

运输机液压系统管路清洗工艺改进分析

李云朋

(陕西飞机工业有限责任公司 陕西 汉中 723213)

摘要: 本文对原清洗工艺方法进行改进、优化,采用并联式供压源清洗供压、合并优化清洗步骤、以快卸自封接头串接清洗管路,使液压系统管路清洗周期由7天缩短至2天。

关键词: 并联式供压;清洗步骤;快卸自封接头;清洗周期

1 研究背景

在每型机总装阶段将全机液压系统功能管(如2号、7号……)、系统增压管(1号、1FK号)、系统回油管(0号、0FK号)、系统吸油管(12号、12FK号)安装完成后,依设计要求,对全机液压系统进行管路清洗,使系统污染度验收水平优于GJB 420A-1996中的8级要求。

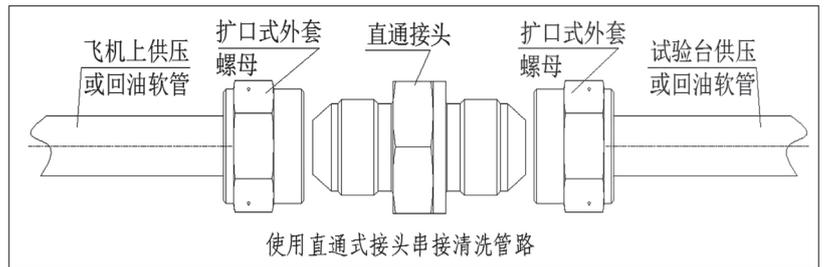


图2 直通式接头串接清洗管路

2 原清洗工艺方法

2.1 采用一供一回供压

总装阶段将全机液压系统管路安装完成后,采用清洗试验台(如:型号YDC-18G2),将其上的供压端、回油端分别与飞机上清洗管路的供压端、回油端进行连接,连接好后通过清洗试验台的工作泵给供压管路加压,压力从清洗试验台的供压端经清洗管路的供压口进入飞机系统管路,在飞机管路内部循环一圈到达飞机清洗管路的回油口,因回油口连接着清洗试验台的回油端,因此油液最终回油进入清洗试验台的油箱(其供压流程简图见图1),从而形成一供一回供压方式。

2.2 使用直通式接头串接清洗管路

在进行管路清洗时,将每个清洗步骤的飞机供压软

管、回油软管分别采用直通式接头与试验台上的供压软管、回油软管进行连接(其连接方式见图2),连接紧固好后再进行供压清洗。

2.3 清洗管路使用周期

以某机型为例,采用原清洗工艺,清洗步骤共63步,每步循环清洗15min,其中29步为耐强度试验,需单独每步耐压30min,以此计算清洗时间需 $63 \times 15 + 29 \times 30 = 1815\text{min}$ (30.25h);而清洗过程采用直通接头串接管路,63步共串接252次,每次时间约5min,清洗完成需用时1260min (21h)。同时考虑到清洗渗油排故、油液污染度检测取样时间、试验台软管到飞机供压及回油端的周转时间等因素影响,采用原清洗工艺总共需7天。

