**不锈钢切削加工**

不锈钢切削加工摘要：螺纹类零件10的数控车床加工编程NUM公司力推新一代Axium Power数控系统 数控铣削的编程与工艺分析 基于细胞神经网络刀具磨损图像处理的研究中国最大乙烯装置的裂解气压缩机试车成功发动机盲孔除切屑机的研制与应用在不断变化时代的工具钢加工 什么是智能变送器？机械故障的形成及其特性分析数控车间(机床)集成管理技术及产品 浅谈CAD的特征造型技术轴承钢的表面强化方法如何进行电话销售？拉刀齿距及同时工作齿数的确定大型水轮机叶片的多轴联动数控加工编程技术张晓静：计算机在冲压领域的应用 PLC位控单元在精密磨削控制中的应用硬质材料铣削技术 CAD技术发展趋势数控机床软件界面人的因素分析 [标签:tag] 1 什么是不锈钢？ 通常，人们把含铬量大于12%或含镍量大于8%的合金钢叫不锈钢。这种钢在大气中或在腐蚀性介质中具有一定的耐蚀能力，并在较高温度(450℃)下具有较高的强度。含铬量达16%～18%的钢称为耐酸钢或耐酸不锈钢，习惯上通称为不锈钢。 钢中含铬量达12%以上时，.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1 什么是不锈钢？**  通常，人们把含铬量大于12%或含镍量大于8%的合金钢叫不锈钢。这种钢在大气中或在腐蚀性介质中具有一定的耐蚀能力，并在较高温度(>450℃)下具有较高的强度。含铬量达16%～18%的钢称为耐酸钢或耐酸不锈钢，习惯上通称为不锈钢。  钢中含铬量达12%以上时，在与氧化性介质接触中，由于电化学作用，表面很快形成一层富铬的钝化膜，保护金属内部不受腐蚀；但在非氧化性腐蚀介质中，仍不易形成坚固的钝化膜。为了提高钢的耐蚀能力，通常增大铬的比例或添加可以促进钝化的合金元素，加Ni、Mo、Mn、Cu、Nb、Ti、W、Co等，这些元素不仅提高了钢的抗腐蚀能力，同时改变了钢的内部组织以及物理力学性能。这些合金元素在钢中的含量不同，对不锈钢的性能产生不同的影响，有的有磁性，有的无磁性，有的能够进行热处理，有的则不能热处理。  由于不锈钢所具有的上述特性，越来越广泛地应用于航空、航天、化工、石油、建筑和食品等工业部门及日常生活中。所含的合金元素对切削加工性影响很大，有的甚至很难切削。  **2 不锈钢可分为哪几类？**  不锈钢按其成分，可分为以铬为主的铬不锈钢和以铬、镍为主的铬镍不锈钢两大类。  工业上常用的不锈钢一般按金相组织分类，可分为以下五大类：  **马氏体不锈钢：**含铬量12%～18%，含碳量0.1%～0.5%(有时达1%)，常见的有1Cr13、2Cr13、3Cr13、4Cr13、1Cr17Ni2、9Cr18、9Cr18MoV、30Cr13Mo等。 **铁素体不锈钢：**含铬量12%～30%，常见的有0Cr13、0Cr17Ti、0Cr13Si4NbRE、1Cr17、1Cr17Ti、1Cr17M02Ti、1Cr25Ti、1Cr28等。**奥氏体不锈钢：**含络量12%～25%，含镍量7%～20%(或20%以上)，最典型的代表是1Cr18Ni9Ti，常见的还有00Cr18Ni10、00Cr18Ni14Mo2Cu2、0Cr18Ni12Mo2Ti、0Cr18Ni18Mo2Cu2Ti、0Cr23Ni28M03Cu3Ti、1Cr14Mn14Ni、2Cr13Mn9Ni4、1Cr18Mn8Ni5N等。 **奥氏体 铁素体不锈钢：**与奥氏体不锈钢相似，仅在组织中含有一定量的铁素体，常见的有0Cr21Ni5Ti、1Cr21Ni5Ti、1Cr18Mn10Ni5M03N、0Cr17Mn13Mo2N、1Cr17Mn9Ni3M03Cu2N、Cr2bNi17M03CuSiN、1Cr18Ni11Si4AlTi等。 **沉淀硬化不锈钢：**含有较高的铬、镍和很低的碳，常见的有0Cr17Ni4Cu4Nb、0Cr17Ni7Al、0Cr15Ni7M02Al等。  前两类为铬不锈钢，后三类为铬镍不锈钢。  **3 不锈钢有哪些物理、力学性能？**  **马氏体不锈钢：**能进行淬火，淬火后具有较高的硬度、强度和耐磨性及良好的抗氧化性，有的有磁性，但内应力大且脆。经低温回火后可消除其应力，提高塑性，切削加工较困难，有切屑擦伤或粘结的明显趋向，刀具易磨损。  当钢中含碳量低于0.3%时，组织不均匀，粘附性强，切削时容易产生积屑瘤，且断屑困难，工件已加工表面质量低。含碳量达0.4%～0.5%时，切削加工性较好。  马氏体不锈钢经调质处理后，可获得优良的综合力学性能，其切削加工性比退火状态有很大改善。  **铁素体不锈钢：**加热冷却时组织稳定，不发生相变，故热处理不能使其强化，只能靠变形强化，性能较脆，切削加工性一般较好。切屑呈带状，切屑容易擦伤或粘结于切削刃上，从而增大切削力，切削温度升高，同时可能使工件表面产生撕裂现象。 **奥氏体不锈钢：**由于含有较多的镍(或锰)，加热时组织不变，故淬火不能使其强化，可略改善其加工性。通过冷加工硬化可大幅度提高强度，如果再经时效处理，抗拉强度可达2550～2740 MPa。  奥氏体不锈钢切削时的带状切屑连绵不断，断屑困难，极易产生加工硬化，硬化层给下一次切削带来很大难度，使刀具急剧磨损，刀具耐用度大幅度下降。  奥氏体不锈钢具有优良的力学性能，良好的耐蚀能力，较突出的是冷变形能力，无磁性。  **奥氏体 铁素体不锈钢：**有硬度极高的金属间化合物析出，强度比奥氏体不锈钢高，其切削加工性更差。 **沉淀硬化不锈钢：**含有能起沉淀硬化的铊、铝、钼、钛等合金元素，它们在回火时时效析出，产生沉淀硬化，使钢具有很高的强度和硬度。由于含碳量低保证了足够的含铬量，因此具有良好的耐腐蚀性能。  **4 不锈钢有哪些切削特点?**  不锈钢的切削加工性比中碳钢差得多。以普通45号钢的切削加工性作为100%，奥氏体不锈钢1Cr18Ni9Ti的相对切削加工性为40%；铁素体不锈钢1Cr28为48%；马氏体不锈钢2Cr13为55%。其中，以奥氏体和奥氏体 铁素体不锈钢的切削加工性最差。不锈钢在切削过程中有如下几方面特点：  **加工硬化严重：**在不锈钢中，以奥氏体和奥氏体 铁素体不锈钢的加工硬化现象最为突出。如奥氏体不锈钢硬化后的强度b达1470～1960MPa，而且随b的提高，屈服极限s升高；退火状态的奥氏体不锈钢s不超过的σb30%～45%，而加工硬化后达85%～95%。加工硬化层的深度可达切削深度的1/3或更大；硬化层的硬度比原来的提高1.4～2.2倍。因为不锈钢的塑性大，塑性变形时品格歪扭，强化系数很大；且奥氏体不够稳定，在切削应力的作用下，部分奥氏体会转变为马氏体；再加上化合物杂质在切削热的作用下，易于分解呈弥散分布，使切削加工时产生硬化层。前一次进给或前一道工序所产生的加工硬化现象严重影响后续工序的顺利进行。 **切削力大：**不锈钢在切削过程中塑性变形大，尤其是奥氏体不锈钢(其伸长率超过45号钢的1.5倍以上)，使切削力增加。同时，不锈钢的加工硬化严重，热强度高，进一步增大了切削抗力，切屑的卷曲折断也比较困难。因此加工不锈钢的切削力大，如车削1Cr18Ni9Ti的单位切削力为2450MPa，比45号钢高25%。 **切削温度高：**切削时塑性变形及与刀具间的摩擦都很大，产生的切削热多；加上不锈钢的导热系数约为45号钢的½～¼，大量切削热都集中在切削区和刀—屑接触的界面上，散热条件差。在相同的条件下，1Cr18Ni9Ti的切削温度比45号钢高200℃左右。 **切屑不易折断、易粘结：**不锈钢的塑性、韧性都很大，车加工时切屑连绵不断，不仅影响操作的顺利进行，切屑还会挤伤已加工表面。在高温、高压下，不锈钢与其他金属的亲和性强，易产生粘附现象，并形成积屑瘤，既加剧刀具磨损，又会出现撕扯现象而使已加工表面恶化。含碳量较低的马氏体不锈钢的这一特点更为明显。 **刀具易磨损：**切削不锈钢过程中的亲和作用，使刀—屑间产生粘结、扩散，从而使刀具产生粘结磨损、扩散磨损，致使刀具前刀面产生月牙洼，切削刃还会形成微小的剥落和缺口；加上不锈钢中的碳化物(如TiC)微粒硬度很高，切削时直接与刀具接触、摩擦，擦伤刀具，还有加工硬化现象，均会使刀具磨损加剧。 **线膨胀系数大：**不锈钢的线膨胀系数约为碳素钢的1.5倍，在切削温度作用下，工件容易产生热变形，尺寸精度较难控制。  **5 切削不锈钢时怎样选择刀具材料？**  合理选择刀具材料是保证高效率切削加工不锈钢的重要条件。根据不锈钢的切削特点，要求刀具材料应具有耐热性好、耐磨性高、与不锈钢的亲和作用小等特点。目前常用的刀具材料有高速钢和硬质合金。  **高速钢的选择：**高速钢主要用来制造铣刀、钻头、丝锥、拉刀等复杂多刃刀具。普通高速钢W18Cr4V使用时刀具耐用度很低已不符合需要，采用新型高速钢刀具切削不锈钢可获得较好的效果。  在相同的车削条件下，用W18Cr4V和95w18Cr4V两种材料的刀具加工1Cr17Ni2工件，刀具刃磨一次加工的件数分别为2～3件和12件，用95w18Cr4V的刀具耐用度提高了几倍。这是由于提高了钢的含碳量，从而增加了钢中碳化物含量，常温硬度提高2HRC红硬性更好，600℃时由W18Cr4V的HRC48.5上升到HRC51～52，耐磨性比W18Cr4V提高2～3倍。  应用高钒高速钢W12Cr4V4Mo制作型面铣刀加工1Cr17Ni2可以获得较高的刀具耐用度。因为含钒量增加，可在钢中形成硬度很高的VC，细小的VC存在于晶介，可以阻止晶粒长大，提高钢的耐磨性；W12Cr4V4Mo的红硬性很好，600℃时硬度可达HRC51.7，因此适合于制作切削不锈钢的各种复杂刀具。但其强度(b=3140 MPa)及冲击韧性(ak=2.5 J/cm3)略低于W18Cr4V，使用时要稍加注意。  随着刀具制作技术的不断发展，对于批量大的工件，采用硬质合金多刃、复杂刀具进行切削加工效果会更好。  **硬质合金的选择：**YG类硬质合金的韧性较好，可采用较大的前角，刀刃也可以磨得锋利些，使切削轻快，且切屑与刀具不易产生粘结，较适于加工不锈钢。特别是在振动的粗车和断续切削时，YG类合金的这一优点更为重要。另外，YG类合金的导热性较好，其导热系数比高速钢高将近两倍，比YT类合金高一倍。因此YG类合金在不锈钢切削中应用较多，特别是在粗车刀、切断刀、扩孔钻及铰刀等制造中应用更为广泛。  较长时期以来，一般都采用YG6、YG8、YG8N、YW1、YW2等普通牌号的硬质合金作为切削不锈钢的刀具材料，但均不能获得较理想的效果；采用新牌号硬质合金如813、758、767、640、712、798、YM051、YM052、YM10、YS2T、YD15等，切削不锈钢可获得较好的效果。而用813牌号硬质合金刀具切削奥氏体不锈钢效果很好，因为813合金既具有较高的硬度(≥HRA91)、强度(b=1570MPa)，又具有良好的高温韧性、抗氧化性、抗粘结性，其组织致密耐磨性好。  **6 切削不锈钢时怎样选择刀具几何参数？**  **前角0：**不锈钢的硬度、强度并不高，但其塑性、韧性都较好，热强性高，切削时切屑不易被切离。在保证刀具有足够强度的前提下，应选用较大的前角，这样不仅能够减小被切削金属的塑性变形，而且可以降低切削力和切削温度，同时使硬化层深度减小。  车削各种不锈钢的前角大致为12°～30°。