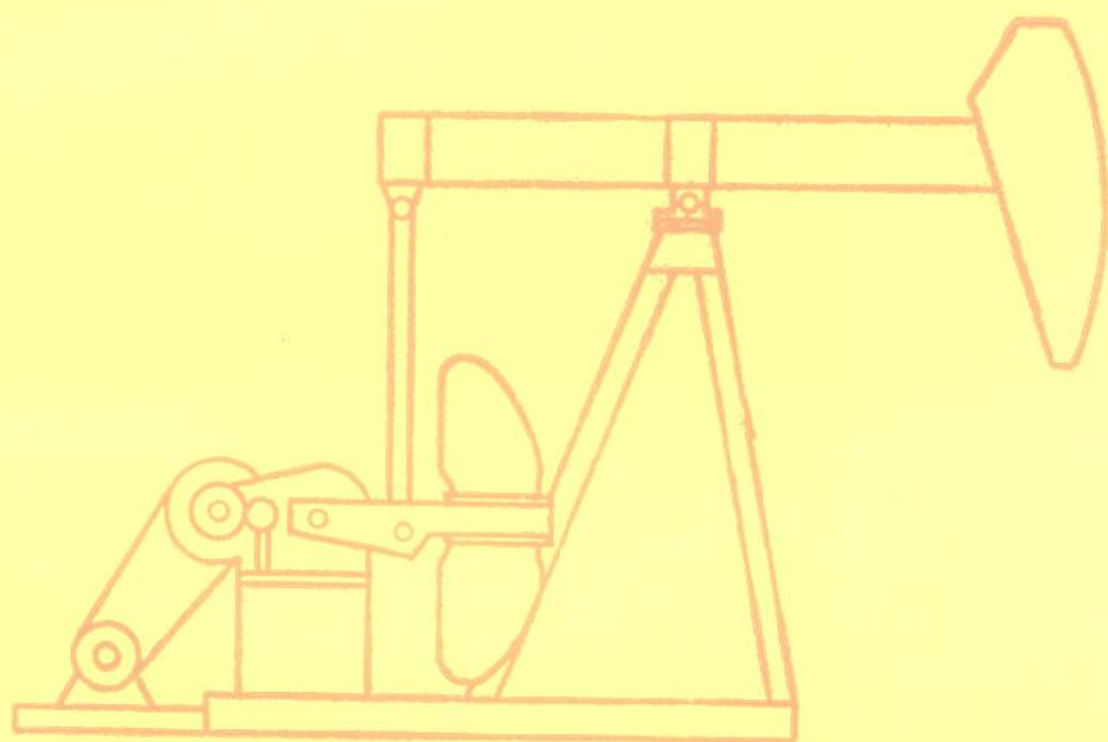


抽油机设计计算与计算机实现

董世民 张士军 编著



石

大学(北京)

933

012

石油工业出版社

登录号	133760
分类号	TE933
种次号	012

抽油机设计计算与计算机实现

董世民 张士军 编著



石油大学0137257

石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

本书详细介绍了游梁式抽油机悬点运动规律、基本参数的计算方法(包括API计算方法)、平衡准则、平衡装置设计、新型平衡机构、抽油机机构尺寸的优化设计方法、抽油机动力性能分析方法及零部件强度计算。另外,还介绍了六杆旋转驴头式抽油机、前置式气平衡与曲柄平衡抽油机、无游梁式抽油机的设计计算。最后给出了游梁式抽油机、六杆旋转驴头式抽油机的性能分析软件。

本书可供从事抽油机设计和使用的工程技术人员阅读,也可供石油院校采油、矿机等专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

抽油机设计计算与计算机实现/董世民,张士军编著.

北京:石油工业出版社,1994.5

ISBN 7-5021-1088-7

I. 抽… II. ①董… ②张… III. ①抽油机-最优设计-最优化算法②最优设计-抽油机-最优化算法③最优化算法-抽油机-最优设计 IV. TE933

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里2区1号楼)

大庆石油学院印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开 12¹/₄印张 281千字 印数 1-1000

1994年5月第1版 1994年5月第1次印刷

定价 12.00 元

序

进入八十年代以来,游梁式抽油机设计计算理论得到了较迅速的发展,特别是八十年代中期异相曲柄平衡抽油机在我国石油矿场问世及现场试验所表现出的良好节能效果,更进一步推动了抽油机及其设计计算理论的发展。同时,为了满足油田开采工艺的需要,国内近年来研制出多种新型机构抽油机。阅过本书,不禁为过去的十年内我国在抽油机及其设计理论方面的研究成果所鼓舞,当然多种新型机构抽油机的可靠性及其综合经济效益还值得推敲,但经过不断研究、不断完善,必将使我国机械采油的主要设备——抽油机得到较迅速的发展。

本书作者董世民同志多年来一直从事新型抽油机的研究工作,先后完成了常规型游梁式抽油机的节能改造设计与增程改造设计、异相曲柄平衡抽油机的优化设计、曲柄连杆无游梁式抽油机设计、齿轮连杆机构无游梁式长冲程抽油机设计、电控换向滚筒式长冲程抽油机的设计工作,并且在抽油机机构尺寸设计方面形成了自己的特色,他所提出的以反映抽油机动力性能的最大扭矩因素最小为目标函数优化抽油机的机构尺寸、以反映曲柄轴扭矩波动程度的均方根扭矩最小为目标函数优化平衡重滞后角的优化设计方法已为众多抽油机设计者所采用。本书所反映的内容正是作者多年来自身研究的成果。

本书的特点是在详细研究抽油机设计计算基本理论的同时,注意把基本理论与计算机紧密结合,并系统地总结了作者多年来的研究成果,详细地给出了多种抽油机性能分析的应用软件。本书内容深入浅出,集理论与应用于一体,提供了许多实例。由此可见,作者编著此书,确实付出了艰辛的劳动和独具匠心,不仅占有的材料丰富,也注入了作者自有的创造,是一部具有较高水平的专著。相信这本书的出版,对从事采油机械研究的技术工作者必有较大的参考价值,从而促进抽油机及其设计计算理论的发展。

陈如恒

一九九四年三月

前 言

自从八十年代中后期异相曲柄平衡抽油机在我国石油矿场问世以来,通过对异相曲柄平衡抽油机工作理论、机构尺寸优化设计方法及节能机理的研究,推动了抽油机设计计算基本理论的发展。特别是优化设计方法及计算机在抽油机设计中的广泛应用,使抽油机的动力性能及综合技术经济指标得到了明显提高。同时,由于我国东部各主要油田相继进入中高含水开发期,为了满足采油工艺对长冲程、低冲次抽油机的需要,国内近年来研制出多种新型游梁式与无游梁式长冲程抽油机,反映这方面研究成果的论文很多,但还缺少一本全面论述抽油机设计计算方法及计算机实现方面的专著,编著此书,以此作为向导和阶梯,促进抽油机的研究及设计计算方法向广度、深度发展。

本书编著过程中,在着重反映抽油机设计计算基本理论及性能分析方法的同时,还充分注意了反映近几年国内外抽油机研究的新成就和新动向,并且总结了作者近年来的研究成果,给出了多种抽油机性能分析计算的应用软件。

