



中华人民共和国国家标准

GB/T 40546—2021

煤层气井排采工程设计规范

Design specification for coalbed methane well drainage engineering

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 设计依据 1

5 设计步骤和内容 2

6 健康、安全、环保管理 7

7 设计书 7

附录 A（资料性） 煤层气井排采工程设计附表格式 8

附录 B（资料性） 煤层气井排采工程设计书封面格式及编写提纲 14

参考文献 16

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由全国煤炭标准化技术委员会(SAC/TC 42)归口。

本文件起草单位：中煤科工集团西安研究院有限公司、中联煤层气有限责任公司、山西蓝焰煤层气集团有限责任公司。

本文件主要起草人：杜新锋、乔康、刘嘉、张培河、降文萍、郑玉柱、王正喜、王宇红、胡滨、杜志强、王成、张丁亮。

煤层气井排采工程设计规范

1 范围

本文件规定了煤层气井排采工程设计依据、设计内容、健康安全环保管理、设计书。
本文件适用于煤层气井的排采工程设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- AQ 1115—2018 煤层气地面开发建设项目安全设施设计审查和竣工验收规范
- SY/T 5587.5—2018 常规修井作业规程 第 5 部分：井下作业井筒准备
- SY/T 5587.9—2007 常规修井作业规程 第 9 部分：换井口装置
- SY/T 5873—2017 有杆泵抽油系统设计、施工作法
- SY/T 6084—2014 地面驱动螺杆泵使用与维护
- SY/T 6276 石油天然气工业健康、安全与环境管理体系
- SY/T 6668 游梁式抽油机的安装与维护
- SY/T 6921 煤层气井排采安全技术规范

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 设计依据

4.1 地质资料

地层、构造、煤层、储层、水文地质等资料。

4.2 钻井资料

井名、井别、井位坐标、井身结构、钻遇煤层、完钻井深等，钻完井基础数据表格式见附录 A 的表 A.1。

4.3 测井资料

井斜、方位、全角变化率、固井质量检测数据等，井眼轨迹数据表格式见表 A.2。

4.4 压裂资料

射孔数据、压裂施工总结、裂缝监测资料、压裂液返排数据等，射孔数据表格式见表 A.3，压裂施工

数据表格式见表 A.4。

4.5 测试化验资料

气含量、等温吸附、试井等分析测试资料。

5 设计步骤和内容

5.1 设计步骤

煤层气井排采工程设计步骤见图 1。

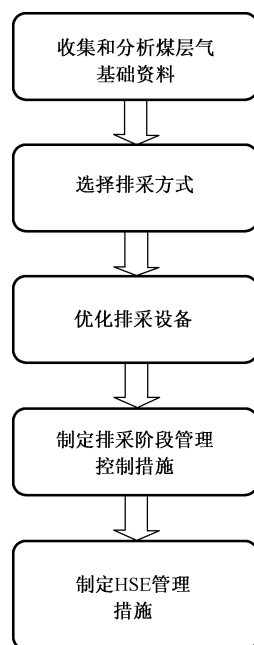


图 1 煤层气排采工程设计步骤示意图

5.2 排采方式选择原则

5.2.1 依据井型、产水量、煤粉产出特征等综合确定排采方式。

5.2.2 直井和定向井宜选择抽油机排采方式。

5.2.3 水平井宜选择螺杆泵排采方式,日产水量低于 30 m^3 时,选择抽油机排采方式。

5.2.4 产出液含煤粉等颗粒物较高时,选择螺杆泵排采。

5.3 抽油机工艺设计

5.3.1 泵的选择

5.3.1.1 泵效的选取,宜为 $60\% \sim 80\%$ 。

5.3.1.2 优先选用Ⅱ级间隙的泵。

5.3.1.3 抽油机泵径根据产水量选择,不同产水量泵径见表 1。

表 1 抽油泵泵径参数推荐表

泵径 mm	产水量 m ³ /d	抽油泵冲程 m						
		1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3
28	下限	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3
	上限	7.1	8.5	10.6	12.8	14.9	17.7	21.3
32	下限	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.7
	上限	9.3	11.1	13.9	16.7	19.5	23.2	27.8
38	下限	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.4
	上限	13.1	15.7	19.6	23.5	27.4	32.7	39.2
44	下限	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	3.3
	上限	17.5	21	26.3	31.5	36.8	43.8	52.5
56	下限	1.8	2.1	2.7	3.2	3.7	4.4	5.3
	上限	28.4	34	42.6	51.1	59.6	70.9	85.1
70	下限	—	3.3	4.2	5.0	5.8	6.9	8.3
	上限	—	53.2	66.5	79.8	93.1	110.8	133.0

