

## ASME 与 RCC - M 相关核一级阀门规定的解析

庞秀伟

(哈电集团哈尔滨电站阀门有限公司, 哈尔滨 150046)

**摘要** 介绍了 ASME 与 RCC - M 标准核一级阀门的相关规定。对标准中材料、设计、制造、压力试验和超压保护等内容要求上的差异进行了分析。

**关键词** 核电站用阀; ASME; RCC - M; 核一级; 标准

中图分类号: TH134 文献标识码: A

## Valve requirements of ASME and RCC-M differences analysis in nuclear Class 1

PANG Xiu-wei

(Harbin HBC valve co. Ltd, Harbin 150046, China)

**Abstract:** This article describes the ASME and RCC-M standards in the nuclear Class 1 valve and analyzed the differences in the content requirements about materials, design, manufacturing, pressure test, overpressure protection.

**Key words:** nuclear plant valve; ASME; RCC-M; differences nuclear Class 1; standards

### 1 概述

核一级阀门是构成反应堆冷却剂压力边界的阀门,是核电站安全运行及安全停堆的关键设备,其失效会引起失水事故等极为严重的后果。因此在 RCC - M 第 1 卷 B 篇及 ASME 第 III 卷第 1 册 NB 分卷标准中专门为核一级阀门制定了一系列的规定,用于指导阀门原材料采购、设计和制造的质量控制,并建立了产品质量及使用信息反馈档案,将各系统阀门所存在的问题加以记载,及时处理、解决、改进和完善阀门结构,增加了可靠性,有效地保障了核电站系统的安全。最早的核电阀门标准为 ASME 制定于锅炉和压力容器规范第 III 卷。ASME 与 RCC - M 相关核一级阀门的规定有很多共同之处,但又各有特点,本文就 ASME 及 RCC - M 标准中有关核一级阀门从材料、设计、制造、检测、压力试验及超压保护等方面的不同要求作出对比和分析。

### 2 材料性能

#### (1) 材料要求

对于不同的阀门承压零件所选用的材料,ASME 规定材料的选取限制由设计技术规格书中给出,选

材范围相对较宽。RCC - M 中仅允许使用含氮量很少的低碳不锈钢作为承压材料,并且如阀门应用于反应堆冷却系统中,所选材料对 Co、Nb 及 Ta 等元素含量有所限制,因此对原材料化学分析要求的更高。

#### (2) 防腐性能

RCC - M 强制限定  $\delta$  铁素体含量为 5% ~ 15%。ASME 第 III 卷限定为最小 5FN。如果碳含量超过 0.035%,RCC - M 要求实施腐蚀性试验,ASME 无此项要求。

#### (3) 拉伸试验

对于阀体及内部承压件,RCC - M 规定材料除进行常温拉伸试验外,还要求在 300℃ 以上高温进行拉伸试验。ASME 则采用由典型加热确定建立的高温许用应力。设计因子作为未知和变化因素的补偿。从实施效果来看,ASME 方法是低成本的,但两者的结果是一样的。

#### (4) 冲击试验

RCC - M 冲击试验不考虑阀门口径、配管壁厚及材料的成分等因素,包括由于本身的高韧性而被

ASME 免除试验的材料,例如阀体材料选用奥氏体不锈钢时在 ASME 即豁免进行冲击试验。另外,当阀门连接管的公称厚度小于 5/8in. (15.875mm) 时,其所有承压件也免除进行冲击试验。

(5) 材料标识

在阀门承压件原材料进行入厂检查时,应特别注意其标识状态及内容。ASME 中规定在零件上应能追溯到炉批号、牌号及等级。RCC - M 只要求保证标识的唯一性,对热处理炉号和批号在零件上的显示未作要求。

3 设计制造

(1) 阀体内外拐角处及表面弯角

①在拐角区的承压边界外表面交会处的半径  $r_2$

(图 1)

