聚苯胺防腐 100 问—
重新定义金属防腐蚀的未来

金属腐蚀每年造成全球约 2.5 万亿美元的损失，为地震、台风等自然总和的 6 倍，该问题一直困扰着桥梁、船舶、海工装备、风电、化工等各个行业。传统的防腐涂料，要么依赖高毒重金属（如铬、铅），要么消耗大量宝贵的锌粉，不仅环保压力大，而且防护寿命有限。

湖南本安亚大新材料有限公司（简称：本安亚大）与中国科学院长春应用化学研究所（简称：长春应化所）经过数十年的潜心研究，研制出了一种全新的金属防腐材料——聚苯胺防腐涂料，将防腐性能提高了 2 倍，让钢构维保更加便捷，刷新了人们对锌粉是唯一防腐材料的认知，对金属防腐重新进行定义。本安亚大联合长春应化所，并结合设计院、桥梁杂志社、公路桥梁分会、桥梁维保施工等单位的意见，精心编制了这份《聚苯胺防腐 100 问》，希望能让相关领域的专业人员对这种新型防腐涂料有一个更加深入的了解。

第一部分：认知篇

Q1：金属为什么会腐蚀？腐蚀危害有多大？为什么要进行防腐？

A：金属腐蚀是一个自发的不可逆过程，自然界中除了金、铂、钯等极少数的贵金属之外，绝大多数金属在自然大气环境中腐蚀介质作用下，极易发生化学或电化学反应，从高能态的金属单质或合金重新变成热力学相对稳定的化合物，完成金属腐蚀过程；金属腐蚀原因很多，

包括化学腐蚀、电化学腐蚀、金属中微量杂质等，腐蚀过程不可避免，只能通过防腐技术方案进行缓解，延长金属的耐久性。

金属腐蚀不仅会造成巨大的经济损失，还会带来巨大安全隐患，腐蚀导致的经济损失占每年 GDP 的 4%，国内外有大量的腐蚀导致桥隧荷载能力下降，未及时维修和保养导致了垮塌的重大安全事故。

基于金属腐蚀造成重大的经济损失以及安全事故风险，需要对金属进行防腐，提高金属使用寿命，从源头上消除经济损失和安全隐患。

Q2：金属防腐通常采用什么技术方案？哪种方案最经济和施工最方便？

A：金属防腐技术方案较多，通常采用电镀锌和热镀锌的镀锌工艺、加入铜、镍等金属制备的耐候钢以及在金属表面涂覆一层防腐涂料等技术方案。

镀锌工艺防腐效果好，硬度高，但是存在能耗高、污染大以及对大型金属构件防腐难度大等问题，尤其是维保过程中，难以进行现场施工，大多用于新建工程项目，其应用受到了巨大的限制；耐候钢使用方便，也有较好的防腐性能，但是防腐性能有限，尤其是在极端工况下的耐久性较差；防腐涂料对金属的防护是目前最经济和施工最方便的一种技术方案，也是目前金属防腐领域主要技术方案。

Q3：什么是金属防腐涂料？防腐涂料有哪些种类？

A：金属防腐涂料分为常规防腐涂料和重防腐涂料，常规防腐涂料是在一般大气环境下，对金属等起到防腐蚀的作用，重防腐涂料是指能在化工大气以及海洋大气相对苛刻的腐蚀环境里，具有能达到比常规防腐涂料更长保护期的一类防腐涂料。

金属防腐涂料种类有铅、铬类防腐涂料、锌基防腐涂料和聚苯胺等防腐涂料。铅、铬类防腐涂料尽管防腐性能优异和价格低廉，然而其高毒性带来的环境重大危害，逐渐被淘汰，锌粉作为防腐材料的锌基防腐涂料为市场主导产品。聚苯胺防腐涂料为一种新型高分子防腐材料的防腐产品，由于其独特的防腐机理以及超长的长效防腐性能，正在逐渐成为一种重要的防腐涂料产品。

Q4：锌基防腐涂料产品种类？优缺点是什么？

A：锌基防腐涂料产品包括无机富锌、有机富锌以及冷喷锌三大类，无机富锌包括水性和溶剂型两类产品，有机富锌应用最为广泛的为环氧富锌涂料，根据锌粉的含量不同，防腐寿命不同，80%以上的锌粉，可以达到 10 年以上的防腐寿命，冷喷锌涂料是更高锌粉含量的单组分富锌涂料，干膜中含锌量高达 96%以上。

无机富锌涂料具有耐 400℃高温、干燥速度快以及较好防腐性能的优点，然而该涂料的最大缺点是施工难度大，要求涂装环境较高的相对湿度、涂料需要持续搅拌、重涂时间很长以及漆膜韧性差的问题，尤其是对基材表面处理很高，导致了该涂料应用受到了巨大限制。有机富锌防腐涂料优点是该涂料防腐性能已经得到了业内的普遍认可，防腐机理广为接受，经过了大量的实际案例验证，而且制备工艺比较简单，形成了完备的从施工、质检以及验收的所有方案。有机富锌防腐涂料缺点是防腐耐久性仅为 10 年，远低于大型钢构的 30 年防腐寿命，全寿命周期内，需要多次大规模的维修和保养，维保成本是新建成本的 5 倍以上，而且该涂料过度依赖锌矿资源，不具有可持续发展。

冷喷锌涂料是由纯度高于 99.9%的锌粉、挥发性溶剂和有机树脂组成的一种高含锌量的防腐涂料，其优点是防腐性能比较优异，报道成可以实现 15 年以上的防腐寿命，然而该涂料同样存在施工困难，需要持续搅拌，仅 3MPa 的低附着力，给防腐漆膜脱落造成很大的风险。

