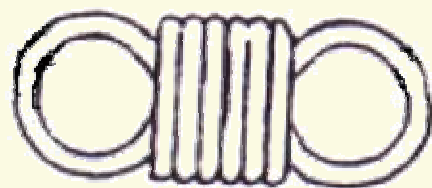


佳能五金制品厂  
CHIANENG METAL MFY., LTD

---



# 弹簧设计讲座

讲师：刘理彬

2002年10月

# 弹簧设计讲座大纲

- 一、佳能公司简介。
- 二、弹簧使用之材料及用途：A、SUS;B、SWC; C、SWPA·B; D、其它;
- 三、弹簧的设计资料及实例解析
  - A、压簧设计资料 (JIS B 2704)
  - B、拉簧设计资料 (JIS B 2707、2708)
  - C、扭簧设计资料 (JIS B 2709)
- 四、弹簧的JIS B公差标准
  - A、压簧      B、拉簧      C、扭簧
- 五、弹簧设计的应考量事项及界限值
  - A、镀金、银   B、镀铬      C、镀镍      D、镀锡
  - E、镀锌      F、染黑
- 六、三视图与一视图的位置关系及测量系统解析

# 一、佳能公司简介

企业形态:台商独资

企业代表:廖信华

资本金:6250万港币

台设厂时间:1973年11月

中国大陆设厂时间:1994年元月

从业人员:400人(日本人二名,台籍七名)

主要产品:精密弹簧、精密轴

生产能力: 弹簧: 140, 000, 000PCS、轴: 13, 000, 000PCS

材料来源: 日本、韩国、台湾

设备数量: 弹簧137台, 轴120台; 设备产地: 日本、德国、台湾

加工范围: 弹簧线径  $\Phi 0.08\text{mm} \sim \Phi 4.0\text{mm}$

轴外径:  $\Phi 1.0\text{mm} \sim \Phi 42\text{mm}$

# 一、佳能公司简介

---

客户比例：日系66%、台系26%、其它8%

主要客户：柯尼卡 (Konica)      理光 (Ricoh)      佳能 (Canon)  
              爱 华 (Aiwa)            索尼 (Sony)      东芝 (Toshiba)  
              摩托罗拉 (Motorola) 三洋 (Sanyo)      尼康 (Nikon)

注：于98年元月通过ISO9002认证，计划于2003年六月前完成ISO9002（94版与2000版）换证工作，以及QS9000认证。

## 二、弹簧使用之材料及其用途

项目	名称	JIS 代码	概略组成	主要用途及特点	单价级别	JIS 标准	回火温度	热后颜色
1	不锈钢线	SUS302 和WPB	C(碳)、Si(硅)、 Mn(锰)、P(磷)、 S(硫)、Ni(镍)、 Cr(铬)、 Mo(钼)	经过冷加工可得高强度，铁路车辆、输送机螺丝、螺帽、弹簧等，耐热、耐蚀。	中	JISG43 14	300°~480° 之间（视 线径之大小）	米灰色亮 白色
		广为使用于不锈钢、耐热钢，又用于食品设备，一般仪学设备，原子力，耐热耐蚀。						
2	碳钢线	SWC SWB	C(碳)、Si(硅)、 Mn(锰)、P(磷)、 S(硫)	硬拉钢线，用于耐蚀性差，要求精度不高，钢性较脆，成形后要表面处理或加防锈油。	低	JISG35 21	200°~400° 之间（视 线径之大小）	淡茶色、 茶色、青 色、淡蓝 色、褐色
3	琴钢线	SWPA SWPB	C(碳)、Si(硅)、 Mn(锰)、P(磷)、 S(硫)、Cu(铜)	耐疲劳性佳，要求精度高。一般用于电池弹簧、开关弹簧等、钢性柔韧，成形后要表面处理或加防锈油。	高	JISG35 22	200°~400° 之间（视 线径之大小）	同SWPA 、SWPB

## 二、弹簧使用之材料及其用途

项目	名称	JIS 代码	概略组成	主要用途及特点	单价级别	JIS 标准	回火温度	热后颜色
4	铍铜线	C1720 W	Be(铍)、Mn(锰)、Ni(镍)、P(磷)[Cu(铜)+Sn(锡)+P(磷)]Ni(镍)+Co(钴)	耐蚀性佳，于时效硬化处理前，富于展性时效硬化处理后，增加耐疲劳性，导电性时效硬化处理应加工后，可制螺丝弹簧电刷，通讯器具（表面镀银、金）。	特高	JISH32 70	150°~200°	黄色
5	磷青铜	C5191 W	Sn(锡)、Zn(锌)、P(磷)	耐疲劳性，耐蚀性、耐磨耗性佳，可制螺丝弹簧、扭簧、扣钮、扎电机、通讯市场适用（镀金、银）。	较高	JISH32 70	150°~200°	黄色
6	其它	如油回火线、白铜线及其它线材，不常用，适用于航天科技。镀镍线等同SWC+Ni。			常需特别制做，造价昂贵。			

