

西南地区建筑标准设计参考图集

# 高海拔环境35kV及以下常用电气设备设计图集

西南19D/C506

西南地区建筑标准设计协作领导小组  
四川西南建标科技发展有限公司 组编

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

西南地区建筑标准设计参考图集

Gaohaiba Huanjing 35kV ji Yixia Changyong Dianqi Shebei Sheji Tuji

高海拔环境 35kV 及以下常用电气设备设计图集

西南 19D/C506

西南地区建筑标准设计协作领导小组  
四川西南建标科技发展有限公司 组编

---

责任编辑	穆 丰
封面设计	曹天擎
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	<a href="http://www.xnjdcbs.com">http://www.xnjdcbs.com</a>
印 刷	四川煤田地质制图印刷厂
成品尺寸	260 mm × 185 mm
印 张	3.75
字 数	98 千
版 次	2020 年 4 月第 1 版
印 次	2020 年 4 月第 1 次
统一书号	155643 · 65
定 价	40.00 元

---

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

在永成  
 社徽威  
 设计  
 陈白瑶  
 校核  
 易黎明  
 编校  
 (M)  
 冯明才  
 编审

# 高海拔环境35kV及以下常用电气设计图集

西南19D/C506

主编单位：中国建筑西南设计研究院有限公司

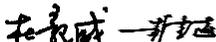
实施日期：2020年04月01日

协编单位：西南建筑电气工程设计情报网

主编单位负责人 

主编单位技术负责人 

技术审定人 

设计负责人 

## 目 录

目录 . . . . .	1	仪器仪表及电力电子保护控制 . . . . .	22
编制说明(一)~(八) . . . . .	2	电线电缆 . . . . .	23
高压设备(一)~(五) . . . . .	10	发电机组(一)~(四) . . . . .	24
低压设备(一)(二) . . . . .	15	雷电防护(一)~(十二) . . . . .	28
变压器 . . . . .	17	附录(相关产品技术资料)(一)~(十六) . . . . .	40
预装式变电站(一)~(四) . . . . .	18	后语 . . . . .	56

## 编制说明(一)

### 1 适用范围

- 1.1 本图集适用于一般工业与民用建筑。
- 1.2 本图集适用于高海拔环境35kV及以下常用电气设备的高原环境条件参数、技术要求、防护措施、技术文件、标志、包装、运输与贮存。
- 1.3 本图集适用于海拔1000m至5000m的高原地区,额定电压3~35kV、额定频率50Hz的户内外高压电器设备。这些设备包括高压电器、绝缘部件、高压开关设备和控制设备。
- 1.4 本图集适用于海拔2000m至5000m的高原地区,额定电压不超过1000V(AC)或1500V(DC)的户内外低压电器设备,这些设备包括低压电器、低压成套开关设备、绝缘部件和控制设备。
- 1.5 本图集适用于海拔1000m至5000m的高原地区,额定电压35kV及以下的电器设备,电容器、电抗器、互感器、变压器、避雷器、电力电子及电子附件、仪器仪表、高低压电力电缆及导线、高低压柴油发电机、预装式变电站等。

### 2 编制依据

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是标注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不标注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 311.1 绝缘配合 第1部分:定义、原则和规则
- GB 1094.1 电力变压器 第1部分:总则
- GB 1094.2 电力变压器 第2部分:液浸式变压器的温升
- GB 1094.3 电力变压器 第3部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝

缘空气间隙

- GB 1984 高压交流断路器
- GB 1985 高压交流隔离开关和接地开关
- GB/T 2900 电工术语
- GB 3048.1 电线电缆电性能试验方法 第1部分:总则
- GB 3906 3~35kV交流金属封闭开关设备
- GB 50054 通用用电设备配电设计规范
- GB 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则
- GB/T 7251.3 低压成套开关设备和控制设备 第3部分:由一般人员操作的配电板(DBO)
- GB 7251.6 低压成套开关设备和控制设备 第6部分:母线干线系统(母线槽)
- GB/T 7251.10 低压成套开关设备和控制设备 第10部分:规定成套设备的指南
- GB/T 11022-2011 高压开关设备和控制设备标准和共同技术条件
- GB 14048.2 低压成套开关设备和控制设备 低压断路器
- GB 14048.3 低压成套开关设备和控制设备 低压开关隔离器、隔离开关及熔断器组合电器
- GB 14048.4 低压成套开关设备和控制设备 低压机电式接触器和电动机起动器
- GB 14048.5 低压成套开关设备和控制设备 控制电路电器和开关元件第一部分:机电式控制电路电器
- GB14048.9 控制与保护开关电器

