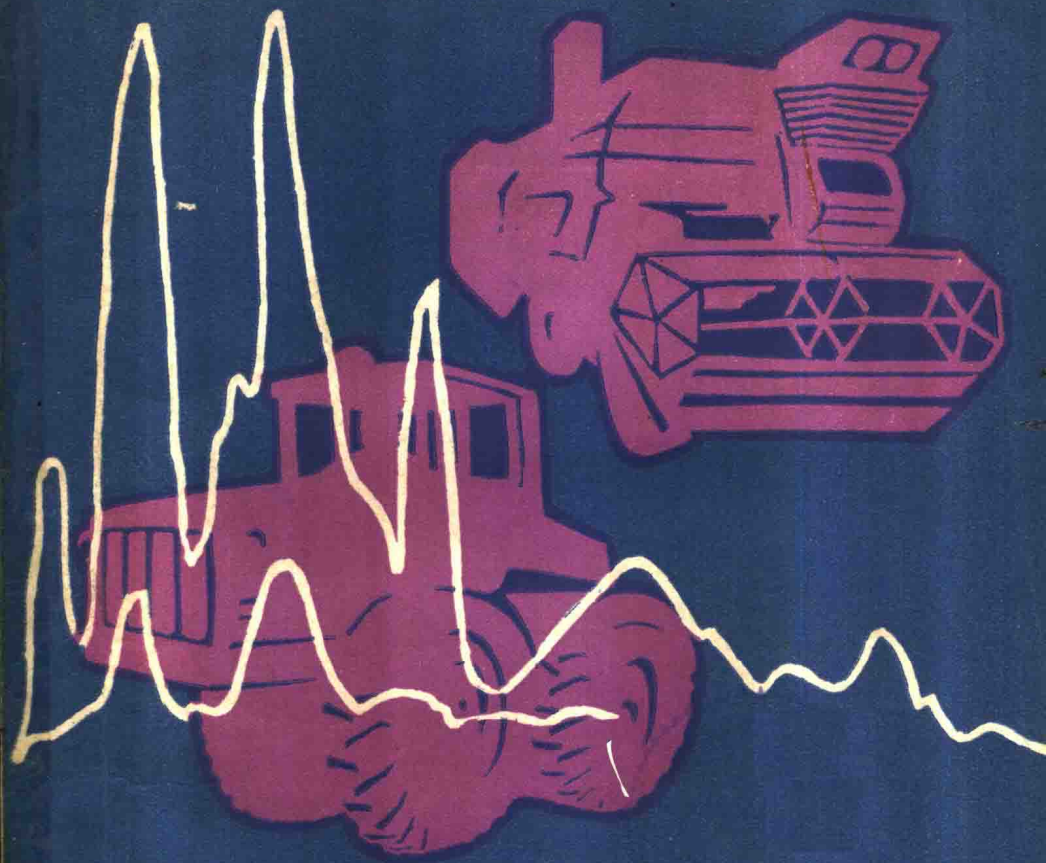


65.5
MHL 333073



〔苏〕 B·M·米赫林 主编

拖拉机和 谷物联合收割机 的技术诊断

中国农业机械出版社

拖拉机和表割机 的技术诊断

[苏] B.M.米赫林 主编

董炎义 译
吴县淑 杨颐 校订

中国农业机械出版社

内 容 摘 要

本书介绍拖拉机和谷物联合收割机技术诊断的理论、方法和实践。推荐机器诊断工艺流程的编制方法以及组织形式。论述诊断工具的发展远景及其技术经济效果。可供农机技术人员参考。

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАКТОРОВ ИЗЕРНУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

В. М. МИХЛИНА

МОСКВА «КОЛОС» 1978

* * *

拖拉机和谷物联合收割机的技术诊断

[苏]В. М. 米赫林 主编

董炎义 译 吴县淑 杨 颐 校订

*

中国农业机械出版社出版

北京市海淀区阜成路东钓鱼台乙七号

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

*

850×1168 32开 7¹⁶/₁₆ 印张 204 千字

1982年10月北京第一版·1982年10月重庆第一次印刷

印数：0,001—2,700 定价0.95元

统一书号：15216·102

序 言

最近几年广泛发展起来的一门新学科——机器诊断学，它用来保证为研究拖拉机和谷物联合收割机的技术状态，提供可靠信息，从而使得能够及时查明和防止机器部件的故障。诊断的方法和工具的广泛应用，是机器在使用过程中保持高度可靠性和技术效果的一种主要措施。