## 三、弹簧设计资料

记号	名称	单位	记号	名称	单位	记号	名称	单位
d	材料直径	mm	k	弹簧定数	kgf/mm	a1	腕长(作动点)	mm
D	弹簧平均径	mm	$\tau$	应力修正	kgf/mm	a2	腕长(固定点)	mm
Na	有效圈数		$\delta$	变量	mm	E	弹性系数	kgf/mm
L	自由长	mm	Pi	初张力	kgf		SUS 19,000	kgf/mm
M	密着长	mm	K	应力修正系数	-		SWP 21,000	kgf/mm

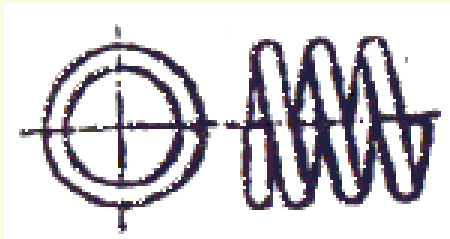
# 三、弹簧设计资料

记号	名称		单位	记号	名称	单位	记号	名称	单位
G	横弹性系数		kgf/mm <sup>2</sup>	e	弹簧指数 D/d	-	kTd	弹簧定数	kgfmm/de g
	SUS	7000	kgf/mm <sup>2</sup>	L <sub>0</sub>	自由长	mm	σ	弯曲应力	kgf/mm
	SWPA、 B	8000	kgf/mm <sup>2</sup>	a	自由角	°	P点	作动点	-
	SUWC			φ d	使用的角(变 量)	°	P <sub>0</sub> 点	固定点	-
P	弹簧荷重		kgf	R	荷重作用半 径	mm	kb	弯曲修正系 数	-

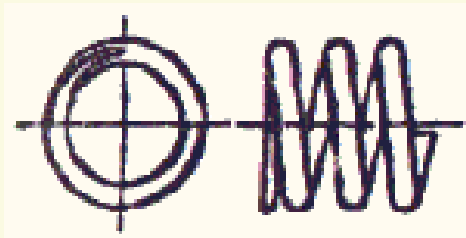


# 三、弹簧设计资料

压缩弹簧



(无研磨)



(研磨)

弹簧定数  $K = \frac{G \times d^4}{8 \times D^3 \times Na}$

弯曲应力  $\tau = \frac{8 \times D \times P}{\pi d^3} \times K$

$$K = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}$$

荷重  $P = K \times \delta$

(安全确认)

安全角 (间隔角) 14 度以下

弹簧指数 4—13

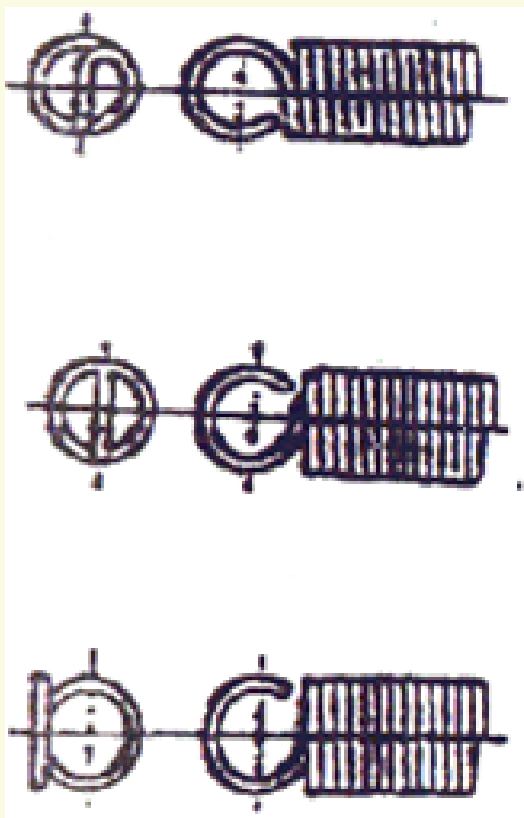
扭转应力 容许限界以下

第1荷重 (A) 0.8L以下

第2荷重 (B) 1.2M以上

## 三、弹簧设计资料

引张弹簧



荷重

$$P = k \delta + P_i$$

初张力

$$P_i = \frac{\pi d^4 G}{800 D^2}$$

弹簧定数

$$K = \frac{G d^4}{8 D^3 N a}$$

弯曲应力

$$\tau = \frac{8 D P}{\pi d^3} \times k$$

自由长

$$L_0 = d(N+1) + 2.2(D-d)$$

(安全确认)

