

## 做出正确的选择（在设计阶段选择正确的紧固件）

FRANCIS KHOO 著，BOSSARD 上海工程部经理

### 引言

下面所讲的“做出正确的选择”，紧固件的选择主要是为设计工程师编写的，他们通过机械工程培训并负责对五金制品制定决策。作者希望这篇文章可以适合刚刚走出学校的，以及在不同行业工作的工程师们。请注意，每个讨论的主题，每个必要条件，每种紧固件的特性，其本身都可以用一整版的篇幅进行讨论。本文只针对这一主题做出简要概述。

主管与紧固件装配有关的设计工程师可以根据以前的设计或其他产品做出设计决策。然而，如果产品已经发生许多变化并升级换代，原有装配设计决策也许不再具有参考价值。审核原有设计需谨慎行事。根据其他类似产品随便作出设计决策，会由于忽略了未被考量的因素而导致设计出现风险，而这些因素有时甚至非常重要。

我们知道，紧固件的主要功能是便于装配和维护保养。否则，采用其他解决方案，例如铆接、锡焊或焊接也就足够了。

作者将尝试将这一范畴的内容融会贯通，以适应产品设计实际需求和紧固件选择的思考过程，提高生产效率并降低风险。

### 任务

我们所知道的现有产品范围，从一次性产品到日常需要维护的产品。例如，玩具可以拿来玩然后随手丢弃，除非有特殊情感原因。承载数以千计乘客的飞机需要地勤人员和飞行员在起飞前检查飞机状况。

通常，在确定了主要设计功能后，才会对紧固件引起关注。这经常会局限设计，导致只能使用非工业标准的紧固件，在工业上通常称为“定制”。

作为实用产品的设计师，实际情况是需要确保产品可以满足主要功能。如果需要使用紧固件进行装配，则需要考虑紧固件的基本特征，通常作为一个良好的开端，需要关注以下信息：

- 材料
- 尺寸

下一步，需要完善定型产品。紧固件信息应按照以下几点展开。根据工业标准来添加信息是个很好的方法。信息可来自不同渠道：

- 紧固件类型
- 紧固件强度
- 材料和腐蚀管理

下面的例子非常全面的描述了紧固件，根据这样的描述供应商可以充分理解产品，采购人员也可以寻找供应资源。“紧固件特征”图解提供了六角头螺钉的完整说明。根据工业标准报

价时常常会产生误解，例如 **DIN 933** 工业标准，它并没有完整的将紧固件的要求详尽的描述出来。**DIN 933** 表示的是紧固件的总体外观。这一标准并未包括最终产品的强度和涂层。

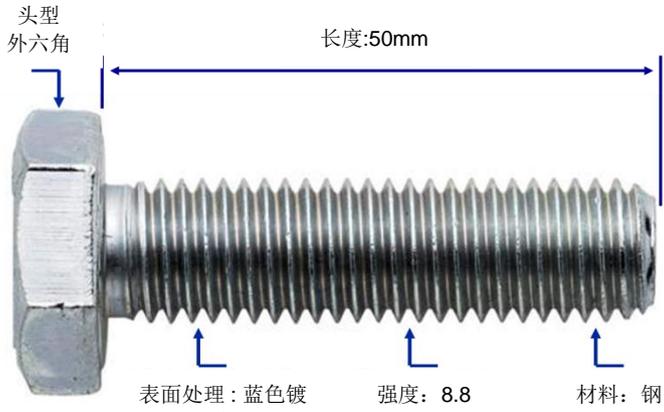
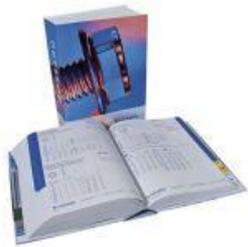


图 1: 六角头螺钉 DIN933 M10x50mm, 性能等级 8.8, 蓝色镀锌



产品信息和图纸可作为标准目录产品提供。例如，**Bossard** 产品目录中提供了详细的技术信息。紧固件则恰当的得以归类并标明技术规范。除此之外，相关的工业标准、预期效果和应用信息在技术手册中做了重点说明。