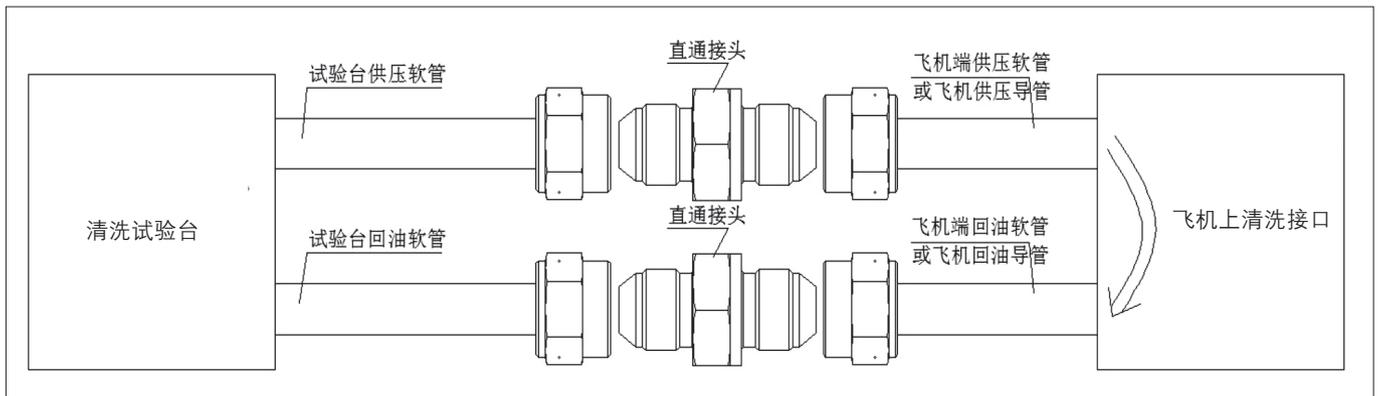


图1 一供一回供压流程简图

3 现清洗工艺方法

3.1 采用并联式供压源供压

在脉动生产线上，使用集中式液压泵站统一供压，在接近供压出口端处并联出4个通道，每通道包含供压端和回油端，因每个通道有单独的电磁阀控制供压及回油，形成4个通道互相独立供压模式，可以实现4个通道同时对液压系统管路进行清洗。其供压流程简图见图3。

3.2 优化清洗步骤

在采用四通道供压清洗时，基于飞机供压及回油油路的分析，对互相干扰油路断开关联使其独立，对供压端相同回油端不同油路合并使其串联，从而形成供压及回油互不干扰油路，可实现四通道并联清洗。

以某机型为例，原清洗步骤共63步，现整合优化为52步（优化前、后清洗步骤对比见表），此52步通过4个并联清洗通道以4步一轮进行有序清洗，只需13轮就完成了清洗。

3.3 采用快卸自封接头串接管路

现串接管路时，在清洗前地面准备阶段将试验台的每个清洗通道的供压端、回油端的软管上分别连接好快卸自封接头的母头、公头，将飞机上每清洗步骤供压端、回油端的软管上分别连接好快卸自封接头的公头、母头

（其连接方式见图4）。在实际清洗时只需将试验台供压端与飞机供压端以快卸接头对串，将试验台回油端与飞机回油端以快卸接头对串即可完成清洗油路的畅通。因未对串时，快卸公头或快卸母头又分别自带封闭作用，因此不对串时快卸接头可封住液压管路中油液，使其不外漏。

4 效率提升的实施效果

4.1 供压方式的更改

因原工艺方法采用单台试验车一供一回供压，现工艺方法采用四通道并联供压，因此新工艺方法的清洗周期为原工艺方法的1/4，极大地缩短了周期，提高了清洗效率。

4.2 清洗步骤的合并优化

以某机型为例，现工艺方法将清洗步骤优化成52步，以四通道并联式供压清洗，13轮（一轮4步）完成。经现场实际操作，一轮清洗15min，13轮清洗完共需195min（3.25h），同原来63步清洗（需945min）相比，在清洗效率上已经得到了提升。同时因优化了耐压次数，现清洗过程中共耐压21次，每次耐压30min，总共耐压试验需630min（10.5h），与原来的29次（需870min）耐压相比，时间上也有了缩减。

