

附件 1

ICS 号

中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CMEAXX-2021

城市综合管廊供配电设施技术规程

Technical Specification for Power Supply and Distribution Facilities
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。

2021-X-XX 发布

2021-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

城市综合管廊供配电设施技术规程

Technical Specification for Power Supply and Distribution Facilities
of Urban Utility Tunnel

T/CMEA18-2021

主编单位：中国建筑西南设计研究院有限公司

河北哥伦普勒电气设备有限公司

河南厚德电力科技有限公司

中铁四局集团电气化工程有限公司

通号工程局集团城建工程有限公司

批准单位：中国市政工程协会

施行日期：2021 年 XX 月 XX 日

中国建筑工业出版社

2021 北京

中国市政工程协会团体标准公告

2021 年第 004 号（总第 019 号）

现批准《城市综合管廊供配电设施技术规程》为本协会
团体标准，编号为 T/CMEA19-2021，自 2021 年 XX 月 XX
日起实施。

本规程由我协会组织中国建筑工业出版社出版发行。

前言

本规程根据中国市政工程协会《关于同意〈综合管廊供配电设施技术规程〉立项的函》（中市协【2019】第38号）的要求进行编制，编制组经调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准共分10章，主要内容有：1总则；2术语；3基本规定；4供配电系统设计；5变电所及低压配电设计；6布线系统设计；7电气设备配电装置；8防雷与接地设计；9施工安装和验收；10运行和维护。

本规程由中国市政工程协会地下管廊建设及地下空间利用专业委员会负责管理，由主编单位负责技术内容的解释，在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将意见或有关资料寄送至中国建筑西南设计研究院有限公司（地址：成都市高新区天府大道北段866号，邮编：610041），以便修订时参考。

主编单位：中国建筑西南设计研究院有限公司

河北哥伦普勒电气设备有限公司

河南厚德电力科技有限公司

中铁四局集团电气化工程有限公司

通号工程局集团城建工程有限公司

参编单位：南京市市政设计研究院有限责任公司

武汉市政工程设计研究院有限责任公司

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

广州电力设计院有限公司

岳阳电力勘测设计院有限公司

北京京投城市管廊投资有限公司

中恩工程技术有限公司
国网河北雄安新区供电公司
杭州市城市基础设施建设发展中心
浙江正泰电器股份有限公司
杭州科技职业技术学院
中铁十二局集团电气化工程有限公司
上海樟祥电器成套有限公司
长虹塑料集团英派瑞塑料股份有限公司
广东敏华电器有限公司
广东拿斯特（国际）照明有限公司
江门劳士国际电气有限公司
申捷科技（苏州）有限公司
中商巨建智慧交通科技有限公司

主要起草人： （以下按姓氏笔画排列）

主要审查人：

目 录

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	4
4	供配电系统设计	5
4.1	负荷分级及供电要求	5
4.2	电源及供电系统	5
4.3	电压选择和电能质量	6
4.4	负荷计算	7
5	变电所及低压配电设计	8
5.1	一般规定	8
5.2	变电所	8
5.3	低压配电系统	10
6	布线系统设计	12
6.1	一般规定	12
6.2	金属导管布线	13
6.3	电缆桥架布线	13
7	常用设备电气装置	15
7.1	一般规定	15
7.2	通风、排水系统用电设备	15
7.3	照明供电及控制	15
7.4	监控与报警系统配电	16

7.5	巡检机器人配电	17
8	防雷与接地设计	18
8.1	一般规定	18
8.2	防雷.....	18
8.3	接地.....	19
9	施工安装和验收	21
9.1	一般规定	21
9.2	施工安装要求	21
9.3	检验与验收	22
10	运行和维护.....	23
附录 A	供配电设施日常巡检内容.....	24
	本规程用词说明	26
	引用标准名录.....	27
	条文说明.....	28

Contents

1	General Principles	1
2	Terms.....	2
3	Basic Regulations.....	4
4	Power Supply and Distribution System Design.....	5
4.1	Load Classification and Power Supply Requirements	5
4.2	Power Supply and Power Supply System	5
4.3	Voltage Selection and Power Quality	6
4.4	Load Calculation	7
5	Substation and Low Voltage Distribution Design.....	8
5.1	General Requirements	8
5.2	Power Substation.....	8
5.3	Low-Voltage Distribution System	8
6	Wiring System Design	12
6.1	General Requirements	12
6.2	Metal Conduit Wiring.....	12
6.3	Cable Bridge Wiring.....	13
7	Common Equipment Electrical Devices	15
7.1	General Requirements	15
7.2	Electrical Equipment for Ventilation and Drainage System.....	15
7.3	Lighting Power Supply and Control.....	15
7.4	Monitoring and Alarm System Power Distribution.....	16
7.5	Inspection Robot Power Distribution	16
8	Lightning Protection and Grounding Design.....	18
8.1	General Requirements	18
8.2	Anti-Thunder	18
8.3	Ground Connection	18
9	Construction, Installation and Acceptance.....	20
9.1	General Requirements	20

9.2	Construction and Installation Requirements	20
9.3	Inspection and Acceptance	21
10	Operation and Maintenance	22
Appendix A	Routine Inspection for Power Supply and Distribution Facilities	23
	Explernation of Wording in this Specification.....	25
	List of Quoted Standards	26
	Addition:Explanation of Provision	27

1 总则

1.1.1 为适应城市综合管廊工程建设与运行维护的需要，提高综合管廊供配电系统及其设施的设计、安装、维护水平，做到安全可靠、经济适用、节能环保、技术先进、便于设计、施工、运行和维护，制定本规程。

1.1.2 本规程适用于供电电压为 35kV 及以下新建、扩建和改建城市综合管廊工程的供配电系统的设计、施工及验收、运行和维护。

1.1.3 城市综合管廊工程供配电系统的设计、施工及验收、运行和维护，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 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的构筑物及附属设施。

2.1.2 舱室 compartment

由结构本体或防火墙分隔的用于敷设管线的封闭空间。

2.1.3 通风口 air vent

供综合管廊内外部空气交换而开设的洞口，包括进风口、排风口、排烟口等。

2.1.4 设备层 mechanical floor

综合管廊内用于综合管廊沿线区域通风、电气、监控与报警系统设备集中安装的空间。

2.1.5 预装式变电所 prefabricated substation

预装的并经过型式试验的成套设备，通常由高压配电装置、变压器、低压配电装置组成，并组合在一个或数个箱体内部。又简称为“箱式变”。

2.1.6 地埋式变电站 underground prefabricated substation

一种由地下式电力变压器、地埋型预装式户外箱体和预制式地下变压器机舱组成，在工厂预先装配完成的成套设备。

2.1.7 电缆桥架 cable supporting system

由托架、附件、支（吊）架三类部件构成的、支撑电缆线路的具有连续刚性的结构系统（简称桥架）。

2.1.8 高分子合金电缆桥架 macromolecule alloy cable supporting system

利用 PVC、ABS 等多种高分子树脂及精细化工助剂经混料、塑化、挤出或注塑定型、切割、组合等多道工序加工而成的电缆桥架。

2.1.9 彩钢电缆桥架 color steel cable supporting system

一种使用有机涂层钢板制作而成的电缆桥架。

2.1.10 监控与报警系统 supervision and alarm system

对综合管廊本体环境、附属设施进行在线监测、控制，对非正常工况及事故进行报警并兼具与管线管理单位或相关管理部门通信功能的各种系统的总称。

2.1.11 监控中心 supervision center

安装有统一管理平台、各组成系统后台等中央层设备，满足综合管廊建设运营单位对所辖综合管廊本体环境、附属设施进行集中监控、管理，协调管线管理单位、相关管理部门工作需求的场所。