对马氏体不锈钢(如2Cr13)，前角可取较大值；对奥氏体和奥氏体 铁素体不锈钢，前角应取较小值；对未经调质处理或调质后硬度较低的不锈钢，可取较大前角；直径较小或薄壁工件，宜采用较大的前角。  高速钢铣刀取n=10°～20°，硬质合金铣刀取n=5°～10°；铰刀一般取0=8°～12°；丝锥一般取0=15°～20°(机用)或0=20°(手用)。  **后角0：**加大后角能减小后刀面与加工表面的摩擦，但会使切削刃的强度和散热能力降低。后角的合理值取决于切削厚度，切削厚度小时，宜选较大后角。  不锈钢车刀或镗刀通常取0=10°～20°(精加工)或0=6°～10°(粗加工)；高速钢端铣刀取0=10°～20°，立铣刀取0=15°～20°；硬度合金端铣刀取0=5°～10°，立铣刀取0=12°～16°；铰刀和丝锥取0=8°～12°。   |  | | --- | | http://www.si-gang.com/images/hyxw/Image/20083413361515677801.gif **图1 双刃倾角断屑车刀** |   **主偏角r、副偏角′r，和r：**减小主偏角可增加刀刃工作长度，有利于散热，但在切削过程中使径向力加大，容易产生振动，常取r=45°～75°，若机床刚性不足，可适当加大。副偏角常取′r=8°～15°。为了加强刀尖，一般应磨出=0.5～1.0 mm的刀尖圆弧。 **刃倾角s：**为了增加刀尖强度，刃倾角一般取s=-8°～-3°，断续切削时取较大值s=-15°～-5°。  生产实践中，为了加大切屑变形，提高刀尖强度与散热能力，采用双刃倾角车刀，取得了良好的断屑效果，也加宽了断屑范围，如图1所示。第一刃倾角s1≥0°，第二刃倾角在接近刀尖部位，s2≈-20°，第二刃倾角的刀刃长度ls2。≈ap/3。  当双刃倾角车刀的0=20°、0=6°～8°、r=90°或75°、倒棱前角01=-10°、r=0.15～0.2 mm时，在Vc=80～100 m/min、f=0.2～0.3 mm/r、ap=4～15 mm的条件下切削，断屑效果良好，刀具耐用度高。  要求刀具前后刀面的表面粗糙度值小，刀具磨钝标锥VB为加工一般材料的1/2。   |  | | --- | | http://www.si-gang.com/images/hyxw/Image/20083413361526577802.gif **图2 切削不锈钢的断(卷)屑槽** |   **7 切削不锈钢时怎样选择刀具断(卷)屑槽和刃口形式？**  切削不锈钢时还应选择合适的刀具断(卷)屑槽，以便控制连绵不断的切屑，通常采用全圆弧形或直线圆弧形断(卷)屑槽。断(卷)屑槽的宽度Bn=3～5 mm，槽深h=0.5～1.3 mm，Rn=2～8 mm。一般情况下，粗车时ap、f大，断(卷)屑槽宜宽而浅；精车时ap、f小，应窄而深些。断(卷)屑槽的形式见图2。  切削加工过程中，如果发生切屑缠绕在工件或刀具上的现象，表示断(卷)屑槽过宽过浅，可加大进给量，使切屑折断；如果切屑挤轧在槽内，发出吱吱叫声，或切屑飞溅伤人，表示断(卷)屑槽太窄太深，这时可减小进给量。同时还要注意控制断(卷)屑槽的位置。断(卷)屑槽的尺寸见表1、表2和表3。   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **表1 外圆车刀断(卷)屑槽尺寸** | | | | | | **工件直径 (mm)** | **半径Rn (mm)** | **宽度Bn (mm)** | **前角0 (°)** | **倒棱尺寸b (mm)** | | ≤20 | 1.5 | 2 | 42 | 精车：0.05～0.10 粗车：0.10～0.20 | | 2.5 | 3 | 37 | | 20～40 | 3 | 3 | 30 | | 3.5 | 3.5 | 30 | | 4 | 4 | 30 | | ＞40～80 | 4 | 4 | 30 | | 4.5 | 4.5 | 30 | | 5 | 5 | 30 | | ＞80～200 | 5.5 | 5 | 27 | 精车：0.10～0.20 粗车：0.15～0.30 | | 6 | 5.5 | 27 | | 6.5 | 6 | 27.5 | | ＞200 | 6.5 | 6 | 27.5 | | 7 | 6.5 | 27.5 | | 7.5 | 7 | 27.5 | | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **表2 镗刀断(卷)屑槽尺寸** | | | | | | | **镗孔直径 (mm)** | **半径Rn (mm)** | **加工1Cr18Ni9Ti奥氏体不锈钢及中等硬度2Cr13马氏体不锈钢** | | **加工耐浓硝酸不锈钢及较硬的2Cr13、3Cr13等马氏体不锈钢** | | | **宽度Bn (mm)** | **前角0(°)** | **宽度Bn (mm)** | **前角0(°)** | | ≤20 | 1.6 | 2.0 | 39 | 1.6 | 30 | | 2.0 | 2.5 | 39 | 2.0 | 30 | | 2.5 | 3.0 | 37 | 2.5 | 30 | | ＞20～40 | 2.0 | 2.5 | 39 | 2.0 | 30 | | 2.5 | 3.0 | 37 | 2.5 | 30 | | 3.0 | 3.5 | 36 | 2.8 | 28 | | ＞40～60 | 4.0 | 4.0 | 30 | 3.2 | 24 | | 4.5 | 4.5 | 30 | 3.5 | 23 | | 5.0 | 5.0 | 30 | 