

蒸汽和热水锅炉的限位控制装置

元器件级认证促进系统完整性

在锅炉系统挑选适当的电子控制装置，不仅过程繁琐，而且一般取决于实际应用需求。最简单的应用可能只需要一个基本的安全继电器。而更复杂的应用则必须具备多功能控制器来帮助终端用户进行加热系统故障诊断。无论何种应用，您的控制器的规格和设计都必须严格遵守当地及联邦规范。作为业内老牌的 Warrick 系列锅炉控制装置制造商，Gems 专门撰写了这篇文章，旨在帮助锅炉从业人员了解锅炉安全控制装置相关的法规。

锅炉系统“脾气”捉摸不定的时代早已成为过去。随着安全安装规范在全国的实施、定期开展维护工作以及技术更新换代，锅炉正朝着“一劳永逸”的方向演变。但这并不表示事故风险已彻底消除，它们仍时有发生，但可喜的是，临界操作和安全控制装置的问世已大大降低了事故发生的频率。

作为致力于不断提升锅炉行业安全性的公认权威机构，美国机械工程师学会（ASME）经调查发现，锅炉的大多数问题源自“水损耗（低水位）、压力容器爆炸、过压和过热”。[列表中]自动燃烧锅炉的事故主要原因则是缺乏适当的控制和安全设备... 无法测试控制和安全设备。”¹

专家们认为“改良的测量仪器、控制和安全设备、正确的操作步骤以

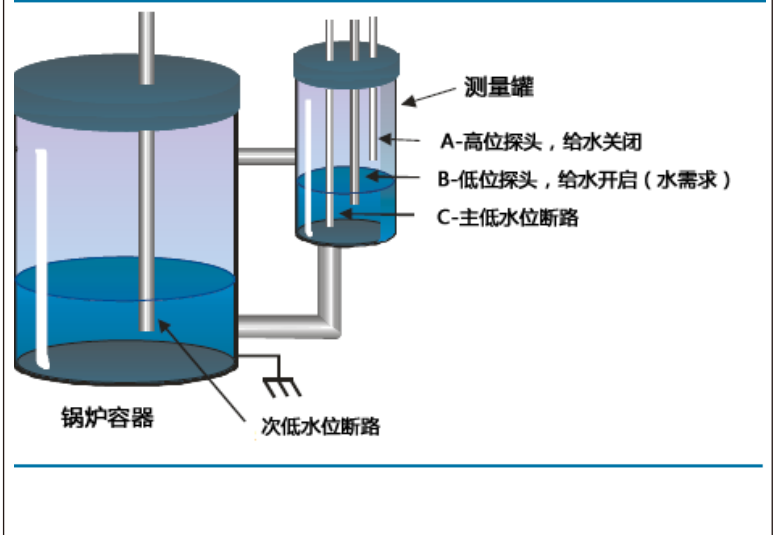
及制造商、安装人员和操作人员更清楚地理解安装要求，有助于大大减少人身伤害、财产损失和设备事故损耗的几率。

控制产品必须坚固耐用、使用寿命长且稳定可靠。OEM 厂商如何确保其选择的产品能在锅炉应用中安全可靠地运行呢？

国家标准和地方规范的关系

尽管锅炉法规在各个地区有所不同，但美国地方规范原则上参考或援引 ASME 提出的法规。法规在州和地方通过各级行政部门或代理机构来实施。

根据 CSD-1 法规的规定，典型蒸汽锅炉至少要有两个或两个以上的独立低水位断路控制器，并包括一个给水（水补给）管路，负责在水转化为蒸汽后进行补水。给水管路辅助机构分机械和电气两种。下图所示是使用电导率探头的电气方式。



¹ 《自动燃烧锅炉的控制和安全设备》，美国机械工程师协会，2006年12月29日，第V节。

² 《自动燃烧锅炉的控制和安全设备》，美国机械工程师协会，2006年12月29日，第V节。

这种关系可以是多向的。ASME 可以制订规则，然后让各级地方政府部门去实施。而各级地方政府部门也可以为确保当地公共安全主动向 ASME 寻求指导。

声明：“符合 CSD-1 法规”

锅炉系统涉及广泛。ASME 制定 CSD-1 法规的目的是明确规定控制和安全设备。更具体来讲，只要是使用燃气、石油、汽油或电力，燃料输入额定值不超过 12,500,000 BTU 的自动燃烧锅炉，其控制和安全设备都受 ASME 标准 CSD-1-2006³ 约束。

