

# 浙江省科学技术进步奖推荐书

(年度)

## 一、项目基本情况

推荐号:

奖励类别: 技术开发

推荐单位(盖章)	杭州市科委	推荐奖励等级	一等奖
项目名称 (中文)	重腐蚀区域输电设备高效防腐技术创新及工程应用		
主要完成人员	周海飞, 祝邴伟, 胡家元, 刘敏, 周自强, 钱洲亥, 丁文宣, 王静, 刘福春, 潘建乔, 赵书彦, 李延伟, 于志勇, 李治国, 何毅帆		
主要完成单位 (本省第一完成单位盖章)	国网浙江省电力有限公司电力科学研究院, 国网浙江省电力有限公司宁波供电公司, 中国科学院海洋研究所, 中国科学院金属研究所, 杭州意能电力技术有限公司, 国网浙江平湖市供电有限公司, 国网浙江余姚市供电有限公司		
主题词	重腐蚀区域; 输电设备; 信息系统; 包覆防腐; 复合涂料; 耐磨蚀复合镀层		
学科分类 名称	1	金属材料、导电材料	代码 7300
	2	输电线路	代码 5205
	3	综合	代码 7100
所属国民经济行业	电力		
任务来源	国网总部管理科技项目计划		
具体计划、基金的名称和编号(不超过300字)			
ZDK/GW001-2012重工业污染区输电线路杆塔和接地网腐蚀防治技术与示范			
论文(篇)	28	专著(本)	1
授权发明专利(件)	9	其他知识产权(件)	12
直接经济效益(万元)	240	间接经济效益(万元)	12900
科技成果登记号			
项目起止时间	起始: 2012-1-1		完成: 2016-11-30

推荐书版本:

## 二、项目简介

项目属防灾减灾技术领域，涉及金属材料、输电线路。

浙江大气腐蚀环境具有高湿度、高工业化程度和海洋环境等多重特征，严重影响了我省能源电力工程、海洋工程等重大工程及其装备的安全性和服役寿命，制约了浙江海洋经济的建设和发展。大气腐蚀性基础数据的匮乏、电力设备差异化防腐设计的缺失等因素使电力设备腐蚀失效问题层出不穷。由于腐蚀造成的输电铁塔承重失效、掉线跳闸等系统故障时有发生，严重威胁供电安全且造成了不良的社会影响；同时，铁塔塔脚、塔身及其连接金具存在环境、结构与功能等差异，针对性防腐难度大。鉴于此，项目历时7年，围绕重腐蚀区域输电设备的腐蚀与防护问题开展研究，以输电杆塔为典型应用对象，取得主要技术创新如下：

1、建立了浙江省大气腐蚀地理信息共享系统。引入腐蚀源信息、设备信息等多维度数据，通过理论建模建立了具有腐蚀原因溯源功能的浙江省大气腐蚀地理信息共享系统，为指导重大设备的差异化综合防腐技术提供坚实的理论基础。

2、发明了复层包覆防腐技术。发明了针对异型结构的“防蚀膏-防蚀带-高强保护罩”复层包覆防腐技术，通过锈转化剂在常温下把锈转化成高抗蚀保护膜，实现除锈防锈双重效果，基于膏体不固化的特点实现有效成分向缝隙部位的持续渗透及防蚀带与异型构件的无缝贴合，利用现场制作的高强保护罩抵御外力破坏，从而彻底解决重腐蚀区域输电设备异型构件腐蚀的防治技术难题。

3、发明了纳米复合长效防腐涂料。在碳纳米管二次改性基础上开发了复合防腐涂料体系，实现了耐中性盐雾4000h、耐老化2000h的防腐耐候效果，解决了重腐蚀区域输电设备长寿命服役的防腐技术难题。

4、开发了耐磨蚀复合电沉积技术及其镀层。基于复合电沉积时新生金属与第二相微粒间界面作用力的发现，揭示了界面作用力与微粒在电极表面滞留的内在规律，并实现了复合电沉积间歇搅拌工艺的精准控制；利用超硬微粒与自润滑微粒的协同作用研制了Ni-CBN/HBN复合镀层，实现了摩擦学性能的有效调控，解决了连接金具磨蚀技术难题。

成果获授权发明专利2项，实用新型3项，软著1项，发表论文13篇，其中SCI收录4篇，EI收录1篇，出版专著1部。成果已在重腐蚀区域38条输电线路的300余基铁塔上工程应用，实现节支额逾1.31亿元；其中包覆技术于2014年始陆续在浙江、广东等地应用，运行5年来构件表面形成更耐蚀的黑色保护膜，防腐效果显著，成果于2016年在宁波等地进行整体应用。经鉴定，成果整体技术处于国际先进水平，其中电力设备异型构件复层包覆防腐技术、Ni-CBN/HBN耐磨减磨复合镀层制备技术达到国际领先水平。成果作为电力设备差异化防护的探路者，推动了防腐蚀技术的发展。

（不超过1200字）

### 三、主要科技创新

#### 1. 立项背景

浙江电网的密集度极高，浙江电网的安全运营无疑是我省海洋经济发展与“一带一路”建设中的重要一环，但一方面浙江大气环境具有高湿度、高工业化程度和海洋环境等多重特征，具有腐蚀性强的客观因素，另一方面存在大气腐蚀性基础数据匮乏、电力设备差异化防腐设计缺失等主观因素，使电力设备腐蚀失效问题层出不穷，输电铁塔承重失效、掉线跳闸等系统故障大量存在，以至于每年用于解决电力设备腐蚀问题的维修费用高达数十亿元。此外，同一设备的不同构件常常具有环境、结构与功能差异，说明了差异化防腐的必要性与挑战性，如输电铁塔的塔身、塔脚及其连接金具，涂料涂刷被普遍应用于塔身的防腐运维，但对异型构件的塔脚效果甚微，对易磨损失效的连接金具更不适合。

本项目在准确掌握我省大气腐蚀性基础数据的前提下，开发了重腐蚀区域电力设备异型构件复层包覆防腐技术、电力设备纳米涂料涂层防腐技术及连接金具用耐磨减磨耐蚀复合电沉积技术，实现了重腐蚀区域输电设备的差异化高效防腐。

#### 2. 科技创新内容（主要创新点）

**主要创新点1：**在积累大量腐蚀数据和理论建模的基础上，首次建立了具有腐蚀原因溯源功能的浙江省多维度大气腐蚀地理信息共享系统，为指导浙江地区电力设备，乃至其它行业重大设备的差异化综合防腐技术提供了坚实的理论基础。【成果分类名称：7300金属材料，旁证材料：软件著作权 大气腐蚀性数字化管理平台，2018SR792400，论文Corrosion failure analysis of the galvanized lightning rod in a 220kV transformer substation，《Anti-Corrosion Methods and Materials》等3篇】。

①创新引入腐蚀源、设备运行信息等数据来源，对浙江省大气腐蚀等级地图进行局部修正，使局部监测精度从“1000km<sup>2</sup>级”精确到“10km<sup>2</sup>级”。

依据ISO 9223标准方法，以全省100处曝露法挂片数据、78处环境监测数据进行浙江省大气腐蚀等级评级，监测点密度约“1000km<sup>2</sup>/个”；在此基础上，结合腐蚀源对周边10km<sup>2</sup>环境腐蚀性影响、DL/T1453中关于钢结构腐蚀历史用于判定环境腐蚀性等因素，在浙江省大气腐蚀等级地图绘制过程中创新性引入196个典型腐蚀源数据、20起设备腐蚀历史数据，对该腐蚀等级地图进行局部修正，使局部监测精度从“1000km<sup>2</sup>级”提高至“10km<sup>2</sup>级”。

