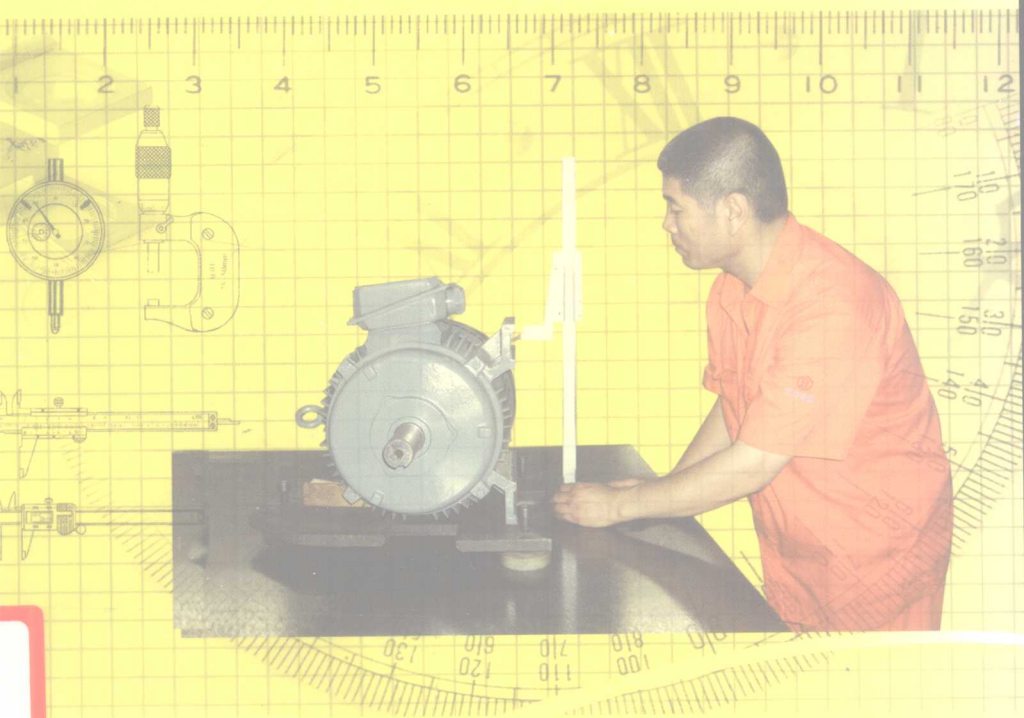


电机机械测量 与考核实例

才家刚 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TM3
94

TM3
94

电机机械测量 与考核实例

才家刚 编著

机械工业出版社

本书以图文并茂的形式,介绍了常用电机机械尺寸和形位公差测量所用量具的有关常识,给出了一整套普通电动机零部件及整机机械尺寸和形位公差测量及考核的实例。在附录中给出了一些测量方面的实用尺寸和形位公差数据,可供检测和考核时使用。

由于采用了大量的实物图片配合文字进行介绍,所以好读易记。特别适合初学机械测量的人员作为入门教材;同时也可作为从事机械技术工作的教学人员和工程技术人员编制检验规范和指导现场测量的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电机机械测量与考核实例/才家刚编著. —北京:机械工业出版社, 2009.1

ISBN 978-7-111-25429-4

I. 电... II. 才... III. 电机—机械元件—测量
IV. TM3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 165965 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:李振标 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔
封面设计:赵颖喆 责任印制:邓博

北京四季青印刷厂印刷 (三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

140mm × 203mm · 9 印张 · 238 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 25429 - 4

定价: 19.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379765

封面无防伪标均为盗版

前 言

机械加工是电机生产制造过程中工作量最大的一项工作。要想知道加工出来的工件和整机是否达到了设计图样的要求,则必须按相关规程对其进行严密地检测。

本书以图文并茂的形式,介绍了常用电机机械尺寸和形位公差测量所用量具的有关常识,给出了一整套普通电动机零部件及整机机械尺寸和形位公差测量及考核的实例。在附录中给出了一些测量方面的实用尺寸和形位公差数据,可供检测和考核时使用。

