

大管径薄壁不锈钢节点设计及施工技术

冉旭勇¹ 汤泽银² 黄晨³ 李魁⁴ 赵恒⁵ 李勤⁶
中建科工集团有限公司 重庆 400000

摘要：甲类存酒酒库一般属于爆炸性危险场所，当发生火灾或者有消防报警预警达到启动水喷雾系统条件时，自动启动水喷雾系统进行灭火。一般水喷雾系统可采用不锈钢或者镀锌钢管材质，相对于采用镀锌钢管，尤其是采用沟槽式卡箍连接的不锈钢管材更加美观，易于检修，未来应用情景较为广阔。根据某酒库项目成功的施工经验，介绍了一种大管径薄壁不锈钢节点设计及施工技术，整体成型观感较好，且有效解决了便于维修、检修和更换问题，施工可操作性较强。

关键词：大管径；薄壁；不锈钢；沟槽式；卡箍

1 前言

为了匹配白酒行业的飞速发展需求，越来越多的酒库工业建筑应运而生，因酒库的存酒特殊性，其消防配套系统的使用功能要求越来越高，而水喷雾系统作为消防配套系统的关键环节，其施工质量要求显得更加重要。

目前水喷雾系统小管径的管材采用不锈钢材质较多，大管径因工程造价原因使用薄壁钢管较少。

不锈钢管道连接方式一般有挤压式、螺纹式、法兰式、氩弧焊式和沟槽式。某项目水喷雾系统设计为公称尺寸DN200，壁厚3mm，系统工作压力等级为1.6MPa的304不锈钢管材，采用沟槽式卡箍连接方式。

2 工程概况

某项目总用地面积约为5.2万m²，总建筑面积10.5万m²，为甲类存酒仓库，建筑主要功能为全部采用陶坛存放酒精度小于60度白酒，共包含15栋酒库，单栋5层框架结构，每层共分为3个防火分区，单栋建筑面积约为7000m²。

水喷雾系统按液体火灾灭火设计，喷雾强度20L/min·m²，持续供给时间0.5小时，响应时间45S，最大防护区面积为373.98m²，系统的设计流量170.8L/S，建筑接入点最低工作压力0.65MPa。水喷雾系统设自动、远程手动控制和现场应急机械启动功能共三种启动装置，水喷雾系统工作原理图图1所示。

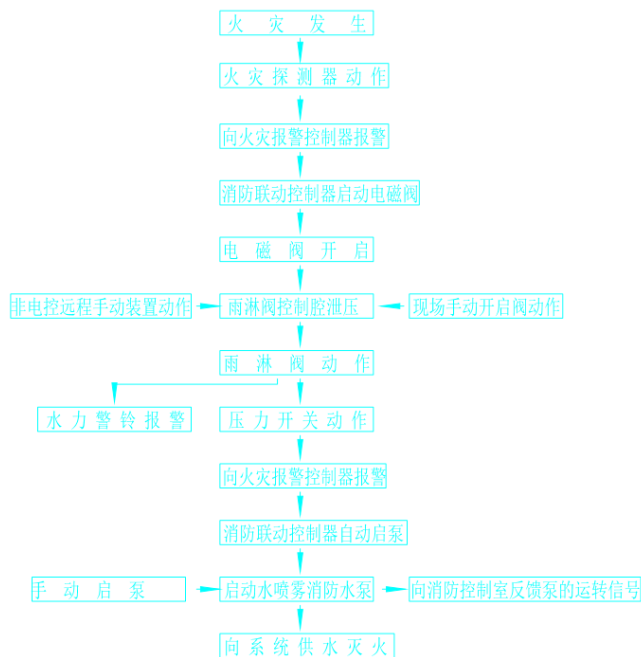


图1 水喷雾系统工作原理图

3 不锈钢节点设计

3.1 节点设计概述

根据某项目整体外观和使用功能（便于检修、更换，水喷雾系统主要的检修设备均需设置走廊上）需求，每层共设计3个防火分区，各防火分区均配置水喷雾系统，包含雨淋阀组、Y型过滤器末端支管等零部件。

整体水喷雾系统大致可分为两部分，水平向管道和竖向管道，水平向管道通过支架设置于走廊结构顶板，考虑到竖向管道上设计有雨淋阀组系统和Y型过滤器等，为便于操作雨淋阀组系统，故而上一层的室内水喷雾管道是通过竖向管道进行连接，并与下一层走廊的水平管道进行连接，见下图2所示；



