

白皮书

实心销是对位、连接、装配多个部件的常用紧固件。无需螺栓夹紧载荷时，实心销最为实用。实心销还用于定位组件、铰链及防窜改设计等特殊功能。

实心销的常用生产方法有两种，冷锻和切削。冷锻和切削都能制作出优质、规格统一的零件。有趣的是，很多外径磨削销实际并非切削而成。通常让冷锻毛坯通过二次磨削工序，制作出外径磨削销。

为组件设计实心销时，重要的是要认识到冷锻和切削的区别，因为制造方法直接影响实心销可以指定的设计规格（公差、几何结构、材料）。本文旨在向设计人员讲述冷锻和切削的区别，从而使设计人员能够理解如何设计实心销，优化性能，并降低组件的制造总成本。



切削概述

切削是使用切割工具将原材料（棒）切割为期望几何结构的工艺。这项操作通常在车床上进行。切削产生碎片形的废料。

冷锻概述

冷锻为在一个或多个模具中锻（线材），而使原材料成形为预期几何形状的工艺。冷锻紧固件最常用的方法是使用一个模具和双击式，因为这足以成形倒角和头部。模具提供了用于成形预期几何结构的空腔，冲击描述了采用机床冲程锻材料的物理过程。几何结构更为复杂的情况下，可能需要增加模具和冲击次数。每次冲击可以挤出的材料量有限。

冷锻有时还包括将材料加工硬化的拉丝工艺，拉丝工艺提高了屈服强度和抗拉强度。采用相同基材生产的切削销，由于材料晶粒组织被打断，所以屈服强度和抗拉强度降低。

制造比较		
	冷锻	切削
零件质量	✓	✓
屈服强度和抗拉强度	✓	
紧密公差	✓	✓
保持特性	✓	✓
制造后的废料		✗
复杂零件几何结构		✓
长/粗销	✓	
最低工具成本		✓
配置时间短		✓
循环快	✓	
实心销总成本最低	✓	
孔处理成本最低	✓	

表 1

实心销设计规格和制造能力

设计连接的第一步是确定主体部件和紧固件的功能要求。不应通过过多的设计规定来实现性能要求。理想的连接是以尽可能低的成本同时满足性能要求和质量要求。下列信息将帮助设计人员认识冷镦与切削性能的区别，因为这关乎实心销和主体部件孔的设计规格。

压装销概述

压装销和圆柱销通常被压入小于销直径的孔中，以固定在组件中。大多数应用中，干预必须受到限制，使插入力在可行限度内。适合大多数金属（钢、铜、铝）的可用压入配合为材料位移0.0125mm~0.025mm（0.0005英寸~0.001英寸）。该公差阈值包括销和孔径公差总和，所以销必须精密加工，孔必须配较且/或打磨。这延长了循环时间，增加了孔处理相关的制造成本。

同样重要的是认识到自由配合铰链无需压入配合孔，不应要求比 $\pm 0.025\text{mm}$ （ ± 0.001 英寸）更严格的销直径公差。

公差

通常，外径是实心销最关键的尺寸。冷镦和切削都能达到大多数实心销应用所需的公差规格。实际上，冷镦工艺生产的实心销，外径总公差为0.05mm（0.002英寸）（比发丝还细）。切削可以做到比冷镦更紧密的外径公差，但通常需要特殊的磨削外径棒材。磨削外径棒材的成本可能超过标准棒材成本的三倍，所以应该（尽可能）避免这一做法。

对于实心销长度公差而言，切削和冷镦可以达到大约 $\pm 0.25\text{mm}$ （ ± 0.010 英寸）的相同公差水平。销长度不同，公差不同。

倒角的作用是方便装配。25°~40°的倒角适合大多数实心销应用，还可以实现最大程度的销嵌合。从制造的角度看，最佳切割角（切削）为45°，而最佳成形角（冷镦）为30°或以下。

