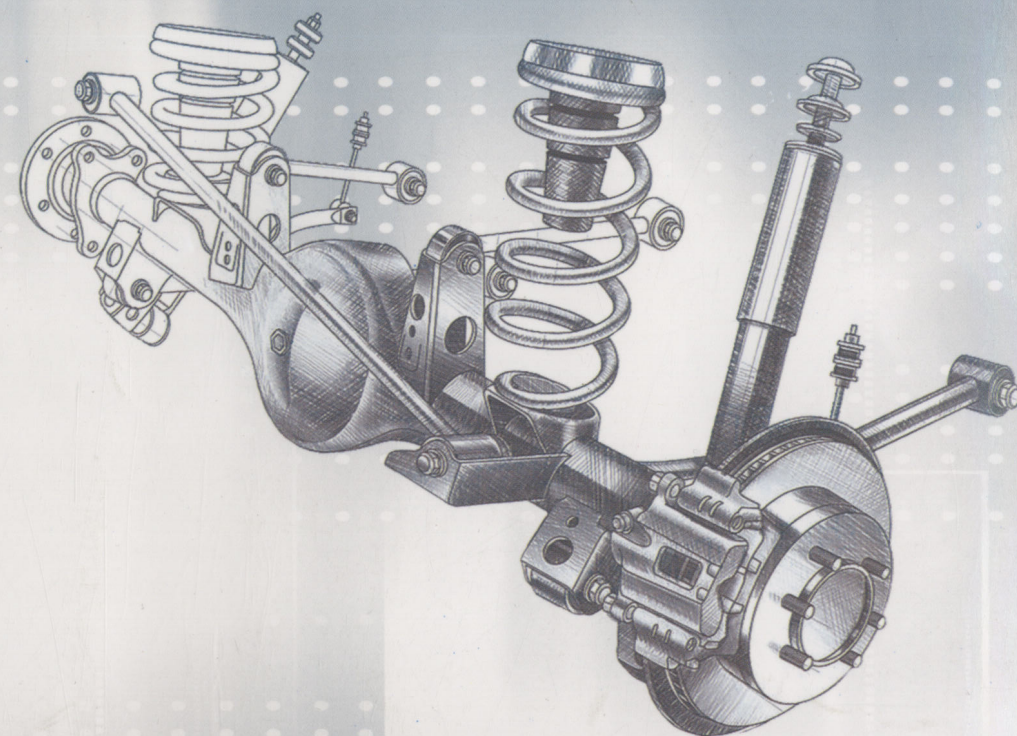




“机械学基础”综合训练图册

(第三版)

蒋秀珍 主编



科学出版社
www.sciencep.com

“机械学基础”综合训练图册

(第三版)

蒋秀珍 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本图册是“机械学基础”等课程的配套教材，主教材《机械学基础》（第二版）（蒋秀珍主编，科学出版社）为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本图册收集了机械仪器中的各种机构及应用举例。全册共分五篇：第一篇为课程设计题目；第二篇为仪器常用零、部件；第三篇为常用机构及装置；第四篇为极限与配合标准；第五篇为常用材料。附录编入课程设计指导书的有关内容及紧固件、轴承国家标准。

本图册全部采用最新的国家标准，并适度引入了科学前沿的最新成果，以启发学生的思路。

本图册可供高等院校非机械类专业的学生使用，也可供其他专业学生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

“机械学基础”综合训练图册/蒋秀珍主编. —3版. —北京:科学出版社, 2010.4

ISBN 978-7-03-026990-4

I. ①机… II. ①蒋… III. ①机械学—高等学校—机械参考资料 IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 042641 号

责任编辑:马长芳 孙明星/ 责任校对:张琪
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

盛通印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年1月第 一 版 开本:787×1092 1/8

2010年4月第 三 版 印张:16

2010年4月第一次印刷 字数:365 000

印数:11 201—14 700

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

《“机械学基础”综合训练图册》(第三版)是《机械学基础》(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)、《精密机械学基础》的配套教材,可供高等院校非机械类专业的学生在完成课程作业、课程设计,以及毕业设计时使用,也可供精密机械、仪器设计人员参考。

大作业是教学中的一个重要实践环节。为便于训练,本图册编入了常用的紧固件标准、极限与配合标准及材料标准。在附录中还编入了课程设计指导书的有关内容,为学生的设计提供指导。本图册全部采用最新的国家标准,并收集了课程所涉及的仪器零件和部件的各种结构及应用举例。为增加学生的结构知识,还选编了一些典型机构的结构图,供设计时参考。为了培养学生的创新能力,促进学生多角度思维能力的提高,我们将科研项目中的最新成果适度地引入到本图册中。

本图册融入了我们多年教学实践的心血和成果。在少学时的情况下,本图册强化的是学生的工程意识和设计能力。具备这种能力的电类学生,适应能力强,能满足当前社会对人才的需求,有利于学生的就业选择。

本图册由教育部仪器科学与技术教学指导委员会委员、哈尔滨工业大学蒋秀珍教授主编。参与本图册编写的有哈尔滨工业大学蒋秀珍、张晓光、周海、孙玉芹、马惠萍、赵熙萍、张也哈、王军,以及北京信息科技大学董明利。欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者

2009年12月

目 录

前言	
第一篇 课程设计题目	1
一、开锁器	1
二、QFB-200 气动遥控板	6
三、带式运输机的传动装置	9
四、机械式百分表	10
五、微动跳跃弹性开关动态特性测试仪	14
六、四维微调工作台	16
七、棱镜分光多波长高温计	19
八、立式测长仪	20
九、比色温度计	21
第二篇 仪器常用零、部件	22
一、联接	22
（一）螺钉联接、销钉联接、速拆联接、键联接、铆接、铸合	22
（二）圆形光学零件固定、平面镜固定、棱镜固定	28
（三）各种物镜、目镜	30
二、支承	31
（一）圆柱形支承、圆锥支承、球支承、顶尖支承、轴尖支承	31
（二）标准滚动轴承内、外圈固定结构	34
（三）标准滚动轴承组合结构	36
（四）非标准滚动支承、刀口支承	39
三、导轨	41
滑动摩擦导轨和滚动摩擦导轨	41
四、齿轮	43
（一）齿轮结构型式及尺寸	43
（二）减小齿轮回差结构	44
五、弹性元件	45
（一）圆柱形螺旋拉压、扭弹簧	45
（二）波纹管	47
（三）弹簧管	49
（四）膜片、膜盒	50
六、联轴器、离合器	51
第三篇 常用机构及装置	57
一、行星齿轮减速器	57
二、螺旋机构	58
三、间歇机构	62
（一）槽轮机构	62
（二）棘轮机构	63
四、杠杆机构	65
五、微动装置	68
六、锁紧装置	69
第四篇 极限与配合标准	71
一、尺寸公差与配合	71
（一）标准尺寸	71
（二）标准公差	71
（三）基本偏差	72
（四）国标规定的公差带与配合	73
（五）线性尺寸和角度尺寸未注（一般）公差值	83
二、几何公差	83
（一）几何公差的类型及几何特征符号	83
（二）几何公差的注出公差值	83
（三）几何公差的未注公差值	86
（四）几何公差值的选用规定	86
（五）几何公差图样标注示例	87
三、表面粗糙度	87
（一）表面粗糙度评定参数及其数值	87
（二）表面粗糙度的选用	88
四、螺纹公差	91
（一）普通螺纹	91
（二）光学仪器特种细牙螺纹	93
五、滚动轴承和孔、轴结合的公差与配合	94
六、圆柱齿轮精度	95
（一）圆柱齿轮精度	96
（二）小模数渐开线圆柱齿轮精度制（ $m_n < 1\text{mm}$ ）（GB2363—90）	98
七、普通平键和键槽公差	99
第五篇 常用材料	99
一、铸铁的种类、牌号及应用	99
二、碳素结构钢的种类、牌号及应用	100
三、合金钢的种类、牌号及应用	101
四、工具钢的牌号及应用	101
五、铜和铜合金	101
六、常用变形铝合金的牌号及应用	103
七、常用非金属材料的牌号及应用	103
附录 课程设计指导书	104
一、概述	104
二、仪器设计的基本程序	104
三、仪器结构设计的基本方法	106
四、图纸的规格	107
五、紧固件国家标准	108
六、滚动轴承尺寸及性能参数	119
参考文献	123

第一篇 课程设计题目

一、开锁器

用途

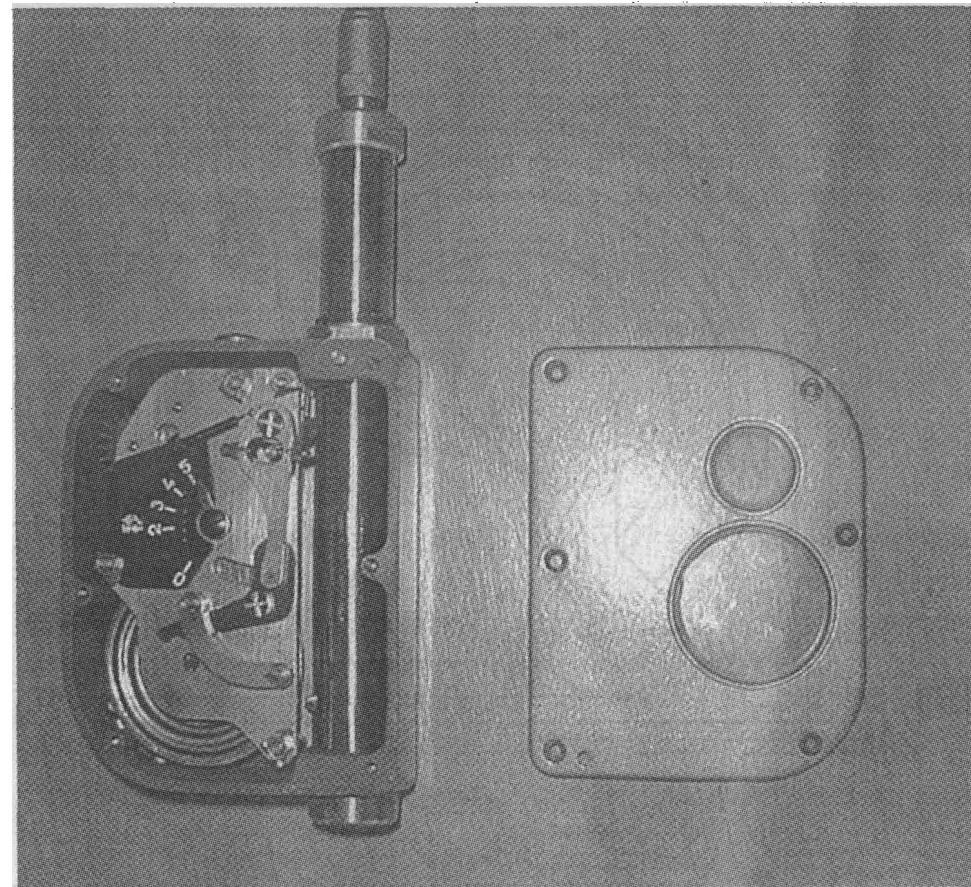
开锁器是一种机械式短时段延时机构。开锁器可应用于伞兵跳伞时自动延时开伞、空投物资的飞机驾驶员救生时的自动开伞、延时引爆等场合。开锁器还能根据实际需要,在指定的高度

