

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/ZHFCA

团体标准

T/ZHFCA XXXX—XXXX

全控型电解水制氢电源

Fully controlled water electrolytic hydrogen power supply

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 1

 4.1 概述 1

 4.2 分类 1

5 使用条件 2

 5.1 正常使用条件 2

 5.2 特殊使用条件 2

 5.3 运输、存放和安装条件 2

6 技术与验证 2

 6.1 接口特性 2

 6.2 信息 2

 6.3 结构要求 2

 6.4 性能要求 2

 6.5 设计验证 2

 6.6 例行检验 2

 6.7 主要技术参数与验证 2

 6.8 电容放电与验证 4

 6.9 保护及验证 4

 6.10 电磁兼容及验证 5

 6.11 外壳防护等级与验证 7

7 标识、包装、贮存和运输 7

 7.1 标识 7

 7.2 包装 8

 7.3 贮存 8

 7.4 运输 8

8 检验规则 8

 8.1 型式试验 8

 8.2 出厂试验 8

 8.3 试验项目 8

附录 A（资料性） 直流系统设备的安全因素 10

 A.1 多个电压等级的应用 10

 A.2 直流对人身伤害的影响 10

 A.3 电压保护的的特殊性 10

 A.4 过电流保护的的特殊性 10

A. 5 直流电流方向与电源极性的影响 10

A. 6 直流电弧的影响 10

A. 7 直流纹波的影响 10

A. 8 热效应的影响 10

A. 9 交流系统与设备故障对直流系统与设备的影响 11

A. 10 交直流混合系统与设备中故障的相互影响 11

A. 11 故障风险因素 11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

全控型电解水制氢电源

1 范围

本文件规定了全控型电解水制氢电源使用条件、技术与验证、标识、包装、贮存和运输、检验规则。

本文件适用于全控型电解水制氢电源（以下简称“制氢电源”）。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 7251.1-2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4-2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5-2019 电磁兼容试验和测量技术浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.6-2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 12668.3-2012 调速电气传动系统 第3部分电磁兼容性要求及其特定的试验方
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 7251.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全控型电源 fully controlled converter
通过脉宽调制控制技术实现电压变换的电气成套设备。

4 总则

4.1 概述

制氢电源是将交流电转换成直流电为电解槽提供电流的电气设备。本文件包括了全控型电源的使用条件（见第5章）、技术与验证（见第6章），标识、包装、贮存和运输（见第7章）、检验规则（见第8章）。

直流系统设备的安全因素见附录A。

4.2 分类

制氢电源可以按以下三种方式进行分类：

- a) 按应用场所，可分为：
 - 1) 户内；
 - 2) 户外。
- b) 按海拔高度分，可分为：
 - 1) 海拔高度小于 2000m；
 - 2) 海拔高度 2000m 及以上。

- c) 按使用方式, 可分为:
- 1) 单独使用;
 - 2) 作为成套设备的一部分。

5 使用条件

5.1 正常使用条件

正常使用条件见GB/T 7251-2013第7.1条。

其中:

- 污染等级按GB/T 7251.1-2013第7.1.3条的规定, 污染等级为3级。
- 对于海拔高于2000m的修正, 既可以通过推算, 也可以在试验室模拟条件下验证。

