

煤矿电工手册

MEIKUANG DIANGONG SHOUCHE

4

煤炭工业出版社

第四章 地面高低压供电设备

本章主要介绍煤矿区域变电所和矿井地面变电所常用的高、低压电气设备；及一些常用的，具有系列化、通用化、标准化和一定先进水平，电压在110千伏及以下，容量在63000千伏安及以下，电流在2000安及以下的供电设备。主要阐述各种产品的名称、型号、用途、使用特点、主要技术参数以及外形安装尺寸图（不包括110千伏设备的安装尺寸图）等。可供设备选型、订货和安装时参考。

第一节 电力变压器

目前三相变压器产品按其容量不同可分 R_{10} 与 R_0 系列；按导线材料不同可分铝线与铜线；按铁心材料不同可分冷轧与热轧硅钢片；按外部散热形式不同可分圆管与扁管、片式散热器与扁管散热器。因此产品的种类繁多，正处于新、旧系列并存与交替阶段，本节只介绍一些容量为 R_{10} 系列（即容量按 $\sqrt{10}$ 的倍数增加的，其额定容量为：10、20、30、40、50、63、80、100、125、160、200、250、315、400、500、630、800、1000、1250、1600、2000、2500、3150、4000、5000、6300、8000、10000、12500、16000、20000、25000、31500、40000、50000、63000千伏安……）、无载调压的、冷轧硅钢片的铝线变压器。

一、型号说明

在新的变压器国家标准中，电力变压器型号中表示方法规定如下：



在基本型号的右下角常加“角注号”，用以表示系列设计序号，其命名由一机部决定。基本型号的组成方法及其含义见表4-1-1。

表 4-1-1 型号组成方法及其含义

符号所在位数	第一位	第二位	第三位	第四位	第五位	第六位						
表示意义	变压器相数		箱壳外冷却介质		循环方式		线圈数		调压方式		线圈导线材质	
	单相	三相	风冷	水冷	自然	强迫	双圈	三圈	无载调压	有载调压	铜线	铝线
代表符号	D	S	F	S		P		S		Z		L

- 注：1. 型号前加“0”者表示为降压自耦变压器。
2. 型号后加“0”者表示为升压自耦变压器。

但目前有些厂家仍用旧型号,如S₁L₁ (新型号应为SL₁)。为了订货方便,仍按厂家所给的型号为准。

二、电力变压器有关标准简介

(一) 温升标准

线圈温升为 65℃,油顶层温升为 55℃。适用于周围环境温度最高为 +40℃,最低为 -30℃;年平均温度为 20℃及以下。

(二) 单相变压器的新容量等级标准

5、10、15、20、30、40、50、75、100、130、170、210、270、330、420、530、670、830、1050、1330、1670、2100、2670、3330、4170、5330、6670、8330、10500、13300、16700、21000、26700、33300、41700 千伏安。

(三) 电压组合

变压器的电压组合及接线方式,见表 4-1-2。厂用变压器的电压组合及接线方式,见表 4-1-3。厂家亦可根据用户要求制造其他接线方式和电压组合的变压器。

表 4-1-2 电压组合(线圈额定电压,千伏)及接线方式

高压线圈	6, 6.3, 10.5 (Y接线), 35, 38.5(40), (44), 60, 66, (Y或Y ₀ 接线), 110, 121, (154), (169), 220, 242 (Y ₀ 接线)
中压线圈	11, 38.5, (44), 66, 121 (Y ₀ 接线)
低压线圈	0.4 (Y ₀ 接线), 3.15, 3.3, 6.3, 6.6, 10.5, 11, 13.8, 15.75, 18 (Δ接线), 38.5 (44), (Δ, Y或 Y ₀ 接线)

注: 括号中数字为非标准值。

表 4-1-3 厂用变压器电压组合(线圈额定电压,千伏)及接线方式

高压线圈	3.15, 6.3, 10.5, 13.8, 15.75, 38.5, 66, 121 (Y, Y ₀ 接线)
低压线圈	0.4 (Y ₀ 接线), 3.15, 6.3, (Δ, Y接线)

