

第4章 故障发生时的处理方法

1. 故障发生时的处理方法

4-2

本章对使用车载IGBT模块时发生故障的处理方法进行说明。

1.故障发生时的处理方法

将IGBT模块应用至变频器电路等时，配线错误、安装错误等异常可能导致元件损坏。发生元件损坏等异常时，需要在明确发生状况和原因的基础上采取措施。作为参考，表4-1中简单汇总了根据元件损坏模式来推测元件外部异常现象的原因分析。元件损坏时，请首先根据此表调查损坏原因。根据表4-1无法分析原因时，我们提供了更为详细的原因分析图（图4-1），请灵活运用以调查损坏原因。

表4-1(a) 元件损坏模式和原因推测

元件外部的异常现象		原因		元件损坏模式	检查点	
短路	桥臂直通短路	检测到短路后，进行保护（切断）时浪涌电压超过SCSOA导致元件损坏		SCSOA（浪涌电压）损坏	桥臂直通短路时的动作轨迹和元件耐量是否匹配	
	串联桥臂直通短路（上下桥臂直通短路）	死区时间不足导致损坏	栅极反向偏压不足导致 t_{off} 变大死区时间设定错误	过热（短路耐量）损坏	元件的 t_{off} 和死区时间是否匹配	
		发生 dv/dt 误动作导致短路损坏	栅极反向偏压不足 栅极配线较长		检查 dv/dt 导致的误ON	
		噪音等原因导致短路损坏	栅极电路误动作 逻辑电路误动作	SCSOA及过热损坏	检查电路误动作	
	输出短路	配线错误、配线误接触、负载短路		过热	检查故障发生状况 元件耐量和保护电路是否匹配 检查配线状态	
接地短路	配线错误、配线误接触		检查故障发生状况 元件耐量和保护电路是否匹配 检查配线状态			
过载（过电流）	过电流导致损坏	逻辑误动作	过热	逻辑信号		
		过电流保护设定错误		检查过电流保护设定值		
过电压	直流电压过大	在C-E之间施加超出元件耐压的过电压导致损坏	输入电压过大 过电压保护	超过C-E之间耐压过	检查过电压保护值	
	峰值电压过大	关断时浪涌电压超过RBSOA导致损坏		RBSOA	关断动作轨迹和RBSOA是否匹配 检查缓冲电路	
		FWD换流（反向恢复）时浪涌电压超过元件耐压导致损坏		干扰导致逻辑或栅极电路误动作 主电路等的栅极信号线的电磁感应	超过C-E之间耐压过	峰值电压和元件耐量是否匹配 检查缓冲电路
		栅极信号发生脉冲切断等，极短时间间隔关断→开通（数百ns等级），发生超过元件耐压的过大反向恢复浪涌电压导致损坏（以下称为微小脉冲反向恢复现象）*1)				逻辑及栅极信号
主电路的配线过长，关断时的浪涌电压超过耐压导致损坏				超过C-E之间耐压过	大电流动作时栅极信号/信号线的绞线/主电路~信号线的距离 检查主电路的电感	