②提出了大气腐蚀等级地图的绘制方法，建立了各项绘制数据的取值原则，解决了现阶段国内外大气腐蚀等级地图绘制无可靠依据方法的难题。

借鉴DL/T374电力系统污区分布图绘制原则，从底图绘制、腐蚀地图绘制、腐蚀源加权、绘图流程等方面系统提出了大气腐蚀等级地图的绘制方法（如图1）；并建立了工业腐蚀源、自然腐蚀源（海洋）、设备运行信息等绘制数据的影响范围、等级判定及数据优先级原则（如图1）。该系统化绘图方法的建立，解决了现阶段国内外大气腐蚀等级地图绘制无统一的依据方法、绘图结果重现性不佳、地图扩展及修订困难等不足。

③建立了浙江省多维度大气腐蚀地理信息系统，实现了碳钢、锌、铜等常用金属在浙江省各地大气腐蚀等级的直观表达及便捷查询，可服务于“一带一

路”背景下浙江省海洋经济的发展。

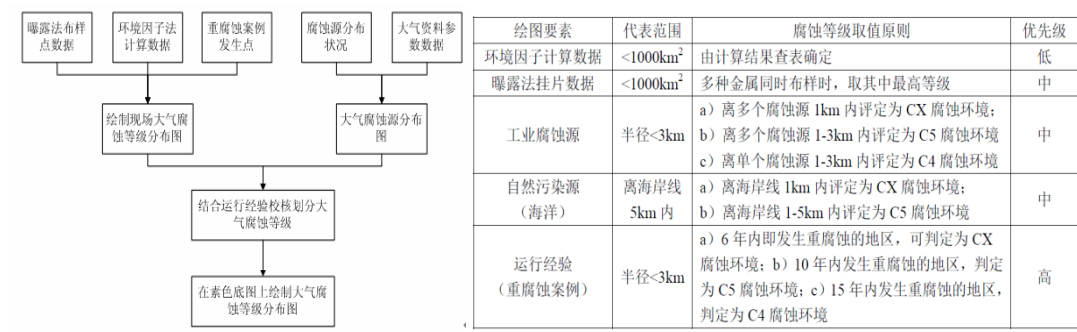


图1: 大气腐蚀性等级分布图绘制流程 (左) 与各要素取值原则 (右)

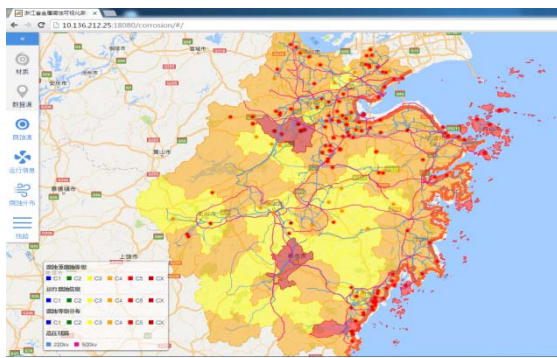


图2: 浙江省大气腐蚀性等级分布

基于公共网络平台, 开发建立了浙江省多维度大气腐蚀地理信息系统, 实现碳钢、锌、铜等常用金属在浙江省各县级区域、局部腐蚀源影响区域大气腐蚀等级的数字化显示及便捷化查询, 可服务于电力企业乃至其它行业的设计及运维单位查询重大设备所处环境腐蚀等级, 指导腐蚀原因溯源, 制定差异化防腐设计、针对性防腐运维策略。同时, 在国家“一带一路”发展背景下, 浙江作为海洋资源大省, 该地理信息系统可为宁波-舟山等海洋区域重大设施建设提供关键性数据支撑, 助力浙江省海洋经济发展示范区和舟山群岛新区建设战略。图2为浙江省大气腐蚀性等级分布图。

主要创新点2: 发明了“防蚀膏 - 防蚀带 - 高强保护罩”环保型复层包覆防腐技术, 实现除锈防锈双重效果, 解决了重腐蚀区域输电设备异型构件防腐的防治技术难题。【成果分类名称: 7300金属材料, 旁证材料: 专利 一种包覆型输电线网户外装置及其包覆方法, ZL201610299131.3】。

①开发了可除锈防锈且与异型部位无缝贴合的防蚀膏。

内层防蚀膏通过锈转化剂在常温下把锈转化成高抗蚀保护膜 (FePO<sub>4</sub>/Fe-聚合物), 一方面大幅降低了施工前处理要求, 一方面实现了除锈防锈双重效果; 基于膏体不固化的特点实现有效成分向缝隙部位的持续渗透, 防蚀膏与构件粘为一体实现与异型部位的无缝贴合。图3为内层防蚀膏中锈转化成分作用机理的示意图及防蚀膏涂覆前后的效果实施例。

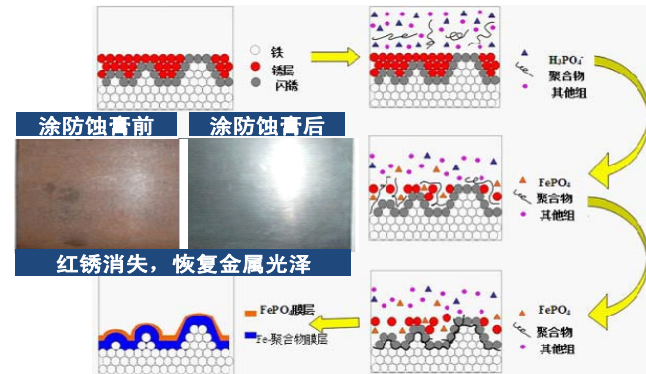


图3: 锈转化成分作用机理及其效果



图4: 复层包覆施工流程及整体效果

②研制了具有水膜置换功能且可带水施工的防腐带。

中层防腐带的复合防锈剂含有不对称结构的表面活性物质，可置换金属表面的水膜，逆型胶束状防锈分子可吸附和捕集腐蚀性物质封存于胶束之中，使之不与金属接触，从而保障了带水施工基础上仍具备高效防腐效果。

③开发了可现场定制的高强防护罩。

外层保护罩可因地制宜的现场制作，利用其高强度抵御外力破坏。图4为复层包覆施工流程与整体效果，防腐膏在简单前处理后即可用毛刷直接涂刷，操作过程十分简单，所有材料绿色环保，施工中外保护罩选用了聚酯树脂浸透玻璃纤维现场制成的玻璃钢外壳。

该成果已在浙江、广东等省内外典型环境中应用4-5年，防腐效果十分显著，实现输电线路杆塔塔脚的高效防腐。

**主要创新点3：发明了磷酸与有机硅烷对碳纳米管的二次改性方法，开发了磷酸改性碳纳米管/环氧复合防腐涂料与磷酸改性碳纳米管/聚氨酯复合防腐涂料，解决了重腐蚀区域输电设备长寿命服役的防腐技术难题。【成果分类名称：7300金属材料，旁证材料：专利 磷酸改性碳纳米管/环氧复合涂料及制备方法，ZL201410476552. X，磷酸对氯乙烯-丙烯酸共聚物带锈涂层防腐性能的影响，《中国腐蚀与防护学报》等论文3篇】。**

①发明了磷酸与有机硅烷对碳纳米管的二次改性方法，开发了磷酸改性碳纳米管复合长效防腐涂料。

利用磷酸根离子和硅烷偶联剂对碳纳米管进行两次改性处理，实现了防腐填料的纳米复配及协同增益效应。磷酸根离子与金属基材界面反应生成致密且牢固的磷化膜，增强了涂层的耐蚀性与附着力；有机硅烷改性促使碳纳米管表面由非极性向极性转变，表面能降低，粒子之间的聚集能力减弱，增加了其在环氧树脂中的稳定性和分散性。改性碳纳米管作为链式纳米填料的掺杂，与复合涂料的片状填料搭桥形成导电通路，一方面赋予涂料良好的电化学保护性能，另一方面填补了片状填料网络结构的空隙、进一步增强了阻隔作用。

