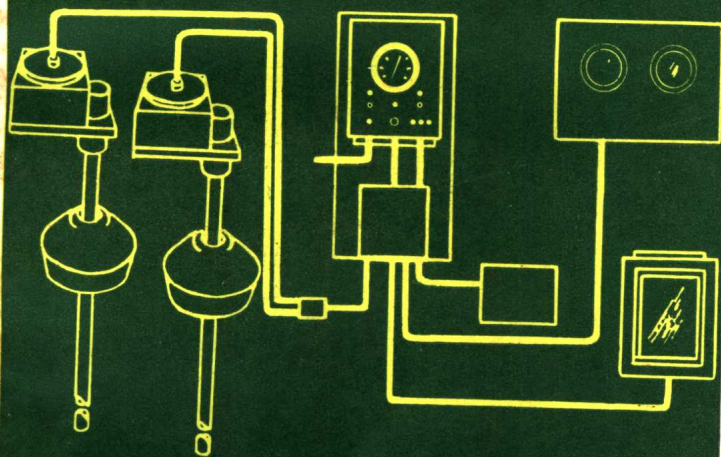


钻进参数仪表

译文集

INNER SCALE AMPS
INNER SCALE LD FT LB
OUTER SCALE HI FT LB



地质出版社

钻进参数仪表译文集

李砚藻 等译

杨惠民 等校

地质出版社

钻进参数仪表译文集

李砚藻 等译

杨惠民 等校

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑 冯士安

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: $850 \times 1168^{1/32}$ 印张: $4^{3/8}$ 字数: 113,000

1981年10月北京第一版·1981年10月北京第一次印刷

印数1—1,480册·定价0.95元

统一书号: 15038·新716

前 言

技术装备之一的钻进参数仪表是发展钻探工作和提高钻探生产水平必不可少的物质条件，特别对小口径金刚石钻进及深井钻进、其影响就更为突出。长期以来、我国野外队主要凭熟练工人的经验和感觉来进行钻进工作，得不到准确、可靠、耐用的钻进参数仪表作为测试手段、明显地影响着钻井工程的生产效率、质量、工人的劳动强度和人身安全。

正由于生产实践的需要，国内外探采部门一直把钻参仪的研制工作列为重要课题。在国外美、苏、英、法等国从五十年代至今，始终未间断过这方面的研究工作。近年来由于电子技术方面的高速发展、国外在石油钻进参数仪表方面有较大的进展。由各单一检测钻压、转速、流量、扭矩、钻速……等参数仪表发展到装备成套的多参数仪表，形成了一个完整的自动化仪表检测装置系统。仪表的功能日臻完善、它不只单一地完成“反映”情况的感觉器官的职能，并将在一定程度上帮助操作人员“思维”和“判断”情况，从而“自动调整”生产处于最优状态。如美国马丁—德卡尔等公司采用了微处理机为基础的数据采集系统，这类仪表的集成度和自动化程度很高，检测的参数与项目从几项到几十项，大部分采用数字显示、远距离自动检测、并配有多道带式记录或打印输出，有的采用磁带记录。它们的问世，大大提高了石油钻进的现代化水平。特别是大规模集成电路及微型固体元器件的发展、将促使钻进仪表进一步取得进展，进一步加强其适用性，可靠性并降低其成本，从而为大面积使用自动化钻进仪表开辟道路。对地质勘探钻进来说、钻参仪的发展也必然走同样的道路，只是由于地质勘探钻井施工规模小、流动性大、需要因地制宜地加以发展。目前国内外在这方面的研究趋向也正说明了这点。

为了提供这方面的参考资料、我们组织翻译了十一篇文章，汇编成本译文集。这些文章主要取材于最近一九七七年以来外文报刊上的论文，摘译专著的有关章节，近几年来中—外多次技术座谈及国外技术展览会中的有关资料及产品说明。基本上概括了到目前为止的主要钻井参数仪表的产品情况及研制和使用中所涉及的问题。其内容包括三个方面：第一方面如第一篇简要地介绍了国外当前生产中常用仪表的基本结构、工作原理以及近年来研制的即将投入生产的各种成套钻进参数仪表和今后发展中的井底测量（随钻）技术，比较系统地反映钻参仪的历史发展趋向。第二个方面如第二至第八篇文章是从各个方面分别地叙述了美国、苏联在当前石油及地质勘探钻进仪表的生产和研制情况，既有机电—液压—电子混合仪表，也有成套钻进参数综合测量（它可显示、记录、回放）的全自动化仪表、以及最新无导线的射频仪表系统。其中还收集了两篇苏联长期以来对最优化规程控制的研究情况方面的文章，它将启发我们从更多的领域探讨这方面的问题，具有一定的理论价值。第三个方面即由第九至十一篇是分别论述钻进参数井底测量（即随钻）技术在国外的应用情况及解决井底信号传递的关键——通道问题、这方面的成功将会使钻进测量仪表的运用推进到一个崭新的领域。

