

山东机床通用机械工业协会文件

鲁机通协〔2024〕8号



关于征求《数控立式车铣复合加工中心精度检验》（征求意见稿）团体标准意见的通知

各会员及有关单位：

由山东普鲁特机床有限公司等单位起草的《数控立式车铣复合加工中心精度检验》团体标准已完成起草工作。

根据《山东机床通用机械工业协会团体标准管理办法》的有关要求，现公开征求意见，予以公示，请于2024年9月4日前将《征求意见反馈表》（见附件1）反馈至协会秘书处。

协会秘书处联系方式：

联系人：王加祥

电话：0531-85895189

邮箱:sdjc85895189@163.com

地址:山东省济南市济洛路129号

附件1:《山东机床通用机械工业协会团体标准征求意见反馈表》

附件2:《数控立式车铣复合加工中心精度检验》团体标准征求意见稿

二〇二四年八月五日



附件 1:

山东机床通用机械工业协会团体标准
征求意见反馈表

标准名称				
联系人		电话		E-mail
序号	条款编号	建议修改内容	修改理由	备注

T/SDMTGM

山东机床通用机械工业协会团体标准

T/SDMTGM XXXX—XXXX

数控立式车铣复合加工中心 精度检验

Vertical turning and milling CNC machining center—accuracy test

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

山东机床通用机械工业协会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
3.1 数控立式车铣复合加工中心 Vertical turning and milling CNC machining center	4
4 一般要求	4
4.1 计量单位	4
4.2 参照标准	4
4.3 检验温度	4
4.3 检验顺序	4
4.4 检验工具	4
5 几何精度检验	5
5.1 机床调平	5
5.2 主轴端部	6
5.3 刀架线性运动的垂直度	7
5.4 刀架线性运动的平行度	9
5.5 刀塔工具孔轴线与主轴轴线的重合度	10
5.6 刀塔工具安装面与主轴轴线的垂直度	11
5.7 刀塔转位重复定位精度	12
5.8 X 轴定位精度和重复定位精度	13
5.9 Y 轴定位精度和重复定位精度	14
5.10 Z 轴定位精度和重复定位精度	15
5.11 X 轴线反向偏差	16
5.12 Y 轴线反向偏差	17
5.13 Z 轴线反向偏差	18
6 工作精度检验	19
6.1 车圆柱试件	19
6.2 垂直主轴轴线的端面的平面度	20
6.3 平行于主轴轴线的对侧平面的平行度	21

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文本的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东机床通用机械工业协会提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：山东普鲁特机床有限公司。

本文件主要起草人：翁直威、潘延明、韩玉勇、郭祥迁、李斌、李国平、孙文玉、司瀚文、盖延东、张宗岩。

数控立式车铣复合加工中心 精度检验

1 范围

本文件规定了数控立式车铣复合加工中心的几何精度和工作精度的检验要求及方法。

本文件适用于数控立式车铣复合加工中心（以下简称“机床”）的精度检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 17421.1-2023 机床检验通则 第1部分：在无负荷或准静态条件下机床的几何精度

3 术语和定义

3.1 数控立式车铣复合加工中心 Vertical turning and milling CNC machining center

按加工要求确定编制数控程序，由数控系统连续控制机床运动以及换刀顺序，利用铣刀旋转和工件旋转的合成运动来实现对工件的切削加工，具有车削、铣削复合功能，主轴垂直布置的自动化机床。

4 一般要求

4.1 计量单位

本文件中所有长度尺寸均用毫米为单位表示，角度尺寸均用度为单位表示，角度偏差主要用比值表示。为了清晰，在有些情况下可用微弧度或弧秒表示，其换算关系： $0.010/1000=10\mu\text{rad}\approx 2''$ 。

4.2 参照标准

使用本文件时参照GB/T 17421.1—2023执行，尤其是机床检验前的安装、运动部件的空运转温升、检验方法和检验工具的精度。

4.3 检验温度

4.3.1 测试区域不准许有太阳直射或其它热源，无强烈的空气流动。

4.3.2 在检验时环境温度值应处于 $18^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ 之间，同一点8h小时内的温度波动值不应超出 2°C ，相邻各点在同一时刻的温差不应超出 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 。

