

目次

第九章 施肥机械

第一节 厩肥装载机	IX-1
1 分类	IX-1
2 装肥机的设计因素	IX-2
第二节 厩肥撒肥车	IX-4
1 分类	IX-5
2 撒肥车的设计因素	IX-6
第三节 矿肥施播机械	IX-8
1 分类	IX-8
2 矿肥施播机的设计因素	IX-9
第四节 液肥喷洒机	IX-19
第五节 氨肥施播机	IX-20
1 氨水施肥机	IX-20
2 液氨施肥机	IX-20
参考文献	IX-21

第十章 植物保护机械

第一节 喷雾器	X-1
1 喷雾器的类型	X-1
2 喷雾器的主要零件和参数	X-12
第二节 喷粉器	X-17
1 喷粉器的类型	X-18
2 喷粉器的主要零件和参数	X-23
第三节 细雾器	X-24
1 细雾器分类	X-24
2 细雾器的构造	X-24
3 细雾器特性	X-24
第四节 烟雾器	X-25
1 烟雾器分类	X-25
2 烟雾器特性	X-25
3 烟雾器的使用条件	X-26
第五节 种子消毒机械	X-26
参考文献	X-27

第十一章 收获机械

第一节 谷物收获机具	XI-1
1 谷物收获方法	XI-1
2 谷物收割机具及一般特征	XI-3
3 谷物联合收割机	XI-10
4 谷物收获机具主要工作部件原理结构与设计	XI-40

第二节 玉米收获机械	XI-127
1 类型	XI-127
2 主要工作部件	XI-128
第三节 薯类甜菜及花生收获机具	XI-136
1 马铃薯收获机具	XI-136
2 甘薯收获机具	XI-148
3 甜菜收获机具	XI-149
4. 花生收获机具	XI-164
第四节 棉花收获机械	XI-165
1 类型	XI-165
2 主要工作部件	XI-170
参考文献	XI-180

第十二章 加工机械

第一节 谷物脱粒机具	XII-1
1 谷物脱粒机具的类型	XII-1
2 谷物脱粒机的基本参数	XII-4
3 脱粒机的工作机构	XII-10
4 谷物脱粒机的试验	XII-23
第二节 谷物清选机械	XII-23
1 风选机	XII-26
2 筛选机	XII-30
3 窝眼式清选机	XII-38
4 复式清选机	XII-46
5 摩擦分离机	XII-46
6 电磁清选机	XII-54
7 其它清选机	XII-55
8 谷物清选机的试验	XII-57
第三节 农用烘干机	XII-60
第四节 茎叶纤维作物初加工机械	XII-77
1 机具的类型	XII-77
2 纤维初加工机械的主要部件的工作原理与计算	XII-82
3 棉花初加工机械	XII-85
第五节 其他加工机械	XII-93
1 玉米脱粒机具	XII-93
2 花生剥壳机	XII-98
3 块根洗滌机	XII-98
4 块根切片、切丝机具	XII-101
5 颗粒肥料制造机	XII-104
参考文献	XII-106

第十三章 畜牧机械

第一节 干草收获机械	XIII-1
1 割草机	XIII-1
2 搂草机与翻草机	XIII-14
3 集草器	XIII-22
4 拾起集堆机、拾起集垛机及拾起装载机	XIII-23
5 垛草机	XIII-27
6 拾起压捆机及固定式压捆机	XIII-27
第二节 青饲料收获机	XIII-32
1 类型	XIII-32
2 主要工作部分	XIII-35
第三节 饲料切断机	XIII-40
1 切断机的构造	XIII-40
2 切断机的工作过程	XIII-41
3 现有各种饲料切断机的特性	XIII-42
4 切断机的主要部件设计	XIII-42
第四节 饲料蒸煮器	XIII-50
1 饲料蒸煮器的类型	XIII-50
2 蒸汽式蒸煮器	XIII-50
3 电热式蒸煮器	XIII-53
第五节 饲料粉碎机	XIII-54
1 锤式饲料粉碎机	XIII-55
2 磨	XIII-62
第六节 饮水器	XIII-65
1 自动饮水器的类型及结构	XIII-65
第七节 挤奶装置	XIII-67
1 挤奶的技术要求及工作原理	XIII-67
2 挤奶装置的类型、结构及其作用原理	XIII-67
第八节 牛奶分离机	XIII-71
1 牛奶分离机的类型及其结构	XIII-71
2. 牛奶分离机的工作过程分析	XIII-74
第九节 剪羊毛机械	XIII-75
1 类型及其结构	XIII-75
2 设计与计算	XIII-79
参考文献	XIII-80

第十四章 农用提水机械

第一节 水车及提水工具	XIV-1
1 类型规格	XIV-1
2 解放式水车的简单计算	XIV-3
3 解放式水车管轴的零件规格	XIV-4
第二节 冲击式扬水机	XIV-8
第三节 水轮泵	XIV-11
1 水轮泵的结构原理	XIV-13
2 水轮泵的性能参数	XIV-15

第四节 深井水泵	XIV-16
1 往复式深井泵	XIV-16
2 离心式深井泵	XIV-19
3 水流扬水泵	XIV-22
4 压缩空气扬水泵	XIV-23
第五节 人工降雨机	XIV-25
1 远射程人工降雨机	XIV-26
2 短射程人工降雨机	XIV-38
第六节 叶片式水泵	XIV-47
1 离心泵	XIV-47
2 轴流泵	XIV-48
3 混流泵	XIV-55
第七节 内燃水泵	XIV-56
1 概述	XIV-56
2 基本类型及工作原理	XIV-56
3 几种内燃水泵的构造与性能简介	XIV-59
第八节 提水工具的试验测定	XIV-71
1 水量	XIV-71
2 扬程	XIV-73
3 管路中水头损失	XIV-74
4 有效功率	XIV-79
5 水泵的轴功率	XIV-79
6 水泵效率	XIV-79
7 燃料消耗量	XIV-79
8 压力	XIV-79
9 气体分析	XIV-79
参考文献	XIV-80

第十五章 农用动力

第一节 人力	XV-1
1 农业机械与人力	XV-1
2 人力的力学概述	XV-1
3 能量代谢率及工作等级(劳动能力消费的指标)	XV-1
第二节 畜力	XV-3
1 中国农用役畜的种类及其分布	XV-3
2 畜力利用的方式	XV-3
3 役畜的牵引力速度与功率	XV-3
4 役畜的驮运能力	XV-8
第三节 风力机	XV-9
1 绪言	XV-9
2 风力机的基本理论	XV-11
3 风力机的设计与计算	XV-16
4 风力机安装地点的选择	XV-40
5 风力机的实际结构	XV-41

第四节 水轮机	XY-50
1 水轮机的分类和应用	XY-50
2 水轮机的选型设计	XY-53
第五节 锅驼机	XY-66
第六节 内燃机	XY-67
1 汽油机	XY-67
2 柴油机	XY-69
3 煤气机	XY-83
4 内燃机改装酒精机	XY-83
第七节 电动机	XY-86
1 电动机的类型	XY-86
2 电动机的特性	XY-86
3 电动机种类、电压、型式及转速的选择	XY-89
4 电动机的系列	XY-90
第八节 拖拉机	XY-108
1 我国拖拉机系列表	XY-108
2 国产拖拉机的简要技术规格	XY-109
3 几种主要进口拖拉机的简要技术规格	XY-111
第九节 绳索牵引机	XY-115
1 人、畜力绳索牵引机	XY-115
2 动力绳索牵引机	XY-116
3 绳索牵引农具	XY-119
参考文献	XY-121