这本译文集涉及的面比较广，它反映了国外钻进参数仪表的过去、当前及将来的状况，内容全面，也较具体，可供地质、石油、煤炭、冶金、工程建筑等系统从事这方面研究、设计、产品生产和使用的广大工人、科技人员、以及院校师生作参考。

编者 1981.1.6

目 录

当前国外钻进参数仪表的应用及发展情况	1
石油钻井仪表展望	21
微处理机为基础的数据探测系统	38
用于钻井作业的控制仪表	52
钻进过程参数的监测	57
关于地质勘探钻进最优化总系统方面的控制 测量仪表问题	85
迴转钻进过程最优化指标的研究	90
短程无线电发射钻井装置传感器的数据	96
顺利发展中的钻井计量工作（随钻测量系统）	105
利用内铜管的随钻测量系统	115
吉尔哈特—欧文在随钻测量系统中应用负压脉冲	127

当前国外钻进参数仪表的应用 及发展情况

一、引言

钻进作业是一项复杂的施工过程，只有保证该工程各有关方面都得到恰当地处理，才能达到高效、优质、安全及低成本地完成整个钻井工作。其中最主要的几个方面就是：设备运转正常；工艺规程合理；洗井护孔措施正确；井内情况判断及时而无误。很明显要做好这些工作，单靠人的经验和感觉是不够的，有时甚至会出现错误。钻井越深，施工复杂程度越高，这个问题越突出。因之，钻进参数仪表便成为这项工作不可缺少的装备之一。特别是深井和超深井钻进，金刚石钻进，及特殊工程钻进更是迫切需要依靠钻进仪表。

做为钻进参数仪表其内容是多方面的。例如：有反映设备运转情况的仪表（如机械的运转速度、管路压力、水温、油温、电流及功率等仪表）。有反映钻进规程参数的仪表（如钻压、冲洗液量、钻具转速、扭矩等仪表）有反映冲洗液性能及使用情况的仪表，（如泥浆的粘度、比重、泥浆系统容积仪表等）。也有反映钻井情况及指标的仪表，（如钻进时间表、钻速表、进尺表等）。此外还有其它方面的一些仪表（如气体分析仪表、测井仪表、完井仪表及测斜仪表等等）。

从钻进参数仪表所涉及的内容即可看出，仪表是做为钻井工程的眼睛和感觉器官，担负着重要任务。是了解各项工作进行情况的有力工具。随着科学技术水平的提高，仪表的功能日臻完善，钻进参数仪表逐步发展成为钻井工程不可缺少的重要装备。

它不只是单一地完成指示情况的任务，并将能在一定程度上帮助人们“思维”和“判断”情况，从而指导生产工作的进行。进一步把仪表和自控技术结合起来，就可以实现自动化钻进。随着近代技术发展及微型电子计算机的出现，会大大促进这方面的发展，人的劳动会得到更大的解放，钻井的科学化水平会有显著的提高，从而会给钻井工作带来一个崭新面貌。

为了对钻进仪表这一领域有个较全面的了解，下面将当前的钻进参数仪表在石油钻井工程中的应用情况及发展状况作概括介绍。

二、当前钻进工作常用的参数仪表

钻进参数仪表的应用是从机械式仪表开始，而后发展成液压仪表系统，继而采用电气仪表。目前正处在机—液—电混合应用的一个过渡阶段。此外，钻井仪表在生产中应用发展的过程，也自然构成了从单个仪表到多项仪表以及从分散设置到集成安装的发展趋势。这从下面将介绍的在钻井生产中广泛应用的各种参数

