

高等学校教学用书

机械零件实验

JIXIE LINGJIAN SHIYAN

Л. И. 阿列克萨德罗夫

Н. П. 阿尔捷缅科 合編

Л. М. 费利德曼

汪 一 麟 譯

人民教育出版社



高等学校教学用书



78.2
335

机 械 零 件 实 验

JIXIE LINGJIAN SHIYAN

Л. И. 阿列克薩德羅夫

Н. П. 阿 爾 捷 緬 科 合編

Л. М. 費 利 德 曼

汪 一 麟 譯

人 民 教 育 出 版 社

DL41/31
本书系根据苏联国立哈尔科夫高尔基大学出版社 (Издательство харьковского государственного университета имени А. М. Горького) 出版的、Л. И. 阿列克塞德罗夫 (Александров) 等合编的“机械零件实验” (Детали машин, Лабораторные работы) 一书译出的。原书经乌克兰苏维埃社会主义共和国高等和中等专业教育部批准为乌克兰苏维埃社会主义共和国高等工业学校教学参考书。

本书介绍了“机械零件”课程各主要章节的 18 个实验。书中说明了实验的方法和步骤, 叙述了实验台的工作情况, 介绍了实验结构图或简图以及实验所用的测量仪器。为了便于运用这些实验, 还研究了与试验有关的那些理论问题。

本书可供“机械零件”课程教师在组织教学实验和高等工业学校机械类各专业的学生在进行机械零件实验时参考。

本书由上海交通大学汪一麟同志翻译, 并由北京石油学院韩伟同志校阅。

机 械 零 件 实 验

Л. И. 阿列克塞德罗夫等合编

汪 一 麟 译

北京市书刊出版业营业许可证书字第 2 号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

人民教育印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 K15010·1109 开本 787×1092 1/16 印张 9 1/8 附图一帧

字数 140,000 印数 0.001—4,000 定价(7) 1.20

1963 年 4 月第 1 版 1963 年 4 月北京第 1 次印刷

858801

目 录

緒言	1
实验用的計量仪器	3
1. 确定鉚縫中各鉚釘間力分布的特性	14
2. 确定側面焊縫中应力分布的特性	24
3. 校驗过盈联接的可靠性	32
4. 确定拧紧螺母时的阻力矩	39
5. 校驗受剪螺栓联接的可靠性	44
6. 确定預紧的螺栓联接中零件的剛度与受力	54
7. 确定承受力和力矩的联接中螺栓上的力	60
8. 确定摩擦輪傳动的承載能力与效率	71
9. 測定皮带傳动的拉曳性能与效率	77
10. 測定齿輪傳动的效率	83
11. 測定蝸輪傳动的效率	92
12. 减速器的装拆	98
13. 确定圓錐齿輪傳动中的各个分力	101
14. 确定齿輪傳动中軸的总剛度	109
15. 确定軸的临界轉数	114
16. 測定摩擦离合器中的摩擦力矩与摩擦功	120
17. 測定滚动軸承中的阻力	128
18. 測定滑动軸承中的阻力	132
参考书刊	141

緒 言

我国各工业部門在技术上的进展对工程干部的培訓提出了严格要求。大家一致认为,高等工业学校培养出来的专家应当具有广博的理論和一般工程的知識修养。在对学生的工程师培訓中,“机械零件”課程占有重要地位。未来的工程师将在这門課程中学到設計机器零件、部件和整个机器所需的基本知識和技能。这里他初次遇到各种各样相互密切联系着的影响到如何解决所提出的課題的許多因素。这就需要查明机器零件和部件的工作特性,以及研究工作时所发生的現象。个别因素对机器零件工作的影响往往不能通过理論方法解决,而是根据机器运轉的实际情况或根据專門的實驗結果来評定。由此可見,机器零件的實驗研究是零件課程中不可缺少的一部分。因此应当适当地開設實驗課,以便易于研究机器零件工作的物理本质和掌握其計算方法的原理。

在實驗过程中,学生应当熟悉进行實驗的方法,学会如何測量应力与变形、力与扭矩、位移以及其他的量。

虽然在近七八年来在教学大綱中規定了要进行實驗,可是有很多高等工业学校至今尚未实行。其一部分原因可能是因为没有出版过說明进行實驗的方法和經驗并介紹出試驗台結構的實驗指导书。

为了在某种程度上填補这一空白,作者試图运用过去在苏联許多高等学校開設和組織實驗的經驗編写了这本“机械零件实验”指导书。在这本指导书中拟出了實驗的題目、內容和方法,并介紹了試驗台示范性的結構。

拟定实验題目和內容的目的是要說明“机械零件”課程中各主要章节的中心問題,特别是学生最难理解的那些問題。

对于課程中“不可拆联接”这部分,拟出了关于确定排成一排的各鉚釘中力的分布特性、确定側面焊縫中的应力以及校驗过盈联接所傳遞的力和力矩等实验。这些实验都是为了說明被联接零件的剛度对零件中所产生的力大小的影响。

在拟定“可拆联接”这部分的实验題目时,着重注意了螺紋联接。这部分的实验是要查明各种因素对联接零件之間摩擦力大小的影响,以及被联接零件相互間的彈性作用对螺栓上的力的影响。关于确定預紧螺栓联接中的力的实验具有特殊意义,因为預紧是提高螺栓疲劳强度所必不可少的一种措施。

在所提出的“傳动”这部分的实验中,規定要查明各种傳动的工作效率,即測定摩擦輪、皮帶、齒輪和蝸輪傳动的效率,以及确定摩擦輪和皮帶傳动的承載能力。此外,还有关于減速器的装拆、确定傳动的总剛度及圓錐齒輪嚙合中的分力等实验。从培养学生的設計能力的观点出发,学生做这些实验是很重要的。

最后一組是关于軸、軸的联接及軸承的实验。这里研究了关于实验确定軸的剛度与振

动的問題,这些問題对現代的高速机器具有重大意义。此外,还有測定滚动軸承与滑动軸承中的阻力矩,研究摩擦离合器的接合和工作过程等实验。

在这本指导书中共介绍了課程中主要章节的十八个实验。根据专业类型和实验課的时间,学生可以选某些实验来做。所有的学生也不必要都做同样的实验。例如,在測定傳动的效率时,一些学生可以做齿輪傳动的实验,另外一些学生則可以做蝸輪傳动或其他实验。

