



齿轮检测

谢竹铭 编著

中国计量出版社

齿 轮 检 测

谢竹铭 编著

中国计量出版社

新登(京)字024号

内 容 简 介

本书是结合近期颁布的《渐开线圆柱齿轮精度》,《锥齿轮和准双曲面齿轮精度》和《圆柱蜗杆、蜗轮精度》三项国家标准的基础上写出。在介绍新国标的基础上分三大部分,分别论述了圆柱齿轮,圆锥齿轮和蜗轮、蜗杆的各种测量方法。内容通俗实用,可供工厂广大计量测试人员和大专学校公差实验课程师生们作工作教育参考书之用。

齿 轮 检 测

谢竹第 编著

—*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—*

开本 787×1092/16 印张 9.5 字数 227千字

1991年12月第1版 1991年12月第1次印刷

印数 1—5000

ISBN 7-5026-0465-0/TB·364

定价 6.00元

前 言

我国机械工业迅速发展的今天，每年所生产的齿轮数以千万计，而加工时由于机床、刀具及工件系统的影响，被切齿轮的齿形及其在轮坯上的正确位置都会产生一定的误差。因此，对数量甚巨的齿轮的质量评定，是各级测试科技人员的一项十分繁重的任务。

对齿轮进行测量，是评定其质量的重要手段，同时还能从其中分析出产生误差的原因并研究出提高质量的措施。而齿轮的检测不但与齿轮理论而且也与齿轮公差密切相关。

本书在介绍最新颁布的我国第一批齿轮公差国家标准的同时，重点叙述测量原理及方法，对有关理论计算作了分析推导，同时对在实际中遇到的测量问题亦介绍了解决方法。

本书的重点在于实际应用，同时也作了一些必要的理论分析，因此，可供各级测试人员在实际检测中使用，高等学校学生在学习“公差与技术测量”课程时也可参考，以提高深度及广度，为以后从事测试工作做预备。

书中难免存在错误与缺点，如蒙赐教，不胜感谢。

谢 竹 铭

一九九〇年春

引 言

齿轮因用途不同，要求也不一样。例如分度、读数装置用的齿轮，要求传递运动准确，即转角误差要小，使符合一定运动精度要求；对于汽车等所用的齿轮则主要要求工作平稳，冲击及振动小；起重机上的齿轮则主要要求有较好的接触精度。

因此，齿轮制造的容许误差要根据齿轮的使用要求来确定，即对于各种不同用途的齿轮应规定相应的公差。

目次

引 言	(I)
一 GB 10095—88《渐开线圆柱齿轮精度》	(1)
二 基节偏差的测量	(5)
三 齿距累积误差的测量	(7)
四 渐开线齿形的测量	(14)
五 齿圈径向跳动的检查	(20)
六 齿向误差与螺旋角测量	(22)
七 公法线平均长度及公法线变动量的测定	(26)
八 齿厚的测量	(33)
九 双面啮合综合测量	(61)
十 单面啮合综合测量	(67)
十一 齿轮动态整体误差的测量	(71)
十二 锥齿轮的测量	(74)
十三 蜗杆蜗轮的测量	(84)
附：弧齿锥齿轮接触区分析	(96)
简算表	(102)
附表 1—11	(137)
附表 B 1~C 2	(145)

一 GB 10095—88《渐开线圆柱齿轮精度》

国家首次颁布了齿轮公差的国家标准 GB 10095—88《渐开线圆柱齿轮精度》(以下简称新标准),它代替 JB 179—83 及旧标准 JB 179—60,并于 1989 年 10 月实施,现简介如下:

新标准中,对于平行轴圆柱齿轮传动的误差测量项目,与旧标准相差不多,但对误差的定义有了深化,使其更接近于实际。特别是新标准中所用齿轮误差及公差的代号与旧标准却完全不同,是采用了 ISO 1328—75《平行轴渐开线齿轮 ISO 精度制》规定的公差代号。为便于掌握新标准,将新、旧标准的误差名称及代号对照列于表 1—1,而新标准中误差名称的含义将在有关测量项目中一起介绍。

新标准适用于:法向模数 $m_n \geq 1$ 基准齿形按 GB 1356—88《渐开线圆柱齿轮基准齿形》规定的平行轴渐开线圆柱齿轮及其齿轮副。

精度等级依精度高低规定为 1、2、3……12 级,并在标准中列出了相应的公差。

新标准中使用的公差与极限偏差代号为: F, f 及 E, T 。若在它们前面加 Δ 后即为相应的误差代号,其中 F 具有该误差量要在齿轮一周才可测定的意思, f 具有该误差量在一齿或相邻二齿上测得的意思, T 表示公差, E 表示偏差的意思。这些代号用下列注脚以分别表示: i —综合误差, p —齿距, s —齿厚, r —半径, β —螺旋角, W —公法线长度, a —中心距, t —端面, b —基圆, pt —端面齿距, pb —基节。

