

○高级钳工丛书

王辰宝 / 主 编

黄如林 / 副主编

骆志斌 / 主 审

g
o
o
j
i
j
i
g
o
n
g
c
o
n
g
s
h
u

G

GAOJI QIANGONG JISHU YU SHILI

高级钳工 技术与实例

江苏科学技术出版社

○高级钳工

王辰宝 /

黄如林 / 副主编

骆志斌 / 主 审

g
a
o
j
i
j
i
g
o
n
g
c
o
n
g
s
h
u

G

GAOJI QIANGONG JISHU YU SHILI

高级钳工 技术与实例

江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级钳工技术与实例 / 王辰宝等编著. —南京: 江苏科学技术出版社, 2005. 1

(高级技工丛书)

ISBN 7-5345-4407-6

I. 高... II. 王... III. 钳工—技术 IV. TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 133210 号

高级钳工技术与实例

主 编 王辰宝
副 主 编 黄如林
主 审 骆志斌
责任编辑 刘屹立 王洪贵

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

经 销 江苏省新华书店
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 南京大众新科技印刷有限公司

开 本 850 mm×1168 mm 1/32
印 张 14
插 页 2
字 数 330 000
版 次 2004 年 12 月第 1 版
印 次 2005 年 1 月第 2 次印刷
印 数 1 001—5 000 册

标准书号 ISBN 7-5345-4407-6/TH·95
定 价 29.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

高级技工丛书

编委会

主 任 温文源

顾 问 江建春

秘 书 凌正珠

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 玲 王克鸿 王辰宝

王剑钊 许 超 李集仁

吴国梁 杨文保 恽君壁

前 言

随着现代化生产的发展,高精度设备及大型机械的应用越来越广泛,相应地要求技术人员具备更丰富的实践知识和理论知识。就钳工技术而言,机械精度以及对零件制造精度的要求越高,对钳工技术水平的要求也就越高。本书旨在提高广大高级钳工的技术水平。

钳工技术实践性、工艺性很强。这就要求从业人员具有长期积累的实践经验,掌握传统机械和先进机械的结构、运行方式、生产条件、测量方法及数据处理的知识,能够及时分析、判断故障,调整和排除故障,不断总结出经验、摸索出窍门。高级钳工要能实干加巧干,在实际操作中达到事半功倍的效果。因此,高级钳工应具备良好的心理素质,认真负责的态度;具有耐心细致、全神贯注的工作品格,同时还能与其他技术人员、操作工人协调和交流,共同掌握生产中第一手资料,共同探讨并取得成熟的经验。

本书从实际出发,侧重介绍生产实践经验,兼顾科学性和先进性。

参加本书编写的人员有:第1章解梅;第2、3章王辰宝;第4章黄如林;第5、6章刘

培友、黄正度。

本书由东南大学骆志斌教授主审。

对于本书的编写,有关工厂、院校和研究单位提供了宝贵资料和经验并给予热情指导,南京林业大学高维杰等同志给予了大力支持,编者谨在此表示真诚感谢。

本书在内容编排与选择上难免有不完善或不妥之处,有些内容实践证明实用,但不一定是惟一或最佳的工艺方法,敬请广大读者斧正,以便再版时修改、补充。

《高级钳工技术与实例》编写组

2004 年 10 月

目 录

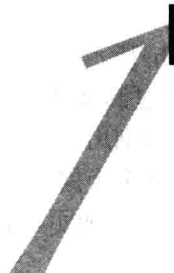
1 高精度测量仪器及应用	1
1.1 光学合像水平仪	1
1.2 自准直光学量仪	4
1.2.1 自准直仪	6
1.2.2 光学平直仪	7
1.2.3 测微准直望远镜	9
1.3 工具显微镜	12
1.3.1 万能工具显微镜的组成及原理	13
1.3.2 工具显微镜的读数装置	14
1.3.3 万能工具显微镜的基本测量方法和测量步骤	15
1.4 三坐标测量机	20
1.4.1 三坐标测量机的分类与构成	20
1.4.2 三坐标测量机的测量方法	23
1.4.3 三坐标测量机的应用	24
1.5 尺寸精度的测量	27
1.5.1 轴类零件的测量	27
1.5.2 孔类零件的测量	31
1.6 形状和位置误差的测量	36
1.6.1 直线度误差的测量	36
1.6.2 平面度误差的测量	41
1.6.3 圆度误差的测量	44
1.6.4 垂直度误差的测量	45