工作原理

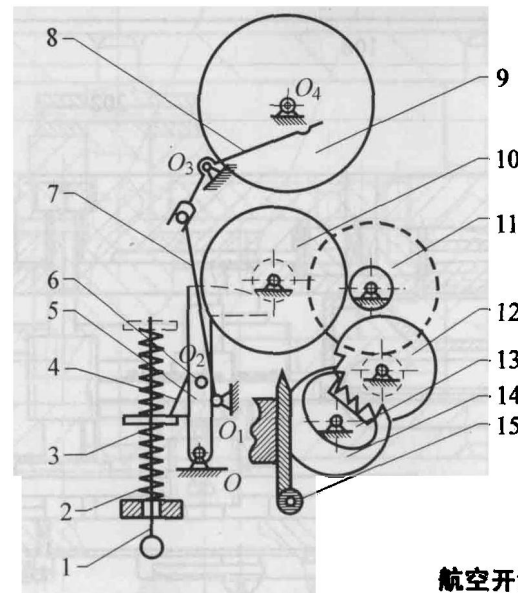
开锁器的传动原理如本页右侧所示:开锁器使用前,先将钢索1拉紧,使圆柱弹簧2压缩。弹簧的滑轮3被扇形齿轮5上的制动块4锁住。此时,机构由于止动软锁针15的阻挡而不能工作(阻止擒纵叉13和制动块4的摆动),并将钢索末端的环扣在需要开锁的对象(如降落伞)的锁针上。至此,开锁器做好了全部准备工作。若需要开锁器工作,可将止动软锁针拔出,由于弹簧恢复作用,机构开始工作:滑轮推动制动块,使扇形齿轮绕 O 点顺时针转动,通过三级升速齿轮传动将力矩传至擒纵轮组件12,擒纵轮组件12与擒纵叉13组成的无固有周期擒纵调速器控制机构的运动时间,并使机构匀速运动。由于扇形齿轮与它上面的制动块一起顺时针转动,当制动块的最外缘经过滑轮3圆周右侧边界点后,滑轮被释放,钢索将弹簧的恢复力传出。若用于开伞,此力就可将伞包上的锁针拔出,使降落伞开启。开锁器的工作到此结束。

工作结束后,扇形齿轮轴上扭簧的恢复力矩将使它恢复到工作前的位置(图示的位置)。由于擒纵轮不能反转,因而在过轮组件11上装有棘轮式单向离合器,以保证扇形齿轮在工作结束后反转时,不损伤擒纵调速器。在准备工作阶段,制动块可以绕 O_2 点逆时针转动以让开下移的滑轮,然后在扭簧的作用下立即恢复到图示的位置,并且不能再绕 O_2 点作顺时针转动。

开锁器中还有一个高度控制机构,它用于伞兵延时开伞。当调整好指定的开伞高度后,在伞兵离开飞机降至此高度时,开锁器即自动打开伞包。它的原理如下:机构工作时立杆 O_2 将绕 O 点顺时针转动,当它运动至杠杆7并与其接触后,推杠杆7绕 O_1 点顺时针转动。杠杆7的末端则推动杠杆8绕 O_3 点逆时针转动,使杠杆8的另一端向真空膜盒9的中心杆 O_4 靠拢,直至二者接触,杠杆8停止运动,整个机构也就停止工作。真空膜盒是感受高度的元件。由于气压随高度的降低而增大,当伞兵未降至指定高度时,真空膜盒中心杆 O_4 高出杠杆8运动的平面,所以中心杆能阻挡杠杆8的运动。当降至指定高度时,大气压力的增加使中心杆降至杠杆8运动平面以下,释放了杠杆8,使整个机构重新开始工作(时间大约持续1s),直至滑轮被释放为止。这样,开锁器又实现了高度控制。真空膜盒下部硬心件上带有螺纹。膜盒周边上有高度刻度值。转动膜盒组件,整个膜盒组件可沿轴向移动,能使膜盒中心杆调整至所需要的位置,以保证在指定的高度上释放杠杆8。



