

DIANLIJIANSHE ZHILIANG GUANLI
(QC) XIAOZU CHENGGUO XUANBIAN (2013NIANDU)

电力建设质量管理 (QC)小组成果选编

(2013年度)

中国电力建设企业协会 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANLIJIAN SHE ZHIL IANG GUAN LI
(QC) XIAOZU CHENGGUO XUANBIAN (2013NIANDU)

电力建设质量管理 (QC) 小组成果选编 (2013年度)

中国电力建设企业协会 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以《电力建设优秀质量管理（QC）小组成果评审办法（2013版）》为依据，从527项获得“2013年度电力建设优秀质量管理（QC）小组成果奖”中，选出具有代表性的35项成果编辑出版。

本书涵盖火电、水电、输变电、风电、光伏、核电等专业，成果采用问题型、现场型、管理型、创新型等方法，应用新技术、新工艺、新流程、新装备、新材料，成果的应用有助于提升工程质量管理及施工质量。

本书内容详实、图文并茂、文字表达准确，可供质量管理人员和专业技术人员学习、参考。

图书在版编目（CIP）数据

电力建设质量管理（QC）小组成果选编：2013年度/中国电力建设企业协会主编. —北京：中国电力出版社，2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5123 - 4989 - 6

I. ①电… II. ①中… III. ①电力工程 - 工程质量 - 质量管理 - 中国 IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 231584 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013年11月第一版 2013年11月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 30印张 738千字

印数0001—1000册 定价120.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
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

编 委 会

主任委员 孙玉才

副主任委员 尤 京 陈景山 范幼林

委 员 汪杭明 石玉成 卢 西 徐云泉

周国新 金国华 鲁 萍 刘 莉

邵志范 侯明德 赵 俭 王淑燕

李 婧 蔺雪竹 田种青

目 录

研究烟囱钢内筒改造新方案	
山东电力建设第二工程公司钢内筒施工创新 QC 小组	1
提高管型母线切割口 H 点合格率	
广东省输变电工程公司广丰 QC 小组	19
遥控直升机专用放线抛绳器的研制	
云南省送变电工程公司高原狼 QC 小组	33
降低 CFB 锅炉 U 形回料器表面温度	
河南第二火电建设公司海外沙漠绿洲 QC 小组	47
海阳核电鼓形滤网安装工艺研发	
中国能源建设集团江苏省电力建设第三工程公司	
海阳核电鼓形滤网安装工艺研发 QC 小组	63
300m 级特高拱坝接缝灌浆系统预埋质量控制	
中国水利水电第七工程局有限公司	
锦屏一级水电站坝体接缝灌浆系统预埋 QC 小组	80
9F 立式余热锅炉模块水压试验后干燥防腐新方法的研探	
北京京西燃气热电有限公司热机 QC 小组	94
缩短变压器例行试验接线时间	
山西省电力公司检修公司高压试验 QC 小组	105
提高升压站保温型外墙薄层抹灰一次验收合格率	
中国能源建设集团天津电力建设公司新能源 (新越) QC 小组	129
降低 660MW 机组循环水泵清污机故障次数	
中国能源建设集团湖南省火电建设公司黄牛 QC 小组	141
断层破碎带帷幕灌浆施工方法研究	
中国水电建设集团十五工程局有限公司中国水电十五局基础公司灌浆 QC 小组	156
提高基于谷歌地球的输电线路测量的平面精度	
江苏省电力设计院 3S QC 小组	166
研制中低压管道预制对口装置	
山东电力建设第二工程公司睿智 QC 小组	186
凝汽器筒体拆除方法研究	
中国能源建设集团广东省电力第一工程局苏源项目 QC 小组	206