所研制的纳米复合涂层耐中性盐雾逾4000h、耐疝灯老化逾2000h，防腐性能较现有技术提升了80%，可确保杆塔塔材逾20年长效防腐。该技术已在40余条线路的261基杆塔上应用，还推广于电厂设备防腐。

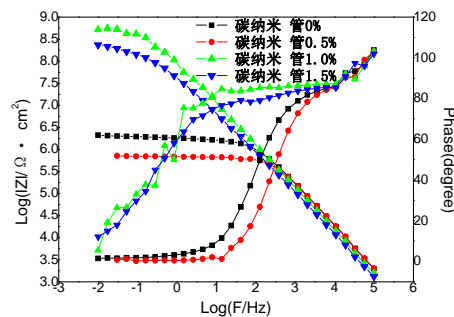
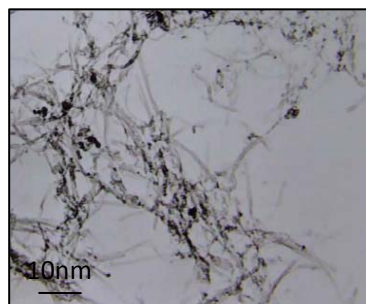


图5：二次改性后碳纳米管浓缩浆液TEM 图6：浸泡366天后复合涂层EIS阻抗谱

②研制了高稳定分散性纳米分散剂，解决了纳米粉体材料的团聚性、分散稳定性两大难题。

开发了高效纳米分散助剂制备纳米浓缩浆，该分散助剂可在纳米粒子表面产生吸附和锚固作用后形成包覆层，依靠空间位阻作用等达到稳定分散效果；纳米浓缩浆具有高浓度、低粘度特点，固含量为国外同类技术产品的2倍、粘度低于其一半、贮存稳定性提高一倍。

③研制了具有超级径厚比的片状纳米磷酸钡防锈颜料，开发了强耐蚀、抗渗的纳米磷酸钡/环氧复合底漆。

利用水热法研制了片状纳米磷酸钡纳米颜料，实现了对铬酸盐防锈颜料的替代。该纳米颜料具有超级径厚比，为涂层提供优异的阻隔性能和抗渗透性能；纳米磷酸钡表面的 $P_2O_5$ 对 $Fe^{3+}$ 离子有很强的螯合力，在被涂物表面可形成卓越的钝化膜，对金属腐蚀具有极强的抑制作用，可实现带锈转锈功能；所研制的复合涂层中纳米磷酸钡与金属基体腐蚀产物 $FeO$ 反应生成不溶性 $FePO_4$ ，通过在腐蚀区形成隔离层进一步优化了涂层耐蚀性。

**主要创新点4：发现复合电沉积时新生金属与第二相微粒间存在界面作用力，实现了复合电沉积间歇搅拌工艺的精准控制，研制了Ni-CBN/HBN复合镀层，实现了摩擦学性能的有效调控，解决了连接金具磨蚀技术难题。【成果分类名称：7300金属材料，旁证材料：论文：A new insight into promotion action of cobalt sulfate in Ni-diamond composite electrodeposition. 《Journal of Materials Science & Technology》，硫酸钡对镍-金刚石复合电沉积电化学反应行为的影响.《电镀与涂饰》】。**

①发现复合电沉积时新生金属与第二相微粒界面间存在力的作用。

发现新生镀层厚度仅为微粒粒径0.0252%时微粒便可成功进入镀层，即复合电沉积时新生金属与第二相微粒间存在界面作用力（如图7左），该界面作用力促使了微粒在电极表面的短暂滞留，是微粒实现共沉积的关键，从而建立了新的共沉积模型（如图7右），并直接指导间歇搅拌等操作参数的设计。这颠覆了大多数学者认同的当新生镀层厚度达到微粒粒径一半时微粒方可进入镀层的观点。

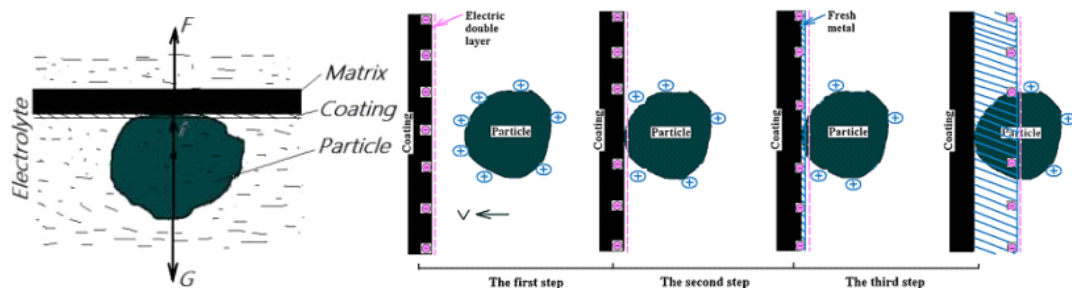


图7：界面作用力（左）及其对共沉积过程的影响（右）

②发现了一种与 $Co^{2+}$ 具有相似作用机制但效果更突出的共沉积促进剂。

发现 $Co^{2+}$ 作为一种典型的共沉积促进剂，不仅使微粒的Zeta电位正移，使金属离子还原速度降低，同时还使阴极Zero电位更负，各因素均有利于复合量的提高，进而从电化学角度提出硫酸钴作为共沉积促进剂的作用机制，并发现 $Ce^{2+}$ 具有相似作用机制且促进效果更佳。

③研制了Ni-CBN/HBN复合镀层。

利用超硬微粒与自润滑微粒的协同作用研制了Ni-CBN/HBN复合镀层，镀层中微粒含量可高达90V%（如图8），通过调整溶液中CBN、HBN比例便可实现摩擦学性能的按需调控（如图9），解决了连接金具磨蚀技术难题。

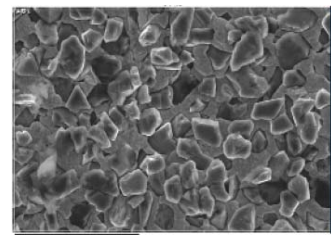


图8：Ni-CBN/HBN复合镀层SEM

图10为五种金具耐磨减磨处理前后对比。该成果已应用于浙江、广东等地逾3年，明显提升了连接金具的服役能力。

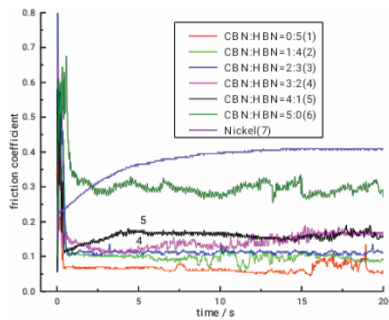


图9：复合镀层摩擦学性能可调

图10：系列金具耐磨减磨处理前后对比

### 3. 与当前国内外同类研究、同类技术的综合比较

1) 大气腐蚀地理信息共享系统。有别于通常仅采集气象与环境数据、挂片数据，本信息系统集成了气象数据、环境数据、腐蚀源信息、挂片数据、设备腐蚀历史数据和设备地理信息等多维度，并经建模处理，在使腐蚀数据精度从“1000km<sup>2</sup>级”提至“10km<sup>2</sup>级”的同时赋予了腐蚀原因溯源功能。

2) 异型构件复层包覆防腐技术。下图直观显示了复层包覆技术的优势：从左至右依次为未处理、涂料处理与包覆处理，2年后，包覆样表面形成了耐蚀的黑色保护膜。性能参数的对比列于下表。



