

建筑工程后锚固件原位拉拔检测的探讨

文 / 黄锦森 广东省有色工业建筑质量检测站有限公司

摘要：文章围绕建筑工程后锚固件原位拉拔检测展开探讨。阐述了该检测的基本原理，其通过逐步加载的方式控制锚固件所受外力，依据破坏模式及拉力数据评估锚固性能，常见破坏类型有锚固件钢材破坏、混凝土锥体破坏和混合破坏。介绍检测流程，包括检测前收集资料、检查设备、现场勘查并确定检测点位；检测时安装加载装置、按规范加载并记录数据；检测后进行数据分析和编写检测报告。然后分析影响检测结果准确性的因素，涵盖后锚固件自身材质和规格参数、施工环节的钻孔质量、清孔效果、胶粘剂使用等方面。最后针对性提出优化策略，旨在提高检测质量和可靠性，保障建筑工程结构安全。

关键词：建筑工程；后锚固件；原位拉拔检测；影响因素；优化策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.037

引言

随着建筑行业的快速发展，建筑工程的规模不断扩大，复杂程度不断增加，后锚固件在建筑结构连接、设备安装等方面得到了广泛应用。后锚固件作为连接既有结构与新增构件的关键部件，其质量和性能直接关系到建筑结构的安全性和稳定性。原位拉拔检测作为评估后锚固件锚固质量的重要手段，能够在不破坏建筑结构整体性能的前提下，直观、准确地检测后锚固件的锚固力和可靠性。因此，深入探讨建筑工程后锚固件原位拉拔检测技术，对于保障建筑工程质量和安全具有重要的现实意义。

一、后锚固件原位拉拔检测的基本原理

根据力学基本原理可知，后锚固件原位拉拔检验是通过逐步加载的方法来实现对后锚固件所受外力进行控制的一种方法。其工作过程为：将一定数量的试样安装到相应的结构构件上，并使这些试样的方向处于同一水平面上；然后利用万能材料试验机或其他合适的设备向各试样分别施加预应力并逐级增大，直至某一临界值为止，此时若无任何损坏现象，则继续增加至极限荷载值(F_u)。随后停止加载，观测后锚固件及其基体之间是否存在明显的损伤迹象或者从基体混凝土内部沿后锚固件轴线向外扩展的裂缝等破坏特征，从而确定该后锚固件是否失效及何种类型的失效出现^[1]。一般来说，后锚固件可能出现以下几种破坏类型：锚固件钢材破坏，即锚固件本身在拉力作用下发生断裂，这种情况通常表明锚固件的材质或规格不符合设计要求；混凝土锥体破坏，表现为以锚固件为中心，在基体混凝土中形成一个倒锥形的破坏面，这是较为常见的破坏形式，主要与锚固深度、混凝土强度等因素有关；混合破坏，即锚固件钢材破坏和混凝土锥体破坏同时发生。通过对破坏模式的分析及拉力数据的记录，可以综合评估锚固件的锚固性能是否满足设计和使用要求。

二、后锚固件原位拉拔检测流程

(一) 检测前准备

资料收集：在开展原位拉拔试验之前，应搜集整理相关的工程资料，主要包括建筑设计图样及计算书；后锚固件的产品说明书及相关技术文件；以及该部分工程施工记录等相关资料。通过查阅有关的设计图样，可以得到关于后锚固件的设计参数，例如其锚固长度、直径大小及其排布间距等等；而由后锚固件产品的说明书可获得有关材料的组成成分、强度等级及其他一些性能指标；而后锚固件的施工记录则提供了后锚固件实际安装的情况介绍，例如钻孔的深度、清孔状况、灌注植筋胶时的操作流程等，这些对于后期的检测工作有重要的指导意义^[2]。

设备检查：检查所使用的拉拔检测仪器及配套设备，如拉力加载系统、位移测试仪、反力支撑装置等是否正常；并对拉力传感器、位移传感器进行校验或检定以保证测量精度；并准备必要的辅助器具如游标卡尺、钢卷尺等来完成与后锚固件有关的各项几何尺寸指标。

