ICS 25.040.20
J 50

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—XXXX

机床数控系统　故障诊断与维修规范

Numerical control system of machine tool—Fault diagnosis and correction specification

（征求意见稿）

2018 年 1 月

- - 发布　　- - 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前　　言 II
引　　言 III
1　范围 1
2　术语和定义 1
3　机床数控系统故障 1
3.1　故障判据 1
3.2　故障类型 2
3.2.1　概述 2
3.2.2　关联故障 2
3.2.3　非关联故障 2
3.2.4　阶段故障 2
3.2.5　环节故障 3
3.2.6　严重度故障 3
3.2.7　持续性与非持续性故障 3
3.3　故障原因 3
4　机床数控系统故障诊断与维修 3
4.1　概述 4
4.2　故障诊断与维修基本流程 4
4.3　故障诊断与维修方法 4
4.3.1　故障诊断方法 4
4.3.2　故障维修方法 5
4.4　故障诊断与维修记录 5
4.4.1　故障诊断记录 5
4.4.2　故障维修记录 5
4.5　故障诊断与维修要求 6
附 录 A（资料性附录）机床数控系统故障诊断记录表 7
附 录 B（资料性附录）机床数控系统故障维修记录表 8
附 录 C（资料性附录）机床数控系统故障诊断与维修管理 9

前　言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国机床数控系统标准化技术委员会（SAC/TC 367）归口。

本标准主要起草单位：华中科技大学、武汉华中数控股份有限公司、广州数控设备有限公司、北京航空航天大学、沈阳高精数控智能技术股份有限公司、长春禹衡光学有限公司、沈机（上海）智能系统研发设计有限公司、科德数控股份有限公司（非最终排名）等。

本标准主要起草人：金健、张航军、何英武、彭　翀、吴文江、林长友、李博浩、王声文（非最终排名）等。

引　言

数控机床是制造装备的装备，有“工作母机”之称，在装备制造业中具有极为重要的地位，广泛应用于航空、航天、造船、轻工、汽车、纺织等产业领域。数控系统是数控机床的核心部件，在很大程度上决定着数控机床的功能和性能。随着功能的逐步强大，数控系统在高速、高精、曲面、柔性、复合等复杂工艺中的应用越来越多。然而功能越强大，发生故障时造成的危害就越大。因故障诊断与维修不及时或诊断与维修不当造成的直接和间接损失（包括坯料、刀具、工作台、机床本体、数控系统本身等的损坏、对人身及环境的伤害以及因停机误工造成的损失等）大约在数亿元量级（数控系统行业产值在百亿元量级）。为了降低这些危害，减少因故障停机而造成的损失，如何采取并实施行之有效的故障诊断方法，对故障进行定位并使其得到快速修复显得尤为重要。

数控系统属于高科技产品，功能强大、结构复杂。对数控系统的故障进行诊断与维修往往需要专业的机电光液一体化技术人员和专业的设备与仪器。由于各数控系统行业故障诊断与维修资源不均衡，技术水平参差不齐，数控系统在发生故障后往往得不到及时有效的诊断与维修。不仅延长了停机时间，影响了数控系统的使用效率，还可能会因为非专业维修人员的介入而造成次生故障，对数控系统造成更严重的损坏。因此，需要制定数控系统故障诊断与维修技术标准，对数控系统故障诊断与维修方法、故障诊断与维修流程、故障与维修数据统计等加以规范，这对于提高故障诊断效率，提升数控系统可靠性，降低维修成本、减少客户损失等具有重要的意义。

机床数控系统　故障诊断与维修规范

1　范围

本标准规定了机床数控系统在故障诊断与维修方面的技术要求。

本标准适用于机床数控系统。

2　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

机床数控系统　numerical control system of machine tool

采用数值控制方式控制机床加工功能的控制系统。

注 1：改写 GB/T 26220—2010，定义 3.1。

注 2：机床数控系统一般包含硬件装置和相应的软件。机床数控系统主要由数控装置（也称控制单元)、驱动装置（电动机的驱动单元和电动机、传感器）等组成。数控装置是机床数控系统的主要部分，主要包括微处理器、运动（位置）控制器、存储器、输入/输出（I/O）接口与通信、人机界面（显示与键盘）、操动按钮（按键）等硬件（和/或电路）以及他们相应的控制软件。

