

ICS 93.020

CCS P21

团体标准

T/CMEAxx-2025

城市综合管廊节能技术标准

Technical standard for energy saving of urban utility tunnel

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025-xx-xx 发布

2025-xx-xx 实施

中国市政工程协会 发布

中国市政工程协会团体标准

城市综合管廊节能技术标准

Technical standard for energy saving of urban utility tunnel

T/CMEAxx -2025

主编单位：北京京投城市管廊投资有限公司

中冶京诚工程技术有限公司

批准单位：中国市政工程协会

施行日期：2025 年 xx 月 xx 日

中国建筑工业出版社

2025 北 京

中国市政工程协会团体标准公告

2025 年第 00X 号（总第 0XX 号）

现批准《城市综合管廊节能技术标准》为本协会团体标准，编号为 T/CMEAXX-2025，自 2025 年 XX 月 XX 日起实施。

本文件由我协会组织中国建筑工业出版社出版发行。

前 言

根据《中国市政工程协会关于下达〈2022年度第一批中国市政工程协会团体标准制（修）订计划〉的通知》（中市协[2022]19号）的要求，本文件编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本文件。

本文件共分为 10 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、工艺布置、通风系统、排水系统、供配电及照明系统、监控与报警系统、施工及验收、运营维护。

本文件由中国市政工程协会管廊及地下空间专业委员会归口，由北京京投城市管廊投资有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送至北京京投城市管廊投资有限公司（地址：北京市东城区东直门外大街 39 号院 2 号楼航空服务楼 5 层 510，邮编：100102），以便修订时参考。

本文件主编单位：北京京投城市管廊投资有限公司

中冶京诚工程技术有限公司

本文件参编单位：中铁十五局集团第五工程有限公司

北京佳维顺捷设备技术服务有限公司

北京地下空间工程技术有限公司

本文件主要起草人员：欧阳康淼

本文件主要审查人员：

目 录

1 总则	4
2 术语和符号	5
2.1 术语	5
2.2 符号	5
3 基本规定	6
4 工艺布置	7
4.1 舱室排布	7
4.2 平纵布置	7
4.3 节点设置	7
5 通风系统	8
5.1 通风负荷	8
5.2 风道设置	8
5.3 设备选型及控制	8
6 排水系统	10
6.1 排水量计算	10
6.2 排水系统设计原则	10
6.3 水泵选型及控制	10
7 供配电及照明系统	12
7.1 负荷计算	12
7.2 设备选型	12
7.3 灯具选型及设置	13
8 监控与报警系统	14
8.1 系统设置	14
8.2 设备选型	14
9 施工及验收	16
9.1 施工	16
9.2 验收	16
10 运营维护	18
10.1 运营组织	18
10.2 运行维护	18
附录 A	20
本文件用词说明	21
引用标准名录	22
条文说明	23

Contents

1 General provisions	4
2 Terms and symbols	5
2.1 Terms	5
2.1 Symbols	5
3 Basic requirements	6
4 General layout	7
4.1 Cross-section layout	7
4.2 Horizontal and vertical layout	7
4.3 Node layout	7
5 Ventilation system	8
5.1 Ventilation load	8
5.2 Air duct setting	8
5.3 Equipment selection and control	8
6 Drainage system	10
6.1 Drainage load	10
6.2 Design principles of drainage system	10
6.3 Water pump selection and control	10
7 Power supply, distribution and lighting System	12
7.1 Load calculation	12
7.2 Equipment selection	12
7.3 Lamp selection and arrangement	13
8 Supervision and alarm system	14
8.1 System setting	14
8.2 Equipment selection	14
9 Construction and acceptance	16
9.1 Construction	16
9.2 Acceptance	16
10 Operation and maintenance	18
10.1 Operation organization	18
10.2 Maintenance	18
Appendix A	20
Explanation of wording in this document	21
List of quoted standards	22
Addition: Explanation of provisions	23

1 总则

- 1.0.1 为规范城市综合管廊的能耗，提升城市综合管廊的节能、绿色、低碳水平，实现综合管廊精细化能源管理，制定本文件。
- 1.0.2 本文件适用于新建、扩建、改建城市综合管廊。
- 1.0.3 城市综合管廊节能技术除符合本文件外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 综合管廊 utility tunnel

建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线、内部空间能够满足人员通行的构筑物及附属设施。包括干线综合管廊、支线综合管廊和小型综合管廊三类。

2.1.2 城市工程管线 urban engineering pipeline

指为满足生活、生产需要，地下或架空敷设的各种专业管道和缆线的总称，但不包括工业工艺性管道。

2.1.3 舱室 compartment

由结构本体或防火墙分隔的用于敷设管线的密闭空间。

2.1.4 换气次数 air change rate

通风量与通风区间体积之比，单位为次 / 小时，是反映通风效果的经验系数，与房间性质、通风方式相关。

2.1.5 事故工况 accident condition

比预计运行事件更严重的工况，包括设计基准事故和超设计基准事故（严重事故），仅针对可能突然散发大量有毒气体、有爆炸危险气体或粉尘的舱室，如燃气舱。

2.1.6 火灾后排烟 post-fire smoke extraction

火灾被扑灭并确认无复燃风险后，通过自然或机械方式，将建筑物内残留的烟气、有毒有害气体、颗粒物等排出室外，同时导入新鲜空气以恢复室内空气质量的专项通风过程。仅针对采取窒息灭火的管廊舱室，如电力电缆舱室。

