引文格式：吴敏亚,陶岚,韩剑姿. 广州地下市政基础设施一张图可视化表达浅析[J]. 地理空间信息, 2024, 22(4): 85-87. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.04.019

广州地下市政基础设施一张图可视化表达浅析

吴敏亚[1]，陶　岚[1]，韩剑姿[1]
（1. 广州市城市规划勘测设计研究院，广东 广州 510060）

摘　要：为了解决广州市地下市政基础设施要素与地图表达规范割裂产生的一系列地图可视化表达问题，通过对新增的地下市政基础设施要素进行符号设计，并针对各类要素的附属设施进行细化和可视化表达研究，建立统一制图标准体系，从设计思路、设计内容和实践验证3方面提出了地下市政基础设施一张图图式表示方法。通过实验区测试，制定了地下市政基础设施一张图表达标准和规范，达到同时满足纸质出图和不同尺度电子地图表达效果，对地下市政基础设施绘图自动化、数字化、智能化发展起到借鉴和指引作用。

关键词：地下市政基础设施；一张图可视化表达；表达设计
中图分类号：P285　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）04-0085-03

Brief Discussions of One Map Visual Expression of Underground Municipal Infrastructure in Guangzhou

WU Minya[1], TAO Lan[1], HAN Jianzi[2]
(1. Guangzhou Urban Planning & Design Survey Research Institute, Guangzhou 510060, China)

Abstract: In order to solve a series of map visual expression problems caused by the separation of underground municipal infrastructure elements and map expression, we established a unified mapping standard system by designing the newly added underground municipal infrastructure element symbols, and conducting detailed and visual expression research on the ancillary facilities of various elements. And then, we proposed a schematic expression method of underground municipal infrastructure from design idea, design content and practical verification three aspects. Finally, through the test of experimental area, we formulated the expression standard and specification for One Map of underground municipal infrastructure, which could meet the different scale expression requirements, and provide a reference for the development of automation, digitization and intelligence of underground municipal infrastructure mapping.

Key words: underground municipal infrastructure, One Map visual expression, expression design

目前，广州地图绘制系统，在地下基础设施点、线、面要素以及地下管线的绘图方面，已有完善的符号表达，但目前地下空间设施与地下管线的地图表达规范割裂，阻碍了其可视化。针对新时代地下信息化管理要求以及规划报建供图需求，地下市政基础设施地图编制既应满足大比例尺纸质地图的出图需求，又要满足系统电子地图无极尺度缩放的屏幕清晰表达需求[1-6]。

本文旨在对新增的地下市政基础设施要素进行符号设计，并针对各类要素的附属设施进行细化和可视化表达研究，建立统一制图标准体系，形成广州市地下市政基础设施“一张图”可视化表达设计规则与方法。

1　设计思路

地下市政基础设施数据体系建设相对滞后，亟须解决这些数据对象划分粒度、要素的抽象概括等关键问题。在图面负载量与简明易读性方面，有待实现以下效果：①在不同比例尺的空间尺度下，清晰表达地下市政基础设施的形态、特征信息及不同尺度下的空间模型的智能综合与聚合[6]；②在二维图面上进行三维地下市政基础设施的可视化表达；③不损失重要地表地图信息的前提下，综合简化底图。

地下市政基础设施具有类型多、分布广、空间关系叠置、拓扑关系复杂、功能属性关联等特征，尤其

收稿日期：2022-11-08。
项目来源：高分辨率对地观测重大专项（民用部分）科研资助项目（30-Y20A15-9003-17/18）；中山市2021-2022年基础地理信息数据更新资助项目（442000-2021-10821）。
第一作者简介：吴敏亚（1979—），本科，高级工程师，研究方向为普通地图和专题地图设计与编绘、地理信息工程应用等，E-mail：32749502@qq.com。

是近年来地下综合管廊的复杂性和综合性，二维地图视角下“一张图”表达出现了设施要素众多，难以简要抽象表达；要素间关联复杂，不易清晰多层次表达；层级之间重叠，难以直观实用表达；特殊独立复合型设施密集，不易简明均衡表达等问题。本文从以下4个方面解决以上现实问题。