*1) 发生超过器件击穿电压的过度反向恢复电压，并且栅极脉冲宽度小于几百纳秒。

表4-1(b) 元件损坏模式和原因推测

元件外部的异常现象		原因		元件损坏模式	检查点
驱动电源电压下降		V _{GE} 低于指定设计值导致 V _{CE} 之间电压变大, 发热 (损耗) 变大导致损坏	DC/DC变流器误动作	过热	检查电路
			驱动电源起动的时间常数过大		
			栅极信号配线脱落		
栅极过电压		在G-E之间施加静电导致栅极损坏		超过G-E之间耐压过	检查作业状态 (静电应对措施)
		栅极配线过长使G-E之间产生超过耐压的峰值电压, 导致损坏			检查栅极电压
栅极开路时的驱动		入库测试时在栅极开路状态下在C-E之间施加电压 (导通电压耐压测定等) 导致损坏		过热损坏	检查栅极电压
温度二极管和检测IGBT的过电压		温度二极管及检测IGBT的ESD损坏		ESD	检查作业状态 (静电应对措施)
过热	散热能力不足	由于散热能力不足, 元件异常过热, 超过最大结温导致损坏	流量不足 散热器异常	过热	检查散热状态和散热设计
	异常发热	由于逻辑误动作, 引起载频增加等, 总损耗上升从而导致损坏			检查逻辑电路
应力	应力	产品内部的端子焊接部分等由于应力疲劳从而导致断路。	外部配线施加至端子的应力	产品内电气配线 断路(开路)	端子部产生的应力/产品及其他零件的实际安装状态
	振动		实际安装的其他零件等发生振动从而对端子施加应力		
可靠性 (寿命)		元件的适用条件(环境、温度变化、实际安装时的组装条件、保管状态等)和产品的可靠性实力不匹配, 导致产品内部的配线、绝缘结构和外观等损坏		损坏模式因各情况而异	根据4-1(a-f)进行检查

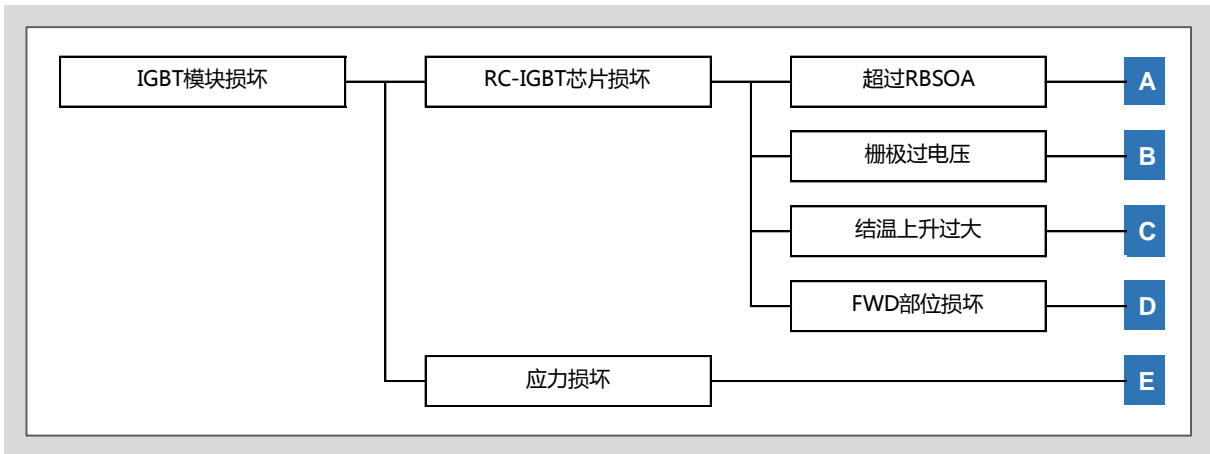


图4-1(a) IGBT模块故障分析图 (※A~D符号连接至下图)