2.1.12 巡检机器人 robot for inspection

由移动载体、通讯设备和检测设备 etc 组成的，采用遥控或自动控制模式，用于综合管廊设备巡检作业的移动巡检拟人装置。

3 基本规定

3.1.1 综合管廊供配电系统应按照负荷性质、用电容量、工程特点和地区供电条件，统筹兼顾，合理确定供配电方案，做到远近期结合，在满足近期使用要求的同时，兼顾未来发展的需要。

3.1.2 综合管廊供配电系统的构成应简明可靠，并便于维护和管理。

3.1.3 供配电系统设计应采用符合国家现行有关标准的高效节能、环保、安全、性能先进的电气产品。

3.1.4 综合管廊的供配电设施抗震应满足现行国家标准《建筑机电抗震设计规范》GB 50981 的有关规定。

3.1.5 综合管廊内的配电柜和控制柜应满足地下空间环境的使用要求，应采取防水防潮措施，防护等级不应低于 IP54。

3.1.6 在海拔超过 1000m 的地区，配电装置的电器和绝缘产品应符合现行国家标准《特殊环境条件高原用高压电器的技术要求》GB/T20635 的有关规定。

4 供配电系统设计

4.1 负荷分级及供电要求

4.1.1 综合管廊应根据供电可靠性和中断供电所造成的损失或影响程度确定负荷等级，综合管廊主要电力负荷分级应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 综合管廊主要电力负荷的分级

序号	电力负荷名称	负荷级别
1	应急照明设备 监控与报警设备 中央控制设备 火灾检测、火灾报警及消防联动控制相关设备 通信设备 天然气管道舱内的监控报警设备、管道紧急切断阀、事故风机 巡检机器人	二级
2	其余电力负荷	三级

4.1.2 二级负荷的供电应符合下列规定：

1 二级负荷的外部电源进线宜由 35kV、20kV 或 10kV 双回线路供电；当地区供电条件困难时，二级负荷可由一回 35kV 及以下专用线路供电；

2 当综合管廊由一路 35kV、20kV 或 10kV 电源供电时，二级负荷可由两台变压器各引一路低压回路在负荷端配电箱处切换供电；

3 当综合管廊由双回路电源供电，且两台变压器低压侧设有母联开关时，二级负荷可由任一段低压母线单回路供电。

4.2 电源及供电系统

4.2.1 同时供电的双回路电源供配电系统中，当其中一回路中断供电时，另一回路应能满足全部二级负荷的供电要求。

4.2.2 设置自备电源比从电力系统取得第二回电源更经济合理时，综合管廊可设置自备电源。

4.2.3 采用 35kV、20kV 或 10kV 电源供电的综合管廊，其变电所高压侧宜由单母线分段组成供配电系统，两段母线间宜设联络开关。

4.2.4 下列电源可作为备用电源：

- 1 供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路；
- 2 独立于正常电源的发电机组；
- 3 蓄电池组。

4.2.5 备用电源应根据允许中断供电的时间选择，并应符合下列规定：

- 1 自动投入装置的动作时间能满足允许中断供电时间时，可选用独立于正常电源之外的专用馈电线路；
- 2 当自动投入装置的动作时间能满足允许中断供电时间时，可选用独立于正常电源之外的专用馈电线路；
- 3 对连续供电或允许中断供电时间为毫秒级装置的供电，可选用蓄电池静止型不间断电源装置（UPS）；允许中断供电时间为毫秒级的应急照明供电，可采用应急照明集中电源装置（EPS）。

4.2.6 综合管廊的 35kV、20kV 或 10kV 供电系统宜采用环式或树干式。

4.3 电压选择和电能质量

4.3.1 正常运行情况下，用电设备端子处的电压偏差允许值（以额定电压的百分数表示），应符合下列规定：

- 1 管廊内普通照明、备用照明可为+5%、-10%；应急照明为+5%、-20%；
- 2 一般电动机为±5%；
- 3 其他用电设备，当无特殊规定时为±5%。

4.3.2 当 220V 单相用电设备接入 220V/380V 三相系统时，宜使三相负荷平衡。供配电系统中在公共连接点的三相电压不平衡度允许限值，应符合现行国家标准《电能质量三相电压允许不平衡度》GB / T15543 的规定。

4.3.3 宜在配电变压器低压侧设置集中无功补偿成套装置, 补偿基本无功功率的电容器组宜在变电所内集中设置, 补偿后变电所高压侧功率因数不宜低于 0.9。

4.3.4 具有下列情况之一时, 宜采用无功自动补偿装置:

- 1 避免过补偿, 装设无功自动补偿装置在经济上合理时;
- 2 避免在轻载下电压过高装设无功补偿装置时;
- 3 只有装设无功自动补偿装置才能满足在各种运行负荷情况下的电压偏差允许值时。

4.4 负荷计算

4.4.1 负荷计算应包括下列内容:

- 1 有功功率、无功功率、视在功率、无功补偿;
- 2 二级负荷容量。

4.4.2 方案设计阶段可采用单位指标法; 初步设计及施工图设计阶段, 宜采用需要系数法。

4.4.3 当消防用电设备的计算负荷大于火灾切除的非消防负荷时, 应按未切除的非消防负荷加上消防负荷计算总负荷。

4.4.4 当单相负荷的计算容量超过总计算容量 15% 时, 宜将单相负荷换算为等效三相负荷计算。

5 变电所及低压配电设计

5.1 一般规定

- 5.1.1** 配电变压器二次侧至用电设备之间的低压配电级数不宜超过三级。
- 5.1.2** 由综合管廊外引入的低压电源线路，应在总配电箱（柜）的受电端装设具有隔离和保护功能的电器。
- 5.1.3** 从变电所引出的放射式专用回路，在受电端可装设不带保护功能的隔离电器；对于树干式供电系统的配电回路，各受电端均应装设带隔离和保护功能的电器。

5.2 变电所

- 5.2.1** 综合管廊变电所的型式应根据工程特点、综合管廊（群）分布、周围环境条件等综合确定。可采用地下式变电所、地上式变电所、户外预装式变电所及地埋型预装式变电站等型式。
- 5.2.2** 变电所应布置在管廊的沿线，应按照合理的供电半径设置，低压供电半径不宜超过 800m。
- 5.2.3** 当变电所设置于地下时，宜设置于管廊上方夹层；当设置于管廊同层侧面时，应采取抬高地面和防止雨水、消防水等积水的措施，并应设置设备运输通道及根据工作环境要求加设机械通风、去湿设备或空气调节设备。
- 5.2.4** 配电变压器的长期工作负载率不宜大于 85%；当变电所设置两台变压器时，变压器的容量选择应满足一台变压器停运时另一台变压器能满足全部二级负荷的用电要求。预装式变电站单台变压器的容量不宜大于 800kVA，独立式变电站单台变压器的容量不宜大于 1250kVA。
- 5.2.5** 综合管廊的地下式变电所不宜采用油浸式变压器。
- 5.2.6** 当采用地埋型预装式变电站时，电力变压器应符合下列规定：
- 1 变压器形式宜采用液浸式；
 - 2 变压器外壳宜为不低于 S304#的不锈钢材质，外壳防腐寿命不低于 20 年；
 - 3 变压器宜采用氟碳绝缘液或其他非燃、难燃的绝缘介质；

4 变压器及高低压连接器防护等级不应低于 IP68;

5 变压器高低压连接器于连接电缆主绝缘外半导体层剥切口电场最集中处的连接应采用几何应力锥形式;

6 变压器高低压连接器应各自设置独立密封仓保护;

7 变压器能耗不宜低于二级能效要求。

5.2.7 当地上式变电所采用油浸式变压器时,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求,并应符合下列规定:

1 变压器应分别设置在单独的房间内;

2 变压器在正常运行时应能方便和安全地对油位、油温等进行观察,并易于抽取油样;

3 变压器的进出线可采用电缆;

4 变压器门应向外开启;变压器室内可不考虑吊芯检修,但门前应有运输通道;

5 变压器室应设置储存变压器全部油量的事故储油设施。

5.2.8 变压器一次侧高压开关的装设,应符合下列规定:

1 当电源以树干式供电时,应装断路器、负荷开关-熔断器组合电气或跌落式熔断器;

2 当电源以放射式供电时,宜装设隔离开关或负荷开关。当变压器安装在本变电所内时,可不装设高压开关。

5.2.9 35kV、20kV 或 10kV 配电装置的布置和导体、电器的选择应符合下列规定:

1 配电装置的布置应综合电缆进出线、设备操作、搬运、检修和试验要求等因素确定;

2 配电装置的布置和导体、电器的选择,不应危及人身安全和周围设备安全,并应满足在正常运行、检修、短路和过电压情况下的要求;

3 配电装置的布置应便于设备的操作、搬运、检修和试验,并应考虑电缆进出线方便;

4 配电装置的绝缘等级应与电网的标称电压相配合;

5 当配电装置之间相邻带电部分的额定电压不同时，应按较高的额定电压确定其安全净距。

5.2.10 地下变电所的配电装置距管廊顶板的距离不宜小于 1.0m, 当有梁时, 距梁底不宜小于 0.8m。

5.3 低压配电系统

5.3.1 综合管廊应以防火分区作为配电单元，各配电单元电源进线截面应满足该配电单元内设备同时投入使用时的用电需要。

5.3.2 低压配电系统应符合下列要求：

- 1 管廊低压配电宜根据用电负荷情况，采用放射式或树干式供电；
- 2 综合管廊内的低压配电应采用交流 220V/380V 系统，系统接地型式应为 TN-S 制。

5.3.3 低压配电线路选择应符合下列规定：

- 1 综合管廊内电线、电缆及母线的材质应选用铜芯导体；
- 2 非消防设备的供电电缆、控制电缆应采用阻燃电缆；火灾时需要继续运行的设备电源电缆应采用耐火电缆或矿物绝缘类不燃电缆。

5.3.4 低压配电导体截面积的选择应符合下列要求：

- 1 导体的载流量不应小于预期负荷的最大计算电流和按保护条件所确定的电流；
- 2 线路电压损失不应超过规定的允许值；
- 3 导体应满足动稳定与热稳定的要求；
- 4 导体最小截面积应满足机械强度的要求。

5.3.5 综合管廊低压电器应满足下列要求：

- 1 电器的额定电压、额定频率应与所在回路标称电压及标称频率相适应；
- 2 电器的额定电流不应小于所在回路的计算电流；
- 3 电器应适应所在场所的环境条件；
- 4 电器应满足短路条件下的动稳定与热稳定的要求，用于断开短路电流的电器，应满足短路条件下的通断能力。

5.3.6 综合管廊低压配电系统中的电源转换开关应采用切断相导体和中性导体的四极开关。

5.3.7 综合管廊内配电线路应装设短路保护和过负荷保护。当短路保护电器为断路器时，被保护线路末端的短路电流不应小于断路器瞬时或短延时过电流脱扣器整定电流的 1.3 倍。

5.3.8 为减少接地故障引起的电气火灾，为非消防用电负荷供电的配电回路应设置剩余电流监测或保护电器，动作于信号或切断电源，动作电流不应大于 300mA，分断时间不应大于 0.3s。

5.3.9 管廊内安装的电气装置应按现行国家标准《低压配电设计规范》GB50054 设置直接接触和间接接触电击防护措施。装设剩余电流动作保护电器的回路，应设置保护导体。

5.3.10 综合管廊内间接接触防护电气切断故障回路的时间，应符合以下要求：

- 1 配电线路或仅供给固定式电气设备用电技术的末端线路，不宜大于 5s；
- 2 供给手持式电气设备和移动式电气设备用电的末端线路或插座回路，不应大于 0.4s。

5.3.11 火灾报警时，应通过消防联动信号切除非消防负荷用电。

5.3.12 天然气管道舱室属于爆炸性气体环境危险区域 2 区，该区内电气设备保护级别(EPL)应为 Ga、Gb 或 Gc。电气设备应符合现行国家标准《爆炸性环境 第 1 部分：设备通用要求》GB3836.1 的有关规定。

6 布线系统设计

6.1 一般规定

6.1.1 综合管廊布线系统应根据环境特征、使用要求、用电设备分布及所选用导体的类型等因素综合确定，宜采用金属导管布线和电缆桥架布线。

6.1.2 布线系统的选择和敷设, 应避免因环境温度、外部热源、浸水、灰尘聚集及腐蚀性或污染物质等的损害, 并应防止在敷设和使用过程中因受撞击、振动、电线或电缆自重和管廊的变形等的损害。

6.1.3 同一配电回路的所有相导体、中性导体和 PE 导体, 应敷设在同一导管或槽盒内。

6.1.4 消防用电设备的配电线路应满足火灾时连续供电的需要, 其敷设应符合下列规定:

1 暗敷时, 应穿金属管并应敷设在非燃烧体结构内, 且保护层厚度不应小于 30mm。明敷时, 应穿金属管或封闭式电缆桥架, 并应采取防火措施;

2 当采用矿物绝缘类不燃性电缆时, 可直接明敷。

6.1.5 当电缆、导管、电缆桥架及母线线槽在穿越防火分区楼板、隔墙及防火卷帘上方的防火隔板时, 其空隙应采用与构件耐火极限相同的不燃烧材料填塞密实。

6.1.6 当电缆、电缆桥架、金属线槽及封闭式母线在穿越不同防火分区时, 其洞口应采取防火封堵。应按布线形式的不同, 分别采用防火包、防火堵料或防火隔板。

6.1.7 天然气管道舱内的电气线路不应有中间接头, 线路明敷时, 宜采用保护管或电缆桥架穿线方式布线。天然气管线舱内的照明线路应采用低压流体输送用镀锌焊接钢管配线, 并应进行隔离密封防爆处理。线路敷设应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定。

6.1.8 综合管廊配电线路的金属导管布线、电缆桥架布线等的设计应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB50217、《民用建筑电气设计标准》GB51348、《建筑设计防火规范》GB50016 的规定。