2.1.7 备用电源 standby electrical source

当正常电源断电时，由于非安全原因用来维持电气装置或其某些部分所需的电源。

2.1.8 光效 luminescence efficiency

发光效率，光源发出的光通量与消耗功率之比，叫做发光效率，单位是流明/瓦。

2.1.9 色温 color temperature

色温是表示光线中包含颜色成分的一个计量单位。

2.1.10 显色指数 color-rendering index

评定光源的显色性的数量化指标。

2.2 符号

2.2.1 材料导热

λ ——材料导热系数，单位为瓦特每米开尔文（W/(m·K)）。

2.2.2 通风系统

n ——换气次数，单位为次每小时（次/h）。

2.2.3 排水系统

Q_d ——排水量，单位为立方米每小时（m³/h）。

3 基本规定

3.0.1 综合管廊应进行节能设计、建设及运营维护，节能工作不应影响设备寿命、系统安全及管廊、管线系统的稳定运行。

3.0.2 综合管廊节能应采用各类节能设备、子系统节能技术以及工艺、结构整体节能技术。

3.0.3 综合管廊宜优先采用可再生能源和自然冷、热源，可再生能源系统设计应符合国家现行相关标准要求。

3.0.5 综合管廊应建立能耗监测平台，能耗监测平台应实时采集通风、排水、照明、供配电等系统的能耗数据，数据采集频率不应低于 15min/次，并应接入综合管廊智慧管理平台。

3.0.6 综合管廊监控中心的节能应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定。

4 工艺布置

4.1 舱室排布

4.1.1 管廊的舱室排布应有利于舱室内相应管线的散热和保温；若同舱布置发热管线宜位于舱室上部通风有利位置。

4.1.2 可利用不同舱室之间的通风实现节能，但应保证火灾、事故后排烟等安全要求。

4.1.3 管廊截面积在满足人员操作空间的情况下应尽可能小。

4.2 平纵布置

4.2.1 严寒地区管廊埋深宜低于当地冻土深度，冻土深度应采用当地近 10 年平均冻土深度数据，管廊埋深宜比该数据深 0.3m 以上。

4.2.2 管廊走向应尽量平直，起伏尽量平缓，拐点处宜圆润，曲率半径宜不小于 20m，以便于保证通风顺畅；可通过优化纵坡减少低点数量，从而减少集水坑及潜污泵设置数量，降低排水系统能耗。

4.2.3 管廊纵坡不应小于 0.3%，最大纵坡不应大于 15%；当纵坡大于 10%时，应设置缓坡段，缓坡段长度不应小于 10m，缓坡坡度不应大于 5%，便于排水及人员通行。

4.3 节点设置

4.3.1 各节点盖板（包括人员出入口、吊装口、通风口）除特殊需求（如自然通风）外，应保证密封，密封材料应采用耐老化、防水性能良好的弹性材料，减少舱室与外界的热交换，同时较少通风系统风量损失。

4.3.2 通风节点可按管线入廊批次设置多台风机的安装条件，当风机数量较少时宜选用变频风机，风机应符合《通风机能效限定值及能效等级》GB19761 中二级及以上能效要求，变频范围应覆盖 30%~100%额定转速。

4.3.3 管廊交叉口、分支口等节点处，应优化管线排布及风道设计，避免局部通风死角；

4.3.4 节点处通风设备应单独设置控制模块，可根据节点区域温湿度、气体浓度独立启停。

5 通风系统

5.1 通风负荷

5.1.1 热力管道入廊需保证管道保温，保温层外表面温度不应超过 50℃；宜加厚保温层，降低保温后的外表面温度到 40℃ 以下。

5.1.2 纳入综合管廊的电力电缆不应过载，电缆长期允许载流量应根据管廊舱室环境温度、敷设方式修正，修正系数应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB50217 的规定。

5.1.3 管廊内舱室间分隔墙宜使用易于导热的材料，材料导热系数 λ 不应大于 0.15W/(m·K)，可采用加气混凝土砌块（厚度不小于 200mm）或保温砂浆抹灰墙体（保温层厚度不小于 50mm）。

5.1.4 干线综合管廊和支线综合管廊宜采用机械通风形式，正常通风换气次数不应小于 2 次/h，事故通风换气次数不应小于 6 次/h；小型综合管廊采用自然通风形式时，事故通风可采用临时通风设施满足换气次数。

5.1.5 以换气次数计算通风量时，在满足电力公司抢修时间要求的前提下，对采用窒息灭火的舱室（含电力电缆的舱室）火灾后排风量可小于换气次数 6 次/h。

5.2 风道设置

5.2.1 在管廊起止点端井处宜设置通风口，当端部无法设置通风口，需采用通风管道时，应采用沿程阻力小的风管材质。

5.2.2 廊内的平均风速不宜大于 5m/s。

5.2.3 在未设置风道的通风死区，应预留岗位风机电源插座。

5.3 设备选型及控制

5.3.1 管廊风机选型时，风量、风压经计算确定后，风压计算值宜取 1.1 倍安全余量，且计算时，需考虑廊内管线断面面积、防火门处局部阻力等不利因素。

5.3.2 应核算通风系统阻力（包括沿程阻力和局部阻力），选取风压适当的风机，风机实际运行工况点应位于风机高效区（效率不应低于 80%）。

5.3.3 风亭设计应兼顾节能与景观要求，在景观及城市防洪条件允许情况下，优先选用水平百叶风亭；风亭百叶应可调节，可关闭或减小开度。

5.3.4 通风应采用边界条件开启的方式，开启条件包括：

- 舱室温度超过 38℃；
- 相对湿度超过 85%RH，且室外湿度低于舱室内湿度；
- 氧含量低于 19.5% 或高于 23.5%；
- 有害气体（如 CO、H₂S）浓度超过国家现行标准限值；
- 边界条件参数应根据季节动态调整。

5.3.5 可考虑优化控制算法降低通风设备同时使用率，为电力设施选型提供依据时，应按同时运行风机的最大负荷计算。

5.3.6 过渡季节（春季、秋季）可优先采用自然通风，开启端部风井、风亭等通风口，当自然通风无法满足舱室温度、湿度）要求时，启动机械通风。

5.3.7 通风系统应设置定时巡检功能，每天至少自动巡检 1 次，检查风机运行状态、风压、电流等参数，发现异常应及时报警并记录；每月应统计风机运行时长及能耗，分析节能效果并优化控制策略。

6 排水系统

6.1 排水量计算

6.1.1 排水量计算应包括放空水量、雨水渗入量、管道泄漏量（按管道设计流量的 5% 计算）及冲洗水量（检修后冲洗，单次冲洗水量不应大于 $5\text{m}^3/100\text{m}$ 管廊）；设计排水量应取各项水量之和的 1.2 倍。

