

boway

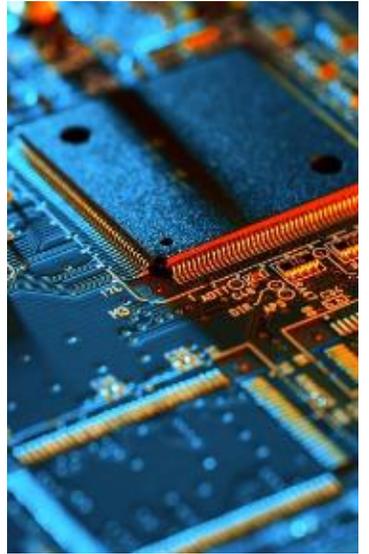
铜合金在高速连接器中的应用

■ 博威合金 杨泰胜

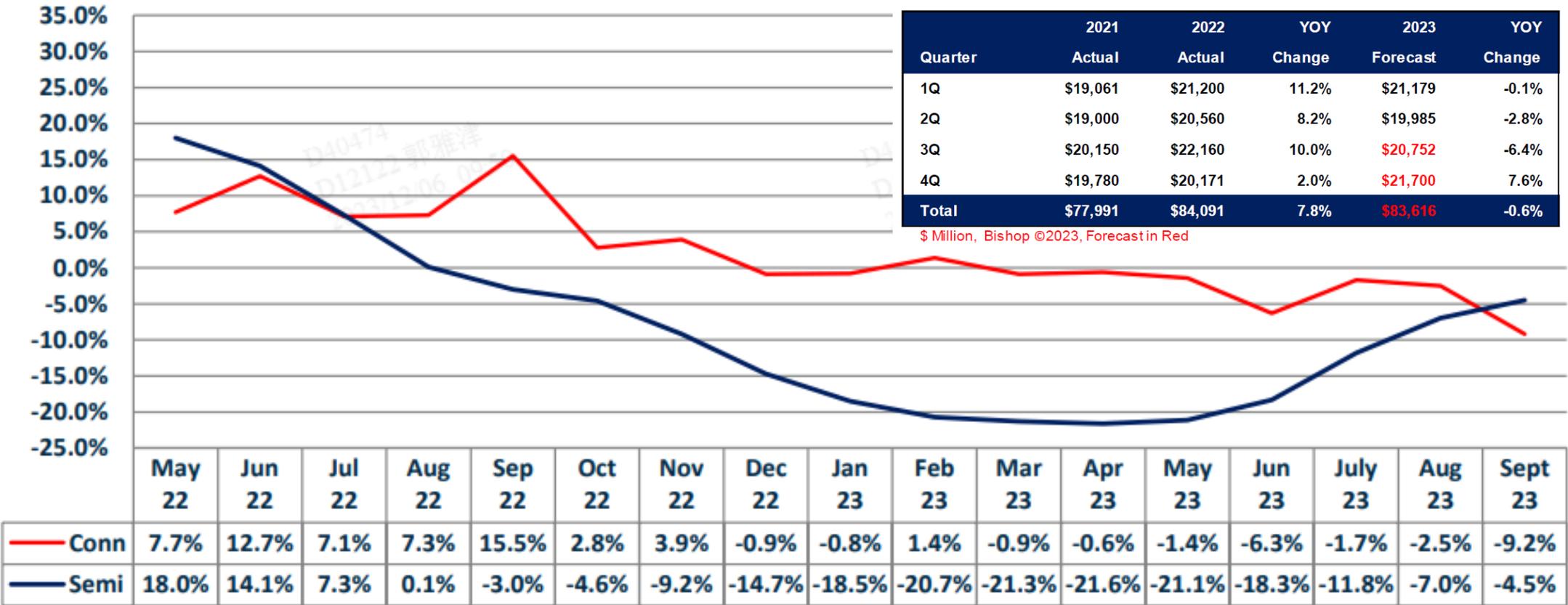


目录

- 连接器市场规模及发展趋势
- 高速连接器选材要求
- 高性能铜合金解决方案
- 博威合金概况



连接器市场规模



	2021	2022	YOY	2023	YOY
Quarter	Actual	Actual	Change	Forecast	Change
1Q	\$19,061	\$21,200	11.2%	\$21,179	-0.1%
2Q	\$19,000	\$20,560	8.2%	\$19,985	-2.8%
3Q	\$20,150	\$22,160	10.0%	\$20,752	-6.4%
4Q	\$19,780	\$20,171	2.0%	\$21,700	7.6%
Total	\$77,991	\$84,091	7.8%	\$83,616	-0.6%

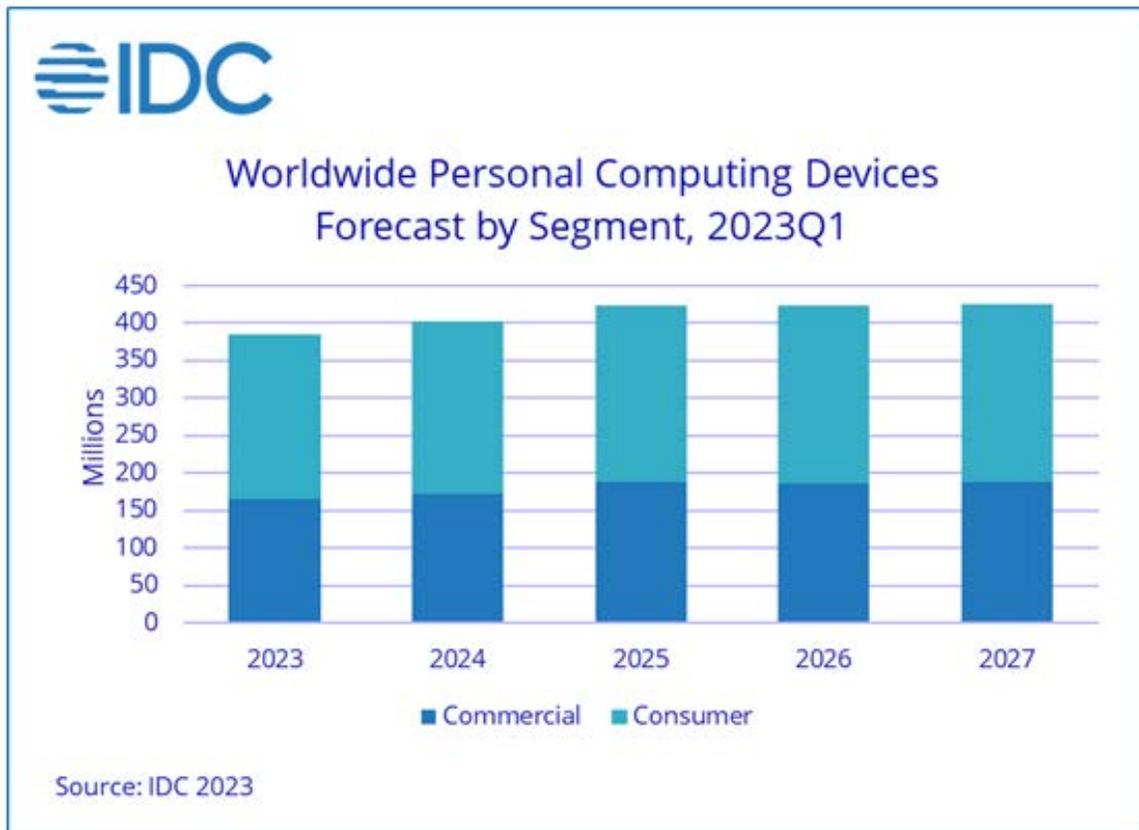
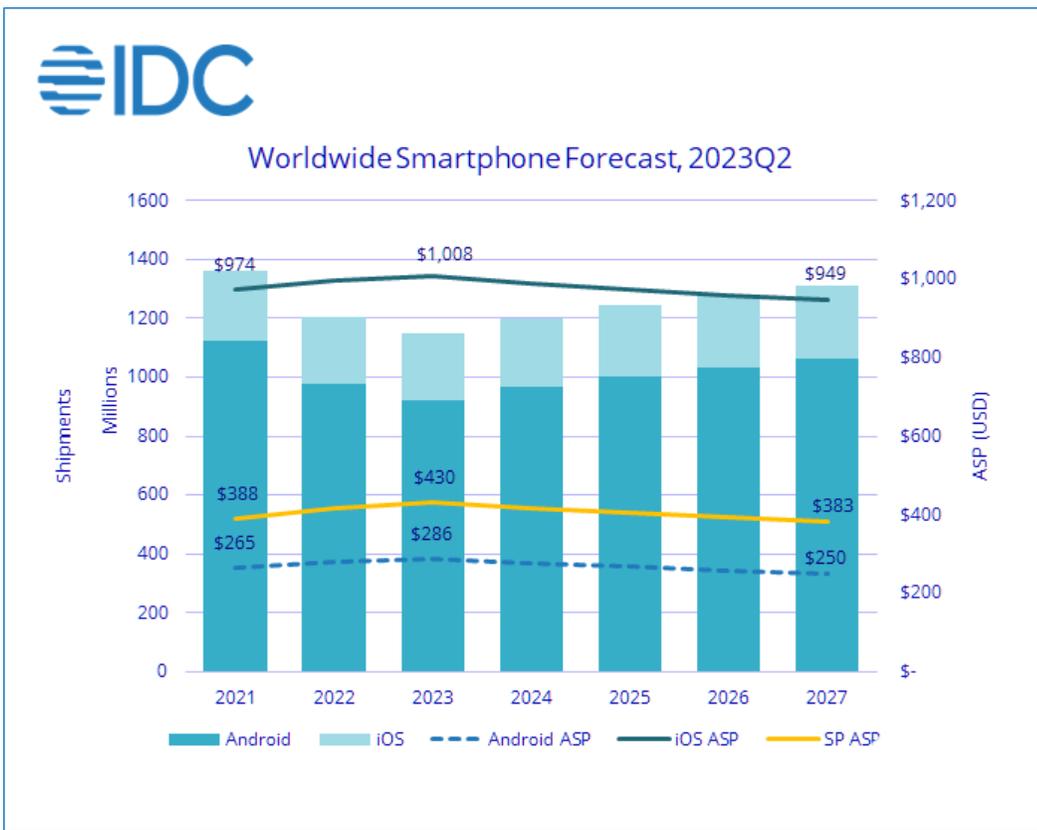
\$ Million, Bishop ©2023, Forecast in Red

Monthly Sales Performance YoY

根据Bishop&Associate的统计，2022年全球连接器市场规模达841亿美元，预计2023年全球连接器市场规模为836亿美元，较去年同期下降0.6%。

连接器市场规模

■ 智能终端设备出货量 “触底反弹”

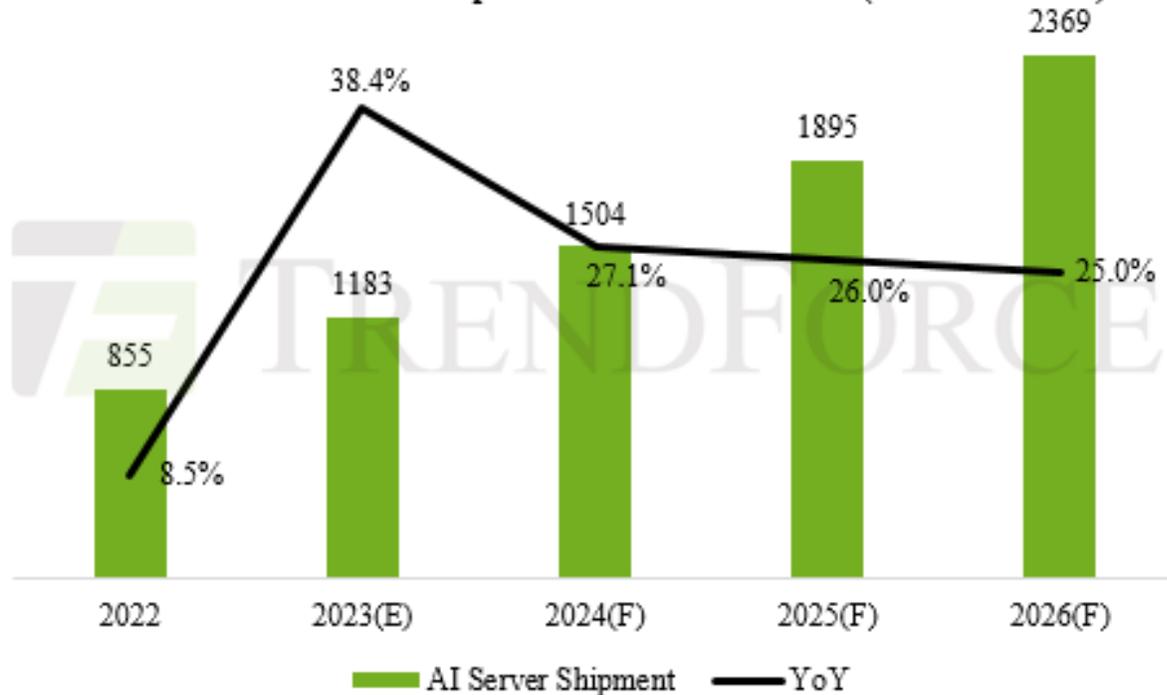


IDC预计2023年全球智能手机出货量为11.5亿部，同比下跌4.7%，创十年来新低；预计2023年全球PC和平板电脑出货量将达到3.848亿台，比去年下降15.2%。2024年智能终端设备出货量将触底反弹，将带动消费类连接器销量回升。

连接器市场规模

■ 算力需求提升带动AI服务器销量

Estimated Global AI Server Shipments from 2022 to 2026 (Unit: 1000 units)



*Note: Estimates are based on AI servers equipped with accelerators such as GPUs, FPGAs, and ASICs, which are used for AI training and inference.

