

**Steel  
beyond  
limits**



**ETG<sup>®</sup> 25**

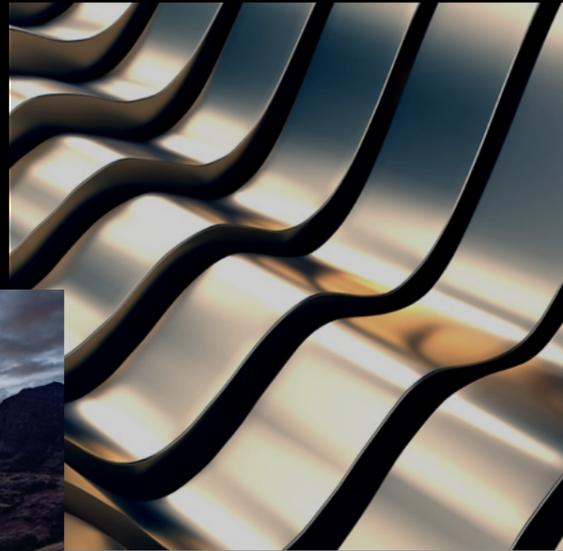


**Swiss  
Steel**  
Group

The background features a series of vertical, slightly curved lines that create a sense of depth and perspective. On the right side, there is a curved, layered structure that resembles a tunnel or a series of stacked plates, adding a three-dimensional feel to the composition.

# 多用途高 强度钢材

# Steel beyond limits



这种钢材不仅仅是  
钢材,更是一种思  
维方式。

以创建更优越为信念。相信工程的无限可能。成型、弯曲、机械加工、焊接皆可。

ETG<sup>®</sup> 25不仅是一种高端产品,更是一种思维方式。它象征着力量、创造力和潜能。三十年来,高强度钢材一直是我们这个敢于挑战极限的创新者、前瞻者的勇气的象征。

# 为何选择 ETG® 25?

ETG® 25能够超越不可能。  
它能够通过多种工艺制造复杂的零部件。

## 高强度

交货时的机械性能类似 EN ISO 898-1 标准的8.1级。无需额外热处理。

## 多用途

适用于多工艺生产的复杂零部件,可进行轧制、机械加工和焊接。大大减少废品率。

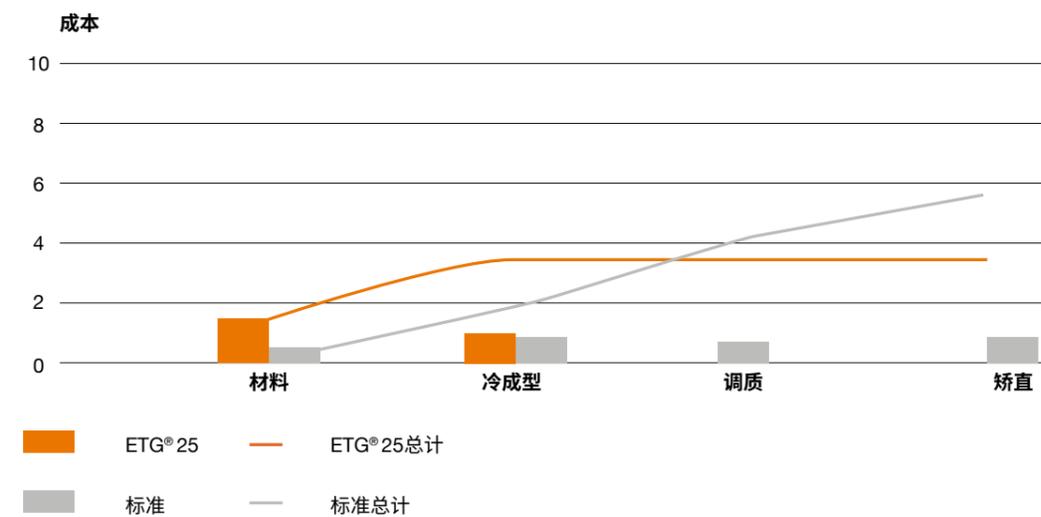
## 冷成型性和折弯性能

具有优异的冷成型性和折弯性能,无开裂风险。可缩短工艺流程,降低零部件成本。



**Build  
beyond**

ETG® 25/标准零钢材部件成本比较



# 提升您的制造能力

优异的材料。令人印象深刻的特性。  
高强度、易加工、易折弯且易焊接。



比标准钢材的强度增  
强达 50%

高抗拉和屈服强度—机械性能与 8.8 级  
(EN ISO 898-1) 类似。



出色的加工性能

线速度  $v_c$  达 260 m/min。改善的切削断  
屑，加工后表面光滑，内应力低，变形小



冷成型性和折弯性

根据弯曲试验标准 DIN 50111，在在受力  
侧无原生裂纹产生



焊接性 — CET 0.40。

尽管强度高，ETG® 25 特别适合焊接



永续的解决方案

通常无需热处理。缩减生产流程并减少  
CO<sub>2</sub> 排放。降低零部件成本达 50%。



特殊的生产工艺带来特  
殊的性能

低残余应力、高疲劳强度和高耐磨性。

# 无限可能的产品范围

## 产品范围

钢种	工艺	尺寸范围 mm	公差
ETG® 25	拉拔, 圆形	≥ 4.0 – ≤ 28.0 > 28 – 40	h9 h11
	研磨, 圆形	≥ 4.0 – ≤ 28.0	≥ IT 6

棒材长度: 标准3米, 其他长度根据要求提供  
 末端标示颜色: 铜黄  
 表面状态符合EN 10277-1 标准要求的质量等级 3级。

常规尺寸现货供应。其他类别可根据特殊要求定制, 以满足特殊需求 (例如机械性能)。

## 化学成分 按熔炼分析重量百分比%

元素	C	Si	Mn	P	S
最小值	0.24	0.10	1.20	-	0.02
最大值	0.29	0.30	1.50	0.04	0.04

产品分析与熔炼分析的限值偏差符合 EN 10087 的规定。  
 铝或其他介质镇静钢有类似影响。成份分析符合 SAE 1527, 与 28Mn6 (WSt-Nr. 1.1170) 相似。

