

# 表面工程行业“十四五”发展规划

中国表面工程协会

## 一、前言

表面工程是材料表面经过预处理后，通过表面涂覆、表面改性或多种表面技术复合处理，改变固体金属表面或非金属表面的形态、化学成分、组织结构和应力状况，以获得表面所需性能的系统工程。其突出特点是无需整体改变材质而获得原材料所不具备的某些特殊性能，广泛应用于各个行业。

表面工程作为装备制造业中不可或缺的四大重要基础工艺之一，也是提升机械制造整体水平的核心技术之一，对实现制造强国战略具有重要的支撑作用。表面工程行业主要工艺包括：电镀、电子电镀、涂装、热喷涂、锌铝涂层、热浸镀、转化膜、防锈润滑、真空镀、粉末渗镀等，行业企业包括专业厂、中间工序（车间班组）、原辅材料生产销售企业、污染治理企业、相关设备生产销售企业、技术开发与应用企业等。目前表面工程行业主体已由原来的国营企业转变为民营企业，其中为高精尖企业配套的部分公司设备和技术先进、产品质量上乘，但是部分企业技术力量薄弱，缺乏自主创新能力和长远发展计划，只能随市场变化自由发展，不可避免地造成产业低水平重复建设，难以进一步提高产品质量，影

响了行业的健康发展。据此，为全面落实党的十九大以来提出的战略任务，提高产品质量、支撑装备制造业由大到强、实现制造强国的宏伟目标，认真贯彻十九届五中全会精神，认真落实《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，结合《中国制造2025》发展规划设想，制定《表面工程行业“十四五”发展规划》，以此明确行业建设内容、发展方向、振兴措施和奋斗目标，推动表面工程行业在新常态下持续、健康、稳定发展。

## 二、表面工程行业“十三五”发展回顾

国家“十三五”规划作为我国经济发展进入新常态后的第一个五年规划，行业企业要在发展过程中适应新常态、把握新常态、引领新常态。党的十九大和中央经济工作方针的总基调再次强调了绿色发展的国家战略，这体现出党和国家把绿色发展摆在了更加突出的位置。我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，目前正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期。新常态下，我国经济发展表现出速度变化、结构优化、动力转换三大特点，增长速度要从高速转向中高速，发展方式要从规模速度型转向质量效率型，经济结构调整将从增量扩能为主转向调整存量、做优增量并举，发展动力将从主要依靠资源和低成本劳动力等要素投入转向创新驱动。

“十三五”期间，我国表面工程行业在国家政策指引下，

在全行业共同努力下，瞄准国际表面工程行业先进水平，不断研发先进工艺技术，淘汰落后装备产能，推进产业结构调整与优化，形成了一批科技含量较高的专、精、特企业，促进了行业经济实力的快速发展，技术升级改造初见成效，技术水平明显提高，生产能力显著增强，产业转型升级逐步推进，产品质量和自动化程度明显提升，节能减排工作取得显著成效，为汽车、航空、航天、电力、电子、机械、轨道交通、军工等行业的发展提供了重要支撑。

### 1. 表面工程行业发展成就

“十三五”期间正值我国经济增长方式由高速发展转变为稳中求进，产业结构调整，企业优胜劣汰，产品升级换代，创新驱动和内生驱动，促进加快转型升级，GDP 年增长速度稳定在 7% 左右。这五年也是我国表面工程行业的高速发展期，表面工程作为高技术产业和多学科的交叉、边缘、环保型技术，对国民经济，特别是对制造业的发展状态和产品结构调整极其敏感，有很强的依附性，表面工程技术的应用和发展符合国家的产业政策，也是国家“十三五”规划中重点发展的“强基”工程之一，十分切合国家大力提倡的创建节约型和创新型社会、发展节能、减排、环保的绿色经济的号召。

“十三五”期间，行业企业随着国家宏观经济的发展和装备制造业的兴旺，开始进入规范化发展阶段。先后出台了《电镀行业清洁生产评价指标体系》、《电镀行业规范条件》、《涂

装作业安全规程喷漆室安全技术规定》GB1444、《涂装作业安全规程涂层烘干室安全技术规定》GB1443；《静电喷枪及其辅助装置安全技术条件》GB14773；AQ系列的《涂装工程安全设计规范》AQ5215；《涂装作业安全规程粉末静电喷涂工艺安全》GB15607；《涂装行业清洁生产评价指标体系》、《锌铬涂层技术条件》GB/T18684、《锌铝涂层技术条件》GB/T26110等多个与表面工程行业有关的标准，协会组织相关单位编制了《电镀工业园区入园企业排水分类及水质界定》、《锌铝涂层技术条件》、《批量热镀锌行业绿色工厂评价导则》、《金属加工液使用、维护、更换及其所用设备操作规范》等近 20 项团体标准，为促进行业企业规范化管理和企业建设运营提供了指引和支撑。