4.0 | 24 | | ＞60～80 | 4.5 | 4.5 | 30 | 3.5 | 23 | | 5.0 | 5.0 | 30 | 4.0 | 24 | | 6.0 | 6.0 | 30 | 5.0 | 24.5 | | ＞80 | 5.0 | 4.0 | 24 | 3.5 | 20.5 | | 6.0 | 5.0 | 24.5 | 4.5 | 22 | | 7 | 6.0 | 25.5 | 5.0 | 21 | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **表3 切断刀断(卷)屑槽尺寸** | | | | | | | | | | | | | | **切断直径 (mm)** | ≤20 | | | ＞20～50 | | | ＞50～80 | | | ＞80～120 | | | | **半径Rn (mm)** | 2.5 | 3.2 | 4.2 | 3.2 | 4.5 | 5.5 | 4.2 | 5.5 | 6.5 | 5.5 | 6.5 | 8 | | **宽度Bn (mm)** | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 | 7 | 6 | 7 | 8 | | **前角0 (°)** | 37 | 39 | 36.5 | 39 | 30.5 | 33 | 36.5 | 33 | 32.5 | 33 | 32.5 | 30 | | |   **8 切削不锈钢时怎样选择切削用量？**  切削用量对加工不锈钢时的加工硬化、切削力、切削热等有很大影响，特别是对刀具耐用度的影响较大。选择的切削用量合理与否，将直接影响切削效果。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **表4 车螺纹和钻、扩、铰孔时的切削用量** | | | | | **工序名称** | **切削速度Vc (m/min)** | **进给量f (mm/r)** | **切削深度ap (mm)** | | 车螺纹 | 20～50 | - | 0.1～1 | | 钻孔 | 12～20 | 0.1～0.25 | ≤17.5 | | 扩孔 | 8～18 | 0.1～0.4 | 0.1～1 | | 铰孔 | 2.5～5 | 0.1～0.2 | 0.1～0.2 | | 注：刀具材料为高速钢 | | | |   **切削速度Vc：**加工不锈钢时切削速度稍微提高一点，切削温度就会高出许多，刀具磨损加剧，耐用度则大幅度下降。  为了保证合理的刀具耐用度，就要降低切削速度，一般按车削普通碳钢的40%～60%选取。镗孔和切断时，由于刀具刚性、散热条件、冷却润滑效果及排屑情况都比车外圆差，切削速度还要适当降低。  不同种类的不锈钢的切削加工性各不相同，切削速度也需相应调整。一般1Cr18Ni9Ti等奥氏体不锈钢的切削速度校正系数Kv为1.0，硬度在HRC28以下的2cr13等马氏体不锈钢的Kv为1.3～1.5，硬度为HRC28～35的2Cr13等马氏体不锈钢的Kv为0.9～1.1，硬度在HRC35以上的2Cr13等马氏体不锈钢的Kv为0.7～0.8，耐浓硝酸不锈钢的Kv为0.6～0.7。  **切削深度ap：**粗加工时余量较大，应选用较大的切深，可减少走刀次数，同时可避免刀尖与毛坯表皮接触，减轻刀具磨损。但加大切深应注意不要因切削力过大而引起振动，可选ap=2～5 mm。精加工时可选较小的切削深度，还要避开硬化层，一般采用ap=0.2～0.5 mm。 **进给量f：**进给量的增大不仅受到机床动力的限制，而且切削残留高度和积屑瘤高度都随进给量的增加而加大，因此进给量不能过大。为提高加工表面质量，精加工时应采用较小的进给量。同时，应注意f不得小于0.1 mm/r，避免微量进给，以免在加工硬化区进行切削，并且应注意切削刃不要在切削表面停留。  加工不锈钢的切削用量见表4和表5。   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **表5 不锈钢的常用切削用量** | | | | | | | | | | **工件 直径范围 (mm)** | **车外圆** | | | | **镗孔** | | **切断** | | | **粗加工** | | **精加工** | | | **主轴转速n (m/min)** | **进给量f (mm/r)** | **主轴转速n (m/min)** | **进给量f (mm/r)** | **主轴转速n (m/min)** | **进给量f (mm/r)** | **主轴转速n (m/min)** | **进给量f (mm/r)** | | ≤10 | 1200～955 | 0.19～0.60 | 1200～955 | 0.10～0.20 | 1200～675 | 0.07～0.30 | 1200～955 | 手动 | | ＞10～20 | 955～765 | 955～765 | 955～600 | 955～765 | | ＞20～40 | 765～480 | 0.27～0.81 | 765～480 | 0.10～0.30 | 765～480 | 0.10～0.50 | 765～600 | 0.10～0.25 | | ＞40～60 | 480～380 | 600～380 | 480～380 | 610～480 | | ＞60～80 | 380～305 | 480～305 | 380～230 | 180～305 | | ＞80～100 | 305～230 | 380～230 | 305～185 | 380～230 | 0.08～0.20 | | ＞100～150 | 230～150 | 305～185 | 230～150 | 305～150 | | ＞150～200 | 185～120 | 230～150 | 185～120 | 150以下 | | 注：  工件材料：1Cr18Ni9Ti；刀具材料：YG8。 