

轨道交通移动式淋雨设备方案设计

杨洋
(中车浦镇庞巴迪运输系统有限公司 安徽 芜湖 241000)

摘要:轨道交通车辆的水密性试验是一项例行试验,即每辆列车在出厂前都需要进行测试并合格。目前行业常用的淋雨方式是设立专门的淋雨台位或者淋雨车间,按车辆的长度和高度设置喷头的数量和距离,以达到喷水范围覆盖车辆全部检测面的要求。但是在某些情况下,不具备建设整车长度淋雨设备的条件,因此本文介绍了一种移动式淋雨设备的设计方案。

关键词:轨道交通;水密性测试;淋雨设备

1 方案设计背景

轨道交通行业常见的淋雨设备设置方式为固定式淋雨:即淋雨设备和待测试车辆均固定;或者淋雨设备固定,车辆以缓慢的速度进行移动。前者需要建造一个比测试车辆长的淋雨设备,后者只建造一段淋雨设备,通过车辆移动的方式完成全部位置测试。由于工艺流程的改动,需要在现有的生产流程中增加一个水密性测试工序,在已有的空间和条件下,需要制造一个移动式淋雨设备,即测试车辆位置固定,淋雨设备以相对缓慢的速度进行移动,完成整个车辆位置的测试。

一套完整的淋雨设备分为供水、喷淋、排水三个部分,如果使用循环供水方式,还包括回水部分。几种淋雨方式的供水和排水部分没有太大差别,本文重点探讨移动淋雨设备喷淋部分的方案设计。

2 方案设计

2.1 初始设计条件

受到设备建造位置空间限制,设备高度不超过 6m,两侧面喷嘴间距 4746mm,待测车辆长 13000mm,高 4600mm,宽 3200mm,侧面需要覆盖顶部往下 2600mm 范围。单次测试时间 1 小时左右。

2.2 设备参数需求确定

轨道车辆淋雨测试的主要参数为:距离、流量、压力、时间等。方案的设计参数需求来源公司某国际项目的水密性测试试验大纲,为了兼顾国内项目,同时也参考了铁路行业标准 TB/T 1802-2016 铁道车辆水密性试验方法,通过对两个输入的参数对比,相同参数选取较高的标准作为设备设计的参数。

2.3 方案计算

喷头与测试表面距离 $X=(\text{两侧喷头距离}-\text{待测车辆$

表 测试参数对比

主要参数	某国外项目要求	TB1802 要求	设备参数需求
喷头与测试表面距离 $X(\text{m})$	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5
喷头出水口压力 $P(\text{MPa})$	≥ 0.35	≥ 0.3	≥ 0.35
淋雨强度 $Y(\text{L}/\text{min}/\text{m}^2)$			
注: $1\text{L}/\text{min}/\text{m}^2=1\text{mm}/\text{min}$	≥ 12	$\geq 6\text{mm}/\text{min}$	≥ 12
每处淋雨时间 $t(\text{min})$	≥ 10	≥ 5	≥ 10
设备与测试物的相对移动速度 $V(\text{mm}/\text{s})$	无	≤ 30	≤ 30
喷头角度 $(^\circ)$	60	NA	60

宽度) $\div 2=(4746-3200)/2=773\text{mm}$,满足小于 1.5m 的要求。为了方便布置喷头,顶部喷头距离待测车辆顶部距离也按 773mm 设计,即顶部喷头距离地面的高度为 $4600\text{mm}+773\text{mm}=5373\text{mm}$ 。当喷头角度为 60° 时,喷头在车体侧面形成的圆形淋雨区域半径 $r=X\times\tan30^\circ=446.3\text{mm}$,单个喷头覆盖面积为 $\pi r^2=3.14\times446.32\approx0.625\text{m}^2$ 。

测试要求喷头能覆盖整个测试面,即喷头形成的圆之间没有间隙,相邻喷头覆盖情况见图 2。当喷头覆盖区域矩形 ABCD 面积最大时,即单个圆的内接矩形面积最大时,获得最优的布局方案。通过几何计算当圆的内接矩形为正方形时,获得最大覆盖面积,此时喷头间距离为 $\sqrt{2}r\approx632\text{mm}$ 。

已知设备喷头覆盖范围高度方向 $>2600\text{mm}$, $2600\div632\approx4.11$,即高度向喷头需要设置 5 组。单轨车辆同侧车门之间距离约 3 米,为保证淋雨设备在任意位置时都可以上下车辆,淋雨设备的喷淋宽度 $S<3\text{m}$,当测试时间 $T=10\text{min}+13000\div(S\div10\text{min})\approx60\text{min}$ 时, $S\approx2.6\text{m}$,满足 $<3\text{m}$ 的要求。 $2600\div632\approx4.11$,即车身长度喷头组数 4 组。车宽

方向 $3200\div632\approx5.06$,由于侧部喷头覆盖范围是高于车顶边缘(见图 3),侧部与顶部喷头在车顶边缘有重叠覆盖,因此车宽方向设置 5 组喷头即可。

此时设备移动速度 $v=2529\text{mm}/10\text{min}=4.215\text{mm}/\text{s}$,满足标准 $\leq 30\text{mm}/\text{s}$ 要求。运行时间 $T=10\text{min}+13000\text{mm}/4.215\text{mm}/$