扭转应力

容许限界以下

弯曲应力

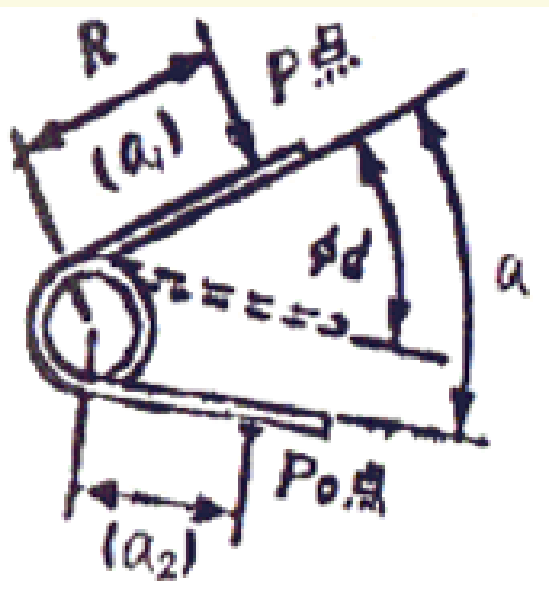
容许限界以下

初张力的减少

(最大引张时)

## 三、弹簧设计资料

### 扭力弹簧



(臂长度的场合)  
 弹簧定数不清  $kTd = \frac{Ed^4}{3667D \times N + 389(a_1 + a_2)}$

荷重  $P = \frac{kTd \times \phi d}{R}$

弯曲应力  $\sigma = \frac{Ed \times \phi d}{360D \times N}$

$$\sigma = \frac{32P \times R}{\pi d^3} \times kb$$

(安全确认)  $kb = \frac{4C^2 - C - 1}{4C(C - 1)}$

弯曲应力

容许限界以下

## 日本JIS B 2704~2709摘要

弹簧特性的许容差

表3-7冷间成形压缩线圈弹簧的寸法及弹簧的特性许容差。

项目

许容差或范围

(a)

有指定的弹簧特性时要做为参考值。

(b)

没指定弹簧特性时要参考次表。

自由高度

等级	1 级	2 级	3 级
D/d			
4以上 8以下	±1.0% 最小±0.2mm	±2.0% 最小±0.5mm	±3.0% 最小±0.7mm
8以上 15以下	±1.5% 最小±0.5mm	±3.0% 最小±0.7mm	±4.0% 最小±0.8mm
15以上 22以下	±2.0% 最小±0.6mm	±4.0% 最小±0.8mm	±6.0% 最小±1.0mm

## 日本JIS B 2704~2709摘要

线圈直径是内径或外径的选那一方规定,其数值是按照如下表

线圈直径

等级 D/d	1 级	2 级	3 级
4以上 8以下	±1.0% 最小±0.15mm	±1.5% 最小±0.20mm	±2.5% 最小±0.40mm
8以上 15以下	±1.5% 最小±0.20mm	±2.0% 最小±0.30mm	±3.0% 最小±0.50mm
15以上 22以下	±2.0% 最小±0.30mm	±3.0% 最小±0.50mm	±4.0% 最小±0.70mm

## 日本JIS B 2704~2709摘要

总卷数

(a) 有指定的弹簧特性时要做为参考值.

(b) 没指定弹簧特性时要参考次表(20T以下,  $\pm 1/4T$ ).

a) 进行端面研削弹簧的线圈外侧面面的倾斜许容限度如下表:

	1 级	2 级	3 级
线圈外侧面 的倾斜	0.05H。(1.15°)	0.05H。(2.9°)	0.08H。(4.6°)

: H。 : 自由高度

括弧内的倾斜角度

## 日本JIS B 2704~2709摘要

指定 弹簧特性是要把指定高度时的荷重指定,但是需要弹簧定数时,也可以指定这个公差.

弹簧特性  
指定长度  
的荷重

等级	1 级	2 级	3 级
有效圈数			
3以上 10以下	±5%	±10%	±15%
10以上	±4%	±8%	±12%

定高度时的荷重是这时的垂度是规定于试验荷重时的垂度20~80%之间.

## 日本JIS B 2704~2709摘要

弹簧定数

等级	1 级	2 级	3 级
有效圈数			
3以上 10以下	±5%	±10%	±15%
10以上	±4%	±8%	±12%

弹簧定数是在於试验荷重时的垂度30~70%之间的2个荷重点, 按照荷重的差和垂度的差来规定.