现已成批生产和广泛采用简单而又足够可靠的诊断工具，其种类有：移动式装置、固定设备、便携式成套仪器以及单项诊断仪器和装置等。正确的使用这些诊断工具，能够得到较高的技术经济效益：能使拖拉机的停车减少到40~50%，使修理次数缩减到65~75%，实际修理间距增加500工作小时等等。因此这些诊断手段已引起农业生产部门中许多专家的注意。

同时从应用这些诊断方法和工具的经验中，也发现了它们的不足之处，归纳为：拖拉机和谷物联合收割机的诊断工作量还是相对比较大，并不是随时都能正确和有效地使用这些仪器和设备，还不能完全充分解决技术诊断的工艺和组织上存在的一系列问题。

考虑到拖拉机和谷物联合收割机诊断的迫切性和它在国民经济中的意义，因此很有必要进一步发展，并克服诊断方法和工具的不足之处。最近进行了大量的科学研究、试验设计和工艺流程等综合工作。已经积累了大量的诊断工具的实际运用和有效利用的经验，发表了不少这方面的文章和有关技术文件。

因此，很有必要把已经获得的结果加以总结，并叙述复杂农业机械诊断的科学方法和实践经验，本书就是为此目的而编写的。

本书系采用国际单位制的物理单位及量值。它们与过去所采用的物理单位之间的相互关系在下表中列出。

数 值	名 称	国际单位 制符号	过 去 采 用	换算成国际单位制单位
转 速	秒的负一次方	C ⁻¹	转/分	$1\text{C}^{-1} = \frac{1}{60} \text{转/分}$
力	牛 顿	H	公斤力	$1\text{H} = 0.102 \text{公斤力}$
压 力	帕 斯 卡	Π_a	公斤力/厘米 ²	$1\Pi_a = 1.02 \times 10^{-3} \text{公斤力/厘米}^2$
功 率	瓦 特	B _T	马 力	$1\text{B}_T = 1.36 \times 10^{-3} \text{马力}$

