

# 建筑工地临时用电施工组织设计

高庆敏 刘宇清 (华北水利水电学院 450045)

**摘 要** 编制建筑工地临时用电施工组织设计是一项保障施工用电安全的重要技术措施, 建筑工地临时用电施工组织设计编制, 一般包括工程用电概况、编制依据、施工用电平面布置与绘制用电系统图、负荷计算及变压器选择、线缆及电器开关选择、安全用电技术等步骤, 文中根据规范规程对上述步骤中应编制的内容作了详细介绍, 并提出了有关的技术处理措施。

**关键词** 临时用电 负荷计算 电器选择 防雷接地

## 1 引言

随着建筑施工技术的发展, 用电设备的使用日趋增多, 加之建筑工地临时用电设备移动较频繁、负荷变动大、电气设备及供电线路工作环境条件恶劣等特点, 触电及电气火灾事故在建筑工地时有发生。如何规范施工现场用电组织工作, 保障施工用电安全是施工现场安全管理工作的一个重要课题。根据《施工现场临时用电安全技术规范》(JG 46-88) 规定, 建筑工地用电负荷在 50kW 以上或有 5 台以上用电设备的要编制临时用电施工组织设计。编制建筑工地临时用电施工组织设计, 作为一项保障施工用电安全的重要技术措施得到广泛认同和关注。但是, 由于有的电气技术人员对建筑工地临时用电安全技术规范、规程的掌握深度不够, 理解不透彻, 甚至出现理解偏差等诸多原因, 导致编制的临时用电施工组织设计往往缺乏指导性、针对性, 出现诸如用电负荷计算不准确、电器选择不规范、电气线路敷设不安全合理、电气线路及用电设备的安全保护装置无效或失灵等施工用电安全隐患。

因此, 如何依据工程特点和进度编制一个好的临时用电施工组织设计来全面规划施工用电, 指导现场用电组织与管理工作, 有效杜绝施工用电安全隐患, 确保项目安全管理目标的实现, 是目前施工用电安全管理工作中急需解决的问题。笔者拟就建筑工地临时用电组织设计的编制步骤、内容及有关计算方法作一阐述, 并对相关安全用电技术措施实施提出解决办法, 与同行探讨, 以期提高施工用电安全防护水平。

## 2 编制内容

建筑工地临时用电施工组织设计 ——高庆敏 刘宇清

### 2.1 工程用电概况

就工程施工规模, 生产环境, 施工进度等情况作简单叙述; 对用电负荷设计考虑范围, 用电设备在现场分布使用情况, 不同施工期间用电量的统计及用电负荷分析, 电源引接点位置, 特别是重要施工机具及各个施工阶段对用电可靠性的要求等情况作简单阐述。

### 2.2 编制依据

- a. 在建工程施工组织总设计(施工计划、设备清单及平面布置图等);
- b. 《施工现场临时用电安全技术规范》(JG 46-88);
- c. 《建设工程施工现场供用电安全规范》(GB 50194-93);
- d. 在建工程地方用电安全规程与要求;
- e. 企业内部用电安全作业规程等。

### 2.3 施工用电平面布置与绘制用电系统图

施工用电平面布置要根据施工现场总平面布置中用电设备的分布情况, 充分考虑到不同施工时期用电设备变化及重大用电负荷设备使用情况, 同时还要考虑在建工程的脚手架搭设、塔吊等起重吊装作业半径, 现场其他工艺管线防护要求, 以及现场内施工机械车辆和人员流径等情况, 在满足用电线路安全距离等情况下, 正确合理布置配电线路路由。

按照施工用电安全技术规范的开关箱就近机具设置, 用电设备集中处设置分配电箱, 总电源箱就近负荷中心等原则, 合理布置各级配电(开关)箱位置, 同时要考虑其设置位置的操作方便与安全性。

