ICS 25.080.01
J 50

团 体 标 准

T/JSJXXH 001-2021

金属切削机床 资源环境负荷测量方法

Metal-cutting machine tool — Measurement method of resource and environmental load

2021-2-8 发布 2021-2-19 实施

江苏省机械行业协会 发布

全国团体标准信息平台

目 次

前 言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 要素指标 2
5 一般要求 2
6 测试仪器与内容 3
7 定点采样 4
8 数据处理 6
附录 A 11

全国团体标准信息平台

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件由江苏省机械行业协会提出并归口。

本文件起草单位：南京理工大学、南京禹其源智能装备科技有限公司、重庆大学、中国机械工业联合会、上海航天设备制造总厂有限公司、上海航天精密机械研究所、中机生产力促进中心、科益展智能装备有限公司、东莞安默琳机械制造技术有限公司、南京科润工业介质股份有限公司、宁夏共享集团股份有限公司、山东大学、合肥工业大学、湖南日科仪器有限公司。

本文件主要起草人：王禹林、何彦、汪晓光、李育锋、潘一、任斐、郭国强、祁宏坚、邱城、赵凯利、李伟秋、熊伟强、付龙、李方义、黄海鸿、谢信。

本文件为首次发布。

全国团体标准信息平台

金属切削机床 资源环境负荷测量方法

1 范围

本文件规定了金属切削机床加工过程中资源环境负荷的术语和定义、要素指标、一般要求、测试仪器与内容、定点采样及数据处理。

本文件适用于金属切削机床加工金属材料过程中所消耗和产生的资源环境负荷的测量。

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。

GBZ 159-2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

GBZ/T 160.33-2004 工作场所空气有毒物质测定 硫化物

GBZ/T 300.48-2017 工作场所空气有毒物质测定第 48 部分：臭氧和过氧化氢

GB/T 17421.5-2015 机床检验通则 第 5 部分：噪声发射的确定

GB/T 23573-2009 金属切削机床 粉尘浓度的测量方法

GB/T 23574-2009 金属切削机床 油雾浓度的测量方法

HJ/T 397-2007 固定源废气监测技术规范

3 术语和定义

GBZ 159-2004、GB/T 17421.5-2015、GB/T 23573-2009、GB/T 23574-2009、HJ/T 397-2007 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

资源环境负荷 Resource and environmental load

指金属切削机床加工过程中资源消耗量和影响环境的污染物排放量。资源消耗主要包括：能源消耗、物料消耗；影响环境的污染物排放主要包括：粉尘、油雾、气态污染物、噪声、切削液、切屑。

3.2

金属切削工艺场景 Metal cutting process scene

指金属切削工艺过程中的工艺类型、设备、工艺对象、辅助材料、工艺参数等要素所构成的加工环境。

3.3

全封闭式机床 Closed-type machine tools

指装有全封闭式防护装置的机床。

3.4

非全封闭式机床 Nonclosed-type machine tools

指未装有全封闭式防护装置的机床。

4 要素指标

4.1 金属切削工艺场景的工艺类型包括车削、铣削、磨削、刨削、镗削、钻削等；物料包括原材料和辅料；机床分为全封闭式机床、非全封闭式机床；关键工艺参数为切削速度、进给量、切削深度等。

4.2 资源环境负荷选取的指标包括能源消耗、物料消耗以及产生的影响环境的污染物排放因素。影响环境的污染物排放因素主要包括：粉尘、油雾、气态污染物、噪声、切削液、切屑。其中粉尘包括 PM2.5、PM10、TSP，气态污染物包括二氧化硫（SO_2）、臭氧（O_3）等。

