基于大语言模型智能体的道路横断面与平面 CAD 自动绘图方法研究

冯羽　杨阳

（同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司，上海市　200092）

摘要：道路标准横断面与常规平面设计图的绘制重复性高、标准化不足。本文提出一种基于大语言模型智能体的 CAD 自动绘图方法，将模型限定用于自然语言需求解析与结构化参数生成，不直接参与几何绘制。将道路工程设计规范编码为规则化提示词，引导模型依据工程约束生成参数；通过技能管理器建立可校验的调用机制；横断面与平面工具分别采用规则驱动与辅助圆象限法，实现标准化图纸的确定性生成。横断面测试覆盖 10 类场景 60 组输入，参数解析准确率 98.3 %，宽度匹配率及绘图成功率均为 100 %，单图生成约 15~20 s。平面设计工具目前适用于道路中心线已选定、夹角 75°~105°的常规交叉口；斜交、多路交叉及渠化岛等复杂情形仍需工程师主导。该方法将大语言模型语义理解与确定性参数化绘图相结合，适用于规则相对封闭的标准化道路绘图任务。

关键词：智能交通；道路工程；CAD 自动绘图方法；大语言模型智能体；

中图分类号：U491.2　　文献标识码：A　　文章编号：

Automatic CAD Drawing Method for Road Cross-Sections and Plans Based on Large Language Model Agents

Feng Yu　Yang Yang

（Tongji Architectural Design (Group) Co.,Ltd, Shanghai 20092,China）

Abstract： This paper proposes an automatic CAD drawing method based on an LLM agent for road cross-sections and conventional plans. The LLM is confined to natural language understanding and structured parameter generation, with no direct involvement in geometry creation. Road design rules are encoded into rule-based prompts, a skill manager establishes a verifiable invocation mechanism, and the cross-section and plan tools adopt rule-driven and auxiliary-circle quadrant methods respectively to achieve deterministic drawing generation. Cross-section tests covering 10 scenarios with 60 varied inputs yield a parameter parsing accuracy of 98.3 % (59/60), a width matching rate of 100 %, and a drawing execution success rate of 100 %, with an average generation time of 15–20 seconds. The road plan tool is applicable to conventional intersections with pre-selected centerlines and angles between 75° and 105°. Complex cases such as skewed intersections, multi-leg intersections, and channelized islands still require engineering judgment. The method integrates LLM-based semantic understanding with deterministic parametric drafting, and is suitable for standardized road drawing tasks with well-defined rules.

Key words: Intelligent Transportation; Road Engineering; CAD Automatic Drawing Method; Large Language Model Agent

0 引言

交通运输与人工智能的深度融合已成为当前交通领域的重要研究方向。例如，在公路行业智能化发展方面，郑健龙[1]系统阐述了公路基础设施智能建造的发展现状与方向。

其中，在传统道路工程设计中，标准化、高重复性图纸的绘制通常占用较多人工时

收稿日期：2026-06-25　**修回日期：**2026-09-08

作者简介：冯羽，男，硕士，高级工程师.E-mail:fy5221714@163.com

间，是影响设计效率的环节之一。以城市道路标准横断面为例，单次绘制约需 10~15 min。

近年来，大语言模型（LLM）及智能体技术的快速发展为工程设计自动化开辟了新思路。Zhang 等[2]系统梳理了大语言模型（LLM）与 CAD 融合的研究现状与分类体系；Zhou 等[3]归纳了 AI 赋能 CAD 的三条技术路线；Liu 等[4]综述了大语言模型（LLM）在机械设计中的融合应用；谭柏君等[5]从 CAD 表示、正向工程和逆向工程三个角度概述了 AI 对 CAD 流程的改变。在智能体层面，Mallis 等[6]提出基于视觉大语言模型的 CAD-Assistant；Schüpbach 等[7]利用大语言模型（LLM）函数调用实现 CAD 几何生成自动化；Gong 等[8]提出 TOOLCAD，探索工具使用型大语言模型（LLM）与 CAD 引擎的交互范式；Yuan 等[9]提出主动式框架 ProCAD，通过主动澄清机制提升生成可靠性；Ni 等[10]提出 CADDesigner，同时接受文本与草图输入进行概念设计。上述研究验证了大语言模型（LLM） Agent 在 CAD 领域的应用潜力。