由于采用了大量的实物图片配合文字进行介绍,所以好读易记,更重要的是,所有内容均来自于我国电机生产企业多年的实践,所以特别适合初学电机机械测量的人员作为入门教材,同时也可作为从事机械技术工作的工程技术人员和教学人员编制检验规范和指导现场测量的参考资料。

在编写过程中,得到了北京毕捷电机股份有限公司(北京电机总厂)领导以及多年从事检测技术和现场检验工作的同志大力支持和帮助。在此一并表示衷心的感谢。

由于作者的学识和实践经验有限,书中难免有不妥之处。望广大读者指正。

作者

2008年8月8日

目 录

前言

第一章 测量和量具常识	1
第一节 计量器具的常用术语	1
第二节 测量误差的来源、分类和减少测量误差的方法	5
一、测量误差的来源	5
二、测量误差的分类	6
三、减少测量误差的注意事项	7
第三节 光滑工件尺寸的验收极限	9
一、光滑工件尺寸的验收极限	9
二、安全裕度	10
三、光滑工件尺寸的验收极限计算举例	10
第四节 计量器具的选用方法	12
一、计量器具的选择原则	12
二、计量器具的选择方法	13
三、计量器具的选择举例	13
第五节 计量器具的使用和维护保养常识	15
一、计量器具的正确使用	15
二、计量器具的维护与保养	15
第二章 通用量具	17
第一节 测量基准器具	17
一、平板	17
二、方箱	18
三、V形架	19
第二节 游标卡尺	20
一、游标卡尺的分类	20

二、游标卡尺使用方法和注意事项的通用内容	20
三、I 型游标卡尺的结构、用途和使用方法	27
四、II 型游标卡尺的结构、用途和使用方法	30
五、III 型游标卡尺的结构、用途和使用方法	31
六、IV 型游标卡尺的结构、用途和使用方法	32
七、带表游标卡尺	35
八、电子数显游标卡尺	39
九、特殊用途的游标卡尺	43
第三节 深度游标卡尺	48
一、深度游标卡尺的用途和种类	48
二、深度游标卡尺的结构和性能参数	48
三、使用方法和注意事项	48
四、弯头深度游标卡尺及使用方法	51
第四节 高度游标卡尺	53
一、高度游标卡尺的用途、种类和结构	53
二、测量范围、分度值和示值误差	53
三、使用方法和注意事项	55
第五节 外径千分尺	59
一、外径千分尺的用途、种类和结构	59
二、外径千分尺的测量范围、分度值、等级和示值误差	59
三、使用方法和注意事项	61
四、大型外径千分尺	69
第六节 其他特殊结构和用途的外径千分尺	70
一、杠杆千分尺	70
二、尖头千分尺	74
三、壁厚千分尺	75
四、板厚千分尺	75
五、螺纹千分尺	77
第七节 深度千分尺	78
一、深度千分尺的结构和工作原理	78
二、深度千分尺的测量范围和示值误差	78
三、深度千分尺的使用方法和注意事项	78
第八节 内径千分尺	81

一、内径千分尺的结构和工作原理	81
二、内径千分尺的测量范围和示值误差	81
三、内径千分尺的使用方法和注意事项	83
四、三爪内径千分尺	86
第九节 内测千分尺	89
一、内测千分尺的结构和用途	89
二、内测千分尺的规格、分度值和示值误差	89
三、内测千分尺的使用方法和注意事项	89
第十节 指示表类量具	91
一、指示表类量具的分类和工作原理	91
二、机械式百分表	91
三、大量程百分表	103
四、机械式千分表	103
五、数显式百分表和千分表	104
六、内径百分表	105
七、杠杆百分表	108
第十一节 直角尺	114
一、直角尺的常见类型和使用参数	114
二、直角尺的使用方法	114
三、用直角尺测量角度的计算方法	115
第三章 专用量具	117
第一节 概述	117
一、专用量具的定义、分类和用途	117
二、专用量具“过端”和“止端”的定义和使用原则	117
第二节 测量外尺寸的光滑极限量规——卡规（卡板）	119
一、卡规的用途和常用类型	119
二、卡规的使用方法	120
第三节 检查内尺寸的光滑极限量规——塞规	122
一、检查内尺寸光滑极限量规的分类	122
二、检查圆柱孔内径用的光滑塞规	124
三、检查圆锥孔内径和锥度用的光滑塞规	126
四、带百分表的圆锥塞规	127