公差能力 实心销外径				
制造方法	原材料	原材料成本	公制	英制
冷镦	线材	\$	$\pm 0.025\text{mm}$	$\pm .001$ 英寸
切削	标准棒材	\$	$\pm 0.0125\text{mm}$	$\pm .0005$ 英寸
	磨削外径棒材	\$\$\$	$\pm 0.0025\text{mm}$	$\pm .0001$ 英寸

表 2

侧视图——冷镦销与切削销对比



材料

实心销最常用的材料是碳钢和不锈钢。可用原材料形式多样，具体取决于销将进行切削（棒材）还是冷镦（线材）。可买到的棒材和线材的材料牌号可能不同。棒材有最适合切削的牌号，而线材有最适合冷镦的牌号。材料牌号可能不同，最重要是冷镦和切削都有可以使用的同等材料。因此，最佳工程做法规定了：在可能的情况下，图纸上的材料规格为相对一般性的规格（即硬度等级RC 27-33的碳钢）。

表3 展示了冷镦和切削几种常用材料的示例，供参考

常用材料示例			
材料	优势	冷镦	切削
奥氏体（镍）不锈钢	耐腐蚀性优异	305, 302 HQ	303
马氏体（铬）不锈钢	耐蚀 抗剪强度高 硬度高	410	420
低碳钢	多用途 低成本	1022	12L14
合金钢	抗剪强度高 硬度高	6150, 4037	4150
铝	耐蚀 轻质 不含铅	5056	2024, 6061

表 3

注：列表中列出了一些常见的可用材料（也可使用其他材料）

成本比较——冷镦与切削

切削实心销的成本通常大约是冷镦实心销的十倍。冷镦实心销为何具有更高的成本效益？

- 冷镦每分钟大约可以加工300件实心销，切削每分钟大约加工4件实心销。
- 切削产生废料。因此，相比冷镦，生产相同的部件，切削实心销需要更多原材料。冷镦产生的唯一废料是配置过程中产生的废料。
- 磨削外径棒材比切削用标准棒材成本高三倍。

销直径公差与原材料成本对比

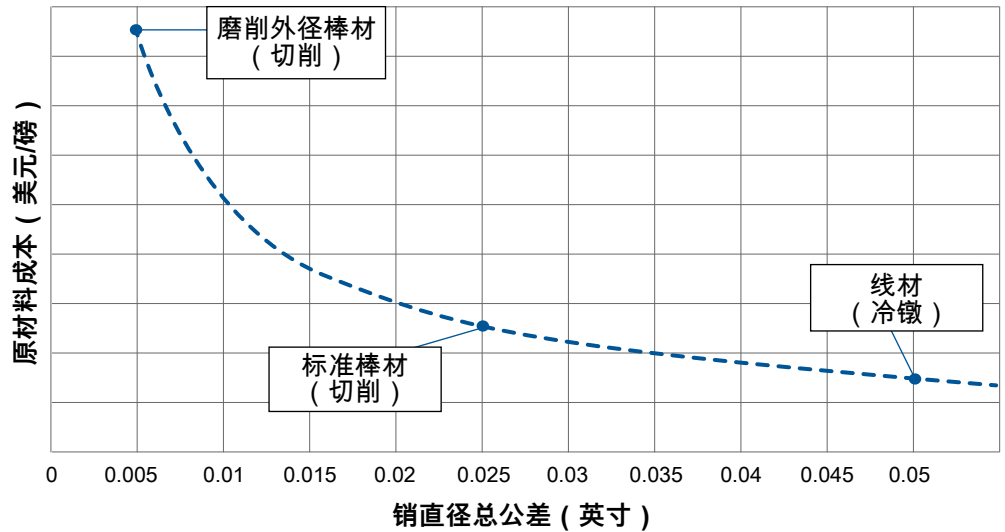
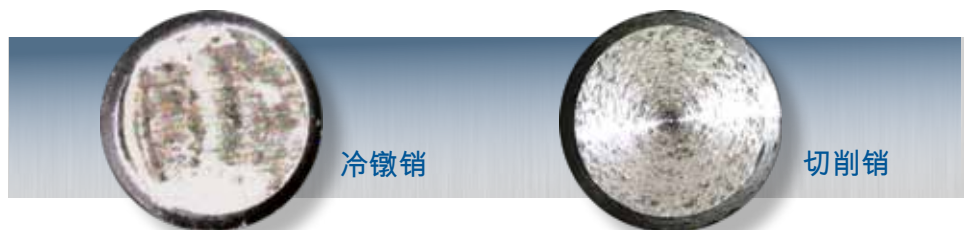