这本指导书中所叙述的各个实验在內容上是指望学生能独立地去完成的。为了減輕学生的工作,在某些实验中簡短地說明了所研究的問題的理論基础。同时,作者力图使这些問題的解釋和術語与現有的机械零件教科书和教学参考书相一致。

在各个实验中都介绍了試驗台的結構、实验步驟和記錄的格式。对于每个試驗台都应当編出一份說明书,其中載有試驗台的基本参数、試驗对象的特性和进行实验所需的其他数据,以及所用测量仪器的說明。

拟定实验的內容和方法时,应使每个实验都可以由两个学生在一节课(两学时)內完成。例外的仅仅是关于研究摩擦离合器和滑动軸承的实验,这两个实验的工作量是4小时。同学应当在課前預先熟悉一下課程中的相应章节和实验本身的內容。

在做实验时,重要的是要保证能够获得最精确的試驗結果。因此,在許多实验中規定了試驗要重复进行几次。当試驗台和测量仪器的工作正常时,仪器的讀数应当具有一定的稳定性。为了减少实验的工作量,以测量仪器几次測量讀数的算术平均值作为求得的測量結果。

大家知道,上述确定測量結果的方法是不完善的。为了使學生熟悉进行科学研究工作时所用的測量結果处理方法,最好在一个实验中进行足够次数的測量,以使用一种較精确的方法,例如最小平方方法,来处理試驗的結果。

作者預先对有助于改进本书的各种意見表示感謝。

实验用的计量仪器

变形和应力的测量

在很多实验中,需要确定作用在被试验的零件上的力,以及由这些力引起的变形。由于承载的零件通常在弹性极限内工作,而对于大多数材料,力(应力)与变形成正比,因此力的确定可归结为变形量的测量。

测量变形的最常用的仪器是指针式千分表以及各种机械式引伸计和电动式应变仪。

a) 千分表(图1)主要用于测量较大的线位移。测量时,千分表的外壳固定,测量杆1靠在零件需要测量位移的那一点上。测量杆依靠弹簧2压紧在零件上。测量杆的中部是一

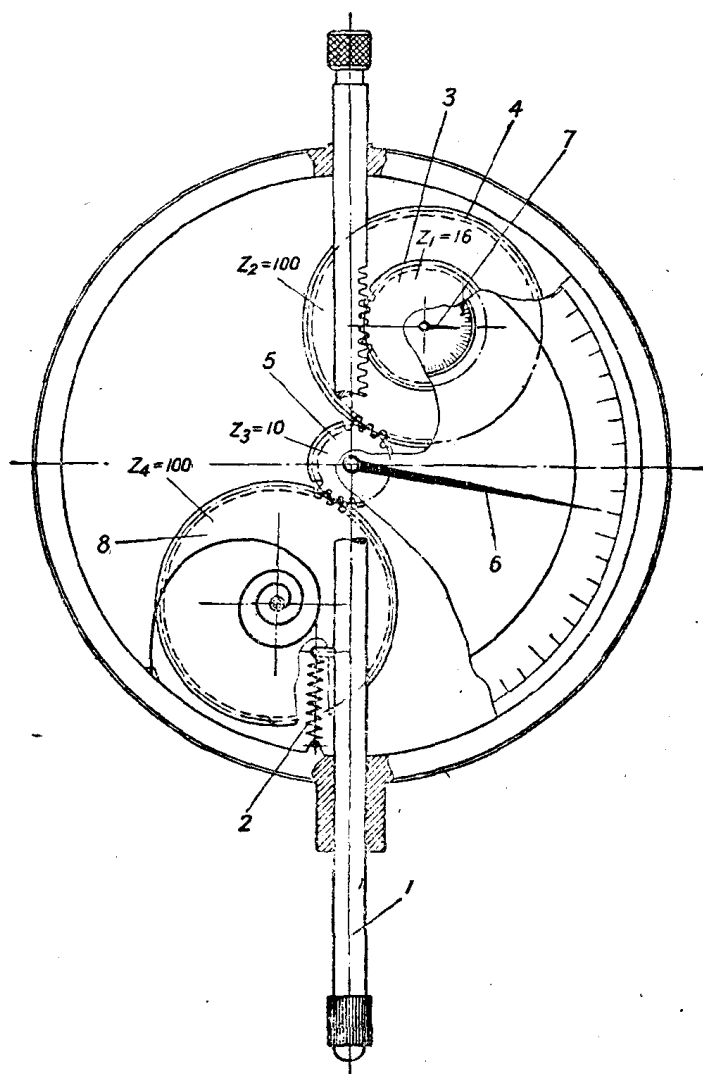


图1 千分表。

1—测量杆; 2—弹簧; 3, 4, 5—传动齿轮; 6, 7—指针; 8—保证齿轮4和5作无间隙啮合的齿轮。

齿条, 它与齿轮 3 相啮合。齿轮 3 与驱动齿轮 5 的齿轮 4 相连。在这个齿轮 5 的心轴上固结一长针 6。为了消除相配齿轮间的间隙, 要使齿轮 5 与齿轮 8 啮合。齿轮 8 在卷簧的作用下使相配的各齿轮始终相互压紧。在常用的齿数比下, 千分表的长针每转一转, 测量杆移动 1 毫米。通常刻度盘的刻度值为 0.01 毫米。也有刻度值小于 0.01 (例如 0.005) 毫米的指针式千分表。除了长针 6 外, 千分表还有短针 7, 短针 7 本身的刻度盘可示出完整的毫米数。这个指针被固定在齿轮 3 的心轴上。

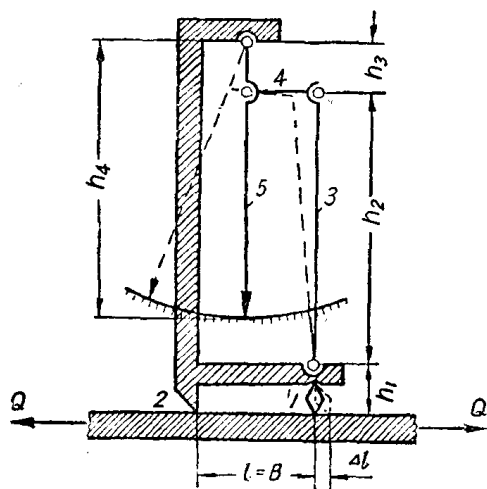


图 2

6) 机械式引伸计用于测量较小的变形。引伸计的基本特征之一是基长 B 。所谓仪器的基长就是被试验的零件上测量变形的两点间的距离。根据用途的不同, 机械式引伸计的基长从 2 到 100 毫米。

