



国家电网公司
电力科技著作出版项目

城市

CHENGSHI HUNLI BIANDIANZHAN SHEJI

户内变电站设计

夏泉 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

城市户内变电站设计

夏泉 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书针对当前中国能源形势和城市变电站建设发展趋势,总结了国内外户内变电站的设计经验和建设实践,内容包括城市户内变电站应用现状、站址选择、站区布置、电气设计、建筑结构、暖通空调、给水排水、消防、节能与环保等方面,并给出了110、220kV户内变电站设计实例,提出了与现实发展环境相适应的土建先期建设。

本书可供变电站设计专业从业人员,电力建设工程规划、咨询、管理、施工等专业人员使用,相关专业可参考借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

城市户内变电站设计/夏泉主编. —北京:中国电力出版社, 2016. 11

ISBN 978-7-5123-9798-9

I. ①城… II. ①夏… III. ①变电所—设计 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 226864 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

万龙印装有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 25.5 印张 629 千字
印数 0001 册—1500 册 定价 136.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《城市户内变电站设计》 编写组名单

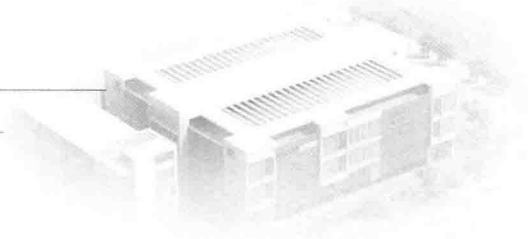
主 编 夏 泉

副主编 陈 凯 杨然静

成 员 孙国庆 黄 伟 李 伟 吴培红

蔡祖明 王 慧 白小会 刘毅梅

刘满圆 杨秀兰



能源是经济社会发展的重要物质基础，关系国计民生、关系人类福祉。电能是日常生活中应用范围最广、最普及、最方便、最清洁、最易输送和控制的二次能源。向客户提供安全可靠、经济高效、清洁环保的电能，是广大电力工作者为之奋斗的目标。

近年来，我国城市化进程日益加快。1996年，我国城市化率为30.48%，进入了30%~60%的城市化发展中期阶段，2012年的统计数字为52.57%，仍处于快速发展期。城市化发展中期阶段石油、天然气、电力的大量消费是城市生活与工业生产的重要特征。研究表明，GDP每提高1%使得电力需求量提高0.525%；工业化水平每提高1%使得电力需求量提高2.215%；城镇化水平每提高1%使得电力需求量提高1.008%。这些数字凸显了电力建设在国民经济发展中的作用，电力是我国经济发展战略中必不可少的支柱产业。

城市电网的建设是城市化发展的能源基础，在土地资源日益紧张、电力建设环境日趋复杂的环境下，户内变电站具有节约集约用地、与当地区域总体规划和城镇规划相协调的优势，成为城市电力建设中的首选方案。同时，城市户内变电站注重户内设备选择小型化、智能化，设计布置空间化、注重绿色协调性，体现了环境友好型的发展模式，能够在工程实践中贯彻落实“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念。

城市户内变电站自20世纪80年代在北京、上海等大城市兴起，历经二十多年的不断探索、修正，目前已积累了成熟的建设经验。这次参加《城市户内变电站设计》一书的编写作者，不仅是北京电力经济技术研究院各专业的优秀专家人才，并且亲历了北京电网近二十年的户内变电站建设，积累了丰富的经验。这本书是他们在该领域多年设计经验的结晶。该书内容涉及城市户内变电站应用现状、站址选择、站区布置、电气设计、建筑结构、暖通空调、给水排水、消防、节能与环境保护等各个方面，总结了相关设计技术，就设备小型化和智能化、设计布置空间化和绿色协调性等方面进行论述，并通过设计实例予以详解，对电力建设系统的同行将有所借鉴。在此，祝贺这本书的出版，并以此为序。