6.2 金属导管布线

6.2.1 明敷的金属导管，应采用管壁厚度不小于 2.0mm 的热镀锌钢管，穿金属导管的绝缘电线，其总截面积不应超过导管内截面积的 40%。

6.2.2 除下列情况外，不同回路的线路不宜穿于同一根导管内：

- 1 标称电压为 50V 及以下的回路；
- 2 同一设备或同一联动系统设备的主回路和无电磁兼容要求的控制回路。

6.2.3 当导管布线的管路较长或转弯较多时，宜加装拉线盒（箱），或加大管径。

6.2.4 对可弯曲的金属导管，在有可能承受重物压力或明显机械冲击的部位，应采取保护措施。

6.3 电缆桥架布线

6.3.1 当电缆数量较多时，管廊内电缆布线宜采用电缆桥架布线。

6.3.2 在有腐蚀或特别潮湿的场所采用电缆桥架布线时，应根据腐蚀介质的不同采用复合材料桥架或采取相应防腐措施的钢制桥架。

6.3.3 当电缆桥架水平敷设时，距地高度不宜小于 2.2m，除敷设在设备层配电间内，垂直敷设的线路 1.8m 以下应加防护措施。

6.3.4 当电缆桥架水平敷设时，宜按荷载曲线选取最佳跨距进行支撑，跨距宜为 1.5m~2.0m。当电缆桥架垂直敷设时，其固定点间距不宜大于 2.0m。

6.3.5 当两组或两组以上电缆桥架在同一高度平行敷设时，电缆桥架间应预留维护、检修距离，间距不宜小于 0.2m。

6.3.6 在电缆桥架内可无间距敷设电缆。电缆总截面积与托盘内横断面积的比值，电力电缆不应大于 40%；控制电缆不应大于 50%。

6.3.7 下列不同电压、不同用途的电缆，不宜敷设在同一层桥架上：

- 1 1kV 以上和 1kV 以下的电缆；
- 2 向同一负荷供电的两回路电源电缆；
- 3 应急照明和其他照明的电缆；
- 4 电力和电信电缆。

6.3.8 当受条件限制需安装在同一层桥架上时，宜采用不同的桥架敷设，当为同类负荷时，可用隔板隔开。

6.3.9 当电缆桥架与各种管道平行或交叉时，其最小净距应符合本规程表 6.3.8 的规定。

表 6.3.8 电缆桥架与各种管道的最小净距（m）

管道类别		平行净距	交叉净距
一般工艺管道		0.4	0.3
热力管道	有保温层	0.5	0.3
	无保温层	1.0	0.5

6.3.10 金属电缆桥架应与保护联结导体可靠连接，全长不大于 30m 时，不应少于 2 处与保护导体可靠连接；全长大于 30m 时，每隔 20~30m 应增加一个连接点，起始段和终点端均应可靠接地。

6.3.11 对同一通道中数量较多的明敷电缆，宜采用防火分隔措施，可敷设于同一侧支架的不同层或同一通道的两侧，但层间和两侧间应设置防火封堵板材，其耐火极限不应低于 1h。

7 常用设备电气装置

7.1 一般规定

7.1.1 综合管廊内电气设备安装应便于维护和操作，并应避免安装在低洼、可能受水浸入的地方。

7.1.2 综合管廊内用电设备旁应能就地手动控制，当突然启动可能危及周围人员时，应在电机旁装设启动预告信号和应急断电控制开关或自锁式按钮。

7.2 通风、排水系统用电设备

7.2.1 综合管廊内的风机、水泵等电机驱动设备应装设短路保护、接地故障保护和过负荷保护。

7.2.2 综合管廊内的风机平时由监控中心远程自动控制，当检修维护时，就地控制箱应切至就地状态，防止远程误动作。

7.2.3 综合管廊内通风设备应在火灾时由火灾报警系统联动关闭。

7.2.4 综合管廊内通风设备应与环境监控系统联动控制。

7.2.5 对于消防与平时兼用的单速风机，按消防负荷设置保护；对于消防与平时兼用的双速风机，平时按普通风机设置保护，消防时按消防类风机设置保护。

7.2.6 综合管廊每个分区的人员进出口处宜设置本分区通风的控制开关。

7.2.7 综合管廊内排水泵应由集水坑液位装置自动控制启停，液位信号和运行状态信号应反馈至环境与设备监控系统。

7.3 照明供电及控制

7.3.1 综合管廊内每个防火分区宜独立设置照明配电箱，照明配电箱内宜设置照明控制模块，可远程集中控制，并由环境与设备监控系统进行监控和集中管理。

7.3.2 照明系统中每一单相分支回路保护电器的额定电流不宜超过 16A，支路线路长度宜满足灯具端电压要求，并应进行保护灵敏度校验。

7.3.3 综合管廊照明灯具应为防触电保护等级 I 类设备，能触及的可导电部分应与固定线路中的保护（PE）线可靠连接。综合管廊内安装高度低于 2.2m 的照明灯具应采用 36V 及以下安全电压供电。当采用 220V 电压供电时，应采取防止触电的安全措施，并应敷设灯具外壳专用接地线。

7.3.4 应急照明配电箱或集中电源的输入及输出回路中不应装设剩余电流动作保护器，输出回路严禁接入系统以外的开关装置、插座及其他负载。

7.3.5 应急照明系统应由火灾报警控制器或消防联动控制器启动应急照明控制器实现。

7.3.6 综合管廊内应设置交流 220V/380V 带剩余电流动作保护装置的检修插座，插座沿线间距不宜大于 60m。检修插座容量不宜小于 15kW，安装高度不宜小于 0.5m。天然气管道舱室内的检修插座应满足防爆要求，且应在检修环境安全的状态下送电。

7.3.7 综合管廊消防应急照明系统的供电及控制设计应符合现行国家标准《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309、《民用建筑电气设计标准》GB51348 和《建筑设计防火规范》GB50016 的规定。

7.4 监控与报警系统配电

7.4.1 综合管廊监控与报警系统中环境与设备监控系统、安全防范系统、通信系统、统一管理平台的供电应符合下列规定：

- 1 应由在线式不间断电源装置供电；
- 2 各系统可共用不间断电源装置，共用的不间断电源装置至各系统的供电应采用专用回路；
- 3 不间断电源应有自动和手动旁路装置；
- 4 不间断电源装置的容量不应小于接入设备计算负荷总和的 1.3 倍，且后备蓄电池连续供电时间不宜小于 60min。

7.4.2 监控与报警系统中火灾自动报警系统、可燃气体探测报警系统应设置交流电源和蓄电池备用电源，并应符合下列规定：

- 1 火灾自动报警系统交流电源应采用消防电源，备用电源可采用火灾报警控制器自带的蓄电池电源；

2 可燃气体探测报警系统应采用专用的供电回路，当综合管廊具备消防电源时，可由消防电源供电；备用电源可采用可燃气体报警控制器自带的蓄电池电源。

7.5 巡检机器人配电

7.5.1 综合管廊巡检机器人应采用电池供电方式，供电电压允许幅值偏差±10%。

7.5.2 综合管廊内宜设置巡检机器人分布式充电站，充电站沿线间距不宜大于1000m。

7.5.3 综合管廊巡检机器人的自带蓄电池续航时间不应低于 4h。

8 防雷与接地设计

8.1 一般规定

8.1.1 综合管廊地上建（构）筑物的防雷分类及防雷措施应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 的相关规定。综合管廊地下部分可不设置直击雷防护措施，但应在配电系统中设置防雷电感应过电压的保护装置，并应在综合管廊内设置等电位联结系统。

8.1.2 电子信息系统设备的防雷和接地应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343 的相关规定，地下部分的电子信息系统雷电防护等级宜按 C 级设计。

8.1.3 综合管廊应设有工作接地、保护接地和防雷接地。综合管廊内的接地系统应形成环形接地网，接地电阻值不应大于 1Ω 。接地设计应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB50065 的相关规定。

8.2 防雷

8.2.1 综合管廊配电系统应分级装设电涌保护器，并符合下列规定：

1 在电气接地装置与防雷接地装置共用或相连的情况下，应在低压电源线路引入的总配电箱、配电柜处装设 I 级试验的电涌保护器。电涌保护器的电压保护水平值应小于或等于 2.5kV 。每一保护模式的冲击电流值，当无法确定时应取等于或大于 12.5kA ；

2 当配电变压器与管廊合建采用地下变电所时，应在变压器高压侧装设避雷器；在低压侧的配电屏上，当有线路引出地下变电所至其它有独自敷设接地装置的配电装置时，应在母线上装设 I 级试验的电涌保护器；当无线路引出本建筑物时，应在母线上装设 II 级试验的电涌保护器。