4.3.3 环境湿度不准许大于70%。

4.3.4 环境最大振动为 0.2g 。

4.3 检验顺序

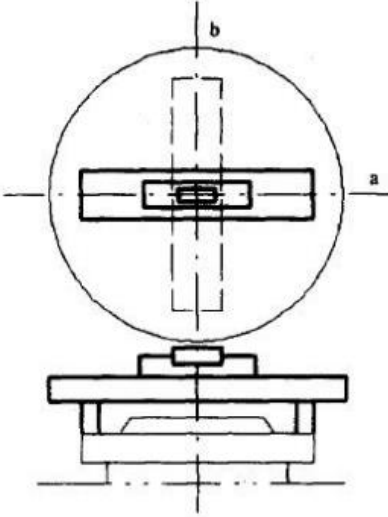
本文件所列出的检验顺序并不表示实际的检验顺序。为了装拆检验工具和检验方便，可按任意顺序进行检验。

4.4 检验工具

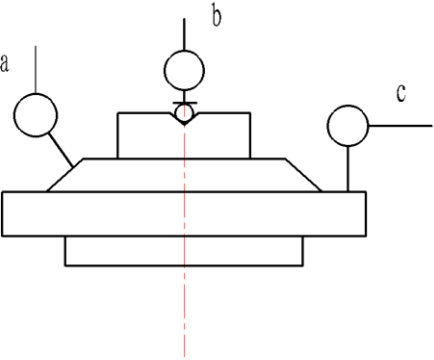
本文件所给出的检验工具仅为示例，可以使用具有相同或更小测量不确定度的其它检验工具。

5 几何精度检验

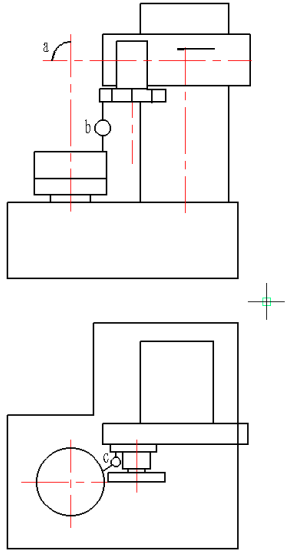
5.1 机床调平

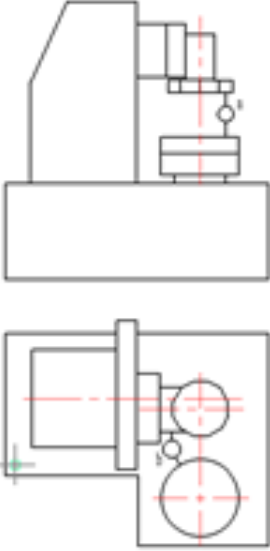
检验项目 机床调平: a)纵向; b)横向。	G1
简图 	
公差 0.030/1000	
检验工具 水平仪、量块、平尺	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 在主轴端面放置量块及平尺; 2) 将两个互相垂直的水平仪放置于平尺上, 并位于主轴中间位置; 3) 调整地脚螺栓, 使水平仪气泡位于中心点; 4) 在 a)纵向和 b)横向进行检验。 误差以水平仪读数计。	

