关于材料抗压、抗弯最佳形状的寻找和验证

经过一学期的学习，在材料力学这门课中，我们主要学习了如何计算构件的内力，从而校核材料的稳定性、强度、刚度等指标。在此之中，构件的变形主要有拉伸、压缩、弯曲、扭转、剪切以及挤压，每个变形的内力分析都不相同，而且多数情况下发生的是组合变形；在解决问题的过程中，不仅涉及到了上学期的工程力学的大部分知识，比如力矩和超静定问题，还有将这些知识与新的东西相结合，让我受益匪浅。

本文主要运用本学期所学的材料力学的内容，在构件的变形中寻找构件的最佳形状，换句话说，就是该形状在节省材料成本的情况下，又能很好的符合校核标准，可以说是寻找性价比最高的材料形状，

拉伸和压缩

我们可以从书中找到，拉伸和压缩材料所受的应力表达形式相同，都为

O = F/A

我们可以发现，其实在这种情况之下，所受的力大小F相同，我们只需要计算最大截面积就可以求出最佳形状，在所有的图形中，相同截面积下所消耗的材料应该是相同的，所以截面的形状并不影响拉伸和压缩应力的大小；

其次我们在来看构件在长度方面，我们可以从轴力图和应力的计算公式中发现，长度这个因素其实对材料所受的应力大小毫无影响，所以我们可以忽略这个因素。

所以经过我们的分析，在材料的拉伸与压缩这一变形上面，并不存在最佳的形状

扭转

扭转所受到的应力主要是剪切应力，剪切应力的计算公式为：

t=Tp/Ip

t为剪切应力的大小

T为力矩

P为横截面的半径

Ip为极惯性矩

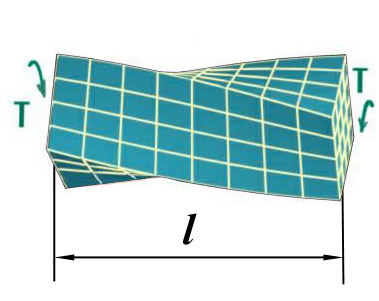
可以看出ip和p都是与截面尺寸有关的参数，从公式我们可以分析出，在转矩相同的情况下，所受剪切应力最大的应该是物体的表面（因为p最大），此外，物体的极惯性矩也很影响构件所受的剪切应力

极惯性矩的计算公式为：

以下是一些极极惯性矩的大小

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

但是，上述扭转剪切应力的公式只适用于圆截面，对于其他截面形状来说，扭转时横截面将发生翘曲而不再是平面，因此，对于非圆截面杆的扭转，平面假设已不成立，以下用矩形截面扭转计算说明，并证明圆截面比矩形截面更好



经查阅资料可得，矩形截面杆扭转时的扭转切应力分布满足以下几个条件：第一截面周边各点处的切应力平行于周边，且组成一个与扭转方向相同的环流；二是最大切应力发生在横截面的长边中点处；第三横截面的四个角上，切应力为零；第四横截面短边中点的切应力是该边切应力的最大值

可见，在面积相等的情况下，矩形截面的剪切应力比圆截面大，并且矩形截面越狭长，应力越大

弯曲

当直杆承受通过且垂直于其轴线的外力作用而产生的变形时，杆的轴线将直线变成曲线，这种变形称为弯曲，根据我们所学知识，我们计算弯曲挠度主要是用叠加法和积分法，然而计算构件的承受能力，还是要回到横截面上的正应力来

正应力的计算公式为：

可以看出，在弯举M相等的情况下，正应力的大小只与离中性层的的距离和该横截面对z轴的静矩有关；虽然在构件上既有压应力也有拉应力，但此时我们只讨论怎么去设计构件是具有最高的性价比的

因为中性层所受的弯矩为0，所以构件所受到的力可用以下图形表示，如果只用满足承受正应力的话，那么只要满足iz足够小，在上表面和下表面受力满足要求即可，以下为部分形状受力情况：

很明显可以看出，工字钢在横截面积相同的情况下，比圆形截面和矩形截面能够承受更大的正应力，所以横截面为工字钢为最佳

弯曲切应力

最大切应力的计算式可以统一表示为

圆截面

矩形截面

工字钢：

因为工字钢有固定的尺寸，所以直接采用表中的所给的数据

从以上计算结果可以看出，如果只考虑弯曲的切应力的情况下，圆形截面要优于矩形截面，而工字钢

剪切与挤压

总结

经过上述的计算和分析，我们可以得到一些结论，比如考虑到节省材料方面，可以选择工字钢用来抗弯，也可以使用空心圆形杠和空心方形杆，只要满足强度要求即可。而拉伸和压缩，挤压和剪切与形状没有太大的关系，所以在选择承重材料方面，可以考虑多种因素，在满足应力要求的情况下，尽可能的节省成本。