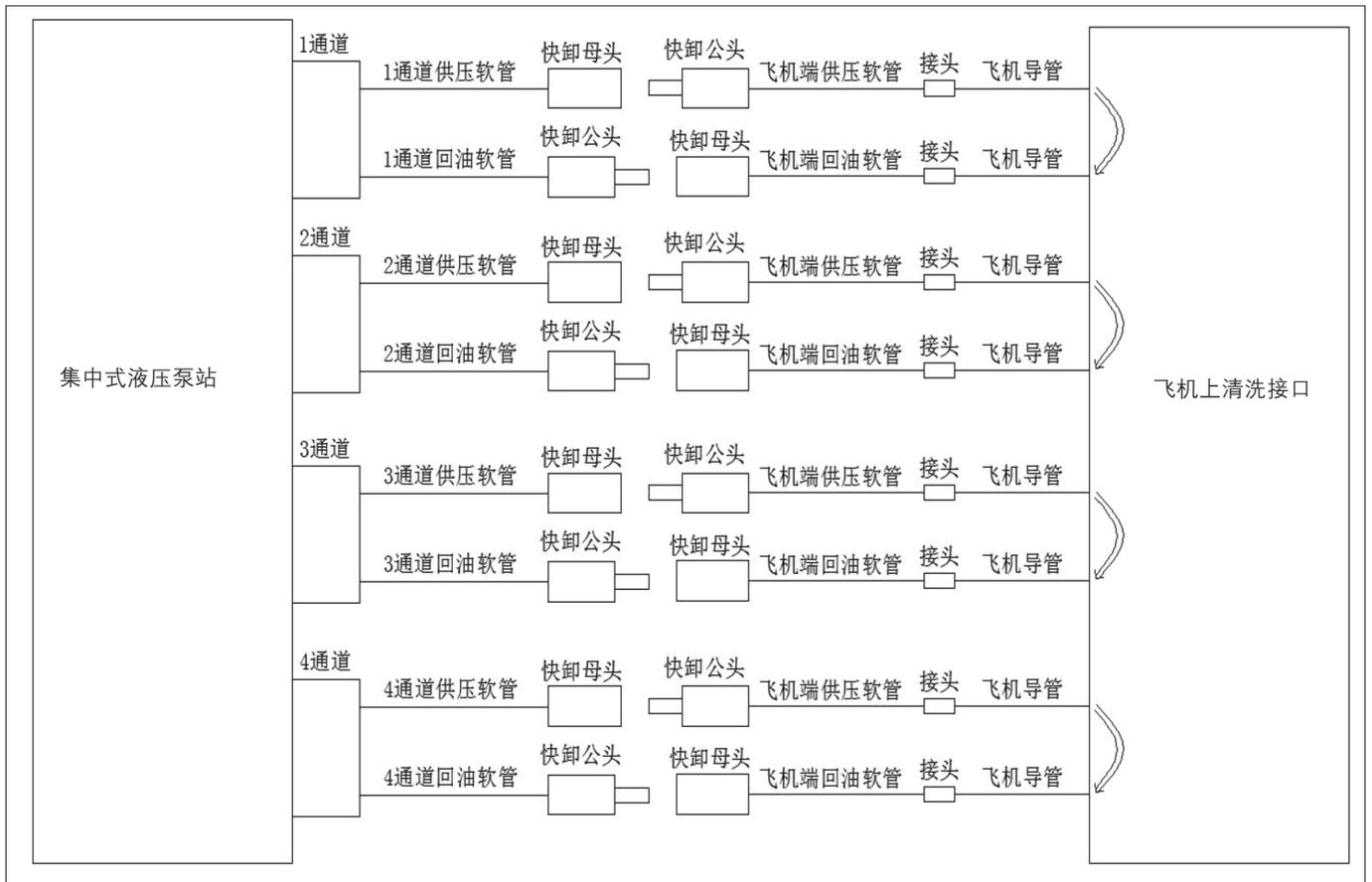


图3 采用并联式供压流程简图

表 优化前、后清洗步骤对比

系统	名称	优化前清洗步骤 / 步	优化后清洗步骤 / 步	备注
壳体回油 0 号清洗	右系统 0 号壳体回油清洗	1	1	
	飞控系统 OFK 壳体回油清洗	1	1	
	左系统 0 号壳体回油清洗	1	1	
吸油 12 号清洗	左系统 12 号管路清洗	2	2	
	飞控系统 12FK 管路清洗	1	1	
	右系统 12 号管路清洗	3	3	
1 号清洗	右系统 1 号地面增压管路清洗	1	1	
	飞控系统 1FK 地面增压管路清洗	1	1	
	左系统 1 号地面增压管路清洗	1	1	
手摇泵 - 电动泵系统清洗	关舱门管路清洗	1	1	5 路合并
	开舱门管路清洗	1		
	放前起管路清洗	1		
	右系统增压管路清洗	1		
	左系统增压管路清洗	1		
	放襟翼管路清洗	1	1	3 路合并
	放主起管路清洗	1		
	右蓄压瓶供压管路清洗	1		
	左油箱加油管路清洗	1	1	3 路合并
	右油箱加油管路清洗	1		
	飞控油箱加油管路清洗	1		
手摇泵尾操纵台处清洗	4	2	合并为 2 路	
顺浆管路清洗	顺浆管路的清洗	2	2	
