

过程质量控制在导爆索生产中的应用^{*}

于国欣 王 娟

河北卫星民爆器材有限公司(河北新乐,050700)

[摘 要] 文章研究了导爆索装药量和爆速的过程质量控制,通过过程能力的计算,指出了导爆索装药量和爆速合适的控制范围。此外,还分析了导爆索生产中装药量和爆速工艺参数的调整方法,将这些方法应用于生产后,既保证了导爆索的质量,又节省了原材料,装药量由 $(12.0 \pm 0.5) \text{ g/m}$ 调整到 $(11.5 \pm 0.5) \text{ g/m}$ 。

[关键词] 导爆索 质量 过程能力 装药量 爆速

[分类号] TD235.2⁺2 TQ565⁺.4

引言

现代质量管理关注过程,强调过程能力,因为只有过程的稳定才能持续地提供合格的产品或服务。过程能力在制造业中又叫工序能力,它是指工序中人、机、料、法、测、环诸因素均处于受控状态下,过程质量满足技术标准的能力,是对过程加工内在质量特性一致性的度量^[1-2]。一般采用正态分布的 6δ 的概率值来衡量过程能力,将允许的容差范围除以 6δ 的比值称为过程能力指数^[3]。

GB9786—1999《普通导爆索》中规定:装药量应不小于 10.5 g/m ,爆速应不小于 6000 m/s ^[4]。虽然标准中只规定了装药量和爆速的下限^[5],但这并不能说明装药量和爆速越高,产品质量越好。装药量越高,既不利于安全生产^[6],又造成了原材料的浪费。因此应该把装药量和爆速控制在一个合理的范围内,使其既能保证产品质量,又能节省原材料。本文将探讨如何利用过程能力指数来确定装药量和爆速的控制范围。

1 用过程能力指数来确定导爆索装药量和爆速的控制范围

1.1 过程能力指数计算公式

当容差的中心值 M 与数据分布中心 μ 相一致时,即 $\mu = M$,称过程能力“无偏”,用 C_p 表示;不一致时用 C_{pk} 表示。当出现双边容差时,计算公式如下:

$$C_p = T/6\delta = (T_U - T_L)/6\delta \tag{1}$$

式中: C_p 为双边容差时的过程能力指数; T 为容差范围, $T = T_U - T_L$; T_U 为上容差(公差上限); T_L 为下容差(公差下限); δ 为标准偏差。

在实际应用中,会遇到容差限为单边的情况,如要求参数大于某一下限值 T_L 且无上限要求时,过程

能力应按下式计算:

$$C_{PL} = (\mu - T_L)/3\delta \tag{2}$$

式中: C_{PL} 为单侧下限时的过程能力指数; μ 为数据分布中心; T_L 为下容差(公差下限); δ 为标准偏差。

如要求参数小于某一上限值 T_U ,无下限要求时,过程能力应按下式计算:

$$C_{PU} = (T_U - \mu)/3\delta \tag{3}$$

式中: C_{PU} 为单侧上限时的过程能力指数; μ 为数据分布中心; T_U 为上容差(公差上限); δ 为标准偏差。

1.2 传统工业生产对过程能力的要求

为了说明传统工业对过程能力的要求,对过程能力进行了分级,如表1所示。

表 1 过程能力分级

C_p 值	分级
$C_p > 1.67$	特级(过高)
$1.33 < C_p \leq 1.67$	一级(充足)
$1 < C_p \leq 1.33$	二级(满足)
$0.67 < C_p \leq 1$	三级(不足)
$C_p < 0.67$	四级(严重不足)

从表1中可以看出,过程能力指数在 $1 < C_p \leq 1.33$ 时,产品质量处于理想状态,过程能力指数过低不能保证产品质量,过高则会增加生产的难度和材料的浪费。

1.3 过程能力指数在确定导爆索装药量和爆速控制范围中的应用

GB9786—1999《普通导爆索》中规定普通导爆索装药量应不低于 10.5 g/m ,爆速应不小于 6000 m/s 。为了保证产品质量,通过提高装药量来提高爆速。将普通导爆索的装药量控制为 (12.0 ± 0.5)

* 收稿日期:2011-12-01

作者简介:于国欣(1971~),男,工程师,主要从事民爆产品的技术工作。E-mail:ygxin321@sina.com

g/m,爆速都在 6800 m/s 以上。通过试验发现爆速和装药量并不是成正比关系,它还和导爆索直径、导爆索的装药密度^[7]、炸药类型、炸药中的添加物及炸药粒度状态等因素^[8-9]有关。因此,单方面提高装药量是不经济的。

