

光学、数显分度头检定规程

Verification Regulation of

Optical Digital Dividing Head

JJG 57—1999

代替 JJG 57—1984

JJG 606—1989

本规程经国家质量技术监督局于 1999 年 09 月 06 日批准，并自 1999 年 12 月 06 日起施行。

归口单位：全国几何量角度计量技术委员会

起草单位：航空工业总公司第三〇四研究所

本规程委托全国几何量角度计量技术委员会负责解释

目 录

1 概述	(1)
2 检定项目和检定条件	(1)
2.1 分度头的检定项目和检定工具	(1)
2.2 检定条件	(2)
3 技术要求和检定方法	(2)
3.1 外观及各部件的相互作用	(2)
3.2 工作台工作面的平面度	(3)
3.3 工作台侧工作面的直线度	(4)
3.4 分度头和尾座定位靠止面对工作台侧工作面的平行度	(4)
3.5 工作台侧工作面对上工作面的垂直度	(4)
3.6 主轴轴线对工作台工作面、侧工作面的平行度	(4)
3.7 顶针斜向圆跳动	(5)
3.8 分度头顶针和尾座顶针轴心线对工作台工作面和侧工作面的平行度	(6)
3.9 尾座顶针移动方向对工作台工作面和侧工作面的平行度	(6)
3.10 分度头紧靠垂直限位螺钉时, 主轴轴线对工作台工作面的垂直度	(6)
3.11 主轴锁紧时引起的示值变化	(7)
3.12 主轴正反转 360°回原位误差和回程误差	(8)
3.13 示值误差	(8)
4 检定结果的处理和检定周期	(11)
4.1 检定结果的处理	(11)
4.2 检定周期	(11)
附录 A 工作台工作面平面度计算实例	(12)
附录 B 分度头示值误差直接检定法计算实例	(13)
附录 C 检定工具	(14)

光学、数显分度头检定规程

本规程适用于新制造的、修理后和使用中的光学、数显分度头的检定。

1 概 述

光学、数显分度头(以下简称分度头)是以光学度盘、圆光栅或圆感应同步器等为分度元件的测角仪器。它的主要用途是对固定在中心轴上的工件(拉刀、铣刀、齿轮、花键等)在其圆周上或任意角度内进行分度和角度测量。

2 检定项目和检定条件

2.1 分度头的检定项目和检定工具

分度头的检定项目和检定工具列于表1。

表 1

序号	检定项目	主要检定工具	检定类别		
			新制的	使用中	修理后
1	外观及各部件的相互作用		+	+	+
2	工作台工作面的平面度	自准直仪或合像水平仪	+	+	+
3	工作台侧工作面的直线度	自准直仪	+	+	+
4	分度头和尾座定位靠止面对工作台侧工作面的平行度	杠杆千分表	+	-	+
5	工作台侧工作面与上工作面的垂直度	分度值为 $2'$ 的游标角度规	+		+
6	主轴轴线对工作台工作面、侧工作面的平行度	心轴、分度值为 0.001 mm 的测微表	+	+	+
7	顶尖的斜向圆跳动	心轴、分度值为 0.0005 mm 的测微表	+	+	+
8	分度头顶针和尾座顶针轴线对工作台工作面和侧工作面的平行度	心轴、分度值为 0.001 mm 的测微表	+	+	+
9	尾座顶针移动方向对工作台工作面和侧工作面的平行度	心轴、分度值为 0.001 mm 的测微表	+	-	+

续表

序号	检定项目	主要检定工具	检定类别		
			新制的	使用中	修理后
10	分度头紧靠垂直限位螺钉时, 主轴轴线对工作台面工作面的垂直度	合像水平仪	+	-	+
11	主轴锁紧时引起的示值变化	心轴、多面棱体、0.2" 自准直仪	+	+	+
12	主轴正反转 360° 回原位误差和回程误差	心轴、多面棱体、0.2"、自准直仪	+	+	+
13	示值误差	心轴、多面棱体、0.2"、自准直仪	+	+	+

注: 表中“+”表示检定, “-”表示可不检定。

2.2 检定条件

检定时室内的温度应在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 范围内, 每小时温度变化应不超过 1°C , 受检仪器放在检定室内平衡温度时间应不少于 24h, 检定工具在室内平衡温度时间应不少于 3h。

