

主要事迹（1500 字左右）

上世纪 80 年代末陶瓷发动机研究轰轰烈烈，到 90 年代中旬结束时，包亦望在陶瓷力学性能和可靠性评价领域沉浮滚爬，惊回首发现只剩自己孤军单行。坚守还是改行？他选择了坚守，清贫和压力使他奋起，直到先后获得德国洪堡基金、杰青与百人计划，研究经费和条件才有所改善。进入中年后，他从基础研究转向应用研究，而检测技术的应用必须遵照标准执行，为此他开创了我国先进陶瓷测试技术国际化研究，从论文国内外引用数千次，到十多项创新技术被制订为 ISO 标准向世界推广，实现了从“论文引用”到“技术应用”的跨越。主要事迹有

1) 为精细陶瓷应用可靠性护航

早在先进陶瓷发展初期的上世纪 90 年代，包亦望提出精细陶瓷的均强度准则和寿命预测方法，并建立了精细陶瓷基本力学性能测试的系列国家标准，并广泛应用至今。“陶瓷材料强度学及其评价技术”项目获 1995 年**国家科技进步二等奖（排名第二）**

2) 创立极端环境测试方法

针对航天航空超高温极端环境下力学性能评价的重大需求但技术空白的现状，发明了多种非接触测试技术并研制出国际上首台超高温极端环境力学性能试验系统。成功测得材料 2200℃超高温弹性模量，受到国际认可并制订为国际标准。提出类似中医号脉的接触痕迹法诊断材料表面局部性能，建立固体材料的硬度-弹性模量-能量耗损率三者之间的解析关系，在国际综述文献中被称为“BWZ method”。发明“十字交叉法”解决了陶瓷界面强度评价的难题，成为我国无机非金属材料领域的原创技术转化的第一项国际标准，并推广应用到 3D 打印，玻璃、混凝土及粘结剂等多个行业。

这些技术已大量应用到各种特殊环境检测中，为航天航空材料服务。成果“结构陶瓷典型应用条件下力学性能测试与评价关键技术及应用”获**2014 年国家科技进步二等奖（排名第一）**

3) 发明玻璃幕墙的风险预测技术。

钢化玻璃自爆的预测是个世界性难题，被英国建筑师称为“玻璃癌症”，我国大城市建筑钢化玻璃自爆或坠落事故每年上万起。为解决这个建筑公共安全难题，包亦望证明了玻璃自爆是由于杂质引起应力集中与环境因素的耦合，发明了钢化玻璃自爆源检测的光弹扫描法，成为既有建筑玻璃自爆预测国家标准的核心技术。幕墙玻璃高层坠落更是危害巨大，为了预测坠落风险，包亦望证明了幕墙玻璃坠落风险与其固有频率之间的关系，发明动态相对法在线检测技术，实现了幕墙玻璃坠落风险事先预测。

创新技术形成 2 项国家标准和 7 项地方标准在全国广泛应用，包括国家大剧院、国家图书馆及上海、广州、西安等地的大型建筑幕墙的安全检测与评估。成果“建筑玻璃服役风险检测和可靠性评价关键技术与设备及应用”获得**2017 年国家科技进步二等奖（排名第一）**。

4) 创建预应力陶瓷的设计制备

自从 1874 年法国人发明预应力玻璃（钢化玻璃）和 1886 年美国发明预应力混凝土以来，预应力陶瓷就成为一个百年梦想，其核心就是如何在陶瓷表层形成合适的压应力而阻碍微裂纹扩展并提高强度。包亦望提出相对法，攻克陶瓷涂层的 6 项物理性能和残余应力的测试难题，（获**2020 年建材行业技术发明一等奖**），在此基础上，发现通过调节表层材料的膨胀系数和弹性模量可制备出表面含压应力的预应力陶瓷，初步实现了氧化物陶瓷、建筑瓷砖、日用陶瓷的预应力设计和制备，大幅度提高了陶瓷构件的强度和韧性。他梦想百年之后预应力陶瓷像钢化玻璃一样普及，并且是中国人发明的。

兢兢业业埋头苦干数十年，在这艰苦并快乐的征途中，除了大量的科研成果，包亦望也获得“全国优秀科技工作者”和“全国劳动模范”荣誉称号。

感人故事（1—2 个，1000 字以内）

包亦望数十年坚守在脆性材料力学性能评价领域，以服务社会为目标，以创新为动力，解决了大量国内国外的难题。

1) 创新技术国际化，标准先行有依据

2012 年当国际标准组织先进陶瓷标委会向世界征集陶瓷涂层的技术并成立涂层工作组，包亦望代表中国提交了他首创的相对法测试陶瓷涂层弹性模量和强度的新技术提案，数月后日本组织了一个 25 位大专家的项目组申报完全相似的热障涂层弹性模量测试标准。位于日本的秘书处邮件联系希望中国放弃申报，参加到日本项目中去。包亦望顶着巨大压力，考虑到这项技术中国申报在先，又有中国专利和国际上发表的 SCI 论文等原创材料，岂能放弃代表国家话语权的国际标准？于是争议转到标委会的英国顾问团那里，尽管日本专家阵容强大，英国顾问本着原创优先和时间优先的原则，支持了中国立项日本参加。最终由包亦望完成并发布为 ISO19603。之后包教授进一步通过相对法模型建立了陶瓷涂层的膨胀系数、密度、界面结合强度以及残余应力等系列陶瓷涂层的国际标准。TC206 现有 7 项陶瓷涂层的国际标准，其中 5 项是由中国原创技术制定。加上陶瓷界面性能和极端环境性能评价等方法，共有 11 项国际标准源于包亦望的创新技术，向世界推广应用，这些“国际领跑”技术大大提升了我国的国际话语权。为此包亦望获 **2018 年中国标准创新贡献一等奖**，也是至今我国无机非金属材料领域的唯一一等奖。同时他还制定 30 多项国内标准，广泛应用于全国各地材料检测和质量评估。

2) 玻陶失效分析准而快，源于数十年技术沉淀

2017 年成都-西安的高铁通车半年就有近百块机车风挡玻璃破裂，不仅经济损失巨大，而且作为我国名片的高铁不能总被这种事故影响。为了寻求原因和解决方案，相关单位找到国内外多家检测和仪器公司进行分析未果，最后询问到包亦望并请其到成都现场，观看高铁行车路线以及风挡玻璃断裂形貌之后，包亦望当时就指出：外因是高速列车在成-西线上频繁进出隧道引起风挡玻璃的交变冲击力；内因是正面弧形风挡玻璃的刚度不足，高速进出隧道时受正负压对两侧产生推拉冲击力，使得两侧风挡玻璃局部受弯而破裂。解决方案只需提高风挡玻璃的刚度并对周边倒角抛光以免边缘微裂纹疲劳扩展。从而精准快速地解决了高铁风挡玻璃破裂的难题。另外，我国首块超大石英玻璃卫星反射镜躺在库房破裂成两块，损失惨重责任重大，也是包亦望观察后给出了原因和解决方案。这些看似简单的分析，源于他数十年的理论功底和实践经验。