

建议载荷

螺栓连接完整要求载荷路径中的所有部件在各种环境下能一直保持最初应用的紧固载荷。为此，必须将所有部件设计为承受特定的压力，而且所使用的紧固件必须紧固到适当的程度，以便不会超过任何部件的屈服点（弹性限度）。需要使用金属限压套的原因在于即使在较小的载荷下，塑料始终都会产生应力和应力松弛。确定螺栓连接的特性时，应考虑以下几点：

- 实际需要何种类型的载荷？例如，给定的塑料法兰是否确实需要一个级别 12.9 的螺帽将其固定到位？
- 连接中的部件强度如何？
- 限压套将与什么支撑部件一起固定？如果是铝件或塑料件，则发挥的作用可能有限。
- 螺栓是以螺纹方式插入嵌件的吗？如果是，嵌件上的螺纹是否有足够的强度和接触面积，以充分支持限压套？
- 螺栓的安装拧紧力矩应为多少？**SPIROL** 建议其为验证载荷的 25% 到 75%。如果低于 25%，螺纹内有可能无法产生足够的保持力。如果高于 75%，很有可能由于装配的变异而造成其超过验证载荷。
- 安装扭矩如何与螺栓载荷相关？力矩和实际压缩载荷很大程度上依赖于材料和条件。第 4 页提供的理论公式仅供参考。施加的实际力矩必须由终端用户确定，它取决于多种因素，如连接中所有部件的材料和镀层以及施加力矩的方法。

建议施加的紧固力矩

螺栓连接的完好要求所有部件（包括螺栓）承受的压力均不超过弹性限度。**SPIROL** 建议压缩载荷不要超出螺栓验证载荷的 75%。第 4 页提供了产生此压缩载荷的建议力矩值。

限压套长度的确定

限压套和塑料部件的长度规格是否恰当对于螺栓连接能否正常发挥作用至关重要。限压套的最大建议长度为塑料部件的最小厚度。这样可确保在向螺栓施加相应载荷时，将会满足两个重要条件：

- 螺栓将与限压套接触，从而避免发生变形的可能。
- 塑料主体始终受到较小的压力。

塑料主体的压缩量最多是两个部件的厚度和长度的组合公差以及限压套上的压缩变形量。事实上，由于具有很好的统计过程控制和生产控制，实际压缩量会小得多。

载荷等级评定

SPIROL 采用以下标准评定限压套的等级：将用于使限压套标称长度压缩 2.5% 的载荷与标称大小紧固件的紧固载荷进行匹配。
[见标准待售品明细和材料。](#)

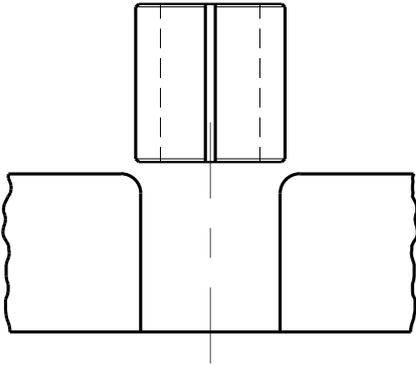
用于评定限压套等级的标准是将限压套压缩到所定义的安全距离以满足下列要求的所需载荷：

- 维护限压套的完整性，防止破裂或过度膨胀。
- 尽量保持塑料主体的完整性，方法是使压应力处于普遍接受的安全范围内。
- 保持紧固件的载荷，方法是防止应力松弛从而确保持螺栓连接的持续完好。

对于在耐用型制成品中使用的所有工程热塑性材料而言，已认可的安全的保守界限是最多可压缩 3%–5%。大多数塑料可安全地压缩 5%–7%；许多塑料还可以压缩更高的比率。塑料的一个特性是会在高压区域中很快表现出应力松弛，从而消除潜在的应力开裂，并允许限压套获得紧固件载荷。

孔设计

虽然开缝型限压套的边为倒角边，但倒角边保持最小以便使承压表面积最大。因此，建议加工塑料件的孔时留有导入角以便安装。此导入角对实心限压套不是必需的，因为导向部分比孔小。如果需要拔模角，在整个限压套长度范围内，孔的锥度应在推荐的孔径范围内。