基本术语和定义

诊断学：是研究诊断对象的技术状态和技术状态的显示，制订其判断方法以及使用诊断系统的结构和组织原理的一门学科。

技术状态：在生产或使用过程中，研究对象性质所发生的变化总和，这性质是指在研究对象的技术文件中所规定的、在一定时期内的该对象的特征和技术参数。

诊断程序语言：关于诊断进行情况指令的总和。

元件的状态参数：表示在工作过程中，变化的诊断对象的工作性能或完好性的物理量。

状态的结构参数：直接表示诊断对象工作性能的参数（磨损、零件尺寸、间隙和配合紧度等）。

状态的诊断参数：间接表示被诊断对象工作性能的参数（温度、声响、振动、燃油及机油的消耗等）。

参数的显示：被诊断的具体对象其状态参数的连续变化。

技术状态的寿命参数：是指当它超出极限值的变化，将造成机器组成部分（元件）寿命的耗尽，而丧失其工作能力，必须借助于修理或更换元件才能得以恢复的参数。

功能参数：是指当它超出极限值的变化，将造成机器组成部分工作能力的丧失或故障的发生。可以从技术保养中可以得到恢复的参数。

技术状态的综合参数：表示机器的若干组成部分技术状态，并带有允许误差的诊断参数。

技术状态的基准参数：指诊断时必须测量的参数。

参数的标准值：由它的使用功能决定的，并作为计算偏差起点的参数值。

参数的允许值：组成部分在检查后可无需经技术保养和修理工序而还允许使用的，并保证元件在下一次计划检查前能可靠工作的参数极限值。

参数的极限值：组成部分可能具有的工作能力的最大的或最小的参数值。

计划工序：定额文件中规定并按计划实现的工序。

预防工序：接近诊断时，参数的变化没有达到极限值时，参数的恢复工序。

按要求的工序：诊断时参数变化达到或超过极限值时，恢复到参数标准值的工序。

目 录

序 言

基本术语和定义

第一章 拖拉机和谷物联合收割机状态变化的规律性

和诊断..... 1

§1 停车和故障..... 1

§2 保持机器高度可靠性的措施..... 6

§3 拖拉机和谷物联合收割机状态的控制..... 9

§4 诊断是控制机器状态的基础..... 15

第二章 机器诊断的理论基础..... 17

§1 主要任务..... 17

§2 选择机器诊断对象和结构参数..... 20

§3 选择机器的诊断参数..... 24

§4 确定最佳的测量误差和诊断方法..... 26

§5 创制检查-诊断的仪器和设备..... 31

第三章 发动机诊断的方法和工具..... 34

§1 发动机工作的主要指标和确定它们的制动方法..... 34

§2 用局部法确定主要工作指标..... 37

§3 用差别法确定主要指标..... 41

§4 在稳定状态下采用无制动法确定主要指标..... 43

§5 在不稳定状态下采用无制动法确定主要指标..... 49

§6 使用调整对发动机状态的影响..... 59

第四章 采用液压气动式和机械式仪器诊断发动机..... 69

§1 发动机的停车和故障..... 69

§2 诊断方法和工具的分类..... 71

§3 发动机诊断方法和参数的分类..... 72

§4 缸套 - 活塞组的诊断.....	80
§5 曲柄连杆机构的诊断.....	83
§6 配气机构的诊断.....	85
§7 供给系统的诊断.....	87
§8 润滑系统的诊断.....	94
§9 冷却系统的检查.....	97
第五章 利用电子仪器诊断发动机的方法与工具.....	100
§1 按照对使用过机油的分析诊断发动机.....	100
§2 诊断用电子仪器中的传感器.....	105
§3 诊断用电子仪器.....	110
§4 电子诊断试验台.....	120
第六章 力传动和操纵机构的诊断方法和工具.....	125
§1 力传动、操纵和制动机构的诊断.....	125
§2 摩擦离合器的诊断.....	132
§3 扭矩增力器、变速箱、主传动和最终传动的诊断.....	132
§4 操纵和制动机构的诊断.....	133
第七章 液压悬挂系统和电气设备的诊断.....	137
§1 液压系统的失效和故障.....	137
§2 液压系统及其总成的诊断.....	137
§3 电气设备的失效和故障.....	141
§4 电气设备总成的诊断.....	141
第八章 机器的振动声响诊断法.....	145
§1 内燃机振动的形成.....	145
§2 发动机缸套-活塞组的诊断.....	157
§3 曲柄-连杆机构轴承副的诊断.....	167
§4 配气机构的诊断.....	175
§5 调整和使用因素对机构振动指标的影响.....	177
§6 发动机的燃油供给系统.....	178
§7 发动机气缸工作过程的评价.....	180
§8 按照振动参数评价零件的磨合.....	183

第九章 拖拉机和谷物联合收割机诊断工艺规程	
的制定·····	186
§1 编制阶段·····	186
§2 按参数诊断元件·····	187
§3 按参数的总和诊断元件·····	192
§4 机构的诊断·····	194
§5 整台机器的诊断·····	200
第十章 拖拉机和谷物联合收割机的诊断 ·····	208
§1 工作组织的主要原则·····	208
§2 诊断师和调整工小组之间分工的原则·····	210
§3 机器诊断的顺序·····	214
§4 机器的准备·····	217
§5 拖拉机在1号和2号技术保养时的诊断·····	218
§6 拖拉机在3号技术保养时的诊断·····	219
§7 拖拉机在修理间距工作时间后的诊断·····	220
§8 修理质量的检查·····	221
第十一章 诊断工具的发展 ·····	222
§1 对未来诊断工具的要求·····	222
§2 检查适应性的保证·····	224
§3 最优诊断方法和机器检查适应性的测定·····	227
第十二章 诊断的技术-经济效益 ·····	232
§1 改善机器的使用·····	232
§2 提高机器可靠性·····	234
§3 诊断的经济效果·····	239
参考文献 ·····	243

