者的水平，肯定有不少缺点和错误，恳切希望各校在使用过程中提出批评和修改意见，使教材不断地完善和提高。

《锻造生产机械化自动化》教材编写小组

一九七六年十二月

序 言

在锻造生产中，实现机械化和自动化生产是一项十分重要的任务，它对减轻锻造生产中繁重的体力劳动、提高劳动生产率和锻件质量、改善劳动条件具有十分重要的意义。

解放前，我国的锻造行业极为落后，基本上都是手工锻造，模锻工艺几乎没有，更谈不上机械化和自动化生产。新中国成立后，在伟大领袖和导师毛主席和党中央的英明领导下，我国的机器制造业发生了巨大的变化，锻造行业也有了很大的发展，从根本上改变了过去的落后状况，新建了一批重型锻压车间和机械化程度较高的模锻车间，自力更生地设计和制造了包括万吨级水压机在内的各种锻压设备，各种锻造新工艺也不断出现，为各工业部门提供了大量锻件，对促进我国的工业发展作出了巨大贡献。锻造生产机械化和自动化经历了从无到有，从少到多的发展过程，取得了很大的成绩。但是，目前锻造生产机械化和自动化的程度仍不能适应国民经济飞速发展的要求，现有设备潜力还没有得到充分发挥。因此，进一步提高锻造生产机械化和自动化水平，具有十分重要的现实意义。

在实现锻造生产机械化和自动化的问题上，一直存在着两条路线的斗争。一九五八年的大跃进年代中，在毛主席和党中央的领导下，亿万人民意气风发，干劲冲天，积极投入大搞技术革新和技术革命的群众运动，广大锻造工人提出了“扔掉大锤把、大搞机械化”的响亮口号，全国许多企业搞了大量的锻造机械化装置。同年，一机部在太原召开了现场会议，肯定了成绩，指出了锻造机械化的发展方向。但是，轰轰烈烈的技术革新和技术革命的群众运动遭到了刘少奇修正主义路线的干扰和破坏，使锻造机械化和自动化发展缓慢。

在史无前例的无产阶级文化大革命中，工人阶级高举“鞍钢宪法”的旗帜，发挥革命干劲，掀起了群众性的技术改造高潮，使锻造行业的机械化自动化水平迅速提高。锻造操作机和机械手、各种机械化自动化装置以及各种机械化自动化生产线不断涌现。例如，到一九七四年为止，仅自由锻造操作机就达二百多台，有些地区在一吨以上的自由锻锤上，都配有锻造操作机进行锻造操作。一九七三年一机部召开重型锻压设备会议，提出要大力发展锻造操作机并加速提高锻造生产机械化的水平。一九七四年十二月一机部在大连召开了锻造操作机经验交流会，拟订了锻造操作机的技术参数和型谱，促进了锻造生产机械化和自动化的发展。一九七五年一月，遵照伟大领袖毛主席的指示，敬爱的周恩来总理在四届人大的政府工作报告中提出：“在本世纪内，全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，使我国国民经济走在世界的前列。”这一宏伟的目标极大地鼓舞了全国人民的斗志。

以华国锋主席为首的党中央，继承伟大领袖毛主席的遗志，粉碎了“四人帮”反党集团篡党夺权的阴谋，清除了祸害，排除了干扰，坚持以阶级斗争为纲，“抓革命、促生产、促工作、促战备”，发展了大好形势，使革命和生产出现了新的跃进局面。革命解放了生产力，锻造生产机械化与自动化必将获得迅速发展。

锻造生产机械化与自动化主要包括以下几方面：

1. 备料机械化：应用各种下料机械和机械化装置，代替人工下料和手工操作，并可采用各种机械化运输装置。

2. 加热炉操作和坯料装出炉机械化：采用移动或旋转炉底、推料机械或各种机械手来实现坯料装出炉机械化。

3. 锻造操作机械化：在各种锻压设备上采用机械化装置、锻造操作机、机械手等实现锻造操作过程的机械化和自动化。

4. 车间起重运输机械化：采用各种类型的起重运输机械、各种机械化输送装置、运输车辆、机械手以及自动传送装置实现工序间传送和运输的机械化自动化。

5. 建立专门的锻造机械化或自动化生产线来实现现代化流水生产。

6. 采用各种机械化自动化程度较高的锻压设备（如各种自动机、自动压床等），实现单机自动化生产。

本试用教材包括两部分内容，第一部分包括第一章和第二章，为自由锻造机械化，重点介绍锻造操作机的结构、工作原理与设计计算等内容；第二部分包括第三章和第四章，为模锻生产机械化自动化，主要叙述模锻各工序实现机械化和自动化的方法，并介绍有关机械化装置的实例和工业机械手的基本知识，此外还列举了一些模锻生产线和自动线等内容。通过学习，使本专业学员对锻造生产机械化自动化有初步的认识，对一些机械化自动化装置的工作原理、结构、性能和特点等有所了解，培养分析问题和解决问题的能力，为实现锻造生产机械化和自动化服务。

目 录

序言	1
----	---

第一章 自由锻造机械化

第一节 装出炉机械化装置	1
一、装料叉	1
二、装出炉夹钳	2
三、装出炉机械装	2
四、吊钳	3
五、装取料机	6
第二节 自由锻造专用机具	7
一、气动旋转锻粗台	7
二、快速换砧装置	7
三、调头转台	11
第三节 胎模操作的机械化装置	12
一、气动抬模装置	12
二、机械抬模装置	13
三、旋转式摔子	14
第四节 锻造车间起重运输设备	17
一、锻造用吊车	17
二、工序间运输机	19
第五节 自由锻锤机械化司锤机构	19
一、气动司锤装置	20
二、采用液压随动阀的司锤机构	23

第二章 锻造操作机

第一节 概述	25
一、使用锻造操作机的优点	25
二、锻造操作机的基本动作和结构	25
三、锻造操作机的种类	27
四、锻造操作机的基本参数	28
五、锻造操作机的型号	31
六、锻造操作机的现状和发展	31

第二节	夹紧机构	34
一、	钳头的结构	34
二、	钳口结构	38
三、	钳头几何参数的确定	43
四、	拉紧力的计算	45
五、	拉紧装置	54
第三节	钳杆旋转机构	59
一、	结构及动作原理	59
二、	动力计算	60
三、	超载保护装置	63
第四节	钳杆升降倾斜机构	67
一、	结构及动作原理	67
二、	平行四连杆升降倾斜机构的设计计算	74
三、	机械式钳杆升降倾斜机构的设计计算	79
四、	缓冲装置的设计计算	83
第五节	台架旋转机构	88
一、	台架旋转机构的驱动装置	88
二、	台架旋转机构的滚动支承装置	90
三、	驱动力矩与功率计算	97
四、	钳杆摆移机构简介	101
第六节	大车行走机构	104
一、	大车行走机构的驱动装置	104
二、	行走机构的计算	105
三、	车轮与轨道	110
四、	咬道问题分析	112
五、	无轨操作机行走机构简介	113
第七节	液压和电气系统	116
一、	液压系统	116
二、	电气系统	126
第八节	操作机的稳定性计算	126
一、	前后倾复的验算	126
二、	侧向倾复的验算	127
第九节	快锻操作机	128
一、	快锻操作机结构及性能特点	128
二、	压机和操作机联动工作过程	132
三、	锻件尺寸精度和操作机联动数字控制	132
四、	液压系统	134