引伸计一般具有传递和放大机构, 以及读数和记录的装置。

在机械式引伸计中, 最常用的为基长在 20 毫米的杠杆式引伸计^①(图 2)。

杠杆式引伸计有一刚性支架, 在支架上有可转动的棱柱 1 和刀口 2。引伸计利用夹钳固定在被试验的零件上, 以保证棱柱的下棱和刀口牢固地压紧在零件上。棱柱的下棱与刀口间的距离就是仪器的基长 B 。

当零件上被试验部分的长度 ($l=B$) 增加了一个变形 (Δl) 时, 棱柱 1 就绕其上棱转过某一角度。因而使杠杆 3 转动, 并利用拉杆 4 使指针 5 偏转。这时指针的箭头转移了

$$S = \Delta l k_0,$$

式中 $k_0 = \frac{h_2 h_4}{h_1 h_3}$ —— 引伸计的放大系数。当位移很小的时候, 可以足够精确地以 k_0 作为杆系的平均传动比。 k_0 的大小应列入仪器的说明书中。

长度为 $l=B$ 的这一段相对变形 $\varepsilon = \frac{S}{k_0 B}$ 。

在受拉或受压时该段上的作用力为

$$Q = \varepsilon EF = \frac{S}{k_0 B} EF \text{ 公斤},$$

式中 S —— 引伸计读数(毫米);

E —— 被试验零件材料的弹性模数(公斤/毫米²);

F —— 截面积(毫米²)。

6) 电动式应变仪是利用被试验零件在变形或位移时使电阻、电容、电感或其他电量发

① 利用特设的放大设备, 仪器的基长可以增大到 100 毫米。

生变化的一种装置。

电动式应变仪由固定在被试验零件上的传感器与放大和记录某种电量变化用的装置所组成。

用得很多的一种电动式应变仪是做成不平衡电桥的电阻丝传感器。这种传感器由粘贴在薄纸条上直径为 0.02~0.04 毫米的几根曲折的康铜丝迴线所组成(图 3, a)。

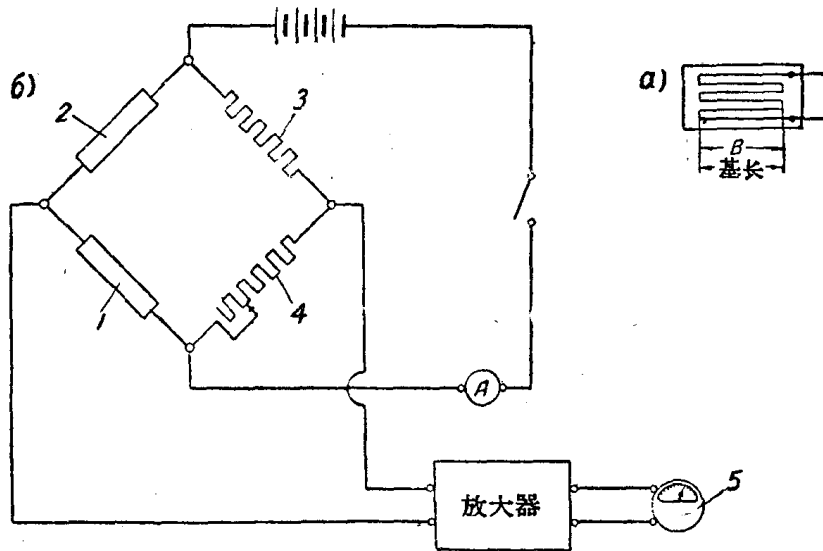


图 3

为了绝缘,在金属丝迴线上面也贴上一层纸。在传感器金属丝的两端各连接一根铜制导线,以便接入测量电路中。

传感器利用赛璐珞胶、甲醇胶、BΦ-2 等特种胶粘贴在被试验的零件上。这时必须保证胶合处有足够的强度使得传感器的金属丝能与被试验的零件一起变形。当传感器的金属丝伸长或缩短时其横截面即发生变化。因此电阻也发生变化。电阻的变化可由下面的关系式算出:

$$R = \frac{\rho L}{F_{np}}$$

从上式可以看出,不但金属丝总长 L 和金属丝截面积 F_{np} 的改变会影响电阻的大小,而且电阻率 ρ 的改变也影响电阻的大小,电阻率 ρ 决定于金属丝材料的内应力。传感器电阻的变化 ΔR 可用来度量被试验零件的相对变形量。比值

$$\gamma = \frac{\Delta R}{R} : s$$

通常称为传感器的灵敏度系数。电阻丝传感器通常做成基长 $B = (3 \sim 25)$ 毫米和电阻 $R = (50 \sim 300)$ 欧姆。

为了测量出传感器电阻的变化,将传感器接入测量电路中。测量电路就是一个电桥(图 3, b),其中工作传感器 1 是电桥的一个臂。由于温度变化对工作传感器的电阻大小有影响,

为了补偿其影响, 在电桥线路图中接入所谓补偿传感器 2 作为另一个臂 (与工作传感器相邻)。粘贴这个传感器时, 应使其金属丝与工作传感器的金属丝处于同样的温度条件下, 但不发生变形。臂 4 是一个可调节的电阻, 用于平衡电桥。电路由直流电池组供电或由音频发生器供给交流电。电桥的测量对角线 (与仪表 5 (电流计、毫安计) 相连, 以记录电桥对角线中电流的变化。如果需要随时记录变形过程时, 记录仪器常采用示波器振子。

当利用电阻丝传感器来测量被试验零件的变形时, 在加载于零件之前, 先平衡测量电桥, 这可用记录仪指针的零位来看出。然后, 当加载于零件时, 由于工作传感器电阻的改变, 电桥失去平衡, 仪器的指针便离开零位而偏转。

