

附表 1:

协会标准项目建议书

建议项目名称 (中文)	建筑 3D 打印装备技术要求			建议项目名称 (英文)	Technical requirement for building 3D printing equipment
制定或修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定		<input type="checkbox"/> 修订	被修订标准号	/
采用程度	<input type="checkbox"/> IDT	<input type="checkbox"/> MOD	<input type="checkbox"/> NEQ	采标号	/
国际标准名称 (中文)	/			国际标准名称 (英文)	/
ICS 分类号	91.110			中国标准分类号	Q 92
标准主要起草单位	中国矿业大学(北京)、北京空间智能技术有限公司、耐尔得智能科技有限公司、南京绿色增材智造研究院有限公司、盈创建筑科技(上海)有限公司、杭州冠力智能科技有限公司、清华大学、中国地质大学(北京)、河北工业大学、东南大学			计划起止时间	2022. 04~2023. 04
目的、意义或必要性	<p>3D 打印技术是上世纪 80 年代开始兴起的一种快速成型新制造技术，是一种以数字模型文件为基础，运用计算机自动控制技术，将打印材料通过逐层打印的方式构造物体，最终把计算机上的蓝图变成实物的技术，其具有数字化、智能化、机械自动化等特点。</p> <p>近年来，3D 打印技术逐渐应用于建筑材料领域，成为国内外研究焦点。建筑 3D 打印其本质上是综合利用管理、材料、计算机与机械等工程技术的特定组合完成工程建造的技术。在建筑功能化、结构造型复杂化、规模扩大化的建筑要求下，传统的施工技术和方法是难以满足和实现的。</p> <p>与传统建筑业相比，3D 打印技术可采用工业化的生产方式，减少了劳动力的投入，提高了效率，缩短了生产建设周期，同时在建造过程中防止了环境的大面积破坏。</p> <p>与传统施工技术相比，3D 打印技术的机械化程度更高、成本更低；而且整个施工过程不需要模板，不但能节约材料约 60%，还可减少建造过程中的工艺损耗和能源消耗；由于 3D 技术打印房屋全部使用机械自动化操作，施工速度快，以往要十几名工人操作的项目完全可以减少一半人力；特别重要的是，整个施工过程更加安全清洁，设计自由、精确制造，工人的劳动强度也降低不少。</p> <p>前不久，住建部发布《2016-2020 年建筑业信息化发展纲要》，规定“积极开展建筑业 3D 打印设备及材料的研究。结合 BIM 技术应用，探索 3D 打印技术运用于建筑物品、构件生产，开展示范应用”。3D 打印建筑目前在国内还处于起步阶段，国内高校、研究院联合建筑单位正在研制和开发 3D 打印建筑技术，从建造逻辑、结构形式、建造技术方面与传统建造方式进行对比，理论上分析论证了 3D 打印建筑技术的可行性和应用趋势；3D 打印技术在建筑业应用中的应用现状，依据问题和局限提出相应的应对策略，以其技术优势分析其应用趋势。</p> <p>在我国，从国家有关部委到地方政府，都对 3D 打印产业给予很多政策和项目的支持。国家层面，工信部、科技部、国家发改委等 12 个部委发布了两份制造产业的发展规划，分别是《增材制造产业发展推进计划（2015—2016 年）》与《增材制造产业发展行动计划（2017—2020</p>				

