

# 极端工况下化工特种仪表（耐腐蚀、耐高温）选型设计与应用研究

鞠伟亚

江苏海企技术工程股份有限公司

**摘要：**本文围绕极端工况下化工特种仪表的选型设计与实际应用展开研究。首先要明确极端工况的具体范围和类型，分析这些特殊环境会给化工特种仪表带来哪些实际影响。接下来重点讨论两类特种仪表的选型设计：一类是能抵抗腐蚀的仪表，另一类是能承受高温的仪表。在选择耐腐蚀仪表时，要关注材料的抗腐蚀性能；设计时还要遵循相应的规范，确保仪表在腐蚀性环境中稳定工作。耐高温仪表的选型则要注重耐高温材料的选择，同时设计方案要符合高温环境下的使用要求。然后制定特种仪表的选型策略。另外，成本和效益的平衡也很重要。最后研究特种仪表的实际应用情况，同时，在化工生产过程中，要对特种仪表进行优化配置，让它们更好地发挥作用，保障生产的顺利进行。

**关键词：**极端工况；化工特种仪表；耐腐蚀；耐高温；选型设计；应用研究

## 一、极端工况概述

### 1.1 极端工况的定义与分类

在化工生产里，极端环境下怎么选化工特种仪表、怎么用这些仪表，是很关键的研究方向。所谓极端环境，就是化工生产时遇到的那些和平时不一样的工作条件。具体来说，就是压力、温度、腐蚀性这些因素超出了一般工业环境能承受的范围，给化工特种仪表的正常工作带来很大考验的情况。

极端环境可以按照产生的原因和具体表现来分类。从原因来看，主要有两种情况：一种是化学反应没控制好，导致压力和温度变得特别极端；另一种是原料或者产品里有特殊成分，造成了腐蚀性很强的环境。从表现形式上，极端环境又能分成高温高压型、强腐蚀型和复合型。复合型极端环境同时有高温、高压、强腐蚀性这些特点，对化工特种仪表的性能要求是最高的。像一些化工企业处理高浓度酸碱的反应釜，就经常处于这种复合型极端环境里，仪表不仅要耐得住高温高压，还要扛得住酸碱的腐蚀，稍微有一点性能不达标，就可能影响生产安全。

### 1.2 极端工况对化工特种仪表的影响

在化工生产的极端条件下，特种仪表的稳定运行往往会遇到不少难题。比如高温环境会让仪表内部的零件因为受热而膨胀，这种膨胀可能让仪表的测量结果变得不准，严重时甚至会直接弄坏仪表。高压的工作环境则需要仪表有更强的结构支撑能力，如果压力超过了仪表能承受的上限，就可能出现泄漏之类的安全问题。还有那些具有强腐蚀性的液体或气体，它们会慢慢腐蚀仪表的外壳和里面的零件，不仅会让

仪表用不了多久就坏，还会影响测量数据的精准度和稳定性。要是碰到同时有高温、高压和强腐蚀的复合型极端工况，对特种仪表的伤害会更大。这种情况下，仪表的性能会大幅下降，有时候甚至短时间内就完全不能用了，这会给化工生产带来很大的安全风险，还可能造成不小的经济损失。

## 二、耐腐蚀仪表选型设计

### 2.1 耐腐蚀材料的选择与应用

在化工特种仪表的选型设计与实际应用研究里，尤其是面对极端工况时，选对耐腐蚀材料非常关键。极端工况下常出现各种腐蚀性物质，像强酸、强碱这类，这就对仪表的耐用性和稳定性有很高要求。从材料选择来看，得把介质的种类、浓度、温度还有压力这些因素都考虑进去。比如遇到强酸环境，聚四氟乙烯（PTFE）就是个不错的选择，这种材料化学性质稳定，几乎不会和其他化学物质发生反应。要是碰到强碱环境，镍基合金这类材料就比较合适，它们对碱的抵抗能力很好。另外，要是工况里同时有好几种腐蚀性介质，或者介质的浓度、温度、压力变化比较大，那哈氏合金这类综合性能更强的材料会更适用。

实际用的时候，还要根据仪表的具体部位和功能来选材料。比如传感器部分直接接触腐蚀性介质，就得用整体耐腐蚀材料做，这样才能保证它长期稳定工作。而仪表的外壳、连接部件这些不直接接触介质的地方，可以在保证结构强度的基础上，用表面涂层或者衬里的方式来提高耐腐蚀性能。