当传感器的电阻变化不大时, 可以在测量电路中接入放大器。在以下的实验 (1、2、7) 中都要采用放大器, 图 4 表示放大器的线路图^①。

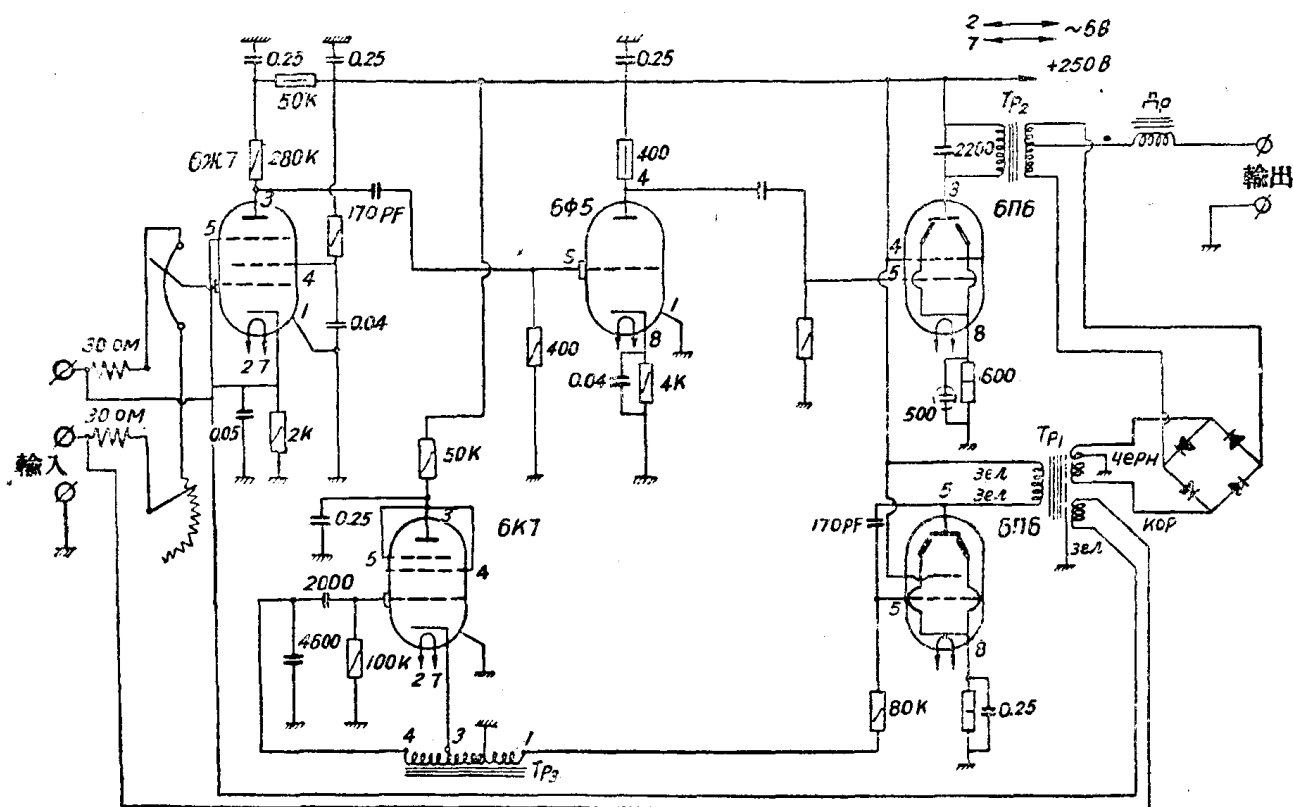


图 4

为了确定记录仪器的读数与变形 (应力) 之间的关系, 将一批相同的传感器中的一部分加以校准。将校准的传感器粘贴在与被试验零件变形相同的试样上, 并将它们与工作传感器接入同一个测量电路中。知道了加于试样上的力、应力及与之相应的记录仪器读数后, 就可绘制校准曲线并可定出记录仪器的分度值与未知量的关系。如果能够直接在被试验的零件上校准传感器, 那么还可以提高变形或应力的测量精度。

① 放大器的结构及其工作原理, 可参看苏联电讯出版社 1958 年出版, И. П. 热列勃佐夫 (Жеребцов) 著的“无线电工程” (Радиотехника) 等书。

同机械式引伸计相比较,电阻丝传感器具有许多重要的优点。它们可以装设在机械式引伸计所不能装设的地方。电阻丝传感器因质量不大而惯性很小,这在作零件的动力试验时是非常重要的。用这种传感器测量变形时,记录仪器可以远离传感器而安置在便于观察的地方,这一点也是很方便的。电阻丝传感器的缺点是测量电路较为复杂,常常需要接入放大器、稳压器等仪器。

在作下面所述的实验时,要采用频率为 50 赫芝、电压 $U_{er}=220V$ 的铁谐振稳压器 (CH-250)。输入电压可以是 110、127、220V。

在有些实验(确定铆缝中各铆钉间力的分布特性,及确定焊缝中应力分布的特性等)中,载荷是属于静特性的,因此在使用电阻丝传感器测量变形时,测量仪器可以用直流电流计或直流毫安计。

电流计可以用来测量小于 1×10^{-6} 安培的电流。测量较大的电流时,可用微安计和毫安计。

在作机械零件的试验时,如果测量的参数(例如变形、应力或角速度)随时间很快地变化时,就不能采用指针式仪器。因为这种仪器的惯性较大,不能判断变化的过程的性质以及变化的程度。因此在这种情况下,必需采用能够记录随时间变化的测量值的仪器。为此可以采用带有机件的自动记录仪的仪器。但是由于惯性很大,这种仪器只适用于记录变化较慢的过程。对于记录变化很快的测量值时,可用示波器。

示波器有电磁(迴线)示波器和电子(阴极射线)示波器两种主要型式。电子示波器用于测量过程进行很快的场合,例如在测量齿轮传动中的动载荷时。

在我们所作的实验中,当研究摩擦离合器的接合过程时,推荐用示波的方法来测量轴的角速度。它的过程之变化程度,最宜于用电磁示波器来记录。

电磁示波器的基本元件是称为迴线的振子(图 5)。在振子的壳体上装有永久磁铁 1,在磁铁的两极之间安置一条被弹簧 3 拉紧的青铜的迴线带 2。在带上固结一个小镜 4。迴线带的两个自由端与接线柱 5 相连,利用接线柱 5 把迴线接到测量电路中。

