

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2017.01.010

一种新型导爆管下药系统的研究*

王川 李茂泉

云南燃一有限责任公司(云南曲靖,655000)

[摘要] 当前导爆药下药工艺普遍依靠药剂自重完成,存在管体药剂分布不均、爆速波动较大的问题。针对此问题,设计了依靠下药游标精确控制下药量的一种新型下药系统。下药游标采用变频电机驱动,设计了定容药槽,可根据不同的拉制速度调整游标转速,精确且方便地控制下药量;另通过一种新的检测方法(失重法),实时测量导爆管每米的药量,从而提高导爆管质量。

[关键词] 导爆管;导爆管下药系统;失重法

[分类号] TD235.2⁺²

A New Powder Dosing System for the Detonating Tube

WANG Chuan, LI Maoquan

Yunnan Ranyi Co., Ltd. (Yunnan Qujing, 655000)

[ABSTRACT] Current powder dosing system of detonating tube generally relies on the gravity of powder, which may cause uneven distribution of the powder and the resultant large fluctuation of detonation velocity. A new powder dosing system was proposed based on drugging cursor to precisely control the amount of powder. The cursor was driven by variable frequency motor and the drug slot was designed as with a constant volume. Cursor rotating speed could be adjusted according to the production speed to achieve a precise and easy control over the amount of powder. A new testing method, weight loss measurement, was applied for the real-time dosage measurement and thereby the quality improvement of detonating tube.

[KEYWORDS] detonating tube; powder dosing system; weightlessness method

引言

从20世纪70年代初诺贝尔公司发明塑料导爆管以来,导爆管雷管在工程上的应用日益广泛,产品类型也越来越多。塑料导爆管是导爆管雷管起爆系统中的点火传爆元件,其管壁附着的薄层导爆药直接影响导爆管传爆的可靠性^[1-3]。

塑料导爆管是一根内壁涂有薄层炸药粉末的空心塑料软管。试验研究表明,导爆管正常传爆需满足3个条件^[4-6]:

1) 导爆管管壁上的药粉爆炸产生的能量必须足以维持爆轰波继续向前传播,即药粉不能太少,一般不能低于8 mg/m;

2) 导爆管内药粉爆炸产生的能量必须在导爆管所能承受的束缚范围内,不能击穿导爆管,一般药

量不能高于20 mg/m;

3) 导爆管管壁药粉分布要均匀,爆轰波传播要平稳,防止局部密集堆积,出现超温超压击穿导爆管,或防止炸药出现中断。一般炸药出现中断距离大于200 mm时,爆轰波将不能继续传播^[4]。

要满足以上几个条件,就要求导爆管控制过程中下药要均匀稳定,且下药量要满足导爆管正常传爆的需求。

目前,国内导爆管控制设备下药系统普遍依靠在搅拌作用下药剂的自重完成下药工艺,下药量受药杯中药剂的剩余量影响较大,容易出现黑管(下药不均匀且量大),下药量波动大,无法精确控制每一个初始下药微元 dm/dt 恒等,且药粉向外界飞散较严重^[7-8]。因此,设计了一种新型导爆管下药系统,目的在于提高整个下药系统下药工艺的稳定性、可控性,同时增强整个下药系统的密封性,避免药粉向外界飞散,降低药粉对人体造成的伤害,防止炸药

* 收稿日期:2016-07-21

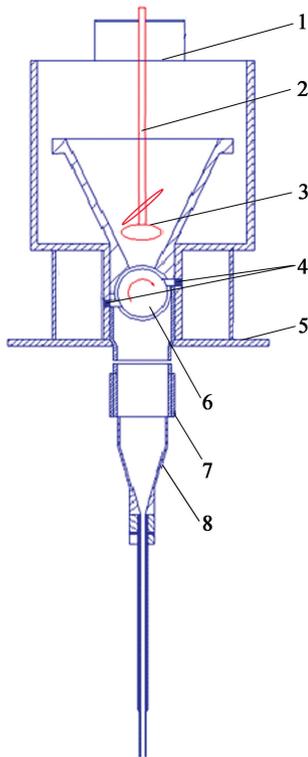
作者简介:王川(1977-),男,工程师,主要从事民用爆破器材生产工艺研究。E-mail:wcc4587@163.com