(91) · 43 ·

绘制用电系统图主要考虑现场临时用电的配电方式选择。通常总电源箱到分配电箱采用树干式配电，分配电箱到开关箱采用放射式配电，对用电有特殊要求的、特别重要负荷或大容量负荷，如塔机、砼输送泵、微电脑控制施工设备等用电设备的配电可直接由总配电箱专线供电。需要注意的是，对于现场单相负荷如电焊机组，在进行负荷分配时要考虑用电三相负荷平衡原则，均衡地将现场单相负荷设备分接在不同相序上。

## 2.4 负荷计算

### 2.4.1 计算公式

根据施工用电平面布置和用电系统图，负荷计算应从开关箱、分配电箱、总电源箱逐级进行，负荷计算通常采用需要系数法，其计算公式为：

a. 用电设备(开关箱)的计算负荷及计算电流。

计算功率：

$$P_{js} = P_e / \quad (\text{kW})$$

计算电流：

$$I_{js} = P_{js} / (\sqrt{3} \times U_e \times \cos \varphi) \quad (\text{A})$$

当用电设备为单相负荷时的计算电流：

$$I_{js} = P_{js} / (U_e \times \cos \varphi) \quad (\text{A})$$

b. 用电设备组的计算负荷及计算电流。

计算有功功率：

$$P_{js} = K_x \times P_e \quad (\text{kW})$$

计算无功功率：

$$Q_{js} = P_{js} \times \tan \varphi \quad (\text{kvar})$$

计算视在功率：

$$S_{js} = \sqrt{P_{js}^2 + Q_{js}^2} \quad (\text{kV} \cdot \text{A})$$

计算电流：

$$I_{js} = S_{js} / (\sqrt{3} \times U_e) \quad (\text{A})$$

c. 分配电箱或电源总箱的计算负荷及计算电流。

计算有功功率：

$$P_{js} = K(\rho) \times (K_x \times P_e) \quad (\text{kW})$$

计算无功功率：

$$Q_{js} = K(\varphi) \times (K_x \times P_e \times \tan \varphi) \quad (\text{kvar})$$

· 44 · (92)

计算视在功率：

$$S_{js} = \sqrt{P_{js}^2 + Q_{js}^2} \quad (\text{kV} \cdot \text{A})$$

计算电流：

$$I_{js} = S_{js} / (\sqrt{3} \times U_e) \quad (\text{A})$$

负荷计算公式中， $P_e$  为用电设备(组)的设备功率，kW； $\eta$  为用电设备的铭牌机械效率； $K_x$  为需要系数， $K_x \leq 1$ ，按有关设计表选取； $\tan \varphi$  为用电设备功率因数的正切值，根据不同负荷的  $\cos \varphi$  值换算取得； $K(\rho)$ 、 $K(\varphi)$  为有功功率、无功功率的同时系数， $K(\rho) \leq 1$ ，按规定范围选取； $U_e$  为用电设备额定电压(线电压)，kV。

### 2.4.2 进行负荷计算时应考虑的因素

a. 建筑工地临时用电设备多属感性负荷，负荷计算及变压器选择时必须算出无功功率，同时现场用电一般未进行无功补偿，计算电流要考虑  $\cos \varphi$  值。

b. 要考虑施工高峰用电、单台大容量设备使用情况及同类设备的台数，以及配电箱所带负荷容量差别大小情况等因素，合理选取  $K_x$ 、 $K(\rho)$ 、 $K(\varphi)$  等系数值。

c. 对反复、短时、断续工作的用电设备的设备容量要进行换算。对反复、短时工作制电机的设备容量(如塔吊)， $P_e$  是指统一换算到暂载率  $J_c = 25\%$  (用  $J_{c25}$  表示)时的额定功率，即：

$$\begin{aligned} P_e &= P_e' \times \sqrt{J_c / J_{c25}} \\ &= 2 P_e' \times \sqrt{J_c} \quad (\text{kW}) \end{aligned}$$