当电流通过迴线带时,由于带电导体与磁场之间的相互作用,迴线带就与小镜一起转过某一角度,从而引起了光束的偏射。偏射的大小(即在胶片上光点位移的大小)与电流强度成正比。由于光点的移动和胶片的运动,在胶片上将以某种比例录下电流强度变化曲线。迴线是一个振荡系统。为了避免由于迴线自振引起的记录失真,在振子的壳体内要加满油。

电磁示波器通常有几根迴线,这就可以同时记录几个量。

在图 6 上示出常用的具有八根迴线的示波器简图。灯 1 为光源。灯 1 的光线通过聚光器 2 和光栅 3,光栅 3 将此光线分成八根窄小的光束。各根光束都投到迴转镜 4 中的一个镜面上,并被反射出来,投到镜 5 上。然后光束投到镜 8 上,通过放

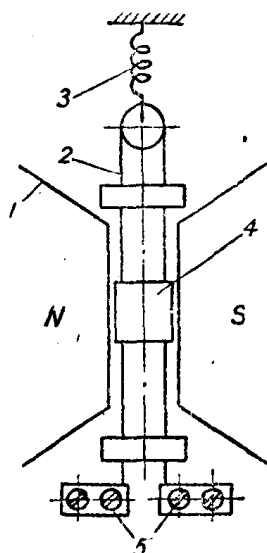


图 5

在振子壳体上的透镜7,再投到迴綫6的小鏡上(而投到两根迴綫10上的光綫是直接从鏡4来的)光束从鏡6以相反的方向通过透镜7投到相应的鏡8上,一部分光束从鏡8投向鏡11和球面凹透镜18。投到鏡11上的这部分光束由此又投向鏡12,再从鏡12反射出来,利用柱形透镜13录在胶片14上。胶片利用带齿卷筒9(由电动机通过傳动系統带动旋轉)以某种速度在垂直于光束运动的方向移动。另一部分光束通过球面凹透镜18和柱形透镜17投向鏡面滾筒16而反射到磨光的屏幕15上。这样就可以直接在屏幕上观察所研究的过程。

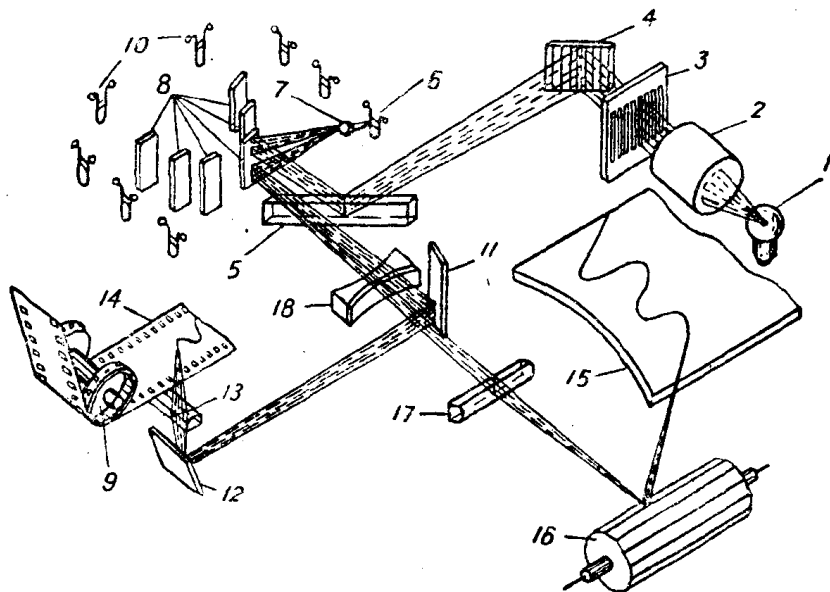


图 6

为了判断示波器过程进行的速度,装有所謂記时器,記时器在胶片上录下曲折的曲綫,其节距即对应于一定的时期。

角速度的測量

根据实验的任务的不同,可能需要测量不变的角速度,也可能需要测量随时间变化的角速度。此外,常常需要测量某个零件在某段时间内的总轉数。在某些实验中,还需要确定相对角速度(例如在确定皮带傳动和摩擦輪傳动中的滑动时)。

角速度的测量分为直接法和間接法两种。前者(直接法),要测量与角速度直接有关的各个量(离心力、感应等)。后者(間接法),是根据测量角位移和发生角位移的这段时间来测出角速度。

测量角速度(轉数)所用的仪器称为轉数計或轉速表[5,6]。按照工作原理的不同,轉速表可分为机械轉速表、电气轉速表和閃光測頻器。下面只介紹进行本书中的实验时所用的轉速表。

离心式轉速表是测量迴轉运动平均角速度最常用的一种机械轉速表。

图7表示按离心式調速器的原理工作的轉速表。两个对称布置的重块1利用拉杆2与

环 3 及装在轴 5 上的滑动套筒 4 铰接。当轴 5 迴转时,重块在离心力的作用下力图张开,因此套筒 4 沿轴 5 的轴线移动。整个系统用弹簧 6 保持平衡。套筒的移动引起扇形齿轮 7 和与之相啮合的齿轮 8 绕轴线迴转。在齿轮 8 轴上固结一指针,以指出所测量的轴的转数。为了保证角速度与指针的位移成正比,采用了各种不同的校正装置。例如,在图 7 的转速表中,指针的角位移利用与扇形齿轮 7 的摇臂相连的成形凸轮 10 来得到校正。当套筒 4 移动时,凸轮靠在它上面的不同点上,从而改变了摇臂 9 的臂长关系,因而也就使指针的角位移得到校正。