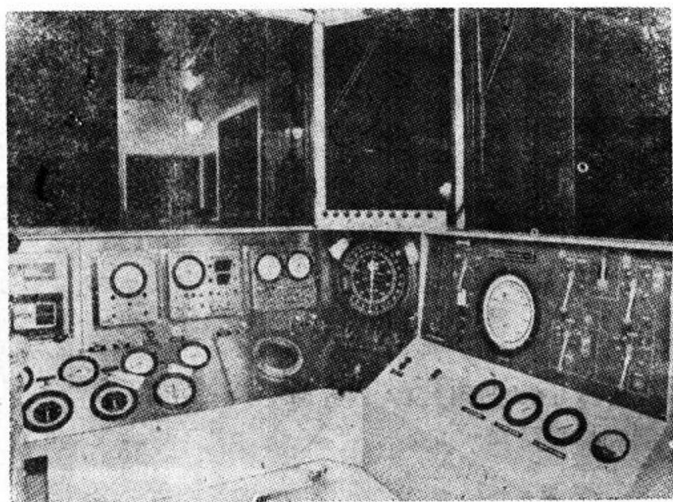


图 1—1 石油钻井仪表操纵台

仪表的结构中可清楚地看到。

图 1—1 即是石油钻进参数仪表控制台的全貌图。

将钻井仪表集成安装在一个操作控制台上，实现了远距离集中观测，既方便又安全。使钻工方便及时地了解井场各方面的情况，并大大地减轻工人的劳动紧张程度。

目前在仪表操纵台上配有多项参数仪表，常见的主要仪表有大钩载荷（钻压）、泵压、泵量、扭矩、钻速、转速、泥浆池容积、泥浆比重等仪表。

（一）大钩载荷指重表

悬挂在提引大钩上的载荷反映着全部钻具重量及钻压的大小，这是一项重要的钻进参数直接关系到破碎岩石的效率高低及钻头磨损是否合理，是钻进效率、质量及安全与否的决定因素。

大钩载荷与提引钢绳的拉力成比例，因此多是通过测量钢绳拉力来得到大钩载荷。方式是多种多样的，常用的是测量提引钢绳死端拉力。为此在死绳固定器上安装油压传感器，将钢绳拉力转换为液压，通过油管传至油压表。表盘上刻有钻头压力数值及钻具总负荷刻度，结构参见图 1—2。

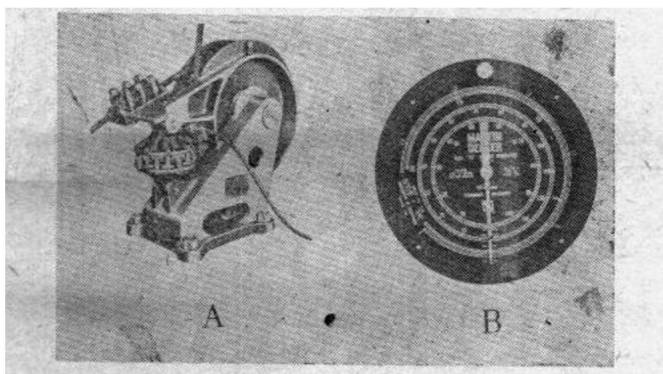


图 1—2 大钩载荷指重表部件图

A—死绳固定器；B—指重表

图 1—2 A 表示死绳固定器，图 1—2 B 表示指重表外形结构。这是一种液压仪表系统，死绳固定器的带悬臂的滑轮把钢绳拉力转

变为液压膜盒的拉力。压力盒把这个拉力转为液压。压力盒的结构参见图1—3。

从图可见，当上、下盖受拉时，胶膜3向上压缩，使压力室2中的油压增加，通过油管及接头，再经胶管传至压力表。

图1—4是这套仪表在井场安装的示意图。

指重表是双针双弯管压力表，有两个节门。这样一个用以反映大钩总负荷，另一个用以测量钻压。

由于这套仪表是通过钢丝绳测重。所以会因提升系统安装不当，以及一系列摩擦力及绳弹力影响，在死绳端测定大钩负荷误差较大，因之，有的设计者已建议把压力传感器安装在天车支座下面。

