

ICS 号

中国标准文献分类号

# 上海市绿色建筑协会团体标准

1

T/SHGBC XXX-20XX

## 民用建筑电气绿色设计应用规范

Code for electrical green design application of civil building

(征求意见稿)

2021-XX-XX 发布

2021-XX-XX 实施

上海市绿色建筑协会发布

# 目次

1	总 则	1
2	术 语	3
3	基本规定	7
4	供配电与电能质量	9
4.1	一般规定	9
4.2	供配电设计	10
4.3	电能质量	20
4.4	电磁兼容	26
4.5	智能配电及节能控制系统	28
4.6	直流配电系统	31
4.7	变配电所及配电间	34
5	电气设备装置绿色选型	38
5.1	一般规定	38
5.2	电气设备能效	42
5.3	配电变压器	42
5.4	设备配套电动机及配电装置	44
5.5	密集绝缘母线槽	45
5.6	UPS、EPS 装置	48
5.7	无功补偿装置	51
5.8	低压有源不平衡补偿装置	53
5.9	低压有源滤波装置 (APF)	55
5.10	充电桩	57
5.11	接触器	61
5.12	断路器	62
5.13	电梯、自动扶梯	63
5.14	储能电源装置	64
6	照明与控制	69
6.1	一般规定	69
6.2	照明设备选择	72
6.3	照明指标	82
6.4	照明配电	88
6.5	照明控制	90
6.6	照明节能	93
7	计量与绿色综合监测管理系统	103
7.1	一般规定	103
7.2	计量装置	105
7.3	指标监测	107
7.4	系统性能	110

7.5	系统设计	114
8	电线电缆与桥架	116
8.1	一般规定	116
8.2	电线电缆性能	117
8.3	绿色桥架性能	123
8.4	电线电缆设计选型	125
8.5	桥架设计选型	131
8.6	装配式成品及抗震支吊架	133
9	监控与互联	136
9.1	一般规定	136
9.2	绿色监控	137
9.3	电气控制	138
9.4	家居智能化绿色设计	143
9.5	互联及物联网应用	145
10	运营管理与可持续发展	148
10.1	一般规定	148
10.2	设备维护及运营管理	149
10.3	全寿命期应用	152
10.4	电工材料可回收	154
附录 A	配电变压器综合能效费用法	157
附录 B	谐波电流含量计算	163
附录 C	确定变电所和配电室位置的计算方法	165
附录 D	常用配电变压器型号标注	167
附录 E	绿色民用建筑中常用配电变压器能效等级	169
附录 F	三相异步电动机能效等级	174
附录 G	电力电缆经济电流选型方法	176
附录 H	电力电缆选型标注	182
附录 J	电缆常规敷设配合选型表	185
附录 K	不同场所绿色桥架适用环境选择表	188
	本规范用词说明	189
	引用标准规范名录	190

# Content

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	3
3	Basic Requirements.....	7
4	Power Supply and distribution and power quality.....	9
4.1	General Requirements.....	9
4.2	Power Supply and distribution design.....	10
4.3	Power Quality .....	20
4.4	Electromagnetic compatibility and protection against over-voltage.....	26
4.5	Intelligent distribution system.....	28
4.6	DC power distribution system.....	31
4.7	Power substation and distribution room.....	34
5	Green selection of electrical equipment and device.....	38
5.1	General Requirements.....	38
5.2	Energy efficiency of electrical equipmen.....	41
5.3	Distribution transformer.....	42
5.4	Motor and electrical distribution device.....	44
5.5	Sandwich Busbar Trunking System.....	45
5.6	UPS、EPS Device (Including Storage battery) .....	48
5.7	Reactive power compensation device.....	51
5.8	Low voltage active filter unit.....	53
5.9	(APF) Low voltage active filter unit.....	55
5.10	Charging pile.....	57
5.11	Contactors.....	62
5.12	Low voltagr circuit breaker.....	62
5.13	Elevator and escalator.....	63
5.14	Energy storage power supply unit.....	64
6	Lighting and control.....	69
6.1	General Requirements.....	69
6.2	Lighting device selection.....	71
6.3	Lighting indicators.....	82
6.4	Lighting distribution.....	88
6.5	Lighting control.....	90
6.6	Lighting energy saving.....	93
7	Measurement and Green integrated energy efficiency monitoring system.....	103
7.1	General Requirements.....	103
7.2	Metering device.....	105
7.3	Indicators monitoring.....	107
7.4	System performance.....	110
7.5	System design.....	114
8	Cable and cable tray.....	116

8.1	General Requirements.....	116
8.2	Cable performance.....	117
8.3	Green cable tray performance.....	123
8.4	Cable design selection.....	125
8.5	Cable tray design selection.....	131
8.6	Seismic bracing.....	133
9	Monitoring and interconnection.....	136
9.1	General Requirements.....	136
9.2	Green monitoring.....	137
9.3	Electrical control.....	137
9.4	Smart home Design.....	143
9.5	Interconnction and internet of things application.....	145
10	Operation management and sustainable development.....	148
10.1	General Requirements.....	148
10.2	Equipment maintainance and operaion management.....	149
10.3	Full life cycle application.....	152
10.4	Recycling of electrical materials.....	154
Appendix A	Total Owning Cost for Distribution Transformers.....	157
Appendix B	Harmonic Current Calculation.....	163
Appendix C	Calculation method for determining the location of substation and power distribution room.....	165
Appendix D	Commonly used distribution transformer model.....	167
Appendix E	Energy efficiency rating of distribution transformers commonly used in green civil buildings.....	169
Appendix F	Energy efficiency rating of three-phase asynchronous motor.....	174
Appendix G	Power cable economical current selection method.....	176
Appendix H	Power cable selection mark.....	182
Appendix J	General cable laying coordination selection table.....	185
Appendix K	Environmental selection table for green trays in different places.....	188
	Explanation of wording in this code.....	189
	List of quoted standards.....	190
	Addition: Explanation of provisions.....	191

## 前 言

根据《上海市绿色建筑协会团体标准管理办法（暂行）》及《关于〈上海市绿色建筑协会团体标准制定、修订计划〉的公告》（沪绿建协【2019】23号）的相关要求，标准编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国家和行业相关标准，广泛征求意见，编制本标准。

本标准共分为10章，主要内容包括总则、术语、基本规定、供配电与电能质量、电气设备装置绿色选型、照明与控制、计量与绿色综合监测管理系统、电线电缆与桥架、监控与互联、运营管理与可持续发展。

本标准按照国家标准《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》GB/T 1.1—2009给出的规则编制，由上海市绿色建筑协会负责管理，由上海现代建筑设计集团工程建设咨询有限公司和同济大学建筑设计院（集团）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，请反馈至上海现代建筑设计集团工程建设咨询有限公司（地址：上海市石门二路258号，邮编：200041）或上海市绿色建筑协会（地址：上海市宛平南路75号1号楼902室，邮编：200032）。

本标准承诺执行单位：

主编单位：

参编单位：

参与单位：

主要起草人

# 1 总 则

1.0.1 为贯彻落实新时代绿色发展理念，推进本市绿色建筑高质量可持续发展，规范民用建筑的电气绿色设计，制定本规范。

1.0.1 本规范是在上海市绿色建筑发展到一定阶段、国家《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 和上海市《绿色建筑评价标准》DG/TJ 08-2090-2020 新修订实施、绿色建筑理念在从“四节一环保”到“以人为本”为核心的新时代背景下编制的。为贯彻落实习近平生态文明思想和党的十九大精神，依据《国家发展改革委关于印发〈绿色生活创建行动方案〉的通知》（发改环资[2019]1696号）的要求，国家住房和城乡建设部、改革委、教育部、工业和信息化部、中国人民银行、国家机关事务管理局和保监会等部门于2020年7月15日联合印发了绿色生活创建行动方案的通知，决定开展绿色建筑创建活动。全国范围内创建目标为，到2022年，当年城镇新建建筑中建筑绿色面积占比达到70%。其中，推动新建建筑全面实施绿色设计，提升建筑能效水平、提高住宅健康性能、推动绿色建材应用等都是需要重点完成的任务。上海市绿色行动方案。。。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建民用建筑中电气专业的绿色设计。

1.0.2 本规范的民用建筑指居住建筑和公共建筑，包括工业园区内具有民用建筑功能使用的、创建绿色星级的或对绿色设计有要求的，均可按本规范要求参照实施。

1.0.3 电气绿色设计应结合民用建筑全寿命期内使用需求，满足安全耐久、健康

舒适、生活便利、资源节约、环境宜居、提高与创新等因素，实现电气各系统的高效、可靠、经济运行，体现经济效益和社会效益的统一。

1.0.4 民用建筑绿色电气工程，应选用符合国家和上海市现行标准和节能认证要求的电气和电子设备，严禁使用国家淘汰的高能耗产品。

1.0.4 绿色设计选用的电气和电子设备，必须是经国家主管部门节能认证的高效节能、性能先进、绿色环保、安全可靠的产品，严禁采用国家和上海市已公布禁止的高能耗、性能落后产品，这也是实现国家可持续发展的要求。

1.0.5 民用建筑的电气绿色设计除应符合本规范的规定外，尚应符合国家、行业和地方现行有关规范的规定。



## 2 术 语

### 2.0.1 电气绿色设计 **electrical green design**

在建筑全寿命期内，电气专业在绿色设计中，最大限度地节约能源及材料、可循环利用、保护环境和减少污染，为人们提供安全、健康、舒适、便利、耐久和高效的使用空间，达到与自然和谐共生。

2.0.1 近几年，人们对绿色建筑的理念、认识和需求逐步提高，绿色建筑建成的比例越来越多。因此在绿色建筑内的电气设计要满足在建筑全寿命期内，合理的选择变压器，供电线路，电力设备等。优化供配电系统，减少损耗和谐波。照明及控制设备需满足灵活多样的照明场景、创造舒适的视觉环境。通过电气设计手段在民用建筑中最大限度地节约能源及材料、可循环利用、保护环境和减少污染，为人们提供安全、健康、舒适、便利、耐久和高效的使用空间。

### 2.0.2 绿色综合监测管理系统 **green integrated monitoring and management system**

通过在建筑物（群）内已安装的各类能耗计量仪表、摄像头及传感器等装置，采用远程传输等手段及时采集数据和状态量，为实现建筑物（群）绿色信息的在线监测和动态分析功能、保证满足绿色状态有效实施的硬件和软件系统平台的统称。

2.0.2 通过在建筑物（群）内已安装的各类智能化系统的传感器（探测器）等装置，对建筑物（群）内的各种信息收集、处理。全面了解建筑物（群）的各项参数，实现绿色状态有效实施的硬件和软件系统。

### 2.0.3 电气绿色设计产品 electric green design products

按照全寿命期理念，在设计开发阶段系统考虑原材料获取、生产制造、包装运输、使用维护和回收处理等各个环节对资源环境造成的影响，力求产品在全寿命期中最大限度降低资源消耗、尽可能少用或不用含有有害物质的原材料，减少污染物产生和排放，从而实现环境保护的活动的电气产品。

2.0.3 本术语引自《生态设计产品评价通则》GB/T 32161-2015，在其定义 3.3 “绿色设计产品”概念上加以提出。

### 2.0.4 绿色桥架 green tray

生产过程及工艺处理低碳环保，部件结构优化，材料节省显著的同时能满足电缆敷设的机械强度和荷载能力，并减少电缆电能传输损耗和使用寿命长的钢制桥架。

### 2.0.5 智能配电系统 intelligent distribution system

将互联技术与配电系统紧密结合，集硬件、软件和服务于一体，具有开放、交互和基于物联网平台的智能系统。系统具备诊断、分析及管理功能，能减少配电系统故障、提高供电可靠性，并通过云能效管理模式等措施全面提升优化，提供低碳及可持续发展的能效管理服务的系统平台。

### 2.0.6 低压直流配电系统 low voltage DC power distribution system

直流标称电压 1500 V 及以下以直流方式实现与用户电气系统交换电能的配电系统。

### 2.0.7 建筑照明能耗指数 LENI (Lighting Energy Numeric Indicator)

评价建筑照明能效的参数，用建筑每平方米一年的照明能耗来表示，单位 kWh/(m<sup>2</sup>·年)。

2.0.7 目前在设计中照明节能采用照明功率密度值 (LPD) 作为评价的指标，对照明灯具的选用作出了限定。考虑到工程运行能耗与照明功耗和使用时间相关，因此运营管理时采用单位面积年度能耗限值 (LENI) 作为运营参照，其可以作为工程运营的考核指标。

### 2.0.8 生理等效照度 EML (Equivalent Melanopic Lux)

生理等效照度 EML (Equivalent Melanopic Lux) 是一种用于量化光对人体生理节律影响的指标，由 WELL 健康建筑标准根据 Robert J. Lucas 等人的理论提出，通过照明的辐照度对人的非视觉系统的作用而导出的光度量。

生理等效照度的计算可按下式进行：

$$EML = L \times R$$

式中：EML——生理等效照度 (lx)；

L——视觉照度 (lx)；

R——比例系数

2.0.8 不同强度和光谱的光对人体生理节律产生的影响不同。对于居住建筑，为保证良好的休息环境，夜间应在满足视觉照度的同时合理降低生理等效照度；对于公共建筑，为保证舒适高效的工作环境，应适当提高主要视线方向眼位高度的

生理等效照度。

#### 2.0.9 建筑设备一体化智能监控系统 integrated intelligent monitoring system for building system for building equipment

对建筑机电设备进行智能控制，实现其高效节能运行，包含配电、保护、计量功能及设备安全运行状态的，具有可调节及通信功能、配电及控制一体化的管理系统。为设备自动监控系统的一种形式。

#### 2.0.10 一体化控制箱（柜） integrated control box（cabinet）

建筑设备一体化智能监控系统中，位于末端用电侧实现工艺设备运行及监控、具有通信功能的控制箱（柜）。

### 3 基本规定

3.0.1 民用建筑电气绿色设计，应在绿色建筑总体策划下，明确电气专业领域内能体现绿色性能要求的技术指标、规定等目标。

3.0.1 电气绿色设计，是绿色建筑设计的一部分，应服从配合绿色建筑总体策划，围绕安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居等绿色性能指标，在电气专业领域内从系统设计、线路敷设、设备布置和产品选择上达成绿色目标。

3.0.2 民用建筑电气绿色设计，应遵循因地制宜原则，结合上海市的气候、资源、生态环境、经济、人文等特点进行，并应符合本市城市规划和电业管理等的相关规定。

3.0.2 遵循因地制宜原则，充分发挥地域、环境、气候、经济、人文等特点优势，可以最大程度地贯彻绿色生态发展理念。

3.0.3 民用建筑电气绿色设计，应遵循“以人为本”要求，综合考虑建筑全寿命期内的电气技术与经济特性，选用适合促进建筑与环境可持续发展的技术和设备材料，鼓励采用绿色新技术、新材料。

3.0.3 “以人为本”的设计要求，本就是绿色设计的核心之一。建筑全寿命期内，技术经济的合理和投资效益的最大化，是绿色设计的终极目标，电气设计也不能例外。鼓励采用新技术新材料，充分发挥电气设备全寿命期内的技术效能及可持续的后续利用，是电气绿色设计的目标之一。

3.0.4 民用建筑电气绿色设计，应紧密配合建筑、结构、给排水、暖通和动力等专业，提出适合绿色建筑星级要求的电气绿色技术条件，保证绿色建筑建设、施工安装、调试和运行管理等各阶段电气绿色理念的贯彻实施。

3.0.4 民用建筑绿色设计中，电气专业有其自身的技术特点及配合属性，必须密切配合建筑、结构、给排水、暖通和动力各专业，在充分满足建筑主体功能使用条件下，系统性地考虑电气绿色技术方案和技术条件，满足项目建设全过程、全生命周期的需要。

## 4 供配电与电能质量

### 4.1 一般规定

4.1.1 供配电设计，应依据安全、可靠、经济、适用性原则，方案设计阶段开始制定合理、节能、低耗的供配电系统方案。

4.1.1 此条为绿色供配电设计的基本原则，其贯穿于整个电气设计的全过程，方案设计阶段制定的供配电系统方案应体现绿色理念。

4.1.2 供配电设计，应在建筑全寿命期方法论指导下，满足建筑各场所合理使用电能要求，实现降低供配电系统电能损耗的目标。

4.1.2 此条为绿色供配电设计的指导方法及必须实现的目标。

4.1.3 变电所应深入负荷中心，减少电力线路传输损耗，同时应充分考虑变配电设备对敏感设备和人员的电磁干扰影响，满足相关标准要求。

4.1.3 变电所深入负荷中心，是供配电设计的基本原则之一。从绿色角度，对人员健康和设备安全运行的，还需满足国标《电磁环境控制限制》GB8702、《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204 等规范中的相关要求。

4.1.4 用户内部配电网电能质量应满足现有国家和行业相关规范标准。对谐波源含量较大的设备或场所，应考虑谐波抑制、滤除等控制措施。

4.1.4 目前，现有国家和行业标准对于民用建筑内用户变电所低压侧配电网的电

能质量环境的要求相对较少,更多的对于电网端接入用户口处的电能质量有一定要求,这是为了保证供电电网的安全可靠必须采取的措施。由于 Dyn 结线变压器的广泛使用,低压侧配电网上的多次谐波等因三角形绕组的隔离未必能较大部分地反馈至电网侧,反而随着电力电子技术、计算机技术等快速发展,造成用户内部低压配电网上的电能质量状况令人担忧,如不采取相应谐波抑制滤除措施,已经严重影响到用户内部配电网的安全运行,这与绿色建筑倡导的安全耐久、节能高效等理念相悖。还其一个绿色健康的用户内部电网环境,也是绿色供配电设计的要素之一。

## 4.2 供配电设计

4.2.1 供配电设计,应满足下列要求:

- 1 符合电气负荷的有功或无功等电能特性;
- 2 合理选择变电所位置,合理布置变压器和配电柜平面;
- 3 合理采取减少线损的措施;
- 4 采用区域和网格等划分配电网,以实现分区域分时段节能控制。

4.2.1 本条条文说明如下:

1 参考国际标准 IEC60364-8-1<Low-voltage electrical installations-Part 8-1 Functional aspects-Energy efficiency >Edition2.0 2019-02 (《低压电气装置 第 8.1 部分 功能性:能效》第 2 版) 第 4.1.3 条的关于设计原则的规定制订。

2 除变电所位置深入负荷中心,变电所内变压器和高、低压柜的布置应合理紧凑优化设置。民用建筑商用及公用面积使用价值大,机房、物业管理等后区



配套场所的使用面积有效控制，能更大地发挥商用投资价值，在满足安全操作、维护前提下，节约变电所占地面积，且高压配电柜、变压器和低压配电柜的布置方向等满足进线电源和馈出电源的敷设走向，尽可能电能传输上控制距离，减少电缆敷设长度，也就能合理减少线损消耗。

4 参考国际标准 IEC60364-8-1<Low-voltage electrical installations-Part 8-1 Functional aspects-Energy efficiency >Edition2.0 2019-02 (《低压电气装置 第 8.1 部分 功能性：能效》第 2 版) 制订。

区域 (Zone) 和网格 (Mesh) 概念的提出是该标准创新应用点之一，对电气装置中的一个和多个区域网格内的用电设备进行能源监测和控制，可以更有效地实现能效管理。为实现这一目标，需要在设计配电线路时以区域和网格的方法来进行划分。

4.2.2 供配电电源，应根据项目性质、功能、规模和负荷等级等因素，采用同电压等级同时使用、互为备用的供电方案；电网供电条件有限或项目用电容量较小时，可采用不同电压等级供电方案。

4.2.2 多年设计实践证明，采用同电压等级同时使用、互为备用的方案，是一种安全、可靠、经济的供电方式，对充分利用电网资源，平衡负载分布等具有积极意义，在较多项目上典型应用。然而，有些项目由于自身特点，备用电源容量上及当地电网资源允许条件下，采用不同电压等级供电方案，可以节省工程建设配套费用、设备投资、方便运营维护等，更为适用。

4.2.3 根据气候、自然资源、电费政策条件及项目特点，绿色建筑除合理利用大

太阳能光伏发电、风力发电等可再生能源外，采用储能电源装置等，充分利用新技术新能源。

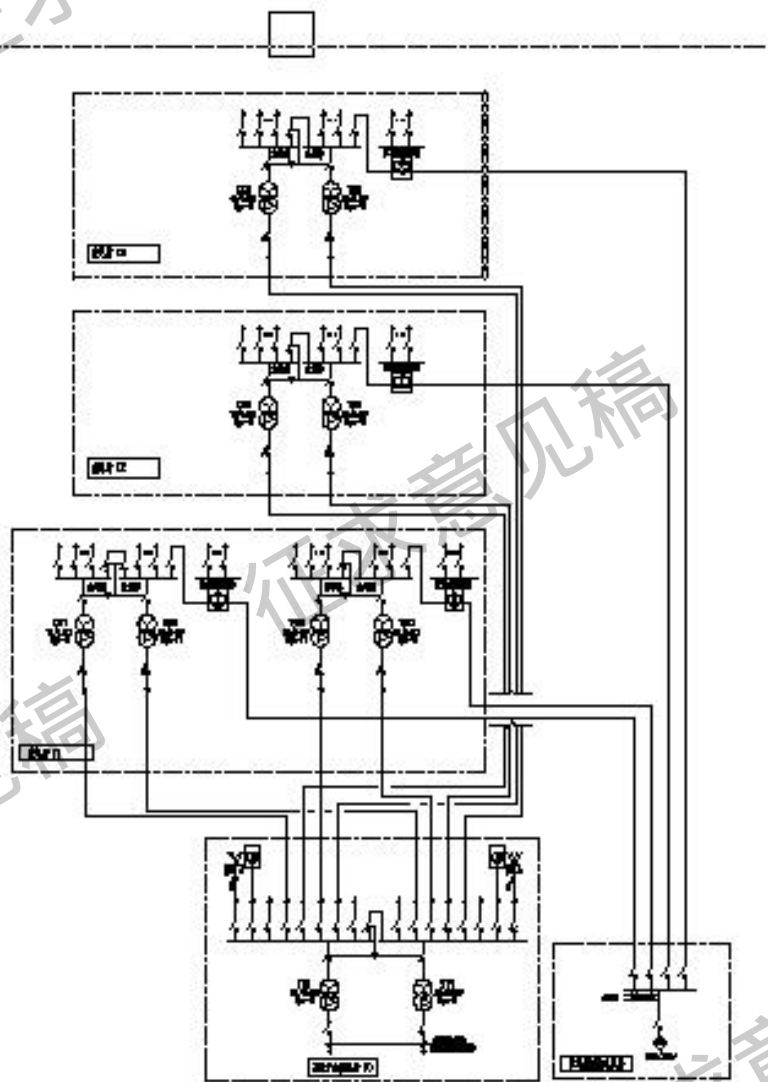
**4.2.3** 建筑全寿命期内，最大限度地节约资源、充分利用环保可持续的光伏发电、风力发电等新能源，是绿色建筑的基本要求，包括分布式微电网技术和新能源汽车的快速发展，新型锂电池的梯次利用，以及部分电气设备如家用电器、LED照明、网络服务器等的电源直流化优势特点，也为储能电源装置提供了更广泛的应用市场。采用电力储能时，必须考虑系统的安全性、兼容性、经济性等因素，应对其基本功能、接入标准、输出特性、负载特性、容量特性、保护特性、绝缘特性、并机/联机调试、噪声性能、防护等级、电磁兼容等作技术经济比较。

电力储能技术，也是《上海市既有建筑绿色更新改造适用技术目录（暂行）》重点推荐新技术之一，电力储能有电力辅助、分布式储能、梯次利用、动力电池燃料电池、电容储能等多种形式。响应贯彻电业峰谷电价差等政策条件，充分利用可再生能源，可达到在用户配电网内部自发自用、减少电费开支、平抑昼夜用电落差等方面，具有积极意义。据研究测算，采用电力储能技术的用电负荷，目前电价政策下，可以在5年内收回投资成本，效果明显。

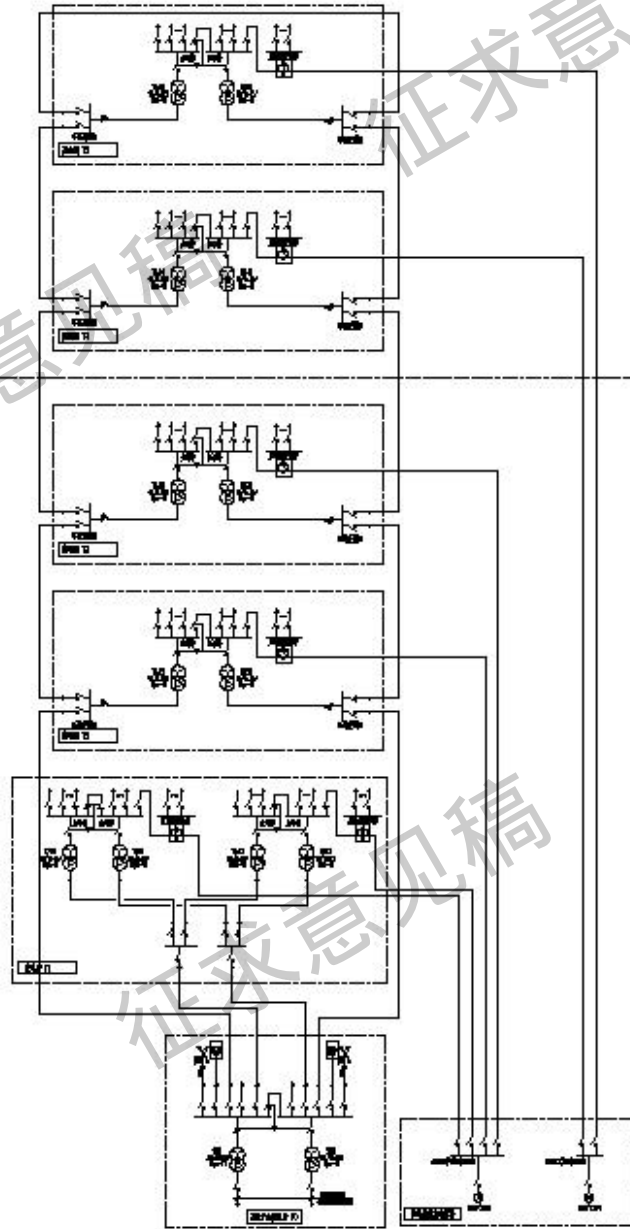
**4.2.4** 高度超过150米的建筑，主楼部分10kV线路可采用环网式、放射式或树干式方式供电。

**4.2.4** 环网供电技术，是供配电方式中较为可靠安全的。特别是超过150米的超高层建筑，按照负荷中心原则，每个设备层/避难层设置一个分变电所，能减少末端配电线路损耗提高供电质量，且超高层主楼标准层具有楼层高、每层建筑面积不大、每区段用电负荷容量较为稳定等特点，变压器的运输和检修维护更适合

较小容量的应用，因此尽量减小上楼设备层变压器的容量，且变压器规格宜相对统一。采用环网供电方式能有效节省 10kV 配电回路数量，主楼部分供电系统的可靠性较高适用性较强。典型的供电干线系统示意如下图所示：



方案一(放射式)



方案二(环网式)

4.2.5 变电所内变压器数量的确定，不应超过 4 台。

4.2.5 变电所内变压器台数控制，遵照负荷中心原则考虑。过多的设置变压器台数会造成供电距离过长，损耗增加等因素。

4.2.6 变电所低压侧线路，应按照明、电力、空调、特殊用电、消防等负荷自成

系统，分项放射式或树干式配电。当电源来自于建筑外变电所低压母排时，电源应以干线方式供电至本楼低压总配电箱后再按负荷类型配电。

4.2.6 变电所低压侧线路按负荷类型自成系统分项配电，是低压配电系统设计的基本要求之一，也有利于变电所侧能耗计量的监测和数据集成。对于园区类建筑群项目，部分规模小的单体建筑，采用低压电源进线从供电设计上更为合理。对该类单体建筑而言，其低压总配电箱（柜）可认为是该楼的电源点，该级电源由室外进线后再按负荷类型分项配电，避免了众多小负荷回路都从更上一级变电所配电的复杂且维护不变等优点，符合变电所以大容量回路、干线回路为主供电的基本配电原则，也利于降低电缆线路投资、保证用电负荷运行时的低损耗及区域性集中维护、不扩大故障影响面的实际需要。

4.2.7 配电变压器应选用低损耗、低噪声的节能型变压器，结线组别应选用 Dyn11 绕组型式。

4.2.7 变压器的能效等级分为 3 级，标识为：能效 1 级——NX1，能效 2 级——NX2，能效 3 级——NX3。变压器的空载损耗值和负载损耗值均不高于能效 2 级规定数值的变压器视为满足节能评价要求。

4.2.8 变压器设计容量，应在能效技术经济评价基础上，按综合能效费用（TOC）法进行计算选择。在经济运行范围内，不得出现低负载率使用造成空置损耗。综合能效费用法计算方法详见附录 A。

4.2.8 在全寿命期内综合考虑电气设备的容量选择，进行能效技术经济评价，对电气设计贯彻节约、高效、可持续的绿色理念具有重要意义。综合能效费用（TOC）

法进行变压器容量选择，能最大限度地利用变压器设备效能，减少全寿命期内电费支出，避免浪费。综合能效费用法计算方法详见附录 A。

#### 4.2.9 变压器的选择，应符合下列规定：

1 设置在高层、超高层主楼设备层的变电所，宜选择容量较小、重量较轻的变压器；

2 环境噪声敏感或敏感人群场所建筑内设置的变电所，如相邻距离近或无法避开时，应采用噪声低、电磁辐射小的干式变压器。

3 对于防火要求高的场所，宜选用绝缘系统耐热等级高、可燃物含量低的干式变压器。

4 多层建筑中设置的变电所、独立设置或附属设置的变电所，宜采用非可燃性液体绝缘的变压器。

#### 4.2.9 该条文主要说明如下：

1 高层、超高层建筑面临变压器上楼运输问题，本规范提出变压器容量不超过 1000 kVA 的要求，一是深入负荷中心节能考虑以减少配电线路长度，二是变压器自重考虑。目前新一代成熟应用的立体卷铁心变压器比普通结构干式变压器重量减轻 30%，适合于高层及超高层建筑。

2 环境噪声敏感或敏感人群场所建筑，如医院、学校、养老设施、机关、科研单位、住宅等，为保证人员有一个健康舒适的室内空间环境，相邻距离近或无法避开时，变电所内应采用噪音低、电磁辐射小的干式变压器。

3 按照《电力变压器 第 11 章：干式变压器》GB 1094.11 中燃烧性能等级分类标准，应选用 F1 级，即变压器易遭受火灾危险，要求限制其可燃性。应使

其在燃烧时所逸出的有毒物质和不透明烟雾降至最低程度。

4 针对民用建筑中的一些附属设施，包括景观类的项目，其变电所对防火要求相对较低，采用非可燃性液体绝缘的变压器，经济性能更佳，可考虑选用。

#### 4.2.10 不间断电源（UPS）、EPS装置、储能电源装置，可作为备用电源。

4.2.10 备用电源与正常电源之间应具备其独立性以保证当正常电源失电时备用电源发挥其备用响应作用。备用电源的选择，应充分考虑其备用负荷的性质、容量、使用工况等特点，采用合适的电源类型。在绿色建筑的全寿命期内，做到技术可靠安全、运行环保少污染、日常维护简便、投资经济适用。不间断电源(UPS)、EPS装置、储能电源装置中，电池的容量配置应满足备用负荷运行时间的需要。

4.2.11 空调主机设备及辅泵设备容量大且数量较多时，宜就近设置专用变电所，过渡季使用设备应设专用变压器集中配电；冷冻泵、冷却泵及冷却塔等应按空调设备工艺特点成组配电。

4.2.11 空调主机设备及辅泵设备，用电容量大，在本市建筑中运行具有季节性、冬夏负荷大春秋负荷小等特点。除部分建筑面积小可采用专用配电回路方式外，较多建筑项目内空调主机房设备容量具备设置专用变电所的条件，符合负荷中心设置原则。特别是主机及辅泵设备，按空调工艺特点成组配电控制，设置过渡季专用变压器，随季节关闭相关设备及专用变压器，节约空载损耗，保证其它空调设备及变压器的经济运行，可谓一举两得。

4.2.12 电力干线的最大工作压降不应大于2%，分支线路的最大工作压降不应

大于 3%。低压配电线路的总长度不宜超过 200 m；当负荷容量较小供电距离较长压降较大时，可采用较小容量变压器就近设置。

**4.2.12** 控制好低压配电线路电压降，是保证供电电源质量满足用电设备正常运行的重要方面。低压配电线路至用电设备总的最大工作压降不大于 5%，是低压配电设计的基本要求。此处提出长度要求，可作为变电所方案阶段规划设置的参考，对于个别偏远位置的单体规模较小建筑或景观类的项目，按正常低压电缆使用条件选择不满足压降条件，采用小容量变压器（如 400 kVA 及以下）更为经济合理时，电源供电可采用高压电缆。

**4.2.13** 充电桩设备较多场所，应采用专用变压器或专线供电。

**4.2.13** 随着新能源车的发展与普及，充电桩设备成了每个新建绿色建筑停车库的标准配置。国家发改委关于《电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020 年）》发改能源【2015】1454 文件中指出：原则上，新建住宅配建停车位应 100%建设充电基础设施或预留建设安装条件，大型公共建筑物配建停车场、社会公共停车场建设充电基础设施或预留建设安装条件的车位比例不低于 10%，每 2000 辆电动汽车应至少配套建设一座公共充电站。上海市《上海市电动汽车充电设施建设管理暂行规定》沪交科【2015】553 号文中也制订了建设要求，第二章 建设原则 第四条 按照“自（专）用为主、公用为辅，快慢结合、分类落实”的原则，逐步在市域范围内形成以住宅小区、办公场所自用、专用充电设施为主体，以公共停车位、道路停车位、独立充电站等公用充电设施为辅的充电服务网络，在对外通道上形成沿放射状城际高速公路为主要轴线的公用充电设施服务走廊。（一）在住宅小区建设以慢充为主的自用、专用充电设施；（二）在办公场所建设快慢



结合的专用充电设施；（三）在商业、公共服务设施、公共停车场、高速公路服务区、加油站以及具备停车条件的道路旁建设以快充为主、慢充为辅的公用充电设施。第五条 新建建筑充电设施建设应符合以下规定：（一）新建住宅小区、交通枢纽、超市卖场、商务楼宇，党政机关、事业单位办公场所，园区、学校以及独立用地的公共停车场、停车换乘（P+R）停车场应按照不低于总停车位 10% 的比例预留充电设施安装条件（包括电力管线预埋和电力容量预留）；（二）鼓励根据实际条件在以上规定基础上增建充电设施。

上海市标准《电动汽车充电基础设施建设技术标准》DJ/TJ 08-2093-2019，  
对本市充电设施发展区域进行了划分，分为一类地区、二类地区和三类地区。其  
中第 6.0.1 条~第 6.0.3 条都对住宅小区和公共建筑具体场所的停车场充电设施配  
置比例做了具体的规定。结合汽车库、停车场的防火分类要求，可认为在上海市  
充电设施一类、二类地区建设的 I 类和 II 类汽车库、停车场，为充电桩设备较多  
场所。

4.2.14 较大功率谐波源设备，宜由变电所或低压总配电间经专用回路供电。谐波源设备，宜靠近电源侧集中或分区集中布置并由同一回路供电。

4.2.14 此处的较大功率谐波源设备，主要指冷冻机房内变频水泵、空调机房内变频风机、充电桩设备、剧院的舞台灯光、医院的 X 光诊断设备、ICU 设备、LED 大显示屏、数据机房的 UPS 设备等等，采用专用回路或集中供电，便于采取抑制滤除措施，不对其它负荷造成干扰影响。