表中较小的直径选用较高的主轴转速，较大的直径选用较低的转速。 当工件材料和刀具材料不同时，主轴转速应根据具体情况作适当校正。 | | | | | | | | |   **9 切削不锈钢时怎样选择切削液和冷却方式？**  由于不锈钢的切削加工性较差，对切削液的冷却、润滑、渗透及清洗性能有更高的要求，常用的切削液有以下几类：  **硫化油：**是以硫为极压添加剂的切削油。切削过程中能在金属表面形成高熔点硫化物，而且在高温下不易破坏，具有良好的润滑作用，并有一定的冷却效果，适用于一般车削、钻孔、铰孔及攻丝。硫化豆油适用于钻、扩、铰孔等工序。  直接硫化油的配方是：矿物油98%，硫2%。  间接硫化油的配方是：矿物油78%～80%，植物油或猪油18%～20%，硫1.7%。  **机油、锭子油等矿物油：**其润滑性能较好，但冷却和渗透性较差，适用于外圆精车。 **植物油：**如菜油、豆油等，其润滑性能较好，适用于车螺纹及铰孔、攻丝等工序。 **乳化液：**具有较好的冷却和清洗性能。也有一定的润滑作用，可用于不锈钢粗车。  在切削加工过程中应使切削液喷嘴对准切削区，或最好采用高压冷却、喷雾冷却等冷却方式。   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **表6 高速钢铣刀加工不锈钢的铣削用量** | | | | | | **铣刀 种类** | **铣刀直径d0 (mm)** | **主轴转速n (r/min)** | **进给量f (mm/min)** | **备注** | | 立铣刀 | 3～4 | 1180～750 | 手动 | 当切削宽度和切削深度较小时，进给量f取大值；反之取小值 铣削2Cr13等马氏体不锈钢时，应根据工件材料的实际硬度调整铣削用量 铣削耐浓硝酸不锈钢时，铣削速度及进给量均应适当减小 | | 5～6 | 750～475 | | 8～10 | 600～375 | | 12～14 | 375～235 | 30～37.5 | | 16～18 | 300～235 | 37.5～47.5 | | 20～25 | 235～190 | 47.5～60 | | 32～36 | 190～150 | 47.5～60 | | 40～50 | 150～118 | 47.5～75 | | 波形刃 立铣刀 | 36 | 190～150 | 47.5～60 |  | | 40 | 150～118 | | 50 | 118～95 | | 60 | 95～75 | 60～75 | | 锯片 铣刀 和三 面刃 铣刀 | 75 | 235～150 | 23.5或手动 | | 110 | 150～75 | | 150 | 95～60 | | 200 | 75～37.5 |   **10 怎样对不锈钢进行铣削加工？**  铣削不锈钢的特点是：不锈钢的粘附性及熔着性强，切屑容易粘附在铣刀刀齿上，使切削条件恶化；逆铣时，刀齿先在已经硬化的表面上滑行，增加了加工硬化的趋势；铣削时冲击、振动较大，使铣刀刀齿易崩刃和磨损。  铣削不锈钢除端铣刀和部分立铣刀可用硬质合金作铣刀刀齿材料外，其余各类铣刀均采用高速钢，特别是钨—钼系和高钒高速钢具有良好的效果，其刀具耐用度可比W18Cr4V提高1～2倍。适宜制作不锈钢铣刀的硬质合金牌号有YG8、YW2、813、798、YS2T、YS30、YS25等。  铣削不锈钢时，切削刃既要锋利又要能承受冲击，容屑槽要大。可采用大螺旋角铣刀(圆柱铣刀、立铣刀)，螺旋角从20°增加到45°(n=5°)，刀具耐用度可提高2倍以上，因为此时铣刀的工作前角0e由11°增加到27°以上，铣削轻快。但值不宜再大，特别是立铣刀以≤35°为宜，以免削弱刀齿。  采用波形刃立铣刀加工不锈钢管材或薄壁件，切削轻快，振动小，切屑易碎，工件不变形。用硬质合金立铣刀高速铣削、可转位端铣刀铣削不锈钢都能取得良好的效果。  用银白屑(SWC)端铣刀铣削1Cr18Ni9Ti，其几何参数为f=5°、p=15°、f=15°、p=5°、r=55°、′r=35°、01=-30°、b=0.4mm、r=6mm，当Vc=50～90 m/min、Vf=630～750mm/min、a′p=2～6mm并且每齿进给量达0.4～0.8mm时，铣削力减小10%～15%，铣削功率下降44%，效率也大大提高。其原理是在主切削刃上磨出负倒棱，铣削时人为地产生积屑瘤，使其代替切削刃进行切削，积屑瘤的前角b可达20~～302，由于主偏角的作用，积屑瘤受到一个前刀面上产生的平行于切削刃的推力作用而成为副屑流出，从而带走了切削热，降低了切削温度。  铣削不锈钢时，应尽可能采用顺铣法加工。不对称顺铣法能保证切削刃平稳地从金属中切离，切屑粘结接触面积较小，在高速离心力的作用下易被甩掉，以免刀齿重新切入工件时，切屑冲击前刀面产生剥落和崩刃现象，提高刀具的耐用度。  采用喷雾冷却法效果最为显著，可提高铣刀耐用度一倍以上；如用一般10%乳化液冷却，应保证切削液流量达到充分冷却。硬质合金铣刀铣削不锈钢时，取Vc=70～150 m/min，Vf=37.5～150 mm/min，同时应根据合金牌号及工件材料的不同作适当调整。高速钢铣刀的切削用量见表6。  **11 怎样对不锈钢进行钻孔？