3 技术要求和检定方法

3.1 外观及各部件的相互作用

3.1.1 要求

3.1.1.1 仪器各工作面上不应有碰伤、锈迹和划痕, 涂层表面不应有脱落现象。

3.1.1.2 仪器各活动部分运动应平稳, 不应有阻滞和跳动现象, 不应因自重和添加附件而引起位移。

3.1.1.3 制动、限位机构应有效、可靠。

3.1.1.4 主轴孔内拉紧杆螺丝应能容易地旋入顶尖锥体的螺孔中并能拉紧; 拉杆反转时, 能容易松开和退出锥体。

3.1.1.5 尾座推进螺杆应能平稳地工作, 不应有卡滞和跳动现象。

3.1.1.6 读数装置视场亮度应均匀, 成像应清晰, 不应有油迹、水珠、灰尘、霉点和影响读数的其他缺陷。

3.1.1.7 读数装置的指标线与度刻线、分刻线及秒刻线之间不应有目力可见的视差; 度刻线与分刻线之间应平行。

3.1.1.8 数显各开关及按钮应能可靠地工作。

3.1.1.9 数显应能清晰完整地显示分度头主轴转角读数。读数的显示应能随主轴的转

动而连续地增加或递减。其显示的加减应和分度头主轴旋转方向一致。

3.1.1.10 金属度盘与光学度盘刻度方向及示值应一致。

3.1.1.11 数显在整个测量范围内的任意显示状态可一次清零。

3.1.1.12 数显装置工作的稳定度：工作 4h 数显读数值不应变化 1 个分辨力值。

3.1.1.13 使用中和修理后的光学分度头对 3.1.1.1 项和 3.1.1.6 项的要求，允许有不影响使用的上述缺陷。

3.1.1.14 分度头必须标有制造厂名（或厂标）、**MC** 标志及出厂编号。

3.1.2 检定方法：观察和试验。

3.2 工作台工作面的平面度

3.2.1 要求：应不大于表 2 的规定。

表 2

分度值	1', 10", 5", 3"	2", 1", 0.1"
要 求	$\left(10 + \frac{L}{100}\right) \mu\text{m}$	$\left(5 + \frac{L}{200}\right) \mu\text{m}$
注：L 为被检定的长度（mm）。		

3.2.2 检定方法

对于导轨式（包括窄长）工作台平面度的检定，是将平直度检查仪或自准直仪和装有反射镜的跨桥（或正弦尺）置于被检定工作台表面上，使平直度检查仪瞄准反射镜面后进行读数 a_1 ，然后依次地移动跨桥。每次移动时要首尾相衔接，并从平直度检查仪上进行读数 a_i ，分度头工作台的平面度 δ （mm）按下式进行计算。计算实例见附录 A。

用平直度检查仪检定时：

$$\delta = l\tau \left| \frac{K-J}{G-J} \sum_0^G a_i + \frac{G-K}{G-J} \sum_0^J a_i - \sum_0^K a_i \right| \quad (1)$$

用自准直仪检定时：

$$\delta = \frac{1}{\rho} L\tau' \left| \frac{K-J}{G-J} \sum_0^G a_i + \frac{G-K}{G-J} \sum_0^J a_i - \sum_0^K a_i \right| \quad (2)$$

式中： l ——桥板的跨距（mm）一般为（100~200）mm；

τ 和 τ' ——平直度检查仪和自准直仪的分度值；

G 、 J 和 K ——上下包容线与平面度误差曲线切点的纵坐标位置；

ρ ——常数（ $\rho = 2.06 \times 10^5$ ）。

工作台的平面度应分别在工作台位置 1 和位置 2（如图 2）上进行检定，均不应超过规定要求。

将框式水平仪置于工作台上，调整工作台调整螺丝，使工作台大致调平，然后将装有合像水平仪的跨桥，跨于工作台两导向槽的外端，在工作台纵向两端和中间三个位置上进行测量，分别读出合像水平仪的读数并经过换算后，其最大差值不应超过表 2 的规

定。

对于刮制工作台，还应以涂色检查接触点数。检定时，在工作台面上均匀涂上一层薄薄的颜料，用尺寸大于 $400\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 的一级平板在工作台工作面上轻轻移动，取下平板，然后检查接触斑点数。要求在整个受检定区域中在 97% 范围内任意一个 $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ 面积上不少于 20 点，其余区域不少于 16 点，但应均匀分布在各处。