6.1.2 管廊雨水渗入量应根据当地降雨强度、管廊防水等级计算确定，降雨强度采用当地 50 年一遇暴雨强度；管廊防水等级应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108 中二级及以上要求，渗入量不应大于 $0.1\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

6.1.3 放空水量根据管道管径不同，变化范围很大，可通过控制阀门启闭减小检修时排放流量，延长放空时间，放空时间不宜小于 2 小时。

6.1.4 管廊内排水系统宜不考虑管线爆管工况下的排水。

6.2 排水系统设计原则

6.2.1 综合管廊高程最低点处应设置集水坑。

6.2.2 根据道路、综合管廊自身坡度设置排水边沟坡度，可设较小坡度或平坡，以减小排水边沟尺寸。

6.2.3 在综合管廊同一位置设连通孔形成连通集水坑，多舱室（除天然气舱）可共用一组潜污泵，但应注意不同舱室之间的防火分隔，尤其避免蒸汽进入电力舱室。

6.2.4 集水坑应设置液位传感器，液位传感器应定期校准。

6.3 水泵选型及控制

6.3.1 应结合管廊埋深情况得出潜污泵扬程需求，潜污泵应选型恰当，确保潜污泵排水能力与管廊排水需求匹配，潜污泵实际运行效率不应低于 70%。

6.3.2 在空间条件允许的情况下避免压力排水管道从管廊顶板引出，采用排水管道侧出管廊的做法，管道出管廊处应设置防水套管（符合《防水套管》02S404 要求），以减少漏水。

6.3.3 排泥阀采用可远程控制的电动阀门，并增加与潜污泵启闭的联动设计，根据排泥阀开启程度和时间控制潜污泵的启闭，达到精确控制水泵运行时长的效

果。

7 供配电及照明系统

7.1 负荷计算

7.1.1 宜采用双变压器供电的方式满足综合管廊内二级负荷设备的供电，当采用单台变压器加备用电源的方式时，变压器负荷率不宜低于 80%。当采用 UPS 作为备用电源室其负工作负载率不宜低于 90%，应急时间应满足主电源恢复时间或其他备用电源投入时间。

7.1.2 配合单台变压器情况，可自备移动柴油发电机组作为备用电源，发电机组额定功率应满足管廊二级负荷需求，发电机组应能在 30s 内自动启动并带载运行。

7.1.3 同一变压器供电的风机错时工作，且不应同时启动：正常工况下，同时使用系数取 1/3。事故工况按 1 个通风分区发生事故计算。

7.1.4 可通过适当增加供电电压或减小供电半径方式降低线路损耗。

7.1.6 正常计算仅进入单个舱室内一个供电分区内一个检修电源的负荷，当多个检修电源同时投入时应提前开启变压器冷却装置或采取其他增容措施。

7.2 设备选型

7.2.1 电缆、电线的截面选择应按经济电流密度，经济电流密度取值应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB50217 的规定，铜电缆经济电流密度不应小于 $2.5\text{A}/\text{mm}^2$ ，铝电缆不应小于 $1.8\text{A}/\text{mm}^2$

7.2.2 供电线路较长、或采用树干式供电时，电缆线径的选择应校验线路末端电压降，末端电压降不应大于额定电压的 5%。

7.2.3 通风、水泵等感性负载设备可采用就地补偿方式降低线路损耗，补偿电容量应根据设备无功功率计算确定，功率因数补偿后不应低于 0.9。

7.2.4 管廊自建变电所 10kV 供电线路较长电纳效应明显时，中压侧无功补偿装置应采用双向补偿设备。

7.2.5 变压器低压侧的无功补偿装置应采用自动无功补偿装置，且应根据变压器负荷率最低的管廊运行工况确定低压侧自动无功补偿装置的电容分组，每组电容量不应大于总补偿容量的 1/5，避免补偿装置频繁投切。

7.2.6 变压器应选用符合现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》

GB20052 要求的二级能效及以上的节能型变压器。

7.2.7 高低压配电柜应选用紧凑型设备，柜内元器件应选用节能型产品；配电柜应具备智能监测功能，可实时采集电流、电压、功率因数等参数，并上传至能耗监测平台。

7.3 灯具选型及设置

7.3.1 除特殊需求外，综合管廊内灯具光源应选用 LED 光源，LED 光源应符合现行国家标准《普通照明用 LED 模块性能要求》GB/T24908 的规定，平均寿命不应低于 50000h，20000h 光衰率 $\leq 30\%$ 。

7.3.2 灯具的配光曲线应与舱室高度、检修通道宽度等相适应：

- 舱室高度 2.2m~3m 时，选用窄配光灯具（配光角度 $\leq 60^\circ$ ）；
- 高度 3m~4m 时，选用中配光灯具（配光角度 $60^\circ \sim 120^\circ$ ）；
- 检修通道宽度 1.2m~1.5m 时，灯具光斑直径应覆盖通道宽度，避免光线外溢。

7.3.3 应以检修通道地面平均照度作为考核指标，平均照度不应低于 15lux，照度均匀度不应低于 0.7；管线、设备照明应以移动照明为主，移动照明灯具额定功率不宜大于 100W，光源为 LED。

7.3.4 灯具的整灯光效不宜低于 110lm/W。

7.3.5 光源色温应在 5000K~5500K 之间，显色指数大于 80。

7.3.6 灯具宜布置在检修通道上方正中间的位置，灯具间距不应大于 5m；当管廊转弯处或有障碍物时，可适当减小灯具间距。

7.3.7 灯具宜采用小功率均布的方式，单灯额定功率不宜大于 20W，避免单灯功率过大导致局部照度超标及能耗浪费；

7.3.8 灯具防护等级不应低于 IP65，防腐等级不宜低于 WF2，适应管廊潮湿、腐蚀性环境。

7.3.9 管廊内照明应采用手/自动双控模式，自动模式下：无人时保持应急照度（ $\leq 5\text{lux}$ ），人员进入时对应的照明控制分区内照度自动提升至 15lux，人员离开后恢复应急照度。

8 监控与报警系统

8.1 系统设置

8.1.1 监控与报警系统各子系统的现场设备及通讯设备应进行整合，共享传感器、通讯线路及服务器，减少设备冗余及投资；各子系统数据应统一接入管廊统一管理平台，实现数据互联互通。

