



冠簧/crown band spring(端子)设计

1, 设计概念

冠簧是最常用的连接器端子之一. 冠簧批量大时成本低, 适合做成标准件. 冠簧具有接触点多, (设计合理时) 接触稳定可靠特点. 另外冠簧结构简单, 适合设计成各种尺寸大小, 在很多类型的连接器和应用场合均能看到它的身影.

正如别的连接器簧片/端子设计一样, 冠簧的设计有它的特点和要求. 连接器的作用是, 提供一种可分离的电信号或电能量传输的界面, 类似于开关功能, 故电接触的稳定性/可靠性是冠簧最基本/根本要求.

电连接是否可靠/会失效取决于两方面的原因:

- 失效机理是否被激发(being active)
- 性能退化(degradation)是否超出可接受范围-设计安全系数/裕度.

而失效机理是否被激发决定于三大因素:

1, 应用环境:

- 机械环境---振动, 微振动, 冲击
- 热环境---温度高低, 温度变化周期和变化速度;
- 化学环境---湿度, 腐蚀性颗粒/气体: Cl₂, H₂S, SO₂, NO₂...

2, 应用要求

- 机械性能要求---插拔力, 插拔寿命
- 电气性能要求---电流, 电压

3, 设计/工艺

正向力大小, 端子材质; 镀层种类, 镀层硬度/纯度/厚度/光亮度/致密度; 润滑剂(封孔剂)成分, 性能, 厚度; 界面表面粗糙度, 界面几何形状, 拭擦距离...

应用环境和应用要求往往无法改变, 故电连接可靠性在于, 根据应用环境和应用要求, ---合理设计/适当选择/严格控制---与设计/工艺相关的尺寸, 参数, 规格: A, 端子方面: 正向力大小: 初始状态, 临终状态/端子材质: 硬度, 粗糙度, 导电率 B, 电镀方面: 镀层种类, 镀层硬度/纯度/厚度/光亮度/致密度; C, 覆涂/涂层方面: 润滑剂(封孔剂)成分, 性能, 厚度; D, 界面表面粗糙度, 界面几何形状, 拭擦距离...

由于篇幅限制, 本规范仅谈谈冠簧结构的设计, 别的方面(电镀, 涂层, 界面形状)的设计见相关设计内容.

正向力设计是连接器端子结构设计重要的环节, 正向力需满足以下4方面的要求: 1, 电接触稳定性/可靠性; 2, 应用电流的要求; 3, 插拔寿命要求; 4, 人体工程学要求.

人体工程学要求主要指连接器的插拔力要适合应用人员的操作, 过大的插拔力不利于连接器对的插入及分离. 一般来讲簧片/端子插拔力是连接器的插拔力的主要组成部分. 簧片/端子插拔力主要来源于两方面, 一方面是正向力与摩擦系数的组合(摩擦力=正向力*摩擦系数), 另一方面是公母端子偏离理想位置(实际产品的公母端子基本不会处于理想位置, 偏离的程度取决于公母端子位置度的管控)



冠簧的正向力（材料不屈服/yielding的情况下）决定于以下两方面因素：1, 材料的杨氏模量；2, 端子的形状结构(a, 端子的壁厚---板材厚度；b, 端子的宽度---冲孔后栅格的宽度；c, 端子的臂长---冲孔后栅格的长度/高度 d, 端子的弧高---栅格整形, 卷圆, 装入外套后弹高；e, 公针的外径；f, 公母针的偏心量)。

但是正向力并不是一成不变。任何金属都有应力松弛(stress relaxation)的现象，应力松弛的大小受以下因素影响：材料的规格（牌号，质别/temper），工作温度，工作时长。不同材料抗应力松弛的能力是不一样的，如铍铜抗应力松弛的能力远高于黄铜。

冠簧的摩擦系数主要取决于表层材质/镀层，但表面粗糙度，底层电镀材质，极端的正向力(极大, 极小)也会影响摩擦系数。涂覆能明显改变摩擦系数的大小，故涂覆是调整连接器插拔力的重要手段。

