

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.04.007

熔铸装药弹体后处理设备设计研究

鲍延年, 冯梅

(中国工程物理研究院 化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要: 为提高弹体内部质量, 加快后处理速度, 采用水逐层冷却和热芯棒 2 种后处理方法。描述了后处理设备的工艺要求, 着重介绍了后处理设备组成结构和工作原理, 对液压、气动部分工作原理进行阐述。调试结果表明, 该结构平稳性好, 无冲击、爬行现象, 无噪声, 能很好地满足工艺对速度的要求。

关键词: 熔铸装药; 逐层冷却; 热芯棒; 固化; 补缩

中图分类号: TJ410.5⁺2 **文献标识码:** A

Research to Design Special Equipment for Solidify Melty Detonator Inner Missile

BAO Yan-nian, FENG Mei

(Institute of Chemical Materials, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900, China)

Abstract: In order to improve the inner quality of ammunition, speed up the post processing speed, it adopts water gradually cooling method and hot mandril method. Mainly introduce the equipment structure of post processing and work principle and introduce the principles of hydraulic part and pneumatic part. The debug result shows that the structure is stable, without hitting, crawling and noise, which can meet the technical requirements of speed.

Keywords: Melt casting detonator; Gradually cooling; Hot mandril; Solidify; Fill shirking

0 引言

较大型弹体熔铸装药后均需进行固化后处理, 并在固化过程中对由于凝固而使体积减小的弹体内部药量进行补充, 以减少弹体内部缺陷, 提高内部质量。根据弹体的结构特点, 一般选择从外部向内部逐层冷却, 或从下部向上逐层冷却, 并从上部向中心部位进行补充药量。

后处理设备是熔铸装药生产线主要设备之一, 主要实现浇铸装药后的较大型或大型弹体进行后处理固化过程, 以防止弹体内部缺陷而影响弹体性能。后处理固化一般采取冒口炸药补缩和使炸药从下向上逐层固化, 以防止弹体内部存在气孔缺陷。目前, 国内熔铸装药弹体后处理设备还比较落后, 故对国外较先进的水逐层冷却和热芯棒方法进行研究。

1 后处理设备工作原理

1.1 水冷却后处理方式

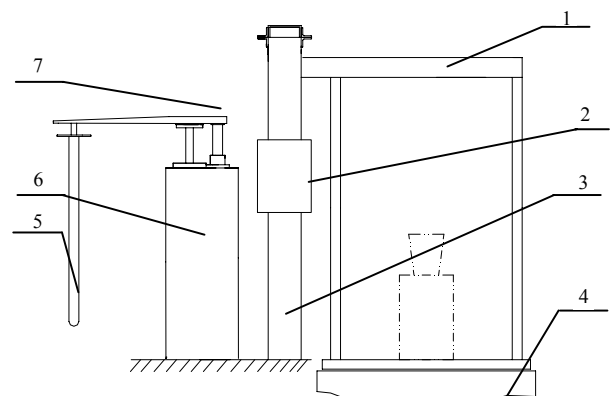
水冷后处理方式是将铸药后的弹体推入后处理设备工作平台上, 通过控制工作平台的升降, 将弹体缓慢地沉入下方的水池内, 通过调节水池水温、工作平台升降距离及工作平台在某一位置停留的时间, 探索最佳冷却水温曲线和弹体浸入水内深度曲线之间的关系, 以加快后处理速度和提高产品质量。

1.2 热芯棒后处理方式

热芯棒后处理方式是在弹体内的熔药中插入以循环水方式加热的热芯棒, 通过调整热芯棒在弹体内的深度及停留时间, 控制弹体内不同深度熔药的结晶, 以实现弹体熔药良好结晶和补缩。

2 后处理设备总体设计

后处理设备集成水冷却和热芯棒 2 种后处理方式。后处理设备包括现场主体结构, 控制部分、液压部分、气动部分、热工部分, 现场主体结构如图 1。



1: 移动架 2: 现场控制箱 3: 立柱组件 4: 调温水箱
5: 热芯棒 6: 热芯棒总体安装单元 7: 热芯棒运动执行单元

图 1 后处理设备现场主体结构

对于在水冷却后处理方式, 因需要人工将铸药

收稿日期: 2009-10-14; 修回日期: 2009-12-09

作者简介: 鲍延年 (1975-), 男, 黑龙江人, 工程师, 硕士研究生, 从事非标设备、工装模具设计研究。

弹体推上工作平台, 故支架组件和加热水箱安装在地面以下。结构采用悬臂式, 移动架组件通过导向轮在立柱组件内移动, 工作平台通过拉杆与移动架连接, 通过平台油缸驱动在水箱内上下移动。保温罩由气缸驱动, 实现保温罩的自动升降。对于热芯棒后处理方式, 由热芯棒油缸驱动热芯棒上下移动。