5.2 主轴端部

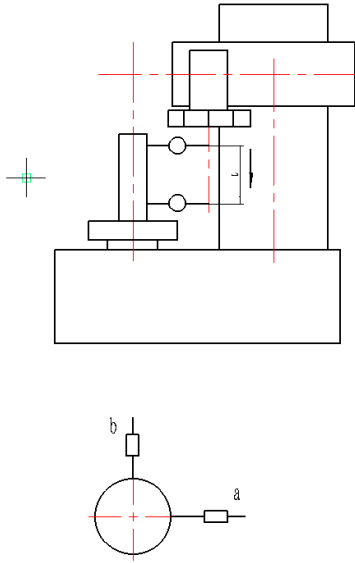
检验项目 主轴端部： a) 定心轴径的径向跳动； b) 周期性轴向窜动； c) 主轴端面跳动。	G2
简图 	
公差 a、0.008 b、0.005 c、0.010	
检验工具 检验棒、指示器	
检验方法 a) 1) 将指示器的测头垂直于锥面母线放置； 2) 缓慢转动主轴； 3) 观测指示器读数。 b) 1) 沿轴线方向加力； 2) 在主轴中心孔放入钢球，用平测头与其触及，并安装指示器； 3) 在主轴低速连续旋转和规定方向上保持压力的情况下测取读数。 c) 1) 在主轴轴线上加力； 2) 将指示器测头触及主轴轴肩支撑面； 3) 旋转主轴，读取指示器读数。 每个车主轴均应检验并应在最大直径上检测，误差以指示器读数的最大差值计。	

5.3 刀架线性运动的垂直度

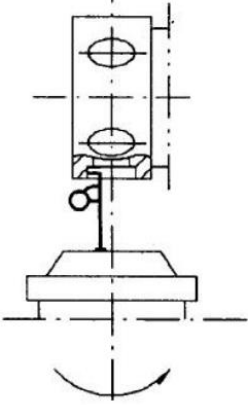
检验项目 刀架横向移动对主轴轴线的垂直度	G3
简图 	
公差 $\alpha \geq 90^\circ$ b、0.015/300 c、0.015/300	
检验工具 平尺、指示器	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将平尺装在主轴上，并与回转轴线垂直； 2) 指示器固定在横滑板上； 3) 指示器测头触及平尺上； 4) 横向移动刀架在全工作行程进行检验； 5) 旋转主轴 180°再检验一次。 误差以指示器两次测量结果的代数和之半计。	

检验项目 刀架前后移动对主轴轴线的垂直度	G4
简图 	
公差 0.02/300	
检验工具 检验棒、指示器	
检验方法 <ol style="list-style-type: none">1) 将平尺装在主轴上，并与回转轴线垂直；2) 指示器固定在横滑板上；3) 指示器测头触及平尺上；4) 前后移动刀架在全工作行程进行检验；5) 旋转主轴 180°再检验一次。 误差以指示器两次测量结果的代数和之半计。	

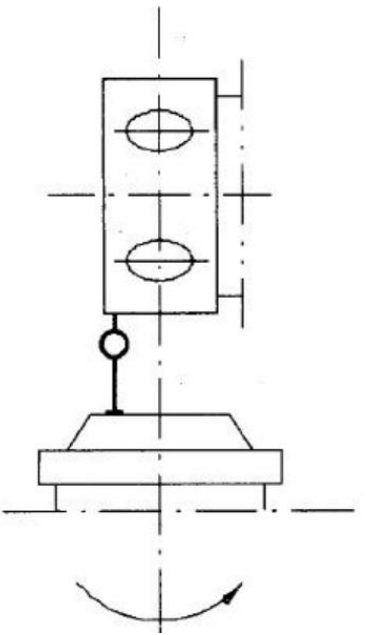
5.4 刀架线性运动的平行度

检验项目 刀架垂直移动对主轴轴线的平行度： a) 在主平面内； b) 在次平面内。	G5
简图 	
公差 a、L=500 0.02 b、L=500 0.02	
检验工具 检验棒、指示器	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 在主轴上安装检验棒，将指示器固定在刀架上； 2) 使指示器测头触及检验棒表面； 3) 指示器随刀架垂直移动一定的范围； 4) 在 a)主平面内检验，在 b)次平面内检验； 5) 将主轴旋转 180°再检验一次。 a、b 的误差分别计算，误差以指示器两次测量结果的代数和之半计。	