	<p>年)》，在这两个发展规划里，都把增材制造装备、3D 打印材料列为首要的发展对象之一，上升到国家战略，3D 打印技术由此迎来发展的春天。住建部发布《“十四五”住房和城乡建设科技发展规划》明确提到建筑机器人 和 3D 打印技术。研究建筑机器人智能交互、感知、通讯、空间定位等关键技术，研发自主可控的施工机器人系统平台，突破高空作业机器人关键技术，研究建立机器人生产、安装等技术和标准体系。研发性能可靠、成本可控的建筑用 3D 打印材料与应用技术。</p> <p>建筑 3D 打印技术涉及到装备及材料两个方面，那么标准也应该针对装备及材料去制定修订。目前，国内涉及到材料方面的标准如《水泥基材料 3D 打印术语与定义》《3D 打印水泥基材料制品收缩性能试验方法》《3D 打印水泥基材料界面结合强度试验方法》《混凝土 3D 打印技术规程》《3D 打印混凝土拌合物性能试验方法》《3D 打印混凝土基本力学性能实验方法》《3D 打印混凝土预制构件质量验收标准》，从上述已在修订中的标准我们可以看出，目前涉及到建筑 3D 打印材料的标准已在不断修订和完善中，但是涉及到装备类的标准还处于空白阶段，装备作为建筑 3D 打印技术的一大重要部分，其涉及到打印工艺、打印形态、材料拌合、材料泵送等过程，对于技术的发展是至关重要的。</p> <p>站在更大的格局上看，建筑 3D 打印装备对整个建筑行业的影响亦在不断加深。一方面，应用这一技术可实现更高的设计自由度，这为建筑设计师的自由创作提供了更多可能；另一方面，这一技术可实现更高的定制化要求，能推动建筑的标准化与个性化更好结合。3D 打印设备的成功应用，克服了需要大量机械吊装预制构件、构件二次运输等问题，为 3D 打印技术在建筑领域的应用和推广奠定了非常重要的基础。</p> <p>据统计，全国建材行业用 3D 打印设备约需 5 万台，社会经济效益巨大，是我国建材行业节能减排和实现碳中和、碳达峰的重要抓手，对我国新旧动能转换和产业设备转型升级发展具有重要意义。</p> <p>鉴于建筑 3D 打印装备已在建材行业获得初步应用，并呈现出加速普及的态势，为了充分发挥 3D 打印技术优势，规范 3D 打印设备在建材行业中的应用，制定本标准是非常有必要的。可为建材行业 3D 打印设备应用选型提供参考依据，实现最佳匹配和工厂智能化管理，满足工厂生产需要的同时，起到最佳节能降耗效果，经济、社会效益都非常明显。</p>
范围 and 主要技术内容	<p>适用范围：本标准涉及建筑 3D 打印技术中使用的建筑 3D 打印设备产品规格与基本参数、技术要求、试验方法，以及检验规则、标志、运输与贮存等，主要适用于建筑 3D 打印技术中的建筑 3D 打印设备。</p> <p>主要技术内容：本标准的技术要求重点突出建材行业用建筑 3D 打印设备的技术创新点及先进性，包括以下内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 总则 ➤ 2 术语 ➤ 3 基本规定 ➤ 4 装备分类（型号、型式与基本参数） <ul style="list-style-type: none"> 4.1 主体结构 桁架式设备、机器人设备、极坐标设备、其他设备。 4.2 附属设备 泵送设备（包括搅拌机、料斗、输送泵及输送管等部件设计、参数、尺寸规格、功率、连接工艺等关键参数要求）、搅拌设备、清洗设备。 4.3 关键部位 打印喷头（包括单打印头、平行多打印头等多类型设计、尺寸规格、打印挤出材料尺寸规格等主要参数要求）、自喷淋组件（可选）。 4.4 传感器选择