### 2.2 耐腐蚀仪表的设计原则与方法

设计耐腐蚀仪表时，要兼顾整体防护和局部强化两方面。

整体防护是说从外壳到内部结构,都得有一定的抗腐蚀能力,选对材料、做好防护工艺,才能让仪表在有腐蚀性的环境里整体稳定工作。局部强化主要针对那些容易被腐蚀的关键地方,像传感器、接口这些部位,得做特殊处理。比如说传感器,用特殊涂层技术能增强它对腐蚀介质的抵抗性;接口的话,设计密封性更好的结构,能防止腐蚀介质渗进仪表里面。另外,设计的时候还要考虑到维护和检修方不方便,内部结构布局要合理,这样必要时拆下来换部件也容易,能让仪表用更久。

### 三、耐高温仪表选型设计

#### 3.1 耐高温材料的选择与应用

在化工特种仪表的选型设计与应用研究中,极端工况下的耐高温材料选择是绕不开的关键问题。极端工况常伴随着高温环境,这对仪表的性能提出了极高要求,合适的耐高温材料能让仪表在高温下稳定、准确地工作。选择耐高温材料时,首先要关注材料的耐温极限,得确保材料在预计的最高工作温度下性能稳定,不会出现软化、变形或失效等情况。另外,材料的化学稳定性也很重要,高温环境下,材料要能抵抗周围介质的化学侵蚀,避免因化学反应导致性能下降。材料的机械性能同样不能忽视,包括强度、硬度、韧性等,这些性能决定了仪表在高温下能否承受外力作用而不损坏。

常见的耐高温材料有陶瓷、高温合金、石墨等。陶瓷材料耐高温且化学稳定性好,适合一些对精度要求高的高温测量场合;高温合金机械性能和耐高温性能都不错,常用来制造高温下的结构部件;石墨材料不仅耐高温,还具有良好的导电性和导热性,在高温电化学仪表中应用广泛。

#### 3.2 耐高温仪表的设计原则与方法

耐高温仪表的设计要遵循不少严谨的规则和办法,这样才能让它在特别热的环境里稳定、准确地工作。首先得保证仪表的整体结构在高温下不会损坏,这就需要在设计时仔细考虑材料受热时的膨胀程度,防止因为温度变化让结构变形或者局部压力过大。密封性能对仪表来说也很关键。高温环境里,哪怕只有一点点缝隙漏东西,都可能让仪表性能变差,甚至出现安全问题。所以得用更先进的密封技术和材料,把仪表的密封效果做好。

另外,散热设计也不能忽略。设计出合理的散热结构,能有效降低仪表内部的温度,让它用得更久。在具体设计的时候,可以用计算机辅助设计(CAD)和有限元分析(FEA)

这些技术,对仪表的结构、热量传递情况做模拟分析,不断优化设计方案,让仪表的耐高温能力变得更强。

### 四、特种仪表的选型策略

#### 4.1 工况分析与仪表选型

在极端工况下开展化工特种仪表的选型设计与应用研究时,工况分析与仪表选型是不能忽视的关键步骤。极端工况包含高温、高压、强腐蚀等多种复杂情形,这些情形对化工特种仪表的性能有很高的要求。准确的工况分析是正确选型的前提,它能为仪表选择提供科学支撑,防止因选型不合适引发仪表故障和生产事故。

进行工况分析时,要全面考虑极端工况的具体参数,比如温度范围、压力等级、腐蚀性介质的种类与浓度等。通过详细分析这些参数,确定仪表需要具备的性能指标,像耐温范围、耐压能力、耐腐蚀性能等。在仪表选型上,要根据工况分析的结果,选出能满足实际需求的化工特种仪表。不仅要留意仪表的基本性能参数,还要考虑其可靠性、稳定性以及维护是否方便等因素。对于一些特殊工况,可能需要定制化的仪表解决方案,以保障仪表在极端环境下长期稳定运行。

#### 4.2 成本效益分析在仪表选型中的应用

在化工特种仪表的挑选过程里,成本和实际使用效果的分析十分关键。这部分分析不只是看买仪表时花了多少钱,还要算上仪表从装用到淘汰整个过程里的所有花费,像安装调试要花钱、日常运行维护要花钱、出故障维修要花钱,还有用久了更换升级也要花钱。企业通过把这些费用都算清楚,就能更合理地判断不同仪表哪个更划算。比如说,要先把不同仪表的性能参数一个个对比清楚,得确保选的仪表在生产环境特别恶劣的时候也能正常用。另外,还要看看仪表靠不靠谱、稳不稳定,要是经常出问题,生产就得停下来,维修也要花钱,这些都得考虑进去。

还有仪表的维护方不方便、能用多久这些点也不能忽略,维护简单、用得久的仪表,长期用下来花的钱肯定更少。最后在看买仪表的初始价格时,不能只盯着便宜的选,得把前面说的那些综合成本加起来一起算,不然可能买的时候省了点钱,后面用的时候却要花更多钱修或者换,反而不划算。