式中： $P_e'$  ——电动机铭牌额定功率，kW；

$J_c$  ——电动机铭牌暂载率。

对断续工作制设备(如电焊装置)的设备容量是指暂载率换算到 100 % 的额定功率，即：

$$P_e = S_e' \times \sqrt{J_c} \times \cos \varphi \quad (\text{kW})$$

式中： $S_e'$  ——电焊机铭牌容量，kV·A；

$J_c$  ——电焊机铭牌暂载率；

$\cos \varphi$  ——额定功率时功率因数。

d. 对分配电箱负荷计算时要将其所带同类负荷进行并组，考虑需要系数进行计算。在统计总电源箱或干线负荷时，要考虑同期系数。

e. 施工现场生活办公用电负荷要考虑实际情

建筑电气 2005 年 第 2 期

况，正确评估，最好能列项统计负荷，当无法统计时，应考虑总容量 8 % ~ 10 % 作为生活办公用电量。

f. 工地上单相负荷(对焊机、电焊机等)较多，当计算范围内单相负荷的总容量大于三相对称负荷总容量的 15 % 时，为负荷计算准确要将单相负荷换算为等效三相负荷进行统计。换算方法为：仅有相负荷时等效三相负荷取最大相负荷的 3 倍；

仅有线间负荷时等效三相负荷为：单台时取线间负荷的 $\sqrt{3}$ 倍；多台时取最大线间负荷的 $\sqrt{3}$ 倍加上次大线间负荷的 3 -  $\sqrt{3}$  倍；相负荷与线间负荷均有时，应先将线间负荷换算为相负荷，然后将各相负荷分别相加，选取最大相负荷的 3 倍作为等效三相负荷。

计算表格见表 1、表 2 (样表,未注单位同上述计算公式)。

表 1 开关箱负荷计算表

计算部位		用电设备名称	铭牌容量	$I_c/$	$P_e$	$\cos$	$P_{js}$	$I_{js}$	线缆选择(mm <sup>2</sup> )	电器选择
分配电箱 BL1	开关箱 KL1	电焊机	21	65 %	8	0.47	8	44.6	YCW - 3 ×6	× × × - 100/ 50A
	KL2	对焊机	100	20 %	21	0.47	21	117.7	YCW - 3 ×25	× × × - 200/ 1 25A
	KL3	输送泵	55	0.8	68.7	0.8	69	131	VV - 3 ×50 + 2 ×25	× × × - 200/ 1 60A

表 2 配电箱、干线、变压器负荷计算表

计算部位	$K(\frac{p}{Q})$	$K_x$	$(K_x \times P_e) ; (K_x \times P_e \times \lg)$	$P_{js}$	$S_{js}$	$I_{js}$	线缆选择(mm <sup>2</sup> )	电器选择
总配电箱 BL1	0.8 ; 0.8	0.5 ; 1.0	23.26/69 ; 43.73/51.75	73.8	106.2	161.4	BV - 3 ×75 + 2 ×35	× × × - 200/180A
BL2								

2.5 变压器选择

变压器容量选择,考虑变压器运行功率损耗计算变压器计算视在功率  $S_{js}'$  :

$$S_{js}' = \sqrt{(P_{js} + P_b)^2 + (Q_{js} + Q_b)^2} \quad (\text{kV} \cdot \text{A})$$

考虑施工变压器通常露天安装，环境高温的降温影响，选定变压器视在功率  $S_{js}$  :

$$S_{js} = K \times S_{js}' \quad (K \text{ 取 } 1.05 \sim 1.1)$$

变压器额定容量的选择：按照变压器额定容量  $S_e$  变压器视在功率  $S_{js}$  的原则选定，然后校核电力变压器负荷率  $= S_{js} / S_e$ ，一般取 0.8 ~ 0.95 即可。

$P_b$  为电力变压器有功功率损耗，一般取 0.01  $S_{js}$  kW； $Q_b$  为电力变压器无功功率损耗，一般取 0.05  $S_{js}$  kvar。