在道路工程 CAD 领域，行业实践与交叉研究也已取得进展。中交一公院依托 DeepSeek-R1 研发了 RD-Agent 技术[11]；铁四院发布“天骋”大模型，融合铁路设计规范与工程案例[12]；杨柳等[13]探讨了基于 DeepSeek 的 CAD 绘图插件开发；谢浩等[14]实现了设计规范智能抽取；靳佩佩[15]开发了基于 LISP 的 CAD 智能化处理程序；李金龙[16][17]等提出了基于 GIS 与参数化智能设计的桥梁方案设计方法以及基于数字化交付的公路 BIM 模型参数化方法研究为道路工程参数化设计提供了技术参考。郑洪等[18]综述了陆路交通智能化勘察设计全流程；顾问天等[19]将大语言模型（LLM） Agent 拓展至基坑设计领域；贺正冰[20]与陈宁等[21]分别从交通规划与预测角度进行了综述。Autodesk 在 AU 2025 大会上发布了 Agentic AI 路线图[22]，标志着 CAD 软件厂商正系统化推进 AI Agent 的原生集成。

尽管如此，现有研究仍存在以下不足：（1）多集中于宏观框架或通用工具验证，缺乏针对道路工程横断面与平面设计的参数体系及适用边界分析；
（2）大语言模型（LLM）直接生成 LISP 脚本存在中间过程不可控，代码可靠性不足；
（3）部分系统依赖大规模专业数据训练，大量一般设计单位难以复制。

基于此，本文提出一种面向道路标准横断面与常规平面设计的大语言模型（LLM）Agent 绘图方法。

1 道路 CAD 自动绘图方法

1.1 总体框架设计

本文构建的道路 CAD 自动绘图系统由自然语言需求解析、结构化参数生成、参数校验和 AutoCAD 绘图执行四个环节组成，整体流程如图 1 所示。

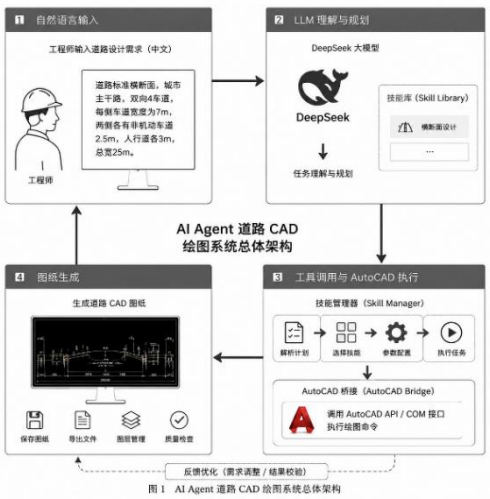

图 1 AI Agent 道路 CAD 绘图系统总体架构

图 1 系统整体架构流程图

Figure1 Flowchart of the overall system architecture

工程师通过交互界面输入道路设计需求。对于标准横断面任务，输入内容通常包括道路等级、红线宽度、车道数、各功能板块宽度、坡度及高架、下穿等特殊构造；对于道路平面任务，还需在 CAD 图面中预先选定设计中心线和相交道路中心线。系统将用户需求与预定义的技能描述一并提交给大语言模型，由模型选择相应绘图工具并生成 JSON 格式的调用参数。技能管理器对参数的完整性、数据类型和工程约束进行校验。参数通过校验后，后端绘图程序调用 AutoCAD COM 接口生成道路板块、边线、图块和标注对象，并将执行结果反馈至界面和日志模块。

该方法不要求大语言模型直接生成 LISP 或其他 CAD 脚本，而是将模型的作用限定为设计需求理解、工具选择和参数组织；几何计算、对象创建、图层控制及标注生成均由预先定义的绘图工具完成。通过将自然语言理解与确定性参数化绘图分离，可降低直接生成绘图脚本带来的语法错误、命令中断和几何逻辑不一致等风险。

当前系统主要在参数校验和执行反馈层面形成管控机制：大语言模型（LLM）生成参数后由技能管理器校验（宽度一致性、句柄完整性等），通过则执行绘图，不通过则返回错误信息由用户修正。图纸生成后通过程序规则进行质量检查（边界完整性、图块匹配、标注完备性等）。系统目前尚不具备基于图形结果的大模型自动诊断与自主修正能力。

1.2 核心模块

1.2.1 自然语言解析与参数生成

大语言模型负责将自然语言需求转化为结构化绘图参数。道路标准横断面由机动车道、非机动车道、人行道、中分带、侧分带等板块组成，设计需满足红线宽度、车道配置、横坡排水、设施布置及特殊构造等多重约束。本文将这些工程要素编码为规则化提示词，嵌入模型的推理约束中，并辅以程序校验，使模型输出能够在工程规则框架内生成。系统重点约束以下内容：