4.2.15 设备间、机房、车库等不要求精装修场所的非消防普通配电和照明线路，

应采用电缆桥架、线槽或穿管等明敷方式。

4.2.15 建筑结构和建筑设备管线分离，是绿色建筑安全耐久性能的重要体现，也是提升绿色建筑适应性的重要措施，属于绿色建筑评价标准中评分项之一。电气方面，尽量在设备间、机房、车库等非精装修场所采用电缆桥架、线槽或穿管明敷方式，在保证建筑主体结构安全耐久的同时，可以避免管线二次敷设造成浪费，维护检修阶段方便查找故障。采用格栅吊顶方式，也可以认为满足该条文要求。如地下层处于最底层的水泵房、冷冻机房等设备房，因湿度等较高，明敷设管线应做好防腐措施。

4.2.16 采用 TN-S 系统时，从变电所配出至各楼层以及至设备机房的干线电缆回路，可采用四芯电缆并沿电缆桥架敷设并共用保护线（PE 线），共用保护线（PE 线）宜采用铜母排。

4.2.16 TN-S 系统为三相四线制系统，其从未要求变电所所有低压配电回路必须采用五芯电缆线路，目前采用五芯电缆的常规做法造成电缆投资费用的增大，浪费较为严重。在共同的敷设路径如变电所集中出线桥架、电气竖井等场所，干线回路之间采用共用保护线（PE 线）的方式，可有效减少电缆线路有色金属用量，接地效果是一样的。共用保护线（PE 线）以同一通道中最大回路的相线截面规格为依据进行选择。具体施工要求，可参见《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 第 10.1.2 条要求，施工及运维时，应保证共用保护线的连贯性。

4.2.17 走廊、疏散通道等通行空间场所安装的配电箱，应采用嵌入式暗埋或精装修时包封方式，不得凸出墙面，影响通行畅通。

4.2.17 此条为绿色建筑有关安全耐久性能的控制项要求。保持建筑内走廊、疏散通道等通行空间畅通，是保证紧急疏散、应急救援的必要前提。此类场所内安装的配电箱，必须满足上述要求，平时运行维护时应严格遵守。

### 4.3 电能质量

4.3.1 应对配电网进行无功补偿，满足电网接入要求。电容器分组投切时，应采取有效措施，避开系统谐振容量，不得发生谐波的严重放大和谐振。

4.3.1 各分组电容器投切时，不能发生谐振，同时也要防止谐波的严重放大。因为，谐振是谐波严重放大的极端状态，谐振将导致电容器组产生严重过载，引起电容器产生异常声响和振动，外壳膨胀变形，甚至产生外壳爆裂而损坏。特别是现在民用建筑中各类谐波源电气设备较多，在电容器补偿回路中往往串联电抗器来避免谐振放大。需要注意的是，系统内部的谐振频率点应小于系统中可能出现的最小次谐波，才能有效避开谐振点。加大分组容量减少补偿组数，或采用不同电抗率组合的无功补偿方式，均是躲开谐振点的经济有效措施之一。

4.3.2 绿色建筑的电源输入点功率因数分级，按能效高低应符合表 4.3.2 规定：

表 4.3.2 电源输入点功率因数分级

分级	A	B	C
功率因数	$0.95 \leq \cos\phi$	$0.93 \leq \cos\phi < 0.95$	$0.90 \leq \cos\phi < 0.93$

4.3.3 绿色建筑的电源输入点功率因数，三星级宜为 A 级，二星级应不低于B

级，一星级应为 C 级；如不满足要求，应采取补偿措施。

**4.3.2~4.3.3** 此条引用 IEC 60364-8-1 标准《低压电气装置 第 8.1 部分 功能性：能源效率》中有关电源输入点功率因数的评分要求，在此根据绿色建筑的实际情况作了分级，与绿色建筑星级指标有所对应，引导设计更切实有效地控制好功率因数指标，保证用户内部配电网的电能质量安全。分级指标由高到低，可以按 A、B、C 各级予以采取抑制滤除措施，满足相应要求。

**4.3.4** 当配电系统中单相负荷较多或三相负荷不平衡度较高时，应采用分相无功自动补偿装置或静态无功发生器（SVG）。当配电系统中容性负载较多易过补偿时，可采用静态无功发生器（SVG）双向跟踪补偿无功功率或无功自动补偿与静态无功发生器（SVG）组合成套装置进行调节。

**4.3.4** 民用建筑中由于大量使用了单相负荷，如照明、办公用电设备等，其负荷变化随机性很大，容易造成三相负载的不平衡，容性负载较多时也容易过补偿，即使设计时努力做到三相平衡，运行时也会产生差异较大的三相不平衡现象。因此，绿色供配电设计，遇到此类工况时应采用分相无功自动补偿装置或静态 SVG 装置，否则不但不节能，反而浪费资源，而且难以对系统的无功进行有效补偿，补偿过程中所产生的过、欠补偿等弊端更是对整个电网的正常运行带来严重的危害。SVG 装置的优势在于可以正反向补偿调节，可以在功率因素较高 0.95 以上接近 1 时发挥作用，组合式的配置系统性价比更高。

**4.3.5** 当负荷无功波动较大、变化较快时，宜采用静态无功发生器（SVG）作为无功补偿装置。

4.3.5 由于并网滤波回路的存在，部分电力电子设备如变频电梯、直流充电桩等负荷在空载时可能呈容性；此外当供电线路过长，负荷较小时，架空线和电缆的容性无功居于主导地位，这些工况下均需要补偿感性无功，静态无功发生器（SVG）能够充分发挥其性能优势。

4.3.6 对于广告灯箱、LED 大屏幕显示器、可控硅调光装置、弱电机房、景观照明、充电桩等，当单相负荷占比较高且工作时间不同步时，宜设置三相不平衡补偿装置。

4.3.6 单相负荷多，三相负荷分布不均或工作时间不匹配的情况下都将出现三相不平衡，在三相电流总有效值不平衡率大于 15% 的时候还需要进行三相不平衡补偿。

4.3.7 根据无功较为稳定负荷、无功波动剧烈负荷、不同步单相负荷在总负荷中的占比情况，宜考虑采用混合滤波补偿装置，对并联电容器（TSC）、静态无功发生器（SVG）和三相不平衡调节装置进行配置。

4.3.7 商场空调、大型风机，剧院舞台灯光，大型医疗设备，学校实验室和检测机构大功率试验设备等负载均可能产生剧烈波动产生无功需求，这些工况下均需要快速补偿无功。建筑电气中如电梯、照明等负荷都具有随机性大的特点，因此当随机负荷占比较大的时候，采用并联电容器可能会出现投切振荡，导致电容器寿命降低，此时可采用静态无功发生器（SVG），或低压有源不平衡补偿装置快速无级跟随，保持功率因数的稳定性。

4.3.8 绿色建筑的用户变电所变压器低压侧或低压进线用户的总开关处，电源电压和电流的总谐波畸变率等级宜按由高到低分级，并应符合下列表格规定：

表 4.3.8 电压和电流总谐波畸变率分级

分 级	A	B	C
电压畸变率	THDu <3%	3% ≤ THDu <4%	4% ≤ THDu <7%
电流畸变率	THDi <5%	5% ≤ THDi <10%	10% ≤ THDi <20%

4.3.9 绿色建筑电源低压侧母排处电压和电流的总谐波畸变率，三星级宜为 A 级，二星级应不低于 B 级，一星级应为 C 级；如不满足要求，应采取滤波措施。

4.3.8~4.3.9 此条引用 IEC 60364-8-1 标准《低压电气装置 第 8.1 部分 功能性：能源效率》中有关电压电流总谐波畸变率的评分要求，在此根据绿色建筑的实际情况作了分级，与绿色建筑星级指标有所对应，可引导项目在设计时更切实有效地控制好谐波畸变率指标，保证用户内部配电网的电能质量安全。分级指标有高到低，可以按 A、B、C 各级予以采取抑制滤除措施，满足相应畸变率指标要求。

4.3.10 安装在变电所低压侧、低压进线用户的总进线断路器侧的电能计量仪表，宜带有不少于 63 次的谐波测量功能；当运行时测出的谐波含量值较高时，应按分级要求采取滤除谐波措施。

4.3.10 利用电能计量仪表对系统运行中谐波状况实时监测并采取解决措施，是保证供配电系统运行安全、节能提效的手段之一，也是保证绿色建筑电气系统运行保持绿色品质的前提之一。

4.3.11 谐波源较多且容量较大的配电系统，应按谐波潮流特性、分布规律等，采取下列抑制和滤除谐波措施：

1 变频设备、调光装置、充电桩、UPS 和 EPS 等负荷的配电电源，当容量较大时宜就近设置有源滤波装置。

2 LED 照明、办公电脑等分散布置的负荷设备配电电源，宜按区域设置有源滤波装置。

当配电系统已采取谐波抑制和滤除措施，可不考虑谐波对进线电源电缆截面规格的影响。

4.3.11 民用建筑中的用电设备，能产生谐波源的设备其分布特点如下：一种是相对较为集中布置、容量较大和谐波含量也较大的整流电路装置，如变频风机及水泵、调光装置、UPS、EPS 和充电桩等；另一种为大量分散在各场所，容量较小但谐波含量不小的 LED 照明、电脑、复印机等办公设备类。应根据不同的用电设备负荷特性采取不同的谐波抑制、滤除方案，并考虑造价、技术条件、维护等综合因素。已经采取滤波等措施的电源线路，可按常规用电设备计算电流选择电缆截面规格，也是为了达到技术要求前提下不重复配置，并控制造价投资。变电所低压侧除谐波源设备占比较大外，不宜在母排集中设置滤波装置。在变电所低压侧集中设置滤波装置，滤波能保证电源波形的位置在低压母线段，只是解决了变压器低压侧的谐波问题，除上传至高压侧的谐波畸变率指标可控外，下一级配电网各级母线端的谐波还是存在，相关的线路设计选择还是要综合考虑谐波影响，变电所侧集中滤波的代价相对较高效果并不理想。一般情况下，不建议在变电所设置有源滤波装置。

4.3.12 谐波电流含量的计算，可按附录 B 公式进行。

4.3.13 安装在谐波源设备干线回路上变电所配电断路器侧的电能计量仪表，宜带有不少于 31 次的谐波测量功能；当运行时谐波含量较高时，应在末端机房或楼层配电间采用滤波措施。

4.3.13 同上 4.3.11 条说明。

4.3.14 冷冻机房、水泵房等用电负荷距变电所较远、容量较大时，宜就地采取无功补偿措施，功率因数不低于 0.9。

4.3.14 距离变电所较远，一般指距离 150 米左右。就地进行补偿，可有效减少线路传输损耗。

4.3.15 整流装置的脉冲数宜采用不低于 12 脉冲整流或低谐波 IGBT 整流方式。

#### 4.4 电磁兼容

4.4.1 供配电系统的设计，应考虑建筑物中电子信息系统的电磁兼容性要求，选用的供配电系统设备应符合电磁兼容性检验标准。

4.4.1 做好电气工程电磁兼容的设计，是保证绿色建筑电气设施运行稳定与安全可靠、确保建筑内电磁环境符合人体健康标准要求的前提。绿色建筑供配电系统设计时应根据建筑物内部电磁环境、系统电磁敏感度、电磁骚扰和周边其他系统的电磁敏感度等因素，实现电子信息系统内部以及与供配电系统的电磁兼容性。



需要遵守的相关电磁兼容性标准主要有：《电子环境控制限值》GB 8702 和《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204 等。

**4.4.2 电磁兼容方案需确定工作频段指标、防护干扰源类型、传输方式等。电磁兼容控制技术可采用屏蔽、滤波、接地等。**

4.4.2 要实现系统内或系统间的电磁兼容需从分析形成电磁干扰后果的基本要素出发。由电磁骚扰源发射的电磁能量，经过耦合途径传输到敏感设备，这个过程称为电磁干扰效应。因此，形成电磁干扰后果必须具备电磁干扰源、耦合途径和感应敏感设备 3 个基本要素。所以需要从分析各要素的频率特性，有针对性地防护电磁干扰。

**4.4.3 强弱电控制线路中，可采用由电感、电容、电阻构成的选择性可插入滤波器。**

4.4.3 该条为电磁兼容的常规手段，滤波器可以形成工作频段信号低阻、非工作频段信号高阻的效果。

**4.4.4 重要电子信息系统机房或电子敏感度较高的电子设备，不应与系统外的强电磁骚扰源贴邻布置。**

4.4.4 建筑内常见的干扰源包括工作中的变压器、发电机、大功率非线性电子元件、永磁设备和各种信号发射天线。所以重要电子信息系统机房应评估电磁环境，远离电磁干扰源。解决电磁干扰问题的方法有：抑制干扰源（滤波、屏蔽和接地）、切断干扰的传播途径、提高敏感设备抗电磁干扰的能力（降低对于扰的敏感度）。

4.4.5 公众曝露的绿色建筑室内及室外附属空间内，电磁环境控制限制应符合现行国家标准《电磁环境控制限制》GB 8702的规定；当超出限制要求时，应采取控制措施。

4.4.5 详见 GB 8702-2014《电磁环境控制限值》第 4.1 条表 1，也是绿色建筑安全耐久性能的控制项。

4.4.6 电场屏蔽防护采用金属外壳接地形式，接地电阻需不大于 1 欧姆。

4.4.6 电磁屏蔽室与建筑物采用共用接地时，接地装置的接地电阻不应大于 1 欧姆。医疗等特殊用途的屏蔽室按有关标准或工艺要求确定。

4.4.7 磁场屏蔽需根据不同频率采用不同的防护，低频磁场采用铁磁材料组成屏蔽外壳并接地，高频磁场采用铜、铝、钢等金属良导体并接地。

4.4.7 需要设置屏蔽室的设计可参考《电磁屏蔽室工程技术规范》GB/T 50719-2011。

4.4.8 低压配电系统的接地型式宜采用 TN-S、TN-C-S 系统。

4.4.8 只要末端的低压配电系统为 S 系统，无论电源端型式如何，均认为满足要求。

## 4.5 智能配电及节能控制系统

4.5.1 供配电绿色设计宜选用智能配电系统，系统应符合下述规定：

1 通过系统优化，能减少供配电系统的停电故障，提高供电可靠性。

2 具备用电设备能耗分析功能，提高电源使用效率。

3 具备资产信息、运行维护计划、工单执行记录追溯等设备全生命周期资产运维管理功能。

4 具备设备健康分析、诊断及管理功能，并可通过在线顾问咨询服务，进行设备运行和资产维护指导。

4.5.1 利用智能配电系统可对供配电系统运行时进行整体优化，实现对系统中故障的提前预警，及时解决问题，避免故障的发生，以提高供电可靠性。具有能耗分析及资产运维管理功能可提高系统运营效率，由依赖人的运营维护转变为系统主动性运营维护，更及时更精准。运营维护由线下转变为线上，运用大数据分析，由专家团队及时找到系统问题，并提出解决方案。

4.5.2 设计智能配电系统时，应选择可互联互通的智能保护电器，并具备以下功能：

1 监测电流、电压、功率、电能、频率、功率因数、谐波等电气参数；

2 具备屏幕显示，提供保护电气设备的运行参数的显示功能；

3 可监测谐波畸变率，实现系统电能质量预警；

4 可记录脱扣前后波形的电流和电压采样瞬时值，实现脱扣波形捕捉功能，及异常情况下实现报警处理，便于故障分析和追溯；

5 具有触头老化分析，为主动运维提供判断依据；

6 可通过有线或无线通信读出保护电器动作或故障脱扣前测量的电参量，控

制单元功能应易于扩展；

7 具备数据采集、开放协议和通信功能，并可直接接入物联网。

4.5.2 本条文作如下说明：

1 上述参数均为基本的电气参数，需要加以实时监测。对于谐波的监测，能够第一时间了解配电回路的供配电质量，为后续改善工作提供预警。

2 本地直观地显示断路器各项参数和报警信息，图形化的曲线显示可以更加直观地了解到每相负载比例以及断路器不同运行状态信息。

3 根据 GB/T 14549-1993 《电能质量 公用电网谐波》，规定了公用电网谐波的允许值及其测试方法。监测谐波畸变率，可以有效的了解电能质量并及时预警。

4 故障录波信息，包括脱扣前和脱扣后的一定周波的波形记录，对于故障分析和追溯非常有意义。

5 机械合分闸、短路分断等都会对触头产生磨损，实时的触头磨损百分比，对于实时了解断路器的运行健康状态，减少停电灭弧室目视检修频率，提前规划备品备件和预防性维护计划都至关重要。

6 更加集成化的测量功能，不但能够实时在本地和通过远程通信获取全电参量信息（采用无线方式通信时，应注意数据传输的安全性），而且在发生故障脱扣时，可以记录更加详细的电流、电压、频率等故障信息，作为故障分析的数据支撑。

7 智能配电和物联网对于断路器等设备的基础要求是互联互通，更加便捷的通信接入功能和数据采集功能至关重要。

4.5.3 空调冷热源主机房等场所应设置设备节能控制及管理系统，对冷热源系统主机、冷冻泵、冷却泵、冷却塔和热水泵等设备进行节能监控，保证设备按绿色节能控制策略高效运行。

4.5.3 空调冷热源主机房指中央空调机房、换热机房、锅炉房等。中央空调系统是整个公共建筑耗能的中心，空调冷冻机房空调冷（热）源系统作为空调系统的中心，其设备数量、容量与负载的匹配设计和采用的系统节能控制策略，对空调系统能耗影响重大。节能控制包括根据冷（热）负荷对制冷机的控制和循环水泵的变频控制，本条文对绿色建筑这两方面的控制做此要求。

目前，新型的建筑设备一体化智能监控系统是未来节能控制的主流。由于空调系统具有多参量、非线性及冷热负荷波动性等特点，易造成系统运行工况偏离最优效率运行状态，导致冷水机组热转换效率降低。在保证舒适度条件下，为了提高空调系统能效，必须对空调主机、冷冻泵、冷却泵和冷却塔等各个环节进行全面优化控制。绿色建筑设备一体化智能监控系统由设备端和管理端组成，为设备管控一体化设计，其采用智能控制技术，实现中央空调系统运行参数的适时调整，实现冷媒流量跟随负荷的变化而变化，确保主机在任何负荷条件下都处于最佳运行工况，始终保持较高的转换效率（COP），最大限度降低空调系统能耗，达到节约运行成本的目的。

## 4.6 直流配电系统

4.6.1 绿色建筑内可根据直流分布式能源及电气设备、全寿命期经济性等使用情况，决定直流配电系统的选用。

4.6.1 可再生能源开发与利用的大力发展，对绿色建筑的发展功不可没。风力、储能电池、太阳能光伏等能源发电方式，基本都是直流供电的模式。为了与传统交流电网相连接，实际应用中的很多办公设备、部分家用电器和 LED 照明灯具等，都必须通过 DC/AC 逆变器才能实现兼容互通。国内外对直流配电系统，进行了多年研究且成果颇丰，并有示范性项目运行。直流配电系统没有无功功率无谐波问题，相对于交流系统可以大大减少交直流变换环节，在直流负载供电效率、电能质量、控制灵活性等方面相比交流系统有优势，在可靠性与投资回收期方面也具有优势，非常适合于分布式微电网的推广应用。绿色建筑在可再生能源利用上，如考虑在低压交流系统中采用与直流配电系统相结合的局部直流系统应用，将是未来新技术应用及发展趋势，在全寿命期内意义重大。此条在绿色建筑评价上，也是创新技术应用的一个重要方面。

4.6.2 直流配电系统应以简化电压等级、减少变压层次、优化网络结构为原则。

4.6.3 直流配电系统设计，应考虑电气产品负荷特性，选用成熟的直流电压输入电器产品，减少能源转换损耗，保证电源质量环境。

4.6.4 直流配电电压等级的确定，需要综合考虑与现有交流电压衔接，与新能源、储能装置、直流充电桩、LED 灯具、网络设备和家用电器等直流设备的便利接入，以及用电容量、供电半径、电压偏差和安全性能等因素。

4.6.2 ~ 4.6.4 直流配电系统同交流配电系统一样，如配电层次过多，使管理不便、操作频繁，而且由于串联元件过多造成配电系统各环节引发事故的可能性增加可

靠性降低。绿色民用建筑中，直流配电系统目前较为成熟的应用案例是在用户交流配电系统下楼层及末端的场所，即交直流混合配电系统。因此，配电电压等级宜为二级，第一级为交流电压整流为直流电压，满足直流充电桩或直流空调等电压较高设备需要；之后的网络服务器、交换机等设备，LED 灯具等设置，再通过直流变直流（DC/DC）模块作为第二级配电。

直流电压的选择，在绿建项目中一定要结合电气设备负荷特性（包括太阳能光伏等新能源和储能装置等），以及使用规模、数量、配电半径、电器产品成熟情况等因素综合考虑，这对降低直流配电网中的能源转换损耗，保证电能质量环境，意义重大。

电力储能技术，也是《上海市既有建筑绿色更新改造适用技术目录（暂行）》重点推荐新技术之一，电力储能有电力辅助、分布式储能、车载电池梯次利用、动力电池燃料电池、电容储能等多种形式。利用电业峰谷电价差等政策，充分利用可再生能源，达到在用户配电网内部自发自用、减少电费开支、平抑昼夜用电落差等方面，具有积极意义。据研究测算，采用电力储能技术的用电负荷，目前电价政策下，可以在 5 年内收回投资成本，效果明显。

**4.6.5 直流配电系统设计，还应符合现行国家标准《中低压直流配电电压导则》GB/T 35727 和团体标准《直流配电网用直流控制与保护设备技术要求》T/CSEE/Z 0064 的规定。**

**4.6.5 绿色建筑的直流配电技术，属于需要深入研究探讨和应用实践的电气绿色新技术，各地均在尝试示范项目进行应用性研究和分析，深圳建科院的未来大厦即是较为典型的案例之一。目前除上述相关规范外，可参考的行业标准主要还有：**

《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044。

4.6.6 直流配电系统的保护，应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

4.6.6 低压交流配电系统中可靠性、选择性、灵敏性和速动性的保护要求，同样适用于直流配电网。直流配电系统的设计，应体现以人为本的精神，保证人身安全是第一要素。系统的可靠运行，也是绿色建筑电气系统的必要保障。随着低压电器的快速发展，上下级保护电器之间的选择、配合特性不断完善，过负荷保护、短路保护的选择性比较容易实现，加上系统保护的灵敏度和速动性增强，即使故障发生，也能局限于较小的范围之内，更利于电气设备的维修和保养。

4.6.7 直流配电系统应符合下列规定：

- 1 直流配电保护应按直流特性选择相应的保护电器；
- 2 直流配电回路应选择满足直流特性的电线电缆；
- 3 每个直流供电回路起始端均应装设直流过负荷及短路保护电器作为过电流防护措施，过负荷保护和短路保护功能可集合在同一个保护电器或保护装置中；
- 4 直流供电回路宜对地绝缘，并在正负母线上安装绝缘监测装置实时监测线路绝缘状态。

4.6.7 直流负荷不同于交流负荷，负荷特性不呈现出正弦过零的周期规律性，保护电器在分合闸时也无法利用过零点特性进行灭弧设计，这增加了直流保护电器研发的复杂程度，其相关的电器的保护功能必须符合系统特性。



## 4.7 变配电所及配电间

4.7.1 变电所设置，应遵循配电线路损耗最低原则，通过附录 C 计算方法得出理论值，并综合考虑建筑功能场所的使用价值和合理布局，确定位置。

4.7.1 近年来国内外陆续开展电气工程负荷中心定量计算的理论研究，IEC 60364-8-1 标准《低压电气装置 第 8.1 部分 功能性：能源效率》的附录 A 中，率先提出利用电气系统负荷年能耗的重心作为系统负荷中心的计算方法（简称重心法），尔后国内中国中元国际工程有限公司主持在编的 CECS 标准《建筑电气系统能效评价标准》中有系统最小能量矩法（简称能量矩法）及系统最小损耗法（简称损耗法）。三种方法都能计算出系统的负荷中心及系统的平均负荷距离，当平均负荷距离过大，将提醒设计师划小供电范围。其中重心法计算方便，也接近理论上的最佳点，能量矩法及损耗法通过相对复杂的计算可以求得系统理论上的最佳点。本规范结合国内设计习惯，在附录 C 中列举了负荷重心法及最小能量矩法，方法各异，总体目标是一致的，为减少供配电系统用电负荷在传输中的能量损耗，方便设计人员在确定变电所、配电箱具体位置时有科学合理、量化的分析方法，而不是轻率地随意确定。当然，民用建筑有其自身的功能特点和使用场所要求，建筑平面的布局需要综合考虑其应用价值，公式中确定的位置未必是最合适的场所（可能为建筑主体功能所占据）。但通过计算，可以多方案比较，选择最为靠近理论计算点位置，寻求最佳的供电设计方案。

4.7.2 建筑物内楼层或区域配电间，宜设置在本层或本区域按负载重心法确定的位置或邻近。

4.7.2 配电间为建筑内某一区域供电电源点，位置选择应以配电线路传输能耗最小为原则，宜按负载重心法或最小损耗法确定其合理位置。

4.7.3 变电所位置设置，应符合下列规定：

1. 对于大型公共建筑，供电距离不宜超过 200 米；

2. 对于超高层建筑，主楼部分宜在每个设备层/避难层设置一个分变电所，最多不应超过每二个设备层/避难层设置一个分变电所。单台变压器容量控制在 1000 kVA 及以下。当设备层设备较多并集中时可除外。

4.7.3 低压供电线路，如供电距离过长，为满足电压损失在用电设备合理范围内，必然要增大电缆截面降低电阻来满足，这无疑会增加设备投资。控制好供电距离，是节能的有效措施之一。

超高层建筑的主楼设备层，多是兼避难层使用，每层机房的建筑面积有限。每一设备层设置变电所，有利于控制变压器容量，减少供电半径，对于今后变压器维护检修利用电梯井道搬运设备较为方便。设备层设备较多时，除了标准层用电负荷外，变压器容量会相应增加，过大容量也不合适。因此可以通过专设变电所（或变压器），集中供电方式解决。

4.7.4 变压器室、高压配电室、电容器室，不应在教室、居室的直接上、下层及贴邻处设置；当变电所的直接上、下层及贴邻处设置病房、客房、办公室、智能化系统机房时，应采用减振、屏蔽、降噪等措施。

4.7.4 变压器室、高压配电室、电容器室等场所，设备运行中会产生振动、噪声和低频电磁辐射，不适合于人们在其邻近场所长期工作、学习和生活。绿色建筑

需要给人创造一个健康、舒适、无害的室内环境，特别是针对老年人、青少年、病人等经常活动的场所。上述场所室内允许噪声级，宜满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中各类建筑场所的高要求标准值。当变电所的直接上、下层及贴邻处设置病房、客房、办公室等时，应采用减振、屏蔽、降噪等措施；邻近智能化系统机房时采取措施，是为了保证智能化系统设备的正常安全运行。

**4.7.5 变电所内设备，应合理布置充分考虑电能传输损耗；在满足安全操作维护前提下，有效控制机房面积。高压配电间、变压器室、低压配电间等宜分隔布置。**

4.7.5 变电所内设备布置，同样存在着传输电能损耗的问题。高压进线、变压器转换、低压配出电缆或母线槽等回路，如设计布置不合理，与电能传输的路由方向不符甚至倒送，既提高一次设备投资费用又增加了配电损耗。另外，民用建筑的建造面积受建设规划控制等影响可谓寸土寸金，控制好变电所机房面积，布置紧凑合理，节省空出的面积留作备用房间及停车位等主要功能使用，可以充分发挥商业利用价值，减少不必要的浪费。变电所内各设备房间分隔布置，更有利于运行及维护安全，变电所空间分隔后减少气体灭火配置的设备数量。

**4.7.6 大型或重要的变电所，双重进线电源及消防负荷、重要负荷的两路配出电源回路，敷设路径上应做好物理隔离。配电间内的竖向管井，线路敷设时应分两侧隔开布置。**

4.7.6 变电所的双重进线电源及消防负荷、重要负荷的两路配电电源，是用电可靠的安全保障。其敷设路径上如发生短路故障、火灾等事故时，备用电源或回路

必须不同时受到损害,采用物理隔离不失为一个简单可靠的方法。常规配电间内,竖向管井通常设置一侧,所有电缆回路集中敷设在一起,忽视了电缆运行中的安全因素,对维护检修查找故障原因也有不便。

4.7.7 对于园区类建筑群项目,单体楼如为低压进线,电源低压供电距离不宜超过150米。单体楼内应设置低压总配电间,且沿低压电源进线方向靠外墙侧设置。

4.7.7 沿低压电源方向设置低压配电间,是为了避免低压电缆线路敷设绕行,无端增加电缆造价和损耗。靠外墙设置,对单体建筑而言,也方便外线、内线界面区别。

## 5 电气设备装置绿色选型

### 5.1 一般规定

5.1.1 电气设备选择，应考虑在全寿命期内减少对资源的消耗、减轻对生态环境的影响，具有节能、减排、安全、健康、便利和可循环及耐久性特征。

5.1.1 本条文全寿命期包含两个方面，建筑的寿命周期和电气设备的寿命周期，通常建筑物本体寿命在 50 年、100 年，设备 6~30 年不等。电气设备的选择，也应从两个方面考虑，一个是电气设备本身的寿命周期分析，一个是建筑寿命周期内的电气设备选择更换分析。提出全寿命期成本分析，可以优化建筑技术和电气设备选用，在满足设计质量和用户需求前提下做到成本最低。

5.1.2 电气设计中选用的变压器、密集绝缘母线槽、不间断电源装置（UPS）等，应为满足中国节能产品认证规则的产品。

5.1.2 节能产品认证，是以国家《节能法》为法律保证，对符合质量、安全等方面标准要求、在社会使用中其效率或能耗指标参数相当于国际先进水平或接近国际水平的国内先进水平的节能产品，进行证明并颁发节能产品认证证书和节能标志的一项活动。节能产品是绿色设计选型的基本要求，鼓励优先选用满足节能产品认证规则的产品，符合绿色技术发展的政策导向。

5.1.3 电气设计中设备装置绿色选型，应符合下列规定：

- 1 选择符合相关绿色法律法规及绿色产品标准的电气产品；

- 2 选择标识要求和限制有害物质要求的电气产品；
- 3 选择多功能、模块化、易维护、可拆解和循环利用的电气产品。

5.1.3 绿色设计产品的理念，来源于《电子电气产品环境意识设计》GB/T 23686、《环境管理体系要求及使用指南》GB/T 24001、《生态设计产品评价通则》GB/T 32161 等规范要求，以产品的绿色制造为最终体现，实现供给侧结构性改革，侧重产品全寿命期的绿色化。产品绿色化，是综合分析产品从原材料选用、生产、销售、使用、回收、处理等全寿命期的各环节，对资源环境造成的影响，做到对能源资源消耗最低、生态环境影响最小、可再生率最大。同时，要求生产企业的污染物排放状况、产品质量性能、节能降耗水平、生产工艺先进性等，达到国家及行业标准要求。

第 1 条，是国家法律法规及标准规范的执行；

第 2 条，是针对产品原材料、生产工艺方面的绿色要求；

第 3 条，是针对绿色设计产品功能方面的技术要求，多功能、模块化，是产品发展的重要方向。

5.1.4 宜选择满足现行国家标准《电子电气产品生态设计评价通则》GB/T 34664 的电气产品

5.1.4 为贯彻落实绿色发展方针策略，国家工业和信息化部等有关部委在绿色机电产品的设计、制造、检验测试等方面，不断加强政策引导，开展绿色制造体系建设，组织相关行业协会等专业团体发布制定了一系列标准及文件规定。在电子电气产品领域，颁布了一些绿色设计产品的评价技术规范，推动绿色设计产品评价工作。除了《家用及类似场所用过电流保护器》T/CEEIA 334-2018，《塑料外

壳式断路器》T/CEEIA 335-2018 外，在工信部网站上公布的绿色设计产品标准清单（2020 年 3 月更新）中，共 129 种，其中与电气设备及原材料先关有十几种：

有色行业：《多晶硅》T/CNIA 0021-2019、《电工用铜线坯》T/CNIA 0034-2019。

机械行业：《柴油发动机》T/CMIF 52-2019、《风力发电机》T/CMIF 57/58-2019，《铅酸蓄电池》T/CAB 0022-2017，《锂离子电池》T/CEEIA 280-2017，《电动工具》T/CEEIA 296-2017，《家用和类似用途插头插座》T/CEEIA 374-2019，《家用和类似用途固定式电气装置的开关》T/CEEIA 375-2019，《家用和类似用途器具耦合器》T/CEEIA 376-2019，《小功率电动机》T/CEEIA 380-2019，《交流电动机》T/CEEIA 410-2019。

电子行业：《金属化膜薄电容器》T/CESA 1032-2019，《基础机电继电器》T/CESA 1071-2020，《光伏硅片》T/CESA 1074-2020。

通信行业：《光网络终端》YDB 192-2017，《以太网交换机》YDB 193-2017，《服务器》T/CCSA 253-2019，《光缆》T/CCSA 255-2019，《通信电缆》T/CCSA 256-2019。

5.1.5 电气设备装置运行产生的电磁干扰，应满足现行国家标准《工业、科学和医疗（ISM）射频设备 骚扰特性 限值和测量方法》GB 4824 的规定。

5.1.5 现行国家标准《工业、科学和医疗（ISM）射频设备 骚扰特性 限值和测量方法》GB 4824-2103，2015 年 1 月执行，标准规定了电磁干扰（骚扰电压）限值和测量方法。应用于“工业、科学、医疗、家用或类似目的而产生和（或）使用射频能量的设备或器具，不包含电信领域”。

A 类设备：非家用和不直接连接到住宅低压供电网设施中使用的设备，A 类

设备应满足 A 类限值。

B 类设备：家用设备和直接连接到住宅低压供电网设施中使用的设备， B 类设备应满足 B 类限值。

## 5.2 电气设备能效

5.2.1 变压器能效限定值，应符合现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB20052 的规定，能效限定值可参照附录 D 要求。二星、三星评价标识建筑，宜满足能效 1 级；一星评价标识建筑，不低于能效 2 级。

5.2.1 现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB20052 的新版标准将于 2021 年 6 月执行，新标准对变压器空载损耗的降低提出的要求：新 3 级能效，等同 2013 版的 2 级能效；新 2 级能效，在 2013 版能效 2 级上降低 15%；新 1 级能效，在新 2 级能效上再降低 15%。电气产品的能耗降低，应以技术更新和提高为基础，创造出更新、更节能产品，符合绿色建筑发展理念。

5.2.2 电动机、风机、水泵应符合现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613、《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761、《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 的规定，能效限定值可参照附录 F 要求。二星、三星评价标识建筑，宜满足能效 1 级；一星评价标识建筑，不低于能效 2 级。

5.2.2 引自于《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 条文，星级要求与能效等级对应为了鼓励采用高能效设备。



5.2.3 密集型母线槽的能效应满足《密集绝缘母线槽节能认证技术规范》(CQC3131-2015)中规定的表一、表二节能征价值要求,不得采用高于表中损耗功率值要求的产品。

5.2.4 不间断电源 UPS 的效率和输入特性应满足下述表 5.2.4 要求:

表 5.2.4 UPS 不间断电源能效限值

项 目	功 率	功 率	功 率	功 率
	≥3 kVA 至 <10 kVA	≥10 kVA 至 <40 kVA	≥40 kVA 至 <200 kVA	≥200 kVA
电源效率(带 15%负载)	≥80.2%	≥ 84.7%	≥ 87.9%	≥ 90.1%
电源效率(带 25%负载)	≥ 85.6%	≥ 90.1%	≥ 91.5%	≥ 92.8%
电源效率(带 75%负载)	≥ 87.4%	≥ 91.5%	≥ 92.8%	≥ 93.7%
电源效率(带 100%负载)	≥ 87.4%	≥ 91.9%	≥ 92.8%	≥ 93.7%