5 一般要求

5.1 金属切削机床资源环境负荷的测量均为一次加工过程中的测量值。

5.2 测量机床粉尘、油雾、气态污染物、噪声时，应关停其周围产生粉尘、油雾、气态污染物、噪声的其他机床或采取有效的隔离措施，同时应关闭周围窗户及通风设备。

5.3 测量机床粉尘、油雾、气态污染物时，有吸尘装置或油雾吸收装置的机床，吸尘装置和油雾吸收装置应处于工作状态。

5.4 机床粉尘、油雾、气态污染物、噪声的测量，应选定有代表性的采样点。

6 测试仪器与内容

6.1 能耗

使用功率分析仪测量实时功率，并记录加工时间。

6.2 粉尘

6.2.1 采用在线采集法或离线采集法测量。

6.2.2 **在线采集法：**使用粉尘传感器进行在线测量。PM2.5, PM10 和 TSP 传感器测量量程应至少为：0-6 mg/m^3、分辨率应不低于：0.01 mg/m^3。

6.2.3 **离线采集法：**按 GB/T 23573-2009 规定执行。

6.3 油雾

6.3.1 采用在线采集法或离线采集法测量。

6.3.2 **在线采集法：**使用油雾传感器进行在线测量，油雾传感器测量量程应至少为：0-170 mg/m^3、分辨率应不低于：0.1mg/m^3；

6.3.3 **离线采集法：**按 GB/T 23574-2009 规定执行。

6.4 气态污染物

6.4.1 采用在线采集法或离线采集法测量。

6.4.2 **在线采集法：**使用 SO_2 传感器和 O_3 传感器进行在线测量。SO_2 传感器测量量程应至少为：0-3mg/m^3、分辨率应不低于 0.003mg/m^3;O_3 传感器测量量程应至少为：0-2mg/m^3、分辨率应不低于 0.01mg/m^3。

6.4.3 **离线采集法：**按 GBZ/T 160.33-2004，GBZ/T 300.48-2017 规定执行。

6.5 噪声

测量噪声应使用 GB/T 17421.5-2015 规定的 2 型测试仪器，或使用与该型声级计的准确度相当的其他测量仪器，检验结果应满足 3 级精度（简易法）。在经常操作位置测取被测机床工作期间和对应背景噪声的 A 计权声压级，以及 C 计权峰值声压级。

6.6 切削液

记录机床添加切削液的型号、周期以及切削液添加周期内的总量，使用秒表或其他计时器记录切削液添加周期内的有效工作总时长以及本次加工过程的有效工作时长。

6.7 切屑

6.7.1 对于易于采集切屑的机床，宜使用称重仪器测量产生的切屑质量，单位为千克（kg）。

6.7.2 对于难以采集切屑的机床，宜使用称重仪器分别测量工件加工前后的质量，单位为千克（kg）。

7 定点采样

7.1 基本要求

7.1.1 对于能耗的测量，功率分析仪的安装位置应远离发热源，可根据机床配电箱的实际位置合理布置。

7.1.2 应在机床正常工作状况下或设计规定的容易产生较大粉尘、油雾、气态污染物的切削条件下工作 30 min 后进行粉尘、油雾、气态污染物浓度的测量。

7.1.3 当机床只有一个操作位置时，粉尘、油雾、气态污染物、噪声传感器的采样点应安放在操作位置附近；当机床有若干操作位置时，每个操作位置都应进行采样。

7.1.4 粉尘、油雾、气态污染物传感器安放方向应分别符合 GB/T 23573-2009，GB/T 23574-2009 的规定；噪声采样应符合 GB/T 17421.5-2015 的规定。

7.2 全封闭式机床定点采样

7.2.1 采样点位置

7.2.1.1 全封闭式机床防护门位置为经常操作的位置，应选择将其作为数据采样点的方位，见图 1 中“①”处位置。

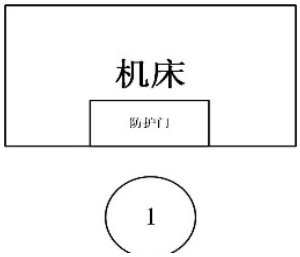

图 1 全封闭式机床采样点方位

7.2.1.2 粉尘、油雾、气态污染物和噪声的采样以操作者的位置为基准采样点。采样点应距离工件外轮廓或机床加工主轴 0.5m。当不能在 0.5m 位置测量时，应使采样点安放在尽量接近工件加工位置处，距离机床周边的水平距离一般不超过 1m。粉尘、油雾、气态污染物和噪声采样点距离地面或者机床工作台面高度范围在 1.55m±0.075m 内。操作者位置由制造厂商决定。

