

电气设计总说明

1 建筑概况：

- 1) . 工程名称：广州市启新学校花山校区二期改造工程
- 2) . 项目地址：项目位于广州市花都区花都大道花山段 3 号，用地北面面临永安东路，西面临启源大道。
- 3) . 建筑规模：本项目拟利用既有校园现状建筑及校园设施及校园设施开展二期改造工程，完善校舍建设和设施设备配备，以满足专门学校的办学要求。涉及用地范围面积约为 58451.33 平方米，改扩建总面积 40589.93 平方米，其中现状建筑改造面积 39203.93 平方米，新建面积 1386 平方米。
- 4) . 设计等级：本工程为中型民用建筑，建筑物设计使用年限为 50 年。耐火等级：一级

2 设计依据：

- 2.1 经建设主管单位批准的本工程初步设计或方案设计文件及其它批复文件；
- 2.2 政府有关部门（如：建设管理、规划、交通、供电、消防、通信、公安等部门）对本工程初步设计或方案设计的审批意见；
- 2.3 建设单位提供的有关部门认定的市政条件、工程设计资料及要求；
- 2.4 建设单位提供的可行性研究报告、设计任务书、使用需求书、设计标准等设计要求；
- 2.5 相关专业提供给本专业的工程设计资料；
- 2.6 设计所执行的主要法规和所采用的主要设计规范及设计标准：
 - 1 《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022；
 - 2 《供配电系统设计规范》GB 50052-2009；
 - 3 《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053-2013；
 - 4 《低压配电设计规范》GB 50054-2011；
 - 5 《通用用电设备配电设计规范》GB 50055-2011；
 - 6 《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018；
 - 7 《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010；
 - 8 《中小学校雷电防护技术规范》QX_T230-2014；
 - 9 《城市景观照明设施防雷技术规范》GB/T 40250-2021；
 - 10 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 500343-2012；
 - 11 《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024；
 - 12 《地下空间照明设计标准》T/CECS 920-2021；
 - 13 《建筑环境通用规范》GB 55016-2021；
 - 14 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021；
 - 15 《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019；
 - 16 《消防安全标志 第 1 部分》GB 13495.1-2015；
 - 17 《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945-2010；
 - 18 《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309-2018；
 - 19 《剩余电流动作保护装置安装和运行》GB/T 13955-2017；
 - 20 《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052-2020；
 - 21 《电源电压为 1100V 及以下的变压器、电抗器、电源装置和类似产品的安全 第 7 部分：安全隔离变压器和内装安全隔离变压器的电源装置的特殊要求和试验》GB 19212.7-2012；
 - 22 《交流电气装置的接地设计规范》GB / T 50065—2011；
 - 23 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169-2016；
 - 24 《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247-2014；

25 《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》 GB/T 19666-2019;
26 《民用建筑电线电缆防火技术规程》 DBJ/T 15-226-2021;
27 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624-2012;
28 《矿物绝缘电缆敷设技术规程》 JGJ 232-2011;
29 《钢制电缆桥架工程设计规程》 T/CECS 31-2017;
30 《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》 GB / T 23639-2017;
31 《耐火电缆槽盒》 GB 29415-2013;
32 《钢结构防火涂料》 GB 14907-2018;
33 《建筑电气工程电磁兼容技术规范》 GB 51204-2016;
34 《LED 室内照明应用技术要求》 GB/T 31831-2015;
35 《灯和灯系统的光生物安全性》 GB/T 20145-2006;
36 《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》 GB 30255 - 2019;
37 《普通照明用 LED 平板灯能效限定值及能效等级》 GB 38450 - 2019;
38 《普通照明用非定向自镇流 LED 灯能效限定值及能效等级》 GB 30255-2013;
39 《低压电气装置 第 4-41 部分：安全防护 电击防护》 GB/T 16895.21-2020;
40 《建筑电气设计疑难点解析及强制性条文》（2015 年 12 月第一版）
41 《建筑设计防火规范》 GB 50016-2014(局部修订条文 2018);
42 《建筑防火通用规范》 GB 55037-2022;
43 《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222-2017;
44 《人员密集场所消防安全管理》 GB/T40248-2021;
45 《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》 GB 50067-2014;
46 《车库建筑设计规范》 (JGJ 100-2015);
47 《火灾自动报警系统设计规范》 GB 50116-2013;
48 《火灾自动报警系统施工及验收标准》 GB 50166-2019;
49 《消防设施通用规范》 GB 55036-2022;
50 《建筑防火封堵应用技术标准》 GBT 51410-2020;
51 《建筑光伏系统应用技术标准》 GB/T 51368-2019;
52 《气体灭火系统设计规范》 GB 50370-2005;
53 《固定消防炮灭火系统设计规范》 GB 50338-2003;
54 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB 50974-2014;
55 《自动喷水灭火系统设计规范》 GB 50084-2017;
56 《自动跟踪定位射流灭火系统技术标准》 GB51427-2021;
57 《建筑中水设计标准》 GB50336-2018;
58 《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB 51251-2017;
59 《建筑与市政工程无障碍通用规范》 GB 55019-2021;
60 《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010;
61 《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981-2014;
62 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB55002-2021;
63 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2019;
64 《既有建筑维护与改造通用规范》 GB55022-2021
65 《宿舍、旅馆建筑项目规范》 GB55025-2022
66 《既有建筑绿色改造评价标准》 GB/T51141-2015
67 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189-2015;
68 《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411-2019;
69 《广东省公共建筑节能设计标准》 DBJ 15-51-2020;
70 《广州市公共建筑用电分项计量设计导则》 (2014-05-06 实行);
71 《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》 JGJ 203-2010;
72 《民用建筑物太阳能热水系统应用技术规范》 GB 50364-2005;
73 《民用建筑设计统一标准》 GB 50352-2019;
74 《居民住宅小区电力配置规范》 GB/T 36040-2018;
75 《教育建筑电气设计规范》 JGJ 310-2013;

76 《中小学校设计规范》GB 50099-2011；
77 《中小学教室健康照明设计规范》T/CIES 030-2020；
78 《儿童青少年学习用品近视防控卫生要求》GB 40070-2021；
79 《中小学校教室照明技术规范》（广东省地标）DB44/T 2335-2021；
80 《中小学校普通教室照明设计安装卫生要求》GB / T 36876-2018；
81 《饮食建筑设计规范》JGJ 64-2017；
82 《体育建筑设计规范》JGJ 31-2003；
83 《体育建筑电气设计规范》JGJ 354-2014；
84 《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153-2016；
85 《LED 体育照明应用技术要求》GB/T 38539-2020；
86 《城市夜景照明设计规范》JGJ/T163-2008；
87 《城市绿地设计规范》GB 50420-2007(2016 年版)；
88 《安全防范工程通用规范》GB 55029-2022；
89 《中小学、幼儿园安全防范要求》GB/T 29315-2022；
90 《广东省建筑物移动通信基础设施技术规范》DBJ/T 15-190-2020；
91 《智慧建筑设计标准》T/ASC 19-2021；
92 《智能建筑设计标准》GB 50314-2015；
93 《无线局域网工程设计标准》GB/T 51419-2020；
94 《综合布线系统工程设计规范》GB 50311-2016；
95 《公共建筑光纤宽带接入工程技术标准》GB51433-2020；
96 《安全防范工程技术标准》GB 50348—2018；
97 《视频安防监控系统设计规范》GB 50395-2007；
98 《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198-2011；
99 《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394-2007；
100 《出入口控制系统工程设计规范》GB 50396-2007；
101 《厅堂扩声系统设计规范》GB 50371-2006；
102 《会议电视会场系统工程设计规范》GB 50635-2010；
103 《电子会议系统工程技术规范》GB 50799-2012；
104 《公共广播系统工程技术标准》GB/T 50526-2021；
105 《有线电视网络工程设计标准》GB / T 50200-2018；
106 《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ/T334-2014；
107 《体育建筑智能化系统工程技术规程》JGJ/T 179-2009；
108 《智慧体育场馆系统工程技术规程》T/CCIAT0035-2021；
109 《智能建筑工程质量验收规范》GB50339-2013；
110 《智能建筑工程质量检测标准》JGJ/T 454-2019；
111 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015；
112 《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257-2014；
113 《建筑工程设计文件编制深度规定(2016 年版)》；
114 《广东省公安厅关于加强部分场所消防设计和安全防范的若干意见的通知》粤公通字[2014]13 号；
115 《住房城乡建设部关于加强城市电动汽车充电设施规划建设工作的通知》建规[2015]199 号；
116 《广东省人民政府办公厅关于加快新能源汽车推广应用的实施意见》粤府办[2016]23 号；
117 《电动汽车充电基础设施建设技术规程》广东省标准 DBJ/T 15-150-2018；
118 《电动汽车分散充电设施工程技术标准》GB/T 51313-2018；
119 《电动汽车充换电设施系统设计标准》T/ASC 17-2021；
120 《广州供电局扩工程接入系统管理及技术暂行规定(2008 版)》；
121 《广州供电局有限公司业扩接入方案编制规范（试行）（2013 年）》；
122 《南方电网 10kV 及以下业扩受电工程技术导则（2018 版）》
123 《广州供电局业务扩充配电技术原则（2015 版）》；
124 《关于报送广州市配电房设置原则的函》广供电函[2018]1049 号；
125 《关于明确广州市公用配电站设置要求的通知》广供电计[2019]51 号；

3 设计范围:

3.1 本工程设计包括以下红线内电气系统:

- 1 10/0.4kV 变配电系统(本次为二期改造项目,发电机原一期已设置并满足要求,高压部分不在改造范围);
- 2 动力配电及控制系统;
- 3 照明及其配电与控制系统;
- 4 建筑物防雷、接地系统及安全措施;
- 5 火灾自动报警系统;
- 6 智能化系统(另见智能化专业图纸)。

3.2 与其他设计的分工界面及报建、招标、施工及维护运行等过程注意事项:

- 3.2.1 10kV 电源设计分界点为首层高压配电房的高压电源进线柜内进线开关的进线端。本设计负责规划 10kV 电源进入本项目建设红线范围内的路径及供电开关房(开闭所)的位置,供电开关房的具体位置、数量、房间尺寸及高压电缆进出线敷设要求需由建设方向供电部门提出具体用电需求后,由供电部门最终确定及确认,并由供电部门负责具体设计。
- 3.2.2 市政 10kV (20kV) 供电电缆从城市区域变电站(或项目外供电开关房)出线,延室外市政道路敷设至本项目总高压配电房或供电开关房的路由,以及再从此房间敷设至各下级高压配电房的 10kV (20kV) 电缆路由设计,包括当地供电部门要求对本项目的变电所及高低压配电系统需进行的深化设计,统称外电专项设计,由建设方另行委托(或由本公司分包给)具有相应资质的专业电力设计公司进行设计。变电所图纸未经外电单位深化设计并得到供电公司批复前,土建及机电施工单位不得进行高低压变配电房墙体及相关设备的施工。外电深化设计内容与原设计不一致的部分,以供电局正式供电批复书的要求为准,甲方未拿到正式外电设计图纸之前,由于供电局批复的每户用电容量及每户是单相还是三相供电存在不确定性,因此施工单位提前对户内配电箱及电线电缆进行订货采购及施工会存在一定的改动风险,施工前需得到建设方同意。住宅楼层强弱电间是否独立设置、电气竖井内的设备布置、竖井楼板开洞位置及大小,以及楼层电井外住户电表箱安装部位均以正式外电图纸为准。
- 3.2.3 对于验收阶段需进行照明标准值(可能包括平均照度、亮度、照度均匀度 U_0 、统一眩光值 UGR、显色指数 R_a 、色温、闪变效应可视度)及照明功率密度检测的房间或室内外场所,施工单位在采购及安装灯具前,应连同灯具厂家对相关房间或场所重新出具照度技术书进行验算;新照度计算书中的灯具功率及配光曲线等参数应直接采用实际将要采购的真实灯具参数,房间或场所的墙面、地面及天花参数也应以竣工验收阶段的实际完工参数为准,对于新照度计算书的计算结果不满足原设计要求的(例如平均照度与照度标准值的偏差超过了 $\pm 10\%$),在不允许超照明功率密度的前提下,施工单位及灯具厂家应在不调整灯具安装间距及数量的情况下,如果可以通过更换不同的灯具规格型号也能满足照度标准值的要求,则首先更换满足照明计算要求的灯具;如果实在是找不到满足照明计算要求的灯具,则需按照照度计算书的间距要求重新布置灯具。对于这些需进行照明标准值验收的房间或场所,施工单位应先选定项目中典型场所的一处部位、一间房间或一小片区域,只先行小量采购及安装这些选定场所的相应灯具,并对这些部位自行进行照度检测合格后才能大量后续补充采购同类灯具,避免因照明检测不合格而导致需更换全部灯具而造成大量造价损失。
- 3.2.4 施工单位应复核楼梯间内设置的疏散指示方向、疏散出口、安全出口标志灯的指向及安装位置是否与实际楼梯间的疏散方向及出口保持一致,现场情况与图纸不一致时,应及时提出修改意见。设计图纸只能表达一个楼梯间平台内的末端设备布置,当一个楼层的楼梯间有多个楼梯平台时,施工单位应按各个楼梯间平台均应有相应的照明及消防设备来进行施工。
- 3.2.5 消防应急照明和疏散指示系统必须由施工单位拟采购的厂家进行深化设计,选购的产品的末端输出电压应尽量与原设计一致,LED 消防应急照明灯具的能效正常情况下不应低于 100lm/W,所采用的单个照明灯具的功率应尽量接近原设计的功率,深化设计应确保应急照明地面照度符合规范要求,同时深化设计应根据现场装灯高度,给出满足规范要求的各个部位的标志灯的规格尺寸大小。
- 3.2.6 根据《建筑工程设计文件编制深度规定》(2016 版)第 4.5.7 条的规定,平面图中不再标注导线根数,施工单位应根据设计图纸,自行深化成机电深化图,标注清楚导线根数及导管规格后,

方可有效施工。

- 3.2.7 体育场馆的比赛照明、室外园林景观照明、建筑物立面照明、导向标识照明等照明工程专项设计，由建设方另行委托（或由本公司分包给）具有相应资质的专业设计公司进行设计，本设计仅配合在低压配电柜出线回路（或建设方指定的位置）预留用电容量。
- 3.2.8 由于火灾自动报警系统中的各系统设备的布置受建筑平面功能布局及装修造型风格、天花设备布置的影响巨大，如点型火灾探测器的保护面积及保护半径，即其布置的疏密程度及摆放位置就受探测器种类，房间面积，内部间隔，送排风口、灯具、喷头位置，顶棚类型（密闭或格栅），结构梁位置及大小的影响很大，因此如果无特别说明，本项目出图时设备房、车库、公共走廊、课室、超市、展厅等按无密闭吊顶（顶棚）方式，办公室及走廊、会议室、餐厅等按有密闭吊顶（顶棚）的方式进行设计，如果上述条件在项目精装修、二次装修或将来改造过程中发生了变化，如原来按无吊顶方式布置的探头，精装修阶段改为了格栅吊顶，则施工单位应根据格栅吊顶的镂空面积与总面积的比例，按照 GB 50116-2013 第 6.2.18 条的规定，准确地把火灾探测器安装在吊顶上方或下方；特别是原来按密闭吊顶的方式布置的探头，精装修改为格栅吊顶后，如果按规范需把探头布置在吊顶上方的楼板下，则相当于改为了无吊顶设计，火灾探测器应重新按结构梁区大小及梁高重新计算布置，施工及建设方应及时通知原设计进行变更修改。
- 3.2.9 当在土建毛坯消防验收阶段需先行安装，而最终又需重新移到精装吊顶上吸顶或镶嵌安装的末端消防电气设备（应急照明灯、火灾探测器、消防广播喇叭等），施工单位应在装修阶段把其从结构顶板的吸顶位置上拆卸下来，并改移到原位置正下方（位置可根据精装修末端定位适当调整）新增的封闭吊顶处安装，从原顶板接线盒引至新安装点的新增线管不超过一定长度时（对于消防设备为 $\leq 2.0\text{m}$ ，对于应急照明为 $\leq 1.2\text{m}$ ），可采用双层金属层可挠金属电线管敷设，并涂防火材料保护。
- 3.2.10 消防控制室（中心）、安防监控室（中心）的入口均应设明显指示标志。
- 3.2.11 消防控制室应符合下列规定：
- 1 单独建造的消防控制室，耐火等级不应低于二级；
 - 2 附设在建筑内的消防控制室应采用防火门、防火窗、耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和耐火极限不低于 1.50h 的楼板与其他部位分隔；
 - 3 消防控制室应位于建筑的首层或地下一层，疏散门应直通室外或安全出口；
 - 4 消防控制室的环境条件不应干扰或影响消防控制室内火灾报警与控制设备的正常运行；
 - 5 消防控制室内不应敷设或穿过与消防控制室无关的管线；
 - 6 消防控制室应采取防水淹、防潮、防啃齿动物等的措施；
 - 7 消防控制室地面装修材料的燃烧性能不应低于 B1 级，顶棚和墙面内部装修材料的燃烧性能均应为 A 级；
 - 8 消防控制室应预留向上级消防监控中心报警的通信接口。
- 3.2.12 安防监控中心应具有防止非正常进入的安全防护措施及对外的通信功能，且应预留向上级接处警中心报警的通信接口。
- 3.2.13 消防设施上或附近应设置区别于环境的明显标识，说明文字应准确、清楚且易于识别，颜色、符号或标志应规范。手动操作按钮等装置处应采取防止误操作或被损坏的防护措施。
- 3.2.14 可能处于潮湿环境内的消防电气设备，外壳的防尘与防水等级应符合下列规定：
- 1 对于交通隧道，不应低于 IP55；
 - 2 对于城市综合管廊及其他潮湿环境，不应低于 IP45。
- 3.2.15 所有强、弱电穿墙套管（包括人防、非人防、内墙、外墙）的最低管底标高应满足其所在区域管线综合净高控制要求，考虑到电缆桥架与预埋套管对接时的电缆桥架支架厚度，要求所有预埋套管的最低管底标高要比其所在区域的最低控制净高还要高最少 5cm；电气线缆在人防车道大门上方及大门开启范围内敷设，其侧墙预埋管管底宜高于门框 300mm（因为人防门扇比门框大 160-180mm 左右，按规范要求预埋管两端宜突出墙面 50mm 左右，故在人防大门上方和大门 180° 开启范围内，预埋管管底距地比门框高 300mm，才不影响大门安装及使用；如果在防火卷帘上方预埋，则埋管高度应不影响卷帘使用。）。施工单位在套管预埋施工前，应了解清楚各区域的机电管线控制净高及人防门净高，并据此进行各个相应部位的预埋套管排布大样的深化设计，以避免后期机电管线安装完成后影响人防门的开合或机电管线距地净高。
- 3.2.16 施工单位在桥架订货及施工前应根据订货所选线缆的截面尺寸，校核图纸中的槽盒、托盘内的电线电缆填充率，确保配电、控制及信号线缆总截面积（包括外护层）与槽盒、托盘横截面面

积之比（填充率）不大于 20%，只要是复核出的结论是线缆填充率超过了设计要求的 20%，无论是否超过国家规范强制性要求的配电线缆在槽盒及托盘中的填充率不应大于 40%和控制及信号线缆在槽盒中的填充率不应大于 50%的规定，施工单位都必须通过图纸会审或发出设计联系单的方式及时通知设计人重新复核或修改相应桥架尺寸，否则因桥架尺寸过小造成施工时线缆无空间位置布放、无法扣好桥架盖子或电缆载流量严重减少，从而导致工程事故、质量、改动、返工、延误、费用等问题，施工单位应承担相应责任。

- 3.2.17 根据《建筑工程设计文件编制深度规定》（2016 版）第 4.5.7 条的规定，配电平面图中不再标注导线根数，施工单位应根据原设计图纸，自行深化成机电深化图，并在图中清楚标注线缆规格、根数及导管规格，且应确保导管内的线缆填充率不超过国家规范强制性要求的 40%，施工单位还应复核已标注管线规格的设计图纸，如发现导管填充率不满足要求的，应及时通知设计人重新复核或修改。电线穿管最小管径详见本设计说明相应表格或国标图集《建筑电气常用数据》19DX101-1 第 6-28~6-31 页表格。
- 3.2.18 特殊设备及工艺设计（指厨房、洗衣房、水处理机房、园林自动喷灌系统等其它专业机房或工艺的设计），由建设方另行委托具有相应资质的专业设计公司进行设计，本设计仅配合在相应机房或部位预留用电容量，其内的电气设计内容由此专业设计公司负责。
- 3.2.19 有特殊要求的设备，生产厂商及设备供应商应准确提供所要求的供电电源负荷等级、切换方式、允许断电时间、配电线缆截面、接地型式及电阻等要求。
- 3.2.20 机电抗震支吊架由中标或被工程选用的厂家负责出具体施工图，并报我院审核后实施。
- 3.2.21 所有电气设备订货时，需另行编制招标技术文件。本工程施工图设计文件为编制电气设备招标文件的必要条件。招标确定的设备规格、性能等技术指标，不应低于设计文件要求。
- 3.2.22 所有电气设备、电缆桥架、矿物绝缘类电缆、封闭式母线、管（槽）定货时应由供应商配套提供安装附件。
- 3.2.23 专业承包商负责的深化设计图（包括火灾自动报警系统、消防电源监控系统、防火门监控系统、电气火灾监控系统、加压送风余压监控系统、电动阀门配电及控制系统、电动窗电动百叶电动遮阳卷帘配电及控制系统、挡烟垂壁配电及控制系统、园林自动喷灌配电及控制系统、夜景及泛光照明工程、发电机房工程、电梯工程、抗震支吊架平面及系统、幕墙工程等）应满足国家、地方有关设计标准、规范及我院总体设计的要求。
- 3.2.24 本项目电气图纸中出现的太阳能光伏发电系统设计仅为示意，应由具有电力行业（新能源发电）乙级设计资质的专业公司进行设计，土建设计单位为其预留实施条件，如场地、荷载、接口等。
- 3.2.25 本工程所采用的电气设备、电线电缆、材料等，应为符合相应产品标准的合格产品。应具有国家级检测中心的检测合格证书，并满足与产品相关的国家标准及市场准入要求。
- 3.2.26 建筑电气工程和信息化系统工程的竣工验收必须坚持设备运行安全、用电安全的原则，强化过程验收控制。
- 3.2.27 建筑电气和信息化系统使用时，应当制定运行维护方案，并应严格执行。
- 3.2.28 本设计的图纸、技术需求书中标注型号的设备、材料或技术参数，仅作为设计控制产品选型的依据，非强制使用，可以采用相近技术数据（包括技术性能指标，安装外型尺寸等）的设备及产品代替，且所选用的产品符合项目各方使用需求。建筑电气及信息化系统工程中采用的节能技术和产品，应在满足建筑功能要求的前提下，提高建筑设备及系统的能源利用效率，降低能耗。所有设备确定后均需建设、施工、设计、监理四方进行技术交底。
- 3.2.29 本设计文件需报当地建设主管等部门，并拿到所有国家相关政府部门及施工图审查单位批准的文件后，方可使用。施工单位必须按照工程设计图纸和施工技术标准施工，不能自行修改工程设计。施工单位在施工过程中发现设计文件和图纸有差错的，应当及时提出意见和建议。建设工程竣工验收时，必须具备设计单位签署的质量合格文件。
- 3.2.30 施工方、监理方、建设方应制定及采取必要的、适当可行的施工及预防保护措施，保护施工现场及毗邻区域内的建筑物、构筑物及地下管线的安全，保证施工作业人员、项目内各方人员以及周围人民群众的安全，积极预防安全生产事故的发生。
- 3.2.31 本设计说明中所执行的设计规范、设计标准、法规、图集名称及版本时间与适用于本项目的版本不一致时，以最新版本的要求为准。本说明中的依据、要求、措施、做法与设计图纸不一致的，甲方及施工、监理单位必须通过图纸会审或发出设计联系单的方式及时通知设计人，以便及时做出澄清、解释及修改。
- 3.2.32 本工程中使用的电线电缆除非是满足 JG/T 441-2014 或 JG/T 442-2014 这两项标准的 70 年长寿

命电线电缆，否则其寿命只有 25 年左右，维护运行管理人及使用人在电线电缆寿命到期后，应及时更换电线电缆，对于其他变供配电设备，相关人员也应按产品使用说明书、产品寿命及国家相关规范要求，进行定期检测、维护、保养及更换，以保证用电安全。

4 变、配、发电系统。

4.1 负荷等级

4.1.1 一级负荷：特大型宿舍项目的客梯、生活给水泵、排水泵。

4.1.2 二级负荷：消防用电；安保机房用电；教学楼：主要通道及楼梯间照明用电；厨房冷库用电。

4.1.3 三级负荷：其余。

4.2 各级别负荷容量：详见负荷计算书。

4.2.1 负荷计算按单位建筑面积负荷指标法及需用系数法，其中部分单位建筑面积的负荷指标如下：地下车库： $20\text{W}/\text{m}^2$ ；学校： $80\text{W}/\text{m}^2$ ；。

4.2.2 本项目总停车位数量为 82 个，办公楼、商场、酒店等公共建筑配建停车场和社会公共停车场建设充电设施或预留建设安装条件(包括电力管线预埋至车位和电力容量按 $30\text{kW}/\text{车位}$ 预留)的车位比例为 30%，需配充电桩 26 个。

4.2.3 总计算负荷容量为 1168 kW，其中二级负荷计算负荷容量为 414 kW，三级负荷计算负荷容量为 371 kW，其中充电桩计算负荷为 383 kW。

4.3 供电电源

1 本工程采用 1 路的 10kV 市政电源（专用线路或可非专用线路）供电，线路从就近市政区域变电站延室外市政道路引入。

4.4 备用电源及应急电源

4.4.1 本工程采用满足双重电源性质的第二路 10kV （或 20kV ）电源作为第一路备用电源，采用 1 台额定功率为 550 kW 柴油发电机组作为全部市电停电后的第二路备用电源，机组容量满足全部消防用电负荷、以及全部或部分需发电机确保的一、二级负荷的需求。

4.4.2 发电机组启动信号由各变压器低压进线柜（或公变用户低压配电房进线柜）的低压总开关后的母线处的电压继电器的常闭触点提供；互为联络的 2 台或 3 台变压器的电压继电器常闭触点应串联，只有互为联络的变压器同时失电才能启动发电机组；多组互为联络的变压器，每组串联的电压继电器常闭触点之间还应并联在一起，只要任一组互为联络的变压器同时失电，发电机组均能启动。电压继电器触点信号延时 $0\sim 10\text{s}$ （可调，预设电压值为 $0.75U_n$ ，时间按延时 2.5s 整定）自动启动柴油发电机组， 30s 内达到额定转速、电压、频率后，投入额定负载运行。

4.4.3 发电机组停机信号由各变压器低压进线柜的低压总开关后的母线处的电压继电器的常开触点提供；互为联络的 2 台或 3 台变压器的电压继电器常开触点应并联，只要互为联络的变压器中任一恢复供电，发电机组即可停机；多组互为联络的变压器，每组并联的电压继电器常开触点之间还应串联在一起，只有所有互为联络的变压器组中都至少有一台变压器恢复供电，发电机组才能停机。市电恢复 $0\sim 60$ 秒（可调）后，由双电源自动互投开关 ATSE 自动恢复市电供电，柴油发电机组经冷却延时后，自动停机。

4.4.4 发电机组启、停信号通过 ZB1N-KYJY-450/750V-5x2.5mm² 型低烟无卤 B1 类阻燃耐火交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯控制电缆，穿 JDG25 电线管，外涂防火涂料由各低压配电房连至柴油发电机组启动控制柜。

4.4.5 为了避免防灾用电设备的电动机同时启动而造成柴油发电机组熄火停机，用电设备应具有不同延时，错开启动时间。重要性相同时，宜先启动容量大的负荷。

4.4.6 自启动机组的操作电源、机组预热系统、燃料油、润滑油、冷却水以及室内环境温度等均应保证机组随时启动。水源及能源必须具有独立性，不应受市电停电的影响。

4.4.7 自备柴油发电机组自启动宜采用电启动方式，电启动设备宜按下列要求设置：

- 1 电启动用蓄电池组电压宜为 12V 或 24V ，容量应按柴油机连续启动不少于 6 次确定；
- 2 蓄电池组宜靠近启动发电机组设置，并应防止油、水浸入；
- 3 应设置整流充电设备，其输出电压宜高于蓄电池组的电动势 50%，输出电流不小于蓄电池 10h 放电率电流；
- 4 当连续三次自启动失败，应在控制盘上发出报警信号；
- 5 应自动控制机组的附属设备，自动转换冷却方式和通风方式。

- 4.4.8 为确保自备发电机电源不会误并入市网，ATSE 采用电气及机械联锁的措施，柴油机应具备自启动及手动两种启动方式，冷却系统采用风冷式。
- 4.4.9 应急电源的消防供电回路应采用专用线路连接至专用母线段。
- 4.4.10 备用电源和应急电源共用柴油发电机组时，应符合下列规定：
- 1 备用电源和应急电源应有各自的供电母线段及回路；
 - 2 备用电源的用电负荷不应接入应急电源供电回路。
- 4.4.11 当民用建筑的消防负荷和非消防负荷共用柴油发电机组时，应符合下列规定：
- 1 消防负荷应设置专用的回路；
 - 2 应具备火灾时切除非消防负荷的功能。
 - 3 当民用建筑的消防负荷和非消防负荷共用柴油发电机组时，应具备储油量低位报警或显示的功能。
- 4.4.12 建筑内的消防用电设备应采用专用的供电回路，当其中的生产、生活用电被切断时，应仍能保证消防用电设备的用电需要。除三级消防用电负荷外，消防用电设备的备用消防电源的供电时间和容量，应能满足该建筑火灾延续时间内消防用电设备的持续用电要求。不同建筑的设计火灾延续时间不应小于下表的规定。

不同建筑的设计火灾延续时间

建筑类别	具体类型	设计火灾延续时间(h)
公共建筑	一类高层建筑、建筑体积大于 100000m ³ 的公共建筑	3.0
	其他公共建筑	2.0

4.4.13 本项目柴油发电机组日用油箱数量、平时及消防时的耗油量估算详见下表：

发电机房编号	发电机组容量(kW)	1m ³ 日用油箱数量及总储油量(个/L)	本项目火灾延续时间(h)	火灾延续时间内消防设备最大用电量(kW)	火灾延续时间内所需消防最大耗油量/报警值(L)	所有日用油箱满载时平时可用油量(L)	平时发电机确保的设备最大用电量(kW)	平时发电所需每小时最大耗油量(L/h)	在保证消防用油量情况下平时发电可持续时间(h)
G1	500	1/500	2	238	114	512	300	72	8

注：根据《建筑电气常用数据》19DX101-1 第 4-15 页可知，柴油发电机组的小时耗油量约为 200g/kW·h，0 号柴油的密度约 0.84kg/L，则可换算为 0.238L/kW·h。

- 4.4.14 综合各种因素，通常最大储油量不应超过 8h 的需要量，且日用油箱储油容积不应大于 1m³，并按防火要求处理。当日用油箱储油容积在 1m³～2m³ 之间时，也可分别设置 2 个容积分别不大于 1m³ 的日用油箱储油间，2 个储油间中间加防火隔墙，并按防火要求处理。
- 4.4.15 保安监控机房、智能化机房、消防控制室等场所，其用电设备允许停电时间小于 0.5s，采用在线式 UPS 不间断电源作为其应急供电电源供电，其冗余形式应为（N），其蓄电池持续工作时间按 30 分钟计算。大容量 UPS（指单台容量不小于 80kVA 的 UPS）应具有标准通信接口，并应对第三方软件开放；且宜具有对每节蓄电池监测的功能，并能在监视屏上显示。
- 4.4.16 应急电源与非应急电源之间，应采取防止并列运行的措施。
- 4.4.17 两个供电电源之间的切换时间应满足用电设备允许中断供电时间的要求。

4.5 高低压配电系统

4.5.1 10kV 配电系统

1 路 10kV 供电电源采用单母线运行方式（高压不在改造范围）。

4.5.2 低压配电系统

低压配电系统采用单母线分段供电方式，并在变压器低压侧设有应急段供电给消防设备及重要负荷。市电正常时低压母联断路器断开，成组变压器分列运行，一台变压器断电、检修或停运时断开相应低压主开关、合上母联开关给另一段母线供电。

4.6 变、配、发电站等建筑物电气设备用房的位置、数量及型式，设备技术条件和选型要求

4.6.1 本项目所有的专变房均设置建筑物首层，所有的发电机房在首层，具体位置及数量详见下表：

变配电所 编号	开关房 编号	供电范围	位置	变压器 容量 (kVA)	发电机 容量 (kW)
------------	-----------	------	----	--------------------	-------------------

ZB1		特殊学校	首层	2x1000 (为原有变压器,不在改造范围)	550 (采用原一期发电机)
-----	--	------	----	---------------------------	----------------

- 4.6.2 低压配电柜采用 **GCL (K)** 抽屉式配电柜, **配电控制柜摆放位置受限制, 导致其后无足够安装距离时, 应选用可靠墙安装的柜后无检修维护要求的柜型。**
- 4.6.3 本工程低压配电房配电柜电缆采取上进下出接线方式, 母线采用上进上出接线方式。
- 4.6.4 消防系统配电装置, 应设置在建筑物的电源进线处或配变电所处, 其应急电源配电装置宜与主电源配电装置分开设置。当分开设置有困难, 需要与主电源并列布置时, 其分界处应设防火隔断。
- 4.6.5 消防系统配电装置应有明显标志。
- 4.6.6 变压器选用低损耗的 SC (B) -RL-NX2 树脂绝缘立体卷铁芯干式变压器或者 SCBH15 非晶合金干式变压器, 或者 SJCB14-NX1 硅橡胶干式电力变压器或者其他能效等级能达到《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052-2020 规定的 2 级能效指标, 其自带 IP2X 及以上金属防护外壳, 自带强制风冷、温度控制和显示装置, 并应有远传功能的变压器。
- 4.6.7 小于等于交流 50V 或直流 120V 的特低电压 (ELV) (包括 SELV 和 PELV) 配电系统的电源, 应符合下列要求之一:
- 1 符合现行国家标准《电源电压为 1000V 及以下的变压器、电抗器、电源装置和类似产品的安全 第 7 部分: 安全隔离 变压器和内装安全隔离变压器的电源装置的特殊要求和试验》GB 19212.7 的安全隔离变压器;
 - 2 安全等级等同于本条第 1 款规定的内装安全隔离变压器的电源;
 - 3 电化学电源或其他独立于较高电压回路的电源;
 - 4 符合安全标准的电子设备, 该电子设备即使内部发生故障, 其输出电压也不超过交流 50V; 或允许该电子设备故障时输出较高电压, 但能保证人体触及带电部分或当带电部分与外露可导电部分间发生故障时, 其端电压能立即降至小于交流 50V;
 - 5 低压供电的移动式电源。
- 4.6.8 没有外电深化设计出图的工程, 施工单位应按照高低压变配电房的设备布置平面图, 参照国标图集《10kV 及以下变压器室布置及变配电所常用设备构件安装》03D201-4 第 214~218 页及产品预埋件要求, 配合土建工程施工, 预埋底座型钢。高压开关柜与低压配电屏, 在安装前应检查设备完好无损, 并按产品所附的安装要求固定设备。在通电前, 应检查操作机构、开关、母线等须符合产品质量及设计数据要求和国家电气装置安装工程施工及验收规范要求。
- 4.6.9 没有外电及发电机环保工程深化设计出图的工程, 电力变压器与柴油发电机组基础按电气设备平面布置图的要求由建筑施工单位负责施工, 电气安装单位配合施工; 开关柜、配电屏、变压器、柴油发电机组等大型设备的构架, 必须采用螺栓或焊接等方法固定于底座的预埋钢构件上。
- 4.6.10 没有外电深化设计出图的工程, 施工单位应按干式电力变压器进出线方式的不同, 参照国标图集《干式变压器安装》99D201-2 中的相关内容施工。
- 4.6.11 建筑物电气设备用房和智能化设备用房应符合下列规定:
- 1 不应设在卫生间、浴室等经常积水场所的直接下一层, 当与其贴邻时, 应采取防水措施;
 - 2 地面或门槛应高出本层楼地面, 其标高差值不应小于 0.10m, 设在地下层时不应小于 0.15m;
 - 3 无关的管道和线路不得穿越;
 - 4 电气设备的正上方不应设置水管道;
 - 5 变电所、柴油发电机房、智能化系统机房不应有变形缝穿越;
 - 6 楼地面应满足电气设备和智能化设备荷载的要求。
- 4.6.12 电气设备用房和智能化设备用房的面积及设备布置, 应满足布线间距及工作人员操作维护电气设备所必需的安全距离。电气设备和智能化设备用房的环境条件应满足电气与智能化系统的运行要求。
- 4.6.13 变电所布置应符合下列规定:

- 1 配电室、电容器室长度大于 7m 时，应至少设置两个出入口。
- 2 当成排布置的电气装置长度大于 6m 时，电气装置后面的通道应至少设置两个出口；当低压电气装置后面通道的两个出口之间距离大于 15m 时，尚应增加出口。
- 3 变电所直接通向建筑物内非变电所区域的出入口门，应为甲级防火门并应向外开启。
- 4 相邻高压电气装置室之间设置门时，应能双向开启。
- 5 相邻电气装置带电部分的额定电压不同时，应按较高的额定电压确定其安全净距；电气装置间距及通道宽度应满足安全净距的要求。
- 6 变电所的电缆夹层、电缆沟和电缆室应采取防水、排水措施。

4.6.14 民用建筑内设置的变电所不应设置裸露带电导体或装置；不应设置带可燃性油的变压器和电气设备。

4.6.15 配变电所各用房门应设置防水挡板，门窗应设置防止雨雪和小动物进入室内的设施。

4.6.16 地下配变电所应设机械送排风系统，夏季的排风温度不宜高于 45° C，进风和排风的温差不宜大于 15° C。

4.6.17 土建专业设计和施工时，应为发电机、变压器、开关柜、机柜、UPS 及电池柜等大型设备提供运输通道，如后砌墙、预留吊装孔等。变压器室、高低压配电室的门应向外开启，相邻配电室之间有门时，此门应能双向开启。配电室、电容器室和各辅助房间的内墙表面应抹灰刷白，地面宜采用耐压、耐磨、防滑、易清洁的材料铺装。配电室、变压器室、电容器室的顶棚以及变压器室的内墙面应刷白（不抹灰）。地（楼）面宜采用高标号水泥抹面压光。变配电房楼板应满足设备安装承重要求，高低压配电房楼板结构承重不低于 15kN/m²，变压器房、发电机房、UPS 机房楼板结构承重不低于 30kN/m²。

4.6.18 变配电所四周如有智能化弱电机房及人员长期工作生活的场所（病房、客房、办公室等），为降低对这些场所的辐射影响，在变电所没有设置对外无线电联系的通信系统的情况下，变配电所应设置屏蔽处理措施，其顶棚、墙壁、地面做基层时均加设不锈钢丝网片（ $\phi 1\text{mm}^2$ 钢丝），网眼 5mmx5mm，并采用 10 平方毫米截面的软铜带与变电所**保护等电位**（总等电位）联结箱联结。

4.7 本项目负荷计算指标：

本工程设备安装总容量为 4715 kW，计算有功容量为 1530 kW，计算无功容量为 600 kvar，视在容量为 1631 kVA，变压器总容量为 2000 kVA（其中充电桩 357 kVA），安装变压器 2 台 1000 kVA，平均负荷率为 80 %，单位面积变压器容量指标为 50 VA/m²（不包括充电桩为 45 VA/m²）。采用原有柴油发电机 1 台，容量为 550 kW。

4.8 10KV 继电保护装置、低压配电保护装置及电气装置的电击防护的设置：

4.8.1 高压配电系统：

4.8.1.1 对高压配电系统的总体要求：

- 1 继电保护装置应满足可靠性、灵敏性、速动性和选择性的要求；
- 2 高压配电系统的短路故障保护应具备可靠、快速且有选择地切除被保护设备和线路的短路故障的功能；
- 3 进户断路器应具有过负荷和短路电流延时速断保护功能；
- 4 配电断路器应具有过负荷和短路电流速断保护功能；
- 5 隔离开关与相应的断路器、接地开关之间应采取闭锁措施。

4.8.1.2 变压器应设置下列保护装置：

- 1 绕组及其引出线的相间短路；
- 2 绕组的匝间短路；
- 3 外部相间短路引起的过电流；
- 4 低压侧中性点直接接地或经低电阻接地侧的单相接地短路；
- 5 过负荷；
- 6 变压器温度过高（高温动作于信号、超高温动作于跳闸）等保护装置。

4.8.1.3 10kV、20kV 或 35kV 线路应设置下列保护装置：

- 1 相间短路；
- 2 单相接地（包括中性点不接地线路的单相接地保护装置或中性点低电阻接地单侧电源线路的零序电流保护）；
- 3 过负荷。

- 4.8.1.4 10kV、20kV 或 35kV 母线分段断路器应设置下列保护装置：
- 1 电流速断(分段断路器电流速断保护(充电保护)仅在合闸瞬间投入,并应在合闸后自动解除);
 - 2 过电流保护(分段断路器过电流保护应比出线回路的过电流保护增大一级时限)。
- 4.8.1.5 对 10kV 并联补偿电容器组应装设下列保护：
- 1 电容器内部故障及其引出线短路;
 - 2 电容器组和断路器之间连接线短路;
 - 3 电容器组中某一故障电容器切除后所引起的过电压;
 - 4 电容器组的单相接地;
 - 5 电容器组过电压;
 - 6 电容器组所连接的母线低压。
- 4.8.1.6 对于 10kV 异步电动机应装设下列保护装置：
- 1 定子绕组相间短路;
 - 2 定子绕组单相接地;
 - 3 定子绕组过负荷;
 - 4 定子绕组低电压;
 - 5 相电流不平衡及断相。
- 4.8.1.7 10kV、20kV 或 35kV 配电装置下列情况下应装设备用电源自动投入装置：
- 1 由双电源供电的变电所和配电所,其中一个电源经常断开作为备用;
 - 2 变电所内有备用变压器或有互为备用的电源;
 - 3 接有一级负荷由双电源供电的母线段;
 - 4 含有一级负荷的由双电源供电的成套装置;
 - 5 某些重要机械的备用设备。
- 4.8.1.8 对 10kV 异步电动机的下列故障及异常运行方式,应装设相应的保护装置：
- 1 定子绕组相间短路;
 - 2 定子绕组单相接地;
 - 3 定子绕组过负荷;
 - 4 定子绕组低电压;
 - 5 相电流不平衡及断相。
- 4.8.1.9 备用电源自动投入装置应符合下列要求：
- 1 应保证在工作电源断开后,备用电源有足够高的电压时,才投入备用电源;
 - 2 工作电源电压,不论何种原因消失,除有闭锁信号外,自动投入装置均应动作;
 - 3 手动断开工作电源、电压互感器回路断线和备用电源无电压情况下,不应启动自动投入装置;
 - 4 应保证自动投入装置只动作一次;
 - 5 自动投入装置动作后,如备用电源或设备投到故障上,应使保护加速动作并跳闸;
 - 6 自动投入装置中,应设置工作电源的电流闭锁回路。
- 4.8.1.10 有条件的变电所应设置数字式综合保护装置,该装置宜将被保护设备或线路的主保护(包括纵差保护等)及后备保护综合在一整套装置内,共用保护装置电源及交流电压互感器和电流互感器的二次绕组输出回路。
- 4.8.1.11 应根据当地供电部门的要求,采用中央信号装置或微机型中央信号装置中的一种或两种组成中央信号系统,当有变电站综合自动化系统时,在其后台机或集控中心的监控机上都可完成变电所的所有报警功能。
- 4.8.1.12 中压开关柜二次接线图应由外电设计单位根据当地供电部门的要求提供,并经当地供电审查部门审查同意后方可订货安装。

4.8.2 低压配电系统：

- 4.8.2.1 低压配电回路应设置短路保护,并应在短路电流造成危害前切断电源。
- 4.8.2.2 交流电动机应装设短路保护和接地故障保护。
- 4.8.2.3 建筑电气工程应能向电气设备输送和分配电能,当供配电系统或电气设备发生故

障危及人身安全时，应具备在规定的时间内切断其电源的功能。

4.8.2.4 在工业级电磁环境 A 的变电所、配电室、控制室、配电小间、电气竖井等应选用具有较强抗电磁干扰能力的塑壳断路器。

4.8.2.5 低压配电开关选择及设定应符合下列要求（参考施耐德品牌）：

1 断路器短路分断能力要求详见下表

安装位置及对应条件			框架开关	塑壳开关	小型断路器
变电所低压配电柜内 开关短路分段能力 Ics (kA)	变压器容量 (kVA)				
		800	35	35	
额定短路能力 Icn (kA)	远离变电所				4. 5/6
	靠近变电所				10
	MA 单磁瞬动型脱扣器				15
具体型号见系统图中标注					

2 断路器短路保护瞬时脱扣电流或短路短延时脱扣电流的设定值应合理，以便可以选用更合理的线缆截面而又能通过配电回路故障防护校验。通常非消防普通配电回路的短路脱扣电流应整定为 5~10 倍（有短延时设定时采用 5 倍）左右过负荷脱扣电流，非消防电动机及消防配电回路则整定为 10 倍左右过负荷脱扣电流。

3 低压 0.4KV 框架开关性能及设定要求：

框架开关的性能及设定要求			使用场合	
			进线、联络 出线（还有下一级低 压配电柜时）	直接出线配电
			带 LSI 三段保护电 子式脱扣单元	带 LI 两段热 磁式脱扣单元
额定电流 In(A)			800	800
			1000	1000
			1250	1250
			1600	1600
			2000	2000
			2500	2500
			3200	3200
			4000	4000
过负荷保护长延时电流 Ir(A)			0.4~1.0In	0.4~1.0In
短路保护短延 时电流 Isd(A)	tsd=0.2s (0~0.4s 可调)	普 通 配 电	5Ir (可按 Ir 倍数调整)	—
	ti≤80ms 固定不可调		—	10Ir（可按 Ir 倍数调整）
		tsd=0.4s (0~0.4s 可调)	电 动 机	8Ir (可按 Ir 倍数调整)
短路保护瞬时 脱扣电流 Ii(A)	ti≤50ms 固定不可调		≈10Ir（可按 In 倍 数调整）	—
3P 开关中性线保护用外置中性点电流互 感器			可选	—
接地故障保护			可选	—

4 变压器低压进线总开关应取消失压脱扣或者只能装设失压延时脱扣器，失压延
时设定值为 0.3s~0.5s，失压动作电压宜为设定为额定电压的 50% 以下。

5 除注明外，低压配电柜内 0.4kV 断路器均取消欠电压脱扣装置。

6 非消防配电回路按设计需要设置消防分励脱扣装置，具体位置详系统图中标注。

7 低压 0.4kV 塑壳开关性能及设定要求：

塑壳开关的性能及设定要求			使用场合				
			非消防	非消防		消防	消防
			带 LSI 三段保护电子式脱扣单元	带 LI 两段热磁式脱扣单元		带 MA 型单磁瞬动型脱扣单元	带 SI 两段磁保护电子式脱扣单元
壳架电流 Inm(A)			100 160 250 400 630	100 160 250		100 160 250	400 630
额定电流 In(A)			≤Inm	≤Inm		≤Inm	≤Inm
			40 100 160 250 400 630	16 25 32 40 50 63	80 100 125 160 200 250	2.5 6.3 12.5 25 50 100 150 220	320 500
过负荷保护长延时电流 Ir(A)			0.4~1.0In	≈0.7~1.0In		—	—
短路保护 短延时电流 Isd(A)	tsd≤80ms 固定不可调	普通配电	5Ir (可按 Ir 倍数调整)	—		—	—
	tsd=0.2s (0~0.4s 可调)	电动机	10Ir (可按 Ir 倍数调整)	—		—	—
	tsd≤80ms 固定不可调		—	—		—	≈10Ij(Ij 为计算电流, Isd 可分档调整)
短路保护 瞬时脱扣电流 Ii(A)	ti≤50ms 固定不可调		>10In (产品固化)	—		—	>10In (产品固化)
短路保护 瞬时磁脱扣电流 Im(A)	tm 固定不可调		—	≈10In (100A/160A 固定不可调) ≈10Ir (200A/250A 可按 Ir 倍数调整)		10In (可按 In 倍数调整)	—
3P 开关中性线保护用外置 中性点电流互感器			可选	—		—	—
接地故障保护			可选带接地故障保护的电子脱扣器型号 /或另加剩余电流保护模块	另加剩余电流保护模块		—	—

小型断路器的性能及设	使用场合
------------	------

定要求	非消防				消防
	普通照明配电	配电及无控制箱的变频家用电器电气配电	电动机非末端控制箱配电	电动机末端控制箱配电	电动机配电
	B 型脱扣器	C 型脱扣器	D 型脱扣器	MA 型单磁瞬动型脱扣器	MA 型单磁瞬动型脱扣器
额定电流 I_n (A)	10	10	10		
	16	16	16	1.6	1.6
	20	20	20	2.5	2.5
	25	25	25	4	4
	32	32	32	6.3	6.3
	40	40	40	10	10
	50	50	50	12.5	12.5
	63	63	63	16	16
	80	80	80	25	25
	100	100	100	40	40
	125	125	125		
瞬时脱扣器的电流动作范围 I_m (A)	$3 \sim 5I_n$	$5 \sim 10I_n$	$10 \sim 20I_n$	$12I_n (\pm 20\%)$	$12I_n (\pm 20\%)$
接地故障保护	可选带剩余电流保护的断路器型号/或另加剩余电流保护附件			另加剩余电流保护附件	—

4.8.2.6 低压母联断路器应采用专用控制器自动操作，控制器应设有“自投自复”、“自投手复”、“自投停用”三种状态的选择功能；低压母联断路器自投时应有一定的延时，当电源主断路器因手动、过载或短路故障分闸时，低压母联断路器不得自动合闸；为防止不同电源并联运行要求时，两个电源主断路器与母联断路器只允许两个同时合闸，3个断路器之间应有电气联锁。

4.8.2.7 符合下列条件的配电回路应装设带中性线过负荷保护的三极开关：

1 在三相四线制电路中，当相导体截面积大于 16mm^2 (铜) 或 25mm^2 (铝/铝合金) 时，若中性线截面积小于相导体，且在正常工作时，负荷分配较均衡且谐波电流（包括三次谐波和三次谐波的奇数倍）不超过相电流的 15%，则中性导体上应装设过电流保护，该保护应使相导体断电但不必断开中性导体。

2 在多相回路中，当相电流中的谐波含量致使在中性导体中的电流预期超过导体载流量时，应对该中性导体进行过负荷检测及保护，过负荷检测及保护应与通过中性线的电流特性相协调，并应分断相导体而不必分断中性导体。

4.8.2.8 多极电器所有极上的动触头应机械联动，并应可靠地同时闭合和断开，仅用于中性导体的触头应在其他触头闭合之前先闭合，在其他触头断开之后才断开。

4.8.2.9 在 TN-C 系统中，严禁断开保护接地中性 (PEN) 导体，且不得装设断开保护接地中性导体的任何电器。

4.8.2.10 供配电系统中，隔离电器不得采用半导体器件；功能性开关电器不得采用隔离器、熔断器和连接片。

4.8.2.11 TN-S 接地系统中三相用电的住宅户内总开关采用 4 极断路器；三相四线系统中的电源转换开关应采用四极开关；末端带接地故障保护功能的三相断路器应选用四极开关；TT 系统中当电源进线有中性导体时应采用四极开关；室外照明配电系统在进线电源处应装设具有检修隔离功能的四极开关；当维护、测试和检修设备需断开三相电源时，应在最末端设置 4 极断路器。

4.8.2.12 当采用 PC 级自动转换开关电器时，应能耐受回路的预期短路电流，且 ATSE 的额定电流不应小于回路计算电流的 125%。

4.8.2.13 对于因过负荷引起断电而造成更大损失的供电回路，过负荷保护应作用于信号报

警，不应切断电源（如：消防用电设备及安全设施等的供电回路）。对于设有固定备用泵的消防泵类等设备，其工作泵的过负荷保护应动作于跳闸，停止工作，投入固定备用泵，而固定备用泵过负荷保护时应仅动作于信号，且声光警示信号送至消防控制室（本项目无固定消防泵，所有泵均为互为备用方式）。

4.8.3 低压电击及电气火灾防护：

4.8.3.1 电气设备应按外界影响条件分别采用以下一种或多种低压电击故障防护措施：

- 1 自动切断电源；
- 2 双重绝缘或加强绝缘；
- 3 电气分隔；
- 4 特低电压。

4.8.3.2 低压配电回路应设置短路保护，并应在短路电流造成危害前切断电源。

4.8.3.3 当电气设备采用保护电器自动切断电源作为低压电击故障防护措施时，对于线对地标称电压为交流 220V 的 TN 系统和 TT 系统，额定电流不超过 63A 的电源插座回路及额定电流不超过 32A 固定连接的电气设备的终端回路，切断电源的最长时间应符合下列规定：

- 1 TN 系统切断电源的最长时间应为 0.4s；
- 2 TT 系统切断电源的最长时间应为 0.2s；
- 3 当 TT 系统采用过电流保护电器切断电源，且采取保护等电位联结措施时，其切断电源的最长时间应为 0.4s。

4.8.3.4 当电气设备采用双重绝缘或加强绝缘作为低压电击故障防护措施时，其绝缘外护物里的可导电部分严禁接地，且应有双重绝缘 / 加强绝缘的标识。

4.8.3.5 当电气分隔采用一台隔离变压器为一台用电设备供电时，应符合下列规定：

- 1 隔离变压器不应功能接地；
- 2 用电设备外露可导电部分严禁接地；
- 3 被分隔回路不应与地或其他回路保护导体及外露可导电部分连接。

4.8.3.6 对于非消防动力配电回路，在其 0.4kV 出线开关（或楼层配电总箱进线开关）处装设额定漏电动作电流不大于 300mA 的电气火灾报警监控器；

4.8.3.7 当采用剩余电流动作保护电器作为电击防护附加防护措施时，应符合下列规定：

- 1 额定剩余电流动作值不应大于 30mA；
- 2 额定电流不超过 32A 的下列回路应装设剩余电流动作保护电器：
 - 1) 供一般人员使用的电源插座回路；
 - 2) 室内移动电气设备；
 - 3) 人员可触及的室外电气设备。
- 3 剩余电流动作保护电器不应作为唯一的保护措施；
- 4 采用剩余电流动作保护电器时应装设保护接地导体 (PE) 。

4.8.3.8 本项目设计的或厂家配套提供的配电箱或控制箱，对于以下设备和场所的配电线路必须安装剩余电流保护装置（不宜选用电子式 RCD）：

- 1 手持式及移动式用电设备；
- 2 生产用的电气设备；
- 3 施工工地的电气机械设备；
- 4 安装在户外的电气装置（包括室外移动电气设备、夜景照明灯具、电话亭、候车亭、公交站牌、灯箱广告、城市地图牌和类似装置的配套照明设备、擦窗机、电动伸缩门、电动通道门、电动道闸、可触碰到的空调室外机、冷却塔、风机、消防风机、水泵、游乐设施、电子显示屏、监控设备、充电设施等各类户外用电设备）；
- 5 临时用电的电气设备；
- 6 家用电器回路或插座回路（微波炉、电磁炉、电冰箱、洗衣机等家用电器回路应选用 A 型 RCD）；
- 7 托儿所、幼儿园、中小学以及老年人照料设施的生活单元配电箱的所有插座回路；
- 8 游泳池、喷水池、浴池、浴室、盥洗室、电干桑拿室、电湿桑拿室、水产售卖

区、厨房区等潮湿场所的电气设备；

9 安装在水中的供电线路和设备；

10 医院中可能直接接触人体的电气医用设备；

11 多功能医用线槽上的电源（应与病房照明分回路供电）；

12 太阳能热水系统中所使用的电器设备；

13 充电桩设备（应选用 A 型 RCD）；

14 机械停车设备；

15 以及其他非专业维护人员也能触碰到的带金属外壳及金属结构的用电设备（包括电动旋转门、电动门）；

16 生活水泵（300mA）；

17 电伴热的每个发热电缆配电回路；

18 人体可能无法及时摆脱的固定式设备；

19 当正常照明灯具安装高度在 2.5m 及以下，且灯具采用交流低压供电时，应设置剩余电流动作保护电气作为附加防护。

4.8.3.9 用于电子信息设备、医疗电气设备的剩余电流动作保护器应采用电磁式。当波形仅含有正弦交流电流时，应选择 AC 型剩余电流动作保护器；当波形含有脉动直流和正弦交流时，应选择 A 型或 F 型剩余电流动作保护器；当波形含有直流、脉动直流和正弦交流电流时，应选择 B 型剩余电流动作保护。

4.8.3.10 高度大于 12m 的空间场所，其电气线路应设置电气火灾监控探测器，照明线路上应设置具有探测故障电弧功能的电气火灾监控探测器（或设置直接作用于动作的电弧故障保护电器）。

4.8.3.11 储备仓库、电动车充电等场所的末端回路应设置限流式电气防火保护器。

4.8.3.12 设置了电气火灾监控系统的档口式家电商场、批发市场等场所的末端配电箱应设置电弧故障火灾探测器或限流式电气防火保护器。

4.8.3.13 商场、超市以及人员密集场所的照明、插座回路，宜装设电弧故障保护电器；储存可燃物品的库房的照明、插座回路，宜装设电弧故障保护电器。

4.8.3.14 生活水箱（池）、消防水箱（池）、潜水泵井、景观池、游泳池等所有水体中放置的液位传感器均应采用交流 12V 或直流 30V 的 SELV 安全特低电压供电型。

4.8.3.15 老年人照料设施中的呼叫信号装置应使用 50V 及以下安全特低电压。

4.8.3.16 安装在水池内、旱喷泉内的水下灯具必须采用防触电等级为Ⅲ类、防护等级为 IPX8 的加压水密型灯具，电压不得超过 12V。旱喷泉内禁止直接使用电压超过 12V 的潜水泵。

4.8.3.17 公共按摩浴池在池岸上的按摩设施电动启动按钮应设置有明显识别标志、有延时设定功能、电压不应高于 12V、防护等级不应低于 IP68 的触摸开关。

4.8.3.18 顺流式循环供水方式的游泳池和公共按摩池，应在位于池岸安全救护员座位及公共按摩池附近的墙壁上安装带有玻璃保护罩的紧急停止循环水泵运行的按钮，且供电电压不应高于 36V。

4.8.3.19 跳水池、游泳池、戏水池、冲浪池及类似场所水下照明设备应选用防触电等级为Ⅲ类的灯具，其配电应采用安全特低电压（SELV）系统，标称电压不应超过 12V，安全特低电压电源应设在 2 区以外的地方。

4.8.3.20 除了未设置消防控制室的住宅建筑的疏散走道、楼梯间等场所可选择自带电源 B 型消防应急灯具外（在发生火灾时，需切断其供电主电源），设置在距地面 8m 及以下的消防应急灯具应选择 A 型灯具，且地面上设置的标志灯应选择集中电源 A 型灯具（A 型灯具为主电源和蓄电池电源额定工作电压均不大于 DC36V 的消防应急灯具。）。

4.8.3.21 特低电压配电系统的电压不应超过交流 50V 或直流 120V。

4.8.3.22 采用安全特低电压（SELV）供电的照明回路应设置过负荷和短路保护。

4.8.4 装有固定浴盆或淋浴场所的电击防护措施应符合下列规定：

4.8.4.1 在装有浴盆和 / 或淋浴器的房间内部，应设置辅助等电位联结作为附加防护。

4.8.4.2 装有固定的浴盆或淋浴场所的安全防护应根据所在区域，采取相应的安全防护措施。各区内所选用的电气设备的防护等级应满足下列要求：

1 在 0 区内应至少为 IPX7；

- 2 在 1 区内应至少为 IPX4;
- 3 在 2 区内应至少为 IPX4 (在公共浴池内应为 IPX5)。
- 4.8.4.3 装有浴盆或淋浴器的房间, 除下列回路外, 应对电气配电回路采用额定剩余动作电流不超过 30mA 的剩余电流保护器(RCD)进行保护:
 - 1 采用电气分隔的保护措施, 且一个回路只供给一个用电设备;
 - 2 采用 SELV 或 PELV 保护措施的回路。
- 4.8.4.4 在装有浴盆或淋浴器的房间, 0 区内不应装设开关设备、控制设备、电源插座和接线盒。
- 4.8.4.5 在装有浴盆或淋浴器的房间, 0 区用电设备应满足下列全部要求:
 - 1 电气设备应采用固定的永久性连接方式;
 - 2 应采用额定电压不超过交流 12V 或直流 30V 的安全特低电压 (SELV) 防护, 供电电源装置应安装在 0 区和 1 区之外;
 - 3 符合相关的产品标准, 而且采用生产厂商使用安装说明中所适用的用电设备。
- 4.8.4.6 在装有浴盆或淋浴器的房间, 在 1 区电气设备应采用固定的永久性连接方式; , 并且采用生产厂商使用安装说明中所适用的用电设备。
- 4.8.4.7 在装有浴盆或淋浴器的房间, 1 区内开关设备、控制设备和附件安装应满足下列要求:
 - 1 如果满足上面两条的规定, 允许在 0 区和 1 区采用用电设备的电源回路所用接线盒和附件;
 - 2 可装设标称电压不超过交流 25V 或直流 60V 的 SELV 或 PELV 作保护措施的回路的附件, 其供电电源应设置在 0 区或 1 区以外。
- 4.8.4.8 在装有浴盆或淋浴器的房间, 2 区内开关设备、控制设备和附件安装应满足下列要求:
 - 1 插座以外的附件;
 - 2 SELV 或 PELV 保护回路的附件, 供电电源应设置在 0 区或 1 区以外;
 - 3 剃须刀电源器件;
 - 4 采用 SELV 或 PELV 保护电源插座、用于信号和通信设备的附件。
- 4.8.4.9 在装有浴盆或淋浴器的房间, 布线应符合下列规定:
 - 1 向 0 区、1 区和 2 区的电气设备供电的布线系统, 而且安装在划分区域的墙上时, 应安装在墙的表面, 也可暗敷在墙内, 其深度至少为 5cm, 1 区的用电设备布线系统应满足下列要求:
 - 1) 固定安装在浴盆上方的设备, 其线路穿过设备后面的墙, 需自上垂直向下或水平敷设;
 - 2) 设置在浴盆下面空间的设备, 其线路穿过相邻的墙, 自下垂直向上或水平敷设。
 - 2 所有其他暗敷在 0 区、1 区和 2 区的墙或隔墙部分的布线系统, 包括它们的附件在内, 其埋设的深度, 自划分区域的墙 或隔墙表面起至少为 5cm。
 - 3 在本条第 1 款和第 2 款都不满足的情况下, 其布线系统可按下列要求设置:
 - 1) 采用 SELV、PELV 或电气分隔保护措施;
 - 2) 采用额定剩余动作电流不超过 30mA 的剩余电流保护器 (RCD) 的附加保护;
 - 3) 暗敷电缆或导体具有符合该回路保护导体要求的接地金属护套;
 - 4) 具有机械防护的暗敷电缆或导体。
 - 4 在 0 区、1 区及 2 区内宜选用加强绝缘的铜芯电线或电缆。
- 4.8.5 游泳池、戏水池及供人员游泳、戏水或其他类似活动场所 (包括天然水区、沙砾坑、湖泊和海边等类似区域及其周围区域) 的电击防护措施应符合下列规定:
- 4.8.5.1 游泳池和喷水池的安全防护应根据所在区域, 采取相应的安全防护措施。在各区内所选用的电气设备的防护等级应符合下表的规定:

游泳池各区的电气设备最低防护等级				
区域	户外采用喷水进行清洗	户外不用喷水进行清洗	户内采用喷水进行清洗	户内不用喷水进行清洗
0	IPX5/IPX8	IPX8	IPX5/IPX8	IPX8
1	IPX5	IPX4	IPX5	IPX4
2	IPX5	IPX4	IPX5	IPX2

- 4.8.5.2 0 区、1 区和 2 区内, 应设置辅助等电位联结作为附加防护。在 0 区、1 区和 2 区内的所有装置外可导电部分, 应以等电位联结导体和这些区域内的设备外露可导电部

分的保护导体相连接。

- 4.8.5.3 0 区内不应安装开关设备、控制设备、电源插座和接线盒；在 1 区内只允许为 SELV 回路安装接线盒。
- 4.8.5.4 用电设备应符合下列规定：
- 1 除满足下面两条规定外，0 区和 1 区内电气设备应安装游泳池专用的固定式电气设备。
 - 2 0 区和 1 区内电气设备应采用额定电压不超过交流 12V 或直流 30V 的安全特低电压（SELV）供电，供电电源装置应安装在 0 区和 1 区之外；当在 2 区内装设 SELV 的电源时，电源设备前的供电回路应采用额定剩余动作电流不超过 30mA 的剩余电流保护器。
 - 3 如果游泳池专用的供水泵或其他特殊电气设备安装在游泳池近旁的房间或位于 1 区和 2 区以外某些场所内，人体通过人孔或门可以触及的电气设备应采用下列之一的保护措施：
 - 1) 不大于交流 12V 或直流 30V 的 SELV, 其供电电源安装在 0 区和 1 区之外，当在 2 区内装设 SELV 的电源时，电源设备前的供电回路应采用额定剩余动作电流不超过 30mA 的剩余电流保护器（RCD）。
 - 2) 采用电气分隔的措施，并同时满足下列条件：
 - 当泵或其他设备连接到游泳池内时，应采用非导电材料的连接水管；
 - 只能用钥匙或工具才能打开人孔盖或门；
 - 装在上述房间或某一场所内的所有电气设备，应具有至少 IPX5 防护等级或采用外护物（外壳）来达到该防护等级的保护要求。
 - 3) 采用自动切断供电电源措施，并同时满足下列条件：
 - 当泵或其他设备连接到游泳池内时，应采用电气绝缘材料制成的水管或将金属水管纳入水池等电位联结系统内；
 - 只能用钥匙或工具才能打开人孔盖或门；
 - 装在 1 区和 2 区之外或水池周围场所的所有电气设备应具有至少为 IPX5 防护等级或采用外护物（外壳）来达到该防护等级的保护要求；
 - 设置附加等电位联结；
 - 电气设备应装设额定剩余动作电流不大于 30mA 的剩余电流保护器。
 - 4 游泳池的 2 区应采用下列一种或多种保护方式：
 - 1) 由 SELV 供电，其供电电源应装在 0 区和 1 区之外，当其供电电源安装在 2 区时，电源设备前的供电回路应采用额定剩余动作电流不超过 30mA 的剩余电流保护器（RCD）；
 - 2) 采用额定剩余动作电流不大于 30mA 的剩余电流保护器（RCD）自动切断电源；
 - 3) 电气分隔的分隔电源仅向一台设备供电，其供电电源应安装在 0 区和 1 区之外；当其供电电源安装在 2 区时，电源设备前的供电回路应采用额定剩余动作电流不超过 30 mA 的剩余电流保护器（RCD）。
 - 5 对于无 2 区的游泳池，当照明设备采用不大于交流 12V 或直流 30V 由 SELV 供电时，可安装在满足下列要求的 1 区的墙或顶棚上：
 - 1) 应采取自动切断电源保护措施，并装设额定剩余动作电流不大于 30mA 的剩余电流保护器（RCD）作为附加保护；
 - 2) 照明设备底部的高度至少比 1 区的地面高出 2m。
 - 6 埋设在地面下和安装在顶棚上的电气加热单元，应采用满足下列条件中之一的保护方式：
 - 1) 由 SELV 供电，其供电电源安装在 0 区和 1 区之外，当在 2 区内装设 SELV 的电源时，电源设备前的供电回路应采用额定剩余动作电流不超过 30mA 的剩余电流保护器；
 - 2) 加热单元上面覆盖埋设并接地的金属网格或金属护套，且连接到辅助等电位联结系统内，供电回路应采用额定剩余动作电流不大于 30mA 的剩余电流保护器作为附加保护措施。
- 4.8.5.5 游泳池水下或与水接触的灯具应符合现行国家标准《灯具 第 2-18 部分：特殊要

求 游泳池和类似场所用灯具》GB 7000.218 的规定。位于符合水密要求的观察窗后面并从其后照射的水下灯具的安装,应做到水下灯具的任何外露可导电部分和观察窗的任何可导电部分之间不存在有意或无意的导电连通。

4.8.5.6 游泳池开关设备和控制设备应符合下列要求:

- 1 在 0 区内不应安装开关设备或控制设备以及电源插座。
- 2 在 1 区内只允许为 SELV 回路安装开关设备或控制设备以及电源插座,其供电电源安装在 0 区和 1 区之外,当在 2 区安装 SELV 的电源时,电源设备前的供电回路应采用额定剩余动作电流不超过 30mA 的剩余电流保护器(RCD)。
- 3 在 2 区内不允许安装开关设备、控制设备和电源插座,除非采用下列保护措施之一:
 - 1) 由 SELV 供电,其供电电源装在 0 区和 1 区之外;当 SELV 的电源装在 2 区时,电源设备前的供电回路应采用额定剩余动作电流不大于 30mA 的剩余电流保护器(RCD);
 - 2) 采用额定剩余动作电流不大于 30mA 的剩余电流保护器(RCD)作为自动切断电源保护的附加保护;
 - 3) 采用电气分隔,由装在 0 区和 1 区之外单独的分隔电源供电,当电气分隔的电源装在 2 区时,电源设备前的供电回路应采用额定剩余动作电流不大于 30mA 的剩余电流保护器。

4.8.5.7 游泳池布线应符合下列要求:

- 1 在 0 区及 1 区内,非本区的配电线路不得通过,也不得在该区内装设接线盒;
- 2 安装在 2 区内或在界定 0 区、1 区或 2 区的墙、顶棚或地面内且向这些区域外的设备供电的回路,应满足下列要求:
 - 1) 埋设的深度至少为 5cm;
 - 2) 采用额定剩余动作电流不大于 30mA 的剩余电流保护器(RCD);
 - 3) 采用 SELV 安全特低电压供电;
 - 4) 采用电气分隔保护。
- 3 在 0 区、1 区及 2 区内宜选用加强绝缘的铜芯电线或电缆。

4.8.6 喷泉水池和积水处或其他类似喷泉活动场所的电击防护措施应符合下列规定:

4.8.6.1 允许人员进入的喷泉水池和积水处,应按游泳池的 0 区和 1 区的规定和要求执行。其他要求也应按上述游泳池的规定执行。

4.8.6.2 不允许人员进入的喷泉场所,其电击防护措施应符合下列规定:

- 1 0 区和 1 区的电击防护措施应采取下列一种或多种保护措施:
 - 1) 采用安全特低电压(SELV)防护,且供电电源装置安装在 0 区和 1 区之外;
 - 2) 采用剩余电流动作保护电器作为附加防护;
 - 3) 电气分隔的分隔电源仅向一台设备供电,其供电电源装在 0 区和 1 区之外。且要求电气分隔符合下列规定:
 - 隔离变压器不应功能接地;
 - 用电设备外露可导电部分严禁接地;
 - 被分隔回路不应与地或其他回路保护导体及外露可导电部分连接。
- 2 0 区和 1 区内的电气设备应采取防止人员可触及的措施。
- 3 应采取“0 区内不应安装开关设备、控制设备、电源插座和接线盒”和“0 区、1 区和 2 区内,应设置辅助等电位联结作为附加防护”规定的措施。

4.8.6.3 喷水池的 0 区和 1 区的电气设备应是不可能被触及的。电动泵应符合现行国家标准《家用和类似用途电器的安全泵的特殊要求》GB 4706.66 的规定。

4.8.6.4 喷水池应采用符合现行国家标准《额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆 第 1 部分:一般要求》GB/T 5013.1 规定的 66 型电缆,并且其保护导管应符合现行国家标准《电缆管理用导管系统 第 1 部分:通用要求》GB/T 20041.1 规定的防撞击性能。不允许人进入的喷水池,布线还应满足以下要求:

- 1 0 区内电气设备的敷设,在非金属导管内的电缆或绝缘导体,应尽量远离水池的外边缘,在水池内的线路应尽量以最短路径接至设备;
- 2 0 区和 1 区内敷设在非金属导管内的电缆或绝缘导体,应采取适当的机械防护。