此外,新标准中用 $CDEFGHJKLMNPRS$ 共 14 个字母表示齿厚偏差,其中每一代

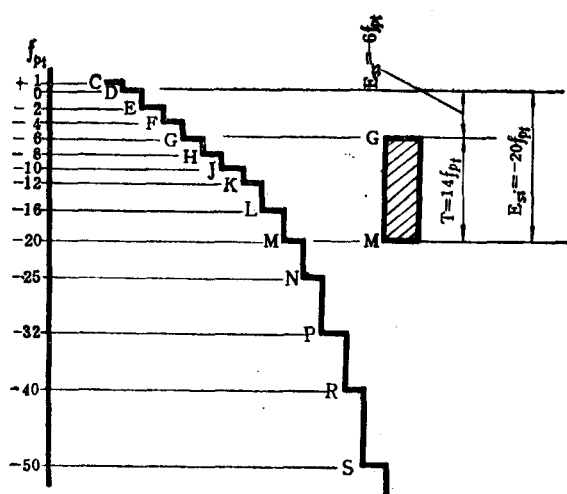


图 1—1

表 1—1 新、旧标准公差名称及代号对照表

公 差 名 称		公 差 代 号	
GB 10095—88	JB 179—60	GB 10095—88	JB 179—60
切向综合公差	运动误差的公差	F'_t	δT_z
一齿切向综合公差	周期误差的公差	f'_t	δT
径向综合公差	齿轮转一转, 度量中心距变动公差	F''_r	δ_{za}
一齿径向综合公差	齿轮转一齿, 度量中心距变动公差	f''_r	δ_{za}
齿距累积公差	周节累积误差的公差	F_p	δt_z
K 个齿距累积公差		F_{pk}	
	齿圈径向跳动公差	F_r	δe_j
	公法线长度变动公差	F_w	δL_g
	齿形公差	f_f	δJ
齿距极限偏差		f_{p1}	
	基节极限偏差	f_{pb}	Δt_j
接触线公差	接触线形状和位置的公差	F_b	δb_n
螺旋线波度公差		f_{β}	
	齿向公差	F_β	δB_n
	轴向齿距极限偏差	F_{pa}	ΔB_z
公法线平均长度极限上偏差		E_{wns}	
下偏差		E_{wni}	
公 差		T_{wn}	
齿厚极限上偏差		E_{s1}	
下偏差		E_{s2}	
公 差		T_s	
	中心距极限偏差	f_a	ΔA
x 方向轴线的平行度公差	轴心线不平行性公差	f_x	δx
y 方向轴线的平行度公差	轴心线歪斜度公差	f_y	δy
齿轮副法向侧隙	保证侧隙	j_n	C_n

对于旧标准中的范成误差公差 $\delta \varphi_z$ 、度量中心距极限偏差 Δa 、接触线不直线性的公差 δb_n 、原始齿形位移公差 δh 等在 GB 10095—88 中均已删去, 并以齿距极限偏差代替原周节差 δt 。

号表示其齿厚极限偏差等于齿距极限偏差 f_{p1} 的一定倍数。它们相应的偏差大小见图 1—1 所示。

新标准不象 JB 179—60 那样对齿轮规定为运动精度、工作平稳性精度和齿的接触精度, 而是按齿轮各项加工误差对使用性能的主要影响, 将其划分为三个公差组。

第 I 公差组, 其中的公差项目主要控制齿轮在一转内回转角的全部误差, 它主要影响传递运动的准确性。在该组中包括有下列六项公差: 切向综合公差 F'_t , 齿距累积公差 F_p , K 个齿距累积公差 F_{pk} , 径向综合公差 F''_r , 径向跳动公差 F_r 及公法线长度变动公差 F_w 。

第Ⅱ公差组，其中的公差项目主要控制齿轮在一个齿距角范围内的转角误差，它主要影响传动的工作平稳性、噪声、振动。在该组中包括有下列六项公差：一齿切向综合公差 f_i' ，一齿径向综合公差 f_i'' ，齿形公差 f_f ，齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$ ，基节极限偏差 $\pm f_{pb}$ ，螺旋线波度公差 f_{β} 。