开锁器外形图

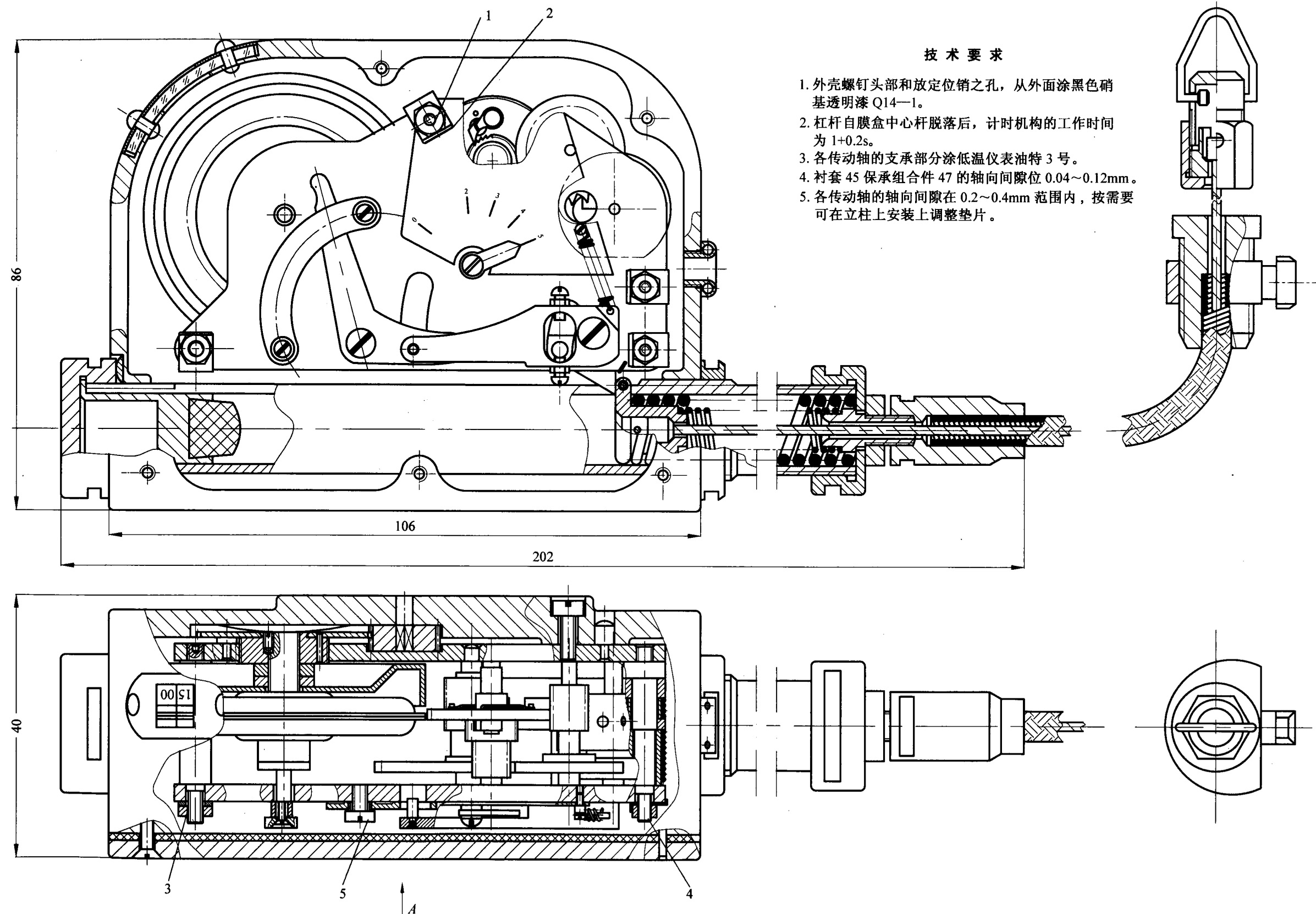


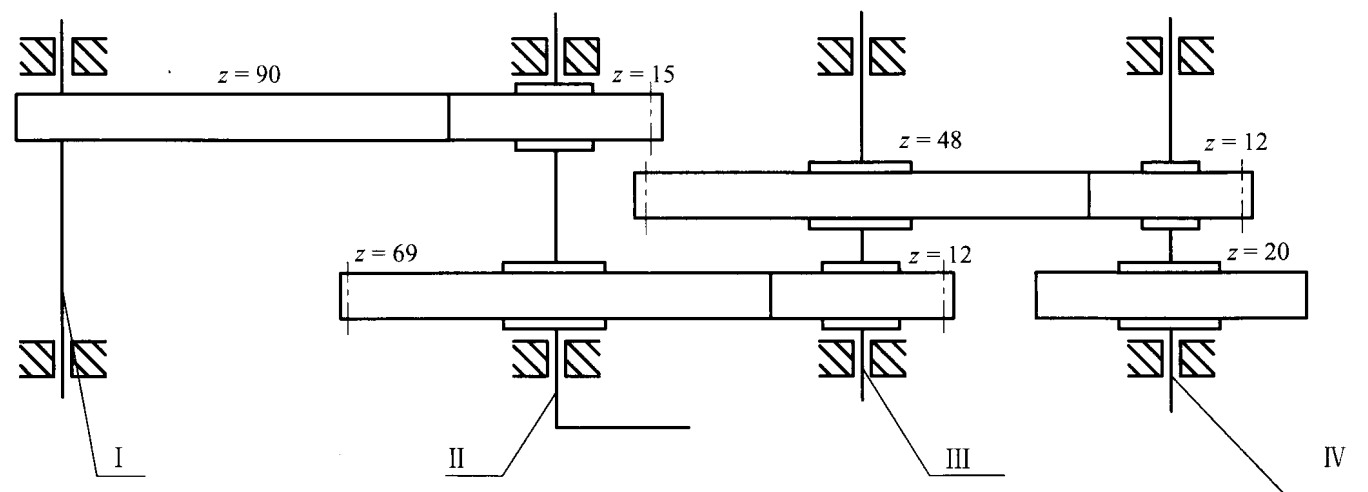
航空开锁器结构示意图

- 1—钢索 2—弹簧 3—滑轮 4—制动块 5—扇形齿轮 6—销子 7—杠杆一
8—杠杆二 9—膜盒组件 10—中心轮组件 11—过轮组件 12—擒纵轮组件
13—擒纵叉 14—惯性轮 15—软锁针

技术要求

1. 延迟时间: $5s \pm 0.35s$ 。
2. 释放时间弹簧恢复力 F : $220N \pm 10N$ 。
3. 高度控制范围: $500 \sim 7000m$ 。
4. 机构工作中不允许出现卡死、停摆等现象。

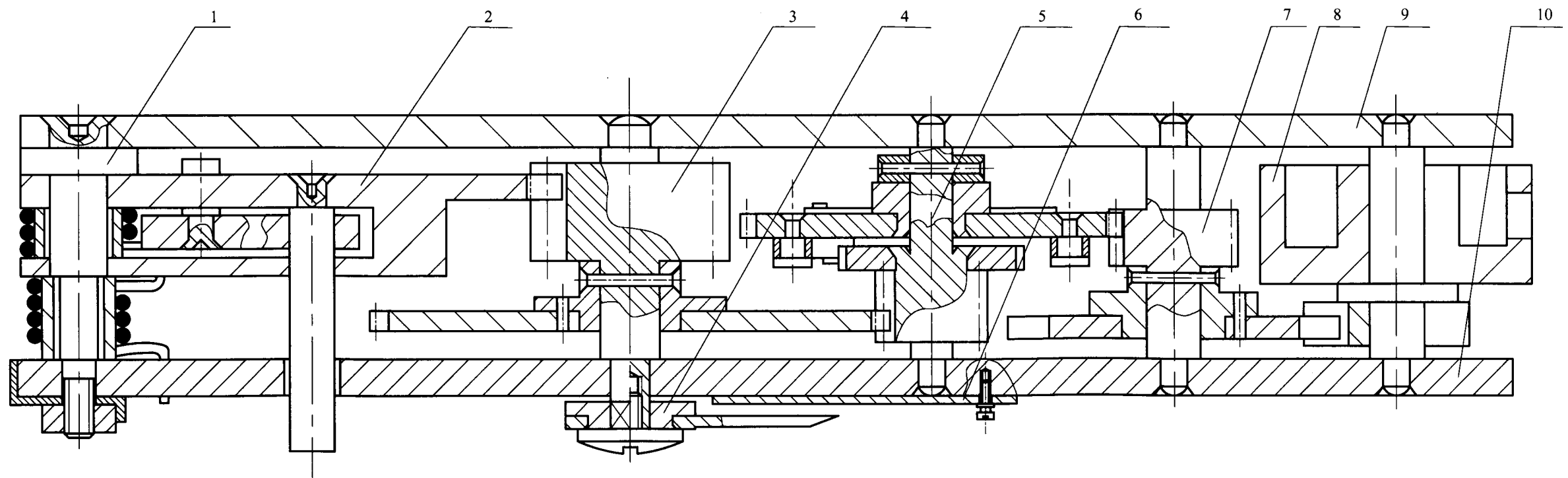




时控机构传动示意图

I—扇形齿轮轴 II—指针轴 III—棘轮轴 IV—擒纵轮轴

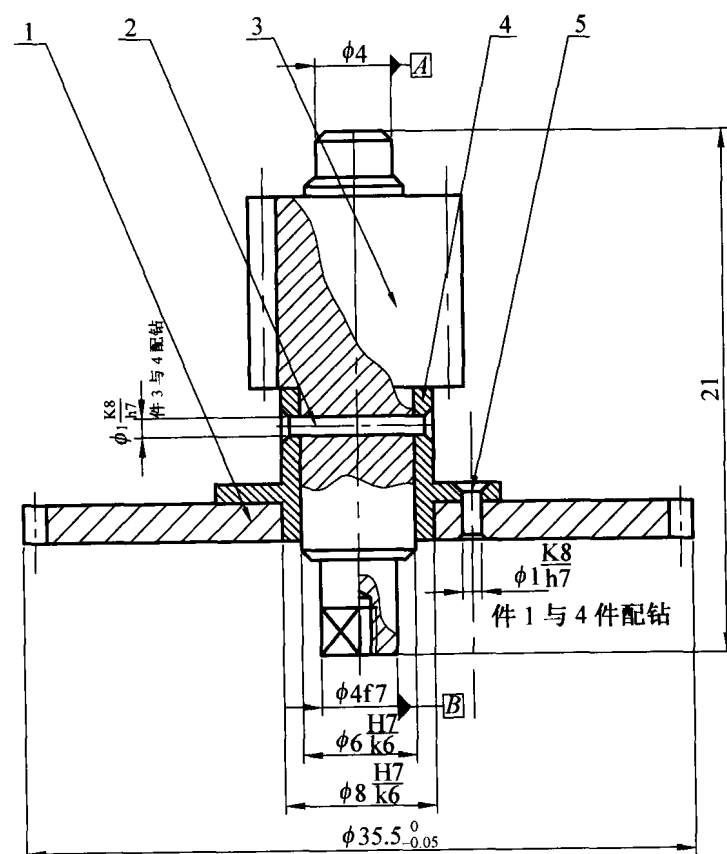
$$\text{传动比: } i = i_1 \times i_2 \times i_3 = \frac{90}{15} \times \frac{69}{12} \times \frac{48}{12} = 138$$