施工现场变压器大多采取杆上或台式露天安装，故一般选用不带有载调压装置的油浸式电力变压器，如 S9 系列。同时，还要考虑变压器的组别，通常采用变压器副边 Y0 接线，这样才能满足临时用电安全要求。

2.6 线缆及电器开关选择

建筑工地临时用电施工组织设计 ——高庆敏 刘宇清

2.6.1 配电线路线缆按其敷设方式选择

架空线路必须采用绝缘铜(铝)芯线或电缆线；埋地敷设须选用电缆，并加导管保护。电缆一般根据敷设条件与环境条件选用，一般场所选用塑料电缆，移动式电箱及开关箱的进出线须采用中型或重型橡皮绝缘电缆，有条件还宜选用防油防腐型。

配电线路线缆截面的选择按照容许电流进行，同时根据线路敷设的机械强度要求进行复核即可，但是要注意随着新型自动化施工设备的应用，对有些设备用电有特殊要求的或重要设备须校验线路电压损失以满足设备正常工作电源电压值。

2.6.2 配电线路及负载进行短路、过载及单相接地(漏电)等保护的保护装置的选择

适宜选用(漏电)断路器，施工现场一般选用塑壳断路器(MCCB),对于施工照明回路可选用微型断路器(MCB，模块化)。值得关注的是,对于较小容量( 63A)电机动力负荷选用非 K 特性的 MCB 微型断路器作电动机保护，要另加热继电器方式对电动机提供过载热保护，否则会因为微型断路器过载保护的動作值整定于 1.45  $I_{nor}$  (不可调) 大于电动机定子绕组过载承受值 ( 20 %) 而损坏电机绝缘。

为保证三级配电系统中上下两级断路器之间选择性动作,通常上一级断路器适宜选用带短延时的过流脱扣器,且其动作电流要大于下一级过流脱扣器动作电流一级以上,至少上一级动作电流  $I_{20p1}$  不小于下一级动作电流  $I_{20p2}$  的 1.2 倍,即  $I_{20p1} \geq 1.2 I_{20p2}$ 。

开关箱内电器装配按“一机一闸一漏”要求配置隔离开关和漏电断路器,分配电箱按系统图选配电源总断路器和分路断路器及其附件,总配电箱设总隔离开关、总断路器和分路隔离开关、分路漏电断路器以及电源电压、电流指示装置等。所有电箱内均设置 N、PE 端子排。

### 2.6.3 低压断路器额定值、动作电流整定值的选择要求

a. 低压过流脱扣器额定电流的选择。过流脱扣器额定电流  $I_{nor}$  不小于线路的计算电流  $I_{js}$ , 即:

$$I_{nor} \geq I_{js}$$

b. 作线路过负荷保护时,长延时过流脱扣器整定动作电流  $I_{10p} = 1.1 I_{js}$ 。

c. 作线路短路保护时,瞬时、短延时过流脱扣器整定动作电流  $I_{20p} = K_k \cdot I_{pk}$ 。

$I_{pk}$  为线路的尖峰电流(线路中电气设备启动等过程中产生的短时高峰值电流);  $K_k$  为可靠系数,对 DZ 系列断路器取 1.7~2;通常  $I_{20p}$  一般取值为 3~10 倍脱扣器的额定电流  $I_{nor}$ 。

短延时过流脱扣器动作时间整定要按前后断路器的保护选择性来确定,应保证前一级保护的动作时间比后一级保护的动作时间长一个时间级差,短延时过流脱扣器的动作时间一般分 0.2s、0.4s 和 0.6s 三种。

d. 过流脱扣器动作电流与被保护线路的配合要求。为防止被保护线路因出现过负荷或短路而断路器不跳闸,引起线缆过热受损甚至失火的事故发生,断路器过流脱扣器整定值与导线允许电流  $I_{al}$  配合应符合:

$$I_{10p} \geq I_{al} \text{ 或 } I_{20p} \geq 4.5 I_{al}$$

若不满足以上要求,则应改选过流脱扣器动作电流或适当加大线缆芯线截面积。

### 2.6.4 二级漏电保护器的选择

漏电保护器额定电压、额定电流应与被保护线

路和负载相适应。总配电箱漏电保护器主要提供间接保护和防止电气火灾,漏电保护器灵敏度不要求太高,其漏电动作电流和动作时间应大于线路末端(即开关箱)的第二级保护,漏电动作电流应按干线实测泄漏电流的 2 倍选用,一般选用漏电动作电流值为 300~500mA,动作时间为 0.15~0.25s。开关箱(末级)漏电保护器用于直接接触电击防护,根据临时用电规范及国标规定要选用高灵敏度、快速动作型(即动作时间小于 0.1s)的漏电保护器,动作电流不超过 30mA,对于潮湿条件下选用 15mA。

作为提高标准,可以在分配电箱加装漏电保护器,这级保护不但对线路和用电设备有监视作用,同时还可以对开关箱起补充保护作用,鉴于其提供间接保护,其参数按支线上实测泄漏电流值的 2.5 倍选用,一般可选漏电动作电流值为 100~200mA(其动作值与动作时间乘积不应超过 30mA·s 安全限值)。

## 2.7 安全用电技术

### 2.7.1 用电线路施工

a. 线路敷设。用电线路采用绝缘导线时采用架空敷设,架空敷设采用瓷瓶及横担固定在电杆上,不得成束架空敷设或直接绑在电杆、树木或脚手架上,其线路路由应避开塔吊等起重吊装作业范围,并与建筑脚手架、施工作业面保持规程规定的最小安全操作距离 4m。架空线路相序排列,在同一横担上面向负荷从左侧起为 L1、N、L2、L3、PE,若双层分别架设动力线与照明线,照明线敷上层,面向负荷从左侧起为 L1 (L2、L3)、N、PE,绝缘线相色选择排序为红、蓝、黄、绿及黄绿相间。线路埋地敷设应沿场内道路路边或建筑边缘埋设,并在线路转弯处或直线段每 20m 处设线路走向标志,在建建筑物内配电线路应采用埋地引入,其引上的线路要利用在建工程的竖井、垂直孔洞作通道,并每层固定可靠。机具用电的橡皮绝缘电缆线路不得随意拖拉,应有防碾压措施。

b. 电箱安装。开关箱安装位置应靠近机具,设在较干燥、防雨、操作维护方便处,且距离控制在与机具 3m 左右。配电箱安装位置应牢固,便于操作与维护,同时其防雨、防尘装置要同时配套安装,配电箱与开关箱距离控制在 30m 左右。电箱箱体采用优质钢板、工程塑料制作,箱内电器应安装固定在铁板或绝缘板上,有特殊防腐要求地

建筑电气 2005 年 第 2 期

方选用不锈钢箱体。 电箱内接线(含 N、PE 等线)均采用端子板连接,能直接与电器开关端子连接时每个端子不超过两根导线,多股线接线要采用搪锡或压鼻子后压接或螺栓连接。 箱内电气回路均设立标志牌,记录用电回路名称、负荷参数等。同时箱内门板内侧(避开电器安装位置)粘贴本箱配电系统图、接线图及悬挂电器巡查维护记录表。

2.7.2 防电击保护

a. 施工现场低压配电系统宜采用 TN-S 接地系统。施工现场若专设现场施工变压器时必须采用 TN-S 系统,从其他地方引来 TN 系统低压电源时,总配电箱电源点有两种处理方法:三相四线电源进线时,则采用 TN-C-S 系统, PEN 重复接地后引出 PE、N 线;三相五线电源进线时, PE 线在进线处重复接地。对地方用电有特别要求,仅提供 TT 接地保护制式的三相四线电源进线时,要在电源进线处作现场用电保护总接地,引出专用保护接地总线 PE 按三相五线进行配线,专用保护接地总线 PE 仅供线路及设备作保护接地的辅助连接。要注意在进线处 N 线与系统保护接地引出的 PE 线不能连接,线路及设备的保护接地装置做法同重复接地。