作为表面工程行业重要环节的表面处理化学品需求量也随相关下游行业的发展而增长，市场规模也不断扩大，从产品结构来看，高端、定制化产品需求提升；同时，也在环保、安全和质量性能方面提出了更高的要求。环保型原辅材料的应用得到了各方的支持和快速推广。绿色前处理技术、高性能原辅材料、紧凑型表面处理工艺及水性表面处理材料等环保类材料的开发和应用正在逐步展开。

“十三五”期间，表面行业取得丰硕成果，主要体现在电子、汽车、航空、航天、智能制造等方面，为出口创汇、吸纳就业发挥了重要作用。由于我国电子工业发展迅速，配套

的电子电镀也步步跟进，已经向纳米级图形发展，为产品小型化创造了条件，是设计制作智能化设备的必要因素之一；LDS 技术（激光直接成型法）除了集成手机天线应用外，正在拓展到更加广泛的应用领域；电镀、电子电镀、真空镀、有机涂层相结合等技术作为新的发展方向，如在涤纶布上真空溅射镀镍、再电镀铜，制成屏蔽布等等。电子电镀的发展减少了电路设计的限制，更适合制造结构复杂的部件。硅烷复合稀土转化膜技术是一项环保技术，正在取代传统的铬酸盐和磷酸盐转化膜，减少污染；锌镍合金和锌铁合金电镀正在汽车紧固件制造领域发展，提高了汽车防蚀性能，是国产汽车品牌提升的重要一环。航空航天制造领域，开发轻金属氧化和电镀多元合金逐步满足产品需要，例如，镁合金微弧氧化、铜银镉三元合金电镀等投入生产。《基于高焓等离子技术制备水力机械表面功能材料关键技术》、《无氰镀银工艺技术》、《高耐蚀纳米镍加无裂纹微硬铬复合镀层》、《标准化、单元化柔性智能控制生产线》、《废水智能在线循环综合回用系统》及低毒低害、无毒无害原辅材料的推广应用进一步推动了表面工程行业的发展和技术进步。

近年来，随着环保工艺技术的大量应用，在环保减排达标效果明显的同时，开始更多地关注原辅材料、先进技术及装备以及节能产品国产化开发应用，给表面工程行业注入了更多的发展动力；国内的企业也更加注重知识产权的保护，

很多企业为自己研发的新产品和节能技术及装备申请了专利保护。在“十三五”期间，表面工程行业为满足制造业技术要求和环保排放标准不断改进工艺，调整产业结构，减少污染排放，取得长足进步，处于稳定发展时期。

## 2. 当前面临的主要问题

近年来，由于市场优化经济结构、转换增长动力等因素的影响，在经过优化经济结构调整和转换增长动力的攻关期后，我国制造业的发展将稳步前行，表面工程行业有望长期受益。我国部分表面工程行业技术水平同美、日、欧相比仍然存在差距，需要加强与世界表面工程强国之间的技术交流，促进我国表面工程行业技术水平的提高。

### 1) 材料方面

目前，电镀、涂装、锌铝涂层、热喷涂、真空镀、电子电镀等高端设备、军工领域的原辅材料还大多依赖进口，面对日趋紧张的国际局势，亟需加快“自强工程”建设，早日实现表面工程行业设备和材料的国产替代。另外，在环保政策更加严苛的大背景下，对表面工程行业不仅要求生产过程中逐步实现有毒、有害向低毒、低害方向转变，在一些环境要求比较高的地区，还要求无毒害，同时要求不低于既往产品的物理和化学性能，对供应商提出了技术挑战，而供应商、研究机构等需要在这方面不断推陈出新，进行个性化定制，进而向其它产品领域普及。

## 2) 装备方面

在环保政策和人工成本驱使下，现存的表面工程行业企业基本上实现了技术改造和升级，但新工艺、新设备的研发能力距发达国家尚有差距，离自动化、智能化仍有一定距离。例如，在智能生产线制造方面，存在软件开发严重不足，添加剂、原料纯度不够等问题。如在实际生产运行中，部分过程参数的日常监控仍需依靠熟练工人或技术人员的经验和实验室分析，未能实时有效地反应前处理生产状况，亟须开发和推广生产过程中的相关指标参数自动化分析装置，实现智能化控制生产。