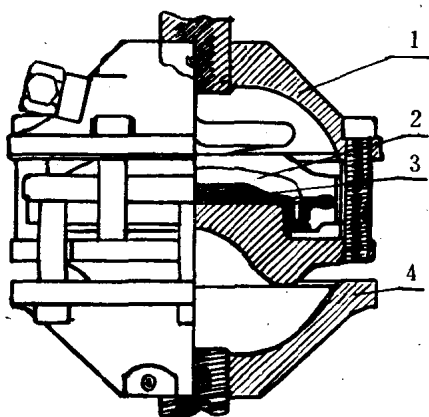


图 1—3 液压膜盒结构图

1—上盖；2—压力室；3—胶膜；4—下盖

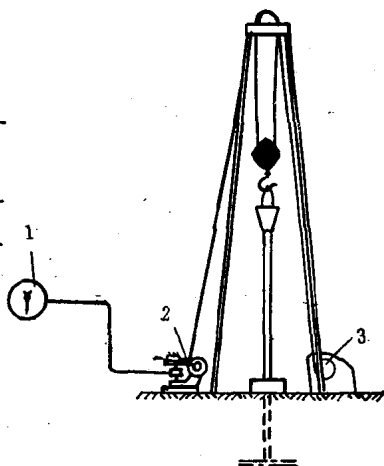


图 1—4 指重表现场安装示意图。

1—指重表；2—死绳固定器；3—绞车

(二) 泵压表

泵压也是一项重要参数，它是关系设备运转情况及钻井情况的常用参数。它的数值大小反映冲洗液的循环阻力，说明孔底清洁状况及钻具是否通畅。在一定流量下可反映孔深大小，反之，

在一定孔深下说明流量是否正常。

一般钻井工作中均使用弯管式压力表测量管线的压力值。其结构见图1—5。

为了使冲洗液特别是泥浆不直接接触压力表,以免引起堵塞,常在压力表之间加装隔离保护装置,通常采用胶囊隔离被测介质,胶囊与表之间充油做为传压介质。一般压力表均装有手动节门,用以调整阻尼大小,使表针读数稳定。目前钻井中应用的泵压表(及其它各种液压表),均采用密封表壳内部充透明油的措施,既润滑了仪表的机件,又增加了仪表阻尼特性,使读数稳定。至于压力表的机构,仍为波登管式压力表。一般这类仪表均装有螺旋缓冲器。

泵压表所用的隔离保护器结构参见图1—6。

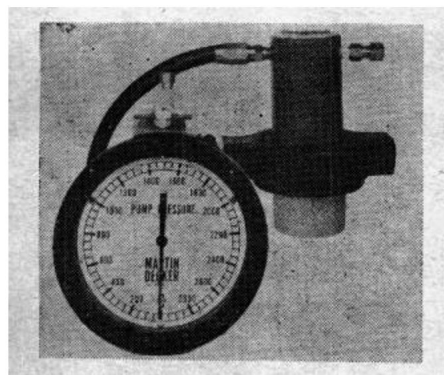


图 1—5 泵压表

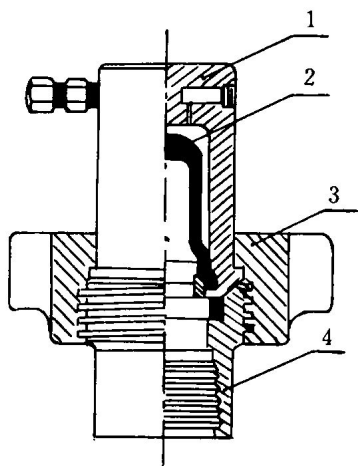


图 1—6 泵压表隔离器

1—壳体; 2—橡胶隔离膜; 3—翼状螺母; 4—管路接头

(三) 转盘转速表

转盘转速也是关系钻进效率及钻头寿命的钻进规程参数之一。这类仪表是多种多样的。目前应用较多的一种形式,是在被测设备上安装测速发电机,而用电表头指示读数。见图1—7。