冠簧位置度也是通过摩擦力=正向力*摩擦系数的方式影响插拔力。当栅格偏离理想位置时，正向力方向与插拔方向（劈槽收口端子轴向）不垂直，或者说插入方向与摩擦力方向不平行，插入力在非插入方向产生分力，做无用功。插入力变大。偏离角度主要决定于公母端子的定位精度和口部的形状---导向角度及过度圆弧，偏离角度越大，非插入方向分力越大，插入力也越大，冠簧失稳，塌陷，折叠，从外壳跳脱的风险增加。另外公母端子偏离理想位置时，冠簧一侧的栅格变形大另一侧栅格变形小，需防止变形较大的栅格产生（过大）塑性变形而变形较小的栅格正向力过小以致接触不良或载流能力过小。

正向力要满足插拔寿命的要求。保证插拔寿命的要求之一是在产品寿命临终时端子的镀层还有一定的厚度，否则丧失了镀层后产品的可靠性就无法保证-除非产品最初设计没有电镀的必要。连接器镀层的磨损有不同的磨损类型，每种磨损类型的差异很大，磨损的速度也区别很大---往往是数量级的差异！正向力是决定磨损类型的最重要参数之一。故插拔寿命影响，限制正向力的大小范围。此外涂覆对磨损影响巨大，涂覆是磨损的决定性因素，故涂覆明显影响正向力的选择。

正向力也是电接触稳定性/可靠性的决定性因素之一。从电接触的角度看不同的镀层规格(镀种，纯度，硬度，致密性，厚度)对正向力大小的要求是不一样的，贵金属镀层比非贵金属镀层允许更小的正向力。

而在大电流应用环境下，对正向力有额外的要求。大电流通过公母端子配合界面时要求接触电阻足够小，否则接触电阻产生的焦耳热会使接触界面局部产生高温(supertemperature)致使镀层软化甚至融化，接触不再可靠。足够小的接触电阻对正向力有相当的要求。正向力的设计不仅要考虑公母端子在理想位置时的情形，更要分析公母端子不同轴的状况，这时端子一侧的正向力较大另一侧正向力较小，要保证两侧正向力能够满足相关要求。或者说公母端子允许的不同轴/偏心程度是由以上所提的4方面要求决定的。

此外正向力的设计也会受到冲压工艺的局限，比如孔位，筋位的宽度局限，卷圆工艺限制。

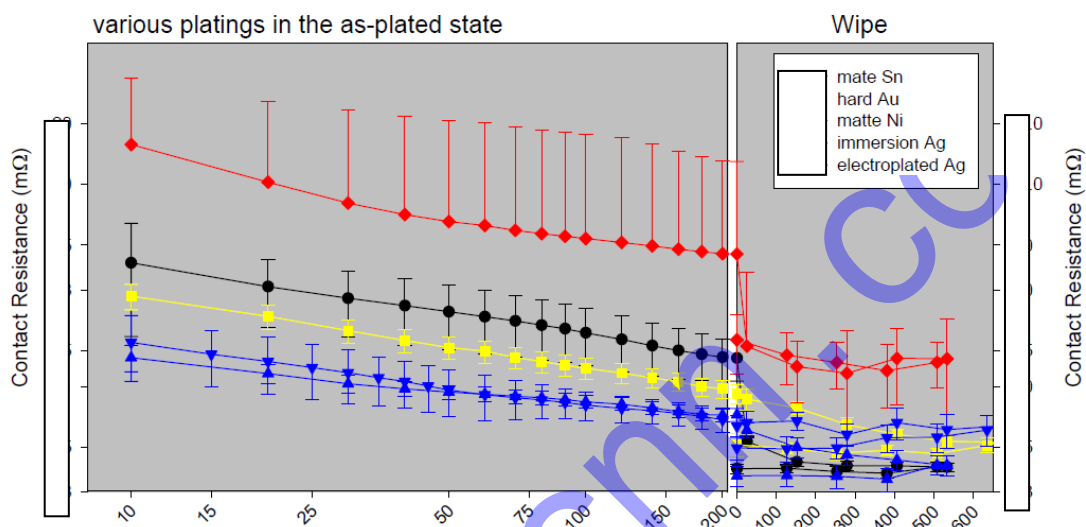
这里谈到的正向力的要求不仅应用于产品的初始状态也要保证产品在临终状态也有适当的正向力。正向力的丧失主要通过以下3种方式：应力松弛；塑性变形；疲劳。上面提到应力松弛的影响因素，塑性变形及疲劳的特点见相关设计规范。