Q5：富锌防腐涂料防腐机理是什么？

A：富锌防腐机理核心为牺牲阳极锌粉，保护阴极钢铁。锌比铁更加活泼，其电位比铁更负，更容易失去电子，作阳极，而铁为阴极，电流由锌流向铁，阳极锌被消耗和腐蚀掉，阴极钢铁得到保护。因而，该机理要求更多的锌粉含量来满足长效防腐要求，其防腐性能与锌粉含量正相关。

Q6:有没有可以替代锌粉的新型防腐材料？有没有零锌粉防腐涂料？

A：锌粉的防腐性能已经成为防腐领域共识，然而基于锌粉的不可回收以及锌矿资源的快速枯竭，对锌基防腐涂料的可持续供应造成重大担忧，发展可以替代锌粉的新型防腐材料已经成为国内外研究的热点。经过国内外长达数十年的研究，聚苯胺是目前唯一可以取代锌粉的新型防腐材料，其防腐性能已经得到了学术界以及产业界大量验证。

聚苯胺防腐涂料是利用聚苯胺高分子材料代替锌粉实现对金属的进行长效防腐的一类新型防腐涂料体系，也是目前国内外唯一一种零锌粉的金属防腐涂料。

Q7：什么是聚苯胺？ 其防腐性能是如何发现的？

A： 聚苯胺是主链由对苯二胺和醌二亚胺两个重复单元组成的一类长链共轭高分子，美国宾夕法尼亚州立大学的 Alan G. MacDiarmid 教

授于 1983 年发现聚苯胺是一种本征型导电高分子，他由于在导电高分子领域的创新贡献分享了 2000 年诺贝尔化学奖。

科学家 Deberry 等人早在 1985 年时，就已经发现不锈钢表面通过电化学方法生成的聚苯胺薄膜，可以使不锈钢的腐蚀速率降低 2 个数量级，具有较好的防腐性能。这是最早发现聚苯胺具有防腐性能的学术研究。

Q8：我国聚苯胺防腐涂料产业现状如何？

中国科学院长春应用化学研究所的王佛松院士早在 1985 年就在国内率先开展了聚苯胺的合成、结构和应用工作，随后王献红研究员（王佛松博士生）带领的研究团队于 1997 年先后明确了聚苯胺的防腐机理、突破了聚苯胺产业化关键技术以及聚苯胺防腐涂料的生产等核心技术；2005 年与湖南本安亚大新材料有限公司的合作下，将聚苯胺防腐涂料从实验室研究走向了产业化落地，建立了世界上第一条万吨级聚苯胺防腐涂料生产线，参与制定了多项聚苯胺的行业技术标准，产品在桥梁、公路、机场航站楼、高铁、石油储罐等领域进行了大量的应用。

Q9：聚苯胺的防腐原理是什么？

A： 聚苯胺对金属表面进行缓慢氧化，形成一层致密的氧化保护膜，阻止了腐蚀介质进一步对钢构的侵蚀。被还原的聚苯胺在氧的作用下，重新恢复到原来的聚苯胺状态，完成了一个“闭环”，聚苯胺在整个过程中不损失，其氧化环氧作用促使了一层致密氧化膜的缓慢形成，因而，该防腐涂料体系可以实现长寿命防腐性能。

Q10：聚苯胺防腐涂料和传统的“富锌漆”比有什么不同？

A：富锌漆是靠“不断牺牲锌粉自己”来保护钢铁，随着时间的延长，锌粉越来越少，一旦锌粉消耗完了，则防腐性能消失，因而富锌漆的漆膜厚度会随着锌粉的消耗，漆膜不断变薄，最终丧失防腐性能。聚苯胺则是“激活”钢铁自身的防御能力，让钢铁在其表面自己生成一层致密的氧化保护膜，实现防腐性能，而且不损伤聚苯胺防腐材料用量。一个是“牺牲”，一个是“激活”，这就是本质区别。

Q11：聚苯胺防腐涂料技术成熟了吗？聚苯胺防腐涂料有没有商业化产品？

A： 根据市场调研报告显示，聚苯胺防腐涂料技术已经成熟，且国内已经实现了量产，有商业化产品。湖南本安亚大新材料有限公司拥有一条万吨级聚苯胺防腐涂料生产线，产品在国内重大工程中已经取得了大量的应用，属于该领域的头部企业。

Q12：聚苯胺防腐涂料除了钢，对其他金属有没有防腐能力？

A：聚苯胺具有比大多数金属更高的氧化还原电位，基于其防腐机理，除了钢外，对锌、铝、铜、镁、铝合金、镁合金等大多数金属以及合金都具有防腐性能，具有防腐普适性，该性能不仅得到了学术验证，而且在实际施工案例中得到了验证。而富锌涂料则仅对钢铁有防腐性能，对比它活泼的金属，没有防腐性能。