第三章 模锻生产机械化自动化

第一节 概述	137
第二节 工序间输送机械化	138
第三节 毛坯剪切机械化自动化	144
一、机械化上料装置	144
二、剪切后毛坯堆放机械化装置	147
三、棒料自动传送和切断机组	148
第四节 毛坯加热机械化自动化	149
一、贯通式连续加热炉装出料机械化装置	149
二、转底加热炉装出料机械手	151
三、感应加热炉自动化装置	158
第五节 锤上模锻机械化	161
一、锤上模锻机械化上料装置	162
二、机械化卸件装置	168
三、锤上模锻机械手	168
四、模锻锤的省力操纵机构	177
第六节 热模锻压力机上模锻自动化	181
一、热模锻压力机上模锻自动化的方式	181
二、250吨多工位模锻压力机的自动传送装置(机械联动式)	183
三、2500吨热模锻压力机自动化装置(电气联动机械驱动式)	190
第七节 锻件切边机械化	203
一、锻件切边上料装置	204
二、锻件切边卸料装置	205
三、取飞边机械手	207
四、簸箕式接料器	208
第八节 平锻机上锻造机械化自动化	209
一、垂直分模平锻机锻造机械化装置	209
二、水平分模平锻机自动送料装置	214
第九节 辊锻机械化自动化	218
一、凸轮扛杆式送料装置	218
二、自动辊锻机械手(机械联动)	219
三、垂直送料的辊锻机械手	223
第十节 精锻机上锻造机械化自动化	227
一、立式精锻机自动上下料机械手	227
二、卧式精锻机自动上下料装置	232
第十一节 工业机械手简介	235
一、工业机械手的组成和分类	235

二、工业机械手的自由度和坐标形式	237
三、工业机械手的机械结构	239
四、工业机械手的缓冲与定位	243

第四章 模 锻 生 产 线

第一节 概述	246
第二节 锤上模锻生产线	248
一、用单轨或传送带连接的生产线	248
二、3吨模锻锤机械化生产线	249
三、10吨模锻锤机械化生产线	250
四、采用锻造操作机的重型模锻锤生产线	252
第三节 轴承套圈半自动锻压生产线	253
一、生产线概况	253
二、生产线的设备组成、结构特点和机械化装置	254
三、生产线的工艺过程和特点	262
四、液压补偿模的结构和工作原理	263
第四节 汽阀电锻模锻自动线	266
一、自动线概况	266
二、自动线的设备组成和机械化装置	267
第五节 连杆辊锻自动线	274
一、自动线的设备组成和技术指标	274
二、自动线的工艺流程和特点	276
三、机械化输送装置和机械手	277
第六节 大型模锻自动线简介	278
参考资料	283

第一章 自由锻造机械化

在自由锻造生产中，体力劳动比较繁重，生产条件也比较差，为改善劳动条件、减轻劳动强度、保证锻件质量和提高生产效率，迫切要求实现自由锻造机械化。

自由锻造生产过程中，包括毛坯的装出炉以及送到锻锤或水压机上，锻造过程中夹持、翻转或移动锻件等，可采用各种机械化装置和锻造操作机来完成。

对于中小型锻件的生产，常在1~2吨以下的自由锻锤上进行，有时采用胎模锻造，一般在加热炉和锻锤之间设置单轨、滑道或悬臂吊车，此外还采用一些机械化输送装置和胎模操作的机械化装置，或采用锻造操作机夹持锻件和胎模进行操作。对于大型或重型锻件的生产，则要用桥式锻造吊车和锻造操作机来完成。

应当指出，锻造操作机在自由锻造生产中应用非常广泛，它不仅可以进行锻造操作，还可以完成装出炉、坯料堆放和输送等工作；不仅可以用于大型和重型锻件的锻造，也可以用于中小锻件的锻造，锻造操作机对于实现自由锻造机械化具有重要作用，应广泛推广使用，关于锻造操作机的结构和设计计算，详见第二章。

锻造生产是在高温和动载荷条件下进行的，锻件要反复多次锻造成形，因此在机械化装置的设计时要注意到这些特点。

第一节 装出炉机械化装置

自由锻造用的加热炉一般为室状炉，毛坯装出炉的机械化可采用结构简单的装料叉、装出炉夹钳、自动吊钳等，也可用结构较复杂的装取料机或机械手。

一、装料叉

装料叉是一种简单的和常用的装出炉工具，能减轻装出炉的劳动强度和减少加热炉对工人的高温热幅射影响。图1—1所示的装料叉，用于小型锻件的装出炉，它由叉头1、叉杆

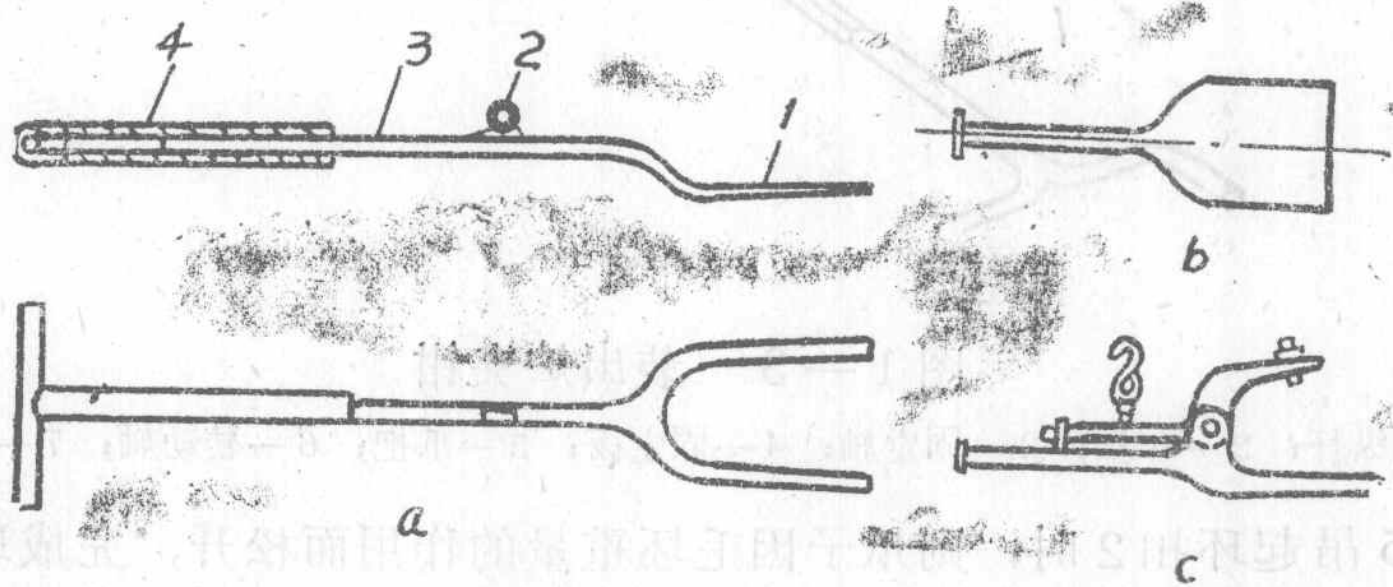


图1—1 装料叉

a—叉形叉头；b—平镗形叉头；c—钳形叉。 1—叉头；2—吊环；3—叉杆；4—手把。

3、吊环2和手把4所组成。根据锻造毛坯的不同，可以改变叉头的形状（如叉形、平铲形和钳形等）和尺寸。对于大型锻件，除根据需要作成一定形状的叉头外，有时还将叉头和叉杆做成可拆卸的，以便根据不同的要求更换不同的叉头。还可在叉杆的后端加上平衡重物，以平衡毛坯重量之用，如图1—2所示。

