



中华人民共和国国家标准

GB/T 43134—2023

超硬磨料制品 安全要求

Superabrasive products—Safety requirements

2023-09-07 发布

2024-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

 3.1 机器类型 1

 3.2 应用类型 2

4 符号 2

5 应用类型说明及示例 3

6 重大危险清单 4

7 安全要求 4

 7.1 一般要求 4

 7.2 磨削和切割砂轮的要求 4

 7.3 金刚石圆锯片的要求 6

 7.4 金刚石绳锯的要求 13

 7.5 磨头的要求 13

 7.6 建筑施工和土木工程用磨轮的要求 14

 7.7 标志 15

8 试验方法 15

 8.1 外观 15

 8.2 哑声 15

 8.3 尺寸 15

 8.4 回转强度 16

 8.5 金刚石圆锯片基体硬度 16

 8.6 金刚石圆锯片锯齿结合强度 16

 8.7 金刚石圆锯片张力 18

 8.8 金刚石绳锯强度 19

 8.9 磨轮磨齿结合强度 22

 8.10 标志 23

9 使用信息和存放期 23

 9.1 使用信息 23

 9.2 存放期 24

附录 A（规范性） 金刚石圆锯片修复的先决条件 25

附录 B（规范性） 标志 26

 B.1 标志内容 26

 B.2 标志实施 28

附录 C (资料性) 磨头 29

 C.1 最高允许转速计算示例..... 29

 C.2 计算方法应用示例..... 32

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。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国磨料磨具标准化技术委员会(SAC/TC 139)归口。

本文件起草单位：郑州磨料磨具磨削研究所有限公司、北京安泰钢研超硬材料制品有限责任公司、博深股份有限公司、广东奔朗新材料股份有限公司、白鸽磨料磨具有限公司、成都惠锋新材料科技股份有限公司、万龙时代科技有限公司、长沙百通新材料科技有限公司、中国机械工业国际合作有限公司。

本文件主要起草人：包华、赵延军、刘一波、左二刚、陶洪亮、丁春生、尹丁、许晓旺、张良、余佳音、罗晓丽、魏菊、李会猛、周斌、李娜。

超硬磨料制品 安全要求

1 范围

本文件规定了超硬磨料制品与安全相关的术语和定义、符号、应用类型说明及示例、重大危险清单、安全要求、试验方法以及使用信息和存放期。

本文件适用于含有金刚石或立方氮化硼的超硬磨料制品,包括磨削和切割砂轮、金刚石圆锯片、金刚石绳锯、磨头、建筑施工和土木工程用磨轮。

本文件不适用于普通磨料固结磨具、涂附磨具、旋转修整工具、修整器或任何非旋转超硬磨料制品。

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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 1222 弹簧钢

GB/T 1800.2—2020 产品几何技术规范(GPS) 线性尺寸公差 ISO 代号体系 第2部分:标准公差带代号和孔、轴的极限偏差表

GB/T 2493 磨具回转强度试验方法

GB/T 8358 钢丝绳 实际破断拉力测定方法

GB/T 16458 磨料磨具术语

GB/T 23537 超硬磨料制品 金刚石或立方氮化硼砂轮和磨头 极限偏差和圆跳动公差

GB/T 24181 金刚石焊接锯片基体用钢

GB/T 31523.1 安全信息识别系统 第1部分:标志

3 术语和定义

GB/T 16458 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 机器类型

3.1.1

固定式机器 stationary machines

工作时位置固定的机器。

注1:包括固定的摆动架机器和在使用过程中牢固固定的移动式机器。

注2:工作时位置固定的可搬运机器也被视为固定式机器。

3.1.2

工作区域全封闭固定式机器 stationary machines with totally enclosed working area

通过隔离罩进行防护的固定式机器,使包括工件装卸在内的加工过程在其内部进行,并保护人员防止磨具破裂引发危害。

3.1.3

移动式机器 mobile machines

工作时位置不固定的机器。

注：移动式机器在使用时由操作员手动操纵(但不是手持)，如地板磨机。

3.1.4

手持式机器 hand-held machines

工作时握在手中的机器。

注：包括带有柔性驱动器的机器。

3.2 应用类型

3.2.1

机械操纵磨削(切割) mechanically guided grinding(cutting-off)

磨具和/或工件的进给运动由机械方式操纵的磨削(切割)。

3.2.2

手动操纵磨削(切割) manually guided grinding(cutting-off)

磨具和/或工件的进给运动由操作员手动操纵的磨削(切割)。

3.2.3

手持磨削(切割) hand-held grinding(cutting-off)

机器完全由操作员手持操纵的磨削(切割)。

4 符号

表 1 和表 2 中列出的符号适用于本文件。

表 1 回转强度相关符号

符 号	名 称	定 义	单 位
f_{br}	破裂速度系数	破裂速度与最高工作速度之比： $f_{br} = \frac{v_{br}}{v_s}$	—
n_{ab}	磨头偏转转速	离心力作用下磨头柄发生偏转的转速	r/min
n_{max}	最高允许转速	未使用过的超硬磨料制品在最高工作速度时的转速	r/min
S_{ab}	防止磨头柄偏转的安全系数	磨头偏转转速与最高允许转速之比： $S_{ab} = \frac{n_{ab}}{n_{max}}$	—
S_{br}	防止因离心力造成破裂的安全系数	破裂速度与最高工作速度之比的平方： $S_{br} = \left(\frac{v_{br}}{v_s}\right)^2$	—
v_s	最高工作速度	超硬磨料制品工作时允许使用的最高圆周线速度	m/s
v_{br}	破裂速度	超硬磨料制品在离心力作用下不发生破裂而至少应达到的圆周线速度	m/s

表 2 其他符号

符号	名 称	单 位
F	加载力	N
F_{Λ}	剪切力	N
L_F	力臂	mm
M_b	抗弯力矩	N·m
σ_b	弯曲强度	N/mm ²
τ_s	剪切强度	N/mm ²
D_1	基体外径	mm
E	基体厚度	mm
L_v	锯齿与基体结合面长度	mm

5 应用类型说明及示例

应用类型说明及示例见表 3。

表 3 应用类型说明及示例

加工方法	机器类型	应用类型	超硬磨料制品	工件	应用/机器示例
磨削	固定式磨床	机械操纵磨削	固定	机械操纵	平面磨、无心磨、缓进给磨、玻璃斜边磨（玻璃磨边机）
			机械操纵	固定	石材和混凝土型面磨
			机械操纵	机械操纵	内圆磨、外圆磨、切入磨、纵向磨、座标磨、装饰石材的磨抛，玻璃圆边磨（汽车玻璃）
磨削	固定式和移动式磨床	手动操纵磨削	手动操纵	固定	石材地板的粗磨和抛光（马车式/地面磨机）
			固定	手动操纵	工具磨（台式磨床）、装饰玻璃磨
	手持式磨机	手持磨削	手动操纵	固定	石材和混凝土的磨抛（角向/直向磨机）
切割	固定式切割机	机械操纵切割	固定	机械操纵	砖瓦切割（台锯机）
			机械操纵	固定	石材和混凝土切割（桥式锯机、地板和墙锯机、绳锯机）
			机械操纵	机械操纵	半导体切割
	固定式和移动式切割机	手动操纵切割	手动操纵	固定	石材和混凝土切割（台锯机、地板锯机）
			固定	手动操纵	砖块切割（台锯机）
	手持式切割机	手持切割	手动操纵	固定	石材和混凝土切割（角磨机、手持切割机）

6 重大危险清单

重大危险清单见表 4。

表 4 重大危险清单

危险名称	危险原因(示例)	本标准中相关的章条
碎块飞出	1.由于以下原因造成超硬磨料制品破裂：	
	——设计不当	7.1～7.7、附录 C
	——制造缺陷	7.1
	——选择错误	第 9 章、7.7
	——搬运和贮存不当	第 9 章
	——使用不当(安装和磨削过程)	第 9 章
	2.磨削碎屑	第 9 章
振动	由于以下原因造成手持式机器手臂振动：	
	——使用不当	第 9 章
	——安装不正确	第 9 章
反向冲击	由于以下原因造成手持式机器上切割制品的反向冲击效应：	
	——使用不当	第 9 章
	——因张紧错误导致切割砂轮摆动	7.3.6
	——金刚石圆锯片侧面涂层	7.3.7

7 安全要求

7.1 一般要求

7.1.1 外观

超硬磨料制品不应有裂纹、粘接(焊接)缝隙或孔洞、起层或剥落、破损等影响安全的可见缺陷。

7.1.2 哑声

敲击超硬磨料制品不应有哑声。

7.2 磨削和切割砂轮的要求

7.2.1 孔径公差

磨削和切割砂轮孔径的公差应符合 GB/T 23537 的规定。

7.2.2 最高工作速度和回转强度

7.2.2.1 最高工作速度序列

磨削和切割砂轮的最高工作速度应按以下序列进行设计和制造：

$< 16-20-25-32-35-40-45-50-63-80-100-125-140-160-180-200-225-250-280-320$ ，
 单位为米每秒(m/s)。

