

平台测量法解析

500例

张泰昌 编著



化学工业出版社

平台测量法解析

500例

张泰昌 编著



化学工业出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

平台测量法解析 500 例/张泰昌编著. —北京: 化学工业出版社, 2009. 12
ISBN 978-7-122-06817-0

I. 平… II. 张… III. 几何量-测量 IV. TB92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 182627 号

责任编辑: 刘 哲

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 周梦华

装帧设计: 杨 北

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市白帆印务有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 18½ 字数 556 千字

2010 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

前 言

在机械制造中，保证加工零件的精度，不仅取决于加工所采用的工艺方法，同时也决定于所选用的测量技术。

通常零件的尺寸，一般都用通用测量器具和专用的极限量规以直接法测量。但是，在某些情况下，例如对直线（或弧线）交点尺寸及角度的测量，用这些通用测量器具（千分尺、卡尺）是难以测量的。采用平台测量法，通过千分尺、量块、直尺、平板等组合，以间接法测量能够完成千分尺、卡尺等通用测量器具所不能完成的复杂空间几何量测量工作。

此外，平台测量法具有设备简单、测量精度比较高等特点，可解决一些在一般情况下必须用仪器才能解决的测量问题。考虑到被测件的重量和设备条件的限制，仪器测量法有其局限性，更显平台测量法的优越性。

平台测量法比较容易被检测人员和生产工人所掌握。即使需要进行必要的运算，所涉及的也多是一些基本的几何与三角关系。因此，平台测量法是一种有实用价值的测量技术，受到了世界各国的重视。在工厂工具、夹具、模具车间，机械维修车间应用更是普遍。

本书内容包括平台测量法的诠释、分类、特点、设备、方法、计算、误差、实例和应用。详细地介绍了在几何量测量中，应用平台测量法来解决一些用普通方法难以测量的问题。书中列举了各种典型零件精密测量和计算方法的应用实例。涉及简单尺寸，内外尺寸，角度尺寸，直孔、平板样板、函数曲线及空点曲线坐标尺寸；交点尺寸，相关尺寸，空间尺寸，双角度轴线、斜向尺寸，圆弧半径，锥体锥角及大小端直径，形位误差，螺纹、齿轮参数诸方面。从测量目的、测量工具、测量方法、计算公式、测量评价、方法应用等方面作了比较系统的阐述。这些测量实例的介绍，有助于平台测量法实践经验的总结和应用；有益于促进平台测量法新方法的创造和发展。

本书可供机械工人和检测工阅读。

编著者

目 录

第一章 平台测量法概论	1
一、平台测量法及其诠释	1
二、平台测量法的实质和分类	1
三、平台测量法的特点和应用	2
第二章 平台测量法的设备	4
一、平台测量法的设备种类	4
二、平台测量法的设备简介	4
(一) 重要工具	4
(二) 通用量具	6
(三) 通用量仪	28
(四) 辅助工具	59
第三章 简单尺寸的测量	66
一、塞规尺寸的测量	66
二、台阶尺寸的测量	68
三、卡板尺寸的测量	68
第四章 外尺寸测量	70
一、长度尺寸测量	70
二、端面距测量	71
三、高度尺寸测量	72
四、轴径测量	73
五、圆直径的测量	74
六、花键轴的测量	79
七、中心距的测量	81
八、形状样板尺寸测量	83
九、零件尺寸测量	86
第五章 内尺寸测量	122
一、量块试塞法	122
二、指示器法	123
三、扁销槽深度测量	130

四、零件尺寸测量	131
第六章 圆弧半径的测量	132
一、标准样柱法	132
二、弓高弦长法	133
三、圆柱法	134
四、定位器法	139
五、V形块法	141
第七章 角度的测量	143
一、直角测量法	143
二、非直角测量法	144
三、正弦尺测量法	145
四、正弦尺-圆柱角尺测量法	146
五、圆柱测量法	147
六、正切测量法	148
七、方铁-正弦尺测量法	148
八、V形槽的测量	150
九、内外燕尾槽的测量	158
十、燕尾形导轨的测量	163
十一、斜面槽的测量	163
十二、弧形三角槽的测量	169
十三、圆弧孔角度测量	170
十四、零件角度的测量	172
第八章 锥体的测量	175
一、外锥体的测量	177
二、内锥体的测量	209
第九章 平板样板坐标尺寸的测量	220
一、接点间尺寸的测量	221
二、平板样板坐标尺寸的测量	225
第十章 轮廓形状样板尺寸的测量	231
一、量规法	231
二、带表夹具测量法	233
第十一章 函数曲线及空点曲线坐标尺寸的测量	234
一、函数曲线坐标尺寸的测量	234
二、空点曲线坐标尺寸的测量	236