3 控制系统设计

控制系统采用以 PLC(可编程控制器)为核心, 同时与仪表检测控制相结合的方式。检测仪表完成工艺和设备运行参数的检测, 如后处理水箱水温、液位、弹体位移、液压站油压等。PLC 完成各种逻辑控制功能。设备各部分的控制系统与主控 PLC 之间的采用 CC-LINK (Control & Communication-Link) 网络结构。主 PLC 与人机界面之间采用 QBUS 总线结构。PLC 设主站和远程控制站, 主站和远程控制站间由 CC-LINK 通讯。远程控制站包括后处理、液压、气动和热工站。主 PLC 完成逻辑运算、数学运算、报警处理、输入参数收集及发出控制指令。远程 PLC 完成开关量、模拟量输入信号的采集, 接受主 PLC 指令, 完成对各执行元件的控制。危险场所的参数测量系统和开关量信号采集系统均设计为本安系统。控制系统结构框图如图 2。

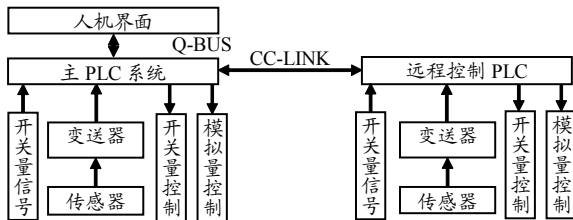


图 2 控制系统结构框图

后处理设备远程控制如图 3。



图 3 后处理设备远程控制界面

4 液压及气动系统工作原理

4.1 液压系统工作原理

后处理液压系统采用 1 个液压泵站分别为 2 个

油缸提供动力, 通过相关回路设计, 为平台油缸和热芯棒油缸提供不同压力。平台油缸升降的速度和运动方向通过比例阀控制, 其升降位移通过内置位移传感器反馈位移量。热芯棒油缸升降速度通过回路上的调速阀手动调节, 运动方向通过电磁换向阀控制。原理如图 4。

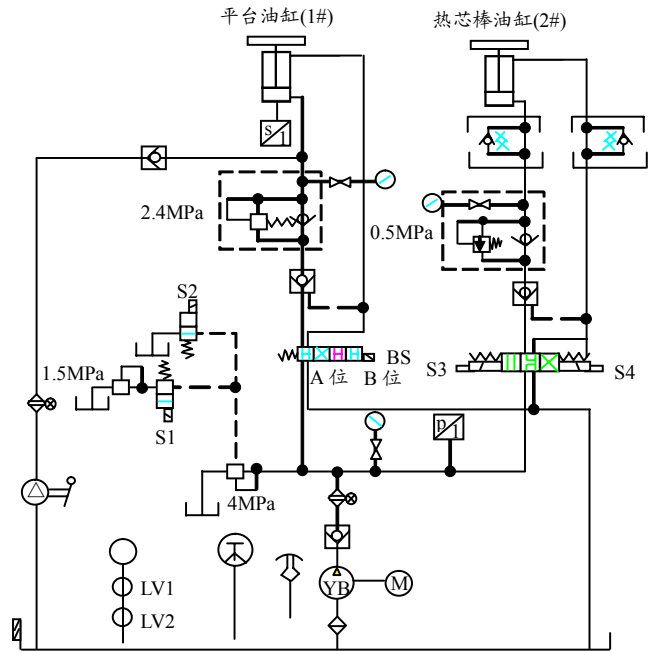


图 4 后处理设备液压原理图

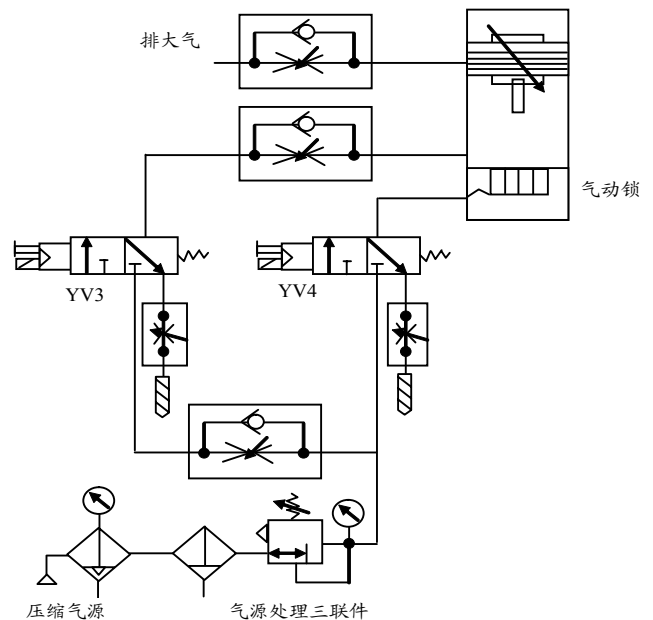


图 5 处理设备气动原理图

在液压回路设计中, 为防止液压系统失灵引起压力突然下降, 导致正在工作的弹体急剧下滑, 在连接油缸大腔回路上设计安装平衡阀。将平衡阀调定压力大于设备最大承载时自重产生的压力, 这样, 即使主油路压力为零, 承载后的工作平台也不会突