## 编制说明(二)

GB/T 14597-2010 电工产品不同海拔的气候环境条件  
 GB/T 20626.1-2017 特殊环境条件 高原电工电子产品 第1部分:通用技术要求  
 GB/T 20626.2-2018 特殊环境条件 高原电工电子产品 第2部分:选型和检验规范  
 GB/T 20626.3-2006 特殊环境条件 高原电工电子产品 第3部分:雷电、污秽、凝露的防护要求  
 GB/T 20645-2006 特殊环境条件 高原用低压电器技术要求  
 GB/T 22580-2008 特殊环境条件 高原电气设备技术要求 低压成套开关设备和控制设备  
 JB/T 8186 工频柴油发电机组 额定频率 电压及转速  
 JB/T 10303 工频柴油发电机组技术条件  
 JB/T 10304 工频汽油发电机组技术条件  
 JB/T 11039-2010 电工电子产品型号编制方法  
 JGJ 16 民用建筑电气设计规范  
 IEC 664 低压系统的绝缘配合,包括电气设备的电气间隙和爬电距离  
 IEC 947-2 绝缘等级  
 IEC 947-2 低压断路器  
 IEC 947-3 低压开关、隔离器、隔离开关及断路器组合电器

IEC 947-7-4 低压接触器

### 3 编制内容

GB/T 2900和GB/T 20626.1确立的术语和定义适用于本标准图集。

- 3.1 高原环境条件的海拔分级:  
0m、1000m、2000m、3000m、4000m、5000m。
- 3.2 电气设备适应海拔级别见表3.2。
- 3.3 高原环境条件参数见表3.3。

**表3.2 电气设备适应海拔级别**

海拔高度/m	等级
1000 < 海拔 ≤ 2000	G2
2000 < 海拔 ≤ 3000	G3
3000 < 海拔 ≤ 4000	G4
4000 < 海拔 ≤ 5000	G5
注: 1.按实级海拔标注方法,例如海拔3700m应标注为G3.7。 2.本表符合GB/T 20626.1。	

## 编制说明(三)

表3.3 高原环境条件参数

序号	环境参数		海拔 /m					
			0	1000	2000	3000	4000	5000
1	气压 /kPa	年平均	101.3	90.0	79.5	70.1	61.7	54.0
		最低	97.0	87.2	77.5	68.0	60.0	52.5
2	空气温度/ °C	最高	45,40	45,40	35	30	25	20
		最高日平均	35,30	35,30	25	20	15	10
		年平均	20	20	15	10	5	0
		最低	+5, -5, -15, -25, -40, -45					
		最大日温差/K	15, 25, 30					
3	相对湿度 %	最湿月月平均最大 (平均最低气温 /°C)	95,90 (25)	95,90 (25)	90 (20)	90 (15)	90 (10)	90 (5)
		最干月月平均最小 (平均最高气温 /°C)	20 (15)	20 (15)	15 (15)	15 (10)	15 (5)	15 (0)
4	绝对湿度 /(g/m <sup>3</sup> )	年平均	11.0	7.6	5.3	3.7	2.7	1.7
		年平均最小值	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.3
5	最大太阳直接辐射强度 /(W/m <sup>2</sup> )		1000	1000	1060	1120	1180	1250
6	最大风速/(m/s)		25, 30, 35, 40					
7	最大10min降水量/mm		15, 30					
8	1m深土壤最高温度/°C		30	25	20	20	15	15

注：表3.3来自于GB/T 14597-2010。

## 编制说明(四)

### 4 高原环境技术要求

#### 4.1 基本要求

高海拔环境35kV及以下常用电气设备的设计和选择除应满足相应常规型产品标准规定外,同时还应满足本图集规定,并按产品使用环境(如适用的海拔高度等)、运输、贮存等要求,对产品的设计和结构等技术参数进行选择。

#### 4.2 高压电器、高压开关设备和控制设备

##### 4.2.1 外绝缘强度

对于以空气为绝缘介质的产品,海拔升高,外绝缘强度降低。海拔每升高100m,绝缘强度原则上需提高约1%。

##### 4.2.2 工频耐受电压和冲击耐受电压

当使用地点与试验地点海拔相同时,工频耐受电压和冲击耐受电压值应符合常规型相应产品标准规定。当使用地点与试验地点海拔不同时,工频耐受电压和冲击耐受电压值应乘以相应海拔修正系数,见表4.2.2。

表4.2.2 工频耐受电压和冲击耐受电压的海拔修正系数 $K_a$

产品使用地点海拔/m		1000	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
产品 试验 地点 海拔 /m	0	1.13	1.28	1.36	1.44	1.54	1.63	1.74	1.85
	1000	1	1.13	1.20	1.28	1.36	1.44	1.54	1.63
	2000	0.88	1	1.06	1.13	1.20	1.28	1.36	1.44
	3000	0.78	0.88	0.94	1	1.06	1.13	1.20	1.28
	4000	0.69	0.78	0.83	0.88	0.94	1	1.06	1.13
	5000	0.61	0.69	0.74	0.78	0.83	0.88	0.94	1

