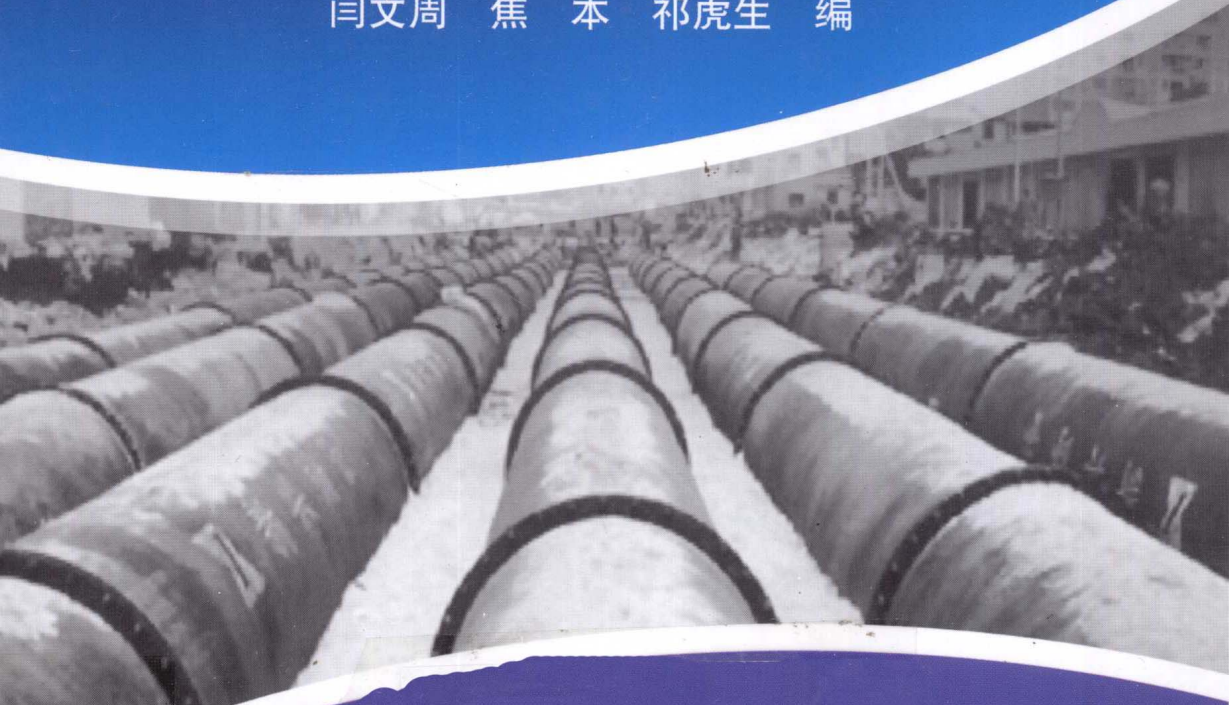


火电厂球墨铸铁输水管道 设计与安装

闫文周 焦 本 祁虎生 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

火电厂球墨铸铁输水管道 设计与安装

闫文周 焦 本 祁虎生 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

近年来,球墨铸铁管道在电力工程厂外输水管道中的应用越来越广泛,而目前市场上系统介绍球墨铸铁管道及其设计与施工方面的书籍却较少,本书力图从球墨铸铁管道的特性到球墨铸铁管道的设计与施工做一个比较系统地介绍。本书主要从球墨铸铁管材的特性及物理力学指标、电厂球墨铸铁输水管道的设计、球墨铸铁输水管道的安装施工3个主要方面对球墨铸铁输水管道在电厂中的应用,作了较为详细的介绍。

本书供从事电厂供水管道的设计人员和从事球墨铸铁管道安装及施工人员参考,对从事其他行业球墨铸铁输水管道以及管道生产厂的技术及销售人员的也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

火电厂球墨铸铁输水管道设计与安装/阎文周,焦本,祁虎生编. —北京:中国电力出版社,2009

ISBN 978-7-5083-9858-7

I. ①火… II. ①阎…②焦…③祁… III. ①火电厂-球墨铸铁-给水管道-设计②火电厂-球墨铸铁-给水管道-安装 IV. ①TM621.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 226011 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009年12月第一版 2009年12月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 6印张 102千字