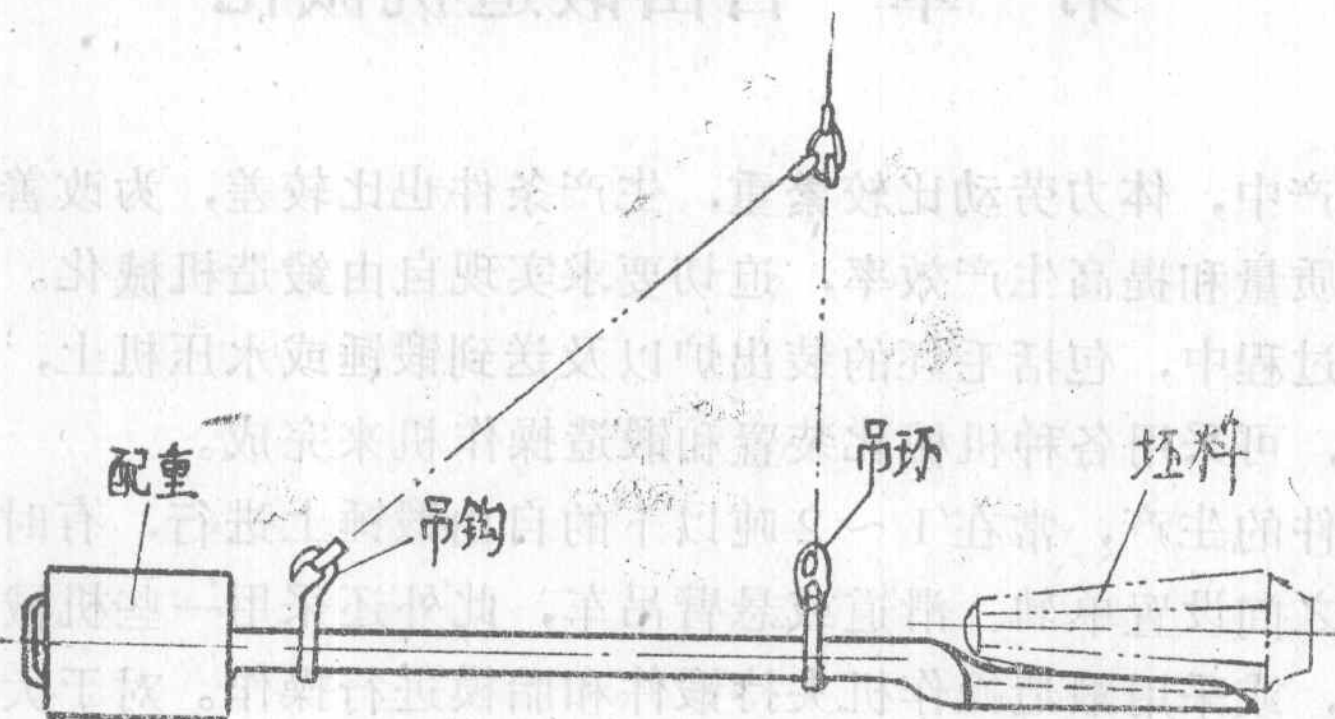


图1—2 大型坯料装料叉

1—叉头；2—叉杆；3—平衡重物。

二、装出炉夹钳

装出炉夹钳如图1—3所示，夹钳爪子7通过转动轴6与爪把5连成一体，固定轴3通过板4而固定转轴。当吊起爪把时，则通过转动轴使爪子夹紧毛坯，通过操纵杆1控制毛坯移动或把毛坯装入加热炉内（或从炉内取出）。