周孝信

2016年6月8日

目前,我国已进入全面建成小康社会的决定性阶段,正处于经济转型升级、加快推进社会主义现代化的重要时期。中国共产党第十八次代表大会提出:“坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路,推动信息化和工业化深度融合、工业化和城镇化良性互动、城镇化和农业现代化相互协调,促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展”。城镇化是现代化的必由之路。改革开放以来,伴随着工业化进程加速,我国城镇化经历了一个起点低、速度快的发展过程。1978~2013年,城镇常住人口从1.7亿人增加到7.3亿人,城镇化率从17.9%提升到53.7%;城市数量从193个增加到658个,建制镇数量从2173个增加到20113个。京津冀、长江三角洲、珠江三角洲三大城市群,以2.8%的国土面积集聚了18%的人口,创造了36%的国内生产总值,成为带动我国经济快速增长和参与国际经济合作与竞争的主要平台。城市水、电、路、气、信息网络等基础设施显著改善。随着资源环境“瓶颈”制约日益加剧,主要依靠土地等资源粗放消耗推动城镇化快速发展的模式不可持续。

城市土地资源十分宝贵,城市户内变电站比常规户外变电站用地大大节约,因此,在城市建设过程中,户内变电站因具有占地省、建筑外观与周围环境协调的优势而得到了快速发展。本书针对当前中国能源形势和城市变电站建设的长期快速发展,依据新颁布电力行业规程DL/T 5495—2015《35kV~110kV城市户内变电站设计规程》和DL/T 5496—2015《220kV~500kV城市户内变电站设计规程》,总结国内外户内变电站的设计经验和建设实践编写而成。本书涉及城市户内变电站应用现状、站址选择、站区布置、电气设计、建筑结构、暖通空调、给水排水、消防、节能与环境保护等各个方面,并给出了220、110kV户内变电站设计实例,提出了与现实发展环境相适应的变电站土建先期建设的工程实践,尽可能以详尽的表述展示户内变电站的技术特点及发展趋势,供读者参考借鉴,对促进我国电网发展和城市现代化建设进程发挥有益的作用。

全书共十章。第一章描述了国内外城市户内变电站由分散布局、集中布置到楼层布置的发展历程,以及对户内变电站设计及其内容深度的要求;第二章综合分析城市户内变电站站址选择考虑的因素、站区的优化布置,以及管沟布置、围墙及大门等;第三章电气设计涉及户内变电站电气主接线、电气布置、主变压器、高压配电装置、无功补偿、站用电系统、过电压及接地、联络导体等内容;第四章阐述户内变电站各类继电保护、安全自动控制装置及其信息化、智能化设计,调度自动化、电能量计量系统及二次系统安全防护,系统通信及站内通信设计,计算机监控系统构成及监控功能,直流系统及不间断电源,时间同步系统,视频监控、安全防范、环境监测与控制、SF₆及含氧量监测、火灾自动报警及主变压器消防等辅助生产系统,二次设备布置,控制电缆、光缆的选择与敷设等;第五章介绍建筑设计基本原则、设计要点、与非居建筑结合建设及工程实例,结构设计可靠性、安全等级、荷载及荷载效应组合,结构梁、板、柱设计,抗震设计、耐久性设计、正常使用极限状态的设计、地

基及基础、工业建筑防腐蚀设计等；第六章介绍采暖设计，通风气流组织及设计，主要房间的通风方式，空气调节系统的负荷计算及选型，给水系统的分类与组成，生活给水系统，排水系统的分类、组成与计算，未来发展的方向，建筑配电系统、负荷分级及计算、照明系统、综合布线系统等；第七章消防内容包括厂房的火灾危险性分类及其耐火等级、变电站消防允许层数和每个防火分区的最大允许建筑面积、防火间距、特殊房间消防设计，建筑及电气设备消防水系统，建筑防烟、排烟设计，火灾探测及消防报警等；第八章分析变压器、照明、建筑等绿色节能设计，以及噪声控制、电磁环境影响、油水分离、废气排放等环境保护设计；第九章为 220kV 户内变电站和 110kV 户内变电站设计实例；第十章针对户内变电站建设现状，降低工程前期拆迁难度，减少前期投资，创新性提出变电站土建先期建设模式。