印数 0001—2000册 定价 16.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

由于高等学校中没有单独面向火电厂水工艺设计的专业设置,本专业设计人员只能从相近专业招收,主要招收水工建筑专业及给排水专业的毕业生,参加工作后知识差异较大,往往无所适从。另外,水工艺专业在电力设计中属于辅助专业,设计人员的参考书相对有限,大多为一些相近行业的书籍,主要参照相关规范及部分手册开展工作,同时水工艺专业的设计内容非常庞杂,以上书籍不可能面面俱到,缺少针对性强的对于某项具体设计内容的专门书籍。故试图为新参加工作的水工艺设计人员在较短的时间内熟悉电厂供水管道的设计内容,了解球墨铸铁管道的特点及施工工艺,掌握系统的管道设计及施工知识,提供一本快速的参考书。

火电厂输水管道的设计是水工艺专业的一项重要设计内容,《火电厂球墨铸铁输水管道设计与安装》即是以上想法的一个尝试。书中融入了作者从事设计及施工安装工作的体会和感受,知识所限,不足之处在所难免,欢迎各位读者提出批评意见和建议。

编者

2009年11月

目 录

前言

第一章 球墨铸铁管材	1
第一节 球墨铸铁管材特点	1
第二节 球墨铸铁管道的主要技术指标	2
第三节 球墨铸铁管件及连接方式	5
第二章 球墨铸铁管道在电厂中的应用	8
第三章 设计程序及原始资料收集	9
第一节 设计程序	9
第二节 原始资料及收集	9
第四章 方案设计	14
第一节 管道选线及布置原则	14
第二节 管道综合技术经济分析	15
第五章 施工图设计	20
第一节 施工图设计内容	20
第二节 管线征租地图设计	22
第三节 管道转角设计	22
第四节 埋设管道设计	42
第五节 管道沿线构筑物设计	42
第六节 管道穿越障碍物设计	44
第六章 球墨铸铁输水管道的施工安装	46
第一节 土方工程	46
第二节 管道安装	53
第三节 管道附属构筑物施工	69
第七章 球墨铸铁有压输水管道的水压试验	75
第一节 水压试验的基本要求	75

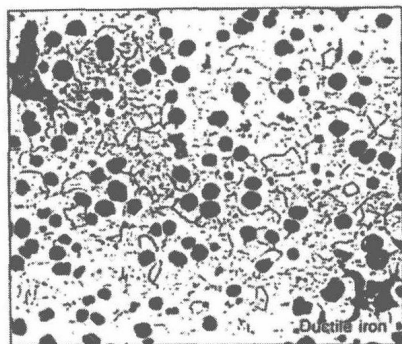
第二节 水压试验的准备及试验装置	75
第三节 水压试验前的检查及管道压力检查	76
附录 A 火电厂常用球墨铸铁管道、管件及附件重量	78
附录 B 球墨铸铁管道的刚度和径向韧性	80
附录 C 柔性橡胶接口球墨铸铁管件支墩应用研究与分析	81
附录 D 部分工程现场照片	86
参考文献	90

球墨铸铁管材

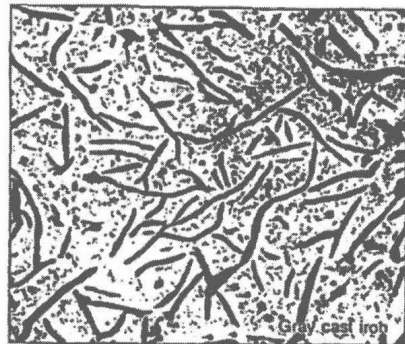
第一节 球墨铸铁管材特点

球墨铸铁管道是采用不同于传统铸造工艺生产的一种新型铸铁管材，铸造时在铁水中加入了少量的镁，改变了铸铁中的片状石墨结构，使其转变成球状，从而克服了片状石墨对铁基体连续性的阻止作用，具有卓越的可延性、柔韧性和抗冲击性。离心铸造工艺所产生的 $40\sim 50g$ 的离心力使得铁水中的杂质和气体充分排出，从而使管壁更加密实（密度达到 7050kg/m^3 ），球墨铸铁管的机械性能与 10 号钢管的机械性能几乎相似，其强度远高于灰铁管。在保证国标公差壁厚可靠性与安全性的前提下，比原灰铁管壁厚减薄，单位重量减轻，原来生产两根灰铁管的铁水可生产三根球墨铸铁管道，降低了管道成本，节约了国家铁资源，取得了良好的社会效益。

