

6AV2124-0QC13-0AX0西门子TP1500 Comfort Outdoor , 精智面板 , 触摸操作

产品名称	6AV2124-0QC13-0AX0西门子TP1500 Comfort Outdoor , 精智面板 , 触摸操作
公司名称	湖南西控自动化设备有限公司
价格	23000.00/件
规格参数	
公司地址	中国（湖南）自由贸易试验区长沙片区开元东路1306号开阳智能制造产业园（一期）4#栋301
联系电话	17838383235 17838383235

产品详情

为什么齿轮不能少于17个齿数，少了会怎样？还能用吗？

齿轮是生活中应用比较广泛的一种零配件，不管是航空、货轮、汽车等等都会使用。不过齿轮在设计加工的时候它的齿数是有要求的，有人说如果低于了17齿就不能转了，有人又说不对，低于17齿以下的齿轮比比皆是。其实，这些说法都正确，大家知道这是为什么吗？欢迎留言讨论。

为什么齿数是17？

那为什么是17？而不是其他数？至于17，这个要从齿轮的加工方法说起，如下图，一种广泛使用的方法是用一个滚刀去切。

这样制造齿轮时，当齿数较少时，会发生根切现象，这会影响制造出来的齿轮的强度。什么是根切，就是根被切了。。。注意图中红框部分：

齿轮的齿顶与啮合线的交点超过被切齿轮的极限啮合点时，被切齿轮齿根的渐开线齿廓被切去一部分，这种现象叫根切。

那么什么情况下可以避免根切呢？答案就是这个17（齿顶高系数1，压力角20度时）。

首先，齿轮能够转动就是因为上齿轮和下齿轮之间要形成一对良好的传动关系，只有两者之间的衔接到位了，所以它的运行才能是一个平稳的关系。拿渐开齿轮来说，两个齿轮之间啮合好才能发挥它的作用，具体又分成了直齿圆柱齿轮和斜齿的圆柱齿轮这两种。

标准的直齿轮它的齿顶高的系数是一，齿跟高的系数是1.25，而它的压力角的度数要达到20度，齿轮加工时如果齿胚和刀具之间就像是两个齿轮一样。

如果胚的齿数小于一个特定值的时候齿根的根部就会被挖去一部分，就叫做根切，如果根切小了之后就会影响到齿轮的强度和平稳性。这里所说的17个是针对齿轮来说的，如果不谈齿轮的工作效率的话不管多少个齿它都会工作，也能运行。

此外，17它是一个质数，也就是说齿轮的某个齿和其他的齿轮的某个重合次数在一定圈数下少，受力时就不会长期在这一个点上。齿轮属于精密仪器，虽然在每个齿轮上都会产生误差，但是17这个产生轮轴磨损的几率实在是太大了，所以如果是17的话，短期动一会还行，长期的话就不能了。

但是，问题来了！市面上还有很多小于17个齿的齿轮，照样转的好好的，有图有真相！

有网友指出，事实上，如果换一种加工方法，制造齿数小于17的标准渐开线齿轮是可以的。当然，这样的齿轮用起来也是很容易卡住的（由于齿轮干涉，找不到图，请脑补），这样也就真的转不动了。对应的解决方法也很多，变位齿轮是常用的一种（通俗的说就是切的时候把刀具挪开一点），另外也可以有斜齿轮，摆线齿轮等等。还有就是泛摆线齿轮。

另一位网友观点：大家似乎还是太过相信书了，不知道有多少人在工作中对齿轮彻彻底底研究过的，机械原理一课中对于渐开线直齿齿轮齿数大于17不产生根切的推导是基于加工齿轮的齿条刀具的前刀面顶部圆角R为0，而实际上工业生产中的刀具怎么会没有R角呢？（没有R角刀具热处理是尖锐部分应力集中容易崩裂，使用过程中容易磨损或者崩裂）而且就算是刀具没有R角根切发生的大齿数也未必是17齿，所以17齿作为根切条件的说法其实是有待商榷的！上几幅图大家看看吧。