(四) 电压分接头变化范围

1. 无载调压变压器

1) 容量在 6300 千伏安及以下的高压线圈

$$U = U_N \pm 5\% U_N \quad \text{或} \quad U = U_N + \frac{0}{-2 \times 5} \% U_N$$

2) 容量在 8000 千伏安及以上的高压线圈

$$U = U_N \pm 5\% U_N \quad \text{或} \quad U = U_N \pm 2 \times 2.5\% U_N$$

3) 三卷变压器的中压线圈

$$U = U_N \pm 5\% U_N \quad (\text{电压为 121 千伏级的线圈无分接头})$$

2. 有载调压变压器

1) 电压为 110 千伏及以下的高压线圈

$$U = U_N \pm 3 \times 2.5\% U_N$$

2) 电压为220千伏的高压线路

$$U = U_N \pm 4 \times 2.5\% U_N$$

式中 U_N ——线路的额定电压，千伏；

U ——相应各分接头位置的工作电压，千伏。

(五) 变压器接线组别

各种变压器的线圈连接图、向量图和连接组标号见表4-1-4~表4-1-6。所有奇数接线组的三相变压器，只要调换外部接线头，即可并列运行。所有偶数接线组别的三相变压器，如相差 120° 或 240° ，也可调换外部接线头并列运行；但相差 60° 、 180° 或 300° 者，必须调换内部接线后，方可并列。奇数接线组与偶数接线组的变压器，不能相互并列。表4-1-7为奇数接线组的三相变压器改变外部接线并列的几个例子。

表 4-1-4 双卷变压器接线组别

分类	线圈连接图		向量图		连接组标号
	高压	低压	高压	低压	
单相					1/1-12
三相					Y/Y_c-12
					$Y/\Delta-11$
					$Y_s/\Delta-11$
					$Y_s/Y-12$
					$Y/Y-12$

表 4-1-5 三卷变压器接线组别

分类	线 圈 连 接 图			向 量 图			连接组号
	高 压	中 压	低 压	高 压	中 压	低 压	
单 相							1/1-12-12
三 相							Y ₀ /Y ₀ /Δ ₀ -12-11
							Y ₀ /Y ₀ /Y ₀ -12-12

表 4-1-6 自耦变压器接线组别

分类	线 圈 连 接 图		向 量 图		连接组号
	高、中压	低 压	高、中压	低 压	
单 相					0-1/1-12-12
三 相					0-Y ₀ /Δ ₀ -12-11
					0-Y ₀ /Y ₀ -12-12
相					0-Y ₀ -12

表 4-1-7 奇数接线组的三相变压器改变相别符号示例

接 线 组	高压侧相别符号	低压侧相别符号
Y/Δ-11	A B C	a b c
Y/Δ-1	B A C	b a c
	A C B	a c b
	C B A	c b a
Y/Δ-5	B A C	a c b
	A C B	c b a

(六) 三卷变压器的容量分配

三卷变压器容量分配 见表4-1-8

表 4-1-8 三卷变压器容量分配

类 别	高压线圈	中压线圈	低压线圈	备 注
三 卷 变 压 器	100%	100%	50%	以变压器额定容量的百分数表示
	100%	50%	100%	
	100%	100%	100%	
三卷自耦变压器	100%	100%	50%	

- 注: 1. 三卷容量均为 100% 的品种, 仅供应升压组合变压器。
2. 三卷自耦变压器的容量分配, 指电压为 220 与 110 千伏侧自耦联接的品种。

(七) 过负荷能力的规定及高海拔地区使用时的影响

分别见第九章及第三章有关部分所述。

(八) 短路特征

变压器的结构能承受二次线端的突然短路的作用而不损坏。但要求短路电流稳定值应不超过额定电流的 K 倍, K 值可按下式计算, 但不得超过 25 倍。当超过 25 倍时, 用户需采取限制短路电流的措施。

$$K = \frac{100}{U_{K\%}} \quad (4-1-1)$$

$$I_{\infty} \leq K \cdot I_N \quad (4-1-2)$$

式中 I_{∞} ——短路电流稳定值, 千安;

I_N ——变压器额定电流, 千安;