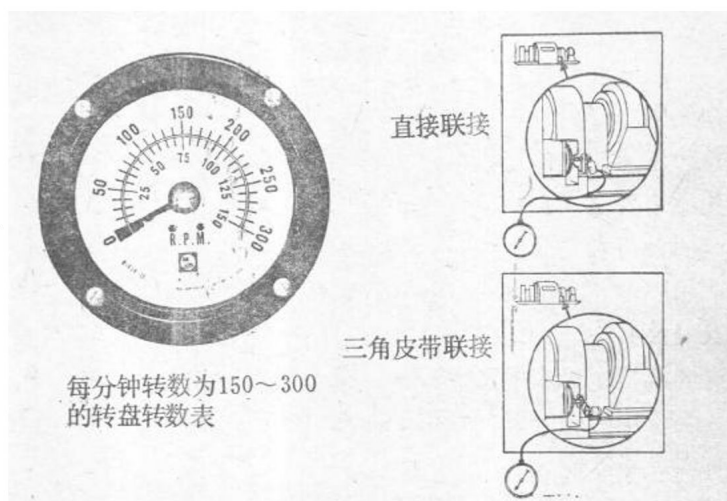


图 1—7 转盘转速表及其安装方式

测速发电机是一种小型交流发电机，其输出电压与轴的转速成正比。电表刻度直接刻成转数。测速发电机与被测机器轴的联接可用皮带轮，链轮，万向轴及软轴等。

一般钻井现场上，测量水泵冲次的仪表也用这种型式，用以间接测量入井泥浆的泵量。

(四) 转盘扭矩表

转盘扭矩大小反映钻具迴转负荷大小，从而能说明设备工作状况及孔内情况。在石油钻井中常是利用测量转盘的传动链条张力来测量扭矩。所用扭矩表的外形结构见图 1—8 所示。

扭矩表由一个带悬臂滑轮的液压缸及一个液压表组成，二者用油管接通。在现场的安装情况参见图 1—9。

从图可见，转盘驱动链条通过悬臂滑轮压在一个小油缸上，当扭矩增大时，驱动链条张力增大，压油缸的力量也增加，从而使液压系统中的压力增大，推动油压表指示读数。这是一种间接测量扭矩的仪表。由于各种因素，这种测量方法误差较大。

对于一般电力驱动的钻井设备，多是测量动力机电流来反映扭矩。

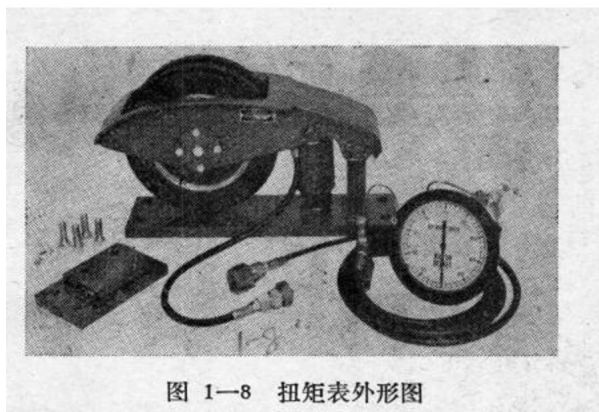


图 1—8 扭矩表外形图

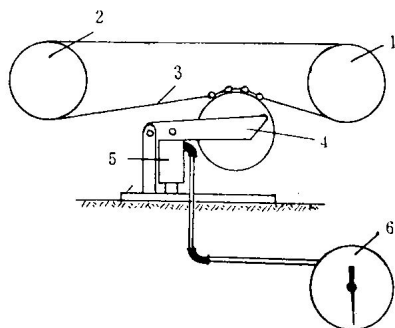


图 1—9 扭矩表安装图

1—驱动轮；2—转盘；3—链条；4—带悬臂轮；5—油缸；6—液压表

上述测量扭矩方法都是间接的，精度也不高。因之目前有一些国家都在考虑新的方法，如在传动轴上直接测扭矩的方法。

（五）流量表

冲洗液量大小是保证钻孔清洁的重要因素，直接关系到效率、成本及井内安全。

钻井工作中多采用间接方法来指示泵量大小。其中一种办法是测水泵活塞杆的往复次数。这种办法很不直接，影响因素多而不准确。在石油钻井中应用的另一种办法是测回流线冲洗液流速，从而说明流量大小。这是应用一种浆式流量仪表，参见图 1—10。

浆式流量计安装在冲洗液循环槽内。当冲洗液不流动时，浆片下垂到最低点，其旋转轴带动电位器处于零位。当冲洗液流动时，浆片被浮起，流量越大浮起越高，从而使电位器旋转角度越大，输出电压也越高，通过电表头指示流量大小。其安装情况参见图 1—11。一般这种流量计是安装在回流泥浆管中，也称泥浆槽充满度仪表。其表面刻度为百分度。说明相对的流量多少。

