

ОПРЕДЕЛЯНЕ ОБЕМА НА ИЗВАДКИТЕ ПРИ СТАТИСТИЧЕСКИ КОНТРОЛ НА ПРОЦЕСИ СЪС ЗАДАДЕН РИСК ЗА НЕПРАВИЛНО ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЕ

Румен Йорданов, Боряна Илиева, Тодор Цветков

Резюме: Контролните карти на Shewhart са удобен инструмент за провеждане на SPC (Statistical Process Control), но при използването им за поддържане на желано ниво на процеса следва да се държи сметка за рисковете от неправилно вземане на решение. Разглеждат се условията, свързани с възможностите на процеса и обема на извадките за ефективно прилагане на SPC.

Ключови думи: статистически методи, извадков контрол, качество.

1. Въведение

Основна задача на статистическия контрол на процесите (SPC - Statistical Process Control) е осигуряване и поддържане на процеса на приемливо и устойчиво равнище, гарантиращо съответствие на продукцията с установените изисквания. Информацията, получена от провеждан SPC може да бъде полезна и при решаване на други задачи, като сравняване на процеси, прогнози за развитие на процеси, планиране на настройка и ремонт и др. Главен статистически инструмент, използван за статистически контрол на процесите е контролната карта – графичен способ за представяне и съпоставяне на информация, получена от контрола на последователни извадки, отразяваща текущото състояние на процеса, с граници, установени на основата на вътрешно присъщата за процеса изменчивост (разсейване). Използването на контролни карти и техният внимателен анализ води до усъвършенстване на процесите.

Един от най-разпространените видове контролни карти е контролната карта на Shewhart. Основното предназначение на този вид контролни карти е за оценка на това дали процесът се намира в статистически управляемо (устойчиво) състояние, но може да бъде използвана и за поддържане на качеството на зададено равнище. Процесът се счита, че е в статистически управляемо (устойчиво) състояние, ако му въздействат само случайни (вътрешно присъщи за процеса) причини. При въздействието само

на случайни причини и нормално разпределение, зоната на разсейване на наблюдаваната характеристика (с вероятност 99,73%) е $\pm 3\sigma$ и именно на тези нива се поставят контролните граници (UCL и LCL). Излизането извън контролните граници е сигнал за смущение (изместване) в процеса (статистически неуправляемо състояние), т.е. върху процеса не въздействат само случайни причини, а изместването се дължи на причини, които следва да бъдат установени и процесът да бъде коригиран.

Контролните граници на картата на Shewhart не са свързани с допустимите стойности USL и LSL, а само с желаната (целевата) стойност X_0 . Това стимулира производителя да поддържа процеса на желаното ниво.

2. Определяне на риска за неправилно вземане на решение

Ако е зададена желана (целева) стойност X_0 , средноквадратичното отклонение на процеса σ е известно, и се наблюдава средноаритметичната стойност \bar{X} на извадките, централната линия на картата е $CL = X_0$, а контролните граници са $CL \pm 3\sigma_{\bar{x}}$.

Ако се приеме, че разпределението на средните стойности е нормално, то в тези граници ще попаднат 99,73% от средните стойности, а 0,27% ще бъдат извън тези граници. По чисто случайни причини излизането на точки извън контролните граници е практически невъзможно. Рискът за допускане на грешка от първи род

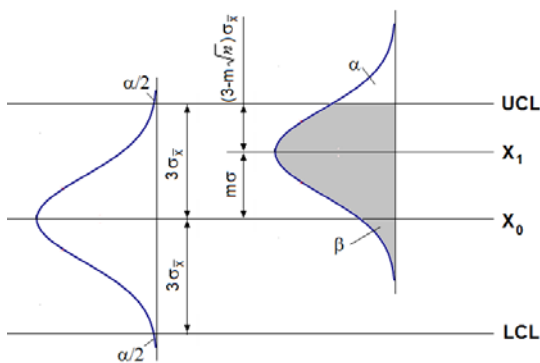
(погрешно да се счита че е възникнало изместване на процеса) е:

$\alpha=2[1-NORMSDIST(3)]=0,0027$, което е практически пренебрежима стойност. Този малък риск прави контролната карта твърде устойчива към лъжливи сигнали за смущения в процеса.

Но не така стои въпроса за допускане на грешка от втори род β (да се пропусне действително изместване на процеса). При реално изместване на процеса с $m\sigma$ спрямо X_0 до ниво X_1 (фиг.1) рискът β ще бъде:

$$\beta = NORMSDIST(3 - m\sqrt{n}) \quad (1)$$

където n е обемът на извадките, а рискът $\alpha = 1 - \beta$.