总之，设计冠簧要根据应用环境，应用要求，合理设计结构，选择合适的材

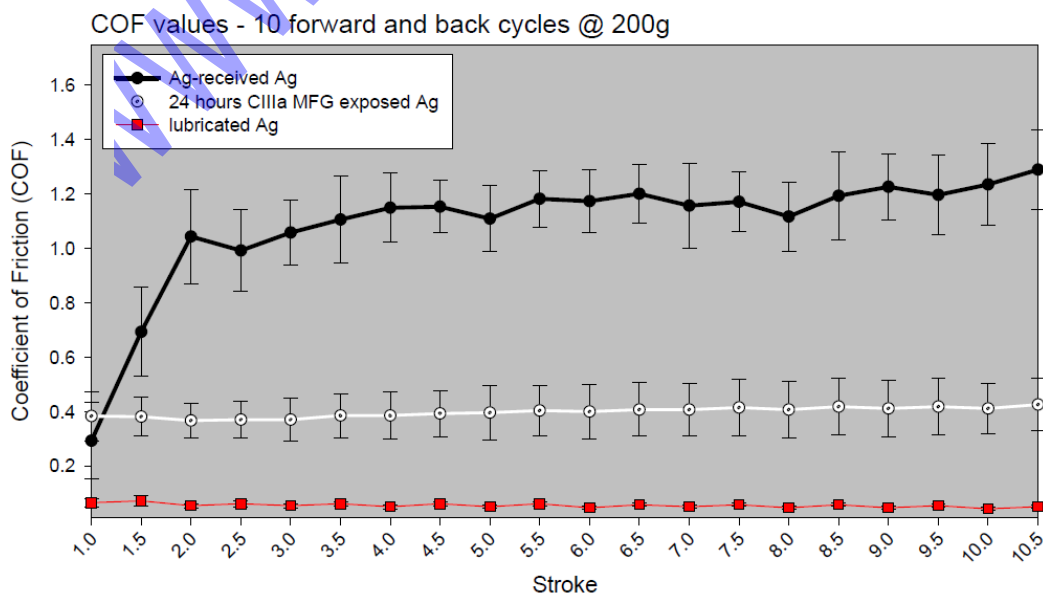


料和镀层。

接触电阻/正向力/镀层/拭擦距离(wiping)的曲线图

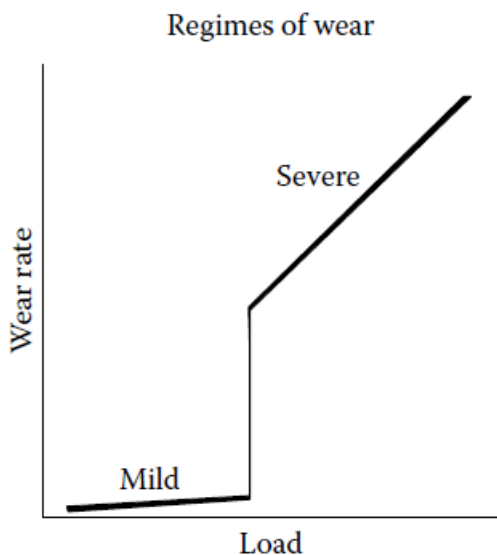


涂覆对摩擦系数的影响





正向力决定磨损类型



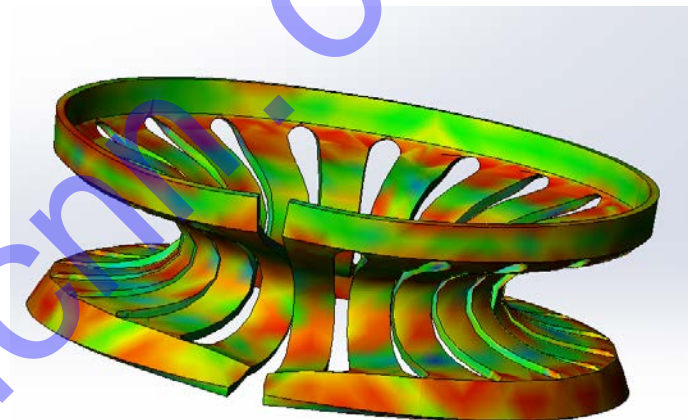
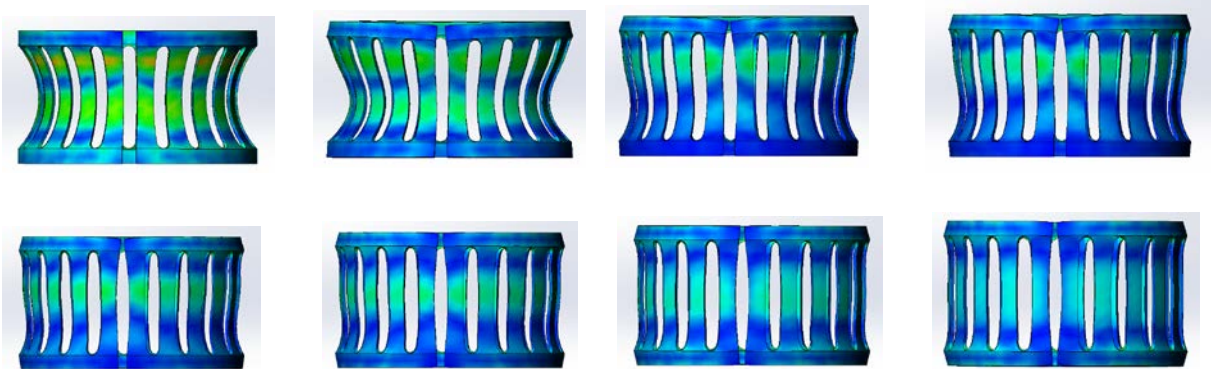
各种镀层的摩擦系数

Table 3.2 Finish, Hardness, Ductility, and Coefficient of Friction for Contact Finishes

Finish	Hardness (Knoop)	Ductility (%)	Coefficient of Friction	
			Range	Nominal
Gold				
pure	<90	7-10	0.5->1	0.7
cobalt	130-200	<1	0.2-0.5	0.3
Palladium	200-300	1+	0.3-0.5	0.3
Gold-flashed palladium or palladium-nickel	200-300	1+	0.3-0.5	0.4
Silver	80-120	12-19	0.5-0.8	0.6
Tin				
matte	9-12	20	0.6-1.0	0.8