## 日本JIS B 2704~2709摘要

3-8冷间成形引张线圈弹簧的寸法及弹簧的特性许容差.

项目                                      许容差或范围                                      自由高度

- a) 有弹簧特性的指定时自由高度要做为参考值。
- b) 没有弹簧特性指定时自由长许容差是按照如下表.

D/d \ 等级	1 级	2 级	3 级
4以上 8以下	±1.0% 最小±0.2mm	±2.0% 最小±0.5mm	±3.0% 最小±0.7mm
8以上 15以下	±1.5% 最小±0.5mm	±3.0% 最小±0.7mm	±4.0% 最小±0.8mm
15以上 22以下	±2.0% 最小±0.6mm	±4.0% 最小±0.8mm	±6.0% 最小±1.0mm

## 日本JIS B 2704~2709摘要

线圈直径的许容差是用外径来规定,其数值是按照如下表

线圈直径 D/d	等级	1 级	2 级	3 级
	4以上 8以下	±1.0% 最小±0.15mm	±1.5% 最小±0.20mm	±2.5% 最小±0.40mm
8以上 15以下	±1.5% 最小±0.20mm	±2.0% 最小±0.30mm	±3.0% 最小±0.50mm	
15以上 22以下	±2.0% 最小±0.30mm	±3.0% 最小±0.50mm	±4.0% 最小±0.70mm	

总卷数及  
钩环

总卷数是原则上做为参考值,钩环的对向角、偏中心、倒、突出的许容差是依从于收付当事者间的协商.

## 日本JIS B 2704~2709摘要

一般设计参照下表：

圈数 \ D/d		等级			
		1 级	2 级	3 级	
对向角	10T以下	$D/d \leq 8$	$15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$
	10T-25T	$8 \geq D/d \leq 15$	$25^\circ$	$30^\circ$	$35^\circ$
	25T-40T	$15 \geq D/d \leq 1$ 5	$30^\circ$	$35^\circ$	$40^\circ$

当：指数（D/d）大于15时，圈数超过40T，双方协商，但最小角度不小于 $40^\circ$ 。

## 日本JIS B 2704~2709摘要

指定 弹簧特性是指定于指定长度时的荷重，但是特别需要弹簧定数时也可以指定。

对于有效卷数3以上的弹簧，指定长度时的许容差是如下：

$\pm [(\text{初张力} \times \alpha) + \{(\text{指定长度时的荷重} - \text{初张力}) \times \beta\}]$ ，在这里  $\alpha$  (初张力的平衡度) 和  $\beta$  (对于垂度荷重的平衡度) 是依各如下表

弹  
簧  
特  
性

指定长度  
的荷重

等级	1级	2级	3级
$\alpha$	0.10	0.15	0.20
$\beta$	0.05	0.1	0.15

## 日本JIS B 2704~2709摘要

指定长度时的荷重是, 规定于其试验时的垂度是试验时的垂度20~80%之间, 但是指定长度时的垂度是做为4mm.

弹簧定数

有效圈数 \ 等级	1 级	2 级	3 级
3以上 10以下	±5%	±10%	±15%
10以上	±4%	±8%	±12%

弹簧定数是在於试验荷重时的垂度30~70%之间的2个荷重点, 按照荷重的差和垂度的差和垂度来规定.