## 3) 标准规范

表面工程行业在“十三五”期间得到大力发展，应用领域和行业规模扩展迅猛，但生产过程的标准化和规范化工作滞后，阻碍了产品质量的提高。技术标准规范在整体上偏少，虽然汽车行业相对较完善，但其它通用行业则发展不平衡，更多地依赖传统经验和行业通用性的规范，如《电镀行业清洁生产评价指标体系》、《涂装行业清洁生产评价指标体系》等行业标准，给行业企业清洁生产和升级改造提供了支撑和标准，但是像热浸镀、锌铝涂层、热喷涂、转化膜、真空镀、粉末渗镀等细分工艺类别还未建立相关的清洁生产评价指标体系，与之相关的技术规范 and 标准远未达到相匹配的地位，各种技术规范仍需加紧推进。

### 三、“十四五”时期表面工程行业发展环境

十九届五中全会提出，坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，要提升企业技术创新能力。坚持把发展经济着力点放在实体经济上，推进产业基础高级化、产业链现代化，提高经济质量效益和核心竞争力。要形成强大国内市场，促进国内国际双循环，拓展投资空间。要加快推动绿色低碳发展，全面提高资源利用效率。这些重要的促进产业发展政策都将在“十四五”期间出台，必将为包括表面工程行业的制造业带来重大的机遇。

#### 1. 宏观经济背景

由于“新冠疫情”及“中美贸易摩擦”的影响，2020年我国仍将面临复杂多变的外部形势和可能更加严峻的市场考验，2020年一季度国内生产总值206504亿元，按可比价格计算，同比下降6.8%。但经济总体运行依然呈现上升趋势，只是增速将放缓。但是随着新冠疫情在全球范围的蔓延，导致世界经济停顿或衰退，全球经济增长不确定性将进一步影响制造业。

以汽车行业为例，全球汽车市场需求仍将保持一定增长趋势，但增速会进一步放缓约1.0%。中国汽车市场低迷，但总体容量大，长期向好和重要细分市场仍然增长，不同区域呈现独特趋势。新产业政策、环保政策、技术法规以及消费



政策、出行政策等将促进汽车产业向节能环保和新能源方向加速发展。新能源汽车总体保持增长趋势，但增速明显放缓，电动汽车仍是主力，混合动力和插电式混合动力汽车将迎来快速增长期，燃料电池仍处于商业化前期。同时，进一步对外开放会带来更加惨烈的市场竞争和控制权争夺，自主和合资品牌都将面临重新严格的市场竞争洗礼，可能的结果是，存活几家优秀的跨国品牌，茁壮成长几个卓越自主品牌以及拥有该品牌的几个大企业集团，出现几家联盟，其余淘汰出局。

德国工业 4.0 和“中国制造 2025”都是以信息技术革命为基础，反映了经济数字化、信息化、智能化、网络化的发展趋势。“互联网+制造业”是两者的核心。表面工程行业必须依托互联网扩大发展空间，企业生产、经营数字化，与社会联系信息化，生产设备智能化，融入行业网络化，做大做强。“十四五”时期将是以 5G 为主要标志的新技术突破期和应用期，人工智能、生物技术、能源技术、智造技术等将带来系列重大产业变革，表面工程行业应顺势而为，把握机会，迎接新技术革命带来的挑战。经过此次“新冠疫情”，以机器生产代替手工作业，自动化、智能化、网联化、数字化进程将加速，各种“线上”和“云端”商业模式将不断涌现和推广应用。5G 通讯系统应用、6G 技术的推出将助力《中国制造 2025》计划顺利实现。

跟过去五年相比，随着“一带一路”战略的不断深入，以及“新冠疫情”给各国各地区带来的反思，制造业的“全球化”战略，会出现一定的调整和新的理念，全球各地区的市场分配和供应方式将更加多元化。“共享”时代特色将深入到各个行业，跨界跨专业的开发和应用将成为常态，行业协会间的交流与互动将成为“桥梁”和“平台”。经过前期国家和地方环保政策法规的推出和治理措施的应用，监测和管控将更加完善，监管将更加合理和有序，将进一步实施源头把控和有效治理。

## 2. 表面工程行业发展面临的形势

制造业是社会需求的供给侧，以先进传感器、工业机器人、先进制造设备为代表的智能制造将加快发展。表面工程行业是制造业的供给侧，今后发展总的趋势将是关注国外发达国家制造业发展趋势和对表面工程技术的新要求，超前创新技术工艺，瞄准社会需求的升级，提高产业水平和产品质量，提高生产效率，形成新的核心竞争力，达到国际先进水平；同时，由于国内庞大的市场需求，在华外资或合资企业依然不会放弃这片市场，前期投入的制造和研发基地将继续发挥作用。因此市场竞争依然存在而且残酷。

