

美国电气标准简介和与国标的差异分析

卞海林

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 美国的电气标准为北美地区广泛采用的标准,对于想要在北美承接工程项目的工程公司或咨询公司来说,了解并熟悉该标准是必不可少的。本文对美国电气标准体系的构成做了简要介绍,并对常用的电气产品标准和工程设计标准进行了整理和归纳,并针对常用的部分标准和国标进行了分析比较,列出了差异的地方。

[关键词] 美国标准; NEC; 电气产品标准; 电气设计标准

[中图分类号] TM502 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2021)06-0083-08

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.06.019

0 前言

随着中国国内软硬实力的提升,工程公司或设计单位在国外承接的工程越来越多,对工程设计人员的要求越来越高,熟悉工程所在地的标准规范是首要难点。就电气标准而言,世界范围内主要有两大标准体系:IEC 标准和美国标准。IEC 标准主要覆盖北美洲以外的地区,大家熟知的中国标准、欧洲标准和澳洲标准等大部分是以 IEC 标准为基础并结合本国实际情况发展而来的,有部分标准则直接是 IEC 标准的全文引用。美标适用范围主要集中在北美和部分南美洲国家。本文对美国电气标准体系和常用的电气标准做了一个较为系统的梳理,以供大家参考。

1 美国电气标准体系

1.1 美国标准体系的特点

长期以来,美国推行民间标准优先的标准化政策。鼓励政府部门参与民间团体的标准化活动,从而调动了各方面的积极因素,形成了相互竞争的多

元化标准体系,自愿性和分散性是其两大特点。

美国大约有 700 个机构在制定各自的标准,其中既包括政府机构,也包括非政府机构,诸如标准化机构、科学和专业协会、工贸协会、其他社团组织,以及非正式标准制定机构等。目前,美国大约一半的标准是由民间组织制定的,其余标准则为联邦及各州政府机构制定的标准。

1.2 美国制定电气标准的主要协会组织

(1) ANSI

ANSI:美国国家标准学会(American National Standards Institute)成立于 1918 年,美国国家标准学会是非赢利性质的民间标准化团体。

ANSI 在美国标准中有着举足轻重的地位。对内来说,ANSI 是已成为国家标准化中心,各界标准化活动都围绕着它进行。ANSI 本身很少制定标准,它主要是协调并指导全国标准化活动,为标准制订、研究和使用单位提供帮助,将各协会制定的标准提升为国家标准并冠以 ANSI 标准代号及分类号。对外来说,ANSI 作为美国政府官方代表参与国际或区域性组织政策的制定,提供国内外标准化情报。

(2) NFPA

NFPA:National Fire Protection Association 国家防火协会,成立于 1896 年 11 月 6 日,属非盈利性国际民间组织,宗旨是推行科学的消防规范和标准,由 NFPA 制定的标准基本都与消防和安全相关,其制定的所有标准中影响力最大的是美国国家电气标准(NEC)。

[收稿日期] 2021-09-12

[作者简介] 卞海林(1983-),男,湖北枝江人,高级工程师,大学本科,主要从事有色冶炼工程的供配电和传动控制等电气设计工作,现任中国恩菲工程技术有限公司冶金化工事业部电气室副主任。

[引用格式] 卞海林. 美国电气标准简介和与国标的差异分析[J]. 有色设备,2021,35(6):83-90.

(3) IEEE

IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers 电气和电子工程师协会, 是美国的电子技术与信息科学工程师协会, 是世界上最大的非营利性专业技术学会。IEEE 一直致力于推动电工技术在理论方面的发展和在应用方面的进步。作为全球最大的专业学术组织, IEEE 在学术研究领域发挥重要作用的同时也非常重视标准的制定工作。IEEE 的标准制定内容包括电气与电子设备、试验方法、原器件、符号、定义以及测试方法等多个领域。

(4) NEMA

NEMA: National Electrical Manufacturers Association 美国电气制造商协会, 成立于 1926 年秋, 是由美国电力俱乐部和美国电气供应制造商联盟合并而成。NEMA 的主要活动之一是为电气设备标准化提供论坛, 从而保证电气设备的安全、有效和兼容。