本书共分六章,前四章着重介绍了游梁式抽油机悬点运动规律、基本参数的计算方法、平衡准则、平衡装置设计、新型平衡机构、抽油机机构尺寸的优化设计方法、抽油机动力性能分析及零部件强度计算,同时还介绍了游梁式抽油机基本参数的API 计算方法。第五章着重研究了六杆旋转驴头式抽油机、前置式气平衡与曲柄平衡抽油机的设计计算方法,并介绍了多种新型机构游梁式抽油机。第六章研究了几种无游梁式抽油机的设计计算方法。第七章给出了作者编制的常规型抽油机、异相曲柄平衡抽油机及六杆旋转驴头式抽油机性能分析软件。

书中的应用程序已编成BASIC语言系统软件,可直接在IBM-PC 及其兼容机上运行,同时作者也用FORTRAN 语言编制了与抽油机性能分析软件配套使用的抽油机机构尺寸优化设计软件,但由于优化软件源程序太长,占用篇幅过长,故本书中未提供,若有需要者可直接与作者(大庆石油学院机械系董世民,151400)联系。

本书第二、四、六、七章由大庆石油学院董世民副教授编著;第一、三、五章由大庆石油管理局第十一采油厂张士军编著。全书由董世民主编。

不仅仅在本书的编著过程中,而且在作者近年来抽油机设计计算方法的研究中,大庆石油学院崔振华教授一直给予悉心的指导和热诚的鼓励;石油大学机械系博士生导师陈如恒教授在百忙中审阅了本书,并题写了序,作者在此向陈如恒教授和崔振华教授表示衷心的感谢。

编著者

一九九四年三月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 游梁式抽油机的基本参数、分类和表示方法	(2)
第二节 游梁式抽油机的结构	(5)
第二章 游梁式抽油机基本参数的确定	(11)
第一节 游梁式抽油机运动分析	(11)
第二节 游梁式抽油机悬点载荷计算	(21)
第三节 游梁式抽油机减速箱曲柄轴扭矩计算	(30)
第四节 游梁式抽油机冲程、冲次及电动机功率的计算	(34)
第五节 美国石油学会推荐的有杆泵抽油系统基本参数计算方法API RP 11L	(43)
第三章 游梁式抽油机的平衡	(55)
第一节 平衡原理与平衡准则	(55)
第二节 游梁式抽油机平衡的计算	(59)
第三节 游梁式抽油机其它几种平衡机构	(63)
第四章 游梁式抽油机设计计算	(70)
第一节 概述	(70)
第二节 游梁式抽油机机构尺寸的优化设计	(70)
第三节 异相曲柄平衡抽油机平衡重滞后角的优化设计	(76)
第四节 游梁式抽油机性能分析	(77)
第五节 游梁式抽油机零件强度计算	(82)
第五章 几种新型游梁式抽油机及设计计算	(89)
第一节 六杆旋转驴头式抽油机	(89)
第二节 前置式抽油机	(97)
第三节 新型游梁式抽油机简介	(109)
第六章 无游梁式抽油机	(121)
第一节 链条式抽油机	(121)
第二节 曲柄连杆式无游梁抽油机	(130)
第三节 齿轮连杆机构抽油机	(141)
第四节 电控换向滚筒式长冲程抽油机	(149)
第七章 抽油机性能分析软件	(163)
第一节 概述	(163)
第二节 常规机与异相机动力性能分析软件	(166)
第三节 六杆旋转驴头式抽油机性能分析软件	(175)
参考文献	(190)

第一章 概 述

目前，采油方法有自喷采油方法和机械采油方法两种。自喷采油法的特点是利用地层本身的能量来举升原油，是最经济的采油方法。但是随着油田的不断开发，地层能量逐渐消耗，即使在注水开发的油田，它的中后期也出现了水淹和强水淹的现象。为了保证原油稳产、高产，这些油田就不能用自喷法开采。同时，由于油层的地质特点，有一些油井一开始就不能自喷。对于上述这些不能自喷的油井，就必须人为地用机械设备给油井内液体补充能量，才能将原油从井内举升到地面，这种开采方法称为机械采油。机械采油法又分气举法和抽油法两种。气举法的特点是利用压缩气体的能量，把原油举升到地面。而抽油法的特点是将各种结构的泵放到井下进行抽油。从国外石油工业最发达的国家来看，用抽油法开采的井数在生产井总数中占绝大多数。在我国，用抽油法开采的井数在生产井总数中占90%以上。

用抽油法开采，国内外应用最广泛的抽油设备是游梁式抽油机——抽油泵装置，或称作有杆抽油设备。它的结构简单、制造容易、维护方便。图1-1为游梁式抽油机——抽油泵装置简图。整套装置由三部分组成：一是地面部分——游梁式抽油机，它由电动机、减速箱和四杆机构组成；二是井下部分——抽油泵，它悬挂在套管中油管的下端；三是联系地面和井下的中间部分——抽油杆柱，它由一种或几种直径的抽油杆和接箍组成。由图可见，电动机通过三角皮带带动减速箱。减速后，由四连杆机构(曲柄、连杆、横梁和游梁)把减速箱输出轴的旋转运动变为游梁驴头的往复运动。用驴头带动光杆和抽油杆作上下往复的直线运动。通过抽油杆再将这个运动传给井下抽油泵中的柱塞。在抽油泵泵筒的下部装有固定阀(吸入阀)，而在柱塞上装有游动阀(排出阀)。当抽油杆向上运动、柱塞作上冲程时，固定阀打开，泵从井中吸入原油。同时，由于游动阀关闭，柱塞

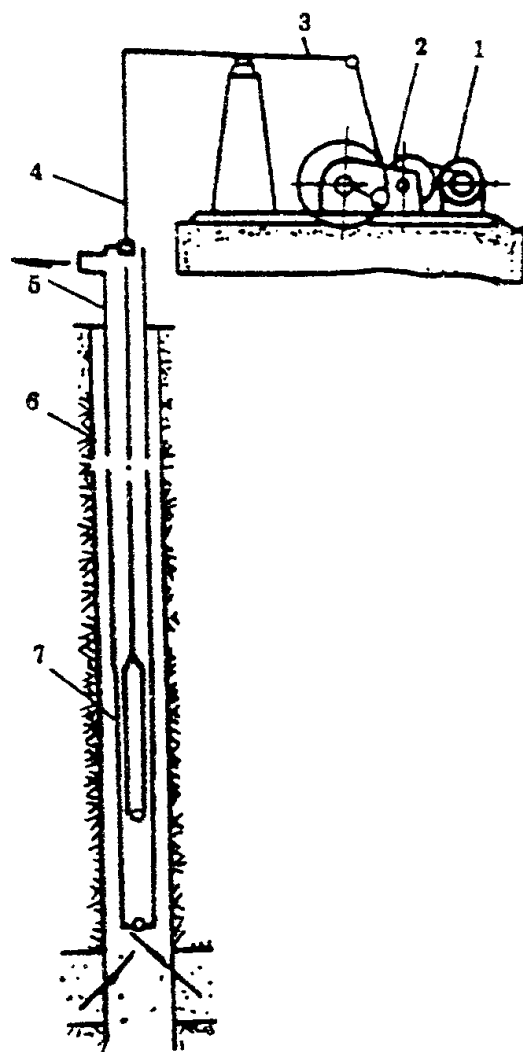


图1-1 游梁式抽油机—抽油泵装置简图

- 1 — 电动机 2 — 减速箱 3 — 四杆机构
4 — 抽油杆柱 5 — 油管 6 — 套管
7 — 抽油泵油杆连接起来

将它上面油管中的原油上举到井口。这就是抽油泵的吸入过程。当抽油杆向下运动、柱塞作下冲程时，固定阀关闭而游动阀打开，柱塞下面的油通过游动阀排到它的上面。这就是抽油泵的排出过程。实际上，游梁式抽油机——抽油泵装置相当于一个特殊结构的单缸单作用柱塞泵，只不过将它的水力部分放到井下成为抽油泵，将它的驱动部分放在地面变为游梁式抽油机，两者用又细又长的活塞杆——抽油杆连接起来。