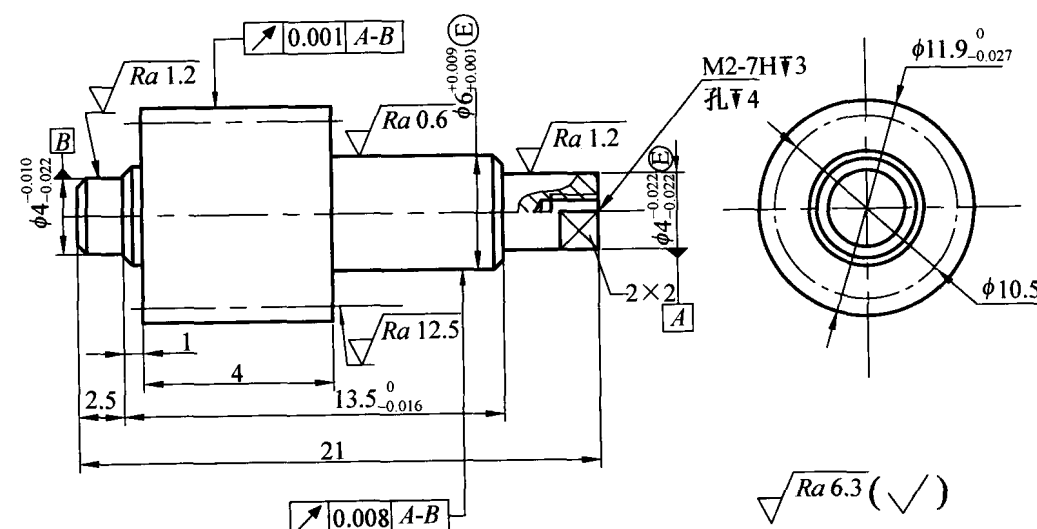
时控机构传动轴展开图

1—扇形齿轮轴 2—扇形齿轮部件 3—中心齿轮部件 4—指针部件 5—棘轮部件 6—刻度盘 7—擒纵轮部件 8—平衡轮部件 9—下夹板 10—上夹板

模数	m	0.7
齿数	z	15
压力角	α	20°
变位系数	x	0.12
精度等级	8 g GB2363-90	



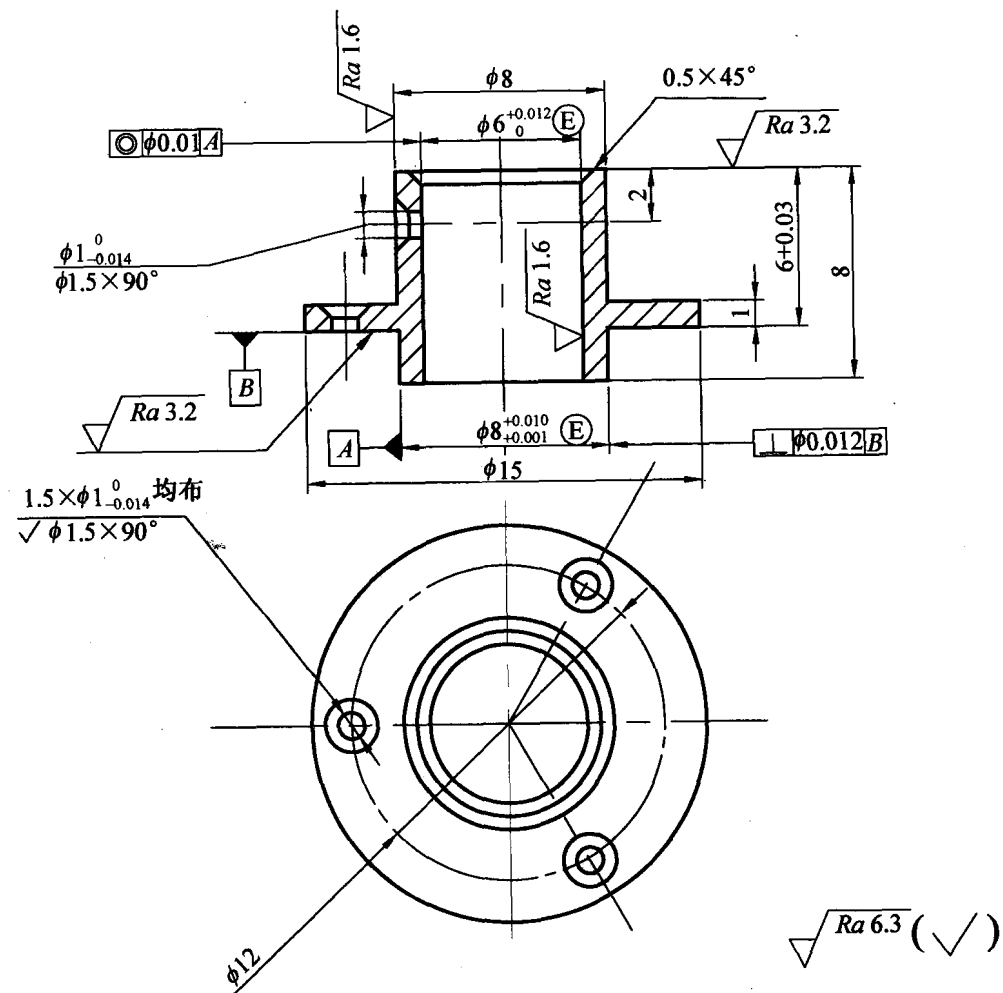
5	GB/T119.1-2000	销钉1×3	3	45	
4	KS-02-03	轴套	1	ZCuZn38	
3	KS-02-02	齿轮轴	1	45	
2	GB/T119.1-2000	销钉1×8	1	45	
1	KS-02-01	中心轮片	1	ZCuZn38	
序号	代号	名称	数量	材料	备注
中心轮部件		共张	图号		
		第张	比例		
制图					
审核					



技术要求

1. 倒角为 $0.5 \times 45^\circ$ 。
2. $\phi 1_{-0.014}^0$ mm 与轴套上对应孔配钻。
3. 未注尺寸公差按 GB/T1804-m。
4. 公差原则按 GB/T4249。
5. 未注形位公差按 GB/T1184-K。

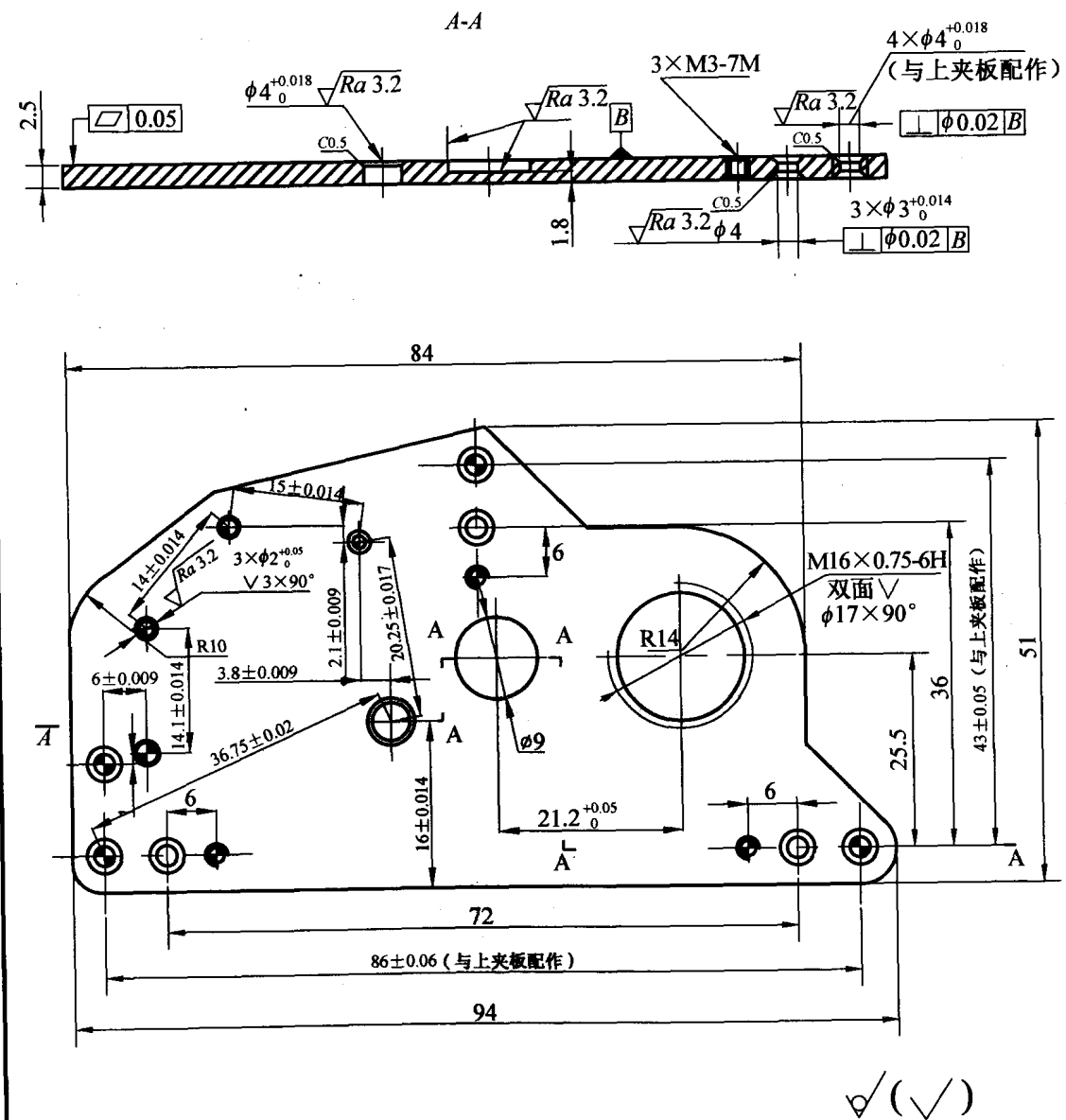
齿 轮 轴		材料	12CrNi13	比例	10:1
		数量	1	图号	
制图		日期			
审核					



技术要求

1. 未注尺寸公差按 GB/T1804-m.
2. 公差原则按 GB/T4249.
3. 未注形位公差按 GB/T1184-K.

轴套			材料	HPb59-1	比例	10:1
			数量	1	图号	
制图		日期				
审核						



技术要求

1. 未注圆角半径均为 R2.
2. 表面电解氧化.
3. 未注尺寸公差按 GB/T1804-m.
4. 公差原则按 GB/T4249.
5. 未注形位公差按 GB/T1184-K.

下夹板			材料	HPb59-1	比例	
			数量	1	图号	
制图		日期				
审核						

二、QFB-200 气动遥控板

用 途

QFB 气动遥控板为固定装置的工业仪表，一般均装在控制室内的仪表盘上。它们有的与气动单元组合仪表配套使用，有的做单独手操遥控使用，可以用来测量调节器输出压力及手操定值器输出给执行机构（阀门）的压力。

工作原理

仪表的测量元件用波纹管 and 弹簧并联。当输入信号（0.02~0.1MPa）进入测量波纹管时，压缩弹簧，产生位移。通过杆机构（曲柄滑块机构和四连杆机构）把直线位移转变为放大的指针的角位移。此时，指针指示读数即为输入信号压力。

主要技术规范

1. 压力测量范围为 0.02~0.1MPa。
2. 精度等级。
本仪表在下列条件下，基本误差不超过测量范围的±1.5%：
 - (1) 环境温度+20℃±5℃；
 - (2) 被测压力均匀变化；
 - (3) 安装准确；
 - (4) 周围环境无振动。
3. 周围环境温度超过 20℃±5℃时，示值误差不超过下列计算值：