5.2 特殊使用条件

特殊使用条件见GB/T 7251-2013第7.2条。

5.3 运输、存放和安装条件

运输、存放和安装条件见GB/T 7251-2013第7.3条。

6 技术与验证

6.1 接口特性

接口特性见GB/T 7251-2013第5章。

6.2 信息

信息见GB/T 7251-2013第6章。

6.3 结构要求

结构要求见GB/T 7251-2013第8章。

6.4 性能要求

性能要求见GB/T 7251-2013第9章。

其中电磁兼容(EMC)见6.10。

6.5 设计验证

设计验证见GB 7251-2013第10章。

6.6 例行检验

设计验证见GB/T 7251-2013第11章。

6.7 主要技术参数与验证

6.7.1 主要技术参数

6.7.1.1 效率

针对额定输出电压大于300V的制氢电源, 在额定运行条件下, 其效率不宜低于96.5%, 如有特殊要求, 制氢电源效率可由用户和供应商/制造商商定。

6.7.1.2 响应时间

在输出直流电流闭环控制下, $5I_n \sim 100I_n$ 响应时间应小于等于100ms。

6.7.1.3 谐波电流

额定运行条件下，制氢电源电网侧所产生的谐波应满足GB/T 14549的要求。

6.7.1.4 稳流精度

制氢电源在正常运行过程中，输出直流电流的稳流精度应不超过±1%。

6.7.1.5 电压纹波

制氢电源在正常运行过程中，输出直流电压纹波系数应不超过2%。

6.7.1.6 电网侧功率因数

额定工况不低0.99功率因数，制氢电源电网侧功率因数在容性0.95与感性0.95之间调节的补偿功能。

注：如有特殊要求，电网侧功率因数范围可由用户和供应商/制造商商定。

6.7.1.7 输出电流控制

制氢电源应具备将输出电流控制到给定目标的电流值。

6.7.1.8 输入功率控制

制氢电源可具备将输入功率控制到给定目标的功率值。

6.7.1.9 恒流限压控制

制氢电源应可实现恒流限压控制，即在控制输出电流同时，限制输出电压，当电压达到限幅值时，电流将不再继续增大。

6.7.2 主要技术参数验证

6.7.2.1 效率验证

效率通过在额定工况条件下测量交流和直流侧功率计算，试验程序如下：

调整输入电压、输出电压和负载电流，功率以10%额定功率为步长增加达到额定值；

按照规定的通电时间间隔，用功率分析仪测量被测制氢电源输入端功率 P_i （不含辅助供电）、被测制氢电源输出端功率 P_o 。

效率 η 按照公式（1）计算：

$$\eta = P_o/P_i \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

P_o ——制氢电源输出端功率，单位为瓦（W）；

P_i ——制氢电源输入端功率，单位为瓦（W）。

6.7.2.2 响应时间验证

制氢电源从待机状态启动，记录输出电流从5%额定电流到100%额定电流的时间。

6.7.2.3 谐波电流验证

制氢电源的电网谐波检测按照以下步骤进行：

- a) 在制氢电源交流侧接入电能质量测试设备；
- b) 设定制氢电源正常运行；
- c) 从制氢电源持续正常运行的最小功率开始，以 10%的额定功率为一个区间，每个区间内连续测量 10min，至少测量 15 个点；
- d) 测量并计算电流（电压）谐波。

6.7.2.4 稳流精度验证

制氢电源从启动到额定工况正常运行，测量输出直流电流的稳流精度应达到给定值。

6.7.2.5 稳压精度和电压纹波验证

制氢电源从启动到额定工况正常运行，测量输出直流电压的稳压精度和电压纹波。

6.7.2.6 电网侧功率因数验证

在额定电网电压、额定电网频率、制氢电源输出额定功率条件下，测试被测制氢电源交流侧功率因数范围。根据设计可调功率因数范围，通过恒无功或恒功率因数等方式调节输出功率因数，检测被测制氢电源功率因数调节是否符合设计要求。

6.7.2.7 输出电流控制验证

通过上位机或就地人机交互界面设定输出电流给定值，制氢电源应具备输出电流闭环控制功能，将输出电流控制到给定目标电流值，其电流偏差不超过设计偏差值。

6.7.2.8 输入功率控制验证

通过上位机或就地人机交互界面设定输入功率给定值，功率给定从10%额定功率开始，给定功率变化步长10%额定功率增加到额定功率，用功率分析仪等设备测试输入功率，输入功率偏差稳定在设计偏差允许值之内。