8.1.2 人员定位系统、巡更系统宜利用无线通信系统实现，定位精度不应低于 50m，巡更点设置间距不宜大于 100m；人员定位数据应与照明、通风系统联动，人员到达某区域时，自动按需开启该区域照明及通风。

8.1.3 设备监控系统应实时监测风机、潜污泵、变压器、灯具等设备的运行状态及故障信息，设备故障报警响应时间不应大于 10s；应能远程控制设备启停及参数调节，远程控制指令执行准确率不应低于 99%。

8.2 设备选型

8.2.1 各类非实时满功率运行的设备（如传感器、通讯模块、摄像头）应选用带低功耗运行（自动静默、心跳反馈、远程唤醒）功能的设备，静默状态下设备功耗不宜大于额定功耗的 10%；心跳反馈间隔不宜大于 30min，确保设备在线监测。

8.2.2 不同采样周期、不同传输需求的设备宜分网传输：

——采样周期短、数据量大（如视频数据）的设备接入工业以太网（带宽 $\geq 1000\text{Mbps}$ ）；

——采样周期长（ $\geq 10\text{min}$ ）、数据量小（如环境参数）的设备接入物联网（如 NB-IoT，带宽 $\leq 1\text{Mbps}$ ），降低网络能耗及运营成本。

8.2.3 频安防系统宜配合照明设计，采用低照度摄像头（最低照度 $\leq 0.01\text{lux}$ ，彩色模式； $\leq 0.001\text{lux}$ ，黑白模式），降低管廊内无人时的照度需求；摄像头应具备移动侦测功能，当监测到人员或物体移动时，自动切换为彩色模式并提升画质，无人时切换为黑白模式并降低分辨率。

8.2.4 宜采用 AI 节能控制算法，对风机、水泵等设备的运行参数进行优化：根据历史能耗数据、气象条件（如室外温度、降雨量）预测次日设备负荷需求，提前调整设备运行状态，降低无效运行时间；AI 算法应每季度根据实际运行数据更新模型，提高预测准确率。

8.2.5 监控中心服务器应采用虚拟化技术，将多个物理服务器虚拟化为一个逻辑服务器集群，服务器 CPU 利用率不应低于 50%，避免服务器空载运行；服务器应具备动态功耗调节功能，根据负载变化自动调整 CPU 频率及风扇转速，降低服务器能耗。

9 施工及验收

9.1 施工

9.1.1 应优化施工组织，宜采用工厂预制、现场装配的施工方式（如管廊预制节段、预制风道），减少现场作业的能源消耗；预制构件工厂生产能耗应纳入项目总能耗统计。

9.1.2 应合理安排施工工序，与周边直埋管线、道路施工协调，同步施工或分阶段施工，减少反开挖土方量；反开挖土方量不宜超过总土方量的 10%。

9.1.3 应合理布置施工现场，施工临时设施（如临时宿舍、办公室）应采用节能型建筑材料（如轻质保温板），临时照明应选用 LED 灯具，临时用电设备应符合国家现行标准《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》GB 30255 的规定。

9.1.4 选用适宜的工具和装卸方式（如采用起重机代替人工搬运），防止设备损坏和材料遗撒，减少二次搬运，二次搬运量不应超过总搬运量的 5%。

9.1.5 应保护地下水环境，采用隔水性能好的边坡支护技术，边坡支护结构渗透系数不应大于 $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ；施工降水应优先用于施工现场洒水降尘、混凝土养护，提高水资源利用率，施工用水重复利用率不宜低于 80%。

9.1.6 应根据施工现场情况，编制合理的施工现场临水临电方案，设计路由应简捷，缩短管线长度，以减少水、电漏损和浪费；临时水管宜采用 PPR 管，临时电缆宜采用铜芯电缆。

9.1.7 未使用的引出管线及预留洞，应及时封堵，封堵材料应采用防水、防火材料；预留洞封堵应在管线安装完成后 72h 内完成，避免雨水、杂物进入管廊。

9.1.8 节能材料、设备进场时，应核查产品合格证及能效检测报告，抽检比例不低于批次数量的 10%，不合格产品不得使用；保温材料进场后应妥善保管，避免受潮、损坏，影响保温性能。

9.2 验收

9.2.1 综合管廊节能分部工程的质量验收，应在施工单位自检合格，且检验批、分项工程全部验收合格的基础上，并确认构筑物节能工程质量达到验收条件后方可进行。

9.2.2 参加管廊节能工程验收的各方人员应具备相应的资格，且验收程序和组织符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411 的规定；验收应形成书面记录，参与验收人员应签字确认。

9.2.3 综合管廊节能分部工程质量验收合格，应符合下列规定：

- 分项工程应全部合格；
- 质量控制资料应完整；
- 管廊节能构造现场实体检验结果应符合设计要求；
- 管廊相关设备系统节能性能检测结果应合格。

9.2.4 管廊能耗监测平台验收时，应测试平台数据采集准确性（与现场仪表数据误差不应大于 5%）、数据传输稳定性（连续 24h 无数据丢失）、远程控制功能（控制指令执行准确率不应低于 99%）；平台应能生成能耗统计报表（日报、月报、年报）及节能分析报告，满足管廊节能管理需求。

10 运营维护

10.1 运营组织

10.1.1 宜结合入廊管线的数量及各自特征，采用动态运营组织方式，合理控制综合管廊的能耗；动态运营方案应包括设备运行参数调整计划、季节性节能策略、应急响应措施等。

10.1.2 宜针对满（入廊率 $\geq 90\%$ ）、高（入廊率 70%~90%）、中（入廊率 30%~70%）、低（入廊率 $< 30\%$ ）入廊率的综合管廊，有针对性的制定运营组织方案，编制综合管廊节能运营策略和运维制度。

10.1.3 管廊运营宜规模化、专业化，多个管廊项目可整合运维资源，成立区域运维中心，共享巡检人员、维修设备及备品备件，提高维修效率和设备利用率；区域运维中心服务半径不应大于 50km，确保应急维修响应时间不应超过 2h。

