

## 美陆军研究和借鉴汽车比赛中的赛中快速维修（Pit-stop）

甘茂治

Pit-stop 是美国和国际赛车比赛中的停站快速维修。赛车决赛过程中必须视轮胎磨损和油耗状态进入维修站换胎及加油，称为 pit-stop。一次 pit-stop 需要 21 个人来共同完成，通常只需花费 6~12s 来为赛车加油及换胎。以现今 F-1 车队的水平，通过团队合作可在 7s 内完成换胎并加满 60L 的汽油。在 2007 年美国国防部维修年会上，有一个专题是“面向陆军的 Pit-stop 维修”，有两位代表就此发言，在另一个专题中有一位代表谈到了应用 Pit-stop 影响装备设计。可见，研究和借鉴 Pit-stop 已经引起美国陆军的兴趣和重视，他们正在研究和实施 Pit-stop 维修的方案。

### 1. 对 Pit-stop 维修的评价及其与陆军维修的比较

Pit-Stop 是在比赛过程中赛车停在维修站（Pit）中进行的加燃料、换新轮胎、修理、机械调整、驾驶员替换或上述各种工作的组合。其核心，Pit-Stop 维修是“超级的战备完好性”。他们将陆军航空与赛车维修做了全面比较。

陆军航空与 NASCAR（美国全国汽车比赛协会）维修级别对比：

陆军航空	赛车
阶段性维修	赛车店铺
中继级维修（AVIM）	赛车路途修理间
基层级维修（AVUM）	比赛日（Pit-stop）

维修工时率（维修工时/使用小时）比较：

	AVUM/Pit-Stop	AVIM/修理间	阶段/店铺
<b>Pit-Stop 维修</b>	0.09	20.83	59.17
<b>AH-64D 直升机</b>	12.34	2.17	2.88

在赛车维修中，Pit-Stop 维修工作量很少，实际上是将工作量转移到后面的店铺。而在现有实践中，典型的陆军航空维修工作量却被转移到航线并远离阶段维修。（AVUM-航空基层级维修，AVIM-航空中继级维修）

指标比较：

	使用可用度	在用资产/总资产	任务可靠性
美国陆军航空	82%~91%	18/24=0.75	80%~85%
汽车比赛协会	99%~100%	1/2=0.5	95%~99%

陆军航空借鉴 Pit-Stop 维修的经验，将显著提高飞机的可用性和任务可靠性，但资产的利用率将下降。具体说，实行 Pit-stop 达到赛车那样高的可用性和任务可靠性，要求：

--陆军航空维修的基本结构必须改变：

-增加维修人员：后面的“店铺”/阶段性维修人员将增加 20 倍；中继级维修人员将增加 10 倍。

-专业化：维护、阶段性维修、DART（缺陷分析和分级技术）组等分工明确并更加专业化。

-改进维修系统设计，使航空基层级维修最小化（应用 RCM）。

-增加所需资产的种类。

--强制实行飞机设计为模块化更换。

--强制实行飞机预测与诊断：嵌入装备的基于状态的维修（CBM），需要将黑盒子和传输设计进入原来系统中，但其费用高。

陆军航空在其维修实践中不能孤立强调修理时间，它可以通过选择应用 Pit-Stop 方案得到很大的效益，但需要**综合权衡**。Pit-Stop 的效益可能被以下负面影响所抵消：

--增加费用

-更多预先构建的部组件/储备（浮动）；

-更多的阶段性/后面商铺级维修；

-更多专门化训练；

-在部署位置储存更多的零部件。

--增大后勤“尾巴”