$U_{K\%}$ ——变压器的短路电压百分值。

变压器在运行条件下, 在任一分接头位置能承受由于线端突然短路所产生的电动力的作用而不损伤, 此电力由通过线圈的短路冲击电流决定。在任一分接头位置上也能承受任何线圈在线端的突然短路, 并经历时间 t 所产生的热作用而不损伤。t 值按表 4-1-9 确定。多于两个线圈的变压器, 允许的短路持续时间由具有最大短路电流倍数的线圈确定。

表 4-1-9 热稳定时间

K	20以上	15~20	10~15	10以下
t, s	2	3	4	5

(九) 套管及端子排列

油浸式变压器套管和干式变压器端子位置，一般从高压侧看应自左向右按下列顺序排列：

三相变压器：	O-A-B-C o-a-b-c O _m -A _m -B _m -C _m
单相变压器：	A-X a-x A _m -X _m

(十) 油保护装置

所有油浸式（除密封式外）变压器均应有贮油柜。8000千伏安及以上的油浸式变压器应采取措施，保证变压器油不与空气直接接触（如供给充氮保护装置或在贮油柜内增加隔膜装置等）。2500千伏安及以上的变压器应装有净油器（热滤油器）。较小容量的变压器根据需要也可要求厂家供给净油器。

(十一) 油温测量装置

1000千伏安及以上的油浸式变压器，均应有温度信号计。信号接点容量应不低于220伏，0.3安。8000千伏安及以上的三相变压器和5330千伏安及以上的单相变压器，应装有远距离测温用的测温元件。

(十二) 安全保护装置

带有贮油柜的800千伏安及以上的油浸变压器和400千伏安及以上的厂用变压器应装有瓦斯继电器，其触点容量不小于交流220伏，1安。强迫油循环风冷和水冷的变压器在因事故切除油泵、风扇和水泵时应能发出信号。

(十三) 冷却系统及控制装置

按冷却方式分别供给全套风冷装置或水冷冷却器及其冷却系统控制箱，但选用水冷装置时，制造厂不供水泵及水管路附件。

(十四) 套管型电流互感器

油浸式变压器供给下列数量的套管型电流互感器：60千伏、8000千伏安及以上，110千伏、16000千伏安及以上的变压器，高压侧每相三只（一只测量级、二只保护级）电流互感器；中性点接地系统，变压器高压中性点110、35千伏套管均装一只；自耦变压器中性点引出三个35千伏套管时，只在一个套管内装一只。

(十五) 基础和轨距

变压器出厂时，均不供给小车，但箱底支架安装尺寸应符合图4-1-1和表4-1-10的规定。630千伏安及以下的变压器根据要求可供给无边滚轮小车，其滚距应为550毫米或660毫米；31500千伏安及以上的变压器当安装场地有通向检修间的轨道时，根据要求可供给小车，其轨距为1435毫米或2000毫米。

