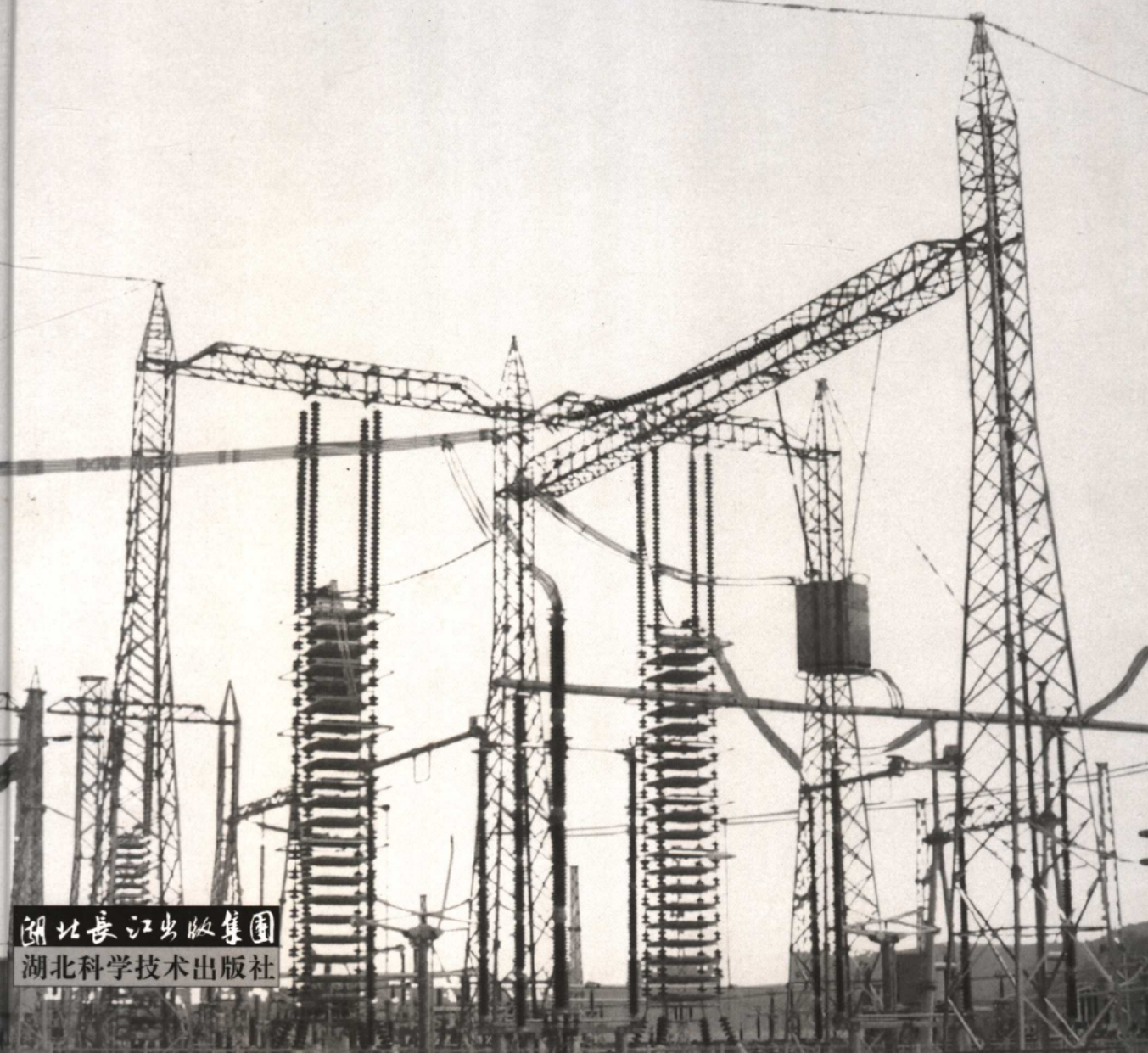


DESIGN MANUAL

DESIGN MANUAL FOR STRUCTURAL GANTRY OF SWITCHYARD

变电构架设计手册

中南电力设计院 编



湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社

DESIGN MANUAL FOR STRUCTURAL GANTRY OF SWITCHYARD

变电构架设计手册

中南电力设计院 编

ISBN 7-5352-3645-6



9 787535 236456 >

ISBN 7-5352-3645-6

TM·17 定价:900.00元

DESIGN MANUAL

DESIGN MANUAL FOR STRUCTURAL GANTRY OF SWITCHYARD

变电构架设计手册

中南电力设计院 编

湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

变电构架设计手册/中南电力设计院编. -武汉: 湖北科学技术出版社, 2006. 8

ISBN 7-5352-3645-6

I. 变... II. 中... III. 变电架构-设计-手册
IV. TM642-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第102157号

变电构架设计手册

© 中南电力设计院 编

责任编辑: 谭学军 王小芳

封面设计: 戴 旻

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 87679468

地 址: 武汉市雄楚大街268号湖北出版文化城B座12-13层

邮编: 430070

印刷: 武汉中远印务有限公司

邮编: 430034

787毫米×1092毫米

16开

21印张

9插页

460千字

2006年8月第1版

2006年8月第1次印刷

ISBN 7-5352-3645-6/TM·17

定价: 900.00元

本书如有印装质量问题, 可找承印厂更换

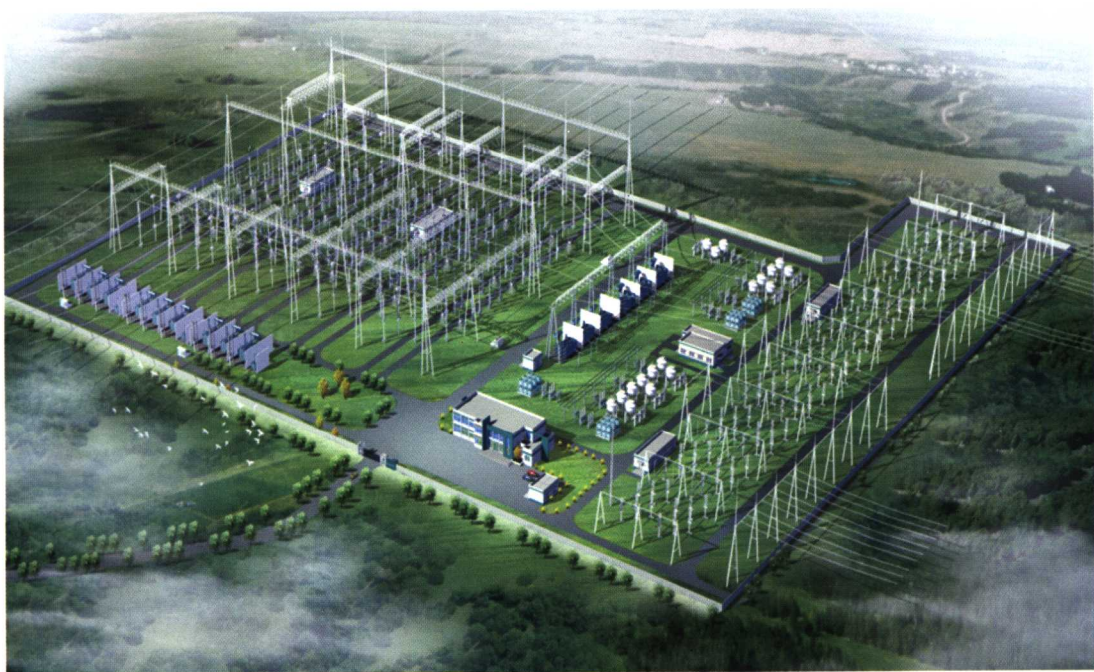


图1 某变电站鸟瞰图

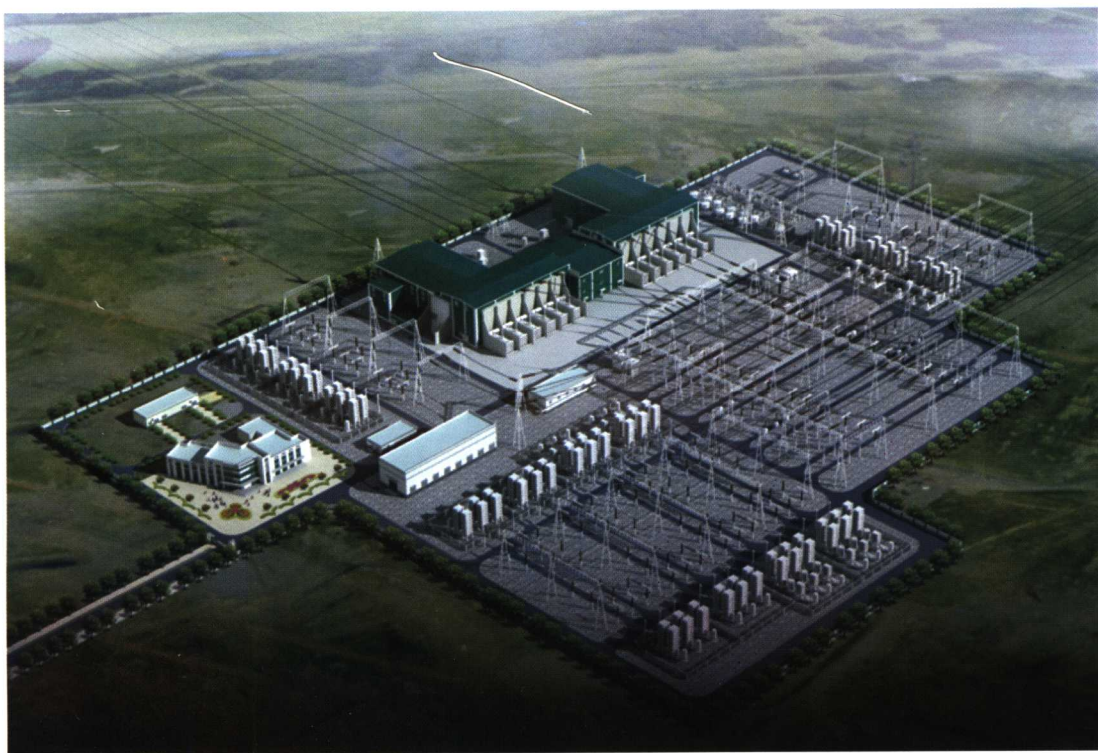


图2 某换流站鸟瞰图



图3 某串补站全景图



图4 焊接普通钢管结构

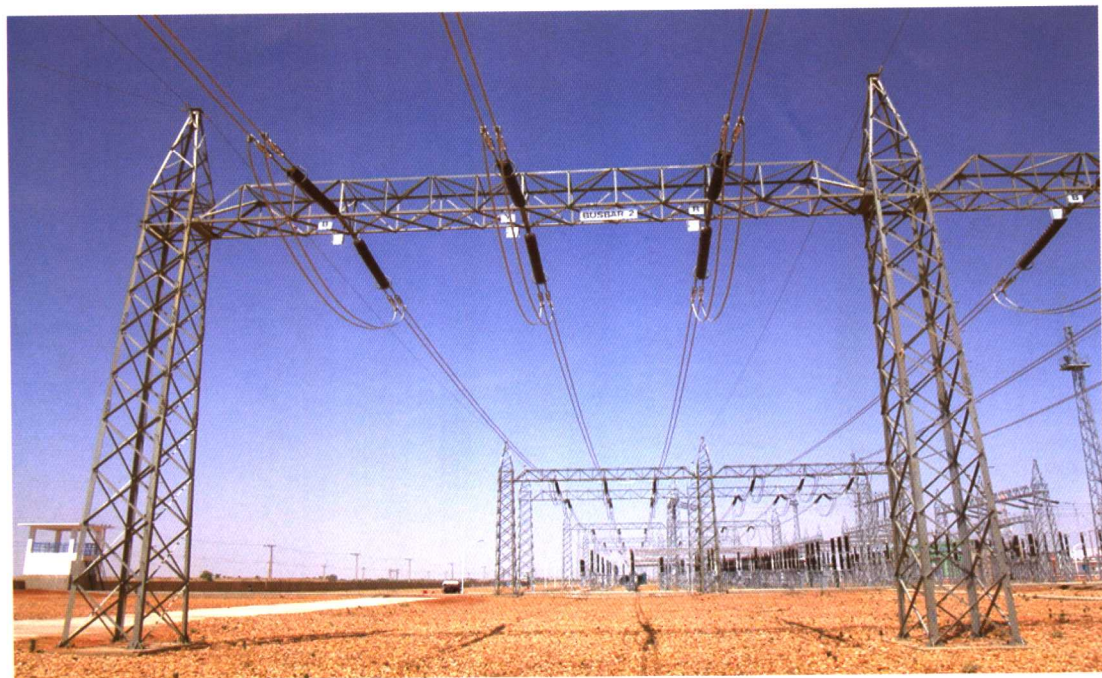


图5 格构式直立角钢塔架结构



图6 格构式直立钢管塔架结构



图7 格构式人字柱角钢塔架结构



图8 高强度钢管梁柱结构



图9 型钢结构



图10 环形截面钢盘混凝土柱结构



图11 钢筋混凝土梁结构



图12 打拉线结构(一)