bright	15-20	3	0.4-0.6	0.5
93-7	9-12	17	0.5-0.8	0.6
hot-dip			0.2-0.8	
Nickel	140-400	5	0.5-0.7	0.6



冠簧插合过程的变形和应力分布



冠簧插合过程的失稳，塌陷，折叠，跳脱

冠簧若是设计不当或管控不到位会在与公针插合过程中出现失稳，塌陷，折叠，从外壳跳脱等现象。冠簧在应用中这些潜在的不良主要来源于三方面的因素：a, 外壳与冠簧带的配合/外壳对冠簧带限制；b, 冠簧带的稳定性；c, 插针与冠簧带的配合/插针对冠簧带的作用。

外壳对冠簧带限制的效果主要决定于以下参数：a, 外壳卡位台阶的高度(冠簧带与插针配合时会产生变形, 高度产生变化), b, 外壳卡位台阶根部形态, c, 外壳卡位台阶棱边及冠簧带两端棱边形态, d, 环槽高度(是否合适), e, 冠簧带外形与环槽形状的配合度/兼容度——由于制造误差/公差的存在, 冠簧带与环槽实际上无法完全吻合, 大部分是局部接触, 要尽量使冠簧带与环槽接触部位均匀圆周分布, 故装入外壳前的冠簧带形状有一定讲究。结构上装入外壳后的冠簧带在合缝处是弱, 尽量减小合缝大小——由于结构限制合缝无法减到很小。

冠簧带的稳定性是指冠簧带抗轴向变形的能力, 或者说在轴向的刚度, 主要决定于冠簧带的形状, 栅格截面尺寸, 材料性能。从插针与冠簧的插合过程的有限元分析/仿真看, 冠簧带稳定性最弱的部位是合缝处, 在冠簧带设计上应相应补强。影响插针对冠簧带的作用的因素有: 冠簧与插针不同轴程度, 插针轴与冠簧轴的