1.6.5 同轴度误差的测量	46
1.7 角度误差的测量	47
2 高精度刮削和研磨技术	51
2.1 刮研的基础知识	52
2.1.1 常用刮研导轨工具	52
2.1.2 研具的研磨剂	53
2.1.3 研磨方法	54
2.1.4 刮削顺序的原则	55
2.1.5 刮削工艺	56
2.1.6 刮刀花的工艺	58
2.1.7 刮研常见缺陷及措施	62
2.2 精密刮研实例	63
2.2.1 精密大型平板的刮削	63
2.2.2 精密导轨的刮研	64
2.2.3 正弦规研磨	71
2.2.4 圆柱体、圆柱孔工件的研磨	72
2.2.5 圆锥面、圆锥孔工件的研磨	73
2.2.6 莫氏定位套的研磨	73
2.2.7 螺纹环规的研磨	74
3 精密装配技术及工艺规程编制	76
3.1 工艺规程的编制	76
3.2 尺寸链	79
3.2.1 尺寸链的基本概念	79
3.2.2 装配尺寸链的计算方法	82
3.2.3 举例	85
3.3 空箱定位装配	89

3.4 大件拼装——大型床身的拼装	93
3.5 误差补偿装配(定向装配)	95
3.6 高精度轴组装配与调整	97
3.6.1 直齿圆柱齿轮副的装配	99
3.6.2 蜗杆蜗轮副的装配	111
3.6.3 齿轮齿条机构的装配	115
3.6.4 螺旋机构的装配	119
3.6.5 轴承组装配与调整	127
3.6.6 联轴器及联轴器对中	139
3.7 模具的装配和调试	146
3.7.1 冷冲模的装配与调试	147
3.7.2 塑料模的装配与调试	151
3.8 精密机械装配精度检测	155
3.8.1 静刚度(刚度)	157
3.8.2 运动的平稳性	159
3.8.3 振动性	160
3.8.4 精度检验	161
3.8.5 提高精度的措施	171
3.8.6 平衡	172
4 机械设备的修理与故障排除	183
4.1 机械设备故障	183
4.2 设备的磨损	183
4.2.1 磨损零件的修理更换原则	185
4.2.2 磨损零件的修复原则	186
4.3 设备修理的主要内容和一般程序	186
4.4 零件的修复技术	190
4.4.1 钳工修复法	190

4.4.2	机械修复法	191
4.4.3	焊接修复法	197
4.4.4	表面喷涂修复法	201
4.4.5	电镀修复法	207
4.4.6	胶接修复法	212
4.4.7	零件的校直	218
4.5	典型零部件的修理	220
4.5.1	主轴的修理	220
4.5.2	机床导轨的修理	223
4.5.3	静压轴承和动压轴承的修理	226
4.5.4	丝杠螺母副的修理	227
4.5.5	典型液压回路的修理、调整	228
4.5.6	降低机床噪音的方法与实例	229
4.5.7	常见漏油原因与治漏	233
4.6	典型设备的修理	239
4.6.1	卧式车床的修理	239
4.6.2	立式车床的常见故障分析与检修	270
4.6.3	CK6140 数控车床的常见故障分析与检修	274
4.6.4	Y3150 滚齿机的故障分析与检修	286
4.6.5	T4163 型单柱坐标镗床的故障分析与检修	290
4.6.6	MG1432A 型高精度万能外圆磨床的故障分析与 检修	296
4.6.7	X6132 型铣床的常见故障分析与检修	303
5	技能鉴定题工艺分析	317
5.1	燕尾半圆镶配	317
5.2	后贴六方配	324
5.3	角度变位配	332