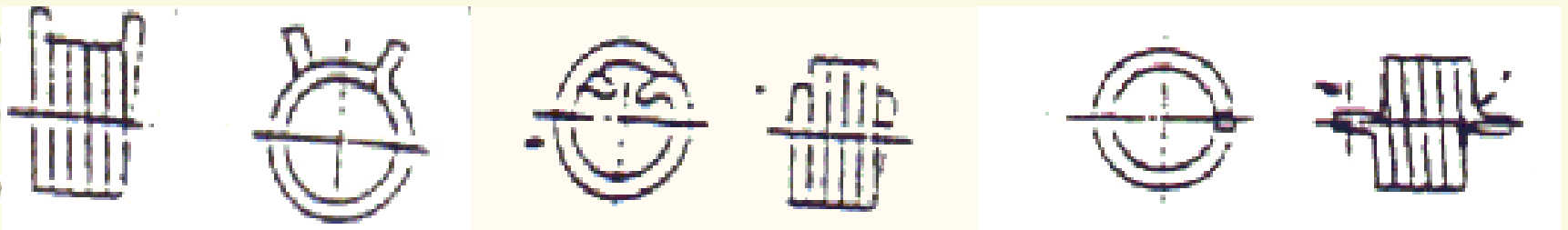
## 日本JIS B 2704~2709摘要

### - 3扭线圈弹簧

#### 1) 弹簧的形状

簧的末端形状是依安装方法、安装地方而需要特殊的形状，也非常复杂

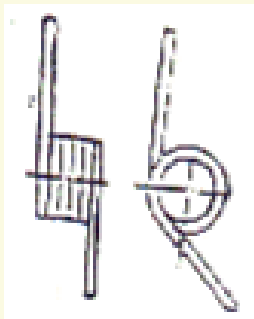
里的图3-3~3-5形状的形状大致区分



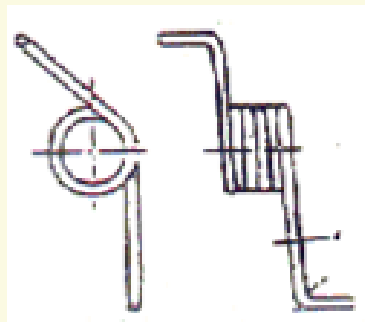
## 日本JIS B 2704~2709摘要

图3-4 基本形状

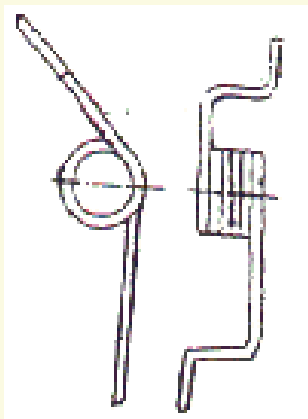
(a) 直线段



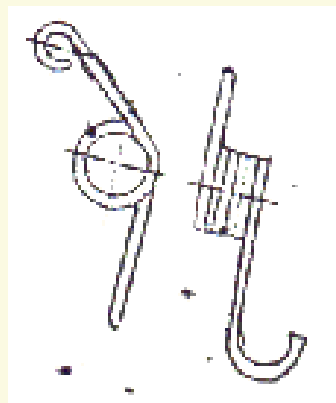
(b) 1段弯曲



(c) 工段弯曲

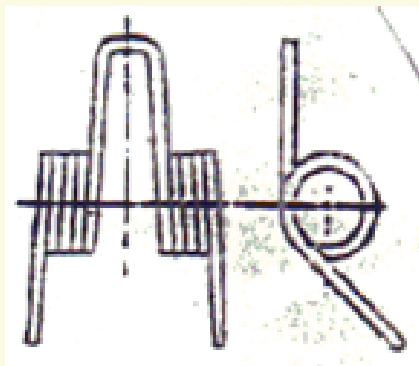


(d) 钩环



## 日本JIS B 2704~2709摘要

图3-5 双扭簧



### 2) 尺寸及弹簧特性

2.1) 许容差的等级 尺寸及弹簧特性的许容差等级是, 1级, 2级, 3级, 这等级是每各项目应于各种各样的需要而独立选定, 但没有特别需要的许容差是不指定.

(2.2) 尺寸及允许差, 弹簧的尺寸是依从指定, 尺寸许容差是依从如下.



## 日本JIS B 2704~2709摘要

(1) 杆的自由角度，有弹簧特性的指定时，杆的自由角度是做为参考值，没有弹簧特性的指定时杆的自由角度许容差是依表3-9

表3-9 杆的自由角度的许容差

等级 \ 卷数	1	2	3
3以下	$\pm 8^\circ$	$\pm 10^\circ$	$\pm 15^\circ$
3以上 10以下	$\pm 10^\circ$	$\pm 15^\circ$	$\pm 20^\circ$
10以上 20以下	$\pm 15^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 30^\circ$
20以上 30以下	$\pm 20^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 40^\circ$

备注：这个值的适用于D/d 4以上，22以下。

## 日本JIS B 2704~2709摘要

(2) 线圈直径, 线圈直径的许容差是, 应于弹簧的用途而内径或外径的那一方来规定. 其数值是依表3-10.

表3-10 线圈直径的许容差

等级 D/d	1	2	3
4以上 8以下	±1.0%,最小 ±0.15mm	±1.5%,最小 ±0.2mm	±2.5%,最小 ±4.0mm
8以上 15以下	±1.5%,最小 ±0.2mm	±2.0%,最小 ±0.3mm	±3.0%,最小 ±0.5mm
15以上 22以下	±2.0%,最小 ±0.3mm	±3.0%,最小 ±0.5mm	±4.0%,最小 ±0.7mm

: (1) 许容差是有需要时可以取单方面, 这时把表中的许容差范围取一方.

(2) 线圈部的长度, 线圈部的长度许容差是, 依表3-11, 但是不适用于卷粘着的部品.