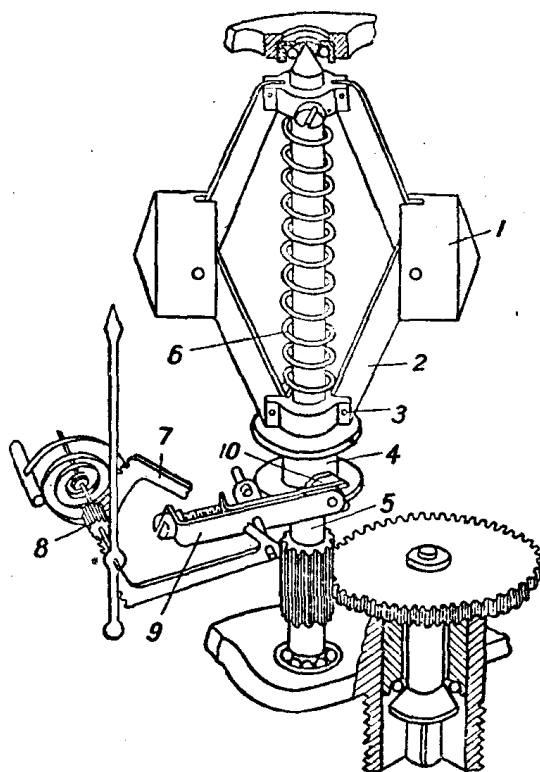


图 7

指针角位移的不均匀性随着转速表的倍数 $\left(\frac{n_{\max}}{n_{\min}}\right)$ 的减小而降低,在某个倍数下,转速

表的刻度盘可以按线性规律进行分度。刻度盘的倍数通常选为四。为了扩大所测转数的范围,可以不提高转速表的倍数而改变轴 5 与转速表主轴之间齿轮的传动比,为此在转速表上装有由专用按钮来变换的变速箱。这时应对仪表的刻度盘适当地进行附加分度。

转速表主轴的迴转运动是利用挠性轴或软绳传动(在固定式转速表中),或者依靠装在主轴上的测头与要测量其转数的轴端面之间的摩擦力带动的。这时必须注意,使转速表主轴的轴线与要测量其转数的轴之轴线相重合。转速表备有一套不同结构的测头:对于有中心孔的轴,当转数不大时用金属制的三面测头,当转数很大时用橡皮制的圆锥形测头;对于无中心孔的轴则用橡皮制的漏斗形测头。离心式转速表的主要缺点是它的精确度较低。根据仪器等级的不同,离心式转速表可以允许有 1~5% 的误差。这有许多原因。其中,主要的是弹簧弹性性质的不固定、转速表传动机构中存在摩擦、转速表安装得不正确等。

离心式转速表具有很大的惯性,因此它不能很快地反应迴转速度的变化。所以这种转速表,虽然它的装置比较简单,但只能在测量精度要求不高时用于测量平均转数。当转数较小时,离心式转速表的读数不够稳定。

在测量随时间而变化的角速度时,主要采用电气转速表。这种转速表也可用于测量等速转动的转数。这种转速表在使用中非常方便,它具有较小的惯性、很高的精度,并且可以用来远距离测量转数。此外,它还可以用来在示波器的胶片上记录读数。

用得最多的是感应式转速表,它的变换器(传感器)是一个直流或交流发电机。它的作用原理是电磁感应定律,当导体在磁场内运动时,在导体内产生的感应电动势与导体的运动

速度成正比。

直流转速表通常称为测速发电机，它是一个微型发电机。其电枢由要测量其转数的轴带动迴转。在这种转速表中，用磁电式伏特计 2 作为测量仪器，伏特计 2 与整流子的集电电刷 1 相连接(图 8)。伏特计的刻度盘按转/分来分度。虽然有电磁他激式测速发电机，但是此发电机通常用永久磁铁来激磁。

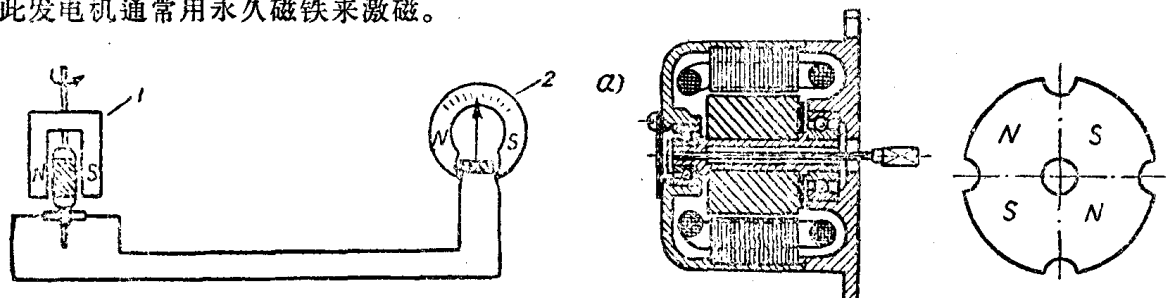


图 8

带直流发电机的转速表其缺点是有整流子和集电电刷的存在。这可能使电刷上发生火花，整流子与电刷间的接触电阻也会因电刷的污垢而改变等等，这些都会引起读数的失真。此外，在温度改变时，转速表的读数也会大大地失真。由于上述这些缺点，带直流发电机的转速表其应用是有限的。

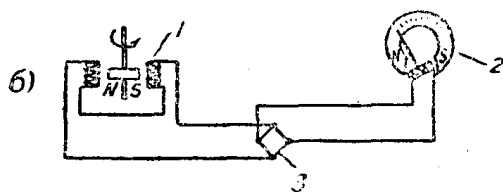


图 9

带有交流发电机的转速表(图 9, a)中，可以大大地消除上述缺点，因为在这种转速表中没有滑动触点。发电机的转子是一个四极永久磁铁。感应电流的电压与转子的迴转速度(即与被试验轴的转数)成正比。采用动铁式和其他型式的电流计 2 测量电压，电流计 2 与发电机的固定绕组 1 相连接。当用直流仪器测量角速度时，应在测量电路中接入整流电桥 3(图 9, b)。

带交流发电机的转速表其优点是，发电机所发出的电动势的频率与温度及磁特性是否恒定等因素无关。

为了测量在一定时间内的总转数，广泛采用转数计，图 10 表示了一种转数计的结构。它的构造如下：轴的转动通过主轴传给一组齿数为 10 的倍数的齿轮。轴每转一转，第一个齿轮转 $\frac{1}{10}$ 转。在轮缘上标出从 0 到 9 的十个数字。当轴每转一转时，就在观察孔中出现一

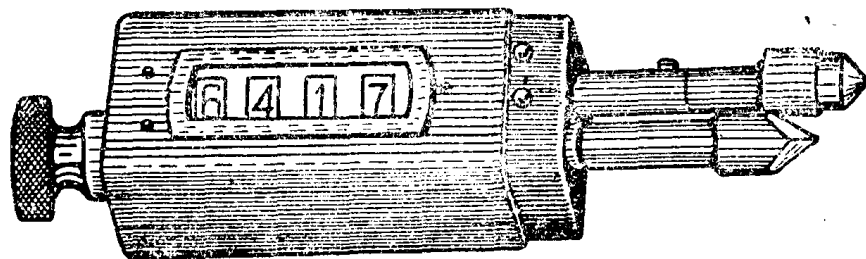


图 10

个数字。每当齿轮从 9 转到 0 时,它就利用中间齿轮使后面的一个齿轮转过 $\frac{1}{10}$,而在主轴每转过 10 转后,就在观察孔中出现一个新数字。同样,在十位数齿轮转过 10 转后,百位数齿轮就转一转,依此类推。

