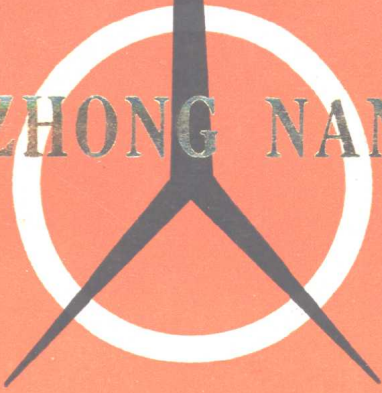


936/104

38499

ZHONG NAN



变电架结构设计手册

BIANDIAN JIAGOU SHEJI SHOUCHE

电力工业部
中南电力设计院

总工程师:

赵本寅

专业工程师:

陈大传

杜增富

室主任:

顾瑞勤

组长:

朱道江

校核人:

朱道江

编写人:

熊伯衡

彭钧

刘冠亚

杜增富

前 言

为适应广大变电结构设计人员的需要，根据上级下达的任务，我院编制了这本《变电架构设计手册》。

在编制过程中，我们进行了比较广泛的调查研究，学习和收集了许多兄弟单位的宝贵经验，並进行了必要的试验工作。在手册中贯彻执行了有关的国家设计规范和《火力发电厂土建结构设计技术规定(试行)》。1978年完成本手册讨论稿，1979年初在武汉召开的审查会议上进行了审查。然后，根据审查意见作了必要的修改和补充。

本手册共分五章和八个附录，其内容包括钢架构及予制钢筋砼架构和基础设计的一般原则、计算方法、计算图形及结构构造要求、计算实例、经济指标及材料消耗等。手册中对环形截面杆组成的架构计算图形和应力分析作了较大的改进；同时，对环形截面杆的受弯及偏压刚度、予应力混凝土杆截面的偏拉强度、以及环形截面的抗裂、裂缝宽度和杆的稳定等计算公式作了增补。使架构的有关计算理论和计算公式日趋完善。

为了方便使用，本手册以公式、图表为主，相应的文字说明为辅。附录中列有各种电压等级的架构计算实例、节点构造大样等。考虑到近年来高型布置的发展，手册中也列入了这方面的计算实例。可供土建变电设计、施工人员使用，亦可作为其他设计、研究人员参考。

在编制过程中，我们得到东北电力设计院、云南送变电处及其他一些兄弟单位的大力帮助和支持，在此表示感谢。由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，敬请批评指正。

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 变电架构的形式	(1)
第二节 变电架构设计的特点	(3)
第二章 荷载与荷载组合	(4)
第一节 荷载	(4)
(一)作用在变电架构上的荷载	(4)
(二)作用在架构上的风载计算	(4)
第二节 荷载组合	(6)
(一)终端架构	(6)
(二)中间架构	(6)
(三)单侧打拉线的单杆架构	(6)
(四)出线架构	(7)
(五)其它有关荷载及计算数据的取用	(7)
(六)架构荷载组合系数的采用	(7)
第三章 环形截面钢筋混凝土杆及予应力混凝土杆变电架构	(8)
第一节 静力分析	(8)
(一)环形截面钢筋砼杆及予应力砼杆组成的人字柱	(8)
(二)门型刚架	(12)
(三)人字柱柱头连接刚度与构造要求	(17)
(四)刚架钢横梁刚度修正系数与梁柱连接构造要求	(19)
第二节 钢筋砼环形截面杆的计算	(24)
(一)材料及基本计算规定	(24)
1 混凝土	(24)
2 钢筋	(24)
3 强度安全系数	(27)
4 变形和裂缝宽度允许值及抗裂安全系数	(27)
(二)钢筋砼结构构件计算	(27)
1 强度计算	(27)
(1) 轴心受压构件	(27)
(2) 轴心受拉构件	(28)
(3) 受弯构件	(28)
(4) 偏心受压构件	(30)
(5) 偏心受拉构件	(31)
2 变形、抗裂度和裂缝宽度验算	(32)