对比项目	性能参数	本技术	国内外同类技术
复层包覆防腐技术	拉伸强度MPa	510	208
	抗冲击强度KJ/m <sup>2</sup>	2.5×10 <sup>4</sup>	7280
	耐高温流动性	85℃不滴落	65℃不滴落
	剥离强度N/M	350	200

3) 连接金具Ni-CBN/HBN复合镀层处理技术。现役连接金具表面为热镀锌处理，未考虑耐磨减磨性能，本技术利用超硬微粒与自润滑微粒的协同作用，耐磨减磨优势明显。

(不超过5页)

## 四、第三方评价

第三方评价：

(1) 鉴定意见：浙江武林新产品新技术鉴定中心鉴定报告，浙武鉴字[2018]第055号 2018年12月8日，鉴定委员会认为：成果建立了具有腐蚀原因溯源功能的浙江省多维度大气腐蚀地理信息共享系统，为指导重大设备的差异化防腐提供理论基础；发明了复层包覆防腐技术，开发了具除锈防锈功能的防蚀膏，可水中施工的防蚀带及现场制作的高强保护罩，实现了输电设备异型构件的针对性防腐；发明了基于碳纳米管二次改性的复合长效防腐涂料，解决了重腐蚀区域输电设备长寿命防腐难题；在建立新的共沉积模型基础上，研制了摩擦学性能可调的Ni-CBN/HBN复合镀层，解决了连接金具磨蚀技术难题。成果整体技术处于国际先进水平，其中复层包覆防腐技术、Ni-CBN/HBN复合镀层制备技术达国际领先水平。(2) 验收意见：国网公司项目《重工业污染区输电线路杆塔和接地网腐蚀防治技术与示范》验收报告，编号：

ZDK/GW001-2012 项目针对大气腐蚀性基础数据匮乏，以及缺乏电力设备差异化防腐技术设计的现状开展研究，揭示了浙江省大气腐蚀性基本规律，针对输电设备不同部位的结构与功能差异开发了不同的防护技术，成效显著。2016年4月12日，验收委员会一致认为，该项目完成了任务书规定的研究内容，同意通过验收。(3) 查新结论：浙江省科技信息研究院查新报告，编号：

201833B2110212 ①绘制了加权污染源影响的浙江省大气腐蚀等级地图；②研发了针对异型结构的“防蚀膏-防蚀带-高强保护罩”复层包覆防腐技术；③开发了一种碳纳米管的二次改性方法，据此研制了磷酸改性碳纳米管复合系列防腐涂料；④制备了镍-CBN/HBN减摩耐磨耐蚀多元复合镀层。上述成果在所检国内外相关文献中未见相同述及。(4) 测试报告 ①国网智能电网研究院《矿脂防蚀膏》〔NO: SGRI-FJSII-2016-009〕：密度1.095 g/cm<sup>3</sup>，稠度10.58 mm，不挥发物含量0.7%，水置换试验后表面无锈，1000h中性盐雾试验后锈蚀度A级；指标均合格。《矿脂防蚀带》〔NO: SGRI-FJSII-2016-010〕：拉伸强度78 N/25mm，断裂伸长率15.8%，绝缘电阻1.12×10<sup>2</sup> MΩ·m<sup>2</sup>，24h耐热流动性试验后无滴落，2000h中性盐雾试验后锈蚀度A级；指标均合格。②中国测试技术研究院(CNAS,CMA)《纳米复合氟碳漆》〔NO: TW14597-2W1〕与《纳米复合环氧中间涂料》〔NO: TW14597-4W1〕：划格试验、耐冲击性、柔韧性及1000小时耐水性试验等指标均合格。《纳米复合氟碳漆》〔NO: TW14597-2Y1〕：经4000h中性盐雾试验后漆膜无变化；合格。《纳米复合环氧防腐涂料》〔NO: TW153406-1W1〕：划格试验1级，耐冲击性50cm，铅笔硬度(刮破)5H，柔韧性1mm；指标均合格。③深圳市八六三新材料技术有限责任公司(CNAS)《镍基复合镀层》等六项〔NO: SAC2018-05424-1等〕：Ni、Ni-CBN与Ni-CBN/HBN镀层磨损率分别为1.33×10<sup>-13</sup>m<sup>3</sup>/m.N、8.79×10<sup>-14</sup>m<sup>3</sup>/m.N、8.68×10<sup>-14</sup>m<sup>3</sup>/m.N，摩擦系数分别为0.575、0.795、0.514；Ni-CBN/HBN镀层具有良好的摩擦磨损性能，与热镀锌层比较优势更明显。

(5) 学术评价：全国输配电技术协作网受邀报告：杆塔塔脚复层包覆防腐技术的应用(2018年7月19日，合肥，周海飞)

(限2页)



## 五、推广应用和效益

### 1. 推广应用情况

成果已应用于国内电网。浙江省大气腐蚀地理信息系统已服务于72个大型电力工程选址及防腐设计、防腐监督及运维等工作；纳米复合涂料、复层包覆、耐磨减磨镀层等技术已在重腐蚀区域38条输电线路的300余基铁塔上工程应用。

2013年，浙江电力设计院设计全国首个五端柔直输电项目中采用了浙江省大气腐蚀性基础数据，为换流站设备防腐设计选型、腐蚀监控管理提供了数据积累及技术支持。丽水龙石变电站基建设计时大气环境以C4等级考虑，投运以来电气设备腐蚀严重，每年均需防腐涂装、且设备实际寿命仅为设计值1/3，运维投入巨大。2015年，项目组依托浙江省大气腐蚀地理信息系统，确定了该变电站大气环境等级为CX级，制定了以重防腐涂料代替富锌涂料进行防腐涂装、将防腐监督及运维关口前移等针对性措施，彻底优化了该变电站防腐模式，实现防腐运维费用节支50%以上。纳米复合涂料涂层技术在宁波、丽水、舟山等重腐蚀区域129基输电杆塔实现应用，相对于传统富锌涂层防腐寿命提升1倍以上，节支了大量运维费用。复层包覆防腐技术在浙江宁波、丽水以及广东清远、惠州等地的182基输电杆塔应用，覆盖500kV、220kV、110kV等多个电压等级，实现塔脚这一关键部分的高效防腐，特别是珠三角地区温湿度更大、塔脚腐蚀环境更为恶劣，包覆技术具有巨大推广潜力。耐磨减磨复合电沉积技术在浙江宁波、衢州、金华以及广东深圳等地的274个连接金具表面实施耐磨减摩处理，该批金具实际服役效果良好，预计使用寿命将比同批次普通金具提高1倍以上。此外，基于公共网络平台开发的浙江省多维度大气腐蚀地理信息系统，可直接服务其它行业查询重大设备所处环境腐蚀等级，制定差异化防腐设计及运维策略。同时，在国家“一带一路”发展背景下，浙江作为海洋资源大省，该地理信息系统可为宁波-舟山等海洋区域重大设施建设提供关键性数据支撑，助力浙江海洋经济发展示范区和舟山群岛新区建设战略。

(不超过800字)

2. 近三年直接经济效益（加盖财务专用章） 单位：万元人民币

项目总投资额	1200.0		回收期（年）	3
年份 \ 栏目	新增销售额	新增利润	新增税收	节支总额
2016	54.0	0.0	0.0	3100.0
2017	93.0	0.0	0.0	4300.0
2018	93.0	0.0	0.0	5500.0
累计	240.0	0.0	0.0	12900.0

