

贝尔佐纳在水利工程中的应用

亓文海 王秀艳

(山东省调水工程运行维护中心棘洪滩泵站, 山东 青岛 250199)

摘要: 汽蚀对水利设备危害极大, 导致金属设备表面形成大量蜂窝或海绵状孔洞, 有的会大块脱落, 严重的会被汽蚀击穿; 同时水中的泥沙和其他杂质对水利设备的磨损也较为严重。被破坏的水利设备机械强度降低, 效率和性能严重下降, 密封被破坏, 影响通水安全运行。经过我多年的设备修补经验总结, 用贝尔佐纳高分子材料修补水利金属设备, 不仅强度高, 而且耐磨损, 抗汽蚀性能很强, 优于焊补和环氧树脂涂补。

关键词: 贝尔佐纳 R-金属 (1311) S-金属 (1321) 修补 固化

DOI: 10.12319/j.issn.2096-1200.2022.35.193

汽蚀使金属表面产生疲劳现象, 生成裂缝, 甚至导致金属剥落。当高压气泡破裂时, 生成微射波和冲击波, 对金属产生化学和电腐蚀。如果水中泥沙含量过多, 又会磨损过流部件。水利设备在汽蚀和磨损状态下长期运行, 会产生大量的蜂窝状孔洞, 有的设备会被汽蚀击穿。被汽蚀破坏的水泵叶轮机械强度降低, 性能严重下降, 不仅运行时有很大的震动和噪音, 而且导致水泵的流量、扬程、功率和效率迅速降低, 严重时甚至抽不出水。

叶片、叶轮外壳和大型阀门等铸铁件的的修理可用铸铁焊补、环氧树脂涂补和贝尔佐纳填充涂补等多种方式修复。但以我多年的施工和运行实践经验来看, 贝尔佐纳高分子材料修补的效果最好, 修复后的设备抗汽蚀和磨损性能最强。

一、贝尔佐纳高分子材料介绍

贝尔佐纳高分子材料耐腐蚀和磨损的性能很强。它的生产过程是在超高温的电炉和鼓风机里, 把硅粒和钢材气化, 迅速冷却形成很小的颗粒。固化后内部是钢/硅合金的硬度, 外部覆盖着一层金属玻璃。因此, 贝尔佐纳高分子材料坚硬耐磨, 还有强大的耐腐蚀性能。同时, 这种材料能与金属分子牢固的粘接在一起, 很难脱落。其中适合水利设备金属汽蚀修补的主要产品有3种:



R-金属 (1311), 基料为灰色的糊状材料, 具有优良的

耐化学性和结合到所有的金属和大多数其他刚性表面的特性。固化后表面毛糙, 用于底料, 和粘接面牢固粘接, 主要用于修复尺寸和填补坑面。



S-金属 (1321), 基料为涂料装, 由于较为稀薄, 故主要用于表面层, 涂刷在1311表面。S金属 (1321) 流平性很好, 固化后表面光滑, 使修补层具有耐磨耐腐蚀性, 能抵御汽蚀的渗透。



S-超滑金属 (1341), 基料为具有触变性的膏状物, 是一种双组分的高性能涂料系统, 它可以提高流体处理系统的效率, 确保金属免受冲刷性腐蚀的影响。表面光滑度是抛光不锈钢的15倍, 最薄厚度为0.3毫米。

二、施工案例介绍

亭口泵站是山东省调水工程运行维护中心的第四级泵站，改造前安装有四台18CJS-70型立式轴流泵。每次机组大修时，叶轮外壳和叶片都会有大面积的蜂窝状汽蚀孔，叶片底部有大片脱落，最大汽蚀面积900cm²，深度2cm。用R-金属（1311）、S-金属（1321）和S-金属（1341）修复，组装运行后，机组震动和噪音明显减小，恢复到规范要求范围内，调节不同叶片角度运行，水泵的流量增大，效率明显提高。平均运行到6000-15000小时后大修拆开叶轮外壳检查，80%贝尔佐纳S-金属（1321）和S-金属（1341）涂层完整，只要涂层破坏的地方蜂窝状汽蚀就较为严重，涂层完好的地方还是光滑的修复面。修补使用一年拆卸检查，表面基本完整，抗汽蚀性大大提高。下图为用贝尔佐纳修补后的叶片。