## 机械性能 参考值

### 静态

尺寸	Ø	mm	≤ 16	> 16 – 30	> 30 – 40
屈服强度	R <sub>p0.2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	≥ 660	≥ 660	≥ 660
抗拉强度	R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	800 – 950	830 – 950	800 – 950
极限延伸率	A <sub>5</sub>	%	≥ 12	≥ 12	≥ 12
断面收缩率	Z	%	≥ 45	≥ 45	≥ 45
硬度	HV10	-	230 – 300	255 – 336	230 – 300
缺口冲击功	Au <sub>RT</sub> (ISO-U)	J	≥ 22	≥ 22	≥ 22

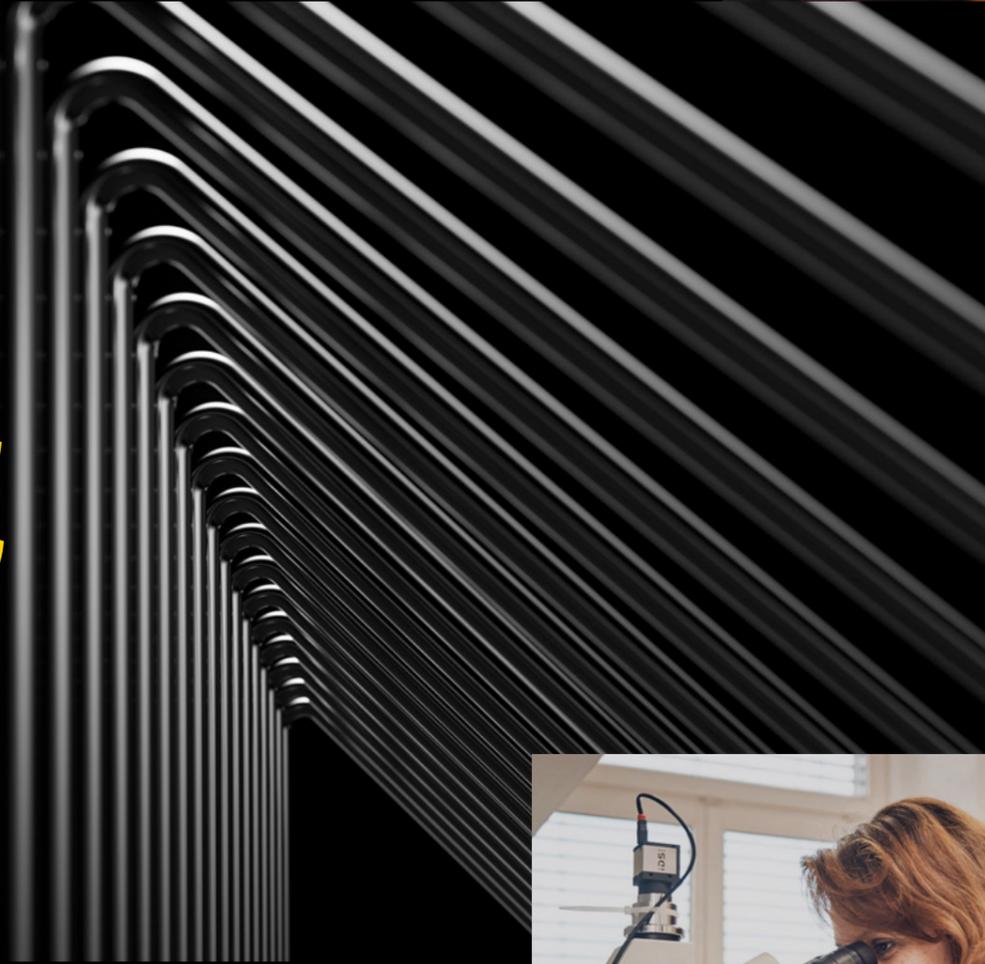
### 动态

拉伸/压缩强度	σ <sub>zdw</sub>	N/mm <sup>2</sup>	-	ca. 360	-
反向弯曲强度	-	-	-	-	-
无缺口试样	σ <sub>bw</sub>	N/mm <sup>2</sup>	-	ca. 390	-
缺口试样 a <sub>k</sub> = 4.0	σ <sub>bw</sub>	N/mm <sup>2</sup>	-	ca. 125	-
反向扭转强度	T <sub>tw</sub>	N/mm <sup>2</sup>	-	ca. 175	-

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa



直到不可能  
成为可能

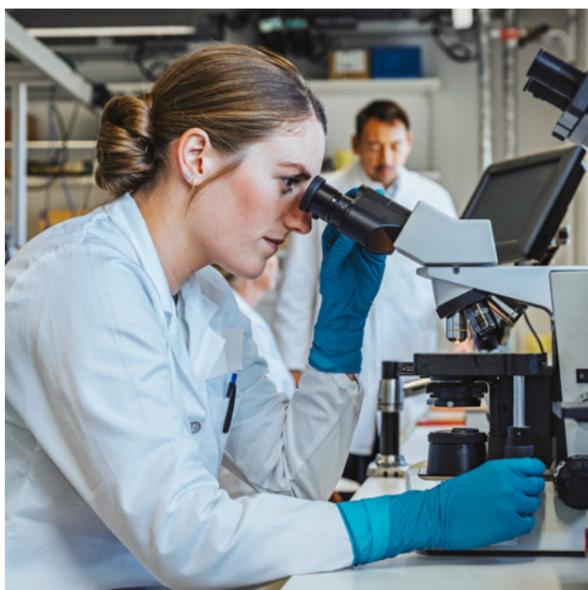


# 应用领域

无论在哪个行业,无论身在何处,我们的客户都在打造看似不可能的事物。我们携手合作,为每个人塑造更智能、更环保、更高效的未来。ETG® 25钢材提供拉拔状态下最佳且稳定的机械性能—涵盖整个截面和各种尺寸范围。此外,在性能要求最严格的应用中,ETG® 25零件胜过标准钢材。