降低塔材镀锌锅加热电能损耗	
山东送变电工程公司送电五公司新绿 QC 小组	221
解决变电站粉土地地沉陷危害 QC 小组成果报告	
浙江省电力设计院变电 QC 小组	239
降低沙漠戈壁地区铁塔基础混凝土养护成本	
青海送变电工程公司送电技术中心 QC 小组	255
仪表管对口器具的研制	
中国能源建设集团安徽电力建设第二工程公司国投盘北仪控安装 QC 小组	268
降低起重机高寒气候故障频次	
河南第一火电建设公司飞雁 QC 小组	280
羊八井二期 20MW _p 光伏组件平整度控制策略	
西藏信和监理咨询有限公司光伏组件平整度控制策略 QC 小组	290
研发开关二次端子接线新方法	
河北省电力公司电力经济技术研究院建管中心 QC 小组	301
降低 1000MW 机组汽轮机低压外缸拼装焊接变形量	
中国能源建设集团江苏省电力建设第一工程公司铮亮 QC 小组	311
提高 GIS 耐压不合格故障处理效率	
国网山西送变电工程公司霍州北 220kV 变 QC 小组	326
环海地区 66kV 直埋高压电缆新型包裹料配制	
中国水利水电第三工程局有限公司勘测设计研究院、 中国水利水电第三工程局有限公司卡塔尔路赛 CPI 项目海湾 QC 小组	338
变压器真空注油油位监测装置研制	
河北省送变电公司变压器 QC 小组	352
一种核岛主管道自动焊焊接方法的研究	
中广核工程有限公司主管道自动焊 QC 小组	358
降低 500kV HGIS 组合电器气体泄漏率	
中国能源建设集团江苏省电力建设第一工程公司 华电句容 500kV 屋外 HGIS 组合电器安装 QC 小组	375
降低牟平变电站管型母线安装外观尺寸一次非优率	
山东送变电工程公司牟平 500kV 变电站翔飞 QC 小组	386
提高工程文件收集整理归档效率	
清远蓄能发电有限公司清蓄电站档案管理 QC 活动小组	402
QTP1350 塔式起重机电气变频改进技术	
上海电力安装第二工程公司 QTP1350 塔式起重机小钩变频改进 QC 小组	411
提高清水混凝土基础质量优良率	
中国能源建设集团广东火电工程总公司 广东送变电工程公司溪洛渡 9 标 QC 小组	418
提高 PE 管焊接质量	
中国葛洲坝集团机械船舶有限公司民用船舶厂 QC 小组	428

研制现浇混凝土设备基础倒角工具	
山东送变电工程公司牟平 500kV 变电站翔飞 QC 小组	440
运用 DCS 仿真技术提高常规岛控制类问题处理效率	
中广核工程有限公司运用 DCS 仿真技术提高常规岛控制类问题 处理效率 QC 小组	447
防止钢架焊接裂纹	
上海电力安装第一工程公司、华能北京热电有限责任公司焊接 QC 活动小组	465

研究烟囱钢内筒改造新方案

山东电力建设第二工程公司
钢内筒施工创新 QC 小组

1 前言

华电榆横电厂一期工程烟囱内筒是至今为止亚洲直径最大的钢内筒之一（直径为 9.5m）；该烟囱原设计方案为砖内筒，后为满足国家环保政策要求，变更为钛钢复合板——钢内筒。但由于变更前外筒及积灰平台已施工完毕，存在现场无进料通道、施工场地狭小和钢内筒底座位置变动等问题，并且对烟囱内筒结构进行重大变更在全国尚属首例，这给钢内筒的施工带来了全新的技术挑战。作为里程碑项目，业主要求钢内筒安装必须于 2012 年 9 月 1 日到顶，所以，此问题的解决迫在眉睫。

2 小组概况

小组概况见表 1。

表 1 小 组 概 况

小组名称	钢内筒施工创新 QC 小组			
课题名称	研究烟囱钢内筒改造新方案			
成立时间	2011 年 8 月	注册日期	2011 年 9 月	
注册号码	11-66-D-01	课题类型	创新型	
小组成员接受 TQC 教育情况	小组成员共 11 人，人均接受 QC 知识培训 36 课时			
姓名	性别	职务	文化程度	组内分工
李克远	男	工程项目副总工	大专	组长、设计总监
赵广义	男	质保主管	大专	设计指导
李志军	男	生产主任	中专	施工总监
李 仑	男	技术主任	本科	设计指导
张 峰	男	施工小组长	中专	设计
魏国亮	男	质检员	中专	质检
许川川	男	技术员	本科	现场实施
王世银	男	技术员	本科	现场实施
范国辉	男	技术员	本科	设计、资料收集
李庆灵	女	技术员	本科	资料收集
罗 钢	男	技术员	本科	资料收集

3 选择课题

3.1 理由一

设计更改，烟囱原设计方案为砖内筒，后变更为钛钢复合板——钢内筒。

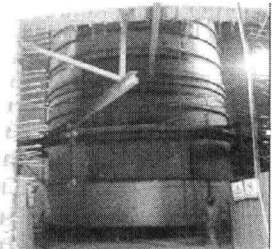
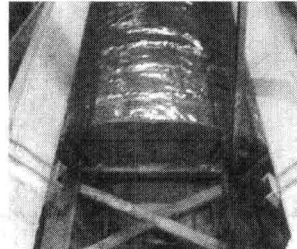