球墨铸铁与灰铁金相对比见图 1-1。



球墨铸铁



灰铁金

图 1-1 球墨铸铁与灰铁金相对比

实际工程中应用的球墨铸铁管道通常有水泥内衬、塑料内衬等形式，火电厂通常采用水泥内衬的球墨铸铁管道。

第二节 球墨铸铁管道的主要技术指标

本节只从使用角度对球墨铸铁管道的主要技术指标给以介绍。

1. 球墨铸铁管道的壁厚

球墨铸铁管材按壁厚分成不同的壁厚级别，不同的壁厚级别对应不同的管道壁厚、管道强度指标、管道刚度指标等。

壁厚级别系数用字母 K 表示，取 7、8、9、10、11、…。火电厂厂外管道 K 值通常为 7、8、9。

管道壁厚与 K 值的关系为

$$E=K(0.5+0.001DN)$$

式中 E ——标准壁厚，mm；

DN ——公称口径，mm。

火电厂厂外供水管道常用管道的壁厚见表 1-1。

表 1-1 火电厂厂外供水管道常用管道壁厚

管道公称直径 DN (mm)	管道壁厚 (mm)		
	K7	K8	K9
500	7.0	8.0	9.0
600	7.7	8.8	9.9
700	8.4	9.6	10.8
800	9.1	10.4	11.7
900	9.8	11.2	12.6
1000	10.5	12.0	13.5
1100	11.2	12.8	14.4
1200	11.9	13.6	15.3

注 本表根据 GB/T 13295—2008 第 5.1.4 条计算得出。

2. 球墨铸铁管道的强度指标

DN500~DN1200mm 离心球墨铸铁管道的最小抗拉强度为 420MPa。

DN500~DN1000mm 离心球墨铸铁管道的最小伸长率为 10%。

DN1100~DN1200mm 离心球墨铸铁管道的最小伸长率为 7%。

DN500~DN1200mm 球墨铸铁管件的最小抗拉强度为 420MPa。

DN500~DN1000mm 球墨铸铁管件的最小伸长率为 5%。

DN1100~DN1200mm 球墨铸铁管件的最小伸长率为 5%。

3. 试验压力指标

常用管道试验压力值见表 1-2。

表 1-2 火电厂常用管道试验压力值

管道公称直径 DN (mm)	试 验 压 力 (MPa)			
	K7	K8	K9	管件
500	2.45	3.2	4.0	1.6
600	2.45	3.2	4.0	1.6
700	1.8	2.45	3.2	1.0
800	1.8	2.45	3.2	1.0
900	1.8	2.45	3.2	1.0
1000	1.8	2.45	3.2	1.0
1100	1.25	1.8	2.5	1.0
1200	1.25	1.8	2.5	1.0

注 本表根据 GB/T 13295—2008 第 6.3.1.1 条计算得出。

4. 球墨铸铁管道的允许压力

球墨铸铁管道的允许压力有以下三个：

(1) 允许工作压力 (PFA)：部件可长时间安全承受的內部压力，不包括冲击压。

(2) 最大允许工作压力 (PMA)：部件在使用中可安全承受的最大內压力，包括冲击压。

(3) 允许试验压力 (PEA)：新安装在地面上或掩埋在地下的部件在短時間內可承受的最大流体静压力，此压力用以检测管线的完整性和密封性。该试验压力与系统试验压力 (STP) 不同，但同管线的设计压力有关，用来保证管线的完整性和密封性。上述三个允许应力计算公式为

$$PFA = \frac{20e_{\min}\sigma_b}{DSF}$$

式中 $e_{\min}$ ——管最小壁厚，mm；

D ——管平均直径 ($D=DE-e$)，mm；

DE ——管外径，mm；

e ——管道壁厚，mm；

σ_b ——球铁管最低抗拉强度, MPa;