表面工程行业是“十四五”规划实施的制造业重要产业领域，表面工程的发展与社会经济各行各业的发展休戚相关，其应用范围覆盖了制造业涉及的汽车、机械、电子材料、涂

料、建筑、船舶、航空航天等众多行业领域，推进绿色化、智能化、低碳化已成为“十四五”表面工程行业的发展趋势。我们应该看到“十四五”表面工程行业发展面临的课题，随着我国社会由经济中高速增长向质量效益型发展阶段，表面工程行业将面临全面而深刻的结构性变革。根据行业的发展轨迹及多年的成功实践经验，需要分析表面工程技术行业的技术创新、行业发展现状、行业竞争状况等，对行业未来的发展趋势做出审慎分析与预测。及早发现表面工程技术行业市场的空白点、机会点、增长点和盈利点，准确了解国内外表面工程技术行业前景发展动态，把握市场机会，做出正确的经营管理决策，保障行业和会员企业的可持续发展方向。

但由于全球化布局的调整，部分国家的制造业会回撤，对表面工程行业企业的出口和海外业务会有一些影响。表面工程行业所面临的形势，除了大环境的利好和影响外，最大的优势是经过前期的发展积累，我们国内的企业已经具备了一定的自主创新和开发的能力与基础，而未来国内外形势要求我们核心技术必须自主开发，不能仅仅依靠外资企业。而环保监管的严厉，将迫使一批工艺落后、水平低端、环境污染严重、价格低廉、恶性竞争的企业遭到淘汰，一批有技术开发能力、质量优良、价格合理、创新力强的企业将做大做强。标准化、准入制、评估监管等将成为未来几年表面工程行业发展关注的重点。

## 四、表面工程行业发展的基本原则和发展目标

### 1. 基本原则

#### (1) 市场导向原则

加强对市场环境的分析，预判国内外表面工程市场需求、变化的趋势，及时引导行业健康发展。

#### (2) 技术进步的原则

以面向智能制造、绿色制造的表面工程创新技术为引领，鼓励技术创新；积极扶持、开发、应用新工艺装备、新技术，大力推动表面工程行业技术向低碳、环保、智能方向的转化。

#### (3) 可持续发展的原则

设备、材料和工艺的发展要求以实现产业低碳化、绿色化、智能化前提，加快产业布局、结构优化和技术创新，实现表面工程行业高质量的可持续发展。

#### (4) 优化组合的原则

坚持产学研用结合、产业协作、产业链上下游协同。精准分析区域行业产业发展条件，加快形成规模效应，立足优势产业，引领产业链式集群发展。营造适合表面工程行业企业发展的产业生态，从资金、人才、成果转化等多方面打造公共服务平台。

### 2. 发展目标

进一步贯彻落实“绿水青山就是金山银山”核心指导思想，

大力发展低碳、节能、环保、高效的表面处理工艺、材料及装备，提升工艺装备的自动化、智能化水平，推行绿色制造和智能制造。提倡清洁生产，加强源头控制，减少末端治理，合理利用清洁生产评价指标体系对企业进行审核和规范管理，进一步落实节能减排的计划和要求。

以实现表面工程行业绿色、可持续发展为前提，以技术创新为驱动力，大力推动核心产品和技术国产化自主研发；以先进带落后，促进产业更新换代。通过人材培养和人员培训，借助智能化、数字化、多媒体和自媒体等多种方式，实现信息共享和资源互通。以标准、规范、智能化生产为基础，以设备、材料、工艺进口替代的自强工程为契机，在“十四五”期间夯实我国表面工程行业由大国向强国跨越的基础，为在下一个五年计划内发展成为表面工程行业强国创造条件。

## 五、“十四五”时期主要工作任务

### 1. 推进表面工程行业创新驱动体系发展

在我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段的背景下，加快构建表面工程行业的创新驱动型现代产业体系势在必行。表面工程行业是新材料推广运用的重要领域之一，目前正处于历史性窗口期和战略性机遇期，我们如何整合行业资源、优化升级，进而做强做大，是破解现实矛盾与问题、

加快转型升级的重要途径。

在现有创新驱动体系建设基础上，顺应市场规律，吸收消化国内外先进体系及创新经验，对各个具体任务进行精细化细分，并根据需求调整和完善现有体系。对于全新的需要跨行业跨界联动的，则需要联合相关部门搭建全新的驱动体系来推动联合创新。

深入实施创新驱动发展战略，需要进一步提升表面工程技术成果的转化能力和效率。加快构建表面工程技术新体系，以促进循环经济发展，构建低污染、低能耗、高产出的制造体系。以提高科技创新能力，大力降低企业成本为抓手，深化供给侧结构性改革，推动离子液体电镀、高性能水性涂料、高离化率低缺陷超高强韧耐磨减摩涂层、超高音速热喷涂、新一代高温防护冷气动力喷涂、超高速激光熔敷、内孔/壁喷涂工艺技术、增材制造技术（3D 打印技术）技术等与装备制造、汽车制造、电子产品、生物医疗器械、航空航天等产业的深度融合。加快产业技术创新，用高新技术改造提升传统表面处理产业，逐步树立低碳、绿色、高效的发展理念。尤其是要引导高校和科研院所加大在表面工程技术领域的研发投入，针对行业内存在的技术瓶颈、难题以及产业的升级需求等，通过在基础理论、科研等方面的深入研究，为表面工程行业的技术发展提供基础支撑。构建以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系，进一步确