对于平板式工作台的平面度，应按 JJG117—1991《平板检定规程》进行检定。

3.3 工作台侧工作面的直线度

3.3.1 要求：直线度应不大于 $\left(5 + \frac{L}{200}\right)\mu\text{m}$ 。

3.3.2 检定方法

将自准直仪和装有反射镜的专用检具置于工作台上，调整自准直仪对准专用检具并读数为 a_1 ，然后移动专用检具，每次移动时要首尾相衔接，分别由自准直仪读数为 a_i ，然后按 3.2 项的检定方法进行数据处理，求出工作台侧面的直线度。检定装置如图 1 所示。

3.4 分度头和尾座定位靠止面对工作台侧工作面的平行度

3.4.1 要求：应不大于 0.01 mm 。

3.4.2 检定方法

将装有杠杆千分表的专用检具置于工作台上，使专用检具的定位块与工作台的侧面靠紧，使杠杆千分表的测头与定位靠止面接触（如图 2），同时使表针对准某一示值上，然后移动专用检具并观察千分表的示值变化，在 1000 mm 范围内不应大于 0.01 mm 。离两端各 20 mm 的范围内平行度应不计在内。

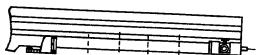


图 1

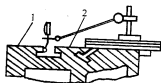


图 2

3.5 工作台侧工作面对上工作面的垂直度

3.5.1 要求：分度值为 $0.1''$ 的分度头应不大于 $4'$ ；分度值大于 $1''$ 的分度头应不大于 $10'$ 。

3.5.2 检定方法

用分度值为 $2'$ 的游标角度规进行检定，检定时，应在工作台全长范围内均匀分布不少于 10 个位置上进行。

3.6 主轴轴线对工作台工作面、侧工作面的平行度

3.6.1 要求：应不大于表 3 的规定。

表 3

分度值	1', 10", 5", 3"	2", 1", 0.1"
要求 (mm)	0.005/100	0.003/100

3.6.2 检定方法

将锥体心轴装入分度头主轴锥孔中,使分度头靠紧水平限位螺钉(定向刻度对准零位),使装在表架上的扭簧式测微表(以下简称测微表)测头与心轴一端相接触(如图3)并移动表架找出最高点,按测微表进行第一次读数。将表架移动 100 mm,使测微表与心轴另一端接触,同样找出最高点,在测微表上进行第二次读数,两次读数之差即为主轴轴线对工作台工作面的平行度。

然后将带有定位块的支架(或专用工具)放在工作台上,使定位块紧靠工作台的侧面,调整测微表使其轴线处于水平方向,并使其测头与心轴侧面接触,按测微表进行第一次读数,然后将支架沿侧面移动 100 mm,在测微表上进行第二次读数,两次读数之差即为主轴轴线对工作台侧面工作面的平行度。

3.7 顶针斜向圆跳动

3.7.1 要求:应不大于表4的规定。

表 4

分度值	1', 10", 5", 3"	2", 1", 0.1"
要 求 (mm)	0.003	0.002
注:分度值为 1', 10"的使用中和修理后不大于 0.005 mm。		

3.7.2 检定方法

将装有测微表的表架放置在仪器工作台上,使测微表与顶针的圆锥面母线的垂直接触(如图4),转动分度头主轴同时观察测微表的示值变化。

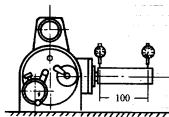


图 3

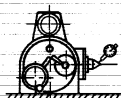


图 4

这一检定，应在顶针在主轴锥孔中每转 90° 后 4 个位置上进行。每次检定均不应超过表 4 规定要求。

3.8 分度头顶针和尾座顶针轴心线对工作台工作面和侧工作面的平行度

3.8.1 要求：应不大于表 5 的规定。

表 5

分度值	1', 10", 5", 3"	2", 1", 0.1"
要求 (mm)	0.005/100	0.003/100

3.8.2 检定方法

在两顶针间装上一根长度为 200 mm 的心轴，再将装有测微表的表架放在仪器工作台上，使测微表测头与心轴一端接触，找出最大值为第一次读数。再将测微表架移动 100 mm，使测微表与心轴另一端接触，同样找出最大值为第二次读数（如图 5）。两次读数之差即为分度头顶针和尾座顶针轴心对工作台工作面的平行度。