(1) 问题1：烟囱内筒结构进行重大变更在全国尚属首例。

(2) 问题2：变更前积灰平台已施工完毕，未预留施工进料口，现场施工场地狭小。

3.2 理由二

查阅了国内外烟囱内筒施工资料及相关信息，虽然施工项目不同，形式多样，但归结起来烟囱钢内筒共有三种施工方案，分别为液压提升方案、液压顶升方案和气压顶升方案，对比见表2。

表2 现有钢内筒施工方案对比

液压提升方案	液压顶升方案	气压顶升方案
利用液压提升装置实现钢内筒逐节提升、组合的方法	利用液压顶升装置实现钢内筒逐节提升、组合的方法	利用气压顶升装置实现钢内筒逐节提升、组合的方法
		
优点：拆装简便，液压装置可重复使用	优点：拆装简便，液压装置可重复使用	优点：施工成本投入较低，工期较短
缺点：装置采购一次性成本投资较高；钢内筒直径9.5m，悬挂平台处内筒与外筒间距为1.7m，提升设备一般为2m，无法放置提升设备	缺点：装置采购一次性成本投资较高；须凿除积灰平台，影响烟囱整体结构稳定性	缺点：通常气顶施工主要针对于钢内筒底座布置于0m的设计方案，以往气顶装置的各系统均不能满足烟囱改造的施工需要
结论：不论液压顶升、提升还是气压顶升，均受现场条件的限制而且成本高，三种方案都不能用在此烟囱改造上		