随着井深和产量的不断增加，同时随着油井开采复杂条件的经常出现（如高粘、多蜡、多砂、多气、水淹和强腐蚀性等条件），游梁式抽油机——抽油泵装置的缺点就很明显，主要是抽油机的重量增大；在生产中抽油杆的事故增多而抽油泵的排量降低。

为了减轻抽油机的重量，采用无游梁式抽油机。它分为机械式无游梁抽油机和液压式无游梁抽油机（即液压式抽油机）两种。它们的共同特点是保留抽油杆，维护有杆抽油设备的工作方式。无游梁式抽油机，特别是液压式抽油机的采用，可以降低抽油杆柱中的应力和改善它的工作条件，因而扩大了有杆抽油设备的使用范围。

本书主要研究有杆抽油设备的地面设备——抽油机的设计计算。

第一节 游梁式抽油机的基本参数、 分类和表示方法

一、游梁式抽油机的基本参数

抽油设备的功用就是从一定井深处抽出一定数量的原油，所以，井深和产量就标志着抽油设备的工作范围。为了达到这两个指标，对游梁式抽油机的工作能力提出了四个基本参数：

1. 驴头悬点（挂抽油杆处）的最大允许载荷 P_{max}

这一载荷包括静载和动载。它主要取决于抽油杆柱和油柱的重量，实际上，它表明了在一一定的抽油杆柱和抽油泵泵径组合时的最大下泵深度。目前，悬点的最大允许载荷 P_{max} 从5~8kN到150~280kN。

2. 悬点最大冲程长度 S_{max}

它主要决定抽油机的产量以及抽油机的基本尺寸和重量。游梁式抽油机悬点最大冲程长度 S_{max} 从0.3m到10m，而应用最广的在6m以下。

3. 悬点的最大冲程次数 n_{max}

当泵径一定时，悬点的最大冲程次数 n_{max} 与最大冲程长度 S_{max} 共同确定了抽油机的最大产量。目前，实际应用的悬点最大冲程次数从 $2\sim 4\text{min}^{-1}$ 到 20min^{-1} 。由于每一个冲程抽油杆应力变化一次，故冲程次数过大将会使抽油杆过快的发生疲劳破坏，所以限制了最大冲程次数 n_{max} 的进一步提高。

4. 减速箱曲柄轴最大允许扭矩 M_{max}

它和上述的三个基本参数存在一定关系，特别是和悬点最大冲程长度 S_{max} 成正比，即 S_{max} 越大， M_{max} 也越大。同时，曲柄轴的最大允许扭矩 M_{max} 也决定了减速箱的尺寸和重量。

二、游梁式抽油机的分类

1. 按基本参数分

根据抽油机的基本参数可对抽油机进行分类。

根据悬点最大允许载荷 P_{max} 的变化范围, 可将抽油机分为如下三种:

轻型 $P_{max} < 30\text{kN}$

中型 $30\text{kN} < P_{max} < 100\text{kN}$

重型 $P_{max} > 100\text{kN}$

根据悬点最大冲程长度 S_{max} 的变化范围, 可将抽油机分为如下几种:

短冲程..... $S_{max} < 1\text{m}$

中等冲程.... $1\text{m} < S_{max} < 3\text{m}$

长冲程..... $3\text{m} < S_{max} < 6\text{m}$

超长冲程.... $S_{max} > 6\text{m}$

根据悬点最大冲程次数 n_{max} 的变化范围, 可将抽油机分为如下几种:

低冲次..... $n_{max} < 6\text{min}^{-1}$

中等冲次.... $6\text{min}^{-1} < n_{max} < 15\text{min}^{-1}$

高冲次..... $n_{max} > 15\text{min}^{-1}$

根据减速箱曲柄轴的最大允许扭矩

M_{max} , 抽油机一般可分为:

小扭矩.... $M_{max} < 10\text{kN} \cdot \text{m}$

中等扭矩.. $10\text{kN} \cdot \text{m} < M_{max} < 30\text{kN} \cdot \text{m}$

大扭矩.... $30\text{kN} \cdot \text{m} < M_{max} < 60\text{kN} \cdot \text{m}$

超大扭矩.. $M_{max} > 60\text{kN} \cdot \text{m}$

如果将扭矩和冲程次数两个基本参数相乘, 就得到抽油机的功率。所以, 也可根据抽油机所需的最大功率 N_{max} 把它分成如下几种:

小功率..... $N_{max} < 5\text{kW}$

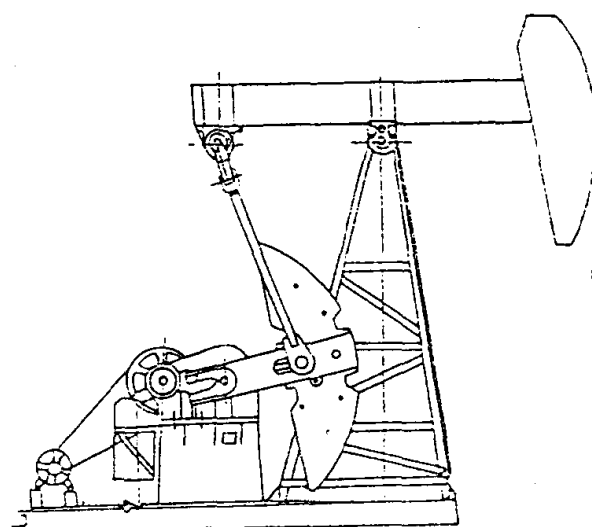
中等功率.... $5\text{kW} < N_{max} < 25\text{kW}$

大功率..... $25\text{kW} < N_{max} < 100\text{kW}$

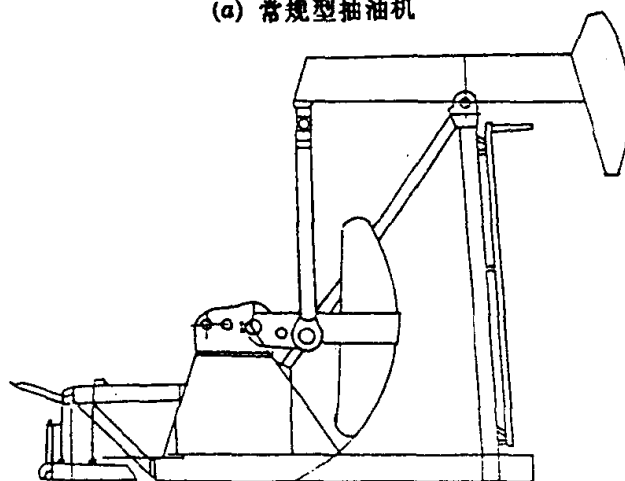
超大功率.... $N_{max} > 100\text{kW}$

2. 按结构分

游梁式抽油机按结构可分为常规型和前置式。驴头和曲柄连杆机构分别位于抽油机支架前后两边的抽油机称为常规型, 如图(1-2a)所示。六十年代, 美国 CMI公司的工程师利用计算机模拟抽油机动态分析的结果, 在保证常规型抽油机基本结构不变的情况下, 优化设计抽油机的几何尺寸及平衡重重心相对于曲柄中心线的位置, 创造了