8.2.2 当通信电缆接入通信机柜时，应设置与通信端口工作电平相匹配的电涌保护装置。当信号电缆接入控制机柜时，应设置与信号工作电平相匹配的电涌保护装置。

8.2.3 与电涌保护器连接的导线应短而直，引线总长度不宜超过 0.5m 。电涌保护器安装线路上应设置过电流保护器件。

8.3 接地

8.3.1 综合管廊宜根据需要采取相应的等电位联结措施，并应符合下列规定：

1 综合管廊地上建（构）筑物、变电所、区间总配电箱等电源进线处应设置总电位联结端子箱，实现各区间总等电位联结；

2 综合管廊内投料口、通风口、人员出入口处的设备夹层，以及监控中心内的机房等场所宜设置局部等电位联结端子箱，实现局部等电位联结；

3 各舱内对于在外露可导电部分伸臂范围内的金属支架、金属管道等外界可导电部分宜实行辅助等电位联结；

4 燃气舱内所有裸露的外界可导电部分均应接入等电位系统。

8.3.2 作为总等电位联结和局部等电位联结的保护联结导体，其截面积不应小于下列数值：

1 铜为 6mm^2 ；

2 镀铜钢为 25mm^2 ；

3 铝为 16mm^2 ；

4 钢为 50mm^2 。

8.3.3 作为辅助等电位联结用的保护联结导体应符合下列要求：

1 联结两个外露可导电部分的保护联结导体，其电导不应小于接到外露可导电部分的较小的 PE 的电导；

2 联结外露可导电部分和外界可导电部分的保护联结导体的电阻，不应大于相应 PE1/2 截面积导体所具有的电阻；

3 有防机械损伤保护情况下，保护联结导体最小截面为：铜为 2.5mm^2 ，铝为 16mm^2 ；

4 没有防机械损伤保护情况下，保护联结导体最小截面为：铜为 4mm^2 ，铝为 16mm^2 。

8.3.4 综合管廊宜利用结构钢筋作为自然接地导体。禁止利用可燃液体或气体管道、供热管道及给水管道等作为保护接地极。

8.3.5 综合管廊内应沿管廊侧壁通长敷设热镀锌扁钢作为接地干线。接地干线的截面面积不宜小于 $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ ，接地干线距管廊底板高度不宜超过 1m。管

廊内所有用电设备金属外壳、金属电缆桥架、金属电缆支架、风机外壳及基础、金属管线、预埋管件等均应与接地干线连通。连接方式应采用现场电焊搭接，不得采用螺栓搭接，所有焊接处应做防腐处理。

9 施工安装和验收

9.1 一般规定

- 9.1.1 各类供配电设备、电缆及附属设备应有产品标识及合格证件。
- 9.1.2 安装电工、焊工、起重吊装工和电力系统调试等人员应持证上岗。
- 9.1.3 安装和调试用各类计量器具应检定合格，且使用时应在检定有效期内。

9.2 施工安装要求

- 9.2.1 供配电设备、电缆及附件的运输、保管，应符合技术文件的要求，应避免强烈的振动、倾倒、受潮、腐蚀，应确保不损坏箱体外表面以及箱内部件。
- 9.2.2 变压器安装应位置正确，附件齐全，油浸变压器油位正常，无渗油现象。
- 9.2.3 变压器箱体、干式变压器的支架、基础型钢及外壳应分别单独与保护导体可靠连接，紧固件及防松零件齐全。
- 9.2.4 手车、抽屉式成套配电柜推拉应灵活，无卡阻碰撞现象。动触头与静触头的中心线应一致，且触头接触应紧密，投入时，接地触头应先于主触头接触；退出时，接地触头应后于主触头脱离。
- 9.2.5 电缆管不应有穿孔、裂缝和显著的凹凸不平，内壁应光滑；金属电缆管不应有严重锈蚀；塑料电缆管的性能应满足设计要求。
- 9.2.6 电缆支架的加工应符合下列规定：
 - 1 钢材应平直，应无明显扭曲；下料偏差应在 5mm 以内，切口应无卷边、毛刺，靠通道侧应有钝化处理；
 - 2 支架焊接应牢固，应无明显变形；各横撑间的垂直净距与设计偏差不应大于 5mm ；
 - 3 金属电缆支架应进行防腐处理。位于湿热、盐雾以及有化学腐蚀地区时，应根据设计要求做特殊的防腐处理。
- 9.2.7 接地网的敷设应符合下列规定：
 - 1 接地网的外缘应闭合，外缘各角应做成圆弧形，圆弧的半径不宜小于临近均压带间距的一半；

- 2 接地网内应敷设水平均压带，宜按等间距布置；
- 3 管廊接地装置可利用构筑物基础钢筋网（或桩基）为自然接地极，同时还可在管廊侧墙外敷设人工接地装置。

9.3 检验与验收

9.3.1 变压器、高压电气设备、预装式变电所应按现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定完成交接试验且合格。

9.3.2 配电箱（柜）的金属框架及基础型钢应与保护导体可靠连接；对于装有电器的可开启门，门和金属框架的接地端子间应选用截面积不小于 4mm^2 的黄色绝缘铜芯软导线连接，并应有标识。

9.3.3 UPS 及 EPS 的整流、逆变、静态开关、储能电池或蓄电池组的规格、型号应符合设计要求。内部接线应正确、可靠不松动，紧固件应齐全。

9.3.4 灯具的检验与验收符合下列规定：

- 1 消防应急照明回路的设置除应符合设计要求外，尚应符合防火分区设置的要求，穿越不同防火分区时应采取防火隔堵措施；

- 2 EPS 供电的应急灯具安装完毕后，应检验 EPS 供电运行的最少持续供电时间，并应符合设计要求。

9.3.5 接地装置的检验与验收应符合下列规定：

- 1 接地装置在地面以上的部分，应按设计要求设置测试点，测试点不应被外墙饰面遮蔽，且应有明显标识；

- 2 接地装置的接地电阻值应符合设计要求。

9.3.6 防雷装置的检验与验收应符合下列规定：

- 1 接闪器与防雷引下结必须采用焊接或卡接器连接，防雷引下线与接地装置必须采用焊接或螺栓连接；

- 2 配电箱（柜）内电涌保护器（SPD）应符合下列规定：

- 1) SPD 的型号规格及安装布置应符合设计要求；
- 2) SPD 的接线形式应符合设计要求，接地导线的位置不宜靠近出线位置；
- 3) SPD 的连接导线应平直，且不宜大于 0.5m 。

10 运行和维护

10.1.1 综合管廊运行和维护应配置相应资格的运维人员。

10.1.2 运行管理应根据供配电设施类型和不同维护作业特点编制相应的安全作业规程。

10.1.3 综合管廊供配电设施维护作业应按照产品说明书、系统维护手册等相关技术资料要求实施，并应做好巡检及维护保养记录，形成阶段性总结报告。

10.1.4 综合管廊供配电设施的日常巡检宜与土建结构的日常巡检同步进行，维修保养、专项检测及大中修的频次应结合供配电设施的特点开展。

10.1.5 供配电系统运营和维护内容应分为日常巡检与监测、维修保养、专业监测与评估和大中修管理。

10.1.6 供配电系统日常巡检项目、内容及方法应符合规程附录 A.0.1 的规定。

10.1.7 供配电系统日常巡检与监测应包括下列内容：

- 1 管廊内变压器、高压开关柜、主要低压进线柜等供配电设备运行状态及负荷情况监测；
- 2 不间断电源、应急电源及应急配电箱运行状态及故障报警监测；
- 3 供配电系统漏电情况监测。