从图中可以看出当用前刀面顶部R角为0的刀具加工齿轮时从15齿到18齿的齿根过渡曲线并没有什么明显变化，那为什么说17齿是渐开线直齿开始发生根切的齿数呢？

这张图想必机械工程的同学应该都用齿轮范成仪画过，可以看出刀具R角大小对齿轮根切的影响。

上图中的齿根部分的紫色延伸外摆线的等距曲线就是齿根根切后的齿廓线，一个齿轮的齿根部分根切到什么地步就会影响使用呢？这是由另外一个齿轮齿顶的相对运动和齿轮齿根的强度储备共同决定的，如

果配对齿轮的齿顶不会和根切部分啮合那这两个齿轮就可以正常旋转，（注：根切部分是非渐开线齿廓，一个渐开线齿廓和一个非渐开线齿廓啮合在非特异设计的场合通常是无法共轭的，也就是要干涉的）。

从这张图上可以看出这两个齿轮的啮合线刚刚擦着两齿轮的过渡曲线所对的大直径圆（注：紫色部分为渐开线齿廓，黄色部分为根切部分，啮合线是不可能进入基圆以下的，因为基圆以下是不可能渐开线的，两齿轮在任意位置的啮合点皆在这条线上），也就是这两齿轮刚刚可以正常啮合，当然这在工程上是不允许的，啮合线长度为142.2，此值/基节=重合度。

还有人说：首先这个题设错误，齿轮小于17个齿不会影响使用（答案中这一点的描述出现错误，齿轮正确啮合的三个条件中与齿数无关），但是17个齿在某些特定情况下会出现加工不便的情况，这里更多的是补充一些关于齿轮的相关知识。

先说渐开线，渐开线是使用广泛的齿轮齿廓的类型。那么为什么是渐开线？这个线跟直线、圆弧有什么区别？如下图所示为一渐开线（这里只有半个齿的渐开线）。

渐开线用一句话说就是假定一直线和其上一不动点，在该直线沿一个圆滚动时，那个不动点所走过的轨迹。它的好处显而易见，当两个渐开线互相啮合时，如下图。

两轮转动时，在接触点（如M，M'）上力的作用方向恒在同一直线上，而且这根直线与两个渐开线形的接触面（切面）保持垂直，由于垂直，它们之间不会产生“打滑”和“摩擦”，这也就客观上减小了齿轮啮合的摩擦力，不仅能提高效率，还能延长齿轮的寿命。

当然，作为应用多的一种齿廓形式——渐开线，并不是我们唯一的选择。

再说“根切”，作为工程师，我们不仅仅要考虑理论层面不可行，效果好不好，更为关键的在于要想办法让理论上的东西呈现出来，这涉及到选材、制造、精度、检测等等环节。

齿轮常用的加工方式一般分为成形法和范成法，成形法也就是通过制造与齿之间的间隙形状相对应的刀具，直接切出齿形，这个一般有铣刀、蝶形砂轮等；范成法比较复杂，大家可以理解为两个齿轮在啮合，其中一个齿轮很硬（刀具），另一个则还处于毛坯状态，啮合的过程是由离得很远逐渐运动到正常啮合状态，在这个过程中切削产生新齿轮，有兴趣的可以找书籍具体学习。

范成法的使用很广泛，但是当齿轮齿数较少时，就会出现刀具的齿顶线与啮合线的交点，超过被切齿轮的啮合极限点的情况，这时待加工齿轮的根部就会被过切除，由于被根切的部分超过了啮合极限点，它并不影响齿轮的正常啮合，但这样的坏处在于它削弱了轮齿的强度，这样的齿轮用在变速箱等重载场合时，就容易出现轮齿折断的情况，如图为2模8齿齿轮正常加工后的模型（有根切）。

而17是在我国齿轮标准的情况下计算出的极限齿数，齿数小于17的齿轮在使用范成法正常加工时就会出现“根切现象”，这时便要调整加工方法，如变位，如图为变位加工的2模8齿齿轮（小根切）。