仅在特殊要求时,才可使用介于上述序列之间的其他最高工作速度。

7.2.2.2 安全系数

磨削和切割砂轮防止因离心力造成破裂的安全系数应符合表 5 的规定。

表 5 磨削和切割砂轮的安全系数

机器类型	应用类型	最高工作速度 v_s m/s	防止因离心力造成破裂的安全系数 S_{br}	破裂速度系数 f_{br}
固定式机器	机械操纵磨削和切割	≤ 80	3.0	1.73
工作区域全封闭 固定式机器	机械操纵磨削和切割	≤ 320	1.75	1.32
固定式和移动式机器	手动操纵磨削和切割	≤ 63	3.0	1.73
		80	3.5	1.87

7.2.2.3 最高工作速度

磨削和切割砂轮的最高工作速度应符合 7.2.2.1 的序列规定,直至表 6 中给出的最大值。

对于工作区域全封闭类型,如果防止因离心力造成破裂的安全系数符合表 5 中的规定,则砂轮的最高工作速度可以超过表 6 中给出的最大值。

表 6 不同结合剂砂轮的最高工作速度最大值

基体	磨料层	最高工作速度 v_s 最大值 m/s			
		陶瓷结合剂	树脂结合剂	金属结合剂	电镀和焊接
金属	在基体上制造,如烧结或电镀	—	100	100	200
	连接到基体上,如胶粘、焊接	180	80	100	—
树脂	在基体上制造,如压制	—	100	—	—
	连接到基体上,如胶粘	80	80	80	80
陶瓷	在基体上制造,如压制	80	—	—	—
	连接到基体上,如胶粘	80	80	80	—

7.2.2.4 回转强度

磨削和切割砂轮应按 7.2.2.2 规定的防止因离心力造成破裂的安全系数进行回转,即在破裂速度 $v_{br}(v_{br}=v_s \times f_{br})$ 下进行回转,回转时不应破裂、产生裂纹和磨料层松脱。

7.2.3 缓冲垫

为了保证磨具的安装和使用安全,必要时应由制造商、供应商或进口商提供缓冲垫。

缓冲垫应由合适的可压缩材料制造。形状、尺寸和材料应适合使用目的。当使用水基冷却液时,缓冲垫材料不应丧失可压缩性和物理性能。

缓冲垫可作为标志的标签,此时应保证标志符合 7.7 的要求且缓冲垫牢固地附着在砂轮上。

7.3 金刚石圆锯片的要求

7.3.1 孔径公差

金刚石圆锯片的孔径公差等级应不低于 GB/T 1800.2—2020 表 6 中的 H9。

7.3.2 最高工作速度和回转强度

7.3.2.1 最高工作速度序列

金刚石圆锯片的最高工作速度应按以下序列进行设计和制造:

20—25—32—35—40—45—50—63—80—100,单位为 m/s。

仅在特殊要求时,才可使用介于上述序列之间的其他最高工作速度。

7.3.2.2 安全系数

金刚石圆锯片防止因离心力造成破裂的安全系数应符合表 7 的规定。

表 7 金刚石圆锯片的安全系数

机器类型	应用类型	最高工作速度 v_s m/s	防止因离心力造成 破裂的安全系数 S_{br}	破裂速度系数 f_{br}
固定式切割机	机械操纵切割	≤ 100	2	1.41
工作区域全封闭固定式切割机	机械操纵切割	≤ 100	1.75	1.32
固定式和移动式切割机	手动操纵切割	≤ 100	3.5	1.87
手持式切割机	手持切割	≤ 100	3.5	1.87

7.3.2.3 最高工作速度

金刚石圆锯片的最高工作速度应符合 7.3.2.1 的序列规定,直至表 8 中给出的最大值。

表 8 不同结合剂金刚石圆锯片的最高工作速度最大值

磨料层	应用类型	最高工作速度 v_s 最大值 m/s	
		金属结合剂	电镀和焊接
连续边	机械和手动操纵切割	100	100
分齿式	机械和手动操纵切割	100	100
连续边和分齿式	手持切割	100	100

7.3.2.4 回转强度

金刚石圆锯片应按 7.3.2.2 规定的防止因离心力造成破裂的安全系数进行回转,即在破裂速度 v_{br} ($v_{br} = v_s \times f_{br}$) 下进行回转,回转时不应破裂、产生裂纹和锯齿松脱。

7.3.3 基体要求

7.3.3.1 材料和硬度

7.3.3.1.1 焊接金刚石圆锯片基体的材料和硬度

焊接金刚石圆锯片基体的材料应符合 GB/T 24181 的规定,硬度(洛氏硬度:HRC)应符合表 9 的规定。

表 9 焊接金刚石圆锯片基体的硬度

激光焊接基体	高频感应焊接基体	
	外径>2 200 mm 带镂空孔基体	其他基体
23 HRC~42 HRC	25 HRC~38 HRC	38 HRC~47 HRC

7.3.3.1.2 烧结金刚石圆锯片基体的材料和硬度

烧结金刚石圆锯片基体的材料应选用符合 GB/T 1222 规定的 65Mn 钢或力学性能不低于 65Mn 的钢材,硬度应不高于 25 HRC。

7.3.3.2 尺寸

7.3.3.2.1 干式切割金刚石圆锯片基体尺寸

干式切割金刚石圆锯片基体的尺寸应符合表 10 的规定。

表 10 干式切割用金刚石圆锯片基体尺寸

单位为毫米

机 器 类 型	基体外径 D_1	基体厚度 E
手持式切割机	$D_1 \leq 115$	≥ 0.7
	$115 < D_1 \leq 200$	≥ 0.9
	$200 < D_1 \leq 230$	≥ 1.2
手持式和固定式切割机	$230 < D_1 \leq 300$	≥ 1.2
	$300 < D_1 \leq 400$	≥ 1.6
固定式和移动式切割机	$350 < D_1 \leq 400$	≥ 1.6
	$400 < D_1 \leq 500$	≥ 2.0
	$500 < D_1 \leq 600$	≥ 2.5
	$600 < D_1 \leq 900$	≥ 3.0
	$900 < D_1 \leq 1\ 600$	≥ 3.5

7.3.3.2.2 湿式切割金刚石圆锯片基体尺寸

湿式切割金刚石圆锯片基体的尺寸应符合表 11 的规定。

表 11 湿式切割金刚石圆锯片基体尺寸

单位为毫米

机器类型	基体外径 D_1	基体厚度 E
手持式切割机	$D_1 \leq 230$	$\geq 0.006 D_1$
	$230 < D_1 \leq 400$	$\geq 0.005 D_1$
固定式和移动式切割机	$D_1 \leq 300$	≥ 1.2
	$300 < D_1 \leq 400$	≥ 1.6
	$400 < D_1 \leq 500$	≥ 2.0
	$500 < D_1 \leq 600$	≥ 2.5
	$600 < D_1 \leq 900$	≥ 2.8
	$900 < D_1 \leq 2\,500$	≥ 3.5
	$2\,500 < D_1 \leq 3\,500$	≥ 7.0
	$3\,500 < D_1 \leq 5\,000$	≥ 9.0

7.3.3.3 手持切割金刚石圆锯片基体孔缝设计和位置

7.3.3.3.1 孔缝类型

为散热、抑制噪声等原因,在基体上会设计加工各种孔缝,孔缝类型有三大类:

- a) 窄缝:缝宽小于 0.8 mm;
- b) 圆孔和椭圆孔:椭圆孔是长短直径比不大于 2 : 1 的孔;
- c) 镂空孔:除上述两种类型以外的其他类型。

孔缝类型形状示意图见表 12。

表 12 基体孔缝类型

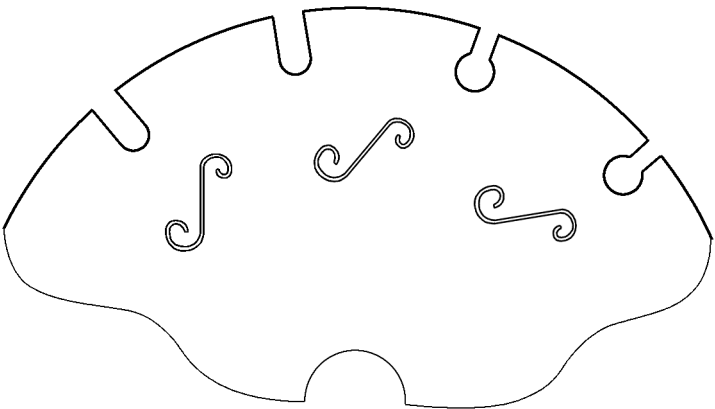
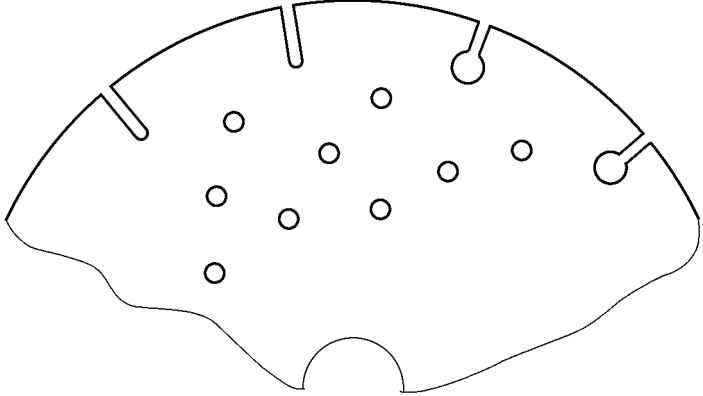
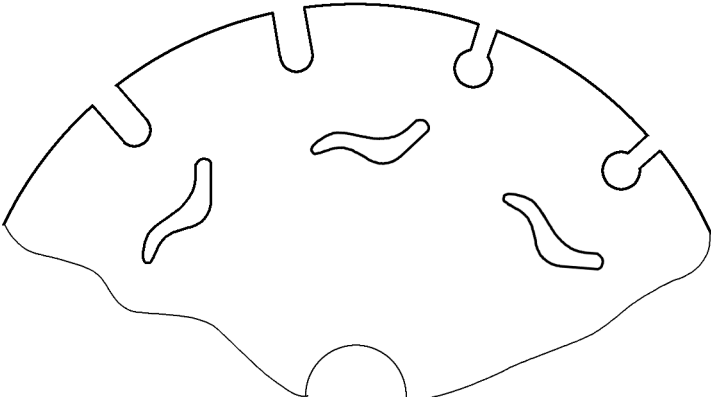
孔缝类型	形状示意
窄缝	