Source: TrendForce, May, 2023

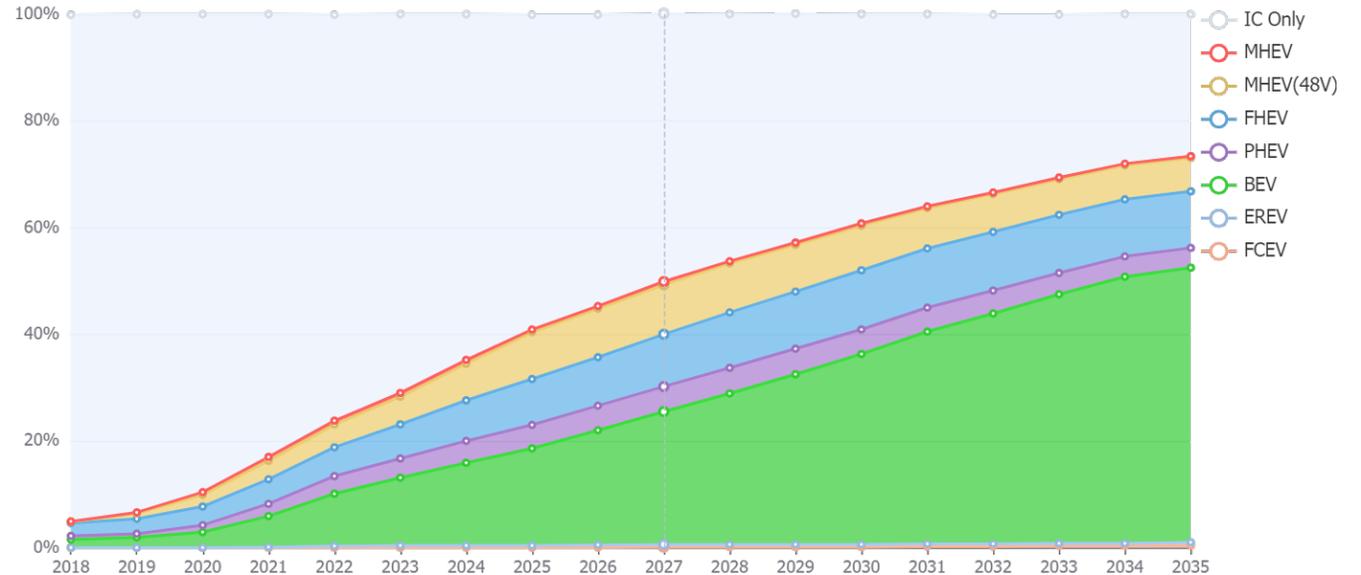
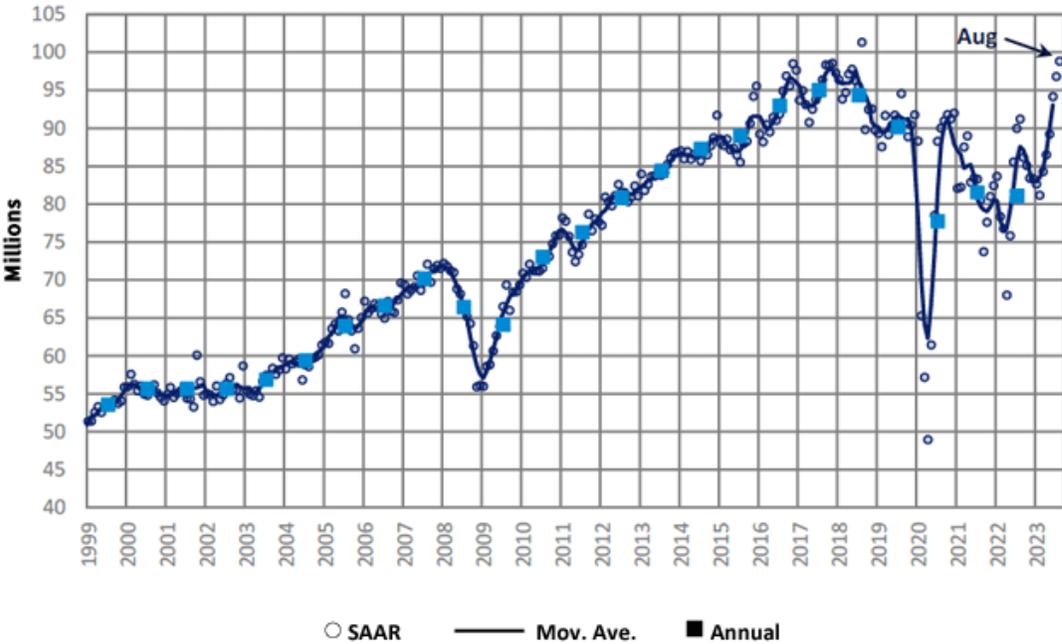
TrendForce预测，2023年全球服务器整机出货量1,383.5万台，同比减少2.85%。

受AI大模型发展热潮影响，市场算力需求大增，AI服务器的市场规模不断增大，预计2023年全球AI服务器出货量为118.3万台，预计2026年全球AI服务器出货量将达236.9万台。

连接器市场规模

■ 新能源汽车渗透率提升将带动汽车连接器销量

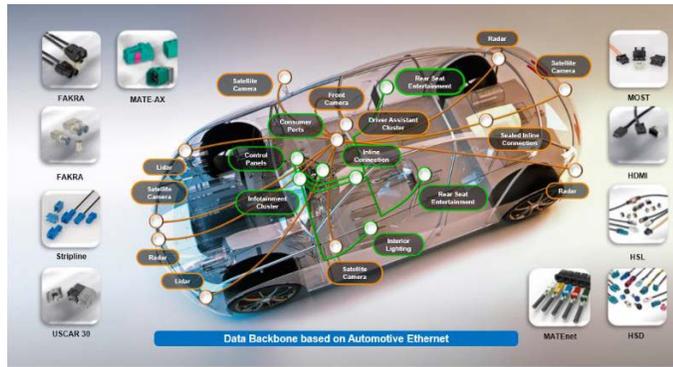
Global Light Vehicle Sales



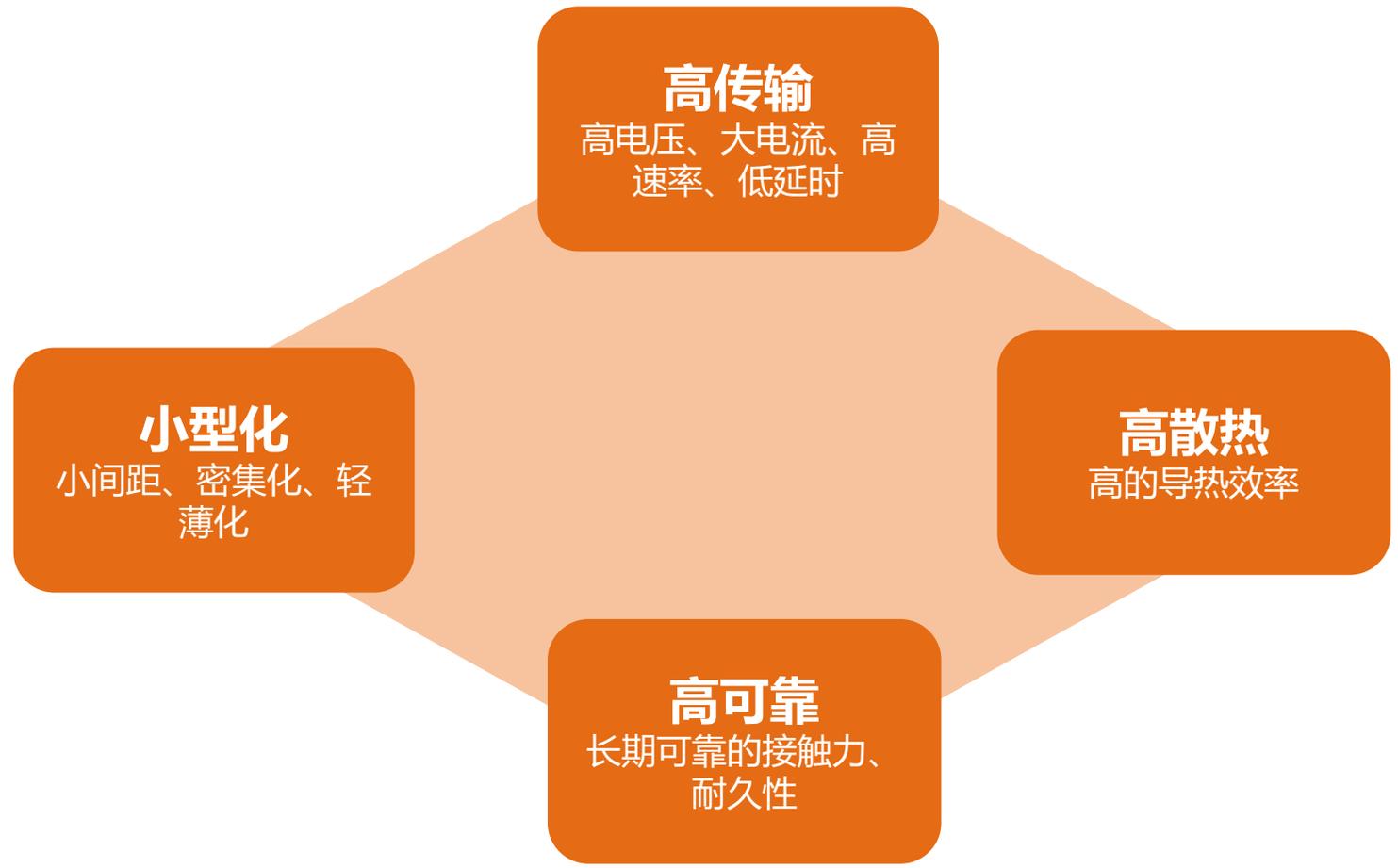
数据来源: GlobalData

2023年1-8月的全球轻型车累计销量也较2022年同期增长10.3%，销量达5,700万辆。

连接器发展趋势

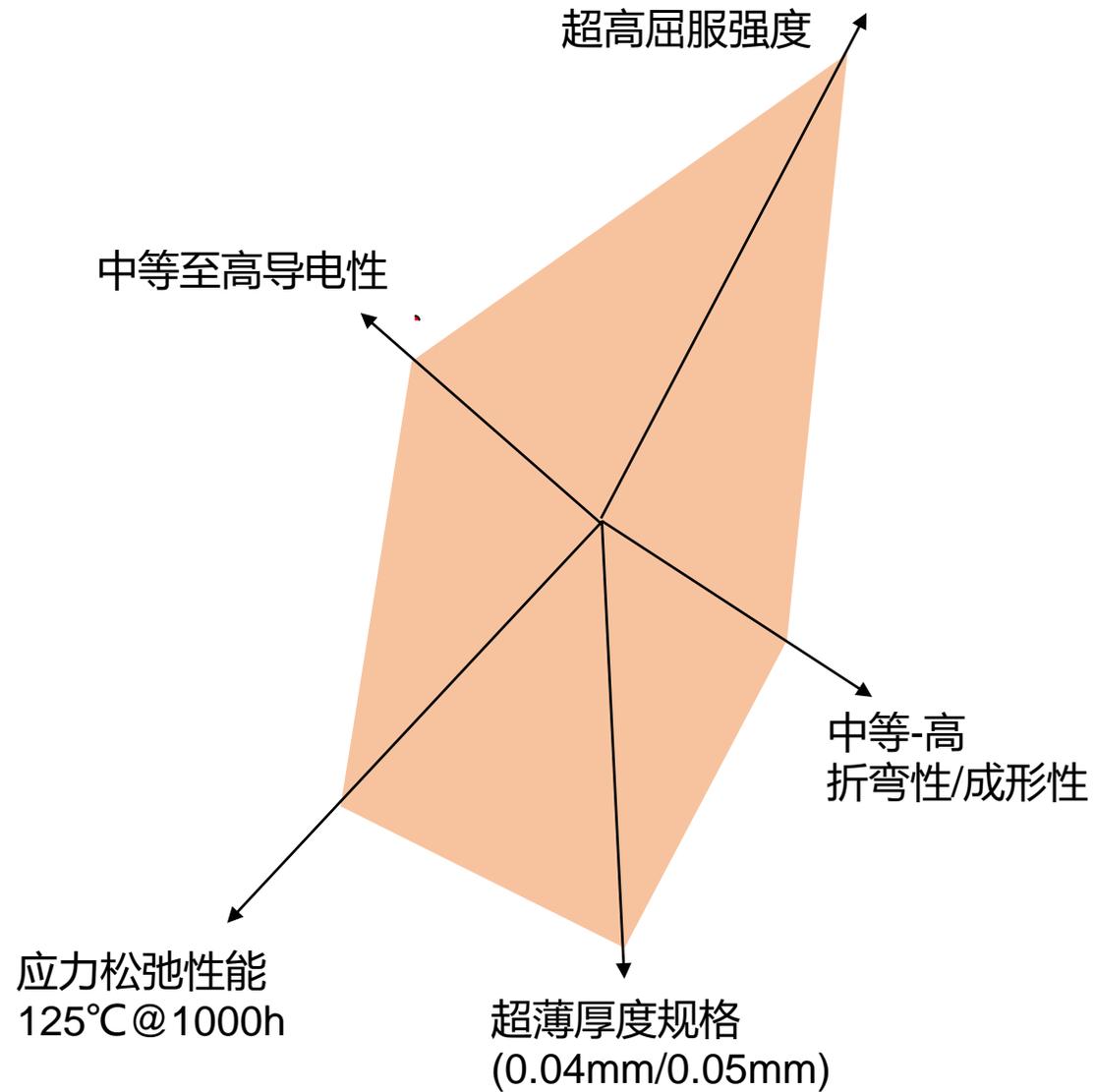
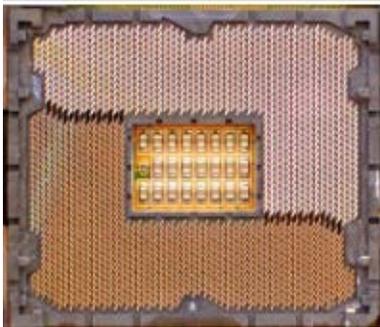