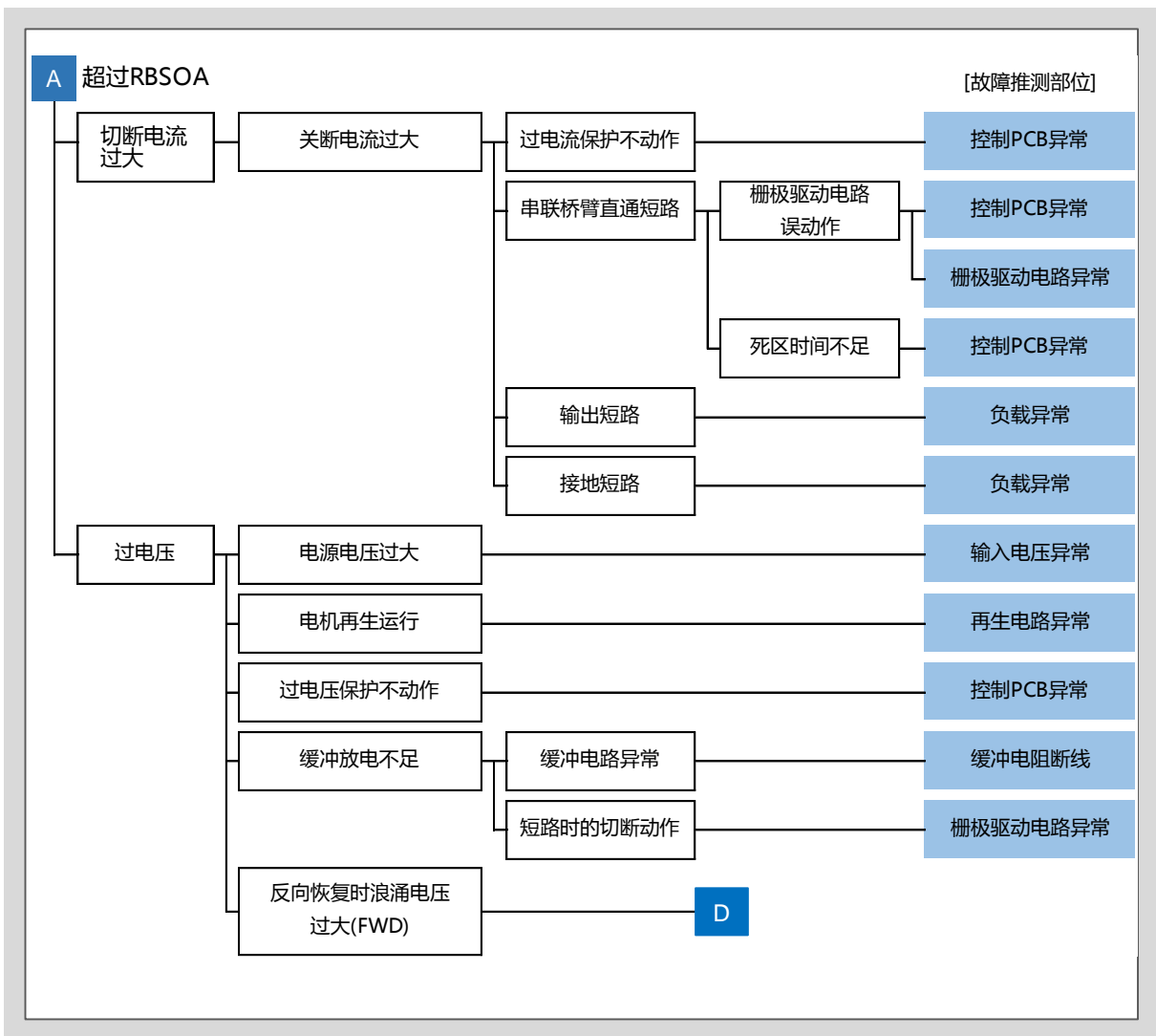


图4-1(b) 模式A：超过RBSOA