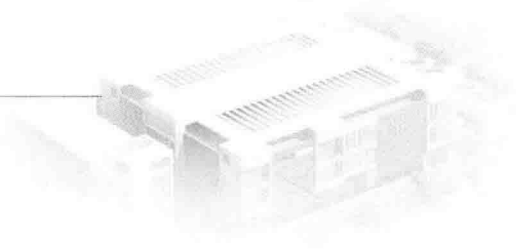
本书第一、二、八章由夏泉编写；第三章由夏泉汇总，其中第一节由夏泉编写，第二、三、四、七节由孙国庆编写，第五、六、八节由李伟编写；第四章由杨然静汇总，其中第一、五、八、九节由杨然静编写，第二节由白小会编写，第三节由刘毅梅编写，第四节由刘满圆编写，第七节由杨秀兰编写；第五章由陈凯汇总，其中第一节由黄伟编写，第二节由吴培红编写；第六章第一至五节由蔡祖明编写，第六节由王慧编写；第七章由陈凯汇总，其中第一节由黄伟编写，第二节由蔡祖明编写，第三节由王慧编写；第九章由陈凯、杨然静、孙国庆编写；第十章由吴培红、黄伟编写。全书由夏泉主编和负责审查工作。

崔鼎新教授对本书提出了许多宝贵的意见和建议，还直接对部分文字进行了修改，在此表示最诚挚的感谢！本书在编写过程中得到了许多同志的帮助，参考了很多资料和文献，在此一并表示感谢！

由于作者水平有限，错误或不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正！

编 者

2016 年 5 月于北京电力经济技术研究院



目录

序
前言

第一章 绪论	1
第一节 国内外户内变电站建设现状.....	1
第二节 户内变电站设计的基本要求.....	4
第二章 站址选择与站区总布置	9
第一节 站址选择.....	9
第二节 站区规划.....	14
第三节 总平面及竖向布置.....	15
第四节 管、沟布置.....	20
第五节 围墙及大门.....	24
第三章 电气一次	27
第一节 电气主接线.....	27
第二节 电气布置.....	41
第三节 变压器.....	54
第四节 高压配电装置.....	70
第五节 无功补偿装置.....	80
第六节 站用电系统.....	87
第七节 联络导体.....	99
第八节 过电压保护和接地.....	129
第四章 系统及电气二次	135
第一节 继电保护及安全自动装置.....	135
第二节 调度自动化.....	150
第三节 通信.....	160
第四节 计算机监控系统.....	170
第五节 直流系统及不间断电源.....	185
第六节 时间同步系统.....	198
第七节 辅助控制系统.....	199
第八节 二次设备布置.....	216
第九节 控制电缆、光缆的选择与敷设.....	219
第五章 建筑与结构	226
第一节 建筑设计.....	226

第二节 结构设计	237
第六章 建筑设备	258
第一节 采暖	258
第二节 通风	260
第三节 空气调节	267
第四节 给水工程	270
第五节 排水工程	272
第六节 建筑电气	277
第七章 消防	293
第一节 建筑消防设计	293
第二节 消防水系统	296
第三节 建筑防排烟	299
第四节 火灾探测及消防报警	301
第八章 节能与环境保护	308
第一节 节能	308
第二节 环境保护	316
第九章 工程实例	322
第一节 220kV 户内变电站设计实例	322
第二节 110kV 户内变电站设计实例	350
第十章 土建先期建设	376
参考文献	394
索引	395

绪 论

城市供电设施主要包括城市的变电站、配电站、架空线路、电缆线路及通信设施等。在城市规划和建设中，城市供电设施的建设是重要的组成部分。为满足城市建设和城市电网规划设计的要求，并与市容环境相协调，城市供电设施的发展方向应是占地少、小型化、阻燃或不燃、自动化、标准化等，并有利于改造和发展。