$$\Delta = \pm [x + 0.04(t_2 - t_1)\%]$$

式中 x ——示值稳定性允许误差（1.125%）；

0.04——温度系数；

t_1 ——+15~25℃；

t_2 ——+5~50℃。

4. 气源。

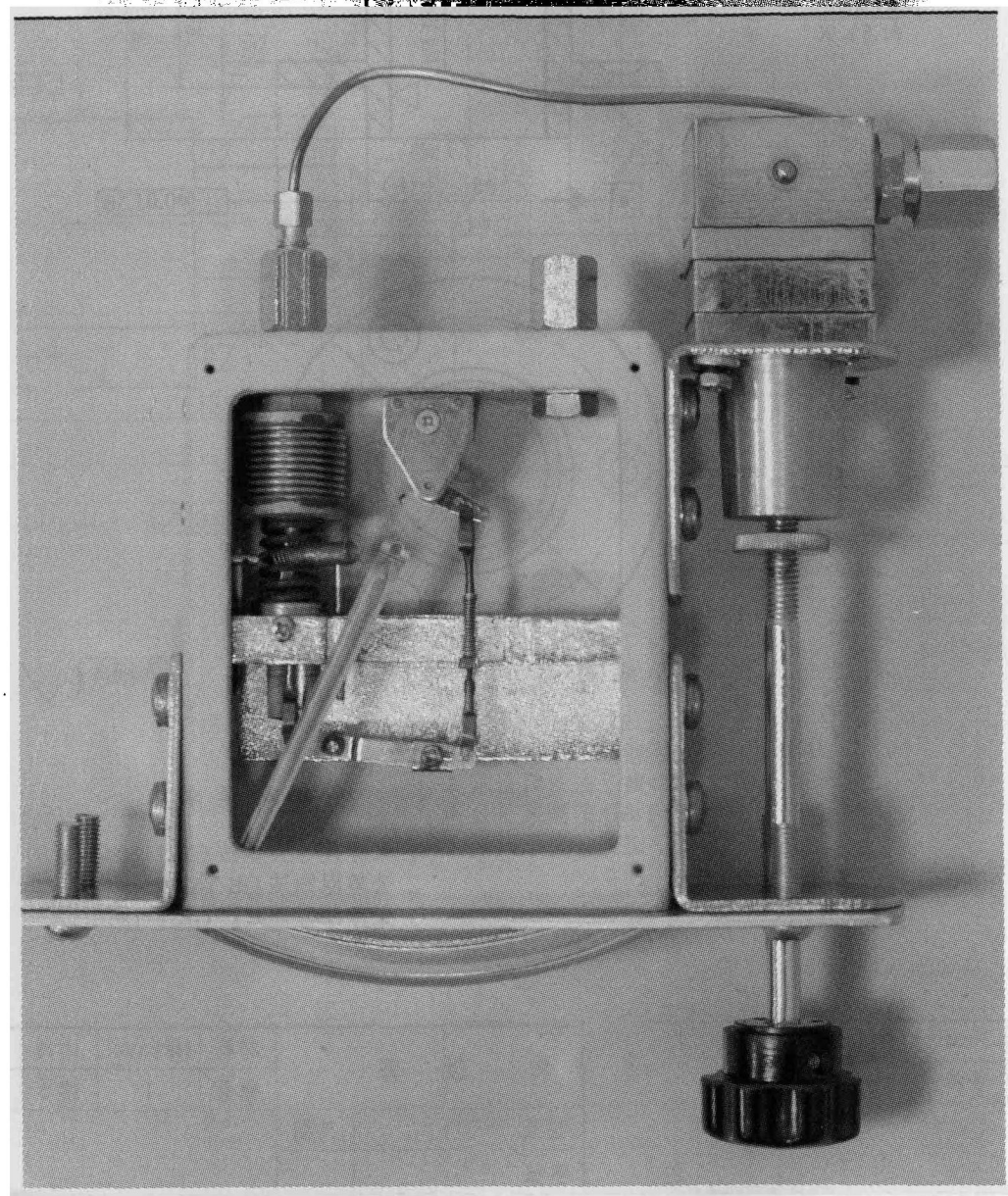
气源为清洁和干燥的压缩空气，供气压力为 0.2~1.0MPa，经过除水、水蒸气、油灰等杂质的压缩空气，再经过滤器及减压阀后输入压力应为 $0.14 \pm 10\%$ MPa，当仪表输入信号压力为 0.02~0.1MPa 时，空气消耗量不大于 300L/h。

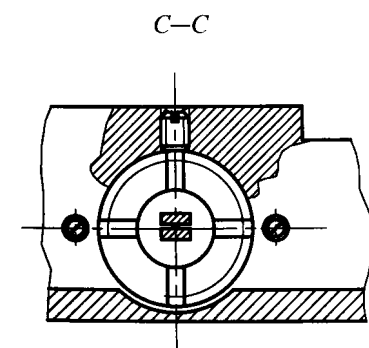
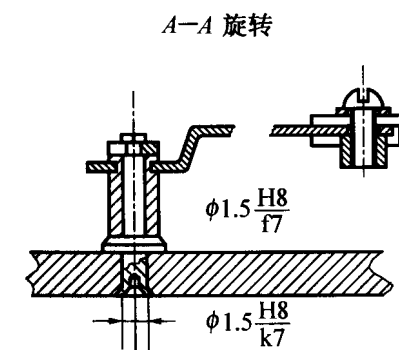
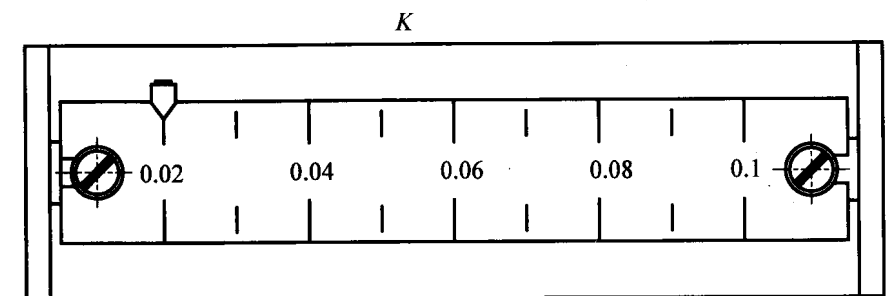
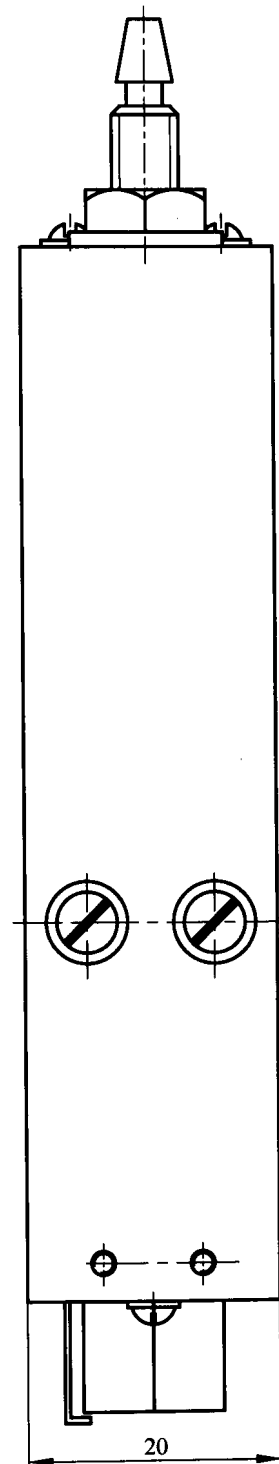
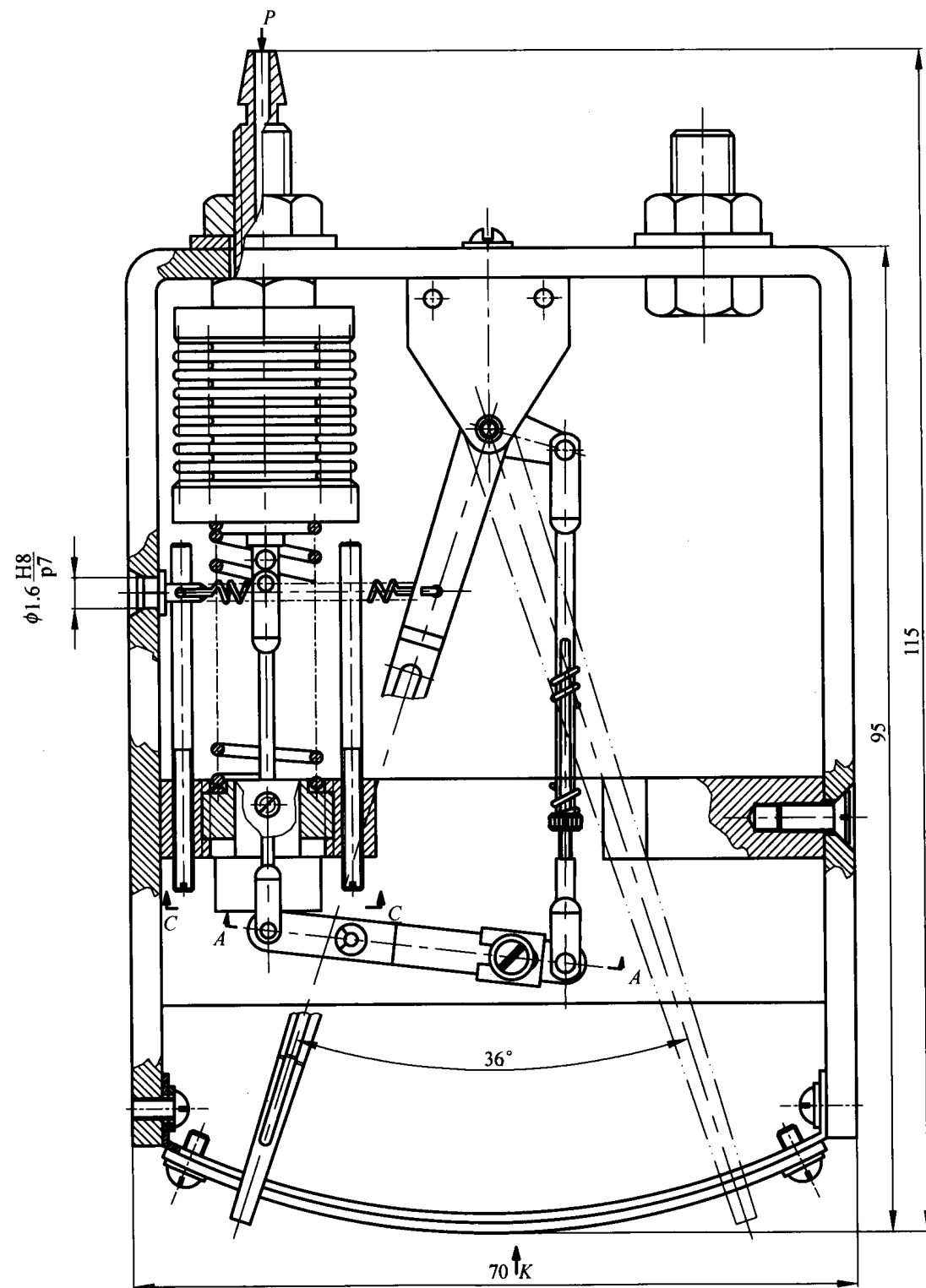
5. 仪表的外形尺寸及质量。