5.2.4 不间断电源 UPS 的能效应满足《不间断电源节能认证技术规范》(CQC3108-2011)中表 1、表 2 规定的电源效率和空载输入功率要求。对 UPS 的能效值的节能标准,也是绿色数据中心评价时的得分项之一。

### 5.3 配电变压器

5.3.1 变压器选择应依据现行行业标准《配电变压器能效技术经济评价导则》DL/T 985 的规定,进行能效技术经济评价。

5.3.1 本标准提供了一种用于分析和比较配电变压器能效的技术经济评价方法-“TOC”法,目的是为了指导配电变压器用户从经济角度更加直观地了解、评判变压器的节能效益。该方法综合考虑了变压器价格、损耗、负载特点、电价等

技术经济指标对变压器经济性的影响，可指导变压器用户全面、正确地认识高效节能变压器的经济性，选择更为经济、合理的配电变压器。

绿色设计的变压器选择，仅限于节能型变压器范畴，即国家标准规定的 1 级和 2 级能效变压器，否则也谈不上绿色概念。经过计算和比较分析，得出以下结论：

1) 相对 3 级能效变压器，2 级能效变压器回收期约 5~8 年左右，1 级能效变压器回收期约 8~10 年左右。合理范围内变压器负荷率越高、电费越高（不同地区），成本回收期越短。

2) 在变压器容量选择方面，应注重负荷计算的实效性，保证运行阶段的变压器负荷率不应过低。

**5.3.2 变压器绝缘系统的耐热等级应不低于 F 级；当过载能力要求高的使用场合时，宜采用 H 级及以上级。**

5.3.2 变压器寿命取决于绝缘系统，同样运行条件下，耐热等级越高，相对设备寿命越长。结合建筑生命周期需要，控制变压器容量选择同时，适当提升变压器使用寿命，减少更换次数。一些新型变压器绝缘材料环保、阻燃，绝缘等级可以达到更高等级。

**5.3.3 宜选用低损耗材料、生产工艺环保和材料可回收的变压器。**

5.3.3 随着绿色建筑的发展要求，变压器节能要求大幅提高，低损耗材料和生产工艺环保的变压器，符合今后发展需求。目前，民用建筑内使用的变压器，优先选用满足能效相应等级的立体卷铁心变压器和非晶合金变压器。

5.3.4 变压器宜设置具有运行参数上传功能的专用智能终端设备。

5.3.4 变压器智能终端安装于变压器本体，监测参数（温度和噪音等），通过数据上传至管理平台，通过管理软件分析，加强日常维护、寿命周期运行参数控制等，是今后物业管理智慧化的基础组成。

5.3.5 干式变压器噪声（声压级）最高限值和可燃物含量最高限值的选择应考虑项目使用场所的要求，并提供型式试验报告。

5.3.5 噪声控制是绿色建筑环境舒适和宜居的基本要求。此条要求变压器在实际运行中的噪声控制在较高的指标值，鼓励选用更低噪声值的变压器或隔墙采取更有效的隔声措施，保证相邻场所的工作、学习和居住环境满足《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的要求。

5.3.6 配电变压器型号标注，应按附录 D 规定要求进行，体现能效等级。

5.3.6 该条文标注方法，摘自国家机械行业标准《变压器类产品型号编制方法》JB/T 3837-2016，该标注方法，完整地体现了能效等级等一些主要参数指标。

## 5.4 设备配套电动机及配电装置

5.4.1 设备配套电动机应考虑与主设备的同寿命性，或者采用构造便于拆换、更新或升级的产品。

5.4.1 引自《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 第 4.2.7 条，设备的选择应结

合全寿命期概念，机电设备的电动机属于核心部件，应选择与设备对应的产品，或者结构上便于拆换、更新或升级。

5.4.2 电动机主回路中宜采用多功能控制与保护开关设备，保护功能包括过载保护、断相保护、缺相保护、温度保护、三相不平衡保护等。

5.4.2 电动机保护要求，属于国标《通用用电设备配电设计规范》GB 50055-2011的基础要求，电动机主回路综合保护装置发展迅速，尤其是建筑设备一体化智能监控设备、物联网技术的应用逐渐成熟，值得推荐。

5.4.3 电动机运行参数宜上传至管理平台。

5.4.3 用电设备参数采集，一方面是能耗系统数据采集、计量、分析，二是通过平台的综合分析能力，提升物业管理智慧化。

5.4.4 分配电装置和末端配电装置内部，宜采用安全防护隔板。三星级建筑，应采用安全防护隔板。

5.4.4 安全耐久，是绿色建筑的主要性能指标之一。该条引自绿建评价标准要求并作一提升，属于安全防护的具体要求。

5.4.5 配电装置宜采用具备可通信功能的元器件，实时把运营参数上传后台系统。

## 5.5 密集绝缘母线槽

5.5.1 密集绝缘母线槽的导体材料应根据负荷性质、环境条件、配电线路条件、安装部位、综合造价等实际情况选择铜、铝或铝合金导体等。

5.5.2 密集绝缘母线槽当其金属外壳具有连续性、连接器附侧板与母线槽侧板可靠连接以及附侧板导体截面积不小于干线保护导体等效截面积,并保证两母线槽单元连接时干线保护导体的结构不先断开时,宜采用金属外壳作为干线保护导体(PE线)。

5.5.2 采用外壳兼做 PE 线时,金属外壳应具有电气连续性,此条符合《低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分:型式试验和部分型式试验成套设备》GB 7251.1 的规定。保护导体截面不少于相导体的 50%等效截面积,符合 GB/T 7251.-2013 表 5 的等效截面积规定。

密集绝缘母线槽是将裸母线用绝缘材料覆盖后,紧贴通道壳体放置的母线槽,相间紧贴,中间没有气隙,有较好的热传导和动热稳定性。母线槽外壳一般有表面喷涂钢板、塑料及铝合金三种材料。铝合金外壳母线的内部结构为“三明治”式密集绝缘,外形尺寸紧凑,重量较轻,外壳设置散热板增大散热面积,外壳防护等级可达 IP66,可适用于室内外应用,外壳可作为 PE 线使用。

5.5.3 采用母线槽干线式配电,且各配电点负荷均衡时,选用变容节装置时,变容处应设置保护或测控装置,并校验短路保护灵敏度。

5.5.3 低压母线槽主要分为密集绝缘母线槽、空气绝缘母线槽和耐火母线槽,其中以密集绝缘母线槽为主,占比约为 70~80%,大电流母线槽推荐首选密集绝缘

母线式。在母线槽配电系统中，当某一段的负荷电流小于或等于始端电流一半时，为节省投资可选择变容节，并注意如下方面：

- 1 母线全长不应两处变容。
- 2 变容节之后线路的额定电流不宜小于前级额定电流的 50%。
- 3 母线槽经变容后，应满足末端短路时始端保护的灵敏度。

5.5.4 非消防配电线路，母线槽的内部导体、连接器、插接口的导体极限温升应小于或等于 70 K，外壳应小于或等于 55 K；消防配电线路采用耐火母线槽时，上述两处的极限温升分别应小于或等于 105 K 和 55 K。母线槽内部的绝缘材料耐热等级不应低于母线槽极限温升值加上 40 °C 环境温度值的总和的温度。

5.5.4 本条为母线槽绝缘水平、生产工艺的技术要求，参照 T/CECS 170-2017《低压母线槽应用技术规程》要求提出。低压母线槽绝缘水平一般为 A 级或 B 级，绝缘长期允许温度为 105° C、130° C。绝缘材料以前大部分采用聚四氟乙烯带手工缠绕，材料在高温时会释放有毒气体。随着机械化生产工艺提升，绝缘材料已改用聚脂薄膜，提高了绝缘水平，可达到 B 级，绝缘长期允许温度为 130° C，此材料属于环保型无毒无卤材料。

绝缘材料的耐热等级应为 B 级及以上。如采用 F 级及以上等级的密集型母线槽则更能保证长寿命使用。已有企业应用环氧树脂流化新技术，在导体表面形成绝缘被覆，经固化成型后绝缘水平可达到 H 级，绝缘长期允许温度为 180° C。

根据国家现行标准《低压成套开关设备和控制设备》GB 7251 的规定，国内母线槽设计环境为 40° C，温升有 55K、70K、90K、105K 四种。用于民用建筑电气工程的母线槽主要有温升值小于或等于 55K、70K 两类产品，工程设计选型

应注明温升限值。温升值是衡量产品性能优劣的主要指标之一，正常环境温升超过 70K，由于不安全而不应使用，温升越低，损耗越小，寿命越长，运行越安全。

5.5.5 宜配置母线监控系统，运行参数上传运维管理系统，有效监控母线槽运行，提高运行安全性。

## 5.6 UPS、EPS 装置

5.6.1 EPS 电源装置应为满足应急管理部消防产品合格评定中心认证规则要求的产品。

5.6.1 民用建筑内的 EPS 电源装置，一般用于消防应急照明，应具有消防产品认证。

5.6.2 UPS 装置的电气性能指标、保护和管理功能、安全可靠要求等，应符合现行行业标准《通信用交流不间断电源（UPS）》YD/T 1095 和《通信用模块化交流不间断电源》YD/T 2165 的规定。

5.6.2 UPS 装置一般由整流器、蓄电池、逆变器、静态开关和控制系统组成，通常采用在线式，用于重要负荷的备用电源，如数据中心、安保机房、医疗场所 2 类设备、特殊要求照明及其他不允许断电场所。

5.6.3 UPS、EPS 装置内蓄电池评价指标，应符合现行标准《绿色设计产品评价技术规范-铅酸蓄电池》T/CAGP 0022，《绿色设计产品评价技术规范-锂离子电

池》T/CEEIA 280 的规定。

5.6.3 蓄电池属于储能装置，铅酸电池或胶体电池应用时间较长，技术成熟，近几年随着锂电池技术的成熟，其应用逐渐广泛。绿色设计产品技术规范，对铅酸电池、锂离子电池在产品的无害化、模块化、拆解性、可再生利用性等方面做出了规定，应遵照执行。

5.6.4 UPS 装置宜选择采用 IGBT 技术的模块化产品，支持热插拔便于扩展。

5.6.4 UPS 主要分为工频机和高频机，工频机是传统的可控硅整流技术，高频机是 IGBT 整流的技术。工频机在抗感性负载冲击、对酸碱碱性气体等恶劣环境适应方面能力较强。但随着电力电子技术及元器件的更新发展，工频机越来越多的被高频机取代，高频机越来越多的发展为高频模块化 UPS 电源。

高频模块化 UPS 的优势：方便扩容、减少后期重复建设投资；模块实现在线热插拔，后期操作不影响设备运行；效率高，整机效率可到 96% 及以上，绿色节能；尺寸比较紧凑，节省占地面积，还可与模块化机房合建；电池节数可调节范围宽，节约后期电池维护成本；不同功率模块可混合使用、具有极大的灵活性和兼容性。

高频模块化 UPS 的发展趋势：单个模块容量越来越大；集中旁路、分散旁路共存；单个模块的尺寸越来越小，现在市场主流模块高度是 3U，已有企业的模块高度做成 2U。

5.6.5 成套的应急电源装置，在满足负荷用电需求及切换时间要求前提下，应具有延长蓄电池寿命措施。



5.6.5 应急电源的配置，需根据用电设备对供电可靠性、连续性、稳定性和电源各种参数质量要求确定。电池的使用应具有完善的技术措施，具备蓄电池在线充放电监控及保护功能，每节电池内阻、温度、电压、电流等实时监测并可更换。尤其对于高等级机房，电池监控可以实时近距离远距离的观测到蓄电池的运行状况，一旦蓄电池有异常，都可以做到早发现早处理早更换。一方面可以减少后期蓄电池全部更换的成本，另外一方面可以避免蓄电池导致的事故发生。

5.6.6 不间断电源 UPS 的输入特性应满足下述表 5.6.6 要求：

表 5.6.6 UPS 不间断电源输入特性限值

特性名称	负载率	输入特性
输入功率因数	(带 25 % 负载)	$\geq 0.98$
	(带 50 % 负载)	$\geq 0.98$
	(带 75 % 负载)	$\geq 0.99$
	(带 100 % 负载)	$\geq 0.99$
输入电流谐波失真	(带 25 % 负载)	$\leq 10\%$
	(带 50 % 负载)	$\leq 8\%$
	(带 75 % 负载)	$\leq 5\%$
	(带 100 % 负载)	$\leq 5\%$

5.6.6 不间断电源的输入特性要求摘自《信息技术设备用不间断电源通用规范》GB/T 14715-2017，输入特性一级参数为节能标准，作为绿色设计选型必须遵守。

5.6.7 应急电源（EPS）、不间断电源（UPS）应设置电池管理系统，具备蓄电池在线充放电监控及保护功能，每节电池内阻、温度、电压、电流等实时监测并可更换。

5.6.8 电池管理系统运行参数等信息宜上传至管理平台。

## 5.7 无功补偿装置

5.7.1 低压电容器，应选择性能可靠、环保、长寿命的绿色产品。金属化薄膜电容器的绿色评价指标，可参照《绿色设计产品评价技术规范 金属化薄膜电容器》T/CESA 1032 的规定。

5.7.1 按照绿色设计产品要求，提高电容器加工生产技术指标，参照《绿色设计产品评价技术规范 金属化薄膜电容器》T/CESA 1032。

5.7.2 电容器组的配置，宜采用电抗率为 14 % 的串联电抗器以抑制 3 次及以上谐波，并采取防谐振措施。

5.7.2 三次谐波属于低次谐波，容易造成系统中性线电流过载。电抗率为 14 % 时，LC 回路调谐频率约为 134 Hz，对 3 次及以上谐波呈感性，由于多数电力负荷设备为感性设备，因此可防止 3 次以上谐波出现谐振情况。同时应通过系统短路容量和电容器组组合容量计算是否存在谐振点，并应评估可能存在的容性负荷谐振风险。

5.7.3 投切方式宜采用可控硅开关，防止涌流对电网和电容器的冲击。

5.7.3 采用可控硅开关能实现电压过零投入和电流过零切除，显著降低冲击涌流和暂态过电压水平。

5.7.4 宜选择集成式电力电容器模块，模块由保护开关、投切开关、电容器和电抗器及相关装置组合，可单独投切。

5.7.4 模块化装置产品、成套搭配提高可靠性，各补偿支路相互独立，运行安全，便于维护，同时显著减少导线用量，有效降低所占空间，模块化要求符合绿色产品设计方向。

5.7.5 下列电气负荷工况下，宜采用静态无功发生器（SVG）或其与电容器组合方式进行补偿：

- 1 存在感性和容性负载双向无功需求的场所；
- 2 具有冲击性负荷产生的剧烈波动无功需求的场所；
- 3 三相无功严重不平衡的负荷场所；
- 4 需要连续动态补偿无功功率的场所。

5.7.5 静态无功发生器（SVG）可对感性和容性负载双向补偿，从成本角度考虑组合，比例划分应结合工程情况选择。

1 由于并网滤波回路的存在，部分电力电子设备如变频电梯、直流充电桩等负荷在空载时可能呈容性；此外当供电线路过长，负荷较小时，架空线和电缆的容性无功居于主导地位，这些工况下均需要补偿感性无功。

2 商场空调大型风机，剧院舞台灯光，大型医疗设备，学校实验室和检测机构大功率试验设备等负载均可能产生剧烈波动无功需求，这些工况下均需要快速补偿无功。

3 单相负荷多，三相负荷分布或工作时间不匹配的情况下都将出现三相无

功不平衡，在三相电流总有效值不平衡率大于 15% 的还需要进行三相不平衡调节，此时采用 SVG 可方便地进行分相补偿。

4 建筑电气中如电梯、照明等负荷都具有随机性大的特点，因此当随机负荷占比较大的时候，采用并联电容器可能会出现投切振荡，并导致电容器寿命降低，此时可采用 SVG，快速无级跟随，保持功率因数的稳定性。

5.7.6 当电容器模块与静态无功发生器 (SVG) 模块组合使用时，宜采用 SVG 模块作为主控单元，并根据电网实际电压计算电容器模块输出容量，优化总体补偿效果。

5.7.6 电容器和 SVG 组合使用时，如采用功率因数控制器单独控制电容器投切，SVG 仅控制自身，二者各行其是，由于 SVG 响应速度快，将出现 SVG 全部投入后才开始投电容器的情况，完全失去了混合补偿的优势，为避免这种情况，采用 SVG 模块作为主控单元能使二者各司其职，共同发挥作用，达到良好的补偿效果。

5.7.7 装置运行参数等信息宜上传至管理平台。

5.7.7 无功补偿装置控制电容器投切的功率因数控制器，SVG 控制单元和多功能表一般都需要配置通信功能，实时传输运行参数，可为用户提供电能质量和能效管理基础数据。

## 5.8 低压有源不平衡补偿装置

5.8.1 宜设置有源三相不平衡调节装置，采用变流技术主动平衡三相负荷电流，降低中性线电流，并满足《低压有源三相不平衡调节装置》NB/T 10237 的要求。

5.8.1 建筑电气中由于单相负载占比较高，一般都存在三相电流不平衡现象，同时导致中性线发热较为严重；目前三相不平衡调节的主要方式主要为换相开关和电力电子型，由于换相开关需要多点串联接入，因此宜采用并联接入的电力电子型三相不平衡调节装置。

5.8.2 装置应具备补偿三相不平衡电流和无功电流模式，同时可根据实际情况提供补偿谐波电流和综合补偿模式。

5.8.2 进行三相不平衡电流调节时指令电流为零序和负序电流的反相电流，由于建筑电气中一般也都有无功补偿和谐波治理需求，根据实际情况有源型三相不平衡调节装置可在指令电流中加入无功和谐波电流分量，达到综合补偿功能，实现“一机多能”，节省设备投资。

5.8.3 装置应能在控制范围内，实时监测跟踪线路三相负荷电流变化并主动平衡，使三相电流不平衡率低于 5%。

5.8.3 电流不平衡率是指三相交流回路中，取三相电流有效值与其算术平均值之差的绝对值最大值与平均值之比，考虑实际电流有效值大小和传感器精度，一般在调节需量不低于装置额定容量 50%的情况下，调节效果应能达到本条的要求。

5.8.4 在额定负载和周围环境噪声不大于 40 dB 的条件下，距离噪声源水平位置 1 m 处，测得的装置噪声最大值不应大于 65 dB (A)。当安装于对声环境要求较

高的场所时，应符合《声环境质量标准》GB 3096 的要求。

5.8.4 有源三相不平衡调节装置的噪声主要来自散热风机，当安装于配电室低压开关柜内时，对噪声要求按 65 dB；当安装于其他要求较高的场所时，应考虑考虑声环境功能类别，所配置风机宜有调速功能并能根据昼夜时间自动进行模式切换。

5.8.5 装置应采用模块化产品，支持热插拔，方便扩容和维护。宜具备昼夜间模式及风机调速功能，具有环境优先模式下自动控制输出电流大小的功能，降低噪声。

## 5.9 低压有源滤波装置 (APF)

5.9.1 应采用电压源型变流器结构的并联型滤波装置，并满足现行标准《低压有源电力滤波装置》T/CPSS 1002 的规定。

5.9.1 电压源型变流器应用广泛，技术成熟可靠；并联接入系统，不影响供电网络拓扑，即使故障时其他负荷仍可正常运行。

5.9.2 变流器宜采用多电平拓扑，并网滤波器采用电感-电容-电感 (LCL) 结构，将高频畸变抑制在国家标准允许范围之内。

5.9.2 多电平拓扑变流器具有输出波形好，开关损耗低，纹波小，开关频率高，对电感电容要求低，响应速度高等诸多优点；并网滤波器如采用 LC 结构，将导致波形出现断点，连续性差；高频畸变抑制效果差，对其他电气设备产生辐射和

传导性骚扰。

5.9.3 控制系统宜采用多核并行架构，同时能支持无功补偿、三相负荷不平衡调节和综合补偿模式。根据实际工况需求进行优先配置，并可控制电容器组成混合补偿系统。

5.9.3 有源滤波器的采样、处理、计算和控制数据量巨大，并要求在极短的时间内完成，因此一般要求采用三核及以上的处理芯片。同时从工作原理而言，有源滤波器完全能支持无功补偿和三相不平衡调节功能，并可设置某种功能优先，也可作为主控单元来控制电容器投切。

5.9.4 装置应具有输出谐波电流并补偿部分或全部的负载谐波电流的能力。装置应选择4线制产品，具有零序谐波滤除能力。当负载需求大于滤波装置补偿额定输出电流时，自动限定输出电流至额定输出电流。应具备优化控制策略，避免与容性负荷发生谐振放大谐波，影响滤波器及负荷的稳定运行。

5.9.4 当容量不够时，有源滤波器应能针对实际情况设置滤波次数，以期达到更好的滤波效果；同时有源滤波器为主动控制设备，应能实现自我保护，不受外界影响而发生超载，导致可靠性和寿命降低。

民用建筑大量单相整流负荷，产生3次等零序谐波，而且负荷呈容性，对有源滤波器要求比较高。

5.9.5 装置的运行产生的电磁干扰应满足现行国家标准《工业、科学和医疗 (ISM) 射频设备骚扰特性 限值 and 测量方法》GB 4824 的规定，按照其特性应归类为第

一组 B 类装置试验。

5.9.5 有源滤波器不属于“有意产生并使用或仅使用 9 kHz~400 GHz 频段内 射频能量的，所有用于材料处理或检验/分析目的工科医射频设备”，并有可能属于“直接连接到住宅低压供电网设施中使用的设备”，因此归为第一组 B 类。

5.9.6 装置在额定电压下按基波无功模式运行；当输出额定电流时，其功率损耗不大于 3%。

5.9.6 有源滤波器运行时将产生一定的有功损耗，本条文对此做出了限制，该限值包括了有源滤波器内部所有导体、电感、电容、传感器、半导体器件和控制系统的损耗。

5.9.7 装置应采用模块化产品，支持热插拔，方便扩容和维护；宜具备昼夜间模式及风机调速功能，具有环境优先模式下自动控制输出电流大小的功能，降低噪声。

5.9.7 模块化产品符合用户实际需求，容量调整灵活便捷；装置结构清晰，便于维护。同时模块化产品体积小，安装位置兼容性强，适用于建筑电气。所配置风机宜有调速功能并能根据昼夜时间自动进行模式切换，适合对声环境质量要求高的场所。

5.9.8 应具备通过通信口进行电量参数采样的功能，运行参数宜上传至管理平台。

5.9.8 有源滤波器要求配置通信功能，实时传输运行参数，可为用户提供电能质



量和能效管理基础数据。

## 5.10 充电桩

5.10.1 充电桩产品应符合相关国家产品标准，所有充电设备必须取得 CNAS 认可实验室出具的型式试验报告。

5.10.1 中国合格评定国家认可委员会 (China National Accreditation Service for Conformity Assessment, CNAS) 是根据《中华人民共和国认证认可条例》的规定，由国家认证认可监督管理委员会批准设立并授权的国家认可机构，统一负责对认证机构、实验室和检查机构等相关机构的认可工作。要求所有充电设备必须通过 CNAS 授权机构进行的型式试验，有利于确保充电设备的质量安全。但取得型式试验报告只是产品满足标准要求的一种直观证明，鼓励选用通过认证的充电设备。

5.10.2 充电设施的环境噪声限值应符合《电动汽车非车载传导式充电机技术条件》NBT 33001、《电动汽车交流充电桩技术条件》NBT 33002 等相关行业标准规定。

5.10.2 该条引自《电动汽车分散充电设施工程技术标准》GB 51313-2018-T、《电动汽车非车载传导式充电机技术条件》NBT 33001-2018 和《电动汽车交流充电桩技术条件》NBT 33002-2018 中的规定，具体如附表 5.10.2:

附表 5.10.2 环境噪声限值 [dB (A) ]

类别	昼间 (6:00-22:00)	夜间 (22:00-6:00)
0 类	50	40

1 类		55	45
2 类		60	50
3 类		65	55
4 类	4a 类	70	55
	4b 类	70	60

5.10.3 充电设施应具备过负荷保护、短路保护和漏电保护功能。电源回路应安装 D 级防雷装置，并配备充电急停开关。交流充电桩漏电保护应符合现行国家标准《电动汽车传导充电系统 第 1 部分：通用要求》GB/T 18487.1 的有关规定。

5.10.4 交流充电桩线路侧剩余电流保护器的型号应与其内部剩余电流保护器相同，接入系统时宜满足三相平衡的要求。充电设备在电源接入点的三相电压不平衡允许限值应符合现行国家标准《电能质量三相电压不平衡》GB/T 15543 的有关规定。

5.10.5 充电设施接入电网的功率因数、谐波、电压偏差应满足相关国标要求。

5.10.3 ~ 5.10.5 该条引自《电动汽车分散充电设施工程技术标准》GB/T 51313-2018 和《上海市电动汽车充电基础设施建设技术标准》DG/TJ 08-2093-2019 中规定。

5.10.6 宜设充电监控系统，具备对充电设备进行监测、控制、保护，以及数据处理与存储、事故状态下的紧急处理等功能；具备对车载充电机运行监视和对电动汽车储能单元储能状态监视等功能；集成视屏监控、火灾自动报警系统及其他

相关信息等。

5.10.6 由于电动汽车充电过程基本上是无人值守，从安全角度出发，有必要对集中建设的电动汽车充电系统设置充电监控管理系统，及时发现故障及安全隐

患，并实时作出停止充电的处理。

各设备厂家的充电监控管理系统的系统结构、传输方式、监控功能等各不相同，因此，充电监控管理系统应与充电设备同步采购及建设，对于采用预留安装充电设施条件或接口的项目可仅在设计图纸上要求以后安装充电设备时需同步建设充电监控管理系统，并对充电监控管理系统作出基本要求即可。

5.10.7 宜设置环境监测设备，对充电系统安装场所的温度、湿度进行实时监测，并根据温度值能连锁启动相关排风机。

5.10.7 充电设备布置分散，多数为无人值守的设备，其各类参数和运行状态是否安全可靠应进行及时地记录并进行反馈，尤其针对各类容易引发火灾的故障必须进行及时上报并进行处理。特别是直流充电桩，充电时散热非常大，场所周围温度温升快，为保证室内环境舒适，需设置排风设备。

5.10.8 在电动自行车停放区域设置智能型电瓶车充电桩，具有交流输出电源远程通断控制、充电安全控制、电度计量、按时计费功能等。

5.10.8 因电瓶车充电管理不当，上海住宅小区曾发生多起火灾事故，集中设置智能型电瓶车充电桩，是从物业管理角度出发，设置范围建议在非机动车停车部位。

5.10.9 电动自行车的充电设备线路应设置专用配电箱，采用专用回路三相进线，进线为专用回路。

5.10.10 电动自行车、新能源车其停放、充电场所的配电箱、充电装置、线路等应具备防撞功能；室外该类场所的配电箱、充电装置、线路等还应具备不小于IP54等防护功能。充电桩应具有防浸水保护功能。

5.10.9~5.10.10 此条主要从安全因素考虑，并参照长三角地区上海、江苏等省市颁布的消防文件规定。充电设备内所有裸露带电器件在离桩底部 300 mm 以上布置，在其下 50 mm 处布置水浸感应开关，水浸触发交流接触器断开。

5.10.11 充电桩运行参数宜上传至管理平台。

5.10.11 按照建筑使用功能特点，充电使用时段均有所区别，但都具有充电时负荷集中，每天充电负荷落差较大，配置充电设施监控及管理系统，可以根据用户使用习惯结合物业收费特点，均衡充电桩用电负荷，采用专用变压器或专线供电，既有利于对充电电源线路电能质量的控制，又不影响其它用电负荷的正常使用。

## 5.11 接触器

5.11.1 产品应满足《关于限制在电子电气设备中使用某些有害成分的指令》RoHS认证的要求，应具有欧盟 EC/1907/2006 《关于化学品注册、评估、授权和限制的法规》REACH 认证。

5.11.2 应选择具有标准化、模块化、易于扩展、机械寿命及电气寿命长、宜回收的产品。

5.11.2 “宜回收”的要求按照《绿色设计产品评价技术规范 交流接触器》T/CEEIA 391-2019 中相关条款执行。

5.11.3 应用于主回路的接触器的非金属有机材料应考虑其阻燃性能，阻燃要求应符合国家标准《低压开关设备和控制设备第 4-1 部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器（含电动机保护器）》GB 14048.4-2010 接触器的附件功能全面，与接触器本体具有相同的环境标准认证。

5.11.3 接触器在接通时需要承载一定的负载电流，在分断过程中会产生高温的电弧，所以保证其非金属有机材料的阻燃性能，是接触器可靠运行和正常寿命的必要条件。

5.11.4 接触器产品应该具有寿命终期处理说明。

5.11.4 产品寿命终期处理说明书能够指导产品在产品到达机械寿命终期或者电气寿命终期时的正确处理方式，有效保护环境。

## 5.12 断路器

5.12.1 应选择标准化、模块化、多功能、可扩展、长寿命和宜回收的产品。

5.12.1 “宜回收”的要求按照《绿色设计产品评价技术规范 塑料外壳式断路器》T/CEEIA 335，《绿色设计产品评价技术规范 家用及类似场所用过电流保护断

路器》T/CEEIA 334 中相关条款执行。

5.12.2 采用的断路器应符合《绿色设计产品评价技术规范 塑料外壳式断路器》T/CEEIA 334 和《绿色设计产品评价技术规范 家用及类似场所用过电流保护断路器》T/CEEIA 335 的规定要求。

5.12.3 应用于主回路断路器的非金属有机材料应考虑其阻燃性能，阻燃要求应符合国家标准《低压开关设备和控制设备 第二部分：断路器》GB/T 14048.2 和《电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 第一部分 用于交流的断路器》GB/T 10963 的规定。

5.12.3 电气回路在实际运行中需要承载一定的负载电流，为此在线路和断路器内部结构中产生一定的热量，保证其非金属有机材料的阻燃性能，是断路器可靠运行和正常寿命的必要条件。

5.12.4 宜选用智能型断路器，并设置数字化运维管理系统。

5.12.4 数字化运维管理系统除了具有传统运维管理系统的功能外，还可对配电设备、配电系统运行和人员操作数据及相关信息进行汇聚、存储，通过多种可视化方式进行直观展示，提高配电设备运行和资产运维管理的可追溯性；还具备配电设备健康管理、分析、诊断功能，及时发现并指导排除隐患；也可提供远程咨询服务(在线提供设备运行，资产维护，能效优化等远程专家指导)，以提高供电可靠性。

5.12.5 终端配电箱中照明回路和插座回路应分开计量，可采用带计量功能的保护断路器。

5.11.5 绿色建筑要求照明和插座在二级子项处分项计量，便于照明能耗和插座能耗的准确统计，应予提倡。

5.12.6 智能断路器内电流、电能测量精度应符合现行标准《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护措施的试验、测量或监控设备 第 12 部分：性能测量和监控装置（PMD）》GB/T 18216.12 中对于带有内置式互感器设备的精度要求。

### 5.13 电梯、自动扶梯

5.13.1 多台垂直电梯应采取变频调速、能量反馈或群控等节能措施。

5.13.1 引自《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 第 7.1.6 条要求，为绿建评价控制项，必须满足。

5.13.2 自动扶梯应采用变频调速、感应启动等节能控制措施。

5.13.2 同 5.12.1 条条文说明。

5.13.3 中高速电梯应采用电能回馈控制技术。

5.13.3 高层建筑的电梯安装需求较大，采用适当的的节能技术是应该的，上海绿建评价也有要求。

5.13.4 电梯群控系统应随设备配套，通信协议应开放，作为综合管理平台子系统模块。

5.13.5 电梯、自动扶梯运行状态数据、故障信息，宜上传至管理平台。

#### 5.14 储能电源装置

5.14.1 储能电源装置，应由储能电池模组、功率转换电路模块、电池管理系统、监控系统等组成。

5.14.2 储能电源装置的电池，宜采用环保型寿命长的锂电池电芯。

5.14.2 化学电池种类较多，目前电化学储能多采用铅酸电池、磷酸铁锂电池、钒液流电池、钛酸锂电池、钠硫电池等，不同类型电池特性差异较大。

磷酸铁锂电池一般被认为是不含任何重金属与稀有金属(镍氢电池需稀有金属)，无毒(SGS 认证通过)，无污染，符合欧洲 RoHS 规定，为典型的绿色环保电池。储能装置的化学电池宜采用循环寿命较长，安全性好，不含重金属和稀有金属，绿色环保的磷酸铁锂电池。磷酸铁锂电池在同样条件下使用，理论寿命将达到 8-10 年。性能价格比理论上为铅酸电池的 4 倍以上。电池额定功率循环次数应不小于 4000 次，保证 8-10 年的使用寿命。

5.14.3 储能电源装置的电池系统，应满足下列要求：



1 具备完善的电池保护功能（含温度、欠压、过流、短路、热失控、穿刺、跌落等），应自动监测电池系统运行状态，计算系统充放电电压/电流限制，并通过通信接口提供给配套逆变器和后台控制系统；

2 应具备与储能双向逆变器 PCS 的通信控制接口，实现协调运行，保障储能单元高效运行和安全；

3 有完善的热管理系统，通过对电池电压、温度的监视，保证电池单体温度和电压运行在安全范围内，并可及时对故障电芯进行隔离，保证系统的安全性；

4 电池系统能够自动化运行，运行状态可视化程度高；

5 按满功率一充一放工况运行时，日历寿命宜大于 8 年。

5.14.3 电池管理系统是电池保护和管理的核心部件，能保证电池安全可靠的使用，而且充分发挥电池的能力和延长使用寿命，降低运行成本。

1 电池管理系统的拓扑配置应与储能变流器的拓扑、电池的成组方式相匹配与协调，并对电池运行状态进行优化控制及全面管理。

2 电池管理系统宜分层就地实现。

3 电池管理系统应具备对时、时间记录、存储、故障录波、显示等功能。

储能变流器承担着功率变换和能量传输的作用，实现更高效率的功率转换及能量传输是储能系统节能重要环节。主要功能如下：

1 整流效率和逆变效率均应不低于 94%，待机损耗应不超过额定功率的 0.5%，空载损耗应不超过额定功率的 0.8%。

2 具有充放电功能、有功功率控制功能、无功功率调节功能和并离网切换功能。

3 具备过/欠压保护、过欠频保护、交流相序反接保护、过载保护、过温保

护、相位保护、三相不平衡保护、过流保护、输入反接保护、短路保护、接地保护；还应具备防孤岛保护功能。

4 接受监控系统调度各能源中间的配置，上传运行数据，储能变流器宜具备 CAN/RS 485、以太网通信接口。

5.14.4 每个电池储能单元均应能够独立地(按储能电站监控系统的控制指令)通过储能双向逆变器 (PCS) 配合，完成下列功能：

1 电池系统容量标定：储能单元应该能够通过全充-全放流程完成电池系统最大可用容量的测量和标定功能。

2 SOC 标定：储能单元应该能够在完成电池系统容量标定时同时完成 SOC 标定。两次 SOC 标定间的 SOC 测量误差不能超过 5%。

3 电池管理系统运行参数设定包括(但不限于)：单体电池充电上限电压，单体电池放电下限电压，电池运行最低、最高温度，电池组串过流门限，电池簇过流门限，电池组串短路保护门限；并且满足至少具有 0.5C 充电及 0.5C 放电倍率运行条件。

