

DA42NG 起落架收放故障分析

齐翰威

(中国民用航空飞行学院新津分院, 四川 成都 610000)

摘要 DA42NG 飞机作为学院新一代的教练机, 具有稳定性好、舒适性高的特点, 安全性和操纵性也都具有明显的提高。但是新机也带来了新挑战, 在航线维护和定检方面, 相关人员仍需要做很多工作。为了提高飞机维护维修质量, 深刻理解飞机的元器件工作原理是至关重要的。飞机的起落架作为飞机的重要部件, 是在地面支撑飞机的唯一部件, 它在地面支撑飞机滑行, 在起飞和降落的过程中有着不可或缺的重要作用。本文通过对飞机起落架系统电路和油路系统的分析, 讲解该机型起落架系统的工作原理, 并结合日常训练的故障和排故工作, 以期对该机型起落架系统有一个更加详细的了解。

关键词 DA42NG; 起落架; 收放; 工作原理

中图分类号: V22

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0107-05

起落架作为飞机的重要部件, 是目前绝大多数飞机必不可少的部件, 它具有在地面停放时支撑飞机重量, 起飞时支持飞机滑跑, 着陆时减少飞机冲击载荷的重要功能。所以, 维护好飞机的起落架至关重要。如果起落架在空中出现收放困难或是其他故障, 对任何人来讲都是一个很严重的问题。所以, 在平时维护中, 对起落架的检查和维修是一个很重要的部分。本文通过对起落架系统的分析, 结合平时维护工作中的故障和排故工作, 对起落架收放故障做一个浅浅的解析。

1 DA42NG 起落架的组成及工作原理

DA42NG 主起落架的主体是一个钢管状的支柱, 底部有一个宗臂并附有一个轴用以安装机轮, 支柱后装有一个减震器, 减震器同时也与纵臂相连接用以吸收着陆载荷, 而前起落架则是一个钢制支柱装有整体式可伸缩式的减震器, 用以吸收着陆载荷。起落架系统有一个专门的液压系统来放下和收上起落架。折叠撑杆联接在起落架上和周围结构展开后锁定起落架支柱在放下位。一个弹簧操纵锁机构使折叠撑杆保持在几何锁定状态。当开始收上起落架时, 起落架作动筒作动, 使折叠撑杆解锁。当起落架收上时, 折叠撑杆折叠, 与其相连的起落架一同收进起落架舱内^[1]。

DA42NG 起落架的控制分为电路和油路, 电路部分主要为起落架控制电路、起落架位置和警告电路; 油路部分则是由电路控制, 驱动起落架作动。

1.1 起落架电路部分及工作原理

DA42NG 的电路系统主要分为控制系统和显示系统 (位置及警告系统), 控制系统主要是通过控制起落架

架的液压系统和电磁阀门来控制起落架的收放; 位置和警告系统主要是显示起落架的收放状态和提供不安全警告。

起落架控制电路系统的供电来源是由左侧主汇流条 (LH MAIN BUS), 当起落架完全放下并锁定好之后, 电流首先经过 GEAR WRN ELEV LIMIT 断路器, 而后又经过电线流向 RELAY 继电器和襟翼位置开关组件 (FLAP POSITION SWITCH ASSEMBLY)。此时襟翼处于进近位, 如图 1 所示, 襟翼位置组件中开关 S1 和 S4 闭合^[2]。

此时 RELAY 继电器不会作动, 在另一端, 电流经过线路流向起落架警告喇叭 (GEAR WARNING)。此时因为继电器 RELAY 没有吸合, 不会形成通路, 故不会触发起落架警告喇叭。如果继电器吸合, 则说明起落架仍在放下过程中, 未放下锁定好, 此时如果将襟翼放置在进近位, 则会触发起落架警告喇叭, 响起音响警告。此时电流在流经电线, 经过油门杆微动电门之后, 会分别流向前侧起落架放下电门 S1 和 S12、左侧主起落架放下电门 S3 和右侧主起落架放下电门 S5 这四个微动电门的 NC 位置。由图 2 可知, 前起放下电门 S1 和 S12、左起放下电门 S3、右起放下电门 S5 它们处于并联关系^[3]。当它们都接通在 NO 位上时, 表示起落架已经放下锁定好, 不会触发起落架不安全警告。但是如果上述四个电门中的任何一个接通在 NC 位置时, 即表示起落架没有放下锁定到位, 此时会给起落架警告喇叭一个接地信号, 从而触发起落架警告, 音响警告响起。起落架警告喇叭 (GEAR WARNING) 的负极点位被 GEA71 利用电线进行探测, 当负极处于低电位时, GEA71 会提供一个起落架不安全的视觉警告, 在主驾驶