变电站是电力网中的线路连接点，用以变换电压、交换功率和汇集分配电能的设施。变电站中有不同电压的配电装置，如电力变压器，控制、保护、测量、信号、通信设施，并联电容器和并联电抗器以及二次回路电源等。变电站对于电力系统的电网安全、供电可靠性和电能质量起着重要的作用，同时又便于对城市各级电网进行控制和保护。针对变电站电气设备布置型式而言，一般可将变电站划分为户外变电站、户内变电站和地下变电站。

土地是不可再生资源，节约用地是变电站设计的主要原则之一。城市土地资源十分宝贵，城市户内变电站和常规户外变电站相比较，用地大大节约；与地下变电站相比较，又能节省投资造价。在城市建设过程中，户内变电站由于具有占地省、建筑外观与周围环境协调的优势，在特殊建设条件下，还能与其他建筑物结合建设，综合利用土地资源，因而得到了快速发展。

第一节 国内外户内变电站建设现状

随着城市的发展，城市电力负荷迅速增长，大量的高压变电站已经建设在市区中心，变电站的建设已经对城市的规划与景观产生了很大影响。与常规户外变电站相比，城市户内变电站由于占用土地资源少、对环境影响小，因而在城市发展中发挥重要作用，应用愈来愈广泛。

根据 DL/T 5495—2015《35kV~110kV 城市户内变电站设计规程》和 DL/T 5496—2015《220kV~500kV 城市户内变电站设计规程》，户内变电站包括全户内变电站和半户内变电站，其建筑可独立建设，也可与其他建（构）筑物结合建设。全户内变电站所有电气设备包括主变压器和其他高低压电气设备均布置在户内。半户内变电站部分电气设备布置在户内，主变压器或部分高压电气设备布置在户外。半户内变电站的建设组合形式非常多，主变压器或主要高压电气设备分别布置在建筑物内或建筑物外，是表明主变压器和主要高压电气设备两者都在建筑物外的变电站不在户内变电站之列。

国内的城市户内 110kV 变电站出现在 20 世纪 70 年代末 80 年代初，如北京的前门变电站等。当时，主要是把户外常规电气设备户内布置，安装在建筑物之内，主变压器露天布

置，中间加防火隔墙。通过电气设备多层布置增加综合楼土建的投资以减少用地，变电站的外立面大为改观。

由于将户外高压电气设备布置在室内，设备安装检修比较困难，对电气设备要定期停电进行人工清洗，增加了运行维护工作难度。建筑物体型受设备布置限制，变电站综合楼像一座大厂房。

20 世纪 80 年代中期，借鉴国内外电力建设的经验，北京首次在环铁 110kV 用户变电站中，在技术经济比较合理的情况下，110kV 配电装置采用了户内气体绝缘金属封闭组合电器（GIS）。这种由生产厂家成套供应的高压电气设备，安装简单、维护简便，与常规电气设备相比，GIS 布置紧凑，体积小、节省土地面积，具有无静电感应、电晕干扰和噪声低等优点。之后，在天竺、龙山、阜成门、崇文门、新发地、北极寺、北土城、中关村、东直门等 110kV 变电站设计中推广采用。建筑物体型大大减小，变电站外形与城市景观协调。图 1-1—图 1-3 所示的照片属于这一类型的户内变电站示例。



图 1-1 北京户内 110kV 变电站示例一



图 1-2 北京户内 110kV 变电站示例二



图 1-3 北京户内 110kV 变电站示例三

国内的城市全户内 220kV 变电站出现在 20 世纪 90 年代，如北京的左安门（方庄）变电站、上海的华山变电站、天津的海光寺变电站、广州的金贸变电站等。当时，出于技术经济的原因，主要有两种类型：一种类型是把户外常规电气设备户内布置，安装在建筑物之内，主变压器露天布置；另一种是采用户内 GIS 设备。