10.1.8 供配电系统维护保养项目、内容、要求及方法应符合本规程附录 A.0.2 的规定。

10.1.9 供配电系统应根据设备运行分析报告，并结合设备的使用年限，安排大中修专项工程。

10.1.10 综合管廊供配电设备的巡检周期，每周应至少巡检一次，并应根据季节及系统工程的特点，酌情增加巡检次数。

附录 A 供配电设施日常巡检内容

附录 A.0.1 供配电设施的日常巡检项目、内容及方法

项目	内容	方法
变压器	温度在规定范围内	观察变压器温度指示计值
	运行时无振动、异响及气味	观察判断
高压配电柜、 高压互感器 柜、高压计量 柜	运行时无异响及气味	观察判断
	屏面指示灯、带电显示器及分合 闸指示器正常	观察高压配电柜屏面指示灯的工作 状态
直流屏	直流电源装置上的信号灯、报警 装置正常	观察各信号灯工作状态
低压配电柜	运行时无异响及气味	观察判断
	运行时三相负荷平衡、三相电压 相同	观察电流表、电压表值，并做好记 录
电容补偿柜	运行时无异响及气味	观察判断
	三相电流平衡、功率因素表读数 在规定值内	观察电流表、功率因素表值，并做 好记录
电力电缆	外露电缆的外皮完整，无破损	观察判断
桥架	无脱落，支撑牢固	观察判断
防雷接地设施	接地装置连接导线牢固	观察判断

附录 A.0.2 供配电设施的维修保养项目、内容、要求及方法

项目	内容	要求	方法
变压器	绝缘检查	内部相间、线间及对地绝 缘符合要求	用兆欧表测量电阻
	接线端子	无污染、松动	清洁、紧固
高压配电柜	真空断路器	固定牢固无松动、外表清 洁完好，分合闸无异常	紧固、清洁、分合闸功能 测试
	“五防”功能	工作正常	进行手册、一二次回路、 连锁机构等功能测试
	接线端子	无烧毁或松动	检查、紧固

高压互感器柜	高压互感器	外表清洁完好、绝缘良好	检查、清洁、用兆欧表测量绝缘电阻
	避雷器	接地装置无腐蚀	检查、清洁
高压计量柜	电流互感器	外表清洁完好、绝缘良好	检查、清洁、用兆欧表测量绝缘电阻
	计量仪表	计量准确	计量仪表标定
直流屏	蓄电池	电压检测	用外用表测量电池电压
	模拟失电	自动切换功能正常	测试
	电压继电器	动作正常	校验
低压配电柜	断路器	引线接头无松动，触头无烧损、绝缘良好，分合闸工作正常	检查、紧固，分合闸动作测试
	接触器	触头无烧损痕迹、闭合紧密	检查、紧固
	互感器	绝缘良好	用兆欧表测量绝缘电阻
	熔断器	无烧损痕迹	检查
	热继电器	引线接头无松动，触头无烧损	检查、紧固
	接线端子	无松动	检查
电容补偿柜	电力电容	无漏油、过热、膨胀现象、绝缘正常	检查，用兆欧表测量绝缘电阻
	接触器	触头无烧损痕迹、闭合紧密	检查、紧固
	熔断器	无烧损痕迹	检查
电力电缆	—	绝缘无破损	检查
桥架	—	接地良好	接地电阻测试仪测试接地电阻
防雷接地设施	防雷装置	电涌保护器工作正常，防雷装置安装牢固，连接导线绝缘良好	检查、紧固
	接地装置	接地电阻满足设计要求	接地电阻测试仪测试接地电阻

本规程用词说明

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 《城市综合管廊工程技术规范》 GB50838
- 2 《城镇综合管廊监控与报警系统工程技术标准》 GB/T51274
- 3 《城市地下综合管廊运行维护及安全工程技术标准》 GB51354
- 4 《建筑设计防火规范》 GB50016
- 5 《供配电系统设计规范》 GB50052
- 6 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB50053
- 7 《低压配电设计规范》 GB50054
- 8 《通用用电设备配电设计规范》 GB50055
- 9 《建筑物防雷设计规范》 GB50057
- 10 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058
- 11 《交流电气装置的接地设计规范》 GB50065
- 12 《数据中心设计规范》 GB50174
- 13 《电力工程电缆设计标准》 GB50217
- 14 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB50303
- 15 《建筑电子信息系统防雷技术规范》 GB50343
- 16 《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》 GB51309
- 17 《民用建筑电气设计标准》 GB51348
- 18 《建筑机电抗震设计规范》 GB50981
- 19 《爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求》 GB3836. 1
- 20 《电能质量 三相电压不平衡》 GB/T 15543
- 21 《特殊环境条件 高原用高压电器的技术要求》 GB/T 20635

中国市政工程协会团体标准

城市综合管廊供配电设施技术规程

T/CMEA -2021

条文说明

目 录

1	总则	2
3	一般规定	3
4	供配电系统	5
4.1	电源及供电系统	5
4.3	电压选择和电能质量	5
4.4	负荷计算	6
5	变电所及低压配电设计	7
5.1	一般规定	7
5.2	变电所	7
5.3	低压配电系统	7
6	布线系统设计	9
6.1	一般规定	9
6.2	金属导管布线	9
6.3	电缆桥架布线	10
7	电气设备配电装置	11
7.1	照明供电及控制	11
7.4	监控与报警系统配电	11
8	防雷与接地设计	12
8.1	一般规定	12
8.2	防雷	12
8.3	接地	12

1 总则

1.1.1 本条阐述了编制本规程的目的，规定了综合管廊供配电设施必须遵循的基本原则和应达到的基本要求。

1.1.2 对于本规范中没有规定的供配电设计的内容，或对于专业性较强的内容未在本规范中表达，当其他现行国家标准有规定时，同样应该执行，故作此规定。

3 一般规定

3.1.1 供配电系统如果未进行全面的统筹规划，将会产生能耗大、资金浪费及配置不合理等问题。因此，在供配电系统设计中，应进行全面规划，确定合理可行的供配电系统方案。

3.1.2 国家在相继公布的《绿色建筑技术导则》、《节能中长期专项规划》中对节能的重要性、目标、要求和措施等作了详尽的描述，因此采用符合国家现行有关标准的高效节能、性能先进、绿色环保、安全可靠的电气产品，也是实现国家可持续发展的要求。综合管廊供配电设计时所选用的设备，必须是经国家主管部门认定的鉴定机构鉴定合格的产品，基本建设、技术改造项目和更新设备都应优先采用节能产品，并严禁采用国家已公布的能耗高、性能落后的电气产品。

3.1.3 综合管廊内部空间一般紧凑狭小、环境潮湿，且其中需要进行管线的安装施工作业，施工人员或工具较易触碰到电气设备。所以对管廊中电气设备的防潮、防外力、防触电等要求提出具体规定。

3.1.4 当海拔超过 1000m 时，选用的高压电器、电瓷产品的外部应绝缘，并应符合现行国家标准《特殊环境条件高原用高压电器的技术要求》GB/T 20635 的有关规定。

在高海拔地区使用的高压电器设备外绝缘的额定耐受电压水平采用下列公式修正：

$$U = K_H \cdot U_0 (1)$$

式中：U——使用于高海拔地区的高压电器设备在海拔 1000m 以下地区试验时的耐受电压 (kV)；

K_H ——外绝缘强度的高海拔校正因数，可由式 (2) 求得；

U_0 ——高压电器设备的额定耐受电压 (kV)。

$$K_H = e^{m_0 \left(\frac{H-1000}{8150} \right)} (2)$$

式中：H——海拔(m)；

为了简单起见，指数 m_0 取下述确定值：

$m_0=1$ ，适用于雷击冲击、工频及操作冲击干试验电压；

$m_0=0.9$ ，适用于直流电压；

$m_0=0.8$ ，适用于工频湿试验电压、操作冲击湿试验电压；

$m_0=0.7$ ，适用于无线电干扰电压。

当海拔超过 1000m 时，每超过 100m 导体温度增加 0.4°C ，同时，自海拔 1000m 开始随海拔高度的增加相应的温度递减率为 $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。因此，可以认为由于气温降低值足以补偿导体因海拔增高、空气稀薄而造成的温度升高的影响，故在高压电器使用于高海拔地区的技术要求中阐明，在实际使用中，其额定电流值可以保持不变。