10.1.4 应统一规划备品备件的仓储及配送，建立中心仓库和现场仓库两级仓储体系：中心仓库存储大量通用备件（如风机、水泵），现场仓库存储常用备件（如灯具、传感器）；采用智能化配送系统，减少内部物流运输量，运输车辆应选用新能源汽车，降低运输能耗。

10.2 运行维护

10.2.1 管廊本体的运行维护包括安全防护、日常巡检、检测评估、变形监测以及维修养护，运维过程中应同步记录能耗数据，作为节能优化依据。

10.2.2 应基于综合管廊自身特点，如管廊长度、舱室类型、设备数量及入廊管线、入廊率等多方面因素合理确定综合管廊的巡检周期。

10.2.3 针对入廊管线种类、数量，应结合管廊智能化水平合理配置巡检人员数量及巡检周期、巡检时长。

10.2.4 对各类封堵、密封、防水设施，应定期检查维护。

10.2.5 对于季节性灾害天候应做好能源消耗预案。

10.2.6 宜结合市级、区级、项目级智慧管理平台推广采用区域化维修抢修模式，建立维修人员、设备、备件的统一调度机制；维修抢修应优先采用节能型工具和设备。

10.2.7 应积累年度能耗数据，优化控制系统，弹性控制风机等设备的启停边界，

以降低启停频率，减少开启时间；每年应编制能耗分析报告，提出下一年度节能优化措施。

10.2.8 巡检人员进入管廊前，若各仪表示数无异常，可不开启风机通风；进入管廊后，应开启局部照明，避免开启全部照明导致能耗浪费。

10.2.9 巡检人员巡检结束应做到人走灯灭，关闭所经区域的照明及临时通风设备；管廊中央监控系统应具备照明、通风设备未关闭报警功能，报警后 10min 内无人处理的，自动关闭设备。

10.2.10 管廊能耗应根据管廊类型进行量化评价，具体引导值及约束值见附录 A。当管廊单位长度能耗连续 3 个月超出约束值 15%时，运营单位应组织专项排查，并在 1 个月内制定整改方案；整改完成后，应跟踪监测能耗数据，确保能耗恢复至正常水平。

附录 A

全国典型地区能耗指标值 (kWh/ (单舱单公里×月))

	引导值	约束值	备注
京津冀地区	1421	2296	以北京为代表
长三角地区	1703	2578	以杭州为代表
东南沿海地区	1562	2337	以厦门为代表

注：1 本指标计算边界条件为：不包含可再生能源发电量抵扣；2 本指标适用于综合管廊通用舱室（不含燃气舱），燃气舱能耗指标应在此基础上增加 20%~30%，具体根据燃气监测设备配置情况调整。

本文件用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761
2. 《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052
3. 《普通照明用 LED 模块性能要求》GB/T 24908
4. 《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》GB 30255
5. 《地下工程防水技术规范》GB 50108
6. 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
7. 《电力工程电缆设计标准》GB 50217
8. 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
9. 《城市综合管廊工程技术标准》GB/T 50838
10. 《防水套管》02S404

中国市政工程协会团体标准

城市综合管廊节能技术标准

T/CMEA □-2025

条文说明

编制说明

城市综合管廊节能技术标准经中国市政工程协会于 XXXX 年 XX 月 XX 日以 XXXX 年 XXX 号公告批准发布。

本文件制定过程中，编制组对国内城市综合管廊节能技术进行了广泛调查研究，总结了我国城市综合管廊先进设计、施工验收及运营维护经验，同时结合了国内城市综合管廊及节能技术的现行国家标准及各地技术标准。

为便于广大设计、施工、运营、维护、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《城市综合管廊节能技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本文件的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 录

1 总则	26
3 基本规定	27
3.1 一般规定	27
4 工艺布置	28
4.1 舱室排布	28
4.2 平纵布置	28
4.3 节点设置	28
5 通风系统	30
5.1 通风负荷	30
5.2 风道设置	30
5.3 设备选型及控制	30
6 排水系统	32
6.1 排水量计算	32
6.2 排水系统设计原则	32
6.3 水泵选型及控制	32
7 供配电及照明系统	33
7.1 负荷计算	33
7.2 设备选型	33
7.3 灯具选型及设置	34
8 监控与报警系统	35
8.1 系统设置	35
8.2 设备选型	35
9 施工及验收	36
9.1 施工	36
9.1 验收	36
10 运营维护	38
10.1 运营组织	38
10.2 运行维护	38

1 总则

1.0.1 本条明确了标准制定的核心目的。当前城市综合管廊运营中存在能耗管控不规范、节能措施零散等问题，导致能源浪费。本标准通过统一节能技术要求，从设计、建设到运营全流程管控能耗，推动管廊向绿色低碳转型，同时通过精细化能源管理，提升能源利用效率，降低运营成本

1.0.2 本条界定了标准的适用范围。新建、扩建、改建的城市综合管廊在节能技术应用上存在共性需求，将三类项目纳入适用范围，可实现节能技术的全面覆盖。对于既有管廊的节能改造，可参考本标准相关技术要求执行。

1.0.3 本条强调了标准的协调性。城市综合管廊节能涉及多专业、多领域，国家现行相关标准已对部分节能环节有明确规定，本标准聚焦管廊专项节能技术，与国家现行标准形成互补，确保节能工作全面、合规开展。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.0.1 本条确立了节能工作的基本原则。节能不能以牺牲设备寿命、系统安全和运行稳定性为代价，需在保障管廊正常运营的前提下，合理采用节能技术和措施，实现安全与节能的平衡。

3.0.2 本条明确了节能技术的应用路径。综合管廊节能需从设备、子系统到整体工艺、结构多层面发力，通过各类技术的协同应用，形成全方位节能体系，提升节能效果。

3.0.3 本条倡导可再生能源和自然冷、热源的利用。可再生能源清洁环保，自然冷、热源可降低人工能源消耗，符合绿色低碳发展要求，同时强调其设计需符合国家现行标准，确保技术可行性。

3.0.5 本条规定了能耗监测平台的建设要求。实时采集多系统能耗数据并明确采集频率，可及时掌握能耗动态；接入智慧管理平台，实现数据整合分析，为节能优化提供数据支撑。