(5) UL

UL 是美国保险商试验所 (Underwriters Laboratories Inc.) 的简写。UL 安全试验所是美国最有权威的, 也是世界上从事安全试验和鉴定的较大的民间机构。它是一个独立的、营利的、为公共安全做试验的第三方专业机构。它采用科学的测试方法来研究确定各种材料、装置、产品、设备、建筑等对生命、财产有无危害和危害的程度; 确定、编写、发行相应的标准和有助于减少及防止造成生命财产受到损失的资料, 同时开展实情调研业务。UL 认证在美国属于非强制性认证, 主要是产品安全性能方面的检测和认证, 其认证范围不包含产品的 EMC (电磁兼容) 特性。但需要注意的是, 出口至美国的电气产品基本都得取得 UL 认证才能入关。

在美国, 制定电气标准的政府部门和协会组织还有很多, 如制定能效标准的能源部 DOE, 制定照明相关标准的照明工程协会 (IESNA) 等, 不在此处一一列举了。

2 美标中的电气产品标准

美标中电气产品标准很多, 主要由以上各个协会组织制定。电气产品标准主要都是保障电气产品安全的制造和测试标准, 还有小部分为能效标准。

2.1 美国国家电气标准 (NEC)

NFPA 70 National Electrical Code 美国国家电气

标准, 简称 NEC, 它由国家防火协会 (NFPA) 发布, 是电气产品安全标准中最基础和最全面的标准, 也是最重要的一个标准, 其他电气标准都是在这个标准的基础上发展和制定, 其关系如图 1 所示。

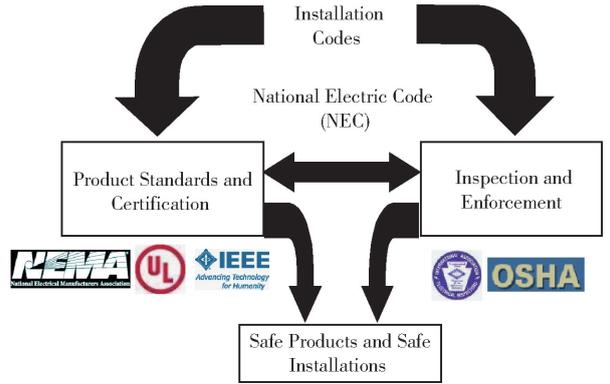


图 1 美国电气标准构成示意图

2.2 美国电气产品标准介绍

美国电气标准很多, 大部分为电气产品的制造和试验标准。对于工程设计人员, 了解一些常用设备需要执行的主要标准是有必要的。下文按照工业场所上常用的一次和二次电气设备, 分别对其适用的主要美国标准进行了列举, 供大家参考。

2.2.1 系统一次设备

2.2.1.1 配电装置

(1) 低压配电装置

美国标准将低压配电装置分为三类, 即 Switchgear, Switchboard 和 MCC, 不同的柜型适用的标准是不同的。开关柜及其内部元件如断路器、熔断器、隔离开关、继电保护装置等设备和元件标准基本都归纳在 ANSI C37 系列标准内。

① Switchgear 低压开关柜

Switchgear 柜型的主要特点是水平母线和各功能单元分隔开来, 功能单元彼此也分隔开来, 类似于国内的 MNS 柜。该柜型主要为大功率用电负荷配电, 进出回路以 ACB 为主, 主要适用标准如下:

a. ANSI/IEEE C37. 20. 1 Standard for Metal-Enclosed Low-Voltage (1 000 V ac and below, 3 200 V dc and below) Power Circuit Breaker Switchgear 交流 1 000 V 及以下, 直流 3 200 V 及以下低压金属封闭开关柜标准。

b. ANSI/UL1558 Standard for Safety for Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear 低压金属封闭开关柜安全性标准。

② Switchboard 低压配电盘

和 Switchgear 相比, Switchboard 的区别在于功能单元之间没有分隔开, 类似于国内的固定柜, 主要用于商业场所, 主要适用的标准为: ANSI/UL891 Standard for Safety for Switchboards 低压配电盘安全性标准。