经济效益的有关说明及各栏目的计算依据：  
 近三年经济效益13140万元。  
 1. 新增销售额以合同计。三年计240万元。  
 2. 优化设计节支，以“设计投资×优化节支率”计，设计投资近3年分别取500、700、900万/年，节支率取20%。三年计420万元。  
 3. 提高防腐效率节支，以“原年防腐费用×大气防腐费率×节支维修费”计，重腐蚀区单个工程、单条线路防腐及设备损耗费取80万/年、50万/年，防腐费率取80%，维修费取50%。成果近3年应用于工程及线路分别为43个/17条、62个/32条、72个/38条。三年计6144万元。  
 4. 降低停电检修时间新增输电利润，以“容量×负荷率×节约停电时间×输电差价”计，500kV、220kV、110kV线路容量（kW/条）分别取100万、30万、10万，年缩短停电取48h，负荷率取40%，输电差价取0.25元/kW·h。成果近3年应用于独立线路分别为11条、15条、19条。三年计6336万元。

3. 社会效益与间接经济效益：  
 间接效益方面：浙江省多维度大气腐蚀地理信息系统，已被项目单位国网浙江电力采纳，应用于大型电力设备防腐设计及运维工作中。复层包覆、纳米复合涂料及Ni-CBN/HBN复合镀层等系列成果已经在浙江电网及省外生产一线得到了工程应用。成果可有效降低电网系统的失效风险，从而避免大量的非计划停电事故。而每次停电事故造成的间接损失高达数百万元以上。 社会效益方面：项目成果中基于公共网络平台开发的浙江省多维度大气腐蚀地理信息系统，可直接服务省内建造、桥梁等其它行业查询重大设备所处环境腐蚀等级，制定差异化防腐设计及运维策略。同时，在国家“一带一路”发展背景下，浙江作为海洋资源大省，该地理信息系统可为宁波-舟山等海洋区域重大设施建设提供关键性数据支撑，助力浙江省海洋经济发展示范区和舟山群岛新区建设战略，应用前景广阔。发明的复层包覆防腐技术、纳米复合涂层技术与复合电沉积技术，实现了电力设备防腐技术的重大突破，同时也增强了我省金属防腐的技术实力。此外，项目组还主编了《钢结构氧化聚合型包覆防腐蚀技术》国家标准、编写了《电力系统金属防腐及在线修复技术》著作，一方面提高了电网防腐标准化水平，完善了防腐标准体系，另一方面为腐蚀防护研究领域提供了理论研究与工程实践参考，促进了电网防腐与电工材料行业的发展，推动了材料腐蚀学科的进步。是故，成果取得的社会效益十分明显。

（不超过600字）

## 六、曾获科技奖励

获奖项目名称	获奖时间	奖项名称	奖励等级	主要获奖人	授奖部门 (单位)
重腐蚀区域输电设备高效防腐技术创新及工程应用	2018-12-18	2018年国网浙江省电力有限公司电力科学研究院科技成果奖	一等奖	周海飞、祝邴伟、胡家元、刘敏、周自强、钱洲亥、李延伟、于志勇、李治国、何毅帆、柳森、冯礼奎、宋小宁	国网浙江省电力有限公司电力科学研究院

## 七、主要知识产权证明目录（已授权）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	一种包覆型输电线网户外装置及其包覆方法	中国	ZL201610299131.3	2018-12-21		国网浙江省电力公司电力科学研究院；国家电网公司；杭州意能电力技术有限公司	钱洲亥；周海飞；侯保荣；王静；徐华；朱素兰；冯礼奎；于志勇；陈建伟	有效
发明专利	磷酸改性碳纳米管/聚氨酯复合涂料及制备方法	中国	ZL201410476554.9	2017-01-04	2332555	国家电网公司；国网浙江省电力公司电力科学研究院；浙江电力化学技术有限公司；中国科学院金属研究所	徐嘉龙；刘福春；赵书彦；钱洲亥；韩恩厚；祝邴伟；刘敏	有效
计算机软件著作权	大气腐蚀性数字化管理平台	中国	2018SR792400	2018-10-20		国网浙江省电力有限公司电力科学研究院	周海飞	有效
实用新型专利	一种具有防电偶腐蚀功能的金属大气暴晒架	中国	ZL201720715923.4	2017-12-26	6773510	杭州意能电力技术有限公司	胡家元；李延伟；何毅帆；吕佳慧；钱洲亥	有效
实用新型专利	测试角钢在大气-混凝土界面腐蚀速率	中国	ZL201820520535.5	2018-10-12	7937843	国网浙江省电力有限公司电力科学研	胡家元；周海飞；夏晋；赵峥；李	有效

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
	的装置					究院；国家电网公司；浙江大学；杭州意能电力技术有限公司	天；周宇通，李延伟；冯礼奎；钱洲亥；金伟良	
实用新型专利	测试钢筋预埋件在混凝土浅埋区腐蚀速率的装置	中国	ZL201820519844.0	2018-10-12	7947142	国网浙江省电力有限公司电力科学研究院；国家电网公司；浙江大学；杭州意能电力技术有限公司	胡家元；钱洲亥；祝邴伟；夏晋；何毅帆；李天；俞培祥；沈晓明；明菊兰；金伟良	有效

### 主要知识产权证明目录（已申请未授权）

知识产权类别	知识产权具体名称	申请号	申请日期

**承诺：**上述知识产权用于报奖的情况，已征得未列入项目主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意。

第一完成人签名：

## 八、主要论文专著目录

作者	论文专著名称	刊名/出版社	年卷期 页码	论文级别	发表时间
周海飞; 杜楠; 郭敬东; 刘栓	A new insight into promotion action of cobalt sulfate in Ni-diamond composite electrodeposition	Journal of Materials Science & Technology	0	SCI	2018-12-21
胡家元, 方志兴, 钱洲亥, 沈晓明, 周海飞, 金东春	Corrosion failure analysis of the galvanized lightning rod in a 220kV transformer substation	Anti-Corrosion Methods and Materials	2017	SCI	2017-10-16
祝邴伟; 潘晨; 钱洲亥; 王振尧; 韩薇	输电线路杆塔接地装置的腐蚀与防护	全面腐蚀控制	2015	其他	2015-04-14
孙伟; 祝邴伟; 刘福春; 韩恩厚; 柯伟; 钱洲亥; 揭敢新	纳米磷酸钡在环氧涂层中的防腐蚀机理研究	材料研究学报	2016	EI	2016-03-16
王思齐; 祝邴伟; 刘福春; 韩恩厚; 王震宇; 钱洲亥	磷酸对氯乙烯-丙烯酸共聚物带锈涂层防腐性能的影响	中国腐蚀与防护学报	2016	中文核心	2016-03-15
刘敏; 李闯; 钱洲亥; 林安	树脂分子极性对水性涂层耐蚀性能的影响	材料保护	2018	中文核心	2018-08-16
刘敏; 蒋一博; 林安; 伍廉奎	架空地线的腐蚀研究现状	材料保护	2018	中文核心	2018-09-20
胡家元; 夏巧群; 姜炯挺; 汤治; 孙晓卿	某变电站构架避雷针腐蚀失效原因分析	腐蚀与防护	2018	中文核心	2018-07-18
刘敏; 赵书彦; 刘福春; 韩恩厚; 钱洲亥; 祝邴伟	抗静电耐腐蚀涂层的制备及性能研究	腐蚀科学与防护技术	2018	中文核心	2018-09-12