## 日本JIS B 2704~2709摘要

表3-11 线圈部长度的许容差

D/d \ 等级	1	2	3
4以上 8以下	±1.5%, 最小±0.3mm	±3.0%, 最小±0.6mm	±5.0%, 最小±1.0mm
8以上 15以下	±2.0%, 最小±0.4mm	±4.0%, 最小±0.8mm	±7.0%, 最小±1.4mm
15以上 22以下	±3.0%, 最小±0.6mm	±6.0%, 最小±1.2mm	±9.0%, 最小±1.8mm

(4) 杆部的长度 杆部长度的测定是, 图3-6杆部的长度L依L1来进行, 其许容差是依表3-12.

## 日本JIS B 2704~2709摘要

表3-12 杆部的长度 许容差

材料直径 \ 等级	1	2	3
0.1以上 0.5以下	±2.0%, 最小±0.3mm	±3.0%, 最小±0.5mm	±4.0%, 最小±1.0mm
0.5以上 1以下	±2.0%, 最小±0.5mm	±3.0%, 最小±0.7mm	±4.0%, 最小±1.5mm
1以上 2以下	±2.0%, 最小±0.7mm	±3.0%, 最小±1.0mm	±4.0%, 最小±2.0mm
2以上 4以下	±2.0%, 最小±1.0mm	±3.0%, 最小±1.5mm	±4.0%, 最小±3.0mm
4以上	±2.0%, 最小±1.5mm	±3.0%, 最小±2.0mm	±4.0%, 最小±4.0mm

## 日本JIS B 2704~2709摘要

(5) 杆部的弯曲角度, 测定杆部弯曲角度是按照图3-7弯曲角度来进行, 许容差是依表3-13.

图3-6 杆部的长度L及L1

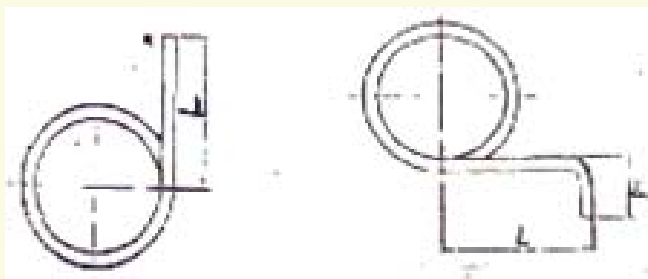


图3-7 杆部的弯曲角度



表3-13 杆部弯曲角度的许容差

等级	1	2	3
$\alpha$ 的允许差	$\pm 5^\circ$	$\pm 10^\circ$	$\pm 15^\circ$

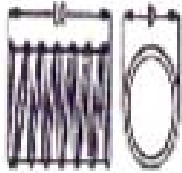
## 五、弹簧电镀相关资料

N O	表面处理		简单工艺介绍	镀后颜色	用途	镀层厚度	盐雾试验标准
1	镀金(Au)		除油→酸洗→镍底→ 镀金→烘干	金色	降低接触电阻，耐 磨损，保真效果。	①0.04~0.06 $\mu\text{m}$ 薄 ②1.2~1.5 $\mu\text{m}$ 厚	24H以上
2	镀铬(Cr)		除油→酸洗→打铜底 2次(碱铜、酸铜)→镍 底→镀铬→烘干	天蓝色	硬度高，耐磨性 好，反光能力强， 有较好的耐热性。	铬0.5 $\mu\text{m}$ 薄 15 $\mu\text{m}$ 以上厚	24H以上
3	镀银(Ag)		除油→酸洗→打镍底 →镀银→烘干	银色	导电性(金属中) 佳，导热率佳。	镍3~5 $\mu\text{m}$ 银0.04~0.06 $\mu\text{m}$	连续喷8H,WKS IJL 16H(欧230标 准)24H以上
4	镀镍 (Ni)	电解	除油→酸洗→打铜底 (必要时)→镀镍(滚镀)	白色	防腐性佳，焊锡， 导电耐磨性。	3~5 $\mu\text{m}$	JIS 3H(连续喷雾)
		无电 解	除油→酸洗→镍底(镍 磷合金化学分解)	白色	耐蚀性好(较电解) 镀层均匀。	3~5 $\mu\text{m}$	JIS 3H(连续喷雾)