(a) 常规型抽油机



(b) 异相曲柄抽油机

图 1-2 常规型与异相曲柄平衡抽油机

Torqmaster(TM)型抽油机, 如图(1-2b)所示, 国内称这种抽油机为异相曲柄平衡抽油机或偏置式抽油机; 若驴头和曲柄连杆机构都位于支架的前边, 这种抽油机称为前置式抽油机, 如图1-3所示。

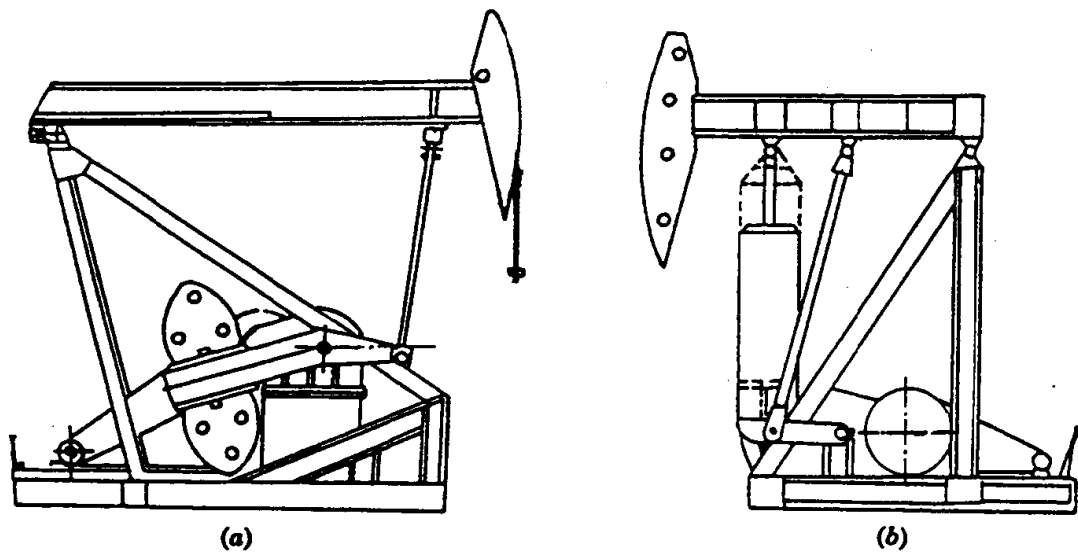


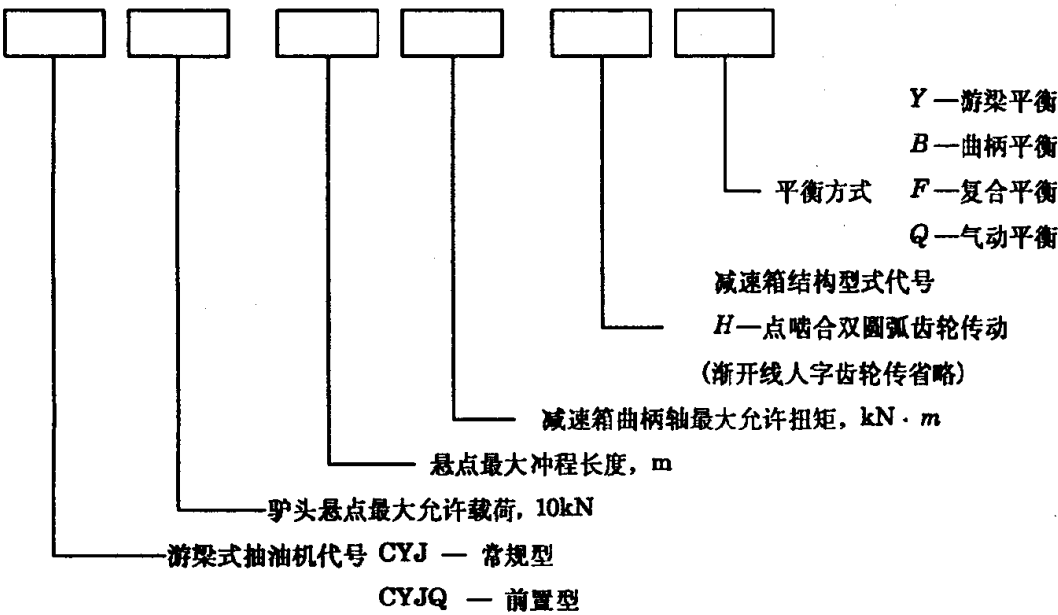
图 1-3 前置式抽油机

3. 按平衡方式分

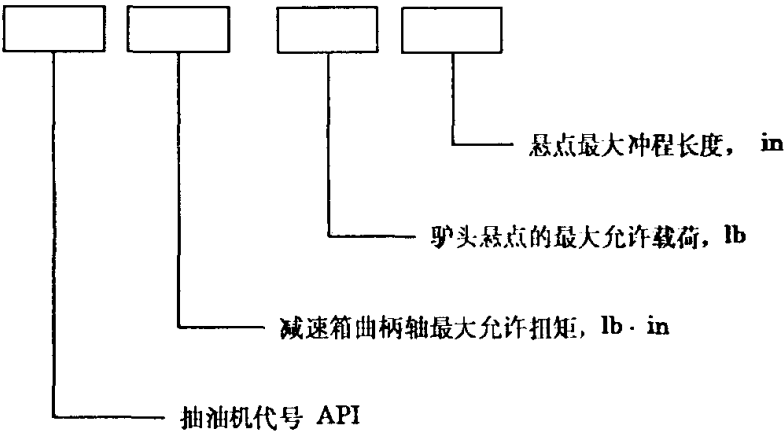
根据平衡方式的不同, 游梁式抽油机可分为机械平衡和气动平衡两种。机械平衡有游梁平衡、曲柄平衡和复合平衡三种。游梁平衡用于轻型抽油机; 曲柄平衡用于重型抽油机; 而复合平衡用于中型抽油机。机械平衡需要金属多, 调整不方便, 但其结构简单, 是目前应用最多的一种。图1-3(b)为空气平衡抽油机, 它用气缸活塞来实现平衡, 在气缸外有一气包, 以使气包内气体压力比较均匀。采用气平衡的抽油机比曲柄平衡的抽油机可以轻35%~40%, 调整也方便, 但其结构较复杂, 多用于重型长冲程抽油机。

三、游梁式抽油机的表示方法

在国标SY5057-85中规定了游梁式抽油机型号由字母和数字两部分组成。字母为“抽油机”的汉语拼音字头组成, 数字为抽油机的规格代号。其表示方法和含义如下:



美国API(美国石油学会)规定的游梁式抽油机型号也由字母和数字两部分组成。其表示方法和含义如下:



抽油机型号去掉字母即为该抽油机规格代号。例如 **CYJ10-3-37HB** 所表示的抽油机为: 常规型曲柄平衡游梁式抽油机, 悬点的最大允许载荷为100kN, 悬点最大冲程长度为3m, 减速箱曲柄轴最大允许扭矩为37kN · m, 其规格代号为:10-3-37。