粉尘爆炸,提高设备本质安全性。

1 新型下药系统设计

1.1 下药系统结构

新型下药系统由搅拌器(含搅拌电机、搅拌棒)、药杯、弹簧、下药游标(含旋转电机)、下药平台、可伸缩套管、下药漏斗(含振动电机)等组成,如图1、图2所示。



1 - 搅拌电机;2 - 搅拌棒;3 - 药杯;4 - 弹簧;
5 - 下药平台;6 - 下药游标;7 - 可伸缩套管;8 - 下药漏斗。

图1 新型下药系统

Fig. 1 A new powder dosing system

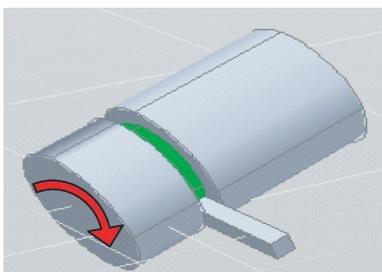


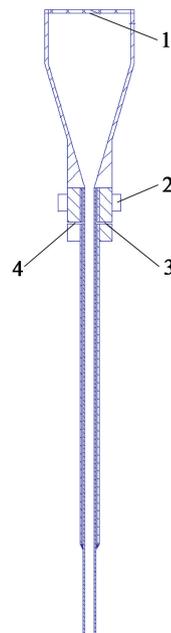
图2 下药游标

Fig. 2 The powder dosing cursor

在药杯下方设一个转速可调的下药游标,下药游标主体为中空圆柱体,圆柱前端约1/3处开一道宽约5 mm、深约3 mm的沟槽作为定容药槽(图

2)。定容药槽可以控制下药量。药杯与转子紧密贴合,保证药杯中药粉不会随意洒落到下药漏斗内,药剂仅能随着游标的旋转均匀掉入下药漏斗中;另外在下药游标两侧分别设一块形状、功能不同且带有弹簧的拨片,右边一块与沟槽内表面紧密贴合,防止药粉洒落,而左边一块与下药游标沟槽底部紧密贴合,将黏附于沟槽上的残留药粉清理干净,保证 dm/dl (l 表示沟槽周长)恒等;由于整套下药系统中各部件间存在一定的摩擦(如游标与药杯、拨片与药槽等),因此各部件均采用表面经过特氟龙涂层处理的特殊材料,以便有效地减少机械摩擦,防止静电积累,提高下药系统的本质安全性。

1.2 下药漏斗



1 - 筛网;2 - 气动振动装置;
3 - 进气口;4 - 排气口。

图3 下药漏斗

Fig. 3 The powder dosing funnel

30℃。从下药游标沟槽处流出的药粉首先洒落在筛网上,筛网将其进一步分散,使其均匀地进入下药管中,下药管中部的振动装置使管壁形成一定频率的振动,保证药粉能均匀地黏附在导爆管内壁上,提高导爆管传爆的稳定性和可靠性。另外,下药管经过压缩空气循环冷却,保证下药管的温度较低,在本质上提高生产安全性。

2 试样制备及下药系统性能测试

2.1 试样制备

试验在云南燃一有限责任公司导爆管工房的1#机上进行,样品均为高强度导爆管,外径为 (3.05 ± 0.15) mm,内径为 (1.2 ± 0.1) mm,导爆药为RDX + Al + 添加剂,拉制速度100 m/min。

2.2 下药量测试

在下药游标和下药漏斗中间设有可旋转的平台,平台上有一个可以移动的专用容器,每天正式生产前称量 1 min 下药量,生产过程中,每隔半小时随机抽取 2 根 1 m 长的导爆管,用失重法测试每米导爆管药量。在精度为 0.000 1 g 的电子天平上称量导爆管激发前的质量和激发后用压缩空气吹尽管内爆轰后残渣的质量,算出两者之差。