SF ——安全系数, $SF=3$ 。

$$PMA=1.2PFA$$

$$PEA=PMA+0.5$$

常用管道允许工作压力值见表 1-3。

表 1-3 常用管道允许工作压力值 MPa

DN (mm)	K7	K8	K9
500	2.7	3.3	3.8
600	2.5	3.0	3.5
700	2.4	2.9	3.3
800	2.3	2.7	3.2
900	2.2	2.6	3.1
1000	2.2	2.6	3.0
1100	2.1	2.5	2.9
1200	2.1	2.4	2.8

注 本表摘自 GB/T 13295—2008《水及煤气管道用球墨铸铁管、管件和附件》附录 E。

5. 球墨铸铁管道的刚度和径向韧性

球铁管使用中在保持所有功能的前提下可以承受较大的径向变形, 使其在普通安装条件下能承受较大的覆盖深度及较大的交通负荷。

径向变形(单位: %)等于管子在垂直方向的变形(单位: mm)除以管子初始外径 DE (单位: mm), 再乘以 100。水泥内衬 K9 管其允许径向变形值在表 1-4 中给出, 这样保证了接头的完整性以及安全性, 防止管壁受到过度应力和内衬的过度开裂。

表 1-4 K9 管最小径向刚度和允许径向变形

DN (mm)	K9 管最小径向刚度 (kN/m ²)	K9 管允许径向变形 (%)
500	52	3.25
600	41	3.55
700	34	3.75
800	30	4
900	26	4
1000	24	4
1100	22	4
1200	20	4

注 本表摘自 GB/T 13295—2008 附录 J。

管的径向刚度 S 由下式计算得出

$$S=1000EI/D^3=[1000E(e/D)^3]/12$$

式中 S ——径向刚度, kN/m^2 ;

E ——材质弹性系数, MPa ;

I ——每单位长度管壁的二次面积矩, mm^3 ;

e ——管的壁厚, mm ;

D ——管的平均直径 ($D=DE-e$), mm ;

DE ——管的标准外径, mm 。

第三节 球墨铸铁管件及连接方式

1. 球墨铸铁管件

火电厂厂外输水管道需要的管件主要有转弯弯头、排气阀及放空阀处的三通等, 应用的管件较少。

球墨铸铁管道有着非常齐全的配套管件, 种类繁多, 品种齐全, 完全可以满足火电厂厂外输水管道的实际需要。

火电厂常用的连接管件有:

- (1) 盘承管件, 一端为承口, 另一端为法兰的短管、弯头等;
- (2) 盘插管件, 一端为插口, 另一端为法兰的短管、弯头等;
- (3) 双承管件, 两端均为承口的短管、弯头等;
- (4) 双插管件, 两端均为插口的短管、弯头等;
- (5) 插堵管件, 一端为插口的闷头;
- (6) 承堵管件, 一端为承口的闷头;
- (7) 各种接口形式及不同管径的三通管件等。

2. 球墨铸铁管道的连接方式

火电厂厂外球墨铸铁管道敷设, 主要用到以下连接方式。

(1) 滑入式柔性连接。在配套承口内放一密封圈, 插口穿过密封圈至承口的连接方式。如 T 形连接就是典型的滑入式柔性连接, 可使用于 DN1400mm 及以下的所有管道, 如图 1-2 所示。