注:1.在以考核内绝缘质量为主的例行试验中,按有关产品标准的规定,试验电压取海拔1000m或2000m时产品的耐受电压值,不作修正。  
2.试验电压值为常规型产品标准规定值与海拔修正系数 $k_a$ 的乘积。

## 编制说明(五)

### 4.2.3 温升

当以空气对流为主要散热方式时,产品的温升随海拔的升高而增加。

交流系统的设备温升按公式(1)进行修正,直流系统的设备温升可参照交流系数的1.2倍执行。

$$K_{\tau} = \frac{\tau_H}{\tau_{1000}} = e^{0.03 \left( \frac{H-1000}{1000} \right)} \quad (1)$$

式中  $K_{\tau}$ ——温升的高海拔校正因数;

$\tau_H$ ——高海拔地区设备的允许温升, K;

$\tau_{1000}$ ——海拔1000m以下地区设备的允许温升, K;

$H$ ——适用地区的海拔高度, m。

注:  $\tau_H$ 等于GB/T 11022-2011表2中规定的设备最高允许温度  $\theta_H$  与GB/T 14597-2010高海拔地区最高环境温度的差值。

产品在高海拔条件下正常工作时,任何部件的最高温度均不应超过GB/T 11022-2011表3中规定的最高允许温度。

在高海拔局部地区,由于太阳热辐射引起表面附加温升,由制造厂与用户协商确定。

温升试验按GB/T 11022-2011规定的方法进行。

### 4.3 低压电器、低压成套开关设备和控制设备

#### 4.3.1 电气间隙和爬电距离

以空气为绝缘介质的产品,随着使用地点海拔的升高,应增大电气间隙和爬电距离,电气间隙的确定按常规型相应产品标准的规定值乘以相应海拔修正系数,海拔修正系数见表4.3.1。

#### 4.3.2 外绝缘性能

海拔升高,外绝缘强度降低,产品绝缘表面及不同电位的带电间隙容易击穿。

当使用地点与试验地点海拔相同时,工频耐受电压和冲击耐受电压值应符合常规型相应产品标准规定。当使用地点与试验地点海拔不同时,工频耐受电压和冲击耐受电压值应乘以相应海拔修正系数,海拔修正系数按表4.2.2规定。

表4.3.1 电气间隙的海拔修正系数

使用地点海拔/m		1000	2000	3000	4000	5000
电气间隙海拔修正系数	以1000m为基准	1.00	1.13	1.28	1.46	1.67
	以2000m为基准	0.88	1.00	1.14	1.29	1.48

注: 1、本表仅适用于低压产品。

2、在实际使用中需要考虑风速对产品电气间隙的影响。

## 编制说明(六)

### 4.3.3 温升

低压电器的温升按GB/T 20645规定。低压成套开关设备和控制设备的温升按GB/T 22580的规定。

### 4.3.4 接通和分断正常负载的能力

高原环境条件下, 低压产品接通和分断正常负载的能力略受影响, 接通和分断正常负载的能力由制造商在产品说明书中规定。

### 4.3.5 接通和分断短路电流的能力

高原环境条件下, 产品接通和分断短路电流的能力下降, 直流产品下降幅度大于交流产品。下降的数值由制造商在产品说明书中规定。

### 4.3.6 脱扣特性

#### 4.3.6.1 热脱扣元件的脱扣特性

采用热脱扣元件作为脱扣部件的断路器、热继电器等产品, 应在现场或等效条件下对动作电流值进行整定, 以保证动作可靠。

#### 4.3.6.2 电子部件的脱扣特性

采用电子脱扣器的产品, 脱扣特性不需进行现场整定或修正, 但应充分考虑电子功率元器件的散热问题。

#### 4.3.7 耐低温性能

高原环境条件下, 产品应具有耐受高原地区低温的能力。当产品使用的环境温度不符合常规型相应产品标准规定的低温限值时, 应采取相应措施。

## 编制说明(七)

### 5 高原环境保护措施

#### 5.1 提高绝缘强度主要措施有:

- 增大电气间隙;
- 采用绝缘隔板或热缩套管;
- 改变电场分布,使其均匀;
- 采用绝缘母线;
- 采用固封技术(但应考虑由此引起的温升增加)。

#### 5.2 对温升的常用防护措施有:

- 加强散热;
- 增加导体截面积;
- 降容使用。

#### 5.3 对低温、昼夜大温度变化的常用防护措施有:

- 使用耐低温产品;
- 设置自动投切的加热装置;

其他相应措施。

#### 5.4 对高温的常用防护措施有:

- 采用强制散热;
- 局部地方采用隔热材料;
- 其他相应措施。

#### 5.5 对凝露的常用防护措施有:

- 采用防潮措施;
- 采用适当的加热措施;
- 采取适当的去湿措施;
- 其它相应措施。

#### 5.6 对太阳辐射的常用防护措施有:

- 采用耐紫外线老化的材料;
- 外壳选用适当涂层;
- 其他相应措施。