Q13：聚苯胺防腐涂料对混凝土有没有防腐性能？

A：混凝土结构在使用 10-15 年后，就会出现严重的破坏，远低于 50-100 年的设计寿命，而维修加固的费用是新建成本的 3 倍，混凝土结

构中的钢筋预埋件的碱性环境一旦被破坏或者氯离子浸入，钢筋表面马上形成无数个微腐蚀电池，铁失去电子，逐渐生成 $Fe(OH)_3$，在钢筋表面与混凝土表面堆积，从而产生巨大的膨胀应力，导致混凝土保护层不断地开裂和剥落。因而，混凝土腐蚀的最重要的来源是钢筋的腐蚀，聚苯胺防腐涂料可以完成对混凝土和和预埋钢筋的双重防护，聚苯胺防腐涂料中的成膜树脂组分渗入到多孔的混凝土中，起到封闭作用，对混凝土起到防护作用，而通过混凝土多孔结构进入的聚苯胺组分则对钢筋预埋件进行防腐保护，形成致密的氧化层，阻碍氯离子以及其它腐蚀介质的穿透，从源头上解决了混凝土的腐蚀根源，因而，聚苯胺防腐涂料对混凝土具有防腐性能。

Q14：聚苯胺防腐涂料种类？绿色环保吗？

A： 聚苯胺防腐涂料包括高固体份聚苯胺防腐涂料、水性聚苯胺防腐涂料、聚苯胺粉末涂料以及光固化聚苯胺防腐涂料四大类产品。聚苯胺防腐涂料不含铅、铬重金属，不会对环境造成重金属污染，VOC 低于 350g/L，是一种环境友好型材料。

Q15：聚苯胺防腐涂料的应用领域以及场景主要有哪些？

A：聚苯胺防腐涂料可以应用于金属、合金以及混凝土等材料的防腐，包括且不仅限于桥梁、公路护栏、轨道交通、大型建筑钢结构、管道、重型机械以及船舶等领域。

Q16：聚苯胺防腐涂料性价比如何？

A： 相比于 80%锌粉的富锌涂料，聚苯胺防腐涂料的密度较小，同样的漆膜厚度，聚苯胺防腐涂料的涂装面积为富锌涂料的 1 倍，而且防

腐寿命长，大大降低了营运过程中的维保成本，因而，具有超高的性价比，不仅不会增加涂装成本，而且会大大降低该成本。

Q17：聚苯胺防腐涂料相比富锌漆有何优势？

A：相比于富锌漆，聚苯胺防腐涂料防腐寿命为 30 年以上，远高于富锌漆的 10 年的防腐寿命，原料来源广泛，不依赖于我国宝贵的锌矿资源，具有可持续发展，全寿命周期内，维保次数由 4-5 次缩减到 2-3 次，降低了后期维保成本，具有更高的市场竞争优势。

Q18：聚苯胺涂料有行业标准吗？施工有规范可依吗？

A： 聚苯胺防腐涂料在多个应用领域已经有了相关行业技术标准，包括 JT/T 722-2026《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》、JT/T 600-2025《公路用防腐蚀粉末涂料及涂层》和 JT/T 695-2026《公路桥梁混凝土结构防腐涂装》三个行业标准。

Q19：聚苯胺防腐涂料中含有锌粉吗？

A：聚苯胺防腐涂料中的防腐材料为聚苯胺，不含锌粉。

Q20：聚苯胺防腐涂料中聚苯胺含量多少？

A：聚苯胺防腐涂料中聚苯胺含量为 1-8%。

Q21：如何检测防腐涂料中聚苯胺的含量？

A:聚苯胺防腐涂料中聚苯胺含量可以按照地方标准 DB43/T 2421-2022《聚苯胺防腐涂料中聚苯胺含量的测定》进行检测。

Q22：聚苯胺质量对防腐性能影响多大？

A:聚苯胺质量对于防腐性能有较大影响，聚苯胺防腐性能要实现优异的防腐性能，对聚苯胺的粒径、分子量大小以及分布，都有严格的要求。

Q23、聚苯胺防腐涂料是单组分还是双组分？

A：高固体份聚苯胺防腐涂料和水性聚苯胺防腐涂料都是双组份，在使用过程中，现配现用。聚苯胺粉末涂料和光固化聚苯胺防腐涂料是单组分。

第二部分：性能篇

Q24：聚苯胺涂料的防腐寿命能达到多少年？

A： 聚苯胺涂料的防腐寿命可以达到 30 年以上，是传统环氧富锌涂料的 2-3 倍。

Q25：聚苯胺防腐涂料耐酸、碱和盐性能如何？

A： 聚苯胺防腐涂层可以抵御酸、碱、盐的侵蚀，具有优异的耐化学性能，尤其是对于氯离子造成的“点蚀”性能具有明显的抑制效果，该防腐涂料在高温、高湿、高盐的“三高”极端工况下，仍具有较好的防腐性能。

Q26：聚苯胺防腐涂料在高温下，有防腐性能吗？

A： 传统的富锌涂料在 60℃环境中，会逐渐失去防腐效果。聚苯胺防腐涂料在 80℃以上的高温下，仍旧具有优异的防腐性能。

Q27：聚苯胺涂料的附着力如何？

A： 聚苯胺与金属基材之间可以形成化学键作用，它能与铁原子形成

配位键，大大提高了聚苯胺防腐涂层与金属间的作用力，附着力≥9MPa，远高于富锌涂料的 5MPa。

Q28：聚苯胺的耐光老化性如何？

A：聚苯胺防腐涂料主要用于防腐底漆和防腐中间漆，尽管聚苯胺本身稳定性以及耐候性较好，然而成膜树脂耐光老化性能较差，因而不适宜做面漆。具体使用时，为了提高涂层的耐候性，通常是在聚苯胺防腐涂层表面涂覆一层耐候性的硅氧烷漆、丙烯酸聚氨酯漆或者氟碳漆，做成复合涂层来提高耐光老化性能。