现场勘查：检测人员到施工现场对后锚固件的安装部位进行勘查，检查后锚固件的外观质量，查看是否存在锈蚀、变形等情况。确定检测点位时，除按照《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ145)中规定的比例随机抽取外，还应重点针对以下几类情况进行复查：可能受到较大的荷载作用的构件或部位；存在严重缺陷或有明显损伤的构件及部位；怀疑有质量问题的后置埋件及其连接节点等；其他需要增加复测数量的情况。当被检工程体量大时，宜按楼层和施工段划分区域，采用分层、分块随机取样方式实施抽查测试工作，以保证抽检样本能充分反映总体情况。在勘查过程中，使用混凝土强度检测仪对基体混凝土强度进行初步检测，记录检测数据，为后续检测分析提供参考。

(二) 检测实施

安装加载装置：按后锚固件种类及实际状况，选用相应的加载装置；将反力装置固定于基体混凝土上，并使其不能产生相对移动和松脱；安装拉力加载装置，其作用线必须与后锚固件轴向相重合；以一定的速度率，逐步均匀加载至后锚固件上的拉力，通常采用逐级加载的方法，在每级荷载下维持一段时间后再增加下一等级荷载并重复上述步骤直到后锚固件被拔出为止^[3]。加载程序：依据《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB50550-2009的要求，对后锚固件施加拉力的速度要慢而匀速且连续不间断，不可间断性加载。为了更准确了解后锚固件的工作状态，可以采取分阶段加载法来完成试验工作。即首先以规定的速

率逐渐施加到某一级荷载 P_i ，待该级荷载持续一段稳定的时间后再进行下一个级别 P_2 的加载操作以此类推，直到最终出现破坏的情况为止。对于每个级别的荷载都要测量记录下所对应的拉力值 F 、位移量 ΔS 、加载时间 T 、后锚固件和基体混凝土的形变等数据信息。另外还要仔细观测锚固件的受力状况是否正常，有无异常的现象，如果发现存在不正常的反应。继续加载直至后锚固件发生破坏，记录破坏时的最大拉力值和破坏模式。数据记录：在整个加载过程中，详细记录每级加载的拉力值、位移值、加载时间以及后锚固件和基体混凝土的外观变化情况。同时，拍摄照片或视频，记录锚固件破坏瞬间的状态，为后续分析提供直观的资料。

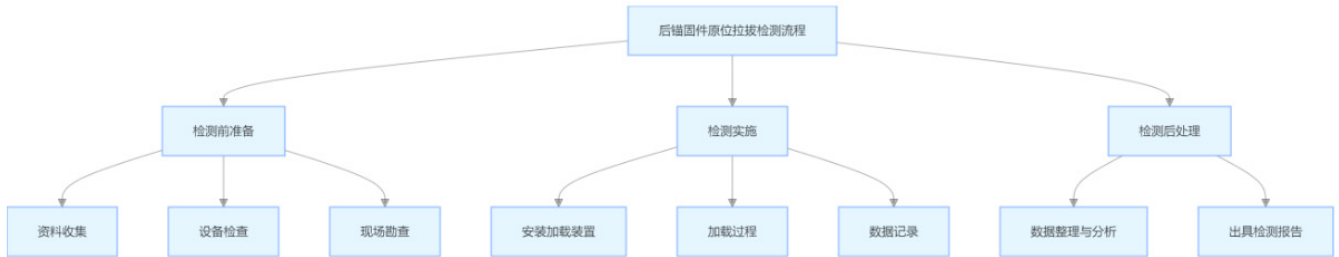


图 1 后锚固件原位拉拔检测现场示意图

(三) 检测后处理

数据分析：将测试得到的结果进行数据统计及分析，计算出实际锚固力值并与其对应的设计锚固力相比较，判定后锚固件是否符合相应技术指标；通过分析拉力-位移曲线上各阶段的变化规律来确定后锚固件的力学特性和承载能力；根据破坏形态初步判别其失效的原因（如胶体开裂或拔出等），为工程质量评定提供参考依据。编写检测报告：按有关规范和标准规定的内容编制完整的检测报告书，内容主要包括工程项目基本情况介绍、本项工作的主要依据、所采用的方法以及所得出的各项数值及其相应的误差范围、试验后的综合评判意见以及针对检测中存在问题提出的处置措施^[4]。