## 五、弹簧电镀相关资料


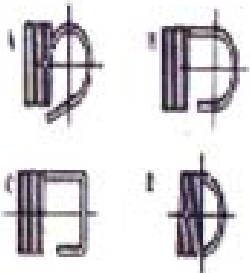
N O	表面处理	简单工艺介绍	镀后颜色	用途	镀层厚度	盐雾试验标准	
5	镀锡(Sn)	除油→酸洗→镍底→ 镀锡	亮白色	便于焊锡，导电性 一般。	3~5 μ m	24H以上	
6	镀锌 (Zn)	黑锌	除油→酸洗→镀锌→ 发黑	黑色	防锈(视产品要求)	5 μ m 以上	2H
		蓝锌	除油→酸洗→镀锌→ 发蓝	蓝色	防锈(视产品要求)	5 μ m 以上	2H
		五彩 锌	除油→酸洗→镀锌→ 发五彩	五彩(赤橙 黄绿青)	防锈(视产品要求)	5 μ m 以上	2H
		白锌	除油→酸洗→镀锌→ 烘干	白色	防锈(视产品要求)	5 μ m 以上	2H
7	染黑	除油→酸洗→染黑(片 碱同亚硝酸钠)	黑色	较精密，对尺寸有 较小影响，防锈。	1~2 μ m	一般不做,常温保 持一年(上油情形 下)。	
		中性盐雾试验标准：浓度3%、5%、20%(氯化钠)、PH值6.5~7.2之间，温度95%， 降雾每1~2ml/H/80cm <sup>2</sup> ，喷嘴压力0.8~1.4Kg，放置垂直挂或斜15~30°，不可直接喷在 工件上。					

## 五、弹簧设计应考量事项

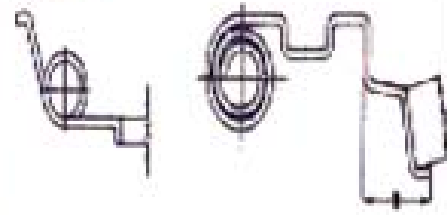
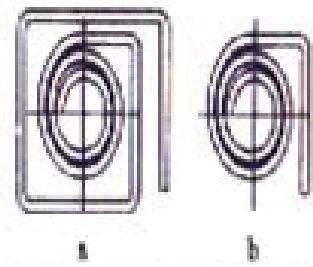
序号	种类	公差考量	尺寸标注及其界限值	测量工具	制作设备及产地	备注
1	压簧	参JIS2704 公差标注	1 指数 2 应力小于80% 3 纵横径 4 安全小于等于14° 5 小于1应0.8 以下小于2等 于1.2 1~4参JIS2704设计基准 	1 外径和卡尺 2 内径用塞规通止 3 圈数目视 4 弹力用专用试验机	产于日本: SC-4型 SH-3型 SH-8型 产于台湾: 光宏8型 千山14型 新超华40型	客方在标注时注明内, 外径和重要性, 因中间会因制做应力 推出会变小,安全 角愈大,中间愈小



## 五、弹簧设计应考量事项

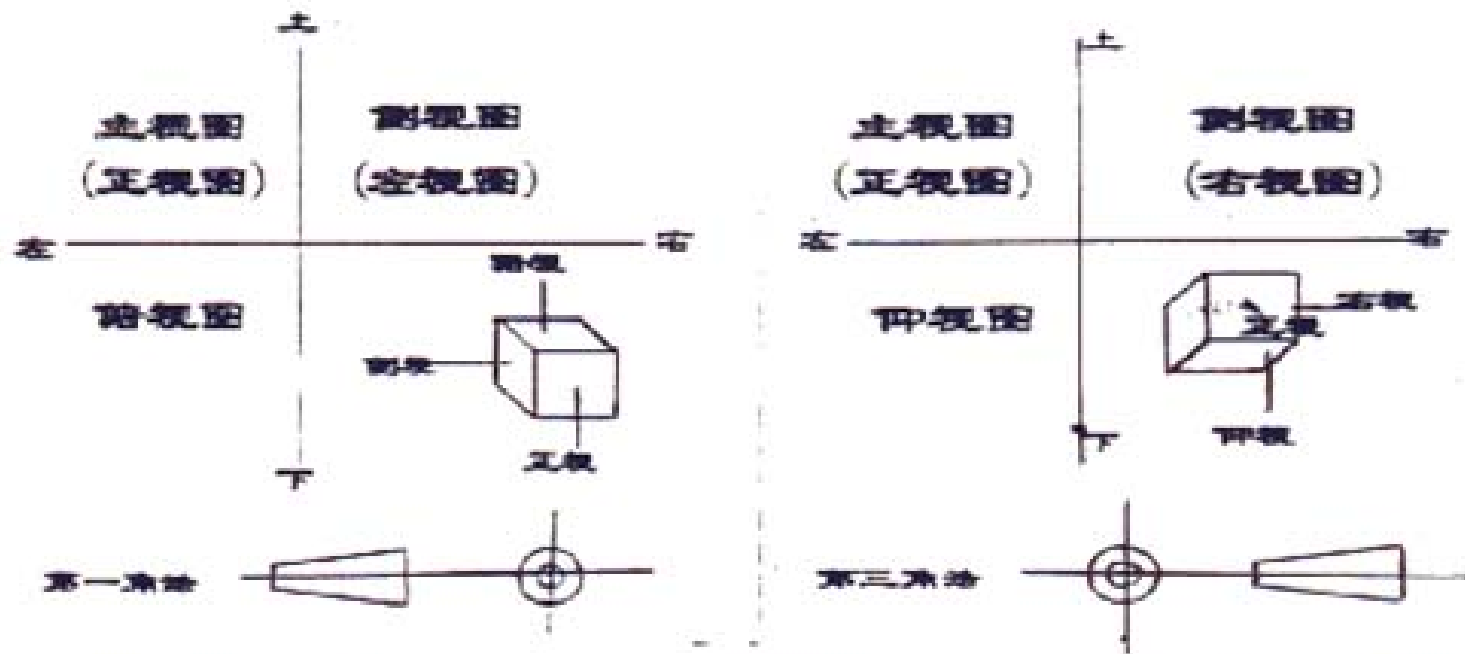
拉簧	参JISB2707 及2708公 差标注	<p>1 自由长标内侧 2 缺口a公差, 线径: 0.4以下:±0.3 0.5~0.8:±0.6 0.8~1.2:±0.7 1.2~2.0:±1.0 B图无特殊指定场合,不予考虑, 稳定性欠佳,成本高,而且H处尺 寸公差±0.2mm,缺口尺寸表示方 法以M处标识为佳,以r角表示测 试误差大</p> 	<p>1 耳环内径用塞规 2 外径用卡尺 3 缺口用投影机 4 弹力用专用试验 机</p>	<p>产于日本: CLS-10 CLS-10I</p>	<p>在设计时对鱼尾钩A 德式钩B 方钩C 半圆 钩D</p>  <p>设备贵 速度慢,工艺 复杂尽量不予考虑,如 有特定场合除外</p>
----	----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 五、弹簧设计应考量事项