5.14.4 储能电源装置的监控系统，为了能具备削峰填谷、调频、调压等能量管理功能，还具备如下功能：

1 具备对储能电源装置内各种设备进行监视和控制的能力，以及接受远方调度的能力，且应符合电力系统二次系统安全防护规定。

2 根据储能装置的规模和应用需求等情况选择和配置软硬件，具备可靠性、可用性、扩展性、开放性和安全性。

3 接收并显示电池管理系统上传的电压、电流、荷电状态(SOC)、功率、

温度及异常告警及故障等信息。

4 接收并显示变流器上传的交直流侧电压、交直流侧电流、有功功率、无功功率、异常告警及故障等信息。

5 宜具备与配电管理系统、调度自动化系统、营销自动化系统等互联功能，实现储能电源装置充放电功率、电量、运行状态等数据与信息交互。

5.14.5 储能电源装置应满足下列安全要求：

1 监控系统退出或意外中断运行时，电池管理系统有足够的措施保证设备自身的安全，并维持一段时间正常运行。

2 电池系统应进行防撞击设计。

3 电池系统的电气间隙和爬电距离、绝缘电阻、介质强度应满足相关规范要求，元器件间连接线的绝缘水平应满足实际工况的耐压要求，并采取预防绝缘破损和尖端放电措施。

5.14.5 储能电源装置的安全要求，主要体现在如下方面：

1 将电池模块充电至任一电池单体电压达到电池单体充电终止电压的 1.5 倍或时间达到 1h，不应起火、不应爆炸。

2 将电池模块正、负极经外部短路 10 min，不应起火、不应爆炸。

3 将电池模块放电至时间达到 90 min 或任一电池单体电压达到 0 V，不应起火、不应爆炸。

4 将装置挤压至变形量达到 30%或挤压达到  $13 \text{ kN} \pm 0.78 \text{ kN}$ ，不应起火、不应爆炸。

5 将装置从 1.2 m 高度处自由跌落在水泥地面上 1 次，不应起火、不应爆

炸。

6 监控系统退出或意外中断运行时，电池管理系统有足够的措施保证设备自身的安全，并维持一段时间正常运行。

7 电池系统的电气间隙和爬电距离、绝缘电阻、介质强度应满足相关规范要求，元器件间连接线的绝缘水平应满足实际工况的耐压要求，并采取预防绝缘破损和尖端放电措施

## 6 照明与控制

### 6.1 一般规定

6.1.1 民用建筑的绿色照明设计，应满足节约能源、保护环境，有益于提高工作、学习效率和生活质量，保护身心健康。

6.1.1 民用建筑的绿色照明设计，除了关注传统的照明能效，节约能源外，还应充分考虑照明对环境的影响和保护，同时应重视照明的非视觉效应以及对人体昼夜节律的影响。在合适的时间、合适的场景，给予合适的照明，以满足人体生理节律需求，有助于人的生理和心理健康。

6.1.2 应根据民用建筑各场所的视觉要求、作业性质和环境条件，确定合适的照明标准，创造舒适的视觉环境。

6.1.2 民用建筑内有多种不同的视觉作业，应根据不同的视觉特点和要求，确定合适的照明标准，提供满足不同视觉要求的照明场景，同时还可以节约能源。

6.1.3 应设定科学照明方式和照明种类，并有效利用天然光，平衡照明质量、安全、能耗和投资的关系。

6.1.3 多种照明方式的结合可以有效降低能耗，提高照明质量，同时应有效结合天然采光，更好地节约照明用能，并通过非视觉效应提高员工工作效率。

6.1.4 应合理选择照明设备，优化灯具安装位置、照射角度和遮光措施，获得最

佳照明效果。

6.1.4 照明设备是绿色照明的基础，通过合理的照明设备选择，以及科学的照明设计，包括灯具位置、投射角度、眩光控制等，满足绿色照明设计要求。

6.1.5 照明设计时应根据场所使用需求，增加照明控制系统，满足灵活多样的照明场景、健康照明和照明节能的需求。

6.1.5 为进一步节约照明能耗并满足不同的照明场景需求，同时也为进一步考虑人体昼夜节律的影响，结合目前 LED 照明技术特点，在民用建筑的绿色照明设计中应大力推广照明控制系统，满足节能和健康的两重要求。

6.1.6 照明节能应采用照明功率密度值 (LPD) 作为评价指标。运营管理时宜采用单位面积年度能耗限值 (LENI) 作为考核指标。

6.1.6 民用建筑的绿色照明设计，需要从设计评价指标和运营考核指标两个方面考虑其节能效果，即设计阶段的照明功率密度值 (LPD) 和运行阶段的单位面积年度照明能耗限值 (LENI)。该参数指标引自国际标准 EN 15193: Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting 和 ISO/CIE 20086: Light and lighting — Energy performance of lighting in buildings。

6.1.7 LED 灯具、LED 模块用直流或交流电子控制装置应符合国家 3C 认证的规定。

6.1.8 照明设计除应符合本规范外，尚应符合《建筑照明设计标准》GB 50034、

《民用建筑电气设计标准》GB 51348 的规定。

## 6.2 照明设备选择

### 6.2.1 照明光源选择

- 1 照明设计宜采用 LED 光源；
- 2 光源选择时，应满足光源的相关色温、显色性、启动时间等要求，并应根据光源及对应的灯具、LED 驱动电源等的效率或效能、寿命等在进行综合技术经济分析比较后确定。
- 3 照明光源应符合国家和上海市现行相关能效标准的节能评价值、低光通量衰减的要求；照明光源的能效等级应满足现行有关国家标准规定的 2 级要求。
- 4 照明设计严禁采用普通照明白炽灯，对电磁干扰有严格要求，且其它光源无法满足的特殊场所除外。
- 5 照明设计严禁采用 T12 直管荧光灯、T8 卤粉直管荧光灯等低光效不环保灯具。
- 6 应急照明应选用能快速点亮的光源。
- 7 同一区域的一般照明不宜选用多种色温的光源。
- 8 应根据工作场所中视觉作业的不同识别颜色要求，选用相应显色指数的光源。

### 6.2.1 照明光源选择

- 1 这是照明光源选择的基本原则，选择的光源应能满足房间或场所的使用功能对照明的要求，另外还需考虑效能、寿命和启动时间、电磁干扰等因素。

2 选用的照明光源应符合国家和上海市相关能效标准的节能评价能效 2 级的要求，例如在《绿色商店建筑评价标准》GB/T 51100-2015 中是作为节能指标控制项提出的，应引起重视。

3 国家发展和改革委员会等五部门 2011 年发布了“中国逐步淘汰白炽灯路线图”，要求：2011 年 11 月 1 日至 2012 年 9 月 30 日为过渡期，2012 年 10 月 1 日起禁止进口和销售 100 W 及以上普通照明白炽灯，2014 年 10 月 1 日起禁止进口和销售 60 W 及以上普通照明白炽灯，2015 年 10 月 1 日至 2016 年 9 月 30 日为中期评估期，2016 年 10 月 1 日起禁止进口和销售 15 W 及以上普通照明白炽灯，或视中期评估结果进行调整。路线图实施以来有力促进了中国照明电器行业健康发展，取得良好的节能减排效果。故建筑室内照明一般场所不采用普通照明白炽灯，但在特殊情况下，其他光源无法满足要求时方可采用白炽灯。

4 T12 直管荧光灯和 T8 卤粉荧光灯发光效率太低，依据上海市住房和城乡建设管理委员会关于公布“《上海市禁止或者限制生产和使用的用于建设工程的材料目录（第四批）》的通知”（沪建建材[2018] 212 号）不可以在上海使用。

5 应急照明采用 LED 灯、荧光灯等，因在正常照明断电时可在几秒内达到标准流明值。

6 为保证照明效果，同一区域不适宜采用多种色温的一般照明。

7 显色性要求高的场所，应采用显色指数高的光源，如采用 Ra 大于 80 的 LED 灯；显色指数要求低的场所，可采用显色指数较低而光效更高、寿命更长的光源。

## 6.2.2 照明灯具选择



1 输入电压大于交流 36 V 或直流 48 V 的照明灯具、LED 驱动电源，应通过国家强制性产品认证。

2 照明灯具的安全性能应符合现行国家标准《灯具 第 1 部分：一般要求和试验》GB 7000.1 的规定。

3 照明灯具的骚扰电压应符合现行国家标准《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB/T 17743 的规定。

4 照明灯具的电磁兼容抗扰度应符合现行国家标准《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595 的规定。

5 照明灯具的谐波电流限值应符合下列规定：

- 1) 大于 25 W 的 LED 灯具的谐波应符合现行国家标准《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）》GB 17625.1 的有关规定；
- 2) 5 W~25 W 的 LED 灯具的谐波电流限值应符合表 6.2.2-1 的规定。

表 6.2.2-1 5 W~25 W 的 LED 灯具的谐波电流限值

谐波要求	最大允许谐波电流与基波频率下输入电流之比(%)
2 次谐波	5
3 次谐波	35
5 次谐波	25
7 次谐波	30
9 次谐波	20
11 次谐波	20
13≤n≤39 次谐波	-

6 照明灯具的光生物安全性应符合下列规定：

- 1) 室内灯具光生物危害风险组别应为 RG0 或 RG1，或符合灯具标记安

装和视看距离时可为 RG2;

2) 中小学校、托儿所、幼儿园建筑内主要功能房间的灯具光生物危害风险应为 RG0;

3) 禁止使用光生物危害风险组别大于 RG3 的灯具。

7 用于人员长期工作或停留场所的一般照明,选用 LED 照明灯具的光输出波形的波动深度,应符合现行国家标准《LED 室内照明应用技术要求》GB/T 31831 的规定。

8 在满足照明眩光限制和灯具配光要求条件下,应选用效率或效能高的灯具,LED 灯具还应符合下列规定(注:对于额定一般显色指数  $R_a \geq 90$  的室内照明用灯具,其能效等级可相应降低 10 lm/W) :

1) LED 筒灯灯具的初始效能不应低于表 6.2.2-2 的规定(优选值/基准值)。一星级评价标识建筑应选用基准值,二星级宜选用优选值,三星级应选用优选值。

表 6.2.2-2 LED 筒灯初始效能(lm/W)

额定相关色温		2700K/3000K		4000K/5000K	
灯具出光口形式		格栅	保护罩	格栅	保护罩
初始灯具效能 (优选值/基准值)	功率 $\leq 5W$	90/75	95/80	95/80	100/85
	功率 $> 5W$	100/85	105/90	105/90	110/95

注:  $R_a \geq 80$ 、 $R_9 \geq 0$ 。

2) LED 平板灯的能效等级不应低于表 6.2.2-3 的规定(优选值/基准值),一星级评价标识建筑应选用基准值,二星级宜选用优选值,三星级应选用优选值。

表 6.2.2-3 LED 平板灯能效等级 (lm/W)

额定相关色温	2700K/3000K	4000K/5000K
初始灯具效能 (优选值/基准值)	110/95	120/105
注: $R_a \geq 80$ 、 $R_9 \geq 0$ 。		

3) 非定向自镇流 LED 灯的能效等级不应低于表 6.2.2-4 的规定(优选值/基准值)，一星级评价标识建筑应选用基准值，二星级宜选用优选值，三星级应选用优选值。

表 6.2.2-4 非定向自镇流 LED 灯的能效等级 (lm/W)

额定相关色温		2700 K/3000 K	3500 K/4000 K/5000 K
灯具效能 (优选值/基准值)	全配光	105/85	115/95
	半配光/准全配光	110/90	120/100
注: $R_a \geq 80$ 、 $R_9 \geq 0$ 。			

4) LED 高天棚灯具的效能不应低于表 6.2.2-5 的规定。

表 6.2.2-5 LED 高天棚灯具效能 (lm/W)

额定相关色温	3000K	3500K	4000K/5000K
灯具效能	90	95	100
注: $R_a \geq 80$ 、 $R_9 \geq 0$ 。			

9 LED 灯具的初始光通量不应低于额定光通量的 90%，且不应高于额定光通量的 120%。

10 LED 灯具在额定电压 90%~110%范围内应能正常工作，特殊场所应满足使用场所的要求。

11 LED 灯具工作 3000 h 后的光通维持率不应小于 96%；6000 h 的通维持率不应小于 92%。

12 各种场所严禁采用防电击类别为 0 类的灯具。

13 灯具选择应符合环境条件和场所要求的防护等级规定。

## 6.2.2 照明灯具选择

1 根据《强制性产品认证实施规则 照明电器》CNCA-C10-01:2014,我国CCC认证的产品范围包括电源电压大于36V不超过1000V的固定式通用灯具、嵌入式灯具、可移式通用灯具、水族箱灯具、电源插座安装的夜灯、地面嵌入式灯具、儿童用可移式灯具。本标准中的照明灯具、LED驱动电源等应进行相关产品的强制性认证。

2 现行国家标准《灯具 第1部分:一般要求与试验》GB 7000.1等同采用国际标准IEC 60598-1,标准中规定内容包括灯具的标记、结构、外部接线和内部接线、接地规定,防触电保护、防尘、防固体异物和防水,绝缘电阻和电气强度、接触电流和保护导体电流、爬电距离和电气间隙、耐久性试验和热试验、螺纹接线端子、无螺纹接线端子和电气连接件等均为强制性,必须遵照执行。

3 为避免干扰周围电子产品的正常工作,传统照明灯具、LED灯具、LED驱动电源等照明产品的无线电骚扰特性需符合现行国家标准《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB/T 17743的有关规定。

4 为保证电子器件正常工作,传统照明灯具、LED灯具、LED驱动电源等照明产品的电磁兼容抗扰度,需通过现行国家标准《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595中的测试并达到性能等级A要求。

5 照明灯具的谐波电流限值应符合下列规定:

1) 照明产品目前用量大,生产企业众多,产品质量良莠不齐,导致对无线电、通信系统和测量仪表的骚扰以及其他不良后果,因此对其限值进行规定。现行国家标准《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电

流 $\leq 16A$ )》GB 17625.1 中规定了照明产品的谐波限值和测试要求，适用的照明设备有输入功率大于 25 W 的 LED 灯具、LED 驱动电源等照明产品。

2) 对于 25 W 及以下的照明产品，国家标准《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq 16A$ )》GB 17625.1-2012 并未规定 25W 及以下 LED 照明产品的谐波要求。在室内照明应用中，25W 及以下的 LED 灯具应用较为普遍，如不限制其谐波会对电路造成不利影响。IEC 标准《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq 16A$ )》IEC 61000-3-2: 2018 对 5 W~25 W 照明产品的谐波限制要求可参见其表 8。表中条件 2 未作限制，不适合用于评价 LED，条件 3 对于 3 次、5 次以及总谐波含量的要求要高于条件 1，更有利于提高 LED 照明产品的质量，降低对电路的不利影响。因此，本条在国家标准《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq 16A$ )》GB 17625.1-2012 的基础上，采用了 IEC 标准《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq 16A$ )》IEC 61000-3-2: 2018 条件 3 作为 5 W~25 W LED 灯具的谐波电流限制要求。通过调研目前 5 W 以下 LED 灯具满足条件 3 的要求在技术等方面存在一定难度，故仅对功率在 5 W~25 W 的 LED 灯具提出限制要求。对于 5 W 以下的也应该选用谐波含量低的产品，有条件或对谐波要求高的场合，当此类产品使用量较大时，可参照下表 1 中条件 1 或者条件 3 提出要求。

表 1 照明产品谐波限值要求 (5 W~25 W)

谐波要求	条件 1	条件 2	条件 3
	每瓦允许的最大谐波电流 (mA/W)	(满足特殊波形) 最大允许谐波电流与基波频率下输入	最大允许谐波电流与基波频率下输入电流

		电流之比	之比(%)
2次谐波	-	-	5
3次谐波	3.4	86	35
5次谐波	1.9	61	25
7次谐波	1.0	-	30
9次谐波	0.5	-	20
11次谐波	0.35	-	20
$13 \leq n \leq 39$ 次谐波	$3.85/n$	-	-

6 现行国家标准《灯和灯系统的光生物安全性》GB/T 20145 规定了照明产品不同危险级别的光生物安全指标及相关测试方法。根据该标准对灯具的分类，可将灯分为四类，包括无危险类（RG0）、1类危险（RG1/低危险）、2类危险（RG2/中度危险）和3类危险（RG3/高危险）。

在进行照明设计时，应当根据使用功能的需求选择光生物安全性能满足要求的照明产品。人员长期停留的场所应按规定采用无危险类（RG0）照明产品，这是绿色建筑评价健康舒适性能的控制项要求。另外，由于青少年儿童正处于视觉发育的重要阶段，同时其眼睛的光谱透过率明显高于成人，因此中小学校、托儿所、幼儿园建筑的教室、活动室、阅览室、寝室、休息室等主要功能房间，应采用无危险类的灯具；对于其他建筑室内场所，须采用无危险类或1类危险的低风险灯具或满足灯具标记视看距离要求的2类危险（RG2）的灯具，特别是对高大空间等视看距离较远的场所。

7 频闪是目前LED绿色照明需要注意的问题之一，可以采用《LED室内照明应用技术要求》GB/T 31831 规定的波动深度指标。波动深度指标应满足规范要求，此条为绿色建筑健康舒适性能的控制项要求。《建筑照明设计标准》GB 50034 中在修订中，讨论采用新的评价体系，提出光源和灯具的闪变指数

(PstLM) 不应大于 1, 人员长期工作或停留的房间或场所采用的照明光源和灯具, 其频闪效应可视度 (SVM) 不应大于 1.3。

8 本条规定了 LED 灯具的最低初始效能值, 以利于节能。根据《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》GB 30255-2019、《普通照明用 LED 平板灯能效限定值及能效等级》GB 38450-2019 中将效能分为三个等级: 3 级 (能效限定值, 必须达到)、2 级 (节能评价价值)、1 级 (目标值)。为推进绿色照明设计, 并结合上海民用建筑能效水平, 本条以现行国家标准中的 2 级 (节能评价价值) 作为本规范的基准值, 能效 1 级 (目标值) 为本规范的优选值。

9~11 光通量的大小直接决定照度的高低, 照度计算时是依据额定光通量计算的。由于制造工艺的限制, 即使是同一批次的 LED 产品的初始光通量也有一定差异, 为了确保计算照度不至于产生过大偏差, 要求其初始光通量与额定光通量偏差不应过大。根据 LED 光源输出光通衰减特性, 规定 3000 h 和 6000 h 的光通量维持率分别为 96% 和 92%, 基本能够保证 LED 光源整个寿命期内的光通输出满足要求。

12 强制性国家标准《灯具 第 1 部分: 一般要求与试验》GB 7000.1-2015 规定, 灯具防电击分类为 0 类、I 类、II 类和 III 类。0 类灯具已停止生产、销售和使用, 因为这种灯具仅依靠基本绝缘来防护直接接触的电击, 一旦绝缘失效, 灯具外露可导电部分带电将导致电击危害。实际应用最多的是 I 类灯具, I 类灯具除基本绝缘外, 还有一种附加措施, 即外露可导电部分应连接 PE 线以接地。而具有双层绝缘或加强绝缘的 II 类灯具, 和采用安全特低电压 (SELV) 供电的 III 类灯具则使用较少, 多用于局部照明 (如台灯、工作灯、手提灯等)。

13 本条为几种典型照明场所的照明灯具选择:

1) 在特别潮湿的场所，当光源点燃时由于温度升高，在灯具内产生正压，而光源熄灭后，由于灯具冷却，内部产生负压，将潮气吸入，容易使灯具内积水。因此，规定在特别潮湿场所应采用相应要求的灯具。

2) 不同腐蚀性物质的环境，灯具选择可参照行业标准《化工企业腐蚀环境电力设计规程》HG/T 20666 的规定，该规程规定了不同腐蚀环境的灯具类型。

3) 在高温场所，宜采用带散热构造和措施的灯具，或带散热孔的开敞式灯具。

4) 在有爆炸危险的场所使用的灯具，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定；在有火灾危险场所使用的灯具，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

5) 在振动和摆动较大的场所，由于振动对光源寿命影响较大，甚至可能使光源或附件自动松脱掉下，既不安全，又增加了维修工作量和费用。因此，在此种场所应采用防振型软性连接的灯具或防振的安装措施，并在灯具上加保护网或灯罩防护膜等措施，以防止光源或附件掉下。

6) 在多尘埃的场所，应选择防尘型灯具（IP5X）或尘密型灯具（IP6X）。

7) 在室外的雨棚等场所既要防尘埃，也要防水，应选择防护等级不低于IP54 的灯具。

8) 光源可能受到机械损伤或自行脱落，而导致人员伤害和财物损失的，应采用有保护网的灯具，如高大工业厂房等场所。

9) 在有洁净要求的场所，应安装不易积尘和易于擦拭的洁净灯具，以有利于保持场所的洁净度，并减少维护工作量和费用。对于三级和四级生物安



全实验室、检测室和传染病房及类似场所，还需要考虑对灯具进行消毒等操作，吸顶式防水洁净照明灯表面光洁、不易积尘、耐消毒，适合于此类场所的照明。

10) 在有杀菌消毒要求的场所，可设置紫外线消毒灯具进行消毒，但同时紫外线对人体可能产生伤害，因此使用过程中要满足使用安全要求。

6.2.3 LED 灯控制装置的能效不应低于现行国家标准《LED 模块用直流或交流电子控制装置 性能要求》GB/T 24825 的规定。

6.2.3 为进一步实施绿色照明设计，所选用的 LED 驱动电源的能效应满足现行国家标准。

6.2.4 LED 驱动电源选择应符合以下规定：

1 LED 驱动电源应符合现行国家标准《灯的控制装置 第 1 部分：一般要求和安全要求》GB 19510.1 和《灯的控制装置 第 14 部分：LED 模块用直流和交流电子控制》GB 19510.14 的相关规定。

2 LED 驱动电源应能在温度  $-40^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度  $10\% \sim 90\%$  的条件下正常工作。

3 LED 驱动电源应采用标准接口，并便于安装、维护和更换。

4 LED 驱动电源的谐波电流限值，应符合现行国家标准《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流 $\leq 16\text{ A}$ )》GB 17625.1 中第 7 条中的规定，且在额定电压下其电流总谐波畸变率应符合表 6.2.6 - 1 的规定。

5 LED 驱动电源在额定输入条件下的功率因数不应低于表 6.2.6 - 2 规定的

限值。

表 6.2.5-1 LED 驱动电源的电流总谐波畸变率限值

功率范围(W)	负载比例(%)	电流总谐波畸变率(%)
5<P≤75	100	≤15
	75	≤20
	50	≤25
P>75	100	≤10
	75	≤15
	50	≤20

表 6.2.5-2 LED 驱动电源的功率因数限值

功率输出比例(%)	功率因数限值		
	P ≤ 5 W	5 W < P ≤ 75 W	P > 75 W
100	0.80	0.92	0.96
75	-	0.90	0.94
50	-	0.90	0.90

### 6.3 照明指标

#### 6.3.1 照度

1 各类房间或场所的作业面或参考平面上的维持平均照度值，不应低于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中规定的照度标准值。

2 作业面临近周围照度可低于作业面照度，作业面背景区域一般照明的照度不宜低于作业面邻近周围照度的 1/3。

3 计算照度与照度设计标准值的偏差不应超过+20%。

#### 6.3.1 照度

1 为保证照明效果，民用建筑中各房间或场所的维持平均照度值，不应低于《建筑照明设计标准》GB 50034 要求的目标值，上海市《公共建筑绿色设计

标准》DGJ 08-2143-2014 中有明确要求。

2 作业面邻近周围的照度与作业面的照度有关，可低于作业面照度，而作业面背景区域的照度一般不宜低于邻近周围照度的 1/3。

3 考虑到照明设计时布灯的实际情况以及光源功率、光通量非连续的情况，根据我国国情，规定了设计照度值与照度标准值比较，可有+20%的偏差。由于标准照度值为维持照度，属于最低值，不应该有负偏差，因此本次修订改为只允许正偏差，此偏差适用于装 10 个灯具以上的照明场所；当小于或等于 10 个灯具时，允许适当超过此偏差。

### 6.3.2 照度均匀度

1 各类常用房间或场所一般照明的照度均匀度 ( $U_0$ ) 不应低于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中的规定。

2 需要获得立体感的场所，垂直照度与水平照度之比不应小于 0.25。

### 6.3.2 照度均匀度

照度均匀度在某种程度上关系到照明的节能，在不影响视觉需求的前提下，强调工作区域和作业区域内的均匀度，而不要求整个房间的均匀度。为得到更好的空间感或立体感，在特殊的场合，可以要求大于 25% 的水平照度的空间垂直照度，通常以人的坐姿或站姿时的眼位高度的垂直照度为准。

### 6.3.3 眩光限制

1 各类常用房间或场所照明的不舒适眩光应采用统一眩光值 (UGR) 评价，其最大允许值不应超过现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中的规定。

2 有视觉显示终端的工作场所，在与灯具中垂线成  $65^{\circ}$  ~  $90^{\circ}$  范围内的灯具平均亮度限值应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 灯具平均亮度限值 (cd/m<sup>2</sup>)

屏幕分类	灯具平均亮度限值	
	屏幕亮度大于 200 cd/m <sup>2</sup>	屏幕小于等于 200 cd/m <sup>2</sup>
亮背景暗字体或图像	3000	1500
暗背景亮字体或图像	1500	1000

3 为防止或降低照明眩光，应采用下列措施：

- 1) 将灯具安装在不易形成眩光的区域内；
- 2) 可采用低光泽度的表面装饰材料；
- 3) 限制灯具出光口表面发光亮度；
- 4) 人员长期工作或停留的房间或场所，室内墙面的平均照度不宜低于工作面平均照度的 30%，顶棚的平均照度不宜低于工作面平均照度的 20%。

### 6.3.3 眩光控制

1 眩光控制是民用建筑室内照明质量的重要保证，所以其直接眩光控制应满足统一眩光值 UGR 值，反射眩光应满足所安装照明灯具的平均亮度限值。

3 眩光的产生是多方面的，为降低各种眩光，可采取以下的措施：从灯具和作业面的布置方面考虑，避免将灯具安装在易形成眩光的区内；从房间表面装饰方面考虑，采用低光泽度的表面装饰材料；从限制眩光的方面考虑，应限制灯具表面亮度不宜过高；从房间背景亮度考虑，尽量提高房间墙面和顶面天花的照度（亮度）。

### 6.3.4 色温和显色性

1 常用房间或场所照明的显色指数 (Ra) 不应低于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中的规定值。

2 长期工作或停留的房间或场所, 照明光源的显色指数 (Ra) 不应小于 80。

3 长期工作或停留的房间或场所, 照明色温不宜高于 4000 K。

4 选用的同类光源的色容差不应大于 5 SDCM。对色温一致性要求严格的场所, 例如照射大面积浅色表面时, 照明光源的色容差应小于 3 SDCM。

5 当选用 LED 灯光源时, 其色度应满足下列要求:

1) 显色指数 (Ra) 不小于 80 时, 其特殊显色指数 R9 不应小于 0;

2) 在寿命期内 LED 灯的色品坐标与初始值的偏差在现行国家标准《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921 规定的 CIE 1976 均匀色度标尺图中, 不应超过 0.007;

3) LED 灯具在不同方向上的色品坐标与其加权平均值偏差在现行国家标准《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921 规定的 CIE 1976 均匀色度标尺图中, 不应超过 0.004。

#### 6.3.4 色温和显色性

1 显色指数是根据 CIE 标准《室内工作场所照明 (Lighting of Indoor Work Places)》S 008/E-2001 和《建筑照明设计标准》GB 50034 的规定制订。

2 考虑到室内照明的舒适以及目前 LED 光生物安全、人体节律照明的影响, 提出长期工作或停留的房间或场所, 照明色温不宜高于 4000 K, 尤其在夜间需长期工作或停留的房间或场所。

3 选用同类灯或灯具的颜色偏差应尽量小, 以达到最佳照明效果。参考美国国家标准研究院、美国能源部及《建筑照明设计标准》GB 50034, 要求同类光

源的色容差不大于 5 SDCM。当大面积洗墙或灯具安装间距很小时，色容差应小于 3 SDCM。

4 根据国家标准《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921-2008 规定，在视觉上 CIE 1976 均匀色度标尺图比 CIE 1931 色品图颜色空间更均匀，为控制和衡量 LED 灯或 LED 灯具在寿命期内的颜色漂移和变化，《建筑照明设计标准》GB 50034 要求 LED 灯或 LED 灯具寿命期内的色偏差应在 CIE 1976 均匀色度标尺图的 0.007 以内。目前寿命周期暂按照点燃 6000 h 考核，随着半导体照明产品性能的不断发 展会有所不同。

5 为控制和衡量 LED 灯或 LED 灯具在空间的颜色一致性，参考《建筑照明设计标准》GB 50034 的要求而规定。

6.3.5 应急照明应符合现行国家标准《消防应急照明和疏散指示系统技术规范》GB 51309 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

#### 6.3.5 应急照明

国家标准《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309 和《建筑设计防火规范》GB 50016 规定了消防疏散照明和备用照明，火灾、地震等紧急状态下都需要启动疏散照明，这条也是安全因素的考虑。

#### 6.3.6 备用照明的照度标准值应符合下列规定：

1 医疗建筑的重症监护室、急诊通道、化验室、药房、产房、血库、病理实验与检验室等需确保医疗工作正常进行的场所，不应低于一般照明照度值的 50%。

2 其他场所的照度值除另有规定外，不应低于该场所一般照明照度标准值的 10%。

6.3.7 安全照明的照度标准值应符合下列规定：

- 1 医疗建筑手术室、抢救室应维持正常照明的照度；
- 2 其他场所的照度值除另有规定外，不应低于该场所一般照明照度标准值的 10%，且不应低于 15 lx。

6.3.7 安全照明

人员处于危险区域时应保证较高的平均水平照度以满足作业要求，确保处于潜在危险之中的人员安全的场所。

6.3.8 疏散通道中心线的疏散照明照度最大值与照度最小值之比不应大于 40:1。

6.3.9 步行和非机动车道夜间的照度，应不低于现行国家和行业标准《建筑照明设计标准》GB 50034 和《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定。

6.3.10 各类常用房间或场所照明的生理等效照度，应符合下列规定：

- 1 对居住建筑的居住空间，夜间生理等效照度不高于 50 EML；
- 2 对公共建筑中人员长期工作的场所，工作面上 0.45 m 处或地面上 1.4 m 处主要视线上的生理等效照度不低于 150 EML。

6.3.10 光是影响人体生理节律的重要因素，人体生物节律是指体力节律、情绪节律和智力节律，也就是人们常说的“生物钟”。人体生理节律的紊乱，将直接

影响人们的生活、工作和学习。

生理等效照度公式中当无法获取光谱功率分布时，比例系数 R 值可按下表选取。

光源 (K)	比例系数 R
2700 K LED	0.45
3000 K 荧光灯	0.45
2800 K 白炽灯	0.54
4000 K 荧光灯	0.58
4000 K LED	0.76
5450 K CIE E (Equal Energy)	1.00
6500 K 荧光灯	1.02
6500 K 日光	1.10
7500 K 荧光灯	1.11

6.3.11 室外夜景照明光污染的限制应符合现行国家、行业标准《室外照明干扰光限制规范》GB/T 35626 和《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163 的规定。

## 6.4 照明配电

6.4.1 供照明用配电变压器的设置应符合下列规定：

- 1 当电力设备无大功率冲击性负荷时，照明和电力可共用变压器；
- 2 当电力设备有大功率冲击性负荷时，照明宜与冲击性负荷接自不同变压器；当需接自同一变压器时，照明应由专用馈电线供电；
- 3 当照明安装功率较大或谐波含量较大时，宜采用照明专用变压器。

6.4.1 供电照明的配电变压器设置要求



1 照明灯对其供电电压要求有严格的限制,无论电压过高或过低都会缩短照明灯的寿命,对于没有大功率的电力设备等冲击性负荷,不会产生照明灯供电电压瞬变时,照明设备可与电力设备合用变压器。

2 对于有大功率的电力设备冲击负荷会严重影响照明灯的供电电压质量时,应采用不同的变压器供电。

3 为大量照明负荷供电或照明谐波比较大时,宜为照明采用专用的变压器。

#### 6.4.2 交流供电系统应符合下列规定:

1 三相照明配电干线的各相负荷应平衡分配,最大相负荷不应大于三相负荷平均值的 115%,最小相负荷不应小于三相负荷平均值的 85%;当超过上述范围时,应采用三相不平衡装置进行补偿。当超过上述范围时,应采用不平衡补偿装置进行处理。

2 普通照明灯回路不得接入非照明用电设备,电源插座不得与普通照明灯接在同一分支回路;

3 5 W 及以下的 LED 灯具功率因数不应低于 0.8, 5 W 以上的 LED 灯具功率因数不应低于 0.9。

4 三相照明配电线路,其中性线截面应满足不平衡电流及谐波电流的要求,且不应小于相线截面(就近已采取谐波滤除或不平衡补偿措施的除外)。

#### 6.4.2 交流供电系统

1 照明灯多数为单相负荷,设计时应尽量考虑平衡分布在三相供电回路中,尽量减少中性线电流,降低中性线的电流损耗。

2 为满足普通照明灯供电回路的能效计量准确考核,不应将非照明设备(例

如风机盘管、小型风机等)接入照明回路,否则对照明的能效计量造成误差。插座上连接设备也是由于不明确接有供电设备的使用性质,因此需要将电源插座回路不与普通照明灯回路接在同一个分支回路,方便分别计量。

3~4 考虑到减少照明供电支路无功功率产生的电流,采用单灯提高功率因数的方法减少无功损耗。

6.4.3 酒店客房、住宅、公寓、办公工位等场所的插座面板,部分插座宜选用带USB接口的面板。

6.4.3 酒店客房、住宅、公寓、办公工位等场所的插座面板,由于使用的随身设备很多需要利用USB接口进行供电或充电,考虑到减少电源转换器的损耗和使用便利,部分插座选用带USB接口的面板,USB接口规格宜选取DC5V 1A或2.1A或两者组合。

## 6.5 照明控制

6.5.1 公共建筑中利用天然采光、各种导光或反光装置将天然光引入室内进行照明的场所,宜具备随天然光强变化自动调节的措施,并通过控制系统平衡人工照明和天然光的组合使用。

6.5.1 公共建筑要充分利用天然采光,通过天然采光、导光管、反光装置引入室内需要照明的场所,应根据天然光强的强弱变化进行自动调节,人工照明与天然光平衡组合使用,尽量多采用天然光来节约人工照明用能。

6.5.2 走廊、楼梯间、门厅等场所根据建筑使用条件采取分区、分组控制措施，宜采用红外、声波与超声波、微波等感应控制。或者宜采用智能照明结合感应控制。

6.5.2 公共空间采用人感结合智能照明的方式，实现灯组感应同步变化，其中一个灯感应有人经过，整体区域灯光同步变亮，照明感受更好，人在走廊/过道行走不存在视野暗区，更安全更舒服。而且不存在安全问题的前提下，可以把无人状态下的灯光亮度调节得更低，更节能省电。

6.5.3 公共场所应采用集中控制，控制方式采用智能照明控制系统，并按环境需要采取调光或降低照度的控制措施。各类常用房间或场所照明宜设置照明控制装置或系统。

6.5.3 公共场所集中控制的控制方式有手动控制、时间控制、智能照明控制，系统优选智能照明控制系统。

6.5.4 公共建筑的下列场所，灯具分组宜按如下方式：

1 大空间办公场所的灯具控制方式，宜按工作使用范围或工位设置分组进行。如未来有可能分隔的空间，应按照每个有可能分隔的空间分组，分组可后期进行调整和重新设置。有人员长期活动且照明要求较高的场所宜采用感应调光控制或时间控制。有条件时，可采用可调节色温控制方式。

2 营业大厅、仓储、展厅、超市等大面积室内空间等宜按经营使用情况采用分区或群组控制，仓储空间应结合智能控制和传感控制，实现节能效果。

3 建筑内入口门厅及大厅、会议室、餐厅、报告厅、体育场馆等多功能用

途空间应采用智能场景控制。

6.5.5 采用定时控制的场所，当需要时间设置表之外的照明场景时，系统应具有控制优先控制功能。

6.5.6 照明控制系统宜具备信息采集功能和多种控制方式，可设置不同照明场景的控制模式；并实时显示和记录各种相关信息，自动生成分析和统计报表。当系统断电重新启动时，应恢复为断电前的场景或默认场景。