三、影响后锚固件原位拉拔检测结果准确性的因素

(一) 后锚固件自身因素

后锚固件材质的质量决定着其抗拉极限承载力以及锚固能力，不同的材质具有不同的力学特性；而后锚固件的规格参数比如直径尺寸、长宽比等因素同样会影响到后锚固件的实际锚固力值大小。若锚固件本身材料或者规格参数达不到设计标准的要求，则会在现场原位拉拔试验过程中表现出过早破坏的现象或者出现锚固力不够的问题。

(二) 施工因素

钻孔质量：包括钻孔深度、钻孔直径及钻孔垂直度，它直接影响到后锚固件的锚固性能。钻孔深度不能达到设计值时，则减少了后锚固件与基体混凝土间的有效接

触面；而当钻孔直径大于设计值时则使胶黏剂难以灌注饱满且易出现空鼓现象，并降低了胶层厚度从而影响了抗剪承载能力；同样若钻孔直径小于设计值也难以保证灌入足够的胶黏剂并造成灌注困难甚至漏浆情况的发生而导致后锚固件安装不到位，最终将严重影响到后锚固件的锚固性能。此外由于钻机操作人员的操作水平有限以及现场实际情况复杂等原因常常会出现钻孔偏离轴线的现象（即钻孔存在一定的偏斜率），使得锚栓承受着一个附加弯矩作用并在一定程度上改变了原有的应力状态进而使其受到更大的应力集中，所以在进行拉拔试验时很容易产生局部性偏心破坏^[5]。清孔效果：通常情况下采用高压水枪冲刷的方式清除钻孔内的残余岩粉及碎屑等物质以确保胶黏剂能充分浸润基体混凝土中的微裂缝并顺利进入孔底从而提高粘结强度。在实际检测中，因清孔不彻底导致后锚固件过早发生混凝土锥体破坏的情况较为常见。胶粘剂使用：胶粘剂的选择、配比和施工工艺对后锚固件的锚固性能有重要影响。不同类型的胶粘剂适用于不同的基材和使用环境，如果胶粘剂选择不当，可能无法满足锚固件的锚固要求。胶粘剂的配比不准确会影响其固化后的性能，如强度、粘结力等。施工过程中，胶粘剂的涂抹不均匀、用量不足或固化时间不够等问题，也会导致后锚固件的锚固质量下降。

(三) 检测设备与操作因素

设备精度：拉伸试验机及其配套仪器仪表的精密程度是决定性因素之一，如拉力传感器、位移传感器等设备

的标定不准或存在较大的系统误差及偶然误差，则测得的数据将有相当大的误差；其次，在长期使用中，由于磨损等原因造成其灵敏度下降也会影响测试的结果。操作规范：由人进行的任何工作都有一定的不确定性，并且随着人的熟练程度的不同而有所不同，因此人为的因素也是不可忽视的一个重要因素。例如在安装加载装置的过程中，若未将其安装到指定的位置或者反力架没有被紧固好则会使加载时不均匀，产生附加应力，进而影响检测结果。在加载过程中，加载速率控制不当、持荷时间不符合要求等操作失误，都会使检测数据不能真实反映锚固件的锚固性能。

四、提高后锚固件原位拉拔检测准确性的优化策略

（一）加强后锚固件质量控制

严格选材：施工之前要按照设计的要求选用锚固件，并对其进厂后的材料做严格的验收工作；查验产品的出厂合格证及其附件，如材质证明书及相应的试验数据；抽查部分样品送至有资质的实验室进行抗拉强度、屈服强度、伸长率以及硬度等各项力学性能的测试，并做好记录存档。严禁使用不符合设计要求或者未经检验确认的后锚固件。规范加工工艺流程：要求锚固件厂家按有关规程规范组织生产，加强各道工序的过程监控与质量把关。特别强调对螺纹成型、热浸镀锌处理等重点环节采取有效的措施以保证产品质量达到规定的技术要求。对于施工现场使用的后锚固件，必须注意妥善保管运输，防止发生意外损伤导致无法正常使用的情况^[6]。