第二节 游梁式抽油机的结构

目前, 最广泛应用的游梁式抽油机是机械平衡式抽油机。图1-4 为曲柄平衡游梁式抽油机空间结构示意图。它主要由游梁、驴头、横梁、连杆、曲柄、减速箱、制动机构、

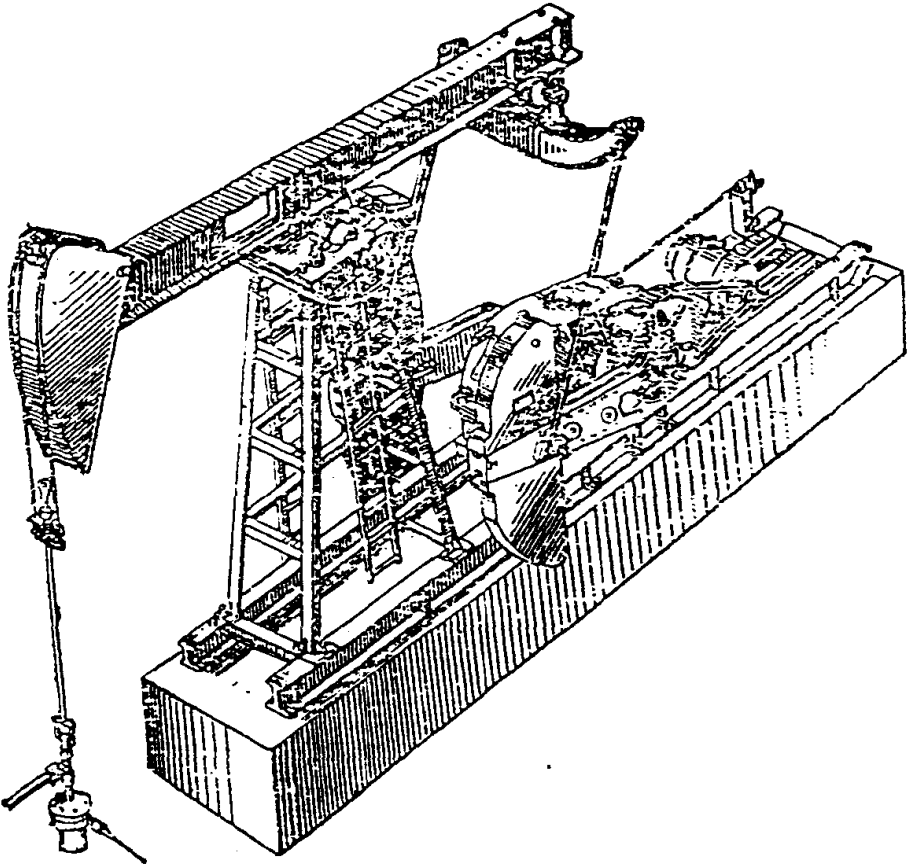


图 1-4 游梁式抽油机空间结构示意图

支架、底座、悬绳器、平衡重及原动机等组成。这种抽油机根据原动机安装的位置不同，有两种方案；一种是将原动机放在抽油机底座尾部；另一种是将原动机放在游梁支架下面，使底座减短。根据减速箱安放位置不同，也有两种：一种是减速箱直接放在底座上，其优点是抽油机重量轻，但为保证曲柄及平衡重自由旋转的要求，工作时需要将抽油机安装在较高的基础上；另一种结构是将减速箱架高，使曲柄及平衡重可自由旋转，而基础则可降低到和地面一样高，安装、修井都很方便。目前各制造厂生产的游梁式抽油机基本都采用这种结构形式。

总的来说，游梁式抽油机的结构简单，下面着重分析它的各组成部分及作用：

1. 驴头

驴头用来将游梁前端的往复圆弧运动变为抽油杆的垂直直线往复运动。驴头弧面半径 R (图1-5)应等于前臂长度。为了保证在一定冲程长度下，将圆弧运动变为直线运动，圆弧面长度应为：

$$S_{\text{弧}} = (1.2 \sim 1.3) S_{\text{max}}$$

式中： S_{max} ——驴头悬点(挂抽油杆处)的最大冲程长度。

驴头用钢板焊成。2型抽油机(“2”指驴头悬点的最大允许载荷为20kN)驴头在修井时可翻到游梁上面，而3型以上的抽油机已改为沿垂直轴侧转，称为侧转式驴头。这种结构操作方便而安全，如图1-6所示，其宽度 b 应保证在修井时让开的位置可使大钩上下自由起吊。