（1）当用户明确给出红线宽度和板块宽度时，板块宽度总和应与红线宽度保持一致，不得为满足常规经验而修改用户已明确指定的参数；

（2）当用户未说明断面不对称时，默认采用左右对称布置，对称断面仅需定义中心区域和左侧板块，右侧由程序镜像生成；

（3）当用户仅给出部分板块时，模型应在满足红线宽度约束的前提下补充非机动车道、侧分带或人行道等合理板块；

（4）当需求中包含“高架”“下穿”“敞开段”“暗埋”“高差”“人非共板”等关键词时，模型应生成相应的结构参数或板块属性。

对于道路平面设计，模型主要生成道路

等级、标准横断面参数、中心线对象句柄、相交道路信息、转弯半径和红线切角等参数。道路中心线及相交道路中心线需由工程师在 CAD 图面中预先选定，以避免模型仅依赖文字描述推断复杂空间关系。

1.2.2 技能管理器

技能管理器是连接大语言模型与绘图程序的中间模块。本文采用 Markdown 文件定义绘图技能，每项技能包括功能说明、参数列表、参数类型、必填项、约束条件、返回结果和调用示例。系统启动时读取技能文件，构建工具索引；模型输出参数后，系统根据工具名称调用相应的校验和绘图函数。新增技能时，仅需在 Markdown 文件中补充描述与示例并在后端注册对应函数，核心代码无需改动，便于按专业图种逐步扩展。

以简化横断面绘制技能为例（表 1），主要参数包括红线宽度、道路等级、是否对称、中心区域、左右侧板块以及高架、下穿等特殊结构参数。参数校验包括以下内容：

（1）红线宽度、板块宽度、车道数和坡度等数值参数是否合法；

（2）对称断面左侧板块宽度与红线半宽是否一致；

（3）非对称断面左右两侧板块及中心区域宽度之和与红线宽度是否一致；

（4）高架、下穿和高差带等特殊构造是否包含必要参数；

（5）图块、字体、图层和绘图资源是否已正确配置。

对于不满足约束的参数，程序不执行绘图，而是返回错误信息或提示用户补充条件。由此，大语言模型生成的参数仅在通过规则校验后进入 CAD 绘图环节。

表 1 技能库标准描述

Table1 Standard description of the skill library

结构	示例
功能说明	绘制道路标准横断面，包括板块划分、设施布置、尺寸标注和坡度标注等内容。
参数定义	redline_width: float, 必需, 红线总宽度(m)；symmetric: bool, 可选, 是否对称；layout: object, 必需, 板块组成
约束条件	各板块宽度之和与红线宽度一致；对称断面仅需定义左侧；特殊结构采用独立参数
返回结果	返回板块边界、图块布置、标注对象和绘图状态信息

调用示例	用户输入: "画一个四块板断面，中分带 6m，机动车道各 7.5m,侧分带各 4m,非机动车道各 3.5m，人行道各 5m"
	AI 计算过程:
	左侧总宽 = 7.5 + 4 + 3.5 + 5 = 20m
	总宽 = 6 + 20 * 2 = 46m (不凑整)
	AI 返回:
	{
	"tool": "draw_cross_section",
	"parameters": {
	"redline_width": 46.0,
	"road_type": "城市主干路",
	"symmetric": true,
	"layout": {
	"center": {"type": "中分带", "width": 6.0},
	"left": [
	{"type": "机动车道", "width": 7.5, "lanes": 2},
	{"type": "侧分带", "width": 4.0},
	{"type": "非机动车道", "width": 3.5},
	{"type": "人行道", "width": 5.0}
	]
	}
	},
	"explanation": "用户指定了所有板块宽度，计算总和为 46 米,因此红线宽度设定为 46.0 米。"
	}

1.2.3 CAD 绘图执行

参数通过校验后，调用已经完成封装的工具包（横断面工具，平面设计工具）在后端程序调用 AutoCAD COM 接口完成图形生成。

横断面工具按照中心区域、左侧板块和右侧板块的顺序计算各板块边界，生成道路轮廓并布置设施。该工具通过“板块抽象+布局算法分离”的机制支持多种特殊断面：高架道路通过独立参数接收结构描述，地面与高架几何解耦；下穿式道路通过 underpass_info 参数触发下穿模式，绘制侧墙及内部道路，并可同时布置地面辅道；不