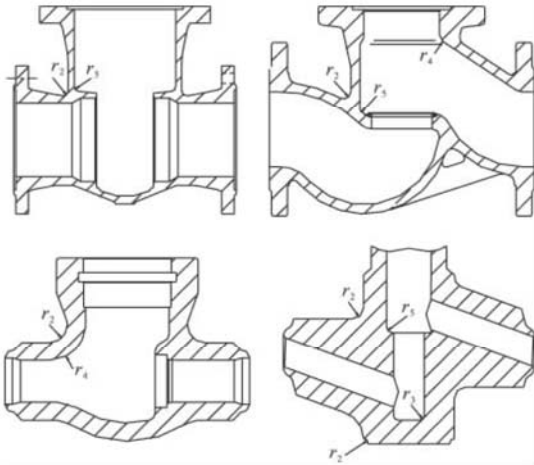


图 1 阀体内外拐角处及表面弯角

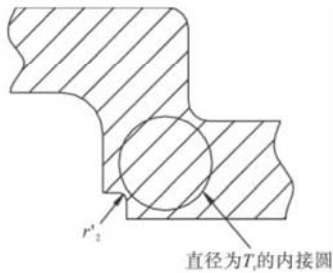


图 2 内接圆(直径为  $T_r$ )

ASME 规定  $r_2 \geq 0.3t_m$  ( $t_m$  为阀体最小壁厚)。

RCC - M 规定  $r_2 \geq 0.3T_r$  ( $T_r$  为内接圆直径,图 2)。

②图 1 所示外圆角半径  $r'_2$ , RCC - M 规定若该半径位于内接圆外侧,则没有限制,若该半径与内接圆相交,则  $r'_2 \geq 0.3T_r$ 。ASME 无该外圆角要求。

③ASME 与 RCC - M 均规定应避免尖角。当急剧不连续结构与流体介质相接触时,尖角应远离一

次或二次应力最大值的部位或者按图 3 进行形状的修改。圆角半径用  $r_3$  表示。ASME 规定  $r_3 \geq 0.05t_m$  或  $0.1h$  (取较大值)。RCC - M 规定  $r_3 \geq 0.1T_r$  或  $0.1h$  (取较大值)

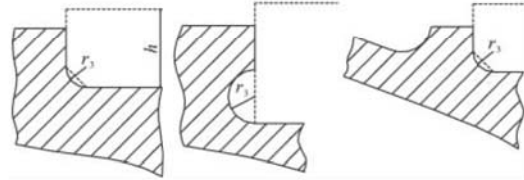


图 3 与流体介质接触的尖角结构

④拐角区内部圆角半径  $r_5$ , ASME 将其定义为与  $r_2$  一致,RCC - M 则要求  $r_5 \geq 0.2T_r$  即可。

(2) 焊接端壁厚

当阀门与管道采用对接焊时,ASME 规定在距焊接端  $2t_m$  处的阀体壁厚不应小于  $0.77t_m$ ,RCC - M 则规定在距焊接端  $1.33t_m$  处的阀体壁厚不应小于  $0.77t_m$ 。从该项要求分析,按 RCC - M 标准所设计的阀体支管处更为平缓。

(3) 运行工况

ASME 将设备工况分为 4 种,RCC - M 中则将设备工况分为 3 种(表 1)。

表 1 设备运行工况

基准工况	运行工况	试验工况
	第 2 类工况(同 ASME 正常与不正常状态)	
第 1 类工况 (ASME 中缺)	第 3 类工况(同 ASME 紧急工况)	(同 ASME 试验工况)
	第 4 类工况(同 ASME 事故工况)	

(4) 疲劳分析

RCC - M 在阀体疲劳性能分析方面比 ASME 精确很多,在 RCC - M B3553.5 中作了详细介绍,而 ASME 规范中仅给出总的使用指南。另外 RCC - M 提供了在几何不连续区的疲劳分析方法。ASME 规范只建议在传统的疲劳分析上加一疲劳强度系数,而该数值的选取由设计者判定。

(5) 应力分析

ASME 对于公称直径 2in. (50.8mm) 以上的阀门需进行应力计算,而 RCC - M 则提出对于 1in. (25.4mm) 以上的阀门均应进行应力计算。

(6) 压力 - 温度等级

对于壳体,ASME 标准中压力 - 温度等级的判定是根据其连接结构分别依据于 ANSI B16.34 的标准级与特殊级。而 RCC - M 规定 1 500 及 2 500

系列压力等级为标准阀门,对上述2项等级之外的阀门定义为非标准阀门,需使用线性插值法确定相应的压力等级和最小壁厚。

#### (7) 阀门零件

ASME与RCC-M均将阀瓣作为承压边界的一部分,ASME规定一次弯曲应力强度不应超过 $1.5S_m$ (设计应力强度值),而RCC-M规定一次薄膜应力加一次弯曲应力不超过 $1.5S_m$ 即可。但应对主回路系统边界的隔离阀阀瓣进行疲劳分析,以证明一次应力加二次应力的最大范围不超过 $3S_m$ 。此外阀杆、阀杆固定结构和其他受较大应力的阀门零件在RCC-M中要求进行疲劳分析,对阀杆还需进行抗失稳性分析。