6.5.4~6.5.6 公共建筑大空间场所的灯具需分组、调光、感应控制。

6.5.7 对健康要求较高的工作场所，应采用可调节色温控制方式。

6.5.7 人们在工作生活当中习惯于按日光发展变化的节奏调整，人体器官对照明的色温调节有敏感的感觉，照明场所需按太阳的运行过程与其同步调节照明的色温。工作状态时采用色温较高的设置，对于会客、会议、休息等状态会采用柔和的相对较低的色温。

6.5.8 除设置单个灯具的房间外，每个房间照明控制开关不宜少于二个控制模式。

6.5.8 本条要求照明控制开关不宜接太多灯具，将照明灯分成多组利于控制节能要求。

6.5.9 地下车库宜按使用需求采用红外、声波与超声波、微波等感应控制或自动

(智能控制)模式调节照度。非机动车库宜按使用需求人工或自动(定时)模式调节照度。

6.5.9 对于地下车库的车道照明可采用多种方式控制,考虑到行车的速度,感应时点亮灯具在车道上应考虑一定的延申性。

6.5.10 酒店(旅馆)及酒店式公寓的每间(套)客房应设置节能控制措施;楼梯间、走道的照明,除应急疏散照明外,宜采用自动调节照度等节能措施。

6.5.11 居住建筑共用部位的照明,应采用延时自动熄灭或自动降低照度等节能措施。当应急疏散照明采用节能自熄开关时,应采取消防时强制点亮的措施。

## 6.6 照明节能

6.6.1 照明节能应从照明设备、控制系统、照明方式、天然光利用、照明设计和照明运营等多方面综合考虑,以提高照明系统整体效率、减少照明能耗。

6.6.1 民用建筑绿色照明设计是一个系统工程,需要从设备、设计、运行等多方面综合考虑。

6.6.2 应在满足照明标准和质量要求的前提下,进行照明节能设计评价。

6.6.2 以人为本是照明的目的,照明节能应该是在满足规定的照度和照明质量要求,确保照明安全、舒适的前提下进行考核。

6.6.3 各照明场所应以用户为单位独立考核和计量照明用电量。

6.6.3 为进一步实行运营节能评价，需要独立计量照明用电量。

6.6.4 公共建筑的照明应结合建筑条件充分利用天然采光。有条件天然采光的场所，可利用各种导光和反光装置将天然光引入室内，进行场所的照明。

6.6.4 天然采光是照明节能的重要部分，应通过不同的采光装置充分利用自然光，同时通过照明控制降低人工照明的光通量以达到照明节能。

6.6.5 各照明场所的照明功率密度（LPD）应在满足各场所照明标准的前提下符合以下各表规定：

1 办公建筑和其他类型建筑中具有办公用途场所的照明功率密度限值应符合表 6.6.5-1 的规定。

表 6.6.5-1 办公建筑和其他类型建筑中具有办公用途场所照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
普通办公室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
高档办公室、设计室	≤ 9.5	≤ 8.0	500
会议室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
服务大厅	≤ 8.0	≤ 7.0	300

2 图书馆建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-2 的规定。

表 6.6.5-2 图书馆建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
一般阅览室、开放式阅览室	≤ 6.5	≤ 5.5	300

目录厅(室)、出纳厅	≤ 8.0	≤ 7.0	300
多媒体阅览室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
老年阅览室	≤ 9.5	≤ 8.0	500

3 商店建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-3 的规定。当商店营业厅、高档商店营业厅、专卖店营业厅需装设重点照明时,该营业厅的照明功率密度限值可增加 5W/m<sup>2</sup>。

表 6.6.5-3 商店建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
一般商店营业厅	≤ 7.0	≤ 6.0	300
高档商店营业厅	≤ 11.0	≤ 9.5	500
一般超市营业厅	≤ 8.0	≤ 7.0	300
高档超市营业厅	≤ 12.0	≤ 10.5	500
仓储式超市	≤ 8.0	≤ 7.0	300
专卖店营业厅	≤ 8.0	≤ 7.0	300

4 旅馆建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-4 的规定。

表 6.6.5-4 旅馆建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
客房	≤ 4.5	≤ 4.0	—
中餐厅	≤ 6.0	≤ 5.5	200
西餐厅	≤ 4.0	≤ 3.5	150
多功能厅	≤ 9.5	≤ 8.5	300
客房层走廊	≤ 2.5	≤ 2.0	50
大堂	≤ 6.0	≤ 5.5	200
会议室	≤ 6.5	≤ 6.0	300

5 医疗建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-5 的规定。

表 6.6.5-5 医疗建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
治疗室、诊室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
化验室	≤ 9.5	≤ 8.0	500
候诊室、挂号厅	≤ 4.0	≤ 3.5	200
病房	≤ 4.0	≤ 3.5	200
护士站	≤ 6.5	≤ 5.5	300
药房	≤ 9.5	≤ 8.0	500
走道	≤ 3.0	≤ 2.5	100

6 教育建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-6 的规定。

表 6.6.5-6 教育建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
教室、阅览室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
实验室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
美术教室	≤ 9.5	≤ 8.0	500
多媒体教室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
计算机教室、电子阅览室	≤ 9.5	≤ 8.0	500
学生宿舍	≤ 3.5	≤ 3.0	150

7 科技馆建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-7 的规定。

表 6.6.5-7 科技馆建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
科普教室	≤ 6.5	≤ 5.5	300



会议报告厅	≤ 6.5	≤ 5.5	300
纪念品售卖区	≤ 6.5	≤ 5.5	300
儿童乐园	≤ 6.5	≤ 5.5	300
公共大厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200
常设展厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200

8 美术馆建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-8 的规定。

表 6.6.5-8 美术馆建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
会议报告厅	≤ 6.5	≤ 5.5	300
美术品售卖区	≤ 6.5	≤ 5.5	300
公共大厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200
绘画展厅	≤ 4.5	≤ 4.0	100
雕塑展厅	≤ 5.5	≤ 5.0	150

9 博物馆建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.6-9 的规定。

表 6.6.5-9 博物馆建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
会议报告厅	≤ 6.5	≤ 5.5	300
美术制作室	≤ 9.5	≤ 8.0	500
编目室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
藏品库房	≤ 3.5	≤ 2.5	75
藏品提看室	≤ 4.5	≤ 3.5	150

10 会展建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.6-10 的规定。

表 6.6.5-10 会展建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )	照度标准值 (lx)
-------	------------------------------	------------

	基本值	推荐值	
会议室、洽谈室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
宴会厅、多功能厅	≤ 9.5	≤ 8.0	300
一般展厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200
高档展厅	≤ 9.5	≤ 8.0	300

11 交通建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-11 的规定。

表 6.6.5-11 交通建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
候车(机、船)室	≤ 6.0	≤ 5.0	200
中央大厅、售票大厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200
行李认领、到达大厅、出发大厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200
地铁站厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200
地铁进出站门厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200

12 金融建筑照明功率密度限值应符合表 6.6.5-12 的规定。

表 6.6.5-12 金融建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
营业大厅	≤ 6.0	≤ 5.0	200
交易大厅	≤ 9.5	≤ 8.0	300

13 住宅建筑每户照明功率密度限值宜符合表 6.6.5-13 的规定。

表 6.6.5-13 住宅建筑每户照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
	基本值	推荐值	
起居室	≤ 4.0	≤ 3.5	100

卧室			75
餐厅			150
厨房			100
卫生间			100
职工宿舍	≤ 2.5	≤ 2.2	100
车库	≤ 1.3	≤ 1.1	30

14 公共建筑通用房间或场所照明功率密度限值应符合表 6.6.5-14 的规定。

表 6.6.5-14 公共建筑通用房间或场所照明功率密度限值

房间或场所		照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )		照度标准值 (lx)
		基本值	推荐值	
走廊	一般	≤ 1.5	≤ 1.2	50
	高档	≤ 2.5	≤ 2.2	100
厕所	一般	≤ 2.0	≤ 1.8	75
	高档	≤ 3.5	≤ 3.0	150
试验室	一般	≤ 6.5	≤ 5.5	300
	精细	≤ 9.5	≤ 8.0	500
检验室	一般	≤ 6.5	≤ 5.5	300
	精细, 有颜色要求	≤ 16.0	≤ 13.5	750
计量室、测量室		≤ 9.5	≤ 8.0	500
控制室	一般控制室	≤ 6.5	≤ 5.5	300
	主控制室	≤ 9.5	≤ 8.0	500
电话站、网络中心、计算机站		≤ 9.5	≤ 8.0	500
动力站	风机房、空调机房、 泵房	≤ 2.5	≤ 2.2	100
	冷冻站、锅炉房	≤ 3.5	≤ 3.0	100
仓库	一般件库	≤ 2.5	≤ 2.2	100
	精细件库	≤ 4.5	≤ 3.0	200
公共车库		≤ 1.5	≤ 1.2	50

6.6.5 照明节能设计评价采用满足一般照明照度标准值的照明功率密度值考核。本条的 6.6.6-1 到 6.6.6-14 的 LPD 值是照明节能的重要评价指标。根据 LED 光源、灯具等照明产品的现有水平和技术发展趋势,以及上海经济发展的基础条件,并参考国内外有关照明节能标准,采用《建筑照明设计标准》GB 50034 中照明功率密度 LPD 目标值作为本规范绿色照明设计的基本值,同时提出比基本值降低约为 10-20% 的 LPD 值作为本规范的照明功率密度推荐值,在满足国家绿色节能标准的前提下,藉此进一步推动上海民用建筑绿色照明的发展。

6.6.6 对含双色温通道的可调光输出、色温灯具,按双通道照明实际运行时的灯具最大功率计算照明功率密度值。

6.6.6 可调光输出、可调色温灯具通常有两个或两个以上的照明通道组成,每个通道的照明功率可变,因此计算 LPD 值时,应按运行时的灯具最大功率计算照明功率密度值,而非各通道最大功率的简单叠加。

6.6.7 对设计有照明控制设备或系统的照明场所,本规范中规定的照明功率密度值的计算不应包括照明控制设备或控制系统的功耗。

6.6.7 采用照明控制后,照明控制器件也会有功耗,但照明的总体运行能耗会降低,为鼓励设计照明控制系统,在 LPD 计算时不计入照明控制器件的能耗。

6.6.8 照明节能运营后,一般照明的单位面积年度照明耗能应满足以下公式计算得到的最高限值。

$$LENI = \frac{\sum_{i=1}^n LPDi * Ai * Ti}{\sum_{i=1}^n Ai}$$

式中：

LENI ----- 建筑照明能耗指数 (kWh/(m<sup>2</sup>•年)；

LPDi ----- 第 i 个照明场所的照明功率密度限制值，可参考第 6.6.6 条中各表中的值 (W/m<sup>2</sup>)；

Ai ----- 第 i 个照明场所的照明面积 (m<sup>2</sup>)；

Ti ----- 第 i 个照明场所的年度标准照明小时数 (h)，可通过表 6.6.12 得到。

表 6.6.12 各类建筑照明场所年度标准照明时间

建筑类型	年标准照明时间 (小时)		
	<i>t<sub>D</sub></i>	<i>t<sub>N</sub></i>	<i>t<sub>tot</sub></i>
办公建筑	2 250	250	2 500
教育建筑	1 800	200	2 000
医疗建筑	3 000	2 000	5 000
旅馆建筑	3 000	2 000	5 000
餐饮建筑	1 250	1 250	2 500
商店建筑	3 000	2 000	5 000

*t<sub>D</sub>*: 有自然光的照明时间； *t<sub>N</sub>*: 无自然光的照明时间； *t<sub>tot</sub>*: 年度照明总时间

6.6.8 通过 LPD 值的考核可以很好实现绿色照明的设计节能评价，但民用建筑的绿色设计还需要绿色照明的运营节能评价。根据 EN15193: Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting 和 ISO/CIE 20086: Light and lighting — Energy performance of lighting in buildings 的推荐，采用照明能耗独立计量后的一般照明单位面积年度照明能耗指标 LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) 考核，并通过标准的照明 LPD 限值和年度标准照明时间，得到标准的 LENI 限值，实际 LENI 应小于得到的标准限值，实现运营节能。

6.6.9 照明节能运行应在满足照明效果和节能的前提下，通过照明控制系统的设置和照明管理，降低照明的年度总能耗。

## 7 计量与绿色综合监测管理系统

### 7.1 一般规定

7.1.1 绿色建筑宜建立绿色综合监测管理系统，除对水、电力、燃气、燃油、集中供热/供冷和可再生能源等用能类型进行采集、分类和分项计量外，同时应采集绿色建筑的基本信息、建筑环境和设备及建筑运行信息等，并对其它绿色运行评价指标进行监测。

7.1.1 本条主要明确绿色综合监测管理系统的涵盖范围、采集的信息类型等基本<sub>要求</sub>。建立绿色综合监测管理系统的目的是对绿色建筑中各种能源的供应、使用、消耗的情况等信息统一收集、整理与归纳，作为平台的基础数据，为更高层次的智能应用场景提供数据支持。因此在本系统中应尽可能地将各种绿色信息数据采集完善。建筑冷热源、输配系统和照明等各部分能耗的独立分项计量，<sub>市绿色建筑资源节约性能的控制项要求</sub>，必须遵守。

7.1.2 绿色综合监测管理系统的设置，应满足国家与地方政府建立建筑物能耗数据监测网的要求，为绿色建筑在运行过程中实现能效及信息运用提供基础数据。

7.1.2 绿色综合监测管理系统不仅仅满足建筑物自身运维管理的监测要求，还应能与各地政府主导的能耗监测系统平台、分项计量监测平台等上位系统平台对接。系统应采用开放式协议与通信接口，系统的采集数据与各功能模组的运算结果、优化指令能通过标准的协议格式，做到与建筑楼宇智能化的各信息系统平台共享数据。

7.1.3 绿色建筑建立的绿色综合监测管理系统，应按上级管理部门数据平台要求，自动、定时发送能效及信息数据。

7.1.3 本条主要是针对系统的数据上传功能提出要求。支持主动上传，请求发送上传等形式，以主动上传上级平台为基本功能，也是支持绿色建筑发展应尽的社会责任义务。

7.1.4 绿色综合监测管理系统应作为新建绿色建筑智能化系统的组成部分，列入建设计划，同步设计、建设和验收。

7.1.4 绿色综合监测管理系统作为绿色建筑智能化系统的组成部分，在方案设计、初步设计、施工图设计等各阶段系统设计中充分结合，与建筑本体、电气及智能化系统等合理统一规划、同步设计，从而保证系统的顺利实施，并与各弱电子系统共享资源，可避免重复建设或投资浪费，并能提高绿色建筑运营效率，更好地落实绿色建筑的相关政策执行。

7.1.5 绿色建筑应设置用于综合监测管理系统的管理用房，也可与其它建筑智能化系统机房合用，满足现行国家标准《智能建筑设计标准》GB/T 50314的相关机房要求。

7.1.5 本条主要明确绿色综合能效监测系统控制室的设置，宜与弱电智能化系统合用控制室，其管线桥架、供电系统等均宜与智能化系统共用。



## 7.2 计量装置

7.2.1 绿色建筑的能耗计量装置应满足现行国家、电力行业与地方法规规定，并具有国家级产品检验报告。

7.2.1 对能耗计量装置计量精度和产品质量的基本要求，应具有 CMC（中华人民共和国制造计量器具许可证）或 CMA（中国计量认证）标志，强调市场准入条件。

7.2.2 计量装置应具有下列实时检测和显示功能：

- 1 三相电压、三相电流、有功功率、无功功率、视在功率和功率因数等，具有电压、电流等超限报警功能；
- 2 有功电度、无功电度、频率、负载性质、实时电度/分时电度抄表、最大值统计和需量等；
- 3 三相电压/电流不平衡度、电压/电流谐波畸变率、奇/偶次谐波含有率和各次谐波分量及含有率（2~63次）等。

7.2.2 计量装置的功能要求，词条来源 GB/T 17215.301-2007《多功能电表 特殊要求》中 5.1.1 多功能电表的基本要求。

7.2.3 计量装置的测量精度应满足下列要求：

- 1 电压、电流、频率，为 0.2 级；
- 2 功率、电度、功率因数、需量、不平衡度，为 0.5 级；
- 3 谐波、相角，为 1.0 级。

7.2.3 计量装置各项功能要求的精度，参照电能表准确度等级确定。

7.2.4 具有数据远传功能，带有 RS 485 标准串行电气接口，采用 MODBUS-RTU 标准开放协议或符合现行行业标准《多功能电能表通信协议》DL/T 645 中的有关规定。

7.2.4 计量装置和数据采集器之间应采用 Modbus 开放式协议或 DL/T 645 通信协议，并符合《基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范》GB/T 19582 标准开放协议规定。

7.2.5 带开关量输入和输出功能，开关量输出可作为越限报警，开关量输入可作为开关位置远方监视；带有不少于 20 条 SOE（事件顺序记录）功能。

7.2.5 开关量输入模块用来接收现场输入设备信号（如按钮，行程开关，温控开关等），将信号转换为 PLC 内部的低压电压信号，并实现 PLC 内外信号的电气隔离。开关量输出模块是把中央处理器 CPU 处理过的内部数字量信号转换成驱动外部输出设、执行机构、显示灯等负载的开关信号，并实现 PLC 内外信号电气隔离的模块。

7.2.6 现场可设置计量装置的 PT、CT 参数，以及数据循环时间等；采用模块化设计，附加功能可自由组合。壳体采用高级阻燃 PC 材料，显示面罩应采用防水防尘设计。

7.2.6 现场参数设置的要求参照现行国家标准《多功能电能表 特殊要求》GB/T 17215.301 的规定。阻燃的壳体材料具备安全性能以防止火焰蔓延，也不会因与

之接触的带电部件的热过载而着火；仪表应符合现行国际标准《机壳提供的防护等级》IEC 60529 规定的防护等级。

7.2.7 计量装置的电磁兼容，应不低于现行国家标准《运动设备及系统第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容性》GB/T 15153.1 中严酷等级4级要求，或《测量、控制和实验室用的用电设备的电磁兼容性要求 第1部分：通用要求》GB/T 18268.1 的规定。

### 7.3 指标监测

7.3.1 绿色综合监测管理系统的管理数据应包括如下三部分：

1 绿色建筑基本情况和状态信息，包括建筑面积、容积率、绿化率、透水铺装面积比例、调蓄雨水功能面积占绿地面积比和场地年径流总量控制率等；居住建筑的人均用地面积和人均公共绿地面积；公共建筑的地下与地上建筑面积比、地下一层建筑面积与总用地面积比和可重复使用隔断（墙）比等。

2 绿色建筑能耗监测数据，包括水、电、燃气、燃油、内外供热/冷源和可再生能源共七类分类能耗数据。

3 绿色综合监测平台运行数据，包括建筑机电设备的运行参数、气象环境参数、建筑平均用水量、施工固体废弃物排放量和定型模板使用面积占比等等。

7.3.1 本条主要从《绿色建筑评价标准》的规定与评分项的类型与考量点出发，对本系统数据的类型内容做了详细的规定，系统实际采集的数据应不小于本条规定的内容。系统采集数据不宜小于该范围，并在条件允许的情况下采集更多的数

据，包括建筑物基础信息、项目信息、建筑设施与设备信息（含设备运行工况信息）、建筑周边外部环境信息、建筑内部环境信息、建筑运维与运营信息等等，数据采集的目的是为系统的智能应用提供数据支撑。主要的七类分类能耗数据有：如建筑总能耗、单位面积能耗、供冷供热总能耗、新型热泵空调比例、热水量和热水比例、可再生能源产生热量、可再生能源发电量、热水比例、用水总量、非传统水量和非传统水源利用率、建筑材料总质量、可再利用和可再生循环材料质量及利用率、工业化预制构件比例和发电量。

**7.3.2 用电设备的能耗监测，除在变电所内设置电能计量装置外，宜在楼层区域等二级配电处集中设置计量装置，分项、分区、分户计量能耗。**

7.3.2 本条主要明确绿色综合能效监测系统用电设备的计量范围，为满足系统监测与分析的功能应用，结合系统造价与投资，应在区域配电的二级配电处设置计量装置，有条件的宜将三级配电处的计量装置纳入本系统监测范围，配置标准以满足系统功能需要为基本要求。

**7.3.3 用水、用气、用热/冷等能耗，宜分区、分户设置计量装置。**

7.3.3 本条主要明确其它非电设备计量装置的设置范围。

**7.3.4 办公建筑、商业建筑或其它建筑内有对外出租（售）单元时，应在单元配电处增加对各单位、各租（售）户的分户计量。**

7.3.4 本条强调从绿色建筑的运营管理角度，设置计量装置的位置。通过安装表计，能明确租赁使用权属，运营管理中对能耗数据的分析统计更具准确性，也便

于节能措施的优化和总结。

7.3.5 公共建筑的电能能耗，根据用能情况分项电能可细分至二级子项监测。二星级绿色建筑，宜在二级子项处设置计量；三星级绿色建筑，应在二级子项处设置计量。

7.3.5 针对绿色建筑评价标准的分级，对应本系统的计量装置的设置位置做出规定。上海市工程建设规范《公共建筑用能监测系统工程技术标准》DGJ 08-2068-2017 第 4.2.2 条对电能能耗的分项做过具体规定，照明插座用电和空调用电都有二级子项的明确要求。严格按其规定实施，能保证能耗数据的准确性，更有利于数据的统计、分析和管理工作，应予鼓励提倡。

此条要求中照明和插座的二级子项分项要求细化提出的。配电系统末端照明及插座负荷，其使用特征和使用规律区别较大，以前未作二级子项分项的数据不能真实反映照明灯具类负荷与其它电器类负荷的能耗数据情况，不利于绿色建筑电气照明系统平时运行能耗的分析和优化，也不利于照明行业灯具的产品提升和行业发展，因此，二级子项分项设计实施的意义重大。目前电器行业内，已出现可分回路计量的终端成熟配电产品，计量装置的市场价格也大幅度走低，在不改变原配电系统的前提下即可执行，这对于该条的贯彻实施较为有利。

7.3.6 绿色建筑能耗计量装置宜选用具有远传功能的数字化产品，具有符合行业标准的物理接口，采用标准开放协议，便于设置远程集中管理系统，实现后台实时监测与维护功能。

7.3.6 结合绿色建筑的实际使用功能，绿色综合监测管理系统对能耗计量装置、

采集装置的基本要求，可以选择市场上成熟产品来实现功能，标准化的通信协议与通信端口，开放的北向接口，主动数据上传的功能是实现绿色综合监测管理系统的基本要求。系统应兼顾新建与改建、改造项目的特点，在设计阶段予以充分考虑。

7.3.7 绿色建筑的监测数据应采用自动采集的方式实时采集；绿色建筑的基本信息、建筑环境和设备和建筑运行信息等。其它无法自动采集的参数等数据可采用人工方式录入系统平台。

7.3.7 新建绿色建筑应采用自动采集方式采集数据，并为此配置相关设备。对于绿色建筑中尚不具备自动采集条件的数据、建筑概况等建筑物基本参数、既有建筑的历史数据等等，通过人工录入方式能确保系统的应用功能不受数据采集深度精度的影响，从而实现建筑内所有类别的数据采集，在此基础上实现建筑综合能耗的统计和分析，保证系统的基本运行与应用，进一步在绿色建筑楼宇管理中发挥作用。

## 7.4 系统性能

7.4.1 绿色综合监测管理系统主要由系统管理服务器、网络传输设备、协议转换设备和数据采集设备等组成。

7.4.2 绿色综合监测管理系统宜选择服务器和系统统一安装在系统服务器上，也可选择配置专用的管理与数据存储服务器。

7.4.3 系统管理网络层应采用 TCP/IP 通信协议并基于快速以太网组网。

7.4.3 系统平台基于以太网与 TCP/IP 协议组网具有较为完善与成熟的技术支持，并兼容大多数子系统平台，同时具有强大的二次开发能力。

7.4.4 系统数据采集设备宜采用 Modbus\_RTU 等总线协议。

7.4.4 采集层数据传输方式宜采用干接点或现场总线协议，包括但不限于 OPC，ModBus-485，ModBus-RTU，ModBus-TCP 等协议。Modbus\_RTU 作为底层通信协议，具有较高的使用广泛性和可靠性。

7.4.5 系统应具有显示、记录、报警、分析和提示功能，支持语音报警、声光报警、电话报警、专用 App 报警，电子邮件报警等；

7.4.6 系统数据应采取相应的冗余和备份措施，系统数据、系统相关操作日志与历史数据的保存时间应  $\geq 3$  年。

7.4.6 从数据的安全性角度考虑，绿色综合监测管理系统数据应有备份措施，或采用冗余的存储机制，来确保数据的真实、可靠、有效。并从系统应用的扩展与继承性，尤其是 AI 智能分析对大数据的依赖性，因此建议对系统重要信息、建筑物基本系统等数据长期保存，主要能效分析数据、应用系统功能所必须的数据、系统操作日志等历史数据保存周期应大于 3 年，并在建设成本允许的情况下尽可能提升数据保存时间。

7.4.7 系统前端工作站应设置在绿色综合监测管理系统管理室或控制中心，并具有登陆操作、锁机操作、运行/编辑切换操作、打开文件列表操作、查询等多种功能，同时能和数据集成平台进行通信。

7.4.8 系统要求从被监控设备完成发送信号到监控系统收到信号的过程响应时间 $\leq 30$ 秒。

7.4.8 采用 ModBus-485 通信协议传输数据的设备数量是影响数据刷新周期重要因素之一，为减小线路故障、设备通信故障对系统应用带来的影响面，通信总线回路所连接设备数量不应过多。系统数据刷新周期宜从系统应用功能、运维管理需要、设备与线路故障影响等多方面综合考虑。综合多种类型的建筑特性和系统整体造价的平衡，给出 30 秒的时间限制要求，具体配置可结合项目实际情况和管理要求确定。

7.4.9 系统中采用 TCP/IP 网络协议传输的网络传输设备应统一设置在弱电间或弱电网络设备机房。

7.4.9 网络传输设备集中在弱电间主要出于管理和成本考虑，对于采集点分散且数量较多的场所也可将网络设备与采集设备就近安装。

7.4.10 系统中通过 RS485 接口等通信协议采集现场各设备参数的数据采集设备应就近设置在被采集设备附近。

7.4.10 分散型的前端采集方式，综合了不同通信协议的传输距离、有源信号供电半径等因素，并能有效降低线路的投资造价，对运维人员而言，能便于快速排



查故障点。

7.4.11 系统中所有采集设备端口配置应按 15~20% 的富裕量预留。

7.4.11 由于本系统在建设与前期规划中存在不确定性，本条主要考虑在项目建设后期、绿色建筑的发展与改造带来的少量采集点的增加，不需要增加系统主要设备。同时 15~20% 的端口富裕量能对系统传输效率快速提升。

7.4.12 系统应具有向上一级集中监控平台提供开放接口和协议的功能，供集中监控平台进行数据集成。

7.4.13 系统的管理服务器、网络传输设备、协议转换设备、数据采集设备等应基于统一的时间基准运行，以满足实时数据采集时间和事件顺序记录的一致性。

7.4.13 智能化、信息化系统的时间同步是不同子系统间数据共享、数据上传的基准，因此有必要在绿色综合监测管理系统，或在建筑智能化系统中建立统一的时钟管理机制。

7.4.14 绿色综合监测系统宜采用 UPS 电源供电，持续供电时间不小于 30 分钟。  
当另有备用电源时除外。

7.4.14 本条主要考虑建筑物供电系统故障或者供电中止的情况系统，系统核心管理与存储功能应能完成系统告警与数据保存，并做好系统运行中止的准备。对二级以上负荷，或具有柴油发电机组、储能装置等备用电源的建筑物，系统 UPS 后备时间应不小于电源切换或者后备电源投入运行所需的必要时间。

## 7.5 系统设计

7.5.1 绿色综合监测管理系统应具备相关数据实时采集、处理、存储、统计、分析和展示等功能。

7.5.2 绿色综合监测管理系统应充分利用原有电能管理和建筑设备监控等系统采集的数据，实现资源共享；电能管理和建筑设备监控等系统均应提供标准通信接口，根据设备管理要求实现数据共享。

7.5.2 绿色综合监测管理系统作为建筑智能化系统的组成部分之一，应充分利用建筑智能化系统各子系统的已有资源，合理规划、资源共享，并具有开放式的通信接口，具有和不同监测、采集、管理、分析系统软件对接的能力。

7.5.3 系统的数据传输应符合下述规定：

1 系统的传输方式取决于被监控装置的数量、分布、传输距离、环境条件、信息容量及传输设备技术要求等因素，采用有线为主、无线为辅的传输方式。

2 性能指标和技术指标的数据传输中，保证系统管理服务器、网络传输设备、协议转换设备、数据采集设备之间的可靠通信和数据加密。

3 以固定格式的编码传输数据，编码格式符合相关国家与地方的能耗监测、分项计量与数据采集等的规范规定。

4 数据传输使用的配线模块、信息插座、光纤连接器件，浪涌保护器以及信息转换器、中继器、放大器等中间传输设备等，应部件完整，电气和机械性能

应符合质量标准，塑料材质应具有阻燃性能。

7.5.3 本条要求做如下说明：

1 实践表明有线传输方式的稳定性可靠性对比无线传输方式依然有着较大的优势，因此在绿色建筑内可以采用有线布线方式的场所、新建项目应采用有线传输方式；既有建筑改造或有线敷设有困难的，采用有无线传输方式。

2 要求系统传输应对数据的安全性予以考虑。

3 定制系统应考虑统一编码格式的通用性。

7.5.4 系统应配置与上级数据平台通信和发送数据的网络接口。使用公共通信网络的，应配置防火墙和防病毒系统。

7.5.5 系统应配置信息网络安全管理系统，确保信息网络正常运行和信息安全，并满足国家网络等级保护条例要求。

7.5.5 根据最新《网络安全等级保护制度 2.0》的相关要求，应在设计与实施中充分考虑网络安全及其必要的技术措施。

## 8 电线电缆与桥架

### 8.1 一般规定

8.1.1 电线电缆与桥架的设计选择，应突出绿色环保、节能和节材理念，从全生命周期角度，注重材料研发、工艺生产及表面处理方式的环保要求，使用安全耐久，安装敷设简单，运行维护方便及可持续回收利用等方面综合确定。

8.1.1 绿色设计产品是以绿色制造实现供给侧结构性改革的最终体现，侧重于产品全生命周期的绿色化。积极开展绿色设计，按照全生命周期的理念，在产品设计开发阶段系统考虑原材料获取、生产制造、包装运输、使用维护和回收处理等各个环节对资源环境造成的影响，力求产品在全生命周期中最大限度降低资源消耗、尽可能少用或不用含有有害物质的原材料，减少污染物产生和排放，从而实现环境保护的活动。

绿色产品生产企业应将绿色设计过程引入管理体系：

产品生产企业的污染物排放状况，应达到国家或地方污染物排放标准的要求，近三年无重大安全和环境污染事故；清洁生产水平行业领先；产品质拭、安全、卫生性能以及节能降耗和综合利用水平，应达到国家标准、行业标准的相关要求；宜采用国家鼓励的先进技术工艺，不得使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质；生产企业的污染物总量控制，应达到国家和地方污染物排放总量控制指标；生产企业分别建立并运行环境管理体系、能源管理体系、质量管理体系和职业健康安全管理体系；生产企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具，按环保法律法规和标准要求配备污染物检测

和在线监控设备。

**8.1.2 电缆附件及附属设备，应具备与所连接电缆相匹配的性能。**

8.1.2 民用建筑内电缆附件及附属设备主要包括电缆终端、电缆接头等，要求与电缆性能匹配是使用安全要求。

**8.1.3 绿色桥架的支吊架等附件，应随主体桥架配套提供。**

8.1.3 本条属于安全要求，电缆桥架的强度、刚度、稳定性参数是制造企业结合整体产品试验。电缆桥架附件包含：支吊架、引下件、紧固件、跨接线等。

在实际工程中，支吊架如另外选配，应给出相应的计算分析。

**8.1.4 装配式成品及抗震支吊架的设置，宜将电气与给排水、暖通和动力等其它专业配合，进行三维 BIM 设计，优化综合管线敷设。**

8.1.4 BIM 设计是今后设计方式的发展方向，用于机电安装的 BIM 设计发展较快，应用程度较高，用于指导施工、节省材料方面效果显著。

## **8.2 电线电缆性能**

**8.2.1 电线电缆导体材料应根据负荷性质、环境条件、配电线路条件、安装部位、综合造价等实际情况选择铜、铝合金、铜包铝导体等。**

8.2.1 节约有色金属材料，节省资源政策是国家绿色建筑的基本理念和思路。针对我国贫铜富铝的现状，本条给出了电线电缆导体材料的要求，目前市场上电

电线电缆主要有铜、铝合金、铜包铝导体等电缆品种可供选择，它们性能特点和要求如下：

1 根据现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 规定的重要负荷回路、人员密集场所、爆炸危险场所等应采用铜导体，

2 在相同条件下，铜与铜导体比铝和铜导体连接的接触电阻要小约 10 倍~30 倍，铜导体电缆比铝导体电缆的连接可靠性和安全性高。

3 根据铜、铝导体电阻率差异（铜芯为  $0.01724 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$ ，铝芯为  $0.02826 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$ ），相同电流下铜电缆截面比铝电缆小 1 级~2 级，在设计中，根据回路电流大小和连接可靠性要求，结合盘柜允许的电缆头连接空间和施工方便性等确定电缆材质。

4 铜电缆和铝合金电缆各有特点：铝合金电缆虽然并未提高纯铝电缆的导电性，但其弯曲、抗压蠕变和耐腐蚀等物理、机械性能 有较大的提高。相比较铜电缆，铝合金电缆在重量、价格以及工程安装等方面则具备一定的优势；而铜电缆在载流僵、电压降和可靠性方面依然具有较大优势，两者在不同的领域都有着各自的应用空间。

5 采用铝合金电缆需要使用专用铝合金电缆接头，对电气设备连接端子为铜端子时需解决好铜铝过渡问题，防止接头处产生电化学腐蚀，并增强安装工艺质量的监督和运维工作。

6 铝合金电力电缆在国外应用市场成熟，2006 年进入国内市场，因其经济性、节能环保以及安装维护方面的优势，铝合金电力电缆在国内迅速发展，国家标准 GB/T 31840《额定电压 1kV ( $U_m=1.2\text{kV}$ ) 到 35kV ( $U_m=42\text{kV}$ ) 铝合金芯挤包绝缘电力电缆》。

7 近年来铜包铝导体电缆已经用于一般环境的工业与民用建筑。由于铜材料价格上涨过高，一些企业研发铜包铝导体电缆，电缆用的单线采用标准 GB/T 《铜包铝线》，应用场所应根据《铜包铝电力电缆工程技术规范》CECS 399 执行。

8.2.2 电线电缆的绝缘材料，应根据安装敷设条件，采用阻燃型、无卤低烟型、无卤低烟低毒阻燃型等，并符合工作电压的要求，不得采用聚氯乙烯等含卤绝缘材料。电缆产品绝缘材料优先选用有绿色环保认证的。

8.2.2 本条引自绿建评价标准的安全、耐久要求，提高本地区民用建筑内使用的电缆绝缘材料要求，应采用阻燃型、无卤低烟型、无卤低烟低毒阻燃型。优先选用使用符合 ROHS 认证的材料生产的电缆产品。

8.2.3 电线电缆填充、包带应选用节能环保型非吸湿性材料，不应含有铅、镉等重金属，并能回收循环利用。

8.2.3 本条是对电线电缆内衬层的绿色要求。

民用建筑内安装使用的低压电力电缆的基本结构由导体、绝缘、填充、包带、内护套、铠装、外护套组成。

低压电力电缆主要结构及要求

产品结构	结构要求	备注
导体	低压电力电缆的导体结构，应采用第 1 种实心圆形导体或第 2 种绞合导体或第 5 种软导体。当采用第 2 种绞合导体时，两芯及以上的铜芯、铝芯、铜包铝芯电力电缆可采用绞合成型导体，常见的成型导体有半圆形、扇形和瓦形等。铝合金芯常	导体符合 GB/T3956 要求

