

ICS 91.100.30
CCS Q 14

TMAC

团体标准

T/TMAC XXX—2022

混凝土预制构件智能工厂 装配式桥墩

Concrete prefabricated component intelligent factory
—Prefabricated piers

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人，均可提出修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。

TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。

TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本标准著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到

中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本标准。

第三方机构依据本标准开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市丰台区万丰路 68 号银座和谐广场 1101B

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn 电子信箱：136162004@qq.com

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
4.1 目的	2
4.2 结构组成	2
4.3 基本条件	2
5 基本要求	2
6 系统构成要求	3
7 智能工厂应用规划	3
7.1 智能工厂分阶段总体规划	3
7.2 智能工厂信息化总体规划	3
7.3 智能化功能设计	3
7.4 数据采集规划	3
8 智能化生产工艺流程	4
8.1 一般规定	4
8.2 钢筋笼自动焊接	4
8.3 自动接钢筋笼	4
8.4 内外笼自动套装	4
8.5 内模/外模自动清理及喷涂	5
8.6 端模自动清理及喷涂	5
8.7 外模自动合模	5
8.8 钢筋笼自动存放转运	5
8.9 自动上底模	5
8.10 安装模具与拆模	6
8.11 布料与振捣	6
8.12 智能蒸养与自然养护	6
8.13 成品放倒及运出	6
9 智能检测及质量控制	7
9.1 智能检测要求	7
9.2 质量验收要求	7
9.3 质量保证措施	7
10 能效检测	7
11 信息安全	7

前 言

本文件为混凝土预制构件智能工厂系列标准之一，该系列文件包括：

- T/TMAC 012.1—2019 混凝土预制构件智能工厂 通则；
- T/TMAC 012.2—2019 混凝土预制构件智能工厂 装配式建筑；
- T/TMAC 012.3—2019 混凝土预制构件智能工厂 双块式轨枕；
- T/TMAC 012.4—2019 混凝土预制构件智能工厂 预制盾构管片；
- T/TMAC 012.5—2019 混凝土预制构件智能工厂 小型预制件；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 装配式盖梁；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 装配式节段梁；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 装配式桥墩；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 装配式路面；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 综合管廊。

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件中的某些内容可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由北京好运达智创科技有限公司提出。

本文件由中国技术市场协会归口并负责管理。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

混凝土预制构件智能工厂 装配式桥墩

1 范围

本文件规定了装配式桥墩混凝土预制构件智能工厂的一般规定、基本要求、系统构成要求、智能工厂应用规划、智能化生产工艺流程、智能检测及质量控制、能效检测、信息安全等内容。

本文件适用于基建、市政工程等领域装配式桥墩混凝土预制构件的智能化生产预制。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 14902—2012 预拌混凝土

CJJ 2 城市桥梁工程施工与质量验收规范

JGJ 18—2012 钢筋焊接及验收规程

JGJ 55—2011 普通混凝土配合比设计规程

JGJ/T 283—2012 自密实混凝土应用技术规程

JTG/T F50—2011 公路桥涵施工技术规范

T/TMAC 012.1—2019 混凝土预制构件智能工厂 通则

3 术语和定义

T/TMAC 012.1—2019 界定的术语及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

混凝土预制构件（预制构件） concrete prefabricated component

在工厂或现场预先生产成型的混凝土构件。

[来源：T/TMAC 012.1—2019，2.1]

3.2

智能工厂 intelligent factory

通过系统集成、数据互通、人机交互、柔性制造，以及信息分析优化等手段，实现从产品设计到销售，从设备控制到企业资源管理所有环节的数字化、自动化和智能化的制造工厂。

[来源：T/TMAC 012.1—2019，2.2]

3.3

装配式桥墩 prefabricated piers

通过可靠的连接形式装配形成的混凝土桥梁墩身立柱预制构件。

4 一般规定

4.1 目的

装配式桥墩混凝土预制构件智能工厂以无人或少人辅助作业为原则，通过智能化、自动化设备进行生产。利用物联网、云计算、大数据、机器视觉、故障预测与健康管理的（PHM）等新一代信息技术，构建智能、高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化混凝土预制构件工厂，提高生产过程可控性、减少生产线人工干预，以及合理计划排程。同时集智能手段和智能系统等于一体，实现生产、管理和决策的智能优化，提高生产效率、提升产品质量。

4.2 结构组成

装配式桥墩智能工厂的结构组成见图 1。



图 1 装配式桥墩智能工厂的结构组成

4.3 基本条件

基本条件应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 3.3 规定的要求。

5 基本要求

装配式桥墩智能工厂的基本要求包括设施互联、系统互通、数据互换、信息集成、技术指标，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 4.1—4.5 规定的要求。

6 系统构成要求

装配式桥墩智能工厂的系统构成包括中央控制系统、动力提供系统、生产执行系统、原料供应系统、生产监控系统、质量控制系统、信息采集系统、文档管理系统，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 5.1—5.8 规定的要求。