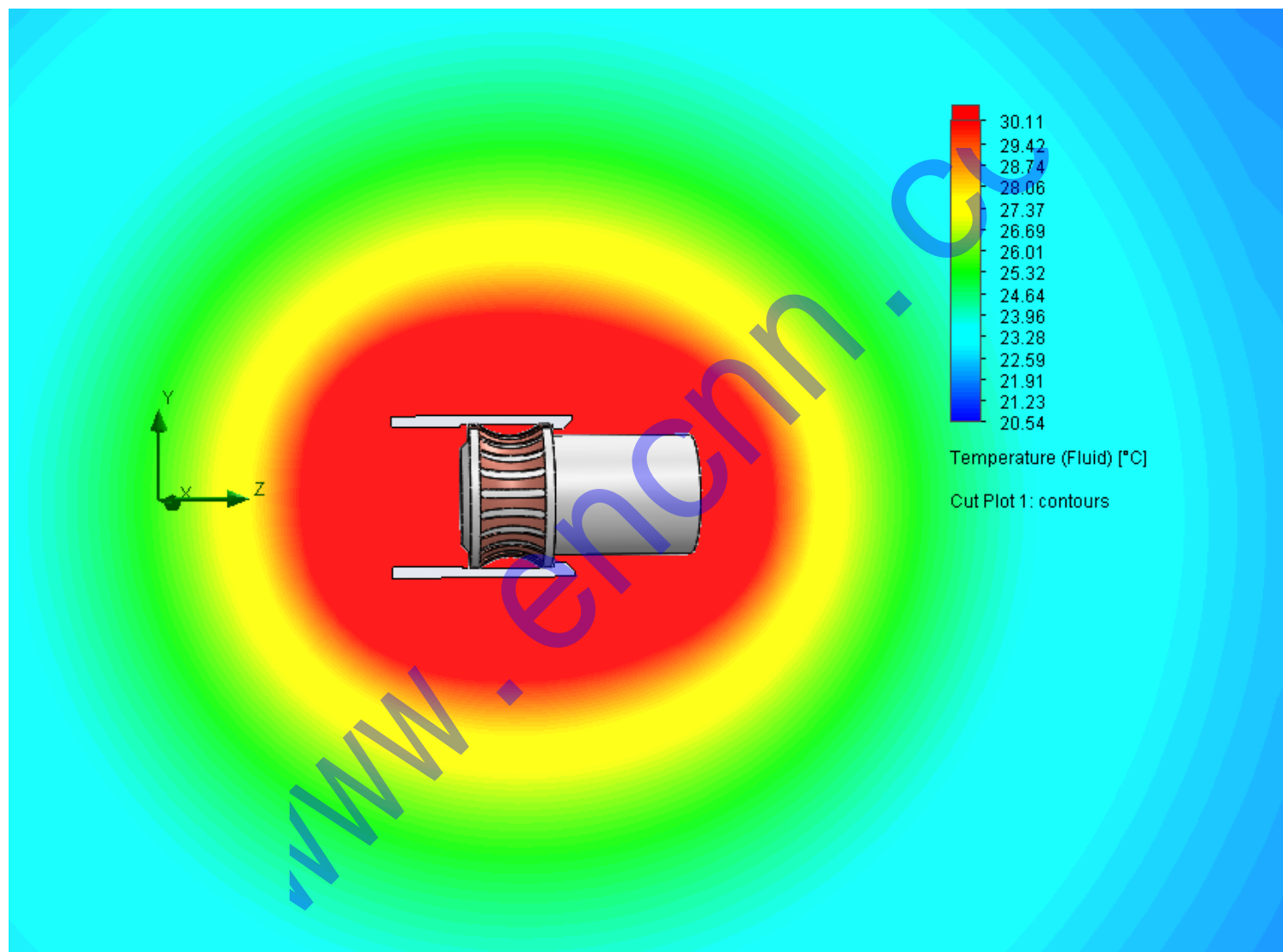
英康(Encnn)连接器有限公司

- 连接器培训大师/连接器专家顾问 — Encnn enables connection!

相对角度，插针外径，插针头部的形状（导向角和过度圆弧），冠簧内径，冠簧口部的形状（导向角和过度圆弧），插针和冠簧的摩擦系数。

从以上分析可见，影响冠簧潜在失效的因素很多，设计时对冠簧做应力分析，特别是极端情况/极限尺寸的应力分析对减低冠簧的失效风险大有帮助。

冠簧温升/载流能力分析(仿真)





Fluid Flow Simulation Report

1.5.1.2 Analysis Mesh

Total Cell count: 67487
 Fluid Cells: 65524
 Solid Cells: 1963
 Partial Cells: 1272
 Trimmed Cells: 0