■ 电连接及散热模块



连接器发展趋势

CPU Sockets连接器

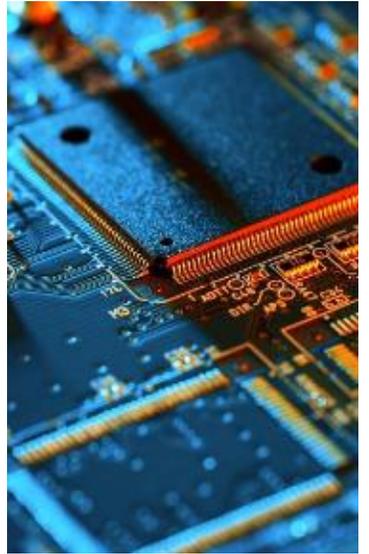


趋势:

- a. 高的pin数量;
- b. 超薄厚度规格;
- c. 超高的屈服强度。

目录

- 连接器市场规模及发展趋势
- 高速连接器选材要求
- 高性能铜合金解决方案
- 博威合金概况

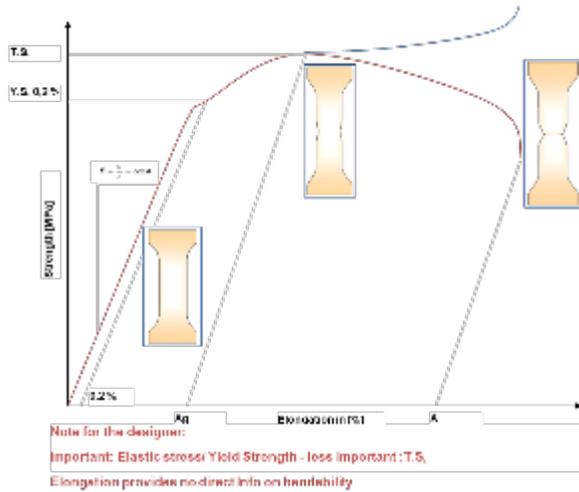


高速连接器选材要求-四个维度

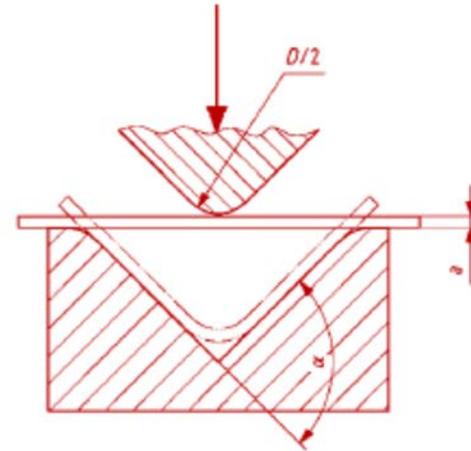


高速连接器选材要求-四个维度

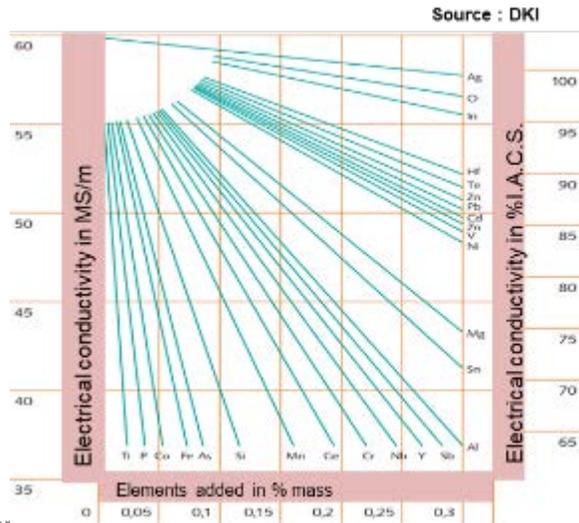
➤ 强度



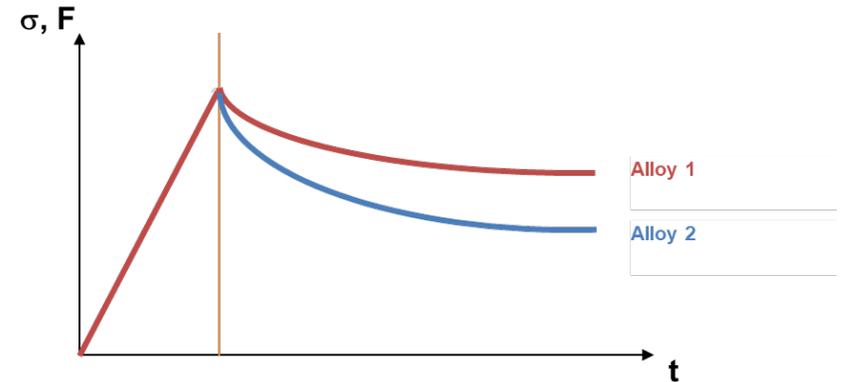
➤ 折弯



➤ 导电

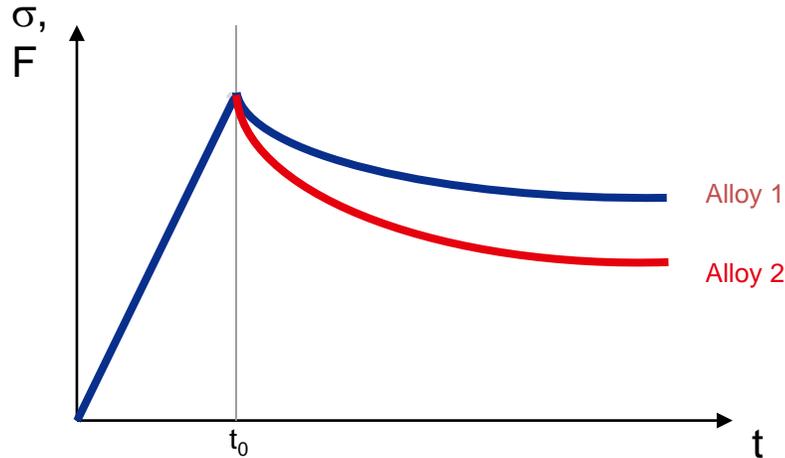


➤ 应力松弛



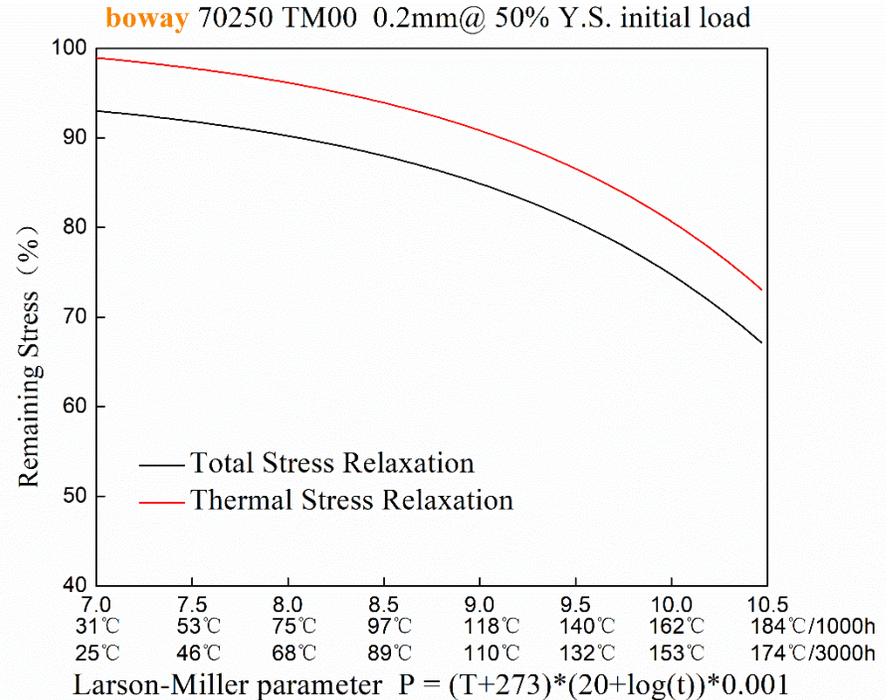
抗热应力松弛性能

应力松弛：永久和恒定位移产生永久应力（材料）/力（端子）的减小
 → 应力（材料）/力（连接器端子）下降与温度和时间有关



- 应用温度范围:
- 40 - 200°C,
- 时间:
- 连接器长达 8000 h
- 继电器长达100.000 h!