(1) 变形验算	(32)
(2) 抗裂度验算	(33)
(3) 裂缝宽度验算	(33)
(三) 予应力砼结构构件计算	(34)
1 一般规定	(34)
2 强度计算	(35)
(1) 轴心受压构件	(35)
(2) 轴心受拉构件	(36)
(3) 受弯构件	(36)
(4) 偏心受压构件	(36)
(5) 偏心受拉构件	(37)
3 抗裂度和变形验算	(38)
(1) 抗裂度验算	(38)
(2) 变形验算	(39)
· 第三节 构造要求	(39)
第四章 钢结构变电架构	(45)
第一节 静力分析	(45)
(一) 钢横梁内力计算	(45)
1 三角形截面横梁	(45)
(1) 终端架构横梁	(46)
(2) 中间架构横梁	(47)
2 矩形截面横梁	(48)
(1) 主材内力	(49)
(2) 斜材(腹杆)内力	(49)
(二) 三角形及矩形断面钢柱内力计算	(49)
1 具有三角形斜材腹杆柱	(49)
(1) 主材内力	(50)
(2) 斜材(腹杆)内力	(50)
2 具有 K形斜材腹杆柱	(51)
(1) 主材内力	(52)
(2) 斜材(腹杆)内力	(52)
(3) 水平腹杆内力	(52)
3 具有交叉十字形斜材(菱形)腹杆柱	(54)
4 三角形断面杆组成的人字柱	(54)
5 钢柱在扭力作用下的内力计算	(55)
(三) 梁柱挠度计算	(56)
1 梁的挠度计算	(56)
2 钢柱挠度计算	(57)

第二节 强度和稳定计算	(59)
(一)材料及基本计算规定	(59)
(二)受弯构件	(61)
1 强度计算	(61)
2 整体稳定计算	(61)
(三)轴心受拉和轴心受压构件	(62)
1 强度计算	(62)
2 轴心受压构件稳定计算	(62)
(四)偏心受拉和偏心受压构件	(64)
1 弯矩作用平面内	(64)
2 弯矩作用平面外	(64)
3 格构式构件平面式节间的杆件长细比及计算长度	(67)
第三节 连接计算	(68)
(一)焊接连接	(68)
1 对接焊缝	(68)
2 贴角焊缝	(69)
3 园钢与钢板、园钢与园钢间的贴角焊缝	(69)
(二)普通螺栓连接	(70)
1 螺栓的容许承载力	(70)
2 螺栓数目的确定	(71)
(三)锚栓	(71)
第四节 构造	(72)
第五章 基础	(74)
第一节 一般规定	(74)
第二节 地基承载力验算	(75)
(一)地基土的压力计算	(75)
1 中心受压基础	(75)
2 偏心受压基础	(75)
3.双向偏心受压基础	(76)
(二)基础底面尺寸的确定	(77)
1 中心受压基础	(77)
2 偏心受压基础	(77)
3 双向偏压基础	(78)
第三节 基础抗拨和抗倾复稳定验算	(80)
(一)基础抗拨安全系数验算	(80)
1 重力基础	(80)
2 按极限土抗力计算的基础	(80)
(二)基础抗倾复安全系数验算	(81)