然后用带定位块的支架（或专用工具），并使其定位块紧靠于工作台的侧工作面，调整测微表处于水平方向，同时使其测头与心轴一端接触，进行第一次读数；再使支架沿工作台侧面移动 100 mm，测微表进行第二次读数，两次读数之差即为分度头顶针和尾座顶针轴心线对工作台侧平面的平行度。

3.9 尾座顶针移动方向对工作台工作面和侧工作面的平行度

3.9.1 要求：应不大于表 6 的规定。

表 6

分度值	1', 10", 5", 3"	2", 1", 0.1"
要求 (mm)	0.005	0.003

3.9.2 检定方法

首先使尾座定位块紧靠工作台的定位靠止面并将其固定。转动尾座顶针移到手柄，使顶针套全部移入尾座壳体。将装有测微表的表架放在仪器工作台上，使测微表测头与顶针套端部 3 mm 处接触（如图 6）找出最大值，并记取测微表的第一次读数，然后旋转尾座顶针移动手柄，使顶针套全部移出尾座壳体，移动表架使测微表测头仍与顶针套端 3 mm 处接触，找出测微表最大值后，记取第二次读数，两次读数差不应超过表 6 规定要求。检定时应分别在水平和垂直方向进行。

3.10 分度头紧靠垂直限位螺钉时，主轴轴线对工作台工作面的垂直度

3.10.1 要求：应不大于表 7 的规定

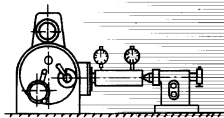


图 5

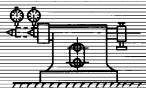


图 6

表 7

分度值	1', 10", 5", 3"	2", 1", 0.1"
要求 (")	20	10

3.10.2 检定方法

将带圆盘的锥体心轴装入分度头的主轴锥孔中，使分度头紧靠垂直限位螺钉并将鞍形座锁紧，将合像水平仪放在工作台台面上（如图 7），记取合像水平仪在纵、横向放置时的读数。然后将合像水平仪放在心轴的圆盘上，记取合像水平仪在纵、横向放置时的读数。合像水平仪在纵、横向放置时两次读数之差，分别为主轴轴线对工作台工作面纵、横向的垂直度。主轴转动 180°后再检定一次，取相应方向的两次读数的平均值为最后检定结果。

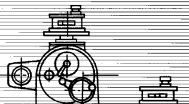


图 7

3.11 主轴锁紧时引起的示值变化

3.11.1 要求：不大于表 8 的规定。

表 8

分度值	1', 10"	5", 3"	2"	1", 0.1"
要求 (")	5	3	2	1

3.11.2 检定方法

将多面棱体借助于心轴固定在分度头上，正反转动分度头数周后，用自准直仪对准多面棱体的任一个工作面并读数，然后用锁紧机构锁紧主轴，再从自准直仪读数，两次读数之差为主轴锁紧时引起的示值变化。

这一检定应在主轴每隔 90° 位置上进行，任一次均不应超过表 8 规定要求。

3.12 主轴正反转 360° 回原位误差和回程误差

3.12.1 要求：应不大于表 9 的规定。

表 9

分度值	$1', 10''$	$5'', 3'', 2'', 1''$	$0.1''$
要求 ($''$)	3	2	1

3.12.2 检定方法

将多面棱体借助锥体心轴装入分度头的主轴锥孔中，使主轴以正向旋转一个角度后处于某一示值。用自准直仪对准多面棱体的一个工作面，在分度头读数装置上读数为 a_1 ，使分度头正向旋转 360° 与自准直仪起始位置对准，再从读数装置上读数为 a_2 ，然后分度头正向旋转一个不少于 30° 的角度后反向旋转，以上述同样方法在分度头数显装置上读取另两次读数 a_3 和 a_4 ，在 4 次读数中任意两次读数之差均不应超过表 9 规定要求。

在检定时，每一位置上应取 2 次对准并以读数的平均值为测得值。

3.13 示值误差

3.13.1 要求：分度头示值误差应不大于表 10 的规定。

表 10

仪器分度值	$1', 10''$	$5'', 3'', 2'', 1''$	$0.1''$
示值误差 Δ	$20''$	二倍分度值	$1''$

3.13.2 检定方法

分度头示值误差：

$$\delta = |\delta_{\max} - \delta_{\min}| \quad (3)$$

示值误差检定时，按表 11 选定多面棱体和自准直仪。示值误差小于 $1''$ 的分度头以 23 面棱体排列互比法检定。

表 11

分度值 (")	检 具			
	多面棱体		自准直仪	
	面数	等级	分度值	1'范围内示值误差
1', 10"	12	四等或一级	$\leq 1''$	$\leq 1''$
5", 3"	17 或 23			
2", 1"	23	三等或0级	$\leq 0.5''$	$\leq 0.5''$
0.1"	23		$\leq 0.2''$	