Q29：聚苯胺防腐涂料具有防污性能吗？

A：聚苯胺涂料的主要功能是防腐，有一定的防污性能，但是防污性能有限，但是可以通过与其他防污剂复合使用，来提高防污性能。

Q30：防腐涂层的干膜厚度多少？

A： 不同的大气环境下，防腐涂层有所区别，单独使用聚苯胺防腐底漆推荐厚度为 60-80μm，复合涂层厚度推荐“底漆+中间漆+面漆”总厚度 200-340μm，具体情况可以按照 JT/T 722-2026《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》进行调整。

Q31：聚苯胺防腐涂料的体积固体份含量是多少？涂布率多少？

A： 聚苯胺防腐涂料的体积固体份为 63±3%，理论涂布率为 7.9 m^2/L（80μm 干膜厚度），远高于富锌涂料的涂布率。

Q32：聚苯胺防腐涂层的比重是多少？会增加结构重量吗？

A：聚苯胺防腐涂层比重约 1.6kg/L，比传统富锌涂料轻 40%，可显著减轻设备、桥梁等构件重量。

Q33：涂层的柔韧性如何？

A：柔韧性优异，耐冲击 50cm, 弯曲 2mm，而且附着力大于 9MPa，漆膜不易开裂。

Q34：聚苯胺涂层抗划伤能力具体怎样？

A：聚苯胺防腐涂层一旦被划伤后，聚苯胺会快速消耗掉划伤层附近的腐蚀介质氧，同时促使划伤部位的金属生成致密的氧化层，完成对划伤部位的保护，聚苯胺防腐涂层可以抵抗 1mm 宽度的划痕，具有优异的耐划伤性。

Q35：聚苯胺防腐涂料能防火吗？

A：聚苯胺防腐涂料的防火性能有限，不属于防火涂料，如果要实现防火的功能，可以在聚苯胺防腐涂层上面涂覆一层膨胀型或者非膨胀型防火涂层，来实现防火的要求，聚苯胺防腐涂层与防火涂层的匹配性能优异。

Q36：聚苯胺防腐涂料的颜色是什么？如何实现不同的涂层外观？

A： 聚苯胺防腐涂料外观为灰色，适合做底漆或者中间漆。可搭配不同颜色的面漆，制备出复合涂层，来实现不同的外观。

Q37：产品的贮存期限是多久？

A：聚苯胺防腐涂料密封存放于阴凉干燥处，未开封状态下贮存期 12 个月，超过期限后，经检验合格仍可使用。

Q38：聚苯胺防腐涂料配套性如何？

A：聚苯胺防腐涂料可以做底漆和中间漆，可以与油性、水性体系的聚硅氧烷、丙烯酸酯聚氨酯以及氟碳等面漆进行配套，层间附着力优异，配套性能好。

Q39：聚苯胺防腐涂料能带锈涂装吗？

A：聚苯胺经过结构修饰后具有带锈涂装功能，可以实现聚苯胺防腐涂料的带锈涂装。

Q40、聚苯胺防腐涂料可以水性化吗？性能如何？

A：聚苯胺防腐涂料水性化的核心是水性聚苯胺的高质量合成技术，目前该技术已经成熟，水性聚苯胺防腐涂料产品。可以实现 5 年以上的防腐，中性盐雾突破了 1440 小时。

Q41、聚苯胺防腐涂料是危化品吗？

A:高固体份聚苯胺防腐涂料中含有少量的挥发性有机溶剂，属于危化品，需要按照危化品的规范进行储存和运输；水性聚苯胺防腐涂料、光固化聚苯胺防腐涂料和聚苯胺粉末涂料不含挥发性有机溶剂，不属于危化品。

Q42、 聚苯胺防腐涂料有没有施工和验收标准？

A：聚苯胺防腐涂料在公路桥梁钢结构和混凝土结构，已经有了行业技术标准，施工和验收标准可以分别按照 JT/T 722-2026《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》和 JT/T 695-2026《公路桥梁混凝土结构防腐涂装》执行。

Q43：聚苯胺 vs. 富锌底漆，哪种防腐涂料发展前景好？

A： 聚苯胺防腐涂料的寿命要远高于富锌底漆，附着力高于 1 倍，而且可以减重和优异的耐划伤性能，且单位涂装成本较低，具有较高的性价比。聚苯胺防腐涂料原料来源广泛，然而，富锌涂料则受限于不可再生的锌矿资源，不符合国家可持续发展战略。长期发展来看，聚苯胺防腐涂料“后劲”更足，具有更大的发展潜力。

Q44：聚苯胺防腐中间漆 vs. 环氧云铁中间漆，谁更胜一筹？

A： 环氧云铁中间漆主要通过云铁组分对腐蚀介质进行阻隔和隔离，属于物理防护。而聚苯胺防腐中间漆中的聚苯胺会通过与底漆之间的“通道”，形成致密的钝化层，进一步增加对钢铁的防腐，属于化学防腐，性能更加优异。

Q45：聚苯胺防腐涂料属于防锈漆吗？

A：聚苯胺防腐涂料不是防锈漆。防锈漆是应用在轻微腐蚀环境，防腐要求不高，大多为单组分防腐底漆或者底面合一的防锈漆，主要是通过隔离和屏蔽作用将底材与空气中的腐蚀介质水和氧进行隔离，起到防锈的作用。而聚苯胺防腐涂料则是用在环境腐蚀较严重大气环境中，而且要求防腐年限较高，大多为配套的“底漆-中间漆-面漆”形成的复合涂层。