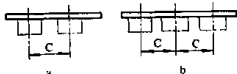


图 4-1-1 轨距示意图

a—安装基础为二条； b—安装基础为三条

对具体变压器，其安装基础条数及轨距以安装图为准。

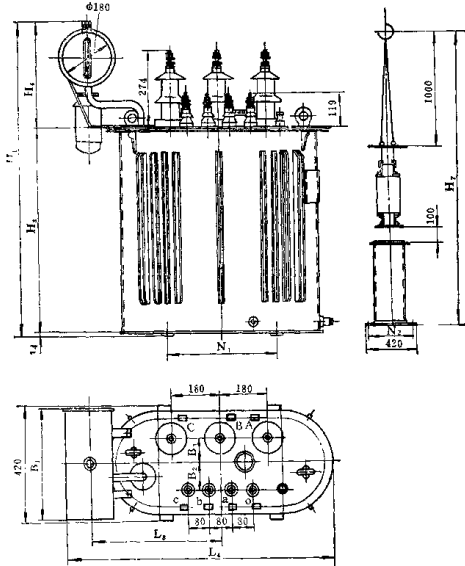
表 4-1-10 不同中心距 C 值所需的基础条数

中心距 C mm	550、660、820、1070	1435、2000
安装基础条数	2	3

三、技术数据及外形安装图

(一) 6~10千伏铝线电力变压器技术数据及外形安装尺寸图

1. 技术数据 见表4-1-11



容量 kVA	高压 kV ± 5%	低压 kV	B ₁ mm	B ₂ mm	B ₃ mm	L ₁ mm	L ₂ mm	N ₁ mm	N ₂ mm	H ₁ mm	H ₂ mm	H ₃ mm	H ₄ mm
20	6~10	0.4	350	80	70	421	870	330	360	1035	640	381	2380
30	6~10	0.4	350	90	75	447	915	360	360	1070	675	381	2450
40	6~10	0.4	350	95	80	473	955	380	360	1110	715	381	2530
50	6~10	0.4	400	100	85	486	995	410	360	1135	740	381	2580