4 供配电系统

4.1 电源及供电系统

4.1.1 设置自备电源需要经过技术经济比较后才能确定。

4.1.2 综合管廊中 35kV、20kV 或 10kV 下供配电系统处于市政电力系统的末端，其系统构成需结合综合管廊的特点，在保证可靠性的前提下尽可能简化系统、节约投资。综合管廊供配电系统的运行经验表明，两回 35kV 及以下电源线路侧的供电系统通常可由单母线或单母线分段组成。

4.1.3 备用电源类型应根据二级负荷允许中断供电的时间以及要求的电源为交流或直流等条件来选择。

发电机组的设置方式可采用固定式或移动式；当采用移动式时，供电系统应预留备用电源接口，方便备用电源接入。

对于应急照明负荷，可采用 EPS 备用电源（通常适用于电感及阻性负载）供电。

4.3 电压选择和电能质量

4.3.1 对于用电单位受电端供电电压的偏差允许值，应符合下列要求：35kV 供电电压正、负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 10%；10kV 及以下三相供电电压允许偏差为额定电压的 $\pm 7\%$ ；220V 单相供电电压允许偏差为额定电压的 $+7\%$ 、 -10% ；综合管廊应急照明采用 36V 及以下电源供电，供电区间为一个防火分区，供电距离较远，10%的电压降难以满足，综合考虑建议应急照明电压偏差下限值可放低要求至 -20% 。

4.3.3 《电力系统电压质量和无功电力管理规定》规定，10kV 及以上、35kV 及以下供电的电力用户在用户高峰负荷时变压器高压侧功率因数不宜低于 0.95；其他电力用户，功率因数不宜低于 0.90。

4.3.4 综合管廊需要进行无功补偿时，宜根据负荷运行情况绘制无功功率曲线，根据该曲线及无功补偿要求，决定补偿容量。当无法取得无功功率曲线时，可按式（1）提供的常用公式计算无功补偿容量：

$$Q_c = P (\tan \Phi_1 - \tan \Phi_2) \quad (1)$$

式中 Q_c ——无功补偿容量 (kvar);

P ——用电设备的计算有功功率 (KW);

$\tan \Phi_1$ ——补偿前用电设备自然功率因数的正切值;

$\tan \Phi_2$ ——补偿后用电设备功率因数的正切值, 一般按 $\cos \Phi_2$ 不小于 0.9 值。

4.4 负荷计算

4.4.2 在各类用电负荷尚不够具体或明确的方案设计阶段可采用单位指标法。单位指标法和需要系数法可按照表 1 选择相应系数。

表 1 管廊用电设备的单位功率密度、需要系数和功率因数

用电设备组的名称	非燃气舱 (单舱) 单位功率密度 (W/m)	燃气舱单位功率密度 (W/m)	需要系数	功率因数	
				$\cos \Phi$	$\tan \Phi$
照明	2~3	2~3	0.9~1.0	0.90	0.48
水泵	7~10	7~10	0.30	0.80	0.75
风机	15~25	20~30	0.70	0.80~0.85	0.75~0.62
监控与报警系统	9~10	20~25	1.0	0.80	0.75
机器人巡检	1.5~2	1.5~2	0.25~0.5	0.80	0.75

需要系数法计算较为简便实用, 经过全国各地长期和广泛应用证明, 需要系数法能够满足需要, 所以本标准将需要系数法作为综合管廊电气负荷计算的主要方法。

4.4.3 在实际工程设计中, 会遇到消防用电设备的计算负荷大于火灾切除的非消防负荷的情况, 如高压细水雾灭火系统, 因此需特别注意在计算负荷时应同时计算消防负荷与火灾切除的非消防负荷进行对比, 取较大值作为计算负荷。

5 变电所及低压配电设计

5.1 一般规定

5.1.2 低压配电级数不宜超过三级，因为低压配电级数太多将给开关的选择性动作整定带来困难；同时综合管廊低压配电系统多以防火分区作为配电单元，设备种类较少，一般均能满足该要求。

5.2 变电所

5.2.4 预装式变电站的选用和设计应符合现行国家标准《高压/低压预装式变电站》GB17467 的要求。由于预装式变电站受空间限制散热条件较差，单台变压器容量不宜大于 800kVA。

5.2.8 本条第一款的规定是为了能够带电操作高压开关断开变压器。当变电所发生事故时继电保护动作，断开高压电源，防止扩大停电面。

第二款装设隔离开关或负荷开关的规定是为了检修变压器时有明显的断开点，以保证检修人员的安全。当有带负荷拉闸要求时宜装设负荷开关。

当变压器在本配电所内时，由于距离近，停电检修联系方便，能防止误操作，可不装设开关。

5.3 低压配电系统

5.3.1 综合管廊防火分区一般按 200m 设置，每个防火分区一般均配有各自的进出口、通风、照明、消防设施，将防火分区划作供电单元可便于供电管理和消防时的联动控制，由于综合管廊存在后续各专业管线、电缆等工艺设备的安装敷设，故有必要考虑作业人员同时开启通风、照明等附属设施的可能。

5.3.4 按照敷设方式和环境条件确定并修正的导体截面及载流量，不应小于预期负荷的最大计算电流和保护条件确定的电流，在进行线路保护设计时，还要考虑本回路的阻抗和导体截面。

5.3.6 TN-S 系统中的电源转换开关应采用同时切断相导体和中性导体的四极开关。在电源转换时切断中性导体可以避免中性导体产生分流(包括在中性导体流过的三次谐波及其他高次谐波)，这种分流会使线路上的电流矢量和不为 0，以至在线路周围产生电磁场及电磁干扰。采用四极开关可保证中性导体电流只

会流经相应电源开关的中性导体，避免中性导体产生分流和在线路周围产生电磁场及电磁干扰。

5.3.8 本条规定主要是为了减少接地故障引起的电气火灾。在国际电工委员会第 64 技术委员会（IECTC64）最近的技术文件中规定 300mA 以上的电弧能量才能引起火灾，故规定在火灾危险场所内，剩余电流检测器的动作电流不应大于 300mA。

5.3.9 管廊内空间比较狭窄，为保证操作及维护人员的安全，应有相应的直接接触和间接接触电击防护措施。

5.3.11 火灾报警时，可采用非消防负荷动力配电柜进线开关的分励脱扣器断电来实现切除非消防负荷用电。

5.3.12 天然气管道舱室属于爆炸性气体环境危险区域 2 区，该区内存在二级释放源（正常运行时，不能出现释放可燃物质的阀门的密封处、法兰、连接件和管道接头、安全阀，排气孔和其他孔口处），属于在正常运行时不太可能出现爆炸性气体混合物的环境，爆炸性气体环境危险区域划分为 2 区。天然气主要成分为 CH₄ 甲烷，爆炸性气体混合物级别 IIA，引燃温度组别 T1 爆炸极限（5-15）V%，相对密度 0.6。

6 布线系统设计

6.1 一般规定

6.1.1 规定了电力电缆布线的选择原则和敷设方式。

6.1.2 布线系统的选择和敷设方式的确定，主要取决于建筑物的构造和环境特征等敷设条件和所选用电线或电缆的类型。当几种布线系统同时能满足要求时，则应根据建筑物使用要求、用电设备的分布等因素综合比较，决定合理的布线系统及敷设方式。