(1) 尺寸：170mm×180mm×50mm；

(2) 质量：0.90kg/台。

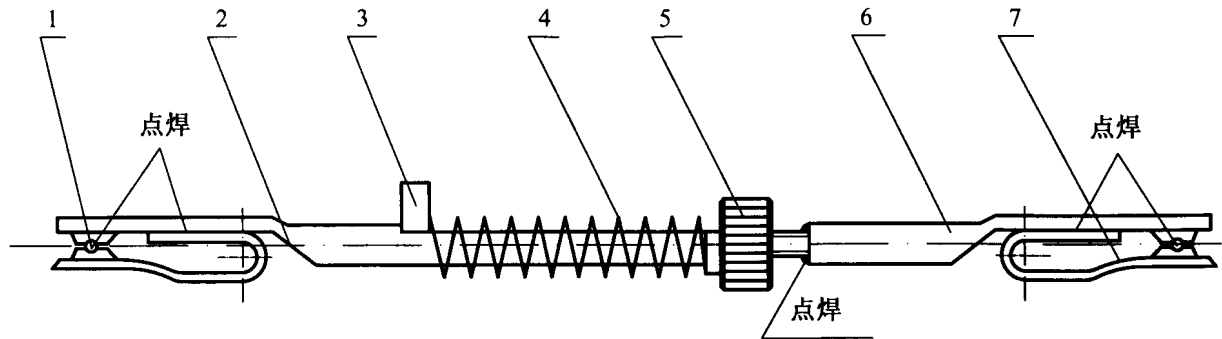
6. 要求设计调零机构、超负荷限位机构，并考虑非线性调整方法。



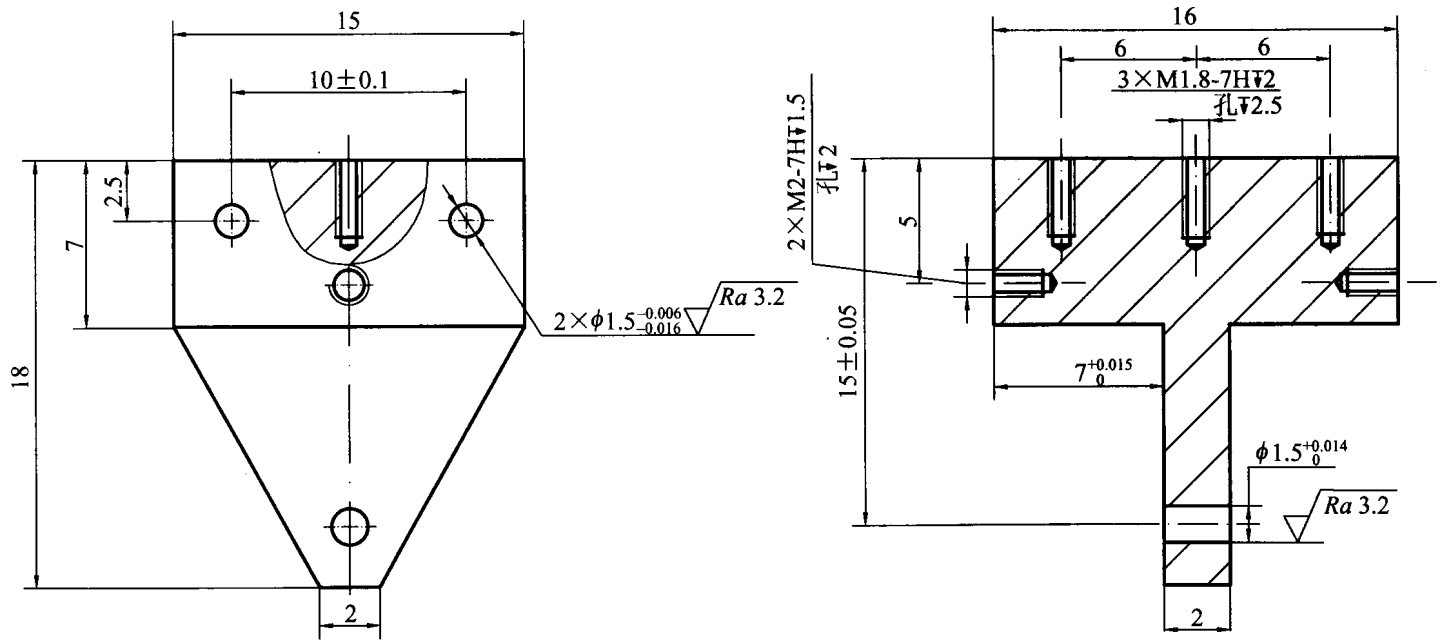


技术要求

- 1.两弹簧片（件7）分别与件2、6电焊；件2、7上的钢球座与钢球（两个）同心，并点焊牢固。
- 2.件3、4装在件2上，件5装在件3上。将件6装在件3上（深度1.5mm左右），点焊牢固。



7		弹簧片	1	65Mn	
6		连杆2	1	1Cr18Ni9Ti	
5		螺母	1	45	
4		压缩弹簧	1	65Mn	
3		螺杆	1	45	
2		连杆	1	1Cr18Ni9Ti	
1		钢球	1	2Cr13	
序号	代号	名称	数量	材料	备注
连杆组件			共 张	比例	
			第 张	图号	
制图					
审核					



$\sqrt{Ra\ 3.2}$ (✓)

技术要求

- 1.未注尺寸公差按 GB/T1804-m。
- 2.公差原则按 GB/T4249。
- 3.未注形位公差按 GB/T1184-K。

指针支撑件		材料	45	比例	
		数量		图号	
制图		日期			
审核					

三、带式运输机的传动装置

带式运输机的传动装置（见图1），是由电动机（1）、联轴器（2，4）、二级展开式圆柱齿轮减速器（3）、卷筒（5）和输送胶带（6）组成。其中二级展开式圆柱齿轮减速器是传动部分的主要装置，二级圆柱齿轮减速器设计的主要任务是，减速器中主要零部件的结构和形式的设计及这些主要零部件在减速器中的相互位置的设计。