深圳市 220kV 东湖变电站位于东海公园，220kV 户外电气设备布置在一幢相当于两层

高的楼内，110kV 户外电气设备布置在另一幢多层楼内，3 台主变压器露天布置。变电站占地仅 1 万 m² 左右，是常规户外变电站的 1/3，变电站建筑为两幢仓库型的工业厂房。

1991 年，北京左安门 220kV 变电站（如图 1-4 所示）首次采用了 220kV 户内 GIS 设备，以后在太阳宫、西直门等 220kV 变电站逐渐采用。2004 年以后，GIS 设备逐渐国产化，价格逐步降低，户内 220kV GIS 设备被大量应用，城市户内 220kV 变电站发展迅速，国家电网公司和中国南方电网有限责任公司都推出了典型设计的户内变电站。



图 1-4 左安门 220kV 变电站

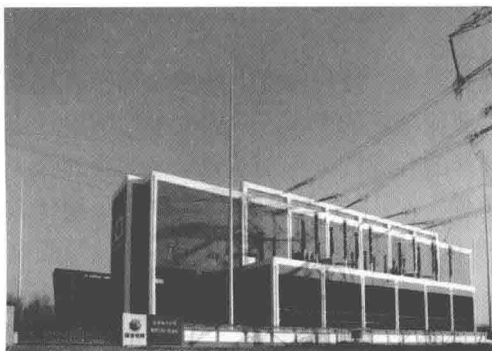


图 1-5 500kV 户内变电站

城市全户内 500kV 变电站出现在 2008 年，图 1-5 是国内第一座全户内 500kV 变电站。为减少配电装置的占地面积，提高设备及配电装置运行可靠性，500、220、66kV 配电装置均采用 GIS 设备，变电站的占地大大减少。

城市户内变电站设计时应尽量压缩建筑面积和体积以节省建设用地并控制工程造价。设计追求立体化、协调型理念，站址选择临近用户，变电站建筑和周围环境相融合，设备选用小型化，布置紧凑化。^[1]

500、220、110kV 配电装置选择气体绝缘金属封闭组合电器，10kV 配电装置一般采用成套开关柜。站用及接地变压器选择无油型设备，如环氧树脂浇铸式。譬如，图 1-5 的 500kV 变电站将 500、220、66kV 气体绝缘金属封闭组合电器置于变电站第二层，以便于架空线路的引入和引出，主变压器、并联电抗器、并联电容器放在第一层，有利于设备运输和安装。按照此立体化设计，变电站占地仅 10666m²，比同规模的变电站节省用地一倍。再譬如，某 220kV 变电站 220kV 采用架空线路的引入和引出，110kV 采用电缆送出，高压尽量采用架空线路以节约建设成本；变电站采用灰白色相间的建筑风格，变电站建筑和周边环境非常协调。

近年来，城市户内变电站建设以节约用地为原则，采用联合建筑，高压电气设备分层布置，进出线均采用电缆。这样，不仅节约城市中心的占地面积，而且有利于建设造型美观新颖的建筑物，并与周边环境融为一体。例如北京前门 110kV 变电站与办公楼一体化建设，深圳 220kV 新洲变电站与高 120m 的深圳市供电信息中心楼结合成为一座联合建筑，上海黄浦区 220kV 复兴变电站与高层住宅楼合建。

国外的城市户内变电站建设也比较普遍，如日本、新加坡等。新加坡 400、275、66kV 变电站均采用户内布置型式，与新加坡花园城市建设相适应，各电压等级配电装置采用多层布置在一幢综合楼中，有的变电站还与其他建筑构成联合建筑。图 1-6 所示的 275kV 变电站就是与 66kV 变电站、22kV 配电站相结合建设的。



图 1-6 新加坡 275kV 变电站

第二节 户内变电站设计的基本要求

为了在户内变电站设计中贯彻执行国家技术经济政策，使户内变电站的设计符合国家的有关法规，达到安全可靠、先进适用、经济合理、节能环保的要求，户内变电站的设计应坚持“可持续发展”的理念，综合考虑“每个设备选择的合理性、每个布置尺寸的合理性、每项优化和改进的合理性、每个问题解决方案的合理性”^{[2][3]}，做到设备户内化、小型化、智能化，布置空间化，建筑绿色化、协调型，以期建设“资源节约型、环境友好型”变电站工程。