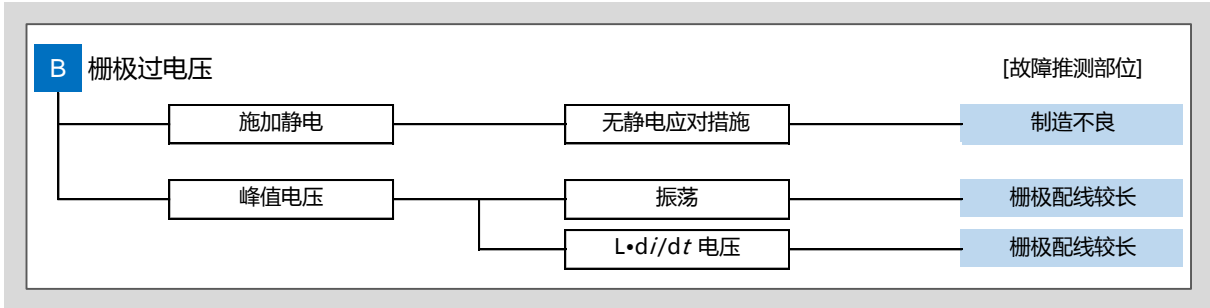


图4-1(c) 模式B：栅极过电压

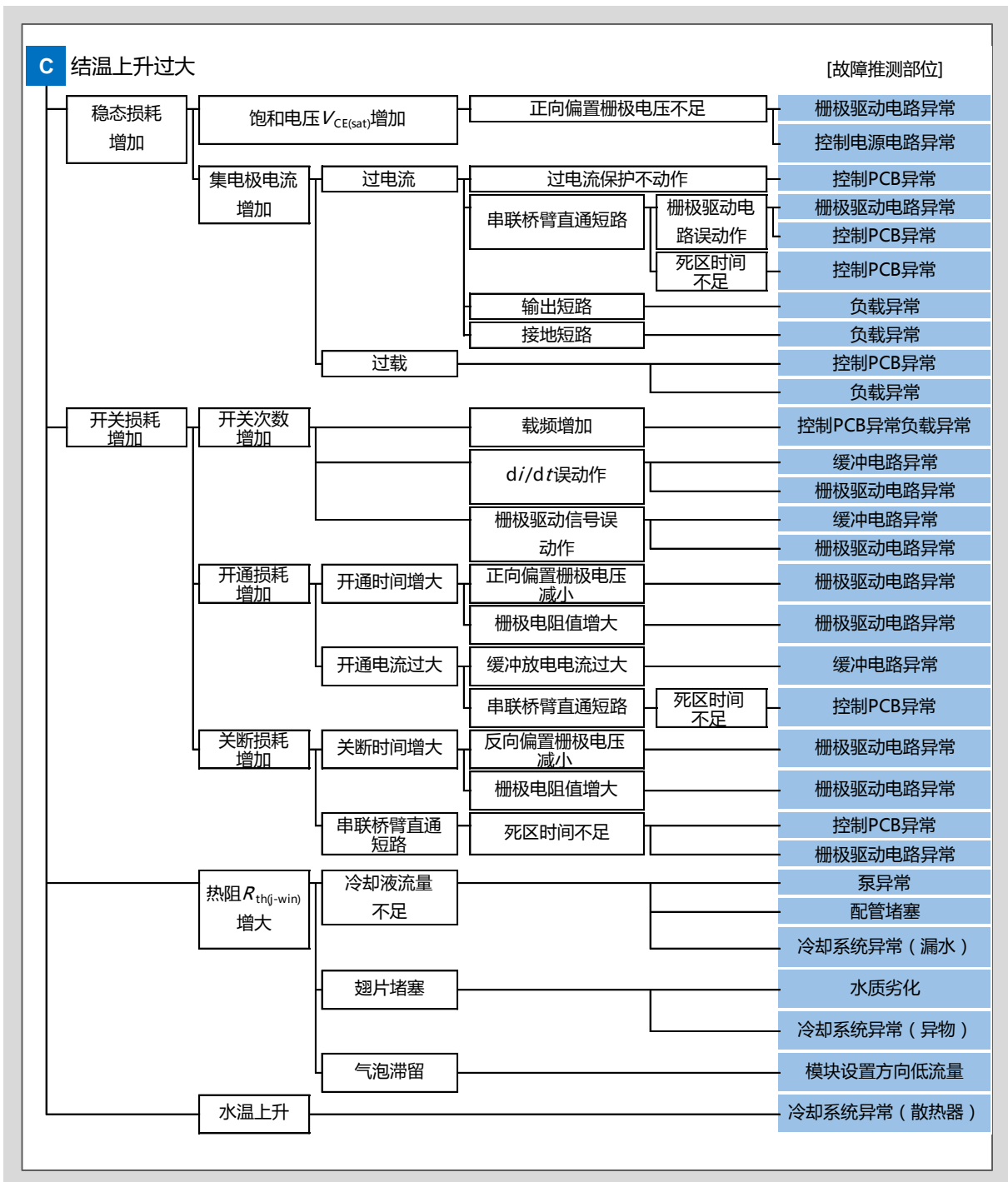