Q46：聚苯胺防腐涂料与石墨烯防腐涂料相比，性能如何？

A： 石墨烯本身不具有防腐性能，其防腐性能来自于锌粉，该防腐涂料的本质上是富锌涂料，通过往富锌涂料中加入0.5-0.9%的石墨烯，来增加锌粉的导电通道，提高防腐性能，但是石墨烯价格比较高，会

增加防腐涂料成本，而且防腐性能提高有限。聚苯胺防腐涂料防腐性能、附着力、耐划伤等综合性能以及价格还是有较大优势。

Q47：聚苯胺防腐涂料施工方法和富锌涂料一样吗？

A：聚苯胺防腐涂料施工方法与富锌涂料施工相同，具体可以参照 JT/T 722-2026《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》的技术标准。

Q48：对于复杂结构（如焊缝、边角），哪种涂料的防护效果更好？

A：聚苯胺涂料具有优异的边缘防腐特性，可避免传统富锌涂料在边角处因 “趋边效应” 导致的涂层变薄的问题。

Q49：聚苯胺防腐涂料对于钢构维修和保养有什么优势？

A： 钢构件的大面积维修和保养通常在现场进行，需要对旧涂层完全清楚干净，除锈达到 Sa2.5 或者 St3.0 的级别，但是受限于场地以及工期要求，很难实现，因而维保难度很大。聚苯胺防腐涂料具有较高的附着力，而且在除锈等级 Sa2.0 级，就可以进行涂装，大大降低了维保难度，而且维保效果很好。

第三部分：市场篇

Q50：聚苯胺防腐涂料的市场规模有多大？

A： 我国重防腐涂料 2025 年突破了 460 万吨，市场规模突破了 1800 亿元，目前重防腐涂料行业正在经历从“量”到“质”的转型，聚苯胺防腐涂料符合我国的环保化、高性能化发展趋势，具有广阔的市场前景。

Q51：聚苯胺防腐涂料国内外发展情况如何？

A： 德国欧明创化学公司早在 1999 年就研制了船舶聚苯胺防腐系列

产品，随后美国、日本等国家也相继研究出了相关聚苯胺防腐产品，然而生产规模都比较小。国内湖南本安亚大新材料有限公司通过与中国科学院长春应用化学研究所，经过长期合作，建设了世界上第一个万吨级聚苯胺防腐涂料生产线，生产的聚苯胺防腐涂料产品在国内的高速公路、桥梁、机场航站楼等多项涉及国际民生的重大工程中取得了大量应用。

Q52：客户对聚苯胺涂料的接受度如何？

A： 钢构防腐验证是一个漫长的过程，尤其是聚苯胺防腐涂料作为一种全新的防腐技术方案，在 2000 年的时候，其防腐性能受到了大量的质疑，然而，经过长达二十多年的实际防腐工程验证，以及随着环保法规收紧和对长效防腐需求的提升，越来越多的客户逐渐接受聚苯胺防腐涂料，并且开始主动寻找聚苯胺防腐解决方案。尤其是近年来在海工设施、风电、海洋工程、跨海桥梁等腐蚀环境恶劣的极端工况领域，聚苯胺防腐涂料受到了广泛的关注。

Q53：目前聚苯胺涂料的主要竞争产品是什么？

A： 富锌底漆作为防腐涂料的地位是不容置疑的，该涂料仍旧是聚苯胺防腐涂料的主要竞争产品，在近 3-5 年内会出现两类产品共存的局面，随着聚苯胺防腐涂料逐渐被业内所熟知，其性能被了解，聚苯胺防腐涂料会逐渐取代富锌底漆，用量会逐渐上涨。

Q54：哪些行业对聚苯胺涂料的需求增长较快？

A： 聚苯胺防腐涂料在海洋腐蚀环境、海洋大气环境以及高温、低温环境都具有优异的防腐性能，能够对抗极端工况下的防腐要求，

而传统的防腐涂料耐久性则相对比较差。基于性能的差异化，聚苯胺防腐涂料在跨海桥梁、海洋工程、石油化工、新能源（光伏、风电）等恶劣环境中的防腐需求增长较快。

Q55：聚苯胺防腐涂料的出口市场潜力如何？

A： 国内在聚苯胺防腐涂料从涂料的生产、工程化防腐设计到工程防腐的应用，已形成了完整的、成熟的产业链，国际市场对环保防腐材料需求旺盛，聚苯胺涂料不含重金属的环保特性，具有非常大的出口市场前景。

Q56：聚苯胺防腐涂料可以应用于哪些应用领域？

A:聚苯胺防腐涂料应用领域包括金属防腐以及混凝土防腐，金属防腐不仅仅局限于钢铁的防腐，对于锌、铝、镁、铜等大多数金属以及合金都可以实现高效的防腐，对于混凝土构件也有优异的防腐效果。聚苯胺防腐涂料优异的阴极剥离性能，在海洋环境以及严苛的腐蚀环境中，更能体现出优异的防腐综合性能。应用领域包括且不限于桥梁、隧道、公路、机场航站楼、海工装备、风电等国际民生的各个领域。

Q57：桥梁工程中，聚苯胺涂料适用于哪些部位？

A： 聚苯胺防腐涂料适用于桥梁钢构的所有接触面，包括桥梁外露表面、箱型构件封闭内表面、桥面板底面、非覆盖的钢桥面顶面、覆盖的钢桥面板顶面以及箱型构件未封闭内表面等部位。