<p>3</p> <p>扭簧含特殊簧</p>	<p>参JISB2709 公差标注</p>	<p>0 X折角尺寸应是线径的4倍, 小于2d, 1 折角内R应大于3/4d, 太小易断, 太大不够稳定。 2 应尺量标示直接尺寸, 如N。 如标示空间尺寸误差大, 测量不易, M如</p> 	<p>1 尺寸用投影机 2 内径用塞规 3 外径用卡尺 4 弹簧用专用试验机</p>	<p>产于日本: TM-8 TM-20 TM-16 产于台湾 CNC502 CNC523 CNC620</p>	<p>在设计时, 应尽量免却折角过于复杂, 如a形状, 一是成本高, 二是稳定性不好, 过渡用圆弧过渡, 如b形状, 较易制做, 而且成本较低, 速度快。</p> 
------------------------	---------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 六、弹簧设计资料

### 2.2 视图位置关系:



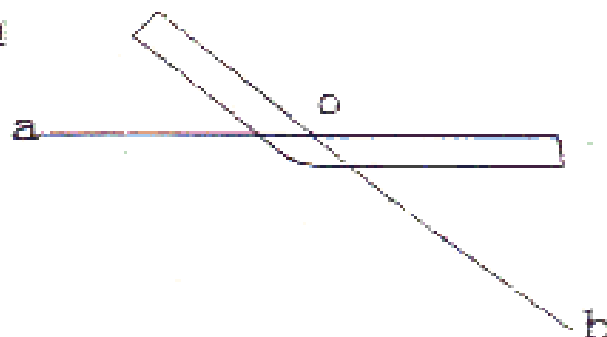
从上图不难看出：第一角法与第三角法主要都是从三个方面去描绘一件实物，其区别与联系通过以上图形就可以明显看得出来。

## 六、弹簧设计资料

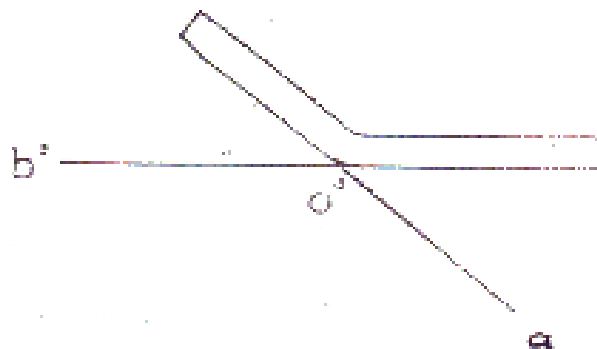
从上图不难看出：第一角法与第三角法主要都是从三个方面去描绘一件实物，其区别与联系通过以上图形就可以明显看得出来。

4.3.3.4 特别测量方法举例：

4.3.3.4.1 内测与外测



内测点O: a线与b线交点



外测点O': a'线与b'线交点



请多多指教!