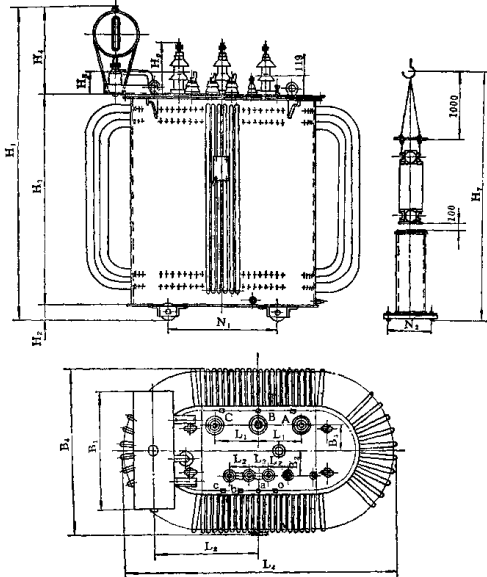
图 4-1-2 SJJL₁-20~50/10型外形图

表 4-1-11 6~10 千伏铝线电力变压器技术数据

型 号	额定容量 kVA	额定电压 kV		损耗 kW	阻抗 电压	空载 电流	连接组	重 量 T			外形 尺寸	备 注	
		高压	低压					铁心 重量	油重 及附件	总重			
SJL-20/10	20	10.6, 3.6	0.4	0.12	0.59	4	Y/Y-12	0.1	0.055	0.045	0.2	无铁心	本系列铝线变压器由沈阳
SJL-30/10	30	10.6, 3.6	0.4	0.16	0.83	4	Y/Y-12	0.13	0.075	0.065	0.265	无铁心	0.14 4-1-2
SJL-40/10	40	10.6, 3.6	0.4	0.19	0.99	4	Y/Y-12	0.16	0.085	0.085	0.3	无铁心	0.16 4-1-2
SJL-50/10	50	10.6, 3.6	0.4	0.225	1.15	4	Y/Y-12	0.185	0.08	0.075	0.34	无铁心	0.185 4-1-2
SJL-63/10	63	10.6, 3.6	0.4	0.25	1.43	4	Y/Y-12	0.23	0.1	0.095	0.425	无铁心	0.19 4-1-2
SJL-80/10	80	10.6, 3.6	0.4	0.31	1.7	4	Y/Y-12	0.235	0.11	0.11	0.475	无铁心	0.218 4-1-3
SJL-100/10	100	10.6, 3.6	0.4	0.36	2.09	4	Y/Y-12	0.31	0.185	0.12	0.565	无铁心	0.241 4-1-3
SJL-125/10	125	10.6, 3.6	0.4	0.425	2.4	3.2	Y/Y-12	0.445	0.2	0.16	0.8	无铁心	0.265 4-1-3
SJL-160/10	160	10.6, 3.6	0.4	0.5	2.9	4	Y/Y-12	0.515	0.25	0.16	0.94	无铁心	0.322 4-1-3
SJL-200/10	200	10.6, 3.6	0.4	0.58	3.5	4	Y/Y-12	0.62	0.2	0.225	1.08	无铁心	0.359 4-1-3
SJL-250/10	250	10.6, 3.6	0.4	0.68	4.1	4	Y/Y-12	0.73	0.22	0.235	1.19	无铁心	0.438 4-1-3
SJL-315/10	315	10.6, 3.6	0.4	0.8	5	4	Y/Y-12	0.86	0.25	0.255	1.39	无铁心	0.516 4-1-3
SJL-400/10	400	10.6, 3.6	0.4	0.94	6	4	Y/Y-12	1.025	0.32	0.375	1.515	无铁心	0.62 4-1-3
SJL-500/10	500	10.6, 3.6	0.4	1.1	6.4	4	Y/Y-12	1.125	0.35	0.47	1.615	无铁心	0.718 4-1-3
SJL-630/10	630	10.6, 3.6	0.4	1.2	7.1	4	Y/Y-12	1.49	0.645	0.785	2.02	无铁心	0.860 0.906 4-1-3
SJL-800/10	800	10.6, 3.6	0.4	1.7	11.5	4	Y/Y-12	1.455	0.615	0.66	2.73	无铁心	1.18 4-1-4
SJL-1000/10	1000	10.6, 3.6	0.4	2.0	13.7	4	Y/Y-12	1.77	0.75	0.92	3.44	无铁心	1.82 4-1-5
SJL-1250/10	1250	10.6, 3.6	0.4	2.35	16.4	4	Y/Y-12	1.975	0.90	1.12	3.985	无铁心	1.82 4-1-5
SJL-1600/10	1600	10.6, 3.6	0.4	2.85	20	4	Y/Y-12	2.48	1.25	1.15	5.96	无铁心	1.52 4-1-5
SJL-2000/10	2000	10.6, 3.6	0.4	3.3	24	4	Y/Y-12	2.28	1.63	1.65	5.4	无铁心	2.03 4-1-5
SJL-2500/10	2500	10.6, 3.6	0.4	3.8	27.5	4	Y/Y-12	2.73	1.255	1.875	6.29	无铁心	1.070 2.638 4-1-5
SJL-3150/10	3150	10.6, 3.6	0.4	4.3	32	4	Y/Y-12	3.74	1.59	1.91	7.2	无铁心	1.070 3.03 4-1-5
SJL-4000/10	4000	10.6, 3.6	0.4	4.8	35	4	Y/Y-12	4.54	1.84	2.22	8.6	无铁心	1.070 3.77 4-1-6
SJL-5000/10	5000	10.6, 3.6	0.4	5.3	39	4	Y/Y-12	5.36	2.09	2.7	10.15	无铁心	1.070 4.298 4-1-6
SJL-6300/10	6300	10.6, 3.6	0.4	5.8	42	4	Y/Y-12	6.45	2.36	3.04	11.85	无铁心	1.070 4.985 4-1-6
SJL-8000/10	8000	10.6, 3.6	0.4	6.3	45	4	Y/Y-12	7.3	2.9	3.5	13.7	无铁心	1.435 5.85 4-1-6
SJL-10000/10	10000	10.6, 3.6	0.4	6.8	48	4	Y/Y-12	8.3	3.5	4.4	16.7	无铁心	1.435 6.62 4-1-6
SSPL-10000/10	10000	10.6, 3.6	0.4	7.0	50	10	Y/Y-12	8.8	2.16	2.4	11.86	无铁心	1.435 6.62 4-1-6
SSPL-10000/10	10000	10.6, 3.6	0.4	7.0	50	10	Y/Y-12	8.8	2.9	2.61	14.31	无铁心	1.435 7.24 4-1-10

该型与交压器运情道为 10.32 吨
 该型与交压器运情道为 12 吨
 该型与交压器运情道为 10.6 吨
 该型与交压器运情道为 11.324 吨

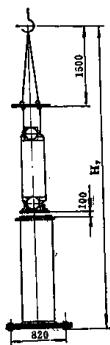
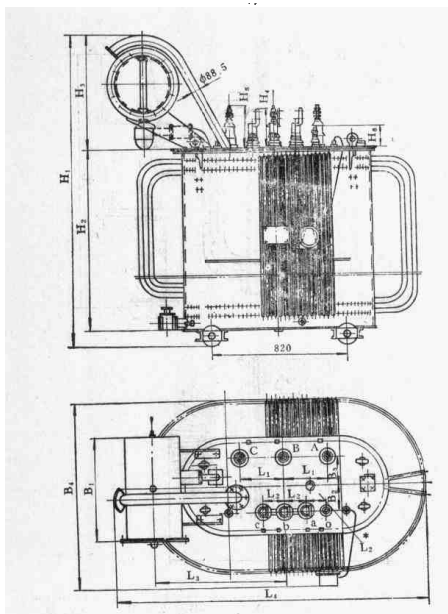
2. 外形及安装图 见图4-1-2~图4-1-10