- 4.8.7 装有桑拿浴加热器场所的电击防护措施应符合下列规定：
- 4.8.7.1 区域 1 内应只能安装桑拿浴加热器及其附件；
 - 4.8.7.2 不应设置电源插座；
 - 4.8.7.3 除桑拿浴加热器外，场所内配电回路均应采用额定剩余电流动作值不大于 30mA 的剩余电流动作保护电器作为附加防护。
- 4.8.8 加热电缆辐射供暖设备、公共厨房用电设备、电辅助加热的太阳能热水器、升降停车设备、人员可触及的室外金属电动门等用电设备的电击防护应设置附加防护，并应符合下列规定：
- 4.8.8.1 应采用额定剩余电流动作值不大于 30mA 的剩余电流动作保护电器；
 - 4.8.8.2 应设置辅助等电位联结。

4.9 电气测量：

4.9.1 电测量装置的准确度等级要求不应低于下表的要求：

电测量装置类型名称		准确度(级)
计算机监控系统的测量部分（交流采样）		误差不大于 0.5%
常用电测量仪表、综合保护装置中的测量部分	指针式交流仪表	1.5
		1.0（经变送器二次测量）
		1.5
	数字式仪表	0.5
	记录型仪表	应满足测量对象的准确度要求

4.9.2 交流回路指示仪表的综合准确度不应低于 2.5 级，直流回路指示仪表的综合准确度不应低于 1.5 级，接于电测量变送器二次侧仪表的准确度不应低于 1.0 级。用于电测量装置的电流、电压互感器及附件、配件的准确度不应低于下表的要求：

电测量装置准确度	附件、配件准确度		
	电流、电压互感器	变送器	分流器
0.5	0.5	0.5	0.5
1.0	0.5	0.5	0.5
1.5	1.0	0.5	0.5
2.5	1.0	0.5	0.5

4.9.3 指针式测量仪表测量范围的选择，宜保证电力设备额定值指示在仪表标度尺的 2/3 处。

4.10 电能计量装置：

4.10.1 电能计量装置的准确度要求：

计费用户类别		电能计量装置类别	准确度（级）			
月平均用电量	变压器容量		有功电能表	无功电能表	电压互感器	电流互感器
≥5000MWh	≥10000kVA	I	0.2S	2.0	0.2	0.2S
≥1000MWh	≥2000kVA	II	0.5S	2.0	0.2	0.2S
≥100MWh	≥315kVA	III	1.0	2.0	0.5	0.5S
负荷容量<315kVA		IV	2.0	2.0	0.5	0.5S
单相电力用户		V	2.0	—	—	0.5S

4.10.2 执行功率因数调整电费的用户，应装设具有计量有功电能、感性和容性无功电能功能的电能计量装置；按最大需量计收基本电费的用户应装设具有最大需量功能的电能表；实行分时电价的用户应装设复费率电能表或多功能电能表。

4.10.3 应选用过载 4 倍及以上的电能表。

4.10.4 电度表选用带有远传通讯功能接口的直读式高过载电度表，其容量按负荷标准选取。

4.10.5 专用变电所采用高供高计，在每路 10kV 电源进线处设置专用计量装置，其型号规格由供电部门确定。

4.10.6 实行低压计量的各类业态，除在变压器出线处设总计量表（计量有功功率、无功功率、峰/谷/平时电能等电量参数）外，变配电所各低压馈线回路也设计量表。

4.10.7 物业、商铺、公建配套设置低压计量。

4.10.8 公共负荷实行分路分项计量，其它场所及设备的计量根据不同电价分别设置计量装置。

4.10.9 甲类公共建筑（指单栋建筑面积大于 300 m²，或单栋建筑面积小于或等于 300 m²但总建筑面积

积大于 1000 m²的建筑群)专变计量按《建筑节能与可再生能源利用通用规范》第 3.3.5 条要求,分为照明插座用电,空调用电、动力用电、特殊用电 4 项比分项,独立分类、分项计量。

4.10.10 动力配电中空调系统(制冷站内制冷机组、冷冻水泵、水蓄冷循环泵、冷却水泵分台计量;冷却塔风扇、供暖循环泵、补水泵分组计量)、给水系统及其他动力系统分组计量。

4.11 功率因数补偿方式:

4.11.1 本项目采用低压集中自动补偿方式,每台变压器低压母线上装设模组式低压动态无功补偿装置,采用串联电抗的电容器组自动循环投切方式。

4.11.2 对系统进行无功功率自动补偿后,使用户高峰负荷时变压器高压侧功率因数不宜低于 0.9,低压侧功率因数不低于 0.95。

4.11.3 另外要求所有 LED 灯、荧光灯、气体放电灯单灯就地补偿,采用电子镇流器或节能型电感镇流器,使得单灯的功率因数大于 0.9。

4.12 谐波治理:

4.12.1 采用联接组别为 D/Yn 11 结线型式的变压器,具有缓解三相不平衡,抑制三次及其倍数次谐波的特点。

4.12.2 在低压配电房集中功率因数补偿电容器组中配置串接 7 % 电抗器,以针对 5 次以上的谐波进行抑制。

4.12.3 对风机、水泵、电梯等电动机需配置变频控制器的,有条件的可在变频器内置双直流谐波抑制电抗器,满足 IEEE519 标准的相关场所要求,电压总谐波畸变率(THDU) < 2.5 %;并设置外置式无源电流滤波器,保证电流总谐波畸变率(THDI) < 10 %。且变频器还需内置 RFI(抗无线电干扰)滤波器,以满足 EN55011, EMC C1 级标准。

4.12.4 对集中大量使用变频器、可控硅调光设备及使用大量电子设备、大型 LED 屏等产生大量谐波源的设备配电回路侧,就近就地设置有源滤波器,以滤除电网中的谐波,满足 IEEE519 标准的相关场所要求。

4.12.5 非车载充电机(直流充电桩)产生的谐波分量,应符合《电磁兼容限值谐波电流发射限值(设备每相输入电流 ≤ 16 A)》GB 17625.1 和《电磁兼容限值 对额定电流大于 16 A 的设备在低压供电系统中产生的谐波电流的限制》GB/Z 17625.6 中的规定。

4.12.6 国家标准中光源功率 > 25W 的电子镇流器的功率因数 λ 值是 ≥ 0.95,其产生的谐波不大。对于功率 ≤ 25W 光源的电子镇流器(或电源),应采用低谐波含量的产品,其谐波限制应按国家标准中 > 25W 产品的谐波限值。

4.12.7 当难以预测谐波含量和谐波次数时,预留谐波抑制装置的安装条件,可在变压器出线侧总开关及可能的大功率谐波源设备所在回路设置具有谐波检测功能的仪表,用来监测谐波情况,并待工程竣工运行后根据具体情况有针对性地进行谐波治理,改善电源质量,减少谐波电流损耗。

5 配电系统。

5.1 供电方式;

5.1.1 低压配电系统采用 ~220/380V 放射式与树干式相结合的方式,对于单台容量较大的负荷或重要负荷采用放射式供电;对于照明及一般负荷采用树干式或分区树干式与放射式相结合的供电方式;当部分用电设备距供电点较远,而彼此相距很近、容量很小的次要用电设备,可采用链式配电,但每一回路环链设备不宜超过 5 台,其总容量不宜超过 10kW。

5.1.2 对于非消防特级负荷:采用主、备两路电源,两回配电线路在 UPS 前配电箱处自动切换,并加设 UPS 应急不间断电源的方式供电。

5.1.3 对于非消防一级负荷:可采用按区域或功能(如相同用途、位置相近)设置总双电源切换配电箱,再放射式至区域内各分配电箱的供电方式。此方式可节省双电源切换的数量。供电区域有条件情况下建议结合防火分区划分。

5.1.4 除按照三级负荷供电的消防用电设备外,消防控制室、消防水泵房的消防用电设备及消防电梯等的供电,应在其配电线路的最末一级配电箱内设置自动切换装置。防烟和排烟风机房的消防用电设备的供电,应在其配电线路的最末一级配电箱内或所在防火分区的配电箱内设置自动切换装置。防火卷帘、电动排烟窗、消防潜污泵、消防应急照明和疏散指示标志等的供电,应在所在防火分区的配电箱内设置自动切换装置。

- 5.1.5

二级负荷供电的用电设备，应保证其用电应由两个独立电源（包括双重电源或一路市电+发电机）或单电源的两台变压器切换供电。大中型商场、超市营业厅、大开间办公室、交通候机/候车大厅及地下停车库等大面积场所的二级照明用电，应采用双重电源的两个低压回路交叉供电。
- 5.1.6

应急照明集中电源的供电应符合下列规定：

1

集中控制型系统中，集中设置的集中电源应由消防电源的专用应急回路供电，分散设置的集中电源应由所在防火分区、同一防火分区的楼层、隧道区间、地铁站台和站厅的消防电源配电箱供电；

2

非集中控制型系统中，集中设置的集中电源应由正常照明线路供电，分散设置的集中电源应由所在防火分区、同一防火分区的楼层、隧道区间、地铁站台和站厅的正常照明配电箱供电。
- 5.1.7

三级负荷：由一回线路供电。

- 5.2

供配电线路导体选择
- 5.2.1

火灾自动报警系统的传输线路和 50V 以下供电的控制线路，应采用耐压不低于交流 300V/500V 的多股绝缘电线或电缆。采用交流 220V/380V 供电或控制的交流用电设备线路，应采用耐压不低于交流 450V/750V 的电线或 0.6kV/1.0kV 的电缆。
- 5.2.2

消防配电线路的设计和敷设，应满足在建筑的设计火灾延续时间内为消防用电设备连续供电的需要。
- 5.2.3

室外敷设的非消防设备线路可采用非阻燃电线电缆。
- 5.2.4

本项目采用的电线电缆、控制电缆、信息传输线缆型号选择详见下表：

适用场所或区域	线缆类别		型号要求	燃烧性能及附加信息
(1)、				
学校	普通	电线	WDZC-BYJ-B1-0.45/0.75	B1（d0, t0, a2）
		电缆	WDUZB-YJY-B1-0.6/1	
		通讯控制电缆	WDZC-RYS-B1	
			WDZC-RYSP-B1	
			WDZC-KYJY-B1	
			WDZC-UTP CAT. 6-B1	
			WDZC-SYY-B1	
		光缆	WDZC-光缆型号-B1	
学校	消防	电线	WDZCN-BYJ-B1-0.6/1	B1（d0, t0, a2）
		主干电缆	WDUZBNW-NG-A-0.6/1	
		分支电缆	WDZBN-YJY-B1-0.6/1	
		通讯控制电缆	WDZCN-RYS-B1	
			WDZCN-RYSP-B1	
			WDZCN-KYJY-B1	
			WDZCN-UTP CAT. 6-B1	
			WDZCN-SYY-B1	
		光纤	WDZCN-光缆型号-B1	

注：1 无卤、低烟、阻燃、耐火等具有燃烧性能的电线电缆型号有燃烧特性、电缆型号、燃烧性能等级、电压等级四部分组成，见下图。

□—□—□—□

| | | | 电压等级

| | | | A 或 B1 或 B2

| | 相关电线电缆型号

| 产品阻燃耐火特性代号

示例：铜芯，交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套护套电力电缆，无卤低烟，阻燃 A 类，供火加机械冲击和喷水的耐火，B1（t0, d0, a2）级燃烧性能要求，额定电压 0.6/1kV，表示为：WDZANW-BTLY-B1（t0, d0, a2）-0.6/1；或者 WDZANW-BTLY-B1-0.6/1，其中燃烧性能附加信息 B1（t0, d0, a2）单独统一说明。

2 施工单位应根据现场实际敷设条件并按前表中的非金属含量限定值的规定复核及深化设计各部位的线缆阻燃类别。

3 产品阻燃耐火特性代号按无卤、低烟、低毒、阻燃或耐火顺序排列，其代号见下表：

名称	代号	名称	代号	名称	代号
阻燃特性		耐火特性		燃烧性能代号	
无卤低烟	WD	耐火	N	不燃	A
无卤低烟低毒	WDU		NJ	阻燃 1 级	B1
阻燃 A 类	ZA		NS	阻燃 2 级	B2
阻燃 B 类	ZB		NW		
阻燃 C 类	ZC				
阻燃 D 类	ZD				

5.2.5 本工程系统及平面图中标注的各类线缆及母线型号只是粗略标注，具体详细技术要求应以本设计说明的线缆选型要求为准。

5.2.6 市政进线 10（20、35）kV 电缆的规格型号应由供电部门确定。

5.2.7 消防低压供电干线电力电缆应选用耐火等级为 950℃/3.0h，且燃烧性能等级为 B1（t0, d0, a2）级及以上的矿物绝缘类电缆，且应满足 DBJ/T 15-226-2021 所规定的 NW 级的耐火性能。重要建筑或场所可选用燃烧性能等级为 A 级的 BTTZ-750V 型不允许接触裸护套重型矿物绝缘电缆，其金属护套长期允许工作温度 105℃（建议采购可按所需电缆长度连续进行大长度生产，可取消中间连接器的厂家的产品）；或 ZB1（t0, d0, a2）-BTTYZ-750V 型烧性能为 B1（t0, d0, a2）级的允许接触裸护套外覆聚烯烃护套重型矿物绝缘铜芯电力电缆，其金属护套长期允许工作温度 70℃；或燃烧性能等级为 A 级的 RTTZ-0.6/1kV 型铜芯云母带矿物绝缘波纹铜护套电力电缆，或 ZB1（t0, d0, a2）-RTTYZ-0.6/1kV 型烧性能为 B1（t0, d0, a2）级的铜芯云母带矿物绝缘波纹铜护套聚烯烃外护套电力电缆，电缆正常运行时导体最高温度为 90℃；或燃烧性能等级为 B1（t0, d0, a1）级的 B1（t0, d0, a2）-WTGE-0.6/1kV 型铜芯陶瓷化硅橡胶（矿物）绝缘无卤低烟阻燃聚烯烃外护套 B1 级耐火电缆，或 B1（t0, d0, a2）-WTG（G、H、T）E-0.6/1kV 型铜芯陶瓷化硅橡胶（矿物）绝缘（不锈钢、铝合金、铜带）铠装护层无卤低烟阻燃聚烯烃外护套 B1 级耐火电缆，电缆正常运行时导体最高温度为 90℃；其余建筑中的消防干线电缆可选用燃烧性能为 B1（t0, d0, a2）级的 NG-A 隔离型（柔性）矿物绝缘铜芯电力电缆。矿物绝缘类电缆均应通过并取得耐火温度 950℃、耐火时间不小于 180min 的相关国家试验合格证。消防用电设备采用树干式供电时，宜采用预分支耐火电缆。耐火电缆连接附件（终端组件、中间连接器、胶封、绝缘片、封套、收缩热缩管、保护铜管、接线鼻子等）的耐火性能不应低于耐火电缆本体的耐火性能。

5.2.8 由于 BTTZ 类矿物绝缘电缆多芯最大截面积为 4×25mm²，大于该规格的多芯电缆均需拆分为单芯电缆，按规范要求强电电缆穿越人防维护结构时需一根电缆穿一根电缆预埋防爆钢套管，导致一个回路的电缆需穿多跟预埋套管，预埋钢套管的数量会成倍的增加，而如果一根电缆的多根单芯电缆同时穿一根人防预埋套管，需在穿越处捆扎并处理成一根多芯电缆的结构，既不规范也无法现场操作，因此穿越地下室人防维护结构的矿物绝缘类电缆应改为 NG-A 类单根多芯类柔性矿物绝缘电缆。

5.2.9 当消防分支干线电力电缆与其他非消防配电线路敷设在同一电缆井、电缆沟内、直接明敷、梯架或托盘明敷时，应按与消防低压供电干线相同的耐火及燃烧性能等级选用。

5.2.10 当消防分支干线电力电缆全段线路均不存在与其他非消防配电线路敷设在同一电缆井（包括配电间、强电间、强弱电间）、沟内时，并采取如下任一种防火保护措施后，可按与消防分支配电线路电力电缆相同的耐火及燃烧性能等级选用。

5.2.11 当采用封闭式金属电缆槽盒或金属导管明敷且具有不小于 30 min 耐火极限的防火保护措施时；

5.2.12 当采用金属导管暗敷于不燃性结构内且保护层厚度不应小于 30 mm 时；

5.2.13 当采用耐火极限不低于 30 min 的封闭式耐火金属电缆槽盒明敷设时。

5.2.14 消防分支配电线路（系指从最后一个配电箱、控制箱或电源箱引出的配电线路）电力电缆应

选用耐火等级为 750℃ 的电力电缆，且应满足 DBJ/T 15-226-2021 所规定的 N 级的耐火性能。重要建筑或场所可选用耐火等级为 950℃/3.0h 的燃烧性能等级为 A 级的 RTTZ-0.6/1kV 型铜芯云母带矿物绝缘波纹铜护套电力电缆，或 ZB1(t0, d0, a2)-RTTYZ-0.6/1kV 型烧性能为 B1 级的铜芯云母带矿物绝缘波纹铜护套聚烯烃外护套电力电缆，电缆正常运行时导体最高温度为 90℃；或燃烧性能为 B1(t0, d0, a2) 级的 NG-A 隔离型(柔性)矿物绝缘铜芯电力电缆。其余建筑可选用 ZB1(t0, d0, a2)N-YJY-0.6/1kV 型阻燃耐火交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯电力电缆（或者：ZB1(t0, d0, a2)N-GYJSYJ(F)-0.6/1kV 型双层共挤绝缘辐照交联阻燃耐火铜芯电力电缆），导体长期最高允许工作温度 90℃。具体详见本设计说明中的“电线电缆、控制电缆、信息传输线缆型号选择表”。此类耐火电缆均应通过并取得耐火温度 750℃、耐火时间不小于 90min 的相关国家试验合格证。

- 5.2.15 非消防配电电力电缆在避难层（间）应选用燃烧性能等级为 A 级的 RTTZ-0.6/1kV 型铜芯云母带矿物绝缘波纹铜护套电力电缆，或者燃烧性能等级为 A 级的 BTTZ-750V 型不允许接触裸护套重型矿物绝缘电缆。其余非消防电力电缆应选用 WD□Z□-YJY-B□(t□, d□, a□)-0.6/1kV 型交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯电力电缆（或者：WD□Z□-GYJSYJ(F)-ZB□(t□, d□, a□)-0.6/1kV 型双层共挤绝缘辐照交联阻燃铜芯电力电缆），导体长期最高允许工作温度 90℃。具体详见本设计说明中的“电线电缆、控制电缆、信息传输线缆型号选择表”。消防配电电线选用 ZB1(t0, d0, a2)N-BYJ(F)-450/750V 类阻燃耐火交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯电力电线，导体长期最高允许工作温度 90℃。（或者：ZB1(t0, d0, a2)N-GYJS(F)-0.6/1kV 型双层共挤绝缘辐照交联阻燃耐火铜芯电力电线，导体长期最高允许工作温度 90℃）。具体详见本设计说明中的“电线电缆、控制电缆、信息传输线缆型号选择表”。此类耐火电线均应通过并取得耐火温度 750℃、耐火时间不小于 90min 的相关国家试验合格证。
- 5.2.16 非消防配电电线选用 WD□Z□-BYJ(F)-B□(t□, d□, a□)-450/750V 类交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯电力电线，导体长期最高允许工作温度 90℃。（或者：WD□Z□-GYJS(F)-B□(t□, d□, a□)-0.6/1kV 型双层共挤绝缘辐照交联阻燃铜芯电力电线，导体长期最高允许工作温度 90℃）。具体详见本设计说明中的“电线电缆、控制电缆、信息传输线缆型号选择表”。地面上设置的标志灯的配电线路和通信线路要求供电电压≤DC36V，应选择中型通用橡套电缆 YZ、YZW 或 YHZ-300/500V。其余需选用耐腐蚀线缆时，当额定工作电压等级为 220/380V 时，应选用重型通用橡套电缆 YC、YCW、YHC 或 JHS-450/750V。其中潜水泵应选用 JHS 或 JHSB（扁平）型防水专用橡套电缆。上述橡套线缆导体长期允许工作温度为 60℃。
- 5.2.17 交流系统单芯电力电缆，通常情况下不得选用金属铠装层，当需要增强电缆抗外力时，应选用非磁性金属铠装层，不得选用未经非磁性有效处理的钢制铠装。注：用于交流回路的单芯电缆铠装采用某种特殊结构，电缆载流量仍将大为降低，应慎重选用。不得不用时，建议采用铝合金或铜铠装单芯电力电缆。
- 5.2.18 消防用控制电缆选用 WDZCN-KYJY-ZB□(t0, d0, a2)-450/750V 型阻燃耐火交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯控制电缆，导体长期允许工作温度 90℃。具体详见本设计说明中的“电线电缆、控制电缆、信息传输线缆型号选择表”。此类耐火控制电缆均应通过并取得耐火温度 750℃、持续供电时间 90min 的相关国家试验合格证。
- 5.2.19 非消防用控制电缆选用 WDZC-KYJY-ZB□(t□, d□, a□)-KYJY-450/750V 型阻燃交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯控制电缆，导体长期允许工作温度 90℃。具体详见本设计说明中的“电线电缆、控制电缆、信息传输线缆型号选择表”。
- 5.2.20 耐火封闭母线采用 3L+N+PE 型矿物质耐火纯铜母线，温升不应超过 90K，外壳防护等级为 IP65 及以上，其耐火性能试验的验证方法应满足《母线干线系统（母线槽）阻燃、防火、耐火母线槽的试验方法》GA/T 537 及《耐火母线干线系统（耐火母线槽）》JB/T 10327 的规定，既需在耐火试验和喷淋试验两项试验中通过合格，满足母线干线系统 950℃ 的火焰条件下持续供电 180min 的电路完整性，且取得相应的 3C 耐火母线证书。
- 5.2.21 普通封闭母线采用 3L+N+PE 型密集型纯铜或铜合金母线，温升不应超过 70K，外壳防护等级最小为 IP54；当经过布置有喷淋的场所时，需有防喷水要求，其防护等级应为 IP65 及以上；当母线上方及其附近有各类水管道经过时，应设置具有当管道滴漏或爆管时的防水保护措施。
- 5.2.22 当母线金属外壳全长连续可靠导通，PE 线本体及连接处不少于相线 50%等效截面积，且其全程外壳导体的载流量满足≥50%的相导体载流量时，可做为母线的 PE 线使用。
- 5.2.23 母线的短路短时耐受电流 I_{cw} 应≥其保护断路器开关的 I_{cw} 值。母线槽的始端节及变容节后

的连接处安装三相四线测温仪，检测连接器的导体温度，实现超温报警，超极限温度时指令保护该路母线槽的断路器动作切断电源。母线槽的始端节应采用 T 式始端节，始端节伸出导体厚和宽应不少于配电柜及变压器伸出的导体截面积，并要满足载流量。母线槽厂家应提供型式试验报告或本项目每个母线电流规格的温升试验报告。所有母线均应符合《低压母线槽应用技术规程》T/CECS 170-2017 的相关规定。

- 5.2.24 单独敷设(电缆外的保护导体或不与相导体共处于同一外护物内的保护导体)的保护接地导体(PE)最小截面面积应符合下列规定：
- 5.2.25 在有机机械损伤防护时，铜导体不应小于 2.5mm^2 ；
- 5.2.26 无机机械损伤防护时，铜导体不应小于 4mm^2 ，铝导体不应小于 16mm^2 。
- 5.2.27 低压配电系统保护导体(PE 线)的最小截面面积要求详见下表：

低压配电系统保护导体(PE 线)的最小截面面积(mm^2)

相导体截面积	保护导体与相导体使用相同材料	保护接地导体与相导体使用不同材料
≤ 16	S	$(K_1/k_2) * S$
> 16 ，且 ≤ 35	16	$(K_1/k_2) * 16$
> 35	$S/2$	$(K_1/k_2) * S/2$

注：矿物绝缘电缆(包括 BTTZ、RTTZ、YTTW 等系列产品)的铜护套，当其金属护套可保证不受机械的、化学的或电化学的损害和侵蚀，从而保证它们的电气连续性时可做为 PE 线。矿物绝缘多芯电缆和单芯电缆 50mm^2 以下的铜护套截面大于相线截面 $1/2$ ， 50mm^2 及以上单芯电缆的铜护套虽然小于芯线截面 $1/2$ ，但根据《矿物绝缘电缆敷设》09D101-6 编制说明 7.7.4：“多拼电缆除每根单独接地外，还应采用相同截面的接地铜线将每根电缆的接地铜片之间可靠连接。”的接地要求，接线时应将三根相线的铜护套通过接地铜片连接后成为共同的保护导体，其实际截面积为单芯铜护套截面的三倍，远大于相线截面积的 $1/2$ ，因此完全可以省一根保护性导体，采用四芯矿物绝缘电缆即可。对于 BTLV(NG-A)因其金属隔离层的材质是铝，难以满足规范的要求，故不能被利用作为 PE 线。

- 5.2.28 强电控制回路导体截面不应小于 1.5mm^2 ，弱电控制回路不应小于 0.5mm^2 。住宅内导线应采用铜芯绝缘线，分支回路截面不应小于 2.5mm^2 。特低电压配电系统的配电回路线缆应选用铜芯导体，并应满足最小截面面积和机械强度的要求，其带电导体最小截面不应小于 1.5mm^2 。
- 5.2.29 室外园林配电埋地敷设导线宜采用 VV 或 YJV 电缆，不宜采用 BVV 导线。
- 5.2.30 当两个或更多个回路共用一个保护导体时，保护导体的最小截面面积应按对应于各回路中的最大相导体截面面积来选择保护导体(PE 线)的最小截面。
- 5.2.31 永久性连接的用电设备的保护导体预期电流超过 10mA 时，保护导体的截面面积应按下列条件之一确定：
- 1 铜导体不应小于 10mm^2 或铝导体不应小于 16mm^2 ；
 - 2 当保护导体小于本款第 1 项规定时，应为用电设备敷设第二根保护导体，其截面面积不应小于第一根保护导体的截面面积。第二根保护导体应一直敷设到截面面积大于等于 10mm^2 的铜保护导体或 16mm^2 的铝保护导体处，并应为用电设备的第二根保护导体设置单独的接线端子；
 - 3 当铜保护导体与铜相导体在一根多芯电缆中时，电缆中所有铜导体截面面积的总和不应小于 10mm^2 ；
 - 4 当保护导体安装在金属导管内并与金属导管并接时，应采用截面面积大于等于 2.5mm^2 的铜导体。
- 5.2.32 **保护等电位**(总等电位)联结用保护联结导体的截面面积，不应小于配电线路的最大保护导体截面面积的 $1/2$ ，保护联结导体截面面积的最小值和最大值应符合下表的规定。

导体材料	最小值 (mm^2)	最大值(mm^2)
铜	6	25
铝	16	按载流量与 25mm^2 铜导体的载流量相同确定
钢	50	

- 5.2.33 辅助等电位联结用保护联结导体截面面积的选择，应符合下列规定：
- 1 联结两个外露可导电部分的保护联结导体，其电导不应小于接到外露可导电部分的较小的保护导体的电导；
 - 2 联结外露可导电部分和装置外可导电部分的保护联结导体，其电导不应小于相应保护导体截面面积的 $1/2$ 的导体所具有的电导；

3 单独敷设的保护联结导体，其截面积应符合：

- 1) 有机械损伤防护时，铜导体不应小于 2.5mm^2 ；
- 2) 无机械损伤防护时，铜导体不应小于 4mm^2 ，铝导体不应小于 16mm^2 。

5.2.34 电气设备外露可导电部分和外界可导电部分，严禁用作保护接地中性导体(PEN)。

5.3 供配电线路的敷设方式

5.3.1 消防配电线路应满足火灾时连续供电的需要，其敷设应符合下列规定：

- 1 明敷时(包括敷设在吊顶内)，当采用阻燃或耐火电缆并敷设在电缆井、沟内时，可不穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护；当采用矿物绝缘类不燃性电缆时，可直接明敷。否则应穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护，金属导管或封闭式金属槽盒应采取防火保护措施，防火保护措施可按现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907-2018 的要求涂刷相应性能的防火涂料涂层(如 GT-NRP-FP0.5 型室内用溶剂性膨胀型普通钢结构防火涂料，耐火性能为 FP0.5 即耐火极限 $\geq 0.5\text{h}$ 的涂料)，其施工方法可参见国标图集《电缆防火阻燃设计与施工》06D105 第 6 页“防火涂料性能和施工方法”，使得其中敷设的电缆的耐火持续供电时间不小于消防用电设备在火灾发生期间的最少持续供电时间的规定。
- 2 暗敷时，应穿金属管并应敷设在不可燃性结构内且保护层厚度不应小于 30mm 。
- 3 消防配电线路宜与其他配电线路分开敷设在不同的电缆井、沟内(不包括在变配电房电缆沟内敷设的情况)；确有困难需敷设在同一电缆井、沟内时，应分别布置在电缆井、沟的两侧，且消防配电线路应采用矿物绝缘类不燃性电缆。

5.3.2 民用建筑内电力线缆、控制线缆和智能化线缆敷设应符合下列规定：

- 1 不应采用裸露带电导体布线；
- 2 除塑料护套电线外，其他电线不应采用直敷布线方式；
- 3 明敷的导管、电缆桥架，应选择燃烧性能不低于 B1 级的难燃材料制品或不燃材料制品

5.3.3 不同电压等级的电力线缆不应共用同一导管或电缆桥架布线。

5.3.4 电力线缆和智能化线缆不应共用同一导管或电缆桥架布线。

5.3.5 不同电压、不同用途的电缆，不宜敷设在同一层桥架上：

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

注：当受条件限制需安装在同一层桥架上时，应用隔板隔开。如有电磁兼容要求的线路与其他线路敷设于同一金属槽盒内时，应采用金属隔板隔离；不同电压等级的线缆如果合用线槽应进行金属隔板分隔；消防用电设备的两路电源线路宜分开敷设在不同的电缆桥架内，如确需敷设在同一电缆桥架内时，应在桥架内设置不燃防火隔板。

5.3.6 当特低电压配电回路与低压配电回路敷设在同一金属槽盒内时，应采用带接地的金属隔离措施。

5.3.7 采用地面内暗装金属槽盒布线时，应将电力线路、非电力线路分槽或增加隔板敷设，两种线路交叉处应设置有屏蔽分线板的分线盒。由配电箱、电话分线箱及接线端子箱等设备引至地面内暗装金属槽盒的线路，宜采用金属管布线方式引入分线盒，或以终端连接器直接引入槽盒。地面内暗装金属槽盒出现口和分线盒不应突出地面，且应做好防水密封处理。

5.3.8 电缆桥架多层敷设时，层间距离应满足敷设和维护需要，并符合下列规定：

- 1 电力电缆的电缆桥架间距不应小于 0.3m ；
- 2 电信电缆与电力电缆的电缆桥架间距不宜小于 0.5m ，当有屏蔽盖板时可减少到 0.3m ；
- 3 控制电缆的电缆桥架间距不应小于 0.2m ；
- 4 最上层的电缆桥架的上部距顶棚、楼板或梁等不宜小于 0.15m 。

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

5.3.10 电气竖井内的电缆敷设采用电缆槽盒或电缆梯架的布线方式。以树干式配电的电缆宜采用电缆集成 T 接端子、电缆 T 接箱方式或预制分支电缆，不宜采用电缆穿刺线夹。消防用电设备采用树干式供电时，宜采用预分支耐火电缆或或与电缆本体耐火性能相当的防火、耐火电缆集成 T 接端子。当电缆 T 接分支时，短路及过负荷保护电器与回路导体载流量减小处的距离不应超过 3m (且采取了防止机械损伤等保护措施，并远离可燃物)，否则应在导体载流量

减小处增设短路及过负荷保护器。

- 5.3.11 多根单芯电缆敷设时，应选择减少涡流影响的排列方式。同一交流回路的绝缘导线不应敷设于不同的金属槽盒内或穿于不同金属导管内。交流单芯电缆不宜单根穿钢管敷设，当需要单根穿管时，应采用非导磁管材，也可采用经过磁路分隔处理的钢管。预制分支电力电缆的主干电缆采用单芯电缆时，电缆的固定夹具应选用专用附件，防止涡流效应和电磁干扰，严禁使用导磁金属夹具。单芯矿物绝缘电缆在进出配柜(箱)处及支承电缆的桥架、支架及固定卡具，均应采取分隔磁路的措施。多根单芯电缆敷设时，应选择减少涡流影响的排列方式。除交流系统用单芯电力电缆的同一回路可采取品字形（三叶形）配置外，对重要的同一回路多根电力电缆，不宜叠置。
- 5.3.12 架空敷设的电缆桥架、电缆槽盒、插接母线引下至明装开关箱或用电设备的线路应穿管或线槽沿墙、柱或支架明敷。
- 5.3.13 电缆桥架、电缆槽盒的安装应采用足够承载力的支架、吊架、托架，当支吊托架采用钢质材料时，应采取热浸镀锌等防腐措施；其支承点水平距离宜为 1.5~3m，转弯处需加密，垂直段支承距离不宜大于 2m。水平段底边距地面高度不宜低于 2.2m，垂直敷设时，除在电气专用房间内外，应加金属盖板保护。电缆套管穿楼板处应高出地面 10cm。主干电缆最顶端的楼板上应预留承重吊钩。
- 5.3.14 封闭式母线水平敷设的支持点间距不宜大于 2m。垂直敷设时，应在通过楼板处采用专用附件支撑并以支架沿墙支持，支持点间距不宜大于 2m。母线垂直穿楼板处必须加穿防水套管，管口应高出楼板面 25cm。插接母线终端头应封闭，当母线槽直线敷设长度超过 80m 时，每 50m~60m 宜设置膨胀节。另，如果发电机配出线路为母线，则母线必须通过母线专用软连接段（或柔性电缆）与发电机连接，以避免发电机振动直接传递到母线上。如果变压器振动厉害，其出线母线也必须采取发电机母线的连接措施。母线槽穿越建筑物变形缝时，应设置补偿装置。
- 5.3.15 当钢制电缆桥架或高分子合金电缆桥架直线段长度超过 30m，玻璃钢桥架、铝合金桥架直线段长度超过 15m 时，宜设置伸缩节。电缆桥架跨越建筑物变形缝处，应设置补偿装置。封闭式母线终端头应封闭，每 50m 设置膨胀节。
- 5.3.16 电缆桥架、槽盒、封闭式母线不得在穿过楼板或墙壁处进行连接，在穿过建筑物伸缩缝、沉降缝时，应采取防止伸缩或沉降的补偿措施。
- 5.3.17 民用建筑红线内的室外供配电线路不应采用架空线敷设方式。
- 5.3.18 对于室外屋面、潮湿场所和有腐蚀性的场所，应采用高分子合金桥架、高强度晶须改性塑料防腐桥架或耐腐蚀钢制桥架。各类钢制电缆桥架（包括托盘、梯架、槽盒）的技术要求详见《钢制电缆桥架工程设计规程》T/CECS31-2017 及《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T 23639-2017 的相关规定。其中潮湿及腐蚀性场所使用的电缆桥架应采用不锈钢（S）、彩钢复合涂层（CQ）、耐腐蚀 VCI 双金属复合涂层（VS）或热浸镀锌（R），其余普通场所采用电镀锌（D）或粉末喷涂（P），并满足 T/CECS31-2017 第 3.6 条及 T/CECS31-2017 第 5.2 条的相关规定。其中彩色涂层钢板、喷塑、喷漆等有机涂层电缆桥架耐紫外线老化性差，主要用于室内，不适用于室外环境。电缆桥架配套或相应使用的附件及支、吊架的也应具有与电缆桥架相应的防腐要求。当满足安全工作载荷（SWL），且直线段长度为 2000mm 时，各类电缆桥架板材的最小允许厚度应符合下表所列数值：

满足《钢制电缆桥架工程设计规程》T/CECS31-2017要求的各类钢制桥架的板材厚度应符合以下表中的规定。							
各类托盘（槽盒）板材最小允许厚度（mm）							
托盘宽 B	平板型		波纹底			模压增强型	
	槽体	盖板	槽体	槽体	盖板	槽体	盖板
B<300	1.2	1.0	1.2	1.2	0.6	0.8	0.6
300≤B<500	2.0	1.2	2.0	2.0	0.6	1.0	0.6
500≤B<800	3.0	1.5	3.0	3.0	0.6	1.2	0.6
800、1000	—	—	—	—	0.6	1.5	0.6
瓦楞式托盘、梯架板材最小允许厚度（mm）							
托盘宽 B	瓦楞侧板		瓦楞式梯架横档		瓦楞托盘底板		瓦楞盖板