1.1 构建地下市政基础设施类型体系

地下市政基础设施从设施功能层面构建分类体系，遵循“以功能单元为划分粒度”的分类原则，构建“设施大类–功能中类–控制元件小类”的大–中–小分类层级体系。

地下市政基础设施形态材质各异、功能关系复杂，需从几何和功能的角度对其进行抽象概括，将数据分类为点、线、面、注记、辅助点、辅助线6大类。

1.2 视觉变量组合解决符号多层次表达问题

为清晰表达各要素间的同质性、差异性、质量感、数量感、等级感、方向性与功能关联关系，引入地图学符号系统的视觉变量，解决符号多层次表达问题。颜色、饱和度/明度、尺寸、结构/形状、线型和线粗，这6类传统视觉变量解决地下市政基础设施要素类型错综复杂的问题。在符号设施复杂情况下，想要构成地图符号间的差别，不仅可以根据需要选择某一种变量，为了加强阅读的效果，往往同时使用2个或更多的视觉变量，即多种视觉变量的联合应用[7]。

1.3 构建三维立体空间的二维表示方式

地下各类市政基础设施交错布局，形成了错综复杂的地下空间，其核心信息表达包括：设施所处层级、设施深度、设施层深、设施层数、设施类型、等级属性、设施形态等。

地下市政基础设施空间层级表达的设计重点是解决三维物体二维表达问题，即在平面地图上表示地下空间设施的层高，各层之间的重叠关系等问题，达到实用性和直观性的统一[3]。

空间层级表达是设施范围以面的形式进行填充表达，所处层级按照距离地表由浅到深的方向，设色的饱和度也由浅到深。颜色填充按照地下深度由浅到深，用实线绘制地下空间最大范围面。重叠层颜色填充最上层地下空间面颜色，并用边线内推虚线表示重叠层数。不重叠空间填充该地下空间面颜色，并用虚线表示分间关系。最大范围线和分间虚线均用最深地下层颜色表示。内推虚线使用相应空间边线颜色。例如，地下一层U_1的颜色最浅，最低层Un颜色最深。

1.4 独立复合型地下市政基础设施的表达设计

综合管廊是主要的独立复合型地下市政基础设施，综合管廊是建于城市地下用于容纳两类及以上市政管线的构筑物及附属设施[8]，用于集中敷设电力、通信、广播电视等市政管线的公共隧道。综合管廊范围以填充面形式表达，绘制综合管廊范围边线。为区别于其他市政基础设施，采用灰色（C0M0Y0K50）表示，将各类管线整体绘制在管廊（沟）范围内，如有多条同类线路，仅绘制一条，标注该类管线数量，直至管线走向各异相互分离，则分开表示，如图1所示。

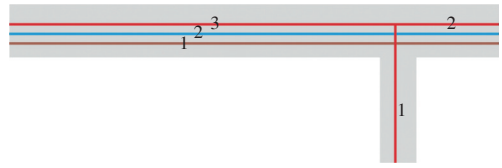


图1 地下综合管廊表示方法

2 地下市政基础设施一张图表达设计

地下市政基础设施数据包括城市地下工程管线设施数据、城市地下交通设施数据、城市地下其他工程设施数据三大类。三大类又细分为19个设施中类，详见图2。

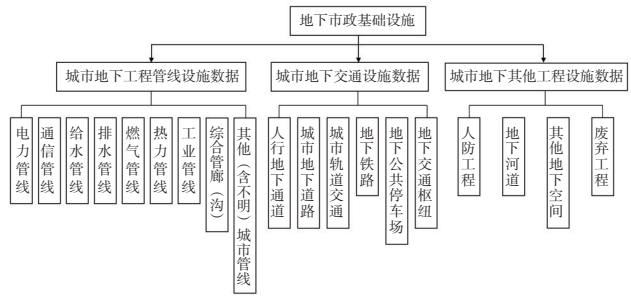


图2 地下市政基础设施分类

2.1 颜色系统

地下市政基础设施颜色系统，按照地下工程管线设施和地下交通设施按中类划分要素类型色，地下其他工程按照大类划分要素类型色来构建。用色原则为同类要素的点、面、辅助点、辅助线，数据均使用相同色系。颜色使用RGB模式。

2.2 符号系统

符号设计是地下市政基础设施一张图设计的主要部分。高质量的地图符号设计是地图内容科学、快速、美观表达的必要前提[7]。根据地下市政基础设施数据类型，分为点状符号、线状符号和面状符号。

因地下管线工程大类中各类管线要素具有一定相通性，地下市政基础设施符号设计分为地下市政管线工程设施通用符号设计和地下市政基础设施基础数据

符号设计。

为保证符号通用性，符号设计主要分为2种情况：①相同类型符号用不同颜色表示。地下市政基础设施符号体系在《国家基本比例尺地图图式 第1部分：1∶500 1∶ 000 1∶2 000地形图图式》基础上进行扩充，如地形图图式符号中已有该符号，则不对该符号样式进行重新抽象设计，仅根据要素类型赋予不同颜色。