表 12 基体孔缝类型（续）

孔缝类型	形状示意
圆孔(或椭圆孔)	 A schematic diagram of a base with a semi-circular top and a semi-circular bottom. The top edge has four rectangular slots. The interior contains ten small circles representing holes. Two of these circles are connected to the top edge by short lines, indicating they are not considered holes.
镂空孔	 A schematic diagram of a base with the same semi-circular top and bottom edges and four rectangular slots on the top. The interior contains three irregular, elongated shapes representing holes. Two of these shapes are connected to the top edge by short lines, indicating they are not considered holes.
基体周边的带孔或不带孔水槽和中心孔不应视为孔缝。	

7.3.3.3.2 孔缝设计总原则

孔缝设计应遵守以下总原则：

- a) 基体孔缝总的切割面积应不大于基体面积的 20%；
- b) 在法兰区域外,孔缝与中心孔边缘距离应不小于 $0.25 \times D/2$,见图 1；
- c) 在法兰区域外,窄缝和镂空孔与最近水槽、基体外圆距离应不小于 $0.15 \times D_1/2$,见图 1；
- d) 在法兰区域内,除了传动销孔和安装孔外,不应有其他孔缝。传动销孔不应超过 2 个,安装孔不应超过 8 个。安装孔的最大孔径为 8 mm。

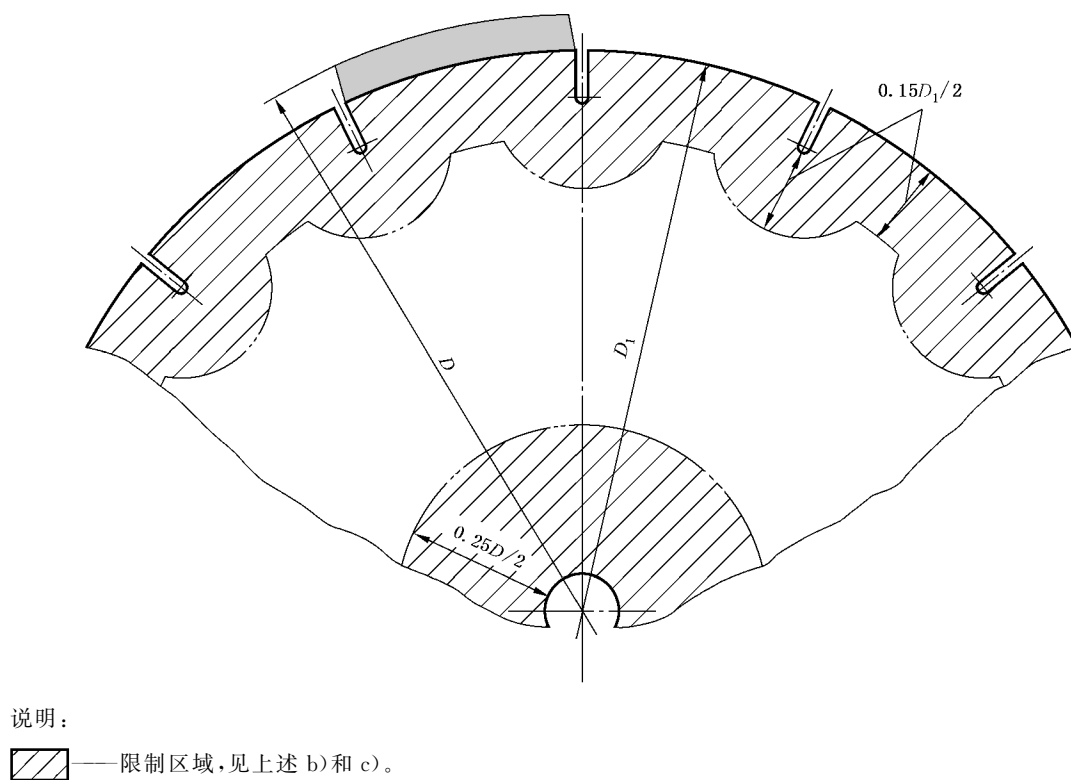


图 1 基体孔缝位置要求

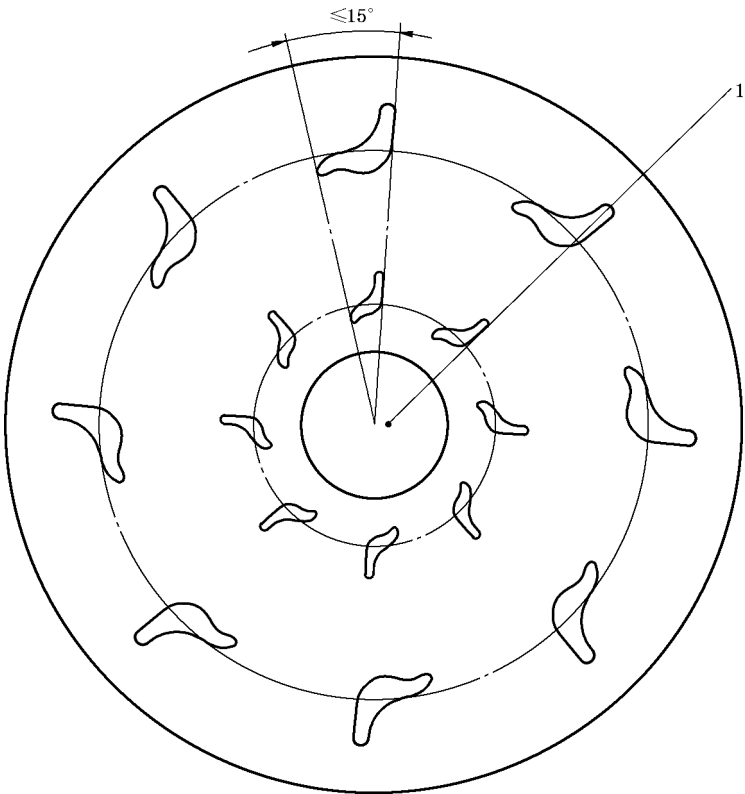
7.3.3.3.3 窄缝要求

窄缝设计应符合以下规定：

- a) 在法兰区域外，径向尺寸不大于 $0.4 \times D_1/2$ ；
- b) 相邻窄缝任意点之间的最小距离不小于 $0.15 \times D/2$ ；
- c) 为避免应力集中，窄缝以螺旋形开始和终结。

7.3.3.3.4 镂空孔要求

基体上的镂空孔，其径向尺寸应不大于 $0.15 \times D/2$ ，开口角应不大于 15° ，示例见图 2。



标引序号说明：
1——法兰区。

图 2 镂空孔示例

7.3.3.3.5 热处理

激光切割孔缝,若热影响区的显微硬度大于 500 HV,则基体应退火至显微硬度不大于 500 HV。

7.3.4 锯齿结合强度

7.3.4.1 分齿式锯齿结合强度

分齿式锯齿内部及其与基体的结合强度以抗弯强度和抗弯力矩表示,应符合表 13 的规定。

表 13 分齿式锯齿结合强度

基体厚度 E mm	固定式和移动式切割机	手持式切割机 ^a	
	抗弯强度 σ_b MPa	抗弯强度 σ_b MPa	抗弯力矩 M_b N·m
$E \leq 1.5$	≥ 450	≥ 700	≥ 6
$1.5 < E < 2.0$		≥ 650	≥ 8
$E \geq 2.0$		≥ 600	≥ 10

^a 对于手持式切割机,抗弯强度和抗弯力矩应同时满足。

7.3.4.2 连续边锯齿结合强度

连续边锯齿内部及其与基体的结合强度以抗弯力矩表示,应符合表 14 的规定。

表 14 连续边锯齿结合强度

机器类型或基体厚度	抗弯力矩 M_b N · m
固定式和移动式切割机	$\geq 90 \times D/2$
手持式切割机	$\geq 125 \times D/2$
(所有机器类型)基体厚度 $E < 1.0$ mm	$\geq 60 \times D/2$