大多数 OEM 厂商都需要确保锅炉内所使用的控制方法符合 CSD-1 的指导方针。这也是 OEM 需要极力避免犯错的地方。

CSD-1 与 UL 353 的关系

作为一家机械工程师协会，ASME 在制订电子控制器测试和认证标准时向 UL 等国家级权威认证机构寻求帮助。“UL 是一家从事产品测试和安全标准制订的独立产品安全认证组织，一个多世纪以来评估超过 19000 种产品、元器件、材料和系统。”⁴ 如果您的公司销售壁式调光器，则该产品很有可能就要经过 UL 1472 “固态调光控制装置”的测试，然后获得 UL 认可标识。

ASME CSD-1 法规规定，“每个低水位燃料断路器或组合式给水 / 断路设备均应符合限位控制装置标准 UL 353，并通过国家级权威测试代理机构的认可。”⁵

³ 适用特定豁免和对其他条款的认可；详情请查询 ASME CSD-1-2006。

⁴ “关于 UL”；

http://www.ul.com/global/eng/pages/corporate/aboutul/_accessed 06//01/09

⁵ 《自动燃烧锅炉的控制和安全设备》，美国机械工程师协会，2006 年 12 月 28 日，第 V 节。

注意，UL353 不只限于锅炉！

UL 353 是一种 UL 实验室发布的限位控制装置安全标准，阐述了“涵盖限位控制装置、炉膛风机控制装置和其它液位、压力或温度变化的联锁装置的要求。”⁶ 所涉及的控制装置适用于各种各样的加热器具、加热系统、处理系统及空调和通风系统。不同设备的详情请参见标题为《MBPR. GuideInfo》的 UL 快速指南，其中针对 UL 列名的控制装置定义了八种不同的产品组 (A-H)。

MBPR 指南中的 G 和 H 组规定了锅炉中使用的水位控制装置。具体来讲，G 组涵盖“根据水位变化而动作以防止在低水位时加热设备继续工作的控制装置。”⁷ 这就是所谓的低水位断路功能。而 H 组则规定了“根据锅炉液位变化而动作以调节锅炉供水的控制装置。”⁸

集成在较大系统内的控制器需要取得 G 或 H 组列名认证。通过 UL 353 认证的设备，都会归档在 UL 指南 MBPR2 中。

作为独立系统而设计的限位控制装置在通过 UL353 认证后会归档并列在 UL 指南 MBPR 中，并标明组别 (A-H)，明确声明设备的目的和用途。

⁶ 《标准限位控制装置 UL353》，第 5 版，美国保险商实验室有限公司，1994 年 9 月 23 日，5。

⁷ 《MBPR.GuideInfo：限位控制装置》；http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/showpage.html?name=MBPR.GuideInfo&ccnshorttitle=Controls,+Limit&objid=1074236412&cfgid=1073741824&version=versionless&parent_id=1073989832&sequence=1 accessed 06/01/09

⁸ 《MBPR.GuideInfo：限位控制装置》http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/showpage.html?name=MBPR.GuideInfo&ccnshorttitle=Controls,+Limit&objid=1074236412&cfgid=1073741824&version=versionless&parent_id=1073989832&sequence=1 accessed 06/01/09

凡通过 UL353 标准相应章节认证的控制装置，即可确保符合 CSD-1 法规，并保证锅炉最终安全运行。CSD-1 规定的限位控制装置必须通过 UL353 认证并具有 UL 列名或认可标志作为证明。

我发现在 UL 353 中列出的设备名称带有后缀 M1&M2，这是什么意思？

不同的地方建筑法规要求不同的复位方案。因此 UL353 在组别编号添加后缀 M1 或 M2 来定义低水位燃料切断控制装置的手动复位类型。如果控制器没有加任何后缀。则可以认为控制器为自动复位型。

M1 类手动复位型表示控制器可以在将复位机构保持在“复位”位置时在安全条件恢复后自动复位到“闭合”位置。在这种情况下，维护人员可以在锅炉重新加水过程中保持复位机构。一旦所有安全运行条件得到满足，锅炉控制装置就会允许锅炉重启，这时才可以释放复位机构。

相反地，M2 类手动复位型表示控制装置在将复位机构保持在“复位”位置时不会自动复位至“闭合”位置。在此情况下，维护人员必须动手建立所有安全运行条件才可以进行复位。