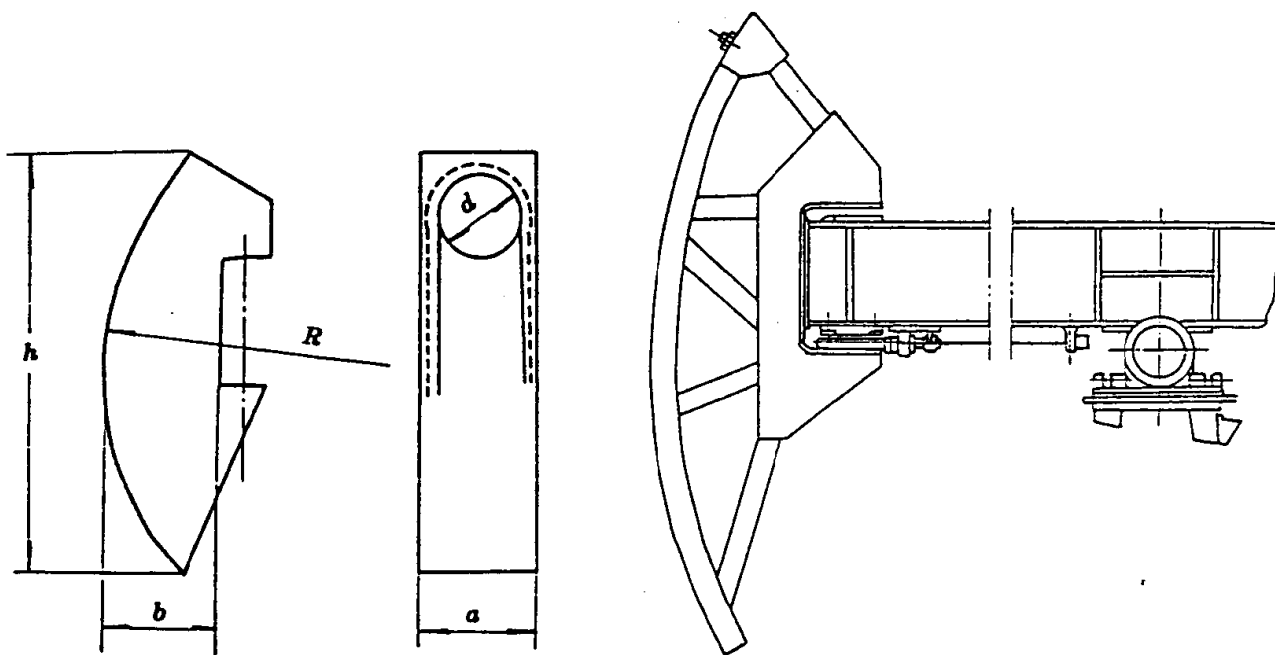


图1-5 驴头尺寸

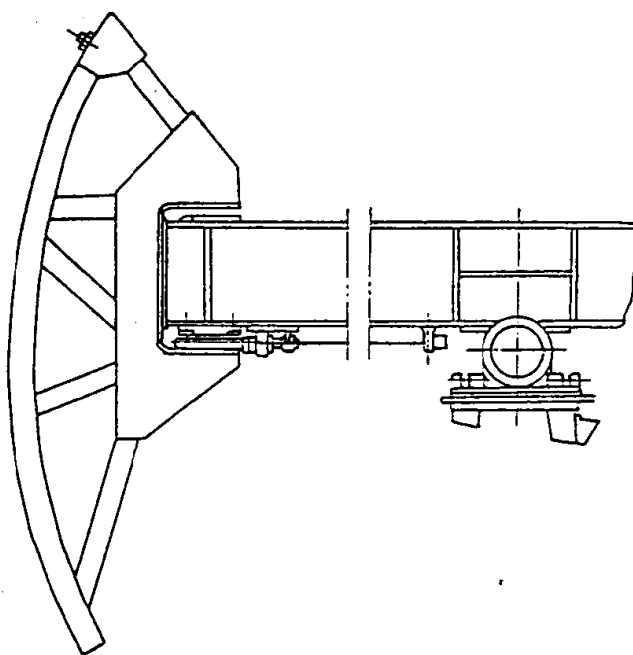


图1-6 侧转式驴头

2. 游梁

游梁用型钢组合焊成，也有用普通工字钢制成。它用一个中间短轴和两个轴承支在抽油机支架上。由于游梁负担抽油机的全部载荷，所以要有一定的强度和刚度。图 1-7 为不同结构的游梁。图中 a 为用工字钢制成的游梁，结构简单易制造，但材料利用不够

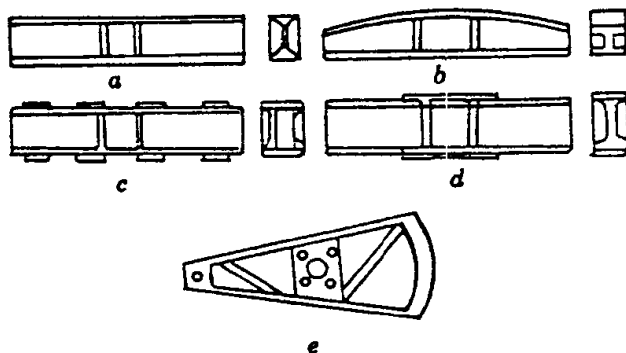


图 1-7 各种结构的游梁

合理。图中 *b* 为一个等强度断面的游梁，虽然材料利用合理，但制造较麻烦。图中 *c* 是用型钢焊制的。一般多采用图中 *d* 的结构，在工字钢上加两块加强板，制造不太复杂，断面近似等强度，金属使用较合理。在没有大型工字钢的情况下，可采用图中 *c* 的复合结构。图中 *e* 是一种将驴头和游梁焊在一起的行架式结构，比一般游梁都轻

些，但驴头是固定的，修井时不方便，在制造和装配上也有一定困难，所以应用不广泛。

3. 横梁及连杆

横梁及连杆可分为两种结构：一种是将横梁及连杆制造在一起，如图1-8所示，其特点是连接件很少，结构很简单，用在小型抽油机，它由改变后臂长度来调节冲程长度。另一种结构是单独横梁，如图1-9，一般用于大型抽油机中，它由改变曲柄和连杆的连接点位置来调节冲程长度。

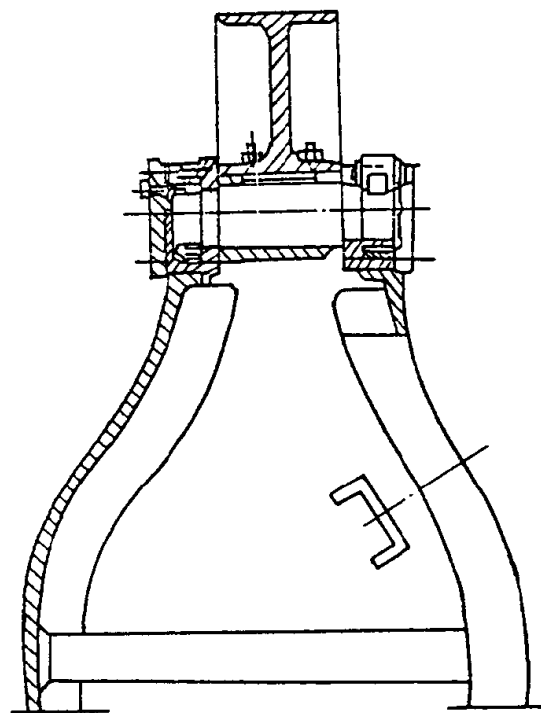


图 1-8 横梁与连杆的焊接结构

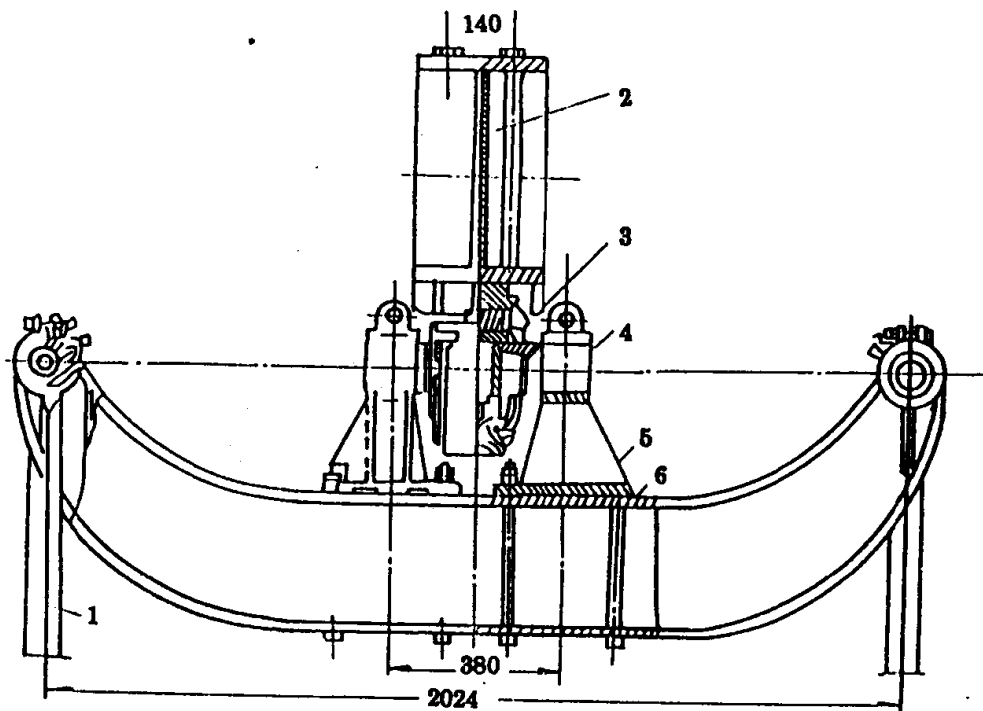


图 1-9 抽油机的横梁

1—连杆 2—游梁 3—密封环 4—横梁轴 5—轴承架 6—横梁

横梁的制造方法有三种：一是用型钢直接制成，二是焊接，三是铸造。为了使横梁和连杆的连接点与横梁和游梁的连接点在同一水平线上，往往将横梁作成弓形，这样就增加了抽油机四连杆在工作中的刚性，改善了连杆与横梁连接销子的工作条件。