3.0.6 本条明确了监控中心的节能依据。监控中心作为管廊运营的核心场所，其节能要求需与公共建筑节能标准衔接，确保整体节能工作无遗漏。

4 工艺布置

4.1 舱室排布

4.1.1 发热管线与低温管线同舱布置时，会因温差产生热交换，影响管线运行效率并增加能耗。规定发热管线位于上部通风有利位置，可减少热干扰；优先分舱布置的要求，从源头降低热交换带来的能耗损失。

4.1.2 不同舱室的温度差异可形成自然通风动力，如夏季水舱的低温空气可为电舱降温，冬季电舱的余热可为水舱保温，实现能量回收利用。但需优先保障火灾、事故后排烟等安全要求，避免节能与安全冲突。

4.1.3 管廊截面积过大，会增加通风、照明的覆盖范围和能耗。在满足人员操作空间的前提下最小化截面积，可直接降低通风量和照明功率需求，减少能源消耗。

4.2 平纵布置

4.2.1 严寒地区冻土会影响管廊结构安全，且低温会增加管廊保温能耗。埋深低于当地近 10 年平均冻土深度 0.3m 以上，可避免冻土对管廊的破坏，同时减少外界低温对舱室内环境的影响，降低保温能耗。

4.2.2 管廊走向平直、起伏平缓、拐点圆润，可减少通风阻力，提升通风效率，降低风机能耗；优化纵坡减少低点数量，可减少集水坑和潜污泵的设置，直接降低排水系统的设备投资和运行能耗。

4.2.3 纵坡不小于 0.3% 可保证排水顺畅，避免积水导致额外排水能耗；最大纵坡不大于 15% 且设置缓坡段，既便于人员通行，也能减少排水时的水流阻力，降低水泵运行负荷。

4.3 节点设置

4.3.1 节点盖板密封可减少舱室与外界的热交换，降低通风系统的冷热负荷；采用耐老化、防水性能良好的弹性密封材料，可延长密封寿命，避免因密封失效导致能耗增加和漏水问题。

4.3.2 按管线入廊批次设置风机安装条件，可实现风机的分期投入，避免初期风机闲置浪费；变频风机可根据通风需求调节转速，覆盖 30%~100% 额定转速的要

求，确保在不同负荷下均能高效运行，符合二级及以上能效要求可保证设备本身的节能性能。

4.3.3 交叉口、分支口易形成通风死角，导致局部温度过高或气体积聚，需额外增加通风能耗。优化管线排布及风道设计，可消除通风死角，提升通风均匀性，降低整体通风能耗。

4.3.4 节点区域环境条件复杂，单独设置控制模块可实现精准控制，根据温湿度、气体浓度独立启停通风设备，避免不必要的持续运行，减少能耗。

5 通风系统

5.1 通风负荷

5.1.1 热力管道保温层外表面温度过高，会向舱室释放大量热量，增加通风降温负荷。规定温度不超过 50℃，并建议加厚保温层至 40℃ 以下，可有效减少热辐射，降低通风系统能耗。

5.1.2 电力电缆过载会导致发热量激增，增加通风负荷。要求电缆长期允许载流量按相关标准修正，可避免过载发热，从源头控制通风负荷。

5.1.3 舱室间分隔墙采用导热系数小的材料，可减少舱室间的热传递，避免相互影响导致能耗增加。明确材料导热系数及具体材料和厚度要求，为设计提供明确依据。

5.1.4 本条引自《城市综合管廊工程技术标准》GB/T50838-2015（2024 年版）7.2.2 条。

5.1.5 电力电缆舱室采用窒息灭火后，残留烟气无需快速排出，在满足抢修时间要求的前提下，降低火灾后排风量，可减少通风设备运行能耗。

5.2 风道设置

5.2.1 端部设置通风口可利用自然通风，减少机械通风依赖；采用沿程阻力小的风管材质，可降低风机风压需求，减少风机运行能耗。

5.2.2 廊内平均风速过大，会增加沿程阻力和风机能耗，规定不宜大于 5m/s，可在保证通风效果的同时，控制能耗在合理范围。

5.2.3 通风死区无法通过常规通风覆盖，预留岗位风机电源插座，可满足作业人员临时通风需求，避免为覆盖死区扩大整体通风系统规模，降低能耗。

5.3 设备选型及控制

5.3.1 风压计算乘以 1.1 倍安全余量，可应对管线断面、防火门等局部阻力的不利影响，避免风机选型不足；同时考虑不利因素，确保风机在设计工况下高效运行，减少能耗浪费。

5.3.2 核算通风系统总阻力，选取风压适当的风机，可避免风机选型过大导致的“大马拉小车”现象；确保风机运行在效率不低于 80% 的高效区，是保证通风系统节能运行的关键。

5.3.3 水平百叶风亭在景观和防洪条件允许时优先选用，可优化通风效果；百叶可调节设计，能根据季节变化关闭或减小开度，减少冷风或湿热空气进入，降低舱室温控能耗。

5.3.4 设置多维度通风开启条件，可实现通风系统的按需运行，避免无效运行；根据季节动态调整参数，可适应不同季节的环境特点，提升节能效果，例如夏季可适当降低温度开启阈值，冬季适当提高。

5.3.5 优化控制算法降低风机同时使用率，可减少电力负荷峰值，为变压器等电力设备选型提供优化空间；按最大负荷计算电力设施容量，确保供电安全。

5.3.6 过渡季节室外温度适宜，优先采用自然通风可完全替代或部分替代机械通风，大幅降低能耗；当自然通风无法满足要求时启动机械通风，实现节能与效果的平衡。

5.3.7 定时巡检可及时发现风机运行异常，避免故障运行导致的能耗增加和设备损坏；每月统计运行时长及能耗，分析节能效果并优化控制策略，可实现通风系统的持续节能改进。

6 排水系统

6.1 排水量计算

6.1.3 排水量涵盖放空水、雨水渗入、管道泄漏及冲洗水，设计取 1.2 倍总和，可应对水量波动；明确各项水量计算标准，确保排水量计算准确，避免排水系统选型过大或不足。