5.4 桥形对配	341
5.5 内方变位配	350
5.6 六方四组合	357
5.7 双斜面镶配	366
5.8 形腔滑配	371
5.9 六方 V 形组合	384
5.10 圆弧角度四组合	397
6 钳工技术小窍门	408
6.1 划线技术	408
6.2 虎钳小改进	412
6.3 怎样锉好平面	415
6.4 钻孔技术	415
6.5 紧固机件	421
6.6 机件拆卸	423
6.7 拔断茬的方法	424
6.8 拔衬套的方法	428
6.9 机修	430
6.10 其他	433
参考文献	436



高精度测量仪器及应用

零件及机械通过检测才能判定其是否合格及性能如何。生产中检测包括测量和检验。测量是指确定被测量的量值而进行的一系列实验过程,其实质是将被测量的量值与标准量进行比较,确定是否在验收范围内。对于大型精密机械,一般测量精度要求较高,这时所用测量仪器、仪表应具有相应的精度,同时测量者还必须掌握这些高精度测量仪器、仪表的正确使用方法。本章就常用的高精度测量仪器及其使用方法介绍如下。

1.1 光学合像水平仪

光学合像水平仪,是用来测量水平位置或垂直位置微小角度偏差的角值测量仪。在机械的装配、修理中,常用它来校正基准件的安装水平度,测量各种机床或各类设备的导轨、基准平面的直线度和平面度,以及零、部件相对位置的平行度和垂直度误差等。与框式水平仪相比,其测量范围大,可在工件的倾斜面上使用,但环境温度变化对测量精度有较大的影响。

(1) 光学合像水平仪的结构及工作原理

光学合像水平仪的结构如图 1.1-1(a)、(b)所示。玻璃管 6 安装在杠杆架 10 上,其水平位置用微分盘 3 通过测微螺杆 13 和杠杆系统进行调整。玻璃管内的气泡两端圆弧分别用三个不同方向、不同位置的棱镜反射到窗口的镜框内,分成两个半像。当水平仪处于水平位置时,气泡 A、B 重合,如图 1.1-1(c)所示;当水平仪倾斜时,气泡 A、B 不重合,如图 1.1-1(d)所示。

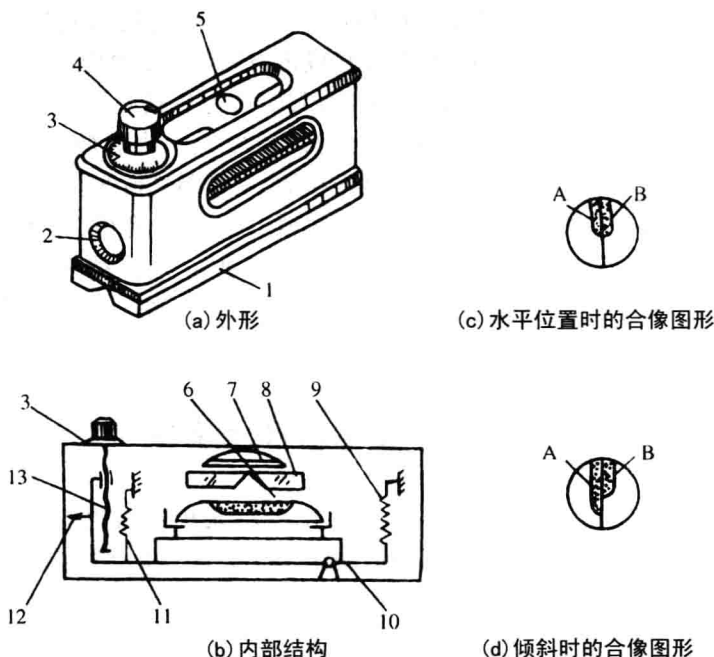


图 1.1-1 光学合像水平仪

1—底座 2、5—窗口 3—微分盘 4—转动手轮 6—玻璃管 7—放大镜
8—合成棱镜 9、11—弹簧 10—杠杆架 12—指针 13—测微螺杆

测微杆的螺距 $P=0.5\text{ mm}$,微分盘的刻线分为 100 等份。微分盘分度值为 $0.01\text{ mm}/1\text{ 000 mm}$,即微分盘每转过一格,测微螺