山东省调水工程运行维护中心烟台威海段的输水管道使用的DN1400蝶阀，由于开关阀门或调整阀门开度时，阀体、阀杆和碟板都有较严重汽蚀，形成大量麻点或成片的蜂窝状孔洞，特别是阀体和碟板的密封面一圈汽蚀最严重，这极大降低了阀门的机械强度，导致阀门密封不严漏水。我们用R-金属（1311）和S-金属（1321）修复，停水检修时发现85%的修复涂层完好，只有少量S1321涂层破坏的位置有蜂窝状汽蚀孔。

多次施工和使用经验证明贝尔佐纳高分子材料R-金属（1311）、S-金属（1321）和S-金属（1341）修补金属过流部件后，设备运行稳定，性能提高，抗汽蚀和磨损性能很强。实践效果好于焊补和环氧树脂涂补^[1]。

三、施工步骤和方法

（一）表面处理

先将被修补件表面用喷砂或钢丝砂轮机打磨干净，去掉锈斑污染层露出金属黑亮色（喷砂的标准），如用钢丝

砂轮机打磨蜂窝较深的地方可选用细长的钢丝头，插入打磨，直至露出金属黑亮色。然后用干净的毛刷蘸上丙酮或工业酒精等清洗剂，对修补处进行冲刷清洗，除掉铁屑杂物和油污，待干燥后立即进行修补。清理干净金属面不能再附着脏东西。因为金属表面的清洁度非常重要，只有保证金属黑亮色不被污染，才能使贝尔佐纳高分子材料和金属高度粘合。注意金属表面清理完后，必须在16小时内尽快施工，否则生锈后要重新打磨清理。如果空气湿度大，施工间隔时间要减少。

（二）配料注意事项

配料过程中，R金属和S金属要根据用量多少和施工速度适量调配，一次不能配料太多，这样容易导致在有效时间内不能及时用完而固化，产生浪费。配料和施工前前提前购买好各种型号的铲刀、刮板和塑料盘搅拌使用。一定要待修补工件的表面处理完全结束后进行施工。配料时将基料和固化剂按特定比例（每组料均按比例包装的，固化剂加少了会延长固化时间，加的太少有不固化的可能；固化剂加多了会缩短固化时间，往往还没有施工完就已经固化无法使用）分别将两种料放在干净的容器或塑料板上充分调匀，成一色后方可使用，在不同的温度下，调好的配料必须在规定时间内用完，超过规定时间就会发热固化。在温度低于5℃混合时，为使混合容易，可将基料与固化剂各自加热至20℃~25℃后再进行混合^[2]。

（三）R-金属（1311）的施工

1.配料

先取出一小部分R-金属（1311），按体积比例基料：固化剂=3：1混合均匀。混合的配料要尽快在要求的时间内施工，温度对应的施工时间表如下：

温度 ℃	5	10	15	20	25	30
施工时间 min	35		25		15	

2.注意事项

（1）用刮刀直接将R-金属（1311）刮在被修复的表面。如被修复表面汽蚀孔太深，不能一次修复到位，必须分多次多层修复。

（2）在蜂窝状金属表面必须用力压入R-金属（1311），保证空隙中填满配料，没有多余的空隙。

（3）施工完成后用丙酮或酒精清洗所有工具。

3.多层施工

当要修补的孔洞较深时第一次施工填满压实底层孔洞即可，因为一次性修补块状太大附着不紧密，容易脱落。

涂抹第二层时必须保证第一层既不能太软，又不能固化（施工温度20℃时小于2小时），只有这样，才能保证两层材料的高度粘合。如果第一层施工后超过上述时间开始固化，必须把表面打毛，然后涂覆下一层贝尔佐纳R-金属（1311），在最后一层涂覆时，必须刮压出所需的外形和尺寸。