5.3.2 抽油杆选择及杆柱结构设计

5.3.2.1 抽油杆及杆径选择：

- a) 单级杆径选择时首先根据抽油机悬点最大/最小载荷计算抽油杆柱顶部的最大、最小应力，进而求出杆柱循环应力的应力幅、折算应力和最大许用应力，最终确定抽油杆杆径。
- b) 多级杆径的选择按 SY/T 5873—2017 中 7.1 执行。

5.3.2.2 抽油杆结构自下而上为：柱塞、抽油杆、光杆。

5.3.3 油管选择及管柱结构设计

5.3.3.1 根据油管下入深度、油管柱受力大小，确定油管的材质和规格。油管最大允许下入深(长)度 L_y 计算见公式(1)，油管管体和接头轴向拉伸使用性能参见 GB/T 20657—2011 的表 K.5。

$$L_y = \frac{P_t - (mP'_g - P_L)}{maKq_tg} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

L_y ——油管最大允许下入深(长)度，单位为米(m)；

P_t ——管柱螺纹的抗拉极限负荷，单位为千牛(kN)；

m ——管柱螺纹的抗拉安全系数，一般取 1.3(API 油管取 1.015)；

P'_g ——锚定或解封压力，单位为千牛(kN)；

P_L ——作用在固定阀上的静液柱载荷，单位为千牛(kN)；

a ——考虑摩擦阻力、动载荷时的系数，一般取 1.2~1.6；

K ——浮力系数($K=1-d_{it}$ ， d_{it} 为井内液体相对于管柱钢材的相对密度)；

q_t ——油管在空气中每米质量，单位为千克每米(kg/m)；

g ——重力加速度，单位为米每二次方秒(m/s²)。

5.3.3.2 油管柱结构自下而上为：丝堵、沉砂管、筛管、压力计短节、泵、油管等。

5.3.4 抽油机选型

5.3.4.1 抽油机悬点最大载荷和曲柄轴最大扭矩按照 SY/T 5873—2017 中 5.1.1 的规定执行。

5.3.4.2 优先选用可调速电机。

5.3.5 抽油机井下基本油管柱结构

抽油机井下基本油管柱结构示意图见图 2。

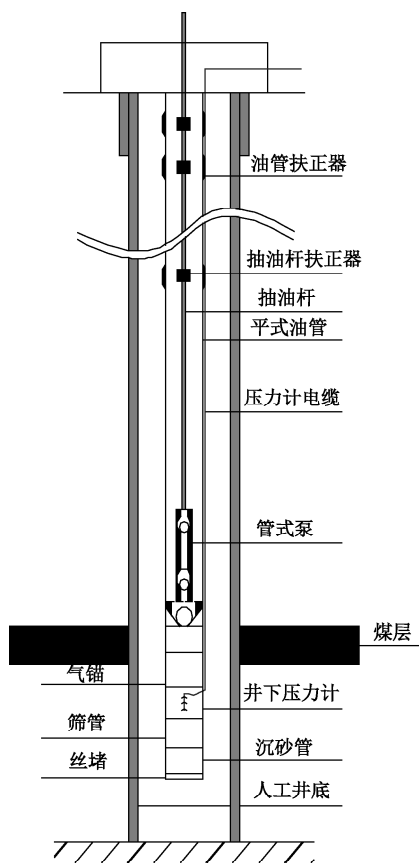


图 2 抽油机井下基本油管柱结构示意图

5.4 螺杆泵工艺设计

5.4.1 泵的选择

根据泵排量确定泵型，泵排量选择见表 2。

表 2 泵排量选择推荐表

日产水量/(m ³ ·d)	≤5	5~15	15~30	30~80	80~200
单转排量/(mL/r)	40,60	75,120	180,200,250	300,500,600	800,1 200