通过以上调查，并结合现场条件。小组人员经过认真讨论，将课题确立为研究烟囱钢内筒改造新方案。

4 确定目标

4.1 目标

目标为研究出“烟囱钢内筒改造”新方案。

4.2 主要性能

(1) 烟囱钢内筒安全到顶。

(2) 中心偏差小于9mm、半径偏差小于8mm、圆弧度偏差小于1.5mm、垂直度偏差小于9mm，满足钢内筒安装设计要求。

5 提出各种方案并确定最佳方案

5.1 寻找设计思路

按图1寻找设计思路。

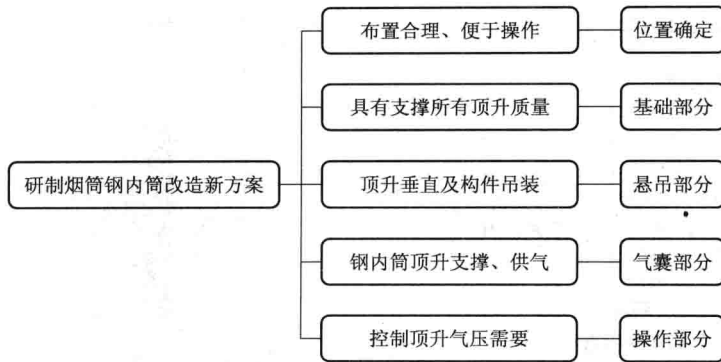


图1 设计草案

从图1中初步确定该装置主要由5部分组成：位置确定、基础部分、悬吊部分、气囊部分、操作部分。气压顶升装置设计草图如图2所示。

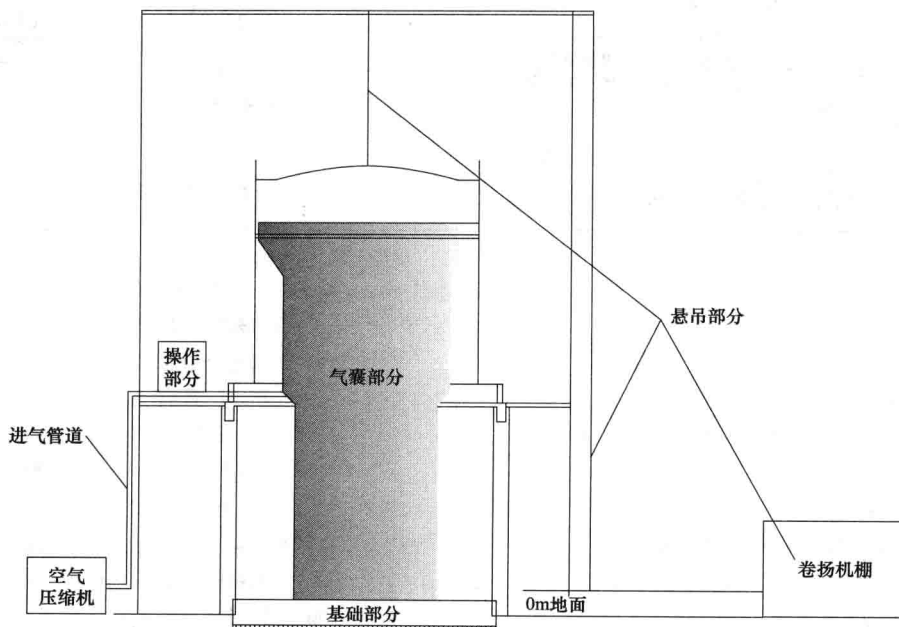


图2 气压顶升装置设计草图

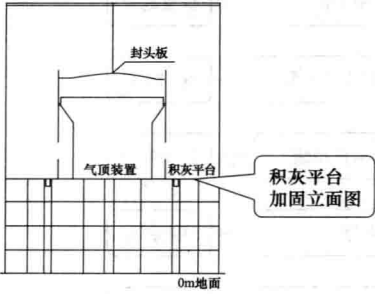
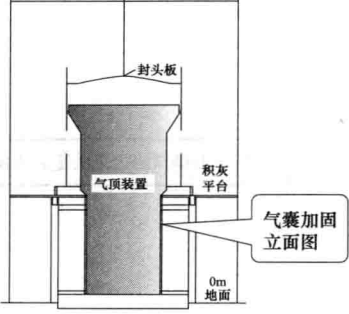
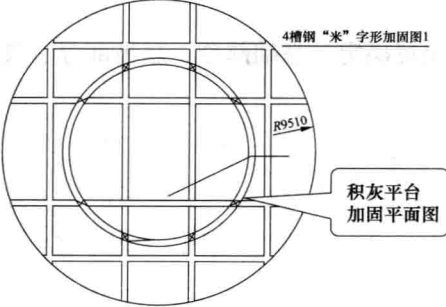
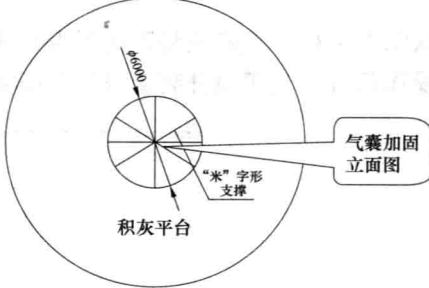
5.2 方案的提出与论证

小组成员对分析出的五个主要组成结构分别提出了设计方案，并一一进行论证。

5.2.1 位置确定

位置部分设计方案二次对比见表3。

表3 位置部分设计方案二次对比

方案一	方案二
<p>加固积灰平台，在积灰平台顶升钢内筒</p>	<p>清除积灰平台环梁内直径6m混凝土，加固气囊，在积灰平台顶升钢内筒</p>
 <p style="text-align: center;">加固积灰平台</p>	 <p style="text-align: center;">0m 设基础清除积灰平台6m 直径环梁内的混凝土</p>
 <p style="text-align: center;">积灰平台加固平面布置图</p>	 <p style="text-align: center;">钢内筒气顶平面布置图</p>
<p>积灰平台加固计算： 积灰平台钢支撑 HW600 工字钢弯曲应力计算为</p> $\sigma_{\max} = M_{\max} / W_z$ $\sigma_{\max} = PL / W_z = (722/8) \times 9800 \times 2500 \times 2350 /$ $1200 / 1\ 971\ 000 = 98.24 \text{ N/mm}^2$ <p>许用应力 $\sigma_{\text{许用}} = 215 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{\max} < \sigma_{\text{许用}}$, 故支撑整个钢内筒满足强度要求</p>	<p>气顶计算：</p> $F = A_1 \times P$ <p>式中 A_1——钢内筒充气腔横截面积； P——筒体内最大气压。</p> $F = Q$ $Q = 552\ 000 \text{ kg}$ $A_1 = \pi d^2 = 3.14 \times 300 \times 300 = 282\ 600 \text{ cm}^2$ <p>可知：$P = Q / A_1 = 1.95 \text{ kg/cm}^2 = 0.2 \text{ MPa}$</p> <p>薄壁圆筒受内压力时，沿纵向破裂的危险大于沿横截面断裂的危险，材料焊缝的允许应力小于钢材的允许应力，因此其强度条件是 $\sigma_t = Pd / 2t \leq [\sigma]$</p> $t = 0.2 \times 6 / 2 \times 0.014 = 42.85 \text{ MPa} < [\sigma] = 180 \text{ MPa}$ <p>安全系数：$[\sigma] / \sigma_t = 3.7$</p> <p>由上可知，当受最大压力时，最薄处筒体所受应力约为3.7倍，是足够安全的</p>