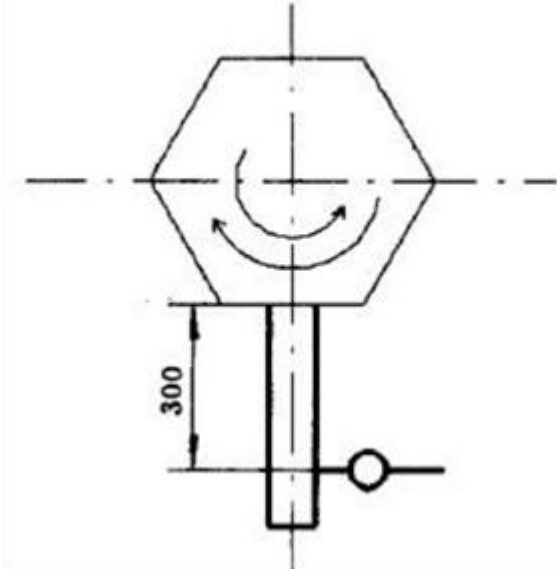
5.5 刀塔工具孔轴线与主轴轴线的重合度

检验项目 刀塔工具孔轴线与主轴轴线的重合度	G6
简图 	
公差 0.015	
检验工具 专用检具、指示器	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将专用检具固定在主轴端部； 2) 指示器固定在专用检具上； 3) 使测头触及刀塔工具孔轴的表面； 4) 旋转主轴检验工具孔轴线与主轴轴线重合度。 误差以指示器读数最大差值之半计，每个孔均需检验。	

5.6 刀塔工具安装面与主轴轴线的垂直度

检验项目 刀塔工具安装面与主轴轴线的垂直度	G7
简图 	
公差 0.01/100	
检验工具 专用检具、指示器	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将专用检具固定在主轴端部; 2) 指示器固定在专用检具上; 3) 使测头触及刀塔工具安装面; 4) 旋转主轴检验。 误差以指示器读数最大差值计。	

5.7 刀塔转位重复定位精度

检验项目 刀塔转位重复定位精度	G8
简图 	
公差 0.012	
检验工具 检验棒、指示器	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 检验棒安装在刀塔工具孔； 2) 将指示器置于距离刀塔工具安装面 300mm 处； 3) 指示器测头沿刀塔回转切线方向触及检验棒表面； 4) 转动检验棒至径向跳动平均位置，并将指示器的读数调零 5) 往复回转刀塔，锁紧转塔头测取读数，至少测 7 次； 测得位置偏差 $X_1, X_2 \dots X_7$, 重复定位精度 $R = 2.2(X_{\max} - X_{\min})$ 至少在刀架三个不同工位上检验；每次检验指示器读数都应复零。	

5.8 X 轴定位精度和重复定位精度

检验项目 X 轴定位精度和重复定位精度	G9
公差 定位精度：0.02 重复定位精度：0.009	
检验工具 激光跟踪仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 X 轴、Y 轴和 Z 轴旋转至零点，移动机床创建坐标系； 2) 将激光跟踪仪的反射镜安放到回转体上； 3) 在 X 轴工作行程中执行一次完整的双向行程，每 30°进行一次测量，用测量点创建一个参考系统； 4) 更改激光跟踪仪上的计量单位来获得点的位置作为球面坐标。 在整个行程上进行 5 次完整的双向运动，每 30°测量一次。 	

5.9 Y 轴定位精度和重复定位精度

检验项目 Y 轴定位精度和重复定位精度	G10
公差 定位精度：0.016 重复定位精度：0.008	
检验工具 激光跟踪仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 X 轴、Y 轴和 Z 轴旋转至零点，移动机床创建坐标系； 2) 将激光跟踪仪的反射镜安放到回转体上； 3) 在 Y 轴工作行程中执行一次完整的双向行程，每 30°进行一次测量，用测量点创建一个参考系统； 4) 更改激光跟踪仪上的计量单位来获得点的位置作为球面坐标。 在整个行程上进行 5 次完整的双向运动，每 30°测量一次。 	