注 3：机床数控系统有多种分类方法。根据功能的不同，机床数控系统通常分为简易型、高性能型和普及型三种；根据应用工艺的不同，可分为专用和通用数控系统两种；根据反馈控制形式的不同，可分为开环控制和闭环控制两种；根据加工控制方式的不同，可分为点位控制、直线控制和轮廓控制三种。

[JB/T 11989—2014，定义2.1.3]

2.2

故障　fault

机床数控系统不能完成要求的功能的状态。预防性维修或其他计划的行动或因缺乏外部资源的情况除外。

注1：故障通常是产品自身失效引起的，但即使失效未发生，故障也可能存在。

注2：改写GB/T 2900.13—2008，定义191-05-01。

2.3

故障诊断　fault diagnosis

为故障识别、故障定位和分析故障原因所采取的行动。

[GB/T 2900.13—2008，定义191-07-22]

2.4

故障维修/故障修复　fault correction

故障定位后，为使故障产品恢复到能完成要求的功能的能力所采取的行动。

注：改写GB/T 2900.13—2008，定义191-07-23。

3　机床数控系统故障

3.1　故障判据

故障判据是判断某事件是否为故障的依据。通常情况下，机床数控系统发生下列任何一项事件时，即判定发生故障：

a)　在规定的工作条件下不能进入工作状态；

b) 在规定的工作条件下，不能完成规定的功能；
c) 在规定的工作条件下，任一性能参数值偏离规定的范围；
d) 出现机械零部件、结构件或元器件的松动、断裂等损坏状态；
e) 在规定的条件下，引起对人员、环境、能源和物资等方面的影响超出了允许范围；
f) 其他约定的和/或技术文件中规定的故障。

注：机床数控系统是机床的核心部件，通常需要与机床本体、功能部件等配合完成加工任务。当机床整体出现故障时，仅从现象出发难以判断故障是否归属于机床数控系统。为此，通常需要借助故障诊断等手段确定故障原因，之后才能对故障归属做出结论。

3.2 故障类型

3.2.1 概述

对机床数控系统故障进行分类，其目的在于对故障形成多角度、多层面的认识和理解，有利于故障数据的统计、分析和应用。

3.2.2 关联故障

关联故障通常指在规定条件使用、存储、运输等情况下由机床数控系统内在原因造成的故障。机床数控系统出现下列任何一种事件即应判为关联故障：

a) 设计缺陷或制造工艺缺陷造成的故障；
b) 元器件缺陷造成的故障；
c) 耗损件在寿命期内造成的故障；
d) 由于软件造成的故障；
e) 测试期间所有非从属性故障原因引起的故障征兆（未超出性能极限）而引起的更换；
f) 原因不明的故障。

3.2.3 非关联故障

非关联故障通常指由机床数控系统外部原因造成的故障。机床数控系统出现下列任何一种事件即应判为非关联故障：

a) 由于安装、调试不当造成的故障；
b) 测试设备、检测设备、仪器等故障引起的受试机床数控系统的故障；
c) 由于意外事故或误操作引起的故障；
d) 由机床本体、负载电机等其他产品引起的从属故障；
e) 由测试程序、规程等方面的错误引起的故障；
f) 在同一部件出现的间歇故障；
g) 在正常筛选、寻找故障、修复验证或维护调整中发生的故障；
h) 由于超过设计引起的过应力所造成的故障；
i) 超寿命期工作时出现的故障；
j) 其他数控系统外部原因引起的故障；
k) 其他规定或约定的非关联故障。