第十二章 孔位置坐标尺寸的测量	238
一、直孔坐标尺寸的标注	238
二、直角坐标尺寸的合格性	238
三、极坐标尺寸的合格性	239
四、直孔坐标尺寸的测量	240
五、斜孔坐标尺寸的测量	243
第十三章 圆周孔均匀分布误差的测量	251
一、圆周孔均匀分布的误差	251
二、圆周孔均匀分布误差的测量	251
三、圆周上均匀分布孔的相对测量法	253
四、相对测量法的数据处理	253
第十四章 交点尺寸的测量	258
一、交点尺寸的概念	258
二、直线与直线交点尺寸的测量	259
三、两相交平面交点尺寸的测量	266
四、两线(面)交点间尺寸的测量	272
五、其他直线(平面)与直线(平面)交点尺寸的测量	276
六、直线与圆弧交点尺寸的测量	282
七、圆弧中心坐标尺寸的测量	299
八、圆弧与圆弧交点尺寸的测量	305
九、圆心和圆心的位置尺寸测量	313
十、与角度有关的交点尺寸测量	314
第十五章 相关尺寸的测量	317
一、相关尺寸的概念	317
二、相关尺寸的标注	317
三、相关尺寸的标注方法	319
四、相关尺寸的实质	319
五、相关尺寸与交点尺寸的区别	320
六、相关尺寸的测量原则	321
七、相关尺寸的计算方法	321
八、相关尺寸合格性的判断	322
九、相关尺寸的测量与计算	322
第十六章 空间尺寸的测量	339
一、空间尺寸的概念	339
二、空间尺寸的特点	339

三、空间尺寸的测量	339
第十七章 双角度斜孔的测量	359
一、双角度斜孔的概念	359
二、双角度斜孔角度的标注方法	360
三、轴线六个角度的函数关系	361
四、双角度斜孔角度的测量	365
五、双角度斜孔轴线坐标尺寸的测量	371
第十八章 双角度斜面的测量	392
一、双角度斜面的概念	392
二、双角度斜面的标注	394
三、斜面角度的函数关系	394
四、双角度斜面的角度测量	398
五、双角度斜面坐标尺寸的测量	403
第十九章 立体测量	407
一、双面角度交点的测量	407
二、棱柱体的测量	410
第二十章 形位误差的测量	412
一、基本概念	412
二、最小条件	412
三、直线度误差的测量	413
四、平面度误差的测量	432
五、圆度误差的测量	436
六、圆柱度误差的测量	439
七、轮廓度误差的测量	442
八、平行度误差的测量	447
九、垂直度误差的测量	459
十、倾斜度误差的测量	474
十一、同轴度误差的测量	479
十二、对称度误差的测量	492
十三、位置度误差的测量	511
十四、跳动的测量	522
十五、综合测量	528
第二十一章 螺纹的测量	534
一、基本概念	534
二、测量方法	534

第二十二章 齿轮的测量	542
一、基本概念	542
二、测量方法	542
第二十三章 量具、量仪的检定	545
一、量具、量仪的检定	545
二、钢直尺的检定	545
三、量块的检定	546
四、深度游标卡尺的检定	547
五、高度游标卡尺的检定	548
六、千分尺的检定	551
七、孔径千分尺的检定	551
八、刀口直尺的检定	553
九、平尺的检定	554
十、直角尺的检定	555
十一、框式水平仪的检定	565
十二、合像水平仪的检定	568
十三、正弦尺的检定	570
十四、方箱的检定	573
十五、四面棱体的检定	576
参考文献	578