对称道路通过 symmetric 参数分别定义左右板块；高差带通过识别板块类型触发连接坡面绘制与缘石插入；人非共板通过 level_with_sidewalk 标记强制高程一致并改用缘石分隔。上述特殊形式均通过组合标准技能参数实现，无需为每种形式单独开发新技能（图 2）。

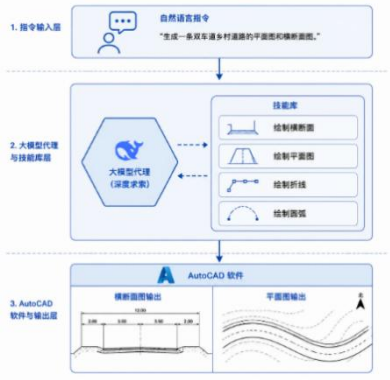

图 2 技能管理器架构协作示意图

Figure2 Schematic diagram of the Skill Manager architecture

车辆、骑行者、行人、树木和路灯等设施图块依据板块类型、宽度、车道数和侧别自动布置；尺寸标注和坡度标注根据板块边界和坡度属性自动生成。

道路平面设计与标准横断面绘制的核心差异在于：横断面绘图可由结构化参数独立驱动，而平面设计涉及既有 CAD 图元的空间拓扑关系及几何连续性操作。纯大语言模型难以直接识别图元间的邻接关系与空间约束。因此，平面设计工具需在用户选定中心线的基础上，由后端程序完成几何解算与图元操作。其中，交叉口几何处理的关键在于准确判定边线延长、打断、圆角及分隔带闭合时的空间拓扑关系。本文提出辅助圆坐标象限方法：以交叉口中心为原点，将各中心线与辅助圆的交点按极角排序，相邻交点间的圆弧区域构成象限。由此将二维边线交织解耦为象限内的一维区间问题，依次执行红线延伸、切角、板块边线圆角，最后以贪心策略完成中分带与侧分带的配对闭合。该方法的处理流程如图 3 所示。

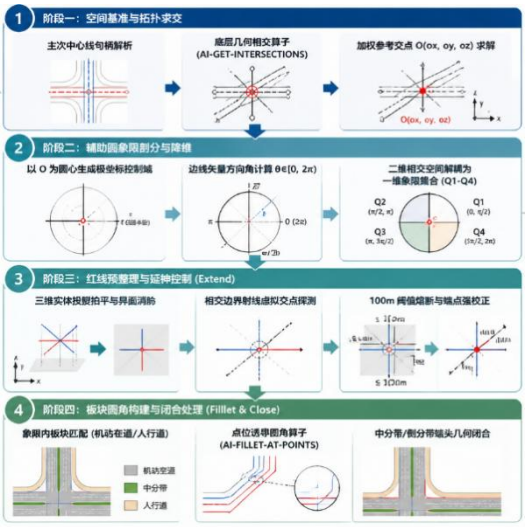

图 3 平面设计工具箱中交叉口处理流程

Figure3 Flowchart of intersection processing in the road plan design tool

2 案例验证与适应性分析

2.1 实验环境与参数设置

在实证案例中，本文构建实测系统环境如下：大语言模型通过 DeepSeek API 调用，为保证输出结构稳定性的同时保留一定语义灵活性，设置 API 推理温度参数设为 0.2，最大输出词元（token）数为 2500，测试期间参数固定，不依赖历史对话上下文。提示词采用“系统提示词+上下文句柄信息+少样本提示”方式，引导模型输出 JSON 格式的任务参数。CAD 环境为 AutoCAD 2019，通过 COM 接口调用，开发语言为 Python3.9.0。

2.2 标准横断面自动绘图

2.2.1 案例描述与执行过程

工程师输入：“道路标准横断面，城市主干路，双向 4 车道，每侧机动车道宽度 7 m，两侧各设 2.5 m 非机动车道和 3 m 人行道，总宽 25 m。”

系统首先提取道路等级、红线宽度及各

板块宽度信息。该断面采用对称布置，左侧宽度为 7.0+2.5+3.0=12.5 m，左右合计 25.0 m，与红线宽度一致。参数校验通过后，横断面工具依次生成机动车道、非机动车道和人行道，并布置车辆、骑行者和行人等图块，完成板块宽度及坡度标注。生成结果如图 4 所示。