7.3.5 锯齿总深度

用于手持式切割机的分齿式金刚石圆锯片,其锯齿总深度 X_1 与基体厚度 E 之比应符合下列关系:
 $X_1/E \leq 8.5$ 。

7.3.6 张力

最高工作速度为 100 m/s、外径为 $260\text{ mm} \leq D \leq 400\text{ mm}$ 、用于手持式切割机的锯片应处于张紧状态(以尽量减少切割时的抖动),即张力检测时张力角应在 $90^\circ \sim 160^\circ$ 范围内。可通过碾压或锤击对锯片张力进行调校。

7.3.7 磨料侧面涂层限制范围

最高工作速度为 100 m/s、外径为 $260\text{ mm} \leq D \leq 400\text{ mm}$ 、用于手持式切割机的锯片,在基体边缘磨料的侧面涂层范围应不大于 $0.05 D$,见图 3。

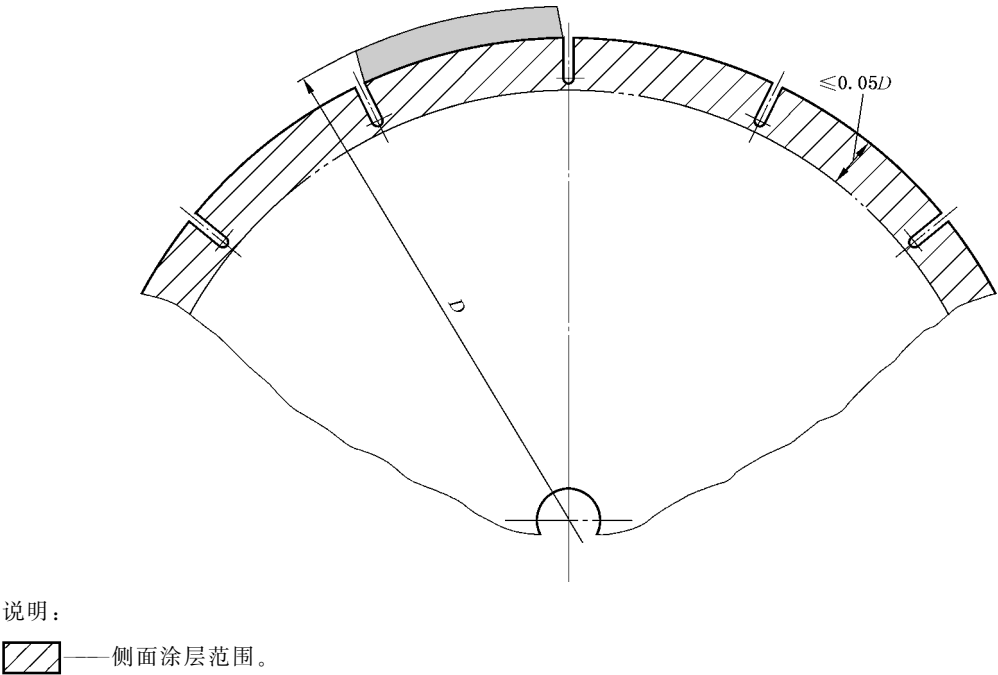


图 3 侧面涂层限制范围

7.3.8 修复金刚石圆锯片的要求

仅在符合附录 A 规定的先决条件下,才可进行修复。

分齿式金刚石圆锯片如因锯齿的磨损更换了新的锯齿,其应与未使用过的金刚石圆锯片符合相同要求。

7.4 金刚石绳锯的要求

7.4.1 最高工作速度

金刚石绳锯的最高工作速度不应超过 40 m/s。

7.4.2 钢丝绳

金刚石绳锯应选择具有抗疲劳性能的钢丝绳,优选多丝多股钢丝绳,例如 19+6×7 股、19×7 股或 7×7 股等,其抗拉强度应不小于 800 MPa。

7.4.3 弹簧绳锯的装配

采用弹簧、压环和垫圈将金刚石串珠固定的金刚石绳锯,串珠孔径极限偏差应符合以下规定:

- a) 未使用的新绳锯,串珠孔径比钢丝绳直径不应大于 0.4 mm;
- b) 已使用的旧绳锯,串珠孔径比钢丝绳直径不应大于 0.6 mm。

两个压环之间最多装 5 颗串珠。

弹簧应两端闭圈并磨平。

7.4.4 塑料和橡胶绳锯的固定强度

采用塑料、橡胶、塑料与弹簧、橡胶与弹簧将金刚石串珠固定的绳锯,串珠与钢丝绳的固定强度应不小于 7.5 MPa。

7.4.5 弹簧绳锯压环的固定强度

弹簧绳锯压环与钢丝绳的固定强度应不小于钢丝绳抗拉强度的 1/12。

7.4.6 绳锯钢丝绳接头的连接强度

绳锯钢丝绳接头的连接强度应不小于钢丝绳抗拉强度的 30%。

7.5 磨头的要求

7.5.1 柄直径公差

磨头柄直径的公差应符合 GB/T 23537 的规定。

7.5.2 最高工作速度和回转强度

7.5.2.1 最高工作速度序列

磨头的最高工作速度应按以下序列进行设计和制造:

5—6—8—10—12—16—20—25—32—35—40—45—50—63,单位为米每秒(m/s)。

仅在特殊要求时,才可使用介于上述序列之间的其他最高工作速度。

7.5.2.2 安全系数

磨头应具有防止因离心力而破裂的安全系数 $S_{br}=3$ 。磨头柄应具有防止偏转的安全系数 $S_{ab}=1.3$ 。

7.5.2.3 回转强度

磨头应按 7.5.2.2 规定的防止因离心力造成破裂的安全系数进行回转,即在破裂速度 $v_{br}(v_{br}=v_s \times \sqrt{S_{br}})$ 下进行回转,回转时不应破裂、产生裂纹和磨料层松脱;磨头柄在偏转转速 $n_{ab}(n_{ab}=S_{ab} \times n_{max})$ 下进行回转不应产生偏转。

7.6 建筑施工和土木工程用磨轮的要求

7.6.1 孔径公差

磨轮的孔径公差等级应符合 GB/T 1800.2—2020 表 6 中的 H9(适用于孔径 $H \leq 80$ mm)或 H7(适用于孔径 $H > 80$ mm)。

7.6.2 最高工作速度和回转强度

7.6.2.1 最高工作速度序列

磨轮的最高工作速度应按以下序列进行设计和制造:
40—45—50—63—80—100,单位为米每秒(m/s)。
仅在特殊要求时,才应使用介于上述序列之间的其他最高工作速度。

7.6.2.2 安全系数

磨轮防止因离心力造成破裂的安全系数应符合表 15 的规定。

表 15 磨轮的安全系数

机器类型	应用类型	最高工作速度 v_s m/s	防止因离心力造成 破裂的安全系数 S_{br}	破裂速度系数 f_{br}
固定式磨床	机械操纵磨削	≤ 100	3.0	1.73
	手动操纵磨削	80	3.5	1.87
手持式磨机	手持磨削	≤ 50	3.0	1.73
		$50 < v_s \leq 80$	3.5	1.87

7.6.2.3 最高工作速度

磨轮的最高工作速度应符合 7.6.2.1 的序列规定,直至表 16 中给出的最大值。

表 16 不同结合剂磨轮的最高工作速度最大值

磨轮	应用类型	最高工作速度 v_s 最大值	
		m/s	
		金属结合剂	电镀和钎焊
杯碗碟形磨轮	手持磨削	80	80
周边磨削磨轮 ^a	机械操纵磨削	80	80
	手持磨削		
端面磨削磨轮	机械操纵磨削	100	—
^a 包括外径 $D \leq 400$ mm、基体厚度 $E \geq 4$ mm 的开槽磨轮。			

7.6.2.4 回转强度

磨轮应按 7.6.2.2 规定的防止因离心力造成破裂的安全系数进行回转，即在破裂速度 v_{br} ($v_{br} = v_s \times f_{br}$) 下进行回转，回转时不应破裂、产生裂纹、磨齿松脱和变形。

7.6.3 磨齿结合强度

7.6.3.1 用于手持式磨削的分齿式杯碗碟形磨轮，其磨齿与基体的结合强度应符合下列要求之一：

- a) 剪切强度 $\tau_s \geq 60$ MPa；
- b) 剪切力 $F_A \geq 6\ 400$ N。

7.6.3.2 其他分齿式磨轮，磨齿与基体的结合强度应符合 7.3.4.1 中抗弯力矩的规定。若该类磨轮的设计形式无法进行抗弯力矩检测，其磨齿与基体的结合强度应符合 7.6.3.1 的规定。