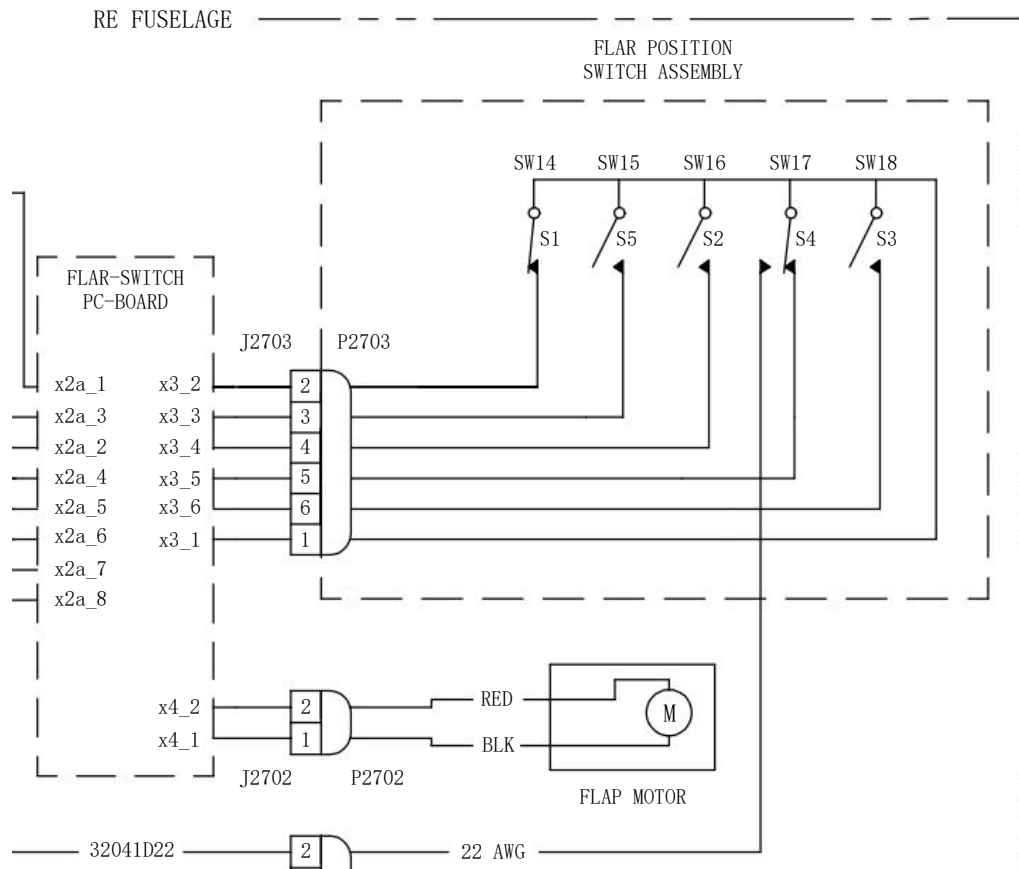


图1 襟翼位置开关组件示意图

员显示器 (PFD) 右下角显示, 以告知飞行员此时起落架处于不安全位置的状态。

我们再来看另一路经过 GEAR 断路器的电流。电流经过断路器 GEAR 后分流两路, 一路经过电线后流向起落架选择手柄, 此时起落架选择手柄是在放下位的, 电流流过使 RELAY 继电器吸合, 接通了起落架不安全警告灯 L4 (UNSAFE 灯), 在放下过程中, 不安全警告灯 L4 是一直亮着的, 当起落架放下到位以后, RELAY 继电器断开, 警告灯熄灭。另一路电流经过电线以后, 将图中下部的 RELAY 继电器吸合, 此时液压泵形成通路, 开始启动工作。当起落架完全放下锁定以后, 压力开关断开, RELAY 继电器断开, 液压泵形成断路, 泵停止工作。

