浅析GPS在龙岗净化厂控制测量中的应用

李 玮，万仕平

（中国石油工程设计有限公司西南分公司，四川 成都 610017）

摘 要：以龙岗净化厂为例，对构建GPS控制网的布网原则进行了详细说明，总结分析了控制测量的实际作业方法和精度情况，提出GPS控制测量中国家点不兼容的问题和解决办法。

关键词：GPS；龙岗净化厂；控制测量

文章编号：1006-5539(2010)01-0041-03 **文献标识码**：A

0 引言

GPS测量作为当今地面控制测量的基本手段，在油气田地面工程建设中，发挥着重要的作用。本文就龙岗净化厂GPS控制测量，从布网原则、具体方法和精度评定、发现的问题等方面，进行讨论和分析。

1 测区简介

测区位于四川省南充市仪陇县阳通乡，测图范围为2.5 km×2.5 km，相对高差约70 m，植被茂盛，交通落后，为经济不发达地区。同时，净化厂工程项目宏大，主体工程复杂，各类基础配套设施建设工期较长，因此建立高精度、稳定性好的GPS控制网显得非常必要。

2 GPS控制网的设计原则

构建龙岗净化厂高精度的GPS控制网，目的是为前期勘察设计、中期施工建设及后期运营管理提供准确无误的测绘起算资料。因此，龙岗净化厂前期的勘测工作在满足设计施工的前提下，应尽可能的考虑"数字气田"、"数字管道"施工数据采集，气田后期运营管理，气田区域配套设施建设和对既有设施的改造等项目。主要遵循以下原则：

a. GPS网应根据净化厂测图面积（前期和后期）、交通状况和障碍物情况进行合理设计。主要应考虑用图范围，其他条件由净化厂测区现状决定，应合理选择。GPS网内点与点间不要求通视，但每点应考虑有一个以上的通视方向，作为常规测量方法加密时的起算点和起算方位，其点位应选在容易到达和远离障碍物之处。

b. 在布网设计中应顾及龙岗气田（或气田附近）原有测绘成果资料以及各种大比例尺地形图的利用，宜采用原有坐标系统和高程系统。对凡符合GPS网布点要求的既有控制点，应充分利用。

c. 在净化厂GPS控制网内选定起算点、原有国家或地方控制点应不低于两个。

d. 联测的GPS点应均匀分布于测区两侧及中部，能保证网的几何强度，提高网的可靠指标，能有效地发现粗差，即注重减少外业工作量和降低成本的原则[1]。

3 龙岗净化厂GPS网的布设方法和精度分析

3.1 GPS网的布设

测区内共布设了19个控制点，见图1。其中LGK4、LGK5、LGK10、LGK12、LGK15、LGK18为天然桩，其余均为埋石水泥桩。每个桩均保证具有两个以上的通视点，便于测图和检校。

收稿日期：2009-06-15

作者简介：李 玮（1964-），男，四川成都人，工程师，毕业于武汉大学测绘学院工程测量专业。主要从事工程测量工作。电话：(028)86014552。

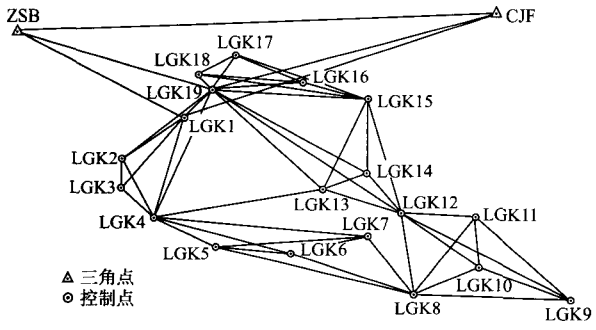

图 1 GPS 控制网示意图

3.2 观测方法

控制测量由 5 台 Ashtech GPS 接收机采用静态测量方法进行。首先,在国家点蔡家坟、仲山包两点上布设 2 台 GPS 接收机(控制测量的同时对三角点进行检验),在 LGK1、LGK19 两点上布设 2 台 GPS 接收机,观测一个时段,将坐标和高程联测至 LGK1 和 LGK19 控制桩上。以 LGK1、LGK19 为坐标高程起算点,将 LGK1、LGK2…LGK18、LGK19 共 19 个控制点构成该区域内的 GPS 网(见图 1)。高程控制测量采用 GPS 拟合高程,与平面控制测量同时进行。

3.3 平面精度分析

外业观测工作结束后,经 GPS 数据传输、基线向量解算、粗差剔除、网平差得到 GPS 网的解算结果。解算结果满足 GB/T 18314 - 2001《全球定位系统(GPS)测量规范》[2] 中,对 E 级 GPS 基线向量解算结果精度的规定。出于对成果的安全考虑,在各项目外业工作完成后,在现场对 GPS 测量成果进行了充分的检查,检查时采用 TOPCOM GPT - 3002 全站仪进行了距离测量,检查结果见表 1。

表 1 GPS 基线同全站仪边长测量比较

导线边	GPS 坐标反算边长/ m	全站仪检查边长 / m	较差 /mm	测边相对精度	二级导线允许精度
LGK1 - LGK19	223.791	223.797	-6	1/37299	1/14000
LGK3 - LGK4	154.376	154.369	7	1/22053	1/14000
LGK5 - LGK6	192.996	192.990	6	1/32165	1/14000
LGK6 - LGK7	206.231	206.240	-9	1/22915	1/14000
LGK7 - LGK8	281.543	281.532	11	1/25594	1/14000
LGK9 - LGK10	269.626	269.634	-12	1/22469	1/14000
LGK10 - LGK11	223.791	223.798	-7	1/31970	1/14000
LGK11 - LGK12	184.543	184.539	4	1/46135	1/14000
LGK16 - LGK17	206.721	206.730	-9	1/22969	1/14000

