

新编 检验工检测计算 手册

刘承启 刘 越 等编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



新编检验工检测 计算手册

刘承启 刘 越 等



机械工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编检验工检测计算手册/刘承启等编. —北京:机械工业出版社, 2002. 6

ISBN 7-111-10480-3

I. 新... II. 刘... III. ①机械—检测—手册
②机械—计算—手册 IV. ①TG8-62②TH123-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 043308 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨溥泉 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

850mm×1168mm¹/₆₄·8.75 印张·305 千字

0 001—4 000 册

定价:15.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

内 容 简 介

本手册是按检验工和检查员所必须掌握的检测计算技术的要求编写的。内容包括大型零件的检测计算，中小型零件的检测计算，平面样板的检测计算，角度与锥体的检测计算，键与花键的检测计算，轴与孔的检测计算，圆柱螺纹的检测计算，圆锥螺纹的检测计算，直齿轮的检测计算，斜齿轮的检测计算，锥齿轮的检测计算，蜗轮蜗杆的检测计算，刀具的检测计算等。手册较全面系统地介绍了机械行业中的检测计算技术，可供广大检验工和检查员以及生产工人使用，也可供相关技术人员参考，还可作为检验人员的培训教材。

本手册由刘承启、刘越、刘超、张少杰、谢璇冰编写，由陈经建、平瑞林、杜根元审稿。

目 录

一、大型零件的检测计算	1
1. 大型平面直线度误差的检测计算	1
2. 大型平面平面度误差的检测计算	11
3. 机床各导轨面之间平行度误差的检测计算	58
4. 机床各部件移动时倾斜度误差的检测计算	61
二、中小型零件的检测计算	68
1. 小型平面平面度误差的检测计算	68
2. 轴类零件圆度误差的检测计算	70
3. 轴类零件圆柱度误差的检测计算	74
4. 中小型零件平行度误差的检测计算	76
5. 中小型零件垂直度误差的检测计算	87
6. 中小型零件倾斜度误差的检测计算	102
7. 轴与孔同轴度误差的检测计算	110
8. 点与线位置度误差的检测计算	118
三、平面样板的检测计算	125
1. 非整形圆弧样板半径的检测计算	125
2. 直线型面交点尺寸的检测计算	141
3. 直线型面与圆弧型面交点尺寸的检测计算	148
4. 圆弧型面交点尺寸的检测计算	152

5. 内圆弧型面半径的检测计算	154
6. 箱体孔中心距的检测计算	159
7. 圆柱形工件上两个倾斜孔的角度的检测 计算	160
8. 孔轴线与斜面交点尺寸的检测计算	162
9. 孔轴线垂直斜面时孔坐标尺寸的检测计 算	163
10. 孔轴线不垂直斜面时孔坐标尺寸的检测 计算	164
四、角度与锥体的检测计算	167
1. 直角的检测计算	167
2. 任意角的检测计算	170
3. 锥角的检测计算	180
4. 锥体大小头直径的检测计算	205
五、键与花键的检测计算	230
1. 键的检测计算	230
2. 花键的检测计算	232
六、轴与孔的检测计算	242
1. 轴径的检测计算	242
2. 大轴径的检测计算	247
3. 孔径的检测计算	259
4. 大孔径的检测计算	264

七、圆柱螺纹的检测计算	270
1. 圆柱外螺纹中径的检测计算	270
2. 圆柱外螺纹螺距的检测计算	309
3. 圆柱外螺纹牙型角的检测计算	315
4. 圆柱内螺纹中径的检测计算	319
八、圆锥螺纹的检测计算	341
1. 圆锥外螺纹中径的检测计算	341
2. 圆锥外螺纹大径的检测计算	368
3. 圆锥外螺纹螺距的检测计算	373
4. 圆锥内螺纹中径的检测计算	376
九、直齿轮的检测计算	379
1. 齿圈径向跳动的检测计算	379
2. 齿距的检测计算	382
3. 基节的检测计算	394
4. 渐开线齿形的检测计算	398
5. 公法线长度的检测计算	405
6. 齿厚的检测计算	424
7. 齿向的检测计算	440
十、斜齿轮的检测计算	452
1. 基节的检测计算	452
2. 公法线长度的检测计算	454
3. 齿厚的检测计算	458