第一章 平台测量法概论

一、平台测量法及其诠释

【方法命名】

在检验平台上，利用通用测量器具和专用工具，对被测件尺寸进行测量的一种方法，称为平台测量法。

【方法诠释】

这种测量方法，是在平台上进行，并以平台工作面为基准。通过辅助量具（正弦尺、角尺、方箱等），使被测尺寸方向垂直于平台工作面。利用测量器具（卡尺、千分尺、指示表）、长度基准（量块）和专用工具（心轴、圆柱、圆球等），以一定的几何关系，进行不同的积木式组合，形成测量所需要的标准量并与被测量进行比较，经过一系列的间接测量和数学运算，得到被测量与标准量的差值，从而得到被测量的实际值，实现测量目的。

测量目的有两个：

一是用来检定样板、对板及对对板（也称工作量规、校对量规）等专用量具的合格性；

二是用来测量零件的尺寸和角度。

由于这种测量方法，经常是在作为测量基准的平台上进行工作，所以称为平台测量法。

【方法称呼】

平台测量法也称呼为手工测量法、积木式测量法和五大件测量法。

二、平台测量法的实质和分类

【方法实质】

平台测量法的实质是比较测量（即相对测量或差值测量）。它是

通过某些设备,按一定的几何关系组合形成测量所需的标准量与被测量进行比较,测出被测量与标准量的差值,从而得到被测量实际值。

【方法分类】

根据比较测量工具的不同,平台测量法分为指示器法和光隙法两种。

指示器法是以指示表(百分表、千分表或测微表)将被测尺寸与标准尺寸进行比较,测出被测尺寸与标准尺寸之差的一种方法(如图 1-1 所示)。

光隙法则是用刀口尺、平直尺等将被测量与标准量差值,表征为光隙大小的一种方法(如图 1-2 所示)。

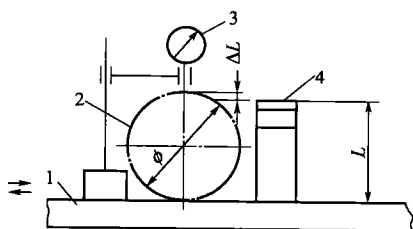


图 1-1 指示器法

1—平板; 2—被测零件;
3—指示器; 4—量块

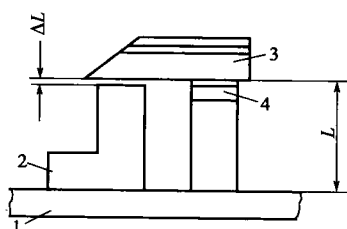


图 1-2 光隙法

1—平板; 2—被测零件;
3—刀口尺; 4—量块

三、平台测量法的特点和应用

【方法特点】

平台测量法与仪器测量法各有其特点,将其比较列于表 1-1。

表 1-1 平台测量法与仪器测量法的比较

项 目	仪器测量法	平台测量法	
		指示器法	光隙法
设备成本	昂贵	低廉	
设备制造	困难	容易	
对 环 境 的 要求	对周围环境有较高的 要求,振动小,温 度、湿度要求严格	对周围环境无特殊要求	

续表

项 目	仪器测量法	平台测量法	
		指示器法	光隙法
对基准面的要求	要有辅助基准,以便在工作台上放置被测工件	不要求辅助基准	要求有辅助基准
工件的装卡	一般不需装卡	多数情况下,需要装卡	一般不需装卡
测量方法	多为直接测量,计算简单	多为间接测量,计算繁杂	
测量速度	快	较慢	
测量精度	与仪器的极限误差和测量方法有关,一般精度较高	取决于平台及其他测量工具的精度和选择的测量方法。一般情况下,光隙法比指示器法精度高	
应用范围	受体积和重量的限制	可以对体积和重量较大的工件进行测量	受体积和重量的限制

具体到某一测量工件,应采用哪种测量方法,需根据被测件的特点及设备条件来决定。

第二章 平台测量法的设备

一、平台测量法的设备种类

平台测量法通过各种测量设备不同的组合形成各种不同的标准量，在平板上与被测件进行比较，获得被测件量值。由于被测件和被测参数种类繁多，因此平台测量法所需要的测量设备也是多种多样的。