b. 用电系统中各种型式接地的接地装置电阻值一般取 4 , PE 线重复接地点应设置在电源终端与中间线路每 50m 左右处的分配电箱处。

c. 用电系统中所有正常不带电的电气设备的金属外壳,均应经 PE 线与接地装置可靠连接,同时对搅拌机、塔吊、龙门架等设备安全规程有要求的, PE 线要作重复接地,重复接地装置电阻值取 4 。

d. 当保护线的材质与相线相同时,其线径最小截面应满足:当相线截面  $16\text{mm}^2$  时,保护线的截面与相线截面相同;当相线截面在  $16 \sim 35\text{mm}^2$  时,保护线的截面为  $16\text{mm}^2$ ;当相线截面在  $35\text{mm}^2$  以上时,保护线的截面按相线截面 1/2 选择。接引至移动式电动工具或手持电动工具的保护线必须采用铜芯软线,其截面按相线的 1/3 选择且不得小于  $1.5\text{mm}^2$ 。

e. 保护线、重复接地线的连接采用焊接、压接或螺栓连接。

f. 塔机、龙门架及脚手架的防雷接地须与重复接地装置共用并可靠连接,做法为在塔帽及架顶设  $\phi 10$  长 2m 避雷短针经引下线与重复接地装置可靠

建筑工地临时用电施工组织设计 ——高庆敏 刘宇清

连接,一般不利用金属构件本身作引下线。

g. 漏电保护器的漏电动作电流选值要大于供电线路和用电设备的总泄漏电流值 2 倍以上,并在配电线路电源端与末端安装漏电保护器,形成分级分段保护,确保每台用电设备均有两级漏电保护。

2.7.3 用电安全技术管理措施

a. 建筑工地临时用电施工组织设计应由电气工程技术人员编制,并按规定履行审核、审批后实施,有必要时还可向项目监理单位报验。

b. 临时用电线路施工前,应对施工人员进行技术交底,施工完成后应进行验收,测试接地电阻值及线路绝缘电阻值,符合要求方可投入运行。

c. 每天对电气设备及线路进行巡视,对漏电保护器进行动作实验,发现问题及时处理,并记录。

d. 每月对电气设备及线路作绝缘测试,并做好记录。

e. 每月对各种接地装置电阻值进行测量,并对结果进行分析比较。

f. 按章停送电,设备检修时应接临时接地线。

g. 加强对用电安全规程的学习,要根据现场用电情况及时调整本设计计算数据与安全措施,并及时进行技术交底。

3 结束语

建筑工地临时用电的安全是高速度、高质量施工的重要条件,为保障施工现场用电安全、防止触电及电气火灾事故的发生,必须正确编制建筑工地临时用电施工组织设计。它使得建筑工地临时用电规范规程的安全技术条款,在项目施工用电组织管理上得到充分有效实施,同时也对施工企业用电安全规范化管理都有着重要意义。

2005 年第 1 期(总第 98 期)勘误

页	误	正
44 页 右栏第 14 行	第 4.3.3 条	第 4.3.4 条
45 页 右栏倒数 26 行	$I_{\beta} = I_n$	$I_n = I_n$
45 页 图 2 $I_m = (0.5 \sim 1) I_d$ 回路	CMI - */3	CMI Z - */3
46 页 图 3(a)	CMI - */3200	CMI - */3300
46 页 左栏倒数第 4~5 行	.NO 触点闭合. .....(如图 4 所示)	删除
46 页 图 4(a)	JC	KM
46 页 左栏倒 23 行	实现过载报警。	实现过载报警。 如图 4。
《消防用电设备供电可靠性问题探讨》一文中:塑壳断路器的脱扣器附件代号为 308 的断路器,例如 CMI - □/3308,误解为具有过载保护不跳闸而只报警的功能,是错误的。		