5.4.2 抽油杆选择及杆柱结构设计

- 5.4.2.1 抽油杆强度校核按照 SY/T 6084—2014 中 5.2 的规定执行。
- 5.4.2.2 水平井在全角变化率大于 $3^{\circ}/30\text{ m}$ 的位置应加抽油杆导向器。
- 5.4.2.3 抽油杆柱组合基本结构自下而上是转子、抽油杆、光杆。

5.4.3 油管选择及管柱结构设计

- 5.4.3.1 油管材质和规格的选择应执行 5.3.3.1。
- 5.4.3.2 油管柱基本结构自下而上的组成顺序是丝堵、沉砂管、筛管、泵、压力计短节和油管。

5.4.4 地面驱动设备

- 5.4.4.1 优先选用可调速电机。
- 5.4.4.2 额定扭矩应不低于抽油杆柱运行总扭矩的 1.5 倍。
- 5.4.4.3 驱动设备应有防反转装置,且具备方便安全的释放反扭矩功能。

5.4.5 螺杆泵井下基本油管柱结构

螺杆泵井下基本油管柱结构示意图见图 3。锚定器根据实际情况选择。

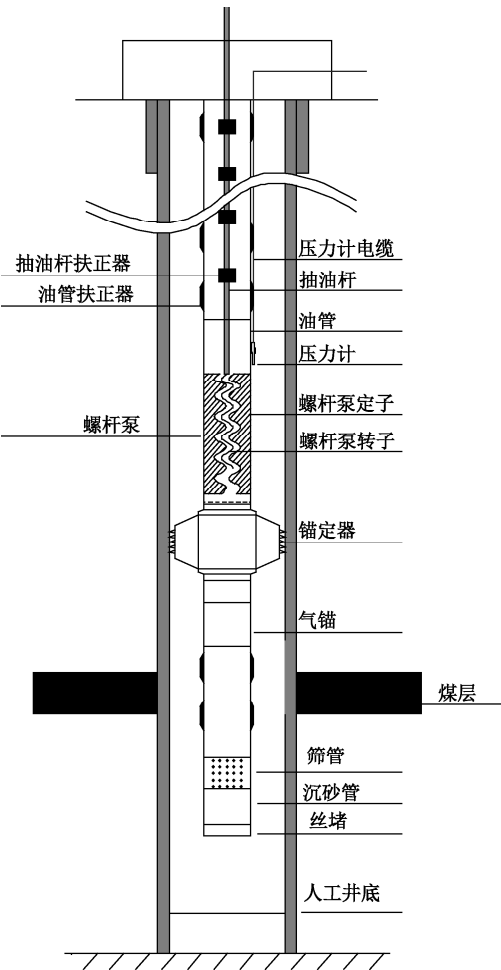


图 3 螺杆泵井下基本油管柱结构示意图

5.5 其他配套工艺设计

5.5.1 泵挂深度

5.5.1.1 直井、定向井泵挂位置位于全角变化率小于 $1.2^{\circ}/30\text{ m}$ 的井段,宜介于最下部目的煤层以下 $5\text{ m}\sim 10\text{ m}$ 。

5.5.1.2 水平井泵挂位置选择在井斜不大于 75° 的井段。

5.5.1.3 吐粉、吐砂量较大的井,泵挂应在煤层顶界以上。进液口在煤层以上时,应安装气锚。

5.5.2 扶正器设计

5.5.2.1 全角变化率大于 $1^{\circ}/25\text{ m}$ 井段,单根抽油杆上加装扶正器应不少于 1 个;大于 $3^{\circ}/25\text{ m}$ 井段,单根抽油杆上加装应不少于 2 个扶正器或直接使用注塑杆,扶正器应固定在抽油杆本体上。

5.5.2.2 扶正器位置应选择在距接箍 $0.3\text{ m}\sim 0.5\text{ m}$ 处。

5.5.2.3 螺杆泵工艺优先使用螺旋式结构扶正器。

5.5.2.4 水平井抽油杆导向器两端应加扶正器。

5.5.2.5 柱塞以上第一根抽油杆本体加装抽油杆扶正器,加装位置不应影响柱塞行程。

5.5.2.6 下入压力计电缆的井,在井斜角不大于 20° 的井段,每根油管应安装 1 个油管电缆扶正器;井斜角 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的井段,每根油管应安装 2 个油管电缆扶正器。