五、检查圆锥轴直径和锥度用的光滑环规	129
六、检查键槽用的光滑塞规（键规）	129
第四节 检查螺纹的量规——螺纹规和螺纹样板	131
一、螺纹量规的分类	131
二、螺纹塞规的使用方法	131
三、螺纹环规的使用方法	131
四、螺纹样板及其使用方法	132
第五节 检查圆弧角的量规——半径样板（ R 规）	133
第六节 表面粗糙度样块（板）	134
一、表面粗糙度样块（板）的结构和相关标准	134
二、表面粗糙度样块（板）的使用方法	134
第七节 测量两个平面间隙的专用量具——塞尺	136
第八节 内卡钳和外卡钳的应用	138
第四章 电机零部件测量与考核实例	142
第一节 说明	142
第二节 常用三相异步电动机零部件的名称	144
第三节 机座的检测方法和考核实例	145
一、机座主要尺寸和形位公差实例	145
二、止口尺寸和形位公差	145
三、铁心档直径尺寸和圆度	153
四、机座长度	154
五、机座中心高	155
六、底脚支撑面的平面度	157
七、机座止口公共基准轴线对底脚支撑面的平行度	158
八、机座底脚安装孔的孔径 K 、孔距 A 和 B	158
九、机座底脚安装孔对轴线中心竖直平面的距离（ $A/2$ ）	161
十、机座前端面至靠近该端的底脚安装孔中心线的距离（ C ）	168
十一、底脚螺栓通孔（ K 孔）的位置度	170
十二、机座端面螺孔	175
十三、机座两端口与铁心档的同轴度	177
十四、机座吊环螺孔	177
第四节 端盖的检测方法和考核实例	179

一、端盖的类型、主要尺寸和形位公差	179
二、端盖止口	181
三、端盖轴承室	182
四、端盖止口平面到轴承室底平面的距离	183
五、端盖轴承室内圆对止口基准轴线的径向圆跳动	186
六、端盖止口端面对轴承室内圆基准轴线的端面圆跳动	188
七、端面孔的直径尺寸和形位公差	189
八、凸缘端盖的特有项目	189
第五节 轴承盖的检测方法和考核实例	193
一、轴承盖的用途、分类和有关说明	193
二、轴承盖的主要尺寸和形位公差	194
第六节 转轴的检测方法和考核实例	196
一、主要尺寸和形位公差	196
二、轴承档尺寸和形位公差	196
三、轴伸尺寸和形位公差	202
四、转轴铁心档的尺寸	212
第七节 转子的检测与考核实例	213
一、转子铁心外圆直径、长度和转子铁心轴向位置	214
二、转子铁心外圆对基准轴线径向圆跳动	215
三、转子铁心槽斜度的测量	216
第八节 定子尺寸和形位公差的检测与考核	217
一、定子铁心的尺寸和形位公差	218
二、有绕组定子铁心的尺寸	220
三、定子铁心压入机座后轴向位置尺寸的测量	220
第九节 滚动轴承的游隙和测量方法	221
一、轴承游隙的定义	221
二、深沟球轴承游隙的简易测量方法	222
第五章 电机外形尺寸和形位公差的测量与考核	225
第一节 常用电机外形结构分类、外形结构尺寸代码和形位公差	225
一、常用电机外形结构分类	225
二、常用电机外形结构尺寸和代码	255
三、电机整机外形的形位公差	229

