

浅析组合角钢格构式构架的应用

李龙庆

上海市机电设计研究院有限公司，上海，200040；

摘要：本文针对变电站各种构架进行了总结，并对当前土建设计中采取的角钢格构式构架形式进行了分析，结合施工中的实际情况，做出适合的组合角钢格构式构架形式，供同行参考。

关键词：组合角钢格构式构架；构架梁；构架柱；侧挂梁；横担梁

DOI：10.69979/3029-2727.25.04.009

前言

变电构架及设备支架构件的选择应适应工程建设环境条件，力求结构合理、构造简单、合理统一构件的尺寸和规格，便于工厂化制作和机械化施工。

角钢格构式构架是一种常见的钢结构形式，主要由角钢通过焊接或螺栓连接组成格构式的支撑体系，一种特定稳定的空间结构。通过格构化布置，截面的惯性矩、抗弯和抗压能力都得到了提高。

目前，变电站采用的构架主要是人字柱形式，以无缝钢管组合制作成人字柱，横梁通常也采用钢管结构。人字柱构架基础通长是杯口式基础，由于基础短柱设置在基础底板的中心位置，而人字柱主管倾斜插入基础杯口内，因此基础底板受到人字柱主管的轴向力产生的附加弯矩，容易缩短基础底板的使用寿命。当人字柱主管插入基础杯口内后，基础杯壁和构架柱之间存在较大的剩余空间，从而基础短柱的截面尺寸也相应增大，造成基础材料的较大浪费。人字柱构架钢管柱直径比较大，用钢量也较角钢格构式构架大，增加工程费用。如需增加横梁挂点，则需要在柱顶以外增加横梁，较难实现；并且设备支架单独支撑在地面上，需要增加地面占地以及基础混凝土的用量，增加施工周期以及工程费用。

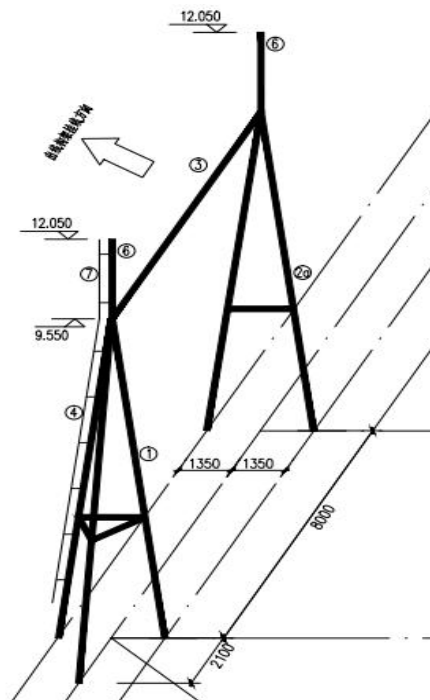
1 人字柱构架

人字柱构架是一种由两根倾斜杆件（通常为钢柱或混凝土柱）在顶部相交，形成“人”字形（A形）的支撑结构。主柱由两根倾斜的柱体，通常对称布置，在顶部相交并固定。横梁在顶部连接，承受竖向荷载并传递到主柱。斜柱倾角：通常 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，角度过小则水平推力大，角

度过大则柱长增加。人字柱的根开受柱高影响，柱越高则根开越大，占地面积相应增加。横梁通常为钢管梁和三角形格构式横梁，三角形断面有正三角和倒三角两种形式，考虑到安装使用和梁上检修行走的方便，跨度大断面尺寸大的梁常规按照正三角布置。

人字柱构架横梁只能设置在柱顶，若在柱顶以外区域有电气设备或者挂线时，则无法实现。

人字柱构架通过三角形稳定原理，实现大跨度和高刚度的结构需求，适用于多种工程场景。但是斜柱受力通常需要考虑基础的抗滑移、抗拔以及整体稳定性，基础用量较多。



人字柱构架

2 组合角钢格构式构架

组合格构式构架，包括格构式构架柱，构架梁，横担梁，侧挂梁。组合格构式构架采用角钢组成的构架整体，角钢重量较轻，组合角钢格构式构架综合费用较少，减少了工程费用；构架梁，横担梁，侧挂梁的位置根据电气要求放置，构架梁需要设置挂点为电气出线服务，横担梁和侧挂梁则用以放置电气小型设备。侧挂梁为上下布置连接于构架柱，横担梁为水平布置连接于构架柱。几种梁布置较为灵活，可以灵活的为电气设备调整位置，角钢格构式构架柱及构架梁采用螺栓连接或焊接，横担梁及侧挂梁采用螺栓连接于构架柱上。横担梁可以采用两根槽钢水平连接于构架柱两侧，上面焊接垫板，既可以设置挂点又可以放置电气设备。

组合角钢格构式构架的所有杆件均可以采用螺栓连接，不存在主管倾斜产生的附加弯矩，造成基础底板受力不均匀的问题，并且角钢型号及基础底板均较小，占地面积少，施工方便，工程造价较低。