图13 打拉线结构(二)



图14 焊接连接喷锌防腐构架



图15 防腐涂料防腐构架

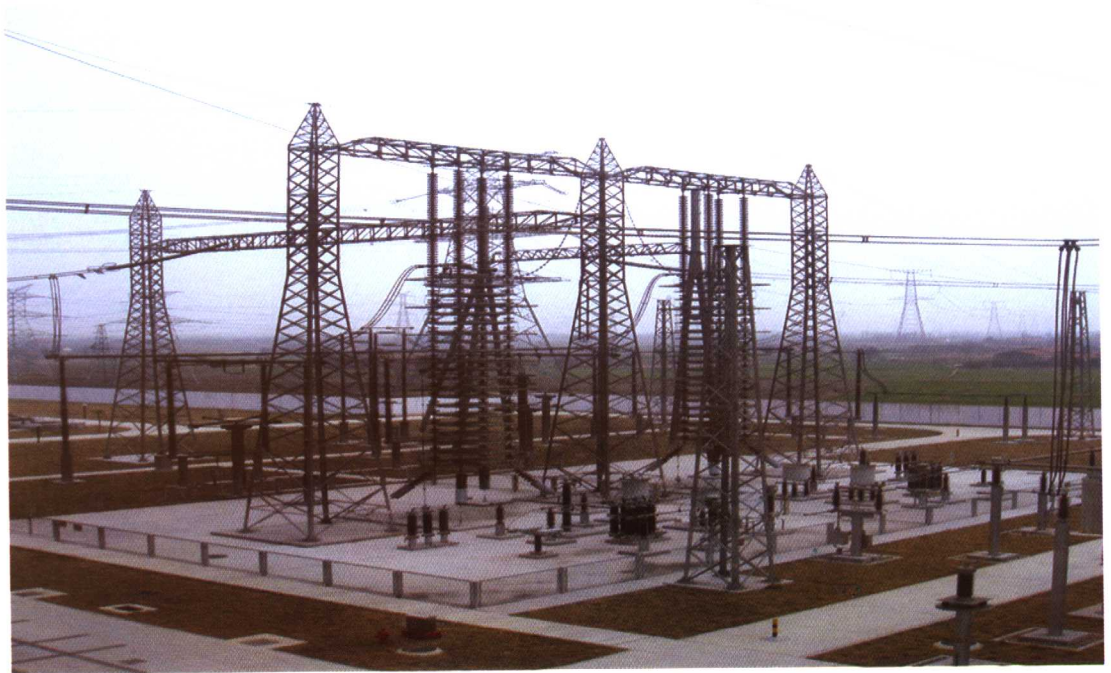


图16 换流站直流场构架

前 言

1980年,中南电力设计院完成了《变电构架设计手册》(以下简称《手册》)的编制工作。20多年来,《手册》在全国各地电力设计院等单位得到了广泛的应用,为我国电力事业的发展和进步起到了很好的作用。目前,随着国家和电力行业规范的不断更新,新结构、新技术、新材料的广泛研究和应用,《手册》已不能适应和满足当今电力发展的要求。为此,受中国电力规划设计协会委托,中南电力设计院组织编写组对80版《手册》进行了重新修编。

在本次修编过程中,我们进行了较为广泛的调查研究,收集和借鉴了许多兄弟单位的宝贵设计经验。在修订之初,打算精简一些较常规的力学计算、图表等内容,考虑到《手册》在全国范围的广泛适用性,在调查了解的基础上,本次修订仍保留了原《手册》的部分内容。同时,随着国家经济水平的提升和输变电技术水平的提高,近年来在变电结构设计方面也有了较大的改变,特别是一些新的结构型式和材料的使用,在工程实际使用上也有了较成熟的经验,有必要推广使用,本次修订增加了这部分内容。由于特高压变电站在国内还没有工程实例,经验不多,故本次修编时简化了该部分的内容,相关技术在经过工程检验并完善后在下次修编时考虑。