第Ⅲ公差组，该组中的公差项目主要用于控制齿轮的接触痕迹，它影响受载后载荷分布的均匀性。在该组中包括有下列三个项目：齿向公差 F_β ，接触线公差 F_b ，轴向齿距极限偏差 F_{px} 。

一般情况下，在上列三个公差组中各选取的公差项目，其精度等级应该相同。例如对某齿轮所规定的切向综合公差 F_i' ，一齿切向综合公差 f_i' 及齿向公差 F_β 应为同一精度等级。当需要时也容许选用不同的精度等级。

在齿轮工作图上，除标注齿轮的精度等级外，齿厚偏差也应以字母代号标出，例如，

8—G M GB 10095—88

其中 8 表示第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ公差组中所选用公差项目的精度等级均为 8 级，G 表示齿厚上偏差，M 表示齿厚下偏差。而 G、M 的偏差值从图 1—1 中可看出： $G = -6 f_{pt}$ ， $M = -20 f_{pt}$ ，即齿厚上偏差 $E_{ss} = -6 f_{pt}$ ，齿厚下偏差 $E_{si} = -20 f_{pt}$ ，齿厚公差 $T_s = -6 f_{pt} - (-20 f_{pt}) = 14 f_{pt}$ 。而齿距极限偏差 f_{pt} 的值可根据精度等级及齿轮直径从标准中查得（见附表 5）。

又如

7—6—6 FL GB 10095—88

表示第Ⅰ公差组中公差项目的精度等级为 7 级，第Ⅱ公差组为 6 级，第Ⅲ公差组为 6 级，齿厚上偏差为 F，齿厚下偏差为 L。

GB 10095—88 规定，若所选用的齿厚极限偏差超出上面所列的 14 个代号时，允许自行规定。例如：

4 $\begin{matrix} (-0.330) \\ (-0.495) \end{matrix}$ GB 10095—88
——齿厚上偏差，齿厚下偏差
——第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ公差组的精度等级

齿轮检验时，可根据生产规模及齿轮用途，在各公差组中选用下列检验组来检定和验收齿轮的精度。

第Ⅰ公差组的检验组有： $\Delta F_i'$ ， ΔF_p 与 ΔF_{pb} ； ΔF_p ， $\Delta F_i''$ 与 ΔF_w （当其中有一项超差时，应按 ΔF_p 检定和验收齿轮精度）； ΔF_r 与 ΔF_w （当其中有一项超差时，应按 ΔF_p 检定和验收齿轮精度）； ΔF_r （用于 10~12 级精度）。

第Ⅱ公差组的检验组有： $\Delta f_i'$ （需要时可加检 Δf_{pb} ）； Δf_f 与 Δf_{pb} ； Δf_f 与 Δf_{pt} ； Δf_{β} （用于轴向重合度 ε_β 大于 1.25，6 级及 6 级精度以上的斜齿轮或人字齿轮）； $\Delta f_i''$ （需保证齿形精度）； Δf_{pt} 与 Δf_{pb} （用于 9~12 级精度）； Δf_{pt} 或 Δf_{pb} （用于 10~12 级精度）。

第Ⅲ公差组的检验组有： ΔF_β ， ΔF_b （仅用于轴向重合度 ε_β 等于或小于 1.25，齿线不作修正的斜齿轮）； ΔF_{px} 与 Δf_f （仅用于轴向重合度 ε_β 大于 1.25，齿线不作修正的斜齿轮）； ΔF_{px} 与 ΔF_b （仅用于轴向重合度 ε_β 大于 1.25，齿线不作修正的斜齿轮）。

实际检验时，根据国内的测量手段，上列三个公差组可按被检齿轮的精度等级参考表 1—2 中所列公差项目进行测量。

表 1—2 被检齿轮公差项目的组合

被检齿轮的精度等级	公差组中所选用的公差项目		
	I	II	III
5~8	F'_i	f'_i	F_β
3~6	F_p	f_{fp}	$F_{p\pi}$
3~7	F_p	f_f 与 f_{pt}	F_β
3~7	F_p	f_{pb} 与 f_{pt}	F_β
6~9	F'_i 与 F_w	f'_i	F_β
6~8	F_r 与 F_w	f_{pb} 与 f_f	F_β
6~8	F_r 与 F_w	f_{pt} 与 f_{pb}	F_β
9~12	F_r	f_{pt}	F_β