3.2.4 阶段故障

根据寿命周期不同阶段故障特点的不同，可分为以下几种故障：

a) 早期故障

一般指出厂投入使用后的一段时间内发生的故障。早期故障发生概率通常随时间推移呈现由高到低的变化趋势。早期故障主要由设计和制造的缺陷引起。

b) 稳定期故障

在早期故障期和后期故障期之间发生的故障，也称偶发故障。此期间故障发生概率较低，故障率趋于平稳，具有一定的偶然性。

c) 后期故障

也称损耗故障。稳定期之后发生的故障，故障发生概率随时间的推移而增大。一般认为后期阶段时数控系统处于加剧损耗甚至报废状态。

3.2.5 环节故障

根据所处生产、使用等环节的不同，可分为以下几种故障：

a) 材料故障：由于材料问题而引起的故障；
b) 设计故障：由于设计不当引起的故障；
c) 制造故障：由于制造不当引起的故障；
d) 运输故障：由于运输不当引起的故障；
e) 贮存故障：由于贮存不当引起的故障（正常的老化除外）；
f) 安装调试故障：由于安装调试不当引起的故障；
g) 使用故障：由于使用不当引起的故障。

3.2.6 严重度故障

根据故障对数控系统、数控机床、其他仪器设施以及使用人员造成后果的严重程度，可分为以下几种故障：

a) 致命故障：易于导致人员伤害、重要物件损坏或其他不可接受后果的故障（如因数控系统原因而造成的主轴运动失控、刀具脱落等）。
b) 严重故障：影响重要功能的故障（如数控系统死机、伺服驱动无使能、无法正常插补等）。
c) 一般故障：介于严重故障与轻度故障之间的故障。
d) 轻度故障：不影响任何重要功能的故障（如面板按键松动、指示灯不亮等）。

注：定性分析时，严重度故障各等级之间没有十分清晰的界限。定量分析时，可根据需要设定指标给各等级划分具体的数值边界，可参考GB/T 7826的有关做法。

3.2.7 持续性与非持续性故障

根据是否具有持续性，可分为以下两种故障：

a) 持续性故障：直到实施修复性维修前持续存在的故障。也叫持久性故障。
b) 非持续性故障：在有限的持续时间内出现，随后未经任何修复性维修即能恢复完成要求的功能的故障。也叫瞬间故障、间歇故障。

3.3 故障原因

根据导致故障发生的因素的来源，可将故障原因分为内部原因和外部原因两部分。其中，内部原因指机床数控系统寿命周期内各环节的原因；外部原因包括外部人为原因和非人为原因。外部人为原因指机床数控系统交付使用后由操作、管理等人员误操作、人为提高机床数控系统工作强度、条件应力或恶化工作条件等造成的原因；外部非人为原因指外界产生的电磁干扰、电源中断、雷击、振动等。