本《手册》共分8章和16个附录,其内容包括材料要求、荷载的考虑、静力计算、杆件设计(含钢结构、环形截面钢筋混凝土杆、环形截面预应力钢筋混凝土杆、薄壁离心钢管混凝土及钢管混凝土杆)、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、实际工程施工图参考图等。在原《手册》的基础上,增加了空间结构计算、薄壁离心钢管混凝土、钢管混凝土杆设计、柱脚架空螺栓连接设计、参考计算实例及参考施工图等。

全书由胡小龙主编,其中第1~2章及附录由胡小龙编写,第3~5章由吴必华编写、第6、8章由陈传新编写、第7章由程超编写。书中对110~500kV电压等级的变电站典型设计的内容作了简要介绍,本《手册》以文字说明为主,相应的公式、图表为辅。附录中列有100~500kV等电压等级的构架计算实例(由陈俊、高湛协助完成)等。

本《手册》可供电力行业土建结构设计、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,朱自锋、陈一军两位教授级高级工程师给予了大量的指导,也得到了杨国富、张玉明等专家的帮助,同时我们还得到了青岛武晓集团有限公司、维蒙特工业(中国)有限公司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。并请把您的宝贵意见反馈至中南电力设计院胡小龙 huxiaolong@csepd.com,或电力设计协会汤莉莉 ltang@cpecc.net,便于本《手册》下次修订时参考。

《变电构架设计手册》编写组

2006年8月 于武汉

目 录

1 概述	(1)
1.1 变电构架的类型	(1)
1.2 变电构架的特点	(3)
1.3 一般规定	(3)
2 材料	(8)
2.1 混凝土	(8)
2.2 钢筋	(12)
2.3 钢材	(14)
2.4 连接材料	(17)
3 荷载及荷载效应组合	(20)
3.1 荷载	(20)
3.2 荷载效应组合	(24)
4 静力计算	(29)
4.1 平面简化计算	(29)
4.2 空间计算	(42)
5 钢结构构架	(44)
5.1 构件设计和截面选择	(44)
5.2 连接计算	(57)
5.3 构造要求	(64)
6 环形截面钢筋混凝土及预应力混凝土构架	(73)
6.1 一般要求	(73)
6.2 环形截面预应力混凝土结构构件计算要求	(74)
6.3 承载力极限状态计算	(78)
6.4 正常使用极限状态计算	(87)
7 薄壁离心钢管混凝土及钢管混凝土构架	(93)
7.1 薄壁离心钢管混凝土结构构件计算	(93)
7.2 钢管混凝土结构构件计算	(103)
7.3 构造要求	(110)
8 基础设计	(116)
8.1 基础结构选型	(116)
8.2 设计基本规定	(116)
8.3 地基计算	(118)
8.4 基础抗拔和抗倾覆稳定验算	(122)

8.5 基础计算	(129)
8.6 柱脚设计	(134)
附录 A 轴心受压构件的稳定系数计算	(139)
附录 B 离心钢管混凝土构件设计参数	(149)
附录 C 柱的计算长度系数	(153)
附录 D 拔梢杆变形常数	(156)
附录 E 钢材的规格及截面特性	(157)
附录 F 常用构件的承载力设计值	(205)
附录 G 角钢的规线距离尺寸	(245)
附录 H 焊缝的承载力设计值	(246)
附录 I 500kV 单孔钢门型构架计算实例	(247)
附录 J 500kV 单孔多边形高强钢管梁柱结构构架计算实例	(273)
附录 K 220kV 单孔环形截面混凝土门型构架计算实例	(287)
附录 L 110kV 单孔多边形高强钢管梁柱结构构架计算实例	(305)
附录 M 110 ~ 500kV 变电站典型设计简介	(321)
附录 N 构架结构设计常用设计规范、规程、规定	(323)
附录 O 市场上常见材料规格一览表	(324)
附录 P 某 500kV 变电站构架结构参考图	(325)
参考文献	(331)

1 概 述

1.1 变电构架的型式

1.1.1 构架型式综述

由于我国地域辽阔,各地的自然条件及经济发展水平存在着很大的差别,给变电构架的型式也带来了多样性。在以往工程中应用较多的型式主要有:矩形断面格构式梁柱组成的普通钢结构、现场预制矩形断面的钢筋混凝土和预应力混凝土构架、预制离心环形截面钢筋混凝土杆、三角形断面的轻型钢结构构架、预应力环形截面钢筋混凝土杆构架、钢管人字柱与三角型断面钢梁、大联合钢构架、小联合(进、出线构架和母线联合)钢构架、全联合钢构架、打拉线单杆构架等。