③ MCC 马达控制中心

该柜型主要适用于各种起动方式的低压电动机负载、小容量的配电回路等, 适用的标准为: ANSI/UL845 Standard for Safety for Motor Control Centers MCC 安全性标准。

根据以上各柜型的特点, 工业场所里设置变电所的常用配置为: Switchgears 与变压器相连, 并配出回路给各 MCCs, MCCs 为终端负荷配电。这与国内有所区别, 需要注意。

(2) 中压配电装置

中压配电装置的分类基本和国内的中压产品类似, 主要为以下四类, 分别用于不同的负载。

① Metal-Clad (MC) Switchgear 金属铠装开关柜

该柜型类似于国内的 KYN 柜, 以真空断路器出线回路为主, 各种负载都适用, 柜体要相对大一些。主要的适用标准为: ANSI/IEEE C37. 20. 2 Standard for Metal-Clad Switchgear 金属铠装开关柜标准。

② Metal-enclosed interrupter (MEI) Switchgear 金属封闭开关柜

该柜型主要以熔断器 + 负荷开关为主, 类似于国内的负荷开关柜或环网柜, 主要的适用标准为: ANSI/IEEE C37. 20. 3 Standard for Metal-Enclosed interrupter Switchgear 金属封闭开关柜标准。

③ MV MCC 中压马达控制中心

该柜型的额定电压为 7. 2 kV 及以下, 出线单元为 FC (熔断器 + 接触器) 回路, 适用于中压小功率电动机、电容器或配电变压器等负载。主要适用标准为: ANSI/UL347 Standard for Safety for Medium-Voltage AC Contactors, Controllers, and Control centers 中压交流接触器、控制器和控制中心安全标准。

和低压 MCC 柜不同, 由于中压 MCC 柜是采用的接触器控制, 基本方案只有 450 A 以下的出线回路, 所以它很少单独使用, 需要和 MC 柜配合起来用。MV MCC 柜和 MC 柜两种柜型的尺寸差距较大, 需要专门的过渡柜来连接。

④ Gas-Insulated Switchgear (GIS) 气体绝缘开关柜

该柜型主要为 SF6 气体绝缘, 和国内气体绝缘柜是相似的, 主要适用标准为: ANSI/IEEE C37. 20. 9 Standard for Metal-Enclosed Switchgear Rated 1 kV to 52 kV Incorporating Gas Insulating System 额定电压为 1 kV 至 52 kV 气体绝缘金属封闭开关柜标准。

(3) 高压配电装置

52 kV 以上配电装置主要指 GIS 设备, 该设备适用标准为: ANSI/IEEE C37. 122 Standard for Gas-Insulated Substations 气体绝缘变电站标准。

(4) 防弧闪开关柜

和国内中、低压柜不同的是, 为了增加电气操作人员的安全度, 美标中、低压柜特别生产了防内部弧闪功能的柜型。中、低压开关柜如果需要具有防内部弧闪功能, 则必须符合 ANSI/IEEE C37. 20. 7 IEEE Guide for Testing Switchgear Rated Up to 52 kV for Internal Arcing Faults 额定电压 52 kV 及以下开关柜内部弧闪测试标准。

2. 2. 1. 2 变压器

和国内变压器一样, 美国的变压器按绝缘介质的不同, 分为干式变压器和油浸变压器。再根据变压器容量的不同, 又分为配电变压器和电力变压器。不同类型和容量的变压器分别适用不同的制造、测试和能效标准。变压器主要执行的标准基本都在 ANSI/IEEE C57 系列标准里。

(1) 干式变压器

干式变压器主要执行的制造标准如下:

① IEEE C57. 12. 01 Standard for General Requirements for Dry-Type Distribution and Power Transformers 干式配电和电力变压器通用要求;

② UL1562 Standard for Safety for Transformers, Distribution, Dry-Type Over 600 Volts 600V 以上干式配电变压器安全性标准。

(2) 油浸变压器

油浸变压器主要执行的制造标准如下:

① IEEE C57. 12. 00 Standard for General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers 油浸式配电、电力和调节变压器的通用要求;

② IEEE C57. 12. 10 Standard Requirements for Liquid-Immersed Power Transformers 油浸电力变压器

要求;该标准适用于 100 MVA 及以下,高压侧 230 kV 及以下电力变压器;

③ IEEE C57.12.36 Standard Requirements for Liquid-Immersed Distribution Substation Transformers 油浸配电变压器要求;该标准适用于 10 MVA 及以下,高压侧 69 kV 及以下,低压侧 34.5 kV 及以下的配电变压器。

(3) 整流变压器

整流变压器为特种变压器,主要执行的制造和测试标准为:IEEE C57.18.10 Standard Practices and Requirements for Semiconductor Power Rectifier Transformers 半导体电力整流变压器的实施和要求。

(4) 配电变压器能效标准

关于变压器能效要求,美国目前只有针对小容量($\leq 2\,500$ kVA)的配电变压器的能效标准,即美国能源部(DOE)制定的标准:DOE 2016 10 CFR Part 431 Part II Energy Conservation Standards for Distribution Transformers 配电变压器节能标准。

(5) 配电变压器的标准容量

美标对油浸配电变压器的容量(kVA)规定如表 1 所示。

表 1 油浸或干式配电变压器标准容量表

油浸配电变压器				干式配电变压器	
单相变压器		三相变压器		单相 变压器	三相 变压器
ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	AN	AN
250		112.5		250	112.5
333		150		333	150
500		225		500	225
833	958	300		833	300
1 250	1 437	500		1 250	500
1 667	1 917	750		1 667	750
2 500	3 125	1 000	1 150	2 500	1 000
3 333	4 167	1 500	1 725	3 333	1 500
5 000	6 250	2 000	2 300	5 000	2 000
6 667	8 334	2 500	3 125	6 667	2 500
		3 750	4 687		3 750
		5 000	6 250		5 000
		7 500	9 375		7 500
		10 000	12 500		

注:限于篇幅,表 1 中干式变压器仅列出了 250 kVA 及以上大小的标准容量。

2.2.1.3 变频器

变频器分为低压变频器和中压变频器,中压变频器除了需要符合以下标准外,还需要满足整流变压器的制造标准。

(1) ANSI/NEMA ICS 7 Industrial Control and Systems-Variable speed Drives 工业控制及系统-可调速传动装置

(2) IEEE Std 519 Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems 电力系统谐波控制的操作指南和要求

2.2.1.4 并联电容器

(1) IEEE Std 18 Standard for Shunt Power Capacitors 并联电力电容器标准

注:该标准适用范围额定电压为 216 V 或以上,额定容量为 2.5 kvar 或以上的并联电力电容器。但需要指出的是 2.4 kV 及以上的并联电力电容器参照标准 IEEE Std 1036 执行。

(2) IEEE Std 1036 Guide for Application of Shunt Power Capacitors 并联电力电容器应用导则

注:该标准适用范围额定电压为 2.4 kV 及以上的并联电力电容器。

2.2.1.5 电动机

(1) 电动机主要执行制造标准有:

① NEMA MG1 Motors and Generators 电动机和发电机。

② ANSI/IEEE 841 Standard for Petroleum and Chemical Industry-Premium Efficiency Severe Duty Totally Enclosed Fan-Cooled (TEFC) Squirrel Cage Induction Motors-Up to and Including 370 kW (500 hp) 化学和石油工业用额定功率为 370 kW (500 hp) 及以下高效全封闭风扇冷却鼠笼感应电动机标准。

(2) 欧标、国标和美标关于低压电动机的能效分级,如表 2 所示。

表 2 电动机能效分级对比表

	欧标	国标	美标
能效分级	超超高效	IE4	1 级
	超高效	IE3	2 级
	高效	IE2	3 级
			NEMA Premium
			EpAct

2.2.1.6 UPS 不间断电源

UPS 系统的制造标准主要如下:

(1) UL1778 Standard for Safety for Uninterruptible Power Systems 不间断电源系统安全标准。

(2) NEMA PE1 Uninterruptible Power Systems-Specification And Performance Verification 不间断电源系统-规范和性能验证。

