

浅谈产品制造过程中的直通率

一、直通率 (FTY, RTY, TPY) 及其相关概念

1、首次产出率 FTY (First To Yield): 此概念一般是用来衡量单个工序的良品产出率。

2、滚动产出率 RTY (Rolled To Yield): 此概念一般用来衡量成品的良品产出率。

$$RTY = FTY_1 * FTY_2 * FTY_3 * \dots * FTY_n$$

此两项指标均指一次性良品产出率，不含返修品。一次性良品产出率代表了企业的正常过程能力。FTY 通常亦被用来衡量产品的质量水平，99.73% 的 FTY 表征过程能力为 3S 水平。但此过程仅限于单一工序。

我们常说的过程能力通常指：成品的良品率，因此 RTY 就被引入用来衡量成品质量水平。即使每个单一工序过程能力达到 3s 水平，但当超过 10 个过程的加工工序其 $RTY = 99.73\% \text{ 的 } 10 \text{ 次幂} = 97.32\%$ 。其一次良品产出率降低效果惊人。

3、总产出率 (Total Pass Yield): 制造过程中的最后一个阶段的良品产出率。计算方法与滚动产出率 RTY 相同。

4、采用 FTY 是衡量制造过程中各个工序的产品良品的质量水平，而采用 RTY 或 TPY 则是衡量整个制造过程的产品质量水平。采用 FTY 或 FPY/RTY/TPY 的唯一目的：**衡量企业的能力**。一次性良品产出率代表了企业的正常过程能力；亦可表征企业的质量控制水平。当 RTY 提升时，代表产品的质量成本在降低。企业的生产过程质量控制与预测能力增强。因此，RTY/TPY 可以说是同 CPK 和 CP 等，是类似的企业能力水平的表征。

5、直通率 (First Pass Yield, FPY) :

是一个生产线产出品质量水准的一项指标，简单的说，生产线投入 100 套材料，**在制程之中第一次就通过所有测试的产品的良品数量就是所谓的直通率**，因此经过生产线的重工 (Rework) 或修复才通过测试的产品不列入 FPY 的计算。

上述的定义，在实务的计算上有其困难，因为投入批量的大小不一，批量完成的日期不定，所以**实际的计算采用下面的计算式：**

$FPY = p_1 \times p_2 \times p_3 \dots$ 其中 p_1, p_2, p_3 等为产线上的每一个测试站的首次良率，同样的对于重工或修复后的产品不列入计算。

透过这个计算式，我们可以知道及时的产线直通率，同时这个直通率有时比良率更能代表生产线真正的品质水准。

通过率 Throughput yield 是测量过程产出的指标，它表明产品可以无缺损通过某一个作业的概率值。而直通率 Rolled Throughput Yield (RTY) 是测量产品可以无缺损通过整个流程的概率值。它也是产出率的指标之一。

让我们举例来说明：

假定，整个流程有 5 道作业组成。它们的通过率分别是 0.95、0.93、0.98、0.98、0.94。那么，整个流程的直通率 Rolled Throughput Yield 就是 5 个通过率的乘积。

$$RTY = 0.98 \times 0.93 \times 0.95 \times 0.98 \times 0.94 = 0.7976$$

综上所述：FPY、TPY、RTY 都是产品制造过程中直通率的描述，只是不同表示方法而已。单独工序：直通率=合格品/总投入；多工序：直通率=第一工序的直通率*第二工序直通率*...*最后一个工序的直通率

二、直通率是测量全过程产出率的指标

过程是利用资源把输入转化为输出的活动或者一组活动。如果把活动也界定它的输入和输出，那么，这样的活动我们叫“作业”，它也是一个小过程。整个大的过程，也有叫流程，可以看成是几个作业，小过程组成的。

通过率 Throughput yield 是测量过程产出的指标，它表明产品可以无缺损通过某一个作业的概率值。而直通率 Rolled Throughput Yield (RTY) 是测量产品可以无缺损通过整个流程的概率值。它也是产出率的指标之一。还让我们举例来说明。

假定，整个流程有 5 道作业组成。它们的通过率分别是 0.95、0.93、0.98、0.98、0.94。那么，整个流程的直通率 Rolled Throughput Yield 就是 5 个通过率的乘积。

$$RTY = 0.98 \times 0.93 \times 0.95 \times 0.98 \times 0.94 = 0.7976$$

它的意思是，大约是 80% 的产品可以无缺损通过这 5 个作业组成的整个流程。

三、直通率和传统的测量方法有什么不同？

1、传统用最终阶段检验时候的一次合格率来测量整个流程的产出率。两者的差别在于：

A、类似于通过率和一次合格率一样，直通率比最终一次合格率更加反映过程的质量。参阅博客文章《通过率——过程产出指标之一》。

B、最终阶段检验时候的一次合格率不能反映前面作业的质量情况，而直通率可以。

C、直通率率能向领导提供更加正确的信息。

2、通过率可以反映出产品的复杂性。直通率除了可以反映产品的复杂性以外，还可以反映过程的复杂性。从计算公式可以看出。如果减少过程中的作业数量，可以提高直通率。而传统测量方法是没办法反映的。