随着国家整体经济实力和变电站电压等级的提高,在结构材料的选用上,在考虑安全性的同时,还要考虑结构的经济性、加工制造和施工的快捷性、成品质量的美观性等。随着我国经济的高速发展,我国的钢产量也随之大幅度提高,仅在 2005 年,我国全年钢产量在 3.42 亿吨左右,占世界总产量的近 1/3,成为了钢材出口大国。我国钢材的质量也在稳步提高,同时其市场价格也趋于合理,因此,近些年来,在 220kV 及以上等级的变电站构架结构中,采用钢结构的越来越多了,采用混凝土结构的越来越少了,采用非预应力的越来越多了,采用预应力的越来越少了。特别是在 500kV 及以上的交流工程中,全部采用的是钢构架。钢结构变电构架的应用在近几年得到了飞速发展,在钢材强度的选用上,除采用常规的 Q235、Q345 外,高强钢材(如 $f_y = 420\text{N/mm}^2$, $f_y = 520\text{N/mm}^2$ 等钢材,)在工程中也得到了应用,取得了一定的效果。

变电站构架结构,按材料分:分为钢结构和混凝土结构。按结构型式分:对柱有格构式、A 字柱及打拉线等型式;对梁有格构式和非格构式。构架的型式通常主要有以下几种:①焊接普通钢管结构;②格构式角钢(钢管)塔架结构;③高强度钢管梁柱结构;④型钢结构;⑤薄壁离心钢管混凝土结构;⑥钢管混凝土结构;⑦环形截面钢筋混凝土杆结构;⑧预应力环形截面钢筋混凝土杆结构;⑨打拉线结构。

表 1-1 构架主要结构型式一览表

柱结构	梁结构	格构式钢结构	高强钢管结构	型钢结构	钢筋混凝土结构
焊接普通钢管结构		√			
格构式钢结构		√			
高强钢管结构		√	√		
薄壁离心钢管混凝土结构		√			
钢管混凝土结构		√			
环形截面钢筋混凝土杆结构		√			√
预应力混凝土环形杆结构		√			√
型钢结构		√		√	
钢筋混凝土结构					√
打拉线结构		√		√	

注:梁柱的组合情况从理论上讲比上面打“√”的情况多,表中的组合为常用梁柱组合。

上述几种结构型式中的焊接普通钢管结构,全国各地有能力加工制造的加工厂比较多,加工制作工艺很成熟,安装、运输方便,是目前 220kV 及以上等级的变电站工程中使用最广泛的一种结构型式。

1.1.2 各种主要结构型式简述

1.1.2.1 焊接普通钢管结构是目前常用的结构型式,该结构通常是由焊接普通钢管人字柱和格构式钢梁组成。该结构加工工艺很成熟,生产厂家比较多,施工方便,外形美观。

1.1.2.2 格构式角钢(钢管)塔架结构由矩形断面格构式柱和矩形断面格构式钢梁组成。柱有自立式和带端撑式两种,自立式柱用得较多。格构式结构单根杆件较小,制作、安装、运输比较方便。

1.1.2.3 高强度钢管梁柱结构,可以充分利用钢材强度,减少钢材用量。但对于大跨度构架梁由挠度和稳定控制时,用钢量的减少不明显。值得说明的是,《钢结构设计规范》(GB50017)对钢管结构的材质不宜采用高强钢($f_y \geq 345 \text{ N/mm}^2$),主要是考虑到目前国内对钢管节点的试验研究工作中采用的材料大多是 $f_y \leq 355 \text{ N/mm}^2$ 的钢材,屈强比均不大于 0.8。但在变电行业,国外采用高强钢材(如 $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 520 \text{ N/mm}^2$ 等钢材)的工程比较多,在我国也有几个工程已投入运行,使用效果较好。只要采取的构造措施、计算等与强度相匹配,在工程中采用高强度钢材能取得较好的经济和社会效果。

1.1.2.4 型钢结构是由工字钢、槽钢等组成的钢结构,具有材料易于采购、结构简单、加工制造简易、腐蚀情况较钢管结构易于察觉的优点,但钢材用量较大,国外的低电压等级的变电站工程采用得较多。