5.10 Z 轴定位精度和重复定位精度

检验项目 Z 轴定位精度和重复定位精度	G11
公差 定位精度：0.026 重复定位精度：0.014	
检验工具 激光跟踪仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 X 轴、Y 轴和 Z 轴旋转至零点，移动机床创建坐标系； 2) 将激光跟踪仪的反射镜安放到回转体上； 3) 在 Z 轴工作行程中执行一次完整的双向行程，每 30°进行一次测量，用测量点创建一个参考系统； 4) 更改激光跟踪仪上的计量单位来获得点的位置作为球面坐标。 在整个行程上进行 5 次完整的双向运动，每 30°测量一次。 	

5.11 X 轴线反向偏差

检验项目 X 轴反向偏差	G12
公差 0.012	
检验工具 激光跟踪仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 所测 X 轴行程内，预先向正向移动一定距离并以此停止位置为基准； 2) 再在同一方向给予一定移动指令值，使之移动一段距离； 3) 然后再沿 X 轴反向移动相同的距离，测量停止位置与基准位置之差； 4) 在靠近 X 轴行程的中点及两端的三个位置分别进行多次测定（一般为 7 次），求出各个位置上的平均值，以所得平均值中的最大值为反向误差值。 	

5.12 Y 轴线反向偏差

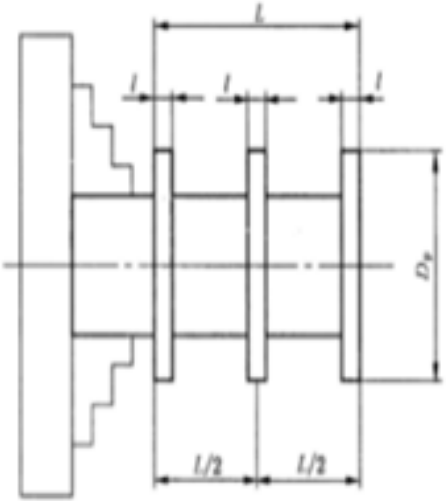
检验项目 Y 轴反向偏差	G13
公差 0.01	
检验工具 激光干涉仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 所测 Y 轴行程内，预先向正向移动一定距离并以此停止位置为基准； 2) 再在同一方向给予一定移动指令值，使之移动一段距离； 3) 然后再沿 Y 轴反向移动相同的距离，测量停止位置与基准位置之差； 4) 在靠近 Y 轴行程的中点及两端的三个位置分别进行多次测定（一般为 7 次），求出各个位置上的平均值，以所得平均值中的最大值为反向误差值。 	

5.13 Z 轴线反向偏差

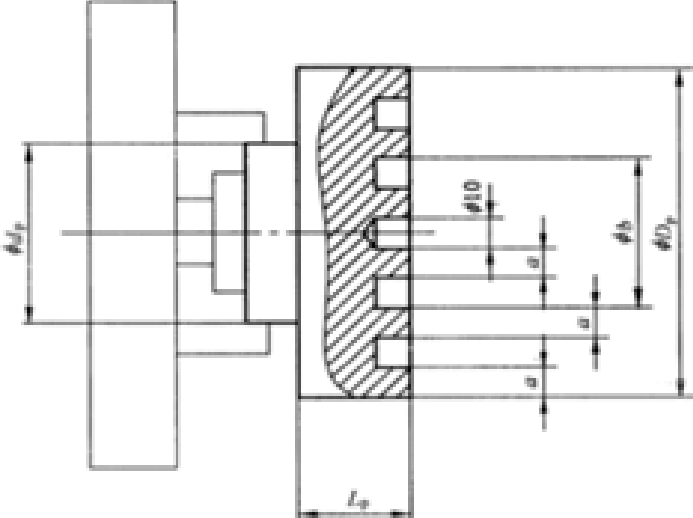
检验项目 Z 轴反向偏差	G14
公差 0.015	
检验工具 激光干涉仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 所测 Z 轴行程内，预先向正向移动一定距离并以此停止位置为基准； 2) 再在同一方向给予一定移动指令值，使之移动一段距离； 3) 然后再沿 Z 轴反向移动相同的距离，测量停止位置与基准位置之差； 4) 在靠近 Z 轴行程的中点及两端的三个位置分别进行多次测定（一般为 7 次），求出各个位置上的平均值，以所得平均值中的最大值为反向误差值 	