第一章 拖拉机和谷物联合收割机状态变化的规律性和诊断

§1 停车和故障

拖拉机、谷物联合收割机和其他任何机器的零件和配合表面在使用中都会磨损。零件的摩擦和配合表面都将相应改变自己的形状。如零件配合间隙增大，紧度减少，零件之间的中心距遭到破坏，产生倾斜，零件和机构的定位和紧固改变。由于位移和摩擦副接触面积的减少，使在它上面的单位负载增加。这将导致摩擦表面的磨损速度逐渐加快。

在许多情况下，零件磨损速度的加快，降低了它的耐磨性。这是因为零件工作表面有一层薄的强化金属层（淬火、渗碳、冷作硬化等），随着这层金属的减少，零件的耐磨性和其他工作性能的恶化，而使磨损速度大大加快。

随着间隙的增加，过盈的减少以及表面形状和材料结构的改变，从而使机器元件（零件、连接件、部件和总成）的工作指标和功能恶化：如发动机功率下降，燃油和曲轴箱机油消耗的増加，引起离合器打滑，力传动齿轮挂不上档或自动脱档，机器操纵性能破坏等等。除此以外，在谷物联合收割机驶过的田地上増加漏割株数，未脱净谷粒以及生产率下降等。

磨损零件的几何尺寸、材料及配合的变化，这些都是导致拖拉机和谷物联合收割机许多特性和数量指标恶化的原因。

机器的技术状态——这是机器在使用过程中，易受变化的、按技术文件所规定的特性和参数的总称。要对机器状态的结构参数和诊断参数加以区别。结构参数（磨损、零件尺寸、间隙、配合紧度、材料的物理化学性质等）是直接决定拖拉机和谷物联合收割机的技术状态。而诊断参数是用来确定机器的技术状态（温度、

声响、振动、密封程度、压力、燃油和机油消耗等等），它基本上是间接说明机器元件的结构参数的。在特殊的情况下，当结构参数是在诊断过程中由直接测定来确定时，它同时也是诊断参数。

随着物理化学研究的进一步发展、机器技术状态一系列质量特征的诊断方法和工具的发展，将都过渡到可测的诊断参数一类，从而保证较完整和可靠地检查拖拉机和谷物联合收割机的状态。

拖拉机技术状态的结构（直接的）和诊断的（间接的）参数的标准是ГОСТ 20760-75。

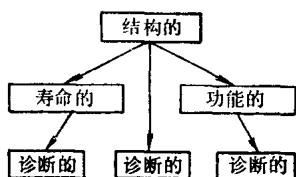


图1 机器状态参数

从可靠性观点出发，还可分为反映机器状态特征的两组结构组成参数（图1）。这就是寿命和功能参数。这些参数在机器使用过程中达到了极限值，就造成元件或整台机器的故障。在这种情况下第一组参数将表示出寿命

故障，第二组参数将表示出功能故障。

在大多数情况下，个别结构或它们的总和作为寿命参数出现：如气缸套和活塞、轴承和轴颈的配合间隙、气门和座、喷油器针阀和壳体的配合磨损，以及摩擦片、齿轮、花键、轴的磨损。

功能参数：如发动机有效功率、曲轴转速、燃油供给和气门配气相位、气门机构的热间隙、机油泵流量、回油阀和安全阀的开放压力、轮胎中的气压、操纵轮的安装角度、蓄电池组的电压等。不难看出，功能参数即机器和它的组成部分的技术和工作特性，通常反映出结构参数的一定总和，如果元件和元件之间联系的总和代表机器系统，那么功能参数正是表达这些联系。

⊖ ГОСТ——苏联国家标准缩写。——译者注

结构参数变化的过程受很多因素的影响。它们可以分成两大类,即内部和外部的,或结构和使用的因素。所有取决于机器的制造质量、装配和磨合的质量(摩擦表面的硬度、光洁度。原始安装间隙和紧度、单位载荷、零件的运动速度、磨合规范),以及元件本身的构造和结构特性的因素属于第一类(即内部或结构因素。——译者注)。属于外部的即使用的因素是土壤、气候条件、地块地形、工作的性质和强度、技术保养和修理的方法及水平等。

