

柴油机坦克 与 燃气轮机坦克 优劣剖析(4)

郭正祥

发动机的加速性和适应能力

燃气轮机坦克拥护者采用了发动机“加速性”和“适应能力”这样的术语。

评价发动机加速性是依据发动机从空转工况（燃气轮机为最小油门）加速到最大功率之间的时间间隔。乌拉尔坦克安装的V-84柴油发动机的加速性为1~2秒。T-80坦克安装的涡轮增压发动机的加速性为7~8秒。因此，在发动机加速性这个指标上，柴油发动机优于燃气轮机3~4倍。

必需强调指出，随着发动机加速性指标的降低，坦克的平均行驶速度将会降低，千米耗油量将增加。

发动机的适应能力系数为在最低允许转速工况时发动机曲轴最大扭矩与发动机发出最大功率的曲轴转速时扭矩的相互关系。

T-80坦克燃气轮机的适应能力比T-90S坦克柴油发动机高90%，比GTD-1250燃气轮机高146%，比V-92S2柴油发动机高30%。

发动机适应能力系数根据坦克行驶时换挡次数确定。

发动机的“加速性”和“适应能力”这两项指标会对坦克的平均行驶速度和燃料的经济性产生影响，但对坦克机动性的影响却是有区别的。



T-90S 坦克在中东地区进行越障行驶试验

为减轻T-80坦克燃气轮机加速性低的影响，保证坦克在沟壑纵横地形上行驶时有最好的加速性，驾驶员长时间的将油门踩到底或者将手油门置于“最大加油”位置（保证涡轮增压器最大的转速），借助制式制动的方法（接通侧变速箱的制动器和借助调节喷嘴装置）控制坦克的行驶速度。使用这种方法控制发动机的结果是增加了燃油消耗，降低了传动装置的可靠性。

燃气轮发动机比活塞式发动机有更好的适应力，T-80坦克采用带4个前进档和1个倒档的传动装置。T-90S坦克采用带7个前进档和1个倒档的传动装置。因此，适应能力系数仅间接地对坦克的平均行驶速度产生影

响，减轻坦克驾驶员操作强度。

需要补充说明的是，后期生产的T-90S改进型坦克上已准备安装批量生产的自动换挡装置，该装置能提高坦克操纵系统的性能，减轻驾驶员的体力消耗。类似装置还可安装在改进型T-72B坦克上。

传动装置换挡次数少也有其不足：

T-80坦克和T-90坦克在每个档位都可以实现最小（规定）转向半径，其方法是使慢速一侧的侧变速箱的档位比另一侧变速箱低1个档。同时，还要保证坦克低速一侧的主、被动摩擦离合器片（零空转）转速的差别。

因为4档位侧变速箱中档位之间的差数比7档位侧变速箱中档位之间

的差数更大,毫无疑问能保证 T-80 坦克有最小的转向半径。因此,减少磨损,驾驶员需要在坦克转向前降低坦克的行驶速度,或者依据摩擦离合器片打滑情况增大转向的半径。在第一种情况下,由于燃气轮机的加速性低,T-80 坦克转向后的加速时间将比 T-90 坦克长。

大半径转向(在使用过程中最常用的方法)不需要完全接通慢速一侧的档位,即依靠摩擦离合器的打滑实现。打滑越快转向半径与最小转向半径的区别就越大。

可见,T-80 坦克和 T-90 坦克以相同的速度和相同的最小转向半径转向时,T-80 坦克摩擦离合器打滑时的功率损失将比 T-90 坦克大,这将影响 T-80 坦克的可靠性。

因此,与 T-90 坦克相比,在崎岖狭窄的道路上行驶时,T-80 坦克在转向行驶的速度和燃油经济性上的损失将比在直路上行驶时的损失大。

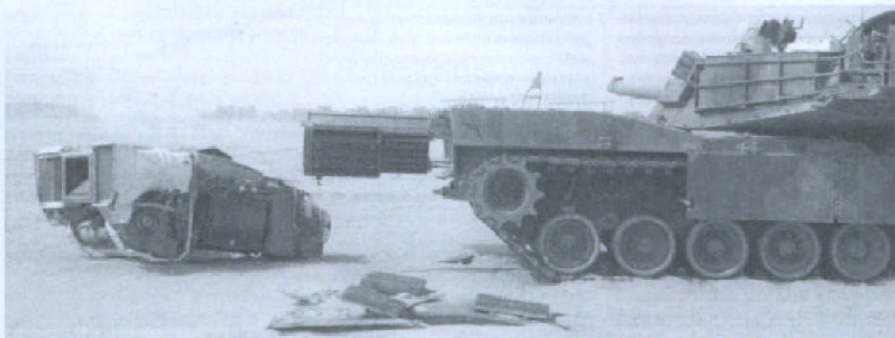
德国 MTU 公司建议燃气轮机坦克采用与柴油机型坦克传动装置相同的档位数量,作为降低燃气轮机坦克在狭窄蜿蜒的道路上行驶时对燃油经济性不利影响的改进措施。

