

## 水性多组分涂料的施工新方法

随着人们对环保意识的重视，水性涂料越来越受欢迎，而要得到满意的涂装效果，必须要有完善的施工方法。本文从制备水性多组分涂料组成物的预混合体及各种原材料、颜料、有机溶剂、憎水性游离多异氰酸酯、基料、交联组分、涂料用助剂和仪器的选择等作了详尽的阐述，并举实例作了说明。

水性多组分涂料组成物特别是水性双组分涂料组成物是在施工前配制，使两种或两种以上分别贮存的组分以一定比例预混合。预混合比例取决于水性多组分涂料组成物的交联反应化学当量，这些组分，即基料和交联剂应分别贮存以防止发生预雾化交联反应。

施工过程具体而言，包括下列步骤：

- a) 制备含有至少两种组分(优选双组分)的水性多组分涂料组成物的预混合体，根据需要可加入水；
- b) 使用至少一个喷杯边缘线速度范围  $10000\sim 25000\text{m/min}$  的高速旋转雾化器，使预混合物高速旋转雾化；
- c) 将雾化好的预混合物施工于底材上。

“预混合物”是指准备要施工的水性多组分涂料组成物的混合物，它在加入旋转雾化器时均匀程度相对较低，并且仅指刚进入旋转雾化器的混合物，不是指已进入旋转雾化器的旋杯中的相同的混合物。

预混合物施工于底材采用高速旋转雾化器，较好的是采用静电高速旋转雾化器。如果采用静电方法，水性多组分涂料组成物可以通过高速旋杯直接带电的方法，也可以采用间接带电方法。预混合水性多组分涂料组成物施工于底材(如汽车车身或零部件)可用一道或多道施工，高速旋转雾化器运动可以采用自动控制仪器，或者可以利用涂装机器人涂装于底材表面。

高速旋转雾化器(例如传统的适用于液态涂料涂装的旋杯)，由金属制成(如铝、钛或精制钢)，雾化器的圆形旋杯锐边直径为  $5\sim 12\text{cm}$ 。旋杯锐边可以是锯齿状的也可不是，但较好的是锯齿状的，更好的是直条形、十字形或斜纹形锯齿状的。

旋杯边缘的线速度范围  $10000\sim 25000\text{m/min}$ ，这是指如果旋杯边缘直径  $6.5\text{cm}$ ，转速范围为  $5000\sim 12000\text{rpm}$ ；如果喷雾直径较低，则转速较高，反之亦然。在各种情况下，旋杯边缘线速度  $10000\sim 25000\text{m/min}$  时，通常要比常用于水性多组分涂料组成物的值高  $10\%\sim 150\%$ 。旋杯边缘的线速度越高，得到的涂膜的外观越好，流平性越好，光泽越高。即使水性多组分涂料组成物预混合时并未使用特殊的混合方法如机械混合机，也无影响。

对每个调整旋转雾化器，水性多组分涂料组成物的流率范围为  $50\sim 500\text{mL/min}$ 。此外，操作时使用大流量空气的高速旋转雾化中常用的整形气体比较有利，例如对每个高速旋转雾化器为  $100\sim 350\text{L/min}$ 。

多组分涂料组成物在施工前的预混合无须特殊的混合设备，水性分散体系在旋杯中时和/或到达底材的过程中和/或与底材接触时等都可以得到高效分散，已预混合的水性多组分涂料组成物的各组分可以进一步分散，这样可以得到好的涂膜质量特别是光学表面质

量。

这种新的施工方法特别适用于制备汽车 OEM 涂料，如水性二道浆、本色和/或特殊效应水性底色漆，特别是水性面漆或水性清漆的施工。

水性多组分底色漆组成物施工干膜厚约 10~50 $\mu\text{m}$ ，膜厚取决于所需的色调(即遮盖力差的颜色需高的膜厚，反之亦然)，一般水性多组分清漆面漆组成物施工干膜约为 30~60 $\mu\text{m}$ 。施工好的水性多组分涂料组成物可以在 160 $^{\circ}\text{C}$  以下烘烤固化，较好的烘烤温度 60~160 $^{\circ}\text{C}$ 。