4 机床数控系统故障诊断与维修

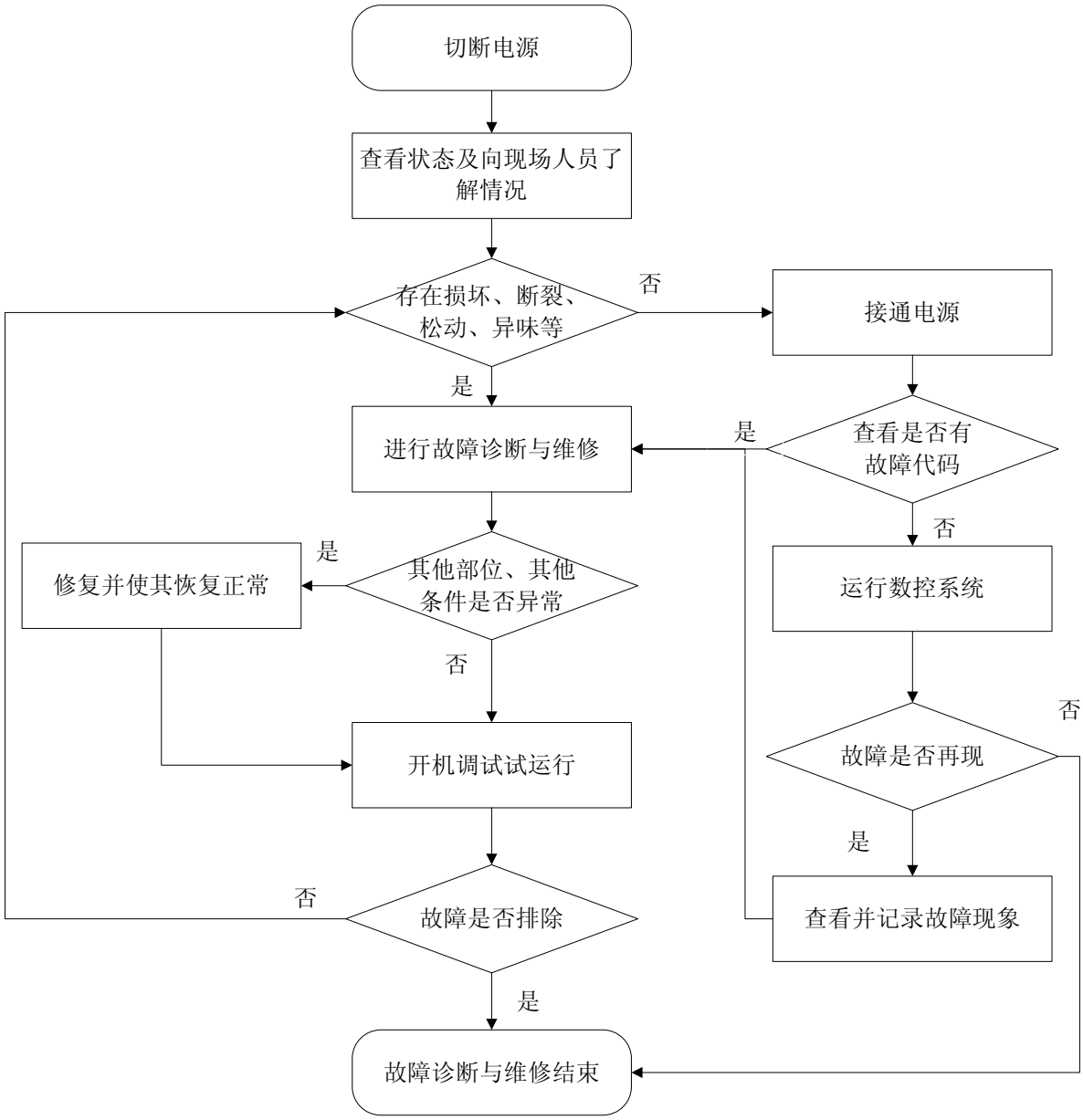
4.1 概述

机床数控系统故障诊断与维修一般指利用技术手段对故障进行定位、确认并排除的做法和过程。故障诊断与维修的效率和结果对于机床数控系统的可用性具有重要的影响。

4.2 故障诊断与维修基本流程

机床数控系统属于高科技产品，结构复杂，元器件数量较多，且各元器件之间存在复杂的关联作用。开展机床数控系统故障诊断与维修，通常需要专业的技术知识、经验和配套的工具。为提高数控系统故障诊断与维修的效率，需要确定故障诊断与维修的基本流程、各流程环节的任务重点和技术要求。