1 重力基础	(81)
2 按极限土抗力计算的基础	(81)
附录 I 予制钢筋砼变电架构	(86)
(一)结构形式、材料选用及构造措施	(86)
(二)架构计算	(87)
附录 II 计算实例	(93)
例一 220kv 单孔出线架计算实例	(93)
例二 110kv 单孔出线架计算实例	(106)
例三 35kv II型架计算实例	(115)
例四 220kv 高型布置架构计算实例	(123)
附录 III 结构应力分析及计算图表(环形截面钢筋砼及予应力砼杆)	(145)
III—表1 环形截面拨稍杆变形常数	(145)
III—表2 环形截面拨稍杆在局部荷载作用下杆端反力及弯矩计算系数	(146)
附表一至四: III—表3 人字柱柱头剪力系数 $t_{a,b}$ 及杆端力矩系数	(146)
III—表4 单孔及双孔刚架结构计算常数(柱采用等径杆)	(148)
III—表5 常用环形截面钢筋砼杆使用弯矩(纯弯)数值表	(149)
III—表6 常用环形截面予应力杆使用弯矩(纯弯)及抗裂弯矩数值表	(150)
附表: III—表7 环形截面钢筋砼杆大偏心受压强度计算 $\eta \frac{e_0}{\gamma_g}$ 数值表	(150)
III—表8 环形截面予应力杆大偏心受压强度计算 $\eta \frac{e_0}{\gamma_y}$ 数值表	(150)
III—表9 钢筋的计算截面面积及理论重量	(151)
附录 IV 钢结构断面计算图表	(152)
IV—表1 轴心受压构件稳定系数 φ	(152)
IV—表2 3号钢的实腹式偏心压杆在弯矩作用平面内的稳定系数 φ_p (一)	(153)
IV—表3 3号钢的实腹式偏心压杆在弯矩作用平面内的稳定系数 φ_p (二)	(155)
IV—表4 3号钢的实腹式偏心压杆在弯矩作用平面内的稳定系数 φ_p (三)	(157)
IV—表5 3号钢的格构式偏心压杆在弯矩作用平面内的稳定系数 φ_{ps}	(159)
IV—表6 3号钢的偏心压杆在弯矩作用平面外的稳定系数 φ_1	(161)
IV—表7 16锰钢的偏心压杆在弯矩作用平面外的稳定系数 φ_1	(163)
附表: IV—表8 热轧等边角钢截面特征	(164)
附表: IV—表9 热轧不等边角钢截面特征	(164)
IV—表10 60°角钢截面特征	(165)
IV—表11 热轧槽钢截面特征	(166)
IV—表12 热轧工字钢截面特征	(167)
IV—表13 规线参考尺寸	(168)
附表: VI—表14 热轧扁钢截面特征	(168)
IV—表15 常用螺栓容许受力表	(171)
IV—表16 六角头螺栓(粗制)型式与尺寸	(172)
IV—表17 六角头螺栓(粗制)重量	(173)

IV—表18 六角螺帽(粗制)尺寸与重量	(174)
IV—表19 垫圈(粗制)	(175)
IV—表20 焊条	(176)
附录V 若干计算问题的说明	(177)
(一) 环形截面钢筋砼杆偏压受压时, 截面刚度和 α_c 值的计算问题	(177)
(二) 环形截面予应力砼杆偏心受拉的计算问题	(183)
(三) 打拉线变电架构的计算问题	(183)
1 计算拉线弹簧系数“m”值	(184)
2 拉线内力计算	(184)
3 主杆内力计算	(185)
4 算例之一	(185)
5 算例之二	(187)
(四) 5000kv钢管变电架构设计的若干意见	(188)
附录VI 变电架构典型设计简介	(189)
(一) 220 kv 环形杆变电架构典型设计	(189)
附图一至三:	(190)
(二) 220 kv 高型布置变电架构典型设计	(191)
附图四:	(192)
(三) 110 kv 环形杆变电架构典型设计	(193)
附图六至七:	(194)
附录VII 变电工程经济指标及材料消耗量参考资料	(196)
VII—表1 变电工程投资参考指标	(196)
VII—表2 变电工程三材消耗量	(197)
VII—表3 新建变电所各部分费用占总投资比重	(198)
VII—表4 35kv架构及设备基础材料消耗量	(199)
VII—表5 110 kv 架构及设备基础材料消耗量	(200)
VII—表6 220 kv 架构及设备基础材料消耗量	(201)
VII—表7 330 kv 架构及设备基础材料消耗量	(201)
VII—表8 变压器基础材料消耗量	(202)
VII—表9 独立避雷针材料消耗量	(203)
VII—表10 屋外串补站吊架平台材料消耗量	(203)
VII—表11 220 kv 屋外配电装置高型与中型布置经济比较	(204)
VII—表12 每100M ² 或每万元工业建筑工程平均综合材料消耗量	(205)
VII—表13 厂区道路主要材料消耗量	(206)
VII—表14 每立方米砌筑用砂浆配合比参考表	(207)
VII—表15 每立方米碎石砼配合比参考表	(208)