GB 10095—88 所规定的上列各公差项目中，有的需用综合检验，有的应使用单项测量，下列各部分将对有关的测量方法作一些介绍。

二 基节偏差的测量

基节偏差 Δf_{pb} (Δt_j)* 是实际基节与公称基节之差。实际基节是指齿轮基圆柱的切平面 T (图 2—1) 所截两相邻同侧齿面的交线之间的法向距离 t_0 (图中 d_0 —基圆直径)。因此, 测量基节的量具可以设计成二量脚测量面相平行的形式, 如图 2—1 中的 A、B 所示。测量时使它们与齿面相切, 则二量脚间的法向距离就等于实际基节。

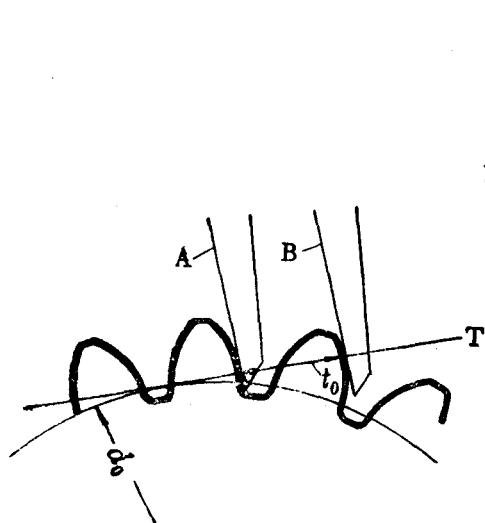


图 2—1

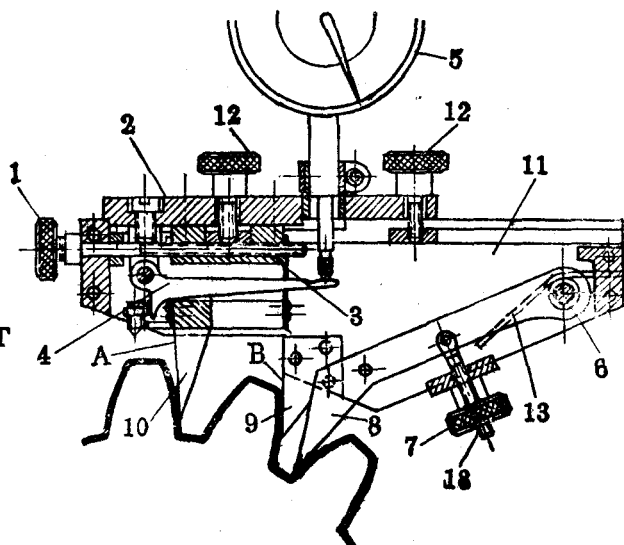


图 2—2

图 2—2 为切线式测齿规的详细结构。此外, 还有点接触式基节规等。从图中可知, 固定量脚 9 的 B 面与可作少量移动的活动量脚 10 的 A 面相平行, 因为量脚 10 安装在相平行的弹簧架 3 上, 所以它脚的位移可通过比率为 2 : 1 的杠杆传到千分表上, 因此千分表的刻度值为 0.005 mm。当杠杆采用 5 : 1 时, 刻度值为 0.002 mm。

量脚 10 及千分表 5 是与滑板 2 固定在一起的, 检查前可按齿轮模数大小调整量脚 10 与 9 之间的距离, 这时可先松开螺钉 12, 然后转动丝杆 1, 使量脚 10、千分表 5 及滑板 2 一起在壳体 11 的导轨上移动至所需位置后, 用螺钉 12 固定。

辅助量脚 8 的作用, 是使量脚 9 与齿面保持接触, 实质上它象是一个杠杆, 其回转轴是 6, 该量脚有一螺钉 18 与它活动连接, 当转动螺母 7 时可使量脚转向一边, 反转时, 靠弹簧 13

* 括号中为旧标准代号——下同

的作用可使量脚按相反方向转动。

使用前应按被测齿轮的模数大小先对切线规进行调整,使量脚 10 与 9 之间的距离等于基节 $t_0 = \pi m \cos \alpha_f$ (m —模数; α_f —分度圆压力角)。这时应按此尺寸选用一组量块,放入图 2—3 所示的夹子 16,并在量块二侧放入侧面规 14、15 后用螺钉 17 固定。然后将量脚 9 放入侧面规 15 的滚轴上,并使量脚 9 的平面尽量与 15 的侧面接触 (如图所示),此后转动丝杆 1 使量脚 10 与侧面规 14 刚接触为止。