TEST 测试按钮是为了测试起落架警告系统元件是否工作正常。当 TEST 测试开关摁下时, 起落架警告喇叭 (GEAR WARNING) 会获得一个接地信号, 电路接通, 喇叭鸣响, 发出警告音; 与此同时, 仪表面板上的位置指示灯和不安全警告灯 (UNSAFE 灯) 亮起。线路的

一侧经二极管和 TEST 开关接地, 另一侧接 GEA71, 摁下测试开关, 可以触发 GEA71 警报, 在 G100NXi 系统上会有显示^[4]。

1.2 起落架油路部分及工作原理

起落架的油路由电路来控制, 主要通过液压泵和电磁活门来控制起落架的收放。

当起落架手柄选择在“收上”位的时候, 此时, 压力开关将会检测系统压力, 如果系统压力小于 1400PSI (96.5bar), 则液压泵启动开始工作。与此同时, 起落架的收上电磁活门通过安装在左起落架上的“支柱安全电门”(支柱安全电门在地面时断开, 在空中时接通) 接通激励, 液压泵中的液压油开始流向起落架作动筒的收上侧面。此时, 放下电磁活门没有被接通, 液压油也同样可以从液压泵流向起落架收放作动筒的放下侧面。液压油在液压泵的作用下流向作动筒的两侧面, 因为作动筒活塞收上侧的有效面积大于放下侧的有效面积 (如图 3 所示), 所以在相同的液压压力下, 因为两侧的有效面积不同, 所以会形成一个“压