第二节 轴伸尺寸和形位公差的测量与考核	232
第三节 轴中心高和轴中心线对底脚支承面的平行度的测量 与考核	233
一、轴中心高	233
二、轴中心线对底脚支承面的平行度	234
第四节 轴伸肩至邻近的底脚孔轴线的距离 (C 尺寸) 的测量与 考核	234
第五节 与凸缘端盖有关尺寸和形位公差的测量及考核	237
一、凸缘端盖安装孔孔径 (S 尺寸)、基圆直径 (M 尺寸) 及 止口直径 (N 尺寸)	237
二、凸缘端盖安装孔的位置度	237
三、凸缘端盖止口对电机轴线径向和端面圆跳动	237
四、轴伸端面至凸缘端盖止口端面 (凸缘平面) 距离的测量	239
第六节 底脚安装孔及底脚平面的测量与考核	240
一、底脚安装孔的 K 、 B 、 A 、 $A/2$ 及位置度	240
二、底脚安装孔位置度的计算和判定	243
三、底脚平面度的测量	243
第七节 整机总长的测量与考核	243
第八节 定、转子气隙均匀值和转子轴向窜动量的测量与考核	244
一、定、转子气隙均匀值的测量和相关计算	244
二、转子轴向窜动量	246
附录	248
附录 A 常见金属材料在 $20 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围内时的线膨胀系数 α	248
附录 B 基本公差配合系列	248
附录 C 一般公差中线性尺寸的极限偏差数值	249
附录 D 一般公差中倒圆半径与倒角高度尺寸的极限 偏差数值	249
附录 E 数显量具上的功能键英文与中文对照表及其功能介绍	250
附录 F 光洁度和粗糙度对照表	251
附录 G 表面粗糙度高度参数值的标注示例及意义	251
附录 H 形位公差项目	252
附录 I 形位公差带定义、标注和解释	252

附录 J	定向公差带定义、标注和解释	255
附录 K	定位公差带定义、标注和解释	257
附录 L	跳动公差带定义、标注和解释	259
附录 M	电机轴线对底脚支撑面的平行度公差	260
附录 N	电机底脚支撑面的平面度公差	260
附录 O	电机轴伸直径 D 、键槽宽 F 、 G 尺寸及其公差、键槽 对称度、轴伸长度一半处的径向圆跳动公差	261
附录 P	凸缘止口直径 N 、凸缘止口对电机轴线的径向圆跳动及 凸缘配合面对电机轴线的端面圆跳动公差	262
附录 Q	深沟球轴承的径向游隙 (GB/T 4604—1993)	262
附录 R	圆柱孔圆柱滚子轴承的径向游隙 (GB/T 4604—1993)	264
附录 S	机械制图和公差相关标准	265
附录 T	中小型电机零部件机械检查主要项目记录 (机座)	267
附录 U	中小型电机零部件机械检查主要项目记录 (前端盖)	269
附录 V	中小型电机零部件机械检查主要项目记录 (后端盖)	270
附录 W	中小型电机零部件机械检查主要项目记录 (转子)	271
附录 X	中小型电机整机安装尺寸和形位公差检查主要项目记录	273

参考文献	275
------	-----

第一章 测量和量具常识

第一节 计量器具的常用术语

在选用和使用量具时，将涉及到一些计量器具的有关术语，现将较常用的术语介绍如下。

1. 刻度间距（刻度间隔）

在计量器具的刻度标尺上，相邻两条刻线之间的距离叫做刻度间距，刻度间距又被称为刻度间隔。例如图 1-1a 所示的游标卡尺尺身上相邻两条刻线之间的距离为 1mm，则该尺身的刻度间距即为 1mm。

2. 分度值（刻度值）

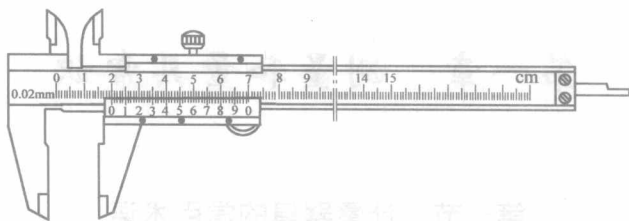
在计量器具的刻度标尺上，最小格所代表的被测尺寸的数值叫做分度值，分度值又被称为刻度值。例如图 1-1a 所示的游标卡尺的游标每一小格刻度代表的被测尺寸是 0.02mm，则该卡尺的分度值即为 0.02mm；再如图 1-1b 所示的数显游标卡尺的最小显示值为 0.01mm，则该数显卡尺的分度值即为 0.01mm；在图 1-1c 所示的百分表的表盘上，每一小格刻度代表的被测尺寸是 0.01mm，则该百分表的分度值即为 0.01mm。

