



编者按:时光荏苒,岁月如歌。回首往昔,《现代涂料与涂装》已走过了三十载的漫漫征程。三十年间,本刊与时代的脉搏同频共振,见证着涂料与涂装的变迁与发展。三十年,是一段历史的沉淀,是一场技术的传承,更是一代又一代人坚守与奋进的见证。在此之际,本刊特设“纪念创刊三十周年”专栏,邀请行业前辈专家,从不同角度总结涂料与涂装技术的发展与进步。本期首先推出齐祥安老师的《四十八年的涂装感想》。齐老师是杰出的涂装专家,他执着坚韧,用自己的激情和奉献为中国的涂装事业开辟道路。

四十八年的涂装感想

——涂料、涂装与腐蚀防护的认知与实施

■ 齐祥安

作者简介:齐祥安(1955—),男,教授级高工,高级技术专家,1982年毕业于湖南大学金属腐蚀及防护专业,现为上海三一重机股份有限公司高级技术专家。曾在机械部设计研究总院、中国重型汽车集团公司、中国中元兴华工程公司、机械工业规划研究院、清华同方威视技术股份有限公司、三一集团重工股份有限公司、上海三一重机股份有限公司担任涂装设计、涂装技术研究及管理职务。《现代涂料与涂装》编委会副主任委员,《涂料工业》编委,中国涂料工业协会专家委员会委员,中国表面工程协会涂装分会副理事长,中国设备协会涂装中心副理事长,TC5/SC6标委会副主任委员。主持、组织、参与与涂装、腐蚀防护相关的工程设计项目60多项,科研课题6项,专利5项;编著出版《涂装系统分析与质量控制》《机电产品设计与腐蚀防护技术》《绿色工程机械涂料与涂装技术》《机械工程师防锈封存手册》等涂装相关书籍,并在全国性杂志发表论文50余篇;参加编制、修订国家标准10多项,制修订企业标准50多项。



值此《现代涂料涂装》杂志创刊30周年之际,非常高兴受编辑部领导的邀请撰写此文,以表示纪念之情。掐指一算,到2025年,我从事这项“非机械、非化工”的跨学科的涂装技术的学习与工作已经有48个年头。要说感想,确实非常多。使我印象最深的就是:可能别的专业技术不像涂装这样奇特,几乎每个人都可以说出个一二,但是很少有人能把它讲明白。“横看成岭侧成峰,远近高低各不同”,对于涂装技术的看法,因人而异,争论频发。有时参加解决某个涂料或涂装问题方面的会议,感觉就像小学生、中学生、大学生、研究生、博士生、教授等同时在一个课堂,共同做一道题目,各种奇葩现象和观点纷纷呈现……,不能武断地说谁的对错,但这个问题确实需要我们进行认真地思考。

48年来,我从事过涂装行业内的各种各样的工作,从国内到国外的涂装工作,从设计院的涂装工厂规划设计到涂装生产线承包,从集团涂装管理到车间涂装生产线的管理,从涂装生产的现状维护到新材料新设备新工艺等的研究开发,感觉有很多东西要讲,在此选择几个有争议的敏感问题,谈谈自己的感想,抛砖引玉,供大家参考。

1 关于对涂料、涂装与腐蚀防护的认知与实施的问题

1.1 “三分涂料,七分涂装”说法的探讨

1.1.1 一般认知

“三分涂料,七分涂装”(或者“三分材料,七分施工”)这句话在各种各样的大会小会上,经常被听到。其本意是涂料本身只占整个涂装质量的 30%,而施工过程则占到了 70%。并且有人利用层次分析法,通过构建判断矩阵,证明涂料质量与施工质量对涂层质量的影响比约为 27:73。因此,“三分涂料,七分涂装”这句话,强调了涂装在整个过程中的重要性。

1.1.2 最新认知

1)在实际工作中确实很难定量做到三、七分。如果这是在说涂料和涂装分别对涂层质量的影响程度的话,我们目前实际上并没有做到对涂装的“七分”重视。不少做涂料的企业或研究部门,包括进行涂装的企业,由于种种原因,没有或者不能认真仔细地研究关于涂装的各种问题。同时,这句话成了涂装质量不好时,责任划分的一个托词。实际上,涂装质量出现问题时,有不少使用涂料的甲方并不认可三、七分,最后还是涂料供应商(乙方)常常受到不应该有的或不公正、不客观的“待遇”。

2)“三分涂料,七分涂装”的说法,并未包括被涂装产品的腐蚀防护设计、涂层体系设计、储存运输、安装调试、使用维护过程的内容,且更未涉及到企业涂装管理等方面,但是,这几个方面确实是严重影响涂装技术/质量的重要因素。

因此,此说并不能全面解释涂装技术和质量方面出现的问题,不能简单地去讲“三分涂料,七分涂装”。

涂装技术及涂装质量的问题,看起来很简单,但实际上确实是一个非常复杂的问题。要应用涂装系统理论来理解这个问题,即,用涂装系统理论的“五阶段(设计阶段、制造阶段、储运阶段、安调阶段、使用阶段)、五要素(涂装材料、涂装设备、涂装环境、涂装工艺、涂装管理)、三层次(低等层次、中等层次、高等层次),进行分析。如想了解详细内容,请阅读《涂装系统分析与质量控制》。

1.2 如何确立涂料技术指标?