容量 kVA	高压 kV ± 5%	低压 kV	B_1 mm	B_2 mm	B_3 mm	B_4 mm	L_1 mm	L_2 mm	L_3 mm	L_4 mm	N_1 mm	N_2 mm	H_1 mm	H_2 mm	H_3 mm	H_4 mm	H_5 mm	H_6 mm	H_7 mm	H_8 mm	
63	6~10	0.4	400	100	90	695	180	80	495	1025	420	420	1160	14	765	381	119	274	2630		
80	6~10	0.4	500	105	90	710	220	80	507	1050	440	420	1195	14	800	381	119	274	2700		
100	6~10	0.4	600	110	90	720	220	80	542.5	1115	465	420	1245	14	850	381	119	274	2800		
125	6~10	0.4	700	120	95	735	220	80	565	1150	485	415	1300	14	905	381	119	274	2900		
160	6~10	0.4	700	120	110	895	220	120	568	1170	550	550	1425	79	965	381	119	274	3100		
200	6~10	0.4	400	125	115	910	220	120	587	1480	550	550	1680	79	990	508	119	274	3150		
250	6~10	0.4	500	125	105	920	220	120	600	1445	550	550	1655	79	1065	508	144	274	3300		
315	6~10	0.4	500	135	125	935	220	120	618	1315	650	550	1705	79	1115	508	155	274	3400		
400	6~10	0.4	600	140	130	960	260	120	645	1565	660	660	1765	88	1167	508	155	274	3500		
500	6~10	0.4	700	145	140	970	260	120	641	1665	660	660	1850	88	1252	508	258	274	3680		
630	6~10	0.4	700	150	140	1120	300	120	658	1835	660	660	1880	88	1282	508	258	274	3740		

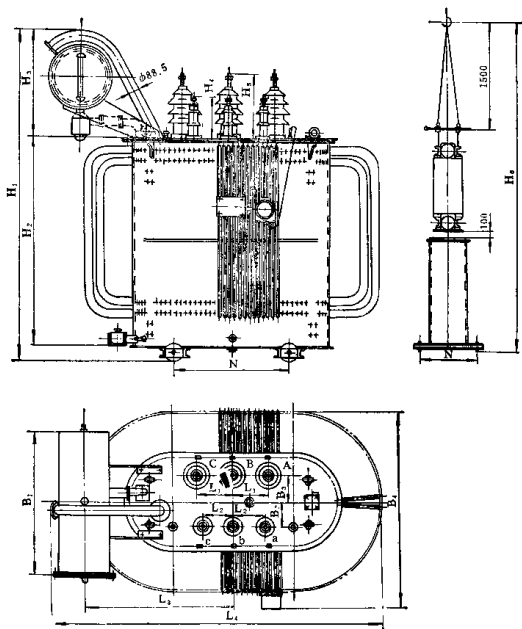
图 4-1-3 SJL₁-63~630/10型外形图

注: 63~125千伏安无小车轮, 只有底脚扁钢。



容量 kVA	高·压 kV ± 5%	低压 kV	B ₁ mm	B ₂ mm	B ₃ mm	B ₄ mm	L ₁ mm	L ₂ mm	L ₃ mm	L ₄ mm	H ₁ mm	H ₂ mm	H ₃ mm	H ₄ mm	H ₅ mm	H ₆ mm	H ₇ mm	H ₈ mm	
800	6~10	0.4	900	180	180	1200	280	120	894.5	2050	2445	1589	758	259	297	113	4880		
1000	6~10	0.4	1100	180	180	1380	280	170	878.5	2150	2500	1644	756	330	297	144	4970		
1200	6~10	0.4	800	190	200	1415	350	170	987	2350	2720	1734	888	330	297	155	5150		
1600	6~10	0.4	900	200	220	1435	350	170	1045	2450	2995	2006	888	332	297	155	5300		