通过应用过程能力指数计算出了装药量的最佳范围,在此基础上做了大量试验,最终确定了工艺参数的控制范围。应用新工艺参数后,导爆索的爆速满足标准要求,并节省了原材料。生产工艺调整前后,装药量和爆速的实测数据如表 2。

表 2 调整前后装药量和爆速检测试验

项 目	调整前	调整后
装药量平均值/(g·m ⁻¹)	11.94	11.65
装药量标准偏差/(g·m ⁻¹)	0.31	0.30
爆速平均值/(m·s ⁻¹)	7040	6774
爆速标准偏差/(m·s ⁻¹)	174	165

由表 2 可以看出调整后的装药量(11.65 g/m)比调整前的装药量(11.94 g/m)有所下降,调整后的爆速(6774 m/s)也比调整前的爆速(7074 m/s)有所降低,说明调整后是节约了原材料,而爆速仍在合格的范围内。

因为标准中只规定了导爆索的装药量和爆速的下限,所以采用式(2)计算装药量和爆速的过程能力指数。

工艺调整前装药量的过程能力指数:

$$C_{PL} = \frac{11.94 - 10.50}{3 \times 0.31} = 1.55$$

工艺调整前爆速的过程能力指数:

$$C_{PL} = \frac{7040 - 6000}{3 \times 174} = 1.99$$

对照表 1 看出,工艺调整前装药量的过程能力指数为一级(充足),爆速的能力指数为特级(过高)。为了节省原材料,可以将装药量和爆速的过程能力指数调整到二级(满足),即 $1 < C_{PL} \leq 1.33$,假设生产数据记录的分散程度不变,根据式(2)可以反算平均值。

由式(2)得:

$$\mu - T_L = C_{PL} \times 3\sigma \tag{4}$$

由式(4)计算得,装药量平均值调整到 11.40 ~ 11.70 g/m 之间最为经济合理。既可以满足过程能力的要求,又可以节约原材料,每米可节约 0.24 ~ 0.54 g 炸药。爆速平均值调整到 6522 ~ 6694 m/s 之间就可以满足质量要求。

根据以上计算结果,把导爆索的装药量调整到 (11.5 ± 0.5) g/m,测得爆速平均值为 6625 m/s,过

程能力指数为 1.35,为了使爆速在此装药量下有所提高,调整了生产工艺。在半成品索轮处增加了滚压和复圆装置,通过滚压和复圆对炸药进行粉碎,通过调整炸药粒度来调整导爆索的爆速^[10]。调整后的过程能力指数如下。

由式(2)计算得:

工艺调整后装药量的过程能力指数:

$$C_{PL} = \frac{11.65 - 10.50}{3 \times 0.30} = 1.28$$

工艺调整后爆速的过程能力指数:

$$C_{PL} = \frac{6774 - 6000}{3 \times 165} = 1.56$$

对照表 1 可以看出,工艺调整后装药量的过程能力指数为二级(满足),处于理想状态。爆速的能力指数为一级(充足),满足质量要求。

在对导爆索的生产工艺调整后一年多的时间里,我公司共生产了 300 多万米产品,产品质量一直保持稳定。由于下调了装药量,而在实际生产中没有对收缩模进行调整,相当于降低了装药密度,这有利于提高收缩模的使用寿命。此外,生产过程中断线和断索的次数也明显减少,生产的安全性得到提高。

2 结论

传统的质量观认为,过高或过低的过程能力指数都不利于企业效益的提高。虽然标准只规定了装药量的下限和爆速的最低值,但在导爆索的实际生产中,并不是装药量越大越好,爆速也不是越高越好,而应当根据生产实际情况以及经济成本的需要,把装药量由 (12.0 ± 0.5) g/m 调整到 (11.5 ± 0.5) g/m,在保证产品质量的同时节约了制造成本。同时爆速的过程能力由特级(过高)调整到一级(充足),从而保证生产更易于进行。

此外,在导爆索的生产过程中,还应尽可能保持原材料、生产设备、操作人员、生产工艺的稳定。

参 考 文 献

[1] 李成显. 过程能力与计数值过程能力指数计算[J]. 国防技术基础,2005(7):9-10.

[2] 王斌会,胡志萍. 过程能力指数与不合格品率的关系模型[J]. 数理统计与管理,2007,26(1):2-4.