飞控系统清洗	飞控系统左副翼助力器清洗	1	1	
	飞控系统尾助力器清洗	1	1	
	飞控系统右副翼助力器清洗	1	1	
	飞控系统工作管路 0 号清洗	1	1	
左系统清洗	左系统襟翼管路清洗	1	1	
	左系统货桥锁管路清洗	1	1	
	左系统货桥开关管路清洗	1	1	
	左系统后大门开关管路清洗	1	1	
	左系统尾助力器管路清洗	1	1	
	左系统左机翼助力器管路清洗	1	1	
	左系统前轮转弯管路清洗	1	1	
	左系统静刹车管路清洗	1	1	
	左系统应急刹车管路清洗	1	1	
	左系统前应急门管路清洗	1	1	
	左系统起落架收放及舱门开关管路清洗	2	1	合并为 1 路
	左系统蓄压瓶管路清洗	1	1	
左系统 0 号管路清洗	2	2		
右系统清洗	右系统襟翼管路清洗	1	1	
	右系统货桥开关管路清洗	1	1	
	右系统货桥锁管路清洗	1	1	
	右系统后大门开关管路清洗	1	1	
	右系统上位锁管路清洗	1	1	
	右系统尾助力器管路清洗	1	1	
	右系统机翼副翼助力器管路清洗	1	1	
	右系统起落架管路清洗	1	1	
	右系统连通开关清洗	1	1	
	右系统工作管路 0 号清洗	4	4	
	正常刹车系统管路清洗	1	1	
	右系统地板门锁处清洗	1	1	
总清洗步骤		63	52	