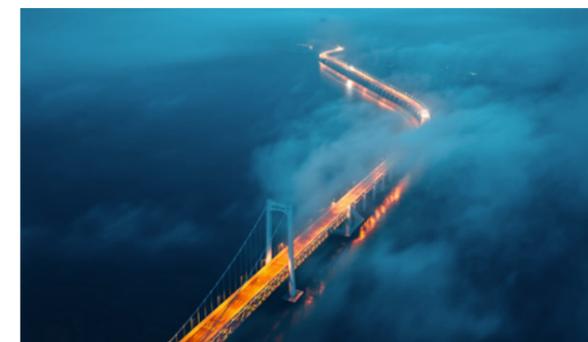
## 微型化

设计更小的零件,降低整体产品重量—而不损失性能。



## 寿命更长

生产冷成型螺纹螺栓,具有更高的疲劳强度和耐久性,延长零件的使用寿命。



## 追求精益

以更少的生产过程制造复杂的零件。



## 优化工艺组合

结合各种加工可能性,制造满足最严格要求的复杂零件。



# 高强度、多用途

ETG® 25将「随取即用」推向超越标准钢材的预期。折弯、机械加工、精制、挑战常规工程的界限。

## 焊接性。

尽管具有高强度, ETG® 25可以轻松折弯。在弯曲试验(根据 DIN 50111)中, 使用 ETG® 25通过 冲模进行 180° 折弯时, 在张力侧未出现原生裂纹。

## 加工性能

ETG® 25特别适合机械加工, 与具有相似强度的调质零件相比, 具有以下优势:

- 改善切削断屑
- 加工后表面光滑
- 内应力小
- 变形小

## 表面处理

大多数表面处理方法都适用于ETG® 25。例如, 它可以进行热镀锌、铬酸盐处理、镀铬、镀镍、碱性发黑等。需要注意的是, 在处理温度高于300°C时, 其屈服强度和抗拉强度会稍微降低。不需要酸洗去除氧化物。只要进行正确的镀锌处理, 就不会有氢脆问题。在表面处理时, 建议使用研磨过的材料。

## 各种加工工艺的目标参数 加工指南 $v_c$ [m/min] 和 $f$ [mm/E]

加工工艺	$v_c$ / $f$	工序	ETG® 25
多轴数控车削 (硬质合金刀具, 有涂层)	$v_c$	粗加工	190 – 250
	$f$		0.20 – 0.60
	$v_c$	精加工	200 – 260
	$f$		0.10 – 0.30
	$v_c$	插刀/ 断料	160 – 240
	$f$		0.10 – 0.40
多轴CAM车削 (直线车削-硬质合金刀具, 有涂层)	$v_c$	粗加工	150 – 210
	$f$		0.05 – 0.20
	$v_c$	精加工	160 – 220
	$f$		0.03 – 0.15
	$v_c$	插刀/ 断料	100 – 160
	$f$		0.10 – 0.35
卧式车床数控车削 (硬质合金刀具, 有涂层)	$v_c$	粗加工	190 – 250
	$f$		0.20 – 0.60
	$v_c$	精加工	200 – 260
	$f$		0.10 – 0.30
	$v_c$	插刀/ 断料	160 – 240
	$f$		0.10 – 0.40
普通数控车削 (硬质合金刀具, 有涂层)	$v_c$	粗加工	130 – 190
	$f$		0.05 – 0.25
	$v_c$	精加工	140 – 200
	$f$		0.03 – 0.15
	$v_c$	插刀/ 断料	50 – 90
	$f$		0.05 – 0.30

继续 →

## 技术细节

钻孔 (插入式钻头-硬质合金刀具, 有涂层)	$v_c$	60 - 110
	$f$	0.05 - 0.30
钻孔 (高速钢, 有涂层)	$v_c$	20 - 70
	$f$	0.05 - 0.20
铰孔 (硬质合金刀具, 有涂层)	$v_c$	25 - 30
	$f$	0.10 - 0.30
<b>螺纹加工(内/外螺纹)</b>		
攻、套丝-硬质合金刀具, 有涂层	$v_c$	40 - 90
车削-硬质合金刀具, 有涂层	$v_c$	6 - 9
滚压-高速钢, 有涂层	$v_c$	8 - 20

这些数值取决于机器的静态特性、切削边的几何形状、冷却润滑剂的使用、尺寸和钻孔直径。



### 焊接性能

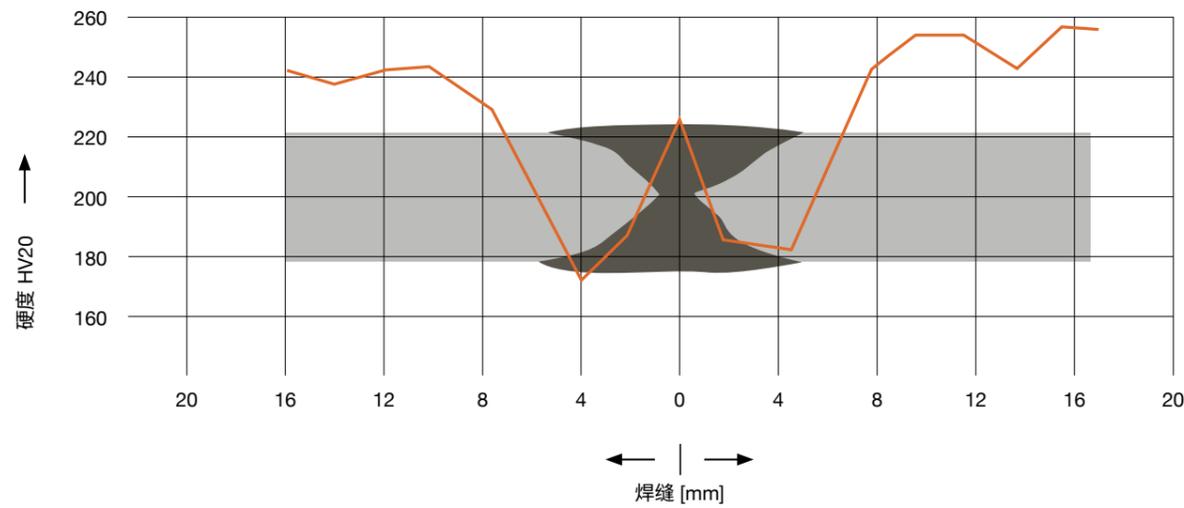
尽管强度高, ETG® 25 特别适合焊接。然而, 需要注意的是, 根据焊接条件和被焊接金属, 焊缝和热影响区的强度可能会降低, 硬度可能会增加。考虑到 ETG® 25 的化学成分, 硬度仅轻微增加, 可以通过在 400–450°C 下进行回火处理来消除。