7 智能工厂应用规划

7.1 智能工厂分阶段总体规划

装配式桥墩智能工厂的分阶段总体规划见图 2。



图 2 智能工厂分阶段总体规划图

7.2 智能工厂信息化总体规划

装配式桥墩智能工厂的信息化总体规划应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 6.2 规定的要求。

7.3 智能化功能设计

装配式桥墩智能工厂的智能化功能设计应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 6.3 规定的要求。

7.4 数据采集规划

装配式桥墩智能工厂的数据采集规划应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 6.4 规定的要求。

8 智能化生产工艺流程

8.1 一般规定

8.1.1 装配式桥墩预制构件制作前，应组织设计、生产、施工单位对其技术要求和质量标准进行技术交底，明确各阶段质量控制要点。

8.1.2 生产、施工单位应制定智能化生产方案，智能化生产方案应包括但不限于以下内容：

- a) 智能化生产工艺；
- b) 模具方案；
- c) 生产计划；
- d) 技术质量控制措施；
- e) 成品保护、储存及运输方案。

8.1.3 装配式桥墩混凝土原材料及配合比设计应符合设计要求，同时还应符合 JGJ 55—2011、JGJ/T 283—2012、JTG/T F50—2011 相关规定的要求。

8.1.4 预制构件生产单位应熟悉设计文件，掌握设计意图，完成施工图深化设计，并根据深化设计图纸进行相应的模板设计。

8.1.5 预制构件的预埋件及吊装点等应由施工单位进行验算，设计单位及监理单位进行复核。

8.1.6 预制构件在脱底模、吊装、转运、储存时，混凝土的强度不应低于设计所要求的吊装强度。

8.1.7 预制构件的运输及安装设备应满足节段重量、运输条件、架设安装工艺等要求，应根据构件大小与重量选择适宜的吊装设备及运输车辆。

8.2 钢筋笼自动焊接

8.2.1 滚焊机应自动设定钢筋笼直径。

8.2.2 螺旋筋自动送丝机应根据滚焊机旋转速度自动设置送丝速度，实现自动化送丝与自动化焊接。

8.2.3 钢筋笼焊接应符合 JGJ 18—2012 规定的要求。

8.3 自动接钢筋笼

8.3.1 钢筋笼焊接好后，接笼小车应自动行走至滚焊机处，接笼臂自动升起承接钢筋笼。

8.3.2 接笼升降托辊应可以单边升降或者两边同时升降，将钢筋笼定位于小车上。

8.3.3 升降托辊应可以实现钢筋笼的左右与前后输送，既实现钢筋笼的存放，又满足生产线的自动化流转。

8.4 内外笼自动套装

8.4.1 采用 PLC、激光定位及智能控制系统，将加工好的钢筋半成品用 AGV 自动运送到绑扎台架处，实现钢筋半成品的自动运输。

8.4.2 利用人机协作，人工将箍筋卡位并绑扎，通过自动设备将长钢筋和抽拔管等自动穿入钢筋笼中。

8.5 内模/外模自动清理及喷涂

- 8.5.1 采用自动打磨喷涂设备实现内模、外模的自动清理及喷涂。
- 8.5.2 模具打磨装置采用旋转打磨机构清理模具表面杂物，应在不损伤模具的前提下，将模具内壁上的残留混凝土清理打磨掉，同时使用大功率吸尘设备将杂物收集吸附干净。
- 8.5.3 自动打磨喷涂设备同时具备脱模剂自动喷涂装置，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 7.2 规定的要求，并应与前端的吸尘设备保持间隔。
- 8.5.4 脱模剂应喷涂均匀，不得出现漏喷、局部堆积等现象。
- 8.5.5 内模应实现双向流转，外接固定式液压站，使模具在行走过程中完成打磨喷涂过程。
- 8.5.6 外模自动打磨喷涂设备采用固定龙门式结构，使模具在行走过程中完成打磨喷涂过程。
- 8.5.7 智能控制系统应能够自动控制行走速度、打磨速度和力度，以及喷涂量，到达模具边缘时应实现自动停止。

8.6 端模自动清理及喷涂

- 8.6.1 端模清理及喷涂应实现自动行走，自动打磨，自动喷涂。
- 8.6.2 端模打磨速度和力度应由智能控制系统设定，应在不损伤模具的前提下，将模具内壁上的残留混凝土清理打磨掉，同时将杂物收集吸附干净。
- 8.6.3 端模喷涂应保证均匀无遗漏，不得出现漏喷、局部堆积等现象。
- 8.6.4 端模行走应实现双向精确定位，精确输送，连接前端端模存放工位与后端端模吊装工位。

8.7 外模自动合模

- 8.7.1 外模模具由输送辊运送到位后自动定位、自动夹紧，实现自动化合模、拧紧，并能够自动化开模。
- 8.7.2 智能控制系统应能够自动控制合模速度，以及拧紧位置定位准确。