- 优异的抗热应力松弛性能，保证连接器耐受高温环境；
- 延长服役时间，保证长期的的可靠性、耐久性。



P = 拉森米勒指数

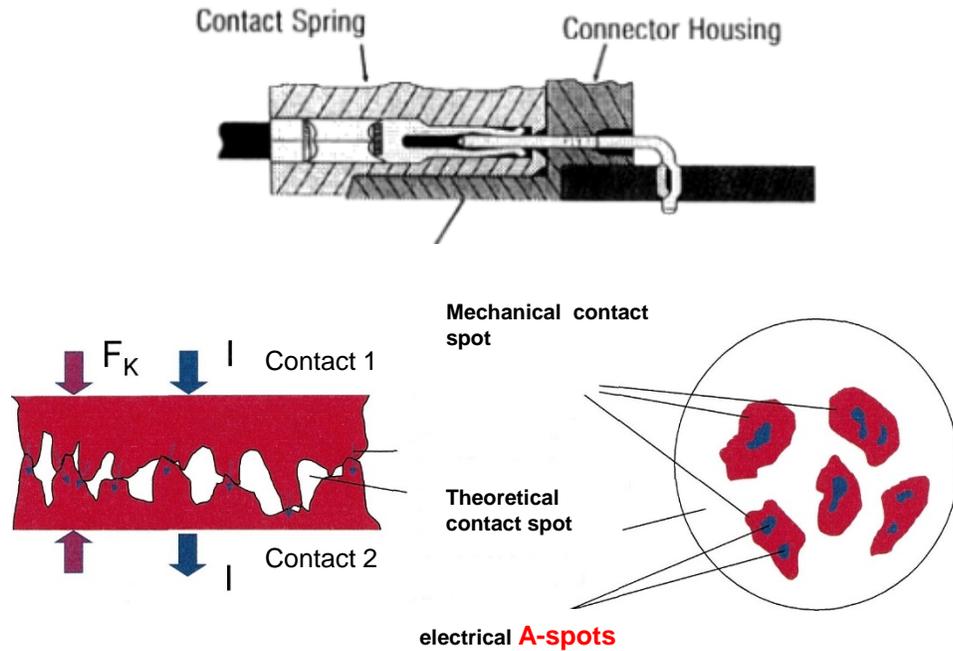
t: 时间, 以小时为单位
 T: 温度, °C

如: P = 9 等效于 118 °C 下保温 1,000小时

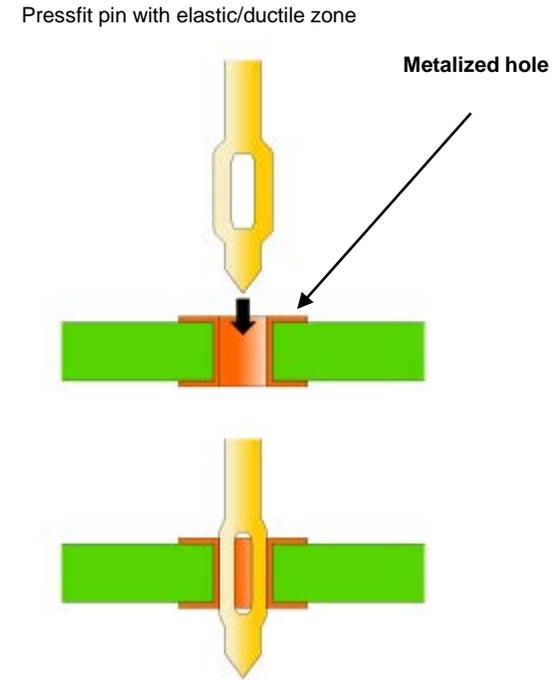
高速化、低损耗

■ 良好的电接触表面

- 超光滑的表面粗糙度，降低高频高速信号损耗；
- 增大有效的接触，保证电接触的可靠性。



Source: Dr. Kazier,
Steckverbinderkongress
Würzburg 2018

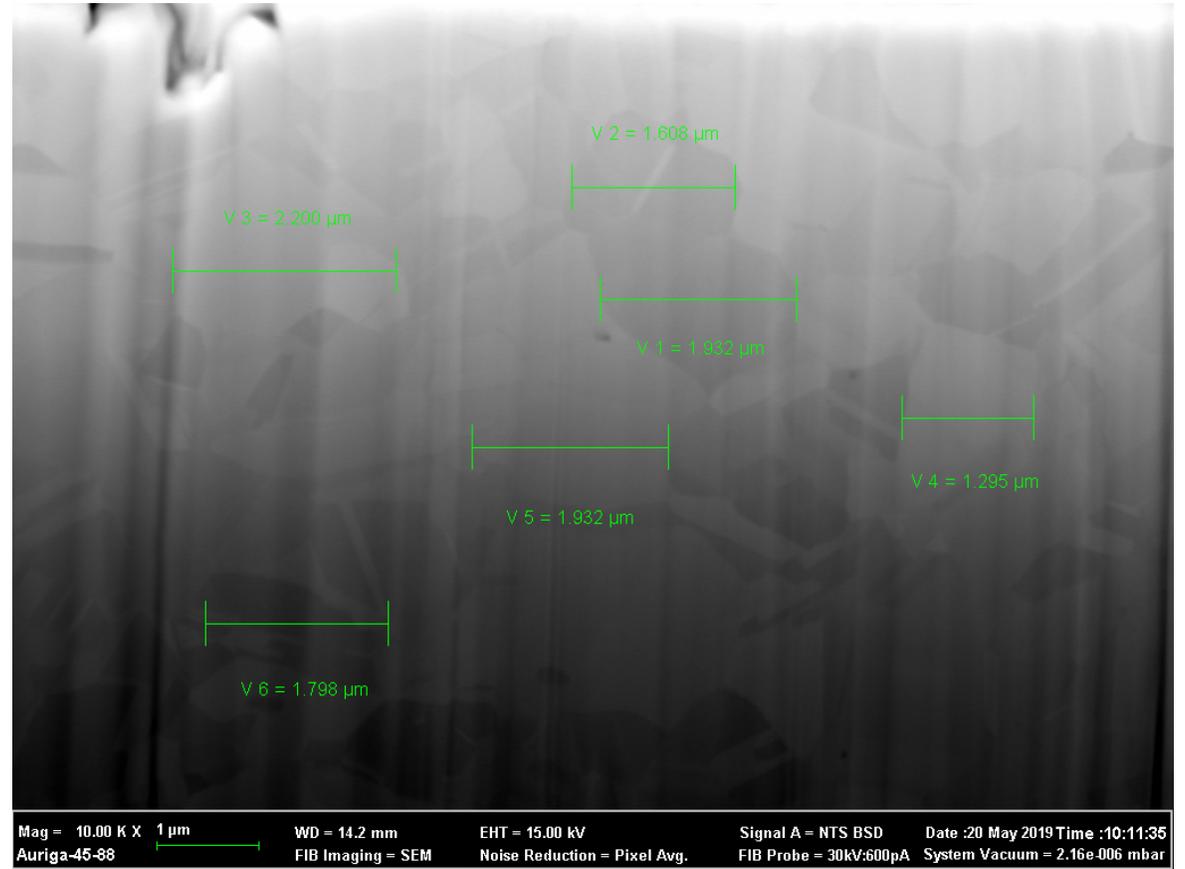
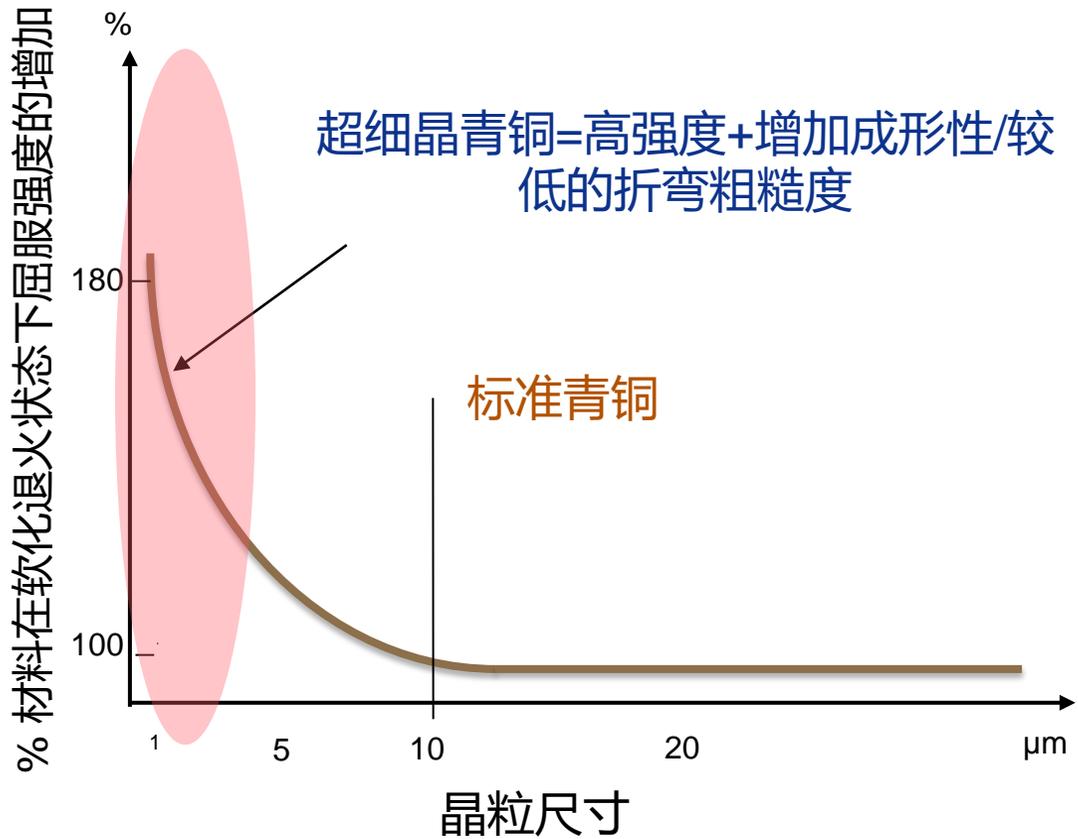


裁切面接触，采用细晶粒的铜合金材料。

高速化、低损耗

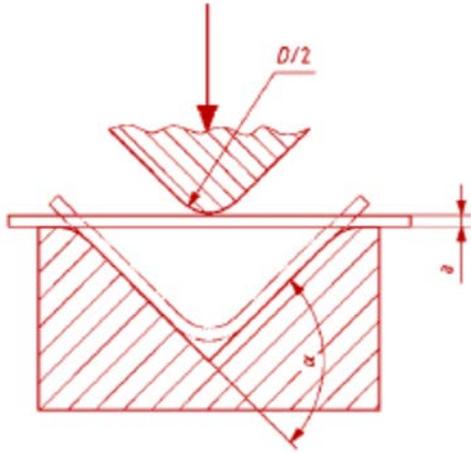
■ 细晶强化

Hall-Petch公式: $\sigma_y = \sigma_0 + \frac{k_y}{\sqrt{d}}$

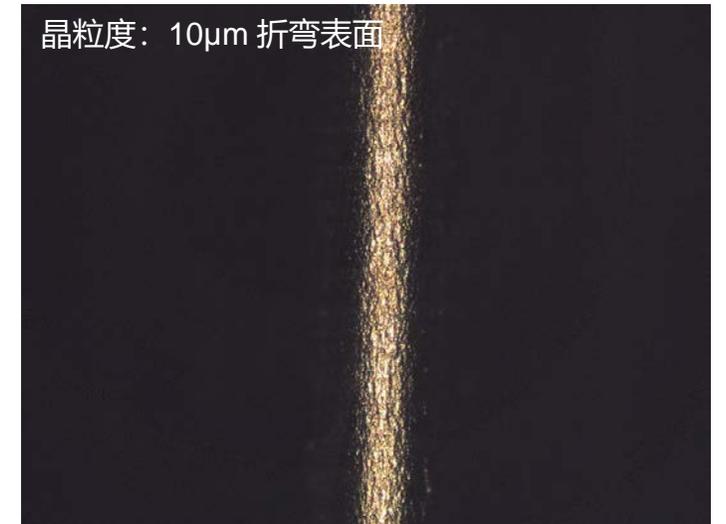
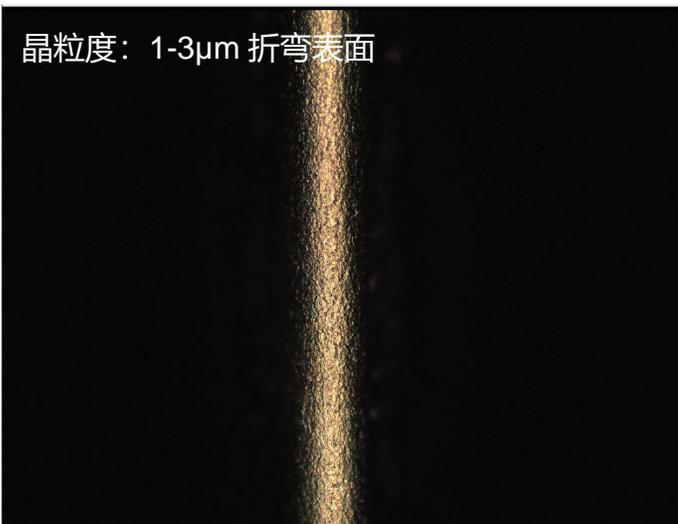
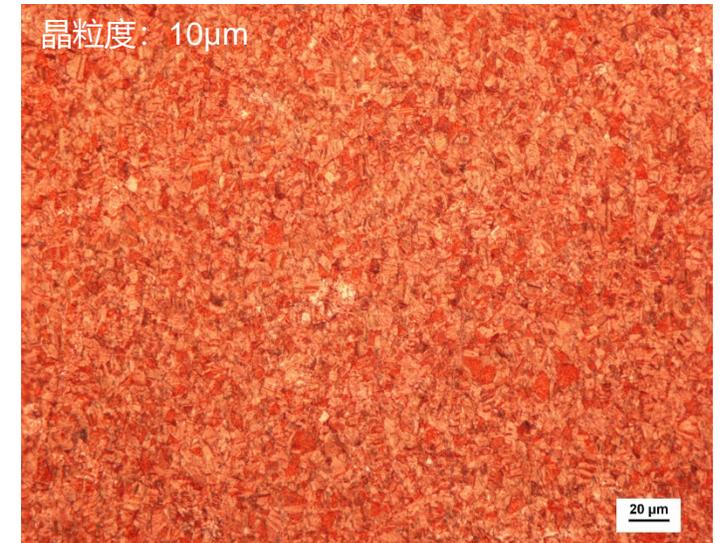
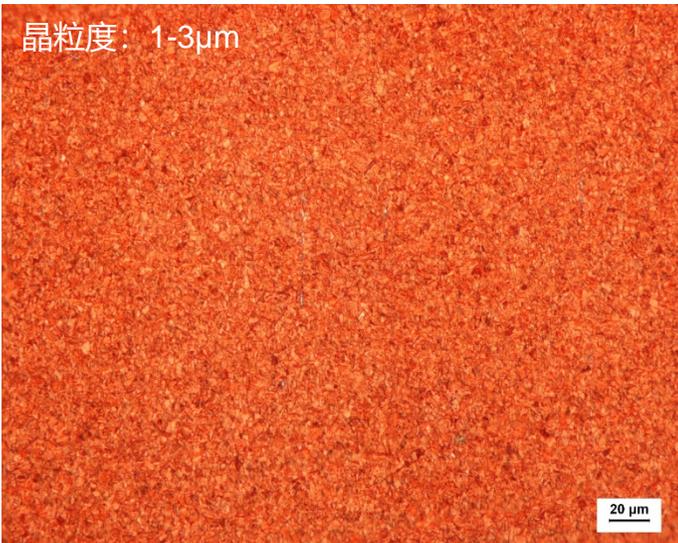