150<B≤300	1.2	1.2	0.7	0.5
300<B≤500	1.2	1.2	0.8	0.5
500<B≤800	1.5	1.5	0.8	0.5
1000	1.8	1.5	0.8	0.5
普通梯架板材最小允许厚度（mm）				
梯架宽 B	侧板	横档	盖板	
B<300	1.2	1.2	1.0	
300≤B<500	1.5	1.5	1.2	
500≤B<800	2.0	2.0	1.5	
800 、1000	2.5	2.5	2.0	
卡接式梯架板材最小允许厚度（mm）				
梯架宽 B	侧板	横档	盖板	
150<B≤400	1.1	1.2	0.7	
400<B≤600	1.1	1.2	1.0	
横压增强型梯架板材最小允许厚度（mm）				
梯架宽 B	侧板	横档	盖板	
150<B≤400	1.2	1.2	0.6	
400<B≤600	1.4	1.5	0.6	
600<B≤800	1.5	1.8	0.6	
1000	1.8	2.0	0.6	
满足《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB / T 23639-2017要求的各类钢制桥架的板材厚度应符合以下表中的规定。				
托盘（有孔、无孔）、梯架推荐板材厚度				
宽度 B	侧板	底板*	盖板	
B<300	≥1.2	≥0.7	≥0.5	
300≤B<600	≥1.2	≥0.8	≥0.5	
≥600	≥1.5	≥0.8	≥0.5	
*梯架横档板厚应按侧板要求选择。				

5.3.19 水泵、空调机、新风机等各类风机及设备电源出线口的具体位置，以相关专业图纸及现场设备接线位置为准。所有经暗敷在地面出线的电力回路套管均应在距地 0.3m 处作防水弯头。

5.3.20 电缆桥架、槽盒、封闭式母线、电缆及其套管在穿越通过防火分区、防火墙、竖井井壁、竖井楼板、建筑变形缝、电缆间隔墙，耐火极限≥1h 的隔墙和楼板、建筑物外墙、建筑物入口、电缆隧道及电缆沟至配电间、控制室的沟道入口处应采取防火封堵措施，防火封堵组件的耐火性能不应低于防火分隔部位的耐火性能，其孔隙应采用相当于建筑构件耐火极限的不燃烧材料填塞密实，具体做法应符合《建筑防火封堵应用技术标准》GB 51410-2020 的规定，施工方法可参见国标图集《电缆防火阻燃设计与施工》06D105；当导管和槽盒内部截面积等于大于 710mm² 时，应从内部封堵；电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位处应采取防火封堵措施；电缆防火封堵的材料，应按耐火等级要求，采用防火胶泥、耐火隔板、填料阻火包、防火帽、矿棉板等材料；防火封堵处采用角钢或槽钢托架进行加固时，应能承载检修人员的荷载，角钢或槽钢等托架应采用防火保护措施；电缆防火封堵的结构，应满足按等效工程条件下标准试验的耐火极限。

5.3.1 电气管线穿过有隔声要求的墙或楼板时，应采取密封隔声措施。

5.3.2 在隧道、管廊、竖井、夹层等封闭式电缆通道中，不得布置热力管道和输送可燃气体或可燃液体管道。

- 5.3.3 电气及智能化竖井的位置和数量应根据建筑物高度、建筑物变形缝位置、防火分区、系统要求、供电回路半径等因素确定，并应符合下列规定：
- 1 不应与电梯井、其他专业管道井共用同一竖井；
 - 2 不应贴邻热烟道、热力管道及其他散热量大的场所；
 - 3 电气竖井井壁的耐火极限不应低于 1.00h（避难层为 2.00h）；
 - 4 电气竖井应在每层楼板处采取防火分隔措施，且防火分隔组件的耐火性能不应低于楼板的耐火性能；
 - 5 竖井检查门应为防火门，具体防火等级应符合 GB 55037-2022 第 6.4.4 及 7.1.15.2 条规定。
- 5.3.4 变电所的电缆夹层、电缆沟和电缆室应采取防水、排水措施。所有由室外进入室内的强电、弱电套管均应采用防水套管，预埋后必须立即封堵，避免封堵不及时，外水顺管进入室内。电缆穿墙（侧壁）的防水做法，施工单位应根据现场实际情况及自身施工水平采用国标图集《110kV 及以下电缆敷设》12D101-5 第 131 页 4 种方案中的其中一种。电缆所穿保护管应超出建筑物散水坡 200mm，且应对管口实施阻水堵塞。对于敷设在室外的梯架、托盘和槽盒，当进入室内或配电箱（柜）时应有防雨水措施，槽盒底部应有泄水孔。室外埋地电气线管埋深（覆土深度）不应小于 0.5m，过车道应采用或外套热浸镀锌 SC 型钢管防护。室外安装的电线管及接线盒应选用防水及防日照辐射性能好的产品，做好防水密闭措施，且室外设备及管线应安装牢固，保证在最强暴风雨中完好无损。室外配电线路线缆分支处应设置接线盒或采用或电缆集成 T 接端子，安装高度不低于 0.5 m；当难以实施时，应采取有效防水、防漏电措施。
- 5.3.5 金属电缆桥架、托盘、槽盒、梯架、支架、母线槽、铠装电缆、耐火电缆和矿物绝缘电缆的金属外套及金属配建应可靠进行等电位联结：等电位联结保护接地连接应可靠，连接面的涂层应先局部清除，确保接触良好。金属电缆桥架、其支架、母线槽、电缆金属外套全长不少于 2 处（在起始端和终端，全长大于 30m 时，每隔 20m~30m 应增加一个接地连接点；母线槽垂直每三层连接一次）与接地干线相连接；在伸缩缝或连续铰连接处应采用软铜导线或编织铜线连接，其截面积不应小于 16mm²；非镀锌电缆桥架间连接板的两端跨接铜芯接地线，接地线最小允许截面积不小于 4mm²；镀锌电缆桥架间连接板的两端不跨接接地线，但连接板两端应有不少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。电缆桥架在引入引出建筑物时，应与建筑物的室内接地干线或室外接地装置相连接。高分子合金电缆桥架、玻璃钢桥架可不接地。
- 5.3.6 电缆在金属槽盒、托盘和梯架内敷设时，电缆总截面积与槽盒、托盘和梯架横截面面积之比，电力电缆、控制电缆及信号电缆均不应大于 20%。同一路径无防干扰要求的线路，可敷设于同一金属导管或金属槽盒内，且金属槽盒内载流导线不宜超过 30 根（三根以上载流电线或电缆在槽盒内敷设，当乘以相应规范规定的载流量校正系数时，可不限电线或电缆根数）。
- 5.3.7 电气线路敷设应避开炉灶、烟囱等高温部位及其他可能受高温作业影响的部位，不应直接敷设在可燃物上。
- 5.3.8 室内明敷的电气线路，在有可燃物的吊顶或难燃性、可燃性墙体内敷设的电气线路，应具有相应的防火性能或防火保护措施。
- 5.3.1 有可燃物闷顶和吊顶内敷设电力线缆时，应采用不燃材料的导管或电缆槽盒保护。
- 5.3.2 有抗干扰要求的线路敷设时，应采用金属导管、金属槽盒布线。
- 5.3.3 配电线路不得穿越通风管道内腔或直接敷设在通风管道外壁上，穿金属导管保护的配电线路可紧贴道风管道外壁敷设。禁止吊顶内的线管敷设不到位，线管末端未敷设到箱、盒内，有导线裸露的现象。禁止用聚氯乙烯玻纤管（黄蜡管）作为电线导管暗埋在楼板和墙体内或用于电线导管间和电线导管与箱、盒的连接。
- 5.3.4 同一回路的所有相线、中性线和 PE 线，应敷设在同一金属槽盒内或穿于同一根金属导管内。
- 5.3.5 穿过外墙、临空墙、防护密闭隔墙和密闭隔墙的各种电缆（包括动力、照明、消防报警、智能化等）管线和预留备用管，应进行防护密闭或密闭处理，应选用管壁厚度不小于 2.5mm 的热浸镀锌钢管，套管两端伸出墙面的长度宜为 30mm~50mm，电线、电缆穿人防区域的套管均应按人防要求进行施工，做法详见《防空地下室电气设备安装》07FD02 标准图集。
- 5.3.6 各种电缆应在下列部位设线路编号、型号及起、止点等标记：首端、尾端、转弯、分支、人孔及电缆井内、穿墙，水平时每隔 50m 处，垂直时每层。标志牌的字迹须清晰不易脱落。标志牌规格须统一，用塑料制成，并用尼龙绑扎带或同等材料牢固系在电缆上。

- 5.3.7 电缆敷设严禁有绞拧、铠装压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷。电缆保护管内径应大于电缆外径的 1.5 倍。单芯电缆不能穿钢管，当必须穿钢管时，应将钢管沿纵向切开一条缝。每根电力电缆应在进户处、接头、电缆终端头等处留有一定裕量。两终端间的连接电缆须整段连续而无中间接头；如由于电缆长度或路径的关系必须有直线接头须在施工前将拟采用的连接方法报相关单位批准。
- 5.3.8 电缆梯架、托盘和槽盒转弯、分支处宜采用专用连接配件，其弯曲半径不应小于梯架、托盘和槽盒内电缆最小允许弯曲半径，电缆最小允许弯曲半径应符合下表的规定。（注：D 为电缆直径）

电缆形式		电缆外径 (mm)	多芯电缆	单芯电缆
塑料绝缘电缆	无铠装	—	15D	20D
	有铠装		12D	15D
橡皮绝缘电缆	无铅包和铠装		10D	
	有铅包(有铠装)		15d(20d)	
控制电缆	非铠装型、屏蔽型软电缆		6D	
	铠装型、铜屏蔽型		12D	
	其他		10D	
铝合金导体电力电缆		—	7D	
氧化镁绝缘刚性矿物绝缘电缆（BTTZ）		D<7	2D	
		7≤D<12	3D	
		12≤D<15	4D	
		D≥15	6D	
云母带矿物绝缘波纹铜护套电缆（RTTZ）		D≤12	6D	
		12<D≤20	10D	
		20<D≤40	15D	
		D>40	20D	
陶瓷化硅橡胶(矿物)绝缘耐火电缆(有无卤 低压阻燃聚烯烃外护套)		—	8D	
陶瓷化硅橡胶(矿物)绝缘耐火电缆(无无卤 低压阻燃聚烯烃外护套)		—	6D	
其他矿物绝缘电缆		—	15D	

- 5.3.9 所有配电干线均应按 35 度环境温度下空气中敷设时的载流量选定，并应考虑集中敷设在电缆桥架上的载流量降低效应影响。
- 5.3.10 对于多根并联导体组成的线路，当采用一台保护电器保护所有导体时，其线路的允许持续载流量 (I_L) 应为每根并联导体的允许持续载流量之和，并应符合下列规定：
- 1 导体的材质、截面积、长度和敷设方式均应相同；
 - 2 线路全长内不应有分支线路引出或用作隔离或通断的电器；
 - 3 线路布置使并联导体之间的电流分配应均衡。
- 5.3.11 由同一变电所供给一级负荷用电设备的两个回路电源的配电装置宜分列设置，当不能分列设置时，其母线分段处应设置防火隔板或有门洞的隔墙。
- 5.3.12 电力线缆、控制线缆和智能化线缆室外布线应符合下列规定：
- 1 除安全特低电压外，室外埋地敷设的电力线缆、控制线缆和智能化线缆应采用护套线、电缆或光缆，并应采取相应的保护措施。
 - 2 室外埋地敷设的电力线缆、控制线缆和智能化线缆不应平行布置在地下管道的正上方或正下方。
- 5.3.13 当采用电缆排管布线时，在线路转角、分支处以及变更敷设方式处，应设电缆人（手）孔井。电缆人（手）孔井不应设置在建筑物散水内。
- 5.3.14 电力、电信电缆人(手)孔井必须设置井盖，并应符合下列要求：
- 1 井盖设施的材料、结构形式、荷载能力等应符合相关标准和规范要求；
 - 2 井盖设施与地面保持平顺，不得突起、沉降；
 - 3 井盖与基座的连接应当紧密、稳固，并具有防盗功能，确保行人、车辆通过时无异响、不移

位、不损坏；

4 井盖和井座应标明类别、功能和维护管理责任人名称、保修电话，井座还应当标明编号；

5 深度超过 1.5 米的井盖设施应当安装防坠落设施。

5.3.15 导线安装要求：

5.3.41.1 明敷设用的塑料导管、槽盒、接线盒、分线盒应采用阻燃性能分级为 B1 级的难燃制品。

5.3.41.2 本工程所选用的金属电线管为套接紧定式镀锌钢套管（JDG 管）。套接紧定金属套管所选配的导管及接头、紧定螺钉、爪型螺母等连接应符合《套接紧定式钢套管电线管路施工及验收规范》CECS 120：2007 的要求；导管与接头或结构连接时，管端应插到止位环处，紧定螺钉应紧固并拧断钉头；导管与箱（盒）连接时，爪型螺母的爪应压紧并刺入箱（盒）壁。暗埋的接线盒应采用 86 型深度超过 5cm 的加深底盒。

5.3.41.3 穿管敷设的导线在管内不得有接头，分支接头应在接线盒内进行。当电线管长度超过 15m 或有两个直角弯时，应设接线盒。金属线管的弯曲半径应不小于其外径的 6 倍。电线或电缆在槽盒内不宜设置接头。当确需在槽盒内设置接头时，应采用专用连接件。管槽内导线间及对地的绝缘电阻应不小于 $0.5M\Omega$ 。

5.3.41.4 吊顶内出线盒引至设备用电点的线路可采用柔性导管配线，但其与电气设备、器具连接时，柔性导管的长度在动力工程中不宜大于 0.8m，在照明工程中不宜大于 1.2m；在有可燃物的闷顶和封闭吊顶内明敷时，柔性导管必须采用双层金属层可挠金属电线管，且消防设备配电用柔性金属导管应涂防火材料保护。

5.3.41.5 在无吊顶场所，照明、电力、控制线路可采用焊接钢管（SC）、套接紧定式钢管（JDG）、可弯曲金属导管（KJG）镀锌电线管或聚氯乙烯硬质塑料管（PC）暗埋敷设；其中消防应急照明及疏散指示系统的线路应采用热浸镀锌金属管暗敷或明敷，明敷时还要涂防火材料保护；火灾自动报警系统消防用电设备、消防联动控制、自动灭火控制、通信、应急照明及应急广播等线路暗敷时应采用金属导管保护，单纯只接火灾报警探测器或输入模块的报警总线可采用 B1 级的刚性塑料管暗敷保护，但明敷时必须用金属管保护。在楼板及墙体内暗敷，暗敷的金属导管管壁厚度不应小于 1.5mm，在室内潮湿地区、场所或室外敷设时，应改用壁厚不小于 2.0mm 的热浸镀锌钢管。暗敷于墙内或混凝土内的刚性塑料导管应采用燃烧性能等级 B2 级、壁厚 1.8mm 及以上的导管，其引出地（楼）面的一定高度内，应穿钢管或采取其他防止机械损伤的措施；明敷时应采用燃烧性能等级 B1 级、壁厚 1.6mm 及以上的导管。人防工程防护密闭热浸镀锌钢管壁厚度不小于 2.5mm。敷设在钢筋混凝土现浇楼板内的线缆保护导管最大外径不应大于楼板厚度的 $1/3$ ，敷设在垫层的线缆保护导管最大外径不应大于垫层厚度的 $1/2$ 。线缆保护导管暗敷时，外护层厚度不应小于 15mm；消防设备线缆保护导管暗敷时，外护层厚度不应小于 30mm。当电源线缆导管与采暖管线同层敷设时，电源线缆导管宜敷设在采暖管线的下面，并不应与采暖管线平行敷设。建筑物顶棚内、墙体及顶棚的抹灰层、保温层及装饰面板内或在易受机械损伤的场所不应不得采用直敷布线。

5.3.41.6 室内干燥场所的线缆采用导管布线时，应符合下列规定：

- 1 采用金属导管布线时，其壁厚不应小于 1.5mm；
- 2 采用塑料导管暗敷布线时，应选用不低于中型的导管。

5.3.41.7 室内潮湿场所的线缆明敷时，应符合下列规定：

- 1 应采用防潮防腐材料制造的导管或电缆桥架；
- 2 当采取金属导管或电缆桥架时，应采取防潮防腐措施，且金属导管壁厚不应小于 2.0mm；
- 3 当采用可弯曲金属导管时，应选用防水重型的导管。

5.3.41.8 建筑物底层及地面层以下外墙内的线缆采用导管暗敷布线时，应符合下列规定：

- 1 采用金属导管布线时，其壁厚不应小于 2.0mm；
- 2 采用可弯曲金属导管布线时，应选用防水重型的导管；
- 3 采用塑料导管布线时，应选用重型的导管。

5.3.41.9 线缆采用导管暗敷布线时，应符合下列规定：

- 1 不应穿过设备基础;
 - 2 当穿过建筑物外墙时,应采取止水措施。
- 5.3.41.10 火灾自动报警系统的电源和联动线路应采用金属导管或金属槽盒保护。
- 5.3.41.11 民用建筑内电力线缆、控制线缆和智能化线缆敷设应符合下列规定:
- 1 不应采用裸露带电导体布线;
 - 2 除塑料护套电线外,其他电线不应采用直敷布线方式;
 - 3 明敷的导管、电缆桥架,应选择燃烧性能不低于 B1 级的难燃材料制品或不燃材料制品。
- 5.3.41.12 消防用电设备、消防联动控制、自动灭火控制、通信、应急照明及应急广播等线路在吊顶内敷设或明敷时采用的金属管、金属槽盒应涂防火涂料保护。
- 5.3.41.13 除下列 1、2 情况外,不同电压等级,不同回路的导线不得共管敷设。1、同一设备或同一流水作业线设备的电力回路和无防干扰要求的控制回路;2、穿在同一管内绝缘导线总数不超过 8 根,且为同一照明灯具的几个回路或同类照明的几个回路。
- 5.3.41.14 防干扰弱电线路应采用镀锌电线管或封闭式金属槽盒配线。临时使用沿地面明敷的线缆,应采用绝缘耐压的线槽板加强绝缘保护。
- 5.3.41.15 导管穿越建筑物变形缝处时,应设置补偿装置。
- 5.3.41.16 爆炸危险性场所的电气线路应做好隔离密封措施,应采用低压流体输送用镀锌焊接钢管及防爆线盒配线,管子连接要求螺纹旋合不应小于 5 扣,在爆炸性环境 1 区内电缆线路严禁有中间接头,在 2 区、20 区、21 区内不应有中间接头。
- 5.3.41.17 所有管、槽在线路连接、转角、分支及终端处应采用专用附件。
- 5.3.41.18 电线应用颜色区别其相序:L1-黄色、L2-绿色、L3-红色、N-淡蓝色、PE-黄绿双色。
- 5.3.41.19 所有分支配电回路均单独穿管敷设。各回路 N、PE 线均从配电箱内分别引出。
- 5.3.41.20 导线分支接头优先采用压接帽连接;若采用缠绕搪锡方法,包扎绝缘层应不低于原来导线的绝缘强度,接线处的连接导线绝缘层受损处,要求重新包扎好。
- 5.3.41.21 金属导管应与保护导体可靠连接,并应符合下列规定:
- 1 镀锌钢导管、可弯金属导管和金属柔性导管不得熔焊连接;
 - 2 当非镀锌钢导管采用螺纹连接时,连接处的两端应熔焊焊接保护联结导体;
 - 3 镀锌钢导管、可弯曲金属导管和金属柔性导管连接处的两端宜采用专用接地卡固定保护联结导体;
 - 4 机械连接的金属导管(如 JDG 管),管与管、管与盒(箱)体的连接配件应选用配套部件,其连接应符合产品技术文件要求,当连接处的接触电阻值符合现行国家标准《电气安装用导管系统 第 1 部分:通用要求》GB/T 20041.1 的相关要求时,连接处可不设置保护联结导体,但导管不应作为保护导体的接续导体;
 - 5 金属导管与金属梯架、托盘连接时,镀锌材质的连接端宜用专用接地卡固定保护联结导体,非镀锌材质的连接处应熔焊焊接保护联结导体;
 - 6 以专用接地卡固定的保护联结导体应为铜芯软导线,截面积不应小于 4mm²;以熔焊焊接的保护联结导体宜为圆钢,直径不应小于 6mm,其搭接长度应为圆钢直径的 6 倍。
 - 7 接地(含跨接)连接点防松装置应齐全,可靠连接面的涂层应先局部清除,确保接触良好。
- 5.3.41.22 同回路接线盒、插座、灯头、设备间连接的接地(PE)线,严禁串联连接,应采用接线帽或焊锡等可靠的永久连接方式。
- 5.3.41.23 插座接线中的相线与中性导体(N)不应利用插座本体的接线端子转接供电。对于单相两孔插座,面对插座的右孔或上孔应与相线连接,左孔或下孔应与中性导体(N)连接;对于单相三孔插座,面对插座的右孔应与相线连接,左孔应与中性导体(N)连接。单相三孔、三相四孔及三相五孔插座的保护接地导体(PE)应接在上孔;插座的保护接地导体端子不得与中性导体端子连接;同一场所的三相插座,其接线的相序应一致。
- 5.3.41.24 严禁在应急照明(包括备用照明、疏散照明)配电回路中设置、连接插座。

- 5.3.41.25 管线不应穿过设备基础；当穿过建筑物基础时，应加防水套管保护；当穿过建筑物变形缝时，应设补偿装置。所有穿过建筑物伸缩缝、沉降缝、后浇带的管槽应按国家、地方标准图集中有关做法施工。
- 5.3.41.26 照明平面图中，配电箱的每一个出线回路单独配一根导管，出线导管内的导线根数为3根（1根相线L+1根中性线N+1根保护接地线PE）；一个灯（或电扇）配电回路接入单联单控开关盒的导管内的导线根数为2根（1根进盒相线L+1根被控相线L）；接入多（n）联单控开关盒的导管内的导线根数为n+1根（1根进盒相线L+n根被控相线L）；多（n）联双控（中途）开关L线先接入的开关盒的导管内的导线根数为2n+1根（1根进盒相线L+2n根被控相线L），直接接灯的多（n）联双控（中途）开关盒的导管内的导线根数为3n根（2n根入盒被控相线L+n根出盒被控相线L），处于头尾之间的多（n）联双控（中途）开关盒的导管内的导线根数为4n根（2n根进盒相线L+2n根被控相线L）；接入末端灯头接线盒的导线根数为3根（1根相线L+1根中性线N+1根保护接地线PE），其余接入中间接线盒的导管内导线根数为[2根（1根中性线N+1根保护接地线PE）+途径的被控相线L根数+途径的1根相线L（若有）]，平面图中不再表示。同一个多联开关面板的不同开关只能接同一配电回路的相线L，不同配电回路的开关面板应独立分开。所有灯头均应预留PE线，当采用Ⅰ类灯具时，灯具的外露可导电部分应可靠接地。
- 5.3.41.27 风机盘管电源通常只在其附近的顶棚内预留接线盒，壁装温控器至风机盘管的控制线芯数要求通常以工程项目实际所选用的温控器使用说明书中的接线要求为准，控制线铜导体截面大小正常情况下应与其配电回路电线截面一致，只有当温控器接线端子较小，不能接入 2.5mm^2 导线时，才能采用小一级的 1.5mm^2 的电线作为其控制线，平面图中不再具体标注，可参考如下：
- 1 当风机盘管采用自复位型电磁式二通阀时：
 - 1) 单冷无显示器三速温控器为（或二管制冷/暖，温控器上设有冷/暖两档开关时）：WDZB1(2)-BYJ(F)（或者GYJS(F)）-5x1.5-JDG20/WC。
 - 2) 冷暖无显示器三速温控器为（四管制或二管制冷/暖，需单独在水管上加温度控制器时）：WDZB1(2)-BYJ(F)（或者GYJS(F)）-6x1.5-JDG20/WC。
 - 3) 单冷带显示器三速温控器为：WDZB1(2)-BYJ(F)（或者GYJS(F)）-6x1.5-JDG20/WC。
 - 4) 冷暖带显示器三速温控器为（四管制或二管制冷/暖，需单独在水管上加温度控制器时）：WDZB1(2)-BYJ(F)（或者GYJS(F)）-7x1.5-JDG20/WC。
 - 2 当风机盘管采用双位式电动二通阀时：
 - 1) 单冷无显示器三速温控器（或二管制冷/暖，温控器上设有冷/暖两档开关时）为：WDZB1(2)-BYJ(F)（或者GYJS(F)）-6x1.5-JDG20/WC。
 - 2) 冷暖无显示器三速温控器（四管制或二管制冷/暖，需单独在水管上加温度控制器时）为：WDZB1(2)-BYJ(F)（或者GYJS(F)）-8x1.5-JDG25/WC。
 - 3) 单冷带显示器三速温控器为：WDZB1(2)-BYJ(F)（或者GYJS(F)）-7x1.5-JDG20/WC。
 - 4) 冷暖带显示器三速温控器（四管制或二管制冷/暖，需单独在水管上加温度控制器时）为：WDZB1(2)-BYJ(F)（或者GYJS(F)）-9x1.5-JDG25/WC。
 - 3 如果采购的风机盘管需满足智能化专业联网控制的要求，则需按智能化施工图或深化设计图的要求另外增加相应的控制导线，并单独穿管JDG20敷设；如果温控器或暖通专业的水阀门需要-24V电源，则需另行考虑风机盘管及温控器的具体控制线芯数及根数。施工单位必须在施工前与装修、强电、智能化及暖通专业设计师及业主沟通落实清楚以上情况，再做出正确的采购及施工。
- 5.3.41.28 VRV空调室内机、温控器与室外主机之间的信号及控制线型号规格由各空调设备生产厂自行确定及提供，建议其根据工程实际采用在顶棚内、埋墙等方式穿JDG20管或封闭式金属槽盒敷设，施工单位应参考冷媒管的敷设路径自行决定控制线的敷设路由及安装方式，平面图中不再具体标注，信号和控制线及其所穿管材的材料费和施工费应包含在VRV空调设备施工报价内。
- 5.3.41.29 电线穿管管径应不小于下列各表的要求（平面图中不再表示）：

电线型号 450/750V	单芯导线 穿管根数	电线穿低压流体输送用焊接镀锌钢管(SC) (mm)													
		电线截面积 (mm ²)													
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
BV	2	15					20	25		32	40	50			
BV-105	3							20			40				
ZRBV	4						25			40	50				
NHBV	5							32	40						
WDZ-BYJ (F)	6				20				40		65		80		
WDZN- BYJ (F)	7														
WDZ-GYJS (F)	8					25			50		80			100	
WDZN-GYJS (F)															

此表按导管内配电电线的总截面面积（包括外护层）不超过导管内截面面积的 40% 计算。

电线型号 450/750V	单芯导线 穿管根数	电线穿低压流体输送用焊接镀锌钢管(SC) (mm)													
		电线截面积(mm ²)													
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
BV	2						20	25	32	40	50				
BV-105	3						25	32	40			65	80		
ZRBV	4	15						40				80			
NHBV	5						32		50		80	100			
WDZ-BYJ (F)	6	20					40								
WDZN- BYJ (F)	7					25				80			125		
WDZ-GYJS (F)	8						40	50							150
WDZN-GYJS (F)															

此表按导管内电线截面积≤6mm²时，按▷内孔截面积的33%计算；10~50mm²时，按▷内孔截面积的27.5%计算；≥70mm²时，按▷内孔截面积的22%计算。

电线型号 450/750V	单芯导线 穿管根数	电线穿可弯曲金属导管(KLG)（mm）													
		电线截面积(mm ²)													
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
BV	2						25				40	50			
BV-105	3						20								
ZRBV	4	15					25								
NHBV	5						40			65					
WDZ-BYJ（F）	6				20			32			50				
WDZN- BYJ（F）	7				25			40					80	100	
WDZ-GYJS（F）	8						40							—	
WDZN-GYJS（F）															

此表按导管内配电电线的总截面面积（包括外护层）不超过导管内截面面积的 40%计算。

电线型号 450/750V	单芯导线 穿管根数	电线穿可弯曲金属导管(KLG) (mm)													
		电线截面积(mm ²)													
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
BV	2					20	25	32	40	50	65				
BV-105	3					25		40	50	65					
ZRBV	4	15				32					80				
NHBV	5		20					50				100			
WDZ-BYJ (F)	6								65						
WDZN- BYJ (F)	7				25			40		80	100	125			
WDZ-GYJS (F)	8					32		50						—	
WDZN-GYJS (F)															

此表按导管内电线截面积≤6mm²时，按▷内孔截面积的 33 % 计算；10~50mm²时，按▷内孔截面积的 27.5 % 计

算； $\geq 70\text{mm}^2$ 时，按 ∇ 内孔截面积的 22% 计算。

电线型号 450/750V	单芯导线 穿管根数	电线穿套接扣压式薄壁钢管 (KBG) 或套接紧定式钢管 (JDG) (mm)														
		电线截面积 (mm ²)														
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	—	
BV	2						20	25				40	50			
BV-105	3	16						25	32	40						
ZRBV	4									40						
NHBV	5			20						50						
WDZ-BYJ (F)	6					25									—	
WDZN- BYJ (F)	7							40								
WDZ-GYJS (F)	8							32		50						

此表按导管内配电电线的总截面积 (包括外护层) 不超过导管内截面面积的 40% 计算。

电线型号 450/750V	单芯导线 穿管根数	电线穿套接扣压式薄壁钢管 (KBG) 或套接紧定式钢管 (JDG) (mm)													
		电线截面积 (mm ²)													
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	—	—	—	—
BV	2					25					40	—			
BV-105	3	16					32	40							
ZRBV	4			20					50						
NHBV	5			25		40									
WDZ-BYJ (F)	6														
WDZN- BYJ (F)	7														
WDZ-GYJS (F)	8														
WDZN-GYJS (F)															

此表按导管内电线截面积≤6mm²时, 按▷内孔截面积的 33% 计算; 10~50mm²时, 按▷内孔截面积的 27.5% 计算; ≥70mm²时, 按▷内孔截面积的 22% 计算。

电线型号 450/750V	单芯导线 穿管根数	电线穿聚氯乙烯硬质电线管 (PC) 或聚氯乙烯半硬质电线管 (FPC) (mm)													
		电线截面积 (mm ²)													
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	—	—
BV	2						25		32				50	—	
BV-105	3	16						32		40	50				
ZRBV	4			20				32							
NHBV	5			25			32		50						
WDZ-BYJ (F)	6							40				—			
WDZN- BYJ (F)	7														
WDZ-GYJS (F)	8														
WDZN-GYJS (F)	8														

此表按导管内配电电线的总截面积 (包括外护层) 不超过导管内截面面积的 40% 计算。

电线型号 450/750V	单芯导线 穿管根数	电线穿聚氯乙烯硬质电线管 (PC) 或聚氯乙烯半硬质电线管 (FPC) (mm)													
		电线截面积 (mm ²)													
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	—	—	—	—
BV	2						25	32			50				
BV-105	3		16				32			50					
ZRBV	4			20				40	50						
NHBV	5				25									—	
WDZ-BYJ (F)	6														
WDZN- BYJ (F)	6														
WDZ-GYJS (F)	7					32		50							

WDZN-GYJS (F)	8			40		
---------------	---	--	--	----	--	--

此表按导管内电线截面积 $\leq 6\text{mm}^2$ 时，按 \triangleright 内孔截面积的 33 % 计算； $10\sim 50\text{mm}^2$ 时，按 \triangleright 内孔截面积的 27.5 % 计算； $\geq 70\text{mm}^2$ 时，按 \triangleright 内孔截面积的 22 % 计算。

5.3.16 电缆桥架（包括梯架、托盘、线槽或槽盒）多层敷设时，层间距离应满足敷设和维护需要，并符合下列规定(mm)：

类别		垂直间距	平行间距
电力电缆	电力电缆	300	200
电力电缆	电信电缆	500	200
	电信电缆（有屏蔽盖板）	300	200
控制电缆	控制电缆	200	200
电缆桥架	顶棚、楼板或梁	150	200

5.3.17 电缆在电缆沟、隧道或共同沟内敷设时，电缆支架层间垂直距离的允许最小值(mm)：

电缆电压级和类型，敷设特征		普通支架、吊架	桥架
控制电缆明敷		120	200
电力电缆明敷	20kV及以下，但6kV~10kV交联聚乙烯电缆除外	150~200	250
	35kV ， 6kV~10kV交联聚乙烯	200~250	300
电缆敷设在槽盒中		h+80	h+100
注：h表示槽盒外壳高度			

5.3.18 电缆在电缆沟、隧道中通道净宽允许最小值(mm)：

电缆支架配置及其通道特征	电缆沟沟深			电缆隧道
	<600	600~1000	>1000	
两侧支架间净通道	300	500	700	1000
单列支架与壁间通道	300	450	600	900
电缆支架的长度，在电缆沟内不宜大于0.35m；在隧道内不宜大于0.50m。				

5.3.19 金属导管敷设与各种管道的最小净距（mm）应符合下列规定：

- 1 与热水管、蒸汽管同侧敷设时，应敷设在热水管、蒸汽管下方，当有困难时，亦可敷设在热水管、蒸汽管上方；
- 2 当不能符合本条第 1 款要求时，应采取隔热措施。
- 3 当与水管同侧敷设时，宜将金属导管敷设在水管的上方。

管道类别		平行净距	交叉净距
有腐蚀性液体、气体的管道		0.5	0.5
热水管	上方	300	100
	下方	200	100
无保温蒸汽管（有保温蒸汽管）	上方	1000(200)	300(200)
	下方	500(200)	300(200)
其他工艺管道(不包括可燃气体及易燃、可燃液体管道)		100	50
音响的电声线路		1000	500

5.3.20 电缆桥架（包括梯架、托盘、线槽或槽盒）及母线槽与各种管道的最小净距（m）应符合下列规定：

- 1 电缆桥架不宜敷设在气体管道和热力管道的上方及液体管道的下方。当不能满足上述要求时，应采取防水、隔热措施。
- 2 厨房内电缆槽盒、设备电源管线，应避开明火 2.0m 以外敷设。
- 3 厨房内电缆槽、盒应避开产生蒸汽等热气流 2.0m 以外敷设。
- 4 电缆桥架转弯处的弯曲半径，不应小于桥架内电缆最小弯曲半径的最大值。
- 5 电缆桥架不得在穿过楼板或墙体等处进行连接。

管道类别		平行净距	交叉净距
有腐蚀性液体、气体的管道		0.5	0.5
热力管道	有保温层	0.5	0.3

	无保温层	1.0	0.5
其他工艺管道		0.4	0.3

5.3.21 智能化系统线缆与电力电缆的间距(mm)

类别	与智能化系统线缆接近状况	最小间距(mm)
380V 电力电缆 <2kV·A	与缆线平行敷设	130
	有一方在接地的金属槽盒或钢管中	70
	双方都在接地的金属槽盒或钢管中	10
380V 电力电缆 <2kV·A~ 5kV·A	与缆线平行敷设	300
	有一方在接地的金属槽盒或钢管中	150
	双方都在接地的金属槽盒或钢管中	80
380V 电力电缆 >5kV·A	与缆线平行敷设	600
	有一方在接地的金属槽盒或钢管中	300
	双方都在接地的金属槽盒或钢管中	150
注：双方都在接地的槽盒中，系指两个不同的线槽，也可在同一线槽中用金属板隔开，且平行长度不大于 10m。		

5.3.22 严寒或寒冷地区直埋电力工程管线应根据土壤冰冻深度确定管线覆土深度；非直埋电力、通信工程管线以及严寒或寒冷地区以外地区的工程管线应根据土壤性质和地面承受荷载的大小确定管线的覆土深度。其管线的最小覆土深度应符合下表的规定。当受条件限制不能满足要求时，可采取安全措施减少其最小覆土深度。

电力、通信工程管线的最小覆土深度(m)