(2) 机械柔性连接。依靠机械手段 (如压兰) 向密封圈施压而得到密封的连接方式。如 K 形连接、N_{II}型连接、S_{II}型连接。

K 形连接可使用于 DN2600mm 及以下的所有管道, 如图 1-3 所示。

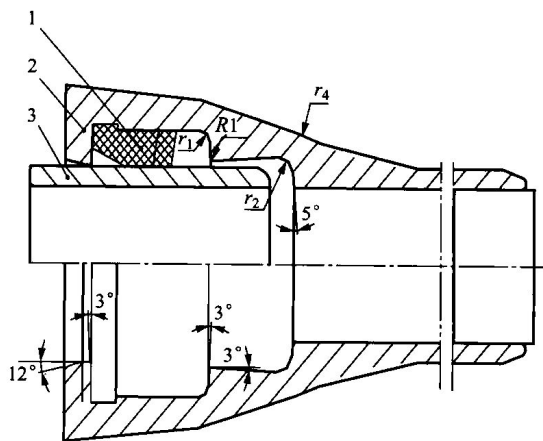


图 1-2 T 形连接

1—胶圈；2—承口；3—插口

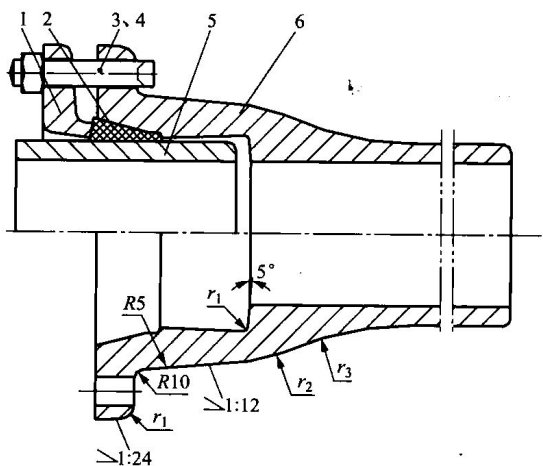


图 1-3 K 形连接

1—压兰；2—胶圈；3—螺栓；4—螺母；5—管体插口；6—管体承口

N_{II}型连接可使用于 DN700mm 及以下的所有管道，如图 1-4 所示。

S_{II}型连接可使用于 DN700mm 及以下的所有管道，如图 1-5 所示。

(3) 约束连接。可防止已组装接头分离的柔性连接方式，如自锚形 (TF) 接口。自锚形连接示意见图 1-6。

(4) 法兰连接 (略)。

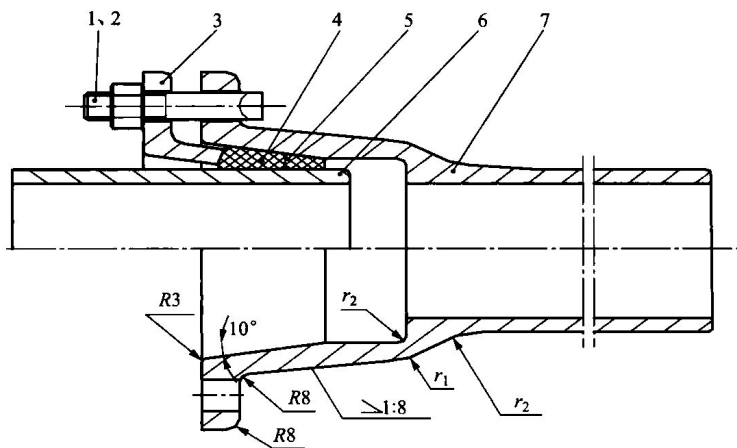


图 1-4 N_{II}型连接

1—螺母；2—螺栓；3—压兰；4—胶圈；5—支撑圈；6—管体插口；7—管体承口

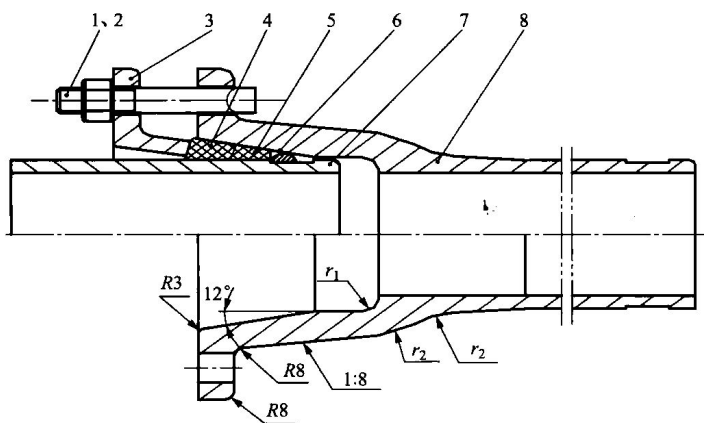


图 1-5 S_{II}型连接

1—螺母；2—螺栓；3—压兰；4—胶圈；5—隔离圈；6—锁环；7—管体插口；8—管体承口

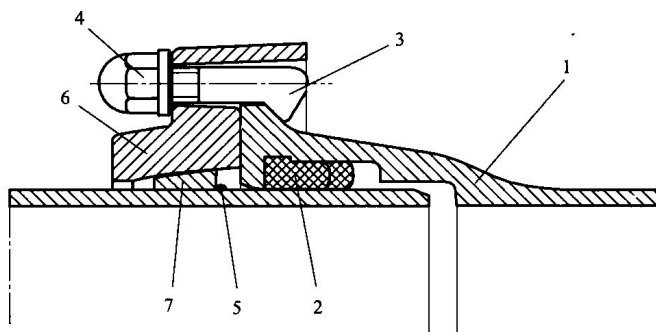


图 1-6 自锚形连接

1—球墨铸铁管；2—橡胶圈；3—螺栓；4—螺母；5—焊环；6—压兰；7—挡环

第二章

球墨铸铁管道在电厂中的应用

近年来,随着电厂容量的增加以及各种新型供水管材的不断出现,越来越多的管材应用到了电厂厂外供水系统,主要有钢管、球墨铸铁管道、预应力钢筋混凝土管、钢套筒混凝土管、硬聚氯乙烯管、超高分子量聚氯乙烯管、钢骨架聚氯乙烯管、加砂玻璃钢管道、纯玻璃钢管道等。