图2 竖向管道雨淋阀组安装实景图

水平与水平管道节点连接、水平与竖向管道节点连接均采用沟槽式卡箍连接。卡箍、90°弯管、不锈钢管材等均为厂家成品材料。

3.2 节点设计要求

根据《薄壁不锈钢卡压式和沟槽式管件》5.3.1要求，不锈钢管件连接的沟槽基本尺寸要求见下图2和表1所示。卡箍件的具体尺寸要求见图3和表2所示。

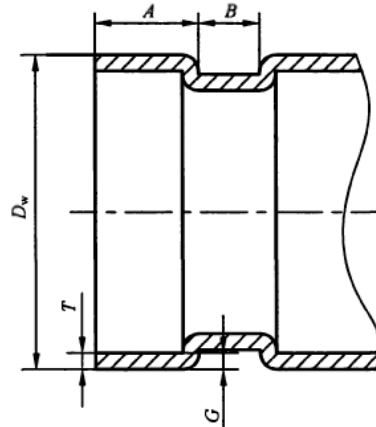


图3 沟槽结构图

表1 沟槽基本尺寸（单位：mm）

表 7 轧制沟槽基本尺寸

单位为毫米

公称尺寸 DN	基本尺寸				
	管外径 D_w	沟槽深度 $G_{+0.5}^0$	壁厚 T	$A \pm 0.5$	$B_{-0.5}^0$
125	133	3	2.5	16	9
150	159				
200	219		3	4	19
250	273	3.5	4	19	12.5
300	325				

注：管件壁厚的偏差为 $\pm 12.5\%T$ ；钢管壁厚的偏差为 $\pm 10\%T$ 。

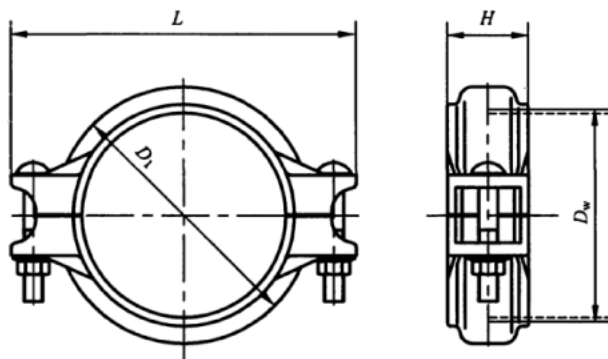


图4 卡箍件结构图

表2 卡箍件基本尺寸 (单位: mm)

公称尺寸 DN	管外径 D_w	螺栓尺寸	最大外形尺寸		
			D_1	L	H
125	133	M12×80	164	218	51
150	159	M16×95	190	260	51
200	219	M20×115	252	345	60
250	273	M20×125	306	354	62
300	325	M20×105	362	407	62

4 不锈钢节点施工

4.1 沟槽压制及切割设备选择

不锈钢管材滚槽机和空气等离子切割机设备的选择至关重要,因不同的设备其沟槽深度、沟槽位置成型角度及沟槽宽度均有偏差,主要体现在如图2中的沟槽宽度B位置成型转角是否为直角以及宽度A端的公称直径变化。转角的成型效果主要受滚槽机的压轮位置、结构压轮构造影响,公称直径变化是因为材料在沟槽压制过程中,如不采取有效措施,自由端A在切割过程中及压制过程中产生的变形和收缩导致最终的公称直径产生偏差,转角偏差过大和自由端公称直径偏差过大均会影响节点连接的牢固性,在动压情况下,尤其是在管材竖向走向和水平走向连接的90°转弯位置最终成为薄弱环节,严重情况下可能导致管件节点脱落,导致爆管。

针对上述情况,建议邀请不锈钢厂家对现场沟槽制作提供技术指导,并配备与之相适应的设备,可采用TWG-2型液压滚槽机和LGK-100空气等离子切割机,如下图4所示。



图5 不锈钢管等离子切割

4.2 不锈钢管道节点位置吊架施工

从结构受力角度分析,不锈钢节点位置为薄弱环节,故而在节点两侧均需增加吊架,尽量减少自重和动压等因素对节点的破坏。吊架材质可考虑采用镀锌角

钢,规格型号为L30*30*3及以上,具体型号可根据管材所受荷载情况通过计算予以确定。

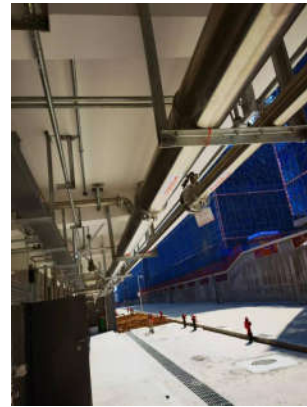


图6 现场吊架施工实景图

4.3 抗震支架设计及计算

根据设计要求,当消防管道管径≥DN65的水平管道,当采用吊架固定时,应设置抗震支撑,抗震支撑应与结构采用可靠锚固连接。



图7 抗震支架计算节点图

依据规范,1 DN200管道质量为: 68kg/m

侧向抗震支架地震水平力标准值:

$$F_{侧} = 0.5 \times 12 \times 68.0 \times 9.8 / 1000 = 3.998 \text{KN}$$

纵向抗震支架地震水平力标准值:

$$F_{纵} = 0.5 \times 24 \times 68.0 \times 9.8 / 1000 = 7.997 \text{KN}$$

地震水平力设计值

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{EH} S_{EHK}$$

其中荷载分项系数: $\gamma_G=1.2$; $\gamma_{EH}=1.3$;