3. 示值范围（指示范围）

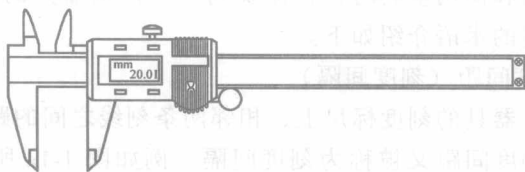
计量器具所指示的起始值到终值的范围，叫做示值范围，也叫做指示范围。例如图 1-1a 所示的游标卡尺的示值范围是 150mm；1-1d 所示的外径千分尺的示值范围是 25mm。

4. 测量范围

计量器具所能够测量的最小尺寸与最大尺寸之间的范围被称作该计量器具的测量范围。例如图 1-1a 所示的游标卡尺的测量范围是 0 ~ 150mm；1-1d 所示的外径千分尺的测量范围是



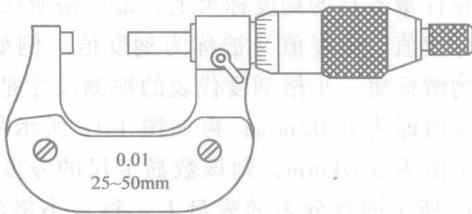
a)



b)



c)



d)

图 1-1 计量器具刻度间隔、分度值、示值范围和测量范围的概念

a) 游标卡尺 b) 数显游标卡尺 c) 百分表 d) 外径千分尺

25 ~ 50mm。应注意的是，不要把测量范围与示值范围混为一谈，例如上述外径千分尺的测量范围是 25 ~ 50mm，但它的示值范围是 25mm（同样，若某外径千分尺的测量范围是 50 ~ 75mm，它的示值范围仍是 25mm）。

5. 示值误差

计量器具指示出来的测量值与被测量值的实际数值之差，称

为示值误差。它是由于计量器具本身的各种误差所引起的。该误差的大小可通过计量器具的检定来得到。

6. 修正值（校正值）

当计量器具的示值误差为已知后，则可以通过减去（当示值误差为正值时）或加上（当示值误差为负值时）该误差值使测量值等于被测量的实际值。减去或加上的这个值即为修正值，它与示值误差在数值上相等，但符号相反。

例如，通过检定，某卡尺的示值误差为 $+0.02\text{mm}$ ，即修正值应为 -0.02mm 。用该卡尺测量某一部件的长度时，从卡尺上得到的测量示值为 100.02mm 。则被测长度实际值应为 $100.02\text{mm} - 0.02\text{mm} = 100.00\text{mm}$ 。

7. 示值变化（示值稳定性）

在外界条件不变的情况下，用计量器具对同一个尺寸进行重复多次的测量时，计量器具的指示值不会每次都完全相同。我们把各次显示值的最小到最大值之间所包含的范围叫做示值变化。在计量器具的检定规程中，一般要给出示值变化的允许范围。

8. 回程误差

计量器具对同一个尺寸进行正向和反向测量时，由于结构上的原因，其指示值不可能完全相同，这种误差被称作回程误差。

9. 测量力

测量时，大部分计量器具的测量头都需要加一定的压力来和被测量面（或线、点）相接触才能进行测量，这个压力就叫做测量力。测量力应适当，小或大都会造成一定的测量误差，这一点对于精密测量尤为重要。当测量力过大时，还有可能造成计量器具的永久变形甚至损坏。

10. 放大比

使用量仪进行测量时，被测尺寸的微小变动就会引起量仪指示元件（例如百分表的指针等）的较大移动量。该移动量与被测尺寸变化量之比叫做量仪的放大比。放大比越大，读数也就越精确。

11. 计量器具的不确定度允许值 u_1

计量器具的“不确定度”是表示计量器具误差的一个数值。在实际测量选用计量器具时，为了保证测量值的准确度达到一定的规范值，则要求计量器具的“不确定度”在一个允许的范围之内，这就是计量器具的“不确定度”值 u_1 。