高速化、低损耗

- 锡磷青铜C51900

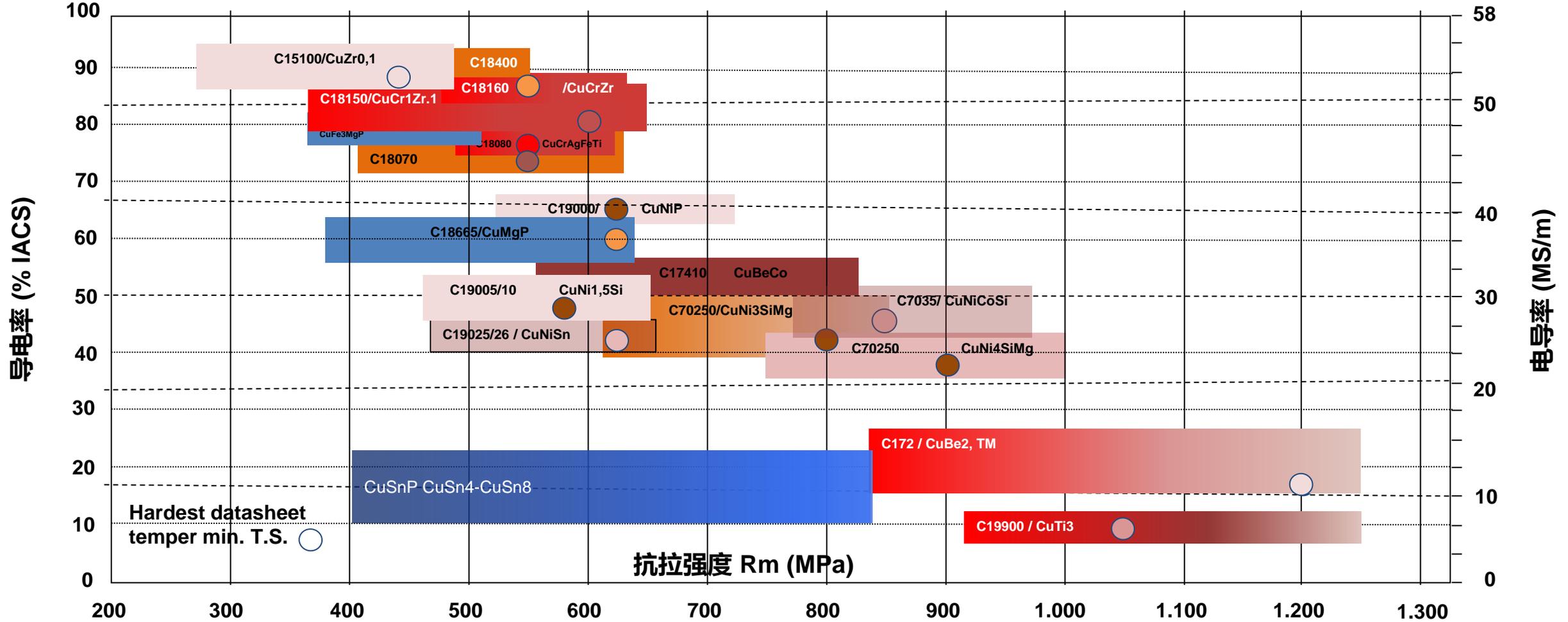


通常情况下，晶粒度越小，折弯表面越光滑。当零件成型是需要打预折线时，不建议使用细晶粒产品。



高速化、低损耗

长期的接触可靠性, 减低损耗



Alloy suitable for non deformed application

up to 200°C

up to 175°C

up to 150°C

up to 130°C

up to 105°C

高速化、低损耗

■ 典型press fit用铜合金

- 锡磷青铜: CuSn4/C51100, CuSn6/C51900, CuSn8/C52100
 - 优点: 强度水平、细晶粒、低杨氏模量
 - 劣势: 导电率低、高温条件下 ($> 100^{\circ}\text{C}$) 应力松弛性能较低

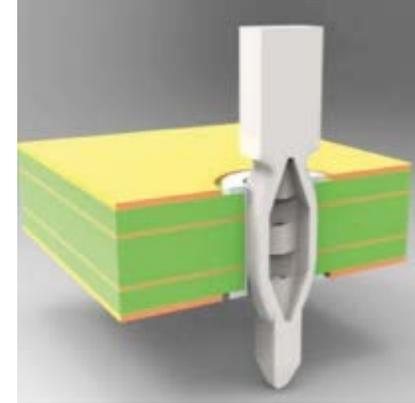
- CuNiSi合金: C7025, C19005 / C19010
 - 优点: 高强度、应力松弛性能可达 $150^{\circ}\text{C}/1000\text{h}$ 、中等导电
 - 劣势: 较高的杨氏模量 – 取决于加载方向

- CuCrZr合金: C18150/C18160, C18400
 - 优点: 高导电、应力松弛性能可达 $175^{\circ}\text{C}/1000\text{h}$ 、中等强度
 - 劣势: 成型性能、电镀性能

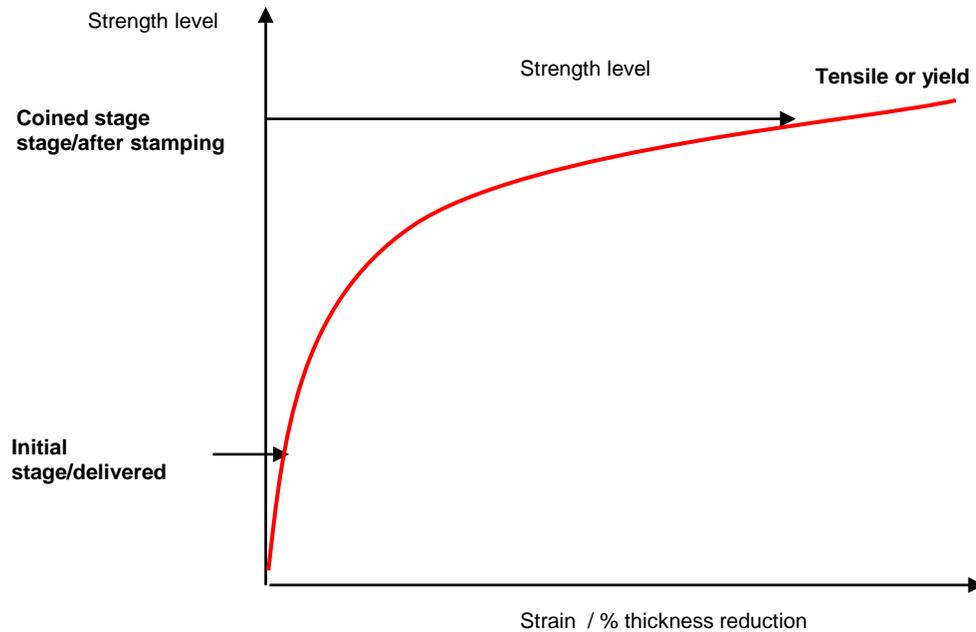
高速化、低损耗

■ 特别要考虑的地方

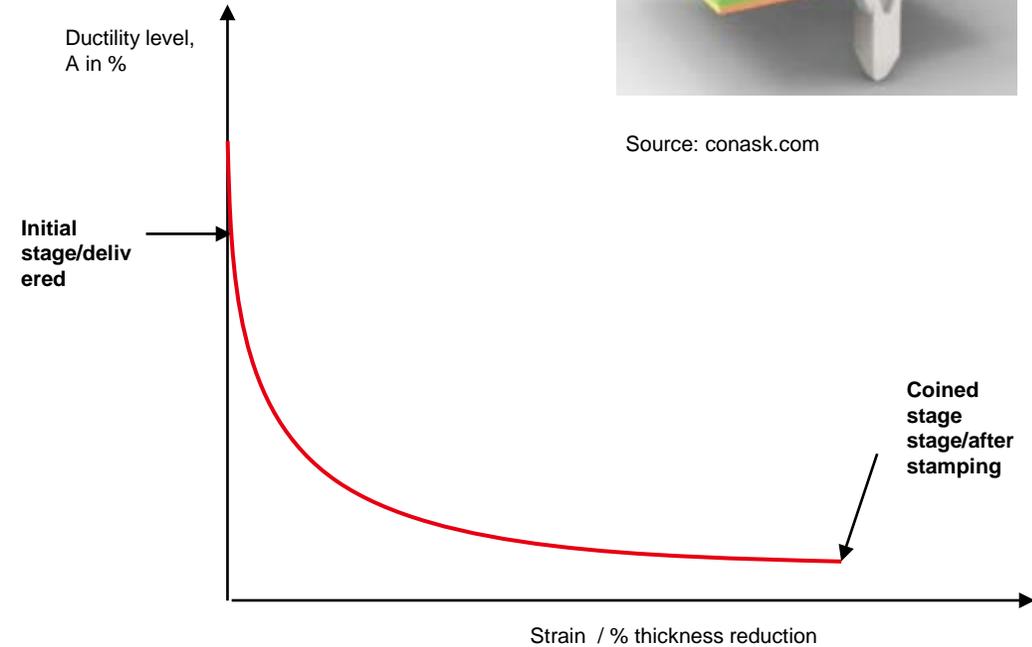
模压时，基材会发生什么？→材料会变硬，延性降低，材料的抗应力松弛性能降低。



Source: conask.com



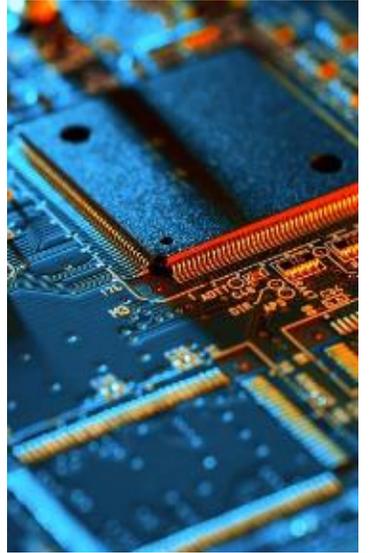
强度与应变/厚度的关系



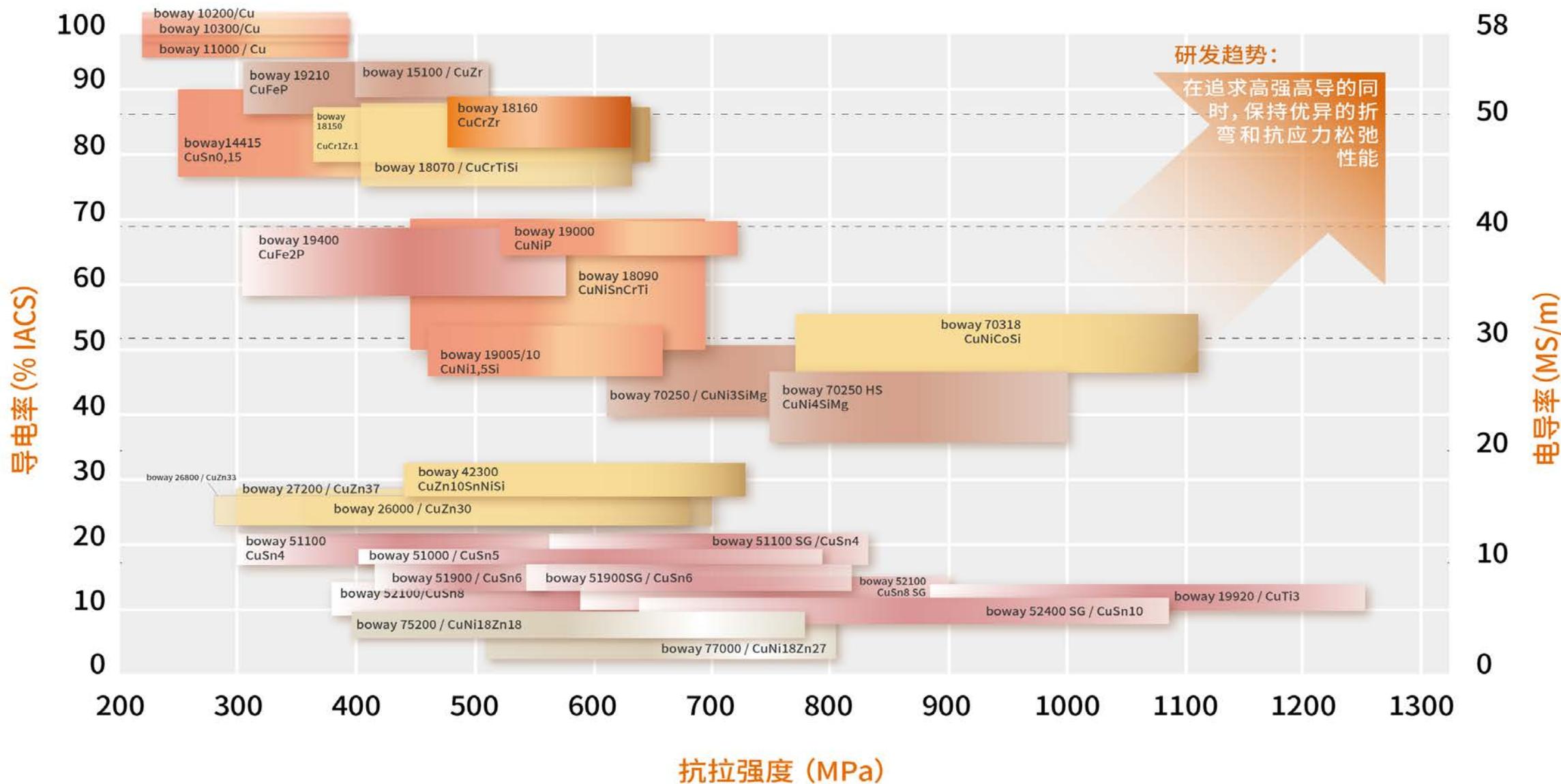
延伸率与应变/厚度的关系

目录

- 连接器市场规模及发展趋势
- 高速连接器选材要求
- 高性能铜合金解决方案
- 博威合金概况



高性能铜合金解决方案



高性能铜合金解决方案-boway70250

化学成分*

镍 (Ni)	3	%
硅 (Si)	0.65	%
镁 (Mg)	0.15	%
铜 (Cu)	Rem.	