机床数控系统故障诊断与维修的基本流程如下（见图 1）：



注1：本流程仅为机床数控系统故障诊断与维修工作的开展提供基本参考，并不是唯一流程。

注2：流程中的“切断电源”和“接通电源”一般指切断/接通动力电源，必要时可对控制电源进行同样操作。

图 1　机床数控系统故障诊断与维修的基本流程

4.3 故障诊断与维修方法

4.3.1 故障诊断方法

故障诊断指用技术手段对故障进行定位。故障诊断方法有很多种，故障诊断时可能需要多种方法。常用的故障诊断方法包括以下几种：

a) 感官诊断法：主要通过观察、听、嗅、触摸以及询问等来了解故障信息，从而对故障进行定位；
b) 互换诊断法：主要通过互换相同元器件或相容模块等来观察故障的转移情况，从而对故障进行定位；
c) 隔离诊断法：也叫拆分诊断法。主要通过拆分或隔离的方法将故障所涉及的较长链条分段处理，从而对故障进行定位；
d) 自行诊断法：主要利用机床数控系统的自诊断功能来对故障进行定位；
e) 接口信号法：通过**PLC**程序等，检查机床数控系统的接口信号，并与接口手册的正确信号相对比，以确定相应的故障点；
f) 参数调整法：通过调整一个或多个参数来观察故障的状态变化，从而对故障进行定位。主要用于使用时间较久的机床数控系统，其机械或电气性能的变化打破了最初的匹配状态和最佳的状态，调整相关的一个或多个参数方可使故障状态发生变化；
g) 其他诊断法。

4.3.2 故障维修方法

故障维修是故障诊断的后续工作。不同类型的故障可能需要采用不同的维修方法。常用的维修方法包括以下几种：

a) 直接修复法：主要针对松动、开裂、磨损、系统失调、参数丢失等类型的故障。
b) 备件更换法：主要针对硬件损坏的故障。
c) 隔离法：主要针对绝缘、干扰、病毒等类型故障。
d) 其他维修法。

4.4 故障诊断与维修记录

4.4.1 故障诊断记录

故障诊断记录，其目的在于对故障诊断的过程进行记录，以便于对机床数控系统故障信息进行统计、分析和反馈，为可靠性改进提供参考和依据。

机床数控系统故障诊断记录应包含但不限于以下内容：

a) 用户信息（包括用户名称、用户地区等）；
b) 机床数控系统信息（包括数控装置、伺服驱动装置、主轴驱动装置等信息）；
c) 故障及诊断信息（包括故障部位、故障现象、发生故障的时间、发生故障的条件、故障发生前状态是否有异常（如噪声、烟尘、异味、抖动等）、采用的故障诊断的方法、故障诊断结果以及最终的故障诊断结论）。

4.4.2 故障维修记录

故障维修记录，其目的在于对故障维修过程进行记录，以便于相关方了解维修资源的动态变化，为制定维修资源计划提供参考和依据。

机床数控系统故障维修记录应包含但不限于以下内容：

a) 用户信息（包括用户名称、用户地区等）；
b) 机床数控系统信息（包括数控装置、伺服驱动装置、主轴驱动装置等信息）；
c) 故障诊断结论（参见4.4.1条）；