	采用圆形紧压导体或型线圆形紧压导体结构，而不采用交合成型导体。	
绝缘	绝缘采用挤包成型工艺，不同绝缘材料所对应的绝缘标称厚度也有所不同。无论导体采用哪种结构及形状，同一种材料、同一种标称截面积所对应的绝缘标称厚度是相同的，任何隔离层的厚度应	
内衬层	内衬层可根据产品的实际需求，采用挤包、绕包或纵包（纵包仅适用于铝合金芯电力电缆）的形式。	
铠装	铠装类型包括双金属铠装、圆金属铠装、扁金属丝铠装和铝合金带联锁铠装。	
外护套	除铝合金带联锁铠装电缆外，所有电缆都应具有外护套。外护套采用挤包形式，其标称厚度、厚度最小测量值应符合 GB/T 12706.1 的规定。	

常用的中压电力电缆结构可分为以下两种：

非铠装电缆：导体、绝缘、绝缘屏蔽、金属屏蔽、填充、包带、外护套组成。

铠装电缆：导体、绝缘、绝缘屏蔽、金属屏蔽、填充、包带、隔离套、铠装（金属带铠装、金属丝铠装、铝合金带联锁铠装）和外护套组成。

8.2.4 电缆的护层材料，应根据安装敷设条件，采用无卤低烟阻燃型、非磁性金属等材料。不应采用聚氯乙烯等含卤材料。

8.2.5 室内布线用线缆，其性能应符合现行标准《额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》GB/T 5023、《额定电压 450/750 V 及以下双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电线》JG/T 441 的规定，同时根据不同的应用场合选用阻燃或耐火电线电缆。



8.2.6 低压配电电缆，其性能应符合现行标准《额定电压 1 kV ( $U_m=1.2$  kV) 和 3 kV ( $U_m=3.6$  kV) 电缆》GB/T 12706.1、《额定电压 0.6/1kV 双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》JG/T 441 的规定，同时根据不同的应用场合选用阻燃或耐火电缆。

8.2.7 6 kV~35 kV 中压配电系统用线缆，其性能应符合国家标准《额定电压 6 kV ( $U_m=7.2$  kV) 和 30 kV ( $U_m=36$  kV) 电缆》GB/T 12706.2 的规定，同时根据不同的应用场合选用阻燃或耐火电缆。

8.2.8 消防配电线路用线缆，其性能应满足现行国家标准《在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验第 21 部分：试验步骤和要求》GB/T 19216.21 的规定，耐火温度 950 °C、持续供电时间不小于 180 min；

8.2.4 ~ 8.2.8 选择耐火电缆应注意，因着火时线芯温度急剧升高导致电压损失增大，应按着火条件核算电压损失，以保证重要设备连续运行。目前市场上优质耐火电缆，燃烧试验测得的导体温度大约在 500 °C 左右，导体电阻大约增至 3 倍。在 2017 年版《电力电缆设计与采购手册》、2018 版《电线电缆工程手册》中给出的选择建议：只要按正常情况（电压误差值 -5%~+5%）选择电力电缆截面放大 1~2 级就可以。原来选择 50 mm<sup>2</sup> 及以下，放大 1 级截面；原来选择 70 mm<sup>2</sup> 及以上，放大 2 级截面，通常就可以满足着火条件下的电压误差不大于 -10% 的条件。

8.2.9 消防联动控制线路、火灾自动报警系统报警总线、消防应急疏散照明、防

火卷帘等其它消防用电设备用线缆，其性能应满足现行国家标准《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》GB/T 19666-2019 的规定，耐火温度 750℃、持续供电时间不小于 90 min。

8.2.10 当有燃烧性能等级要求时，电线电缆燃烧性能等级应符合现行国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定；阻燃电缆阻燃特性应符合现行国家标准《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》GB/T 19666 的规定。

8.2.9 ~ 8.2.10 为鼓励研发和推广应用阻燃性能良好的电线电缆，公安部组织制定了强制性国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB31247-2014，将电缆及光缆产品按阻燃性能的高低依次分为 A、B1、B2、B3 四个级别。

8.2.11 消防配电线路的耐火电缆不宜有中接头，并综合考虑施工安装等经济成本。

8.2.12 干线电缆宜结合项目主体结构使用年限、重要性等特点，选用长寿命的绝缘材料。

8.2.12 电缆绝缘材料属于化学产品，经过一定时间，在外来因素作用下，均会发生老化现象。电缆由导体和绝缘材料的组成，正常使用过程中，影响电缆寿命的原因是绝缘损坏。目前电缆的使用寿命一般不小于 30 年，如采用新型绝缘材料或生产工艺提升绝缘材料性能，也等于提升电缆寿命，甚至与建筑寿命匹配，绿色理念突出。

同等条件下，应采用寿命长的产品，是绿色建筑安全耐久的要求之一。

参考《民用建筑电气设计标准》GB 51348 要求：对于不轻易改变使用功能的建筑物、场所，或建筑物的供电干线，拟提出宜使用长寿命电线电缆的要求，以减少更换电线电缆投资，降低维护成本，提高电线电缆抗老化能力。

2014 年 9 月 11 日发布了《额定电压 450/750V 及以下双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电线》JG/T 441-2014 和《额定电压 0.6/1kV 双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》JG/T 442-2014 两项建筑工业行业产品标准，并已于 2015 年 2 月 1 日起实施。这两项标准中规定：导体平均工作温度 70℃ 下，电线电缆的使用寿命不应小于 70 年。这个“70 年”寿命是按国家标准《电气绝缘材料 耐热性 第 1 部分：老化程序和试验结果的评定》GB/T 11026.1-2003 中规定的试验方法，采用阿累尼乌斯（Arrhenius）曲线推导得出的使用年限。也即：当满足一定条件时，电线电缆可达到与建筑物同寿命。

8.2.13 低压电力电缆除相关规范规定必须使用铜芯导体的场所之外，宜可采用铝合金导体、铜包铝导体等新技术材料产品，电缆导体结构和性能参数应分别符合《电缆导体用铝合金线》GB/T 30552、《铜包铝线》GB/T 29197 的规定。

8.2.14 宜选择采用带有嵌入式芯片的电缆，实现电力电缆基本信息和运行温度、载流量实时监控功能。

### 8.3 绿色桥架性能

8.3.1 电缆桥架的制造，应满足现行标准《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T

23639、《钢制电缆桥架工程技术规程》T/CECS 31 的规定。

8.3.1 本规范仅限于钢制桥架。

8.3.2 绿色桥架的生产制作过程应无“三废”污染，生产工艺先进、符合环保要求。

8.3.3 电缆桥架的生产制作，如采用原材料预处理方式，应满足下列要求：

1 采用工厂化成品板材，通过工业化生产方式制作；

2 采用无损工艺加工，使整件产品在延压、折弯等全工序中确保表面涂层完好无损；

8.3.3 工厂化成品板材在大型钢企生产制作，工艺先进，质量可靠，安全环保。生产加工过程中，为防止机械损伤表面涂层，应采取合理措施保证表面涂层完好无损，如钝化、覆膜、喷漆处理。但需要注意的是，如果采取覆膜工艺，必须在桥架完成后将膜完全撕除，防止安装完成后的消防隐患。

8.3.4 电缆桥架的生产制作，如采用成品后处理方式，不应产生有害物质。

8.3.5 电缆桥架产品应通过优化结构设计，提高桥架刚度，满足电缆载荷要求，节省板材用钢量。

8.3.5 要求桥架在满足荷载强度要求的前提下，优化桥架底板、侧板的结构设计，尽量降低板材厚度，节省用钢量，并提高安装效率。

## 8.4 电线电缆设计选型

8.4.1 电缆截面应按经济电流方法，即全寿命期内总费用 (TOC) 最少原则选择，并按温升、电压损失等技术要求校验，选取截面较大者。

8.4.1 考虑全寿命期应用，是绿色设计的基本理念。传统的电缆选型方式，以满足载流量、电压损失等技术条件为主，并未从全寿命期整个使用阶段综合考虑投资、损耗等综合最佳效率和投资最优性。以 TOC 法作为绿色设计空间截面选型的首要条件，辅之以按温升、电压损失等条件校验，能更科学合理的贯彻绿色设计理念。国际电工委员会 (IEC) 按此原理制定了 IEC 60287-3-2:2006《电力电缆的线芯截面最佳化标准》中也有相应要求。《民用建筑电气设计标准》中也提出，重要工程宜采用与建筑同寿命的长寿命电缆。

按经济电流选择电力电缆截面积的方法是经济选型。所谓经济电流是寿命期内，投资和导体损耗费用之和最小的适用截面积 (区间) 所对应的工作电流 (范围)。

按载流量选择线芯截面积时，只计算初始投资；按经济电流选择电力电缆截面积时，除计算初始投资外，还要考虑经济寿命期内导体损耗费用，二者之和应最小。当减小线芯截面积时，初投资减少，但线路损耗增大；当增大线芯截面积时，初投资增加，但线路损耗减少。某一截面积区间内，两者之和 (总费用 TOC) 最少，即为经济截面积。

在现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 对按经济电流选择电缆做出规定，附录 G 给出了《电力电缆经济电流选型方法》。按照经济电流选择电缆截面，往往截面较大，增加初始投资，但实践证明所增加的投资回收期大

约在 3~6 年。电缆经济寿命按照 30 年考虑，项目的功能和需求即使发生变化，只要电缆使用年限超过回收期，经济上都是合理的。在选型时，还应校验根据导体温升等技术条件的选择结果，选择截面最大者。经济电流选择截面，可以节约成本、节约能源、改善环境，符合绿色理念。

当电缆经济电流截面比按热稳定、允许电压降或持续载流量要求的截面小时，则应按热稳定、允许电压降或持续载流量较大要求截面选择。当电缆经济电流截面介于电缆标称截面档次之间时，可视其接近程度，选择较接近一档截面。

**8.4.2 电缆型式与导体截面的参数选择，还应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054、《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的规定。**

**8.4.3 铝合金和铜包铝的电缆型式和导体截面选择等校验均按铝导体计算。**

**8.4.3 铝合金和铜包铝电缆型式和导体截面选择时，因为主要材料是以铝为基准，按铝来校核充分满足要求。**

**8.4.4 对于高档写字楼、超高层建筑、地铁、机场、医疗、金融、体育场馆、博物馆等人员密集场所的建筑工程，宜选用长寿命电线电缆。**

**8.4.4 电力电缆由导体和绝缘材料组成，电缆的预期寿命、施工及维护的方便性、最高允许工作温度等，均制约于绝缘材料，常规电缆预期寿命在 30~50 年。考虑建筑寿命期是 60~70 年，理论上在运营期需要更换电缆一到两次。**

随着电缆行业发展，在《额定电压 0.6/1kV 绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》JG/T 442 中，给出了长寿命电缆标准。绝缘材料经辐照交联处理，采用

双层共挤的工艺技术，按 GB/T 11026.1《绝缘材料 耐热性 第 1 部分》中规定的老化试验方法，采用阿累尼乌斯(Arrhenius)曲线推导，在一定条件下，计算出电缆的使用年限不小于 70 年。

70 年长寿命电缆，可达到与建筑物同寿命。正常安装、使用条件下，在建筑寿命期内不需要更换电缆，整体造价优势明显，绿色理念体现突出。对于功能较为固定的建筑，如医疗、金融、重要的办公建筑等尤为适合。

关于推广应用长寿命电线电缆的相关政策：

国家在大规模推进保障性安居工程建设的同时，工程质量安全是重中之重，注重建筑材料与使用符合标准的长寿命电线电缆有利于保障人民群众用电安全。装配难度低且造价不高的长寿命电线电缆适宜在保障性住房中推广应用。工业和信息化部将结合贯彻落实《中国制造 2025》等工作，积极推进长寿命电线电缆复合材料以及长寿命电线电缆的研发和生产，不断提高产品质量水平，降低产品成本，为长寿命电线电缆的推广应用提供物资保障。

**8.4.5 民用建筑内中压配电电缆宜采用无卤低烟阻燃耐火电缆。**

8.4.5 阻燃等级和耐火等级应按敷设条件确定。

**8.4.6 供 150 m 以上超高层建筑分变电所的中压电缆，宜采用超高层建筑用垂吊敷设电缆，并配置专用吊具。高度 250 m 及以上的公共建筑，宜增设一个强电竖井，供备用电源线路及应急防灾系统的备份缆线使用。**

**8.4.6 《民用建筑电气设计标准》GB 51348 中规定 150m 及以上超高层公共建筑的消防负荷应为一级负荷中的特别重要负荷。超高层建筑供配电系统宜按照超高**

层建筑内的不同功能分区及避难层划分设置相对独立的供配电系统。高度 250 m 及以上的公共建筑，宜增设一个强电竖井，供备用电源线路及应急防灾系统的备份缆线使用。

从供电方案优化设计分析，如今高层与超高层建筑内部供电依据用电负荷中心，将变电所分布设计在建筑物高层的不同位置，采用垂吊敷设电缆及吊具从底层高压变电所直供至楼层的副变电所，能有效的减少了高层建筑物内部空间占用，改变了过去仅靠低压供电的传统方式，极大缩短了低压电缆的供电半径，降低了电缆线路损耗，改善了电源质量，可以确保高层与超高层建筑内部供电的安全可靠性。

与传统钢丝铠装电缆相比，超高层建筑用垂吊敷设电缆及吊具采用单芯电缆绞合成缆，在垂直段增加了承载单元，并由承载单元连接电缆专用吊具，因此，由电缆、承载单元、专用吊具三者构成了高层与超高层建筑内部供电用垂吊敷设电缆系统。采用单芯电缆可以极大改善导体的载流能力，三相由单芯电缆绞合可减少空间占用，且改善电缆的弯曲性能，在电缆垂直段增加了承载单元，可长期承载长达数百米电缆的自重，并能方便敷设吊装。

**8.4.7 铝合金电力电缆应选用在《电力工程电缆设计标准》GB 50217 中规定对铝没有腐蚀的场所，并满足现行标准《铝合金电力电缆工程技术规格》的规定。**

**8.4.7** 除《电力工程电缆设计标准》GB 50217 中规定的需用铜导体电缆外，宜采用铝合金导体电缆。铝合金电力电缆虽然并未提高纯铝电缆的导电性，但其弯曲、抗压蠕变和腐蚀性等物理、机械性能有较大的提高。相比较铜电缆，铝合金电缆在重量、价格以及工程安装等方面则具备一定的优势，从资源利用和节约能源的



角度看，有着积极的作用。且现行国家标准《电缆的导体》GB/T 3956-2008 中对电缆的导体规定可采用铜、铝和铝合金，国家标准《电缆导体用铝合金线》GB/T 30552-2014 对用于额定电压 0.6/1kV 交联聚乙烯绝缘电缆采用铝合金导体的产品型号、规格、材料、电气和机械性能、试验方法、检验规则、包装及标志等做了详细规定。

**8.4.8 铜包铝电力电缆应选用在《电力工程电缆设计标准》GB 50217 中规定对铜和铝都没有腐蚀的场所，并满足现行标准《铜包铝电力电缆工程技术规范》CECS 399 的规定。**

**8.4.8 本条文说明如下：**

1 铜包铝电缆，导体结构合理，适应交流通电时，电流密度中间小，外表大的原理，且具有最佳的铜、铝导电率，即不含其它电阻率较大的金属成分，铜导电率高通过较大电流，铝导电率低通过较小电流，非常科学合理；

2 导体通过交流电时，导体的有效电阻大于导体的直流电阻。

集肤效应的产生与导线布置排列无关，只要输入交流电，导线中和周围引发交变磁场，磁场感生涡流，叠加在导线中的电流上，方向与导线电流相反，导致了导线中心电流密度变小，导线表面电流密度变大，频率越高，电流越集中在导线表面，相当于导线通电截面变小，使导体有效电阻值增大。邻近效应发生与导线布置排列有关，若一根导线被另一根相邻导线的交变磁场通过，这根导线中感生涡流，导致单侧电流集肤效应，导线之间越靠近，邻近效应越大，使导线有效电阻变大。

集肤、邻近效应，促使导线表面电流密度大，中心电流密度小，铜包铝正好

是表面电阻小（铜），中心电阻大（铝），科学的实现了节能效果；

3 现代供电系统，由于大量的非正弦波用电设备存在，使系统中产生谐波电流，谐波电流都是高频率电流，增大了通电导线的集肤与邻近效应，也就是增大了导线表面电流密度，缩小了导线中心电流密度，更突出了铜包铝电缆的优点，符合科学性节能；

4 在直流电阻相同的情况，铜包铝导体外径比铜导体大，即铜包铝导体表面积大于铜导体，加大了通电截面积且是铜导体，使有效电阻值变小，实现了节能要求；

5 铜包铝导体增大，相应的使铜包铝电缆外径增大，即铜包铝电缆的外表面积大于铜导体电缆，电缆的散热与电缆表面积有关，表面积越大，散热越好，从两者温升曲线比较，是非常明显的，温升电阻小，节能好；

6 铜包铝与铜导体电缆的绝缘与护套均是相同材料，前者温升低于后者，自然大大提高了前者的耐热老化能力，对延长电缆使用寿命，这种节能也是不可低估。

8.4.9 阻燃和耐火电线电缆应按国家有关生产许可证规定取证，并提供根据产品质量法的规定由国家认可的检测部门出示的全性能型式检测报告。

8.4.9 并不是所有阻燃和耐火电线电缆都在生产许可证范围内，所以规定在生产许可证范围内必须是有证书，而不在生产许可证范围内不必提供，但都须有国家认可的检测部门出示的全性能型式检测报告。

8.4.10 配电干线电缆，宜采用嵌入式芯片智能电力电缆，实现电力电缆基本信

息和运行温度、载流量实时监控功能。

8.4.11 电力电缆的设计选型，应按照附录 H 的规定标注。

8.4.11 为了更好地体现电力电缆的设计选型标注中的绿色性能参数，参照相关国家标准要求，特此做此规定。

## 8.5 桥架设计选型

8.5.1 桥架选择应按照荷载要求，结合强度、刚度、稳定性等条件，满足安全原则下节约材料。

8.5.1 制造商应提供选择参数，比如跨度-荷载曲线，否则应进行核算，建议制造商提供现场测绘及二次计算。

桥架主要力学性能参数包括以下三个参数：

强度：应满足荷载最大正应力小于材料的允许应力。桥架的承载能力不得超过使桥架最初产生永久变形时的最大荷载除以安全系数为 1.5 的数值；

刚度：在允许安全工作载荷作用下的相对挠度值，钢制不宜大于 1/200；铝合金制不宜大于 1/300。

稳定性：稳定性是指侧板在承受载荷后，变形在允许范围内。钢制托臂在允许承载下的偏斜与臂长比值不宜大于 1/100。

8.5.2 绿色桥架的选用，应考虑全寿命期内电缆的安全运行及美观因素。

8.5.2 绿色桥架的选用，应该兼顾安全环保、高强节材、经济合理，视觉美观等

效果，同时还要保证桥架与建筑同寿命。荷载强度必须考虑在建筑寿命全周期内的安全可靠，防腐蚀性能应该保证在正常使用环境下的可控腐蚀。以不同的表面处理形式来达到不同腐蚀环境下的耐腐蚀性要求，或者可以通过选用不锈钢材质来解决耐腐蚀性问题。

8.5.3 电缆桥架的安全工作载荷应符合表 8.5.3 的规定；桥架在额定均布载荷作用下，其最大弹性挠度不应大于跨距的 1/200。

表 8.5.3 电缆桥架工作载荷及常用规格对应表

载荷分级	A	B	C	D
工作载荷 kN/m	650	1800	2600	3250
规格宽度 mm	60~200	250~400	450~600	800、1000

8.5.3 电缆桥架力学性能的主要指标为刚度、强度和稳定度。此条的技术指标引自国标《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T 23639 和团标《钢制电缆桥架工程技术规程》T/CECS 31，试验条件详见标准附录。

8.5.4 桥架宽度不宜大于 1000 mm，直线段单件标准长度为 2 m。柱间距较大等特殊场所，可采用大跨距桥架以及宽度更大的规格，但需满足刚度、强度和稳定性等要求。在室外敷设时，应考虑电缆防日照、紫外线辐射，并采取散热措施。

8.5.4 桥架的宽度不宜大于 1000mm，更大宽度的桥架须要侧板与底板拼接，不仅不经济而且强度与拼接工艺有关，应要求制造商提供相应的实验报告。

8.5.5 电缆桥架表面处理方式的选择，应根据工程环境条件、重要性和技术经济

比较等因素，并考虑产品的使用寿命等特性。绿色建筑内各场所电缆桥架，应按附录 K 的要求进行选择。

8.5.5 如果采用前置表面处理形式，应在电缆桥架的切口、开孔内壁、连接端等位置进行后续的耐腐补强措施，防止由切口处产生的腐蚀现象。特别是彩钢板电缆桥架的成型后处理，必须在切口处进行后续措施。

8.5.6 绿色电缆桥架的节材率，应符合现行国家标准《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T 23639 的规定，一星级绿色建筑应为 20%，二星级应不低于 25%，三星级宜为 30%。

8.5.6 此条依据《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T 23639-2009 提出节材率的指标要求，并与绿色星级对应，旨在进一步鼓励绿色桥架的市场应用。

8.5.7 对于需要通过颜色来标识不同桥架使用用途的场所，宜通过颜色来标识区分不同桥架使用场所。

8.5.7 消防、强电和弱电（包括安防、综合布线等）的电缆桥架分开独立设置外，采用颜色区分的方式，工程质量美观便于运营维护。

## 8.6 装配式成品及抗震支吊架

8.6.1 绿色建筑内电气管线的支吊架，宜采用装配式成品支吊架，并符合现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 的规定。

8.6.2 绿色建筑内电气管线的抗震支架，应符合现行国家和行业标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981、《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267和《抗震支吊架安装及验收规程》CECS 420的规定。

8.6.1~8.6.2 参见现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053的相关条文说明。

8.6.3 装配式成品及抗震支吊架系统，应根据项目实际荷载情况，提供受力计算书及测试报告。

8.6.3 受力计算书及测试报告，应该保证其科学合理性，受力分析计算书应通过专业人员的复核验证，产品检测报告应对必要性项目进行检测，对不合理的检测要求及检测数据提出质疑并要求材料供应单位做出明确解释回复。

8.6.4 抗震支吊架的所有构件应采用成品构件，除C型槽钢、全螺纹吊杆可进行现场切断外，不得对其他产品进行现场加工。

8.6.5 装配式成品及抗震支吊架系统材料的表面处理形式，应根据相关使用环境耐腐蚀性要求，综合考虑经济因素选用合适的表面处理形式。

8.6.5 详见附录K。

8.6.6 抗震连接构件与建筑混凝土结构体连接的锚栓，应采用具有机械锁键效应的后扩底锚栓，不得使用膨胀锚栓。抗震连接构件与钢结构连接，应采用专用夹具进行连接。

8.6.7 抗震支吊架应根据其承受的荷载进行抗震验算，提供地震作用计算书。

## 9 监控与互联

### 9.1 一般规定

9.1.1 绿色建筑应充分运用智能互联技术，以建筑自动化系统集成技术为基础，在满足使用者健康、舒适的前提下，提高安全性，节约能源，改善环境，减少工程量，提高设备运行效率。

9.1.1 绿色建筑重点在于对资源和技术的合理运用，为人们提供环保的、舒适的、安全健康的生活和居住环境。智能互联技术的应用使运用的系统和技术高效通信、安全运行。。

9.1.2 新建民用建筑应构建机电设备网络体系，应用传感器技术和信息网络技术，将与建筑物有关的暖通空调、动力、给排水、电力、照明和交通运输等设备集中监视、控制、记录和管理。

9.1.2 建筑内涉及绿色运行的系统包括暖通空调、动力、给排水、电力、照明和交通运输等设备系统，所以对这些设备的管控网络体系直接影响运行效果。建筑智能化信息的应用集构架、系统、应用、管理及优化组合为一体，应当能够使用户享受到更加安全、舒适、高效的现代化工作和居住体验。

9.1.3 绿色建筑应充分应用信息网络技术，对消防、安防等建筑智能化系统基础信息关联、资源整合共享、功能互动合成，并上传至上级城市应急管理平台。

9.1.3 绿色建筑通过信息网络技术搭建的平台包括本地系统平台、建筑群管理平



台和城市管理平台（包括城市应急管理平台）。

9.1.4 绿色建筑的机电设备监控，宜采用建筑设备一体化控制箱（柜），对上述设备进行智能控制，实现其安全、舒适和高效节能运行。

9.1.4 建筑设备一体化智能监控技术就是指在建筑过程当中使用智能化的设备或系统用以提升建筑的自动化性能。包括绿色建筑中的节能技术、室内环境控制技术、智能采光、室内地热系统、建筑外遮阳自动技术、自动抄表技术、风机水泵控制技术。

## 9.2 绿色监控

9.2.1 人员密集场所应设置空气质量监控系统，对室内 CO<sub>2</sub> 浓度、PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 等进行数据采集、分析，实现室内污染物浓度超标实时报警并与通风系统联动。

9.2.1 建筑主要功能房间中人员密度较高且随时间变化的区域设置室内空气质量监控系统，能更有效地在室内污染物超标时及时采取措施加以改善，这也是绿色建筑健康舒适性能的控制项要求。

9.2.2 地下车库应设置空气质量监控系统，对 CO 浓度进行数据采集、分析，室内污染物浓度超标报警时与通风系统联动。

9.2.2 室内污染物和可吸入颗粒物浓度按《室内空气质量标准》GB/T 18883 的相关要求为基准，绿色建筑健康舒适性能的控制项要求，必须满足。

9.2.3 合理选配空调冷/热机组台数及容量，制定实施根据负荷变化调节制冷/热量的控制策略。水系统、风系统宜采用变频技术，采取相应的风力、水力平衡措施。

9.2.3 采用灵活的能量配置调配手段。从能量分配的动态风力、水力平衡的调控来看，给空调的能量的动态波动和分配给出一种灵巧的调控技术，让空调的管理人员能够依据不同的空调环路的需要以及需求的实时变化，提供较好的空调服务的质量安排，在温度的冷暖有限制的情况下能够保证关键环路的温度的配置合理。

### 9.3 电气控制

#### 9.3.1 绿色建筑应设置设备自动监控系统。

9.3.1 建筑设备自动监控系统是一套中央监控系统。它通过对建筑物(或建筑群)内的各种电力设备、空调设备、冷/热源设备、防火、防盗设备等进行集中监控，达到在确保建筑内环境舒适、充分考虑能源节约和环境保护的前提下，使建筑内的各种设备达到最佳状态及利用率均达到最佳的目的。该条要求为绿建评价中生活便利性能指标的控制项，必须遵守。

9.3.2 应根据建筑设备(或工艺)的功能控制要求绘制控制原理图，并根据原理图编制监控点数表，明确监控设备的数据接口形式及相应通信协议。并满足下述要求：

- 1 基础数据上传需明确定义参数(包括说明、数值和单位等)；

2 整体系统设计，应包括运维中心层、管理层，需独立配置系统硬件和网络设备，设备层配置控制器、数据采集器、现场控制器和仪表等；

3 子系统设计，应设置设备管理计算机、网络交换机、数据采集器和数据控制器等网络设备等；

9.3.2 建筑设备自动监控系统通过控制原理图确定控制策略，通过统计监控点数表可确定控制系统的规模。

9.3.3 设备机架、线槽、穿管及外露导电部分均应可靠接地。

9.3.3 设备机架、线槽、穿管及外露导电部分可靠接地是保障设备安全运行、操作人员安全的必要措施

9.3.4 建筑设备一体化智能监控系统应符合下列规定：

1 根据不同建筑设备工艺特点，采用机电一体化、软硬件一体化的技术。

当系统自带控制单元时，可采用标准电气接口或网络通信接口的方式互联；

2 系统应满足技术的扩展和应用功能的提升，并采用 B/S 架构，具备开放性和可操作性，采取必要的防范措施，确保系统和信息的安全；

3 系统应对供热/冷系统主机、水循环系统设备、空调机组、新风机组、风机盘管机组等各个环节进行全面能效跟踪控制与管理；

4 系统平台使用专线方式接入网络，系统网络链路应充分保证可靠；平台数据存储量应不少于三年，同时具备数据监测、远程控制、智能存储、智能维护、专家评价、运行优化等功能；

5 系统宜具有远程监控能力，具备传输至客户端移动端，显示能耗、运行

状态参数等相关信息。

9.3.4 建筑设备一体化监控系统是多种控制系统的整合，所以维护成本低，设置该系统后可不再设置其他控制系统，避免重复投资。所以需采用标准电气和通信接口以上传基础数据，以便功能扩展。规定如下：

1 建筑设备一体化监控系统是实现建筑设备节能控制与管理的有效方式，也是代替传统 BA 的有效途径。采用机电一体化、软硬件一体化的技术是系统的主要特点。自带控制单元的设备纳入系统时，都需要提供标准电气接口或数字通信接口，接口的形式和内容应保证监控功能的实现。

2 B/S 架构可以实现在任何一个能上网的地方都可以通过 PC 端或者移动端查看设备运行、节能等数据及状态，是目前一体化节能控制管理系统最常使用的一种架构形式。

4 为了实现后期运维和管理的功能配置，系统应设置专线方式接入网络，保证系统数据的传输。

5 管理节能是系统重要的节能手段之一，远程监控、客户移动端的设置是提升管理节能的重要手段。

9.3.5 一体化控制箱（柜）应符合下列规定：

1 控制方式不得影响水泵、风机等设备的使用寿命。对于所产生的高/低次谐波，应采取相应的谐波抑制及治理措施；

2 内置智能计量单元，并可将数据上传至管理平台。

3 按功能设计要求配置网络接口，宜配置一体化智能监控终端。

4 具备监控柜内的温度、湿度等功能；可具备柜内视频监视功能。

5 控制单元设置独立总线接口以便集成。

6 控制方式宜根据不同风机、水泵工艺特点，配置智能控制器。控制器应满足下列规定：

- 1) 快速准确实时实现系统的监控功能要求；
- 2) 具备运行安全保护、自动启停和自动调节功能的算法；
- 3) 对不同设备类型、不同工作环境，能实时根据需求调节；
- 4) 为用户提供编程功能，便于功能开发升级。

9.3.5 一体化智能控制箱（柜）的配置是系统的主要特点，具有使系统协调统一，便于操作、管理和维护，避免多系统厂家供货后的安装、调试、维修等协调工作。本条文针对一体化控制箱（柜）做出具体规定：

1 一体化智能控制箱（柜）一般配置滤波器、电抗器，可降低设备故障率，从而延长水泵、风机等设备的使用寿命。

2 针对空调设备的分项计量以及项目实施后的节能率监测，一体化智能控制箱（柜）需配置智能计量单元，并可数据上传至建筑能源管理系统，避免了重复投资。

3 一体化智能控制箱（柜）要求配置网络接口，方便集成。一体化智能监控终端是集电流电压显示、运行状态显示、开关、指示灯等设备为一体的智能操作设备，可方便物业管理人员操作。

4 一体化智能控制箱（柜）如设置在地下室等环境比较潮湿的场所，为了保证一体化智能控制箱（柜）的安全，柜体内需要监测柜体内的运行温度和湿度。有条件的增加柜内视频监控功能，可以远程查看柜内主要元器件的运行状态，实现机房设备远程值守。

5 智能控制器的核心功能是实现控制算法，包括安全保护和自控功能等综合要求。智能控制器的硬件配置，需要确定安全保护和自动控制功能等所有控制算法分别在哪个硬件设备上实现。配置时可以在同一个硬件设备上实现全部控制算法，也可以将控制算法拆分成功能互不重复的多段算法，分别装载在若干个硬件设备上。但是，同一段控制算法应只能装载在一个硬件设备上。当自动控制算法装载在多个硬件设备上时，自动控制功能由多个设备协作完成，这些硬件设备之间需要能相互通信。

采用专用智能控制器，可简化工程实施中配置和编程的大量工作。为适应装修改造和节能运行的要求，推荐采用程序可修改的专用智能控制器。

9.3.6 现场传感器、计量仪表的设计选用应考虑各个物理量的传感器、信号调节、数据采集和接线形式对系统测量精度的影响；与一体化控制箱（柜）宜采用总线方式连接。

9.3.6 现场传感器、计量仪表的精度直接影响到整个系统的控制精度，所以应该从各个方面保证现场传感器、计量仪表的精度；总线方式连接可以大量节省施工费用，提高传输速度和精度。

9.3.7 绿色建筑的电气控制系统应具备降低用电设备能耗的措施，节能指标满足下述要求：

- 1 符合现行国家标准《风机、泵类负载变频调速节电传动系统及其应用技术条件》GB/T 21056-2007 中 6.11 条年平均节电率检测方法和标准规定，并按第 7 项进行判别与评价；

2 各系统节电率判定标准可参考表 9.3.7 节电率判定标准执行：

表 9.3.7 节电率( $R_E$ )判定标准

建筑设备	判定标准		
	A 级	B 级	C 级
供冷主机控制系统	$10\% \leq R_E$	$5\% \leq R_E < 10\%$	$R_E < 5\%$
供冷、供热水循环控制系统	$40\% \leq R_E$	$30\% \leq R_E < 40\%$	$R_E < 30\%$
供冷、供热末端控制系统	$20\% \leq R_E$	$15\% \leq R_E < 20\%$	$R_E < 15\%$
综合节电率	$30\% \leq R_E$	$15\% \leq R_E < 30\%$	$R_E < 15\%$

3 绿色建筑电气控制系统的节电率，三星级宜达到 A 级要求，二星级应不低于 B 级要求，一星级应达到 C 级要求。

9.3.7 本条对绿色建筑的电气控制系统的节能指标作出了规定。

《风机、泵类负载变频调速节电传动系统及其应用技术条件》GB/T 21056-2007 中 6.11 条指出：“检测周期为工频、变频交替运行 14 天，计算得出年平均节电率  $R_E$ 。年平均节电率测算，要求节能设备具有数据存储功能，且存储数据应大于 1 年；节能设备具有记录功能，以提供统计依据，供检测和使用单位随时监督”。本条与绿色建筑各星级有对应要求为了方便参照执行。

$$R_E = \frac{E_G - E_V}{E_G} \times 100\%$$

式中： $R_E$  一年平均节电率；

$E_G$  一工频运行用电量，单位为千瓦时 (kW·h) ；

$E_V$  一变频运行用电量，单位为千瓦时 (kW·h) 。

## 9.4 家居智能化绿色设计

9.4.1 绿色建筑的家居智能化设计，应满足安全、健康、舒适、便利和智能的生活环境，系统设计上保证先进性和适用性的统一。

9.4.1 将舒适家居系统化并综合使用新型能源，利用网络通信技术、安防技术、自动控制技术、音视频技术将家居生活的有关设施集成，构建高效方便的家庭日常生活管理系统，提升家居安全性、舒适性、艺术性，实现环保节能的居住环境。

9.4.2 系统设计包括智能家居安防、家庭机电控制、家庭娱乐及家庭网络子系统，各子系统宜设置基于 TCP/IP 网络的集成网关。

9.4.2 基于多网融合的考虑，且基于 TCP/IP 协议的设备在家用电器中较为普遍，宜将基于 TCP/IP 网络的集成网关作为配置标准。

9.4.3 智能家居系统应设置与燃气泄漏报警和火灾报警探测器的接口功能。访客对讲、无障碍呼叫和防盗功能应具有远程管理功能，支持客户端的异地操作，可实现技防联动。

9.4.3 家庭燃气泄漏是造成火灾和中毒的重要原因，与火灾报警探测一样，在保障家庭成员生命安全等方面意义重大，往往独立成子系统，所以在智能家居系统中应设置相应的接口功能，及时检测到燃气泄漏、火灾报警等状况。