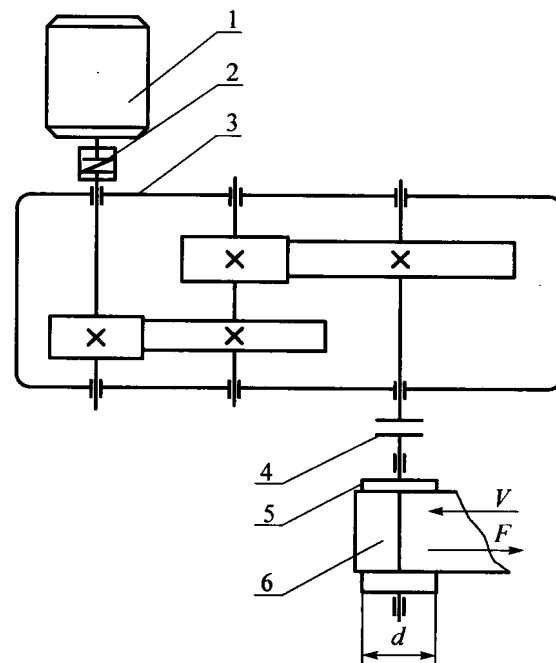


图1 带式运输机的传动装置

联轴器 3—二级展开式圆柱齿轮减速器 5—卷筒 6—输送胶带

减速器设计的第一阶段是确定减速器中轴的结构，选出轴承型号，确定轴承的支点和轴上传动零件的力作用点的位置。定出跨距和力作用点间的距离，如图2所示。

第二阶段主要完成轴系部件结构设计，包括（1）齿轮结构设计、（2）轴承端盖的结构设计、（3）轴承密封的结构设计。

第三阶段完成（1）减速器机体结构设计、（2）减速器附属零件的设计。附件的设计包括窥视孔、窥视孔盖、放油孔及油螺塞油面指示器、通气孔、启盖螺钉等。

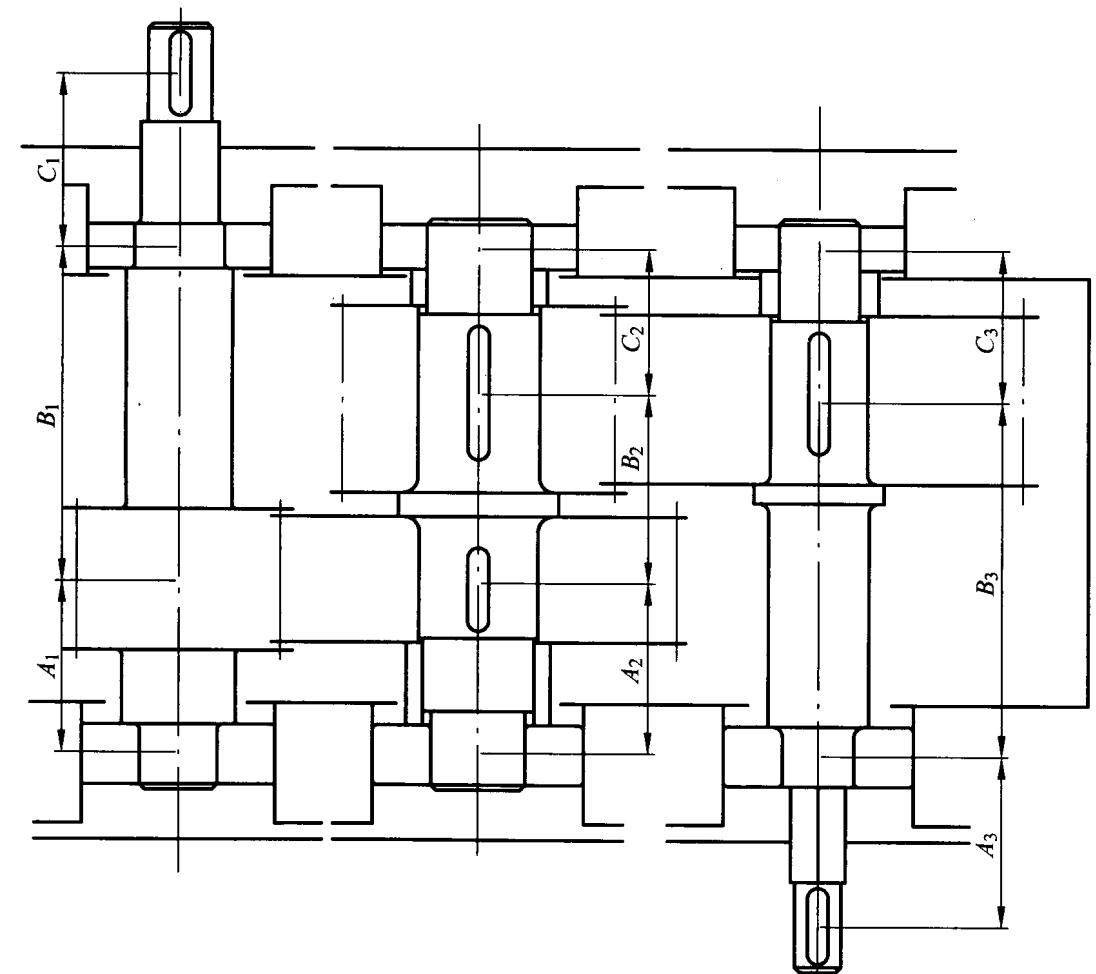


图2 减速器中轴结构

B_3 、 C_3 、 C_2 、 A_2 、 A_1 、 B_1 —轴承支点（轴承宽度中点）到齿轮受力中心（齿轮轮缘宽度中点）的距离

C_1 、 A_3 —轴承支点到与减速器配合的轴径长度中点的距离

B_2 —中间轴两齿轮轮缘宽度中点的距离

四、机械式百分表

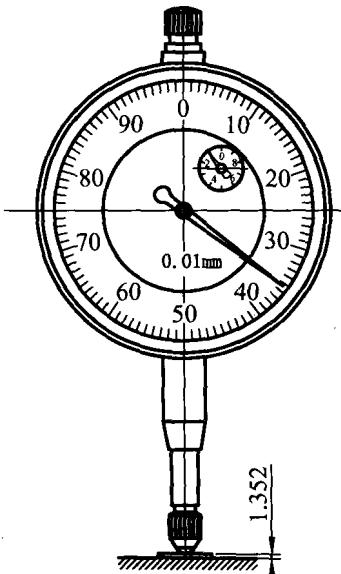
用 途

机械式百分表是齿轮传动式测微指示表，百分表测量范围分为0~3mm，0~5mm和0~10mm，主要用作比较测量，也能作绝对测量。它一般用于测量工件的长度尺寸和形位误差，也可以用于检验机床设备的几何精度或调整工件的装夹位置，以及作为某些测量装置的测量元件。百分表的精度等级分为0级、1级和2级。

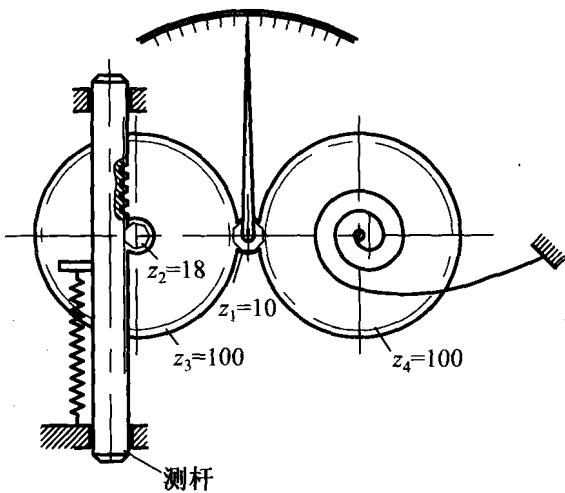
工作原理

被测尺寸（或偏差）引起测杆微小直线移动，经过齿轮传动和放大，变为指针在刻度盘上的转动，从而读出被测尺寸（或偏差）的大小。

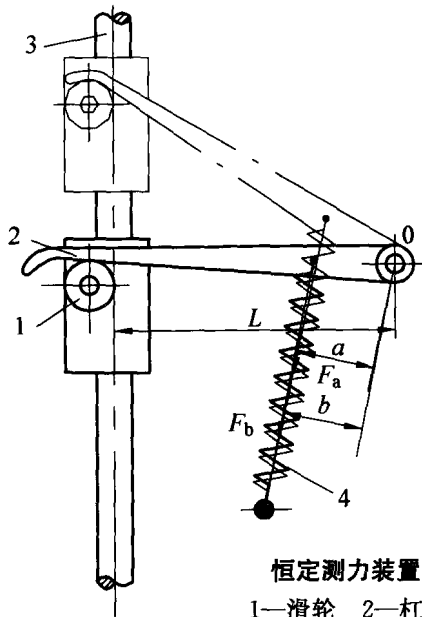
下图为百分表传动示意图。百分表的齿条和齿轮的模数为 $m=0.177\text{mm}$ ，当测杆被工件抬高1mm时，齿条上升1.8齿（ $1/\pi m=1/0.177\pi=1.8$ ），由于齿轮 z_2 是18齿，所以齿条推动齿轮 z_2 转动1/10转。与 z_2 同轴的大齿轮 z_3 是100齿，所以 z_3 转过10齿。小齿轮 z_1 是10齿，经 z_3 带动后， z_1 以及固定在其轴上的长指针正好转过一周。因为刻度盘为100等分，故当测杆移动1mm时，长指针转过100个分度。由此可见，指针转过一个分度，就相当于测杆移动0.01mm。



百分表外形图



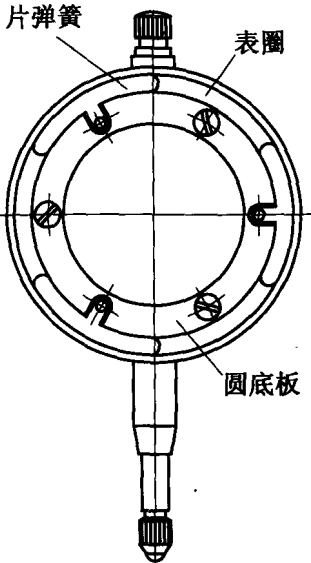
百分表传动示意图



恒定测力装置
1—滑轮 2—杠杆
3—测杆 4—弹簧

有的百分表具有恒定测力结构，如左图所示。当测杆3上升时，杠杆2也随着转动，弹簧被拉长，拉力增大（ $F_b > F_a$ ），力臂减小（ $b < a$ ），因而作用在杠杆2上的力矩可基本保持不变，即

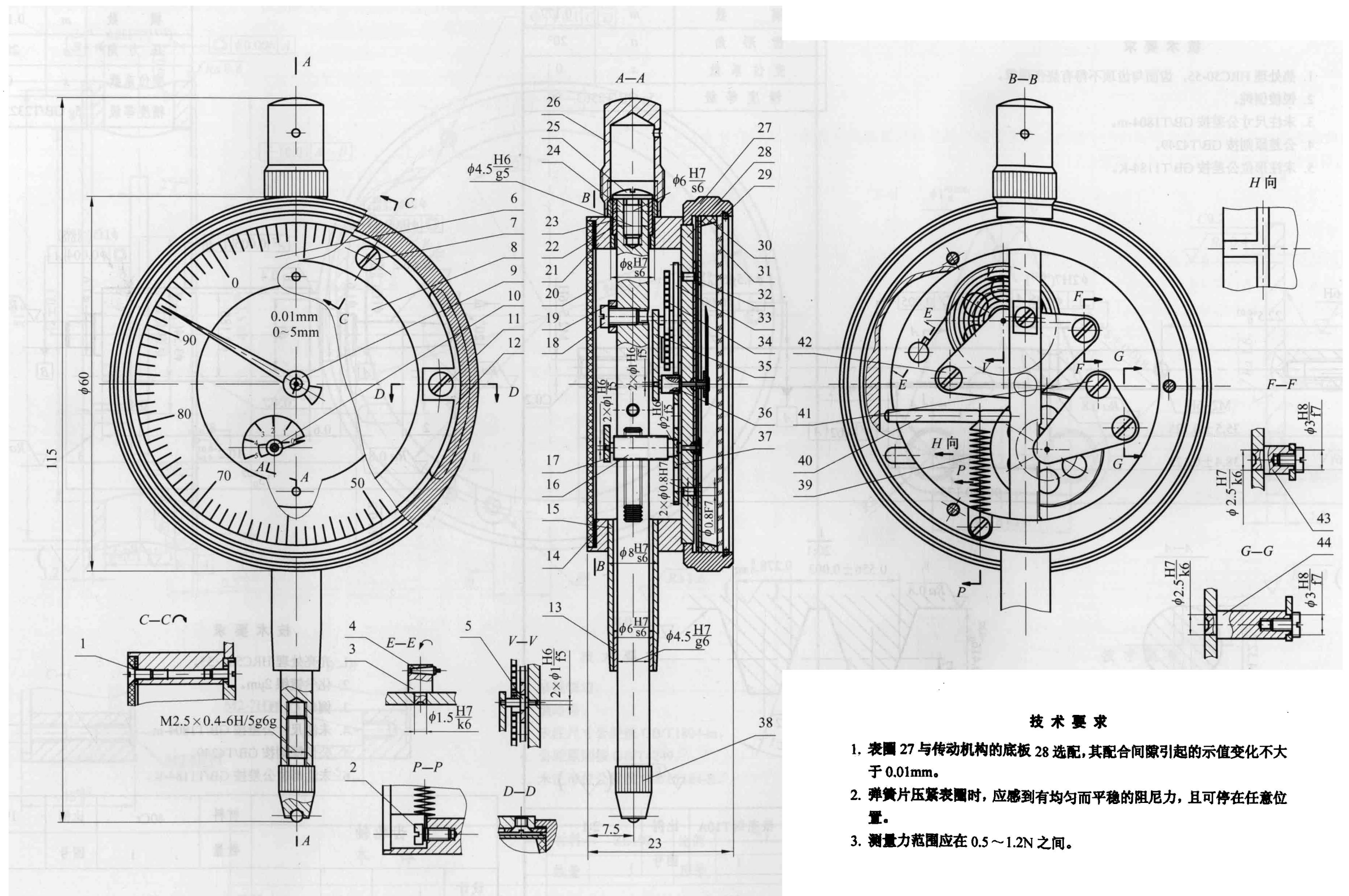
$$F_a \times a = F_b \times b$$



零位调整装置

图示为一种防止表圈脱落和进行零位调整的结构。大刻度盘安装在表圈上且圆周方向限位（未画出），三个T字形片弹簧固定在圆底板上，片弹簧的外围两端压在表圈的内肩和圆柱面上。这样，表圈可在一定阻尼下回转，借以转动大刻度盘，调整零位。