作者	论文专著名称	刊名/出版社	年卷期 页码	论文级别	发表时间
刘福春; 韩恩厚; 柯伟	Adsorption and stabilization of nano-TiO <sub>2</sub> particles in a concentrated dispersion	Progress in natural science-materials international	2013	SCI	2013-05-14
刘福春; 韩恩厚; 柯伟; 唐囡; 万军彪	Polar influence of the Organic Modifiers on the structure of montmorillonite in Epoxy Nanocomposites	Journal of Materials Science & Technology	2013	SCI	2013-10-16
李延伟; 周自强; 王彬栩; 胡家元; 周开河; 李丰伟; 钱洲亥; 杨跃平	输电塔石墨烯重防腐涂料的涂装性能评价	浙江电力	2018	其他	2018-11-22
万斌; 李好学; 周海飞※; 杨琪	硫酸铟对镍-金刚石复合电沉积电化学行为的影响	电镀与涂饰	2016	中文核心	2016-06-22
刘敏	电网防腐技术架空输电线路	中国电力出版社	0	其他	2018-01-12

**承诺:**上述知识产权用于报奖的情况,已征得未列入项目主要完成人的权利人(发明专利指发明人)的同意。

第一完成人签名:

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	1	姓 名	周海飞
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	362202197612150616	移动电话	13588868463
现任职务	无	技术职称	高级工程师
工作单位	国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院	固定电话	0571-51211571
邮政编码	310014	电子信箱	zhouhf@alum.imr.ac.cn
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	中国科学院金属研究所	毕业时间	2012-06-16
文化程度	研究生	学 位	博士
所学专业	材料学	现从事专业	材料学
曾获科技奖励情况：获浙江省2015年度科技进步奖三等奖，国网公司2017年度科技进步奖二等奖			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	70		
对本项目的创造性贡献：对创新点【1】、【2】、【4】做出贡献。基于杆塔塔脚结构特点优化包覆防腐技术参数，发明耐磨蚀复合镀层。旁证材料：专利 ZL201610299131.3, 软著 2018SR792400, 论文《A new insight into promotion action of cobalt sulfate in Ni-diamond composite electrodeposition》等 3 篇。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		



## 九、主要完成人情况表

完成人排序	2	姓 名	祝邴伟
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	33068119790509171X	移动电话	13588139931
现任职务	院长助理	技术职称	高级工程师
工作单位	国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院	固定电话	0571-51211557
邮政编码	310014	电子信箱	wwlyz@163.com
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	武汉大学	毕业时间	2002-07-01
文化程度	研究生	学 位	硕士
所学专业	电厂化学	现从事专业	腐蚀与防护
<p>曾获科技奖励情况：[1]获浙江省人民政府科学技术奖二等奖一项，排名第五 [2]获浙江省人民政府科学技术奖三等奖两项，排名分别为第一、第三 [3]获杭州市人民政府科学技术奖三等奖一项，排名第一 [4]获浙江电力科学技术奖二等奖、三等奖多项 [5]被评为浙江省电力公司“青年岗位能手”、“先进工作者”等荣誉称号。</p>			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	60		
<p>对本项目的创造性贡献：对创新点【2】、【3】做出贡献。提出杆塔塔脚复层包覆防腐思路，构建塔脚塔身差异化防腐方案。旁证材料：专利 ZL201410476552.X，论文《输电线路杆塔接地装置的腐蚀与防护》等 4 篇。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 200 字）</p>			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	3	姓 名	胡家元
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	33072119860927331X	移动电话	13675872850
现任职务	无	技术职称	高级工程师
工作单位	国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院	固定电话	0571-51211400
邮政编码	310014	电子信箱	jiayuanhu@yeah.net
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	武汉大学	毕业时间	2013-06-01
文化程度	研究生	学 位	博士
所学专业	热能工程	现从事专业	腐蚀与防护
<p>曾获科技奖励情况：[1]英国Emerald出版集团2015年Highly Commended Paper Award [2]湖北省第十三届自然科学优秀学术论文二等奖 [3]英国Emerald出版集团2013年Highly Commended Paper Award [4]2012年首届国家奖学金（博士）</p>			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	60		
<p>对本项目的创造性贡献：对创新点【1】、【3】做出贡献。在浙江省大气腐蚀性地理信息系统中引入腐蚀源信息及电力设备信息。旁证材料：专利ZL201720715923.4 等 3 项，论文《Corrosion failure analysis of the galvanized lightning rod in a 220kV transformer substation》、《输电塔石墨烯重防腐涂料的涂装性能评价》等 3 篇。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 200 字）</p>			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	4	姓 名	刘敏
性 别	女	民 族	汉族
身份证号	420202198609141240	移动电话	13073606205
现任职务	无	技术职称	高级工程师
工作单位	国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院	固定电话	0571-51211574
邮政编码	310014	电子信箱	liumhb@126.com
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	武汉大学	毕业时间	2013-12-30
文化程度	研究生	学 位	博士
所学专业	环境工程	现从事专业	腐蚀与防护
<p>曾获科技奖励情况：2013.6 第七届全国腐蚀大会优秀报告人（中国腐蚀与防护学会颁发） 2012.9 第十三届全国腐蚀大会青年腐蚀与防护科技论文讲评会一等奖（中国腐蚀与防护学会颁发） 2011.8 第六届全国腐蚀大会优秀论文一等奖（中国腐蚀与防护学会颁发）</p>			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	60		
<p>对本项目的创造性贡献：对创新点【3】做出贡献。开发纳米涂料涂层技术。旁证材料：专利 ZL201410476552.X，论文《树脂分子极性对水性涂层耐蚀性能的影响》、《抗静电耐腐蚀涂层的制备及性能研究》等 3 篇。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 200 字）</p>			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	5	姓 名	周自强
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	330402197102021519	移动电话	13605731977
现任职务	副院长	技术职称	高级工程师
工作单位	国网浙江省电力公司电力 科学研究院	固定电话	0571-51211010
邮政编码	310014	电子信箱	jx_zzq@sina.com
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	华北电力大学	毕业时间	1993-07-01
文化程度	本科	学 位	学士
所学专业	电力系统自动化	现从事专业	电力系统自动化
曾获科技奖励情况：2017年度国网公司科技进步奖二等奖			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	40		
对本项目的创造性贡献：对创新点【1】、【3】做出贡献。提出建立大气腐蚀性数据管理平台的整体思路。旁证材料：软著 2018SR792400，论文《输电塔石墨烯重防腐涂料的涂装性能评价》等。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	6	姓 名	钱洲亥
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	420106197002164839	移动电话	13605713443
现任职务	环化室主任	技术职称	教授级高级工程师
工作单位	国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院	固定电话	0571-51211584
邮政编码	310014	电子信箱	michqian@163.com
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	武汉水利电力大学	毕业时间	1994-04-01
文化程度	研究生	学 位	硕士
所学专业	电厂化学	现从事专业	腐蚀与防护
<p>曾获科技奖励情况：2011年获浙江省科学技术奖三等奖、2012年获浙江省科学技术奖三等奖，获浙江电力科学技术奖二等奖两项、2013年获浙江省电力公司科学技术进步奖二等奖、2014年获全国电力职工技术成果一等奖，浙江省电力公司专利奖二等奖、2015年获浙江省科学技术三等奖、杭州市科学技术三等奖、浙江省电力公司科学技术进步奖二等奖、2016年获浙江省科学技术二等奖</p>			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	50		
<p>对本项目的创造性贡献：对创新点【1】、【2】、【3】做出贡献。发明了针对设备异型结构的复层包覆防腐技术。旁证材料：专利 ZL201610299131.3，ZL201720715923.4等，论文《Corrosion failure analysis of the galvanized lightning rod in a 220kV transformer substation》等 7 篇。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 200 字）</p>			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	7	姓 名	丁文宣
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	330302196312300030	移动电话	13968349677
现任职务	副总经理	技术职称	高级工程师
工作单位	国网浙江省电力有限公司 宁波供电公司	固定电话	
邮政编码		电子信箱	13968349677@126.com
通讯地址			
毕业学校	长江大学	毕业时间	2007-01-01
文化程度	本科	学 位	学士
所学专业	工商管理	现从事专业	企业管理
曾获科技奖励情况：			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-20		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	30		
对本项目的创造性贡献：对创新点【1】、【2】做出贡献。对现场挂片及包覆技术在宁波区域的选址与工程实施提供具体指导意见。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	8	姓 名	王静
性 别	女	民 族	汉族
身份证号	37108119800220842X	移动电话	15166612952
现任职务	无	技术职称	副研究员
工作单位	中科院海洋所	固定电话	0532-82898731
邮政编码		电子信箱	jwang0501@126.com
通讯地址	山东省青岛市南海路7号		
毕业学校	中科院海洋所	毕业时间	
文化程度	研究生	学 位	博士
所学专业	腐蚀与防护	现从事专业	腐蚀与防护
曾获科技奖励情况：			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	50		
对本项目的创造性贡献：对创新点【2】做出贡献。参与发明了针对设备异型结构的复层包覆防腐技术。旁证材料：专利 ZL201610299131.3。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	9	姓 名	刘福春
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	21010619660115003X	移动电话	13889315066
现任职务	无	技术职称	研究员
工作单位	中科院金属所	固定电话	
邮政编码	110016	电子信箱	fcliu@imr.ac.cn
通讯地址	辽宁省沈阳市沈河区文化路72号		
毕业学校	中科院金属所	毕业时间	
文化程度	研究生	学 位	博士
所学专业	腐蚀与防护	现从事专业	腐蚀与防护
曾获科技奖励情况：纳米氧化物浓缩浆与纳米复合涂料，2006年，国家技术发明奖二等奖，2，2006-F-215-2-05-R02			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	50		
对本项目的创造性贡献：对创新点【3】做出贡献。发明了基于碳纳米管二次改性技术的纳米复合涂料涂层技术。旁证材料：专利 ZL201410476552.X，论文《Adsorption and stabilization of nano-TiO <sub>2</sub> particles in a concentrated dispersion》等五篇。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		