图1

顶视图——冷镦销与切削销对比



虽然切削成本远超冷镦，但是切削配置成本则要低得多。对实心销尺寸标准化处理的公司能转移配置成本，从而对客户的成本影响可以忽略。但是，定制设计的配置成本可能相当高，小批量时配置成本尤其高。表4概括了冷镦与切削配置的一般区别。

配置比较 新实心销设计		
	冷镦	切削
配置时间	6~12小时	2~4小时
工具成本	~5,000美元	~200美元

表 4

案例研究

下面的案例研究说明了外径3mm、长度30mm的实心销钉（毛坯销）冷镦与切削的区别。下表也强调了，原材料用量和生产速度（每分钟件数）是冷镦与切削成本存在显著差异的主要原因。

制造比较 25,000件3mmx30mm实心销钉			
制造方法		冷镦	切削
生产的零件	#	25,000	25,000
原材料说明	-	线材	标准棒材
所需原材料（重量）	kg	8.6	26.3
配置时间	小时	6月12日	2月4日
总生产时间	小时	1.4	104
废料	%	< 1%	65%
直径公差	mm	± 0.025mm	± 0.0125mm
成本	-	✓	✗

表 5

何时使用：

切削实心销

- 小批量定制零件
- 极关键的对位
- 功能要求决定销的复杂几何结构

冷镦实心销

- 大多数应用（因为大多数情况下不要求切削公差）
- 销滑动配合到位的自由配合轴/铰链销

结论

设计人员在了解冷镦与切削实心销的基础上，可以优化连接性能并降低制造总成本。两种制造方法都能生产出优质、规格一致的零件。但是，冷镦与切削在成本和性能上存在显著区别。本文可作为参考工具，协助设计人员制定相关的实心销设计规格。但是，建议厂商与行业连接和装配专家合作，确定适合组件的最低成本解决方案。

Technical Centres

Asia Pacific

SPIROL Asia Headquarters
1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Shanghai, China 200131
Tel. +86 21 5046 1451
Fax. +86 21 5046 1540

SPIROL Korea
160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Korea
Tel. +86 21 5046-1451
Fax. +86 21 5046-1540

Europe

SPIROL United Kingdom
17 Princewood Road
Corby, Northants
NN17 4ET United Kingdom
Tel. +44 1536 444800
Fax. +44 1536 203415

SPIROL France
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, France
Tel. +33 3 26 36 31 42
Fax. +33 3 26 09 19 76

SPIROL Germany
Ottostr. 4
80333 Munich, Germany
Tel. +49 89 4 111 905 71
Fax. +49 89 4 111 905 72

SPIROL Spain
08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Spain
Tel. +34 93 193 05 32
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL Czech Republic
Sokola Tümy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900
Czech Republic
Tel/Fax. +420 417 537 979

SPIROL Poland
ul. Solec 38 lok. 10
00-394, Warszawa, Poland
Tel. +48 71 399 44 55

Americas

SPIROL International Corporation
30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 U.S.A.
Tel. +1 860 774 8571
Fax. +1 860 774 2048

SPIROL Shim Division
321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 U.S.A.
Tel. +1 330 920 3655
Fax. +1 330 920 3659

SPIROL Canada
3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canada
Tel. +1 519 974 3334
Fax. +1 519 974 6550

SPIROL Mexico
Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Mexico
Tel. +52 81 8385 4390
Fax. +52 81 8385 4391

SPIROL Brazil
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brazil
Tel. +55 19 3936 2701
Fax. +55 19 3936 7121

email: info-uk@spirol.com

SPIROL.co.uk