[3] 李为柱. 2000 版 ISO9000 族标准统计技术应用教程[M]. 北京:企业管理出版社,2001:41-50.

[4] 国家质量技术监督局. GB 9786—1999 普通导爆索[S]. 1999.

[5] 李国新,程国元,焦清介. 火工品实验与测试技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,2007:101-105.

[6] 吕春绪. 工业炸药理论[M]. 北京:兵器工业出版社,

- 2003;347-382.
- [7] 刘自镛,蒋荣光. 工业火工品[M]. 北京:兵器工业出版社,2003: 339-340.
- [8] 张敏. 煤矿许用导爆索工艺技术的研究[J]. 爆破器材,2011,40(1):35-37.
- [9] 梁纯,孙新波,王海东. 导爆索爆速的测定及影响因素分析[J]. 测井技术,2006(1):31-32.
- [10] 龚康平. 编织型导爆索研究[J]. 爆破器材,2009,38(1):11-13.

Application of Process Quality Control in Detonating Cord Production

YU Guoxin, WANG Juan

Hebei Weixing Industrial Explosive Materials Co., Ltd. (Hebei Xinle, 050700)

[ABSTRACT] This paper studies the process quality control of detonating cord explosive weight and detonation velocity. Through the calculation of process capability, the appropriate control limits of the detonating explosive weight and detonation velocity are pointed out. The parameter adjustment methods with explosive weight and explosive speed in the detonating cord production are also analyzed in this paper. When these methods applied to production, it not only guarantees the detonating cord quality, but also saves raw material, with the explosive weight adjusted from $(12.0 \pm 0.5) \text{ g/m}$ to $(11.5 \pm 0.5) \text{ g/m}$.

[KEY WORDS] detonating cord, quality, process capability, explosive weight, detonation velocity

(上接第 23 页)

- [16] Comet M., Siegert B., Schnell F., et al. Phosphorus-Based Nanothermites: A New Generation of Pyrotechnics Illustrated by the Example of n-CuO/Red P Mixtures [J]. Propell. Explos. Pyrot., 2010,35(3):220-225.
- [17] Gibot P., Comet M., Eichhorn A., et al. Highly Insensitive/Reactive Thermite Prepared from Cr_2O_3 Nanoparticles[J]. Propell. Explos. Pyrot., 2011,36(1):80-87.
- [18] Fronbarger J. W., Williams M. D., Sanborn W. B., et al. DBX-1—A Lead Free Replacement for Lead Azide [J]. Propell. Explos. Pyrot., 2011,36(6):541-550.
- [19] Fischer D., Klapötke T. M., Piercey D. G., et al. Copper Salts of Halo Tetrazoles: Laser-Ignitable Primary Explosives [J]. J. Energ. Mater., 2012,30(1):40-54.
- [20] Huynh M. H. V., Hiskey M. A., Meyer T. J., et al. Green Primaries: Environmentally Friendly Energetic Complexes[J]. PNAS,2006,103(14):5409-5412.
- [21] Huynh, M. H. V., Coburn M. D., Meyer T. J., et al. Green Primary Explosives: 5-Nitrotetrazolato- N^2 -Ferrate Hierarchies[J]. PNAS,2006,103(27):10322-10327.
- [22] Subramanian S., Tiegs T., Limaye S., et al. Nanoporous Silicon Based Energetic Materials[R]. US: Vesta Sciences Monmouth Junction Nj, 2008.
- [23] Piercey D. G., Klapötke T. M. Nanoscale Aluminum-Metal Oxide (Thermite) Reactions for Application in Energetic Materials[J]. Cent. Enr. J. Energ. Mater., 2010,7(2):115-129.
- [24] du Plessis M. Nanoporous Silicon Explosive Devices[J]. Mater. Sci. Eng. B,2008,147:226-229.

Analysis on the Development of Foreign Pyrotechnic Composition Technology

Ren Xiaoxue, Peng Cuizhi

North Institute for Scientific and Technical Information (Beijing, 100089)

[ABSTRACT] Based on the collection and investigation of the latest foreign information, this paper provides an overview of the development of foreign pyrotechnic composition, with the latest achievements and application status of foreign pyrotechnics technologies emphasized especially. And accordingly it forecasts that the future developmental trend of pyrotechnic composition is developing the green, insensitive, ultra fine and high performance pyrotechnic composition.

[KEY WORDS] pyrotechnic composition, primary explosive, nanothermites