4. 齿向的检测计算	461
十一、锥齿轮的检测计算	465
1. 齿形的检测计算	465
2. 齿厚的检测计算	470
3. 齿向的检测计算	475
十二、蜗轮蜗杆的检测计算	479
1. 蜗杆齿厚的检测计算	479
2. 蜗杆齿形的检测计算	483
3. 蜗杆压力角的检测计算	486
4. 蜗轮齿厚的检测计算	488
十三、刀具的检测计算	491
1. 丝锥的检测计算	491
2. 矩形花键拉刀的检测计算	503
3. 渐开线花键拉刀的检测计算	506
4. 搓丝板的检测计算	517
5. 齿轮铣刀的检测计算	519
6. 齿轮滚刀的检测计算	526
7. 插齿刀的检测计算	539
8. 剃齿刀的检测计算	545

一、大型零件的检测计算

1. 大型平面直线度误差的检测计算

(1) 用水平仪法对直线度误差的检测计算

[检测项目] 直线度误差。

[检测工具] 水平仪、专用垫块。

[检测简图] 见图 1-1。

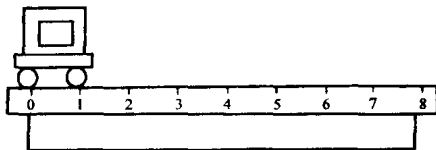


图 1-1 直线度误差的检测

[检测方法]

1) 对于比较长的被测表面,一般多用水平仪以节距法测量其直线度误差,测量前,首先将被测表面大致调到水平位置。

2) 按被测表面长度,选择尺寸合适的专用垫块,对于长度小于 4m 的被测表面,可选用长度 l 等于 200~250mm 的专用垫块;对于长度大于 4m 的被测表面,应选用 $l=500\text{mm}$ 的专用垫块。

3) 将水平仪放在专用垫块上。测量时,应从被测表

面的某一端开始，至另一端终止。再按原测点返回测量，取各测点两次读数的平均值，作为该点的测量结果。

4) 测量时，每次移动垫块，均需将后支点准确地放在原前支点处，新的前支点升高或降低，都将引起气泡的相应移动。

5) 根据气泡移动的方向和水平仪移动的方向，来确定被测表面的倾斜方向。如气泡移动方向和水平仪移动方向一致，说明被测表面上倾斜，一般读为正值，用“+”表示；如气泡移动方向和水平仪移动方向相反，说明被测表面向下倾斜，一般读为负值，用“-”号表示。

6) 边测量边将气泡移动的格数和正负，记录在有关表格中。

7) 将测得的角值，用公式换算成线值。

8) 按作图法或计算法即可求出直线度误差。

[检测计算] 将测得的角值换算成线值，可用下式计算

$$h = n\tau l$$

式中 h ——水平仪的实际倾斜度 (mm)；

n ——气泡移动格数 (格)；

τ ——水平仪的分度值 (mm/m)；

l ——专用垫铁长度 (mm)。

[检测用表]

示例：使用分度值为 0.02mm/m 水平仪，选用两支

点间距 $l=200\text{mm}$ 的专用垫块, 测量长 1m 导轨的直线度误差, 其测量和计算结果列于表 1-1。

表 1-1 测量结果

测点序号	1	2	3	4	5
测量位置 /mm	0~ 200	200~ 400	400~ 600	600~ 800	800~ 1000
读数值/格	+2	-1.5	+3.5	-2.5	+1.5
线值/ μm	+8	-6	+14	-10	+6
累积值/ μm	+8	+2	+16	+6	+12