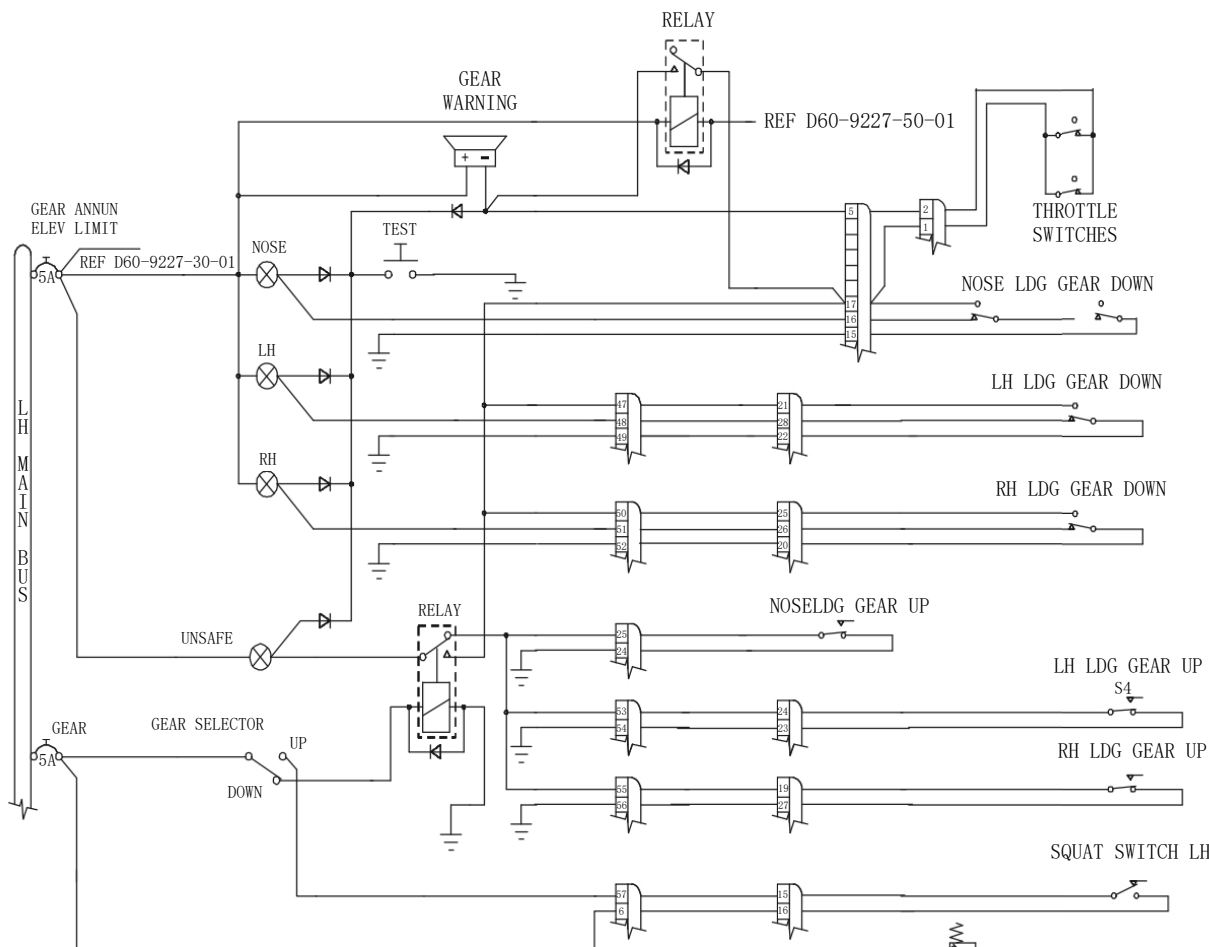


图 2 起落架指示和警告系统线路示意图

力差”，活塞在压力差的作用下，会向着起落架收上的方向运动^[5]。当液压作动筒开始收上时，作动筒的初始作动会解锁折叠撑杆的锁定机构。折叠撑杆也会折叠，并随同与之相连的起落架一同收进起落架舱内。当起落架完全收上时，前起落架收上电门闭合，此时放下电磁活门接收到电信号开始工作并移动到“全压”位置，起落架收放作动筒放下侧面的液压油开始流出，经过放下电磁活门回流至液压油箱。此时，液压泵将全部压力供给在作动筒的收上侧面，使起落架保持在收上位置。液压泵的压力开关根据需要来作动液压泵，使系统压力保持在 1400-1650PSI (96.5-113.8bar)。如果系统无内漏，则储压器则会保持系统压力，无需液压泵作动。

当起落架手柄选择在“放下”位的时候，此时，如果系统压力小于 1400PSI (96.5bar) 时，液压泵接收到压力信号后会开始工作。但此时放下电磁活门没有被接通，保持在打开位置，液压油经过液压泵加压

后流向放下电磁活门，继而流向起落架收放作动筒活塞的放下侧面。收上电磁活门同样没有被接通，保持在打开位置，液压油从作动筒活塞的收上侧面经过调压活门流回液压油箱。此时液压压力作用在活塞的放下侧面，驱动起落架放下。当起落架完全放下时，作动筒完全回收，系统内的压力继续升高直至 1650PSI (113.8bar)，液压泵的压力电门断开，液压泵停止工作。压泵的压力开关根据需要来作动液压泵，使系统压力保持在 1400-1650PSI (96.5-113.8bar)。如果系统无内漏，则储压器则会保持系统压力，无需液压泵作动。

1.3 紧急放下起落架

当起落架系统出现故障的时候，正常操作可能无法放下起落架，就需要使用起落架应急放下系统。当拉动起落架紧急放下手柄时，与手柄相连的一根柔性钢索会打开紧急放下活门，同时活门的操纵臂会触发一个微动电门使液压泵断电，液压泵停止工作。在起落架自身重力的作用下，作动筒内的活塞向着放下侧

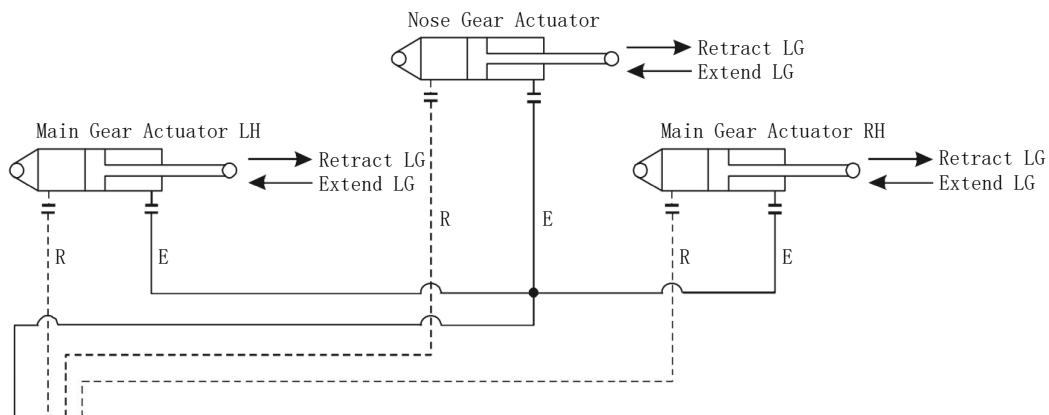


图3 起落架作动筒示意图

移动，同时因为紧急放下活门的开启，液压油从作动筒收上侧面流出，经过旁通活门返回液压油箱。此时，电磁活门的位置并不会影响紧急放下系统的运转。起落架放下后相应的折叠撑杆展开，在弹簧的作用下，折叠撑杆完全展开并锁定。当起落架完全放下并锁定好以后，起落架放下锁定电门闭合，相应的绿色指示灯亮起^[6]。