图4-1(d) 模式C：结温上升过大

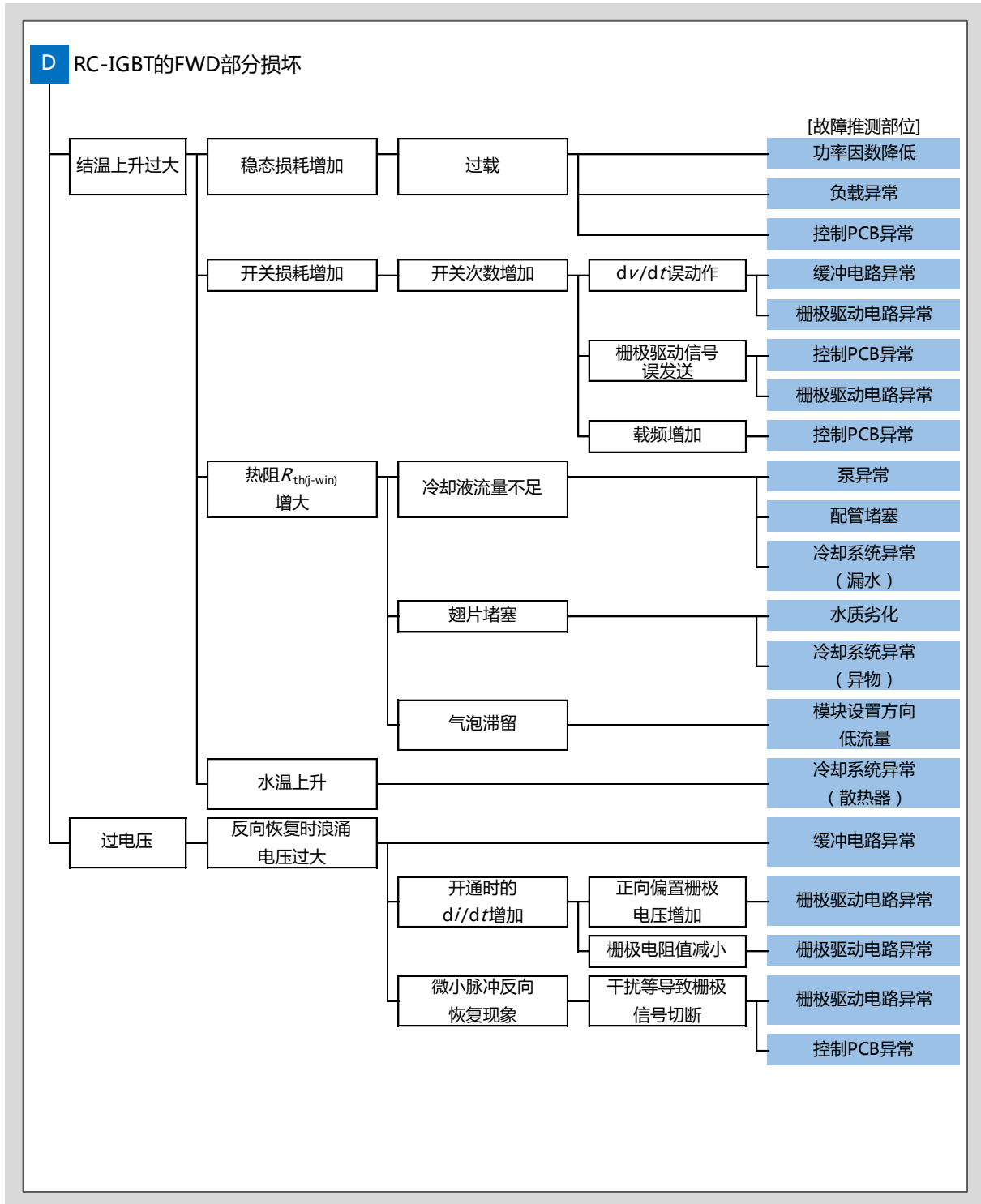