### 热熔焊

焊接时应注意确保尽可能低的输入热量。强度降低不仅取决于基材, 还取决于所使用的焊接金属。最佳效果通过气体保护焊来实现。例如MIG焊接。

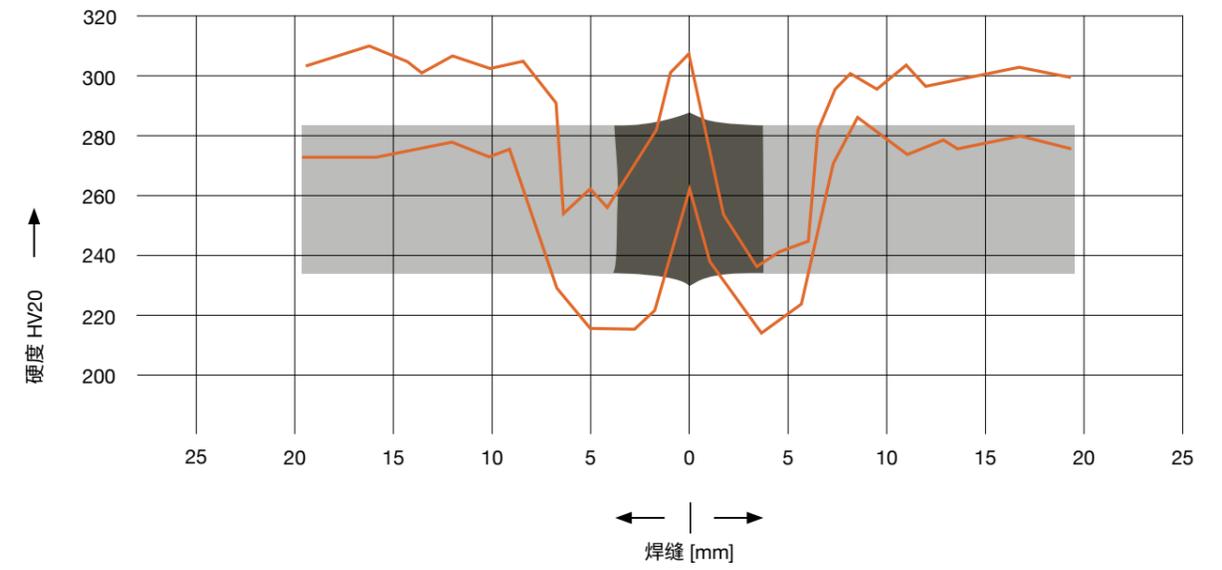
- ETG® 25 Ø 9 mm
- 熔敷金属 Böhler 2.5 Ni-IG (ER 80, S-Ni 2)
- 焊接点加工成楔形 (X坡口)。