2.3 爆速测试

根据 WJ/T 2019—2004 塑料导爆管中的光电法测试导爆管的爆速。试验设备选用 VAT-02 爆速测试仪。

2.4 下药管温度测试

在下药管循环空气出气口设有温度传感器,另外,用温度计测试流出压缩空气的温度,两者均在 30 ℃ 以下。

3 下药系统改进前、后导爆管性能比较

3.1 下药均匀性

用失重法每隔 10 m 测试一次导爆管 1 m 的下药量。在普通下药系统和新型下药系统的生产条件下,分别随机抽取导爆管 110 m,每隔 10 m 切 1 m,共计 10 段,下药量结果如表 1。

表 1 下药系统改进前、后的每米下药量

Tab.1 Dosage of the powder dosing system before and after improvement

下药方式	药量					极差
	mg · m ⁻¹					
普通	15.6	17.8	16.5	19.6	18.4	6.8
	20.6	13.8	14.6	17.3	15.7	
新型	15.8	16.3	15.6	17.2	16.1	1.6
	16.5	16.8	15.7	17.1	15.6	

表 1 数据表明,新型下药系统的下药量一致性好,下药量的极差为 1.6 mg/m,优于普通下药系统。

3.2 爆速稳定性

在一定范围内,爆速随药量的变化而变化,爆速能间接反映导爆管下药量的变化情况,在普通和新型下药系统条件下拉制长为 115 m 的导爆管若干,分别随机抽取一根,每隔 10 m 截取一根 1.5 m 长的导爆管,按 2.3 中的光电法测试其爆速,见表 2。

表 2 显示,新型下药系统生产的导爆管爆速稳

定性较好,极差较小。

表 2 下药系统改进前、后的爆速

Tab.2 Detonation velocity of the powder dosing system before and after improvement

下药方式	爆速					极差
	m · s ⁻¹					
普通	1 912	1 934	1 911	1 846	1 864	88
	1 932	1 897	1 876	1 921	1 899	
新型	1 941	1 935	1 937	1 927	1 915	51
	1 933	1 966	1 958	1 949	1 954	

4 结论

新型下药系统通过用变频电机驱动旋转游标代替普通下药系统进行下药,以及下药管内螺旋式的中空管道通入压缩空气冷却下药管,使整个导爆管生产工艺具备如下优点:

- 1) 导爆管的下药量更加均匀,可最大程度地避免下药量随药杯中导爆药药量的变化而变化,避免导爆药在下药漏斗中结块而导致黑管、空管等;
- 2) 通过调整变频电机转速控制下药量,理论上下药游标中每一个 dm/dl 均对应唯一一个 dm/dt,且恒等,可保证导爆管管壁每一个微元所接受到的药剂完全相等,下药量更加精确。
- 3) 下药管中部的空气振动器及下药漏斗上部的筛网,能有效地避免导爆药团聚及堵塞下药管的情况;
- 4) 下药系统各连接部位均用可伸缩的旋转式套管包覆,减少药粉向空气中飞散;
- 5) 将压缩空气通入下药管内螺旋式中空通道中,连续的热交换,大大地降低下药管温度,从本质上提高了生产安全性。

参 考 文 献

[1] 荆术祥,钱华,刘大斌,等. 装药量对塑料导爆管传爆性能的影响[J]. 爆破器材,2010,39(5):4-6.
JING S X, QIAN H, LIU D B, et al. Influence of the explosive charge on explosion propagation of the nonel tube [J]. Explosive Materials, 2010, 39(5): 4-6.

[2] 何中其,彭金华,刘大斌,等. 导爆管传爆性能设计与参数分析[J]. 爆破器材,2010,39(3):1-3,7.
HE Z Q, PENG J H, LIU D B, et al. Analysis and design of detonation parameters in nonel tube [J]. Explosive Materials, 2010, 39(3): 1-3, 7.