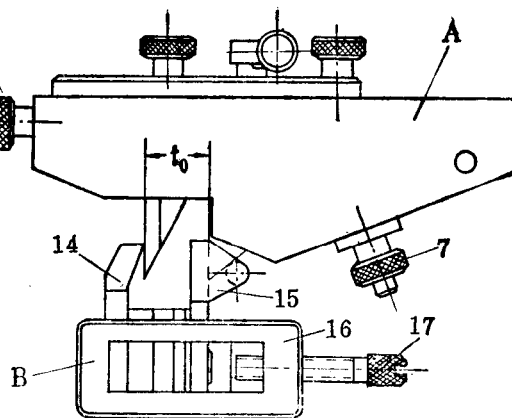


图 2—3

调整后使切线规的三脚如图 2—2 中那样与齿面相接触,然后稍转动切线规使量脚与齿面相贴合,这时千分表上的读数即为该齿的实际基节对公称基节之差—基节偏差 Δf_{pb} 。检验时一般应分别沿左右齿廓逐齿进行测量,否则至少也必须在相隔 120° 的三个部位上进行测量,以千分表上绝对值最大者作为测量结果。

各种精度等级的齿轮所容许的基节极限偏差 ($\pm f_{pb}$) 大小,已在 GB 10095—88 中给出 (见附表 6)。

逐齿测量时不但可测出 Δf_{pb} , 同时还可知道基节的不均匀性。而根据齿轮一周的平均基节偏差值又可算出齿形角误差 $\Delta \alpha_f$ 。

$$\Delta \alpha_f = -\frac{\Delta f_{pb}}{\pi m \sin \alpha_f} \left(-\frac{180^\circ}{\pi} \times 60' \times \frac{1}{1000} \right) \text{分} \quad (2-1)$$

式中: α_f ——分度圆压力角; m ——模数; “-”号表示基节偏大则压力角减小,而基节偏小则压力角增大。

此外按基节偏差值也可近似算出其基圆半径 r_0 的误差 Δr_0 。

$$\Delta r_0 = -\frac{Z \cdot \Delta f_{pb}}{2 \pi} \mu\text{m} \quad (2-2)$$

式中 Z ——被检齿轮齿数。

三 齿距累积误差的测量

齿距累积误差 $\Delta F_p(\Delta t_z)$ 是指分度圆上任意两个同侧齿面间的实际弧长与公称弧长之差的最大绝对值。

测量该误差时，可以应用绝对测量法、相对测量法及对径测量法，对于中模数齿轮常采用相对测量法。

所谓相对测量法，是指以齿轮上任意相邻二齿间的齿距为“基准齿距”，将测量仪器调整到“0”位，然后顺次测量其他各齿的齿距，这时仪器上所反映的各个实际齿距与上列“基准齿距”之差，就是各齿的相对齿距差。最后通过数据处理，便可确定被测齿轮的齿距累积误差。

用相对法测量时，可以使用齿距仪、齿距比较规，也可在万能测齿仪上测定。

图 3—1 为用相对法测量齿距偏差的齿距仪。在其底座 1 上安装有顶尖座 2、6，被测齿轮利用心轴安装在此二顶尖之间，在底座的导轨上有纵拖板 9，横溜板 10 可利用手柄 7 在 9 上作横向移动，在横溜板上有安装测量装置用的托架 8。

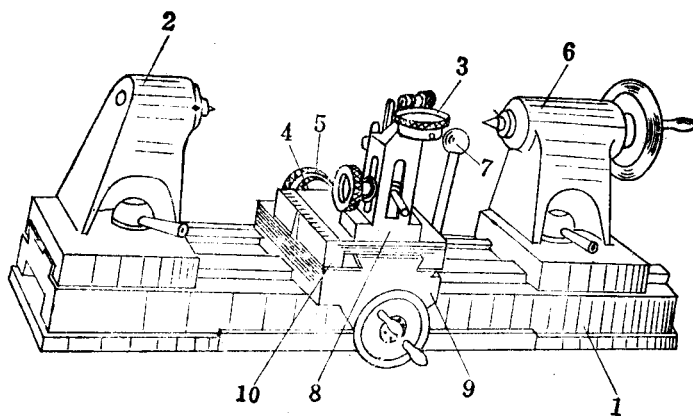


图 3—1

图 3—2 是上图托架 8 上的测量装置详图。此二图上代号相同的系指同一零件。在托架 8 上装有杠杆 12，其一端与千分表 3 的测针头相接触，另一端即为与齿面接触的测量头，测量前首先应使测量头与齿面在分度圆附近相接触，再将支撑杆 11 与相邻齿的同一侧齿面在分度圆附近相接触。这时应使杠杆 12 的另一端与千分表测针头相接触，然后转动丝杆 5 使其顶端与定位销 13 相接触，并用螺母 4 锁紧，即可将千分表对零。