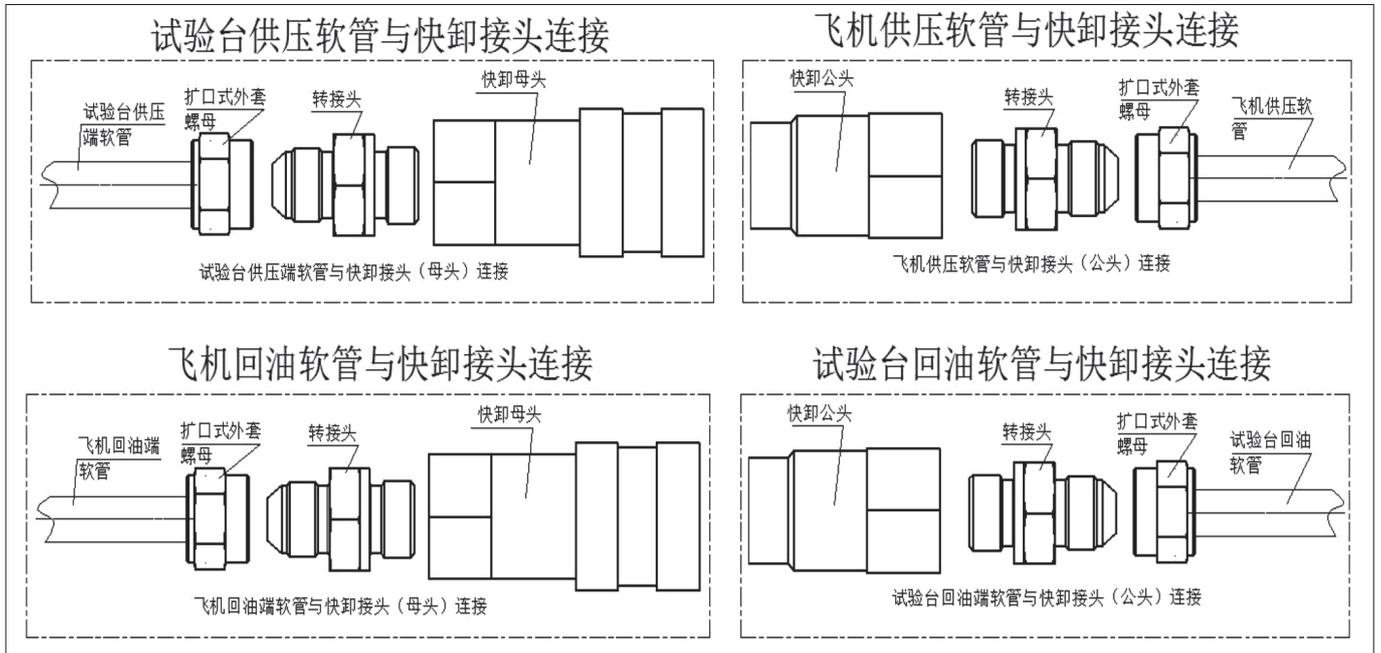


图 4 快卸自封接头串接管路

4.3 串接管路方式的更改

现工艺方法采用快卸接头实现管路串接，经现场实测统计，快卸接头实现管路连通的时间为 5s，比原来使用开口扳手拧紧直通接头实现管路的连接（连接时间为 5min）更有效率，且更省力。以某机型为例，清洗管路共需 252 次接头对串，采用新工艺方法在对串接头上就节省了 1239min（20.65h）。

4.4 清洗周期的总缩减

以某机型为例，优化后清洗步骤为 52 步，采用四通道清洗 13 轮完成，按每步循环清洗 15min（四通道并联式清洗每轮清洗需 15min）计算，同时清洗过程中 21 步在循环清洗后每步还需单独耐管路强度试验 30min，以此计算需用时为 $15 \times 13 + 21 \times 30 = 825\text{min}$ （13.75h）；采用快卸自封接头连接清洗管路需时为 $52 \times 4 \times 5\text{s} = 1040\text{s}$ （17.3min）。以上两项总计需用时 $842.3\text{min} \div 60 \approx 14\text{h}$ 。又因考虑到清洗时某个工作机构或操作单元处管路相串（如工作功能管与系统回油管相串）的时间、每步清洗时清洗软管周转至飞机供压及回油口处的时间、每步清洗完油液污染度检验或取油样的时间、清洗时对个别导

管连接处渗油或漏油排查的时间，采用新工艺方法清洗，总共清洗周期不超过 2 天。

5 结语

采用新清洗工艺，从四通道并联式供压、合并优化清洗步骤、以快卸自封接头实现管路的连通及断开三方面实现了液压系统管路清洗效率的提升，使总装阶段液压系统管路清洗周期由 7 天缩短至 2 天。

参考文献：

- [1] 吴志勇. 浅谈液压系统的清洗 [J]. 装备制造技术, 2013(02): 173-175.
- [2] 沈燕良, 王建平, 曹克强. 飞机液压软管清洗装置的设计 [J]. 液压与气动, 2002(12): 5-7.
- [3] 郑云波, 何大钧. 液压系统的清洗 [J]. 液压气动与密封, 2002(05): 37-39.

作者简介：李云朋(1985.06-)，男，汉族，山西运城人，本科，工程师，研究方向：飞机液压系统。