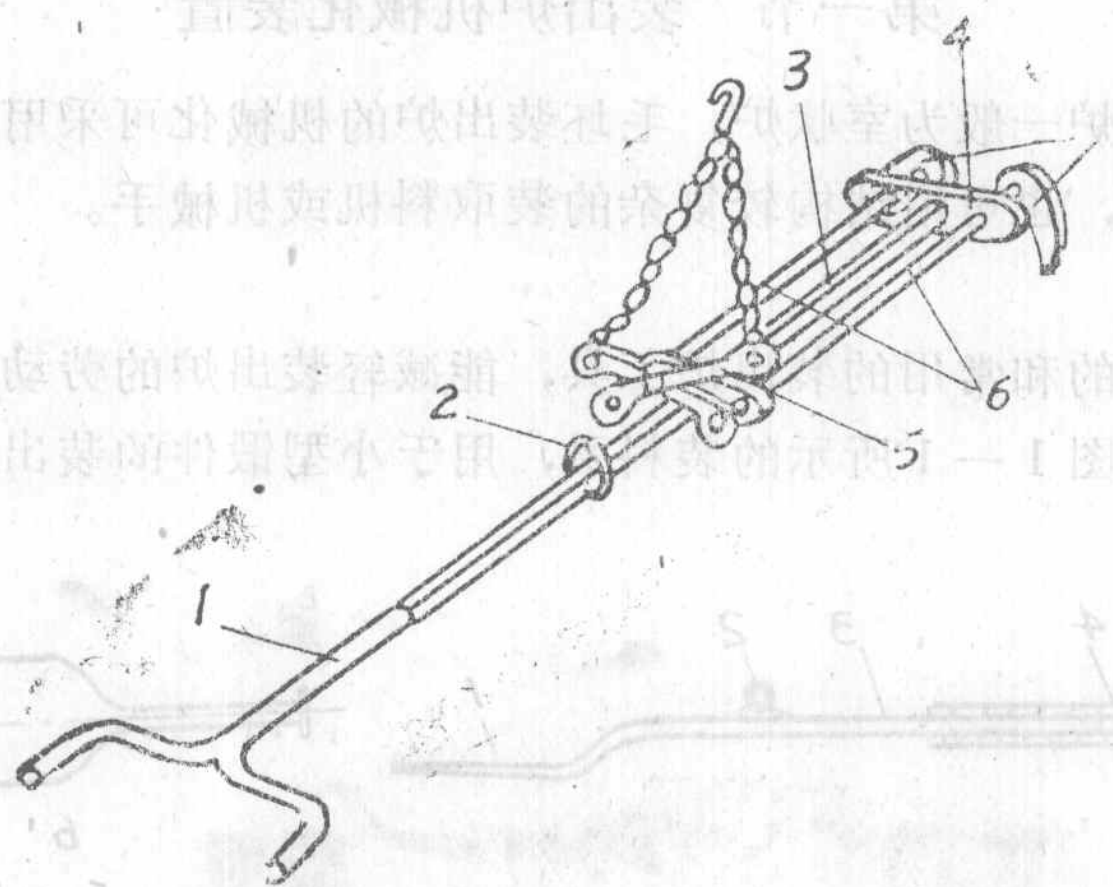


图1—3 装出炉夹钳

1—操纵杆；2—环扣；3—固定轴；4—固定板；5—爪把；6—转动轴；7—爪子。

当放松爪把5吊起环扣2时，则爪子因毛坯重量的作用而松开，完成取料动作，然后退回。还有作用相似，而结构比较复杂的，如装出料机械手，可参看第三章第四节。

三、装出炉的机械装置

图1—4所示的简易滑车为经过改装的简易装出炉机械装置。跑车2系用电葫芦的小跑

车改装而成，利用电动机直接带动链轮 7，通过链条 5 和链轮 3，使跑车在工字梁 1 上面行走。在跑车上安装有改装了的手拉葫芦 4（手拉链轮改为电动机带动的链轮），通过链条 10 使手拉葫芦吊钩升起或降落，跑车通过连接板 9 与车轮 8 连接成一体，电动机和减速器等均固定在连接板上。使用时还可在吊钩上安装减震悬挂器。

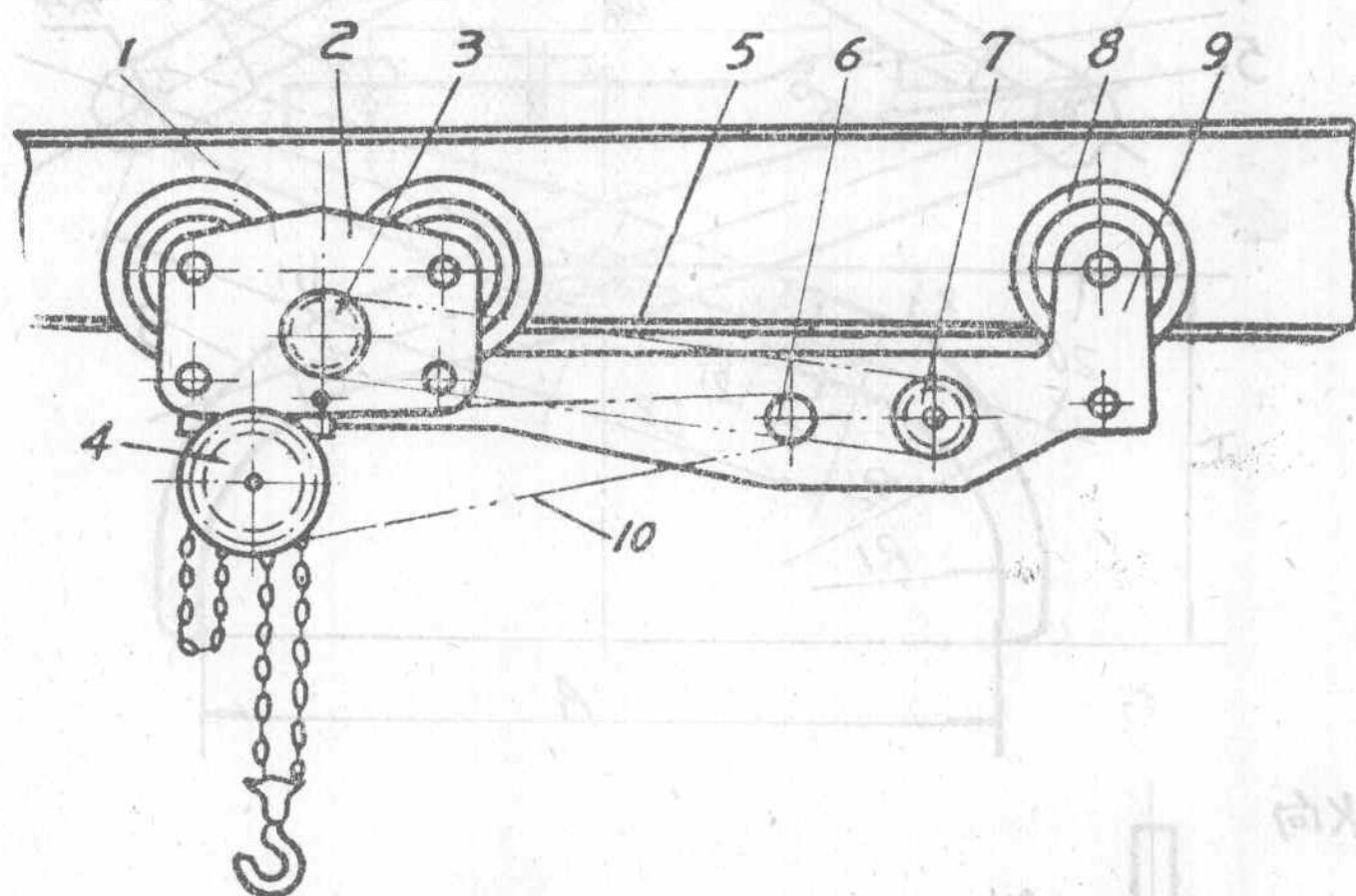


图 1—4 简易滑车

1—工字梁；2—改装跑车；3、6、7—链轮；4—手拉葫芦；5、10—链条；8—车轮；9—连接板

图 1—5 所示的简易吊架为另一种简易的装出料机械装置，在弓形吊架 4 上装有叉子，工作时吊环 1 挂在起重吊车的吊钩上，钩杆 5 脱离半圆环 8，由于毛坯重心和链条 3 在同一垂直线上，此机构处于平衡状态。平衡杆 6 用来控制弓形吊架的方向和操纵装卸料动作。卸料时将钩杆挂在下面的半圆环 7 内，链条 2 通过半圆环 8 与链条 3 共同承受弓形吊架的重量，使其在卸料后仍能处于平衡状态。

四、吊钳

在大型锻件锻造时，把毛坯放到加热炉的台车上、或把加热好的锻造毛坯从台车上取下并送往锻锤或水压机，常常用到起重吊钳。根据毛坯的形状不同，吊钳的结构也不一样，如圆弧吊钳、自动吊钳、四爪吊钳、缴粗吊钳和扁料吊钳等。

图 1—6 为自动吊钳，其动作可分为如下几步。Ⅰ—钳爪张开：当放下吊钩，在拉杆 1 的重量作用下，钳爪 3 张开，档销 5 推动自动块 4 向上转动；Ⅱ—档销卡入卡槽：当钳爪张