第一章 概 述

第一节 变电架构的形式

变电架构，在解放初期多沿用矩形断面格构式梁柱组成的普通钢结构，钢材耗用量很大，1954年原北京电力设计院开始对钢筋混凝土变电架构进行试验研究，提出了“161”、“144”、“AΠ轻型”现场预制矩形断面的钢筋混凝土和予应力混凝土架构。其后在全国新建变电所中被广泛使用，为国家节约了大量钢材和投资。但是现场预制矩形断面的钢筋混凝土架构，模板耗用木材多，需要较大的预制场地，自重大，运输吊装不便，长期使用后普遍发现有保护层剥落和纵向裂缝等质量不良现象。六十年代起逐渐由离心机制造的环形截面混凝土杆组成的架构所代替。环形截面钢筋混凝土杆为工厂生产，质量好，可以大量节约木材，但对于山区有运距运转不便等缺点。六十年代中期以来，各地采用了不少新型结构，如三角形断面的轻型钢结构架构，予应力环形截面钢筋混凝土杆架构，大字形联合架构，打拉线单杆架构等。随着我国国民经济的发展，近年来对500kv电压等级的变电架构方案，通过试验研究提出的钢管或钢管混凝土A型柱和三角形断面钢管桁架横梁组成的架构，造型美观，受力性能好，对大柔度的架构来说，是目前较理想的一种形式。

予应力环形截面混凝土杆架构和打拉线单杆架构与过去普遍采用的非予应力环形截面钢筋混凝土架构相比可节约大量钢材详见(表1—1)、(表1—2)。三角形断面的轻型钢结构耗用钢材稍多于“AΠ”形环形截面钢筋混凝土杆架构，但它有运输组装轻便，易于加工、节约水泥和投资，可是轻钢架构的防锈问题必须妥善地解决。大字形联合架构的优点是一架多用，将进出线架与母线架合并为一个架构，减少了架构的数量，因此节约了钢材、水泥和投资。大字形架构最好采用硬母线，因软母线的张力对大字形架构将产生过大的扭力。

220千伏打拉线单杆架构与AΠ形环形截面
钢筋混凝土杆架构的经济比较 表1—1

架 构 种 类	钢 材		水 泥	
	重 量(kg)	%	重 量(kg)	%
打拉线单杆架构	1490	51.8	1994	25.3
AΠ形环形截面钢筋混凝土杆架构	2897	100	7884	100

注：表中钢材不包括横梁钢材。

三种110千伏进线架的用钢量比较

表1—2

架 构 种 类	钢 材	
	重 量(kg)	%
AΠ形环形截面钢筋混凝土杆架构	793.60	100
三角形断面轻型钢结构架构	879.23	111
AΠ形予应力环形截面钢筋混凝土杆架构	454.22	57.2

注：予应力环形截面钢筋混凝土杆采用低碳冷拔钢丝或冷拔 I 级钢筋。

变电架构就其用途分类有进(出)线架、母线架、中央门型架、转角架和变压器组合架等；就工艺布置型式分类有中型布置、半高型布置和高型布置，常用的几种架构形式见(图1—1)。