方案一	方案二
加固材料成本计算： 竖向支撑型钢 HW600×300×13×23 为 $16 \times 9 \times 222 = 31.968\text{t}$ 水平支撑 HW400×400×15×15 为 $13 \times 4 \times 141 \times 2 = 14.664\text{t}$ $18 \times 4 \times 141 \times 2 = 20.304\text{t}$ 共计： $66.936\text{t} \times 4500 \text{元/t} = 30.121 \text{万元}$	加固材料成本计算： 顶升增加段 12 厚钢板为 $3.14 \times 6 \times 9.15 \times 12 \times 7.85 = 16.2\text{t}$ “米”字形支撑 3 道： 槽钢 16 为 $54 \times 19.75 + 6 \times 9 \times 19.75 = 2.1\text{t}$ 共计： $18.3\text{t} \times 4500 \text{元/t} = 8.27 \text{万元}$
拆除费用（人工）： 加固拆除： $66.93\text{t} \times 0.005 \text{万元/t} = 0.33 \text{万元}$ 共计：30.451 万元	拆除费用（人工）： 混凝土拆除： $3.14 \times 6\text{m} \times 0.25\text{m} \times 2000 \text{元/m}^2 = 0.942 \text{万元}$ $18.3\text{t} \times 50 \text{元} = 0.9 \text{万元}$ 共计： $0.942 + 0.9 = 1.8 \text{万元}$
优点：节约拆除费用。 缺点：加固费用高	优点：加固费用低。 缺点：增加了拆除混凝土费用
放弃	选用

小组通过对两种设计方案的对比，由于方案二施工成本低，故选择方案二。在 2 号烟道口上方设置单轨起重机，通过 2 号烟道口进料，清除积灰平台环梁内直径 6m 混凝土，将气囊延长至 0m 基础上，在积灰平台上顶升钢内筒

5.2.2 基础部分

对于气顶装置基础部分，小组成员经过认真讨论，提出两种设计思路，见图 3。

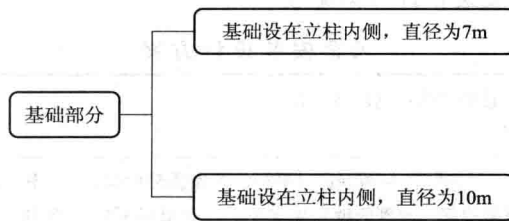


图 3 设计思路

针对以上两种设计思路，编制对比，如表 4 所示。

表 4 基础部分设计方案对比

方案一：基础设在积灰平台立柱内侧，直径为 7m	方案二：基础设在积灰平台立柱内侧，直径为 10m
<p>钢内筒气顶立面布置图</p>	<p>钢内筒气顶立面布置图</p>

方案一：基础设在积灰平台立柱内侧，直径为7m	方案二：基础设在积灰平台立柱内侧，直径为10m
计算：土方为 $3.14 \times 3.5 \times 3.5 \times 0.8 = 30.772 \text{ (m}^3\text{)}$ 混凝土为 $3.14 \times 3.05 \times 3.05 \times 1 = 29.3 \text{ (m}^3\text{)}$	计算：土方为 $3.14 \times 5.5 \times 5.5 \times 0.4 = 37.99 \text{ (m}^3\text{)}$ 混凝土为 $3.14 \times 5 \times 5 \times 0.6 = 47.1 \text{ (m}^3\text{)}$
优点：基础面积小。 缺点：基础深挖，挖土方困难；与地基接触面小，需单独做转向地锚	优点：与地基接触面积大，受力均匀；不需要再单独做钢丝绳转向地锚；仅在基础上预留埋件，便于加固气顶装置。 缺点：工程量大；占用施工空间大
放弃	选用

通过对两种方案的对比，小组决定选定方案二，因为此方案由于基础面积的加大，在顶升钢内筒时，有利于气顶装置的稳定；不再单独做地锚基础、与顶升装置基础连成整体，增加稳定性，更安全。虽然占用施工空间大，通过合理布置能满足施工要求；基础施工至0m标高处，此积灰平台内不再重新施工地面，相对方案一工程量并不大

5.2.3 悬吊部分

悬吊部分主要包含两部分，如图4所示。

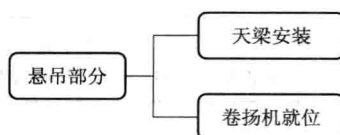
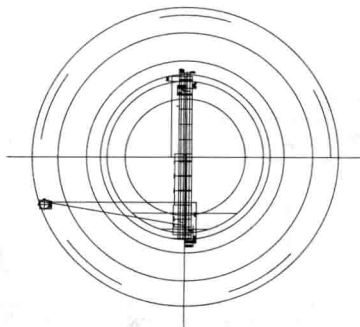