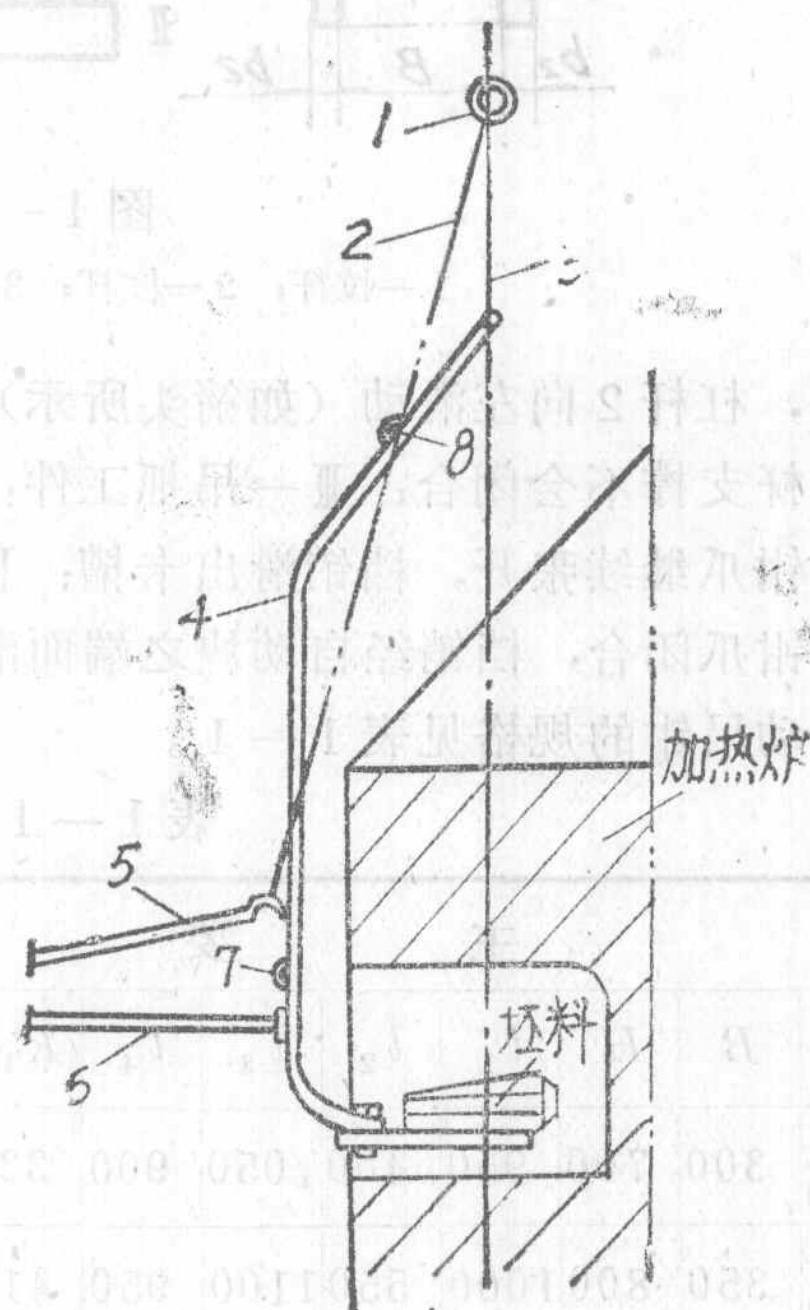


图 1—5 简易装出料吊架

1—吊环；2、3—链条；4—弓形吊架；5—吊钩；6—平衡杆；7、8—半圆环。

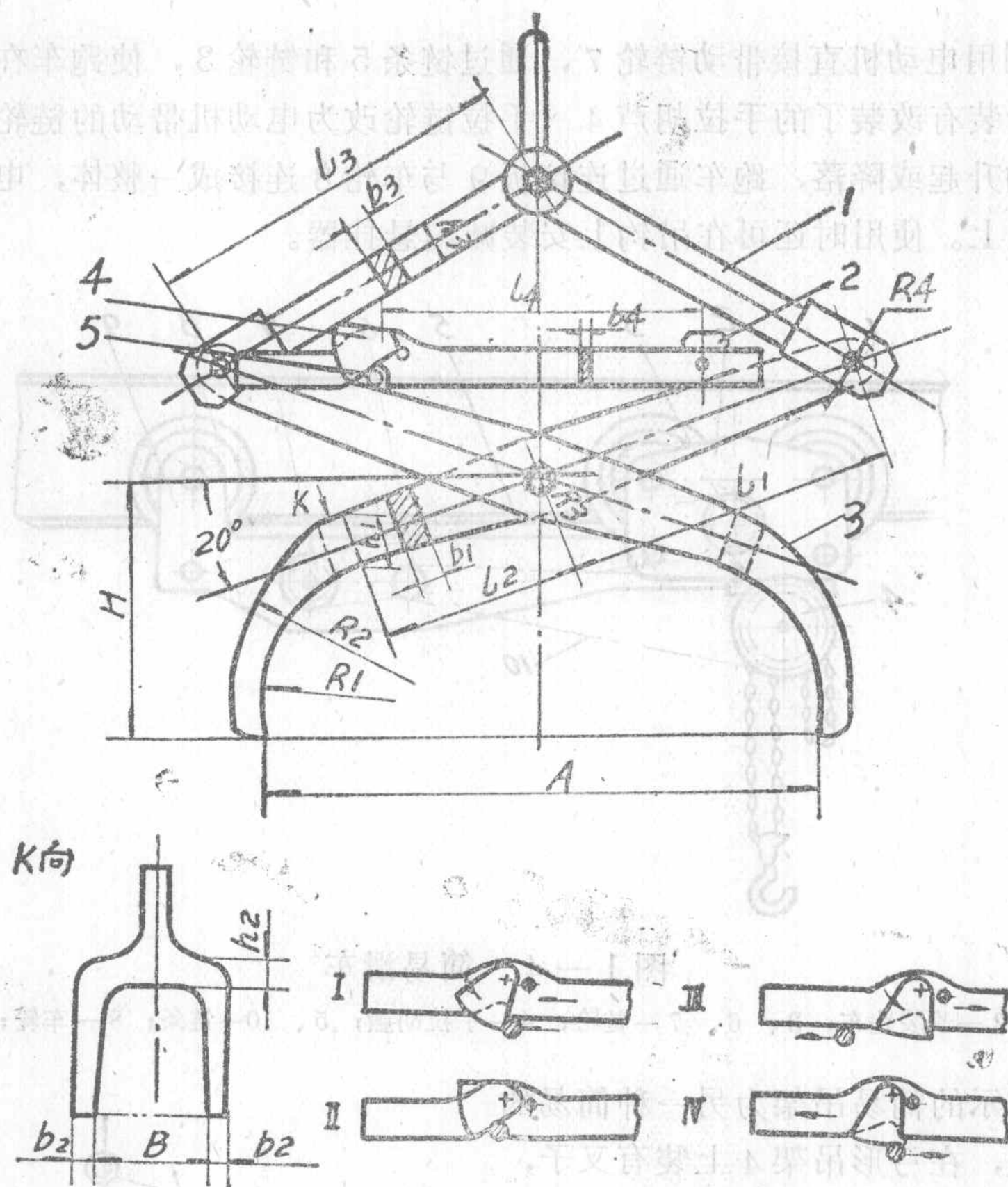


图 1—6 自动吊钳

1—拉杆；2—杠杆；3—钳爪；4—自动块；5—档销。

大过程中，杠杆 2 向左滑动（如箭头所示），使档销卡入卡槽内。此时吊钳挂在吊钩上，钳爪由于杠杆支撑不会闭合；Ⅲ—吊抓工件：当吊钳卡入工件两侧并支撑在工件上面，吊钩继续下落，钳爪继续张开，档销滑出卡槽；Ⅳ—吊钩提升：当吊钩位置放置合适，起重吊钩开始提升，钳爪闭合，档销经自动块之端面滑过卡槽，至钳爪抓住工件止，便可进行起吊输送工件。自动吊钳的规格见表 1—1。