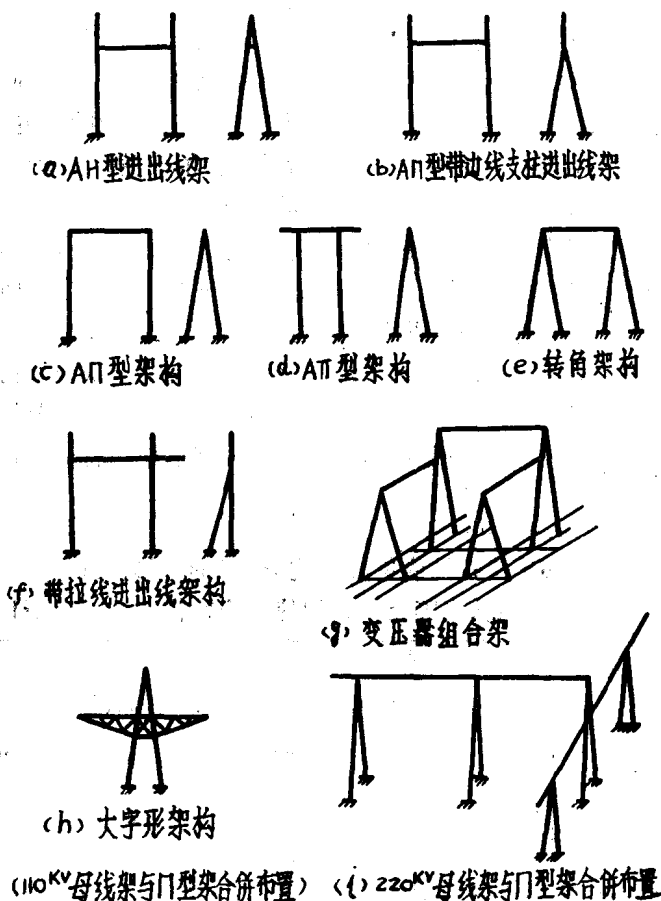


图1—1

第二节 变电架构设计的特点

变电架构承受的主要荷载是导线及地线的张力，其次是风力。导线张力的的大小与挡距、弧垂、导线自重、复冰厚度、引下线重量和安装导线检修上人等有关，导线弧垂又随温度的变化而变化，因此，导线牌号和挡距虽然相同，在不同气象条件下导线张力也是不同的。同时各种不利因素也不一定同时出现，如最大复冰厚度或最大风速的时候一般也不会有人到导线上检修。根据电气性质，不同的电压等级要求带电的导线对地面和其他构筑物保持一定的距离，因此架构特点是柱高而断面细小，是属于大柔度结构。有关架构的应力分析及断面计算将在第三、四章中给予介绍。

第二章 荷载与荷载组合

第一节 荷载

(一)作用在变电架构上的荷载

- 1.导线和避雷线的张力(包括在运行、安装及检修等情况下的张力)。
- 2.导线、避雷线、引下线、绝缘子串和金具的重量,复冰重量等。
- 3.导线、避雷线、引下线、绝缘子串上的风压。
- 4.架构风压及结构自重。
- 5.安装检修时的人及工具重。
- 6.地震力计算按《火力发电厂土建结构设计技术规定(SDGJ₃-79)》及《工业与民用建筑抗震设计规范(TJ₁₁-78)》进行。

以上1、2、3项荷载由工艺人员提出。

(二)作用在架构上的风载计算

作用在架构上的风压可按下列公式计算。

对平面实体结构:

$$W = K \cdot K_z \cdot W_0 \quad (2-1)$$

对空间桁架:

$$W = K \cdot \phi (1 + \eta) K_z \cdot W_0 \quad (2-2)$$

式中:

W_0 —基本风压 (公斤/米²);

K_z —风压高度变化系数;

K —风载体型系数;

$\phi = \frac{\sum A_c}{A}$ —桁架的挡风系数;

A_c —桁架杆件的投影面积,计算其总和 $\sum A_c$ 时,应考虑由节点板所引起的面积增值;

$A = hL$, 为桁架的轮廓面积(hL 分别为桁架的高度和长度);

η —空间桁架背风面风载降低系数。

变电架构的横梁及柱为三角形截面桁架,当 $\phi \geq 0.1$ 时,(2-2)式还需乘0.9的系数。

1.空间桁架背风面降低系数可按(表2-1)采用。

2.基本风压 W 一般按气象资料采用,当无气象资料时,可按荷载规范《TJ₉-74》所载的《全国基本风压分布图》的规定采用,但不得小于25公斤/米²。

空间桁架背风面降低系数 η

表2-1

ϕ	≤ 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.0
$b/h \leq 1$	1.0	0.85	0.66	0.50	0.33	0.15	0.15
$b/h = 2$	1.0	0.90	0.75	0.60	0.45	0.30	0.30

注：(1) 架构横梁的挡风系数，为了简化计算，一般取

$\phi = 0.3$ ；如需精确计算时，则按实际计算 ϕ 值。

(2) 表2-1中的 b 为空间桁架前后面的距离。

3. 风压高度变化系数可按(表2-2)采用。为了简化计算，对220kv 及以下的架构，可不考虑风压高度变化系数。(即：架构高 $\leq 15M$ ，可按10M高度风压计算)。

风压高度变化系数

表2-2

离地高度(米)	≤ 2	5	10	15	20	30	40	50
K_z	0.52	0.78	1.00	1.15	1.25	1.41	1.54	1.63

4. 各种截面构件的风载体型系数 K ，采用下列数值：

环形截面钢筋混凝土杆 0.6

矩形截面钢筋混凝土杆 1.3

角钢桁架及塔架的杆件 1.3

圆钢桁架及塔架的杆件 1.2

5. 对于避雷针、通讯塔等高耸构筑物，当其基本自振周期 $T \geq 0.5$ 秒时，基本风压应乘以风振系数 β 。

风振系数 β

表2-3

结构类别	周期 T (秒)					
	0.5	1.0	1.5	2.0	3.5	5.0
钢结构	1.45	1.55	1.62	1.65	1.7	1.75
钢筋混凝土结构	1.40	1.45	1.48	1.50	1.55	1.60