9.4.4 智能家居宜选用 CO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub> 监测功能，有效控制温湿度位于合理范围内。

9.4.4 影响健康生活环境的因素含有 CO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub> 等，温湿度通过控制空调设备控制在含值范围内是舒适环境的基本条件。



9.4.5 绿色住宅建筑的家居网络应设置统一的网络信息箱，支持多网合一解决方案；家居信息系统布线宜采用有线与无线全覆盖的方式，其系统运营商接入侧应采用有线方式。

9.4.5 设置统一的网络信息箱，便于智能家居中的各个系统交互式集成通信的实现，充分利用信息手段实现数字通信全覆盖。

9.4.6 绿色建筑的家庭娱乐和照明系统，宜选用支持第三方远程操作的设备，并具有开放的通信接口，具有蓝牙、红外、DLAN、Dali 和 Wifi 等通信方式，支持有线与无线网络接入。

9.4.6 智能家居系统宜采用合理手段，设置开放的接口与第三方设备互连，充分发挥智能化设备的功能。

9.4.7 智能家居系统中如有利用直流设施的场所宜采用直流配电系统。

9.4.7 智能家居系统中含有大量直流灯具、直流数字设备、直流充电设备和直流机电设备的场所，可采用直流配电系统。

9.4.8 智能家居应充分利用自然光，根据自然光变化调整人工照明。合理组织风流，并兼顾通风、除尘、除臭和隔声功能。

9.4.8 智能家居光环境设计中应该充分考虑光环境的变化调节照度和联动窗帘。

## 9.5 互联及物联网应用

9.5.1 绿色建筑设备的控制平台网络架构，由设备层、管理层、远程运维中心、系统软件和应用软件等组成。

9.5.1 民用建筑机电设备本地管理可以设置设备层和管理层，云端的设置为组成城市数据库提供了可能，远程运维中心则为城市管理和应急指挥的最高管理层。

9.5.2 网络架构宜设置四级，第一级为设备层，第二级为管理层，第三级为云端，第四级为远程运维中心层。

9.5.2 四级网络构架为城市的互连互通提供了可能。

9.5.3 管理层至云中心通信联网方式由 Internet、VPN、GPRS、4G/5G、IOT 等组成，设备层至管理层通信联网和集成采用 RFID、TCP/IP、ZigBee、WiFi、RS485 等协议。

9.5.3 绿色建筑以建筑为平台，兼备建筑信息设施系统、信息化应用、设备管理系统、公共安全防范系统，提供安全、健康、高效的生活工作环境。

9.5.4 建筑设备管理系统与第三方平台或应用之间的互联，宜采用 MQTT、Websocket 等协议方式，通过平台层面互联，也可实现系统网关与第三方互联。

9.5.4 MQTT 协议是为工作在低带宽、远程传感器和控制设备通讯而设计的协议，是物联网的重要组成部分，是一个基于客户端服务器的消息发布，订阅传输协议。Socket 则是为了浏览器与服务器全双工通信的一种协议，是 HTML5 一种新的协议。

9.5.5 建筑设备管理系统中，对实时性要求高或参与控制策略的传感器应采用传

统的有线方式传输；对实时性要求不高的信号宜采用物联网传输技术，具有 MESH 自组网技术的无线传输技术。”

9.5.5 对响应实时性要求不高的，或供电不方便的，可采用全 Mesh 组网方式，具有快速部署、方便移位、便于扩展的优势。

9.5.6 建筑设备管理系统，应在设计阶段考虑网络安全性，其云系统配置宜采用私有云方式；当采用公有云平台搭建系统时，应满足国家《网络安全等级保护制度 2.0》的相关规定。

9.5.6 民用绿色建筑在互连互通带来便捷的同时，需要充分考虑网络运行的安全，并遵守国家网络安全的相关规定，以保护相关设备系统的安全运行。

9.5.7 在建筑规划设计、施工建造和运行维护阶段，借助互联及物联网平台，充分应用建筑信息模型（BIM）技术。

9.5.7 建筑信息模型（BIM）技术帮助所有工程参与者提高工作效率，物业单位则可以用 BIM 进行可视化物业管理。

9.5.8 绿色建筑的 BIM 设计时，鼓励选用具有设备信息模型的机电产品，方便施工建造、运行维护的实施，充分发挥建筑信息技术优势。

9.5.8 选用具有 BIM 信息的机电产品，可以方便 BIM 设计，并对设备的使用运维提供便利。

## 10 运营管理与可持续发展

### 10.1 一般规定

10.1.1 绿色建筑的运营管理，应树立全寿命期的绿色运营理念，实时监测建筑各类用能、环境和生态等指标，并对降低绿色指标性能的因素及时预警反馈，采取措施解决，保证绿色建筑的有效运行，保障运营状态的可持续。

10.1.1 和上海市地标《绿色建筑评价标准》DG/TJ 2090 2020 中 6.2.12 的要求保持一致。

10.1.2 绿色建筑的运营管理，应建立数字化、信息化运维管理体系，充分利用传感器技术、移动技术、互联技术等新技术，满足客户对配电系统及设备所提出新的运维需求，提升系统的智能性和人员效率。

10.1.3 绿色建筑的电气设备系统，应配合已制定的综合效能调适计划，进行综合效能调适。

10.1.4 绿色建筑竣工后，建设与运营管理单位应做好建筑运营各电气系统的调适交接工作。

10.1.5 绿色建筑启用后，运营管理应确立电气设备系统的运营维护管理制度，并形成文件，保持和持续改善其有效性。定期对建筑电气设备运营效果进行评估，

并根据结果进行运行优化。

10.1.5 和上海市地标《绿色建筑评价标准》DG/TJ 2090-2020 中 6.2.14 的要求保持一致。

10.1.6 绿色建筑的运营，宜基于建筑信息模型（BIM），利用其进行高效的运维管理。建筑信息模型（BIM）宜结合智能建筑系统集成（IBMS）及物业设施设备管理系统（FMS）实现静态三维信息模型与实时运行信息及物业设施设备运维管理流程的有机融合。

10.1.6 应用建筑信息模型（BIM）技术，是绿色建筑“提高与创新”章节的加分项要求，鼓励 BIM 模型在建筑的规划设计、施工建造和运行维护等多个阶段中加以应用，并与 IBMS 和 FMS 等共享数据信息资源，科学高效地进行设施设备运维（包括应急处置），进一步提高绿色建筑精细化管理水平，为绿色运维提升赋能。

10.1.7 绿色建筑的物业管理机构应获得有关管理体系认证。

10.1.7 绿色建筑的物业管理相比于常规物业来说，需要在节能、节水、室内环境等方面具有较强的管理经验和能力。物业公司应具有 ISO 14001 环境管理体系认证，ISO 9001 质量管理体系认证，国标“能源管理体系要求”GB/T 23331 的能源管理体系认证，和上海市地标《绿色建筑评价标准》DG/TJ 2090 2020 中 6.2.9 的要求保持一致。

## 10.2 设备维护及运营管理

10.2.1 绿色建筑电气设备系统，应定期保养，设备完好率不低于 98%。

10.2.1 绿色建筑设备维护保养的主要要求，是保障电气设备全寿命周期的重要措施。

$$\text{设备完好率 } W = \frac{\text{设备完好台日数}}{\text{设备制度台日数}} \times 100\%$$

式中：设备制度台日数=制度运行天数  $D$ ×台数  $T$ ；

设备完好台日数=制度台日数-设备故障停机台日数-设备维护保养台日数。

10.2.2 绿色建筑电气设备维护，应定期监测变压器经济运行状态、均衡调整线路各相负载、监测并消除谐波，保持电力系统低压侧较高功率因数。

10.2.3 绿色建筑电气设备维护，应保证制冷、供暖、通风、空调、水泵、照明和电梯等机电设备的自动监控系统工作正常，定期完整记录相关数据。

10.2.4 应制定电气设备的维修保养工作计划，并建立电气设备的全寿命期维保档案。

10.2.2~10.2.4 主要是绿色建筑设备维护保养的主要要求，是保障电气设备全生命周期的重要措施。

10.2.5 运营管理单位应建立绿色建筑考核责任制，落实专人负责，保证运营状态持续化。

10.2.6 绿色建筑的日常运营管理，应配备熟悉建筑绿色指标和系统的专职维护人员，定期对建筑物绿色状态进行监测和记录，发现潜在下降指标或参数，及时加以改善解决，并形成年度绿色运行报告。

10.2.7 运营管理人员应具备相关电气专业知识，熟练掌握有关系统和设备的工作原理、运行策略及操作规程，经培训后方可担任职责。

10.2.5~10.2.7 主要是针对绿色建筑专人管理的要求。以往用户变电所是按照电业相关规定，配置管理、运行、修试人员，持有效电工许可证，负责变电所的运维工作。现在绿色建筑除了传统的变电所运维管理，还涉及范围更广的设备管理，因此对专职人员的要求更高。

10.2.8 机电设备能耗监测的运维管理，应对空调系统、照明系统、动力系统等高耗能环节，制定全年运行模式，减低运行能耗。采取每日记录数据，每周确认绿色状态正常与否，每月形成月度运行报告的工作机制；并保存完整的运行资料，供主管部门进行审核。

10.2.8 为了保障绿建达到预期的运营效果，需要设置含能耗监测的运维管理系统，但对于不同规模、不同功能的建筑项目是否设置或设置多少大小的，应根据实际情况合理确定。

如对于2万平方米及以上的大型公建项目，对于冷热源、输配系统的主要设备包括冷热水机组、冷热水泵、新风机组、空气处理机组、冷却塔等，电气系统包括照明、插座、动力等，都需要独立分项计量，计量系统是作为运行节能、优

化系统的基础条件。

而对于住宅项目，主要是针对公共区域提出能耗监测运行管理，住户具有相对独立性和私密性要求，不便对每户能耗进线监测管理，只需要对单元或整栋楼的能耗进线监测。

10.2.9 运营维护宜委托专业管理团队，通过云平台存储数据、云端进行数据分析、手机 APP 等手段，实现远程巡视和专家咨询等服务，并降低人员成本。

10.2.9 通过专用的运营维护管理团队，通过云平台大数据共享分析，可以提出专业的数据分析报告，提高能耗管理的效能，并可以减少物业管理人员的成本，也是今后发展的趋势。

10.2.10 宜采取节能管理激励制度，把管理业绩和节约资源、提高经济效益挂钩。

10.2.11 应采用信息化手段进行数字化运维管理，有完整的建筑工程、设备和零件等档案及记录。

10.2.12 数字化运维管理应满足下列规定：

1 应采用蓝牙与 NFC 互联技术进行管理。可在智能手机等移动设备上实时显示断路器的负载情况、健康状态、工作日志，显示各项电流与电压测量值，显示并修改标准保护和高级保护的整定值和触发方式。

2 应能实现在断路器失电的情况下，通过智能手机在不接触断路器的状态下，感应脱扣单元中的寄存器信息，包含最后一次的脱扣故障类型、保护整定值



情况，以及其它电气参数信息。

3 通过可视化、简易菜单式、动画互动等人性化手段，方便绿色建筑设施、设备管理人员培训及考核软件的开发。

10.2.12 目前民用建筑领域物业管理行业的从业人员具有普遍专业能力不强、职业稳定性不高的状况，为避免对绿色建筑运维带来不利影响，数字化运维软件的开发，应具有较好的人机互动体验，便于运维管理的考核。运维人员还可以通过移动互联技术，运行专业开发软件，通过智能手机，实现远程设备运行状态监测，可通过高级别的操作权限，来实现断路器的分合闸等功能，或远程诊断故障，极大的提高运维效率和安全操作要求。

### 10.3 全寿命期应用

10.3.1 电气系统的设计，应遵循全寿命期理念，加强系统内每一环节的协调可用性，保证系统能最大程度地得以可持续运行。

10.3.1 电气系统设计的全寿命期要求，需满足绿建建筑评价标准中安全耐久的控制项和评分项要求，电气系统应采用低烟低毒阻燃性电线电缆、矿物绝缘类不燃性电缆、耐火电缆等，室外设备、电线管、电缆桥架等设施应采用防腐老化措施，所有产品应符合国家现行标准规范规定的参数要求。

10.3.2 电气设备的设计选用，应考虑合理的产品使用寿命，充分发挥设备的最大经济效能。正常运行期间，不应低于寿命期进行改造更换。

10.3.3 应选用经过标准化、通用化、系统化、可升级等理念设计的电子电气产品。

10.3.4 变压器在规定的工作环境和负荷条件下运行，并按使用要求进行维护，其预期使用寿命应不小于 30 年。

10.3.4 变压器的最大正常负荷率在设计阶段宜控制在 85% 之内，变压器的预期寿命和结构形式、绝缘耐热等级、局放水平、冷却方式及运行维护有很大关系，在变压器在规定的工作条件和负荷条件下运行，并按照卖方的说明书进行维护，预期使用寿命应不小于 30 年，是目前绝大多数技术规格书的要求。

对于设置在超高层避难层的变压器，由于更换不变，宜考虑选用绝缘耐热等级为 H 级及以上，在自然冷却状态下，可满载长期稳定运行，过载能力符合 GB/T 1094.12 的规定的变压器，其预期使用寿命将更为长久。

10.3.5 电力电缆在规定的工作环境和负荷条件下运行，并按使用要求进行维护，其预期使用寿命应不小于 30 年。建筑使用功能确定、业态长期稳定的建筑，宜考虑更长寿命的使用类型。

10.3.5 在设计阶段应合理选用电力电缆，选择合适的导体材料、绝缘材料及护套，对于电缆截面的选择，需要考虑温升、经济电流、电压降、机械强度、短路热稳定、使用环境等诸多因素。对于满足设计规定的工作条件和负荷条件下，电缆的预期寿命应不小于 30 年，这也是绿色建筑评价标准中安全耐久性能的要求。

对于建筑功能比较确定、不便进行更换电缆的保护建筑，宜采用更长寿命的电缆，如采用双层共挤绝缘、辐照交联无卤工艺等。

10.3.6 绿色桥架及其支架，在规定的使用环境和负荷条件下，宜与承载的电线电缆同寿命，并且预期使用年限应不小于 30 年。

10.3.6 在实际工程中，经常出现由于桥架生锈、腐蚀、易老化等问题，造成电缆完好需要更换桥架的现象，这些和桥架的防护要求不当有关。

喷塑在阳光下易老化，工厂化镀锌板不耐潮湿和酸碱，热镀锌不耐湿热，彩钢涂层受损易向内腐蚀。因此在设计阶段应根据不同场所选择合适的桥架，才能满足桥架的寿命至少同电缆预期寿命一致，并不低于 30 年。

#### 10.4 电工材料可回收

10.4.1 电子电气产品应满足《电子电气产品生态设计评价通则》GB/T 34664 中的评价指标要求，采用减少有害物质，减少材料种类和/或重量，提升再生利用材料等生态设计方案减少产品的环境影响，并采用标准化、模块化、多功能和可升级等设计手段提升产品的使用寿命，满足循环经济要求。

10.4.2 变压器、密集型母线槽和电缆等设备的组成材料，宜选用生态环保可回收。

10.4.2 变压器、母线槽及电缆等产品设计时减少材料的种类、用量，产品设计时考虑使用再生材料和可再生利用材料，如对铜、铝导电金属材料的再利用、绝缘材料的可再利用、变压器油的再利用等。

10.4.3 断路器产品的可再生利用率限值、产品循环操作次要求等，塑壳断路器和微型断路器，分别应满足现行标准《绿色设计产品评价技术规范 塑料外壳式断路器》T/CEEIA 335 和《绿色设计产品评价技术规范 家用及类似场所用过电流保护断路器》T/CEEIA 334 的规定。

10.4.4 塑壳断路器产品的可再生利用率，应不低于 70%。

10.4.4 断路器可再生利用率，指的是断路器中预期能够被再使用部分和再生利用部分的质量之和，与断路器总质量的百分比，规定大于 70%。

10.4.5 在需要多种保护功能时，应使用一体化设计的产品，节约使用原材料。

10.4.6 应选用已预留可以接入智能化系统的产品，以降低未来改造费用。

## 附录 A 配电变压器综合能效费用法

配电变压器经济使用期综合能效费用包括配电变压器的初始费用、空载损耗的等效初始费用、负载损耗的等效初始费用，并与基本电费的记取方式有关。

1) 当按照最大需量计算基本电费时，其综合能效费用按下式计算：

$$TOC = CI + AP_0 + BP_K \quad (1)$$

$$A = k_{pv} (E_e H_{py} + 12E_d) \quad (2)$$

$$K_{pv} = \frac{1 - [1/(1+i)]^n}{i} \quad (3)$$

$$B = (E_e \tau + 12E_d) PL^2 k_t \quad (4)$$

$$PL^2 = \sum_{j=1}^n \{[\beta_0(1+g)^{(j-1)}]^2 [1/(1+i)^j]\} \\ = \frac{\beta_0^2 (1+i)^n - (1+g)^{2n}}{(1+i)^n (1+i) - (1+g)^2} \quad (5)$$

当  $g=0$ （即认为变压器经济使用期内负载不变）时，可简化为下式计算：

$$PL^2 = k_{pv} \beta_0^2 \quad (6)$$

式中：

TOC —— 综合能效费用，元；

CI —— 设备初始费用，元；

A —— 变压器空载损耗等效初始费用系数，元/kW；

B —— 变压器负载损耗等效初始费用系数，元/kW；

$P_0$  —— 变压器额定空载损耗，kW；

$P_K$  —— 变压器额定负载损耗，kW；

$K_{pv}$  —— 贴现率为  $i$  的连续  $n$  年费用现值系数，可参考表 A.1；

$i$  —— 年贴现率；

$n$  —— 配电变压器经济使用期年数；

$E_e$  —— 企业支付的单位电量电费，元/kWh；

$H_{py}$  —— 变压器年带电小时数，h；

$E_d$  —— 企业支付的单位容量电费，即两部制电价中按最大需量收取的月基本电费，

元/kW;

$\tau$  ——年最大负载损耗小时数, h, 其计算可参考表 B.1, B.2 或其他传统计算方法;

PL ——变压器经济使用期的年负载等效系数;

$k_t$  ——变压器的温度校正系数, 通常取 1.0;

$\beta_0$  ——变压器投运年高峰负载率;

$g$  ——变压器高峰负载年增长率 (预测值)。

2) 当按照变压器容量计算基本电费时, 其综合能效费用按下式计算:

$$TOC = CI + AP_0 + BP_k + 12K_{pv}E_cS_e \quad (7)$$

$$A = K_{pv}E_eH_{py} \quad (8)$$

$$B = E_e \tau PL^2 k_t \quad (9)$$

式中:

$E_c$  ——企业支付的单位容量电费, 即两部制电价中按变压器容量收取的月基本电费, 元/kVA;

$S_e$  ——变压器额定容量, kVA。

a. 现值系数 ( $k_{pv}$ ) 列表

不同运行年限与年贴现率情况下现值系数 ( $k_{pv}$ ) 的取值见表 A.1、

表 A.1 不同运行年限与年贴现率情况下现值系数 ( $k_{pv}$ ) 的取值

运行年限	年贴现率 $i$						
	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11
1	0.9524	0.9434	0.9346	0.9259	0.9174	0.9091	0.9009
2	1.8594	1.8334	1.8080	1.7833	1.7591	1.7355	1.7125
3	2.7232	2.6730	2.6243	2.5771	2.5313	2.4869	2.4437
4	3.5460	3.4651	3.3872	3.3121	3.2397	3.1699	3.1024
5	4.3295	4.2124	4.1002	3.9927	3.8897	3.7908	3.6959
6	5.0757	4.9173	4.7665	4.6229	4.4859	4.3553	4.2305
7	5.7864	5.5824	5.3893	5.2064	5.0330	4.8684	4.7122

8	6.4632	6.2098	5.9713	5.7466	5.5348	5.3349	5.1461
9	7.1078	6.8017	6.5152	6.2469	5.9952	5.7590	5.5370
10	7.7217	7.3601	7.0236	6.7101	6.4177	6.1446	5.8892
11	8.3064	7.8869	7.4987	7.1390	6.8052	6.4951	6.2065
12	8.8633	8.3838	7.9427	7.5361	7.1607	6.8137	6.4924
13	9.3936	8.8527	8.3577	7.9038	7.4869	7.1034	6.7499
14	9.8986	9.2950	8.7455	8.2442	7.7862	7.3667	6.9819
15	10.3797	9.7122	9.1079	8.5595	8.0607	7.6061	7.1909
16	10.8378	10.1059	9.4466	8.8514	8.3126	7.8237	7.3792
17	11.2741	10.4773	9.7632	9.1216	8.5436	8.0216	7.5488
18	11.6896	10.8276	10.0591	9.3719	8.7556	8.2014	7.7016
19	12.0853	11.1581	10.3356	9.6036	8.9501	8.3649	7.8393
20	12.4622	11.4699	10.5940	9.8181	9.1285	8.5136	7.9633
21	12.8212	11.7641	10.8355	10.0168	9.2922	8.6487	8.0751
22	13.1630	12.0416	11.0612	10.2007	9.4424	8.7715	8.1757
23	13.4886	12.3034	11.2722	10.3711	9.5802	8.8832	8.2664
24	13.7986	12.5504	11.4693	10.5288	9.7066	8.9847	8.3481
25	14.0939	12.7834	11.6536	10.6748	9.8226	9.0770	8.4217
26	14.3752	13.0032	11.8258	10.8100	9.9290	9.1609	8.4881
27	14.6430	13.2105	11.9867	10.9352	10.0266	9.2372	8.5478
28	14.8981	13.4062	12.1371	11.0511	10.1161	9.3066	8.6016
29	15.1411	13.5907	12.2777	11.1584	10.1983	9.3696	8.6501
30	15.3725	13.7648	12.4090	11.2578	10.2737	9.4269	8.6938

b. 年最大负载损耗小时数 $\tau$

$\tau$  值的大小取决于变压器的年最大负载利用小时  $T_{max}$  和年持续负载曲线 $\beta$  的形状。为简化计算, 采用三段式曲线近似表达变压器的年持续负载曲线。

设定:  $T_h = T_m = T_l = H_{py}/3$ ,  $L = \beta_l/\beta_h$

$T_h$  ——高峰负载持续时间, h;

$T_m$  ——平荷负载持续时间, h;

$T_l$  ——低谷负载持续时间, h;

L ——谷峰比;

$\beta_l$  ——变压器年低谷负载率;

$\beta_h$  ——变压器年最大负载率。

当  $H_{py}$  取 8760 h, 采用三段式年持续负载曲线时  $\tau$  值与  $T_{max}$ 、L 的关系列于表 B.1 中。

表 B.1 采用三段式年负载曲线时不同  $T_{max}$ 、L 值对应的  $\tau$  值

L	$T_{max}$								
	h								
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	7500	8000
0	—	—	2922	3319	4402	—	—	—	—
0.05	—	—	—	3226	4208	—	—	—	—
0.1	—	—	—	3162	4044	5611	—	—	—
0.2	—	—	—	—	3803	5170	—	—	—
0.3	—	—	—	—	3679	4846	—	—	—
0.4	—	—	—	—	—	4639	6291	—	—
0.5	—	—	—	—	—	4549	6001	—	—
0.6	—	—	—	—	—	—	5827	—	—
0.7	—	—	—	—	—	—	—	6553	—
0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	7367
0.85	—	—	—	—	—	—	—	—	7341
0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：当  $T_{max}$  和 L 值为表列相邻行（列）的中间值时，可用插入法求取  $\tau$  的近似值。

当  $T_{max} > \frac{2+L}{3} H_{py}$  或  $T_{max} < \frac{1+2L}{3} H_{py}$  时，三段式曲线不适用，可采用二段式曲线近似表达年持续负载曲线。当  $H_{py}$  取 8760 h, 采用两段式负载曲线时  $\tau$



值与  $T_{\max}$ 、 $L$  的关系列于表 B.2 中。

注：在实际应用中，可先按表 B.1 取  $\tau$  值，如无法取值，再按表 B.2 取  $\tau$  值。

表 B.2 采用二段式年负载曲线时不同  $T_{\max}$ 、 $L$  值对应的  $\tau$  值

L	$T_{\max}$ (h)								
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8760
0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8760
0.05	612	1662	2712	3762	4812	5862	6912	7962	8760
0.1	224	1324	2424	3524	4624	5724	6824	7924	8760
0.2	—	648	1848	3048	4248	5448	6648	7848	8760
0.3	—	—	1272	2572	3872	5172	6472	7772	8760
0.4	—	—	—	2096	3496	4896	6296	7696	8760
0.5	—	—	—	—	3120	4620	6120	7620	8760
0.6	—	—	—	—	—	4344	5944	7544	8760
0.7	—	—	—	—	—	—	5768	7468	8760
0.8	—	—	—	—	—	—	—	7392	8760
0.9	—	—	—	—	—	—	—	7316	8760
1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	8760

注：当  $T_{\max}$  和  $L$  值为表列相邻行（列）的中间值时，可用插入法求取  $\tau$  的近似值。

年最大负载利用小时数  $T_{\max}$  按下式计算： $T_{\max} = \frac{E}{P_h}$

式中：

$E$  —— 变压器全年传输的总电量，kWh；

$P_h$  —— 年高峰时段平均负载值，kW。

如无法确定上述参数，可采用表 B.3 所列的典型值。配电变压器负载谷峰比

$L$  按下式计算：

$$L = \frac{P_l}{P_h} = \frac{E_l}{E_h}$$

式中：

$P_l$ ——全年低谷时段平均负载值, kW;

$P_h$ ——全年高峰时段平均负载值, kW;

$E_l$ ——全年低谷时段总电量, kWh;

$E_h$ ——全年高峰时段总电量, kWh。

如无法确定上述参数, 可视具体情况按经验取值。对于一班、二班用电的工商企业, 一般可取  $0 \leq L \leq 0.15$ ; 对于城乡生活用电,  $L$  值一般可取为 0.1。

表 B.3 年最大负载利用小时数的典型值

行 业		$T_{\max}$ (h)	
中心城区	住宅	豪华	3280
		高档	2790
		普通	3090
	行政科教	办公	2790
		教学	1540
		科研	3300
	商业金融	商务办公	1520
		商场	2500
		酒店宾馆	1230
	文化体育	图书馆	2750
		展览馆	2600
		影剧院	1110
		体育场馆	2000
	市政	轨道交通车站	6750
		市政泵站	100
公共绿地		3540	
农村	农村企业	3500	
	农村照明	1500	

## 附录 B 谐波电流含量计算

### 1、集中补偿时谐波电流含量的估算

在配电变压器二次侧进行集中补偿的谐波电流含量可按下式估算：

$$I_H = \frac{S_T \times \eta_T}{\sqrt{3} \times U_N \times \sqrt{1 + TDD_I^2}} \times TDD_I \quad (1-1)$$

式中：

$S_T$  —— 配电变压器额定容量，单位为 kVA；

$U_N$  —— 变压器二次侧额定电压，单位为 kV；

$I_H$  —— 谐波电流含量，单位为 A；

$\eta_T$  —— 配电变压器最大负荷率，设计时推荐取值为 0.6~0.85；

$TDD_I$  —— 配电变压器最大负载率下的总需量电流畸变率，取值范围视不同行业和各非线性用电设备属性来确定，工程经验的参考值见表 B.1。

**表 B.1 集中治理时不同行业负荷总需量畸变率速查表**

行业、场合	所属类别	行业、场合	所属类别	行业、场合	所属类别
办公楼	I	银行证券	I	酒店	I
住宅楼	I	大型超市	I	学校	I
医院	II	商业广场	II	体育馆	II
舞台剧场	II	展览中心	II	机场	II
LED 屏	II	通信机房	II	影院	II
轨道交通	II	电视演播中心	II	交通隧道类照明	II
大型游乐园	III	电动汽车充电站	III		

注释：  
 I 类：TDD<sub>I</sub> 为 10.5% 左右，指写字楼、住宅楼等谐波需求相对较小的场合；  
 II 类：TDD<sub>I</sub> 为 18% 左右，指商业广场、体育馆等谐波相对中等的场合；  
 III 类：TDD<sub>I</sub> 为 23% 左右，指重工业、制造业等谐波相对较大的场合。

## 2、就地补偿时谐波电流含量的估算

当低压配电系统中有大容量的非线性用电设备，亦可在该用电设备进线端进行就地谐波治理，使用如下公式进行谐波电流含量的估算：

$$I_H = \eta_L \times I_N \times \frac{TDD_I}{\sqrt{1+TDD_I^2}} \quad (2-1)$$

式中：

$I_N$  —— 非线性用电设备的额定电流，单位为 A；

$\eta_L$  —— 非线性用电设备最大运行负载率；

$TDD_I$  —— 最大负载率下非线性用电设备的总需量电流畸变率，视不同属性的非线性用电设备来取值，工程经验的参考值见表 B.2。

**表 B.2 就地治理时负荷畸变率速查表**

行业	TDD <sub>I</sub> (%)	行业	TDD <sub>I</sub> (%)
照明光源	15	大型电梯	30
办公电源	15	可控硅调光	30
三相 UPS	35	医疗设备	30
整流设备（6 脉波整流）	30	充电机	30
整流设备（12 脉波整流）	15	中央空调	15
开关电源	40	变频器（6 脉波整流）	35
空调压缩机	30	直传动（6 脉波整流）	35

## 附录 C 确定变电所和配电室位置的计算方法

在方案、初步设计等阶段，确定了需要供电的负荷容量和位置后，负荷重心法和系统最小能量矩法，提供了两种量化确定变配电所/配电间的数量及定位的方法。从计算方式的角度看，负荷重心法比较简单，易于计算；从能耗的角度看，最小能量矩法确定出的变电所/配电间的数量及位置，年线路损耗更小。

在实际应用中，建议可根据上述负荷中心法和最小能量矩法的特点，选用其中一种方法确定变电所/配电间的数量及位置，同时根据建筑平面布局要求，选取最接近该计算位置且合理可实施的变电所/配电间位置。如有在几个可实施变电所/配电间位置中确定最优位置的需要，建议采用最小能量矩法验证选择合理性。

负荷重心法及最小能量矩法的具体计算方法如下：

### 1、负荷重心法：

根据负荷的能源消耗，基于相对权重位置安装变压器和配电盘，使更高能耗负荷与重心的距离小于较低能耗负荷，以此确定负荷中心的位置。

设立坐标系，确定每个负荷的位置坐标：

$(x_i, y_i)$  或  $(x_i, y_i, z_i)$  取决于采用二维或三维坐标。

$$(X_b, Y_b, Z_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i, z_i) \cdot EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i} \quad (1-1)$$

或

$$(X_b, Y_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i) \cdot EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i} \quad (1-2)$$

式中：

$(X_b, Y_b, Z_b)$  —— 变压器、配电盘在三维坐标系下的最优设置位置坐标；

$(X_b, Y_b)$  —— 变压器、配电盘在二维坐标系下的最优设置位置坐标；

$EAC_i$  —— 预估该负荷每年消耗的电能，单位为 kWh，如果年度消费预测是未知的，可以用负载功率代替，单位为 kVA 或 kW。

## 2、最小能量矩法

线路采用经纬走向的前提下，通过计算系统最小能量矩，以此确定负荷中心的位置。

设立坐标系，确定每个负荷的位置坐标：

$(x_i, y_i)$  或  $(x_i, y_i, z_i)$  取决于采用二维或三维坐标。

$$M_{xj} = (\sum_{i=1}^{i=n} |x_j - x_i| * EAC_i), j = 1 \sim n \quad (2-1)$$

$$M_{yj} = (\sum_{i=1}^{i=n} |y_j - y_i| * EAC_i), j = 1 \sim n \quad (2-2)$$

$$M_{zj} = (\sum_{i=1}^{i=n} |z_j - z_i| * EAC_i), j = 1 \sim n \quad (2-3)$$

$$M_{xmin} = \min(M_{xj}), j = 1 \sim n \quad (2-4)$$

$$M_{ymin} = \min(M_{yj}), j = 1 \sim n \quad (2-5)$$

$$M_{zmin} = \min(M_{zj}), j = 1 \sim n \quad (2-6)$$

$$M_{min} = M_{xmin} + M_{ymin} + M_{zmin} \quad (2-7)$$

$$(X_b, Y_b, Z_b) = [] \quad (2-8)$$

式中：

$M_{xj}$  —— x 轴各点能量矩， $j=1 \sim n$ ；

$M_{yj}$  —— y 轴各点能量矩， $j=1 \sim n$ ；

$M_{zj}$  —— z 轴各点能量矩， $j=1 \sim n$ ；

$M_{xmin}$  —— x 轴最小能量矩；

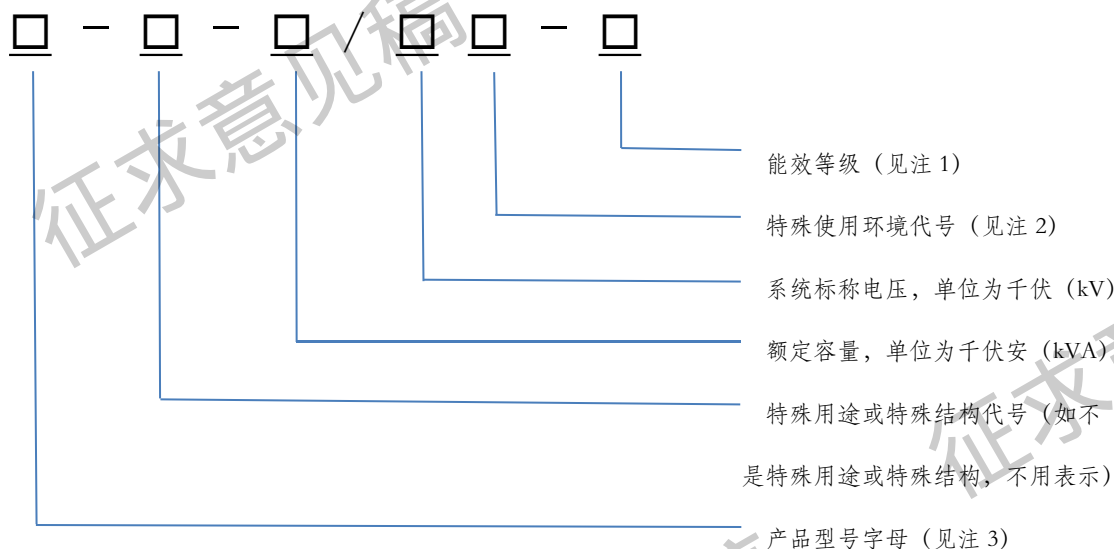
$M_{ymin}$  —— y 轴最小能量矩；

$M_{zmin}$  —— z 轴最小能量矩；

$M_{min}$  —— 系统最小能量矩。

## 附录 D 常用配电变压器型号标注

配电变压器型号标注方式：



注 1: 能效等级: NX1 级, NX2 级;

注 2: 特殊使用环境代号如下 (除特别注明外, 上海地区可不标注):

1) 热带地区用代表符号按下列规定:

TA — 干热带地区; TH — 湿热带地区; T — 干、湿热带地区。

2) 高原地区用代表符号为“GY”;

3) 污秽地区代表符号按下列规定:

W1 — c 级污秽 (中等); W2 — d 级污秽 (重); W3 — e 级污秽 (很重);

空白 — a 级污秽 (很轻), b 级污秽 (轻)

4) 防腐蚀地区用代表符号按下列规定:

W — 户外型防轻腐蚀; WF1 — 户外型防中腐蚀; WF2 — 户外型防强腐蚀;

F1 — 户内型防中腐蚀; F2 — 户内型防强腐蚀。

注 3: 电力变压器产品型号 1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) :

1) 绕组耦合方式: O — 自“耦”, 空白 — 独立;

2) 相数: D — 单相, S — 三相;