* 名义化学成分

物理性能 *

密度	8.8	g/cm ³
导电率 @ 20°C	45	% IACS
电导率 @ 20°C	26	MS/m
导热率 @20°C	190	W/(m·K)
比热	0.399	J/(g·K)
弹性模量	130	GPa
泊松比	0.33	
热膨胀系数**	17.6	10 ⁻⁶ /K

产品特点:

- 中等导电率: $\geq 40\%$ IACS;
- 高屈服强度: 550-800MPa
- 良好的加工性能: TM00-TM03, R/t=1.0 (W=1.0) ;
- 优异的抗应力松弛性能: 150°C*1000h 接近85%

典型应用:

- CPU Socket
- USB-Type C
- BTB连接器
- DDR插槽
- 汽车连接器
- 高速背板连接器 (特殊工艺)

.....

高性能铜合金解决方案-boway70250

机械性能

状态	抗拉强度		屈服强度	硬度*	延伸率
	MPa	ksi	MPa	HV	A50 %
R620(TM00)	620 - 740	90 - 107	≥ 550	180 - 220	≥ 14
R655(TM02)	655 - 785	95 - 114	≥ 585	190 - 240	≥ 7
R690(TM03)	690 - 810	100 - 117	≥ 655	210 - 250	≥ 5
R760(TM04)	760 - 850	110 - 123	≥ 720	220 - 270	≥ 2
R800(TM06)	800 - 880	116 - 128	≥ 780	250 - 290	≥ 1
R607(TR02)	607 - 726	88 - 106	≥ 550	180 - 220	≥ 6

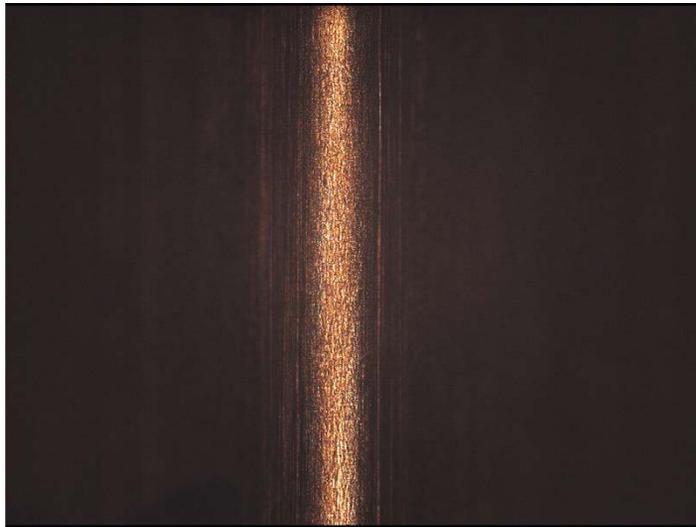
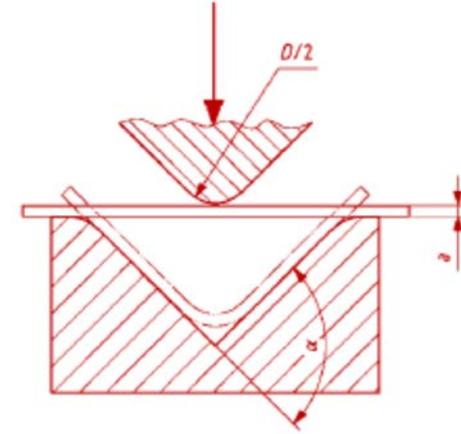


- C70250 TM04 0.08mm超薄带满足传统CPU Socket使用需求，产品兼备高强度和良好的成型性能。
- C70250 TM03 0.06/0.08mm超薄带满足BTB连接器要求，产品成型性能好，尺寸稳定高。

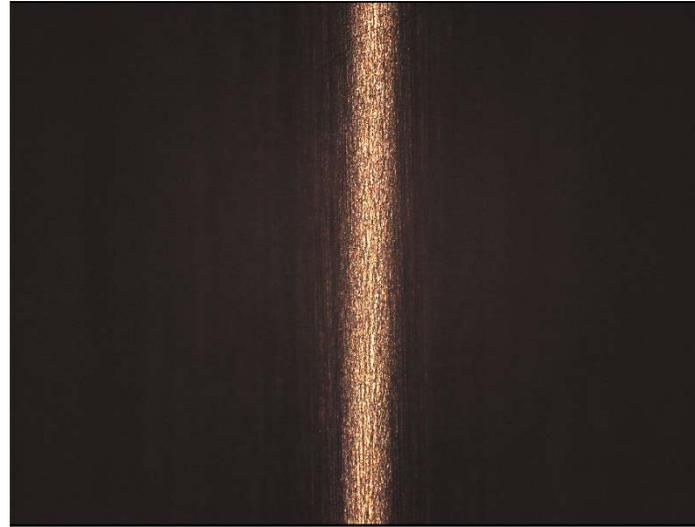
高性能铜合金解决方案-boway70250

■ 90°折弯成型性能

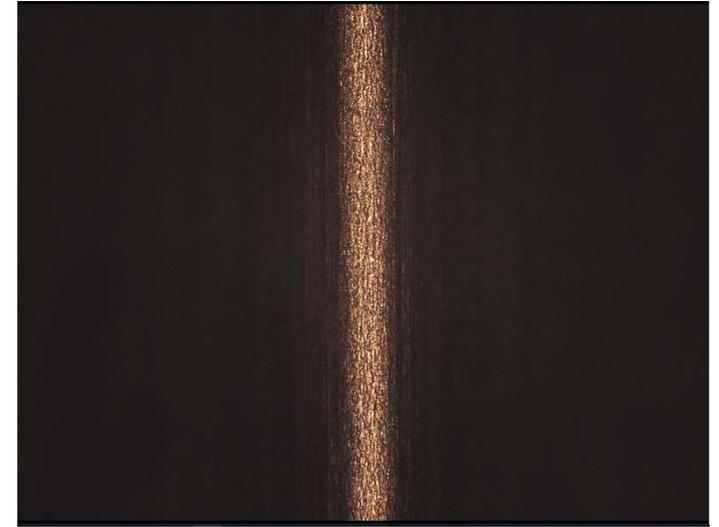
- 带材厚度：0.25mm
- 带材状态：TM02/TM03/TM04
- 折弯宽度：10mm
- 折弯方向：BW



TM02 R/t=1



TM03 R/t=1



TM04 R/t=1

高性能铜合金解决方案-boway70250PRESSFIT

化学成分*

镍 (Ni)	3	%
硅 (Si)	0.65	%
镁 (Mg)	0.15	%
铜 (Cu)	Rem.	

* 名义化学成分

通过特殊工艺制程：

- 1.改善PRESSFIT连接的保持力
- 2.提升接触稳定性

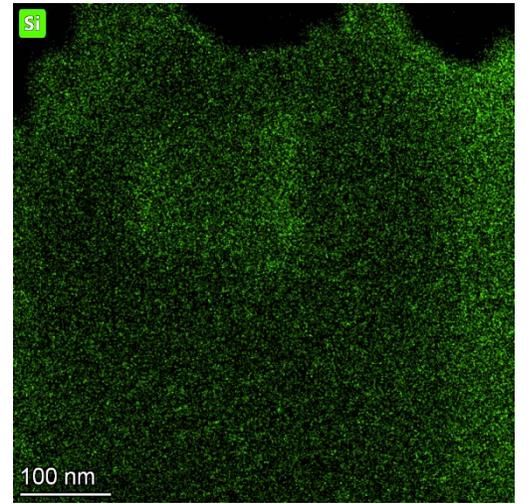
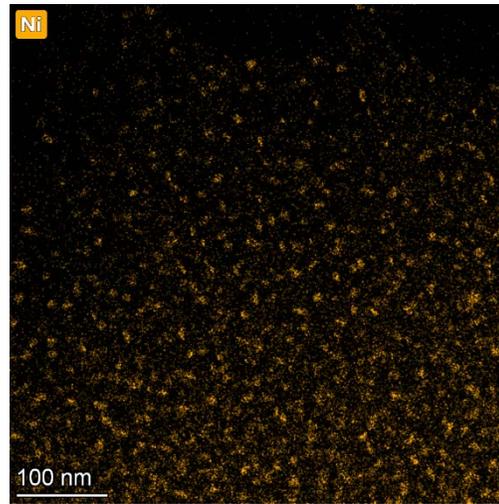
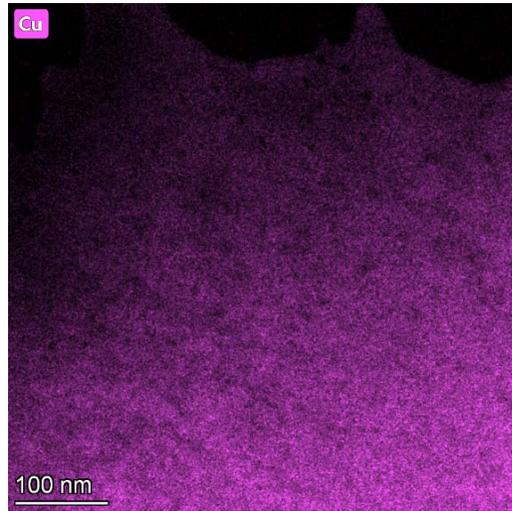
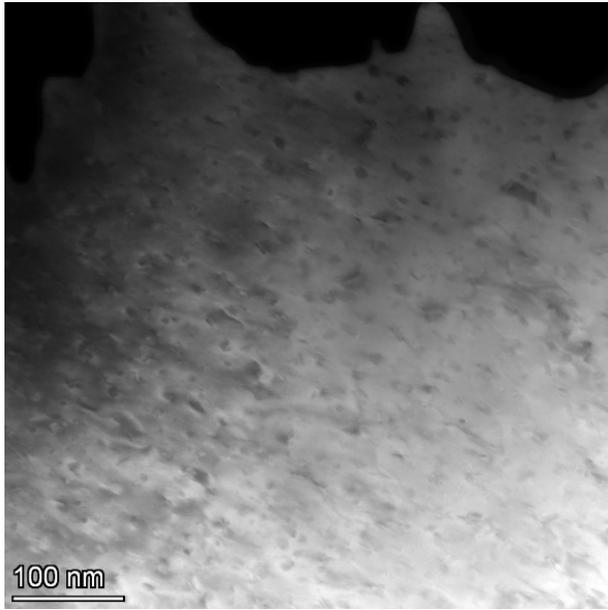
机械性能

状态	抗拉强度		屈服强度	硬度*	延伸率
	MPa	ksi	MPa	HV	A 50 %
TM03	720 - 800	105-116	720-780	210 - 250	> 6