2.3　地下市政基础设施空间层级表达

地下市政基础设施空间层级按照设施分类，分为综合管沟、地下人行通道、车行地下通道、城市轨道交通、地下铁路、地下公共停车场、地下交通枢纽、地下其他工程和在建地下设施9大类别。

其颜色系统按地下空间设施的不同分类赋予不同颜色，同一类地下空间设施不同空间层面用该颜色的不同饱和度的渐变表示，渐变颜色由浅到深表示地下空间从地下负一层到最深层。

2.4　注记表达设计

管线类专业注记标注点号并以线注记注明管线属性，注记内容主要表示管线名称、断面尺寸、材质、总孔数、电压Kv、压力等属性值。对于管线埋设复杂、管线点注记密集区域，综合管线图中的管线点可择要注记。

对于多层的地下空间设施，需要标注每一层的设施性质，其标注规则为“地下空间分层注记+设施性质符号”，地下空间分层注记的排列顺序按楼层的绝对高程由高往低进行排序。在每层外轮廓线范围内注记层数，即标注地下空间分层注记（如U_1、U_2、U_3，“U_1夹”分别表示负1、负2、负3层，负1层夹层）。

2.5　要素表达设计

主要以地下市政基础设施作为专题要素，按照颜色系统用彩色系表示，地上空间要素作为地理底图采用灰色（C0M0Y0K50）叠加层底表示[3]。根据图面载负量要求，需要对地形图或电子地图进行化简，化简原则为对地下空间设施分层面影响小、关联弱、重要性较低的地表要素可简略表示或不表示。采用这种方式既保留了地面要素，又简化了它的表达方式，同时可以突出地下要素的表达。

3　表达设计实践验证

选取广州CBD的珠江新城作为实验区域，珠江新城地处广州最繁荣的商务区，北承天河北，西壤越秀传统商务区，东毗待发展区域，南通隔江的海珠区南部组团，区位得天独厚。聚集了广州塔、广州国际金融中心、广州大剧院等一系列地标式建筑，浑然组成一条新的城市中轴线，地下空间设施建设较为完备，基本覆盖了地下市政基础设施的各类要素[3]。

通过对珠江新城区域数据进行加工处理，根据地图图面要求，结合制图技术，针对不同尺度的地图要素进行舍弃、合并、化简、夸大等操作，将地下市政基础设施图中与地下市政设施矛盾或重合的地物符号、道路名称、注记等进行删除、移位或恰当处理。删除地形图中的高程、控制点等数据，以保证图面清晰；在不违背设计原则的基础上，对某些符号或标注大小、线划粗细进行修改，以提高图面的可读性；结合不同尺度的地图表达需求，进行地下市政基础设施的分类分级，通过化简分别定义不同尺度下的地图编图样式和符号设计，建立一套统一的要素代码、编码、符号、颜色体系和属性内容项，制定了一张图表达标准和规范。

4　结　语

通过实验区测试，制定了地下市政基础设施一张图表达标准和规范，搭建了地下空间基于实体、纵向统一、多尺度融合、面向应用的二三维地理空间数据库，在一定程度上巩固了地下市政基础设施综合管理信息平台建设[2]。为实现基于城市信息模型（CIM）基础平台的二三维一体化表达、进一步构建一网统管和监测预警以及新型智慧城市建设等典型应用场景，提供了一定范围的技术支撑[5]。

参考文献

[1] 刘晓菊,金莉. 浅谈地下空间数据定位与表达[C]//第二十届华东六省一市测绘学会(江苏)学术交流会论文集,2018

[2] 孙雪梅,刘全海,李楼,等. 城市地下空间数据信息化管理研究与实践[J]. 城市勘测,2021(2):12-17

[3] 陶岚. 地下空间设施地图设计及实践[J]. 城市勘测,2014(2):122-126

[4] 黎树禧,喻永平. 广州市城市地下空间测量技术研究[J]. 测绘通报,2011(9):45-47

[5] 汪小林,罗英伟,许卓群. GIS中地图可视化的质量因素研究[J]. 系统仿真学报,2001(增刊):295-297

[6] 应申,李霖,闫浩文,等. 地理信息科学中的尺度分析[J]. 测绘科学,2006(3):18-19

[7] 梁敏,李睿卿,陈新国. 地图产品中符号设计的标准化思路探讨[J]. 测绘标准化,2020,36(3):11-13

[8] 汪启光. 城市更新背景下核心城区建设综合管廊的探索[J]. 城市道桥与防洪,2022(8):212-214