球墨铸铁管道以其高强度、长使用寿命、高运行可靠性、安装方便等特点在电厂供水管道中得到了越来越多的应用,特别是在大型电厂长距离输水管道中更是如此。仅河南地区近年来就先后用于三门峡火电厂二期 $2\times 600\text{MW}$ 机组工程(DN900mm 约 17km),平顶山第二发电厂一期 $2\times 1000\text{MW}$ 机组工程(DN1000mm 约 25km)。

火电厂输水管道通常具有管线长、管径大、供水可靠性要求高、供水压力高等特点。通常从厂外升压泵升压后直接送至厂区内,沿途除为保障管道安全运行而设置的排气、放空设施外,少有分支,无调节流量设施,与城市输水管网有着较大的不同。

1000MW 机组电厂厂外最大供水管道直径为 DN1200mm,300MW 机组及以下厂外管道最小管径为 DN500mm,其他管径应用较少,电厂供水管道的管径范围为 DN500~DN1200mm。

DL/T 5339—2006《火力发电厂水工设计规范》没有明确对球墨铸铁管道有关的水力计算要求。

球墨铸铁管道在火电厂输水管道的应用越来越多,也积累了很多设计与安装方面的经验,从设计及安装方面进行总结将是十分有益的。

设计程序及原始资料收集

第一节 设计程序

火电厂厂外供水管线的设计包括方案设计和详细设计，即初步设计和施工图设计。

1. 方案设计

方案设计的主要任务是现场踏勘，利用现场测量、现场地质勘探的成果确定管道的走向，选择供水管道的直径及数量，确定管道的材质，拟定沿线各类障碍物的穿越方案，完成管线水力计算等全部的计算工作，与有关交叉设施主管部门的协调配合，管线布置的综合技术经济分析等。在方案设计阶段，设计人员的另一个重要工作是配合勘测专业开展管线的测量和地质工作，为施工图设计做好准备。

方案设计的设计成品主要为管线的带状平面布置图（1:1000 或 1:2000）和剖面布置图。

2. 施工图设计

施工图设计的主要目的是提供满足现场施工要求的设计图纸。设计人员根据管线地形图资料、管线地质资料、管线沿线障碍物情况等自然条件，管道初步设计审查意见等开展施工图设计。施工图设计的主要成品有管线平面布置图、管线纵断面图、管道沿线沟井布置及施工图、管道跨越及穿越处施工图、管道支墩支架施工图、管件施工图等。