图 4 自动生成的标准横断面设计图

Figure4 Automatically generated standard cross-section design drawing

在测试环境下，系统完成一张符合设计院出图标准的标准横断面图，其参数解析、校验和 CAD 生成约需 15~20 s。

2.2.2 AI 适用性分析：

标准横断面任务的主要不确定性集中于自然语言到结构化参数的转换阶段。早期测试发现，当用户同时给出红线宽度、机动车道宽度和人行道宽度等条件时，模型有时会对未明确参数作出非预期推断，导致板块宽度总和与红线宽度不一致；也可能改变用户已明确给定的板块宽度及高度。

为降低此类参数生成偏差，本文采用“提示词约束—程序校验”两级控制机制。提示词层面明确要求模型优先保持用户已指定的参数不变，并计算板块宽度总和；程序层面在绘图前校验红线宽度、板块宽度、对称关系和特殊结构参数。若板块宽度累计值与红线宽度不符，程序终止执行并返回修改提示。

为评价两级控制机制对横断面参数关系的理解效果，对标准横断面生成准确性进行测试。测试覆盖常规一至四块板、非对称断面、高差断面、高架断面、下穿断面、暗埋断面及人非共板断面共 10 类场景，每类 6 组，通过大模型模拟人类产生不同表述方式的输入，总计 60 组。评价指标包括：（1）参数解析准确率——板块类型、宽度、车道数及特殊结构参数与设计意图一致的比例；（2）宽度匹配率——板块宽度总和与红线宽度偏差不超过 0.1 m 的比例；（3）绘图成功率——程序完成板块边界、设施图块、尺寸及坡度标注无异常中断的比例。

测试结果：参数解析准确率 98.3 %（60 组中 59 组正确），宽度匹配率 100 %（60 组通过），绘图成功率 100 %（60 组全部执行，无异常中断）；其中 1 组因参数解析错误导致成果不符合预期。唯一失败案例为三块板断面近远期实施场景：模型将临时设置在机动车道内的非机动车道误判为独立板块，额外抬升 15 cm 并设置侧石隔离。上述结果表明，在规则化提示词约束与程序校验的共同作用下，模型输出参数与工程约束的一致性显著提高。宽度匹配率可作为衡量 LLM 对横断面宽度关系理解可靠性的有效指标。

需要说明的是，横断面图纸生成包括参数生成和程序执行两个阶段。图块类型、插入位置、尺寸标注和坡度标注均由后端程序依据板块类型、车道数、侧别、宽度阈值和边界坐标自动生成，并非模型逐项识别或自由生成的结果。因此，在输入参数通过校验、图块资源完整且程序正常执行的前提下，板块边界、设施图块和标注对象具有可重复性。程序对板块边界、图块类型、图层属性、尺

寸标注和坡度标注进行规则校核，以保证图纸输出完整性。

另外，从横断面生成效率实证研究来看，生成效率的主体影响因素为 LLM 推理及 COM 接口调用，单图 15~20 s 的耗时在目前工程应用中处于可接受范围。由于横断面板块数量有限，且图块采用预制图块插入，未出现明显的效率瓶颈。

2.3 道路平面基础设计

2.3.1 案例描述与执行过程

道路平面设计案例中，首先在 CAD 界面中选定设计主线和一条相交道路中心线。本案例主线为城市主干路，红线宽度 35 m，含中分带 3 m、单侧机动车道 8 m、侧分带 2 m、非机动车道 2.5 m、人行道 3 m；相交道路为次干路，红线宽度 30 m。交叉口路缘石转弯半径取 10 m，红线切角取 8 m。

系统读取用户选定的道路对象句柄，并将主线和相交道路的横断面参数传递给平面绘图工具。工具首先对两条道路中心线进行偏移，生成机动车道、非机动车道、人行道和红线等边界；随后根据道路交点及辅助圆确定交叉口处理范围，对边线进行切分、连接和圆角处理，并完成中分带及侧分带的局部闭合。生成结果如图 5 所示。

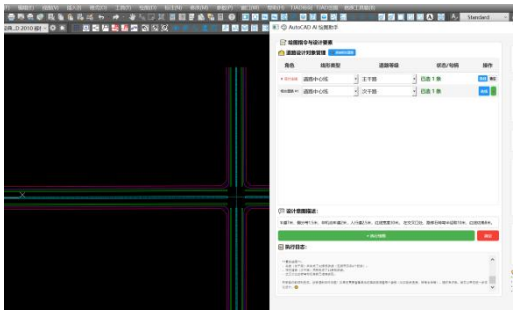

图 5 自动生成的平面设计图（标准段及交叉口）
Figure5 Automatically generated road plan drawing (standard section and intersection)