图4 悬吊部分示意图

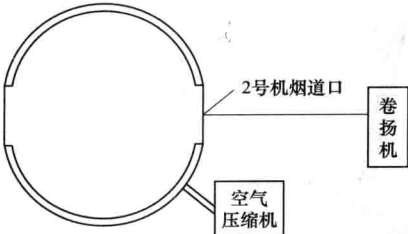
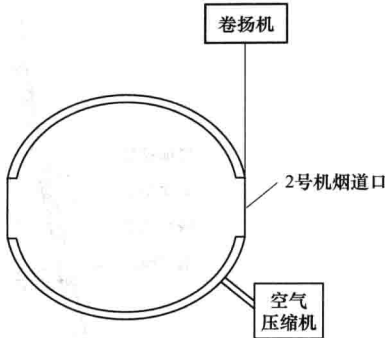
(1) 天梁安装。天梁安装设计方案见表5。

表5 天梁安装设计方案

设计依据	1. 位置需便于进料且要安装在钢内筒上方。 2. 具有一定的强度
设计思路	针对以上依据，将天梁安装在与两烟道口平行、烟囱顶部标高207m中心位置，将支撑梁坐挂在井架上，用2个5t倒链将支撑梁提起，放到筒壁顶部支架上，支架用两根[28的槽钢焊成，支架与预埋件（预埋件在外筒施工时已预埋）焊牢，再安装滑轮组、钢丝绳
结论	 <p>天梁中间弯矩为</p> $M_x = 8.838F_1 - (8.338F_1 + 4.55F_2 + 1/8 \times 1.8 \times 8.838^2)$ $= 2350098 - (1042250 + 568750 + 18) = 739.080 \text{ kN} \cdot \text{m}$ $1.05 \times 5560 / (1.05 \times 5560.2 \times 10^3) = 127 \text{ N/mm}^2 < 315 \text{ N/mm}^2$ $127 \text{ N/mm}^2 < 315 \text{ N/mm}^2, \text{ 满足上料要求, 安装在烟囱顶部}$ <p style="text-align: center;">天梁安装图</p>

(2) 卷扬机就位方案。制订了两种设计思路，编制对比表见表 6。

表 6 卷扬机就位设计方案

方案一：与支撑梁、烟道口平行设卷扬机	方案二：与天梁、烟道口转 90° 设卷扬机
	
<p>结构：利用施工烟囱外筒壁混凝土原地锚，作卷扬机基础，与烟道口平行安装 10t 卷扬机</p>	<p>结构：在 2 号烟道口下做转向轮，转向 90° 把 10t 卷扬机安装在 1、2 号电除尘之间空地上</p>
<p>优点：视线较好。 缺点：2 号脱硫施工时再次移卷扬机，影响安装钢内筒进度，并增加施工费用</p>	<p>优点：一次性就位，不要再次移动。 缺点：增加导向轮</p>
<p>放弃</p>	<p>选用</p>
<p>小组通过对两种设计方案的对比，选择方案二，不增加二次移动卷扬机费用，增加的转向轮，可重复利用</p>	

5.2.4 气囊部分

气囊部分如图 5 所示。

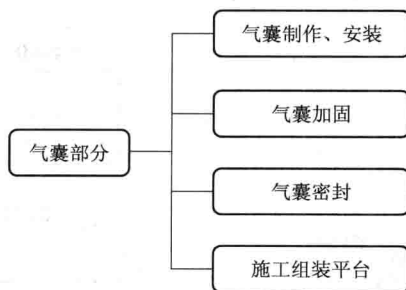


图 5 气囊部分示意图

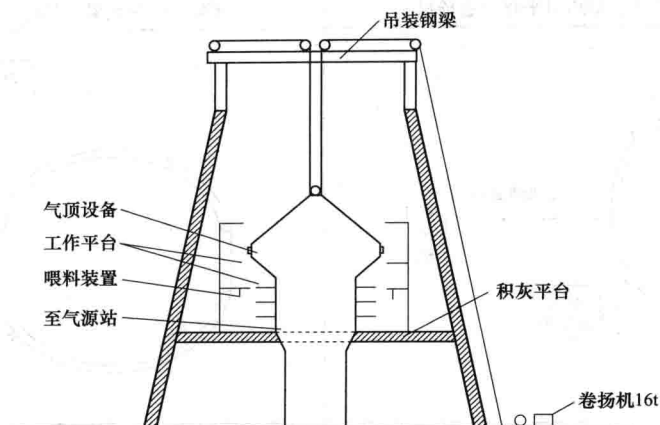
(1) 气囊制作、安装。设计方案对比见表 7。

表 7 气囊制作、安装设计方案对比

方案一：“米”字形内支撑气囊	方案二：“米”“井”字形支撑结合的内支撑气囊
<p>材料的选择：钢板选择 12mm 厚，内支撑选择 16mm 槽钢</p>	
<p>设计原理：施工前，根据顶升的钢内筒和锥形上封盖质量之和，计算出顶升所需的最大充气压强，当受最大压力时，气顶最薄弱处筒体所受应力大于钢材的安全压力系数</p>	