7.7 标志

超硬磨料制品的标志应符合附录 B 的规定。

8 试验方法

8.1 外观

目测。

8.2 哑声

将超硬磨料制品悬挂，用一个金属物体轻轻敲击磨料层，若发出清脆声则为合格，若发出闷声或哑声则为不合格。

8.3 尺寸

8.3.1 孔径

孔径用塞规、分度值为 0.001 mm 的内径指示表或内径千分尺测量；或用同等及以上精度的仪器测量。

8.3.2 磨头柄直径

磨头柄直径用分度值为 0.001 mm 的外径千分尺测量；或用同等及以上精度的仪器测量。

8.3.3 其他尺寸

本文件中涉及的其他尺寸用游标卡尺或角度尺测量；或用同等及以上精度的仪器测量。

8.4 回转强度

按照 GB/T 2493 的规定，将超硬磨料制品安装在回转试验机上，均匀升速，直至达到破裂速度或直至破裂。在检验磨头时，应使轴的悬伸长度 $L_0 = 0$ 。经过回转强度试验的超硬磨料制品均应废弃。

磨头柄偏转转速试验时，柄的夹持长度为 10 mm 或者按照制造者标明的最大悬伸长度进行夹持。磨头的最高允许转速的计算示例见附录 C。

8.5 金刚石圆锯片基体硬度

按照 GB/T 230.1 的规定进行检测。

8.6 金刚石圆锯片锯齿结合强度

8.6.1 分齿式锯齿结合强度

将锯片安装在旋转台架上，夹紧卡盘外缘与锯齿结合面的距离为 2 mm。被检测锯齿用夹具夹紧，夹具长度不小于锯齿长度，夹具弧面半径与结合面弧面半径（基体外圆半径）基本一致，夹持深度等于锯齿总深度 X_1 （见图 4 和图 5）。

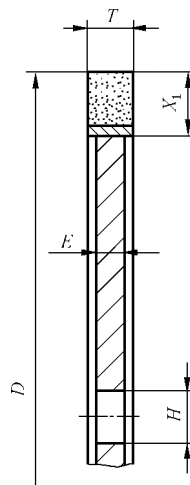


图 4 分齿式金刚石圆锯片

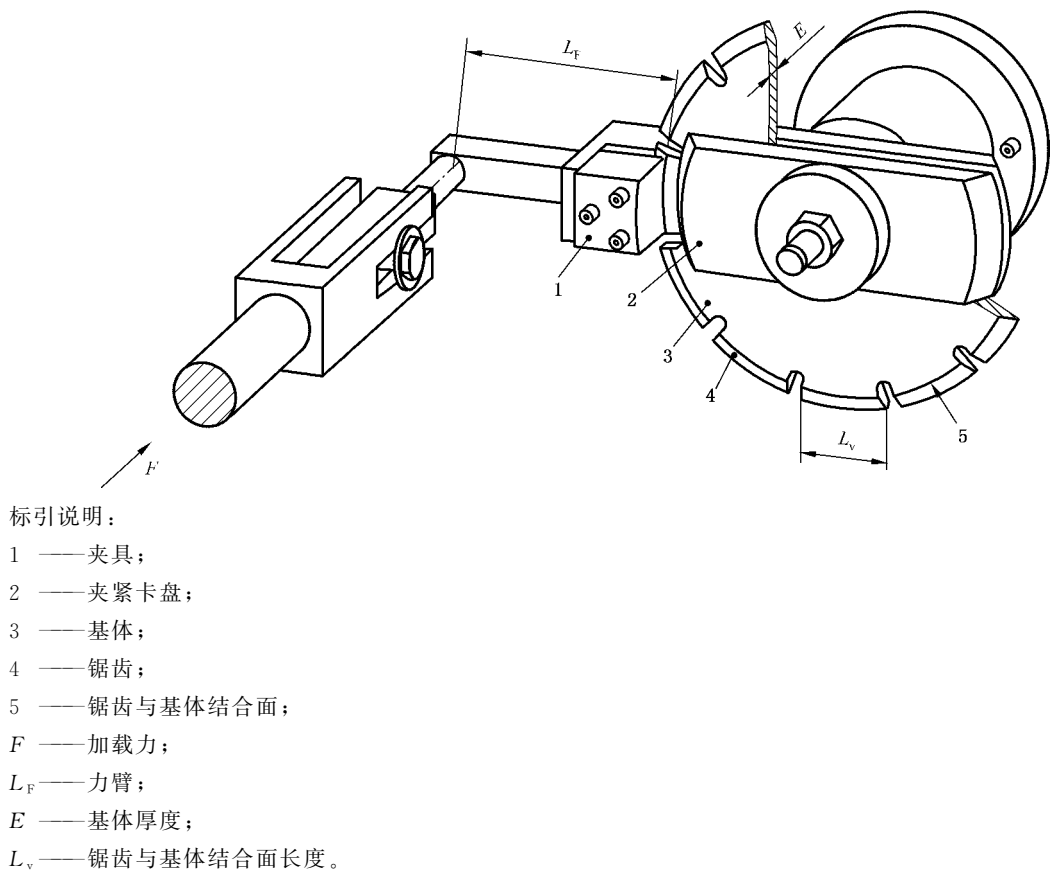


图 5 分齿式锯齿结合强度测定装置示例

加载力 F 垂直作用于锯齿夹具上,与结合面距离为力臂 L_F 。逐渐增加加载力 F ,直到发生锯齿断裂,测量并记录此时的加载力 F 值。

抗弯力矩 M_b 按式(1)计算:

$$M_b = \frac{F \times L_F}{10^3} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- M_b ——抗弯力矩,单位为牛·米(N·m);
- F ——加载力,单位为牛(N);
- L_F ——力臂,单位为毫米(mm)。

抗弯强度 σ_b 按式(2)计算:

$$\sigma_b = \frac{6M_b}{L_v \times E^2} \times 10^3 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- σ_b ——抗弯强度,单位为兆帕(MPa);
- M_b ——抗弯力矩,单位为牛·米(Nm);
- L_v ——锯齿与基体结合面长度,单位为毫米(mm);
- E ——基体厚度,单位为毫米(mm)。

8.6.2 连续边锯齿结合强度

夹具前端为直面,夹具长度应大于夹持锯齿部位长度,夹持深度等于锯齿总深度 X_1 (见图 6 和

图 7)。其余按 8.6.1 的规定进行。

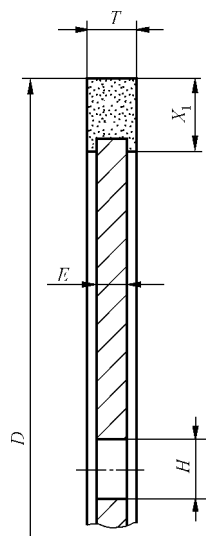
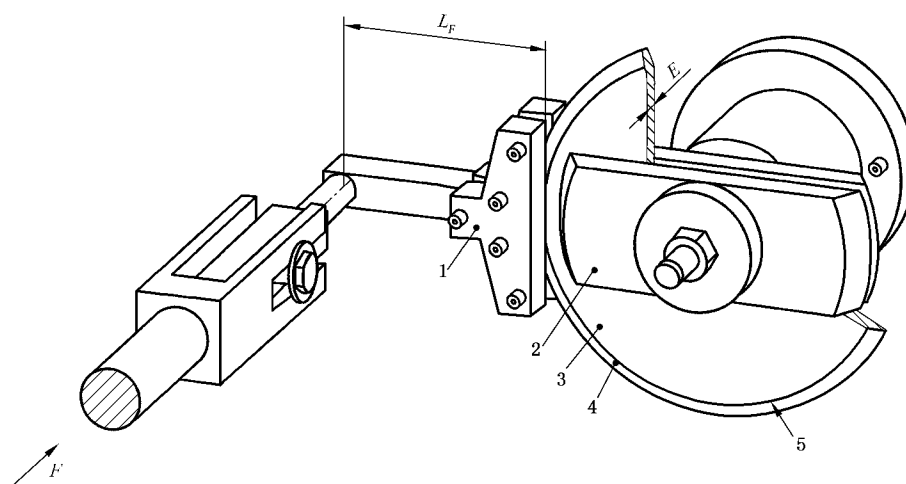


图 6 连续边金刚石圆锯片



标引说明：

- 1 —— 夹具；
- 2 —— 加紧卡盘；
- 3 —— 基体；
- 4 —— 锯齿；
- 5 —— 锯齿与基体结合面；
- F —— 加载力；
- L_F —— 力臂；
- E —— 基体厚度。

图 7 连续边锯齿结合强度测定装置示例

8.7 金刚石圆锯片张力

8.7.1 张力检测

通过测量中性点的位置来检测金刚石圆锯片的张力(见图 8)。用法兰盘将锯片固定在圆跳动仪心

轴上,固定一个百分表,其接触点距离锯片基体水槽底部(无水槽基体距离基体外圆)10 mm[位置(B)]。在位置(B)附近的锯齿上施加力 F ,使锯齿产生偏移,百分表显示位置(B)上的偏移值,偏移方向与施力方向是同一方向。当施力位置与位置(B)之间的夹角 α 增大时,偏移随之减小;直至百分表显示值为零,此时施力位置为中性点位置(A)。测量百分表位置(B)和中性点位置(A)之间的角度 α ,即为张力角。当施力位置与位置(B)的夹角进一步增大,百分表测量的偏差将从零开始增大,但偏移方向与施力方向是相反方向。