6.1.2 采用 50 年一遇暴雨强度计算雨水渗入量，可应对极端降雨天气；规定防水等级和渗入量限值，可减少雨水渗入量，降低排水系统能耗。

6.1.3 控制检修放空流量，延长放空时间，可减小集水坑尺寸和潜污泵功率，降低设备投资和运行能耗；放空时间不宜小于 2 小时，可平衡排水效率与能耗需求。

6.1.4 管线爆管属于极端偶然工况，排水系统不考虑该工况，可避免因极端工况导致的系统过度设计，降低投资和运行能耗

6.2 排水系统设计原则

6.2.1 高程最低点易积水，设置集水坑可确保排水顺畅，避免积水导致的设备损坏和额外能耗。

6.2.2 设置较小坡度或平坡的排水边沟，可减小边沟尺寸，降低管廊建设成本；同时保证排水效果，避免积水。

6.2.3 多舱室共用潜污泵可减少设备数量，降低投资和运行能耗；强调防火分隔和避免蒸汽进入电力舱室，可确保运行安全。

6.2.4 液位传感器定期校准，可保证液位监测准确，避免潜污泵误启动或启动不及时，确保排水系统高效节能运行。

6.3 水泵选型及控制

6.3.1 根据埋深确定扬程需求，确保潜污泵排水能力与需求匹配，避免选型过大导致的能耗浪费；运行效率不低于 70%，可保证水泵节能运行。

6.3.2 排水管道侧出管廊可减少顶板漏水风险，设置防水套管符合相关标准要求，避免漏水导致的额外排水能耗和结构损坏。

6.3.3 电动排泥阀远程控制并与潜污泵联动，可精确控制水泵运行时长，避免水泵无效运行，减少能耗。

7 供配电及照明系统

7.1 负荷计算

7.1.1 双变压器供电可保障二级负荷供电可靠性；单变压器加备用电源时，规定变压器和 UPS 负荷率，可避免设备空载运行导致的能耗浪费，提高能源利用效率。

7.1.2 移动柴油发电机组作为备用电源，可满足单变压器供电时的二级负荷需求；30s 内自动启动带载，可保障供电连续性。

7.1.3 风机错时工作且不同时启动，可降低电力负荷峰值；正常工况同时使用系数取 1/3，事故工况按单个分区计算，可优化变压器等电力设备选型，减少投资和能耗。

7.1.4 增加供电电压或减小供电半径，可降低线路电阻损耗，提升供电效率，减少能源浪费。

7.1.6 正常计算单个检修电源负荷，可避免因过度考虑同时投入负荷导致的设备选型过大；为保障供电安全，当多个检修电源同时投入时可采取临时变压器并联等增容措施。

7.2 设备选型

7.2.1 按经济电流密度选择电缆、电线截面，可降低线路损耗；明确铜、铝电缆经济电流密度限值，为设计提供明确依据，确保选型节能。

7.2.2 校验线路末端电压降，可避免电压过低影响设备正常运行；末端电压降不大于额定电压的 5%，符合设备运行要求，同时减少因电压不足导致的能耗增加。

7.2.3 感性负载就地补偿无功功率，可提高功率因数，降低线路损耗；补偿后功率因数不低于 0.9，符合节能要求，同时减少电力系统无功损耗。

7.2.4 长距离 10kV 供电线路电纳效应明显，双向无功补偿设备可灵活调节无功功率，提升供电效率，减少能耗。

7.2.5 自动无功补偿装置按最低负荷率确定电容分组，可避免补偿电容频繁投切，延长设备寿命，同时保证补偿效果，减少能耗。

7.2.6 选用二级能效及以上变压器，可降低变压器自身损耗，符合节能要求；参考相关国家标准，确保设备能效达标。

7.2.7 紧凑型高低压配电柜和节能型元器件可减少设备能耗；智能监测功能可实时掌握运行参数，为能耗优化提供数据支撑，同时上传至能耗监测平台，实现统一管理。

7.3 灯具选型及设置

7.3.1 LED 光源具有高效节能、寿命长的特点，符合管廊照明节能需求；明确平均寿命、光衰率要求，可保证灯具长期稳定运行，减少更换频率和维护能耗。

7.3.2 根据舱室高度和检修通道宽度选择配光曲线，可确保照明覆盖均匀，避免光线外溢；减少光线外溢可降低无效照明能耗，提升照明效率。

7.3.3 以检修通道地面平均照度为考核指标，明确照度和均匀度要求，可满足作业人员视觉需求；移动照明为主可减少固定照明数量，降低能耗，移动照明灯具功率和光源要求可保证使用效果。

7.3.3 整灯光效不低于 110lm/W，可确保灯具节能性能，减少照明功率消耗，降低能耗。

7.3.4 色温在 5000K~5500K、显色指数大于 80，可保证照明舒适度和辨识度，避免因照明效果不佳导致的安全隐患，同时选用高效光源，兼顾节能。

7.3.5 灯具布置在通道上方中间位置，间距不大于 5m，可确保照明均匀覆盖；转弯处或有障碍物时减小间距，可避免照明死角，无需增加额外灯具，节约能耗。

7.3.6 小功率均布方式可避免局部照度超标，减少能耗浪费；单灯功率不大于 20W，可平衡照明效果和节能需求。

7.3.7 IP65 防护等级和 WF2 防腐等级，可适应管廊潮湿、腐蚀性环境，延长灯具寿命，减少更换和维护带来的能耗和成本。

7.3.8 手 / 自动双控模式可实现照明按需开启，无人时保持低应急照度，人员进入时自动提升照度，人员离开后恢复，可大幅减少无效照明时间，降低能耗。

8 监控与报警系统

8.1 系统设置

8.1.1 整合现场设备及通讯设备，共享传感器、通讯线路和服务器，可减少设备冗余，降低投资和运行能耗；数据统一接入管理平台，实现互联互通，为综合节能决策提供支撑。

8.1.2 利用无线通信系统实现人员定位和巡更，可减少有线设备铺设，降低能耗；定位精度和巡更点间距要求可保证功能效果，与照明、通风系统联动，可实现按需开启设备，减少能耗。