经上列调整后，是处在测量作为基准的第一个齿距的位置此，后利用手柄 7 退出溜板将

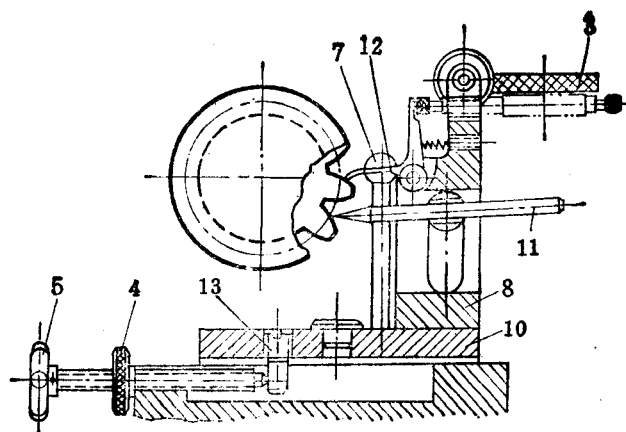


图 3—2

工件转过一齿，再将横溜板移入至丝杆 5 与定位销 13 相接触为止，即可测第二个齿距。而千分表 3 上的读数，即为此齿距相对于上一齿距的偏差，这样即可逐齿测至完成。

齿距比较规如图 3—3(a) 所示。其中 1 是壳体，在其内部有二个量脚 10 及 8，量脚 10 可以在壳体 1 的沟槽中移动，移动大小可从齿距规前壁上的刻度读出。其每一格读数为 3.14，即相当于 π ，调整时使量脚间的距离正好等于齿距 $t = \pi m$ (m —模数)，然后用螺钉 3 固定。

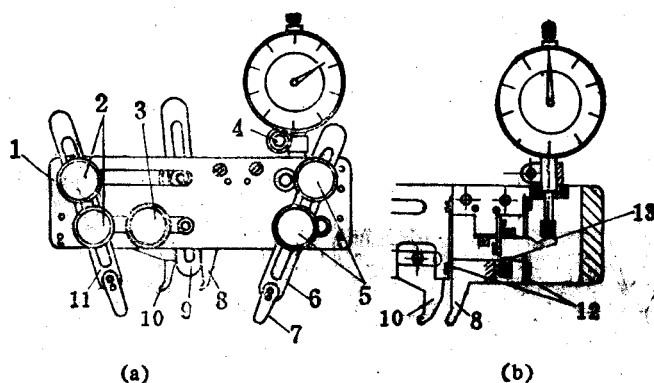


图 3—3

由图 3—3(b) 可看出，量脚 8 装成平行的弹簧架 12 上，测量时量脚 8 上所发生的位移，可经杠杆 13 传到千分表测针上去，使千分表上产生一定的读数，但因杠杆之比为 2:1，因此千分表上的读数值为 0.005 mm。在测量前，千分表上应保持有一定的盈余量。

测量时，将图 3—3(a) 中的前支撑脚 11、6 用滚花螺帽固定在所需位置上后，使它与齿轮外圆相接触，即以外圆为基准进行测量，如图 3—4 所示。上图中 3(a) 中 7 为前支撑脚的端面挡块，测量时它与齿轮端面相贴合，9 为后支撑脚，它也与齿轮外圆相接触，以增加测量的稳定性。按此法以某齿为基准即可比较出各齿的齿距差。