图 2: Bossard 产品目录

亮点:

- 被誉为“蓝色宝典”
- 涵盖 5 万多种产品
- 重约 2 公斤
- 超过 1,120 页内容
- 包含 15 类产品章节

工艺技术简化了应用设计，这样可以找到紧固件的图纸直接添加到装配设计中，无须过多考虑设计平台。

例如 Bossard CAD 图纸预览

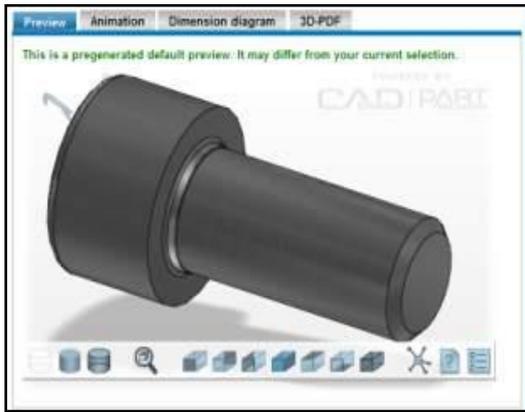


图 3: 可放大预览

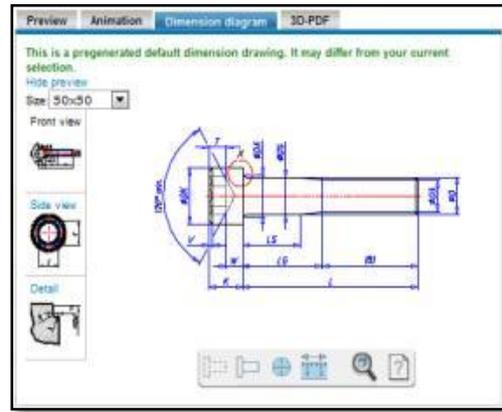


图 4: 二维旋转绘制图



图 5: 旋转预览



图 6: PDF 文件格式支持 3D 浏览

适当或必须考虑以下几点:

环保要求, 如产品废弃处理, 电子电气产品的废弃指令 **WEEE**; 限制有害物质, 危害性物质限制性指令 **RoHS**; 以及

- 规模化生产使用的模具
- 简便的维护保养
- 安全和风险管理
- 装配松动

紧固件的选择通常是一个反复的过程。更重要的是在设计阶段考虑如何进行装配, 而不是留到最后阶段顾及作业空间时才来考虑。

了解最终的生产情况将有助于制定决策。例如, 工具的使用性, 极限产能, 校准流程。

一个设计工程师曾经告诉我, 由于生产线上全部是女工, 他不得不重新设计他的产品装配方案。最初的设计, 组装起来需要非常用力。

一些组合紧固件的设计同时适合批量生产和维护保养。下面是在电力产品中使用的普通紧固件。可以看得出，组合紧固件的槽型适合批量生产，并且适合维护或维修时不易使用工具安装的地方。对于这个案例，一个简单的小硬币足以解决问题。



紧固件的设计是将两个部件连接在一起，并且可以使产品得到必要的维护。（如果可能的话）不要给简单的紧固件无辜的再增加”额外的职责”。例如承受高剪切载荷，充当定位器，液体压缩喷嘴等。为这些情况专门设计的解决方案应有尽有，且应当是一种独立存在的方案。