Q58：聚苯胺防腐涂料在跨海大桥中有什么优势？

A:跨海大桥所处的环境比较恶劣，而且对环保要求比较高，聚苯胺防腐涂料用于该类桥梁的建设和维保有较大优势。聚苯胺防腐涂料不含

任何重金属，绿色环保，无论是桥梁的建设期还是后期运营的现场维保阶段，都不会对海洋造成污染。更为重要的是，聚苯胺防腐涂料防腐性能优异，耐酸、碱以及耐盐性能突出，可以实现跨海桥梁的长效防腐保障。

Q59：跨海大桥的桥墩能用聚苯胺涂料吗？

A： 跨海大桥的桥墩长期处于高盐以及海浪冲击环境中，无论是不锈钢、合金还是水泥，极易腐蚀和粉化，是腐蚀“重灾区”。聚苯胺涂料具有优异的耐盐水能力，可以有效地防止氯离子侵蚀，对桥墩防腐有非常好的效果。

Q60：海上风电设备防腐，能否使用聚苯胺防腐涂料？

A： 风电塔筒和叶片处于海洋大气环境中，不仅腐蚀比较严重，尤其维修和保养难度超出常规的材料难度，需要高空作业，大大增加了后期的运维成本。聚苯胺防腐涂料可以抵抗高湿、高盐的海洋大气环境，对海上风电装备具有很好的防腐性能，不仅可以提高防腐质量，而且可以大大节省后期的维保成本。

Q61：海上无人艇防腐，能否使用聚苯胺防腐涂料？

A： 无人艇材质主要为铝合金，富锌底漆对该类材质是不具有防腐性能的，而聚苯胺防腐涂料对铝合金有很好的防腐性能，可以提供更好的防腐保障。

Q62：海工装备以及跨海桥隧等防腐工程，能否用聚苯胺防腐涂料？

A: 海工装备设施以及跨海桥隧等工程长期处于高盐、高湿的苛刻条件下海洋腐蚀环境中，防腐寿命短是整个行业的“痛点”。聚苯胺防

腐涂层具有优异的耐高温、耐湿热以及耐盐性能，可以满足在此恶劣工况下的防腐性能要求，保障相关装备的防腐长效性能。

Q63：港口、码头的钢结构以及混凝土结构腐蚀严重，聚苯胺防腐涂料能否进行有效防腐？

A：港口以及码头长年处于高盐、高湿以及强紫外光辐照的环境中，相关的设备极易腐蚀，要求防腐涂层具有非常优异的耐盐性能，聚苯胺防腐涂层对氯离子的穿透具有非常好的阻碍作用，可以起到优异的防腐性能，同时配合聚苯胺防腐中间漆以及氟碳面漆，构建成复合涂层，可以有效地解决防腐以及耐紫外光老化性能。

Q64：聚苯胺防腐涂料用于船舶防腐，相比与富锌漆性能如何？

A：德国欧明创化学公司早在 1994 年就推出了 CORRPASSIV 系列专用于船舶领域的聚苯胺防腐涂料产品，结果发现聚苯胺防腐涂料在船舶上的防腐蚀寿命是传统防腐富锌漆性能的 5 倍。

Q65、船舶的压载水舱，为什么特别适合用聚苯胺涂料？

A： 压载水舱的环境密闭、干湿交替、海水腐蚀性强，是船舶的“腐蚀重灾区”。聚苯胺涂料因其优异的耐水性、耐盐性、耐化学性能和耐湿热性，可以有效延长该区域装备的防腐性能。

Q66：聚苯胺涂料在公路护栏领域的应用效果如何？

A：公路波形护栏处于 JC3-JC4 大气环境中，对防腐性能要求不高，聚苯胺防腐涂料完全可以满足公路护栏的防腐性能要求，可以将防腐性能提高 3 倍以上。

Q67：对于高寒地区的路桥混凝土腐蚀病害问题，聚苯胺防腐涂料有什么优势？

A：高寒地区的公路和桥梁的混凝土构件会出现更加严重的病害问题，一个原因是该地区冬天撒在路面的融雪盐中的大量氯离子通过混凝土的多孔结构，浸入到了混凝土内部结构中，加速了多孔中的水的饱和度，在冻融作用下，水的膨胀和收缩导致混凝土结构损坏。另外一个主要原因是浸入到水泥中的融雪盐的氯离子会在混凝土中的钢筋件“点蚀”，从而导致混凝土从里到外，迅速腐蚀。聚苯胺防腐涂料具有优异的防止氯离子产生的“点蚀”对材料造成的破坏，而且聚苯胺渗入到多孔水泥中的钢筋部位，对预埋的钢筋件有很好的防腐作用。从而，聚苯胺防腐涂料可以解决高寒高盐地区的路桥水泥构件防腐问题，包括桥面伸缩缝、泄水孔以及防撞墙等部件。

Q68：聚苯胺防腐涂料可以应用于火车车厢的防腐吗？

A：火车车厢材质大多为铁、铝以及镁等合金，聚苯胺防腐涂料对于这类金属都有很好的防腐性能，尤其是对铝镁合金有着非常好的防腐蚀作用，附着力优异，保证了火车在高速运行过程中不会有任何掉漆的风险，对于提高铁路运营安全性和降低全寿命成本非常有价值。