连杆结构如图1-10所示，一般都用无缝钢管制成，两端焊有连杆头。正常工作时，

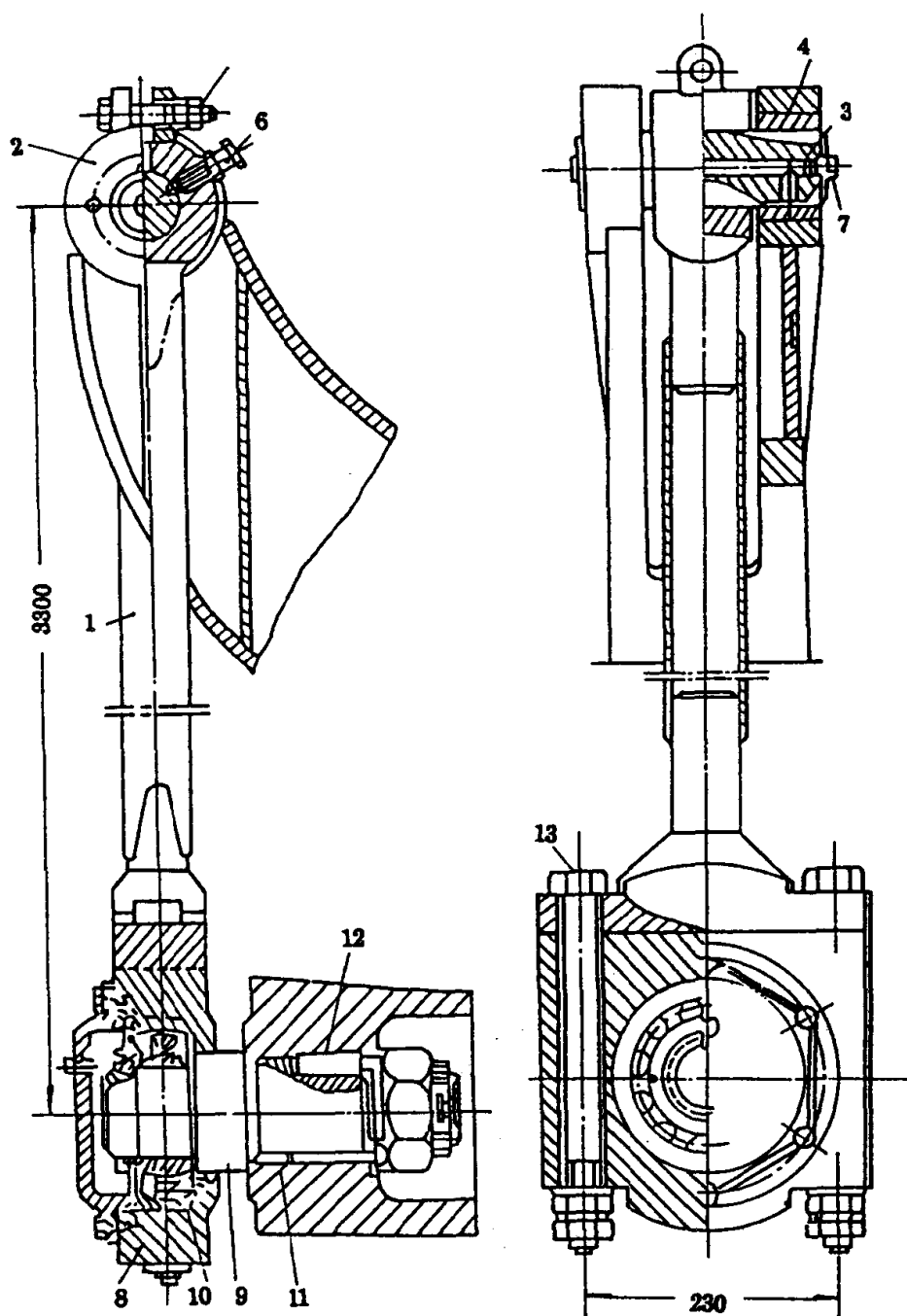


图 1-10 抽油机连杆

- | | | | | |
|----------|--------|----------|-------|-------|
| 1—连杆体 | 2—连杆上头 | 3—销子 | 4—衬套 | 5—螺钉 |
| 6—止动螺钉 | 7—丝堵 | 8—连杆下头体部 | 9—曲柄销 | 10—轴承 |
| 11—曲柄销衬套 | 12—键 | 13—连杆螺钉 | | |

上端连杆头和横梁无转动，用销子相连。下端连杆头和曲柄用曲柄销子连接，在连杆销

处安有滚动轴承。曲柄销子和曲柄间一般用圆锥面相连，在销子头上用一螺母固死销子和曲柄，在曲柄上有 3~5 个锥孔，用以改变冲程长度。

4. 平衡重

由于游梁式抽油机上、下冲程的载荷很不均匀，上冲程时，驴头需提起抽油杆柱和油柱，而下冲程时，抽油杆依靠自重就可以下落，这样就使发动机做功极不均匀。为了使上、下冲程发动机做功均匀，采用了平衡重的结构。游梁式抽油机平衡重分两类：一类为游梁平衡重装在游梁尾部，一般作成片状，在调整时，用人力抬到抽油机上或取下来；另一类为曲柄平衡重，装在曲柄上，类型较多，目前广泛使用的有两种，一种为一般偏心重结构，如图1-11所示；另一种为图1-12所示的扇型结构。偏心重结构制造容易，但调整较困难，而扇形结构调整较方便，当需将偏心块调到某位置时，可将圆曲柄旋转，使要调整的位置在最下方，松开固紧螺钉后，扇形平衡重沿导轨自动落到要调的位置。为了调整方便及安全，在两种曲柄上都有导轨及挡块，固紧螺钉即使松开，也不会使偏心重落下。