-跟踪系统中更多的零部件；

-为了维持资产可用度和（或）储备的飞机，需要更多可用飞机作为后备。

--增加中继级维修

-工作由航线转移到后面的商铺和阶段性维修。



所以，陆军应当借鉴 Pit-stop 的精神和许多技术，改进维修工作，使装备达到更高的可用性和任务可靠性，但不能全盘照搬赛车维修。

## 2. 陆军 Pit-Stop 倡议

陆军借鉴赛车赛中快速维修经验，改进维修工作的重点是能够提高速度、效率、质量和利用工作空间的设施、工具和车间设备。传统的实践被抛弃，最好实践被采纳。其比较如下表：

传统实践	最好实践
--工具间设置距离远	--工具在维修站（PIT）
--有限的工具组合	--工具组合适合于装备及其相应的工作
--AIS（自动化的信息系统）设置在远距离	--ALIMS（陆军后勤信息管理系统）在 PIT
--非功能性的工作台	--按人体功效学设计的 PIT
--不充分的空气压缩机	--增强的空气供应系统
--在工作区域没有电	--PIT 有充分动力供应
--远程技术库	--在 PIT 有自动化的参考资料
--特定的安全设备	--增强的安全特性

带有各种需要的工具和设备的人体功效学设计的工作环境是改变维修危机的设计目标。

**陆军 Pit-Stop 倡议**包括：提高零部件和工具的可用性；快速损伤修复或缓解；预兆/快速诊断/CBM；高可靠性；专业比赛（像赛车）的技术杠杆作用。Pit-Stop 维修在这些方面的做法和经验，值得陆军学习和借鉴。

### （1）提高零部件和工具的可用性：



**Roush-Fenway 应急抢修车**

--应急抢修车

-完整的部件组装-后端，前夹，悬浮，刹车等。

-用加标签的工具箱和抽屉分隔的工具，其标签按汽车的区域设置。

-带有发电机，电焊，磨工，火焰切割等。



**带预先设置的测径器的加标签的  
悬浮修理工具箱**

## (2) 快速损伤修复或缓解:

### 1) 预先组装的修理装置(组件)

将过去赛车损伤评估(特别是跟踪特定赛道的)的经验,用于确定在比赛时需要携带什么备件以及为快速修复需要什么修改。例如,在损伤情况下,利用支架连接到损伤车体工作的燃料加注器颈部(下左图);完整的浮动(储备)后悬浮组件(盛大的美国道路汽车赛使用,右图)。这些装置都将提高修复的速度。



## 2) 机组首领/工程师

-深深地进入到比赛策略规划中；

-重视驾驶员的年纪、技术、要求的休息，以及竞赛组的需求。

这与战场是很相似的，在战场上指挥官必须掌握机组人力、疲劳、装备使用和其他各种因素以便实施战斗计划。

## 3) Pit-Crew（应急维修机组）训练：

--首先必须精通车库（修理间）中的业务；

--由机组首领（Crew Chief）在感情基础上形成机组并在实践和比赛中验证学习；

--实际训练按照工作规定：

-Jack-man（男人）必须是坚强/敏捷的-经过核心力量和爆炸力练习；

-轮胎更换必须快速和准确，要求视觉敏锐与快速性练习。

--额外规定每天两小时练习。

--在星期日利用维修站（Pit）货摊进行汽车的应急维修，建立对下个赛程维修站精确的模仿。

### （3）预兆/快速诊断：

--像盛大的美国运动车这样持久的比赛，比 NASCAR（美国全国汽车比赛协会）允许更多的遥测。他们不像陆军并不试图监测所有零部件，而只是监测帮助完成任务的那些零部件。

--遥测包括：加速计；应变计；燃/气比；轮胎磨损；气象；振动传播；pit 窗口。数据通过无线传输到维修站（pit）货摊指挥部的机组首领/工程师，以便确定竞赛策略/更换汽车或机组人员。有超过 48 条通道的数据被记录。

--NASCAR 信息技术专业人员是运转的核心和灵魂。在比赛期间，pit 计算机依据诸如轮胎磨损、燃料加载、道路情况、气象和发动机传感器等信息，帮助竞赛小组做出快速的运作决策。