6 工作精度检验

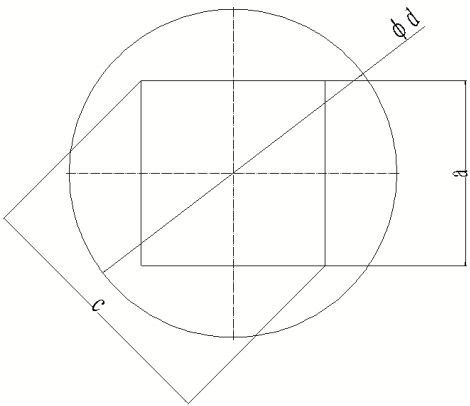
6.1 车圆柱试件

检验项目 a) 圆度; b) 加工直径的一致性。	P1
简图 	
公差 a) 1、0.005 2、0.005 3、0.010 4、0.015 b) 1、0.015 2、0.019 3、0.025 4、0.030	
检验工具 圆度测量仪、千分尺	
检验方法 a) 1) 将圆柱试件放在测量平台上，并将圆度仪的指针置于工件表面上； 2) 通过电子移动装置将圆度仪的指针沿工件表面移动，并记录每个接触点的坐标； 3) 根据记录的坐标计算工件的圆度误差，并得出测量结果。 b) 1) 将千分尺双支撑于圆柱试件上进行测量； 2) 转动千分尺滑动头，使其与与圆柱试件表面接触均匀； 3) 按住千分尺外框，将滑动头缓慢滑动，直到滑动头在测量对象上停止运动为止； 4) 读取千分尺的刻度值，记录符合精度要求的有效数字。 L 值的选取应便于检验工具检验；卡盘端面到第一个台阶距离应小于 L。 卡盘机床：L=0.8×d（公称卡盘直径），或 0.66×最大车削长度（Z 轴行程）中的较小值， $D_{pmin}=0.3 \times L$ 。	

6.2 垂直主轴轴线的端面的平面度

检验项目 垂直主轴轴线的端面的平面度	P2
简图 	
公差 1、0.015 2、0.020 3、0.025 4、0.030	
检验工具 高度测量仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将高度测量仪放置于水平基准面上，确认基准面水平度并记录初始值； 2) 将高度测量仪放置在垂直主轴轴线的端面表面上，调整指针，使其位于水平面以下一定高度，记录读数； 3) 移动高度测量仪到端面不同位置进行测量，并记录每个位置上读数； 4) 计算所有读数的平均值，得到垂直主轴轴线的端面的平面度。 <p> $D_p=0.8 \times$公称卡盘直径，或 $1 \times$公称棒料直径，$D_{pmax}=300$。 $60 < D_p \leq 160$ 时，中间环槽可以忽略；$D_p \leq 60$ 时，所有环槽可以忽略；$L_p=0.25 \times$公称卡盘直径，$L_{pmax}=60$。 $d_p=0.25 \times D$，或公称棒料直径，$d_{pmin}=75$（卡盘机床）；$b=D_p/2-a$。 </p>	

6.3 平行于主轴轴线的对侧平面的平行度

检验项目 a) 平行于主轴轴线的对侧平面的平行度； b) 对角线长度一致性。	P3
简图 	
公差 a 0.02 c 0.025	
检验工具 千分表、三坐标测量仪	
检验方法 a) <ol style="list-style-type: none"> 1) 用平板等将被测工件放置在水平面上； 2) 将千分表的底座固定于平板上，千分表的测头与被测工件表面接触； 3) 轻轻移动被测工件，使其在水平面上移动，记录千分表的读数； 4) 将被测工件旋转 180°；重复步骤 3)； 5) 计算两次读数之差，即为被测工件的平行度误差。 b) <ol style="list-style-type: none"> 1) 将零件放在三坐标测量仪上进行扫描或测量； 2) 计算出对角线长度和平均长度； 3) 对比两个对角线的长度。 $d=0.3 \times \text{公称卡盘直径}$ ， $d_{\max}=250$ ； $a \leq 150$ 。	