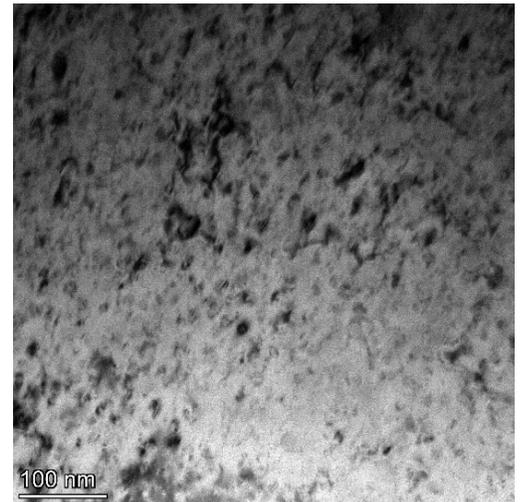
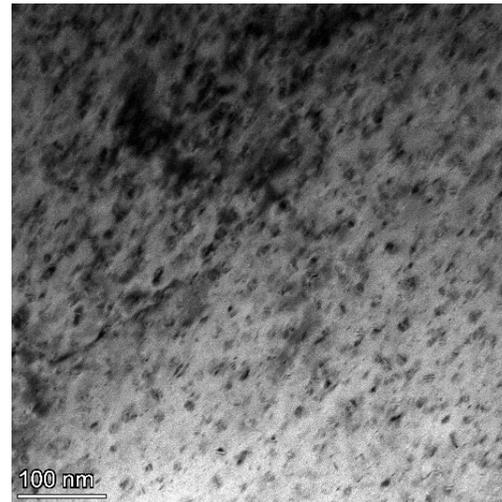
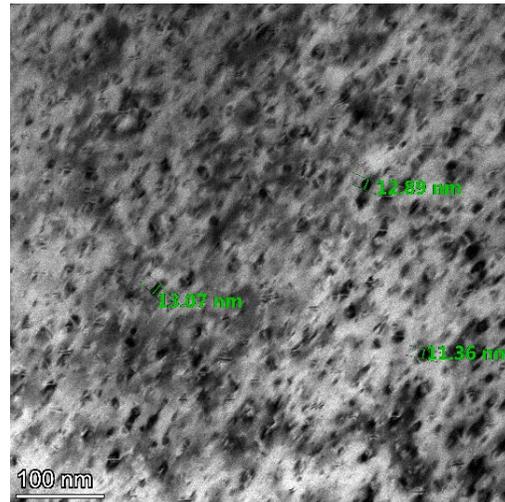
折弯性能 厚度范围：≤ 0.5 mm，折弯宽度：10 mm

状态	90° R/T		180° R/T	
	Good Way	Bad Way	Good Way	Bad Way
TM03	1	1	2	2

高性能铜合金解决方案-boway70250PRESSFIT



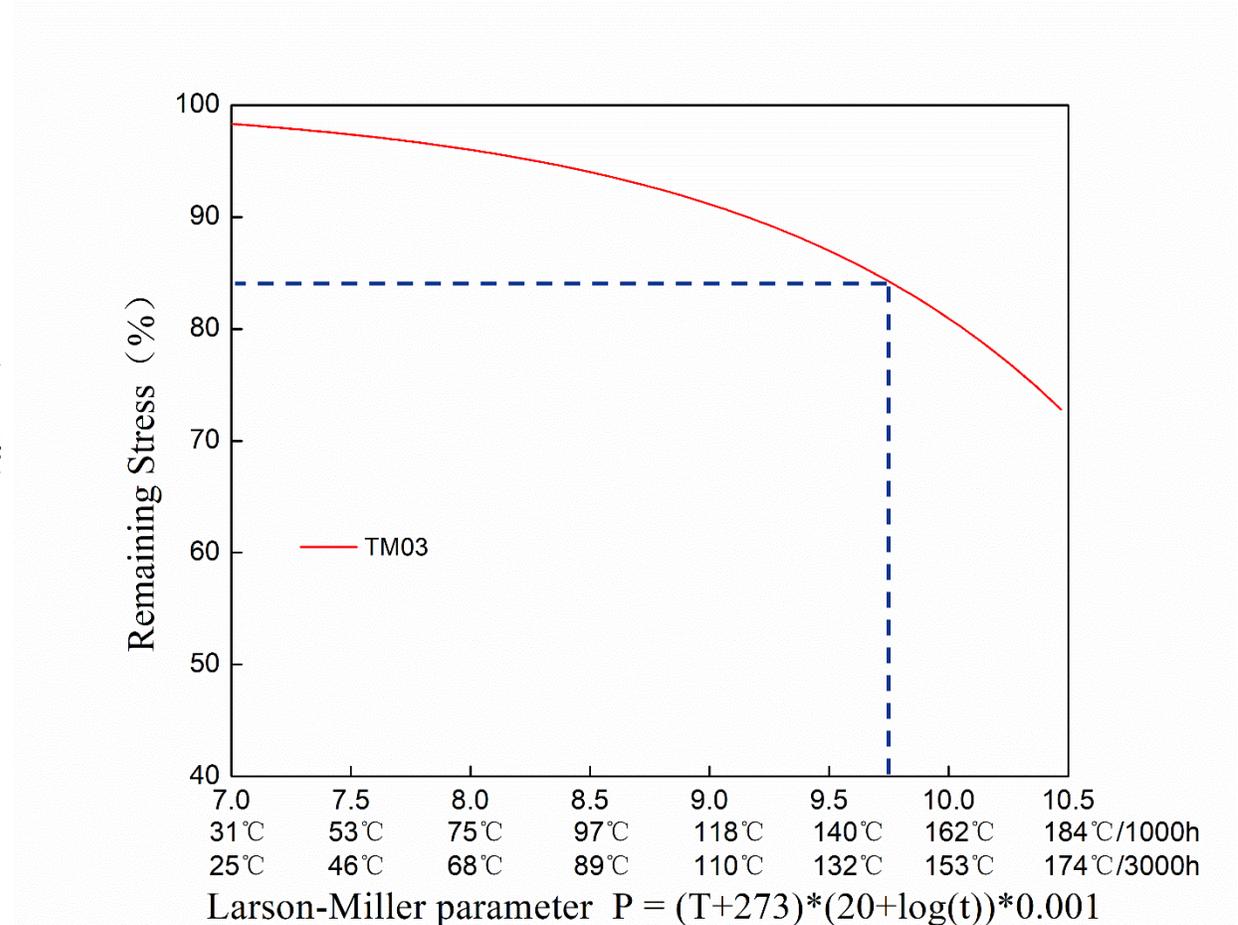
析出相尺寸均匀且弥散分布，使材料具有更加优异的综合性能。



高性能铜合金解决方案-boway70250PRESSFIT

- 抗热应力松弛性能

Boway70250合金在150°C/1000h的条件下，应力保持率在80%以上，保证了连接器在长期高温服役的接触可靠性。



高性能铜合金解决方案-boway70318

化学成分*

镍(Ni)	3.0	%
钴(Co)	0.9	%
硅(Si)	0.9	%
铜(Cu)	Rem.	
其他	≤0.5	%

* 名义化学成分

物理性能*

密度	8.82	g/cm ³
导电率 @ 20°C	50	%IACS
电导率 @ 20°C	29	MS/m
导热率 @20°C	190	W/(m·K)
比热	0.38	J/(g·K)
弹性模量	130	GPa
泊松比	0.33	
热膨胀系数**	17.6	10 ⁻⁶ /K

* 室温条件下测试的典型值，仅供参考。

** 温度范围 20-300°C内的平均值。

产品特点:

- 中等导电率: ≥40%IACS;
- 超高屈服强度: 680-1000MPa
- 优异的加工性能: TM02-TM08, R/t=1.0 (W=1.0) ;
- 优异的抗应力松弛性能: 150°C*1000h 接近85%

典型应用:

- CPU Socket
- 大电流Type C
- BTB连接器
- SIM卡座
- 高速背板连接器
- 小型化端子

.....

高性能铜合金解决方案-boway70318

■ 机械性能

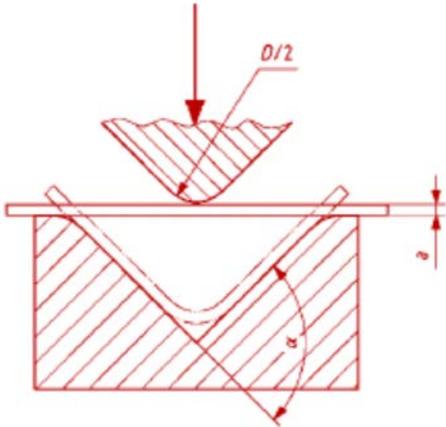
状态	抗拉强度		屈服强度	硬度*	延伸率
	MPa	ksi	MPa	HV	A50 %
R690 (TM02)	690-830	100-120	≥680	≥200	≥6
R770 (TM04)	760-900	110-130	≥750	≥220	≥4
R840 (TM06)	840-970	122-140	≥810	≥240	≥1
R920 (TM08)	920-1060	133-154	≥880	≥260	≥1
R980 (TM10)	980-1120	142-163	≥940	≥280	≥1

- boway70318 R690(TM02)和R770(TM04) 产品，导电率可以达到50%IACS以上。
- boway70318 R920 (TM08) 和 R980 (TM10), 屈服强度≥880MPa，满足连接器小型化和轻薄化的高可靠设计需求。

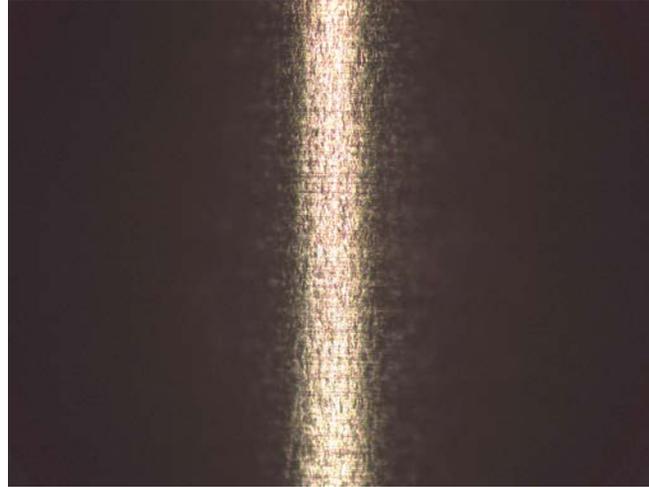
高性能铜合金解决方案-boway70318

■ 样品信息

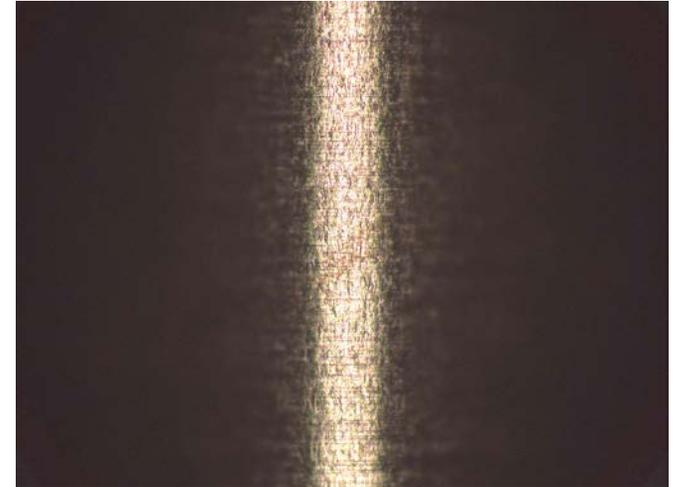
- 带材厚度：0.07mm
- 抗拉强度：1001MPa
- 屈服强度：955MPa
- 断后伸长率：1.0%
- 维氏硬度：298HV



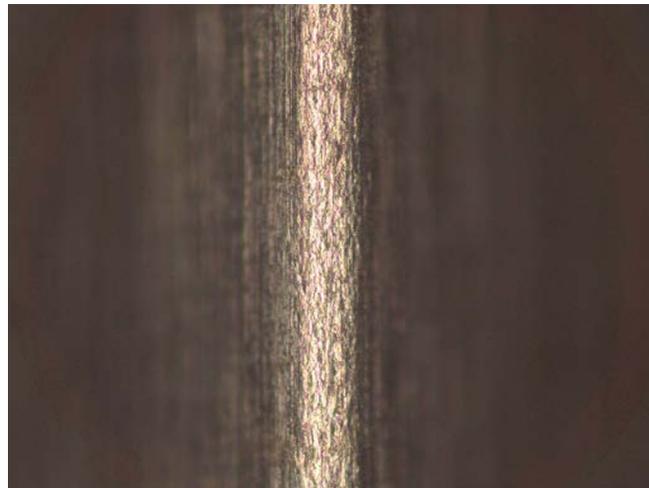
GW折弯可以达到R=0，表面光滑；
BW折弯达到R=0，表现为橘皮。



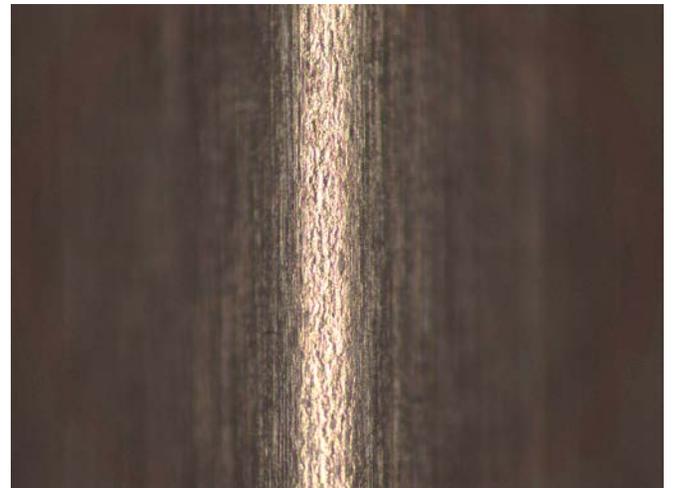
GW R=0



GW R=0.05



BW R=0



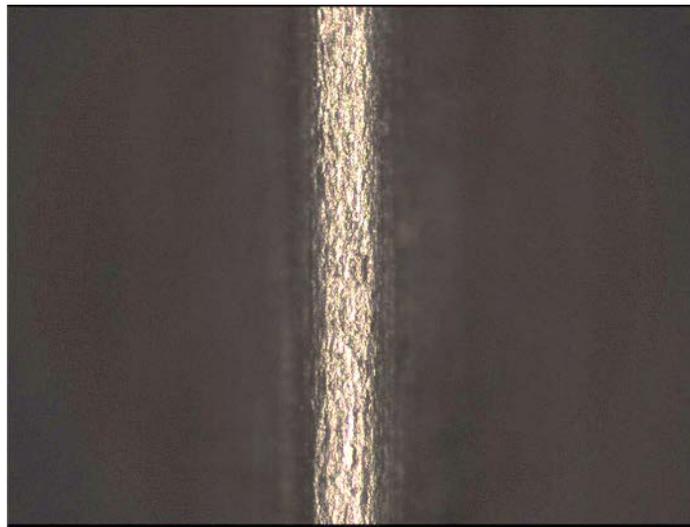
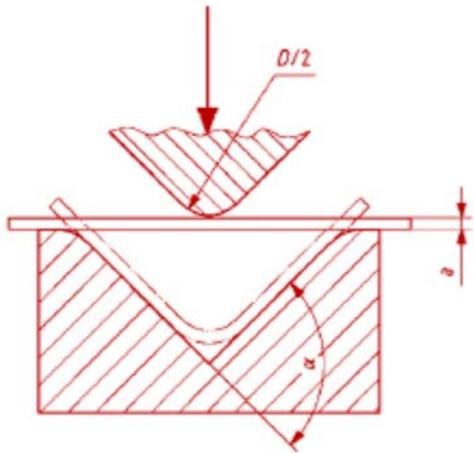
BW R=0.05