管线名称		电力管线		通信管线	
		直埋	保护管	直埋及塑料、混凝土保护管	钢保护管
最小覆土深度	非机动车道(含人行道)	0.70	0.50	0.60	0.50
	机动车道	1.00	0.50	0.90	0.60

5.3.23 室外电力电缆敷设间距要求：

电缆与电缆或电缆与管道、道路、构筑物等相互间的允许最小距离(m)

电缆与电缆或电缆与管道、道路、构筑物等相互间的允许最小距离(m)					
电缆直埋敷设时的周围设施状况		允许最小间距			
		平行	特殊条件	交叉	特殊条件
控制电缆之间		—	—	0.50	当采用隔板分隔或电缆穿管时，间距应大于或等于 0.25m
电力电缆之间或与控制电缆之间	10kV 及以下电力电缆	0.10	—	0.50	
	10kV 以上电力电缆	0.25	隔板分隔或穿管时，应大于或等于 0.10m	0.50	
不同部门使用的电缆		0.50		0.50	
电缆与地下管沟	热力管沟	2.00	特殊情况，可适当减小，但减小值不得大于 50%	0.50	
	油管或易(可)燃气管道	1.00	—	0.50	交叉时电缆应穿于保护管，保护范围超出路基 0.50m 以上
	其他管道	0.50	—	0.50	
电缆与铁路	非直流电气化铁路路轨	3.00	—	1.00	
	直流电气化铁路路轨	10.00	—	1.00	
电缆与树木的主干		0.70	—	—	—

电缆与建筑物基础	0.60	特殊情况下,可适当减小,但减小值不得大于50%	—	—
电缆与公路边	1.50		1.00	交叉时电缆应穿于保护管, 保护范围超出路、沟边 0.50m 以上
电缆与排水沟边	1.00		0.50	
电缆与 1kV 以下架空线杆	1.00		—	—
电缆与 1kV 以上架空线杆塔基础	4.00		—	—
与弱电通信或信号电缆	按电力系统单相接地短路电流和平行长度计算决定		0.25	—

5.3.24 室外通信电缆敷设间距要求:

通信管道和其他地下管线及建筑物间的最小净距（m）			
其他地下管线及建筑物名称		平行	交叉
已有建筑物		2.00	—
规划建筑物红线		1.50	—
给水管	$d\leq 300\text{mm}$	0.50	0.15
	$300\text{mm}<d\leq 500\text{mm}$	1.00	
	$d>500\text{mm}$	1.50	
污水、排水管		1.00	0.15
热力管		1.00	0.25
燃气管	$P\leq 300\text{kPa}$ ($P\leq 3\text{kg}/\text{cm}^2$)	1.00	0.30
	$300\text{kPa}<P\leq 800\text{kPa}$ ($3\text{kg}/\text{cm}^2<P\leq 8\text{kg}/\text{cm}^2$)	2.00	
电力电缆	35kV 以下	0.50	0.50
	35kV 以下	2.00	
高压铁塔基础边	35kV 以下	2.50	—
通信电缆(或通信管道)		0.50	0.25
通信电杆、照明杆		0.50	—
绿化	乔木	1.50	—
	灌木	1.00	—
道路边石边缘		1.00	—
铁路钢轨（或坡脚）		2.00	—
沟渠（基础底）		—	0.50
涵洞（基础底）		—	0.25
电车轨底		—	1.00
铁路轨底		—	1.50

注：1、主干排水管后敷设时，其施工沟边与管道间的平行净距不宜小于1.5m。
2、当管道在排水管下部穿越时，交叉净距不宜小于0.4m，通信管道应做包封处理。
3、在交越处2m范围内，燃气管不应做接合装置和附属设备；如上情况不能避免时，通信管应做包封处理。
4、如电力电缆加保护管时，交叉净距可减至0.15m。

5.4 配电箱、控制箱、插座、开关等配电及用电设备选型及安装方式:

- 5.4.1 落地式配电柜、照明柜、控制柜柜体采用冷轧型钢/冷轧镀锌钢板或不锈钢板弯制焊接而成，钢板厚度不小于2.0mm。配电箱、照明箱、控制箱长边小于1000mm的箱体，采用厚度不小于1.5mm的冷轧镀锌钢板，长边≥1000mm的箱体，采用厚度不小于2mm的冷轧镀锌钢板折剪焊接而成。
- 5.4.2 配电柜（箱）、照明柜（箱）、控制柜（箱）等在室内专用配电间、控制室等干燥场所内安装时，其防护等级不低于IP30（应急照明配电箱、应急照明集中电源为IP33），与消防水泵、生活水泵、空调水泵及其他与水系统有关的设备设置在同一空间等潮湿场所时，其防护等级不应低于IP55（应急照明配电箱、应急照明集中电源为IP65），且其安装位置正上方或附近不应有水管道经过，并应采取有效的物理防护措施来防止因管道滴漏或爆管而引起的电气故

障事故发生，室外安装时不低于 IP65。可燃材料仓库的配电箱应设置在仓库外。

- 5.4.3 专用蓄电池室应采用防爆型灯具，室内不得装设普通型开关和电源插座。
- 5.4.4 **地下车库、有水管道敷设的设备机房等有可能因洪水或管道或设备故障而积水的场所**，落地式用电设备底部距地高度不应小于 0.3m。
- 5.4.5 户外用电设备的底部基础应抬高，不宜低于该区域历史水淹的最高位置，且高出地面不应低于 0.5m。户外地势低洼或易发生内涝区域的户外用电设备应采用壁挂式，设备底部距地高度不低于 1.5m。户外用电设施杆体检修门（口）下沿不宜低于该区域历史水淹的最高位置，且距地面不应低于 0.5m，并配备防水槽、盖板及固定螺钉。
- 5.4.6 户内、户外公共场所安装的配电箱、控制箱等电气装置其箱体应配备专用锁具，并在箱体外壳上设置安全警示标记。
- 5.4.7 配电控制箱内开关等保护设备应注明所属支路编号、控制的设备名称部位及容量以便维修。
- 5.4.8 除特别标注外，要求本项目采购及使用的所有双电源切换开关均为 PC 级双电源自动切换开关 ATSE，其均应具有检修隔离功能；所有配电箱内断路器应带隔离功能。
- 5.4.9 施工单位应及时与智能化施工单位联系，确保采购的各类电力计量仪表符合所设计的智能化能源管理系统或电力监控系统远传接口的要求。
- 5.4.10 大型、贵重、特殊、独有、特有、专用、非标、专利等用电设备的配电控制箱或柜以及暖通、给排水等其他专业要求成套提供采购的用电设备配电控制箱或柜，由设备制造生产厂或供货商成套提供。其提供的一次配电控制系统图以及二次控制原理图，应满足、符合或按照国家现行的规范、标准及图集的要求。
- 5.4.11 电梯、空调、热水、锅炉、水泵、风机、充电桩等自带控制系统的设备在定货前应及相关电气及智能化专业设计人员协商相关自动控制技术接口要求，用以确定其供电及控制要求是否符合设计要求，否则应书面通知甲方、监理及相关设计人员，以便能及时进行处理可能造成影响。
- 5.4.12 应由空调机房设备厂家配套提供针对空调主机、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、板换设备、主管路系统、锅炉、空气源热泵系统等的空调机房智能化设备群监控系统（简称空调机房群控系统）。
- 5.4.13 具有主用、备用成组设备的二次控制回路电源应分别设置，并应由各自的保护装置保护。设备控制柜（箱）订货采购时应按设计图纸、国标图集《常用风机控制电路图》16D303-2、《常用水泵控制电路图》16D303-3、《常用电机 CPS 控制电路》西南 19D301 的要求配置相关控制系统，并预留相应的监控接口。当本项目智能化系统工程设计了建筑设备监控系统时，设备控制柜（箱）订货采购单位应及时与智能化施工单位联系，了解哪些设备纳入了建筑设备监控系统的监控范围，采购时相关设备控制柜（箱）的控制系统应按相关智能化设备监控原理图中的要求预留设备监控接点，同时监控接点的电压、电流要求及数量，应能满足智能化施工单位的深化设计图纸的要求。
- 5.4.14 由设备厂家成套提供的这些电控设备，其各项性能指标包括用电及人身安全防护等措施应能满足相应的国家及行业的设计及施工验收规范。当建筑环境条件所限，电动机控制箱未能装设在电动机附近便于操作和观察的地点时，应在电动机械旁装设检修用负荷隔离开关，开关应安装在专用带锁配电箱内，室外安装时应采用防水配电箱，设备检修时需先分断此开关才能进行检修，检修完毕后，负责安装检修维护的人员应及时把此开关重新打到闭合导通的状态并锁好配电箱门。
- 5.4.15 无机房电梯配电箱的设置位置，由于各个电梯厂家的要求皆不尽相同，有的要求设置在顶层，有些要求设置在底层，有的允许就近放置在配电间内，有的要求必须放在电梯前室，因此图纸中无机房电梯配电箱的放置位置只是暂定，其最终安装位置需配合建筑装修专业的要求并以电梯供货厂家的要求为准。（注：对无机房的电梯，其主电源开关应设置在井道外工作人员便于操作处，并应具有必要的安全防护。）
- 5.4.16 本次出图各电梯的用电量、供电开关及电缆的规格，是根据建筑专业提供的各电梯载重量及运行速度，由原设计查常用电梯数据手册得出的，实际电梯用电量、供电开关及电缆规格以建设方最终订货的电梯厂家所提供数据为准，因此电梯配电箱应在建设方确认电梯品牌型号规格，并经供货厂商及原设计确认箱内各供电开关及电缆规格符合电梯安全运行要求后才能最终订货。
- 5.4.17 客梯及客货兼用的电梯要求配套采购断电就近自动平层装置及自控系统。
- 5.4.18 **在消防电梯的首层入口处，应设置明显的标识和供消防救援人员专用的操作按钮**，其具体设

置位置详见电梯厂家的深化施工图；电梯轿厢内部应设置专用消防对讲电话和**视频监控系统**的**终端设备**。（如设置有电梯五方对讲系统，其通信线路采用了耐火线缆，其管线敷设也符合消防管线的要求，并且对讲主机设在消防保安监控室内，则轿厢内的五方对讲电话可满足消防对讲电话的要求）。

5.4.19 水泵、风机等设备，及其他电气装置除了需满足相关现行国家标准的节能评价要求（不应低于2级），如《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613-2020、《通风机能效限定值及能效等级》GB19761-2009、《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB19762-2007、《交流电气传动风机（泵类、空气压缩机）系统经济运行通则》GB/T 13466-2006 等外，相关单位在对电梯、空调、风机、水泵等设备进行采购时，应选购节能型产品，不得采购国家明令淘汰的相关型号产品，在满足设计参数的前提下，相应设备的用电功率不应大于暖通、给排水及电气等专业施工图中标示的功率，当设备功率确需偏离机电施工图中标示的功率时，应及时做出书面解释并通知相关建设、监理、设计及施工人员，以便能及时进行处理可能造成影响。上述设备的技术指标应经建设、监理、设计、施工方共同确认后才能订货，未经确认前，相应配电及控制回路的配电箱、控制箱及供电电缆不得订货，以免造成不必要的损失。

5.4.20 消防水泵的控制应符合下列规定：

- 1 消防水泵应能手动启停和自动启动；
- 2 消防水泵控制柜平时应使消防水泵处于自动启泵状态；
- 3 消防水泵不应设置自动停泵的控制功能，停泵应由具有管理权限的工作人员根据火灾扑救情况确定；
- 4 消防水泵应由消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位消防水箱出水管上的流量开关，或报警阀压力开关等开关信号直接自动启动，上述开关信号应除了能被火灾自动报警系统接收外，还应直接引入消防水泵控制柜内；
- 5 稳压泵应由消防给水管网或气压水罐上设置的稳压泵自动启停泵压力开关或压力变送器控制；
- 6 消防控制室内的消防控制柜或控制盘应设置专用线路连接的手动直接启泵按钮；
- 7 消防控制室应能显示消防水泵和稳压泵的运行状态；
- 8 消防控制室应能显示消防水池、高位消防水箱等水源的高水位、低水位报警信号，以及正常水位；
- 9 消防水泵、稳压泵应设置就地强制启停泵按钮，并应有保护装置；
- 10 消防水泵控制柜（**包括配电柜**）设置在专用消防水泵控制室时，其防护等级不应低于 IP30；与消防水泵设置在同一空间时，其防护等级不应低于 IP55；
- 11 消防水泵控制柜应采取防止被水淹没的措施（设置在地下室的落地式用电设备底部距地高度不应小于 0.3m，设置在首层的不应小于 0.15m）；
- 12 在高温潮湿环境下，消防水泵控制柜内应设置自动防潮除湿的装置；
- 13 当消防给水分区供水采用转输消防水泵时，转输泵宜在消防水泵启动后再启动；
- 14 当消防给水分区供水采用串联消防水泵时，上区消防水泵宜在下区消防水泵启动后再启动；
- 15 消防水泵控制柜应设置机械应急启泵功能，并应保证在控制柜内的控制线路发生故障时由有管理权限的人员在紧急时启动消防水泵；
- 16 机械应急启动时应确保消防水泵在**接受火警**后 5.0min 内**进入正常运行状态**；
- 17 消防水泵控制柜前面板的明显部位应设置紧急时打开柜门的装置；
- 18 民用建筑内的消防水泵不宜设置自动巡检装置。

5.4.21 事故通风应根据放散物的种类，设置相应的检测报警及控制系统。事故通风的手动控制装置应在室内外便于操作的地点分别设置。

5.4.22 交流充电桩的额定电流不应大于 32A。室外安装的交流充电桩的防水防尘等级不应低于 IP65。交流充电桩的控制应符合 GB 51348-2019 第 9.7.5 条规定；其配置的电能表应符合 GB 51348-2019 第 9.7.6 条规定；其防撞击措施应符合 GB 51348-2019 第 9.7.7 条规定。

5.4.23 根据安装环境和条件选择电伴热类型，并应符合下列要求：

- 1 在塑料或表面涂有油漆，而不能可靠接地的容器和管道上应选用屏蔽型产品；
- 2 管道内介质如有腐蚀性或电缆有可能接触腐蚀性的化学品，应选用防护型产品。
- 3 电伴热带的配电导线载流量应根据其容量选择。

- 4 应根据管道周围安装环境及空间尺寸，确定选择采用直线敷设还是螺旋敷设。
- 5 电伴热系统安装时，被伴热管道必须全部施工完毕，应进行压力试验（或 / 和气密试验），并符合有关要求。
- 6 每根发热电缆安装前均应进行电路连续性和绝缘性能的测试，系统绝缘电阻应大于 $50M\Omega$ 。
- 7 电伴热带应与被伴热管道（或设备）贴紧并固定，固定电伴热带时，扎带材料应根据管道的温度选用，严禁用金属丝绑扎。

5.4.24 消防设备配电箱、应急照明箱应设置于值班室、设备机房、配电间或电气竖井内，箱体应有明显的红色标志，并做防火处理，所有配电箱均不应直接安装在可燃材料上。为防止因生活用水跑冒或者消防水灭火系统动作产生的水介质对应急照明配电箱内部电子元件、线路造成损坏，应急照明配电箱（包括其余消防设备配电箱）应选择进、出线口分开设置在箱体下部的产品。

5.4.25 除了建筑装修有美观性要求的场所或部位需暗装外，一般配电箱、动力箱、控制箱在配电房、配电竖井、设备机房、车库、防火分区隔墙上均为明装，底边距地安装高度为：

箱体高度 (mm)	≤ 300	300~600	600~800	800~1000	1000~1200	1200
底边距地 (m)	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	落地式安装(下设 300mm 基础)

- 5.4.26 电动(防火)卷帘控制箱随卷帘明装，安装在帘头附近，具体位置现场定。
- 5.4.27 幼儿活动场所的配电箱、控制箱宜设置在专用配电小间或在墙上设置配电箱安装小空间，并用阻燃非导电材料制作小门并上锁，否则其底边安装距地不应低于 1.8m。
- 5.4.28 照明开关、插座均为 86 系列，除特别标注外均为暗装。插座应选择带有接地插孔的产品。当安装插座的接线盒为金属材质时，插座的接地插孔端子和金属接线盒应有可靠的电气连接。插座除注明者外，均为 250V，10A（16A）单相二、三极带保护门安全型插座。
- 5.4.29 开关、插座和照明灯具靠近可燃物时，应采取隔热、散热等防火措施。同一场所装设的电视、电话、网络等信息插座宜与电源插座选用同一系列产品，并装高一致。
- 5.4.30 信息插座和电源插座相邻安装的间距不宜小于 0.5m。
- 5.4.31 信息插座和电源插座采用埋地插座盒等强弱电同体设备时，其电磁兼容性指标应在设备监造或验收过程中得到确认，设备出厂试验报告、设备型式试验报告和设备现场验收的记录应归入工程竣工资料。
- 5.4.32 每一回路插座数量不宜超过 10 个，照明单相分支回路的电流不宜大于 16A，所接光源数或发光二极管灯具数不宜超过 25 个。
- 5.4.33 应急照明集中电源、A 型应急照明配电箱的输出回路不应超过 8 路；B 型应急照明配电箱的输出回路不应超过 12 路；每个输出回路在公共建筑中的供电范围不宜超过 8 层，在住宅建筑的供电范围不宜超过 18 层。配接灯具的数量不宜超过 60 只。A 型灯具配电回路的额定电流不应大于 6A；B 型灯具配电回路的额定电流不应大于 10A。
- 5.4.34 潮湿场所、未封闭阳台上及有洗浴的卫生间内 2 区以外的开关、插座应带防护等级为 IP54 的防潮防溅型保护面板；潮湿场所的插座底边距地不应低于 1.5 米；在室内安装的地面插座外壳防护等级不低于 IP54；应保证插座与燃气管、燃气表、热水管、热水器之间的净距不小于 300mm，与给排水管道之间的距离应大于 0.15m，电源插座距水槽边缘的水平距离应大于 600mm，插座不能位于出水口下方。可燃材料仓库的开关应设置在仓库外。
- 5.4.35 有洗浴功能的卫生间内的热水器、浴霸、排气扇等电源插座底边装高不应低于 2.25 米，并应安装在 2 区以外（照明开关、电源插座距淋浴间门口的水平距离不得小于 600mm）。托儿所、幼儿园儿童活动场所内的电源插座装高底边距地不应低于 1.8 米。
- 5.4.36 电辐射供暖、电热缆应每个房间单独设置发热电缆温控器，对于高大空间、浴室、卫生间、游泳池等区域，应采用测量地面温度的温控器；对需要同时控制室温和限制地表温度的场所应采用双温型温控器。
- 5.4.37 设备房、卫生间、厨房及电气竖井等插座安装高度为底边距地 1.5 米，其余未另外注明的一般插座底边距地装高 0.3m，安装在工作台侧隔板面及临近墙面上的强、弱电插座盒底距地宜为 1.0m（或直接安装在家具台面等其本身设计制造指定的安装位置），开关装高 1.4m（或 1.3m），距门框 0.15~0.2m，一般分体空调插座装高 2.0m，烘手器电源插座装高 1.5m，并列安装的插座开关高度应一致。有装饰美观及功能要求的场所，插座、开关的类型规格、数

量及精确定位由建筑装修专业或相关设计公司负责，本专业平面图中的插座及开关位置只是示意，如有任何修改以其要求为准。

5.4.38 紫外线消毒杀菌灯的开关应有明显标识，并应与普通照明开关的位置分开，安装高度底边距地不应低于 1.8 米。托儿所、幼儿园的紫外线杀菌灯的控制装置应单独设置，并应采取防误开措施（灯开关应设置在门外走廊专用的小箱内并上锁，由专人负责，其他人不能操作）。

5.4.39 无障碍电气设备要求：

- 1 具有内部使用空间的无障碍服务设施应设置易于识别和使用的救助呼叫装置。
- 2 无障碍服务设施内供使用者操控的照明、设备、设施的开关和调控面板应易于识别，距地面高度应为 0.85m~1.10m。
- 3 在无障碍坐便器附近应设置救助呼叫装置，并应满足坐在坐便器上和跌倒在地面的人均能够使用。（应按高、低位分别设置求助按钮，高位按钮底边距地 0.85m~1.0m，低位按钮底边距地 0.4m~0.5m。）
- 4 无障碍住房的门禁和无障碍客房的门铃应同时满足听觉障碍者、视觉障碍者和言语障碍者使用。
- 5 满足无障碍要求的自动门应符合下列规定：
 - 1) 开启后的通行净宽不应小于 1.0m；
 - 2) 当设置手动启闭装置时，可操作部件的中心距地面高度应为 0.85m~1.00m。

5.4.40 防火卷帘的消防联动管线、电机电源线、动作的声光报警线、门两侧的手动控制线（按钮盒由卷帘门厂家成套供应，装高距地 1.4m），均应用镀锌钢管（明装时需涂防火材料）引至防火卷帘控制箱，安装位置除了参考配电平面图，亦可根据现场情况适当调整，若对设置的美观性有特别要求，则以建筑装饰专业的要求为准。（防火卷帘控制箱可就地设在底距地 1.4m 的墙面、柱上位置；也可设在高处，梁下或吊顶内安装。）

5.4.41 吊扇安装前应在土建施工阶段预埋挂钩，挂钩应与楼板钢筋可靠焊接或可靠勾套在楼板钢筋上牢固安装，吊扇挂钩的直径不应小于吊扇挂销直径，且不应小于 8mm；挂钩销钉应有防振橡胶垫；挂销的防松零件应齐全、可靠。中小学教室应采用吊式电风扇，各类小学中，风扇叶片距地面高度不应低于 2.8m；各类中学及以上学校中，风扇叶片距地面高度不应低于 3.00m；学生宿舍的电风扇应有防护网。幼儿活动室、寝室等房间安装的风扇应是具有防护网且可变频风向的吸顶式电风扇。其他场所的吊扇扇叶距地高度不应小于 2.5m。壁扇底座应采用膨胀螺栓或焊接固定，固定应牢固可靠；膨胀螺栓的数量不应少于 3 个，且直径不应小于 8mm。

5.5 电动机启动及控制方式的选择。

- 5.5.1 消防水泵、防烟风机和排烟风机不得采用变频调速器控制。
- 5.5.2 当交流电动机反转会引起危险时，应有防止反转的安全措施。
- 5.5.3 当被控用电设备需要设置急停按钮时，急停按钮应设置在被控用电设备附近便于操作和观察处，且不得自动复位。
- 5.5.4 当符合下列条件时，电动机应全压启动：
 - 1 配电母线上接有照明或其他对电压波动较敏感的负荷，电动机频繁启动时，不宜低于额定电压的 90%；电动机不频繁启动时，不宜低于额定电压的 85%；
 - 2 机械能承受电动机全压启动时的冲击转矩；
 - 3 制造厂对电动机的启动方式无特殊规定；
 - 4 动机启动时，不影响其他负荷正常运行。

变压器允许全压启动的笼型感应电动机最大的功率表

启动时的电压降 ΔU_{st} %	供电变压器的容量 S_b (kVA)												
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
	启动笼型感应电动机的最大功率 P_d (kW)												
10	20	25	30	40	50	65	80	100	120	150	190	235	300
15	30	40	50	65	80	100	130	160	190	240	300	375	480

注：本表所列系指电动机与变电所低压母线直接连接时的数据。

各类电源容量与允许直接启动的笼型电动机功率表

电动机连接处电源容量的类别		允许全压启动的电动机最大功率 (kW)
配电网络在连接处的三相短路容量 S_k (kVA)		$(0.02 \sim 0.03) * S_k$
10 (6) / 0.4kV 变压器的额定容量 S_{rT} (kVA) (假定变压器高压侧短路容量 $> 50 S_{rT}$)		经常启动 $0.2 S_{rT}$ 不经常启动 $0.3 S_{rT}$
小型发电机功率 P_{rG} (kW)		$(0.12 \sim 0.15) P_{rG}$
$P_{rG} < 200$ kW 的柴油发电机组	炭阻式自动调压 带励磁机的可控硅调压 可控硅、相复励自励调压 三次谐波励磁调压 无刷励磁	$(0.12 \sim 0.15) P_{rG}$ $(0.15 \sim 0.25) P_{rG}$ $(0.15 \sim 0.3) P_{rG}$ $(0.25 \sim 0.5) P_{rG}$ $(0.25 \sim 0.37) P_{rG}$
变压器 - 电动机组		$\geq 0.8 S_{rT}$
*: 对应于电动机额定启动电流倍数为 4.5~7 时。 电动机启动不符合上述要求时应采用降压启动方式。		

5.5.5 消防兼平时两用双速风机的控制主回路中的接触器、热继电器、导线截面及控制方案选择需满足下表规定：

消防兼平时两用双速风机控制方案，按《常用风机控制电路图》16D303-2 图集，其高速、低速风机合用一组断路器 QA 时的控制电路各部件参数及风机控制方案选择表：								
双速风机系列	绕组接线型式	接触器个数	高低速功率比值（b）	低速接触器 QAC1、热继电器器 BB1 实际电流	高速接触器 QAC2、热继电器器 BB2 实际电流	高速接触器 QAC3 实际电流	低速回路接触器 QAC1、低速导线截面选择	风机控制方案
YD-6/4	△/YY	3	b≤1.89 或 b=1.92	Id	Ih	0.5Ih	按高速回路电流选择	详 见 图 集 16D303-2 第 29、30 页电路图 XKXF-1
YDT-4/2	Y/YY	3	b≥3.56	Id	Ih	0.5Ih	按高速回路电流选择	详 见 图 集 16D303-2 第 29、30 页电路图 XKXF-1
YDT-6/4	Y/Y	2	1.91≤b ≤3.44	Id	Ih	—	按高速回路电流选择	详 见 图 集 16D303-2 第 37、38 页电路图 XKXF-5
YDT-6/4	3Y+Y/3Y	2		Id	Ih	—	按高速回路电流选择	详 见 图 集 16D303-2 第 37、38 页电路图 XKXF-5
注：Id 为风机低速时的回路电流，Ih 为风机高速时的回路电流；风机控制方案中的主回路元件为分立、手动控制按钮在箱上。								

- 6 照明系统。
- 6.1 照明种类及主要场所照度标准、照明功率密度值等指标
- 6.1.1 本工程照明种类分为：正常照明、应急照明（包括备用照明、安全照明、疏散照明）。正常照明照度标准及照明功率密度值：

教育建筑照明标准值							
房间或场所	照度标准值 (lx)	设计实际照度值 (lx)	照明功率密度限值 (W/m ²)	设计实际功率密度值 (W/m ²)	URG	U ₀	R _a

			现行值	目标值				
教室、阅览室	300	310	≤8.0	≤6.5	5.64	19	0.6	80
计算机教室、电子阅览室	500	512	≤13.5	≤9.5	9.1	19	0.6	80
学生宿舍	150	155	≤4.5	≤3.5	3	22	0.4	80
风雨操场 (参考专业训练馆,且当采用LED灯照明时,不应超过表中规定限值的80%)	300	310	—	≤25 (安装高度10≤h<15)	5.07	—		65
电子信息机房	500	520	—	≤9.5	9	19	0.6	80
教室黑板	500	550	—	—	—	—	0.8	80
走廊、流动区域、楼梯间	100	103	≤3.5	≤2.5	2	25	0.6	80
厕所、盥洗室、浴室	75	81	≤3.0	≤2.0	1.8	—	0.4	60
一般控制室	300	314	≤8.0	≤6.5	5.7	22	0.6	80
风机房、空调机房	100	103	≤3.5	≤2.5	2.26	—	0.6	60
泵房	100	113	≤3.5	≤2.5	2.4	—	0.6	60
门厅	100	105	—	—	2.3	—	0.4	60
储藏室	100	107	—	—	2.1	—	0.4	60
餐厅	200	212	—	—	4.2	22	0.6	80
配电房	200	205	—	—	4.1	—	0.6	80

- 注1:表中“—”表示不要求。
- 注2:现行值为教室照明应满足的最低要求,有条件的教室可以提升到目标值。
- 注3:其余特殊教室照明可参照本表的要求。
- 注4:表中的照明功率密度限值(目标值及现行值)对应的是维持平均照度现行值时的值;当房间或场所的照度标准值提高为目标值时,其照明功率密度限值应按比例提高。
- a 照度均匀度的测试区域,对于黑板为黑板面书写区域,对于教室为课桌区域。
- b 黑板的照度为混合照明照度。
- c 若由于安装投影等原因导致黑板照度均匀度无法达到0.8。
- d 安装LED灯具的教室应考核特殊显色指数R9。
- e 黑板照明为局部照明,黑板灯具功率不计入照明功率密度的计算。

- 6.2 光源、灯具及附件的选择、照明灯具的安装及控制方式。
- 6.2.1 对辨色要求高的场所,照明光源的一般显色指数(Ra)不应低于90。
- 6.2.2 对于对光敏感及特别敏感的展品或藏品的存放区域,使用光源的紫外线相对含量应小于20 μW/lm。
- 6.2.3 长时间工作或停留的房间或场所,照明光源的颜色特性应符合下列规定:
- 1 同类产品的色容差不应大于5SDCM,当用于照射大面积浅色表面且对照明品质要求较高时,照明光源的色容差宜小于3SDCM;
 - 2 一般显色指数(Ra)不应低于80;
 - 3 特殊显色指数(R9)不应小于0。
- 6.2.4 儿童及青少年长时间学习或活动的场所应选用无危险类(RG0)灯具;其他人员长期工作或停留的场所应选用无危险类(RG0)或1类危险(RG1)灯具或满足灯具标记的视看距离要求的2类危险(RG2)的灯具。

符合现行国家标准《灯和灯系统的光生物安全性》GB/T 20145规定的灯具危险组别等级		
灯的危险组别(评价光源和灯具的蓝光危害)		
危险组别等级	危险组别名称	对应的 t _{max} 范围(s)
RG0	无危险类	>10000
RG1	1类危险(低危险)	100~10000
RG2	2类危险(中危险)	0.25~100
RG3	3类危险(高危险)	<0.25
RG0是指灯在极限条件下不会造成光生物危害,不会对人的眼睛、皮肤造成伤害。具体要求如下:		
●在8h(约30000s)内不造成对皮肤和眼睛的光化学紫外危害;		

- 在 10000s 内不造成对视网膜的蓝光危害；
- 在 1000s 内不造成对眼睛的近紫外和红外辐射危害；
- 在 10s 内不造成对视网膜的热危害。

- 6.2.5 长时间视觉工作场所内照明光源的频闪指数不应大于 10%。
- 6.2.6 对中小学及幼儿园等场所应采用无频闪、防频闪及防眩光的光源。
- 6.2.7 各场所选用光源和灯具的闪变指数(P_{st}^M) 不应大于 1 ；儿童及青少年长时间学习或活动的场所选用光源和灯具的频闪效应可视度(SVM) 不应大于 1.0 。
- 6.2.8 民用建筑中眩光限制等级宜符合下表的规定：

眩光程度与UGR指数对照表		
UGR的数值	对应眩光程度的描述	视觉要求和场所示例
<13	没有眩光	手术台、精细视觉作用
13~16	开始有感觉	使用视频终端、绘图室、精品展厅、珠宝柜台、控制室、颜色检验
17~19	引起注意	办公室、会议室、教室、一般展室、休息厅、阅览室、病房
20~22	引起轻度·不适	门厅、营业厅、候车厅、观众厅、厨房、自选商场、餐厅、自动扶梯
23~25	不舒适	档案室、走廊、泵房、变电所、大件库房、交通建筑的入口大厅
26~28	很不舒适	售票厅、较短的通道、演播室、停车区

6.2.9 光源色温及显色性选择表：

显色性能类别	显色指数范围	色表	应用示例	
			优先采用	允许采用
I	$R_a \geq 90$	暖 (<3300K)	颜色匹配	
		中间 (3300~5300K)	医疗诊断、画廊	
		冷 (>5300K)	—	
	$90 > R_a \geq 80$	暖 (<3300K)	客房、卧室、餐厅、酒吧、病房	
		中间 (3300~5300K)	办公室、教室、商场、医院、印刷、油漆和纺织工业、机加工、仪表装配、阅览室、诊室、检验室、实验室、控制室	
		冷 (>5300K)	视觉费力的工业生产。高照明场所、热加工车间	
II	$80 > R_a \geq 60$	暖 (<3300K)	高大的工业生产场所	
		中间 (3300~5300K)		
		冷 (>5300K)		
III	$60 > R_a \geq 40$	—	粗加工工业	工业生产
IV	$40 > R_a \geq 20$	—		粗加工工业、显色性要求低的工业生产、库房

注：选用 LED 光源时，其色度应满足下列要求：

(1) 长期工作或停留的房间或场所，色温不宜高于 4000K，特殊显色指数 R9 应大于 0；

(2) LED 光源和 LED 灯具点燃 3000h 后的色品坐标与初始值的偏差在 GB/T 7921-2008 规定的 CIE 1976 均匀色皮标尺圈中，不应大于 0.007；

(3) LED 光源和 LED 灯具在不同方向上的色品坐标与其加权平均值偏差在 GB/T 7921-2008 规定的 CIE 1976 均匀色皮标尺回中，不应大于 0.004；

(4) 照度低于 100 lx 的场所，宜采用光源颜色分类为 I 类的光源（即相关色温 K<3300 的暖色调光源）；

(5) 当电气照明需要同天然采光结合时，宜选用光源色温在 4500K~6000K 的光源。

- 6.2.10 当选用发光二极管（LED）灯光源时，应满足下列要求：
- 1 长期工作或停留的房间或场所，色温不宜高于 4000K，一般显色指数不应小于 80，特殊显色

指数 R_g 应大于 0;

- 2 LED 光源和 LED 灯具点燃 3000h 后的色品坐标与初始值的偏差在 GB/T 7921-2008 规定的 CIE 1976 均匀色皮标尺圈中, 不应大于 0.007;
- 3 LED 光源和 LED 灯具在不同方向上的色品坐标与其加权平均值偏差在 GB/T 7921-2008 规定的 CIE 1976 均匀色皮标尺回中, 不应大于 0.004;
- 4 LED 光源和 LED 灯具的色容差应符合以下规定:
 - 1) 一般情况下, 不应大于 5 SDCM;
 - 2) 用于人员不长期停留的场所时不应大于 7 SDCM;
 - 3) 用于室内洗墙照明时不宜大于 3 SDCM。
- 5 LED 光源和 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。
- 6 LED 光源和 LED 灯具的输入功率与额定值之差不应大于额定值的 10% 或 0.5W。
- 7 LED 灯具的骚扰电压应符合 GB 17743 的规定。
- 8 LED 灯具的谐波电流限值应符合 GB 17625.1 的规定。
- 9 LED 灯具的电磁兼容抗扰度应符合 GB/T 18595 的规定。
- 10 LED 光源和 LED 灯具工作 3000h 后的光通维持率不应小于 96%; 6000h 的光通维持率不小于 92%。
- 11 LED 光源和 LED 灯具的寿命不应小于 25000h。
- 12 选用 LED 照明产品的光输出波形的波动深度应满足现行国家标准《LED 室内照明应用技术要求》GB/T 31831 的规定。
- 13 当选用 LED 平面灯具时, 均匀发光灯具的表面平均亮度不应大于 16000cd/m², 发光点阵灯具的表面平均亮度不应大于 3000cd/m²。

6.2.11 在满足眩光限制和配光要求条件下, 应选用效率或效能高的灯具, 并应符合下列规定:

直管形荧光灯灯具的效率 (%)

灯具出光口形式	开敞式	保护罩(玻璃或塑料)		格栅
		透明	棱镜	
灯具效率	75	70	55	65

紧凑型荧光灯筒灯灯具的效率 (%)

灯具出光口形式	开敞式	保护罩	格栅
灯具效率	55	50	45

小功率金属卤化物灯筒灯灯具的效率 (%)

灯具出光口形式	开敞式	保护罩	格栅
灯具效率	60	55	50

高强度气体放电灯灯具的效率 (%)

灯具出光口形式	开敞式	格栅或透明罩
灯具效率	75	60

LED 线形灯具的发光效能 (lm/W)

额定相关色温	2700/3000K	3500/4000K
灯具效能	85	90

注: 根据《LED 室内照明应用技术要求》GB/T 31831-2015

LED 筒灯灯具的效能 (lm/W)

额定相关色温	2700K		3000K		3500/4000K	
出光口形式	格栅	保护罩	格栅	保护罩	格栅	保护罩
灯具效能	60	65	65	70	70	75