平台测量法所用测量设备分为三类。

(1) 通用量具 量块、角度块、刀口尺、直角尺、平尺等。

(2) 通用量仪 卡尺、千分尺、千分表、百分表、测微表等。

(3) 辅助工具 平板、圆柱、圆球、方铁（或小方箱）、V 形铁、表座等。

工厂常用五种器具：钢平板、圆柱角尺、刀口尺、平直尺、小方铁（或小方箱）。

平台测量法使用的设备，区别于其他测量方法的主要是辅助工具（平板、圆柱、圆球等）。这些工具的选用更应加以重视。

二、平台测量法的设备简介

（一）重要工具

【平台】

较大规格的平板，安装在专用支架上时统称为平台（如图 2-1 所示）。

平台用铸铁或岩石材料制造，具有一个正方形或长方形的工作面，其工作面作为工件检测和划线的平面基准，测量时当基座使用。

【平板】

平板是用于工件检测和划线的平面基准器具，外形如图 2-2 所示。

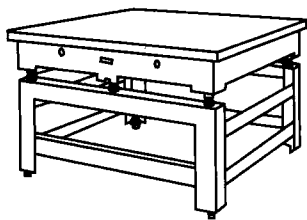


图 2-1 平台

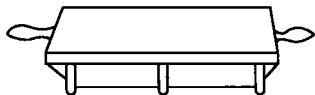


图 2-2 平板

平板是平台测量法的重要工具。它可以用涂色法检验平面度。在平台测量工作中，平板主要是作为工作台，在其工作面上安放工件、方箱、弯板、正弦尺、表架及其他辅助量具，并对被测工件进行测量。

1. 分类

平板按其材质分为钢制平板、铸铁平板和岩石平板。

按其结构，铸铁平板分为筋板式和箱体式，岩石平板分为有凸缘式和无凸缘式。

按其用途分为检验平板、划线平板和压砂平板。

按其准确度级别分为 00、0、1、2、3 级平板，其中 2 级以上为检验平板，3 级为划线平板。

平板在检测中一般用作基准定位面。检验平板用于涂色法检验工件平直度；或作为检测工作的辅助工具。划线平板用于划线工作。钢制平板一般用于冷作放样或样板修整。压砂平板作为研磨工具，加工超精表面。

2. 使用方法

平板的使用，常以平板工作面作为基准平面，用此基准平面与被测实际表面进行比较，从而确定误差值。常用方法如下。

(1) 涂色法 涂色法检测平面度是以平板作为理想平面，在其平面上涂红丹粉，然后将被测表面与其贴合，经往返对研后将被测表面取下，观察被测表面上附着红丹粉的分布情况，用 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 着色点数目来判断被测表面平面度合格性。