第十六章 农业机械试验研究用仪器

第一节 测量仪器的感受元件	XII-1
1 机械式感受元件	XII-1
螺旋弹簧	XII-1
板弹簧	XII-2
柱状弹簧	XII-2
2 液压感受元件	XII-3
U形压力管	XII-3
3 电变换器	XII-5
电阻丝变换器	XII-5
电感变换器	XII-5
电容变换器	XII-6
第二节 应力测量	XII-6
1 机械式应变仪	XII-6
2 用电阻丝变换器测量应用	XII-6
应力测量的普遍形式	XII-6
圆柱体上的应力测量	XII-9
3 用偏振光法测量应力	XII-9
4 用脆膜法测量应力	XII-9
第三节 动力测量	XII-10
1 拉力、压力的测量	XII-10
机械弹簧式拉力仪	XII-10

液压式拉力、压力仪	XII-10
电拉力环	XII-14
2 扭矩测量	XII-16
机械弹簧式扭矩仪	XII-16
液压式扭矩仪	XII-18
电扭矩仪	XII-23
3 转速、加速度和振动的测量	XII-23
转速测量	XII-23
振动及加速度的测量	XII-24
第四节 综合测力仪器	XII-25
1 JLT-2 型测力车	XII-25
2 示波车	XII-26
放大器的工作原理	XII-26
振子示波器	XII-31

第五节 土壤及作物的物理机械性能试验

仪器	XII-31
1 测土壤坚实度的仪器	XII-31
2 土块强度仪	XII-32
3 茎秆抗力测定仪	XII-32
4 脱粒性分级仪	XII-33
5 茎秆延伸仪	XII-34
6 摆锤式茎秆拉断仪	XII-34
7 小拉力仪	XII-35
8 茎秆与土壤结合力的测定仪	XII-35
9 茎秆动载荷强度测定仪	XII-36
10 动摩擦测定仪	XII-36
11 粗茎秆作物切割仪	XII-37
第六节 试验记录的整理方法	XII-37
1 求积法	XII-37
2 纵座标法	XII-37
3 峰值法	XII-39
4 变量曲线及其应用	XII-40
参考文献	XII-41

第十七章 农业技术资料

第一节 土壤与耕作	XIII-1
1 中国土壤分布区域	XIII-1
2 土壤母质的种类	XIII-2
3 土壤的组成	XIII-2
4 土壤的机械组成	XIII-2
5 土壤结构	XIII-4
6 土壤水	XIII-5
7 土壤的物理机械性状	XIII-7
8 北方旱作地区耕作法	XIII-17
9 南方水稻地区耕作法	XIII-19
10 东北地区翻作耕作法	XIII-22

11 黄河中游黄土地区坡地治理耕作法	XII-23
第二节 肥料	XII-28
1 肥料的分类	XII-28
2 植物体生长所需要的元素	XII-29
3 农作物缺肥的一般特征	XII-29
4 施肥技术	XII-30
5 农家肥料	XII-30
6 化学肥料	XII-34
7 細菌肥料	XII-42
8 顆粒肥料	XII-43
9 各种肥料混用及作物需肥量	XII-43
第三节 作物	XII-44
1 我国主要作物的輪作方式	XII-44
2 我国主要作物的栽培措施	XII-51
3 作物物理机械性状	XII-60
4 农作物生产农事季节	XII-127
第四节 植物保护用农药	XII-157
1 农药的使用形态	XII-157
2 农药的分类	XII-157
3 农药的施用方法	XII-158
4 常用的几种植物保护用农药及其混合使用法	XII-160
5 数种农药对各种金屬的腐蝕程度	XII-168
参考文献	XII-170

附 录

一 农业机械随車附带工具	附-1
1 扳手	附-1
2 螺絲刀	附-4
3 扁鑿	附-4
4 錘	附-4
5 打眼錐	附-4
6 平口鉗	附-4
7 油壺	附-4
8 油枪	附-4
二 机器标牌	附-6
三 燃料	附-8
1 固体燃料	附-8
2 液体燃料	附-10
3 气体燃料	附-11
四 潤滑油及潤滑脂	附-13
五 拖拉机的工作装置	附-15
1 动力輸出軸	附-15
2 皮帶輪	附-15
3 农用拖拉机的牽引装置	附-16
4 国外几种拖拉机的动力輸出軸, 牽引点, 皮帶輪的数据	附-1

第十六章 农业机械試驗研究用仪器

在这一章中叙述的是农业机械試驗中、科学研究中专用的主要仪器及测量方法，其中尚有某些仪器未介绍。本章主要参考了全苏农业机械科学研究所

(ВИСХОМ) 仪器研究室根据多年来的研究成就编写成的《农业机械动力测量及仪器》一书。目前我国已经制造某些专用仪器，有的还正在研究試制。

第一节 测量仪器的感受元件

测量仪器由下面几个相互作用的元件组成：感受元件；传递元件和指示或记录元件。

这里只介绍常用的一些测量仪器中的感受元件，按原理可分为机械式、液压式和电器式三种。

1. 机械式感受元件

在机械式测力仪中最常用的感受元件为测力弹簧。

螺旋弹簧

圆柱螺旋弹簧的变形与刚度

d ——弹簧钢丝直径；

D ——弹簧平均直径；

G ——弹簧材料的剪切弹性系数；

$[\tau]_M$ ——弹簧材料剪切许用应力；

n ——弹簧的有效圈数 $n = \frac{L}{S}$ 。弹簧的最大负荷，弹簧的变形及弹簧刚度，除和 D 、 G 、 $[\tau]_M$ 、 n 有关外，还和弹簧钢丝的截面形状有关。求这些参数的公式见表16-1。系数 α 、 β 可从表2中求出。

螺旋弹簧的振动。在仪器中作为感受元件的弹簧，在动力测量中应当考虑到它的自振频率，因为这会影响整个仪器的自振频率，因此在设计感受元件的弹簧时，要考虑到弹簧的刚度 C ，因为弹簧的刚度和弹簧的质量决定了自振频率。

螺旋弹簧的振动频率为

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{M + \frac{m}{3}}}$$



图 16-2.