高性能铜合金解决方案-boway70318

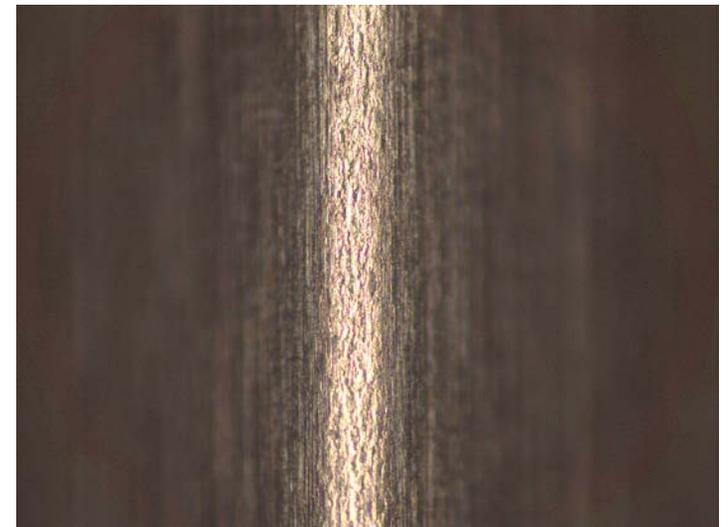
■ 机械性能

牌号_规格	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	延伸率/A50 %	硬度HV
boway70318	1001	956	1.0	298
市场同体系产品	985	937	1.5	295

■ 折弯性能



市场同体系产品 BW R=0.05

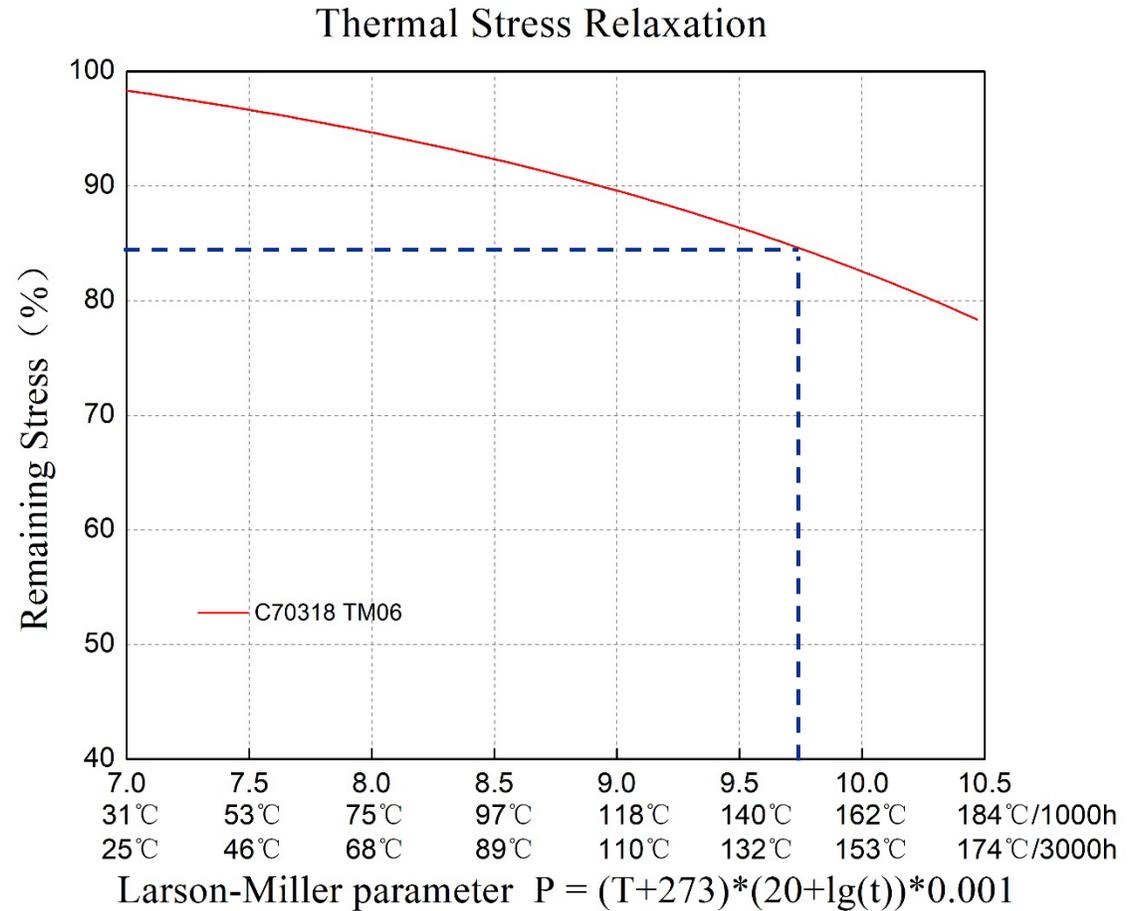


C70318 BW R=0.05

高性能铜合金解决方案-boway70318

- 抗热应力松弛性能

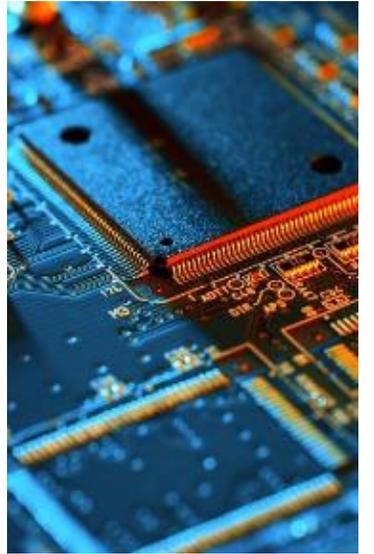
Boway70318合金在150°C/1000h的条件下，应力保持率接近85%，保证了连接器在长期高温服役的接触可靠性。



P= Larson Miller指数; T= 摄氏温度; t = 时间

目录

- 万物互联时代的数据高速传输需求
- 高速连接器选材要求
- 高性能铜合金解决方案
- 博威合金概况



三十余年国际化发展征程

1993年博威合金成立，2011年在上交所主板上市

2015年由博威集团全资收购德国百年企业贝肯霍夫，服务欧洲市场

2020年全资收购加拿大Cooper Plating公司，服务北美市场

2021年成立越南贝肯霍夫合金公司，服务东南亚市场

2019年全面推进数字化转型，已打造“互联共享、精准计算”的全球高端数字化制造企业



十大基地 服务全球

- 敏捷响应全球各地不同需求，提供个性化、本土化协同服务确保为全球客户提供高效增值解决方案



中国宁波
合金板带制造工厂



中国宁波
合金新材料制造工厂



中国宁波
合金棒、线制造工厂



中国宁波
精密细丝制造工厂



加拿大安大略
新材料制造工厂



德国赫尔伯恩
精密细丝制造工厂



德国霍伊黑尔海姆
精密细丝制造工厂



越南北江
精密细丝制造工厂



越南北江
新能源制造工厂



越南北江
合金棒线制造工厂

数字化研发创新平台

博威数字化研发中心运用计算科学、仿真科学、知识图谱、机器学习以及数字孪生等技术，快速开发满足时代进步需要的合金新材料，现已成为有色合金新材料**产品种类最多、研发效率最高、应用范围最广、研发数字资产最多**的数字化研发中心

<p>国家级企业技术中心 NATIONAL ENTERPRISE TECHNOLOGY CENTER</p>	<p>国家级博士后科研工作站 NATIONAL POSTDOCTORAL PROGRAMME</p>	<p>国家认可实验室 NATIONAL ACCREDITED LABORATORY</p>
<p>国家地方联合工程研究中心 NATIONAL & LOCAL JOINT ENGINEERING RESEARCH CENTER</p>	<p>Organizational Member </p>	<p>IWCC技术委员会委员 MEMBER OF IWCC TECHNICAL COMMITTEE</p>
<p>国家首批创新型企业 THE FIRST BATCH OF NATIONAL INNOVATIVE ENTERPRISE</p>	<p>国家创新示范企业 THE NATIONAL INNOVATION BUSINESS MODEL</p>	<p>国家重点高新技术企业 NATIONAL KEY HIGH-TECH ENTERPRISE</p>



数字化制造

依托数字化变革和制造技术创新，博威运用5G+工业互联网对合金生产场景进行自动化、智能化作业，打通了订单、排产、调度、生产、物流的信息孤岛，打造国际化的智能制造数字化工厂

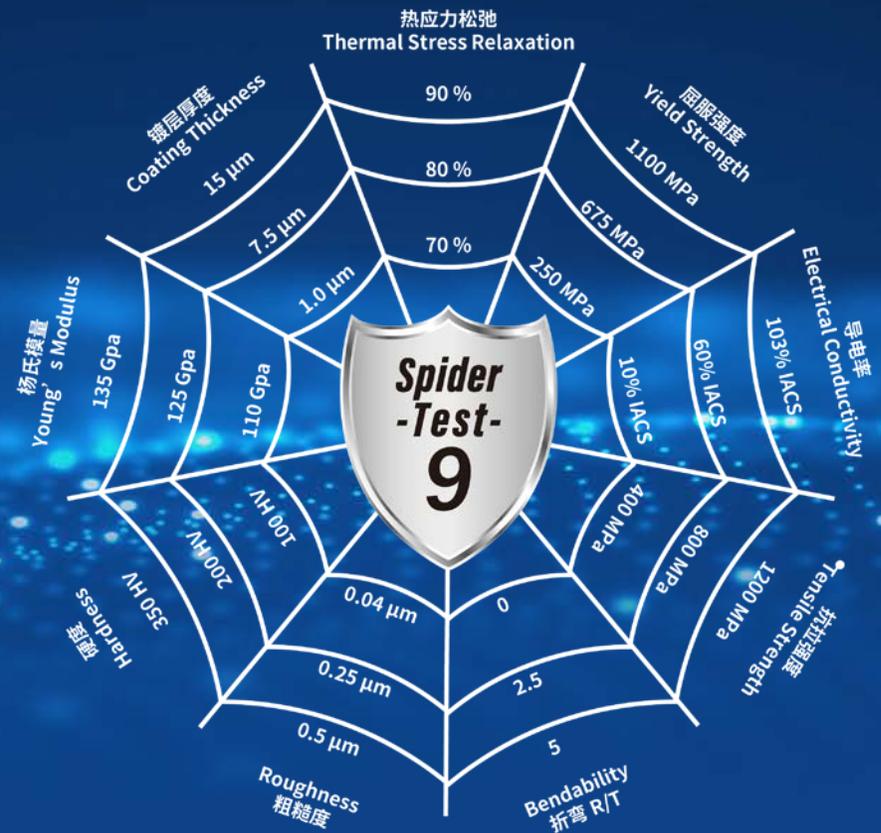


数字化质量保证

秉承质量至上的理念，通过全面的质量体系策划，运用数字化手段，从设计端的充分验证，稳定的生产工艺保证，博威 Spider Test 9 全面检测，确保产品品质的一致性、稳定性、可靠性。



- IATF 16949:2016 汽车质量管理体系
- ISO 9001 质量管理体系
- ISO 14001 环境管理体系
- ISO 45001 职业健康安全管理体系





boway

constantly create value for customers