- 3) 绕组外绝缘介质：G — 空气（“干”式），Q — “气”体，C — “成”型固体浇注式，CR — “成”型固体包“绕”式；
- 4) 绝缘系统温度：E — 干式 120℃，B — 干式 130℃，空白 — 干式 155℃，H — 干式 180℃，D — 干式 200℃，C — 干式 220℃；
- 5) 冷却装置种类：空白 — 自然循环冷却装置，F — “风”冷却器，S — “水”冷却器；
- 6) 绕组数：空白 — 双绕组，S — “三”绕组，F — “分”裂绕组；
- 7) 调压方式：空白 — 无励磁调压，Z — 有“载”调压；
- 8) 线圈导线材质：空白 — 铜线，B — 铜“箔”，L — “铝”线，LB — 铝箔，TL — “铜铝”组合，DL — 电缆；
- 9) 铁心材质：空白 — 电工钢，H — 非晶合金；
- 10) 特殊用途或特殊结构：M — 密封式，T — 无励磁调容用，JT — 解体运输，K — 内附串联电抗器，GZ — 高过载用，R — 卷（绕）铁心一般结构，RL — 卷（绕）铁心立体结构。

示例：

SCB-630/10-NX1

表示三相、浇注式、绝缘系统温度为 155℃、自冷、双绕组、无励磁调压、高压绕组采用铜导线、低压绕组采用铜箔、铁心材质为电工钢、630kVA、10kV 级干式电力变压器，变压器达到能效等级 1 级。



附录 E 绿色民用建筑中常用配电变压器能效等级

10 kV 干式三相双绕组无励磁调压配电变压器能效等级																
额定容量 kVA	1 级								2 级							
	电工钢带				非晶合金				电工钢带				非晶合金			
	空载 损耗 W	负载损耗 W			空载 损耗 W	负载损耗 W			空载 损耗 W	负载损耗 W			空载 损耗 W	负载损耗 W		
		B (100°C)	F (120°C)	H (145°C)		B (100°C)	F (120°C)	H (145°C)		B (100°C)	F (120°C)	H (145°C)		B (100°C)	F (120°C)	H (145°C)
30	105	605	640	685	50	605	640	685	130	605	640	685	60	605	640	685
50	155	845	900	965	60	845	900	965	185	845	900	965	75	845	900	965
80	210	1160	1240	1330	85	1160	1240	1330	250	1160	1240	1330	100	1160	1240	1330
100	230	1330	1415	1520	90	1330	1415	1520	270	1330	1415	1520	110	1330	1415	1520
125	270	1565	1665	1780	105	1565	1665	1780	320	1565	1665	1780	130	1565	1665	1780
160	310	1800	1915	2050	120	1800	1915	2050	365	1800	1915	2050	145	1800	1915	2050
200	360	2135	2275	3440	140	2135	2275	2440	420	2135	2275	3440	170	2135	2275	2440
250	415	2330	2485	2665	160	2330	2485	2665	490	2330	2485	2665	195	2330	2485	2665
315	510	2945	3125	3355	195	2945	3125	3355	600	2945	3125	3355	235	2945	3125	3355
400	570	3375	3590	3850	215	3375	3590	3850	665	3375	3590	3850	265	3375	3590	3850
500	670	4130	4390	4705	250	4130	4390	4705	790	4130	4390	4705	305	4130	4390	4705
630	775	4975	5290	5660	295	4975	5290	5660	910	4975	5290	5660	360	4975	5290	5660
630	750	5050	5365	5760	290	5050	5365	5760	885	5050	5365	5760	350	5050	5365	5760
800	875	5895	6715	6715	335	5895	6265	6715	1035	5895	6715	6715	410	5895	6265	6715
1000	1020	6885	7885	7885	385	6885	7315	7885	1205	6885	7885	7885	470	6885	7315	7885
1250	1205	8190	9335	9335	455	8190	8720	9335	1420	8190	9335	9335	550	8190	8720	9335
1600	1415	9945	10555	11320	530	9945	10555	11320	1665	9945	10555	11320	645	9945	10555	11320
2000	1760	12240	13005	14005	700	12240	13005	14005	2075	12240	13005	14005	850	12240	13005	14005
2500	2080	14535	15445	16605	840	14535	15445	16605	2450	14535	15445	16605	1020	14535	15445	16605

上述表格引自：《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB 20052-2020）表 2

20 kV 级 50 kVA~2500 kVA 三相干式电工钢带铁芯无励磁调压配电变压器能效限定值及能效等级													
能效等级				1 级					2 级				
损耗水平代号				13					12				
额定容量 kVA	电压组合 及分接范围			联结 组标 号	空载 损耗 kW	不同绝缘系统温度下的 负载损耗 Kw			空载 损耗 kW	不同绝缘系统温度下 的 负载损耗 Kw			
	高压 kV	高压分接 范围 %	低压 kV			130°C (B) (100°C)	155°C (F) (120°C)	180°C (H) (145°C)		130°C (B) (100°C)	155°C (F) (120°C)	180°C (H) (145°C)	
50	20	±2.5 ±5	0.4	Dyn1 1	0.272	1.04	1.11	1.18	0.272	1.16	1.23	1.31	
100					0.432	1.68	1.79	1.92	0.432	1.87	1.99	2.13	
160					0.536	2.10	2.22	2.38	0.536	2.33	2.47	2.64	
200		±2×2.5 ±5			0.584	2.49	2.65	2.83	0.584	2.77	2.94	3.14	
250					0.672	2.90	3.08	3.29	0.672	3.22	3.42	3.66	
315					0.776	3.47	3.67	3.92	0.776	3.85	4.08	4.36	
400					0.920	4.19	4.36	4.66	0.920	4.65	4.84	5.18	
500					1.080	4.91	5.21	5.57	1.080	5.46	5.79	6.19	
630					22	Yyn0	1.220	5.81	6.16	6.59	1.220	6.45	6.84
800				24	1.400		7.01	7.43	7.96	1.400	7.79	8.26	8.84
1000				1.660	8.30		8.80	9.36	1.660	9.22	9.78	10.40	
1250				1.900	9.72		10.40	11.1	1.900	10.80	11.50	12.30	
1600		2.230		11.70	12.40		13.3	2.230	13.00	13.80	14.80		
2000		2.590		13.90	14.70		15.8	2.590	15.40	16.30	17.50		
2500		3.100		16.40	17.40		18.6	3.100	18.20	19.30	20.70		
2000		2.590		15.10	16.00		17.2	2.590	16.80	17.80	19.10		
2500		3.100		18.00	19.10		20.4	3.100	20.00	21.20	22.70		

上述表格引自：《6kV~35kV 变压器能效限定值及能效等级》（T-CEEIA 258-2016）表 14。

35 kV 级 50 kVA~2500 kVA 三相干式电工钢带铁芯无励磁调压配电变压器能效限定值及能效等级													
能效等级				1 级				2 级				短路 阻抗 %	
损耗水平代号				13				12					
额定 容量 kVA	电压组合及 分接范围			联结组 标号	空载 损耗 kW	不同绝缘系统温度下 的负载损耗 kW			空载损耗 kW	不同绝缘系统温度下 的负载损耗 kW			
	高压 kV	高压分接 范围 %	低压 kV			130°C (B) (100°C)	155°C (F) (120°C)	180°C (H) (145°C)		130°C (B) (100°C)	155°C (F) (120°C)	180°C (H) (145°C)	
50	35	±2.5	0.4	Dyn11 Yyn0	0.360	1.21	1.28	1.37	0.360	1.34	1.42	1.52	
100					0.504	1.77	1.88	2.01	0.504	1.97	2.09	2.23	
160					0.632	2.39	2.53	2.70	0.632	2.65	2.81	3.00	
200		±5			0.704	2.82	2.99	3.19	0.704	3.13	3.32	3.55	
250					0.792	3.22	3.42	3.65	0.792	3.58	3.80	4.06	
315					0.936	3.83	4.06	4.34	0.936	4.25	4.51	4.82	
400					1.100	4.59	4.87	5.21	1.100	5.10	5.41	5.79	
500		36			1.300	5.64	5.99	6.40	1.300	6.27	6.65	7.11	
630		37			±2×2.5	1.490	6.53	6.92	7.41	1.490	7.25	7.69	8.23
800		38.5				1.730	7.74	8.21	8.78	1.730	8.60	9.12	9.76
1000		±5			1.940	8.87	9.36	9.99	1.940	9.86	10.40	11.10	
1250					2.260	10.80	11.40	12.20	2.260	12.00	12.70	13.60	
1600					2.590	13.10	13.90	14.90	2.590	14.60	15.40	16.50	
2000					3.060	15.48	16.38	17.55	3.060	17.20	18.20	19.50	
2500					3.560	18.54	19.62	20.97	3.560	20.60	21.80	23.30	

上述表格引自：《6kV~35kV 变压器能效限定值及能效等级》（T-CEEIA 258-2016）表 15。

35kV 级 800kVA~2500kVA 三相干式电工钢带铁芯无励磁调压配电变压器 能效限定值及能效等级			
能效等级		1 级	2 级
损耗水平代号		13	12
			短路

额定容量 kVA	电压组合及分接范围			联结组 标号	空载损 耗 kW	不同绝缘系统温度下 的负载损耗 kW			空载损 耗 Kw	不同绝缘系统温度下 的负载损耗 kW			阻抗 %												
	高压 kV	高压分接 范围 %	低压 kV			130°C	155°C	180°C		130°C	155°C	180°C													
						(B) (100°C)	(F) (120°C)	(H) (145°C)		(B) (100°C)	(F) (120°C)	(H) (145°C)													
800	35	±2×2.5 ±5	3.15 6 6.3 10 10.5 11	Dyn11 Yd11 Yyn0	1.800	7.98	8.46	9.00	1.800	8.87	9.40	10.00	6.0												
1000					2.140	9.27	9.81	10.40	2.140	10.30	10.90	11.60													
1250					2.500	10.90	11.60	12.40	2.500	12.10	12.90	13.80													
1600					2.950	13.10	13.90	14.90	2.950	14.60	15.40	16.50													
2000					36	±5	6 6.3 10 10.5 11	Dyn11 Yd11 Yyn0	3.380	15.50	16.40	17.60	3.380	17.20	18.20	19.50	7.0								
2500									3.890	18.50	19.60	21.00	3.890	20.60	21.80	23.30									
3150									37	±5	6 6.3 10 10.5 11	Dyn11 Yd11 Yyn0	4.820	20.80	22.10	23.60	4.820	23.10	24.50	26.20	8.0				
4000													5.560	24.90	26.50	28.40	5.560	27.70	29.40	31.50					
5000													6.690	29.60	31.40	33.70	6.690	32.90	34.90	37.40					
6300													7.920	34.60	36.70	39.30	7.920	38.50	50.80	43.70					
8000													38.5	±5	6 6.3 10 10.5 11	Dyn11 Yd11 Yyn0	9.040	39.10	41.40	44.40	9.040	43.40	46.00	49.30	9.0
10000																	10.300	47.20	49.90	53.50	10.300	52.40	55.50	59.40	
12500																	12.600	54.80	58.10	62.20	12.600	60.90	64.60	69.10	
16000																	20000	±5	6 6.3 10 10.5 11	Dyn11 Yd11 YNd11	15.400	64.60	68.40	73.20	15.400
20000					18.300	72.50	76.90	82.40	18.300	80.60	58.50	91.50													
25000	21.70	85.50	90.90	97.20	21.70	95.30	101.00	108.00																	

上述表格引自：《6kV~35kV 变压器能效限定值及能效等级》（T-CEEIA 258-2016）表 16。

附录 F 三相异步电动机能效等级

三相异步电动机各能效等级

额定功率 / kW	效率 / %							
	1 级				2 级			
	2 级	4 级	6 级	8 级	2 级	4 级	6 级	8 级
0.12	71.4	74.3	69.8	97.4	66.5	69.8	64.9	62.3
0.18	75.2	78.7	74.6	71.9	70.8	74.7	70.1	67.2
0.2	76.2	79.6	75.7	73	71.9	75.8	71.4	68.4
0.25	78.3	81.5	78.1	75.2	74.3	77.9	74.1	70.8
0.37	81.7	84.3	81.6	78.4	78.1	81.1	78	74.3
0.4	52.3	84.8	82.2	78.9	78.9	81.7	78.7	74.9
0.55	84.6	86.7	84.2	80.6	81.5	83.9	80.9	77
0.75	86.3	88.2	85.7	82	83.5	85.7	82.7	78.4
1.1	87.8	89.5	87.2	84	85.2	87.2	84.5	80.8
1.5	88.9	90.4	88.4	85.5	86.5	88.2	85.9	82.6
2.2	90.2	91.4	89.7	87.2	88	89.5	87.4	84.5
3	91.1	92.1	90.6	88.4	89.1	90.4	88.6	85.9
4	91.8	92.8	91.4	89.4	90	91.1	89.5	87.1
5.5	92.6	93.4	92.2	90.4	90.9	91.9	90.5	88.3
7.5	93.3	94	92.9	91.3	91.7	92.6	91.3	89.3
11	94	94.6	93.7	92.2	92.6	93.3	92.3	90.4
15	94.5	95.1	94.3	92.9	93.3	93.9	92.9	91.2
18.5	94.9	95.3	94.6	93.3	93.7	94.2	93.4	91.7
22	95.1	95.5	94.9	93.6	94	94.5	93.7	92.1
30	95.5	95.9	95.3	94.1	94.5	94.9	94.2	92.7
37	95.8	96.1	95.6	94.4	94.8	95.2	94.5	93.1
45	96	96.3	95.8	94.7	95	95.4	94.8	93.4

55	96.2	96.5	96	94.9	95.3	95.7	95.1	93.7
75	96.5	96.7	96.3	95.3	95.6	96	95.4	94.2
90	96.6	96.9	96.5	95.5	95.8	96.1	95.6	94.4
110	96.8	97	96.6	95.7	96	96.3	95.8	94.7
132	96.9	97.1	96.8	95.9	96.2	96.4	96	94.9
160	97	97.2	96.9	96.1	96.3	96.6	96.2	95.1
200	97.2	97.4	97	96.3	96.5	96.7	96.3	95.4
250	97.2	97.4	97	96.3	96.5	96.7	96.5	95.4
315~1000	97.2	97.4	97	96.3	96.5	96.7	96.6	95.4

上述表格引自：《电动机能效限定值及能效等级》（GB 18613-2020）表 1。

## 附录 G 电力电缆经济电流选型方法

按经济电流选择电缆截面就是按“寿命期”内，投资和导体电能损耗费用之和最小的原则选择电缆截面，简称“经济选型”。

### 一、电缆成本：

电缆的总成本  $CT$  为两部分，一为电缆的初始投资  $CI$ （包括电缆的材料费和安装费），一为电缆在寿命期内的运行成本  $CJ$ ，公式表述为：

$$CT = CI + CJ \quad (1)$$

#### 1) 电缆的初始投资 $CI$ ：

电缆的初始投资  $CI$  近似表示为电缆截面面积  $S$  的线性函数：

$$CI = (A \cdot S + C) \cdot L \quad (2)$$

式中：

$A$  为成本的可变部分（元/mm<sup>2</sup>·m）

$S$  为电缆截面面积（mm<sup>2</sup>）

$C$  为成本的不变部分（元/m）

$L$  为电缆的长度（m）

#### 2) 电缆的运行成本 $CJ$ ：

电缆在其寿命期内的运行成本可分为两部分，一为负荷电流流过导体引起的发热损耗费用  $CJ'$ （不考虑与电压有关的损耗），一为线路损耗引起的额外供电成本  $CJ''$ 。

发热损耗费用  $CJ'$  即为网损量与电价的乘积，表示如下：

$$CJ' = I_{\max}^2 \cdot R \cdot L \cdot N_p \cdot N_c \cdot \tau \cdot P \quad (3)$$

式中：

$I_{\max}$  为流过电缆的最大负荷电流 (A)

$R$  为单位长度电缆的交流电阻 ( $\Omega/\text{m}$ )

$N_c$  为电缆回路数

$N_p$  为每回电缆相线数目

$\tau$  为最大负荷损耗小时数 (h)

$P$  为电价 (元/kWh)

$L$  为线路长度 (m)

线路损耗引起的额外供电成本  $CJ''$  表示如下:

$$CJ'' = I_{\max}^2 \cdot R \cdot L \cdot N_p \cdot N_c \cdot D \quad (4)$$

式中:

$D$  为线路损耗引起的额外供电容量成本 (元/kW·年)

综上, 电缆运行成本  $CJ$  可表示为:

$$CJ = CJ' + CJ'' = I_{\max}^2 \cdot R \cdot L \cdot N_p \cdot N_c (\tau \cdot P + D) \quad (5)$$

3) 电缆的总成本  $CT$  :

考虑到电缆寿命期, 为求得电缆在整个运行期间的总成本费用, 用以在不同电缆截面等级之间进行比较选择, 本方法将电缆运行成本表示为折现值, 即将总费用表示为等效的一次性初始投资。

电缆的初始投资  $CI$  本身即为折现值, 不需进行转换。

电缆第一年的运行成本费用  $CJ_0$  可根据式 (2-5) 表示为:

$$CJ_0 = I_{\max}^2 \cdot R \cdot L \cdot N_p \cdot N_c (\tau \cdot P + D) \quad (6)$$

考虑到负荷增长率和能源成本增长率, 可得电缆寿命期间内各年的运行费用折现值如下:



$$CJ_1 = CJ_0 / (1 + i) \quad (7)$$

$$CJ_2 = CJ_0 \cdot (1 + a)^2 (1 + b) / (1 + i)^2 \quad (8)$$

.....

$$CJ_N = CJ_0 \cdot (1 + a)^{2(N-1)} (1 + b)^{N-1} / (1 + i)^N \quad (9)$$

以上各式中：

$i$  为银行贴现率

$a$  为负荷增长率

$b$  为能源成本增长率

$N$  为电缆寿命（年）

取中间变量  $r = (1 + a)^2 (1 + b) / (1 + i)$ ，则可得电缆寿命期间内的总运行费用折现值为：

$$CJ = CJ_1 + CJ_2 + \dots + CJ_N = CJ_1 \cdot (1 + r + \dots + r^{N-1}) = CJ_1 \cdot (1 - r^N) / (1 - r) \quad (10)$$

取中间变量  $\Phi = (1 - r^N) / (1 - r)$ ，则式（2-10）可进一步表示为：

$$CJ = CJ_1 \cdot \Phi = I_{\max}^2 \cdot R \cdot L \cdot N_p \cdot N_c (\tau \cdot P + D) \cdot \Phi / (1 + i) \quad (11)$$

取中间变量  $F = N_p \cdot N_c (\tau \cdot P + D) \cdot \Phi / (1 + i)$ ，则电缆寿命期间内的总运行费用折现值最终表示为：

$$CJ = I_{\max}^2 \cdot R \cdot L \cdot F \quad (12)$$

基于以上公式推算，电缆的总成本表示为等效的一次性初始投资为：

$$CT = CI + I_{\max}^2 \cdot R \cdot L \cdot F \quad (13)$$

式中：

$F$  为等效损耗费用系数（元/kW）

本文中提到的电缆总成本  $CT$  均指折算后的等效一次性初始总投资。

## 二、经济电流范围

假设标称截面  $S$ ，对应经济电流范围下限值为  $I_{\max x}$ ，小一等级的相邻标称截面为  $S_1$ ，则  $I_{\max x}$  为其对应的经济电流范围上限值。根据式 (13) 可得：

$$CT = CI + I_{\max x}^2 \cdot R \cdot L \cdot F \quad (17)$$

$$CT_1 = CI_1 + I_{\max x}^2 \cdot R_1 \cdot L \cdot F \quad (18)$$

当最大负荷电流为  $I_{\max x}$  时，此负荷电流为标称截面  $S$  的经济电流范围下限，为截面  $S_1$  经济电流范围的上限，此时选取  $S$  和  $S_1$  为最佳经济截面的总成本费用近似相等，即  $CT = CT_1$ ，与式 (17) 和 (18) 联立可得：

$$I_{\max x} = [(CI - CI_1) / (F \cdot L(R_1 - R))]^{0.5} \quad (19)$$

同理可得经济电流范围上限值  $I_{\max s}$  表达式为：

$$I_{\max s} = [(CI - CI_2) / (F \cdot L(R_2 - R))]^{0.5} \quad (20)$$

以上各式中：

$CI_1$  为与截面  $S$  邻近的小一级标称截面对应的初始投资 (元)

$CI_2$  为与截面  $S$  邻近的大一级标称截面对应的初始投资 (元)

$R_1$  为与截面  $S$  邻近的小一级标称截面对应的单位长度电缆交流电阻 ( $\Omega/m$ )

$R_2$  为与截面  $S$  邻近的大一级标称截面对应的单位长度电缆交流电阻 ( $\Omega/m$ )

将电缆初始投资的表达式  $CT = CI + CJ$  代入，可将电缆经济电流范围的上下限进一步表示为：

$$I_{\max x} = [A(S - S_1) / (F \cdot (R_1 - R))]^{0.5} \quad (21)$$

$$I_{\max s} = [A(S - S_2) / (F \cdot (R_2 - R))]^{0.5} \quad (22)$$

### 三、经济电流范围参考：

铜芯 6/10kV 中压电缆的经济电流范围									
导体截面 (mm <sup>2</sup> )	经济电流范围上限值 (A) [P=0.61~0.70 元 /(kW*h)]			经济电流范围上限值 (A) [P=0.81~0.90 元 /(kW*h)]			经济电流范围上限值 (A) [P=1.0~1.10 元/(kW*h)]		
	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)
	2000	4000	6000	2000	4000	6000	2000	4000	6000
70	133.7	97.5	75.5	125.1	89.1	68.2	112.2	73.3	56.1
95	183.5	133.8	103.6	171.7	122.27	93.7	153.9	100.5	77.1
120	236.7	172.6	133.6	221.5	157.8	120.8	198.6	129.7	99.4
150	274	199.8	154.6	256.4	182.6	139.9	229.9	150.1	115
185	350	255.2	197.6	327.5	233.2	178.7	293.6	191.8	146.9
240	462	336.9	260.8	436.1	310.5	237.9	390.9	255.3	195.6
300	677.8	494.3	382.6	624.6	444.8	340.7	559.9	365.7	280.3

铜芯 0.6/1.0kV 低压电缆的经济电流范围									
导体截面 (mm <sup>2</sup> )	经济电流范围上限值 (A) [P=0.61~0.70 元 /(kW*h)]			经济电流范围上限值 (A) [P=0.81~0.90 元 /(kW*h)]			经济电流范围上限值 (A) [P=1.0~1.10 元/(kW*h)]		
	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)	T(h)
	2000	4000	6000	2000	4000	6000	2000	4000	6000
16	36.3	26.5	20.5	34.5	24.8	19.1	31.6	22.5	17.3
25	55.2	40.2	31.2	52.5	37.7	29	48.1	34.3	26.3
35	82.5	60.2	46.6	78.4	56.4	43.4	71.9	51.2	39.2
50	102.1	74.4	57.6	97.1	69.8	53.7	89.1	63.4	48.6
70	143.5	104.6	81	136.4	98.1	75.4	125.1	89.1	68.3
95	196.9	143.6	111.2	187.2	134.6	103.5	171.1	122.3	93.7

120	254.1	185.3	143.4	241.5	173.6	133.5	221.5	157.8	120.8
150	294.1	214.4	166	279.5	200.9	154.5	256.4	182.6	139.9
185	375.6	273.9	212	357.1	256.7	197.4	327.5	233.2	178.7
240	495.9	361.7	279.9	475.5	341.8	262.9	436.1	310.5	237.9
300	727.6	530.6	410.7	680.9	489.5	376.5	624.6	444.8	340.7

## 附录 H 电力电缆选型标注

电力电缆标注方式，包括型号、额定电压、规格及标准编号四个部分，其中，型号包括：阻燃代号、电缆结构代号；电压等级为：电线 450/750V、电缆 0.6/1kV；截面（单根）：单芯、两芯、三芯、四芯、五芯；标准编号：选型电缆的制造标准。如下所示：

① - ② ③ ④ ⑤ ⑥

①——阻燃代号：

燃系列燃烧特性			
系列名称		代号	名称
阻 燃 代 号	含 卤	ZA	阻燃 A 类
		ZB	阻燃 B 类
		ZC	阻燃 C 类
		ZD	阻燃 D 类
	无 卤 低 烟	WDZ	无卤低烟单根阻燃
		WDZA	无卤低烟阻燃 A 类
		WDZB	无卤低烟阻燃 B 类
		WDZC	无卤低烟阻燃 C 类
		WDZD	无卤低烟阻燃 D 类
	无 卤 低 烟 低 毒	WDUZ	无卤低烟低毒单根阻燃
		WDUZA	无卤低烟低毒阻燃 A 类
		WDUZB	无卤低烟低毒阻燃 B 类
		WDUZC	无卤低烟低毒阻燃 C 类
		WDUZD	无卤低烟低毒阻燃 D 类

注：

- 1、本表根据 GB/T19666-2019《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》编制。
- 2、根据电线电缆或光缆使用场合选择使用无卤低烟低毒产品，可包括空间较小或环境相对密闭的人员密集场所等。

②——绝缘

③——导体（铜导体略）

④——内保护（包括内衬层、隔离套）

⑤——铠装层

⑥——外护套

电缆结构	代 号	含 义
②-绝缘	YJ	交联聚乙烯绝缘
	YJ(F)	辐照交联聚乙烯绝缘
	V	聚氯乙烯绝缘
	E	乙丙橡胶绝缘
	X	橡皮
③-导体	(T) 省略	
	R	软铜
	L	铝导体
	LH	铝合金导体
	C	铜包铝导体
④-护套	V	聚氯乙烯护套
	Y	聚乙烯或聚烯烃护套
	Q	铅套
⑤-铠装	2	双钢带铠装
	3	细元钢丝铠装
	4	粗元钢丝铠装

	6	(双) 非磁性金属带铠装
	7	非磁性金属丝铠装
	S	铝合金带联锁铠装
⑥-外护套	2	聚氯乙烯外护套
	3	聚乙烯或聚烯烃外护套

3、长寿命电缆型号组成结构：

①-□ ② △ ○

①——阻燃代号

□：代号——G；含义——长寿命（70年）

②——绝缘

△：代号——S；含义——双层共挤

○：代号——(F)；含义——辐照交联

注：内容依据 JGT 442-2014 《额定电压 0.61kV 双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》。

## 附录J 电缆常规敷设配合选型表

### 1 YJV 交联聚氯乙烯绝缘电力电缆穿管直埋敷设（敷设方式 D） $\text{COS}\Phi=0.8$ $35^{\circ}\text{C}$ 电缆工作温度 $Dd=90^{\circ}\text{C}$

断路器整定电流 (A)	20	25	32	40	50	63	80	100	125	140	160	180	200	225	250	315	350	400	500
电缆截面 (mm <sup>2</sup> )	2.5	4	6	10	16	25	35	50	50	70	70	95	120	150	185	240	2*120	2*150	2*240
电缆截流量 (A)	28	36	44	58	75	96	115	135	135	167	167	197	223	251	281	324	379.1	426.7	550.8
保护管 SC, RC	25	32	32	40	40	50	50	65	65	80	80	100	100	100	125	125	150	2*150	2*150

注：表中 SC 为低压流体输送焊接钢管，RC 为无缝钢管，表中为内径。

电缆截流量数据参见《低压电气装置第 5-52 部分：电气设备的选择和安装布线系统》GB/T16895.6-2014 表 B.52.5 第 7 例，P30 页。

其中为电缆在穿管直埋敷设时的截流量，双拼需乘 0.85 校正系数。

### 2 YJV 交联聚氯乙烯绝缘电力电缆无孔桥架敷设（敷设方式 C） $\text{COS}\Phi=0.8$ $35^{\circ}\text{C}$ 电缆工作温度 $Dd=90^{\circ}\text{C}$

断路器整定电流 (A)	20	25	32	40	50	63	80	100	125	140	160	180	200	225	250	315	350	400	500	630
电缆截面 (mm <sup>2</sup> )	2.5	4	6	10	16	16	25	35	50	70	70	95	120	150	185	240	240	2*120	2*150	2*240
电缆截流量 (A)	30	40	52	71	96	96	119	147	179	229	229	278	322	371	424	500	500	644	742	1000
保护管 SC, RC	25	32	32	40	40	50	50	65	65	80	80	100	100	100	125	125	150	2*125	2*125	2*125

注：表中 SC 为低压流体输送焊接钢管，RC 为无缝钢管，表中为内径。

电缆截流量数据参见《低压电气装置第 5-52 部分：电气设备的选择和安装布线系统》GB/T16895.6-2014 表 B.52.5 第 6 例，P30 页。



其中为电缆在无孔线槽或桥架敷设时的截流量，双拼需乘 0.85 校正系数。

### 3 YJV 交联聚氯乙烯绝缘电力电缆穿管墙内暗敷设（敷设方式 A2） $\text{COS}\Phi=0.8$ $35^{\circ}\text{C}$ 电缆工作温度 $Dd=90^{\circ}\text{C}$

断路器整定电流 (A)	20	25	32	40	50	63	80	100	125	140	160	180	200	225	250	315	350	400
电缆截面 (mm <sup>2</sup> )	2.5	4	6	10	16	25	35	50	50	70	70	95	120	150	185	240	2*120	2*150
电缆截流量 (A)	22	30	38	51	68	89	109	130	130	164	164	197	227	259	295	346	385.9	440.3
保护管 SC, RC	25	32	32	40	40	50	50	65	65	80	80	100	100	100	125	125	150	2*150

注：表中 SC 为低压流体输送焊接钢管，RC 为无缝钢管，表中为内径。

电缆截流量数据参见《低压电气装置第 5-52 部分：电气设备的选择和安装布线系统》GB/T16895.6-2014 表 B.52.5 第 2 例，P30 页。

其中为电缆在穿管直埋敷设时的截流量，双拼需乘 0.85 校正系数。

### 4 铜包铝交联聚氯乙烯绝缘电力电缆穿管直埋敷设（敷设方式 D） $\text{COS}\Phi=0.8$ $30^{\circ}\text{C}$ 电缆工作温度 $Dd=90^{\circ}\text{C}$

断路器整定电流 (A)	20	25	32	40	50	63	80	100	125	140	160	180	200	225	250	315	350	400	500
电缆截面 (mm <sup>2</sup> )	16	16	16	16	16	25	35	50	70	95	120	150	150	185	240	2*120	2*150	2*185	2*240
电缆截流量 (A)	55	55	55	55	55	71	87	104	131	157	180	206	206	233	273	374	412	466	546

注：表中 铜包铝电缆截流量数据参见《铜包铝电力电缆工程技术规范》CECS399:2015 表 C.0.2 第 2 例，P28 页。

其中为电缆在绝热墙壁内管道中敷设时的截流量。

5 铜包铝交联聚氯乙烯绝缘电力电缆无孔桥架敷设（敷设方式E）  $\text{COS}\Phi=0.8$   $30^{\circ}\text{C}$  电缆工作温度  $\text{Dd}=90^{\circ}\text{C}$

断路器整定电流 (A)	20	25	32	40	50	63	80	100	125	140	160	180	200	225	250	315	350	400	500
电缆截面 (mm <sup>2</sup> )	16	16	16	16	16	25	35	50	70	95	120	120	150	185	240	2*120	2*120	2*150	2*240
电缆截流量 (A)	77	77	77	77	77	97	120	146	187	227	263	263	304	347	409	526	526	604	818

注：表中 铜包铝电缆截流量数据参见《铜包铝电力电缆工程技术规范》CECS399:2015 表 C.0.2-3 第 2 例，P29 页。

其中为电缆在无孔线槽或桥架敷设时的截流量，多根电缆需乘 0.7 校正系数。

附录 K 不同场所绿色桥架适用环境选择表

环境	备注	工厂 化镀锌 板	热浸 镀锌	彩色 涂层 钢板	彩色 粉末 喷涂	彩钢 + 喷涂	V C I	不锈 钢 430	不锈 钢 304	不锈 钢 316L
室内 干燥	普通 室内环境	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
室内 湿热	潮湿闷热 地下室	—	—	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓
室内 腐蚀	室内 腐蚀环境	—	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓
室外	普通 室外环境	—	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓
室外 腐蚀	化工厂及周边 强腐蚀环境	—	✓	—	—	—	—	✓	✓	✓
海边	盐碱环境	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓
水处 理厂	超强 腐蚀环境	—	—	—	—	—	—	—	—	✓

## 本规范用词说明

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”;

反面用词采用“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”;

反面用词采用“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”;

反面用词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 规范中指明应按其他有关规范标准执行时,写法为:“应符合(满足)。。。。。

的规定(或要求)”或“应按。。。。。执行”。

## 引用标准规范名录

- 1 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378
- 2 《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
- 3 《民用建筑电气设计标准》 GB51348
- 4 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 5 《电力工程电缆设计标准》 GB 50217
- 6 《智能建筑设计标准》 GB 50314
- 7 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 8 《绿色办公建筑评价标准》 GB/T 50908
- 9 《绿色商店建筑评价标准》 GB/T 51100
- 10 《民用建筑绿色设计规范》 JGJ/T 229
- 11 《绿色建筑评价标准》 DG/TJ 08-2090
- 12 《公共建筑绿色设计标准》 DGJ 08-2143
- 13 《住宅建筑绿色设计标准》 DGJ 08-2139
- 14 《配电变压器能效技术经济评价导则》 DL/T 985
- 15 《铜包铝电力电缆工程技术规范》 CECS 399
- 16 《钢制电缆桥架工程技术规程》 T/CECS 31
- 17 《公共建筑机电系统能效分级评价标准》 T/CECS 643
- 18 <Low-voltage electrical installations-Part 8-1 Functional aspects-Energy efficiency >IEC 60364-8-1

上海市绿色建筑协会团体标准

民用建筑电气绿色设计应用规范

T/SHGBC XXX-20XX

条文说明

2021 上海

编制说明

## 目 次

1 总 则.....	94
2 术 语.....	95
3 基 本 规 定.....	96
4 供配电与电能质量.....	97
4.1 一 般 规 定.....	97
4.2 供配电设计.....	97
4.3 电 能 质 量.....	102
4.4 电磁兼容及过电压防护.....	104
4.5 智能配电及节能控制系统.....	105
4.6 直流配电系统.....	106
4.7 变配电所及配电间.....	108
5 电气设备装置绿色选型.....	110
5.1 一 般 规 定.....	110
5.2 电气设备能效.....	112
5.3 配电变压器.....	112
5.4 配套电动机及配电装置.....	115
5.5 密集绝缘母线槽.....	115
5.6 UPS、EPS 装置.....	117
5.7 无功补偿装置.....	118
5.8 低压有源不平衡补偿装置.....	120
5.9 低压有源滤波装置 (APF).....	120



5.10	充电桩	121
5.11	断路器	123
5.12	接触器	123
5.13	电梯、自动扶梯	124
5.14	储能电源装置	124
6	照明与控制	126
6.1	一般规定	126
6.2	照明设备选择	126
6.3	照明指标	132
6.4	照明配电	135
6.5	照明控制	136
6.6	照明节能	136
7	计量与绿色综合监测管理系统	139
7.1	一般规定	139
7.2	计量装置	139
7.3	指标监测	140
7.4	系统性能	142
7.5	系统设计	143
8	电线电缆与桥架	145
8.1	一般规定	145
8.2	电线电缆性能	146
8.3	绿色桥架性能	151

8.4	电线电缆设计选型.....	151
8.5	桥架设计选型.....	156
8.6	装配式成品及抗震支吊架.....	157
9	监控与互联.....	159
9.1	一般规定.....	159
9.2	绿色监控.....	159
9.3	电气控制.....	160
9.4	家居智能化绿色设计.....	162
9.5	互联及物联网应用.....	163
10	运营管理与可持续发展.....	165
10.1	一般规定.....	165
10.2	设备维护及运营管理.....	165
10.3	全寿命期应用.....	166
10.4	电工材料可回收.....	167