7.2.2 采样时间

7.2.2.1 针对在线采集法，采样宜持续 5min 以上，一般不超过 15min；当实际加工时间不足 10min 时，按实际加工时间进行采样。

7.2.2.2 针对离线采样法，采样时间规定如下：

a)粉尘采样时，将采样后的滤膜置于干燥器内 2 h 以上。粉尘采样时间应符合 GB/T 23573-2009 的规定。

b)油雾采样时，采样前滤膜称重到开始采样的时间及采样结束到样品称重的时间，一般不应超过 20min。油雾采样时间应符合 GB/T 23574-2009 的规定。

c)气态污染物采样时，采样时间应分别符合 GBZ/T 160.33-2004，GBZ/T 300.48-2017 的规定。

7.3 非全封闭式机床定点采样

7.3.1 标准采样点位置

采样点位置沿机床周边布置，一般应基于加工区域轨迹，在经常操作位置和靠近加工区域轨迹的机床周边间隔布置至少四个采样点，同时或者在同一加工工况下依次在各采样点进行采样，并取最大值。采样点距离与全封闭式机床一致，非全封闭式机床采样点方位见图 2（图中①处为经常操作位置）。

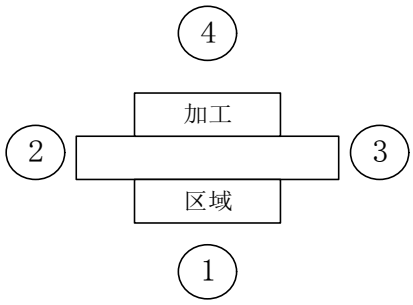

图 2 非全封闭式机床采样点方位

7.3.2 辅助采样点位置

对于非全封闭式机床可能出现采样点位置不充分的情况时，宜按下列规定增加辅助采样点位置：

a）对大型机床，宜沿机床周边每隔 5m 左右的间距增加一个辅助采样点位置。

b）相邻两采样点位置的噪声采样值之差大于 5dB（A）时，宜在两采样点位置之间增加一个辅助采样点位置。

c）在标准采样点位置之外，测试人员沿机床周边用视力、听力、嗅觉等判断，认为有粉尘、油雾、气态污染物的浓度或噪声特别大的位置，宜将该位置作为一个辅助采样点位置。

注 1：采样点指测量粉尘、油雾、气态污染物、噪声时，传感器放置的位置。

注 2：操作者位置为必测点。

注 3：除去机床上的手轮、手柄、罩、盘等局部凸出部分后，机床水平投影的最大外轮廓作为机床周边。

注 4：地面是指机床正常安装后的工作地面。操作者位置在（机床上的或地面上的）操作站台面上时，操作者位置采样点的高度是距操作站台面的高度。

注 5：具有噪声源的机床辅助设备如独立安装的液压站、冷却系统、气动系统、变压器等，均应作为机床的一部分。

7.3.3 采样时间

非全封闭式机床采样时间与全封闭式机床一致，按 7.2.2 的规定执行。

8 数据处理

8.1 能耗数据处理

机床能耗数据处理应按式（1）进行计算。

$$E = \int_0^T P\,dt \qquad \text{.....} (1)$$

式中：

E——一次加工过程消耗的电能，单位为千瓦时（kWh）；

P——机床加工的实时功率，单位为千瓦（kW）；

T——机床一次加工过程的时间，单位为小时（h）。

8.2 粉尘数据处理

8.2.1 在线采样法

采用在线测量法，粉尘浓度应采用公式（2）的方法进行计算：

$$N_* = \frac{N_{*1} + N_{*2} + \cdots + N_{*n}}{n} \qquad \text{.....(2)}$$

式中：

N_*——空气中某种有害物质浓度平均值，单位为毫克每立方米（mg/m^3）。$*$为a时，代表粉尘浓度值；$*$为b时，代表油雾浓度值；$*$为c时，代表二氧化硫浓度值；$*$为d时，代表臭氧浓度值；