立表面工程行业等相关企业的主体地位，让企业成为技术需求选择、技术项目确定的主体，成为技术创新投入和创新成果产业化的主体。高校、研发机构等应与企业一起构建分工协作、有机结合的创新链，形成特色鲜明的协同创新体系。

中国由制造业大国向制造业强国发展过程中，需要培育原始创新能力。各地协会和企业引进先进技术的同时，要组织科技领域和人文艺术领域的人才搭配互补，超前设计，创造性发挥表面工程行业技术的特点，解决其他行业解决不了的问题，设计符合社会需求的新工艺、新产品。

## 2. 全面提高表面工程行业装备发展水平和技术发展水平

产品表面处理是一个系统工程，技术水平的发展提升要靠系统中各个环节的协调配合。以先进汽车表面工程技术为例，首先要有明确的产品质量目标，先进合理的表面处理工艺，可用于批量生产的绿色环保、节能的原辅材料，配以节能、环保、低碳、稳定可靠、智能化、自动化及材料可回收利用的工艺装备，以及各种在线检测系统；此外，不断缩短或归零用于故障修复及远程诊断的停机时间，表面工程的智能化系统与整个汽车制造智慧工厂的系统互相匹配等。制造业发达的工业国家生产的表面处理产品性能稳定、质量可靠、使用寿命长，产品的附加值高。而相对而言，我国表面工程行业产品部分还处于中低端水平，产品质量问题较为突出，

其中，装备和技术的落后是造成这些问题的主要原因之一。

随着《中国制造 2025》规划的推出，国内表面工程行业所涉及的新技术、新材料、新工艺、新装备开始加速发展，将有助于表面工程行业技术的全面提升。随着航空航天、3C 电子产品、生物医学器械、汽车零部件等制造业的发展，必将进一步推进表面处理行业自动化、智能化水平发展。不断提高和改进表面处理行业生产工艺和技术装备水平，必将促使表面工程行业的应用领域不断扩大，未来的产值、利润均有很大提升空间。此外，由于中国环保政策日趋严厉，环保部门逐渐收紧对废水、废气、固体废弃物的排放标准。为优化企业质量，下游加工企业对清洁生产、新型环保表面处理技术及化学品需求日益增长，形成一个增长潜力庞大的领域。对现有表面工程行业技术进行持续改进，在保证产品质量的前提下，降低表面工程行业技术对环境造成的影响。结合生产装备方面的升级，提高表面工程行业企业运营效率和产品性能，将产生良好的经济效益。

科技产品的快速发展对表面工程技术的要求也越来越高。认清我国表面工程行业的短板，需要全面提高表面工程行业的装备水平和生产水平，朝着高效率、低能耗、高性能、高良品率、低成本等方面发展。如应用于高端电子、航空航天、军工及特殊领域的表面处理用部分原辅材料及装备依赖进口，在日益紧张的国际形势下，这些进口设备和材料有随



时断供的危险。因此尽早实现高端设备和尖端材料的国产化是十分必要的。

### 3. 重点开展先进表面工程行业技术和工艺装备的研发与推广

“十四五”期间，随着我国国民经济的全面发展、制造业水平的稳步提高，我国表面工程行业的装备、材料及工艺水平也将全面提升。继续利用国内强大的市场吸引力，吸引国际表面工程行业先进技术和工艺装备在国内投入使用，并在应用中不断学习、吸收和优化，逐步形成具有中国特色的先进表面工程行业技术。不断整理和补充急需自主研发和国产化的核心产品及工艺清单，并组织有能力的上下游企业组成攻关小组，共同开发；同时，积极在行业内外寻找临时替代品，以备不时之需；同步考虑优化工艺及装备设计，设法避开国外的产品或零部件的垄断。

在充分总结现有工艺技术应用基础上，国内表面工程行业及相关企业要大力开展原创性工艺技术、装备和标准设备的开发和试制，提升产品“标准化、定制化、差异化”相结合的研发制造能力，进而提升在各领域、各层级市场的竞争能力；对于创新技术应用，在做好专利等版权保护的同时，要组织有效的业内外新技术推广，通过行业间的互动和取长补短，通过适当的调整改进就可让新技术具有更广阔的市场空