配合部件的材料

螺栓的压缩载荷通过限压套传递给配合部件。必须评估配合部件的材料强度是否足够，能够承受螺栓的压缩力。将施加到限压套的压缩载荷除以限压套的横截面面积，便可以计算出传递到配合部件上的压力。如果此压力超过配合部件材料的屈服强度，则可能发生局部性永久变形，从而导致压缩载荷丧失。

经济实惠的紧固件选择

设计人员应慎重，不要选择对于应用来说太强的螺栓级别，并确保在装配过程中施加适当的紧固扭矩。螺栓级别越高，所需的限压套强度也越高，也就可能需要更强的配合材料。每种因素都会增加装配的总成本。当啮合处需要更大的支撑面时，设计人员应考虑选择凸缘面螺栓或使用垫圈，而不要使用带头限压套。在这种情况下，需要在成本和装配难易度之间进行一下权衡。垫圈的成本比使用带头限压套增加的花费要小得多。此外，不带头限压套更容易插入。

选择最经济实惠的限压套

每种标准系列限压套都会以不同方式影响装配的总成本。SPIROL 工程设计部门将帮助您确定哪种类型的限压套最适合满足性能和安装要求，同时最大限度地降低装配的总成本。



塑料部件的允许压缩量

对于大多数常用注模塑料件来说，很难确定短时间内可以压缩的具体最大量。进行具体计算涉及的变量太多。特定塑料、填充料、模具设计、壁厚和应力集中等特性都会影响塑料件的耐久性。一般来说，热塑材料被压缩 2%–3% 属于合理范围。短时间内，塑料件通常会表现出应力松弛，因而会减轻塑料件上的压缩载荷，并允许限压套保持连接的完好。这可以表示为下面的公式 (1)：

$$(1) \quad d_p = T_{max} - L_{min} + d_c$$

其中 d_p 通常应小于 T_{max} 的 3%

其中：

- d_p = 塑料部件要求的变形量（用长度单位表示）。
- T_{max} = 塑料部件的最大厚度（用长度单位表示）。
- L_{min} = 限压套的最小长度（用长度单位表示）。
- d_c = 承受载荷的限压套的变形（用长度单位表示）。

承受螺栓载荷的限压套的变形可以使用下面的公式 (2) 计算得出：

$$(2) \quad d_c = \frac{F_B \times L_c}{A_c \times E_c}$$

其中：

- d_c = 承受载荷的限压套的变形（用长度单位表示）。
- F_B = 螺栓或紧固件产生的压缩力（用力单位表示）。
- L_c = 限压套的标称长度（用长度单位表示）。
- A_c = 限压套的横截面面积（用面积单位表示）。
- E_c = 限压套材料的弹性系数（杨氏系数）（用单位面积承受的力表示）。参见表 2。

将螺栓固定在限压套上需要施加的力

始终确保螺栓牢固地固定在限压套上非常重要。虽然按比例计算塑料件比限压套可压缩的量更大，但在初始装配状态下，塑料件名义上还是比限压件的长度要厚。使用凸缘螺栓或大垫圈时，塑料件有相当大的表面积可以处于压缩之下，因而能产生很高的载荷。因此，有必要计算在最糟糕情况下螺栓压缩塑料件以及固定限压套的能力。公式 (3) 显示了如何计算固定螺栓所需的力。

$$(3) \quad F_B = \frac{(T_{max} - L_{min}) \times E_p \times A_p}{T_{max}}$$

$$\text{其中 } A_p = \frac{\pi \times (\varnothing_2^2 - \varnothing_1^2)}{4}$$

其中：

- F_B = 螺栓或紧固件产生的压缩力（用力单位表示）。
- T_{max} = 塑料部件的最大厚度（用长度单位表示）。
- L_{min} = 限压套的最小长度（用长度单位表示）。
- E_p = 塑料部件的弹性系数（杨氏系数）（用单位面积承受的力表示）。
- A_p = 被螺栓压缩的塑料部件的面积（用面积单位表示）。
- \varnothing_1 = 塑料部件的最小孔径（用长度单位表示）。
- \varnothing_2 = 螺栓或垫圈将与塑料件接触部分的最大直径（用长度单位表示）。