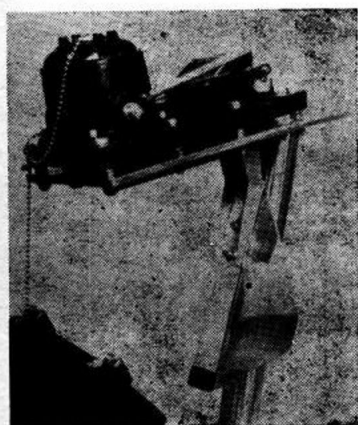


图 1—10 流量仪表

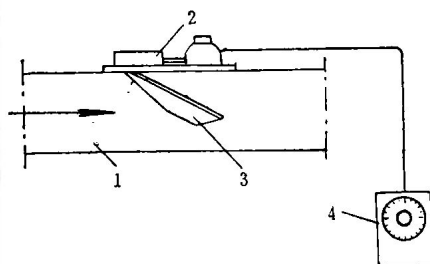


图 1—11 浆式流量计安装图

1—循环槽；2—浆式流量计；3—浆；
4—指示仪表

到目前为止，石油钻井中尚无测量入口泥浆真实流量的仪表。主要是因为该处压力高，磨损严重。目前有的国家也在研制适用的流量仪表，如超声流量计或电磁流量计等。但都因存在不少问题，未能完全解决。

(六) 进尺速度表(钻速仪)

进尺速度是钻进效果的直接反映，综合反映钻进规程参数选用是否合理，也反映孔内情况是否正常。是操作人员观察钻进的重要依据。常用的进尺速度仪见图 1—12。它是由游动滑车通过细钢绳带动的。图中仪器架下的机构，即是带发条的卷绳机构，其上绕着钢绳，钢绳向上穿入仪器壳体，并在仪器中的转动轮上

缠绕一圈，然后从顶上小滑轮附近一个洞穿出，再经过钻塔上的固定滑轮，最后栓在游动滑车上。其总体安装示意图如图 1—13。

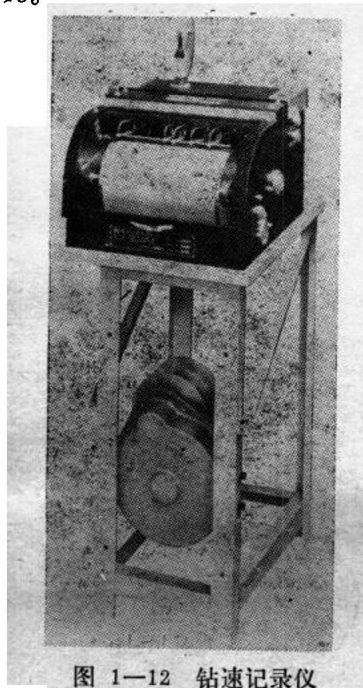


图 1—12 钻速记录仪

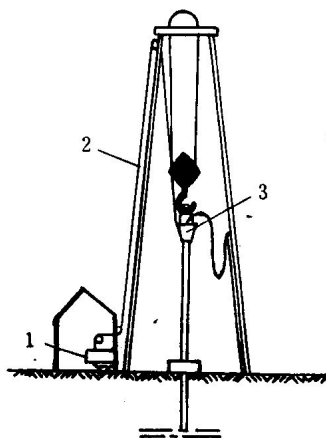


图 1—13 钻速仪表安装图

1—钻速记录仪，2—细钢绳，
3—游动滑车

当钻具向下给进时，游动滑车牵引钢丝绳，从而使仪器内部传动机构转动，每钻进一定距离(如 1 米或 1 英尺)，使气压与记录机构接通一次，产生一个脉冲，推动仪器记录笔记下一个标记。仪器滚筒按一定时间座标恒速转动。这样单位时间内记下的脉冲个数的多少即反映进尺速度大小。总的脉冲数累计起来即为进尺数。这种脉冲的产生可以是按不同单位设计的，可以是英制或公制。

(七) 比重计

钻井泥浆的比重直接决定井内液柱压力的大小，它既与钻井

效率相关，又影响着护井效果，后者又是防止井喷的重要因素。因此，钻进过程中随时需要了解泥浆比重的变化，如果泥浆气侵，则泥浆比重迅速下降，这也是井喷前兆之一。

钻井中应用的比重计也是多种多样的，图 1—14 便是生产中应用的一种浮球式比重计。它是利用不同比重的液体因浮力不同的原理来进行测量的。当把比重计沉没到泥浆池中，浮球便受到一定浮力，液体比重不同浮球受到向上的浮力也不一样。测量这个浮力即可测出液体的比重。这种浮球式比重计的内部结构见示意图 1—15。