2.2.1.7 柴油发电机组

ANSI/UL2200 Standard for Safety for Stationary Engine Generator Assemblies 固定式发电机组安全标准。

2.2.1.8 爆炸危险区的电气设备

根据爆炸危险源的不同,分别执行不同的标准,具体如下:

(1) ANSI/UL1332 Standard for Safety for Explosion-Proof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations 危险(分类的)场所用防爆和防燃尘电气设备的安全标准。

(2) NFPA 497 Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical

Installations in Chemical Process Areas 化学工艺区易燃液体、气体或蒸汽的分类和危险区域电气装置分类的推荐标准。

(3) NFPA 499 Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas 化学工艺区可燃粉尘的分类和危险区域电气装置分类的推荐标准。

(4) UL60079 Standard for Safety for Explosive Atmospheres 爆炸环境下的安全性标准。

2.2.1.9 电气设备外壳防护等级

美国电气设备外壳防护等级广泛采用的标准为 NEMA 250 Standard for Enclosures for Electrical Equipment(1 000 Volts Maximum)。

从标准的名称可以看到,虽然 NEMA250 仅适用于 1 kV 及以下电气设备,但实际上 1 kV 以上的美国电气设备外壳防护等级仍然都采用该标准。另外,IEC 60529 外壳防护标准已经得到美国官方认可并被直接引用成为美国的国家标准。NEMA 和 IP 的对应关系如表 3 所示。

表 3 NEMA 外壳防护等级和 IEC 标准 IP 防护等级的对应表

IP First Character	NEMA Enclosure Type																IP Second Character			
	1		2		3,3X,3S, 3SX		3R,3RX		4,4X		5		6		6P			12,12K, 13		
IP0_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_0
IP1_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_1
IP2_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_2
IP3_					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_3
IP4_										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_4
IP5_																			■	IP_5
IP6_																				IP_6
																				IP_7
																				IP_8
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B

注:A = A 列中阴影表示 NEMA 标准防护等级对应 IEC 标准 IP 等级的第一个数字,即防固体物进入;B = B 列中阴影表示 NEMA 标准防护等级对应 IEC 标准 IP 等级的第二个数字,即防水性能。

2.2.1.10 电气材料

具体如下:

(1) 电缆

电缆的种类很多,不同种类适用的标准也不同,

① UL1581 Reference Standard for Electrical Wires, Cables, and Flexible Cords 电线、电缆和软线

参考标准。

②UL1072 Standard for Safety for Medium-Voltage Power Cables 中压电力电缆安全性标准。

③UL44 Standard for Safety for Thermoset-Insulated Wires and Cables 热固性绝缘电线电缆安全性标准。

④UL83 Standard for Safety for Thermoplastic-Insulated Wires and Cables 热塑性绝缘电线电缆安全性标准。

⑤UL1569 Standard for Safety for Metal-Clad Cables 金属铠装电缆安全性标准。

⑥UL1277 Standard for Safety for Electrical Power and Control Tray Cables with Optional Optical-Fiber Members 带可选光纤附件的托架用电力和控制电缆安全性标准。

不同种类的电缆对应的美国标准还很多,在此不一一列举,需要注意以下几点:

①UL 标准中把用于桥架敷设的电缆和其他非桥架敷设电缆区别开来,这和国内的习惯用法是不一样的。

②美标电缆的规格与国内电缆不同,截面单位为 AWG 和 kcmil, 1 kcmil = 0.5067 mm²。AWG 和公制单位的对照关系如表 4 所示。

表 4 AWG/kcmil 和公制单位对照表

截面/ AWG	截面/ mm ²	截面/ AWG	截面/ mm ²	截面/ kcmil	截面/ mm ²
14	2.08	2	33.6	250	127
12	3.31	1	42.4	300	152
10	5.26	1/0	53.5	350	177
8	8.37	2/0	67.4	400	203
6	13.3	3/0	85.0	450	228
4	21.2	4/0	107	500	253
3	26.7			550	279