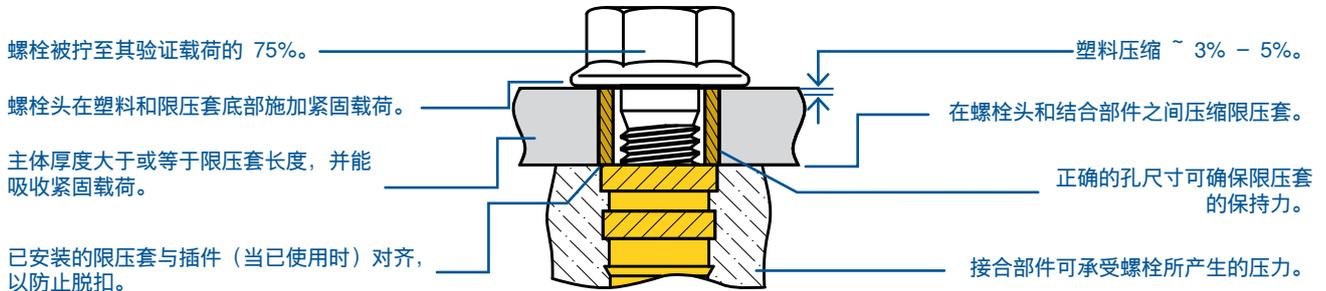
结果 F_B 应处于所选螺栓的规定载荷的 75% 或更低的范围内，因而确保在塑料应力松弛后对限压套施加足够的压力。

材料	psi	MPa
碳钢	30,000,000	206,000
铝	10,000,000	69,000
黄铜	14,100,000	97,000

表2-普通材料弹性系数

备注：压缩应变只是预估值。塑料主体硬度，材料，限压套直径比长度，壁厚，材料类型，硬化程度等因素都会影响应用中实际压缩应变下的实际应力。如需帮助为您的装配选择最合适的限压套，请联系SPIROL寻求免费的应用工程支持。

理想的螺栓连接

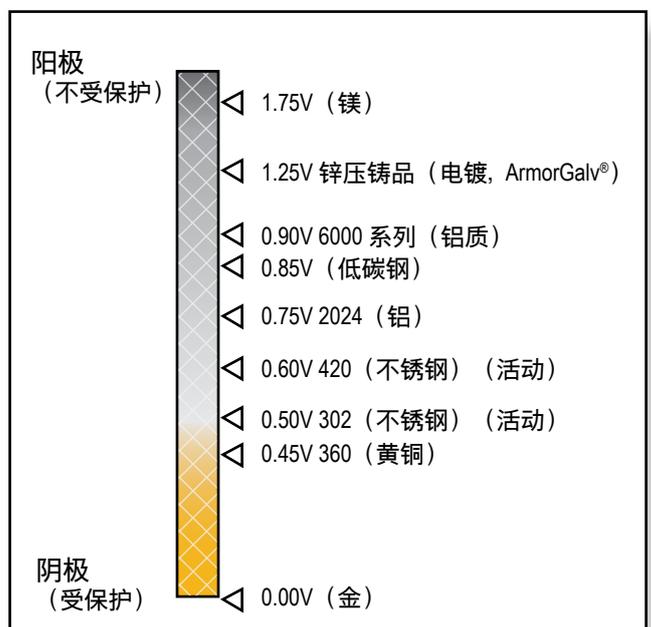


当限压套用于确保其在塑料组件中的有效性时，应考虑以下设计准则：

- 限压套的长度应等于或略小于主体厚度，使得在旋转螺栓后存在少量塑性压缩。如果塑料未压缩，则主体可能会围绕限压套移动。
- 螺栓头或垫圈下方的支撑面必须扩展到限压套上以接触塑料部件，从而避免塑料变形，并确保螺栓连接在组件使用寿命期间的完整性。要实现此目标，可使用法兰凸缘螺栓、垫圈或带有头部的限压套。在小批量和/或非维修应用中可优选垫圈。在大批量、自动化和/或维修性应用中，带法兰凸缘螺栓的不带头限压套的组装最为简单并且总成本最低。
- 螺栓头下被压缩的材料量取决于应用的载荷以及塑料特性。该压缩区域必须足够大，以承受拉扯分离组件的力量；同时又必须足够小，以确保有充足的塑性压缩，这样限压套就可以同时接触螺栓和配对部件。
- 对于任何给定的螺栓尺寸和等级/级别，推荐的紧固载荷为验证载荷的 25%–75%。（请参考第 4 页）
- 限压套的结合部件必须能承受螺栓所产生的压力。
- 当在结合部件中使用嵌件时，限压套必须与嵌件的面接触，以避免将插件拉出塑料组件（脱扣）。嵌件还必须能够承受螺栓所产生的载荷。