## 十、主要完成人员情况表

姓 名	潘建乔	排 名	10	政治面貌	群众
身份证号	330422196406160017			性 别	男
民 族	汉	出生年月	1964. 6.16	出 生 地	嘉兴
技术职称	高级技师	文化程度	专科	最高学位	专科
所学专业	电力工程		现从事专业	电力工程	
毕业学校	华北电力学院			毕业时间	1990-09-05
电子信箱	13706738860@139.com	办公电话	0573-85115860	移动电话	13706738860
工作单位	国网浙江平湖市供电有限公司				
二级单位					
通讯地址	浙江平湖市当湖街道当湖东路352-396号			邮政编码	314200
完成单位	国网浙江平湖市供电有限公司			联系电话	0573-85115860
通讯地址	浙江平湖市当湖街道当湖东路 352-396 号			邮政编码	314200
曾获科技奖励情况	2014年获浙江省电力公司“劳动模范”称号2013-2015年，浙江省电力公司首席技师（五级）称号2015年，平湖市授予“潘建乔技能大师”				
参加本项目起止时间	起始：2012-07-04			截止：2016-11-30	
对本项目主要科技创新的创造性贡献（限 300 字）					
对创新点【1】做出贡献。参与浙江省大气腐蚀地理信息系统的建立。					
<p><b>声明：</b>本人完全同意完成人排名，严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及其相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐书中主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获国家、省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如有不符，本人愿意承担相关责任。</p> <p style="text-align: center;">签名：</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>			<p><b>完成单位声明：</b>本单位确认该完成任务情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p><b>工作单位声明：</b>本单位对该完成人被推荐无异议。</p> <p style="text-align: center;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	11	姓 名	赵书彦
性 别	女	民 族	汉族
身份证号	132337197807182784	移动电话	18540126518
现任职务	无	技术职称	其他
工作单位	中国科学院金属研究所	固定电话	024-23915903
邮政编码	110016	电子信箱	syzhao@imr.ac.cn
通讯地址	沈阳市文萃路62号		
毕业学校	沈阳化工学院	毕业时间	2009-03-18
文化程度	研究生	学 位	硕士
所学专业	应用化学	现从事专业	腐蚀与防护
曾获科技奖励情况：无			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	60		
对本项目的创造性贡献：对创新点【3】做出贡献。参与发明了基于碳纳米管二次改性技术的纳米复合涂料涂层技术。旁证材料：专利 ZL201410476552.X，论文《抗静电耐腐蚀涂层的制备及性能研究》。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	12	姓 名	李延伟
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	371322198504236910	移动电话	18868423168
现任职务	无	技术职称	工程师
工作单位	杭州意能电力技术有限公司	固定电话	0571-51211599
邮政编码	310014	电子信箱	lyw4231@163.com
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	青岛科技大学	毕业时间	2012-06-01
文化程度	研究生	学 位	硕士
所学专业	材料工程	现从事专业	腐蚀与防护
曾获科技奖励情况：无			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	65		
对本项目的创造性贡献：对创新点【1】、【3】做出贡献。参与发明了一种金属暴晒架,对涂料涂层性能进行综合评价。旁证材料：专利 ZL201720715923.4，论文《输电塔石墨烯重防腐涂料的涂装性能评价》。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	13	姓 名	于志勇
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	410126197603116510	移动电话	13588711759
现任职务	无	技术职称	高级工程师
工作单位	国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院	固定电话	0571-51211548
邮政编码	310014	电子信箱	xinmiyzy@163.com
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	武汉水利电力大学	毕业时间	2000-06-08
文化程度	本科	学 位	学士
所学专业	电厂化学	现从事专业	电厂化学
曾获科技奖励情况：2008年获得浙江省电力公司科技成果二等奖 2010年获得中国电力建设企业协会科学技术成果三等奖			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	45		
对本项目的创造性贡献：对创新点【2】做出贡献。提出输电铁塔塔脚包覆防腐工程总体实施方案。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	14	姓 名	李治国
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	330106197705100418	移动电话	13958094705
现任职务	无	技术职称	高级工程师
工作单位	国网浙江省电力公司电力 科学研究院	固定电话	0571-51211578
邮政编码	310014	电子信箱	Lzg54@163.com
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	浙江大学	毕业时间	2004-07-01
文化程度	研究生	学 位	硕士
所学专业	环境工程	现从事专业	电力环保
曾获科技奖励情况：无			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	45		
对本项目的创造性贡献：对创新点【3】做出贡献。提出输电铁塔塔身涂料涂层防腐工程总体实施方案。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 九、主要完成人情况表

完成人排序	15	姓 名	何毅帆
性 别	男	民 族	汉族
身份证号	330103199111251614	移动电话	15958100341
现任职务	无	技术职称	工程师
工作单位	国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院	固定电话	0571-51211567
邮政编码	310014	电子信箱	yifan_he@126.com
通讯地址	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号		
毕业学校	Syracuse University	毕业时间	2016-05-01
文化程度	研究生	学 位	硕士
所学专业	化学工程	现从事专业	腐蚀与防护
曾获科技奖励情况：2018年浙江省科技进步奖一等奖（第7完成人）			
参加本项目的起止时间	2012-07-04 至 2016-11-30		
本人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为：	15		
对本项目的创造性贡献：对创新点【4】做出贡献。提出连接金具用耐磨减磨复合镀层防护工程总体实施方案。			
（不超过 200 字）			
声 明	<p>本人按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