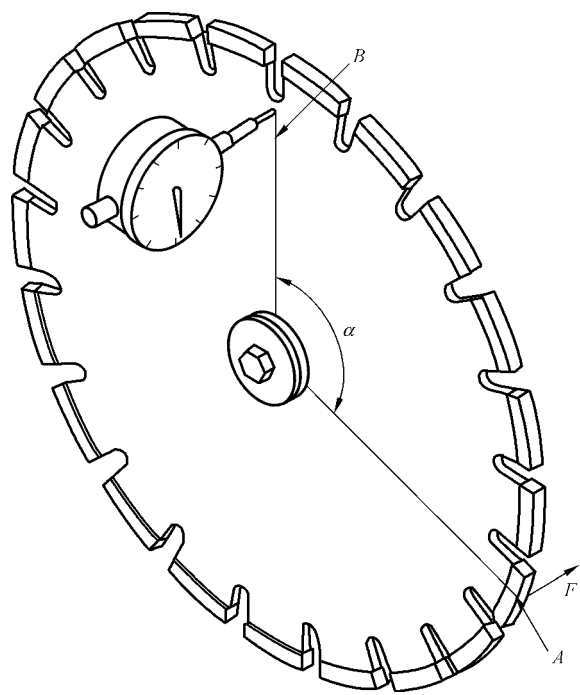


图 8 张力检测示意

8.7.2 张力调校

可以通过碾压或锤击对锯片张力进行调校。当 α 小于 90° 时,为负张力,需在直径 $\frac{1}{2}\sqrt{2[(D_1-2A)^2+H^2]}$ 位置以内进行碾压或锤击增加张力;当 α 大于 160° 时,为张力过大,需在直径 $\frac{1}{2}\sqrt{2[(D_1-2A)^2+H^2]}$ 位置以外进行碾压或锤击以释放张力。碾压或锤击应避免镂空孔。

8.8 金刚石绳锯强度

8.8.1 钢丝绳抗拉强度

按照 GB/T 8358 的规定进行检测。

8.8.2 塑料和橡胶绳锯的固定强度

将绳锯试样夹持在材料试验机上,如图 9 所示。夹具由硬质合金或工具钢制成,硬度为 50 HRC~60 HRC。下夹具中心位置应有一个对半分的圆孔,圆孔内径根据钢丝绳直径而定,尺寸比钢丝绳直径大 1 mm~1.5 mm。试验时位移速度设定为 25 mm/min,施加力直至串珠与钢丝绳完全剥离。记录串珠剥离时的最大力 F 。剥离强度 τ (即串珠与钢丝绳的固定强度)按式(3)计算:

$$\tau = \frac{F}{\pi \times H_1 \times L_1} \dots\dots\dots (3)$$

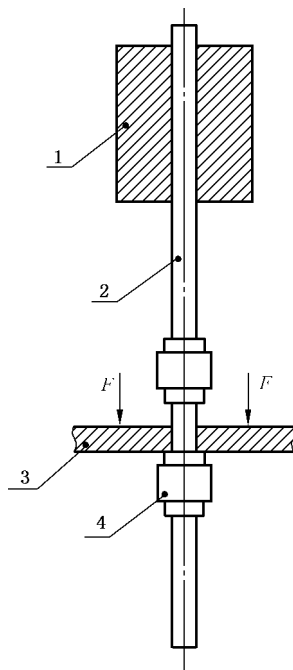
式中：

τ ——剥离强度,单位为兆帕(MPa)；

F ——加载力,单位为牛顿(N)；

H_1 ——串珠孔径,单位为毫米(mm)；

L_1 ——串珠长度,单位为毫米(mm)。



标引说明：

1——上夹具；

2——钢丝绳；

3——下夹具；

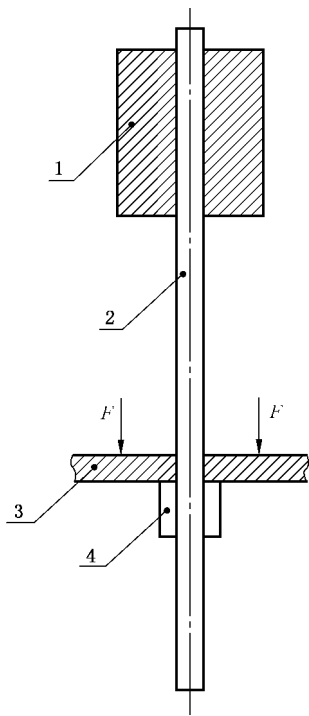
4——串珠；

F ——加载力。

图 9 串珠与钢丝绳固定强度检测示意

8.8.3 弹簧绳锯压环的固定强度

将绳锯试样夹持在材料试验机上,如图 10 所示。试验条件同 8.8.2。施加力直至压环位移 25 mm,记录位移时的最大力 F 。然后计算出压环与钢丝绳的固定强度。

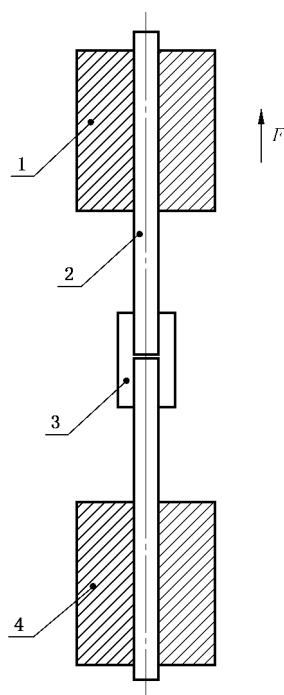


标引说明：
1 —— 上夹具；
2 —— 钢丝绳；
3 —— 下夹具；
4 —— 压环；
 F —— 加载力。

图 10 弹簧绳锯压环固定强度检测示意

8.8.4 绳锯钢丝绳接头的连接强度

将绳锯试样夹持在材料试验机上,如图 11 所示。上下夹具均夹持牢固,其他试验条件同 8.8.2。施加力直至接头处松脱,记录接头处松脱时的最大力 F 。然后计算出钢丝绳接头的连接强度。



标引说明：

1 —— 上夹具；

2 —— 钢丝绳；

3 —— 接头；

4 —— 下夹具；

F —— 加载力。

图 11 绳锯钢丝绳接头连接强度检测示意

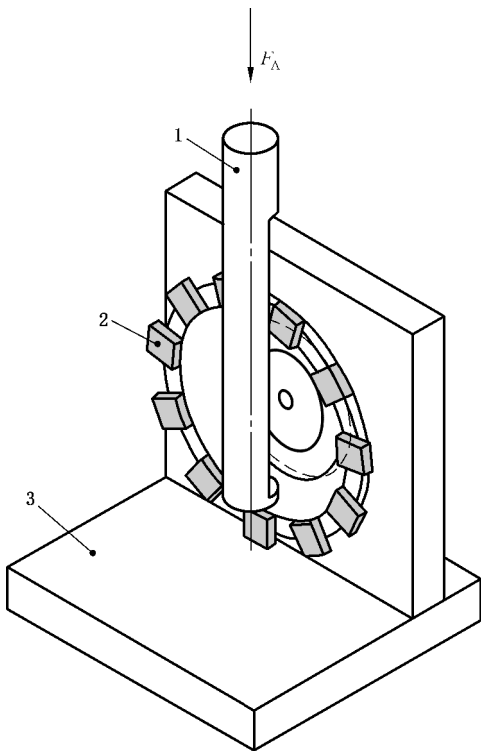
8.9 磨轮磨齿结合强度

8.9.1 分齿式杯碗碟形磨轮磨齿结合强度

将磨轮安装在托架上,剪切力利用硬度适宜的推杆压头作用于磨齿上,如图 12 所示。压头与磨齿接触处的形状和尺寸应与磨齿一致。

压头沿磨盘径向对磨齿向下施加力,施力稳定增大,直至达到 7.6.3.1 规定的剪切力或剪切强度。如果没有断裂或可见裂缝出现,且基体没有明显的塑性变形,则证明达到了足够的强度。

剪切强度由剪切力 F_A 和磨齿与基体结合面积计算得出。



标引说明：
1 —— 压头；
2 —— 磨齿；
3 —— 托架；
 F_A —— 剪切力。

图 12 剪切力测定装置示例

8.9.2 其他磨轮磨齿结合强度

抗弯力矩按照 8.6.1 的规定进行检测。
剪切力或剪切强度按照 8.9.1 的规定进行检测。

8.10 标志

目测。

9 使用信息和存放期

9.1 使用信息

超硬磨料制品的制造商、供应商或进口商应为用户提供安全应用的信息以及正确使用的安全建议。
这些信息及建议应包括以下内容：

- a) 超硬磨料制品的一般信息及其性能；
- b) 搬运和贮存；
- c) 超硬磨料制品安全和正确使用选择；
- d) 超硬磨料制品使用前应遵循的条件；
- e) 安装说明；

- f) 应防止的错误和不当操作；
- g) 标志和提供信息的内容和含义；
- h) 使用限制。

9.2 存放期

树脂结合剂产品存放期为一年,磨料层、过渡层与基体粘接/焊接的金属结合剂和陶瓷结合剂产品存放期为两年。逾期产品,应按本文件安全要求的规定重新进行检验,合格后方可使用。