2 典型的起落架故障分析

2.1 起落架收上时间过长

在某次 DA42NG 定检工作中，进行起落架收放测试，发现收上时间过慢，储压器工作时间过长，大约 20 秒左右，与手册要求的 15 秒以内不符。故起落架系统很可能存在压力不足的情况，造成此故障的原因有很多，液压油量的不足、液压系统内漏、作动筒故障等，都有可能造成此故障。

对于此故障我们来进行分析，如果是系统内调压活门等出现故障，则故障现象应为液压泵一直工作，储压器迟迟无法建立压力，与故障现象不符，可以初步排除系统内活门的故障。因为起落架可以完成收上和放下这两个任务，只是收上时间过长，说明电信号是可以接收到的，故可以排除系统内电路出现问题。所以可以判断是液压系统的故障，而最有可能的是液压油量不足或是系统出现渗漏，因为这两项都会导致液压系统的效率降低。

首先进行最简单的液压油量检查，发现液压油量低于标准刻度。初步判断是液压油不足导致液压系统建立压力慢，液压油量不足，可能会导致液压管路中存在空气，致使液压系统工作效率变差，储压器工作时间变长。而后又检查发现作动筒上有渗油的痕迹。如果液压油内存在杂质，在高压作用下，可能会损坏

密封圈，造成密封不良从而导致液压油渗漏，液压油渗漏又会导致液压油量减少，进而导致液压系统工作效率降低。在完成更换新的液压油、管路排气工作和更换新的作动筒之后，故障消除，起落架收放测试正常。

2.2 起落架因卡组无法放下

在 DA42NG 飞机运行的初期，国外某 DA42NG 飞机发生过一起起落架无法放下的事故。飞行员在准备降落时发现起落架无法正常放下，于是便采取紧急释放程序，但起落架仍旧无法正常放下。后面又采取各种方法尝试放下起落架，但均无效果，最后飞机被迫迫降，对飞机的机身结构造成重大损伤。

后续经过事故调查，发现飞机在空中无法放下起落架的主要原因是主轮发生了卡阻现象，起落架在放下时轮子卡在轮舱内，造成起落架无法放下。故障发生前维修人员更换过新的飞机主机轮，但是没有进行收放测试，更没有注意到轮子与侧壁之间的间隙是否合适。在事故调查之后，钻石飞机制造厂家发布了新的服务通告 (Service Bulletin)，要求所有飞机完成主轮在收上位间隙检查；并且在维修手册中进一步明确要求维修人员在完成飞机主轮更换之后，必须严格按照飞机维修手册要求完成收上位机轮间隙检查^[7]。如图 4 所示，轮子圆周与轮舱内侧壁间隙最小间隙为 4 毫米 (0.16 英寸)。

3 维护建议

上文对 DA42NG 起落架系统的基本原理、系统结构进行了一个基础的描述，也对一些典型的故障进行了一个简单的分析。我们可以知道其实 DA42NG 的起落架系统并不复杂，只要清楚它的运行原理，理解各个元件之间的关系，在遇上一般的故障时，我们都可以对故障有一个大致的判断，在排故过程中可以优先考虑