降低 T-80 坦克转向时对燃油经济性的不利影响的另一个措施是采用功率相当的容积式液力传动转向机构,以消除坦克在转向时其侧变速箱中摩擦离合器打滑。可惜,带有容积式液力传动转向机构的传动装置的有效功率比机械式传动装置低许多。而且容积式液力传动转向机构价格昂贵,需要在坦克内腾出安置容积式液力传动转向机构、液压油、转换装置和散热装置的空间。

在 T-80 坦克上这种设想是可以



正在沙尘中行驶的 M1 坦克



发动机不堪重负, M1 坦克在沙漠中更换动力装置

实现的,也能够降低燃油消耗 5% ~ 7%。

所以,除此之外,按照 T-80 坦克研制者的见解,坦克采用燃气轮机“……坦克的部件是简单的,当然其(传动装置)昂贵的价格也是可以降低的”,丧失的优势在采用容积式液力传动转向机构后是可以获得弥补的。

在坦克上采用容积式液力传动转向机构必须考虑许多因素,其中包括坦克的单位功率、适应速度范围、坦克行驶时的道路条件、容积式液力传动转向机构的调节功率和驾驶员驾驶技术的熟练程度等。

采用容积式液力传动转向机构的最大优点,应该是在硬质路面上才能

体现出来。在坦克上选择安装容积式液力传动转向机构的最大影响,是道路质地的特征和坦克的单位功率。

依据《鄂木斯克 2006 装甲》学术会议上提供的实验数据,坦克的单位功率达到 19.85 千瓦/吨时,安装塔轮式转向机构的坦克在弯曲变形的地形上的平均行驶速度与配置容积式液力传动转向机构坦克的平均行驶速度处于相同的水平。

当然,可以肯定地说安装容积式液力传动转向机构能使操作简便和行驶轨迹更为准确。但同时订货方应该明确,他准备要为在操作坦克时的舒适性付出多少代价,而且为此付出的代价是与坦克行驶性能的改善是不相符的。

动力装置的热工况

对于坦克的研制者来说,必须遵守的规范是落实各种作战环境中对坦克的要求和俄罗斯汽车装甲坦克兵总局对研究各种型号坦克的战术技术指标:坦克各系统应具备长时间工作的能力,而且不限制坦克在世界各种地域气候条件下的行驶速度。

这些要求对于中东、近东和远东战区南部的紧张局势具有重要的现实意义。

我们必须特别注意,这些地区的最大特点是高温高尘地区。例如,中东地区有一半的地区最高气温达 40°C ,25%的地区最高 45°C ,8%的地区最高 50°C 。在近东战区90%的区域年气温最高值达 30°C 以上,其中40%的地区气温最高值达 40°C 。每年有4~6个月的持续高温。每天 40°C 以上的持续高温长达7~8个小时。保护动力装置过热系统的效率在全世界都是采用极限高温来进行评价,在高温环境中,由于发动机的功率不能全部实现,因而限制了坦克的机动性。

为了叙述的方便,专家将这项指标称为“空气临界温度”。当环境气温达到临界值时,就意味着发动机冷却液(油)或者排出废气的温度达到了允许值的极限,环境气温高于临界值时,发动机及其它装置就不能使用。因此,为了防止发动机过热就应安装限制发动机功率的专用自动装置,其原理是减少发动机的燃油供应(如向燃油箱回流部分燃油)。

T-72坦克和T-90坦克上没有采用发动机过热时限制其功率的装置,其原因是按照使用指南的要求正确使用就不会发生过热现象。这是T-72S坦克和T-90S坦克在中亚、非洲以及