1.5.1.3 Additional Physical Calculation Options

Heat Transfer Analysis: Heat conduction in solids: On Heat conduction in solids only: Off
 Flow Type: Laminar and turbulent
 Time-Dependent Analysis: Off
 Gravity: Off
 Radiation: Off
 Humidity: Off
 Default Wall Roughness: 0 micrometer

1.5.2 Material Settings

Material Settings

Fluids

Air

Solids 设计案例

Copper

Brass

Bronze (Manganese)

1.5.3 Initial Conditions

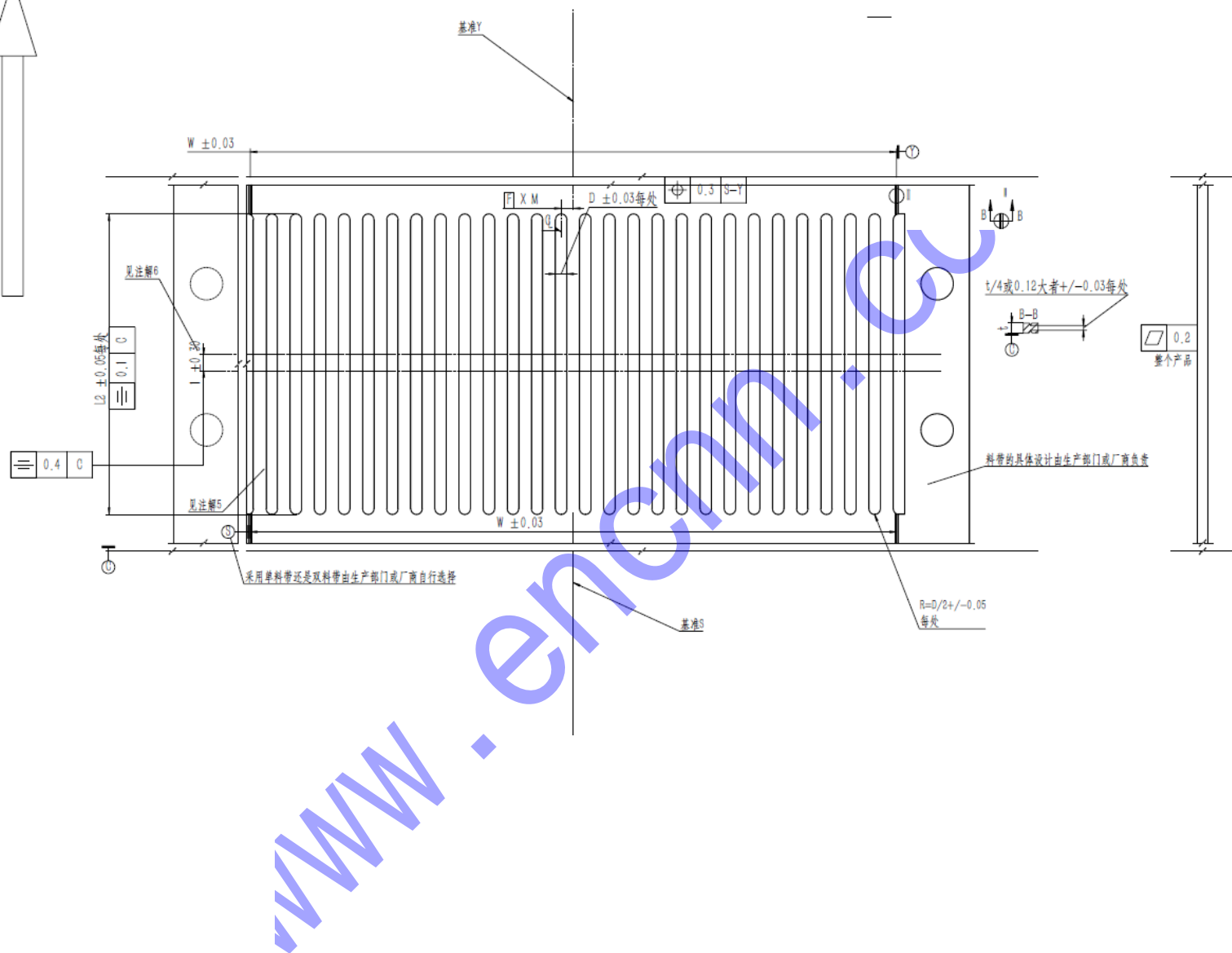