### 热熔焊



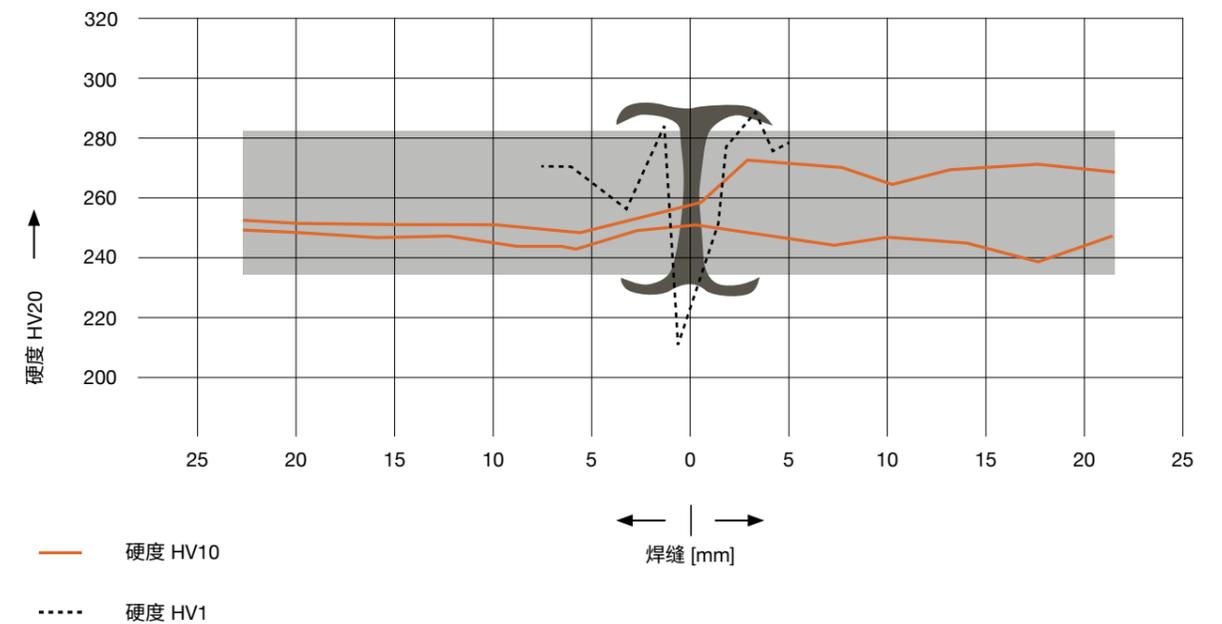
### 压力焊 对焊和闪光对焊

示例: 闪光对焊 ETG® 25, Ø 18.25 mm



### 摩擦焊接

ETG® 25对 ETG® 25, Ø 18.25 mm



「不可能不是一个事实。是一种看法。不可能不是一个宣言。是一个挑战。不可能是潜能。不可能是暂时的。一切皆有可能。」

穆罕默德·阿里

# ETG<sup>®</sup> 25用于成型零件

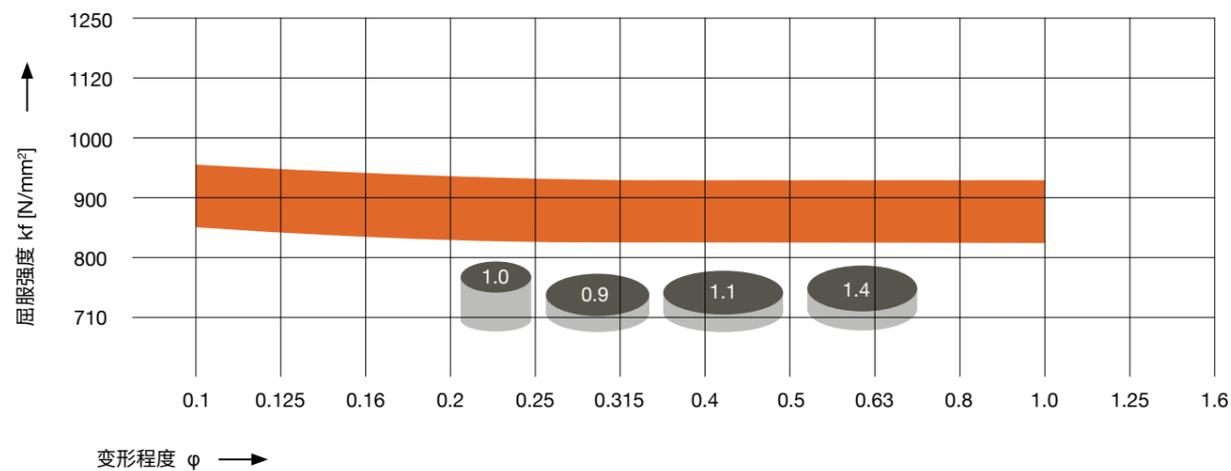
## 冷成型

与所有最终成型零件一样，必须小心处理顶锻成型零件，确保锻压方向与零件受力方向一致。如果负载方向相反，可能导致屈服强度降低（包申格效应）。强度和硬度不受影响。后续在 350°C 进行回火可以逆转此效应。使屈服强度恢复到原始值。

## 流动曲线

在气缸顶锻试验 (Ø 10 x 16 mm) 中建立，范围为 ± 50 N/mm<sup>2</sup>。特殊的生产工艺赋予 ETG<sup>®</sup> 25 非标准的流动特性。材料的高屈服强度意味着即使对于低程度的成形，也需要相对较高的成型力。与常规生产的钢材相反，流动阻力在高程度的成型时保持恒定。