表中第一行为各测点的序号;第二行为测量位置;第三行为水平仪在各测量位置上的读数。

以上三行为测量过程中, 记录下来的原始数据。

表中第四行为应用公式 $h=nl$ 将读数值(格)换算成线值(μm)的计算结果。

表中第五行为累积值, 即第一点的累积值为其本身; 第二点的累积值等于第一点的累积值与第二点的读数值(或线值)的代数和; 第三点的累积值等于第二点的累积值与第三点的读数值(或线值)的代数和; 其余类推。

(2) 用两端点连线作图法求直线度误差

[检测项目] 直线度误差。

[检测工具] 水平仪、专用垫块。

[检测简图] 见图 1-2。

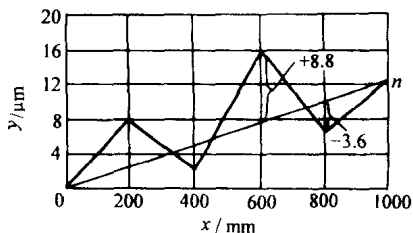


图 1-2 两端点连线作图法

[检测方法]

- 1) 用表 1-1 的测量结果作图。
- 2) 以 x 轴代表被测表面长度; 以 y 轴代表直线度误差, 并确定绘图比例。

3) 把测得的各点读数值 (格) 或线值, 按顺序标在坐标纸上。因为水平仪在新的测量位置上的读数, 是对前一测量位置而言的, 因此, 标注时应以前一测量位置为基准, 标出新的测量位置对前一测量位置升高或降低的误差数值。

4) 把标出的各点, 按照测量顺序连接起来, 就构成了被测表面直线度误差图。

5) 连接曲线两个端点 0 、 n , 以 $0n$ 作为评定直线度误差的理论直线, 从曲线上找出到 $0n$ 连线的最大正、负坐标值, 取其绝对值之和, 即为所求的直线度误差。

[检测计算] 直线度误差 f 为

$$f = |+8.8| + |-3.6| = 12.4 \mu\text{m}$$

(3) 用包容线作图法求直线度误差

[检测项目] 直线度误差。

[检测工具] 水平仪、专用垫块。

[检测简图] 见图 1-3。

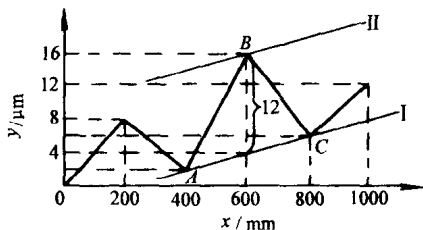


图 1-3 包容线作图法

[检测方法]

1) 按表 1-1 所列的测量结果作图，画出被测表面直线度误差曲线图。

2) 作符合最小条件的包容线。

最小条件的判断准则是：如果一条包容线通过误差曲线上两个最高点（或最低点），而另一条包容线通过误差曲线上的一个最低点（或最高点），且该点位于第一条包容线上两最高点（或最低点）之间，则这组包容线是符合最小条件的。即“两高夹一低”或“两低夹一高”，为符合最小条件包容线的判断准则。

3) 包容线 I 通过曲线上两个最低点 A、C; 包容线 II 通过曲线上一个最高点 B, 且 B 点位于 A、C 两点之间, 符合两低夹一高的判断准则。所以, 直线 I、II 是符合最小条件的包容线。

[检测计算] 直线度误差 f 为

$$f = 12 \mu\text{m}$$

(4) 用两端点连线算法求直线度误差

[检测项目] 直线度误差。

[检测工具] 水平仪、专用垫块。

[检测简图] 见图 1-4。

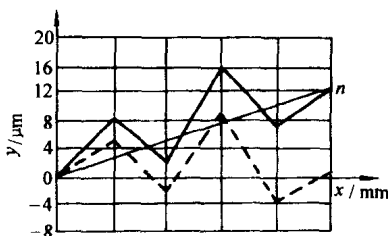


图 1-4 两端点连线算法

[检测计算]