d) 故障维修信息（包括采用的维修方法、更换零的部件（如有）及其信息、维修过程中出现的问题以及维修的结果（包括是否维修成功，维修后相关部位/模块/的状态等））；

e) 人员信息（包括操作人员、故障诊断人员、机床数控系统管理人员等）。

4.5 故障诊断与维修要求

开展机床数控系统故障诊断与维修，应满足以下要求：

a) 故障诊断人员与维修人员宜为同一个（组）。

b) 开展故障诊断与维修，可参考采用4.3的故障诊断方法和故障维修方法，也可根据需要采用其他的故障诊断方法和故障维修方法。

c) 开展故障诊断与维修，应分别填写机床数控系统故障诊断记录表（参见附录 A）和故障维修记录表（参见附录 B）。

   1) 对于故障类型及故障结论暂时难以确定的故障，应在故障记录表上做特殊说明；

   2) 关于故障类型及故障结论的陈述，建议采用以下方式：根据故障诊断（及维修）结果，可能由以下几种（直接）原因造成本故障；

   3) 机床数控系统故障诊断记录表与故障维修记录表应反馈给相关方。

d) 相关方可根据需要将故障诊断与维修纳入单位管理工作。故障诊断与维修管理等内容参见附录C。

附 录 A
（资料性附录）
机床数控系统故障诊断记录表

机床数控系统故障诊断记录表如表 A.1 所示。

表 A.1 机床数控系统故障诊断记录表

<table>
<tr><td rowspan="2">用户信息</td><td>用户名称</td><td>用户地区</td><td>用户地址</td><td>用户联系方式</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">机床数控系统信息</td><td>数控装置信息</td><td>伺服驱动装置信息</td><td>主轴驱动装置信息</td><td>其他配件信息</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="9">故障诊断信息</td><td>故障部位</td><td>故障发生时间</td><td>故障现象</td><td>发生故障时的条件（温度、湿度、工况、电磁等）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>故障发生前异常现象</td><td>采用的故障诊断方法</td><td>故障类型</td><td>故障持续性</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>关联故障 □
非关联故障 □</td><td>持续性故障 □
非持续性故障 □</td></tr>
<tr><td>故障阶段</td><td>故障环节</td><td>故障严重度</td><td>复现故障及日期</td></tr>
<tr><td>早期故障 □
稳定期故障 □
后期故障 □</td><td>材料故障 □
设计故障 □
制造故障 □
运输故障 □
贮存故障 □
安装调试故障 □
使用故障 □</td><td>致命故障 □
严重故障 □
一般故障 □
轻度故障 □</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">故障原因分析</td><td colspan="2">故障诊断结论及维修和使用建议</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">相关人员信息</td><td>故障诊断人员</td><td>数控系统操作人员</td><td>数控系统管理人员</td><td>时间</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

附 录 B
（资料性附录）
机床数控系统故障维修记录表

机床数控系统故障维修记录表如表 B.1 所示。

表 B.1　机床数控系统故障维修记录表

<table>
<tr><td rowspan="2">用户信息</td><td>用户名称</td><td>用户地区</td><td>用户地址</td><td>用户联系方式</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">机床数控系统信息</td><td>数控装置信息</td><td>伺服驱动装置信息</td><td>主轴驱动装置信息</td><td>其他配件信息</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">维修信息</td><td>故障部位</td><td>故障发生时间</td><td>故障现象</td><td>故障诊断结论及维修和使用建议</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">维修过程（维修方法、遇到的问题及处理结果）</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">更换备件信息（如有）</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">相关人员信息</td><td>故障维修人员</td><td>数控系统操作人员</td><td>数控系统管理人员</td><td>时间</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

附 录 C
（资料性附录）
机床数控系统故障诊断与维修管理

C.1 概述

开展故障诊断与维修管理工作，其目在于保障并推动故障诊断与维修具体工作的落实，同时将故障诊断与维修工作过程中收集的故障相关信息反馈给研发、设计、生产、检测等各个环节。通过问题改进，提高机床数控系统的可靠性水平。

C.2 内容

故障诊断与维修管理应重点围绕以下内容展开：

a) 制定年度计划/规划；
b) 制定配件/备件预置和管理
   1) 配件/备件的规格和数量规划；
   2) 配件/备件资源分配；
   3) 配件/备件消耗记录。
c) 制定人员管理方案
   1) 人才队伍建设；
   2) 技术培训和考核；
   3) 业务能力和人员素质管理；
   4) 人才队伍资源分配。
d) 对发生的故障进行响应
   1) 包括响应的时效控制；
   2) 故障诊断与维修人员的安排；
   3) 配件/备件的安排；
   4) 故障诊断与维修过程的跟踪；
   5) 故障诊断与维修后的回访。
e) 对故障诊断与故障维修信息进行管理；
f) 确定故障归属，并将故障诊断与维修记录反馈给相关的设计、生产、组装、测试、包装、存储、运输、安装调试等部门。

C.3 管理要求

机床数控系统故障诊断与维修管理应满足以下要求：

a) 管理机构人员的确定应以能履行管理机构职责为目标，必要时可增加监督人员；
b) 故障诊断与维修年度计划/规划应纳入单位整体年度/规划之中；
c) 故障诊断与维修人员应在通过技术考核后上岗；
d) 应明确故障的归属，即直接或间接造成故障发生的相关部门或环节；
e) 应根据故障归属将故障诊断与维修的记录反馈给相关的设计、生产、组装、测试、包装、存储、运输、安装调试等部门；
f) 已反馈的故障记录，应留存签收证明；
g) 对于归属有争议的故障，应由管理机构组织各相关部门进行综合分析研究，然后商讨做出裁决；
h) 对于重大故障（通常指致命故障、严重故障），应与相关部门提出具体的解决和预防措施。