	<p>(打印材料检测传感器。)</p> <p>4.5 主控及编程</p> <p>(3D 打印专用软件研发、3D 打印模型设计和建模、编程、打印流程。)</p> <p>➤ 5 技术要求</p> <p>➤ (一般要求、外观质量要求、电气安全要求、安全防护要求、性能要求。)</p> <p>5.1 一般要求</p> <p>(打印稳定性、打印精度、定位精度、喷头尺寸、喷头形态。)</p> <p>5.2 性能要求</p> <p>(打印速度、下料速率、泵料频率、编程数据。)</p> <p>5.3 安全要求</p> <p>(安全显示、故障报警、电气连接、防爆要求。)</p> <p>5.4 打印监测</p> <p>(材料状态、打印层高、出料流量、打印宽度。)</p> <p>➤ 6 试验方法</p> <p>➤ (试验条件、外观质量检查、材质检查、零部件制造检查、焊接部位检查、铸件质量检查、管路检查、装配情况检查、空运转试验、电气安全试验、安全防护检查、打印速度试验、工作噪声测量、性能检查。)</p> <p>6.1 空走运行</p> <p>6.2 上机打印</p> <p>➤ 7 检验规格</p> <p>➤ (总则、检验分类、出厂检验、型式检验。)</p> <p>➤ 8 标志、包装、运输与贮存</p>
国内外情况 简要说明	<p>1. 国内外对该技术研究情况简要说明：</p> <p>目前，在世界范围内建筑 3D 打印设备研发正在快速推进。国外起步较早，主要生产厂商有：美国 Apis Cor 公司、意大利的 WASP 公司、丹麦 Cobod International 公司、法国 Construction 3D 公司、澳大利亚的 Fastbrick Robotics、奥斯汀的建筑技术公司 ICON、加州轮廓制造公司 (California's Contour Crafting)、罗马尼亚 Austrocase 公司等等。美国的 Apis Cor 公司利用 3D 打印机为迪拜市政府完成了世界上最大的 3D 打印建筑，丹麦的 COBOD 公司利用 3D 打印机建成了欧洲第一座 3D 打印建筑——“The BOD”大楼等等。近两年来，建筑 3D 打印技术应用的发展逐渐由我国相关高校、研究院所以及企业引领。国内的建筑 3D 打印设备主要产商有：耐尔得智能科技有限公司、北京空间智筑技术有限公司、中国盈创（上海）建筑科技有限公司、北京陆海华商有限公司、辽宁格林普 3D 打印公司等等。中建集团参与建造完成了世界首个 3D 打印商用建筑和世界首例原位 3D 打印双层建筑，CCTV-10《创新进行时》栏目连续推出 5 集纪录片，对此作了专题报道，清华大学建筑学院-Zooina 土地联合研究中心建成世界上最大的混凝土 3D 打印的人行天桥等等。作为一个具有巨大发展前景的新兴行业，建筑 3D 打印行业需要国家政策的大力支持、基础研究的突破，也需要各位同行的共同努力。</p> <p>国内对于建筑 3D 打印设备的研发日趋成熟，性能指标也控制在比较稳定的范围内，能满足建材行业发展和使用的需求，大大地推动了建材行业的技术进步。标准制定将对我国建材行业用建筑 3D 打印设备产生巨大的影响，进一步促进该领域技术水平的提高，建筑 3D 打印设备的研发和产业化应用，显著提升了我国建材行业节能降耗水平，对促进建材行业绿色、高质量发展、碳中和碳达峰目标实现具有积极意义。</p> <p>2. 项目与国际标准或国外先进标准采用程度的考虑：</p> <p>经检索，国际上目前没有对应的国际标准或国外先进标准。</p>

	<p>3. 与国内相关标准间的关系：</p> <p>本标准与现行国家标准和行业标准不存在矛盾，目前打印材料标准有 T/CECS 786-2020《混凝土 3D 打印技术规程》，国内还没有 3D 打印设备相应的国家标准和行业标准，更没有建材行业用 3D 打印设备相关的国家标准和行业标准。</p> <p>国内 3D 打印材料标准已经开始建立，并马上发布实施，设备标准应随着材料标准得以建立，目前 3D 打印材料标准已有好几个，设备仪器质量参差不齐，为了规范行业内 3D 打印机的使用，特申请此标准。</p> <p>4. 指出是否发现有知识产权的问题。</p> <p>目前暂无相关在申请中的发明专利。</p> <p>该标准在标准体系中位置：建材机械-3D 打印机械。</p>		
牵头单位	中国混凝土与水泥制品协会 （签字、盖公章） 月 日	归口管理部门	（签字、盖公章） 月 日

[注 1] 填写制定或修订项目中，若选择修订必须填写被修订标准号；

[注 2] 选择采用国际标准，必须填写采标号及采用程度；

[注 3] 选择采用快速程序，必须填写快速程序代码。