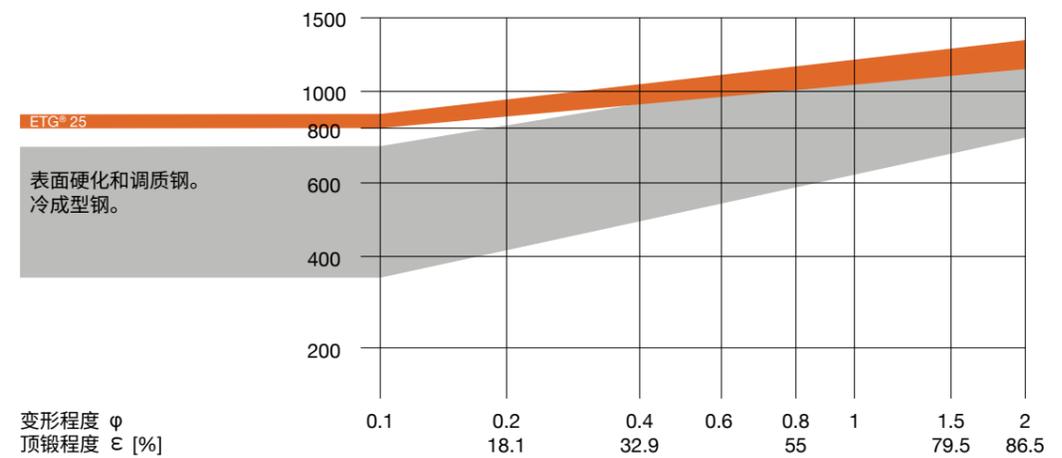
## ETG<sup>®</sup> 25的流动曲线



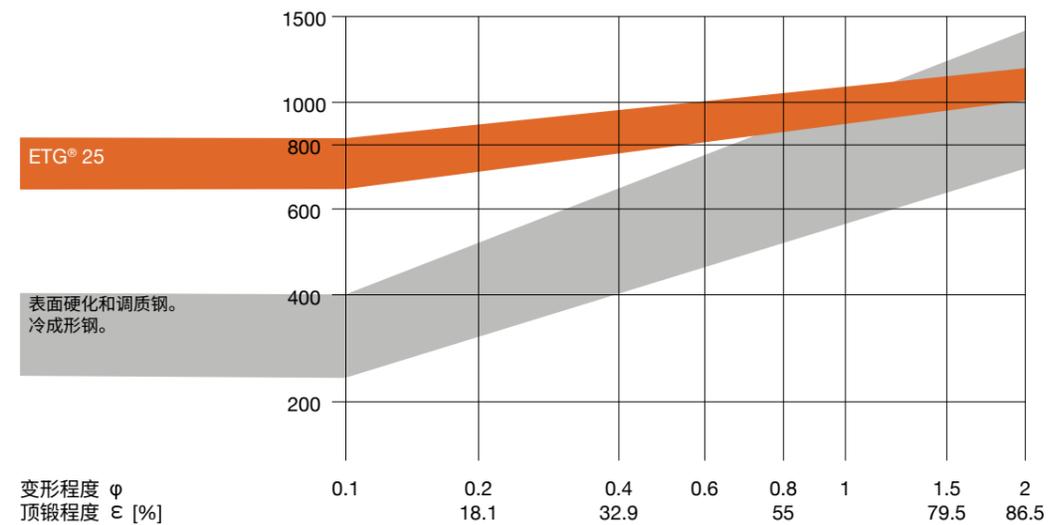
# 冷成型后的机械性能

ETG<sup>®</sup> 25的平均值与常规生产的钢材成型与顶锻性能比较。

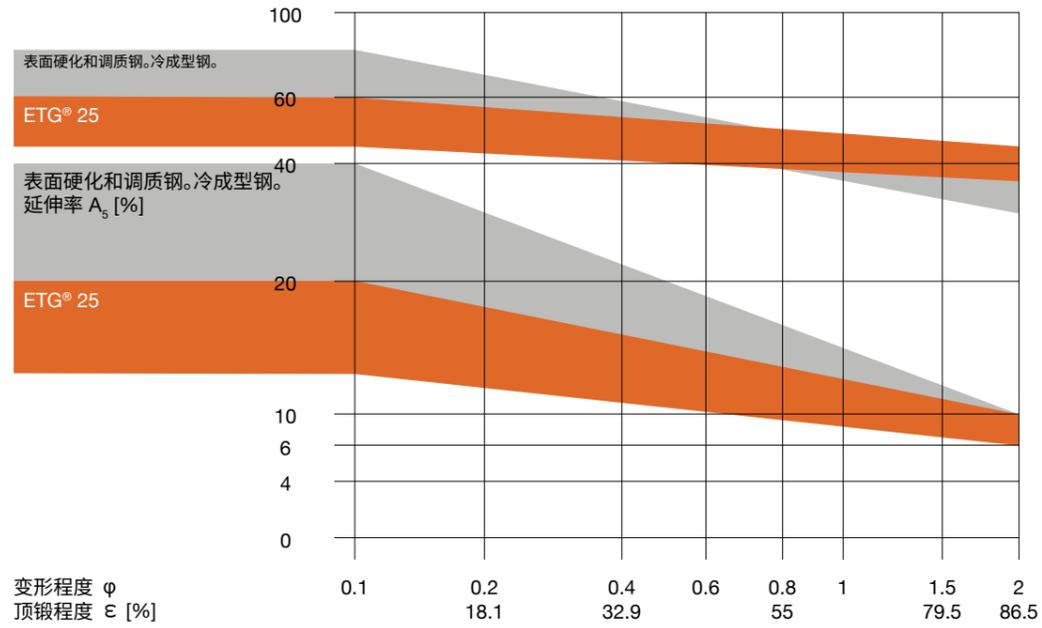
## 抗拉强度 R<sub>m</sub> [N/mm<sup>2</sup>]



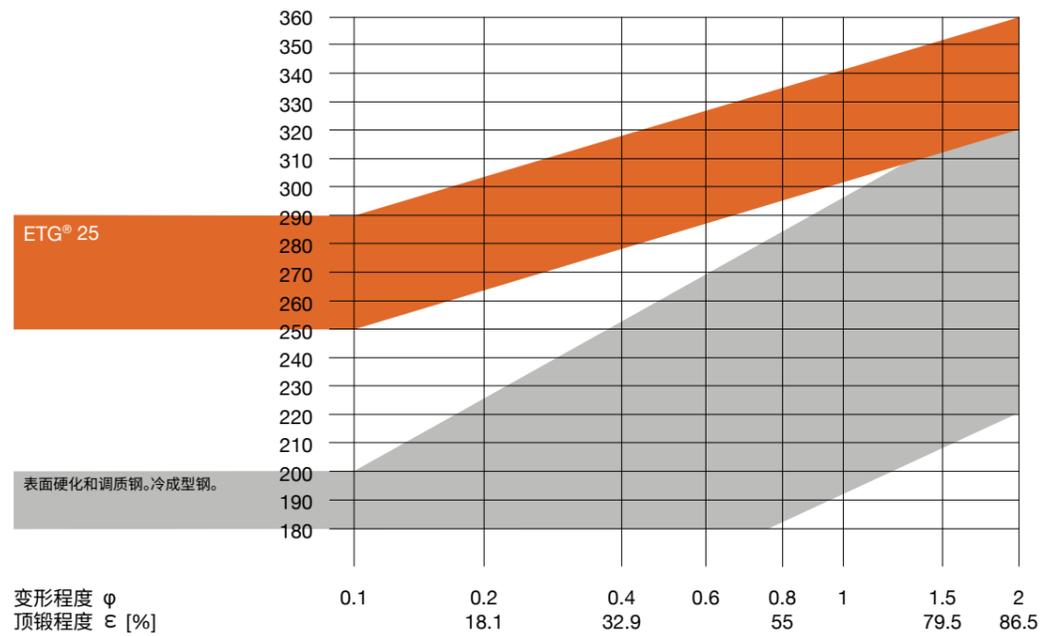
## 屈服强度 R<sub>p0.2</sub> [N/mm<sup>2</sup>]