注：塔架的上、下段分别由钢及钢筋混凝土结构构成时，风振系数 β 按结构类别分段采用相应的数值。

避雷针、通讯塔的基本自振周期 T 可按(2-3)式计算。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum Q_i Y_i}{g Y_i}}$$

(2-3)

式中： Q_i —杆塔第 i 段的重量；

Y_i —杆塔顶端施加一单位力时， i 段中心处的挠度；

y_1 —杆塔顶端施加一单位力时的挠度；

g —重力加速度。

为了简化计算，避雷针、通讯塔的基本自振周期 T_1 可按(2—3a)式计算

$$T_1 = 2 \pi \sqrt{\frac{WY}{g}} \quad (2-3a)$$

式中： T_1 —结构基本周期(秒)；

W —质点重量(吨)，取上部集中重量与1/4支承结构重量之和；

Y —作用于集中质点上的单位水平力在该点引起的位移(米/吨)。

第二节 荷 载 组 合

变电架构应根据电气布置，气象资料和不同的工作情况(运行、安装和检修)下可能产生的最不利的受力情况，并考虑到远期发展可能产生的变化，分别按终端架构和中间架构进行设计，一般不考虑断线的条件。

(一) 终端架构

1. 运行情况：

取最大风速、复冰或最低气温时，对架构及基础的最不利荷载。

2. 安装情况：

应考虑架构组立、导线紧线及紧线时作用在梁上的人及工具重(取200公斤集中荷载)。

3. 检修情况：

对10米及10米以上的架构，应考虑单相带电检修和三相同时停电检修时导线上人对架构及基础的影响。

单相带电检修时，作用在导线上的人及工具重可按150公斤计算，三相停电检修时，作用在每相导线上的人及工具重可按100公斤计算。同时，只有母线架构才考虑一回线路上三相同时上人检修；对未上人挡的导线，应取相应于安装情况时的导线张力。当导线中部无引下线时，不考虑导线上人。

(二) 中间架构

两侧均挂有导线的中间架构，应考虑在运行情况或导线上人检修情况时所产生的不平衡张力。同时，还应考虑在安装或移换导线时可能产生的最不利荷载，此时应按一侧架线另一侧不架线的荷载情况对架构及基础进行强度校核。

(三) 单侧打拉线的单杆架构

单侧打拉线的单杆架构，应验算在导线未架设时，在大风荷载作用下柱和基础的强度及稳定性。

(四) 出线架构

出线架构一般应按终端架构设计，在线路侧只考虑单相带电检修时导线上人的荷载。

(五) 其它有关荷载及计算数据的取用

1. 在计算覆冰、安装及检修情况时，风速可取10米/秒。

2. 对有可能上人的钢结构杆件，应验算站人时所产生的局部弯曲应力（按80公斤集中荷载作用于杆件的跨中，计算弯矩取 $\frac{1}{10} P L$ ）。

3. 高型和半高型布置的架构维护、检修和操作通道的活荷载为150kg/M²（走道板应取150公斤的集中荷载进行验算）。在计算梁、柱和基础时，活荷载应乘以下列折减系数：

当负荷面积为10~20平方米时 0.7

当负荷面积超过20平方米时 0.6

4. 利用架构起吊主变压器钟罩时，起吊重量应乘以动力系数，一般取1.2。

验算架构安装起吊应力时，结构自重应乘以动力系数1.5。

(六) 架构荷载组合系数的采用

架构荷载组合系数按下列规定采用：

运行情况	1.0
安装、检修情况	0.9
特殊情况(如验算地震力时)	0.75

第三章 环形截面钢筋混凝土杆及 予应力混凝土杆变电架构

第一节 静力分析

环形截面钢筋混凝土杆及予应力混凝土杆组成的变电架构，具有多种不同类型的结构型式，现就常用的以环形杆组成的几种人字柱及门型刚架的内力计算分述如下：

(一) 环形截面钢筋混凝土杆及予应力钢筋混凝土杆组成的人字柱

人字柱的结构形式：通常采用柱脚插入杯形基础内，或杆端部予埋钢圈与基础上的予埋铁件电焊连接，计算中可假定柱脚为固结；柱头两杆拼接采用钢板电焊连接，刚度很大，也可视为刚性节点；因此，环形截面钢筋混凝土及予应力混凝土杆组成的人字柱可按一般刚架计算内力。下面几种人字柱的内力计算公式适用于拔稍杆及等径杆。仅公式中的柱头剪力系数不同。

