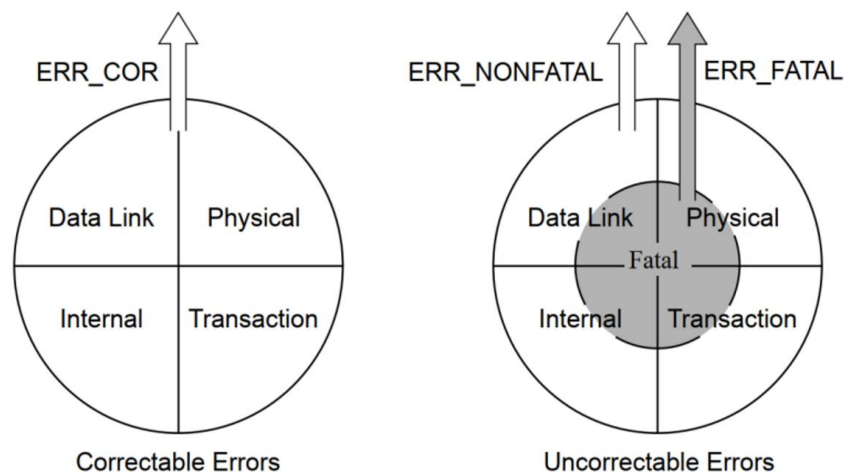


在 PCIe 中，有三种错误报告方式，

1. Non-Posted 类型的 TLP 包的返回 CPL，状态类型是 UR。
2. Poisoned Packet: TLP 包头 EP 位拉高，表明该 TLP 被破坏。
3. Error Message。

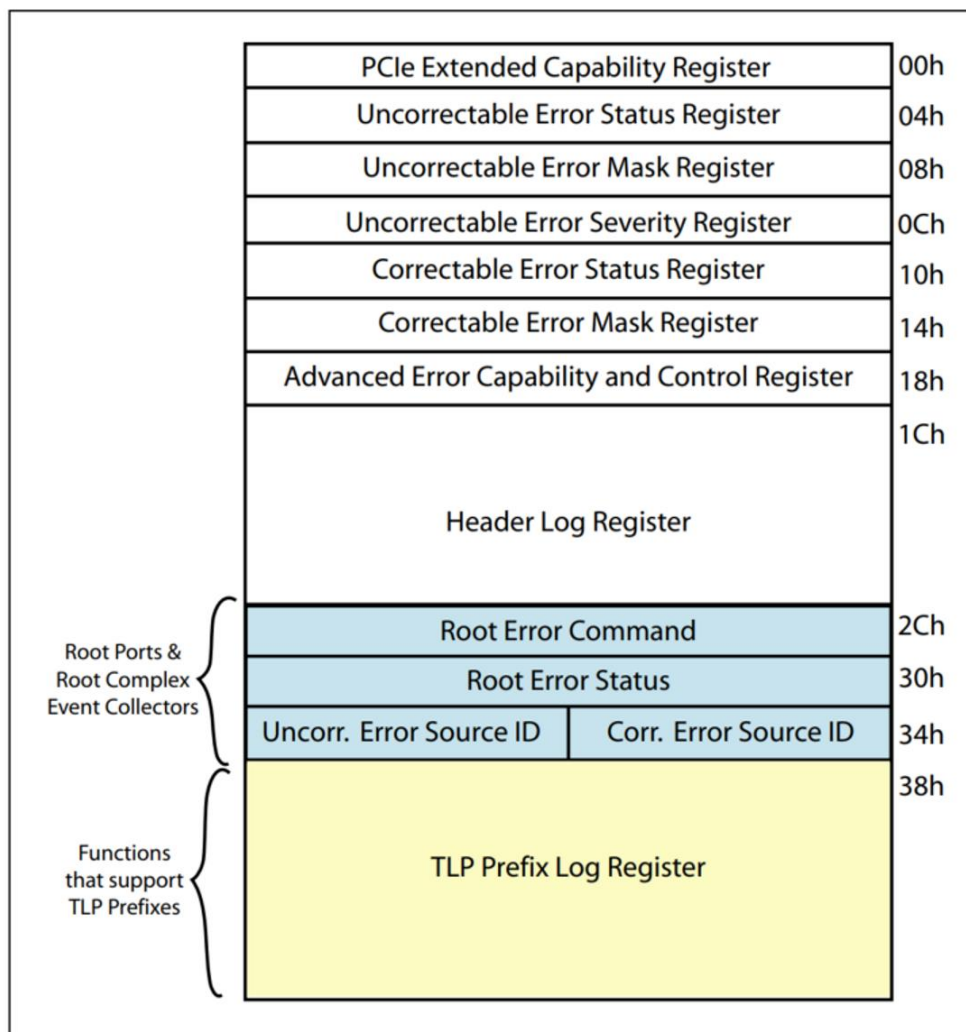
错误消息（Error Message）分为不可更改（Uncorrectable）和可更改（Correctable）两大类，不可更改又分致命（Fatal）和非致命（Non-Fatal）两种，即一共 3 种错误类型。



OM13827A

Figure 6-1 Error Classification

AER 全名（Advanced Error Reporting），高级错误报告，是 PCIe 总线中可选的功能。使用 AER 可以将错误类型从 3 类扩展更细的错误类型，AER 功能的启用，可以在错误发生时能够更精确的区分定位错误。下图是 PCIe 标准中定义的 AER 功能结构，由多组相关功能的寄存器组成。这些 Debug 信息由软件层读取相关状态寄存器来得知。

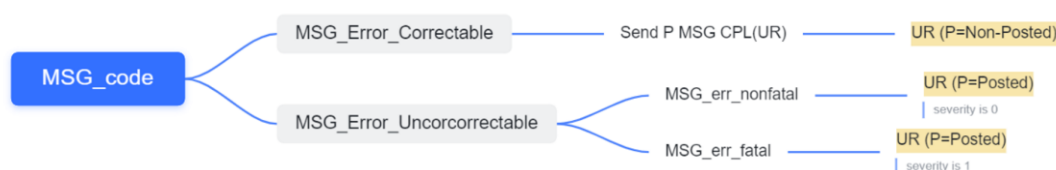


AER 可以通过 “MASK” 寄存器独立的屏蔽特定类型的错误报告，可以定位错误源在 PCIe 系统中的位置，可以通过 “Severity” 寄存器配置不可更改错误中的严重程度，还为 Root Complex 提供了标准化控制机制。

PCIe 标准中，寄存器读写类型比较有意思，有 6 种类型：

- RO 只读，硬件控制
- ROS 只读且不被复位（Read Only and Sticky）
- RsvdP 保留且不可用于其他用途
- RsvdZ 保留且只能被写 0
- RWS 可读可写且不被复位（Readable, Writeable and Sticky）
- RW1CS 可读，写 1 清零，且不被复位

利用 AER 功能，AER UR 场景可以造出 3 种 Message Code 类型，如下图所示。



发出随机的 TLP 包 P，如果 Unsupported Request Error Severity 不配置为 1，当 P 类型为 Posted 时，MSG 类型为 Uncorrectable Non-Fatal；当 P 类型为 Non-Posted 时，MSG 类型为 Correctable；当 Severity 配置为 1 时，P 是 Posted 类型时，MSG 类型为 Uncorrectable Fatal。

下图是错误报告机制的总图，非常清晰的展现了 PCIe 的错误检测功能。