3.13.2.1 直接检定

以检定分度值为 10" 的分度头为例, 方法如下:

将 12 面棱体借助心轴固定在分度头上 (如图 8), 仪器度盘位于 0° 位置, 调整多面棱体使其 0° 工作面与自准直仪照准, 在分度头读数装置中进行读数为 a_1 。然后转动分度头使度盘分别为 30°、60°……330° 位置, 读数装置读数为 $a_2, a_3, \dots, a_{12}$ 。这一检定应在分度头正反向各检一次, 对棱体偏差修正之后, 分别求得每个测回的误差值, 示值误差以正、反方向上最大值与最小值之差来确定。检定实例见附录 B。

用 17 面或 23 面棱体检定分度头示值误差时检定方法同上。

3.13.2.2 排列互比法

分度值为 0.1" 的分度头示值误差检定, 是以 23 面棱体排列互比法检定, 其方法如下:

检定装置如图 8 所示, 检定时, 分度头以 0° 为起始位置, 自准直仪照准棱体 0° 工作面为起始位置, 分度头测微器读数为 $a_{1,1}$ 。借助分度头主轴使棱体第二面对准自准直仪起始位置, 分度头测微器读数为 $a_{1,2}$ 。依次转动主轴使棱体 3、4……23 工作面对准自准直仪起始位置, 由分度头测微器分别得到 $a_{1,3}, a_{1,4}, \dots, a_{1,23}$, 最后回到棱体第一工作面, 回零差应小于 0.2"。

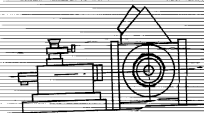


图 8

第二测回检定时, 分度头度盘仍位于 0° 位置, 棱体第二工作面对准自准直仪, 分

度头测微器读数为 $a_{2,1}$ ，转动分度头主轴，使棱体第 3 工作面对准白准直仪起始位置，分度头读数为 $a_{2,2}$ 。依次转动分度头主轴，依次使棱体第 4、5……23、1 面对准白准直仪，分度头读数分别为 $a_{2,3}$ 、 $a_{2,4}$ …… $a_{2,22}$ 、 $a_{2,23}$ 。

同理以棱体第 4 面，第 5 面，……，第 23 面为起始位置，重复上述检定，分别得到第 3 测回，第 4 测回，……，第 23 测回的读数值。将上述 23 个测回的读数值记入表 12 中，就可以求出分度头的示值误差。

表 12

测回	度盘位置 棱体位置	1	2	3	4	……	20	21	22	23
1	1	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	$a_{1,4}$		$a_{1,20}$	$a_{1,21}$	$a_{1,22}$	$a_{1,23}$
2	2	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	$a_{2,4}$		$a_{2,20}$	$a_{2,21}$	$a_{2,22}$	$a_{2,23}$
3	3	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	$a_{3,4}$		$a_{3,20}$	$a_{3,21}$	$a_{3,22}$	$a_{3,23}$
4	4	$a_{4,1}$	$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	$a_{4,4}$		$a_{4,20}$	$a_{4,21}$	$a_{4,22}$	$a_{4,23}$
5	5	$a_{5,1}$	$a_{5,2}$	$a_{5,3}$	$a_{5,4}$		$a_{5,20}$	$a_{5,21}$	$a_{5,22}$	$a_{5,23}$
⋮										
20	20	$a_{20,1}$	$a_{20,2}$	$a_{20,3}$	$a_{20,4}$		$a_{20,20}$	$a_{20,21}$	$a_{20,22}$	$a_{20,23}$
21	21	$a_{21,1}$	$a_{21,2}$	$a_{21,3}$	$a_{21,4}$		$a_{21,20}$	$a_{21,21}$	$a_{21,22}$	$a_{21,23}$
22	22	$a_{22,1}$	$a_{22,2}$	$a_{22,3}$	$a_{22,4}$		$a_{22,20}$	$a_{22,21}$	$a_{22,22}$	$a_{22,23}$
23	23	$a_{23,1}$	$a_{23,2}$	$a_{23,3}$	$a_{23,4}$		$a_{23,20}$	$a_{23,21}$	$a_{23,22}$	$a_{23,23}$
竖行和		$\sum a_1$	$\sum a_2$	$\sum a_3$	$\sum a_4$		$\sum a_{20}$	$\sum a_{21}$	$\sum a_{22}$	$\sum a_{23}$
$\delta a_i = \frac{\sum a_i - \sum a_1}{n}$		Δa_1	Δa_2	Δa_3	Δa_4		Δa_{20}	Δa_{21}	Δa_{22}	Δa_{23}