1. AΠ型中央门型架、AΠ型母线架及转角架的人字柱见(图1—1c、d、e)，其计算简图如(图3—1)。

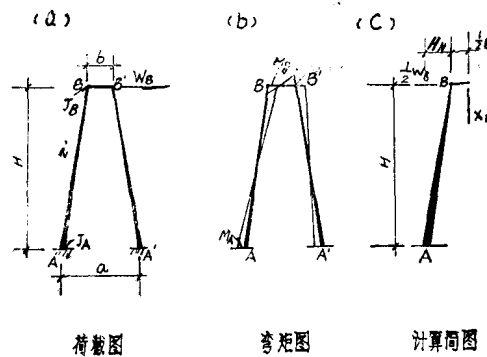


图3-1

$$X_1 = \frac{1}{2} W_B t_{ab} \quad (3-1)$$

$$\left. \begin{aligned} M_A &= -\frac{1}{2} W_B [H(1-t_{ab}) - \frac{1}{2} bt_{ab}] \\ M_B &= \frac{1}{4} W_B bt_{ab} \\ N_{AB} &= -N_{A'B'} = -\frac{1}{2} W_B t_{ab} \end{aligned} \right\} \quad (3-2)$$

2. 带地线支柱的AΠ型进出线架的人字柱, 见(图1—1b), 其计算草图如(图3—2)。

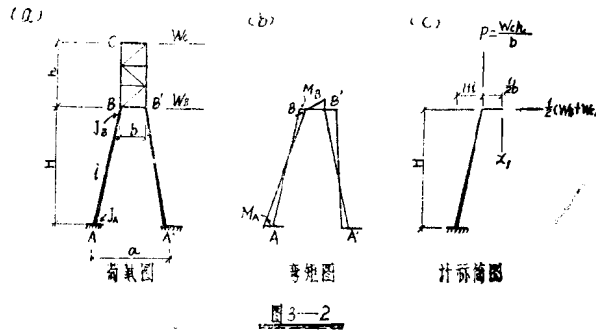


图3—2

$$X_1 = \left[\frac{1}{2}(W_C + W_B) - \frac{W_C h i}{b} \right] t_{a,b} \quad (3-3)$$

$$\left. \begin{aligned} M_A &= \left[-\frac{1}{2}(W_C + W_B) + \frac{W_C h i}{b} \right] \left[H(1 - t_{a,b} i) - \frac{b}{2} t_{a,b} \right] \\ M_B &= \frac{b}{2} \left[\frac{1}{2}(W_C + W_B) - \frac{W_C h i}{b} \right] t_{a,b} \\ N_{AB} = -N_{A'B'} &= \left[\frac{1}{2}(W_C + W_B) - \frac{W_C h i}{b} \right] t_{a,b} + \frac{W_C h}{b} \end{aligned} \right\} \quad (3-4)$$

3. AH进出线架人字柱见(图1—1a), 其计算简图如(图3—3)。

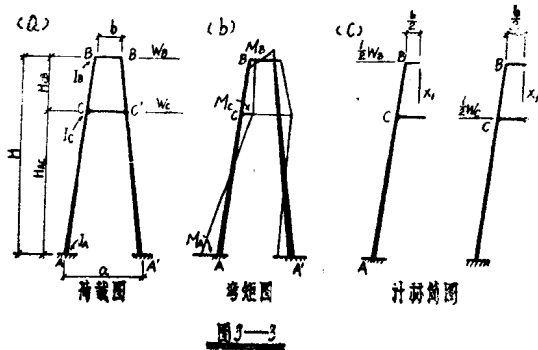


图3—3

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \frac{1}{2} W_B t_{a,b} \\ X_1' &= \frac{1}{2} W_C t_{a,c} \end{aligned} \right\} \quad (3-5)$$