杆上的螺母就移动 0.005 mm。窗口 2 读数单位为 mm/1 000 mm。

(2) 光学合像水平仪的使用方法

将光学合像水平仪放在工件的被测表面上,用手转动微分盘 3,从窗口 5 中观察,直到两半气泡重合时进行读数。例如,精度为 0.01/1 000 的光学合像水平仪,微分盘上每一刻度格表示在 1 m 长度上,两端高度差为 0.01 mm。测量时,如果从窗口 2 读数为 1,微分盘示数为 16,则测量值为 1.16 mm,表示被测工件倾斜程度是在 1 m 长度上两端高度差为 1.16 mm。如果工件长度小于或大于 1 m 时,应按照正比例方法进行折算。

(3) 光学合像水平仪测量数据的处理

以分度值为 0.02 mm/1 000 mm 的水平仪和跨距 L 为 250 mm 的桥板为例,测量直线度过程如图 1.1-2 所示。水平仪一格示值代表的高度差为

$$0.02/1\,000 \times 250 = 0.005\text{ mm} = 5\text{ }\mu\text{m}$$

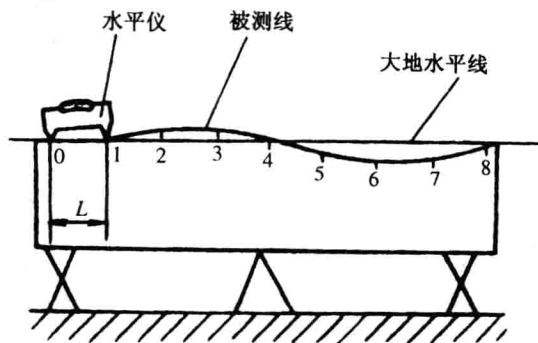


图 1.1-2 水平仪测直线度过程

由此可算出各相邻两点的相对高度差和各点对起始点的绝对高度差值。以测量基准线(过 0 点的水平线)为 x 坐标,各点绝对高度差值为 y 坐标作出测量图线,即可用量图法或解析法按直线

度误差判断原则求出工件的直线度误差值。用最小区域判别原则评定直线度误差的数据处理见表 1.1-1。

表 1.1-1 用最小区域判别原则评定直线度误差的数据处理

测点序号	0	1	2	3	4	5	6	7	8
水平仪读数 (格)	+1	+1	0	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{4}$	+1	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$
相对高度差值 (μm)	+5	+5	0	$-\frac{5}{4}$	$-\frac{5}{4}$	+5	$+2\frac{1}{2}$	$+7\frac{1}{2}$	$+7\frac{1}{2}$
绝对高度差值 (μm)	0	+5	+10	+10	$+8\frac{3}{4}$	$+7\frac{1}{2}$	$+12\frac{1}{2}$	+15	$+22\frac{1}{2}$

测量图线

作最小包容线

确定旋转轴“O”

求单位旋转量 q

$$10 + 3q = 22\frac{1}{2} - 3q$$

$$q = 2\frac{1}{12}(\mu\text{m})$$

各点旋 转量	$\pm nq$	$+5q$	$+4q$	$+3q$	$+2q$	$+q$	0	$-q$	$-2q$	$-3q$
	μm	$+10\frac{5}{12}$	$+8\frac{1}{3}$	$+6\frac{1}{4}$	$+4\frac{1}{6}$	$+2\frac{1}{12}$	0	$-2\frac{1}{12}$	$-4\frac{1}{6}$	$-6\frac{1}{4}$
旋转后各测点 的高度(μm)		$+10\frac{5}{12}$	$+13\frac{1}{3}$	$+16\frac{1}{4}$	$+14\frac{1}{6}$	$+10\frac{5}{6}$	$+7\frac{1}{2}$	$+10\frac{5}{12}$	$+10\frac{5}{6}$	$+16\frac{1}{4}$
直线度误差 (μm)		$f = +16\frac{1}{4} - 7\frac{1}{2} = 8\frac{3}{4} = 8.75$								