使用涂料的厂家即涂装企业,需要涂料进行涂装时,要向涂料供应商采购,涂料供应商就需要涂料的各项技术指标(参数);各项技术指标从哪里来?有的是根据自己或别人的经验,有的可能是“拍脑袋”……;这里边就有一个对“涂料、涂层体系设计与被涂装产品的腐蚀防护”认知问题。

1)涂料及涂装的技术指标(参数)的内容应该包括:①涂料的有害物质限量、消防及劳保的要求;②涂料原液技术指标要求;③涂料施工(涂装)性能技术指标;④涂层体系(复合涂层)性能技术指标等。这些技术指标有很多,少的十几个,多的可以达到几十个指标,在此不再细分及叙述。

2)上述涂料及涂装的技术指标(参数)应该是涂层体系设计的结果。一般情况下,产品设计应该包括腐蚀防护、装饰性、标识性及特殊性能的设计,也就是涂层体系的设计。有不少企业产品设计部门,根本就不进行涂层体系的设计,直接推给工艺部门;而有的工艺部门,也不进行任何形式的涂层体系设计,这样如何才能保证涂料涂装技术参数的可靠性和准确性呢?具体内容请参照《机电产品设计与腐蚀防护技术》一书。

3)腐蚀/老化调查的方式及方法,需要进行改善。

试板的强化(加速)试验是涂料涂装行业常用的试验方法,但是,人工环境下的加速试验检测数据与实际环境差距较大;电化学仪器快速测量的涂层数据及应用,有局限性且有的方法尚未成熟用于产品涂层体系的检测判定;自然使用过程的腐蚀老化状态调查,时间长、跟踪难,费用高,环境复杂,尽管这样,对于涂层体系设计及质量跟踪方面,目前还是最常用的方法之一。

对于产品在自然使用过程的腐蚀老化状态的调查(客户终端),存在问题:①及时性不够(反馈速度缓慢)。腐蚀、老化是动态的,如果没有及时的反馈,涂层体系的腐蚀老化状态就不能及时得到确认;②代表性差(取样方式

与覆盖范围不好)。如果一个产品产量较大,市场销售范围分散,它所跨越的腐蚀环境就很复杂,只看一个地区、几个产品的腐蚀老化状态,就不能代表实际情况;③调查方法及手段匮乏。只是用肉眼观察或只用照片,不能真实反映涂层体系腐蚀老化的状态。要对产品的不同部位进行细分,同时使用光泽计、色差仪等仪器进行测量,进行量化的描述,才能更好反馈腐蚀老化的数据。更需要使用大数据及智能化的仪器设备进行监控,“定期终端现场调研(涂装工程师定期到终端现场检测调研)+手机动态快速收集(技服工程师使用手机软件快速反馈客户端的涂装质量问题)”,这样的腐蚀老化反馈模式,加上将反馈的数据进行系统分析并找出问题的根源,形成涂层体系设计所需要的技术参数,使“信息收集→统计分析→指标确定”,更快速、全面、准确。

1.3 如何选择涂料及其供应商?

1.3.1 常见选择方法存在的问题

涂料及供应商的选择,对于涂装工程技术人员及涂装厂家来讲,是一个非常重要但也是解决起来难度非常大的问题。常见选择方式的对比分析如表1所列。

表1 常见选择涂料及其供应商方式对比

常见类型	存在问题	说明
行政领导直接决定 (或者管理领导投票表决或领导集体研究)	有很大风险,行政领导只是听听汇报或者供应商单方面宣传、拍胸脯,技术数据不充分,往往按个别供应商的思路去做	非专业人的投票,不能反映出涂料涂装专业技术水平,对今后的耐久性有很大隐患
涂装技术人员照搬别人的经验 (别人用什么我就用什么)	影响涂装质量的因素很复杂,五阶段、五要素、三层次,且每个企业都有自己的现实问题和限制条件,无法变成完全一样	完全相同的涂装系统是不存在的
涂装技术人员只进行试板试验一种 (或者其他试验的一种)	各种试验方法都有其局限性;如果同时使用很多试验方法进行验证,人、财、物、时间上都不允许	不能反映涂装系统的方方面面

1.3.2 “五步法”及实施注意事项

我根据涂装系统理论和多年的实践经验,归纳整理出“五步法及实施原则”,较好地解决了这一难题。“五步法”主要包括:1)涂层体系设计及初步试验(按照既定流程进行设计及试验);2)试片涂覆制作及检测(使用涂装企业的材料并在其涂装生产线上按照双方商定的工艺进行);3)自制件涂装试验(使用涂装企业的5~10个工件,在其生产线上检验涂装五要素适应性);4)小批量试制(试制100~150件,检验自制、外协、质保、商务等涂装体系的可靠性、稳定性,并跟踪自然或加速的腐蚀老化结果);5)生产正式切换(根据各级领导及部门的审核批准进行切换)。