附 录 A

(规范性)

金刚石圆锯片修复的先决条件

用于手持式切割机及切割沥青、新拌混凝土的金刚石圆锯片不准许进行修复。

如果基体上有可见的径向裂痕,且因其位置与状态无法进行钻孔,此类金刚石圆锯片也不准许进行修复。

修复之前,应对以下几点进行检测:

- a) 基体是否存在可见缺陷,如发蓝、冲刷点、凹槽、变形或钻孔裂痕;
- b) 多层复合基体是否有松动开裂;
- c) 基体水槽深度是否在允许范围内,与锯齿连接处是否平直;
- d) 基体厚度、孔径、端面与径向圆跳动是否在允许范围内;
- e) 基体是否仍可进行修整或紧固。

如满足以下条件,金刚石圆锯片的基体可进行修复:

- a) 基体焊接区厚度磨损量小于基体原始厚度的 20%,或水口处厚度磨损量小于基体原始厚度的 10%;基体原始厚度在中心孔处测量;
- b) 用于固定式切割机上水平切割石材的金刚石圆锯片,其基体未出现裂痕或钻孔裂痕;
- c) 基体上无任何源于水槽处的可见裂痕;
- d) 基体无任何切向裂痕;
- e) 基体无任何发蓝现象;
- f) 残余锯齿已被清除;
- g) 基体外圆与侧面焊接区域已被打磨。

附 录 B
(规范性)
标志

B.1 标志内容

B.1.1 标志要求

不同超硬磨料制品的标志应符合表 B.1 的规定,其中“×”表示有此标志项。

表 B.1 标志要求

名称	标志项								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	制造商, 供应商, 进口商, 商标	公称尺寸 mm	最高工作速度 m/s	最高允许转速 r/min	旋转和运行方向	符合标准申明	使用限制	生产日期或批号	安全标志
磨削和切割砂轮	×	×	×	×	—	×	×	×	—
用于手持式切割机的金刚石圆锯片	×	×	×	×	×	×	×	×	×
用于固定式和移动式切割机的金刚石圆锯片	×	×	×	×	×	×	×	×	—
磨头	×	×	—	×	—	×	×	×	—
金刚石绳锯	×	×	×	—	×	×	—	×	—
建筑施工和土木工程用磨轮	×	×	×	×	×	×	×	×	—

标志项 1:
允许用注册商标替代制造商、供应商或进口商的名称。

标志项 2:
磨削和切割砂轮——公称尺寸。

金刚石圆锯片和磨轮——公称尺寸,尤其是孔径(例如,用于手持式磨机的磨轮孔径 $H = 22.23\text{ mm}$)。

磨头——公称尺寸,柄直径和最小夹持长度。

标志项 4:
转速可根据最高工作速度进行计算。

对于磨头,应标志作为磨头柄悬伸长度和最小夹持长度函数的最高允许转速。确定最高允许转速的计算方法示例见附录 C。

标志项 5:
金刚石圆锯片应标明旋转方向。金刚石绳锯应标示运行方向。通常用箭头表示。

标志项 6:
声明符合本标准要求的產品应标示:GB/T ×××××。

标志项 7：

对用于特定操作、机器类型及特定应用的超硬磨料制品，应按照表 B.2 的规定标志相应的使用限制。

使用限制应以全文字形式(见表 B.2,第 1 栏)或以图标形式(见表 B.2,第 3 栏)进行标示。

标志项 8：

超硬磨料制品的生产日期(年份 4 位,月份 2 位)或批号应具有可追溯性。

标志项 9：

安全标志应符合 GB/T 31523.1 的规定。示例见表 B.3。

表 B.2 使用限制

使用限制	说明	图 标
禁止用于手持式机器	此类超硬磨料制品仅用于固定式和移动式机器 注：此限制仅适用于禁止在手持式机器上使用但能够安装在此类机器上的超硬磨料制品。	
禁止用于磨削	此类超硬磨料制品仅用于切割 注：此限制仅适用于在手持式机器上使用的超硬磨料制品。	
只允许用于全封闭工作区域	此类超硬磨料制品仅用于工作区域全封闭固定式机器。 见 3.1.2	
只允许用于湿磨和湿切	此类超硬磨料制品仅用于湿磨和湿切	

表 B.3 安全标志示例

说 明	安全标志
必须查阅操作手册	

表 B.3 安全标志示例（续）

说 明	安 全 标 志
必须戴护耳器	
必须戴防护眼镜	
必须戴口罩	
必须戴防护手套	
必须戴防护面罩	

B.1.2 附加标志

对于多片或成组安装的砂轮(每片砂轮之间以垫片隔离),应以合适的方式进行标志,确保它们正确地安装在机床主轴上。此外,成组砂轮中每片砂轮的位置应有清晰的辨认标志。

允许在超硬磨料制品上附加其他标志,例如订单号和制造商的产品名称,前提是不应影响表 B.1 要求的标志内容。

修复的金刚石圆锯片应附加修复标志,包括修复日期(年和月)和修复公司的名称或其注册商标。

B.2 标志实施

标志应清晰且不易消除。

原则上,标志应标示在产品表面上或固定的缓冲垫上以及固定的标签上。

对于金刚石圆锯片和碟形磨轮,表 B.1 中的标志项 1、标志项 3 和标志项 8 以及修复标志应通过压印、雕刻、蚀刻或 UV 印刷等方式标示在法兰覆盖区域。

对于外径 $D>80\text{ mm}$ 的超硬磨料制品,当无法在产品表面、缓冲垫或标签上标示出全部标志内容时,则只要产品的表面和形状允许,产品表面上应至少标示最高允许转速。

对于外径 $D\leq 80\text{ mm}$ 的超硬磨料制品,规定的标志可标示在固定于最小包装单元的标签上。

附录 C

(资料性)

磨头

C.1 最高允许转速计算示例

磨头柄的偏转转速主要取决于磨头的无支撑部分的悬伸长度。

作为悬伸长度函数的最高允许转速可通过式(C.1)~式(C.21)计算确定。

式中有关符号的名称见表 C.1。

注：本计算模型没有包括柄缩径的缺口效应、磨床主轴和卡盘的偏心等对最高允许转速的影响。

$$n_{\max} = \frac{30}{\pi \cdot S_{ab}} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot I^* \cdot 10^6}{C_e \cdot m^* \cdot L_k^3}} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

$$C_e = 1 + \frac{e}{w_{ab}} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

等径柄磨头：

$$\frac{I^*}{L_k^3} = \frac{I}{(L_4 + T)^3} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

$$w_{ab} = \frac{2 \cdot R_e \cdot (L_0 + T)^2}{3 \cdot E \cdot S_d} \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

缩径柄磨头：

$$\frac{I^*}{L_k^3} = \frac{I_s}{\frac{L_0 - L_4}{I_{S1}} (L_4 + T)^3 + (L_0 + T)^3 - (L_4 + T)^3} \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

$$I_s = \frac{\pi \cdot S_d^4}{64} \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

$$I_{S1} = \frac{\pi \cdot S_1^4}{64} \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

$$w_{ab} = \frac{F_{zul}}{3 \cdot E} \left[\frac{(L_4 + T)^3}{I_{S1}} + \frac{(L_0 + T)^3 - (L_4 + T)^3}{I_s} \right] \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

F_{zul} 是不超过许可弯曲时的最大力,按式(C.9)~式(C.11)确定。

$$F_{S1} = \frac{2 \cdot R_e \cdot L_{S1}}{S_1 \cdot (L_4 + T)} \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

$$F_{Sd} = \frac{2 \cdot R_e \cdot (L_0 - L_4)}{S_1 \cdot L_4} \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

$$F_{zul} = \min(F_{S1}, F_{Sd}) \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

折合质量 m^* 按式(C.12)~式(C.21)计算。磨头可分成几部分体积(图 C.1)。折合质量等于各部分体积乘以相应的柄材料密度、磨具基体密度和磨料层密度的总和。