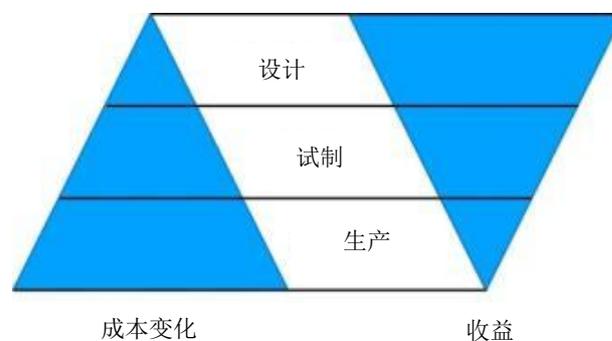
### 基本规则

- 紧固件必须始终等于或优于其他装配部件。
- 螺栓连接永远不应成为薄弱环节。
- 装配使用的紧固件应该方便管控，易于更换。

特别是对于具有装配风险的紧固件，请记住“紧固件必须始终等于或优于其它装配部件。螺栓连接永远不应成为薄弱环节。”就像焊接的原理一样。而且，装配使用的紧固件总是应当可控，易于更换。从设计原则和安全性能角度来看，进行重要性连接的维护保养必须尽量避免甚至杜绝额外的过程。根据作者经验，关键连接的检查需要花费 25 个工时去除附件以便进行对关键连接的维护。事后，我们都意识到，这样设计绝对可以做得更好些。

在新品投放生产时，经常被遗忘的，或是在设计阶段被忽视的紧固件装配要求可能导致收益降低并付出高额的设计变更成本。

这在成本效益图中已有详细说明。请注意，包括紧固解决方案在内的整套设计需要避免长期的不必要的更改和费用。



## 可用性

紧固件作为工程解决方案已经在工业界使用了几十年。其制造工艺已得到优化，并将进一步优化，以提供最经济的工程解决方案。

在实际应用中如有可能，应选择工业标准的紧固件。其优势众多，如详熟的特性，可用性，供应商可选性，交货期稳定，可互换性等等。实际应用和过往经验表明，使用工业标准件较之定制产品，可避免高达 70% 的浪费。这还不包括与环境有关的成本。

另一个使用工业标准紧固件的理由，是工程变更通知，这个理由通常容易被忽略或被遗忘。在许多情况下会经常听到工程师们低估紧固件工程变更通知的需求—这种商品本身太便宜了，可仍需要经手繁琐而昂贵的变更通知。诚然，工程变更通知的过程与产品成本无关，确实进退两难。

选购紧固件，挑战的是供应资源的可靠程度。考量成本，显得有些简单或“现实”，无法成为唯一的方法。如果进行紧固件一次性集中采购，我们通常可以避免这种挑战，但如果是持续交货，必须依靠可靠的供应资源。

对于负责选择产品的设计工程师而言，需要注意产品在试制过程中可能与规模生产时有所区别。产品的交期可能是产生这种差异的一个因素，也会影响模具费用。

设计工程师的关键职责是设计出功能完善的产品，满足市场需求。优秀的设计，解决方案和合格的部件之间意义不同。如果部件本身是合格产品，解决方案不那么令人满意，仍然有机会成为成功的设计。然而，如果解决方案是好的，但存在部分质量差异，成功的机会可能会减小。请不要因为一个优异的解决方案妥协接受劣质的部件。特别是那些价格不高、只占产品总成本不到 5% 的零件（C 类件）。它不值得工程师花费太多的时间。

其他值得关注的是，设计工程师在其工作地点做出的产品设计或解决方案，在大规模生产地未必可行。获得这种产品或解决方案所需成本值得考虑。

下图中“机械加工或锻造”标明了冷锻成形的紧固件相比较机械加工的紧固件之间的成本。如果注意力或关注度不够，显而易见的事情也无法一目了然。考虑到大批量生产设计工程师应该使用冷锻成形紧固件，而非机械加工成形产品。

机械加工零件	冷锻成形零件
小批量	最小批量 100,000 到 300,000 之间
切边锋利	产量高
形状复杂	几乎无废料产生
无十字槽	无锋利切边
产生 20-70% 废料	少有复杂形状

“实际成本”图通常提供了产品的实际成本。绝大多数情况下紧固件五金制品（C 部件）大约占产品总成本的 5%。然而，购置成本可能高达工作总量的 50%。

设计工程师可能不会认为这部分工作也是职责所在。然而，如果对紧固件进行清晰描述并且根据工业标准做出恰当的选择，对产品而言会有很大帮助。另一个无形的优势就是便于管理产品的可用性。这样对于样机试制的紧固件类别，依赖性也会减小。