一、户内变电站设计基本原则^[25]

1. 户内变电站设计必须坚持节约集约用地的原则

城市土地资源极其宝贵，节约集约用地是变电站设计的重中之重。一般来说，户内变电站用地已比常规变电站大大节约，但是，目前设计的城市户内变电站仍需进一步优化，以期达到经济效益、社会效益的最大化。

户内变电站的设计应依据电网结构、变电站性质等要求，设备宜选择质量优良、性能可靠的定型产品，注重小型化、无油化、自动化、免维护或少维护，尽量压缩建筑体量，兼顾面积和体积，变电站可独立建设，也可结合其他工业或民用建（构）筑物共同建设，以节约建设用地并控制工程造价。影响户内变电站占地面积的因素很多，如电气主接线形式、设备选型、变电站站址选择、总平面布置、与其他建筑联合设计等。具体参见第二章、第三章和第五章的相关内容。

2. 户内变电站设计与当地区域总体规划和城镇规划相协调

户内变电站一般建设在城市繁华区域内，其设计必须与城市规划和地上建筑总体规划紧密结合、统筹兼顾，充分考虑与周围环境的协调，达到实用性与艺术性的统一。户内变电站作为工业建筑，其建筑设计应根据特定的环境，充分发挥想象力和创造力，综合考虑工程规模、变电站总体布置、建筑通风、消防、设备运输以及环境保护等因素，将变电站的工艺特点、空间要求和形象特征与环境相结合，运用色彩、材料等建筑元素，使变电站与环境达到完美统一。

户内变电站设计与当地区域总体规划、城镇发展相协调，做到如下几个方面：

(1) 站址选择上应与城市市政规划部门紧密协调,统一规划地面道路、地下管线、电缆通道等,以便于变电站设备运输和电缆线路的引入与引出等。户内变电站的地上建(构)筑物、道路及地下管线的布置应与城市规划相协调。城区变电站站址和线路通道的选择除了考虑与城市发展规划相衔接和当地负荷增长相适应外,还充分考虑周边的人居环境因素、环境影响报告、项目评审手续等。

(2) 户内变电站的总布置应力求布局紧凑,在满足工艺要求的前提下,兼顾设备运输、通风、消防、安装检修、运行维护及人员疏散等因素综合确定。站区建筑高度的限值应满足所在区域城市规划的规定和要求。站区室外地坪高程应按城市规划控制标高设计,宜高出邻近城市道路路面标高。

当变电站为单体建筑时,仅考虑其功能空间的布置和构图。当变电站由多幢建筑组成时,不仅要考虑各单体建筑的功能空间的布置,还要处理好它们之间的相对位置、体量和形态的关系对城市街景产生的影响,一般接近民用建筑形态的建筑布置在邻近城市街道的位置上。当变电站与其他建(构)筑物合建时,还应充分利用其建(构)筑物的相关条件,统筹设计。

(3) 立面设计是建筑的空间、体量、比例关系的外在表现。分析户内变电站建筑的功能要求、周边的环境特性、城市的文脉等,找到恰当的表达方式,将相互矛盾的各个方面统一在一起,以取得与周围特定环境的平衡,并尽量体现出符合变电站使用性质的稳健理性的美感^[4]。又譬如,北京某 220kV 变电站采用灰白色相间的建筑风格,体现了北京的城市灰色基调,增加了白色,体现了城市的活泼性,和北京规划取得协调。又譬如,南京某变电站为典型的民国时期建筑风格,立面运用民国建筑典型的勒脚、墙身、檐部“三段式”划分方式,建筑色调以青灰、白色为主,变电站外观设计与周边环境达到协调统一。