图 1—14 浮球式比重计

从图可见，当比重计沉入泥浆中时，浮球 1 受到一个向上的浮力，通过牵引绳 2 带动杠杆 3，从而把浮力转为压向压力传感器 4 的压力，压力传感器 4 输出电压信号与比重成正比。

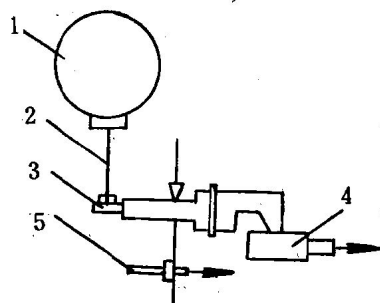


图 1—15 浮球比重计结构原理图

1—浮球；2—牵引绳；3—杠杆；4—压力传感器；5—测温铂电阻

此外，这种比重计下方安有铂电阻，用以测量泥浆温度。

(八) 泥浆容积计量仪表

泥浆容器中容纳的泥浆体积是需随时测量的，一般应测出泥浆的总量。泥浆总量的迅速变化，反映井涌或井漏，是安全钻井

的重要参数。图 1—16 是美国马丁公司生产的泥浆容积测量仪表。

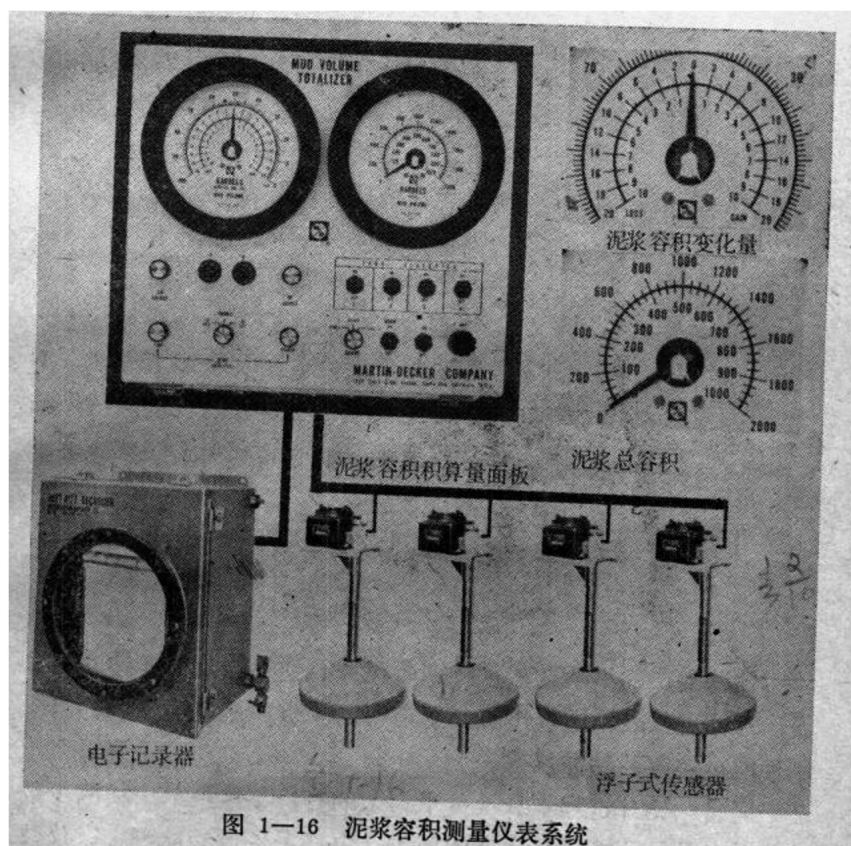


图 1—16 泥浆容积测量仪表系统

图 1—17 是泥浆容积计量仪表所使用的传感器——浮子液位计的示意图。它安装在泥浆箱中。随着液面高度不同，浮子 1 相应地升高或者降低。浮子中有一个磁钢 2 通过磁力带动位于封闭的金属管中的软铁 3，从而带动链条 4 运动，并带动齿轮 5 及 6 转动，使电位计处于不同位置，输出相应的电压信号来表示液面高度。

代表液位的电信号被送到显示仪表。马丁公司的泥浆容积计量仪有两个显示仪表，一个表示泥浆总容积，另一个表示容积变