间。

绿色制造是金属表面处理技术发展的重要方向。国内工程机械、汽车、电子、轨道交通、航空航天、船舶、电器、先进装备等行业的快速发展，推动了表面工程行业的快速增长。尤其是电子、汽车、航空航天、船舶、军工及机械等制造业趋向自动化、高端化发展，需要不断提高和改进生产工艺和技术装备水平。此外，为优化企业质量，各企业对清洁生产、新型环保表面处理技术及优质化学品需求日益增长。新的材料制备工艺、结构与性能测试等往往成为发展和研究表面工程技术相关材料的突破点。例如电镀的功能是改变金属和其他材料表面特性，而激光技术与电镀有异曲同工之妙。激光表面相变硬化、激光表面冲击硬化、激光表面熔覆、激光表面合金化和激光表面非晶化等对环境污染很小，在改善材料表面性能，提高材料使用寿命方面具有突出的优越性，在工业领域有广泛的应用，可以部分替代电镀。先进材料与生产技术的制造装备是这些新工艺、新流程、新的测试方法的直接载体。智能制造是面向产品全生命周期，实现泛在感知条件下的信息化制造，是在现代传感技术、自动化技术、拟人化智能技术等先进技术的基础上，通过智能化的感知、人机交互、决策和执行技术，实现设计过程智能化、制造过程智能化和制造装备智能化。智能制造作为未来制造自动化发展的重要方向。重点针对高端制造过程及智能制造

装备在精度、自动化、柔性化和智能化方面的瓶颈，攻克一批表面处理制造过程的智能化技术、制造装备智能化技术，提升表面工程行业生产制造的智能化水平，支撑传统的表面工程行业产业的转型升级。

#### 4. 建立健全表面工程行业各层次人才培养体系和机制

面对表面工程行业的发展机遇和挑战，迫切需要高素质的专业人才为企业运营支撑。目前，国内的表面工程行业企业、高校、科研机构等仍存在科研创新实力较弱，研发资金扶持力度不够、相关的研究人员数量较少、在理论研究与技术应用方面存在脱节等问题亟需解决。其中，高校和研究所在表面工程技术的基础理论研究、工艺研究、人才培养等工作要逐步突破理论导向，逐步向市场需求导向为主的转变。开展高端人才、国际化人才、复合型人才和具有独特技术专长的人才，特别是针对表面工程技术智能化、网联化、数字化的跨专业人才的引进与培养工作，除了各企业将根据自身需要进行安排，还可以充分利用行业协会平台及行业专家库，以及各企业集团的培训网络，通过各种行业内外的高端技术论坛及专题沙龙，不断精准发现具有真才实学的技术及复合型人才。

在创新领域方面，需要侧重创造性研究，突出前沿和水平，或其研究需要达到某一具体的实用目的或目标，突出创新和应用。“搭平台、聚人才、接任务、出成果。”通过创新

培养、吸引和使用人才的机制，推动造就一支数量充足、结构优化、素质一流、富于创新的科技人才队伍，为实现表面工程行业技术创新驱动发展提供坚实的人才保障。

表面工程领域人才的培养需要突破制约创新人才培养的内外部机制障碍，采用协同创新的新模式：以协同创新中心为载体，大力推进校内、校校、校所、校企、校地以及国际间的深度融合，探索建立面向表面工程技术科学前沿、行业产业以及技术传承创新重大需求的协同创新模式。高校可以通过体制机制创新，组建有关表面处理技术相关的各种跨学科研究中心、跨学科实验中心，通过搭建多种形式的跨学科平台。组织不同学院、不同学科的教师，以及企业的工程师等，一起突破表面工程行业技术的升级壁垒。

## 5. 推动表面工程行业智能化、信息化、自动化建设

国内表面工程行业智能化、信息化和自动化建设已进行了很多年，只是由于企业间起点和认知不同，又没有统一标准，所以差异比较大，跟国际上先进国家的差距比较明显；而且在未来一段时间内差距依然存在。因此，需要加速推动，不断缩小差距。

在全面推进信息化、自动化的基础上，推进“互联网+”创新，加快智能制造建设，走出一条特色智造之路。例如，为了进一步提高汽车工业中劳动强度较大、对人体潜在危害较大的表面处理作业区的自动化水平，需要进一步提高表面处

理工艺装备的自动化水平，采用诸如自动配料加料、自动调整和控制工艺参数、自动检测、自动显示、自动报警、自动化运输、自动故障排除、机器人操作等。利用日新月异的计算机技术、自动控制技术、信息技术、先进的机械电气元件等促进表面处理工艺装备自动化程度的不断提升，在装备工业和表面处理的科技人员共同努力下，最终实现表面处理无人作业也是可能的。