Q69：火力发电厂的钢构、石油化工厂的储罐和管道等，可以用聚苯胺防腐涂料吗？

A： 当然可以。火力发电厂以及化工厂长年处于酸、碱的化工大气环境中，对钢构件腐蚀比较严重，聚苯胺防腐涂层具有优异的耐化学品

腐蚀性能。对于该领域的钢构件具有很好的防腐作用，可以提供长效保护。

Q70：自来水管、天然气管以及污水管道，特别是埋地管道，聚苯胺防腐涂料可以用吗？

A： 可以。聚苯胺优异的环境耐受性保证了聚苯胺防腐涂层在地埋管的复杂环境中，对钢构管件起到很好的防腐性能，实现管件的长寿命。

Q71：机场航站楼、体育馆等大型钢结构建筑的防腐，聚苯胺防腐涂料有什么优势？

A：这些大型建筑工程要求很好的防腐耐久性、美观性，尤其是防火性能以及环保性能较高。聚苯胺防腐涂料防腐性能、与防火涂料、面漆的匹配性很好，而且经过严苛的毒性测试，完全符合相关标准，已经有大量的该类工程的施工案例。

Q72：高压输电铁塔、光伏支架等长期在户外暴露的装备，聚苯胺涂料能提供防护吗？

A： 高压输电铁塔以及铝合金、不锈钢、镀锌钢、混凝土等材质制备的光伏支架，长年处于强紫外线、风沙以及工业大气环境中，可以通过聚苯胺防腐涂料做底漆，聚苯胺环氧中间漆和氟碳面漆做成复合涂层，来解决这些长期处于户外环境的防腐以及老化问题。

Q73：挖掘机、起重机等工程机械可以使用聚苯胺防腐涂料吗？

A： 可以。聚苯胺防腐涂料抗划伤、耐振动以及防腐寿命长的优点，可以减少户外作业设备的维护频次，降低使用成本。

Q74：聚苯胺防腐涂料能否应用于公路的波形护栏？

A：聚苯胺粉末涂料可以应用于公路的波形护栏的防腐用，已经有相关的施工案例，相关技术已经在行业标准 JT/T 600-2025《公路用防腐蚀粉末涂料及涂层》有所体现。波形护栏的维修和保养，可以使用高固体份聚苯胺防腐涂料，可以满足现场施工的要求，施工更加便捷，具体施工可以参照 JT/T 722-2026《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》的技术标准。

Q75：水工钢闸门（如水库、水电站）可以使用聚苯胺涂料吗？

A：水工钢闸门所处的腐蚀环境要远低于海洋腐蚀环境，聚苯胺防腐涂料可以完全满足该环境下的设备的防腐要求，对水工钢闸门起到很好的防腐效果。

Q76：集装箱可以使用聚苯胺防腐涂料吗？

A： 可以。水性聚苯胺防腐涂料完全可以满足集装箱对防腐性能要求。

第四部分：实战指南篇

Q77：如何辨别真假聚苯胺涂料？

A： 按照 JT/T 722-2026《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》中聚苯胺防腐涂料的技术标准进行检测，满足所有指标要求的为真的聚苯胺防腐涂料，否则为假冒伪劣产品。

Q78：聚苯胺防腐涂料如何施工？

A： 聚苯胺防腐涂料的施工方案与传统的富锌漆相同，具体的施工方案按照 JT/T 722-2026《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》中相关技术内容实施。

Q79：聚苯胺防腐涂料有配套的稀释剂吗？

A： 有的。建议使用聚苯胺防腐涂料生产厂家提供的专用稀释剂，以确保聚苯胺防腐涂料有一个良好的施工性能以及涂装效果。

Q80：聚苯胺防腐涂料漆膜厚度和防腐年限有关系吗？

A： 聚苯胺防腐涂料膜厚和和防腐年限有一定的关系，推荐膜厚控制在 60-80 微米左右，可以实现 30 年以上的防腐寿命。建议喷涂两道，避免一道喷涂过厚，产生流挂。

Q81：聚苯胺防腐涂料施工，对环境有什么要求？

A：聚苯胺防腐施工对环境没有特殊要求，与富锌涂料施工环境要求类似，施工环境温度 5℃～38℃，空气相对湿度不大于 85%，钢材表面温度大于露点 3℃；在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下，禁止应户外施工。 当环境温度-5℃～5℃，需要采用聚苯胺防腐涂料低温固化特殊产品。

Q82：聚苯胺防腐涂料的复涂间隔时间是多长？超过最长复涂间隔怎么办？

A：环境温度 25℃下，聚苯胺防腐涂料复涂间隔最短时间为 24 小时，环境温度高于 25℃，可以适当缩短间隔时间，低于 25℃，可以适当延长间隔时间，最长复涂间隔时间为 10 天；超过最长复涂间隔时间，需要对漆膜进行拉毛处理，确保层间附着力。

Q83：聚苯胺涂料施工效率如何？干燥时间需要多久？

A： 无气喷涂 1.5-3L/min，大面积施工效率高。25℃下，2 小时表干，4 小时实干。

Q84：聚苯胺防腐涂料两个组分混合后，适用期多久？

A：聚苯胺防腐涂料两个组分混合后的适用期在 25℃的环境中，为 3-4 小时，温度高于该温度会时间短一些，温度高于该温度会时间稍长一些。

Q85：聚苯胺防腐涂料做底漆，可以单独使用吗？

A： 可以。在封闭情况下以及对耐光老化没有特殊要求的场景中，聚苯胺防腐涂料做底漆可以单独使用。如果在极端工况下、户外长年受光照以及对漆膜外观有颜色要求的情况下，可以根据实际情况，在聚苯胺防腐底漆的上面涂覆中间漆以及面漆。