表16-1 弹簧的最大负荷，变形及刚度

螺旋弹簧的截面	最大负荷 F_{max} (公斤)	弹簧变形 f (厘米)	弹簧刚度 $C = \frac{P}{f}$ (公斤/厘米)
	$\frac{\pi d^3}{8D} [\tau]_M$	$\frac{8PD^3}{Gd^4} n$	$\frac{Gd^4}{8D^3n}$
	$0.416 \frac{a^3}{D} [\tau]_M$	$5.6 \frac{PD^3}{Gh^4} n$	$\frac{Gh^4}{5.6D^3n}$
	$\frac{2\alpha b^3}{D} [\tau]_M$	$\beta \frac{PD^3}{Gh^4} n$	$\frac{Gh^4}{\beta D^3n}$

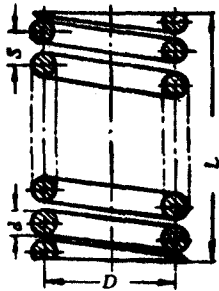


图16-1 螺旋弹簧。

表16-2 α、β系数

b/h	1	1.5	2	3	4
α	0.208	0.346	0.493	0.801	1.150
β	5.6	2.67	1.71	0.995	0.698

式中 C ——弹簧的刚度(可由表 16-1 中的公式求得);

M ——弹簧一端重物的质量;

m ——弹簧自身质量。

板 弹 簧

板弹簧是常用的一种将力和振动转换成变形的感受元件。例如在电阻丝扭矩仪中, 农机重量及重心测量弹簧秤中以及另一些振动仪中的感受元件, 都是用板弹簧制作的。板弹簧的最大载荷、弹簧变形及弹簧刚度可按表 16-3 中的公式求出。

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{M + 0.5m}}$$



图 16-3

式中 M ——板弹簧上的重物的质量;

m ——弹簧自身质量;

C ——弹簧刚度(见表 16-3)。

柱 状 弹 簧

常用的柱状弹簧是实心圆截面或管状截面的金属棒。这种弹簧的刚度较大, 当承受拉力、压力或扭矩时变形都很小, 常与电变换器一同使用, 以便将其微小的变形经过电变换器放大。

受拉受压的柱状弹簧的变形 f 可由下式决定:

表 16-3

板 弹 簧 种 类	最大负荷 P_{max} (公斤)	弹簧变形 f (厘米)	弹簧刚度 $C = \frac{P}{f}$ (公斤/厘米)
	$\frac{bh^2}{6l} [\sigma]$	$\frac{4Pl^3}{bh^3E}$	$\frac{bh^3E}{4l^3}$
	$\frac{bh^2}{6l} [\sigma]$	$\frac{6Pl^3}{bh^3E}$	$\frac{bh^3E}{6l^3}$
	$\frac{2bh^2}{3l} [\sigma]$	$\frac{Pl^3}{4bh^3E}$	$\frac{4bh^3E}{l^3}$
	$\frac{8}{9} \frac{bh^2}{l} [\sigma]$	$\frac{Pl^3}{91.5bh^3E}$	$\frac{91.5bh^3E}{l^3}$

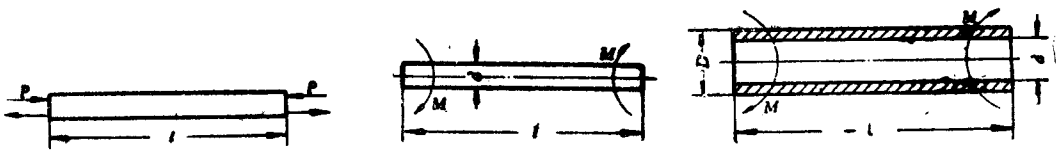


图16-4 柱状弹簧。

$$f = \frac{Pl}{EF}$$

式中 f —— 弹簧变形 (拉伸或压缩);
 P —— 弹簧所受的力;
 F —— 弹簧截面积;
 l —— 弹簧的长度;
 E —— 弹簧材料的拉压弹性系数。

在扭矩作用下, 柱状弹簧的变形 (扭角) φ 由下式求得:

$$\varphi = \frac{32Ml}{G\pi d^4}$$

式中 M —— 被测扭矩;
 φ —— 柱杆的总扭角;
 d —— 柱状弹簧直径;
 l —— 柱状弹簧长度。

管状弹簧的扭角 φ 可由上式求出, 只是将 $d^4 - D^4$ 代替上式的 d^4 。 D 为管的外径, d 为管的内径。

2. 液压感受元件

U形压力管

U形压力管是将拉力或压力通过液体压力的变化转化为U形压力管包角的变化; 亦即利用U形压力管一端的位移, 带动记录笔或指示针记录并指示出液体

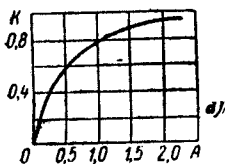
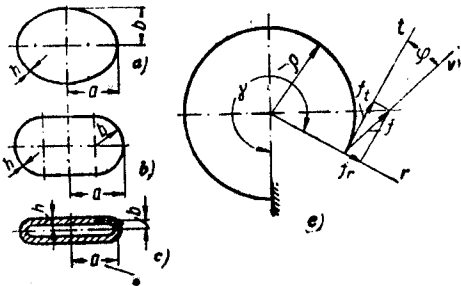


图16-5 U形压力管的参数。

压力的变化。

压力管使用的压力一般在0.5~10.000公斤/厘米²的范围内。在250~300公斤/厘米²以下的压力, 通常用各种铜合金制造的压力管, 压力高于这一数值时用钢质的压力管。

U形压力管可分成两类; 薄壁压力管和厚壁压力管。

薄壁压力管。薄壁压力管的壁厚 $h < 0.6b$ (b 为压力管截面短轴的二分之一) 截面形状见图16-5上的 a 、 b 。

薄壁压力管相对包角的变化与内部压力的关系由下式计算。

$$\frac{\Delta\gamma}{\gamma} = p \cdot \frac{1-\mu^2}{E} \cdot \frac{\rho^2}{bh} \left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right) \frac{\alpha}{\beta A}$$

式中 $\Delta\gamma$ —— 压力管的包角变化;

γ —— 压力管的包角;

p —— 压力管所受压力;

μ —— 压力管材料的泊桑比 (钢与黄铜为0.3);

E —— 压力管材料的弹性系数;

ρ —— 压力管半径;

b —— 压力管截面短轴的二分之一;

a —— 压力管截面长轴的二分之一;

h —— 压力管壁厚;

α —— 由 $\frac{a}{b}$ 值查表 16-6 所得的系数;

β —— 由 $\frac{a}{b}$ 值查表 16-6 所得的系数;

$$A = \frac{p \cdot h}{a^2}$$

在表 16-4 中根据 $\frac{a}{b}$ 值查 α 、 β 系数。

厚壁压力管。厚壁压力管的截面形状见图16-5上的 c 图厚壁压力管的相对包角与压力的关系如下式:

$$\frac{\Delta\gamma}{\gamma} = p \frac{1-\mu^2}{E} \cdot \frac{\rho^2}{bh} \cdot \frac{1-K}{\frac{h^2}{12b^2} + K}$$

式中各符号见图 16-5 上的 c 和薄壁压力管公式。系数 K 可由图 16-5 上 d 图的曲线根据 $A = \frac{ph}{a^2}$ 值查

表16-4 計算压力管的系数 α 、 β

管的形状	系数	管的 $\frac{a}{b}$ 比值系数											
		1	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∞
精圓	α	0.750	0.636	0.566	0.493	0.452	0.430	0.416	0.406	0.400	0.395	0.390	0.368
	β	0.083	0.062	0.053	0.045	0.044	0.043	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
卵形	α	0.637	0.594	0.548	0.480	0.437	0.408	0.388	0.372	0.360	0.350	0.343	0.267
	β	0.096	0.110	0.115	0.121	0.121	0.121	0.121	0.120	0.119	0.119	0.118	0.114

得。

U形压力管端点的位移，一般都是用压力管端点的位移。但端点的位移既非純粹切向，又非純粹法向，位移是沿 f 方向（见图 16-5 上的 c 图）。 f 与切向 t 的夹角为 φ 。 φ 可以根据压力管的包角 γ 計算出，公式如下：