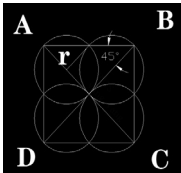


图 2 喷头覆盖示意图

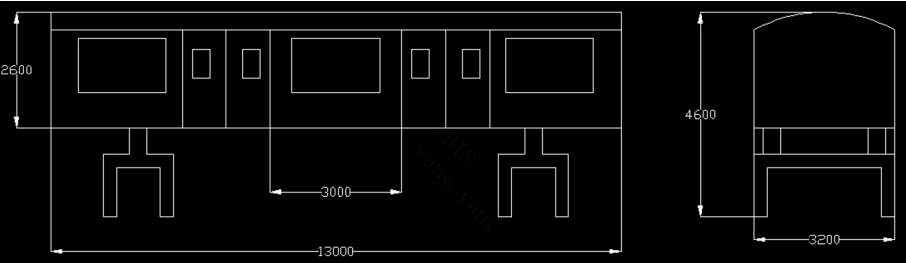


图 1 待测车辆尺寸示意图

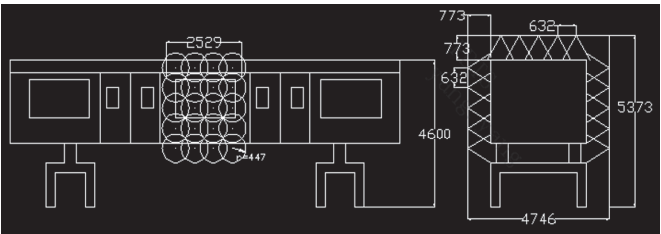


图 3 喷头布置示意图

$s=10\text{min}+51.4\text{min}=61.4\text{min}$ ，满足测试时间 1 小时左右的要求。

当淋雨强度 $Y \geq 12\text{L}/\text{m}^2/\text{min}$ 时，喷头流量 $Q \geq 0.625\text{m}^2 \times 12\text{L}/\text{m}^2/\text{min} = 7.51\text{L}/\text{min}$ 。通过查阅某厂家喷头参数（见图 4），选择了压力 0.35MPa 时流量约 8L/min 的喷头。

此时设备总流量为 $60 \times 8\text{L}/\text{min} = 480\text{L}/\text{min}$ ，即 $28.8\text{m}^3/\text{h}$ ，因此选择水泵采用 80ZX60-55 配变频电机，额定流量为 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 55m。

2.4 设备运行方式

本方案在最终的实施环节还包含了给排水、电气控制、结构设计、安防设计等方面。

系统通过 PLC 进行编程，设定运行速度和起止位置，喷水压力及流量通过压力传感器和流量计实时反馈至控制屏，并记录测试过程中的数据变化。

待测车辆摆放至定置位置后，测试人员只需要按下启动键，设备即可自动运行。当需要进行局部测试时也可以切换手动模式。

3 结语

本设计方案是基于铁标和客户需求进行设计，设备选型中选择变频电机也是考虑未来客户需求变化时设备的能力可以进行调整。相对常见的淋雨设备设计而言，本方案在不进行测试时，设备可移至一端，作为生产工位使用，减少厂房空间的浪费；测试过程中也可以进出待测车辆，方便人员操作；循环用水时水量需求小，对储水或补水要求低；缺点即耗时相对较长。在空间有限的情况下，此方案不失为一个较好的选择。

参考文献：

[1] TB/T 1802-2016, 铁道车辆水密性试验方法 [S].

喷嘴入口 NPT 或 BSP	喷 嘴 号										流量 大小	额定 喷嘴 孔径 (mm)	最大畅 通直径 (mm)	流量 (升/分)									
	标准型					墙上安装型																	
	(内) 接头	(外) 接头	★	(内) 接头	(外) 接头	(内) 接头	(外) 接头	(内) 接头	(外) 接头	(内) 接头				(外) 接头									
	YG	Y	YGG	YY	YYF	YGD	YD	YGGD	YGA	YGGA													
1/8	●		●			●		●			1	0.79	0.64	0.38	0.54	0.62	0.74	0.85	0.94	1.0	1.1	1.1	1.3
	●		●			●		●			1.5	1.2	0.64	0.49	0.57	0.81	0.93	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9
	●		●			●		●			2	1.2	1.0	0.65	0.76	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.6
	●		●			●		●			3	1.5	1.0	0.98	1.1	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.3	3.9
	●		●			●		●			3.5	1.6	1.3	1.1	1.3	1.9	2.2	2.6	3.0	3.3	3.6	3.9	4.5
	●		●			●		●			3.9	2.0	1.0	1.3	1.5	2.1	2.4	2.9	3.3	3.7	4.0	4.3	5.1
1/4	●		●			●		●			5	2.0	1.3	1.6	1.9	2.7	3.1	3.7	4.2	4.7	5.1	5.5	6.5
	●		●			●		●			6.1	2.3	1.3	2.0	2.3	3.3	3.8	4.5	5.2	5.7	6.2	6.7	7.9
	●		●			●		●			6.5	2.38	1.6	2.1	2.5	3.5	4.0	4.8	5.5	6.1	6.7	7.1	8.4
	●		●			●		●			10	2.8	1.6	3.3	3.8	5.4	6.2	7.4	8.5	9.4	10.2	11.0	13.0
	●		●			●		●			12.5	3.2	1.6	4.1	4.8	6.8	7.7	9.3	10.6	11.8	12.8	13.7	16.2
	●		●			●		●			9.5	2.6	2.4	3.1	3.6	5.1	5.9	7.1	8.1	8.9	9.7	10.4	12.3
3/8	●		●			●		●			15	3.6	2.4	4.9	5.7	8.1	9.3	11.2	12.7	14.1	15.4	16.5	19.4
	●		●			●		●			20	4.0	2.8	6.5	7.6	10.8	12.4	14.9	17.0	18.8	20	22	26
	●		●			●		●			22	4.5	2.8	7.2	8.4	11.9	13.6	16.4	18.7	21	23	24	28
	●		●			●		●															

图 4 喷头参数选型表