Фиг.1

Например ако е възникнало изместване на процеса от целевата стойност с едно стандартно отклонение ($m=1$) и обемът на извадките е $n=5$, то $\beta=0,777$, т.е. рискът да не бъде сигнализирано това изместване на процеса е 77,7%. Тази ниска чувствителност към неголеми измествания на процеса от целевата (желаната) стойност може да се разглежда и като предимство на този вид контролни карти, но при определени условия. Едно от тези условия е свързано с възможностите на процеса, определяни чрез индекса $C_p=(USL-LSL)/6\sigma$.

За да е ефективно прилагането на този вид контролни карти за SPC е необходимо спазване на условието:

$$C_p \geq 1 + \frac{m}{3} \quad (2)$$

При зададен риск β и обем на извадките n , може да се определи m :

$$m = \frac{1}{\sqrt{n}} [3 - NORMSINV(\beta)]. \quad (3)$$

Например при $\beta=0,05$ и $n=5$, $m=2,07 \approx 2$, $C_p \geq 1 + \frac{m}{3} = 1,66$, т.е. ако процесът е с възможности $C_p > 1,66$, то рискът $\beta < 5\%$.

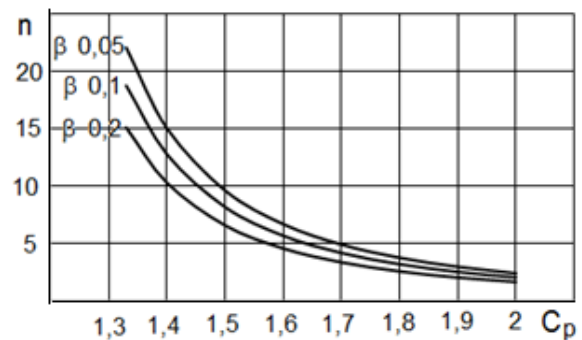
При процес с добри възможности (големи стойности на индекса C_p), малки измествания на нивото на процеса спрямо $X_0=(USL-LSL)/2$ няма да водят до несъответстваща продукция.

3. Определяне на обема на извадките

Другият фактор от който зависи рискът β е обемът на извадките n . Това позволява при зададен риск β и известна стойност на индекса C_p да се определи обемът на извадките n , необходим за осигуряване на съответствие с изискванията:

$$n \geq \left(\frac{3 - NORMSINV(\beta)}{3(C_p - 1)} \right)^2 \quad (4)$$

На фиг.2 е показана зависимостта $n(C_p)$ при различни стойности на риска β .



Фиг.2

4. Заключение

Контролните карти на Shewhart са удобен инструмент за провеждане на SPC, но при използването им за поддържане на желано ниво на процеса следва да се държи сметка за рисковете от неправилно вземане на решение. Рискът да не бъде открито реално изместване на процеса β може да бъде определен от (1). Ако е необходимо сигнализиране с малък

риск β за откриване на изместване на нивото на процеса спрямо желаната стойност по-малко от $m\sigma$, то индексът на възможност C_p трябва да отговаря на условието (2). При зададен риск от пропускане (неоткриване) на действително изместване на процеса от желаното ниво и известна стойност на индекса C_p , обемът на извадките следва да отговаря на условието (4). Спазването на тези условия би направило по-ефективно прилагането на SPC с използване на този вид контролни карти.

Работата е с финансовата подкрепа на НИС при ТУ-София, дог.№172ПД0014-6

5. Литература

- [1] Metrologiya i izmervatelna tekhnika, pod red. na Kh. Radev, Softtreyd, Sofia, 2008
- [2] Yordanov R., G.Dukendgiev, Identifying the risks of incorrect decision in statistical process control, 24th national scientific symposium

Metrology and metrology assurance, Sozopol, 2014

[3] ISO 7870-1 Statistical methods. Control charts. Part 1. General guidelines

[4] ISO 7870-2 Statistical methods. Control charts. Part 2. Shewhart control charts

Данни за авторите:

Rumen Stoynev Yordanov, Eng. Ph.D. Assoc. Prof. Mechanical Engineering Faculty, Technical University of Sofia, Metrology and metrology assurance, Sensors, Quality, www.tu-sofia.bg, rsi@tu-sofia.bg

Боряна Петкова Илиева, Eng. Ph.D. Assoc. Prof. Mechanical Engineering Faculty, Technical University of Sofia, www.tu-sofia.bg, bilieva@tu-sofia.bg

Тодор Антонов Цветков, докторант, МФ, ТУ-София
www.tu-sofia.bg, mummy_todo@abv.bg