检验时，所选用的平板精度要高于被测件精度 3~5 倍。

(2) 打表法 打表法是将被测件和指示表放在平板上，以平板作

为理想平面。测量时，指示表紧贴平板逐点或沿几条直线移动，即可测出被侧面平面度值，如图 2-3 所示。

【钢平板】

钢平板如图 2-4 所示。

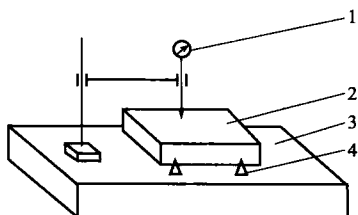


图 2-3 打表法

1—指示表；2—被测件；
3—平板；4—可调支承

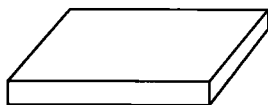


图 2-4 钢平板

作为测量的基座，在其上面放置被测工件和正弦尺、圆柱角尺、小方铁等精密量具。

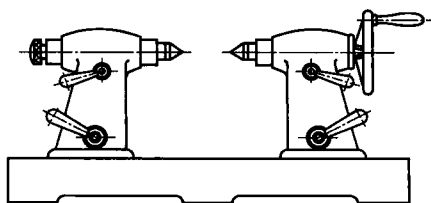


图 2-5 顶尖平板

【顶尖平板】

顶尖平板如图 2-5 所示。

顶尖平板除了具有平板的用途之外，还可以对具有顶尖孔的工件和可以配心轴的工件进行测量，如测量端面跳动、径向跳动及同轴度等。

(二) 通用量具

【量块】

量块又称块规。它是横截面为矩形或圆形，一对相互平行的测量面间具有准确尺寸的测量器具（如图 2-6 所示）。

量块的主要特点是：形状简单、量值稳定、耐磨性好、使用方便。除每块可单独作为特定的量值使用外，还可以组合成所需的各种不同尺寸使用。

量块在平台测量中的用途：

① 作为长度标准，传递尺寸量值；

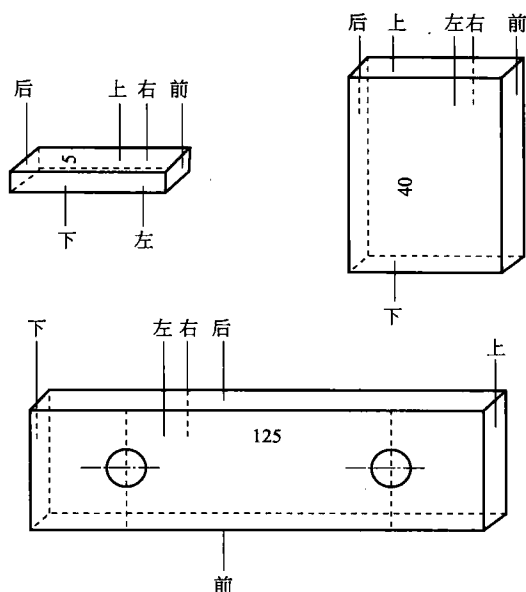


图 2-6 量块

- ② 用于检定测量器具的示值误差；
- ③ 作为标准件，用比较法测量工件尺寸，或用来校准、调整测量器具的零位；
- ④ 用于直接测量零件尺寸；
- ⑤ 用来研合在被测件的平面上，起延长测量面的作用。

成套的量块有 87 块、46 块、42 块、20 块、10 块、9 块、8 块、5 块、4 块（表 2-1）。其中第 4~10 套主要用于检定量具量仪，第 11 套为钢制护块。

护块通常截去一个角或用特殊标志（如 1 分、1.5 分）以示区别。

护块的作用是保护量块，以减少量块的磨损。护块研合在量块组两端使用，与被测件、平板或表头接触，以使磨损集中在护块上，便于更换。

量块的等，是按量块的检定准确度来确定的，而量块的级，是按量块制造准确度划分的。我国量块分为 1、2、3、4、5、6 六等，最

表 2-1 成套量块组成

套别	总块数	级别	基本尺寸系列/mm	间隔/mm	块数
1	87(83+4)	0,1,2,3	0.5	—	1
			1	—	1
			1.005	—	1
			1.01,1.02,...,1.49	0.01	49
			1.5,1.6,...,1.9	0.1	5
			2.0,2.5,...,9.5	0.5	16
			10,20,...,100	10	10
			1.5 护块	—	2
			1	—	2
2	46	0,1	1	—	1
			1.001,1.002,...,1.009	0.001	9
			1.01,1.02,...,1.09	0.01	9
			1.1,1.2,...,1.9	0.1	9
			2,3,...,9	1	8
			10,20,...,100	10	10
3	42(38+4)	1,2,3	1	—	1
			1.005	—	1
			1.01,1.02,...,1.09	0.01	9
			1.1,1.2,...,1.9	0.1	9
			2,3,...,9	1	8
			10,20,...,100	10	10
			1.5 护块	—	2
			1	—	2
4	10	0,1	1,1.001,...,1.009	0.001	10
5	10	0,1	0.991,0.992,...,1	0.001	10
6	10	0,1,2	1,1.01,...,1.09	0.01	10
7	20	0,1,2	5.12,10.24,15.36,21.5,25 30.12,35.24,40.36,46.5,50 55.12,60.24,65.36,71.5,75 80.12,85.24,90.36,96.5,100	—	各 1
8	9		1.001,1.002,...,1.009	0.001	9
			0.991,0.992,...,0.999	0.001	9
9	8	0,1,2,3	125,150,175,200,250,300,400,500	—	各 1
10	5	0,1,2,3	600,700,800,900,1000	100	5
11	4	1,2,3	1.5,1.5,2,2 或 1,1,1.5,1.5	—	各 1