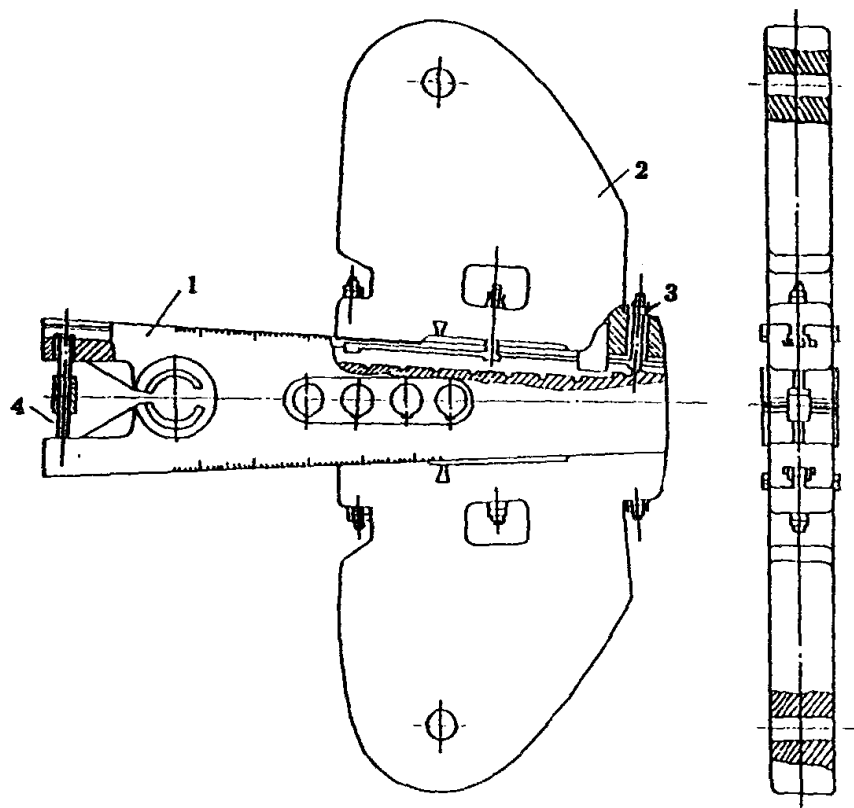


图 1-11 曲柄及曲柄平衡重的结构

1—曲柄 2—平衡重块 3—连接螺钉 4—拉紧螺钉

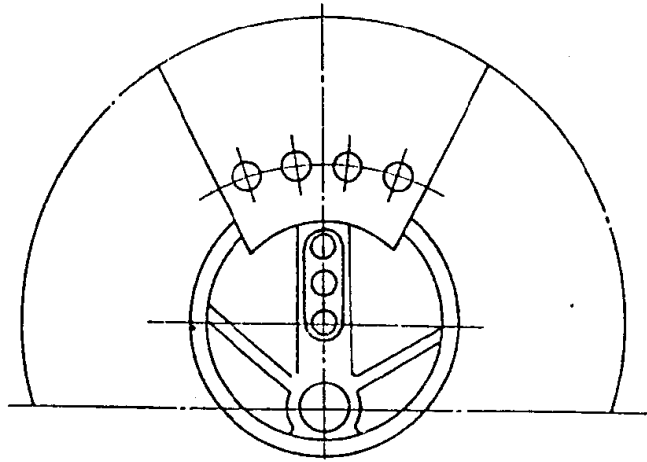


图 1-12 扇形结构曲柄及平衡重

5. 减速箱

一般使用的减速箱多为两级齿轮式，传动比 $i=25\sim 40$ 左右，在个别情况下也有使用一级齿轮减速箱或链轮减速箱。由于工作载荷大，一般小功率时采用斜齿，大功率时采用人字齿，并开始采用圆弧齿轮。减速箱采用圆弧齿轮后，其承载能力比相同参数的渐开线齿轮减速箱体积有所减小，这样也给抽油机其它部分尺寸的缩小创造了条件。

6. 刹车机构

常用刹带型或闸瓦型。

7. 支架

常用型钢焊成，特轻型的可用一根圆管作支架，重型的可作成三腿或四腿的行架。

8. 悬绳器

由卡瓦牙、上下支撑板及顶丝等组成，将钢丝绳及光杆连成一体。悬绳器上可以安放示功仪，测悬点示功图。

第二章 游梁式抽油机基本参数的确定

游梁式抽油机的基本参数是确定设计计算抽油机及合理选择使用抽油机的基础,因此本章研究上述四个基本参数(悬点载荷、冲程长度、冲程次数和减速箱曲柄轴扭矩)的大小和变化规律;其次讨论驱动抽油机的电动机的额定功率的选择方法及电动机实耗功率的计算方法,最后介绍美国石油学会推荐的有杆泵抽油系统基本参数的计算方法。

第一节 游梁式抽油机运动分析

掌握抽油机悬点的运动规律(悬点的位移、速度和加速度)是研究抽油装置动力学,确定抽油装置的基本参数及进行抽油装置设计的基础,因此首先分析其运动规律。

游梁式抽油机是以游梁支点和曲柄轴中心的连线做固定杆,以曲柄、连杆和游梁后臂为三个活动杆件所构成的曲柄摇杆机构(图2-1)。本节在研究抽油机四杆机构循环特性的基础上,研究悬点的运动规律。

一、抽油机四杆机构的循环特性

目前,国内外使用的游梁式抽油机四杆机构的循环主要有以下三种形式:

- (1) 对称循环型
- (2) 近似对称循环型
- (3) 非对称循环型

下面分别介绍四杆机构的三种循环特性。

1. 对称循环

图2-2为对称循环型四杆机构抽油机的运动简图,它由曲柄 R 、连杆 P 、游梁后臂 C 、基杆 K 及前臂 A 所组成。当游梁处于两极限位置 B_1C_1 (对应于悬点下死点)、 B_2C_2 (对应于悬点上死点)时,曲柄与连杆分别重合于直线 OA_1B_1 、 A_2OB_2 上,并且两直线 OA_1B_1 、 A_2OB_2 共线。显然悬点上、下冲程所对应的曲柄转角相等,均为 180° ,当曲柄匀速转动时,悬点上、下冲程所对应时间相等,即上、下冲程悬点的平均速度相等。由图中几何关系很容易得到

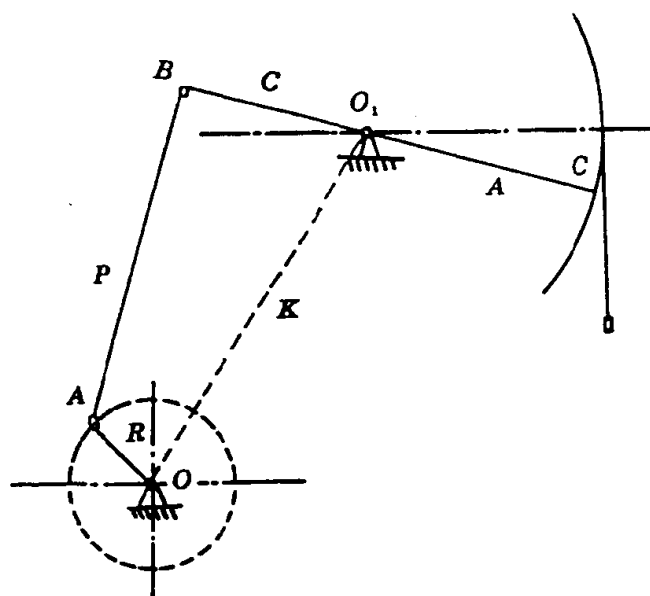


图 2-1 抽油机机构简图

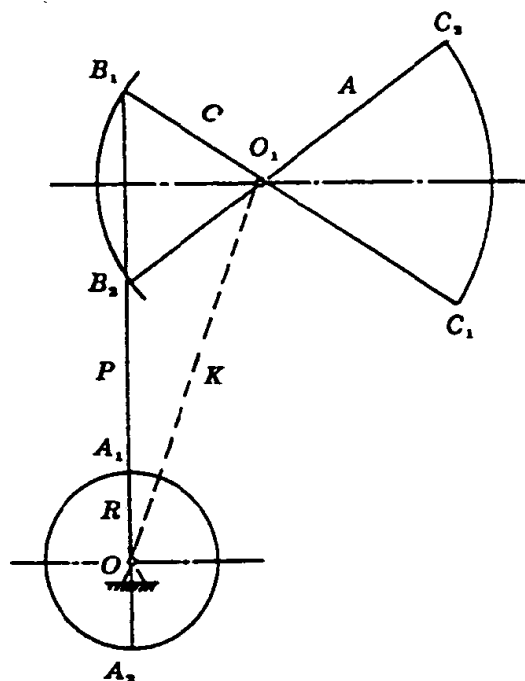


图 2-2 对称循环抽油机运动简图