表 1—1 自动吊钳规格

起重量	主 要 尺 寸 (毫米)																		重量 (公斤)	
	A	B	H	l_1	l_2	l_3	l_4	R_1	R_2	R_3	R_4	b_1	b_2	b_3	b_4	h_1	h_2	h_3		ϕ
3 ^T	~ 800	300	700	950	400	1050	900	330	410	90	50	60	60	60	20	120	50	100	56	~480
5 ^T	~ 1020	350	800	1000	550	1100	950	410	540	100	65	70	65	70	25	160	60	130	64	~635
10 ^T	~ 1760	400	860	1100	650	1200	1050	450	630	125	80	80	75	80	30	180	100	160	78	~1300

图 1—7 所示为四爪吊钳的结构。在抓取毛坯时，用吊车主钩通过链条 1 来实现，并进行输送吊运。结束时，通过吊车副钩和链条 2 使钳爪张开，吊钳脱离毛坯。

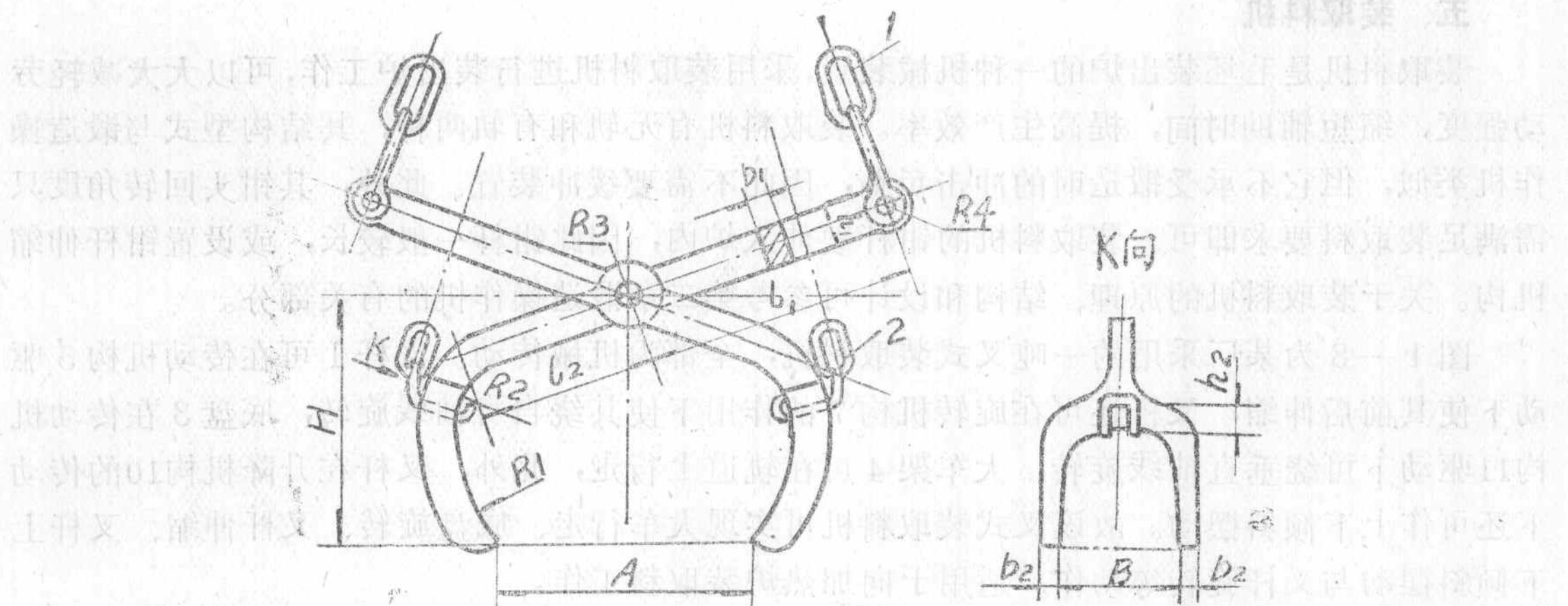


图 1—7 四爪吊钩

1—吊车主钩；2—吊车副钩。

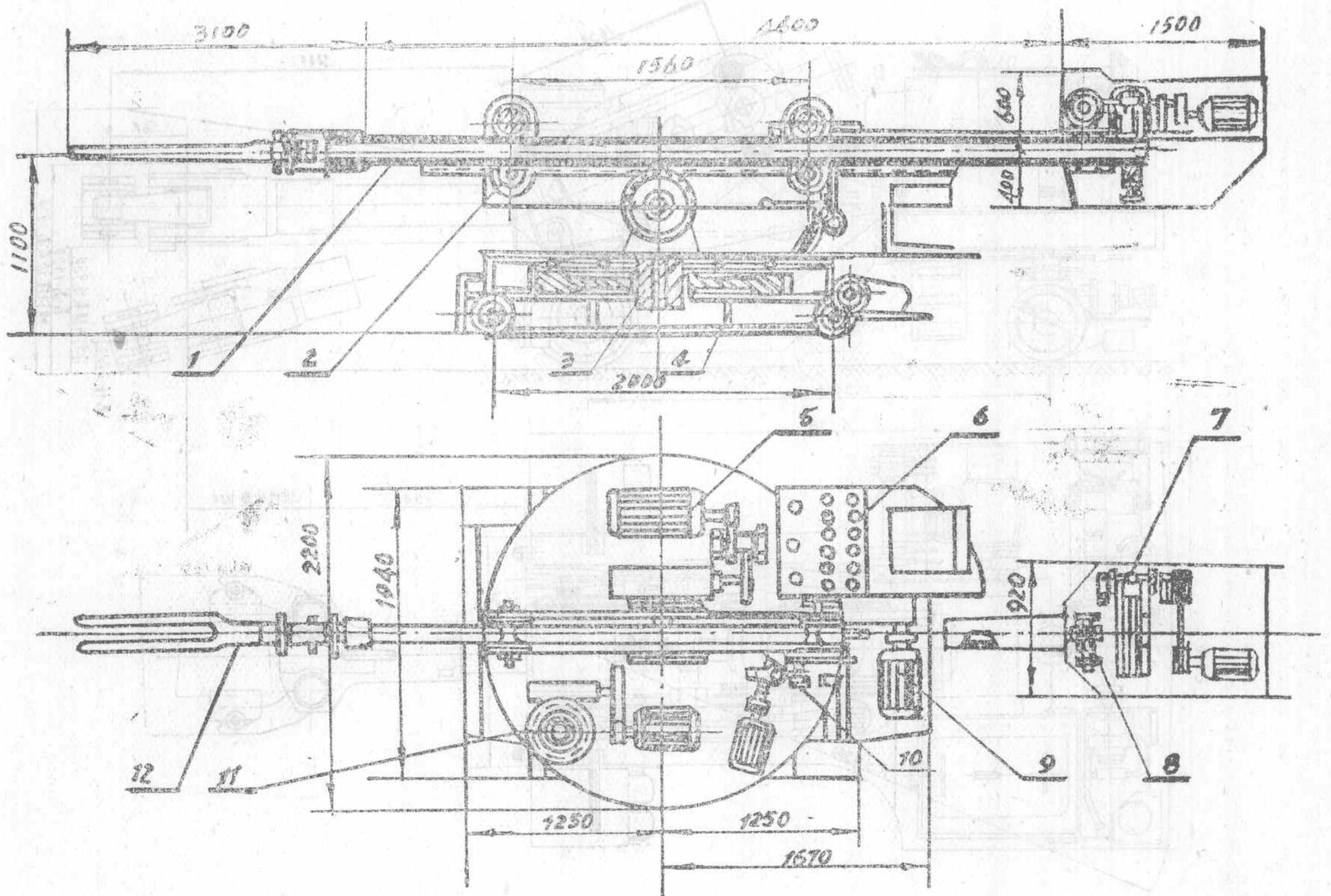


图 1—8 1吨叉式装取料机

1—叉杆；2—叉杆架；3—底盘；4—大车架；5—叉杆行走机构；6—操作台；7—叉杆旋转机构；8—卷线机构；9—大车行走机构；10—叉杆倾斜摆动机构；11—底盘旋转机构；12—叉子。

五、装取料机