2.3.2 AI 适用性分析：

与横断面绘制相比，道路平面设计涉及既有中心线、道路夹角、相交关系、展宽方式、交叉口交通组织和沿线出入口等空间拓扑信息。当前工具可稳定处理的场景包括：

（1）道路中心线和相交道路中心线已由用户在 CAD 图面中选定；

（2）道路标准横断面参数完整明确；

（3）交叉口为常规四路交叉或近似正交交叉（夹角 75°~105°）；

（4）交叉口范围内不包含复杂渠化岛、匝道、大范围展宽和多段渐变。

对于夹角较小或较大的斜交、多路交叉、复杂渠化岛、展宽段和渐变段，当前工具尚不能实现全过程自动设计。主要原因在于：一方面，现阶段系统以文本模型为主，无法直接理解 CAD 图面中的空间关系、已有构筑物和工程师草图；另一方面，展宽位置、渐变长度、渠化形式和出入口组织等内容通常需要结合交通组织、用地条件和设计经验综合判断，难以仅通过简短文字描述形成完整且唯一的参数表达。

同时，通过平面设计工具测试覆盖十字形、T 形及不同道路等级组合的交叉口等多种实证案例研究，生成的道路边线、红线及路缘石转弯圆弧几何关系均与设计参数一致，未出现精度偏差。但由于辅助圆象限法需多次调用 AutoCAD 底层几何查询接口，单次交叉口处理的几何计算耗时明显高于横断面任务，是当前平面设计效率的主要制约因素。

因此，本文的平面设计工具定位为标准路段和常规交叉口的基础出图工具。对于复杂交叉口，可由系统自动生成标准路段、道路边线和交叉口初始轮廓，再由工程师进行

交通组织复核和细部修正。

2.4 案例总结

基于上述两个案例的对比分析，可以归纳出大语言模型智能体在道路 CAD 绘图中的适用边界，主要结论如表 2 所示：

表 2 AI Agent 在道路设计中适应性分析
Table2 Adaptability analysis of AI Agent in road design

维度	低交互&简单语言（强适用）	强交互及复杂语言（弱适用）
图面交互需求	无（从零生成）	高（需要用户预先选线，或精确描述展宽位置）
自然语言描述复杂度	低（数值型参数为主）	高（涉及空间拓扑、相对位置、过渡段）
规则封闭性	强（宽度求和、车道分配等可完全枚举）	弱（交叉口形式多样，规则无法穷举）
人工介入成本	极低（指令即所得）	高（需手动精细化修改）
当前最佳实践	全自动生成	“AI 生成基础框架（标准段+交叉口雏形）+ 人工精修”

同时，从输入方式、几何生成机制、优点及局限性四个方面，将本文方法与人工 CAD 绘图、传统参数化插件及大语言模型（LLM）直接生成 LISP 脚本三种技术路线进行对比，本文方法在自然语言交互便利性与绘图结果可控性之间取得了较好的平衡。具体对比详见表 3。

表 3 不同道路 CAD 自动绘图技术路线比较
Table3 Comparison of different technical routes for road CAD automatic drawing

技术路线	输入方式	几何生成机制	优点	局限性
人工 CAD 绘图	人工交互操作	工程师逐步绘制和编辑	适应复杂个性化场景，工程师可实时判断	重复性工作多，效率较低，图纸标准化程度受人员经验影响
传统参数化 CAD 插件	表单输入或命令行参数输入	预定义模板和参数化规则	对固定图式和标准构件绘制效率较高，结果可控	需人工理解参数体系并逐项录入；对非对称、高差、高架、下穿及组合结构等复杂断面适应性有限
大语言模型（LLM）直接生成 LISP 脚本	自然语言	模型生成脚本后由 CAD 执行	交互方式自然，开发门槛较低	脚本可能出现语法错误、变量冲突、命令流程中断和几何逻辑偏差；错误定位及复用难度较大
本文方法	自然语言 + 必要图面选择	大语言模型（LLM）生成结构化参数，后端工具完成规则化绘图	将自然语言交互与确定性参数化绘图相结合；参数可校验、过程可追溯，便于扩展	对复杂空间拓扑和高度个性化场景仍需人工介入；工具能力受参数体系及规则库覆盖范围限制