当存在电解质时，应考虑组件内材料的电兼容性。从理论上可以预防电化学腐蚀，方法是对阳极腐蚀膜使用类似的金属，以及利用电绝缘体分离不同的金属。在现实中很难以实现这样的保护，因为难以始终使用类似金属或完全防止这些因素。必须考虑其他措施，以最大限度地减少电化学腐蚀的影响。应考虑以下因素：

- 保护环境中的金属部件。如果没有电解质，则不会发生电化学腐蚀。
- 避免组合使用在阳极指数中相距很远的不同金属。对于恶劣环境（如户外使用环境），材料应在 0.15V 之内；在仓库及其他不受控制的室内环境中，材料应在 0.25V 之内。在温度和湿度受控制的环境中，材料最多可相距 0.50V。
- 避免使用小的阳极和大的阴极，因为这会增加阳极的腐蚀速率。



亚太地区 **SPIROL 亚洲总部**
中国上海市外高桥自贸试验区荷丹路122号D9地块22号楼一楼，邮编：200131
电话：+86 (0) 21 5046-1451
传真：+86 (0) 21 5046-1540

SPIROL 韩国
16th Floor, 396 Seocho-daero, Seocho-gu, Seoul, 06619, 韩国
电话：+82 (0) 10 9429 1451

欧洲 **SPIROL 英国**
17 Princewood Road Corby, Northants NN17 4ET, 英国
电话：+44 (0) 1536 444800
传真：+44 (0) 1536 203415

SPIROL 法国
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin 18 Rue Léna Bernstein 51100 Reims, 法国
电话：+33 (0) 3 26 36 31 42
传真：+33 (0) 3 26 09 19 76

SPIROL 德国
Ottostr. 4 80333 Munich, 德国
电话：+49 (0) 89 4 111 905 71
传真：+49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL 西班牙
Plantes 3 i 4 Gran Via de Carles III, 84 08028, Barcelona, 西班牙
电话/传真：+34 932 71 64 28

SPIROL 捷克共和国
Evropská 2588 / 33a 160 00 Prague 6-Dejvice 捷克共和国
电话：+ 420 226 218 935

SPIROL 波兰
ul. Solec 38 lok. 10 00-394, Warszawa, 波兰
电话：+48 510 039 345

美洲 **SPIROL International Corporation**
30 Rock Avenue Danielson, Connecticut 06239, 美国
电话：+1 860 774 8571
传真：+1 860 774 2048

SPIROL 垫片事业部
321 Remington Road Stow, Ohio 44224 美国
电话：+1 330 920 3655
传真：+1 330 920 3659

SPIROL 加拿大
3103 St. Etienne Boulevard Windsor, Ontario N8W 5B1, 加拿大
电话：+1 519 974 3334
传真：+1 519 974 6550

SPIROL 墨西哥
Avenida Avante #250 Parque Industrial Avante Apodaca Apodaca, N.L. 66607, 墨西哥
电话：+52 81 8385 4390
传真：+52 81 8385 4391

SPIROL 巴西
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134 Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, 巴西
电话：+55 19 3936 2701
传真：+55 19 3936 7121



卷制弹性圆柱销



直槽弹性圆柱销



实心销



弹性定位销/定位衬套



标准隔套



限压套



塑料用嵌件



铁路螺母



碟形弹簧



精密金属垫片和高磨损组件



平垫和垫圈



振动送料系统



销装配技术



嵌件装配技术



限压套安装技术

最新的规格和标准详情请参考 www.SPIROL.cn。

SPIROL 提供免费的应用工程支持！我们将协助新设计，帮助解决问题，并提供节省现有设计成本的建议。敬请登录 SPIROL.cn 查看 **SPIROL 应用工程服务** 详情。

电子邮件: info-cn@spirol.com

SPIROL.cn