在汽车涂料生产线上，含有水性多组分涂料组成物的水性多组分底色漆施工于已用电泳底漆涂装好的汽车车身表面。在电泳涂膜上还可涂装二道浆层，在喷涂完后，可以在涂装清漆前干燥或烘干。但较好的施工法为采用湿碰湿工艺(即在 20~80 $^{\circ}\text{C}$  闪干)，水性底色漆层上涂装清漆，干膜厚约 30~60 $\mu\text{m}$ ，上述清漆在烘烤温度为 60~160 $^{\circ}\text{C}$  一起烘干。

水性多组分涂料组成物较好的用于制备多涂层涂膜的最外层清漆。水性清漆施工于已涂装有本色或特殊效应涂层的单涂层或多涂层表面，然后烘烤。例如以湿碰湿方法施工得到水性多组分涂料组成物的水性清漆层，水性底色漆层最好要有一闪干过程，如在 20~80 $^{\circ}\text{C}$  闪干，然后两涂层一起烘干。例如在汽车生产涂装线上，两涂层烘烤温度范围 60~160 $^{\circ}\text{C}$  闪干，较好的 80~160 $^{\circ}\text{C}$ 。

水性多组分涂料组成物，其特征为最初各组分分别贮存，可以分别含有下列各种体系中的一种，包括：(a)至少一种水性组分及至少一种非水性组分；(b)至少两种水性组分，不含非水性组分；(c)至少两种非水性组分、水及不含水性组分，但较好的是体系(a)。

在(a)及(b)情况下的水性多组分涂料组成物制备过程中，如必要可以加入水，以得到所需的固含量或黏度。但是在体系(a)及(b)中，加入的水不作为水性多组分涂料组成物的组分之一。在三种体系(a)、(b)及(c)中，加入的水量不能与水性组分混淆。

在含有组分如(a)及(b)中所述的水性多组分涂料组成物中，水性组分可以是水溶性的或外加乳化剂分散或通过引入合适的亲水基团含量而进行自分散。这种亲水性基团包括非离子型亲水基团(如聚氧烷烯基团：聚氧乙烯聚氧丙烯基)和离子型亲水基团，离子型亲水基团又包括阳离子型和阴离子型，但较好的是阴离子型。阳离子基团(例如季铵盐基团或碱性基团)加酸中和，所用的酸有甲酸、乙酸、乳酸等。阴离子基团(例如酸性基团)加碱中和，所用的碱有胺或氨基醇等。

水性多组分涂料组成物中含有基料(如阳离子稳定基料和阴离子稳定基料)，溶解于水中或以水性分散体形式存在。适用的阳离子稳定基料中每 100g 树脂固体中含有 8~450 毫当量的阳离子基团或可转变成阳离子基的基团。适用的阴离子稳定基料中每 100g 树脂固体含有 5~400 毫当量的阴离子基团或可转变成阴离子基的基团，例如羧基，则酸值为 5~200mgKOH/g。

水性多组分涂料组成物中，除了基料含有活性基团外，还可含有交联剂，也可含有活性基团，它与基料中的活性基团反应。这种基料与交联剂组分的混合物体系包括环氧官能组分与含有伯或仲胺基的组分的混合物；环氧官能组分及含羧基组分的混合物；含羟基组分与含多异氰酸酯组分的混合物等。较好的是水性双组分聚氨酯涂料组成物，它是以羟基官能基料组分为主，与多异氰酸酯交联组分混合制备，较好地采用非水性多异氰酸酯固化剂。当然，定义哪个为基料组分，哪个为交联剂，纯粹是概念问题，通常用量较