3 结论及展望

3.1 研究结论

本文提出了一种基于大语言模型智能体的道路横断面与平面 CAD 自动绘图方法，并通过标准横断面图和常规平面交叉口案例验证了其可行性。该方法的核心贡献在于三个方面：

1）将道路工程设计约束编码为规则化提示词，使模型输出与专业要求对齐；

2）通过技能管理器建立参数契约，将设计经验转化为可复用、可校验的调用单元；

3）横断面与平面工具分别采用规则驱动与辅助圆象限法，而非依赖模型逐项推理。

同时，测试表明：

（1）在道路标准横断面等参数已明确的前提下，系统完成从参数校验到 CAD 图纸生成的执行时间约为 15~20 s，较人工完成同类横断面图纸绘制的常规用时（10~15 min）有明显缩减；

（2）道路平面设计目前仅适用于中心线已

选定、交叉口为正交或近似正交的常规场景，斜交、多路交叉等复杂情形仍需工程师主导；（3）结构化参数是连接自然语言需求与CAD绘图的桥梁，其标准化程度直接影响工具的可靠性与扩展性；

（4）当前可行的工程路径是让系统承担标准化绘图工作，工程师负责方案判断与成果复核。

3.2 研究展望

大语言模型智能体在道路交通设计领域可从以下方向深化：

1）从单智能体向多智能体协同演进，通过需求理解、参数生成、绘图执行等专业化分工提升复杂任务完成度；

2）从纯文本对话向多模态交互拓展，使模型能够直接从草图或参考图中理解设计意图；

3）从“大模型+提示”向“大模型+最优化算法”融合，将大语言模型的推理能力与最优化算法的精确计算能力相结合。

4）面向精度提升，建立包含非常规工程语境的标准化测试集，并在绘图端引入几何后验规则检查机制，对边线闭合、转角平滑度、分隔带端部处理等指标进行自动校核；

5）面向效率提升，探索基于共享内存或批量指令注入的绘图通信方式，减少跨进程调用与磁盘I/O开销，降低出图耗时对要素数量的线性依赖；

6）面向平面交叉口效率提升，优化辅助圆象限法中的几何查询策略，将多次独立LISP调用合并为单次批量计算，降低跨进程通信与文件I/O开销。

总体而言，大语言模型智能体在工程设计领域的应用尚处起步阶段，但“人机协同”与“多智能体协同”已逐渐成为清晰的发展方向，其目标是将工程师从繁琐的绘图劳动中解放出来，回归方案构思与智力决策的核心工作。

参考文献

[1]郑健龙,陈梦洁,刘超超.公路基础设施智能建造发展与展望综述[J].中外公路,2025,45(2):1-20.

ZHENG Jianlong, CHEN Mengjie, LIU Chaochao. Review of Intelligent Construction Development of Highway Infrastructures and Its Prospects[J]. Journal of China & Foreign Highway, 2025, 45(2): 1-20

[2] ZHANG L C, LE B, AKHTAR N, et al. Large Language Models for Computer-Aided Design: A Survey[J]. ACM Computing Surveys, 2026, 59(1): 1-36. DOI: 10.1145/3787499.

[3] ZHOU J W, CAMBA J D. The status, evolution, and future challenges of multimodal large language models (LLMs) in parametric CAD[J]. Expert Systems with Applications, 2025. DOI: 10.1016/j.eswa.2025.127520

[4] LIU X R, ZHANG Y H, WANG L Q, et al. LLMs driven fusion AI-AD system for mechanical design: From understanding to generation[J]. Advanced Engineering Informatics, 2025, 68: 103745. DOI: 10.1016/j.aei.2025.103745.

[5] 谭柏君, 徐延宁, 李曼祎, 等. 数据驱动的智能CAD研究综述[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2026, 38(1): 1-29.

TAN Baijun, XU Yanning, LI Manyi, et al. A Review of Data-Driven Intelligent CAD Research[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2026, 38(1): 1-29.

[6] MALLIS D, KARADENIZ A S, CAVADA S, et al. CAD-Assistant: Tool-Augmented VLLMs as Generic CAD Task Solvers[C]/ Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV). 2025: 7284-7294.

[7] SCHÜPBACH A, SAN MIGUEL R, FERCHOW J, et al. From text to design: a framework to leverage LLM agents for automated CAD generation[C]// Proceedings of the Design Society. Cambridge: Cambridge University Press, 2025. DOI: 10.1017/pds.2025.187.