第二节 原始资料及收集

1. 管道沿线带状地形图

管道带状地形图通常在现场踏勘、管道走向选择、沿线地形地物考察的基

础上进行现场测量获得。

管道沿线带状地形图由测量专业完成,并作为原始资料提供给管道设计专业。测量的精度及深度执行测量专业的有关规程规范。初步设计以前,通常不进行现场测量,只进行大比例地形图的收集。在初步设计阶段或在施工图阶段才进行现场测量,通常要求一次测量同时满足施工图的设计需要。

DLGJ 128—1996《火力发电厂水工设计基础资料及其深度规定》第 4.3.7 条规定:

“厂外补充水管、水力除灰管和回收水管平断面地形图。带状地形图(比例 1:1000 或 1:2000),宽 100~150m,纵断面图:纵向 1:1000;垂向 1:100,并详细标出交叉构筑物的位置和标高”。

实际工程中,根据地形复杂程度,测量宽度有时可加宽至 200~300m。

现场测量工作的开展,通常需由管道设计专业向测量专业提出勘测任务书,由测量专业按任务书要求开展工作,并提供满足管道设计专业要求的地形测量图。

表 3-1 为常见的测量任务书格式。

×××电力勘测设计院

表 3-1

勘 测 任 务 书

工 程	名 称	×××发电厂工程	日 期	提交任务	××年×月×日	
	代 号	××-××××		要求完成	××年×月×日	
	阶 段	初设及施工图	委 托 专 业		供 水 专 业	
	规 模	2×1000MW	接 受 专 业		测 量 专 业	
任务内容, 附图、附表 名称及编号	为满足厂外管道施工图设计需要,需进行厂外管线地形测量。管线带状地形图:带状宽度 150m,比例 1:1000……					
特殊要求	无					
签 字	委 托 单 位		批 准		接 受 单 位	
	主任工程师		分管总工		主任工程师	
	组长		项目经理		队长	
	主设人		营销计划部		工程负责人	

2. 管道沿线地质资料

管道沿线的地质资料是开展管道施工图设计的重要依据,对管道系统的投

资以及管道的安全运行有着重要影响。管道设计人员根据管道沿线的地质情况开展设计。

现场地质工作的开展,通常需由管道设计专业向地质专业提出勘测任务书,由地质专业按任务书要求及相关规范开展现场地质勘探工作,并提供满足管道设计专业要求的地质报告和地质专业的有关规程规定。

DLGJ 128—1996《火力发电厂水工设计基础资料及其深度规定》第 5.4.3 条对厂外管沟地质勘探的内容及深度规定如下:

5.4.3.1 管沟沿线的地层结构,岩、土成层状态及其构造、地质纵剖面图,必要时补充若干与轴向垂直的横剖面描述。

5.4.3.2 地基土的物理力学指标:重度、土粒相对密度、内摩擦角、粘聚力、空隙比、含水量、压缩系数、压缩模量、弹性模量、泊松比、渗透系数和地基承载力等。

5.4.3.3 采用顶管法施工时,尚应取得各层土壤的牢固系数 f_k 值、颗粒级配及沿线地层是否存在有害气体等。

5.4.3.4 管、沟沿线地下水类型、水位及侵蚀性。是否通过湿陷性黄土或胀缩性土地地区及其对管、沟影响。

5.4.3.5 若管道与河沟交叉,需敷设在河沟底部或在河沟中设立支墩时,应取得该处河床地质剖面图、河床土壤颗粒级配、风化岩厚度和各层地基土的重度、承载力、压缩系数和压缩模量等物理力学指标。

5.4.3.6 对于管道跨越铁路或公路,需设立管道架空跨越构筑物地段,应了解地基稳定条件,取得地基承载力、土的重度、内摩擦角、粘聚力等主要物理力学指标。

勘测任务书的格式举例见表 3-2。

×××电力勘测设计院

表 3-2 勘 测 任 务 书

工 程	名 称	×××发电厂工程	日 期	提交任务	××年×月×日
	代 号	××-××××		要求完成	××年×月×日
	阶 段	初设及施工图	委 托 专 业		供 水 专 业
	规 模	2×1000MW	接 受 专 业		地 质
任务内容, 附图、附表 名称及编号	为满足厂外管道施工图设计需要,需对厂外管道沿线的地质条件提供一下资料: ……				