6.7.2.9 恒流限压控制验证

在制氢电源恒压限流模式下，设定电压限值（所设定的电压值应小于额定电压），电流从10%额定电流开始，以10%额定电流为步长，逐步增加到额定电流值，记录输出电压和电流值。

6.8 电容放电与验证

6.8.1 电容放电

电源切断后电容残余电压高于60V的带电部分都应在5s之内放电到60V或60V以下，当元件存储电荷小于或等于60C时，可免除此要求。当这种放电速率会干扰设备的正常功能时，应在明显位置或在包含带电部分的外壳邻近处，设置耐久性警告标志，提醒注意危险，并注明打开外壳前所需的延时时间。

6.8.2 电容放电验证

制氢电源停机、主断路器断开后，测试制氢电源内部电容的电压降低到60V所用时间。

6.9 保护及验证

6.9.1 保护

6.9.1.1 过电流保护

低压直流系统过电流保护电器可选择断路器或熔断器。

对于断路器应注意是否有极性的标识，按照制造商给出的串、并联方法与接线图进行安装。考虑到逆流的影响，宜选用无极性、具有灭弧功能的直流断路器或无极性的直流熔断器。

熔断器的保护特性，如时间-电流特性、截断电流和分断能力受时间常数影响较大，不同低压直流系统应考虑其直流线路的时间常数进行合理选型。

6.9.1.2 故障连锁保护

制氢电源应具备制氢系统故障连锁保护功能，当制氢系统出现故障，如压力超限故障，制氢电源收到制氢系统故障信号应立即切断电源供电，避免故障进一步扩大。故障连锁保护应为高优先级故障，当此故障触发应从硬件上直接切断电源供电。

6.9.1.3 软件过电流保护

制氢电源应设计软件过流保护功能，当输出电流、输入电流超出设定的保护限值，应能够停机保护制氢电源本身以及所连接的负载，避免故障进一步扩大。

6.9.1.4 电流超差保护

制氢电源应设计输出电流超差保护功能，当给定电流与实际输出电流偏差超限时，应执行停机保护。

注：在某些特定工作模式下，可不执行电流超差保护，如制氢电解槽冷态下限压输出模式电流不能达到给定值。

6.9.1.5 输出过电压保护

制氢电源应设计输出过压保护功能，当制氢电源输出电压超过设定的保护限值，应能停机保护制氢电源本身以及其所连接的负载，避免故障进一步扩大。

6.9.1.6 过温度保护

制氢电源应设置过温保护。当制氢电源的相应温度超过保护阈值时，包括环境温度过温、水温过温（水冷散热）、器件过温等，制氢电源应触发故障保护，制氢电源持续工作达到设定时间后，自行停机。

6.9.2 验证

6.9.2.1 过电流保护验证

参考GB/T 5226.1-2019 A1.4。

6.9.2.2 故障连锁保护验证

通过断开制氢系统故障连锁输入信号，制氢电源应立即保护停机，并断开输入侧开关。

6.9.2.3 软件过电流保护验证

当制氢电源输出电流超过设定输出电流限幅值时，制氢电源应保护停机；当制氢电源输入电流超过设定的输入电流限幅值时，制氢电源应能保护停机。

6.9.2.4 电流超差保护验证

当制氢电源输出电流与实际电流差值超过设定电流超差限幅值时，制氢电源应保护停机。

6.9.2.5 输出过电压保护验证

当制氢电源输出电压超过设定输出电压限幅值时，制氢电源应保护停机。

6.9.2.6 过温度保护验证

停机状态下，通过修改软件保护门限的方法，调低过温保护限值门限。启动制氢电源，使环境温度、冷却液温度、器件温度等超过相应的温度保护阈值，被测制氢电源应能按照设定的缓停机策略停机。停机完成后，制氢电源应能报出正确的故障信息。

6.10 电磁兼容及验证

6.10.1 电磁兼容性

6.10.1.1 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度应符合 GB/T 17626.2-2018 抗扰度等级3的要求，空放电8kV和接触放电6kV，试验结果应符合 GB/T 17626.2-2018 第9章中b类要求。