元件状态的结构参数和寿命参数依工作量而变化,其中零件的磨损,在正常使用条件下,由于第一类因素的作用,具有均匀上升的曲线特性。如果取的不是一个元件,而是几个元件,那么可能观察到几条增长的曲线的综合,其参数的变化速度各不相同(图2a)。这种平滑曲线的总和通常是在正常规范下,从工厂或实验室对工作元件进行试验的结果中取得的。

在第二类因素的影响下,元件结构和寿命参数的变化,不再按平滑曲线进行,而是按上升折线进行(图2b)。在个别瞬间参数的变化速度急剧加快,是由于偶然的不利使用条件下而发生的,如负荷过大、空气含尘、构件的调整不正确、润滑不足等)。

间接表示一个或几个结构变化的诊断参数的动力学,也可以表现在上升的曲线上。有特点的特性曲线即具有相对较大波折的曲线。在许多情况下曲线上升有变化(图2b),这是由于与结构参数无关的其他因素对诊断参数的影响以及诊断参数的测量误差所引起的。

实际上那些结构参数,如磨损、零件尺寸、配合间隙、轮胎胎面的高度等,根据工作量从零值或额定值单向偏离,它们偏离零值或额定值的函数始终将是上升的(图2a)。在这时候诊断参数(温度、噪音、振动、机油消耗和其他等等)显出增长的趋势,但在个别瞬间可能比前面的低些。这是取决于负载大小、零件运动速度、润滑系统状态和其他因素。

功能参数的偏高通常是按照单向上升的曲线。但在同样时间内还有一系列不是随着工作量作单向增长的参数。

由于它们的动力学的寿命和功能参数的不同速度的变化, 对于同名的元件总和可用成束的曲线表示 (图 3)。左边的曲线,

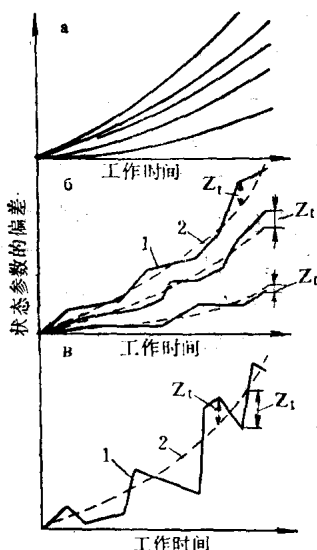


图 2 机器状态参数偏差的曲线特性

a—平滑的单向增长曲线 6—单向折线上升的曲线 b—非单向上升的折线曲线 1—参数实际偏差 2—平均偏差

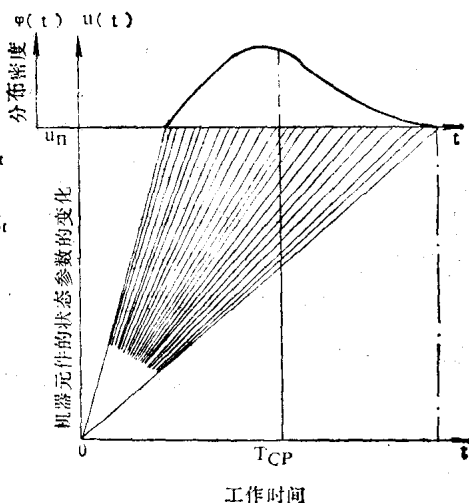


图 3 机器元件的实际状态参数和寿命分布密度

表明寿命相对不长的元件参数的变化, 而右边的这些曲线, 反映具有较长寿命元件参数的变化。把参数以折线曲线形式表现时 (具体元件参数的改变), 线束将组成不同程度的扇形。