5.5.3 地面流程

5.5.3.1 井场内管道规格采用 DN50 无缝钢管,壁厚不低于 3.5 mm 。

5.5.3.2 井场范围内气水管线流程采用矮支架,相对地面高度 0.5 m ,支架间距 5 m 一组。

5.5.3.3 弯头、三通、异径管、管帽等对焊管件的压力等级或壁厚规格应与所连接管子一致或相当。

5.5.3.4 管线焊接完成后对管线进行试压,系统压力试验用洁净水进行。管道强度试验压力为设计压力的 1.5 倍,升压应缓慢,达到试验压力后稳压 10 min ,检查无泄漏、无压降为合格,然后降至设计压力,进行严密性试验,稳压 30 min ,经检查无泄漏、无压降为合格。试压合格后,应将管段内介质清扫干净。

5.5.3.5 井场气管线涂色采用黄色,排水管线采用绿色,井口、抽油机、螺杆泵及其他设备、仪表等均保持出厂色。

5.5.3.6 需要设置放空火炬的井,放空火炬的设置按 AQ 1115—2018 中 4.3.3 的要求执行。

5.5.3.7 为了防止冬季管线冻堵,井场内管线及计量装置采用保温措施。

5.5.4 智能化排采监控

5.5.4.1 采集数据

采集数据包括:

- a) 生产参数:井底流压、动液面深度、套管压力、井口压力、井口温度、瞬时产气流量、累计产气流量、累计产水流量、集气压力;
- b) 工况参数:示功图、冲程、冲次、载荷,螺杆泵转速、扭矩;
- c) 动力参数:井场电压、电流、变频器输出频率、输出电压、输出电流,以及排采设备电动机电压和电流等参数。

5.5.4.2 智能监控

智能监控包括:

- a) 煤层气井排采数据实时展示功能,并能根据实时参数自动绘制变化曲线。

- b) 煤层气井排采历史数据查询功能,并能根据存储的历史数据绘制参数变化曲线。
- c) 报警监视功能,应实现提示音(语音、笛音等)和提示窗等方式,并能管理报警信息。
- d) 通信状态监视及排采控制功能。

5.6 作业工程

安装井口按 SY/T 5587.9—2007 中第 6 章的规定执行,冲砂洗井按 SY/T 5587.5—2018 中第 4 章的规定执行,下管柱按 SY/T 5587.5—2018 中 5.1 的规定执行,下抽油杆柱按 SY/T 5873—2017 中 9.3.9 的规定执行,抽油机安装按照 SY/T 6668 执行,螺杆泵安装按照 SY/T 6084—2014 中 7.2 的规定执行。

5.7 排采管理

5.7.1 根据储层压力、临界解吸压力、动液面等数据及排采设备类型,针对不同的排采阶段,设计相应排采工作制度,内容包括设备工作参数、气井生产参数、排采强度、控制方式等。

5.7.2 各阶段排采工作制度的制定,应遵循“平稳、连续”的原则,避免排采强度过大,造成煤粉吐出、裂隙堵塞等问题。

5.7.3 排采各阶段若出现吐砂、吐粉现象,应分析原因,及时调整排采强度。

5.7.4 排采日报表应包括生产时间、冲程、冲次/转速、电机频率、电流、套压、井下压力、动液面、日/累计产液量、日/累计产气量、水质描述、pH 及备注事项等,排采日报表格式见表 A.5 和表 A.6。

5.7.5 水质、气组分分析按照 GB/T 13610 执行。

5.7.6 对于采用抽油机排采的煤层气井,当井下设备工作异常,要及时录取示功图进行诊断分析。

5.7.7 及时对日生产数据进行汇总,排采数据汇总表格式见表 A.7 和表 A.8,并做井底流压、套压、动液面、产气量、产水量等排采参数的生产曲线,跟踪排采动态,及时修正排采工作制度,使产能达到最佳状态。

6 健康、安全、环保管理

按 SY/T 6276、SY/T 6921 执行。

7 设计书

煤层气井排采工程设计书应有设计单位、设计人、审批人及审批结果信息。设计书封面格式及编写提纲见附录 B。

附 录 A

(资料性)