## 十、主要完成单位情况表

单位名称	国网浙江省电力有限公司电力科学研究院		
完成单位排序	1	单位性质	E科研单位
联系人	周祖飞	移动电话	13588868463
传真	0571-51211802	电子信箱	zhouhf@alum.imr.ac.cn
通讯地址及邮政编码	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号 310014		
<p>对本项目的创造性贡献：国网浙江省电力有限公司电力科学研究院作为项目完成单位，为研究工作的顺利开展奠定了良好的基础，主要体现在实验室研究平台的保障、研发人员的组织保证、研究经费的管理与监督等方面，对本项目的技术创新及推广应用营造了良好的内、外部环境。</p> <p>对创新点【1】、【2】、【3】、【4】作出贡献，为5项专利的权利人、11篇学术论文的作者单位。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 400 字）</p>			
声 明	<p>本单位按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（公章）：  年 月 日</p>		

注：单位性质按以下规范（连同相应的字母）填写：A 设计单位；B 制造单位；C 施工单位；D 生产单位；E 科研单位；F 高校；G其他

## 十、主要完成单位情况表

单位名称	国网浙江省电力有限公司宁波供电公司		
完成单位排序	2	单位性质	D生产单位
联系人	杨跃平	移动电话	13968349677
传真		电子信箱	13968349677@126.com
通讯地址及邮政编码	宁波市星海北路50号		
<p>对本项目的创造性贡献：国网浙江省电力有限公司宁波供电公司作为项目主要完成单位，为研究工作的顺利开展奠定了良好的基础，主要体现在对现场挂片及包覆技术在宁波区域的选址与工程实施提供技术支持与平台保障。</p> <p>对创新点【1】、【2】作出贡献。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 400 字）</p>			
声 明	<p>本单位按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（公章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

注：单位性质按以下规范（连同相应的字母）填写：A 设计单位；B 制造单位；C 施工单位；D 生产单位；E 科研单位；F 高校；G其他



## 十、主要完成单位情况表

单位名称	中国科学院海洋研究所		
完成单位排序	3	单位性质	E科研单位
联系人	王静	移动电话	15166612952
传真		电子信箱	Jwang0501@126.com
通讯地址及邮政编码	山东省青岛市南海路7号 266071		
<p>对本项目的创造性贡献：中国科学院海洋研究所作为项目主要完成单位，为研究工作的顺利开展奠定了良好的基础，主要体现在电力设备复层包覆防腐方面提供技术支持与平台保障。</p> <p>对创新点【2】作出贡献，为1项授权发明专利的专利权人。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 400 字）</p>			
声 明	<p>本单位按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（公章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

注：单位性质按以下规范（连同相应的字母）填写：A 设计单位；B 制造单位；C 施工单位；D 生产单位；E 科研单位；F 高校；G其他

## 十、主要完成单位情况表

单位名称	中国科学院金属研究所		
完成单位排序	4	单位性质	E科研单位
联系人	刘福春	移动电话	13889315066
传真		电子信箱	fcliu@imr.ac.cn
通讯地址及邮政编码	辽宁省沈阳市沈河区文化路72号 110016		
<p>对本项目的创造性贡献：中国科学院金属研究所作为项目主要完成单位，为研究工作的顺利开展奠定了良好的基础，主要体现在电力设备纳米复合涂料涂层防腐方面提供技术支持与平台保障。</p> <p>对创新点【3】作出贡献，为1项专利的权利人、6篇学术论文的作者单位。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 400 字）</p>			
声 明	<p>本单位按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（公章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

注：单位性质按以下规范（连同相应的字母）填写：A 设计单位；B 制造单位；C 施工单位；D 生产单位；E 科研单位；F 高校；G其他

## 十、主要完成单位情况表

单位名称	杭州意能电力技术有限公司		
完成单位排序	5	单位性质	D生产单位
联系人	李延伟	移动电话	18868423168
传真		电子信箱	lyw4231@163.com
通讯地址及邮政编码	杭州市下城区朝晖八区华电弄1号 310014		
<p>对本项目的创造性贡献：杭州意能电力技术有限公司作为项目主要完成单位，为研究工作的顺利开展奠定了良好的基础，主要体现在大气腐蚀性现场挂片、异型构件包覆防腐、及涂料涂层防腐等方面提供技术支持与平台保障。</p> <p>对创新点【1】、【2】、【3】作出贡献，为4项专利的权利人、1篇学术论文的作者单位。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 400 字）</p>			
声 明	<p>本单位按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（公章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

注：单位性质按以下规范（连同相应的字母）填写：A 设计单位；B 制造单位；C 施工单位；D 生产单位；E 科研单位；F 高校；G其他

## 十、主要完成单位情况表

单位名称	国网浙江平湖市供电有限公司		
完成单位排序	6	单位性质	D生产单位
联系人	潘建乔	移动电话	13706738860
传真		电子信箱	13706738860@139.com
通讯地址及邮政编码	浙江平湖市当湖街道当湖东路352-396号 314200		
<p>对本项目的创造性贡献：国网浙江平湖市供电有限公司作为项目主要完成单位，为研究工作的顺利开展奠定了良好的基础，主要体现在大气腐蚀性现场挂片、异型构件包覆防腐、耐磨减磨复合镀层应用等方面提供技术支持与平台保障。对创新点【1】、【2】、【4】作出贡献。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 400 字）</p>			
声 明	<p>本单位按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（公章）：  年 月 日</p>		

注：单位性质按以下规范（连同相应的字母）填写：A 设计单位；B 制造单位；C 施工单位；D 生产单位；E 科研单位；F 高校；G其他

## 十、主要完成单位情况表

单位名称	国网浙江余姚市供电有限公司		
完成单位排序	7	单位性质	D生产单位
联系人	朱振洪	移动电话	13736028272
传真		电子信箱	
通讯地址及邮政编码	余姚市体育场路145号 315400		
<p>对本项目的创造性贡献：国网浙江余姚市供电有限公司作为项目主要完成单位，为研究工作的顺利开展奠定了良好的基础，主要体现在大气腐蚀性现场挂片、异型构件包覆防腐应用等方面提供技术支持与平台保障。</p> <p>对创新点【1】、【2】作出贡献。</p> <p style="text-align: right;">（不超过 400 字）</p>			
声 明	<p>本单位按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，本人愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列本人对该项目的技术创造性贡献。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（公章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

注：单位性质按以下规范（连同相应的字母）填写：A 设计单位；B 制造单位；C 施工单位；D 生产单位；E 科研单位；F 高校；G其他

## 十一、推荐意见

推荐意见	<p>推荐等级： 一等奖</p> <p>推荐单位意见：</p> <p>项目自主研发了浙江省多维度大气腐蚀地理信息共享系统，在此基础上开展了输电设备的差异化综合防腐技术研究，有针对性地发明了针对异型结构的复层包覆防腐技术，开发了基于碳纳米管二次改性的复合长效防腐涂料，研制了耐磨蚀复合电沉积技术及其镀层，这些技术有效解决了输电塔脚、塔身以及连接金具的防腐和磨蚀技术难题。成果已在国内电网的38条输电线路的300余基铁塔上完成工程应用，防腐成效显著，经济社会效益明显，对输变电设备的防灾减灾技术具有重要的推动作用。</p> <p>同意推荐国网浙江省电力有限公司科技进步一等奖。</p> <p style="text-align: right;">（不超过500字）</p>
声明	<p>我单位按照《国网浙江省电力公司科学技术奖励方法》的具体要求，对本推荐书及其附件进行了审查，确认该项目符合推荐条件，推荐材料全部内容属实，所提供材料不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等有关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，并对其真实性负责。如有不符，我单位愿意承担相关后果。且确认上一栏目中所列对该项目的推荐意见及推荐等级。</p> <p style="text-align: right;">推荐单位（公章）：  年 月 日</p>