寿命 (磨损) 和功能 (可调间隙) 参数达到了极限值, 正如已经指出过的, 确定零件故障。这时认为元件工作性能的客观上的损失, 与它的参数达到极限值的时间之间, 存在着完全相适应的固定联系。实际上这里可能达到一定的理想化。参数的极限变化和故障之间的联系具有概率特性。然而为了简化技术状态的预报和机器元件诊断的一系列重要问题, 通常是理解为故障和机器

元件工作性能的损失，正好相应于标准技术文件所规定的参数极限值的横线与元件状态参数的曲线交叉的瞬间（图3）。

零件的故障可能是逐渐的和突然产生的。以元件状态的一个或几个寿命或功能参数逐渐变化到极限值是呈现渐变的特征。而参数经多次突变到极限值是呈现突然的故障特征。

在拖拉机和谷物联合收割机的诊断中，大多数情况是测定逐渐恶化的元件状态参数，如窜入曲轴箱的气体流量，发动机有效功率和它的耗油量，配气机构的热间隙，机油泵的生产率，轴承、齿轮、链轮、链轨和套筒滚子链条的磨损等这样的参数。

对机器突然发生故障时的诊断，是为了查明故障的部位并加以排除。属于这类故障是发动机气缸体，气缸盖的裂纹，气门弹簧折断，润滑系的回油阀和安全阀损坏，从空气的进气管路中出现漏入气体，缸垫的损坏，脱粒装置的钢丝齿折断，谷物收割装置轴的折断等等。

同名元件整个状态参数达到引起所有元件的故障极限值，它们技术寿命的耗尽可以在元件技术寿命分布密度型式的图表上表示出来，也就是相应于参数极限值的横坐标参数的交叉瞬间（图3）。

参数变化的动力学指标，以及元件技术寿命按照这个参数的分布，由统计试验结果获得。研究表明，元件状态参数对正常值的偏差是容易用随机函数表达：

$$H_1(t) = V_c t^\alpha + H_1 + Z_t \quad (1)$$

式中 V_c ——当工作量 $t=1$ 减少到 $\frac{1}{\alpha}$ 倍时，参数随机速度偏差指

标（单位参数/工作量 α ）；

t ——已完成工作量（指发动机工作小时、公顷、燃油消耗等）；

α ——说明在整个变化范围的实际曲率特性指数；

H_1 ——说明元件磨合的指标（参数单位）；

Z_t ——带有数学期望基准线参数偏差的固定随机函数（参

数单位)。

这里第一个被加数是说明元件状态参数的均匀变化(图2直线2)。单个的数值 V_c 是由一个元件的实际参数确定的。 V_c 值的总和是由成束的实际均匀的参数来决定的。当 $\alpha=1$ 时,所获得的实际参数成直线型式,当 $\alpha>1$ 时所获得的实际参数是向下凸出的型式,当 $\alpha<1$ 时,所获得的实际参数是向上凸出的型式。 I_1 指标反映参数在垂直轴线的实际偏差的原值。

函数 Z_t 表示对方程式(1)的前式项被加数的平均实际曲线的实际偏差(图2的直线1)。

§ 2 保持机器高度可靠性的措施

提高包括拖拉机和谷物联合收割机在内的机器可靠性措施,归根结底是为了降低机器状态参数的变化速度,首先应当是降低零件的磨损速度。这表现在分布中心 T_{cp} 向右移动的平均技术寿命增长的趋势上(图3),同时在技术寿命的均方差的减少上。

这是通过在机器设计和制造时改善它们的组成部分的结构,提高耐磨性和改善工作条件,首先是改善耐久性最低的零件,改善壳体件的密封性,以及改善润滑材料的物理-化学性能的结果来实现的。

在机器修理时,提高机器可靠性的措施在于采用比较有效的修复方法和零件的摩擦表面的加工方法;按技术要求严格进行机器整体和它的组成部分的拆卸、装配和磨合以及改善修理工序的检查等。

在使用过程中主要任务并不在于提高机器的可靠性,因为机器的这一性质已经在它们的制造和修理的结果所决定的,而只是在于它的持续的周期内,如何保持其较高水平的问题。

可靠性正如无故障性、耐久性、修理适宜性和保全性等的综合性能,在使用过程中是决定于一系列因素:由机器完成工作的性质和工作量;机器工作的土壤-气候条件;所采用的机器技术保养和修理制度;机器保养技术的标准-技术文件与工具的质量