然下滑，其下滑量只是由平衡阀泄漏量而产生的下滑。由于弹体在水中有长时间停留的过程，在此过程中，弹体下滑对工艺有一定影响，因此，在平衡阀后端串联单向阀，确保弹体无下滑。实践证明，在最大负载下保压 10 h，平台下滑量小于 0.5 mm。

4.2 气动系统工作原理

保温罩居于弹体上方，故选择清洁无电火花的气动作为升降保温罩的动力，将气缸倒立在保温罩上方。为确保保温罩不对弹体工艺盖产生冲击，气动回路设计为保温罩靠自重平衡气缸小腔压力下降，上升则靠气体压力将其提起。为保证安全，在气缸活塞头部安装机械式气动锁，该锁是常闭式，靠气体压力打开。原理如图 5。

由于气动执行元件主要应用于快速动作场合，而保温罩升降要求平稳缓慢。为达到慢速的要求，在气缸排气端安装精确的调速阀，可根据需要调节不同速度。由于停止供气后，气缸内原有背压会随时间缓慢下降，因此，在下次动作时会出现保温罩突然快速下降的现象，这是很危险的动作。所以，

设计时间的延迟，对气动换向阀动作和气动锁的关闭，在每次升降动作前先对气缸补压，再开气动锁，使保温罩平稳运动。

5 总结

水冷却后处理方式设计为单缸悬臂结构，既避免了双缸同步的要求，又节约了成本；热芯棒后处理方式设计导向柱为热芯棒升降导向。调试结果证明，该结构平稳性好，无冲击、爬行现象，无噪音。通过比例阀和调速阀的调节，很好地满足了工艺对速度的要求。通过对气动换向阀和气动锁动作时序延迟，使保温罩运动达到了平稳运动的效果。在整个结构设计中还充分考虑材料属性，避免运动副之间产生火花。目前，后处理设备已经安装调试完毕，并通过使用，满足工艺要求。

参考文献：

[1] 成大先. 机械设计手册(4版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 1.
 [2] 章宏甲, 黄谊, 王积伟. 液压与气压传动[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000: 5.

(上接第 19 页)

表 1 武器—目标毁伤概率

编号	M1	M2	M3	M4	M5
价值系数	0.30	0.16	0.15	0.17	0.24
P1	0.21	0.32	0.26	0.28	0.15
P2	0.29	0.36	0.29	0.33	0.32
P3	0.18	0.27	0.23	0.25	0.11
P4	0.18	0.27	0.23	0.25	0.11
P5	0.15	0.13	0.20	0.23	0.08
P6	0.15	0.13	0.20	0.23	0.08

表 2 基于一定毁伤概率的弹药消耗量

编号	M1	M2	M3	M4	M5	价值
P1	6	10	12	13	18	0.15
P2	3	4	8	9	4	0.39
P3	8	12	15	16	24	0.09
P4	8	12	15	16	24	0.09
P5	10	13	15	17	30	0.14
P6	10	13	15	17	30	0.14

表 3 火力反应时间

编号	M1	M2	M3	M4	M5
P1	3.9	3.6	2.6	2.9	2.5
P2	4.5	3.9	2.8	2.9	2.6
P3	3.6	3.0	2.5	2.7	2.4
P4	3.6	3.0	2.5	2.7	2.4
P5	3.1	2.5	1.8	1.9	1.7
P6	3.1	2.5	1.8	1.9	1.7

多次计算结果较为稳定，解分布均匀，没有出现陷于局部最优的情况，而且收敛速度较快，所得结果符合客观实际。

4 结论

采用非支配遗传算法—NSGA-II，并在新个体生成中使用倒位操作，优化了对约束条件的检验，减少了计算过程中的冗余循环。仿真结果符合实际要求，能够在一定的时间内得到最优的分配方案集，为炮兵实施定量火力优化和炮兵指挥员定下决心提供了一种可行的方法和决策支持。

表 4 Pareto 最优解

最优解	基因串	F1	F2	F3
解 1	1 5 1 4 2 3	0.2837	8.54	17.1
解 2	5 1 5 3 2 4	0.2459	11.58	16.3
解 3	1 5 1 2 3 4	0.3027	8.74	17.1
解 4	1 4 5 5 3 2	0.2220	12.65	15.9

参考文献：

[1] 娄纯泗, 邓波. 创新战术作业手段提高精确指挥能力[J]. 指挥学报, 2006, 25(11): 48-49.
 [2] 吴大梁. 射击效果评定及最优化方法[M]. 南京: 南京炮兵学院, 1986.
 [3] 王小平, 曹立明. 遗传算法[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2002.
 [4] 冯士刚, 艾芊. 带精英策略的快速非支配排序遗传算法在多目标无功优化中的应用[J]. 电工技术学报, 2007, 22(12): 146-151.
 [5] 周明, 等. 遗传算法及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
 [6] 张信启, 黄锐, 范阳涛. 常规导弹火力运用的优化[J]. 四川兵工学报: 2009(8): 57-59.