4.固化时间

温度 ℃	5	10	15	20	25	30
搬运或使用时间 h	4	3	2.25	1.75	1	0.75
机加工或轻负荷 h	6	4	3	2	1.2	1
满负荷或热负荷 h	96	48	36	24	20	16

达到表格中的时间后金属（1311）固化，检查确认后即可对表面进行加工，磨削至设备的设计外形和尺寸。

（四）S-金属（1321）的施工

1.配料

取出一小部分S-金属（1321），按体积比例基料：固化剂=4：1混合均匀。施工时间如下图：

温度 ℃	5	15	25
施工时间 min	120	60	30

2.注意事项

（1）在气温15-25℃时，在R-金属（1311）施工后2小时内进行涂覆，需固化到用手指甲压不出痕迹又不能完全硬化才可以涂覆S-金属（1321），其间不需做任何表面处理。

（2）如超过2小时并已经固化，必须将贝尔佐纳R金属（1311）打毛，然后再进行贝尔佐纳S-金属（1321）施工。

3.施工方法：

（1）用刮刀或毛刷把S-金属（1321）涂覆于已清理的金属表面，由于S-金属（1321）粘度较高，涂刷时可以用剪掉一半的毛刷（有一定硬度），这样可是保证施工方便，涂层厚度均匀。

（2）为保证防气蚀性能，S-金属（1321）可涂两遍，在第一层施工完毕后应尽快进行第二层施工，第二层施工时应在第一层施工完毕后不超过6小时的间内，等第一层稍有凝固，但还有一定粘度时进行。如第一层施工后已超过6小时，必须在第一层表面打毛后方能进行第二次施工。施工完毕后，用丙酮或酒精清洗施工工具。

4.固化时间

在相应温度条件下，S-金属（1321）固化时间如下：

温度 ℃	5	10	15	20	25	30
施工时间h	12	8	5.5	4	3.5	2
机加工时间 min	18	12	9	6	4.5	3
负载或浸水(天)	7	3	2	1.5	1	0.75

（五）S-金属（1341）的施工

S-超滑金属（1341）体积配比基料：固化剂=3：1，施工方法和工艺与S-金属（1321）相似，它的主要作用是抗汽蚀性能强于S-金属（1321），在水质较好，水中泥沙含量少的环境中作为表面的覆盖层使用。也可作为保护层覆盖在S-金属（1321）层的上面，这样的施工面相当于加了2个保护层，抗汽蚀性能非常强，达到大修周期的设备的抗汽蚀率可达到90%。但由于S-超滑金属（1341）的价格远高于S-金属（1321），所以水利施工中较少使用。

（六）小结

为了保证贝尔佐纳高分子材料的施工质量，以下情况尽量不施工：

- （1）施工环境的相对湿度大于90%或者温度低于5℃
- （2）施工天气恶劣，如雨雪雾天气等
- （3）金属表面不干燥

如果发生上面的情况，却必须要施工，可以选择在现场用高功率的加热灯烘烤。

修补完成后检查固化情况可以通过敲打的声音来作为最后的检查，固化与未固化部分有声音的区别，如果修补层过厚，为了安全起见可延长固化时间。修补密封结合面时，涂抹和打磨S-金属（1311）时一定要考虑和密封圈的配合，不能涂抹太多，同时S-金属（1321）一定要把S-金属（1311）覆盖严密。

参考文献

- [1]李振坡.贝尔佐纳高分子材料修复水轮发电机主轴密封衬套技术在生产中的应用[J].中国新技术新产品,2009(12):56-57.
- [2]刘小云.贝尔佐纳在灯泡贯流式机组主轴密封衬套修复中的应用[C].甘肃省水力发电工程学会、广东省水力发电工程学会、湖南省水力发电工程学会2010年水电站机电技术研讨会.2010.