Ambient Conditions

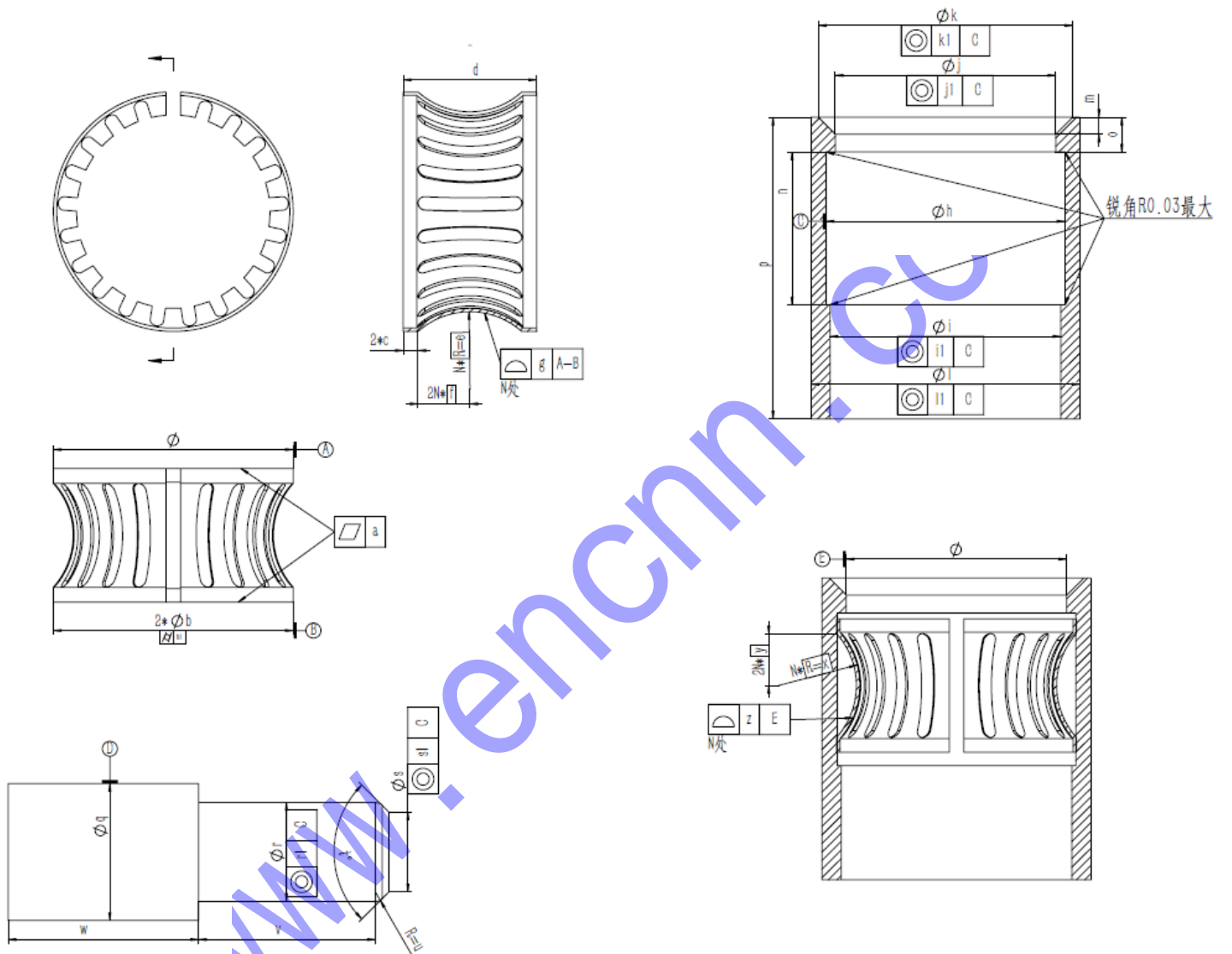
Thermodynamic parameters	Static Pressure: 0.101325 MPa Temperature: 20.05 °C
Velocity parameters	Velocity vector Velocity in X direction: 0 mm/s Velocity in Y direction: 0 mm/s Velocity in Z direction: 0 mm/s
Solid parameters	Default material: Copper Initial solid temperature: 20.05 °C
Turbulence parameters	

设计案例



板材的轧制方向







英康(Encnn)连接器有限公司

- 连接器培训大师/连接器专家顾问 — Encnn enables connection!

www.encnn.com