8.8 钢筋笼自动存放转运

- 8.8.1 钢筋笼的转运通过钢筋笼存运小车实现，车辆应兼具运输和存放钢筋笼的功能，并能够多辆拼接以适应长度较长的钢筋笼骨架的运输要求。
- 8.8.2 多台存运小车应能够在自动化控制系统的信号指示下实现同步运动和动作，智能控制系统应能够自动控制车辆的行走速度和车辆举升速度。

8.9 自动上底模

- 8.9.1 钢筋笼由存运小车运送到位后，底模自动旋转与钢筋笼对位，进行底模套装。
- 8.9.2 智能控制系统应能够自动控制钢筋笼的行走速度及底模旋转角度，直至底模与钢筋笼完全套合。
- 8.9.3 底模套装后，由人工手动上垫块，并由提梁机运至合模处。

8.10 安装模具与拆模

8.10.1 内模清理及喷涂完以后，与上一液压站分离，内模成闭合状态，装入浇筑台后外接浇筑台附近可移动式液压站。

8.10.2 顶模安装和外模拆除由人工辅助，现场配备可行走式升降梯；人工松螺丝以后，由提梁机配合将顶模和外模拖放至清理及喷涂流水线。

8.10.3 提梁机工作范围应与清理及喷涂流水线实现无缝对接，无工作盲区。

8.10.4 拆模过程中不应破坏桥墩预制构件本体造成破坏，应保证预制构件的完整无损。

8.11 布料与振捣

8.11.1 混凝土严格按照施工配合比进行拌制，准确称量用料，应符合 GB/T 14902—2012 有关规定的要求。

8.11.2 装配式桥墩布料宜采用两台以上天泵车同时浇筑，振捣棒应根据浇筑高度自动提升，由智能控制系统进行控制。

8.11.3 振捣结束时，保证混凝土与模具充分接触，混凝土表面应停止下沉并开始泛浆，且无气泡逸出、无突出石子现象。

8.11.4 对于加入了纤维的混凝土，自动振捣时间应延长 30s~60s。

8.12 智能蒸养与自然养护

8.12.1 智能蒸养应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 7.8 规定的要求。

8.12.2 装配式桥墩蒸养应配备智能温湿度控制系统，对整个蒸养过程实现智能监测，全自动控制蒸养的温湿度条件。

8.12.3 智能蒸养包括四个阶段，各阶段要求如下：

a) 静停阶段

智能温湿度控制系统应自动调节静停阶段蒸养区内的温度不低于 5℃。

b) 升温阶段

混凝土浇筑完成 2h~6h 后方可升温，智能温湿度控制系统应实现蒸养区内的温度均匀提升，升温速度不应大于 10℃/h。

c) 恒温阶段

恒温阶段智能温湿度控制系统控制温度在 60℃~70℃之间，相对湿度保持在 90%~100%，恒温时间宜由试验数据确定。

d) 降温阶段

恒温养护后，通过智能温湿度控制系统控制蒸养区内的温度均匀降低，降温速度不应大于 5℃/h，当混凝土表面的温度与环境温度差不大于 15℃时，方可拆除养护设施。

8.12.4 智能蒸养结束后，应立即进入自然养护阶段，且养护时间不宜低于 7d。

8.13 成品放倒及运出

8.13.1 装配式桥墩成品由提梁车运送到此工位，液压抱架顶起后张开，将桥墩安全抱紧后由液压缸支撑并平稳放倒在运输车上。

8.13.2 整个抱紧过程及放倒过程应能够生成实时数据传输至智能检测平台，进行实时监

测。

8.13.3 运输车应自带转向功能及多功能液压控制系统。

9 智能检测及质量控制

9.1 智能检测要求

智能工厂中的智能检测要求应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 8.1 规定的要求。

9.2 质量验收要求

9.2.1 通过智能化生产的装配式桥墩预制构件产品应杜绝出现外观质量、影响产品的结构性能和使用功能方面的缺陷。

9.2.2 装配式桥墩预制构件的质量验收应符合 CJJ 2 规定的要求。

9.2.3 预制构件生产完成后，应进行出厂检验，检验合格后出具出厂合格证，合格证内容包含但不限于以下内容：

- a) 混凝土强度等级；
- b) 保护层厚度；
- c) 隐蔽检查记录。

9.3 质量保证措施

9.3.1 应通过原料质量把控、混凝土坍落度检查等措施保证拌和混凝土符合生产要求。

9.3.2 预制构件智能工厂应具备相应的智能化预制生产工艺、设备与设施，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。

9.3.3 质量保证措施应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 8.2 规定的要求。

10 能效检测

装配式桥墩智能工厂的能效检测包括智能设备层、数据采集层、能效数据处理层、系统能效分析层，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 9.1—9.4 规定的要求。

11 信息安全

装配式桥墩智能工厂的信息安全包括风险评估技术、漏洞检测技术、网络监测技术、访问控制技术、其他安全要求，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 10.1—10.5 规定的要求。