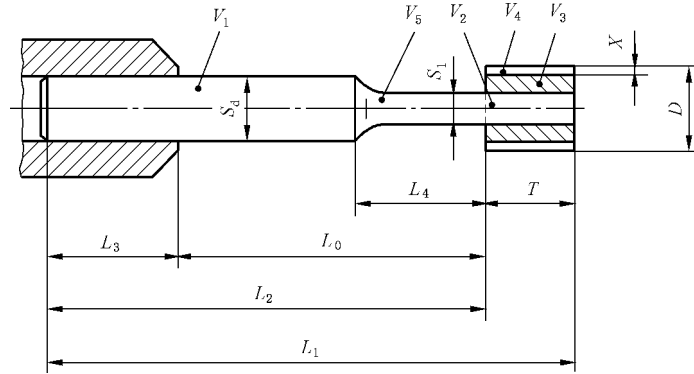


图 C.1 缩径柄磨头体积划分

a) 等径柄磨头折合质量计算:

$$m^* = [k_m \times \rho_s \times (V_1 + V_2) + \rho_T \times V_3 + \rho_{sk} \times V_4] \times 10^{-3} \quad \text{..... (C.12)}$$

$$V_1 = \frac{\pi}{4} \times S_d^2 \times L_0 \quad \text{..... (C.13)}$$

$$V_2 = \frac{\pi}{4} \times S_d^2 \times T \quad \text{..... (C.14)}$$

$$V_3 = \frac{\pi}{4} \times [(D - 2X)^2 - S_d^2] \times T \quad \text{..... (C.15)}$$

$$V_4 = \frac{\pi}{4} \times [D^2 - (D - 2X)^2] \times T \quad \text{..... (C.16)}$$

b) 缩径柄磨头折合质量计算[其中 V_4 的计算同式(C.16)]:

$$m^* = [k_m \times \rho_s \times (V_1 + V_2 + V_5) + \rho_T \times V_3 + \rho_{sk} \times V_4] \times 10^{-3} \quad \text{..... (C.17)}$$

$$V_1 = \frac{\pi}{4} \times S_d^2 \times (L_0 - L_4) \quad \text{..... (C.18)}$$

$$V_2 = \frac{\pi}{4} \times S_1^2 \times T \quad \text{..... (C.19)}$$

$$V_3 = \frac{\pi}{4} \times [(D - 2X)^2 - S_1^2] \times T \quad \text{..... (C.20)}$$

$$V_5 = \frac{\pi}{4} \times S_1^2 \times L_4 \quad \text{..... (C.21)}$$

折合系数 k_m 的引入是由于柄的质量只是部分地加在磨头质量上。作为磨头结构和结合剂类型的函数,以下条件适用于式(C.12)和式(C.17)对折合质量的计算:

- 电镀金属结合剂:由于是单层,磨料层在质量计算时可忽略不计($X=0, V_4=0$),磨头基体材料为钢($\rho_T = \rho_s$)。
- 陶瓷结合剂:磨料层(V_4)和基体(V_3)均为陶瓷($\rho_{sk} = \rho_T$)。
- 树脂结合剂和金属结合剂:基体(V_3)为钢($\rho_T = \rho_s$)。

根据磨头的几何尺寸以及依经验确定的常数值,可通过式(C.1)~式(C.21)计算出给定悬伸长度 L_0 的磨头最高允许转速。

表 C.1 符号的名称

符号	名 称	单位
$n_{\max}$	最高允许转速	r/min
S_{ab}	防止磨头柄偏转的安全系数	—
C_e	因子	—
I, I_s, I_{s_1}, I^*	几何惯性矩	mm ⁴
w_{ab}	柄的许可弯曲	mm
L_k	长度系数	mm
L_0	柄的悬伸长度	mm
L_1	磨头总长度	mm
L_2	柄的长度	mm
L_3	柄的夹持长度	mm
L_4	柄的缩径长度	mm
L_{s_1}	缩径柄等直径部分的长度	mm
S_d	柄的直径	mm
S_1	缩径柄的直径	mm
D	磨头的磨料层外径	mm
T	磨头的磨料层厚度	mm
X	磨头的磨料层深度	mm
F_{zul}	不超过许可弯曲时的最大力	N
F_{s_1}	柄缩径部分许可弯曲时的最大力	N
F_{s_d}	柄非缩径部分许可弯曲时的最大力	N
m^*	磨头的折合质量	g
V_1	柄的体积(非缩径部分)	mm ³
V_2	柄在磨料层中的体积	mm ³
V_3	基体体积	mm ³
V_4	磨料层体积	mm ³
V_5	缩径柄的体积	mm ³
ρ_{Sk}	磨料层密度	g/cm ³
ρ_{T}	基体密度	g/cm ³
E	柄材料的弹性模量	N/mm ²
R_e	柄材料的屈服强度	N/mm ²
e	质量偏心距	mm
k_m	柄质量折合系数	—
k_{T}	宽度系数	—
ρ_s	柄材料的密度	g/cm ³

表 C.1 符号的名称（续）

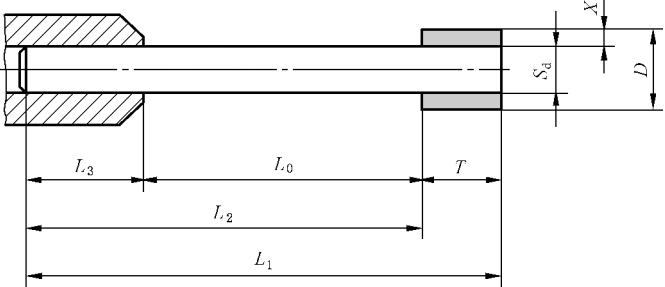
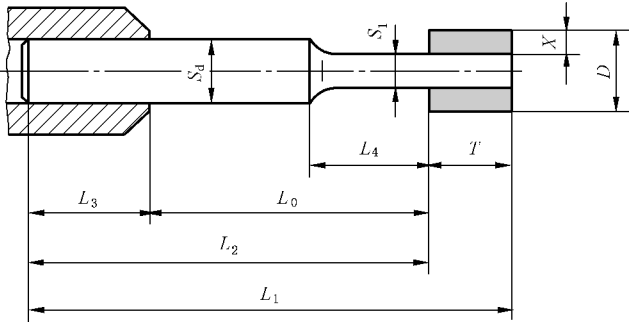
符号	名 称	单位
ρ_{Me}	电镀结合剂的密度	g/cm^3
ρ_v	陶瓷结合剂的密度	g/cm^3
ρ_{TV}	陶瓷基体的密度	g/cm^3
ρ_B	树脂结合剂的密度	g/cm^3
ρ_M	烧结金属结合剂的密度	g/cm^3

C.2 计算方法应用示例

C.2.1 磨头类型

磨头类型见表 C.2。

表 C.2 磨头类型

名 称	形 状
等径柄圆柱磨头	
缩径柄圆柱磨头	

C.2.2 计算假设

计算最高允许转速的特征参数值见表 C.3。

表 C.3 计算最高允许转速的特征参数值

参数名称	经验值
柄材料的弹性模量 E	$21\,000\text{ N}/\text{mm}^2$
柄材料的屈服强度 R_e	$600\text{ N}/\text{mm}^2$

表 C.3 计算最高允许转速的特征参数值（续）

参数名称	经验值
质量偏心距 e	0.05 mm
柄质量折合系数 k_m	0.257
宽度系数 k_T^a	0.5~1.0
柄材料的密度 ρ_s	7.85 g/cm ³
电镀结合剂的密度 ρ_{Me}^b	7.85 g/cm ³
陶瓷结合剂的密度 ρ_v	3.6 g/cm ³
陶瓷基体的密度 ρ_{TV}	3.6 g/cm ³
树脂结合剂的密度 ρ_B	4.5 g/cm ³
烧结金属结合剂的密度 ρ_M	8.6 g/cm ³
^a 适用于等径柄和缩径柄磨头,且对于所有电镀结合剂磨头 $k_T=1.0$ 。	
^b 适用于电镀结合剂磨头,由于磨料层深度 X 很小,结合剂密度相当于柄材料的密度。	

C.2.3 最高允许转速

不同悬伸长度的磨头最高允许转速计算结果示例分别见表 C.4、表 C.5 和表 C.6。

表 C.4 等径柄圆柱磨头(陶瓷结合剂)对应最高允许转速示例

D mm	T mm	X mm	S_d mm	L_1 mm	L_2 mm	L_3 mm	悬伸长度 L_0 mm										
							5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70
							上述悬伸长度对应的最高允许转速 $n_{\max}$ r/min										
10	10	2	3	60	50	≥ 10	95 493	70 277	51 210	39 166	31 051	25 305	21 074	17 861	—	—	—
				80	70										13 364	10 421	—
			6	60	50		95 493	95 493	95 493	95 493	95 493	86 712	70 932	59 087	—	—	—
				80	70										42 818	32 446	—

表 C.5 缩径柄圆柱磨头(陶瓷结合剂)对应最高允许转速示例

D mm	T mm	X mm	S _d mm	S ₁ mm	L ₁ mm	L ₂ mm	L ₄ mm	L ₃ mm	悬伸长度 L_0 mm												
									10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
									上述悬伸长度对应的最高允许转速 $n_{\max}$ r/min												
10	10	3	8	≥ 4	60	50	15	≥ 15	—	88 201	80 049	72 950	66 579	60 764	—	—	—	—	—	—	
					80	70				55 421	50 509	46 007	41 901	—	—	—	—				
					100	90					38 175	34 807	31 776								
	15				60	45			43 059	40 035	37 177	34 486	31 963	29 609	—	—	—				
					80	65									—	—	—				
					100	85									27 425	25 406					

表 C.6 等径柄圆柱磨头(电镀结合剂)对应最高允许转速示例

D mm	T mm	S _d mm	L ₁ mm	L ₂ mm	L ₃ mm	悬伸长度 L ₀ mm											
						5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	
						上述悬伸长度对应的最高允许转速 n _{max} r/min											
10	8	6	60	52	≥10	95 493	95 493	95 493	95 493	95 493	81 696	66 845	55 723	—	—	—	
			80	72										40 469	30 747		
			60	50										—	—	—	
	10	8	80	70	≥15	95 493	95 493	95 493	95 493	95 493	95 493	83 182	60 004	—	—		
			100	90										45 284	35 369		