高的组分为基料，用量少的为交联剂。

适用的交联组分优选憎水性组分，但可以选用任何常用的交联剂。含有游离异氰酸酯基的交联组分可以产生亲水性，如通过在多异氰酸酯分子中引入离子基或聚氧乙烯基链段。但多异氰酸酯交联剂，常用于某些特殊的用途，如用于汽车 OEM 涂料时，水性双组分聚氨酯涂料组成物中使用憎水性多异氰酸酯交联剂为固化剂更有优势。

水性双组分聚氨酯涂料组成物的基料以固体计，羟值范围 10~300mgKOH/g，较好的为 20~250mgKOH/g，更好的是 50~200mgKOH/g。水性双组分涂料组成物中含有的游离多异氰酸酯量一般使游离异氰酸酯基与基料中的羟基数量之比为 0.5:1~5:1，较好的为 0.8:1~2.0:1。基料树脂没有特别要求，但较好的数均相对分子质量 (Mn) 范围为 500~500000。

适用的基料例如(甲基)丙烯酸共聚物、聚酯树脂、聚氨酯改性聚酯、聚氨酯、聚脲或聚氨酯脲。可以使用一种基料或混合基料，也可以使用上述基料衍生得到的杂合树脂基料，即聚合物杂合体，其中两种或两种以上基料以共价键或树脂分子互穿共混而混合在一起。

适用的憎水性游离多异氰酸酯可以是任何有机二(或多)异氰酸酯，其中连接于异氰酸酯基上的可以是脂肪族、脂环族、芳香脂肪族和/或芳香族基团。在室温下是液态的或通过加入有机溶剂，以溶液形式存在，通常在 23℃ 时黏度范围为 0.5~2000mPa/s。较好的是低于 200mPa/s。较好的多异氰酸酯有烷基三异氰酸酯及二异氰酸酯，如六亚甲基二异氰酸酯、四亚甲基二异氰酸酯、异佛尔酮二异氰酸酯、二环己基甲烷二异氰酸酯、环己烷二异氰酸酯及它们的混合物。憎水的游离多异氰酸酯可以包括在与异氰酸酯基相连的基团中含有杂原子的类型，如含有碳化二亚胺基团、脲基甲酸酯基、异氰脲酸酯基、氨基酯基或缩二脲基团的多异氰酸酯。较好的多异氰酸酯含有异氰酸酯基官能度大于 2，如由上述二异氰酸酯二或三聚反应得到的缩二异氰酸酯与水反应的产物，或与多元醇反应得到的含氨基酯基的多异氰酸酯。常用的有六亚甲基二异氰酸酯、异佛尔酮二异氰酸酯特别是六亚甲基二异氰酸酯衍生得到的多异氰酸酯非常适用。“常用的由上述二异氰酸酯衍生得到的多异氰酸酯”是指含缩二脲、聚氨酯预聚物或异氰脲酸酯基的二异氰酸酯衍生物。

憎水的游离多异氰酸酯可以在水性涂料组成物制备过程中加入。如果憎水性游离多异氰酸酯以有机溶剂或溶剂混合物预稀释较好。

除了水、基料和交联剂，水性多组分涂料组成物中还可以含有活性稀释剂、树脂浆、有机溶剂、颜料和特殊效应颜料、填料或传统的涂料用助剂。

适用的有机溶剂包括非水溶性或部分完全水溶性有机溶剂，用量基于施工前完全混合好的涂料组成物量的 0~20%。较好的溶剂有一元醇或多元醇(如丙醇、丁醇、己醇)；二醇醚或酯(如二乙二醇二烷基醚、烷基碳原子数为 C1~C6 的二乙二醇二烷基醚、乙氧基丙醇、丁二醇)；二元醇(如丙二醇及其低聚物)；二醇醚酯(如乙二醇乙醚醋酸酯、乙二醇丁醚醋酸酯、3-甲氧基正丁基醋酸酯、二乙二醇丁醚醋酸酯、甲氧基丙基醋酸酯)；N-甲基吡咯烷酮及酮类(如甲乙酮、丙酮、环己酮)；酯类(如醋酸丁酯、醋酸异正丁酯、醋酸戊酯)；芳香族或脂肪族烃类(如甲苯、二甲苯或线性或支链的 C6~C12 的脂肪族烃)。