装取料机是毛坯装出炉的一种机械装置,采用装取料机进行装出炉工作,可以大大减轻劳动强度,缩短辅助时间,提高生产效率。装取料机有无轨和有轨两种,其结构型式与锻造操作机类似,但它不承受锻造时的冲击负荷,因此不需要缓冲装置。此外,其钳头回转角度只需满足装取料要求即可。装取料机的钳杆要伸入炉内,因此钳杆一般较长,或设置钳杆伸缩机构。关于装取料机的原理、结构和设计可参考第二章锻造操作机的有关部分。

图1—8为某厂采用的一吨叉式装取料机,全部为机械传动。叉杆1可在传动机构5驱动下使其前后伸缩,叉杆还可在旋转机构7的作用下使其绕自身轴线旋转,底盘3在传动机构11驱动下可绕垂直轴线旋转,大车架4可在轨道上行走,此外,叉杆在升降机构10的传动下还可作上下倾斜摆动。故该叉式装取料机可实现大车行走、底盘旋转、叉杆伸缩、叉杆上下倾斜摆动与叉杆旋转等动作,适用于向加热炉装取料工作。

图1—9所示为3吨无轨装取料机,实际上就是无轨锻造操作机,为全液压传动,具有大车行走、钳杆伸缩、钳杆平行升降和倾斜、钳杆旋转等动作。该装取料机配于2000吨快锻压机机组。

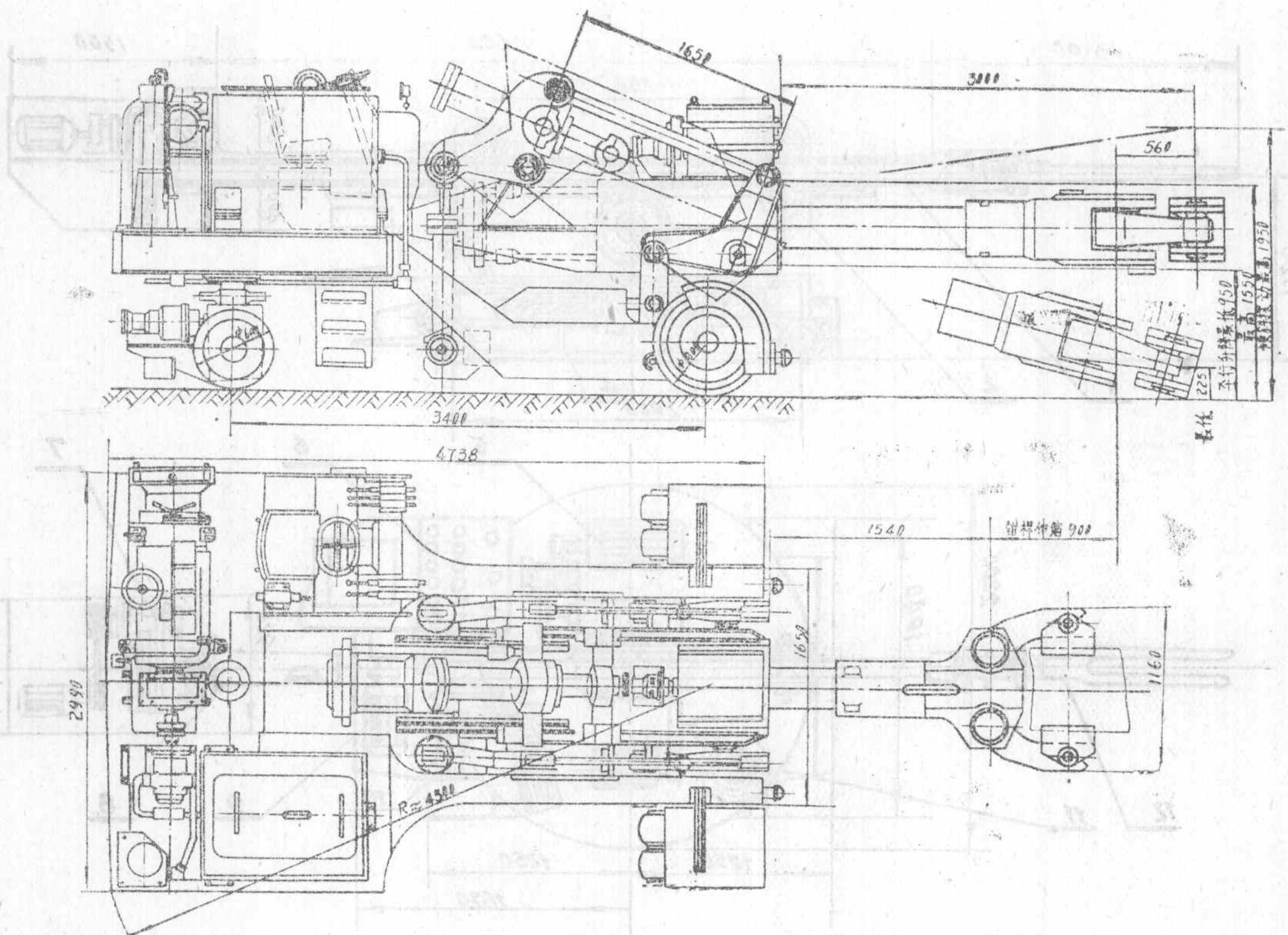


图1—9 3吨无轨装取料机

第二节 自由锻造专用机具

自由锻造中，尤其是在水压机上锻造较大的锻件时，为了缩短辅助时间，提高生产效率，减少加热火次，常采用各种专用机具配合进行机械化操作。

一、气动旋转镦粗台

在自由锻造水压机上，对锻造圆饼、方块等，常需对锻件进行镦粗，特别是开坯时对钢锭的镦粗，经常要用到气动旋转镦粗台。气动旋转镦粗台如图1—10所示，由垫板1、转盘2、底座6、钢球3、环形滑道4以及碟形弹簧5等组成。

