

# 220 kV变电站清水混凝土 防火墙及主变基础施工技术

刘长林

(北京华商绘都建筑有限责任公司, 北京 朝阳 100176)

## 1 工程概况

北京通州商务园 220 kV 变电站主变区域设有 6 道钢筋混凝土全现浇防火墙, 每道防火墙长 12200 mm, 墙高 8750 mm, 墙厚 300 mm, 基础高 700 mm, 并且防火墙设有两道 600×600 mm 附墙柱。地面以上防火墙高 7450 mm。6 道防火墙之间设计有 4 个主变基础。长 12900 mm, 宽 8900 mm, 基底标高为 $-(1.6 \sim 1.7)$  m, 基顶标高为 0.2 m 施工工艺要求为清水混凝土。

## 2 主要施工工艺要点

### 2.1 钢筋工程

钢筋进场后应按《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499) 等标准的规定抽取试件作力学性能检验, 合格后可进行加工。

基础底板钢筋绑扎工艺流程: 弹出墙体、柱位置线→弹钢筋位置线→绑扎下层钢筋→放置垫块→摆放马凳铁→绑扎上层钢筋→二次放线确定插筋位置→墙体钢筋固定→报验。

墙体、柱子钢筋绑扎工艺流程: 修整清理预留钢筋→绑扎柱钢筋→绑墙体定位梯子筋→绑墙体水平筋→绑扎拉钩→安装预埋件→垫保护层→验收。

防火墙钢筋绑扎安装: 防火墙钢筋绑扎前应做好抄平放线工作, 注意水平标高, 弹防火墙外皮尺寸线, 按线布置钢筋, 防火墙插铁下端用 90° 弯钩与带形基础钢筋网片进行绑扎, 两侧设缆绳固定。防火墙钢筋搭接时, 应根据弹好的外皮尺寸线, 检查下层预留搭接钢筋的位置、数量、长度, 如不符合要求时, 应进行处理。绑扎前先整理调直下一层伸出的搭接筋, 并将锈皮、水泥浆等污垢清理干净。根据标高检查下层伸出的搭接筋处砼表面标高是否符合图纸要求, 如有松散不实和浮浆之处, 要剔除, 清理干净。防火墙竖向钢筋接头, 采用绑扎接头, 接头位置 50% 错开, 错开距离大于 1.3 倍的搭接长度。墙体钢筋搭接长度必须按《砼结构工程施工质量验收规范 GB 5024》中剪力墙相关构造标准施工。附墙柱 D25 mm 钢筋采用直螺纹连接, 其相邻接头应错

开 35 mm 且大于 500 mm。调整施工缝处钢筋后, 计算整柱箍筋数量, 按箍筋接口循环错开方式套入主筋, 主筋连接好后划箍筋位置线绑扎箍筋, 主筋上安装环形塑料垫块以确保保护层厚度准确。为确保钢筋定位正确, 保护层准确, 设置钢筋定位框。防火墙定距框: 定距框梯凳筋同墙体钢筋进行制作, 梯凳片控制水平筋间距, 间距为 1.2 m, 梯凳片上、中、下各设一道顶模筋, 以控制墙体厚度。

定距框、支撑梯子凳制作: 根据不同部位、不同尺寸要求, 统一用无齿锯下料, 定距支撑筋端面涂防锈漆触接模板, 其断面尺寸一般比结构尺寸小 2 mm。钢筋验收合格后, 必须将绑丝全部弯向墙内侧, 防止将来锈蚀影响混凝土观感质量。

### 2.2 模板工程

#### 2.2.1 模板设计

防火墙垫层、基础及 $-0.15$  m 以下墙体模板和主变基础模板全部采用 15 mm 厚覆膜多层板, 背楞为 50×100 mm。主龙骨竖向设置, 横向龙骨用脚手架管(双管), D16 500 mm 的对拉螺栓对拉, 组成木模板体系。模板支设采用 D48 mm 钢管和 U 型可调顶托进行支撑。