N_1 为水平地震力荷载引起的抗震斜撑受力,

$$N_1 = \frac{S_1(2)}{\sin 45^\circ}$$

N_2 为水平地震力荷载引起的立杆受力,

$$N_2 = S_1(2)$$

侧向抗震支架地震水平力设计值:

$$S_1 = \gamma_{EH} S_{EHK} = 1.3 \times 4.00 = 5.20 \text{KN}$$

纵向抗震支架地震水平力标准值:

$$S_2 = \gamma_{EH} S_{EHK} = 1.3 \times 8.00 = 10.40 \text{KN}$$

故,侧向支架斜撑受力, $N_1 = S_1 / \sin 45^\circ = 5.20 / \sin 45^\circ = 7.35 \text{KN}$

侧向支架立杆受力, $N_2 = S_1 = 5.20 \text{KN}$

故,纵向支架斜撑受力, $N_1 = S_2 / \sin 45^\circ = 10.40 / \sin 45^\circ = 14.70 \text{KN}$

纵向支架立杆受力, $N_2 = S_2 = 10.40 \text{KN}$

表3 侧向支架受力校核

项目	配件名称	荷载 (KN)	受力数量 (个)	单个配件荷载 (KN)	配件受力容许值 (KN)	验收说明
斜撑	抗震连接件	7.35	1	7.35	16.0	满足
受力	C型槽钢	7.35	1	7.35	37.1	满足
立杆	C型槽钢	5.20	1	5.20	37.1	满足

表3 纵向支架受力校核

项目	配件名称	荷载 (KN)	受力数量 (个)	单个配件荷载 (KN)	配件受力容许值 (KN)	验收说明
斜撑	抗震连接件	14.70	1	14.70	16.0	满足
受力	C型槽钢	14.70	1	14.70	37.1	满足
立杆	C型槽钢	10.40	1	10.40	37.1	满足



图8 抗震支架施工实景图

4.4 节点设计及施工的几点建议

(1) 薄壁不锈钢管件随着管径越大,在整体工程概

算充足情况下,建议壁厚可比规范要求壁厚适当加大,以便增加管材的刚度。

(2) 采用沟槽式卡箍节点,绝大多数成品管件均为厂家制作,整体精度可控,考虑到现场实际情况,直管段多数均需现场对连接的端头进行滚槽,该环节对设备的型号、工艺参数等要求极高,切勿采用镀锌钢管的滚槽机及切割机来加工不锈钢管材,可考虑不锈钢管材生产厂家同步提供配套的滚槽机和等离子切割机,并对设备的参数进行调试,最大限度提高现场压槽端头施工质量。

(3) 沟槽式卡箍连接的不锈钢管材薄弱点一般位于管件转弯节点连接位置,在动压或者整体管道因有空气导致管道产生抖动情况下,对节点产生的伤害较大,因而建议对转弯节点两端的管道进行有效固定或者具备条件情况下增加伸缩节,最大限度减少对节点的破坏,避免漏水。

(4) 水喷雾系统启动或者启停时,整体的管道抖动较大,因而需严格按照厂家提供的操作流程进行操作,切勿随意更改,以免造成不必要的损失。

(5) 考虑到管道的抖动,竖向走向的管道需专项设计可靠连接,建议将受力传递到结构层,切勿传递到非承重墙体。

(6) 严格执行工序验收制度,特别是针对现场沟槽成型务必100%检测,验收通过符合规范要求后方可进行下道工序施工。

5 结语

不锈钢管件随着使用年限越久,越能体现其自身不易锈蚀、观感较好,刚度大等优点,在未来具有广阔的发展情景和运用空间。

通过某项目的实践运用,积累了大管径薄壁不锈钢节点的设计和施工经验,施工可操作性较强,同时相对于其他形式的节点,更加便于检修和更换,同时不锈钢压槽式卡箍连接节点安全可靠,绝大多数管件均采用工厂加工制作,施工质量易于控制,可为类似项目或者不锈钢管件施工提供一定的参考价值。

参考文献

[1]中华人民共和国城镇建设行业标准 CJ/T 152 2016 薄壁不锈钢卡压式和沟槽式管件.北京:中国标准出版社,2016.

[2]中华人民共和国国家标准 GB 50219-2014 水喷雾灭火系统技术规范.北京:中国计划出版社,2014.

[3]中华人民共和国国家标准 GB 50981-2014 建筑机电工程抗震设计规范.北京:中国建筑工业出版社,2015.