$$\delta = |\delta_{\max} - \delta_{\min}|$$

4 检定结果的处理和检定周期

4.1 检定结果的处理

经检定合格的分度头发给合格证书，对于不合格的分度头，发给检定结果通知书，注明其不合格项目。

4.2 检定周期

分度头的检定周期一般应不超过2年。

附录 A

工作台工作面平面度计算实例

以分度值为 0.005 mm/m 的平直度检查仪和跨距为 100 mm 的反射镜座, 检定 1 000 mm 长的工作台的平面度时, 得到如表 A.1 的读数值和图 A.1 所示的误差曲线, 该工作台的平面度计算如下:

$$\delta = 100 \times \frac{0.005}{1\,000} \left| \frac{6-2}{10-2} (+30) + \frac{10-6}{10-2} (+8) - (+1) \right| = 0.000\,5 \times |18| = 0.009\text{ mm}$$

表 A.1

测点序号	跨桥位置	各点读数 a_i (格)	累积读数 $\sum_{i=0}^n a_i$ (格)
0		0	0
1	0-1	+3	+3
2	1-2	+5	+8
3	2-3	+1	+9
4	3-4	-2	+7
5	4-5	-5	+2
6	5-6	-1	+1
7	6-7	+4	+5
8	7-8	+6	+11
9	8-9	+9	+20
10	9-10	+10	+30

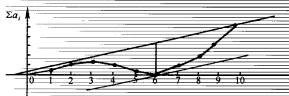


图 A.1

附录 B

分度头示值误差直接检定法计算实例

表 B.1

分度头位置 (°)	棱体位置 (°)	读数 (″)		相对零位的 差值 (″)		棱体偏差 (″)	分度头误差 (δ″)	
		正向	反向	正向	反向		正向	反向
0	0	35	36	0	0	0	0.0	0.0
30	30	37	38	+2	+2	+1.3	+0.7	+0.7
60	60	36	37	+1	+1	+0.3	+0.7	+0.7
90	90	36	38	+1	+2	+1.0	0.0	+1.0
120	120	34	36	-1	0	+0.5	-1.5	-0.5
150	150	32	34	-3	-2	-0.3	-2.7	-1.7
180	180	35	37	0	+1	-0.3	+0.3	+1.3
210	210	36	37	+1	+1	0.0	+1.0	+1.0
240	240	36	38	+1	+2	-0.4	+1.4	+2.4
270	270	37	39	+2	+3	+0.7	+1.3	+2.3
300	300	33	34	-2	-2	-1.6	-0.4	-0.4
330	330	33	35	-2	-1	-0.6	1.4	-0.4
示值误差 δ		$\delta = +2.4 + -2.7 = 5.1''$						

附录 C

检 定 工 具

C.1 带 4 号莫氏塞规的圆柱形心棒

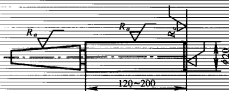


图 C.1

- 要求: (1) 圆柱部分的圆柱度不应超过 $0.5 \mu\text{m}$ 。
 (2) 圆柱对锥体部分的径向圆跳动不应超过 $1 \mu\text{m}$ 。

C.2 专用圆柱形心轴

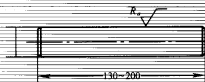


图 C.2

- 要求: (1) 圆柱度不应超过 $0.5 \mu\text{m}$ 。
 (2) 径向圆跳动不应超过 $0.5 \mu\text{m}$ 。

C.3 带圆盘的锥体心轴

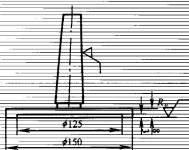


图 C.3

- 要求：(1) 工作面的平面度不应超过 $1\ \mu\text{m}$ 。
- (2) 端面圆跳动在 $140\ \text{mm}$ 的直径方向上不应超过 $3\ \mu\text{m}$ 。