(4) 注重环境的综合设计。变电站的通风口等体量较小的构筑物,运用园林小品的设计手法,或通过材料、色彩的选用,使其后退到城市环境之后,成为城市背景的一部分。户内变电站站区的场地绿化应按城市规划要求进行,合理选择绿化树种以免影响变电站的安全运行。

3. 户内变电站设计应符合消防、节能、环境保护的要求

户内变电站消防设计是指设计满足建筑防火的各项规定,遵守防火间距和防火分隔,“预防为主”,一旦发生火情,应有效控制,及时灭火,以防火情蔓延而危及变电站其他部分和周边建筑。主要应做到如下几个方面:

(1) 灭火系统设计。当单台油浸变压器容量为 125MVA 及以上时应设置固定灭火系统。固定灭火系统可采用水喷雾、细水雾或气体等灭火系统。当户内变电站采用水喷雾消防时,油浸主变压器事故油池容量应考虑容纳最大一台变压器事故排油量以及消防水量。干式变压器室可不设置固定灭火系统。无人值班变电站可在入口处和主要通道处设置移动式灭火器。

(2) 火灾自动报警系统设计。户内变电站应设置火灾自动报警系统,并应具有火灾信号远传功能。火灾探测报警装置应与固定灭火系统及通风设备联动。

(3) 户内变电站与其他建筑联合建设时,应采用防火分区隔离措施。户内变电站中电缆隧道入口处、电缆竖井的出入口处、电缆头连接处、二次设备室与电缆夹层之间,均应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃或分隔措施。

环境保护与可持续发展日益重要，户内变电站应明确电磁环境、噪声控制、污水排放等方面的设计要求。户内变电站宜选用电磁环境影响小的电气设备。户内变电站宜选用低噪声设备，可利用建筑物、绿化物等站内设施减弱噪声对环境的影响，也可采取隔声、吸声、消声等噪声控制措施。对运行时产生振动的电气设备和大型通风设备宜设减振技术措施。

同时，为推动我国绿色工业建筑的发展，住房与城乡建设部下发了“关于印发《绿色工业建筑评价导则》的通知”，包括“可持续发展的建设场地”“节能与能源利用”“节水与水资源利用”“节材与材料资源利用”“室外环境与污染物控制”“室内环境与职业健康”“运营管理”共七类指标。因此，在户内变电站设计阶段，要开展设计技术优化，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材），保护环境和减少污染，建设绿色建筑，采用低噪声、低耗能的绿色设备和新技术。

4. 户内变电站设计应结合工程特点，积极稳妥采用新技术、新设备、新材料、新工艺，促进技术创新

城市户内变电站在满足电网规划和可靠性要求的条件下，宜减少电压等级和简化接线，采用外桥形、扩大外桥形、单母线、单母线分段等简单接线型式。

户内变电站宜采用低损耗、低噪声、自冷电力变压器，主变压器与散热器宜采用分体布置型式，本体布置在户内，散热器布置在户外。户内变电站应选用断流性能好的无油断路器。户内变电站的66~500kV配电装置宜选用气体绝缘金属封闭组合电器。35kV及以下配电装置宜选用开关柜（包括柜式GIS）。户内变电站的无功补偿设备宜选择无油型产品。

户内变电站计算机监控系统应采用分层、分布、开放式结构。户内变电站的远动、继电保护和电话的通道宜采用光纤通信方式。

户内变电站应设置接地网，接地网除采用人工接地极外，还应充分利用建筑结构的钢筋。

城市户内变电站的平断面设计宜采用空间化的布置理念，有效衔接与各级电压等级进出线的联系；各层平面的各个房间宜按功能划分分区布置。主变压器等较重的电气设备、10~35kV配电装置电缆出线较多宜布置在第一层；其他电气设备可视情况布置在各层。