## 6. 全面提升表面工程行业清洁生产水平

以“绿水青山就是金山银山”作为核心指导思想，将低碳、节能、环保、高效作为行为准则和指南，以“推广清洁生产，发展循环经济”为己任，全面推动和提升表面工程行业节能减排水平。目前国内的表面处理工艺，大多存在废水、废气、废渣的排放问题，尤其是在电镀、涂装、转化膜等生产领域，往往还存在废酸、废碱、挥发性有毒有害气体等排放问题。要实现表面工程行业减排，我国表面工程行业无论在技术上，还是在装备上，均应有新的探索和提高。完善表面工程行业节能减排指标体系、检测体系和考核体系，加强考核和检查；鼓励企业采用先进的节能、环保技术和装备，实时余热利用、工艺水循环使用，实现表面工程行业生产过程的节能降耗；通过技术改造，发展柔性生产工艺，减少产品切换过程装备清洁产生的物耗、能耗，实现产品切换过程过渡料的全部回收和利用；严格控制新建高能耗、高污染项目，提高企业能

源利用效率、减少污染物排放，并逐步淘汰产能低、效率低、能耗高的设备；合理设置表面工程行业的技术、装备、安全、环保及能源利用效率指标，实施行业准入管理。

在配合国家和地区法规标准制定的同时，积极反馈和传递行业内的先进治理技术和环保误区，避免跟在法规后面被动或无效治理。从行业角度，积极开展全生命周期的能耗核算和污染物排放核算评估，分析各种技术的利弊，从而为企业选取更为有利的工艺和治理技术提供多向选择，以减少企业后续治理的难度和成本，以利于在行业内推广。从行业角度梳理现有的各种工艺，分析适用性，每种工艺对应的排放特征，现有的污染治理技术对应的生产工艺、技术可行性和适用性以及运行的效果、能耗分析和评估，建立行业手册，同时分析和总结失败案例，查明相关原因，指导企业避免重蹈覆辙。

## **7. 完善基础设施体系，提升支撑服务能力**

在基础设施建设方面，表面工程行业企业需要预留场地，满足企业装备升级和业务拓展需求。加强行业企业的绿化建设，促进废水、废气治理新技术的推广应用及资源的循环利用。建立健全区域污染联防联控为基础，大力推进环保一体化。推动环境基础设施共建共享，加强流域水污染和区域大气污染综合防治。以严格环保准入和环境监管为抓手，积极促进表面处理产业结构调整优化。制定更为合理的污染物排

放标准，提高产业的环保准入门槛，研究制定基于不同生态功能区的产业环境准入机制；抓好重污染行业统一规划、统一定点工作；逐步建立落后高能耗、产能的退出机制；建立完善主要污染物排放总量前置审核制度；加快推进重点行业规划环评。

进一步梳理行业内的基础设施体系，配合未来市场及技术需要，进行更新换代和数字化、智能化提升；同时不断完善和加强安全、消防、环保等配套设施，强调人员保护和美化工作环境，加上科学的管理和激励机制，来激发全员的工作和服务能力。

## 8. 创建特色、智慧型表面处理产业园

对于表面处理技术的智慧型产业园区的建设，功能定位要清晰，确定园区主导产业方向。根据各地区要根据自身情况、外部条件，确定、形成自己的战略功能定位。依托各地区当地政府对各种特色智慧型产业园区的规划，灵活运用“共享制造”及产业链系统化配套理念，建设具有中国表面工程行业特色的产业园区。此外，园区是发展新型工业的重要载体，需要不断完善园区基础设施，加快在建项目建设，促使建成项目达产达标，确保工业园区经济持续健康发展。通过线上平台与线下空间相结合的方式，有效聚合各类优势资源，聚集空间、人才、政策、金融、业务、平台等多种要素。让智慧产业园变成“智慧大脑”，孵化创新创业企业，协助产业升

级转型。

根据中央决策部署，由各省市提出本区域内表面工程行业相关产业的战略规划，优化产业结构和空间布局，实施以开发区、产业园区为载体，完善优惠政策配套，加快提高基础设施配套和产业服务能力，引导产业向园区转移。在长三角、珠三角、京津冀及西部地区建设综合防控国家示范区，推动示范区域率先实现“污染控制、质量改善、风险可控、民生安全”目标，发挥引领作用。协助政府有关部门制定园区环境综合整治标准和验收标准，推进园区清洁化、循环化、低碳化改造。包括清洁生产审核咨询服务（包括清洁生产技术改造）、指导资源回收技术、协助地方政府进行危险废物的回收或无害化处置、指导企业实施节能减排技术和管理。