6.10.1.2 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度应符合GB/T 17626.3-2016 试验等级3的要求，试验场强10V/m，试验结果应符合 GB/T 17626.3-2016 中第9章a类要求。

6.10.1.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

电快速瞬变脉冲群抗扰度应符合 GB/T 17626.4-2018 试验等级3的要求，电源端2kV，信号端±1kV，试验结果应符合 GB/T 17626.4-2018 中第9章b类要求。

6.10.1.4 浪涌(冲击)抗扰度

对电源端口施加1.2/50 μ s的浪涌信号, 试验等级为线对线1kV, 对地2kV, 试验结果应符合GB/T 17626.5-2019 中第9章b类要求。

6.10.1.5 传导骚扰抗扰度

传导抗扰度应符合GB/T 17626.6-2017中试验等级3的要求, 试验结果应符合 GB/T 17626.6-2017 中第9章a类要求。

6.10.1.6 传导发射

制氢电源应满足 GB/T 12668.3-2012 中6.5.2的C3类限值。

6.10.1.7 辐射发射

制氢电源应满足 GB/T 12668.3-2012 中6.5.2的C3类限值。

6.10.2 电磁兼容验证

6.10.2.1 静电放电抗扰性试验

按照 GB/T 17626.2-2018 的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 试验电压: 接触放电6kV, 空气放电 8 kV;
- b) 测试端口: 外壳整体;
- c) 每个敏感点试验点放电次数: 正负极性各 10 次, 每次放电间隔至少为 1 s;
- d) 性能判断等级: 按第9章b级。

6.10.2.2 射频电磁场辐射抗扰性试验

制氢电源可在轻载状态下运行, 按照 GB/T 17626.3-2016 的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 频率范围: 80 MHz~1000 MHz;
- b) 试验场强: 10 V/m;
- c) 正弦波1kHz, 80%幅度调制;
- d) 测试端口: 外壳整体;
- e) 天线极化方向: 水平和垂直方向;
- f) 性能判据等级: 按第9章a级。

6.10.2.3 电快速脉冲群抗扰性试验

制氢电源可在轻载状态下运行, 按照 GB/T 17626.4-2018 的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 试验电压: ± 2 kV(电源线), ± 1 kV(信号线);
- b) 测试端口: 输入、输出电源的端口、信号线;
- c) 重复频率: 5kHz/100kHz;
- d) 持续时间: 1min;
- e) 性能判据等级: 按第9章b级。

6.10.2.4 浪涌电压抗扰性试验

制氢电源可在轻载状态下运行, 按照 GB/T 17626.5-2019 的规定并在下述条件下进行试验

- a) 试验电压: ± 2 kV(共模), 1kV(差模);
- b) 测试端口: 输入、输出电源的端口信号线;
- c) 极性: 正、负;
- d) 试验次数: 正负极性各 5次;
- e) 重复率: 每分钟一次;
- f) 性能判据等级: 按第9章b级。

6.10.2.5 传导骚扰抗扰性试验

制氢电源可在轻载状态下运行, 按照 GB/T 17626.6-2017的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 频率范围: 0.15 MHz~80 MHz;

- b) 试验场强: 10 V(调制);
- c) 正弦波1kHz, 80%幅度调制;
- d) 测试端口: 外部端口;
- e) 注入方式: CDN 或电流钳、电磁钳;
- f) 性能判据等级: 按第9章a级。

6.10.2.6 传导发射试验

制氢电源应在正常满载或轻载状态下运行,按照 GB/T 12668.3-2012的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 测试频段:150 kHz~30 MHz;
- b) 测试端口:输入、输出电源的端口、信号线;
- c) 测试限值:按照GB/T 12668.3-2012 中6.5.2的C3类限值要求。