一个数字齿轮被另一个齿轮所转动的情况说明如下(图 11)。在数字齿轮的一个端面上有 20 个销子 4,而在另一个端面上有两个销子 2,这两个销子位于轮缘上槽 c 的边缘。每一对数字齿轮都与有八个齿的中间齿轮 1 相啮合。其中四个齿 a 具有全长,而四个中间齿 b 则只有一半的长度。在图 11 所示的位置上,当轮 5 转动时,后面的轮 3 不能转动:靠在齿轮 5 的轮缘上的长齿 a 阻碍了轮 3 转动。当轮 5 用其槽 c 靠近齿轮 1 时,销子 2 与齿轮 1 的齿 a 相啮合,使齿轮转过两个齿。这时齿轮的长齿通过槽 c 。齿轮用齿的另一部分使轮 3 转过两个齿($\frac{1}{10}$ 转),因而在观察孔中出现了新的数字。轮 3 也用销子 2 依靠像齿轮 1 那样的中间齿轮使后面的轮子在轮 3 每转一转时转过 $\frac{1}{10}$ 转。数字齿轮应安装得使它们只能在一个方向读出转数。因此转数计都备有两根主轴:一根用于向右旋转,另一根用于向左旋转。主轴相互间用同样齿轮的齿轮传动连接起来。同离心式转速表一样,轴的旋转运动也是利用测头或挠性轴传给转数计主轴的。转数计具有把数字齿轮调整到零位的装置。为此,应相应地转动转数计的头子。

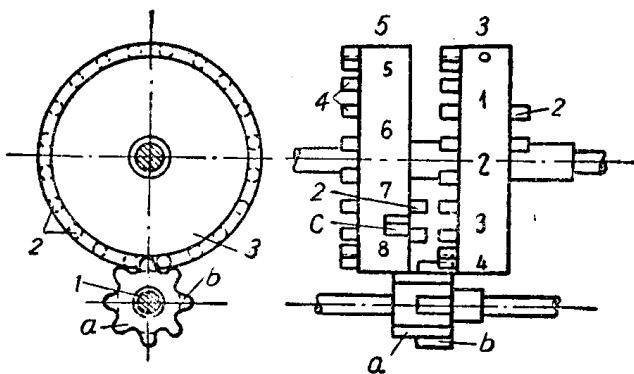


图 11

那样的中间齿轮使后面的轮子在轮 3 每转一转时转过 $\frac{1}{10}$ 转。数字齿轮应安装得使它们只能在一个方向读出转数。因此转数计都备有两根主轴:一根用于向右旋转,另一根用于向左旋转。主轴相互间用同样齿轮的齿轮传动连接起来。同离心式转速表一样,轴的旋转运动也是利用测头或挠性轴传给转数计主轴的。转数计具有把数字齿轮调整到零位的装置。为此,应相应地转动转数计的头子。

转数计也可以用于测定角速度(间接法)。在这种情形下,在测量总转数时,同时用秒表测量时间,即可求出在所测量的这段时间内的平均角速度。

力与力矩的测量

在大部分实验中,都需要测定试验台电动机所发出的扭矩。可以测量线路中的电压和电枢中的电流,然后按这些量计算电动机从电力网中得到的功率。为了求得电动机轴上的扭矩大小,必须从所得到的功率中扣除消耗在电力损耗和机械损耗上的功率。这点是有些困难的,因此上述的测定力矩的方法是麻烦而不精确的。

考虑到上述情形,电动机轴上的扭矩是用直接测量法来确定的。为此,在任何可能情形下,总是将电动机的定子安装在滚动轴承上(图 12),使它可以绕着与电枢轴线相重合的轴线摆动。