### 五、特种仪表的应用研究

#### 5.1 高温高压工况下的仪表应用研究

在高温高压的工作场景里,仪表的使用会碰到不少难题。温度太高时,仪表内部的零件可能会出现性能变差的情况,

严重的话还会直接坏掉，这样一来测量出来的数据就不准了。压力太大的环境则对仪表的密封效果和承受压力的能力有特别高的要求。针对这种高温高压的情况，得挑那些专门设计的仪表才行，这类仪表要能扛住高温高压，还得在这么极端的条件下正常工作。

具体来说，要选那些用特殊材料做的仪表，像能耐高温的合金、陶瓷材料等，这些材料能让仪表更不怕高温。同时，仪表的结构设计也要考虑到高压环境的影响，用那种加固过的密封结构，保证仪表在高压下不会漏东西。另外，还得定期对仪表进行校准和维护，这样才能让它长时间稳定工作，测量出来的数据也能一直准确。

### 5.2 腐蚀性介质环境中的仪表应用策略

在腐蚀性液体或气体环境里，测量用的仪表也得经受不小的挑战。这些带腐蚀性的介质不只会破坏仪表的外壳，还有可能渗进内部，弄坏里面的重要零件，让仪表的测量结果不准，用不了太久就得换。在这种环境下挑仪表，得格外看重它防腐能力。比如说优先选那些用防腐材料做的仪表，像不锈钢、专用塑料、玻璃钢之类的，这些材料能挡住腐蚀性介质的侵蚀，让仪表用的时间更长。另外，仪表的设计也得考虑到腐蚀性介质的影响，用密封效果好的结构，不让介质渗进去。还有就是长期在这种环境里用的仪表，要经常清洗、保养，该换的时候就得换，这样才能保证它一直稳定好用。

### 5.3 特种仪表在化工过程中的优化配置

在化工场景里，极端条件下专用仪表的挑选和使用是个重要课题，而这些仪表怎么在化工生产中安排得更合理，更是关键中的关键。它和生产能不能高效运行、有没有安全保障、成本高不高都直接挂钩。化工生产常遇到一些很恶劣的工作环境，比如温度特别高、压力特别大，或者物料腐蚀性很强。这些极端情况对专用仪表提出了很高的要求，得让仪表能精准适应这些环境，才能把它们的作用发挥好。

要让这些专用仪表在化工过程中配置得更合理，得从好几个角度考虑。比如说，得先看具体生产环节的实际情况，像温度范围、压力大小、物料有没有腐蚀性这些参数，都得摸清楚，再选对应的仪表类型和规格。就拿高温环境来说，得挑那些能扛住高温的仪表，这样才能保证它在高温下还能稳定工作，测出来的数据也准；要是遇到强腐蚀的情况，就得优先选耐腐蚀材料做的仪表，不然仪表被腐蚀了，性能就

会受影响。

另外，还得考虑不同仪表之间的配合。化工生产是个复杂的系统，各个仪表不是孤立的，它们之间有联系，也会互相影响。配置的时候要确保不同仪表之间能顺畅传输数据，测出来的结果也能互相验证，别出现数据对不上或者误差越积越多的情况。同时，也得结合具体的生产流程，把仪表装在合适的位置，布局要合理。这样既能方便工人操作和后期维护，也能让仪表更好地发挥监测和控制的作用。从长远来看，这些做法都能帮助化工生产更高效、更安全地进行，还能把成本降下来。

### 结语

在化工生产中，极端工况下的特种仪表选型设计与应用研究意义重大。比如在高腐蚀、超高温的生产场景里，选对合适的仪表类型和规格很关键。我们需要结合化工生产的具体流程，考虑不同仪表之间的适配性来调整配置。现在化工行业发展得越来越快，极端工况的情况也变得更复杂，对特种仪表的性能要求自然更高。从长远来看，不断研究特种仪表的选型设计 and 应用方法，持续改进创新，对化工行业的稳定发展很重要。未来随着技术的进步，特种仪表的性能还会不断提升，选型设计的方法也会更完善。这将为化工行业在极端工况下的生产提供更有力的支持，推动整个行业朝着更安全、高效的方向发展。

### 参考文献

- [1]段士亮. 化工仪表选型中的材料兼容性分析与防腐技术探讨[J]. 2024 智慧施工与规划设计学术交流会议论文集:438-440.
- [2] 宋凯. 精细化工自动化仪表选型研究[J]. 现代制造技术与装备. 2024, 60(03):205-207.
- [3] 吕婷婷. 关于化工仪表防腐问题的研究[J]. 石化技术. 2024, 31(01):125-127.
- [4] 回良秋. 化工仪表阀高温高压寿命试验装置研制. 中国仪器仪表, 2024(06):61-64.
- [5] 王婕; 梁国华. 化工仪表防腐问题探究[J]. 广州化工, 2020(16):129-130.