6.10.2.7 辐射发射试验

制氢电源应在正常满载或轻载并网工作状态下运行,按照GB/T 12668.3-2012的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 测试频段:30 MHz~1000 MHz;
- b) 测试端口: 外壳端口;
- c) 测试限值:按照 GB/T 12668.3-2012中6.5.2的C3类限值要求。

6.11 外壳防护等级与验证

6.11.1 外壳防护等级

户内使用的制氢电源外壳防护等级应不低于IP20。

户外使用的制氢电源外壳防护等级应不低于IP65。

6.11.2 验证

按照GB/T 4208进行防护性能试验。

7 标识、包装、贮存和运输

7.1 标识

7.1.1 铭牌

制氢电源的适当位置应有铭牌,且包含以下内容:

- 产品名称;
- 产品型号: 应包含产品名称代号、产品分类编号和设计序列号信息;
- 额定输出电流;
- 额定输入电压;
- 额定频率;
- 输出电压范围;
- 防护等级;
- 出厂编号;
- 制造日期;
- 制造厂名。

7.1.2 接线标识

- 7.1.2.1 输出正极和负极应用符号或文字标识;
- 7.1.2.2 交流输入用于用颜色、字母或文字标识 A、B、C 三相。
- 7.1.2.3 接地点应有明显的接地标识。

7.2 包装

7.2.1 随同产品供应的技术文件

随同文件应至少包括以下内容：

- 装箱清单；
- 产品使用维护说明书；
- 安装说明书；
- 电气接线图；
- 电气原理图；
- 出厂检验记录等。

7.2.2 产品包装

产品包装应符合GB/T 13384的规定。

7.3 贮存

7.3.1 产品贮存环境应符合以下条件：

- 环境温度：-40℃～45℃；
- 相对湿度：≤95%。

7.3.2 **模块和控制面板应防止凝露。**如果某些部件不立即安装，应将其贮存在一个清洁、干燥的地方，并且避免温度变化、高湿度及尘埃。如果可能，应避免温度和湿度的突然变化，如果贮存房间的温度变化程度达到使设备的表面出现凝露或结冰情况，应通过一个安全、可靠的加热系统来保护设备，以使设备温度保持在稍高于贮存房间的温度。如果设备暴露在低温下的时间较长，在温度达到房间温度之前，应不打开包装箱，否则将出现凝露。在某些内部部件上出现水分时，可能导致电气故障。

7.4 运输

7.4.1 产品运输环境条件应符合以下要求：

- 环境温度：-40℃～45℃；
- 相对湿度：≤95%（40℃）。

注：温度限制指设备周围的环境温度（如集装箱内）。

7.4.2 产品在运输中，应有防雨防潮措施，应避免剧烈振动、撞击和倒置，同时产品不宜与易燃易爆、腐蚀性、潮湿的物体混运。

8 检验规则

8.1 型式试验

型式试验是全面考核产品性能和质量，验证产品是否符合技术要求的一种试验，当产品出现下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品鉴定时；
- b) 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，足以影响产品性能时；
- c) 批量生产的产品，每隔一定时间进行一次抽试，具体期限由分类标准规定，但不应超过 5 年；
- d) 产品长期停产后恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式试验的要求时。

8.2 出厂试验

每台产品都应进行出厂试验。当有一项性能不符合要求时，即为不合格，可返修后复试，复试一次仍不合格，则为试验不合格。试验合格后，填写试验记录并且出具合格证方能出厂。

8.3 试验项目

制氢电源试验项目见表1。

表1 制氢电源试验项目

序号	检验项目	型式试验	出厂试验
1	电气间隙	√	√
2	爬电距离	√	√
3	绝缘强度	√	√
4	绝缘电阻	√	√
5	接地连续性	√	√
6	接地安全	√	√
7	电容放电	√	/
8	温升	√	/
9	效率	√	/
10	响应时间	√	/
11	谐波电流	√	/
12	稳流精度	√	/
13	电压纹波	√	/
14	功率因数	√	/
15	输出电流控制功能	√	√
16	输入功率控制功能	√	√
17	恒流限压控制功能	√	√
18	保护功能	√	/
19	电磁兼容	√	/
20	外壳防护等级	√	/