6.1.4 消防配电线路的敷设是否安全，直接关系到消防用电设备在火灾时能否正常运行，因此，本条对消防配电线路的敷设提出了强制性要求。

工程中，电气线路的敷设方式主要有明敷和暗敷两种方式。对于明敷方式，由于线路暴露在外，火灾时容易受火焰或高温的作用而损毁，因此，规范要求线路明敷时要穿金属导管或金属线槽并采取保护措施。保护措施一般可采取包覆防火材料或涂刷防火涂料。

矿物绝缘类不燃性电缆由铜芯、矿物质绝缘材料、铜等金属护套组成，除具有良好的导电性能、机械物理性能、耐火性能外，还具有良好的不燃性，这种电缆在火灾条件下不仅能够保证火灾延续时间内的消防供电，还不会延燃、不产生烟雾，故规范允许这类电缆可以直接明敷。

暗敷设时，配电线路穿金属导管并敷设在保护层厚度达到 30mm 以上的结构内，是考虑到这种敷设方式比较安全、经济，且试验表明，这种敷设能保证线路在火灾中继续供电，故规范对暗敷时的厚度作出相关规定。

6.2 金属导管布线

6.2.1 采用导管布线方式，电线总截面积与导管内截面积的比值，除应根据满足电线在通电以后的散热要求外，还要满足线路在施工或维修更换电线时，不损坏电线及其绝缘等要求确定。

6.2.2 不同回路的线路能否共管敷设，应根据发生故障的危险性和相互之间在运行和维修时的影响决定。一般情况下不同回路的线路不应穿于同一导管内。

条文中“除外”的几种情况，是经多年实践证明其危险性不大和相互之间的影响较小，有时是必须共管敷设的。

6.2.3 当线路长度超过 30m 时，如按规定的电线总截面和导管内截面比值选择管径，可能造成穿线困难，在穿线时由于阻力大可能损坏电线绝缘或电线本身被拉断。因此，应加装拉线盒(箱)或加大管径。

6.3 电缆桥架布线

6.3.2 对于综合管廊等潮湿场所及有腐蚀性的场所，应采用复合材料桥架（如高分子合金桥架）或耐腐蚀钢制桥架（如彩钢桥架）。高分子合金桥架因具有强度高、耐腐蚀性强等优点而被广泛采用。电缆桥架应与其内的敷设电缆寿命相当。

6.3.5 为了便于管理维护，相邻的电缆桥架之间应留有一定的距离，不宜小于 0.2m。

6.3.7 条文规定是为了保障线路运行安全和避免相互间的干扰和影响。

6.3.9 为防止电缆漏电导致金属电缆桥架及其支架带电，危及人身安全，金属电缆桥架和支架要做等电位联结，通常在始端变电所或总配电室和末端配电室各做一次接地，当电缆桥架较长，超过 30m 时，根据《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定，每隔 30m 增加一次。

7 电气设备配电装置

7.1 照明供电及控制

7.1.1 在综合管廊中防火分区发生火灾的情况下，每个防火分区单独设置照明配电箱及控制模块，可以保证其他防火分区不受火灾的影响，能够正常照明，为人员疏散提供便利。

7.1.4 按照低于 2.2m 的灯具已经处于施工及维护人员易碰触的范围内，本条文中对于低位照明导致人员安全事故作出了相应规定。

7.4 监控与报警系统配电

7.4.1 控与报警系统主要由进行数据实时处理的电子设备构成，对电源稳定性、连续性有较高要求。为监控报警设备设置 UPS 不间断电源装置，不但可以在电源质量上提供必要保障，而且可以根据监控报警系统应急工况持续工作要求，配备符合供电连续要求的后备蓄电池，确保监控报警系统对电源的需要。采用具有自动和手动旁路装置的 UPS，是为了避免在 UPS 设备发生故障或进行维修时中断电源。UPS 不间断电源装置应采用在线式连续工作制，为保障 UPS 长久稳定运行，UPS 容量应留有安全裕量，一来可以满足负荷容量波动与一定发展的需求，还可以避免 UPS 因过载故障而带来危害。一般 UPS 负荷率以不超过 75% 为宜，确定 UPS 容量时尚应考虑到负载的功率因数。

7.4.2 在火灾工况下，普通电源可能需要被切断。所以火灾自动报警系统应由综合管廊消防电源供电。可燃气体探测报警系统是涉及综合管廊安全的重要负荷，应采用专用的供电回路。当可燃气体泄漏时，为保障安全，需要切除与应急处置无关的普通电源，所以可燃气体探测报警系统应采用普通电源之外的重要负荷专用电源。为了简化优化综合管廊供配电系统，重要负荷专用电源可以与消防电源合并，采用一套电源。此外，为了保证报警系统当交流电源万一失电后仍能连续工作，所以还必须设置蓄电池作备用电源。

8 防雷与接地设计

8.1 一般规定

8.1.1 综合管廊地上建（构）筑物主要为监控中心，属于重要公共建筑物，宜根据《建筑物防雷设计规范》按不低于第三类防雷建筑物设置防雷措施。地下管廊部分不会受到直击雷侵害，可不采取防直击雷措施。

8.1.2 综合管廊地下部分不会受到直击雷侵害，且管廊内的电子信息设备属于一般用途的需防护电子信息设备，根据《建筑物电子信息系统防雷技术规范》，其雷电防护等级可选为 C 级。

8.1.3 一般来说，综合管廊中的各种接地难以分开，因此建议综合管廊采用共用接地装置。当电子设备接地与防雷接地共用接地装置时，其接地电阻不应大于 1Ω 。

8.2 防雷

8.2.1 综合管廊内配电变压器一般采用 Dyn11 型接线，母线上装设 I 级试验的电涌保护器，电涌保护器每一保护模式的冲击电流值，当无法确定时应取等于或大于 12.5kA ；母线上装设 II 级试验的电涌保护器，电涌保护器每一保护模式的标称放电电流值应等于或大于 5kA 。电涌保护器的电压保护水平值应小于或等于 2.5kV 。我国处于温带多雷地区，安装防雷装置和电涌保护器可以有效防止感应雷击过电压，保护相应的电气和电子设备。

8.2.2 电子信息系统的供电电源、仪表及其它设备采取足够的防过电压及抗雷电措施后，可以有效减少雷电灾害引起的各种损失。

8.2.3 为了降低电涌保护器连接导线上的感应电压，连接电线应短而直，且越短越好，引线总长度不宜超过 0.5m 。

8.3 接地

8.3.1 等电位联结是消除危险电压、防止电火花和防止人身电击的有效措施。

1 综合管廊地上建（构）筑物、变电所、防火区间等均为独立的配电场所，在其电源进线处设置总电位联结，可在一定程度上降低场所内间接接触电

击的接触电压和不同金属部件间的电位差，并消除自场所外部经电气线路和各种金属管道引入的危险故障电压的危害。

2 综合管廊每个防火分区范围较大，区间配电箱的供电距离较长，造成电源网络阻抗过大，使得自动切断电源时间过长，有可能不能满足防电击的时限要求，采取局部等电位联结，可以有效降低人身电击危险。机房等场所，为满足防雷和信息系统抗干扰的要求，也应设置局部等电位联结。

3 管廊内虽然实施了总电位联结，但由于每个防火区间范围较大，当发生故障导致外露可导电部分带电时，仍有可能在外露可导电部分和外界可导电部分之间存在较大的电位差，采取辅助等电位联结后，可使其间的电位相等或更接近。

4 参照现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 第 5.5.2 条规定。

8.3.2 参照现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065-2011 第 8.3.1 条规定。

8.3.3 参照现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB50838-2015 第 7.3.8 条规定。