图 3—5 是另一种测量方法。此时被测齿轮及齿距比较规（后支撑脚取下）均放在平板上，后者以其后壁上的三个支撑销定位，并用卡子固定，然后让前支撑脚与齿轮外圆定位并

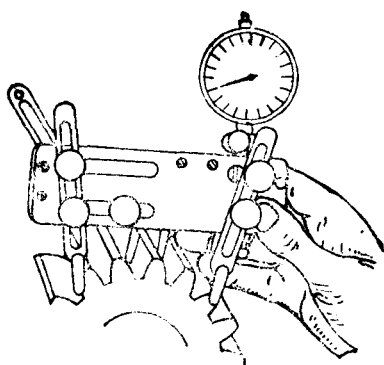


图 3—4

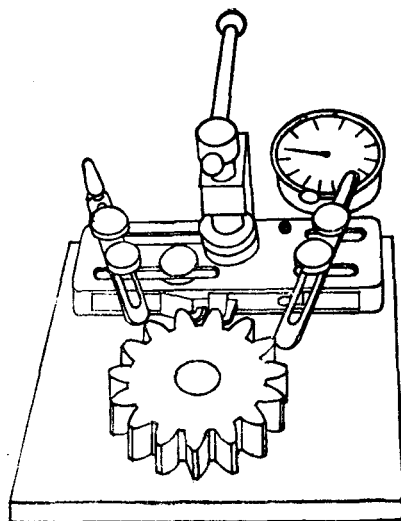


图 3—5

使量脚 8、10 在齿轮分度圆附近相接触，调整好千分表后即可移动齿轮逐步测量。

测量变位系数较大的齿轮时，应使卡脚与齿高中部的齿面相接触。

齿距比较规也还有以齿轮根圆为测量基准的结构形式。

在万能测齿仪（图3—6）上以相对法测量齿距误差时，是以齿轮内孔作定位基准，因此较准确。

万能测齿仪组成部分及其作用如下：弓形立柱 16，带有顶尖 14 的弧形架 15，它可绕水平轴线转动，以适应检验锥齿轮等的需要。在底座 1 的导轨上有下滑板 2 及上滑板 3，垂直丝杆 4 位于 3 上，升降工作台 6 与丝杆 4 相固连，转动螺母 5 通过丝杆可使工作台 6 升降，工作台的纵横位置在上下滑板调整至符合要求后应加以固定。

图中 10 是固定在工作台上的测量装置，11 是其指示表，12 是外壳，13 是量脚部分，其右边为固定量脚，左边是活动量脚，丝杆 7 用于调整测量装置至顶尖轴线间行程长度，调整好后用螺钉 8 将 7 固定。这样，装有测量装置的升降工作台上部相对于工作台下部的滑动行程就得到控制，以使符合测量要求。

在工作台上还可在径向安装一个测量装置（与 12 轴线相垂直），以便测量径向跳动。

图 3—7 是测量时上列仪器测量装置部分的简图。其中 1 是被测齿轮，它用心轴装于仪器的上下顶尖之间，2 是固定量脚，3 是与指示表 4 相连的活动量脚。测量前调整二量脚间的距离及径向位置，使量脚上的球头与齿面在分度圆附近相接触，并在齿轮心轴上绕线，以使被测齿轮在所加重锤 5 的作用下其齿面靠在固定量脚上，此时将指示表调整到零，然后顺序测量各齿即得齿距相对误差。

这里顺便提一下，在万能测齿仪上也还可以测量基节（图 3—8）、齿厚（图 3—9）、径向跳动（图 3—10）、综合检验等。不但可测直齿轮，也可测量斜齿轮、锥齿轮、蜗轮。

现在来讨论数据的处理。例如一个 20 齿的直齿轮，已测得各齿相对于第一齿的偏差值，即齿距相对偏差 Δf_r^n ，如表 3—1 中第二行所示，为确定齿距累积误差大小，应先算出齿距相