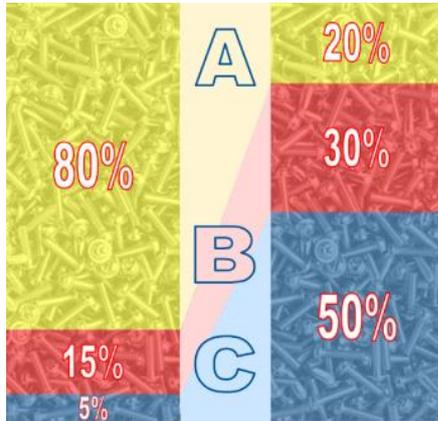


图 7: A 类件: 货值高, 数量少, 采购成本低,  
C 类件: 货值低, 数量大, 采购成本高

## 决策

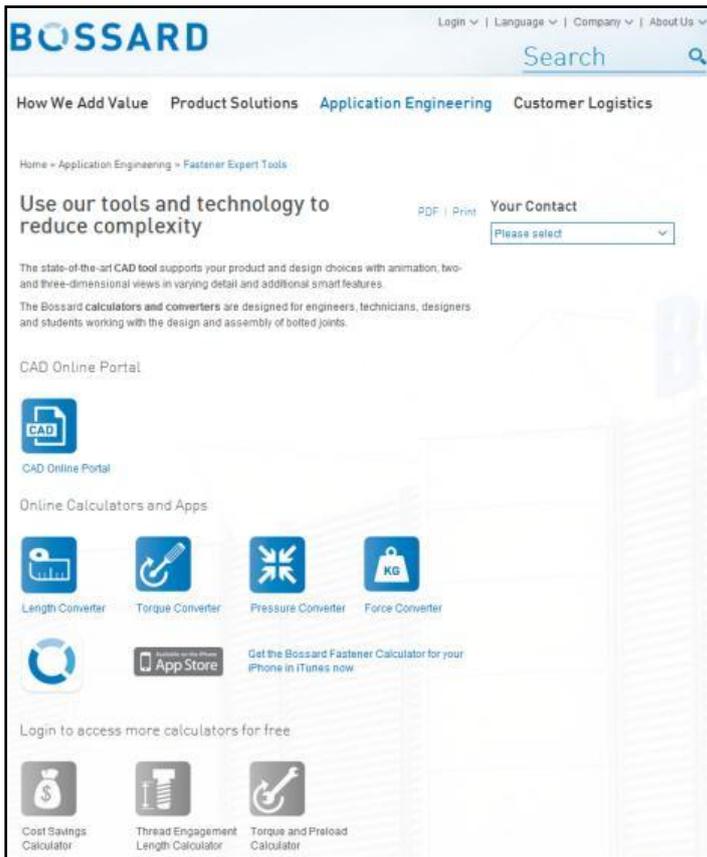


图 8: 客户测试区

大多数产品在发布前的设计阶段会经历广泛的测试。随着软件和计算能力的提高，测试过程已降到最低。有时，随着产品推向市场的压力不断加大，产品测试过程常常只能让步处理。

为了帮助完善产品的装配，我们配备了实用的测试设备。

您可以在我们的网站 [www.bossard.com](http://www.bossard.com) 以及 iTunes App Store 软件里查询到预紧力、扭矩优化计算器等内容:



另一种测试方式是容克振动测试机，它可以在产品组装时进行模拟测试。该测试用于确定组装的五金制品是否存在松动问题，是否可以解决或改进。

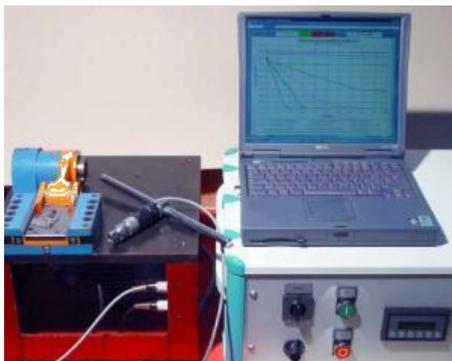


图 9: 容克振动测试机

以上是装配测试，可以在产品的功能测试和可靠性测试之前完成。这样一来将会降低风险，带来可靠的产品。

对作者而言，设计工程师目前最具挑战性的决策是确定产品的生命周期，这与防腐处理密切相关。换句话说，装配件能够运行多久时间，而不受腐蚀影响导致功能下降。通常一个简

单直接的解决方案是使用不锈钢。在当前经济型解决方案的大环境下，考虑到成本因素，使用不锈钢常常受到质疑。寻求碳钢产品的最佳防腐处理方案又是另一个挑战。

高强度碳钢加防腐处理涂层，与之相关的氢脆风险，必须加强意识严格管理。

另一个相关的问题，为了配合良好的防腐方案，使用缩径螺栓或扩孔螺母，这也会导致紧固件的原有强度降低。切忌缩径螺栓和扩孔螺母同时使用。

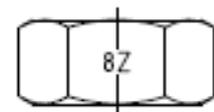
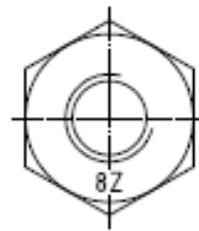


图 10: 热浸镀锌螺栓和螺钉螺纹缩径处理，表面处理前公差等级 6az

图 11: 热浸镀锌螺母扩孔处理，表面处理公差等级 6AZ

<sup>1</sup> 制造商的识别标识（头标）

<sup>2</sup> 性能等级和附加标识

客户反馈是非常重要的信息来源，有助于发现产品的不足加以改进。

## 总结

为了确保工业标准件的使用，紧固件的应用和选择不应是设计工程师在设计中最后关注的部分。必须适当关注最终的装配效果，以便在设计定稿和规模化生产之前获得利益最大化。

## 结论

为决定如何应用而选择紧固件可能不像初期观察的那样简单，甚至有时会消沉气馁。有效的掌握紧固件应用和防腐处理，会对您有所帮助。作出正确的选择是一个反复的过程。需要通过测试确保最佳的选择。它需要给予足够关注，并付出很多时间。听听业界对设计的反馈，灵活应对市场需求，不要只是基于价格，而是基于设计的整体经济性对装配产品和解决方案做出定论。一次性产品质量与持续使用的产品质量预期不同。与受人推崇的分销商或制造商合作，确保获得稳定的品质。您的设计和产品值得拥有这样的品质，您的客户也期望如此。

联系 Bossard 员工了解 Bossard 各项服务。我们的工程师能够协助并优化您的装配设计。确保经济型解决方案，降低风险，更好的与市场接轨。

Bossard 工程师们经过专业培训，他们时刻待命，为您在紧固件方面的需要提供整体解决方案。联系他们以便获得有效的服务和更多的支持，体验我们对紧固解决方案的热忱。

## 紧固件座右铭：

- 紧固件或表面处理不以贵贱而论
- 只有具有成本效益才能称之为设计, 解决方案和方法
- 最便宜的紧固件也可能让您付出的最高昂的成本！

## Bossard 工程团队为您服务

对于设计工程师来说，Bossard 工程服务为客户提供了各种工程服务和支持。我们可以举办关于紧固件技术和解决方案的研讨会。在线产品目录和相关技术信息可以帮助您选择恰当的紧固件。

目前可以使用的在线工程服务有：

- 扭矩和预紧力计算器  
作为参考，它可以初步算出装配扭矩和相关产生的夹紧力初始计算
- 螺纹啮合  
通常对于盲孔螺纹，必须确保足够的螺纹用于防止螺纹剥离，保证适当夹紧力，这样可以使产品厚度更经济化。
- 成本节约计算器  
概括描述了使用大量紧固解决方案的潜在成本节约。
- 转换计算器  
一个便捷的工具，将不同的度量单位转换成您需要的计算结果。在这个全新的世界环境中，为所有值得尊敬的工程师提供不可或缺的工具。

最后还要强调一点，所有上述工程工具均可下载到智能兼容手机中操作使用。