N_{*1}、N_{*2}、……、N_{*n}——采样点实时采集的有害物质浓度值，单位为毫克每立方米（mg/m^3）；

n——采样点测得的有害物质浓度数据个数。

8.2.2 离线采样法——滤膜称重法

采用滤膜称重测量方法，粉尘浓度应采用公式（3）的方法进行计算：

$$N_a = \frac{1000(M_2 - M_1)}{Q \cdot T} \qquad \text{.....(3)}$$

式中：

N_a——粉尘浓度值，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；

M_1——采样前滤膜质量数值，单位为毫克(mg)；

M_2——采样后滤膜和粉尘的质量数值，单位为毫克(mg)；

Q——采样的抽气流量数值，单位为升每分钟（L/min)；

T——采样时间数值，单位为分钟(min)。

8.3 油雾数据处理

8.3.1 在线采样法

采用在线测量法，油雾浓度应采用公式（2）的方法进行计算。

8.3.2 离线采样法——滤膜称重法

采用滤膜称重测量方法，油雾浓度应采用公式（4）的方法进行计算：

$$\begin{cases} N_b = N_1 - N_2 \\ N_1 = \dfrac{1000 \times (M_2 - M_1)}{V_0} \\ V_0 = \dfrac{V_t \times 273}{273 + t} \times \dfrac{p}{101324.72} \\ V_t = q_v \times T \end{cases} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

式中：

N_b ——机床油雾浓度值，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；

N_1 ——实际测量的油雾浓度值，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；

N_2 ——本底试验的油雾浓度(包括空气绝对湿度)，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；

M_1 ——采样前滤膜质量数值，单位为毫克(mg)；

M_2 ——采样后滤膜质量数值，单位为毫克(mg)；

M_3 ——本底试验采样前滤膜质量数值，单位为毫克(mg)；

M_4 ——本底试验采样后滤膜质量数值，单位为毫克(mg)；

V_0 ——标准状态（0℃，101324.72Pa 大气压）下采样空气体积，单位为升(L)；

V_t ——实际采样体积数值，单位为升(L)；

q_v ——采样时抽气流量数值，单位为升每分钟(L/min)；

T ——采样时间数值，单位为分钟(min)；

t ——采样时环境温度数值，单位为摄氏度(℃)；

p ——采样时大气压力数值，单位为帕(Pa)。

注:将采样后的滤膜称重(精确到0.10mg)，当两个平行样品的油雾浓度差值不超过其平均值的20%时，作为有效样品。采样点的油雾浓度以两个平行样品油雾浓度的平均值计。平行样品是指采样装置上同时采样的左、右两个滤膜。

8.4 气态污染物数据处理

8.4.1 在线采样法

采用在线测量法，二氧化硫和臭氧的浓度应采用公式（2）的方法进行计算：

8.4.2 离线采样法——分光光度法

a)采用四氯汞钾—盐酸副玫瑰苯胺分光光度法，二氧化硫浓度应采用公式（5）的方法进行计算：

$$\begin{cases} N_c = \dfrac{10 \times m}{V_0} \\ V_0 = V \times \dfrac{293}{273+t} \times \dfrac{P}{101.3} \end{cases} \quad \cdots\cdots(5)$$