防火墙采用无缝式组合木模板进行施工。模板选用, 无缝式组合木模板, 墙体横向设置四道明缝条, 在明缝条上设置对拉螺栓。

整体墙按五次浇筑, 第一次浇筑高度 1.65 m ( $-0.15 \sim 1.5$  m); 第二次浇筑高度 1.5 m ( $1.5 \sim 3$  m); 第三次浇筑, 浇筑高度为 1.5 m ( $3 \sim 4.5$  m)。第四次浇筑, 浇筑高度为 1.5 m ( $4.5 \sim 6$  m)。第五次浇筑, 浇筑高度为 1.45 m ( $6 \sim 7.45$  m)。

每层的模板单侧按七块进行设计, 两棵柱子正面各设计一块堵头板, 柱间墙设计为一块大板, 两侧大面墙体分别设计成两块大模板, 墙体厚度部分设计堵头板。为了便于拆模和拆模后的整体效果美观, 墙转角处按 R25 圆倒角处理。

施工时, 模板分层支设, 混凝土分层施工, 待下层混凝土有强度后(保证施工上层钢筋及支上部模板不会对下层混凝土造成破坏), 才能进行上层施工。上层模

板支设时应将下层模板进行拆除，穿墙螺栓抽出，明缝条保留在混凝土内，在下一层混凝土墙上口向下 10 cm 位置设置一道水平木方，采用 100×100 mm 木方，水平木方采用顶丝进行加固保证稳定性及平整度，上层模板安装在水平木方上，在下一层墙体原有的穿墙螺栓孔内安装对拉螺栓对上层模板底部进行加固，在模板底部采用顶丝进行加固。保证上层模板底部与下层墙体紧密连接防止出现错台现象。

明缝条应用气钉枪与板面进行安装，钉子方向朝向模板。为证明缝条牢固的保留在混凝土内，在明缝条内间距 500 mm 钉木工钉，钉子朝向混凝土，在拆除模板过程中应用扁铲对模板和明缝条连接部位进行拆除。

为保证明缝条在浇筑混凝土后遇水膨胀，明缝条用透明胶带进行包裹，为保证明缝条上部与下部交接部位不漏浆明缝条顺直。在明缝条位置安装定位钢筋保证截面尺寸及明缝条顺直，在下部明缝条部位外侧粘贴海绵条防止漏浆。

在防火墙北侧的东西两端分别搭设单跑坡道，并设置挡脚板、防滑条保证上下人员的安全。

防火墙脚手架外侧统一满挂密目网，并根据安规要求进行相应的安全网布设。

### 2.2.2 模板的现场制作与加工

模板的现场制作：无缝式组合木模板标准为：清水模板标准。50×100 mm 木方与面板接触面刨平，表面应平直，厚度偏差小于 2 mm。用防潮防冻万能胶在板面上进行涂刷均匀，然后粘贴 1.8 mm 厚有机玻璃板，表面平整度偏差小于 1 mm。木胶板及有机玻璃板裁切应平直，表面不得有毛刺，组拼模板应硬拼，裁切边应用海绵条进行封闭处理。所有阳角采用定制 PVC 倒角条做 R25 的圆倒角处理。模板按分格设计进行分层加工，模板上设置明缝条，所有穿墙螺栓在明缝条上经过，大面墙禁止设计穿墙螺栓。无缝式组合式木模板要求每层单侧按七块模板设计，在现场进行支设，拼接位置为硬拼接，要求拼接面必须经机械刨平处理。接缝处粘贴海绵条防止漏浆。板面拼接要严密平整，不得留错槎；模板要求表面清除杂质。最外侧设置 10 号槽钢双根背靠背体系作为最外侧的加固龙骨。穿墙螺栓用直径 16 mm 对拉螺栓，并配备与孔径相适应的塑料管。附 10 cm 宽的垫板双螺母拧紧。保证加固牢固。明缝条采用木质梯形木线外口宽度 6 cm，里口宽度 5.4 cm，深度 1 cm。

模板加工质量允许偏差如表 1 所示。

模板成品验收：现场自制防火墙墙体模板加工后，必须经项目部生产、技术、质量、等相关部门及人员组

表1 模板加工质量允许偏差

项次	项目名称	允许偏差/mm	检查方法
1	板面平整	1	2 m靠尺
2	模板高度	±2	钢尺
3	模板宽度	+0、-1	钢尺
4	对角线差	2	对角拉线
5	模板边平直	1	拉线
6	模板翘曲	L/1000	对角拉线
7	孔眼位置	±2	钢尺
8	板面与边框直角度	-0.5	直角尺、塞尺