顾名思义，自动复位指一旦恢复安全运行条件，控制器就会自动复位。无需专业人员介入，锅炉就能重新燃烧。

在上述所有情况下，“闭合”指控制装置上指示液体存在的一组闭合触点。按照 MBPR 组别的指示标识设备及其主要功能可以作为设备选择或订购的参考。有关这种设备的列表，请登录 UL 网站搜索 MBPR 并查看相关条款。

始终以应用为目的

为什么如此强调 UL 353 呢？任何 UL 标准的制订都是以最终应用为目的的。UL353 所涵盖的各种执行安全功能的电子控制装置都要经过电路失效模式及影响分析 (FMEA)。FMEA 的作用是将每个元器件、电路或组件的潜在失效模式与对应用的影响联系起来。下列的比较性示例可以说明其重要性。

例如，UL1563 涵盖在热水浴缸、游泳池和水疗池中所使用的控制装置。这些控制装置可能带有循环泵功能进行池水循环。如果控制装置内部元器件发生故障，循环供水就会停止，最多仅造成客户的投诉。然而，如果这种控制器被人们误用作 UL 353 涉及的低水位断路设备，一旦元器件发生故障，最终可能导致锅炉爆炸。所以区分潜在失效影响可以为内置不同的防护等级提供重要依据。

控制器如何才能满足 UL353 标准

UL 353 标准定义了工作电压、电流、材质、外壳、电磁兼容性及其特定环境测试等关键要素，即要求对电子组件，尤其是关键安全电路的元器件故障(即开路、短路、不确定状态)进行评估，避免单点失效导致控制装置在低水位条件下停止工作。这就需要冗余设计，在电路板上增设零件，确保单个元器件失效不会引发无法挽回的后果。

UL 353 的另一项规定是要求在设备使用固件或嵌入式软件时满足 UL 1998 标准“可编程元器件中软件”。这个流程特别严格，要求明确落实正式开发流程和质量体系以阐述软件自身或其开发和维护流程中的故障。UL 1998 定义了特定的硬件和固件拓扑结构，并提供解决微电子硬件失效模式的措施，要求必须证明固件已经彻底测试并对代码的适当性进行独立的评估。

限位控制装置标准 UL 353 以及 UL 1998 关于基于微处理器的控制装置的规定是保证限位控制装置通过整套审查和测试，避免火灾、电击及相关危险等合理可预见风险影响的综合性标准。遵守 UL 353 不仅符合产品安全和完整性的最高利益，而且同时也满足了大多数州或地方法规的监管要求。

包装上需要注意的标志

当为锅炉限位控制装置寻找认证的产品时，首先要确保控制装置符合 UL 353 标准，因为该标准明确规定了锅炉限位控制装置的要求。

设备应当具有 UL 列名或认可认证，并贴有适当的标志。UL 列名标志是一个包含 UL 字样的圆形。该标志通常由四部分所组成：圆形标记内的“UL”、大写的“LISTED”、数字字母组成的控制装置编号以及产品名称（如“面包机”或“便携灯”）。图 2 为列名和认可标志的示例。



图 2. 一些 UL 列名标志和 UL 认可标志的示例。从左到右依次为：UL 列名（美国）、UL 列名（美国和加拿大）、UL 认可（美国）、UL 认可（美国和加拿大）。列名标记没有由数字字母所组成的控制编号以及产品名称。

列名和认可很容易区分。认可适用于需要集成到更大系统、添加额外元器件才能运行或结构不完整的元器件。而列名则适用于销售给最终用户的完整系统。比如，锅炉可以是 UL 列名认证的，因为最终用户可以使用完整系统。监测锅炉水位的控制装置可能是 UL 认可的元器件，因为它是一个更大系统的元器件。应当提前说明的是，系统全部使用 UL 认可元器件并不一定意味着系统就是 UL 列名的。整个系统需要经过 UL 评估才能获得列名标记。在本例中，锅炉系统、设备组件及附属设备都可以申请列名认证。

- Phil Draper
工程总监
Gems 传感与控制

Warrick 低水位燃料切断解决方案

Gems Sensors & Controls 生产的两种控制器可以在典型锅炉应用中充当限位控制元器件。Warrick 26 系列控制器是一种专为低水位燃料切断应用而设计的单液位电导率传感器。而 Warrick DF 系列则结合了单液位电导率传感器和液位差传感器电路，在同一解决方案兼顾低水位断燃料切断和给水功能。产品提供 UL-353 列名和认可两种版本。