煤层气井排采工程设计附表格式

表 A.1 给出了煤层气井钻完井基础数据表。

表 A.1 ××井钻完井基础数据表

坐标	X：		地理位置											
	Y：		构造位置											
	H：		设计井深				实际井深							
井别		生产试验井		井型		单分支水平井								
补心高 m				完钻原则										
钻头 程序	一开钻头外径 mm		一开完钻井深 m		二开钻头外径 mm		二开完钻井深 m		三开钻头外径 mm		三开完钻井深 m			
钻遇 地层	代号													
	斜深 m													
	视厚 m													
目的 煤层	钻探深度 m								视厚度 m					
	测井深度 m													
套管 程序	名称	外径 mm	钢级	壁厚 mm		联入 m		下深 m		阻位 m		定位短节 m		试压 情况
	表套									—		—		
	技套													
	产套									—		—		—
固井 参数	水泥用量 t			水泥浆密度 g/cm ³					替量 m ³				碰压 MPa	
固井 质量	遇阻 深度 m	磁性定位 m				水泥返深 m		固井水泥环质量						
						地面		煤层顶		—		煤层底		—
井身 质量	最大井斜				三开段煤层钻遇情况						煤层最大全角变化率			
	井深 m	井斜 (°)	方位 (°)		有效煤层进尺 m		纯煤进尺 m		煤层钻遇率 %		井深 m		全角变化率 (°)	
		定向												
备注：														

表 A.2 给出了煤层气井井眼轨迹数据表。

表 A.2 ××井井眼轨迹数据表

深度 m	垂深 m	井斜角 (°)	真方位 (°)	总方位 (°)	东西位移 m	南北位移 m	总位移 m	全角变化率 (°)

表 A.3 给出了煤层气井射孔数据表。

表 A.3 ××井射孔数据表

射孔顺序	层号	煤层井段 m	煤层厚度 m	射孔井段 m	射孔厚度 m	枪型 弹型	射孔密度 孔·m ⁻¹	布孔方式 及方位角
第一段								
第二段								
备注：								

表 A.4 给出了煤层气井压裂施工数据表。

表 A.4 ××井压裂施工数据表

层段	施工时间	排量 m ³ /min	液量 m ³	砂比 %	砂量 m ³	破裂压力 MPa	施工压力 MPa	停泵压力 MPa

表 A.5 给出了抽油机排采数据日报表。

表 A.5 $\times \times$ 井排采数据日报表

[illegible]

表 A.6 给出了螺杆泵排采数据日报表。

表 A.6 ××井排采数据日报表

××井排采数据日报表														
泵底深度：			井下压力计深度：			吸入口顶深度：			天气：		日期：		记录人：	
时间	转速 r/min	频率 Hz	电流 A	井温 ℃	压力 MPa			液面 m		产量 m ³				
					套压	井下压力计	××煤流压	动液面	距××煤顶板	水流量计底数	产水量	气流量计底数	产气量	

表 A.7 给出了抽油机排采数据汇总表。

表 A.7 $\times \times$ 井排采数据汇总表

××井排水数据汇总表																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
目标煤层位置：					投产日期：			泵底深度：			井下压力计深度：					吸入口顶深度：			人工井底：																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
日 期	泵 径 mm	冲 程 m	冲 次 次/min	泵 效 %	井 温 ℃	压 力 MPa				液 面 m				产 量 m ³					电 流 A			频 率 Hz	累 计 返 排 率 %	水 质 描 述	pH 值	设备运行时间			备 注																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
						套 压	井 下 压 力 计	压 力 日 降 幅	× × 煤 层 中 部 流 压	动 液 面	液 面 日 降 幅	距 × × 煤 顶 板	距 吸 入 口	日 产 气 量	产 气 量 增 减 幅 度	累 计 产 气 量	日 产 水 量	产 水 量 增 减 幅 度	累 计 产 水	上 行 最 大	下 行 最 大					平 衡 度																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
日 运 行 时 间 h	日 运 行 有 效 率 %	累 计 运 行 时 间 d																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

表 A.8 给出了螺杆泵数据采集汇总表。

表 A.8 $\times \times$ 井排采数据汇总表

[illegible]

附 录 B

(资料性)