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{\gamma - \sin \gamma}{\sqrt{(\gamma - \sin \gamma)^2 + (1 - \cos \gamma)^2}}$$

端点在法向方向的位移为。

$$f_n = \frac{\Delta \gamma}{\gamma} \rho (1 - \cos \gamma)$$

端点在切向方向的位移为。

$$f_t = \frac{\Delta \gamma}{\gamma} \rho (\gamma - \sin \gamma)$$

彈性压力室 彈性压力室也是常用的一种液压感受元件。其位移比較大，可以不用傳动装置直接带动记录笔移动。彈性压力室的弯形一般可达 8~10 毫米，多用在 0.1~5 公斤/厘米² 的压力范围内。

$$m = \frac{R}{R_B}; \quad k = \frac{R_H}{R_B}$$

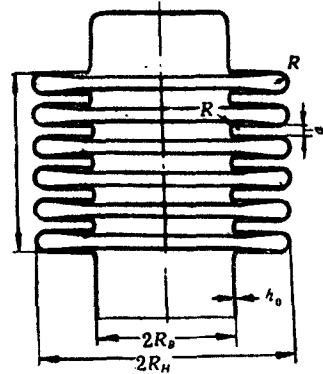


图16-6 彈性压力室：

R —折层圓角； R_B —压力室內半徑（毫米）； R_H —压力室外半徑（毫米）； L —压力室高度（毫米）； h_0 —压力室壁厚（毫米）； n_1 —折层总数； n — $n_1 - 1$ 有效折层数； a —折层間隙（毫米）。

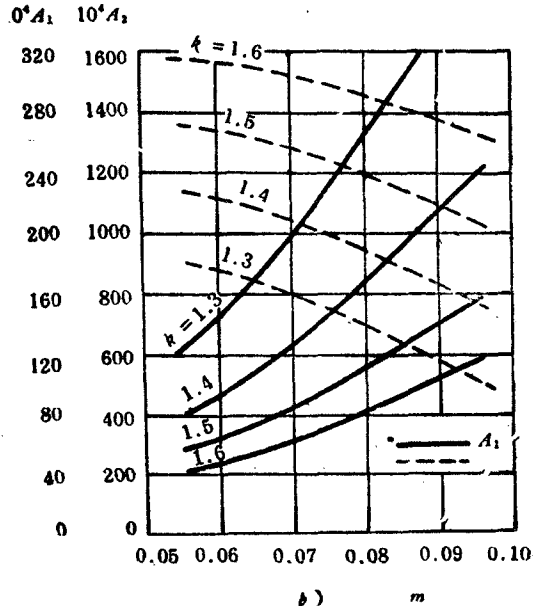
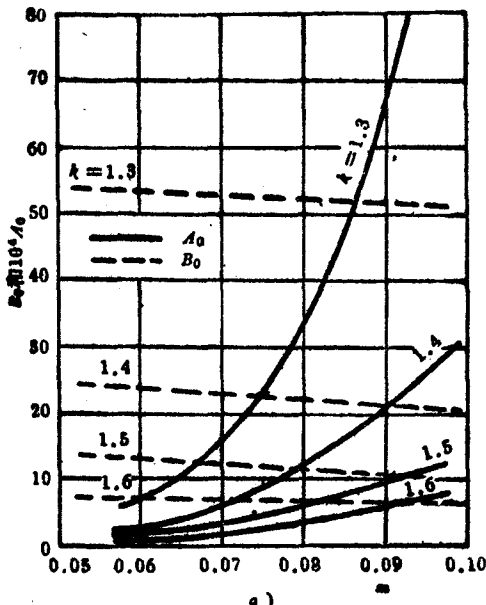


图 16-7

$$\alpha = \frac{m(2n_1 - 1) - \frac{L}{2R_n}}{(K - 1 - 2m)(n_1 - 1)}$$

由 m 与 k 从图16-7 a 和图16-7 b 曲线中查得 A_0 、

B_0 、 A_1 、 A_2 代入下式求出弹性压力室的变形 λ 。

$$\lambda = p \frac{1 - \mu^2}{Eh_0} \cdot \frac{n}{A_0 - \alpha A_1 + \alpha^2 A_2 + B_0 \frac{h_0^2}{R_n^2}}$$

式中 λ —— 压力室变形;

p —— 压力室压力;

E —— 压力室材料的弹性模数;

μ —— 压力室材料的泊桑比。

由这一式子求出 $\lambda-p$ 的关系。当压力室压缩到 $\lambda = na$ 时, $\lambda-p$ 不再是直线关系。

3. 电变换器

电变换器一般是指将机械量转换为电量的转换元件。电变换器的惯性很小, 能测量高频率的机械量, 其尺寸较小, 有的可以直接贴在被测零件的表面上, 可节省地方。

电阻丝变换器

电阻丝变换器是电变换器中最常用的一种 (见图16-8)。

电阻丝变换器是根据电阻丝变形与电阻变化量成比例的原理, 由电阻丝绕成一定形状, 粘贴在薄纸片中制成的。使用时将电阻丝片贴在仪器中弹性感受元件上或直接贴在被测的零件上, 测量电流的变化量即可测量得机械量的变化。在拉力仪、扭

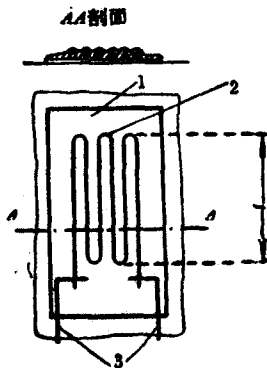


图16-8 电阻丝变换器:
1—粘电阻丝的纸片;
2—电阻丝; 3—电阻丝引出线。

矩仪, 以及振动仪中, 都普遍地使用着电阻丝变换器。

电阻丝的直径一般为0.02~0.05毫米, 康铜是电阻丝最常用的材料, 其次还用镍铬合金, 锰镍铜合金 (见表16-5)。

电阻丝的灵敏系数 k 等于单位电阻变化与相对伸长之比。

$$k = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{\frac{\Delta l}{l}}$$

k 值一般在2左右, 对于钢质零件 $\frac{\Delta l}{l}$ 不超过 2.5×10^{-3} , 故 $\frac{\Delta R}{R} = k \frac{\Delta l}{l}$ 不应超过 5×10^{-3} , 即0.5%。这样, 千分之几的电阻变化在用细电阻丝变换器时, 电流变化量就更小, 所以必需接入电子放大器。采用0.05毫米的粗电阻丝变换器时, 可以直接接入MIO-2型电磁示波器, 不必再放大电流。

常用的电阻丝变换器的基础长度为2~30毫米, 电阻值为100~200欧姆, 基础较小的电阻丝片的性能较差, 一般不用。

电阻丝片的粘剂常用的是赛璐珞胶, 这种胶是由15份重量的赛璐珞与100份纯丙酮合成溶液制成。

电阻丝变换器的优点主要是质量小、惯性小、尺寸小, 可以直接贴在零件上。

电阻变换器易受温度的影响, 使用时, 需要用温度补偿法, 这种方法是在电桥上接入一片不变形的电阻丝片, 这一电阻丝片与工作的电阻丝片处在相同的温度之下。

电感变换器

电感变换器是将衔铁相对于铁心, 或铁心相对于线圈的位移转换为阻抗变化。一般可以分为两种, 一种是改变衔铁与铁心的间隙如图16-9 a、b所示, 另一种是改变铁心与线圈的相对位置, 如图c所示。