钻孔时应注意哪些问题？**  在不锈钢工件上钻孔常采用麻花钻，对淬硬不锈钢，可用硬质合金钻头，有条件时可用超硬高速钢或超细晶粒硬质合金钻头。钻孔时扭矩和轴向力大，切屑易粘结、不易折断且排屑困难，加工硬化加剧，钻头转角处易磨损，钻头刚性差易产生振动。因此要求钻头磨出分屑槽，修磨横刃以减小轴向力，修磨成双顶角以改善散热条件。  钻削不锈钢的典型钻头(即不锈钢群钻)如图3所示。   |  |  | | --- | --- | | http://www.si-gang.com/images/hyxw/Image/20083413361529677803.gif **图3 不锈钢群钻** | http://www.si-gang.com/images/hyxw/Image/20083413361532877804.gif **图4 不锈钢断屑钻头** | | http://www.si-gang.com/images/hyxw/Image/20083413361553177805.gif **图5 S形硬质合金钻头** | | | http://www.si-gang.com/images/hyxw/Image/20083413361615677806.gif **图6 四刃带钻头** | |   图3中L≈0.32d0，L/2>L1>L/3，R≈0.2d0，h=0.04d0，b≈0.04d0。使用这种钻头钻削1Cr18Ni9Ti时，对Ø20 mm、Ø25 mm、呾 mm三种直径的钻头，采用n=105 r/min，f=0.32 mm/r、0.4 mm/r、0.56 mm/r、0.67 mm/r四种不同的进给量，均可顺利地断屑和排屑。  还可采用不锈钢断屑钻头(图4)、S形硬质合金钻头(图5)、四刃带钻头(图6)及可转位硬质合金浅孔钻。  用不锈钢断屑钻头(图4)加工马氏体不锈钢2Crl3时，只需磨出E-E处断屑槽；而钻削加工lCrl8Ni9Ti奥氏体不锈钢时，还需加开A-A处断屑槽。不锈钢断屑钻头的具体参数及适用的钻削用量见表7。  S形硬质合金钻头的特点是：无横刃，可减小轴向力50%；钻心处前角为正值，刃口锋利；钻心厚度增大，提高了钻头刚性；有两个喷切削液孔；圆弧形切削刃及排屑槽分布合理，便于切屑成小块，以利排出。  可转位硬质合金浅孔钻的特点是：钻头前端不对称装有两片凸三角形刀片，分屑切除孔的不同部分，能自动定心，孔的直线性好，并且切入切出长度短；刀片前刀面上带有多个坑状断屑槽，切削性能良好，尤其是断屑可靠，切屑呈一致的碎卷屑；内冷却使切削液直接喷向钻削加工表面，改善冷却效果，排屑非常通畅；特别是可根据工件材料采用不同牌号的硬质合金刀片，切削速度达80～120m/min，钻削非常轻快。加工奥氏体不锈钢的钻削用量见表8。   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **表7 不锈钢断屑钻头的断屑槽和钻削用量** | | | | | | | | **钻头直径d0 (mm)** | **半径RE (mm)** | **宽度BA (mm)** | **半径RE (mm)** | **宽度BE (mm)** | **主轴转速n (m/min)** | **进给量f (mm/r)** | | ＞8～15 | 3.0～5.0 | 2.5～3.0 | 2.0～3.5 | 1.0～2.5 | 210～335 | 0.09～0.12 | | ＞15～20 | 5.0～6.5 | 3.0～3.5 | 3.5～4.0 | 2.5～3.0 | 210～265 | | ＞20～25 | 6.5～7.5 | 3.5～4.5 | 4.0～4.5 | 2.8～3.3 | 170～210 | 0.12～0.14 | | ＞25～30 | 7.5～8.5 | 4.5～5.0 | 4.5～5.0 | 3.0～3.5 | 132～170 |   钻削不锈钢时，经常发现钻头容易磨损、折断，孔表面粗糙，有时出现深沟而无法消除；孔径过大，孔形不圆或向一边倾斜等现象。在操作时应注意下列事项：  几何形状必须刃磨正确，两切削刃要保持对称。钻头后角过大，会产生“扎刀”现象，引起颤振，使钻出的孔呈多角形。应修磨横刃，以减小钻孔轴向力。 钻头必须装正，保持钻头锋利，用钝后应及时修磨。 合理选择钻头几何参数和钻削用量，按钻孔深度要求，应尽量缩短钻头长度、加大钻心厚度以增加刚性。使用高速钢钻头时，切削速度不可过高，以防烧坏刀刃。进给量不宜过大，以防钻头磨损加剧或使孔钻偏，在切入和切出时进给量应适当调小。 充分冷却润滑，切削液一般以硫化油为宜，流量不得少于5～8 L/min，不可中途停止冷却，在直径较大时，应尽可能采用内冷却方式。 认真注意钻削过程，应及时观察切屑排出状况，若发现切屑杂乱卷绕立即退刀检查，以防止切屑堵塞。还应注意机床运转声音，发现异常应及时退刀，不能让钻头在钻削表面上停留，以防钻削表面硬化加剧。   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **表8 奥氏体不锈钢的钻削用量** | | | | **钻头直径d0 (mm)** | **主轴转速n (m/min)** | **进给量f (mm/r)** | | ≤5 | 1000～700 | 0.08～0.15 | | ＞5～10 | 750～500 | | ＞10～15 | 600～400 | 0.12～0.25 | | ＞15～20 | 450～200 | 0.15～0.35 | | ＞20～30 | 400～150 | | ＞30～40 | 250～100 | 0.20～0.40 | |  |  |   **12 怎样解决耐酸不锈钢钻孔时的断屑问题？