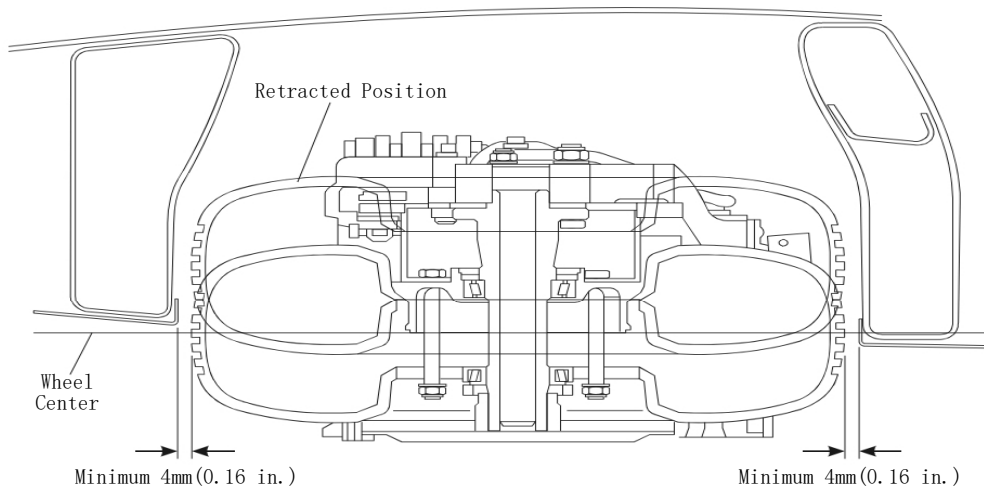


图 4 DA42NG 起落架主轮与侧壁的间隙

最容易出问题的部件,节约时间,提高效率。当然,维护工作最重要的还是日常的养护,在日常检查维护过程中,仔细检查,认真负责,争取将故障扼杀在萌芽之中,虽说不可能完全杜绝故障,但是可以大大地降低故障率,减少飞机因故障停留在地面的时间。

我们可以对 DA42NG 飞机起落架系统的日常维护工作提出几点建议:(1)在日常的定检工作中我们要做好液压系统的检查,对于管路松动、变形、腐蚀、液压油的渗漏要保持一定的警惕性,不可视而不见甚至习以为常。(2)在拆卸液压系统的管路的时候,要及时装上堵盖,防止杂质进入管路,在安装的时候也要检查管路内是否有杂物,最好进行吹气检查,防止杂质污染液压油,堵塞管路。(3)在更换新的液压油时,要将旧油排放干净,要检查放出的油液是否存在变色变质等现象^[8]。在添加新的液压油之前,要检查液压油的名称、牌号符合规定,液压油在保质期内。

(4)在做起落架收放测试的时候,要注意起落架的收放时间是否在规定范围内,在收放过程中是否存在液压泵噪声过大或是其他异常响动,如果存在,应该对起落架进行详细的检查。(5)在长时间的运行之后,DA42NG 飞机的起落架指示系统可能会因为灰尘污染、电门卡阻、线束老化等原因产生虚假信号,所以针对那些运行时间长的飞机,我们检查时要认真仔细,及时清洁微动电门,预防故障的产生。(6)在完成起落架系统的相关工作后,要进行收放测试,确保其工作正常,尽量将故障在地面排除。(7)因为工作区域的狭小,所以在收尾时,最好再对工作过的区域和相邻区域进行细致的检查,避免无意的碰撞造成未知的故障。(8)在施工过程中,我们要严格按照手册的程

序和标准来执行,做到按章施工,规范操作。要确保管路接头力矩值在标准范围内,不要超力矩紧固,防止管路接头损坏造成渗漏。

飞机的起落架系统对于飞机来说是十分重要的系统,它在起飞和降落过程中有着很重要的作用。机务人员应该全面地了解起落架系统的相关知识,学习它的结构组成和工作原理,才能在日常的工作中更容易发现相关故障和缺陷。在进行起落架系统相关的工作时应该小心谨慎,避免疏漏,更要保持一定的敏感性,对于异常的情况保持警觉。我们在工作中要严格按照手册的标准来执行,这不但是对飞机的负责,更是对我们自己的保护。安全无小事,我们要做到有故障及时排除,将安全隐患消除在地面上,提高飞机安全裕度,为安全的飞行保驾护航。

参考文献:

- [1] 佚名.DA42NG 飞机维护手册 [Z]. 钻石飞机工业集团,2021.12.22.
- [2] 关世超.DA42NG 飞机起落架工作原理介绍及故障分析 [J]. 科技资讯,2021(10):58-59.
- [3] 秦逸.DA42NG 飞机起落架指示和告警系统原理及典型故障分析 [J]. 科技创新与应用,2021(08):148-149.
- [4] 同 [2].
- [5] 同 [1].
- [6] 同 [1].
- [7] 王银坤,杨淳.DA42NG 飞机起落架收放系统原理及典型故障研究 [J]. 民航学报,2020,04(06):48-49.
- [8] 曾满洲.DA42NG 起落架收放故障分析 [J]. 中国航班,2020(16):68.