实施“五步法”需要注意如下有关问题。

第一步:涂层体系设计及初步试验,按照既定流程进行设计及试验。

第二步:涂料试板/试件制作及测试的有关问题

1)单涂层只能反馈涂层体系某一层的涂料性能。企业产品最终需要的是复合涂层的综合性能,而不是某一个涂层的性能。所以与企业产品相同的涂层体系,即复合涂层,是企业需要的涂层试验对象,而不是单涂层。

2)涂层膜厚不同,其各项性能也不完全相同,所以与企业涂装系统相同的涂层膜厚,是企业需要的涂层试验方法。

3)企业标准一般是在行业标准、国家标准等众多标准的基础上建立的,更符合企业产品的要求,所以依照本企业标准来检测更能衡量复合涂层的性能。

4)生产现场提供的板材,更能体现出被测涂料与涂装产品的配套性。所以制作试板的材料应该选择涂装生产现场提供的板材。

5)涂装现场随线喷涂制作试板,才能达到与喷涂生产线同步,减小误差,确认涂料性能是否适合涂装生产线。所以涂装现场随线喷涂制作试板是企业需要的试板制作方法,而非实验室制作试板或将涂料送第三方制板检测的方式。

6)选择第三方检测更具有客观性,其可信度更高,明显优于本公司检测。

第三步:涂料涂装零部件试验的有关问题

试板试验只能进行简单的试验,不能代表复杂的工件,无法显示“五要素”的影响。对几套自制件(零部件)进行涂装试验:检测涂料的施工性能、涂装生产设备及组织实施的适应性,初步测试涂料耗量、能耗以及涂装成本。

第四步:涂装小批量生产试验的有关问题

进行50~100台套被涂装产品的批量试生产,检验涂料对被涂装产品的各内外协厂、生产组织管理体系的适应性。同时对涂料及涂层体系配套性、涂装设备的适应性/通过性、涂装环境(设备外)适应性、工艺的合理性、管理的有效性,进行详细的测试和判定。另外,需要将实际整机放入不同终端使用环境,进行跟踪检测,判定其耐久性等指标。

第五步:涂装大批量切换(正式生产)

正式切换:根据试验结果,编写试验报告,请上级各部门审核、批准,选择适当时机进行全面切换。

1)涂料及涂层体系:在切换之前,已经进行过4个步骤的试验,也就是说,已有的涂料及涂层体系经过了各种试验、检验,生产过程中的调整,只能是“微调”,对于配方是不能进行变更的;如果进行变更,必须重新进行试验。

2)涂装设备:不同涂料对于涂装设备的有一定要求(特别是前处理设备、供调喷设备),涂装设备的优劣决定切换的顺利程度,特别是调湿调温方面。已有的旧的涂装生产线有各种各样的问题(如流平时间、烘干时间等)要根据需要及时进行调整、修复。

3)涂装环境:环境湿度、温度等因素对涂料是有影响的,需要重视。对于非密闭涂装车间,需要根据不同的环境条件,实施“露点管理”。如,刚进入涂装车间的工件和隔夜的工件,需要经常检测环境湿度、温度,检测工件表面温度,保证工件表面温度大于露点温度3℃以上。

4)涂装工艺:切换过程中,及时修订涂装作业指导书及要领书、质量检验基准书及相关标准;严格执行工艺文件,坚决制止随意更改生产节拍(生产线速度)及涂覆工序的行为;准确理解切换标准(如,一次下线合格率等)。切换过程中,涂层质量可能会发生波动,要及时调整工艺。

5)涂装管理:涂料的切换,重要的是领导及管理人员观念的切换,如,对涂料涂装的不适应;管理意识跟不上工艺、生产线的变化。需要系统统一规划,各部门各司其职,涂料切换不仅仅是涂装工程师的工作;根据涂装技术的成熟程度及生产任务的轻重缓急,选择恰当的切换的时机;涂料供应商要改善技术交流与技服方法,使用检测数据及试验事实证明问题在涂料或涂装的哪一方面;在公司做好各种涂装喷涂试验,最好现场一次成功,不要超过3次,不要把生产线当做实验室使用;避免与涂装企业的生产发生冲突;适应涂装企业的文化及运作模式。

在“五步法”的实施过程中,要按照一定的“实施原则”进行,贯彻公开(参与的各供应商试验公开)、透明(各供应商均可知道试验数据)、公正(公布最终结果的理由)。正因有了“五步法”及实施原则提供的有力保障,我们在溶剂型涂料涂装升级换代、水性涂料涂装、“干碰干”粉末涂料涂装等诸多重大项目中,进展顺利、成果显著。

(精彩后续:2.涂装设备与涂装生产线设计与实施问题;3.涂装环境与涂装车间规划设计问题;4.涂装工艺究竟是什么?5.涂装管理的痛点在哪里?)