（二）强化施工过程管理

确保钻孔的质量：做好钻孔施工的技术交底工作，明确钻孔深度、直径及垂直度的要求；选用专用钻机并配有相应的钻孔深度控制装置以满足钻孔深度的设计要求，在钻孔作业中应认真检查，发现偏差时应及时校正；完成钻孔以后要进行验收，验收不合格不得进入下道工序。保证清孔的效果：制定切实可行的操作工艺流程，并明确规定清孔方法与质量检验标准。采用高压气吹除+钢丝球擦拭方式清孔，清除钻孔内的尘土、岩粉等杂物。清孔完毕之后再由专门的质检员对其进行验收，合格后再行埋设后锚固件，防止钻孔二次受污。按规范使用胶粘剂：依据现场情况以及设计方案确定所使用的胶粘剂种类。在使用胶粘剂之前应对胶粘剂的相关指标做相应测试，使其符合现行国家标准或设计文件的规定。严格按照胶粘剂的使用说明进行配比和施工，控制胶粘剂的涂抹厚度和用量，确保胶粘剂均匀涂抹在锚固件和钻孔壁上。在胶粘剂固化过程中，严格控制环境温度和湿度，确保胶粘剂能够充分固化，达到设计强度。

（三）提升检测设备与操作水平

校准仪器：制定仪器周期检定计划，根据相关的规

程要求及使用说明书的规定，定期对拉拔试验仪（包括拉力传感器、位移传感器以及其他附属元件），尤其是与测试结果密切相关的部分如测力系统中的荷载传感器、引伸计等零部件进行检查并作必要的调整；及时更新老化和失效的仪器配件以保障其正常使用状态。加强对事后锚固件原位拉拔检测工作的技术人员的教育培训：针对现有检测人员的技术水平参差不齐的情况，有必要对他们进行相应的培训教育以提升他们的业务素质和技术能力。具体来说就是对后锚固件原位拉拔检测基本知识（如概念及分类等）、检测程序、仪器设备使用、现场测试方法以及数据处理与结果评价等方面的理论和实践进行全面系统的讲解，并结合具体的实例演示，在讲授的过程中注重理论联系实际的原则，以便让学员能更加全面地理解所学的知识并加以灵活运用；同时还可以安排部分时间让他们亲自动手去练习相关操作，从而帮助他们进一步熟悉相关的检测过程。同时，鼓励检测人员参加行业培训和学术交流活动，及时了解和掌握最新的检测技术和方法。

结语

建筑工程后锚固件原位拉拔检测是保障后锚固件锚固质量和建筑工程结构安全的重要环节。通过对后锚固件原位拉拔检测的基本原理、检测流程的深入了解，可以清晰认识到影响检测结果准确性的多种因素。针对这些影响因素，采取加强后锚固件质量控制、强化施工过程管理、提升检测设备与操作水平等优化策略，能够有效提高后锚固件原位拉拔检测的准确性和可靠性。在今后的建筑工程中，应进一步重视锚固件原位拉拔检测工作，不断完善检测技术和管理措施，为建筑工程的质量和安全生产提供坚实保障。

参考文献

- [1] 朱建科. 建筑工程后锚固件原位拉拔检测的探析[J]. 中国新技术新产品, 2020, (07): 121-122.
- [2] 赵海凤, 张远庆, 谭振宇, 等. 钢丝拉拔过程中拉拔力检测[J]. 金属制品, 2020, 46(06): 9-12.
- [3] 尹成福, 陈小锐. 526国道改建工程反拉拔单桩承载力检测技术[J]. 四川水力发电, 2020, 39(05): 136-140.
- [4] 张东川, 孙庆华, 杨成龙, 等. 涂层拉拔附着力的检测装置的优化设计[J]. 现代涂料与涂装, 2025, (02): 34-36+39.
- [5] 邓志宇. 封浆后锚索张拉方法探究[J]. 建筑技术开发, 2024, 51(10): 54-56.
- [6] 曹龙飞, 程蓓, 白雪霜. 砌体墙后锚配筋加固抗剪承载力试验研究[J]. 工程抗震与加固改造, 2023, 45(02): 142-146.