8.1.3 实时监测设备运行状态和故障信息，快速报警响应，可避免设备故障运行导致的能耗增加；远程控制功能可实现精准操作，提高控制效率，减少人工干预带来的能耗浪费。

8.2 设备选型

8.2.1 非实时满功率运行设备选用低功耗功能，可减少待机能耗；明确静默功耗、心跳反馈间隔要求，可保证设备正常监测的同时，最大限度降低能耗。

8.2.2 分网传输不同类型设备数据，可根据数据特征匹配网络带宽，避免网络资源浪费；工业以太网和物联网的差异化应用，可降低网络整体能耗和运营成本。

8.2.3 低照度摄像头可降低管廊无人时的照明需求，减少照明能耗；移动侦测功能可实现摄像头模式自动切换，在保证监控效果的同时，降低摄像头运行能耗。

8.2.4 AI 节能控制算法可根据历史数据和气象条件预测负荷需求，提前优化设备运行状态，减少无效运行时间；每季度更新模型可提高预测准确率，持续提升节能效果。

8.2.5 服务器虚拟化技术可提高 CPU 利用率，避免空载运行能耗；动态功耗调节功能可根据负载变化调整运行参数，降低服务器能耗，提升能源利用效率。

9 施工及验收

9.1 施工

9.1.1 工厂预制、现场装配施工方式可减少现场作业量，降低施工过程中的能源消耗；将预制构件工厂生产能耗纳入项目总能耗统计，可实现全生命周期能耗管控。

9.1.2 合理安排施工工序，协调周边施工，减少反开挖土方量，可避免重复施工导致的能源浪费和环境破坏；明确反开挖土方量限值，为施工组织提供依据。

9.1.3 施工现场临时设施采用节能材料和 LED 照明，临时用电设备符合能效标准，可降低施工临时阶段的能耗，实现施工全过程节能。

9.1.4 选用适宜工具和装卸方式，减少二次搬运，可降低施工能耗和材料损耗；明确二次搬运量限值，可规范施工组织管理。

9.1.5 采用隔水性能好的边坡支护技术，可保护地下水环境；施工降水回收利用，提高水资源利用率，符合绿色施工要求，同时降低水资源消耗成本。

9.1.6 合理设计临水临电方案，缩短管线长度，可减少水、电漏损；临时水管和电缆的材质选择，可保证使用安全，同时降低能耗。

9.1.7 及时封堵引出管线和预留洞，可避免雨水、杂物进入管廊，减少后续清理和排水能耗；明确封堵时间和材料要求，可规范施工操作。

9.1.8 核查节能材料、设备的合格证和能效报告，抽检不合格产品不得使用，可确保材料设备符合节能要求；保温材料妥善保管，可避免其性能受损，保证节能效果。

9.1 验收

9.2.1 明确节能分部工程验收的前提条件，可确保验收质量，避免因前期环节不合格导致节能效果不达标。

9.2.2 验收人员资格和程序符合相关标准要求，可保证验收工作的规范性和公正性；书面验收记录可留储备查，为后续能耗追溯提供依据。

9.2.3 分项工程合格、质量控制资料完整、实体检验和系统性能检测合格，是节能分部工程质量合格的核心要求，可确保管廊节能功能达标。

9.2.4 能耗监测平台的各项性能指标要求，可保证平台能准确采集数据、稳定传

输、有效控制，生成的统计报表和分析报告，可满足节能管理需求，为后续节能优化提供支撑。

10 运营维护

10.1 运营组织

10.1.1 动态运营组织方式可根据管廊实际运行情况调整能耗控制策略，设备运行参数调整计划、季节性节能策略等内容，可确保运营过程中的节能措施针对性和有效性。

10.1.2 不同入廊率管廊的能耗特征差异较大，针对性制定运营方案，可实现精准节能；节能运营策略和运维制度的编制，可规范运营行为，保障节能措施落地。

10.1.3 规模化、专业化运营可整合运维资源，提高资源利用率，降低运维成本；区域运维中心的服务半径和应急响应时间要求，可保证运维服务质量，同时减少运维过程中的交通能耗。

10.1.4 两级仓储体系和智能化配送系统可减少备品备件运输量，新能源运输车辆的选用可降低运输能耗，实现运维物流环节的节能。

10.2 运行维护

10.2.1 运维过程中记录能耗数据，可建立能耗与运维行为的关联分析，发现运维环节的节能优化空间，为后续调整运维策略、提升节能水平提供依据。

10.2.2 结合管廊长度、舱室类型等多方面因素确定巡检周期，可避免巡检过度或不足；合理的巡检周期既能及时发现问题，又能减少巡检过程中的能耗。

10.2.3 根据入廊管线情况和智能化水平配置巡检人员和周期、时长，可优化人力资源配置，提高巡检效率，减少不必要的巡检能耗。

10.2.4 定期检查维护封堵、密封、防水设施，可避免因设施失效导致的能耗增加和安全隐患，保障管廊节能效果持续稳定。

10.2.5 如暴雨天气：提前检查排水系统，确保潜污泵正常运行，减少雨水渗入导致的额外排水能耗；高温天气：调整通风系统运行策略，延长风机运行时间，避免舱室温度过高导致设备能耗增加；严寒天气：关闭风亭百叶，减少冷风吹入，利用电舱余热为水舱保温，降低供暖能耗。

10.2.6 区域化维修抢修模式可整合维修资源，提高维修效率；优先采用节能型工具和设备，可降低维修过程中的能耗。

10.2.7 积累年度能耗数据，优化控制系统，弹性调整设备启停边界，可减少设备

启停频率和开启时间；编制能耗分析报告和优化措施，可实现运营过程的持续节能改进。

10.2.8 仪表示数正常时不开启风机通风，进入后开启局部照明，可避免无效通风和照明能耗，实现按需运行。

10.2.9 巡检人员做到人走灯灭，监控系统具备未关闭报警和自动关闭功能，可杜绝设备长时闲置运行，减少能耗浪费。

10.2.10 能耗量化评价指标可直观反映管廊节能效果，明确超约束值后的排查和整改要求，可确保管廊能耗控制在合理范围，持续改进节能水平。