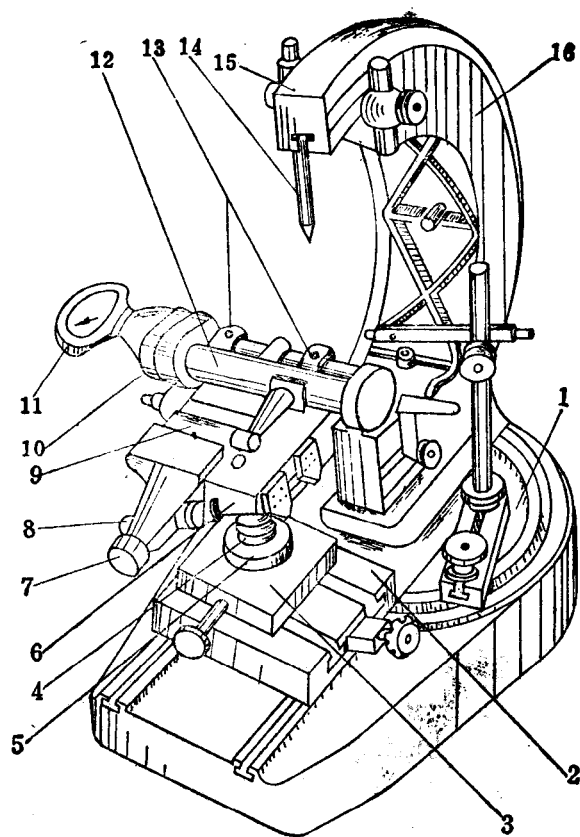


图 3-6

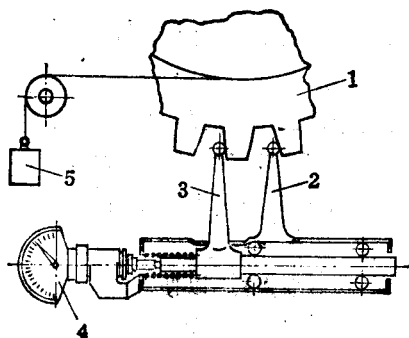


图 3-7

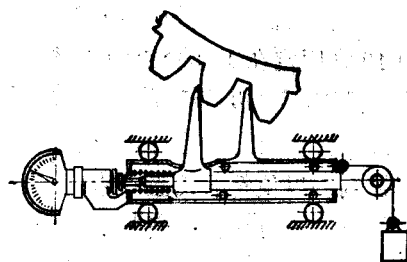


图 3-8

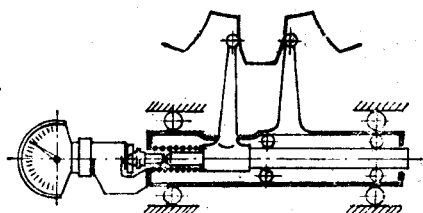


图 3-9

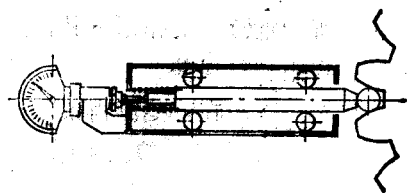


图 3-10

对偏差 Δf_{pi}^s 的平均值 $\Delta f_{pi(p)}^s$:

$$\Delta f_{pi(p)}^s = \frac{\sum_{i=1}^z \Delta f_{pi}^s}{Z} \quad (3-1)$$

式中 Z ——齿数。

表 3-1 累积误差的确定

被测齿序号	齿距相对偏差	齿距绝对偏差	各齿距的累积误差	被测齿序号	齿距相对偏差	齿距绝对偏差	各齿距的累积误差
	Δf_{pi}^s	Δf_{pi}	$\Delta F_{p(i)}$		Δf_{pi}^s	Δf_{pi}	$\Delta F_{p(i)}$
1	0	-3	-3	11	+3	0	+11
2	+3	0	-3	12	+2	-1	+10
3	+4	+1	-2	13	+4	+1	+11
4	+5	+2	0	14	+3	0	+11
5	+5	+2	+2	15	+1	-2	+9
6	+5	+2	+4	16	+1	-2	+7
7	+5	+2	+6	17	-1	-4	+3
8	+5	+2	+8	18	+2	-1	+2
9	+5	+2	+10	19	0	-3	-1
10	+4	+1	+11	20	+4	+1	0

本例中:

$$\Delta f_{pi(p)}^s = \frac{60}{20} = 3$$

而齿距相对偏差 Δf_{pi}^s 减去其平均值 $\Delta f_{pi(p)}^s$, 即为各个齿距相对于平均齿距的偏差, 这可以说是每个齿距的绝对误差, 即齿距偏差 Δf_{pi} 。写成式子:

$$\Delta f_{pi} = \Delta f_{pi}^s - \Delta f_{pi(p)}^s \quad (3-2)$$

本例中已算得各齿的齿距偏差 Δf_{pi} 列于表中的第三行。然后将 Δf_{pi} 值逐齿相加, 则可以得到第 i 个齿距上的累积误差 $\Delta F_{p(i)}$:

$$\Delta F_{p(i)} = \sum_{j=1}^i \Delta f_{pj} \quad (3-3)$$

本例中的 $\Delta F_{p(i)}$ 值列于表中第四行。

各齿中累积误差的最大值 ΔF_{pmax} 与最小值 ΔF_{pmin} 之代数差即为该齿轮的齿距累积误差 ΔF_p :

$$\Delta F_p = \Delta F_{pmax} - \Delta F_{pmin}$$

本例中: $\Delta F_p = (11) - (-3) = 14 \mu m$

而 ΔF_p 值不应超出 GB 10095—88 规定的齿距累积公差 F_p (见附表 1)。

对于齿数较多或者模数较小的齿轮可以进行分组测量, 以确定 K 个齿距累积误差。