Q86：聚苯胺防腐涂料对中间漆和面漆有什么要求？

A： 聚苯胺防腐涂料对中间漆和面漆没有特殊要求，油性和水性体系都可以，但是在进行配套前，需要进行层间附着力的性能测试。聚苯胺防腐涂料生产厂家有配套的中间漆和面漆。

Q87：聚苯胺防腐涂料施工时，如何避免 “趋边效应” 导致的边角涂层变薄？

A： 喷涂前对钢构件的边角、焊缝、螺栓等部位采用刷涂或滚涂进行预涂装，确保薄弱部位涂层厚度达标，遵循 “90-10” 膜厚原则。

Q88：聚苯胺防腐涂层如何评价需要维修和保养？如何进行维修和重新涂装？

A：漆膜是否需要进行维保根据 GB/T 1766 与 GB/T 30789.3 的规定进行评定。维修或者重新涂装按照 JT/T 722-2026《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》中的附录 H 进行。

Q89：聚苯胺防腐涂层破损了怎么修补？

A： 将破损区域打磨清理干净，露出金属或完好涂层，然后根据新建防腐涂层的漆膜厚度，补涂聚苯胺防腐底漆、中间漆和面漆即可。

Q90：施工设备的清洗有什么要求？

A：施工结束后，所有的管道以及设备进行清洗，施工结束后，要及时使用专用稀释剂对喷嘴、管道等接触到涂料的部位以及设备进行清洗，避免影响下次使用。

Q91：聚苯胺防腐涂料使用过程中，会影响环境吗？

A：聚苯胺防腐涂料中不含对环境造成任何污染的的有毒有害重金属，不会污染周围的地下水以及大气环境，挥发性有机化合物（VOC）符合相关标准，是一种绿色环保型防腐涂料。

Q92：聚苯胺防腐涂料在储存过程中，聚苯胺是否会团聚？

A：聚苯胺的分散和团聚的技术问题已经得到了解决，在有效期内，聚苯胺不会发生团聚现象。

Q93：聚苯胺防腐涂料可以快速固化吗？防腐性能如何？

A： 光固化聚苯胺防腐涂料可以实现快速固化，在紫外光照射下可以完成瞬间固化;受制于紫外光固化的穿透深度 30-35 微米的涂层限制，该类聚苯胺防腐涂料可以应用于 1-2 年的短期防腐，比如：钢管临时防腐以及对防腐性能要求不高的领域。

Q94、聚苯胺防腐涂料在路桥工程应用中有什么优势？

A： 路桥作为国家的重大工程项目，高质量的防腐是重中之重，聚苯胺防腐的 30 年以上的超长防腐耐久性是保证路桥防腐质量的重要保

障，而且聚苯胺防腐涂料的低密度，可以对路桥减重 40%，降低了路桥的荷载，有利于路桥的更加安全的运营，除此之外聚苯胺防腐涂层的高附着力、耐划伤有效保证了防腐漆膜的耐候性，尤其是聚苯胺防腐涂料的地表面能施工，对于该类防腐工程的后续维修和保养具有更大的实用价值。

Q95、聚苯胺防腐涂料对于重大钢构工程维保有什么优势？

A：我国的桥梁、高速公路为代表的重大工程项目逐渐进入了维修和保养的高发期，简洁高效的防腐维保可以实现该过程不严重影响相关设施正常运营。聚苯胺防腐涂料可以实现在钢构基材以及陈旧漆膜涂层未完全处理干净的情况下，进行涂装，其优异的低表面能涂装性能以及高的附着力可以大大简化维保的难度和提高涂装效率。

Q96、聚苯胺防腐涂料供应稳定吗？

A： 非常稳定！苯胺作为聚苯胺防腐涂料的主要，是成熟的且具有重大产能的大宗化工原料，国内有 500 万吨的苯胺产能，原料供应充足，不会制约聚苯胺防腐涂料产业发展。

Q97、聚苯胺防腐涂层是聚苯胺形成的膜吗？

A：聚苯胺作为一种高分子材料来说，其本身可以成膜，但是防腐涂层中的成膜物质不是聚苯胺，而是防腐涂料中的环氧树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸酯树脂、聚氯乙烯树脂等高分子成膜树脂，聚苯胺是分散在这些树脂中而存在的。

Q98、聚苯胺防腐涂层导电吗？

A：聚苯胺防腐涂层不导电，其防腐性能依靠的是聚苯胺的氧化还原特性，不是其导电性能。

Q99、聚苯胺防腐涂料市场竞争优势是什么？

A：聚苯胺防腐涂料的长效防腐性能、简便快速的维保性能以及优异的耐划伤性能等高性能优势和低的单位防腐涂装成本，赋予了该防腐涂料优异的性价比，具有较大的市场竞争优势。

Q100、水性聚苯胺防腐涂料以及光固化聚苯胺防腐涂料发展前景如何？

A：水性聚苯胺防腐涂料可以实现 5 年以上的防腐性能，在一些 JC3-JC4 的大气环境中已经有了许多的实际应用案例，相比与高固体份聚苯胺防腐涂料更加绿色环保，但是在极端工况以及海洋环境中无法实现长效防腐性能。紫外光固化聚苯胺防腐涂料的优点是快速固化，但是由于无法实现厚膜的涂装，因而可以应用于生产出来的钢材的临时防腐功能，防腐寿命在 1-2 年左右。这两类聚苯胺防腐涂料不含挥发性有机溶剂，更加绿色环保，可以在一些对防腐性能要求不高的领域得到应用，还是具有较大的应用前景。可以配合高固体份聚苯胺防腐涂料来共同完成不同工况下的钢构的防腐性能要求。