织的模板验收小组验收合格后方可使用。未经验收或验收不合格不得使用。

### 2.2.3 模板安装

模板安装顺序及技术要点：模板严格按照模板拼装图编号就位，工长和外施队木工班组长各一份。临时就位时，大模板必须倾斜立在搭设的钢管支撑体系上，以保证在 6 级风力作用下模板不倾斜。模板的安装必须保证位置准确，立面垂直。先就位的模板，可用普通 2 m 的长靠尺板进行检查，后安装的模板在模板背面靠吊垂直度。发现不垂直时，可通过支撑体系和穿墙螺栓进行调整。模板安装后接缝部位必须严密，防止漏浆。模板安装完毕后，检查一遍扣件、螺栓是否紧固，模板垂直度、平整度是否符合要求，模板拼缝及下口是否严密，再办预检手续。

### 2.2.4 模板拆除

模板的拆除，非承重侧模板应以能保证混凝土表面及棱角不受损坏时(大于 1.2 N/mm<sup>2</sup>)方可拆除，承重模板应按《混凝土结构工程施工及验收规范》的有关规定和本组织设计中的相关规定安排拆除。模板拆除的顺序和方法,应严格按照模板设计的规定进行,遵循先支后拆、后支先拆、先非承重部位、后承重部位以及自上而下的原则进行,拆模时,严禁用大锤和撬棍硬砸硬撬。拆下的模板应及时清理、维修,以备待用。防火墙墙体模板拆除遵循以上拆除原则外,同时,每层模板按上墙组装前拼接好的位置分开进行拆除。

### 2.2.5 模板的维护与修理

模板拆除后立即进行清理、维护与修理。专人负责，保证模板的正常使用及使用寿命。

各类型模板在使用过程中注意事项：木胶板有起层开裂等现象时不得使用。锯切胶板时要弹线，然后沿线锯切。锯切的非整板锯口处要涂刷密封胶漆。木胶板模板禁止浸泡在水中。

木胶板的维修：木胶板拆除后，应及时组织人员进行拆解，并清理板上粘的灰浆，启出板上的钉子，边缘密封胶漆破损的要及时补刷。清理好的木胶板下面垫木枋码放到指定场地，损坏的胶板要挑出来，非整板按大小

分类码放整齐。拆解下来木枋也要启出钉子，分规格码放整齐，以备周转使用。

### 2.3 混凝土工程

#### 2.3.1 混凝土的原材、拌制、运输

防火墙及主变基础混凝土强度：垫层为 C15，其余均为 C35。清水混凝土要求。单独与搅拌站签订商混供应合同，本工程混凝土采用民江搅拌站进行混凝土供应。指定混凝土原材，对指定的进行单独存放。搅拌站事先根据工程的特定要求编制详尽的施工方案。混凝土拌制及运输时项目部派专人到搅拌站进行见证原材及配比使用以及协调调度混凝土的运输。

混凝土的拌制：混凝土拌制前搅拌站必须单独进行配比试配，制定出最佳的配比方案。按制定好的配比严格执行，拌制开盘前对搅拌机机组进行清洗，充分搅拌，确保混凝土拌制质量。混凝土要求为清水混凝土，坍落度要求控制在 180 ~ 200 mm。

#### 2.3.2 混凝土的浇筑

垫层：混凝土强度等级为 C15，100 mm 厚。要求垫层一次压光成型。工长、质检员在施工的过程中严格控制混凝土的施工质量，坚持“三抹压”的原则，使最终的混凝土面层光滑平整，标高允许偏差控制在  $\pm 3$  mm 以内。混凝土垫层施工完毕后严禁上人行走和堆物，防止对混凝土造成破坏。