注: 根据《LED 室内照明应用技术要求》GB/T 31831-2015

LED 平面灯灯具的效能(1m/W)

额定相关色温	2700K		3000K		3500/4000K	
出光口形式	放射式	直射式	放射式	直射式	放射式	直射式
灯具效能	60	65	65	70	70	75

注：根据《LED 室内照明应用技术要求》GB/T 31831-201

LED 投光灯效能(1m/W)

额定相关色温	3500/3000K	4500/4000K	5700/5000K
灯具效能	80	85	90

注：根据《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153-2016。

LED 高天棚灯效能(1m/W)

额定相关色温	3000K	3500/4000K	5000K
灯具效能	80	85	90

注：根据《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153-2016。

LED 筒灯能效等级

额定功率 W	额定相关色温 (CCT)K	光效 1m/W		
		1 级	2 级	3 级
≤5	CCT<3500	95	80	60
	CCT≥3500	100	85	65
>5	CCT<3500	105	90	70
	CCT≥3500	110	95	75

定向集成式 LED 灯能效等级

灯类型	额定相关色温 (CCT)K	光效 1m/W		
		1 级	2 级	3 级
PAR16/PAR20	CCT<3500	95	80	65
	CCT≥3500	100	85	70
PAR30/PAR38	CCT<3500	100	85	70
	CCT≥3500	105	90	75

非定向自镇流 LED 灯能效等级

配光类型	额定相关色温 (CCT)K	光效 1m/W		
		1 级	2 级	3 级
全配光	CCT<3500	105	85	60
	CCT≥3500	115	95	65
半配光/准全配光	CCT<3500	110	90	70
	CCT≥3500	120	100	75

LED 平板灯的能效等级

额定相关色温 (CCT)K			
	1 级	2 级	3 级
CCT<3500	110	95	60
CCT≥3500	120	105	70

注：根据《室内照明用LED产品能效限定值及能效等级》GB 30255 - 2019及《普通照明用LED平板灯能效限定值及能效等级》GB 38450 - 2019。

- ①、能效限定值为 3 级。
- ②、对于显色指数≥90 的室内照明用 LED 产品，其各等级光效规定值在对应表格基础上下降 10lm/W。
- ③、LED 灯的初始一般显色指数 Ra 不应低于 80，R9 应大于 0。显色指数实测值相

对于额定值的降低不应大于 3。

④、LED 灯在 3000h 时的光通维持率不应低于额定寿命相关的光通维持率要求值。

6.2.12 各种场所严禁使用防电击类别为 0 类的灯具。

6.2.13 在室内安装的地面灯具外壳防护等级不低于 IP54；室外灯具防护等级不应低于 IP54，室外埋地灯具以及光源安装高度低于 2.5 米的室外灯具及接线盒防护等级应不低于 IP67；安装在地面的灯具安装面应能耐受外界的机械冲击和研磨；水下灯具及在 0 区内安装的灯具外壳防护等级应不低于 IP68；特别潮湿或水雾大的场所应采用防潮防雾型灯具；有腐蚀性气体或蒸汽场所，应采用相应防腐蚀要求的灯具；高温场所，宜采用散热性能好、耐高温的灯具。

6.2.14 安装在人员密集场所的吊装灯具玻璃罩，应采取防止玻璃破碎向下溅落的措施；震动、摆动较大场所的灯具应有防震和防脱落措施；易受机械损伤、光源自行脱落可能造成人员伤害或财物损失场所应有防护措施。

6.2.15 灯具表面以及灯用附件等高温部位靠近可燃物时，应采取隔热、散热等防火保护措施。可燃材料仓库内应使用低温照明灯具，并应对灯具的发热部件采取隔热等防火措施，不应使用卤钨灯等高温照明灯具；卤钨灯和额定功率不小于 100W 的白炽灯泡的吸顶灯、槽灯、嵌入式灯，其引入线应采用瓷管、矿棉等不燃材料作隔热保护；额定功率不小于 60W 的白炽灯、卤钨灯、高压钠灯、金属卤化物灯、荧光高压汞灯（包括电感镇流器）等，不应直接安装在可燃物体上或采取其他防火措施。

6.2.16 有洁净度要求的场所，应采用不易积尘、易于擦拭的洁净灯具，并应满足洁净场所的相关要求。

6.2.17 需防止紫外线照射的场所，应采用隔紫外线灯具或无紫外线光源。

6.2.18 在有爆炸危险的场所使用的灯具（如专用蓄电池室），应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 的规定。

6.2.19 荧光灯应配用电子镇流器或节能电感镇流器；T8 直管荧光灯可配用电子镇流器或节能电感镇流器；T5 直管荧光灯应采用电子镇流器。气体放电光源，宜采用分散方式进行无功功率补偿，补偿后单灯功率因数不应小于 0.9，对于光源功率 250W 以上的大功率气体放电灯使用电感镇流器时，功率因数不应小于 0.85，LED 灯的功率因数不应小于 0.9。对频闪效应有限制的场合（如绿色建筑的中小学校），应采用高频电子镇流器；镇流器的谐波、电磁兼容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 17625.1-2012 和《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 17743 的有关规定；高压钠灯、金属卤化物灯应配用节能电感镇流器；在电压偏差较大的场所，宜配用恒功率镇流器；功率较小者可配用电子镇流器。

6.2.20 对于≤25W 的直管荧光灯、紧凑型荧光灯及 LED 灯电子镇流器（电源或适配器），应特殊订货，采用低谐波含量的产品，其谐波限制应按国家标准中>25W 产品的谐波限值（国家标准中>25W 的电子镇流器的功率因数 λ 值是≥0.95）。

6.2.21 本工程所选用的照明光源、镇流器应通过国家强制性产品认证，其能效应满足以下相关国家规范中的 1 级能效（或节能评价）的要求：

- 1 《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19043-2013；
- 2 《单端荧光灯能效限定值及节能评价》GB 19415-2013；
- 3 《普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19044-2013；
- 4 《管形荧光灯镇流器能效限定值及能效等级》GB 17896-2012；
- 5 《金属卤化物灯能效限定值及能效等级》GB 20054-2015；
- 6 《金属卤化物灯用镇流器能效限定值及能效等级》GB 20053-2015；
- 7 《高压钠灯能效限定值及能效等级》GB 19573-2004；
- 8 《普通照明用非定向自镇流 LED 灯能效限定值及能效等级》GB 30255-2013；
- 9 《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》GB 30255 - 2019；
- 10 《普通照明用 LED 平板灯能效限定值及能效等级》GB 38450 - 2019；

6.2.22 当采用 I 类灯具时，灯具的外露可导电部分应可靠接地。安装在水池内、旱喷泉内的水下灯具必须采用防触电等级为 III 类、防护等级为 IPX8 的加压水密型灯具。在 0 区和 1 区内，应采用标称电压不超过交流 12V 或直流 30V 的 SELV 安全特低电压供电，其安全电源应采用安全隔离变压器，且二次侧不应接地。游泳池水下照明灯具的安装位置，应保证从灯具的上部边缘

至正常水面不低于 0.5m，面朝上的玻璃应采取防护措施，防止人体接触。安装在地面的消防应急灯具、乐池内谱架灯、化妆室台灯、体育场馆、剧场和乙级以上电影院及所有公共场所设置的踏步灯或座位排号灯、电缆隧道内的照明灯主电源应采用 $\leq 24V$ 的安全电压。除采用 $\leq 36V$ 的安全电压以外，当设计无要求时，敞开式灯具的灯头对地面距离应大于 2.5m。当户外灯具的安装高度小于 2.5 米，而又没有采用安全特低电压（SELV）供电时，应采取有效防触电措施（包括等电位联结、安全接地、装设 RCD、防水等级为 IP67、选用双重绝缘灯具等）。无顶棚的阳台的照明应采用防护等级不低于 IP54 的防水壁灯，安装高度不宜低于 2.4m。照明装置采用安全特低电压供电时，应采用安全隔离变压器，且二次侧不应接地。

- 6.2.23 建筑一体化发光单元（一种以 LED 作为光源，并与建筑构配件结合为一体的发光装置）
- 1 安装在人员可触及的场所时输入电压应为安全电压；
 - 2 建筑一体化发光单元的表面温升不应越过 20°C ；
 - 3 建筑一体化发光单元安装于地面、卫生间及其他潮湿场所时的防护等级不应低于 IP67。
- 6.2.24 电梯井道内应设置永久性电气照明，且照度不应小于 50lx ，应在距井道最高点和最低点 0.5m 以内各装一盏灯，中间每隔不超过 7m 的距离应装设一盏灯，并应分别在机房和底坑设置控制开关（底坑的照明开关可为 1m 左右的高度）；轿顶及井道照明宜采用 24V 的半导体发光照明装置（LED）或其他光源，当采用 220V 光源时，供电回路应增设剩余电流动作保护器。
- 6.2.25 灯具固定应符合下列规定：灯具重量大于 3kg 时，应固定在螺栓或预埋吊钩上。灯具固定应牢固可靠，在砌体和混凝土结构上严禁使用木楔、尼龙塞或塑料塞固定，每个灯具固定用螺钉或螺栓不少于 2 个。吊钩圆钢直径不应小于灯具挂钢直径，且不应小于 6mm。质量大于 3kg 的灯具及悬挂装置，应按灯具重量的 5 倍恒定均布载荷做强度试验，且持续时间不得少于 1 小时
- 6.2.26 照明控制方式采取集中与分散，分类、分组与分区相结合的控制方式。公共建筑的公共场所应采用集中控制，并按建筑使用条件和天然采光状况采取定时自动开关灯、自动熄灭、调光或降低照度的控制措施。大型公共建筑按使用需求，在适当的空间和场所采用智能照明控制系统。
- 6.2.27 人员密集场所的公共大厅和主要走道的一般照明应采取下列措施之一：
- 1 感应控制；
 - 2 集中或区域集中控制，当集中或区域集中采用自动控制时，应具备手动控制功能（要求智能照明控制模块上必须设有手动开关）。
- 6.2.28 有频繁开关灯要求和需要调光的室内场所，宜优先选用发光二极管灯（LED）作为主要照明光源。在无人时可接受灯光熄灭的无天然采光的住宅等场所的楼梯间及走廊选用一体化的红外人体感应节能自熄 LED 吸顶灯或筒灯；在无人时不能接受灯光完全熄灭的办公、旅馆、住宅等建筑物的公共走廊、电梯间、前室、楼梯间、公共厕所等场所选用一体化的雷达（或红外）人体感应全亮/微亮双亮度自动切换 LED 吸顶灯或筒灯；住宅电梯前室及大堂不能全部采用节能自熄 LED 灯，必须至少保留一盏一体化的雷达（或红外）人体感应全亮/微亮双亮度自动切换 LED 吸顶灯或筒灯；无自然采光的地下行车道、停车位等场所应选用一体化的微波雷达感应全亮/微亮双亮度自动切换 LED 灯管。有条件的场所可采用物联网雷达感应自熄或全亮/微亮双亮度感应灯具。一体化的微波雷达或人体红外感应全亮/微亮双亮度自动切换 LED 灯，当无人时可调至 $10\%\sim 30\%$ 左右的照度。可利用天然采光的场所时，自动感应灯具应增加感光探头，天然光照度足够时灯具不亮，随着天然光照度变暗到一定程度（如室内照度低于 20lx 时），才能开启微波雷达或人体红外感应亮灯模式。
- 6.2.29 当房间或场所装设两列或多列灯具时，平时不需要利用采光窗进行照明的场所，如电化教室、会议厅、多功能厅、报告厅等，按靠近或远离讲台分组控制；平时利用阳光采光的场所，如课室、办公室等，按所控灯列与侧窗平行的方式分组控制。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 2 个，且每个开关所控的光源数不宜多于 6 盏。
- 6.2.30 当设置电动遮阳装置时，照度控制宜与其联动。
- 6.2.31 室内各主要功能房间或场所的照明测量项目应包括照度、照度均匀度、统一眩光值、色温、显色指数、闪变指数和频闪效应可视度。
- 6.2.32 广东省中小学校教室照明灯具的选用及安装维护和验收应符合下列规定：
- 1 荧光灯灯具技术要求
 - 1.1 灯具

- 1) 灯具应符合 GB 7000.1、GB 7000.201 或 GB 7000.202、GB/T 17743 和 GB 17625.1 的要求。
- 2) 列入国家强制性认证范围的灯具应通过国家 CCC 产品认证,并取得 CCC 证书。
- 3) 教室灯具效率应不低于 70%,黑板灯具效率应不低于 75%。
- 4) 教室灯具应不采用裸灯灯具,应采用蝙蝠翼对称配光灯具,教室灯具保护角应大于 20°。
- 5) 教室灯具在满足教室照明质量指标和照明节能要求的前提下,宜采用向上半球发射光通量占总光通量 30%-50%的灯具。
- 6) 黑板灯具 C0-180 平面的光学结构应是对称的,C90-270 平面的光学结构应是非对称的。
- 7) 灯具壳体材料宜采用铝型材。非铝型材灯具壳体材料宜采用冷轧钢板,厚度应不低于 0.4 mm。
- 8) 灯具反射器宜采用反射率 85%以上以及不易吸附灰尘的材料。
- 9) 黑板灯具的投射角宜可调节。
- 10) 灯具可使用有利于视力健康的产品,产品应符合相关标准要求,鼓励使用获得认证的相关产品。

1.2 电子镇流器

- 1) 电子镇流器应符合 GB 19510.1、GB 19510.4、GB/T 17743 和 GB 17625.1 的要求。
- 2) 列入国家强制性认证范围的电子镇流器应通过国家 CCC 产品认证,并取得 CCC 证书。
- 3) 电子镇流器的输出频率应大于 40 kHz。
- 4) 电子镇流器的功率因数应不小于 0.95,总谐波失真应不大于 10%,灯电流波峰比应不大于 1.5。
- 5) 电子镇流器应耐久使用,应符合 GB/T 15144-2020 中第 15 章的要求。
- 6) 3 荧光灯光源
- 7) 光源应采用直管形稀土三基色 T8 双端荧光灯,效能应不低于 85 lm/W。
- 8) 光源应符合 GB/T 10682 的要求,应符合 GB 19043 中 2 级或以上的要求。
- 9) 光源 2000 h 光通维持率应不低于 85%,光通维持率下降至 70%的有效使用寿命应大于 8000 h。
- 10) 每支双端荧光灯灯管汞含量应低于 5.0 mg。
- 11) 光源一般显色指数 Ra 初始值应不低于 80,相关色温应为 3300 K~5300 K,色容差应不高于 5 SDCM,色坐标和色容差应符合附录 A 的要求。

2 LED 灯具技术要求

1.1 灯具

- 1) 灯具应符合 GB 7000.1、GB 7000.201 或 GB 7000.202、GB/T 17743 和 GB 17625.1 的要求。
- 2) 列入国家强制性认证范围的灯具应通过国家 CCC 产品认证,并取得 CCC 证书。
- 3) 灯具效能应不低于 80 lm/W。
- 4) 灯具的 LED 模块(灯珠)应不可直接可见。在正常观察方向上,教室灯具出光口平面在其中垂线以上不低于 65° 高度角的平均亮度应不高于 1000 cd/m²。
- 5) 教室灯具在满足教室照明质量指标和照明节能要求的前提下,宜采用向上半球发射光通量占总光通量 10%以上的灯具。
- 6) 黑板灯具 C0-180 平面的光学结构应是对称的,C90-270 平面的光学结构应是非对称的。
- 7) 灯具的壳体材料宜采用金属材料。
- 8) 灯具透光罩材料应具备抗 UV 特性,防止材料黄化。
- 9) 黑板灯具的投射角宜可调节。
- 10) 灯具的额定寿命应不低于 30000 h,试验按照 GB/T 33721-2017 中第 14 章进行。
- 11) 灯具光输出的波动深度应符合 GB 40070-2021 中第 10 章的要求。
- 12) 灯具相关色温应为 3300 K~5300 K,色容差应不高于 5 SDCM,色坐标和色容差应符合《中小学校教室照明技术规范》(广东省地标) DB44/T 2335-2021 附录 A 的要求。
- 13) 灯具一般显色指数 Ra 初始值应不低于 80,特殊显色指数 R9 应不低于 50,显色指数 R1-R15 宜不低于 90。
- 14) 教室灯具的蓝光危害性应符合 IEC/TR 62778 规定的 RG0 等级,黑板灯具的蓝光危害性应符合 IEC/TR 62778 规定的 RG0 或 RG1 等级。灯具的光生物安全性应符合 GB/T 20145 规定的无危险类等级。
- 15) 灯具宜具备调光、调色或其它智能照明控制功能,宜具备数字网络接入功能。
- 16) 灯具可使用有利于视力健康的产品,产品应符合相关标准要求,鼓励使用获得认证的相关产品。

2.2 LED 控制装置

- 1) LED 控制装置应符合 GB 19510.1、GB 19510.14、GB/T 17743 和 GB 17625.1 的要求。
- 2) 列入国家强制性认证范围的 LED 控制装置应通过国家 CCC 产品认证,并取得 CCC 证书。
- 3) LED 控制装置宜采用隔离式。
- 4) LED 控制装置的功率因数应不小于 0.95,总谐波失真应不大于 10%。
- 5) LED 控制装置应耐久使用,应符合 GB/T 24825-2009 中第 13 章的要求。
- 6) LED 控制装置宜具备调光、调色或其它智能照明控制功能,宜具备数字网络接入功能。

2.3 LED 光源

- 1) LED 模块(光源)应符合 GB 24819 的要求。
- 2) LED 模块(光源)应耐久使用,应符合 GB/T 24823-2017 中 10.3 的要求。

3 安装和维护要求

- 1) 教室灯具安装应采用其长轴垂直于黑板面布置,黑板灯具安装应采用长轴平行于黑板面布置。
- 2) 教室灯具下沿距课桌面的最低悬挂高度应不低于 1.7m(灯具下沿距地高度 2.5 米)。
- 3) 荧光灯黑板灯具安装应符合 GB/T 36876-2018 中 6.4 的要求,黑板灯具距黑板平行距离 $d=700\text{ mm}\sim 1000\text{ mm}$,黑板灯具距黑板上缘垂直距离 $h=100\text{ mm}\sim 200\text{ mm}$ 。
- 4) LED 黑板灯具安装应符合黑板灯具距黑板平行距离 $d\leq 500\text{ mm}$,黑板灯具距黑板上缘垂直距离 $h>200\text{ mm}$ 。
- 5) 非嵌入式教室灯具应使用刚性吊杆安装,吊杆应与灯面垂直,不得倾斜。
- 6) 教室灯具第一横排的每个灯具宜由单独回路控制,其余每一纵列灯具宜由单独回路控制。每个黑板照明灯具应单独回路控制。
- 7) 灯具安装时,要注意避免对其他设备(如:监控摄像机、投影机、顶装空调)的遮挡。设有吊扇的教室,灯具下方出光面应低于吊扇叶片。
- 8) 吊杆安装的灯具应采用不小于 $\Phi 6\text{ mm}$ 膨胀螺栓固定,预埋件承受力应不低于灯具重量的 10 倍。
- 9) 灯具初次安装或更换后,每学期应至少清洁灯具表面一次;宜每 2 年委托第三方检测机构进行教室照明质量检测一次,保证教室照明质量满足表 2 的要求,否则应更换灯具。灯具光源使用 1000 h 后测试的平均照度不需要乘以维护系数。

4 现场检测项目和检测机构要求

- 1) 学校应在拟进行照明改造的教室中选取其中 1 间教室进行样板间施工改造,改造后由市级或省级及以上有资质的第三方检测机构按表 3 的检测指标进行样板间教室照明现场检测,检测合格后方能对其它教室进行改造。全部改造完成后按现场检测抽样原则随机抽取教室进行教室照明现场检测,如果检测不合格应重新整改并再次检测,全部教室检测合格后方能进行验收。新建、扩建、改建的教室照明也按照以上要求进行验收。
- 2) 现场检测内容、检测指标及检测方法见《中小学校教室照明技术规范》(广东省地标) DB44/T 2335-2021 表 3,检测指标应符合其表 2 以及 7.2、7.3 的要求。
- 3) 第三方检测机构应为具有独立法人资格的企事业单位,应获得中国合格评定国家认可委员会(CNAS)认可和中国计量认证(CMA)合格证书,CNAS 及 CMA 证书应在有效期内,证书相关标准应覆盖表 3 的检测指标和附录 B 的现场测试方法。

6.3 消防应急照明和疏散指示系统

6.3.1 系统设计

6.3.1.1 一般规定

6.3.1.1.1 系统类型的选择应符合下列规定:

- 1 设置消防控制室的场所应选择集中控制型系统(集中电源集中控制型);
- 2 设置火灾自动报警系统,但未设置消防控制室的场所宜选择集中控制型系统(集中电源集中控制型);
- 3 其他场所可选择非集中控制型系统(集中电源非集中控制型、自带电池非集中控制型)。

6.3.1.1.2 疏散指示方案应符合下列规定:

- 1 具有一种疏散指示方案的区域,应按照最短路径疏散的原则确定该区域的疏散指示方案;
- 2 具有两种及以上疏散指示方案的区域,当需要借用相邻防火分区疏散的防火分区,应根据火

灾时相邻防火分区可借用和不可借用的两种情况，分别按最短路径疏散原则和避险原则确定相应的疏散指示方案；

6.3.1.1.3 系统中的应急照明控制器、应急照明集中电源（以下简称“集中电源”）和灯具应选择符合现行国家标准《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945-2010 及《消防安全标志 第 1 部分》GB 13495.1-2015 规定和有关市场准入制度的产品。

6.3.1.1.4 疏散照明应在消防控制室集中手动、自动控制。不得利用切断消防电源的方式直接强启疏散照明灯。灯具采用非集中控制时，灯具主电源采用的正常电源应在灭火水系统启动之前切除，由蓄电池供电，可以保证疏散和消防救援人员的安全。

6.3.1.2 灯具

1 一般规定

6.3.1.2.1 灯具的选择应符合下列规定：

- 1 应选择采用节能光源的灯具，LED 消防应急照明灯具（以下简称“照明灯”）的能效正常情况下不应低于 100lm/W，照明灯的光源色温不应低于 2700K；
- 2 不应采用蓄光型指示标志替代消防应急标志灯具（以下简称“标志灯”）；
- 3 灯具的蓄电池电源宜优先选择安全性高、不含重金属等对环境有害物质的蓄电池；
- 4 设置在距地面 8 m 及以下的灯具的电压等级及供电方式应符合下列规定：
 - 1) 应选择 A 型灯具；
 - 2) 地面上设置的标志灯应选择集中电源 A 型灯具；
 - 3) 未设置消防控制室的住宅建筑，疏散走道、楼梯间等场所可选择自带电源 B 型灯具；
 - 4) 疏散照明和疏散指示标志灯安装高度在 2.5m 及以下时，应采用安全特低电压供电。
- 5 灯具面板或灯罩的材质应符合下列规定：
 - 1) 除地面上设置的标志灯的面板可以采用厚度 4mm 及以上的钢化玻璃外，设置在距地面 1m 及以下的标志灯的面板或灯罩不应采用易碎材料或玻璃材质；
 - 2) 在顶棚、疏散路径上方设置的灯具的面板或灯罩不应采用玻璃材质。
- 6 标志灯的规格应符合下列规定（此条所指的室内高度，指标志灯的安装高度）：
 - 1) 室内高度大于 4.5m 的场所，应选择特大型或大型标志灯；
 - 2) 室内高度为 3.5m~4.5m 的场所，应选择大型或中型标志灯；
 - 3) 室内高度小于 3.5m 的场所，应选择中型或小型标志灯；
- 7 灯具及其连接附件的防护等级应符合下列规定：
 - 1) 在室外或地面上设置时，防护等级不应低于 IP67；
 - 2) 在潮湿场所、隧道场所内设置时，防护等级不应低于 IP65；
 - 3) B 型灯具的防护等级不应低于 IP34。
- 8 标志灯应选择持续型灯具；

6.3.1.2.2 灯具的布置应根据疏散指示方案进行设计，且灯具的布置原则应符合下列规定：

- 1 照明灯的设置应保证为人员在疏散路径及相关区域的疏散提供最基本的照度；
- 2 标志灯的设置应保证人员能够清晰地辨识疏散路径、疏散方向、安全出口的位置、所处的楼层位置。

6.3.1.2.3 火灾状态下，灯具光源应急点亮、熄灭的响应时间应符合下列规定：

- 1 高危险场所灯具光源应急点亮的响应时间不应大于 0.25s (如自动扶梯上方或侧上方的应急照明灯具应调整为持续常亮型)；
- 2 其他场所灯具光源应急点亮的响应时间不应大于 5s；
- 3 具有两种及以上疏散指示方案的场所，标志灯光源点亮、熄灭的响应时间不应大于 5s。

6.3.1.2.4 建筑内消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间应满足人员安全疏散的要求，且不应小于下表的规定值；系统应急启动后，在蓄电池电源供电时的总持续工作时间应满足下列要求：

本项目蓄电池电源供电时的总持续工作时间 $t=t_1+t_2=$ 60 min		
建筑内消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间	t_1 (h/min)	在非火灾状态下，系统主电源断电后灯具持续应急点亮时间 t_2 (min) 不应超过 30min，具体设计 requirements 时间如下：

建筑高度大于 100m 的民用建筑	$\geq 1.5/90$	建筑高度大于 100m 的民用建筑	30
医疗建筑、老年人照料设施、总建筑面积大于 10 万 m ² 的公共建筑和总建筑面积大于 2 万 m ² 的地下、半地下建筑	$\geq 1.0/60$	一类高层民用建筑及人员密集场所	30
		>54m 住宅	15
其他建筑	$\geq 0.5/30$	$\leq 54m$ 住宅	10

6.3.1.2.5 集中电源的蓄电池组和灯具自带蓄电池达到使用寿命周期后标称的剩余容量应保证放电时间满足上一条表格中规定的总持续工作时间。

6.3.1.2.6 应急照明蓄电池电源的初装容量应为规定总持续工作时间的 3 倍。

II 照明灯

6.3.1.2.7 照明灯应采用多点、均匀布置方式，建、构筑物设置照明灯的部位或场所及其地面水平最低照度应符合下表的规定。

照明灯的部位或场所及其地面水平最低照度表：

设置部位或场所	地面水平最低照度
I -1. 疏散楼梯间 I -2. 疏散楼梯间的前室或合用前室 I -3. 避难走道及其前室、避难层、避难间 I -4. 消防专用通道 I -6. 逃生辅助装置存放处等特殊区域	$\geq 10.0lx$
II -1. 室外楼梯 II -2. 寄宿制幼儿园和小学的寝室、医院手术室及重症监护室等病人行动不便的病房等需要救援人员协助疏散的区域 II -3. 地下或半地下商店建筑疏散走道 II -8. 中小学和幼儿园的疏散场所	$\geq 5.0lx$
III -1. 疏散走道、人员密集场所 III -2. 观众厅，展览厅、多功能厅及其疏散口 III -3. 建筑面积大于 200m ² 的营业厅、餐厅、演播室、售票厅、候车(机、船)厅等人员密集场所及其疏散口 III -4. 建筑面积大于 100m ² 的地下或半地下公共活动场所 III -5. 兼作人员疏散的天桥和连廊 III -11. 建筑面积超过 400m ² 的办公大厅、会议室等人员密集场所 III -14. 医疗建筑、10 万 m ² 以上的公共建筑、2 万 m ² 以上的地下及半地下公共建筑 III -15. 除另有规定外，建筑高度 100m 以下的公共建筑（III-14、15 条按 GB 51348-2019 表 13.6.6 增加）	$\geq 3.0lx$
IV -2. 自动扶梯上方或侧上方 IV -3. 安全出口外面及附近区域 IV -5. 配电室、消防控制室、消防水泵房、自备发电机房等发生火灾时仍需工作、值守的区域 IV -6. 地下车库（按 GB 51348-2019 规范组官方答疑（七）增加）	$\geq 1.0lx$

III 标志灯

6.3.1.2.8 标志灯应设在醒目位置，应保证人员在疏散路径的任何位置、在人员密集场所的任何位置都能看到标志灯。

6.3.1.2.9 出口标志灯的设置应符合下列规定：

1 应设置在敞开楼梯间、封闭楼梯间、防烟楼梯间、防烟楼梯间前室入口的上方；

- 2 地下或半地下建筑（室）与地上建筑共用楼梯间时，应设置在地下或半地下楼梯通向地面层疏散门的上方；
- 3 应设置在室外疏散楼梯出口的上方；
- 4 应设置在直通室外疏散门的上方；
- 5 在首层采用扩大的封闭楼梯间或防烟楼梯间时，应设置在通向楼梯间疏散门的上方；
- 6 应设置在直通上人屋面、平台、天桥、连廊出口的上方；
- 7 地下或半地下建筑（室）采用直通室外的竖向梯疏散时，应设置在竖向梯开口的上方；
- 8 需要借用相邻防火分区疏散的防火分区中，应设置在通向被借用防火分区甲级防火门的上方；
- 9 应设置在步行街两侧商铺通向步行街疏散门的上方；
- 10 应设置在避难层、避难间、避难走道防烟前室、避难走道入口的上方；
- 11 应设置在观众厅、展览厅、多功能厅和建筑面积大于 400m² 的营业厅、餐厅、演播厅等人员密集场所疏散门的上方。

6.3.1.2.10 方向标志灯的设置应符合下列规定：

- 1 有维护结构的疏散走道、楼梯应符合下列规定：
 - 1) 应设置在走道、楼梯两侧距地面、梯面高度 1m 以下的墙面、柱面上；
 - 2) 当安全出口或疏散门在疏散走道侧边时，应在疏散走道上方增设指向安全出口或疏散门的方向标志灯；
 - 3) 方向标志灯的标志面与疏散方向垂直时，灯具的设置间距不应大于 20m；方向标志灯的标志面与疏散方向平行时，灯具的设置间距不应大于 10m。
- 2 展览厅、商店、候车（船）室、民航候机厅、营业厅等开敞空间场所的疏散通道应符合下列规定：
 - 1) 当疏散通道两侧设置了墙、柱等结构时，方向标志灯应设置在距地面高度 1m 以下的墙面、柱面上；当疏散通道两侧无墙、柱等结构时，方向标志灯应设置在疏散通道的上方；
 - 2) 方向标志灯的标志面与疏散方向垂直时，特大型或大型方向标志灯的设置间距不应大于 30m，中型或小型方向标志灯的设置间距不应大于 20m；方向标志灯的标志面与疏散方向平行时，特大型或大型方向标志灯的设置间距不应大于 15m，中型或小型方向标志灯的设置间距不应大于 10m。
- 3 下列建筑或场所应在疏散走道和主要疏散路径的地面上增设能保持视觉连续的灯光疏散指示标志或蓄光疏散指示标志：
 - 1) 总建筑面积大于 8000 m² 的展览建筑；
 - 2) 总建筑面积大于 5000 m² 的地上商店；
 - 3) 总建筑面积大于 500 m² 的地下或半地下商店；
 - 4) 歌舞娱乐放映游艺场所；
 - 5) 座位数超过 1500 个的电影院、剧场，座位数超过 3000 个的体育馆、会堂或礼堂；
 - 6) 车站、码头建筑和民用机场航站楼中建筑面积大于 3000 m² 的候车、候船厅和航站楼的公共区。
- 4 保持视觉连续的方向标志灯应符合下列规定：
 - 1) 应设置在疏散走道、疏散通道地面的中心位置；
 - 2) 灯具的设置间距不应大于 3m。
- 5 方向标志灯箭头的指示方向应按照疏散指示方案指向疏散方向，并导向安全出口。

6.3.1.2.11 楼梯间每层应设置指示该楼层的标志灯（以下简称“楼层标志灯”）。

6.3.1.2.12 人员密集场所的疏散出口、安全出口附近应增设多信息复合标志灯具。

6.3.1.3 系统配电的设计

I 一般规定

6.3.1.3.1 系统配电应根据系统的类型、灯具的设置部位、灯具的供电方式进行设计。灯具的电源应由主电源和蓄电池电源组成，且蓄电池电源的供电方式分为集中电源供电方式和灯具自带蓄电池供电方式。灯具的供电与电源转换应符合下列规定：

- 1 当灯具采用集中电源供电时，灯具的主电源和蓄电池电源应由集中电源提供，灯具主电源和蓄电池电源在集中电源内部实现输出转换后应由同一配电回路为灯具供电；

2 当灯具采用自带蓄电池供电时，灯具的主电源应通过应急照明配电箱一级分配电后为灯具供电，应急照明配电箱的主电源输出断开后，灯具应自动转入自带蓄电池供电。

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

II 灯具配电回路的设计

6.3.1.3.3 水平疏散区域灯具配电回路的设计应符合下列规定：

- 1 应按防火分区、同一防火分区的楼层等为基本单元设置配电回路；
- 2 除住宅建筑外，不同的防火分区不能共用同一配电回路；
- 3 避难走道应单独设置配电回路；
- 4 防烟楼梯间前室及合用前室内设置的灯具应由前室所在楼层的配电回路供电；
- 5 配电室、消防控制室、消防水泵房、自备发电机房等发生火灾时仍需工作、值守的区域和相关疏散通道，应单独设置配电回路。

6.3.1.3.4 竖向疏散区域灯具配电回路的设计应符合下列规定：

- 1 封闭楼梯间、防烟楼梯间、室外疏散楼梯应单独设置配电回路；
- 2 敞开楼梯间内设置的灯具应由灯具所在楼层或就近楼层的配电回路供电。
- 3 避难层和避难层连接的下行楼梯间应单独设置配电回路。

6.3.1.3.5 任一配电回路配接灯具的数量、范围应符合下列规定：

- 1 配接灯具的数量不宜超过 60 只；

6.3.1.3.6 任一配电回路的额定功率、额定电流应符合下列规定：

- 1 配接灯具的额定功率总和不应大于配电回路额定功率的 80%；
- 2 A 型灯具配电回路的额定电流不应大于 6A；B 型灯具配电回路的额定电流不应大于 10A。

IV 集中电源的设计

6.3.1.3.7 灯具采用集中电源供电时，集中电源的设计应符合下列规定：

- 1 集中电源的选择应符合下列规定：
 - 1) 应根据系统的类型及规模、灯具及其配电回路的设置情况、集中电源的设置部位及设备散热能力等因素综合选择适宜电压等级与额定输出功率的集中电源；集中电源额定输出功率不应大于 5kW；设置在电缆竖井中的集中电源额定输出功率不应大于 1kW；
 - 2) 蓄电池电源宜优先选择安全性高、不含重金属等对环境有害物质的蓄电池（组）；
 - 3) 在隧道场所、潮湿场所，应选择防护等级不低于 IP65 的产品；在电气竖井内，应选择防护等级不低于 IP33 的产品。
- 2 集中电源的设置应符合下列规定：
 - 1) 应综合考虑配电线路的供电距离、导线截面、压降损耗等因素，按防火分区的划分情况设置集中电源；灯具总功率大于 5kW 的系统，应分散设置集中电源；
 - 2) 应设置在消防控制室、低压配电室、配电间内或电气竖井内；设置在消防控制室内时，应符合 GB51309-2018 标准第 3.4.6 条的规定；集中电源的额定输出功率不大于 1kW 时，可设置在电气竖井内；
 - 3) 设置场所不应有可燃气体管道、易燃物、腐蚀性气体或蒸汽；
 - 4) 酸性电池的设置场所不应存放带有碱性介质的物质；碱性电池的设置场所不应存放带有酸性介质的物质；
 - 5) 设置场所宜通风良好，设置场所的环境温度不应超出电池标称的工作温度范围。
- 3 集中电源的供电应符合下列规定：
 - 1) 集中控制型系统中，集中设置的集中电源应由消防电源的专用应急回路供电，分散设置的集中电源应由所在防火分区、同一防火分区的楼层的消防电源配电箱供电；
 - 2) 非集中控制型系统中，集中设置的集中电源应由正常照明线路供电，分散设置的集中电源应由所在防火分区、同一防火分区的楼层的正常照明配电箱供电。
- 4 集中电源的输出回路应符合下列规定：
 - 1) 集中电源的输出回路不应超过 8 路；
 - 2) 沿电气竖井垂直方向为不同楼层的灯具供电时，集中电源的每个输出回路在公共建筑中的供电范围不宜超过 8 层，在住宅建筑的供电范围不宜超过 18 层。