方案一：“米”字形内支撑气囊

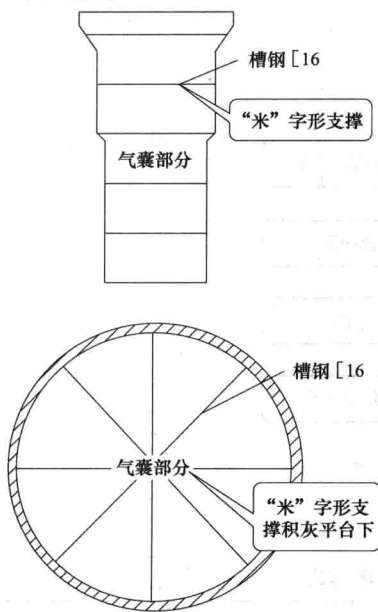
方案二：“米”“井”字形支撑结合的内支撑气囊



制作安装：在加工厂卷板运至烟囱内，在烟囱内用10t卷扬机成片组装。安装一节后，再安装“米”字形内支撑。

特点：烟囱内的工作量大，占用烟囱内空间大，施工速度慢，不能使用大型机械施工

示意图：采用槽钢 [16 的作加劲肋，内部采用槽钢 [16 “米”字形支撑。

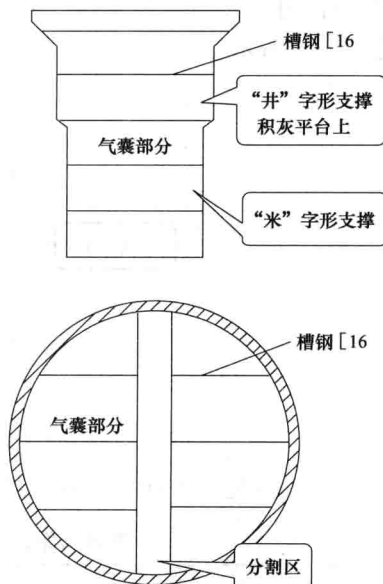


成本计算：7m(长) × 3(根) × 5(道) × 17.240kg/m = 1550kg

制作安装：在加工厂制作安装成圆筒后，安装内支撑。组装1组，运至烟道口下，用吊车吊装至烟囱内，用10t卷扬机安装。

特点：占用烟囱内的空间小，施工加快速度。可采用大型机械施工

示意图：采用槽钢 [16 的作加劲肋，内部支撑积灰平台以上，采用槽钢 [16 作“井”字形支撑。积灰平台以下“米”字形支撑。



成本计算：7m(长) × 3(根) × 2(道) × 17.240kg/m + 6(长) × 5(根) × 3(道) × 17.240kg/m = 3100kg

方案一：“米”字形内支撑气囊	方案二：“米”“井”字形支撑结合的内支撑气囊
优点：节约成本。 缺点：烟囱内工作量大，无法使用大型机械，只能使用卷扬机，施工速度慢	优点：在烟囱内的工作量小，可采用吊车配合卷扬机由烟道口进入烟囱内，安装速度快。 缺点：成本增加
放弃	选用

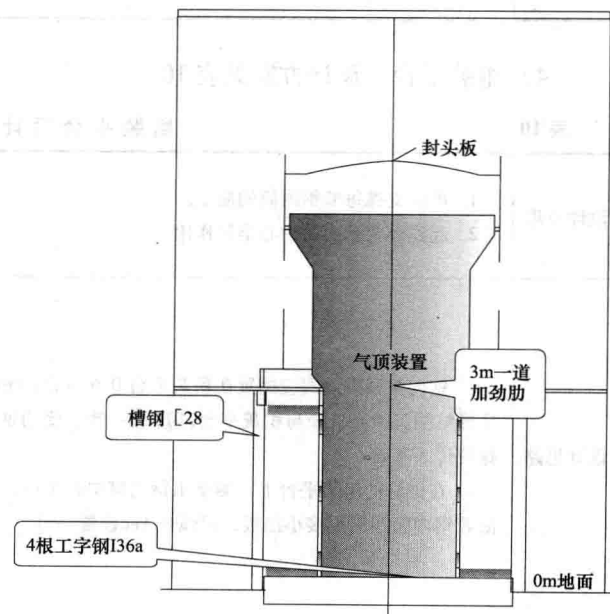
小组成员通过认真分析讨论，结果如下：

1. 方案一“米”字形内支撑虽然节约材料，但不好分割，只能整体组装，由于积灰平台的气囊部分直径变7.5m，烟道口只有5m（宽）×10m（高），不能够整体吊装至烟囱内。