二、户内变电站设计深度规定

电力工程的设计是电力基本建设项目施工前对所建工程进行的全面规划与构想，即根据已经批准的项目可行性研究报告、选址及环境评价报告、用地红线图等，在进行勘测工作的基础上，按照技术上的可行性和经济上的合理性原则，对工程项目进行全面的考量与计算，最后提供作为施工依据的文件和图纸。变电站工程设计一般分为初步设计和施工图设计两个阶段。当设计合同对设计文件编制深度另有要求时，设计文件编制深度还应满足合同的要求。

1. 变电站工程初步设计

变电站工程初步设计文件包括设计说明书（包括设计总说明，电力系统、电气、通信、土建等各专业设计说明）、有关专业的设计图纸、设备材料清册、工程概算书、有关专业计算书（专业计算书不属于必须交付的设计文件，但需要按有关规定的要求编制）、勘测报告和工程有关技术专题报告。

设计的主要依据一般有如下内容：政府和上级有关主管部门批准的批文、项目可行性研

究报告（注明文号和名称）、接入系统设计的评审文件、设计委托文件或中标通知书、城乡规划、建设用地、水土保持、环境保护、防震减灾、地质灾害、压覆矿产、文物保护、消防和劳动安全卫生等要求和依据资料。

初步设计内容深度应满足以下几方面的要求：

- (1) 设计方案的确定。
- (2) 主要设备材料的确定。
- (3) 土地征用。
- (4) 建设投资控制。
- (5) 施工图设计的编制。
- (6) 施工准备和生产准备。

2. 变电站工程施工图设计

变电站工程施工图设计文件应执行国家规定的基本建设程序。设计文件应遵守国家及其有关部门颁发的设计文件编制和审批办法的规定。必须严格执行强制性条文及各类反事故措施。

批准的初步设计文件、初步设计评审意见、设备订货资料等设计基础资料是施工图设计的主要依据。一般地，施工图设计的主要依据为：批准的初步设计文件、初步设计的评审文件、中标设备资料、城乡规划、建设用地、水土保持、环境保护、防震减灾、地质灾害、压覆矿产、文物保护、消防和劳动安全卫生等要求和依据资料。

工程施工图设计是按照施工程序分专业逐步提供设计文件和图纸的。合同要求所涉及的相关专业的设计文件一般包括图纸目录、设计说明书（包括设计总说明，各专业卷册说明）、有关专业的设计图纸、设备材料清册、工程预算书、各专业计算书等。专业计算书不属于必须交付的设计文件，但必须按有关规定的要求编制并归档保存。

施工图设计文件应包含的内容一般为：

- (1) 施工图设计总说明及目录。
- (2) 电气一次部分施工图图纸。
- (3) 二次系统部分施工图图纸。
- (4) 土建部分施工图图纸。
- (5) 水工及消防部分施工图图纸。
- (6) 暖通部分施工图图纸。
- (7) 变电站施工图预算书。

施工图设计内容深度的基本要求：

- (1) 施工图设计文件应内容规范齐全、引用标准正确、表达方式一致、方案表达简明。
- (2) 施工图设计文件应能正确指导施工、方便竣工验收、保证运行档案正确齐全。

(3) 施工图设计文件应满足设备材料采购、施工招标、业主单位管理、施工和竣工结算的要求。

鉴于国内城市户内变电站大量建设，国家能源局发布了 DL/T 5495—2015《35kV～110kV 户内变电站设计规程》、DL/T 5496—2015《220kV～500kV 户内变电站设计规程》两个行业标准，北京电力经济技术研究院作为主要起草单位参与了标准编制。总结了国内户

内变电站的设计经验，并借鉴国外的实践，提出了建设在城市的户内变电站在站址选择、站区布置、电气接线、土建设计、节能与环境保护等方面的技术特点及发展趋势。城市户内变电站在设备户内化的基础上，采用户内小型化、组合型设备，立体化布置设计，进出线采用地下电缆，做到智能化、空间化、绿色化、协调型，一体化解决了城市节地与环境协调问题，减少了输变电设施对城市土地的占用，提高了土地资源利用率，必将在城市的建设和发展中发挥越来越重要的作用。