**  耐酸不锈钢的塑性和韧性都很大，钻孔时存在的主要问题是不容易断屑，影响切削液的流入，切削区温度高，刀具耐用度低，生产率低。在钻孔时，切削负荷大，形成切屑要消耗很多的能量，再加上这类不锈钢的高温强度和硬度高，钻屑在切离时不易折断；同时冷作硬化现象非常严重，表面硬化程度可达100%以上，硬化层厚度达0.1～0.2mm。耐酸不锈钢的导热系数小，只有碳钢的1/3～1/4，切削区温度很高，与其他金属的亲和作用强以及材料中存在的硬质点，加剧了刀具的磨损。  为了解决耐酸不锈钢钻孔时的断屑问题，研制了新型钻耐酸不锈钢断屑群钻，用它钻孔时切屑长100mm左右呈“礼花”状从孔中排出，断屑效果十分理想。  在钻孔过程中要出这种切屑的关键是：一要使分屑点处于临界分屑状态；二要适当磨出钻尖高(h=0.05D～0.07D)和圆弧半径(R=0.2D)；三是L1=1.7～3.3 mm位置应选择恰当，并配合适当大的进给量和较低的切削速度，使切屑在斜拧状态中折断。  使用耐酸不锈钢断屑群钻钻孔时，应选用较低的切削速度和较大的进给量，有利于实现断屑。  **13 怎样对不锈钢进行铰孔？**  对不锈钢铰孔时，经常遇到的问题是：孔表面容易划出沟槽，粗糙度差，孔径超差，呈喇叭口，铰刀易磨损等。不同种类不锈钢的切削加工性不同，在铰孔中所表现出的问题也不一样，如对1Cr18Ni9Ti等奥氏体不锈钢和耐浓硝酸不锈钢铰孔时，主要是铰刀磨损问题；而对2Cr13等马氏体不锈钢铰孔时，主要是不容易保证铰孔的粗糙度和尺寸精度问题。为了避免这些问题，应注意以下事项：  合理选择铰刀和铰削用量，是保证铰孔顺利进行的关键。 (2)提高预加工工序质量，防止预加工孔出现划沟、椭圆、多边形、锥度或喇叭口、腰鼓形状、轴心线弯曲、偏斜等现象。 保持工件材质硬度适中，尤其对2Cr13马氏体不锈钢，调质处理后的硬度在HRC28以下为宜。 正确安装铰刀和工件，铰刀必须装正，铰刀轴线应和工件预加工孔的轴线保持一致，以保证各刀齿均匀切削。 选用合适的切削液，可以解决不锈钢的切屑粘附问题，并使之顺利排屑，从而降低孔表面粗糙度和提高刀具耐用度。一般以使用硫化油为宜，若在硫化油中添加10%～20蘬4或在猪油中添加20%～30蘬4，对降低表面粗糙度有显著的效果。由于CCl4对人体有害，宜采用硫化油85%～90%和煤油10%～15%的混合液。铰刀直径较大时，可采用内冷却方式。 认真注意铰孔的过程，严格检查刀齿的跳动量，是获得均匀铰削的关键。在铰削过程中，注意切屑的形状，由于铰削余量小，切屑呈箔卷状或呈很短的螺卷状。若切屑大小不一，有的呈碎末状、有的呈小块状，说明铰削不均匀。若切屑呈条的弹簧状，说明铰削余量太大。若切屑呈针状、碎片状，说明铰刀已经磨钝。还要防止切屑堵塞，应勤于观察刀齿有无粘屑，以避免孔径超差。使用硬质合金铰刀铰孔时，会出现孔收缩现象，为防止退刀时将孔拉毛，可采取加大主偏角来改善这种情况。  **14 怎样对不锈钢进行攻丝？**  在不锈钢上攻丝比在普遍钢材上攻丝要困难得多。经常出现由于扭矩大，丝锥被“咬死”在螺孔中，崩齿或折断，螺纹表面不光，沟纹，尺寸超差，乱扣和丝锥磨损严重等现象。因此，攻制不锈钢螺纹时应采取相应的技术措施加以解决。  攻制不锈钢螺纹时，“胀牙”现象比较严重，丝锥容易“咬死”在孔中，所以螺纹底孔应适当加大。一般情况下，螺距为1mm以下的螺纹底孔直径等于公称直径减去螺距；螺距大于1mm时，螺纹底孔直径等于公称直径减去1.1倍螺距。   |  | | --- | | http://www.si-gang.com/images/hyxw/Image/20083413361742177807.gif  **图7 加工不锈钢用的无槽丝锥** |   选择合适的丝锥和合理的切削用量，是关系到攻丝质量的关键。丝锥材料，应选含钴或铝超硬高速钢；主偏角和螺距、丝锥把数有关，头锥r=5°～7°，二锥、三锥为r=10°～20°；校准部分一般取3～4扣螺纹长度，并有0.05～0.1mm/100 mm的倒锥；容屑槽方向一般取=8°～15°，可以控制切屑流动方向，对于直槽丝锥，可以将丝锥前端改磨成螺旋形；丝锥的前角一般为p=15°～20°，后角为8°～12°。 可采用无槽丝锥对不锈钢攻丝，见图7。使用无槽丝锥挤丝前的底孔直径为：  d0=dw-(0.5-0.6)P  式中：dw——工件螺纹外径，mm；  P——螺距。  (4)不锈钢攻丝时，应保证有足够的冷却润滑液。通常可选用硫化油 15%～20蘬4；白铅油 机油或其他矿物油；煤油稀释氯化石蜡等。 在攻丝的过程中，万一丝锥折断，可将工件放在硝酸溶液中进行腐蚀，可以很快将高速钢丝锥腐蚀，而不报废工件。  **15 磨削不锈钢有哪些特点？**  不锈钢的韧性大，热强度高，而砂轮磨粒的切削刃具有较大的负前角，磨削过程中磨屑不容易被切离，切削阻力大，挤压、摩擦剧烈。单位面积磨削力很大，磨削温度可达1000℃～1500℃。同时，在高温高压的作用下，磨屑易粘附在砂轮上，填满磨粒问的空隙，使磨粒失去切削作用。不锈钢的类型不同，产生砂轮堵塞的情况也不相同，如磨削耐浓硝酸不锈钢及耐热不锈钢，粘附、堵塞现象比1Cr18NiTi严重，而1Cr13、2Cr13等马氏体不锈钢就比较轻。 不锈钢的导热系数小，磨削时的高温不易导出，工件表面易产生烧伤、退火等现象，退火层深度有时可达0.01～0.02 mm。磨削过程中产生严重的挤压变形，导致磨削表面产生加工硬化，特别是磨削奥氏体不锈钢时，由于奥氏体组织不够稳定，磨后易产生马氏体组织，使表面硬化严重。 