当然这里描述的内容很多内容是不全面的，机械中还有很多更有意思的零件，在工程中制造这些零件面临的问题也更多，有兴趣的朋友们不妨多关注关注。

结论：17个齿来自于加工方式，也取决于加工方式，如果更换或者改进齿轮的加工方式如成形法、变位加工（这里特指直齿圆柱齿轮），就不会出现根切现象，也就没有17个齿的极限数量问题。

另外从这个问题及其答案可以看出机械学科的一个特点——理论与实践高度结合。

网友观点：首先，齿轮少于17个齿就不能转的说法是不正确的，下面我们简单介绍一下17个齿这个数字是怎么来的。

齿轮是指轮缘上有齿轮连续啮合传递运动和动力的机械元件，齿轮齿廓有渐开线形，圆弧形等，渐开线形齿轮应用比较广泛。

渐开线齿轮又分直齿圆柱齿轮/斜齿圆柱齿轮等，对于标准的直齿圆柱齿轮，齿顶高系数为1，齿根高系数为1.25，压力角为 20° 。齿轮加工时一般采用范成法加工，即加工时刀具与齿坯的运动就像一对互相啮合的齿轮。对于标准齿轮加工，如果齿数小于某一特定值，在齿坯的根部的渐开线轮廓就会被挖去一部分，这就叫根切，如下左图，根切会严重影响齿轮的强度和传动的平稳性，这个不发生根切的小值是 $2 \cdot 1 / \sin^2(20)$ （1就是齿顶高系数，20就是压力角）。

这里的17个齿是针对标准直齿圆柱齿轮而言的，我们有很多办法来，避免发生根切，比如齿轮变位，即将刀具远离或靠近轮坯回转中心，这里为了避免发生根切需要选择远离轮廓回转中心，如下右图，是不是完整的渐开线轮廓线又出来了。

齿轮变位之后，齿轮就又可以不受影响的转起来了，上面通过适当的变位，5个齿的齿轮也可以转了。

其实斜齿轮也可以避免避免齿轮根切，或者降低发生根切的小齿数值。

17这个数字是计算出来的。并不是说少许17个齿轮就转不起来，而是如果少于17个齿，容易在齿轮加工时将齿轮根部以加工出的渐开线部分切去一部分，即根切，造成齿轮强度减弱。至于怎么计算的，完全是数学问题，参照上面的公式，捏合角 $\alpha=20^\circ$ 是，小不发生根切的小齿数是17个。

网友观点：齿轮的齿数能不能少于17是一个值得考虑的问题。对于标准齿轮来说，齿数还真不能少于17

，为什么呢。因为当齿数少于17时，齿轮会发生根切现象。

所谓根切是指用范成法切齿时，在一定的条件下，刀具的齿顶过多地切入轮齿的根部，而将齿根的渐开线齿廓切去一部分。

范成法和根切

范成法

范成法（或称展成法）是运用几何学上的包络原理加工齿轮的一种方法。在给定了两齿轮的渐开线齿廓和主动轮角速度 w_1 后，通过两齿廓的啮合就可获得从动轮的角速度 w_2 ，且使 $i_{12}=w_1/w_2=$ 定值。因为两齿廓啮合中，两节圆作纯滚动，节圆1在节圆2上纯滚的过程中，齿轮1的齿廓对于齿轮2将占据一系列相对位置，而这一系列相对位置的包络线就是齿轮2的齿廓，也即在两节圆作纯滚动时，两渐开线齿廓可看作互为包络线。

根切现象

产生根切的原因：当刀具齿顶线与啮合线的交点超过啮合极限点 N_1 ，刀具由位置 继续移动时，便将根部已切制出的渐开线齿廓再切去一部分。

根切的后果：产生严重根切的齿轮，一方面削弱了轮齿的抗弯强度；另一方面将使齿轮传动的合度有所降低，这对传动是十分不利的。产生根切的原因：当刀具齿顶线与啮合线的交点超过啮合极限点 N_1 ，刀具由位置 继续移动时，便将根部已切制出的渐开线齿廓再切去一部分。

对于非标准齿轮，齿数少于17是可以的。