3、六西格玛管理的通过率、DPU、DPO、DPMO、PPM（百万分之的缺陷）和西格玛值等指标，既适用于计量型也适用于计数型数据。因为，六西格玛管理的缺损是直接根据顾客要求来衡量的，不同于传统的测量方法，先确定过程能力，再计算过程能力指数 CP, Cpk, 来反映过程能力满足顾客要求。对计数型数据不适用。

4、传统测量方法只是测量过程的结果，是测量过去；而通过率、西格玛值能够测出过程的能力，它给出一个概率统计值。如果未来过程的条件没有实质性变化，就能用这些数据来预测过程未来的结果。请见下节介绍。

还有其他不同，将结合介绍其他测量指标时再进一步讨论。

四、直通率的几种实际应用

1、确定名义通过率。当我们知道整个流程有多少作业，以及要求整个流程的直通率 RTY 是多少以后，就可以求出每个作业的“名义通过率”。它的意思是要达到直通率的目标，每个作业的通过率应当不低于名义通过率。这个名义通过率 NTY 的计算方法很简单，就是 RTY 的 k 次方。举例说明。

譬如有一个流程，由 10 个作业（叫工序也可以）组成。根据以往的数据知道，该流程的直通率应当达到 36.8%。把 36.8 开 10 次方得到的结果是 0.9510。就是说，平均每个作业的通过率应当不低于 0.905，才能达到 RTY = 0.368 的目标。这样，可以要求各个作业负责人计算一下自己作业的通过率，知道哪个作业应当改进。

2、确定投料数量 N。当我们知道了整个流程的 RTY 以后，就可以根据以下的公式来确定开始应当投多少料：

如果所有的缺损都是可以返工的，那么，

$$N_r = 1 + (1 - RTY)$$

如果所有的缺损都不能返工，只能报废的，那么，

$$N_s = 1 / RTY$$

举例如下：已经知道直通率是 0.70，那么，缺损可以返工的话，投料数量应当是 $1 + (1 - 0.70) = 1.30$ 。如果，缺损不能返工的，要投 $1 / 0.70 = 1.43$ 。意思是，您想得到 100 件产品，如果缺损可以返工的，应当投 130 件，如果不能返工的，应当投 143 件的材料。有的可以返工和的不可以的话，就介于这两个数据之间。

3、确定工时预算。当我们利用作业成本法来控制作业成本的时候，或者要求开展计划进度的时候，可以利用 RTY 来预算和控制作业的时间。譬如，我们把作业的标准作业时间用 T_b 来表示，预计实际时间用 T_s 来表示。那么，上面的例子，一个流程有 10 个作业。RTY 是 0.70。加入，每个作业的 $T_b = 10$ 分钟。从平均的观点来看，计划应当安排 13 分钟。相应可以确定库存材料和流水线上的数量了。根据这些可以跟踪确定作业和流程的成本和时间安排了。利用传统的测量方法是得不到这些参考数据的。

4、利用单位产品缺损数 DPU 的负数作为以自然数为底的指数函数可以很容易计算通过率和直通率，请参考有关文章，不在这里进一步说明了。

五、既然通过率和直通率很好为什么得不到推广？

1、人们不知道有这样好的方法，当然不会去应用。

2、传统方法简单，实用。问题是，人们往往会用方便来代替正确。他们宁肯做了以后返工，也不愿意花一点时间，把事情一下子做好它。六西格玛教人潇洒工作，不必要苦干。六西格玛教人正确工作，不只图方便。

3、习惯问题。领导的习惯，关键是在这里。有些领导，不去研究事物内在的客观规律性，单凭直觉和主观愿望在指挥。只要过得去，还要去学习什么新的东西？不做正确测量，也就不知道事物的本来面目，更不知道如何去改进。这就是为什么我们国家，同样国民生产总值的能耗好大大超过先进国家的根本原因所在。

六、提高直通率的方法

1、产品直通率是产品质量水平的表现，因此提高产品的直通率可以从 5M1E(人 Man、机 Machine、料 Material、法 Method、测 Measure 和环境 Environment)入手，利用鱼骨图、柏拉图等分析方法来解决产品质量中存在的问题。

2、组建专门小组，着力利用已经找到的原因，采取果断措施解决问题，提高产品品质。