### 断面收缩率 Z [%], 延伸率 A<sub>5</sub> [%]



### 硬度 HV10

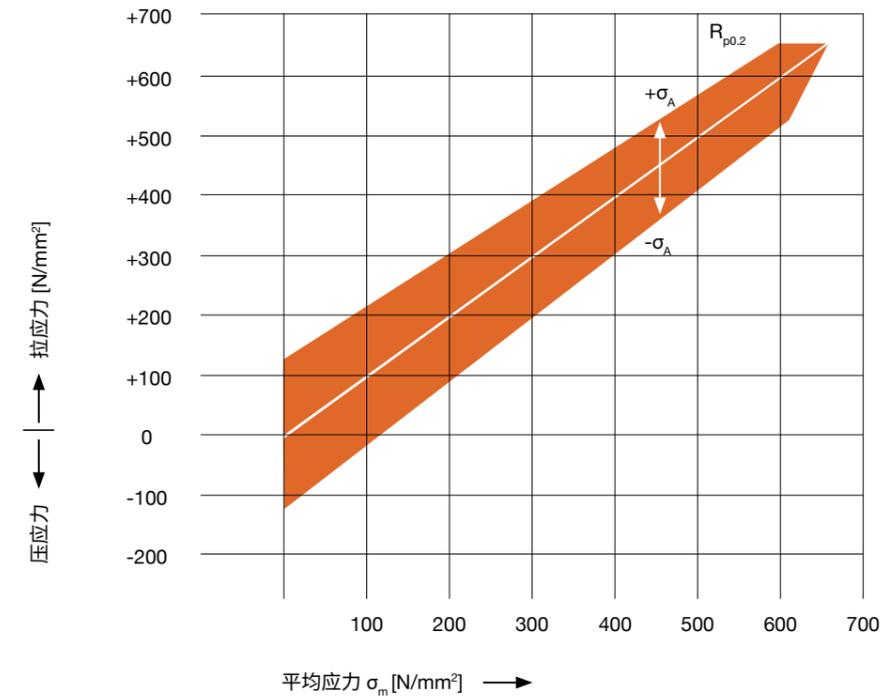


### 螺纹螺栓的特征值

		RT	RT	-20 °C	-20 °C	-40 °C	-40 °C
尺寸	mm	≤ M 16	> M 16	≤ M 16	> M 16	≤ M 16	> M 16
抗拉强度	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	≥ 810	≥ 830	820	840	830	850
屈服强度	R <sub>p0.2</sub> N/mm <sup>2</sup>	≥ 660	≥ 660	-	-	-	-

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

### ETG® 25的疲劳强度



# ETG® 25用于具有更高疲劳强度的冷成形螺栓

## 非切削成型螺纹

非切削成型螺纹因内部压应力产生齿根硬化。因此，屈服强度略低于原材料，而疲劳强度略高于原材料。

疲劳强度指在无数次交变载荷作用下不产生破坏所承受的最大应力值  $\pm \sigma_A$ 。

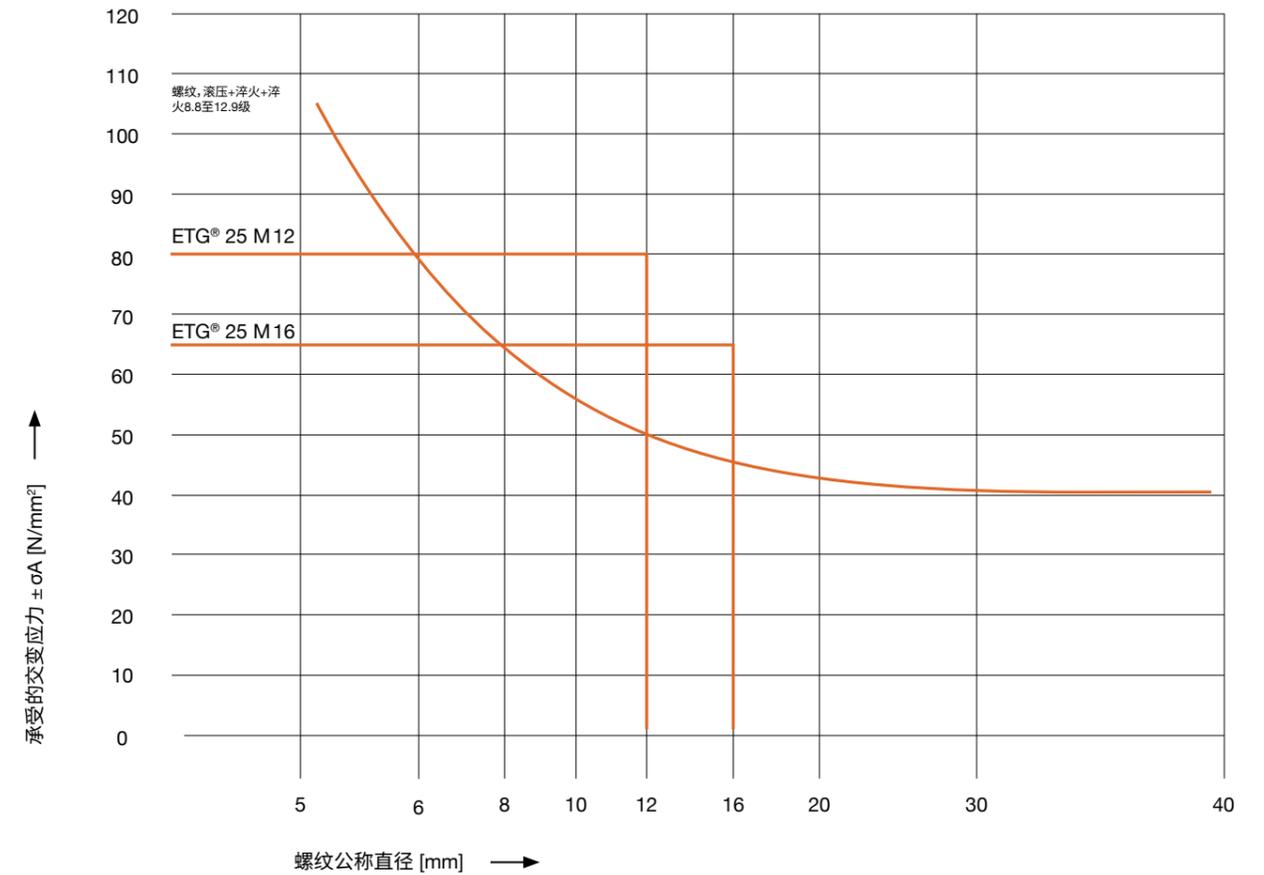
- 应力循环次数  $> 2 \times 10^6$
- M12 螺纹连接
- 螺栓, ETG® 25, 滚压螺纹
- 螺母, DIN 934标准 8级

## 切削成型螺栓的高温性能典型值

			+100 °C	+200 °C	+300 °C
抗拉强度	$R_m$	N/mm <sup>2</sup>	815	815	800
屈服强度	$R_{p0.2}$	N/mm <sup>2</sup>	665	665	635
断裂伸长率	$A_5$	%	13	12	18