[8] GONG Y F, et al. TOOLCAD: Exploring Tool-Using Large Language Models in Text-to-CAD

Generation with Reinforcement Learning[J/OL]. arXiv preprint, 2026, arXiv:2604.07960.

[9] YUAN B, et al. Clarify Before You Draw: Proactive Agents for Robust Text-to-CAD Generation[J/OL]. arXiv preprint, 2026, arXiv:2602.03045.

[10] NI J Z, YIN X L, LU X Y, et al. CADDesigner: Conceptual Design of CAD Models Based on General-Purpose Agent[J/OL]. arXiv preprint, 2025, arXiv:2508.01031.

[11] “AI + 设计”从经验驱动到智能驱动[N]. 中国交通报, 2025-08-04(3).

[12] “天驷”大模型领跑陆路交通设计数智化[N/OL]. 中国交通信息化, 2026-01-06.

[13] 杨柳, 魏伟, 刘昊. DeepSeek 赋能 CAD 绘图插件的开发应用[J]. 甘肃高师学报, 2026, 38(1): 79-84.
YANG L, WEI W, LIU H. Development and Application of DeepSeek Empowered CAD Drawing Plugins[J]. Journal of Gansu Normal Colleges, 2026, 38(1): 79-84.

[14] 谢浩, 姚洪锡, 钟晶, 等. 基于大语言模型的陆路交通基础设施设计规范智能抽取[J]. 铁道标准设计, 2025, 69(11): 17-25.
XIE Hao, YAO Hongxi, ZHONG Jing, et al. Intelligent Extraction of Land Transportation Infrastructure Design Specifications Based on Large Language Models[J]. Railway Standard Design, 2025, 69(11): 17-25.

[15] 靳佩佩. 基于人工智能的 CAD 二次开发技术在道路地形图中的应用[J]. 城市道桥与防洪, 2025(12): 343-346.
JIN P P. Application of AI-Based CAD Secondary Development Technology in Road Topographic Mapping[J]. Urban Roads, Bridges & Flood Control, 2025(12): 343-346.

[16] 李金龙,王欣南,刘东升,等.BIM 技术在公路装配式桥梁方案设计中的应用研究[J].中外公路,2025,45(1):212-218.
LI Jinlong, WANG Xinnan, LIU Dongsheng, et al. Application of BIM Technology in Scheme Design of Highway Prefabricated Bridges[J]. Journal of China & Foreign Highway, 2025, 45(1): 212-218.

[17] 李金龙,王欣南.基于数字化交付的公路 BIM 模型参数化方法研究[J].中外公路,2025,45(3):215-220.
LI Jinlong, WANG Xinnan. Research on Parametric Method of Highway BIM Model Based on Digital Delivery[J]. Journal of China & Foreign Highway, 2025, 45(3): 215-220.

[18] 郑洪, 谢浩, 姚洪锡, 等. 陆路交通基础设施智能化勘察设计研究综述[J]. 铁道工程学报, 2023, 40(8): 1-11.
ZHENG Hong, XIE Hao, YAO Hongxi, et al. Exploration of Intelligent Pathways for Survey and Design of Land Transportation Infrastructure[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2023, 40(8): 1-11.

[19] 顾问天, 刘伟, 邬泽, 等. 大语言模型赋能基坑设计智能体研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2025, 17(6): 101-105.
GU Wentian, LIU Wei, WU Ze, et al. Research on Foundation Pit Design Agent Empowered by Large Language Model[J]. Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture, 2025, 17(6): 101-105.

[20] 贺正冰. 大语言模型在道路交通领域应用：创新与挑战[J]. 交通运输工程与信息学报, 2025, 23(1).
HE Zhengbing. Large Language Models in Road Traffic Applications: Innovations and Challenges[J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2025, 23(1).

[21] 陈宁, 宁楚, 张翔. 大语言模型在交通预测领域的应用综述[J]. 市政技术, 2025, 43(5).
CHEN Ning, NING Chu, ZHANG Xiang. A Review of Large Language Model Applications in Traffic Prediction[J]. Municipal Engineering Technology, 2025, 43(5).

[22] Looking to the Future of Agentic AI with AutoCAD and Autodesk Assistant[EB/OL]. Autodesk, 2025-12-10. https://www.autodesk.com/blogs/autocad/looking-to-the-future-of-agentic-ai-with-autocad-and-autodesk-assistant/.