6.3.1.4 应急照明控制器及集中控制型系统通信线路的设计

I 应急照明控制器的设计

6.3.1.4.1 应急照明控制器的选型应符合下列规定：

- 1 应选择具有能接收火灾报警控制器或消防联动控制器干接点信号或 DC24V 信号接口的产品；
- 2 应急照明控制器采用通信协议与消防联动控制器通信时，应选择与消防联动控制器的通信接口和通讯协议的兼容性满足现行国家标准《火灾自动报警系统组件兼容性要求》GB 22134 有关规定的产品；
- 3 在潮湿场所，应选择防护等级不低于 IP65 的产品；在电气竖井内，应选择防护等级不低于 IP33 的产品；
- 4 控制器的蓄电池电源宜优先选择安全性高、不含重金属等对环境有害物质的蓄电池。

6.3.1.4.2 任一台应急照明控制器直接控制灯具的总数量不应大于 3200。

6.3.1.4.3 应急照明控制器的控制、显示功能应符合下列规定：

- 1 应能接收、显示、保持火灾报警控制器的火灾报警输出信号。具有两种及以上疏散指示方案场所中设置的应急照明控制器还应能接收、显示、保持消防联动控制器发出的火灾报警区域信号或联动控制信号；
- 2 应能按预设逻辑自动、手动控制系统的应急启动，并应符合 GB51309-2018 标准第 3.6.10～第 3.6.12 条的规定；
- 3 应能接收、显示、保持其配接的灯具、集中电源或应急照明配电箱的工作状态信息。

6.3.1.4.4 系统设置多台应急照明控制器时，起集中控制功能的应急照明控制器的控制、显示功能尚应符合下列规定：

- 1 应能按预设逻辑自动、手动控制其他应急照明控制器配接系统设备的应急启动，并应符合 GB51309-2018 标准第 3.6.10～第 3.6.12 条的规定；
- 2 应能接收、显示、保持其他应急照明控制器及其配接的灯具、集中电源或应急照明配电箱的工作状态信息。

6.3.1.4.5 建、构筑物中存在具有两种及以上疏散指示方案的场所时，所有区域的疏散指示方案、系统部件的工作状态应在应急照明控制器或专用消防控制室图形显示装置上以图形方式显示。

6.3.1.4.6 应急照明控制器的设置应符合下列规定：

- 1 应设置在消防控制室内或有人值班的场所；系统设置多台应急照明控制器时，起集中控制功能的应急照明控制器应设置在消防控制室内，其他应急照明控制器可设置在电气竖井、配电间等无人值班的场所。
- 2 在消防控制室地面上设置时，应符合下列规定：
 - 1) 设备面盘前的操作距离，单列布置时不应小于 1.5m；双列布置时不应小于 2m；
 - 2) 在值班人员经常工作的一面，设备面盘至墙的距离不应小于 3m；
 - 3) 设备面盘后的维修距离不宜小于 1m；
 - 4) 设备面盘的排列长度大于 4m 时，其两端应设置宽度不小于 1m 的通道。
- 3 在消防控制室墙面上设置时，应符合下列规定：
 - 1) 设备主显示屏高度宜为 1.5 m ～1.8m；
 - 2) 设备靠近门轴的侧面距墙不应小于 0.5m；
 - 3) 设备正面操作距离不应小于 1.2m。

6.3.1.4.7 应急照明控制器的主电源应由消防电源供电；控制器的自带蓄电池电源应至少使控制器在主电源中断后工作 3h。

II 集中控制型系统通信线路的设计

6.3.1.4.8 集中电源或应急照明配电箱应按灯具配电回路设置灯具通信回路，且灯具配电回路和灯具通信回路配接的灯具应一致。

6.3.1.5 系统线路的选择

6.3.1.5.1 系统线路应选择铜芯导线或铜芯电缆。

6.3.1.5.2 系统线路电压等级的选择应符合下列规定：

- 1 额定工作电压等级为 50V 以下时，应选择电压等级不低于交流 300/500V 的线缆；
- 2 额定工作电压等级为 220/380V 时，应选择电压等级不低于交流 450/750V 的线缆。

6.3.1.5.3 地面上设置的标志灯的配电线路和通信线路应选择耐腐蚀橡胶线缆。

6.3.1.5.4 集中控制型系统中，除地面上设置的灯具外，系统的配电线路应选择耐火线缆，系统的通信线路应选择耐火线缆或耐火光纤。

6.3.1.5.5 非集中控制型系统中，除地面上设置的灯具外，系统配电线路的选择应符合下列规定：

- 1 灯具采用自带蓄电池供电时，系统的配电线路应选择阻燃或耐火线缆；
- 2 灯具采用集中电源供电时，系统的配电线路应选择耐火线缆。

6.3.1.5.6 同一工程中相同用途电线电缆的颜色应一致；线路正极“+”线应为红色，负极“-”线应为蓝色或黑色，接地线应为黄色绿色相间。

6.3.1.6 集中控制型系统的控制设计

I 一般规定

6.3.1.6.1 系统控制架构的设计应符合下列规定：

- 1 设有消防控制室的公共建筑，消防疏散照明和疏散指示系统应能在消防控制室集中控制和状态监视。
- 2 系统设置多台应急照明控制器时，应设置一台起集中控制功能的应急照明控制器；
- 3 应急照明控制器应通过集中电源或应急照明配电箱连接灯具，并控制灯具的应急启动、蓄电池电源的转换。

6.3.1.6.2 具有一种疏散指示方案的场所，系统不应设置可变疏散指示方向功能。

6.3.1.6.3 集中电源或应急照明配电箱与灯具的通信中断时，非持续型灯具的光源应应急点亮、持续型灯具的光源应由节电点亮模式转入应急点亮模式。

6.3.1.6.4 应急照明控制器与集中电源或应急照明配电箱的通信中断时，集中电源或应急照明配电箱应连锁控制其配接的非持续型照明灯的光源应急点亮、持续型灯具的光源由节电点亮模式转入应急点亮模式。

II 非火灾状态下的系统控制设计

6.3.1.6.5 非火灾状态下，系统正常工作模式的设计应符合下列规定：

- 1 应保持主电源为灯具供电；
- 2 系统内所有非持续型照明灯应保持熄灭状态，持续型照明灯的光源应保持节电点亮模式；
- 3 标志灯的工作状态应符合下列规定：
 - 1) 具有一种疏散指示方案的区域，区域内所有标志灯的光源应按该区域疏散指示方案保持节电点亮模式；
 - 2) 需要借用相邻防火分区疏散的防火分区，区域内相关标志灯的光源应按该区域可借用相邻防火分区疏散工况条件对应的疏散指示方案保持节电点亮模式；

6.3.1.6.6 在非火灾状态下，系统主电源断电后，系统的控制设计应符合下列规定：

- 1 集中电源或应急照明配电箱应连锁控制其配接的非持续型照明灯的光源应急点亮、持续型灯具的光源由节电点亮模式转入应急点亮模式；灯具持续应急点亮时间应符合设计文件的规定，且不应超过 0.5h；本项目取 30 min。（增加的持续时间按国标图集《应急照明设计与安装》19D702-D 第 82 页规定：≤54m 住宅取 10min，≥54m 住宅取 15min，一类高层民用建筑及人员密集场所取 30min。）
- 2 系统主电源恢复后，集中电源或应急照明配电箱应连锁其配接灯具的光源恢复原工作状态；灯具持续点亮时间达到设计文件规定的时间，且系统主电源仍未恢复供电时，集中电源或应急照明配电箱应连锁其配接灯具的光源熄灭。

6.3.1.6.7 在非火灾状态下，任一防火分区、楼层的正常照明电源断电后，系统的控制设计应符合下列规定：

- 1 为该区域内设置灯具供配电的集中电源或应急照明配电箱应在主电源供电状态下，连锁控制其配接的非持续型照明灯的光源应急点亮、持续型灯具的光源由节电点亮模式转入应急点亮模式；
- 2 该区域正常照明电源恢复供电后，集中电源或应急照明配电箱应连锁控制其配接的灯具的光源恢复原工作状态。

III 火灾状态下的系统控制设计

6.3.1.6.8 火灾确认后，应急照明控制器应能按预设逻辑手动、自动控制系统的应急启动，具有两种及以上疏散指示方案的区域应作为独立的控制单元，且需要同时改变指示状态的灯具应作为一个灯具组，由应急照明控制器的一个信号统一控制。

6.3.1.6.9 系统自动应急启动的设计应符合下列规定：

- 1 应由火灾报警控制器或火灾报警控制器（联动型）的火灾报警输出信号作为系统自动应急启动的触发信号；
- 2 应急照明控制器接收到火灾报警控制器的火灾报警输出信号后，应自动执行以下控制操作：
 - 1) 控制系统所有非持续型照明灯的光源应急点亮，持续型灯具的光源由节电点亮模式转入应急点亮模式；
 - 2) 控制 B 型集中电源转入蓄电池电源输出、B 型应急照明配电箱切断主电源输出；
 - 3) A 型集中电源应保持主电源输出，待接收到其主电源断电信号后，自动转入蓄电池电源
 - 4) A 型应急照明配电箱应保持主电源输出，待接收到其主电源断电信号后，自动切断主电源输出。

6.3.1.6.10 应能手动操作应急照明控制器控制系统的应急启动，且系统手动应急启动的设计应符合下列规定：

- 1 控制系统所有非持续型照明灯的光源应急点亮，持续型灯具的光源由节电点亮模式转入应急点亮模式；
- 2 控制集中电源转入蓄电池电源输出、应急照明配电箱切断主电源输出。

6.3.1.6.11 需要借用相邻防火分区疏散的防火分区，改变相应标志灯具指示状态的控制设计应符合下列规定：

- 1 应由消防联动控制器发送的被借用防火分区的火灾报警区域信号作为控制改变该区域相应标志灯具指示状态的触发信号；
- 2 应急照明控制器接收到被借用防火分区的火灾报警区域信号后，应自动执行以下控制操作：
 - 1) 按对应的疏散指示方案，控制该区域内需要变换指示方向的方向标志灯改变箭头指示方向；
 - 2) 控制被借用防火分区入口处设置的出口标志灯的“出口指示标志”的光源熄灭、“禁止入内”指示标志的光源应急点亮；
 - 3) 该区域内其他标志灯的工作状态不应被改变。

6.3.2 应急照明条件下， 照明测量项目应包括各场所的照度和灯具表面亮度。

6.4 室外照明及配电

6.4.1 室外照明的种类分为：道路照明、景观照明、建筑立面照明三大类，按功能需求选用路灯、庭园灯、草坪灯、地灯、泛光照明灯、水下照明灯等类型。

6.4.2 室外公共区域照度值和一般显色指数应符合下表：

场所		平均水平照度 最低值 $E_{h,av}(lx)$	最小水平照度 $E_{h,min}(lx)$	最小垂直照度 $E_{v,min}(lx)$	最小半柱面照度 $E_{sc,min}(lx)$	一般显色指数最低值
道路	主要道路	15	3	5	3	60
	次要道路	10	2	3	2	60
	健身步道	20	5	10	5	60
活动场所		30	10	10	5	60

注：水平照度的参考平面为地面，垂直照度和半柱面照度的计算点或测量点高度为 1.5m。

6.4.3 园区道路、人行及非机动车道照明灯具上射光通比的最大值不应大于下表的规定值：

照明技术参数	应用条件	环境区域				
		E0 区、E1 区	E2 区	E3 区	E4 区	
上射光通比	灯具所处位置水平面以上的光通量与灯具总光通量只比（%）	0	5	15	25	

E1 区—天然暗环境区，如国家公园、自然保护区和天文台所在地区等；

E2 区—低亮度环境区，如乡村的工业或居住区等；

E3 区—中等亮度环境区，如城郊工业或居住区等；

E4 区—高亮度环境区，如城市中心和商业区等。

6.4.4 室外照明的供电电压为~220V/380V，供电半径不宜大于 300m。

6.4.5 道路、庭院、景观及立面照明灯具采用 LED 光源为主的节能型灯具，并在合适的场所使用风能/太阳能光伏等可再生能源供电的灯具。

- 6.4.6 各种场所严禁采用触电防护的类别为 0 类的灯具。
- 6.4.7 安装在水池内、旱喷泉内的水下灯具必须采用防触电等级为Ⅲ类、防护等级为 IPX8 的加压水密型灯具，电压不得超过交流 12V 或直流 30V 的安全特低电压（SELV）。旱喷泉内禁止直接使用电压超过 12V 的潜水泵。
- 6.4.8 在室内安装的地面灯具外壳防护等级不低于 IP54；安装在室外地面的灯具以及光源安装高度低于 2.5 米的户外灯具外壳防护等级应不低于 IP67；当户外灯具的安装高度小于 2.5 米，而又没有采用安全特低电压（SELV）供电时，应采取有效防触电措施（包括等电位联结、安全接地、装设 RCD、防水等级为 IP67、选用双重绝缘灯具等）。安装在地面的灯具安装面应能耐受外界的机械冲击和研磨。灯具及安装固定件应具有防止脱落或倾倒的安全防护措施；对人员可触及的光环境设备（如照明设备），当表面温度高于 70℃ 时，应采取隔离保护措施。直接安装在可燃烧材料表面的灯具，应采用标有△F 标志的灯具。
- 6.4.9 照明装置采用安全特低电压供电时，应采用安全隔离变压器，且二次侧不应接地。
- 6.4.10 室外配电装置的金属构架、金属外壳、电缆的金属外皮、穿线金属管、灯具的金属外壳及金属灯杆，应与接地装置相连(接 PE 线)。
- 6.4.11 道路照明的每个灯具均应设有单独的保护装置；其他室外照明灯具，对单光源功率在 250W 及以上者，应在每个灯具处单独设置短路保护。室外照明各分支回路均应装设剩余电流动作保护器，其动作电流不宜小于正常运行时最大泄漏电流的 2.0~2.5 倍，且不宜大于 100mA，动作时间不应大于 0.2s。
- 6.4.12 对仅在水中才能安全工作的灯具，其配电回路应加设低水位断电措施。游泳池水下照明灯具的安装位置，应保证从灯具的上部边缘至正常水面不低于 0.5m，面朝上的玻璃应采取防护措施，防止人体接触。
- 6.4.13 道路照明、景观照明、建筑立面照明采用分类、分区控制，时控、光控继电器控制、可编程时序控制或智能照明控制，同时具备人工手动控制的方式。景观照明、建筑立面照明控制应能实现平日、一般节日、重大节日等开灯控制模式。
- 6.4.14 建筑立面和标识面应符合下列规定：

1 建筑立面和标识面的平均亮度不应大于下表的规定值：

照明技术参数	应用条件	环境区域			
		E0 区、E1 区	E2 区	E3 区	E4 区
建筑立面亮度 ¹ L _b (cd/m ²)	被照面平均亮度	0	5	10	25
标识亮度 ² L _s (cd/m ²)	外投光标识被照面平均亮度； 对自发光广告标识，指发光面的平均亮度	50	400	800	1000

注：1 本表中 L_s 值不适用于交通信号标识。

2 E1 区和 E2 区里不应采用闪烁、循环组合的发光标识，在所有环境区域这类标识均不应靠近住宅的窗户设置。

- 6.4.15 室外照明采用泛光照明时，应控制投射范围，散射到被照面之外的溢散光不应超过 20%。
- 6.4.16 建筑夜景照明的照明功率密度 (LPD) 限值应符合现行行业标准《城市夜景照明设计规范》JGJ / T 163 的有关规定。

建筑物立面夜景照明的功率密度值不宜大于下表的要求：

建筑物饰面材料		城市规模	E2区		E3区		E4区	
名称	放射比 ρ		对应照度 (lx)	功率密度 (W/m ²)	对应照度 (lx)	功率密度 (W/m ²)	对应照度 (lx)	功率密度 (W/m ²)
白色外墙涂料，乳白色外墙釉面砖，浅冷、暖色外墙涂料，白色大理石	0.6~0.8	大	30	1.3	50	2.2	150	6.7
		中	20	0.9	30	1.3	100	4.5
		小	15	0.7	20	0.9	75	3.3
银色或灰绿色铝塑板、浅色大理石、浅色瓷砖、灰色或土黄色釉面砖、		大	50	2.2	75	3.3	200	8.9
		中	30	1.3	50	2.2	150	6.7

中等浅色涂料、中等色铝塑板等		小	20	0.9	30	1.3	100	4.5
深色天然花岗石、大理石、瓷砖、混凝土，褐色、暗红色釉面砖、人造花岗石、普通砖等		大	75	3.3	150	6.7	300	13.3
		中	50	2.2	100	4.5	250	11.2
		小	30	1.3	75	3.3	200	8.9

注：1 城市规模及环境区域(E1~E4区)的划分可按《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008规范附录A进行；

2 为保护E1区(天然暗环境区)的生态环境，建筑立面不应设置夜景照明。

- 6.4.17 安装在建筑本体的室外照明系统应与该建筑物配电系统的接地型式一致。安装于室外的照明设备中距建筑外墙 20m 以内的设施，应与室内系统的接地形式一致，距建筑物外墙大于 20m 宜采用 TT 接地形式。
- 6.4.18 室外埋地电气线管埋深（覆土深度）不应小于 0.5m，过车道应采用或外套热浸镀锌 SC 型钢管防护。室外安装的电线管及接线盒应选用 IP67 防水及防日照辐射性能好的产品，做好防水密闭措施，且室外设备及管线应安装牢固，保证在最强暴风雨中完好无损。室外配电线路缆分支处应设置接线盒（或采用电缆集成 T 接端子），安装高度不低于 0.5 m；当难以实施时，应采取有效防水、防漏电措施。
- 6.4.19 室外照明配电箱应设置 II 级试验的电涌保护器，对安装高度在 15m 以上或其他安装在高耸构筑物上的照明装置应配置接闪保护装置。
- 6.4.20 建筑景观照明应设置平时、一般节日及重大节日多种控制模式。
- 6.4.21 室外公共区域照明的测量项目应包括照度、色温、显色指数和亮度。
- 6.4.22 室外游泳池、戏水池及供人员游泳、戏水或其他类似活动场所、喷泉水池和积水处、装有固定浴盆或淋浴场所电击防护措施应符合本电气设计总说明的相关规定。

7 电气节能设计~~设计~~及环保措施。

7.1 电气节能：

- 7.1.1 配变电所应靠近负荷中心、大功率用电设备。
- 7.1.2 电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效水平应高于能效限定值或能效等级 2 级的要求。
- 7.1.3 本项目变压器选用低损耗的 SC（B）-RL-NX2 树脂绝缘立体卷铁芯干式变压器或者 SCBH15 非晶合金干式变压器，或者 SJCB14 硅橡胶干式变压器，或者其他能效等级能达到《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052-2020 规定的 2 级能效指标，其自带 IP2X 及以上金属防护外壳，自带强制风冷、温度控制和显示装置，并应有远传功能的变压器。
- 7.1.4 变压器容量、台数设计合理，便于管理人员根据负荷情况确定投入台数，减少不必要的损耗。季节性负荷、工艺负荷卸载时，为其单独设置的变压器应具有退出运行的措施。各变压器设计负荷率控制在 70%~85%，有利于降低损耗。

7.1.5 变压器容量指标不应超过限定值：

建筑类型	限定值 (VA/m²)	节能值 (VA/m²)	实际值 (VA/m²)	备注
办公	110	70		对应一类和二类办公建筑
商业	170	110		对应大型商店建筑
旅馆	125	80		对应三星级及以上宾馆
注：1 商业综合体应按照各建筑类型的建筑面积比例进行核实； 2 建筑物中包含数据中心，数据中心部分应符合相关规范的规定； 3 本容量指标不包括充电桩的容量。				

- 7.1.6 配电系统三相负荷的不平衡度不宜大于 15%。单相负荷较多的供电系统，宜采用部分分相无功自动补偿装置。
- 7.1.7 建筑供配电系统设计应进行负荷计算。当功率因数未达到供电主管部门要求时，应采取元功补偿措施。本项目低压配电柜集中设置电容补偿柜，并串接电抗器。容量较大的用电设备，当功率因数较低且离配变电所较远时，宜采用无功功率就地补偿方式。
- 7.1.8 大型用电设备、大型可控硅调光设备、电动机变频调速控制装置等谐波源较大设备，宜就地设置谐波抑制装置。当建筑中非线性用电设备较多时，在低压配电柜集中设置有源滤波柜或宜预留滤波装置的安装空间。
- 7.1.9 本工程照明功率密度值应满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 3.3.7

中照明功率密度限值的要求：其中均匀度、统一眩光值、一般显色指数等照明数量和质量指标应满足《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 第 3.3 节的有关规定。

- 7.1.10 电缆选择合理，降低线路损耗。
- 7.1.11 公共走道、电梯厅、前室及楼梯间合理使用人体感应自熄或常亮/微亮双亮度 LED 筒灯或吸顶灯。地下车库照明采用常亮/微亮双亮度 LED 雷达感应 LED 灯管。
- 7.1.12 所有部位的照明均采用高效灯具、高效光源、节能型电感镇流器或电子镇流器（电源适配器）。气体放电光源，宜采用分散方式进行无功功率补偿，补偿后单灯功率因数不应小于 0.9，对于光源功率 250W 以上的大功率气体放电灯使用电感镇流器时，功率因数不应小于 0.85。
- 7.1.13 电梯应采用变频调速拖动方式或能量再生回馈技术的节能电梯。电梯应具备无外部召唤且轿厢内一段时间无预置指令时，自动转为节能运行模式的功能，并采用轿厢无人自控关灯、关风扇技术、驱动器休眠技术等节能控制措施，同一候梯厅设置 2 台以上的电梯应采用电梯群控或群控楼宇智能管理技术。电梯群控系统主要内容要求及住宅电梯的功能配置详见 GB 51348-2019 第 9.3.8 条的条文说明。自动扶梯或自动人行步道应具备空载时暂停或低速运转的功能。
- 7.1.14 水泵、风机、空调等设备，及其他电气装置应选用节能型产品，满足相关现行国家标准的节能评价要求。
- 7.1.15 对有调速要求的电动设备，配置变频调速器。生活水泵采用变频控制，排水泵根据水位控制。
- 7.1.16 水泵、风机以及电热设备应采取节能自动控制措施。
- 7.1.17 建筑面积不低于 20000 m² 且采用集中空调的公共建筑，应设置建筑设备管理系统。对平时使用的空调、风机、水泵等设备编制最佳运行程序，自动根据需要自动启停及调节运行速度。
- 7.1.18 锅炉房、换热机房和制冷机房应进行能量计量，能量计量应包括下列内容：
 - 1 燃料的消耗量；
 - 2 制冷机的耗电量；
 - 3 集中供热系统的供热量；
 - 4 补水量。
- 7.1.19 锅炉房和换热机房应设置供热量自动控制装置；其控制设计应符合下列规定：
 - 1 应能进行水泵与阀门等设备连锁控制；
 - 2 供水温度应能根据室外温度进行调节；
 - 3 供水流量应能根据末端需求进行调节；
 - 4 宜能根据末端需求进行水泵台数和转速的控制；
 - 5 应能根据需求供热量调节锅炉的投运台数和投入燃料量。
- 7.1.20 供暖空调系统应设置室温调控装置；散热器及辐射供暖系统应安装自动温度控制阀。
- 7.1.21 冷热源机房的控制功能应符合下列规定：
 - 1 应能进行冷水(热泵)机组、水泵、阀门、冷却塔等设备的顺序启停和连锁控制；
 - 2 应能进行冷水机组的台数控制，宜采用冷量优化控制方式；
 - 3 应能进行水泵的台数控制，宜采用流量优化控制方式；
 - 4 二级泵应能进行自动变速控制，宜根据管道压差控制转速，且压差宜能优化调节；
 - 5 应能进行冷却塔风机的台数控制，宜根据室外气象参数进行变速控制；
 - 6 应能进行冷却塔的自动排污控制；
 - 7 宜能根据室外气象参数和末端需求进行供水温度的优化调节；
 - 8 宜能按累计运行时间进行设备的轮换使用；
 - 9 冷热源主机设备 3 台以上的，宜采用机组群控方式；当采用群控方式时，控制系统应与冷水机组自带控制单元建立通信连接。
- 7.1.22 全空气空调系统的控制应符合下列规定：
 - 1 应能进行风机、风阀和水阀的启停连锁控制；
 - 2 应能按使用时间进行定时启停控制，宜对启停时间进行优化调整；
 - 3 采用变风量系统时，风机应采用变速控制方式；
 - 4 过渡季宜采用加大新风比的控制方式；
 - 5 宜根据室外气象参数优化调节室内温度设定值；
 - 6 全新风系统送风末端宜采用设置人离延时关闭控制方式。
- 7.1.23 风机盘管应采用电动水阀和风速相结合的控制方式，宜设置常闭式电动通断阀。
- 7.1.24 公共区域风机盘管的控制应符合下列规定：

- 1 应能对室内温度设定值范围进行限制；
- 2 应能按使用时间进行定时启停控制，宜对启停时间进行优化调整。（采用联网控制方式）
- 7.1.25 以排除房间余热为主的通风系统，宜根据房间温度控制通风设备运行台数或转速。
- 7.1.26 地下停车库风机宜采用多台并联方式或设置风机调速装置，并宜根据使用情况对通风机设置定时启停(台数)控制或根据车库内的一氧化碳浓度进行自动运行控制。人员密集场所的新风机采用“根据二氧化碳浓度”进行控制。
- 7.1.27 间歇运行的空气调节系统，宜设置自动启停控制装置。控制装置应具备按预定时间表、服务区域是否有人等模式控制设备启停的功能。
- 7.1.28 集中热水供应系统的监测和控制宜符合下列规定：
 - 1 对系统热水耗量和系统总供热量宜进行监测；
 - 2 对设备运行状态宜进行检测及故障报警；
 - 3 对每日用水量、供水温度宜进行监测；
 - 4 装机数量大于等于 3 台的工程，宜采用机组群控方式。
- 7.1.29 选用交流接触器的吸持功率不应高于现行国家标准《交流接触器能效限定值及能效等级》GB 21518 规定的能效限定值，宜采用符合节能评价值的接触器。
- 7.1.30 大型公共建筑中的电开水器等电热设备宜采用定时控制。
- 7.1.31 主要次级用能单位用电量大于等于 10kW 或单台用电设备大于等于 100kW 时，应设置电能计量装置。公共建筑宜设置用电能耗监测与计量系统，并进行能效分析和管理。
- 7.1.32 公共建筑应按功能区域设置电能监测与计量系统。
- 7.1.33 甲类公共建筑应按照照明插座、空调、电力、特殊用电分项进行电能监测与计量。办公建筑宜将照明和插座分项进行电能监测与计量。
- 7.1.34 冷热源系统的循环水泵耗电量宜单独计量。
- 7.1.35 所有低压配电回路均设置多功能电表。VRV 空调配套分户计费系统，其所需硬件、软件及电表由厂家配套提供。
- 7.1.36 项目建成后，委托专业的物业管理公司建立能源计量管理体系，形成文件，并保持和持续改进其有效性。配备专人负责能源计量器具的管理，负责能源计量器的配备、使用、检定（校准）、维修、报废等管理工作，以确保项目的节能措施得以达到预期的节能效果。建立、保持和使用文件化的程序，规范能源计量人员行为、能源计量器具管理和能源计量数据的采集、处理和汇总。
- 7.1.37 电表计量装置检验用标准器准确度等级：计量表及互感器精度要求：高压互感器 0.2 级，计量表 0.5 级；低压互感器、计量表 0.5 级；其他无商业计量要求或只是内部经济核算用的计量表 1 级。
- 7.1.38 所有计量表的计量范围、参数内容、计量精度等满足法定要求。其功能，如数据采集方式、通信接口形式、通信协议等应满足项目能量计量管理系统的要求。
- 7.1.39 当环境条件允许且经济技术合理时，宜采用太阳能、风能等可再生能源直接并网供电。
- 7.1.40 当公共电网无法提供照明电源时，应采用太阳能、风能等发电并配置蓄电池的方式作为照明电源。
- 7.1.41 可再生能源应用系统宜设置监测系统节能效益的计量装置。
- 7.1.42 公共建筑宜采用光热或光伏与建筑一体化系统；光热或光伏与建筑一体化系统不应影响建筑外围护结构的建筑功能，并应符合国家现行标准的有关规定。
- 7.1.43 公共建筑利用太阳能同时供热供电时，宜采用太阳能光伏光热一体化系统。
- 7.1.44 与电网并网的光伏发电系统应具有相应的并网保护及隔离功能。
- 7.1.45 光伏发电系统在并网处应设置并网控制装置，并应设置专用标识和提示性文字符号。
- 7.1.46 人员可触及的可导电的光伏组件部位应采取电击安全防护措施并设警示标识。
- 7.1.47 太阳能系统与构件及其安装安全，应符合下列规定：
 - 1 应满足结构、电气及防火安全的要求；
 - 2 由太阳能集热器或光伏电池板构成的围护结构构件，应满足相应围护结构构件的安全性及功能性要求；
 - 3 安装太阳能系统的建筑，应设置安装和运行维护的安全防护措施，以及防止太阳能集热器或光伏电池板损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。
- 7.1.48 太阳能系统应对下列参数进行监测和计量：

- 1 太阳能热利用系统的辅助热源供热量、集热系统进出口水温、集热系统循环水流量、太阳总辐照量，以及按使用功能分类的下列参数：
 - 1) 太阳能热水系统的供热水温度、供热水量；
 - 2) 太阳能供暖空调系统的供热量及供冷量、室外温度、代表性房间室内温度。
- 2 太阳能光伏发电系统的发电量、光伏组件背板表面温度、室外温度、太阳总辐照量。

7.1.49 太阳能光伏发电系统中的光伏组件设计使用寿命应高于 25 年，系统中多晶硅、单晶硅、薄膜电池组件自系统运行之日起，一年内的衰减率应分别低于 2.5%、3%、5%，之后每年衰减应低于 0.7%。

7.1.50 太阳能光伏发电系统设计时，应给出系统装机容量和年发电总量。

7.1.51 太阳能光伏发电系统设计时，应根据光伏组件在设计安装条件下光伏电池最高工作温度设计其安装方式，保证系统安全稳定运行。

7.2 环保措施：

7.2.1 变压器选用低噪声环保型干式变压器。高低压开关柜等配电设备元器件选用低噪声环保型，降低用配电设备的噪声及电磁污染。

7.2.2 采用低烟无卤清洁型电缆和导线，火灾时可避免释放大量含氯的有毒烟雾，以保证人员紧急情况时的安全疏散。

7.2.3 火灾自动报警系统的感烟探测器选用光电感烟型产品，不选用离子感烟型产品。

7.2.4 本工程中使用的 EPS 及 UPS 电源装置均配置免维护密封电池，运行过程中不产生废酸、废液，电池寿命终结时集中统一进行无害化处理。

7.2.5 发电机房消音吸音隔声、防震减震、消烟、通风、排烟管道及其它环保处理工程由具有相应资质的发电机供货及专业安装公司负责设计、施工及确保通过各项相应竣工验收。

7.2.6 发电机房噪声处理应满足《声环境质量标准》GB 3096-2008 第 5.1 条中相应各类声环境功能区类别的环境噪声限值；

7.2.7 柴油发电机的尾气经水喷淋处理，排烟管应高出屋面，并做好防风雨措施，其排烟排放限值按林格曼黑度 I 级执行，外露的排烟管应做隔热防护包裹，土建烟道井侧壁应砌耐火砖等做隔热处理，发电机的烟气不能直排到烟道井内，烟道井内必须设置钢制排烟管。

8 绿色建筑电气设计。

本项目绿色建筑按基本级☑一星级；具体措施详见绿色建筑专项说明。

9 防雷设计

请另详见防雷接地设计说明

10 接地及安全措施

请另详见防雷接地设计说明

11 电气消防设计。

请另详“火灾自动报警系统设计说明”。

12 智能化设计。

请另详“智能化系统设计说明”。

13 装配式建筑电气设计。

请另详“装配式建筑专项电气设计说明”

14 机电抗震设计

14.1 根据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 第 1.0.2 条，抗震设防烈度 6 度及以上地区的各类新建、扩建、改建建筑与市政工程必须进行抗震设防，工程项目的勘察、设计、施工、使用维护等必须执行本规范。

14.2 根据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 第 5.1.12 条，建筑的非结构构件及附属机电设备，其自身及与结构主体的连接，应进行抗震设计。

- 14.3 根据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 第 5.1.16 条,建筑附属机电设备不应设置在可能致使其功能障碍等二次灾害的部位;设防地震下需要连续工作的附属设备,应设置在建筑结构地震反应较小的部位。
- 14.4 根据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 第 5.1.17 条,管道、电缆、通风管和设备的洞口设置,应减少对主要承重结构构件的削弱;洞口边缘应有补强措施。管道和设备与建筑结构的连接,应具有足够的变能力,以满足相对位移的需要。
- 14.5 根据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 第 5.1.18 条,建筑附属机电设备的基座或支架,以及相关连接件和锚固件应具有足够的刚度和强度,应能将设备承受的地震作用全部传递到建筑结构上。
- 14.6 重要电力设施可按设防烈度提高 1 度进行抗震设计,但当设防烈度为 8 度及以上时可不再提高。
- 14.7 内径不小于 60mm 的电气配管及重力不小于 150N / m 的电缆梯架、电缆槽盒、母线槽均应进行抗震设防。
- 14.8 本项目电气系统根据上述规范要求需设置抗震支吊架,具体由专业公司出图完成,并报我院审核后实施。
- 14.9 抗震支吊架间距要求:
- 1 抗震支吊架最大设计间距须符合《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014 第 8.2.3 条规定。并根据 8.2.5 条规定要求,抗震支吊架应根据规范要求进行验算,并调整抗震支吊架间距,直至各个节点均满足抗震荷载要求。
 - 2 新建工程的电气桥架、管道侧向抗震支吊架最大间距 12 米,纵向抗震支吊架最大间距 24 米;柔性连接的桥架、金属管道、非金属管道及复合管道、改建工程的最大抗震加固间距为上述参数的一半。
 - 3 水平管线距垂直管线 600mm 范围内设置侧向支撑,垂直管线距地面大于 0.15m 应设置抗震支撑;水平管道、桥架在安装柔性补偿器或伸缩节的两端应设置抗震支吊架。
 - 4 每段水平直线管段、桥架应在两端设置抗震支架,水平管线、桥架在转弯处 0.6m 范围内设置抗震支架;当抗震支架间距大于设计间距时,应在中间设置抗震支架。
- 14.10 应急广播系统宜预置地震广播模式。
- 14.11 电梯的设计应符合下列规定:
- 1 电梯和相关机械、控制器的连接、支承应满足水平地震作用及地震相对位移的要求;
 - 2 垂直电梯宜具有地震探测功能,地震时电梯应能够自动就近平层并停运。电梯原则上应配套自动平层装置。
- 14.12 柴油发电机组的安装设计应符合下列规定:
- 1 应设置震动隔离装置;
 - 2 与外部管道应采用柔性连接;
 - 3 设备与基础之间、设备与减震装置之间的地脚螺栓应能承受水平地震力和垂直地震力。
- 14.13 变压器的安装设计应符合下列规定:
- 1 安装就位后应焊接牢固,内部线圈应牢固固定在变压器外壳内的支承结构上;
 - 2 变压器的支承面宜适当加宽,并设置防止其移动和倾倒的限位器;
 - 3 应对接入和接出的柔性导体留有位移的空间;
- 14.14 蓄电池、电力电容器的安装设计应符合下列规定:
- 1 蓄电池应安装在抗震架上;
 - 2 蓄电池间连线应采用柔性导体连接,端电池宜采用电缆作为引出线;
 - 3 蓄电池安装重心较高时,应采取防止倾倒措施;
 - 4 电力电容器应固定在支架上,其引线宜采用软导体。当采用硬母线连接时,应装设伸缩节装置。
- 14.15 配电箱(柜)、通信设备的安装设计应符合下列规定:
- 1 配电箱(柜)、通信设备的安装螺栓或焊接强度应满足抗震要求;
 - 2 靠墙安装的配电柜、通信设备机柜底部安装应牢固。当底部安装螺栓或焊接强度不够时,应将顶部与墙壁进行连接;
 - 3 当配电柜、通信设备柜等非靠墙落地安装时,根部应采用金属膨胀螺栓或焊接的固定方式。当 8 度或 9 度时,可将几个柜在重心位置以上连成整体;
 - 4 壁式安装的配电箱与墙壁之间应采用金属膨胀螺栓连接;
 - 5 配电箱(柜)、通信设备机柜内的元器件应考虑与支承结构间的相互作用,元器件之间采用软连接,接线处应做防震处理;