附录 A
(资料性)
直流系统设备的安全因素

A.1 多个电压等级的应用

由于直流与交流在电压转换原理方面存在差异，并存在同一场所应用不同电压的情况，应考虑多个电压等级同时应用或转换中可能出现的风险，以保障系统与设备的安全。

同时考虑以下场合低压直流电压的影响：

- 不同低压直流源电压；
- 不同传输电压；
- 不同终端设备电压。

如果低压直流系统与设备存在多等级电压，则应考虑多等级电压间的隔离。

A.2 直流对人身伤害的影响

直流对人体伤害的影响与交流不同，直流电流作用在人体上的效应有一定的特殊性，应充分考虑其影响并采取相应的防护措施。

即使是特低电压，长期接触也可能造成危险。

A.3 电压保护的的特殊性

A.3.1 产生过电压的原因，包括但不限于以下内容：

- 对地电容作用；
- 直流系统与设备的运行及操作过程；
- 转换元件的损坏；
- 大气过电压等。

A.3.2 直流过电压存在对人身、设备带来潜在伤害的风险，应根据直流过电压的成因，采取相应措施。

A.3.3 直流过电压方向会对被保护体和保护设备自身保护的有效性产生影响，应进行有效的防护。

A.4 过电流保护的的特殊性

A.4.1 应考虑低压直流系统中设备的耐受过载能力与交流存在差异，以保证过电流保护的选择性和可靠性。

A.4.2 应根据直流过电流的成因，采取相应的防护措施。

A.5 直流电流方向与电源极性的影响

用电设备的使用及保护控制设备的选用中，应关注低压直流电流的方向性和电源电压极性对其安全性的影响，采取相应的应对措施。制氢电源的输出端，应有明显正负极性的标识。

A.6 直流电弧的影响

稳态的直流电流没有过零点。如果低压直流系统与设备在分断各种电流过程中容易产生不期望的直流电弧，应考虑其影响，避免直流电弧产生的安全风险。

A.7 直流纹波的影响

制氢电源直流纹波会对负载造成影响，应考虑消除直流纹波影响的措施，或规定限制直流纹波的要求。

A.8 热效应的影响

A. 8.1 低压直流系统与设备中，电能转换设备在使用过程或电能存储设备在充电过程时存在产生较高热效应的可能。

A. 8.2 应考虑热效应对其他绝缘材料及相邻部件的影响。

A. 8.3 必要时应考虑热效应对热电偶等监视设备测量精度的影响。

A. 9 交流系统与设备故障对直流系统与设备的影响

A. 9.1 绝大部分的直流系统及设备均与交流系统及设备存在联系。

A. 9.2 交流系统与设备的故障会对电能转换设备、直流系统及设备造成损坏，或使保护设备产生不必要动作。因此，直流系统设计及保护元件选用时，应考虑“相邻”交流系统与设备故障可能产生的影响，并采取相应的防护措施。

A. 10 交直流混合系统与设备中故障的相互影响

对于交直流混合系统及设备，直流系统及设备故障也会对交流系统及设备产生影响。因此，在系统及设备设计时，应充分考虑交直流间的相互影响，并采取相应的防护措施。

A. 11 故障风险因素

制氢电源设计应避免导致单一故障条件或部件故障以及异常运行条件下产生危害的运行模式。

应对所有的潜在故障进行分析，该分析应包括任意部件的单一故障状态、基本保护以及端口或保护故障会导致的危害情形的发生，危害情形包括但不限于以下内容：

- 电诱发的机械力和热伤害；
 - 对决定性电压的影响；
 - 由于基本保护或故障保护退化导致的电击；
 - 能量危害；
 - 由于火焰、燃烧颗粒、熔融金属或火灾的排放而导致的退化；
 - 高温导致的热伤害；
 - 机械伤害等。
-