③电缆的 PE 线截面的要求也和国内较大差别,最小截面的要求要低于国标,节选了部分要求如表 5 所示。

(2) 电缆保护管

①ANSI/UL1653 Standard for Safety for Electrical Nonmetallic Tubing 电气用非金属管安全性标准。

表 5 接地导体最小尺寸要求

相导体单根或多根并联等效截面 (AWG/kcmil)		接地导体截面 (AWG/kcmil)	
铜	铝	铜	铝
2 or smaller	1/0 or smaller	8	6
1 or 1/0	2/0 or 3/0	6	4
2/0 or 3/0	4/0 or 250	4	2
Over 3/0	Over 250	2	1/0
Through 350	Through 500		
Over 350	Over 500	1/0	3/0
Through 600	Through 900		
Over 600	Over 900	2/0	4/0
Through 1100	Through 1750		
Over 1100	Over 1750	3/0	250

②ANSI/UL6A Standard for Safety for Electrical Rigid Metal Conduit-Aluminum, Red Brass, and Stainless Steel 电气用刚性金属管安全性标准-铝、红黄铜和不锈钢。

③ANSI/UL1 Standard for Safety for Flexible Metal Conduit 柔性金属管安全性标准。

(3) 桥架

①NEMA VE1 Metal Cable Tray Systems 金属电缆桥架系统。

②NEMA VE2 Metal Cable Tray Installation Guideline 金属电缆桥架安装导则。

③NEMA FG1 Fiberglass Cable Tray Systems 玻璃钢电缆桥架系统。

④UL 568 Standard for Safety for Nonmetallic Cable Tray Systems 非金属电缆桥架系统安全标准。

2.2.2 二次系统

(1) 继电保护相关

①ANSI/IEEE Std C37.2 Standard for Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms, and Contact Designations 电力系统设备功能数字代码、缩写和接点名称标准。

注:在全世界范围内广泛使用的继电保护代码出自这一标准。

②ANSI/IEEE Std C37.96 Guide for AC Motor Protection 交流电动机保护规程。

③ANSI/IEEE Std C37.99 Guide for Protection of Shunt Capacitor Banks 并联电容器组保护规程。

④ANSI/IEEE Std C37. 108 Guide for Protection of Network Transformer 网络变压保护规程。

⑤ANSI/IEEE Std C37. 113 Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines 输电线路继电保护规程。

⑥ANSI/IEEE Std C37. 119 Guide for breaker failure Protection of Power Circuit breakers 断路器失灵保护规程。

(2)SCADA 系统

SCADA 系统广泛应用于电力系统的监控,适用的标准为 IEEE Std C37. 1 Standard for SCADA and

Automation Systems SCADA 及自动化系统标准。

3 工程设计标准

美标中除了常用的电气产品标准外,还有很多设计标准,以下是部分常用的设计标准。

(1)电气制图标准

ANSI/IEEE Std 315 Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams 电气和电子图形符号。

美标电气符号和国标有很大区别,设计人员需要特别注意,主要元器件的图例如表 6 所示。

表 6 主要元器件图例对比表

元件名称	变压器	低压断路器	接触器	热继电器	继电器线圈	辅助接点
国标图例						
美标图例						

(2)标准电压

ANSI C84. 1—2016 Electrical Power System and Equipment-Voltage Ratings (60 Hertz) 电力系统和设备额定电压(60 Hz)。

从该标准中节选了部分美国工业用电使用的电压,如表 7 所示。

表 7 美国标准电压

电压等级	系统标称电压/V
低压	240/120, 208Y/120, 480Y/277, 690Y/400
中压	2 400, 4 160, 13 800, 23 000, 34 500, 46 000, 69 000
高压	115 000, 138 000, 161 000, 230 000

注:其中,120 V 主要为家用电器和照明之类的小型电器设备供电,480 V 及以上电压用于工业大负荷设备。

(3)应急电源系统标准

NFPA 110 Standard for Emergency and Standby Power Systems 应急和备用电源系统标准。

(4)变电站设计相关标准

①ANSI/IEEE Std 1427 Guide for Recommended Electrical Clearances and Insulation Levels in Air