陆军工程师和战斗系统技术人员为获取战斗优势，应当利用计算机技术监测关键系统性能。

### （4）高可靠性：

--进行根本原因分析，包括对好的和差的原因分析，以提高赛车可靠性。

--简易、快速和可使用数据的收集：

-部件性能；

-供应商零部件性能；

-竞赛车辆测试：风道；操作；发动机。

-机组的行为：维修站停车（Pit-Stop）次数；每日时间进度；关键工作职责。

--试验时，每台车有组件的记录，英里里程表与行车日志相似。

对于陆军装备这些做法同样是适用的、有效的。

### （5）关键技术的杠杆作用：

可以直接利用若干关键技术到陆军航空装备中。例如：

--航空防风撕裂：有资质用于 UH-60、AH-64 或其他飞机、直升机；工作在多层结构上。

--Istotropic 超级压光：NASCAR 将其用于齿轮；开始准予用于 CH-47 和 AH-64 动力传动系统。

--经常拆卸产品的工具箱：其中有消耗品和组合件；用于 UH-60 和 AH-64 直升机；有更好的包装。

--战斗损伤修复工具箱的重新考评：需要能进行快速面板修复；由部队创造性地和自定义剪裁。

### 3. Pit-Stop 的实施

在陆军（航空）中实施 Pit-stop 需要做许多工作，要研究和研制一系列的项目。

--Pit-Stop 维修能够作为对项目的倡议，而项目基础在现有飞机。

-通用的拆卸/更换产品的成套工具

-工具箱将包括所有消耗的零件和预先组装的产品组件，如尾转子齿轮箱、主模块等；

-阶段性维修的工具箱应当经过评审；

-按要求/需求更好地确定零部件组合；

-为飞机各个区域使用的工具加标签；

-为维修工作类型（中继级对 AVUM）加注标签。

-组件重新设计为更多模块。

-带工具和预先组装的组件和修理面板的抢修车，改善对损伤或故障飞机的反应时间。

--对于新的产品采办：考虑将 Pit-Stop 维修作为产品从国防部办公室到部署使用管理的维修性和设计的目标。

--专注于维修容易，鼓励应用专门技术而不是提倡“pit-机组”。

--协调的现有飞机拆卸（从飞机上到后方店铺）工作。模块设计和预制的部组件是一个中间步骤。

--专门的机组和维修程序

-完善阶段性维修组

-机组成员只限定于确定的飞机区域；

-实行专业化以提高速度并减少修理时间。

-唯一的工作是维护飞机的专门维护小组，目标是在最短时间内使之返回空中。

-维修数据或超过数的通信和无线下载到地面机组，以便维修工作的准备。

--改进和更加专业化的 DART（缺陷分析和分级技术）

-对损伤飞机更好的反应能力；

-典型的改善修理时间和机组通信的修理实践；

-在修理期间分配的工作。

### 4. 用 Pit-stop 原理影响维修性设计

Pit-stop 是源于汽车竞赛，可用于军事系统设计途径。其前提是：尽管维护或修理是必要的，而在战斗或竞赛期间每个额外的毫秒都给敌人或竞赛对手以优势。实现赛车赛中快速

维修，赛车设计是关键基础。武器装备也相似。Pit-stop 设计并不是为了满足最低限度的要求，它是为了取得胜利。

应用 Pit-stop 原理的若干设计特征是：

--尽可能小地包装每一个零部件，以减小其重量和运输体积；

--模块化设计以便于通用和升级；

--减少工具，绝不用毫无目的的工具；

--由单兵维修，不管是第 1 百分位女性还是 99 百分位男性穿着薄膜（MOPPⅣ）还是冬装都能操作；

--通过简化设计和系统通用化减少维修训练。

通过 Pit-stop 工程，改善维修性提高修理速度，可以在减轻后勤保障占地面积（后勤负担）的同时，提高装备可用性和任务成功性。