和配备情况；机器的使用和技术保养规程的执行情况。

在研究保持机器可靠性的措施时，应当考虑到所有上述因素。机器工作的良好条件预先决定这些因素的改变和利用，从而降低它们状态参数的变化速度和增加保持高度可靠性的周期。但并不是所有的因素都可以改变和利用的。首先取决于机器所完成工作的性质和工作量。

在恶劣的土壤及气候条件下（如含尘量大，零度以下或很高的气温，土壤沼泽和其他等）可以通过采取相应改善空气滤清器和机油滤清器结构，改进密封装置、冷却系统、水和机油加热器、防冻罩的结构，采用多种用途的润滑油品种，专门的履带链节等办法加以克服。

修理和技术保养制度对保持机器高度可靠性具有重大意义。它是机器在给定的使用条件下，确定技术保养和修理工作的组织和工序的互相联系的条件和标准的综合。从故障的出现和预防两方面考虑，可以划分为三种形式的技术保养和修理制：即按需要的、按周期性的、按状态的三种。

第一种制度是国家工业化初期所广泛采用的。那时机器和部件的修理主要是根据故障和损坏以后的需要情况进行的。这种制度可以保证几乎充分利用零件的技术寿命（耐久性），因为元件可以一直使用到故障损坏之前。由于缺乏预防故障方面的工作，所以机器的无故障性指标是很低的。此外，由于发生了事故才进行修理，就会带来大量的材料消耗。

由于考虑到按需要进行技术保养和修理的制度所存在的缺点，因此提出过按周期性的计划预防制度。这是根据事故的计划预防的原理，按工作量长短来限定执行机器修理（保养）的制度。这种制度是可行的，所以很长时间以来没有引起多大的改变。

但是按照这种办法，当机器结构复杂或者成批生产的数量增加以后，越来越显示出按周期性计划预防制的很多缺点来。往往由于不是取决于复杂机组的状态来决定修理，必然出现大量过早的，不必要的全面修理，以及相应进行的不必要的拆卸，这就造

成机器技术寿命的急剧缩短。第二种制度，虽然提高了安全性指标，但同时却降低了拖拉机和谷物联合收割机部件的耐久性。

当前，上述的机器技术保养和修理制度已逐渐被第三种制度所取代，它是吸取了前两种制度的优点而克服其缺点。第三种制度也就是按状态计划预防的制度（而不是按周期性），是有计划的检查机器状态并根据状态进行修理和保养。这种制度保证机器和部件技术寿命的几乎被全部利用，并能防止机器故障的发生，因此，使机器在使用、保管和运输过程中能保持有高度耐久性和无故障性。

采取按机器技术状态来进行技术保养和修理的计划预防制度，是机器在使用过程中保持高度可靠性的重要措施。

规定技术保养和修理作业的标准即技术文件，是一系列使用、保养工艺和工作组织规章的互相制约的技术条令。在文件上包括有主要定额和技术要求，有关于机器状态的周期性检查和保养，完成技术保养和修理工序的名称和顺序，以及说明机器和部件状态正常的、允许的和极限的指标。规定的技术标准文件如果能越简单并且越有依据，那么在文件的运用过程中就越能保持拖拉机和谷物联合收割机有高度的可靠性效果。

随着机器结构的复杂化和机器数量的急剧增加，使得机器的技术保养劳动量相应地急剧增加。因此具备有保养的机械化和自动化工具对保质和及时完成技术保养工作就越显得必要。没有这些手段（即技术保养机组、清洗装置、诊断设备、修理工艺装备、拆卸装配设备等），就不可能保证提高机器拖拉机机群的工作性能。

保持高度可靠性，就要求工作人员工作熟练，能有效又保质保量地完成机器的技术保养和修理作业，此外还要培训干部，正确地组织生产工作，从经济上和精神上鼓励专家们出色完成工作等方面的措施，这些都是保持拖拉机和谷物联合收割机在使用过程中高度可靠性的必要条件。