Insulated Electrical Power Substations 空气绝缘电力变电站适宜电间隙和绝缘水平指南。

②ANSI/NEMA CC1 Electric Power Connection for Substations 变电站的电力连接。

③ANSI/IEEE Std 1615 Recommended Practice for Network Communication in Electric Power Substations 变电站网络通信推荐做法。

④ANSI/IEEE Std 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding 交流变电站接地安全设计指南。

⑤ANSI/IEEE Std 525 Design and Installation of Cable Systems in Substations 变电站电缆系统的设计和安装。

⑥ANSI/IEEE Std 693 Recommended practices for seismic design of substations 变电站抗震设计推荐做法。

⑦ANSI/IEEE Std 979 Guide for Substation Fire Protection 变电站防火设计指南。

⑧ANSI/IEEE Std 998 Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substation 变电站直接雷击防护指南。

(5) 照明设计标准

照明设计标准主要出自于北美照明工程协会(IESNA),主要如下:

①ANSI/IESNA DG-3 Application of Luminaire Symbols on Lighting Design Drawings 灯具符号在照明设计图纸上的应用。

②ANSI/IESNA PR1 Recommended Practice on office Lighting 办公室照明的推荐做法。

③ANSI/IESNA PR7 Recommended Practice for Lighting Industrial Facilities 工业设施照明的推荐做法。

④ANSI/IESNA PR8 Recommended Practice for Roadway Lighting 道路照明的推荐做法。

同样,照明设计手册(The IESNA Lighting Handbook)也出自于IESNA,作为照明设计的最重要和最全面的一本参考指导书。它详细介绍了从如何设计灯具到照明计算,及能源管理的内容,在各个章节中深入讨论了诸如色彩、采光、照明计算、零售照明、室外照明、照明经济学和照明控制等主题。

(6) 防雷设计标准

NFPA 780 Standard for the Installation of Lightning Protection System 防雷装置规范,该规范中防雷措施条款主要参考IEC。该规范列出了详细版的防雷评估计算程序和简易版的防雷计算和评估,简易版的防雷计算和国标较为相似。

(7) 接地设计标准

除了变电站接地标准外,一般场所的接地标准

参见ANSI/IEEE Std 142 Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems 工业和商业电力系统接地推荐做法。

以上列举了一些主要的产品制造标准和与咨询设计关系紧密的设计标准,针对需要注意的地方做了简述。

4 结语

美国电气标准涵盖了电气行业的方方面面,数量众多,标准之间又相互引用,行业分工各不相同,侧重点也不一样。本文主要是为了让读者对美国的电气标准有个初步了解,同时为大家也提供一些参考和借鉴。

[参考文献]

- [1] 付强,张敬娟,王丽君. ANSI认可标准制定组织以及美国国家标准批准程序[J]. 标准科学,2014(7):81-84.
- [2] NFPA70TM National Electrical Code 2017 Edition[S]. National Fire Protection Association,2016.
- [3] 杨旭海. 美国电气制造商协会的标准化模式简介[J]. 电器工业,2003(4):54.
- [4] 王志平. 浅谈中国与美国电气设计标准差异[J]. 电世界,2020,61(10):38-42.
- [5] 吉磊. 与电气工程设计相关的美国设计规范[C]//全国冶金自动化信息网2015年会论文集[A],2015:453-457.
- [6] ANSI C84.1-2016 American National Standard for Electric Power System and Equipment-Voltage Ratings(60 Hertz)[S]. National Electrical Manufacturers Association,2016.

Introduction to American Electrical Standards and Analysis of Differences with National Standards

BIAN Hai-lin

Abstract: American electrical standard is widely used in North America. It is essential for engineering companies or consulting companies who want to undertake engineering projects in North America to understand and be familiar with the standard. This paper briefly introduces the composition of American electrical standard system, arranges and summarizes the commonly used electrical product standards and engineering design standards, analyzes and compares some commonly used standards and national standards, and lists the differences.

Key words: American Standard; NEC; electrical product standards; electrical design standards ▲