适用的颜料和特殊效应颜料以及填料有炭黑、钛白、氧化铁颜料、偶氮颜料、a 萘系颜

料、酞菁颜料、铝颜料、云母颜料、滑石粉及高岭土等。颜料最好先与水性基料组分混合后再加入水性多组分涂料组成物中。

传统的涂料用助剂用量不超过 5%。适用的助剂包括透明颜料、中和剂、流平剂、染料、光稳定剂、抗氧剂、流变控制剂、防沉剂、消泡剂、附着力促进剂、催化剂、胺盐闭有机磺酸及它们的混合物。

助剂加入到水性多组分涂料中可以通过加入各种组分中，最好是加入水性基料组分中。如果水性多组分涂料组成物用作水性底色漆以制备本色或特殊效应涂层，较好的固含量为 15%~40%，颜料与固体树脂的比例较好的 0.06:1~2:1，均基于固体质量。用作水性清漆时，固含量一般为 40%~60%。

各组分在施工前混合。预混合可以采用连续法或非连续法，但如果是在工业规模的生产线上，最好是采用连续法。预混合可以采用常用的方法，如常用的多组分混合装置，特别是双组分混合装置，常用的有静态混合机，例如典型的用于汽车生产流水线的 Kenics 混合机，预混合后，得到的水性多组分涂料组成物通常为水性多组分涂料组成物通常为水性分散体，在水连续相中基料或固化剂形成一种或一种以上的分散相。

根据此方法，通过水性多组分涂料制备过程中混合技术的利用，可以由水性多组分涂料组成物得到外观及性能高质量的涂层，而且这一方法中只需使用常用的简单水性多组分涂料组成物。

以下将举实例详细说明：

实例中的结果是采用目视方法观察涂层表面，涂层表面的质量评价是基于其鲜映性好坏，对实例与比较涂层间鲜映性的差异进行比较。

#### 例 1

使用 Kenics 混合机制备水性双组分聚氨酯清漆，其中水性基料与非水性多异氰酸酯固化剂体积比 100:45(Herberts Aqua Clear 2K, 基料 R40821 及固化剂 R40906, 均由 DuPont Performance Coatings GmbH &Co KG, Wuppertal 提供)。预混合好的水性双组分聚氨酯清漆从 Kenics 混合机中出来后直接进入高速旋转雾化器(雾化器: N16010033ECO 旋杯, DURR 公司产品), 施工过程中, 旋杯边缘直径 5.5cm, 转速 45000rpm(相应的线速度 7772m/min), 使清漆施工于已涂装并闪干的银灰色水性金属底色漆表面, 干膜厚度 10~60 $\mu$ m, 在 40 $^{\circ}$ C 闪干 10min 后在 140 $^{\circ}$ C 下烘烤 20min 固化。

得到的涂层的清漆层膜层范围 30~40 $\mu$ m, 清漆膜外观不满意, 流平差。

#### 例 2

制备与例 1 相同的水性双组分聚氨酯清漆, 但采用不同的高速旋转雾化器, 即 DURR 公司的 ECO-M-旋杯。在这一比较例中, 旋杯边缘直径 6.5cm, 施工时的转速 45000rpm(线速度 9185m/min), 结果: 清漆外观不满意, 流平比例 1 略好。

#### 例 3(采用本发明工艺)

制备与比较例 2 相同的水性双组分聚氨酯清漆、采用相同的高速旋转雾化器, 但高速旋转雾化器的转速为 70000rpm, 以取代例 2 的转 45000rpm, 这样旋杯边缘线速度为 14287m/min, 结果: 清漆外观满意, 流平性好, 光泽高。