1) 仍按表 1-1 所列测量结果, 来介绍两端点连线算法。

2) 将表 1-1 所列的测量结果数据填入表 1-2 中。

表 1-2 两端点连线计算法

测点序号	1	2	3	4	5
测量位置 /mm	0~ 200	200~ 400	400~ 600	600~ 800	800~ 1000
读数值/格	+2	-1.5	+3.5	-2.5	+1.5
线值/ μm	+8	-6	+14	-10	+6
累积值/ μm	+8	+2	+16	+6	+12
平均值/ μm	$12 \div 5 = 2.4$				
修正量/ μm	-2.4	-4.8	-7.2	-9.6	-12
误差值/ μm	+5.6	-2.8	+8.8	-3.6	0

3) 求平均值与修正量：为了使两端点连线 $0n$ 与 x 轴重合，需将误差曲线绕坐标原点 o 旋转。当 n 点与 x 轴重合时，曲线上各点的纵坐标值，均需加以修正。但各点的修正量是不同的：原点 o 的修正量为零，最末一点的修正量，就是该点的纵坐标全量，其余各点的修正量，根据平均值按比例算出。

所谓平均值，就是最末一点 (n 点) 的纵坐标全量被测点总数相除之商。显然，第一测点的修正量为平均值；第 2、3、4、……测点的修正量，分别等于平均值的 2、3、4、……倍。

现将其平均值列于表 1-2 第 6 行。

将修正量列于表 1-2 第 7 行。

4) 求各测点上的误差: 各测点的误差值, 即为误差曲线上各测点到两端点连线 $0n$ (即 x 轴) 的纵坐标值。它等于各测点的累积值与相应修正量的代数和。

现将计算出的各测点的误差值, 填入表 1-2 的第 8 行。

5) 直线度误差值: 在误差值中, 最大正值与最大负值的绝对值之和, 即为直线度误差值。

$$f = |+8.8| + |-3.6| = 12.4\mu\text{m}$$

另外, 在使用两端点连线算法求直线度误差时, 当记录下水平仪在各个测量位置上的读数 (格) 后, 也可以应用公式直接求出各个测量点对两端点连线的偏差。公式如下

$$f_i = l\tau \left(\sum_1^i a_i - \frac{i}{n} \sum_1^n a_i \right)$$

当水平仪的刻度值用角度单位 (秒) 表示时, 也可用下面公式计算

$$f_i = 0.005l\tau'' \left(\sum_1^i a_i - \frac{i}{n} \sum_1^n a_i \right)$$

式中 f_i —— i 点对两端点连线的偏差 (mm);

l ——专用垫铁两支点间的距离 (mm);

τ ——水平仪刻度值 (mm/m);

τ'' ——水平仪刻度值 (");

a_i ——水平仪在 i 点上的读数（格）；

$\sum_1^i a_i$ ——从 1 点到 i 点读数的代数和；

$\sum_1^n a_i$ ——从 1 点到 n 点读数的代数和。

对表 1-2 测量结果，其直线度误差，可用以下公式计算

$$f_i = l\tau \left(\sum_1^i a_i - \frac{i}{n} \sum_1^n a_i \right)$$

$$\begin{aligned} f_1 &= 200 \times \frac{0.02}{1000} \times \left[+2 - \frac{1}{5} \times (+3) \right] \\ &= +0.0056 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_2 &= 200 \times \frac{0.02}{1000} \times \left[+0.5 - \frac{2}{5} \times (+3) \right] \\ &= -0.0028 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_3 &= 200 \times \frac{0.02}{1000} \times \left[+4 - \frac{3}{5} \times (+3) \right] \\ &= +0.0088 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_4 &= 200 \times \frac{0.02}{1000} \times \left[+1.5 - \frac{4}{5} \times (+3) \right] \\ &= -0.0036 \end{aligned}$$

$$f_5 = 200 \times \frac{0.02}{1000} \times \left[+3 - \frac{5}{5} \times (+3) \right] = 0$$

取其中最大正值与最大负值的绝对值之和作为直线度误差 f