图16-9 b 比 c 的优点是灵敏度高一倍, 温差影响小。一般采用的气隙间隙为位移值的3~5倍, 常用

表16-5 电阻丝变换器常用的电阻丝特性

材 料	近似的成分(%)	灵敏度系数 $k = \frac{4R/\Delta R}{\Delta l/l}$	电阻系数 ρ [欧毫米 ² /米]	温度系数 α
康铜	60Cu; 40Ni	2.0~2.2	0.47~0.51	0.04×10^{-3}
镍铬合金	80Ni; 20Cr	2.1~2.3	0.9~1.1	0.17×10^{-3}
锰镍铜合金	84Cu; 12Mn; 4Ni	0.42~0.5	0.42	0.01×10^{-3}

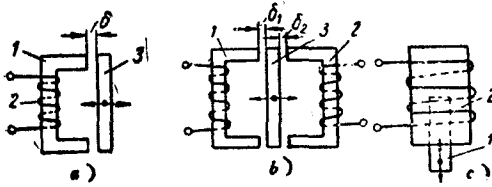


图16-9 几种电感变换器:

a): 1—鉄心; 2—綫圈; 3—銜鉄。b): 1—鉄心; 2—鉄心; 3—銜鉄。c): 1—鉄心; 2—綫圈。

的間隙在 0.025~0.2 毫米之間。

图16-9 c) 的优点是适用于較大的位移。

电感变换器在測量低頻率
的参数时, 可直接接入电流表
或电子示波器, 不必經過电子放大器。在做动力測量

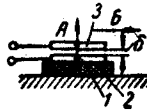


图16-10 电容变换器。

时, 供电頻率应为被測值頻率的 8~10 倍。

电容变换器

根据金属板間的气隙变化与电容的关系: $c = \frac{\epsilon F}{\delta}$ 制成了电容变换器, 式中 c 为电容, ϵ 为金属板之間介质的介电常数, F 为每金属板的面积。

一般金属板之間的气隙很小, 在 0.03~0.05 毫米之間。間隙小的电容变换器灵敏度高。

在这样小的气隙中常放入薄云母片, 可以提高击穿电压值; 同时, 还可以使 c 与 δ 的关系接近直綫关系。

电容变换器常用于高频电路中, 需要經過电子放大器放大。

第二节 应力測量

在农业机械科学研究中, 如在以下几个方面中, 例如: 确定农业机械与土壤、农业机械与作物之間的作用力; 农业机械的动力、拖拉机与农业机械之間的作用力; 确定复杂结构的各部分的应力分布以及研究重要零件的合理形状等都要用到应力測量及其分析法。

这种应变仪适用于測量靜变形, 測量时用各种夹持附件将其夹在被測物体上, 基础长度 l 便通过夹持附件加长。

2 用电阻絲变换器測量应力

1 机械式应变仪

应力測量的普遍形式

图16~11是常用的一种杠杆式应变仪。基础 l 一般为 20 毫米, 变形 Δl 經過机械杠杆的放大, 由指针讀出数值。

应力測量最普遍的形式是求主应力的方向、大小和正負号(拉或压)。表16-6是在几种不同条件下求算主应变的公式。

$$\text{放大倍数} = \frac{B \times H}{A \times D}$$

单向应力状态, 当主应变 ϵ_1 方向已知时, 貼电阻絲变换器的方法是把电阻絲变换器的軸綫与最大主应变 ϵ_1 的方向一致, 主应变 ϵ_1 及 ϵ_2 可由表 6 中的公式求得。

放大倍数在 300~1200 之間。

平面应力状态, 当主应变的方向已知时, 将两个电阻絲变换器按主应变的方向相互垂直的貼着。

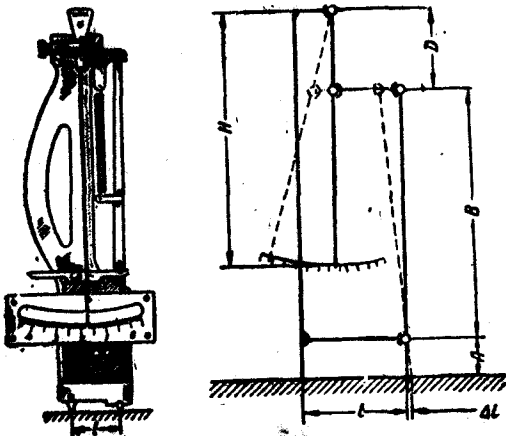


图16-11 杠杆式应变仪。

平面应力状态时如主应变的方向还不知道, 这时可用两种基本方法求算, 一种是用三个互成 45° 角的变换器, 一种是三个互成 60° 角的变换器。

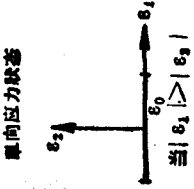
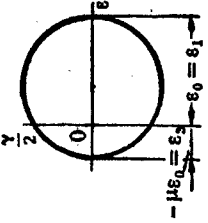
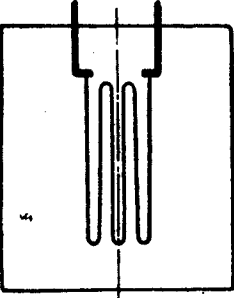
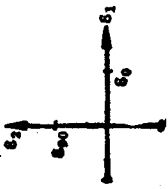
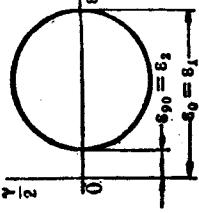
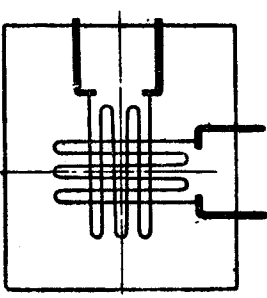
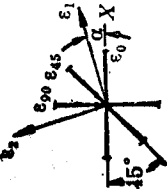
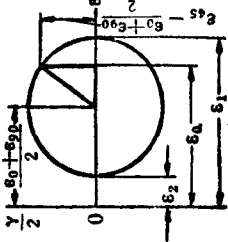
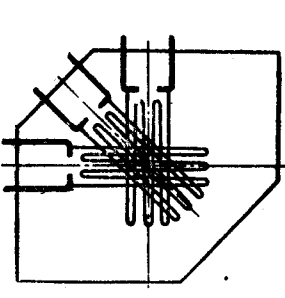
$\epsilon_0, \epsilon_{45}, \epsilon_{90}$ 在图中表示变换器的軸綫方向, 在公式中則表示变换器的应变大小的数值。

主应变的方向与 x 軸的夹角为 α , 可用公式求得。

这里介紹的都是些常用的方式, 在实际的应力測量中将会采用更多的方法。

主应力 σ_1 与 σ_2 可由主应变 ϵ_1 及 ϵ_2 求得:

表16-6 主应变 ϵ_1 及 ϵ_2 的大小及方向

应力状态的类型及 应变仪排列方式	主应变 方向	计算 公式	莫尔圆的绘制	电阻片的位置
1) 单向应力状态  单向应力状态 当 $ \epsilon_1 > \epsilon_2 $	已知	$\epsilon_1 = \epsilon_0$ $\epsilon_2 = -\mu \epsilon_0$		
2) 平面应力状态  平面应力状态	已知	$\epsilon_{1,2} = \epsilon_0$ $\epsilon_2 = \epsilon_{90}$		
3) 平面应力状态  平面应力状态	未知	$\epsilon_{1,2} = \frac{\epsilon_0 + \epsilon_{90}}{2}$ $\pm \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\epsilon_0 - \epsilon_{45})^2 + (\epsilon_{45} - \epsilon_{90})^2}$ $\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2\epsilon_{45} - \epsilon_0 - \epsilon_{90}}{\epsilon_0 - \epsilon_{90}}$		

(續)

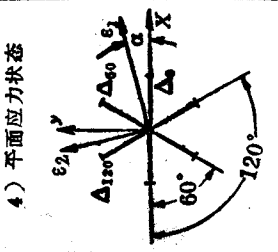
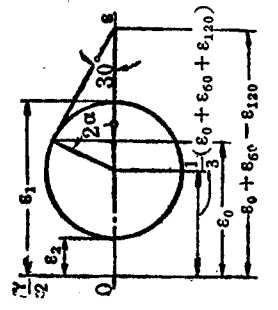
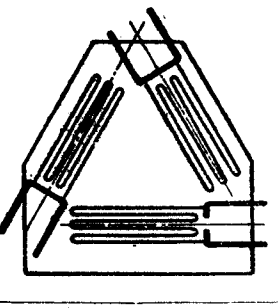
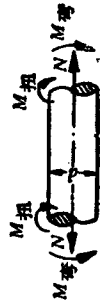
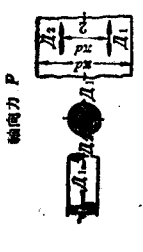
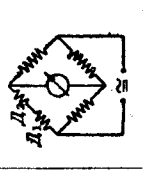
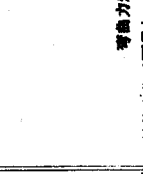
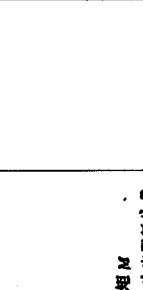
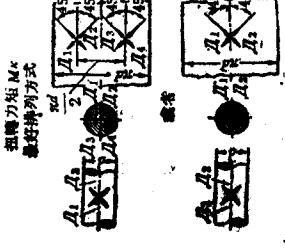
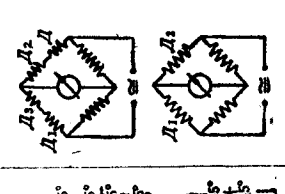
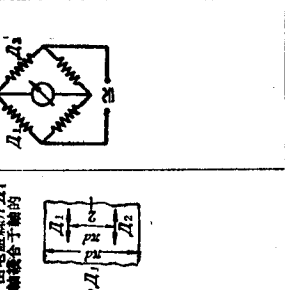
<p>应力状态的类型及 变形仪排列方式</p> 	<p>主应力方向</p> <p>未知</p>	<p>计算公式</p> $\epsilon_{1,2} = \frac{\epsilon_0 + \epsilon_{60} + \epsilon_{120}}{3} \pm \frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt{(\epsilon_0 - \epsilon_{60})^2 + (\epsilon_0 - \epsilon_{120})^2 + (\epsilon_{60} - \epsilon_{120})^2}$ $\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{\sqrt{2}(\epsilon_{60} - \epsilon_{120})}{2\epsilon_0 - \epsilon_{60} - \epsilon_{120}}$	<p>莫尔圆的绘制</p> 	<p>电阻片的位置</p> 
---	------------------------	---	---	---

表 16-7



<p>被确定的载荷及 电阻丝片排列方式</p>	<p>电阻丝片接入 电桥的方式</p>	<p>待求载荷 引起的应力</p>	<p>计算公式</p>	<p>被确定的载荷及 电阻丝片排列方式</p>	<p>电阻丝片接入 电桥的方式</p>	<p>待求载荷 引起的应力</p>	<p>计算公式</p>
<p>轴向力 P</p> 		$\sigma = \sigma'$	$P = \frac{\pi d^2}{4} \sigma$	<p>弯曲力矩 M</p> <p>被确定的平面已知, 由电阻丝片 A1 及 A2 在桥臂使其纵轴垂直于轴的弯曲平面</p> 		$\sigma = \frac{\sigma'}{2}$	$M_{\text{测}} = 0.1 d^3 \sigma$
<p>扭转力矩 Mx</p> <p>最好排列方式</p> 		$\tau = \frac{\sigma'}{2(1+\mu)}$	$M_{\text{测}} = 0.2 d^3 \tau$	<p>被确定的载荷及 电阻丝片排列方式</p>		$\sigma = \frac{\sigma'}{2}$	$M_{\text{测}} = 0.1 d^3 \sigma$

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\mu^2} (\epsilon_1 + \mu \epsilon_2)$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1-\mu^2} (\epsilon_2 + \mu \epsilon_1)$$

在单向应力状态下

$$\sigma_1 = E\epsilon_1, \sigma_2 = 0$$

式中 E 为试件材料的弹性模数, μ 为泊桑比。

圆柱体上的应力测量

由于圆截面柱状弹簧表面上的应力分布, 在受拉、压、扭、弯时是已知的, 所以常把电阻丝变换器贴在圆截面柱状弹簧上进行测力。

最基本的贴的方法见表16-7。

表中 A_1, A_2, A_3, A_4 ——工作电阻丝片;

σ' ——条件应力, 即根据单向应力状态所绘制的校准曲线将仪器上的读数换算而求出的应力;

σ, τ ——真实应力, 载荷在贴电阻丝片处引起的应力;

d ——轴的直径。

当轴的弯曲平面未知时, 则采用图 16-12 所示的贴电阻丝片方法, 接线仍按表16-7中弯曲力矩一栏中的方法。

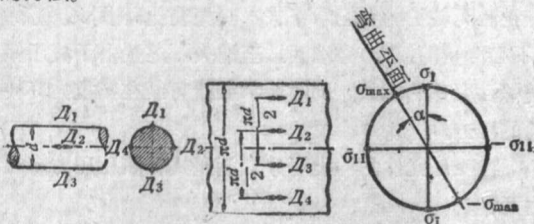


图 16-12

此时最大弯曲应力为

$$\sigma_{max} = \pm \sqrt{\sigma_I^2 + \sigma_{II}^2}$$

弯曲平面与 σ_I 面的夹角 α 由下式求得

$$\text{tg } \alpha = \frac{\sigma_{II}}{\sigma_I}, \quad (|\sigma_I| > |\sigma_{II}|)$$

3 用偏振光法测量应力

利用某些塑料模型在应力变形作用下, 具有光学各向异性性质来测量应力的方法叫作偏振光法。光学上的各向异性的程度与应力成直线关系。用偏振光通过与实物相似的塑料模型即可得出应力分布照片。