图4-1(e) 模式D : FWD损坏

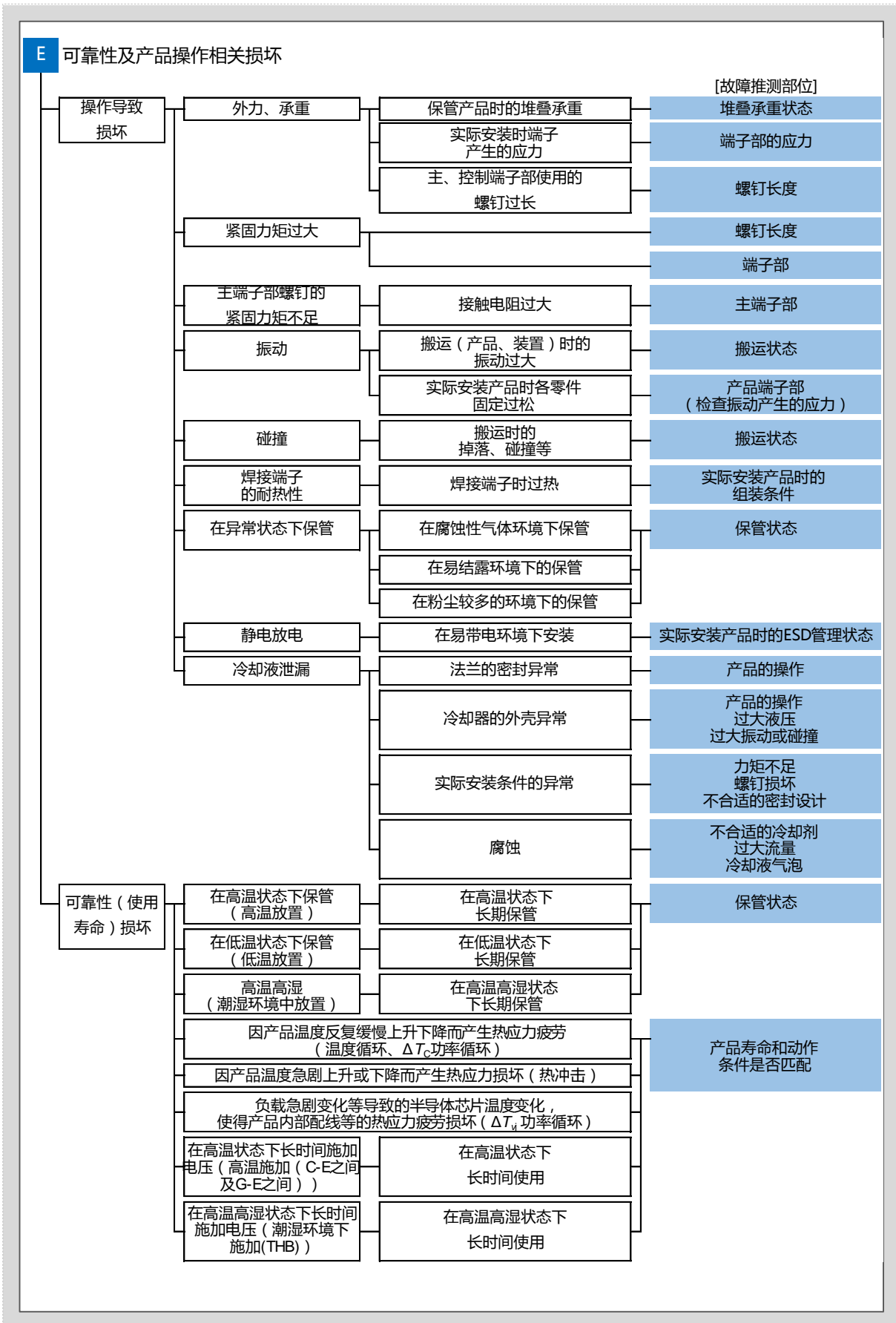


图4-1(f) 模式E：可靠性及产品操作相关损坏