在印度进行部队试验和演示试验中得到的验证。

T-80U坦克的GTD-1250型燃气轮机配备有自动减少发动机燃油供给量的系统,该系统在发动机排出的废气温度达到最高允许值时,能自动减少发动机燃油供给量来限制其功率。还有就是额外增加的强制手段,为了叙述简便,我们将这种工况称为“沙漠”工况。接通这种工况时,温度调节器能够将发动机排出的废气的最高允许温度降低到规定的 40°C ~ 50°C 范围内,从而防止发动机加速。

1982年,在俄罗斯国防部第38科学试验研究所著名的坦克装甲车辆试验师和学者多罗金的领导下,在苏联中亚军区和突厥斯坦军区对T-80A坦克、T-72A坦克和T-64B坦克进行了专项部队试验。试验的目的是为了确定在模拟极端的外部使用条件下,强制接通动力调节装置对坦克使用技术指标的影响。试验是在相同的条件下,环境气温为 $+28^{\circ}\text{C}$,坦克以最大速度在道路上行驶70千米。试验结果表明:接通T-80B坦克燃气轮机“沙漠”工况废气温度调节装置时,该车的行驶速度下降12%。接通

安装二冲程发动机的T-64B坦克的加油限制机构时,该车的行驶速度下降13.5%(安装5TDF发动机时)和25%(安装6TD发动机)。而没有安装燃油限制机构的T-72A坦克在上述环境气温条件下使用,则不需要强制降低坦克的行驶速度。

德国1976年在“豹”2AV坦克上安装了功率为1323千瓦的柴油发动机,由于这种发动机装有热工况限制装置而没有继续选用。

坦克发动机的天敌——沙尘

乌拉尔运输车辆制造厂通过长时间的探索找到了坦克空气滤清器的最佳结构方案,将具有高技术性能的带有可保养盒的二级滤尘式空气滤清器作为坦克发动机的空气滤清器选用。从T-62M坦克、T-55A坦克、“172工程”和“173工程”试验中得出的否定性结论,放弃使用无保养盒的一级滤尘式空气滤清器。

从此,所有乌拉尔坦克都采用二级滤尘式空气滤清器。T-72和T-72B主战坦克上安装的空气滤清器在单位体积上大约优于其它国家的坦克空气滤清器1倍,而在相同含尘量的



T-90S 主战坦克在中东进行沙漠试验

空气条件下空气滤清器的持续工作时间与保养滤尘箱的时间却要优越4~6倍。

T-90S主战坦克安装的T-92S2型涡轮增压发动机的空气滤清器的技术性能则更加完善,其方法是找到了与动力装置涡轮压缩机共用的独特配置。这种结构能保证适宜空气进入空气压缩机,并保证经过空气滤清器处理的空气能降低阻力。同时能成功地使发动机排气管内的阻力迅速降低50%。

T-90S坦克是世界上惟一在印度塔尔沙漠进行过行驶试验的坦克。T-90坦克和T-72改进型坦克在使用时,特别是在沙漠地形条件下使用时,可采用可拆卸式空气滤尘箱,并能保证在多个昼夜行军中不需要花长时间对滤尘箱进行保养。柴油发动机滤尘箱体积小,可配置在坦克内。在印度进行试验时,经过50~70小时的行驶也没有进行保养。

乌拉尔机车车辆厂的T-72/T-90S坦克在整个使用期内,没有发生

空气滤清器可靠性丧失或者空气滤清器引发的发动机故障。

目前,只有T-80坦克采用一级滤尘式空气滤清器,而世界上所有其它坦克都采用二级滤尘式空气滤清器,其中还包括美国M1主战坦克。在美国空气滤清器的方案中(第一级为多管旋风除尘器,第二级为专用纸板制成的滤芯),在空气滤清器的外廓尺寸大时,滤清的效果是能达到的(特种车辆制造公司专家的评价是,沙尘为零通过率时空气滤清器的体积将比沙尘通过率为2%时的空气滤清器大3~4倍),但是需要经常对第二级滤清器进行强度很大的保养。据公开信息,美国M1坦克空气滤清器要保证在高含尘空气环境中具有工作能力,每日都需要进行保养。

燃气轮机对进入发动机的热空气具有很高的敏感性,因此必须要求独立获取空气。发动机独立获取空气的管道因此成为“真空吸尘器”。杂物和水都可能进入空气滤清器,从而导致



M1 坦克陷入泥水中, 发动机进水



M1 坦克空气滤清器的隔舱中积水, 已经拆卸了3个空气滤清器箱中的2个

燃气轮机事故或故障:

——1998年在希腊进行的竞标试验中, M1坦克就发生了发动机被水淹的事故, 造成试验终止;

——按照乌拉尔运输车辆制造厂设计局有关专家证实, 安装柴油发动机的乌克兰T-84主战坦克在水中行驶试验时, 水浪涌入空气滤清器窗口, 并进入发动机, 由于水在气缸中的冲击导致了发动机严重损坏;

——在准备1999年俄罗斯下塔吉尔国际武器装备展时, T-80U坦克高速涉水通过水障碍, 水浪被高高地掀起, 并抛向坦克的后部, 造成发动机熄火。为了不再发生这样的事故, 后来进行的克服水障碍演示时降低了坦克的行驶速度。



M1 坦克乘员正在清除空气滤清器箱上的积尘

在T-80U坦克上,防止水从空气滤清器进入发动机的装置是空气进口装置。该装置的用途是降低空气的含尘量,其方法是使空气从距地很高的位置进入发动机。必须强调指出,T-80U坦克在高含尘量环境中使用时,在空气进口装置上需要附加安装体积较大、高出炮塔约700毫米的连接筒。毫无疑问,这是降低进入发动机空气沙尘含量的有效措施。安装连接筒使T-80坦克的外廓高度超过其它国家坦克250~450毫米,导致T-80坦克的研制者受到尖锐的抨击。显然正是这个原因,1993年在印度的坦克试验结束后,很快就有2台发动机出现了故障。

T-80坦克采用紧凑型无箱式空气滤清器不需要进行保养,但是坦克在沙漠环境中使用时会有大量沙尘渗入发动机,从而导致燃气轮机的寿命急剧下降。



乘员用水桶清除隔舱中积水



“豹”2坦克动力传动室,配有独立获取空气装置



“艾布拉姆斯”坦克在沙漠中行驶,速度越快,扬起的沙尘越多

T-80坦克在西伯利亚军区进行冬季试验时空气滤清器旋流器吸入厚厚的几乎冻成冰的雪,导致燃气轮机功率下降。为了排除故障不得不将坦克停下来,采用人工清除。

此时,坦克在战斗情况下被迫停车将不小于半小时(仅给空气滤清器旋流器加热就需要15分钟),并要求坦克乘员从车内到车外对空气滤清器进行保养。

必须强调指出,T-80坦克和苏联坦克燃气轮机的研制者为了弥补发动机在高含尘空气环境中使用时的部分缺陷,以及在提高坦克发动机寿命等方面作了许多工作,但是研制附加系统、发动机复杂化,以及为整个系统采用的复杂措施所付出的费用都是相当可观的,比如:

采用了防尘护板和专用的扇形排气;采用了气压振动自动清除沙尘系统和利用压缩空气以特殊的循环方式吹洗发动机;借助调节装置限制GTD-1000TF和GTD-1250燃气轮机涡轮之前的温度;使用特殊的带有可拆卸连接筒的空气获取装置,该装置能保证从距地高约3米处获取空气,此处空气中的含尘量比动力传动室顶部空气含尘量要少得多(当然,这种装置仅在坦克“行军”道路上行

驶时,而且是炮塔不旋转时才有效);采用喷嘴式清洁滤清器等。

T-80坦克的燃气轮机动力装置配置有大量的各式各样的传感器、执行组件、调节器、减压器、信号装置和防护设备、以及配置用于承担震荡清洁、吹除沙尘、燃油雾状喷射和吹洗喷嘴(消除其上的积碳)等职能的自动装置。T-80坦克在西伯利亚和哈萨克斯坦北纬45°以南地区使用时,就像T-80U坦克使用指南要求的那样,其动力装置应该调整到“沙漠”使用工况,即限制发动机的燃油供给量以降低排气温度,目的是消除沙尘在高压涡轮叶片沉积烧结,并相应降低发动机的功率。

沙尘矿物质成分对燃气轮机的影响在全球范围内都没有开展研究。而V-2系列活塞式坦克发动机已经在世界上数十个国家使用。而且二级式空气滤清器能够保证这种发动机有很高使用寿命。

因此,人为制造的适合于喀拉-库马沙漠环境使用的T-80U坦克燃气轮机在1993年印度的塔尔沙漠表演试验中,表现出没有完全适应新使用环境工作的准备,致使坦克竞标试验没有坚持到底。

(编辑 步建兴)