12. 由温度、工件形状误差及测量力造成的“不确定度”值 u_2

由温度、工件形状误差及测量力造成的压陷效应等因素引起的“不确定度”值用 u_2 表示，它在数值上允许为计量器具不确定度允许值 u_1 的 1/2。

13. 计量器具的不确定度 u_L

计量器具的不确定度的数值 u_L 包括计量器具本身的不确定度和调整器（如千分尺用的校对量杆）的不确定度。不同的计量器具有不同的不确定度数值。常用游标卡尺、千分尺和千分表、百分表等的不确定度的数值 u_L 见表 1-1 和 1-2。

表 1-1 常用游标卡尺、千分尺的不确定度数值 u_L (mm)

尺寸范围/mm	不确定度数值 u_L /mm			
	分度值 0.01 外径千分尺	分度值 0.01 内径千分尺	分度值 0.02 游标卡尺	分度值 0.05 游标卡尺
> 0 ~ 50	0.004	0.008	0.020	0.050
> 50 ~ 100	0.005			
> 100 ~ 150	0.006			
> 150 ~ 200	0.007	0.013		0.100
> 200 ~ 250	0.008			
> 250 ~ 300	0.009			
> 300 ~ 350	0.010	0.020	—	
> 350 ~ 400	0.011			
> 400 ~ 450	0.012			
> 450 ~ 500	0.013	0.025		
> 500 ~ 600	—	0.030	0.150	
> 600 ~ 700	—			
> 700 ~ 1000	—			

表 1-2 常用千分表、百分表的不确定度数值 u_L

尺寸范围 /mm	不确定度数值 u_L /mm				
	分度值 0.001 的千 分表 (0 级 在全量程范 围内, 1 级 在 0.2mm 内); 分度 值 0.002 的 千分表 (在 1 转范围 内)	分度值 0.001 的 (1 级)、 0.002、 0.005 的 千分表 (在 全量程范围 内)	分度值 0.01 的百 分表 (0 级 在 1 转范围 内)	分度值 0.01 的百 分表 (0 级 在全量程范 围内, 1 级 在 1 转范围 内)	分度值 0.01 的百 分表 (1 级 在全量程 范围内)
> 0 ~ 115	0.005	0.10	0.10	0.018	0.030
> 115 ~ 315	0.006				

第二节 测量误差的来源、分类和减少测量误差的方法

一、测量误差的来源

测量误差的来源是多方面的, 其主要的来源有如下 5 个方面。

(一) 标准件误差

对于长度测量器具来讲, 校准用的量块等器具即为标准件。它们本身的误差即将影响被校量具的准确度。

(二) 测量方法误差

由于测量方法和被测工件安装方式的不同所引起的误差, 或者因量具或被测工件的位置不正确而产生的误差, 叫做测量方法误差。为了减小因定位造成的测量方法误差, 在测量中应遵守基

准面统一的原则。

(三) 计量器具误差

影响计量器具误差的因素较多，主要有计量器具的工作原理、结构、制造和调整的水平以及测量时操作人员的调整及操作技术水平等；在接触测量时，测量力的大小将会造成一定的误差，为此，一方面要保持适当的测量力，另一方面，要求在事先对“0”位和测量时所施加的测量力尽可能相同。

(四) 环境条件引起的误差

测量时的环境条件，例如环境温度、湿度、大气压力、空气的清洁度、振动等因素引起的测量误差即为环境条件引起的误差。在一般测量中，温度变化所引起的误差是主要的。

(五) 测量人员引起的误差

测量人员引起的误差主要来自于责任心、技术水平和熟练程度，其次是操作人员的眼睛调节能力、分辨能力以及操作习惯等。

二、测量误差的分类

测量误差主要分如下三大类：

(一) 系统误差

系统误差又叫规律误差。它是在一定的测量条件下，对同一个被测量尺寸和进行多次重复测量时，误差值的大小和符号（正值或负值）保持不变；或者在条件变化时，按一定规律变化的误差。

这种误差可以通过实验分析或计算加以确定，若能在测量结果中加以相应的修正，该误差还能减小甚至消除。

(二) 随机误差

随机误差又叫偶然误差。它是在相同的测量条件下，对同一个被测量尺寸进行多次重复测量时，误差值的大小和符号要发生变化，但变化没有一定规律的误差。随机误差不能像系统误差那样通过实验分析或计算加以确定，当然也就不能用修正的方法加以消除。只能用增加重复测量次数的方法，来减少它对测量结果