- 6 配电箱(柜)面上的仪表应与柜体组装牢固。
- 14.16 设在水平操作面上的消防、安防设备应采取防止滑动措施。
- 14.17 设在建筑物屋顶上的共用天线应采取防止因地震导致设备或其部件损坏后坠落伤人的安全防护措施。
- 14.18 安装在吊顶上的灯具,应考虑地震时吊顶与楼板的相对位移。
- 14.19 配电导体应符合下列规定:
- 1 当采用硬母线敷设且直线段长度大于 80m 时,应每 50m 设置伸缩节;
 - 2 在电缆桥架、电缆槽盒内敷设的缆线在引进、引出和转弯处,应在长度上留有余量;
 - 3 接地线应采取防止地震时被切断的措施。
- 14.20 引入建筑物的电气管路敷设时应符合下列规定:
- 1 在进口处应采用挠性线管或采取其他抗震措施;
 - 2 当进户井贴邻建筑物设置时,缆线应在井中留有余量;
 - 3 进户套管与引入管之间的间隙应采用柔性防腐、防水材料密封。
- 14.21 电气管路不宜穿越抗震缝,当必须穿越时应符合下列规定:
- 1 采用金属导管、刚性塑料导管敷设时宜靠近建筑物下部穿越,且在抗震缝两侧应各设置一个柔性管接头;
 - 2 电缆梯架、电缆槽盒、母线槽在抗震缝两侧应设置伸缩节;
 - 3 抗震缝的两端应设置抗震支撑节点并与结构可靠连接。
- 14.22 电气管路敷设时应符合下列规定:
- 1 当线路采用金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒敷设时,应使用刚性托架或支架固定,不宜使用吊架。当必须使用吊架时,应安装横向防晃吊架;
 - 2 当金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒穿越防火分区时,其缝隙应采用柔性防火封堵材料封堵,并应在贯穿部位附近设置抗震支撑;
 - 3 金属导管、刚性塑料导管的直线段部分每隔 30m 应设置伸缩节。
- 14.23 配电装置至用电设备间连线应符合下列规定:
- 1 宜采用软导体;
 - 2 当采用穿金属导管、刚性塑料导管敷设时,进口处应转为挠性线管过渡;
 - 3 当采用电缆梯架或电缆槽盒敷设时,进口处应转为挠性线管过渡。
- 14.24 电专业其他抗震规定应符合《建筑机电工程抗震设计规范》(GB50981-2014)要求。

15 电气安装工程安全生产专篇

- 15.1 建筑工程安全生产管理坚持安全第一,预防为主的方针。建设单位、勘察单位、设计单位、施工单位、工程监理单位及其他与建设工程安全生产有关的单位,必须遵守安全生产法律、法规的规定,保证建设工程安全生产,依法承担相应的建设工程安全生产责任。
- 15.2 电气安装工程应遵循的法律法规及规范规程(包括但不限于以下法规及规范规程)
- 1 法律法规
 - 1) 《中华人民共和国建筑法》(2011 年 4 月 22 日修订版);
 - 2) 《中华人民共和国安全生产法》(2014 年 8 月 31 日修订版);
 - 3) 《建筑工程安全生产管理条例》(中华人民共和国国务院令[2003]第 393 号);
 - 4) 《安全生产许可证条例》(中华人民共和国国务院令[2004]第 397 号);
 - 5) 《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令[2007]第 493 号);
 - 6) 《建筑施工企业安全生产许可证管理规定》(建设部令[2004]第 128 号);
 - 7) 《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》(建质[2009]87 号);
 - 8) 《建筑施工特种作业人员管理规定》建质[2008]75 号;
 - 9) 《建筑工程安全生产监督管理工作导则》(建质[2005]184 号);
 - 10) 国家、地方颁布的其它安全生产相关的法律法规。
 - 2 规范规程
 - 1) 《施工企业安全生产管理规范》(GB 50656-2011);
 - 2) 《建筑施工安全检查标准》(JGJ 59-2011);
 - 3) 《建设工程监理规范》(GB/T 50319-2013);
 - 4) 《建设工程施工现场供用电安全技术规范》(GB50194-2014);

- 5) 《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46-2005);
- 6) 《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ80-2016);
- 7) 《建筑施工作业劳动防护用品配备及使用标准》(JGJ184-2009);
- 8) 《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ33-2012);
- 9) 《施工现场机械设备检查技术规范》(JGJ160-2016);
- 10) 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》(JGJ276-2012);
- 11) 《建设工程施工现场消防安全技术规范》(GB 50720-2011);
- 12) 《施工现场临时建筑物技术规范》(JGJ/T 188-2009);
- 13) 《建设工程施工现场环境与卫生标准》(JGJ 146-2013);
- 14) 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB50303-2011);
- 15) 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》(GB 50169-2016);
- 16) 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》(GB50601-2010);
- 17) 《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》(GB50254-2014);
- 18) 《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》(GB50169-2016);
- 19) 《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》(GB50149-2010);
- 20) 《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》(GB50147-2010);
- 21) 《电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范》(GB50255-2014);
- 22) 《电气装置安装工程 电气照明装置施工及验收规范》(GB50259-2010);
- 23) 《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》(GB50257-2014);
- 24) 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》(GB50168-2018);
- 25) 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(GB50150-2016);
- 26) 《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022

- 15.3 施工单位从事建设工程的新建、扩建、改建和拆除等活动,应当具备国家规定的注册资本、专业技术人员、技术装备和安全生产条件,依法取得相应等级的资格证书,并在其资质等级许可的范围内承揽工程。
- 15.4 本安全生产专篇中仅对电气专业常见的施工安全问题加以强调,以引起重视,并非安全生产问题的全部。未尽事宜均应按国家、地方的与安全生产相关的法律法规、规范规程执行。
- 15.5 危险性较大的分部分项工程(起重吊装及安装拆卸工程、脚手架工程等)的施工应符合《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》(建质[2009]87号)及国家现行有关标准的规定。
- 15.6 建筑施工高处作业(在坠落高度基准面 2m 及以上有可能坠落的高处进行的作业)时,应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ80-2016)及国家现行有关标准的规定。
- 15.7 建筑施工作业劳动防护用品的配备、使用及管理,应符合《建筑施工作业劳动防护用品配备及使用标准》(JGJ184-2009)及国家现行有关标准的规定。
 - 1 进入施工现场人员必须佩戴安全帽。作业人员必须戴安全帽、穿工作鞋和工作服;应按作业要求正确使用劳动防护用品。在 2m 及以上的无可靠安全防护设施的高处、悬崖和陡坡作业时,必须系挂安全带。
 - 2 电工的劳动防护用品配备应符合下列规定:
 - 1) 维修电工应配备绝缘鞋、绝缘手套和灵便紧口的工作服。
 - 2) 安装电工应配备手套和防护眼镜。
 - 3) 高压电气作业时,应配备相应等级的绝缘鞋、绝缘手套和有色防护眼镜。
- 15.8 建筑电工属于建筑施工特种作业人员。所有建筑施工特种作业人员,必须经建设主管部门考核合格,取得建筑施工特种作业人员操作资格证书,方可上岗从事相应作业。
- 15.9 施工现场供用电、临时用电安全要求:
 - 1 建设工程施工现场供用电、临时用电必须符合《建设工程施工现场供用电安全技术规范》(GB50194-2014)、《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46-2005)、《建设工程施工现场消防安全技术规范》(GB 50720-2011)等相关标准及规范的要求。
 - 2 建设工程施工现场供用电中贯彻执行“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,应确保在施工现场供用电过程中的人身安全和设备安全,施工现场供用电设施的设计、施工、运行、维护及拆除应安全可靠、质量确保、经济合理。
 - 3 施工现场供用电应符合下列原则:
 - 1) 对危及施工现场人员的电击危险应进行防护;

- 2) 施工现场供用电设施和电动机具应符合国家现行有关标准的规定，线路绝缘应良好。
- 4 施工现场供用电设施的设计、施工、验收要求
 - 1) 供用电设计应经审核、批准后实施。
 - 2) 供用电施工方案或施工组织设计应经审核、批准后实施。
 - 3) 供用电工程施工完毕，电气设备应按现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定试验合格。
 - 4) 供用电工程施工完毕后，应有完整的平面布置图、系统图、隐蔽工程记录、试验记录，经验收合格后方可投入使用。
- 5 发电设施
 - 1) 发电机组周围不得有明火，不得存放易燃、易爆物。发电场所应设置可在带电场所使用的消防设施，并应标识清晰、醒目，便于取用。
 - 2) 发电机组电源必须与其他电源互相闭锁，严禁并列运行。
- 6 变电所配电装置的投运应符合下列规定：
 - 1) 变电所配电装置安装完毕或检修后，投入运行前应对其内部的电气设备进行检查和电气试验，合格后方可投入运行。
 - 2) 变压器第一次投运时，应进行 5 次空载全压冲击合闸，并应无异常情况；第一次受电后持续时间应不少于 10min。
- 7 距配电屏 2 米范围内不应堆放可燃物，5 米范围内不应设置可能产生较多易燃、易爆气体、粉尘的作业区。
- 8 配电箱应按下列顺序操作：
 - 1) 送电操作顺序为：总配电箱→分配电箱→末级配电箱。
 - 2) 停电操作顺序为：末级配电箱→分配电箱→总配电箱。
- 9 接地
 - 1) 保护导体(PE)上严禁装设开关或熔断器。
 - 2) 严禁利用输送可燃液体、可燃气体或爆炸性气体的金属管道作为电气设备的接地保护导体(PE)。
- 10 施工现场使用手持式电动工具应符合现行国家标准《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》GB/T3787 的有关规定。
- 11 办公、生活用电及现场照明
 - 1) 照明灯具应根据施工现场环境条件设计并应选用防水型、防尘型、防爆型灯具。可燃材料库房不应使用高热灯具，易燃易爆危险品库内应使用防爆灯具。
 - 2) 行灯应采用Ⅲ类灯具，采用安全特低压系统(SELV)，其额定电压值不应超过 24V，严禁利用额定电压 220V 的临时照明灯具作为行灯使用。
 - 3) 下列特殊场所的安全特低电压系统照明电源电压不应大于 24V：
 - a) 金属结构构架场所；
 - b) 隧道、人防等地下空间；
 - c) 有导电粉尘、腐蚀介质、蒸汽及高温炎热的场所。
 - 4) 下列特殊场所的特低电压系统照明电源电压不应大于 12V：
 - a) 相对湿度长期处于 95%以上的潮湿场所；
 - b) 导电良好的地面、狭窄的导电场所。
 - 5) 为特低电压照明装置供电的变压器应符合下列规定：
 - a) 应采用双绕组型安全隔离变压器；不得使用自耦变压器。
 - b) 安全隔离变压器二次回路不应接地。
 - 6) 行灯变压器严禁带入金属容器或金属管道内使用。
 - 7) 照明灯具与易燃物之间应保持一定的安全距离，普通灯具不宜小于 300mm；聚光灯、碘钨灯等高热灯具不宜小于 500mm，且不得直接照射易燃物。
- 12 特殊环境
 - 1) 在易燃、易爆区域内进行用电设备检修或更换工作时，必须断开电源，严禁带电作业。
 - 2) 在潮湿环境中严禁带电进行设备检修工作。
 - 3) 在潮湿环境中不应使用 0 类或 I 类手持式电动工具，应选用 II 类或由安全隔离变压器供电的 III 类手持式电动工具。
- 13 施工完成后，应拆除施工现场供用电设施。施工现场供用电设施的拆除应按已批准的拆除方案进行。

- 14 当施工现场与外电路共用同一供电系统时，电气设备的接地、接零保护应与原系统保持一致。不得一部分设备做保护接零，另一部分设备做保护接地。
- 15 PE 线上严禁装设开关或熔断器，严禁通过工作电流，且严禁断线。
- 16 电缆线路严禁沿地面明设，并应避免机械损伤和介质腐蚀。
- 17 配电箱的电器安装板上必须分设 N 线端子板和 PE 线端子板。N 线端子板必须与金属电器安装板绝缘；PE 线端子板必须与金属电器安装板做电气连接。
- 18 配电箱、开关箱的电源进线端严禁采用插头和插座做活动连接。
- 19 对配电箱、开关箱进行定期维修、检查时，必须将其前一级相应的电源隔离开关分闸断电，并悬挂“禁止合闸、有人工作”停电标志牌，严禁带电作业。
- 20 对混凝土搅拌机、钢筋加工机械、木工机械、盾构机械等设备进行清理、检查、维修时，必须首先将其开关箱分闸断电，呈现可见电源分断点，并关门上锁。
- 21 对夜间影响飞机或车辆通行的在建工程及机械设备，必须设置醒目的红色信号灯，其电源应设在施工现场总电源开关的前侧，并应设置外电路停止供电时的应急自备电源。
- 22 有人触电时，应立即切断电源后对触电者进行急救。
- 23 发生带电火灾（物体带电燃烧的火灾）时，应立即切断相关电源，并使用磷酸铵盐干粉灭火器、碳酸氢钠干粉灭火器、卤代烷灭火器或二氧化碳灭火器灭火，但不得采用装有金属喇叭喷筒的二氧化碳灭火器。
- 24 清洁、保养、维修机械或电气装置前，必须先切断电源，等机械停稳后再进行操作。严禁带电或采用预约停送电时间的方式进行检修。
- 25 电气装置遇跳闸时，不得强行合闸。应查明原因，排除故障后再行合闸。
- 15.10 建筑施工中各类建筑机械的使用与管理，应遵守行业标准《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ33-2012）的要求。
- 15.11 起重机械的安装、改造、使用、维修、检查等应遵守国标《起重机械安全规程》（GB6067.1-2010）的要求。
- 15.12 塔式起重机的安装、使用、维修、检验等应遵守国标《塔式起重机安全规程》（GB5144-2006）的要求。
- 15.13 吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机的安装、使用、维修等应遵守国标《吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机》（GB26557-2011）的要求。
- 15.14 建筑电气工程的施工、验收，应符合国家现行有关标准的规定。

16 建筑电气工程和信息化系统工程施工、检验、验收、运行维护专篇

- 16.1 建筑电气工程和信息化系统工程的施工验收必须坚持设备运行安全、用电安全的原则，强化过程验收控制。
- 16.2 建筑电气和信息化系统使用时，应当制定运行维护方案，并应严格执行。
- 16.3 施工
 - 16.3.1 高压设备安装
 - 1 对预充氮气的气体绝缘组合电气设备(GIS) 箱体，其组件安装前应经过排氮处理，并应对箱体内充干燥空气至氧气含量达到 18% 以上时，安装人员方可进入 GIS 箱体内部进行检查或安装。
 - 2 六氟化硫断路器或 GIS 投运前应进行检查，并应符合下列规定：
 - 1) 断路器、隔离开关、接地开关及其操动机构的联动应正常，分、合闸指示应正确，辅助开关动作应准确；
 - 2) 密度继电器的报警、闭锁值应正确，电气回路传动应准确；
 - 3) 六氟化硫气体压力、泄露率和含水量应符合使用说明书的要求。
 - 3 真空断路器和高压开关柜投运前应进行检查，并应符合下列规定：
 - 1) 真空断路器与操动机构联动应正常，分、合闸指示应正确，辅助开关动作应准确；
 - 2) 高压开关柜应具备防止电气误操作的防护功能。
 - 16.3.2 变压器、互感器安装
 - 1 充干燥气体运输的变压器油箱内的气体压力应保持在 0.01MPa~0.03MPa；干燥气体露点必须低于-40℃；每台变压器必须配有可以随时补气的纯净、干燥气体瓶，始终保持变压器内为正压力，并设有压力表进行监视。
 - 2 充氮的变压器需吊罩检查时，器身必须在空气中暴露 15min 以上，待氮气充分扩散后进行。

- 3 油浸变压器在装卸和运输过程中，不应有严重冲击和振动，当出现异常情况时，应进行现场器身检查或返厂进行检查和处理。
- 4 油浸变压器进行器身检查时必须符合以下规定：
 - 1) 凡雨、雪天，风力达 4 级以上，相对湿度 75% 以上的天气，不得进行器身检查；
 - 2) 在没有排氮前，任何人员不得进入油箱；当油箱内的含氧量达到 18% 以上时，人员方可进入；
 - 3) 在内检过程中，必须向箱体内持续补充露点低于-40℃ 的干燥空气，应保持含氧量不低于 18%，相对湿度不大于 20%。
- 5 绝缘油必须试验合格后，方可注入变压器内。不同牌号的绝缘油或同牌号的新油与运行过的油混合使用前，必须做混油试验。
- 6 油浸变压器试运行前应进行全面检查，确认符合运行条件时，方可投入试运行，并应符合下列规定：
 - 1) 事故排油设施应完好，消防设施应齐全；
 - 2) 铁芯和夹件的接地引出套管、套管的末屏接地、套管顶部结构的接触及密封应完好。
- 7 中性点接地的变压器，在进行冲击合闸前，中性点必须接地并应检查合格。
- 8 互感器的接地应符合下列规定：
 - 1) 分级绝缘的电压互感器，其一次绕组的接地引出端子应接地可靠；电容式电压互感器的接地应合格；
 - 2) 互感器的外壳应接地可靠；
 - 3) 电流互感器的备用二次绕组端子应先短路后接地；
 - 4) 倒装式电流互感器二次绕组的金属导管应接地可靠。

16.3.3 应急电源安装

- 1 柴油发电机馈电线路连接后，相序应与原供电系统的相序一致。
- 2 当柴油发电机组为消防负荷和非消防负荷同时供电时，应验证消防负荷设有专用的回路，当火灾条件时应具备能自动切除该发电机组所带的非消防负荷的功能。
- 3 EPS/UPS 应进行下列技术参数检查：
 - 1) 初装容量；
 - 2) 输入回路断路器的过载和短路电流整定值；
 - 3) 蓄电池备用时间及应急电源装置的允许过载能力；
 - 4) 对控制回路进行动作试验，检验 EPS/UPS 的电源切换时间；
 - 5) 投运前，应核对 EPS/UPS 各输出回路的负荷量，且不应超过 EPS/UPS 的额定最大输出容量。

16.3.4 配电箱（柜）安装

- 1 配电箱（柜）的机械闭锁、电气闭锁应动作准确、可靠。
- 2 变电所低压配电柜的保护接地导体与接地干线应采用螺栓连接，防松零件应齐全。
- 3 配电箱（柜）安装应符合下列规定：
 - 1) 室外落地式配电箱（柜）应安装在高出地坪不小于 200mm 的底座上，底座周围应采取封闭措施；
 - 2) 配电箱（柜）不应设置在水管接头的下方。
- 4 当配电箱（柜）内设有中性导体（N）和保护接地导体（PE）母排或端子板时，应符合下列规定：
 - 1) N 母排或 N 端子板必须与金属电器安装板做绝缘隔离，PE 母排或 PE 端子板必须与金属电器安装板做电气连接；
 - 2) PE 线必须通过 PE 母排或 PE 端子板连接；
 - 3) 不同回路的 N 线或 PE 线不应连接在母排同一孔上或端子上。
- 5 电气设备安装应牢固可靠，且锁紧零件齐全。落地安装的电气设备应安装在基础上或支座上。

16.3.5 用电设备安装

- 1 用电设备安装在室外或潮湿场所时，其接线口或接线盒应采取防水防潮措施。
- 2 电动机接线应符合下列规定：
 - 1) 电动机接线盒内各线缆之间均应有电气间隙，并采取绝缘防护措施；
 - 2) 电动机电源线与接线端子紧固时不应损伤电动机引出线套管。
- 3 灯具的安装应符合下列规定：

- 1) 灯具的固定应牢固可靠，在砌体和混凝土结构上严禁使用木楔、尼龙塞和塑料塞固定；
 - 2) I 类灯具的外露可导电部分必须与保护接地导体可靠连接，连接处应设置接地标识；
 - 3) 接线盒引至嵌入式灯具或槽灯的电线应采用金属柔性导管保护，不得裸露；柔性导管与灯具壳体应采用专用接头连接；
 - 4) 从接线盒引至灯具的电线截面面积应与灯具要求相匹配且不应小于 1mm^2 ；
 - 5) 埋地灯具、水下灯具及室外灯具的接线盒，其防护等级应与灯具的防护等级相同，且盒内导线接头应做防水绝缘处理；
 - 6) 安装在人员密集场所的灯具玻璃罩，应有防止其向下溅落的措施；
 - 7) 在人行道等人员来往密集场所安装的落地式景观照明灯，当采用表面温度大于 60°C 的灯具且无围栏防护时，灯具距地面高度应大于 2.5m ，灯具的金属构架及金属保护管应分别与保护导体采用焊接或螺栓连接，连接处应设置接地标识；
 - 8) 灯具表面及其附件的高温部位靠近可燃物时，应采取隔热、散热防火保护措施。
- 4 标志灯安装在疏散走道或通道的地面上时，应符合下列规定：
- 1) 标志灯管线的连接处应密封；
 - 2) 标志灯表面应与地面平顺，且不应高于地面 3mm 。
- 5 电源插座及开关安装应符合下列规定：
- 1) 电源插座接线应正确；
 - 2) 同一场所的三相电源插座，其接线的相序应一致；
 - 3) 保护接地导体 (PE) 在电源插座之间不应串联连接；
 - 4) 相线与中性导体 (N) 不得利用电源插座本体的接线端子转接供电；
 - 5) 暗装的电源插座面板或开关面板应紧贴墙面或装饰面，导线不得裸露在装饰层内。

16.3.6 智能化设备安装

- 1 智能化设备的安装应牢固、可靠，安装件必须能承受设备的重董及使用、维修时附加的外力。吊装或壁装设备应采取防坠落措施。
- 2 在搬动、架设显示屏单元过程中应断开电源和信号连接线缆，严禁带电操作。
- 3 大型扬声器系统应单独固定，并应避免扬声器系统工作时引起墙面和吊顶产生共振。
- 4 设在建筑物屋顶上的共用天线应采取防止设备或其部件损坏后坠落伤人的安全防护措施。

16.3.7 布线系统

- 1 电缆桥架本体之间的连接应牢固可靠，金属电缆桥架与保护导体的连接应符合下列规定：
 - 1) 电缆桥架全长不大于 30m 时，不应少于 2 处与保护导体可靠连接；全长大于 30m 时，每隔 $20\text{m}\sim 30\text{m}$ 应增加一个连接点，起始端和终点端均应可靠接地；
 - 2) 非锁锌电缆桥架本体之间连接板的两端应跨接保护联结导体，保护联结导体的截面面积应符合设计要求；
 - 3) 锁锌电缆桥架本体之间不跨接保护联结导体时，连接板每端不应少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。
- 2 室外的电缆桥架进入室内或配电箱 (柜) 时应有防雨水进入的措施，电缆槽盒底部应有泄水孔。
- 3 母线槽的金属外壳等外露可导电部分应与保护导体可靠连接，并应符合下列规定：
 - 1) 每段母线槽的金属外壳间应连接可靠，母线槽全长应有不少于 2 处与保护导体可靠连接；
 - 2) 母线槽的金属外壳末端应与保护导体可靠连接；
 - 3) 连接导体的材质、截面面积应符合设计要求。
- 4 当母线与母线、母线与电器或设备接线端子采用多个螺栓搭接时，各螺栓的受力应均匀，不应使电器或设备的接线端子受额外的应力。
- 5 导管敷设应符合下列规定：
 - 1) 暗敷于建筑物、构筑物内的导管，不应在截面长边小于 500mm 的承重墙体内部槽埋设。
 - 2) 钢管不得采用对口熔焊连接；锁锌钢管或壁厚小于或等于 2mm 的钢管，不得采用套管熔焊连接。
 - 3) 敷设于室外的导管管口不应敞口垂直向上，导管管口应在盒、箱内或导管端部设置防水弯。
 - 4) 严禁将柔性导管直埋于墙体内部或楼 (地) 面内。
- 6 电缆敷设应符合下列规定：
 - 1) 并联使用的电力电缆，敷设前应确保其型号、规格、长度相同；

- 2) 电缆在电气竖井内垂直敷设及电缆在大于 45° 倾斜的支架上或电缆桥架内敷设时, 应在每个支架上固定;
- 3) 电缆出入电缆桥架及配电箱(柜)应固定可靠, 其出入口应采取防止电缆损伤的措施;
- 4) 电缆头应可靠固定, 不应使电器元器件或设备端子承受额外应力;
- 5) 耐火电缆连接附件的耐火性能不应低于耐火电缆本体的耐火性能。
- 7 交流单芯电缆或分相后的每相电缆敷设应符合下列规定:
 - 1) 不应单独穿钢管、钢筋混凝土楼板或墙体;
 - 2) 不应单独进出导磁材料制成的配电箱(柜)、电缆桥架等;
 - 3) 不应单独用铁磁夹具与金属支架固定。
- 8 电线敷设应符合下列规定:
 - 1) 同一交流回路的电线应敷设于同一金属电缆槽盒或金属导管内;
 - 2) 电线在电缆槽盒内应按回路分段绑扎, 电线出入电缆槽盒及配电箱(柜)应采取防止电线损伤的措施;
 - 3) 塑料护套线严禁直接敷设在建筑物顶棚内、墙体内、抹灰层内、保温层内、装饰面内或可燃物表面。
- 9 导线连接应符合下列规定:
 - 1) 导线的接头不应裸露, 不同电压等级的导线接头应分别经绝缘处理后设置在各自的专用接线盒(箱)或器具内;
 - 2) 截面面积 6mm^2 及以下铜芯导线间的连接应采用导线连接器或缠绕捆锡连接;
 - 3) 截面面积大于 2.5mm^2 的多股铜芯导线与设备、器具、母排的连接, 除设备、器具自带插接式端子外, 应加装接线端子;
 - 4) 导线接线端子与电气器具连接不得采取降容连接。
- 10 电线或电缆敷设应有标识, 并应符合下列规定:
 - 1) 高压线路应设有明显的警示标识;
 - 2) 电缆首端、末端、检修孔和分支处应设置永久性标识, 直埋电缆应设置标示桩;
 - 3) 电力线缆接线端在配电箱(柜)内, 应按回路用途做好标识。

16.3.8 防雷与接地

- 1 接闪器必须与防雷专设或专用引下线焊接或卡接器连接。
- 2 专设引下线与可燃材料的墙壁或墙体保温层间距应大于 0.1m 。
- 3 防雷引下线、接地干线、接地装置的连接应符合下列规定:
 - 1) 专设引下线之间应采用焊接或螺栓连接, 专设引下线与接地装置应采用焊接或螺栓连接;
 - 2) 接地装置引出的接地线与接地装置应采用焊接连接, 接地装置引出的接地线与接地干线、接地干线与接地干线应采用焊接或螺栓连接;
 - 3) 当连接点埋设于地下、墙体内或楼板内时不应采用螺栓连接。
- 4 接地干线穿过墙体、基础、楼板等处时应采用金属导管保护。
- 5 接地体(线)采用搭接焊时, 其搭接长度必须符合下列规定:
 - 1) 扁钢不应小于其宽度的 2 倍, 且应至少三面施焊;
 - 2) 圆钢不应小于其直径的 6 倍, 且应两面施焊;
 - 3) 圆钢与扁钢连接时, 其长度不应小于圆钢直径的 6 倍, 且应两面施焊;
 - 4) 扁钢与钢管应紧贴 $3/4$ 钢管表面上下两侧施焊, 扁钢与角钢应紧贴角钢外侧两面施焊。
- 6 电气设备或电气线路的外露可导电部分应与保护导体直接连接, 不应串联连接。
- 7 金属电缆支架与保护导体应可靠连接。
- 8 严禁利用金属软管、管道保温层的金属外皮或金属网、电线电缆金属护层作为保护导体。

16.4 检验和验收

16.4.1 一般规定

- 1 当设备、材料、成品和半成品进场后, 因产品质量问题有异议或现场无条件做检测时, 应送有资质的实验室做检测。
- 2 应采用核查、检定或校准等方式, 确认用于工程施工验收的检验检测仪器设备满足检验检测要求。

16.4.2 电气设备检验

- 1 高压的电气装置、布线系统以及继电保护系统应做交接试验, 且应合格。

- 2 高压电动机和 100kW 以上低压电动机应做交接试验且应合格。
- 3 低压配电箱（柜）内的剩余电流动作保护电器应按比例在施加额定剩余动作电流（ $I_{\Delta n}$ ）的情况下测试动作时间，且测试值应符合限值要求。
- 4 质量大于 10kg 的灯具，固定装置和悬吊装置应按灯具质量的 5 倍恒定均布荷载做强度试验，且不得大于固定点的设计最大荷载，持续时间不得少于 15min。

16.4.3 智能化系统检测

- 1 施工前应检查吊装、壁装设备的各种预埋件的安全性和防腐处理等情况。
- 2 公共广播系统的检测应符合下列规定：
 - 1) 当公共广播系统具有紧急广播功能时，应验证紧急广播具有最高优先权，并应以现场环境噪声为基准，检测紧急广播的信噪比；
 - 2) 当紧急广播系统具有火灾应急广播功能时，应检查传输线缆、电缆槽盒和导管的防火保护措施。

16.4.4 线路检测

- 1 生布线工程施工后，必须进行回路的绝缘电阻检测。
- 2 当配电箱（柜）内终端用电回路中，所设过电流保护电器兼作故障防护时，应在回路终端测量接地故障回路阻抗。
- 3 接地装置的接地电阻值应经检测合格。

16.4.5 验收

- 1 实行生产许可证或强制性认证的产品，应查验生产许可证或认证的认证范围、有效性及真实性。
- 2 施工过程应严格按本规范第 8 章及第 9 章的相关条款施工和检验，并逐项做好检查，安装完成后必须做好相关记录。
- 3 高压电气交接试验应由具有专业调试条件的单位完成，并应出具调试报告。
- 4 过程验收应在施工单位自检合格的基础上，由建设单位或监理单位组织验收，并做好验收记录。
- 5 竣工验收应检查系统运行的符合性、稳定性和安全性，应以资料审查和目视检查为主，以实测实量为辅。
- 6 竣工验收时应检查下列工程质量控制记录：
 - 1) 设计文件和图纸会审记录及设计变更与工程洽商记录；
 - 2) 主要设备、器具、材料的合格证和进场验收记录；
 - 3) 隐蔽工程检查记录；
 - 4) 电气设备交接试验检验记录；
 - 5) 电动机检查（抽芯）记录；
 - 6) 接地电阻测试记录；
 - 7) 绝缘电阻测试记录；
 - 8) 接地故障回路阻抗测试记录；
 - 9) 剩余电流动作保护电器测试记录；
 - 10) 电气设备空载试运行和负荷试运行记录；
 - 11) 各类电源自动切换或通断装置的动作检验记录，EPS/UPS 应急持续供电时间记录；
 - 12) 灯具固定装置及悬吊装置的载荷强度试验记录；
 - 13) 建筑照明通电试运行记录；
 - 14) 吊装、壁装智能化设备安装预埋件安全性检查记录；
 - 15) 紧急广播系统检测记录；
 - 16) 过程验收记录。
- 7 竣工验收应抽测下列工程安全和功能检验项目，抽测结果应符合本规范的规定：
 - 1) 各类电源自动切换或通断装置动作情况；
 - 2) 馈电线路的绝缘电阻；
 - 3) 接地故障回路阻抗；
 - 4) 开关插座接线的正确性；
 - 5) 剩余电流动作保护电器的动作电流和时间。

16.5 运行维护

16.5.1 一般规定

- 1 建筑电气与智能化系统运行维护工作应符合下列规定：

- 1) 对高压固定电气设备进行运行维护,除进行电气测量外,不得带电作业;
- 2) 对低压固定电气设备进行运行维护,当不停电作业时,应采取安全预防措施;
- 3) 在易燃、易爆区域内或潮湿场所进行低压电气设备检修或更换时,必须断开电源,不得带电作业;
- 4) 不得带电作业的现场,停电后应在操作现场悬挂“禁止合闸、有人工作”标志牌,停送电必须由专人负责。

2 建筑电气及智能化系统运行维护应建立资料管理制度,并应符合下列规定:

- 1) 运行维护资料应包含建筑电气及智能化系统的原始技术资料 and 动态管理资料;
- 2) 原始技术资料在该建筑电气及智能化系统使用期间应长期保存;
- 3) 动态管理资料的保存时间不应少于 5 年。

16.5.2 运行

1 人员密集场所的建筑电气与智能化系统的运行应制定应急预案。

2 高压配电室、变压器室、低压配电室、控制室、柴油发电机房、智能化系统机房等的运行应符合下列规定:

- 1) 对外出入口应有防止无关人员擅自出入的措施;
- 2) 房间内的通道应保持畅通,且房间内除了放置用于操作和维修的用具、设备外不得作其他储存用途;
- 3) 设有通风装置的房间应保证其通风装置运行正常。

3 安装在用户处,用于供电企业结算用的电能计量装置运行应符合下列规定:

- 1) 应保持电能计量装置封印完好,装置本身不受损坏或丢失;
- 2) 发现电能计量装置故障时,应及时通知供电企业进行处理。

4 建筑智能化系统的运行应符合下列规定:

- 1) 公共安全系统应连续正常运行,突发情况下系统应能存储数据;
- 2) 建筑能效监管系统应连续正常运行;
- 3) 安装于建筑智能化系统中的网络防火墙和防病毒软件应始终保持运行状态。

16.5.3 维护

1 变压器、柴油发电机组、蓄电池组应定期进行维护,并应符合下列规定:

- 1) 作为应急电源的柴油发电机组运行停止后应检查储油箱内的油量报警装置和油量,确保满足应急运行时间要求,油位显示应正常;
- 2) 作为应急电源的蓄电池组应定期做放电测试,以确保满足全部应急负荷的应急供电时间。

2 剩余电流动作保护电器的维护应符合下列规定:

- 1) 剩余电流动作保护电器投入运行后,应定期进行试验按钮操作,检查其动作特性是否正常;雷击活动期和用电高峰期应增加试验次数;
- 2) 用于手持式电动工具、不连续使用的剩余电流动作保护电器,应在每次使用前进行试验按钮操作;
- 3) 为检验剩余电流动作保护电器在运行中的动作特性及其变化,运行维护单位应配置专用测试仪器,定期做动作特性试验。

3 公共区域内装有固定浴盆或淋浴的场所、游泳池和其他水池、装有桑拿加热器的房间等特殊场所运营前应按本规范第 4.6.6 条~第 4.6.9 条的规定检查电气安全防护措施。

4 公共区域电气照明装置以及其他公众可触及的用电设备应定期进行维护。

5 下列固定电气设备应定期进行检测,当测试结果不满足使用要求时,应进行缺陷修复:

- 1) 公共娱乐场所、潮湿场所、易燃易爆区域内的低压固定电气设备;
- 2) 高压固定电气设备。

6 建筑物防雷装置、接地装置和等电位联结应定期进行维护,建筑物遭受雷击后应增加防雷装置和接地装置的检查、测试,当测试结果不满足使用要求时,应进行缺陷修复。

16.5.4 维修

1 建筑电气与智能化系统出现故障时应及时进行维修,具备应急功能的电气与智能化系统在维修期间应采取相应的应急措施。

2 建筑电气系统在维修过程中,更换元器件应符合下列规定:

- 1) 更换工作不应危及现有电气装置的安全。
- 2) 更换电气装置内断路器、熔断器、热继电器、剩余电流保护电器等保护性元器件时必须

满足设计要求。

- 3 建筑电气与智能化系统遭遇水淹和火灾后，当需要继续使用时，必须进行全面检测，并应根据检测结果进行处理，以实现正常使用。
- 4 拆除建筑电气和智能化系统应符合下列规定：
 - 1) 拆除前，拆除部分应与带电部分在电气上进行断开、隔离；
 - 2) 邻近带电部分设备拆除后，应立即对拆除处带电设备外露的带电部分进行电气安全防护；
 - 3) 拆除电容器组、蓄电池组等可能带电的储能设备时应采取安全措施，设备处理应按国家相关规定执行。