1.2 自准直光学量仪

自准直光学量仪是根据光学的自准直原理制造的测量仪器，

其基本原理如图 1.2-1 所示。光源 S 照亮了位于物镜焦面上的 O 点像,经物镜后成为平行光束射出。当在物镜另一侧垂直于光轴安放一反射镜 M 时,则平行光被反射回来,通过物镜仍在原来位置成一实像,称为“自准直”,如图 1.2-1(a)所示。

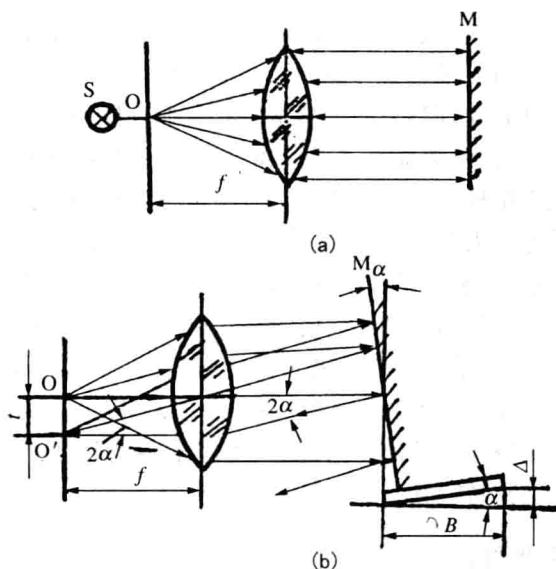


图 1.2-1 光学的自准直原理

当反射镜倾斜 α 角时,如图 1.2-1(b)所示,则按光的反射定律,将在焦面上距 O 点为 t 的 O' 点成像,被测量的倾斜误差可通过 t 反映出来。 t 与 α 角的关系为

$$t = f \tan 2\alpha \approx 2f\alpha$$

倾斜角 α 与被测量的尺寸变化量 Δ 的关系为

$$\Delta = B t \tan \alpha \approx B \alpha$$

比较两式得

$$\Delta = \frac{tB}{2f}$$

由上可知,自准直光学量仪中像的偏移量,由反射镜转角 α 所决定,与反射镜到物镜的距离无关。因此,自准直光学量仪可以用来测量反射镜对光轴垂直方位的微小偏转量。

利用自准直原理制造的光学量仪有自准直仪、光学平直仪、自准测微平行光管、测微准直望远镜和工具经纬仪等多种。

由于光学量仪在使用过程中具有测量精度高、无测量力、通用性好和测量范围大等特点,因此在机械设备,特别是精密度高的大型设备的制造、安装和修理中,得到了广泛的应用。自准直光学量仪配合相应的附件(如靶标、反射镜等),可以精确地测量装配件的微小角度偏差;测量导轨和基准平面的直线度、平面度误差,测量装配件各表面相对位置的平行度、垂直度误差,以及孔的同轴度找正等。与多面棱体或其他仪器配合,可测量各类分度机构的分度误差、工作台的回转精度等。

1.2.1 自准直仪

自准直仪又称自准直平行光管,如图 1.2-2 所示。

从光源 7 发出的光线,经聚光镜 6 照明分划板 8 上的十字线,由半透明棱镜 12 折向测量光轴,经物镜组 9、10 成平行光束出射,再经目标反射面 11 反射回来,把十字线成像于分划板 5、4 的刻线面上。由鼓轮 1 通过测微丝杆 2 移动,照准双刻线(刻在可动分划板 4 上),由目镜 3 观察,使双刻线与十字线像重合,然后在鼓轮 1 上读数。

自准直仪测微鼓轮示值读数每格为 $1''$,测量范围为 $0 \sim 10'$,测量工作距离 $0 \sim 9 \text{ m}$ 。