利用此法可以求得零件上任何一点主应力的方向

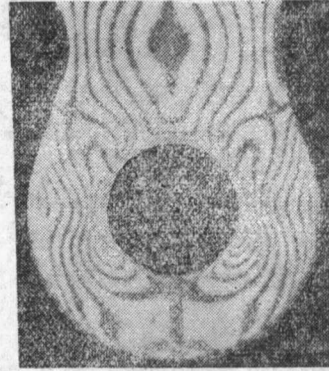


图 16-13

和方向。这一方法常用来求应力集中系数; 用实验方法求出具有合理的应力分布状态的零件结构; 或是对机器零件应力状态的已有解析算法进行核对, 或建立新的算法。

4 用脆膜法测量应力

脆膜法是在试件表面上涂上或用喷枪喷上一层厚 0.08~0.13 毫米的涂层, 通常是用树脂精制生成物溶于二硫化碳的溶液作为涂料, 当试件变形时, 这层涂层就发生裂纹, 裂纹发生的次序及分布情况就表示了试件表面的应力分布状态。

用此法可以求得试件表面主应力的方向和大小, 因为裂纹是垂直于大变形而排列的, 裂纹的密度表示了主应力的方向, 这类可用相同条件下做好的标准钢尺进行比较。

这种涂料测量应变 ϵ 的范围处在 0.0003~0.0025 内(也就是钢的应力在 600~5000 公斤/厘米² 范围内)。

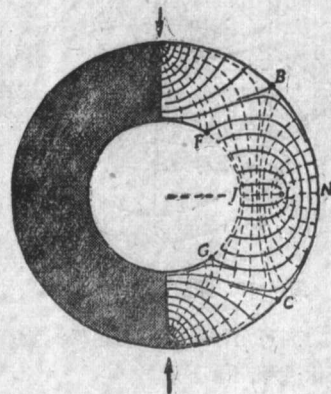


图 16-14

第三节 动力测量

农业机械的动力测量是测定作用在农业机械上、各部件之间及零件上的拉力、压力、扭矩、振动力等。根据这些参数以及时间、行程距离记录、转速等的测量结果可以进一步计算出农业机械的功率、效率。进行农业机械动力测量工作在研究农业机械设计理论、结构、制造和使用等方面是十分必要的。

1 拉力、压力的测量

拉力仪按记录情况的不同可分为读数的(拉力表)和在一定时间内自动记录的(拉力仪)两种。由惯性来分类可分为惯性大的和惯性小的两种。惯性大的拉力仪,如螺旋弹簧式或椭圆弹簧式的(弹簧的变形大致为5~60毫米)拉力仪;以及液压式的拉力仪和压力仪。虽然活塞的行程不大,但液压系统具有弹性变形,所以属于大惯性的一种。惯性小的拉力仪如用刚度很大的板弹簧制成的拉力仪(变形常在1毫米之内),以及用各种电变换器作成的拉力仪。

惯性大的拉力、压力仪用来测定频率为每秒10次以下的可变力。惯性小的拉力仪可测量频率达数百次的可变力。

机械弹簧式拉力仪

拉力表 图16-15为椭圆板弹簧拉力表。利用椭圆板弹簧的变形带动扇形齿板和齿轮,使指针旋转270°。

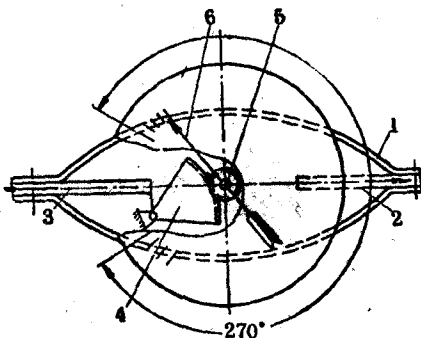


图16-15 椭圆板弹簧拉力表。

这种拉力表可用作牵引力的粗略测量,不能将力随时间的变化过程记录下来。

螺旋弹簧式自动记录拉力仪 螺旋弹簧式自动记录拉力仪的原理如图16-16所示。受拉力时,测力弹

簧变形。弹簧的一端带有记录笔,将拉力记录在纸带上,卷纸带的圆筒是由发条齿机构带动的。纸带的速度在3毫米/秒左右。这种拉力仪有3%或更大的误差。最大测力范围为500~5000公斤。

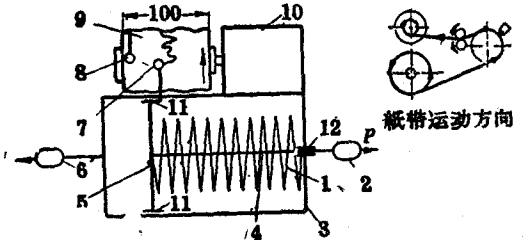


图16-16 拉力仪示意图:

- 1—测力弹簧; 2—拉环; 3—测力仪外壳; 4—拉杆;
- 5—移动圆塞; 6—拉环; 7—记录笔; 8—零线记录笔;
- 9—记录纸带; 10—发条机构; 11—导向部分;
- 12—导向部分。

液压式拉力、压力仪

在农业机械试验中常采用液压式拉力仪,因为它比弹簧式拉力仪有很多优点,例如它可以把主要的,变化时间较长的力记录下来,而把变化时间较短的(不必测量的振动)力削弱以至消失,这是由于液压系统弹性变形的缘故。同时记录装置可装在离拉力环较远的地方。

按受压元件的种类可分为活塞式和液压压力室拉力两种。

活塞式液压拉力环 活塞式液压拉力环,见图16-17;有反向装置的活塞式液压拉力环,见图16-18;液压室拉力环,见图16-19。

不同大小的拉力环的基本尺寸见表16-8。

液压压力室 测压力时所用的液压压力室如图16-20所示。

不同大小的液压测力仪的液压室的尺寸见表16-9。

ВИСХОМ、B型液压拉力仪 其工作原理如下,液压拉力环受力后,通过油管将油的压力传给U形压力管。压力管的张开角度随液体压力的大小而变,这时尖端便带动杠杆和记录笔,把力的数值记录在纸带上。

这种仪器可以比较精确地记录各种农业机械的牵引阻力的变化过程;可使用表16-8所列的1500、3000、

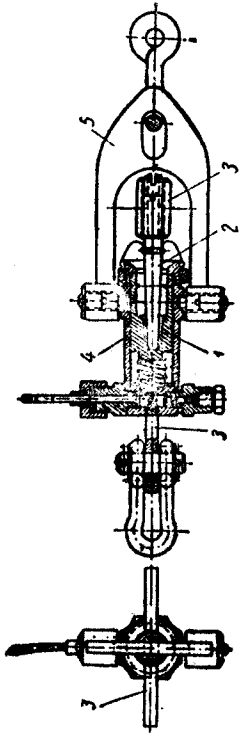


图16-18 有反向装置的活塞式液压拉力环：
1—油缸活塞；2—反向拉环压杆；3—反向拉环；
4—油缸；5—拉环。

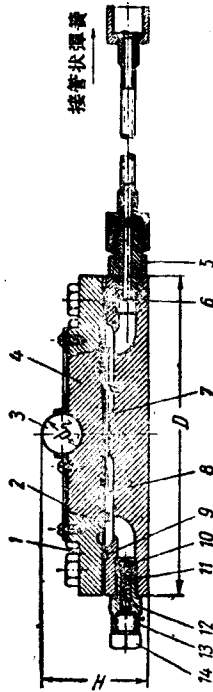


图16-19 活塞式液压拉力环。
1—盖子；2—鹿皮环；3—承压圆球；4—活塞；5—油管接头；
6—外壳；7—限制板；8—钢片隔膜板；9—纸垫；10—有孔螺
钉；11—弹簧；12—小球；13—油阀；14—柱塞。