基础底板：主变基础底板及防火墙基础施工时，混凝土浇筑采用汽车泵浇筑。混凝土浇筑采取分层浇筑的方式进行浇筑。为保证插入精度，在距振捣棒端部 85 cm 处捆绑红色皮筋作为标记。在浇筑过程中，砼振捣是一个重要环节，一定要严格按操作规程操作，做到快插慢拔，快插是为了防止上层砼振实而下层砼内气泡无法排出，慢拔是为了能使砼能填满棒所造成的空洞。在振捣过程中，振捣棒略上下抽动，使砼振捣密实，插点要均匀，插点之间距离一控制在 50 cm，离开模板距离为 20 cm。采用单一的行列形式，不要与交错式混用，以免漏振，振捣点时间要掌握好，不要过长，也不要过短，一般控制在 20 ~ 30 s 之间，直至砼表面泛浆，不出现气泡，砼不再下沉为止。砼振捣密实后，以标高控制点拉十字线检查底板的标高及平整度，高的铲掉，凹处补平。随即用长杠刮平，表面再用木抹子搓平。将砼表面的浮浆赶到墙根处，墙根比底板面搓高 10 ~ 20 mm。

墙体：混凝土出料管口至浇筑层的倾落自由高度不应大于 1 m，超高的可采用串筒、溜管下料。由于钢筋较密，下筒位置绑扎钢筋时暗梁箍筋松动浮放一道箍筋，待浇筑完毕后进行恢复。墙体混凝土需分层连续浇筑，分层厚度为 500 mm。用标尺检查，将标尺插入模

板中，标尺高度与模板等高，使标尺每步起止线与模板上口平，每次提升一步。浇筑墙体混凝土要连续进行，间隔时间不超过 0.5 h。

墙体钢筋设计有三道暗梁，暗梁位置钢筋较密，尤其是梁柱节点位置，钢筋密集的位置采用 D30 mm 振捣棒进行振捣，确保混凝土振捣密实。

振捣人员责任分工明确，按顺序振捣，做到分段落实到人，以防漏振，做到快插慢拔，使混凝土填满振捣棒抽出时形成的孔洞及混凝土气泡排出，在振捣时插入下层混凝土 50 mm 左右，以消除上下间接缝，振捣点要均匀排列，移动间距 300 ~ 400 mm，每一插点要掌握好振捣时间，以混凝土表面不再沉落、不再出现气泡，表面泛出浆为度。振捣棒使用时不宜紧靠模板振动，尽量避免碰撞钢筋、预埋件、水电预留洞盒、电盒、电管等，配备看钢筋、看电管预埋件人员，发现问题及时解决，并在混凝土初凝前修整完。

墙体最顶部混凝土浇筑高度齐平于墙体，表面浮浆过厚时可将富余的混凝土内石子检出，放置在墙体上部，压实，赶光。原浆压光分次进行，确保顶面平整、顺滑、阴角整齐顺直。

#### 2.3.3 混凝土的养护

养护方法：浇注完毕 12 h 内进行洒水养护。砼强度未达到  $1.2 \text{ N/mm}^2$  以前（以同条件试块为准），不得在其上踩踏及安模板及支架。

养护时间：养护时间不少于 7 天，必要时采用塑料薄膜覆盖，混凝土面保持湿润。

## 3 结束语

防火墙及主变基础施工严格执行《国家电网公司输变电工程标准工艺》（2011 年版）的工艺标准及质量验收要求。

防火墙及主变基础几何尺寸准确，混凝土结构阴阳角、倒角线条通顺，混凝土表面平整、密实、光滑、有光泽、颜色一致。无接槎痕迹，无蜂窝麻面，无气泡，模板拼缝必须严密。

墙身垂直度偏差  $\leq H/1000$ 。墙顶表面平整度偏差  $\pm 10$  mm。墙身截面尺寸偏差  $-5 \sim 8$  mm；墙身表面平整度偏差  $\leq 7$  mm。墙体平整度偏差  $\leq 3$  mm。墙体垂直度偏差  $\leq 3$  mm。

施工后经检验防火墙几何尺寸准确，混凝土结构阴阳角倒角线条通顺，混凝土表面平整、光滑、有光泽、颜色一致。无接槎，无蜂窝麻面，无气泡。

（责任编辑：张峰亮）