图 4-1-4 SJJL-800~1600/10型外形图

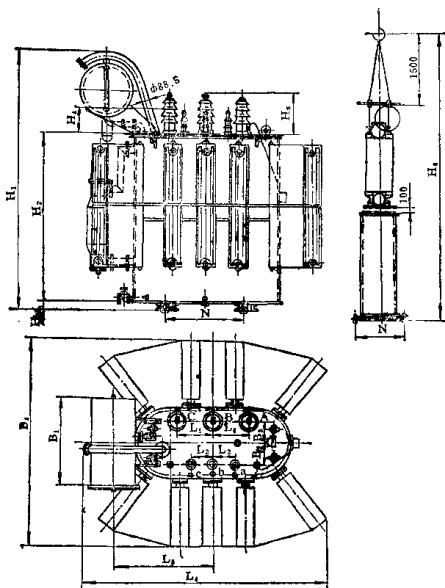


容量 kVA	高压 kV ± 5%	低压 kV	B ₁ mm	B ₂ mm	B ₃ mm	B ₄ mm	L ₁ mm	L ₂ mm	L ₃ mm	L ₄ mm	N mm	H ₁ mm	H ₂ mm	H ₃ mm	H ₄ mm	H ₅ mm	H ₆ mm
800	6~10	3.15~6.3	900	180	180	1190	260	220	939.6	2140	820	2270	1414	758	297	297	4610
1000			1100	180	180	1380	260	220	928.5	2270	820	2330	1474	758	297	297	4630
1250			800	200	200	1420	850	260	1045	2450	820	2600	1614	888	297	297	4410
1600			800	230	210	1420	350	260	997	2345	820	2635	1646	888	297	297	4970
2000			800	260	260	1650	350	300	1115	2620	1070	2770	1760	888		297	5220
2500			900	275	275	1700	250	300	1208	2750	1070	2890	1880	888		297	5470
3150			1200	280	270	2740	400	350	1215	3120	1070	2995	1992	888		297	5700
800	35	3.15~6.3 ~10.5	800	230	210	1310	400	250	1207	2370	820	2630	1644	888	297	537	4970
1000			800	240	220	1330	400	250	1221	2500	820	2650	1674	888	297	537	5030
1250			900	245	225	1340	400	250	1244	2635	820	2740	1754	888	297	537	5100
1600			1000	260	230	1500	400	300	1280	2750	820	2855	1888	888	297	537	5410
2000			1000	280	240	1525	400	300	1289	2800	1070	2940	1926	888		537	5550
2500			1100	266	245	1635	400	300	1306	2830	1070	3040	2026	888		537	5750
3150			1400	285	265	1720	450	350	1359	3015	1070	3130	2116	888		537	5930

注: 2000~3150kVA 的低压套管高度 H₁ 数据如下:

电 压 kV	H ₁ mm		
	2000kVA	2500kVA	3150kVA
10.5	297	297	297
6.3	297	297	297
3.15	313	323	303

图 4-1-5 SJJ₁-800~3150/6~10~35型外形图



容量 kVA	高压 kV ± 5%	低压 kV	L ₁ mm	L ₂ mm	L ₃ mm	L ₄ mm	B ₁ mm	B ₂ mm	B ₃ mm	B ₄ mm	B ₅ mm	H ₁ mm	H ₂ mm	H ₃ mm	H ₄ mm	N mm
4000	10	3.15~6.3	450	400	1246	3300	280	280	2780	1400	3115	2112	115	5950	1070	
5000			500	400	1290	3340	290	280	2820	1400	3235	2232	115	6170	1070	
6300			500	400	1330	3710	300	300	2840	1000	3545	2352	115	6450	1070	
4000	35~38.5	3.15~15.5	500	360	1320	3390	300	280	2730	1000	3440	2238	120	6180	1070	
5000			500	360	1412.5	3390	300	280	2760	1000	3500	2298	120	6300	1070	
6300			500	400	1419	3820	305	305	2790	1200	3670	2378	215	6550	1070	

图 4-1-6 SJL₁-4000~6300/10~35型外形图

注: 不同电压的H₁、H₂数据如下:

电 压 kV	H ₁ mm			H ₂ mm		
	4000 kVA	5000 kVA	6300 kVA	4000 kVA	5000 kVA	6300 kVA
35~38.5	—	—	—	537	537	537
10.5	297	297	312	—	—	—
6.3	312	323	323	—	—	—
3.15	403	422	422	—	—	—

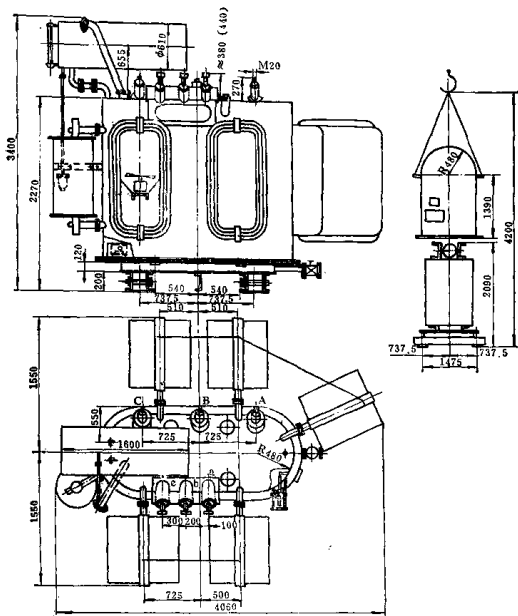


图 4-1-7 SFL₁-8000/10型外形图

注：低压套管高度（包括接线端子）：6.3千伏时为380毫米；3.15~3.3千伏时为440毫米。

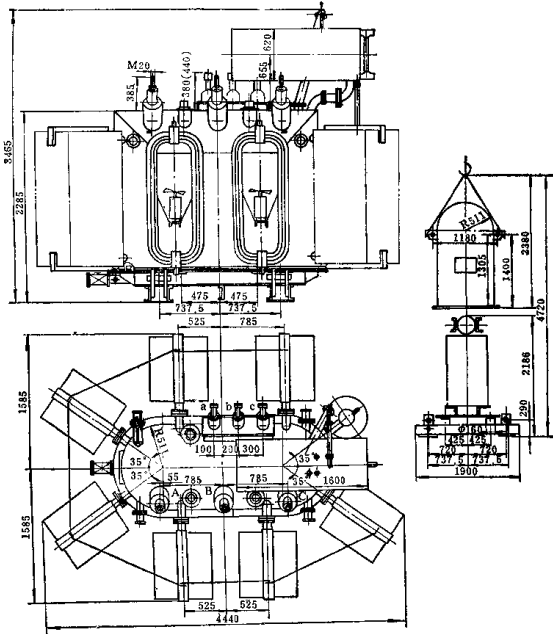


图 4-1-8 SF L₁-10000/10型外形图

注：低压套管高度（包括接线端子）：6.3千伏时为380毫米；3.15~3千伏时为440毫米。

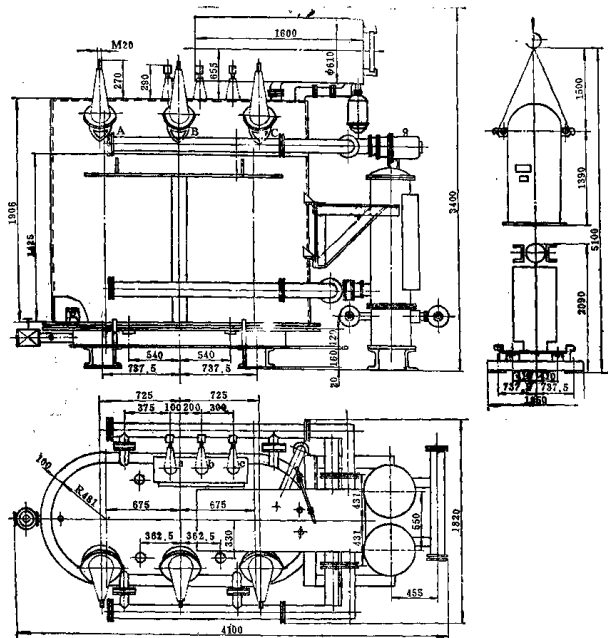


图 4-1-9 SSPL₁-8000/10型外形图