通过以上几项指标的检验,从各表中可以看出,该区域内 GPS 控制网的基线向量解算精度符合相关规范要求,其平面位置精度完全满足龙岗净化厂工程测量的要求。

3.4 高程精度分析

龙岗净化厂测区起伏不大,因此只假定一个点的大地高作为起算数据,并与收集到的水准点进行联测。先采用无约束平差,再约束平差。联测点位于测区四周和中央,采用 EGM96 重力场模型进行高程拟合,可以保证该区域内高程精度的可靠性,并满足电磁波测距三角高程 30 $\sqrt{\sum D}$ 的要求。

同时,为检验测量成果的可靠性,GPS 高程测量结束后,作业人员采用 TOPCOM GPT - 3002 全站仪进行区域内各控制点间的高差测量,控制点高程检查情况见表 2。

表 2 GPS 高程同电磁波测距三角高程测量比较

导线边	坐标反算边长/ m	GPS 高程计算高差 / m	检测高差 / m	较差 /mm	允许偏差 /mm
LGK1 - LGK19	223.791	10.662	10.658	4	±14
LGK3 - LGK4	154.376	8.015	8.009	7	±12
LGK5 - LGK6	192.996	-25.727	-25.721	-6	±13
LGK6 - LGK7	206.231	-18.798	-18.791	-7	±14
LGK7 - LGK8	281.543	14.838	14.828	10	±16
LGK9 - LGK10	269.626	-1.243	-1.234	-9	±16
LGK10 - LGK11	223.791	21.851	21.843	8	±14
LGK11 - LGK12	184.543	-6.936	-6.927	-9	±13
LGK16 - LGK17	206.721	0.107	0.100	7	±14

通过国内部分工程项目 GPS 拟合高程精度统计的结果,GB 50026 - 2007《工程测量规范》[3] 中,已规定将 GPS 拟合高程测量适用于平原或丘陵地区的五等及以下等级高程测量。从表 2 可以看出,GPS 拟合高程已能满足工程测量中对高程精度的要求。

4　问题的探讨

笔者在进行首级控制测量成果解算时,发现可利用的蔡家坟、仲山包两个较近的国家三角点兼容性不好,经检验,平面位置差异较小,高差较差为 0.6 m 。它们是否相互不兼容?

为了解决这一问题,我们分析了 1∶10 000 地形图的信息,又收集了第三个国家点——董家梁点,加入联测。最后通过多方比较发现,蔡家坟点的精度相对较高,可利用为约束平差的平面和高程起算点,而仲山包点高程兼容性较差,仅作为网平差的坐标约束点,高程检查点。

5　结束语

龙岗净化厂是龙岗气田的重要组成部分,龙岗净化厂测区的 GPS 控制测量尤为重要,在满足基本布网原则的基础上,我们更应注重总结和分析 GPS 网的内符合和外符合精度,在发现起算点不兼容的情况时,应采取适当的措施,以保证 GPS 控制网的准确性和可靠性。

参考文献:

[1]　徐绍铨,张华海. GPS 测量原理及应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,1998,101-103.

[2]　GB/T 18314 - 2001,全球定位系统(GPS)测量规范[S].

[3]　GB 50026 - 2007,工程测量规范[S].

(上接第 16 页)

材料的断裂韧性;σ_{ys}为材料的流变应力;σ_{ref}为结构承受的应力。对在硫化氢环境中的失效评估图,材料的断裂韧性即为硫化氢环境断裂韧性 K_{ISSC}。

对含裂纹油套管进行评价时,若评估点(L_r,K_r)落在评估曲线内,则认为是安全的,否则认为缺陷不能接受。在硫化氢环境中对于 C110 和 T95 两种套管失效评估中,在同样载荷和缺陷条件下,在环境断裂的角度考虑 T95 安全范围较大,塑性失效的范围 C110 的安全区域较大。

综合以上分析,在满足强度设计的要求条件下,在硫化氢环境下工作的油套管选用 T95 更为安全。

4　结论

a. 在高含硫化氢的油气井用油套管的设计方法上,考虑断裂力学的基础上进行适用性评价,给出了 T95 和 C110 两种套管用钢含裂纹缺陷情况下的断裂力学设计新方法。

b. 在酸性油气田油套管选材上,新的设计方法提供了重要参考价值。

参考文献:

[1]　NACE TM0177 - 2005, Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H2S Environments [S].

[2]　庄　茁. 断裂动力学有限元程序的开发及在天然气管道裂纹扩展问题上的应用[J]. 工程力学,1999,16(1):105-113.

[3]　ISO 10400 - 2007, Petroleum and Natural Gas Industries-Formula and Calculation for Casing, Tubing, Drill Pipe and Line Pipe Properties [S].

[4]　中国航空研究院. 应力强度因子手册[M]. 北京:科学出版社,1993.

[5]　Kermani M B , Key Tech, U K. Materials Optimization in Hydrocarbon Production, NACE Annual Corrosion Conference[A]. Houston Tx: Paper 05111, 2005.

[6]　ISO 11960 - 2004, Petroleum and Natural Gas Industries-Steel Pipes for Use As Casing or Tubing for Wells[S].