44		长支柱	20	2		20		后盖	聚苯乙烯	1	
43		短支柱	20	2		19		挡块	QSn6.5-0.4	1	
42	GB/T65	螺钉 M2.5×3	45	2		18	GB/T65	螺钉 M2.5×5	45	1	
41	GB/T65	螺钉 M2.5×4	45	2		17	GB/T65	小夹板	QSn6.5-0.4	1	
40		导柱	45	1		16		齿轮轴	40Cr	1	$m=0.177$ $z=18$
39		拉伸弹簧	Ⅲ组弹簧钢丝	1		15		下套筒	45	1	
38		测头部件		1		14		防尘垫	聚甲醛	1	
37		齿轮 3	H62	1	$m=0.177$ $z=100$	13		下铜套	H62	1	
36		中心齿轮轴	40Cr	1	$m=0.177$ $z=10$	12		片弹簧	65Mn	3	
35		大夹板	QSn6.5-0.4	1		11	GB/T68	螺钉 M2×2.5	45	3	
34		游丝及游丝座	QSn6.5-0.4	1		10		小指针部件		1	
33		齿轮 4	H62	1	$m=0.177$ $z=100$	9		大指针部件		1	
32	GB/T119.1	圆柱销 0.8×2	35	2		8		小刻度盘	8A06	1	
31		表蒙子	有机玻璃	1		7	GB/T65	螺钉 M2×3	45	3	
30		垫圈	聚甲醛	1		6		大刻度盘	8A06	1	
29		钢丝挡圈	65Mn	1		5		游丝轴	45	1	
28		底板	QSn6.5-0.4	1		4	GB/T117	圆锥销 1×3	35	1	
27		表圈	1035	1		3		游丝外柱	45	1	
26		挡帽	1035	1		2		螺钉 M2×5	45	1	
25		螺钉 M2.5×6	45	1		1	GB/T68	螺钉 M2×4	45	3	
24		测杆	银亮钢 T10A	1		序号	代号	零件名称	材料	数量	备注
23		上铜套	H62	1		百分表			比例		班级
22		上套筒	45	1					图号		
21		本体	ZL102	1		设计		日期			成绩
序号	代号	零件名称	材料	数量	备注	审核		日期		(校名)	



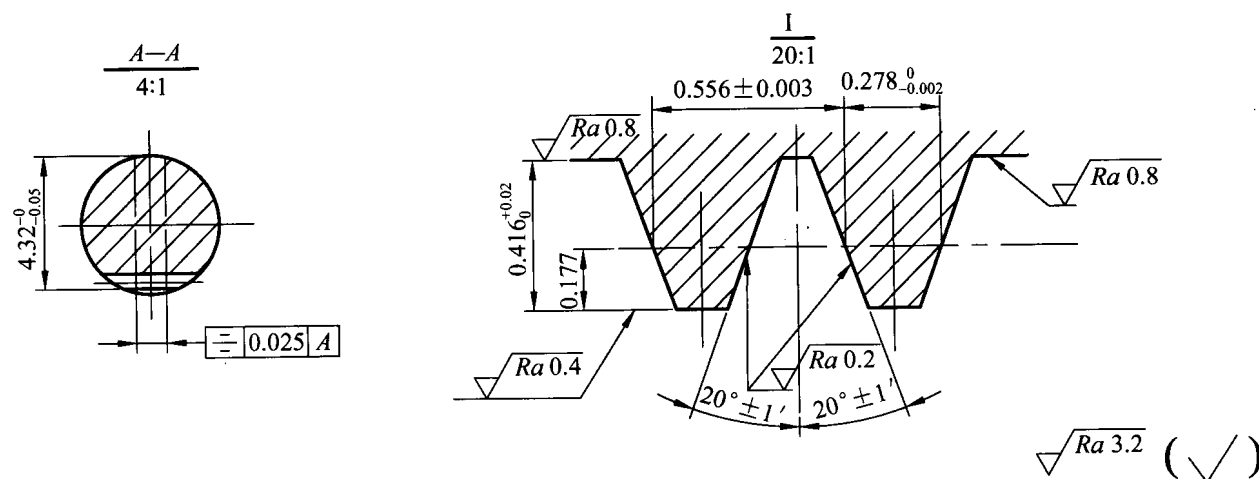
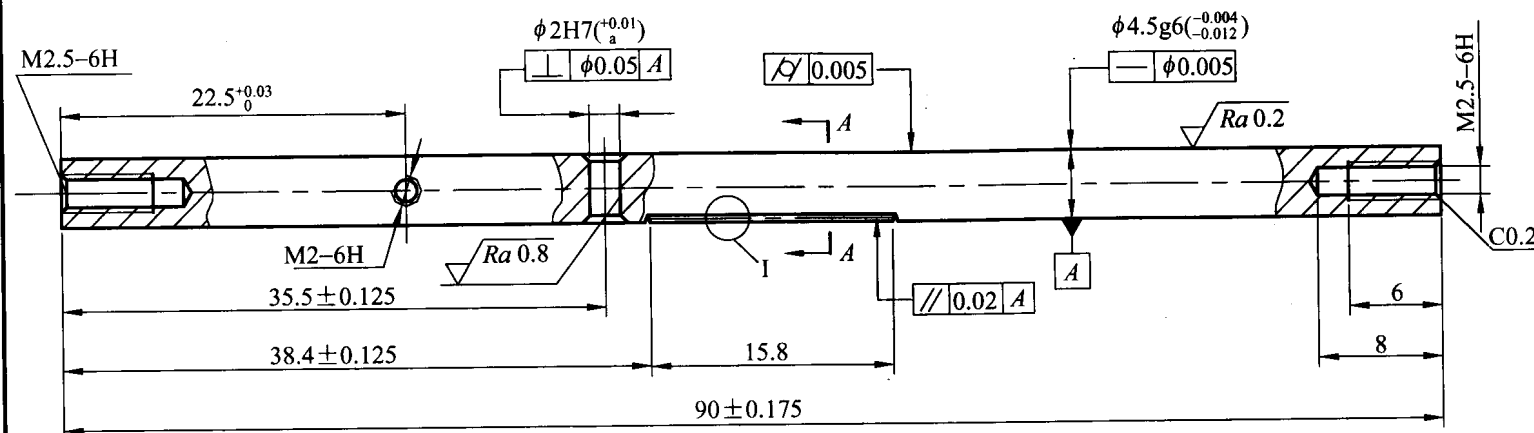
技术要求

1. 表圈 27 与传动机构的底板 28 选配, 其配合间隙引起的示值变化不大于 0.01mm。
2. 弹簧片压紧表圈时, 应感到有均匀而平稳的阻尼力, 且可停在任意位置。
3. 测量力范围应在 0.5~1.2N 之间。

技术要求

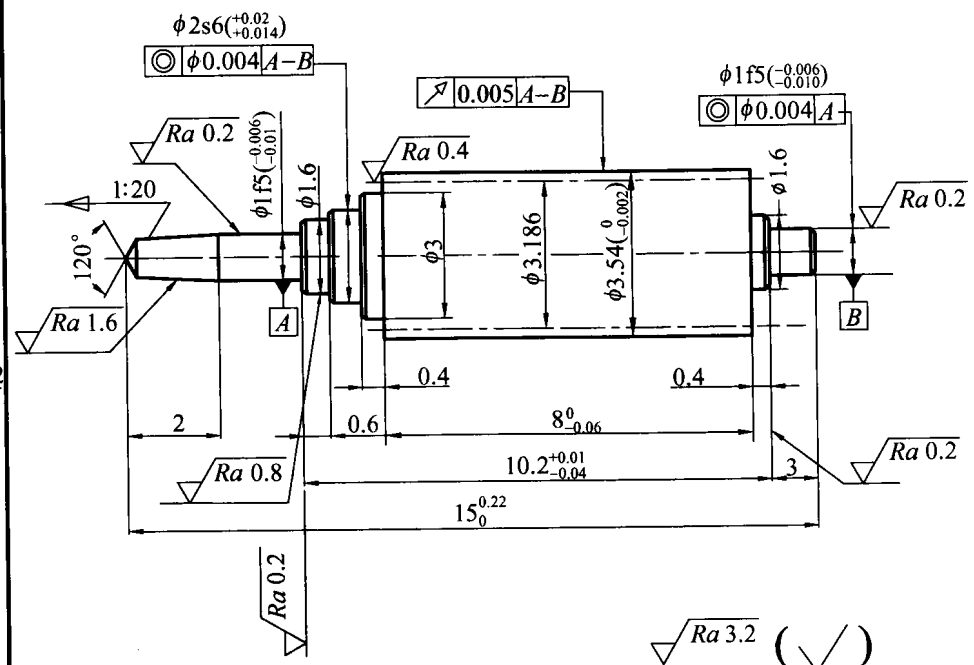
1. 热处理 HRC50-55, 齿面与齿顶不得有烧伤现象。
2. 锐棱倒钝。
3. 未注尺寸公差按 GB/T1804-m。
4. 公差原则按 GB/T4249。
5. 未注形位公差按 GB/T1184-K。

齿数	z	
模数	m	0.177
齿形角	α	20°
变位系数	x	0
精度等级	5g GB/T2363—90	



测杆				材料	银亮钢 T10A	比例	2:1
				数量	1	图号	
设计							
审核		日期					

齿数	z	18
模数	m	0.177
压力角	α	20°
变位系数	x	0
精度等级	5g GB/T2323—90	



技术要求

1. 光亮处理 HRC50~55。
2. 化学镀镍 $2\mu\text{m}$ 。
3. 倒角 C0.1。
4. 未注尺寸公差按 GB/T1804-m。
5. 公差原则按 GB/T4249。
6. 未注形位公差按 GB/T1184-K。

齿轮轴				材料	40Cr	比例	10:1
				数量	1	图号	
设计							
审核		日期					