电动机运转时产生的反力矩全部传给定子,而其作用方向与电枢的迴转方向相反。如果在定子上固定一平衡杠杆,使它靠在磅秤或测力计上,则定子的反力矩为

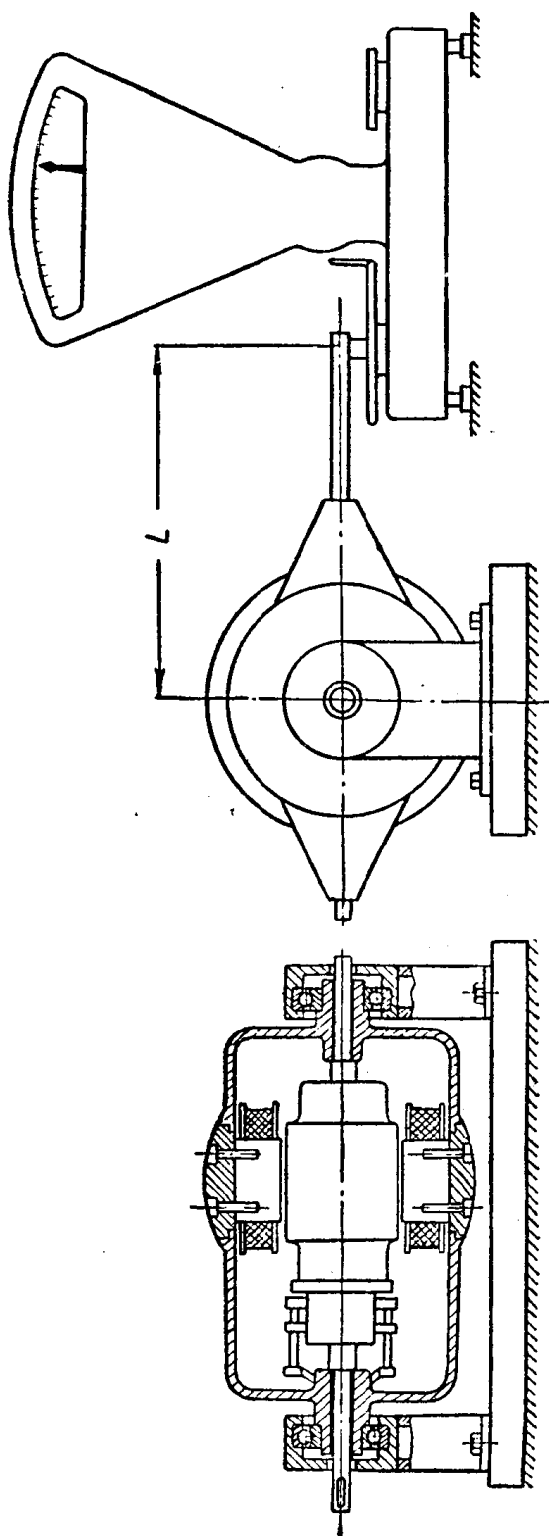
$$M = TL \text{ 公斤厘米,}$$

式中 T ——磅秤或测力计的读数(公斤);
 L ——从电动机轴线到磅秤上支点的
 距离(厘米)。

上述的具有摆动定子的电动机称为平衡电动机。

在个别实验(测定皮带传动和摩擦轮传动的承载能力)中,用平衡发电机来产生制动力矩。同机械制动器相比较,它的特点是操作方便(制动力矩平稳地改变),不需要专用的散热设备以及工作稳定。当发电机用变阻器(灯式或线绕式)加载时,力矩完全传给定子,而其指向与电枢的迴转方向相同。如果在发电机的定子上固定一平衡杠杆,使杠杆的一端靠在磅秤的托盘上,则磅秤读数与杠杆臂长的乘积将表示所测力矩的大小。在这些实验中,电动机功率的大小,最宜于用杠杆式的字盘天秤测量扭矩。

为了检查作用在被试验零件上外力的大小,主要采用拉压测力计(图 13)。测力计是一个角上有柄的方架 1。在方架的柄 C 上固定有托架 2, 杠杆 4 用十字弹簧接头 3 装在托架 2 上。弹簧 5 使杠杆的一个臂与杆 6 压紧, 另一个臂则与千分表 8 的测头相接触, 千分表安装在托架 7 上。杆 6 靠在角 A 的棱柱上。在角 B 和 D 的两个柄可以施加拉力, 而在角 A 和 C 的两个柄可以施加压力。在所加的力的作用下, 方架变形, A 与 C 之间的距离减小, 因此杆 6 使杠杆 4 相对于弹簧接头 3 转动。杠杆一端的位移大小用千分表测出。测力计所传递的力的大小可根据测力计的校准曲线判断。



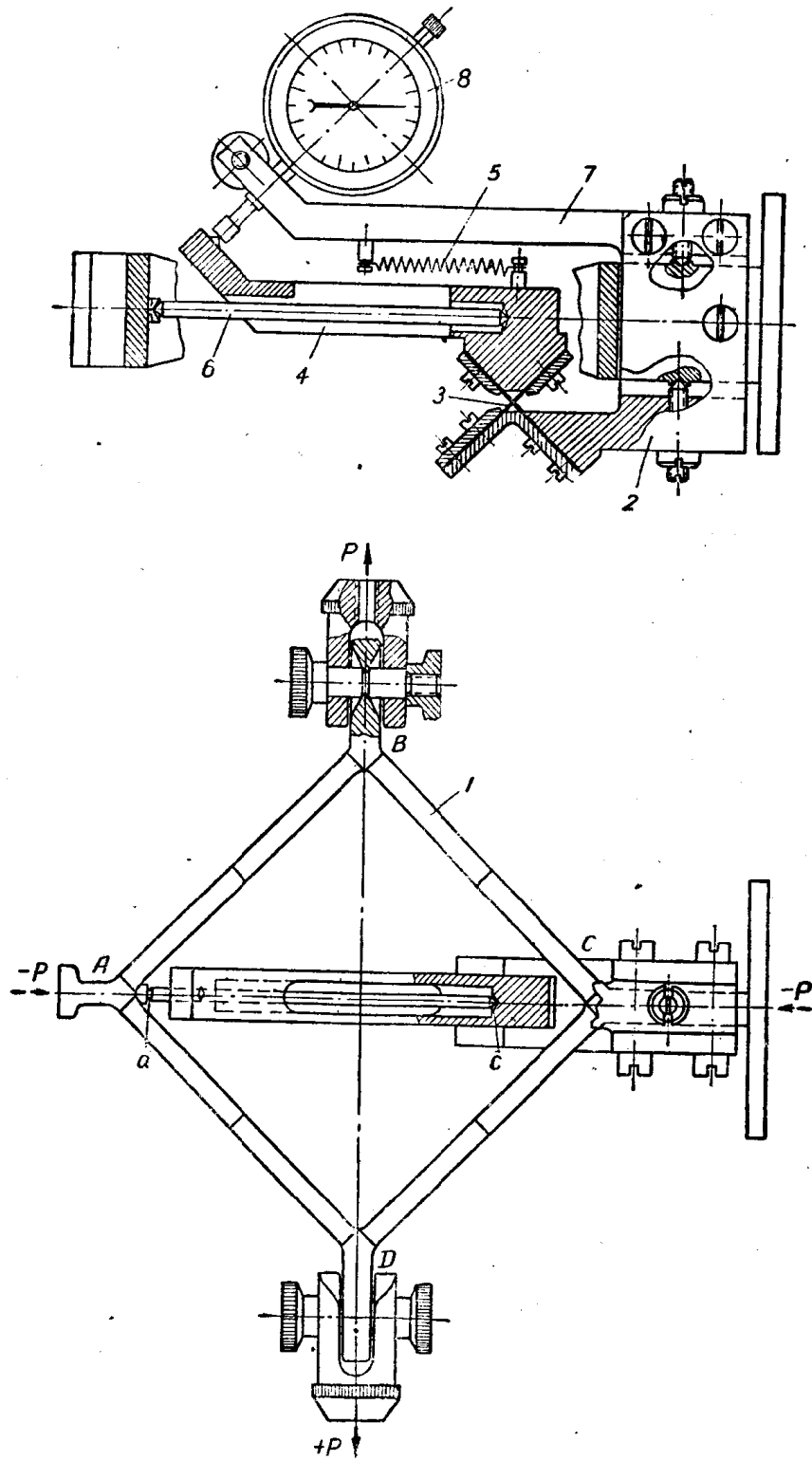


图 13