不锈钢的线膨胀系数大，在磨削热的作用下易产生变形，其尺寸难以控制。尤其是薄壁和细长的零件，此现象更为严重。 多数类型的不锈钢不能被磁化，在平面磨削时，只能靠机械夹固或专用夹具来夹持工件，利用工件侧面夹紧工件，产生变形和造成形状或尺寸误差，薄板工件更为突出。同时也会引起磨削过程中的颤振而出现鳞斑状的波纹。  **16 磨削不锈钢时怎样选择砂轮？**  **磨料：**白刚玉具有较好的切削性能和自锐性，适于磨削马氏体及马氏体 铁素体不锈钢；单晶刚玉磨料适用于磨削奥氏体和奥氏体 铁素体不锈钢；微晶刚玉磨料是由许多微小的晶体组成的，强度高、韧性和自锐性好，其自锐的特点是沿微晶的缝隙碎裂，从而获得微刃性和微刃等高性，可以减少烧伤、拉毛等现象，并可以降低磨削表面粗糙度，适于磨削各种不锈钢；立方氮化硼磨料的硬度很高，热稳定性好，化学惰性高，在1300℃～1500℃不氧化，磨粒的刃尖不易变钝，产生的磨削热也少，适用于磨削各种不锈钢。为了减少粘附现象，也可采用碳化硅和人造金刚石为磨料的砂轮。**粒度：**磨削不锈钢时，一般以采用36号、46号、60号中等粒度的砂轮为宜，其中粗磨时，采用36号、46号粒度，精磨用60号粒度。为了同时适用于粗磨和精磨，则采用46号或60号粒度。 **结合剂：**磨削不锈钢要求砂轮具有较高的强度，以便承受较大的冲击载荷。陶瓷结合剂耐热、抗腐蚀，用它制成的砂轮能很好地保持切削性能，不怕潮湿，且有多孔性，适合于制作磨削不锈钢砂轮的结合剂。磨削耐浓硝酸不锈钢等材料内孔时，可采用树脂结合剂制造砂轮。 **硬度：**应选用硬度较低的砂轮，以提高自锐性。一般选用G～N硬度的砂轮，其中以K～L使用最为普遍，使用微晶刚玉作磨料的内圆磨砂轮，则以J硬度为宜。 **组织：**为了避免磨削过程中砂轮堵塞，砂轮组织应选较疏松的，一般选用5号～8号较为合适。  **17 磨削不锈钢时怎样选择磨削用量？**  陶瓷结合剂砂轮的速度为30～35 m/s；树脂结合剂的砂轮速度为35～50 m/s。当发现表面烧伤时，应将砂轮速度降至16～20 m/s。  工件速度，当工件直径小于50 mm时，n=120～150 r/min；大于50 mm时，n=40～80 r/min。用砂轮外圆进行平面精磨时，工作台运动速度一般为15～20 m/min，粗磨时为5～50 m/min。磨削深度和横向进给量小时取大值，横向进给量大时取小值。粗磨深度为0.04～0.08 mm，精磨深度为0.01 mm。修整砂轮后应减小磨削深度。  外圆磨削时纵向进给量，粗磨时为(0.2～0.7)B mm/r，精磨时为(0.2～0.3)B mm/r；内圆磨削时纵向进给量，粗磨时为(0.4～0.7)B mm/r，精磨时为(0.25～0.4)B mm/r；砂轮外圆平面磨横向进给量，粗磨时(0.3～0.7)B mm/dst，精磨时为(0.05～0.1)B mm/dst。  **18 磨削不锈钢时应注意什么？**  应及时修整砂轮，粗磨时砂轮要修整粗一些，精磨时砂轮要始终保持锋利，以免过热烧伤。修整后的砂轮两侧转角处，不允许有毛刺存在。 低表面粗糙度磨削时，粗精磨应分别进行，精磨余量一般留0.05 mm为宜，工件装夹误差大时可留0.1 mm。 磨削过程中必须充分冷却，以带走大量的磨削热和进行冲刷，防止砂轮堵塞和工件表面烧伤。冷却液必须清洁，不能混入磨屑或砂粒，以免将工件拉毛。磨削不锈钢的冷却液，一般选用冷却性能较好的乳化液，或用含有极压添加剂且表面张力小的冷却液。流量为20～40 L/min，砂轮直径大时为80 L/min。 不锈钢磨削余量应取小一些，外圆磨削时，直径上的磨削余量为0.15～0.3 mm，精磨余量为0.05 mm。内圆磨削的余量与外圆磨削基本相同。平面磨削时，对面积小、刚性好的零件，单边留余量为0.15～0.2 mm，刚性差、面积大的零件，单边留磨削余量0.25～0.3 mm。  **19 加工不锈钢的实例有哪些？**  不锈钢的用途很广，切削加工的实例也很多，在这里仅举几个切削加工的实例，以供参考。  **车削：**工件材料为1Cr18Ni9Ti，工件尺寸为Ø900 mm×720 mm。原用YG8硬质合金车刀，刀具几何参数0=15°～18°，0=6°～8°，r=75°，s=-5°～-8°；切削用量为Vc=28 m/min，ap=0.3～0.5 mm，f=0.16mm/r，精车一刀需刃磨28次车刀，且工件表面接刀痕十分明显。后改用YG8N硬质合金车刀，除将切削速度提高到42.4m/min外，其他条件相同，精车一刀外圆，仅需磨刀5次，工件表面粗糙度Ra为3.2μm，接刀痕也不明显。 **车螺纹：**工件材料为1Cr18Ni9Ti，螺纹规格为M20×2.5。原用YG8硬质合金，Vc=10 m/min，f=2.5 mm/r，ap=0.3～0.4 mm，刀具刃磨一次加工不了一件。改用813硬质合金，在Vc=36 m/min的条件下，可加工两件以上，效率和刀具耐用度可提高两倍以上。 **铣削：**工件材料为Cr17Ni2，铣削平面，切削用量为Vc=90～100 m/min，ap=3～4 mm，af=0.15 mm/z。刀具为可转位端铣刀，刀具材料为YW4，刀具几何参数为0=5°，0=8°，r=75°，s=5°。刀具耐用度为41 min。 **镗孔：**工件材料为1Cr18Ni9Ti，刀具材料原用YG6和YG10H硬质合金，刀具几何参数为0=20°，0=8°，r=75°，s=-3°。切削用量为Vc=20 m/min，ap=3 mm，f=0.32mm/r。在相同的条件下，YG6的刀具耐用度为15 min，且不断屑而粘刀，YG10H的刀具耐用度为60 min，而且切削质量良好。 |