煤层气井排采工程设计书封面格式及编写提纲

B.1 封面格式

B.1.1 幅面尺寸:选用 A4 开本,210 mm×297 mm。

B.1.2 封面格式如图 B.1 所示。

_____井排采工程设计	
设计人:	
审核人:	
审批人:	
设计单位:	
____年____月____日	

图 B.1 封面格式图

B.2 设计书编写提纲

图 B.2 给出了设计书编写提纲。

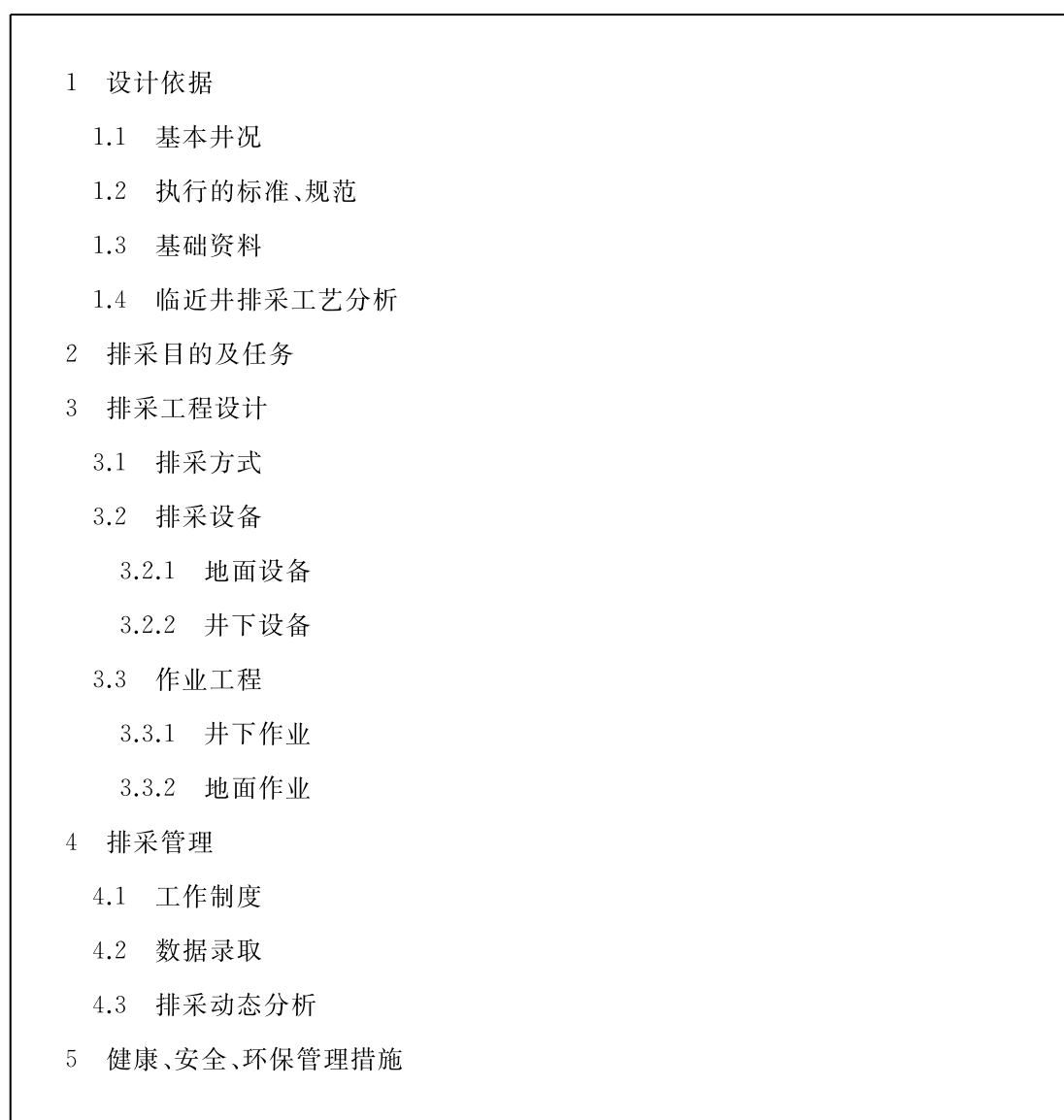


图 B.2 设计书编写提纲

参 考 文 献

- [1] GB/T 20657—2011 石油天然气工业套管、油管、钻杆和用作套管或油管的管线管性能公式及计算
-