#### (8) 机械加工

在阀门承压零件制造过程中,对原材料已在生产厂进行过无损检测的,ASME要求当零件表面机加工厚度超过 $1/8\text{in.}$ ( $3.175\text{mm}$ )或者该零件最小要求厚度的10%时,应重新进行磁粉或渗透检查,而RCC-M对此无要求。在制造过程中使用过渡管对接焊时,应对焊缝余高进行控制,ASME根据接管壁厚最大焊缝余高为 $5/16\text{in.}$ ( $7.938\text{mm}$ ),而在RCC-M中将焊缝余高最大控制在 $3/32\text{in.}$ ( $2.381\text{mm}$ )以内。

### 4 试验检查

#### (1) 试验内容

阀门水压试验时,ASME要求进行壳体强度试验及阀座密封试验。RCC-M除规定了壳体强度及阀座密封试验外,还要求进行壳体密封性能试验,以确保在内压下壳体及操纵机构的密封。另外,RCC-M将后阀座泄漏试验等作为非强制性要求。ASME规定 $4\text{in.}$ ( $101.6\text{mm}$ )以上阀门的水压试验均需由检验师现场见证进行, $4\text{in.}$ ( $101.6\text{mm}$ )以下的阀门水压试验则由证书持有者自行操作,不需由检验师进行见证。RCC-M中

规定阀门水压试验由负责检验的工业部门的管理代表出席作证。

#### (2) 压力表量程

对于阀门压力试验所选用的压力表量程,ASME规定其刻度范围为试验压力的 $1.5\sim 4$ 倍,而RCC-M的规定为 $1.5\sim 3$ 倍,并应保证最大刻度应尽可能接近试验压力的2倍。

#### (3) 超压保护

在安全阀、泄放阀选型排量计算时,需注意ASME中规定一个系统超压保护所需的排放量,至少应由2个压力泄放装置来保证,并且任何一个泄放装置的排放量不得小于最大容器装置的50%。在安全阀、泄放阀调试过程中,ASME标准对于安全阀、泄放阀及电磁阀的整定压力偏差、启闭压差等均提出严格要求。而RCC-M无上述内容要求。

#### (4) 数据报告

ASME通过授权核检查师(ANI)提高阀门在材料采购、设计、机加及试验等多方面的控制,RCC-M中没有此项要求。并且RCC-M对规范符号印记和需进行备案所填写的数据报告没有要求。

### 5 结语

在RCC-M-2007中增改了阀门水压强度试验、超压保护等内容,使RCC-M和ASME的核一级阀门规范在技术上更趋一致。但在具体细节方面上,还有很多不同。因此在核一级阀门在使用不同规范进行原材料采购、设计、制造、水压试验、蒸汽试验及填写数据报告时,需认真区别对待。

### 参 考 文 献

- (1) ASME-2010, BPVC-III 第1册 NB分卷(S).
- (2) RCCM-2007, 压水堆核岛机械设备设计和建造规则 第1卷 B篇 I级设备(S).
- (3) 机械部合肥通用机械研究所, 阀门(M). 北京: 机械工业出版社, 1994.
- (4) 陆培文. 阀门设计手册(M). 北京: 机械工业出版社, 2007.

(收稿日期: 2011. 12. 01)

## 书讯

《2008机电产品报价手册-阀门分册》——本书由机械工业信息研究院编,机械工业出版社出版发行。本书是中国阀门价格信息数据库2008年版的纸质出版物,产品价格信息由各单位自报,其内容包括产品名称、名称规格、主要技术参数及备注、参考价格、生产厂家、地址、邮政编码及电话等。书号: ISBN 978-7-111-21952-1, 定价135.00元/册。

每册加收书价10%的邮寄包装费,需要者,请与沈阳经济技术开发区开发大路15号沈阳阀门研究所科技开发信息中心的尹玉杰联系,邮编: 110142, 电话: 024-25653780。

E-mail: sfskxz@chinavalveinfo.net http://www.chinavalveinfo.net