式中：

N_c ——空气中二氧化硫的浓度，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；

m ——测得样品溶液中二氧化硫的含量，单位为微克(μg)；

V_0 ——标准采样体积，单位为升(L)；

V ——采样体积，单位为升(L)；

t ——采样点的温度，单位为摄氏度为升（℃）；

P ——采样点的大气压，单位为千帕(kPa)。

b)采用溶液吸收-丁子香酚分光光度法，臭氧浓度应采用公式（6）的方法进行计算：

$$N_d = \frac{10 \times C_0}{V_0} \times 2.46 \quad \cdots\cdots(6)$$

式中：

N_d ——空气中臭氧的浓度，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；

10 ——样品溶液的体积，单位为毫升（mL）；

C_0 ——测得样品溶液中甲醛浓度（减去空白样品），单位为微克每毫升（$\mu g/mL$）；

2.46 ——由甲醛换算成臭氧的系数；

V_0——标准采样体积，单位为升（L）。

8.5 噪声数据处理

机床噪声数据处理应符合 GB/T 17421.5-2015 的规定。

8.6 切削液数据处理

8.6.1 切削液添加量以体积表示

若记录的切削液添加量以体积表示，切削液用量宜采用式（7）计算。

$$M_{切削液} = \frac{V_{添加} \cdot T_2 \rho}{T_1} \quad \cdots\cdots(7)$$

式中：

$M_{切削液}$——一次加工过程的切削液用量，单位为千克（kg）；

$V_{添加}$——切削液添加周期内的总量，单位为立方米（m^3）；

T_1——切削液添加周期内的有效工作总时长，单位为小时（h）；

T_2——一次加工过程的有效工作时长，单位为小时（h）；

ρ——切削液密度，单位为千克每立方米（kg/ m^3）。

8.6.2 切削液添加量以质量表示

若记录的切削液添加量以质量表示，切削液用量宜按式（8）计算。

$$M_{切削液} = \frac{M_{添加} \cdot T_2}{T_1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (8)$$

式中：

$M_{切削液}$——一次加工过程的切削液用量，单位为千克（kg）；

$M_{添加}$——切削液添加周期内的总量，单位为千克（kg）；

T_1——切削液添加周期内的有效工作总时长，单位为小时（h）；

T_2——一次加工过程的有效工作时长，单位为小时（h）。

8.7 切屑数据处理

对于难以采集切屑的机床，产生的切屑质量记为工件一次加工前后的质量差值，单位为千克（kg）。

8.8 数据记录

8.8.1 当机床有若干个采样点位置时，每个采样点位置的粉尘、油雾、气态污染物、噪声数据均按上述方法进行数据处理，并取所有采样点位置处理后的最大值作为其测量值。

8.8.2 金属切削工艺场景要素和资源环境负荷指标的数据记录见附录 A。

附录 A

（资料性附录）

金属切削工艺场景要素和资源环境负荷数据记录表

<table>
<tr><td>机床名称</td><td></td><td>机床生产商</td><td></td><td></td><td>型号及规格</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">金属切削工艺
场景要素</td><td colspan="4">工艺类型</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">原材料（种类）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">辅料（普通、环保切削液/注明切削液型号）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">机床类型（全封闭、非全封闭）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">切削速度,m/min</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">进给量,mm</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">切削深度,mm</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">切削宽度,mm</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">数据记录</td></tr>
<tr><td>采样点</td><td>采样点 1</td><td>采样点 2</td><td>采样点 3</td><td>采样点 4</td></tr>
<tr><td>与加工工件的距离,mm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>采样时间,min</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>辅助测点</td><td>测点 1</td><td>测点 2</td><td>测点 3</td><td>测点 4</td></tr>
<tr><td>与加工工件的距离,mm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>采样时间,min</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>能耗,kWh</td><td>切削液,kg</td><td>油雾浓度,mg/m^3</td><td>切屑,kg</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>A 计权平均辐射声压级，dB（A）</td><td>C 计权辐射声压级的峰值，dB（A）</td><td>A 计权背景噪声，dB（A）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="3">粉尘浓度（mg/m^3）</td><td>PM2.5 浓度（mg/m^3）</td><td></td></tr>
<tr><td>PM10 浓度（mg/m^3）</td><td></td></tr>
<tr><td>TSP 浓度（mg/m^3）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">气态污染物（mg/m^3）</td><td>SO_2浓度（mg/m^3）</td><td></td></tr>
<tr><td>O_3浓度（mg/m^3）</td><td></td></tr>
</table>

采 样 者 ：　　采 样 日 期 ：