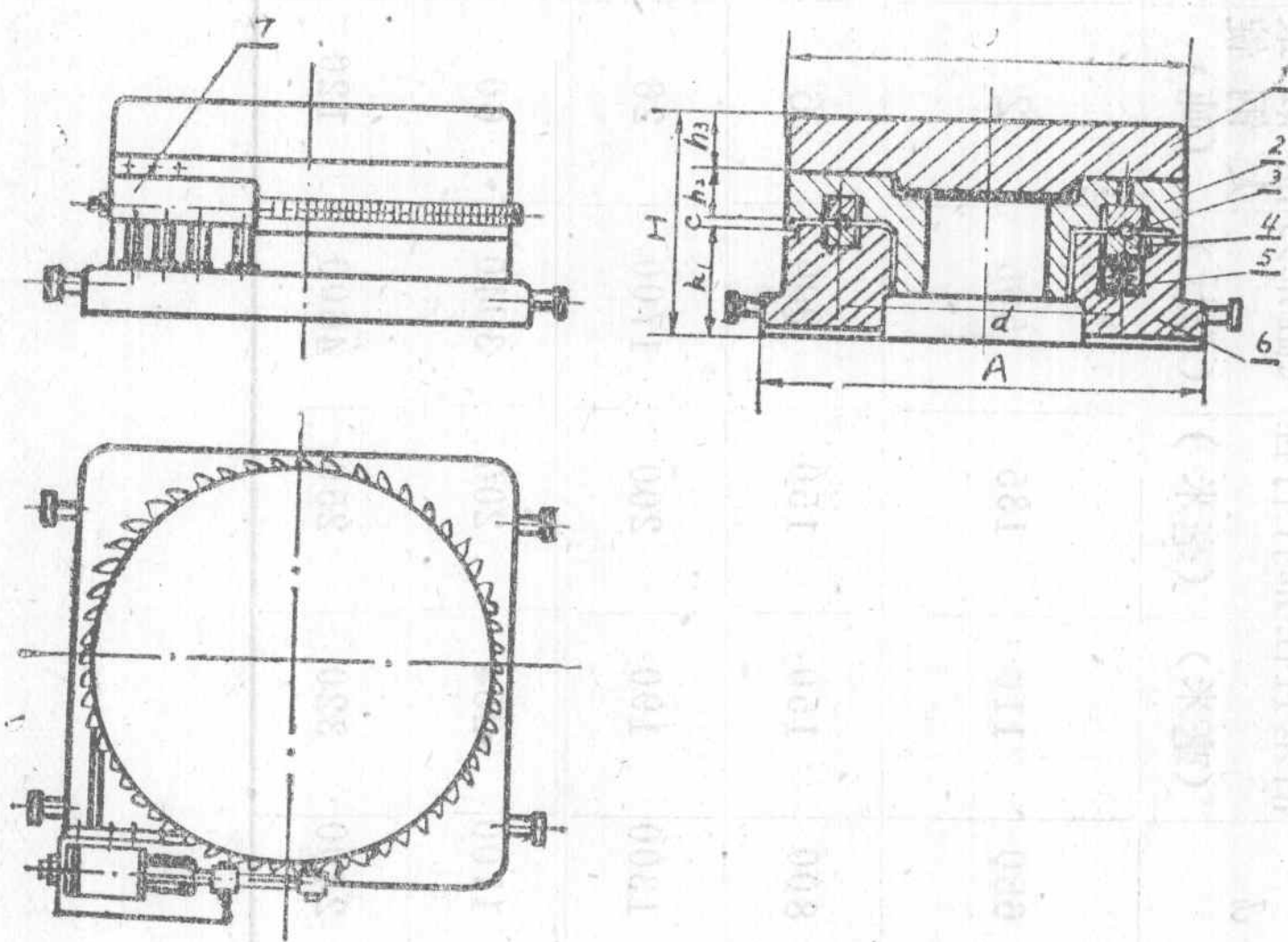


图1—10 气动旋转镦粗台

1—垫板；2—转盘；3—钢球；4—环形滑道；5—碟形弹簧；6—底座；7—气缸。

转盘2通过上、下两个环形滑道4和碟形弹簧5，支承在底座6上。碟形弹簧应使气动旋转镦粗台在承受最重锻件时，转盘和底座的间隙 $C > 0$ 。

当锻件在锻造过程中，转盘和底座上下面接触；当上砧离开锻件时，碟形弹簧将转盘连同垫板、锻件抬起。这时，开动压缩空气开关，气缸7的活塞杆便推动转盘轻快的转动，其上的锻件也随之旋转。气动旋转镦粗台的主要尺寸和规格见表1—2。

二、快速换砧装置

在自由锻造中，根据工艺的要求不同，水压机的砧子需要经常进行更换。为了缩短换砧的辅助时间，在水压机机组内经常配置有快速换砧装置和转砧装置。

1. 气动快换上砧装置

气动快换上砧装置如图1—11所示，水压机的上砧6及其垫板7与水压机活动横梁垫板4之间，由插销10、柱销8等牢固地联接。当需要更换上砧时，气缸2的左腔进气，在活塞

表 1—2 气动旋转锻粗台主要尺寸参数

序 号	主 要 尺 寸 (毫米)						气 动 装 置				适 用 范 围			重 量 (公斤)	备 注	
	D	A	H	h ₁	h ₂	h ₃	C	d	活塞直径 (毫米)	推杆行程 (毫米)	气缸推力 (公斤)	能 大 (吨)	锻 钢 (吨)			能 大 (毫米)
1	1000	1000	650	350	147	150	3	650	110	135	565	2	450	800	4850	压缩空气 压力按 6公斤/ 厘米 ² 计算
2	1200	1200	800	350	197	250	3	800	150	150	900	6	650	1250	9070	
3	1800	1980	1000	450	246	300	4	1300	190	200	1700	26	1100	2500 3000	2833	—"—
4	2500	2500	1200	500	246	350	4	1700	254	200	3040	60	1450	6000	60746	—"—
5	3600	3600	1400	600	396	400	4	2400	320	250	4600	120	~2000	12500	97000	—"—