2. 方案二可分割1/2加工，吊装至烟囱内，在烟囱内组合，提高了功效。因此，选用方案二，此方案虽然材料成本增加，但拆除内支撑时，可整体拆除，能再次利用，这样就克服了成本增加的缺点

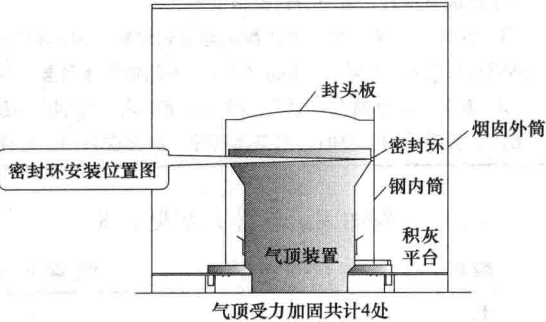
(2) 气囊加固。设计方案见表8。

表8 气囊加固设计方案

项目	内容
设计依据	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由于安装完毕的气囊高17.6m，超出一般顶升气囊一倍多（以往一般为8.5m高），所以加固后要能防止气囊倾斜。 2. 加固后，气囊要能支撑顶升钢内筒的质量
设计思路	<p>针对以上设计依据，小组对气囊进行特殊加固：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 利用0m基础施工时预埋的环形埋件与气囊底座满焊； 2. 在积灰平台以下部分增加4根工字钢I36a，均匀布置在气囊周围； 3. 每3m一道加劲肋，加劲肋由槽钢[16卷制成； 4. 距积灰平台下500mm左右增加一道28的槽钢做成的加劲肋，横向与8根积灰平台框架柱向连，框架柱增加抱箍。 <p>计算：积灰平台钢支撑I36工字钢弯曲应力计算为</p> $\sigma = PL/W_z = 215\text{N}/\text{mm}^2$ <p>实际弯曲应力计算：</p> $\sigma_{\max} = M_{\max}/W_z = PL/W_z$ $= (522/8) \times 9800 \times 2500 \times 2350/1200/1\ 971\ 000$ $= 98.24\text{N}/\text{mm}^2$
结论	 <p>结论：弯曲应力$\sigma = 215\text{N}/\text{mm}^2$，$\sigma_{\max} < \sigma$弯曲，故支撑整个钢内筒满足强度要求，并可有效地防止因气顶过高，顶升钢内筒时产生倾斜。虽然投入成本相对较高，但结束后气顶可再次使用（原料未切割）</p>

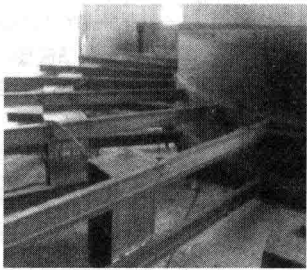
(3) 气囊密封。设计方案见表9。

表9 气囊密封设计方案

设计原理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需保证整座钢内筒顶升完成前不用更换密封环，因此密封环耐磨性要好。 2. 在整个气顶工序完成前在最高气压条件下无明显漏气，因此密封要可靠
设计思路	<p>针对以上设计依据，设计思路如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 由专业橡胶制品厂定做，保证密封环质量。 2. 密封环在施工前做严密性试验，根据试验数据确定补气量和内胎的气压  <p>密封环安装位置图</p> <p>封头板 密封环 烟筒外筒 钢内筒 积灰平台 气顶装置 气顶受力加固共计4处</p>
结论	<p>购买公司长期合作橡胶制品厂（南京特殊橡胶制品厂）制作的密封环，进入现场后进行压力试验，经过试验在0.02MPa无任何漏气、橡胶厚度8mm满足顶升要求</p>

(4) 组装平台。设计方案见表10。

表10 组装平台设计方案

设计原理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以支撑每节钢内筒的质量。 2. 起到固定钢内筒中心半径作用
设计思路	<ol style="list-style-type: none"> 1. 钢内筒顶升期间应搁置在积灰平台0.6 m高的钢制底座上，底座为环形结构，中心直径与积灰平台环形梁一致。受力通过环形梁及8根支撑柱传入基础。 2. 在做好的组装平台上，测量出钢内筒中心半径，确定钢内筒的位置，沿着钢内筒圆周焊接小挡板，每弧长1 m设置一道 
结论	<p>每节钢内筒质量为5t，思路1足以支撑每节钢内筒的质量。思路2通过小挡板起到固定钢内筒中心半径的作用</p>

5.2.5 操作部分。设计方案见表11。