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

## 螺纹的静态许用应力



ETG® 25滚压成型螺纹螺栓的静态应力。根据EN ISO 898-1对螺纹棒进行测试。强度值表示横截面的承受应力。

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

ETG® 25冷成型螺纹螺栓的疲劳强度明显高于由传统回火材料制成的螺纹螺栓。

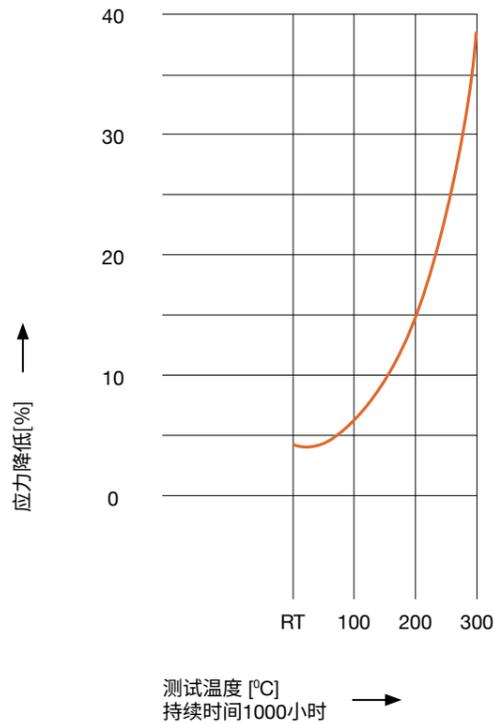
- 平均应力  $\sigma_m$  450 [N/mm<sup>2</sup>]
- M 12螺纹  $\sigma_A \pm 80$  [N/mm<sup>2</sup>]
- M 16螺纹  $\sigma_A \pm 65$  [N/mm<sup>2</sup>]

与8.8至12.9强度级的滚压、调质螺纹的比较。

## 应力松弛

对于螺纹零件的生产,材料的应力松弛尤为重要。下图显示了在常温和 300°C 之间存放1000小时后,ETG® 25 的应力松弛行为,以相对百分比的应力降低形式呈现。使用的试样是 M12 螺纹杆,在 0.7 倍  $R_{p0.2}$  预应力下。

### ETG® 25的应力松弛



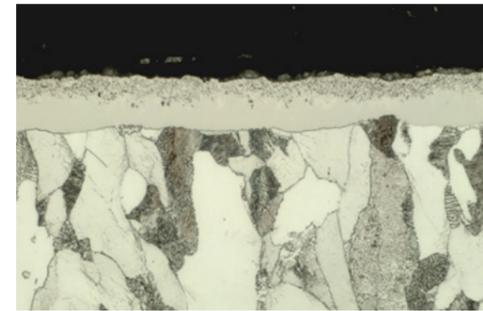
# ETG® 25的氮化

## Nitrocarburising

氮碳共渗可以提高钢材耐磨损和抗腐蚀的能力。它还可以提高材料的弯曲疲劳强度。ETG® 25可以通过盐浴、等离子或气体工艺进行氮碳共渗。在一项研究中,ETG® 25在井式炉中分别在 520°C 和 570°C 进行了10 小时和 40 小时保温,以及分别进行了 0.5 小时和 4 小时保温的氮碳共渗处理。在每种情况下,使用相同的氮势  $K_N = 2$  的气氛。在 570°C 时添加了 2.5% 的  $CO_2$ 。

对于对尺寸稳定性要求严格的应用,材料应在 520°C 至 570°C 进行预热处理。等离子氮化也可以使用,因为该过程使用较低的温度(约 480°C 至 510°C)。由于等离子过程中使用的温度较低,核心强度降低较少。

ETG® 25具有致密的化合物层,几乎没有孔隙形成。心部硬度约为225 HV/0.5。氮碳共渗通常会导致拉伸强度降低约200 MPa。



ETG® 25, 520°C, 10小时,  $K_N = 2$ , 硝酸酒精浸蚀液。

## 氮碳共渗

处理	化合物层厚度	多孔厚度区 扩散层	氮化层厚度	表面硬度
	µm	µm	mm	HV 0.5
520 °C N 10h	10.5	4.6	0.38	450
520 °C N 40h	11.7	4.4	0.62	480
570 °C NC 0.5h	8.4	3.2	0.29	375
570 °C NC 4h	21.0	7.6	0.29	440

根据所使用的氮碳共渗工艺,可能需要在350°C保温至少2小时回火处理,以去除混入的氢气。

# Steel beyond limits

## 突破思维定式

我们怀着激情共同拥有创造性思维。

超越普通的钢材, 搭配与之匹配的创新、支持和服务。通过免费计算工艺节省潜力和免费试用, 我们为客户提供更多可能, 使其生产更为精益、更安全、更有竞争力。

## 我们的团队



三十年来, 我们与客户、供应商、大学和科研机构携手合作, 突破常规思维。我们一起挑战极限。我们重新定义期望。

## 我们的网络



全球覆盖, 本地服务。访问我们的专业知识和丰富经验, 帮助您精益高效地运营。无论是现场还是远程, 我们优质的技术服务都能提供便捷的接触和快速的沟通, 助您更精益地运营。

## 我们的生产



我们监控生产过程, 力求精益高效。尽最大可能保证产品的可靠性。

## 我们的检测流程



严格的生产检测和质量控制检验, 保证严格公差范围内的高质量连贯一致性。



# Together. For a future that matters.

本文件显示的信息和数据是典型值或平均值，不构成对最小值或最大值的保证。我们的材料检测证书中包含的信息才可视为具有相关性。本文件中所述材料的应用建议仅供参考，以帮助读者自行做出决定，并不构成对材料适用于特定应用的明示或暗示的保证。

我们保留进行更改和技术改进的权利，恕不另行通知。错误和遗漏除外。预期的性能特征只有在合同订立时达成一致，才具有约束力。



**Swiss  
Steel**  
Group

文本

ETG® 25由 Steeltec AG 和 Steeltec GmbH 生产。

[info.engineering@swisssteelgroup.com](mailto:info.engineering@swisssteelgroup.com)

[www.swisssteel-group.com](http://www.swisssteel-group.com)