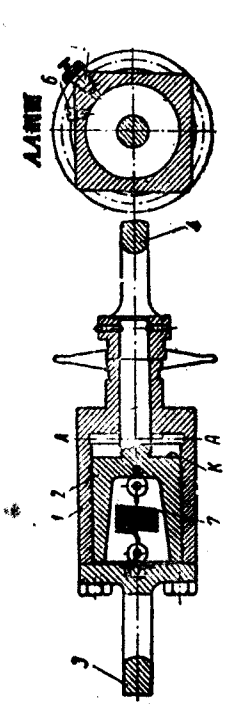


图16-17 活塞式液压拉力环：
1—液缸；2—活塞；3—液缸拉环；4—活塞拉环；5—油管接头塞；6—放气
螺钉；7—弹簧(活塞反向移动时减少测力记录器上U形压力管恢复力用的)。

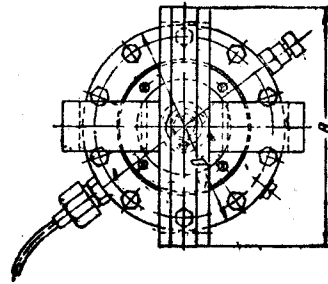


图16-20 薄片隔膜液压压力室。
1—盖子；2—鹿皮环；3—承压圆球；4—活塞；5—油管接头；
6—外壳；7—限制板；8—钢片隔膜板；9—纸垫；10—有孔螺
钉；11—弹簧；12—小球；13—油阀；14—柱塞。

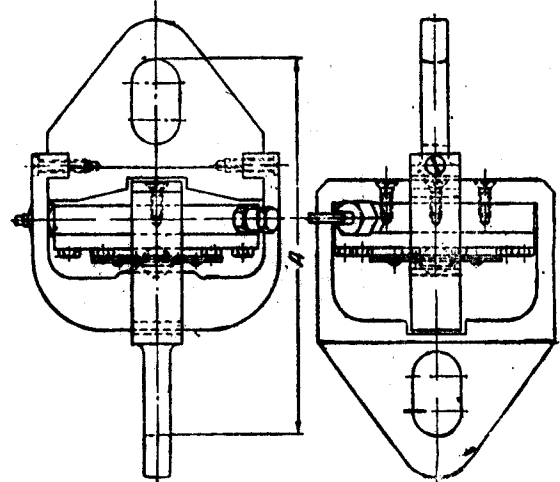


图16-19 液压拉力环。

表16-8 拉力环的基本尺寸 (毫米)

环No	拉力环的额定拉力(公斤)	A	B	液室 No	液室 D
1	1500	190	128	2	110
2	3000	224	150	3	125
3	6000	270	184	5	160

表16-9 ВИСХОМ液压测力仪液压室的尺寸

液室 No	液室直径 D (毫米)	活塞直径 d ₁ (毫米)	活塞面积 F (厘米 ²)	最大负荷 (公斤)	H (毫米)	小球直径 d ₂ (毫米)
1	100	39.8	12.4	1000	36	12
2	110	47.8	17.9	1600	36	12
3	125	62.8	31.0	3000	43.5	17
4	145	77.8	47.5	4500	48.5	17
5	160	89.8	63.0	6000	52	20
6	200	129.8	131.0	12000	55	20
7	235	159.8	198.0	20000	61	24

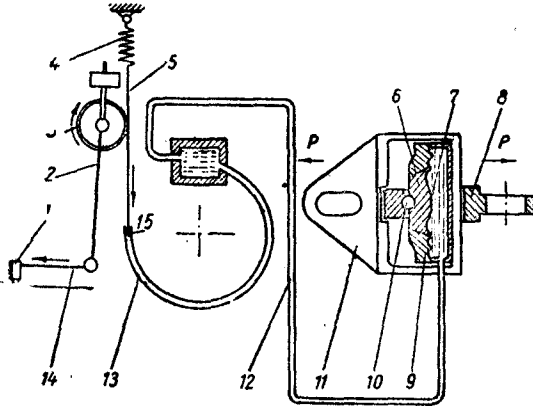


图16-21 液压拉力仪原理图:

- 1—记录笔；2—杠杆；3—滚轮；4—螺旋弹簧；
- 5—钢带；6—活塞；7—隔膜板；8—可逆拉环；
- 9—盖；10—小球；11—可逆环；12—油管；13—压力管；14—记录笔杆；15—压力管端点。

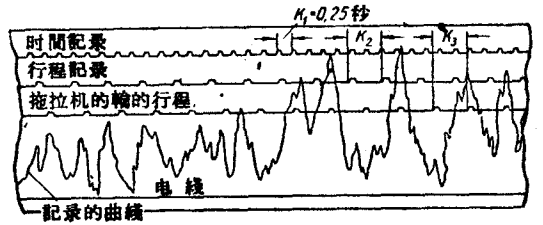


图16-22 液压拉力仪记录曲线图。

6000公斤三种拉力环。仪器上有五个记录头，分别记录拉力、零线、时间、拖拉机主动轮的转数以及专门的地轮的（可用自行车轮改装而成）行程距离。

图 16-23 是 B 型液压拉力仪记录器总图。

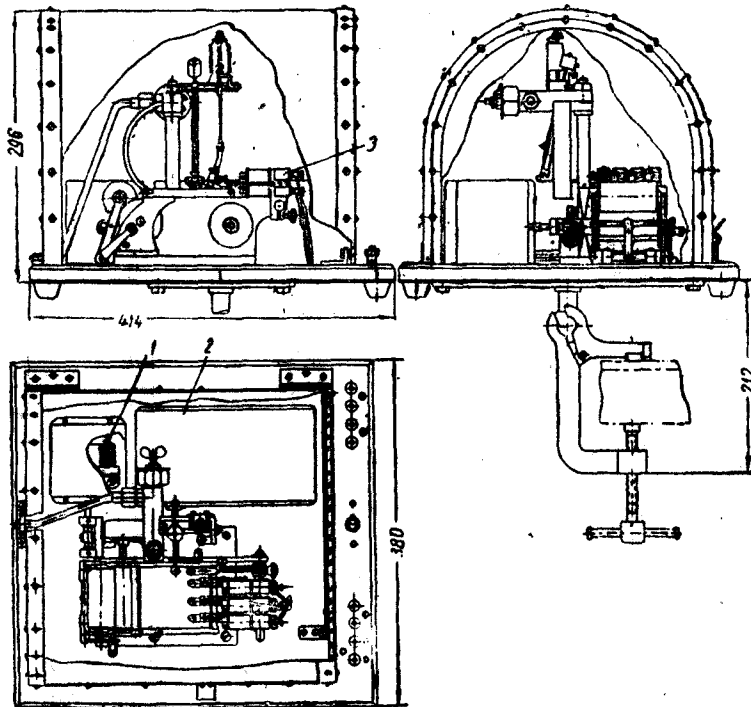


图16-23 B型液压拉力仪记录器总图:

- 1—直流串激电动机；2—电配时仪；3—电磁记号器。