根据市场需求和国家及当地政府的规划策略，合理安排，最大限度地发挥产业园的功效和作用。配合政府调整表面工程行业产业结构，除了退出污染重、耗能高的企业外，对其他行业企业“抓两头，保中间”，建立有中国特色的现代表面工程产业体系。一头是集中各类人才，大力增强集成创新能力，加快拥有一批核心关键技术，在表面工程高端领域争取一席之地，有数个品牌产品占领世界高端产品市场。另一头是继续争取在传统表面工程领域占有一定份额，努力创造更多就业机会，并努力争取升到中高端领域，成为国内外市场优良（中端）产品和服务的重要提供者。



## 9. 促进表面工程领域国际间的交流与合作

近年来，全球主要经济体增速放缓，中国经济也进入了增速换挡、结构调整、动能转换的关键时期，特别是近期“新冠疫情”的影响还处于不确定状态，表面工程行业需求增长缓慢、中低端产业产能过剩、高附加值产品供给不足等引发的结构性矛盾已成为突出问题。供给侧结构性改革为表面处理行业加快转型提供了机遇和窗口。表面工程行业需要不断优化产业结构，增强科技创新能力，提高对外开放水平，加强区域及国际间的交流与合作，为推动表面工程行业的技术发展发挥积极作用。

## 六、保障措施及政策建议

表面工程行业是制造业中对产品最终使用寿命具有关键作用的重要基础工艺之一，也是提升中国制造业整体水平的核心技术之一，对实现制造强国战略具有重要的支撑作用。“十三五”期间，我国表面工程行业在国家各项改革和具体政策指引下，在全行业的共同努力下，不断发展先进工艺技术，淘汰落后装备，推进产业结构调整和优化，形成了一批具有高科技含量的企业。目前表面工程行业中民营企业占据了主题，虽然有资金雄厚、设备和技术先进、产品质量上乘的大企业，但是部分企业技术力量薄弱，缺乏自主创新能力和长远发展计划，仅仅随着市场需求自由发展，不可避免造成产

业水平低，难以实现节能减排和企业升级转型。面对这种现状，提出了本行业发展的基本原则和发展目标“十四五”时期主要工作任务，明确实施方针和措施，以期实现表面工程行业“十四五期间”在新常态下持续、健康、稳定发展。

“十四五”规划，围绕增强发展内生动力、激发市场活力，是贯穿 2021 年至 2025 年我国国民经济和社会发展的中期规划，保障确定未来五年经济和社会发展的目标和方向。根据表面工程行业的发展轨迹及多年的实践经验，应对未来的行业发展趋势做出审慎分析与行业预测。精准了解表面工程行业当前乃至今后较长时期的最新发展动态，把握市场准入商机，做出正确的行业管理决策，有利于行业企业长足的发展方向。规划实施保障措施有以下两方面。

1. 政府部门协助提供表面工程行业最新发展动向，及早发现表面工程行业市场的空白点、机会点、增长点和盈利点，把握表面工程行业尚未被满足的市场需求和趋势，有效规避表面工程行业的投资风险，形成行业企业良好的可持续发展优势，有效巩固拓展新兴战略市场，把握行业竞争主动权，全面、准确地反映整个表面工程行业的市场走向和发展趋势。

2. 为国家重点工程项目开展配套研究，结合国家建设的重点领域如汽车、电子、高铁、风电、建筑、工业防腐等行业需要，开展“高性能、低污染、功能化”表面工程相关高新技术的研究工作，开发和推广清洁工艺、节能工艺，增加资

源的利用率，加强技术研发、制造及使用全过程的环境污染控制，提升表面工程行业技术水平和产品档次。尤其要重视开发具有自主知识产权的核心技术，强化知识产权保护意识和相关制度建设。建立全行业、全流程、全过程的表面工程行业认证体系。

◆政策建议：

1. 积极推动行业内外的“共享制造”，杜绝和控制工艺技术落后，产能低、能耗高的生产线建设；。

2. 为内资企业联合国内相关企业自主开发具有自主知识产权的与国外先进技术功效相近的工艺装备或自动检测技术提供资金支持和政策保护；

3. 制定相关政策和激励措施，让行业企业和协会更加积极地参与国家及地方法规的制定和修改，提升专业性和与应用端的贴合，让法规更具执行力；

4. 由政府牵头，梳理和完善急需自主研发制造或国产化的产品/工艺技术清单，并提供一定的资金支持，组织有条件的企业联合攻关，变被动为主动；

5. 在当前疫情逐渐复苏的经济环境下，国家应在融资、减免税、延期支付银行贷款利息、减免或延期缴纳税款、缓缴社会保险费、增加财政专项支持等方面为行业企业提供财税惠企政策。

6. 给予行业协会更多的自主权限，充分引导行业企业规

范化经营，共同推动表面工程行业发展与进步。

CMIF

CMIF

CMIF

CMIF

CMIF

CMIF