所述主材角钢为通长角钢，长度为 9-10m 一段，各段通过等强螺栓连接到相应高度。斜材为角钢，通过焊接或螺栓连接到主材上，采用交叉布置或 Z 字形布置。

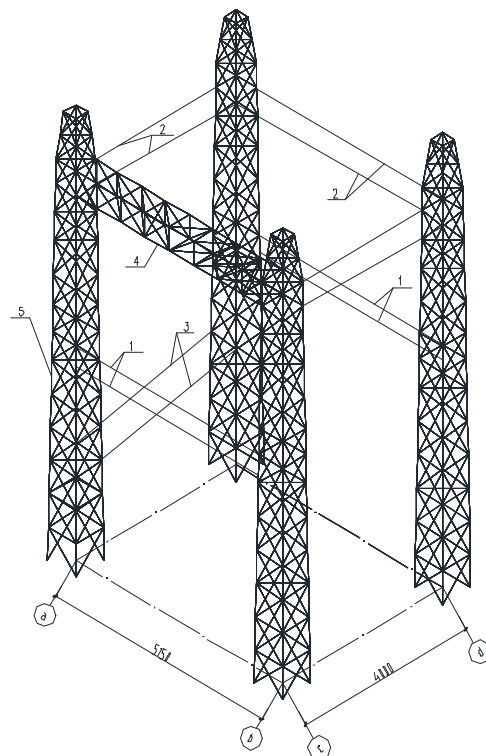
所述构架梁受力较大，构架梁上设置 3 个挂板，用于电气挂线。

所述横担梁以及侧挂梁通过螺栓或节点板连接固定在主材角钢上。横梁上用于放置避雷器设备，但在实际应用中，并不限于避雷器设备，也可以用于连接支柱绝缘子设备、电流互感器等电气设备。横担梁以及侧挂梁均可以采用通长型槽钢，相应安装设备的位置需要打孔用于安装，操作灵活，施工方便。

所述侧挂梁固定在主材角钢上，隔离开关支架等电气设备通过螺栓安装在侧挂梁上。

所述设备支架底座放置在横担梁上，设备支架底板可焊接在横担梁上，底板通过预留螺栓孔安装设备支架。

所述侧挂梁为上下布置，电气设备即可侧面安装，有利于设备之间连接的便利性；横担梁为平面布置，两根通长槽钢分别用螺栓安装于构架柱外侧，设备支座底板即可搭设在两根槽钢上，便于放置设备挂线，满足不同高度、不同距离的设备需求。



组合格构式构架

图中：1、侧挂梁；2、构架横担梁；3、设备横担梁；4、构架梁；5、构架柱（123 根据电气设备放置的位置决定，4 位置可设拉线，拉力比较大所以采用桁架形式，其余均为放置小型电气设备，位置可以根据电气要求任意选择）

3 人字柱构架与组合格构式构架的优缺点

人字柱构架和角钢格构式构架是两种常见的钢结构形式，在工程应用中各有特点。以下是它们的优缺点对比：

3.1 人字柱构架

优点：施工简便，构件数量相对较少，节点连接简单（通常为铰接或刚接），基础采用插入式杯口基础，适合快速安装。

缺点：

1) 空间占用较大

- 人字柱的斜向支撑会占用较多水平空间，可能影响下部空间的使用（如车辆通行、设备布置）。

2) 对基础要求高

- 斜向力会传递较大的水平分力以及拔力到基础，需设计抗拔或抗滑移措施，增加基础成本。

3) 节点受力复杂

-在风振、地震等荷载作用下,人字柱顶部节点易产生应力集中,需加强设计。

3.2 组合角钢格构式构架

优点:

1) 空间利用率高

-组合角钢格构式构架,占地空间小,在布置紧凑的厂区内较为实用;格构式柱之间可以任意布置横梁或者侧挂梁,方便电气设备的安装,并且在多层设备需求时安装更为方便。

2) 荷载分布均匀

-通过多根角钢组成的网格分担荷载,局部应力较小,整体刚度和强度较高,更适应于不利(大风、覆冰)的运行工况荷载;对于在两侧均设置挂线的安装情况更为稳定。

3) 灵活性强

-可根据需求调整柱距,构件截面调整可适应不同跨度和荷载条件。

4) 便于维护

-构件标准化程度高,局部损坏时易于更换和加固。在后期改造时方便随时调整设备位置。不仅满足于现阶段的需求,更便于设备的更新和替换,在不改变结构用途的情况下,不受规范更新的影响,调整位置及改造时,若主材受力不满足,加固角钢也较为方便。

缺点:节点较多,数量多,加工要求高;外观多为密集网格,视觉效果较工业风,可能不适合对建筑美学要求高的场合。

4 结论

组合格构式构架整体角钢重量较轻,组合角钢格构式

构架综合费用较少,减少了工程费用。横担梁、侧挂梁以及格构挂线梁布置较为灵活,可以灵活为电气设备调整位置;同时组合角钢格构式构架采用螺栓连接,不存在主管倾斜产生的附加弯矩,造成基础底板受力不均匀的问题,并且角钢型号及基础底板均较小;所有设备支架及隔离开关等支架均可以通过螺栓安装于构架主体上,减少支架本体的费用,减少地面占地以及施工基础的周期,减少工程预算,施工方便,工程造价较低。

选择人字柱构架:更注重施工速度或美观性,且能接受斜向支撑占用空间。

选择组合角钢格构式构架:在应对复杂荷载、复杂布置、空间限制的情况时更有优势。

综合比较,组合格构式构架不仅适用于大部分变电站厂区环境,更适用于受外界诸多条件限制的环境;应用较为广泛,结构布置及受力合理,并且施工方便,可减少工程预算,使工程造价更低。

参考文献

- [1]陈寅,姜文,张凯.高烈度地震区角钢格构式变电构架地震响应分析[J].电工技术,2024,(15):73-75+80. DOI: 10.19768/j.cnki.dgjs.2024.15.016.
- [2]鞠洪涛,姜文,周红.变电构架格构式梁柱连接节点分析研究[J].中国新技术新产品,2020,(15):113-115. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2020.15.050.
- [3]于莹,张航.变电构架结构设计概述及优化[J].东北电力技术,2021,42(07):49-52.

作者简介:李龙庆,出生年月:1988.02.29,性别:男,民族:汉,籍贯:江苏南通,学历:大学本科,职称:工程师,研究方向:结构设计。